โครงการออกแบบบ้านพักอาศัยสำหรับคนงานก่อสร้างชั่วคราวแบบสำเร็จรูป

PREFABRICATED HOUSE FOR WORKER

A020903

นายพัฒพงศ์ โสภาเจริญยิ่ง

ปกพ.
เลขหมู่ 2536
เลขทะเบียน 1136
วัน เดือน ปี 27 ต.ค. 2537
020903

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ปีการศึกษา 2536

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบอนุมัติวิทยานิพนธ์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง โครงการออกแบบปรับปรุงบ้านพักคนงานชั่วคราวสำเร็จรูป

โดย นายพัฒพงศ์ โสภาเจวิญยิ่ง

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาศิลปอุตสาหกรรม

.....คณบดี

(รศ.ดร. ปรียาพร วงอนุตรโรจน์)

วันที่ 25 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2537

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์อุดมศักดิ์ สาริบุตร)

.....กรรมการ
(อาจารย์อนันท์ อินทร์ค้ำ)

.....กรรมการ
(อาจารย์ถนอม จันทร์หมื่นไวย)

.....กรรมการ
(อาจารย์ศิริพรณ์ สาริบุตร)

.....กรรมการ
(อาจารย์ธเนศ ภิรมย์การ)

.....กรรมการ
(อาจารย์พิศุทธุ์ ศิริพันธุ์)

.....กรรมการและเลขานุการ
(อาจารย์สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิทยานิพนธ์เรื่อง บ้านพักอาศัยคนงานก่อสร้างชั่วคราวแบบสำเร็จรูป

ชื่อนักศึกษา นายพัฒพงศ์ โสภาเจริญยิ่ง

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ถนอม จันทร์หมื่นไวย์

อาจารย์อนันท์ อินทร์ค้ำ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ กรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ได้ตรวจพิจารณาและเห็นชอบแล้วจึงอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต ประจำปีการศึกษา 2536

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์)

คณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์เรื่อง บ้านพักอาศัยคนงานก่อสร้างชั่วคราว
ชื่อนักศึกษา นายพัฒพงศ์ โสภาเจริญยิ่ง รหัส 35302218 ชั้นปีที่ 2

บ้านพักอาศัยคนงานก่อสร้างชั่วคราวแบบสำเร็จรูปมีลักษณะที่สำคัญคือ เป็นการอยู่อาศัยในช่วงเวลาเพื่อทำงานหรือประกอบภาระกจิ โดยมิได้อยู่อาศัยเป็นการถถาวร ระยะเวลาที่อยู่อาศัยจะมีระยะเวลาตั้งแต่ 3 เดือนถึง 2 ปี ซึ่งโครงการนี้มีวัตถุประสงค์ที่สำคัญคือ

1. เพื่อออกแบบปรับปรุงบ้านพักอาศัยคนงานก่อสร้างชั่วคราวให้สามารถตอบสนองการอยู่พักอาศัยขั้นพื้นฐานของคนงานก่อสร้าง

2. เพื่อออกแบบปรับปรุงบ้านพักอาศัยคนงานก่อสร้างชั่วคราวให้เป็นแบบสำเร็จรูป ซึ่งสามารถผลิตในระบบอุตสาหกรรมใช้วัสดุที่มีความแข็งแรงราคาถูก สามารถถอดประกอบติดตั้งได้รวดเร็วและปลอดภัยต่อการอยู่อาศัย

การทำโครงการวิจัยออกแบบชิ้นนี้ได้แบ่งขั้นตอนในการทำงานออกดังนี้

1. การศึกษาปัญหาและแนวทางในการแก้ปัญหา
2. การรวบรวมค้นคว้าข้อมูล
3. การศึกษาวิเคราะห์ข้อมูล
4. สรุปข้อมูลสู่การออกแบบ
4. การเสนอแนะ

ผลจากการศึกษาวิจัยโครงการนี้ ผู้จัดทำมีความหวังจะพัฒนาสภาพความเป็นอยู่ในดด้านที่พักอาศัยของคนงานก่อสร้าง ให้มีรูปแบบและระบบที่แน่นอน ขนาดสัดส่วนที่เป็นมาตราฐานแน่นอน มีความมั่นคงแข็งแรงและปลอดภัยสูงมีสุขลักษณะที่ดีการติดตั้งประกอบด้วยกันเป็นหลายยูนิตด้วยระบบทางน็อตดาวน์ แบบสำเร็จรูป ใช้วัสดุที่มีราคาถูกมีความคงทนถาวรและมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ เรื่อง "โครงการออกแบบปรับปรุงบ้านพักอาศัยคนงานก่อสร้างชั่วคราวแบบสำเร็จรูป" สำเร็จลงได้ด้วยดี ก็ด้วยความอนุเคราะห์จากหลายฝ่ายซึ่งได้ให้ความช่วยเหลือ ทางด้าข้อมูล คำแนะนำ และชี้ช่องทางในการดำเนินงานวิจัย เพื่อนำมาประกอบเป็นวิทยานิพนธ์ได้เสร็จสมบูรณ์ ผู้จัดทำจึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

- อาจารย์ถนอม จันทร์หมี่ไวย์ ที่ปรึกษาด้านการออกแบบ
- อาจารย์อนันท์ อินทร์ค้ำ ที่ปรึกษาด้านข้อมูล
- หมู่บ้านปรีชา ศรีนครินทร์ ข้อมูลด้านสนาม

และคุณพ่อ คุณแม่ พี่ๆ ที่คอยให้การสนับสนุนให้กำลังใจมาตลอดรวมทั้งน้องๆ ที่ช่วยพิมพ์ข้อมูล เพื่อนๆ ที่ช่วยเหลือทุกคน

ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

นายพัฒพงศ์ โสภาเจริญยิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ ก

กิตติกรรมประกาศ ข

สารบัญ ค

สารบัญตารางประกอบ ช

สารบัญภาพประกอบ ญ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 เหตุผลในการนำเสนอ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ 2

1.3 ความเป็นมาของปัญหา 2

1.4 ปัญหาที่เกิดขึ้น 3

1.5 แนวทางแก้ปัญหา 6

1.6 วิธีการดำเนินการวิจัย 6

1.7 ขอบเขตของการศึกษาข้อมูล 6

1.8 ขอบเขตของการออกแบบ 6

1.9 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 6

บทที่ 2 ข้อมูลเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับงานออกแบบ 7

2.1 ข้อมูลเกี่ยวกับการทำงานก่อสร้างเบื้องต้น 8

2.1.1 การพิจารณาบริเวณ 10

2.1.2 การสร้างโรงงานชั่วคราว 19

2.1.3 ห้องน้ำ-ส้วม 21

2.1.4 ที่พักคนงาน 22

2.1.5 การสร้างโรงงาน 22

2.1.6 การกำจัดสิ่งปฏิกูลที่เป็นสิ่งธรรมชาติ 22

2.1.7 การกำจัดน้ำเสีย 23

2.1.8 การจัดความปลอดภัยเกี่ยวกับการทำงาน 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

2.1.9 การจัดความปลอดภัยในการจัดระบบชั่วคราวต่าง ๆ 25

2.2 สภาพภูมิประเทศในประเทศไทย 29

2.2.1 สิ่งแวดล้อมและลักษณะทางภูมิศาสตร์ของประเทศไทย 29

2.2.2 ดิน 32

2.2.3 ความร้อน 38

2.2.4 การระบายความร้อน 39

2.2.5 การระบายอากาศ 46

2.3 ระบบสาธารณูปโภคในลักษณะทั่วไป

2.3.1 ระบบไฟฟ้า 55

2.3.2 ระบบประปา 55

2.3.3 ทางระบายน้ำ 55

2.3.4 สภาพผิวการจราจรและเส้นทางการขนส่ง 56

2.3.5 การใช้แสงสว่างภายในอาคาร 56

2.3.6 ระบบและมาตรฐานของถนนทางเดินทางเท้า 62

2.3.7 ระบบห้องน้ำ-ห้องส้วม 70

2.3.8 ระบบการทำงานของบ่อเกรอะ บ่อซึม 70

2.3.9 การขนส่งและการคมนาคม 72

2.4 ระบบโครงสร้างทางสถาปัตยกรรม 75

2.4.1 ระบบโครงสร้าง 75

2.4.2 ระบบประสานพิกัด 80

2.4.3 ความรู้ทั่วไปทางโครงสร้างทางสถาปัตยกรรม 85

2.5 การก่อสร้างโครงสร้างเหล็ก 105

2.5.1 ผลิตภัณฑ์เหล็กที่นำมาใช้เป็นองค์อาคารของโครงสร้าง 105

2.5.2 คุณสมบัติเชิงกลของเหล็ก 105

2.5.3 คุณสมบัติทางด้านโลหะวิทยาของเหล็ก 109

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		หน้า
	2.5.4 การออกแบบโครงสร้างเหล็ก	111
	2.5.5 การป้องกันการผุกร่อน	176
	2.5.6 การเปรียบเทียบมาตรฐานของผลิตภัณฑ์เหล็กสำหรับการก่อสร้างอาคาร	186
	2.6 วัสดุกรรมวิธีการผลิต	187
	2.6.1 เหล็ก	187
	2.6.2 ไม้อัดแผ่นเรียบบางนา และวัสดุแผ่นเรียบอื่น ๆ	189
	2.6.3 โลหะอื่น ๆ	204
	2.6.4 วัสดุมุงหลังคา	205
	2.6.6 ไม้ที่ใช้ในการก่อสร้าง	227
	2.6.7 สายไฟและอุปกรณ์	228
	2.6.8 น็อตสลักเกลียว	233
บทที่ 3	การศึกษาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล	240
	3.1 วิธีสำรวจและรวบรวมข้อมูล	240
	3.1.1 การศึกษาถ่ายเอกสาร	240
	3.1.2 การสัมภาษณ์	240
	3.1.3 การศึกษาของจริง	240
	3.2 แหล่งที่มาของข้อมูล	240
	3.3 การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล	240
	3.4 การศึกษาข้อมูล	241
	3.4.1 การศึกษาในด้านที่อยู่อาศัย พฤติกรรมการใช้งานและสภาพความเป็นอยู่และผลิตภัณฑ์บ้างเดียง	242
	3.4.2 การศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลการก่อสร้าง	258
บทที่ 4	สรุปผลการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลแนวทางการออกแบบ	299
	4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	299

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

4.2 แนวทางการออกแบบ 302

4.3 การออกแบบ 304

4.4 แบบถ่ายย่อ 320

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 335

บรรณานุกรม 336

ประวัติผู้ทำวิทยานิพนธ์ 337

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
1.	อัตราการผุกร่อนจากสภาวะแวดล้อม	178
2.	การทาสีป้องกันการผุกร่อน	178
3.	อายุการใช้งานของสี	179
4.	ระดับการทำความสะอาดผิวหน้า	181
5.	ข้อกำหนดในการทำความสะอาดผิวหน้าในอเมริกาและสวีเดน	181
6.	สีทรองพื้น	182
8.	ชนิดและการใช้งานของสีป้องกันนสนิม กำหนดโดยเจไอเอส	185
9.	องค์ประกอบการใช้งานและคุณสมบัติของสีที่ใช้ป้องกันการผุกร่อน	186
10.	แสดงกลสมบัติของเหล็กกล่อง	191
11.	แสดงกลสมบัติของเหล็กไอบีม	192
12.	แสดงกลสมบัติของเหล็กกล่อง	193
13.	แสดงกลสมบัติของงเหล็กฉากพับ	194
14.	แสดงกลสมบัติของเหล็กไอบีม	195
15.	แสดงกลสมบัติของเหล็กราง	196
16.	แสดงกลสมบัติของเหล็กตัวยู	197
17.	แสดงกลสมบัติของเหล็กฉาก	198
18.	แสดงขนาดมาตรฐานของเฟโนบอร์ด	201
19.	แสดงขนาดน้ำหักและการใช้เซลโลกรีต	202
20.	แสดงค่าเสียดทานของเสาเข็ม	220
21.	เสาเข็มคอนกรีตอัดแรงลักษณะต่าง ๆ	221
22.	แสดงเสาเข็ม ค.ส.ล.	222
23.	แสดงเสาเข็ม ค.ส.ล.	222
24.	แสดงรายละเอียดของตะปูควง นอต ที่ใช้ในงานไม้ งานเหล็ก เครื่องจักร	234
25.	แสดงขนาดของพุกที่ฝังในกำแพง	235
26.	แสดงขนาดของทุกชนิดที่ฝังในกำแพง	236
27.	แสดงขนาดของหัวต่อเร่ง	236

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ หน้า

28. แสดงขนาดมาตรฐานของสลักเกลียวและแป้นเกลียว 237
29. แสดงความยาว ขนาด ของหมุดย้ำที่ใช้ในงานโครงสร้าง (เป็นนิ้ว) ตามมาตรฐานอเมริกัน 238
30. ตารางการวิเคราะห์ระบบโครงสร้าง 317
31. ตารางการวิเคราะห์รูปแบบของฐานราก 323
32. ตารางการวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำรากเสาเข็ม 324
33. ตารางการวิเคราะห์ที่ใช้ทำคาน 327
34. ตารางการวิเคราะห์ระบบที่ใช้ทำพื้น 329
35. ตารางการวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำแผ่นพื้นภายในบ้าน 330
36. ตารางการวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำแผ่นพื้อกบ้าน 331
37. ตารางการวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำโครงหลังงคา 334
38. ตารางการวิเคราะห์วัสดุที่ำมาใช้มุงหลังคา 335
39. ตารางการวิเราะห์รูปแบบของหน้าต่าง 337
40. ตารางการวิเคราะห์รูปแบบของบานประตู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
1.	แสดงกองวัสดุที่เหลือใช้	2
2.	แสดงรูปแบบของบ้านพักคนงานเดิม	3
3.	แสดงโครงสร้างของบ้าน	3
4.	แสดงฐานรากของบ้านเดิม	4
5.	แสดงภายในที่พักอาศัยเดิม	5
6.	แสดงแบบบ้านใต้ถุนสูง	9
7.	แสดงการวางหลักเขต	10
8.	แสดงการวางหลักเขตกลางบ่อ	10
9.	แสดงการกำหนดแนวรั้ว	11
10.	แสดงการรักษาเขต	12
11.	แสดงลักษณะอาณาเขตที่เขียนในใบโฉนด	12
12.	แสดงอุปกรณ์ใส่กักน้ำ	15
13.	แสดงการต่อไฟที่เป็นอันตราย	17
14.	แสดงการทอดข้ามดินเหลว	18
15.	แสดงแปลนโรงงานชั่วคราว	20
16.	แสดงรูปโรงงานชั่วคราว ชั้นเดียว	21
17.	แสดงถึงคัดเอ้าท์ของไฟฟ้า ไม่เรียบร้อยเป็นอันตรายแก่ผู้ใช้งาน	27
18.	แสดงปริมาณฝนตลอดปี	30
19.	แสดงแผนที่ทิศทางลม	31
20.	แสดงการแผ่รังสีความร้อน	40
21.	แสดงการหมุนเวียนของอากาศ	54
22.	แสดงลักษณะหลังคา	90
23.	แสดงลักษณะหลังคาแบบเพิงหมาแหงน	90
24.	แสดงลักษณะหลังคาแบบปีกผีเสื้อ	91
25.	แสดงลักษณะหลังคาแบบหน้าจั่ว	91
26.	แสดงตัวอย่างขององค์อาคารประกอบ	111

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ หน้า

27. แสดงหน้าตัดของคานปีกกว้าง และคานรูปตัวไอ 112
28. แสดงการเหลื่อมของผิวนอกของคานปีกกว้างที่อยู่ในชุดเดียวกัน 113
29. แสดงแกนหลักและแกนรองของคานปีกกว้าง 113
30. แสดงความแค้นในเฟรมเหล็กกล้าและการใช้คานปีกกว้าง 114
31. แบบต่างๆ ของเสาที่ทำจากการเชื่อมท่อเหล็ก 115
32. แสดงการกระจายของโมเมนต์และหน่วยแรงดัดในคาน 116
33. แสดงโมเมนต์ดัดในจันทันของโครงถัก 117
34. แสดงคานเหล็กประกอบและเหล็กเสริมข้างคาน 117
35. แสดงการโค้งงอทางด้านข้าง 118
36. แสดงโครงพื้นและการเสริมข้างคาน 119
37. แสดงแผนภาพของการโค้งงอ 120
38. แสดงหน่วยแรงที่กระทำบนเสา 120
39. แสดงลักษณะการป้องกันการโค้งงอของเสาโดยเหล็กเสริมเพิ่มความแข็งแรง 121
40. แสดงจุดต่อที่สลักเกลียวกำลังสูง 122
41. แสดงหลักการของสลักเกลียวชนิดพิเศษ 123
42. แสดงกลไกของการเชื่อม 125
43. แสดงตัวอย่างการเชื่อมแบบพอก 126
44. แสดงกลไกการถ่ายเทหน่วยแรงในการเชื่อมแบบพอก 126
45. แสดงการแตกออกของรอยเชื่อมแบบพอก 127
46. แสดงตัวอย่างการเชื่อมแบบต่อชน 127
47. แสดงกลไกการถ่ายเทหน่วยแรงในรอยเชื่อมแบบต่อชน 128
48. แสดงการต่อปลายและการบาก 129
49. แสดงการอ้อมปลาย 130
50. แสดงการตรวจหาฝุ่งปลาและการตรวจหาจุดบกพร่องโดยใช้คลื่นอุลตราโซนิก 131
51. แสดงวิธีการตรวจสอบแบบผิวคลื่นเป็นมุม 132
52. แสดงผลของการทำความเครียดก่อน 133
53. แสดงลำดับของการเชื่อมในสนาม 133

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ หน้า

54. แสดงการออกแบบโดยวิธีหน่วยแรงที่เกิดขึ้นและกำลังรวม 134

55. แสดงลักษระสำคัญของวิธีหน่วยแรงที่เกิดขึ้นและวิธีกำลังรวม 134

56. แสดงตำแหน่งของจุดต่อในเสาและคาน 135

57. แสดงขนาดมาตรฐานของรถบรรทุกและรถพ่วง 136

58. แสดงการออกแบบจุดต่อของเสา 136

59. แสดงหน่วยแรงที่รอยต่อคาน-เสา เมื่อรับน้ำหนักตามแนวดิ่ง 137

60. แสดงความต้านทานต่อแรงด้านข้างของโครงสร้าง 139

61. แสดงการเคลื่อนตัวสัมพันธ์แต่ละชั้นที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนรูป 140

62. ตัวอย่างการต่อแบบเป็นหูข้างโดยใช้เสาปีกกว้าง 141

63. แสดงการต่อแบบต่างๆ ที่ใช้ท่อเหล่ยม 142

64. แสดงรายละเอียดของการต่อในสนาม 142

65. ตัวอย่างของฐาสนเสาแบบยึดแน่นสำหรับโครงสร้างเหล็ก 143

66. ตัวอย่างของฐานแบบหุ้มโดยเสา 144

67. แสดงส่วนปลายเสาและการใส่ตัวของการดิดฐานแบบหุ้มโคนเสา 144

68. แสดงการกระจายของโมเมนต์สำหรับฐานของเสาแบบหุ้มโคนเสา 145

69. ตัวอย่างฐานเสาแบบหมุนได้ 146

70. ตัวอย่างของรอยต่อ คาน-ตง 147

71. แสดงรายละเอียดจุดต่อของโครงข้อหมุน 147

72. แสดงการเปรียบเทียบความยาวขององค์อาคารรับแรงอัดระหว่างโครงข้อหมุนคิงก์ และโครงข้อมหุนฟิงค์มีแรงกระทำตามแนวดิ่ง 154

73. ตัวอย่างของโครงข้อมหมุนรูปจั่ว 155

74. แสดงหน้าที่ขององค์อาคารั้งในโครงข้อหมุนคิงก์ 155

75. แสดงหน่วยแรงในองค์อาคารของโครงข้อหมุนเมื่อถูกกระทำโดยแรงที่ไม่ใช้แรงตามแนวดิ่ง 156

76. แสดงอาคารที่มีหลังคาโครงข้อหมุน 157

77. แสดงโครงข้อแข็งที่มีช่วงคานยาวมาก 159

78. แสดงความแตกต่างของการกระจายของโมเมนต์ดัดในการยึดโคนเสาแต่แบบ 160

79. แสดงโครงสร้างโครงข้อแข็งชนิดหน้าตัดแปรเปลี่ยน 161

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ หน้า

80. ตัวอย่างของโครงสร้างร่วม 163
81. แสดงส่วนประกอบของโครงสร้างสามมิติ 165
82. ตัวอย่างของคานที่เป็นโครงข้อหมุนสามมิติ 165
83. ตัวอย่างของโครงข้อหมุนชนิดแน่น 166
84. แสดงการถ่ายแรงในโครงสร้างจั่ว 167
85. แสดงการวางคานย่อย 168
86. แสดงการค้ำยันคานย่อย 168
87. แสดงแรงกระทำต่อแปและเหล็กเสริมแป 169
88. แสดงการจัดโครงเหล็กและคานยึด 170
89. แสดงแรงตามแนวราบที่กระทำบนคานย่อย 170
90. แสดงการรับแรงด้านข้างของคานย่อย 170
91. แสดงการต้านแรงดันของลมที่กระทำต่อคานขวางโดยใช้ตัวค้ำยันหลังคา 171
92. แสดงการรับแรงดันลมในโครงรูปจั่ว 172
93. แสดงระบบการทำที่รองรับปั้นจั่น 172
94. แสดงขั้นตอนการทำงานในโรงงาน 173
95. ตัวอย่างภายในโรงงาน 174
96. แสดงขั้นตอนการทำงานในสนาม 175
97. แสดงการผุกร่อนของเหล็ก 176
98. แสดงการอุดรูอากาศในชั้นสีโดยเคลือบผิวหลายๆ ชั้น 173
99. แสดงกระเบื้องซีเมนต์ใยหินชนิดโค้งกลม 226 209
100. แสดงรูปขยายการติดตั้งกระเบื้อง 209
101. แสดงรูปครอบมุม 4° 210
102. แสดงวิธีติดตั้งครอบมุม 4° 210
103 แสดงขนาดและน้ำหนักของกระเบื้องโปร่งแสดง 212
104. แสดงการยึดกระเบื้องโปร่งแสงกับแปเหล็กหรือแปคอนกรีต 213
105. แสดงวิธีติดตั้งกระเบื้องโปร่งแสงแบบบานเกล็ด 213
106. แสดงการใช้กระเบื้องพลาสติก 215

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ หน้า

107. แสดงลักษณะของกระเบื้องโปร่งแสงกลาสโวลิดและวิธีมุงหลังคา 216

108. แสดงลักษระของสังกะสีลูกฟูก 217

109. แสดงแผ่นเหล็กลูกฟูกเคลือบชนิดลอนเล็ก 218

110. แสดงแผ่นเหล็กลูกฟูกเคลือบชนิดลอนใหญ่ 219

111. สดงเป็นเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงรูปตัวที 220

112. แสดงเสาเข็ม ค.ส.ล. หกเหลี่ยมกลวงยาว 6.00 ม. 222

113. แสดงเสาเข็ม ค.ส.ล. หกเหลี่ยม 222

114. แสดงสายไฟชนิดแกนเดี่ยวเปลือย 228

115. แสดงสายไฟชนิดแกนเดี่ยวหุ้มฉนวน 229

116. แสดงสายไฟชนิดนเดี่ยวหุ้มฉนวน 229

117. แสดงสายไฟชนิดแกนหุ้มฉนวน 229

118. แสดงสายไฟชนิด 3 แกนหุ้มฉนวน 230

119. แสดงสายไฟแกนเดี่ยวชนิดหุ้มฉนวน 230

120. แสดงหลอดฟลูออเรสเซนซ์ 232

121. แสดงลักษระของบัลลาสต์และสตาร์ตเตอร์ 232

122. แสดงการต่อวงจรสำหรับไฟฟลูออเรสเซนต์ 232

123. แสดงลักษณะของน็อตเกลียวปล่อย 233

124. แสดงวงแหวนชนิดต่าง ๆ 233

128. แสดงรูปแบบของบ้านพักเดิม 241

129. แสดงวัสดุโครงสร้าง 242

130. แสดงภายในสภาพที่อยู่อาศัย 245

131. แสดงแบบบ้านพักช่างและคนงาน 246

132. แสดงแบบบ่อสำหรับช่างและคนงาน 248

133. แสดงลักษระภายนอกทั่วๆ ไปของบ้านพักคนงานชั่วคราว 251

134. แสดงลักษระบ้านพักคนงานเมื่อรื้อถอนไปบัง ยังพักอาศัยอยู่บ้าง 251

135. แสดงลักษณะการต่อหลังคาและการเดินสายไฟเข้าบ้านพัก 252

136. แสดงลักษณะการระบายอากาศของคนงานที่รื้อฝาด้านหน้าออก 253

137. แสดงลักษระการเจาะช่องระบายอากาศ 253

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ หน้า

165. แสดงข้อมูลสู่การออกแบบ 308

166. แสดงข้อมูลสู่การออกแบบ 308

167. แสดงข้อมูลสู่การออกแบบ 309

168. แสดงแบบร่าง 309

169. แสดงแบบร่าง 310

170. แสดงแบบร่าง 310

171. แสดงแบบร่าง 311

172. แสดงแบบร่าง 311

173. แสดงแบบร่าง 312

174. แสดงแบบร่าง 312

175. แสดงคุณสมบัติของระบบโครงสร้างสำเร็จรูป 313

176. แสดงการวิเคราะห์ระบบโครงสร้าง 313

177. แสดงการวิเคราะห์ชนิดเสาเข็ม 314

178. แสดงการวิเคราะห์รูปทรงของหลังคา 314

179. แสดงรายละเอียดของกระเบื้องโปร่งแสง 315

180. แสดงรายละเอียดของเสาสำเร็จรูป 315

181. แสดงการก่อสร้างโครงเหล็ก 316

182. แสดงการสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล 316

183. แสดงฐานรากลักษณะการติดตั้ง 317

184. แสดงการประกอบคาน 317

185. แสดงการวางแผ่นพื้น 318

186. แสดงการประกอบเสาผนัง 318

187. แสดงรูปแบบของบ้าน 320

188. แสดงรูปแบบของบ้าน 320

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 เหตุผลในการนำเสนอ

ในสภาพเศรษฐกิจและสังคมไทยในปัจจุบันประเทศไทยนับได้ว่ามีความเจริญก้าวหน้าทางเศรษฐกิจที่รวดเร็วภายในเวลา 2-3 ปีที่ผ่านมา ซึ่งจะสังเกตได้โดยง่ายคือ โครงการต่างๆ งานก่อสร้างตึกสูง เสียดฟ้านับสิบๆ หลัง หมู่บ้านจัดสรรที่เกิดขึ้นเป็นร้อยๆ โครงการ มีการใช้เทคโนโลยีเครื่องจักรกล มาใช้ในการผลิต เครื่องจักรหรือเทคโนโลยีแม้จะเจริญก้าวหน้าเพียงใด ก็มิสามารถที่จะแทนที่การทางาน ของคนไปเสียทุกอย่าง อย่างน้อยคนก็เป็นผู้ควบคุมบังคับการทำงานอยู่นั่นเอง ในงานก่อสร้างแรงงานคน นับได้ว่าเป็นสิ่งที่มีความสำคัญมาก งานจะได้ผลดีเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของคนงาน หรือ แรงงานเป็นสำคัญ บุคคลเหล่านี้มีความสำคัญต่อชาติเป็นอันมาก

แต่ในสภาพปัจจุบันของคนงานไทยพวกเขาเหล่านั้นมิได้มีสภาพความเป็นอยู่ที่ดีเลย พวกเขาได้ อาศัยสังกะสีและไม้แบบเป็นที่พักอาศัยมาเป็นเวลานานแล้ว ทั้งๆ ที่พวกเขาเหล่านั้นสร้างตึกสูงเสียดฟ้า สร้างถนนหนทาง ที่มีความเป็นระเบียบเรียบร้อยให้ความเจริญก้าวหน้าไปทุกหัวระแหงของเมืองไทย เป็น ผู้ใช้เทคโนโลยีใหม่ๆ ในการปฏิบัติงานที่จะทำให้ได้ความสะดวกสบายรวดเร็วและปลอดภัยด้วยแรงงาน ของเขา แต่ความเจริญก้าวหน้าและเทคโนโยลีใหม่ๆ นั้นมิได้มาถึงบ้านพักอาศัยของเขาเหล่านั้นเลย ในสภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบันมิได้มีสภาพและลักษณะที่ส่งเสริมสุขภาพกายและจิตใจ ผู้พักอาศัยหรือผู้พบ เห็นเลย การเลือกทำโครงการนี้ก็เพื่อที่จะยกฐานะสภาพสังคมของคนงานไทยให้ดีขึ้น คนงานก็เป็นส่วน หนึ่งของสังคมไทยที่มีจำนวนมากพอสมควร

ด้วยเหตุนี้ข้าพเจ้าจึงได้เกิดความคิดและตั้งใจที่อยากจะทำงานชิ้นนี้ "โครงการออกแบบปรับปรุง บ้านพักอาศัยสำเร็จรูปแบบชั่วคราวสำหรับคนงานก่อสร้าง" เป็นการออกแบบที่อยู่อาศัยอีกประเภทหนึ่ง ที่ผลิตในระบบอุตสาหกรรม เป็นหน่วยพักอาศัยสำเร็จรูปที่สามารถนำไปติดตั้งในสถานที่ต่างๆ ได้สะดวก ใช้ในงานชัวคราวที่จะต้องมีการโยกย้ายมิได้อยู่ประจำ สะดวกต่อการขนส่ง การประกอบติดตั้งใช้เป็นที่ อยู่อาศัยของคนงาน เพื่อผู้ปฏิบัติงานที่จะต้องโยยกย้ายตามสถานที่ที่จะต้องปฏิบัติงาน จากการที่จะต้อง มีการโยกย้างอยู่บ่อยๆ หรือใช้งานเพียงชั่วคราวการออกแบบที่อยู่อาศัยแบบถาวรหรือกึ่งถาวร ย่อมจะ เป็นการสิ้นเปลืองโดยใช่เหตุ ทั้งเป็นการยุ่งยากในการประกอบติดตั้ง การออกแบบหน่วยพักอาศัย สำเร็จรูปสำหรับงานชั่วคราวจะช่วยแก้ปัญหาเกี่ยวกับที่อยู่อาศัยประเภทนี้ได้เป็นอย่างดี ทั้งได้มาตรฐาน และราคาที่เหมาะสมตามแนวทางการผลิตในระบบอุตสหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อออกแบบปรับปรุงบ้านพักอาศัยคนงานก่อสร้างชั่วคราวให้สามารถตอบสนองการอยู่พักอาศัยขั้นพื้นฐานของคนงานก่อสร้างได้

2. เพื่อออกแบบปรับปรุงบ้านพักอาศัยคนงานก่อสร้างชั่วคราวให้เป็นแบบสำเร็จรูป ซึ่งสามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม ใช้วัสดุที่มีความแข็งแรงทนทานราคาถูก สามารถถอดประกอบติดตั้งได้รวดเร็วมีความแข็งแรงและปลอดภัยต่อการอยู่พักอาศัย

1.3 ความเป็นมาของปัญหา

การอยู่พักอาศยตามธรรมชาติของคนเรานั้นย่อมเกิดจากความต้องการหรือความเคยชินให้ส่วนตัวเพื่อให้การอยู่อาศัยมีความสะดวกสบายมากที่สุด การออกแบบอาคารพักอาศัยจึงจำเป็นที่จะต้องคำนึงถึงตัวผูพักอาศัยเป็นสำคัญการออกแบบที่พักอาศัยชั่วคราวนี้ก็เช่นเดียวกัน ผู้ออกแบบจำเป็นที่จะต้องเข้าใจในปัญหาการพักอาศัยอย่างถูกต้อง เพื่อจะทำการออกแบบที่อาศัยให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้พักอาศัยมากที่สุด

จากการศึกษาสภาพของที่พักอาศัยเดิมพอจะจำแนกปัญหา ออกเป็น 2 ลักษณะดังนยี้

1. ปัญหาที่เกิดจากที่พักอาศัยเป็นสำคัญ
2. ปัญหาที่เกิดจากการอยู่อาศัยสภาพแวดล้อม

- ปัญหาที่เกิดจากที่พักอาศัย

โครงสร้าง

รูปที่ 1 แสดงกองวัสดุที่เหลือใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ปัญหาที่เกิดขึ้น

วัสดุที่ใช้ส่วนใหญ่ โครงสร้างจะสร้างด้วยไม้แล้วตีปิดด้วยสังกะสีโดยวัสดุเหล่านี้ จะได้มาจากเศษวัสดุที่เหลือจากงานก่อสร้าง หรือรื้อถอนมาจากที่พักคนงานของหน่วยงานอื่นๆ ซึ่งวัสดุเหล่านี้จะใช้ตะปูเป็นตัวหลักในการยึดโครงสร้าง ซึ่งขาดมาตรฐานในการประกอบติดตั้งเมื่อนำวัสดุเหล่านี้มาใช้จะทำให้เกิดปัญหาตามมา

รูปที่ 2 แสดงรูปแบบของบ้านพักคนงานเดิม

ไม้ที่ใช้ทำโครงสร้าง เป็นไม้ที่เหลือหรือเศษไม้นำมาต่อกันทำให้ขาดความแข็งแรง และความยุ่งยาก เสียเวลาในการติดตั้งหรือบางทีเสี้ยนไม้ก็สร้างความเดือนดร้อนให้แก่ผู้พักอาศัย

รูปที่ 3 แสดงโครงสร้างของบ้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบการติดตั้งและความปลอดภัย

รูปที่ 4 แสดงฐานรากของบ้านพักเดิม

การติดตั้งเป็นการใช้ไม้ลิ่มตอกลงพื้นเพื่อเป็นฐานรับโครงสร้างหรือในบางกรณีก็จะเป็นคานหรือตงไม้รับโครงสร้าง ซึ่งเป็นการสิ้นเปลองเวลาและวัสดุในการติดตั้ง

ในส่วนของผนังหรือหลังคาที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน เป็นแผ่นสังกะสีเพราะทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศและการใช้งาน แต่สังกะสีก็มีข้อเสียคือ สังกะสีที่นำมาใช้เมื่อมีอายุการใช้งานที่นานขึ้นจะเกิดเป็นสนิมฉีกขาดได้ง่าย และมีรูตะปูหรือร่องรอย การฉีกขาดที่เกิดจากการใช้งานในครั้งแรกเมื่อรื้อถอนนำกลับมาใช้ใหม่ โครงสร้างหรือเคร้าที่จะยึดแผ่นสังกะสีย่อมมีขนาดสัดส่วนที่เปลี่ยนไป รูต่าง ๆ เหล่านี้จะสร้างปัญหาให้แก่ผู้อาศัยเป็นอย่างมาก ซึ่งก็แก้ปัญหาโดยนำสังกะสีไปปิดทับซึ่งทำให้เกิดการสิ้นเปลืองและยุ่งยากหรือถ้าจะมองกันลึกเข้าไปอีก สังกะสีจะเป็นตัวนำความร้อนที่ดีทีเดียวจากภาพถ่ายจะเห็นได้ว่ารูปแบบของที่พักจะถูกปิดทับด้วยสังกะสีทั้งหมด แน่นอนอากาศภายในแทบจะไม่มีการถ่ายเทเลย ในตอนกลางวันช่วงที่มีอากาศร้อนจัด คนงานไม่สามารถเข้าไปพักอาศัยได้เลย

- ปัญหาที่เกิดจากการอยู่อาศัย

จากการศึกษาสภาพชีวิตความเป็นอยู่ของคนงาน เกี่ยวกับบ้านพักอาศัยของพวกเขาเหล่านั้น จำแนกเป็นหัวข้อได้ดังนี้

1. ปัญหาเกี่ยวกับการใช้เนื้อที่ใช้สอย ความเป็นอยู่ที่แออัดยัดเยียดกันอยู่ ภายในห้องเล็กๆ แคบๆ ที่มีจำนวนผู้พักอาศัยเป็นจำนวนมากเกินไป ความไม่เป็นสัดส่วนเพียงพอของการอยู่พักอาศัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ปัญหาเกี่ยวกับการแบ่งสัดส่วนห้องพัก ไม่มีการแบ่งสัดส่วนการใช้งานอย่างถูกต้องไม่มีการจัดเนื้อที่แน่นอน และส่วนประกอบกิจกรรมในห้องพัก

3. ปัญหาเกี่ยวกับสุขลักษระของการอยู่อาศัย การระบายอากาศ แสงสว่างไม่เพียงพอ การระบายอากาศในเนื้อที่ห้องที่เล็ก และสร้างด้วยวัสดุที่นำความร้อน คือ สังกะสี ย่อมจะอบอ้าวมาก ทั้งช่องระบายอากาศมีน้อยหรือไม่เพียงพอ การได้รับแสงสว่างจากธรรมชาติในเวลากลางวันไม่เพียงพอ

รูปที่ 5 แสดงภายในที่พักอาศัยเดิม

4. ปัญหาเกี่ยวกับจิตวิทยาการอยู่พักอาศัย ในสภาพการอยู่พักอาศัยที่ไม่เป็นระเบียบและไม่ถูกสุขลักษระ ย่อมจะทำให้เกิดทัศนคติที่ไม่ดีในการอยู่พักอาศัย

5. ปัญหาเกี่ยวกับประสิทธิภาพแรงงาน ในความเป็นอยู่ที่ไม่ดีเหล่านี้ ย่อมจะยังผลให้ประสิทธิภาพแรรงานที่ที่จะได้จากคนงานนั้นน้อยลง ได้แรงงานไม่เต็มที่

ในปัญหาเหล่านี้เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความรู้สึกที่คนงานก่อสร้างไม่ได้รับความเป็นธรรมในสังคม เกิดการแบ่งแยกชนชั้นในสังคม ย่อมเป็นมูลเหตุที่ทำให้เกิดความมักง่ายในการอยู่พักอาศัย เกิดปัญหาสังคม และปัญหาสภาพแวดล้อมของบ้านเมือง การปรับปรุงที่พักอาศัยของงานเหล่านี้ ย่อมจะเกิดผลผลประโยชน์ทั้งสองทางคือ ทางตัวเจ้าของบริษัทเอง และตัวคนงานที่พักอาศัย กล่าวคือเจ้าของบริษัทจะเป็นการประหยัดต้นทุนในการปลูกบ้านพักคนงาน โดยคุ้มค่าในการลงทุน ในการลงทุนครั้งแรกซึ่งอาจสูงกว่าที่เคยใช้จ่ายอยู่บ้างเล็กน้อย แต่สามารถที่จะใช้งานได้ในช่วงเวลาที่ยาวนานกว่า โดยไม่ต้องลงทุนอีกทั้งยังได้ประสิทธิภาพแรงงานจากคนงานอย่างเต็มที่ และเป็นการช่วยทำให้ชื่อเสียงของบริษัทอยู่ในทัศนคติที่ดีอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 แนวทางการแก้ปัญหา

1. การออกแบบบ้านพักอาศัยคนงานก่อสร้างโดยมีขนาดสัดส่วนของพื้นที่ใช้สอย มีความเหมาะสมและสอดคล้องต่อการใช้งาน

2. ออกแบบรูปแบบของบ้านพักอาศัยให้เป็นแบบสำเร็จรูปซึ่งสามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม

3. ออกแบบเลือกใช้วัสดุที่มีความเหมาะสมต่อการนำมาสร้างบ้านพักคนงาน

4. ออกแบบปรับปรุงให้เกิดความสะดวกเหมาะสมต่อการติดตั้งและประกอบเข้าด้วยกันเป็นหลายยูนิต

5. ออกแบบให้มีระบบในการถ่ายเทอากาศภายใน

1.6 วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ทำการศึกษาในภาคทฤษฎีจากแหล่งความรู้ ห้องสมุดครุศาสตร์ หน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงการ

2. ทำการศึกษาค้นคว้าในภาคสนามจากโครงการก่อสร้าง หน่วยงาน บ้านพักอาศัยคนงานเดิม

1.7 ขอบเขตของการศึกษาข้อมูล

1. ศึกษาคุณสมบัติและความเหมาะสมของวัสดุในการนำมาส์ร้างบ้านพักคนงาน

2. ศึกษาขนาดสัดส่วนของผู้ใช้งาน (คนงาน)

3. ศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้งาน (คนงาน)

4. ศึกษาวิเคราะห์ถึงรูปแบบ ระบบการติดตั้ง ถอดประกอบจากผลิตภัณฑ์เดิม

5. ศึกษาระบบ โครงสร้างทางสถาปัตยกรรม

1.8 ขอบเขตของการออกแบบ

เป็นการออกแบบบ้านพักคนงานก่อสร้างแบบสำเร็จรูป จำนวนหนึ่งยูนิตและสามารถนำมาประกอบเข้าด้วยกันตามความเหมาะสมด้วยระบบทางน็อดดาวน์เป็นหลายยูนิตได้

1.9 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

จะได้บ้านพักคนงานสำเร็จรูปที่มีมาตรฐานในด้านวัสดุ ขนาดสัดส่วน และระบบการติดตั้งที่ง่ายสะดวก และรวดเร็ว มีความปลอดภัย และสะดวกสบายต่อการใช้งาน

1. ได้บ้านพักคนงานที่มีขนาดสัดส่วนที่มีความเหมาะสมต่อการอยู่พักอาศัยของคนงาน

2. จะได้บ้านพักคนงานก่อสร้างที่มีราคาถูก

3. ได้บ้านพักคนงานก่อสร้างที่สามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม ใช้วัสดุที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

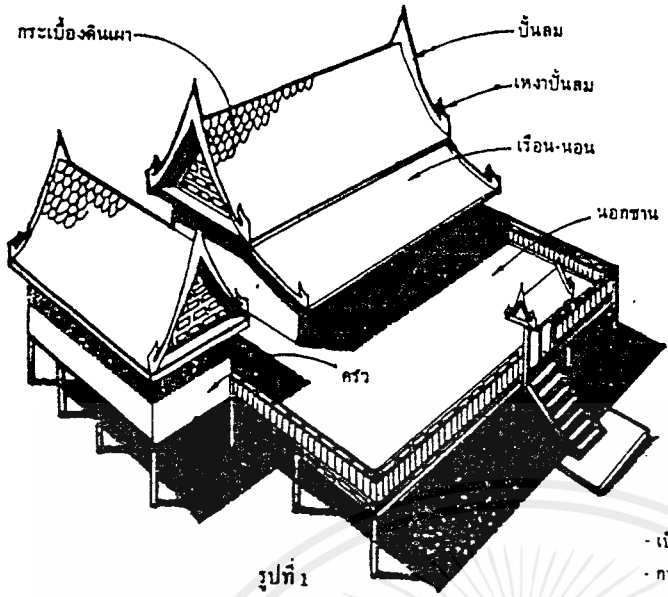
บทที่ 2

ข้อมูลเบื้องต้น

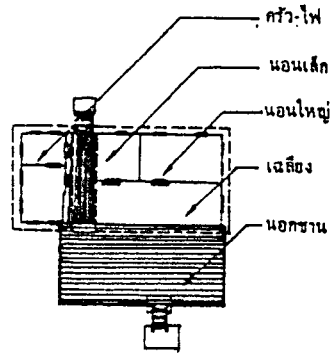
2.1 ข้อมูลเกี่ยวกับการทำงานก่อสร้างเบื้องต้น

การก่อสร้างของไทยถูกจัดให้เหมาะกับภูมิประเทศ อุปนิสัยวัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อม วัสดุที่จะนำมาใช้ ฝีมือความชำนาญและความสามารถของช่างด้วย การถ่ายทอดกรรมวิธีของรูปแบบในการก่อสร้างอาคารที่พักนั้นได้อาศัยเค้าโครงจากรูปแบบของวัด โดยลดขนาดให้เล็กลง ลักษณะพิเศษของคนไทยชอบอยู่เป็นกลุ่มก้อน รวมญาติกันอยู่เป็นกลุ่ม มีการสร้างต่อเติมจากอาคารหลังใหญ่ให้บุตรอยู่ และมีโถงกลางให้นั่งพัก ชุมนุมกันได้ นอกจากนี้ยังใช้โถงเป็นที่รับแขกเลี้ยงน้ำชาด้วย โดยเฉพาะห้องนอนบิดา-มารดามักใช้ห้องเดียวกันจึงพบว่าห้องพักมักไม่ซับซ้อนครอบครัวละห้อง ห้องครัว-น้ำจะแยกจากอาคารใหญ่ ก็เพราะระบบของการครัวไฟ ส่วนห้องน้ำอาจแยกออกไปเลย เพราะนิยมขุด เมื่อเต็มด้วยสิ่งโสโครกก็กลบฝัง แล้วย้ายไปอีก วัสดุเครื่องมุงใช้จากแฝก และเพื่อป้องกันน้ำฝนได้ ก็ทำหลังคาให้ชันขึ้น ปัจจุบันการก่อสร้างได้มีการดัดแปลงให้เหมาะกับวัสดุ และมีเครื่องมือเพียงพอที่จะทำให้แปลก ก้าวหน้าขึ้นได้ อีกประการหนึ่งความประหยัดทำให้ต้องลดขนาด และเปลี่ยนแปลงรูปร่างไป แต่มาตรฐานของช่างยังอยู่ในขีดจำกัด ทัศนะของคนไทยเข้าใจกันว่า ถ้าเป็นช่างฝีมือใช้แรงงานจะได้ค่าแรงต่ำ ฉะนั้นจึงมุ่งที่จะเรียนกันให้สูง จะได้เป็นคนนายคน เป็นข้าราชการ ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงจะพบช่างที่ทำงานอยู่ถูกฝึกฝนมาชนิดไม่ได้ผ่านการเรียนอย่างถูกต้อง ต้องใช้เวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี บากบั่น จำ สังเกต บางทีเห็นพ่อทำ ลูกก็จดจำทำกันต่อมา หรือทำเพราะว่างอยู่ เช่น พอหน้าทำนาก็กลับไปทำนา หมดหน้านาก็มาทำงานช่างไม้ ช่างปูน หรือแม้กระทั่งค่อยทำเป็นกรรมกรไปพลาง ๆ ก่อน จึงสรุปว่าช่างก่อสร้างที่เรียกว่า Builder ของไทยนั้นขาดการเรียนการสอนกันมาอย่างจริงจัง ที่มีมากขณะนี้ก็คือ ช่างคุมงาน ส่วนมากก็จะมีแต่ผู้ที่ได้ศึกษามาจากโรงเรียนอาชีวะ และก็คุมงานต่อไปหลายปีก็ทำงานไม่ได้ เพราะได้แต่ดูงาน ตรวจงานเท่านั้น จะมีก็ช่างไม้ ช่างปูนได่มาเป็นช่างคุมงาน พวกนี้รู้จริงและทำงานเป็น แต่ถ้าแบบยาก ๆ ก็อ่านไม่ออก หลักวิชาการในด้านแรงงานไม่เข้าใจ ทำไปด้วยความชำนาญ บางคนทำเป็นทุกอย่างจะเก่งสักอย่างก็ไม่ได้ เมื่อตกลงปลงใจว่าจะสร้างบ้านสักหลัง ก็หาผู้รับเหมาสร้าง ซึ่งอาจรับงานทั้งหลังตามแบบ หมายถึงทั้งค่าวัสดุและค่าแรงงานหรือจะรับเหมากันโดยเจ้าของจัดซื้อวัสดุให้ทันการก่อสร้างแต่ผู้รับเหมาเพียงแต่จัดแรงงานเท่านั้น การเลือกผู้รับเหมาก็จะหาที่ไว้ใจได้ ประวัติเคยทำงานดี มีฝีมือปรากฏมาก่อน จะพบผู้รับเหมาที่อวดอ้างสรรพคุณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1



แปลนพื้น

รูปที่ 2

- เป็นแบบใต้ถุนสูง จะใช้ชั้นล่างเก็บอุปกรณ์ทำนา. ที่พักควาย
- การยึดโยงในส่วนของอาคาร จะใช้ไม้ทั้งสิ้น

รูปที่ 6

-เป็นแบบใต้ถุนสูง จะใช้ชั้นล่างเก็บอุปกรณ์ทำนา ที่พักควาย

-การยึดโยงในส่วนของอาคาร จะใช้ไม้ทั้งสิ้น

ของตนเองจนเลอเลิศ เจ้าของบ้านก็กลัวช่างประเภทนี้เหมือนกัน สรุปว่าความเชื่อใจเป็นเรื่องสำคัญที่เจ้าของบ้านจะสบายใจในการทำงานของช่าง ยิ่งถ้างานไม่มีช่างควบคุมการก่อสร้างด้วยแล้วต้องระวังมาก ความผู้จี้ของเจ้าของก็เป็นความเอือมระอาของผู้รับเหมาเช่นกัน ถึงแม้จะได้ราคาอย่างไรก็จะไม่อยากรับงานด้วยซ้ำไป ด้วยใจจริงแล้วผู้รับเหมาจะพยายามทำงานให้ดีที่สุดอยู่แล้ว ถ้างบประมาณไม่รัดตัวจนเกินไป เว้นแต่ผู้รับเหมาที่เดือดร้อนมาจากงานอื่นแล้วเอาค่าก่อสร้างจากงานที่รับใหม่ไปหมุนจนไม่สามารถดำเนินงานใหม่ให้ได้ผลดี หลังจากที่พิจารณาผู้รับเหมาจนเป็นที่พอใจก็ตกลงเซ็นในสัญญารับงานกันขึ้น การนี้จะต้องมีพยานฝ่ายละ 1 คน เซ็นในสัญญาด้วย เก็บหลักฐานไว้คนละฉบับ ผู้รับเหมาก็จัดเตรียมคนงาน วัสดุ อุปกรณ์ให้พร้อม ต่อไปนี้เป็นคำอธิบายที่สมมติการก่อสร้างอาคารชายโสดขึ้น เพื่อผู้ศึกษาจะได้มีเป้าหมาย ทำให้เกิดความเข้าใจขึ้น วิธีการก่อสร้างจะอธิบายด้วยรูป สเก็ต จึงเป็นการยากที่จะให้ผู้ศึกษาได้ผลเต็มที่ เพราะถึงจะอธิบายอย่างไร ถ้าไม่ลงมือก็จะทำให้เกิดความหนักใจอยู่มากเมื่อไปทำการก่อสร้างจริง

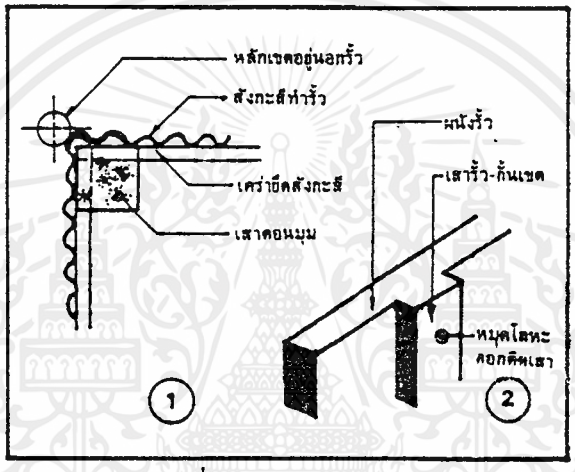
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 การพิจารณาบริเวณ

เมื่อผู้รับเหมาหรือช่างของผู้รับเหมาได้รับแบบก่อสร้างและทราบบริเวณที่จะทำการปลูกสร้างอาคาร ก็จะต้องจารณาอ่านแบบให้เข้าใจโดยตลอด และวางแผนงาน ดำเนินงานทันที จะต้องกระทำดังนี้

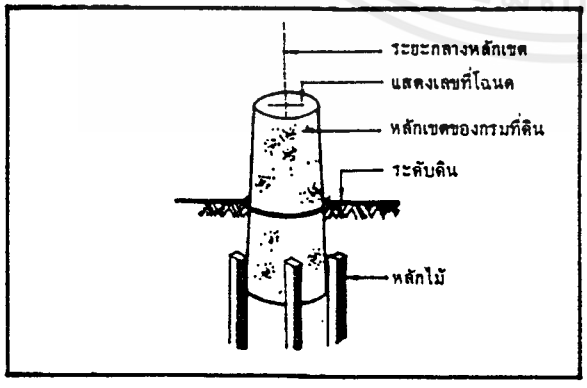
1. หลักเขต

หลักเขตเป็นปัญหาใหญ่ที่หัวหน้าช่างก่อสร้างก่อนทำอย่างอื่น จะต้องถามเจ้าของอาคารถึงหลักเขตที่กรมที่ดินปักไว้แต่เดิมว่ามีตัวเลขระบุตรงกับเลขในโฉนดหรือไม่ และต้องระวังตรวจสอบระยะดู อาจมีคนอื่นย้ายหลักเขตก็ได้ เมื่อขนาดไม่ได้ก็ควรแจ้งให้กรมที่ดินมากำหนดหลักเขตใหม่ หรือจะวัดกันเองและตกลงกับเจ้าของที่ดินบ้างเดียงได้ก็ดำเนินต่อไป

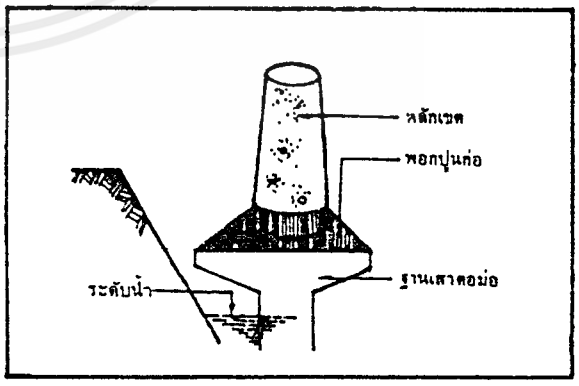


รูปที่ 7 แสดงการวางหลักเขต

รูปที่ 3. แสดงหลักเขตที่ยังอยู่ในดินแข็งอย่างน้อยครึ่งหนึ่งของความสูงของหลัก จะปักเป็นศูนย์กลางของเส้นผัดอาณาเขตพอดี อย่าให้เอียง ถ้าเนื้อที่ด้านกว้าง ๆ ถ้าหลักเอียงไปก็จะกินที่ดินกันได้ ทางที่ดีควรใช้ไม้เคร่าดอกรัดไว้รอบ ๆ หลักเขตสัก 4 ท่อน ไม่ให้หลักเขตเลื่อนไปได้



รูปที่ 3 แสดงการวางหลักเขต



รูปที่ 4 แสดงการวางหลักเขตกลางบ่อ

รูปที่ 8 แสดงการวางหลักเขตกลางบ่อ

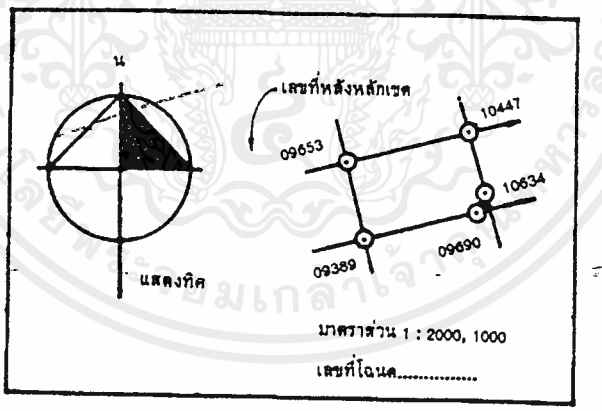
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4. แสดงการวางหลักเขต เมื่อจุดที่จะวางอยู่ในท้องร่องสวน หรือลงในบ่อน้ำตื้น ๆ ควรลงทุนซื้อตอม่อขนาดเล็กมาหงาย เอาส่วนฐานหงายขึ้นและเอาเสาปักลงในลำประโดงให้แน่น อาจตอกไม้ยันและใช้ลวดผูกเอาไว้เป็นขาทรายทั้งสองด้านที่ทำฉากกัน เอาหลักเขตวางบนฐานแล้วใช้ปูนซีเมนต์กับทรายเป็นปูนก่อ (mortar) ให้ได้ศูนย์กลางของจุดตัดในที่ดิน

ในสายตาช่างก่อสร้าง จะไม่เห็นความสำคัญเท่าไรแต่ในความรู้สึกของเจ้าของอาคารจะไม่ยอมให้ที่ดินของตนเองเสียเปรียบให้เป็นของคนอื่น จึงต้องใช้ความระมัดระวังอย่างละเอียดและถ่องแท้ ถ้าพบหลักเขตที่เป็นไม้เสาหรือไม้เคร่าปักอยู่ก็อย่าเพิ่งรีบตัดสินใจลงไปว่าจุดใดจะเป็นจุดถูกต้อง ควรจะได้เชิญเจ้าของบ้านกับเจ้าของที่ดินข้างเคียงมาพบกัน และตกลงกันให้แน่นอน ถ้าตกลงกันไม่ได้ก็ควรแจ้งกรมที่ดินให้มาชี้เขตใหม่ เรื่องหลักเขตนี้จะแสดงเด่นชัด ก็จะเพิ่มความสะดวกในเมื่อหมวดรังวัดของ กทม. จะมาดูที่ก่อนที่จะตรวจแบบก่อสร้าง ถ้าหลักเขตไม่แน่นอนก็จะไม่ได้รับอนุญาตให้ทำการปลูกสร้างได้

2. การกำหนดแนวรั้ว

เพื่อไม่ให้เกิดกรณีพิพาท สำหรับที่ดินข้างเคียง ควรให้หลักเขตอยู่ภายนอกรั้ว (ถ้าเป็นรั้วสังกะสี) แต่ถ้าเป็นรั้วก่ออิฐหรือก่อคอนกรีตบล็อกก็ควรให้แนวรั้วด้านติดกับที่ดินข้างเคียงอยู่ศูนย์กลางหลักเขตพอดี ถ้าไม่สามารถฝังหลักเขตได้ก็ให้กรมที่ดินมาเอาหมุดเหล็กมาฝังบนหัวเสาก็ได้ ดูรูปประกอบ



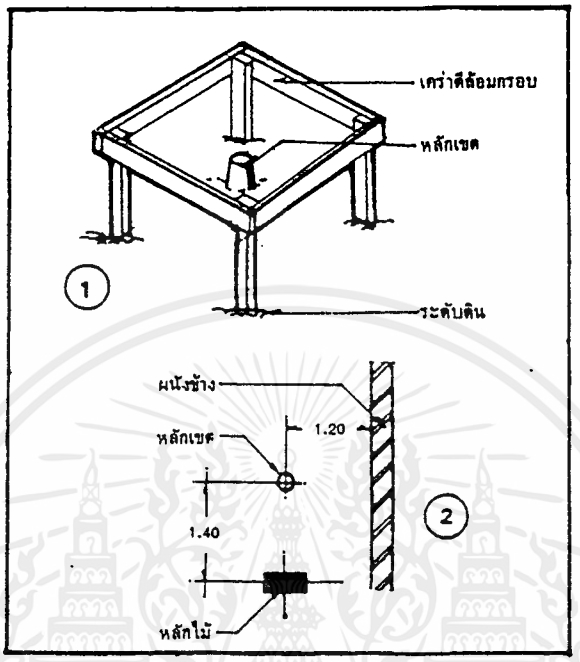
รูปที่ 9 แสดงการกำหนดแนวรั้ว

3. การรักษาหลักเขต

เจ้าของที่ดินที่มีผลประโยชน์ร่วมกันในหลักเขต จะต้องตรวจดูความแน่นหนาของหลักเขตมิให้เคลื่อนย้ายไปได้ อันเนื่องมาจากน้ำพัดพาหรือมีการถมดินปิดมิด ถึงแม้จำเป็นต้องถมดินบริเวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

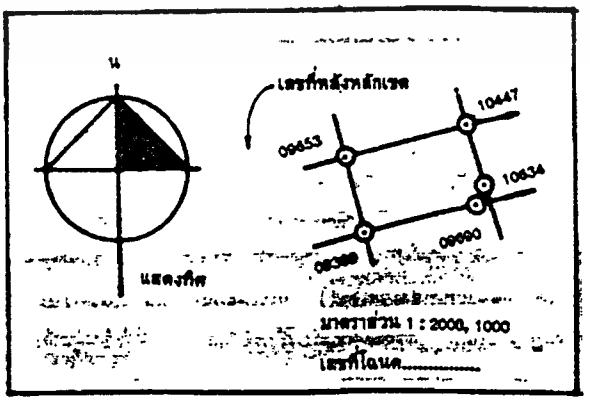
ใกล้เคียงก็ต้องเว้นหลักเขตเอาไว้ การเคลื่อนย้ายหลักเขตมีความผิดทางกฎหมายที่ดิน จะต้องแจ้งเรื่องที่กรมที่ดินท้องถิ่นให้เป็นผู้เคลื่อนย้ายและฝังในตำแหน่ง ฉะนั้น จึงต้องตอกหลักหรือนำคอนกรีตไปเทถึงฐานของหลักเขตเอาไว้ให้แน่น บางทีอาจใช้หลักตีล้อมกรอบเอาไว้ ถ้าจะเป็นการรอบคอบเพื่อการตรวจสอบควรจะวัดผูกไว้กันต้นไม้ใหญ่หรือหลักแนวเขตอย่างใดอย่างหนึ่งโดยวัดระยะจากหลักเขตโดยทำมุมฉากกัน



รูปที่ 10 แสดงการรักษาหลักเขต

4. ทำการสำรวจหลักเขต

จะต้องทำการวัดระยะจากหลักเขตหนึ่งไปตามจุดต่าง ๆ ให้ตรงตามแบบ เพื่อการวางตัวอาคารได้ถูกต้อง ซึ่งต้องมีระยะตรงกัน ถ้าผิดพลาดไปจะต้องเชิญเจ้าของบ้านมาชี้และแก้ไขข้อผิดพลาดด้วย การแก้ไขแบบหรือหลักเขตผิดระยะจากโฉนด ดูรูปที่ 5 ประกอบ



รูปที่ 11 แสดงลักษณะอาณาเขตที่เขียนในใบโฉนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาจเนื่องมาจากการแบ่งแยกโฉนดกันที่อำเภอ ก็จะเซ็นสลักหลังไว้ว่าเป็นกรรมสิทธิ์ของบุคคลใด เท่าใด ยังคงมีสภาพในโฉนดเท่าใด ถึงแม้จะได้มีการซื้อขายจ่ายเงินกันแล้วก็ตาม แต่จะสมบูรณ์ในกรรมสิทธิ์ที่ดินที่ได้แบ่งแยกก็ควรแจ้งกรมที่ดินให้ส่งพนักงานมารังวัดแบ่งและปักหลักเขตกันใหม่ บางท้องที่ที่อยู่นอกเมือง เขตของที่ดินจะอยู่ในลำน้ำเป็นการยากที่จะทราบได้ว่าบริเวณที่ดินใดของเจ้าของใด ควรจะได้แจ้งที่ดินอำเภอมาชี้เขตไว้ เมื่อจะทำการก่อสร้างทุกครั้ง

5. ที่ข้างเคียง

นอกจากการตรวจหลักเขตอันแน่ชัดแล้ว ตามแนวเขตที่ใช้การขึงเชือก หรือเล็ง แม้กระทั่งใช้กล้องส่องตรงไป แล้วปักหลักเป็นแนวไว้ก็ตาม ตลอดแนวอาจมีปัญหาได้ เช่น ผ่านต้นไม้ใหญ่ ผ่านบ่อน้ำ ผ่านเนินดินสูง ผ่านอาคาร โรงนา เล้าเป็ด เล้าหมู อย่างไรก็ตามก็ควรจะได้พิจารณาความถูกต้อง ถ้าเป็นสิ่งที่เจ้าของที่ดินเป็นเจ้าของเสียเองก็ไม่เป็นปัญหาแต่อย่างใด เพราะสามารถสั่งรื้อถอน ตัดทำลายลงได้ แต่ถ้าเป็นสิ่งที่บุคคลข้างเคียงสร้างล้ำหรือปลูกต้นไม้ยื่นล้ำแนวเขต แม้แต่กิ่งล้ำก็เป็นปัญหาขึ้นอีกที่จะต้องทำด้วยความละมุนละม่อม ถ้าไม่เข้าใจอาจเกิดการฟ้องร้อง และงานก็คงชะงักต่อไป

ถ้ามีสิ่งยื่นล้ำอาณาเขตเข้ามาก็ควรแจ้งให้เจ้าของที่ดินจัดการตัดหรือรื้อถอนสิ่งล้ำนั้นเสีย ควรแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรและส่งให้เซ็นชื่อไว้เป็นหลักฐานว่าทราบแล้ว ถ้าปฏิเสธการรับก็ควรส่งเป็นจดหมายลงทะเบียน และทำสำเนาไว้ด้วย หรือจะได้แจ้งให้หัวหน้าเขตหรือนายอำเภอได้รับทราบและเซ็นไว้ด้วย

เมื่อเจ้าของที่ข้างเคียงทราบแล้ว จะต้องทำการตัด ถอน รื้อ ถ้ายังขัดขืนก็ควรตัด ถอน รื้อเองโดยขออนุญาตเจ้าของที่ข้างเคียงนั้นก่อนควรให้เซ็นชื่อไว้ด้วยจะได้ไม่มีการฟ้องร้องเกิดขึ้นภายหลัง จะไม่ทำการตัดโค่น รื้อถอนโดยพลการเป็นอันขาด ถึงแม้ว่าสิ่งเหล่านั้นจะยื่นล้ำเขตเข้ามาก็ตาม เพราะกฎหมายก็ยังคงให้ความคุ้มครองสิทธิในทรัพย์สินของบุคคลอยู่

การจะพิจารณากั้นรั้วที่ผ่านทางเดินเท้าก็ควรระวัง เพราะทางเดินนั้นมีประชาชนเดินกันจนเกือบนับว่าเป็นทางสาธารณะ การปิดทางก็ควรมีช่องทางอื่นให้บุคคลเดินเข้า-ออกได้เสียก่อน จึงปิด โดยเฉพาะเพื่อนบ้านข้างเคียง ควรจะได้ถนอมมิตรภาพกันพอสมควร ก่อนปิดทาง ก็ควรชี้แจงความจำเป็นหรืออนุโลมเพียงใด ทางที่ใช้เดินกันมานาน ๆ ทางเทศบาลอาจเสนอใช้เป็นทางเดินสาธารณะด้วยการเวนคืนที่ดินส่วนนี้ ซึ่งจะได้รับผลประโยชน์ตามราคาประมาณจากทางราชการ จะปฏิเสธหรือขัดขืนไม่ได้ เพราะการเวนคืนจะกระทำก็ด้วยเพื่อประโยชน์ของส่วนรวมเป็นสำคัญ และเพื่อความเจริญของท้องถิ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในทำนองเดียวกันถ้าเป็นทางน้ำลำคลองก็จะต้องพิจารณาให้ถ่องแท้ว่าควรจะทำการปิดกั้นได้เพียงใด

ในที่ข้างเคียงหรือในบริเวณ ที่จะปลูกสร้างใหม่ก็ตาม ควรจะพิจารณาความสูงของอาคารด้วย จะต้องไม่ทำการสร้างหรือปลูกต้นไม้ให้เป็นการบังแสง บังลมแก่ชาวบ้านข้างเคียง อาจมีการฟ้องร้องถึงความเดือดร้อนที่เกิดขึ้นได้ หรือการปลูกต้นไม้ใหญ่อยู่ในที่ดินของตนเองก็ตาม อาจเป็นอันตรายแก่บ้านข้างเคียง ถ้าเป็นต้นมะพร้าว ลูกมะพร้าวอาจตกบนหลังคาหรือไปตกโดนบุคคลหรืออาจเป็นต้นไม้ใหญ่ที่มีสภาพจะล้มลงมาได้ ควรจะได้ตัดเสีย เป็นเรื่องที่เจ้าของที่ดินที่จะเป็นผู้ได้รับอันตราย ดังนั้นจึงควรแจ้งอำเภอหรือสถานีตำรวจให้ช่วยเจรจาตามความเหมาะสม อันเป็นการให้ความคุ้มครองแก่บุคคลถ้าไม่ยินยอมตัดออก ก็จะได้ทำการฟ้องร้องกันต่อป

6. ต้นไม้ใหญ่ที่ต้องการเก็บไว้

ในแบบก่อสร้างมิได้ระบุไว้อย่างเด่นชัดว่าต้นไม้อยู่ในบริเวณพื้นที่ที่ทำการก่อสร้างจะเก็บเอาไว้ ไม่ตัด จะต้องให้เจ้าของตัวแทนเจ้าของ สถาปนิก หรือช่างควบคุมการก่อสร้างที่รับผิดชอบอยู่ชี้ว่าต้นใดควรตัดได อย่ากระทำโดยพลการเพียงเพื่อความสะดวกของการก่อสร้างเท่านั้น ลูกไม้ ดอกไม้ที่อยู่ในบริเวณควรจะได้ควบคุมคนงานมิให้ไปเก็บทำลายสิ่งเหล่านี้ ค่างวดอาจมีไม่มากนัก แต่ความรักสิ่งของของเจ้าของ ทำให้เกิดการบาดหมางกันขึ้นได้ระหว่างเจ้าของกับผู้รับเหมา

การตัดต้นไม้ใหญ่ ๆ จะต้องระมัดระวังอันตราย และผู้ตัดจะต้องรอบคอบมิให้กิ่งล้มฟาดทำลายสิ่งอื่น โดยเฉพาะบุคคลที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียง จะต้องตัดเป็น มีการดึงให้ล้มในแนวที่ต้องการ อาจตัดเป็นท่อนสั้น ๆ ถ้าล้มทั้งต้นไม่ได้ เป็นต้น ต้นไม้บางต้นมีราคาสูง จะไปตัดหรือทำให้กิ่งหรือใบผิดสภาพเดิมไม่ได้ เนื่องจากเจ้าของหวงมาก ผู้รับเหมาก็จะต้องควบคุมให้เป็นไปตามนี้ อย่าพูดแต่คำว่า "ขอโทษที่เผลอตัดไปแล้ว" เป็นอันขาด

การบาดหมาง การไม่ไว้ใจ ถ้าเกิดขึ้นแล้วก็จะเป็นผลเสียเป็นอันมาก เพราะงานก่อสร้างเป็นงานซับซ้อน งานอาจผิดพลาดและจะไม่ได้รับการเห็นใจหรืออาจถูกคอยจับผิด ทำให้การดำเนินงานล่าช้า ต้องแก้ไขบ่อย ๆ เพราะมีอคติต่อกัน จึงควรระวังมิให้เกิดปัญหานี้ได้

7. การขุดรากเง่าต้นไม้

อาจเป็นต้นมะพร้าว ต้นไม้ต้นใหญ่ เมื่อการตัดต้นและกิ่งลงแล้ว ตอไม้ก็ควรขุดย้ายออกไปนอกบริเวณที่จะปลูกสร้างอาคารให้หมด เพราะมีการเชื่อถือกันว่า จะเป็นการไม่ดีถ้าปลูกเรือนคร่อมตอต้นไม้ ถ้าตอต้นไม้ใหญ่และมีเวลาก็ควรสุมไฟให้ไฟคุกรุ่น ตอก็จะไหม้ไฟหมดไป เศษไม้ที่ตัดที่ถากออกจากตอแล้วควรเก็บขึ้นให้หมด เพราะไม่ต้องการให้ฝังลงในดิน จะผุทำให้ดินขาดความแข็งแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มพ
พ 536 ก
2536

ห้องสมุด
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬา

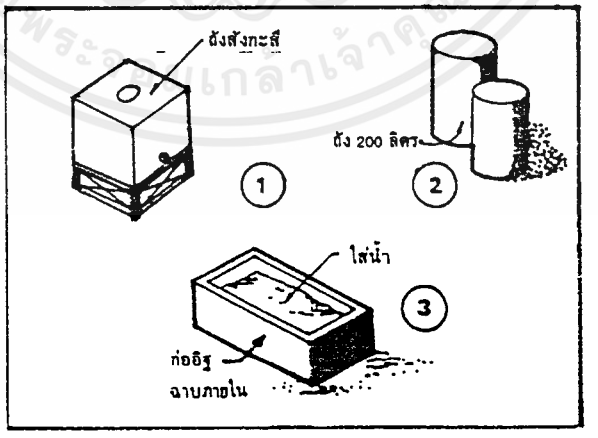
ในภายหลัง อุปกรณ์ก็มีสเตรียม เช่น รอก โม่ต้องยกตอไม้ขึ้น สำหรับรากไม้ที่อยู่ลึก ๆ ลงไปก็ต้องปล่อยทิ้งลงในดินคงไม่สามารถขุดเอาขึ้นได้หมด

อีกประการหนึ่งสำหรับต้นไม้ใหญ่ที่เป็นที่เคารพของชาวบ้าน มีเครื่องเซ่นสังเวย มีศาลพระภูมิเก่า ๆ วางพิงอยู่ สำหรับเรื่องนี้สร้างความลังเลแก่ผู้ทำการก่อสร้างเป็นอันมาก สิ่งแรกที่จะคิดก็คือ จะหาช่างคนใดกล้าที่จะไปตัดต้นไม้นั้น เพราะการเชื่อโชคลางนี้มีอยู่อย่างแพร่หลาย กลัวว่าจะถูกเจ้าที่นางไม้ลงโทษ จะต้องเสียค่าใช้จ่ายสำหรับเรื่องนี้มากกว่าปกติ ถ้าจะมีคนงานที่จิตใจเข้มแข็งทำการตัดต้นไม้นี้ได้ อีกอย่างหนึ่งถ้าเราสั่งให้ตัดต้นไม้นี้ก็เท่ากับทำลายจิตใจของชาวบ้านที่ให้การเคารพนับถือนี้ บางทีอาจต้องสร้างศาลในบริเวณใกล้เคียงและทำพิธีอัญเชิญโดยพราหมณ์ให้ภูต ผี เทวดา นางไม้ ได้ไปสถิตย์ในที่แห่งใหม่ เมื่อกระทำด้วยพิธีดังกล่าวคงจะหาผู้ทำงานนี้ง่ายขึ้นอีก ขอให้คิดเสมอว่าในกลุ่มช่างก่อสร้างจะมีความเชื่อถือในเรื่องเจ้าที่เจ้าทางมาก จะพบว่าก่อนที่จะเริ่มงานเขาจะต้องกราบไหว้ขออภัยเจ้าที่ด้วยพวงมาลัย จุดธูปเทียนกันทุกชุดของช่าง ด้วยงานต้องเสี่ยงกับอันตรายก็เลยทำให้จิตใจสบาย

8. บ่อน้ำหรือท่อน้ำที่ผ่านที่

เรื่องของน้ำ ผู้เริ่มดำเนินการก่อสร้างะต้องไปสำรวจจัดหาไว้เพื่องาน

ผสมคอนกรีต งานคอนกรีตจะถูกจัดให้เข้าร่วมกับงานสร้างอาคารอยู่เสมอ น้ำเป็นตัวที่นำเข้าผสมกับส่วนผสมอื่นให้เกิดความแข็งแรงขึ้นได้ ฉะนั้นจึงต้องจัดเตรียมน้ำที่สะอาด ซึ่งจะให้ถูกต้องควรสามารถดื่มได้ อาจเป็นน้ำประปา น้ำฝน น้ำสูบจากบาดาลและผ่านกรรมวิธีการกรองอย่างถูกต้องแล้ว น้ำเหล่านี้ไม่หนักใจอะไร เว้นแต่น้ำดังกล่าวไม่มี ณ บริเวณที่ทำการก่อสร้างเลย เมื่อเป็นเช่นนี้จะใช้น้ำอะไรกันอาจจัดหาถังสังกะสี รูปแท่งเหลี่ยม หรือถัง 200 ลิตรเปล่า ๆ แล้วซื้อน้ำจากเทศบาลมาใส่ถังเก็บไว้ใช้อาจใช้สำหรับรับประทาน ใช้หุงข้าว ทำกับข้าวก็ได้



รูปที่ 12 แสดงอุปกรณ์ใส่กักน้ำ

ถังสังกะสีหรือถังเหล็กก็ดี จะต้องจัดวางไว้ใกล้กับงานที่จะใช้น้ำผสมคอนกรีตและรับน้ำจากรถขนได้ ส่วนน้ำที่คนงานใช้อาบ หรือล้างอุปกรณ์เครื่องมือ ถ้าน้ำสะอาดหายาก ก็ควรขุดบ่อไว้ให้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1136 020903

หรืออาจแนะนำให้ไปใช้น้ำในบ่อที่อยู่ใกล้เคียงกับงานก็ได้

ขอใช้น้ำประปาที่ผ่านที่ เมื่อทราบว่ามีท่อน้ำประปาผ่านที่หรืออยู่ไม่ห่างจากที่ก่อสร้างมากนัก ก็ควรจะได้ไปติดต่อที่หน่วยควบคุมการจ่ายน้ำประปาของเขตนั้น ๆ เพื่อให้ทางหน่วยต่อประปาให้ใช้เป็นการชั่วคราวให้ จะต้องจ่ายเงินค่าท่อน้ำ อุปกรณ์หัวต่อต่าง ๆ โดยอัตราตามประมาณการที่เจ้าหน้าที่มาตรวจ เพื่อการวางแผนติดตั้งท่อน้ำเป็นการชั่วคราวให้ การนี้อาจเป็นการตกลงรวมอยู่กับการรับเหมาก่อสร้างหรือจะให้เจ้าของเป็นผู้จ่ายก็แล้วแต่การทำสัญญากันไว้แต่เดิม

ถ้าไม่สามารถขอใช้น้ำเป็นการชั่วคราวจากการประปาได้ ก็จะต้องสร้างสัมพันธภาพกับบ้านข้างเคียงเพื่อไว้ขอต่อสายยางออกมายังหน่วยงาน หรืออย่างน้อยคนงานก็ไปขอน้ำเพื่อรับประทานเป็นครั้งคราวได้ การขอต่อน้ำผู้รับเหมาจะต้องไปติดต่อกับเจ้าของบ้านข้างเคียงด้วยตนเอง จะต้องพูดให้เจ้าของบ้านข้างเคียงเห็นใจและจะรับเป็นผู้จ่ายค่าน้ำประปาเป็นเงินต่อเดือน หรือเหมาจ่ายและจะต้องไปจ่ายตามที่ได้ตกลงกันไว้

น้ำที่ใช้ล้างเครื่องมือก็ควรใช้น้ำบ่อ หรือถ้าจำเป็นก็ควรขุดบ่อในพื้นที่ ๆ ว่างเปล่าอยู่ เมื่อเสร็จงานก็ทำการกลบ ถ้าเจ้าของบ้านไม่ต้องการ

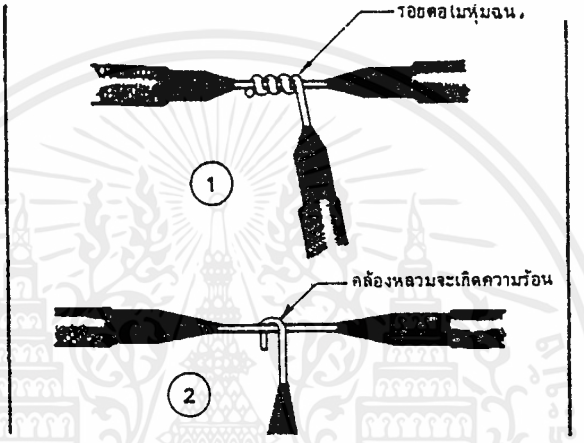
9. กระแสไฟฟ้าและการขอต่อ

เรื่องไฟฟ้ามีความสำคัญไม่น้อยกว่าเรื่องน้ำใช้ ในงานก่อสร้างอาคารมีเครื่องมือที่ใช้เป็นเครื่องจักรอยู่หลายชนิด และช่างไม้นำมาใช้ อาทิ เช่น เครื่องตัดไม้ เครื่องไสไม้ และเครื่องเจาะ รวมถึงเครื่องสูบน้ำ และเครื่องผสมคอนกรีตก็ต้องใช้ไฟฟ้าทั้งสิ้น นอกจากนี้ไฟฟ้าอันเกี่ยวกับแสงสว่างในงานที่กำลังก่อสร้าง แสงสว่างที่ติดตั้งเพื่อความปลอดภัยของทรัพย์สิน แสงสว่างเพื่อใช้ในบ้านพักคนงาน นับเป็นสวัสดิการที่ควรจัดหาให้อย่างแน่นอน ทำได้เป็น 2 ทาง คือ ประการแรกขอติดตั้งหม้อแปลงชั่วคราวจากการไฟฟ้าเขตที่อยู่ใกล้ท้องที่นั้น พนักงานจะมาประเมินราคาที่จะใช้และจะต้องไปจ่ายเงินก่อน การรอไฟฟ้ามาติดตั้งก็ควรให้เวลาพอสมควร ฉะนั้นจึงควรจัดไว้ล่วงหน้า

ข้อที่ควรรู้ไว้ล่วงหน้า ก็คือ อุปกรณ์ที่จะใช้ไฟฟ้ามีอะไรบ้าง และต้องการใช้ด้วยกำลังกี่วัตต์ การใช้ที่มากหรือใช้เป็นบางครั้งเพื่อเจ้าหน้าที่จะได้สามารถคำนวณได้ นอกจากนี้ก็ควรปักเสาเป็นการชั่วคราว หรือจะปักไว้เป็นการถาวรเมื่อมีการขอใช้ไฟฟ้าของอาคารที่ปลูกสร้างนั้น ค่าติดตั้งไฟฟ้าชั่วคราว หรือขอติดตั้งมาตรวัดไฟฟ้า จะต้องเสียค่าของและค่าแรงมีราคาสูง คงจะต้องพูดตกลงกันไว้อย่างแน่นอนว่า ฝ่ายผู้รับเหมาหรือฝ่ายเจ้าของเป็นผู้จ่ายเงินจำนวนนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระหว่างที่รอไฟฟ้าต่อสายไฟให้ หรือยังไม่ได้ขอ หรือขอแล้วไม่ได้ ก็ควรจะต้องขอต่อเป็นการชั่วคราวจากบ้านข้างเคียง จะต้องหาช่างไฟฟ้าที่มีความรู้และความปลอดภัยในการต่อไฟฟ้ามาต่อและควรตกลงการจ่ายเงินค่าไฟฟ้าให้เจ้าของบ้านข้างเคียงที่ไปขอต่อนั้นด้วย จะต้องค่อยพูดด้วยความสุภาพและเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมการต่อไฟหรือการโยงสายไฟจะต้องเป็นไปด้วยความประณีต อุปกรณ์ เช่น สายไฟ ปลั๊ก สวิทช์ ขั้วหลอด ดัดตอน ฟิวส์ จะต้องจัดซื้อมาให้เพียงพอด้วย ห้ามเด็ดขาดที่จะมีการต่ออย่างไม่ปลอดภัย เช่น ใช้เข็มกลัดเสียบต่อ หรือหัวต่อต่าง ๆ ไม่ใช้ผ้าพันสายหุ้มให้มิด เพื่อป้องกันไฟฟ้ารั่ว การปล่อยสายไฟให้พาดอยู่กับบ่อน้ำ ต้นไม้ นับเป็นการสร้างสิ่งที่เป็นอันตรายแก่คนงานหรือบุคคลข้างเคียง ถ้าเกิดอันตรายผู้รับเหมา จะต้องรับผิดชอบทุกประการ



รูปที่ 13 แสดงการต่อไฟที่เป็นอันตราย

สำหรับฟิวส์ที่ใช้ต่อจะต้องได้ขนาดกับข้อกำหนดของการไฟฟ้า ห้ามเด็ดขาดที่จะใช้สายไฟเส้นเล็ก หรือเรียกว่า สายไหม มาต่อทำฟิวส์ เพราะเมื่อไฟฟ้าลัดวงจร ฟิวส์จะไม่ขาด แต่อาจทำให้หม้อมิเตอร์วัดไฟฟ้าไหม้ หรือสายไหม้ หรือระวังไฟฟ้ารั่วเมื่อสายพาดอยู่กับสังกะสี คนงานจะได้รับอันตรายจากไฟฟ้ารั่ว

10. การถมดินหรือถางหญ้า

การถมดินเป็นเรื่องที่ผู้ทำการก่อสร้างจะต้องพิจารณาว่าควรถมหรือไม่ก็ต้องแล้วแต่ภูมิประเทศ ถ้าเป็นบ่อ อาจจะตื้นหรือบ่อน้ำลึก มีพืชขึ้นอยู่เต็มบ่อ หรืออาจเป็นที่ลุ่มมีน้ำขังไปเกือบทั่วบริเวณ

หลังจากที่ทำการตัดต้นไม้ใหญ่แล้ว กิ่งไม้ก็ดี หญ้าต่าง ๆ หรือต้นไม้เล็กที่อยู่ทั่วบริเวณก็ควรถางให้เตียนแล้วขนไปตากแดดให้แห้งจึงทำการเผาเสีย หรือนำไปทิ้งที่หนึ่งที่ใดที่กำหนดหรือจัดเตรียมไว้ การถางหญ้าเพื่อถมที่ก็ควรถางให้ถึงโคนขจองต้นหญ้าแล้วจึงทำการถมได้ สระบ่อน้ำก็เช่นกันเก็บพืชน้ำขึ้นให้หมดเสียก่อน จึงให้ทำการขนทรายถมหรือดินลงถมได้ แต่ถ้าเป็นการเคร่งครัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

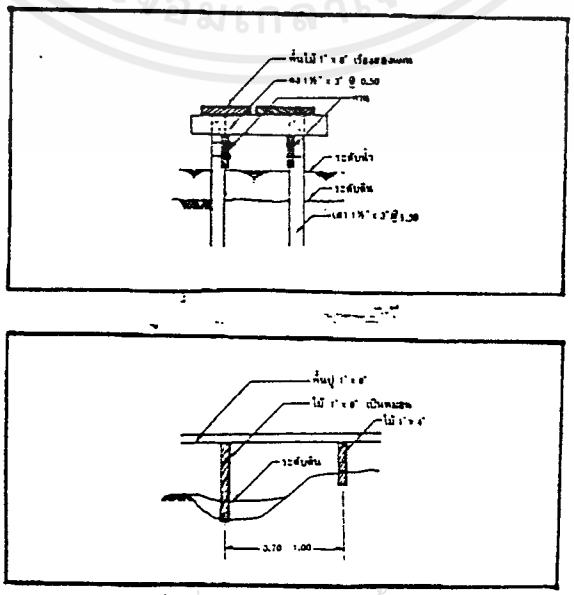
ก็ควรขุดลอกโคลนขึ้นเสียก่อนก็จะดีมาก การถมดินอาจกระทำเป็นหลายตอนตามความจำเป็นโดยเฉพาะบริเวณที่จะทำการปักฝังตอกเข็มด้วยแล้วต้องคำนึงถึงปั้นจั่นที่จะต้องเลื่อนไปตอกในที่ต่าง ๆ โดยที่ให้รางวางพาดไปได้อย่างแข็งแรง ไม่ทำให้ปั้นจั่นเอียงล้มมาได้ ถ้าปั้นจั่นใดล้มจะเป็นอันตรายแก่บุคคลและอาคารข้างเคียง เชื่อกันว่า ถ้าปั้นจั่นใดล้มก็จะต้องรื้อเสีย ไม่นำไปตอกอีก เวลาสร้างกันใหม่ ๆ ก็มีการทำพิธีขึ้นปั้นจั่นเช่นเดียวกับขึ้นเสาเอกของการสร้างบ้านใหม่

การถมดินจะกระทำกันเป็นชั้น ๆ ละ 30-40 ซม. ถ้าเป็นถนน อาคาร ก็ควรทำการบดอัดให้แน่นด้วยการพรมน้ำให้ชื้นตามความชื้นสูงสุด (Optimum Moisture Content) ที่ได้จากการทดสอบดินแต่ละชนิดในห้องทดลอง การถมไม่แน่นทำให้เกิดการทรุดตัวของพื้นดินส่วนนั้นภายหลัง เมื่อดินบยับตัวเข้าที่หรือถ้าเราทิ้งรากไม้ใบหญ้าให้ถมจมดินอยู่ เมื่อเปื่อยก็จะสลายเป็นดินร่วนทำให้ดินส่วนนั้นยุบตัวได้เช่นกัน จึงไม่ควรให้เศษหญ้าถมอยู่ใต้ดิน เว้นแต่ต้องการหมักหญ้าไว้เพื่อทำปุ๋ยต้นไม้

การถมดินก่อนที่จะทำการก่อสร้างก็ทำให้งานสะดวกแต่ต้องลงทุนเป็นค่าทรายถมมาก ต้องคำนึงว่างวดของงานระบุให้ทำถึงส่วนใด ถ้ายังมิได้ระบุเรื่องถมดินก็คงต้องหลีกเลี่ยงการลงทุนลงไป เว้นแต่ถ้าไม่ถมแล้วปั้นจั่นเดินตอกไม่ได้ ถึงแม้ถมแล้วดินภายใต้เป็นโคลน ปั้นจั่นก็เดินไม่ได้เช่นเดียวกัน จะต้องขุดหรือดักโดยรถดัก ใส่รถไปทิ้งแล้วเอาทรายมาถมแทน มิฉะนั้นก็เข้าไปตอกเข็มไม่ได้

การทำนั่งร้านให้ปั้นจั่นเดินจะกระทำเฉพาะที่ต้องการตอกเข็มอยู่กลางน้ำหรือริมตลิ่ง จะต้องตอกเสาและมีคานประกบคู่ร้อย Bolts อย่างแข็งแรงจึงทำให้ปั้นจั่นเดินไปตอกได้

การวิดน้ำเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ บางบริเวณจะเข้าไปทำงานก็ควรทำทำนบด้วยคันดินแล้ววิดน้ำขึ้น จะไม่เดินลงไปทำงานในน้ำทั้งวัน บางครั้งอาจทอดไม้ข้ามส่วนที่เป็นแอ่งน้ำไป ถ้าสามารถทำได้ (ดูรูปที่ 10. และ 11.ประกอบ)



รูปที่ 4 แสดงการทอดข้ามดินเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 การสร้างโรงงานชั่วคราว

ก่อนที่จะตัดสินใจเป็นแบบโรงงานสำหรับการเก็บเครื่องมือ อุปกรณ์ และเป็นที่พักของช่างควบคุมการก่อสร้างตลอดจนผู้ทำการเฝ้างาน จะต้องพิจารณาให้แน่ใจว่ามีช่างควบคุมจำนวนเท่าใด คนเฝ้า อุปกรณ์ ควรมีอะไร บาทีจำเป็นจะต้องดูจากงานว่างานทำนาน เท่าใด การสร้างก็เป็นไปอย่างชั่วคราว ควรใช้วัสดุอะไร เป็นต้น ถ้าทราบแล้วก็สเก็ตเป็นแบบขึ้นมา จะพบอยู่บ่อย ๆ ที่ปล่อยเป็นหน้าที่ของช่างไม้จะสร้างกันขึ้นเอง บางทีก็ใหญ่โตต้องเสียค่าวัสดุก่อสร้างมาก รวมค่าแรงด้วย บางทีช่างไม้ก็เลิกสร้างกลางคัน ทำให้ต้องต่อเติมกันอยู่จนมีลักษณะไม่สวยงาม

ลักษณะ โรงงานชั่วคราวควรมีขนาดพอเหมาะและมีประโยชน์ใช้สอยได้เต็มที่ มีการสร้างง่าย ๆ เปลืองวัสดุน้อยที่สุด ห้องที่ควรจัดเตรียมไว้คือ

1. ห้องพักหัวหน้าคนงาน หรือ เสมียน
2. ห้องเก็บอุปกรณ์และเครื่องมือ
3. ห้องคนงานเฝ้ายาม สำนักงาน
4. เฉลียงสำหรับเป็นที่พักช่างควบคุมก่อสร้างของเจ้าของและเป็นที่พักร้อนของสถาปนิกวิศวกรเมื่อมาตรวจงาน

1. ห้องพักหัวหน้าคนงานหรือเสมียน

ตัวแทนฝ่ายผู้รับเหมาก็คือ หัวหน้าคนงาน หรือ เสมียน ทีจะต้องอยู่ประจำกับหน่วยงาน อาจเป็นผู้มีความชำนาญ หรือบุคคลี่มีความรู้ทางช่างก่อสร้างบ้าง ทางบัญชีบ้าง ต้องค้างอยู่กับงานเลย อาจเป็นช่างควบคุมก่อสร้างก็ได้ จะต้องทราบว่าได้กำหนดไว้กี่คน และจะให้พักโดยทำห้องให้พอกับผู้พัก ถึงแม้ช่างไม้-ช่างสาขาอื่น ๆ จะเลิกงานหรือกลับบ้านไปแล้ว หัวหน้าคนงานก็จะต้องเฝ้า เพื่ออธิบายได้เมื่อเจ้าของอาคารต้องการทราบพอสมควร จึงต้องจัดที่พักให้สะดวกสบายไว้อาจอยู่ใกล้ๆ โถงที่ติดแบบ ห้องนี้ก็อาศัยเก็บแบบก่อสร้าง หลักฐาน หนังสือเอกสารติดต่อต่าง ๆ ด้วย จึงต้องทำประตูมีกุญแจแข็งแรง

ห้องเก็บอุปกรณ์และเครื่องมือ

การก่อสร้างจะต้องมีเครื่องมือ เช่น ค้อนปอนด์ จอบ เสียม บุ้งกี๋ ชะแลง กรรไกรตัดเหล็กพลั่ว เกรียงไม้ บันทัดสามเหลี่ยม ตะปู bolts, nut ขนาดต่าง ๆ บานพับ เครื่องสุขภัณฑ์ อุปกรณ์เหล่านี้ช่างไม้จะต้องนำมาส่งทุก ๆ วันหลังจากเลิกงานแล้ว จะต้องตรวจการเบิกให้ถูกต้องทุกวัน ถ้าชำรุดก็ให้ทำการซ่อมให้ใช้การได้ ส่วนเครื่องมือของช่างไม้-ช่างปูน หรือช่างสาขาอื่น ๆ อาจฝากเก็บไว้ในโรงนี้ก็ได้ แต่ถ้าเป็นงานใหญ่ควรแยกเครื่องมือเครื่องจักรออกจากอุปกรณ์ก่อสร้าง เพื่อจะได้

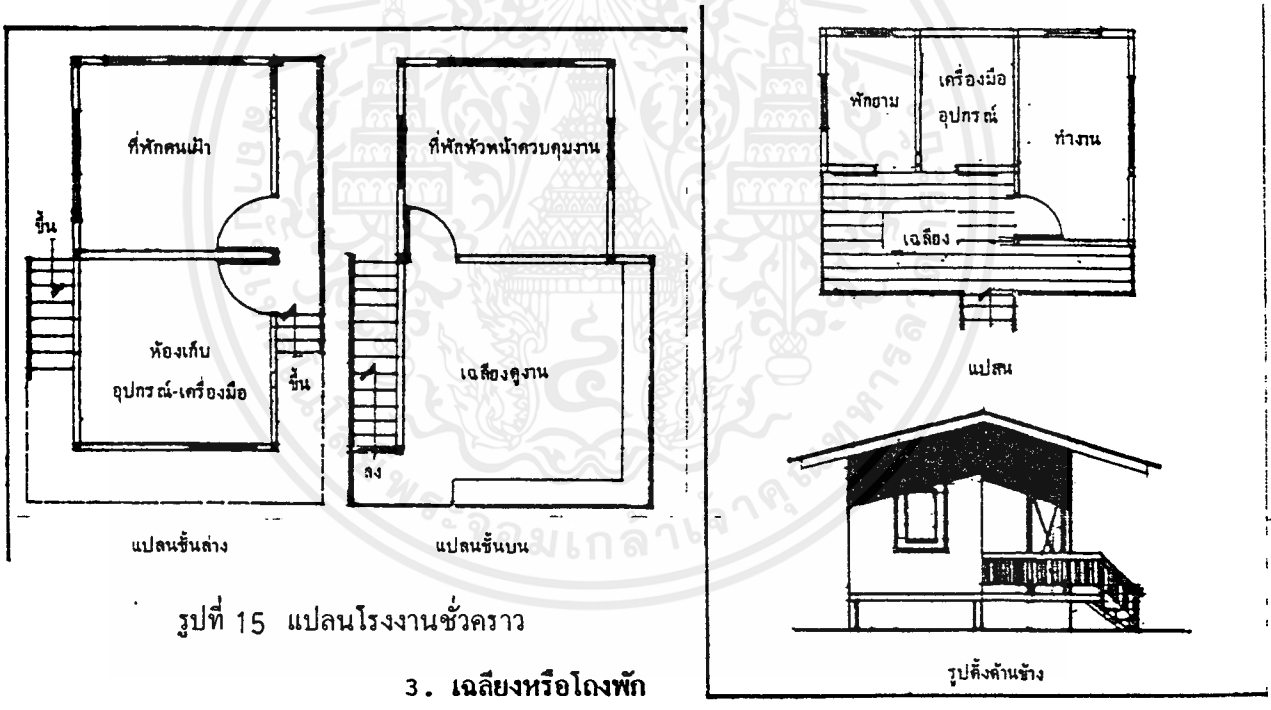
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำรวจวัสดุได้ง่ายและง่ายต่อการเบิกจ่ายด้วย

2. ห้องคนเฝ้ายาม

งานก่อสร้างทุกชิ้นจะต้องควบคุมให้คงสภาพ เมื่อมีการจัดซื้อแล้วก็เข้าเก็บในสโตร์ ก็จะต้องมีของเมื่อเรียกใช้ ควรระวังการสูญหายซึ่งอาจถูกขโมย หรือจากการโจรกรรมภายนอกเข้ามางัดหรือช่างของตนเองเป็นผู้ขโมยออกไป จึงต้องมีพนักงานเฝ้าบริเวณ อาจมีเพียงพอสำหรับเฝ้ากลางวันและโดยเฉพาะกลางคืนจะต้องจัดเวรกันเฝ้าตลอดคืน ฉะนั้นจึงต้องจัดที่พักให้ยามได้พักภายในบริเวณด้วย ควรได้ประโยชน์ที่จะเฝ้าวัสดุ-อุปกรณ์เป็นสำคัญ พร้อมทั้งความปลอดภัยจากการทะเลาะวิวาทด้วย

สวัสดิการสำหรับคนเฝ้ายาม ควรต้องจัดให้อย่างเพียงพอ เรื่องของน้ำใจควรจะมีอยู่เสมอ เพราะคนเฝ้ามีความรับผิดชอบสูง งานก่อสร้างถ้าควบคุมอย่างดีก็จะเกิดผลกำไร จะต้องตรวจตราการปฏิบัติงานและแก้ไขข้อทุกข์ร้อนแก่พนักงานด้วย เครื่องแต่งตัวก็ควรจัดให้เห็นชัดว่าบุคคลใด เป็นยามเฝ้ารักษาการ ก็จะทำให้เพิ่มความเข้มแข็งในหน้าที่ขึ้นอีก ควรจัดหาบุคคลที่ไว้ใจได้ รู้จักการใช้อาวุธ มีร่างกายแข็งแรง มีระเบียบวินัย มีปฏิภาณ ไหวพริบดี เป็นต้น



รูปที่ 15 แปลนโรงงานชั่วคราว

3. เฉลียงหรือโถงพัก

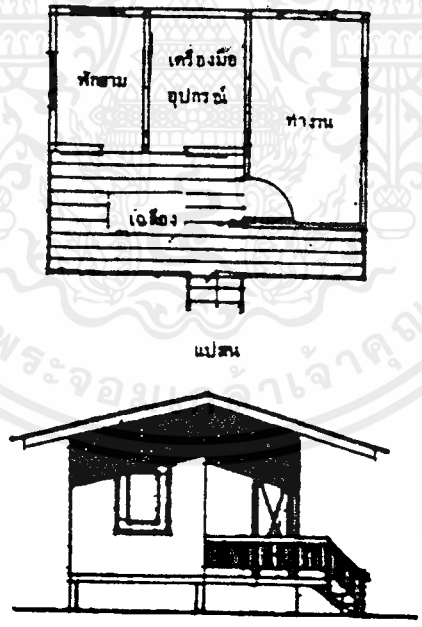
บริเวณนี้จะใช้ติดแบบหรือวางแบบไว้ให้ช่างควบคุมเจ้าของ วิศวกร สถาปนิกใช้ แม้แต่ช่างสาขาต่าง ๆ ได้มาดูแบบแล้วนำไปก่อสร้าง แบบควรติดให้อยู่ในตำแหน่งที่มองเห็นได้ทั่วบริเวณการก่อสร้าง มีไฟฟ้า เก้าอี้นั่งพัก มีน้ำเย็น มีลมถ่ายเทสะดวกน่านั่ง แม้กระทั่งเวลาจ่ายค่าแรงทำงานก็อาจใช้บริเวณนี้ได้ โดยเรียกจ่ายเงินค่าแรงทีละคน ถ้าขึ้นมาพร้อมกันอาคารชั่วคราวอาจทรุด ถ้าจัดให้น่านั่งก็จะเพิ่มความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับช่างควบคุม หรือแม้แต่นายช่าง วิศวกร สถาปนิก ก็ตาม มิใช่ไปยืนสั่งงานกันกลางแดดหรือยืนอยู่ใต้ต้นไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3. ห้องน้ำ-ส้วม

ควรจัดทำด้วยการใช้เครื่องสุขภัณฑ์ที่ดีพอสมควร อาจใช้แบบเคลื่อนนั่งยอง มีอ่างล้างมือและก่อถังเพื่อกักน้ำเพื่อจะได้อาบน้ำ ควรมอบหน้าที่ให้คนคอยทำความสะอาดทุกวัน เพราะต้องเตรียมไว้สำหรับช่างควบคุมการก่อสร้าง ผู้ตรวจงาน สถาปนิก วิศวกรที่เข้าตรวจงาน เข้าใช้ได้ ควรใส่กุญแจเสีย ถ้าปล่อยให้ใช้ร่วมกับคนงานก็จะทำความสะอาดได้ยาก ควรทำอยู่ในส่วนด้านหลัง

แต่ถ้างานที่ไม่ใหญ่ก็ควรทำส้วม แต่ไม่มีห้องน้ำโดยใช้ร่วมกับคนงาน ก็จัดหัวส้วมหินขัดแบบนั่งยอง ถังกลมหรือเหลี่ยมสัก 3-4 ถัง ต่อซ้อนกันมีฝาปิดร่องหัวส้วม ต้องขุดหลุมให้อยู่ตอนมุมของบริเวณและอยู่ให้ไกลจากหน่วยก่อสร้าง จะได้ไม่มีกลิ่นและควรซื้อน้ำยาดับกลิ่นคอยราดอยู่เสมอ หาถังน้ำ 200 ลิตรมาตั้งแล้วใส่น้ำไว้ให้เต็ม เพื่อการใช้ทำความสะอาด ถ้าไม่จัดห้องส้วมให้เพียงพอก็จะเกิดปัญหากับหน่วยงานก่อสร้าง โดยคนงานจะเข้าไปถ่ายในอาคารที่กำลังก่อสร้างเสมอ ซึ่งพบเกือบทุก ๆ งานด้วยซ้ำไป ถึงแม้จะกำชับกันแล้วก็ตาม แต่ถ้าสามารถต่อท่อน้ำเข้าไปไว้ในห้องส้วมได้ก็ควรกระทำ ถ้าบริเวณทำการก่อสร้างไม่มีที่จะขุดบ่อน้ำไว้ใช้อาบได้ ก็ควรต่อท่อน้ำไว้เป็นตอน ๆ เพื่อให้คนงานใช้อาบไม่ต้องทำเป็นห้องหรือเพื่อเป็นการประหยัดหน่อย จะก่อเป็นอิฐฉาบภายในขนาด 1.00×2.00 เมตร สูง 1.00 เมตร ถังน้ำไว้ใช้อาบกันได้รอบ ๆ



รูปที่ 16 โรงงานชั่วคราว ชั้นเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4. ที่พักคนงาน

การก่อสร้างจำเป็นต้องมีคนงานและช่างเป็นจำนวนมาก ควรจะได้จัดสร้างที่พักเพราะโดยมากถ้าไปสร้าง ณ ที่ใดช่างและคนงานก็มักจะย้ายครอบครัวไปที่นั่นด้วย อาจเป็นชุด คือมี พ่อ แม่และลูก ซึ่งทำงานกันต่างหน้าที่กัน

จะต้องประมาณงานไว้ว่าการก่อสร้างจะต้องใช้คนงานกี่คน มีช่างกี่คน ถ้าเป็นชายโสดก็ควรให้พักด้วยกัน 2-3 คนต่อ 1 ห้อง แต่ถ้าเป็นครอบครัวก็ควรทำงานทุกคนควรจัดให้อยู่ 1 ห้อง แต่ถ้าเป็นครอบครัวก็ควรทำงานทุกคนควรจัดให้อยู่ 1 ห้อง การสร้างเป็นไปชั่วคราวเฉพาะห้องผู้ชายอาจไม่ต้องมีประตูปิด สำหรับหองคนงานหญิงก็ควรจัดสร้างให้แยกออกไป เมื่อสร้างเสร็จก็ทำการเดินสายไฟและมีหลอดไฟ สวิทช์ติดไว้ให้เรียบร้อย ถ้าปล่อยให้คนงานต่อกันเองอาจได้รับอันตราย หรืออาจเกิดไฟไหม้ขึ้นกับงานก่อสร้างได้ สำหรับคนงาน หรือช่างจะออก ๆ เข้า ๆ กันอยู่เสมอ ใครจะพักก็ควรจัดทำเองถ้าเป็นช่างไม้ แต่ควรคิดแรงงานให้โดยใช้เวลา 1-2 วันเป็นอย่างมาก

2.1.5. การสร้างโรงงาน

ดังได้กล่าวแล้วว่าเป็นการชั่วคราว เมืองานก่อสร้างเสร็จก็ต้องรื้อถอนไป หรืออาจรื้อออกปรับที่เมื่อการก่อสร้างใกล้เสร็จ โดยย้ายช่าง-คนงานเข้ามาพักในห้องชั่วคราวในอาคารที่ก่อสร้างก่อน แต่ก็ควรกำชับเรื่องการใช้พักในอาคารอย่าทำให้อาคารเสียหาย เช่น ทำน้ำหกบนพื้นปาเก้ ใช้ห้องน้ำในอาคาร ดอกตะปูบนฝาห้อง เทเศษอาหารเกลื่อนกลาด ใช้อุปกรณ์ของอาคารก่อนที่จะส่งงานให้เจ้าของต้องกำชับโดยเด็ดขาดอย่าให้เกิดขึน นอกจากนี้ยังต้องระวังอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ติดตั้งไว้แล้วคนงานถอดไปขายแล้วออกไป เมื่อหายแล้วก็ไม่รู้จะไปเอาคืนจากใคร เพราะคนงานจรมีมาก ไม่ชอบใจก็ย้ายงานต่อไปอีก ก่อนเริ่มทำงานก็ควรให้ช่าง-คนงานชุดหนึ่งมาทำโรงงาน ห้องน้ำ-ส้วม ก่อน 1-2 วัน จึงจะเริ่มวางผังได้

2.1.6. การกำจัดสิ่งปฏิกูลที่เป็นสิ่งธรรมชาติ

ในการก่อสร้างอาคารหรือสิ่งก่อสร้างบางอย่าง จะต้องจัดให้มีการขุดเอาดินไปทิ้งเพราะจะต้องทำห้องใต้ดิน สมมุติอาคารกว้าง 20 เมตร ยาว 50 เมตร จะต้องทำห้องใต้ดินลึก 3 เมตร ปริมาตรดินจดหะมีประมาณ 3,000 ลูกบาศก์มตร จะต้องขนด้วยรถถึง 500 เที่ยว และต้องใช้เวลาในการขุดในการป้องกันดินพัง ในการรอการขุดน้ำ อาจจะเป็นเวลาเป็นเดือน จึงต้องมีการเตรียมวางแผนให้ดี เริ่มตั้งแต่ดิน จะเอาไปไหน จะขุดจากด้านใดก่อน บริเวณจอดรถบรรทุกเพื่อรับจากรถตัก ให้ได้โดยรอบของบ่อ จะต้องเตรียมทางระบายน้ำถ้าหากมีน้ำใต้ดินต้องสูบทิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการขนดินออกนอกบริเวณก่อสร้างไปยังที่ดินอื่น จะก่อปัญหามากมายเริ่มแต่ดินที่ติดล้อรถบรรทุกขณะออกจากบริเวณก่อสร้างซึ่งเราจำเป็นต้องจ้างคนงานจำนวนหนึ่งเพื่อคอยแซะขี้ดินบนถนนตลอดเวลา มิฉะนั้นจะผิดกฎหมายบ้านเมือง นอกจากนี้เมื่อไปทิ้ง ณ ที่ดินที่เราขนไปแล้ว ตอนบุกกลับออกมา ดินเดิมก็ติดล้อออกมาอีก จึงต้องจ้างคนอีกชุดหนึ่งเพื่อทำความสะอาดถนนบริเวณนั้นด้วย

ในการก่อสร้าง ณ ที่ที่มีบริเวณกว้างเป็นเวลาหลายเดือน การกำจัดวัชพืชก็เป็นเรื่องสำคัญมากเช่นเดียวกัน โดยจะต้องไปกำจัดตั้งแต่จะเริ่มไปปักผัง เพื่อสร้างสำนักงาน โรงงาน เรือนพักคนงาน จะต้องทำการขนไปทิ้ง หรือเผา หรือฝังวัชพืชเหล่านั้น และในขณะที่กำลังดำเนินงานก่อสร้างไปนั้น บรรดาวัชพืชเหล่านี้ก็จะเจริญงอกงามขึ้นมาอีก จึงต้องมีการตัด ถากถางอยู่เป็นประจำ เพราะวัชพืชเหล่านี้ก็จะทำความเสียหายให้กับการเป็นสนิมของกองเหล็ก การนำปลวกมายังกองไม้ การกีดขวางกองหินกองทรายซึ่งยากต่อการนำมาใช้เป็นพงรกที่อาศัยของสัตว์เลื้อยคลาน ยุง แมลงวัน ซึ่งอาจมาทำอันตรายคนงานหรือคนในครอบครัวได้ เกิดเรื่องวุ่นวายแน่นอนถ้าใครคนใดถูกงูกัด

2.1.7. **การกำจัดน้ำเสีย**

การกำจัดน้ำเสียในการก่อสร้างจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะการก่อสร้างย่อมต้องใช้น้ำ โดยเฉพาะงานคอนกรีตจะใช้น้ำเป็นจำนวนมาก น้ำที่เราเรียกว่าน้ำเสียก็คือ น้ำที่เราใช้ผสมคอนกรีตแล้วซึมไหล น้ำล้าง น้ำบ่มคอนกรีต นอกจากนี้ก็มีน้ำใช้ประจำวันจของคนงานที่ใช้ทั้งอาบ ชักล้าง และน้ำจากบ่อเกรอะบ่อซึม ฯลฯ น้ำทิ้งจึงหมายถึงน้ำที่มีสิ่งอื่นเจือปน อันได้แก่ อินทรีย์ต่าง ๆ สารอินทรีย์ที่มีแบคทีเรียย่อยสลายได้ ซึ่งอินทรีย์พวกนี้สามารถย่อยสลายได้ภายใน 5 วันที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ส่วนน้ำที่มีตะกอนสิ่งสกปรกต่าง ๆ ปนมา จะสามารถแยกออกได้ด้วย การกรอง ปกติโดยทั่วไป 70-90% ของน้ำที่ใช้เป็นน้ำทิ้ง ส่วนที่เหลือ 30-10% เป็นน้ำที่ใช้แล้วไม่มีอะไรติดตามการล้างสิ่งเหล่านั้นออกมา ปริมาณน้ำใช้ในงานก่อสร้างโดยเฉพาะที่คนงานใช้ไม่นับการใช้ล้างหรือผสมคอนกรีต ก็จะตกประมาณ 200 แกลลอนต่อคนต่อวัน และปริมาณน้ำที่ใช้สูงสุดอยู่ระหว่างเวลา 16.00-19.00 น.

วิธีกำจัดน้ำทิ้งจากแหล่งก่อสร้าง มีอยู่ 4 วิธี คือ

1. แบบ Septic Tank คือแบบปล่อยน้ำไหลลงบ่อเกรอะก่อนแล้วจึงล้นไปยังบ่อซึมซึ่งมีทราย หิน อิฐหักล้อมรอบ การก่อสร้างระบบนี้ทำเช่นเดียวกับการก่อสร้างบ่อเกรอะ บ่อซึมของส้วมธรรมดา

2. แบบ Sand Filter โดยใช้ท่อไหลผ่านชั้นทรายหลายชั้น แต่ละชั้นหนา 50-100 เซ็นติเมตร บรรดาพวกสารอินทรีย์ที่เป็นตะกอนจะถูกกรองออก ส่วนสารอินทรีย์ที่เป็นสารละลายจะถูกย่อยสลายด้วยแบคทีเรียและจุลชีพอื่น ๆ ซึ่งจับอยู่รอบเมล็ดทรายและกรวด น้ำทิ้งเหล่านี้จะปราศจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แบบ Oxidation Pond เป็นระบบกำจัดน้ำทิ้งที่ง่ายที่สุดและอาศัยธรรมชาติมากที่สุดตัวบ่อเดินธรรมดา หรือบ่อดินขาดด้วยคอนกรตหรือวัสดุกันซึมอื่น ลักประมาณ 1.5 เมตร ความจุเพียงพอที่จะกักเก็บน้ำอย่างน้อย 7 วัน เมื่อน้ำทิ้งไหลเข้าสู่บ่อ ตะกอนสิ่งสกปรกจะจมลงก้นบ่อ และจะเน่าสลายไป สารอินทรีย์จะถกแบคทีเรียย่อยสลายโดยใช้ออกซิเจนที่ได้จากการสังเคราห์แสงของพืชน้ำสีเขียว เซลล์เดียว

4. แบบAerated Lagoon เป็นแบบกำจัดที่ใช้เครื่องจักรกลเข้าช่วยในการทำงานด้วยการเติมอากาศ เพื่อให้ออกซิเจนแก่แบคทีเรียโดยตรง เครื่องเติมอากาศก็เป็นแบบใบพัดที่มีทุ่นลอย ระบบนี้กำจัดได้ 80% ใน 5 วัน

ถ้าโชคดีสถานที่ก่อสร้างมีท่อระบายน้ำขนาดใหญ่ของเทศบาล ก็ไม่ต้องทำอะไรมากเพียงจัดระบบระบานน้ำภายในของเราให้ดี แลวรีบขออนุญาติเทศบาลเพื่อต่อเชื่อมแบบชั่วคราวเข้าด้วยกัน

2.1.8 การจัดความปลอดภัยเกี่ยวกับการทำงานของเครื่องมือและเครื่องจักร

1. การป้องกันและการใช้เครื่องมือที่ใช้ประจำ

เครื่องมือที่ใช้เป็นประจำในงานก่อสร้างโดยทั่วไปได้แก่ เครื่องมือหนักที่ใช้ทำงานดิน เครื่องจักรที่ใช้ในการขนส่งเครื่องมือไฟฟ้าสำหรับงานช่างและเครื่องมือเล็ก ๆน้อย ๆ ต่าง ๆ โดยปกติช่างที่ทำงานกับเครื่องมือเหล่านี้มีความคุ้นเคยกับเครื่องมือเหล่านี้อยู่แล้ว เพราะความคุ้นเคยมากเกินไปนี้เองทำให้เกิดความประมาทได้ ทั้งนี้อาจจะแบ่งวิธีป้องกันไว้เป็นแต่ละชนิดของเครื่องมือ

- เครื่องมือหนัก ข้อควรระวังในการทำงานกับเครื่องมือชนิดนี้ต้องคอยระวังเครื่องมืออยู่ตลอดเวลา การยืนควบคุมงาน หรือสั่งงานจะต้องยืนในตำแหน่งที่เครื่องจักรเครื่องมือไม่สามารถเคลื่อนไหวมาถึงตัวได้โดยเร็ว และเครื่องมือหนักส่วนมากมีเสียงดัง การที่จะตะโกนบอกหรือใช้เสียงเตือนเมื่อเกิดอันตรายขึ้นเกือบจะเป็นสิ่งที่เป็นไปไม่ได้ การทำงานกับเครื่องมือหนักต่าง ๆ จึงจำเป็นจะต้องให้เครื่องมือหนักต่าง ๆ จึงจำเป็นจะต้องให้เครื่องมืออยู่ในสายตาตลอดเวลา

- เครื่องเครื่องจักรที่ใช้ในการขนส่ง เช่นลิฟต์ + Tower Crane ซึ่งเคยระบุถึงอันตรายที่เกิดขึ้นเนื่องจากการใช้เครื่องมือเหล่านี้ ในการขนส่งวัสดุแล้วสำหรับบุคคลที่มีหน้าที่ในการควบคุมเครื่องมือเหล่านี้จะต้องได้รับการฝึกหัดและมีความชำนาญพอสมควร จะต้องไม่ปล่อยให้ผู้ที่ไม่เคยใช้เครื่องมือหรือไม่มีความชำนาญจริงจังจะเป็นสาเหตุให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย

- เครื่องมือไฟฟ้าสำหรับงานช่าง เครื่องมือเหล่านี้มักจะเป็นเครื่องมือที่มีรอบจัด เช่นเครื่องเลื่อยไฟฟ้า เครื่องเจียร อันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นเนื่องจากการใช้เครื่องมือเหล่านี้มีไฟฟ้าช็อตวัตถุกระเด็นเข้าตา ใบเลื่อยหรือใบตัดตัดบางส่วนของร่างกาย เช่น นิ้วมือ แขน ขา เป็นต้น วิธีป้องกันควรสวมแว่นตาและถุงมือป้องกันและตัวเครื่องเองจะต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และถุงมือป้องกันและตัวเครื่องเองจะต้องมี Safe Guard เพื่อป้องกันขณะที่เครื่องทำงานอยู่ วิธีการใช้เครื่องมือตำแหน่งที่ยืน การจับเครื่องมือจะต้องถูกต้องมั่นคง ไม่เกิดอันตรายจากสายไฟที่มาเข้าเครื่องเป็นต้น

2. การป้องกันและการใช้เครื่องมือพิเศษ

สำหรับเครื่องมือพิเศษต่างๆ ที่มีความจำเป็นจะต้องนำมาใช้ ผู้ที่เกี่ยวข้องหรือจำเป็นจะต้องใช้เครื่องมือนั้น จำเป็นต้อง

1. ปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต หรือวิธีใช้เครื่องอย่างเคร่งครัด

2. จะต้องศึกษาระบบการทำงานของเครื่องมือเครื่องจักรให้เข้าใจแน่นอนเสียก่อนจึงเริ่มลงมือทดลองปฏิบัติงาน

3. ต้องถามหรือเสาะแสวงหาให้รู้ทุกส่วนที่เกี่ยวข้องก่อนที่จะเริ่มลงมือปฏิบัติงานและจะต้องไม่รู้สึกอายหรือเสียเกียรติที่จะถามหรือคิดว่าเป็นการเสียเวลา เพราะบางครั้งถ้าพลาดไปอาจจะเสียเวลาตลอดชีวิตก็ได้

4. ปฏิบัติตามคำสั่งของผู้บังคับบัญชาถึงขอบเขตของการทำงานอย่างเคร่งครัดไม่ทำการใด ๆ นอกเหนือคำสั่งเป็นอันขาด

5. ใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลทุกส่วนเท่าที่จำเป็น เช่น หมวก ถุงมือ รองเท้าเข็มรัดนิรภัย ฯลฯ เพื่อเตรียมรับกับสถานการณ์ที่ไม่คาดฝันที่อาจจะเกิดขึ้น

3. การจัดระบบการใช้เครื่องมือเมื่อมีปัญหา

อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบ่อยๆ ในการใช้เครื่องจักร เครื่องมือต่างๆ ที่เกิดขึ้นเนื่องจากพอเครื่องจักรหรือเครื่องมือเสียไม่ทำงานผู้ที่ควบคุมเครื่องมือซึ่งไม่มีความรู้เพียงพอก็พยายามที่จะแก้ไข เช่น เครื่องไฟฟ้าเมื่อไม่ทำงานก็พยายามที่จะแก้ไข โดยไม่ตัดต้นไฟก่อน ทำให้โดนไฟช็อตทำให้เสียชีวิตได้ เป็นต้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องอธิบายให้ผู้ใช้เครื่องจักร เครื่องมือเหล่านั้นเข้าใจและทราบว่าถ้าเครื่องมือนั้น ขัดข้องควรจะไปแจ้งให้ผู้ใดทราบ และควรจะปฏิบัติ อย่างไรในกรณีเร่งด่วน เช่นถ้าเป็นเครื่องมือไฟฟ้าขัดข้องก็ต้องไปตัดไฟที่เมนสวิทบอรด์ก่อนเป็นต้น การเตรียมการเพื่อให้ผู้ที่ใช้เครื่องมือทุกชนิดทราบอย่างละเอียดถึงข้อที่จะต้องปฏิบัติจะเป็นทางหนึ่งที่จะบรรเทาอันตรายอันเกิดขึ้นแก่ผู้ใช้เครื่องมือนั้นๆ และผู้ที่อยู่ใกล้เคียงได้

2.1.9 การจัดความปลอดภัยในการวางระบบชั่วคราวต่าง ๆ

ในงานก่อสร้างทั่วไปจำเป็นต้องจัดระบบชั่วคราวต่างๆ ที่ใช้ในการทำงานเพื่อเป็นหน่วยจ่ายพลังในการทำงานต่างๆ ในงานก่อสร้างระบบต่างๆ ที่สำคัญมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การเดินไฟฟ้าชั่วคราว

พลังงานไฟฟ้าเป็นส่วนที่มีความสำคัญที่ใช้ในการก่อสร้างมากโดยเฉพาะในปัจจุบันนี้ แนวโน้มที่ราคาน้ำมันต่างๆ สูงมากขึ้น เครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ในการก่อสร้าง (โดยเฉพาะอย่างยิ่งการก่อสร้างอาคาร) จะใช้ไฟฟ้าเป็นต้นกำเนิดพลังงานทั้งสิ้น เพราะสามารถประหยัดได้มากกว่าการจัดสายเมนเพื่อจ่ายพลังงานไฟฟ้าดังกล่าวจึงต้องคำนึงถึง

1.1 ขนาดของสายไฟที่ใช้จะต้องมีขนาดเพียงพอกับกำลังไฟที่ใช้งานไม่ใช้สายไฟซึ่งเล็กเกินไป ซึ่งอาจจะทำให้สายร้อนและเกิดอุบัติเหตุไฟช็อตไหม้ได้

1.2 จัดให้มี safety switch ให้เพียงพอและมีขนาดเหมาะสม หากมีการลัดวงจรในระบบไฟฟ้าที่ใช้อยู่ก็ต้องให้ทำงานเพื่อจะได้ตรวจสอบแก้ไข โดยเฉพาะอย่างยิ่งฟิวส์ที่ใช้จะต้องเป็นชนิดที่ตัดวงจรไฟฟ้าได้เมื่อเกิดการลัดวงจรขึ้น เพราะมีปากฏอยู่บ่อยๆ ตามหน่วยงานก่อสร้างทั่วไปมีปัญหาฟิวส์ขาดบ่อยๆ ก็มีการนำสายทองแดงไปต่อไว้ เพื่อไม่ให้ฟิวส์ขาดแต่ถ้าเกิดการลัดวงจรขึ้น ก็จะเป็นอันตราย เป็นต้น

1.3 ต้องวางแผนในการเดินสายไฟชั่วคราวอย่างดี เพื่อมิให้เดินผ่านไปในบริเวณที่อาจมีวัสดุตกลงมาจากที่สูงๆ เป็นเหตุให้สายไฟขาดได้ หรือถ้าจำเป็นจะต้องเดินสายไฟเข้าไปในบริเวณดังกล่างก็ให้ทำโครงสร้างชั่วคราวป้องกันไว้

1.4 การจัดปลั๊กหรือสวิทช์ที่จะใช้งานโดยเอาสายไฟจากที่ทำงานมาเชื่อมต่อต้องเพียงพอ เพื่อป้องกันการตัดต่อสายไฟโดยไม่ถูกวิธี จะทำให้เกิดไฟฟ้าช็อตขึ้นได้ง่าย

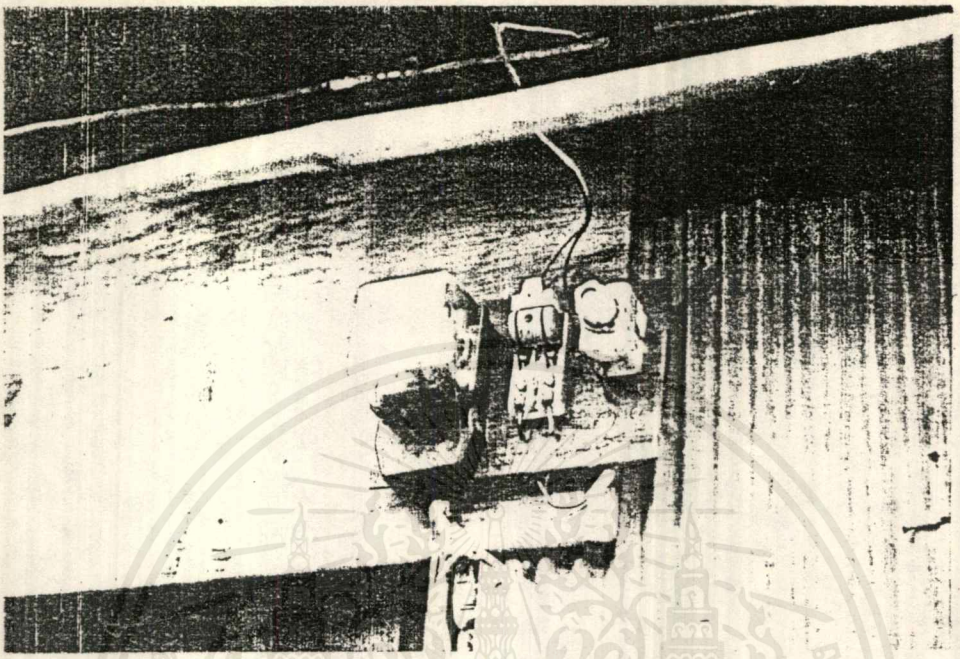
1.5 การเดินสายไฟชั่วคราวต่างๆ ต้องพยายามจัดให้อยู่ในที่สูงไม่ใช่อยู่ในระดับคนเดินหรืออยู่บนทางเดินซึ่งอาจจะเกิดสายไฟรั่วและเป็นอันตรายกับผู้ที่ใช้ทางเดินไปมาได้

1.6 สำหรับผู้ที่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้าตลอดเวลาจะต้องรู้จักวิธีช่วยเหลือปฐมพยาบาลเบื้องต้นเมื่อถูกไฟฟ้าช็อตเป็นต้น

1.7 การตัดต่อหรือเปลี่ยนแปลงทางเดินของสายไฟจะต้องทำโดยผู้ที่มีความรู้เรื่องไฟฟ้า

1.8 การเดินสายไฟสำหรับงานก่อสร้างชั่วคราว อาจจะใช้วิธีเดินฝังไปในโครงสร้าง (คานหรือพื้นคอนกรีต) เพื่อป้องกันมิให้สายไฟดังกล่าวได้รับการกระทบกระเทือนจากสิ่งภายนอก แต่อย่างไรก็ดีจำเป็นต้องมีแนวที่วางสายไฟซึ่งได้ทำหลักฐานไให้เรียบร้อย เพื่อปป้องกันมิให้ผู้ใดเจาะหรือสกัดคอนกรีตไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 17 การแสดงถึง cut-out ของไฟฟ้า ไม่เรียบร้อยเป็นอันตรายกับผู้ใช้งาน

2. การเดินท่อน้ำชั่วคราว

ระบบน้ำเป็นอีกระบบหนึ่งที่มีความจำเป็นในหน่วยงานก่อสร้างถึงแม้ว่าน้ำจะทำให้เกิดอุบัติเหตุได้น้อยกว่าพลังงานอื่น ๆ แกต่ก็ควรมีข้อระวังดังนี้

2.1 แนวการวางท่อต้องอยู่ในลักษณะที่ไม่ทำให้กระทบกระเทือนการทำงานส่วนต่าง ๆ

2.2 การต่อท่อต่างๆ ต้องได้มาตรฐานพอสมควรไม่มีน้ำไหลซึมหรือรั่วออกมาถ้าหากมีต้องรีบแก้ไขเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำที่ไหลซึมออกมานั้นทำให้ส่วนอื่นๆ เสียหาย

2.3 จัดให้มีก็อกหรือจุดปล่อยน้ำออกให้เพียงพอและสะดวกแก่การใช้งาน

2.4 ท่อต่างๆ ที่เดินไปจะต้องได้รับการยึดเกาะให้แน่นหนาพอสมควร

3. การเดินท่อลมชั่วคราว

ในปัจจุบันนี้เครื่องจักรเครื่องมือที่ใช้ลมเป็นพลังงานเริ่มมีจำนวนมากขึ้น ดังนั้นในงานก่อสร้างบางแห่งเริ่มมีการใช้ท่อลมชั่วคราวเพื่อส่งไปตามส่วนต่างๆ ของอาคารเมื่อต้องการใช้ก็สามารถต่อเข้ากับท่อเมนได้ทันทีจึงควรมีข้อระวังดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 ท่อลมที่ใช้ควรแข็งแรงเพียงพอที่จะรับความดันของลมภายในท่อได้

3.2 การยึดเกาะท่อลมต้องทำให้แข็งแรงเพียงพอไม่ให้เกิดการแกว่งเนื่องจากความดันภายในท่อลม

3.3 จัดป้ายบอกให้ชัดเจนเพื่อป้องกันมิให้เกิดการใช้สับสนระหว่างท่อลมและท่อน้ำ (ซึ่งปกติมักจะเดินคู่กันไป)

4. ระบบพลังงานชั่วคราวอื่น ๆ

การนำระบบพลังงานอื่นๆ เข้ามาใช้ในอาคาร เช่น แก๊ส ผู้ที่ใช้จะต้องมีความระมัดระวังถึงการใช้ตำแหน่งของการวางถึง เกย์วัดความดัน ฯลฯ จะต้องอยู่ภายใต้กฎเกณฑ์ของเครื่องมือเหล่านี้ สำหรับพลังงานพิเศษอื่นๆ ถ้ามีจะต้องศึกษารายละเอียดวิธีใช้ให้รู้ถ่อแท้เสียก่อนจึงจะใช้งาน ไม่นำไปใช้งานโดยที่ยังศึกษาหรือไม่เข้าใจอย่างแท้จริงสำหรับระบบนั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 สภาพภูมิประเทศในประเทศไทย

2.2.1 สิ่งแวดล้อม และ ลักษณะทางภูมิศาสตร์ของประเทศไทย

ลักษณะลมฟ้าอากาศในประเทศไทย

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้น ระหว่างเส้นรุ้งที่ 5° - 21° เหนือ กับเส้นแวง 90° - 106° ตะวันออก

ลักษณะดินฟ้าอากาศโดยทั่วไป

ดินฟ้าอากาศของประเทศไทย มีมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ในระหว่างเดือนพฤศจิกายน จนถึงเดือนกุมภาพันธ์ ตลอดช่วงนี้จะมีอากาศเย็นและแห้ง และมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในระหว่างกลางเดือนพฤษภาคมจนถึงเดือนตุลาคม มรสุมนี้จะนำเอากระแสอากาศอุ่นและชื้นจากมหาสมุทรอินเดียเข้ามาทำให้ฝนตกทั่วไปในประเทศไทย นอกจากนั้นยังมีกระแสลมอีกกระแสหนึ่งพัดจากทะเลจีนใต้เข้าสู่อ่าวไทย และประเทศไทยในทางทิศใต้หรือตะวันออกเฉียงใต้ ในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์จนถึงเดือนเมษายน ซึ่งเป็นระยะที่มีอากาศร้อน และแล้วทั่วปปประเทศ

การเปลี่ยนฤดูหนึ่งๆ นั้น มีช่วงระยะเวลาที่เป็นหัวเลี้ยวหัวต่อประมาณ 7 - 15 วัน เรียกว่า ระยะเปลี่ยนฤดู ในระยะนี้กระแสลมแปรปรวน อาจมีลมฝ่ายหนึ่งฝ่ายใดพัดแทนที่ลมประจำฤดูซึ่งถอยไปแล้ว ลมประจำฤดูยังกลับพัดมาอีกสลับไปมาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฝน

ฝนในประเทศไทยมีที่มาโดยสาเหตุต่างๆ และมีชื่อเรียกชนิดของฝนตามสาเหตุที่เกิด ดังต่อไปนี้

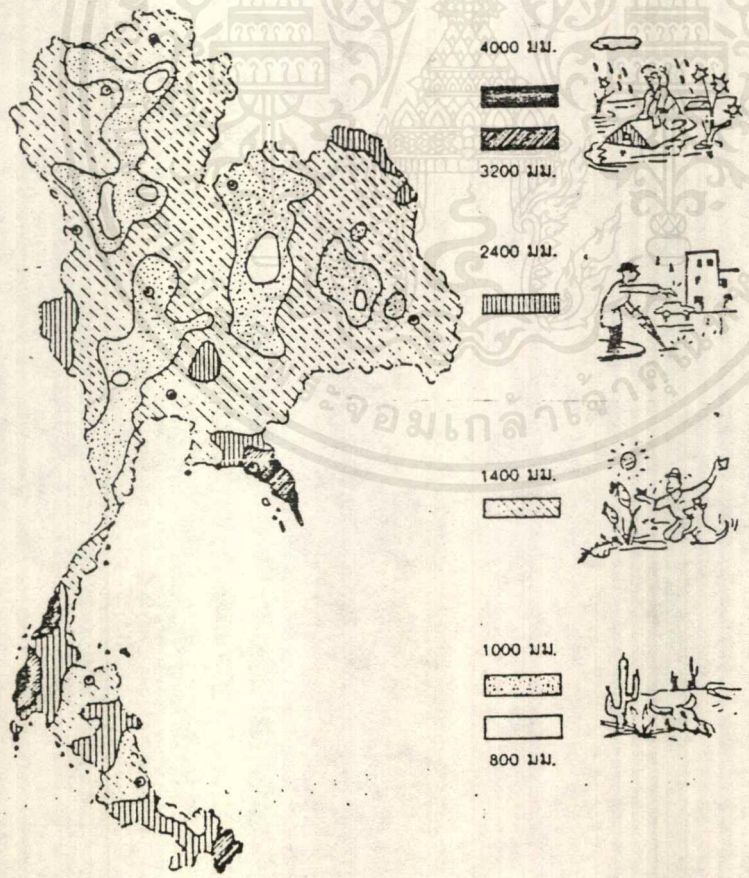
ฝนของลมปะทะภูเขา

ฝนจากกระแสอากาศไหลลอยขึ้นสู่เบื้องบน

ฝนพายุหมุน

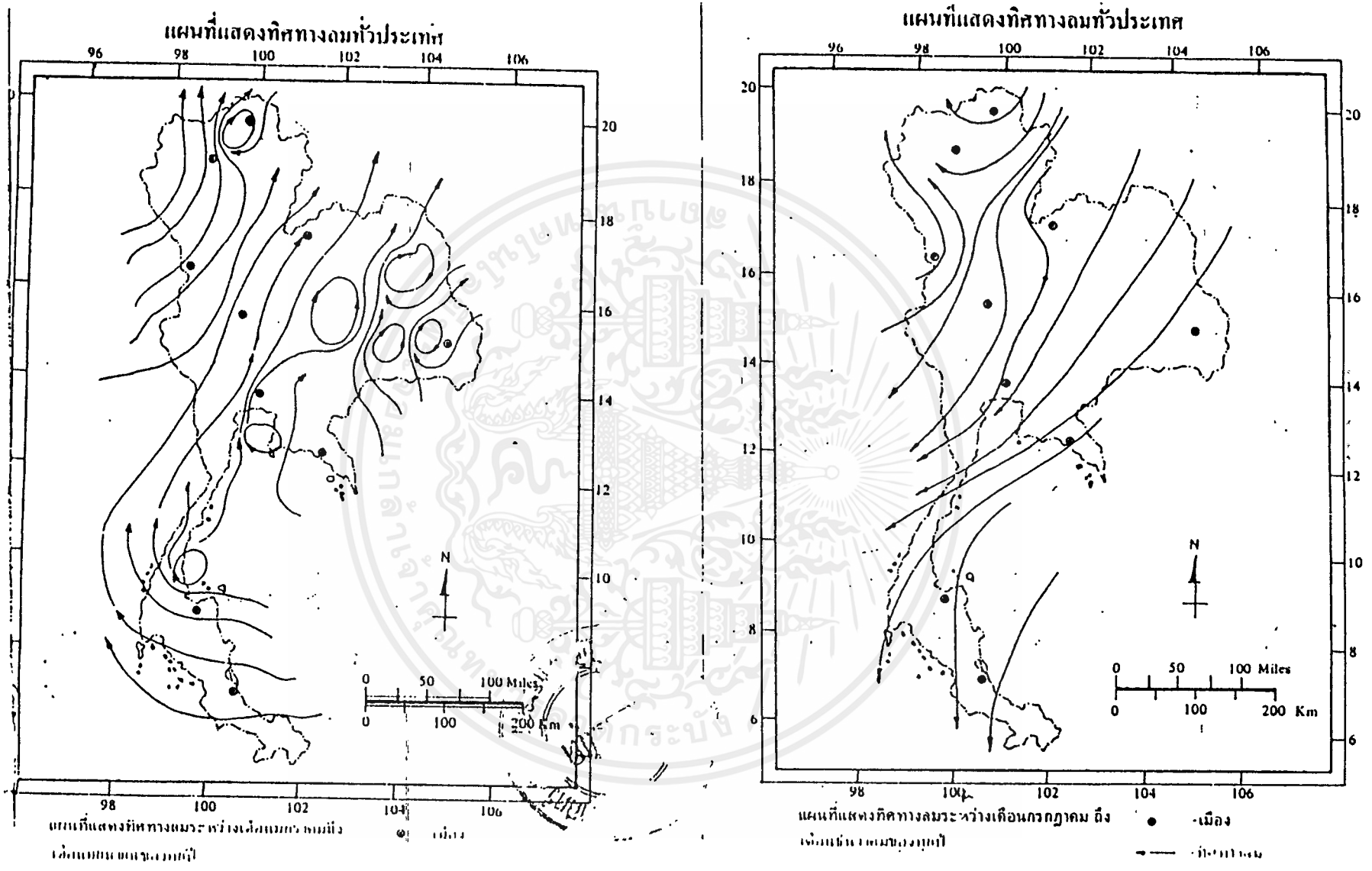
ตั้งแต่ภาคกลางขึ้นไป ฝนจะตกชุกในเดือนสิงหาคมและกันยายน ส่วนในตอนใต้ของประเทศ คือ ตั้งแต่กันอ่าวไทยลงไป ฝนจะตกชุกในเดือนตุลาคม

ในภาคใต้ มีฝนเป็นสองช่วง คือ จากเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนตุลมคม จะมีฝนตกชุกทางฝั่งตะวันตกของภาค ซึ่งเป็นด้านรับมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เต็มี่ จากเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนกุมภาพันธ์ จะมีฝนตกชุกทางฝั่งตะวันออกของภาค โดยเฉพาะอย่างยิ่งตั้งแต่จังหวัดชุมพรลง ทางใต้ ซึ่งเป็นด้านรับลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ



ภาพที่ 18
แสดงประมาณฝนตลอดปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 19 แสดงแผนที่ทิศทางลม

ฤดูหนาว

เริ่มต้นประมาณเดือนพฤศจิกายน จนถึงประมาณเดือนกุมภาพันธ์ ฤดูหนาวในประเทศไทยมีลักษณะแตกต่างกันในภาคต่างๆ ของปประเทศ เพราะรูปร่างของประเทศมีความยาวทางเมอริเดียน ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนืออยู่ในระหว่างละติจูด 15 เหนือ ถึง 21 เหนือ อากาศเย็นจากประเทศจีนซึ่งพัดมาจากทางทิศเหนือ หรือทิศตะวันออกเฉียงเหนือ จึงถึงภาคทั้งสองนี้ก่อน ภาคทั้งสองจึงหนาวเย็นจริงๆ ในฤดูหนาว เคยอุณหภูมิลดต่ำลงถึง 0.1 ซี อากาศจะเย็นมากในระหว่างเดือนธันวาคมและเดือนมกราคม ส่วนภาคกลางอยู่ในระหว่างละติจูด 12 หรือถึง 15 เหนือ อากาศเย็นซึ่งพัดลงมาก็ได้เปลี่ยนแปลงไปมาก ความหนาวเย็นคลายลงไป อุณหภูมิอากาศได้สูงขึ้นเนื่องจากอิทธิพลอากาศท้องถิ่น ฉะนั้น ภาคกลางจึงมีลักษณะอากาศไม่สู้หนาวเย็นในฤดูหนาวส่วนทางภาคใต้เนื่องจากมีฝั่งทะเลอยู่ทางด้านตะวันออกและตะวันตกกระแสลมฝ่ายเหนือต้องพัดผ่านทะเลซึ่งทำให้เกิดอาการคลี่คลายความเย็นจนหมดไปและยังรับเอาความร้อนและความชื้นของอากาศทะเลเข้าไว้อีก ฉะนั้นในภาคใต้จะมีลักษณะของอากาศหนาวเย็นของลมฝ่ายเหนืออยู่น้อยที่สุด

ฤดูร้อน

เมื่อมรสุมตะวันออกเฉียงเหนืออ่อนกำลังลงในเดือนกุมภาพันธ์กระแสลมจากทะเลจีนใต้ก็เริ่มพัดเข้าสู่ประเทศไทยในทางทิศใต้ หรือ ทิศตะวันออกเฉียงใต้และเนื่องด้วยระยะนี้เป็นระยะเวลาที่ดวงอาทิตย์เลื่อนเข้ามาอยู่ในละติจูดของประเทศไทยจึงเป็นระยะที่ประเทศไทยมีอากาศอบอ้าวมาก ซึ่งเริ่มตั้งแต่ประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ไปจนถึงประมาณกลางเดือนพฤษภาคม

อุณหภูมิ

ตอนเหนือของประเทศไทยเป็นส่วนที่อยู่ในฝืนแผ่นดินใหญ่ของทวีปและอยู่ในโซนร้อน จึงทำให้มีช่วงอากาศร้อนอยู่นาน อุณหภูมิสูงสุดโดยทั่วๆ ไปมีค่าระหว่าง 33.0 ซี ถึง 38.0 ซี อุณหภูมิในประเทศไทยโดยทั่วไประหว่างฤดูร้อนนี้มีพิสัยรายวัน (ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด) มีค่าประมาณ 10-12° ซี ส่วนในฤดูหนาวทางภาคเหนือจะมีพิสัยประมาณ 15°ซี ทางภาคตุวันตะวันออกเฉียงเหนือประมาณ 14 ° ซี ภาคกลางประมาณ 12 ° ซี ซึ่งแสดงว่า ในตอนเช้า อากาศค่อนข้างเย็น แต่ในตอนบ่ายจะค่อนข้างร้อน

ทางภาคใต้อากาศจะอบอุ่นอยู่ตลอดปีเนื่องจากอยู่ใกล้ทะเล ในฤดูหนาวเฉลี่ยประมาณ 26 ° ซี ในฤดูร้อนประมาณ 27 ° ซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชื้นสัมพัทธ์

เดือนธันวาคมและมกราคมเป็นเดือนที่อากาศแห้งที่สุดโดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคเหนือจะมีพิสัยประมาณ 15° ซี ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือประมาณ 14° ซี ภาคกลางประมาณ 12° ซี ซึ่งแสดงว่า นตอนเช้าอากาศค่อนข้างเย็น แต่ในตอนบ่ายจะค่อนข้างร้อน

ทางภาคใต้อากาศจะอบอุ่นอยู่ตลอดปีเนื่องจากอยู่ใกล้ทะเล ในฤดูหนาวเฉลี่ยประมาณ 26° ซี ในฤดูร้อนประมาณ 27° ซี

เมื่อย่างเข้าฤดูร้อนในเดือนมีนาคมและเมษายน ลมเริ่มเปลี่ยนเป็นทิศใต้และตะวันออกเฉียงใต้ จากอ่าวไทยสู่ประเทศ ความชื้นในอากาศเริ่มสูงขึ้น แต่เนื่องจากอุณหภูมิอากาศอยู่ในระดับสูง ความชื้นสัมพัทธ์จึงไม่สูงมากในระยะนี้ ในระหว่างเดือนเมษายน และต้นเดือนพฤษภาคม ซึ่งเป็นระยะอากาศร้อนมาก ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในระหว่าง 60-70%

เดือนสิงหาคมถึงเดือนตุลาคม ความชื้นสัมพัทธ์จะอยู่ในระดับสูงที่สุดตั้งแต่ 80% ขึ้นไป

2.2.2 **ดิน**

การหาค่าความสามารถของดินใต้พื้นผิวรองรับ จะทำให้ได้ตัวเลขข้อมูลต่างทำให้เกิดความแน่ใจในการใช้ตัวเลขความสามารถรับน้ำหนักบรรทุกโดยปลอดภัยของดิน และเป็นแนวให้เลือใช้ชนิดและออกแบบโครงฐานรากได้ถูกต้องเหมาะสมด้วย สำหรับอาคารธรรมดาที่มีน้ำหนักบรรทุกไม่มากนัก อาจใช้วิธีศึกษาเปรียบเทียบกับวิธีการออกแบบและก่อสร้างฐานรากที่เคยทำให้สภาพของดินที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันได้ ถ้าเป็นอาคารขนาดใหญ่ สูงมากชั้น มีความสำคัญหรือมีช่วงเสากว้างมาก ควรทำการทดสอบหาความสามารถรับน้ำหนักของดินโดยการบรรทุกน้ำหนักจริง หรือนำเอาตัวอย่างของดินที่จะทำการก่อสร้างฐานรากมาทำการทดสอบในห้องทดลอง

ลักษณะของเนื้อดินชนิดต่าง ๆ

วัสดุที่ไม่แน่นทึบตัวนัก ซึ่งอยู่ระดับลึกที่ต้องทำการก่อสร้างฐานรากโดยทั่วไป เกิดจากการสลายตัวของหิน หรือพวกอินทรีย์สาร อาจจำแนกออกได้เป็น 2 ลักษณะกว้างๆ คือ

1. พวกทราย ลักษณะของเนื้อประกอบด้วยเม็ดใหญ่น้อย ไม่มีความเชื่อมแน่น มีอัตราส่วนช่องว่างโดยปริมาตรมากกว่าร้อยละ 45 น้ำซึมผ่านได้ง่ายไม่ยึดพองตัว แต่อาจเปลี่ยนรูปได้โดยลงปริมาตรเดิมไว้ ความสามารถของเนื้อวัสดุเดิมในการรองรังน้ำหนักเป็นเยี่ยม ถ้าได้บังคับให้เม็ดทรายทรุดตัวสนิทมีช่องว่างน้อยมีความสามารถด้านแรงเฉือนนได้จากความเสียดทาน เนื่องจากแรงฝืดระหว่างเม็ดน้อยใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. พวกดิน ลักษณะของเนื้อที่เป็นเม็ดละเอียดมาก มีความเชื่อมแน่นมาก มีอัตราส่วนช่องว่างแตกต่างกันมากระหว่าง 25 ถึง 93% น้ำซึมฝ่ายได้ยาก มีการยืดพองตัวเปลี่ยนรูปได้มาก เปลี่ยนปริมาตรได้ และเปลี่ยนรูปขนาดได้แม้ขณะไม่ต้องรับน้ำหนักหรือเมื่อบรรทุกน้ำหนักอยู่ หรือแม้ภายหลังจากเอาน้ำหนักบรรทุกออกแล้ว ความสามารถต้านแรงเฉือนขึ้นอยู่ที่แรงเชื่อมแน่น คือ ความต้านทานได้จากการที่เม็ดติดเกาะดึงกันอยู่ วัสดุที่ประกอบเป็นพวกชั้นดิน-หิน ดินแข็งต่างๆ มีคุณลักษณะและความสามารถแตกต่างกันไปมาก

3. ชั้นดินแข็งมาก เป็นชั้นที่เนื้อวัสดุอัดตัวแน่น แข็ง อาจมีทั้งทราย ดิน หรือหินก้อนโตอย่างใดอย่างหนึ่งผสมกันก็ได้ หรืออาจมีเพียงทรายกับกรวดเท่านั้น

4. ชั้นดินเกิดจากอินทรียสาร หรือชั้นฝุ่นหิน ดินพวกนี้เมื่อแห้งมีความฝืดผิวน้อย ไม่อ่อนตัว แต่ไม่เหมาะใช้เป็นชั้นรับน้ำหนัก เพราะเมื่อมีน้ำผ่านมา หรือเมื่อระดับน้ำใต้ดินเปลี่ยนระดับ เกิดการทรุดตัวได้ง่าย

5. ชั้นดินเกิดจากอินทรียสาร ชั้นนี้เกิดจากการอัดตัวแน่นทับถมกันอยู่ของพวกพืช หรือสัตว์ การอัดทับถมนี้เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอากาศ ทำให้อุณหภูมิร้อนจัดหรือเย็นจัด มักมีสีเทาอ่อนหรือเทาแก่ มีซากพืชเปื่อยเน่า ผสมอยู่พอมองเห็นในเนื้อ หรือบางทีมีทรายหรือเปลือกหอยปนอยู่ก็มี

6. ชั้นที่เป็นทรายเนื้อละเอียด ใช้รับน้ำหนักได้ดีเพราะอัตราส่วนช่องว่างในเนื้อมีน้อย เป็นทรายที่มีเนื้อละเอียดมากแล้ว

7. ชั้นพวกซากพืช เป็นชั้นที่เกิดจากซากใบไม้ ใบหญ้า พวกถ่านไม้ ทับถมตัวอยู่มีสีอ่อนหรือดำจัดเนื้อดินยังมีเสี้ยนจากพืชเหลือผสมอยู่มาก มักมีกลิ่น การรับน้ำหนักไม่ดี

8. ชั้นดินทับถมใหม่ พวกดินถมใหม่ยังไม่แน่นตัวดีนัก บางทีใช้ทิ้งขยะทับถม ชั้นดินนี้ไม่ควรให้รับน้ำหนักโดยตรง เพราะการอัดตัวให้แน่นของเนื้อดินจะก่อให้เกิดการทรุดตัวลง

9. ชั้นหินธรรมชาติ เป็นชั้นซึ่งเป็นเปลือกแข็งของโลก ความลึกของชั้นหินได้โดยการเจาะทดสอบ ถ้าพบชั้นหินชนิดที่ถูกน้ำแล้วละลายได้ ต้องปรึกษานักธรณีวิทยาถึงวิธีป้องกัน และระวังในการออกแบบฐานรากเป็นพิเศษ

10. ชั้นหินเชลเปราะอัด เป็นชั้นที่มีคุณสมบัติของเนื้ออยู่ระหว่างก่อนที่ดินเหนียวจะกลายเป็นหินชนวน เนื่องจากชั้นหินเชลถูกอัดกดแน่นด้วยแรงมหาศาล แต่โดยที่พวกแร่ธาตุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อื่น ๆ ผสมชั้นหินเชลถูกอัดกดแน่นด้วยแรงมหาศาล แต่โดยที่พวกแร่ธาตุอื่น ๆ ผสมชั้นหินเชลนี้จึงไม่เปลี่ยนลักษณะเดิมมากนัก แต่อาจเกิดความอ่อนตัวเสียหาย ถ้าถูกบดดขลกหรือมีน้ำผ่าน

11. ชั้นดินเหนียวปนทราย พวกดินเหนียวปนทรายนี้ มักมีอินทรียสารอื่นผสมอยู่ด้วย เมื่อโดนน้ำจะอ่อนนุ่ม ถ้าใช้ในการทำฐานราก ควรแสมกรวดเพิ่มความแข็งแรงมากขึ้น เสียก่อนจะช่วยให้การระบายน้ำดีขึ้นด้วย

12. ชั้นกรวด ชั้นกรวดรับน้ำหนักได้ดีมาก ทำการระบายน้ำได้ง่าย รับแรงกดอัดได้ดี น้ำใต้ดินและการดูดซึม

ระดับของน้ำใต้ดินโดยทั่ว ๆ ไปแล้ว มีแนวขนานตามไปกับแนวระดับผิวดิน ระดับน้ำใต้ดินจะอยู่ต่ำกว่าแนวระดับผิวดินมาก ในเมื่อมีโพรง มีแอ่ง ช่องว่างแห้งอยู่ใต้ดิน หรือเมื่ออยู่ใต้อาคาร หรือใต้พื้นที่ถนนลานพื้นที่กว้างมาก หรือเมื่อมีการสูบน้ำใต้ดินออกในบริเวณใกล้เคียง

น้ำใต้ดินมีความสำคัญมากต่อความสามารถรองรับน้ำหนักบรรทุกของดินบางชนิด เช่น ดินเหนียว ทรายละเอียด หินฝุ่น เป็นต้น นอกจากนี้น้ำใต้ดินมีความสำคัญต่อ

1. การกำหนดระดับความลึกของหัวเข็มไม้
2. ค่าแรงงานขุดดิน
3. ค่าวัสดุทำฐานราก และการทำแบบหล่อ
4. ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในการป้องกันแรงดันน้ำ

ดารดูดซึมตัวสูงระดับขึ้นของน้ำ เกิดเนื่องจากการดึงดูดของอณูเส้น ตัวอย่างที่เห็นได้ง่าย ๆ คือ ลองเอาผ้าแห้งหย่อนปลายจุ่มน้ำ น้ำจะดูดเปียกซึมสูงระดับขึ้นได้ จากการทดสอบชั้นดินต่าง ๆ ปรากฏว่าเนื่องจากการดึงดูดของอลูทำให้ระดับน้ำสูงแตกต่างกันได้ดังนี้

1. กรวดหยาบ มีขนาดเม็ดตั้งแต่ 2 มม. ขึ้นไปต่อระดับน้ำไม่สูงขึ้น
2. ทรายหยาบ ขนาดเม็ด 0.06 - 2 มม. ต่อ สูงขึ้น 0 - 30 ซมฒ
3. ทรายละเอียด ขนาดเม็ด 0.002-0.06 มม. ต่อ สูงขึ้น 0-90 ซม.
4. ดินเหนียว ขนาดเม็ดเล็กกว่า 0.002 มม. สูงขึ้น 3.00 ม.

จากการทดสอบดิน ดินจะมีควาหนาแน่นตัวสูงสุดเมื่อมีน้ำอยู่ในอัตรต่างๆ ดังนี้ ทราย 8% ดินปนทรายละเอียด 15% ดินเหนียว 15-20%

เมื่อควบคุมริมาณของน้ำในดินให้อยู่ในนขอบเขตดังกล่าวได้ จะทำให้ดินมีความแน่นตัวดีเมื่อต้องเอาดินใหม่มากที่ถ้าควบคุมอัตราน้ำได้ จะทำให้ดินทรุดตัวได้ยากเข้า

การควบคุมปริมาณน้ำในดินเหนียวทำได้ยาก มีวิธีหนึ่งที่ทำได้ก็คือ การแผ่ชั้นดิน-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหนียวออกให้บางพอสมควร หรือเมื่อตอนแห้งตัวทำการกระทุ้งให้แน่น

พวกทรายที่อยู่ใต้งานฐานราก ทรงตัวอยู่ได้หลวมๆ ต้องทำการป้องกันบังคับไม่ให้เลื่อนตัวหนีได้ และให้ระบายน้ำได้ดี

เมื่อทำการสร้างถนน หรือพื้นวางบนดินต้องทำการบดกระทุ้งให้แน่นตัว ถ้าเป็นกรวดควรใช้รถบดบนขนาดหนักบดทับให้ช่องว่างระหว่างเม็ดชิดกันที่สุด

ความต้านทานต่อการรับน้ำหนักของดิน

ดินอ่อน	1	ตัน/ตารางฟุต
ดินเหนียว	2	"
ทรายเปียก	2	"
ดินเหนียว-ทรายแห้ง	3	"
ดินแข็ง-ทรายหยาบ	4	"
กรวด	6	"
ชั้นดินแข็งมาก	8-15	"
ชั้นหิน	15-75	"

ตามเทศบัญญัติควบคุมการก่อสร้างของเทศบาลนครกรุงเทพ ข้อ 25 น้ำหนักบรรทุกดินประเภทต่างๆ ที่รากฐานของอาคารต้องกำหนดให้เหมาะสมมั่นคงปลอดภัยซึ่งถ้าไม่มีเอกสารการทดลองให้เป็นที่น่าพอใจคณะรัฐมนตรี จะต้องไม่เกินอัตรากำหนดดังต่อไปนี้

ก. ดินอ่อนหรือดินถมไว้	2	ตัน/ตารางเมตร
ข. ดินปานกลางหรือทายร่วน	10	"
ค. ดินปนหรือทรายร่วน	20	"
ง. กรวดหรือดินดาน	40	"
จ. หินปูนหรือหินทราย	80	"
ฉ. หินอัคนี	150	"

ความต้านทานของดินในบริเวณกรุงเทพมหานครในการรับแรงเฉือน

ดินอ่อนมาก น้อยกว่า	1.25	ตัน/ม^2
ดินอ่อน	1.25-2.5	"
ดินปานกลาง	2.5-5	"
ดินแข็ง	5-10	"
ดินแข็งมาก	10-20	"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดินแข็งมาก	10-20	ตัน/ม^2
ดินแข็งมาก มากกว่า	20	"

เฉพาะดินแข็งมากระยะลึกอยู่ประมาณ 21.00-22.0 ม. ความสามารถในการรับน้ำหนักของดิน 80% ได้จากแรงฝืดพยุงผิว รวมกับ 20% ได้จากแรงต้านปลายกดของเข็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 ความร้อน

ความร้อนมีคุณสมบัติที่สำคัญประการหนึ่งคือ ความร้อนจะเคลื่อนที่เข้าหาความเย็นเสมอ วัตถุสองอย่างที่อยู่ใกล้กันและมีอุณหภูมิแตกต่างกัน ความร้อนที่วัตถุหนึ่งจะเคลื่อนที่ไปยังอีกวัตถุหนึ่งที่เย็นกว่าเร็วยิ่งขึ้น การเคลื่อนตัวของความร้อน แยกได้เป็น 3 ลักษณะ คือ

1. การพาความร้อน

การพาความร้อนคือ การที่ความร้อนของอากาศลอยตัวขึ้น ในที่ ๆ ถูกปิดทำให้อากาศอุ่นชื้นและเกิดการหมุนเวียน เมื่อเย็นตัวก็จะลอยต่ำลง

2. การนำความร้อน

การรนนำความร้อนคือ การนำความร้อนโดยผ่านวัสดุแข็งหรือจากวัสดุหนึ่งไปยังอีกวัสดุหนึ่งซึ่งอยู่ติดกัน ถ้าวัสดุนั้นเนื้อแน่น ความร้อนจะยิ่งผ่านได้เร็วขึ้น ประเทศที่มีอากาศร้อน ถ้านำอิฐมาใช้ในในการก่อสร้างจึงยังเป็นวัสดุก่อสร้างที่เหมาะในการใช้เพราะเป็นฉนวนกันความร้อนได้ดีในตอนกลางวัน ความร้อนที่เข้าสู่ตัวอาคารเกือบจะถึงภายในอาคาร ตอนกลางคืนอากาศภายนอกเย็นลง จะทำให้ผนังคลายความร้อนทันที ผนังที่มีความหนาจุยิ่งมีความเย็น

3. การแผ่รังสีความร้อน

การแผ่รังสีความร้อนคือ การกระจายความร้อนหรือแผ่ความร้อน จากทุก ๆ สิ่งที่มีความร้อนไปสู่ความเย็น โดยผ่านไปในอากาศ เช่น ความร้อนจากดวงอาทิตย์ทำให้ผนัง กระจก หลังคา เกิดความร้อน แล้วแผ่ความร้อนออกไปหรือสะท้อนความร้อนไปที่ผิววัสดุอื่น รวมทั้งตัวคนด้วย และยังทำให้เกิดการหมุนเวียนทำให้อากาศร้อนขึ้น

การออกแบบสิ่งต่าง ๆ เพื่อให้เย็นสบาย จะต้องออกแบบให้มีการถ่ายเทอากาศให้ได้สัดส่วนกับความร้อน ถ้ามีการถ่ายเทได้เร็วจะให้ความรู้สึกเย็น นอกจากนี้ยังต้องอาศัยความสมดุลย์ในเรื่องอื่น ๆ อีก เช่น การเลือกใช้วัสดุที่มีความเหมาะสม การปลูกสร้างอาคารให้ถูกทิศทางลมและ การเลือกใช้วัสดุที่ใช้สำหรับการก่อสร้าง

การได้รับรังสีความร้อนรับได้อยู่ 2 ทาง คือ

1. ได้รับรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์

2. ได้รับการสะท้อนจากพื้นดินและจากอาการข้างเคียง

ความร้อนทั้ง 2 ทางในอากาศนี้ จะเข้าสู่หลังคา ผนัง ฯลฯ ผ่านช่องต่างที่เปิดไว้ และเข้าภายในที่เกิดจากไฟฟ้า ที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อความสุขสบาย เช่น จากเตาหุงต้ม หลอดไฟฟ้าให้แสงสว่าง ความร้อนจากเตารีด ฯลฯ และถ้าอาคารใดมีจำนวนรวมกันมากคน และหนาแน่นก็จะทำให้อากาศร้อนอบอ้าวขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 การระบายความร้อน

รังสีความร้อนและแสงสว่างที่อาคารได้รับ

นอกจากรับสีที่ส่งลงมาโดยตรงจากดวงอาทิตย์แล้ว ยังได้รับจากการสะท้อนจากพื้นดินและอาคารข้างเคียง และจากความร้อนในอากาศที่นำความร้อนมาสู่ผนังและผ่านบานเปิดต่าง ๆ สู่ภายในอาคารโดยการพาความร้อน และนอกจากความร้อนโดยธรรมชาติแล้วยังเกิดจากไฟฟ้า เช่น หลอดไฟฟ้าให้แสงสว่าง และเกี่ยวกับจำนวนคน ถ้าอยู่รวมกันหนาแน่นก็จะทำให้เกิดอากาศร้อนอบอ้าวได้

ผลของความร้อนที่มีต่อวัสดุต่าง ๆ (THERMAL EFFECTS OF MATTERIALS)

อัตราการแพร่ความร้อนออกและเข้าในอาคารขึ้นอยู่กับคุณสมบัติต่างๆ ของวัสดุดังนี้

ความสามารถในการนำความร้อน

ความต้านทาน

และการส่งหรือถ่ายความร้อน

ลักษณะผิวที่โดนรังสีความร้อน - ความสามารถในการดูดซึม

- การสะท้อน

- การแผ่หรือคลายความร้อน

อัตราการพาความร้อนที่ผิว

ความจุความร้อน (ความจุความร้อน คือจำนวนความร้อนที่ทำให้วัสดุในเนื้อที่ 1 หน่วยหรือปริมาตร 1 หน่วย มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส)

ความโปร่งใสของวัสดุที่รังสีคลื่นยาวผ่านไปได้

การถ่ายความร้อน

ความร้อนถ่ายเทได้จากหลักใหญ่ 3 ประกาน

1. การนำความร้อน

2. การพาความร้อน

3ง การแผ่รังสีความร้อน

และในบางสภาพ การระเหยก็มีส่วนสำคัญในการถ่ายเทความร้อน

1. การนำความร้อน เกิดขึ้นจากความร้อนไหลผ่านไปตามวัตถุอย่างหนึ่งไปสู่วัสดุอีกอย่างหนึ่งซึ่งสัมผัสกัน

1.1 สสาร ตัวนำความร้อนทีดี เช่น โลหะ หิน และคอนกรีต ตัวนำความร้อนที่เลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

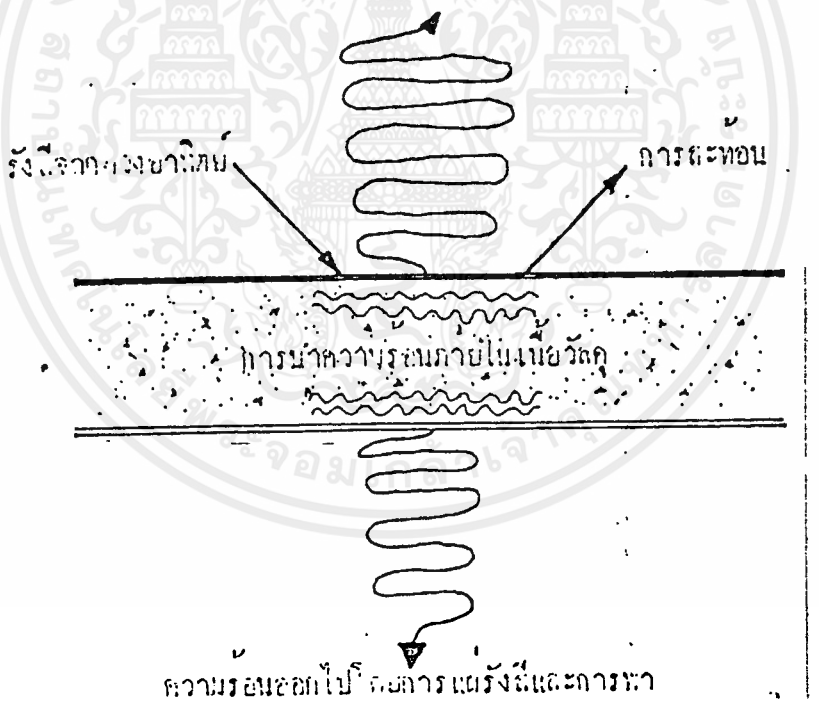
1.2 ความหนาแน่น

1.3 ความชื้นในสสาร

1.4 ความแตกต่างของระดับความร้อน

2. การพาความร้อน เกิดขึ้นในของเหลวหรือก๊าซ ซึ่งมีความหนาแน่นแตกต่างกันในเมื่อระดับความร้อนแตกต่างกัน ทำให้เกิดความเคลื่อนไหวของของเหลว หรือก๊าซนั้นและการเคลื่อนไหวนี้เองทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อน

3. การแผ่รังสีความร้อน เป็นขบวนการที่เกิดขึ้นเมื่อความร้อนแผ่ออกจากวัตถุและเคลื่อนที่ไปในอากาศสู่วัตถุอีกชนิดหนึ่ง เรียกว่าการแผ่รังสีความร้อน การแผ่รังสีความร้อนนี้ส่งออกเป็นคลื่น เพราะความถี่ของคลื่นนั้นขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของวัตถุที่แผ่รังสีความร้อนออกมาสสารทุกชนิดสามารถแผ่รังสีความร้อนออกมาและความมากน้อยของการแผ่รังสีนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของวัตถุและจากธรรมชาติของผิววัตถ



รูปที่ 20 แสดงการแผ่รังสีความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อรังสีความร้อนกระทบผิววัตถุทึบแสง บางส่วนจะถูกดูดซึมและสะท้อนบางส่วนออกมาส่วนที่ดูดซึมจะทำให้วัสดุมีอุณหภูมิสูงขึ้นจนสามารถถ่ายเทความร้อนให้แก่อากาศโดยการแผ่รังสีและการพาความร้อนและถ่ายเทภายในตัวของมันเอง โดยการนำความร้อน

วัสดุมีความสามารถในการถ่ายเทความร้อนดังนี้

ความสามารถในการดูดซึมรังสีความร้อน

ความสามารถในการสะท้อน

ความสามารถในการถ่ายเทความร้อนโดยการ แผ่รังสี

การแผ่ความร้อน เกิดขึ้นเมื่อมีการคายรังสีความร้อน และการเปลี่ยนคลื่นของรังสีความร้อนนี้เป็นความร้อน เหตุที่บรรยากาศเบื้องบนมีอุณหภูมิต่ำก็เพราะไม่มีสิ่งใดที่จะมารับคลื่นนี้เพื่อจะเปลี่ยนเป็นความร้อน รังสีของดวงอาทิตย์จึงไม่ถูกดูดจนกระทั่งมากระทบบรรยากาศหรือผิวโลก

ความสามารถในการดูดความร้อนเป็นเพียงแต่ตัวประกอบเพื่อชี้จำนวนของการแผ่รังสีที่ถูกดูดโดยผิววัตถุ เปรียบเทียบกับวัตถุสีดำภายใต้ภาวะอย่างเดียวกัน วัตถุสีดำสนิทหรือผิวดูดรับสีความร้อนหมดและไม่สะท้อยหรือถ่ายเทความร้อนเลย ดังนั้น วัตถุเช่นนี้จึงเรียกเป็นหน่วยของการดูดความร้อนหมดและไม่สะท้อนหรือถ่ายเทความร้อนเลย ดังนั้น วัตถุเช่นนี้จึงเรียกเป็นหน่วยของการดูดความร้อนเป็นจำนวนเต็มเท่ากับ 1.0

รังสีความร้อนที่ถูกผิวหนังวัตถุนั้นอาจถูกดูดหรือสะท้อนออกมา รังสีคามร้อนที่ถูกดูดและสะท้อนรวมกันจะเท่ากับจำนวนรังสีความร้อนที่มาถูกพื้นผิวนั้น ถ้าวัตถุนั้นดูดรังสีคามร้อนได้ดี ก็จะถ่ายเทความร้อนได้ด้วย

การแผ่คามร้อนแปรไปตามอุณหภูมิของผิววัตถุ ส่วนการดูดซึมอาจแปรไปตามอุณหภูมิของตัวแผ่รังสีความร้อนเท่ากันในที่ร่ม แต่ถ้ามันถูกแสงอาทิตย์ สีดดำจะดูดความร้อนได้มากกว่าสีขาวหลายเท่า

โลหะที่มีผิวมันมีการแผ่ความร้อนต่ำ แต่พวกที่ไม่ใช่โลหะจะมีการแผ่ความร้อนสูงโดยอลูมิเนียมจะแผ่ความร้อนออกได้น้อยกว่าผิววัตถุสีขาว แม้ว่าอลูมิเนียมจะมีความสามารถในการสะท้อนสูง แต่ภายในเนื้ออลูมิเนียมบาง ๆ เป็นตัวป้องกันความร้อนที่ฝ้าเพดานจะได้ผลดี เพราะมีมวลของอลูมิเนียมน้อยมาก จึงทำหน้าที่สะท้อนความร้อนออกได้เต็มที่

วัสดุต่างชนิดดกันจะมีคุณภาพในการดูดซึมและปล่อยความร้อนไม่เท่ากัน เราไม่สามารถหยุดการถ่ายเทความร้อน ทางที่ดีที่สุดคือทำให้ความร้อน่านไปได้ช้าลง ซึ่งสามารถทำได้สามวิธี คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ใช้ที่ว่างสำหรับอากาศเป็นตัวป้องกันความร้อนหรือพาความร้อนออกไปโดยอาจจะทำหลังคาหรือผนังสองชั้นมีช่องว่างตรงกลางให้อากาศช่วยดักความร้อนหรือให้อากาศระบายถ่ายเทออกได้โดยมีช่องเปิดทำที่ระบายอากาศโดยรอบฝ้าชายคาบ้านด้วยการดีระแนงไม้ไปร่งหรือทำช่องลมระบายอากาศร้อนออกทางหน้าจั่ว
2. ใช้วัสดุที่มีผิวสะท้อนความร้อน
3. ใช้สีหรือวัสดุที่ดูดซึมความร้อนได้น้อย

นอกจากนี้การเพิ่มขนาดหรือความหนาของวัสดุจะทำให้ความร้อนผ่านสู่ภายในได้ช้าลง และทำให้อุณหภูมิที่เดียวกันแก่างกันได้ หลังคาที่มีมุมลาดชัน พับจีบ หลังคารูปโค้งจะช่วยลดปริมาณความร้อนลงได้

ช่วงเวลาที่ความร้อนผ่ายผิวนอกสู่วใน หรือผิวบนสู่ผิวล่าง เรียกว่า แอลเอจี การเพิ่มความหนาของวัสดุไม่เพียงแต่เพิ่มช่วงเวลาการผ่านของความร้อนมากขึ้นเท่านั้น แต่ยังยืดระยะเวลาการที่วัสดุจะพูดซึมความร้อนไว้ด้วย

การคายความร้อนากหลังคาและผนังภายนอก

ความร้อนจะ ถูกคายออกโดยการแผ่รังสีและการพาความร้อน ในเวลากลางวันวัสดุจะได้รับรังสีจากดวงอาทิตย์และคายความร้อนแต่เพียงเล็กน้อย ซึ่งทำให้ผิวนอกของตัวอาคารร้อนกว่าอากาศภายนอก เมื่อเราสัมผัสกับผนังโบสถ์หรือศาลาวัดไทยที่ก่อด้วยปูนหรือหินอ่อนจะรู้สึกเย็นกว่าปกติ

หลังคาอาคารในต่างปประเทศจึงถูกครอบคลุมด้วยน้ำแข็ง (จากน้ำค้างหรือหิมะ) เมื่ออุณหภูมิในอากาศสูงกว่าจุดเยือกแข็ง ตัวอย่างการทดลองในฤดูใบไม้ผลิ ที่รัฐอริโซนา ประเทศสหรัฐอเมริกา เมื่ออุณหภูมิในอากาศใกล้ผิวโลกเท่ากับ 40 องศาฟาเรนไฮต์ ไม่มีลมผิววัสดุจะเย็นประมาณ 14 องศาฟาเรนไฮต์

ลมจะมีส่วนช่วยในการคายความร้อนของวัสดุ เพราะลมจะช่วยให้วัสดุคายความร้อน โดยการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

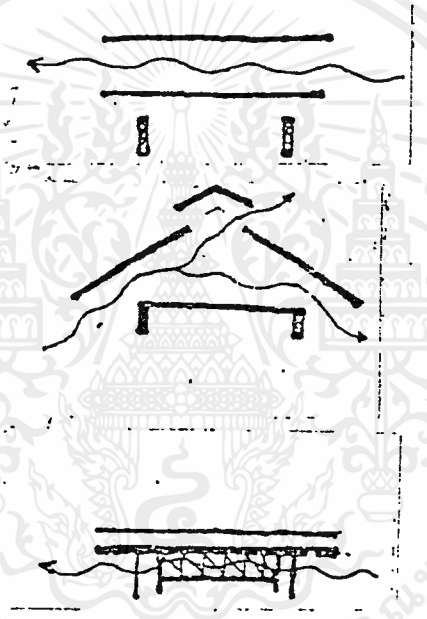
ตัวอย่างเปรียบเทียบของความร้อนที่ผ่านผนังและความร้อนบนพื้นดินชนิดต่าง ๆ (ทดลองทำในรัฐฟลอริดา ประเทศสหรัฐอเมริกา)

ที่แดดความร้อนที่ผ่านผนังไม้ทาสีอ่อนวัดได้	40 บีทียู/ตร.ฟุต
เมื่ออยู่ในที่ร่มวัดได้	27 บีทียู/ตร.ฟุต
ที่แดดความร้อนที่ผ่านกระจกวัดได้	1227 บีทียู/ตร.ฟุต
เมื่ออยู่ในที่ร่มวัดได้	346 บีทียู/ตร.ฟุต

สนามหญ้าที่แดดวัดได้ 89 องศา ในร่มวัดได้ 39 องศาฟาเรนไฮต์

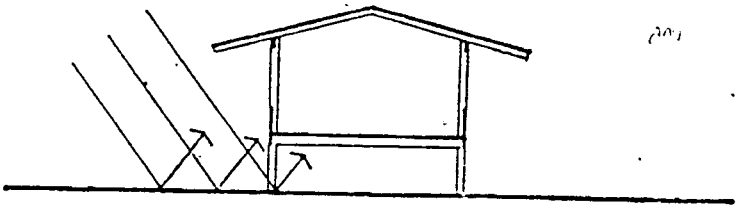
คอนกรีตที่แดดวัดได้ 111 องศา ในร่มวัดได้ 53 องศาฟาเรนไฮต์

ยางแอสฟัลท์แดดวัดได้ 106 องศา ในร่มวัดได้ 51 องศาฟาเรนไฮต์



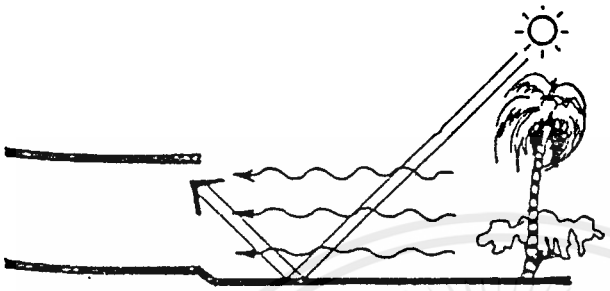
การจัดทำพื้นดินบริเวณอาคารเพื่อป้องกันความร้อน

1. ยกอาคารให้สูงจากพื้นดิน เพื่อพยายามหลีกเลี่ยงการสะท้อนความร้อนจากพื้นดินบริเวณรอบอาคาร เพราะดินมีคุณสมบัติที่ดูดความร้อนได้เร็วและสามารถสะท้อนความร้อนออกมาได้

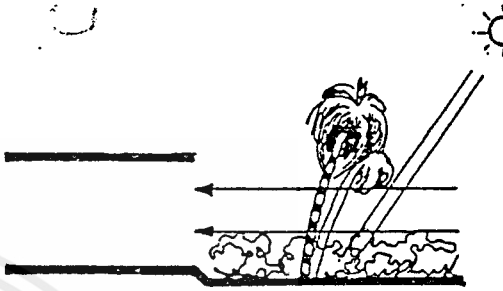


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ใช้พืช พุ่มไม้ ต้นไม้สนาม ฯลฯ เพื่อมิให้ดินบริเวณใกล้อาคารถูกแสงแดดโดยตรง และหลีกเลี่ยงการทำคอนกรีตโดยรอบหรือทางเดินติดอาคาร เพราะจะทำให้ร้อนมากและเกิดแสงจ้าสะท้อนเข้าตาได้



ลมร้อนและแสงจ้า



ลมเย็นสบาย

3. ถ้าต้องการลานหรือเฉลียง ควรจะทำดังนี้

ก. หาร่มเงาให้แก่เฉลียง

ข. พยายามใช้วัสดุที่มีผิวด้าน และสีทึมๆ เพราะสะท้อนความร้อนได้น้อยกว่าและสะท้อนความร้อนได้น้อยกว่า ทั้งการระเหยของน้ำยังช่วยให้อากาศเย็นลง ตัวอย่างเช่นที่ Palace of Justice ออกแบบโดย Le Corbusier เป็นอาคารสร้างในสระ

จากการทดลองที่ University of Florida เขาจัดให้ท่อพ่นน้ำออกเป็นรูปพัด วงระยะห่างกัน 30 นิ้ว ถึง 36 นิ้ว ตลอดสันหลังคาจั่ว และบนหลังคาแบนปปรากฏว่าอุณหภูมิภายใต้หลังคาลดจาก 150 องศาฟาเรนไฮต์ ลงมาเป็น 100 องศาฟาเรนไฮต์เท่ากับ 33.33 เปอร์เซ็นต์

สรุปหลักในการป้องกันความร้อนจากดวงอาทิตย์

1. โดยใช้ที่กำบังแสงแดด ซึ่งที่บังแดดนี้จะป้องกันแสงแดดที่ตกลงมาโดยตรงบนส่วนต่างๆ ของอาคาร

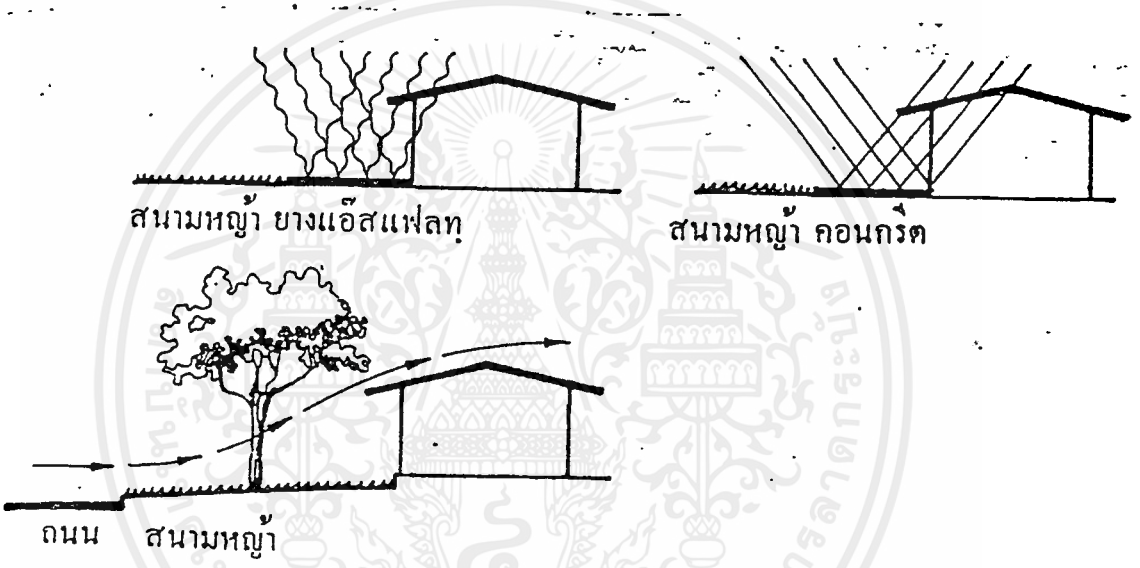
2. ความสามารถในการสะท้อนแสงและความร้อน โดยการใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติในการสะท้อนแสงได้ดี เช่น วัตถุที่มีพื้นผิวเป็นมัน หรือมีสีอ่อน

3. ความจุความร้อน โดยการใช้วัสดุที่ไม่เก็บสะสมความร้อนจากดวงอาทิตย์ หรือ วัสดุที่แผ่รังสีความร้อนได้สูง เช่น กระจก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การระบายอากาศ โดยการให้มีช่องว่าง หรือที่สำหรับอากาศถ่ายเทได้สะดวกตามพื้นผิวที่ต้องกระทบความร้อน เช่นให้มีอากาศถ่ายเทไปตามช่องลมบนหลังคาหรือผนังเพื่อให้อากาศเป็นตัวพาความร้อนออกไป

5. วางอากาศให้ถูกทิศทาง โดยเอาด้านแคบของอาคารหันไปทางทิศตะวันออก-ตะวันตก และการจัดผังที่ตั้งอาคารให้เหมาะสม นำภูมิสถาปัตยกรรมมาช่วยบังร่มเงาให้กับอาคารและบริเวณที่ว่าง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 การระบายอากาศ

การระบายอากาศ คือการเปลี่ยนเอาอากาศเก่าภายในห้องออกไป และมีอากาศใหม่สิ่งสดชื่นกว่ามาแทนที่

การออกแบบอาคารในเขตร้อนชื้น ถ้าไม่ใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์มาช่วย เช่น พัดลม เครื่องปรับอากาศ ก็ต้องคำนึงถึงการถ่ายเทอากาศตามวิธีธรรมชาติให้มากที่สุดและให้มีพัดลมผ่านเข้ามาในห้องโดยรอบร่างกายผู้ที่อยู่อาศัย เพื่อเพิ่มความสบายให้แก่ร่างกายทำให้ได้รับอากาศบริสุทธิ์จากภายในห้อง ช่วยลดความร้อนและความชื้น ประเทศในเขตร้อนชื้นนี้ ส่วนใหญ่ต้องการลมตลอดปี แม้แต่ประเทศในเขตอุ่นก็ต้องการกระแสลมในหน้าร้อนเช่นเดียวกัน การออกแบบช่องเปิดในตัวอาคาร จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการที่ผู้อยู่อาศัยจะได้รับความสบาย

1. กระแสลม(WIND ANALYSIS)

กระแสลมในอาคารเกิดขึ้นได้อย่างไร การเกิดกระแสลมหรือการเคลื่อนไหวของอาคารในที่ทั่วไปเกิดขึ้นได้จาก

1. ความแตกต่างของความกดอากาศ
2. ความแตกต่างของอุณหภูมิ

เนื่องลมพัดผ่านอาคาร มันจะพัดโอบอาคาร ทำให้เกิดเป็นความกดอากาศสูงและต่ำโดยทั่วไป เขตที่มีความกดอากาศสูง คือส่วนที่ลมพัดมาปะทะกับผนัง ส่วนที่มีความกดอากาศต่ำ ซึ่งอาจจเรียกว่า WIND SHADOW คือลมในเขตด้านหลังของอาคาร

ลมที่พัดผ่านห้อง เกิดจากอากาศที่ถูกบังคับให้ผ่านช่องเปิดด้วยความกดสูง และผ่านช่องเปิดอีกด้านสู่ความกดที่ต่ำกว่า เหมือนกับลมทั่วๆ ไป อากาศภายในอาคารก็เช่นเดียวกันคือไหลจากที่ที่มีความกดดันต่ำ เหมือนกัน ทำให้เกิดลมอ่อนๆ ภายในอาคารซึ่งทำให้ร่างกายสบายขึ้น ความแตกต่างของอุณหภูมิ เป็นสาเหตุให้เกิดการเคลื่อนไหวของอากาศเหมือนกัน แต่โดยธรรมชาติจะเกิดเป็นส่วนน้อย กระแสลมจึงเกิดขึ้นจากบริเวณความกดอากาศที่ต่างกันมากกว่าอุณหภูมิที่ต่างกัน ถ้ามีช่องทางเข้าของลมเข้าอยู่ด้านเดียวของห้องในทิศทางที่รับลม ก็จะไม่เกิดผลอันใด เพราะผนังด้านตรงข้ามกับหน้าต่างทางลมเข้านั้น เป็นเหมือนเขื่อนบังลมอยู่ จะทำให้เกิดบริเวณความกดอากาศสูงในอาคารและถ้าห้องนั้นอยู่ตรงกันข้ามกับด้านที่รับลม ก็จะเกิดบริเวณความกดอากาศต่ำ

เพื่อที่จะให้เกิดการถ่ายเทของอากาศ จะต้องออกแบบให้เกิดบริเวณความกดอากาศสูงและความกดอากาศต่ำต่อเนื่องกัน ที่สำคัญกว่าคือ จะต้องมีช่องทางเข้าทางด้านบริเวณความกดอากาศสูง และช่องทางออกทางด้านความกดอากาศต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ แสดงบริเวณความกดอากาศสูงโดยทั่วไป
จะเกิดในบริเวณใกล้ฝาผนังของอาคาร
ที่ถูกลมปะทะหรือผนังของอาคารด้านที่
บังกระแสลม

รูปที่ แสดงลมที่พัดผ่านด้านข้างหรือเหนืออาคาร
ออกไป ซึ่งจะทำให้เกิดบริเวณความกดอากาศ
ต่ำ

รูปที่ เนื่องจากกระแสลมพัดจากบริเวณความกด
อากาศสูงสู่บริเวณความกดอากาศต่ำเพื่อให้
ลมพัดผ่านห้องจึงต้องมีช่องเปิดบนผนัง
ด้านที่ติดกับบริเวณความกดอากาศสูงเพื่อ
ให้ลมเข้าและบนผนังด้านที่มีความกดอากาศต่ำ
เพื่อให้ลมออก

อัตราความเร็วลมที่พัดผ่านร่างกาย

0.8 ฟุตต่อวินาที	ไม่รู้สึก
0.8-1.6 ฟุตต่อวินาที	รู้สึกสบายโดยไม่รู้ว่ามีลมมาปะทะ
1.6-3.3 ฟุตต่อวินาที	รู้สึกสบายโดยรู้ว่ามีลม

ในที่ที่มีอุณหภูมิสูงมาก อาจต้องการแรงลมหากขึ้นกว่านี้ สถานที่บางแห่ง เช่นสำนักงาน โรงพยาบาล ต้องกำหนดแรงลมเพราะถ้าลมแรงจะทำให้กระดาษปลิวได้ไม่เหมาะกับที่ทำงาน คนไข้ในโรงพยาบาลไม่ต้องการลมแรง ห้องเรียนและสำนักงานที่ต้องการกระแสลมในขนาดที่ให้ความสบาย ควรให้กระแสลมผ่านที่ระระดับศรีษะในเวลานั่งประมาณ 1.20 เมตร จากพื้นห้อง ระดับโต๊ะ จะได้รับลมบ้างเพียงเล็กน้อย

ความกว้างของช่องเปิด

การออกแบบช่องเปิดของห้อง นอกจากจะให้มีทางลมผ่านเข้าห้องแล้วจะต้องจัดให้มีทางลมออกจากห้องด้วยหรืออีกนัยหนึ่งคือ ให้เกิดการเคลื่อนไหวของอากาศทำให้มีการระบายถ่ายเทอากาศ การมีช่องเปิดแต่ในด้านที่รับลมจะได้สามารถทำให้ลมผ่านเข้ามาในห้อง เพราะผนังที่ปิดตันในด้านตรงกันข้ามกับทางลมเข้า จะเป็นเสมือนจากบังลมและเกิดความกดอากาศสูงภายในห้องบริเวณใกล้ผนัง การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกแบบโดยทั่วไปในปัจจุบันมักจะนึกแต่ทางลมพัด แต่ขาดางออกที่เพียงพอ ทำให้ไม่ได้รับลมภายในห้องเท่าที่ควรเพื่อจะให้ได้ลมจำนวนมากที่สุด จะต้องจัดทางลมออกในทิศทางตรงกันข้าม ให้มีขนาดเท่ากับทางลมเข้า

การระบายอากาศภายในห้องที่ดี จะต้องสร้างสรรขนาดห้องให้กว้างใหญ่โล่งโถงและมีทางลมผ่านโดยสะดวก

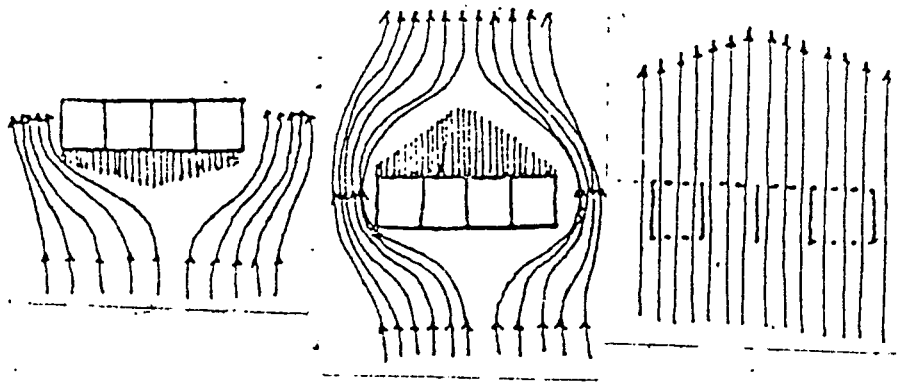
การออกแบบให้มีช่องเปิดทางลมข้างเดียว
จะไม่สามารถทำให้มีลมเข้าอาคารได้

ช่องเปิดทางลมเข้าที่กว้างกว่าทางลมออก
จะทำให้แรงลมสูงขึ้นในบริเวณหน้าห้อง
แต่แรงลมที่เข้ามาในห้องต่ำและน้อย

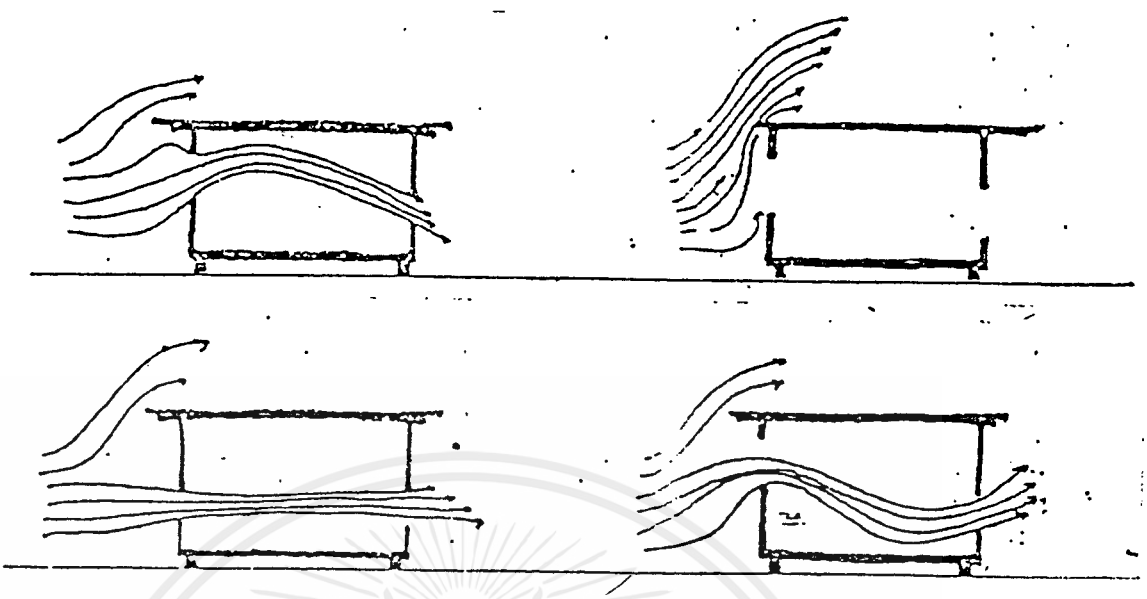
ช่องเปิดทางลมเข้าเท่ากับทางลมออก
จะทำให้จำนวนลมเข้ามาในห้องได้
มากที่สุด

ช่องเปิดทางลมเข้าที่แคบกว่าทางลมออก
จะทำให้รงลมที่เข้ามาในห้องสูงขึ้น

ชายคาและม่านพลิก จะทำให้ลมเปลี่ยนทิศทาง เบนเข้ามาในห้องมากขึ้น

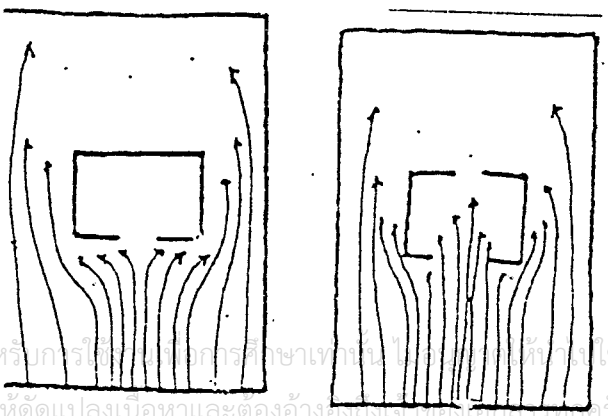


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การออกแบบช่วงเปิดทางลมเข้า เพื่อควบคุมทิศทางลมที่จะเพิ่มเข้ามาในห้อง

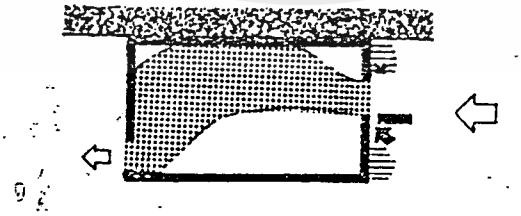
ขนาดของส่วนที่ทึบตันนของผนังบริเวณโดยรอบจะทำให้เปลี่ยนทิศทางลมที่เข้ามาในห้อง เมื่อลมมาปะทะกับผนังส่วนกว้างก็จะมีแรงลมมากกว่า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบอื่นของอาคาร ก็จะทำให้ทิศทางลมเปลี่ยนไป เช่น การยื่นหลังคาลงมาช่วยเปลี่ยนทางลมซึ่งควรจะพัดขึ้นให้เป็นพัดลง เปลี่ยนทิศทางลมซึ่งควรจะพัดลงเป็นพัดขึ้น

หน้าต่างบานเกล็ดมีส่วนช่วยในการบังคับทิศทางลม หน้าต่างบางชนิดถูกออกแบบให้ลมพัดขึ้นบางชนิดทำให้ลมพัดลง แบบที่ 1 เปลี่ยนทิศทางลมให้พัดขึ้น และในแบบที่ 2 เพื่อเพิ่มหน้าต่างบานเกล็ดตามรูป ก็จะเปลี่ยนนทางลมขึ้นเปป็นพัดลง



ทางลมเข้าขึ้นอยู่กับช่องเปิดด้านทางเข้าไม่ใช่ทางออก รูปนี้แสดงว่า ช่องเปิดด้านทางลมออกไม่ได้เปลี่ยนทางเดินของอากาศภายในห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทิศทางลม (AIR FLOW_PATTERN)

เพื่อจะให้เกิดความรู้สึกเย็นสบาย เราจึงต้องให้อากาศพัดผ่านรอบๆ ร่างกาย แต่ในบางเวลาเป็นการยากที่จะบังคับทิศทางได้ตามความต้องการ โดยเฉพาะถ้าใช้ชนิดของหน้าต่างที่ผิด หน้าต่างบางชนิดจะบังคับทิศทางของลมให้ผ่านสูงเหนือศีรษะไป เช่นหน้าต่างบานพลิกบังแดด จะบังคับทิศทางของลมให้พัดขึ้นเพดานแทนที่จะพัดลงสู่พื้น ลมที่พัดขึ้นเพดานเหมาะสำหรับฤดูหนาวเพราะมันจะพัดอากาศเย็นและบริสุทธิ์เข้ามาแสมกับอากาศภายในห้องก่อนที่จะวกลงสู่เบื้องล่าง แต่ในฤดูร้อนลมควรจะพัดผ่านร่างกายโดยตรงเลย ฉะนั้นการจัดทิศทางของกระแสลมจึงมีความสำคัญมาก

ทิศทางของกระแสลมจะเกิดขึ้นได้โดยช่องทางเข้า ซึ่งช่องทางเข้าของอากาศนี้ก็มีหน้าที่เหมือนกับหัวฉีดน้ำ เพราะจะสามารถบังคับทิศทางให้ลมพัดสูงขึ้นสู่เพดานหรือต่ำลงสู่พื้นรวมทั้งพัดไปทางซ้ายหรือทางขวาได้ อากาศจะเคลื่อนผ่านตลอดห้องไปตามทิศทางที่บังคับโดยทางเข้า ทั้.นี้ไม่ต้องคำนึงถึงทางออกเลย อย่างไรก็ตามถ้าบังคับให้ทิศทางของลมพัดขึ้นสู่เพดาน และมีช่องทางออกในทิศ. ทางตรงกันข้าที่พื้น ลมก็จะพัดขึ้นเพดาอยู่นั่นเองแล้วจึงพัดลงสู่พื้นที่ออกไปในช่องทางออกทีหลัง

สรุป

1. อากาศจะไหลจากแหล่งความกดอากาศสูง สู่ความกดอากาศต่ำที่ใกล้เคียง ซึ่งทำให้เกิดลม. อ่อนๆ ภายในห้อง

2. เพื่อที่จะให้เกิดการถ่ายเทดีที่สุดภายในห้อง จะต้องมีช่องทางลมออกเท่ากับทางลมเข้า

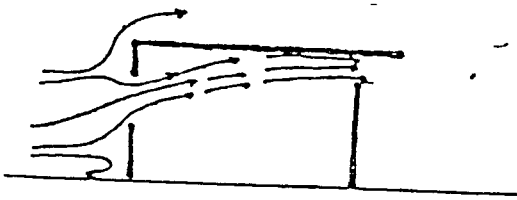
3. ช่องทางลมออกที่ใหญ่กว่าทางเข้าจะเพิ่มความเร็วของลม

4. ทิศทางของลมมิได้เกิดขึ้นจากตำแหน่งของช่องทางออก

5. ตำแหน่งและชนิดของทางเข้า สามารถบังคับกันทิศทางของผ่านห้องได้

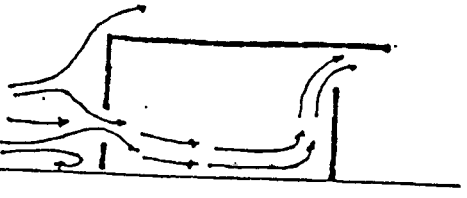
แบบที่ 1

แสดงผนังที่ทำให้ลมพัดขึ้นเพดาน



แบบที่ 2

แสดงผนังที่ทำให้ลมพัดลง

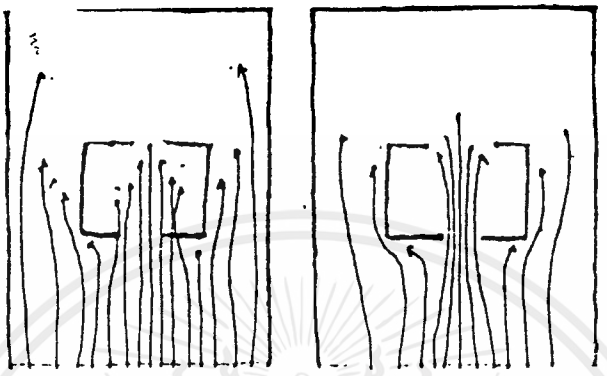


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างภาพแสดงช่องเปิดในรูปต่างๆ ที่จะมีผลต่อกระแสลมและวิธีทำหไภายในห้องได้รับลมตามต้องการ

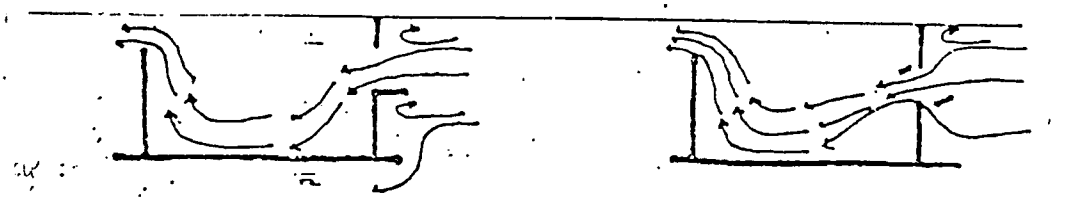
แสดงการเปิดหน้าต่างที่ทำให้ได้รับลมผ่านในระดับความสูงของร่างกาย

เมื่อมีแผงบังแดดสำหรับหน้าต่างยื่นติดกับผนังทางตั้งหรือทางนอน จะทำให้เกิดแรงดันของอากาศบริเวณผนังบังคับให้ลมพัดขึ้น (หรือเบนไปข้างๆ สำหรับแผงบังแดดทางตั้ง)



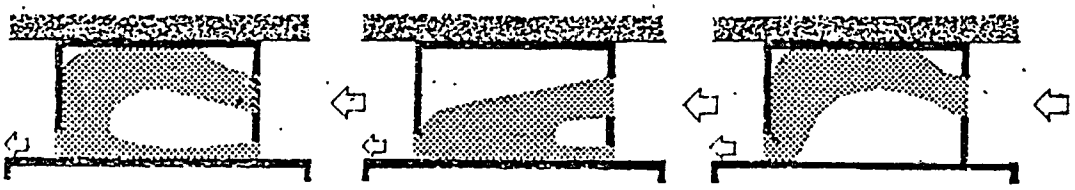
ถ้ายื่นแผงบังแดดห่างออกไปจากผนังโดยมีช่องว่างระหว่างแผงบังแดดกับผนังจะทำให้ได้รับลมในระดับความสูงของร่างกายเช่นเดิม

การแก้ไขดัดแปลงทิศทางลมให้อยู่ในรูปที่ต้องการได้โดยการกะระยะช่องเปิดบนผนัง การเปิดระดูหน้าต่าง และการทำแผงบังแดด ลมที่ผ่านเข้ามาในห้องจะถูกบังคับโดยความดันของอากาศบริเวณส่วนปิดทึงโดยรอบช่องเปิด



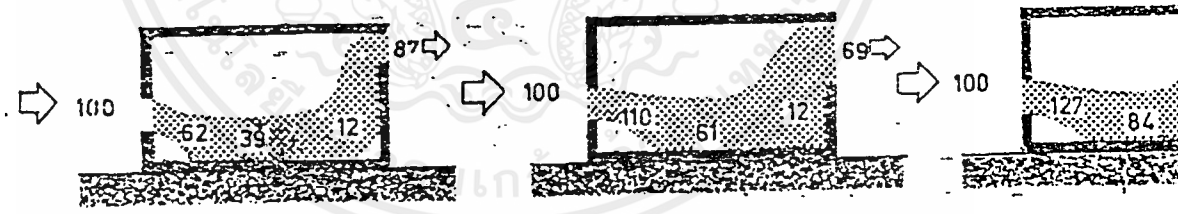
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าต้องการลมให้พัดผ่านร่างกายในระดับต่ำ เช่น เวลานั่ง นอน การเปิดแต่หน้าต่างในระดับความสูงของร่างกาย ในบางครั้งยังไม่เป็นการเพียงพอ หน้าต่างบานต่างควรจะเป็นบานเกล็ดที่หมุนปรับได้เพื่อเปลี่ยนทิศทางลมให้พัดลงต่ำตามต้องการ

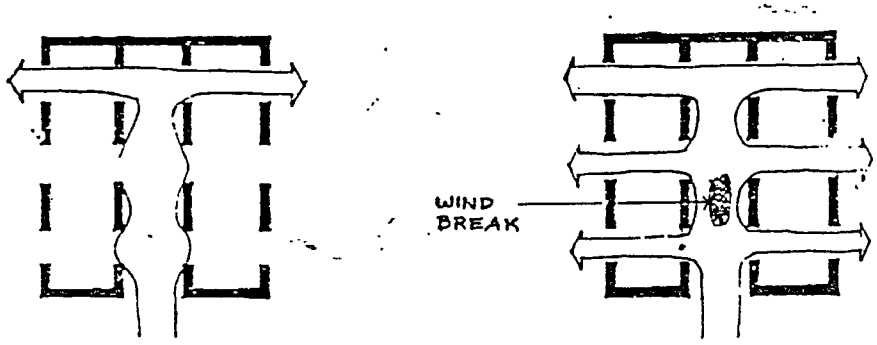


การมีช่องเปิดทางด้านลมเข้าต่ำและทางลมออกสูงก็จะเป็นการช่วยได้

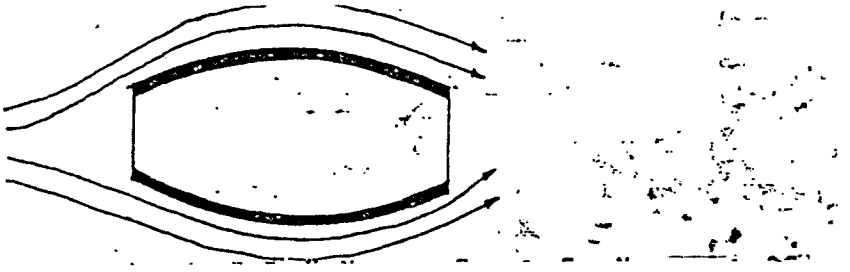
ภาพแสดงแรงลมเมื่อทางลมออกใหญ่หรือสูงกว่าทางลมเข้า สมมุติแรงลมนอกอาคารเท่ากับ 100 แรงลมภายในห้องได้แสดงเป็นอัตราเปอร์เซ็นต์เช่นเดียวกัน

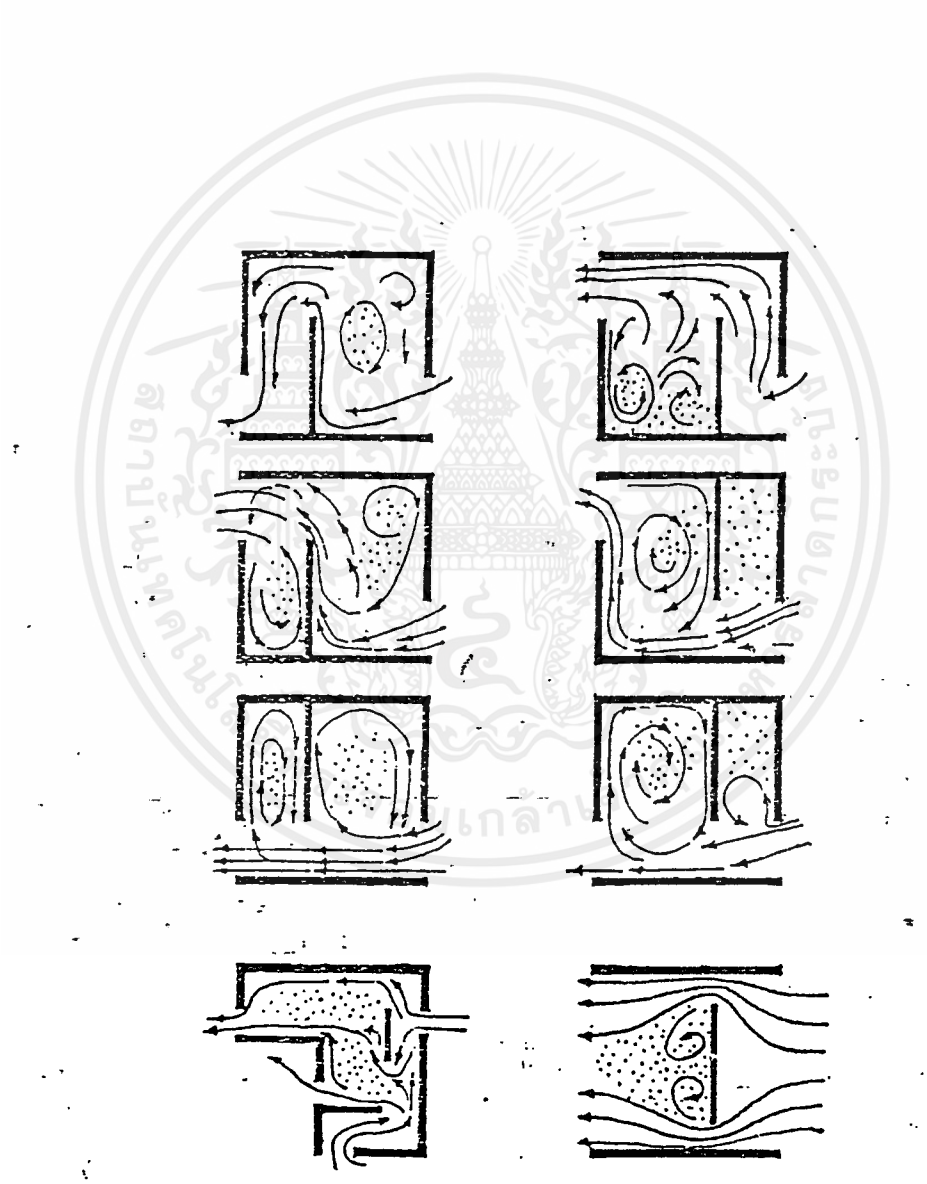


ในอาคารที่ไม่มีทางระบายอากาศโดยตลอด การนำเอาหุ่นรูปปั้น หรือฉากมาช่วยเป็น WIND BREAK ก็จะทำให้ได้รับลมอย่างทั่วถึง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ 21 แสดงการหมุนเวียนของอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ระบบสาธารณูปโภค ในลักษณะทั่วไป

2.3.1 ระบบไฟฟ้า

ในงานก่อสร้างอาคารมีเครื่องมือที่ใช้เป็นเครื่องจักรหลายชนิด นอกจากนี้ก็เปนการใช้ในการให้แสงสว่างในเขตงานก่อสร้างโดยทั่วไป ตั้งแต่งานที่กำลังก่อสร้างบริเวณที่พักคนงาน, สำนักงานสนาม, โกดังเก็บของ เป็นต้น นับเป็ฯสวัสดิการที่ควรจัดหาให้ได้ก่อนอื่นใด ซึ่งทำได้ก่อน ขององอตั้งขาหม้อแปลงชั่วคราว จากการไฟฟ้าเขตที่อยู่ใกล้ท้องถิ่นนั้น พนักงานจะมาประเมินราคาที่จะใช้และจะต้องไปจ่ายเงินก่อน การรอไฟฟ้ามาติดตั้ง ก็ควรให้เวลามากพอสมควร เพราะฉะนั้นจึงจำเป็ฯต้องจัดการสนเรื่องนี้ก่อนเริ่มงานก่อสร้างทั้งหมด

สิ่งสำคัญก็คือ ต้องรู้ล่วงหน้าว่าอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้ามีอะไรบ้าง และต้องการใช้ด้วยกำลังกี่วัตต์ การใช้ถี่มาก หรือใช้เป็นบางครั้ง เพื่อเจ้าหน้าที่จะได้สามารถคำนวนได้นอกจากนี้ ก็ต้องปักเสาเป็นการชั่ว-คราวหรือจะปักไว้เป็นการถาวร เพื่อมีการขอใช้ไฟฟ้าของอาคารปลูกสร้างนั้น

ในกรณีที่รอไฟฟ้าต่อสายไฟให้ หรือยังไม่ได้ขอ หรือขอแล้วยังไม่ได้ก็ควรจะต้องจอต่อเป็นการชั่คราวจากบ้านข้างเคียง

2.3.2 ระบบประปา

เป็นสิ่งจำเป็นมากพอกับการใช้ไฟฟ้า เพราะการใช้น้ำจำเป็นที่จะต้องใช้เพื่องานก่อสร้างโดยตรง เช่น งานผสมคอนกรีต เป็นต้น นอกจากนี้ก็เป็นการใช้เพื่อุปโภคบริโภค ทั่วไป ฉะนั้นจึงต้องจัดเตรียมน้ำที่สะอาด ซึ่งจะให้ถูกต้องควรสามารถดื่มได้ อาจเป็นน้ำประปา น้ำฝน น้ำบาดาล และผ่านกรรมวิธีการกรองอย่างถูกต้องแล้ว

การขอใช้น้ำประปาที่ผ่านมา โดยการไปติดต่อหน่วยควบคุมการจ่ายน้ำประปาเขตนั้นน ๆ เพื่อให้ทางหน่วยต่อประปาให้ใช้เป็นการชั่วคราว และต้องจ่ายเงินค่าท่อน้ำ อุปกรณ์ หัวต่อต่างๆ โดยอัตราราคาประมาณการที่เจ้าหน้าที่มาตรวจ เพื่อการวางแผนติดตั้งท่อน้ำเป็นการชั่วคราวให้ ในเขตงานก่อ-สร้างบริเวณกรุงเทพมหานคร ก็จะยิ่งเปนการง่าย เพราะระบบน้ำประปา กระจายไปอย่างทั่วถึงแล้ว แต่ก็ต้องกำหนดไในแผนงานก่อน เพราะการขอต่อน้ำประปาก็ต้องใช้เวลาเช่นกัน

2.3.3 ทางระบายน้ำ

จุดประสงค์หลักก็เพื่อการระบายน้ำโสโครก อันเกิดจากการใช้ในการก่อสร้างจากสำนักงานสนาม หรือบริเวณบ้านพักคนงาน และเพื่อการระบายน้ำฝนออกไปเพื่อไม่ให้มีน้ำท่วม

การทำทางระบายน้ำ จะต้องใช้ท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 30 ซ.ม. ฝังใต้ดิน และมีบ่อตรวจ บ่อพัก เพื่อการบำบัดน้ำโสโครก และสิ่งปฏิกูล ก่อนที่จระบายออกสู่ทางระบายต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 สภาพผิวการจราจร และเส้นทางการขนส่ง

สภาพผิวการจราจรและเส้นทางขนส่ง เป็นปัจจัยสำคัญต่อการออกแบบตามโครงการวิทยานิพนธ์ฯ มาก เพราะจำเป็นที่จะต้องใช้การขนส่ง โยกย้าย สำนักงานสนาม เพื่อนำไปใช้ยังท้องที่ต่าง ๆ การถอดปประกอบ, ขนาดของชิ้นส่วน จึงต้องคำนึงถึงความสามารถในการบรรทุกและถนนหนทางเพื่อการเคลื่อนย้ายได้สะดวก

การขนส่งที่เกี่ยวข้องกับโครงการมากที่สุด ก็คือ ทางบก ซึ่งจะเน้นหนักที่ทางถนน โดยการใช้รถยนต์ในขนาดต่างๆ ซึ่งในสภาพปัจจุบัน สภาพผิดการจราจร ในลักษณะทางหลวงแผ่นดินก็ได้เจริญรุดหน้าไปมาก มีทางหลวงแผ่นดินที่เชื่อมโยงติดต่อระหว่างกันอย่างทั่วถึง การขนส่งโดยการรถยนต์จึงนับว่ารวดเร็วและสะดวกมากที่สุด

สภาพผิวจราจรที่ควรให้ความสนใจมากที่สุด คือ ภายในเตกรุงเทพฯ เพราะในกรุงเทพฯ ปัจจุบันงานก่อสร้างอาคารประเภทต่างๆ ได้เติมโตขยายตัวขึ้นอย่างรวดเร็วและส่วนใหญ่จะเป็นการต่อสร้างอาคารในขนาดกลาง จนถึงขนาดใหญ่ทั้งสิ้น

และเป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปแล้วว่า สภาพการจราจรภายในกรุงเทพฯ ติดขัดมาก การขนส่งโดยใช้รถขนาดใหญ่จึงเป็นการยากลำบากมาก ซึ่งนอกจะติดขัดด้านการจราจรแล้ว ยังมีกฎหมายเกี่ยวกับเวลาในการใช้รถยนต์บรรทุกภายในเขตกรุงเทพฯ คือห้ามนำมาใช้งานหรือขับเคลื่อนในเวลา

นอกจากนี้ที่ตั้งเขตงานก่อสร้างหลายๆ แห่ง ยังตั้งอยู่ในพื้นที่อับ ซึ่งต้องผ่านตรอกซอกซอยขนาดเล็ก แต่ลักษณะของผิวการจราจรที่แคบที่สุด ก็จะมีขนาดความกว้างไม่ต่ำกว่า 4.00 เมตรทั้งสิ้น เพราะผู้เลือกที่ตั้งโครงการก่อสร้าง ยอดต้องคำนึงถึงเรื่องนี้อยู่ก่อนแล้ว ในอันที่จะต้องหาเส้นทางที่สามารถลำเลียงขนส่งวัสดุก่อสร้างเข้าไปให้ได้ โดยเฉพาะการบรรทุกเสาเข็มขนาด 21 เมตร เป็นต้น

2.3.5 การให้แสงสว่างภายในอาคาร มีหลักใหญ่ 2 ประการคือ

1. แสงธรรมชาติ (DAYLIGHT NATURAL LIGHT) ได้แก่ แสงจากดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ ดาว

2. แสงจากการประดิษฐ์ (ARTIFICIAL LIGHTING) ได้แก่ การให้แสงสว่างโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

แสงสว่างทั้งสองแบบนี้ เกิดควบคู่กับพลังงานความร้อน เราจึงต้องควบคุมความร้อนด้วย ตัวอย่างเช่น

ความร้อนอันเกิดจากเครื่องยน ต้องหาทางระบายอากาศร้อนออก

1. แสงธรรมชาติ (NATURAL LIGHTING)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเทศในแถบร้อน จะมีปัญหาแตกต่างกับประเทศที่อยู่ในแถบอบอุ่นและแถบหนาว เช่น ระเทศในยุโรปและสหรัฐอเมริกา

ประเทศในแถบร้อน มีแสงสว่างแรงกล้าตลอดปี จะต้องมีการควบคุมหรือกรองแสงให้พอเหมาะ เป็นลดความร้อนด้วย อย่างไรก็ดีประเทศในแถบนี้ควรจะนำเอาแสงธรรมชาติมาใช้ให้เป็นประโยชน์มากที่สุด ซึ่งเป็นการประหยัดไม่ต้องสิ้นเปลืองกับการใช้แสงไฟฟ้า ทั้งแสงในจำนวนพอเหมาะยังทำให้รู้สึกสบายตกกว่าแสงไฟด้วย

ข้อสังเกตุ
- เพดาน ต้องใช้สีอ่อนที่สุด
- พื้น แก่ที่สุด
- ผนัง ปานกลาง

แสงสว่างกับความสูงความกว้างของห้อง

แสงสว่างเข้าสู่ภายในทางหน้าต่างที่สูงไปได้ไกลมากกว่าทางหน้าต่างที่กว้าง แต่จะทำให้เกิดแสงจ้าเข้าตามากกว่า

ความกว้าง - ห้องยิ่งกว้างแสงสว่างยิ่งลดลง

ความสูง - ห้องยิ่งสูงแสงสว่างจะยิ่งมากขึ้น

กันสาดหรือชายคากับแสงสว่างในอาคาร

การที่ยื่นกันสาดออกไปปจากขอบหน้าต่าง จะช่วยลดแสงจ้าที่ไม่ต้องการ แต่ถ้ายื่นออกไปมากเท่าไรก็จะทำให้แสงภายในลดลง ในกรณีที่มีกันสาด (โดยเฉพาะประเทศไทย) ควรเปิดช่องแสงให้เตมที่ทั้งสองทางของด้านยาว ใต้เพดานทาสีอ่อนเพื่อให้สะท้อนแสงได้ดีหลักการจัดแสงสว่างในอาคาร

แสงสว่างที่ถูกต้องไม่ใช้ปริมาณความสว่างที่มากกว่านั้น แต่มีปริมาณการส่องสว่างที่เพียงพอและปราศจากการสะท้อนเข้าตา และเป็นแสงสว่างจากจุดกำเนิดแสงที่ถูกทิศทางกับกิจกรรมนั้นๆ แสงที่มิได้ทำให้เกิดเงาเลยนั้นเป็นที่นิยมมากในอดีตและเป็นสิ่งที่ดี แต่ว่าเงานั้นเป็นส่วนที่ช่วยในการมองเห็นซึ่งวิศวกรผู้เชี่ยวชาญในเรื่องแสงสว่างนิยม ปัญหาของแสงสว่างในเวลากลางวันนั้นก็คือ การจะทำอย่างไรเพื่อมิให้มีแสงหรือความส่องสว่างเพียงพอสำหรับการมองเห็น โดยปราศจากแสงสะท้อนเข้าตา

การให้แสงสว่าไม่เพียงแต่การมีช่องแสงหรือเปิดหน้าต่าง ครึ่งหนึ่งของปริมาณของความส่องสว่างเข้าทางด้านเดียวตลอดเวลา จะไม่ทำให้เกิดความสบาย แสงที่ส่องมาทางด้านอื่นจะลดปริมาณของแสงที่เข้าตา เพราะกระทบกับผนังข้างเดียวของหน้าต่างและจะเป็นการดีกว่าถ้าหากแสงเข้าทางด้านเดียวแทนด้านตรงข้าม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้พิจารณาถึงสิ่งต่างๆ จากการทดลองระกอบ โดยทั่วไปจะให้ได้รับแสงจากธรรมชาติช่องแสงไม่ควรน้อยกว่า 20"% ของพื้นที่ห้อง ควรหาห้องด้วยสีอ่อนซึ่งจะทำให้ห้องสว่างขึ้น

จัดแสงสว่างโดยไม่ให้เคืองตา โดยให้ภายในห้องได้รับแสงแบบแสงจ้าที่ได้รับโดยตรง เช่น ดวงไฟหน้ารถยนต์จะรบกวนสายตามากที่สุด แสงจ้าที่เข้าตานอกจากจะเกิดจากปริมาณแสงที่มากเกินไปในเวลากลางวันแล้ว ยังเกิดจากปริมาณการแตกต่างในความเข้มของแสงในที่ใกล้ๆ กันดวย จัดปริมาณของแสงสว่างให้เพียงพอและถูกต้องตามชนิดของห้องที่ใช้' เช่น ห้องเขียนแบบ ต้องการแสงสว่างแตกต่างกับห้องอาหาร ฯลฯ ถ้าให้แสงสว่างเท่ากันหมดทุกห้องย่อมไม่เป็นการประหยัด บางครั้งอาจเป็นการรบกวน ทำให้เกิดความรำคาญทำงานโดยไม่มีประสิทธิภาพ

จำนวนแสงสว่าของห้องชนิดต่าง ๆ

50 แรงเทียน	งานที่ใช้สายตามาก - ออกแบบ เย็บผ้า ทำบัญชี
30 แรงเทียน	งานที่ใช้สายตาธรรมดา - ห้องเรียน ห้องสมุด ห้องวิทยาศาสตร์ ทำงานทั่วไป ฟังปาฐกถา
20 แรงเทียน	งานที่ใช้สายตาพอสมควร - กีฬาในร่ม พลศึกษา
10 แรงเทียน	งานที่ใช้สายตาเป็นครั้งคราว - ห้องรับแขก ห้องน้ำ บันได ล็อคเกอร์
5 แรงเทียน	งานที่ใช้สายตาไม่มาก - ห้องเก็บของ

จัดกระจายให้แสงสว่างทั่วไปไม่เกิดเงามือ เพราะความเข้มที่ไม่เท่ากันของแสงจะทำให้ประสิทธิ-ภาพในการทำงานด้อยลงและเสียสุขภาพ โดยเฉพาะห้องอ่าน-เขียน หนังสือนั้น พื้นควรจะเป็นสีที่ไม่ขัดแย้งกับสีขามากนัก เพราะจะเป็นที่รบกวนแก่สายตาในการใช้แสงไฟ ควรทำไฟฟ้าซ่อนที่เพดานให้กระจายแสงไปรอบด้าน

การเปิดช่องแสงภายในห้อง

สำหรับประเทศในแถบร้อนชื้น ควรจะเปิดช่องแสงไม่น้อยกว่าอัตราส่วนดังต่อไปนี้

1. 1/8 ของพื้นที่ห้องสำหรับส่วนพักอาศัย
2. 2 ตารางฟุต (.18 ตร.ม.) สำหรับห้องอาบน้ำ
3. 1 ตารางฟุต (.09 ตร.ม.) สำหรับห้องส้วม
4. 1/8 ของพื้นที่ห้องสำหรับห้องครัว

หลักการให้แสงไฟฟ้า

1. ให้แสงสว่างพอเหมาะกับสายตา พยายามใช้INDIIRECT LIIGHTING

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ไม่มีแสงจัดจ้า ทั้งแสงจ้าโดยตรงและแสงสะท้อน

3. การให้แสงสว่างอันเกิดจากการใช้สี

4. การจัดระยะดวงไฟและการเลือกใช้ชนิดของดวงไฟ

5. ทำให้เกิดความรู้สึกตามสภาพของส่วนใช้สอย

6. คำนึงถึงความร้อน ทำให้ลดขนาดของเครื่องปรับอากาศ (ถ้ามี) รวมทั้งประหยัดค่ากระแสไฟฟ้า

การเปิดช่องแสงภายในห้อง

สำหรับประเทศในแถบร้อนชื้นควรจะเปิดช่องแสงไม่น้อยกว่าอัตราส่วนดังต่อไปนี้

1. 1/8 ของพื้นที่สำหรับส่วนพักอาศัย

2. 2 ตารางฟุต (.18 ตารางเมตร) สำหรับห้องอาบน้ำ

3. 1 ตารางฟุต (.90 ตารางเมตร) สำหรับห้องส้วม

หลักการให้แสงไฟฟ้า

1. ให้แสงสว่าพอเหมาะกับสายตา พยายามใช้

2. ไม่มีแสงจัดจ้า ทั้งแสงจ้าโดยตรง และแสงสะท้อน

3. การให้แสงสว่างอันเกิดจากการใช้สี

4. ให้แสงสว่าพอเหมาะกับสายตา พยายามใช้

2.ไม่มีแสงจัดจ้า ทั้งแสงจ้าโดยตรง และแสงสะท้อน

3. การให้แสงสว่างอันเกิดจากการใช้สี

4. การจัดระยะดวงไฟ และการเลือกใช้ชนิดของกราฟ

5. ทำให้เกดความรู้สึกตามสภาพของส่วนทำงานใช้สอยได้

6.คำนึงถึงความร้อน ทำให้ลดขนาดของเครื่องปรับอากาศ

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ภายใน

- อุปกรณ์ที่ใช้ประจำ คือ เครื่องทำน้ำเย็นๆ เครื่องขยายเสียง เครื่องปรับอากาศ พัดลม
- ใช้ครั้งคราว เช่น เครื่องฉายสไลด์ในการประชุม เตาต้มน้ำไฟฟ้าเป็นต้น

อุปกรณ์เหล่านี้ต้องการแหล่งจ่ายไฟ ซึ่งควรจะทำเป็นปลั๊กไฟตามจุดต่างๆ ของผนัง การเดินสายไฟมายังแหล่งจ่ายไฟเหล่านี้ ควรจะเดินซ่อนภายในผนัง ซึ่งทำสำเร็จมากจากโรงงาน สามารถต่อพ่วงเข้ากับสายเมนได้ง่าย และมีสวิทช์ตัดไฟอัตโนมัติเพื่อป้องกันอุบัติเหตุ

ต่อไปนี้จะเป็นวิธีการเดินสายไฟ และเครื่องประกอบตามกฎการไฟฟ้าใช้เป็นหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สิธีการเดินสายไฟและเครื่องประกอบ (ตามกฎการไฟฟ้านครหลวง)

ก. สายและวิธีการเดินสาย

1. สายไฟที่ใช้ต้องมีเนื้อทองแดงบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98/100 หรือมีความต้านทานจำเพาะไม่เกิน 1/58 โอห์มต่อตารางมิลลิเมตรต่อเมตร และหุ้มฉนวนทนแรงดันไฟฟ้าตามปาติได้ไม่ต่ำกว่า 600 โวลต์ ตามมตราฐานสากล สายไฟที่ใช้ในที่ซึ่งมีอุณหภูมิไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่าขนาดตามที่ระบุในตารางที่ 1

2. ในที่ซึ่งมีอุณหภูมิสูงกว่า 40 องศาเซลเซียส ต้องใช้ตัวคูณดังต่อไปนี้หาค่ากระแสสูงสุดในสาย คูณด้วย 0.86 เมื่อ 45° ซ. คูณด้ย 0.70 เมื่อ 50° ซ. คูณด้วย 0.50 เมื่อ 55°ซ

3. ถ้าสายที่นำมาใช้ มีขนาดเนื้อที่ไม่ตรงตามตารางนี้ ให้คำนวนหาค่าของกระแสสูงสุด โดยวิธีเปรียบเทียบขนาดใกล้เคียงที่มีในตารางที่

ข. การเดินสายภายในอาคาร

1. การเดินสายภายในนี้ ใช้เฉพาะอาคารที่อยู่อาศัยและร้านค้าธรรมดา ไม่รวมถึงโรงงานอุตสาหกรรม หรือสถานที่ที่อาจเกิดอันตราย เนื่องจากวัตถุที่ติดไปง่ายซึ่งจะมีกฎเป็นพิเศษ

2. สายเมนภายในและสายที่เดินไปเต้เสียบ จะต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 2 ตร.มม. ถ้าใช้กระแสเกินกว่า 10 แอมแปร์ ขนาดสายจะต้องเป็นไปตามข้อ ก.

3.อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ติดตั้งในที่ชื้นหรือถูกฝน จะต้องป็นชนิดกันน้ำได้

4. เต้าเสียบและกระจุ๊บเสียหลายทางห้ามใช้ ถ้าหากใช้กระแสไฟฟ้าเกินขนาดของสายย่อยของเต้าเสียบและกรุน๊บเสียบนั้นๆ เต้าเสียบและสวิทช์ใช้มีขนาดไม่ต่ำกว่ากรอบสูงสุดที่ใช้

5. สายไหมหรือสายคู่ดีเกลียวชนิดที่ใช้กับเครื่องไฟฟ้าโยกย้ายได้ ห้ามใช้เดินติดกับ ฝ้าเพดาน ผนัง พื้น นอกจากใช้สำหรับเป็นสวยห้องดวงโคม

6. การเดินสภายภายในอาคารอาจใช้วิธีหนึ่งดังต่อไปนี้

6.1 การเดินสายในไม่ร้าง

6.2 การเดินสายทุกประดับ ขนาดสวยต้องไม่เกิด 60

ระยะระหว่างช่องทุกประกับไม่เกิน	150 ซม.
ระยะระหว่างสายไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า	2.5 ซม.
ระยะระหว่างสายไฟฟ้ากับสิ่งก่อสร้างไม่ต่ำกว่า	0.5 ซม.

การเดินสายบนดุ้ม ขนาดสายต้องไม่เกิน 70 ตร.ม. และให้ปฏิบัติดังนี้

ระยะระหว่างช่วงดุ้มไม่เกิน	250 ซม.
ระยะระหว่างสายไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า	10 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะระหว่างสายไฟฟ้ากับสิ่งก่อสร้างไม่ต่ำกว่า 2.5 ซม.

การเดินสายบนลูกถ้วย ให้ปฏิบัติดังนี้

ระยะระหว่างช่วงถ้วย 500 ซม.

ระยะระหว่างสายไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า 15 ซม.

ระยะระหว่างสายไฟฟ้ากับสิ่งก่อสร้างไม่ต่ำกว่า 5 ซม.

ในข้อ 6.1 และ 6.2 สายที่ต้องทะลุสิ่งก่อสร้าง เช่น ผนังและพื้นห้อง จะต้องมีการป้องกันมิให้สัมผัสกับสิ่งก่อสร้างนั้นได้ โดยใช้ปลอดฉนวนชนิดทนไฟและไม่ดูดความชื้น ร้อยสายโดยมีความยาวของปลอกอย่างน้อยเท่ากับความหนาสิ่งก่อสร้าง

6.3 การเดินสายเกาะไปกับผนัง จะต้องเป็นสายที่หุ้มฉนวน ซึ่งมีปลอกตะกั่ว ปลอกเทอโมพลาสติก หรือปลอกอย่างอื่นที่มีคุณภาพคล้ายคลึงกัน หุ้มภายนอก การเข้าสายและการต่อสายปลอกตะกั่วตนอที่ตัดออกบาดฉนวนหุ้มสาย การยึดสายติดกับผนัง ต้องใช้ที่จังสายที่ทำไว้โดยเฉพาะ ซึ่งได้รับการเห็นชอบให้ใช้ได้แล้ว สายที่ทะลุสิ่งก่อสร้าง ต้องมีปลอกเป็นฉนวนนไฟฟ้าสวม หรือต้องทำรู้ให้เรียบร้อย เพื่อป้องกันฉนวนหุ้มสายฉีกขาดหรือเป็นอันตราย

6.4 การเดินสายฝังในดึก จะต้องเป็นสายหุ้มฉนวนที่มีปลอกหุ้มภายนอกชนิดที่ผู้ผลิตแนะนำให้ใช้ไาหรับฝังในผนังดึก ซึ่งได้รับการเห็นชอบแล้ว

6.5 การเดินสายโดยวิธีอื่นซึ่งได้รับการเห็นชอบให้ใช้ได้ เช่น การเดินสายในท่อโลหะ ในราง หรือการเดินสายโดยใช้สายเคเบิลอาจจะทำได้ แต่ต้องใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมสำหรับการเดินโดยวิธีนั้น ๆ

ค. การเดินสายภายนอกอาคาร

1. ให้ใช้สายชนิดทนแดดทนฝนที่มีฉนวนหุ้มแบบเทอโมพลาสติก เช่น โพลีวินิลคลอไรด์หรือโพลีทีน หรือนีโอพีน เดินบนลูกถ้วยหรือตุ้ม ห้ามใช้สายหุ้มด้าย

1.1 การเดินสายบนตุ้ม ต้องปฏิบัติเช่นเดียวกับข้อ 6.2 เว้นไว้แต่ถ้าเดินผ่านที่โล่ง ให้ใช้ช่วงระหว่างตุ้มไม่เกิน 500 ซม. ขนาดสายไม่เล็กกว่า 2 ตร.มม.

1.2 การเดินสายบนลูกถ้วย ถ้าเดินเกาะไปตามสิ่งก่อสร้าง ต้องปฏิบัติเช่นเดียวกับข้อ 6.2 แต่ถ้าเดินผ่านที่โล่งต้องปฏิบัติดังนี้

ช่วงสาย	ระยะระหว่างสายไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า	ระยะระหว่างสายกับสิ่งก่อสร้าง	เนื้อที่หน้าตัดไม่ต่ำกว่า
ไม่เกิน 10 เมตร	15 ซม.	5 ซม.	2 ตร.มม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงสาย	ระยะระหว่างสาย ไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า	ระยะระหว่างสาย กับสิ่งก่อสร้าง	เนื้อที่หน้าตัด ไม่ต่ำกว่า
10-25 เมตร	20 ซม.	5 ซม.	4 ตร.มม.
25-40 เมตร	30 ซม.	5 ซม.	6 ตร.มม.

1.3 ระยะสูงจากพื้นดินอย่างน้อยที่สุด 2.5 เมตร และในบริเวณที่มียานพาหนะลอดผ่าน สายไฟฟ้าต้องสูงจากพื้นถนนไม่น้อยกว่า 5.5 เมตร

1.4 ระยะสูงจากหลังคา สายไฟฟ้าต้องขึงข้ามหลังคา และต้องมีระยะสูงจากส่วนที่สูงสุดของหลังคาอย่างน้อย 1 เมตร ถ้าหลังคานั้นขึ้นไปเดินได้ ต้องใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสม และมีระยะสูงไม่น้อยกว่า 2.5 เมตร

2. สายที่เดินระยะต่ำกว่า 2.5 เมตรจากพื้นดิน ต้องเดินในท่อโลหะ ท่อพลาสติกอย่างหนา หรือครอบด้วยรางโลหะ ห้ามเดินในไม้ราง การเดินด้วยท่อโลหะจะต้องใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสม

3. การเดินสายใต้ดิน จะต้องฝังสายให้ลึกไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร และตอนที่สายโผล่จากพื้นดิน จะต้องป้องกันโดยใช้ท่อโลหะร้อยหรือใช้ฝาครอบ สายที่ใช้เดินใต้ดินจะต้องมีปลอกตะกั่วหรือปลอกเทอโมพลาสติกชนิดที่ผู้ผลิตแนะนำใช้สำหรับฝังใต้ดิน ห้ามใช้สายปลอกตะกั่วที่มีขนานเล็กกว่า 6 ตร.มม. ฝังดิน การเดินสายใต้ดินอาจเดินได้โดยใช้สายร้อยท่อโลหะ แต่ต้องเป็นชนิดที่เหมาะกับการใช้ในที่ชื้น สายหุ้มด้ายมิให้ใช้ในการเดินสายดิน

ง. ความต้านทานไฟฟ้าระหว่างสายกับสายและสายกับดิน

1. ความต้านทานไฟฟ้าระหว่างสายกับสายเมื่อถอดดวงโคม และปลดสายที่เข้าเครื่องใช้ออกหมด ส่วนสวิทช์ฟิวส์ต่อไว้และความต้านทานไฟฟ้าระหว่างสายกับดินเมื่อดวงโคม สวิทช์ไฟฟ้า และฟิวส์ต่อไว้ครบ ต้องไม่น้อยกว่า 0.5 เมกโอห์ม

2. ถ้าการติดตั้งทั้งหมดหรือส่วนหนึ่งของการติดตั้งมีความต้านทานต่ำกว่า 0.5 เมกโอห์ม จะต้องแบ่งการติดตั้งหรือส่วนหนึ่งของการติดตั้งนั้นเป็นส่วนย่อย ๆ เพื่อวัดความต้านทานส่วนที่แยกออกไปแล้วนั้น มีความต้านทานไม่ต่ำกว่า 0.5 เมกโอห์ม

3. การวัดความต้านทาน ต้องใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงไม่น้อยกว่า 500 โวลต์ เป็นเวลา 30 วินาที

2.3.6 ระบบและมาตราฐานของถนน ทางเดิน ทางเท้า

1. ถนนเอกต้องมีความกว้างของเขตทางไม่น้อยกว่า 21 เมตร ผิวจราจรกว้าง 15 เมตร เกาะกลางถนนกว้าง 3 เมตร และทางเท้าข้างละ 3 เมตร

2. ถนนโท แบ่งเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.ก ถนนในบริเวณที่อยู่อาศัย ต้องมีความกว้างของเขตทาง 16 เมตร ผิวจราจรกว้าง 11 เมตร ทางเท้าสองข้างข้างละ 2.50 เมตร

2.ข ถนนในบริเวณที่ประกอบการพาณิชย์ ต้องมีความกว้างเขตทางไม่น้อยกว่า 20 เมตร โดยมีผิวจราจร 14 เมตร และทางเท้าทั้งสองข้างกว้างข้างละ 3 เมตร

2.ค ถนนในบริเวณประกอบอุตสาหกรรม ต้องมีความกว้างของเขตไม่น้อยกว่า 19 เมตร โดยมีผิวจราจร 12 เมตร และไหล่ถนนสองข้างกว้างข้างละ 3.50 เมตร

3. ถนนย่อย ต้องมีความกว้างเขตทางไม่น้อยกว่า 9 เมตร แต่ถ้าถนนยาวเกินกว่า 200 เมตร ความกว้างเขตทางต้องกว้าง 10 เมตร โดยมีผิวจราจร 6 เมตร ทางเท้าสองข้างกว้างข้างละ 1.50 เมตร

4. ถนนปลายตัน ต้องมีความยาวไม่เกิน 100 เมตร ความกว้างของเขตทาง 9 เมตร ผิวจราจร 6 เมตร ทางเท้าสองข้างกว้างข้างละ 1.50 เมตร

5. ทางเดิน เป็นทางที่ต้องป้องกันยานพาหนะไม่ให้ล่วงล้ำเข้าไปได้และต้องกว้างอย่างน้อย 3 เมตร

6. ในการพิจารณาว่าถนนสายใดเป็นสายเอก สายโท หรือประเภทใดให้อยู่ในดุลพินิจของคณะกรรมการควบคุมการจัดสรรที่ดิน ซึ่งในบริเวณที่ดินจัดสรรไม่จำเป็นต้องมีถนนครบถ้วนทุกประเภทด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงจำนวนกระแสสูงสุดที่ยอมให้ใช้ได้กับกระแสไฟขนาดต่าง ๆ

ขนาดเนื้อที่หน้าตัด (ตารางมิลิเมตร)	กระแสสูงสุดสำหรับสายหุ้มเดินในอาคารและนอกอาคาร (แอมแปร์)	กระแสสูงสุดสำหรับสายหุ้มเดินในท่อหรือภายในอาคาร (แอมแปร์)
0.5	-	3
1	10	6
1.5	13	8
2.5	19	12
4	27	16
6	36	22
10	51	30
16	78	50
25	96	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ต่อ)

แสดงจำนวนกระแสสูงสุดที่ยอมให้ใช้ได้กับกระแสไฟขนาดต่าง ๆ

ขนาดเนื้อที่หน้าตัด (ตารางมิลลิเมตร)	กระแสสูงสุดสำหรับสายหุ้มเดินในอาคารและนอกอาคาร (แอมแปร์)	กระแสสูงสุดสำหรับสายหุ้มเดินในท่อหรือภายในอาคาร (แอมแปร์)
35	119	79
50	150	102
70	188	121
95	231	150
120	268	170

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการเดินสายไฟและเครื่องประกอบ

ก. สายและวิธีการเดินสาย

1. สายไฟที่ใช้ต้องมีเนื้อทองแดงบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98/100 หรือมีความต้านทานจำเพาะไม่เกิน 1/5 โอห์มต่อตารางมิลลิเมตร ต่อ เมตร และหุ้มฉนวนทนแรงดันไฟฟ้าตามปกติได้ไม่ต่ำกว่า 600 โวล์ท ตามมาตรฐานสากล สายไฟที่ใช้ในที่ซึ่งมีอุณหภูมิไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่าขนาดตามที่ระบุในตารางที่ 1

2. ในที่ซึ่งมีอุณหภูมิสูงกว่า 40 องศาเซลเซียส ต้องใช้ตัวคูณดังต่อไปนี้หาค่ากระแสสูงสุดในสาย

3. ถ้าสายที่นำมาใช้ มีขนาดเนื้อที่ไม่ตรงตามตารางนี้ ให้คำนวณหาค่าของกระแสสูงสุดโดยวิธีเปรียบเทียบขนาดใกล้เคียงที่มีในตารางที่ 1

ข. การเดินสายภายในอาคาร

1. การเดินสายภายในนี้ ใช้เฉพาะอาคารที่อยู่อาศัยและร้านค้าธรรมดา ไม่รวมถึงโรงงานอุตสาหกรรม หรือสถานที่ที่อาจเกิดอันตราย เนื่องจากวัตถุที่ติดไฟง่ายซึ่งจะมีกฎเป็นพิเศษ

2. สายเมนภายในและสายที่เดินไปเต้าเสียบ จะต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 2 ตร.มม. ถ้าใช้กระแสเกินกว่า 10 แอมแปร์ขนาดสายจะต้องเป็นตามข้อ ก.

3. อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ติดตั้งในที่ชื้นหรือถูกผนจะต้องเป็นสายกันน้ำได้

4. เต้าเสียบและกระจุ๊บเสียบหลายทางห้ามใช้ ถ้าหากใช้กระแสไฟฟ้าเกินขนาดของสายย่อยของเต้าเสียบและกระจุ๊บเสียบนั้นๆ เต้าเสียบและสวิทช์ที่ใช้ต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่ากระแสสูงสุดที่ใช้

5. สายใหม่หรือสายคู่ดีเกลียวชนิดที่ใช้กับเครื่องไฟฟ้าโยกย้ายได้ ห้ามใช้เดินติดกับฝา เพดาน ผนัง พื้น นอกจากใช้เป็นสายสำหรับห้อยดวงโคม

การเดินสายภายในอาคารอาจใช้วิธีใดวิธีหนึ่งดังต่อไปนี้

1. การเดินสายในไม้ราง (เฉพาะในที่แห้ง)

2. การเดินสายบนพุกประกับ ขนาดสายต้องไม่เกิน 6 มม.^{2} และให้ปฏิบัติดังนี้

ระยะระหว่างช่องพุกประกับไม่เกิน	150	ซม.
ระยะระหว่างสายไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า	2.5	ซม.
ระยะระหว่างสายไฟฟ้ากับสิ่งก่อสร้างไม่ต่ำกว่า	0.5	ซม.

การเดินสายบนตุ้ม ขนาดสายต้องไม่เกิน 70 มม.^{2} และให้ปฏิบัติดังนี้

ระยะระหว่างช่วงตุ้มไม่เกิน	250	ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะระหว่างสายไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า	10	ซม.
ระยะระหว่างสายไฟฟ้ากับสิ่งก่อสร้างไม่ต่ำกว่า		
ระยะระหว่างสายไฟฟ้ากับสิ่งก่อสร้างไม่ต่ำกว่า	2.5	ซม.
การเดินสายบนลูกถ้วย ให้ปฏิบัติดังนี้		
ระยะระหว่างช่วงถ้วย	500	ซม.
ระยะระหว่างสายไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า	15	ซม.
ระยะระหว่างสายไฟฟ้ากับสิ่งก่อสร้างไม่ต่ำกว่า	5	ซม.

ในข้อ 1 และ 2 สายที่ต้องทะลุผ่านสิ่งก่อสร้าง เช่น ผนังและพื้นห้อง จะต้องมีการป้องกันมิให้สัมผัสกับสิ่งก่อสร้างนั้นได้ โดยใช้ปลอกฉนวนชนิดทนไฟและไม่ดูดความชื้น ร้อยสายโดยมีความยาวของปลอกอย่างน้อยเท่ากับความหนาสิ่งก่อสร้าง

3. การเดินสายเกาะไปกับผนัง จะต้องเป็นสายที่หุ้มฉนวน ซึ่งมีปลอกตะกั่ว ปลอกเทอร์โมพลาสติก หรือปลอกอย่างอื่นที่มีคุณภาพคล้ายคลึงกัน หุ้มภายนอก การเข้าสายและการต่อสายปลอกตะกั่ว ต้องระวังไม่ให้ปลอกตะกั่วตอนที่ตัดออกบาดฉนวนหุ้มสาย การยึดสายติดกับผนัง ต้องใช้ที่จับสายที่ทำไว้เฉพาะซึ่งได้รับการเห็นชอบให้ใช้ได้แล้ว

สายที่ทะลุผ่านสิ่งก่อสร้าง ต้องมีปลอกเป็นฉนวนไฟฟ้าสวม หรือต้องทำรูให้เรียบร้อย เพื่อป้องกันฉนวนหุ้มสายฉีกขาดหรือเป็นอันตราย

4. การเดินสายใต้ดิน จะต้องฝังสายให้ลึกไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร และตอนที่สายโผล่จากพื้นดิน จะต้องป้องกันโดยใช้ท่อโลหะร้อยหรือใช้ฝาครอบ สายที่ใช้เดินใต้ดิน ห้ามใช้สายปลอกตะกั่วที่มีขนาดเล็กกว่า 6 มม.^{2} ฝังดิน การเดินสายใต้ดินอาจเดินได้โดยใช้สายร้อยท่อโลหะ แต่ต้องเป็นชนิดที่เหมาะกับการใช้ในที่ชื้นแฉะสายหุ้มด้วยไม่ให้ใช้ในการเดินสายดิน

ค. ความต้านทายไฟฟ้าระหว่างสายกับสายและสายกับดิน

1. ความต้านทานไฟฟ้าระหว่างสายกับสายเมื่อถอดดวงโคม และปลดสายที่เข้าเครื่องใช้ออกหมด ส่วนสวิทช์ไฟฟ้าและสวิทช์ฟิวส์ต่อไว้และความต้านทานไฟฟ้าระหว่างสายกับดินเมื่อดวงโคม สวิทชีไฟฟ้า และฟิวส์ต่อไว้ครบ ต้องไม่น้อยกว่า 0.5 เมกโอห์ม

2. ถ้าการติดตั้งทั้งหมดหรือส่วนหนึ่งของการติดตั้งมีความต้านทานต่ำกว่า 0.5 เมกโอห์ม จะต้องแบ่งการติดตั้งหรือส่วนหนึ่งของการติดตั้งนั้นเป็นส่วนย่อยเพื่อวัดความต้านทานส่วนที่แยกออกไปแล้วนั้น มีความต้านทานไม่ต่ำกว่า 0.5 เมกโอห์ม

3. การวัดความต้านทาน ต้องใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงไม่น้อยกว่า 500 โวล์ท เป็นเวลา 30 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การเดินสายฝังในผนังตึก จะต้องเป็นสายหุ้มฉนวนที่มีปลอกหุ้มภายนอกชนิดที่ผู้ผลิตแนะนำให้ใช้สำหรับฝังในผนังตึก ซึ่งได้รับการเห็นชอบแล้ว

5. การเดินสายโดยวิธีอื่นซึ่งได้รับการเห็นชอบให้ใช้ได้ เช่น การเดินสายในท่อโลหะ ในราง หรือการเดินสายโดยใช้สายเคเบิลอาจจะทำได้ แต่ต้องใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสำหรับการเดินโดยวิธีนั้นๆ

ง. การเดินสายภายนอกอาคาร

1. ให้ใช้สายชนิดทนแดดทนฝนที่มีฉนวนหุ้มแบบเทอโมพลาสติก เช่น โพลีวีนิลคลอไรด์ หรือโพลีทีน หรือนีโอพีน เดินบนลูกถ้วยหรือตุ้ม ห้ามใช้สายหุ้มด้าย

1.1 การเดินสายยนตุ้ม ต้องปฏิบัติเช่นเดียวกับข้อ 2 เว้นไว้แต่ถ้าเดินผ่านที่โล่ง ให้ใช้ช่องระหว่างตุ้มไม่เกิน 500 ซม. ขนาดสายไม่เล็กกว่า 2 มม.^{2}

1.2 การเดินสายบนลูกถ้วย ถ้าเดินเกาะไปตามสิ่งก่อสรนำง ต้องปฏิบัติเช่นเดียวกับข้อ 2 แต่ถ้าเดินผ่านที่โล่งต้องปฏิบัติดังนี้

ช่วงสาย	ระยะระหว่างสายไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า	ระยะระหว่างสายกับสิ่งก่อสร้าง	เนื้อที่หน้าตัดไม่ต่ำกว่า
ไม่เกิน 10 เมตร	15 ซม.	5 ซม.	2 ม.^{2}
10-25 เมตร	20 ซม.	5 ซม.	4 มม.^{2}
15-40 เมตร	30 ซม.	5 ซม.	6 มม.^{2}

1.3 ระยะสูงจากพื้นดินอย่างน้อยที่สุด 2.5 เมตร และในบริเวณที่มียานพาหนะลอดผ่าน สายไฟฟ้าต้องสูงจากพื้นถนนไม่น้อยกว่า 5.5 เมตร

2. สายที่เดินระยะต่ำกว่า 2.5 เมตร จากพื้นดิน ต้องเดินในท่อโลหะ ท่อพลาสติกอย่างหนา หรือครอบด้วยรางโลหะ ห้ามเดินในไม้ราง การเดินด้วยท่อโลหะจะต้องใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.7 ระบบน้ำ (ห้องน้ำ-ห้องส้วม)

ส่วนที่ต้องคำนึงถึง คือ ห้องน้ำ -ส้วม ภายในสำนักงาน จากความต้องการใช้งาน จากข้อมูลที่ผ่านมีอยู่ 2 ส่วนใหญ่ คือ

1. อ่างล้างหน้า

2. ส้วมซึม และถังเก็บน้ำสำรอง

จึงทำให้ต้องพิจารณาระบบน้ำดี ไปสิ้นแหล่งจ่าย 2 แหล่ง คือ ก๊อก อ่างล้างหน้า และก๊อกน้ำสำหรับถังเก็บน้ำสำรอง โดยการต่อท่อน้ำดีจากท่อน้ำดีใหญ่ เข้าสู่ระบบของน้ำซึ่งต้องออกแบบข้อต่อเอาไว้ และสามารถต่อท่อน้ำได้ทันทีที่ติดตั้งของห้องน้ำเสร็จและน้ำเสียจาก 2 แหล่ง เช่นกัน คือ อ่างล้างหน้าไปสู่ทางระบายน้ำที่ได้จัดเตรียมเอาไว้ในเขตงานก่อสร้างนั้น และทางน้ำสาธารณะในที่สุด

ของเสียจากโถส้วม จำเป็นจะต้องทำบ่อเกรอะ บ่อซึมไว้รอรับ ซึ่งปัจจุบันก็ได้มีระบบการบำบัดของเสียจากโถส้วมโดยวิธีอื่น คือระบบถังแซทส์

2.3.8 ระบบการทำงานของบ่อเกรอะ บ่อซึม

เมื่อเสร็จภารกิจแล้วชักน้ำ อุจจาระในส้วมจะวิ่งผ่านลงไปตามท่อ เข้าสู่บ่อเกรอะ ส่วนที่เป็นของแข็ง และหนัก จะตกตะกอนอยู่ก้นถัง ส่วนที่เป็นของเหลว จะไหลผ่านไปบ่อกรอง และไหลออกไปบ่อซึมอีกขั้นหนึ่ง

การต่อท่อน้ำทิ้งจากอ่างล้างหน้า รูระบายน้ำทิ้ง ไม่ควรต่อลงบ่อเกรอะ เพราะจะไปเพิ่มน้ำในบ่อเกรอะ และทำลายบักเตรี ควรต่อลงบ่อซึมเลยทีเดียว

ควรต่อท่อระบายอากาศ เพื่อระบายกลิ่น และความสะดวกในการราดน้ำ ตำแหน่งที่ต่อท่อระบายอากาศ ก็คือ ต่อจากถังส้วม ต่อบริเวณใกล้โถส้วม ตรงข้องอส่วนปลายของท่อระบายอากาศ ควรต่อให้ยาวขึ้นไปบนหลังคา

โดยสภาพการใช้งานของสำนักงาน ในเขตงานก่อสร้างหนึ่งจะมีเวลาทำงานไม่นานนัก ประมาณ 6-15 เดือน ตามแต่ระยะเวลาในการก่อสร้างอาคาร ซึ่งจะพบว่าเป็นระยะเวลาอันสั้น การลงทุนในการติดตั้ง การลงทุนในการติดตั้งระบบบำบัดของเสียจึงต้องทำด้วยความประหยัดที่สุด เพราะการนำบ่อรับของเสียเหล่านี้ กลับมาใช้ใหม่ กับงานก่อสร้างอื่น เช่นเดียวกับตัวอาคารสำนักงานเป็นไปได้ยาก และเพื่อให้เป็นไปตามเทศบัญญัติการก่อสร้างอาคาร จึงสรุปว่า ระบบห้องน้ำ ส่วนที่อยู่นอกห้องน้ำผิวดิน จะเลือกใช้ระบบบ่อเกรอะ บ่อซึมแบบธรรมดา ซึ่งอาจเป็นถังเกรอะ คสล. หรือถังกลมในท้องตลาด ไม่ใช่ระบบถังแซทส์ เพราะมีราคาแพง และช่วงระยะเวลาการใช้งานสั้นดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.9 การขนส่งและการคมนาคม

การขนส่งและการคมนาคม เป็นสิ่งสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจ สังคมและการเมืองเสมือนกับเส้นโลหิตสำหรับหล่อเลี้ยงร่างกายให้เจริญเติบโต ไม่ว่าสังคมนั้น จะอยู่ในลักษณะใด ระบบการขนส่งและคมนาคมที่มีประสิทธิภาพนั้น นังว่าเนมาตรการที่สำคัญอันหนึ่งที่จะทำให้เศรษฐกิจรุดหน้าไปอย่างประหยัดแรง เวลา ต้นทุน ซึ่งก่อให้เกิดการเคลื่อนย้ายทรัพยาก แลอารยธรรม ระหว่างกลุ่มชน เกิดมนุษย์สัมพันธ์ การประสานงาน และอรรถประโยชน์อื่น ๆ อีกมาก ระบบการขนส่งและการคมนาคมที่ดีมีประสิทธิภาพนี้ ต้องประกอบด้วยความปลอดภัยรวดเร็วแน่นอนและการประหยัดมีความยุติธรรมทั้งผู้ให้และผู้รับบริการ

ตามโครงการวิทยานิพนธ์ หน่วยพักอาศัยสำเร็จรูปสำหรับงานชั่วคราว จำเป็นจะต้องศึกษาในในเรื่องการขนส่งคมนาคม เพราะตามโครงการนี้ จำเป็นที่จะต้องใช้การขนส่งในการโยกย้าย หน่วยพักอาศัย ที่จะต้องถอดประกอบ ขนาดของชิ้นส่วนที่สามารถบรรทุกเคลื่อนย้ายได้สะดวก

การขนส่งและการคมนาคมของประเทศไทย

ได้แบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ ได้ 4 ประเภท

1. ทางบก
2. ทางอากาศ
3. ทางน้ำ
4. ทางสื่อสารคมาคม

การขนส่งที่เกี่ยวข้องกับโครงการ คือ ทางบกซึ่งมี ทางถนน และทางรถไฟ การขนส่งทางบก ทางถนน งานพัฒนาการขนส่งทางถนนของประเทศไทยได้เริ่มช้ามาก โดยในระยะเริ่มแรก การปรับปรุงการขนส่งให้ดีขึ้นนี้ได้มุ่งหน้าแต่การก่อสร้างทางรถไฟเพียงอย่างเดียว กว่าจะเพิ่มความสำคัญทางถนนเพื่อการค้าและยทธศาสตร์ก็ช้าเกินควร ก่อนปี 2479 ทางหลวงแผ่นดินเกือบจะเรียกได้ว่าไม่มีเลย ที่มีอยู่บ้างก็อยู่ในภาพที่เลวมาก ระยะปี 2473-2483 ได้มีการจัดสร้างถนนขึ้นเป็นถนนที่พอใช้ได้ประมาณ 3275 กิโลเมตร หลังจากสงครามรัฐได้สร้างทางหลวงแผ่นดินใหญ่จนกระทั่งปี 2500 มีทางหลวงแผ่นดินเป็นทางจราจร 7450 กิโลเมตร

ประเภทและลักษณะของรถ

ประเภท	ชนิดของเพลาหลัง	น้ำหนักรถรวมน้ำหนนักบรรทุก
1. รถยนต์บรรทุก 2 เพลา	ยางเดี่ยว	7500 ตัน
2. รถยนต์บรรทุก 2 เพลา	ยางคู่	10000 ตัน
3. รถยนต์บรรทุก 3 เพลา	ยางคู่เพลาเดี่ยว	15000 ตัน
4. รถยนต์บรรทุก 3 เพลา	ยางคู่เพลาคู่	18000 ตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดของรถที่ใช้ในการขนส่ง

รถบรรทุก	กว้าง (เมตร)	ยาว (เมตร)
รถบรรทุกขนาดใหญ่ 10 ล้อ	2.30 - 2.50	5.10 - 5.50
รถบรรทุกขนาดใหญ่ 6 ล้อ	2.15 - 2.30	4.60 - 5.00
รถบรรทุกขนาดกลาง 6 ล้อ	2.00 - 2.10	4.10 - 4.50
รถยกเท	2.35	3.60

ความสูงของกระบะของรถบรรทุกทุกขนาด อยู่ระหว่าง 0.50 - 0.60 เมตร

เกณฑ์น้ำหนักบรรทุก	ชนิดของเพลาหลัง	น้ำหนักรถรวมน้ำหนักบรรทุก(กก.)
1. รถยนต์บรรทุก 2 เพลา	ยางเดี่ยว	7500
2. รถยนต์บรรทุก 2 เพลา	ยางคู่	10000
3. รถยนต์บรรทุก 3 เพลา	ยางคู่ เพลาเดี่ยว	15000
4. รถยนต์บรรทุก 3 เพลา	ยางคู่ เพลาคู่	18000
5. รถกึ่งพ่วง 1 เพลา	ยางเดี่ยว	6000
6. รถกึ่งพ่วง 1 เพลา	ยางคู่	8000
7. รถกึ่งพ่วง 2 เพลา	ยางเดี่ยว เพลาคู่	10800
8. รถกึ่งพ่วง 2 เพลา	ยางคู่ เพลาคู่	14400
9. รถพ่วง 2 เพลา เพลาหน้า ยางเดี่ยว	ยางเดี่ยว	12000
10. รถพ่วง 2 เพลา เพลาหน้า ยางคู่	ยางคู่	14000
11. รถพ่วง 2 เพลา เพลาหน้า ยางคู่	ยางคู่	16000
12. รถลากจูงรวมรถกึ่งพ่วง	-	32400
13. รถลากจูงรวมรถพ่วง	-	35000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลระกอบเกี่ยวกับขนาดของรถที่ใช้ในการขนส่ง

ความกว้าง

ความกว้างวัดจากส่วนที่กว้างที่สุดของตัวรถ (รวมทั้งสิ่งที่ยื่นออกจากตัวรถ เช่น บานพับ สิ่งประดับด้านข้าง) ต้องไม่เกิน 2.50 เมตร แต่ไม่รวมกระจกเงาสำหรับมองหลัง ทั้งนี้ ตัวถังหรือส่วนประกอบของตัวถังต้องไม่ยื่นออกมาเกินขอบยางล้อด้านนอกเกิน 15 ซม.

ความสูง

ความสูงวัดจากส่วนที่สูงที่สุดของตัวรถถึงผิวราบ ต้องไม่เกิน 3.00 เมตร เว้นแต่รถยนต์ตู้บรรทุกที่มีความกว้างสูงสุดของตัวถังตั้งแต่ 2.30 เมตร แต่ไม่เกิน 2.50 เมตร ให้มีความสูงได้ไม่เกิน 3.80 เมตร

ความยาว

ความยาววัดจากกันชนหน้าถึงส่วนท้ายสุด ตามชนิดของรถดังนี้

1. รถบรรทุกขนาดกลาง 6 ล้อ	ยาว	4.10-4.50	เมตร
2. รถบรรทุกขนาดใหญ่ 6 ล้อ	ยาว	4.60-5.00	"
3. รถบรรทุกขนาดใหญ่ 10 ล้อ	ยาว	5.10-5.50	"
4. รถพ่วง	ยาวสูงสุด	8.00	"
5. รถชนิด 2 เพลา	ยาวสูงสุด	10.00	"
6. รถชนิด 3 เพลาหรือมากกว่า	ยาวสูงสุด	10.00	"
7. รถกึ่งพ่วง หรือรถพ่วงวัสดุยาว	ยาวสูงสุด	12.00	"
8. รถลากจูงพร้อมด้วยรถกึ่งพ่วง หรือรถกึ่งพ่วงบรรทุกวัสดุยาว	ยาวสูงสุด	15.00	"
9. รถลากจูงพร้อมด้วยรถพ่วง	ยาวสูงสุด	18.00	"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ระบบโครงสร้างทางสถาปัตยกรรม

2.4.1 ระบบโครงสร้าง

โครงสร้าง คือ สิ่งที่จัดสร้างขึ้นโดยการต่อรวมหน่วยต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ให้ทำหน้าที่อย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ซึ่งต้องการมาตรการความมั่นคงบางประการ

หน้าที่ของโครงสร้าง

อาคารที่ก่อสร้างขึ้นมาจะมีโครงสร้างเปรียบเสมือนกระดูกโครงหลัก และมีส่วนประกอบอื่น ซึ่งทำหน้าที่ต่าง ๆ กัน เช่น ปิดหุ้มทับ ตกแต่ง เพื่อให้การใช้เนื้อที่ภายในอาคารนั้นสะดวกและเหมาะสมกับประเภทของอาคาร

โครงสร้างอาจแยกออกเป็นหลายส่วนหลายตอนประกอบร่วมกันจนสำเร็จเป็นตัวอาคารขึ้นมา โครงสร้างย่อยนี้อาจแยกออกเป็นหลายชุดหลายตอน เช่นตัวอย่างโครงสร้างรับเครื่องมุงหลังคา โครงสร้างพื้น โครงเสา โครงสร้างบันได โครงคาน โครงสร้างฐานราก ดังนี้เป็นต้น โครงย่อยต่าง ๆ ดังกล่าว เมื่อระกอกันเข้าทั้งหมดก็เป็นตัวอาคารในที่สุด จะเห็น ว่ารูปร่างโครงสร้างแต่ละชนิดมีลักษณะเฉพาะ เนื่องจากมีแรงหรือน้ำหนักบรรทุกเป็นตัวการจัดระเบียบหรือบังคับให้เกิดเป็นรูปร่างต่าง ๆ กันไป เมื่อแรงที่ถ่ายทอดต่อเนื่องถูกตามกฎเกณฑ์แล้วโครงสร้างนั้นจะตั้งอยู่ได้โครงสร้างนั้นจะตั้งอยู่ได้โดยมั่นคง และก่อให้เกิดความรู้สึกพึงพอใจเมื่อมองดู ฉนั้นเมื่อต้องใช้วัสดุต่างกันก็ต้องใช้ให้เหมาะกับความสามารถของการรับแรงนั้น ด้วยอย่างดี

แรงด้านทานภายในวัสดุประกอบเป็นโครงสร้าง

แรงด้านทานภายในที่ได้กล่าวนี้ อาจแยกเป็น 5 ชนิดด้วยกัน ซึ่งมีความแตกต่างกันดังนี้

1. แรงดึง ด้านความพยายามที่จะทำให้วัสดุนั้นแผ่ยืดออก ยาวออก หรือขาดจากกัน

2. แรงอัด ด้านความพยายามที่จะทำให้วัสดุหดสั้นเข้า บีบเข้า หรือแตก

3. แรงเฉือน กระทำกับวัสดุในแนวสัมผัสกับพื้นผิวที่ต้องรับแรงนี้ วัสดุไม่จำเป็นต้องต่อติดกันเป็นเนื้อเดียวทางกายภาพเพื่อต้านแรงเฉือนนี้ก็ได้ แต่ต้องมีแรงอัดกดไว้ให้พื้นผิวดังกล่าวชนกันแน่นอยู่ เมื่อแรงฝืดมีขนาดเพียงพอต้านแรงเฉือนดังกล่าวมิให้วัสดุเลื่อนจากกันก็ใช้ได้

4. แรงดัด เมื่อโครงสร้างรับแรงดัดแล้วผิวบนตากแกนสะเทินขึ้นไปรับแรงอัด และผิวล่างของแกนสะเทินรับแรงดึงด้วยหรือบางกรณีเกิดกลับตรงกันข้ามกัน แรงดัดก่อให้เกิแรงต้านทานแรงดัดมีขนาดเท่ากันขึ้นภายในเนื้อวัสดุด้วย

5. แรงบิด ด้านความพยายามที่จะบิดวัสดุให้ขาดจากกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในแรงทั้ง 5 ประเภทนี้ แรงใน 2 ประเภทหลังคือ แรงดัด สามารถแยกออกเป็นแรงดึงและแรงดัดได้ แรงบิดและแรงเฉือนได้ ดังนั้น ถ้าพิจารณาแต่ละส่วนเล็ก ๆ ในเนื้อวัสดุโครงสร้าง จะมีแรงอยู่เพียงแรงดึง แรงอัดและแรงเฉือนเทานั้น ซึ่งเมื่อเรารู้ขนาดของแรงที่เกิดและผลเนื่องจากการกระทำของแรง ก็สามารถกะขนาดหน้าตัดของวัสดุโครงสร้างและรูปร่างได้ โดยหาขนาดของแรงและความเข้มของแรง ซึ่งมีค่าเท่ากับแรงที่เกิดขึ้นหารด้วยเนื้อที่หน้าตัดของวัสดุที่ใช้รับความเข้มของแรงนี้เรียกว่าเค้น มีหน่วยเป็นน้ำหนักต่อพื้นที่

รูปทรงเบื้องต้นโครงสร้าง

เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางโครงสร้างของรูปทรงเบื้องต้นต่าง ๆ ซึ่งมีความแตกต่างกันเด่นชัดและเพื่อพิจารณาคุณสมบัติในการรับแรงเฉพาะของรูปนั้น ๆ อาจจัดแบ่งรูปทรงเบื้องต้นได้เป็น ประเภทต่าง ๆ ได้ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

รูปทรงเบื้องต้นที่เห็น	มิติทางเรขา	ประเภทมีความหลวมหย่อนได้	ประเภทมีความแข็งเครื่องดึงก้ำกึ่ง
จุด (POINT)	0	เม็ด	ก้อน
ขีดยาว (LENGTH)	1	เส้นเอ็น	ท่อน
พื้นที่ (AREA)	2	ผืน	แผ่น
เนื้อที่ (SPACE)	2	กล่อง	กล่องตัน

เม็ดไม่มีคุณสมบัติในการรับแรง

เส้นเอ็น มีคุณสมบัติในการรับแรงดับนี้

1. รับแรงดึงตามแนวเส้นได้
2. เกิดแรงโก่งเดาะ BUCKLING เมื่อรับแรงอัด
3. รับแรงดัดแรงเฉือนไม่ได้
4. เมื่อมีแรงดึงเกิดขึ้นตามเส้นมากเท่าใด ยิ่งรับน้ำหนักบรรทุกตามความยาวได้ โดยตกท้องช้าง SAG น้อยลง

โนทางปฏิบัติ เมื่อขึงเส้นเอ็นพาดช่วงจะบรรทุกน้ำหนักตลอดความยาวโดย วัสดุไม่เปลี่ยนรูป โดยทำตัวเส้นเอ็นดังกล่าวให้มีความแข็งตัวที่กลางความยาวช่วง โดยเพิ่มความโตให้มากกว่าความโตตอนปลายช่วย หรือทำการห้อยแขวนด้วยคน ให้เส้นเอ็นมีความแข็งตัวตลอดความยาวของเส้น ให้เส้นเอ็นมีความแข็งตัวตลอดความยาวของเส้น เมื่อใช้เส้นเอ็นำนวนมากเส้นด้วยกันมัดรวมกัน จะทำให้มีความสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รับแรงซึ่งเกิดสลับทั้งแรงดัดและแรงดึงได้ดีทั้งสองชนิด

ผืน มีคุณสมบัติในการรับแรงดังนี้

ผืนสามารถรับแรงดึงได้ดีในแนวขนานกับระนาบของผืน หรือเมื่อยึดรอบพื้นที่ผืน หรือเมื่อยึดรอบพื้นที่หรือเมื่อยึดปลายทั้งสองผืนหรือยึดปลายหนึ่งของผืนไว้ ผืนควรมีคุณสมบัติทาง มีกำลังดี มีความเหนียว ผืนทำโค้งแนวเดียวได้ แต่ทำโค้ง 2 ทิศไม่ได้ ถ้าไม่ดัดประกอบใหม่ ผืนมีโครงกรอบ จะรับแรงดึง แรงเฉือนและแรงอัดทแยงได้ จะหักเสียหายเมื่อแรงอัดทแยงไปทำให้เกิดการโก่งเดาะตัวกรอบก้อน มีคุณสมบัติต่างกันไป

ก้อนรับแรงประเภทต่าง ๆ ได้ดี พวกกล่องตันคือก้อนขนาดโตขึ้นมีกำลังและแข็งแกร่งขึ้นมาก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับนิดของวัสดุแต่ละชนิด

ท่อน

ท่อน คือเส้นเอ็นขนาดใหญ่ขึ้น รับแรงดึง อัด ดัด และรับแรงบิดได้ดัดถ้าใช้เป็นเสาสั้นรับแรงอัดได้ดีมาก ถ้ายาวมากขึ้นอาจโก่งเดาะได้ต้องแก้ให้มีความแข็งตัวมากขึ้น เช่น ใช้ตัวดึงพันเป็นเกลียวรอบความยาว เมื่อใช้วัสดุที่มีความแข็งแกร่งจะรับแรงเฉือนกับแรงบิด เมื่อใช้ท่อนทำหน้าที่เป็นคานแ

แผ่นคือผืนมีความหนาเพิ่มขึ้น เมื่อยึดเป็นระยะในทิศตั้งฉากับระนาบของตัวแผ่นแล้วจะบรรทุกแรงอัด รับแรงเฉือน และรับแรงดัดขนาดกับระนาบของตัวแผ่นได้

ในทางปฏิบัติทำได้โดยการเสริมครีบกี่เป็นระยะ ๆ ขนานกับทิศที่รับแรงอัด โดยการเสริมกรอบรอบและกรอบตั้งขนานกับทิศรับแรงเฉือนหรือเสริมแผ่นหนาเป็นปีกรับแรงอัดผิวบนของตัวแผ่น (คาน)

เมื่อรับแรงอัด

กล่องตัน

คือก้อนซึ่งมีขนาดโตมาก ในทางปฏิบัติอาจไม่มีการสร้างให้ได้รูปตันเราะต้องการประหยัดวัสดุ แต่ต้องการให้คงไว้ความแข็งแรงและความแข็งแกร่งให้พอเท่านั้น จึงทำเป็นกล่องกลวงเปิดไว้ภายในหรือประกอบรูปทรงอให้ได้คุณสมบัติกล่องตัน

คานและแผ่นพาด

พวกคานใช้ผิวของด้านแคบรับน้ำหนักบรรทุก คานรับแรงดัดในแนวดิ่งกับระนาบคานได้ดีที่ผิวบนรับแรงอัดนั้นอาจเสริมเนื้อให้เข็งตัว ให้มีหน้าตัดมากขึ้นได้ และอาจเสริมปล้องตันเป็นระยะ เพื่อช่วยรับแรงแนวทแยงซึ่งเกิดจากแรงเฉือนหรือทำการเสริมที่ผิวล่างให้หนาขึ้นเพื่อรับแรงดึงก็ได้ เมื่อพิจารณาดูคานปีกยื่น จะเห็นว่าปีกแบนปีกล่างและตัวแผ่นแกนดั้งเดิมทำงานประกอบร่วมกันหมด โดยมีปีกบนรับแรงอัดปีกล่างรับแรงดึง และแผ่นแกนตั้งรับแรงเฉือนซึ่งเกิดทั้งแรงอัดแนวทแยงและแรงดึงด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนแผ่นพาดมีความแตกต่างกับคานตรงที่ใช้ดานแนวนอนรับน้ำหนักบรรทุกในทิศตั้งฉาก กับแนวระนาบของตัวแผ่นพาด

เมื่อทำการเปรียบเทียบความสามารถในการรับแรงอัดของรูปหน้าตัด จะเห็นว่าในกรณีที่ใช้พื้นที่หน้าตัดเท่า ๆ กัน เมื่อพิจารณาแกนทั้ง 2 ในระนาบที่ตั้งฉากกับแรงอัดที่เกิดแล้ว

รูปจตุรัส รับแรงโก่งเดาะได้ดีทั้ง 2 แกน

รูปผืนผ้า จะเกิดแรงโก่งเดาะในแนวทิศตั้งฉากกับแกนยาว

รูปฉาก ตรงมุมไม่โก่งเดาะ ตรงปลายฉากกำลังด้อย

รูปกลวงต่าง ๆ เช่น รูปสี่เหลี่ยมกลวง รูปสามเหลี่ยมกลวง รูปกลมกลวงรับแรงอัดได้ดีมาก ทำให้ไม่ความยาวของท่อนรับแรงอัดได้โดยยังไม่เกิดโก่งเดาะเสียหาย ดังนั้นมุมมี

พอสรุปหลักการได้ว่า สำหรับรูปหน้าตัดและรูปด้านนั้น ควรรพิจารณาจากการรับแรงต่าง ๆ คือ

เมื่อต้องรับแรงดึง ระวังอย่าให้รูปด้านตกท้องช้างมากนัก แก้โดยเพิ่มความลึกมากขึ้น หรือเลือกรูปด้านทางแนวนอนที่มีความแข็งแกร่งเคร่งดึงมาก

เมื่อต้องรับแรงอัด ต้องเลือกรูปหน้าตัดที่รับแรงโก่งเดาะได้ดี ทำการแผ่กระจายพื้นที่ของรูปหน้าตัดให้เพิ่มความแข็งแกร่งเคร่งดึงในแนวนั้น ๆ ผนังบาง ๆ ของรูปหน้าตัดจะมีกำลังมากขึ้นโดยการทำรูปมุมฉาก ทำรูปลอนลูกฟูก ทำความโค้งเพื่อเพิ่มกำลึงขจัดไม่ให้มีรูปหน้าตัดที่ปล่อยชาย ซึ่งด้อยกำลังการรับแรงโดก่งเดาะ การทำรูปหน้าตัดแบบเปิด ทำได้โดยต้องมีการยึดระหว่างตัวมุมของหน้าตัดแบบเปิดดังกล่าวให้หน้าตัดทั้งหมดทำงานร่วมกันได้เป็นอย่างดี

เมื่อต้องรับแรงดดตัดและแรงงเฉือน จะเห็นว่าแรงดัดมีความสัมพันธ์กับแรงเฉือนผิวบนสุดและล่างสุดของหน้าตัดมีประสิทธิภาพพอที่จะรับแรงตัดมากกว่าแนวแกนสะเทิน ดังนั้นรูปหน้าตัดที่มีหน้าลึกมาก แข็งแรงดีกว่าหน้าตื้น ปีกที่รับแรงอัดต้องคิดป้องกันแรงโก่งเดาะให้ส่วนที่โก่งตัวจะรับทั้งแรงเฉือน และแรงดัดตลอดความยาว ดังนั้นส่วนที่โก่งของคานต้องมีปีกไว้รับแรงดัด มีแผ่นแกนตั้งระหว่างปีกบนปีกล่างไว้ยึดให้ทำงานร่วมกับได้คุณสมบัติของความเป็นแผ่นให้แก่ท่อนโครงตลอดความยาว

เสา, ตัวค้ำยัน ต่างก็รับแรงอัดเป็นสำคัญ ไม่ควรมีการเจาะรูหรือมีการบากตรงปลายที่จะถ่ายทอดทอดน้ำหนักไปยังส่วนอื่นควรสัมผัสแนบชิดกัน

ตัวดึง, ขื่อ, ท่อนเอ็นดึง และตัวยึด ต่างรับแรงดึงเป็นสำคัญ

โครงพาดช่วง รับแรงอัดเป็นสำคัญ

กำแพง - ผนัง มีคุณสมบัติเป็นแผ่น มีหน้าที่รับแรงอัดเป็นแนวระบายกับตัวกำหพงเอง ทำหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสาในแนวความหนา ดังนั้นควรมีความแข็งตัว และแข็งแรงตลอดความยาว

โครงสร้างระบนาบเดียวกัน โครงระนาบเดียวหรือโครงแข็งแกร่งต้องมีคุณสมบัติเป็นแผ่น

โครงสร้างปกคลุมพื้นที่ เป็นโครงสร้างซึ่งปกคลุมบริเวณพื้นที่ซึ่งไม่ควรมีเสาภายในเลยหรือมีก็เป็นจำนวนน้อยมาก แล้วใช้คลุมด้วยผืน หรือ แผ่นซึ่งในอาครได้แก่ ส่วนที่เป็นพื้นและส่วนที่เป็นหลังคา

โครงสร้างบรรจุน้ำหนัก โครงบรรจุพวกนี้ได้แก่ ถังน้ำ ไซโล ยุ้งเก็บของ บ่อถังเก็บของเป็นต้น ส่วนที่เป็นผนังถ้าพิจารณาดูตามแผนผังของโครง ควรที่มีรูปว่งรอบต่อเนื่องกันบริบูรณ์ไม่ขาดตอน และมีหน้าที่รับแรงดึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 ระบบประสานทางพิกัด

ระบบประสานทางพิกัดเป็นเทคนิคในการออกแบบอย่างหนึ่ง ที่ช่วยกำหนดให้ส่วนประกอบอาคารมีความสัมพันธ์กันในมิติ เพื่อจุดประสงค์ในการจัดส่วนต่างๆ ที่ประกอบเป็นตัวอาคารให้เข้ากันได้อย่างง่ายดายและรวดเร็ว ในเวลาก่อสร้างโดยไม่ต้องตัดแต่งทำให้อาคารมีมาตรฐาน จากจำนวนชิ้นส่วนวัสดุอุปกรณ์เพียงไม่กี่แบบ ก็สามารถนำไปสร้างอาคารได้หลายๆ แบบ จึงเป็นเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ในอุตสาหกรรมการก่อสร้าง

ความหมายของการออกแบบด้วยระบบประสานทางพิกัดอย่างสมบูรณ์ คือ การจัดการประสานทางมิติทั้งสองชิ้นส่วนวัสดุส่วนประกอบผลิตภัณฑ์ อุปกรณ์อาคารและโครงสร้างของอาคารให้ได้เป็นหน่วยพิกัด อย่างไรก็ดี การทำงานในระบบพิกัด มิได้หมายความว่าจะหมดโอกาสใช้ชิ้นส่วนหรือวัสดุที่ไม่ได้อยู่ในพิกัด ภายในตารางและโครงสร้างพิกัดเสียเลยทีเดียว อาจมีการตัดและเสริมแต่งได้บ้างถ้าจำเป็นต้องใช้ชิ้นส่วนนั้น แต่ควรจะให้มีน้อยที่สุดโดยศึกษาถึงขนาดและระยะในขั้นตอนของการออกแบบอาคารอย่างถี่ถ้วน เพื่อให้มีการทำงานในที่ก่อสร้างมากที่สุด

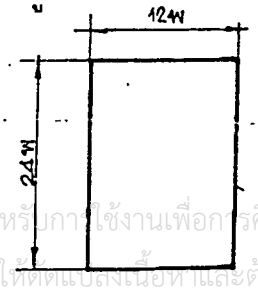
การใช้ระบบประสานทางพิกัดในการออกแบบอาคาร จะช่วยประหยัดค่าก่อสร้างให้ลดลงได้ ไม่ว่าจะเป็นการก่อสร้างแบบดั้งเดิม ซึ่งทำด้วยน้ำมือของช่างหรือการก่อสร้างด้วยระบบอุตสาหกรรม ซึ่งใช้เครื่องจักรประกอบและติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ระบบประสานทางพิกัด ในการทำงานด้วยระบบประสานอาจมีข้อยุ่งยากเกี่ยวกับคำศัพท์หรือคำเรียกใหม่ๆ ที่ไม่คุ้นเคยอยู่บ้างในระยะแรก หากได้นำไปทดลองปฏิบัติแล้วความคุ้นเคยจะเกิดขึ้นภายหลัง จะอย่างไรก็ตาม คำศัพท์ที่สำคัญที่จะต้องคำนึงถึงในการทำงานด้วยระบบประสานทางพิกัดมีอยู่มากนักซึ่งผู้ออกแบบควรจะทำความเข้าใจไว้ คือ ขนาด หรือมิติ ทั้งนี้เพราะการประสานทางพิกัดก็คือการกำหนดขนาด หรือมิติของขนาดไว้ประสานกันนั้นเอง

มิติตามพิกัด มิติควบคุม และมิติตามผลิต

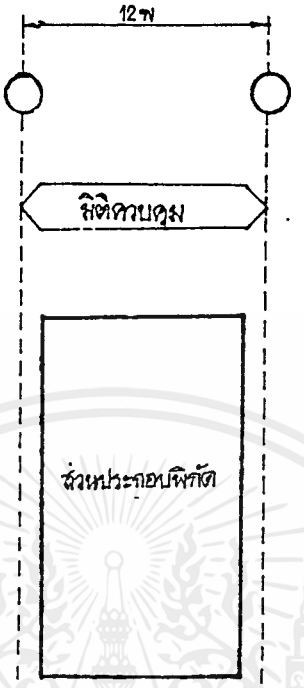
1. มิติตามพิกัด คือการวัดระยะที่เป็นไปตามพิกัด พ. 2พ. 3พ. เช่น ในการกหนดขนาดชิ้นส่วนประกอบผนังในอาคารมีขนาด 12 พ คูณ 24 พ

ตัวอย่าง ส่วนประกอบพิกัด 12 พ คูณ 24 พ



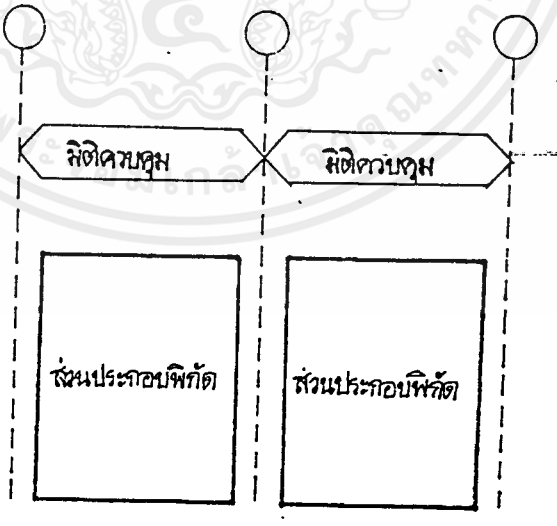
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. มิติควบคุม คือ ระยะที่กำหนดเพื่อสะดวกในการทำงานซึ่งมิตินี้จะต้องเป็นไปตามมิติพิกัด



ซึ่งในที่นี้หากมิตามพิกัดของส่วนประกอบอาคาร เท่ากับ 12 พ มิติควบคุมก็จะเป็นเท่ากับ 12พ

3. มิติตามผลิต คือการวัดระยะที่กำหนดเพื่อใช้ในงานผลิต โดยทั่วไปจะต้องมีค่าน้อยกว่ามิติตามพิกัด



จากรูปจะเห็นว่า ถ้ามิติตามพิกัดของส่วนประกอบ เท่ากับ 12 พ

มิติควบคุมจะต้อง " 12 พ

มิติมูลฐานจะเป็น " มิติตามพิกัดรอยต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

YEAR	SYSTEM	LOCATION	DESIGNER
Many centuries before the Christian Era	The Burnt Clay Bricks	Mesopotamia	Mesopotamian
1624	Panekized house of wood, was subsequently disassembled, moved, reassembled several times	Cape Ann	Englishmen
1727	2 houses "all cut to be erected" providing emergency shelters	The West Indies	New Orleans

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น ส่วนประกอบที่จะผลิตมาใช้กับมิติตามพิกัด 12 พ (1,200 ซม.) จะต้องมีขนาด 1,200 ซม. หักออกด้วยขนาดรอยต่อ 15 มม. คือ 1,185 มม.

วิธีออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด (MODULAR DESIGN)

ขั้นแรกต้องเลือกขนาดส่วนประกอบพิกัด และหาระยะโครงสร้าง ซึ่งในกำหนดมิติส่วนประกอบพิกัดแบบต่างๆ หรือกำหนดขนาดโครงสร้างให้มีการประสานทางมิติทั้งส่วนประกอบอาคารและตัวอาคาร (DIMENSIONAL CO-ORDINATION) ต้องพิจารณาจากสิ่งต่อไปนี้ คือ

1. ขนาดและชนิดของอาคาร เช่น อาคารพักอาศัย โรงเรียน ฯลฯ

2. ขนาดของห้องที่มาจากเนื้อที่ใช้สอยและการติดต่อภายใน

3. โครงสร้างเป็นแบบเสาคาน หรือผนังรับน้ำหนัก ซึ่งจะได้ระยะ ช่วงเสา หรือช่วงผนัง และความสูง

4. เลือกขนาดส่วนประกอบอาคารและวัสดุก่อสร้าง รวมทั้งอุปกรณ์ที่มีมิติตามพิกัดเป็นจำนวนมากที่สุด ทั้งที่มีมิติตามพิกัดและไม่อาจหรือไม่จำเป็นที่จะ ต้องใช้ส่วนประกอบที่มีมิติเข้าพิกัด

5. เลือกขนาดชิ้นส่วนอาคารที่สามารถขนส่ง หรือยกประกอบติดตั้ง เช่น โครงวงกบประตูหน้าต่าง บันได ฯลฯ

ในกรณีมีวัสดุหรือส่วนประกอบหลายชนิดหลายขนาดต่างๆ กัน เนื่องจากจำเป็นต้องใช้ชิ้นส่วนที่มีอยู่ในตลาดและในโรงงาน เช่น พื้นเป็นขนาดหนึ่ง ผนัง ประตูหน้าต่าง เป็นอีกขนาดหนึ่ง ซึ่งไม่ประสานกัน ให้พิจารณาดูว่า ในอาคารนั้นมีส่วนประกอบใดที่สำคัญและต้องใช้เป็นจำนวนมากซ้ำๆ กัน ก็ให้ขนาดของส่วนประกอบนั้นเป็นตัวกำหนดขนาดพิกัด เพื่อใช้เป็นมิติประสานกับส่วนอื่นๆ ต่อไป ตัวอย่างเช่น อาคารหลังนี้มีพื้นเป็นส่วนสำคัญและต้องใช้เป็นจำนวนมากที่สุดขนาดคสวามกว้างของพื้นเป็น 0.30 ม. 3 ม เราก็สามารถกำหนดขนาดมิติของส่วนประกอบพิกัดโดยทั่วไปทางแนวนอนให้ประสานกับ 3ม

เมื่อกำหนดขนาดชิ้นส่วนต่างๆ ได้แล้ว ให้หาระยะโครงสร้างที่ควรจะเป็นโดยเปรียบเทียบส่วนใช้สอยหรือขนาดห้องต่างๆ กับชิ้นส่วนที่สามารถบรรจุลงในระยะนั้นได้แล้วจงปรับตัวเลขของระยะโครงสร้างที่กำหนดไว้นั้น ให้ลงตัวกับส่วนประกอบ หรือวัสดุสำเร็จรูปที่บรรจุในช่วงหน้าหรือช่วงช่วงผนังอีกครั้ง

การออกแบบด้วยระบบประสานทางพิกัดนี้ ต้องคำนึงถึงขนาดที่จะสัมพันธ์กันเป็นมิติที่ประสานทั้ง 3 มิติ ทั้งในด้านผนังอาคารและโครงสร้าง

มิติประสานกับขนาดใช้งานและความคลาดเคลื่อน (CO-ORDINATION DIMENSIONS AND WORK SIZES-TOLERANCES)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการปฏิบัติงานอาจมีความคลาดเคลื่อนต่างๆ จากระยะที่คิดไว้ ความคลาดเคลื่อนที่ควรนำมาพิจารณาในระบบประสานทางพิกัด คือ

1. ความคลาดเคลื่อนในการผลิต เพื่อเป็นเผื่อไว้ว่าชิ้นส่วนที่ผลิตออกมาจากโรงงานอาจมีความคลาดเคลื่อนจากขนาดที่กำหนด จึงต้องกำหนดระยะของความเบี่ยงเบนไว้

2. ความคลาดเคลื่อนในการติดตั้ง ซึ่งต้องกำหนดระยะความเบี่ยงเบนของตำแหน่งที่ติดตั้งส่วนประกอบอาคารจากที่ระบุไว้ในตำแหน่งที่ตั้ง

3. ความคลาดเคลื่อนของรอยต่อ ซึ่งจะกำหนดขนาดของความหนาของรอยต่อที่เปลี่ยนแปลง

การเผื่อระยะความคลาดเคลื่อน กำหนดให้เผื่อไว้ในระยะของรอยต่อ

การประสานทางวัสดุต้องการส่วนละเอียดของแนวรอยต่อของแต่ละชิ้นส่วยซึ่งต้องอาศัยความสามารถในการออกแบบและเข้าใจในวัสดุ ระบบโครงสร้างและเทคนิคในการก่อสร้างแต่ละวิธี

เนื่องจากขนาดพิกัดของชิ้นส่วนเป็นระยะที่รวมทั้งรอยต่อแล้ว ขนาดที่แท้จริงของชิ้นส่วนจึงมีขนาดเล็กกว่าขนาดพิกัด เมื่อรวมขนาดพิกัดของหลายชิ้นส่วนเข้าเป็นระยะของช่วงเสา จึงไม่จำเป็นต้องเผื่อระยะของรอยต่อเข้าไปอีก

ความหนาของวัสดุ

ความหนาของวัสดุหรือส่วนประอาคาร ไม่จำเป็นต้องมีขนาดตามพิกัดเพื่อประหยัดเนื้อวัสดุ แต่ถ้าจะคิดเพิ่มอีกขั้นตอนหนึ่งในการออกแบบด้วยระบบประสานทางพิกัดอาจกำหนดขนาดพิกัดมูล.านได้ และสามารถนำมาใช้ให้เข้ากับขนาดพิกัดมูลฐานได้ เช่น ถ้ามีขนาดเป็น 5 ซม. ความหนาของ 2 ชิ้นส่วนจะเท่ากับ 10 ซม. ซึ่งเท่ากับ 1 M

ตารางพิกัดและหน่วยคูณพิกัด (MODULAR GRID AND MODULAR COMPONENTS)

ในการติดแบบร่างต้องมีเครื่องบอกระยะแทนการวัด มีวิธีจะเลือกคิดแบบได้ตามสะดวกดังนี้

1. ออกแบบบนตารางพิกัด
2. ออกแบบด้วยส่วนประกอบพิกัด

วิธีที่ 1 เมื่อส่วนประกอบอาคารทุกส่วนต้องใช้ระบบประสานทางมิติที่เป็นพิกัด การออกแบบขั้นแรกจึงง่ายและชัดเจนขึ้น ถ้าได้ใช้ตารางหน่วยพิกัดมูลฐานเป็นเครื่องบอกระยะระหว่างเส้นตารางนั้น

ขนาดพิกัดมูลฐานสากล ถือขนาด 10 ซม. เป็นมาตรฐานสากลในการติดแบบขั้นแรก ควรมีตารางพิกัดไว้บนแผ่นกระดาษรองใหดักระดาษร่างหรือกระดาษเขียนแบบ เพื่อคิดแบบได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น

ตารางนี้ควรนำมาใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการออกแบบ ไม่ใช่ให้มาบังคับการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีที่ 2 ในบางครั้งผู้ออกแบบได้ตัดกลงใจเลือกใช้แผนผังพิกัดและหน่วยคูณพิกัดขนาดที่ต่อง หรือกำหนดชิ้นส่วนมาตรฐานขึ้นมาแล้ว จึงออกแบบโดยยึดถือตามขนาดส่วนประกอบที่กำหนดขึ้นมาใช้ โดยจะตีตารางตามขนาดชิ้นส่วน หรือไม่จำเป็นต้องใช้ตารางเลยก็ได้

ประโยชน์ของการใช้ระบบประสานทางพิกัดในการออกแบบ คือ

1. ทำให้มีมาตรฐานในการออกแบบและการก่อสร้าง
2. สามารถจัดส่วนประกอบของตัวอาคารให้เข้ากันได้อย่างง่ายภายในเวลาก่อสร้าง
3. สามารถวางแผนการทำงานเป็นขั้นตอนได้
4. ประหยัดเวลาในการก่อสร้าง เพราะใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปและสามารถปฏิบัติงานตามแผนการก่อสร้าง
5. ประหยัดแรงงานและวัสดุสูญเปล่า โดยที่แรงงานส่วนใหญ่จะใช้ในโรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป
6. เกิดความเป็นธรรมในการก่อสร้าง สามารถคิดราคาได้ถูกต้องแม่นยำเพราะนับจำนวนชิ้นไม่ต้องมีเผื่อเหลือเผื่อขาด ป้องกันให้ผู้บริโภค
7. สามารถสับเปลี่ยนทดแทนชิ้นส่วนซึ่งกันและกันได้ ทำให้การผลิตแบบเป็นไปได้ เป็นการส่งสริมอุตสาหกรรมการผลิตและการก่อสร้าง
8. เกิดอุตสาหกรรมต่อเนื่อง ทำให้เกิดการกระจายของตลาด
9. เกิดการถ่ายทอดวิชาการแผนใหม่
10. สร้างความเข้าใจโดยทั่วกันทุกฝ่าย ทำให้มีความเชื่อถือไว้วางใจซึ่งกันและกัน

สำหรับข้อเสียก็มีอยู่บ้างคือ

1. เกิดข้อบังคับในการออกแบบ เช่นต้องพยายามให้ขนาดของดาคารตรงตามขนาดของส่วนประกอบหรือต้องใช้ระยะต่างๆ ได้ตรงตามหน่วยพิกัดที่กำนหดขึ้นใช้ทั้งทางนอน และทางตั้ง
2. เกิดการกีดกันทางการค้า เช่น ของที่คุณภาพและขนาดไม่ได้ตามมาตรฐานก็ไม่สามารถจำหน่ายได้ ทำให้เป็นผลเสียแก่ผู้ผลิตรายย่อยที่ไม่สามารถลงทุนในด้านเครื่องจักรกลที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมคุณภาพและขนาด

2.4.3 ความรู้ทั่วไปทางโครงสร้างทางสถาปัตยกรรม

โครงสร้างทางอาคาร ไม่ว่าจะมีรูปร่างอย่างไร มีทิศทางอย่างไร จะเกิดขึ้นจากปัญหาการรับน้ำหนักและการถ่ายเทน้ำหนัก และเพื่อจะทำให้เกิดความมั่นคงในการรับน้ำหนักมากที่สุด และได้ผลคุ้มค่าที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือ การถ่ายเทน้ำหนักจากตัวอาคารทั้งหลังลงสู่ดิน โดยใช้เสาเป็นนตัวรับน้ำหนัก

น้ำหนักของตัวอาคาร แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

1. น้ำหนักตัวอาคาร คือ น้ำหนักอันเนื่องจากโครงสร้างของอาคารเอง เช่น น้ำหนักของคอนกรีต, เหล็ก, อลูมิเนียม, ไม้ เป็นต้น

2. น้ำหนักจร คือน้ำหนักที่ไม่ใช่เป็นโครงสร้างของอาคารเช่น คน สัตว์ สิ่งของ ตามเทศบัญญัติของเทศบาลกรุงเทพมหานคร กำหนดให้คิดน้ำหนักจรของอาคาร ที่อยู่อาศัย เท่ากับ 150/ก.ก./ตารางเมตร

โครงสร้างอาคาร โดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 ส่วนใหญ่ คือ

1. ส่วนโครงสร้างใต้ดิน ำหน้าที่ยึดตัวอาคาร และรับน้ำหนักจากตัวอาคารถ่ายลงสูดิน

2. ส่วนโครงสร้างเหนือดิน หรือโครงสร้างทั่วไปของอาคาร ทำหน้าที่รับและถ่ายน้ำหนักชนิดต่างๆ ตามประโยชน์ใช้สอย

ส่วนโครงสร้างใต้ดิน

1. ตอม่อ คือ เสาที่ต่อจากพื้นชั้นล่างลงไปในดิน สู่ฐานราก คือ ทำหน้าที่รับน้ำหนักจากเสาถ่ายลงสู่ฐานราก

2. ฐานราก คือ ส่วนที่รับน้ำหนักจากตอม่อถ่ายลงสู่ดิน หรือเข็ม ขึ้นอยู่กับน้ำหนักอาคารและสภาพการรับน้ำหนักของดิน ซึ่งอาจมีการตอกเข็มหรือไม่ก็ได้ แล้วแต่น้ำหนักของตัวอาคารและสภาพดินเช่นกัน

โครงสร้างตัวอาคาร หรือ โครงสร้างส่วนที่อยู่เหนือดิน

1. เสา ทำหน้าที่เป็นแกนรับน้ำหนัก ในแนวดิ่งจากโครงสร้างสวนอื่นๆ แล้วถ่ยน้ำหนักของอาคารทั้งหมดลงสู่ฐานราก การวางเสาจะต้องพิจารณาถึงประโยชน์ใช้สอย ความสามารถของวัสดุ และโครงสร้างที่ทำหน้าที่รับน้ำหนักอื่นๆ ที่เกี่ยวพันกันโดยตรง เช่น คาน ตง จันทัน ซึ่งสิ่งเหล่านี้มีความสัมพันธ์กับช่วงเสา

2. พื้น พื้นบ้านเป็นสวนของโครงสร้างที่ทำหน้าที่รับน้ำหนัก เนื่องจากการอยู่อาศัยแล้วถ่ายน้ำหนักให้เสา

3. ตง ทำหน้าที่ช่วยรับน้ำหนักจากพื้น แล้วถ่ายกระจายลงไปให้กับคาน

4. คาน ทำหน้าที่รับน้ำหนักจากตง ถ่ายลงให้เสา คานเป็นโครงสร้างแกนสำคัญรองจากเสาโดยทั่วไป คานมักติดกับเสา ขนาดของคานสัมพันธ์โดยตรงกับช่วงเสาห่างมาก คานต้องมีขนาดใหญ่ขึ้น

4. คาน ทำหน้าที่รับน้ำหนักจากตง ถ่ายลงให้เสาคานเป็นโครงสร้างแกนสำคัญรองจากเสา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทั่วไป คานมักติดกับเสา ขนาดของคานสัมพันธ์โดยตรงกับช่วงเสา ถ้าช่วงเสาห่างมาก คานต้องมีขนาดใหญ่ขึ้น

5. หลังคา ทำหน้าที่กันแดด กันฝน ให้กับอาคาร จงเป็นสวนโครงสร้างที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง

โครงสร้างของหลังคามีส่วนประกอบดังนี้

1. วัสดุมุงหลังคา ทำหน้าที่ในการบังแดด กันฝน เช่น กระเบื้องแผ่นเล็ก, กระเบื้องลอนสังกะสี

2. แปเป็นไม้ที่ใช้รับกระเบื้องหลังคา แปจะวางห่าง เมื่อกระเบื้องหลังคาแผ่นใหญ่และวางถี่เมื่อกระเบื้องหลังคาแผ่นเล็ก แปจะถ่ายน้ำหนักที่รับทั้งหมดให้จันทัน ขนาด และระยะห่างของแป นอกจากเป็นปัญหาอันเนื่องจากกระเบื้องหลังคาแล้ว ยังมีความสัมพันธ์กับระยะห่างของจันทันด้วย

3. จันทัน ทำหน้าที่รับน้ำหนักจากแปทั้งหมด แล้วถ่ายน้ำหนักสู่อะเส

4. อกไก่, อะเส, คานรับจันทัน ทำหน้าที่เป็นคานรับน้ำหนักจสกจันทัน ถ่ายไปให้เสาส่วนประกอบอื่นๆ ของหลังคา

- เชิงชาย เป็นไม้เนื้อแข็งใช้ปปิดข้างจันทัน
- ไม้กันนก ใช้ปิดทับบนเชิงชาย ปดช่องระหว่างเชิงชาย กบกระเบื้องหลังคา
- รางน้ำ

6. ผนัง คือส่วนก่อสร้างในแนวตั้ง ที่ใช้ปดกั้น เพื่อแสดงเนื้อที่ภายในตัวอาคาร หรือแบ่งเนื้อที่ใช้อสยภายในตัวอาคาร และยึดติดอยู่ระหว่างคานพื้น กับคานชั้นบน หรือคานหลังคา

โครงสร้างของผนัง โดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. ผนังเบา เป็นหน้าที่ใช้ไม้ หรือวัสดุเบาอื่น เช่น อลูมิเนี่ยม เหล็ก เป็นเคร่าภายในซึ่งจะทำหน้าที่เป็นแกนยึดผนังทั้งแผ่น และถ่ายน้ำหนักให้คานพื้นเป็นตัวรับไว้ แล้วปิดทับด้วยวัสดุสำเร็จรูปหลายๆ ชนิด เช่น ไม้อัด กระเบื้องแผ่นเรียบเซลโลกรีต ยิปซัมบอร์ด

2. ผนังคอนกรีต โดยใช้ปูนก่อ หรือปูนซีเมนต์ มาเป็นตัวยึดกับอิฐ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3.1 ฐานราก

หน้าที่ของฐานราก

โครงสร้างฐานรากทำหน้าที่รองรับน้ำหนักบรรทุก น้ำหนักตายตัวของอาคารทั้งหลัง รวมทั้งน้ำหนักซึ่งเกิดจากแรงลมด้วย แรงลมหรือพายุอาจยกพลิกตัวอาคารได้เมื่ออาคารมีความสูงมาก หรืออาคารเตี้ยแต่มีน้ำหนักเบามาก ฐานรากจะทำหน้าที่รองรับนำห้หนักอาคารเนื่องจากแรงหรือน้ำหนักดังกล่าว แล้วถ่ายทอดลงไปยังชั้นดิน ชั้นหิน ซึ่งแข็งแรงที่อยู่รองรับใต้ฐานรากได้โดยปลอดภัยไม่เกิดการเสียหายทรุดตัว เอียง หรือ เกิดการแตกที่อยู่รองรับใต้ฐานรากได้โดยปลอดภัยไม่เกิดการเสียหายทรุดตัว เอียง หรือเกิดการแตกร้าวขึ้นแก่โครงสร้างอาคารนั้น ๆ ราาของค่าก่อสร้างฐานรากสูงเมื่อเปรียบเทียบราคาของค่าโครงสร้างเหนือดิน ถ้าทำการออกแบบก่อสร้างฐานราก โดยไม่มีการสำรวจจนรู้ความสามารถรองรับน้ำไนักของสภาพดินข้างล่างแล้ว การออกแบบฐานรากย่อมเป็นไปโดยไม่ประหยัด เพราะอาจให้ขนาดโตเกินความจำเป็น หรือให้ขนาดเล็กเกินไป อาจเกิดทรุดตัวพังเสียหายเป็นอันตรายต่อชีวิตทรัพย์สิน การซ่อมแซม หรือ เสริมฐานรากให้โตขึ้นยุ่งยากสิ้นเปลืองทั้งค่าใช้จ่ายและเวลา และอาจทำให้เกิดการไม่มั่นคงปลอดภัย ถ้ามีการสร้างอาคารใกล้เคียงขึ้น เพราะแรงดันหรือการเลื่อนตัวของดิน การที่ระดับน้ำใต้ดินเปลี่ยนแปลงซึ่งเกิดจากการสร้างฐานรากในบริเวณใกล้เคียงกับอาคารเดิม อาจทำให้เกิดการเสียหายแก่ฐานรากเดิมได้ เมื่อไม่ทราบความสามารถของดิน จะเป็นการยากต่อการออกแบบฐานราก และการออกแบบป้องกันไว้ล่วงหน้า

ฐานรากประเภทต่าง ๆ

1. ฐานรากแผ่ ลักษณะสำคัญคือ มีพื้นที่ฐานรากแผ่กว้างพอให้พื้นที่ของดินรับน้ำหนักบรรทุกได้โดยปลอดภัย จัดอยู่ในฐานรากแบบตื้น

2. ฐานรากเข็ม ใช้การตอกเอาเข็มให้จำนวนและความยาวเพียงพอ จนสามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้ด้วยแรงยึดพยุงผิว หรือตอกจนจรดทับหิน หรือดินแข็งข้างล่างใช้ปลายถ่ายน้ำหนักข้างบนลง

3. ฐานรากแบบแท่งตอม่อ ทำฐานรากขนาดโต และทำลักลงทั้งแท่งจมลงบนชั้นดินที่มีความแข็งแรงมากพอกับการรับน้ำหนักได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของฐานรากแผ่

1. ฐานรากแผ่แบบแท่งพื้นยาวตามกำแพง (SLAB WALL FOOT) แบบนี้มีฐานแผ่ยื่นออกจากกำแพงและยาวตลอด ความหนาของฐานแผ่เท่ากันตลอด รับน้ำหนักได้ปานกลาง

2. ฐานแผ่เป็นขั้นบันได (STEPPED WALL FOOTING) ใช้รับน้ำหนักได้มากกว่าการลดหน้าตัดเป็นรูปขั้นบันได เพื่อประหยัดวัสดุ

3. ฐานแผ่หนีศูนย์ (ECCENTRIC WALL FOOTING) แบบนี้ทำเมื่อกำแพงต้องก่อปิดแนวเขต หรือไม่อาจยื่นใช้ฐานแผ่ไปได้ ศูนย์ล่วงของกำอพงไม่ตรงแนวกับศูนย์ถ่วงของพื้นที่ฐานแผ่

4. ฐานแผ่แผ่นรองตอม่อ (SLAB PIER FOOTING) แบบนี้เป็นฐานรากแผ่ขนาดเล็ก ๆ ยื่นโดยรอบเสาตอม่อ

นอกจากนี้ ฐานรากแผ่ยังแบ่งออกตามรูปร่างลักษณะอาคาร และความจำเป็นในการรับน้ำหนักบรรทุกของโครงสร้างแบบถ่ายน้ำหนักเป็นจุด คือ

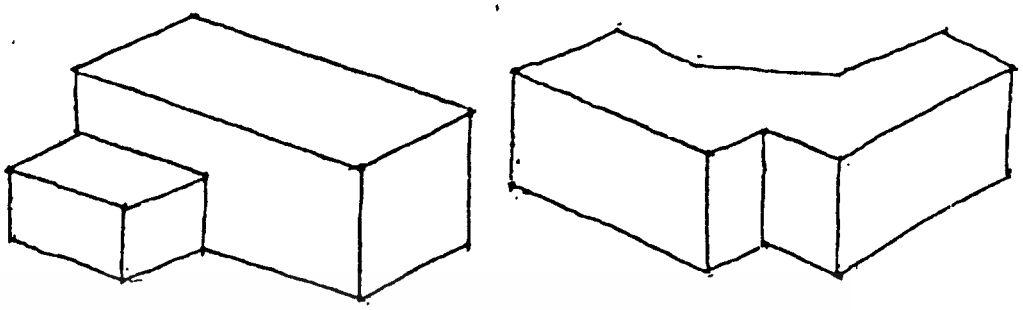
1. ฐานแผ่แบบแยก หรือ อิสระ (ISOLATED FOOTING)
2. ฐานแผ่ต่อเนื่อง (CONTINUOUS COLUMN FOOTING)
3. ฐานแผ่รอบ (COMBINDED COLUMN FOOTING)
4. ฐานแผ่ยื่นตัว (CANTILEVER COLUMN FOOTING)
5. ฐานรากแบบ (MAT FOOTING)

2.4.4.2 **หลังคา** สามารถแบ่งชนิดของหลังคา ออกได้ตามลักษณะรูปร่าง และการใช้งาน

-หลังคาแบน (FLAT ROOF) มีลักษณะแบนราบ ใช้กันมากในประเทศที่มีฝนตกน้อยหรือพวกดีกสูง ๆ คุณสมบัติพิเศษ คือ สามารถรับความร้อนได้ดี ทำให้บ้านอบอุ่น เพราะมีช่องระหว่างหลังคา กับฝ้าเพดานน้อยมาก ถ้าใช้ในประเทศไทยมักจะเกิดปัญหาน้ำฝนขัง และไหลซึมเข้าห้อง

วัสดุที่ใช้ส่วนใหญ่ จึงเป็นพวกคอนกรีตเสริมเหล็ก นอกจากจะใช้กับหลังคาประเภทเพิง ใช้สำหรับจอดรถ หลังคาคลุมทางเดิน เพราะฉะนั้น อาคารชั่วคราวในการจัดแสดงงาน สร้างเป็นโครงไม้ปูทับด้วย กระเบื้องแผ่นเรียบ แล้วทับด้วยสังกะสีอีกชั้นเพื่อกันซึม ความสวยงามของหลังคาประเภทนี้ส่วนใหญ่ไม่ได้อยู่ที่หลังคาเท่าใดนัก แต่อยู่ที่ตัวบ้าน ที่สามารถหักมุมสลับซับซ้อน หรือเจาะช่องหลังคาเล่นเงากับแสงอาทิตย์

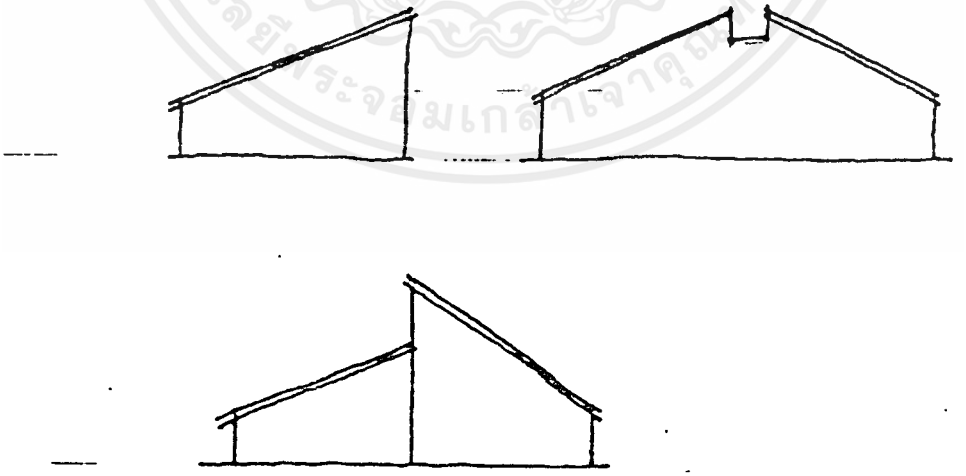
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 22

-หลังคาเพิงหมาแหงน วิวัฒนาการมาจากหลังคาแบน แต่ยกด้านหนึ่งให้สูงขึ้น ทำให้หลังคาลาดชัน สะดวกในการระเหยน้ำฝนได้ดี มีช่องระหว่างหลังคากับฝ้ากว้างขึ้น ช่วยการระบายอากาศในห้องได้อย่างดี วัสดุมุงหลังคาอาจใช้วัสดุเป็นแผ่น ๆ เช่น กระเบื้องลอนต่าง ๆ หรือกระเบื้องแผ่นเล็ก ๆ

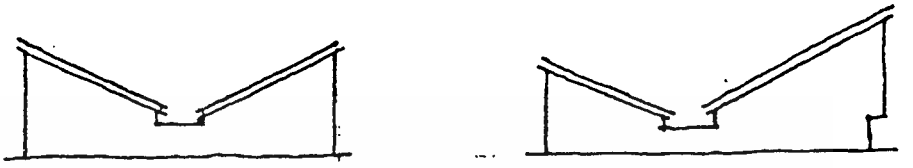
หลังคาชนิดนี้กันฝนได้ดีมาก แต่มีข้อเสียคือ ส่วนหน้าที่แหงน น้ำฝนอาจไหลย้อนกลับได้ง่าย ในกรณีที่หลังคามีขนาดใหญ่ ความสูงของส่วนที่สูงที่สุดจะสูงมาก และใช้ประโยชน์อะไรไม่ได้การออกแบบจึงมักชอบออกเป็นหลังคาเล็ก ๆ



ภาพที่ 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-หลังคาแบบปีกผีเสื้อ (BUTTER FLY ROOF) ลักษณะเหมือนเพิงหมาแหงนชนกัน มีรางน้ำระหว่างกลาง คุณสมบัติต่าง ๆ เหมือนหลังคาเพิงหมาแหงน แต่มีพิเศษ คือ รางน้ำอยู่กลางบ้าน ซึ่งเป็นจุดอ่อนของหลังคาแบบนี้ เพราะเกิดปัญหารั่วซึมง่าย



ภาพที่ 24

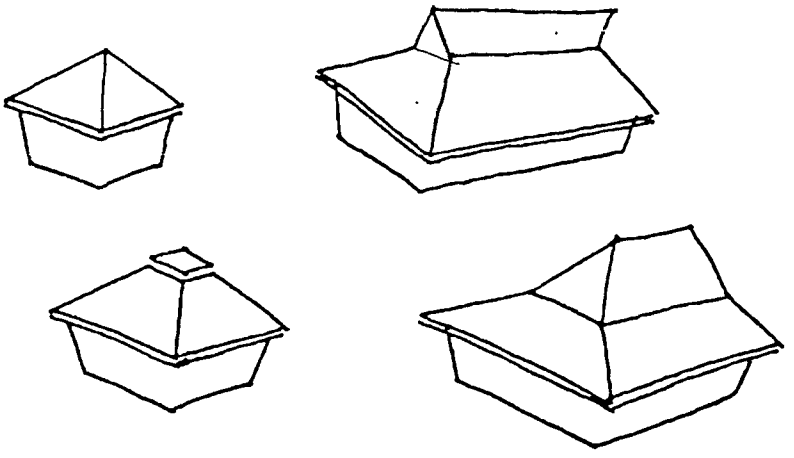
-หลังคาแบบหน้าจั่ว (CABLE ROOF) เป็นลักษณะที่นิยมมาก เพราะประหยัดและสร้างง่าย กันแดดฝนได้เกือบ 100 % วัสดุมุงหลังคามีหลายชนิด ใช้ได้ตั้งแต่หญ้าคา กระเบื้องแผ่น กระเบื้องลอน ฯลฯ

-หลังคาทรงปั้นหยา (HIB ROOF) คุณสมบัติทั่วไปเป็นแบบที่มีแปลนจำกัดและได้สัดส่วนโครงหลังคาค่อนข้างยุ่งยาก และ สลับซับซ้อน เปลืองวัสดุในเนื้อที่เท่ากัน

จุดอ่อนที่พบเห็นมาก คือ รอยรั่วแบบสันหลังคา และลับตะเข้ แต่จุดดีก็คือ สามารถกันแดด-ฝนได้รอบอาคาร ความสวยงามอยู่ที่ลักษณะตัวของมันเอง

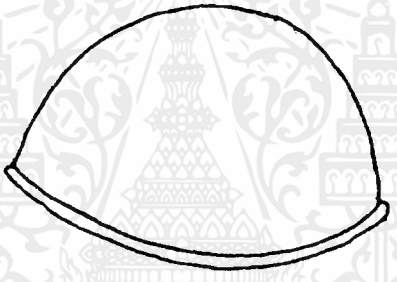
นอกจากนี้ ยังนิยมออกแบบหลังคาหลายชนิดผสมกัน ซึ่งจะตัดตอนเอาบางส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

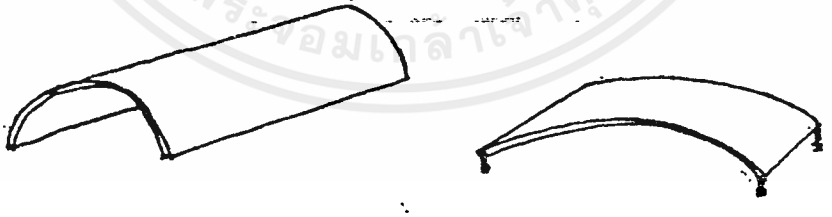


นอกจากนี้ยังมีหลังคา ซึ่งมีรูปร่างแตกต่างกันไป แต่เกิดจากดัดแปลงจากประเภทหลังคาที่กล่าวมาแล้ว คือ

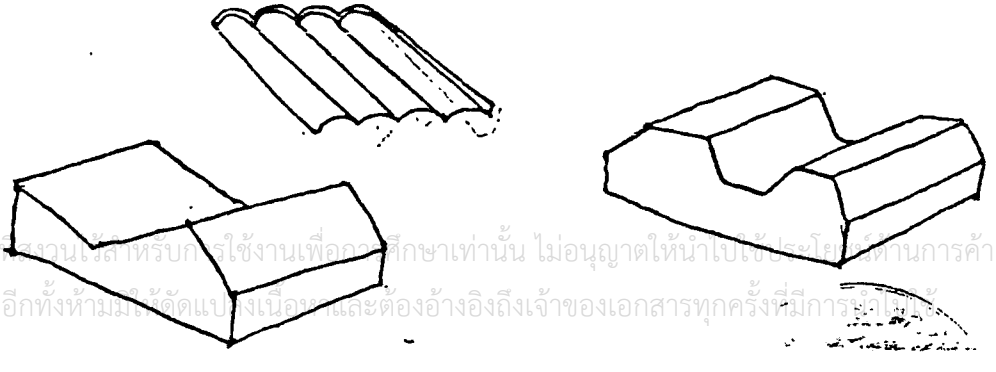
-หลังคาโคมกลาง คลุมตลอดเป็นรูปครึ่งวงกลม ลักษณะการ DRAIN น้ำฝนเหมือนหลังคาทรง HIB แต่การระบายอากาศแย่มาก



-หลังคา ARCH โค้งเป็นแผ่น ๆ ลักษณะเหมือนกับหลังคา



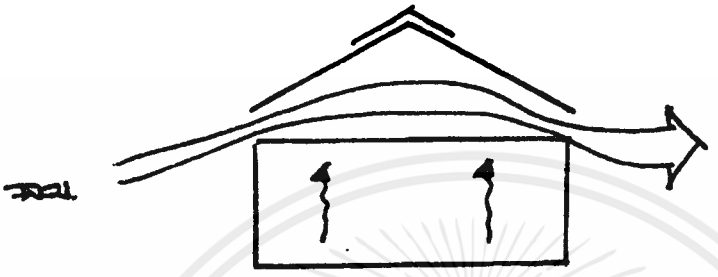
-หลังคารูปทรงต่าง ๆ



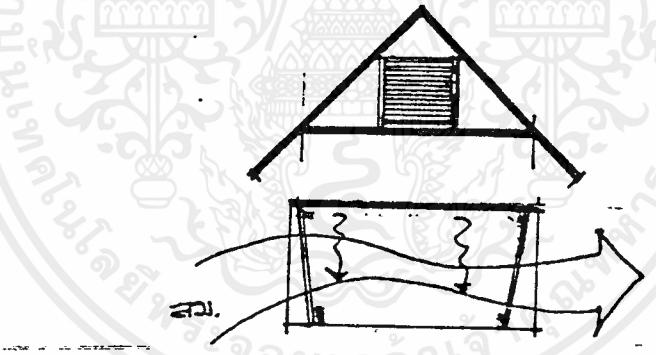
เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4.3 **-หลังคา** หลังคาอยู่ส่วนบนสุดของอาคาร ทำหน้าที่ปกคลุมสิ่งต่าง ๆ ภายในตัวอาคาร ทำหน้าที่หลักคือ ป้องกัน แดด ฝน ให้กับตัวอาคาร ความร้อนจากแสงแดดจะถูกแผ่ลงมาฝ่านวัสดุที่ประกอบกัน เป็นหลังคาผ่าฝ้าเพดานเข้าสู่ห้องได้ จึงต้องมีการระบายอากาศที่ดีอ ในส่วนใต้หลังคา เพื่อให้ลมพัดเอาความร้อนจากภายใต้หลังคาออกไป ซึ่งทำได้หลายวิธี คือ

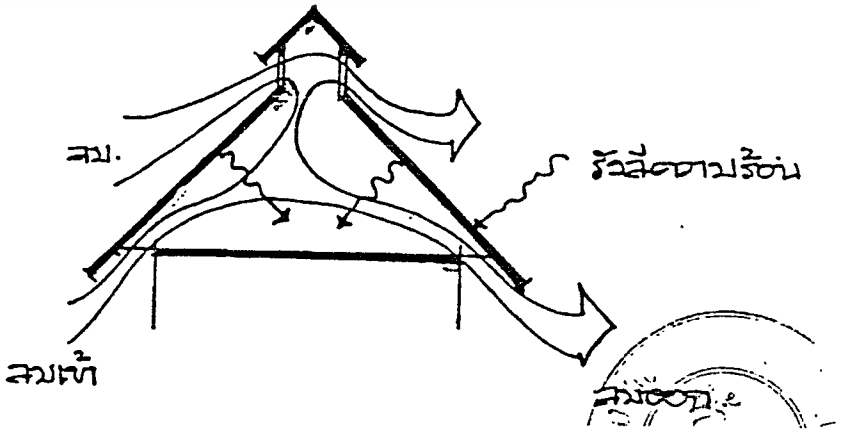
1. ทำหลังคาทรงสูง เช่น เหมือนกับทรงไทย ทำให้มีช่องว่างระหว่างหลังคา กับฝ้าเพดานมาก มีช่องระบายอากาศด้านหัวท้าย



2. ทำช่องระบายอากาศ ซ้อนขึ้นบนหลังคา และสังเกตได้จากหลังคาที่มีลักษณะเป็นหลังคาเล็ก ๆ ครอบอยู่บนหลังคาใหญ่ จะเป็นช่องระบายอากาศ ทำขึ้นบนยอดหลังคาซ้อนขึ้นไปอีกชั้นหนึ่ง



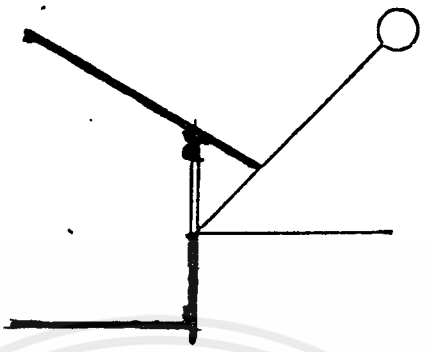
3. การทำช่องระบายอากาศใต้หลังคาที่ชายคารอบบ้าน



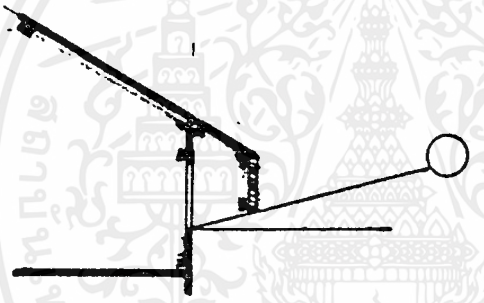
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากลักษณะนี้จึงควรใช้วัสดุกันความร้อนสะท้อน ปิดบริเวณผังเพดานด้านในช่วยทำให้ความร้อนผ่านได้ยากขึ้น ผิวของวัสดุกันความร้อน จะช่วยสะท้อนความร้อนกลับไปสู่ผิวหลังคา

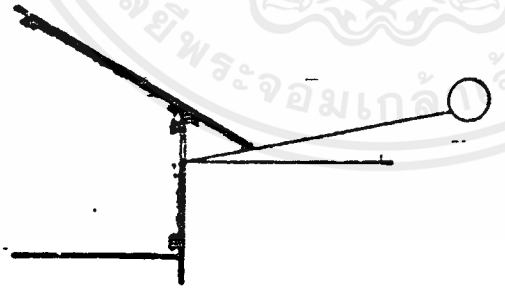
4. ลดระดับฝ้ากระดาน ทำให้เกิดช่องว่างใต้หลังคามากขึ้น



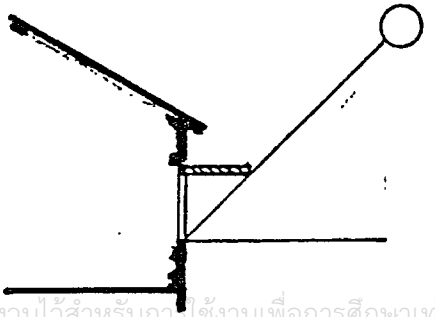
การใช้ชายคา หรือกันสาดใต้หลังคา ในการบังแดด ฝน ลักษณะต่าง ๆ



ยื่นชายคาเมื่อดวงอาทิตย์อยู่ในตำแหน่งสูง

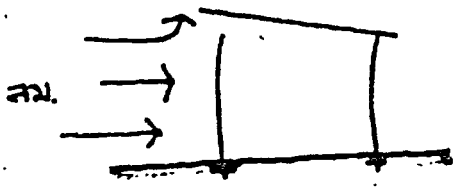


ยื่นชายคาพร้อมกับเกร็ดทางนอน เมื่อดวงอาทิตย์อยู่ในตำแหน่งต่ำ



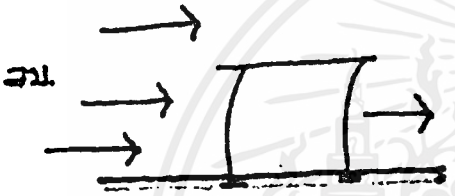
ยื่นชายคาพร้อมกับดิดช่องแสงในตำแหน่งสูง เมื่อดวงอาทิตย์อยู่ในตำแหน่งต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กันสาดป้องกันแสงแดดเหนือช่องหน้าต่างเมื่อดวงอาทิตย์อยู่ในตำแหน่งสูง

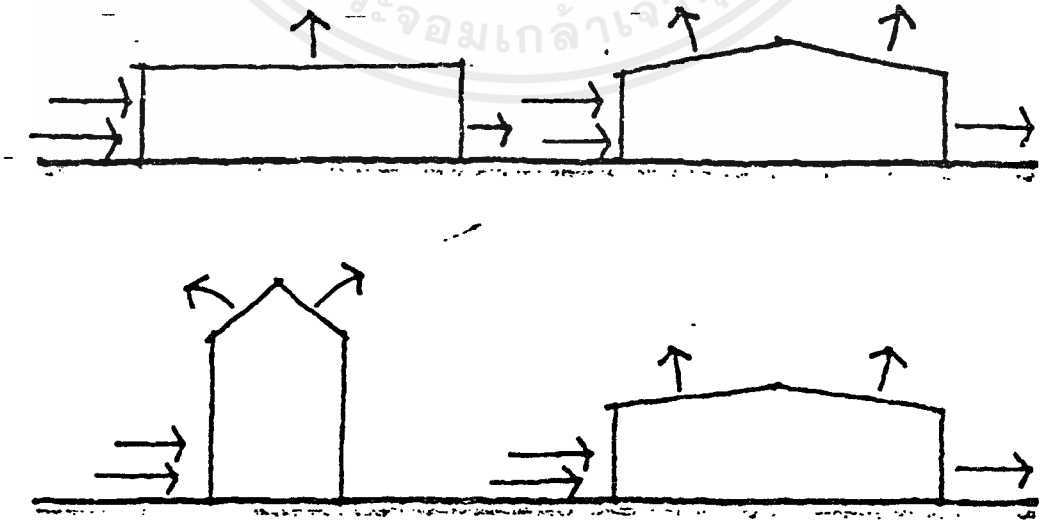
ลมที่มีผลต่อความวิบัติของโครงหลังคาได้เช่นกัน ถึงแม้ว่า ในลักษณะลมฟ้าอากาศของประเทศไทยจะไม่ค่อยมีพายุขนาดหนัก แต่พายุฝนฟ้าคะนองที่เกิดขึ้นทั่วไป ก็อาจทำให้เกิดความเสียหายได้เช่นกัน ในกรณีต่าง ๆ กัน คือ



การยึดหลังคากับโครงสร้างกำแพง หรือเสา ไม่มั่นคงพอ ทำให้หลังคาหลุดได้

การยึดหลังคา กับโครงสร้างอื่นไม่มั่นคง ทำให้เกิดการบิดเบี้ยวของโครงสร้างอื่นได้

ผลของแรงลมต่อหลังคาในมุมต่าง ๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ขบวนการผลิตกระเบื้องลอนแบบ Hatschec และแบบ Magnani

4.2.1 ขบวนการผลิตแบบ Hatschecขั้นแรก นำใยหินสำลีซึ่งมีหาลายชนิดมาผสมกันในอัตราส่วนที่เหมาะสมตามมาตรฐานกำหนดโดยเติมน้ำลงไป 20 % ของปริมาณใยหินสำลี เครื่องบดจะบดใยหินสำลีจนละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วลำเลียงโดยสายพานปิดกั้นความชื้นขึ้นไปยังยุ้งเก็บใยหินเพื่อใช้ผลิตกระเบื้องซีเมนต์ใยหินต่อไป จากใยหินที่ผ่านการบดแล้ว นำมาผสมให้ได้สัดส่วนกับปูนซีเมนต์ด้วยเครื่องชั่งอัตโนมัติ แล้วส่งไปยังอ่างกวนข้น โดยใช้น้ำเป็นนตัวผสมใยหินและปูนซีเมนต์ให้เข้ากัน ส่วนผสมนี้เรียกว่า "น้ำปูน" ซึ่งควบคุมความหนาแน่นให้ได้มาตรฐานด้วยเครื่องควบคุมอัตโนมัติ แล้วปั๊มไปที่อ่างกวนเพื่อจ่ายลงไปในอ่างตะแกรงภายในอ่างตะแกรง มีลูกตะแกรงซึ่งทำหน้าที่ดักส่วนที่เป็นเนื้อของน้ำปูนให้ติดกับตะแกรง ส่วนที่เป็นน้ำก็จะรอดรูตะแกรงออกไป น้ำปูนที่ติดตะแกรงขึ้นมาจะถูกดูดซับให้ติดกับผ้าสักหลาดเป็นชั้น ๆ พร้อมกันนั้นก็จะดูดน้ำออกจากผ้า เพื่อให้เนื้อกระเบื้องบนผ้ามีน้ำอยู่พอสมควร เนื้อกระเบื้องที่ติดอยู่บนผ้าสักหลานจะถูกถ่ายไปยังลูกอัด ซึ่งจะม้วนเนื้อกระเบื้องจากผ้าสักหลาดเป็นชั้น ๆ จนได้ความหนาตามความต้องการของกระเบื้องแต่ละชนิดแล้วตัดให้หลุดออกจากลูกอัด ผ่านสายพานโดยอัตโนมัติ สายพานอัตโนมัติจะนำแผ่นกระเบื้องเปียกวิ่งผ่านใบมีด เพื่อทำการตัดตามยาว และตามขวางให้ได้ขนาดตามต้องการในการผลิตกระเบื้องลอนคู่ หรือลอนเล็กนั้น แผ่นกระเบื้องเปียกจะถูกดูดเป็นรูปลอนโดยสุญญากาศ แล้วถูกกดนำไปวางไว้บนแบบเหล็กตามรูปทรงของกระเบื้องแต่ละชนิด ปล่อยทิ้งไว้ให้แข็งตัวประมาณ 8 ชั่วโมงจึงนำออกจำหน่าย

4.2.2 แบบ Magnani คือแบบที่ล้าสมัยกว่า แต่ปัจจุบันยังมีการผลิตด้วยวิธีอยู่ รูปลอนกระเบื้องที่เราต้องการและแบบอีกัวหนึ่ง ซึ่งเป็นรูปลอนกระเบื้องเช่นกัน จะเข้ามาปั้นน้ำปูนให้เรียบและได้ความหนาเท่ากันตลอด จากนั้นจึงเข้าเครื่องตัดและผึ่งให้แห้งและแข็งเป็นเวลา 7 วัน ก่อนนำไปจำหน่าย

5. ข้อแนะนำในการออกแบบและมุงกระเบื้องหลังคา

5.1 ควรเลือกใช้กระเบื้องที่ผลิตอย่างมีมาตรฐาน เพื่อความสวยงามของอาคาร ประหยัดเวลาในการทำงานและไม่ต้องตามไปแก้ไขปัญหาภายหลัง ซึ่งอาจจะทำให้เสียหาย

5.2 ควรเลือกใช้กระเบื้องให้หมาะสมกับลักษณะอาคาร เหมาะกับรูปทรงและขนาดของหลังคา ในกรณีหลังคาที่มีพื้นที่มาก หรือหลังคาที่เอียงลาดน้อย ควรใช้กระเบื้องที่มีร่องลอนลึก เช่น กระเบื้องลอนคู่ หรือกระเบื้องลูกฟูกลอนเล็ก

5.3 ควรกำหนดความกว้างและความยาวของหลังคา ให้พอดีกับขนาดของกระเบื้องที่ต้องการใช้ เพื่อให้ได้รับประโยชน์เต็มที่โดยไม่เสียเศษ แลกะให้กระเบื้องแถวแรกและแถวสดท้ายมุงเลยปิดจั่ว (ปั้นลม) ออกไปด้านละหนึ่งลอนกระเบื้อง เพื่อป้องกันมิให้น้ำฝนไหลเข้าปได้หลังคา

5.4 การคำนวณจำนวนแ่นของกรระเบื้องให้คำนวณจากความยาวของปั้นลม และความยาวของเชิงชายหลังคา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 การคำนวณจำนวนแผ่นของกระเบื้องให้คำนวณจากความยาวของปั้นลม และความยาวของเชิงชายหลังคา

5.5 มุมลาดของหลังคาไม่ควรน้อยกว่า 10 องศา หลังคาที่เอียงลาดน้อยเกินไป น้ำฝนจะไหลไม่ทัน ทำให้ลิ้นร่องลอนและไหลย้อนเข้าไปในอาคารได้

5.6 ก่อนมุงหลังคาควรตรวจดูว่า โครงหลังคา จันทัน และแปทุก ๆ ตัวต้องไม่โก่ง หรือแอ่น หรืองอ ถ้าตรวจพบความปรับแต่ง แก้ไขให้เรียบร้อยเสียก่อน

5.7 สำหรับอาคารหลังคาจั่วทั่วไป จั่วและชายคาจะต้องได้ฉากกัน แต่กรณีที่เป็นหลังคาพิเศษ เช่น แบบโค้ง หรือแบบเว้า จำเป็นต้องตัดกระเบื้องให้เข้ารูป

5.8 ระยะระหว่างแปจะต้องมีระยะพอดีกับความยาวของกระเบื้องหลังจากซ้อนทับกันแล้ว แต่จะต้องห่างกันไม่เกิน 1.30 เมตร

หมายเหตุ สำหรับกระเบื้องลูกฟูกลอนเล็ก ระยะห่างของแปต้องไม่เกิน 1.00 เมตร

5.9 ก่อนเริ่มมุงจะต้องพิจารณาทิศทางของลมฝนว่ามีมาจากทิศทางของลมฝนว่ามีมาจากทิศทางใดแล้วกำหนดให้ตั้งต้นมุงกระเบื้องสวนกับทิศทางลมฝน

5.10 ต้องตัดมุมกระเบื้องที่จะมุงหลังคา และควรใช้เลื่อยตัดมุมกระเบื้องอย่าใช้คีมหนีบ เพราะทำให้การชน หรือการซ้อนกระเบื้องไม่สนิทเหมือนการตัดมุมด้วยเลื่อย

5.11 ก่อนตัดมุมให้วัดระยะซ้อนทับปลายกระเบื้องให้แน่นอน และต้องทราบด้วยว่าหลังคาชีกไหนจะมุงจากซ้ายไปขวาหรือจากขวาไปซ้าย แล้วจึงลงมือตัดมุมกระเบื้อง

5.12 การมุงกระเบื้องจากซ้ายไปขวาหรือจากขวาไปซ้าย ให้ช่างยืนอยู่ด้านชายคามองเข้าหาอาคารหากเริ่มมุงจากด้านซ้ายมือของช่าง เรียกว่ามุงจากซ้ายไปขวา หากเริ่มมุงจากด้านขวามือของช่างเรียกว่ามุงจากขวาไปซ้าย

5.13 ในการลงมือมุงกระเบื้องเมื่อวางกระเบื้องแผ่นแรกเข้าที่ดีแล้ว ควรขึงเชือกจากชายคาไปหาสันหลังคาให้ได้ฉากกับแนวสันหลังคา แล้วมุงแผ่นต่อไปในแนวแรกขึ้นไปจนสันหลังคา จะต้องให้แนวกระเบื้องขนานกับเชือกที่ขึงไว้ เพื่อรักษาแนวกระเบื้องให้ตรง

5.14 ต้องรักษาแนวลอนกระเบื้องของทั้งสองชีกหลังคาให้อยู่ในแนวตรงกันพอดี เพื่อความสะดวกในการมุงครอบบนสันหลังคา

5.15 ถ้าชัดตะปูเกลียว หรือสลักเกลียวยึดกระเบื้อง ต้องเจาะรูกระเบื้องด้วยดอกสว่านขนาดโตกว่าตะปูเกลียวหรือสลักเกลียวที่ยึดประมาณครึ่งหุน (1/6") การเจาะรูจะต้องให้ทะลุกระเบื้องทั้งสองแผ่นและอยู่ห่างจากปลายกระเบื้องไม่น้อยกว่า 5 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.16 การขันหัวตะปูเกลียว หรือน็อตสลักเกลียว อย่าขันแน่นจนเกินไป จะทำให้กระเบื้องร้าว

5.16 การชันหัวตะปูเกลียว หรือน้อตสลักเกลียว อย่าขันแน่นจนเกินไป จะทำให้กระเบื้องร้าวได้เมื่อโครงหลังคามีการขยับตัว

5.17 ขณะมุงกระเบื้องให้ดึงด้านนบข้างของกระเบื้องยับจนลอนคว่ำของแผ่นบนทับลอนหงายของแผ่นล่างสนิทตลอดลอน

5.18 ครอบทุกชนิดต้องตัดมุม ก่อนตัดมุมควรวางทาบบนกระเบื้องแถวบนสุดเพื่อวัดส่วนซ้อนให้แน่นอนเสียก่อน จึงจะมุงได้สนิท กันฝนรั่วซึมได้ ระยะซ้อนับหัวกระเบื้องไม่ควรน้อยกว่า 15 ซม.

5.19 ในการทำงานบนหลังคา ซึ่งมุงกระเบื้องเสร็จแล้วควรใช้ไม้กระดานขนาด 1"× 6" ยาวประมาณ 1.50 - 2.00ม. พาดระหว่างแป โดยให้เฉียงกับลอนกระเบื้อง แลวเดินบนไม้จะปลอดภัยยิ่งขึ้น

6. ข้อพิจารณาในการเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงาน

6.1 ลอนคู่ ที่ใช้ ใช้ทำหลังคาบ้านพักอาศัย โรงเรียน ตรงงาน และอาคารประเภทอื่น ๆ

6.2 ลูกฟูกลอนใหญ่ ทีใช้ ใช้ทำหลังคาโรงงาน คลังสินนค้า อาคารที่ต้องการความแข็งแรงเป็นพิเศษ ตลอดจนบ้านพักอาศัย และยังใช้ทำผนังของโรงงาน อาคารขนาดใหญ่อีกด้วย

6.3 ลูกฟูกลอนเล็ก ที่ใช้ ใช้ทำหลังคาบ้านทรงไทย- ศาลาที่อยู่อาศัย อาคารขนาดเล็ก ไม่ความใช้กับหลังคาอาคารขนาดใหญ่

กระเบื้องโปร่งแสงเป็นแผ่นวัสดุโปร่งแสง สีสวย ทันสมัย ผลิตจาก

กับ จึงมีความแข็งแรง ทนทาน เหมาะสำหรับใช้ทำหลังคาโรงงาน โกดัง ตลาดสด เรือนเพาะชำ ห้องครัว โรงรถและอาคารต่าง ๆ ที่ต้องการแสงสว่างจากธรรมชาติมารับใช้ โดยเฉพาะในโรงงานอุตสาหกรรม หรือคลังสินค้า แสงสว่าง คือ ปัจจัยสำคัญยิ่ง การใช้กระเบื้องโปร่งแสงตราช้างสลับกับกระเบื้องซีเมนต ใยหินเป็นระยะ ๆ จะช่วยเพิ่มแสงสว่างแก่พื้นที่ภายใน จึงประหยัด ค่ากระแสไฟฟ้า เท่ากับลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มพูนผลกำไรได้ เตือนละไม่น้อย

+. คุณสมบัติของกระเบื้องโปร่งแสง

1.1 น้ำหนักเบา

1.2 โปรร่งแสง

1.3 ทนต่อการสั่นสะเทือน และการเปลี่ยนนแปลงอย่างกระทันหันของดินฟ้าอากาศ

1.4 ต้านทานต่อแก๊ส ไขมัน น้ำ กรด ด่างต่าง ๆ แอลกอฮอล์ และน้ำมันอื่น ๆ ที่อุณหภูมิปกติ

1.5 สะดวกต่อการนำไปประกอบ ดิดตั้ง ตัดเจาะด้วยเครื่องมือธรรมดา เช่น เลื่อย สว่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ทนทานต่อความร้อนได้ดีเป็นพิเศษ

1.7 ประหยัดในด้านโครงสร้าง และค่าไฟฟ้าได้มาก

2. ชนิดกระเบื้องโปร่งแสง

ชนิดที่เป็นลอนมีอยู่ 3 ชนิด คือ ลอนคู่ ลอนเล็ก ลอนใหญ่

3. ขนาดและน้ำหนัก

3.1 ขนาดและน้ำหนักชนิดลอนคู่

ความสูงของลอน	53 มม.
ความหนา	1.2 มม.
ความกว้างของแผ่น	50 มม.
ความกว้างที่ใช้งาน	45 มม.
ซ้อนกันด้านข้าง	5 ม.
ซ้อนกันตามยาว	20 มม.
ความยาว	120 และ150 มม.
น้ำหนัก	1.2 และ1.5 มม.

3.2 ขนาดและน้ำหนักชนิดลอนเล็ก

ความสูงของลอน	18 มม.
ความหนา	1.2 มม.
ความกว้างของแผ่น	54 มม.
ความกว้างที่ใช้งาน	45 มม.
ซ้อนกันด้านข้าง	9 มม.
ซ้อนกันตามยาว	20 มม.
ความยาว	120 และ 150 มม.
น้ำหนัก	1.3 และ 1.6 มม.

3.3 ขนาดและน้ำหนักชนิดลอนใหญ่

ความสูงของลอน	53 มม.
ความหนา	1.2 มม.
ความกว้างของแผ่น	100 มม.
ความกว้างที่ใช้งาน	95 มม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 ระบบโครงสร้างสำเร็จรูป (PREFABRICATIONS)

การปลูกสร้างบ้าน หรือ อาคาร โดยระบบ PREFABRICATION เป็นการแยกชิ้นส่วนบ้าน โดยทำการผลิตในโรงงานแล้วนำไปประกอบติดตั้ง การสร้างระบบสำเร็จรูปนี้ได้มีการคิดค้นมานานแล้วตามสัญชาติญาณของมนุษย์ เพื่อให้การก่อสร้างก้าวหน้ารวดเร็วและสะดวก แต่มักถูกมองข้ามไปเนื่องจากเป็นแบบอุตสาหกรรมเบื้องต้นเท่านั้น เช่น การใช้อิฐ ในการก่อสร้างเป็นต้น ได้มีพื้นฐานของวิธีทางอุตสาหกรรมสอดแทรกอยู่ด้วย

การสร้างอาคารในระบบ PREFABRICATION เป็นการนำโครงสร้างส่วนต่างๆ ของอาคารที่ทำสำเร็จรูปไว้แล้วมาประกอบรวมตัวกันเข้าเป็นตัวอาคาร หรือเทคนิคการสร้างใดๆ ก็ตามที่ยึดหลักกรมวิธีการผลิตตามแนวระบบอุตสาหกรรม ตามหลักการของระบบนี้ โครงการส่วนใหญ่ เช่น เสาคาน พื้น ผนัง จะผลิตหรือทำสำเร็จรูปมาจากโรงงาน แล้วนำมาต่อเชื่อมให้ติดกันเป็นตัวอาคาร ณ ที่ก่อสร้าง จึงเป็นระบบก่อสร้างที่ตรงกันข้ามกับวิธีการที่เคยปฏิบัติมาซึ่งแต่เดิมนั้น ลำดับขั้นของอาคารจะต้องตั้งต้นจากการตั้งแบบผูกเหล็กเสริม หล่อคอนกรีตเสาคาน พื้น ต่อเชื่อมกันไปจนถึงหลังคา และจะกล่าวได้ว่างานส่วนใหญ่นั้นเป็นการสร้างที่สำเร็จอยู่ในที่ก่อสร้างทั้งสิ้น

การสร้างอาคารระบบอุตสาหกรรมได้ในแนวความคิดมาจากการผลิตของการจัดการอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ เช่น การผลิตรถยนต์ ซึ่งต้องจัดแยกผลิตชิ้นส่วนต่างๆ ขึ้นก่อน แล้วจึงนำมาประกอบเป็นรถที่หลัง มีการนเอาเครื่องจักร เครื่องทุ่นแรงต่างๆ มาช่วงประกอบการผลิต จึงทำให้สามาตรถผลิตได้เร็ว ปริมาณการผลิตสูง เป็นผลให้ราคาต้นทุนการผลิตต่ำลง จุดมุ่งหมายของการปรับปรุงวิธีการสร้างอาคารมักถือตามแนวระบบอุตสาหกรรมก็เพื่อต้องการลดต้นทุนกาผลิตให้ต่ำเช่นเดียวกัน ทั้งยังสร้างได้รวดเร็วกว่าระบบเดิมที่สร้างสำเร็จในที่อีกด้วย

วัสดุต่างๆ และวิธีการผลิตแบบอุตสาหกรรมมีส่นเกี่ยวข้องกับระบบโครงการสร้างจากแนวความคิดแบบเพ้อฝันสามารถจะเป็นไปได้ และจำนวนประเทศที่ใช้การผลิตที่ดีเลิศ พื้นฐานแห่งการใช้ระบบโครงสร้างแบบเบา รูปร่างเบา ซึ่งใช้วัสดุที่มีน้ำหนักเบาแสดงถึงความก้าวหน้าตามที่ได้เปรียบเทียบกับบ้านแบบเดิม การรวมโครงสร้างและหลังคาที่แยกไม่ได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งได้รับการพัฒนาในอาคารแบบนี้และอุตสาหกรรมแบบอื่นๆ เป็นต้นว่าสนามบิน และการผลิตยวดยานได้มีผลต่อความคิดของสถาปนิกและวิศวกรโครงสร้าง

โอกาสของ PREFABRICATION และการผลิตอาคารในรูปของอุตสาหกรรมขึ้นอยู่กับระดับของสังคม ระบบโครงสร้างหนักโดยเฉพาะอย่างยิ่งไม่เหมาะสมเพราะขาดการปรับตัวเข้ากับธรรมชาติหลายอย่างของประชาชนผู้ใช้ และวิธีการครองชีพของเขานั่นคือ การปรับตัวของอาคารได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถูกกำหนดให้สอดคล้องกันได้กับโครงสร้างแบบ PREFABRICATIONS GAMED และส่วนประกบอื่นๆ ที่ได้รับการออกแบบให้เหมาะสม โดยเฉพาะระบบ BUILDING BLOCK ที่รีบด่วนไม่สามารถจะบรรลุถึงสิ่งแวดล้อมต่างๆ รวมถึงการลดจำนวนของอาคารแบบต่างๆ ซึ่งมีผลต่อการก่อสร้างที่ได้มาตราฐาน ความสัมพันธ์ของ MODULAR ซึ่งเป็นที่รู้จักกันมาช้านาน ขณะที่สิ่งซึ่งเป็นที่ต้องการก่อนสำหรับการผลิตที่มีเหตุผลและการวางแผนที่ดีได้รับการแนะนำให้ใช้ในหลายประเทศ และได้รับการพิสูจน์ถึงกฎที่จะขาดเสียไม่ได้ในการออกแบบของผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างใหม่ ๆ ในระบบนี้

ความสำเร็จในแต่ละประเทศได้รับความสำเร็จโดยความร่วมมือทางอุตสาหกรรมหน่วยงานของรัฐบาลและหน่วยงานการวางแผนการก่อสร้างในสหรัฐอเมริกาการผลิตผลจำนวนมากของบ้านพักสำหรับคอรบครัวได้มีการนนึงมาก ขณะที่ CURTAIN WALLING ได้รับการพัฒนาปรับปรุงสำหรับอาคารหลายๆ ชั้น ในจักรภพอังกฤษหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 ระบบการ PREFABRICATED CONSTRUCTIONS แบบเบาสำหรับอาคารเรียน ใช้ได้อย่างกว้างขวาง ซึ่งไม่ได้แก้ไขเฉพาะทางด้านเคนิคยังได้ทำการแจกจ่ายแบบทางอ้อม สำหรับการศึกษาเพื่อให้โดยไม่คิดมูลค่าแลให้สำหรับผู้พักอยู่ในระดับเดียวกัน ในฝรั่งเศษ สแกนดิเนเวีย และสหภาพโซเวียตตั้งแต่สงครามโลก จำนวนระบบ PREFABRICATION สำหรับโครงสร้างหนักขึ้นกับหน่วยของคอนกรีตได้รับการทำกับอาคารหลายๆ ชั้นและ FLAT อย่างไรก็ตามสิ่งที่เป็น FUNCTIONAL และประหยัดในประเทศที่ได้รับการริเริ่มไม่จำเป็นต้องเหมาะสมกับการส่งออกไปขายที่อื่น โดยปราศจากการเปลี่ยนแปลงแก้ไขความสนใจทางด้านการพัฒนาอื่นๆ เพื่อให้ความสมบูรณ์ของ PREFABRICATION ได้เข้ามาแทนที่อีกครั้งหนึ่งในสหรัฐอเมริกา ในปี ค.ศ. 1960 ตัวอย่างขนาดที่ได้ประมาณเท่าของรถตู้ เช่นบ้านเคลื่อนที่ ได้รับผลิตในรูปของ PREFABRICATION STATIONARY HOUSE ในขั้นต้นเรามีบ้าน PREFABICATED จากโรงงานขนวัดถุดิบเพื่อทำการประกอบในขั้นสุดท้าย

การสร้างอาคารระบบอุตสาหกรรม คำนี้ฟังดูอาจจะใหม่หู เพราะได้ถอดความหมายมาซึ่งความหมายก็หมายถึงการนำโครงสร้างส่วนต่างๆ ของอาคารที่ทำสำเร็จรูปแล้วมาประกอบรวมกันเข้ากับตัวอาคารหรือเคนิคการสร้างใดๆ ก็ตามที่ยึดหลักกรรมวิธีการผลิตตามนวอุตสาหกรรม ตามหลักการของระบบนี้ โครงอาคารส่วนใหญ่ เช่น เสา คาน พื้น จะผลิตหรือทำสำเร็จรูปมาจากโรงงานแล้วนำมาต่อเชื่อมให้ติดกันเป็นตัวอาคารในที่ก่อสร้าง

ถ้าพิจารณาเฉพาะในแง่ของการจัดแยกชิ้นส่วนโครงสร้าง อาจแยกเป็นระบบใหญ่ ได้ 3 ระบบ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. BOX SYSTEM เป็นระบบที่ใช้วิธีประกอบส่วนโครงสร้างทั้งหมดให้มีลักษณะเป็นรูปกล่องซึ่งประกอบด้วย พื้น ผนัง หลังคา หรือเพดาน รวมกันเป็น 1 หน่วย ทำสำเร็จรูปจากโรงงาน และส่วนมากจะมีการตกแต่งภายในด้วยอย่างสมบูรณ์ แล้วจึงยกมายังที่ก่อสร้างทำการติดตั้งยึดให้เข้าที่ที่เตรียมไว้ ระบบกล่องนี้ยังแบ่งเป็นประเภทย่อยได้ 2 ประการ คือ

ก. ประเภทขนาดเบาหรือประเภทเดี่ยว ส่วนมากใช้กับอาคารประเภทบ้านพักอาศัยที่ประกอบด้วยห้องนอน ส้วม รับแขก ครัว รวมอยู่ในกล่องเดียวกัน 1 หรือ 2 หน่วยต่อกัน ทุกส่วน หรือทั้งหลังทำสำเร็จรูปจากโรงงาน งานที่ที่ปลูกสร้าง ก็มีเพียงเตรียมเสาไว้สำหรับรองรับ เมื่อยกส่วนสำเร็จรูปดังกล่าวเข้าที่ ติดตั้งต่อท่อส้วม ท่อน้ำใช้ ไฟฟ้าเท่านั้น ก็เข้าอยู่อาศัยได้ทันที วัสดุก่อสร้างที่ใช้เป็นโครงสร้างหลัก มักจะเป็นไม้ เพื่อต้องการลดน้ำหนักให้เบา สะดวกต่อการเคลื่อนย้าย และที่เลือกใช้โครงเป็นเหล็กหรือคอนกรีตก็มีทำกัน แต่เป็นส่วนน้อย

ข. ประเภทขนาดหนักหรือประเภทกลุ่ม ได้แก่ เอาโครงสำเร็จ 1 หน่วยดังกล่าวมาประกอบต่อรวมกันเข้าหลายๆ หน่วย อาจเรียงกันเป็นแถวทางนอน เป็นอาคารปรเภทเรือนแถวหรือเรียงแถวต่อซ้อนกันเป็นทางตั้งขึ้นไปหลายๆ ชั้น วิธีซ้อนต่อกัน อาจจัดเรียงต่อแบบสลับช่องเหมือนตาหมากฮอส เพื่อให้เกิดช่องว่างระหว่างหน่วย ทำให้ได้หน่วยเพิ่มพิเศษขึ้นจากการใช้ผนัง เพดานร่วมของหน่วยข้างเคียง เป็นการประหยัดวัสดุไปในตัว หรืออาจจัดวางให้แต่ละหน่วยเรียงชิดกันเลยทั้งทางดิ่งและทางนอน ดังตัวอย่างอาคารหลังแรกที่ใช้แบบนี้ คือ โรงแรมฮิลตัน สร้างที่เมืองซานแอนโตนิโอ รัฐเท็กซัส ซึ่งได้ออกแบบกำหนดให้ห้องรับแขกเป็น 1 หน่วย ใช้โครงกล่องเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กเพื่อให้แต่ละกล่องสามารถรับน้ำหนักการตั้งซ้อนกันได้

BOX SYSTEM ถือได้ว่า เป็นระบบที่เข้าถึงระดับงานอุตสาหกรรมชั้นสูงสุด เพราะงานส่วนใหญ่ทำสำเร็จจากโรงงานทั้งนั้น แม้กระทั่งการปูพรมพื้น ประดับรูปภาพ ผนัง ฯลฯ ข้อเสียของระบบนี้อยู่ตรงที่แต่ละหน่วยมีขนาดใหญ่ หนัก ทำให้ขนส่งลำบากมากต้องใช้อุปกรณ์ขนยกขนาดใหญ่พิเศษ และนำมาใช้ได้กับอาคารบางประเภทเท่านั้น

2. PANEL SYSTEM เป็นระบบที่ใช้วิธีจัดแยกโครงอาคารทั้งหมดออกเป็นแผ่นหรือผืน แต่ละแผ่นมีขนาดเท่ากับส่วนกว้างขาว หรือสูงของขนาดห้อง ถ้าดูจาก BOX SYSTEM ระบบที่ 3 นี้ ก็คือการแยกล่องออกเป็น 4 ชิ้น นั่นเอง โดยแยกเป็นแผ่นพื้นและผนังวางต่อกันในลักษณะที่แผ่นพื้จะถ่ายน้ำหนักบรรทุกให้กับแผ่นผนังที่รองรับ และผนังแต่ละแผ่นก็วางซ้อนต่อกัน และถ่ายน้ำหนักรับต่อเนื่องกันลงสู่ฐานราก

PANEL SYSTEM เป็นระบบที่นิยมทำกันมากที่สุด วัสดุก่อสร้างหลักเป็นคอนกรีตซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หล่อแยกเป็นแผ่น งานหล่อจึงง่ายกว่าการขนยกทำได้สะดวกดัดแปลงให้ใช้กับอาคารประเภทต่างๆ ได้กว้างกว่า BOX SYSTEMและเหมาะกับอาคารบางประเภทที่มีการจัดห้องไว้เป็นส่วนสัดแน่นอน เช่น แฟลต โรงพยาบาล โรงแรม ความหนาของผนังที่ใช้รับน้ำหนัก มักจะกำหนดใช้ไม่ต่ำกว่า 15 เซนติเมตรทั้งนี้เนื่องจากปัญหาทางด้านเทคนิคการติดตั้ง ดังนั้น ความสูงของอาคารที่จะสร้างได้อย่างประหยัดจึงไม่ควรต่ำกว่า 4 ชั้น PANEL SYSTEM นี้ยังแบ่งเป็นประเภทย่อย ตามลักษณะที่ทิศทางของการจัดวางผนัง และแนวการถ่ายน้ำหนักของพื้นออกไปอีกหลายประเภท เพื่อให้ได้โครงสร้างที่เหมาะกับลักษณะของอาคารที่สร้างด้วย

3. FRAME SYSTEM เป็นระบบที่แบ่งโครงอาคารแยกย่อยออกเป็นคานและเสาแทนที่จะเป็นแผ่นชิ้นเดียวอย่าง PANEL SYSTEM ถ้าพิจารณาโดยดูตามลักษณะของโครงสร้าง ก็เหมือนกับโครงสร้างอาคารแบบ "สร้างสำเร็จในที่" ที่ทำกันอยู่ในปัจจุบันนั้นเอง เพียงแต่ดัดแยก เสา คาน พื้น ออกทำสำเร็จรูปเป็นส่วนๆ ส่วนพวกผนังกั้นห้องก็อาจเลือกใช้ผนังโดครงเบาที่ทำด้วยวัสดุใดๆ ก็ได้ เพราะไม่ได้ใช้เป็นโครงส่วนรับน้ำหนักเหมือนระบบที่ 2 ตัวแผ่นพื้นก็อาจแยกเป็นผืนเล็กๆ เช่นประเภท HALLOW CORE หรือพื้นสำเร็จรูปแบบ T SECTION ข้อดีของระบบนี้คือ ขนาดของชิ้นส่วนต่างๆ เล็กลง มีน้ำหนักเบา ทำให้ขนยกง่าย อาจใช้อุปกรณ์ยกที่มีขนาดเล็กลงรัศมีการขนส่งไปได้ไกลขึ้นเป็นผลให้เพิ่มรัศมีของตลาดกว้างยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นความต้องการอย่างยิ่งของการจัดงานผลิตระบบอุตสาหกรรม

ข้อเสียของระบบนี้อยู่ตรงที่ จำนวนรอยต่อของชิ้นส่วนมีเพิ่มมากขึ้น ทำให้เสียเวลาสำหรับงานติดตั้งเพิ่มขึ้น จะต้องออกแบบรอยต่อขึ้นเป็นพิเศษ ที่จะให้โครงสร้างที่ต่อกันแล้วเกิด CONTINUITY และ RIGIDITY และรอยต่อนั้นจะต้องสามารถทำงานได้ง่ายและรวดเร็วด้วย ข้อเสียเหล่านี้อาจแก้ไขโดยการกำหนดจำนวนจุดที่มีต่อกันให้น้อย ออกแบบชิ้นส่วนบางชิ้นในหัต่อเนื่องกันเสียเป็นชิ้นเดียวจากโรงงาน เลือกกำหนดตำแหน่งจุดที่ต่อที่จะทำงานได้สะดวก เป็นต้น

จากลักษณะของโครงสร้างที่ได้ระบบนี้จึงเหมาะกับอาคารประเภท ที่ทำงาน โรงเรียนหรืออาคารที่ต้องการพื้นที่ภายในโล่ง สามารถจัดแบ่งผนังภายใน ในภายหลังได้ แต่ช่วงของลาน การจัดวางตำแหน่งเสา ควรให้ได้ระยะเท่าๆ กัน เพื่อสะดวกต่อการผลิตออกจำนวนมาก ระบบนี้นิยมปรับใช้กับอาคารประเภทที่พักอาศัยได้ด้วยเช่นเดียวกัน โครงสร้างอาคารอาจเลือกใช้วัสดุได้ทั้งโครงคอนกรีตเสริมเหล็กและโครงโลหะ

นอกจากระบบใหญ่ๆ ดังกล่าวมาแล้ว ยังมีเทคนิคการก่อสร้างบางวิธีที่จัดเข้าเป็นการสร้างในระบบอุตสาหกรรมได้ เพราะมีการนำเครื่องมืออุปกรณ์พิเศษเข้ามาร่วมทำงานกับวิธีการก่อสร้างแบบเก่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะประหนัดเวลา แรงงาน และวัสดุก่อสร้างเหมือนกัน แต่แทนที่จะผลิตจากโรงงานที่จัดเตรียมไว้โดยเฉพาะ กลับทำการผลิตขึ้นโดยตรง ณ ที่ก่อสร้างนั่นเลย เทคนิคก่อสร้างพิเศษเหล่านี้ได้แก่

LIFT-SLAB SYSTEM คือระบบที่ใช้วิธีหล่อแผ่นพื้นของอาคารทั้งหลังติดต่อกันตลอดเป็นผืนเดียวกัน และหล่อซ้อนกันไว้ที่ระดับดินพร้อมกับข้อต่อเหล็กที่จะเชื่อมติดกับเสาเหล็กตรงตำแหน่งที่จัดเตรียมไว้ หลังจากบ่มและทิ้งเวลาให้คอนกรีตได้อายุแล้ว จึงใช้แม่แรงระบบไฮดรอลิกช์ยกแผ่นพื้นให้เลื่อนขึ้นจนถึงระดับที่ต้องการแล้ว จึงเชื่อมปลอกข้อมต่อที่ฝังติดไว้กับพื้นติดเข้ากับแกนเสา จะเห็นได้ว่าระบบนี้ตัดปัญหาเรื่องงานไม้แบบ และส่วนโครงค้ำยันแบบหล่อต่งๆ ออกหมด การหล่อคอนกรีตทั้งหมด กระทำที่ระดับเดินจึงปฏิบัติได้สะดวก การควบคุมคุณภาพ คอนกรีตทำได้ดีขึ้น

SLIP-FORM SYSTEM คือแบบหล่อพิเศษที่ใช้สำหรับหล่อผนังคอนกรีตของส่วนที่เป็นทั้งหลังก็มี ข้อดีคือลดราคาเรื่องแบบหล่อสร้างได้เร็ช เพราะไม่เสียเวลาถอดแบบติดตั้งแบบเหมือนคนงานหม่อธรรมดา

แต่อย่างไรก็ตาม เทคนิคพิเศษทั้ง 2 ระบบนี้ ก็มีข้อจำกัดในการนำมาใช้อยู่หลายประการ ซึ่งจำเป็นต้องพิจารณาเลือกนำมาใช้ให้เข้าลักษณะของอาคารเป็นหลังๆ ไป เช่นเดียวกับงานของระบบต่างๆ ที่กล่าวมาแล้วทั้งหมด ซึ่งแต่ละระบบก็มีทั้งข้อดีและข้อเสียหรือเหาะสมกับอาคารบางประเภทเท่านั้น บรรดาข้อเสียที่มีก็ต้องหาทางแก้ไขให้ได้เสียก่อนเพื่อจะได้เอาคุณลักษณะของงานผลิต ระบบอุตสาหกรรมมาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อผู้ใช้อาคารให้ได้มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ผลิตภัณฑ์เหล็ก

2.5.1 ผลิตภัณฑ์เหล็กที่นำมาใช้เป็นองค์อาคารของโครงสร้าง

ปรกติแล้วองค์อาคารโครงสร้างเหล็กจะมีขนาดหน้าตัดเล็กเมื่อเทียบกับขนาดหน้าตัดขององค์อาคารไม้หรือคอนกรีต ทั้งนี้เพราะเหล็กมีความแข็งแรงกว่าไม้หรือคอนกรีตมาก ดังนั้นโครงสร้างที่ทำจากเหล็กจึงมีน้ำหนักคงที่ (น้ำหนักของตัวโครงสร้างเอง) น้อย ตลอดจนมีสัดส่วนของน้ำหนักบรรทุกคงที่น้อยด้วย ทั้งนี้การประมาณน้ำหนักบบทุกภายนอกที่กระทำกับโครงสร้างเหล็กจะต้องกระทำอย่างถูกต้องที่สุดเท่าที่จะทำได้ตัวอย่างเช่น การก่อสร้างหลังคาที่ครอบคลุมพื้นที่กว้างๆ เช่น อาคารสนามกีฬาในร่ม มักจะใช้โครงสร้างประเภทโครงข้อหมุนเหล็ก ทั้งนี้เพราะมีน้ำหนักบรรทุกคงที่น้อยถึงแม้จะมีขนาดเล็กซึ่งทำให้มีราคาถูกและประหยัดกว่า แต่เนื่องจากองค์อาคารเหล็กมีเนื้อที่หน้าตัดเล็ก ดังนั้นจึงต้องมีการป้องกันการเกิดการโค้งงอและการเปลี่ยนรูปในลักษณะต่งๆ มิฉะนั้นองค์อาคารเหล่านี้ อาจจะเกิดการโค้งดัด โค้งงอ หรือบิดงอ ทั้งที่การคำนวณขั้นพื้ฐานมุ่งแสดงว่า สามารถรับน้ำหนักบรรทุหได้อย่างพอเพียง ในการออกแบบโครงอาคารเหล็กจะต้องพิจารณาถึงการเปลี่ยนรูปของชิ้นส่วน นอกเหนือจากการคำนวณทางด้านโครงสร้าง วิธีการเชื่อมต่อระหว่างจะต้องพิจารณาถึงองค์อาคารหรือฐานเสา และการออกแบบลักษณะของจุดต่อ ก็มีความสำคัญเช่นกัน เพราะอาจทำให้โครงสร้างเหล็กเกิดการเปลี่ยนรูปจนไม่สามารถใช้งานได้ตรงตามที่ออกแบบไว้

อย่างไรก็ตาม การที่โครงสร้างเหล็กมีน้ำหนักบรรทุกคงที่น้อย ก็นับว่าเป็นข้อได้เปรียบเมื่อคำนึงถึงการก่อสร้างฐานรากของอาคารที่ตั้งบนชั้นดินอ่อน ซึ่งถ้าเป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กแล้วจำเป็นต้องใช้ฐานรากที่มีเสาเข็ม แต่ถ้าเป็นอาคารโครงสร้างเหล็กฐานรากแผ่ก็อาจจะใช้ได้ ซึ่งการก่อสร้างสามารถทำได้รวดเร็วและประหยัดกว่า สำหรับอาคารสูงหลายชั้น การใช้โครงสร้างเหล็ก นอกจากจะมีคุณสมบัติความเหนียวดีกว่าแล้ว การที่มีน้ำหนักบรรทุกคงที่ต่ำกว่า จะทำให้องค์อาคารมีขนาดหน้าตัดเล็กกว่า อันจะทำให้อาคารนั้นมีพื้นที่ใช้สอยเพิ่มมากขึ้น

2.5.2 คุณสมบัติเชิงกลของเหล็ก

คุณสมบัติเชิงกลของเหล็กได้แก่ จุดคลาก (yield point), กำลังรับแรงดึง (tensile strength), เปอร์เซ็นต์การยืดตัว (percentage elongation) และคุณสมบัติอื่น ๆ ที่สามารถวัดได้จากการทดสอบแรงดึง พฤติกรรมของเหล็กในระหว่างการทดสอบแรงดึง ซึ่งชิ้นตัวอย่างของเหล็กถูกแรงดึงให้ยืดออก สามารถจะอธิบายได้ดังต่

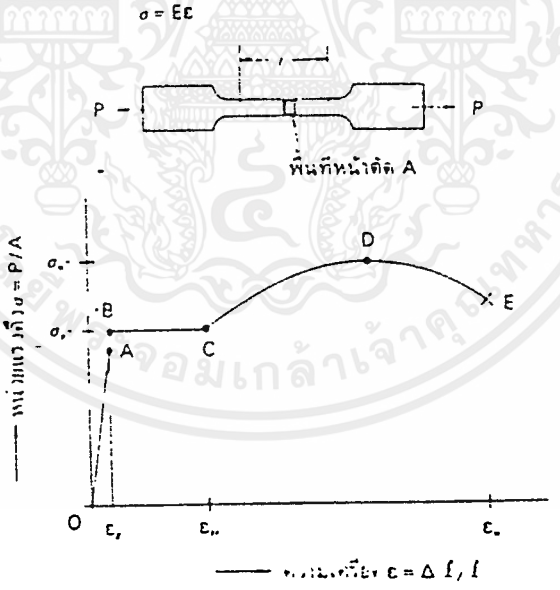
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถูกแรงดึงให้ยืดออก ส่ามารถจะอธิบายได้ดังต่อไปนี้

ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงดึง และความเครียด ซึ่งเกิดจากหน่วยแรงภายในชิ้นตัวอย่าง ซึ่งมีพื้นที่หน้าตัดขนาดมาตรฐาน ดังแสดงไว้ในรูปที่ 1-1 เมื่อค่อย ๆ เพิ่มหน่วยแรงขึ้นเรื่อย ๆ ในตอนแรกหน่วยแรงและความเครียดจะเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนกัน ซึ่งแสดงด้วยช่วง OA (เช่น สมมติว่า หน่วยแรงค่าหนึ่งทำให้ชิ้นตัวอย่างยืดออก 0.1 มิลลิเมตร ถ้าเพิ่มหน่วยแรงนี้เป็นสองเท่าจะทำให้ชิ้นตัวอย่างยืดออก 0.2 มิลลิเมตร) ความสัมพันธ์นี้เรียกกันว่า กฎของฮุค (Hooke's law) ซึ่งเขียนเป็นสมการได้ว่า

ในที่นี้ค่าตัวคงที่ E เรียกว่าโมดูลัสยืดหยุ่นหรือค่าโมดูลัสของยังส์ (Young's modulus) ถ้าเอาแรงที่กระทำกับชิ้นตัวอย่างออกในระหว่างช่วงเริ่มต้นของการทดสอบ (แทนด้วยช่วงOA ของเส้นโค้งแสดงความสัมพันธ์) ชิ้นตัวอย่างจะสามารถหดตัวคืนสู่สภาพเดิมได้

เมื่อเพิ่มแรงที่กระทำต่อไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งเลยจุด A หน่วยแรงและความเครียดจะเริ่มไม่เป็นสัดส่วนโดยตรงต่อกันตามกฎของฮุค จุด เป็นจุดที่เรียกว่า พิกัดส่วน (proportional limit) ถ้าเอาแรงที่กระทำออกในระหว่างที่อยู่ในช่วง บนเส้นโค้ง ชิ้นตัวอย่างจะไม่หดกลับคืนสู่สภาพเริ่มต้นอย่างสมบูรณ์ จะยังคงมีความเครียดบางส่วนเหลืออยู่



ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงดึงและความเครียดของเหล็กกล้าแผ่น

ณ จุด A ความเครียดจะเพิ่มขึ้นในขณะที่หน่วยแรงมีขนาดเท่าเดิม ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า "ความคลาก (yield) ช่วง BC เรียกว่าช่วงความคลาก (yield shelf) ค่าหน่วยแรงที่จุด B บนเส้นโค้งคือค่าหน่วยแรงคลาก (yield stress) หรือจุดคลาก และใช้สัญญลักษณ์ เนื่องจากจุด และจุด อยู่ใกล้กัน ดังนั้นสำหรับเหล็กที่ใช้ในงานก่อสร้างโดยทั่ว ๆ ไป จึงมักจะถือว่ากฎของฮุค ยังคงใช้ได้จนถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุด B ซึ่งเป็นจุดที่เริ่มเกิดการคลาก

เมื่อความเครียดในชิ้นตัวอย่างถึงจุด (จุด C) หน่วยแรงจะเริ่มเพิ่มขึ้นอีก ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า ความเครียดแข็งเพิ่ม (strain hardening) เมื่อยังคงเพิ่มแรงกระทำต่อไปอีก ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงดึงและความเครียดจะเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ดังแสดงในเส้นโค้งช่วง CD และส่วนที่เลยไป การเปลี่ยนแปลงของหน่วยแรงต่อหน่วยความเครียดจะมีค่ากมากกว่าการเปลี่ยนแปลงในช่วงแรกของการทดสอบมาก ซึ่งแทนด้วยช่วง OA ค่าหน่วยแรงจะถึงค่ามากที่สุดเมื่อถึงใกล้จุด D หลังจากนั้นก็จะเริ่มลดลง ในขณะที่ความเครียดก็ยังคงเพิ่มต่อไป ค่าหน่วยแรงที่จุด D นี้เรียกว่า ค่าหน่วยแรงดึงสูงสุด หรือ กำลังดึง (tensile strength) และใช้สัญญลักษณ์ ในที่สุดตัวอย่างทดสอบก็จะขาดออกจากกันเมื่อถึงจุด E นอกเหนือจากกำลังดึงแล้ว การทดสอบแรงดึงยังสามารถวัดคุณสมบัติเชิงกลอีกอย่างหนึ่ง คือ การยืดตัว (elongation) ได้อีกด้วย ซึ่งก็คือ ความยาวของชิ้นทดสอบที่ยืดออกเมื่อถึงจุด E นั่นเอง

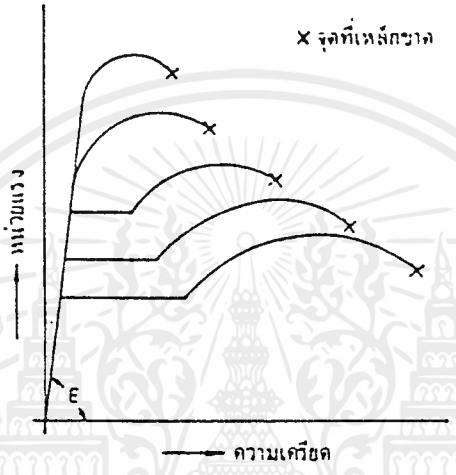
ในช่วง OB บนเส้นกราฟ ซึ่งเป็นช่วงที่ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดเป็นไปตามหรือใกล้เคียงกฎของฮุค ช่วงนี้เรียกว่า "เขตยืดหยุ่น" (elastic zone) ส่วนในช่วง BE บนเส้นกราฟ ซึ่งเป็นช่วงที่ไม่เป็นไปตามกฎของฮุคนี้เรียกว่า "เขตพลาสติค" (plastic zone) อัตราส่วน (กำลังที่จุดคลาก/กำลังดึง) นี้เรียกว่า อัตราส่วนคลาด (yield ratio) ซึ่งเป็นคุณสมบัติทางกลอีกอย่างที่ใช้เป็นบรรทัดฐานในการใช้งานวัสดุพวกเหล็ก

กำลังของเหล็กชนิดต่างๆ จะใช้ค่ากำลังเป็นเกณฑ์ซึ่งเหล็กชนิดต่างๆ จะถูกแบ่งออกเป็นกลุ่ม เช่น ชั้น 40 กก., ชั้น 50 กก., ชั้น 60 กก. เป็นต้น เหล็กรูปพรรณที่ใช้จะมีกำลังดึงจนถึง 160 กก./มม.^{2}

โดยทั่วไปแล้วหน่วยแรงคลาก จะเพิ่มขึ้นเมื่อกำลังดึงเพิ่มขึ้น แต่จะเพิ่มในอัตราที่เร็วกว่า นั่นคือ อัตราส่วนคลากจะเพิ่มขึ้นเมื่อกำลังของเหล็กเพิ่มขึ้น นอกจากนี้แล้วการยืดตัวจะน้อยลงเมื่อกำลังดึงของเหล็กสูงขึ้นทำให้ช่วงความคลากที่สั้นลง ในเหล็กที่มีกำลังดึงสูงกว่า 70 กก./มม.^{2} และเหล็กที่ผ่านขบวนการจนถึงขั้นพลาสติก ช่วงคลาวคลากแทบจะไม่ปรากฏ ซึ่งก็หมายความว่าเหล็กพวกนี้เกือบจะไม่แสดงความคลากเลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแสดงการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรง และความเครียดของเหล็กที่มีกำลังดึงต่างกัน จะเห็นว่าช่วงที่เป็นเส้นตรงซึ่งแสดงเขตยืดหุ่นนั้นซ้อนทับกันอยู่ ทั้งนี้ก็เพราะค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กทุกชิ้นจะเท่ากัน แม้ว่าจะมีค่ากำลังดึงต่างกัน สำหรับเหล็กที่มีค่ากำลังดึงสูงหรือเหล็กที่ผ่านขบวนการจนถึงขั้นพลาสติก จะใช้ค่าหน่วยแรงพิสูจน์ที่ 0.2% แทนค่ากำลังที่จุดคลาก ค่าหน่วยแรงพิสูจน์นี้ก็คือหน่วยแรงที่จะทำให้เกิดความเครียดคงค้างเท่ากับ 0.2% ดังแสดงในรูป และใช้สัญญลักษณ์ 0.2 ตามมาตรฐานอุตสาหกรรมญี่หุ่น



คุณสมบัติเชิงกลที่สำคัญอื่นๆ ของเหล็ก เช่น ค่าแรงกระทบ และความแข็งจะต้องทำการวัดโดยวิธีอื่นนอกเหนือจากการทดสอบแรงดึง ค่าแรงกระแทกจะชี้บ่งถึงความเหนียวของเหล็กและมักจะถูกนำไปพิจารณาในการทำงานเกี่ยวกับโครงสร้างที่ใช้การเชื่อม ค่านี้คือพลังงานที่ชิ้นตัวอย่างหน้าตัดสี่เหลี่ยมจัตุรัส ที่ชิ้นตัวอย่างหน้าตัดสี่เหลี่ยมรัสที่มีร่องบากรูปตัววี สามารถสะสมไว้เมื่อเกิดการหักโดยกระแทกของลูกตุ้มที่แกว่งลงจากความสูงที่กำหนด ค่าแรงกระแทกของวัสดุชนิดเดียวกันจะมีค่าแปรเปลี่ยนไปได้มากเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไป ดังนั้นเพื่อความถูกต้องจึงจำเป็นที่จะต้องหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและค่าแรงกระแทก โดยทำการทดสอบที่อุณหภูมิต่างๆ กับความสัมพันธ์นี้ ซึ่งเรียกว่าเส้นโค้งการเปลี่ยนแปลงแสดงไว้ในรูป สำหรับวัสดุชนิดหนึ่งมักจะใช้ค่าแรงกระแทกที่ 0° องศาเซลเซียส เป็นค่ามาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 คุณสมบัติทางด้านโลหะวิทยาของเหล็ก

เหล็กที่ใช้ในการก่อสร้างโครงอาคาร ได้แก่ เหล็กจำพวกที่อยู่ในชั้น 40 กก. ซึ่งมักจะเรียกกันว่า เหล็กคาร์บอนและเหล็กจำพวกที่อยู่ในชั้น 50 กก. หรือสูงกว่านี้ เหล็กกำลังสูง ได้แก่ เหล็กที่มีค่ากำลังดึงอยู่ระหว่าง 50 กก./มม.^{2} ถึง 100 กก./มม.^{2} หรือมากกว่า เหล็กกำลังสูงที่มีค่ากำลังดึงระหว่าง 50-60 กก./มม.^{2} หรือสูงกว่า นอกจากจะมีการเติมสารผสมแล้วยังมีการทำขบวนการชุบแข็งด้วยความร้อน เช่น การทำให้แข็งเพิ่ม และการอบคืนตัวเพิ่มเติมด้วย ซึ่งเหล็กที่ผ่านขบวนการความร้อนนี้เรียกว่า เหล็กอบคืนตัว และเรียกเหล็กกำลังสูงที่ผลิตโดยการเติมสารผสมและการใช้เทคนิคการรีดว่า เหล็กไม่อบคืนตัว

โดยทั่วไป ในการประกอบโครงเหล็กมักจะใช้วิธีการเชื่อม ดังนั้นเหล็กที่ใช้นอกจากจะต้องมีกำลังสูงแล้วยังจะต้องสามารถเชื่อมได้ง่ายด้วย สำหรับความสามารถในการเชื่อมได้ดี เหล็กไม่ควรจะมีความแข็งสูงเกินไปในส่วนที่ถูกเชื่อม แต่ควรจะมีความยืดตัว และมีความเหนียวที่รอยบากที่เพียงพอ แม้ในเขตที่ได้รับอิทธิพลจากความร้อนบริเวณใกล้กับรอยเชื่อม เนื่องจากทั้งชนิดและประมาณของสารผสมในเหล็กต่างก็มีผลต่อความสามารถในการเชื่อม ดังนั้นจึงต้องมีการควบคุมตัวแปรทั้งสองตัวนี้ให้อยู่ในเกณฑ์ที่พอเหมาะ

อิทธิพลขององค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญในเหล็ก ที่มีผลต่อคุณสมบัติเชิงกลและความสามารถในการเชื่อมได้ของเหล็ก สามารถกล่าวได้ย่อๆ ดังนี้

1. คาร์บอน เป็นองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ ที่เป็นตัวกำหนดคุณสมบัติหลายอย่างของเหล็กเมื่อปริมาณคาร์บอนที่ผสมในเหล็กเพิ่มขึ้น กำลังดึง, กำลังคลากและความแข็งจะเพิ่มขึ้น แต่ความยืดความยืดตัวจะลดลง ทำให้เหล็กมีความเปราะเพิ่มขึ้น คาร์บอนเป็นองค์ประกอบที่มีอิทธิพลมากที่สุดต่อความสามารถในการเชื่อมได้

2. แมงกานีส เพิ่มกำลังและความแข็งของเหล็ก และทำให้ความยืดตัวลดลงเล็กน้อย แต่ทำให้ความเหนียวลดลงน้อยกว่าเมื่อเทียบกับคาร์บอน แมงกานีส สามารถป้องกันความเปราะที่เกิดจากกำมะถันได้ด้วย

3. ซิลิคอน ทำให้กำลังที่จุดคลากสูงขึ้น แต่จะทำให้เกิดความเปราะ ถ้าใช้ในปริมาณที่มากเกินไป (2% หรือมากกว่า)

4. ฟอสฟอรัส และกำมะถัน ทำให้ความเปราะเพิ่มขึ้นเมื่อมีประมาณเพิ่มขึ้นในเหล็ก สารทั้งสองตัวนี้มีแนวโน้มที่จะพยายามแยกตัวออกจากเหล็ก

ตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อความสามารถในการเชื่อมได้ ก็คือ คาร์บอนเทียบเท่าขององค์ประ-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กอบทางเคมีต่างๆ ที่มีอยู่ในเหล็ก ถ้ามีปริมาณของคาร์บอนเทียบเท่าน้อย ความสามารถในการเชื่อมได้ก็จะดี คาร์บอนเทียบเท่าสามารถคำนวณได้จากสมการที่แสดงไว้ข้างล่างนี้ โดยที่ใช้หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนัก

เหล็กชนิดแรงดึงสูงมักจะมีคาร์บอนเทียบเท่าสูง และเมื่อมีปริมาณเกินขีดกำหนดอันหนึ่ง การสูญเสียของความสามารถในการเชื่อมจะถูกชดเชย โดยให้ความร้อนก่อน หรือให้ความร้อนภายหลังในบริเวณที่มีการเชื่อม

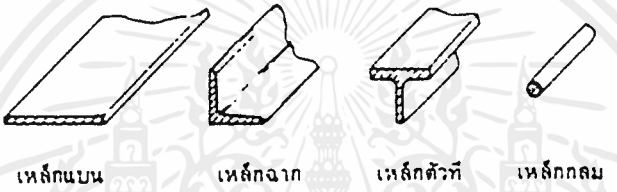
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.4 การออกแบบโครงสร้างเหล็ก

2.5.4.1 องค์อาคารเหล็กรูปพรรณ

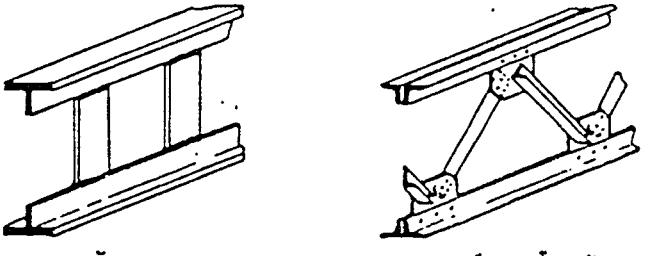
องค์อาคารเดี่ยวและองค์อาคารประกอบ

หน้าตัดเหล็กที่ใช้สามารถแบ่งเป็นประเภทตามวิธีการนำไปใช้งาน คือเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในรูปองค์อาคารเดี่ยว และเป็นผลิตภัณฑ์ที่นำเอาหน้าตัดหลายอย่างมาประกอบกันเพื่อใช้ในรูปขององค์อาคารประกอบ ถ้าจะแบ่งตามรูปแบบของหน้าตัด สามารถแบ่งเป็นพวกใหญ่ๆ ได้เป็นเหล็กแบน, เหล็กฉาก, เหล็กตัวที และเหล็กกลม ดังรูป



รูปที่ 25 ตัวอย่างของหน้าตัดเหล็กต่าง ๆ

เหล็กในรูป โดยปกติจะไม่นำไปใช้ทำเป็นเสาหรือคานทันที แต่จะนำมาประกันเป็นเหล็ก ตงถักหรือโครงข้อหมุน ดังเช่นที่แสดงในรูป ตงถัก หรือที่เรียกว่าตงวีเรนดีล เป็นโครงสร้างที่มีรอยต่อเป็นนชนิดยึดแน่น โครงสร้างชนิดนี้มีความสามารถในการต้านแรงเฉือนได้น้อย เมื่อเทียบกับโครงสร้างแบบโครงข้อหมุน และมีการโก่งมากด้วย ซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ



รูปที่ 26 ตัวอย่างขององค์อาคารประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

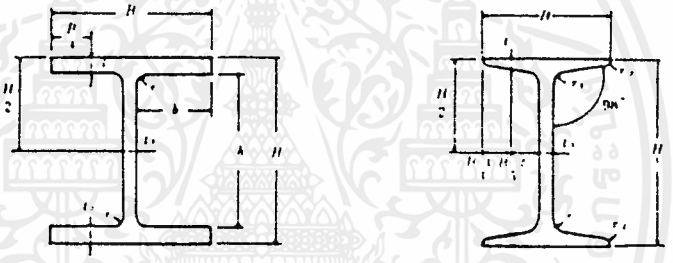
คานปีกกว้าง

คานปีกกว้างมีหน้าตัดคล้ายๆ กับคานรูปตัวไอ รูปแสดงข้อแตกต่างทางรูปทรงเรขาคณิตศาสตร์ของหน้าตัดทั้งสอง

1. ปีกของคานปีกกว้าง จะมีผิวนอกและผิวในที่ขนานกัน ในขณะที่ปีกของคานรูปตัวไอจะมีลักษณะเอียงไม่ขนานกัน

2. คานปีกกว้างชุดเดียวกัน จะคงขนาดภายในให้คงที่ไว้ ในขณะที่คานรูปตัวไอ จะคงขนาดภายนอกให้คงที่

3. คานปีกกว้าง จะมีชุดของหน้าตัดอยู่สามชุด ซึ่งจะมีอัตรส่วนความกว้างต่อความสูงหน้าตัดของคานปีกกว้างจะมีแบบต่างๆ มากกว่าที่แสดงในตารางมาตรฐานของคานรูปตัวไอ

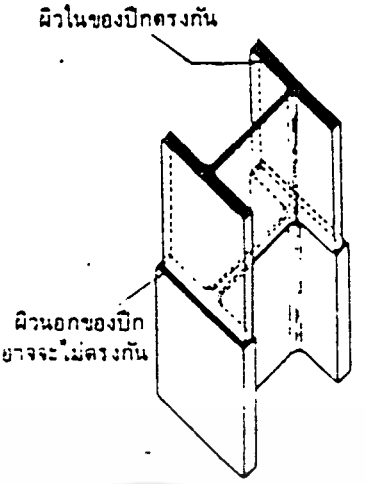


รูปที่ 27 หน้าตัดของคานปีกกว้าง และคานรูปตัวไอ

ขนาดมาตรฐานของหน้าตัดคานปีกกว้างอาจดูเหมือนว่าไม่มีความเป็นระเบียบ แต่ก็เป็นที่น่าสังเกตว่าขนาดภายในของหน้าตัดจะคงที่สำหรับคานปีกกว้างชุดหนึ่งๆ ที่มีความสูงใกล้เคียงกัน

เหตุที่ขนาดภายในของปีกสำหรับคานปีกกว้างชุดเดียวกันมีขนาดคงที่เพราะความกว้างของลูกกลิ้งที่ใช้ในการรีดครั้งสุดท้ายในโรงงานทั่วไปนั้นมีขนาดเดียวกัน ไม่ว่ารูปร่างของเหล็กที่รีดเป็นอย่างไร ในการต่อคานปีกกว้างที่อยู่ในชุดเดียวกันเข้าด้วยกัน ผิวนอกของปีกหน้าตัดอาจจะไม่ตรงกันถึงแม้ว่าผิวในของหน้าตัดถูกจัดให้ตรงกัน เช่นที่แสดงในรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



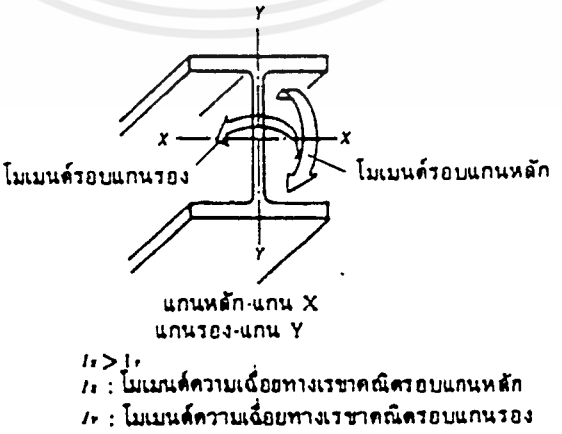
รูปที่ 28 การเหลื่อมของผิวนอกของคานปีกกว้างที่อยู่ในชุดเดียวกัน

คุณสมบัติ แอนไอโซโทรปีของคานปีกกว้าง

คานปีกกว้างและคานรูปตัวไอ ที่อยู่ในชุดที่มีความกว้างเล็ก จะมีหน้าตัดที่เหมาะกับการนำมาใช้เป็นองค์อาคารที่ร้องรับโมเมนต์มาก ๆ เช่นคานเป็นตัรน คานปีกกว้างที่มีความกว้างใหญ่จะนำมาใช้เสาได้ สิ่งที่น่าสนใจคือคานปีกกว้างมีคุณสมบัติเป็นแอนไอโซโทรปี ในการต้านทานโมเมนต์ นั่นคือความต้านทานต่อโมเมนต์ในแต่ละทิศทางมีขนาดไม่เท่ากัน

รูปแสดงให้เห็นถึงแกนหลักและแกนรองของปีกกว้าง โดยทั่วไปแล้วอัตรส่วนความแข็งแกร่งของการดัดระหว่างแกนหลักต่อแกนรอง จะประมาณ 3:1 สำหรับพวกปีกกว้าง และประมาณ 15:1 สำหรับพวกปีกแคบ

เนื่องจากโดยปรกติแล้วคานในอาคารทั่วๆ ไป จะมีโมเมนต์กระทำรอบแกนเพียงแกนเดียว ดังนั้นคานปีกกว้างจึงควรติดตั้งในลักษณะที่รับโมเมนต์รอบแกนหลัก

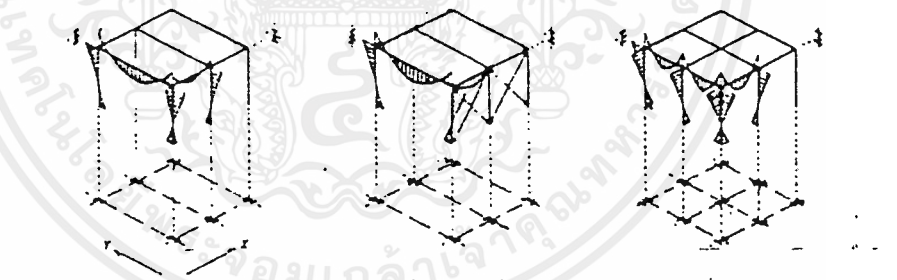


รูปที่ 29 แกนหลักและแกนรองของคานปีกกว้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่สำหรับเสาแล้วจะมีโมเมนต์ทั้งในแกน X และ Y ดังนั้นเมื่อมีการนำเอาคานปีกกว้าง ความสามารถในการต้านทานโมเมนต์ไม่เท่ากันในแต่ละแกนจึงเกิดเป็นปัญหาขึ้นอย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัติมักจะทำการติดตั้งในลักษณะที่ให้แกนหลักของเสาขนานกับทิศทางที่มีโมเมนต์มาก และให้แกนรองขนานกับทิศทางที่มีโมเมนต์น้อยกว่า ดังแสดงในรูป โดยทั่วไปคานที่เชื่อมกับเสาในทิศทางขนานกับแกนรองของเสาจะมีการเชื่อมต่อในลักษณะของข้อต่อหมุน ดังแสดงในรูป เพื่อไม่ให้มีการถ่ายโมเมนต์ให้กับเสาในทิศทางของแกนรอง ในกรณีเช่นนี้จะต้องมีกาคค้ำยัน เพื่อต้านทานแรงในแนวราบที่อาจจะเกิดขึ้นทางด้านช่วงคานที่ยาวกว่า การจัดรูปแบบของเสาแบบนี้เหมาะกับอาคารที่มีความยาวของช่วงคานเท่ากันในสองทิศทาง ในกรณีที่นำเอาคานปีกกว้างมาใช้เป็นเสาในโครงข้อแข็งที่มีความยาวของช่วงคานเท่ากันจะต้องมีการพิจารณาในแง่โครงสร้างเพิ่มเติม รูปแสดงให้เห็นถึงการจัดโครงสร้างในลักษณะที่เสาแต่ละตัวมีทิศทางแกนหลักสลับกัน ในบางกรณีอาจนำเอาเหล็กหน้าตัดรูปท่อสี่เหลี่ยมมาใช้ได้ กล่าวถึงภายหลัง

ตัวอย่างที่ผ่านมาแสดงการใช้คานปีกกว้าง ซึ่งถึงแม้ว่าจะมีคุณสมบัติแอนไอโซโทรปปี เป็นเสารับโมเมนต์มากกว่าหนึ่งทิศทาง เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกในแนวดิ่ง คุณสมบัติแอนไอโซโทรปี จะต้องนำมาพิจารณาด้วยเมื่อมีแรงในแนวราบ เนื่องจากแรงลมหรือแรงแผ่นดินไหว



(ก) เมื่อช่วงห่างในแกน X ยาวมากขึ้น โมเมนต์ดัดในแกน Y ของเสาจะมากกว่าแกน X

(ข) เมื่อมีโครงค้ำยันจะไม่มีแรงดัดในทิศทางแกนรอง

(ค) โครงที่แข็งแกร่งเท่ากัน

รูปที่ 30 ความแค้นในเฟรมเหล็กกล้าและการใช้คานปีกกว้าง

ถึงแม้ว่าจะมีคุณสมบัติแอนไอโซโทรปีก็ตาม คานปีกกว้างก็มีข้อดีหลายประการในการนำไปใช้ในงานดครงสร้าง ข้อดีเหล่านั้นคือ

1. สามารถนำมาใช้เป็นองค์อาคารของโครงสร้างได้โดยเพียงแต่เอาเหล็กรีดมาตัดเป็นท่อน ๆ

2. ลักษณะผิวหน้าของปีกที่เป็นระนาบตรงขนานกันไม่ลาดเอียง เหมาะสำหรับการต่อชนสวนด้วนสลักยึด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

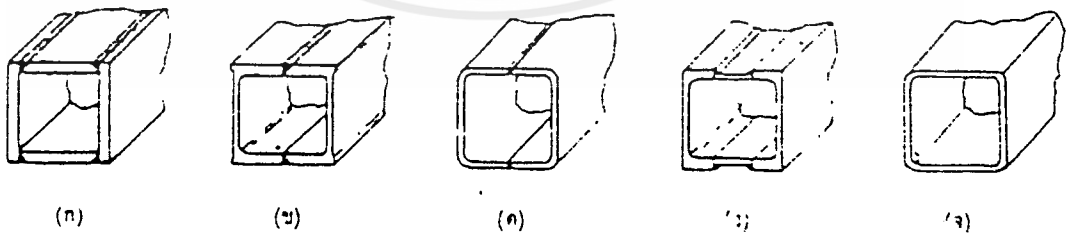
2. ลักษณะผิวหน้าของปีกที่เป็นระนาบตรงขนานกันไม่ลาดเอียง เหมาะสำหรับการต่อชิ้นส่วนด้วยการสลักยึด

3. ลักษณะของรูปตัดที่เปิดโล่งทำให้สะดวกในการทำงานเชื่อมต่อระหว่างองค์อาคารด้วยเหตุผลต่างๆ ที่กล่าวมานี้ ทำให้คานรูปปีกกว้างเป็นที่นิยมใช้กันมากที่สุดในงานโครงสร้างเหล็ก

ท่อเหลี่ยมจัตุรัส

ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาแล้ว จะเห็นว่าคานปีกกว้างเหมาะสำหรับเป็นคานมากกว่าที่จะนำมาใช้เป็นเสาผลิตภัณฑ์เหล็กที่ปราศจากคุณสมบัติแอนไดโซโทรปี เช่น หน้าตัดรูปกากะบาท หน้าตัดรูปท่อ เป็นต้น ได้ถูกนำมาใช้เป็นเสาอย่างแพร่หลาย โดยทั่วไปผลิตภัณฑ์เหล็กที่มีหน้าตัดปิดเช่น ท่อเหล็ก มีสมบัติในการรับแรงบิด และคุณสมบัติอื่นๆ ของหน้าตัดดีกว่าพวกที่เป็นหน้าตัดเปิด เช่น คานปีกกว้าง หน้าตัดรูปท่อสามารถลดน้ำหนักของโครงสร้างลงได้เมื่อนำมาใช้เป็นเสาสำหรับรับแรงกดและแรงดัดเปิด แต่อย่างไรก็ตามหน้าตัดแบบนี้ไม่นิยมนำมาใช้เป็นเสา ทั้งนี้เพราะการระกอบทำได้ยากกว่าพวกคานปีกกว้าง นอกจากนี้แล้วการเชื่อมต่อกับคาน ซึ่งต้องมีการเชื่อมไดอาแฟรมเข้าด้วยกัน ก็ทำได้ลำบากกว่า

อย่างไรก็ตามในปัจจุบัน ได้มีการผลิตเหล็กกล้ารูปท่อในลักษณะหน้าตัดต่างๆ เพื่อความสะดวกในการปประกอบเข้าเป็นเสาสี่เหลี่ยม ปริมาณการใช้เสาเหล็กลักษณะนี้กำลังเพิ่มขึ้นในงานขนาดกลางและเล็ก รูปแสดงตัวอย่างของท่อสี่เหลี่ยมจัตุรัส ซึ่งมีทั้งท่อที่ทำการเชื่อมด้วยไฟฟ้าและท่อที่ระกอบขึ้นโดยใช้การเชื่อมแบบธรรมดา



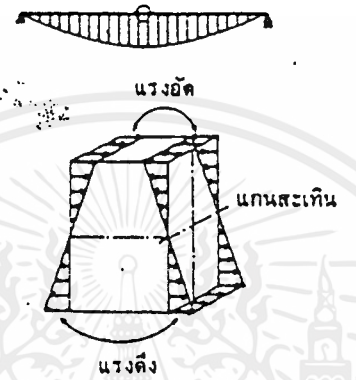
รูปที่ 31 แบบต่างๆ ของเสาที่ทำจากการเชื่อมท่อเหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คานและเสาของอาคารโครงเหล็ก

ก. คานรูปแบบต่าง ๆ

คานปีกกว้างสามารถใช้เป็นคาน ในอาคารโครงเหล็กที่มีช่วงคานประมาณ 6 - 7 เมตร หรือสั้นกว่าซึ่งมักจะเป็นกรณีของโครงสร้างโครงข้อแข็งทั่วๆ ไป สำหรับช่วงคานที่ยาวกว่านี้ จำเป็นต้องเลือกใช้องค์อาคารแบบอื่น ที่มีคุณสมบัติของหน้าตัดเหมาะสมกว่า



รูปที่ 32 การกระจายของโมเมนต์และหน่วยแรงดัดในคาน

คานภายใต้โมเมนต์ดัด จะเกิดการโก่งตัวดังแสดงในรูป มีผลทำให้เกิดหน่วยแรงอัดในส่วนบนของคานและหน่วยแรงดึงในส่วนล่างของคาน หน่วยแรงทั้งสองนี้ทำหน้าที่ต้านทานแรงภายนอกการเพิ่มความต้านทานต่อการดัดงอของคานสมารถทำได้สองวิธี ดังนี้

- เพิ่มพื้นที่หน้าตัดของส่วนบนและส่วนล่างของปีก ซึ่งทำหน้าที่รับหน่วยแรงดึงตามลำดับ

- เพิ่มความสูงของหน้าตัด

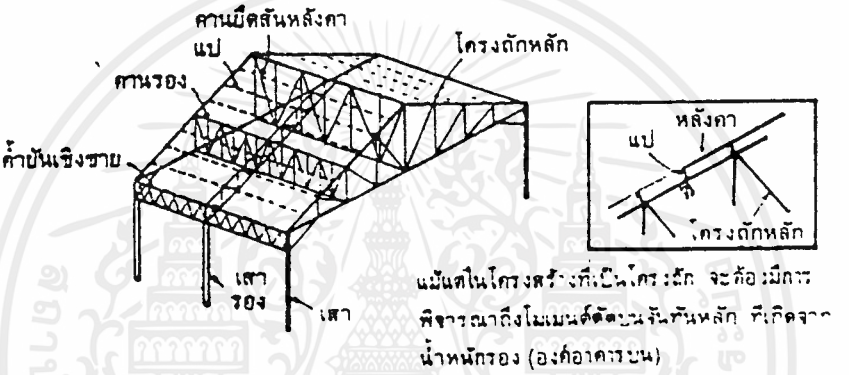
1. คานชนิดมีช่องเปิดในแผ่นเอว

ในบางครั้งจะมีการใช้คานประเภทนี้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของคาน การประกอบคานดังกล่าวทำได้โดยในขั้นแรกใช้แก๊สตัดส่วนที่เป็นแผ่นเอว ของคานรูปปีกกว้างเป็นเส้นซิกแซกจากนั้นทำกรเชื่อมส่วนของคานที่ทำการตัดคนละครึ่งเข้าด้วยกัน (ดูรูปที่ 2-9) ความสูงที่เพิ่มขึ้นของคานจะเพิ่มประสิทธิภาพของหน้าตัด นอกจากนี้ช่องเปิดในแผ่นเอวยังสามารถใช้เป็นทางผ่านของท่อต่าง ๆ ได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. คานโครงถัก

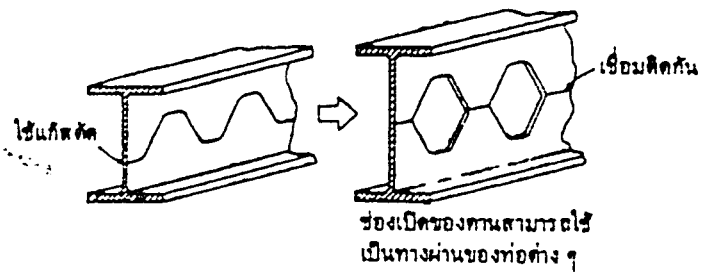
ในขณะที่กำลังต้านทานแรงดัดของคานชนิดมีช่องเปิดในแผ่นเอว สามารถทำให้เพิ่มขึ้นโดยการเพิ่มความสูงของคาน กำลังต้านทานแรงดัดของคานโครงถักก็ทำให้เพิ่มขึ้นได้ โดยการใช้เหล็กฉากเป็นองค์อาคารทะแยง และใช้หน้าตัดเหล็กเช่น คานปีกกว้าง เหล็กรูปท่อกลม หรือท่อสี่เหลี่ยมเป็นองค์อาคารบนและล่างในแนวราบของโครงสร้าง เพื่อเพิ่มพื้นที่หน้าตัดในกรณีที่โครงสร้างนั้นต้องรับโมเมนต์ดัดมาก ๆ ในคานโครงถักขนาดใหญ่น้ำหนักบรรทุกอาจกระทำตรงจุดอื่นที่ไม่ใช่ตรงจุดต่อ ในกรณีนี้ต้องพิจารณาถึงผลของโมเมนต์ดัด และต้องป้องกันการเกิดการโค้งงอ ขององค์อาคารรับแรงอัดด้วย (ดูรูปที่ 2-10)



รูปที่ 33 โมเมนต์ดัดในจันทันของโครงถัก

3. คานเหล็กประกอบ

คานเหล็กประกอบได้แก่ คานที่มีแผ่นเอวตัน ทำขึ้นจากการประกอบหน้าตัดเหล็กแบบต่าง ๆ ที่มีความลึกมากเข้าด้วยกันโดยการเชื่อม ความหนาของคานเหล็กประกอบจะค่อนข้างบาง เมื่อเทียบกับความลึกของหน้าตัด ดังนั้นจึงมักจะมีปัญหาเกี่ยวกับการโค้งงอของแผ่นเอว ซึ่งปัญหานี้สามารถป้องกันได้โดยการติดเหล็กเสริมข้างคานในแนวดิ่ง และในแนวระดับเข้ากับแผ่นเอว ดังที่แสดงในรูปที่ 2-11



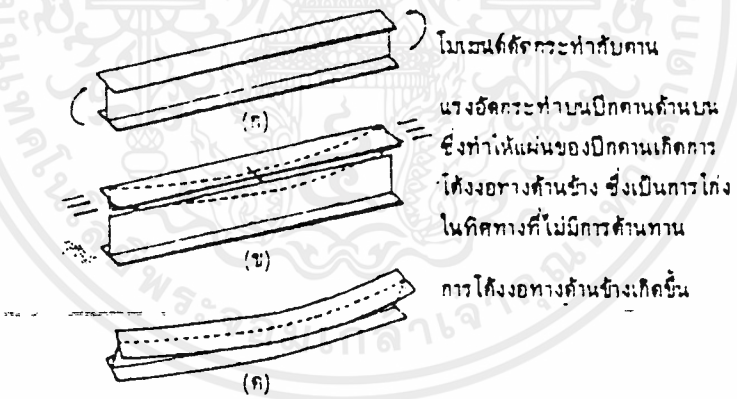
รูปที่ 34 คานเหล็กประกอบและเหล็กเสริมข้างคาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. การโค้งงอเนื่องจากการดัด

การเสียหายที่วิกฤตที่สุดของคานภายใต้โมเมนต์ดัด ได้แก่ การโค้งงอทางด้านข้าง โดยปรกติแล้วคำว่า การโค้งงอ จะใช้กับอาการเสียหายขององค์อาคารรับแรงอัด เช่น เสา การใช้คำว่า "การโค้งงอเนื่องจากการดัด"" จึงอาจจะดูแปลก ๆ รูปที่ 2-12 จะช่วยให้เข้าใจถึงความเสียหายแบบนี้ได้ดีขึ้น เมื่อมีโมเมนต์ดัดกระทำกับหน้าตัดของเหล็ก เช่น คาน จะทำให้เกิดหน่วยแรงอัดขึ้นในปีกคานส่วนบน ปีกของหน้าตัดนี้อาจจะถือว่ามีลักษณะเป็นแผ่นเหล็กภายใต้แรงอัด อย่างที่แสดงในรูปที่ 2-12 (ข) แรงตามแนวแกนซึ่งเป็นสัดส่วนกับโมเมนต์ดัดจะกระทำบนทุก ๆ ส่วนของหน้าตัดนี้ ปีกคานจะโก่งไปทางด้านข้าง ซึ่งก็คือในทิศทางข้างของคานนั่นเอง แผ่นเหล็กตั้งจะไม่สามารถต้านทานต่อการโค้งงอทางทิศทางนี้ได้ ดังนั้นคานจึงมีการเปลี่ยนรูปร่างดังแสดงในรูปที่ 2-12 (ค) ลักษณะเช่นนี้เองที่เรียกว่าการโค้งงอทางด้านข้าง

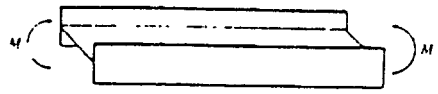
ปัญหาเรื่องการโค้งงอทางด้านข้างนี้ไม่ได้เกิดขึ้นกับคานทุกคาน ตัวอย่างเช่น ปัญหานี้จะไม่เกิดกับพวกคานปีกกว้างที่มีโมเมนต์ดัดกระทำรอบแกนรอง หรือเมื่อมีการนำเอาชิ้นส่วนมาต่อเข้าด้วยกัน ดังในรูปที่ 2-13 เพื่อเพิ่มความแข็งแรง แต่อย่างไรก็ตาม ก็ควรพิจารณาว่ากำลังรับแรงดัดของเหล็กที่ใช้ทำคานเดี่ยว ขึ้นอยู่กับน้ำหนักบรรทุกที่ทำให้เกิดการโค้งงอทางด้านข้าง



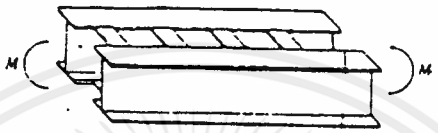
รูปที่ 35 การโค้งงอทางด้านข้าง

เพื่อป้องกันการโค้งงอทาง_ด้านข้าง ในโครงสร้างที่เป็นโครงเหล็ก จะต้องมีการติดเหล็กเสริมข้างคานเป็นระยะ ๆ ให้เพียงพอ ในระบบโครงพื้นคานขนาดใหญ่จะได้รับการป้องกันไม่ให้เกิดการโค้งงอทางด้านข้าง โดยการเชื่อมต่อกับคานขนาดเล็กที่วางอยู่ระหว่างกันดังแสดงในรูปที่ 2-14 จะมีการติดตั้งค้ำยันเพื่อป้องกันไม่ให้จุดเสริมข้างคานบริเวณตอนกลางของคานขนาดใหญ่มีการเคลื่อนตัวทางด้านข้างในลักษณะเช่นนี้เอง ทำให้องค์อาคารที่รับโมเมนต์ดัดในทิศทางเดี่ยวจะถูกออกแบบให้เกิดการถ่ายแรงในลักษณะสามมิติ

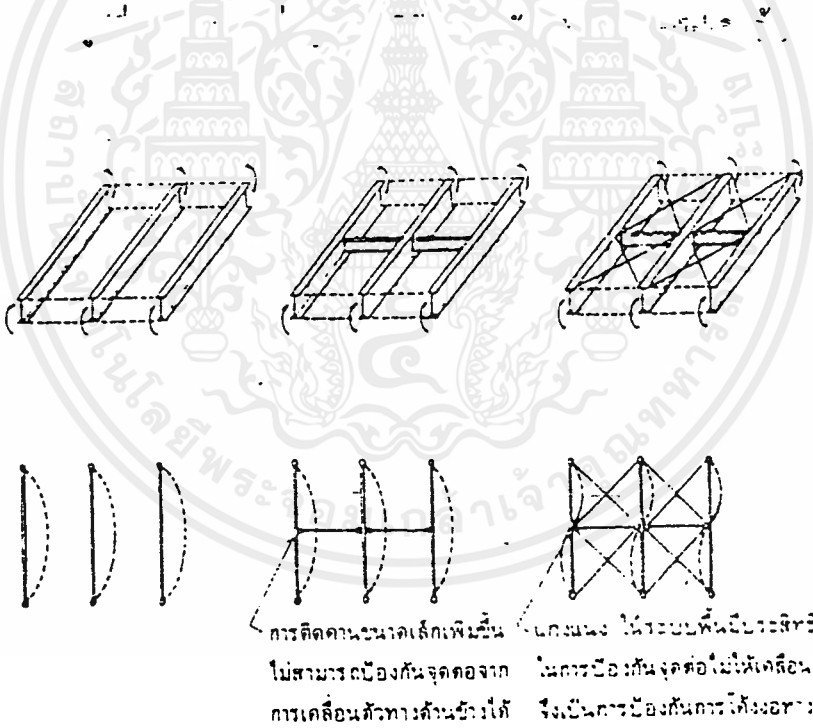
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) โมเมนต์ดัดกระทำรอบแกนรอง



(ข) มีการเพิ่มความแข็งแรงในทิศทางด้านข้าง



รูปที่ 36 โครงพื้นและการเสริมข้างคาน

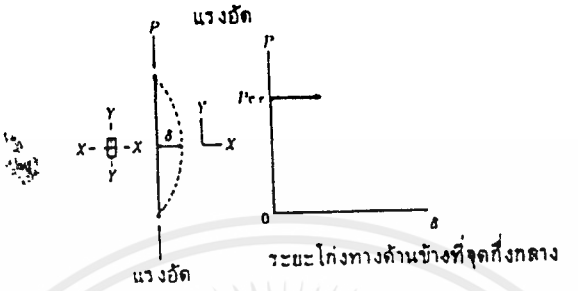
ค. การโค้งงอเนื่องจากแรงอัด

การโค้งงอเนื่องจากแรงอัดเป็นการเสียหายอีกแบบหนึ่งที่ต้องป้องกัน ไม่ให้เกิดขึ้น เมื่อแรงอัดในเสา เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งมีค่าเท่ากับน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรทุกวิกฤต จะเกิดการโค้งงอทันทีและไม่สามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้อีก (ดูรูปที่ 2-15) น้ำหนักบรรทุกที่ทำให้เกิดการโค้งงอ สามารถนิยามในเทอมของความแข็งแรงและขนาดของชิ้นส่วนได้ดังนี้

EI คือความแข็งแกร่งเนื่องจากการดัด l คือความยาวขององค์อาคาร จะเห็นว่าเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความแข็งแกร่ง และเป็นสัดส่วนผกผันกับกำลังสองของความยาวขององค์อาคารนั้น



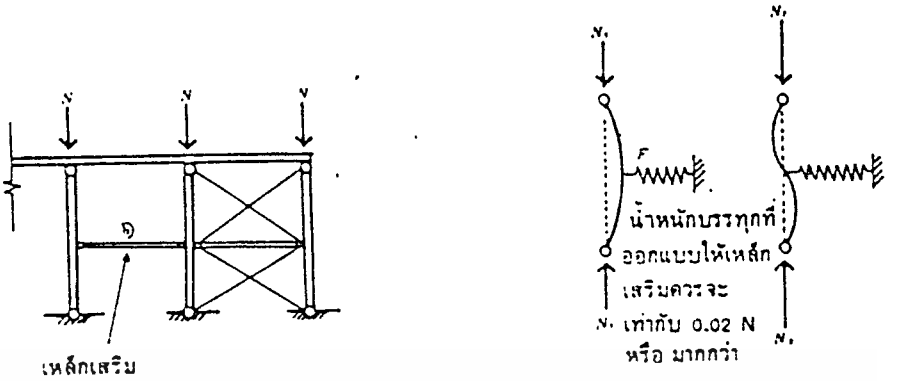
รูปที่ 37 แแผนภาพของการโค้งงอ

ในโครงสร้างเหล็กทั่วไป องค์อาคารที่รับแรงอัดเพียงอย่างเดียวเป็นองค์อาคารพิเศษได้แก่ องค์อาคารทะแยง ในโครงข้อหมุนและตัวยึดนาดบางเป็นต้น (ดูรูปที่ 2-16) (ก) เสาในโครงข้อแข็งนอกจากจะต้องรับโมเมนต์ดัดแล้ว ยังต้องรับแรงอัดในแนวแกนด้วย (ดูรูปที่ 2-16) (ข) เสาประเภทนี้ไม่ควรพิจารณาให้เป็นเสาที่รับแต่แรงอัดอย่างเดียว ในการออกแบบองค์อาคารที่ต้องรับทั้งโมเมนต์ดัดและแรงอัดนั้น จะต้องพิจารณาทั้งการโค้งงอ เนื่องจากการดัดและการโค้งงอเนื่องจากแรงอัดพร้อม ๆ กันไป

รูป ที่ 38 หน่วยแรงที่กระทำบนเสา

การเสริมเหล็กข้างเสา ก็เพื่อป้องกันการโค้งงอของเสา ในกรณีเช่นนี้ แรงที่ใช้ในการออกแบบเหล็กเสริมในรูปที่ 2-17 (ก) ควรมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 2 % ของแรงตามแนวแกนในเสา แรงนี้คำนวณได้จากแรงด้านข้าง ที่ทำให้คลื่นของการโค้งงอของเสาจากครึ่งรอบเป็นเต็มรอบ ถ้าปลายข้างหนึ่งของเหล็กเสริมไม่สามารถถ่ายแรงไปสู่องค์อาคารที่มีวามแข็งแกร่งเพียงพอแล้ว เหล็กเสริมนี้ก็ไม่สามารถจะป้องกันการโค้งงอได้ เช่นเดียวกับในกรณีของการโค้งงอเนื่องจากการดัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 39 ลักษณะการป้องกันการโค้งงอของเสาโดยเหล็กเสริมเพิ่มความแข็งแรง

2.5.4.2 **รอยต่อ** (CONNECTION)

1) **การต่อโดยใช้หลักเกลียวกำลังสูง**

การต่อโดยใช้สลักเกลียว สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 แบบ ดังแสดงในรูปที่ 2-18

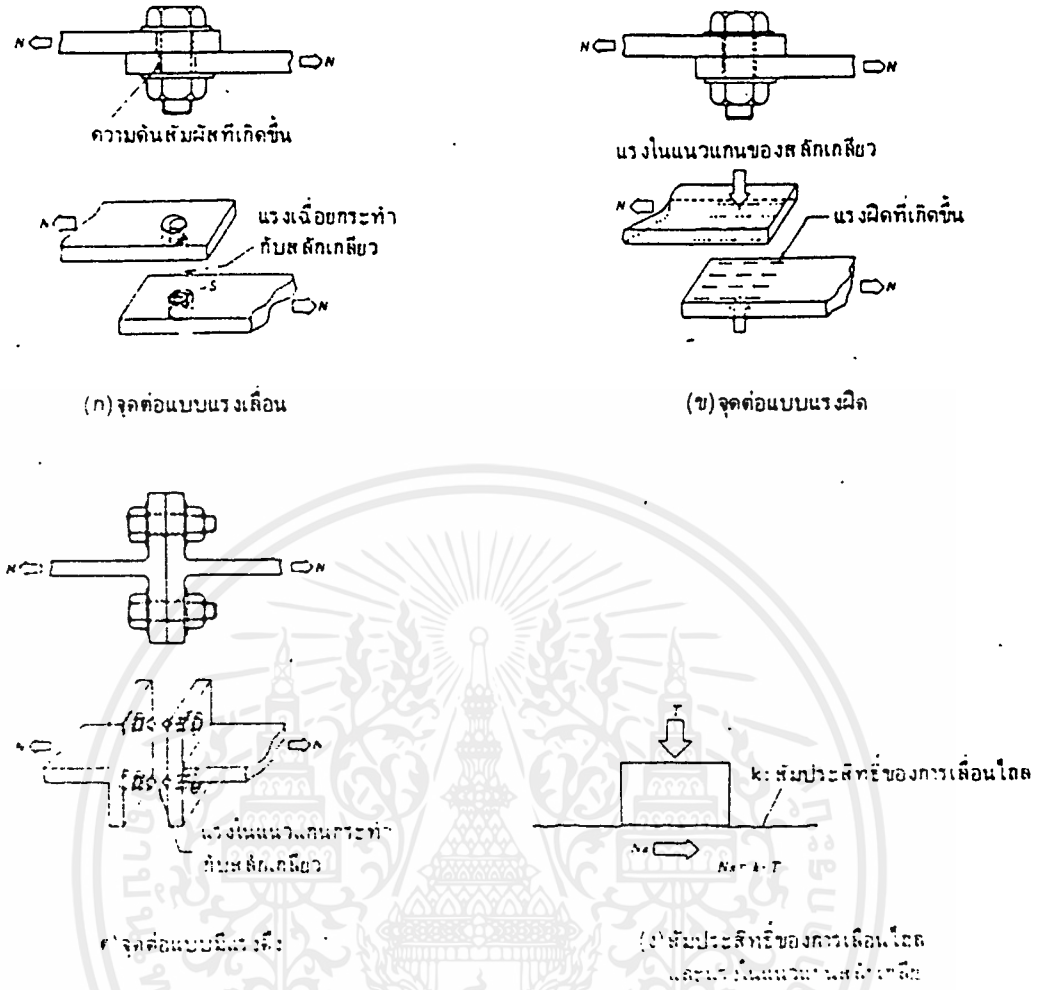
(1) จุดต่อแบบแรงเฉือน

ลักษณะการส่งผ่านหน่วยแรงในจุดต่อแบบแรงเฉือน แสดงในรูที่ 2-18 แรงในหน้าตัดที่กระทำในชิ้นส่วนที่ต่อกัน จะถูกส่งผ่านโดยความดันสัมผัส ระหว่างด้านข้างของสลักเกลียวกับรูสวลักเกลียว ในลักษณะเช่นนี้จะทำให้เกิดแรงเฉือน กระทำบนหน้าตัดของสลักเกลียว ซึ่งขึ้นอยู่กับกำลังคลากของจุดต่อแบบแรงเฉือนนี้ จะเท่ากับกำลังรับแรงเฉือนของสลักเกลียว ดังนั้นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของมันหรือเท่ากับกำลังรับแรงแบกทานขององค์อาคารที่นำมาต่อกันแล้วแต่ว่าค่าไหนจะน้อยกว่ากัน ปรากฏการณ์นี้เป็นจริงเมื่อไม่มีช่องว่างระหว่างสลักเกลียวกับรูสลักเกลียวกับรูสลักเกลียว แต่โดยมากแล้วช่องว่างนี้จะต้องมีเสมอ

(2) จุดต่อแบบแรงฝืด

(ข) แสดงลักษณะของจุดต่อแบบแรงฝืดแรงในหน้าตัดจะถูกส่งผ่าน โดยทำมุมฉากกับแกนของสลักเกลียวเหมือนกับในกรณีของจุดต่อแบบแรงเฉือน แต่กลไกการส่งผ่านหน่วยแรงจะแตกต่างกันโดยสิ้นเชิง ในกรณีของการต่อแบบแรงฝืดนี้สลักเกลียวจะถูกขันให้แน่นมาก ดังนั้นจึงทำให้เกิดหน่วยแรงอัดระหว่างชิ้นส่วนที่นำเอามาต่อกัน ในลักษณะแบบนี้ แรงในหน้าตัดจะถูกต้านทานโดยแรงฝืดระหว่างชิ้นส่วน ความสัมพันธ์ระหว่างแรงต่าง ๆ ที่แสดงในรูปที่ 2-18 (ง) เป็นดังนี้ เมื่อ N คือแรงเลื่อน, k คือสัมประสิทธิ์ของการเลื่อนไถล และ T คือ แรงในแนวแกนของสลักเกลียว

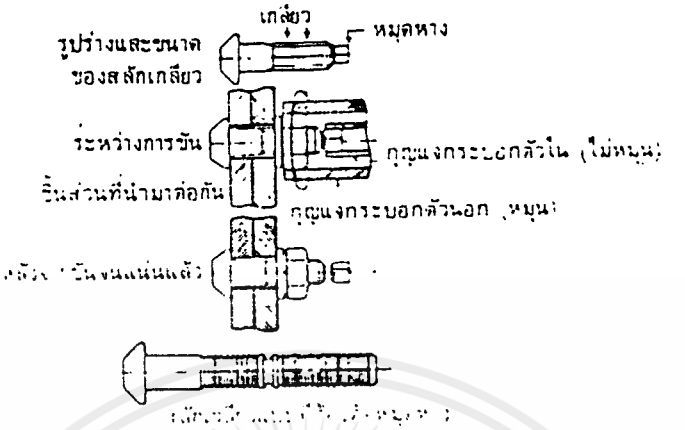
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 40 จุดต่อที่ใช้สลักเกลียวกำลังสูง

ดังนั้นจะเห็นว่า กำลังของจุดต่อแบบแรงฝืดจะขึ้นกับขนาดของแรงตามแนวแกนของสลักเกลียว และค่าสัมประสิทธิ์การลื่นไถลระหว่างชิ้นส่วนที่นำมาต่อกัน สลักเกลียวที่ใช้นี้มักจะผ่านขบวนการชุบแข็งด้วยความร้อนเพื่อที่จะสามารถรับแรงตามแนวแกนได้มาก จุดต่อแบบนี้สามารถควบคุมขนาดของแรงตามแนวแกนของสลักเกลียวได้ง่ายกำลังเป็นที่นิยมใช้กันแพร่หลายมากขึ้น ตัวอย่างเช่น การใช้สลักเกลียวกำลังสูงชนิดพิเศษอย่างที่แสดงในรูปที่ สลักเกลียวแบบนี้จะมีร่องแบ่งแกนของสลักเกลียวจากส่วนปลายที่เรียกกันว่า หมุดหาง การหลุดออกของหมุดหางตัวนี้ขณะทำการขันเกลียวจะแสดงให้รู้ว่า ขณะนี้หน่วยแรงตามแนวแกนได้ขนาดตามต้องการแล้ว เนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์ของการเลื่อนไถล มีความสำคัญสำหรับจุดต่อแบบแรงฝืดด้วยเช่นกัน ดังนั้นจึงต้องระมัดระวังที่จะให้ได้ค่านี้ไม่ต่ำกว่า 0.45 ในกรณีปรกติ นี่จึงเป็นเหตุผลที่ว่าทำไมจึงต้องมีการเอาผิวหุ้มเหล็กสีดำออกจากผิวของเหล็ก และยอมให้มีสนิมสีแดงเกิดขึ้นบนผิวเหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 41. หลักการของสลักเกลียวชนิดพิเศษ

ถึงแม้ว่ากลไกการถ่ายทอดหน่วยแรงในจุดต่อแบบแรงฝืดจะไม่เหมือนกับในจุดต่อแบบแรงเฉือนก็ตาม จำนวนสลักเกลียวที่ต้องการ สามารถคำนวณได้จาก

$$n = N/R$$

เมื่อ R คือ ค่าแรงเฉือนที่ยอมให้ และใช้ค่ามาตรฐานของสัมประสิทธิ์การการเลื่อนไถล ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.45

(3) จุดต่อแบบแรงดึง

รูปแสดงให้เห็นถึงหลักการที่ใช้ในจุดต่อแบบแรงดึง ซึ่งเป็นลักษณะการต่ออีกแบบหนึ่งโดยใช้สลักเกลียวกำลังสูง การถ่ายเทแรงในหน้าตัดของจุดต่อชนิดนี้ ใช้การถ่ายเทผ่านสลักเกลียวก่อนที่จะมีการถ่ายเทแรงผ่านจุดต่อ จะทำให้ชิ้นส่วนสองชิ้นที่นำมาต่อกันถูกอัดให้ติดกัน แยกออกจากกันก็ต่อเมื่อแรงดึงที่กระทำกับชิ้นส่วนมีขนาดเท่ากันหรือมากกว่าแรงตามแนวแกนในสลักเกลียว ลักษณะเช่นนี้ทำให้สามารถสร้างจุดต่อที่มีความแข็งแกร่งสูง ๆ ได้ แต่ทั้งนี้ต้องระมัดระวังในเรื่องการจัดของสลักเกลียว ลักษณะเช่นนี้ทำให้สลักเกลียวต้องรับโมเมนต์ดัดด้วย ซึ่งจะทำให้กำลังของจุดต่อลดลงอย่างมาก ดังแสดงในรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

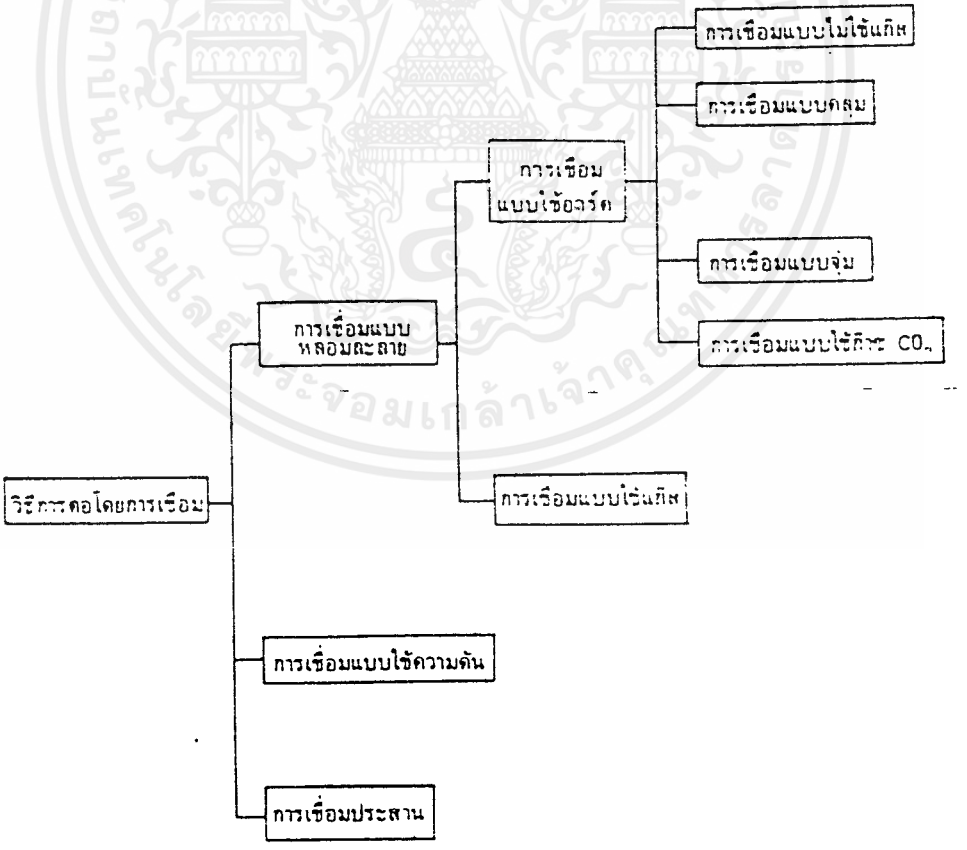
2) การต่อโดยการเชื่อม

ก. หลักการพื้นฐานของการเชื่อม

การเชื่อมประสาน เป็นวิธีการต่อชิ้นส่วนแบบหนึ่งที่คล้ายๆ กับการเชื่อมในทั้งสองวิธีนี้โลหะที่ให้หลอมเหลวได้ง่าย จะถูกทำให้หลอมเหลวอยู่ระหว่างโลหะสองชิ้นที่จะเชื่อมและปล่อยให้แข็งตัวยึดเอาโลหะทั้งสองให้ติดกัน ข้อแตกต่างพื้นฐานของสองวิธีนี้ก็คือ ในการเชื่อมประสานนั้น ชิ้นงานที่จะนำมาต่อกันจะไม่ละลาย ในขณะที่ในการเชื่อมนั้น ชิ้นงานจะละลายและหลอมตัวประสานด้วย

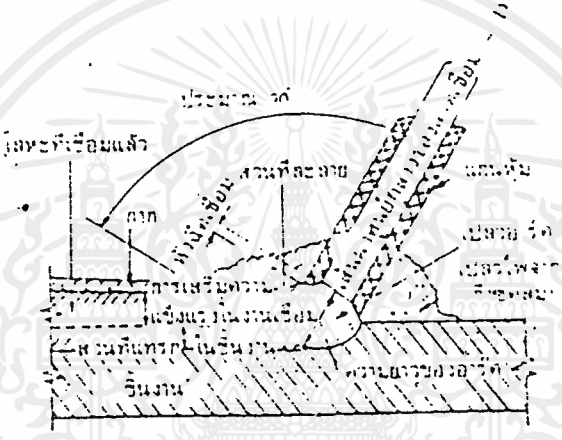
ดังนั้นจะเห็นว่าการเชื่อม ไม่ใช่วิธีการยึดเหนี่ยวเหมือนกับการเชื่อมแผ่นกระจกด้วยกาว แต่เป็นการหลอมโลหะเข้าด้วยกันมากกว่าตาราง แสดงการจัดหมวดหมู่ของวิธีการเชื่อมทั้งหลายที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารโครงเหล็ก ในการเชื่อมทั่วไปมักจะใช้ความร้อนจากอาร์ค การเชื่อมโดยใช้แก๊สมักจะไม่ค่อยนิยมใช้กัน

ตารางที่ วิธีการเชื่อมแบบต่าง ๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการเชื่อมโดยใช้ไฟฟ้าดังแสดงในรูปนั้น จะเกิดประกายไฟฟ้าขึ้นระหว่างชิ้นงานและลวดเชื่อม หรือขั้วไฟฟ้า ความร้อนจากประกายไฟจะทำให้โลหะหลอมละลาย การปล่อยให้โลหะที่หลอมละลายที่อุณหภูมิสูงสัมผัสกับอากาศโดยตรงจะทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นอย่างรวดเร็ว เพื่อที่จะหลีกเลี่ยงปัญหานี้จึงมีการคิดค้นวิธีการเพื่อที่จะป้องกันไม่ให้โลหะที่หลอมละลายสัมผัสกับอากาศ ซึ่งมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน วิธีการต่างๆ เหล่านี้ สามารถแบ่งออกได้เป็นสามกลุ่มด้วยกัน ตามแบบของเครื่องมือในการเชื่อมที่ใช้คือ การเชื่อมด้วยมือ, การเชื่อมแบบกึ่งอัตโนมัติ และการเชื่อมแบบอัตโนมัติ



รูปที่ 42 กลไกของการเชื่อม

(1) การเชื่อมโดยใช้มือ

ในการเชื่อมโดยใช้มือนั้นจะใช้ธูปเชื่อม ซึ่งประกอบด้วยแกนลวดหุ้มด้วยฟลักซ์ ฟลักซ์ที่หุ้มอยู่นี้จะหลอมละลายภายใต้ความร้อนของอาร์ค ซึ่งจะทำให้เกิดก๊าซฟุ้งกระจายครอบคลุมโลหะที่หลอมละลายและทำให้ความสามารถในการเชื่อมได้ดีขึ้นในงานโดยมากแล้วจะต้องมีการเปลี่ยนลวดเชื่อมในขณะที่ทำการเชื่อม การเชื่อมแบบนี้มักจะใช้ในการเชื่อมส่วนที่สลับซับซ้อนและยุ่งยาก

(2) การเชื่อมแบบกึ่งอัตโนมัติ

การเชื่อมแบบนี้จะใช้เครื่องเชื่อมที่ติดตั้งอุปกรณ์อัตโนมัติซึ่งใช้ในการส่งลวดเชื่อมจากขดลวดเชื่อมอยู่บ่อยๆ ท่อนี้สามารถบังคับให้เคบลื่อนไหวได้ด้วยือ การเชื่อมแบบกึ่งอัตโนมัตินี้ สามารถแบ่งออกได้กว้างๆ เป็น ก) แบบใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซคลุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

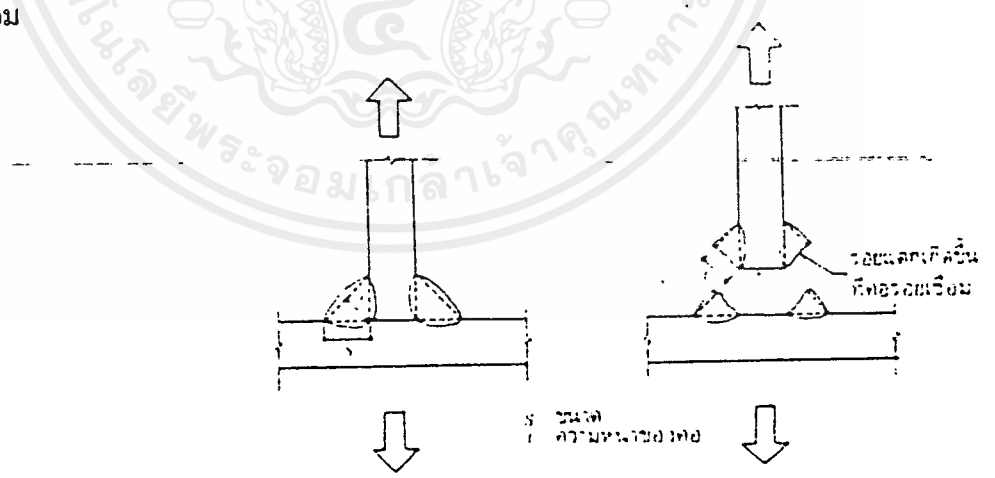
และ ข) แบบไม่ใช่ก๊าซ ซึ่งใช้ก๊าซคลุมจากฟลักซ์ ที่หุ้มแกนลวดอยู่ การเชื่อมแบบใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มักจะใช้กับการเชื่อมในโรงงานในขณะที่แบบที่ไม่ใช้ก๊าซมักจะใช้กับการเชื่อมในสนาม ทั้งนี้เพราะการเชื่อมแบบนี้ถูกลมรบกวนได้น้อยกว่า

(3) การเชื่อมแบบอัตโนมัติ

การเชื่อมแบบอัตโนมัติมักจะหมายถึง การเชื่อมแบบจุ่ม สารที่มีองค์ประกอบคล้ายๆ กับฟลักซ์จะถูกกองไว้ในบริเวณที่จะเชื่อมก่อน ส่วนแกนลวดจะถูกกลบอยู่ในสารนี้ในระหว่างทการเชื่อม ลักษณะการเชื่อมแบบนี้เรียกโดยทั่วไปว่า การเชื่อมแบบละลายรวม การเชื่อมแบบอัตโนมัตินี้ สามารถเชื่อมได้รวดเร็วและเหมาะกับการเชื่อมแผ่นเหล็กหนาๆ ซึ่งเป็นการเชื่อมในโรงงานที่เหมาะกับการเชื่อมชิ้นงานยาวๆ เช่น คานประกอบ และเสา เป็นต้น

ข. การเชื่อมแบบพอก

ชนิดของจุดต่อแบบเชื่อม แบบที่ใช้มากที่สุดในอาคารโครงเหล็ก คือ การเชื่อมแบบพอกและการเชื่อมแบบต่อชน ตัวอย่างของการเชื่อมแบบพอก แสดงไว้ในรูป ในการเชื่อมแบบพอกชิ้นงานที่เชื่อม อาจจะไม่ได้รวมเป็นเนื้อเดียวกันอย่างสมบูรณ์และเป็นข้อที่ควรจะนำมาพิจารณาประกอบด้วย รูปแสดงถึงกลไกการถ่ายอดหน่วยแรงในรอยเชื่อมแบบพอก บนด้าน A ของรอยเชื่อม หน่วยแรงดึงจะกระทำกับชิ้นงาน 1 และหน่วยแรงเฉือนจะกระทำกับชิ้นงาน 2 เมื่อมีแรงดึงกระทำกับจุดต่อเชื่อมนี้ แต่สำหรับบนด้าน B แล้ว หน่วยแรงเฉือนจะกระทำกับทั้งชิ้นงาน 1 และ 2 และถูกส่งผ่านโดยรอยเชื่อม



รูปที่ 43 ตัวอย่างการเชื่อมแบบพอก

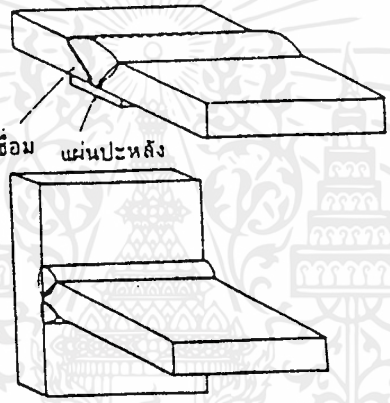
รูปที่ 44 กลไกการถ่ายเทหน่วยแรงในการเชื่อมแบบพอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นว่ากลไกของการถ่ายทอดหน่วยแรงในรอยเชื่อมแบบพอกนี้ ค่อนข้างจะยุ่งยากทั้งนี้เพราะมันจะเปลี่ยนแปลงไปตามทิศทางของรอยเชื่อม และหน่วยแรงเฉือนจะเข้ามามีบทบาทสำคัญเมื่อจุดต่อเชื่อมแบบพอกนี้เกิดการวิบัติ เนื่องจากการแตกเพราะแรงดึง รอยแตกจะเกิดตามแนวขวางที่เรียกว่า คอ ดังแสดงในรูป ความหนาของคอ จะใช้เป็นค่าอ้างอิงในการออกแบบการเชื่อมแบบพอก ค่านี้สามารถคำนวณได้โดยหาจากหน่วยแรงเฉือน ไม่ได้คำนวณโดยขึ้นกับทิศทางของรอยเชื่อม สำหรับจุดต่อดังแสดงในรูป ความยาวของการเชื่อม l ที่ต้องการ สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$F = t \times l \times F_S$$

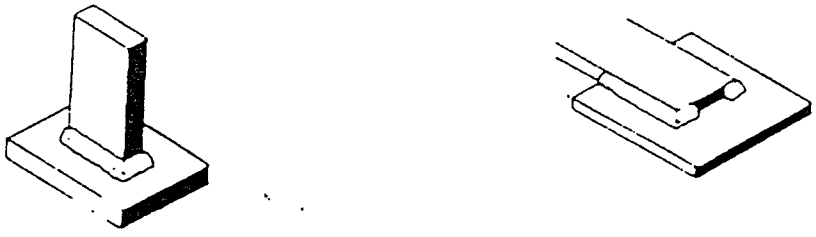
โดยที่ F คือแรงที่จะส่งผ่าน (ตัน) t คือความหนาของคอ (ซม.)และ F_S คือ หน่วยแรงเฉือนที่ยอมให้ (ตัน/ซม.^{2})



รูปที่ 45 การแตกออกของรอยเชื่อมแบบพอก

ค. การเชื่อมแบบต่อชน

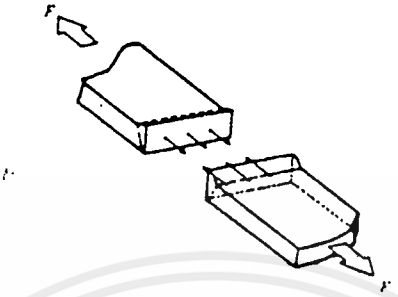
เมื่อจะทำการเชื่อมแผ่นเหล็กด้วยการต่อชนนั้น จะต้องมีการเตรียมส่วนปลายที่จะทำการเชื่อม หรือที่เรียกกันว่าการทำร่องเสียก่อน ดังแสดงในรูป การทำร่องนี้จะทำให้โลหะที่เชื่อมหลอมเหลวหมดตลอดทั้งหน้าตัดในขณะทำการเชื่อม



รูปที่ 46 ตัวอย่างการเชื่อมแบบต่อชน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยแรงดึงจะถูส่งผ่านรอยเชื่อมโดยตรงดังแสดงในรูป ดังนั้นการเชื่อมแบบต่อชนนี้จะมีประสิทธิภาพของจุดต่อดีกว่าการเชื่อมแบบพอก ด้วยเหตุนี้ในการเชื่อมชิ้นส่นที่สำคัญจึงใช้การเชื่อมแบบนี้กันเป็นส่วนใหญ่



รูปที่ 47 กลไกการถ่ายเทหน่วยแรงในรอยเชื่อมแบบต่อชน

สมการที่ใช้ในการออกแบบจุดต่อแบบต่อ่ชน เมื่อเทียบได้กับสมการที่ 2-6 ซึ่งเป็นการเชื่อมแบบพอกจะเป็นดังนี้

$$F = t \times l \times F_t \; ; \; F_t \approx \sqrt{3}\, F_s$$

โดยที่ F_t คือ หน่วยแรงดึงที่ยอมให้ (ตัน/ซม.^{2}) กำลังออกแบบของการเชื่อมแบบต่อชน จะเป็น 1.7 เท่าของการเชื่อมแบบพอก ทั้งนี้ก็เนื่องจากความแตกต่างในลักษณะการถ่ายเทหน่วยแรง นั่นคือการเกิดหน่วยแรงดึงในแบบต่อชนและเกิดหน่วยแรงเฉือนในการเชื่อมแบบพอก

ลักษณะต่างๆ ของการทำร่องที่ใช้ในการเตรียมปลายของชิ้นส่วนในการก่อสร้างอาคาร แสดงไว้ในตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) **รายละเอียดของงานเชื่อม**

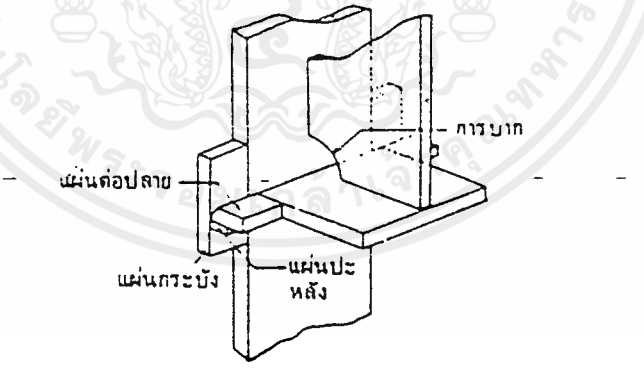
(1) การต่อปลาย

จุดบกพร่องของรอยเชื่อมมักจะเกิดบริเวณใกล้ๆ กับจุดเริ่มและจุดสิ้นสุดของแนวเชื่อง ทั้งนี้เพราะที่จุดทั้งสองนี้ อาร์คที่เกิดมักจะไม่ค่อยสม่ำเสมอ จุดบกพร่องแบบนี้จำเป็นจะต้องหลีกเลี่ยง มิฉะนั้นอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้โครงสร้างเกิดการวิบัติได้

การเชื่อมโดยมีการต่อปลาย สามารถกำจัดข้อบกพร่องนี้ได้ ชิ้นส่วนที่นำมาทำเป็นแผ่นต่อปลายจะต้องมีการเตรียมร่องแบบเดียวกับชิ้นงาน เมื่อประกบแผ่นต่อปลายเข้ากับแผ่นปะหลังแล้ว ก็สามารถทำให้เชื่อมโดยเริ่มจากตัวต่อปลายนี้ ซึ่งลักษณะเช่นนี้จะสามารถทำให้เชื่อมได้ยาวกว่าความกว้างของชิ้นงาน ส่วนหัวและท้ายของรอยเชื่อมซึ่งไม่แข็งแรงจะอยู่บนแผ่นต่อปลายซึ่งจะถูกตัดทิ้งไปเมื่อเชื่อมเสร็จแล้ว

(2) การบาก

ปัญหาอีกอันหนึ่งที่ต้องหลีกเลี่ยงก็คือการตัดกันของแนวเชื่อม ถ้าเกิดมีการตัดกันของแนวเชื่อมตรงจุดตัดจะเป็นจุดที่ได้รับความร้อนจากการเชื่อมซ้ำกันสองครั้ง ซึ่งจะทำให้คุณสมบัติของเหล็กบริเวณนี้เปลี่ยนไปมาก อาจเป็นสาเหตุให้รอยเชื่อมไม่แข็งแรง ปัญหาการตัดกันของแนวเชื่อมสามารถหลีกเลี่ยงได้โดยการทำรอยบากบนชิ้นงานอันใดอันหนึ่งดังแสดงในรูป อนึ่งถ้ามีการบากขนาดใหญ่ จะต้องระมัดระวังไม่ให้มีการบากหน้าตัดของเหล็กออกมากเกินควร

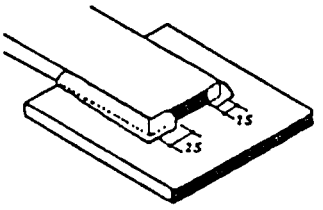


รูปที่ 48 การต่อปลายและการบาก

(3) การอ้อมปลาย

ในการเชื่อมแบบพอกนั้น วิธีที่มีประสิทธิภาพคล้ายกับการต่อปปลายที่ใช้ในการเชื่อมแบบชนได้แก่ การเพิ่มความยาวของรอยเชื่อมที่ส่วนหัวและส่วนท้ายออกไปให้ยาวกว่าสองเท่าของขนาดของรอยเชื่อม ลักษณะเช่นนี้เรียกว่าเชื่อมแบบอ้อมปลาย ดังแสดงในรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 49 การอ้อมปลาย

เมื่อมีการใช้เทคนิคนี้ จะต้องรำลึกอยู่เสมอว่าความยาวประสิทธิผลของการเชื่อมไม่ใช้เท่ากับความยาวทั้งหมดของแนวเชื่อม แต่เท่ากับความยาวทั้งหมดลบด้วย 2S (สองเท่าของขนาดของรอยเชื่อม)

4) **การควบคุมคุณภาพของงานเชื่อม**

ในระหว่างที่ทำการเชื่อมนั้น มีโอกาสเป็นไปได้อย่างมากที่ความร้อนที่เกิดขึ้นอย่างซับซ้อนจากการเชื่อมจะทำให้คุณสมบัติของเหล็กเปลี่ยนไป อันอาจจะเป็นผลให้เกิดจุดบกพร่องในรอยเชื่อมนั้น การเชื่อมที่มีคุณภาพต่ำจะทำให้โครงสร้างเหล็กส่วนนั้นมีกำลังต่ำกว่าที่ควรจะเป็น และในบางโอกาสอาจเป็นผลทำให้อาคารนั้นวิบัติได้ ดังนั้นขั้นตอนการตรวจสอบรอยเชื่อมจึงเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมากตอนหนึ่งของการประกอบโครงสร้างเหล็ก

จุดบกพร่องในการเชื่อมสามารถแบ่งได้กว้างๆ ออกเป็นสามแบบ คือ

(1) ขนาดไม่เพียงพอตามที่ออกแบบ (ความยาวของการเชื่อมสั้นเกินไป, ขนาดของการเชื่อมเล็กเกินไป ฯลฯ)

(2) ความบกพร่องที่ผิว (เป็นหลุม, มีรอยแตกที่ผิว ฯลฯ)

(3) ความบกพร่องภายใน

จุดบกพร่องที่ผิวและขนาดรอยเชื่อมที่ไม่พอเพียงสามารถสังเกตได้ด้วยตา แต่สำหรับความบกพร่องภายในนั้น จะใช้การตรวจหาโดยใช้อุลตราโซนิก ซึ่งเป็นที่นิยมกันอย่างกว้างขวาง การตรวจสอบหาจุดบกพร่องโดยใช้อุลตราโซนิกนี้ ก็ใช้หลักการเดียวกับการใช้อุลตราโซนิกในการหาปลา เมื่อคลื่นเสียงถูกปล่อยจากท้องเรือ มันจะวิ่งไปกระทบกับพื้นทะเลแล้ววิ่งกลับมาที่เรือ คลื่นสะท้อนนี้สามารถตรวจพบได้โดยเครื่องมือบนเรือระยะทาง L_1 ระหว่างเรือกับพื้นทะเลสามารถเขียนได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

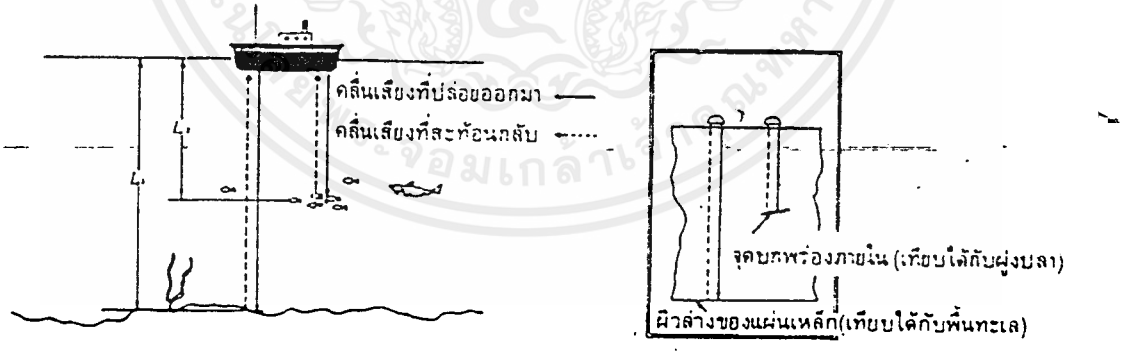
$$L_1 = V \times (t_2 - t_1)/2$$

V คือ ความเร็วของคลื่นเสียง t_1 คือ เวลาที่เริ่มปล่อยคลื่นเสียง และ t_2 คือ เวลาที่ตรวจพบคลื่นเสียงที่สะท้อนกลับ

ถ้าเกิดมีฝูงปลาฝูงหนึ่งว่ายผ่านที่ความลึก L_2 ใต้ท้องเรือ คลื่นเสียงที่สะท้อนจากฝูงปลาจะถูกตรวจพบได้ที่เวลา t_2 ซึ่งเร็วกว่าเวลา t_1 ค่าความลึกจะเท่ากับ

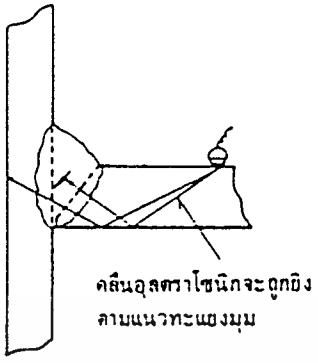
$$L_1 = V \times (t_2 - t_1)/2$$

การตรวจหาจุดบกพร่องในรอยเชื่อมโดยใช้อุลตราโซนิก ก็ใช้หลักการเดียวกันนี่เอง "ฝูงปลา" ก็เทียบได้กับจุดบกพร่องภายในรอยเชื่อมเช่น รอยแตก และ "พื้นก้นทะเล" ก็เทียบได้กับพื้นผิวด้านล่างของแผ่นเหล็กนั่นเอง แต่ในอาคารโครงสร้างเหล็กโดยทั่วไปนั้น จุดเชื่อมต่อมักจะมีรูปร่างยุ่งยากมากกว่าที่จะเป็นจุดต่อธรรมดาระหว่างแผ่นเหล็กราบ ดังนั้นจึงต้องมีการใช้เทคนิคในการตรวจสอบแบบที่ใช้การส่งคลื่นอุลตราโซนิกทำมุมเอียงเป็นเส้นทะแยงมุม แทนที่จะเป็นมุมฉาก เทคนิคแบบนี้เป็นเทคนิคการตรวจสอบรอยเชื่อมโดยไม่ทำลาย ซึ่งเป็นแบบมาตรฐานที่ใช้กันอยู่ รูปแสดงการตรวจสอบโดยใช้คลื่นอุลตราโซนิกนี้



รูปที่ 50 การตรวจหาฝูงปลาและการตรวจหาจุดบกพร่องโดยใช้คลื่นอุลตราโซนิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

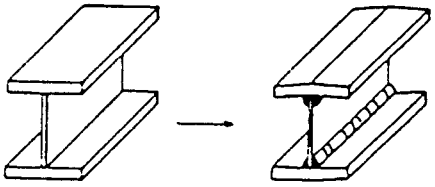


รูปที่ 51 วิธีการตรวจสอบแบบผิวคลื่นเป็นมุม

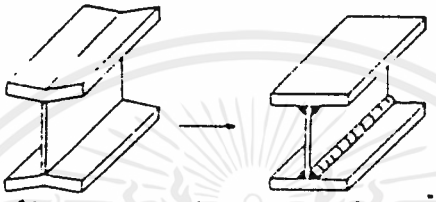
5) **การเชื่อมและความเครียดคงค้าง**

เมื่อมีการต่อแผ่นเหล็กสองแผ่นให้ติดกันโดยการเชื่อมตรงกลาง ดังแสดงในรูปนั้น แผ่นชิ้นงานจะเกิดการงอ เนื่องมาจากการหดตัวจากความร้อนโดยปรกติแล้วลักษณะการงอแบบนี้ สามารถหลีกเลี่ยงได้ โดยการคำนวณเผื่อถึงการหดตัวนี้ในขั้นตอนการประกอบแผ่นเหล็ก รูปแสดงตัวอย่างอันหนึ่งของเทคนิคนี้ซึ่งเรียกกันว่า การทำความเครียดก่อนเทคนิคอีกแบบหนึ่งซึ่งจะใช้เมื่อทำการเชื่อมเสร็จแล้วคือการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของรอยเชื่อม หรือให้ความร้อนเป็นจุดๆ เพื่อที่จะปรับรูปร่างให้ถูกต้อง ในการเชื่อมในสนามนั้นมีการใช้วิธีการหลายๆ อย่างเพื่อที่จะได้โครงสร้างที่มีขนาดถูกต้องตามแบบอย่าง เช่น ใช้วิธีการทำงานตามลำดับขั้นตอนดังแสดงในรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



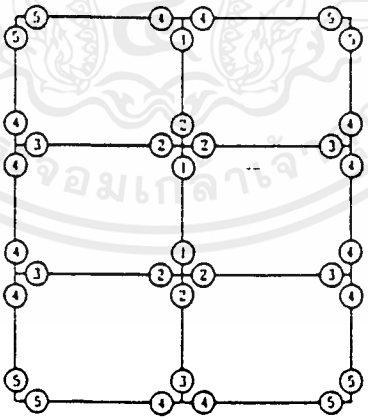
ชิ้นงานเกิดการบิดงอเนื่องจากความร้อนจากการเชื่อม



ชิ้นงานได้รับการทำความเครียดก่อน ในปริมาณที่คิดเผื่อให้การหดตัวเนื่องจากความร้อน

หลังการเชื่อมแล้วชิ้นงานจะได้รูปร่างตามต้องการ

รูปที่ 52 ผลของการทำความเครียดก่อน



ในการเชื่อมต่อคานในโครงสร้างเหล็กนั้น ลำดับการเชื่อมจะทำตามลำดับหมายเลขในแผนภาพ วิธีการนี้ นับว่ามีประสิทธิภาพมากที่สุดในการลดความคลาดเคลื่อนในการประกอบโครงสร้าง

รูปที่ 53 ลำดับของการเชื่อมในสนาม

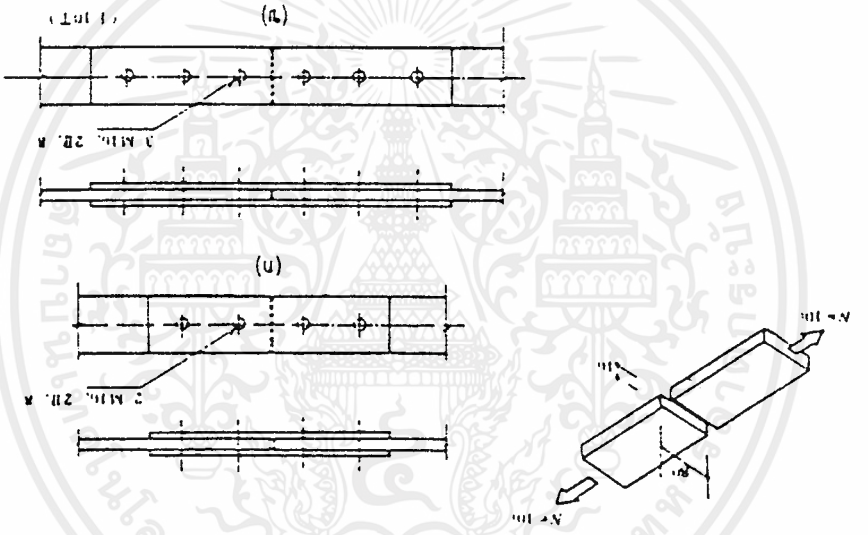
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.4.3 การออกแบบรอยต่อ

1) พื้นฐานของการต่อองค์อาคาร

หลักการเบื้องต้นของการออกแบบรอยต่อขององค์อาคารของโครงสร้างมีอยู่ 2 วิธี คือ วิธีหน่วยแรงที่เกิดขึ้น และวิธีกำลังรวม

สำหรับหน่วยแรงที่เกิดขึ้น การออกแบบรอยต่อจะกระทำโดยใช้แรงที่เกิดขึ้นบริเวณหน้าตัดขององค์อาคารซึ่งหาได้จากการคำนวณค่าหน่วยแรง ส่วนวิธีกำลังรวมการออกแบบจะกระทำโดยกำหนดให้รอยต่อ มีความแข็งแรงมากกว่าหรือเท่ากับความแข็งแรงขององค์อาคารที่นำมาต่อกัน รูปแสดงองค์อาคารภายใต้แรงกระทำต่างๆ การเปรียบเทียบการออกแบบรอยต่อแบบมีแรงเสียดทานโดยใช้สลัก-เกลียวกำลังสูงสามารถกระทำได้ดังนี้



รูปที่ 54 การออกแบบโดยวิธีหน่วยแรงที่เกิดขึ้นและกำลังรวม

(1) ตัวอย่างการออกแบบโดยวิธีหน่วยแรงที่เกิดขึ้น ถ้าใช้สลักเกลียวกำลังสูงในรอยต่อแบบมีแรงเสียดทานสองด้าน และค่าแรงเฉือนในระยะยาว ที่ยอมให้ได้ต่อสลักเกลียว 1 ตัว เท่ากับ 6.03 ตัน

(2) ตัวอย่างการออกแบบโดยวิธีกำลังรวม

	วิธีหน่วยแรงที่เกิดขึ้น	วิธีหน่วยแรงรวม
การใช้วัสดุ	น้อย	มาก
ความเหมาะสมทั่วไป	ยาก	ง่าย
กำลังคลาก	ต่อยกว่า	เหนือกว่า

ตารางที่ 55 ลักษณะสำคัญของวิธีหน่วยแรงที่เกิดขึ้นและวิธีกำลังรวม

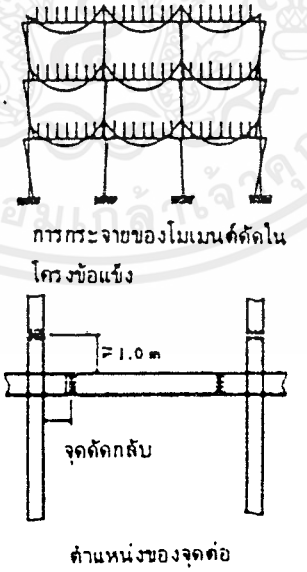
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) จุดต่อในเสาและคาน

(1) ตำแหน่งของจุดต่อ หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการกำหนดตำแหน่งของจุดต่อในเสาและคาน ประกอบด้วยเงื่อนไข 3 ประการคือ

1. หน่วยแรงที่เกิดขึ้นในองค์อาคาร
2. อยู่ในตำแหน่งที่ทำงานได้ง่าย
3. เงื่อนไขการขนส่ง

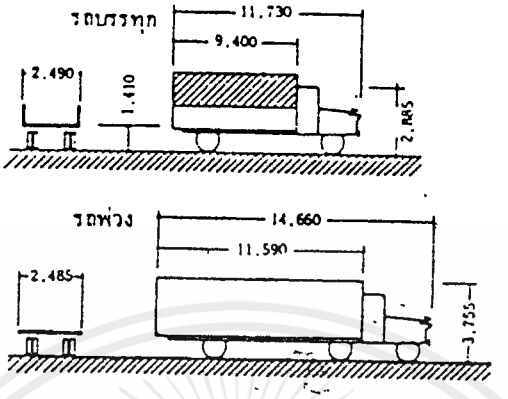
โดยหลักการแล้ว จุดต่อควรอยู่ในตำแหน่งที่มีหน่วยแรงเกิดขึ้นน้อยๆ เช่น จุดดัดกลับ ซึ่งเป็นจุดที่มีค่าโมเมนต์เป็นศูนย์ในเสาและคาน สำหรับเสา จุดต่อมักจะอยู่ที่ตำแหน่งสูงจากหลังคานประมาณ 1 เมตร เพื่อให้มีความสะดวกในการทำงานมากขึ้น และเงื่อนไขของการขนส่งอาจจะเป็นตัวกำหนดความยาวขององค์อาคารเหล็ก แสดงตัวอย่างของขนาดมาตรฐานของรถบรรทุก และรถพ่วง องค์อาคารของโครงสร้างควรจะมีความยาวที่เหมาะสมกับขนาดความยาวของรถบรรทุกเหล่านี้ ดังนั้นการต่อองค์อาคารเสาจึงอาจทำที่ความสูงมากกว่า 1 ชั้น อย่างไรก็ตามสภาพของถนนและสถานที่ก่อสร้างจะมีผลอย่างมากต่อการขนส่งวัสดุ เช่นเดียวกัน



ตำแหน่งของจุดต่อ

รูปที่ 56 ตำแหน่งของจุดต่อในเสาและคาน

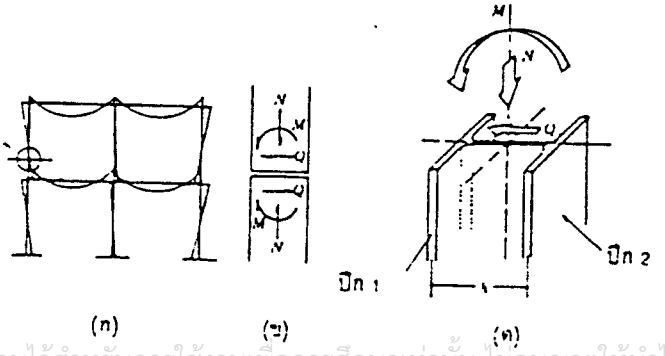
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 57 ขนาดมาตรฐานของรถบรรทุกและรถพ่วง (หน่วยเป็นมิลลิเมตร)

(2) การออกแบบจุดต่อของเสาโดยวิธีหน่วยแรงที่เกิดขึ้น เป็นการออกแบบโดยใช้แรงที่เกิดขึ้นที่หน้าตัดของจุดต่อนั้น ดังแสดงในรูป ในทางปฏิบัติเราใช้ส่วนปีก ในการรับโมเมนต์และใช้ส่วนเอว รับแรงเฉือน ส่วนแรงตามแนวแกนให้กระจายไปตามสัดส่วนพื้นที่ของปีก และอว แสดงแรงและทิศทางของแรงที่กระทำที่ปีกและเอว

รูปที่ 58 การออกแบบจุดต่อของเสา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

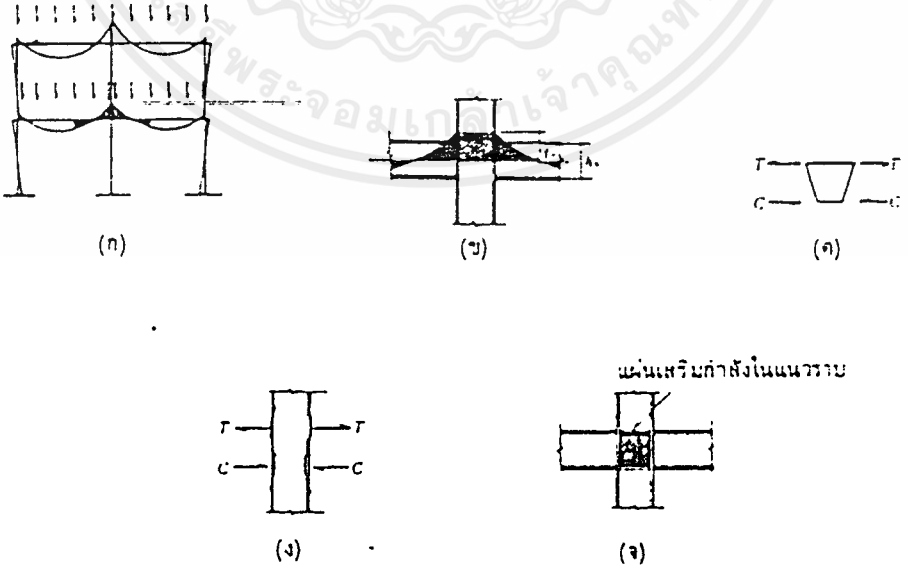
(3) การออกแบบจุดต่อของเสาโดยวิธีกำลังรวม

3) **รอยต่อคานยึดกับเสา**

ในแบบก่อสร้างโครงสร้างเหล็ก รอยต่อคานยึดกับเสามักจะปรากฏไม่ชัดเจน รอยต่อนี้ทำหน้าที่ถ่ายแรงจากคานไปยังเสา และอาจเป็นตำแหน่งของรอยต่อของเสาระหว่างชั้นด้วย

เมื่อมีแรงตามแนวราบกระทำต่อโครงสร้าง โมเมนต์และแรงเฉือนจากปลายคานทั้ง 2 ข้างของรอยต่อจะถ่ายไปยังรอยต่อ ซึ่งจะทำให้เกิดค่าหน่วยแรงสูงที่รอยต่อ อนึ่งรอยต่อระหว่างเสาเสา-คาน ต้องมีกำลังและความแข็งแกร่งเพียงพอ ในกรณีที่โครงสร้างต้องมีความต้านทานต่อแรงลมและแรงเนื่องจากแผ่นดินไหวพฤติกรรมภายใต้แรงกระทำในแนวดิ่งและในแนวราบของรอยต่อสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

(1) รอยต่อรับแรงในแนวดิ่ง รูปแสดงไดอาแกรมของโมเมนต์ในโครงสร้างเหล็กภายใต้แรงแนวดิ่งและเป็นภาพขยายของส่วนที่แลเงาของรูป (ก) M_o เป็นค่าของโมเมนต์ที่ปลายคาน และ h_b เป็นระยะระหว่างศูนย์กลางของโมเมจต์ตัดของคาน แรงตามแนวแกนในปีกคานที่กระทำต่อเสาสามารถคำนวณได้เท่ากับ M_o / h_b ดังแสดงในรูป (ค) แรงดึงและแรงอัดที่เกิดที่ด้านตรงข้ามมีลักษณะสมมาตร ถ้ากำลังคลากของส่วนปีกของเสามีค่าต่ำ จะเกิดการเปลี่ยนรูปที่บริเวณปีกของเหล็กเสานั้นดังแสดงในรูป (.) และคานจะโก่งตัวอย่างมาก ซึ่งจะต้องพิจารณาอย่างละเอียดเพื่อหลีกเลี่ยงการเปลี่ยนรูปในลักษณะนี้ แผ่นเสริมกำลังในแนวราบ สามารถนำมาเสริมที่รอยต่อได้ แผ่นเสริมกำลังนี้บางทีเรียกว่า ไดอาแฟรม



รูที่ 59 หน่วยแรงที่รอยต่อคาน-เสา เมื่อรับน้ำหนักตามแนวดิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) รอยต่อกับการรับแรงในแนวราบ

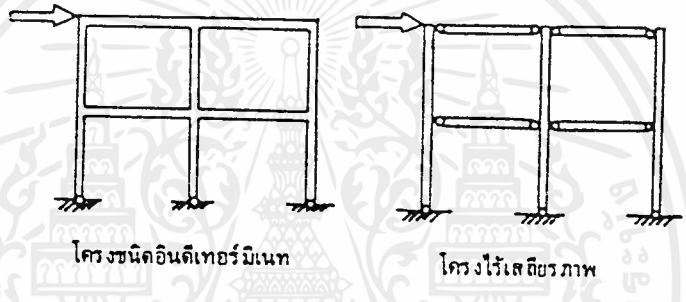
รูปแสดงการกระจายของโมเมนต์ดัดในโครงสร้างข้อแข็งเมื่อมีแรงกระทำในแนวราบส่วนในรูป (ข) แสดงการกระจายของโมเมนต์ดัดที่รอยต่อของคาน-เสา จะเห็นว่าโมเมนต์ดัดในคานหรือในเสาจะเปลี่ยนทิศทางทันทีที่บริเวณของรอยต่อระหว่างคาน-เสา เพราะว่าความลาดชันของการกระจายโมเมนต์ดัดมีความสอดคล้องกับโมเมนต์ของแรงเฉือน ดังนั้นหน่วยแรงเนื่องจากแรงเฉือนเป็นๆ หลักจะเกิดขึ้นในบริเวณรอยต่อนี้รูป (ค) แสดงหน่วยแรงที่กระทำบริเวณพื้นที่ของรอยต่อ

ถ้าแทนโมเมนต์ดัดที่กระทำต่อคานด้วยแรงคู่ควบที่ให้ค่าโมเมนต์ดัดเท่ากันเหมือนกับการวิเคราะห์การรับน้ำหนักในแนวดิ่ง เราสามารถคำนวณหาแรงตามแนวแกนที่กระทำบริเวณรอยต่อได้ ดังแสดงในรูป (ง) ค่าผลรวมของแรงที่กระทำที่ส่วนบนของปลายรอยต่อ Q คำนวณได้จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) ความแข็งแกร่งของรอยต่อ

สิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงคือ ความสามารถในการต้านทานต่อแรงจากแผ่นดินไหวของโครงสร้างเหล็กซึ่งขึ้นอยู่กับการออกแบบรอยต่อ ถึงแม้ว่าโครงสร้างจะประกอบด้วยองค์อาคารที่เหมือนกัน ดังตัวอย่างกรณีพิเศษที่แสดงในรูป โครงสร้างถึงแม้ว่าจะมีองค์อาคารชนิดเดียวกันและรอยต่อที่ปลายเสาชั้นล่างเป็นแบบหมุนได้เหมือนกัน จะเห็นได้ชัดว่าโครงสร้าง (ข) ไม่มีความเสถียรภาพในการต้านทานแรงกระทำด้านข้าง ขณะที่โครงสร้าง (ก) ซึ่งมีรอยต่อแบบยึดแน่นและเป็นโครงสร้างแบบอินดิเทอร์มิเนท มีดีกรีของตัวไปทราบค่าสูง จะมีความต้านทานต่อแรงด้านข้างได้สูง

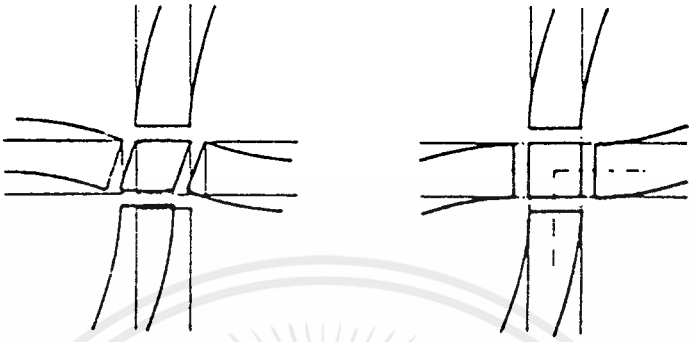


รูปที่ 60 ความต้านทานต่อแรงด้านข้างของโครงสร้าง

ความแตกต่างที่เห็นได้ชัดระหว่างตัวอย่างของโครงสร้างทั้งสองนี้ ขึ้นอยู่กับรอยต่อระหว่างเสาคานว่าเป็นรอยต่อแบบยึดแน่นหรือไม่ กล่าวคือรอยต่อนั้นสามารถถ่ายโมเมนต์ดัดได้หรือไม่นั่นเอง ในการสร้างโครงข้อแข็งนั้น ความแข็งแกร่งและกำลังคลากของรอยต่อเป็นสิ่งที่จำเป็นที่สุดที่จะทำให้โครงสร้างนั้น มีความทนทานต่อแรงด้านข้าง รอยต่อเสา-คานไม่ควรมีหน้าที่เพียงเชื่อมต่อองค์อาคารเท่านั้นแต่จะต้องเป็นส่วนประกอบที่ทำให้เกิดความต้านทานแรงลมและแรงจากแผ่นดินไหวให้แก่โครงข้อแข็งนั้นด้วย

ยิ่งกว่านั้น วิธีการกระจายโมแมนต์ และวิธีซึ่งนิยมใช้ในการคำนวณหาหน่วยแรงในโครงสร้างล้วนมีสมมุติฐานว่ารอยต่อเป็นแบบยึดแน่น ถ้ารอยต่อมีความยึดแน่นไม่พอภายใต้การเปลี่ยนรูปเนื่องจากแรงเฉือนการเคลื่อตัวของแต่ละชั้นจะมากขึ้น ซึ่งเป็นสิ่งที่เราไม่ต้องการดังแสดงในรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) กรณีบริเวณรอยต่อยึดหยุ่นได้ (ข) กรณีบริเวณรอยต่อยึดแน่น

เมื่อบริเวณรอยต่อเกิดการเปลี่ยนรูป เนื่องจากแรงเฉือน การเคลื่อนตัวสัมพัทธ์ของแต่ละชั้น ของโครงสร้าง รูป (ก) จะมีค่ามากกว่าในรูป (ข)

รูปที่ 61 การเคลื่อนตัวสัมพัทธ์นแต่ละชั้นที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนรูป

ดังนั้นในการออกแบบรอยต่อของเสา-คาน ความยึดแน่นของรอยต่อควรได้รับความเอาใจใส่เท่าๆ กับความแข็งแรง ซึ่งจะทำให้คานและเสาที่ประกอบในโครงสร้างนั้นทำหน้าที่ได้อย่างสมบูรณ์ด้วย เหตุดังกล่าวนี้ทำให้คานชนิดท่อลายมีความลึกมากกว่าภายในคาน จะได้เปรียบสำหรับการออกแบบให้ทนต่อแรงกระทำจากลมและแรงเนื่องจากแผ่นดินไหว

(4) ตัวอย่างของรอยต่อคาน-เสา

รูปแสดงรอยต่อแบบแป้นหูช้าง โดยใช้เหล็กหน้าตัดแบบปีกกว้าง และเสาทำด้วยท่อสี่เหลี่ยมจตุรัสแบบกลวง การจัดทำรอยต่อจะมีความยุ่งยากมากกว่าเมื่อเสาทำด้วยเหล็กหน้าตัดปีกกว้าง และเสาทำด้วยท่อสี่เหลี่ยมจตุรัสแบบกลวง การจัดทำรอยต่อจะมีความยุ่งยากมากกว่าเมื่อเสาทำด้วยเหล็กหน้าตัดปีกกว้างรอยต่อที่ทำกันอยู่ในปัจจุบันแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด ดังแสดงในรูป

1.Column piercing type เป็นรอยต่อชนิดที่คานยึดติดกับเสาเพื่อที่จะสามารถใส่แผ่นเสริมกำลังในแนวราบภายในเสาที่รอยต่อได้ เสาอาจมี 2 ตำแหน่งดังรูป หรือตำแหน่งเดียวดังรูป

2. แบบสอดแผ่นเสริมแนวราบภายใน ZHorizontal stiffener pie3-rcing typeX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

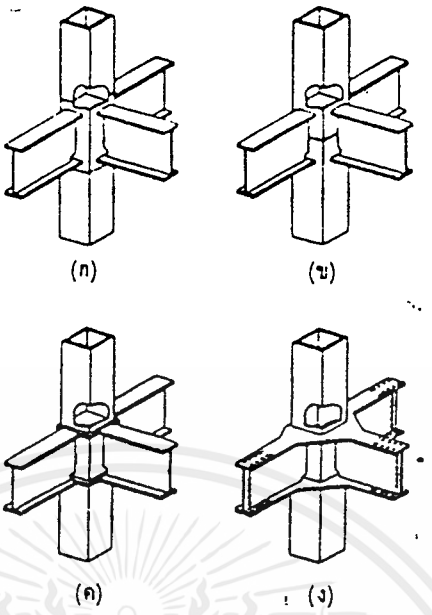
ดังรูป (ค) แผ่นเสริมแนวราบจะยื่นออกมาภายนอกของรอยต่อและเชื่อมติดกับปีกคานโดยตรง บางครั้งอาจเรียกการต่อแบบนี้ว่า Column piercing type ด้วยเช่นกัน เพราะมีลักษณะคล้ายกับมีคานสอดผ่านเสา

3. แบบแผ่นเสริมกำลังภายนอกแทนที่จะใส่แผ่นเสริมกำลังไว้ภายในเสาการต่อแบบนี้จะมี horizontal haunches ที่ปลายคาน แรงตามแนวแกนในคานจะอ้อมรอบเสาและถ่ายไปยังแผ่นเสริมกำลังที่อยู่รอบ

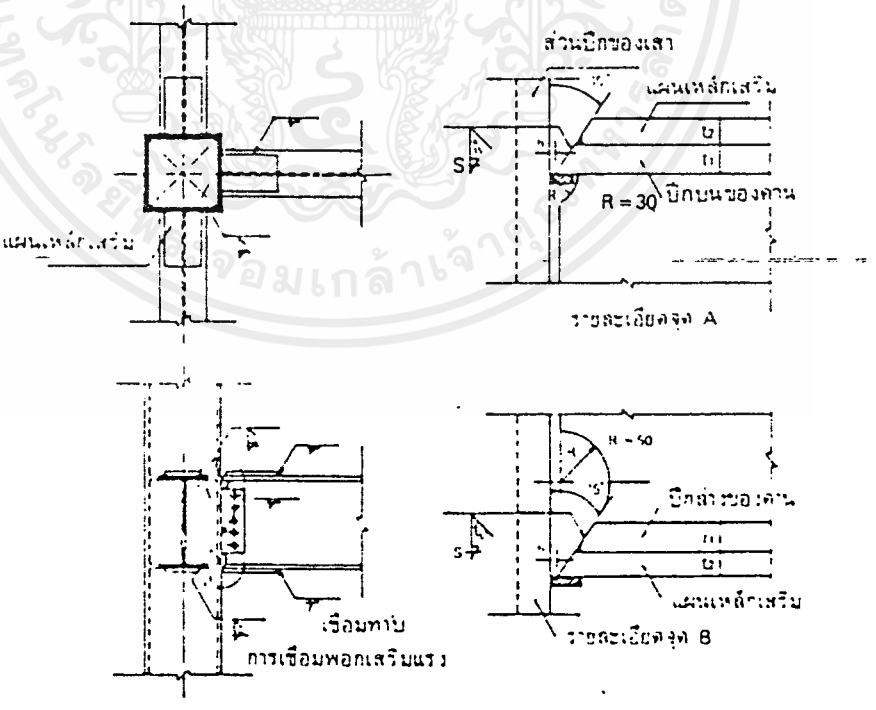
การทำรอยต่อของคาน-เสาจะต้องทำอย่างระมัดระวังเพราะโมเมนต์ดัดและแรงเฉือนที่เกิดขึ้นที่ปลายต่อขน กับเสาเพื่อใช้พื้นที่หน้าตัดทั้งหมดอย่างมีประสิทธิภาพ ในการเชื่อมจำเป็นต้องมีการเผื่อช่องว่างของรากที่บอบให้เพียงพอ และควรมีการเชื่อมอ้อมปลายเพื่อความมั่นใจ ควรจำไว้ว่าในการต่อในสนามโดยเฉพาะสภาพการทำงานทำให้การเชื่อมที่ปีกล่างของคานลำบากกว่าการเชื่อมที่ปีกบนของคาน

รูปที่ 62 ตัวอย่างการต่อแบบแป้นหูข้างโดยใช้เสาปีกกว้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 63 การต่อแบบต่างๆ ที่ใช้ท่อเหลี่ยม



รูปที่ 64 รายละเอียดของการต่อในสนาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการต่อส่วนเอวในหลายๆ กรณีเรามักต่อโดยสลักเกลียวหรือการเชื่อมแบบพอก บางกรณีอาจจำเป็นต้องเชื่อมแบบต่อชน และมักจะใช้แผ่นเหล็กเสริมที่ปีกคานด้วย

4) ฐานเสา

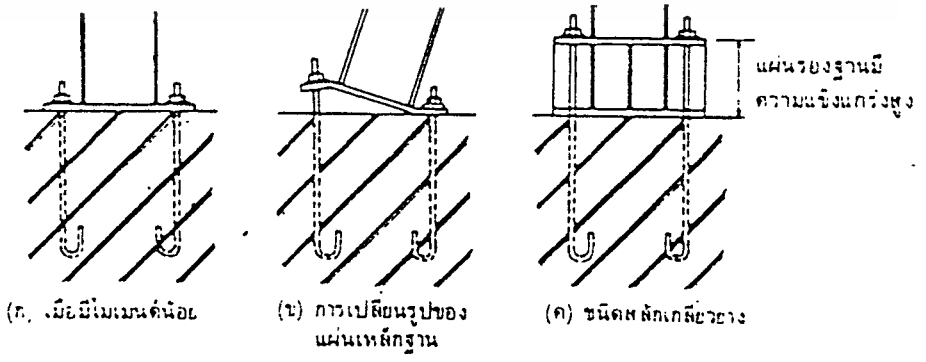
ฐานเสาของอาคารเป็นส่วนประกอบที่มีความสำคัญมาก เพราะเป็นส่วนที่ถ่ายแรงแนวดิ่งจากจากโครงอาคารลงสู่ฐานราก นอดจากนี้ยังต้องทนทานต่อแรงเฉือนแนวราบในขณะที่เกิดแผ่นดินไหวหรือแรงลม

หน่วยแรงที่เกิดขึ้นในฐานเสาของโครงสร้างเหล็กมีรูปแบบที่ซับซ้อน เพราะเป็นส่วนต่อของวัสดุสองชนิดด้วยกัน ฐานรากคอนกรีตเสริมเหล็กและโครงสร้างเหล็กข้างบน จึงมักก่อให้เกิดปัญหาในการทำงาน ถ้าขาดการเอาใจใส่ที่เพียงพอ ชนิดของฐานเสาพอจะแบ่งออกเป็น แบบยึดแน่นและแบบยึดหมุน โดยจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) แบบยึดแน่น

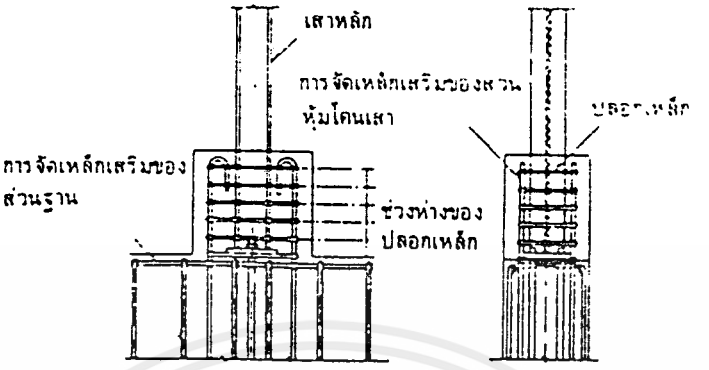
ฐานเสาแบบยึดแน่นแสดงในรูป ถ้าโมเมนต์ดัดที่โคนเสามีค่าน้อย จะใช้แผ่นรองฐานเชื่อมติดกับเสา และยึดแน่นกับฐานด้วยสลักเกลียวที่ฝังในฐาน ดังรูป (ข) ในกรณีนี้จะต้องเสริมด้วยแผ่นครีบ แต่ถ้าโมเมนต์ดัดที่โคนเสามีค่ามากควรใช้ฐานเสาชนิดสลักเกลียวยาวดังรูป (ค) ส่วนแผ่นรองเสาควรเป็นเหล็กหน้าดัดแบบปีกกว้างหรือเป็นชิ้นส่วนที่มีความแข็งแกร่งของหน้าตัดสูง

วิธีการออกแบบอีกวิธีหนึ่งของฐานเสาแบบยึดแน่นคือ วิธีหนึ่งของฐานเสาแบบยึดแน่นคือวิธีหุ้มโคนเสา ดังแสดงในรูปซึ่งแสดงการหุ้มโคนเสาด้วยคอนกรีตเสริมตะแกรงลวดส่วนโคนเสาซึ่งฝังในคอนกรีตนั้นจะมีความแข็งแกร่งสูงมาก แต่ถ้ามีแรงกระทำซ้ำ เช่น แรงจากผแผายดิยไหว คอนกรีตส่วนที่หุ้มจะเสียหายมีผลให้ความมั่นคงของฐานลดลง ดังนั้นเพื่อหลีกเลี่ยวปัญหาเหล่านี้จึงควรทำตามข้อเสนอแนะ 2 ข้อดังนี้คือ ส่วนที่หุ้มโคนเสา จะต้องมีความลึกเพียงพอ และต้องมีตัวยึดต่อ หรืออย่างอื่นที่ทดแทน เชื่อมติดกับโคนเสาเพื่อให้เสาเป็นอันหนึ่งอันเดียวกับคอนกรีตที่ล้อมรอบ

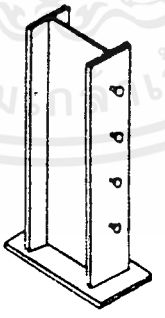


รูปที่ 65 ตัวอย่างของฐานเสาแบบยึดแน่นสำหรับโครงสร้างเหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

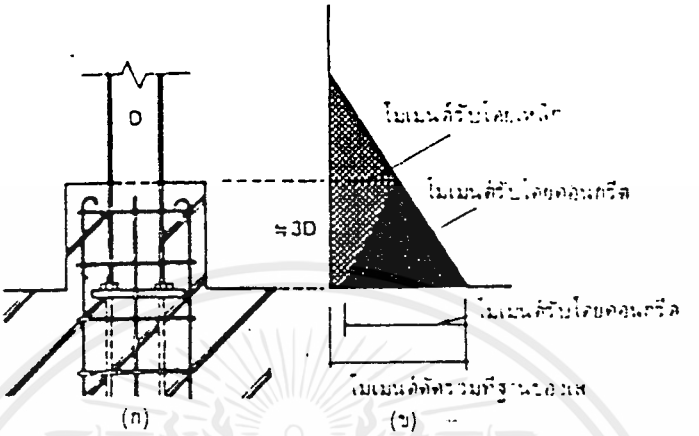


รูปที่ 66 ตัวอย่างของฐานแบบหุ้มโคนเสา



รูปที่ 67 ส่วนปลายเสาและการใส่ตัวของการติดฐานแบบหุ้มโคนเสา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



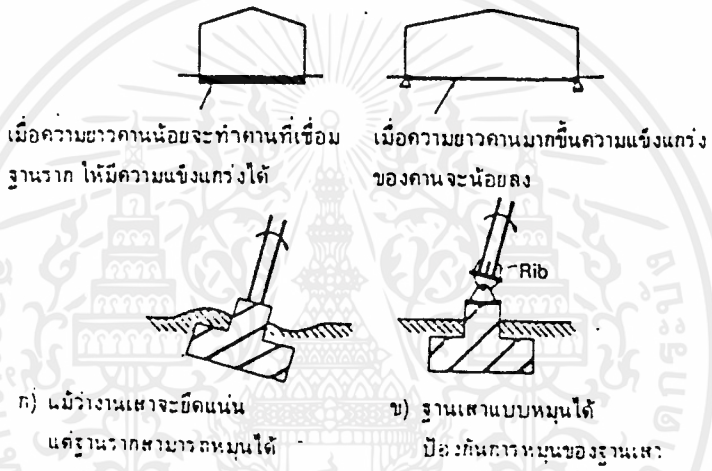
รูปที่ 68 การกระจายของโมเมนต์ สำหรับฐานของเสาแบบหุ้มโคนเสา

ในหลายๆ กรณี ฐานเสาชนิดหุ้มโคนเสา จะมีการออกแบบให้ส่วนของคอนกรีตรับโมเมนต์ดัดไปเกือบทั้งหมด โดยถือว่าปลายเหล็กเสามีลักษณะเป็นจุดยึดหมุน แต่ถึงแม้จะเป็นเช่นนั้นก็ตามส่วนปลายเสาก็ยังจำเป็นต้องทำให้เป็นการต่อแบบเกือบจะยึดแน่น ดังรูป (ก) เพื่อเป็นการเผื่อกำลังของรอยต่อ

(2) ฐานเสาแบบหมุนได้

โครงสร้างเหล็ก ได้ถูกนำมาใช้ในการทำอาคารที่มีช่วงเสายาวอย่างกว้างขวาง ในการออกแบบโครงสร้างอาคารลักษณะนี้ เป็นการยากที่จะทำคานที่เชื่อมฐานรากให้มีความแข็งแกร่งสูง ฐานรากจะต้องเป็นแบบมีเหล็กยึดเพื่อป้องกันการอ้าออกของโครงสร้าง หรือเป็นแบบชนิดอิสระดังแสดงในรูป แบบของฐานรากทั้งสองนี้ไม่สามารถที่จะต้านทานต่อการหมุนได้ จึงมักทำฐานเสาแบบหมุนได้ ดังแสดงในรูป สำหรับอาคารเล็กๆ สามารถทำการต่อแบบ (ก) ได้ แต่ถ้าเป็นอาคารใหญ่ๆ ควรทำแบบรูป (ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

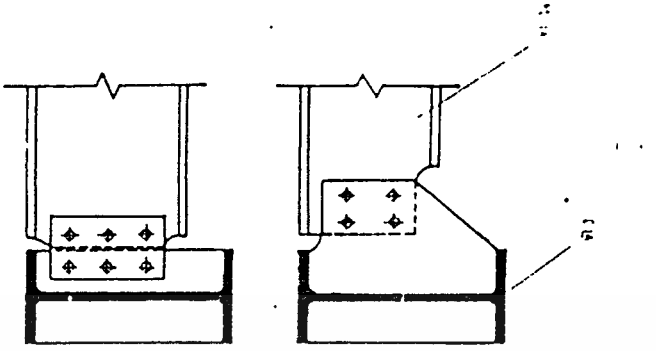


รูปที่ 69 ตัวอย่างฐานเสาแบบหมุนได้

ฐานเสาแบบหมุนได้มักจะพบเห็นในอาคารที่เป็นโครงเหล็ก โดยทั่วไปเชื่อกันว่าจุดต่อแบบยึดแน่น ซึ่งมีดีกรีของตัวไม่ทราบค่าสูง จะทำให้โครงสร้างนั้นมีความมั่นคงได้มากขึ้น อย่างไรก็ตามในบางกรณี โครงสร้างที่มีจุดต่อแบบหมุนได้ก็สามารถทำให้โครงสร้างมีความมั่นคงได้เช่นกัน เมื่อจุดต่อเป็นแบบกึ่งยึดแน่น ถึงแม้ว่าการวิเคราะห์จะสมมุติให้เป็นแบบจุดยึดแน่น การใช้รอยต่อแบบหมุนได้จะดีกว่าเพราะจะเป็นการลดผลของหน่วยแรงรองที่เกิดจากอุณหภูมิหรือการทรุดตัวไม่เท่ากัน

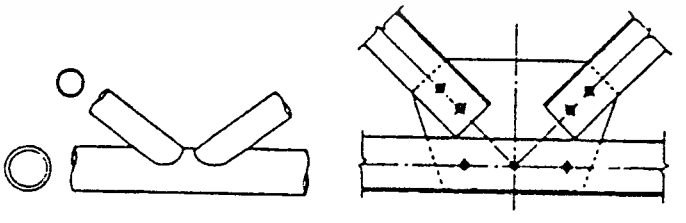
รอยต่อของคาน-ตง โครงประเภทโครงข้อมหุนและตัวยึดโดยปรกติจะเป็นรอยต่อแบบหมุนได้ รูปแสดงตัวอย่างของรอยต่อคาน-ตง โดยทั่วไปเป็นการเพียงพอสำหรับการต่อคานเข้ากับตง โดยใช้แผ่นประกับเพื่อถ่ายแรงเฉือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 70 ตัวอย่างของรอยต่อ คาน-ตง

รูปที่แสดงรายละเอียดของจุดต่อในโครงข้อหมุนในการคำนวณหน่วยแรงในโครงข้อหมุนจะสมมุติให้จุดต่อเป็นแบบหมุนได้ นั่นคือจุดต่อไม่สามารถรับโมเมนต์ได้ อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติแล้ว จุดต่อแบบหมุนได้จริงๆ นั้นใช้น้อยมากในหลายๆ กรณี จุดต่อจะประกอบด้วยสลักเกลียวกำลังสูงตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป และแผ่นประกับหรือทำโดยการเชื่อม แต่ถึงแม้ว่าจุดต่อของโครงข้อหมุนเกือบจะเป็นจุดต่อแบบยึดแน่นก็ตาม พฤติกรรมมีสภาพเข้าใกล้กับการที่สมมุติว่าจุดต่อนั้นเป็นจุดต่อแบบหมุนได้ แต่ต้องทำการออกแบบให้แกนนของชิ้นส่วนมีจุดตัดกันที่จุดเดียวกัน มิฉะนั้นหน่วยแรงรองเช่น โมเมนต์ดัดและแรงเฉือนจะเกิดขึ้นได้



รูปที่ 71 รายละเอียดจุดต่อของโครงข้อหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) **รอยต่อของตัวค้ำยัน**

การค้นคว้าวิจัยในญี่ปุ่นเมื่อไม่นานนี้ เกี่ยวกับเรื่องการต้านทานต่อแรงจากแผ่นดินไหวของโครงสร้างเหล็กที่มีการค้ำยันสามารถตอบปัญหาต่างๆ ได้มากมาย เป็นผลให้มีการเปลี่ยนแปลงวิธีการออกแบบของรอยต่อที่มีการค้ำยันสามารถตอบปัญหาต่างๆ ได้มากมาย เป็นผลให้มีการเปลี่ยนแปลงวิธีการออกแบบของรอยต่อ

โดยทั่วไป ถ้าอาคารถูกแรงกระทำจากแผ่นดินไหวอย่างแรง เท่ากับแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นในรอบหลายๆ ปี ค่าพิกัดการสั่นในช่วงดิลาสติก จะมีค่าเกินค่าที่ยอมให้และการเปลี่ยนรูปเฉพาะที่อย่างถาวรจะเกิดขึ้น พลังงานจากการสั่นของแผ่นดินไหวบางครั้งอาจมากจนทำให้ส่วนของอาคารทั้งหมดเกิดการเปลี่ยนรูปอย่างถาวร เราสามารถออกแบบให้โครงอาคารเกิดหน่วยแรงในช่วงยืดหยุ่นในขณะที่เกิดแผ่นดินไหวแรงๆ เช่นนั้นได้ แต่ค่าก่อสร้างอาคารนั้นจะสูงมาก

ดังนั้นการออกแบบในปัจจุบันจึงหันไปใช้การออกแบบโดยทฤษฎีกำลังประลัย ซึ่งยอมให้โครงสร้างเกิดการเปลี่ยนรูปอย่างถาวรได้ภายในขอบเขตหนึ่ง งานในช่วงพลาสติกขององค์การจะช่วยหน่วยการสั่นซึ่งจะลดผลกระทบจากแผ่นดินไหวและเพิ่มความต้านทานต่อแผ่นดินไหวให้กับอาคาร

โดยทั่วไปแล้ว จากความสัมพันธ์ระหว่างแรง และการเปลี่ยนรูปของโครงข้อแข็งเหล็กดังแสดงในรูป (ก) จะเห็นว่าถึงแม้บางส่วนนของโครงถึงจุดคบาก เมื่อแรงกระทำ หน่วยแรงจะกระจายไปและกำลังคลากจะเพิ่มขึ้นเท่ากับแรงในขณะที่องค์อาคารถัดไปถึงจุดคลาด ในลักษณะนี้ทำให้พลังงานซึ่งเป็นพลังงานรวมทั้งหมดที่ทำให้โครงสร้างถึงจุดคลากจะมีค่ามากกว่าพลังงานศักย์ ซึ่งสะสมในโครงสร้างก่อนที่จะถึงขีดจำกัดยืดหยุ่น ปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นในโครงสร้างแบบอินดิเทอร์มิเนท แบบสถิตย์

อนึ่งในโครงสร้างซึ่งมีการค้ำยัน ดังแสดงในรูป (ข) แรงในแนวราบถูกต้านโดยตัวค้ำยันทั้งหมด ในโครงสร้างซึ่งมีการค้ำยัน แบบมิเนทแบบสถิตย์ เมื่อรอยต่อของตัวค้ำยนเสียหาย โครงสร้างจะเสียกำลังต้านทานแรงในแนวราบและพังลงทันที อย่างไรก็ตามเมื่อหน่วยแรงคลากของรอยต่อมีค่าสูงกว่ากำลังจุดคลากของแรงตามแนวแกนในตัวค้ำยันแล้ว รอยต่อของตัวค้ำยันจะคงสามารถทนต่อการเปลี่ยนรูปอย่างถาวรได้จนกระทั่งตัวค้ำยันพัง ดังนั้นควรทำการเตรียมให้รอยต่อนั้นสามารถดูดซึมพลังงานได้ ซึ่งถ้าออกแบบให้รอยต่อนั้นมีกำลังสูงแล้ว โครงสร้างจะสามารถดูดซึมพลังงานจากแผ่นดินไหวได้เพิ่มขึ้นอย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นระบบของโครงข้อหมุนแพรทจึงเกิดความสมดุลย์ด้วยการประกอบกันระหว่างองค์อาคารับแรงดึงและแรงอัด นอกเหนือไปจากความสวยงามของรูปร่าง

(2) โครงข้อมหุนโฮว์และโครงข้อหมุนวอร์เรน พิจารณาโครงข้อหมุนที่มีฐานอยู่ที่คอร์ดล่าง ดังแสดงในรูป แทนที่จะอยู่ที่คอร์ดบนเหมือนกับโครงข้อหมุนแพรทที่กล่าวมาแล้ว

รูปแสดงโครงข้อหมุนที่ไม่มีความมั่นคง ระนาบ BDHF จะเปลี่ยนรูปไปดังเส้นประในรูปได้ง่าย จึงจำเป็นต้องหาวิธีป้องกันองค์อาคาร GC ไม่ให้เคลื่อนที่ในแนวดิ่งซึ่งทำได้โดยใส่องค์อาคารในแนวทะแยง BG และ GD ซึ่งสามารถป้องกันจุดต่อ G ในคอร์ดบนไม่ให้มีการเคลื่อนที่ต่ำลงมาได้ โครงข้อหมุนจึงมีลักษณะดังแสดงในรูป องค์อาคารแนวทะแยงมุมจะรับแรงอัด เนื่องจากมีหน้าที่ค้ำยันจุดต่อที่คอร์ดบนไว้

หลักการนี้สามารถนำไปใช้กับโครงข้อมหุนที่มีหลายๆ ช่วง ลักษณะเช่นเดียวกับการออกแบบโครงข้อหมุนแพรท ดังตัวอย่างในรูป โครงสร้างชนิดนี้เราเรียกว่าโครงข้อหมุนโฮว์ ซึ่งมีลักษณะแตกต่างที่เห็นได้ชัดจากโครงข้อหมุนแพรทก็คือ ในโครงข้อมหุนแพรท องค์อาคารตั้งรับแรงอัดและองค์อาคารทะแยงรับแรงดึง ส่วนในโครงข้อหมุนโฮว์ องค์อาคารตั้งรับแรงดึงและองค์อาคารทะแยงรับแรงอัด

เมื่อประกอบองค์อาคารของโครงอาคารเข้าเป็นโครงข้อหมุน จะต้องพยายามหลีกเลี่ยงการโค้งงอขององค์อาคารรับแรงอัด ในทางพื้นฐานแล้วองค์อาคารรับแรงอัดควรจะสั้น จึงไม่ควรที่จะให้องค์อาคารทะแยงรับแรงอัดเพราะองค์อาคารทะแยงมีความยาวกว่าองค์อาคารตั้ง ด้วยเหตุผลนี้โครงข้อหมุนโฮว์จึงมักไม่นิยมใช้ในโครงเหล็ก แต่จะเป็นชนิดที่เหมาะสำหรับทำโครงไม้

พิจารณาโครงข้อหมุนที่ไม่มั่นคงในรูป วิธีอื่นที่จะป้องกันจุดต่อ G จากการเคลื่อนที่ลง คือการใส่องค์อาคารทะแยง FC และ CH ซึ่งเป็นการเสริมความมั่นคงให้กับโครงข้อหมุนได้ หลักการนี้แสดงในรูปเนื่องจากองค์อาคารซึ่งจะทะแยง FC และ CH รับแรงดึง ดังนั้นส่วนค้ำยัน GC จึงเป็นองค์อาคารรับแรงอัดโครงข้อหมุนชนิดนี้เรียกว่าโครงข้อหมุนวอร์เรน

ในโครงข้อหมุนแพรท ความคิดพื้นฐานก็คือ การยึดจุดต่อในคอร์ดล่างด้วยองค์อาคารทะแยง แต่ในโครงข้อหมุนโฮว์ การค้ำยันจุดต่อในคอร์ดบนทำด้วยองค์อาคารทะแยง ในโครงข้อหมุนวอร์เรน องค์อาคารทะแยงจะถูกจัดสลับให้ทำหน้าที่ค้ำยันและยึดจุดต่อของคอร์ดบนและคอร์ดล่าง รูปแสดงตัวอย่างของโครงข้อหมุนวอร์เรนแบบหลายช่วง สังเกตว่าทั้งแบบมีฐานที่คอร์ดบนและแบบมีฐานที่คอร์ดล่างนั้น หน่วยแรงในองค์อาคารตั้งและทะแยงจะตรงกันข้ามถ้านับจากจุดตรงกลางออกไป

ถ้าออกแบบโครงข้อหมุนโดยไม่มีแรงแนวดิ่งกระทำที่จุด A, B และ C ผ่านองค์อาคารตั้งนี้ออกได้ โครงข้อหมุนประเภทนี้เรียกว่าโครงข้อหมุนวอร์เรนแบบง่าย โครงข้อหมุนลักษณะนี้มีจำนวนองค์อาคารที่ต้องนำมาต่อที่จุดต่อเดียวกันน้อยกว่า จึงมีข้อได้เปรียบในด้านการทำจุดต่อของโครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และนำไปใช้ในโครงสร้างของสะพานด้วย ด้วยเหตุว่าโครงข้อหมุนวอร์เรนแบบนนี้ มีองค์อาคารคอร์ดบนเป็นตัวรับแรงอัด ดังนั้นจะต้องเอาใจใส่ต่อองค์อาคารเหล่านี้เพื่อหลีกเลี่ยงการโค้งงอโดยการเนริมความแข็งแรงให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.4.4 ชนิดโครงอาคาร

1) โครงข้อหมุน

ในโครงข้อหมุน หน่วยแรงในองค์อาคารได้แก่ แรงตามแนวแกน องค์อาคารประเภทนี้จึงมีประสทธิภาพ มากกว่าองค์อาคารที่ต้องรับโมเมนต์ดัดด้วยเช่น คาน ประกับกับมีรูปร่างง่าย และสามารถประกอบได้ง่าย จึงทำให้โครงข้อมหุนเป็นที่นิยมใช้อย่างกว้างขวางในงานโครงสร้างเหล็ก

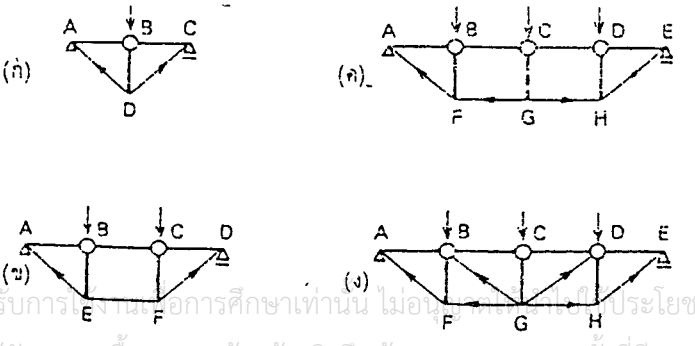
โครงข้อหมุนสามารถแบ่งเป็นแบบใหญ่ๆ ได้ตามการจัดวางขององค์อาคาร คือ เป็นแบบดิเทอร์มิเนทแบบบสถิตย์ และแบบอินดีเทอร์มิเนทแบบสถิตย์ การคำนวณหาหน่วยแรงในองค์อาคารทำได้โดยง่ายในโครงข้อหมุนแบบดิเทอร์มิเนทแบบสถิตย์ในบทนี้จะอธิบายลักษณะพฤติกรรมพื้นฐานของโครงหมุน 2 ชนิด ที่สำคัญที่สุดในแบบ ดิเทอร์มิเนทแบบสถิตย์ แบบคอร์ดขนาน และแบบจั่ว

ก) โครงข้อมหุนแบบคอร์ดขนาน

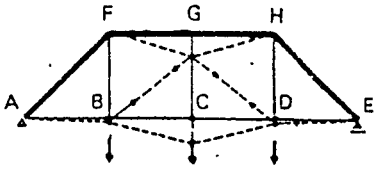
โครงข้อหมุนแบบคอร์ดขนาด ที่ใช้กันทั่วไปในอาคารโครงเหล็กคือ โครงข้อมหุนแพรทและโครงข้อหมุนวอร์เรน

(1) โครงข้อมุนเพรท ในโครงข้อมหุนแพรท องค์อาคารที่เป็นคอร์ดบน และตั้งเป็นองค์อาคารที่รับแรงอัด ส่วนคอร์ดล่าง และตัวแนวทะแยง เป็นองค์อาคารที่รับแรงดึง เมื่อมีแรงกระทำต่อโครงข้อหมุนแพรทแบบ 2 ช่วง ดังแสดงในรูป สภาพความสมดุลย์เกิดขึ้นโดยแรงอัดในองค์อาคารตั้งที่จุด D ถ่ายแรงผ่านตัวทะแยงไปยังจุด A และ C และแรงปฏิกริยาซึ่งเป็นแรงอัดที่เกิดขึ้นจะถูกต้านโดยคอร์ดบน ในโครงข้อหมุนแพรท แบบ 3 ช่วง ก็จะเกิดสภาพสมดุลย์แบบเดียวกัน ดังแสดงในรูป (ข)

ในโครงข้อหมุน 4 ช่วง ดังแสดงในรูป (ค) องค์อาคารตั้งที่ตรงกลางจะแขวนอยู่เฉยๆ โดยไม่ได้ทำหน้าที่รับแรงใด ๆ ถึงแม้ว่าการจัดองค์อาคารจะเหมือนกับในรูป (ก) และ (ข) แรงดึงในคอร์ดล่าง GF และ GH จะไม่ต่อเข้าด้วยกันกับส่วนของแรงในแนวดิ่งในชิ้นส่วนแนวตั้ง CG และโครงสร้างจะไม่สามารถต้านทานแรงได้ ดังนั้นในพื้นที่ช่วง BDHF จึงต้องการองค์อาคารมาเสริมเพื่อเพิ่มความแข็งแรง ถ้าส่วนสน BCD ถูกแทนที่ด้วยดงค์อาคารที่แสดงในรูป (ก) สภาพสมดุลย์ของแรงจะเกิดขึ้นและเกิดความมั่นคงขึ้น ดังแสดงในรูป (ง)

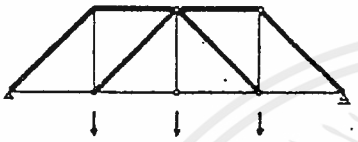


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

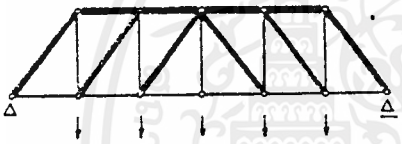


ใส่องค์อาคารทะแยง BG และ GD
จะทำให้จุดต่อที่คอร์ดบนไม่
เคลื่อนที่ลงมาตามแนวดิ่ง

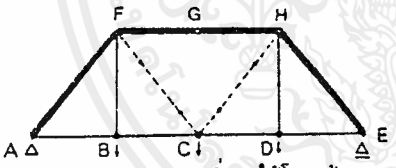
รูปที่ 2—58 การเสริมโครงข้อหมุนให้มั่นคง



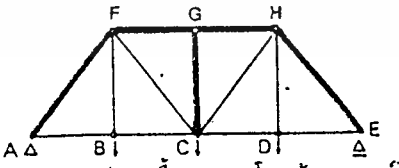
รูปที่ 2—59 หลักการของโครงข้อหมุนโฮว์



รูปที่ 2—60 โครงข้อหมุนโฮว์แบบหลายช่วง

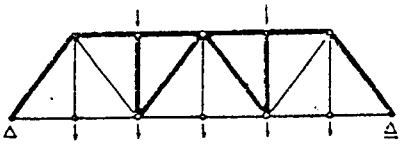


ก) การเสริมความมั่นคงให้โครงข้อหมุน
เมื่อการเคลื่อนตัวในแนวดิ่งของจุด
C ถูกป้องกันได้ด้วยการใส่องค์อาคาร
เอียงในแนว F C และ CH

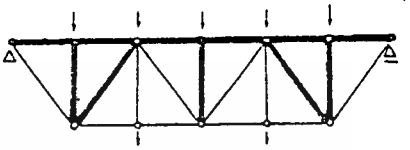


ข) รูปแบบพื้นฐานของโครงข้อหมุนวอร์เรน

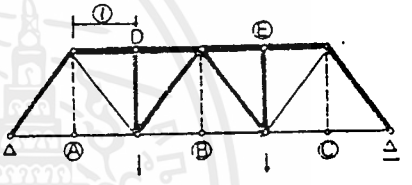
รูปที่ 2—61 หลักการของโครงข้อหมุนวอร์เรน



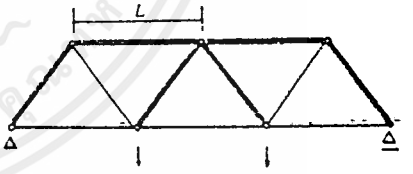
รูปที่ 2—62 โครงข้อหมุนวอร์เรนที่มีฐานอยู่ที่คอร์ดล่าง



รูปที่ 2—63 โครงข้อหมุนวอร์เรนที่มีฐานอยู่ที่คอร์ดบน



(ก) ถ้าโครงข้อหมุนถูกออกแบบให้ไม่มีแรงกระทำที่จุด
A, B, C, D และ E ก็จะไม่เกิดหน่วย
แรงขึ้น ในองค์อาคารดั้ง

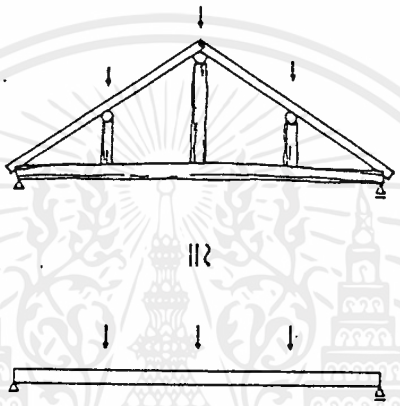


(ข) โครงข้อหมุนวอร์เรนอย่างง่ายต้องระวังการ
เกิดการโค้งงอ เนื่องจาก $\ell < L$

รูปที่ 2—64 การเปลี่ยนแปลงรูปแบบของโครง
ข้อหมุนวอร์เรน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงข้อหมุนคิงก์แลโฮว์ มักถูกใช้กับอาคารที่ทำด้วยไม้ รูปแสดงโครงข้อหมุนคิงก์ทำด้วยไม้ซึ่งรองรับหลังคาของอาคารอิฐของมหาวิทยาลัยเกียวโต เนื่องจากองค์อาคารตั้งรับแรงดึงเมื่อมีน้ำหนักบรรทุกกระทำ ดังนั้นจึงใส่แผ่นโลหะเสริมกำลังที่หลายล่าง Bเพื่อต้านแรงดึง ขณะที่องค์อาคารตั้ง A ทั้ง 2 ข้างใช้ในการยึดรั้งองค์อาคารในคอร์ดล่างโดยใช้กาต่อแบบใช้สลักเกลียว ขณะที่ทำปากฉลามหรือเดือยที่จุดต่อ Cขององค์อาคารทะแยงและองค์อาคารตั้งทำหน้าที่ถ่ายแรงอย่างราบรื่น

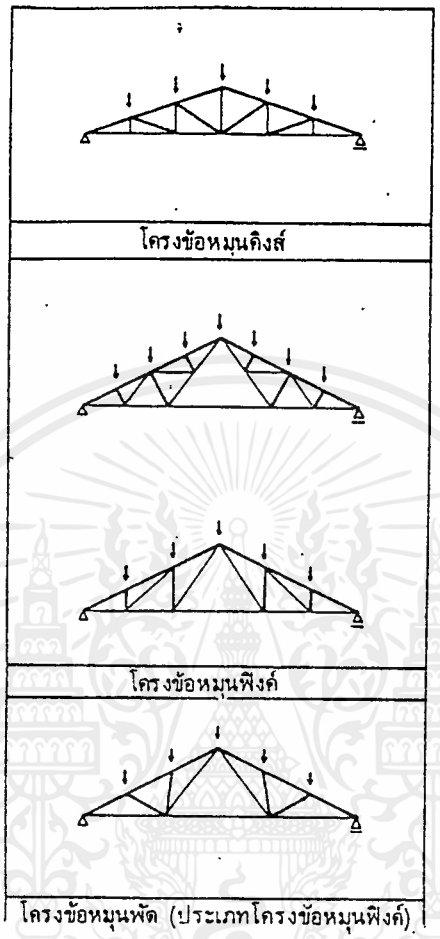


รูปที่ 72 เปรียบเทียบความยาวขององค์อาคารรับแรงอัดระหว่างโครงข้อหมุนคิงก์ และ โครงข้อหมุนฟิงค์ มีแรงกระทำตามแนวดิ่ง

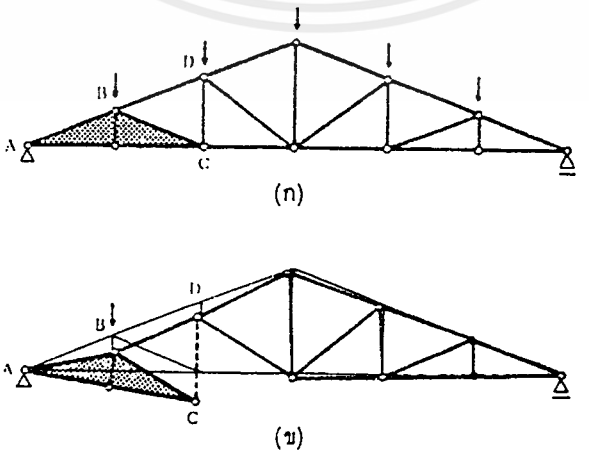
ในทางปฏิบัติ โครงข้อหมุนคิงก์ เป็นที่นิยมใช้เหมือนกับโครงข้อหมุนฟิงค์ ในอาคารที่ใช้โครงเหล็กเหตุผลหนึ่งก็คือหลังคาของอาคารนั้นมีความเฉียงไม่มาก ดังนั้นจึงไม่มีความแตกต่างกันมากระหว่างองค์อาคารรับแรงอัดในโครงข้อหมุนคิงก์และโครงข้อหมุนฟิงก์ดังแสดงในรูป แต่ความแตกต่างนี้จะมากขึ้นเมื่อความชันของหลังคามากขึ้น ในโครงข้อหมุนคิงก์ องค์อาคารทะแยงบริเวณตรงกลางจะมีความยาวมากในขณะที่ต้องรับแรงอัดมากที่สุด แต่ในโครงข้อหมุนฟิงค์องค์อาคารที่รับแรงอัดสามารถทำให้สั้นได้ถึงแม้ว่าหลังคาจะชันมากก็ตาม การเลือกใช้โครงข้อหมุนฟิงค์จึงดีกว่าเพราะสามารถใช้ประโยชน์จากคุณสมบัติเด่นขององค์อาคารเหล็กได้มากที่สุด

เราได้กล่าวถึงหน่วยแรงในองค์อาคารต่างๆ ของโครงข้อหมุน เมื่อมีน้ำหนักบรรทุกกระทำในแนวดิ่งแล้ว โครงเหล็กประเภทโครงข้อหมุนมักจะถูกใช้ในโครงสร้างที่มีช่วงยาวมาก ในกรณีเช่นนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



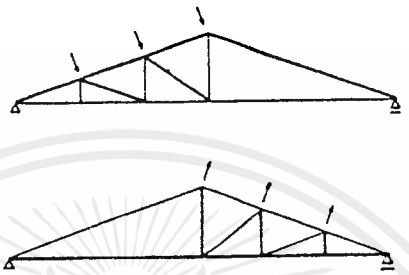
รูปที่ 73 ตัวอย่างของโครงข้อหมุนรูปจั่ว



รูปที่ 74 หน้าที่ขององค์อาคารตั้งในโครงข้อหมุนคิงก์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงที่กระทำกับโครงข้อหมุนจะเป็นแรงในแนวดิ่งจริงๆ แต่เมื่อมีแรงจากลมหรือแผ่นดินไหวกระทำ แรงอัดอาจเกิดในองค์อาคารที่ออกแบบให้รับแรงดึงในช่วงเวลาสั้นๆ ดังนั้นในการออกแบบควรพิจารณาถึงแรงเหล่านี้ด้วย



รูปที่ 75 หน่วยแรงในองค์อาคารของโครงข้อหมุนเมื่อถูกกระทำโดยแรงที่ไม่ใช้แรงตามแนวดิ่ง

ค) การออกแบบโครงสร้างของโครงข้อหมุน

(1) โครงข้อหมุนในระนาบและ 3 มิติ

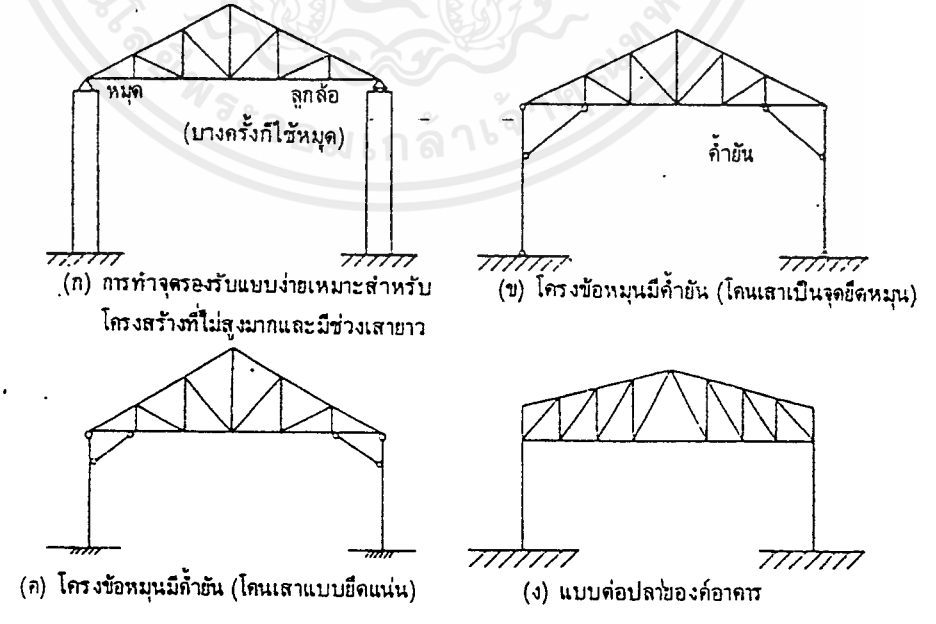
โครงข้อหมุนที่ได้กล่าวถึงแล้วนั้นเป็นโครงข้อหมุนในระนาบ องค์อาคารทั้งหมดวางอยู่ในแนวระนาบเดียวกัน และสามารถต้านทานแรงที่กระทำตามระนาบนั้นเท่านั้น โครงข้อหมุนที่ใช้กันจริงนั้น เป็นโครงข้อหมุนในระนาบหลายๆ ตัววางขนานกันและเชื่อมต่อกันด้วยโครงข้อหมุนอีกชนิดหนึ่งเรียกว่า โครงยึดซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวยึดในโครงข้อหมุนหลักเข้าด้วยกัน ถึงแม้ว่า คำว่าโครงสร้างข้อหมุนโดยทั่วไปจะหมายถึง โครงข้อหมุนรูปจั่วแบบคอร์ดขนานด้วย โครงยึดเป็นสิ่งที่ขาดไม่ได้ในการที่จะโครงข้อหมุนหลักทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ที่สุด โดยสรุปแล้วโครงสร้างโครงข้อหมุนคือการจัดวางโครงข้อหมุนในระนาบให้เป็นลักษณะ 3 มิติ ซึ่งโครงข้อหมุนแต่ละตัวจะต้านทานแรงกระทำในระนาบที่ทำหน้าที่ค้ำยันซึ่งกันและกันด้วยส่วนใหญ่แล้ว เราจะรู้ถึงพฤติกรรมของโครงข้อหมุนในระนาบได้ และแรงที่กระทำในโครงข้อหมุนแบบ 3 มิติ สามารถหาได้ โดยการแบ่งส่วนประกอบของแรงไปตามระนาบของโครงข้อหมุนในระนาบที่ประกอบขึ้นเป็นโครงข้อหมุน แต่โครงสร้างโครงข้อหมุนบางอย่าง ไม่สามารถแบ่งออกเป็นโครงข้อหมุนในระนาบได้ เนื่องจากวิธีการก่อสร้างและลักษณะของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงกระทำโครงข้อหมุนเช่นนี้เราเรียกว่า โครงข้อหมุนสามมิติ โครงข้อหมุนในระนาบอาจเปรียบได้กับแผ่นเหล็กบางๆ ซึ่งมีรู ขณะที่โครงข้อหมุนสามมิติเปรียบได้กับแผ่นเหล็กที่หนา ๆ

(2) หลังคาโครงข้อหมุน

วิธีที่ง่ายที่สุดในการทำจุดรองรับของหลังคาโครงข้อหมุนของอาคาร คือ การใช้จุดรองรับแบบยึดหมุน สำหรับจุดรองรับจุดหนึ่งและอีกจุดหนึ่งใช้จุดรองรับแบบเลื่อนเพื่อที่จะต้านทานแรงในแนวราบที่กระทำกับโครงข้อหมุนเสาของอาคารควรเป็นแบบยื่นปลายในลักษณะนี้ โมเมนต์ดัดในเสาเนื่องจากจากแรงในแนวราบและแรงตามแนวแกนอันเนื่องจากแรงตามแนวดิ่งจะถูกถ่ายไปยังฐานรากส่พื้นดินจึงแม้ว่าจุดรองรับแบบนี้ สามารถทได้ง่ายและง่ายต่อการวิเคราะห์หน่วยแรง เพราะโครงข้อหมุนและเสาถกแยกจากกัน แต่ก็มีข้อเสียคือ หน้าตัดของเสาจะต้องหนาที่ส่วนฐาน และฐานรากจะต้องใหญ่ การออกแบบดังแสดงในรป (ก) เหมาะกับโครงสร้างที่มีช่วงเสายาวและความสงของเสาน้อย ซึ่งเสาจะรับแรงตามแนวดิ่งที่กระทำมาก ทำให้ฐานรากองมีขนาดใหญ่ด้วย ถ้าจุดรองรับทั้งสองจุดเป็นแบบจดยึดหมุนทั้ง 2 ด้าน ผลจะปรากฏเช่นเดียวกัน การนำไปใช้งานจึงทำได้จำกัดเนื่องจากทั้งเสาและฐานรากจะต้องมีขนาดใหญ่อาจจมีคำถามว่า ถ้าทำจดต่อที่โคนเสาเป็นแบบยึดหมุนจะสามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่ เนื่องจากโครงสร้างนั้นจะไม่มั่นคง ถ้าโคนเสาทั้งสองเป็นจุดยึดหมุน ดังนั้นจึงดองมีการเสริมความมั่นคงที่จุดต่อของโครงขอ้หมุน-เสา ซึ่งทำได้โดยการออกแบบดังแสดงในรูป (ข) ค้ำยันทำหน้าที่คล้ายกับองค์อาคารซึ่งยึดเสาและโครงข้อหมุนเข้าด้วยกันเหมือนกับส่วนค้ำยันที่มุม ของโครงไม้หรือในโครงเหล็กพื้น



(ก) การทำจุดรองรับแบบง่ายเหมาะสำหรับโครงสร้างที่ไม่สูงมากและมีช่วงเสายาว

(ข) โครงข้อหมุนมีค้ำยัน (โคนเสาเป็นจุดยึดหมุน)

(ค) โครงข้อหมุนมีค้ำยัน (โคนเสาแบบยึดแน่น)

(ง) แบบต่อปลายองค์อาคาร

รูปที่ 76 อาคารที่มีหลังคาโครงข้อหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไรก็ตาม เมื่อมีแรงกระทำตามแนวราบกระทำกับโครงข้อหมุน ซึ่งมีส่วนค้ำยัน และโคนเสาเป็นแบบยึดหมุน โมเมนต์ดัดที่เสาแต่ละต้นจะมากที่สุดตรงจุดที่ต่อกับส่วนค้ำยัน การแก้ปัญหาที่ดีกว่านี้ก็คือทำโคนเสายึดแน่นและลดโมเมนต์ดัดที่เกิดขึ้นที่เสา ดังแสดงในรูป (ค) ควรสังเกตว่า ถ้าโครงข้อหมุนแบบคอร์ดขนานถูกใช้ในการทำหลังคาดังแสดงในรูป (ง) โครงข้อหมุนจะมีรูปร่างคล้ายคานตัวใหญ่ ดังนั้นองค์อาคารบริเวณใกล้ปลายของโครงข้อหมุนจะมีแรงตามแนวแกนกระทำอันเนื่องจากโมเมนต์ดัดที่หัวเสาแต่ละเสา

2) โครงสร้างแบบโครงข้อแข็ง

(ก) ลักษณะพิเศษของโครงข้อแข็ง

ในโครงข้อแข็ง คานจะต่อเข้ากับเสาแบบจุดต่อยึดแน่น โครงสร้างโครงข้อหมุนที่กล่าวถึงแล้วนั้น มีจุดต่อทุกจุดเป็นแบบจุดยึดหมุน โครงข้อแข็งนั้นไม่เพียงแต่จะรับแรงตามแนวแกนเท่านั้น แต่ยังรับโมเมนต์ดัดและแรงเฉือนที่มีค่ามากอีกด้วย เหล็กชนิดเอวดัชชี่ซึ่งเป็นเหล็กรีดรูปร่างต่างๆ เช่นหน้าตัดแบบปีกกว้างและรูปร่างที่ได้จากการเชื่อมต่อ จะใช้ในการทำโครงสร้างข้อแข็ง ดังนั้นการทำโครงข้อแข็งจะต้องใช้เหล็กในปริมาณที่มากกว่าการโครงข้อหมุนแต่ก็มีข้อได้เปรียบเพราะมีรูปร่างง่าย ๆ ใช้เวลาในการก่อสร้างน้อย และความสูงของชั้นมีค่าน้อยกว่าเมื่อทำโครงสร้างข้อหมุน ดังนั้นโครงข้อแข็งจึงมีจึงมีผู้นิยมใช้กันมากขึ้น

(ข) การออกแบบโครงข้อแข็ง

การออกแบบโครงข้อแข็งต้องคำนึงถึงสิ่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

(1) การเลือกรูปร่าง (ช่วงห่างเสา, ความมสูงระหว่างชั้น, รูปร่างของหลังคา เป็นต้น

(2) การเลือกวิธีการทำหลังคา (วัสดุที่ใช้ทำหลังคา, การวางตำแหน่งแป เป็นต้น

(3) การเลือกวิธีการจัดโครงพื้น

(4) การพิจารณาน้ำหนักบรรทุกในการออกแบบ

(5) การพิจารณาระยะห่างระหว่างโครงข้อแข็ง

(6) การเลือกชนิดของฐานราก (แบบยึดแน่นหรือแบบหมุนได้

(7) การเลือกชนิดขององค์อาคารและรอยต่อ (ชนิดของรูปร่างเหล็ก, การใช้หลักเกลียวกำลังสูงหรือวิธีอื่น)

(8) ข้อกำหนดสำหรับการเสริมกำลังด้านการโค้งงอด้านข้าง และการโค้งงอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉพาะที่ขององค์อาคาร

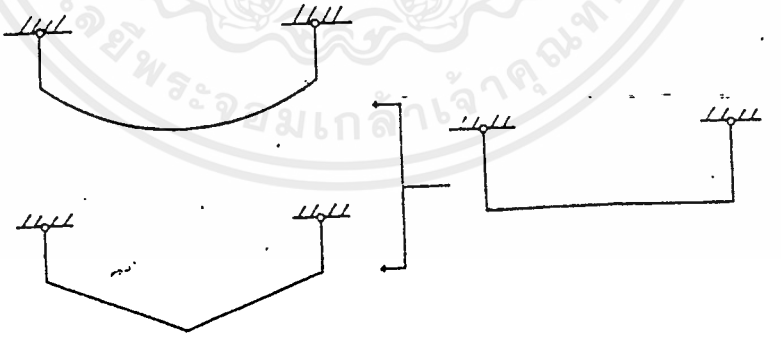
(9) การตรวจสอบหน่วยแรงรอง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

(10) การออกแบบฐานราก

(ค) โครงข้อแข็งในโครงอาคารชั้นเดี่ยว

จากโครงสร้างเหล็กแบบโครงข้อแข็งทั้งหมด โครงสร้างอาคารชั้นเดี่ยวเป็นโครงสร้างที่ครอบคลุมพื้นที่ได้ด้วยน้ำหนักวัสดุน้อยที่สุด มักจะใช้กันมากในอาคารประเภทโรงงาน, คลังสินค้า และสนามกีฬาในร่มซึ่งความยาวช่วงคานจะแปรเปลี่ยนไปตามชนิดของอาคาร (รูปร่าง, การใช้สอย เป็นต้น) และลักษณะของน้ำหนักบรรทุก แต่ความยาวช่วงคานที่สั้นที่สุดที่ใช้กันจะระมาณ 9 เมตร และยาวที่สุดประมาณ 60 เมตร โดยทั่วไปช่วงห่างระหว่างโครงข้อแข็งแต่ละโครงประมาณ 4.5 เมตร ถึง 12 เมตร

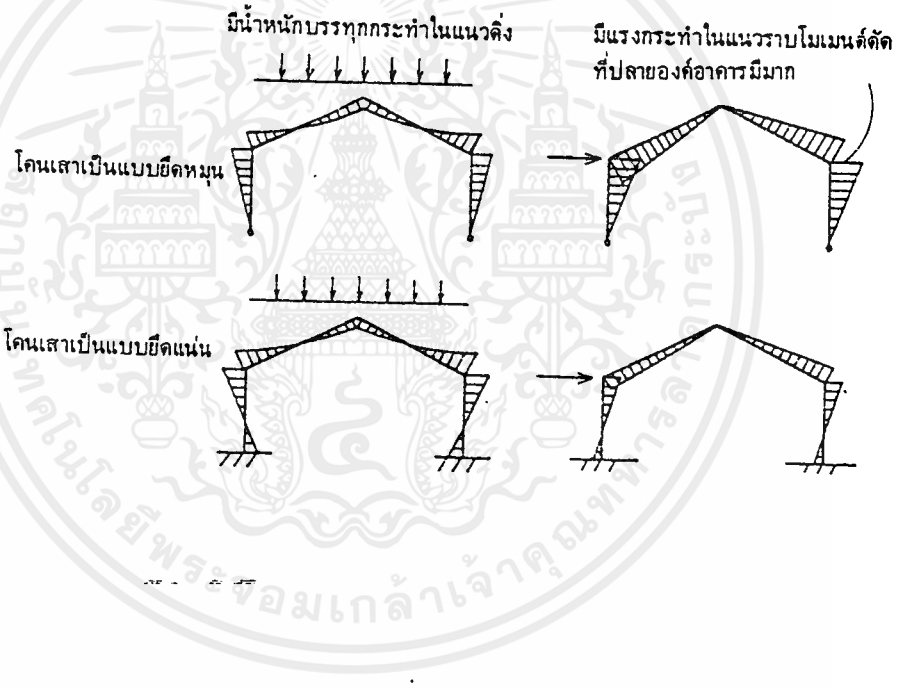
ในหลายๆ กรณี รูปร่างของโครงสร้างจะถูกกำหนดโดยข้อกำหนดของการออกแบบเช่น ชนิดของวัสดุมุงหลังคา ถ้าช่วงคานยาวมาก ความลึกของคานก็จะมาก จำเป็นต้องแบบเป็นโครงข้อแข็งแบบสี่เหลี่ยมโดยใช้คานเอวตัน ซึ่งจะเป็นการประหยัดกว่าการทำเป็นคานแบบโครงข้อหมุน หรือทำเป็นโครงข้อแข็งรูปจั่ว ซึ่งคานจะโค้งที่กลางคานหรือทำเป็นโครงข้อแข็งแบบโค้ง



รูปที่ 77 โครงข้อแข็งที่มีช่วงคานยาวมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

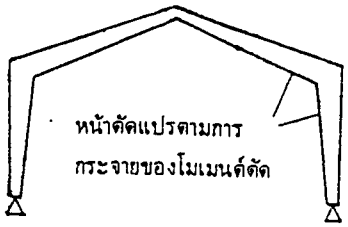
เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกคงที่ของอาคารชั้นเดี่ยวมีน้อย ดังนั้นหน้าตัดขององค์อาคารจุขึ้นอยู่กับหน่วยแรงเนื่องจากแรงลม โดยเฉพาะกับอาคารชั้นเดี่ยวที่มีความสูงมาก น้ำหนักขององค์อาคารที่มีน้อยนี้ ทำให้ฐานรากมีขนาดเล็กลงซึ่งทำให้ประหยัด แต่ต้องการความรอบคอบในการออกแบบฐานเสา รูปแสดงความแตกต่างของการกระจายค่าโมเมนต์ดัดที่เกิดขึ้นเมื่อฐานเสาเป็นแบบยึดแน่นและแบบยึดหมุน



รูปที่ 78 ความแตกต่างของการกระจายของโมเมนต์ดัดในการยึดโคนเสาแต่ละแบบ

หน่วยแรงที่เกิดขึ้นในโครงสร้างส่วนบนจะน้อยลงเมื่อฐานเสาเป็นแบบยึดแน่น ความจริงแล้วสมมุติฐานที่ใช้โคนเสาเป็นแบบยึดแน่นไม่เป็นจริง นอกเสียจากว่าฐานรากจะวางอยู่บนชั้นหินอย่างมั่นคงมิฉะนั้นจะทำให้ฐานรากเคลื่อนหรือหมุนได้เนื่องจากการเปลี่ยนรูปของดินรอบๆ ดังนั้นควรคิดว่าการยึดโคนเสาเป็นแบบที่อยู่ระหว่างแบบยึดหมุนและแบบยึดแน่น หรือใกล้กับแบบกึ่งยึดแน่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 79 โครงสร้างโครงข้อแข็งชนิดหน้าตัดแปรเปลี่ยน

ในอาคารที่มีความยาวช่วงเสามากกว่าความสูงหรือมากกว่า 18 เมตร จะเกิดแรงปฏิกิริยาในแนวราบที่ฐานของเสามาก ซึ่งอาจทำให้ฐานรากเกิดการเคลื่อนตัวในแนวราบได้ ทำให้ระยะห่างระหว่างโคนเสาขยายออกในอาคารลักษณะเช่นนี้อาจจะต้องมีองค์อาคารยึดเชื่อมต่อระหว่างฐานเสาหรือใช้คานยึดหรือแยกฐานรากออก

ง) โครงข้อแข็งในโครงอาคารหลายชั้น

การออกแบบบ้าน สำนักงานและคลังสินค้าส่วนใหญ่จะออกแแบเป็นอาคารหลายชั้นซึ่งน้ำหนักบรรทุกคงที่ จะมากกว่าของอาคารชั้นเดียวมาก ด้วยเหตุนี้ในประเทศญี่ปุ่นจึงพิจารณาหน้าตัดขององค์อาคารจากหน่วยแรงซึ่งรวมผลจากแผ่นดินไหวที่อาจเกิดขึ้นด้วย

ขั้นตอนแรกที่ต้องทำในการออกแบบโครงข้อแข็งคือการวางตำแหน่งของเสา, ระยะห่างของเสา, หน้าตัดขององค์อาคาร และโครงสร้างของพื้น

(1) ช่วงห่างของเสา ช่วงสั้นหรือช่วงยาว

ช่วงห่างของเสาไม่สามารถกหนดได้ตามอำเภอใจมักจะถูกกำหนดโดยคำนึงถึงรูปร่างของอาคาร, จำนวนชั้น, ความสูงของแต่ละชั้น, การใช้งานของอาคารและสภาพของที่ก่อสร้างซึ่งเมื่อพิจารณาแล้วช่วงห่างของเสาที่ยาวมากจะดีกว่า เพราะจำทำให้มีพื้นที่โล่งไม่มีเสาและกำแพงภายในถึงแม้ว่าองค์อาคารของโครงสร้างจะต้องมีขนาดใหญ่ขึ้น และน้ำหนักมากขึ้นแต่ก็มีจำนวนองค์อาคารน้อยลง จะทำให้น้ำหนักรวมของโครงสร้างเพิ่มขึ้นน้อยมาก องค์อาคารจำนวนน้อยจะทำให้มีจุดต่อของเสา-คานน้อยลงด้วย ซึ่งช่วยลดงานลงได้มาก เมื่อนำองค์อาคารหน้าตัดแบบปีกกว้างมาใช้ทำเสาบางครั้งไม่สามารถจัดเสาให้มีช่วงห่างของเสามากทั้งในทิศทาง X และ Y ได้ เนื่องจากคุณสมบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากคุณสมบัติของหน้าตัดไม่เหมือนกันทั้งสองทิศทาง บ่อยครั้งที่แก้ปัญหานี้ด้วยการทำเสาประกอบ หน้าตัดปีกกว้างบางครั้งก็ใช้ท่อเหล็กกลวงรูปจัตุรัสหรือวงกลม ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายชนิดแนวโน้มของการออกแบบในปัจจุบันจะมีช่วงเสาที่ห่างขึ้น เพราะต้องการมีพื้นที่โล่งโดยปราศจากเสา ซึ่งจะทำให้การดัดแปลงพื้นที่ตามการใช้งานและตามความต้องการของเจ้าของได้ง่าย

(2) การเลือกหน้าตัด ใช้องค์อาคารต่างประเภทให้น้อยที่สุด

คอมพิวเตอร์ถูกนำมาใช้ในการช่วยคำนวณออกแบบโครงสร้างอย่างแพร่หลาย ทำให้การคำนวณหน่วยแรง, การโก่งตัว, การเปลี่ยนรูป, กำลัง และหน้าตัดขององค์อาคารที่ต้องการง่ายขึ้น ในสมัยก่อน ผู้ออกแบบจะใช้เวลาส่วนใหญ่ในการคำนวณค่าเหล่านี้มาก คอมพิวเตอร์ทำให้ผู้ออกแบบสามารถใช้เวลาที่เหลือในการวิเคราะห์ความเหมาะสมและความประหยัดของโครงสร้างอาคาร คอมพิวเตอร์สามารถให้ค่าคำนวณได้รวดเร็ว แต่ไม่สามารถพิจารณาความเหมาะสมทางวิศวกรรมได้ แม้ว่าการพิจารณานั้นจะทำได้ง่ายๆ โดยผู้ออกแบบ ตัวอย่างเช่น ถ้ารูปร่างขนาดและแรงที่กระทำต่ออาคารถูกใส่ข้อมูลให้คอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์จะสามารถให้คำตอบและลักษณะขององค์อาคารที่ต้องการได้เกือบจะทันที แต่ในองค์อาคารเหล่านั้นอาจไม่มีองค์อาคารคู่ใดเลยที่มีขนาดและหน้าตัดเหมือนกัน

ผู้ออกแบบที่มีประสบการณ์ จะไม่ออกแบบโครงสร้างเหมือนค่าที่ออกมาจากคอมพิวเตอร์ผู้ออกแบบจะใช้อาคารที่มีลักษณะโครงสร้างและการรับน้ำหนักที่คล้ายกันมีขนาดและหน้าตัดเหมือนกัน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ออกแบบให้ตัดสินใจในความเหมาะสมของการออกแบบเช่นนี้เหมือนกัน แต่จะมีการรับน้ำหนักที่คล้ายกันมีขนาดและการทำงานซับซ้อนและใช้เวลาในการคำนวณในคอมพิวเตอร์มากเกินไป ดังนั้นผู้ออกแบบจึงยังคงต้องนำผลการคำนวณมาตัดสินใจเลือกขนาดขององค์อาคาร ตามความเหมาะสมทางวิศวกรรม

การลดชนิดขององค์อาคารที่ใช้ทำเสาและคานในโครงข้อแข็ง จะป้องกันความผิดพลาดและประหยัดแรงงานในการก่อสร้างได้ ซึ่งมีความสำคัญมากถ้าจำนวนชั้นของอาคารมาก จะเป็นการไม่เหมาะสมที่จะเปลี่ยนหน้าตัดของเสาทุกชั้น ซึ่งโดยทั่วไปมักจะเปลี่ยนทุกๆ สามชั้นในโครงข้อแข็ง อัตราส่วนความสูงของหน้าตัดเสาต่อความสูงของเสาควรจะมีค่าอยู่ระหว่าง 1/8 ถึง 1/5 อัตราส่วนความสูงของหน้าตัดของคานต่อความยาวของคานควรมีค่าระหว่าง 1/5 ถึง 1/10 อย่างไรก็ตาม อัตราส่วนเหล่านี้จะเปลี่ยนแปลงอย่างมากตามสภาพของน้ำหนักบรรทุก ความยาวและความสูงของชั้น และขึ้นอยู่กับลักษณะทั่วไปของแต่ละกรณีในการออกแบบคาน ควรคิดตำแหน่งและขนาดของรูที่ต้องเจาะในคานสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ด้วย เช่น ในอาคารสำนักงานจะมีการติดตั้งท่อปรับอากาศเหนือเพดานห้องซึ่งอาจต้องให้มีรูร้อยท่อในคานเพื่อจะได้ไม่ต้องลดความสูงของเพดานลง

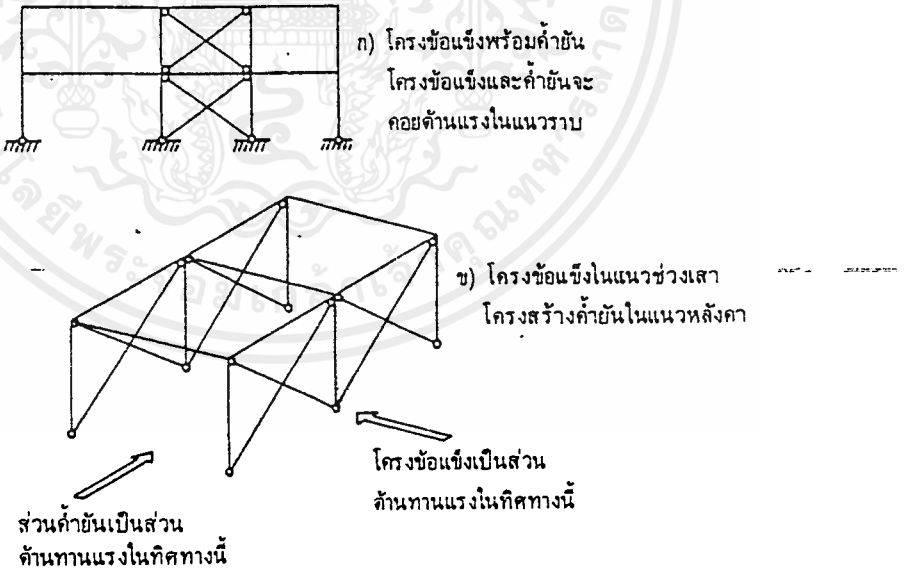
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) โครงสร้างพื้น

โครงสร้างพื้นสำหรับโครงข้อแข็งของโครงสร้างเหล็กมีอยู่หลายชนิดแบ่งตามวัสดุที่ใช้ได้คือพื้นคอนกรีต ผลิตภัณฑ์ประกอบพื้น, คอนกรีต และพื้นสำเร็จรูป พันคอนกรีตหล่อในที่เสริมตะแกรงลวด พื้นเหล็ก พื้นรองรับ, ไลหะขยายตัว พื้นประกอบ พื้นประกอบด้วยเหล็กและคอนกรีต อนึ่งพื้นสามารถแบ่งประเภทตามสถานะเชิงกลเป็นพื้นทางเดียวและพื้นทางคู่

3) โครงสร้างร่วม

ในโครงสร้างหนึ่งอาจประกอบด้วยทั้งโครงข้อแข็งและโครงข้อหมุน แสดงโครงข้อแข็งที่มีการค้ำยันภายใน โครงสร้างดังรูป (ข) ประกอบด้วยโครงข้อแข็งในแนวหนึ่งและโครงข้อหมุนอีกแนวหนึ่ง โครงสร้างที่มีการค้ำยันภายในโครงข้อแข็งบางส่วน จะทำให้โครงสร้างนั้นมีความอ่อนแอต่อการเปลี่ยนแปรรูปในแนวราบน้อยกว่าโครงสร้างที่เป็นโครงข้อแข็งเพียงอย่างเดียว และยังมีความต้านทานการโค้งงอของเสามากกว่าด้วย



รูปที่ 80 ตัวอย่างของโครงสร้างร่วม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างที่มีกำแพงต้านทานแรงลมและแรงจากแผ่นดินไหว ซึ่งทำหน้าที่คล้ายโครงข้อหมุน ก็จัดอยู่ในโครงสร้างร่วม ผนังเช่นนี้ในโครงสร้างเหล็กจะด้วยคอนกรีตเสริมตะแกรงลวดหรือทำด้วยเหล็ก โครงข้อหมุนซึ่งประกอบด้วยตัวค้ำยันและกำแพงต้านแรงลมและแผ่นดินไหว เรียกว่าชิ้นส่วนต้านทานแรงและแผ่นดินไหว

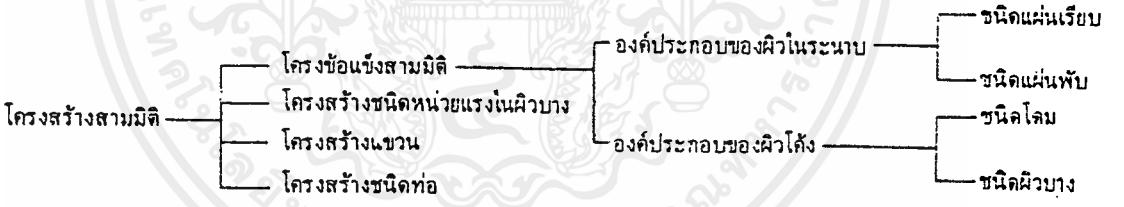
4) โครงสร้างสามมิติ

1) ลักษณะของโครงสร้างสามมิติ

โครงสร้างที่ได้อธิบายมาแล้วเป็นโครงสร้างในระนาบปประกอบกัน ออกแบบโดยแบ่งแรงที่กระทำกับอาคารไปยังระนาบของโครงสร้างแต่ละระนาย แต่เราสามารถออกแบบโครงอาคารที่เป็นชิ้นเดียวกันได้ ในลักษณะของรูปร่างในสามมิติ เราเรียกว่าโครงสร้างสามมิติ ซึ่งสามารถสร้างครอบคลุมในเนื้อที่ใหญ่ๆ ได้

โครงสร้างสามมิติแบ่งเป็นหลายประเภทดังตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ ชนิดของโครงสร้างสามมิติ

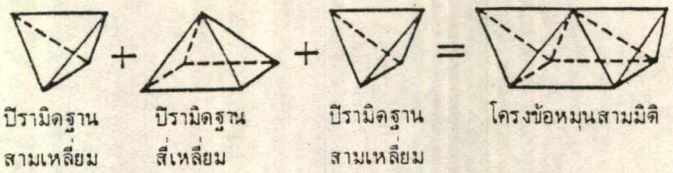


2) ตัวอย่างของโครงสร้างสามมิติ

ในที่นี้จะขอพิจารณาเฉพาะโครงข้อหมุนสามมิติ ซึ่งเป็นตัวแทนของโครงสร้างสามมิติอันได้แก่ชนิดไขว้ ซึ่งเกิดจากการนำเอาโครงข้อหมุนที่มีความสูงน้อยๆ หลายตัวมารวมเข้าด้วยกัน ชนิดแน่น ซึ่งประกอบด้วยการต่อกันของรูปปิรามิดฐานสามเหลี่ยม และปิรามิดฐานสี่เหลี่ยม

โครงข้อมหมุนชนิดปน่น ดังแสดงในรูปประกอบด้วยท่อเหล็กชนิดเดียวกันที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่มากนักต่อกันที่จุดต่อแบบสลักเกลียวหลายหัวดังรูป (ก) มีจุดรองรับเป็นผนังคอนกรีตเสริมเหล็กดังแสดงในรูป (ข)

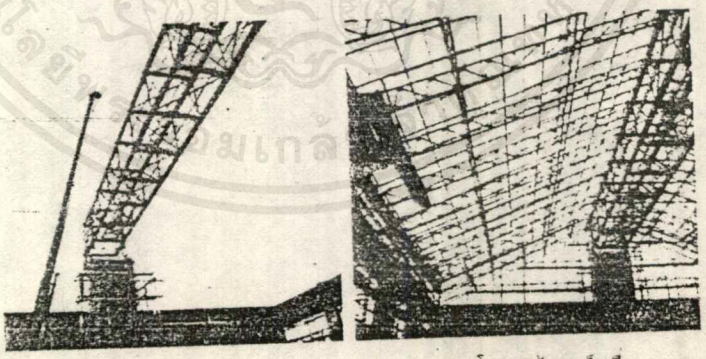
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 81 ส่วนประกอบของโครงสร้างสามมิติ

หลังจากประกอบโครงข้อหมุนบนพื้นดินเสร็จแล้ว ยกโดยรถปั้นจั่นและติดตั้งเข้าที่ สำหรับโครงข้อหมุนที่มีขนาดใหญ่ขึ้นจะถูกยกติดตั้งโดยแม่แรงไฮดรอลิก

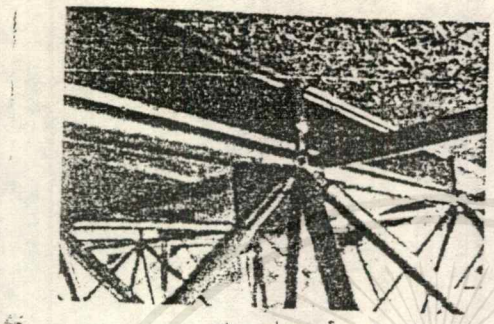
ในโครงข้อหมุนชนิดแน่น เมื่อมีองค์อาคารจำนวนมากมายึดต่อกัน วิธีการต่อองค์อาคารรูปร่างของโครงข้อหมุนสามมิติอยู่ จะต้องพิจารณาวิธีการต่อในเวลาเดียวกันด้วย



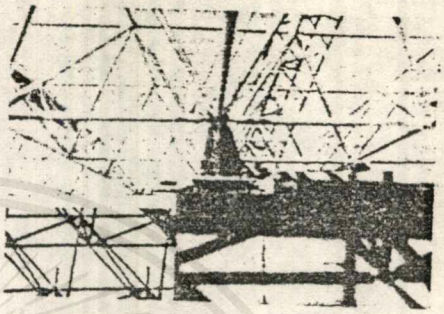
ก) การติดตั้ง ข) โครงสร้างเหล็กที่ประกอบเสร็จแล้ว

รูปที่ 82 ตัวอย่างของคานที่เป็นโครงข้อหมุนสามมิติ

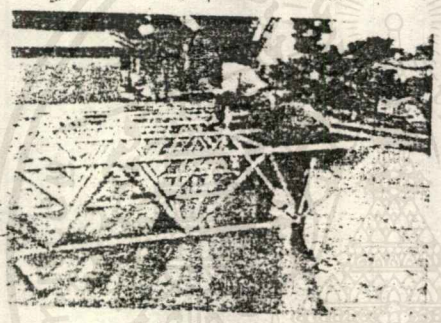
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



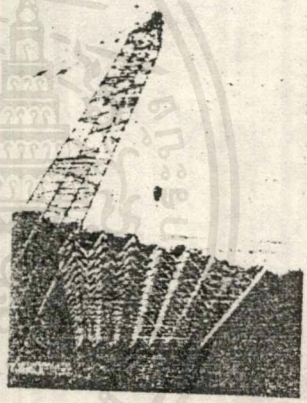
ก) จุดต่อของโครงถัก



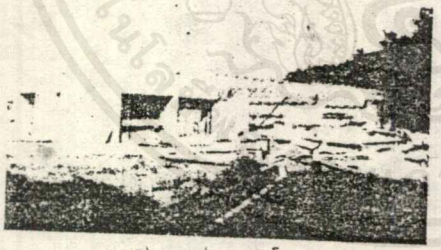
ข) จุดรองรับ



ค) การประกอบโครงถักในสนาม



ง) การยกโครงถักสามมิติ



จ) การประกอบโครงถักสามมิติ

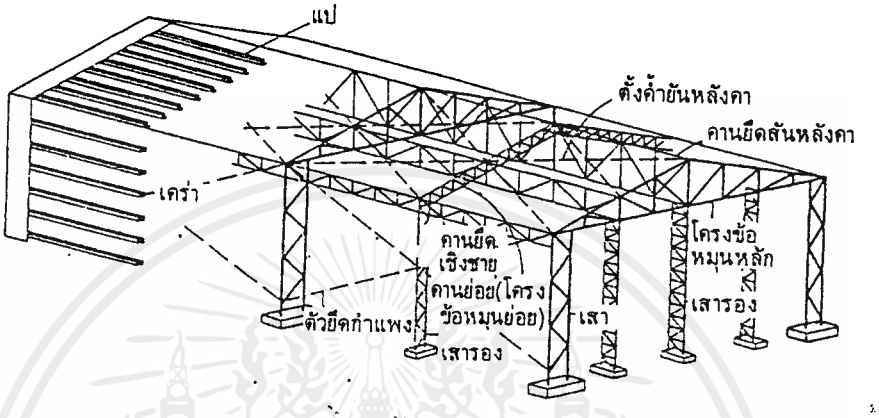
รูปที่ 83 ตัวอย่างของโครงข้อหมุนชนิดแน่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

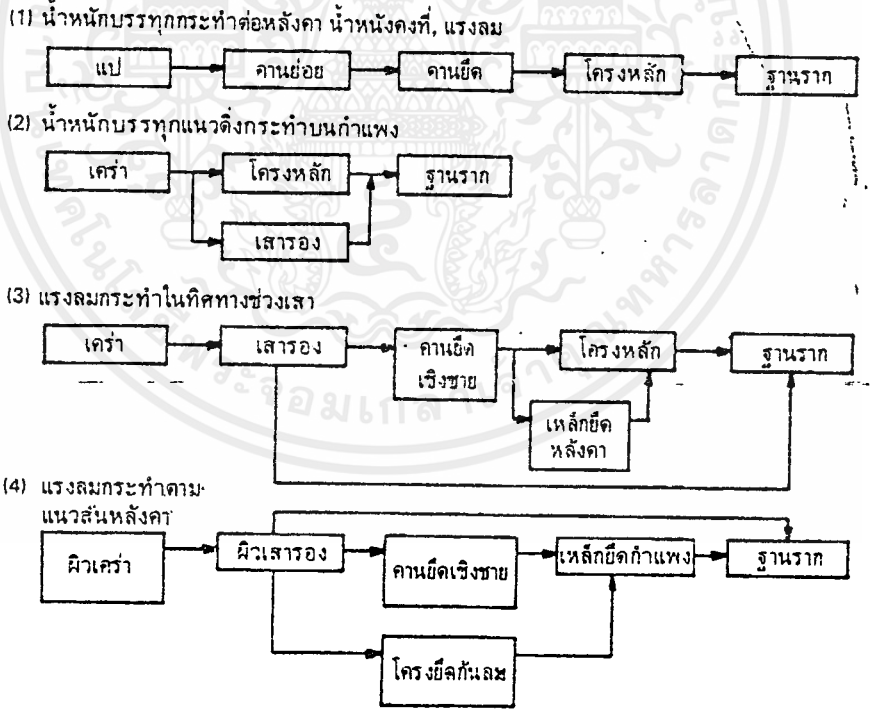
2.5.4.5 การประกอบโครงสร้าง

1) การถ่ายแรง

ในที่นี้จะพิจารณาถึงการถ่ายแรงที่กระทำต่อหลังคาและกำแพงของโครงสร้างเหล็กผ่านนตัวโครงสร้างลงสู่ดิน โดยอาศัยโครงหลังคารูปจั่ว เป็นตัวอย่าง



ก) ตัวอย่างอาคารโครงหลัก

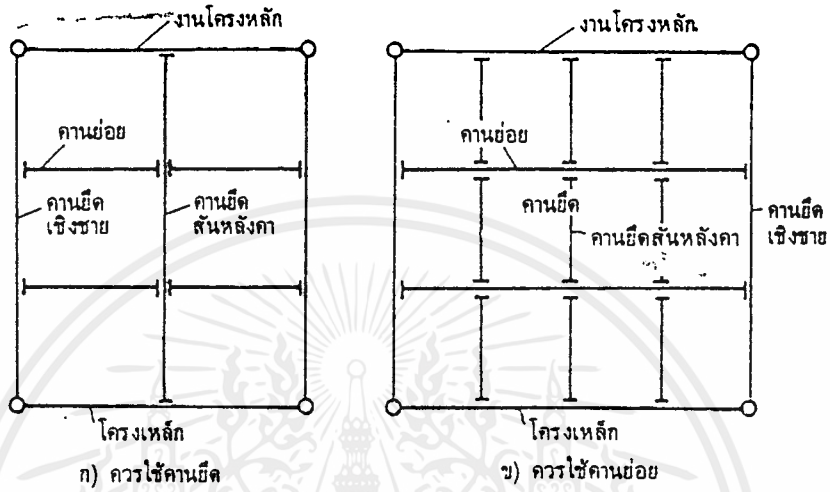


ข) การถ่ายแรง

รูปที่ 84 การถ่ายแรงในโครงสร้างจั่ว

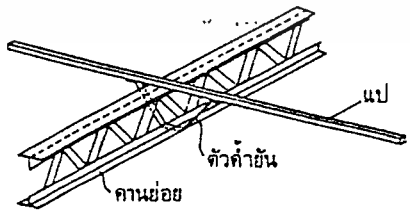
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) คานย่อย รูปแสดงวิธีการวางคานย่อย ชดังมีอยู่ 2 วิธี คือ วิธี (ก) วางคานย่อย บนคานยึด (เช่นคานรับสันหลังคา) และคานขวางซึ่งติดกับโครงหลักอีกที ส่วนวิธี (ข) วางคานย่อยซึ่งยาวเท่ากับโครงหลัก บนคานขวางด้วยเหตุนี้ความยาวของคานย่อยหรือโครงข้อหมุน ในวิธี (ก) จะสั้นกว่าในวิธี (ข) มาก คานย่อยนี้จะทำด้วยเหล็กผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดเล็ก



รูปที่ 85 การวางคานย่อย

ในการคำนวณ เราจะพิจารณาคานย่อย เป็นคานช่วงเดียวอย่างง่ายและต้องตรวจสอบการโก่งตัวในระหว่างการออกแบบ การโค้งงอด้นข้างอาจเกิดขึ้นได้หากมีน้ำหนักบรรทุกลงน้อย และมีน้ำหนักบรรทุกดันขึ้นเนื่องจากแรงลมมากการโค้งงอด้านข้างนี้ สามารถป้องกันได้โดยใส่ตัวค้ำยัน ที่คอร์ดล่างและตั้งฉากกับคานย่อย ดูรูป



รูปที่ 86 การค้ำยันคานย่อย

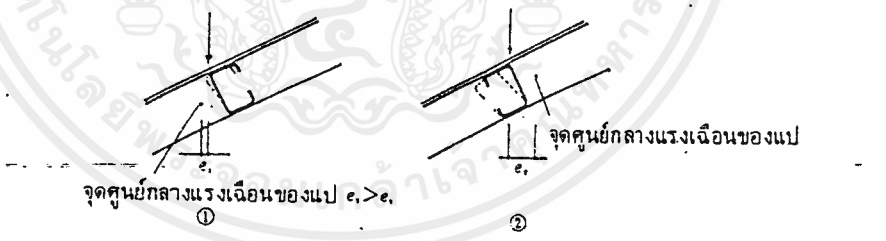
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก) โครงหลังคาชนิดโครงข้อหมุน

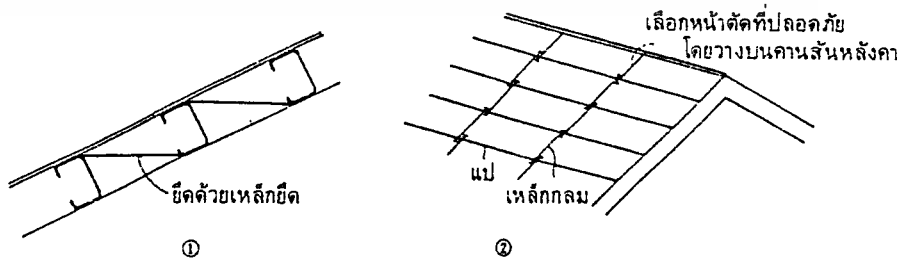
(1) แป แปทำหน้าที่รับน้ำหนักของวัสดุมุงหลังคาและแรงลมโดยตรง ระยะห่างระหว่างแปขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้มุงหลังคา ถ้าวัสดุที่ใช้มุงหลังคามีน้ำหนักเบาจะเลือกใช้เหล็กรูปรางน้ำชนิดมวลเบา ทำเป็นแ อนึ่งการโก่งและการบิดเป็นปัจจัยสำคัญในการเลือกขนาดหน้าตัดของแป วัสดุมุงหลังคามีน้ำหนักเบาจะเลือกใช้เหล็กรูปรางน้ำชนิดมวลเบา ทำเป็นแป อนึ่งการโก่งและการบิดเป็นปัจจัยสำคัญในการเลือกขนาดหน้าตัดของแป วัสดุมุงหลังคา เช่น สเลท ซึ่งมีน้ำหนักเบาและค่อนข้างเปราะอาจเสียหายง่ายถ้าแปมีการโก่งตัวมากเกินไป ดังนั้นจึงกำหนดค่าการโก่งตัวของแปไม่เกิน 1/200 ถ้าใช้สเลท และ 1/150 หรือน้อยกว่าถ้าใช้วัสดุอื่นที่มีความยืดหยุ่นเช่นเหล็ก และแผ่นพลาสติกเป็นต้น

ในการออกแบบโครงหลังคาที่มีความลาดชันมากๆ จะต้องระมัดระวังเรื่องความลาดเอียงของแปด้วยความไม่มั่นคงต่อแรงบิดของเหล็กรูปรางน้ำชนิดมวลเบา ขึ้นอยู่กับลักษณะตำแหน่งที่แรงกระทำอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางแรงเฉือนมาก เพื่อเป็นการป้องกันการบิดดังกล่าว จะต้องจัดวางลักษณะของแปใหม่ หรือไม่ก็ใช้เหล็กเส้นมาช่วยยึดดังแสดงใน (ข) โดยปกติ คานและโครงข้อหมุนที่น้ำหนักแปจะวางห่างกันระมาณ 4 ม. เพื่อประหยัดการใช้แ

วิธีการที่ง่ายที่สุดก็คือ การจัดให้ระยะห่างของที่รองรับแป (วัสดุรับแรงกด) พอดีกับระยะห่างของโครงหลัก แต่จะเป็นการเพิ่มโครงหลังคารูปจั่ว ซึ่งเป็นการเปลืองทั้งราคาและยุ่งยากในการวางแบบเสา ทางที่ดีควรจะเลือกวางโครงหลักนั้นให้เหมาะสม (ประมาณ 4 ม.) และใช้คานย่อน (โครงย่อย) รับแปแทน



(ก) การบิดของแป

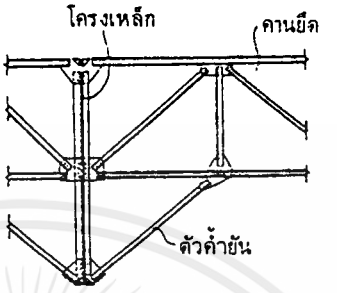


(ข) เหล็กเสริมแปเพื่อป้องกันแรงบิด

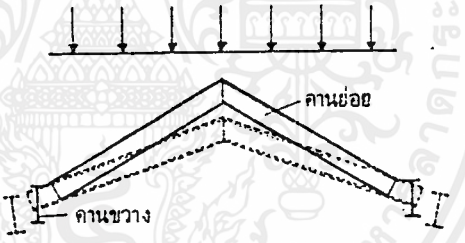
รูปที่ 87 แรงกระทำต่อแปและเหล็กเสริมแป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

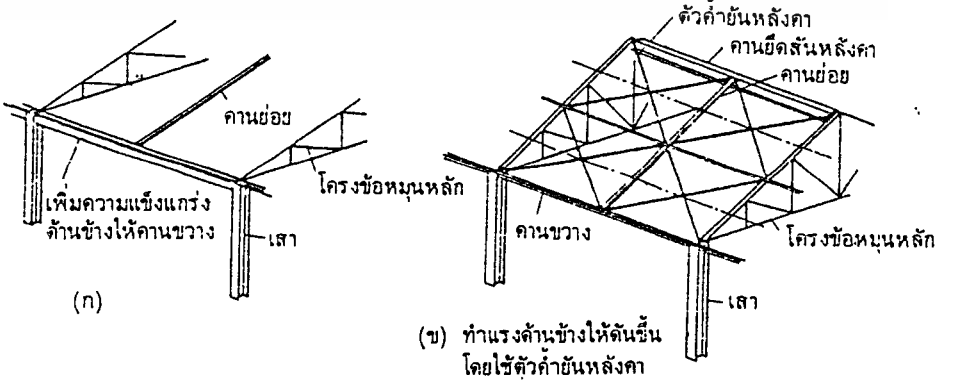
(3) คานยึด ทำหน้าที่ถ่ายน้ำหนักที่กระทำเป็นจุดจากคานย่อย (โครงข้อหมุนย่อย) ไปยังโครงหลัก มีหลายกรณีที่มีความจำเป็นนต้องจำกัดการโก่งตัวของโครงเหล็ก และป้องกันการโค้งงอขององค์อาคารคอร์ดล่าง ต้องคำนึงว่าแรงปฏิกริยาทางแนวราบของคานย่อยจะกระทำลงบนคานขวางซึ่งจะทำให้เกิดการเสียรูปร่างได้ รูปแสดงวิธีการหลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าว



รูปที่ 88 การจัดโครงเหล็กและคานยึด



รูปที่ 89 แรงตามแนวราบที่กระทำบนคานย่อย



รูปที่ 90 การรับแรงด้านข้างของคานย่อย

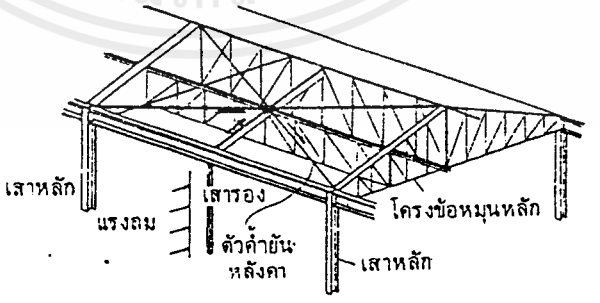
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข) ผนัง

(1) เคร่าและเสารอง ผนังทำหน้าที่รับน้ำหนักบรรทุกคงที่ของวัสดุก่อสร้างและแรงที่เกิดเนื่องจากแผ่นดินไหว น้ำหนักบรรทุกจะถูกส่งผ่านไปยังเคร่าก่อน ซึ่งโดยส่วนมากเคร่านี้จะทำด้วยเหล็กรูปภัณฑ์น้ำหนักเบาถ้าระยะห่างระหว่างโครงหลักมากจะมีเสารองมารับคานย่อยของโครงหลังคาในการส่งผ่านแรงทางแนวราบ เช่น แรงลม หรือแรงเนื่องจากแผ่นดินไหวไปยังโครงหลักนั้นโครงค้ำยันเพื่อต้านลมจะอยู่ที่ส่วนบน และกึ่งกลางของเสารอง หรือใช้ตัวค้ำยันในระนาบของโครงข้อหมุนหลักและคานยึดดูรูป เพื่อให้แรงปฏิกริยาของเสารองถ่ายไปยังโครงหลัก สำหรับอาคารที่มีเชิงชายสูงมากๆจะมีโครงค้ำยันที่กึ่งกลางของเสารอง การจัดโครงสร้างในลักษณะนี้จะช่วยป้องกันการโค้งงอเสาหลักในทิศทางแถบโทด้วย

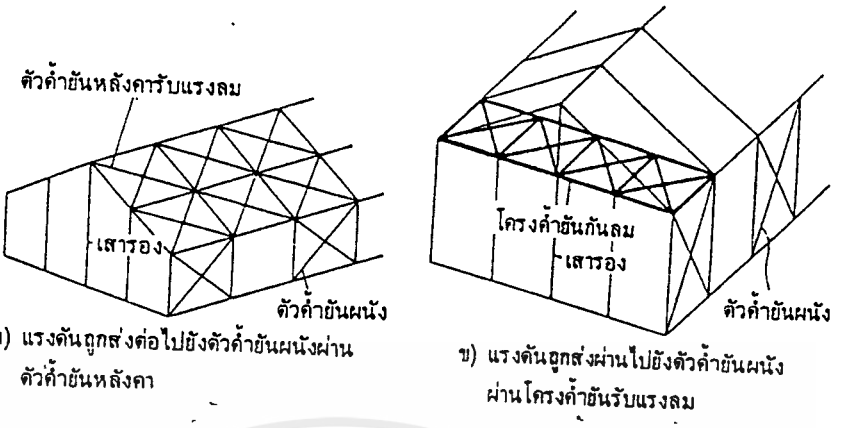
(2) การถ่ายแรงตามแนวราบในแนวสันหลังคา ถึงแม้ว่าอาคารจะสร้างด้วยโครงข้อแข็ง และโครงข้อหมุนยึดในทิศทางตามยาวก็ตาม แต่ก็มักจะมีโครงค้ำยันชนิดโครงข้อหมุนในแนวสันหลังคาจะถูกถ่ายไปยังส่วนค้ำยันซึ่งอยู่ในระนาบของโครงข้อหมุนหลัก และโครงค้ำยันรับแรงในระนาบของโครงรูปจั่ว และผ่านไปยังตัวค้ำยันตามระนาบของผนังในแนวสันหลังคา ดังรูป

การติดโครงค้ำยันรับแรงลมกับคานขวาง



รูปที่ 91 การต้านแรงดันของลมที่กระทำต่อ
คานขวางโดยใช้ตัวค้ำยันหลังคา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก) แรงดันถูกส่งต่อไปยังตัวค้ำยันผนังผ่านตัวค้ำยันหลังคา

ข) แรงดันถูกส่งผ่านไปยังตัวค้ำยันผนังผ่านโครงค้ำยันรับแรงลม

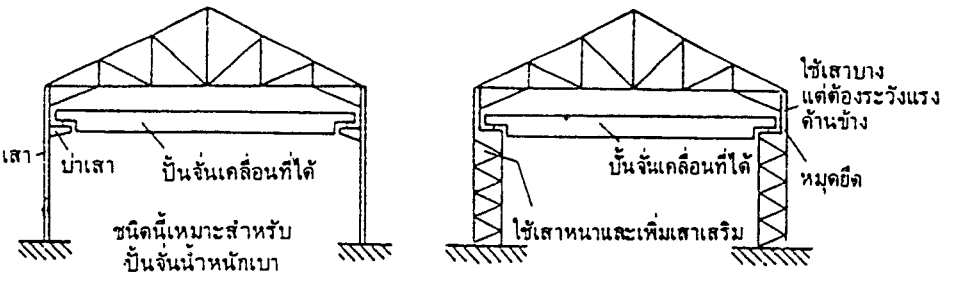
รูปที่ 92 การรับแรงดันลมในโครงรูปจั่ว

ค) อาคารที่ติดตั้งปั้นจั่น

สำหรับอาคารที่มีปั้จั่นทำงานเคลื่อนที่อยู่ข้างบนนั้น แรงทางแนวราบและแรงกระทำซึ่งเกิดจากการทำงานของเครื่องจักรจะต้องนำมาพิจารณาด้วย

ในขั้นแรก พิจารณากรณีที่น้ำหนักของปั้นจั่นค่อยข้างเบา ในกรณีนี้จะใช้บ่าที่ยื่นออกมาจากเสารองรับปั้นจั่น ดังรูป(ก) ทำให้เกิดโมเมนต์ดัดกระทำต่อเสาเนื่องจากน้ำหนักบรรทุกในการวิเคราะห์หน่วยแรงที่เกิดบนโครงหลัก จะต้องคำนึงถึงแรงทางแนวราบในทิศทางการเคลื่อนที่ของปั้นจั่นซ่งเกิดจากการหยุด แรงนี้จะกระทำกับเสาในรูปของแรงเยื้องศูนย์

แต่ถ้าติดตั้งปั้นจั่นที่มีขนาดใหญ่ที่มีขนาดใหญ่หรือเคลื่อนที่ได้เร็ว จะต้องใช้เสาที่ใหญ่ขึ้นเพื่อรับปั้นจั่นนี้ ดังแสดงในรูป (ข) สัดส่วนของเสาเหนือปั้นจั่นขึ้นไปสามารถเล็กลงได้ เนื่องจากรับเพียงน้ำหนักของหลังคา ด้วยเหตุนี้ ณ จุดที่มีการเปลี่ยนแปลงความแข็งแกร่งของเสา ในบางครั้งจะทำเป็นแบบจุดหมุน แต่ต้องคำนึงไว้ว่า ถ้าเสาส่วนบนมีความแข็งแกร่งน้อย จะเกิดการเอียงออกไปได้เนื่องจากแรงดันทางแนวราบของหลังคา ซึ่งจะทำโครงสร้างสูญเสียความมีเสถียรภาพ



ก) ชนิดบ่า

ข) แบบเสา

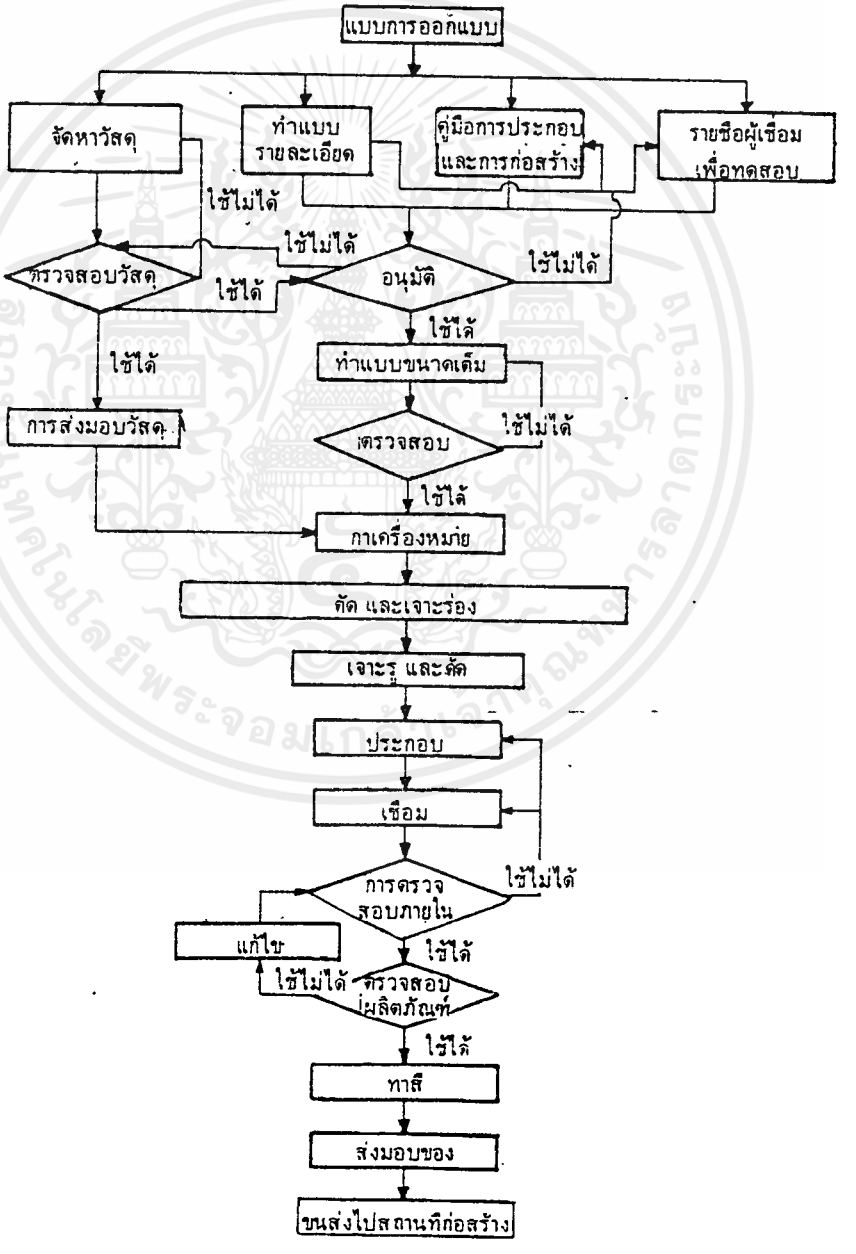
รูปที่ 93 ระบบการทำที่รองรับปั้นจั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การก่อสร้างโครงสร้างเหล็ก

ก. ขั้นตอนการก่อสร้าง

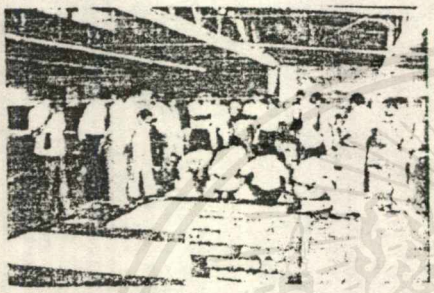
ในการเตรียมงานออแบบโครงสร้างเหล็ก ผู้ออกแบบต้องคำนึงถึงขั้นตอนต่าง ๆ ในการก่อสร้างอาคาร ผู้ออกแบบที่เข้าใจถึงวิธีการผลิตองค์อาคารเหล็ก วิธีการประกอบและการก่อสร้างจะช่วยทำให้สามารถออกแบบโครงสร้างได้ดี การขาดความเข้าใจถึงสิธีการเหล่านี้อาจทำให้การออกแบบผิดพลาดสิ้นเปลืองได้เช่น จุดต่อที่ต่อด้วยสลักเกลียวกำลังสูงซึ่งไม่สามารถขันแน่นได้ด้วยมือ รายละเอียดที่ไม่สามารถเชื่อมได้ ผลิตภัณฑ์เหล็กที่ตัดแล้วยากแก่การขนส่งจุดต่อที่การส่งถ่ายแรงไม่ชัดเจน ฯลฯ ต่อจากนี้จะขอกล่าวถึงขั้นตอนการก่อสร้างและข้อระมัดระวังทั่วไปที่ควรปฏิบัติ



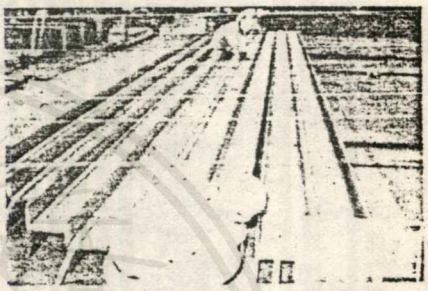
รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการทำงานในโรงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

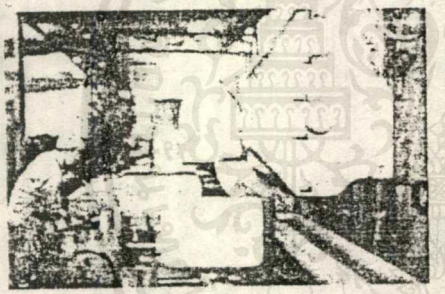
โดยปกติ งานเหล็กจะแบ่งออกเป็นงานในโรงงาน และงานในสนาม ภาพแสดงการทำงานในรูป แสดงลำดับขั้นตอนต่างๆ ตั้งแต่ได้รับเอกสารการออกแบบตลอดไปจนถึงการตัด การเตรียมชิ้นส่วนโครงเหล็กนั้น ตลอดจนการประกอบและขนส่งออกจากโรงงาน แบบขนาดเต็ม ในแผนภูมิหมายถึงการเขียนแบบขนาดเต็มลงบนพื้น โดยที่มีรายละเอียดและขนาดต่างๆ ที่จำเป็นในการทำด้วย ปรกติแล้ว เรามักใช้คอมพิวเตอร์เก็บข้อมูลอ้างอิงต่างๆ ของงานทั้งหมด ตั้งแต่งานตัดไปจนถึงงานประกอบชิ้นส่วน



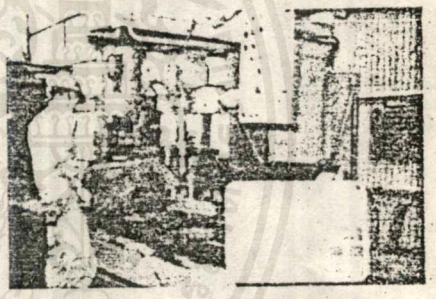
ตรวจสอบแบบขนาดเต็ม



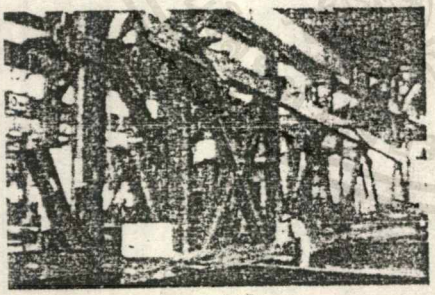
การเครื่องหมายลงบนคานปีกกว้าง



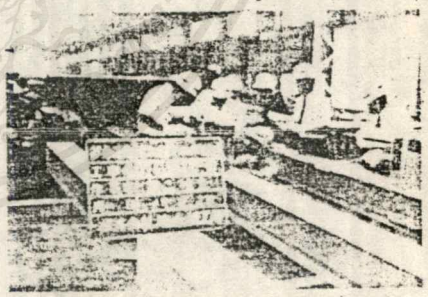
ตัดคานปีกกว้าง



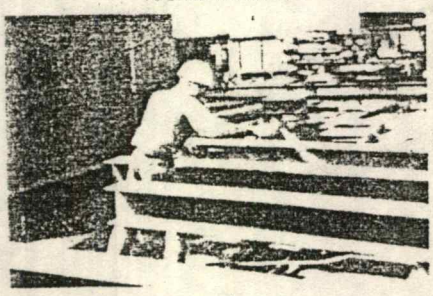
เจาะรู



เชื่อมเสาในโรงงาน



ตรวจสอบผลิตภัณฑ์



ทาสี

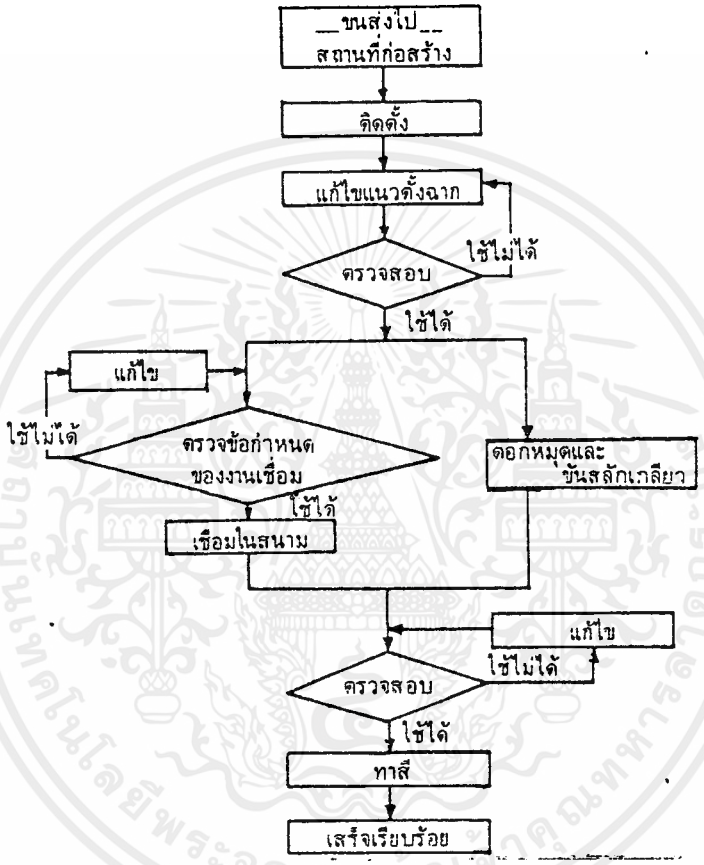
ทาสีเสร็จ

รูปที่ 95 ตัวอย่างภายในโรงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแสดงภาพของขั้นตอนบางขั้ตอน การตรวจสอบ "แบบขนาดเต็ม" แสดงให้เห็นในรูป (ก) ฎการกาเครื่องหมาย" ใน (ข) หมายถึงการทำเครื่องหมายลงบนผลิตภัณฑ์ที่ต้องทำการตัดและประกอบ

ขั้นตอนโดยทั่วไปของงานในสนาม ได้แสดงในรูป



รูปที่ 96 ขั้นตอนการทำงานในสนาม

2) ตัวอย่างงานก่อสร้าง

ขั้นตอนการสร้างอาคารสูงทั่วๆ ไปสามารถสรุปได้ดังจะกล่าวต่อไป อนึ่งการเลือกอาคารสูงมาเป็นตัวอย่างเพราะได้มีการใช้เทคนิคและหลักการใหม่ๆ โดยเน้นคุณภาพและประหยัดกว่าในการก่อสร้างอาคารโครงเหล็ก เทคนิคและหลักการใหม่ๆ บางอย่างสามารถนำไปใช้ได้อย่างกว้างขวางกับอาคารโครงสร้างเหล็กตั้งแต่ขนาดเล็กจนถึงขนาดสูงปานกลาง จุดมุ่งหมายของการศึกษาประยุกต์ใช้วิธี

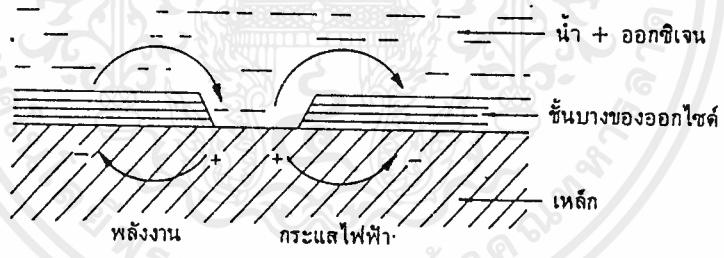
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.5 การป้องกันการผุกร่อน

2.5.5.1 การผุกร่อนของเหล็ก

การกัดกร่อนของโลหะใดๆ เป็นขบวนการที่ผิวโลหะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีหรือทางไฟฟ้าเคมีทำให้ผิวของโลหะหลุดหายไปเสมือนผิวของโลหะถูกกัดกร่อน

หรกติผิวของเหล็กรีดจุถูกเคลือบไว้ด้วยผงของออกไซด์ขนาดใหญ่อยู่กระจัดกระจายทั่วไป แต่จากการตรวจสอบอย่างละเอียดจะพบรอยแตกหรือรอยหลุดของส่วนที่เคลือบไว้ เมื่อมีน้ำและออกซิจนอยู่บนผิวของเหล็กดังกล่าว จะทำให้เกิดเซลที่จะทำปฏิกิริยาระหว่างชั้นของออกไซด์และผิวเหล็กด้านล่างดังรูป เป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเหล็ก ซึ่งเดิมมีความคงาทนทานต่อการผุกร่อนได้ดี กลายเป็นเฟอร์รัสไฮดรอกไซด์ซึ่งสามารถละลายในน้ำได้ ปฏิกิริยานี้จะดำเนินต่อไปเมื่อการผุกร่อนมีมากขึ้น ปฏิกิริยาดังกล่าวจะต้องมีน้ำและออกซิเจนประกอบด้วยเสมอ และถ้าขาดตัวใดตัวหนึ่งก็จะต้องมีน้ำและออกซิเจนประกอบด้วยเสมอ และถ้าขาดตัวใดตัวหนึ่งปฏิกิริยานี้ก็จะไม่เกิดขึ้นเหล็กก็จะไม่ผุกร่อน



รูปที่ 97 การผุกร่อนของเหล็ก

2.5.5.2 วิธีป้องกันการผุกร่อน

1) วิธีการป้องกันต่าง ๆ

วิธีต่างๆ ที่ใช้ในการป้องกันการผุกร่อนของเหล็กกล้าในงานก่อสร้าง จะมีดังต่อไปนี้

(1) วิธีป้องกันการผุกร่อนแบบปฐมภูมิ

ปรกติจะเป็นวิธีที่มีราคาแพง วิธีดังกล่าวอาศัยการเพิ่มคุณสมบัติในการป้องกันการผุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กร่อนของผลิตภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ให้มากขึ้นอาทิเช่น เหล็กสแตนเลส และเหล็กทน สภาพภูมิอากาศ

(2) การป้องกันการผุกร่อนแบบทุติยภูมิ ได้แก่

ก) วิธีเคลือบชุบ

ข) วิธีทางไฟฟ้า

ซึ่งปรกติแล้ววิธีเคลือบชุบ ดูจะเป็นวิธีที่นิยมใช้กันทั่วไป รายละเอียดของวิธีป้องกันแบบทุติยภูมิจะขอกล่าวในหัวข้อต่อไป

2) วิธีเคลือบชุบ

โดยวิธีนี้ สารที่เคลือบไว้จะทำหน้าที่ป้องกันน้ำและออกซิจน ไม่ให้สัมผัสผิวโลหะการเคลือบชุบสามารถทำได้หลายวิธี ดังนี้

(1) การชุบน้ำมัน เป็นการป้องกันได้ชั่วคราว โดยอาจจะใช้น้ำมันระเหยช้า วาสลิน หรือน้ำมันอื่น

(2) การทาสีกันสนิม เป็นวิธีที่ใช้กันมากที่สุด

(3) การชุบด้วยโลหะ โลหะที่ใช้ชุบจะเป็นพวก สังกะสี ดีบุก หรือทองแดง ซึ่งสามารถชุบได้ 2 วิธี คือ ชุบด้วยไฟฟ้า และชุบโดยจุ่มลงในโลหะที่หลอมเหลวอยู่

(4) การดาดซึ่งจะใช้พวกยาง พลาสติก หรือกระเบื้องบุ ซึ่งจะเป็นการตกแต่งผิวไปในตัวด้วย

3) วิธีป้องกันโดยใช้ไฟฟ้า

วิธีนี้ใช้ในการณีที่ซึ่งต้องการความทนทานต่อการกัดกร่อนสูง หรือสำหรับโครงสร้างที่ไม่สามารถซ่อมแซมได้ เช่น เสาเข็มเหล็ก สามารถแบ่งได้ 2 วิธี คือ cathodic protection และ anodic protection

2.5.5.3 การทาสี

ก. การวางแผนป้องกันการผุกร่อน

อัตราการผุกร่อนของเหล็กขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่ตั้งของสิ่งก่อสร้างอย่างมาก ตารางแสดงความหนาของเหล็กเปล่าที่ไม่มีการป้องกัน และถูกกัดกร่อนต่อปีในเขตอากาศอบอุ่น การกัดกร่อนจะเกิดเร็วมากในเขตอุตสาหกรรมเคมี ซึ่งจำต้องได้รับการระวังเป็นพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 อัตราการผุกร่อนจากสภาวะแวดล้อม

สภาพแวดล้อม	ค่าเฉลี่ยของการกัดกร่อนของผลิตภัณฑ์เหล็กที่ไม่ได้ป้องกันการผุกร่อน (มม./ปี)
ชนบท, แถบภูเขา, ที่มีอากาศบริสุทธิ์	0.01–0.03
เขตชุมชนที่มีอุตสาหกรรมปานกลาง	0.03–0.06
ชายทะเลและเขตอุตสาหกรรม	0.06–0.12
เขตอุตสาหกรรมเคมี	0.12–0.3

(ในเขตอากาศอบอุ่น)

ข. วิธีการทาสี

1) ขบวนการและกรรมวิธีในการทาสี

ขั้นตอนในนการทาสีจะดูได้จากรูป วิธีต่างๆ ที่ใช้ในการทาสีมีอยู่หลายวิธีดังนี้

(1) การใช้แปรงทาสี การทาสีโดยใช้แปรงทา เป็นวิธีที่ใช้กันมากที่สุด เหมาะสำหรับสีที่แห้งช้า สีน้ำมัน และน้ำมันชักเงา ส่วนลูกกลิ้งทาสีนั้น โดยทั่วไปจะใช้สีทาผลิตภัณฑ์เหล็ก

(2) การใช้สีพ่น (พ่นเย็น) เป็นวิธีที่ใช้อย่างกว้างขวาง ใช้กับกับสีเกือบทุกชนิดและทำให้ได้ผิวที่สวยและมีความสม่ำเสมอ วิธีนี้จะอัดอากาศเข้าไปเพื่อทำให้สีเป็นละอองและพ่นลงบนผิว

ขบวนการ	ระบบทาสี	จำนวนครั้ง	ปริมาณ (กก./ตรม.)	ความหนา (μ)	ช่วงเวลาระหว่างการทาแต่ละครั้ง
เตรียมยิง	เครื่องเป่าขัดด้วยทราย				
ทารองพื้น	สีอีพ็อกซี–สังกะสี	1	0.17 ~ 0.20	20	ไม่ต่ำกว่า 8 ช.ม.
ทาชั้นแรก	สีน้ำมันป้องกันสนิม	2	0.14 ~ 0.16	30	ไม่ต่ำกว่า 24 ชม.
ทาชั้นกลาง	สีทาร์ (เงิน)	1	0.11 ~ 0.14	30	ไม่ต่ำกว่า 16 ชม.
ทาผิวบน	สีฟีนอล (เงิน)	1	0.10 ~ 0.13	25	ไม่ต่ำกว่า 16 ชม.

ตารางที่ 2 การทาสีป้องกันการผุกร่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

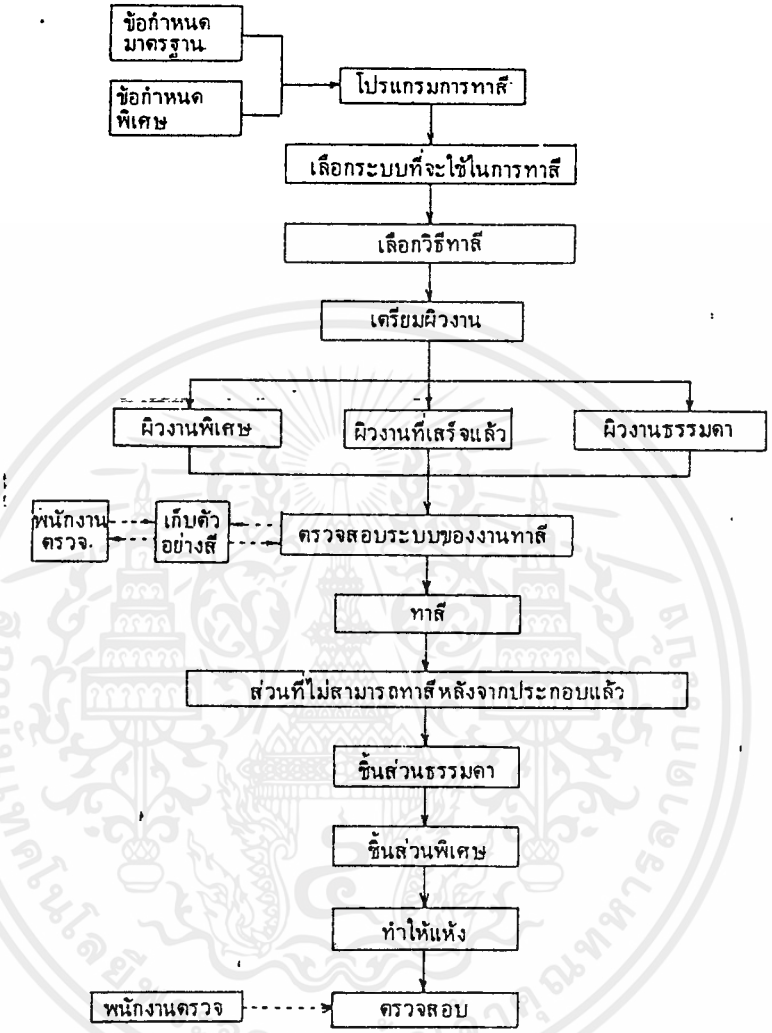
2) การเตรียมผิวงาน

ผิวของเหล็กรีด จะถูกปกคลุมไปด้วยชั้นแข็งของออกไซด์ขนาดเท่าผงมีความหนาประมาณ 5 ถึง 6 ไมครอน ชั้นของผงออกไซด์นี้จะติดแน่นกับผิวเหล็ก และป้องกันการเกิดสนิมดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องขัดชั้นของผงออกไซด์ออก ถ้าเหล็กนั้นถูกทาสีทันทีหลังจากถูกรีดใหม่ แต่ถ้าเกิดมีรอยร้าวเล็กๆ ในระหว่างชั้นของผงออกไซด์แล้วจะทำให้เกิดสนิมขึ้นและชั้นผงออกไซด์นี้จะแยกออกจากผิวเหล็กมากขึ้นเมื่อสนิมขยายตัวภายใต้ชั้นผงออกไซด์นี้ ซึ่งถ้าเหล็กถูกทาสีในช่วงนี้จะทำให้อายุการใช้งานของสีที่เคลือบลงไปมีอายุสั้นลง ตารางแสดงผลของการทดสอบที่เมืองเชฟฟิลด์ จะเห็นได้ว่าตัวอย่างที่ทาสีป้องกันสนิมโดยใช้เพียงแปรงลวดขัดสนิมออกเท่านั้น จะมีอายุใช้งานต่ำสุด ตารางแสดงระดับของการทำความสะอาดผิวงานสำหรับโครงสร้างเหล็กที่สร้างใหม่ๆ และตารางจะแสดงข้อกำหนดมาตรฐานในสหรัฐและสวีเดน

ตารางที่ 3 อายุการใช้งานนของสี

การเตรียมผิวหน้า (วิธีขัดชั้นผงออกไซด์)	อายุการใช้งาน (ปี)		รูปตัดขวาง
	รองพื้น 2 ชั้น สีกันสนิม 2 ชั้น = รวมทา 4 ชั้น	กันสนิม 2 ชั้น	
ขัดด้วยแปรงลวด หลังจากที่ผิวสัมผัสบรรยากาศ	2.3	1.2	ติดสนิทแน่นกับชั้นขอ ผิวออกไซด์ ไม่ก่อปัญ
ลอกผิวมันออกแต่ ไม่ขัดชั้นผงออกไซด์ ออก	8.2	3.0	เกิดรอยพอง ไม่ดี
แช่ในกรด	9.6	4.6	ดีเยี่ย
พ่นขัดด้วยทราย	10.3	6.3	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ขั้นตอนในการทาสี

(3) การพ่นสีโดยไม่ใช้อากาศ วิธีนี้ตัวสีจะถูกแรงดันและพ่นออกมาเป็นละออง ผ่านหัวฉีดชนิดพิเศษโดยที่ไม่ใช้อากาศ การพ่นโดยไม่ใช้อากาศมี 2 ลักษณะ คือ พ่นแบบร้อน และพ่นแบบเย็น สีจะถูกอัดที่ความดัน 20-50 กม./ชม. (แบบร้อน) หรือ 80-120 กม./ชม. (แบบเย็น) ภายในเครื่องและจะถูกพ่นออกมาทางหัวฉีดพิเศษ ซึ่งจะทำให้สีขยายตัวอย่างรวดเร็ว และเป็นละออง วิธีนี้สีจะกระเด็นกลับน้อยทำให้ไม่เลอะเทอะ และสิ้นเปลืองสีน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 ระดับการทำความสะอาดผิวหน้า

ระดับของการเตรียมผิวหน้า	สภาพผิวที่เตรียมแล้ว	เครื่องมือที่ใช้
การทำความสะอาดผิวระดับ 1	ขัดขั้นผิวออกไซด์และสนิมออกจนผิวโลหะเป็นมันวาว	เครื่องเป่าลม, เครื่องขัดด้วยทราย, สารเคมี
การทำความสะอาดผิวระดับ 2	ขัดสนิมและขั้นผิวออกไซด์เฉพาะส่วนที่หลุดง่ายออก	เครื่องขัดด้วยทรายแบบดิสค์และแบบท่อ
การทำความสะอาดผิวระดับ 3	ขัดสนิมที่อยู่บน ๆ และขั้นผิวบางส่วนที่ร่อนหลุดแล้วโดยใช้แปรงลวดหรืออุปกรณ์อื่นที่ใช้แทนได้	เครื่องขูด, แปรงลวด

ตารางที่ 5 ข้อกำหนดในการทำความสะอาดผิวหน้าในอเมริกาและสวีเดน

ระดับของการทำความสะอาด	มาตรฐาน SSPC	มาตรฐานสวีเดน
การทำความสะอาดผิวระดับ 1	SSPC – SP5 การขัดจนโลหะขาวเกลี้ยง SSPC – SP10 การขัดจนโลหะเกือบขาว	SIS Sa 3 SIS Sa 2.5
การทำความสะอาดผิวระดับ 2	SSPC – SP3 ใช้เครื่องจักรทำความสะอาด	SIS St 3
การทำความสะอาดผิวระดับ 3	SSPC – SP2 ใช้กำลังมือในการทำความสะอาด	SIS St 2

3) การทารองพื้น

การทารองพื้น ควรทำทันทีหลังจากที่ได้ทำการขัดผิวหน้าเสร็จแล้ว ชนิดของสีรองพื้นแสดงไว้ในตาราง

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 สีทารองพื้น

ชนิดของ S/P		สีของพื้นชนิดทาและแห้งช้า	สีชนิดผสมสังกะสี (Zinc–rich primer)		สีชนิดไม่ผสมสังกะสี (Zinc–free primier.)
			สารอนินทรีย์ (Inorganic)	สารอินทรีย์ (Organic)	
สารประกอบ	เรซิน (Resin)	บิวไทราลเรซิน	เอธิล ซิลิเกต	อีพอกซ์ เรซิน	อีพอกซ์ เรซิน ยูเรเธน เรซิน
	ผสมสารกันสนิม	กรดฟอสเฟอริค ซินโคร	ผงสังกะสี	ผงสังกะสี	สีกันสนิม
ความหนามาตรฐานของสารเคลือบ (μ)		10 ~ 15	15 ~ 20	15 ~ 20	15 ~ 20
ความยาก–ง่าย ในการทา		○	○	○	○~△
ความต้านทานสนิม (ความทนทาน ต่ออากาศ)		3 เดือน	6 เดือน	4 เดือน	3 เดือน
ระบบการทาสีที่เหมาะสมสำหรับทาเคลือบผิวบน		สีน้ำมัน สีผสมกรดฟีทาลิกและเรซิน	สีผสม ยาง คลอริเนต เรซิน สีผสมอีพอกซ์ เรซิน	สีผสมยางคลอ-รินเนตเรซิน สีอีพอกซ์ เรซิน	สีน้ำมัน กรดฟีทาลิก เรซิน สีผสม

ค. สีที่ใช้ป้องกันการผุกร่อน

1) สี

ปรกติแล้ว เราจะทาสีผลิตภัณฑ์โลหะ เพื่อป้องกันการผุกร่อนสนิม และเพื่อให้ผิวหน้าสวยงาม สีที่เคลือบผลิตภัณฑ์โลหะจะมีหลายชั้น และแต่ละชั้นมีคุณสมบัติต่างกัน ได้แก่ สีชั้นแรกจะใช้ป้องกันการผุกร่อนจะต้องเป็นสีที่มีคุณสมบัติป้องกันการผุกร่อนได้ ขณะที่สีผิวบนจะต้องทนทานต่อสิ่งแวดล้อมภายนอก ส่วนสีชั้นกลางนั้น จะมีคุณสมบัติเพื่อยึดสีทั้งสองชั้นไว้

สีชั้นแรกต้องติดแน่นกับผิวเหล็ก และเป็นฉนวนป้องกันไม่ให้เกิดสภาพแวดล้อมที่ทำให้ผุกร่อนสีชั้นแรกนี้สามารถป้องกันการเกิดสนิมได้เนื่องจากเม็ดของสารกันสนิมที่มีในสีนั่นเอง สีผิวบนที่ใช้ทานั้นต้องทนต่อการขัดสี และกัดกร่อนขณะเดียวกันต้องทำให้ผิวหน้าสวยงามด้วย สีผิวบนและสีรองพื้นจะต่างกันอย่างมากทั้งทางด้านส่วนประกอบทางเคมี และลักษณะการใช้งาน จึงควรเลือกใช้ตามลักษณะการใช้งานองชิ้นส่วนนั้นให้ดี ยิ่งไปกว่านั้น สีที่ทาแล้วจะทำงานตามคุณสมบัติที่มีได้อย่างเต็มก็ต่อเมื่อสีชั้นแรกและสีผิวบนนั้นใช้คู่กันอย่างเหมาะสม จึงควรระวังในการเลือกใช้สีชั้นแรกกับสีผิวบน

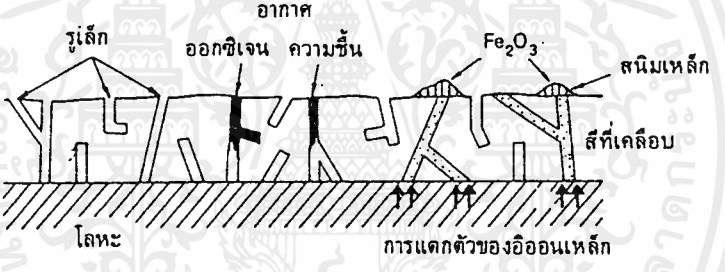
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั้นใช้คู่กันอย่างเหมาะสม จึงควรระวังในการเลือกใช้สีชั้นแรกกับสีผิวบนที่เข้ากันได้ และควรหลีกเลี่ยงการใช้สีชั้นแรกหรือสีผิวบนแต่เพียงอย่างเดียว

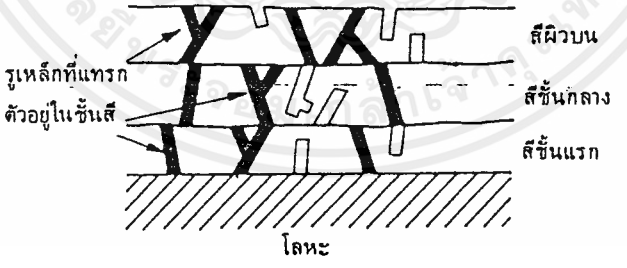
2) ชั้นสี

(1) รูเล็กในชั้นสีผิวหน้า แม้จะเห็นว่าผิวสีที่ทานั้นจะดูเรียบดี แต่โดยข้อเท็จจริงแล้วจะมีรูเล็กๆ เรียกว่า pinholes อยู่ ซึ่งไม่สามารถเห็นได้ด้วยตาเปล่า ถ้าเราเคลือบผิวหน้าเพียงชั้นเดียว ออกซิเจนและความชื้นจากอากาศจะซึมผ่านทางรูเล็กๆ เหล่านี้ไปยังผิวเหล็กข้างล่างทำให้เกิดการผุกร่อนได้ ถ้าเคลือบผิวงานหลายชั้นจะเป็นดังรูป จะสามารถอุดตันรูเล็ก และสกัดกั้นไม่ให้เกิดสภาพการกัดกร่อนได้

(2) หน้าที่ของชั้นสี สีชั้นแรกจะติดแน่นกับผิวเหล็กและป้องกันไม่ให้ออกซิเจนและความชื้นเข้าถึงเนื้อเหล็กได้ เพื่อป้องกันการผุกร่อนของเหล็ก



รูปที่ 3—3 Pinholes ในผิวเคลือบชั้นเดียว



รูปที่ 98 การอุดรูอากาศในชั้นสี โดยเคลือบผิวหลายๆ ชั้น

สีชั้นกลาง จะช่วยเพิ่มการป้องกันออกซิเจน และความชื้นไม่ให้ซึมถึงชั้นเหล็กได้ และยังเป็นตัวยึดระหว่างสีชั้นแรกกับสีผิวบนด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีผิวบนซึ่งจะติดแน่นกับสีชั้นกลาง จะเพิ่มความสามารถในการป้องกันสารที่ทำให้เกดการผุกร่อนไม่ให้ซึมถึงชั้นเหล็ก และยังเพิ่มความทนทาน และความสวยงามของผิวหน้าด้วย

(3) ความหนาของชั้นสี ความหนาของสีชั้นหนึ่งๆ จะหนาประมาณ 0.035 มม. สำหรับสีน้ำมันและหนาประมาณ 0.025 มม. สำหรับสีเรซินสังเคราะห์ และหนาประมาณ 0.015 มม. สำหรับสีไวนิลเรซิน โดยทั่วๆ ไป ความหนาของผิวสีจะขึ้นอยู่กับว่างานต้องการความทนทานเท่าใด

ค่าต่อไปนี้ค่าที่นิยมใช้กันทั่วไป

ในบริเวณที่มีการกัดกร่อนน้อย	0.075 มม. หรือมากกว่า
ในเขตอุตสาหกรรมหรกติ	0.125 มม. หรือมากกว่า
ในบริเวณที่มีการกัดกร่อนอย่างรุนแรง	0.250 มม. หรือมากกว่า

3) การเลือกใช้สี

ตารางได้รวบรวมแบบและการใช้สีป้องกันสนิมที่นิยมใช้ในประเทศญี่ปุ่น และอีกตารางแสดงองค์ประกอบและคุณสมบัติของสีที่ใช้ป้องกันการผุกร่อนของเหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 ชนิดและการใช้งานของสีป้องกันสนิม กำหนดโดย JIS

มาตรฐาน			สารผสม	ส่วนประกอบของสารที่ไม่ละลาย	ถ.พ.	เปอร์เซ็นต์ของสารประกอบไม่ละลาย	เปอร์เซ็นต์ของสารป้องกันสนิมในสารไม่ละลาย	สี	ระยะเวลาแห้งเมื่อของต้นหลัง	ระยะเวลารอระหว่างการทาแต่ละชั้น	ความเกี่ยวข้องกับงานเตรียมผิวหน้า	การใช้ประโยชน์	หมายเหตุ (มาตรฐานอื่นที่เกี่ยวข้องและอื่น ๆ)
JIS K–	ระบบทาสี	แบบ											
5621	ใช้งานทั่วไป สีป้องกันสนิม	1	สีน้ำมัน	ไม่ได้บ่งไว้เป็นพิเศษ	1.8 หรือต่ำกว่า	55 หรือมากกว่า	–	แดงแบบสนิม	6	21 หรือมากกว่า	ใช้มือขัด แต่จะขัดด้วยเครื่องกลก็ได้	งานอาคารทั่วไป ชิ้นส่วนโครงสร้าง	สีป้องกันสนิมแบบ E ของสถาบันสถาปนิกญี่ปุ่น
		2	สีขัดมัน		1.6 หรือต่ำกว่า	40 หรือมากกว่า		แดงแบบสนิม	4	8 หรือมากกว่า	ขัดโดยเครื่องเป่าลมและล้างด้วยน้ำยา	งานอาคารทั่วไป ชิ้นส่วนโครงสร้าง งานภายในของเรือ	สีป้องกันสนิมแบบ H ของสถาบันสถาปนิกญี่ปุ่น
5622	ตะกั่วแดง สีป้องกันสนิม	1	สีน้ำมัน	ตะกั่วแดง	3.4 หรือต่ำกว่า	75 หรือมากกว่า	สาร Ph_3O_4 93% หรือมากกว่า	แดงส้ม	8	24 หรือมากกว่า	ใช้มือขัดแต่จะขัดด้วยเครื่องกลก็ได้	งานอาคารทั่วไป ชิ้นส่วนโครงสร้าง ละพาน, แท้งสู่เรือ (ใบส่วนที่ไม่สัมผัสน้ำ)	JRS – 13052 – TYPE 2
		2	สีขัดมัน		3.2 หรือต่ำกว่า	65 หรือมากกว่า		แดงส้ม	4	8 หรือมากกว่า	ขัดโดยเครื่องเป่าลมและล้างด้วยน้ำยา	เหมือนข้างบน	JRS – 13052 – TYPE2 TT – p – 86a TYPE3

ตารางที่ 9 องค์ประกอบการใช้งานและคุณสมบัติของสีที่ใช้ป้องกันการผุกร่อนของเหล็ก

ชนิด	ชื่อทั่วไป	สารประกอบ				การใช้งาน	เวลาแห้ง	ความทน	สภาพอากาศ	สภาพน้ำ	สภาพทนความร้อน	ความสามารถในการยึดตัว	ความยืดหยุ่นได้	สภาพทนกรด	สภาพทนด่าง
		สารประกอบของชั้นสี			สารประกอบรวมของชั้นสี										
		สารประกอบหลัก	ตัวสี	สารประกอบย่อย	สารละลายหรือสารเจือจาง										
สีน้ำมัน	สีผสม - สำเร็จรูป	น้ำมัน (ต้ม)	หลายชนิด	สารดูดความชื้น	ใช้น้ำมัน	อาคาร, โกดัง, เรือ	22	◎	◎	○	◎	○	△	×
	สีป้องกันสนิม	น้ำมันโพลีเมอร์	ตัวสีป้องกันสนิม	สารดูดความชื้น	ใช้น้ำมัน	ป้องกันการผุกร่อนของเหล็กกล้า									
	สีอลูมิเนียม	น้ำมัน	ผงอลูมิเนียม	สารดูดความชื้น	ใช้น้ำมันทาร์	สิ่งก่อสร้างภายนอก	15	◎	◎	△	○	○	○	○
	สีน้ำมันวานิชดำ	อัสฟอลต์น้ำมัน (ต้ม)	—	สารดูดความชื้น	ใช้น้ำมันทาร์	อาคาร	1	×	○	×	×	△	◎	◎
สีผสมเรซินสังเคราะห์	สีเรซินทาริก	กรดทาลิก (กรดไขมัน)	หลายชนิด	สารดูดความชื้น	ใช้น้ำมันทาร์	อาคาร, โกดัง, เรือ	15	◉	○	○	◎	○	△	△
	สีผสมสารสังกะสีโครเมท	ใช้เรซินสังเคราะห์หลายชนิด	สังกะสีโครเมทหลายชนิด	สารดูดความชื้น	หลายชนิด	ป้องกันการผุกร่อนของเหล็ก									
	สีเรซินฟีโนล์ลิก	กรดคาร์โบลิกเรซินฟอร์มาลิน	หลายชนิด	สารดูดความชื้น	ใช้น้ำมันทาร์	เฟอร์นิเจอร์โกดัง, ภายในตัวเรือ	10	△	◎	○	○	◎	○	○

หมายเหตุ 1. เวลาแห้งเป็นเวลาที่วัดที่อุณหภูมิ 20° C และความชื้น 75%

2. เครื่องหมายต่าง ๆ มีความหมายดังนี้

◉ ยอดเยี่ยม

◎ ดี

○ ใช้ได้

△ พอใช้

× ไม่ดี

2.6 จัสดุกรรมวิธีการผลิต

2.6.1 เหล็ก

เหล็กที่ใช้ในการก่อสร้างนั้นใช้ในลักษณะต่างๆ กัน บางชนิดใช้เสริมคอนกรีตบางชนิดใช้รับน้ำหนัก เช่น พวก STRUCTURAL STEEL ที่ใช้คาน ทำเสาต่างๆ บางชนิดไม่ได้ใช้ในด้านกำลังแต่ใช้ในทางประดับ เช่น ลูกกรงลวดลายต่งๆ เป็นต้น บางครั้งก็ใช้เป็นเครื่องยึดเหนี่ยวต่างๆ เช่น พวกน็อตและตุปุต่างๆ เหล็กซึ่งสำคัญควรจะรู้จักมี PIC, IRON, WROUGHT IRON, CAST-IRON, STEEL

PIG IRON ได้จากการหลอมแร่เหล็กในเตาหลอม มีธาตุเหล็กประมาณ 9 ถึง 94% มีคาร์-บอนประมาณ 3.75 ถึง 4.5% มีซิลิคอน 0.25 ถึง 3.5% ฟอสฟอรัส 0.03 ถึง 1% และกำมะถันไม่ถึง 0.1% ใช้สำหรับงานหล่อในวงการอุตสาหกรรมใช้หล่อ CAST IRON, WROUGHT IRON และ STEEL วัตถุดิบซึ่งใช้หล่อเป็นใช้แร่เหล็ก, เชื้อเพลิงซึ่งให้ความร้อน ซึ่งจะช่วยแยกถ่านและสิ่งสกปรกออกจากแร่และอากาศ แร่เหล็กในวงการค้าอาจแบ่งออกเป็น 4 ชนิด คือ IRON OXIDE IRON CABONATE, IRON SILICATE และ IRON SULPHITE สิ่งสกปรกที่ะปนอยู่ในแร่เหล็กอาจมีทรายและดินเหนียว

WROUGHT IRON เหล็กเหนียว เป็นเหล็กซึ่งได้มาจากส่วนผสมของเหล็กบริสุทธิ์ (PURE WROUGHT IRON กับ SLAG คือใช้ PURE IRON ประมาณ 96% และ SLAG ประมาณ 3% และผสมวัสดุอื่นอีกประมาณ 0.5 ถึง 0.75 หรือถึง 1% เช่น คาร์บอน, ฟอสผดรัส, กำมะถัน และแมงกานีส

ลักษณะที่ปรากฏของ WROUGHT IRON ดูตามลักษณะคล้านมาก แต่อาจจะสังเกตความ-แตกต่างได้โดยทำรอยแหว่งเข้าที่ผิวของเหล็ก แล้วงอเหล็กที่หยาบ แต่ถ้าเป็นเหล็กสตีลแล้ว เมื่องอตรงที่รอยแหว่งจะไม่มีรอยปริหรือรอยแยกให้เห็น หรือถ้ามีก็จะเห็นเนื้อละเอียด ถ้าหากเอกไปทดลองเกี่ยว-กับ TENSION รอยแตกของ WROUGHT IRON จะปรากฏรอยแตกเป็นสีคล้ำ (ดำ)

การใช้ WROUGHTIRONไม่ได้ใช้ในลักษณะรับแรงโครงสร้าง(STRUCTURE) เช่น เหล็ก ANGLE เหล็กคานหรือเสา ส่วนใหญ่ใช้ในการทำ น็อต ท่อน้ำ และวัสดุอื่นที่ต้องการให้เป็นสนิมได้ยาก เช่น ในโรงต่อเรือ รางรถไฟ เครื่องใช้ในไร่นา บริษัทน้ำมัน เหล็กชนิดนนี้ถ้าใช้ทำเกลียวทำได้ง่ายและสะดวกกว่า STEEL คุณสมบัติที่ดีของ WROOUGHT IRON ก็คือทนสนิมได้ดี เชื่อมได้ง่าย มีการยึดเหนี่ยวกับวัสดุที่จะมาเคลือบได้ดี ดัดงอง่าย CAST IRON(เหล็กหล่อ โดยทั่วๆ ไปใช้กับเหล็กซึ่งเรียกว่า IRON - CARBAN SILICON ALLOYS ผสมกับสารอื่นๆ หลายชนิดด้วยกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งสารเหล่านั้นมีเปอร์เซ็นต์ผสมเพียงเล็กน้อย มันเป็นเหล็กซึ่งมีคาร์บอนผสมมาก ไม่สามารถแปรเปลี่ยนเป็นอย่างอื่นได้ง่ายๆ เหล็กหล่อนี้มีคุณลักษณะมากมายหลายประการ เมื่อพูดถึงเหล็กหล่อจะต้องนึกถึงเหล็กหล่อจะต้องนึกไว้ว่ามันไม่ใช่สารอย่างเดียวแต่อย่างน้อยๆ มีสารต่างๆ ผสมอยู่ 6 ชนิดด้วยกัน เหล็กหล่อโดยทั่วๆ ไปมี IRON, SILICON, MANGANESE, PHOSPHORUS และ SULFUR

ALLOY CAST IRON ยังมีสารอย่างอื่นผสมอีก ซึ่งทำให้มีคุณสมบัติทางฟิสิกต์ต่างกันออกไป เหล็กบริสุทธิ์แท้ๆ เรียกว่า FERRITE นั้นอ่อนและใช้ในวงการอุตสาหกรรมน้อยมาก คุณสมบัติต่างๆ ที่ต้องการ เช่น ความแข็ง (HARDNESS) กำลัง (STRENGTH) และคุณสมบัติที่เหมาะที่จะนำเครื่องจักรกลนั้น มาจากการกำหนดสารต่างๆ เข้ามาร่วมผสมมากกว่าเหล็กแท้ๆ

จุดหลอมละลายของ CAST IRON ประมาณ 1200° ซ

CAST IRON ชนิดต่างๆ ที่ควรทราบมีดังนี้

1. DIRCET IRON CASTINGS เหล็กชนิดนี้นำมาโดยเตาแบบเตาหลอมที่ใช้คมเสา เหล็กชนิดนี้หล่อในด้านงานการค้า จนกว่าจะได้นำมาหลอมในเตาหรือเตาแบบอื่นๆ อีกทีหนึ่งก่อนปริมาตรเหล็กที่ออกมาจากเตาในแบบ BLAST FURNANCE ให้หมด

2. GRAY IRON เป็นเหล็กที่ผลิตขายในท้องตลาด ซึ่งชื่อที่เรียกนี้ก็มาจากสีเทาของเหล็กนั่นเอง สีเทานี้เนื่องมาจากคาร์บอนซึ่งมีอยู่เป็นส่วนใหญ่ในลักษณะของ FLAKE GRAPHITE เหล็กชนิดนี้ทำเป็นเครื่องจักรได้ดี และมีกำลังความกดได้ดี แต่มีกำลังรับแรงดึงได้ต่ำ เปราะ เปอร์เซจต์ของสารต่างๆ ในเหล็กนี้อาจเปลี่ยนแปลงไปตามความเหมาะสม แต่โดยมากมักจะประมาณได้ดังนี้

CARBON	3.00 - 3'50%
SILICON	1.00 - 2.75%
MANGANESE	0.40 - 2.00%
PHOSPHOURS	0.15 - 1.00%
SULFUR	0.20 - 1.05%
IRON	ส่วนที่เหลือ

3. WHITE IRON เหล็กชนิดนี้มีรอยแตกระแหงเป็นสีขาว ซึ่งเนื่องมาจาก CARLON ในรูปลักษณะของ CARBIDE, CARBIKE รู้จักกันในนามของ CEMENTITE เป็นส่วนที่แข็งมากของเหล็กชนิดนี้ WHITE IRON มีเปอร์เซ็นต์ของ CARBIDE สูง เอาไปทำเครื่องจักรไม่ได้ WHITE IRON

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. MOTTLED CAST IRON กรรมวิธีนี้อยู่ระหว่าง GRAY IRON และ WHITE IRON ชื่อของเหล็กชนิดนี้มาจากปรากฏการณ์หรือลักษณะของเนื้อเหล็ก เหล็กชนิดนี้มาจากปรากฏการณ์หรือลักษณะของเนื้อเหล็ก เหล็กชนิดนี้ใช้สำหรับทำวัสดุซึ่งต้องการผิวทนทานเป็นพิเศษโดยชุบอีกครั้งหนึ่งเมื่อหล่อออกมาแล้ว

5. MALLEABLE CAST IRON CARBON ผสมอยู่ในรูปลักษณะของ CARBIDE เหล็กชนิดนี้อาจผลิตด้วยเตาชนิดต่างๆ เช่น CUPOLA, AIR FURNANCE, ELECTRIC FURNANCE มีบ่อยครั้งที่ใช้ทั้งเตา 2 ชนิดร่วมกันในการผลิต คือ ทั้งแบบ CUPOLA AIR FURNANCE กรรมวิธีนี้เรียกว่าเตาหล่อแบบผสม สามารถทำให้การเทไหลต่อเนื่องกันดี และสามารถควบคุมอุณหภูมิและปริมาณของวัสดุต่างๆ ขณะเทได้ การหล่อหลอมโดยนำเอาวัสดุที่จะหล่อใส่ในหม้อหล่อ และนำเข้าไปไว้ในเตาซึ่งหลอมให้ละลาย เตานี้สามารถจัดให้ความร้อนและกระแสลมระบายได้รอบๆ ทุกๆ หน่วย ระยะเวลาที่หลอมประมาณ 3 - 4 วัน โดยอุณหภูมิระหว่าง 1500°ฟ ถึง 1850°ฟ โดยกรรมวิธีนี้ IRON CARBIDE ซึ่งแข็งจะเปลี่ยนเป็น GRAPHITE CARBON ก้อนกลมๆ ซึ่งเป็นเหล็กบริสุทธิ์ เหล็กชนิด MALEABLE CAST IRON นี้มี TENSILE STRENGTH ประมาณ 55000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และมี ELON GATION 18% เหล็กชนิดนี้อย่างดีใช้ทำ รางรถไฟ เครื่องจักรกลซึ่งต้องมมีส่วนกันกระเทือน ทำรถยนต์ ข้อต่อท่อต่างๆ และเครื่องมือกสิกรรม

5. NODULAR IRON NODULAR ก้อนกลม เป็นเหล็กชนิดที่มีความแข็งมาก HIGH STREGTH ไม่เปราะมี CARBON ผสมอยู่ในลักษณะของก้อนกลมๆ เหล็กชนิดนี้ผลิต GRAY IRON ผสมกับ MAGNESIUM-SICKEL หรือ MAGNESIUM-CORRER-FEROSILLICON -ALLOY ประมาณ MAGNESIUM ที่ต้องการที่ทำให้เกิด SULPHITE นั้นแล้วแต่จำนวนของกำมะถันจะถูกไล่ออกไปโดยเปลี่ยนเป็น MAGNESIUM SULFIDE เมื่อเพิ่ม MAGNESIUM เข้าไปก็จะเปลี่ยน GRAPHITE ให้เป็นลักษณะก้อนกลมๆ ในเนื้อเหล็ก วิธีทำเหล็กชนิดนี้เวลาของการหลอมตัวน้อยกว่าเวลาในการหลอมตัวของ ,A:OEAB:E ORPM เมื่อได้ปรับปรุงคุณลักษณะทางฟิสิกดิให้ดีขึ้นแล้วเหล็กชนิดนี้ใช้สำหรับหล่อ CRAMLSJAFT (เพลาข้อเหวี่ยง) และใช้หล่อส่วนต่างๆ ของเครื่องจักร

STEEL

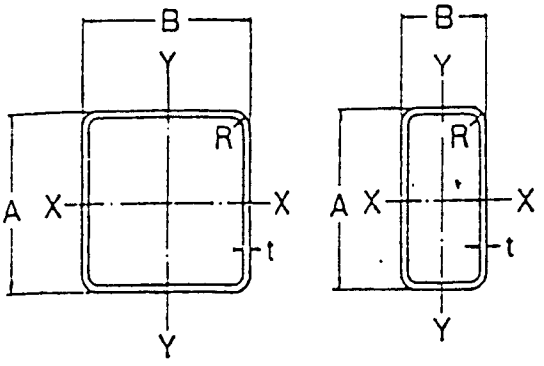
STEEL เป็นเหล็กที่ผสมด้วย IRON, CARBON และธาตุอื่นบางชนิดเช่น แมงกานีส ฟอสฟอรัส กำมะถัน ซิลิคอน ซึ่งละวายหลมเข้าด้วยกันเมื่อถึงอุณหภูมิระดับที่เหมาะสม แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปล่อยให้เป็นแข็งตัว เหล็กชนิดนี้ไม่มี SLAG ปน และอาจหล่อเป็นรูปต่างๆ ได้ รีดได้และตีเป็นรูปต่างๆ ได CARBON เป็นส่วนประกอบที่สำคัญทำให้เพิ่มความแข็ง HARDNESS และเพิ่มกำลัง STERENGTH ของ STEEL ขึ้นใน SOFT STEEL มี CARBON อยู่น้อยกว่า 0.1% ซึ่งมีคุณลักษณะเกือบเหมือน WOROUGHT IRON STEEL ที่มี CARBON เกินกว่า 0.4% จะไม่สามารถเชื่อมได้ และมีกำลังแข็งขึ้นอีกมาก แมงกานีสทำหน้าที่ให้วัสดุสะอาดในระหว่างหลอมตัว และช่วยให้ตีเปปีนรูปร่างต่างๆ ได้สะดวก ฟอสฟอรัสทำให้เหล็กเปราะกำมะถันก็ทำให้เปราะเช่นเดียวกัน จุดหลอมละลายของ STEEL = 1400° ซ

STEEL มีคุณสมบัติทางฟิสิกส์ติด PIG IRON และมีคุณสมบัติกัย CAST IRON โดยสามารถกรีดเป็นเส้น STEEL มีสิ่งติดกับ SROUGHT IRON โดยกรรมวิธีที่ผลิตมากกว่าที่จะผิดกันโดยคุณสมบัติทางฟิสิกส์ STEEL ผิดกับ PIG IRON, CAST IRON และ MALL-eable cast iron carbon

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



WELDED STEEL TUBING
SQUARE TUBE
RECTANGULAR TUBE

Metric Size

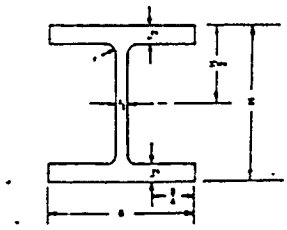
Dimensions mm			Sectional Area	Weight	Moment of Inertia		Radius Of Gyration		Modulus of Section	
A / B	t	B	Area	W kg/m	Ix cm^4	Iy cm^4	ix cm	iy cm	Zx cm^3	Zy cm^4
150/150	6.0	12	33.63	26.4	1150	1150	5.84	5.84	153	153
150/150	4.5	9	25.67	20.2	896	896	5.91	5.91	120	120
125/125	6.0	12	27.63	21.7	641	641	4.82	4.82	103	103
125/125	4.5	9	21.17	16.6	506	506	4.89	4.89	80.9	80.9
125/125	3.2	6.4	15.33	12.0	379	379	4.97	4.97	60.6	60.6
100/100	6.0	12	21.63	17.0	312	312	3.80	3.80	62.4	62.4
100/100	4.5	9	16.67	13.1	249	249	3.87	3.87	49.9	49.9
100/100	3.2	6.4	12.13	9.52	187	187	3.93	3.93	37.5	37.5
100/100	2.3	4.6	8.852	6.95	140	140	3.97	3.97	28.0	28.0
75/ 75	4.5	9	12.17	9.55	99	99	2.85	2.85	26.3	26.3
75/ 75	3.2	6.4	8.925	7.01	75.6	75.6	2.91	2.91	20.2	20.2
75/ 75	2.3	4.6	6.552	5.14	57.1	57.1	2.95	2.95	15.2	15.2
60/ 60	2.3	4.6	5.172	4.06	28.3	28.3	2.34	2.34	9.44	9.44
60/ 60	1.6	3.2	3.672	2.88	20.7	20.7	2.37	2.37	6.89	6.89
50/ 50	2.3	4.6	4.752	3.34	15.9	15.9	1.93	1.91	6.36	6.36
50/ 50	1.6	3.2	3.032	2.38	11.7	11.7	1.97	1.97	4.68	4.68
200/100	6.0	12	33.63	26.4	1700	577	7.12	4.14	170	115
200/100	4.5	9	25.67	20.2	1330	455	7.20	4.21	133	90.9
150/100	6.0	12	27.63	21.7	835	444	5.50	4.01	111	88.8
150/100	4.5	9	21.17	16.6	658	352	5.58	4.08	87.7	70.4
150/100	3.2	6.4	15.33	12.0	488	262	5.64	4.14	65.1	52.5
150/ 75	4.5	9	16.93	14.9	537	182	5.33	3.10	71.6	48.5
150/ 75	3.2	6.4	13.73	10.8	401	124	5.41	3.01	55.1	33.2
125/ 75	3.2	6.4	12.13	9.52	256	117	4.60	3.10	41.0	31.1
125/ 75	2.3	4.6	8.852	6.95	192	87.5	4.65	3.14	30.6	23.3
100/ 50	3.2	6.4	8.952	7.01	112	38.0	3.55	2.06	22.5	15.2
100/ 50	2.3	4.6	6.552	5.14	84.9	29.0	3.60	2.10	17.0	11.6
75/ 45	3.2	6.4	7.007	5.50	50.8	22.8	2.69	1.81	13.6	10.2
75/ 45	2.3	4.6	5.172	4.06	38.9	17.6	2.74	1.85	10.4	7.84

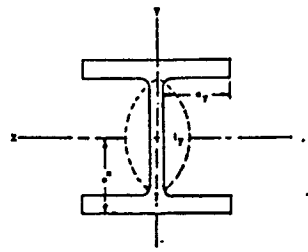
ตารางที่ 10 แสดงกลสมบัติของเหล็กกล่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

H-BEAM

Standard Sectional Dimension and its Sectional Area. Unit Weight and Characteristics of its Sections of H-Shape Steel



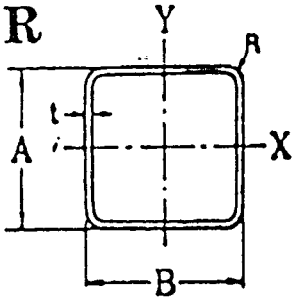


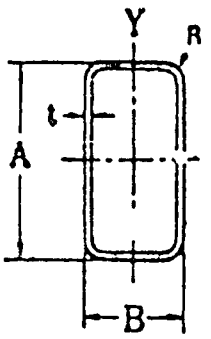
STANDARD SECTIONAL DIAMENSION MM					SECTIONAL AREA CM^2	UNIT WEIGHT kg/m	REFERENCE					
							GEOMETRICAL MOMENT OF INERTIA CM^4		RADIUS OF GYRATION OF AREA CM		MODULUS OF SECTION CM^3	
SECTIONAL DIAMENSION (SIGHT& SIDE)	H / B	t_1	t_2	r			Ix	Iy	i_x	i_y	Z_x	Z_y
100/ 50	100/ 50	5	7	3	11.85	9.30	187	14.8	3.98	1.12	37.5	5.41
100/100	100/100	6	8	10	21.90	17.2	383	134	4.18	2.47	76.5	26.7
125/ 60	125/ 60	6	8	9	16.84	13.2	413	29 2	4.95	1.32	66.1	9.73
125/125	125/125	6.5	9	10	30.31	23.8	847	293	5.29	3.11	136	47.0
150/ 75	150/ 75	5	7	8	17.85	14.0	666	49.5	6.11	1.66	88.8	13.2
150/100	148/100	6	9	11	26.84	21.1	1020	151	6.17	2.37	138	30.1
150/150	150/150	7	10	11	40.14	31.5	1640	563	6.39	3.75	219	75.1
175/ 90	173/ 90	5	8	8	23.04	18.1	1210	97.5	7.26	2.06	139	21.7
175/175	175/175	7.5	11	12	51.21	40.2	2881	984	7.50	4.38	330	112
200/100	198/ 99	4.5	7	11	23.18	18.2	1580	114	8.26	2.21	160	23.0
	200/100	5.5	8	11	27.16	21.3	1840	134	8.24	2.22	184	26.8
200/150	194/150	6	9	13	39.01	30.6	2690	507	8.30	3.61	277	67.6
200/200	200/200	8	12	13	63.53	49.9	4720	1600	8.62	5.02	472	160
	200/204	12	12	13	71.53	56.2	4980	1700	8.35	4.88	498	167
250/125	244/124	5	8	12	32.68	25.7	3540	255	10.4	2.79	285	41.1
	250/125	6	9	12	37.66	29.6	4050	294	10.4	2.79	324	47.0
250/175	244/175	7	11	16	56.24	44.1	6120	984	10.4	4.18	502	113
250/250	250/250	9	14	16	92.18	72.4	10000	3650	10.8	6.29	867	292
	250/255	14	14	16	104.7	82.2	11500	3880	10.5	6.09	919	304
300/150	298/149	5.5	8	13	40.80	32.0	6320	442	12.4	3.29	424	59.3
	300/150	6.5	9	13	46.78	36.7	7210	508	12.4	3.29	481	67.7
300/200	294/200	8	12	18	72.38	56.8	11300	1600	12.5	4.71	771	160
300/300	294/302	12	12	18	107.7	84.5	16900	5520	12.5	7.16	1150	365
	300/300	10	15	18	119.8	94.0	20400	6750	13.1	7.51	1360	450
	300/305	15	15	18	134.8	106	21500	7100	12.6	7.26	1440	466
[illegible]	[illegible]	6	9	14	[illegible]	41.4	11100	792	14.5	3.88	641	91.0
[illegible]	[illegible]	7	11	14	63.14	49.6	13600	984	14.7	3.95	775	112
[illegible]	[illegible]	8	13	20	101.5	79.7	21700	3650	14.6	6.00	1280	292

ตารางที่ 11 แสดงกลสมบัติของเหล็กไอบีม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SQUARE & RECTANGULAR STEEL PIPES FOR GENERAL STRUTURAL PURPOSE JAPANESE STANDARD JIS G 3466 STKR 41





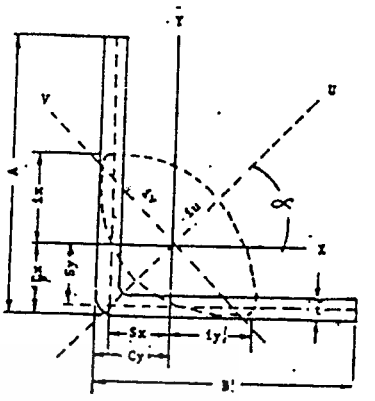
Dimensions			Calculated Weight	Cross Sectional Area	Moment of Inertia	Modulus of Section	Radius of gyration
A x B	t	R					
mm	mm	mm	kg/m	cm^2	cm^4	cm^3	cm
125/125	4.5	9.0	16.6	21.17	506	80.9	4.89
125/125	3.2	6.4	12.0	16.33	376	60.1	4.95
100/100	4.0	8.0	11.7	14.95	226	45.3	3.89
100/100	3.2	6.4	9.52	12.13	187	37.5	3.93
90 / 90	3.2	6.4	8.51	10.85	135	29.9	3.52
90 / 90	2.3	4.6	6.23	7.932	101	22.4	3.56
75 / 75	3.2	6.4	7.01	8.927	75.5	20.1	2.91
75 / 75	2.3	4.6	5.14	6.552	57.1	15.2	2.95
60 / 60	3.2	6.4	5.50	7.007	36.9	12.3	2.30
60 / 60	2.3	4.6	4.06	5.172	28.3	9.44	2.34
50 / 50	3.2	6.4	4.50	5.727	20.4	8.16	1.89
50 / 50	2.3	4.6	3.34	4.252	15.9	6.34	1.93
50 / 50	1.6	3.2	2.38	3.032	11.7	4.68	1.96
125/75	4.0	8.0	11.7	14.95	311	49.7	4.56
					141	37.5	3.07
125/75	3.2	6.4	9.52	12.13	257	41.1	4.60
					117	31.1	3.10
100/50	3.2	6.4	7.01	8.927	112	22.5	3.55
					38.0	15.2	2.06
100/50	2.3	4.6	5.14	6.552	84.8	17.0	3.60
					29.0	11.6	2.10

Physical Properties:

Tensile Strenght 41 Kg/sq.mm minimum
Yeild Point 24 Kg/sq.mm minimum
Elongation 23% minimum

ตารางที่ 12 แสดงกลสมบัติของเหล็กกล่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



LIGHT ANGELS

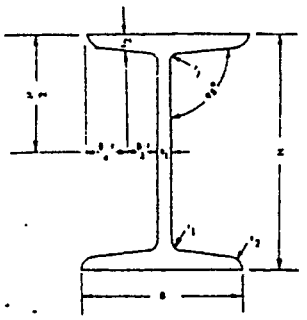
Size		Area of Section	Weight	Center of Gravity		Moment of Inertia				Radius of Gyration				Tan α	Elastic Modulus		Center of Shear	
A × B	t			Cx	Cy	Ix	Iy	Iu	Iv	ix	iy	iu	iv		Zx	Zy	Sx	Sy
mm	mm	cm^2	kg/m	cm	cm	cm^4	cm^4	cm^4	cm^4	cm	cm	cm	cm		cm^3	cm^3	cm	cm
40	2.0	1.52 1.13	1.20	1.09 0.86	1.09 0.86	2.45 1.00	2.45 1.00	3.96 1.42	0.94 0.38	1.26	1.26	1.61	0.78	1.000 1.000	0.84 0.46	0.84 0.46	0.99 0.74	0.99 0.74
50	3.0	2.35	1.84	1.34	1.34	3.50	3.50	5.71	1.29	1.25	1.25	1.59	0.76	1.000	1.22	1.22	0.99	0.99
40	4.0	2.84	2.23	1.59	1.59	4.39	4.39	7.39	1.55	1.23	1.23	1.57	0.73	1.000	1.64	1.64	0.99	0.99
50	4.0	3.34	2.62	1.84	1.84	9.04	9.04	14.7	3.36	1.56	1.56	1.98	0.95	1.000	2.53	2.53	1.23	1.23
	5.0	4.65 3.34	3.88	1.81 1.34	1.81 1.34	20.5 14.0	20.5 14.0	33.4 24.0	7.72 4.05	2.04	2.04	2.60	1.25	1.000 1.000	4.38 3.71	4.38 3.71	1.61 1.48	1.61 1.48
						32.0 24.0	32.0 24.0	51.9 26.0	12.2 6.05	2.36	2.36	3.01	1.46	1.000 1.000	5.89 3.71	5.89 3.71	1.86 1.48	1.86 1.48
						3.77 2.93	1.77 1.33	8.71 1.62	1.52 0.38	1.96	1.19	2.12	0.88	0.462 1.000	1.82 0.46	0.84 0.46	0.78 0.74	1.80 0.74
							3.32	14.8 2.64	1.95 0.71	2.46	1.14	2.57	0.88	0.315 1.000	3.14 0.71	1.04 0.71	0.68 0.60	2.45 0.60

* Effective area of section to effective width of efficiency of section.

ตารางที่ 13 แสดงกลสมบัติของเหล็กฉาบพับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

I-BEAM

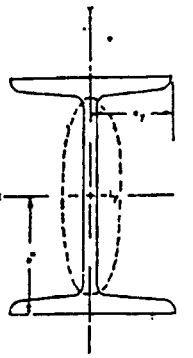


Geometrical moment of inertia, second moment of area $I = ai^2$

Radius of gyration of area $i = \sqrt{I/a}$

Modulus of section $Z = I/e$

(a = sectional area)

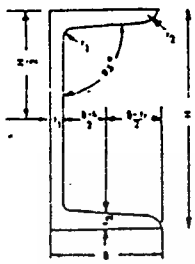


STANDARD SECTIONAL DIAMENSION mm					SECTIONAL AREA CM^2	UNIT WEIGHT kg/m	REFERENCE							
							POSITION OF CENTRE OF GRAVITY CM		GEOMETRICAL MOMENT OF INERTIA CM^4		RADIUS OF GYRATION OF AREA CM		MODULUS OF SECTION CM^3	
H x B	t_1	t_2	r_1	r_2			C_x	C_y	I_x	I_y	i_x	i_y	Z_x	Z_y
100x 75	5	8	7	3.5	16.43	12.9	0	0	283	48.3	4.15	1.72	56.5	12.9
125x 75	5.5	9.5	9	4.5	20.45	16.1	0	0	540	59.0	5.14	1.70	86.4	15.7
150x 75	5.5	9.5	9	4.5	21.83	17.1	0	0	830	59.1	6.13	1.65	109	15.8
150x125	8.5	14	13	6.5	46.15	36.2	0	0	1780	395	6.21	2.92	237	63.1
200x100	6	10	10	5	30.06	23.6	0	0	1670	141	7.46	2.17	186	28.2
200x100	7	10	10	5	33.06	26.0	0	0	2180	142	8.11	2.07		28.4
200x150	9	16	15	7.5	64.16	50.4	0	0	4490	771	8.37	3.47	449	103
250x125	7.5	12.5	12	6	48.79	38.3	0	0	5190	345	10.3	2.66	415	55.2
250x125	10	19	21	10.5	70.73	55.5	0	0	7340	560	10.2	2.81	587	89.6
300x150	8	13	11	6	61.58	48.3	0	0	9500	600	12.4	3.12	633	80.0
300x150	10	18.5	19	9.5	83.47	65.5	0	0	12700	806	12.4	3.26	849	118
300x200	11.5	22	23	11.5	97.68	76.8	0	0	14700	1120	12.3	3.36	981	149
350x150	9	15	13	6.5	74.58	58.5	0	0	15200	715	14.3	3.10	871	95.4
350x150	12	24	25	12.5	111.1	87.2	0	0	22500	1230	14.2	3.33	1280	164
400x150	10	18	17	8.5	91.73	72.0	0	0	24000	887	16.2	3.11	1200	118
400x150	12.5	25	27	13.5	122.1	95.8	0	0	31700	1290	16.1	3.25	1580	172
450x175	11	20	19	9.5	116.8	91.7	0	0	39200	1550	13.3	3.64	1740	177
450x175	13	26	27	13.5	146.1	115	0	0	48300	2100	18.3	3.79	2170	240
600x190	13	25	25	12.5	169.4	133	0	0	98200	2540	24.1	3.87	3270	267
600x190	16	33	35	19	224.5	176	0	0	130000	3700	24.0	4.06	4330	390

ตารางที่ 14 แสดงกลสมบัติของเหล็กไอบีม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CHANNEL

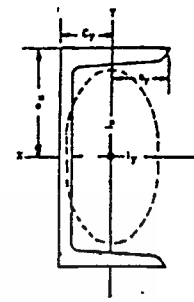


Geometrical moment of inertia, second moment of area $I = ai^2$

Radius of gyration of area $i = \sqrt{I/a}$

Modulus of section $Z = I/e$

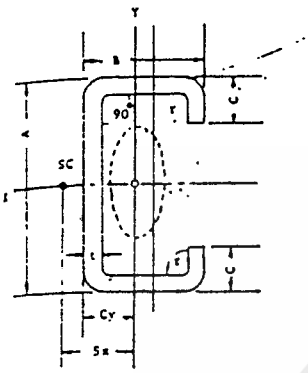
(a = sectional area)



STANDARD SECTIONAL DIAMENSION mm					SECTIONAL AREA CM²	UNIT WEIGHT kg/m	REFERENCE							
							POSITION OF CENTRE OF GRAVITY CM		GEOMETRICAL MOMENT OF INERTIA CM⁴		RADIUS OF GYRATION OF AREA CM		MODULUS OF SECTION CM³	
H / B	t_1	t_2	r_1	r_2			Cx	Cy	Ix	Iy	i_x	i_y	Z_x	Z_y
75/ 40	5	7	8	4	8.818	6.92	0	1.27	75.9	12.4	2.93	1.19	20.2	4.54
100/ 50	5	7.5	8	4	11.92	9.36	0	1.55	189	26.9	3.98	1.50	37.8	7.82
125/ 65	6	8	8	4	17.11	13.4	0	1.94	425	65.5	4.99	1.96	68.0	14.4
150/ 75	6.5	10	10	5	23.71	18.6	0	2.31	864	122	6.04	2.27	115	23.6
150/ 75	9	12.5	15	7.5	30.59	24.0	0	2.31	1050	147	5.86	2.19	140	28.3
180/ 75	7	10.5	11	5.5	27.20	21.4	0	2.15	1380	137	7.13	2.24	154	25.5
200/ 70	7	10	11	5.5	26.92	21.1	0	1.85	1620	113	7.77	2.04	162	21.8
200/ 80	7.5	11	12	6	31.33	24.6	0	2.24	1950	177	7.89	2.38	195	30.8
200/ 90	8	13.5	14	7	38.65	30.3	0	2.77	2490	286	8.03	2.72	249	45.9
250/ 90	9	13	14	7	44.07	34.6	0	2.42	4180	396	9.74	2.64	335	46.5
250/ 90	11	14.5	17	8.5	51.17	40.2	0	2.39	4690	342	9.57	2.58	375	51.7
300/ 90	9	13	14	7	48.57	38.1	0	2.23	6440	325	11.5	2.59	429	48.0
300/ 90	10	16.5	19	9.5	55.74	43.8	0	2.33	7400	372	11.5	2.59	494	56.0
300/ 90	12	16	19	9.5	61.90	48.6	0	2.25	7870	391	11.3	2.51	525	57.9
350/100	10.5	16	18	9	69.39	54.5	0	2.41	14500	557	14.5	2.83	762	73.3
380/100	13	16.5	18	9	78.96	62.0	0	2.29	15600	584	14.1	2.72	822	75.8
390/100	13	30	24	12	85.71	67.3	0	2.50	17600	671	14.3	2.80	924	89.5

ตารางที่ 45 แสดงกลสมบัติของเหล็กราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



THE DIMENSION AND PROPERTIES LIGHT LIP CHANNELS AND LIGHT ANGELS

LIGHT LIP CHANNELS

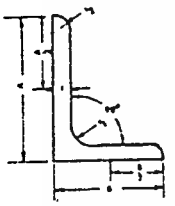
Size			Area of Section	Weight	Center of Gravity		Moment of Inertia		Radius of Gyration		Elastic Modulus		Center of Shear	
A / B	C	t			Cx	Cy	Ix	Iy	ix	iy	Zx	Zy	Sx	Sy
mm mm	mm	mm	cm^2	kg/m	cm	cm	cm^4	cm^4	cm	cm	cm^3	cm^3	cm	cm
60 / 30	10	1.6	2.07	1.63	0	1.06	11.6	2.56	2.37	1.11	3.88	1.32	2.5	0
60 / 30	10	2.3	2.87	2.25	0	1.06	15.6	3.12	2.33	1.07	5.20	1.71	2.5	0
75 / 45	15	2.3	4.14	3.25	0	1.72	37.1	11.8	3.00	1.69	9.90	4.24	4.0	0
100 / 50	20	2.3	5.17	4.06	0	1.86	80.7	19.0	3.95	1.92	16.1	6.06	4.4	0
100 / 50	20	3.2	7.01	5.50	0	1.86	107	24.5	3.90	1.87	21.3	7.81	4.4	0
120 / 60	20	3.2	7.91	6.13	0	1.68	181	26.6	4.82	1.85	29.0	8.02	4.0	0
120 / 60	20	3.2	6.32 6.33	4.96	0 0	1.55 1.70	210 210	21.9 20.5	5.77 5.77	1.86 1.86	28.0 28.0	6.33 6.22	3.8 3.8	0 0
140 / 60	20	3.2	8.91	6.76	0	1.54	280	28.3	5.71	1.81	37.4	8.19	3.8	0
150 / 60	20	3.2	9.57	7.51	0	2.11	332	53.8	5.89	2.37	44.3	12.2	5.1	0

ตารางที่ 16 แสดงกลสมบัติของเหล็กตัวยู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

UNEQUILATERAL ANGEL

Standard Sectional Dimension, and its Sectional Area, Unit Weight and Characteristeics of its Section of Unequilateral Angel Steel

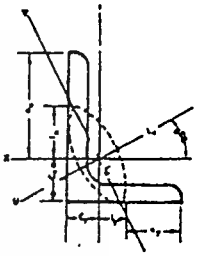


Geometrical moment of inertia, second moment of area $I = ai^2$

Radius of gyration of area $i = \sqrt{I/a}$

Modulus of section $Z = I/e$

(a = sectional area)



STANDARD SECTIONAL DIMENSION mm				SECTIONAL AREA CM^2	UNIT WEIGHT kg/m	REFERENCE											
						POSITION OF CENTRE OF GRAVITY CM		GEOMETRICAL MOMENT OF INERTIA CM^4				RADIUS OF GYRATION OF AREA CM				tan a	MODULUS OF SECTION CM^3	
A × B	t	r_1	r_2			Cx	Cy	Ix	Iy	max. Ix	min. Iy	i_x	i_y	max. ix	min. iy		Z_x	Z_y
90× 75	9	8.5	6	14.04	11.0	2.75	2.01	109	68.1	143	34.1	2.78	2.20	3.19	1.56	0.676	17.4	12.4
100× 75	7	10	5	11.87	9.32	3.06	1.84	118	57.0	144	30.7	3.15	2.19	3.49	1.61	0.548	17.0	10.1
100× 75	10	10	7	16.50	13.0	3.18	1.94	159	76.1	194	41.3	3.11	2.15	3.43	1.58	0.543	23.3	13.7
125× 75	7	10	5	13.62	10.7	3.80	1.64	219	60.4	245	36.4	4.01	2.11	4.23	1.63	0.362	26.1	10.3
125× 75	10	10	7	19.00	14.9	3.93	1.75	298	80.9	330	49.0	3.96	2.06	4.17	1.61	0.357	36.1	14.1
125× 75	13	10	7	24.31	19.1	4.05	1.83	376	101	414	61.9	3.93	2.04	4.13	1.60	0.352	46.1	17.9
125× 90	10	10	7	20.50	16.1	3.97	2.22	318	138	380	76.1	3.94	2.59	4.30	1.93	0.506	37.2	20.4
125× 90	13	10	7	26.26	20.6	4.08	2.34	401	165	479	87.2	3.91	2.51	4.27	1.82	0.499	47.5	24.8
150× 90	9	12	6	20.94	16.4	4.46	2.00	484	133	537	80.2	4.81	2.52	5.06	1.96	0.362	48.2	19.0
150× 90	12	12	8.5	27.36	21.5	4.62	2.10	619	168	684	102	4.75	2.47	5.00	1.93	0.357	62.3	24.3
150×100	9	12	6	21.94	17.2	4.77	2.32	502	179	580	101	4.79	2.86	5.15	2.15	0.441	49.0	23.3
150×100	12	12	8.5	28.76	22.4	4.88	2.41	662	229	738	133	4.74	2.83	5.08	2.15	0.435	63.4	30.2
150×100	15	12	8.5	35.47	27.7	5.01	2.53	781	276	897	161	4.71	2.80	5.04	2.14	0.432	78.2	37.0

ตารางที่ 17 แสดงกลสมบัติของเหล็กฉาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 ไม้อัดแผ่นเรียบบางนา

ไม้อัดเรียบบางนา ไม้อัดแผ่นเรียบชนิดนี้คือ แผ่นไฟเบอร์บอร์ดหรือฮาร์บอร์ดที่ทำขึ้นจากเนื้อไม้ชนิดต่างๆ นำมาอัดด้วยความร้อนและแรงอัดสูง โดยกรรมวิธีเปียกอัด ลักษณะของไม้แผนชนิดนี้ดู คล้ายๆ กับแผ่นมาโซไนต์ซึ่งมาจากต่างปประเทศเมื่อหลังสงครามครั้งที่สองใหม่ๆ ผิวหน้าเรียบด้านหลังเป็นลายตะแกรง เหมาะสำหรับใช้ทำฝา ฝ้าเพดาน เครื่องเรียนบางส่วน เช่น ทำบานตู้ วิธีเปียกอัดนั้นทำได้ดังนี้

1. นำไม้ท่อนเข้าเครื่องจักรย่อยให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ

2. ทำการบดชิ้นไม้ที่ย่อยแล้วให้เป็นใยไม้ด้วยเครื่องบดและใช้ความร้อนจากไอน้ำช่วยในการบด

3. นำใยไม้ที่ย่อยได้ที่แล้ว เข้าเครื่องทำแผ่นเปียกและดูดน้ำออก

4. เอาแผ่นเปียกที่ดูดน้ำออกแล้วเข้าเครื่องอัดโนมัติ อัดด้วยความร้อนและแรงอัดสูง ในตอนนี้ใยไม้จะประสานกันและคงรูปเหมือนกับที่เป็นอยู่กับไม้ตามธรรมชาติอีกครั้งหนึ่ง

5. หลังจากอัดเป็นแผ่นเรียบแล้ว ก็นำเข้าอบในเครื่องอบและเครื่องปรับความชื้นเพื่อให้ได้คุณภาพตามมาตรฐาน

6. นำแผ่นเรียบที่อบและปรับความชื้นแล้วตัดตามขนาด

ไม้อัดชนิดนี้ทำงานง่าย สามารถตัดด้วยเลื่อยได้สะดวก ตอกตะปูได้ง่าย การตอกตะปูควรตอกห่างจากริมแผ่นประมาณ 0.25 นิ้ว ระยะในการวางคร่าวไม่ควรเกิน 16 นิ้ว

ขนาดที่ทำออกจำหน่าย 4 ฟุต × 8 ฟุต ÷ 6 มิลลิเมตร

กระเบื้องซีเมนต์ใยหินแผ่นเรียบ

กระเบื้องซีเมนต์ใยหินแผ่นเรียบ เป็นวัสดุก่อสร้างซึ่งใช้ในการทำฝ้าเพดาน ฝาผนัง วัสดุก่อสร้างชนิดนี้ผลิตโดยนำใยหินมาผสมกับปปูนซีเมนต์ดราช้าง แล้วอัดในเครื่องจักร ตัดแต่งริมให้ได้ขนาดมาตรฐานตามที่ต้องการ วัสดุชนิดนี้คุณสมบัติในทางทนความร้อนได้ดี ไม่ไหม้ไฟ ปปลวกและมอดไม่กัดกิน ไม่ผุ ไม่เปื่อย เป็นฉนวนความร้อนได้ดี บริษัทท่ผลิตออกจำหน่ายในปัจจุบันมีดังนี้ บริษัทกระเบื้องกระดาษไทยผลิตกระเบื้องแผ่นเรียบตราช้าง บริษัทกระเบื้องซุปปอร์ผลิตกระเบื้องแผ่นเรียบตราสิงโต ส่วนมากผลิตออกมาในขนาดต่างๆ ดังตาราง

ตารางที่ ลักษณะการใช้งานและขนาดของกระเบื้องซีเมนต์ใยหินแผ่นเรียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระเบื้องใยหินแผ่นเรียบนี้เวลาตอกตะปูต้องระวัง ถ้าใช้ตะปูใหญ่เกินไปอาจแตกได้ง่าย ถ้าใช้เล็กเกินไปตะปูก็งอ สำหรับกระเบื้องขนาดหนา 8 มิลลิเตรนั้นจะต้องใช้สว่านเจาะรูนำก่อน มิฉะนั้นจะแตกสำหรับกระเบื้องที่หนา 6 หรือ 4 มิลลิเมตรนั้นถ้าราดน้ำให้เปียกก่อนจะตอกง่ายเข้า

ซีโลเทกซ์

ซีโลเทกซ์ เป็นวัสดุที่เป็นฉนวนของความร้อนและสียง ทำมาจากชานอ้อยอัดเข้าด้วยกัน โดยบดชานอ้อยให้เป็นผงละเอียดและผสมสารเคมีบางชนิดเข้าไปเพื่อให้ใยยึดติดกันแน่น ส่วนมากทำมาจากต่างประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา ขนาดมาตรฐานที่ผลิตออกจำหน่ายนั้นคือ 4×8 ฟุต หนา 0.75 นิ้ว และ 0.5 นิ้ว ซีโลเทกซ์ใช้ภายนอกไม่ได้เพราะไม่ทนความชื้นและไม่ทนฝน ถ้าถูกน้ำละต่างและยุ่ยออกมา ที่ใช้มากมักใช้ภายใน เช่น ทำฝ้าเพดานในที่ที่แน่ใจว่าหลังคาไม่รั่ว เช่น ฝ้าเพดานชั้นล่างของอาคาร ใช้กรุฝาในกรณีที่ต้องเก็บเสียงเป็นพิเศษ เช่น ห้องส่งวิทยุ ห้องดนตรี เป็นต้น

เชฟวิ่งบอร์ด

เชฟวิ่งบอร์ดผลิตโดยบริษัทศรีมหาราชา ซึ่งมีโรงงานอยู่ที่ตำบลศรีราชา จังหวัดชลบุรี ผลิตขึ้นโดยนำไม้มาเข้าเครื่องสับออกเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วนำเข้าอัดให้ติดกันด้วยกาวภายใต้เครื่องซึ่งมีแรงอัดสูงและมีไอน้ำประกอบ ชื่อที่ผลิตออกมาคือ เชฟวิ่งบอร์ด ซึ่งมีทั้งชนิดขัดกระดาษทรายหน้าเดียวและชนิดขัดกระดาษทราย 2 หน้า ขนาดมาตรฐานที่ผลิตออกจำหน่ายคือ 4×8ฟุต หนา 5 มิลลิเมตรและ 4×8ฟุต หนา 6 มิลลิเมตร เชฟวิ่งบอร์ดเหมาะสำหรับใช้ภายในอาคารมากกว่าภายนอก เพราะถ้าใช้ภายนอกเมื่อถูกความชื้นเข้าอาจเน่าเปื่อยได้ แต่ในปัจจุบันได้ปรับปรุงใช้กาวพิเศษซึ่งทนความชื้นได้ดีขึ้น วัสดุชนิดนี้เหมาะสำหรับใช้ทำฝ้าเพดาน ฝากั้นห้องภายใน ดอกตะปูได้ง่าย ไสและแต่งริมได้ง่ายด้วยกบธรรมดา เลื่อยได้ด้วยเลื่อยไม้ธรรมดา

ทีโกบอร์ด

ทีโกบอร์ด เป็นแผ่นวัสดุสำเร็จรูป ผลิตในลักษณะเช่นเดียวกันกับเชฟวิ่งบอร์ดผลิตโดยบริษัทศรีมหาราชา ขนาดมาตรฐานที่ผลิตออกจำหน่ายขนาด 4×8 ฟุต หนา 8 และ 19 มิลลิเมตร มีแบบและลายสีต่างๆ เช่น แบบลายไม้ แบบลายลินิน ลายเทพนม ลายหินอ่อน แผ่นชนิดนี้เคลือบผิวด้วยสารเคมีพิเศษ เพื่อให้มีคุณสมบัติทนต่อความร้อน ทนต่อการขีดข่วน และทนต่อการเปลี่ยนแปลงของอากาศ

แอกูสติกบอร์ด

แอกูสติกบอร์ด ผลิตออกจำหน่ายโดยบริษัทศรีมหาราชา แผ่นวัสดุนี้ใช้สำหรับบุฝ้าเพดานที่ต้องการเก็บเสียง เช่น ห้องประชุม ห้องทำงาน ห้องอาหาร ห้องฟังเพลง วัสดุที่ใช้ทำเช่นเดียวกันกับเชฟวิ่งบอร์ด แต่เซาะร่องเป็นแนวยาวตลอดความยาวของแผ่น มีชนิดร่องถี่และร่องห่าง วัสดุแผ่นชนิดนี้ตอกตะปูได้ง่าย ลื่อยได้ด้วยเลื่อยธรรมดาและไสด้วยกบธรรมดาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฟโนบอร์ด

เฟโนบอร์ด ผลิตโดยบริษัทศรีมหาราชา แผ่นชนิดนี้เป็นแผ่นซึ่งผลิตจากชิ้นไม้อัดติดกันด้วยกาวเฟโนลิก ซึ่งเป็นกาวทนน้ำ ถึงแม้จะเปียกชิ้นชิ้นไม้ก็ไม่หลุดออกจากกัน ใช้สำหรับทำฝ้าเพดาน ทำฝากั้นห้อง ไสกบ เลื่อยได้ง่ายสะดวก ชนิดหนา 19 มิลลิเมตร ใช้ทำแบบหล่อคอนกรีตได้ 2-3 ครั้ง ขนาดมาตรฐานแสดงดังตาราง

ตารางที่ 18 แสดงขนาดมาตรฐานของเฟโนบอร์ด

ขนาดมาตรฐาน กว้าง×ยาว (ฟุต)	ความหนา (มม.)
4×8	8
4×8	10
4×8	12
4×8	15
4×8	19

เซลโลกรีตหรือใยไม้อัด

เซลโลกรีตเป็นวัสดุก่อสร้างที่เป็นแผ่น ซึ่งทำโดยนำไม้บางชนิดมาปอกออกเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วนำไปผสมคลุกเคล้ากับซีเมนต์ แล้วอัดเข้าด้วยกันให้เป็นแผ่น แผ่นเซลโลกรีตเป็นรูพรุนๆ ใช้สำหรับเป็นวัตถุฉนวนความร้อนได้ดี ใช้ในการทำฝ้าเพดาน ทำฝาผนัง ฉาบปูนลงไปในผิวของแผ่นวัสดุนี้ ได้ถ้าต้องการให้เรียบ ปัจจุบันทำออกมาในรูปโดมและรูปแผ่นพีระมิดเตี้ยๆ เพื่อใช้เป็นฝ้าเพดาน เซลโลกรีตผลิตโดยบริษัทภัณฑาคารจำกัด ขนาดมาตรฐานดังแสดงในตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 19 แสดงขนาด น้ำหนักและการใช้เซลโลกรีต

ขนาด (กว้าง x ยาว x หนา)	น้ำหนัก (กก.)	การใช้
$2 \times 4 \times \frac{1}{2}$"	$6\frac{1}{2}$	เหมาะสำหรับทำฝ้าเพดาน เพื่อเป็นฉนวนกันความร้อน เก็บเสียงได้ 100% มีโครงเหล็กเป็นคร่าวฝ้าสำเร็จรูป
1 ม.x 2 ม.x $\frac{1}{2}$"	18	เหมาะสำหรับทำฝ้าเพดาน เพื่อเป็นฉนวนกันความร้อน เก็บเสียงได้ 100%
1 ม.x 2 ม.x $\frac{3}{4}$"	20	เหมาะสำหรับทำผนังภายนอกและภายใน ใช้ปูแทนไม้แบบเทคอนกรีต
1 ม.x 2 ม.x 1"	25	เหมาะสำหรับทำผนังภายนอกและภายใน ใช้ปูแทนไม้แบบเทคอนกรีต
1 ม.x 2 ม.x $1\frac{1}{2}$"	33	เหมาะสำหรับทำผนังภายนอกและภายใน และทำหลังคา
1 ม.x 2 ม.x 2"	44	เหมาะสำหรับทำผนังภายนอกและภายในแบบการก่ออิฐ ใช้ส่วนผสมของปูน เช่นเดียวกับการก่ออิฐ น้ำหนักเบากว่าอิฐถึง 10 เท่า ต่อเนื้อที่ 1 ตารางเมตร
1 ม.x 2 ม.x 3"	56	เหมาะสำหรับทำผนังภายนอกและภายใน (วิธีทำผนังเช่นเดียวกับแผ่นหนา 2 นิ้วทุกประการ)

มาโซไนต์

มาโซไนต์ มีลักษณะสีเข้ม มาจากต่างประเทศ ขนาดกว้าง 4 ฟุต ยาว 8 ฟุต ความหนาประมาณ $\frac{1}{8}$ นิ้ว เหมาะสำหรับทำฝาผนังและเพดานฝ้าภายใน ทนความชื้นได้ดีพอสมควร ด้านหน้าเรียบ ด้านหลังบรุขระเป็นตะแกรงเล็กๆ ราคาประมาณตารางฟุตละ 2 บาท บางชนิดเจาะรูกลมๆ ขนาดรูประมาณ $\frac{1}{8}$ นิ้ว ห่างกัน 2 นิ้วหรือ 3 นิ้วทั่วไปทั้งแผ่น เพื่อใช้แขวนของในตู้โชว์หน้าร้านสินค้าต่างๆ แต่ในปัจจุบันไม่ค่อยมีเข้ามาจำหน่าย

สตรามิตบอร์ด

สตรามิตบอร์ด ทำด้วยฟางอัด ขนาดที่ทำออกจำหน่ายหนา 2 นิ้ว น้ำหนักประมาณ 20 กก. ต่อตรม. ขนาดความกว้าง 4 ฟุต ความยาวมียาว 6. 8. 9. 10. และ 12 ฟุต เป็นวัสดุทนไฟและเก็บเสียงได้ดี เก็บความเย็นได้ดี ใช้เป็นฝาผนังกั้นห้องภายในอาคาร ทำฝ้าเพดานและใช้เป็นแบบหล่อคอนกรีตได้ ขนาด 4x8 ฟุต หนา 2 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยิปซัมบอร์ด

ยิปซัมบอร์ด ผลิตด้วยยิปซัมซึ่งเป็นสารที่ทนไฟได้ดี เหมาะสำหรับทำฝ้าเพดานและผาภายใน ยิปซัมบอร์ดตราช้างซึ่งผลิตโดยบริษัทปูนซีเมนต์ไทยจำกัด มีชนิดและขนาดต่างๆ ดังนี้

1. ชนิดธรรมดาขอบเรียบ สำหรับติดตั้งแบบเว้นร่อง ชนชิด

- หนา 9 มิลลิเมตร ขนาด 60×60 เซนติเมตร หนักแผ่นละ 2.4 กิโลกรัม
  ขนาด 120×120 เซนติเมตร หนักแผ่นละ 9.8 กิโลกรัม
  ขนาด 120×120 เซนติเมตร หนักแผ่นละ19.5 กิโลกรัม
- หนา 12 มิลลิเมตร ขนาด 60×60 เซนติเมตร หนักแผ่นละ3.3 กิโลกรัม
  ขนาด 60×120 เซนติเมตร หนักแผ่นละ6.7 กิโลกรัม
  ขนาด 120×120 เซนติเมตร หนักแผ่นละ13.3กิโลกรัม
  ขนาด 120×240 เซนติเมตร หนักแผ่นละ26.6กิโลกรัม

2. ชนิดขอบลาด สำหรับติดตั้งแบบฉาบเรียบไร้รอยต่อ

- หนา 9 มิลลิเมตร ขนาด 120×240 เซนติเมตร หนักแผ่นละ 19.6 กิโลกรัม
- หนา12 มิลลิเมตร ขนาด 120×240 เซนติเมตร หนักแผ่นละ 26.6 กิโลกรัม

3. ชนิดมีอะลูมิเนียมฟอยล์ เพื่อป้องกันความร้อน

ก. ชนิดมีอะลูมิเนียมฟอยล์ ขอบเรียบ

- หนา 9 มิลลิเมตร ขนาด 60×60 เซนติเมตร หนักแผ่นละ 2.4 กิโลกรัม
  ขนาด 120×120 เซนติเมตร หนักแผ่นละ 9.8 กิโลกรัม
  ขนาด 120×240 เซนติเมตร หนักแผ่นละ 19.5 กิโลกรัม
- หนา 12 มิลลิเมตร ขนาด 60×60 เซนติเมตร หนักแผ่นละ 3.3 กิโลกรัม
  ขนาด 60×120 เซนติเมตร หนักแผ่นละ 6.7 กิโลกรัม
  ขนาด 120×120 เซนติเมตร หนักแผ่นละ13.3 กิโลกรัม
  ขนาด 120×240 เซนติเมตร หนักแผ่นละ26.6 กิโลกรัม

ข. ชนิดมีอะลูมิเนียมฟอยล์ขอบลาด

- หนา 9 มิลลิเมตร ขนาด 120×240 เซนติเมตร หนักแผ่นละ 19.5 กิโลกรัม
- หนา 12 มิลลิเมตร ขนาด 120×240 เซนติเมตร หนักแผ่นละ 26.6 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3 โลหะอื่น ๆ

โลหะชนิดต่างๆ ที่จะนำมากล่าวในที่นี้ก็คือ สังกะสี ทองแดง ตะกั่ว ดีบุก อะลูมิเนียม บรอนซ์ และทองเหลือง ดังนี้

2.6.3.1 สังกะสี

สังกะสีเป็นวัสดุที่ใช้ประโยชน์ในการก่อสร้างและงานอื่นๆ ในครัวเรือนอีกเป็นอันมาก ส่วนมากนำมาใช้เคลือบวัสดุอื่น เช่น เหล็กเพื่อกันมิให้เหล็กเกิดสนิม ใช้เคลือบท่อน้ำประปา ใช้เคลือบแผ่นเหล็กมุงหลังคา เป็นต้น ที่ใช้ในส่วนอื่นๆ ก็มีเช่น ทำอุปกรณ์ถ่านไฟฉาย ทำอะไหล่รถยนต์ ฯลฯ ประเทศไทยเคยสั่งสังกะสีมาจากต่างประเทศเพื่อใช้ในกิจการต่างๆ ถึงปีละมาระมาณ 35,000 ตัน

โรงงานสังกะสีในประเทศไทยที่ใหญ่ที่สุดอยู่ที่ตำบลแม่ตาว อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ชื่อบริษัท ผาแดงอินดัสทรีจำกัด ซึ่งดำเนินกิจการมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2527 ปัจจุบันมีกำลังผลิตละประมาณ 60,000 เมตริกตัน

การผลิต การผลิตสังกะสีที่โรงงานแห่งนี้ใช้กรรมวิธีแยกแร่ด้วยไฟฟ้า แบ่งเป็น 4 ขั้นตอนด้วยกัน

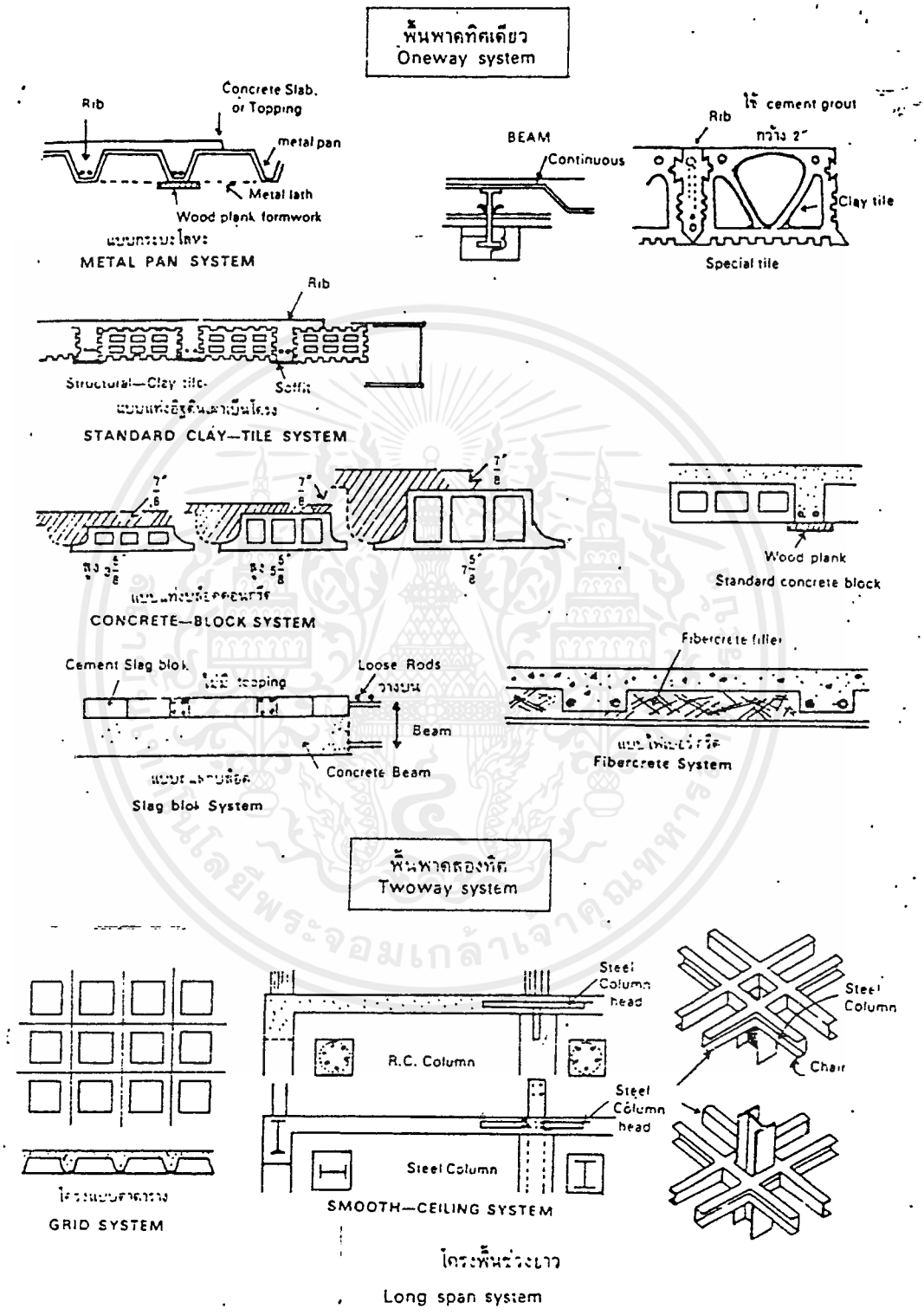
1. บดแร่ซึ่งมาจากเหมืองโดยเครื่องบดเปียก จนละเอียดเป็นผงก่อนที่จะส่งไปยังโรงสกัดแร่

2. เนื่องจากแร่ที่ขุดมาได้นั้นมีแร่อื่นเจือปนอยู่ด้วย จึงต้องสกัดออกโดยการใช้กรดกำมะถันซึ่งจะทำหน้าที่ละลายโลหะส่วนใหญ่ออก ส่วนที่เหลือจะตกตะกอน ต่อจากนั้นจึงทำให้ตะกอนเป็นกลางโดยเติมหินปูนและปูนขาว แล้วจึงนำสารที่ได้จากการละลายไปกรองให้บริสุทธิ์

3. ส่งสารละลายที่บริสุทธิ์เข้าโรงแยกด้วยไฟฟ้า สังกะสีที่ปนอยู่ในสารละลายจะไปเกาะที่ขั้วลบซึ่งเป็นแผ่นอะลูมิเนียมขนาดใหญ่ แล้วจึงนำเอาแผ่นอะลูมิเนียมขนาดใหญ่ แล้วจึงนำเอาแผ่นอลูมิเนียมที่มีสังกะสีเกาะเต็มแล้วไปกะเทาะเอาสังกะสีออก

4. ส่งสังกะสีที่ได้ไปยังเตาหลอมให้ออกมาเป็นแท่งในเบ้าหลอม แล้วส่งเข้าโรงเก็บเพื่อจำหน่ายต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3.2 ทองแดง

ทองแดง เป็นแร่บริสุทธิ์ที่พบในธรรมชาติและพบอยู่ในธาตุต่างๆ เช่น ในฉุลไฟด์ คุณสมบัติที่ดีของทองแดงก็คือเป็นตัวนำของไฟฟ้าได้ดี และเป็นวัสดุที่ทนการผุกร่อนได้ดี คุณสมบัติที่สามารถดึงให้เป็นเส้นได้เพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับวิธีทำและความร้อนที่ใช้ ถ้าเผาทองแดงให้ร้อนจัดจนแดงแล้วปล่อยให้เย็นช้าๆ มักจะเปราะ แต่ถ้าให้เย็นลงโดยเร็วจะสามารถดึงเป็นเส้นได้ หรือแผ่เป็นแผ่นได้ดีทองแดงอาจหล่อหรือเชื่อม และอาจรีดเป็นเส้นได้เมื่อร้อนหรือเย็น ทองแดงส่วนใหญ่ใช้เกี่ยวกับเรื่องไฟฟ้า เช่น ใช้เป็นสายไฟฟ้า ใช้ประกอบเครื่องไฟฟ้า ที่ใช้ในการก่อสร้างก็มีทำท่อซึ่งใช้ส่งน้ำร้อน วัสดุมุงหลังคา เมื่อทองแดงถูกดินฟ้าอากาศภายนอกเมื่อใช้เป็นวัสดุมุงหลังคา จะเกิดเบสิกคาร์บอเนตสีเขียวๆ บางๆ เกิดขึ้นจับอยู่ที่ผิว สิ่งนี้ป้องกันทองแดงให้คงทนได้เป็นอย่างดี จุดลุลายหลอมตัวของทองแดงประมาณ 1083 องศาเซลเซียส

การถลุงทองแดง ดังได้กล่าวแล้วว่าทองแดงมักจะพบในซัลไฟด์ กรรมวิธีที่จะแยกทองแดงออกจากซัลไฟด์หรือเรียกว่าวิธีถลุงนั้นมีดังนี้

1. วิธีคัดเอาหัวแร่ ทำโดยการเอาแร่มาบด แล้วให้ผ่านเครื่องบดแร่แล้วผ่านเครื่องเจาะ ซึ่งแร่จะสั่นสะเทือน เพื่อให้ส่วนที่หนักซึ่งมีทองแดงผสมอยู่ตกลงไปกองอยู่ที่ส่วนล่าง และวัสดุเบาที่อยู่ข้างบนจะถูกกำจัดทิ้งไปโดยใช้น้ำ ส่วนที่เหลือเป็นส่วนหนักซึ่งมีทองแดงปนอยู่มาก

2. วิธีย่าง ทำโดยการย่างซัลไฟด์ให้เกิดการออกซิไดซ์ในบรรยากาศจะทำให้บางส่วนของไอออนซัลไฟด์ลุกไหม้แยกออกมาจากซับไฟด์ แต่อุณหภูมิที่ใช้เผาไม่สูงพอที่จะละลายทองแดงได้ แร่ที่นำมาเผานี้ส่วนใหญ่ประกอบด้วย คอปเปอร์ซัลไฟด์ ไอออนออกไซด์ และกากซิลิกา

3. วิธีถลุงในเบ้า ทำโดยหลอมในเตาหลอมแบบเป่าโดยใช้ถ่านโค้กเป็นเชื้อเพลิง คอปเปอร์-ซัลไฟด์และไอออนซัลไฟด์จะตกลงไปที่ส่วนล่าง ทำให้เกิดเศษโลหะที่ไม่บริสุทธิ์ และตะกรันซึ่งมีกากแร่ และไอออนออกไซด์ที่ส่วนบนซึ่งตักเอาออก

2.6.3.4 ดีบุก

ดีบุก สามารถตีแผ่เป็นแผ่นได้ และสามารถรีดเป็นแผ่นบางๆ ได้ ซึ่งเรียกว่าดีบุก ทนต่อการผุกร่อนได้ดี ชใในการชุบหรือเคลือบเหล็กเพื่อกันสนิม ใช้เป็นวัสดุมุงหลังคา

การถลุงดีบุก แร่สำคัญที่ใช้ในการถลุงดีบุกก็คือ black oxide (SnO_3) ซึ่งเรียกกันว่า แคสซิเทอไรด์ (cassiterite) หรือ tin stone กรรมวิธีในการถลุงมีดังนี้

1. คัดเอาหัวแร่ โดยบดและล้างเอาวัสดุที่เบาออก

2. เอาแร่ย่างในเตาหลอมแบบหลังคาโค้งเพื่อจะออกซิไดซ์ กำมะถันและสารหนูซึ่งมีอยู่ออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนออกซิไดซ์นี้จะออกมาเป็นก๊าซ

3. นำมาถลุงในเตาแบบลมเป่า ออกซิเจนของดีบุกออกไซด์จะผสมกับคาร์บอนทำให้เกิดเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ นำคาร์บอนเข้าไปผสมกับแร่โดยตรงในเตาเผา หรือออกซิเจนซึ่งผสมกับคาร์บอนมอนอกไซด์ซึ่งได้มาจากส่วนหนึ่งของถ่านหินที่เผ่าไหม้จะใช้เป็นแหล่งที่ให้ความร้อน ดีบุกที่ละลายแล้วจะรวมตัวกันตักออกมาได้ ดีบุกตอนนี้จะยังมีทองแดง เหล็ก สารหนู กำมะถัน และวัสดุอื่นปนอยู่ ซึ่งเรียกว่าดีบุกดิบ

4. ทำดีบุกให้บริสุทธิ์ โดยการทำให้ละลายคือ เอาดีบุกดิบใส่ลงในเตาหลอมแบบหลังคาโค้ง ขณะที่เตาร้อนขึ้น ดีบุกจะเริ่มลาลายส่วนที่สกปรกจะถูกแยกออก ดีบุกจะค่อยๆ บริสุทธิ์ขึ้น ส่วนสารอื่นจะลอยขึ้นมาเป็นฝาที่ส่วนบน แล้วจึงจัดการเขี่ยทิ้ง บางส่วนหนักไม่ลอยจะจมลงไปข้างล่าง ด้วยเหตุนี้ตะกั่วที่มาจากส่วนบนของเตาหลอมจะบริสุทธิ์กว่าส่วนล่าง จุดหลอมลลายของดีบุกประมาณ 231.9 องศาเซลเซียส

2.6.3.5 **อะลูมิเนียม**

อะลูมิเนียม มีความต้านทานไฟฟ้าต่ำ ทำให้ใช้เป็นสายส่งไฟฟ้าและเครื่องไฟฟ้าอื่นๆ เป็นตัวนำความร้อนที่ดี และไม่ผุกร่อนง่ายๆ จึงใช้ในการทำเครื่องครัวมาก เช่น หม้อต้มน้ำ ถาด กระทะ ที่ใช้ในการก่อสร้างอื่นคือส่วนที่เป็นวัสดุมุงหลังคา เป็นแผ่นบางๆ เรียบสำหรับกรุในที่ที่ไม่ต้องการให้เป็นสนิม น้ำหนักของอะลูมิเนียมมีเพียง 1/3 ของเหล็กเท่านั้น อะลูมิเนียมสามารถตีแผ่เป็นแผ่นได้ ดึงออกเป็นเส้นได้ รีดออกเป็นลักษณะโครงสร้างได้ ปัจจุบันที่ใช้ในการก่อสร้างมากได้แก่ การทำกรอบบานประตูหน้าต่างกระจก ทำวงกบ ทำกรอบบานมุ้งลวด ถักเป็นมุ้งลวด จุดหลอมลาลายของอะลูมิเนียมประมาณ 658 องศาเซลเซียส

วิธีถลุงอะลูมิเนียม อะลูมิเนียมเกิดอย่างสมบูรณ์ตามธรรมชาติปนอยู่กับออกซิเจน โซเดียม ฟลูโอรีน และซิลิคอน ต้นตอของอะลูมิเนียมคือแร่บอกไซด์ซึ่งเป็นไฮเดรตออกไซด์ของอะลูมิเนียมและเหล็กกับซิลิคอน อะลูมิเนียมปรากฏในลักษณะอะลูมิเนียมออกไซด์ ซึ่งเป็นส่วนใหญ่ของสารในดินเหนียว แต่ในทางอุตสาหกรรมไม่เคยผลิตอะลูมิเนียมจากดินเหนียว

วิธีถลุงอะลูมิเนียมจากแร่บอกไซด์มีดังนี้

1. ย่างแร่บอกไซด์เพื่อไล่น้ำออก

2. บดแร่บอกไซด์ที่ได้จากการย่าง แล้วผสมกับส่วนผมของโซเดียมไฮเดรตภายใต้ความร้อนและความกดดัน ทำให้เกิดโซเดียมอะลูมิเนตขึ้น

3. ทำให้ตกตะกอน โดยทำส่วนผสมของโซเดียมอะลูมิเนตให้ร้อน ผสมกับอะลูมิเนียมไฮดรอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไซด์ หรือคาร์บอนไดออกไซด์

4. แยกอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์โดยการกรอง และให้ละลายโดยความร้อน

5. สกัดอลูมินัมจากอะลูมินาโดยกรรมวิธี electrolytic decomposition of aluminum ในครีโอไลต์ที่หลอมละลายซึ่งเป็นฟลูโอไรด์ของอะลูมินาและโซเดียม

2.6.3.6 บรอนซ์

บรอนซ์ เป็นโลหะที่ใช้ในการทำเครื่องใช้ต่างๆ เป็นส่วนประกอบของเครื่องใช้ไฟฟ้า อุปกรณ์รถยนต์ เครื่องอุปกรณ์ทางเคมี อุปกรณ์ประดูหน้าต่าง เช่น กุญแจ ลูกบิด บานพับ

บรอนซ์เป็นโลหะผสมระหว่างทองแดงกับดีบุก ซึ่งมีทองแดงประมาณ 95% และดีบุก 5% หรือบางครั้งทองแดง 75% และดีบุก 25% สัดส่วนของเปอร์เซ็นต์นี้อาจเปลี่ยนแปลงอยู่ในระหว่างตัวเลขดังกล่าวข้างต้น สาเหตุที่ผสมดีบุกลงไปก็เพื่อเพิ่มความแข็งของทองแดงให้มากขึ้น

บรอนซ์ชนิดมีทองแดง 90% และมีดีบุก 10% โลหะชนิดนี้ที่แข็งที่สุดในจำพวกบรอนซ์จะมีทองแดง 80% มีดีบุก 20% ใช้ทำระฆัง

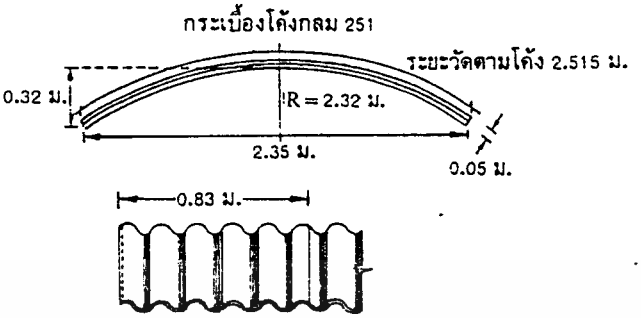
ฟอสฟาร์บรอนซ์ เป็นสารผสมระว่างทองแดง ดีบุก และปนกำมะถันเข้าไปเล็กน้อยเพื่อกำจัดคอปเปอร์ออกไซด์ ซึ่งมีผลทำให้บรินซ์ชนิดนี้แข็งขึ้น ทนทานต่อการผุกร่อน

2.6.3.7 ทองเหลือง

ทองเหลือง เป็นสารผสมระหว่างทองแดงและสังกะสี อัตราส่วนผสมมีตั้งแต่ทองแดง 60% สังกะสี 40% จนถึงทองแดง 90% สังกะสี 10. ทองเหลืองมาตรฐานนั้นมีทองแดง 2 ส่วน สังกะสี 1 ส่วน ทองเหลืองที่มมีทองแดงผสมมากจะมีสีออกทางแดงมาก ถ้ามีทองแดงผสมน้อยจะมีสีค่อนไปทางสีเงิน ทองเหลืองอาจหล่อให้เป็นรูปร่างต่างๆ ได้ดี รีดเป็นแผ่น หรือดึงเป็นเส้นลวดก็ได้ทำเป็นท่อก็ได้ ทองเหลืองทนการผุกร่อนได้ดี ไม่เป็นสนิม ใช้ทำเครื่องอุปกรณ์ประดูหน้าต่าง เช่น บานพับ ขอสับ กุญแจจ นอกจากการก่อสร้างแล้วยังใช้ประโยชน์อย่างอื่นๆ อีกมาก เช่น ภาชนะต่าง ๆ ก๊อก วาล์ว

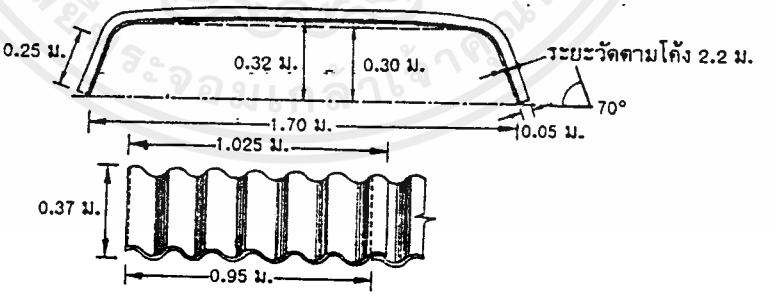
ทองเหลืองที่ใชเป็นอุปกรณ์การก่อสร้างอย่างแพร่หลายก็คือทองเหลืองเส้นซึ่งใช้เป็นเส้นแบ่งพื้นที่ในการทำหินขัด ซึ่งเป็นหน้าตัดรูปตัวที หรือตัวแอล นอกจากนี้ยังใช้ทำจมูกบันไดในอาคารสาธารณะกันทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 99 กระเบื้องซีเมนต์ใยหินชนิดโค้งกลม 226

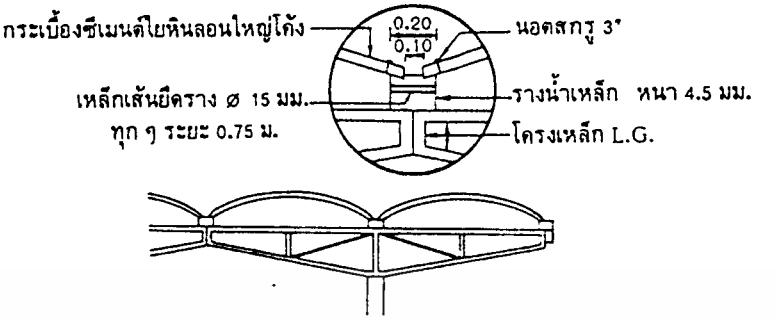
3. **ชนิดโค้งเหลี่ยม** ดังแสดงในรูป มีขนาดกว้าง 102 เซนติเมตร ยาวตามโค้ง 220 เซนติเมตร หนา 5 มิลลิเมตร น้ำหนักต่อแผ่น 28.9 กิโลกรัม



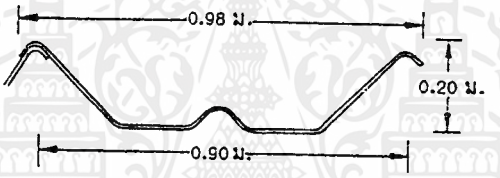
รูปที่ 100 รูปขยายการติดตั้งกระเบื้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

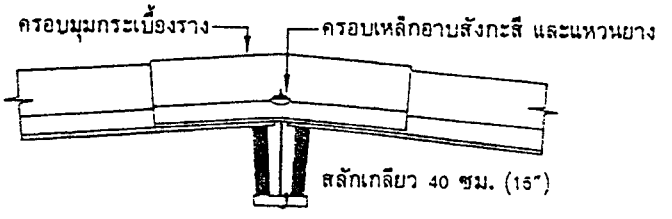
4. **ชนิดรางน้ำ** ดังแสดงในรูป ขนาดกว้าง 90 เซนติเมตร ยาว 500 เซนติเมตร ความหนา 8 มิลลิเมตร น้ำหนักต่อแผ่น 82 กิโลกรัม



รูปที่ 101 ครอบมุม 4°

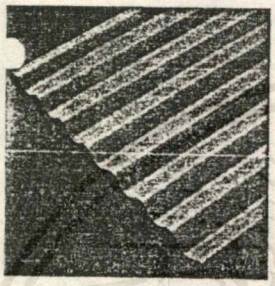


รูปที่ 102 วิธีติดตั้งครอบมุม 4°



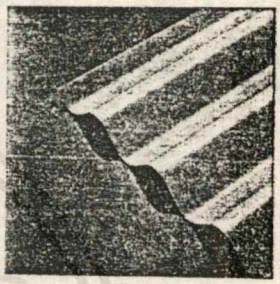
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4.2 กระเบื้องโปร่งแสงคราช้าง ผลิตโดยบริษัทกระเบื้องกระดาษไทย จำกัด เป็นวัสดุมุงหลังคาที่มีคุณสมบัติโปร่งแสง ช่วยกรองแสงธรรมชาติให้เข้ามาสว่างในที่ที่ต้องการ โดยผลิตขึ้นให้สามารถใช้ร่วมกับหลังคากระเบื้องลอนต่างๆ และลอนสังกะสี ใน 6 รูปแบบคือ ลอนคู่ ลอนเล็ก ลอนใหญ่ ลอนสังกะสี บานเกล็ด และแผ่นเรียบมี 5 สี คือ ขาว ขาวใส เหลือง เขียว และน้ำเงิน



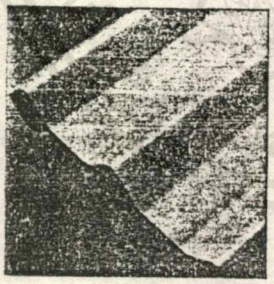
ลอนเล็ก

ความสูงของลอน	20 มม.
ความหนา	1.2 มม.
ความกว้างของแผ่น	54 ซม.
ความกว้างที่ใช้งาน	45 ซม.
ซ้อนกันด้านข้าง	9 ซม.
ซ้อนกันตามยาว	20 ซม.
ความยาว	120 และ 150 ซม.
น้ำหนัก	1.3 และ 1.6 กก.



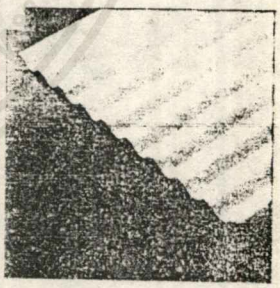
ลอนใหญ่

ความสูงของลอน	50 มม.
ความหนา	1.2 มม.
ความกว้างของแผ่น	100 ซม.
ความกว้างที่ใช้งาน	95 ซม.
ซ้อนกันด้านข้าง	5 ซม.
ซ้อนกันตามยาว	20 ซม.
ความยาว	120,150 และ 180 ซม.
น้ำหนัก	2.5, 3 และ 3.7 กก.



ลอนคู่

ความสูงของลอน	50 มม.
ความหนา	1.2 มม.
ความกว้างของแผ่น	50 ซม.
ความกว้างที่ใช้งาน	45 ซม.
ซ้อนกันด้านข้าง	5 ซม.
ซ้อนกันตามยาว	20 ซม.
ความยาว	120 และ 150 ซม.
น้ำหนัก	1.2 และ 1.5 กก.

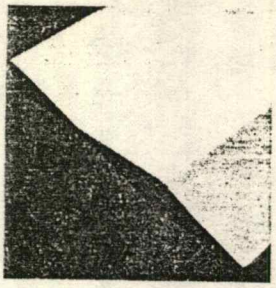


ลอนสังกะสี (ลอนใหญ่)

ความสูงของลอน	18 มม.
ความหนา	1.2 มม.
ความกว้างของแผ่น	66.5 ซม.
ความกว้างที่ใช้งาน	56 ซม.
ซ้อนกันด้านข้าง	10.5 ซม.
ซ้อนกันตามยาว	20 ซม.
ความยาว	213 ซม.
น้ำหนัก	2.8 กก.

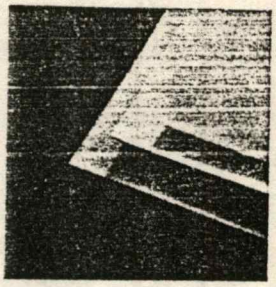
หมายเหตุ ขนาดและน้ำหนักเป็นตัวเลขโดยประมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บานเกล็ด

ความหนา	1.2 มม.
ความกว้าง	60 ซม.
ความยาว	120 ซม.
ความกว้างใช้งาน	40 ซม.
ความยาวใช้งาน	100 ซม.
น้ำหนัก	1.3 กก.



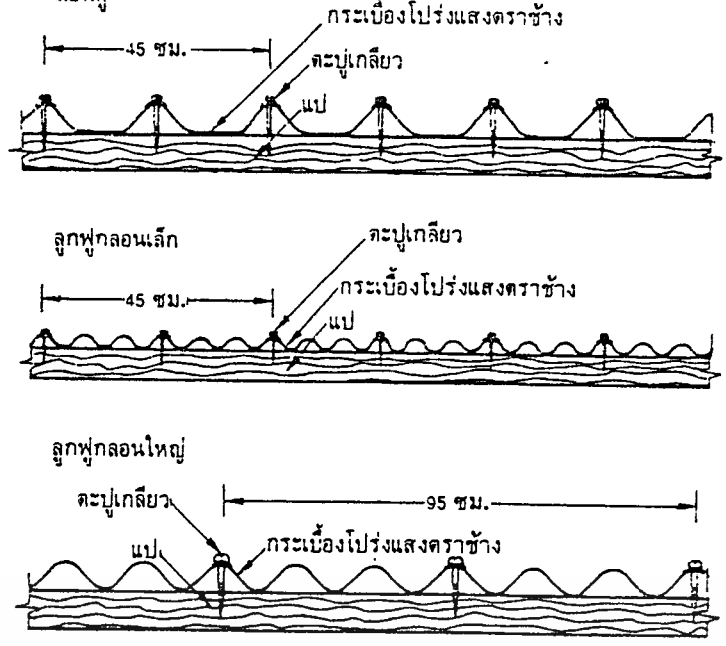
แผ่นเรียบ

ความหนา	1.2 มม.
ความกว้าง	120 ซม.
ความยาวเป็นแผ่น	100 ซม.
ความยาวเป็นม้วน	15, 20 และ 25 ซม.
น้ำหนักโดยประมาณ	1.75 กก./ตร.ม.

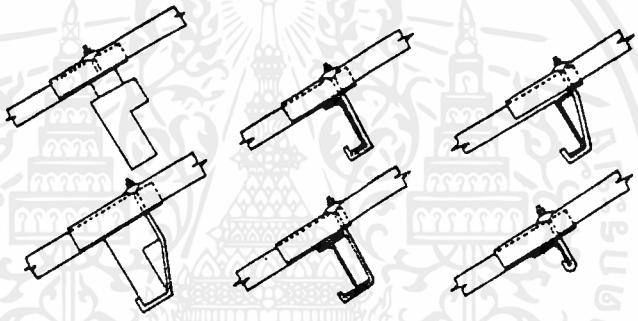
รูปที่ 103 (ต่อ) ขนาดและน้ำหนักของกระเบื้องโปร่งแสง

กระเบื้องโปร่งแสงตราช้างสามารถตัดเจาะได้ด้วยเครื่องมือธรรมดาทั่วไป เช่น เลื่อย สว่าน ส่วนวิธีมุงกระเบื้องนั้น ในกรณีที่ใช้กระเบื้องโปร่งแสงตราช้างแบบลอนคู่ ลูกฟูกลอนเล็ก ลูกฟูกลอนใหญ่ รวมกับกระเบื้องรูปลอนอย่างเดียวกัน ให้ใช้อุปกรณ์และวิธีการยึดเช่นเดียวกัน ในกรณีมุงกระเบื้องโปร่งแสงซ้อนทับต่อเนื่องกันทั้งหลังคาหรือบางส่วน ให้ใช้วิธีการยึดดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 104 การยึดกระเบื้องโปร่งแสงกับแปเหล็กหรือแปคอนกรีต



รูปที่ 105 วิธีติดตั้งกระเบื้องโปร่งแสงแบบบานเกล็ด

2.6.4.3 **กระเบื้องพลาสติก**

กระเบื้องพลาสติกมีทั้งแผ่นใสและแผ่นสีต่างๆ ใช้ในกรณีต้องการแสงสว่างทางหลังคา หรือที่ต้องการแสงแดดแต่ไม่ต้องการกระแสลม เช่น ในโรงปลูกพืชบางชนิด กระเบื้องพลาสติกอาจใช้เป็นบางส่วนของหลังคาคือสลับกับกระเบื้องธรรมดา หรอจะใช้มุงหลังคาทั้งหลังคาเลยก็ได้ ส่วนมากออกแบบมาโดยให้รูปร่างเหมือนกับกระเบื้องเพื่อให้สามารถมุงแซมหรือสลับเข้าไปได้ มีชนิดต่างๆ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. **ชนิดเล็กที่เข้ากับขนาดกระเบื้องคอนกรีตมุงหลังคาได้** ได้แ่ กระเบื้องโปร่งแสงชีแพคโมเนีย เป็นพลาสติกประเภทอะครีบิกซึ่งเป็นพลาสติกประเภทเดียวกับที่ผลิตตู้ไฟโฆษณา ไฟท้ายรถยนต์ เป็นพลาสติกซึ่งทนต่อแสงแดด ทนฝน ทนความร้อนได้สูงถึง 80 องศาเซลเซียส และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของกระเบื้องกลาสโซลิตชนิดต่างๆ มีดังต่อไปนี้

1. ชนิดลอนคู่

ความกว้างของแผ่นกระเบื้อง	500 มิลลิเมตร
ความยาวของแผ่นกระเบื้อง	1,200 และ 1,500 มิลลิเมตร
ความหนา	1.2 มิลลิเมตร
ความกว้างของลอน	225 มิลลิเมตร
ความสูงของลอน	53 มิลลิเมตร
ระยะซ้อนกันด้านข้าง	50 มิลลิเมตร
ระยะซ้อนกันตามยาวต่ำสุด	150 มิลลิเมตร
น้ำหนักต่อตามรางเมตร	2 กิโลกรัม

2. ชนิดลูกฟูกลอนเล็ก

ความกว้างของแผ่นกระเบื้อง	540 มิลลิเมตร
ความยาวของแผ่นกระเบื้อง	1,500 มิลลิเมตร
ความหนา	1.2 มิลิเมตร
ความกว้างของลอน	75 มิลลิเมตร
ความสูงของลอน	18 มิลลิเมตร
ระยะซ้อนกันด้านข้าง	50 มิลลิเมตร
ระยะซ้อนกันตามยาวต่ำสุด	150 มิลลิเมตร
น้ำหนักต่อตารางเมตร	2 กิโลกรัม

3. ชนิดลูกฟูกลอนใหญ่

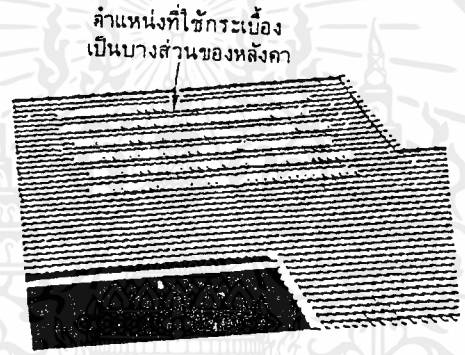
ความกว้างของแผ่นกระเบื้อง	1,000 มิลลิเมตร
ความยาวของแผ่นกระเบื้อง	1,000 มิลลิเมตร, 1,200 มิลิเมตร, 1,500
ความหนา	1.2 มิลลิเมตร
ความกว้างของลอน	160 มิลลิเมตร
ความสูงของลอน	53 มิลลิเมตร
ระยะซ้อนกันด้านข้าง	50 มิลลิเมตร
ระยะซ้อนกันตามยาวต่ำสุด	150 มิลลิเมตร
น้ำหนักต่อตารางเมตร	2.07 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถต้านทานต่อแรงกระแทกได้สูงกว่ากระจกถึง 15 เท่าในความหนาที่เท่ากัน แต่จะมีน้ำหนักน้อยกว่าถึง

50% ขนาดของกระเบื้องชนิดนี้กว้าง 63 เซนติเมตร ยาว 44 เซนติเมตร หนา 3 มิลลิเมตร น้ำหนัก 1.1 กิโลกรัมต่อแผ่น สีที่ผลิตออกจำหน่ายเป็นสีที่โปร่งแสง มีชนิดใส ซึ่งแสงจะผ่านได้ประมาณ 90 - 95 % ชนิดสีขุ่นแสงจะผ่านได้ประมาณ 75 - 80% ชนิดสีส้มแสงจะผ่านได้ประมาณ 90 - 95% ชนิดสีชาน้ำตาลแสงจะผ่านได้ประมาณ 55 - 60% และชนิดสีชาดำแสงจะผ่านได้ประมาณ 20 - 30%

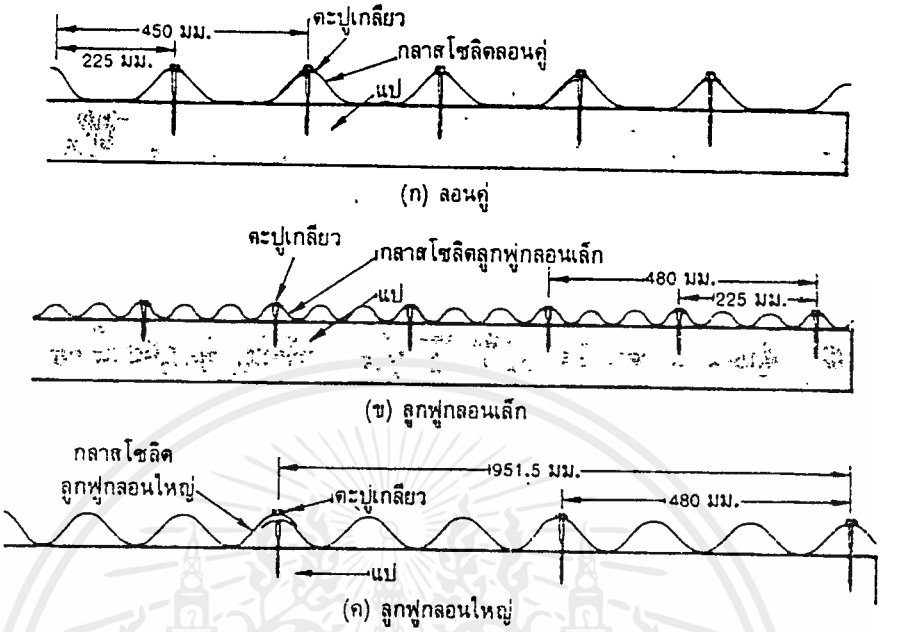
กระเบื้องชนิดนี้ห้ามใช้น้ำยาเคลือบ แอลกอฮอล์ ทินเนอร์ เบนซิน หรือกรดทำความสะอาด เพราะสิ่งเหล่านี้จะทำลายผิวหน้าของกระเบื้อง หรือมีผลในทางโปร่งแสงของกระเบื้องการทำความสะอาดควรใช้สบู่และผ้าโดยใช้ผ้านุ่มๆหรือฟองน้ำถู



รูปที่ 106 การใช้กระเบื้องพลาสติก

2. **ชนิดที่เป็นลอนแผ่นใหญ่เท่ากับกระเบื้องซีเมนต์ใยหินลอนคู่หรือลอนลูกฟูก ได้แก่** กระเบื้องกลาสโซลิต ซึ่งผลิตขึ้นโดยบริษัทกระเบื้องกระดาษไทยจำกัด ผลิตออกมาในรูปลอนของกระเบื้องลินคู่ กระเบื้องลูกฟูกลอนเล็ก กระเบื้องลูกฟูกลอนใหญ่มีสีต่างๆ กัน คือ สีขาว สีเขียว สีเหลือง และชนิดโปร่งใส กระเบื้องชนิดนี้ผลิตขึ้นจากยางโพลีเอสเตอร์กับใยแก้ว กระเบื้องชนิดนี้มีความแข็งแรงทนทาน อ่อนตัวได้ และโปร่งแสง สามารถนำไปประกอบติดตั้งตัด เจาะได้ง่ายด้วยเครื่องมือธรรมดา เช่น เลื่อยหรือสว่านและยึดได้ด้วยตุปุดวงหรือตะปูธรรมดา สามารถทนต่อความไดดีเป็นพิเศษ เช่น ถึงแม้จะมีกันบุหรี่หล่นอยู่บนแผ่นกระเบื้องนี้ ก็จะไม่ทำให้เกิดไหม้หรือเป็นอันนตรายแต่อย่างใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่107 ลักษณะของกระเบื้องโปร่งแสงกลาสโซลิดและวิธีมุงหลังคา

กระเบื้องพลาสติกโปร่งแสงนี้นอกจากกระเบื้องกลาสโซลิดแล้ว ยังมีกระเบื้องอื่นๆ ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันซึ่งผลิตมาจากต่างประเทศที่ควรทราบมีดังนี้

กระเบื้อง Perpex ลอนคู่ผลิตจากประเทศอังกฤษโดยบริษัทอิมพีเรียลเคมิคัลอินดัสตรี มีขนาด 500×1,200 มิลลิเมตร ซึ่งเท่ากับกระเบื้องซีเมนต์ใยหินลอนคู่ขนาด 950×1,200 มิลลิเมตร

กระเบื้อง Hishi nami เป็นกระเบื้องลูกฟูกชนิดริกิดโพลีไวนีลคลอไรด์ขนาด 670×1,820 มิลลิเมตร 670×2,420 มิลลิเมตร 720×1,820 มิลลิเมตร 720×2,120 มิลลิเมตร 720×2,420 มิลลิเมตร 980×1820 มิลลิเมตร 980×2,120 มิลลิเมตร และ 980×4,420 มิลลิเมตร

กระเบื้อง S-lon เป็นกระเบื้องลูกฟูกผลิตจากประเทศญี่หุ่น เป็นโพลีไวนีลคลอไรด์ ขนาด 650×1,822 มิลลิเมตร และ 910×2430 มิลลิเมตร มีสีต่างๆ เช่น สีฟ้า เขียว แดง เหลือง ความหนามี 1, 1.5 และ 2 มิลลิเมตร

2.6.4.4 สังกะสีลูกฟูก

สังกะสีลูกฟูกหรือวัสดุที่แท้จริงนั้นเป็นแผ่นเหล็กอาบสังกะสี นิยมใช้กันมากสำหรับมุงหลังคาอาคารที่พักอาศัยที่ราคาถูก เบา ทำโครงหลังคาได้ง่ายและประหยัด สามารถนำไปได้ง่าย ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนบทถ้าใช้สังกะสี ลูกฟูกมุงหลังคาหรือซ่อมเพียงไม่มากแผ่นก็สามารถม้วนใส่หลังจักรยานไปก็ได้ ในโรงงานที่ช่วงหลังคากว้างและต้องการให้น้ำหนักหลังคาน้อยก็นิยมใช้วัสดุมุงเป็นสังกะสีลูกฟูก ข้อเสียของสังกะสีก็คือ เมื่อถูกผนหรืออากาศหลายๆ ปีก็จะเป็นสนิม ผุกร่อนทำให้หลังคารั่วได้ การป้องกันสนิมนั้นโดยปกติก็ชุบด้วยสังกะสีอยู่แล้วแต่ก็ยังไม่ทนทานพอ บางบริษัทผู้ผลิตได้ป้องกันโดยเคลือบสีลงบนแผ่นสังกะสีซึ่งได้ผลพอสมควรทั้ยังได้ความงามจากสีอีกด้วย การที่สังกะสีมุงหลังคาต้องเป็นลูกฟูกนั้นเนื่องมาจากเหตุผลในการที่จะให้ระบายน้ำได้สะดวก และในขณะเดียวกันก็เพิ่มความแข็งแรงในแผ่นสังกะสีด้วย เพราะการมีลอนทำให้สามารถวางพาดกับเครื่องรองรับหรือที่เรียกว่า "แป" ได้โดยมีระยะห่างพอสมควร

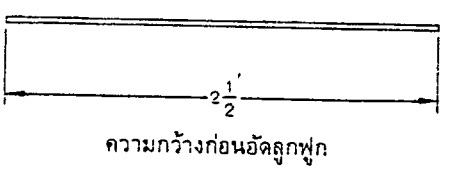
สังกะสีลูกฟูกที่ผลิตในประเทศไทยนั้นมีบริษัทผู้ผลิตที่ได้มาตรฐาน สมอ. ดังต่อไปนี้ บริษัทสังกะสีไทยจำกัด ผลิตสังกะสลูกฟูตรา 3 มงกุฎ บริษัทไทยแลนด์ไออ้อนเวิคส์จำกัด ผลิตสังกะสีลูกฟูก ตรา 3 ดาวเทียม บริษัทสังกะสีฟาร์อีสต์จำกัด ผลิตสังกะสีตราสามแหวน

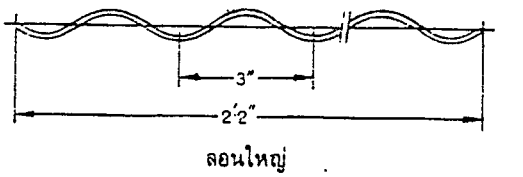
สังกะสีของบริษัทสังกะสีของบริษัทสังกะสีไทยจำกัดมี 3 ชนิดดังนี้

1. ชนิดลูกฟูกลอนใหญ่ ตรา 3 มงกุฎ มีขนาดดังนี้ ความกว้าง 2.5 ฟุต (เป็นขนาดก่อนที่จะทำเป็นลอน เมื่อทำเป็นลอนแล้วจะเหลือกว้างจริงๆ 2 ฟุต 2 นิ้วเท่านั้น) ความยาว มีตั้งแต่ 5 - 12 ฟุต ความหนาเรียกตามเบอร์ เช่น เบอร์ 35 หนา 0.198 มิลลิเมตร เบอร์ 32 หนา 0.20 มิลลิเมตร เบอร์ 28 หนา 0.30 มิลลิเมตร

2. สำหรับลูกฟูกลอนเล็ก ขนาดกว้าง 2.5 ฟุต ความยาว 5-10 ฟุต ความหนามีเฉพาะเบอร์ 35 คือ 0.198 มิลลิเมตรเท่านั้น

3. ชนิดเคลือบสี มีสีแดงและสีเขียว มีทั้งลอนลูกฟูกและลอนเหลี่ยม มีขนาดกว้าง 2.5 ฟุต ยาว 5-10 ฟุต ความหนา 0.198 มิลลิเมตร





รูปที่ 108 ลักษณะของสังกะสีลูกฟูก

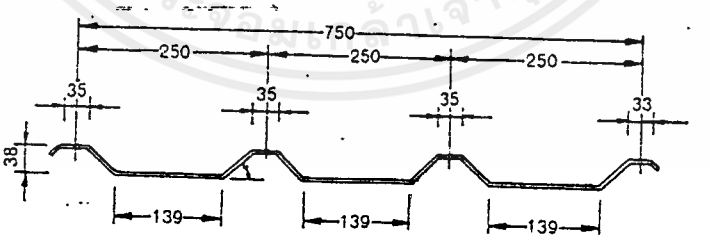
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.6.5 แผ่นเหล็กลูกฟูกเคลือบ

แผ่นเหล็กลูกฟูกเคลือบเป็นแผ่นสังกะสีลอนที่เคลือบด้วยวัสดุบางชนิดเพื่อให้กันสนิมและให้เกิดความงาม เช่น เคลือบด้วยอะลูมินัม เคลือบด้วยโพลีเอสเตอร์ หรือเคลือบด้วยโพลีไวนีลคลอไรด์เป็นสีต่างๆ สำหรับใช้ในที่ที่เป็นชายทะเล มีไอน้ำเค็มจะกันสนิมได้เป็นอย่างดี ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้มีชนิดที่ใช้เครื่องหมายการค้าว่า "ชังโก้" ผลิตจากแผ่นเหล็กกล้าอาบสังกะสีโดยบริษัทนิปปอนสตีล ในประเทศญี่ปุ่น ในประเทศไทยบริษัทที่ผลิตคือ บริษัทพรีเมียร์โพรดักต์จำกัด ผลิตออกมาเป็นแบบเคลือบด้วยโพลีเอสเตอร์ 2 ชนิดคือ

1. ชนิดลอนเล็ก เรียกชื่อสินค้าว่า SK Rib ดังแสดงในรูป มีรายละเอียดดังนี้คือ ความกว้างของแผ่น 750 มิลลิเมตร ความยาวจะผลิตตามที่ผู้ใช้ต้องการ ความสูงของลอน 38 มิลลิเมตร ศูนย์กลางลอนถึงศูนย์กลางลอน 250 มิลลิเมตร ความหนาและน้ำหนักจะเป็นดังนี้ หนา 4 มิลลิเมตร หนัก 4.29 กิโลกรัมต่อตารางเมตร หนา 5 มิลลิเมตร หนัก 5.16 กิโลกรัมต่อตารางเมตร หนา 6 มิลลิเตรา หนัก 6.11 กิโลกรัมต่อตารางเมตร หนา 8 มิลลิเมตร หนัก8.03 กิโลกรัมต่อตารางเมตร หนา 10 มิลลิเมตร หนัก 9.94 กิโลกรัมต่อตารางเมตร

กระเบื้องชนิดนี้เหมาะสำหรับใช้เป็นหลังคาโรงงานช่วงกว้างมากๆ โครงหลังคาเป็นเหล็กเบา ความลาดเอียงของหลังคาได้ถึง 5:1000 รัศมีความโค้งของหลังคา 60 เมตรหรือมากกว่านั้น

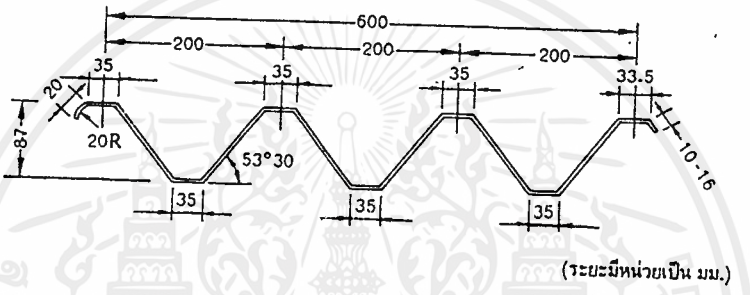


(ระยะมีหน่วยเป็น มม.)

รูปที่109 แผ่นเหล็กลูกฟูกเคลือบชนิดลอนเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ชนิดลอนใหญ่ เรียกชื่อสินค้าว่า Shell Roof W-600 ดังแสดงในรูป มีรายละเอียดดังนี้คือความกว้างของแผ่น 600 มิลลิเมตร ความยาวจะผลิตตามที่ผู้ใช้ต้องการ ความสูงของลอน 87 มิลลิเมตร ศูนย์กลางลอนถึงศูนย์กลางลอน 200 มิลลิเมตร ความหนาและน้ำหนักเป็นดังนี้ หนา 4 มิลลิเมตร หนัก 5.36 กิโลกรัมต่อตารางเมตร หนา 5 มิลลิเมตร หนัก 6.35 กิโลกรัมต่อตารางเมตร หนา 6 มิลลิเมตร หนัก 7.67 กิโลกรัมต่อตารางเมตร หนา 8 มิลลิเมตร หนัก 10.03 กิโลกรัมต่อตารางเมตร หนา 10 มิลลิเมตร หนัก 12.42 กิโลกรัมต่อตารางเมตร



รูปที่ 110 แผ่นเหล็กลูกฟูกเคลือบชนิดลอนใหญ่

กระเบื้องชนิดนี้ความเอียงลาดของหลังคาลาดได้ถึง 3:100 รัศมีความโค้งของหลังคา 150 เมตรหรือมากกว่าเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.5 เสาเข็มสำเร็จรูป

เนื่องจากในปัจจุบันเสาเข็มไม้หายากขึ้นและราคาสูงขึ้น อีกทั้งในอาคารสูงหลายๆ ชั้นต้องการเสาเข็มที่ห

ใหญ่และยาว ไม่สามารถหาเสาไม้ขนาดโตๆ ได้ จึงมีบริษัทผู้ผลิตเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงขึ้นในลักษณะรูปร่าง ความยาวต่างๆ กันมากมาย เพื่อให้ผู้ที่สนใจในการก่อสร้างได้ทราบข้อมูลต่างๆ ของเสาเข็มเหล่านี้สำหรับเป็นข้อพิจารณาในการใช้งานจึงจะยกตัวอย่างให้ทราบดังต่อไปนี้

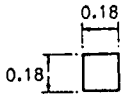
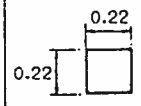
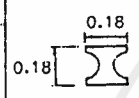
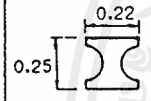
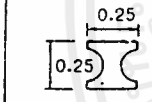
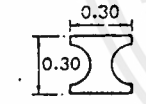
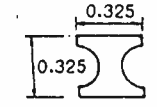
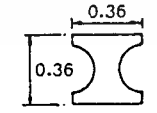
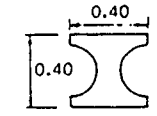
เสาเข็มคอนกรีตอัดแรงขนาดเล็กรูปตัวที เป็นเสาเข็มขนาดเล็ก มีน้ำหนักเบา หน้าตัดเป็นรูปตัวที ขากว้าง 12 เซนติเมตร ความยาวมีตั้งแต่ 3, 3.5, 4, 4.5, 5, 5.5, และ 6 เมตร ขนาดรูปร่างและรายละเอียดอื่นๆ แสดงดังรูปและราราง

รูปที่ 111 เป็นเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงรูปตัวที ขนาดหน้าตัด 10 × 12 ซม. ความยาวผลิตได้ตั้งแต่ 3 - 6 ม.

ความยาว (เมตร)	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0
น้ำหนักบรรทุกปลอดภัย (กก.)	700	815	930	1,050	1,160	1,280	1,400
หมายเหตุ - ค่าเฉลี่ยของแรงเสียดทานของชั้นดินอ่อน = 600 กก./ม.² - น้ำหนักของเสาเข็มฯ = 18 กก./ม.							

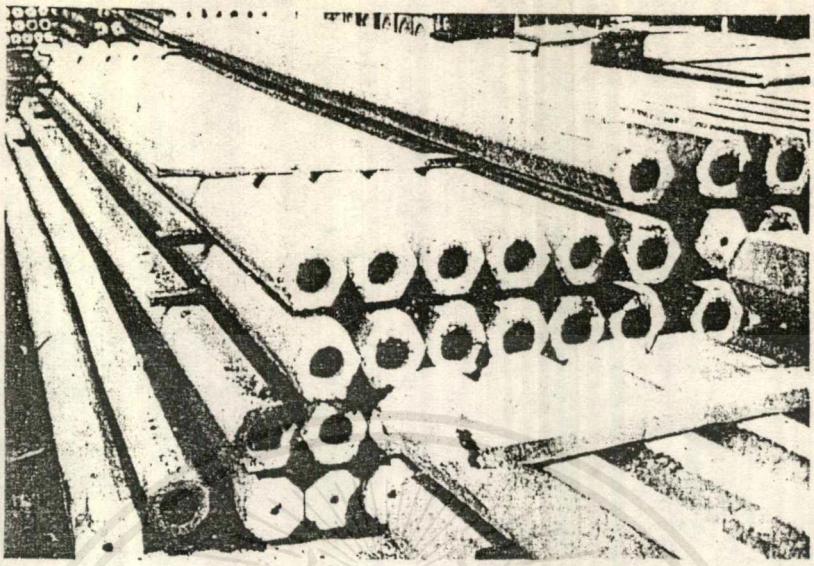
ตารางที่ 20 แสดงค่าเสียดทานของเสาเข็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

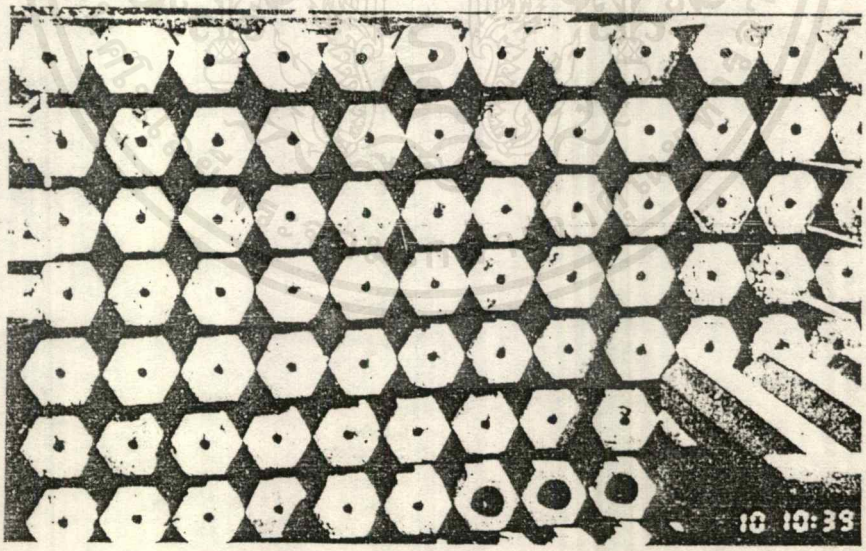
อันดับ	รูปหน้าตัด และขนาด (ม.)	ชนิดเข็ม		น้ำหนัก กก./หน่วย	เนื้อที่หน้าตัด (ซม.²)	เส้นรอบรูป (ซม.)	รับน้ำหนักปลอดภัย (ตัน)
1		เข็มต่อขนาด 0.18 x 0.18 x 3 @ 7.00 ม = 21.00 ม		1,650 กก./21 ม.	324	72	20-25
2		เข็มต่อขนาด 0.22 x 0.22 x 2 @ 10.50 ม = 21.00 ม		2,460 กก./21 ม.	484	88	25-30
3		เข็มดีเอช ขนาด 0.18 x 0.18 ยาว	8.00 ม. 9.00 ม. 10.00 ม.	441 497 552	224 224 224	85 85 85	3-3.5 3.5-4 4-4.5
4		เข็มดีเอช ขนาด 0.22 x 0.25 ยาว	10.00 ม. 12.00 ม. 14.00 ม.	790 948 1,106	328 328 328	113 113 113	6-7 7.5-9 10-14
5		เข็มดีเอช ขนาด 0.25 x 0.25 x 12.00-16.00 ม.		1,600 กก./16 ม.	404	119	25-30
6		เข็มดีเอช ขนาด 0.30 x 0.30 x 20.00-21.00 ม.		2,600 กก./20 ม.	545	144	30-40
7		เข็มดีเอช ขนาด 0.325 x 0.325 x 20.00-23.00 ม.		3,300 กก./20 ม.	689	154	40-50
8		เข็มดีเอช ขนาด 0.36 x 0.36 x 20.00-24.00 ม.		4,460 กก./20 ม.	929	168	50-60
9		เข็มดีเอช ขนาด 0.40 x 0.40 x 20.00-24.00 ม.		6,000 กก./20 ม.	1,233	184	60 ขึ้นไป

ตารางที่ 21 เสาเข็มคอนกรีตอัดแรงลักษณะต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 112 เสาเข็ม ค.ส.ล. หกเหลี่ยมกลวงยาว 6.00 ม.



รูปที่ 113 เสาเข็ม ค.ส.ล. หกเหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.6 **ไม้ที่ใช้ในการก่อสร้าง**

คุณสมบัติของไม้ที่ใช้ในการก่อสร้างโดยทั่วๆ ไปนั้น ควรมีคุณสมบัติดังนี้

1. มีกำลังความแข็งแรงเหมาะแก่การใช้เพื่อการนั้น ๆ
2. มีความทนทานต่อแมลง เห็ด รา และอากาศ
3. ไม้ที่ใช้มีคุณสมบัติดี ปราศจากกระพี้ ตา หรือตำหนิอื่นๆ จะทำให้ความมั่นคงแข็งแรง ความทนทานน้อยลง
4. ง่ายต่อการเลื่อย ไส ตกแต่ง
5. ยืดหรือหดตัวน้อย
6. มีความสวยงามทั้งลวดลายและสี (ถ้าทาสีก็ไม่จำเป็น)

คุณสมบัติข้อ 1 มีกำลังความแข็งแรง เหมาะแก่การใช้เพื่อการนั้น ๆ ในการพิจารณาเลือกไม้ เช่น ไม้เต็งรัง แดง ประดู่ เคี่ยม บุนนาค ตะเคียนทอง ย่อมมีกำลังแข็งแรงพอที่จะใช้ทำเป็นคานของสะพาน หรือรอด ตง ของบ้านเหรือในการใช้ทเสาเรือน เสาตั้งของจั่วซึ่งไม้ที่ยกมาเป็นตัวอย่างนี้ กำลังแรงอัดขนานเส้นไม้เหมาะสม ส่วนไม้ชนิดอื่นๆ เช่น ไม้กว้าว มีคุณสมบัติพิเศษในการใช้ทำพื้น เพราะนออกจากจะมีน้ำหนักเบาพอสมควรแล้ว ยังมีกำลังต้านทานต่อแรงที่ททำทำให้สึหรือเป็นร่องรอยได้มาก ไม้ตะแบกซึ่งใช้ทำให้เป็นมันเงางาม ไม้แดงมีสึงดงาม ทำให้พื้นเย็นสบาย แต่ค่อนข้างหนักและหดตัวยาก ถ้าไม่อบเสียก่อน ดังนี้เป็นต้น

คุณสมบัติข้อ 2 มีความทนทานต่อแมลง เห็ด รา และอากาศ เป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องเลือกไม้ที่มีความทนทานต่อปัจจัยอันจะเกิดจากแมลง ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากปลวด มอด เห็ด รา และอากาศหรือความชื้น สำหรับไม้ที่ใช้ในร่มและไม่ติดกับดิน ปัญหานี้จะลดน้อยลง ต่ก็ต้องระมัดระวังป้องกันปลวกที่จะก่อสร้าง เริ่มต้นแต่พื้นฐานที่เดียว เพราะถ้าขาดความเอาใจใส่แล้ว ปลวกจะทำความร้อนใจให้แก่ผู้อยู่อาศัยใช้อาคารนั้นๆ ไม้ที่ทนทานต่อปลวกมีไม่กี่ชนิด เท่าที่ทราบ คือ ไม้สัก ไม้กันเกรา ฉะนั้นเพื่อให้การใช้ไม้มีความทนทานยิ่งขึ้น จึงนิยมใช้ไม้ที่อาบน้ำยาแล้ว นอกจากจะป้องกันปลวกแล้ว ก็ยังสามารถป้องกันแมลงอื่นๆ และเห็ดราได้ด้วย

ไม้บางชนิดมีความทนทานตามธรรมชาติได้อย่างดี ทั้งในที่ร่มและกลางแจ้ง เช่น ไม้ที่มีคุณสมบัติดังกล่าวใน ประเภทแรก แต่ไม้หลายชนิดจะมีควาทนทานเฉพาะที่ใช้ในที่ร่มเท่านั้น เช่น ไม้ที่มีคุณสมบัติดังกล่าวในประเภทแรก แต่ไม้หลายชนิดจะมีความทนทานเฉพาะที่ใช้ในที่ร่มเท่านั้น เช่น ไเต็ง ตานี ถ้านำไปใช้ในที่กรำแดดกรำฝนแล้ว จะแตกร้าวเสียหายและผุพังในไม่กี่ปี ส่วนไม้เต็งรังมีความทนทานดีกว่า แต่ก็มีการแตกร้าวเช่นกัน ส่วนไม้ยางนอกจากจะแตกร้าวแล้วก็ยังมีการปิดโค้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และผุภายในระยะอันสั้น จึงไม่เหมาะอย่างยิ่งท่จะทำพื้นในที่กลางแจ้ง

คุณสมบัติข้อ 3 ไม้ที่ใช้มีคุณภาพดี ปราศจากกระพี้ ตาหรือตำหนิอื่นๆ ที่จะทำให้ความมั่นคง แข็งแรงความทนทานน้อยลง ผู้ใช้ไม้ในการก่อสร้างควรจะได้มีความละเอียดถี่ถวน คัดเลือกใช้เฉพาะไม้ที่มีชั้นคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี เนื่องจากประเทศไทยยังมิได้มีการกำหนดชั้นคุณภาพไม้เพื่อใช้ในการก่อสร้างขึ้น ผู้จำหน่ายไม้จึงมักเอาเปรียบผู้ใช้ โดยนำไม้ที่มีตำหนิต่างๆ เช่น มีกระพี้ติด มีตารอยเดาะแตก สิ่งเหล่านี้ย่อมทำให้ไม้ที่ใช้ขาดความทนทาน ลดกำลังความแข็งแรงลงไปมาก ยิ่งกว่านั้น สิ่งที่ต้องระวัง คือ มีไม้ชนิดอื่นๆ ที่มิได้ระบุไว้ในสัญญาปลอมปนมาด้วย

คุณสมบัติข้อ 4 ง่ายต่อการเลื่อยไส ตกแต่ง ขึ้นอยู่แก่การใช้ เช่น ถ้านำไม้เต็งรังมาทำกรอบประตูหน้าต่าง หรือทำบัว ก็ย่อมใช้เวลาแรงงานมากกว่าในการใช้ไม้สัก ไม้ยาง หรือถ้าจะนำไปใช้เพื่อการแกะสลักต่างๆ ก็ย่อมต้องเลือกไม้ที่มีโครงสร้างค่อนข้างละเอียด เสี้ยนตรงมีน้ำหนักปานกลาง เช่น ไม้โมกมัน ไม้พุด เป็นต้น

คุณสมบัติข้อ 5 ยืดหรือหดตัวน้อย ไม่มีคุณสมบัติยืดหดตัวได้มาก อันเนื่องมาจากเป็นวัตถุที่ดูดและคายความร้อนได้ ผลจากการทดลองโดยเฉลี่ยปรากฏดังนี้

โดยปริมาณ	ประมาณ 7.0 - 21.0 %
ทางด้านสัมผัส	ประมาณ 4.0 - 14.0 %
ทางด้านรัศมี	ประมาณ 0.2 - 1.5 %
ทางแนวยาว	ประมาณ 0.2 - 0.3 %

ฉะนั้นการก่อสร้างบางแห่งจึงปรากฏว่า การปิดประตูหน้าต่างในฤดูฝน มักจะฝือ ส่วนในฤดูร้อนมักจะหลวม เพื่อป้องกันปัญหานี้ จึงควรใช้ไม้ที่ได้ผึ่งด้วยกระแสอากาศหรืออบให้แห้งจนเหลือความชื้น ในไม้ใกล้เคียงกับความชื้นในท้องถิ่นนั้นๆ เสียก่อน โดยปรกติประมาณ 12 - 15 % ก็จะใช้ได้

คุณสมบัติข้อ 6 มีความสวยงามทั้งลวดลายและสี ไม้มีลวดลายสวยงามตามธรรมชาติผู้สนใจต่อความงามของธรรมชาติ นิยมใช้ไม้ในการทำเพดาน ทำพื้น ทำฝา มีลวดลายและสีสรรงดงามมีมากมายในประเทศไทย เช่น ไม้พยุง ชิงชัง ไม้สัก ไม้ก่อ ไม้พรมคด ไม้ดีหมี ไม้เฉียงพร้านางแอ ไม้มะเกลือ ไม้ก้านเหลือง ไม้กันเกรา ไม้มะม่วง ถ้าออกแบบและตกแต่งให้ดี ก็จะดูสวยงามมาก และไม่จำเป็นต้องทาสีให้สิ้นเปลือง

คุณสมบัติดังกล่าวข้างต้นนี้ มีความสำคัญลดหลั่นกันเป็นลำดับ นอกจากนี้ไม้ที่ใช้ควรมีปริมากหาได้ง่ายในท้องถิ่นมีราคาพอสมควร ไม้สักถึงพร้อมซึ่งคุณสมบัติโดยทั่วไปดังกล่าวแล้ว นอกจากในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นี้มีราคาแพงมากเท่านั้น

ลักษณะของไม้ชนิดต่างๆ โดยทั่วไป

ไม้สัก มีหลายชนิดรวบรวมแล้วคล้ายคลึงกัน ส่วนมากมีสีเหลืองเนื้อละเอียดมีลวดลาย ไม่มีกลิ่นน้ำมัน เป็นต้นไม้ขนาดใหญ่มีทั่วไปในภาคเหนือ แข็งพอประมาณ ค่อนข้างเปราะ ปลวก มอด มด ไม่กัดมีแต่เพรียงกิน เลื่อยผ่าง่าย แห้งแล้วไม่ยือ หด บิด งอง่าย เหมาะในการทำเครื่องเรือน รถ เรือ และประดูหน้าต่าง

ไม้แดง สีแดงเข้มเนื้อแข็ง มีลวดลายในตัว แข็งและทนทานมาก เป็นต้นไม้ขนาใหญ่ มีอยู่ทั่วไปแต่ที่น้อยที่สุดที่ภาคใต้ เหมาะในการทำเสา ตง คาน ไม้หมอน รถไฟหรือเสาสะพาน กับสิ่งที่ต้องการรับน้ำหนัก

ไม้เต็ง สีน้ำตาลอ่อนเนื้อค่อนข้างละเอียด-แข็ง หาง่ายทั่วไปเว้นแต่ภาคใต้ทนแดดฝนได้ดี เช่น ไม้แดง เนื้อไม้สับสนบ้างแต่แห้งช้าและแตกร้าวเป็นลายงาและแตกปลาย เลื่อยเมื่อไม้แห้งยาก เหมาะในการทำเสา ตง คาน สะพาน หมอนรถไฟ ฯลฯ หรือในที่ๆ ต้องให้ต่อสู้กับแดด ฝน

ไม้รังหรือเปา สีน้ำตาลอ่อนปนเหลือง เนื้อละเอียดปานกลาง มักขึ้นอยู่ปะปนกับไม้เต็ง และคล้ายคลึงกันมาก แต่แห้งแล้วไม่ค่อยแตกร้าวเหมือนไม้เต็ง ตามปรกติคือว่าไม้เต็งกับไม้รัง มีคุณสมบัติปานกันและขายเป็นไม้จำพวกเดียวกัน ส่วนที่ใช้ก็ใช้ในประเภทเดียวกัน

ไม้ตะแบก สีเทาปนเหลืองอ่อน เนื้อละเอียด และเป็นไม้เนื้ออ่อนใสและขึ้นเงา มีลวดลายทนทานพอใช้ ใสกบตบแต่งได้ง่ายเหมาะในการทำบ้านเรือน เครื่องมือ ด้ามเครื่องมือ

ไม้ตะเคียนหิน สีน้ำตาลปนเหลือง เนื้อแข็งแต่หยาบ หาได้ง่ายมักอยู่ในป่าตามเนินเขา มีมากทางปักษ์ใต้ แข็งแรง ทนทาน แต่น้อยกว่าตะเคียนทอง ตัดผ่าได้ง่ายเหมาะในการทำคล้ายกับไม้เต็งรัง

ไม้เคี่ยม สีน้ำตาลค่อนข้างแก่ เนื้อละเอียดแข็งแกร่ง ทนทานต่อแดดฝน มด ปลวก ไม่ทำลายเนื้อสดๆ เลื่อยง่ายแห้งแล้วเลื่อยยาก มักปิด งอและแตกร้าวได้ง่าย คุณสมบัติเช่นไม้ตะเคียน

ไม้ประดู่ สีแดงปนเหลืองหรือสีดินเผา ถ้าแก่มากออกดำ เนื้อละเอียดมีมาก ตามภาคเหนือและภาคตะวันออก เนื้อแข็ง แห้งๆ ทนทานดีมาก ใช้ประเภทที่ต้องการรับน้ำหนักได้ดี

ไม้มะเลือ สีดำมีลวดลาย เนื้อละเอียด เลื่อยตัดง่าย ขัดเงาได้ดีและมีน้ำหนักมาก เหมาะในการทำเครื่องเรือนและเครื่องมือ

ไม้อินทนิน สีเหล็กเนื้อแข็งชอบขึ้นตามริมน้ำ ปกติมี 2 ชนิดคล้ายๆ กัน คือ ภาคพายัพและภาคตะวันออก ทนทานมาก เหมาะในการที่ก่อสร้าง และใช้ในน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม้หลุมพอ สีแดงอ่อนเป็นไม้เนื้อแข็ง เหนียวและทนทานดี มดปลวกไม่กิน คุณสมบัติที่ใช้เช่นไม้แดง-เต็ง-รัง

ไม้ตาเสือ สีเทาค่อนข้างเข้ม ไม้เนื้อแข็งมีเนื้อหยาบ เสี้ยนตรงเหมาะในการทำเครื่องบน ไม้พื้น

ไม้ยมหอม สีค่อนข้างขาวปนเหลือง เนื้ออ่อน แข็งปานกลาง มักหดยืดได้ ตามความเปลี่ยนแปลงของอากาศ ในที่ร่มทนทานดี ใสกบตกแต่งง่าย

ไม้ยาง สีน้ำตาลปนแดง เนื้ออ่อนและหยาบ ใช้ในที่ร่มทนทานพอใช้ แห้งช้า ยืดหดง่าย เลื่อยง่ายและบิด งอตามดินฟ้าอากาศได้ง่าย

ไม้กระบาก สีเทาปนขาว เนื้ออ่อน ไม่บิดงอง่าย น้ำหนักเมื่อแห้งแล้วเบากว่าไม้ยางมาก แต่เลื่อยตัดง่าย ใช้ทำบ้านเรือนชนิดเล็ก โดยมากใช้ทำแบบหล่อคอนกรีตเพราะราคาไม่แพง มักจะขายปนกับไม้ยาง

ไม้กระท้อน สีขาวอมเหลืองเล็กน้อย เนื้ออ่อนแข็งปานกลาง เสี้ยนตรงเนื้อค่อนข้างละเอียด ใช้ในที่ร่มทานทานพอใช้ แต่มด-ปลวดชอบกิน แห้งแล้วเามาก มักขายปนกับไม้ยาง

ไม้กระพี้เขาควาย สีค่อนข้างเท่าปนขาว แข็งและเหนียวมาก แห้งยากและมักแตกร้าวเป็นหยวก ไสกบยาก แต่ขึ้นเงาดี เหมาะในการทำเครื่องเรือน ความทนทานไม่แพ้ไม้พยุง

ไม้เพี้ยฯ สีขาวหม่นเนื้อหยาบและอ่อน เป็นไม้ไม่ค่อยแตกร้าว มีเสี้ยนตรงทนทานคล้ายไม้ยาง

ไม้พยุง สีเหลืองปนขาว เนื้อละเอียด มีกลิ่นหอมแข็งและเหนียว ทนทานดี มดปลวกไม่กัด เหมาะในการทำเครื่องเรือน เครื่องกลึงฯลฯ

ไม้พลวง สีน้ำตาลปนแดงอ่อน หาได้ง่ายทางภาคใต้ เนื้อหยาบ เส้นตรง เนื้อผ่าง่าย แห้งแล้วมีน้ำหนักเบากว่าไม้ยางที่ยังไม่แห้ง นิยมใช้เครื่องพื้นบน

ไม้บุนนาค สีดำปนแดงหรือเรียกว่าไม้นาคบุตรก็ได้ มีน้ำหนักทนทานมาก ปลวกมดไม่กินมีคุณภาพคล้ายไม้เต็งแต่แห้งช้า เลื่อยผ่ายาก ทำไม้หมอนรถไฟ สะพาน

ไม้หว้า สีขาวออกเหลืองอ่อน เนื้อค่อนข้างละเอียด ใช้ในน้ำทนทานมากในที่แห้งทนทานพอใช้ ปลวก-มอดไม่ค่อยกัดกิน ผ่าง่าย ใช้ทำเสาดี

ไม้ตำเสา สีคล้ายไม้คร่าวแต่ออกดำปนเทา แข็งแรงทนทานที่สุด เนื้อละเอียดแห้งแล้วมีลวดลายงดงาม เหมาะในการทำเครื่องเรือน ทำเสา สะพาน ทนทาน ไม่ต่ำกว่า 100 ปี คุณภาพดีที่สุด คือไม่ผุง่าย ทนต่อดินฟ้าอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม้ขี้เหล็ก สีเทาออกเหลืองแข็งทนเหนียว ปลวก-มอดไม่รบกวน แต่เพรียงชอบกิน ทนต่อแดดฝน เหมาะในการทำ ตง คาน เสา ลูกสลัก ทำเครื่องเรือนดี เพราะมีเงาและลวดลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.7 สายไฟฟ้าและอุปกรณ์

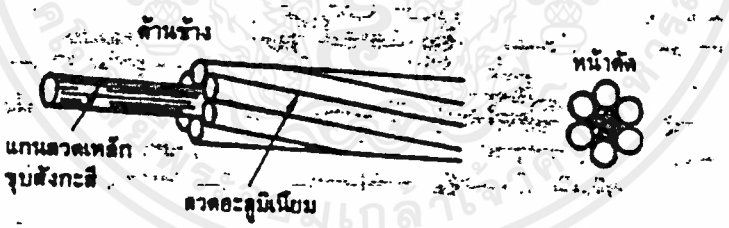
สายไฟฟ้าและอุปกรณ์เป็นเรื่องที่ช่างก่อสร้าง สถาปนิก ผู้รับเหมาควรทราบถึงคุณลักษณะชนิดและข้อมูลอื่นๆ พอสมควร เพื่อประโยชน์ในการจัดซื้อ ควบคุมงานหรือประกอบการติดตั้ง

สายไฟฟ้าที่ผลิตในระเทศไทยตามมาตรฐานของ สมอ. นั้น มีบริษัทไทยยาซากิ บริษัทแฟลปส์ดอดจ์ บริษัทบางกอกเคเบิล และบริษัทจรุงไทยวายเคเบิล ซึ่งได้ผลิตสายไฟชนิดต่างๆ ออกมาสำหรับใช้ในงานต่างๆ กัน ทั้งในงานส่งกำลังไฟฟ้าแรงสูง ในงานที่ใช้กับอาคารสิ่งก่อสร้างขนาดเล็ก ๆ ซึ่งใช้แรงดันไฟฟ้าต่ำในที่นี้จะกล่าวเฉพาะที่ใช้ในอาคารเป็นส่วนใหญ่

2.6.7.1. ชนิดของสายไฟฟ้า

หากจะแบ่งสายไฟฟ้าออกเป็นชนิดใหญ่ ๆ จะมีดังนี้คือ ชนิดสายแกนเดียวและชนิดหลายแกน ซึ่งจะมีรายละเอียดแตกต่างกันดังต่อไปนี้

1) สายแกนเดียวเปลือย เป็นสายไฟที่มีเหล็กเป็นแกนอยู่ตรงกลาง รอบๆ แกนกลางจะมีสายไฟฟ้าทำด้วยอลูมิเนียมทำเป็นเกลียวสำหรับส่งกระแสไฟฟ้าสายชนิดนี้เป็นสายเปลือยไม่มีวัตถุฉนวนหุ้มภายนอก ใช้ในงานส่งไฟฟ้าแรงสูง เช่น ขนาดตั้งแต่ 12 กิโลโวลต์ขึ้นไป การที่ใช้อลูมิเนียมเป็นสายส่งไฟเพราะน้ำหนักเบา ราคาถูกกว่าใช้สายทองแดง มีข้อเสียเมื่อเปรียบเทียบกับสายทองแดงก็คือ ในเนื้อที่หน้าตัดเท่ากันสายอลูมิเนียมนำกระแสไฟได้น้อยกว่าสายทองแดง

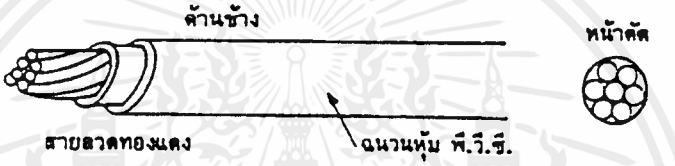


รูปที่ 114 สายไฟชนิดแกนเดี่ยวเปลือย (ไม่มีฉนวนหุ้ม ใช้กับไฟแรงสูง)

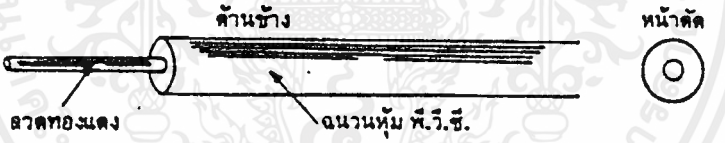
2) สายแกนเดี่ยวหุ้มฉนวน เป็นสายไฟที่ใช้ลวดทองแดงและมีฉนวน พี.วี.ซี. หุ้มโดดรอบหน้าตัดมีทั้งเส้นเดียวและหลายเส้น ไม่มีแนสเสริม ใช้สำหรับไฟแรงต่ำ เช่น ไฟ 380 โวล์ต 220 โวลต์ สำหรับอาคารบ้านเรือนอาจะเป็นหลายๆ เส้นรวมกัน เมื่อเรียกขนาดพื้นที่หน้าตัดบอกสายและบอกจำนวนเส้น เช่น ขนาดพื้นที่หน้าตัดสาย 35 ตารางมิลลิเมตรมีชนิดประกอบด้วยลวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยลวดทองแดงเล็กๆ 7 เส้น แต่ละเส้นมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.52 มิลลิเมตร หรือขนาดเนื้อที่หน้าตัดของสายและชนิดจำนวนเส้น เช่น ขนาดพื้นที่หน้าตัดสาย 35 ตารางมิลลิเมตร มีชนิดประกอบด้วยสายเล็กๆ 19 เส้น แต่ละเส้นมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.53 มิลลิเมตร เป็นต้น หรือทำเป็นสายหน้าตัด 1.5 ตารางมิลลิเมตรก็เป็นสายเดียวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.38 มิลลิเมตร เป็นต้น จะมีโค้ดกำกับเพื่อให้ทราบข้อมูลบางอย่างที่จำเป็น เช่น สายชนิด TW ของบริษัทไทยยาซากิ จะเป็นสายทองแดงหุ้มฉนวน พี.วี.ซี. ชนิดทนแรงดันสูงสุดได้ 750 โวลต์ และอุณหภูมิผิวลวดที่ติดกับฉนวนทนได้ 60 องศาเซลเซียส ฉะนั้นที่สาย TW ชนิดนี้จะเขียนว่า 750 V 60°C PVC INSULATED, SINGLE CORE สายชนิด THW จะเป็นสายที่ทนแรงดันสูงสุดได้ 750 โวลต์ และอุณหภูมิผิวลวดที่ติดกับฉนวนทนได้ 75 องศาเซลเซียส

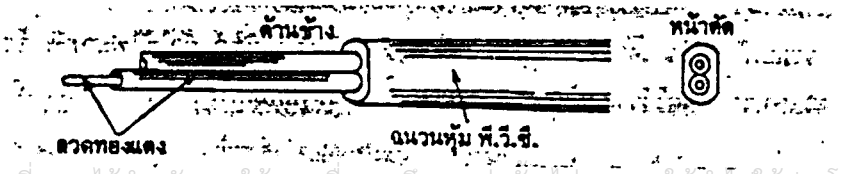


รูปที่ 115 สายไฟชนิดแกนทองแดงหุ้มฉนวน



รูปที่ 116 สายไฟชนิดแกนเดี่ยวหุ้มฉนวน

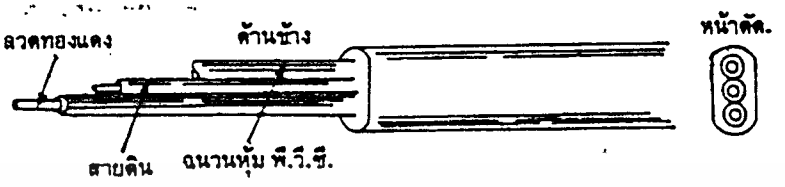
3) สายแกนคู่หุ้มฉนวน เป็นสายทองแดงที่หุ้มด้วยฉนวน เช่น พี.วี.ซี แต่ละเส้นแล้วนำมาติดกันหุ้มด้วยฉนวนภายนอกอีกครั้งหนึ่ง สายประเภทนี้ผลิตมาเป็นขด ขดละ 100 เมตร ขนาดที่ใช้กันทั่วไปในงานก่อสร้างมีขนาดเนื้อที่หน้าตัด 0.5 - 35 ตารางมิลลิเมตร เป็นสายที่เห็นใช้กันอยู่ทั่วไป ที่หุ้ม พี.วี.ซี. สีขาวเวลาใช้อาจตอกติดผนังไม้หรือผนังปูนก็ได้ เช่น ขนาดสายดวงไฟใช้พื้นที่หน้าตัด 1.5 ตารางเซนติเมตร สายปลั๊กใช้ขนาด 2.5 ตารางมิลลิเมตร สายชนิดนี้ใช้กับไฟแรงต่ำ 220 โวลต์ เช่น สายไฟในบ้าน สายพัดลม สายตู้เย็น



รูปที่ 117 สายไฟชนิดแกนคู่หุ้มฉนวน

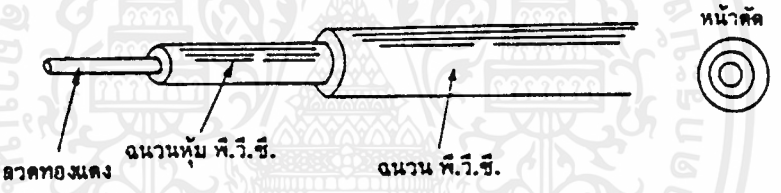
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) สาย 3 แกน เป็นสายทองแดงหุ้มฉนวน 3 เส้น ประกบกันอยู่ในสายสายเดียว ส่วนใหญ่ใช้กับไฟเครื่องจักรอุปกรณ์ที่เป็นไฟ 3 เฟส สายหนึ่งในสามนั้นใช้เป็นสายดินเพื่อกันไฟดูด เมื่อมีไฟรั่วในวงจร



รูปที่ 118 สายไฟชนิด 3 แกนหุ้มฉนวน

สายมากกว่า 3 แกน มีใช้ในกิจกรรมอื่นๆ ซึ่งไม่เกี่ยวกับการเดินสายไฟในอาคารโดยตรง



รูปที่ 119 สายไฟแกนเดี่ยวชนิดหุ้มฉนวน

2.6.7.2 อุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ประกอบ

อุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในงานไฟฟ้าสำหรับที่พักอาศัยนั้น มีหม้อแปลงไฟ แผงสวิตช์ไฟใหญ่ เครื่องตัดวงจรไฟฟ้า เป็นต้น

ไฟที่ส่งมาจากโรงงานผลิตไฟฟ้านั้นเป็นไฟแรงสูงซึ่งส่งมาตามสายอะลูมิเนียม เช่น ส่งมาในแรงดัน 12,000 โวลต์ เมื่อจะนำเข้ามาใช้ในอาคารก็จะต้องมีเครื่องลดแรงดันของไฟฟ้าลงมาให้ต่ำลงจึงจะเกิดความปลอดภัย เครื่องลดแรงดันนี้เรียกว่า หม้อแปลงไฟฟ้า ซึ่งมีขนาดต่างๆ กันตามความต้องการ เมื่อลดลงมาแล้วก็จะส่งไฟเข้ามาตรวัดไฟฟ้าเพื่อบังคับกระแสไฟฟ้าซึ่งอนุญาตให้ใช้ในอาคารต่างๆ เช่น 25 แอมแปร์ 35 แอมแปร์ เครื่องแปลงไฟอาจมีชนิดแปลงจากต่ำไปหาสูงก็ได้ เช่น ไฟในระบบบ้านเราเป็น 220 โวลต์ เราซื้ออุปกรณ์ไฟฟ้ามาจากต่างประเทศเป็นชนิดไฟ 110 โวลต์ ก็ต้องใช้หม้อแปลงไฟต่ำไปสูง เมื่อออกจากมาตรวัดไฟฟ้าแล้ว จึงเข้ามายังแผงควบคุม ซึ่งเรียกว่า แผง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สวิตช์ไฟใหญ่ แผงนี้มีจำหน่ายเป็นแบบสำเร็จรูปแยกวงจรตามจำนวนที่ต้องการ เช่น วงจรแยกไปเครื่องปรับอากาศ 1 วงจร วงจรแยกไปไฟฟ้าแสงสว่าง 1 วงจร วงจรแยกไปตู้เย็น เตารีด 1 วงจร เป็นต้น แต่ละวงจรนั้นการไฟฟ้ากำหนดไว้ว่าต้องไม่เกิน 10 จุด ฉะนั้นแต่ละจุดก็มีเครื่องตัดวงจรไฟฟ้า เพื่อแยกกระแสไฟเป็นชุดๆ ไป

2.6.7.3 **ท่อหุ้มสายไฟหรือท่อร้อยสายไฟ**

การเดินไฟฟ้าในอาคารที่เป็นดีกนั้นถ้าต้องการเดินอย่างประหยัดและราคาถูกอาจใช้วิธีตีคลิปติดกับฝาเป็นระยะห่างประมาณ 10-20 เซนติเมตร แต่ถ้าเป็นงานชั้นดีนั้นจะต้องฝังในกำแพง การฝังในกำแพงเพื่อความปลอดภัยและคงทนถาวรของสาย ซึ่งจะไม่ฝังสายลงในกำแพงโดยตรงแต่จะร้อยสายเข้าไปในท่อโลหะตรงแข็ง เรียกว่า ท่อหุ้มสายไฟหรือท่อร้อยสายไฟ ซึ่งผลิตออกมายาว 3 เมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5, 0.75, 1, 1.5 นิ้ว หรือท่อโลหะงอไหวตัวได้เป็นปล้องๆ ซึ่งทำมาในขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทำท่อโลหะตรงแข็ง แต่ความยาวเป็นขดสามารถซื้อได้ตามความยาวที่ต้องการ เมื่อนำท่อร้อยเข้าไปในท่อแล้ว จึงฝังท่อน้ำไว้ในกำแพงอีกทีหนึ่ง งานที่คุณภาพศูงรองลงมาใช้ร้อยสายไฟในท่อ พีะวี.ซี. และฝังในกำแพงเช่นเดียวกัน ท่อร้อยสายไฟ พี.วี.ซี. มีความยาว 4 เมตร

2.6.7.4 **หลอดไฟฟ้าและอุปกรณ์**

หลอดไฟฟ้าที่ใช้ในงานก่อสร้างโดยทั่วๆ ไปนั้น มี 2 ลักษณะ คือ ลักษณะที่เผาไส้หลอด หรือที่เรียกว่าหลอดอินแคนแดสเซนต์ และลักษณะที่สองคือ หลอดประเภทคายประจุ ซึ่งเรียกกันทั่วไปว่า หลอดฟลูออเรสเซนต์ หลอดลักษณะที่สองนี้กินแรงไฟน้อย ได้ความส่องสว่างมากกว่าลักษณะที่หนึ่งในจำนวนวัตต์ที่เท่ากัน จึงประหยัดและเป็นที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน นอกจากนี้มีไฟอีกชนิดหนึ่งที่ใช้ภายนอกอาคารเป็นแสงไฟสว่างสีนวล ซึ่งเรียกกันว่า ไฟแสงจันทร์นั้น ก็ต้องใช้บัลลาสต์เช่นเดียวกับไฟฟลูออเรสเซนต์

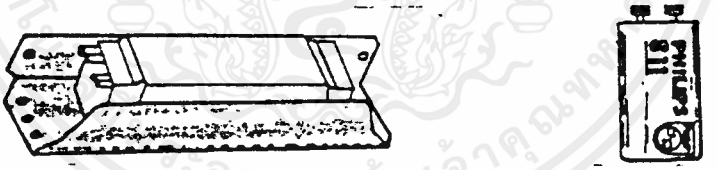
1) หลอดชนิดเผาไส้ มี 2 แบบ คือ ชนิดที่มีเบี้ยวที่ขั้วหลอดและชนิดที่ขั้วหลอดเป็นเกลียวดังแสดงในรูป หลอดทั้งสองลักษณะที่มีจำหน่ายและกันทั่วไปคือ ขนาด 10 วัตต์ 40 วัตต์ 60 วัตต์ และขนาด 100 วัตต์ มีทั้งชนิดแก้วใส แก้วโปร่งแสงสีฟ้าอ่อน และแก้วฝ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

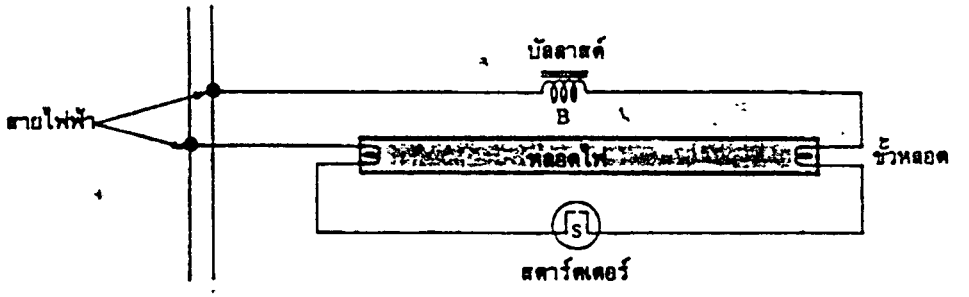
2) หลอดชนิดคายประจุ- หลอดชนิดนี้เรียกว่าฟลูออเรสเซนต์ ตัวหลอดเป็นแก้วกลมรูปทรงกระบอก ที่ปลายทั้งสองข้างมขั้วเพื่อต่อสาย ภายในผิวของหลอดเคลือบด้วยสารเคมีเรืองแสงโดยตลอดในหลอดจะมีไอปรอทบรรจุอยู่ เมื่อเปิดไฟ อิเล็กตรอนจะวิ่งกระทบกับอะตอมของปรอททำให้เกิดพลังงานซึ่งพลังงานนี้จะให้แสงอัลตราไวโอเลตออกมา เมื่อแสงอัลตราไวโอเลตไปกระทบกับสารเคมีเรืองแสงที่เคลือบไว้ ก็จะเปล่งแสงออกมาให้เห็นตามที่ตาเรามองเห็น ขนาดที่ใช้ทั่วไปมี 13 วัตต์ 15 วัตต์ 20 วัตต์ และ 40 วัตต์

รูปที่ 120 หลอดฟลูออเรสเซนซ์

การที่ชุดไฟฟลูออเรสเซนต์จะทำงานได้นั้น จะต้องประกอบด้วยเครื่องบังคับกระแสไฟฟ้าซึ่งเรียกว่าบัลลาสต์ บัลลาสต์จะทำหน้าที่บังคับกระแสไฟไม่ให้เพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ เครื่องอุปกรณ์อีกอย่างหนึ่งคือสตาร์ดเดอร์ ซึ่งเป็นตัวกระตุ้นให้กระแสอิเล็กตรอนเกิดการไหลเมื่อเริ่มจุหลอด



รูปที่ 121 ลักษณะของบัลลาสต์และสตาร์ดเดอร์



รูปที่ 122 การต่อวงจรสำหรับไฟฟลูออเรสเซนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.8 นอตสลักเกลียว

นอตเกลียวปล่อย ลักษณะคล้ายกับตะปูควง แต่ขนาดใหญ่กว่าและหัวเป็นหกเหลี่ยม ไม่มีฝา หัวหกเหลี่ยมสำหรับใช้กุญแจเลื่อนหรือกุญแจปากตายไขเข้าไปในเนื้อไม้ นอตเกลียวปล่อยใช้ในกรณีที่ต้องการยึดเหนี่ยวสูงกว่าที่จะใช้ตะปูควง และบางครั้งในไม้เนื้อแข็งถ้าใช้ตะปูควงขนาดใหญ่จะไขด้วยไขควงเข้าไปโดยยาก หากใช้นอตเกลียวปล่อยและขันด้วยกุญแจปากตายจะง่ายกว่า

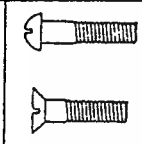
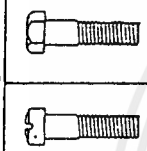
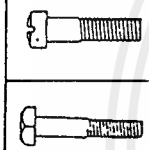
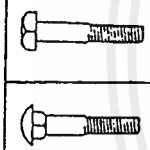
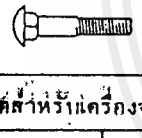
รูปที่ 123 ลักษณะของนอตเกลียวปล่อย

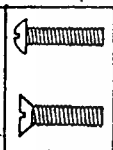
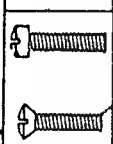
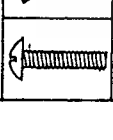
การใช้นอตเกลียวปล่อยบางครั้งต้องใช้วงแหวนรองที่หัวตะปูเพื่อความเรียบร้อยและเพื่อป้องกันไม้ถูกหัวตะปูขูดเป็นรอย วงแหวนที่ใช้มีลักษณะต่างๆ กัน เช่น วงแหวนเรียบปกติ วงแหวนที่มีส่วนนูนรับตัวนอตวงแหวนที่ตัดขาดจากกัน (เรียกว่าวงแหวนสปริง) วงแหวนที่เป็นรูปหยักๆ ที่ส่วนรอบนอกของวงแหวนเพื่อขันให้แน่นเป็นพิเศษ

รูปที่ 124 วงแหวนชนิดต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาด ความยาวของตะปูและนอต (นิ้ว)

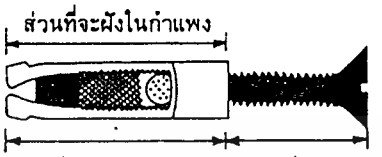
ขนาด				$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	1
ตะปูควงใช้กับงานโลหะ		หัวกระดุม หัวแบน	$\frac{1}{2}-2\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}-2\frac{3}{4}$	$\frac{5}{8}-3$	$\frac{3}{4}-3$	$\frac{3}{4}-4$	1–4	1–4	1–4		
นอดงานไม้		หัวหกเหลี่ยม	$\frac{1}{2}-3\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}-3\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}-4$	$\frac{3}{4}-4$	$\frac{3}{4}-4\frac{1}{2}$	$1-4\frac{1}{2}$	$1-5$	$1\frac{1}{4}-5$	2–6	2–6
		หัวสี่แฉก	$\frac{3}{4}-3$	$\frac{3}{4}-3\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}-3\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}-3\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}-4$	$1-41$	$\frac{1}{4}-4\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}-4\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{4}-5$	$2-5$
		นอต	$\frac{1}{2}-8$	$\frac{1}{2}-8$	$\frac{3}{4}-12$	$\frac{3}{4}-12$	$\frac{3}{4}-12$	$\frac{3}{4}-24$	1–30	1–30	1–30	$1\frac{1}{2}-30$
		นอตใช้กับไม้	$\frac{3}{4}-8$	$\frac{3}{4}-8$	$\frac{3}{4}-12$	1–12	1–12	1–20	1–20	1–20		

นิกัดสำหรับเครื่องจักร			2	3	4	4	5	6	8	10	12	$\frac{1}{4}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$
ตะปูควงใช้กับเครื่องจักร		หัวกลม หัวแบน	$\frac{1}{8}-\frac{7}{8}$	$\frac{1}{8}-\frac{7}{8}$	$\frac{1}{8}-1\frac{1}{2}$	$\frac{1}{8}-1\frac{1}{2}$	$\frac{1}{8}-2$	$\frac{1}{8}-2$	$\frac{3}{16}-3$	$\frac{3}{16}-6$	$\frac{1}{4}-3$	$\frac{5}{16}-6$	$\frac{3}{8}-6$	$\frac{1}{2}-5$	$\frac{1}{4}$
		หัวผ่าสี่แฉก หัวกลมไข่	$\frac{1}{8}-\frac{7}{8}$	$\frac{1}{8}-\frac{7}{8}$	$\frac{1}{8}-1\frac{1}{2}$	$\frac{1}{8}-1\frac{1}{2}$	$\frac{1}{8}-2$	$\frac{1}{8}-2$	$\frac{3}{16}-3$	$\frac{3}{16}-3$	$\frac{1}{4}-3$	$\frac{5}{16}-3$	$\frac{3}{6}-3$	$\frac{1}{2}-3$	
		หัวกลมแบน				$\frac{1}{8}-\frac{3}{4}$	$\frac{3}{8}-2$	$\frac{1}{8}-1$	$\frac{3}{16}-2$	$\frac{1}{4}-6$		$\frac{3}{8}-6$	$\frac{3}{4}-6$	$\frac{3}{4}-5$	

ตารางที่ 24 แสดงรายละเอียดของตะปูควง นอต ที่ใช้ในงานไม้ งานเหล็ก เครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

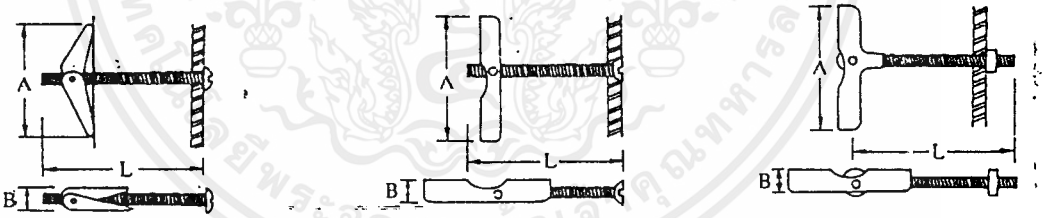
นอกจากตะปูและนอตชนิดต่างๆ ดังกล่าวแล้ว ยังมีพุก ซึ่งอาจทำด้วยทองเหลือง หรือ พลาสติก หรืออะลูมิเนียม ซึ่งทำให้ส่วนที่รับเกลียวขยายตัวได้เพื่อให้ฝังแน่นเรียกว่า พุกขยายตัว ใช้สำหรับฝังในกำแพงคอนกรีตหรือกำแพงอิฐเพื่อติดเครื่องสุขภัณฑ์ให้แน่น เช่น การติดอ่างล้างหน้าในห้องน้ำ หรือการติดตั้งหิ้งกระจกก็ตามพุกชนิดนี้มีขนาดต่างๆ กัน เรียกตามความยาว ชนิดที่เป็นทองเหลืองกำลังในการยึดเหนี่ยวแข็งแรงดี



รูปที่ 125 ลักษณะของพุกขยายตัว

การเรียกขนาดนั้นเรียกตามความโต และความยาวของส่วนที่ทำด้วยเหล็ก เช่น ตะปูขนาด 2 นิ้ว และตัวโต ประเทศที่ผลิตออกจำหน่ายคือสวิตเซอร์แลนด์ กล่องหนึ่งจุ 3 โหล

รูปแสดงลักษณะพุกที่ฝังในกำแพงเพื่อยึดเหนี่ยวสิ่งต่างๆ ติดกำแพง เช่น แขวนตู้ หรือชั้นรูปล่างเป็นรูปที่ยังไม่ได้ฝังในกำแพง ส่วนรูปบนแสดงลักษณะที่ฝังในกำแพงและได้ไขให้ขยายตัวแล้วพุกชนิดนี้มี 3 แบบ คือ แบบปีกสปริง แบบทัมเบิล และแบบหมุดทัมเบิล ขนาดของพุกทั้งสามแสดงไว้ในตาราง มีหน่วยเป็นนิ้ว



(ก) แบบปีกสปริง (ข) แบบทัมเบิล (ค) แบบหมุดทัมเบิล

รูปที่ 126 ชนิดของพุกที่ฝังในกำแพง

ขนาด		1/8"	5/32"	3/16"	1/4"	5/16"	3/8"	1/2"
ขนาดเป็นทศนิยม		.138	.164	.190	.250	.313	.375	.500
	B	.375	.500	.500	.688	.875	.875	—
	L	2"-4"	2 1/2"-4"	3"-6"	3"-6"	3"-6"	3"-6"	—
แบบหมุดทัมเบิล	A	—	2.000	2.000	2.250	2.750	2.750	3.375
	B	—	.375	.375	.500	.625	6.683	.875
	L	2 1/2"-4"	3"-6"	3"-6"	3"-6"	3"-6"	3"-6"	3"-6"

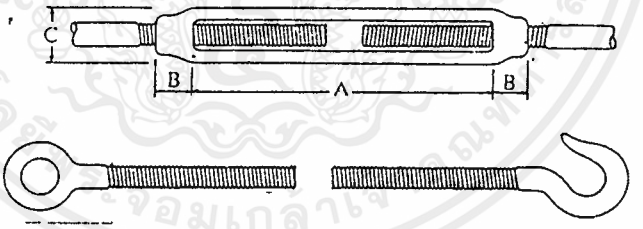
ตารางที่ 25 ขนาดของพุกชนิดที่ฝังในกำแพง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาด		1/8"	5/32"	3/16"	1/4"	5/16"	3/8"	1/2"
ขนาดเป็นทศนิยม		.138	.164	.190	.250	.313	.375	.500
แบบปีกสปริง	A	1.438	1.875	1.875	2.063	2.750	2.875	4.625
	B	.375	.500	.500	.688	.875	1.000	1.250
	L	2"-4"	2 1/2"-4"	2"-6"	2 1/2"-6"	3"-6"	3"-6"	4"-6"
แบบทัมเบิล	A	1.250	2.000	2.000	2.250	2.750	2.750	—

ตารางที่ 26 ขนาดของทุกชนิดที่ฝังในกำแพง

รูปแสดงลักษณะหัวต่อเร่งหรือที่กวดลวดสลิงให้ตึง ใช้สำหรับผ่อนคลาย หรือกวดลวดสลิงให้ตึงตามต้องการ ขนาดที่แสดงในตาราง มีหน่วยเป็นนิ้ว



รูปที่ 127 หัวต่อเร่งชนิด 2 ปลาย

ขนาดเป็นนิ้ว	1/4"	5/16"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	1"
ขนาดเศษส่วนของนิ้ว	.250	.313	.375	.500	.625	.750	.875	1.000
A	4"	4 1/2"	6"	6"	6"	6"	6"	6"
	—	—	—	9"	9"	9"	—	—
	—	—	—	12"	12"	12"	12"	12"
B	7/16"	1/2"	9/16"	3/4"	29/32"	1 1/16"	1 7/32"	1 3/8"
C	3/4"	7/8"	31/32"	1 7/32"	1 1/2"	1 23/32"	1 7/8"	2 1/32"

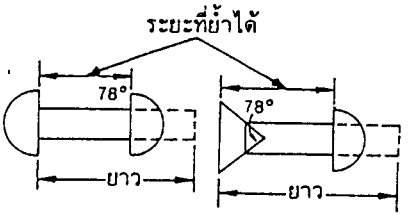
ตารางที่ 27 ขนาดของหัวต่อเร่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นผ่านศูนย์กลาง (นิ้ว)	ลำดับ	สลักเกลียว					เส้นผ่านศูนย์กลาง (นิ้ว)	ลำดับ	แป้นเกลียว				
		หกเหลี่ยม		ความสูง (นิ้ว)	สี่เหลี่ยม				หกเหลี่ยม		ความสูง (นิ้ว)	สี่เหลี่ยม	
		ขนาดเป็นนิ้ว			ขนาดเป็นนิ้ว				ขนาดเป็นนิ้ว			ขนาดเป็นนิ้ว	
		ยาว	สั้น		ยาว	สั้น			ยาว	สั้น		ยาว	สั้น
1/4	มาตรฐานอเมริกันชนิดธรรมดา	7/16	3/8	3/16	1/2	3/8	1/4	มาตรฐานอเมริกันชนิดธรรมดา	1/2	7/16	1/4	5/8	7/16
3/8		5/8	9/16	1/4	3/4	9/16	3/8		11/16	5/8	5/16	7/8	5/8
1/2		7/8	3/4	5/16	1	3/4	1/2		15/16	13/16	7/16	11/8	13/16
5/8		11/16	15/16	7/16	15/16	15/16	5/8		11/8	1	9/16	13/8	1
3/4		15/16	11/8	1/2	19/16	11/8	3/4		15/16	11/8	11/16	19/16	11/8
7/8		11/2	15/13	9/16	113/16	15/16	7/8		11/2	15/16	3/4	113/16	15/16
1		111/16	11/2	5/8	21/16	11/2	1		111/16	11/2	7/8	21/16	11/2
11/8		115/16	111/16	3/4	25/16	111/16	11/8		115/16	111/16	1	25/16	111/16
11/4		21/8	17/8	13/16	29/16	17/8	11/4		21/8	17/8	11/8	29/16	17/8
13/8		23/8	21/16	15/16	213/16	21/16	13/8		23/8	21/16	11/4	213/16	21/16
11/2		29/16	21/4	1	31/16	21/4	11/2		29/16	21/4	15/16	31/8	21/4
15/8		23/4	27/16	11/16	33/8	27/16	13/8	มาตรฐานอเมริกันชนิดงานหนัก	21/2	23/16	13/8	3	23/16
13/4		3	25/8	13/16	35/8	25/8	11/2		211/16	23/8	11/2	31/4	23/8
17/8		33/16	213/16	11/4	37/8	213/16	15/8		215/16	29/16	15/8	31/2	29/16
2		37/16	3	15/16	41/8	3	13/4		31/8	23/4	13/4	33/4	23/4
21/4		37/8	33/8	11/2	45/8	33/8	17/8		33/8	215/16	17/8	41/16	215/16
21/2		41/4	33/4	111/16	51/8	33/4	21/4		4	31/2	21/4	413/16	31/2
23/4		411/16	41/8	113/16	511/16	41/8	21/2		47/16	37/8	21/2	55/16	37/8
3		51/8	41/2	2	63/16	41/2	23/4		47/8	41/4	23/4	513/16	41/4
							3		51/4	45/8	3	63/8	45/8
							31/4		511/16	5	31/4	67/8	5
							31/2		61/8	53/8	31/2	73/8	53/8
							33/4		69/16	53/4	33/4	77/8	53/4
							4		7	61/8	4	87/16	61/8

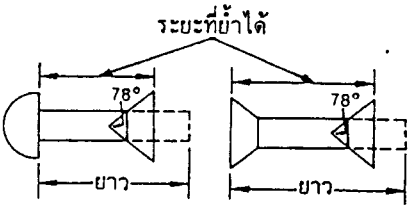
ตารางที่ 28 แสดงขนาดมาตราฐานของสลักเกลียวและแป้นเกลียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ชนิดหัวกลม

ระยะย้ำ (นิ้ว)	เส้นผ่านศูนย์กลางของหมุด (นิ้ว)						
	1/2	5/8	3/4	7/8	1	1 1/8	1 1/4
1/2	1 5/8	1 7/8	1 7/8	2	2 1/8		
5/8	1 3/4	2	2	2 1/8	2 1/4		
3/4	1 7/8	2 1/8	2 1/8	2 1/4	2 3/8		
7/8	2	2 1/4	2 1/4	2 3/8	2 1/2		
1	2 1/4	2 3/8	2 3/8	2 1/2	2 5/8	2 3/4	2 7/8
1 1/8	2 3/8	2 1/2	2 1/2	2 5/8	2 3/4	2 7/8	3
1 1/4	2 1/2	2 5/8	2 5/8	2 3/4	2 7/8	3	3 1/8
1 3/8	2 5/8	2 3/4	2 3/4	2 7/8	3	3 1/8	3 1/4
1 1/2	2 7/8	3	3	3 1/8	3 1/4	3 3/8	3 1/2
1 5/8	3	3 1/8	3 1/8	3 1/4	3 3/8	3 1/2	3 5/8
1 3/4	3 1/8	3 1/4	3 1/4	3 1/2	3 5/8	3 3/4	3 7/8
1 7/8	3 1/4	3 3/8	3 3/8	3 5/8	3 3/4	3 7/8	4
2	3 1/2	3 1/2	3 5/8	3 3/4	3 7/8	4	4 1/8
2 1/8	3 5/8	3 5/8	3 3/4	3 7/8	4	4 1/8	4 1/4
2 1/4	3 3/4	3 7/8	3 7/8	4	4 1/8	4 1/4	4 3/8
2 3/8	4	4	4	4 1/8	4 1/4	4 3/8	4 1/2
2 1/2	4 1/8	4 1/8	4 1/8	4 1/4	4 3/8	4 1/2	4 5/8
2 5/8	4 1/4	4 1/4	4 1/4	4 3/8	4 1/2	4 5/8	4 3/4
2 3/4	4 3/8	4 3/8	4 3/8	4 1/2	4 5/8	4 3/4	4 7/8
2 7/8	4 5/8	4 5/8	4 5/8	4 5/8	4 3/4	4 7/8	5
3	—	4 3/4	4 3/4	4 7/8	5	5 1/8	5 1/4
3 1/8	—	4 7/8	4 7/8	5	5 1/8	5 1/4	5 3/8
3 1/4	—	5	5	5 1/8	5 1/4	5 3/8	5 1/2
3 3/8	—	5 1/8	5 1/8	5 1/4	5 3/8	5 3/8	5 1/2
3 1/2	—	5 3/8	5 3/8	5 3/8	5 1/2	5 5/8	5 3/4
3 5/8	—	5 1/2	5 1/2	5 1/2	5 5/8	5 3/4	5 7/8
3 3/4	—	5 5/8	5 5/8	5 5/8	5 3/4	5 7/8	6
3 7/8	—	5 3/4	5 3/4	5 3/4	5 7/8	6	6 1/8
4	—	—	5 7/8	6	6	6 1/8	6 1/4
4 1/8	—	—	6	6 1/8	6 1/4	6 3/8	6 1/2
4 1/4	—	—	6 1/8	6 1/4	6 3/8	6 1/2	6 5/8
4 3/8	—	—	6 3/8	6 1/2	6 1/2	6 5/8	6 3/4

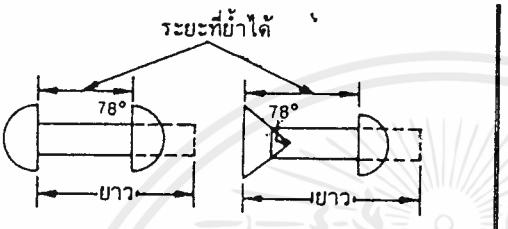


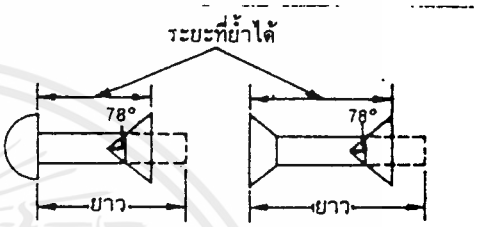
ชนิดหัวกลม

ระยะย้ำ (นิ้ว)	เส้นผ่านศูนย์กลางของหมุด (นิ้ว)						
	1/2	5/8	3/4	7/8	1	1 1/8	1 1/4
1/2	1	1	1 1/8	1 1/4	1 1/4		
5/8	1 1/8	1 1/4	1 1/4	1 3/8	1 3/8		
3/4	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 1/2	1 1/2		
7/8	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 5/8	1 5/8		
1	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 3/4	1 3/4	1 7/8
1 1/8	1 3/4	1 3/4	1 7/8	1 7/8	1 7/82	2	
1 1/4	2	2	2	2	2	2 1/8	2 1/8
1 3/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/4	2 3/8	2 3/8	
1 1/2	2 1/4	2 1/4	2 1/4	2 3/8	2 3/8	2 1/2	2 1/2
1 5/8	2 3/8	2 3/8	2 3/8	2 1/2	2 5/8	2 5/8	
1 3/4	2 5/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	2 3/4	2 3/4
1 7/8	2 3/4	2 3/4	2 3/4	2 3/4	3	2 7/8	2 7/8
2	2 7/8	2 7/8	2 7/8	2 7/8	2 7/8	3	3
2 1/8	3 1/8	3	3	3	3	3 1/8	3 1/8
2 1/4	3 1/4	3 1/8	3 1/8	3 1/8	3 1/4	3 1/4	3 1/4
2 3/8	3 3/8	3 3/8	3 3/8	3 3/8	3 3/8	3 3/8	3 3/8
2 1/2	3 1/2	3 1/2	3 1/2	3 1/2	3 5/8	3 5/8	3 5/8
2 5/8	3 3/4	3 5/8	3 5/8	3 5/8	3 5/8	3 3/4	3 3/4
2 3/4	3 7/8	3 3/4	3 3/4	3 3/4	3 3/4	3 7/8	3 7/8
2 7/8	4	3 7/8	3 7/8	3 7/8	3 7/8	4	4
3	—	4 1/8	4 1/8	4 1/8	4 1/8	4 1/8	4 1/8
3 1/8	—	4 1/4	4 1/4	4 1/4	4 1/4	4 1/4	4 1/4
3 1/4	—	4 3/8	4 3/8	4 3/8	4 3/8	4 3/8	4 3/8
3 3/8	—	4 1/2	4 1/2	4 1/2	4 1/2	4 1/2	4 1/2
3 1/2	—	4 5/8	4 5/8	4 5/8	4 5/8	4 5/8	4 5/8
3 5/8	—	4 3/4	4 3/4	4 3/4	4 3/4	4 7/8	4 7/8
3 3/4	—	5	5	5	5	5	5
3 7/8	—	5 1/8	5 1/8	5 1/8	5 1/8	5 1/8	5 1/8
4	—	—	5 1/4	5 1/4	5 1/4	5 1/4	5 1/4
4 1/8	—	—	5 3/8	5 3/8	5 3/8	5 3/8	5 3/8
4 1/4	—	—	5 1/2	5 1/2	5 1/2	5 1/2	5 1/2
4 3/8	—	—	5 5/8	5 5/8	5 5/8	5 5/8	5 5/8

ตารางที่ 29 ความยาว ขนาด ของหมุดย้ำที่ใช้ในงานโครงสร้าง (เป็นนิ้ว) ตามมาตรฐานอเมริกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





ระยะย้ำ (นิ้ว)	เส้นผ่านศูนย์กลางของหมุด (นิ้ว)						
	1/2	5/8	3/4	7/8	1	1 1/8	1 1/4
1/2	—	—	61/2	65/8	65/8	63/4	67/8
5/8	—	—	65/8	63/4	63/4	67/8	7
3/4	—	—	63/4	67/8	67/87	71/8	
7/8	—	—	67/8	7	7	71/8	71/4
5	—	—	—	71/8	71/8	71/8	73/8
1/8	—	—	—	71/4	71/4	73/8	71/2
1/4	—	—	—	73/8	73/8	71/2	75/8
3/8	—	—	—	75/8	75/8	73/4	73/4
1/2	—	—	—	73/4	73/4	77/8	77/8
5/8	—	—	—	77/8	71/8	8	8
4 1/8	—	—	—	8	81/8	81/8	
7/8	—	—	—	81/8	81/8	81/4	81/4

ระยะย้ำ (นิ้ว)	เส้นผ่านศูนย์กลางของหมุด (นิ้ว)						
	1/2	5/8	3/4	7/8	1	1 1/8	1 1/4
1/2	—	—	53/4	53/4	53/4	53/4	53/4
5/8	—	—	6	6	6	6	6
3/4	—	—	61/8	61/8	61/8	61/8	61/8
7/8	—	—	61/4	61/4	61/4	61/4	61/4
5	—	—	—	63/8	63/8	63/8	63/8
1/8	—	—	—	61/2	61/2	61/2	61/2
1/4	—	—	—	65/8	65/8	65/8	65/8
3/8	—	—	—	63/4	63/4	63/4	63/4
1/2	—	—	—	67/8	67/8	67/8	67/8
5/8	—	—	—	7	7	7	7
----	—	—	—	71/4	71/4	71/4	71/4
7/8	—	—	—	73/8	73/8	73/8	73/8

ตารางที่ 29 (ต่อ) ความยาว ขนาด ของหมุดย้ำที่ใช้ในงานโครงสร้างตามมาตรฐานอเมริกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การศึกษาข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 วิธีสำรวจและรวบรวมข้อมูล

การสำรวจและรวบรวมข้อมูลผู้ทำวิจัยได้สำรวจและเก็บภาพ รวบรวมข้อมูล โดยแบ่งออกเป็น ภาคเอกสาร การสัมภาษณ์ การสอบถาม และ การศึกษา จากของจริงภาคสนาม โดยแบ่งออกดังนี้

3.1.1 การศึกษาภาคเอกสาร

ผู้ทำวิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าจากหนังสือเกี่ยวกับบ้านพักอาศัยในรูปแบบ การอยู่อาศัยและที่พักอาศัยรวมตัวสิ่งแวดล้อมต่างๆ และลักษณะการก่อสร้าง งานโครงสร้างในลักษณะต่างๆ เพื่อนำมาศึกษาวิเคราะห์ถึงผลดีผลเสีย ความเหมาะสมและสอดคล้องกับบ้านพักอาศัย คนงานก่อสร้างชั่วคราวแบบสำเร็จรูป เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบ

3.1.2 การสัมภาษณ์

ผู้ทำวิจัยได้ทำการหาข้อมูลจากผู้พักอาศัยโดยการสัมภาษณ์ คนงานก่อสร้าง เพื่อให้ได้ข้อมูลในด้านพฤติกรรม การอยู่พักอาศัย ตลอดถึงจำนวนผู้พักอาศัยและความต้องการ ขั้นพื้นฐานในการอยู่พักอาศัย เพื่อให้ได้บ้านพักอาศัยคนงานก่อสร้างชั่วคราวแบบสำเร็จรูป ที่มีความเหมาะสมและสอดคล้องต่อการใช้งานมากที่สุด

3.1.3 การศึกษาของจริง

ผู้ทำวิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับบ้านพักอาศัยเดิม รวมระบบต่างๆ ของที่พักอาศัยและสภาพการอยู่พักอาศัยจริงเพื่อที่จะนำมาปรับปรุงให้เหมาะสมกับสภาพปัจจุบันมากที่สุด

3.2 แหล่งที่มาของข้อมูล

- ห้องสมุด สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- วิทยานิพนธ์
- บริษัทสำนักงานก่อสร้างต่าง ๆ
- โครงการหมู่บ้านจัดสรรต่าง ๆ

3.3 การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

การรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แบ่งจำแนกแนวทางในการศึกษาจึงแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับพื้นที่ก่อสร้างที่จำกัด ควรปฏิบัติดังนี้ เลือกเฉพาะช่างซึ่งจำเป็นให้อยู่ในบริเวณนั้น พยายามสร้างเป็นอาคารสองชั้นให้คนงานพักได้ทั้งชั้นบนและชั้นล่าง ไม่ควรให้พักแต่ชั้นบนแล้วเก็บวัสดชั้นล่าง เพราะจำทำความยุ่งยากให้กับหน่วยพัสดุในการเบิกจ่ายและควบคุมจำนวนอาจจะมีการสูญหายง่าย หรือถ้าจำเป็นจะต้องเป็นที่เก็บวัสดุก็เอาวัสดุที่ยากต่อการเคลื่อนย้าย หรือวัสดุที่ไม่มีผู้ใดต้องการเอาไปใช้ทำอะไรก็ได้ บางครั้งอาจจะต้องขออนุญาตจากเทศบาลเพื่อขอใช้บางส่วนของทางเท้าเป็นที่สร้างบ้านพักคนงาน

สำหรับพื้นที่ก่อสร้างที่ไม่มีเอาเลย จะต้องก่อสร้างเต็มพื้นที่ไปทั้งหมดก็ควรจะวางแผนดังนี้คือ เช่าสถานที่ว่างเปล่าใกล้เคียงโดยจัดรถบริการรับส่งไปและกลับ หรือจัดให้คนงานเข้าพักในอาคารที่กำลังก่อสร้างชั้นใด หรือส่วนใดส่วนหนึ่งที่พอจะเข้าไปอยู่ได้ ทั้งสองกรณีนี้จะต้องมีการวางแผนเอาไว้ล่วงหน้า เช่น มีการคิดราคาค่าเช่าที่ดิน ค่าบริการในการรับส่ง จำนวนเที่ยว จำนวนคนงานรวม ทั้งต้องเจรจากับเจ้าของสิ่งก่อสร้างเพื่อจะนำคนงานเข้ามาอาศัยในส่วนใดของอาคาร เมื่อตกลงกันได้แล้วก็ควรจะระบุเอาไว้ในสัญญาหรือเอกสารแนบท้ายสัญญ ซึ่งเป็นการดีกว่าการที่จะทำโดยพลการ เพราะเจ้าของสิ่งก่อสร้างบางรายอาจจะไม่อนุญาตให้คนงานเข้าพักอาศัยก็เป็นได้ และทั้งนี้จะต้องไม่ลือการย้ายคนงานออกให้ถูกจังหวะที่เหมาะสม ซึ่งไม่เป็นการขัดขวางการทำงานเมื่อถึงระยะนั้น

สำหรับที่ตั้งโดยทั่วๆ ไปในเนื่อที่ที่พอจะเลือกได้ควรคำนึงทิศทางลม ให้ทุกหน่วยของหน่วยที่พักลมพัดเข้าได้ และถ้าสร้างเป็นแบบเรือนแถว ควรหันด้านข้างหรือด้านสะกัดไปทางทิศตะวันออก และทิศตะวันตก จะปลูกบ้านพักไว้ด้านหน้า ด้านข้างหรือด้านหลังก็แล้วแต่แปลนของสิ่งก่อสร้างและรูปร่างของพื้นที่ บางครั้งอาจจะต้องย้ายบ้านพักคนงานหลายครั้งก่อนงานเสร็จก็มี เช่น ครั้งแรกสร้างบ้านพักคนงานเอาไว้บริเวณที่จะสร้างเป็นลานจอดรถ และเมื่อถึงงวดงานที่จะต้องสร้างลาดจอดรถก็ต้องรื้อบ้านพัก ย้ายไปแทนที่โรงงานใดโรงงานหนึ่งที่ไม่จำเป็นจะต้องใช้ เพื่อให้คนงานได้อยู่ต่อไปอีกระยะหนึ่ง ซึ่งเป็นระยะตกแต่ง

3.4.1.2 วัสดุที่ใช้สร้าง

วัสดุที่ใช้ในการสร้างบ้านพักคนงานนี้ เท่าที่ปฏิบัติกันอยู่ตั้งแต่อดีตจนปัจจุบันก็คือก่อนใช้ มาตรฐานทั่วๆ ไปจึงต่ำมาก แต่เนื่องจากดินฟ้าอากาศของประเทศไทยเป็นดินฟ้าอากาศที่ไม่ดุร้ายนัก ร้อนก็พอทนได้ ฝนตกก็มีการหยุด หนาวบ้างแต่ก็ไม่นานและไม่ตลอดทั้ง อาคารที่พักเป็นเพียงแต่มีหลังกันแดดกันฝน มีผนังกันแดด กันฝนกันลม กันขโมย และกันสายตา มีพื้นที่ราบเรียบพอที่จะปูเสื่อหรือฟูกบางๆ นอนได้เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การศึกษาข้อมูลในด้านที่อยู่อาศัยพฤติกรรมการใช้งาน และสภาพความเป็นอยู่

2. การศึกษาข้อมูลในด้านโครงสร้าง

ทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการแยกจัดลำดับความสำคัญของข้อมูลเพื่อเป็นการนำมาประเมินค่าศึกษาวิเคราะห์ในบางครั้งอาจตัดสินใจในการเลือกสรุปวิธีการนี้เลย แต่ในบางครั้งก็ไม่อาจตัดสินใจในวิธีการนั้นได้ ดังนั้นจึงต้องทำการวิเคราะห์ระบบหลายๆ ระบบ และเลือกเอาแต่ความเป็นไปได้มากน้อยเพียงใด การเปรียบเทียบจะเปรียบเทียบตั้งแต่ 2 ระบบขึ้นไป

3.4 การศึกษาข้อมูล

3.4.1 การศึกษาข้อมูลในด้านที่อยู่อาศัย พฤติกรรมการใช้งานและสภาพความเป็นอยู่

3.4.1.1 สถานที่ตั้ง

เนื้อที่ในการทำการก่อสร้างมีทุกขนาดและทุกรูปแบบ ถ้าสร้างห้องแถวหนึ่งคูหาในย่ายเยาวราช ก็จะมีเนื้อที่เพียง 4 × 15 คือ 60 ตารางเมตรเท่านั้น ถ้าสร้างอาคารสงเคราะห์หรือหมู่บ้านจัดสรร ก็จะมีเนื้อที่เป็น 100 เป็ 1,000 ไร่ ถ้าก่อสร้างทางหลวง เนื้อที่อาจจะกว้าง 100 เมตร แต่ยาวเป็น 100 กิโลเมตร จะเห็นว่าเนื้อที่ที่จะทำการก่อสร้างแตกต่างกันไปตามแต่งาน ผู้ที่วางแผนในการจัดงานสนามจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงสถานที่ที่เหมาะสมในการจัดให้เป็นที่ตั้งของที่พักคนงานก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่จะต้องนำมาคำนนวณ เพราะจำนวนแตกต่างกันไปตามขนาดของการก่อสร้างอาจจะมีตั้งแต่ 10 คน ถึง 500 คน หรือมากกกว่านั้น

สำหรับพื้นที่ก่อสร้างที่มีขนาดใหญ่ ไม่มีขีดจำกัดในการที่จะวางที่พักคนงาน ควรคำนึงถึงหลักในการเลือกที่ตั้งดังนี้ คือควรให้อยู่นอกบริเวณก่อสร้างออกไป ทั้งนี้เพื่อจะเป็การแยกคนแก่และเด็กออกไปจากบริเวณที่ก่อสร้างด้วยเหตุผลที่ว่าเด็กอาจจะซุกซนเข้ามาเล่นในบริเวณงานอาจได้รับอุบัติเหตุได้โดยง่าย หรือบางครั้งเข้ามากวนใจคนงานและช่างขณะที่กำลังปฏิบัติงาต้องละจากงานออกไปจัดการกับลูกหลานของตน สำหรับคนแก่ก็จะได้อยู่อย่างสงบ ไม่มีเสียงและสิ่งรบกวนจากการก่อสร้างจะได้มีความตั้งใจในการเลี้ยงดูลูกหลาน ทำงานบ้าน รอการกลับมาของคนงานและช่างในตอนเลิกงานหรือตอนพักงาน นอกจากนนี้ยังต้องกังของหายอันเกิดจากความพลุกพล่านของคนไปมาที่แวะมาเยี่ยมเยือนอยาลืมว่าพวกนี้เพื่อนฝูงมากมาย มาจากต่างจังหวัดมาอาศัยพักพิงเป็นประจำ คำว่าแยกห่างออกไปในที่นี้ก็มิได้หมายความว่าไกลเกินกว่าระยะทางที่จะเดินไปมาได้สะดวก สำหรับการแยกออกเป็นหลายค่ายตามจุดต่างๆ ของเนื้อที่ทำงานขนาดใหญ่ก็จะเป็นการตี ลดความแออัด เพิ่มจุดสกัดคนภายนอกที่มีความประสงค์ไม่ดีที่จะเข้าออกในบริเวณก่อสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 128 แสดงรูปแบบของบ้านพักเดิม

โครงสร้าง ส่วนมากใช้ไม้เคร่าขนาด 11/2 × 3 นิ้ว หรือ 2 × 4 นิ้ว เป็นทั้งเสา เคร่าฝาจันทัน อะเสา แป ถ้ายกพื้นก็ใช้เป็นคานหรือตอไปด้วยในตัว การประกอบก็ใช้ตะปูทั้งหมด ตอกยึดโยงกันไปมาจนแน่นหนา ถึงแม้จะปลูกเป็นบ้านพักสองชั้นก็ใช้โครงสร้างดังกล่าวข้างต้น โดยใช้เคร่าฝาเป็นเสารับน้ำหนักระยะประมาณ 60 เซนติเมตร ตอนตอกลงดินก็อาจจะทำเป็นวัวแระกันเอาไว้เพื่อทรุด คานตงของพื้นชั้นล่างก็วางบนพื้นดิน พื้นวางเท้า ก็จะช่วยรับน้ำหนักอีกแนวหนึ่งได้ ตามปกติน้ำหนักบรรทุกก็ไม่มีอะไรมากนอกจากน้ำหนักคน เครื่องเรือนเกือบจะเรียกได้ว่าไม่มีของใช้ก็มีไม่มาก

พื้น อาจจะใช้ไม้แบบขนาด 1 × 8 นิ้ว ขึ้นไปที่ใช้แล้วหรือที่เพิ่งซื้อมาใหม่ตามแต่เหตุการณ์บางแห่งก็ใช้ไม้อัดหนา 1 เซ็นติเมตรปูบนเคร่าซึ่งห่างกัน 40-60 เซ็นติเมตร ผู้อยู่อาศัยอาจใช้เสื่อหรือพรมน้ำมันปูอีกชั้นหนึ่ง เพื่อง่ายต่อการรักษาความสะอาดและอยู่สบายขึ้น นอกจากนี้อาจใช้แผ่นสำเร็จรูปอย่างอื่นที่หนาพอปูเป็นพื้นก็ได้

ฝาและหลังคา ที่นิยมกันมากก็คือสังกะสีลอน ความยาวขนาดต่างๆ กัน เหตุผลก็เพราะว่า เป็นวัสดุที่คงทนแดดและฝน สามารถใช้งานได้หลายครั้ง คือรื้อและนำมาใช้ใหม่ มีแต่รอยตอกตะปูเท่านั้น ใช้ได้ทั้งหลังและฝา บางแห่งก็ใช้แผ่นเหล็กที่ใช้ในการทำเหล็กแบบ ใช้ได้ทั้งหลังคาและผนังแข็งแรงทนทานเช่นกัน แต่สู้สังกะสีไม่ได้ตรงที่ว่าเหล็กแบบมักจะเกิดจะสนิม เก็บความร้อนซึ่งผิดกับสังกะสีสามารถสะท้อนความร้อนจากแสงแดดไปได้มากสำหรับหลังคาก็คงมีสังกะสีและเหล็กแผ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรียบเท่านั้น แต่สำหรับฝาหรือผนังอาจใช้วัสดุสำเร็จรูปอย่างอื่นได้มากมาย เป็นต้นว่า กระเบื้องกระดาษไม้อัด ซีโลกรีต แม็กไซไนท์ ชิพบอรด สตรามิทบอรด ฯลฯ

ประตูหน้าต่าง ใช้กรอบไม้ยาว 11/2 × 4 นิ้ว ตีเป็นกรอบบานโดยรอบ มีกรอบตรงกลาง ตัวบ้านก็เป็นสังกะสีแบบลอน ไม้อัด หรือกระเบื้องกระดาษ ประตูก็เป็นบานสวิงตามปกติสำหรับหน้าต่างอาจจะไม่มี ถ้าจะมีก็ใช้เป็นแบบบานกระทุ้ง หรือใช้ช่องระบายลมเหนือผนังตอนติดกับหลังคา การทำฝาไหลก็อาจจะช่วยให้มีการระบายลมแต่ก็ใช้ฝีมือและไม้ในการทำซึ่งทางเจ้าของบริษัทไม่ค่อยนิยมมากนัก

รูปที่ 129 แสดงวัสดุโครงสร้าง

เนื่องจากวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างแบบรูปที่สร้างบ้านพักคนงานค่อนข้างจะอัตคัด หรือเป็นแนวที่ประหยัดที่สุดเท่าที่เจ้าของบริษัทสามารถจะทำได้ และขณะนี้ก็ยังไม่มีกฎ ข้อบังคับ ระเบียบข้อห้ามใดใดในการดำเนินการ ทางที่ดีควรใช้ธรรมชาติเข้าช่วย หรือเป็นต้นว่า การวางอาคารให้ทุกหน่วยได้รับลมประจำ หันทางแคบของเรือนแถวเข้าหาทิศตะวันออกและตะวันตกปลูกเรือนไว้ใต้ต้นไม้ใหญ่ถ้ามี หรือบังเงาตึกสูงๆ เพื่อผ่อนคลายความร้อนของหลังคาสังกะสี ความสูงของหลังใต้ต้นไม้ใหญ่ถ้ามีหรือบังเงาตึกสูงๆ เพื่อผ่อนคลายความร้อนของหลังคาสังกะสี ความสูงของหลังคาก็เช่นกันถ้าสามารถทำได้สูงเกิน 2.50 เมตร ก็จะบรรเท่าความร้อนที่จะระเหยลงมาในเวลาเที่ยงๆ หรือตอนกลางวันได้พอสมควร เพราะในตอนนี้อาจจะมีแม่ คนแก่ เด็กเล็ก พักอาศัยอยู่ก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1.3 ความเป็นอยู่ที่สุขสบาย

ตามที่นิยมกันในปัจจุบัน บริษัทมักจะก่อสร้างเรือนแถวที่พักคนงานให้หน่วย หน่วยหนึ่งจะมีเนื้อที่เพียง 9 ตารางเมตร คือประมาณ 3 × 3 เมตร เพื่อให้ช่างและคนงาน 1 ครอบครัวอยู่ ซึ่งอาจจะมีสองคนสามีภรรยา หรือมีบุตรเล็กๆ อีกจำนวนหนึ่ง บิดา มารดาหรือญาติพี่น้องก็รวมกันอยู่ใน 9 ตารางเมตรนี้ สำหรับชายโสด หรือหญิงโสด บางคนอาจชอบให้มีเพื่อนสนิทอาศัยรวมกับตนในหน่วยนั้นด้วยความสมัครใจ หรืออางบริษัทอาจจะจัดให้

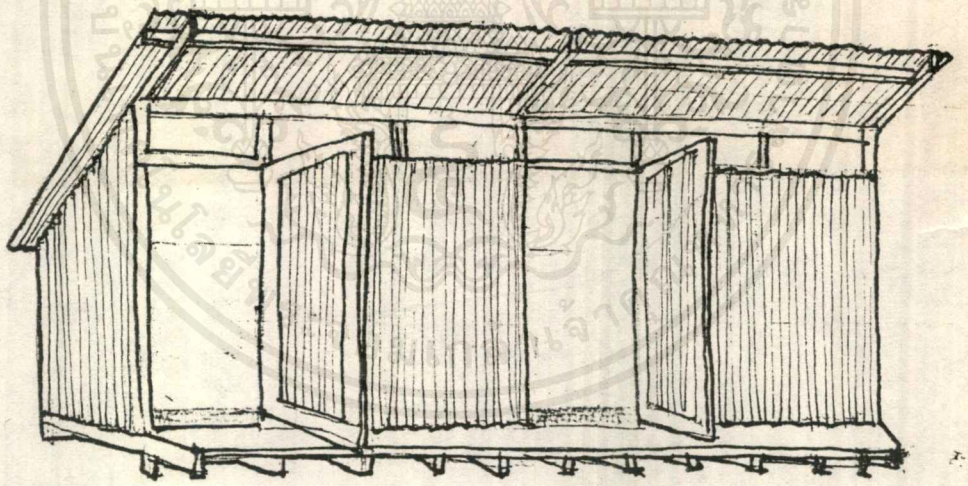
รูปที่ 130 แสดงภายในสภาพที่อยู่อาศัย

บริษัทจะมีผู้รับเหมาช่วงค่าแรงหรือเป็นผู้หาแรงงานมาทำงานตลอดเวลา ผู้รับเหมาช่วงนี้ เป็นผุ้มีอิทธิพลพอสมควร โดยจะพยายามผูกมัดหรือหาวิธีทางตรงหรือทางอ้อมเพื่อดึงคนงานเหล่านี้เอาไว้ เป็นต้นว่า จัดให้มีร้านกาแฟ ร้านขายของชำ ซึ่งคนงานและครอบครัวจะมาพึ่งพาอาศัยหาซื้อจับจ่ายของเป็นประจำกันเป็นแรมปี สามารถเป็นหน้าค้างกันได้เป็นรายเดือน เป็นความสะดวกสบายของทางบริษัท และเป็นเสมือนสวัสดิการกลายๆ ของผู้ใช้แรงงานไปในตัว

ทุกๆ ห้องของหัวเรือนแถว บริษัหรือผู้รับเหมาช่วงแรงงานจะเอาหัวหน้าคนงานเข้ามาอยู่เพื่อกครองบังคับบัญชา โดยเฉพาะหลังเวลางาน เพื่อป้องกันการส่งเสียงอึกทึกครึกโครมการรบกวนกัน การเปิดวิทยุหรือโทรทัศน์ดังเกินไป การรักษาความสะอาดเป็นต้น ถ้าไม่มีหัวหน้าคนงานอาจจะไม่ได้พักผ่อนเท่าที่ควร การทำงานวันต่อไปลดประสิทธิภาพลงไปมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในเนื้อที่ 9 ตารางเมตร ซึ่งมีประตูหนึ่งช่อง หน้าต่างบานกระทุ้งหนึ่งช่องนั้น ผู้อยู่อาศัยจะต้องใช้เป็นห้องพักผ่อนหลับนอนสำหรับหนึ่งครอบ ซึ่งประกอบด้วยสามี ภรรยา เท่านั้นที่จะพออยู่ได้ตามอัตภาพ แต่ถ้ามีบุตรสามสี่คน มีญาติพี่น้องอีกสองสามคน ก็จะแออัดมาก บางบริษัทไม่อนุญาตให้ญาติพี่น้องเข้ามาอาศัยให้อยู่ได้เฉพาะบุตรเท่านั้น ในตอนกลาวันอาจจะมีญาติผู้ใหญ่มาเลี้ยงบุตรตัวเล็กๆ ให้ ถ้าบุตรโตแล้วก็คงไปโรงเรียน จะกลับมาเมื่อตอนบ้าย ภายในห้องจะไม่มีเฟอร์นิเจอร์อะไรเลย ตามผนังก็จะเป็นที่แขวนเสื้อผ้า มุ้ง พื้นปูดวยเสื่อหรือพรมน้ำมันโดยตลอด อันที่จริงห้องนี้ใช้เป็นที่นั่งนอนหลังเลิกงานเพียงไม่กี่ชั่วโมงเท่านั้น เช้าขึ้นแปดนาฬิกาก็ต้องออกไปยังที่ก่อสร้าง อาจจะกลับมารานอาหารกลางวันหนึ่งชั่วโมง และกลับมาอีกครั้งตอนใกล้หาโมงเย็น เพื่ออาบน้ำเปลี่ยนเครื่องแต่ตัวทางอาหารเย็นแล้วคงออกไปพักผ่อน กลับมาอีกครั้งก็สามสี่ทุ่มเพื่อเตรียมตัวเข้านอน วันเสาร์ก็ต้องทำงาน วันอาทิตย์ก็อาจจะได้อยู่พักผ่อนบ้างสักครึ่งวันหรือเต็มวันถ้างานนั้นไม่เร่งนัก พวกช่างหรือคนงานผู้ชายคงไม่อยู่ติดบ้าน คงจะต้องออกไปปอยู่แถวร้านกาแฟละแวกนนมากกว่า เพื่อสังสรรค์ เล่นกีฬาในร่ม และชมรายการทีวี



รูปที่ 131 แบบบ้านพักช่างและคนงาน (จำนวน 2 ยูนิต)

การปรุงอาหารทำได้สองวิธี วิธีแรกก็คือการใช้ลานหน้าห้องแถวของตนเอง มีเหล็กสามขาเชื่อมติดกันทำเป็นขาเตาไฟ ใช้เศษไม้จากไม้แบบมาทำเป็นฟืน หุงหาอาหารเริ่มตั้งแต่งานเลิก ประมาณครึ่งชั่วโมงก็คงได้ทานอาหรกัน อาหารบางอย่างก็มิได้ปรุงเองอาจจะหาซื้อใส่ถุงพลาสติกมาจาก

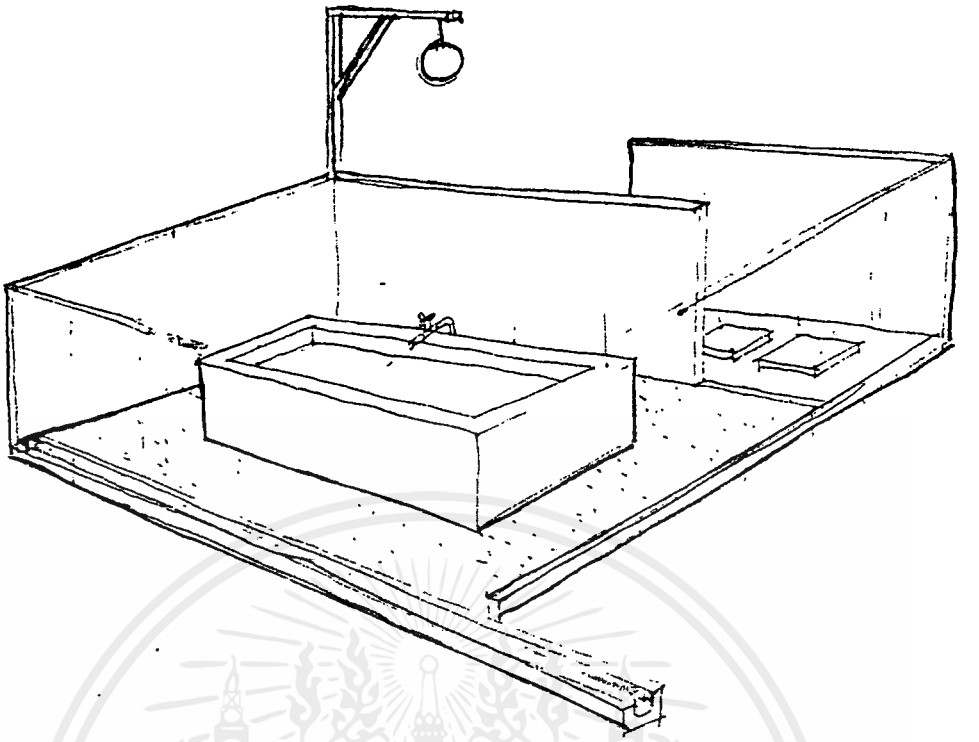
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชำเจ้าประจำของนายงานนั้นเอามาสมบท การอนุญาตให้ปรุงอาหารแบบนี้มีข้อดีและข้อเสียอยู่ดังนี้ ข้อดีก็คือ สามารถนำเอาไม้แบบที่ไม่ใช้แล้วมาทำเป็นฟืนได้อย่างดี ข้อเสียก็คือมีควันเสียสุขภาพ และอีกอย่างหนึ่งก็คือถ้าอยู่กันมากครอบครัวและมีเศษไม้แบบน้อย ไม้แบบดีดีก็อาจจะถูกหยิบฉวยมาใช้ได้ง่ายเช่นกัน วิธีที่สองก็คือ การต่อปลั๊กไฟฟ้าให้ใช้เตาไฟฟ้า หรือหม้อหุงข้าวไฟฟ้า ก็ป้องกันไม้แบบหมดได้ดีแต่ค่าไฟที่จะต้องจ่ายมากพอดู สำหรับค่าไฟฟ้าของการใช้ในสนามที่มี 150 ครอบครัว จะตกราวเดือนละ 40,000 บาทถ้วน ทั้งนี้รวมทั้งไฟฟ้าที่ใช้ในการก่อสร้างด้วย

เมื่อปรุงอาหารเสร็จแล้วก็ถึงเวลารับประทาน ก็ควรใช้บริเวณลานหน้าห้องพัก ซึ่งอาจจัดเป็นระเบียงเพิ่มเติมออามาจาก 9 ตารางเมตรอีกสักเล็กน้อย พอที่จะล้อมวงกันทานอาหารได้ ถ้าค่ำมืดก็ใช้แสงสว่างภายในห้องที่ลอดออกมาจากช่องประตู เมื่อทานอาหารแล้ว เศษอาหารต้องกำจัดให้หมดสิ้น ด้วยการนำไปทิ้งในบริเวณที่เก็บขยะ ที่จัดเตียมไว้ให้ งานนี้ผู้ที่เป็นหัวหน้าคนงานจะต้องออกเดินตรวจตราทุกวัน เพื่อกำจัดแมลงวัน มดและหนูซึ่งจะเป็นตัวนำเชื่อโรคมาสู่คนงานเหล่านี้ได้

ลานอาบน้ำ ซักผ้า และล้างถ้วยชาม ควรจัดเอาไว้เป็นแห่ง โดยเลือกที่ให้เหมาะสมและต้องทำให้ถูกสุขลักษณะด้วย จุดที่กำหนดควรอยู่บริเวณที่คนแต่ละหน่วยไปใช้ได้สะดวกและสามารถระบายน้ำได้ ไม่อยู่ในที่ประเจิดประเจ้อจนเกินไป เริ่มแรกควรก่อบ่อเก็บน้ำขนาดโตพอควร คือจุน้ำได้ประมาณ 2,000 ลิตรขึ้นไป หรือสูงประมาณ 75 เซนติเมตร กว้าง 150 เซนติเมตรความยาวประมาณ 200 เซนติเมตร ก่อด้วยซีเมนต์บลอค ฉาบปูนเรียบด้านในหน้าเดียว รอบบ่อทั้งสี่ด้านควรเทปูนเป็นพื้นกว้าง 100 เซนติเมตรขึ้นไป มีรางน้ำโดยรอบเพื่อระบายน้ำที่ตักขึ้นมาใช้ไหไหลไปทางใดทางหนึ่ง ตรงไปยังบ่อชีมซึ่งอาจใช้บ่อชีเมนต์สำเร็จรูป 2 ชุด ชุดละ 4 ลูกซ้อนกัน โดยมีอิฐหักทรายหยาบอัดโดยรอบบ่อเพื่อดูดซึมน้ำใช้แล้ว และเพื่อจะให้มีรั้วรอบขอบชิดเป็นสัดเป็นส่วนอาจทำเป็นแผงกั้นสูงระดับไหล่โดยรอบทั้งสี่ด้าน โดยมีช่องทางเข้าเปิดเอาไว้ รั้วอาจใช้สังกะสีหรือกระเบื้องกระดาษก็ได้ มีก๊อกน้ำไขน้ำใส่เอาไว้ให้เต็มเสมอน้ำที่ใช้นี้ควรเป็นน้ำประปาหรือน้ำบาดาลซึ่งเจาะขึ้นใช้เอง ถ้าแห่งใดน้ำบาดาลหรือน้ำประปาไม่เหมาะสำหรับดื่ม ควรซื้อน้ำดื่มที่มีความสะอาดใส่ถังจนาดใหญ่ไว้ให้คนงานได้ดื่มกิน และใช้สำหรับปรุงอาหารเท่านั้น ควรทำชั้นติดกับกำแพงเพื่อเอาไว้วางสบู่ สิ่งของที่ไม่ต้องการให้เปียบน้ำ มีราวหรือตะขอสำหรับแขวนเสื้อกางเกงหรือผ้า ติดโคมไฟเพื่อได้ใช้ในตอนกลางคืนด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 132 แบบบ่อสำหรับช่างและคนงาน

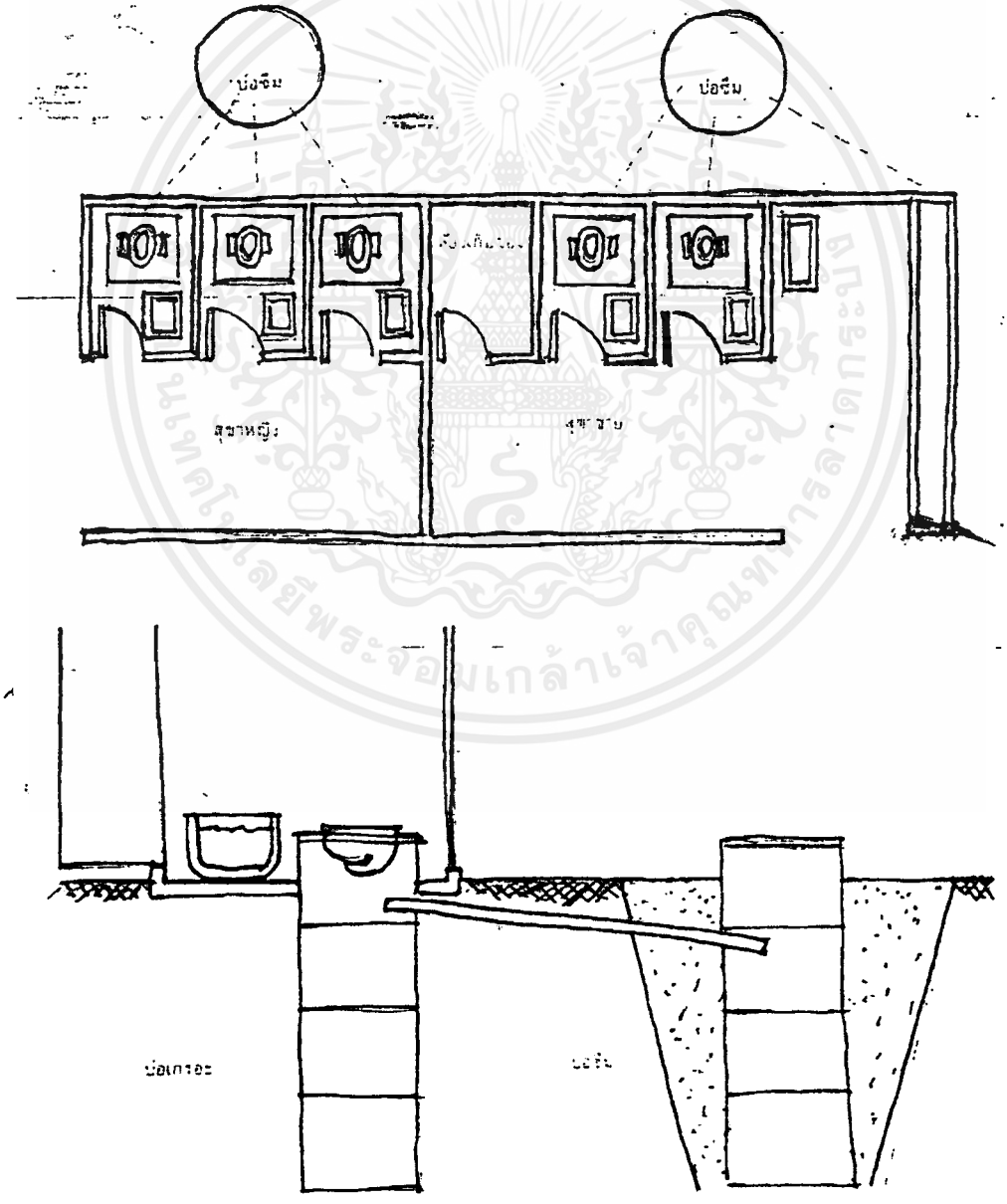
ห้องสุขาเป็นจุดที่ต้องเอาใจใส่มาเป็นพิเศษ โดยเริ่มจากการจัดให้พอกับจำนวน เช่น 50 คนต่อที่ แบ่งแยกเป็นชายหญิง จัดไว้เป็นจุดๆ ตามความต้องการใช้ โดยอย่างให้มีระยะทางห่างจากที่ทำงานหรือที่พักจนเกินไป ถ้าที่พักอยู่ห่างจากบริเวณก่อสร้างมาก ก็ต้องมีสองจุดคือ ณ บริเวณที่พัก และบริเวณที่ทำงาน ในการสร้างอาคารสูงๆ หลายชั้น ถ้าไม่มีลิฟท์สำหรับคนงานขึ้นลง ควรวางแผนในการสร้างสุขาชั่วคราวเอาไว้ทุกๆ ห้าชั้น เพราะการที่คนงานทำงานอยู่ชั้นสิบต้องการจะปัสสาวะหรืออุจจาระกว่าจะเดินขึ้นลงบันได 10 ชั้นได้ คงทนไม่ไหว อาจจะแอบทำเลอะเทอะเอาไว้ระหว่างชั้นมุมใดมุมหนึ่งนั้นเอง การทำสุขาชั่วคราวระหว่างชั้นอาจจะใช้ท่อน้ำทิ้งชั่วคราวบ่อเกรอะบ่อซึมชั่วคราวเอาไว้ก่อน

สำหรับสุขภัณฑ์ที่ใช้ควรใช้สัมซึมแบบหินขัด ครอบบนถังซีเมนต์จำนวน 4 ถัง แต่ละหัวสัวม และ 4 หัวสัมอาจจะนำไปยังบ่อชั้มหนึ่งชุด ซึ่งใช้ถังซีเมนต์ อีก 4 ถัง ซ้อนกันโดยมีอิฐหักทรายหยาบอัดโดยรอบบ่อ ถังเก็บน้ำเป็นบ่อหินขัดสำเร็จรูปที่มีขาตามท้องตลาดวางประจำเอาไว้ทุกห้องฝาควรใช้กระเบื้องกระดาษ หรืออาจจะก่อด้วยอิฐบลอคสูงประมาณหนึ่งเมตรเสียก่อนก็จะยิ่งดี ถ้าใช้สังกะสีควรใช้กระเบื้องกระดาษ หรืออาจจะก่อด้วยอิฐบลอคสูงประมาณหนึ่งเมตรเสียก่อนก็จะยิ่งดี ถ้าใช้สังกะสีควรหาที่ไม่มีรูตะปูโดยเฉพาะส่วนที่กั้นแยกระหว่างชายหญิง นอกจากนี้ควรทำหรือจัดให้มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถังอนามัยสำหรับใส่กระดาษชำระโดยมีฝาปิดมิดชิด มีการกำจัดทิ้งเป็นประจำทุกวัน ถ้าบริเวณก่อสร้างมีน้ำประปา หรือน้ำบาดาลเจาะใช้เอง ควรเดินท่อประปาถาวรเอาไว้แต่ละห้องโดยใช้ถึงคอนกรีตหินขัดสำเร็จรูปที่มีขายอยู่ในท้องตลาดซึ่งสามารถกักเก็บน้ำได้สัก 5 แกลลอน จัดให้มีก๊อกน้ำเปิดปิดได้ มีขันพลาสติกหรือกระบวยพลาสติกประจำพื้นห้องทั่วไปควรเป็นคอนกรีตไม่ควรใช้พื้นดินเดิม เพราะดินจะแฉะและไม่ถูกสุขลักษณะ

ที่ปัสสาวะของช่างและคนงานชายจะใช้โถอุจจาระหรือจะทำขึ้นต่างหากก็ได้ โดยการก่อเป็นรางด้วยซีเมนต์มีก๊อกน้ำเปิดน้ำให้ไหลชะล้างได้ โดยทำรางระบายไปยังบ่อซึมเช่นกัน และควรมีแผงกำบังสายตาโดยรอบด้วย แผงที่แบ่งเป็นช่องสำหรับแต่ละคนอาจจะไม่จำเป็นเท่าใดนัก การระบายลมที่ดีจะกำจัดกลิ่นไปได้มากทีเดียว



รูปตัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลานออกกำลังกายเป็นสิ่งจำเป็น คนงานถึงแม้จะทำงานหนักมาตลอดทั้งวัน ก็ยังต้องการออกกำลังกายเป็นการพักผ่อนสมอง คลายเครียด ส่วนมากนิยมเตะตะกร้อ อาจจะเป็นลานสำหรับตะกร้อวง ตะกร้อลอดบ่วง ตะกร้อข้ามตาข่าย เป็นต้น ซึ่งมักจะแล่นกันแต่เฉพาะคนงานชายตอนเลิกงานก่อนอาบน้ำทานอาหารเย็น ตอนกลางวันอาจจะใช้เป็นลานสำหรับเด็กวิ่งเล่นได้อีกด้วย เพราะฉะนั้น ควรกำหนดที่ให้เหมาะสมอย่าให้ใกล้สถานที่ทำงานหรือใกล้กับบริเวณที่พักมากเกินไป

ร้านชำหรือร้านกาแฟเป็นสิ่งขาดเสียไม่ได้ จะต้องมีประจำเกือบทุกหน่วยงานก่อสร้าง ร้านนี้เกิดขึ้นเนื่องจากความจำเป็นในด้านความเป็นอยู่ เท่าที่ปรากฏส่วนมากมักจะเป็นร้านค้าของผู้รับเหมาช่วง หรือหัวหน้างานที่รับช่วงค่าแรงหรือรับหาคนงาน ประโยชน์ของร้านค้านี้มีมากมาย อาทิ เป็นร้านที่คนงานสามารถจับจ่ายซื้อข้าวของที่จำเป็นต่อชีวิตประจำวัน อาจจะถึงการซื้อด้วยเงินเชื่อได้ด้วย เป็นที่พักผ่อนดูโทรทัศน์ เปรียบเสมือนสโมสรพบปะสังสรรค์กัน เป็นร้านกาแฟเครื่องดื่มของผู้ที่มาติดต่องานก่อสร้าง มีกับข้าวขาย มีก๋วยเตี๋ยว และอาหารสำเร็จรูปอื่นๆ อีกมากมาย ซึ่งขึ้นกับจำนวนครอบครัวในละแวกนั้น สถานที่ตั้งควรเลือกให้เหมาะสมสามารถบริหารคนงานที่บ้านพักได้ คนที่ไปมาเยี่ยวมหรือมาเพื่อธุรกิจก่อสร้างได้ อาจจะอยู่ไม่ไกลกับสำนักงานชั่วคราวนัก ลักษณะตัวอาคารก็เป็นร้านชั่วคราว โต๊ะเก้าอี้อาจจะทำเป็นแบบโต๊ะอาหารสนาม หรือโต๊ะฝึกงาน ผนังเป็นฝาที่กระทุ้งค้ำยันเอาไว้ในตอนกลางวัน กลางคืนปิดได้นิท บางแห่งมีตู้เย็น และตู้แช่ไว้สำหรับบริการก็มี

ในตัวเมืองเมื่อมีที่พักมารวมกันอย่างหนาแน่นหลายร้อยครอบครัวเช่นนี้อาจจะเกิดปัญหาต่างๆ ขึ้น สิ่งหนึ่งที่เกิดขึ้นแน่นอนนั่นก็คือ ยุง เราควรติดต่อกับทางเทศบาลเพื่อขอบริการฉีดกำจัดยุงประมาณเดือนละครั้ง ก็จะบรรเทาไปได้มาก และต้องมีการทำลายแหล่งน้ำที่จะเป็นที่ เพาะพันธุ์ จัดการระบายน้ำภายใน กำจัดวัชพืชในพงหญ้าที่รก ให้เตียนอยู่ตลอดฤดูกาลโดยเฉพาะฤดูฝน หรือฤดูน้ำหลาก

3.4.1.4 สภาพความเป็นอยู่ปัจจุบัน

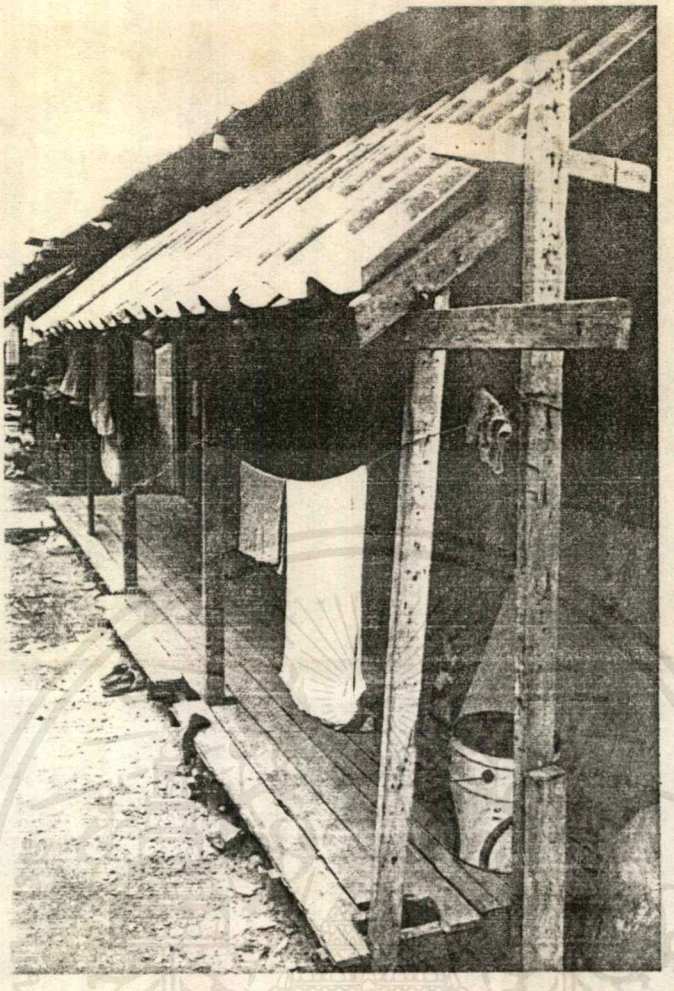
ในการอยู่พักอาศัยเพียงชั่วคราวเท่านั้น ลักษณะการอยู่พักอาศัยจึงค่อนข้างเรียบง่าย และมีลักษณะที่ต้องดีเดิมเพื่อการอยู่พักที่สะดวกสบายขึ้น เพื่อสะดวกในการโยกย้ายอยู่บ่อยๆ จึงมีการชำรุดสูญเสียวัสดุโดยใช่เหตุ ในทุกครั้งที่มีการโยกย้ายเปลี่ยนแปลง ในสภาพสังคมความเป็นอยู่ที่ไม่ถูกสุขลักษณะ ในหลักการอยู่พักอาศัยการระบายอากาศ สภาพปัญหาที่ได้พบเห็นมามีดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 133 ลักษณะภายนอกทั่วๆ ไปของบ้านพักคนงานชั่วคราว

รูปที่ 134 ลักษณะบ้านพักคนงานเมื่อรื้อถอนไปบ้าง ยังพักอาศัยอยู่บ้าง จะสังเกตุเห็นว่าความยาวของแต่ละห้อง จะเท่ากับ 2.40 เท่าขนาดของกระดาษอัด ในภาพเป็น 2 ห้อง แบ่งครึ่งตอนกลาง

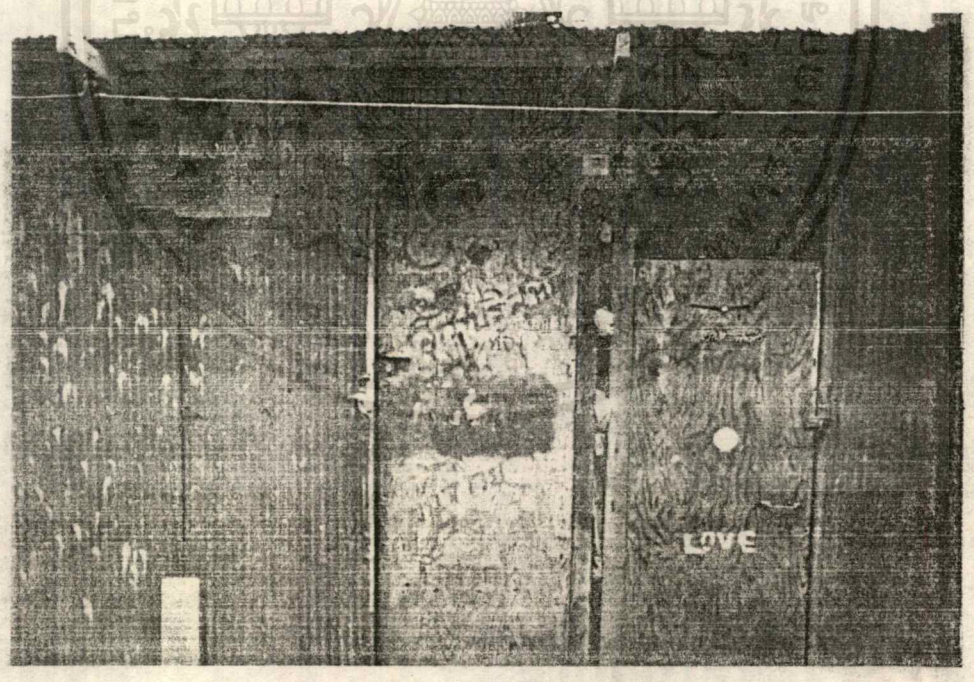
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่135ลักษณะการต่อหลังคา และการเดินสายไฟเข้าบ้านพัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

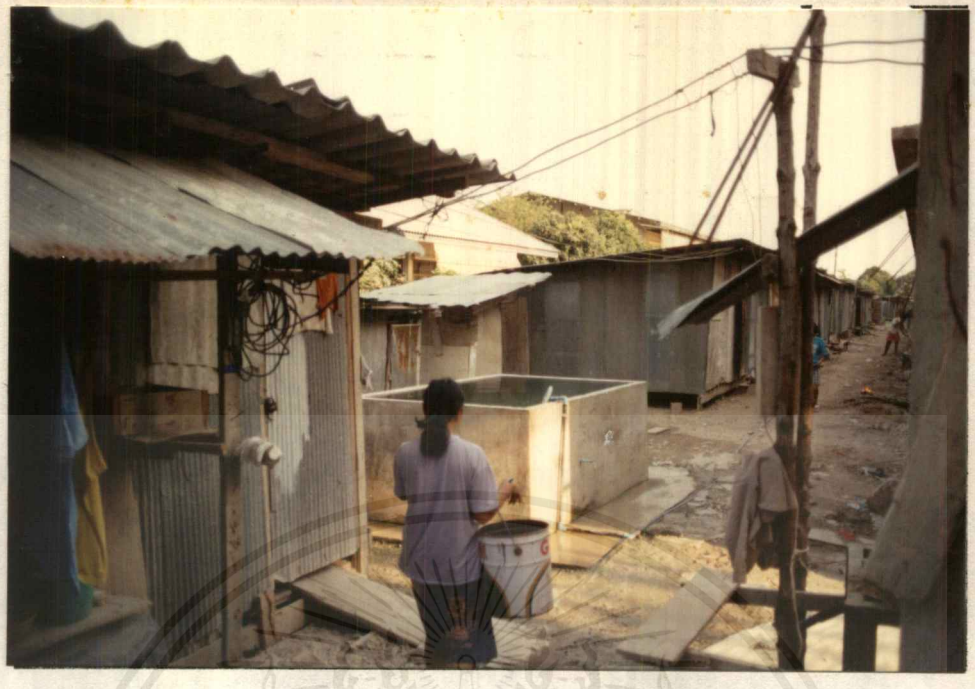
รูปที่136ลักษณะการระบายอากาศของคนงานที่รื้อฝาด้านหน้าออก แล้วใช้ไม้จริงตีเป็นช่องระบาย



รูปที่137ลักษณะการเจาะช่องระบายอากาศอีกแบบหนึ่ง สังเกตุขนาดของห้องใช้ขนาดกระดาษ

อัด ความกว้างห้อง 2.40 ความกว้างประตู 80 ซม. ไม่มีหน้าต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 138 แสดงหน่วยบริเวณห้องน้ำและซักล้างรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1.5 การดำรงชีวิตของคนไทย

1. แบบท้องถิ่นไทยแท้ ลักษณะของครอบครัวไทยแต่ก่อน เป็นการอยู่ที่สืบทอดมาแต่ดั้งเดิม ผูกพันธ์กันอย่างเคร่งครัดอยู่กับขนบธรรมเนียมประเพณี สังคมในชุมชนเป็นสังคมแบบกันเองพึ่งพาอาศัยกัน ผู้สูงอายุ บิดา มารดา ได้รับการยกย่องนับถือบุตรธิดามีหน้าที่จะต้องเบี้ยงดูบิดามารดาในบั้นปลายของชีวิต ธิดามีหน้าที่คอยช่วยเหลือมารดาดูแลบ้าน งานต่างๆ ถึงแม้จะแต่งงานไปแล้วก็ยังอยู่ในครอบครัวเดิมทำหน้าที่แม่บ้านต่อไป ส่วนบุตรชาย นอกจากจะช่วยบิดามารดาทำมาหากินแล้ว ยังมีหน้าที่จะต้องบวชสนองคุณบิดามารดาเมื่อสึกออกมาก็จะช่วยบิดามารดาทำงานต่อไปจนกว่าจะแต่งงานจึงจะย้ายครอบครัวใหม่หรือจะไปอยู่ร่วมกับครอบครัวของภรรยา

ลักษณะการใช้เนื้อที่ใช้สอยแบบไทยแท้ คือ การใช้เนื้อที่อย่างอเนกประสงค์ โดยแบ่งออกเป็นส่วนๆ ไป คือ ห้องโถงเปิดโล่งใช้เป็นห้องอาหาร ห้องรับแขก พักผ่อนสังสรรค์ระหว่างครอบครัว ห้องมิดชิดสำหรับเก็บของมีค่าต่างๆ สาเหตุที่คนไทยมีการอพยพโยกย้ายถิ่นฐานอยู่บ่อยๆ การสร้างวัสดุที่เป็นภาระในการเคลื่อนย้ายจึงไม่นิยม การใช้ครุภัณฑ์ที่พับได้จึงเป็นที่รู้จักและนำมาใช้จนปัจจุบันนี้ เช่น เสื่อ หมอน ที่นอน สิ่งต่างๆ จะมารถประหยัดเนื้อที่ใช้สอยอีกด้วย

2. แบบได้รับอิทธิพลจากอารยธรรมตะวันตก กลุ่มชนระดับนี้ส่วนใหญ่จะเป็นกลุ่มชนที่มีฐานะทางเศรษฐกิจระดับดี และมีโอกาสทางการศึกษาใหม่ เครื่องอำนวยความสะดวก ชีวิตความเป็นอยู่จึงมีการเปลี่ยนแปลงไปจากลักษณะสังคมไทยแบบดั้งเดิม เพราะความสัมพันธ์การผลัดเปลี่ยนไประบบเศรษฐกิจพัฒนาขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตตัวเมืองระดับความเป็นอยู่หรือมาตรฐานการครองชีพจะได้รับอิทธิพลจากตะวันตกมาก เช่น การนั่งเก้าอี้ การใช้โต๊ะอาหาร การมีห้องรับแขก ห้องอาหารแยกเป็นสัดส่วนแน่นอน

กิจกรรมของผู้พักอาศัยภายในบ้าน

ในการพิจารณาออกแบบบ้านพักอาศัย ก่อนอื่นเราควรพิจารณาถึงลักษณะของกิจกรรมภายในครอบครัวหนึ่งๆ ที่จะอยู่อาศัยภายในบ้านว่าเป็นอย่างไรบ้าง โดยปกติ
กิจกรรมของผู้พักอาศัยในครอบครัว ตามหลักจิตวิยาจะมีอยู่ 5 ประเภท คือ

1. การประกอบกิจกรรมด้วยการปฏิบัติทั่วไป
2. การประกอบกิจกรรมส่วนตัวโดยเฉพาะ
3. การประกอบกิจกรรมด้วยการร่วมมือกันคิดหรือกระทำ
4. การประกอบกิจกรรมที่เกิดการขัดแย้งหรือทะเลาะวิวาท
5. การติดต่อซึ่งกันและกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิจกรรมทั้ง 5 ประเภทนี้ ย่อมมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกัน และถ้ารวมกันแล้วจะเป็นการสังคม การสมาคมภายในบ้าน ซึ่งการสังคมนี้อาจแยกได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. แบบเปิดเผย
2. แบบกึ่งเปิดเผย
3. แบบส่วนตัว

การแบ่งเขตภายในบ้านพักอาศัย

เมื่อเราพิจารณาแบ่งกลุ่มของกิจกรมภายในบ้านแล้ว ในขั้นต่อไป เราควรจะพิจารณาถึง การแบ่งเขตภายในบ้านตามประเภทของกิจกรรมของผู้อยู่อาศัย ทั้งนี้เพื่อจะได้เป็นหลักในการออกแบบโดยถึงประเภทและการจัดของส่วนต่างๆ ในบ้านได้ถูกต้องตามประโยชน์ใช้สอยของผู้ใช้อาคาร เขตต่างๆ ภายในบ้านอาจแบ่งออกเป็น 4 เขต คือ

1. เขตต้อนรับ
2. เขตเพื่อการสังคมหรือกึ่งต้อนรับ
3. เขตปฏิบัติงานทั่วไปหรือกึ่งส่วนตัว
4. เขตส่วนตัว

ในการออกแบบบ้านนั้น เราควรพิจารณาถึงลักษณะความต้องการของแต่ละเขต ตลอดจนความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ระหว่างเขตต่างๆ ซึ่งอาจแยกเป็นรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

เขตต้อนรับ

เป็นส่วนที่เปิดเผยและต้อนรับมากที่สุดของบ้าน เป็นส่วนที่อยู่ระหว่างชีวิตภายนอกบ้านกับเรื่องของครอบครัวภายในบ้าน เป็นส่วนที่จะสดงออกให้เห็นว่า ได้เริ่มเข้ามาในบ้าน ความสำคัญของเขตนี้ เป็นบริเวณที่มีการสมาคมมากที่สุด เพราะเป็นเขตที่เริ่มมีสัญญลักษณ์ของความเป็นบ้านกับครอบครัว เป็นเขตที่มีความสำคัญในการเข้าออกติดต่อมากที่สุดการมองเห็นอาคันตุกะสามารถเห็นทางเข้าอาคาร ซึ่งตั้งอยู่ในเขตนี้อย่างชัดเจน แต่ไม่ควรให้เห็นส่วนอื่นๆ ภายในอาคาร กิจกรรมในเขตนี้ได้แก่ การเข้า ออกไปของอาคันตุกะและผู้อยู่อาศัยเอง กาจะเป็นที่เก็บของสำหรับอาคันตุกะ เช่น ร่ม เสื้อฝน รองเท้า

ชนิดของพื้นที่ได้แก่ มุขหน้าบ้าน ทางเข้าประเภทต่างๆ ทางเท้า ทางรถยนต์เข้าบ้าน ห้องโดย โรงเก็บรถยนต์ ฯลฯ ที่ตั้งของเขตนั้นเป็นส่วนที่ติดต่อกับเขตเพื่อการสังคม ขนาดเนื่อที่ไม่จำกัดตามขนาดของพื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เขตเพื่อการสังคมหรือกึ่งการต้อนรับ

เป็นส่วนที่เปิดเผยและต้อนรับรองลงมาจากเขตต้อนรับ เป็นที่รวมของครอบครัว ประกอบกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวัน หรือโอกาสพิเศษ เป็นที่ซึ่งให้ความเป็นส่วนตัวจากโลกภายนอกบ้าน โดยลดความวุ่นวายสับสนจากภายนอกมาเป็นเรื่องกิจกรรมส่วนตัวในครอบครัว เป็นส่วนสำคัญที่สุดภายในบ้าน เป็นจุดรวมของครอบครัวเพื่อการสังสรรค์สมาคม เป็นส่วนที่แสดงถึงสัญญลักษณ์ของการเป็นครอบครัว เขตนี้ควรแยกจากเขตที่บุคคลภายนอกจะมองเห็นได้ง่าย เช่น ห่างจากเขตต้อนรับหน้าบ้าน เป็นต้น ควรจะแยกจากเขตปฏิบัติการ ควรมีการระบายอากาศอย่างดี

กิจกรรมในส่วนนี้ได้แก่ การจัดงานรับรองในโอกาสต่างๆ การสนทนาสังสรรค์รับแขก อ่านหนังสือ ฟังเพลง เล่นเกมส์ ขนาดของพื้นที่ได้แก่ บริเวณห้องรับแขก ห้องสมุด ห้องแพนทรี ระเบียงภายนอกหรือภายในร่ม บริเวณส่วน ฯลฯ พื้นที่รวมประมาณ 14 ตารางเมตร บริเวณรับแขก พักผ่อนและทำสวน รวมทั้งบริเวณรับประทานอาหารสำหรับ 4 คนด้วย ประมาณ 12 ตารางเมตร บริเวณทางเข้าด้านหน้าประมาณ 2 ตารางเมตร

เขตปฏิบัติงานหรือกึ่งส่วนตัว

เป็นส่วนที่มีลักษณะกึ่งเปิดเผยจากอาคันตุกะหรือผู้มาเยี่ยมเยียนอื่นๆ ผู้ที่สนิทสนมคุ้นเคยกับครอบครัวเท่านั้น ที่จะใช้ร่วมในส่วนนี้ แต่ส่วนนี้จะมีความเป็นเรื่องส่วนตัวภายในครอบครัวมากกว่าเขตเพื่อการสังคม เป็นบริเวณที่มีความสำคัญเกี่ยวกับการปฏิบัติงานธรรมดา ภายในบ้านมากกว่าอย่างอื่น ความสำคัญทางสังคมนั้นไม่มากนัก กิจกรรมในเขตนี้ได้แก่ การซัก ตาก รีดผ้า ทั่วไป การปรุงอาหารหรือทำครัว การทำความสะอาด การจัดโต๊ะอาหาร การรับประทานอาหาร ที่เก็บขยะ ชนิดพื้นที่นี้ได้แก่ ห้องคนใช้ ห้องเด็ก ห้องทำงานบ้านของครอบครัว ที่ตั้งของเขตนี้ควรตั้งอยู่ใกล้กับคนใช้เพื่อบริการเขตนี้ต้องอยู่ห่างจากเขตส่วนตัว หรือบริเวณที่ต้องการความสงบเป็นพิเศษ เช่น ห้องนอน ห้องสมุด ฯลฯ พื้นที่ปฏิบัติงานทั่วไปรวมประมาณ 22.5 ตารางเมตร ถ้ามีคนใช้ด้วย หากไม่มีคนใช้ก็รวมประมาณ 16 ตารางเมตร บริเวณปรุงอาหารประมาณ 6 ตารางเมตร บริเวณเก็บสัมภาระประมาณ 4 ตารางเมตร ซักล้าง รีดผ้า 6 ตารางเมตร คนใช้ 6.5 ตารางเมตร

เขตส่วนตัว

โดยประโยชน์ใช้สอยแล้ว เขตนี้ต้องการความเป็นส่วนตัวมากที่สุดเท่าที่จะกระทำได้ทุกกรณี ความสำคัญเฉพาะเจ้าของบ้าน การมองเห็น จำเป็นที่จะต้องปราศจากการมองเห็นจากภายนอกมากที่สุด กิจกรรมในเขตนี้ได้แก่ การนอนหลับ การทำงานที่ใช้ความคิด พักผ่อนจริงจัง ที่ดินของเขตนี้ใช้เนื้อที่รวมประมาณ 12.5 ตารางเมตร ห้องนอน 10 ตารางเมตร ห้องน้ำส้วม 2.15 ตารางเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 การศึกษาข้อมูลในด้านโครงสร้าง

3.4.2.1 การศึกษารูปแบบของการก่อสร้าง

จากการศึกษาข้อมูล พอสรุปผลการใช้วิธีการก่อสร้างที่เหมาะสมและสอดคล้องกับโครงการออกแบบบ้านพักอาศัย คนงานก่อสร้างชั่วคราวแบบสำเร็จรูป ได้แก่ การก่อสร้างในรูปของบ้านสำเร็จรูป (PREFABRICATION AND MODULAR-SYSTEM)

สรุปผลการใช้และวิธีการออกแบบ PREFABRICATION AND MODULR -SYSTEM การก่อสร้างแบบนี้ มิได้เป็นปัญหาใหญ่ในการที่จะผลิขึ้นมา ไม่ใช่เพื่อการประหยัดเท่านั้น แต่ละจุดมุ่งหมายใหญ่ คือ เป็นการแก้ปัญหาบ้านพักอาศัย โดยนำระบบผลิตแบบอุตสาหกรรมมาใช้ซึ่งสามารถทำได้อย่างรวดเร็วทันต่อความต้องการ

ส่วนของโครงสร้างที่ทำเป็น MODULE ทำให้ประหยัดเงิน และเป็นการทดแทนแรงงานที่ต้องใช้ผู้ที่มีฝีมือทางช่างซึ่งประหยัด ค่าแรงงานได้โดยใช้ช่างทั่วไปที่ไม่ต้องมีความชำนาญมากนัก ทำใช้คุณภาพทางด้านสถาปัตยกรรมที่ออกสู่ตลาดดีขึ้น เพราะเป็นการผลิตมาในระบบเดียว เพื่อให้สอดคล้องกับ การนำวัสดุนั้นๆ ไปได้อย่างเต็มที่

การศึกษาผลิตภัณฑ์บ้างเดียง

1. ชุ้มขายของ COCA COLA

ลักษณะรูปแบบของการก่อสร้าง เป็นแบบ FRAME SYSTEM

วัสดุ - โครงสร้างหลัก เป็นเหล็กและเหล็กแผ่น

การติดตั้ง - ผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโรงงานแล้วนำมาประกอบติดตั้งตามสถานที่ต้องการ

รูปที่ 139 แสดงรูปแบบของชุ้มขายน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 140 แสดงโครงสร้าง

โครงสร้างเป็นโครงเหล็กทำหน้าที่เป็ตัวยึดส่วนต่างๆ ทั้งหมด ประกอบติดตั้งได้ง่ายและรวดเร็ว

รูปที่ 141 แสดงอุปกรณ์ยึดโครงสร้าง

มีการออกแบบผลิตชุดอุปกรณ์ขึ้นเพื่อสามารถประกอบส่วนต่างๆ เข้าด้วยกันตามความต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพแสดงให้เห็นถึงลักษณะของงานก่อสร้างในระบบของ FRAME SYSTEM ซึ่งจะมีลักษณะที่สำคัญดังนี้คือ การผลิตจะแยกการผลิต ออกเป็นส่วนๆ โดยมีโครงสร้างคือ เหล็กกล่องไร้เกรด แล้วปิดด้วยเหล็กแผ่นพับ แล้วนำมาประกอบเข้ากับโครงสร้างหลัก คือ เสาคาน โดยวิธีการยึดนอตสกรู

รูปที่ 142 แสดงประตูทางเข้าซุ้มขายน้ำ

ประตูทางเข้า หน้าต่าง เป็นแผงโดยใช้วัสดุเดียงกัน ประกอบหรือยึดเข้ากับโครงสร้างด้วยอุปกรณ์ปิดเปิด ซึ่งมีความแข็งแรงและมีความสะดวกในการประกอบติดตั้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 143 แสดงฐานรากของซุ้มขายน้ำ

ฐานรากของซุ้มขายน้ำ เป็นลักษณะของการใช้ฐานราก

แบบปแคือใช้แผ่นเหล็กเป็นตัวรับโครงสร้างเสา ซึ่งลักษณะพื้นที่จะต้องมีความแข็งแรงต่อการรับน้ำหนัก และมีลักษณะของพื้นผิวราบเรียบ ได้ระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สำนักงานแบบสำเร็จรูป

ลักษณะรูปแบบของการก่อสร้าง เป็นแบบ PANEL SYSTEM

วัสดุ - แผ่นผนังสำเร็จรูป

การติดตั้ง - เป็นแผ่นผนังแบบสำเร็จรูป นำมาประกอบติดตั้งอ้วยอุปกรณ์

รูปที่ 144 แสดงรูปแบบของสำนักงาน

จากภาพ แสดงให้เห็นถึงลักษณะของงานก่อสร้างในระบบของ PANEL SYSTEM ซึ่งจะมีลักษณะที่สำคัญคือ เป็นแบบแผ่นผนังสำเร็จรูปหรือใช้แผงต่างๆ เป็นโครงสร้างในตัวด้วย การยึดต่อเข้าด้วยกันด้วยอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 145 แสดงรูปแบบของโครงสร้าง

โครงสร้างประกอบด้วยโครงเหล็ก ปิดทับด้วยไม้อัดหนาทำเป็นแผงส่วนต่างๆ แล้วนำมาประกอบเข้าด้วยกัน

รูปที่ 146 แสดงฐานรากการติดตั้ง

ฐานรากมีการปูด้วยแผ่นหิน วางทับด้วยโครงเหล็กรอบรับส่วนต่างๆ ได้แก่ พื้น ผนัง เพดาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ออฟฟิตชั่วคราว การทางพิเศษแห่งประเทศไทย

ลักษณะรูปแบบของการก่อสร้าง - เป็นแบบ FRAME SYSTEM

วัสดุ - โครงสร้างอลูมิเนียม แผ่นผนัง วัสดุแผ่นเรียบ

การติดตั้ง - ติดตั้งโครง เสา คาน จากพื้นปิดทับแผ่นผนัง วัสดุแผ่นเรียบ

รูปที่ 147 แสดงรูปแบบของออฟฟิตชั่วคราว

จากภาพ แสดงให้เห็นถึงลักษณะของการก่อสร้างแบบสำเร็จรูปในรูปแบบของ FRAME SYSTEM โดยมีโครงสร้างคือ โครงอลูมิเนียม ซึ่งโครงจะถึงออกแบบและผลิตขึ้น โโยให้มีการยึดต่อหรือการติดตั้ง มีการบากเว้นร่อง ในตัวโครงสร้างเอง จึงทำให้มีความสะดวกในการประกอบติดตั้ง งานมีความเรียบร้อย และต้องใช้ช่างที่มีความชำนาญพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 148 แสดงการประกอบติดตั้งประตูหน้าต่าง

จากภาพแสดงให้เห็นถึงความเรียบร้อย สวยงามของหน้าต่าง ซึ่งได้ถูกออกแบบและผลิตขึ้นโดยมีขนาดสัดส่วนที่เหมาะสมกับโครงสร้างมีการใช้อุปกรณ์ รางเลื่อน ยึดติดเข้ากับโครงสร้างด้วยระบบล็อคในตัว และใช้นอตสกูรช่วยยึด จึงทำให้งานมีความเรียบร้อยและสวยงาม การติดตั้งเป็นการติดตั้งบนพื้นคอนกรีตที่ยกระดับ พื้นที่ที่ติดตั้งจำเป็นต้องมีความราบเรียบและแข็งแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 149 แสดงการติดอุปกรณ์เข้ากับโครงสร้าง

เนื่องจากโครงสร้างทำด้วย กล่องอลูมิเนียมดังนั้นจึงมีการยึดแผงไฟเข้ากับโครงสร้างด้วย น็อตสกูร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ป้อมตำรวจ บริษัทน้ำมันบางจาก

ลักษณะรูปแบบของการก่อสร้าง - เป็นแบบ BOX SYSTEM

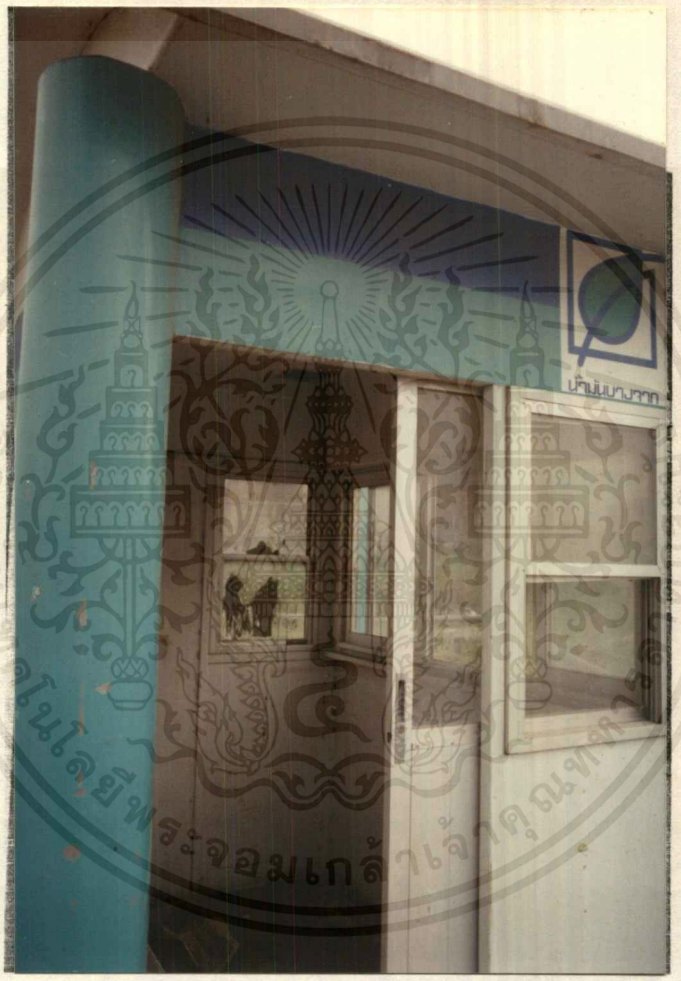
วัสดุ - แผ่นโลหะ ไม้

การติดตั้ง - ผลิตขึ้นสำเร็จรูปจากโรงงานใช้รถขนมาติดตั้ง

รูปที่ 150 แสดงรูปแบบของป้อม

จากภาพแสดงให้เห็นถึงลักษณะของงานก่อสร้างในระบบของ BOX SYSTEM ซึ่งจะมีลักษณะสำคัญคือ การผลิตจะถูกผลิตขึ้นสำเร็จรูป จากโรงงานจากนั้นใช้รถขนมาติดตั้งตามสถานที่ต่าง ๆ

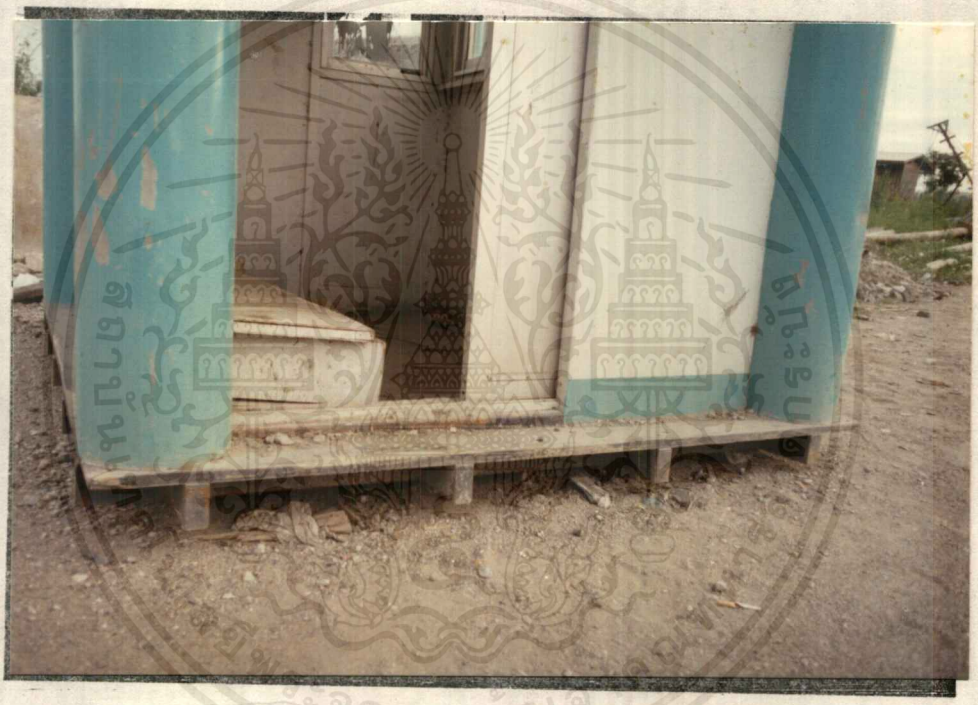
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 151 แสดงรายละเอียดของป้อม

เนื่องจากการผลิตในรูปแบบของ BOX SYSTEM นั้น จะเป็นการผลิตขึ้นสำเร็จรูปจากโรงงาน ดังนั้นวัสดุการประกอบชิ้นส่วนในแต่ละส่วนไม่ว่าจะเป็นประตู หน้าต่าง จึงสามารถที่จะกำหนด ตำแหน่ง หรือลักษณะที่แน่นอนได้ จึงทำให้งานมีความเรียบร้อยและมีความมั่นคงแข็งแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 152 แสดงฐานรากของป้อม

จากภาพแสดงให้เห็นถึงส่วนฐานรากของป้อม ฐานรากก็เป็นส่วนหนึ่งที่ถูกผลิตขึ้นสำเร็จรูปเหมือนกับส่วนอื่นๆ ซึ่งจะต้องมีขนาดสัดส่วนที่แน่นอน จะไม่มีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างในภายหลัง ฉะนั้นพื้นที่รองรับฐานรากจะต้องมีความมั่นคงแข็งแรง มีลักษณะของพื้นผิวที่ราบเรียบ จึงจะทำให้ป้อมเกิดความมั่นคงและแข็งแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เต็นท์ชั่วคราว

ลักษณะรูปแบบของการก่อสร้าง	- เป็นแบบ FRAME SYSTEM
วัสดุ	- โครงสร้างหลักเป็นท่อแป๊ปผ้าใบ
การติดตั้ง	- ผลิตโครงสำเร็จรูปนำประกอบติดตั้งในสถานที่ด้วยอุปกรณ์

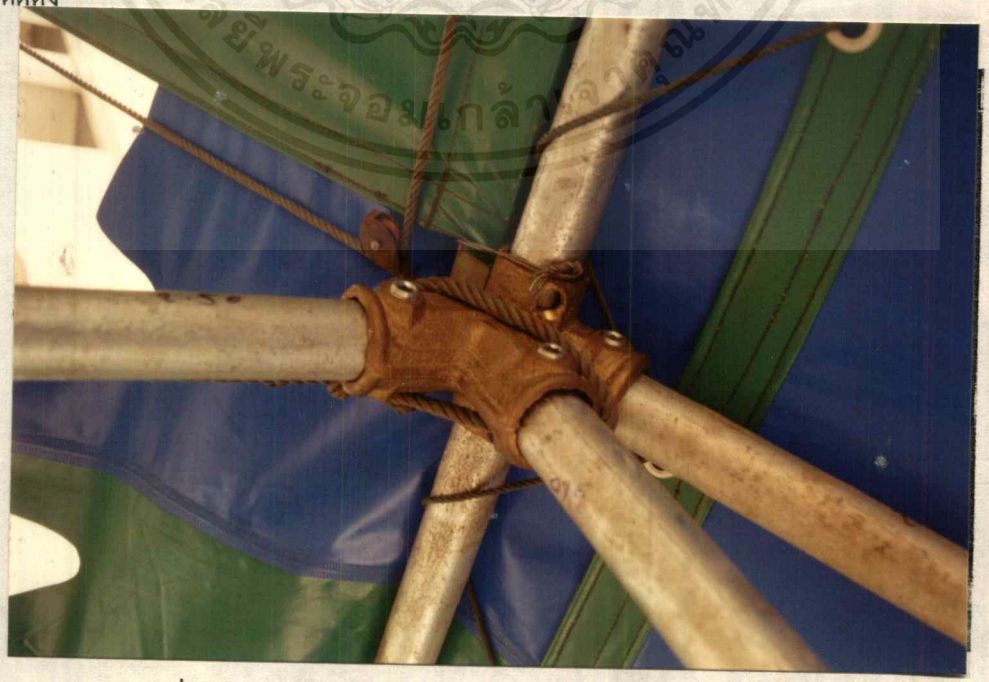
รูปที่ 153 แสดงรูปแบบของเต็นท์ชั่วคราว

จากภาพแสดงให้เห็นถึงรูปแบบของงานก่อสร้างในระบบของ FRAME SYSTEM อีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งง่าย สะดวก รวดเร็ว ต่อการผลิตและการนำมาใช้งาน โดยใช้อุปกรณ์ในการช่วยยึดเสริมโครงสร้างมีการใช้เชือก สลิงดึง โครงสร้างให้มีความมั่นคงแข็งแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 154 แสดงลักษณะโครงสร้างของเต็นท์ชั่วคราว

ลักษณะโครงสร้างของเต็นท์จะเป็นท่อแป๊ปกลมซึ่งมีความแข็งแรง ทนทาน สูง นำมายึดต่อด้วยอุปการ์ที่ถูกออกแบบและผลิตขึ้นมาโดยเฉพาะจึงทำให้เกิดความแข็งแรง และมีประสิทธิภาพในการประกอบติดตั้ง



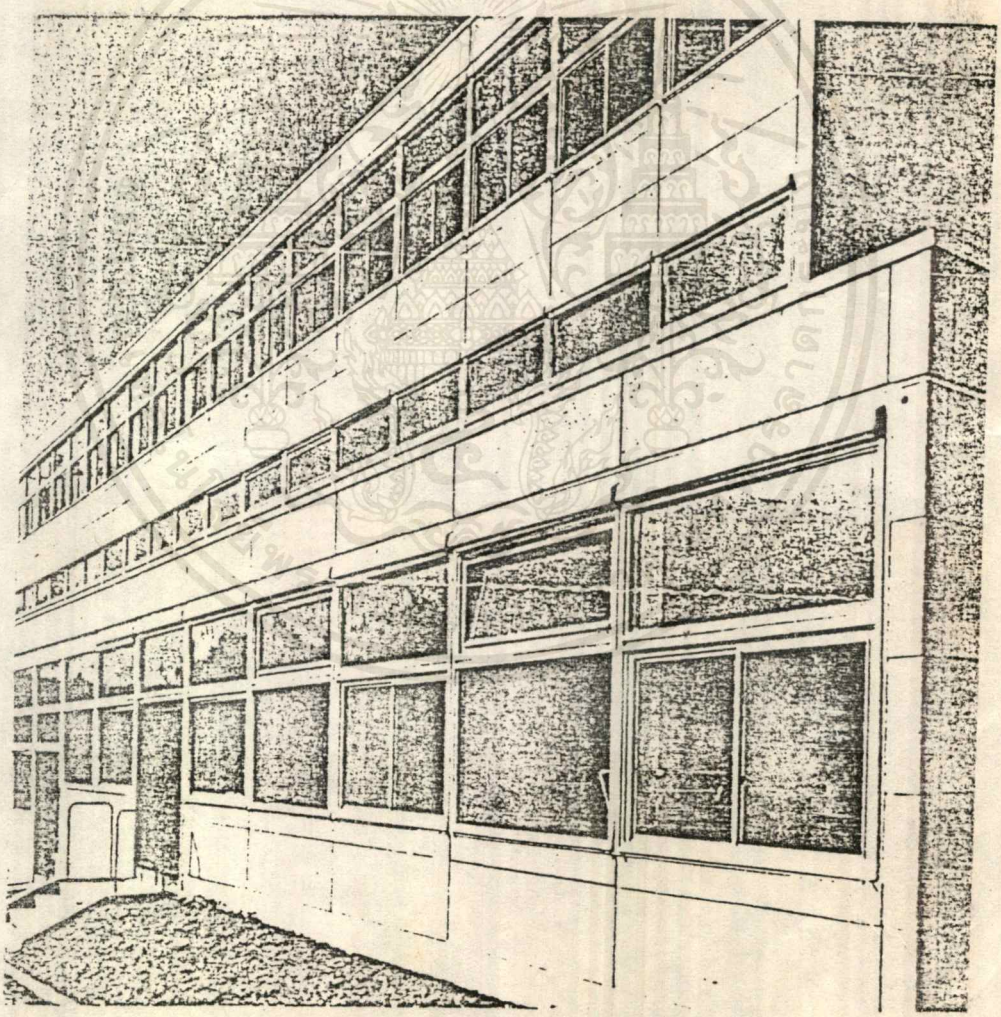
รูปที่ 155 แสดงอุปกรณ์ในการขึดต่อของโครงท่อแป๊ป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.2 การศึกษาวิเคราะห์ระบบโครงสร้าง

การผลิตอาคารโดยใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป (PREFABRICATION) แบ่งได้เป็น 3 ระบบคือ

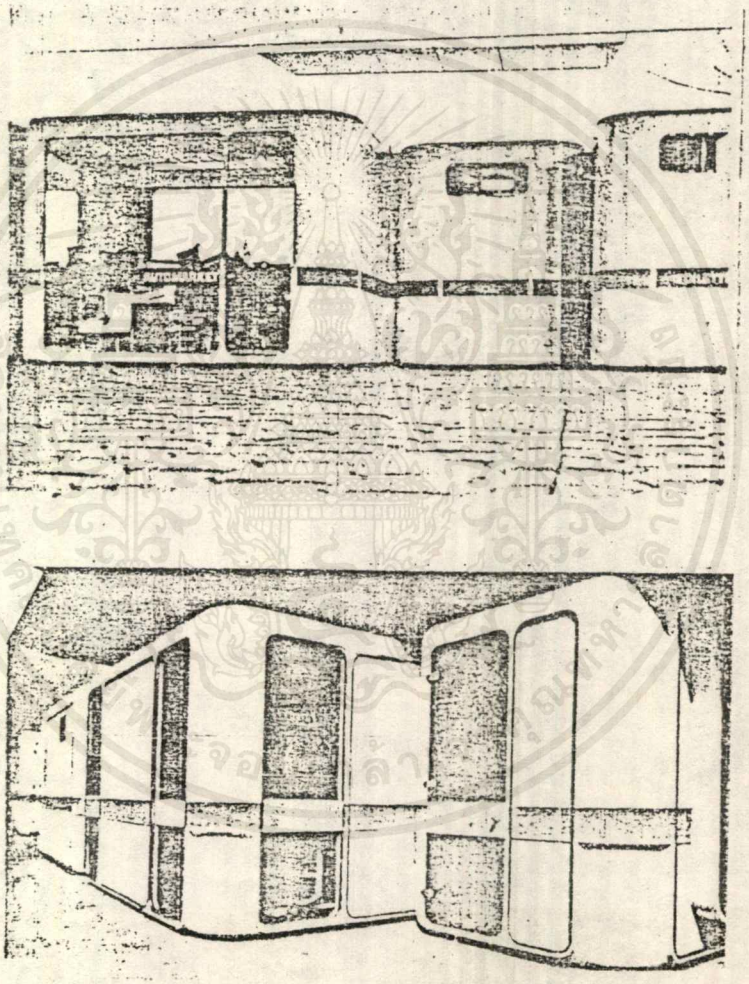
1. แบบผนังสำเร็จรูป (panal system) เป็นการผลิตชิ้นส่วนมาเป็นแผงๆ ใช้เป็นผนังภายนอกภายใน แผงเหล่านี้ออกแบบให้เหมาะกับหน้าที่ใช้สอยภายในทั้งด้านความงามและการรับน้ำหนัก การประกอบใช้เครื่องมือทุ่นแรง ยิ่งมีขนาดใหญ่ยิ่งประหยัดคนงานในการประกอบ การขนส่งชิ้นส่วนแม้จะเป็นแผงขนาดใหญ่แต่ขนไปยังที่ก่อสร้างง่าย แต่ระบบนี้ไม่อาจผลิตให้เสร็จในโรงงานได้ จะต้องทำเพิ่มเติมสถานที่ก่อสร้าง เช่น การเดินสายไฟ



รูปที่ 156 รูปแบบของแผ่นผนังสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

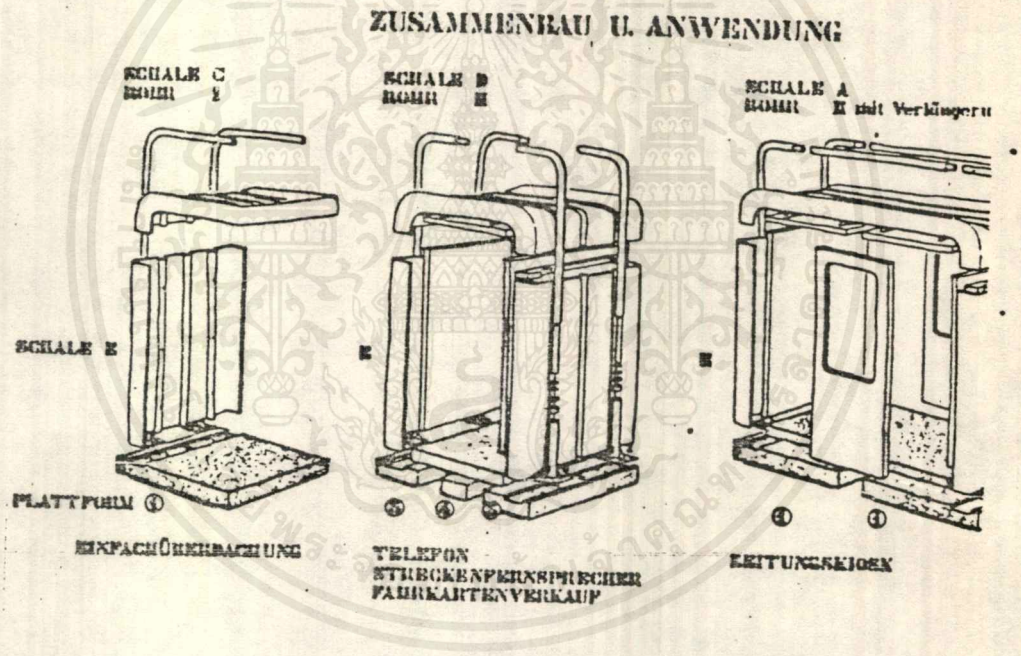
2. แบบกล่อง (box system) เป็นชิ้นส่วนที่ประกอบสำเร็จจากโรงงานรวมทั้งอุปกรณ์ภายใน หน่วยที่สำเร็จจะเก็บไว้ในโรงงานแล้วถูกส่งไปยังสถานที่ก่อสร้างและประกอบกันเป็นอาคาร ชิ้นส่วนอาคารชนิดนนี้ผลิตขึ้นตามรายละเอียดของสถาปนิก ได้มาตรฐานสูง ลดปัญหาคนงานในการประกอบและสามารถทำได้เสร็จอย่างรวดเร็ว



รูปที่ 157 แสดงรูปแบบของระบบโครงสร้างแบบกล่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แบบโครงสร้างสำเร็จรูป (frame system) เป็นการผลิตชิ้นส่วนส่วนหรือส่วนประกอบชั้นๆ เช่น เสา คาน พื้น และผนัง การขนสะดวกและมีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา แต่ต้องอาศัยคนงานในการประกอบ สิ้นเปลืองเวลาในการยึดรอยต่อ การออกแบบเป็นชิ้นส่วนหลายชิ้น ทำให้ภายในสามารถจัดได้หลายลักษณะ ระบบนี้นิยมแพร่หลายกันมานาน โครงสร้างแบบนี้มีราคาค่อนข้างแพงในปัจจุบัน



รูปที่ 158 แสดงรูปแบบของระบบโครงสร้างสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการเลือกระบบโครงสร้าง (SELECTION OF STRUCTURAL SYSTEM)

1. การเป็นระบบโครงสร้างที่ประกอบด้วยวัสดุน้อยชนิด และสามารถแปลเปลี่ยนไปตามสภาพงาน

2. ควรเป็นระบบโครงสร้างที่มีความแข็งแรง และทนทานต่อลมฟ้าอากาศในประเทศและสภาพการใช้งาน

3. การเป็นระบบโครงสร้างที่ทำง่ายตรงๆ ไปตรงๆ มา สะวดกและใช้เวาลาน้อยที่สุด

4. ควรเป็นระบบโครงสร้างที่ไม่ใช้ช่างที่มีฝีมือ หรือช่างชำนาญการโดยเฉพาะทำการก่อสร้าง ใช้จำนวนคนก่อสร้างน้อย

5. ควรเป็นโครงสร้างที่มีความอ่อนตัวในการออกแบบ สามารถเพิ่มเติมหรือหายใจได้

6. ควรเป็นระบบโครงสร้างที่สามารถในระบบอุตสาหกรรมได้สะดวก

7. ควรเป็นระบบโครงสร้างที่ง่ายต่อการถอดประกอบขนส่งโยกย้าย

การศึกษาและเปรียบเทียบระบบโครงสร้าง

1. ระบบ PANAL SYSTEM

ข้อดี

1. ง่ายต่อการเก็บและการขนส่ง เพราะสามารถซ้อนกันได้เป็นแผ่นๆ ขนแต่ละครั้งจะได้ขนเป็นจำนวนมากๆ ได้

2. การขนส่งใช้รถบรรทุกขนาด 4 ล้อ หรือ 6 ล้อ ก็ใช้ได้ซึ่งหาได้ง่าย ไม่จำเป็ฯต้องใช้ตถขนาดใหญ่ หรือรถยก ซึ่งในเมืองไทยหาได้ลำบาก ค่าโสหุ้ยสูง

3. แรงงานของคนงานในเมืองไทยยังมีราคาต่ำ และเป็นการช่วยให้คนมีงานทำเพิ่มขึ้นด้วย

4. การประถ้าใช้คนงานชุดเดียวกันหลายๆ อย่าง จะทำให้สะดวกและง่ายขึ้น เพราะรู้งานดีอยู่แล้ว

5. น้ำหนักในการขนส่งไม่มากจนเกินไป ใช้แรงงานคนขนขึ้นและลงไม่เกิน 2 คน

ข้อเสีย

1. การประกอบติดตั้งต้องใช้งานผีมือ

2. จะไม่สามารถควบคุมการก่อสร้างให้มีคุณภาพเท่าๆ กันทุกแห่ง เพราะขึ้นอยู่กับฝีมือช่างที่ประกอบ

3. การก่อสร้างถ้ามีฝนตกก็ทำงานไม่ได้ (การก่อสร้างทำไม่ได้ทุกเวลา) ถ้าแสงแดด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากเกินไปงานที่ได้ก็จะไม่ค่อยดี

2. ระบบ BOX SYSTEM

ข้อดี

1. การก่อสร้างสามารถควบคุณภาพให้มีมาตรฐานเดียวกัน เพราะประกอบมาจากโรงงานเพียงยกมาไว้ยังที่ที่ต้องการ

2. สามารถผลิตได้ทุกเวลาไม่ว่าดินฟ้าอากาศจะเป็นอย่างไร เพราะอยู่ในโรงงาน

3. ทำงานได้อย่างรวดเร็วเมื่อยกไปติดตั้ง เพราะเป็นลักษณะของกล่อง

4. ไม่ต้องใช้ช่างฝีมือในการประกอบติดตั้ง

ข้อเสีย

1. การขนส่งลำบากเพราะอาจจะต้องยกไปได้ทีละกล่องเท่านั้น

2. การเก็บในโกดังสิ้นเปลืองเนื้อที่มาก

3. ไม่ต้องใช้ช่างฝีมือหรือแรงคนมาก แต่ต้องอาศัยเครื่องมือหรืออุปกรณ์ทำมาก เช่น การขนย้ายต้องใช้รถเครนยกไป

3. ระบบ FRAME SYSTEM

ข้อดี

1. อาจใช้ได้ทั้งเฟรมไม้และเหล็ก ส่วนมากจะใช้เหล็ก

2. การใช้เฟรมเหล็กอาจได้น้ำหนักที่เบากว่าระบบผนัง เพราะใช้โครงสร้างเล็กกว่าและน้อยกว่า

3. การถอดประกอบเข้าออกทได้สะดวกและไม่เสียหาย เพราะใช้น็อตยึดติดกันไว้

ข้อเสีย

1. การประกอบใช้เวลามากกว่าแบบอื่นเพราะต้องนำฝามาประกอบกับเฟรมอีกทีหนึ่ง

2. การก่อสร้างทำไม่ได้ทุกเวลาเนื่องจากฝนตกหรือแดดออกแรงจัด

3. ต้องใช้ช่างฝีมือในการก่อสร้างประกอบติดตั้ง

4. ราคาก่อสร้างแพงกว่า

ระบบโครงสร้างที่นำมาวิเคราะห์มี 3 ระบบ ได้แก่

1. ระบบ PANAL SYSTEM
2. ระบบ BOX SYSTEM
3. ระบบ FRAME SYSTEM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ ระบบโครงสร้าง

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ 3 มิติ ดังนี้

1. ระบบ PANEL SYSTEM
2. ระบบ BOX SYSTEM
3. ระบบ FRAME SYSTEM

ตารางที่ 30 การวิเคราะห์ระบบโครงสร้าง

ลำดับที่	หัวข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1.	ต้นทุนการผลิต	1	2	4
2.	ง่ายต่อการประกอบติดตั้ง	3	2	4
3.	การขนส่ง	3	1	3
4.	ความมั่นคงแข็งแรง	2	3	4
	รวม	9	8	15

คำชี้แจง 5 หมายถึง มากที่สุด
4 " " มาก
3 " ปานกลาง
2 " น้อย
1 " น้อยมาก

สรุป ระบบโครงสร้างที่มีความเหมาะสมกับโครงสร้างมากที่สุดคือระบบ FRAME SYSTEM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.3 การศึกษาวิเคราะห์โครงสร้างวัสดุกรรมวิธีการผลิต

การศึกษาวิเคราะห์โครงสร้างเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบให้เกิดความเหมาะสมแก่โครงการ ดังต่อไปนี้

ก. ฐานราก

ข. เสา

ค. คาน

ง. พื้น

จ. ผนัง

ฉ. หลังคา

ช. วงกบประตูหน้าต่าง

การพิจารณาถึงวัสดุก่อสร้างที่นำมาใช้พิจารณาเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสีย มีวัสดุที่เกี่ยวข้องกับโครงการดังต่อไปนี้

การเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสียของวัสดุหลักที่จะนำมาใช้สำหรับโครงการ คือ

1. ไม้อัด

ข้อดี	ข้อเสีย
- ราคาถูกกว่าโลหะ	- ดูดซับน้ำ
- น.น. พอสมควรเมื่อเทียบกับโลหะ	- ติดไฟ
- ติดตั้งใช้งานง่าย	- อายุการใช้งานน้อยกว่าโลหะ
- ทนสภาพแวดล้อมพอสมควร	- บำรุงรักษามากกว่าโลหะ
- ทนแรงอัด-กระแทกพอสมควร	

2. เหล็ก

ข้อดี	ข้อเสีย
- ทนแรงอัด-กระแทกสูงมาก	- ทำงานยากกว่าไม้
- ผิวดีก็สามารถทนสภาพแวดล้อมดี	- กรรมวิธีเคลือบยุ่งยากกว่าไม้
-- อายุการใช้งานทนนาน	- เปลี่ยนอุณหภูมิในตัวเองมาก
- ราคาถูกกว่าอลูมิเนียม	
- ไม่ดูดความร้อน	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. อลูมิเนียม

ข้อดี	ข้อเสีย
- ทนสภาพแวดล้อมดีมาก	- ราคาแพง
- มีสีของวัสดุ	- ทำงานยากกว่าเหล็ก
- แข็งแรงพอสมควร	- นำความร้อน- เสียง
- การใช้งานทนทาน	- เปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในตัวเองมาก
- ไม่ดูดความชื้น	
- มีการผลิตรูปทรงลักษณะสำเร็จมาก	

4. Fiber glass

ข้อดี	ข้อเสีย
- ออกแบบรูปทรงได้มาก	- การผลิตค่อนข้างใช้เวลา
- ทนทานสภาพแวดล้อมดี	- แพงพอๆ กับอลูมิเนียม
- น.น. เบา	- ไม่ทนแรงกระแทก แรงอัดเท่าโลหะ
- มีสีวัสดุมาก	- ทำผิวเรียบยาก
- อายุใช้งานนอยกว่าโลหะ	

5. G.R.C. คุณสมบัติทั่วไปคล้ายกับไฟเบอร์กลาส แต่ทนแรงอัดตัวได้น้อยกว่าไฟเบอร์กลาส ซึ่งจะมีปัญหาแตกหักในการขนส่งบ่อย

1. ไม้อัด
   - น.น. พอสมควร
   - ทนแรงกระแทก แรงอัดได้ดี
   - ผิวง่าย
   - ทนความชื้นพอสมควร
   - ฉนวนความร้อน-เสียงพอสมควร
   - ทำงานง่าย

2. กระเบื้องกระดาษ
   - ทนความร้อนสูง 2,000 C°
   - ทนความชื้นสูง
   - ยืด หด บิดงอน้อย
   - ทนสภาพแวดล้อมดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ทนแรงอัด แรงกระแทก น้อยมาก
- ทำงานยากกว่าไม้อัด

3. เซโลกรีต

- น.น. เบา
- ฉนวนป้องกันนความร้อน-เสียง ดีมาก
- มีผิวหน้าเป็นลักษณะเฉพาะตัว
- ใช้งานได้กว้างกับหลายๆ ส่วนของอาคาร
- ทนไฟ
- ทนสภาพแวดล้อมได้ดี
- ฉาบปูนและตกแต่งผิวหน้าไดดีเหมือนอิฐ
- ทำงานง่ายพอๆ กับไม้

4. ชานอ้อย

- น.น. เบามาก
- ทนแรงอัด-กระแทกน้อยมาก
- ทนสภาพแวดล้อมไม่ดี
- ฉนวนความร้อนดี แต่ติดไฟง่าย
- กันเสียงดีมาก
- ทำงานง่าย

5. พาร์ติเคลบอร์ด

- น.น. มากกว่าไม้
- ทนแรงอัด กระแทกพอสมควร
- ตกแต่งผิวต้องใช้วิธี
- ฉนวนความร้อน-เสียงดี
- ทำงานยากกว่าไม้
- ทนสภาพแวดล้อมได้ดีน้อยกว่าไม้

6. มาโซไนท์ (ฟางอัด)

- น.น. เบา
- ฉนวนกันความร้อน-เสียงดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ทนแรงอัด กระแทก ได้พอสมควร
- ทนไฟ
- ทนสภาพแวดล้อมได้ดีพอสมควร

7. ยิบซั่มบอร์ด

-วัสดุป้องกันไฟ
- ฉนวนกันความร้อน-เสียง
- น.น. เบา
- การทำงานง่าย
- ตกแต่งผิวเรียบได้ง่าย
- ไม่ยืด หด บิดงอ หรือยุ่ยง่าย
- ทนแรงอัด-กระแทกได้น้อยมาก

8. ผนังไอโซวอล

- น.น. เบา
- ทนแรงอัด-กระแทก ได้ดีพอสมควร
- ติดตั้งรวดเร็วแต่ต้องใช้ช่างฝีมือ
- finshed ผิวสำเร็จจากโรงงาน
- ฉนวนความร้อน-เสียงที่ดี
- ทนไฟ
- ราคาแพงมาก

9. สังกะสี

ข้อดี	ข้อเสีย
- ทนสภาพแวดล้อมได้ดีมาก	- ราคาแพง
- แข็งแรงพอสมควร	- นำความร้อน เสียง
- ไม่ดูดความชื้น	- เปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในตัวเองมาก
- มีการผลิตรูปทรงลักษณะสำเร็จรูปมาก	

ก. ฐานราก การศึกษาในด้านของฐานราก พอจะจำแนกประเภทและชนิดของฐานรากออกได้เป็น 2 ประเภท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. ฐานราก

ฐานราก ลการศึกษาในด้านของฐานรากพอจะจำแนก ประเภท และชนิดของฐานราก ออกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. ฐานรากแผ่

2. ฐานรากเข็ม

เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียระหว่างฐานรากแผ่และฐานรากเข็ม

1. ฐานรากแผ่

ข้อดี	ข้อเสีย
- รับน.น.ได้ดีพอสมควร	- ขาดความมั่นคงแข็งแรง
- ติดตั้งหรือโยกย้ายได้ง่าย	- พื้นดินที่จะรับฐานรากแผ่จะต้องรับ น.น. ได้ดี
- ปรับเปลี่ยนตำแหน่งได้	- พื้นดินที่จะติดตั้งจะต้องราบเรียบได้ระดับ
- มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับงาน,	

2. ฐานรากแผ่

ข้อดี	ข้อเสีย
- มีความมั่นคง แข็งแรง	- ติดตั้งโดยกย้ายได้ยาก
- รับน.น.ได้ดี	- ไม่สามารถปรับเปลี่ยนตำแหน่งได้
- ติดตั้งบนพื้นที่ที่ไม่สม่ำเสมอได้	

วิเคราะห์ รูปแบบของฐานรากในกรณีนี้ได้ยกตัวอย่างของ

ฐานรากคือ ชุ้มขายน้ำ และบ้านพักอาศัยเดิม มาทำการเปรียบเทียบวิเคราะห์

ฐานรากที่นำมาวิเคราะห์มีอยู่ 2 ประเภท

1. ฐานรากแบบแผ่

2. ฐานรากแบบเข็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ รูปแบบของฐานราก

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ มี 2 ข้อ

1. ฐานรากแบบแผ่
2. ฐานรากแบบเข็ม

ตารางที่ 31 การวิเคราะห์รูปแบบของฐานราก

ลำดับที่	หัวข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1.	การประกอบติดตั้ง	4	3
2.	การเคลื่อนย้าย	4	3
3.	ราคาต้นทุนการผลิต	2	4
4.	ความมั่นคงแข็งแรง	2	4
	รวม	12	14

คำชี้แจง

5 หมายถึง มากที่สุด
4 " มาก
3 " ปานกลาง
2 " น้อย
1 " น้อยที่สุด

สรุป รูปแบบที่มีความเหมาะสมที่สุด ควรเป็นฐานรากแบบเข็มเพราะมีความมั่คงแข็งแรงสูงและสามารถใช้กับพื้นดินที่มีระดับและชนิดของดินที่ต่างกันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ วัสดุที่ใช้ทำรากเสาเข็ม

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ **ดังนี้**

1. ไม้
2. คอนกรีต
3. เหล็ก

ตารางที่ .....32..การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำรากเสาเข็ม.....

ลำดับที่	หัวข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1.	การขนย้าย	4	3	2
2.	การประกอบติดตั้งเข้ากับงาน	3	2	2
3.	ราคา	4	3	2
4.	การเหมาะสมในการใช้งาน	4	2	2
	รวม	15	10	9

คำชี้แจง

5 หมายถึง มากที่สุด
4 " มาก
3 " ปานกลาง
2 " น้อย
1 " น้อยที่สุด

สรุป วัสดุที่นำมาใช้ที่มีความเหมาะสมในการทำฐานรากแบบเข็มมากที่สุดควรเป็นไม้เบญจพรรณประเภทไม้เพราะมีราคาถูก สะดวกในการติดตั้ง อีกทั้งยังมีความเหมาะสมกับงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. เสา โดยปกติเสาเป็นโครงสร้างที่อยู่ในแนวดิ่งมีน้ำหนักในแนวแกนที่ถ่ายมาจากคาน บางครั้งก็มีโมเมนต์จากน้ำหนักเยื้องศูนย์กระทำรูปหน้าตัดของเสามีทั้งกลม สี่เหลี่ยมจัตุรัส และสี่เหลี่ยมผืนผ้า ชนิดของเสาขึ้นอยู่กับลักษณะในการใช้งานเป็นสำคัญ

ข้อควรคำนึงในการเลือกใช้เสา

1. ความเหมาะสมกับโครงการ

2. การขนส่ง

3. การติดตั้ง รอยต่อ

4. ความแข็งแรงของโครงสร้าง

1. ความเหมาะสมกับโครงการ ลักษณะของบ้านพักอาศัยคนงานแบบสำเร็จรูป ซึ่งจะต้องมีการถอดประกอบ สามารถต่อเติมเป็นหลายยูนิตได้ ฉะนั้นเสาจะต้องมี JOIN ในการเชื่อมหรือยึดต่อในตัว

2. การขนส่ง เสาควรมีความแข็งแรง สามารถทนต่อความสั่นสะเทือนในขณะขนส่งและสามารถขนส่งได้สะดวก

3. การติดตั้งรอยต่อ สามารถติดตั้งได้รวดเร็วและผลิตส่งเร็วจากโรงงาน นอกจากนี้ยังจะต้องเผื่อรอยต่อสำหรับต่อเติมด้วย

4. ความแข็งแรงของโครงสร้าง เสาเมื่อทำการประกอบหรือต่อเข้ากับคาน ชิ้นส่วนอื่นๆ แล้วควรมีคุณสมบัติในการรับแรงได้เป็นอย่างดี

สรุปผลการเลือกใช้เสา

เนื่องจากเสาที่ใช้ในโครงการนี้ควรมีคุณสมบัติที่สำคัญ คือสามารถต่อประกอบได้ทุกทิศทาง และมีความแข็งแรงในการรับแรงพอสมควร ซึ่งโครงการนี้เป็นการออกแบบบ้านพักอาศัยแบบชั้นเดียวซึ่งมิได้ส่วนประกอบของโครงสร้างอื่นเข้ามาเกี่ยวข้องมาก ในการรับแรงจึงมิได้เป็นปัญหาหลัก ดังนั้นโครงการนี้จึงได้พิจารณาเลือกใช้เสาที่มีสำเร็จรูปในท้องตลาดอยู่แล้วมาใช้ เพราะทำให้ลดต้นทุนในการผลิต และเสาสำเร็จรูปก็มีคุณสมบัติในการรับแรงได้ดี และยังมีจุด JOIN ที่ใช้ในการเชื่อมต่อประกอบที่เอื้ออำนวยต่อโครงการอีกด้วย

เสาสำเร็จรูปที่พิจารณานำมาใช้ คือ เสาอลูมิเนียมชุบสี ซึ่งปัจจุบันมีจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไปซึ่งขนาดสัดส่วนที่ใช้ สามารถสั่งจากโรงงานได้เลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค. คาน

คานเป็นโครงสร้างที่อยู่ในแนวระดับใช้สำหรับน้ำหนักบรรทุกที่จะมากระทำในแนวดิ่งน้ำหนักแผ่จากพื้นอาคาร หรือน้ำหนักที่กดเป็นจุดจากคานขอย ชนิดของคานนี้อยู่กับวัสดุที่นำมาก่อสร้างเช่นเดียวกับเสา จึงจะไม่กล่าวถึงวัสดุ จะกล่าวถึงวิธีการออกแบบ

1. คานไม้ สามารถทำได้หลายลักษณะ คือ

1.1 คานวางในแนวดิ่ง เป็นลักษณะโดยทั่วไปนำไม้ที่มีลักษณะสี่เหลี่ยมผืนผ้าวางพาด ในแนวดิ่งฉากกับเสา

1.2 คานประกอบ มีทั้งคานประกอบแนวดิ่ง และคานประกอบแนวนอน

1.3 คานโครง คานโครงเหมาะสำหรับช่วงพาดที่มีความยาวมาก ๆ และมีน้ำหนักบรรทุกมากและมีระยะความสูงที่พอจะทำได้

2. คานเหล็ก สามารถทำได้ดังนี้

2.1 คานเหล็กรูปพรรณ รูปหน้าตัดของเหล็กเป็นรูปตัวไอ รูปตัวที ซี หรือแผ่นประเภทเหล็กฉาก

2.2 คานโคร และคานหลัก เป็นคานที่ใช้การเชื่อมยึดของเหล็กชิ้นส่วนต่าง ๆ ประกอบนี้เป็นโครงได้ดีเหมาะกับช่วงพาดที่ยาวมาก ๆ

3. คานคอนกรีตเสริมเหล็ก สามารถทำได้หลายรูปแบบ เช่น สี่เหลี่ยมผืนผ้า ,รูปตัวที, รูปตัวยูคว่ำ, ซึ่งนี้อยู่กับการเปรียบเทียบ

<u>คานที่นำมาวิเคราะห์ มี 3 แบบคือ</u>

1. คานไม้

2. คานเหล็ก

3. คาน ค.ส.ล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ วัสดุที่ใช้ทำคาน

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ มี 3 หัวข้อ ดังนี้

1. คานไม้
2. คานเหล็ก
3. คานคอนกรีตเสริมเหล็ก

ตารางที่ 33 การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำคาน

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1.	ความแข็งแรงทนทาน	2	3	4
2.	ราคาต้นทุนการผลิต	4	3	1
3.	น้ำหนักความสะดวกในการขนส่ง	4	3	1
4.	การผลิตในระบบอุตสาหกรรม	2	3	1
5.	ความสอดคล้องกับงานในด้านการผลิต	2	4	1
	รวม	14	16	8

คำชี้แจง

5 หมายถึง มากที่สุด
4 " มาก
3 " ปานกลาง
2 " น้อย
1 " น้อยที่สุด

สรุป วัสดุที่มีความเหมาะสมในการใช้ทำคานมากที่สุดควรจะเป็นคานเหล็ก เพราะมีคววามแข็งแรงทนทาน และมีคุณสมบัติในการทำจ้อยส์ ยึดต่อในการถอดประกอบติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง. พื้น

จากการวิเคราะห์หาระบบอาคารได้ข้อสรุปว่าระบบโครงเป็นระบบที่มีความเหมาะสมในการนำมาใช้กับอาคารขนาดเล็ก และในการออกแบบโครงสร้างทั้งหมดระบบพื้นเป็นส่วนสำคัญที่จะต้องออกแบบให้สอดคล้องกับโครงสร้าง และในการเลือกระบบพื้นในปัจจุบันมีข้อพิจารณาดังต่อไปนี้ คือ

1. วัสดุที่จะนำมาใช้เป็นโครงสร้าง
2. ขนาดรูปร่างและการพาดช่วง
3. ความแข็งแรงของโครงสร้าง

วัสดุที่จะนำมาใช้เป็นโครงสร้างในปัจจุบันมีอยู่ 3 ชนิด คือ

1.1 ระบบพื้นไม้ ซึ่งประกอบด้วยตงไม้วางถี่ๆ บนคานและมีแผ่นไม้กระดานวางพาดยึดกับตง ระบบนี้เหมาะสมกับอาคารพักอาศัยทั่วไป ที่มีน้ำหนักบรรทุกค่อนข้างต่ำ และน้ำหนักบรรทุกของพื้นไม้เองก็มีน้ำหนนักเบา สามารถก่อสร้างง่ายแต่มีข้อเสียคือกันความชื้นไม่ได้ ไม่ทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศ และในปัจจุบันมีราคาแพงมาก เมื่อเทียบกับวัสดุก่อสร้างอื่น ๆ มีข้อเสียคือกันความชื้นไม่ได้ ไม่ทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศ และในปัจจุบันมีราคาแพงมาก เมื่อเทียบกับวัสดุก่อสร้างอื่น

1.2 ระบบพื้น ค.ส.ล. เป็นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อที่สามารถออกแบบให้รับน้ำหนักที่ต้องการ แต่จะมีราคาแพงและก่อสร้างได้ช้า

1.3 ระบบพื้นสำเร็จรูป เป็นการพัฒนาระบบพื้น ค.ส.ล. ด้วยการนำไปผลิตสำเร็จรูปจากโรงงานทำให้ประหยัดเวลาในการก่อสร้างและทำให้ต้นทุนของอาคารลดลง ปัจจุบันนิยมใช้กันทั่วไป ระบบพื้นสำเร็จรูปมีข้อแตกต่างกันไป ตามแต่ละบริษัทจะทำการผลิต เช่น พื้นและตงสำเร็จรูป, พื้นคอนกรีตอัดแรง, พื้นสำเร็จรูปตัวที, พื้นสำเร็จรูปตัวที, พื้นสำเร็จรูปตัวยูคว่ำ

ระบบพื้นที่นำมาวิเคราะห์มี 3 ระบบ คือ

1. ระบบพื้นไม้
2. ระบบพื้น ค.ส.ล.
3. ระบบพื้นสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ ระบบที่ใช้ทำพื้น

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ มี 3 หัวข้อ ดังนี้

1. ระบบพื้นไม้
2. ระบบพื้น ค.ส.ล.
3. ระบบพื้นสำเร็จรูป

ตารางที่ 34 การวิเคราะห์ระบบที่ใช้ทำพื้น

ลำดับที่	หัวข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1.	ความแข็งแรงทนทาน	2	4	3
2.	ราคาต้นทุนการผลิต	2	1	3
3.	การแยกชิ้นส่วนสำเร็จรูป	2	1	4
4.	น้ำหนักความสะดวกในการขนส่ง	2	1	4
5.	การผลิตในระบบอุตสาหกรรม	2	1	4
	รวม	10	8	18

คำชี้แจง

5 หมายถึง มากที่สุด
4 " มาก
3 " ปานกลาง
2 " น้อย
1 " น้อยมาก

สรุป ระบบใช้ในการทำโครงสร้างที่มีความเหมาะสมที่สุดควรเป็นพื้นแบบสำเร็จรูป เพราะมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับงานด้านการผลิต การประกอบติดตั้ง ขนย้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ วัสดุที่ใช้ทำแผ่นพื้นภายในบ้าน

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ มี 2 หัวข้อ ดังนี้

1. ไม้อัด โครงเหล็ก (10 มิล)
2. พลาสติก ฉีดสำเร็จ

ตารางที่ 35 การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำแผ่นพื้นภายในบ้าน

ลำดับที่	หัวข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1.	ความแข็งแรง ทนทาน	2	3
2.	การผลิตในระบบอุตสาหกรรม	2	3
3.	การประกอบติดตั้ง	2	3
4.	การขนส่งและการเก็บรักษา	2	3
5.	อายุการใช้งาน	2	3
	รวม	11	15

คำชี้แจง

5 หมายถึง มากที่สุด
4 " มาก
3 " ปานกลาง
2 " น้อย
1 " น้อยมาก

สรุป วัสดุที่มีความเหมาะสมต่อการนำมาใช้ทำวัสดุปูพื้นภายในนนนห้องมากที่สุดควรเป็นวัสดุพลาสติกฉีดสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ วัสดุที่ใช้ทำแผ่นพื้นภายนอกบ้าน

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ มี 2 หัวข้อ ดังนี้

1. ไม้เบญจพรรณ
2. เหล็ก

ตารางที่ .....36.....การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำแผ่นพื้นนอกบ้าน.....

ลำดับที่	หัวข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1.	ความแข็งแรงทนทาน	2	3
2.	การผลิตในระบบอุตสาหกรรม	2	3
3.	การประกอบติดตั้ง	3	3
4.	การขนส่งและการเก็บรักษา	2	3
6.	อายุการใช้งาน	2	3
	รวม	11	15

คำชี้แจง

5 หมายถึง มากที่สุด
4 " มาก
3 " ปานกลาง
2 " น้อย
1 " น้อยที่สุด

สรุป วัสดุที่เหมาะสมต่อการนำมาใช้ทำแผ่นพื้นภายอก ควรเป็นพลาสติกเพราะมีความแข็งแรง ทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฉ. หลังคา

เป็นโครงสร้างที่อยู่บนสุดของอาคาร ลักษณะที่สำคัญเป็นส่วนกันแดดกันฝน ตลอดถึงความร้อแรงที่กระทำต่อหลังคา มีอยู่ 3 ประเภท คือ

1.1 น้ำหนักคงที่ ได้แก่ น้ำหนักโครงสร้างหลังคาและวัสดุมุง

1.2 น้ำหนักจรได้แก่ ฝน, ลม และการเพิ่มน้ำหนักโดยการซ่อมแซม

1.3 น้ำหนักจากการกระทำข้างเดียว ได้แก การสั่สะเทือนและแรงลม

ส่วนประกอบของโครงสร้างหลังคาพอแบ่งได้เป็น 3 ประเภทคือ

1. รูปแบบของหลังคา
2. โครงสร้างของหลังคา
3. วัสดุมุงลาดเอียง

รูปแบบของหลังคา

รูปแบบของหลังคาพอจะจำแนกรูปแบบ เพื่อนำมาวิเคราะห์ได้ 3 รูปแบบ คือ

1. หลังคาแบบเพิงหมาแหงน

ข้อดี	ข้อเสีย
- กันแดดกันฝนได้ดี	- น้ำฝนจะสามารถไหลย้อนได้
- ประกอบติดตั้งง่ายไม่ยุ่งยาก	
- การถ่ายเทอากาศดี	

2. หลังคาแบบปีกผีเสื้อ

ข้อดี	ข้อเสีย
- กันแดดกันฝนได้ดี	- ประกอบติดตั้งยุ่งยากซับซ้อน
	- มีปัญหาน้ำรั่วน้ำซึม

3. หลังคาแบบจั่ว

ข้อดี	ข้อเสีย
- กันแดดกันฝน	- ประกอบติดตั้งยุ่งยากซับซ้อน
- ระบายอากาศได้ดี เพราะหลังคายกสูง	

สรุปรูปทรงของหลังคา

ควรเป็แบบเพิงหมาแหงนเพราะบ้านเป็นบ้านที่มีขนาดเล็ก ซึ่งมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับงานมากที่สุด ในด้านการประกอบติดตั้งเป็นหลายๆ ยูนิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุโครงสร้างที่นิยมใช้กันมี 2 ชนิด

1. เหล็ก ให้กำลังเรื่องแรงดึงและแรงอัดสูง มีการยืดหยุ่นมากมีความเหนียวและความแกร่ง ไม่เปราะ ดึงยืดและตีแผ่ได้สูงน้ำหนักเบา รับน้ำหนักจรได้มาก เสียเนื้อที่หน้าตัดโครงสร้างน้อย

2. ไม้ เป็นวัสดุที่คุ้นเคยที่สุด น้ำหนักเบากำลังในด้านแรงอัดสูงกว่าเหล็ก กรรมวิธีในการประกอบเป็นโครงเดียวกัน จะให้ผลในด้านกำลังของโครงสร้างชนิดกว้างได้ดี ส่วนในช่วงธรรมดาสำหรับงานโครงหลังคาไม่นิยมใช้

จากการพิจารณาความเหมาะสมของโครงการ เหล็กเป็นวัสดุที่สามารถรับน้ำหนักได้ดีมีน้ำหนักเบาและมีช่วงพาดกว้าง จึงเลือกเหล็กรูปพรรณเพื่อนำมาใช้เป็นโครงหลังคา

วัสดุที่นำมาวิเคราะห์เพื่อใช้ทำโครงสร้างได้แก่

1. เหล็ก
2. ไม้

วัสดุมุงลาดเอียง

วัสดุมุงหลังคาที่นำมาวิเคราะห์มี 3 ชนิด

1. กระเบื้องลอนคู่กลาสไฟเบอร์
2. แผ่นสังกะสี
3. แผ่นเหล็กลอนคู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ วัสดุที่ใช้ทำโครงหลังคา

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ มี 2 หัวข้อ ดังนี้

1. ไม้
2. เหล็ก

ตารางที่ 37 การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำโครงหลังคา

ลำดับที่	หัวข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1.	ความแข็งแรงทนทาน อายุการใช้งาน	4	2
2.	ราคาค่าก่อสร้าง ต้นทุนการผลิต	3	3
3.	น้ำหนัก ความสะดวกในการขนส่ง	4	3
4.	การประกอบติดตั้ง	4	2
	รวม	15	10

คำชี้แจง

5 หมายถึง มากที่สุด
4 " มาก
3 " ปานกลาง
2 " น้อย
1 " น้อยมาก

สรุป วัสดุที่เหมาะสมต่อการใช้ทำโครงหลังคามากที่สุดคือ เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ วัสดุที่นำมาใช้มุงหลังคา

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ มี 3 หัวข้อ ดังนี้

1. กระเบื้องลอนคู่กลาสไฟเบอร์
2. แผ่นสังกะสี
3. แผ่นเหล็กลอนคู่

ตารางที่ 38 การวิเคราะห์วัสดุที่นำมาใช้มุงหลังคา

ลำดับที่	หัวข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1.	ราคาต้นทุนการผลิต	3	4	2
2.	อายุการใช้งาน	4	2	3
3.	การประกอบติดตั้ง	4	2	2
4.	การเก็บรักษา การขนส่ง	4	3	2
	รวม	15	11	11

คำชี้แจง

5 หมายถึง มากที่สุด
4 " มาก
3 " ปานกลาง
2 " น้อย
1 " น้อยมาก

สรุป วัสดุที่มีความเหมาะสมต่อการใช้ทำวัสดุมุงหลังคามากที่สุดควรเป็นกระเบื้องลอนคู่ฟูกลาสไฟเบอร์ เพราะมีการประกอบติดตั้งง่าย มีความแข็งแรงทนทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช. วงกบ, ประตูหน้าต่าง

วงกบ, ประตู, หน้าต่าง เป็องค์ประกอบสำคัญอย่างหนึ่งของบ้านเป็นส่วนที่เชื่อมต่อระหว่างภายในและภายนอก หรือพื้นที่ใช้สอยส่วต่างๆ ภายในอาคาร นอกจากนี้ยังเป็ส่วเปิดโล่งอาคาร เพื่อรับลม, แสงสว่างเข้าสู่ภายในอาคารและเป็นส่วนเพิ่มความสวยงามแก่อาคารด้วย

วัสดุ วัสดุที่นำมาใช้ในการผลิตวงกบ ประตู หน้าต่าง ควรเป็นวัสดุชนิดเดียวกับโครงสร้างด้วย

รูปแบบของประตู หน้าต่าง รูปแบบของประตูและหน้าต่างควรมีรูปแบบและการผลิตติดตั้งที่ง่าย ไม่ยุ่งยากซับซ้อนมีอายุการใช้งานที่คงทนถาวรไม่เกิดปัญหาในด้านของจุดหมุนบานพับ รูปแบบของประตูหน้าต่างที่สามารถนำมาใช้กับงานพอสรุปได้ดังนี้

หน้าต่าง

1. หน้าต่างบานกระทุ้ง
2. หน้าต่างบานเปิด
3. หน้าต่างบานเกล็ด
4. หน้าต่างบานเลื่อน

ประตู

1. ประตูบานเลื่อน
2. ประตูบานเปิด

หน้าต่างและประตูที่นำมาวิเคราะห์ประกอบด้วย

หน้าต่าง

1. หน้าต่างบานกระทุ้ง
2. หน้าต่างบานเปิด
3. หน้าต่างบานเกล็ด
4. หน้าต่างบานเลื่อน

ประตู

1. ประตูบานเลื่อน
2. ประตูบานเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ รูปแบบของหน้าต่าง

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ มี 4 หัวข้อ ดังนี้

1. หน้าต่างบานเปิด
2. หน้าต่างบานกระทุ้ง
3. หน้าต่างบานเกล็ด
4. หน้าต่างบานเลื่อนแบบในตัว

ตารางที่ 39 การวิเคราะห์รูปแบบของหน้าต่าง

ลำดับที่	หัวข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1.	ความสะดวกในการใช้	4	4	2	4
2.	การประกอบติดตั้ง	3	2	2	3
3.	ต้นทุนการผลิต	2	2	2	3
4.	อายุการใช้งาน	3	2	1	4
	รวม	12	10	7	14

คำชี้แจง

5 หมายถึง มากที่สุด
4 " มาก
3 " ปานกลาง
2 " น้อย
1 " น้อยมาก

สรุป หน้าต่างที่มีความเหมาะสมกับบ้าพักอาศัยคนงานก่อสร้างมากที่สุด ควรเป็นหน้าต่างแบบมีรางเลื่อนในตัว เพื่อสะดวกในการขนส่งและการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ รูปแบบของบานประตู

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ มี 2 หัวข้อ ดังนี้

1. ประตูบานเลื่อน
2. ประตูบานเปิด

ตารางที่ .....40 การวิเคราะห์รูปแบบของบานประตู.....

ลำดับที่	หัวข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1.	ความสะดวกในการใช้งาน	3	4
2.	การประกอบติดตั้ง	2	4
3.	ต้นทุนการผลิต	2	4
4.	อายุการใช้งาน	2	4
	รวม	9	16

คำชี้แจง

5 หมายถึง มากที่สุด
4 " มาก
3 " ปานกลาง
2 " น้อย
1 " น้อยมาก

สรุป ประตูที่ใช้กับบ้านพักอาศัยคนงานก่อสร้างที่มีความเหมาะสมที่สุดความเป็นประตูบานเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

สรุปผลการศึกษา และวิเคราะห์ข้อมูลแนวทางการออกแบบ

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1.1 สรุปผลการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลในด้านที่อยู่อาศัย พฤติกรรมการใช้งาน และสภาพความเป็นอยู่

1) ลักษณะของการอยู่พักอาศัยชั่วคราว

- มีระยะเวลาในการอยู่พักอาศัย ตั้งแต่ 3เดือน - 2 ปี
- มีการโยกย้าย รื้อถอน เพื่อนำไปปลูสร้างที่อื่น
- พร้อมที่จะทำการรื้อถอนได้ทุกขณะ

2) กิจกรรมในการอยู่พักอาศัยในแต่ละวัน

- 05.00 - 06.00 ตื่นนอน
- 06.00 - 06.30 กิจวัตรประจำวัน เข้าห้องน้ำแปรงฟัน
- 06.30 - 07.00 จ่ายตลาด
- 07.00 - 07.30 รับประทานอาหาร ไปทำงาน
- 08.00 - 12.00 ทำงานก่อสร้าง
- 12.00 - 13.00 กลับที่พัก อาบน้ำทำธุระกิจส่วนตัว
- 13.00 - 17.00 ทำงานในที่ก่อสร้าง
- 17.00 - 17.30 กลับที่พัก อาบน้ำทำธุระกิจส่วนตัว
- 17.30 - 18.00 ประกอบอาหาร ซักผ้า
- 18.00 - 19.00 รับประทานอาหาร พักผ่อนใกล้ที่พัก
- 19.00 - 20.00 สนทนา ทำงานในห้องพัก
- 20.00 - 05.00 ตื่นนอน

3) ปัจจัยความต้องการของเจ้าของบริษัทผู้ลงทุน

- ราคาถูก การลงทุนต่ำ
- ให้ความสะดวกสบายแก่คนงาน
- มีความมั่นคงแข็งแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เก็บใช้งานได้มากครั้งที่สุด
- คนงานที่มีครอบครัวแล้วใช้เนื้อที่พักเท่าคนงานโสด

4) ปัจจัยความต้องการของผู้อยู่อาศัย คนงานก่อสร้าง

- ได้ห้องพักที่มีความสะดวกสบาย
- มีเนื้อที่พอเพรียงสำหรับการอยู่พักอาศัย
- มั่นคงแข็งแรง
- ได้สภาพแวดล้อมที่ดี
- คุ้มครองทรัพย์สินข้าวของ
- ป้องกันภยันตราย แมลงสัตว์มีพิษ
- ป้องกัน ลม ฝน น้ำค้าง
- มีการถ่ายอากาศที่ดี ไม่อบอ้าว

5) สิ่งอำนวยความสะดวก ปัจจัยพื้นฐานที่พักอาศัย

- ขนาดที่พักอาศัย กฎหมายเทศบัญญัติที่เกี่ยวข้องคือ ขนาดของที่มีเนื้อที่ต่ำที่สุด 9 ตรม.
- การอยู่พักอาศัย คนงาน 2 คน หรือครอบครัว สามี ภรรยา บุตร
- มีช่องประตูหน้าต่าง ถ่ายเทอากาศ มีมุ้งลวดป้องกันยุงแมลง
- ระบบแสงสว่าง เครื่องใช้ไฟฟ้าที่จำเป็น

6) รายละเอียดกิจกรรมการอยู่พักอาศัย

- ชนิดของกิจกรรมได้แก่การปรุงอาหาร แต่งตัว เปลี่ยนเสื้อผ้า ฯลฯ ที่พักอาศัยจำเป็นจะต้องมีเนื้อที่เพียงพอ
- การนอนหลับ พักผ่อนเป็นกิจกรรมหลักของการอยู่พักอาศัยชั่วคราว การหาขนาดที่จะนำมาใช้ในการออกแบบ ได้แก่ขนาดของสัดส่วนร่างกายเป็น เครื่องมือเครื่องใช้ที่จำเป็น
- กิจกรรม การซักผ้า ห้องน้ำ ห้องส้วม ในส่วนนี้จะเป็นการใช้งานร่วมกันโดยทางเจ้าของ ผู้ว่าจ้างจะจัดไว้ให้เป็นสถานที่ในส่วนนี้โดยเฉพาะ เพื่อความเป็นระเบียบเรียบร้อย และเอื้ออำนวยต่อการจัดระบบต่าง ๆ

4.1.2 สรุปผลการศึกษา วิเคราะห์ข้อมูลในด้านรูปแบบระบบของการก่อสร้างและในส่วนของโครงสร้างวัสดุและกรรมวิธีการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) รูปแบบของการก่อสร้าง รูปแบบที่มีความเหมาะสมและสอดคล้องต่อการสร้างบ้านพักคนงานก่อสร้างชั่วคราแบบสำเร็จรูป คือการก่อสร้างในรูปแบบ PREFABRICATION โดยมีรายละเอียดและสาระสำคัญดังนี้คือ

1.1 สามารถก่อสร้างได้จำนวนมากและรวดเร็ว

1.2 ประกอบจากโรงงานไม่เสียพื้นที่ ประหยัดแรงงาน

1.3 รื้อถอนรวดเร็ว ประกอบติดตั้งง่าย

1.4 ได้มาตรฐานเท่าๆ กัน

1.5 สะดวกและประหยัดเวลาในการขนส่ง

1.6 สะดวกในการควบคุมและตรวจงาน

1.7 วิธีการก่อสร้างง่าย ใช้ระบบประสานทางพิกัด

1.8 แข็งแรงทนทาน

1.9 สามารถออกแบบให้เหมาะสมกับสภาพใช้งาน

2) ระบบของการก่อสร้างแบบ PREFABRICATION เลือกใช้แบบ FRAME SYSTEM คือการออกแบบและผลิตชิ้นส่วนโครงสร้างต่างๆ ออกเป็นแผง ส่วนปประกอบเข้าด้วยกันด้วย JOIN อุปกรณ์นอตดาวน์ สาระสำคัญข้อดีของระบบนี้คือ

1. ใช้วัสดุได้หลายชนิดรวมกัน

2. มีน้ำหนักเบากว่า เพราะสามารถแยกชิ้นส่วนได้ย่อยกว่า

3. การถอดประกอบ การซ่อมบำรุงทำได้ง่าย เพราะแก้ไขเฉพาะส่วน

4. สะดวกต่อการขนส่งประกอบติดตั้ง

3) โครงสร้างวัสดุและกรรมวิธีการผลิต

3.1 ฐานรากเป็นแบบฐานรากเข็ม ที่ทำจากไม้สนซึ่งมีความเหมาะสมกับงานคือมีราคาถูก และเป็นการใช้แบบชั่วคราวเท่านั้น

3.2 เสาในส่วนของโครงสร้างเสา เพื่อให้เกิดความเหมาะสมและสอดคล้องต่อโครงการในลักษณะของการถอดประกอบ จึงพิจารณาเลือกใช้เสาแบบสำเร็จรูปซึ่งจะเป็น JOIN ในตัวอีกทั้งยังมีราคาถูก

3.3 คานในส่วนของคาน เพื่อความเหมาะสมและสอดคล้องต่อโครงสร้างจึงพิจารณาเลือกใช้เหล็กกล่องทำคาน

3.4 พื้น การเลือกใช้วัสดุทำพื้นจะคำนึงถึงระบบการประกอบติดตั้ง และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บรักษาตลอดจนถึงอายุการใช้งานที่คุ้มค่าเมื่อเทียบกับราคาต้นทุนการผลิต มีความคุ้มค่ากว่าวัสดุที่พิจารณามาใช้ทำพื้นได้แก่ พลาสติก

3.5 ผนัง ที่ได้ทำการศึกษา วิเคราะห์ จะต้องมีคุณสมบัติหลายประการได้แก่ ทนแดด ทนฝน อายุการใช้งานยืนนาน มีราคาถูก มีรูปแบบการผลิตที่เป็นอุตสาหกรรม สามารถผลิตได้ดเป็นจำนวนมากและง่ายต่อการยึดต่อเข้ากับโครงสร้าง วัสดุที่พิจารณามาใช้ทำผนัง คือ พลาสติก

3.6 หลังคา วัสดุที่ใช้ทำหลังคานั้นจะต้องมีคุณสมบัติหลายๆ ประการที่จำเป็นได้แก่ จะต้องมีความแข็งแรง ทนทาน สามารถประกอบติดตั้งได้ง่ายไม่ยุ่งยากซับซ้อน มีน้ำหนักเบา ง่ายต่อการขนส่ง และวัสดุที่มีจำหน่ายในท้องตาด วัสดุที่มีความเหมาะสมในการเลือกใช้ทำหลังคาได้แก่ กระเบื้องลอนคู่กลาสไฟเบอร์

3.7 ประตู รูปแบบของประตูที่นับว่ามีความเหมาะสมคือประตูแบบ บานเปิด ซึ่งมีขนาดมาตรฐานคือ .70 × 2.00 ม. วัสดุที่ใช้ทำเป็นวัสดุเดียวกันกับวัสดุที่ใช้ทำผนนัง เพื่อเกิดความสมดุลย์สอดคล้องต่อการใช้งาน คือกรอบพลาสติก โดยมีอุปกรณ์บานเปิดสำเร็จรูป เป็นตัวหมุนปิดเปิด หน้าต่างรูปแบบของหน้าต่างที่มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับผนังและมีส่วนช่วยในด้านของการกันแดดฝน ควรเป็นหนน้าต่างแบบบานเลื่อนเพื่อสะดวกในการซ่อมแซมรักษา

3.8 กันสาดด้านหน้า ด้านนข้าง ควรเป็นวัสดุแผ่นเรียบ ซึ่งได้แก่ แผ่นกลาสไฟเบอร์แบบเรียบ

3.9 อุปกรณ์ทางระบบไฟฟ้าใช้แผงวงจรแบบสำเร็จรูปซึ่งประกอบด้วย ปลั๊ก 2 จุด และสวิทปิดเปิด 1 จุด ชุดหลอดไฟนีออนขนาด 20 วัดต์

4.2 แนวทางการออกแบบ

4.2.1 ขนาดสัดส่วนและการจัดรูปแบบของที่พักอาศัย

- ออกแบบให้มีการแบ่งพื้นที่ใช้สอย ออกเป็น 2 ส่วน
  1) ส่วนกิจกรรมหลักอยู่พักอาศัยนอนหลับ
  2) ส่วนกิจกรรมเสริมนั่งเล่น ปรุงอาหาร
- ออกแบบให้มีพื้นที่เพียงพอต่อการอยู่พักอาศัยจำนวนคนงานโสด 2 คน หรือครอบครัว 1 ครอบครัว 1 ครอบครัว พ่อแม่ลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 **ปัจจัยความต้องการขั้นพื้นฐาน**

- ออกแบบให้มีระบบถ่ายเทอากาศ โดยใช้ประตูหน้าต่างเป็นส่วนในการถ่ายเทอากาา
- ออกแบบให้มีส่วนป้องกันต่างๆ ที่มิดชิดมีความเป็นส่วนตัวปลอดภัยจาก สัตว์มีพิษ แมลง ยุง โดยมุ้งลวด
- ออกแบบให้มีระบบไฟฟ้าเพื่อตอบสนองการใชงาน ซึ่งประกอบด้วย ปลั๊ก 2 จุด สวิท 1 จุด เปิดปิดหลอดไฟขนาด 20 วัตต์

4.2.3 **ลักษณะของการก่อสร้าง**

4.2.3.1 **รูปแบบของการก่อสร้างออกแบบให้เป็นในลักษณะของบ้านสำเร็จรูป** PREFABRICATION

4.2.3.2 **ระบบของการก่อสร้าง เป็นการใช้ระบบของ** FRAME SYSTEM มาใช้ในระบบของโครงสร้าง คือการผลิตชิ้นส่วนต่างๆ สำเร็จรูปมาจากโรงงานจากนั้นมาประกอบติดตั้งเข้าด้วยกัน โดยใช้ระบบที่มีความสะดวกรวดเร็วไม่ซับซ้อน

4.2.3.3 **รายละเอียดของโครงสร้าง**

- ฐานราก ออกแบบให้ใช้ได้ ทั้งแบบฐานรากแผ่ และฐานรากเข็ม ซึ่งจะสามารถดัดแปลงให้ใช้ในพื้นที่ที่มีลักษณะแตกต่างกันออกไป
- เสา ออกแบบให้ใช้เสาเหล็กกล่องโดยมีแผ่นจุด รับผนังได้ในตัว
- คาน ออกแบบให้ใช้คานเหล็กกล่อง โดยมีแผ่นจุดรับผนังได้ในตัว และให้มี JOIN หรือจุดยึดต่อเข้ากับฐานราก หรือโครงสร้างอื่นได้อย่างง่ายดายในการประกอบติดตั้งไม่ยุ่งยากซับซ้อน
- ผนัง ออกแบบให้เป็นแบบแผ่นผนัง ซึ่งอาจจะเป็นแบบผนังทึบและแบบมีเปิดช่องหน้าต่าง ประตู โดยแผ่นผนังเหล่านี้สามารถนำไปต่อหรือประกอบติดตั้งเข้ากับโครงสร้างเสาคานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ยุ่งยาก ซับซ้อนมี JOIN ยึดต่อในตัว
- หลังคา แผ่นหลังคาเป็นเหล็กแผ่นลอนใหญ่สำเร็จรูป ซึ่งมีคุณสมบัติที่ดีมีความแข็งแรงในตัว ไม่จำเป็นต้องมีโครงสร้างยึดมาก ซึ่งจะมีแปรับเฉพาะหัวท้ายก็เพียงพอแล้ว ความลาดเอียงหรือรูปทรงของหลังคาเป็นแบบเพิงหมาแหงนมีความลาดเอียงมาตราฐาน 10° แผ่นหลังคาใช้นอตยึดติดกับแป เป็นช่วงๆ ซึ่งในแต่ละแผ่นสามารถซ้อนทับลอนได้ตามความต้องการ
- แผ่นปิดลอน ป้องกันการสาดและแมลงต่างๆ ออกแบบให้สามารถยึดกับโครงของหลังคาได้ และเป็นตัวช่วยในการยึดเสริมอุปกรณ์อื่นไปในตัว ซึ่งได้แก่แผงไฟ หลอดไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นต้น

- แผ่นพื้น

1) ภายใน แผ่นพื้นภายในทำด้วยไม้อัด โดยมีการเสริมโครงสร้างให้เกิดความแข็งแรงและโครงสร้างตัวนี้ ควรเป็นจุดยึดต่อไปในตัวด้วย

2) ภายนอกจะเป็นบริเวณทางเดินหรือนั่งเล่นและใช้เป็นที่สำหรับปรุงอาหาร ออกแบบให้ใช้แผ่นไม้มาประกอบกัน โดยมีการเว้นช่อง เพื่อการทำความสะอาด โดยมีโครงสร้างเป็นจุดรับ และยึดต่อเข้ากับโครงสร้างเหล็กไปในตัวด้วย

- ประตูหน้าต่าง

1) ประตูออกแบบให้เป็นแบบบานเปิด มีขนา .70 × 2.00 ม. ใช้วัสดุเดียวกันกับผนัง การปิดเปิด ใช้อุปกรณ์สำเร็จรูปในท้องตลาดมาใช้ได้

2) หน้าต่างเป็นหน้าต่างแบบบานกระทุ้ง ใช้บานพับปิดเปิด มีขารับด้านนนใน สามารถพับเก็บได้

- มุ้งลวด เป็นมุ้งลวดแบบง่ายมีโครงสร้างที่สามารถยึดประกอบเข้ากับหน้าต่างๆ และสามารถเปลี่ยนตัวมุ้งลวดเมื่อเกิดมีการชำรุดเสียหายได้ง่าย

- ระบบไฟฟ้า ในแต่ละยูนิตจะมีแผงมิเตอร์ในการจ่ายไฟ 1 จุด และประกอบด้วยสวิทปิดเปิดหลอดไฟนีออก 1 จุด ปลั๊กเสียบ 2 จุดและอุปกรณ์ จะเป็นแบบสำเร็จรูปที่มีจำหน่ายในท้องตลาดทั้งหมด ซึ่งสามารถนำมาดัดแปลงให้ใช้กับงานได้เลย

4.3 การออกแบบ

ในขั้นตอนการออกแบบหลังจากที่ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลแล้ว ได้นำมาสรุปและนำผลสรุปการวิเคราะห์มาใช้ในการออกแบบดังต่อไปนี้

1. ขั้นเสนองาน (Idea Sketch) เป็นการเสนอแนวทางและแนวความคิดเพื่อให้สอดคล้องต่อลักษณะในการใช้งาน ตลอดจนกรรมวิธีการผลิต

2. ขั้นเสนองาน (Model Study) เป็นการเสนอรูปทรงของผลิตภัณฑ์ที่เป็น 3 มิติ เพื่อเป็นการศึกษาถึงความเป็นไปได้ และข้อบกพร่องต่าง ๆ

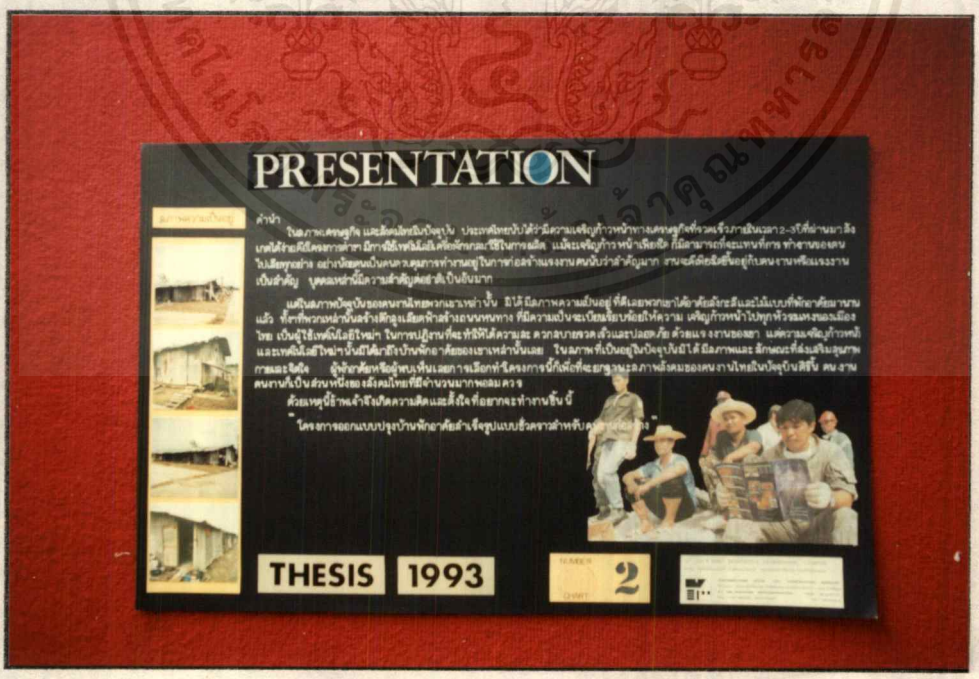
3. ขั้น Working Drawing คือ การเขียนแบบเพื่อการผลิตจริง และแยกชิ้นส่วนเพื่อให้ช่างผลิตได้ตามแบบที่ต้องการ

4. ขั้น Prototype คือการทำแบบขนาดเท่าของจริง ทดสอบคุณลักษณะได้ และทดสอบการใช้งานได้จริง หรือใกล้เคียงมากที่สุด

5. ขั้นเสนองานต่อผู้ใช้ เป็นการเสนอผลงานการออกแบบ

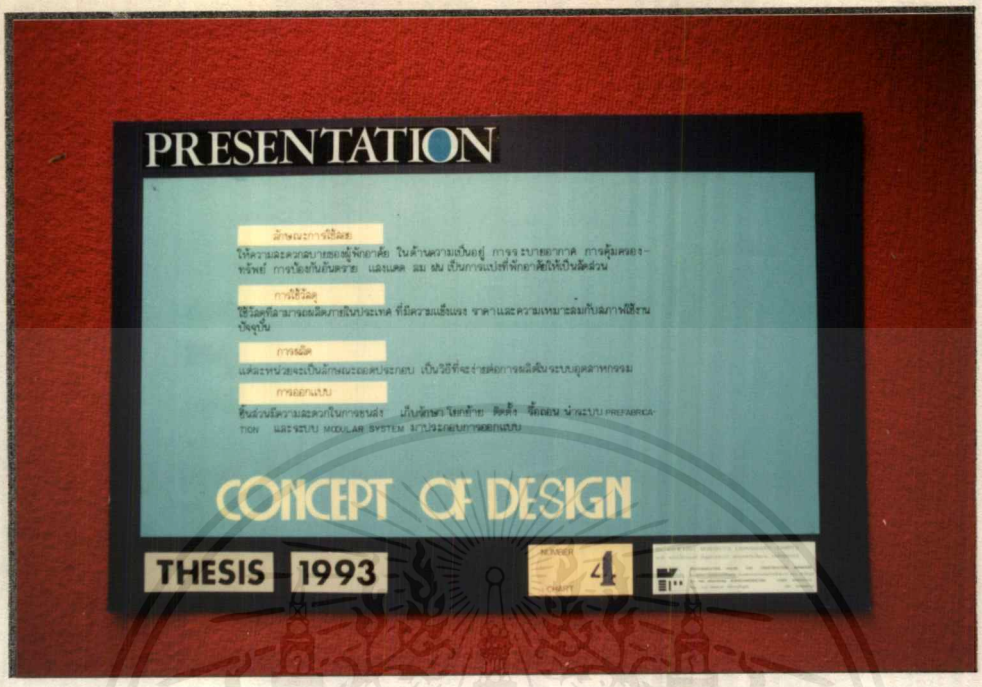
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาพที่ 159 แสดงที่มาของโครงการ

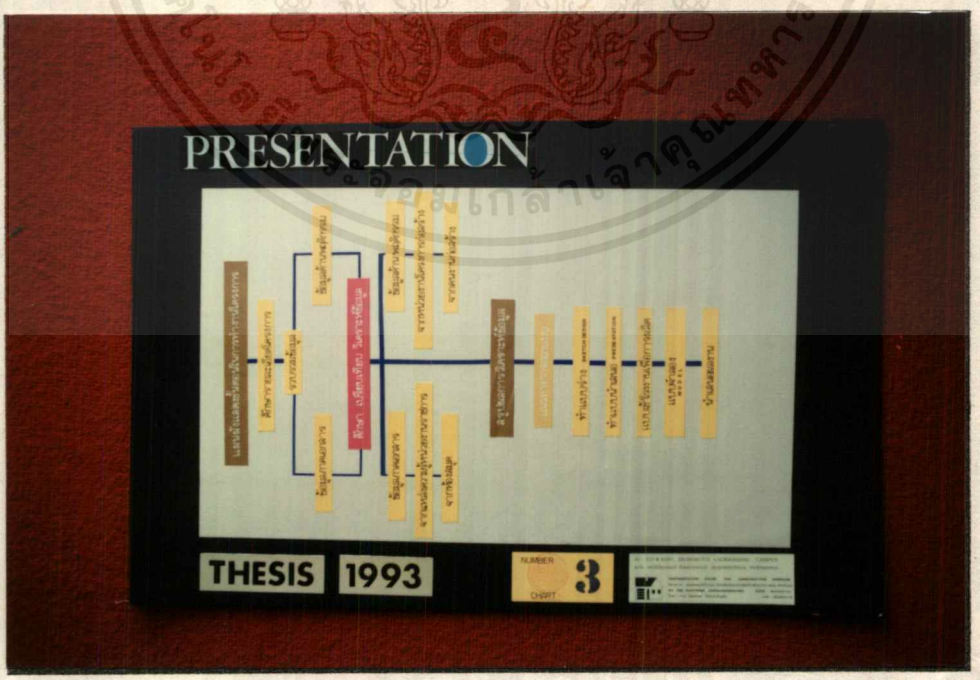


รูปภาพที่ 160 แสดงปัญหาที่เกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

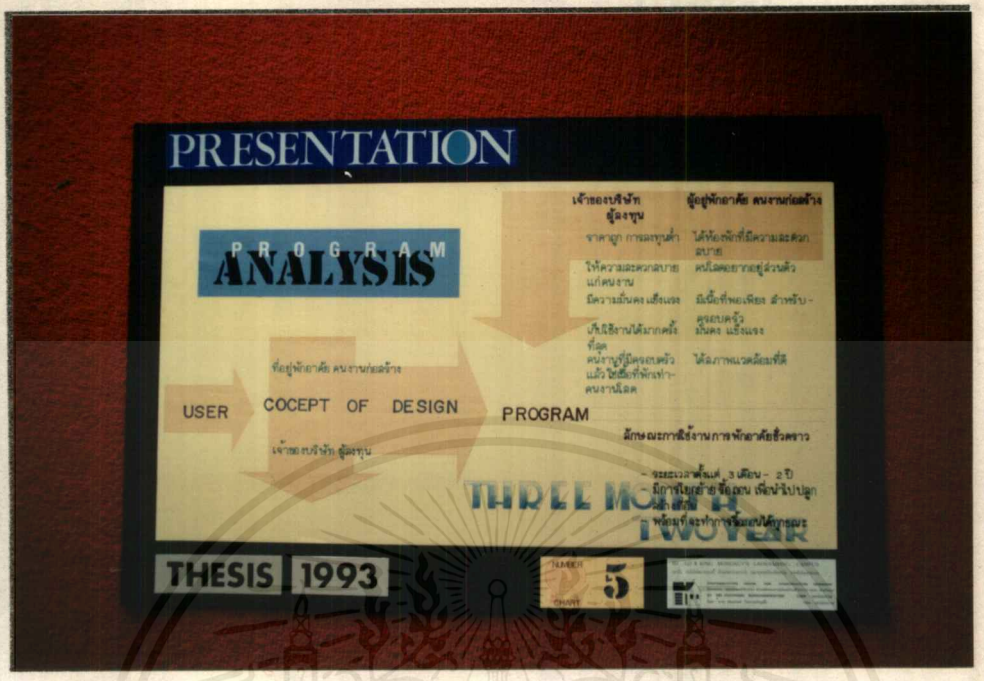


รูปภาพที่ 161 แสดงขั้นตอนในการทำงาน

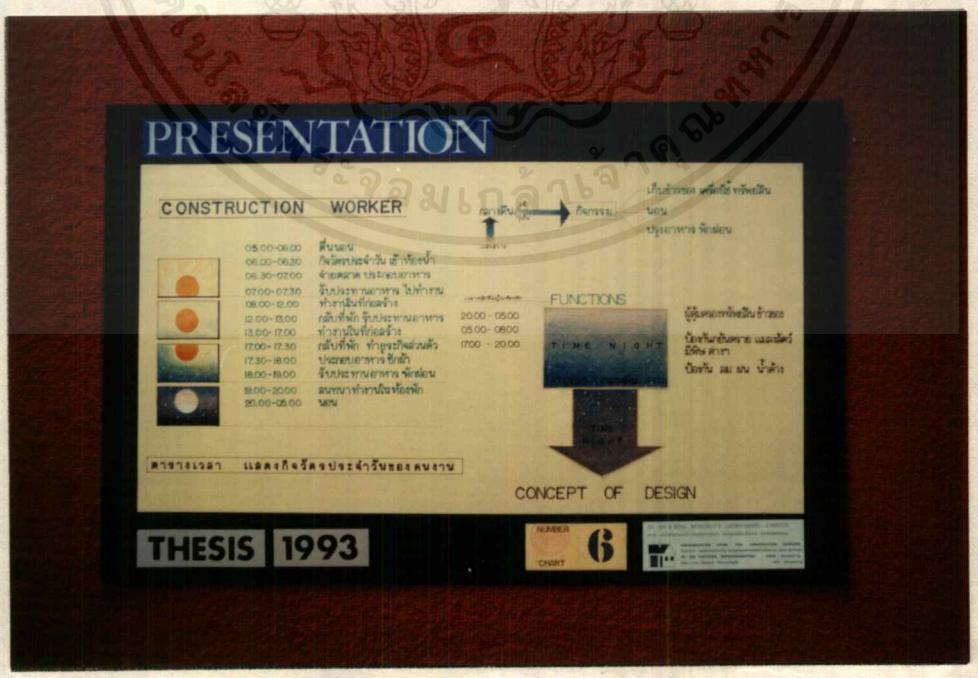


รูปภาพที่ 162 แสดงแนวทางการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

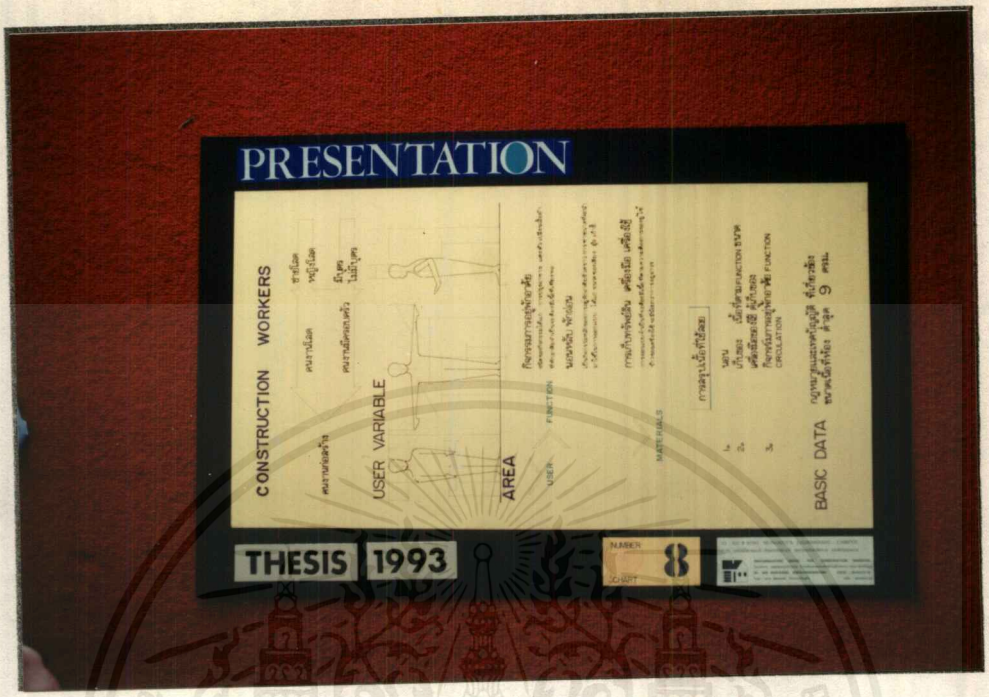


รูปภาพที่ 163 แสดงแนวทางการออกแบบ

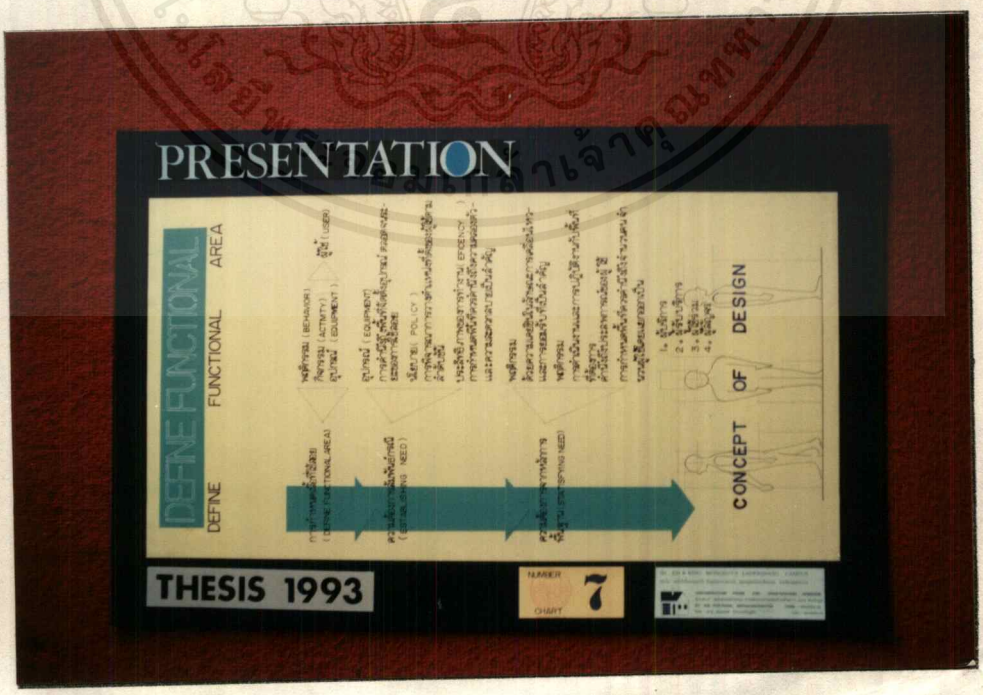


รูปภาพที่ 164 แสดงกิจกรรมพฤติกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

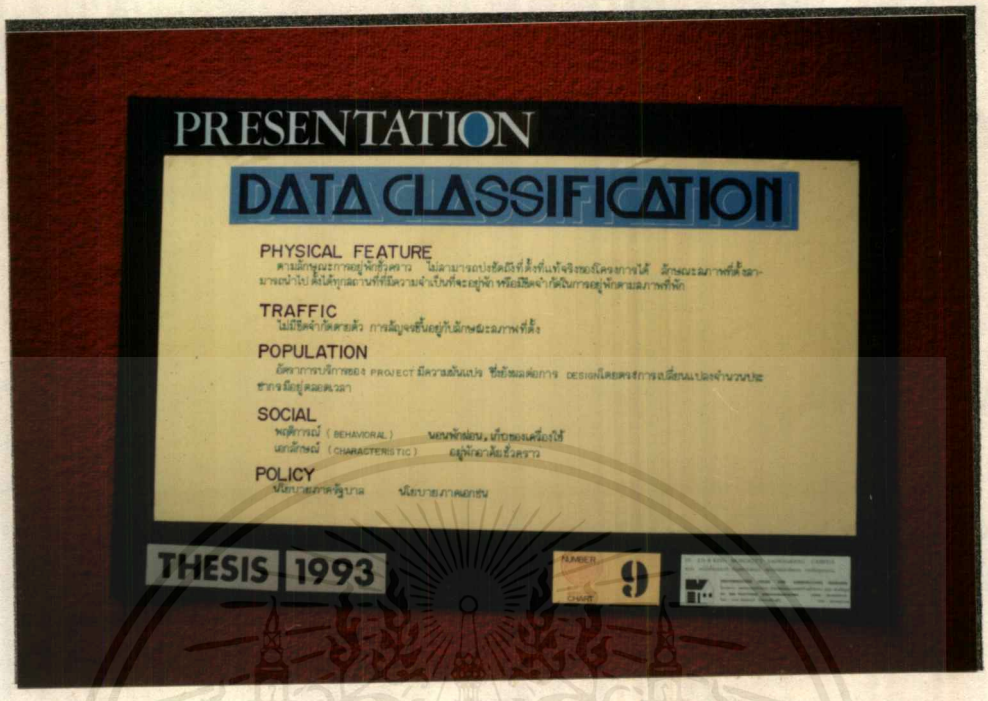


รูปภาพที่ 165 แสดงข้อมูลสู่การออกแบบ

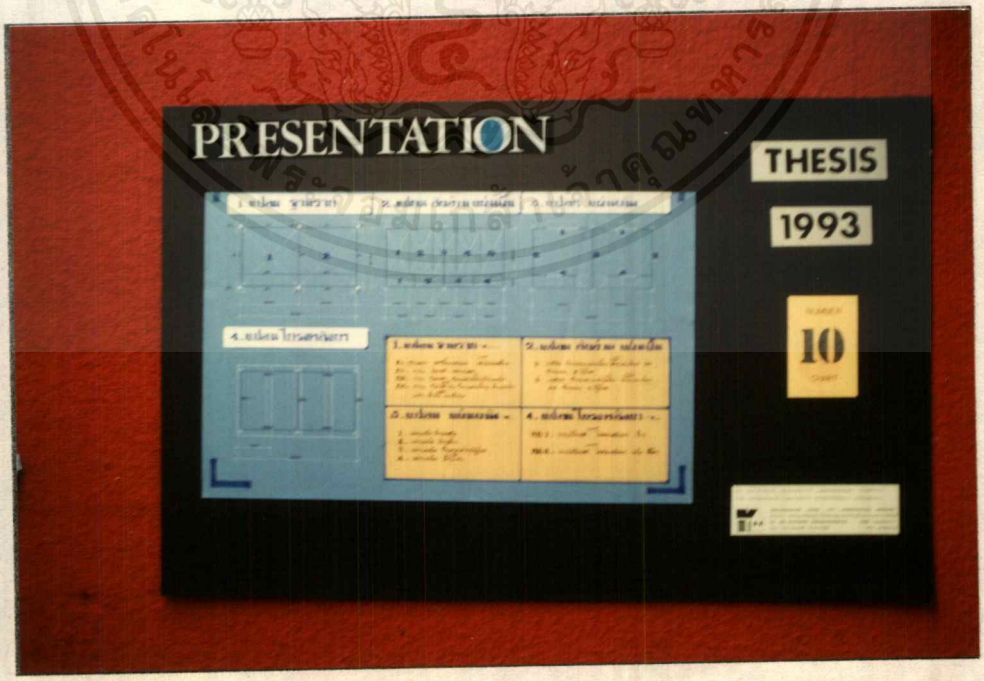


รูปภาพที่ 166 แสดงข้อมูลสู่การออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

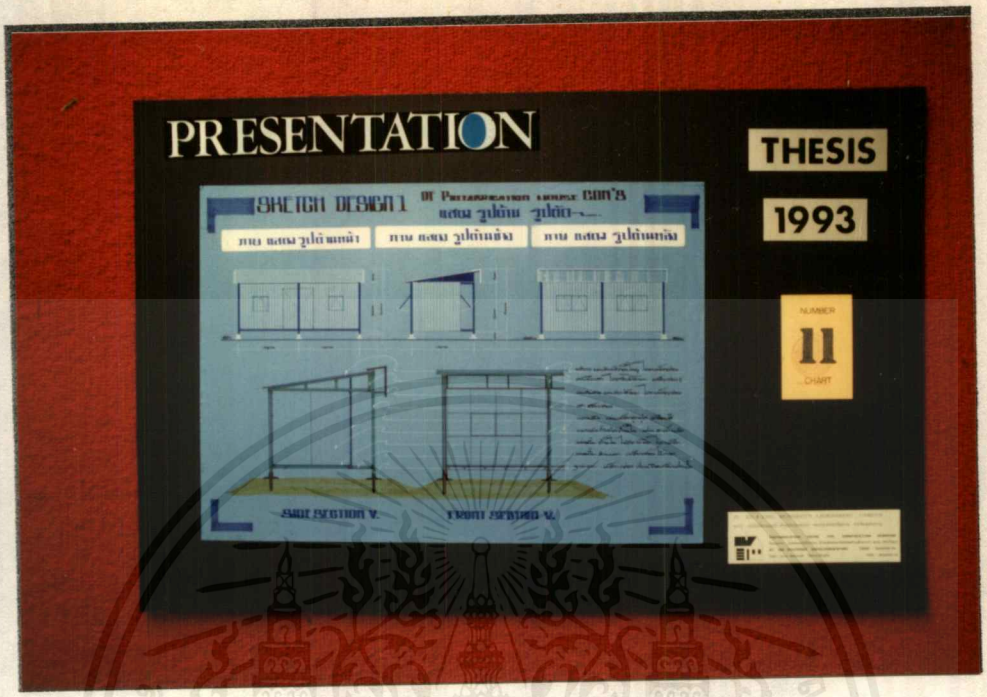


รูปภาพที่ 167 แสดงข้อมูลสู่การออกแบบ

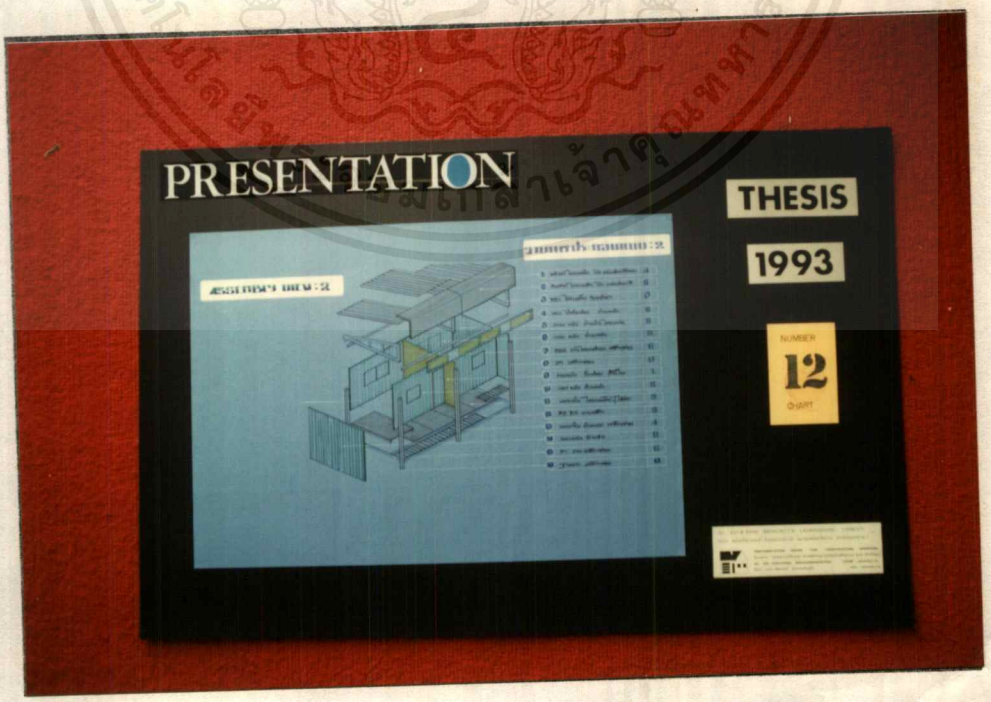


รูปภาพที่ 168 แสดงแบบร่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

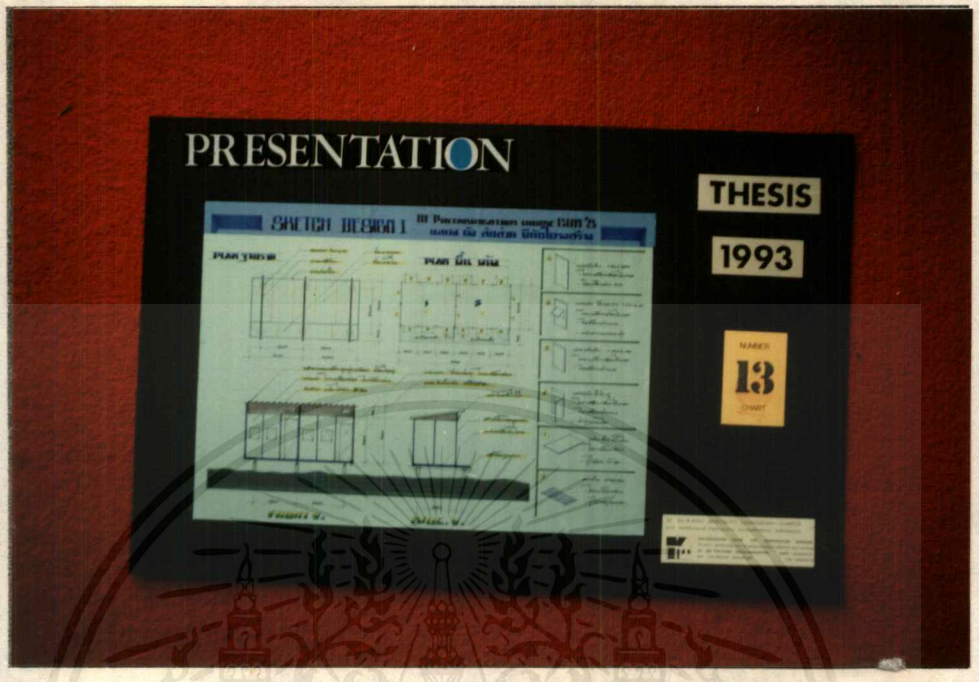


รูปภาพที่ 169 แสดงแบบร่าง



รูปภาพที่ 170 แสดงแบบร่าง

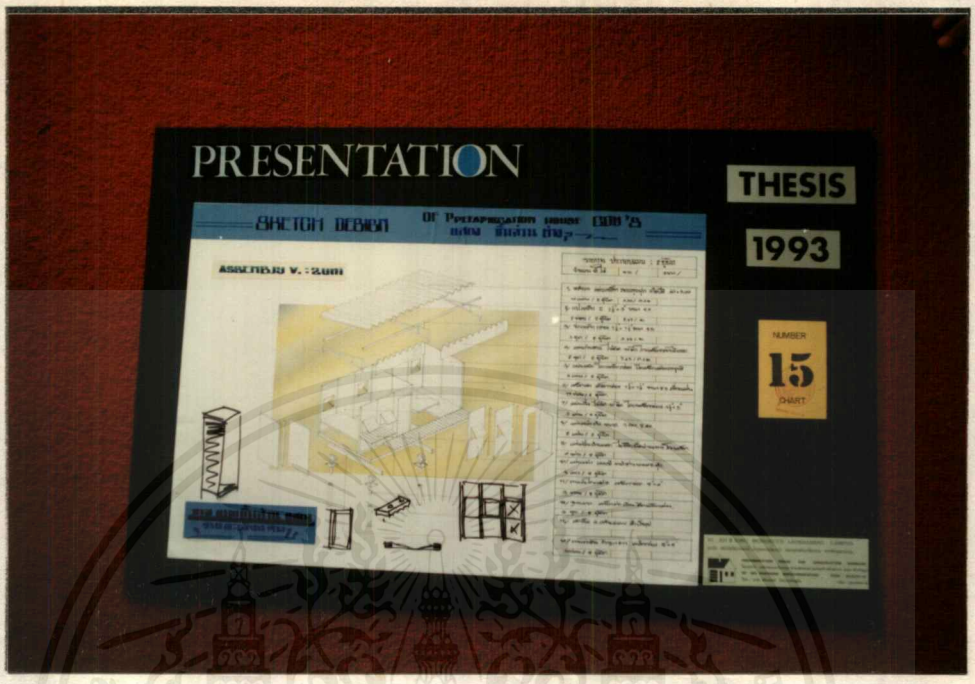
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 171 แสดงแบบร่าง

รูปภาพที่ 172 แสดงแบบร่าง

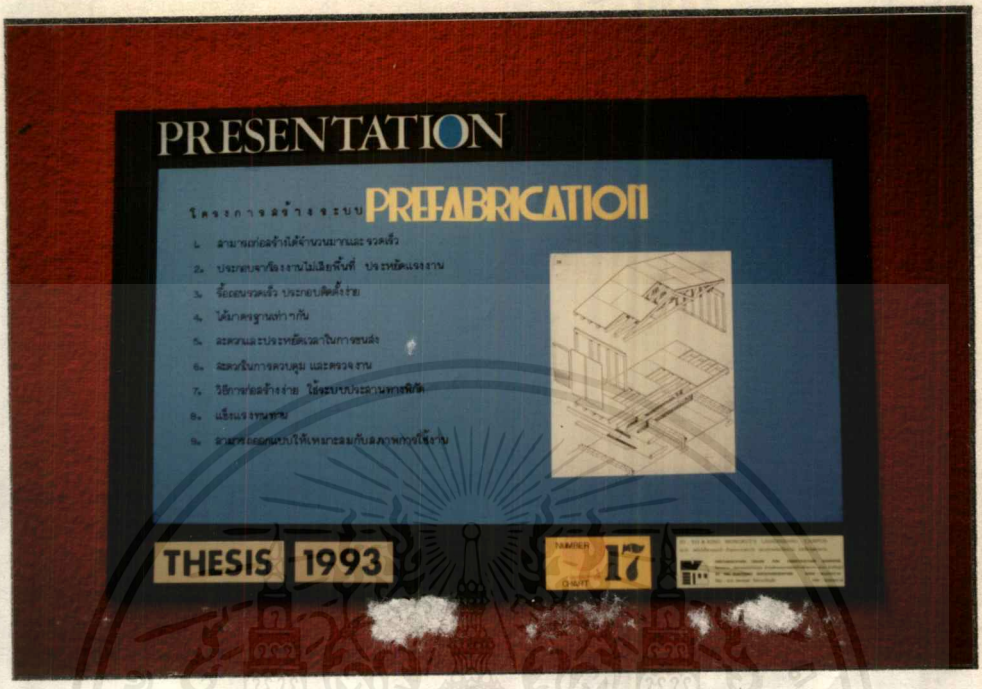
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



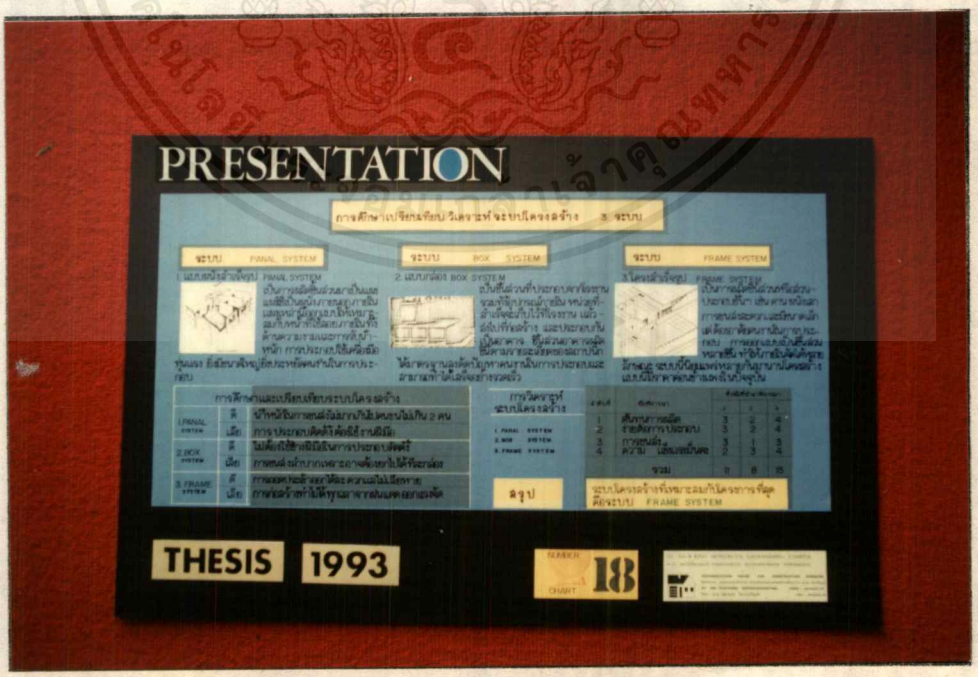
รูปภาพที่ 173 แสดงแบบร่าง

รูปภาพที่ 174 แสดงแบบร่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

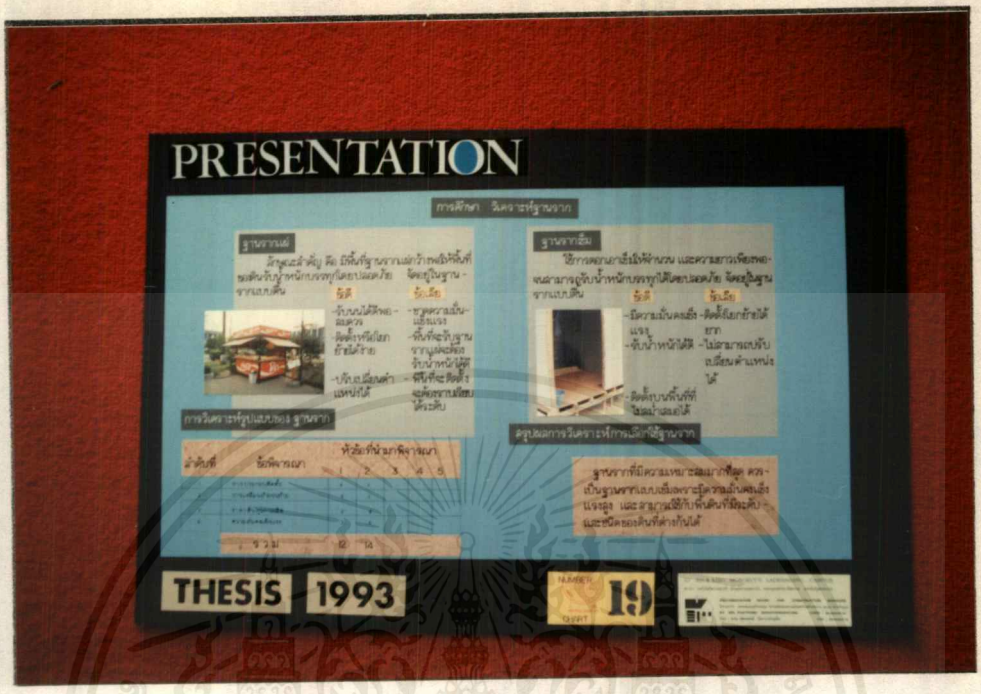


รูปภาพที่ 175 แสดงคุณสมบัติของระบบโครงสร้างสำเร็จรูป

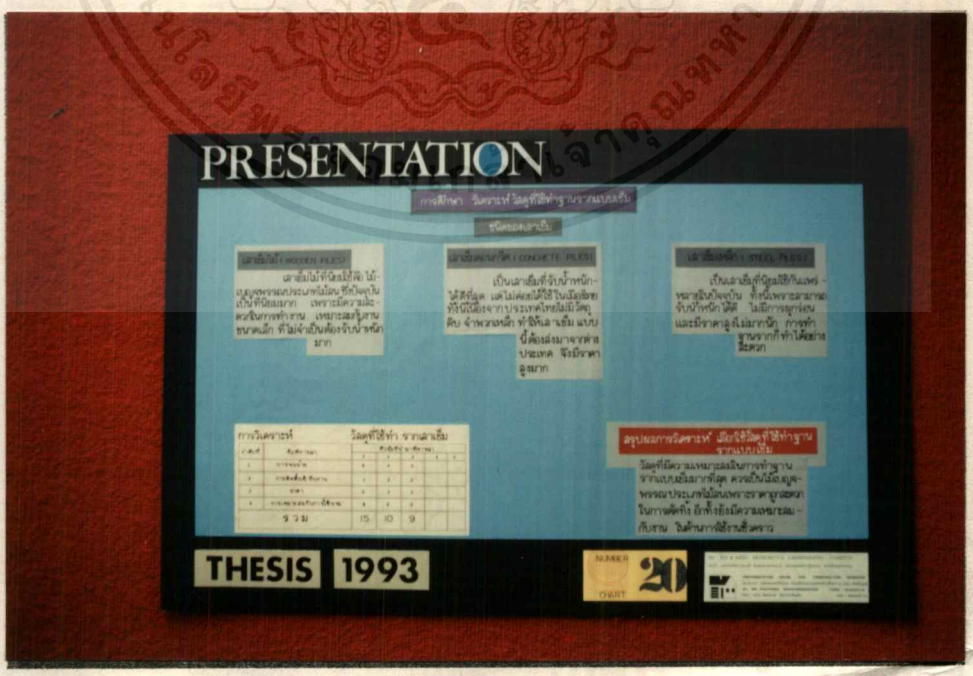


รูปภาพที่ 176 แสดงการวิเคราะห์ระบบโครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

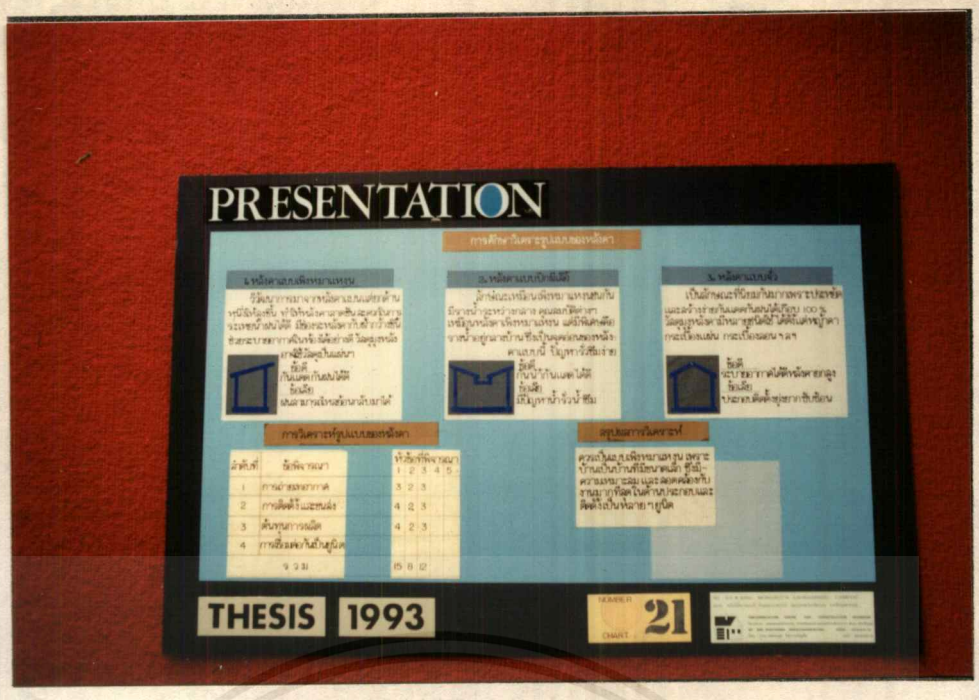


รูปภาพที่ 177 แสดงการวิเคราะห์ชนิดเสาเข็ม



รูปภาพที่ 178 แสดงการวิเคราะห์รูปทรงของหลังคา

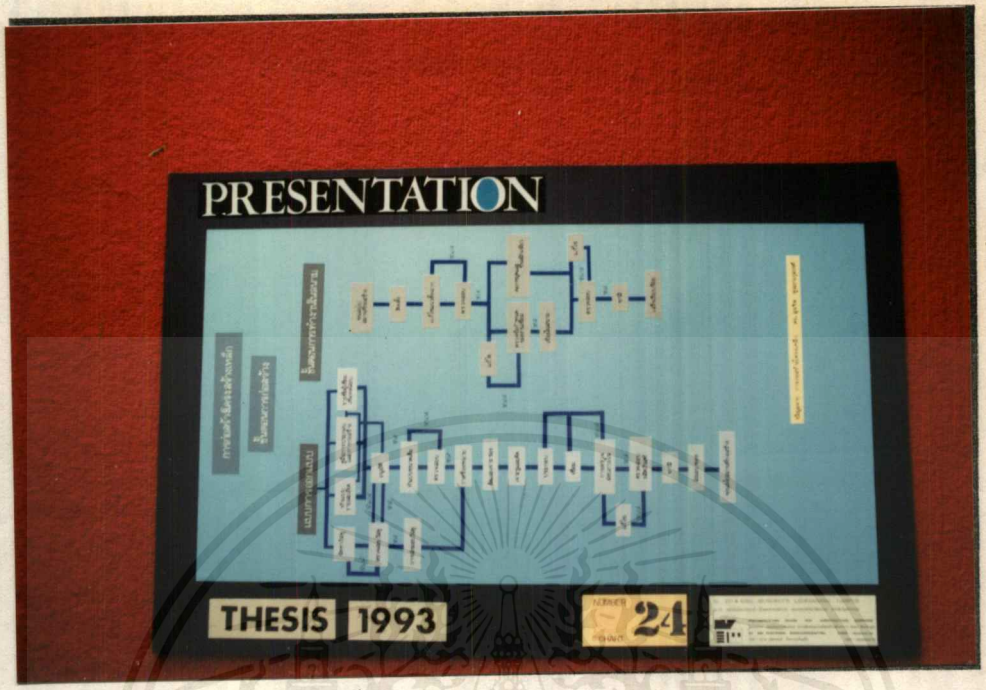
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



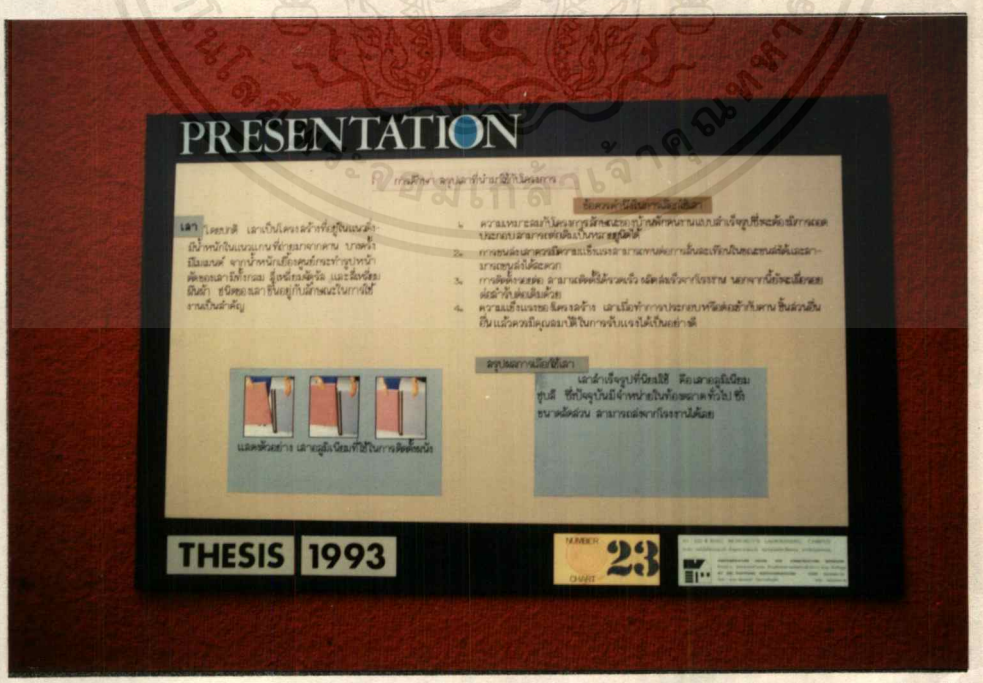
รูปภาพที่ 179 แสดงรายละเอียดของกระเบื้องโปร่งแสง

รูปภาพที่ 180 แสดงรายละเอียดของเสาสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

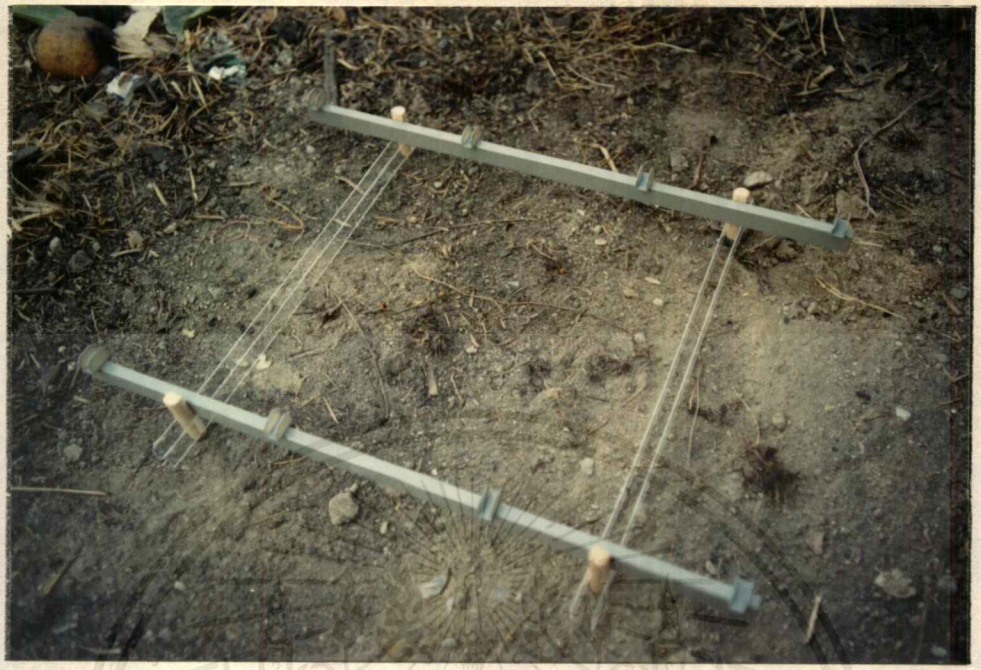


รูปภาพที่ 181 แสดงการก่อสร้างโครงสร้างเหล็ก

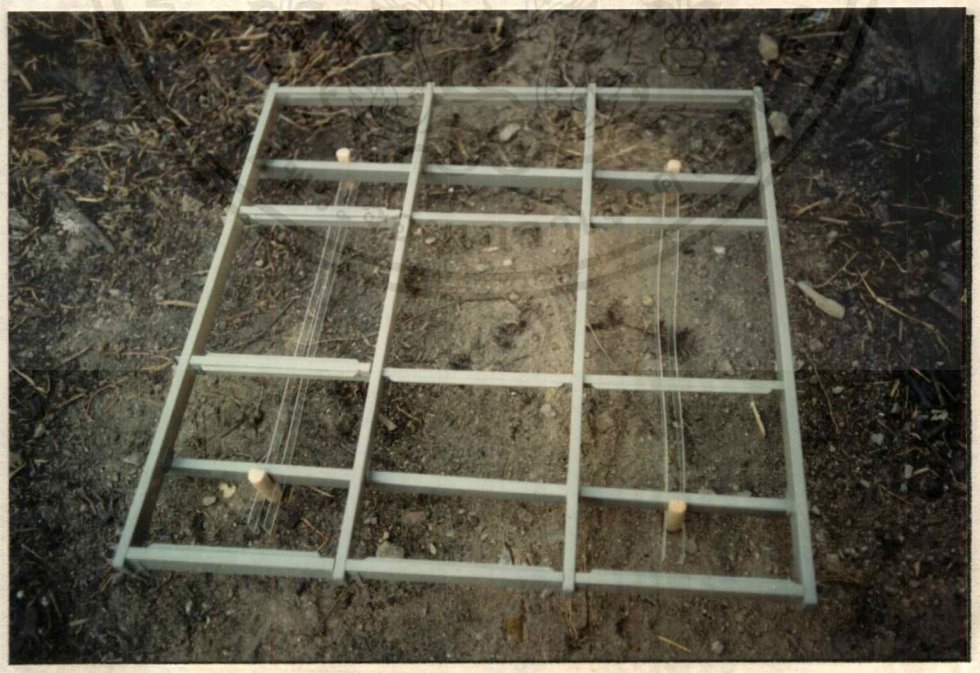


รูปภาพที่ 182 แสดงการสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

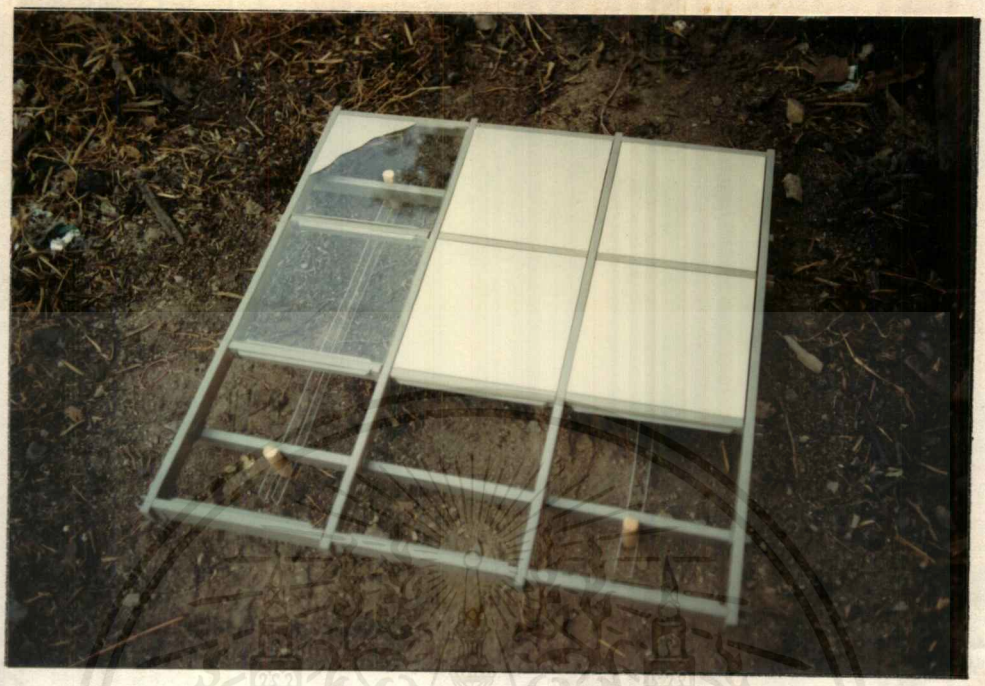


รูปภาพที่ 183 แสดงฐานรากลักษณะการติดตั้ง



รูปภาพที่ 184 แสดงการประกอบคาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

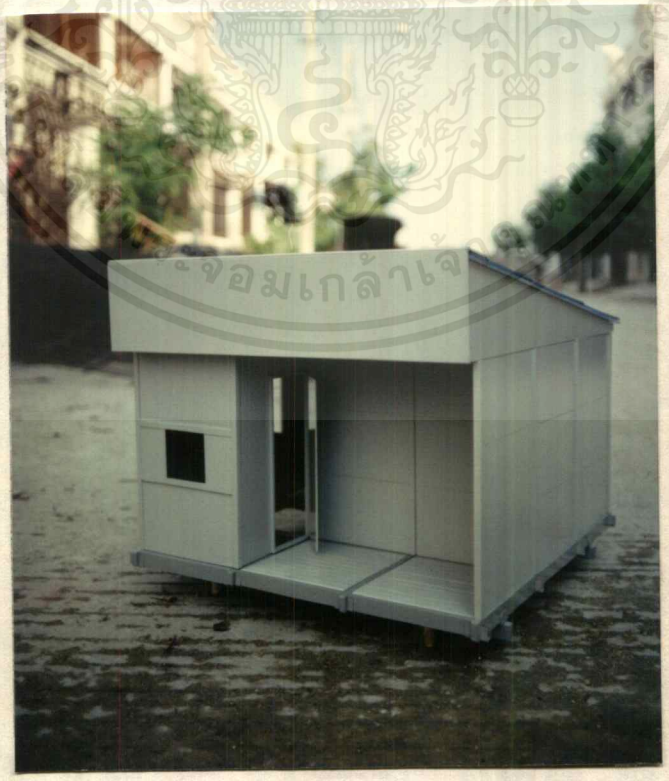


รูปภาพที่ 185 แสดงการวางแผ่นพื้น

รูปภาพที่ 186 แสดงการประกอบเสาผนัง

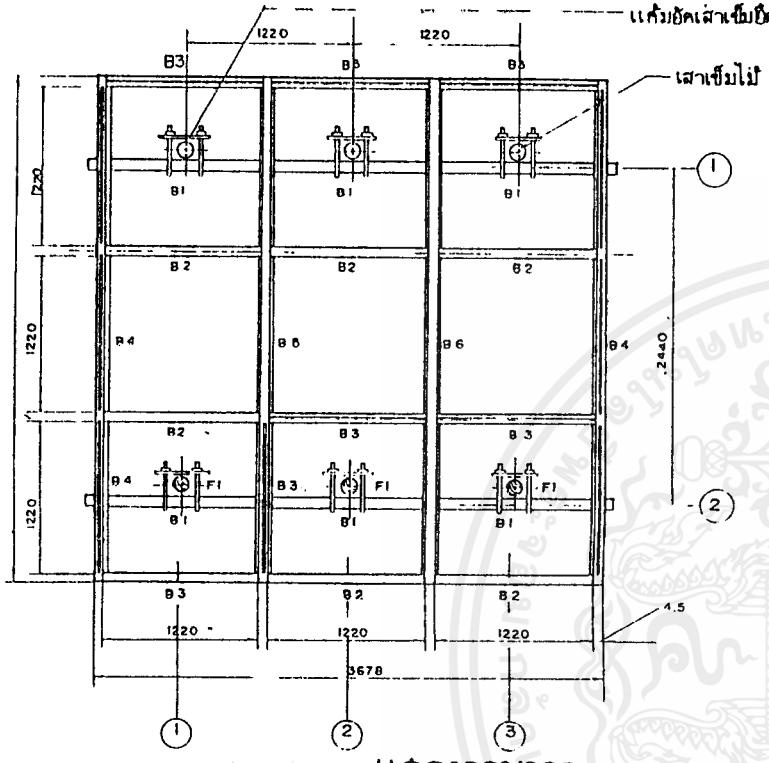
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาพที่ 187 แสดงรูปแบบของบ้าน !!



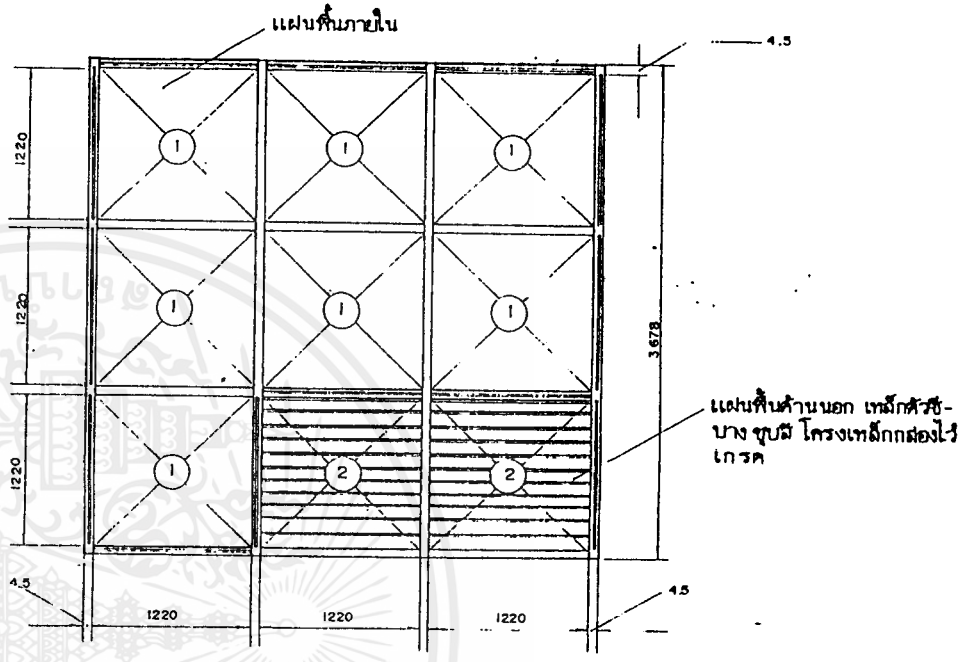
รูปปภาพที่ 188 แสดงรูปแบบของบ้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



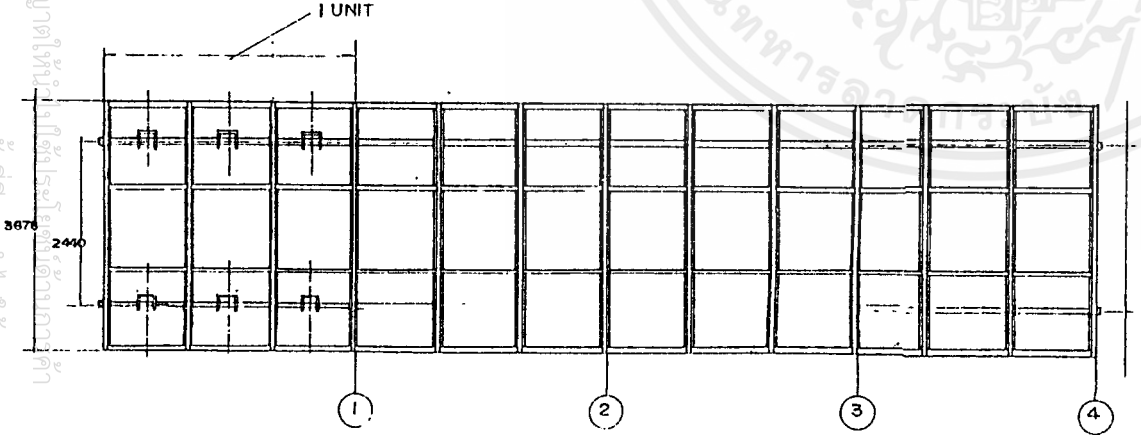
PLAN แสดงฐานราก

SCALE 1:20 UNIT CM.



PLAN แสดงการจัดวางแผ่นพื้น

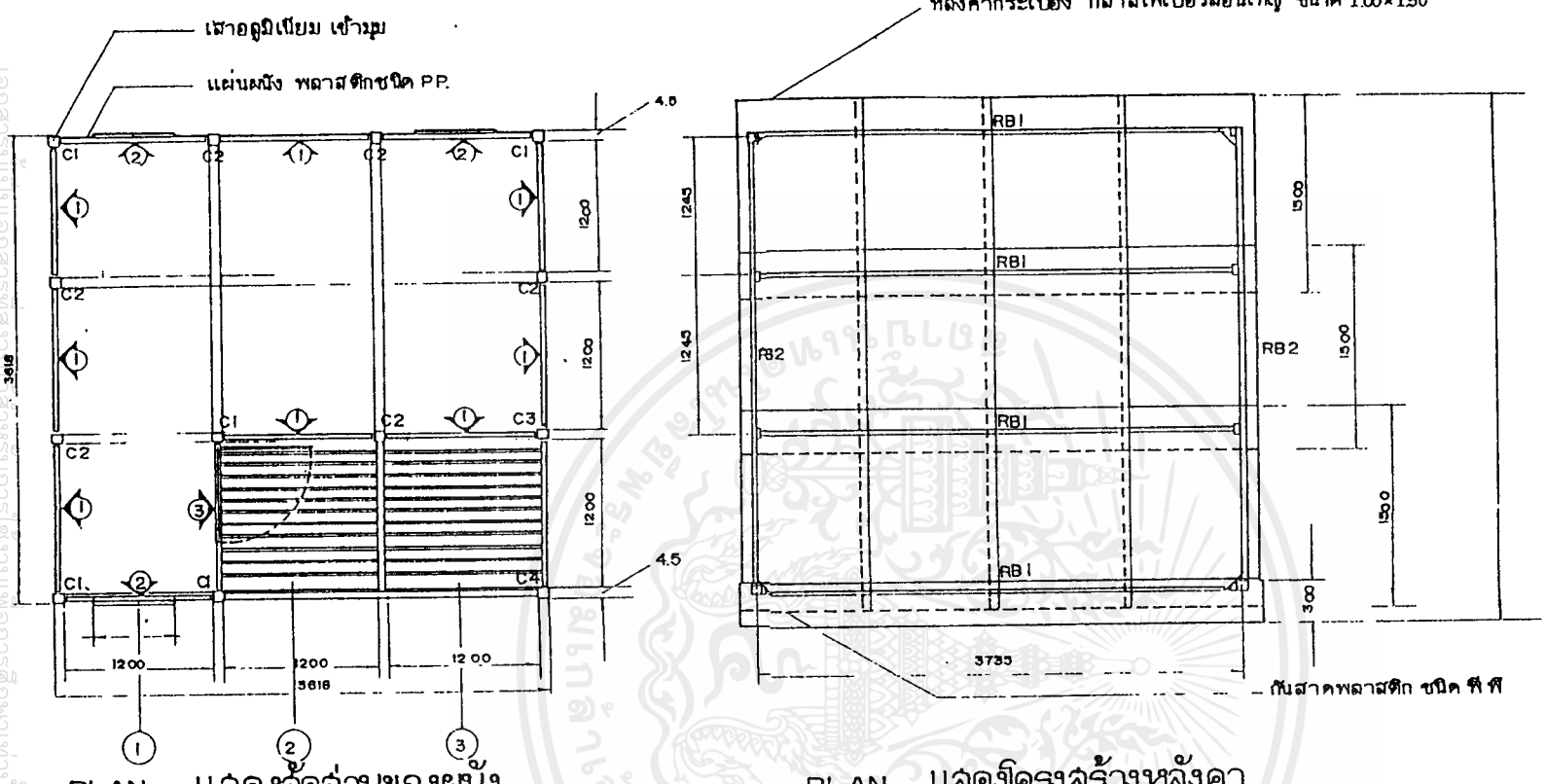
SCALE 1:20 UNIT CM.



LAY OUT PLAN

แสดงการประกอบ ฐานรากจำนวน 4 ยูนิต

SCALE 1 : 40 UNIT CM.

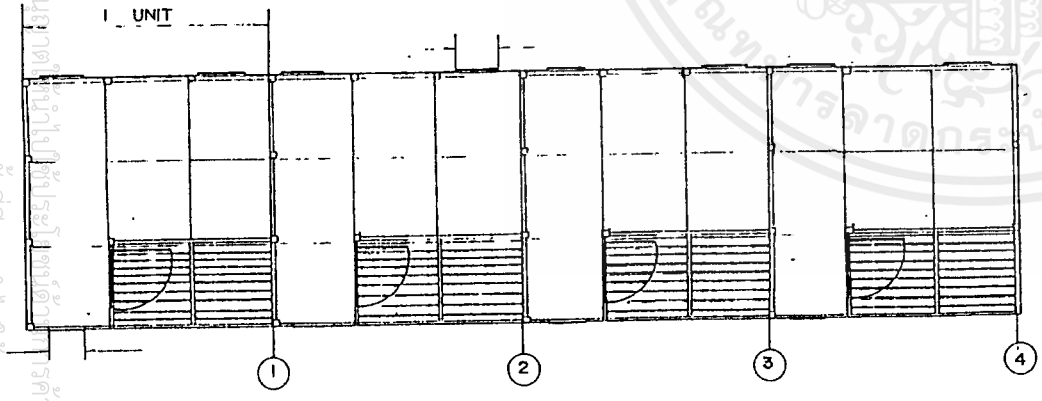


PLAN แสดงสัดส่วนของผนัง

SCALE 1: 20 UNIT CM.

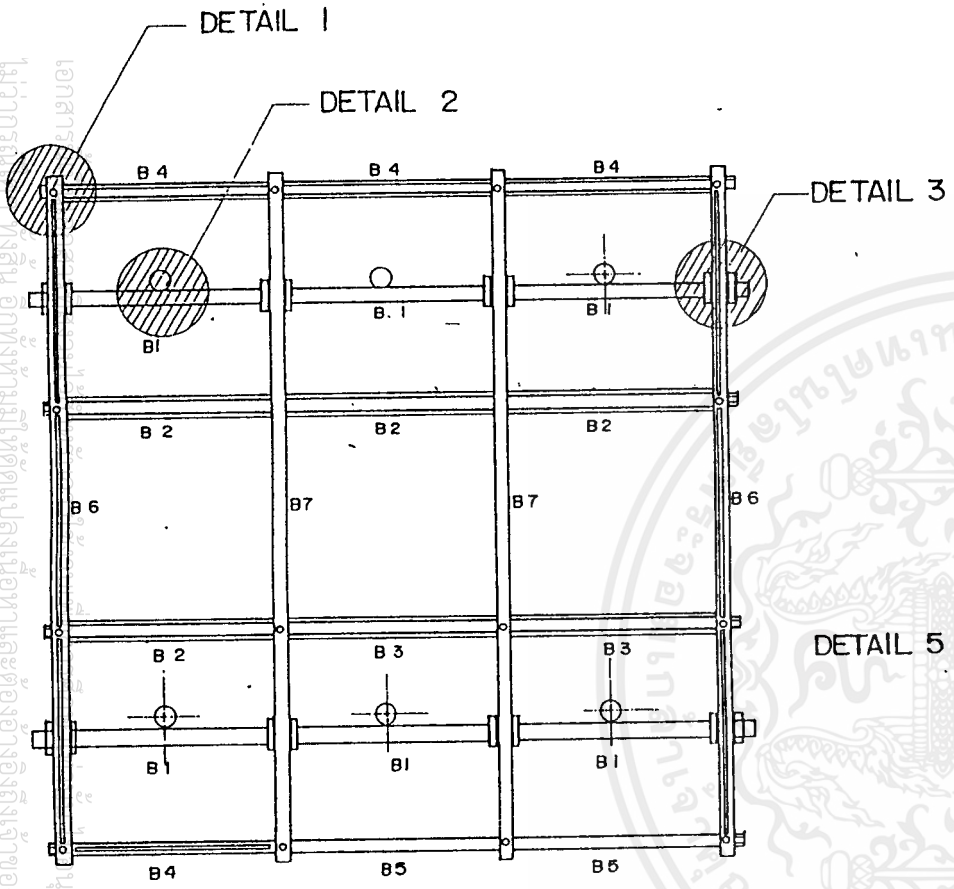
PLAN แสดงโครงสร้างหลังคา

SCALE 1:20 UNIT CM.



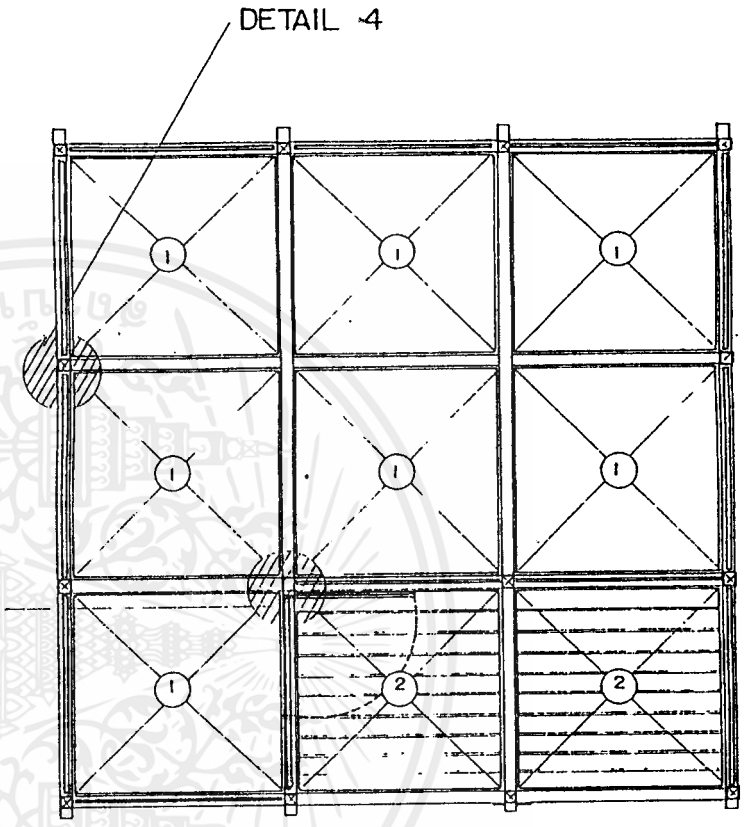
LAY OUT PLAN

แสดงการประกอบแผ่นพื้นผนัง จำนวน 4 ยูนิต



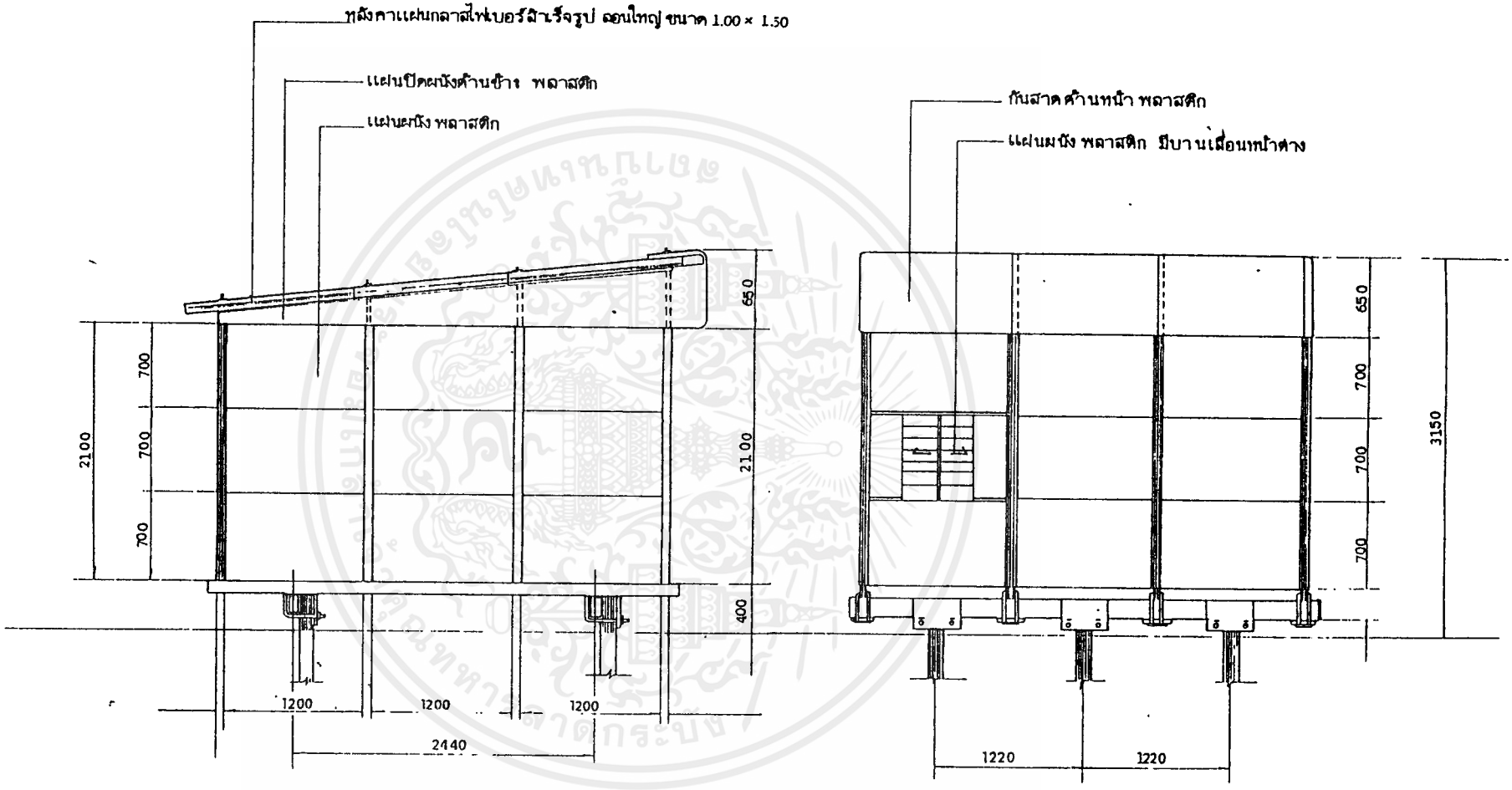
SECTION แสดงโครงสร้างฐานราก

SCALE 1:20



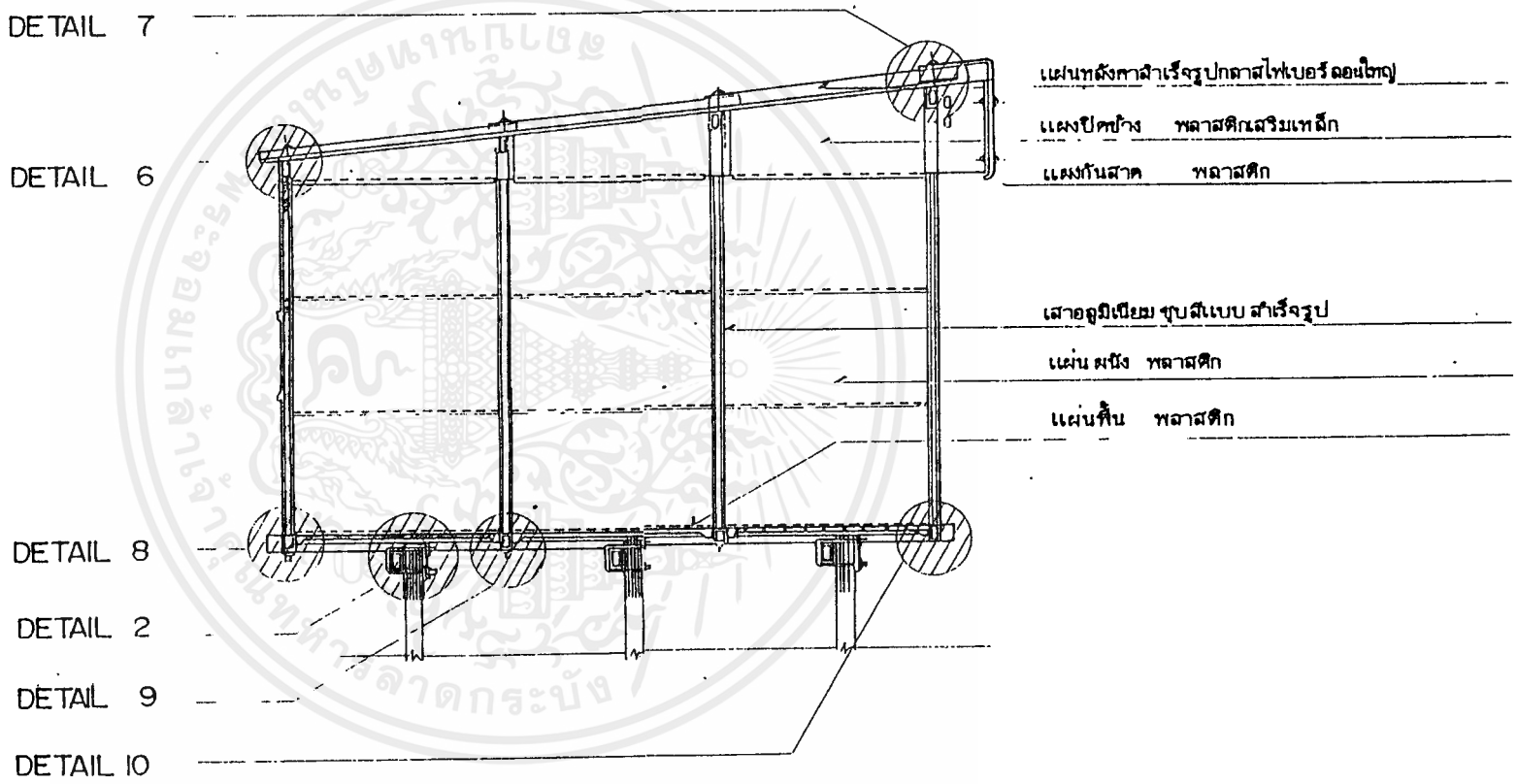
SECTION แสดงโครงสร้างแผ่นพื้นผนัง

SCALE 1:20



ELEVATION แสดงภาพด้านข้างซ้าย
SCALE 1:25

ELEVATION แสดงภาพด้านหน้า
SCALE 1:25

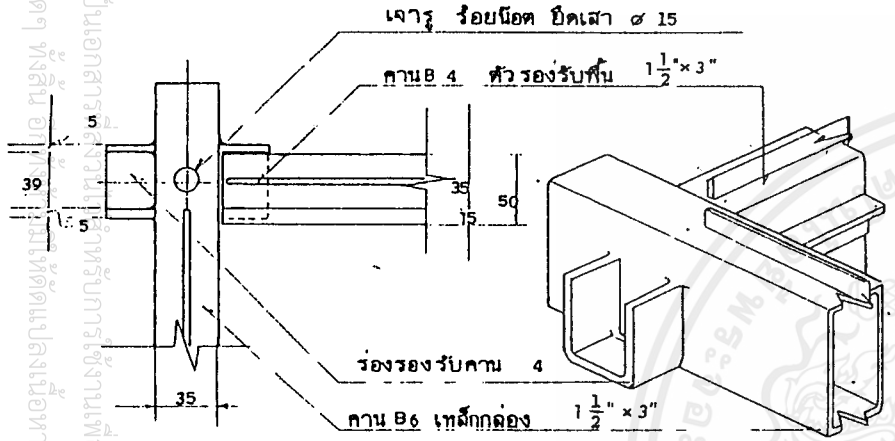


SECTION แสดงการตัดด้านข้าง

SCALE 1:20

DETAIL : 1

แสดงการประกอบคาน B 6 – B 4

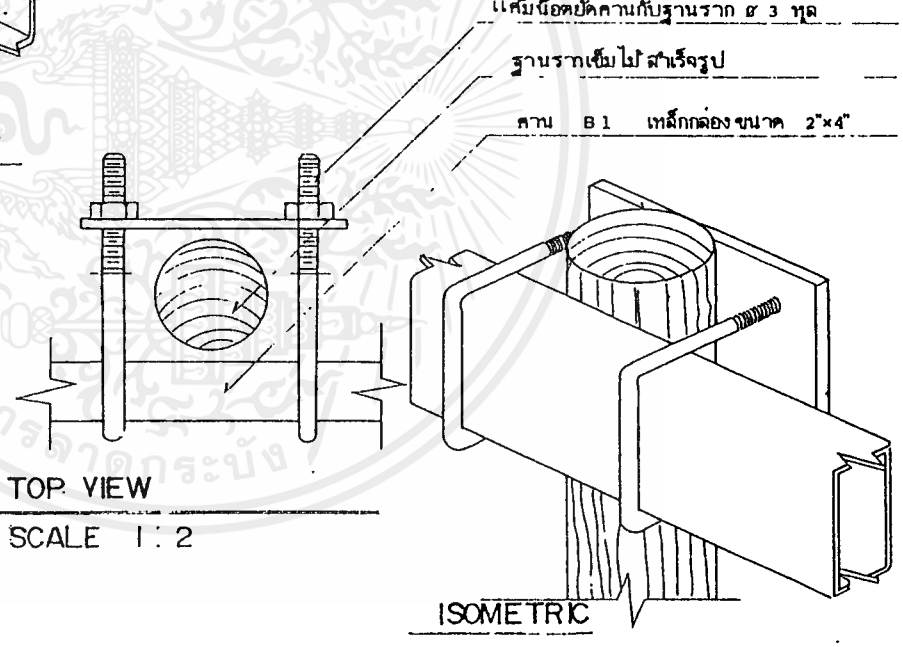


TOP VIEW
SCALE 1:2

ISOMETRIC VIEW
SCALE 1:2

DETAIL : 2

แสดงการประกอบคาน B1 กับฐานราก

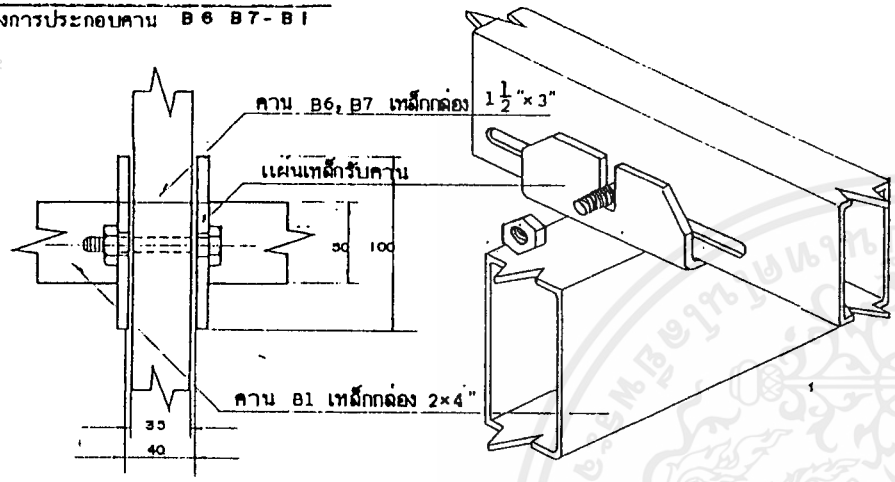


TOP VIEW
SCALE 1 : 2

ISOMETRIC

DETAIL : 3

แสดงการประกอบคาน B6 B7 - B1

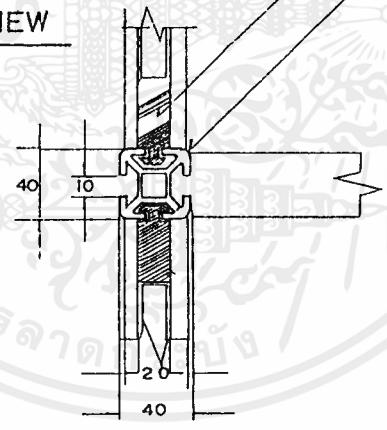


TOP VIEW

SCALE 1:2

ISOMETRIC VIEW

SCALE 1:2

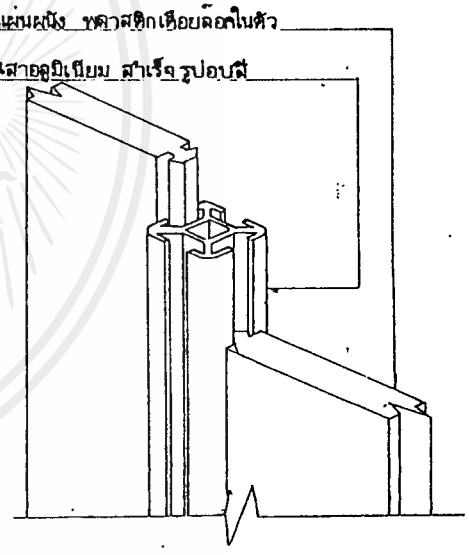


TOP VIEW

SCALE 1:2

DETAIL : 4

แสดงการยึดผนังเข้ากับเสา

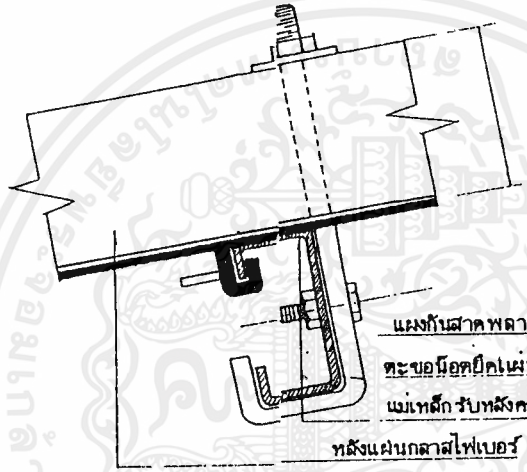


ISOMETRIC VIEW

SCALE 1:2

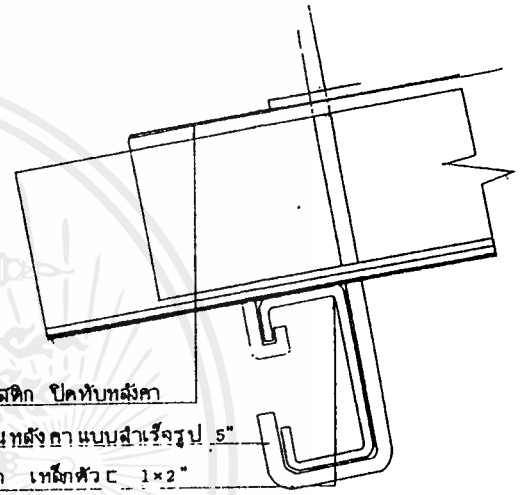
DETAIL : 6 SCALE 1:1

แสดงการประกอบแผ่นหลังคาเข้ากับโครง



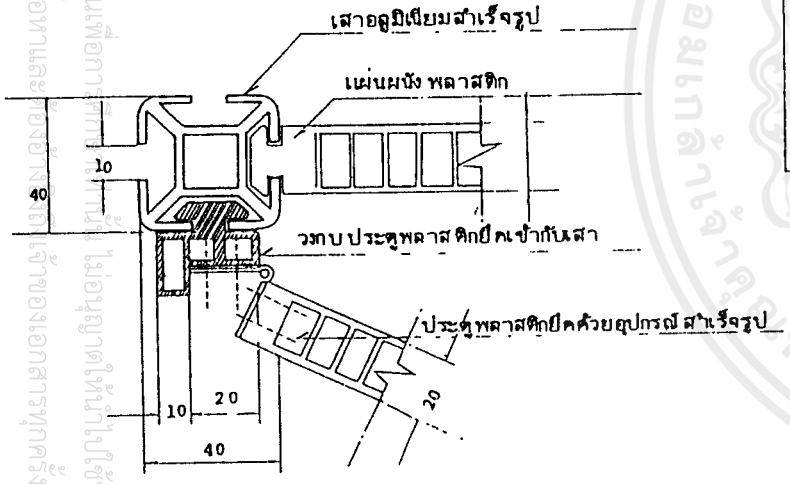
DETAIL : 7 SCALE 1:1

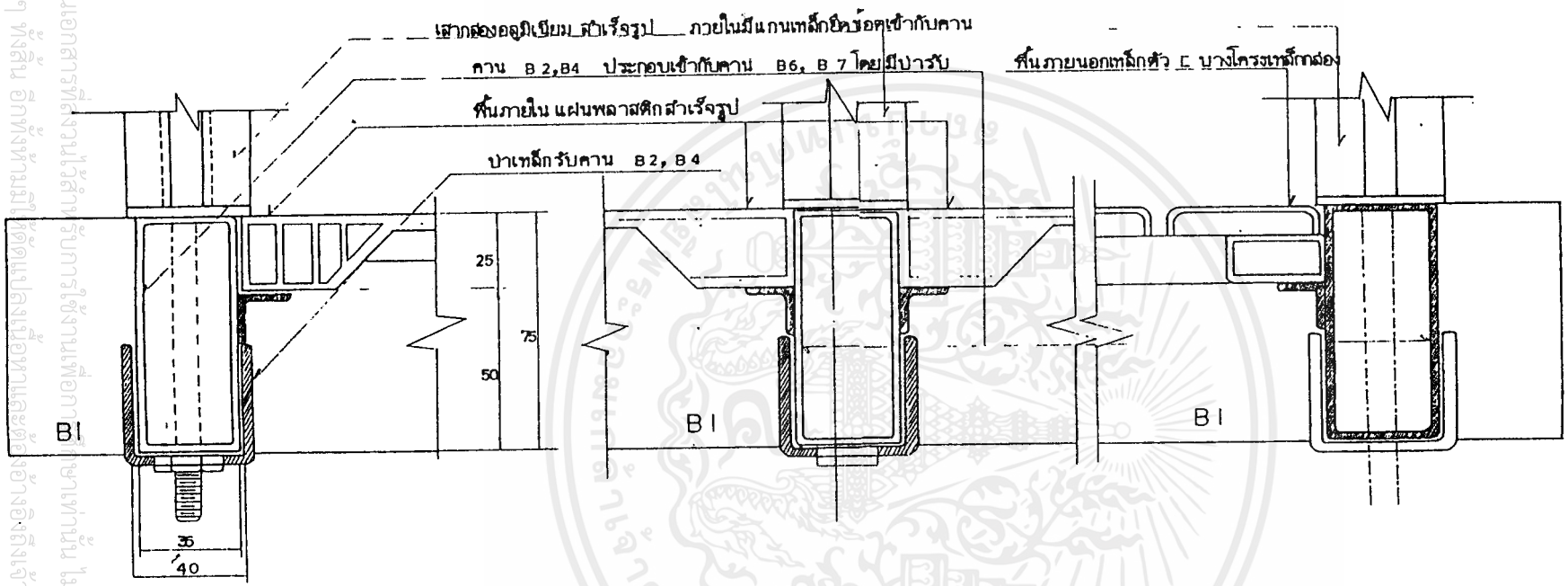
แสดงการประกอบ แผ่นหลังคาเข้ากับโครง



DETAIL : 5 SCALE 1:1

แสดงการประกอบ แผงผนังเข้ากับเสา





DETAIL : 8 SCALE 1:1

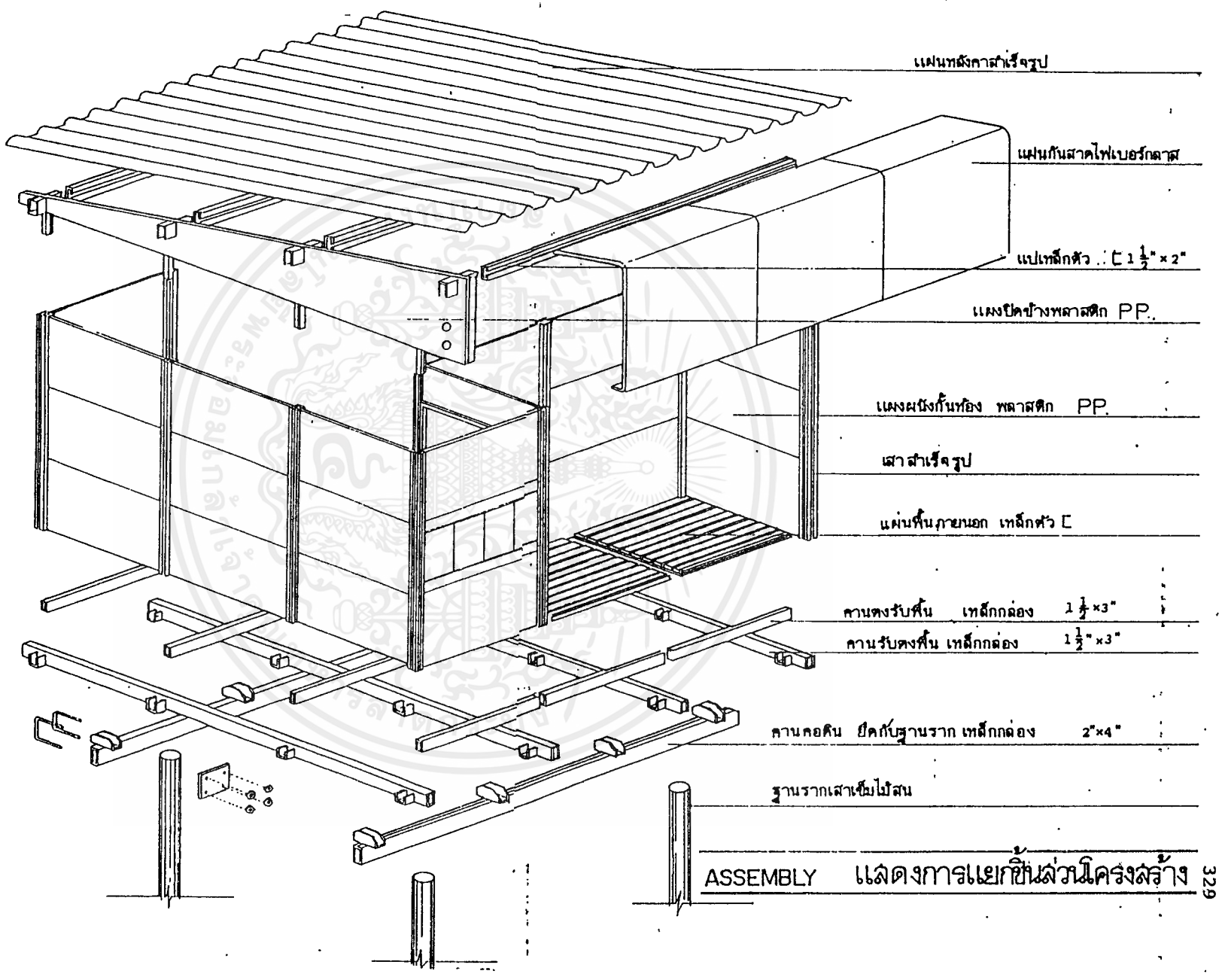
แสดงการประกอบคาน B2,B4 แผ่นพื้น

DETAIL : 9 SCALE 1:1

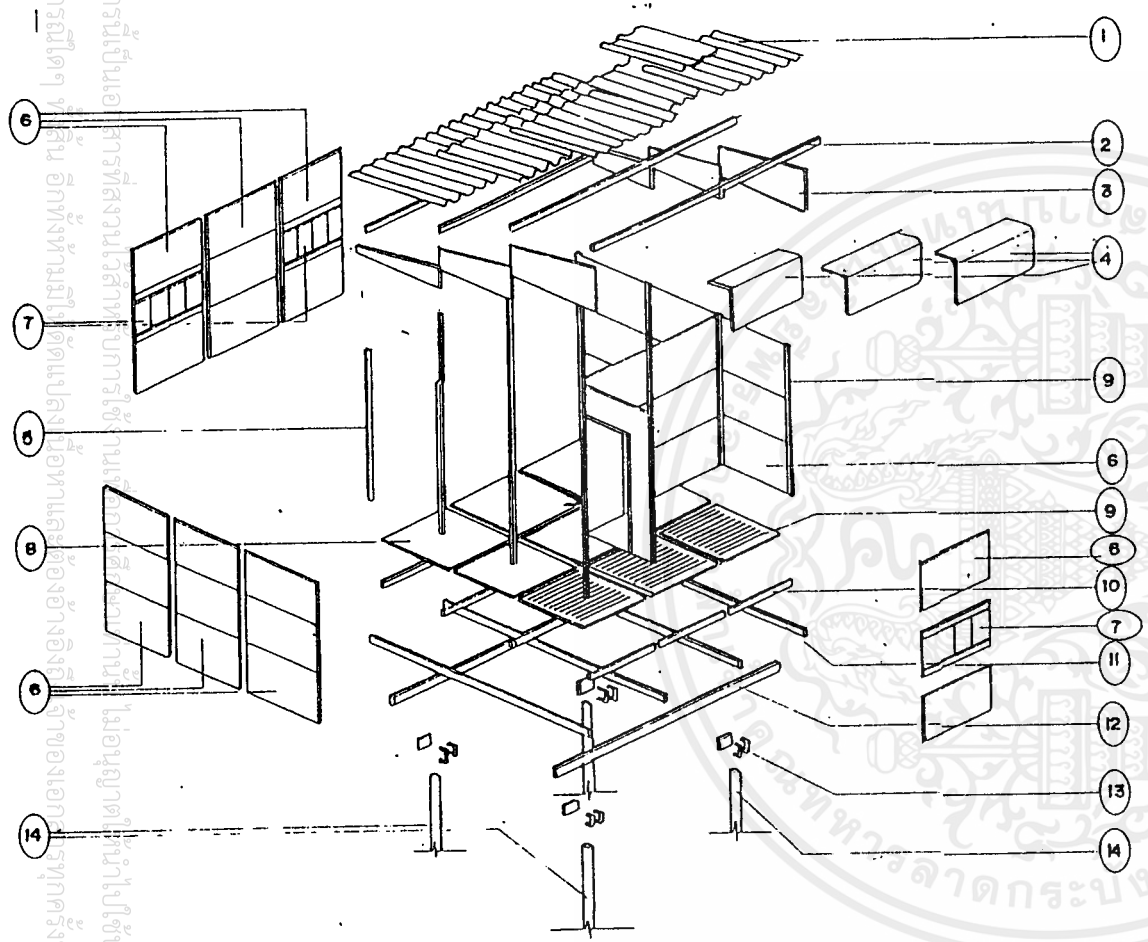
แสดงการประกอบคาน B2B4 แผ่นพื้น

DETAIL : 10 SCALE 1:1

แสดงการประกอบคาน B2,B4 แผ่นพื้น

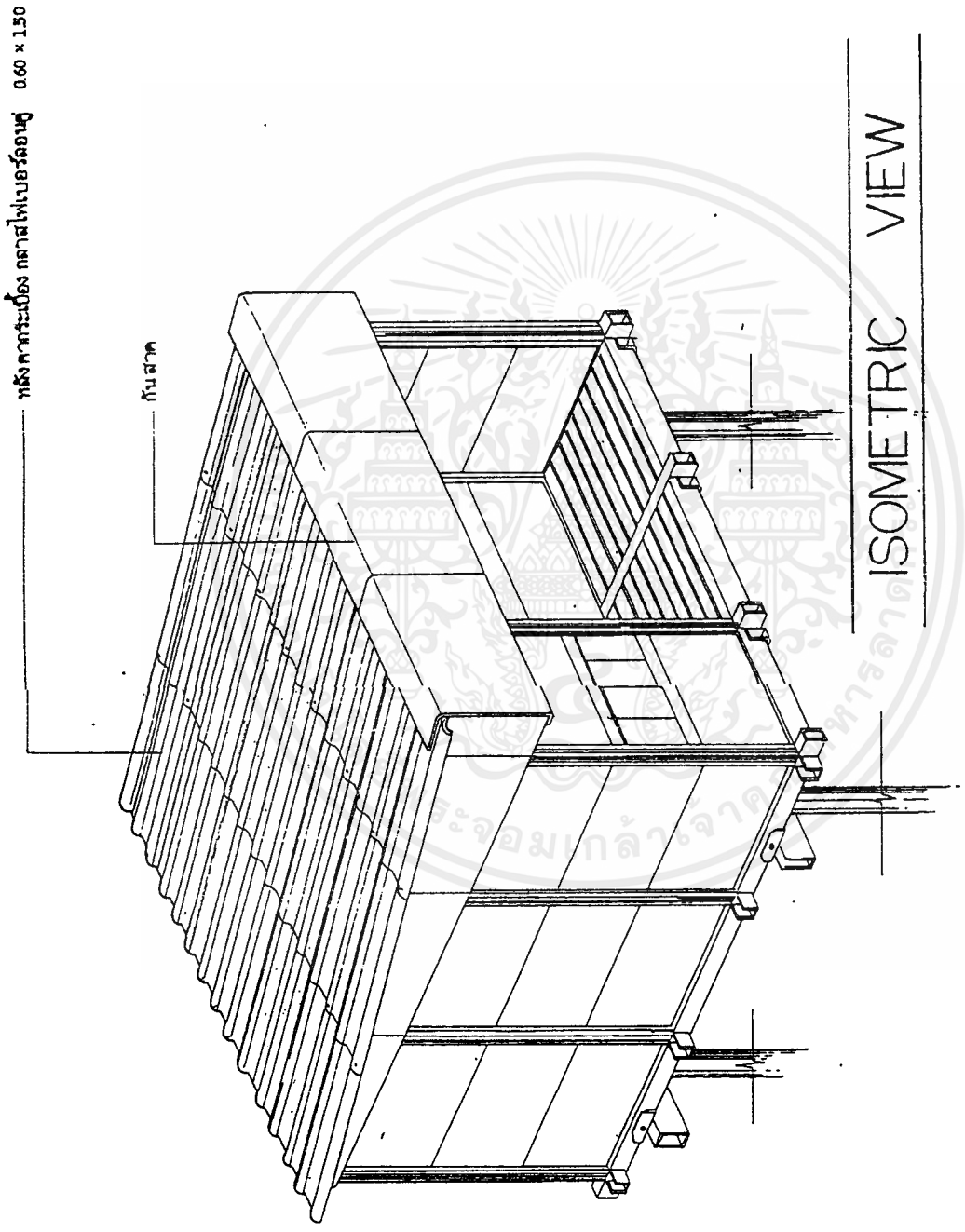


ASSEMBLY แสดงการแยกชิ้นส่วนโครงสร้าง



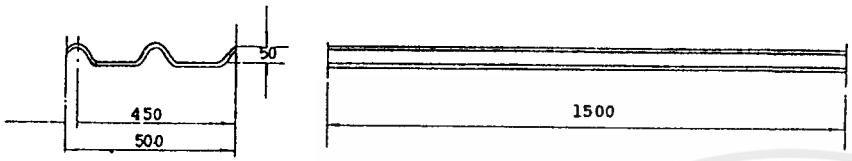
NO.	รายการ จำนวน / หน่วย	วัสดุ ขนาด	 ราคา / หน่วย
1	หลังคา 21 แผ่น	แผ่นหลังคาลอนคู่กลาสไฟเบอร์สำเร็จรูป 1.50 × 2.00	 270 / แผ่น
2	แปหลัก 4 ท่อน	เหล็กรูปพรรณสำเร็จรูปตัว I 1 $\frac{1}{2}$" × 3" × 3.60"	
3	แผงกันผนัง		
4	แผงกันสาดด้านหน้า		
5	เสายึดโครงสร้าง		
6	แผงผนังกั้นห้องทึบ		
7	แผงผนังทั้งห้องฝักบัวห้องน้ำ		
8	แผ่นพื้นภายในห้อง		
9	แผ่นพื้นนอกห้อง		
10			
11			
12			
13			
14			

ASSEMBLY แสดงการแยกชิ้นส่วนต่างๆ



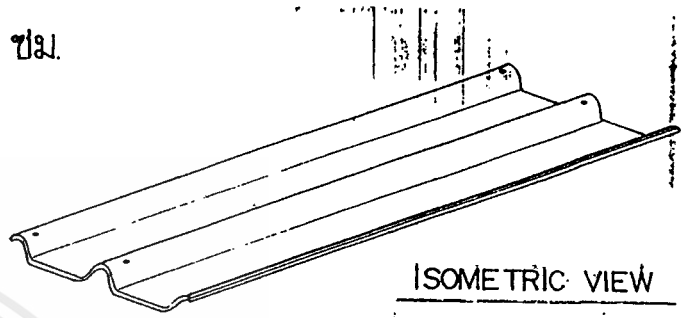
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 กระเบื้องลอนคู่กลาสไฟเบอร์แบบสำเร็จรูป หนา 1.2 มม. กว้าง 45 ซม. ยาว 150 ซม.



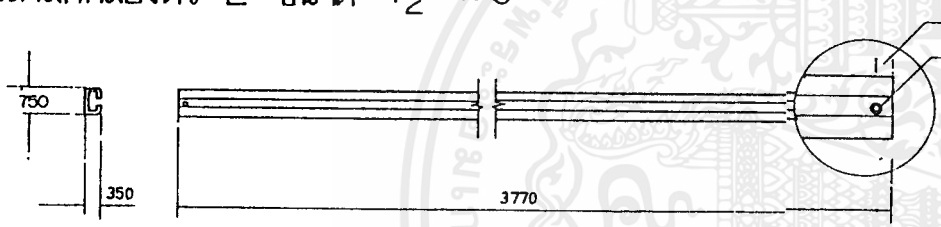
FRONT VIEW

SIDE VIEW
SCALE 1:10



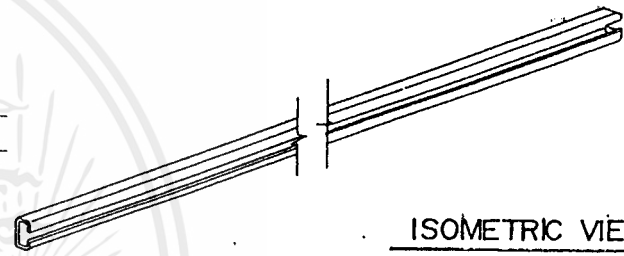
ISOMETRIC VIEW

2 RB1 แปเหล็กกล่องตัว C ขนาด $1\frac{1}{2} \times 3$"



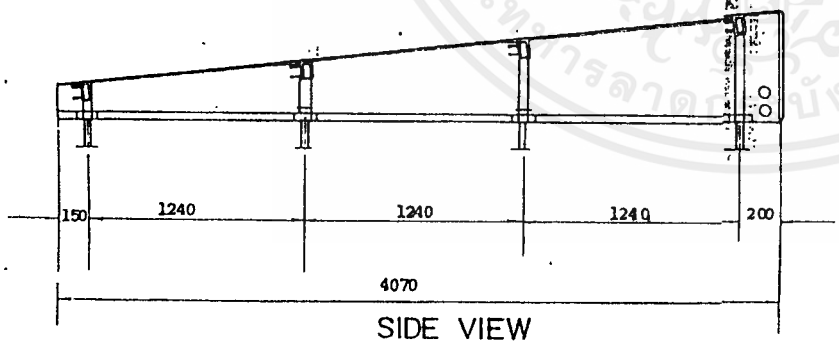
FRONT VIEW

SIDE VIEW
SCALE 1:10

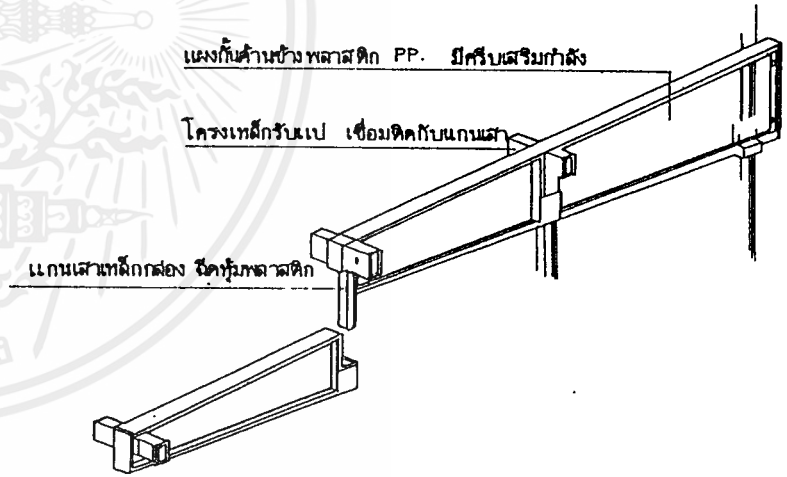


ISOMETRIC VIEW

3 RB2 แผงกั้นด้านข้าง พลาสติกเสริมเหล็ก กรรมวิธีแบบฉีด

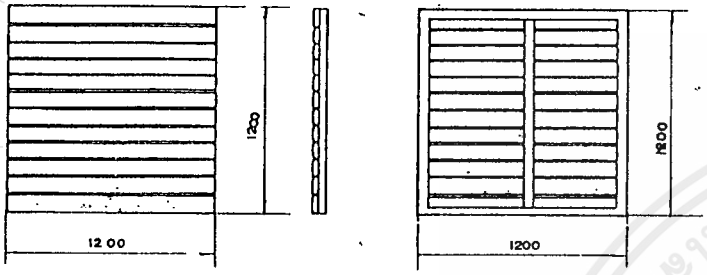


SIDE VIEW



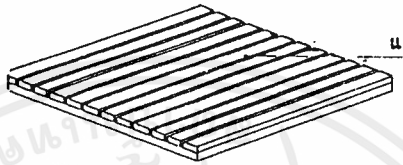
ISOMETRIC VIEW

⑨ แผ่นปูพื้นด้านนอก



TOP VIEW
SCALE 1:20

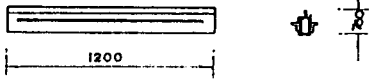
BOTTOM VIEW
SCALE 1:20



ISOMETRIC

แผ่นปูพื้น ด้านนอกโครงเหล็ก เหล็กหัว ⊏ ขนาด $\frac{1}{2}$"×4"

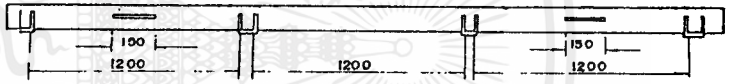
⑩ B2,B3,B4 คานตงรับแผ่นพื้น



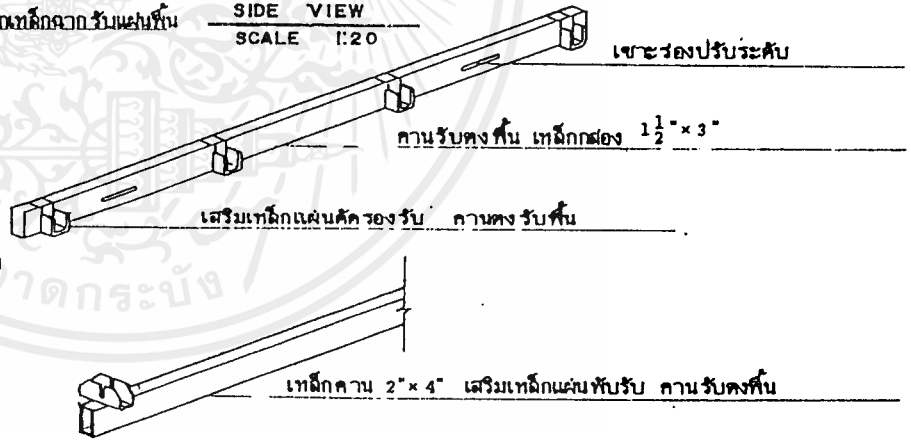
SIDE VIEW
SCALE 1:20

คานพื้นรับตงเหล็กกล่อง $1\frac{1}{2}$"×3" เสริมปีกเหล็กฉากรับแผ่นพื้น

⑪ B6,B7 คานรับตงพื้น



SIDE VIEW
SCALE 1:20



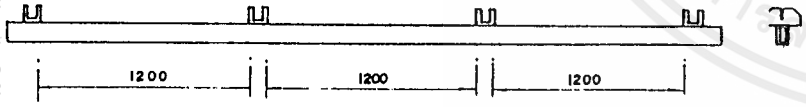
เจาะร่องปรับระดับ

คานรับตงพื้น เหล็กกล่อง $1\frac{1}{2}$"×3"

เสริมเหล็กแผ่นคั่นรองรับ คานตงรับพื้น

เหล็กฉาก 2"×4" เสริมเหล็กแผ่นทับรับ คานรับตงพื้น

⑫ B1 คานคอดินยึดกับฐานราก



SIDE VIEW
SCALE 1:20

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ประเทศไทยเป็นประเทศที่กำลังพัฒนาจึงมีการก่อสร้างงานต่างๆ เพื่อตอบสนองภาวะเศรษฐกิจที่กำลังเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วซึ่งแน่นอนต้องมีการใช้เครื่องจักรและเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาทำงานในบางส่วน แต่กระนั้นคนก็ยังคงเป็นปัจจัยหรือกำลังสำคัญในการทำงานอยู่นั้นเอง ซึ่งจำนวนคนงานก่อสร้างในประเทศไทยมีอยู่เป็นจำนวนมาก กระจายไปตามหน่วยงานก่อสร้างต่างๆ ซึ่งสภาพความเป็นอยู่ ที่อยู่อาศัย ก็แตกต่างกันไปตามสถานะของบริษัทผู้รับเหมาแต่ส่วนใหญ่ประมาณ 80% ยังขาดสภาพความเป็นอยู่ที่ดีซึ่งในส่วนรัฐก็ยังมิได้ออกกฎหมายต่างๆ ขึ้นมาควบคุม ดังนั้นสภาพความเป็นอยู่ของคนงานในด้านที่อยู่อาศัยจึงจะขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ว่าจ้างหรือผู้รับเหมางานเท่านั้น

"บ้านพักอาศัยคนงานก่อสร้างชั่วคราวสำเร็จรูป" นี้มีการออกแบบให้ใช้วัสดุที่สามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม มีระบบการติดตั้งที่ง่าย ไม่ยุ่งยากซับซ้อนและตอบสนองการอยู่พักอาศัยแบบชั่วคราว มีราคาที่เหมาะสมกับอายุการใช้งานคุ้มค่าต่อการลงทุนของบริษัทผู้รับเหมาและมีความสะดวกสบายในการอยู่พักอาศัยของคนงานก่อสร้าง

5.2 ข้อเสนอแนะของคณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์

บ้านพักอาศัยคนงานก่อสร้างชั่วคราวแบบสำเร็จรูปนี้อาจจะถูกผลิตหรือสร้างขึ้นเพื่อจำหน่ายให้กับบริษัทรับเหมาต่างๆ เพื่อนำไปใช้ในหน่วยงานของตนเอง หรือจะเป็นไปในรูปแบบของการให้เช่า จากบริษัทลงทุนผลิตเอง ทั้งนี้ทั้งนั้นอายุการใช้งานบ้านพักอาศัยชั่วคราวนี้ควรมีอายุการใช้งานเกิน 5 ปี ซึ่งจะคุ้มค่าต่อการลงทุน วัสดุหรือชิ้นส่วนเมื่อมีการชำรุดเสียหาย สามารถซ่อมแซมหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนได้

ระบบการประกอบติดตั้งควรจะมีรายละเอียดเป็นแบบคู่มือแนบไปด้วย เพื่อผู้ติดตั้งจะได้ทำความเข้าใจและสร้างให้มีประสิทธิภาพตามความต้องงการได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ขวัญชัย ชูปรีดา . ทำเนียบวัสดุก่อสร้าง . กรุงเทพฯ : บริษัทเอทีมแอดเวอร์ไทซิ่งจำกัด . 2534

ประจวบ บัณฑิตย์ . บ้านสำเร็จรูป . กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง . 2517

พงศ์พัน วรสุนทรโรสค . วัสดุก่อสร้าง . กรุงเทพ : บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด . 2521

พิภพ สุนทรสมัย . เทคนิคก่อสร้างอาคารเบื้องต้น . กรุงเทพ : ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี . 2521

สุจริต คูณธนกุลวงศ์ . การก่อสร้างโครงสร้างเหล็ก . กรุงเทพ : สถาบันส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) . 2535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้ทำวิทยานิพนธ์

ชื่อ / สกุล นายพัฒพงศ์ โสภาเจริญยิ่ง

เกิด วันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2514

การศึกษา

- อนุบาล 1-2 โรงเรียนครูมูล จ. เชียงราย
- ประถมศึกษา โรงเรียนศิริมาตย์เทวี จ. เชียงราย
- มัธยมศึกษา 1-3 โรงเรียนศิริมาตย์เทวี จ. เชียงราย
- ปวช. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพ
- ปวส. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตอุเทนถวาย
- ปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้