บ้านสำเร็จรูปโดยใช้ระบบผนังรับแรง

PREFABRICATED BEARING WALL HOUSING

โดย

นาย วิทูร เจริญชัยฤทธิ์

วัน เดือน ปี 19 ม.ค. 2539

เลขทะเบียน 034988

เลขเรียกหนังสือ T37 ว88 ค6

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา

วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประจำปีการศึกษา 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PREFABRICATED BEARING WALL HOUSING

BY

MR.WITOON CHAROENCHAIRIT

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE

BACHELOR OF CONSTRUCTION ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

1994

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบยืนยันโครงงานพิเศษ
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

หัวข้อโครงงานพิเศษ บ้านสำเร็จรูปโดยใช้ระบบผนังรับแรง
PREFABRICATED BEARING WALL HOUSING

นักศึกษา นายวิทูร เจริญชัยฤทธิ์ รหัสประจำตัว 34106329

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
สาขา วิศวกรรมการก่อสร้าง
ภาควิชา วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.ศรีกริช หิรัญมาศ

คณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษ	ลายมือชื่อ
อ. อำนวย พานิชกุลพงษ์	
ดร. ศรีกริช หิรัญมาศ	
อ. วิบูลย์ วุฒิญาณ	.....
อ. สมชาย สำลีรางค์กูล	.....

ภาควิชาโยธารับรองแล้ว

(นายอำนวย พานิชกุลพงษ์)
หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บ้านสำเร็จรูปโดยใช้ระบบผนังรับแรง

PREFRABRICATED BEARING WALL HOUSING

โดย นาย วิฑูร เจริญชัยฤทธิ์

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร. ศรีกริช หิรัญมาศ

บทคัดย่อ

การก่อสร้างโดยทั่วไปจะเริ่มจากฐานราก คอม่อและคาน ซึ่งต้องรอให้คอนกรีตในแต่ละขั้นตอนแข็งแรงแล้วจึงทำงานต่อได้ทำให้ทำงานได้ล่าช้า และเมื่อถึงงานตกแต่งซึ่งจะทำงานได้ช้าและต้องใช้ช่างฝีมือ ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้กล่าวถึง การออกแบบบ้านสำเร็จรูปโดยใช้ระบบผนังรับแรง ซึ่งใช้โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก เนื้อหาโดยรวมจะกล่าวถึงการออกแบบผนัง , พื้น , คอนกรีต , คาน , คอม่อ , ฐานรากและจุดยึดต่างๆซึ่งจะใช้โบลท์ , น็อตและเหล็กฉาก แล้วจึงนำราคาและระยะเวลาในการก่อสร้างของบ้านแบบทั่วไป กับการก่อสร้างบ้านสำเร็จรูปโดยใช้ระบบผนังรับแรง

ABSTRACT

Conventional reinforced concrete building consists mainly of beams and columns . A period of time must be provided for concrete to gain strength . Certain period of time and high skilled worker must also be provided for finishing works . Prefrabricated bearing wall construction is introduced in this thesis as allternative . Design of wall system , floor system along with the connections between each compansnt are studied . Cost and construction period comparison between the two types of construction are also studied .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การทำรายงานฉบับนี้ ข้าพเจ้าได้รับความอนุเคราะห์ด้านข้อมูล รวมทั้งคำชี้แนะต่างด้านการทำโครงการวิจัยนี้ ข้าพเจ้ารู้สึกสำนึกในความกรุณาและขอกราบขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ในการทำโครงงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ข้าพเจ้าได้รับความอนุเคราะห์และความช่วยเหลือจาก

- อาจารย์ ศรีกริช หิรัญมาศ อาจารย์ที่ปรึกษาผู้คอยให้คำชี้แนะและให้คำปรึกษาระหว่างการทำโครงงานวิจัยและได้ให้คำแนะนำและตรวจสอบแก้ไขโครงงานวิจัยฉบับนี้

- คุณ บุญทัณฑ์ สุเมธวานิชย์ บริษัท เซี้ยมอินเตอร์กรุ๊ป ที่ให้ข้อมูลและให้คำปรึกษาระหว่างการทำโครงงานวิจัยฉบับนี้

- เพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ชมรมบาสเก็ตบอลที่ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจตลอดการทำโครงงานวิจัยนี้

- บิดา มารดา พี่ และน้องของข้าพเจ้า ผู้คอยให้กำลังทั้งทางด้านกำลังใจและทางด้านกำลังทรัพย์ตลอดการทำโครงงานวิจัยนี้

ท้ายสุดนี้ ขอให้ความดีและประโยชน์ทั้งหลาย อันพึงที่จะมีได้จากโครงงานวิจัยฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้แก่บิดา มารดา และครูอาจารย์ที่ได้ให้การอบรมสั่งสอนและชี้แนะตัวข้าพเจ้าตลอดมา

นายวิทูร เจริญชัยฤทธิ์
ผู้จัดทำโครงงานพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

โครงงานบ้านสำเร็จรูปโดยใช้ผนังรับแรง เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวิชา Special Project ซึ่งเป็นวิชาในหลักสูตรของคณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิศวกรรมโยธา ซึ่งจะแสดงรายการออกแบบของบ้านสำเร็จรูปโดยใช้ผนังรับแรง และการเปรียบเทียบราคาและระยะเวลาในการก่อสร้างระหว่างบ้านสำเร็จรูปโดยใช้ผนังรับแรง และการก่อสร้างระบบทั่วไปผู้จัดทำหวังว่าโครงงานนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับการพิจารณา เพื่อนำไปใช้งานซึ่งจะทำให้เกิดความสะดวก และปลอดภัยยิ่งขึ้น

ผู้จัดทำโครงงานพิเศษ

วิทูร เจริญชัยฤทธิ์

(นายวิทูร เจริญชัยฤทธิ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทนำ	1
บทที่ 1 วัสดุอุปกรณ์	2
1.1 คอนกรีต	2
1.2 เก๊าส์, มอต้า, และแผ่นแข็ง	22
1.3 เหล็กเสริม	25
บทที่ 2 การยึดในคอนกรีตสำเร็จรูป	50
2.1 กล่าวนำ	50
2.2 ชนิดของจุดต่อ	51
2.3 คำแนะนำสำหรับแผ่นที่ไม่ได้รับน้ำหนัก	54
2.4 ตำแหน่งของรอยต่อ	68
2.5 การวิเคราะห์และการออกแบบจุดต่อ	69
2.6 ชนิดของรอยต่อสำหรับผนังรับแรง	98
2.7 ชนิดของรอยต่อสำหรับผนังที่ไม่ได้รับแรง	106
บทที่ 3 ขบวนการผลิต	111
3.1 กล่าวนำ	111
3.2 การออกแบบทางโครงสร้าง	112
3.3 ข้อจำกัดของความเค้น	113
3.4 ส่วนประกอบความปลอดภัย	120
3.5 วิธีที่ใช้ในการยกและความเค้น	120
3.6 การเก็บสำรอง	124
3.7 ความมั่นคงในแนวราบ	128
3.8 การขนส่ง	130
3.9 การประกอบ	133
บทที่ 4 ผนัง	135
4.1 กล่าวนำ	135
4.2 การออกแบบเบื้องต้น	135
4.3 ผนังที่ไม่ได้ รับแรง	136
4.4 สเปนเดลส์	142

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ผนังรับแรง 146
บทที่ 5 การการวิเคราะห์แรงในโครงสร้าง 158
บทที่ 6 การออกแบบ 163
6.1 การออกแบบผนัง 163
6.2 การออกแบบพื้น 270
6.3 การออกแบบคาน 277
6.4 การออกแบบตอม่อ 293
6.5 การออกแบบฐานราก 294
6.6 การออกแบบจุดต่อ 299
บทที่ 7 การเปรียบเทียบราคา 303
7.1 การประมาณราคาบ้านสำเร็จรูประบบผนังรับแรง 303
7.2 การประมาณราคาบ้านระบบทั่วไป 313
บทที่ 8 สรุปผลการศึกษาโครงงาน 331
ภาคผนวก
บรรณานุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทนำ

การพัฒนาเศรษฐกิจของชาตินับว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่จะทำให้คุณภาพชีวิตขั้นพื้นฐาน และความเป็นอยู่ของประชากรดีขึ้น โดยจำเป็นต้องทำควบคู่กับการส่งเสริมจริยธรรม และวัฒนธรรมให้แก่เยาวชนด้วยจึงจะทำให้เศรษฐกิจและสังคมพัฒนาไปอย่างควบคู่กัน

สำหรับการพัฒนาเศรษฐกิจ ก็อาจจะเป็นการส่งเสริมทางด้านภาคเกษตรหรือภาคอุตสาหกรรม ปัจจุบันเศรษฐกิจของประเทศไทยมุ่งส่งเสริมภาคอุตสาหกรรมมากขึ้น โดยอาจจะพิจารณาจากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ตลอดจนอัตราขยายตัวทางการตลาดของภาคเอกชน ซึ่งนับวันยิ่งจะมีการแข่งขันกันมากขึ้นทุกที

ในสังคมปัจจุบันที่มีการแข่งขันกันสูง การประหยัดเวลาจึงเป็นสิ่งจำเป็นดังนั้นจึงมีการคิดที่จะทำโครงสร้างให้เป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูปซึ่ง จะช่วยทำให้ประหยัดเวลาในการก่อสร้าง และสามารถทำงานเป็นระบบสายพาน ซึ่งจะทำให้สามารถควบคุมคุณภาพได้เป็นอย่างดี และเมื่อผลิตมากขึ้นจะทำให้ราคาของการก่อสร้างถูกลง

ดังนั้นจึงมีการศึกษาบ้านสำเร็จรูประบบผนังรับแรง ซึ่งจะรวมผนังเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้าง ผนังจะรับแรงแทนเสาและคาน และบริเวณรอยต่อจะใช้โบลท์ นัท และเหล็กฉาก เพื่อเป็นเอกสารในการประกอบการพิจารณาเลือกใช้และการตัดสินใจในการก่อสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
วัสดุอุปกรณ์

1.1 คอนกรีต

คอนกรีตใช้ผลิตท่อนและชิ้นส่วนคอนกรีตหล่อสำเร็จในเชิงสถาปัตย์ ซึ่งมีลักษณะพิเศษ สามารถรับกำลังอัดได้สูง เนื่องจากอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ (w/c) ต่ำ และปริมาณซีเมนต์สูง การหดตัวและการครีบ (คืพ) ต่ำ เพราะค่ายุบตัวและปริมาณน้ำน้อย คอนกรีตมีความทนทานสูง เพราะว่า w/c ต่ำ มีการใช้สารกักกระจายฟองกาศ และมวลรวมที่แข็งแรง

ปกติมวลรวมที่เลือกใช้กับคอนกรีตที่ต้องการโชว์ผิวหน้าคือ ควอท์ซ แกรนิต หรือหินอ่อน ซึ่งมีหลากหลายลวดลายและสี แต่สิ่งเหล่านี้แพงกว่าทรายและกรวดธรรมดา ซึ่งอาจใช้ผลิตคอนกรีตในเชิงสถาปัตย์ได้เช่นเดียวกัน สิ่งที่ต้องสนใจเป็นพิเศษคือ การพิจารณาว่ามวลรวมในท้องถิ่นซึ่งราคาถูกกว่าหาได้ง่ายกว่านั้นต้องไม่มีสนิมหรือรอยด่าง เมื่อมวลรวมเหล่านั้นปรากฏต่อสิ่งแวดล้อม

คุณสมบัติของคอนกรีตในเชิงสถาปัตย์ส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับสัดส่วนผสม,มวลรวม,ชนิดของซีเมนต์, เทคนิคการผสม, การบ่ม, สภาวะ และอายุของคอนกรีตซึ่งอาจถูกกระทบกระเทือนทำให้เกิดผลเสียเนื่องจากสภาพสิ่งแวดล้อม ซึ่งหมายถึง อุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์และแสงแดด

การทดสอบหาความแข็งแรงโดยวิธีปกติธรรมดา จะได้ค่าคุณสมบัติของคอนกรีตแข็ง ซึ่งมีอยู่ 3 ประการ ดังนี้

1. ความแข็งแรงในด้านกำลังอัดและกำลังดึง มีผลโดยตรงต่อคุณสมบัติ ของชิ้นส่วนคอนกรีต
2. ในบรรดาคุณสมบัติทั้งหมดของคอนกรีตแข็ง ความแข็งแรงสามารถหา ได้ง่ายมาก
3. ผลของการทดสอบความแข็งแรงสามารถใช้เป็นเครื่องมือวัดคุณสมบัติ ที่สำคัญที่สำคัญของคอนกรีตแข็งได้

ในบทนี้เน้นหนักที่คุณสมบัติทางกายภาพ (Physical) ของคอนกรีตแข็ง ซึ่งน่าสนใจเป็นพิเศษในการดีไซน์ส่วนประกอบของคอนกรีตอัดแรงในเชิงสถาปัตย์ คุณสมบัติของคอนกรีตที่ถูกออกแบบทั้งหมดอ้างอิงจาก "Hand book of Concrete Engineering"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1.1 กำลังอัด

w/c และระดับการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่น ซึ่งดำเนินไปในขอบเขตที่กว้าง ในการหาคุณภาพของคอนกรีตสำหรับซีเมนต์และมวลรวมที่กำหนด ความแข็งแรงอาจเพิ่มขึ้นภายใต้อิทธิพลของ

(1) w/c

(2) อัตราส่วนซีเมนต์ต่อมวลรวม

(3) ขนาดคละ, ผิวหน้า, รูปร่าง, ความแข็งแรง และความแข็งแรง ของมวลรวม

(4) ขนานโตสุดของมวลรวม

ส่วนองค์ประกอบอื่น ๆ ซึ่งอาจมีผลต่อความแข็งแรงคือ

(1) ชนิดและยี่ห้อของซีเมนต์

(2) จำนวนและชนิดของสารผสมเพิ่ม

(3) แร่ธาตุที่เป็นส่วนประกอบของมวลรวม

(4) การผสม

กำลังอัดของคอนกรีตเพิ่มขึ้นเมื่อค่า w/c ลดลง เพราะกำลังอัดสูงเป็นสัดส่วนกับค่า w/c ที่ต่ำ ปกติกำลังอัดของ คอนกรีต ที่ 28 วันอยู่ในช่วง 5000 - 8000 psi

การวัดกำลังอัดโดยการทดสอบมาตรฐาน คอนกรีตทรงกระบอกขนาด 6x12 นิ้ว ตาม ASTM C31, "Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field", ASTM C192, "Making and Curing Concrete test Specimuns." อย่างไรก็ตามการผลิตคอนกรีต ปกติใช้ตัวอย่างทรงกระบอก 4 x8 นิ้ว และลูกบาศก์ 4 นิ้ว เนื่องจากลูกบาศก์จะให้ค่ากำลังอัดสูงกว่าทรงกระบอกโดยกำลังอัดของทรงกระบอกเป็น 80 % ของลูกบาศก์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ผลิตคอนกรีตหล่อสำเร็จจะมีข้อมูลที่จะให้ค่า factor ที่ถูกต้อง

ชนิดของซีเมนต์

การประมาณความสัมพันธ์ของกำลังอัดของคอนกรีต ซึ่งทำจากซีเมนต์ชนิดที่ 1 และชนิดที่ 3 ที่อายุต่าง ๆ กัน 4 ช่วงอายุ สมมติว่า ชนิดที่ 1 มีความแข็งแรง 100 % ที่แต่ละอายุดังแสดงในตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1.1 Relative strength of architectural concrete as affected by type of cement

Type of Portland Cement*	Compressive Strength — % of strength of concrete made with Type I cement			
ASTM	1 day	7 days	28 days	3 months
I	100	100	100	100
III	150	125	110	105

Type I — Normal portland cement
Type III — High-early strength portland cement

ตารางที่ 1.1

การแข็งตัวเร็วของซีเมนต์ชนิดที่ 3 เป็นเหตุผลที่ผู้ผลิตคอนกรีตสำเร็จ ใช้ซีเมนต์ชนิดแข็งตัวเร็วในการทำงานหลาย ๆ อย่าง

คอนกรีต ปกติทำด้วย ซีเมนต์เทาและขาว ตามข้อกำหนด ASTM C150", ปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ชนิดที่ 3 และ ชนิดที่ 1 ของปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ปกติซีเมนต์ขาวชนิดที่ 1 มีความแข็งแรงระหว่างซีเมนต์ชนิดที่ 1 และชนิดที่ 3ในตารางที่ 1.1

เมื่อเร็ว ๆ นี้ มีการทดลองเกี่ยวกับสารลดปริมาณน้ำ พบว่าคอนกรีตมีความแข็งที่ 1 วัน ถึง 80 % กำลังอัดที่ 28 วัน

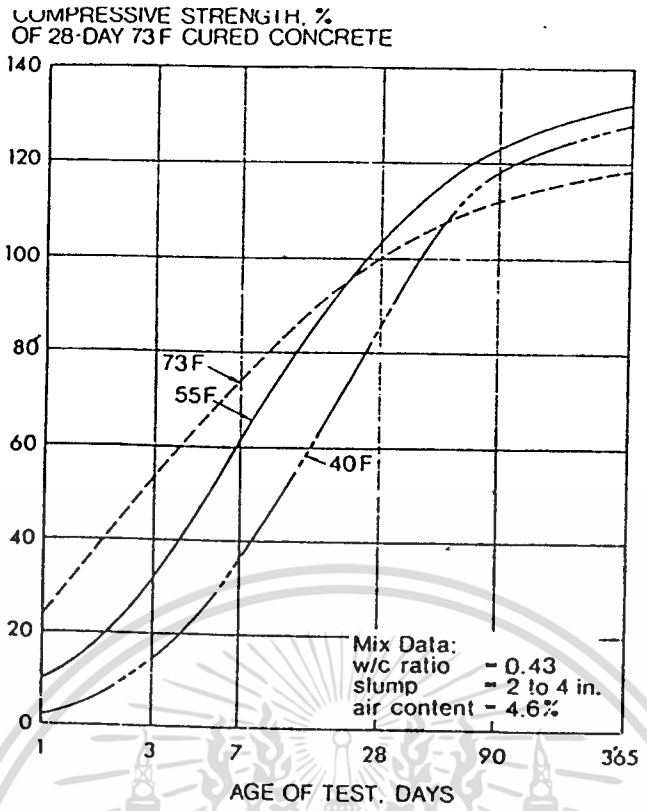
เทคนิคการบ่ม

ช่วงเวลาในการบ่มคอนกรีต ซึ่งทำในแบบโดยใช้สิ่งปกคลุมเพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้นและในบางกรณีสามารถนำความร้อนที่เกิดขึ้นไปใช้ได้ โดยทั่วไปขั้นตอนการบ่มไม่จำเป็น เพราะว่าความเค้นสูงสุดในผลิตภัณฑ์คอนกรีตเกิดขึ้นระหว่างการถอดแบบและการยก

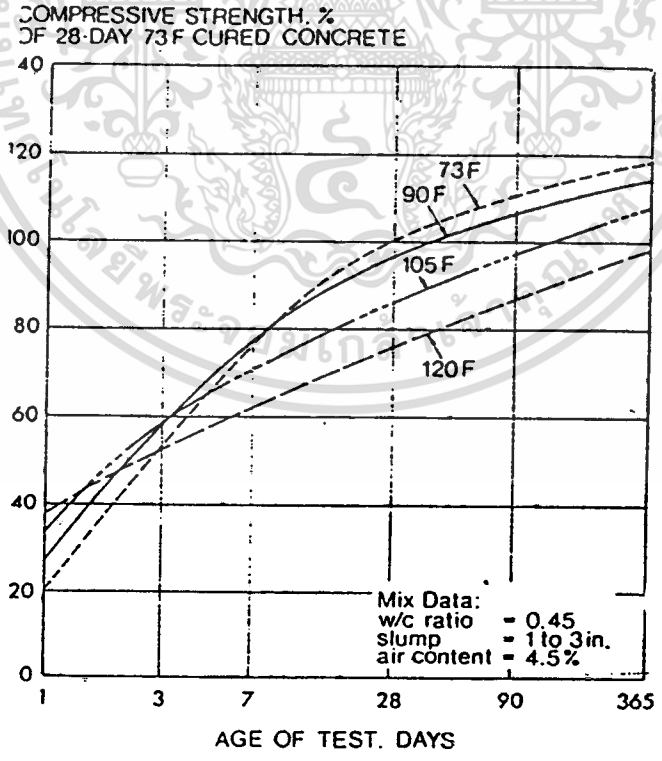
ข้อมูลแสดงความสัมพันธ์ของผลกระทบจากเวลาและอุณหภูมิในการบ่มคอนกรีตมีน้อย อย่างไรก็ตาม ผลกระทบของอุณหภูมิสูงและต่ำ อาจทำนายได้จากรูปที่ 1.1 และ 1.2

ข้อมูลเหล่านี้ขึ้นอยู่กับการบ่มคอนกรีตที่ต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.1

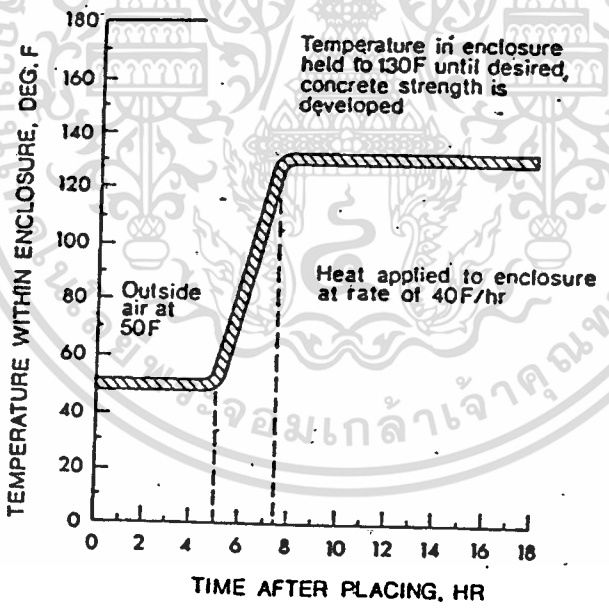


รูปที่ 1.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 1.1 แสดงถึงความสัมพันธ์ของอายุกับกำลังอัดสำหรับคอนกรีตประกอบด้วยส่วนผสมของซีเมนต์ชนิดที่ 1 และการบ่มที่อุณหภมิ 40, 55 และ 73 F อย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 28 วัน หลังจาก 28 วัน คอนกรีตถูกบ่มที่ 73 F ลักษณะการเพิ่มความแข็งแรง
ช้า ๆ ที่ 40 และ 55 F มักเกิดขึ้นในฤดูหนาว เพื่อไม่ได้ให้ความร้อนกับมวลรวมและน้ำ เมื่อเปรียบเทียบกับคอนกรีตซึ่งใช้ซีเมนต์ชนิดที่ 3 ก็ยังคงเหมือนเดิม ยกเว้น คอนกรีตแข็งตัวเร็ว

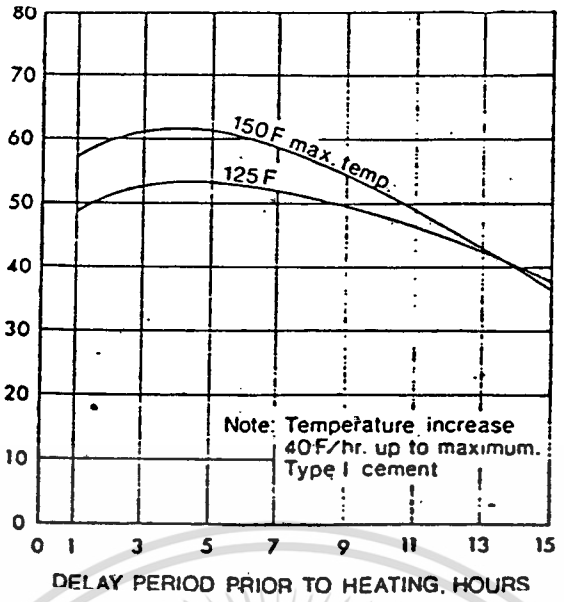
ผลกระทบของส่วนผสมและการบ่มคอนกรีตที่อุณหภูมิ 73, 90, 105 และ120 F อย่างต่อเนื่อง 28 วัน แสดงดังรูป 1.2 หลังจาก 28 วัน คอนกรีตได้รับการบ่มที่ 73 F ซึ่งสภาวะเช่นนี้มักเกิดขึ้นในสภาพอากาศร้อน การบ่มในไม้แบบปกติคอนกรีตจะมีกำลังอัด 2000 - 2500 phi ที่อายุ 16 - 20 ชม. หากว่าเป็นคอนกรีตแข็งตัวเร็วจำเป็นต้องใช้เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติระหว่างการถอดแบบ ซึ่งช่วยต้านทานการแตกร้าว แล้วการบ่มความร้อนจะถูกใช้เร่งกำลังอัดและกำลังดึงของคอนกรีต เมื่อเทคนิคการบ่มความร้อนถูกใช้คอนกรีตจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นระหว่าง 110 ถึง 1240 F ระหว่างช่วง 10 - 18 ชม. ที่บ่มด้วยความร้อน แสดงดังรูป 1.3



รูปที่ 1.3

รูป 1.4 แสดงถึงการบ่มด้วยความร้อนที่ 125 และ 150 F ซึ่งใช้เวลา 18 ชม.แล้วจึงถอดแบบจะเพิ่มความแข็งแรงถึง 50 - 65 % ของกำลังอัดที่ 28 วัน ของการบ่มคอนกรีตด้วยความชื้นโดยใช้ซีเมนต์ชนิดที่ 1 ถ้าใช้ซีเมนต์ชนิดที่ 3 ควาแข็งแรงที่ 18 ชม. อยู่ในช่วง 60 - 80 % ที่ 28 วัน ของกำลังที่บ่มด้วยความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.4

พิจารณารูปที่ 1.4 เป็นที่สังเกตุว่า ช่วงเวลาที่ก่อนที่จะถึงความร้อนปกติ ใช้อยู่ในช่วง 2 - 6 ชม. ช่วงเวลาที่ 6 ชม.ถัดไปมักไม่ค่อยเกิดขึ้น

การทดสอบข้อมูล แสดงให้เห็นว่า ความแข็งแรงของคอนกรีตซึ่งหล่อด้วยอุณหภูมิปกติ และบ่มด้วยความร้อน และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในช่วงเวลาสั้นจะได้ความแข็งแรง 90 - 150 % ของความแข็งแรงที่ 28 วัน สำหรับคอนกรีตชนิดเดียวกัน และได้รับความบ่มด้วยความชื้นที่ 73 F

คอนกรีตกักกระจายฟองอากาศ

สมุดคู่มือสำหรับการควบคุมคุณภาพได้แนะนำให้ว่าคอนกรีต ภายใต้สภาพอากาศที่เป็นน้ำแข็งและอบอุ่นขนาดน้ำแข็งละลาย ควรจะใช้คอนกรีตกักกระจายฟองอากาศ อย่างไรก็ตาม ส่วนผสมของคอนกรีต มีความแตกต่างในด้าน ปริมาณที่ใช้โดยทั่วไปใช้ 4 - 7 % เนื่องจากปริมาณซีเมนต์มาก, ค่ายุบตัวต่ำ และขนาดคละของมวลรวม ดังนั้น จะแนะนำว่าให้ใช้ปริมาณของสารกระจายฟองอากาศแทนการระบุปริมาณอากาศ เพราะว่าชิ้นส่วนของคอนกรีตถูกสร้างให้มีคุณสมบัติสูงกว่ามาตราฐาน ซึ่งไม่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่รุนแรงนัก มีปริมาณอากาศต่ำ 3 - 5 % เพื่อกำหนดความแข็งแรงตามที่ต้องการ โรงงานคอนกรีตไม่ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์กระจายฟองอากาศชนิดIA, IIA และ IIIA แต่ผสมสารผสมเพิ่มในคอนกรีตระหว่างการผสมเพื่อกักกระจายฟองอากาศ

ที่ค่า w/c ค่าหนึ่งกำลังอัดของโครงสร้างคอนกรีตลดลงประมาณ 5 % สำหรับแต่ละปริมาณฟองอากาศ 1 % และที่ความสามารถทำงานได้เดียวกัน คอนกรีตกักกระจายฟองอากาศ มีค่า w/c ต่ำกว่าคอนกรีตธรรมดา การลดลงของความแข็งแรงเนื่องจากการกักฟองอากาศมีน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1.2 ความแข็งแรงต่อแรงดึง

คุณสมบัติของคอนกรีตหล่อสำเร็จขึ้นอยู่กับความต้านทานการแตกร้าวอย่างแท้จริง ขอบเขตของการแตกร้าวจะน้อยถ้าคอนกรีตรับกำลังดึงได้สูงเหล็กเสริมในคอนกรีตจะควบคุมความกว้างของรอยร้าวเมื่อการแตกร้าวเกิดขึ้น

เมื่อคอนกรีตถูกถอดจากแบบจะมีความจำเป็นต้องใช้กำลังดึงซึ่งขณะนี้คอนกรีตจะอยู่ในสภาพชื้นเต็มที่ ต่อจากนี้กำลังรับแรงดึงจะอยู่ภายใต้อิทธิผลของอากาศที่แห้ง

การหากำลังดึงมี 3 วิธี คือ (1) โดยตรง (2) กำลังดัด (3) การดึงให้แยกออกจากกัน ปกติจะไม่ใช้วิธีหาโดยตรง เพราะมันยากที่จะปฏิบัติ อย่างไรก็ตาม มีข้อมูลที่จะใช้หากำลังดึงโดยตรงได้จาก 12 - 7 % ของกำลังอัด ซึ่งอยู่ในช่วง 2500 - 7000 psi ตามลำดับ

กำลังดัด

การทดสอบกำลังดัด สามารถทำได้โดยง่าย โดยใช้คานคอนกรีตเล็ก ๆ ตรงกับ ASTM C78 "Flexural Strength of Concerete (Using simple bcom with three point)" ไม่ใช่วิธีหากำลังดึงโดยตรง แต่เป็นการสิ่งที่รู้จักกันว่า กำลังแตกหัก (Modulus of rupture) ซึ่งขึ้นอยู่กับการพิจารณาขอบเขตของแบบกระจาย ขนาดของตัวอย่าง สภาพความชื้น และอัตราการออกแรงกดค่ากำลังดึงอ้างอิงจากกำลังแตกหัก ซึ่งสูงกว่าค่ากำลังอัดโดยตรงหรือ การแยกออก

คอนกรีตซึ่งใช้มวลรวมเบา ซึ่งปล่อยให้แห้งจะมีกำลังแตกหักน้อยกว่า เมื่อบ่มด้วยความชื้น คอนกรีตซึ่งใช้ทรายและกรวดและปล่อยให้แห้งจะให้ผลเช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตามการลดลงของความแข็งแรง เนื่องจากอากาศที่แห้งในคอนกรีตน้ำหนักเบาจะมากกว่าคอนกรีตซึ่งใช้กรวดและทราย กำลังดัดเป็นผลจากความแข็งแรงของมวลรวมขยายและการยึดเหนี่ยวระหว่างมวลรวมหยาบกับวุ้นซีเมนต์ ถ้ากำลังอัดเท่ากันคอนกรีตเบา จะมีความแข็งแรงต่ำกว่าคอนกรีตปกติ

, กำลังดัด ไม่เป็นสัดส่วนคงที่กับกำลังอัด อัตราส่วนของ f_r/f_c จะเพิ่มขึ้นลดลงเมื่อ f_c เพิ่มขึ้น ดังสมการ

$$f_r = k\,(f_c')^{1/2} \quad , \text{psi} \quad \ldots\ldots (1.1)$$

เมื่อ f_r = กำลังแตกหัก, psi

f_c = กำลังอัด, psi

k = ค่าคงที่อยู่ระหว่าง 8 - 10 แต่ใช้ 7.5 สำหรับการออกแบบใน ACI Building code. (ACI 318 - 17)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

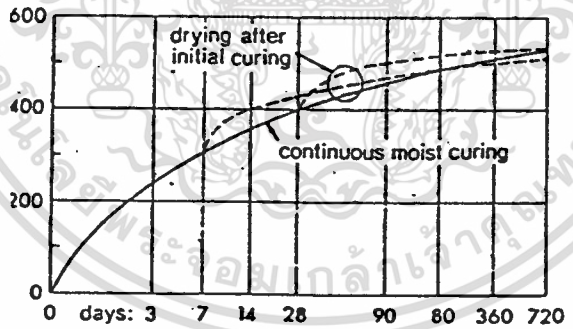
สมการ 1.1 ใช้กับกำลังอัดของคอนกรีตในช่วง 2000 - 8000 psi ค่าคงที่ k จะลดลงเมื่อเป็นคอนกรีตเบา

แรงดึงให้แยกออกจากกัน

กำลังดึงของคอนกรีตทรงกระบอก หาได้ดังข้อกำหนดASTM C496, "Splitting tensile Strength of Cylendrical Concrete Specimen" เป็นการวัดกำลังดึงที่สะดวกสบาย ทำได้โดยอัดคอนกรีตซึ่งวางนอนราบ

ทฤษฎีของการแยกของทรงกระบอก เชื่อถือได้มากกว่าการวัดกำลังดึงด้วยกำลังแตกหักของคาน, สำหรับคอนกรีตที่มักอยู่ภายใต้อากาศแห้ง บางครั้งข้อได้เปรียบที่สำคัญมากคือความง่ายในการปฏิบัติ ซึ่งสามารถที่จะทดสอบกับตัวอย่างจำนวนมากได้ ผลการทดสอบเป็นที่น่าพอใจ ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับกำลังอัด อายุของคอนกรีต และชนิดของการบ่ม

การชะลอและลดพลังกำลังดึงสุดท้ายของคอนกรีตซึ่งทำด้วยมวลรวมเบา เป็นที่แน่นอนว่าคอนกรีตเบาจะมีแยกตัวมากขึ้น เมื่ออยู่ภายใต้อากาศแห้ง



AGE AFTER CASTING NORMAL WEIGHT CONCRETE.

รูป 1.5

ความแข็งแรงของคอนกรีตเบาเปลี่ยนแปลงจาก 70 - 100 % ของคอนกรีตน้ำหนักปกติ เมื่อเปรียบเทียบที่กำลังอัดเท่ากันสำหรับคอนกรีตกำลังสูงและคอนกรีตเบาค่าการแยกตัวจะลดลงมากกว่าคอนกรีตที่ผสมทราย การใช้ทรายปกติจะเพิ่มความแข็งแรงต่อการดึงให้แยกออก ของคอนกรีตเบาภายใต้อากาศแห้ง ในบางกรณีจะไม่เพิ่มแบบเส้นตรง เนื่องจากปริมาณทราย ดังนั้นการเปลี่ยนปริมาณทรายบางส่วนจะดีกว่าการเปลี่ยนทั้งหมด คอนกรีตน้ำหนักเบาในอากาศแห้ง ซึ่งมีความแข็งแรงต่อการดึงให้แยกออกสูงโดยธรรมชาติ แสดงว่าได้เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ตามปริมาณทรายเพิ่มขึ้นจากในกรณีอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
034988

คอนกรีตน้ำหนักเบาที่ผ่านการอบความร้อน จะมีความแข็งแรงต่อการดึงให้แยกออกน้อยกว่าคอนกรีตน้ำหนักปกติ ซึ่งมีด้วยความร้อนเช่นเดียวกัน

ความแข็งแรงต่อการดึงให้แยกออกไม่จำเป็นใน ACI Building Code (ACI 318 - 77) ถ้าความเค้นเฉือน และความเค้นบิด, โมเมนต์แตกหัก, กำลังแตกหัก และการเพิ่มความยาวของเหล็กเสริม ขึ้นอยู่กับกำลังแรงดึงของคอนกรีตมวลรวมเบา (มีหรือไม่มีทรายก็ได้) เหมือนกับรวมคุณสมบัติของคอนกรีตน้ำหนักปกติ ความเค้นเฉือนของคอนกรีตน้ำหนักปกติกำหนดไว้ที่ 75 % ถ้าใช้มวลรวมเบาทั้งหมด หรือ 85 % ถ้าใช้ทรายผสมกับมวลรวมหยาบ เพื่อผลิตคอนกรีตที่มีมวลรวมเบาผสมกับทราย การเปรียบเทียบแบบเส้นตรงใช้สำหรับการลดจำนวนทรายออกจากมวลรวม

ทางเลือกอื่น คือ ค่าเหล่านี้อาจเพิ่มขึ้น ถ้าการทดสอบความแข็งแรงต่อการดึงให้แยกออก ชี้ให้เห็นว่ากำลังดึงมากกว่าเปอเซ็นที่ระบุไว้ สำหรับคอนกรีตน้ำหนักปกติกำลัง ความแข็งแรงต่อการดึงให้แยกออก, Fct, ประมาณ 6.7 $\sqrt{fc}$ นั่นคือ fct ถูกเจาะจงเพื่อหาสำหรับคอนกรีตมวลรวมเบา ค่า fct/6.7 แทนด้วย $\sqrt{fc}$ ในการระบุ ACI code

ในบางกรณี การทดสอบความแข็งแรงต่อการดึงให้แยกออก มีจุดมุ่งหมายขั้นต้นในห้องทดลอง เพื่อหาความสัมพันธ์ของกำลังดึงกับกำลังอัด ไม่มีจุดมุ่งหมายเพื่อควบคุมหรือทำให้คอนกรีตในสนามเป็นที่ยอมรับ ถ้าใช้ค่ากำลัง ความแข็งแรงต่อการดึงให้แยกออก ของคอนกรีตมวลรวมเบา จะได้ค่าแรงเฉือนที่จุดคลากสูงกว่าคอนกรีตน้ำหนักปกติจะยอมให้ ต้องใช้คอนกรีตน้ำหนักปกติ

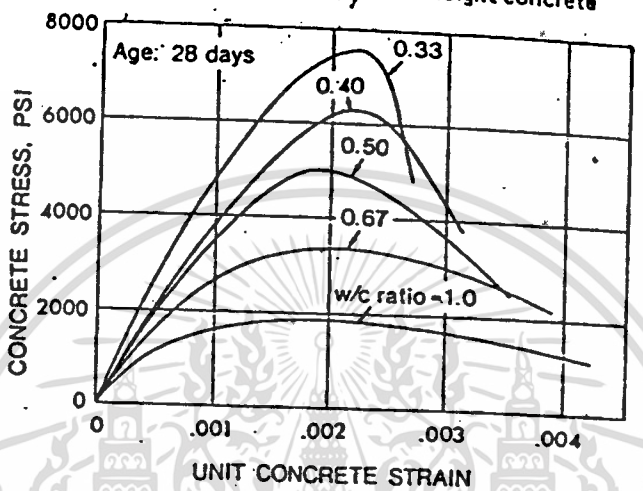
ผู้ผลิตโครงสร้างมวลรวมเบาส่วนใหญ่ ทดสอบหาข้อมูลที่มีประโยชน์ เพื่อแนะนำค่าความแข็งแรงต่อการดึงให้แยกออก ให้กับวิศวกรสำหรับคอนกรีตที่มวลรวมเป็นมวลรวมเบาโดยสิ้นเชิง และสำหรับคอนกรีตซึ่งใช้มวลรวมเบากับทรายตามธรรมชาติ

1.1.3 โมดูลัสยืดหยุ่น

แม้ว่าคอนกรีตไม่ใช้วัสดุที่ยืดหยุ่นอย่างแท้จริง รูปที่ 1.6 แสดงให้เห็น กราฟ ความเค้น ความเครียดที่ค่า w/c ต่าง ๆ กัน จะเห็นว่า ช่วงที่เป็นเส้นตรงอยู่ประมาณ 35 - 50 % ของความเค้นสูงสุด ลักษณะที่สำคัญคือ ความอัดสูงสุด จะมีความเครียดอัดประมาณ 0.0020 ถึง 0.0025 และคอนกรีตนั้นจะแตกหักที่ความเครียดดึงประมาณ 0.0001 ถึง 0.0002

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fig. 1.6 Stress-strain curves for normal weight concrete



รูปที่ 1.6

ค่าโมดูลัสยืดหยุ่น Ec, นิยามเท่ากับ อัตราส่วนของความเค้นปกติต่อความเครียดปกติที่เกิดขึ้น มันขึ้นอยู่กับโมดูลัสของซีเมนต์เฟสต์, มวลรวมและความสัมพันธ์ระหว่างซีเมนต์และมวลรวม โมดูลัสเปลี่ยนตามนิยามของมัน initial tangent, tangetn หรือไม่ก็ secant modulus. The secant Modulus จะถูกใช้บ่อย ๆ เพราะมันลดลงเมื่อความเค้นเพิ่มขึ้น ค่าความเค้นซึ่ง secant modulus ถูกกำหนดควรจะเป็นไปตามกำหนดด้วย ปกติแล้วที่กำลังดึงคลากเดียวกัน โมดูลัสแรงอัดของความยืดหยุ่น มีค่ามากถึง 40 - 50 % ของกำลังสูงสุด

โมดูลัสเพิ่มขึ้น เนื่องจากปฏิกิริยาไฮเดรชั่นเพิ่มขึ้น นั่นคือ ความแข็งแรงเพิ่มขึ้นเมื่อโมดูลัสเพิ่มขึ้น ความสัมพันธ์ที่ได้มาจากการสังเกตและทดลองระหว่างความแข็งแรง น้ำหนัก และโมดูลัสยืดหยุ่น ใน ACI code สำหรับคอนกรีตน้ำหนักปกติ คือ

$$E_c = 33w^{1.5}\sqrt{f_c} \quad \text{.....(1-2)}$$

เมื่อ E_c = โมดูลัสยืดหยุ่น psi

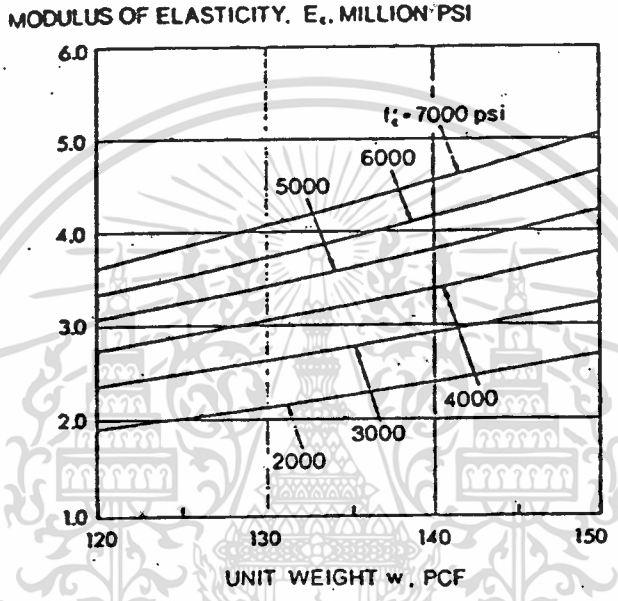
w = Unit weight, pcf

f_c2 = กำลังอัด, pri

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนแปลงของ E_c เนื่องจาก W และ f_c แสดงในรูที่ 1.7 ซึ่งคำนวณจากสมการ (1-2) ถ้าค่า f_c ส่งผลวิกฤตต่อการออกแบบ การทดลองอาจประมาณโดยใช้คอนกรีตที่ระบุแน่ชัด อ้างอิงจาก ASTM C469" Static Modulus of Elasticity and Poisson's Ratio of concrete in Compresstion"

Fig. 1.7 Modulus of elasticity as a function of strength and air-dry unit weight of normal weight concrete



รูปที่ 1.7

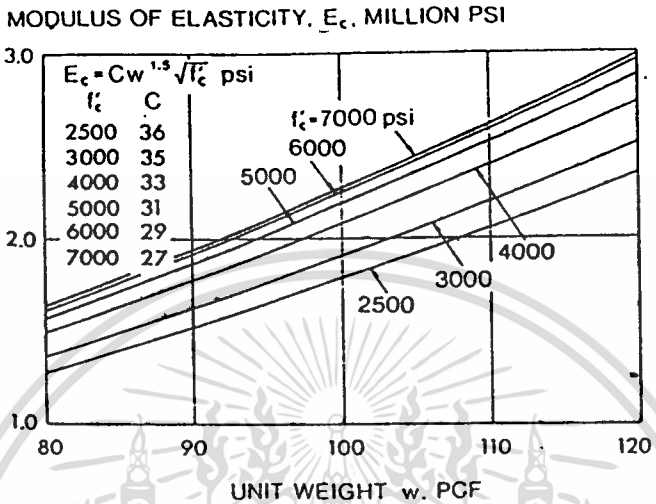
ที่ความแข็งแรงเท่ากัน คอนกรีตน้ำหนักเบาจะมีโมดุลัสยืดหยุ่นน้อยกว่าคอนกรีตน้ำหนักปกติอยู่ 20 - 50 % ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของมวลรวมเบา และปริมาณทรายสมการ (1-2) อาจถูกแก้ไขเพื่อที่จะประมาณค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของโครงสร้างคอนกรีตเบา ดังนี้

$$E_c = C\, W^{1.5} \sqrt{f'_c} \quad \text{psi} \ldots\ldots\ldots (1\text{-}3)$$

ค่า C ขึ้นอยู่กับค่าของ f'_c และให้ไว้ในรูป 1.8 รูปแบบที่ได้จากการทดลองนี้เชื่อถือได้สำหรับโครงสร้างคอนกรีตเบาในช่วงกำลังอัด 2500 - 7000 psi

คอนกรีตซึ่งถูกบ่มด้วยความร้อนเพื่อเร่งกำลังอัดพบว่ามีโมดูลัสยืดหยุ่นดังสมการ (1-2) และ (1.3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.8

1.1.4 Poisson's Ratio อัตราส่วนบัวซอง เป็นอัตราส่วนของความเครียดตามขวางกับความเครียดตามแกน เนื่องจากแรงกระจายตามแนวแกน ค่าอัตราส่วนบัวซอง μ คล้าย ค่าโมดูลัสยืดหยุ่น แปรเปลี่ยนไปตามมวลรวมและวุ้นซีเมนต์รวมทั้งสภาพความชื้นและอายุของคอนกรีต ปกติอยู่ระหว่าง 0.11 และ 0.27 สำหรับความเครียดยืดหยุ่นภายใต้งานของความเค้นปกติ อัตราส่วนบัวซองอาจให้เป็น 0.20 สามารถใช้ได้กับโครงสร้างคอนกรีตเบาและน้ำหนักปกติ

1.1.5 การเปลี่ยนแปลงปริมาตร

การเปลี่ยนแปลงปริมาตรของคอนกรีต เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิ การหดเนื่องจากอากาศแห้ง และการคืพ (คืพ) เนื่องจากความเค้นที่ได้รับ ขนาดของปริมาตรที่เปลี่ยนไปมีความสัมพันธ์โดยตรงกับคุณสมบัติขององค์ประกอบของวัสดุนั้น ๆ การเปลี่ยนแปลงปริมาตรสามารถทำให้เกิดน้อยที่สุดได้โดยการเลือกอย่างระมัดระวัง ขนาดของการเปลี่ยนแปลงปริมาตรถูกกำหนดเป็นระยะยาวมากกว่าเป็นหน่วยที่ใช้บอกปริมาตร และปริมาตรที่เปลี่ยนแปลงนี้น้อยมาก ปกติใช้หน่วย 100 - 1000 นิ้วในล้านนิ้ว ตัวอย่างเช่น ความยาวที่เปลี่ยนแปลงเป็น 600 นิ้วในล้านนิ้ว อาจจะบอกได้ว่าเท่ากับ 0.000600 หรือ 0.06 % หรือ 0.72 นิ้ว ต่อ 100 ฟุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าคอนกรีตหล่อสำเร็จอิสระที่จะเปลี่ยนรูปร่างการเปลี่ยนแปลงปริมาตรจะมีผลกระทบเพียงเล็กน้อย แต่ถ้าชิ้นส่วนนั้นถูกผักมัดหรือรั้งไว้ โดยการติดตั้ง การยึดติดกัน การเสริมเหล็ก หรือการยึดติดระหว่างชิ้นส่วน หมายความว่า ความเค้นภายในที่ไม่พึงปรารถนา อาจมากเกินไปที่ควบเวลาจะยึดไปได้

การเปลี่ยนแปลงปริมาตร เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามฤดูกาล ซึ่งอาจเป็นได้ทั้งการขยายหรือหด อีกแง่หนึ่งการเปลี่ยนแปลงปริมาตรเนื่องจากการหดแห้งและการคืพ จะเป็นการหดตัวเสมอ เพราะว่าปกติคอนกรีตที่ไม่อยู่ภายใต้ความเค้นต้านทานและการคืพขนาดใหญ่ การเปลี่ยนแปลงปริมาตรจะเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย ดังนั้น สาเหตุหลัก ๆ ของการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของคอนกรีต ซึ่งรู้จักกันดี คือ อุณหภูมิและการหดแห้งในแง่การออกแบบอุณหภูมิและการหดแห้ง อาจจะเป็นเรื่องวิกฤตสำหรับบางชิ้นส่วน มันสามารถส่งผลกระทบกับคุณสมบัติ, รูปร่างภายนอก, การแตกร้าวภายนอก, กำลังดึงและการห่อหุ้มระหว่างกระบวนการการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและการหดแห้งขึ้นอยู่กับการยึดติดกันและการออกแบบรายละเอียดของโครงสร้างพอประมาณ

ชิ้นส่วนคอนกรีตหล่อสำเร็จใช้เวลาประมาณ 28 วัน หรือมากกว่า ตั้งแต่มันถูกสร้างขึ้น ดังนั้นการหดแห้งส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นระหว่างการเก็บสำรอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าชิ้นส่วนนั้นเป็นส่วนที่บาง อย่างไรก็ตาม รายละเอียดของรอบตัว และการเชื่อมต่อต้องถูกออบแบบให้เหมาะกับการหดแห้งและการ คืพ ที่ยาว รวมทั้งกระบวนการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิซึ่งเกิดขึ้น หลังจากชิ้นส่วนหล่อสำเร็จถูกสร้างขึ้น และถูกเชื่อมติดกับโครงสร้าง จากการทดลองและค้นหาข้อมูล แสดงให้เห็นว่า ส่วนมากช่วงในการแห้ง 28 วัน เพื่อจะทำให้การเชื่อมต่อสมบูรณ์จะลดการหด และปริมาณเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการคืพให้สามารถควบคุมได้

ผลกระทบของอุณหภูมิ

สัมประสิทธ์ของการขยายตัวเนื่องจากอุณหภูมิของคอนกรีต เป็นสัดส่วนกับสัมประสิทธ์อุณหภูมิและปริมาณของมวลรวมในส่วนผสม ดังตาราง 1.2 ในช่วงของคอนกรีตน้ำหนักปกติ คือ 5 - 7 นิ้ว ในล้านนิ้ว /^{o}F เมื่อใช้ทรายเป็นมวลรวม และ 3.5 - 5 x 10^{-6} นิ้ว/นิ้ว/^{o}F เมื่อใช้มวลรวมเป็นหินปูนหรือมีธาตุปูนผสมอยู่

สำหรับคอนกรีตน้ำหนักเบามีค่าประมาณ 3.6 -6x10^{-6} นิ้ว/นิ้ว/^{o}F ขึ้นอยู่กับชนิดของมวลรวมและทรายธรรมชาติ ปกติใช้ 5.5 x 10^{-6} นิ้ว/นิ้ว/^{o}F แต่ถ้าต้องการความแน่นอนควรใช้การทดสอบกับคอนกรีตตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1.2 Average coefficients of linear thermal expansion of rock (aggregate) and concrete

Type of Rock (Aggregate)	Average Coefficient of Thermal Expansion $\alpha \times 10^{-6}$ in./in. per deg F	
	Aggregate	Concrete*
Quartzite, Cherts	6.1-7.0	6.6-7.1
Sandstones	5.6-6.7	5.6-6.5
Quarts Sands & Gravels	5.5-7.1	6.0-8.7
Granites & Gneisses	3.2-5.3	3.8-5.3
Syenites, Diorites, Andesite, Gabbros, Diabas, Basalt	3.0-4.5	4.4-5.3
Limestones	2.0-3.6	3.4-5.1
Marbles	2.2-3.9	2.3
Dolomites	3.9-5.5	—
Expanded Shale, Clay & Slate	—	3.6-4.3
Expanded Slag	—	3.9-6.2
Blast-Furnace Slag	—	5.1-5.9
Pumice	—	5.2-6.0
Perlite	—	4.2-6.5
Vermiculite	—	4.6-7.9
Barite	—	10.0
Limonite, Magnetite	—	4.6-6.0
None (Neat Cement)		10.3
Cellular Concrete		5.0-7.0
1:1 (Cement: Sand)**	—	7.5
1:3**		6.2
1.6**		5.6

*Coefficients for concretes made with aggregates from different sources vary from these values, especially those for gravels, granites, and limestones. Fine aggregates generally the same material as coarse aggregates.

**Tests made on 2-yr old samples.

ตาราง 1.2

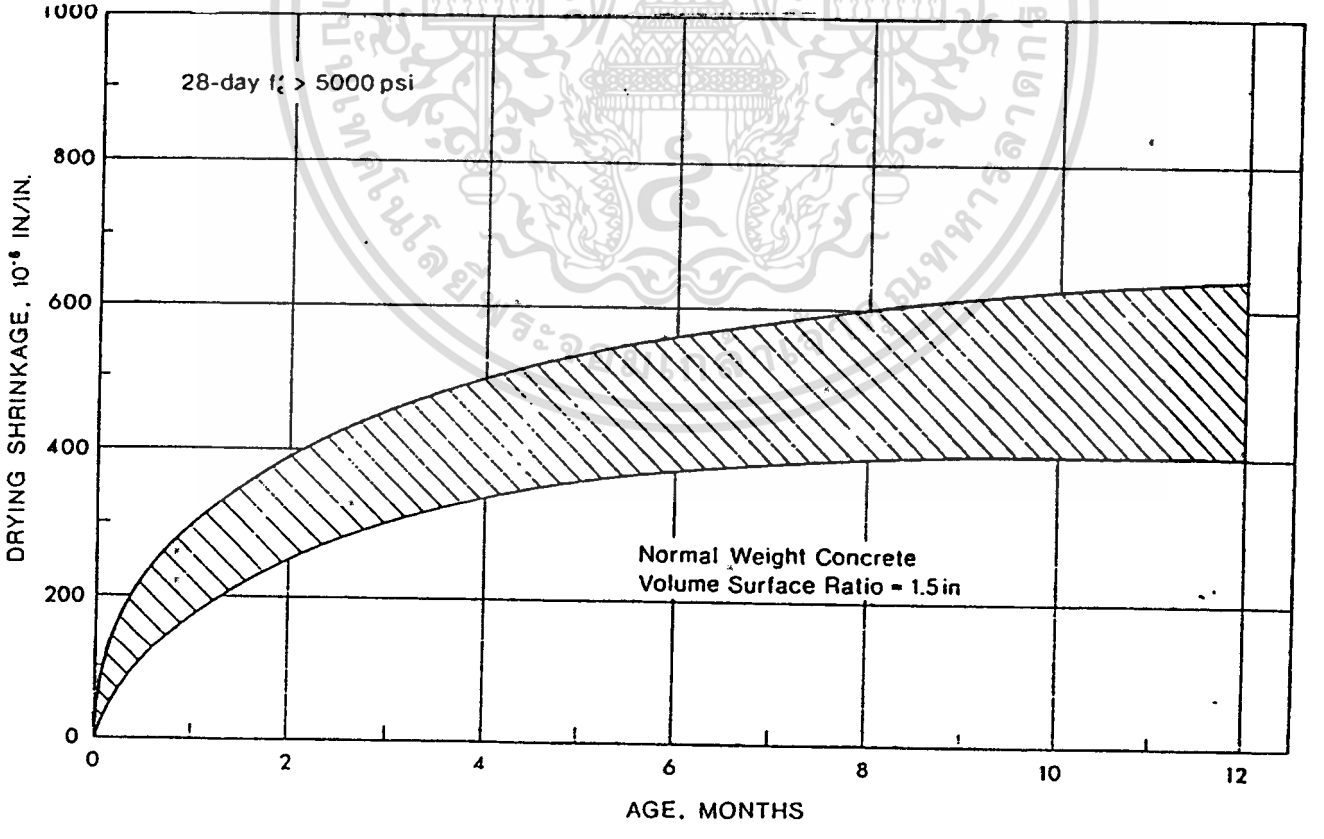
สัมประสิทธิ์. อุณหภูมิของเหล็ก คือ 6.1 + 0.002 นิ้ว/นิ้ว/°F โดย ที่ เป็นอุณหภูมิในหน่วย d °F ส่วนสัมประสิทธิ์ อุณหภูมิของคอนกรีตเสริมเหล็กสมมติให้เท่ากับ 6 x 10^{-6} นิ้ว/นิ้ว/°F

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหดแห้ง

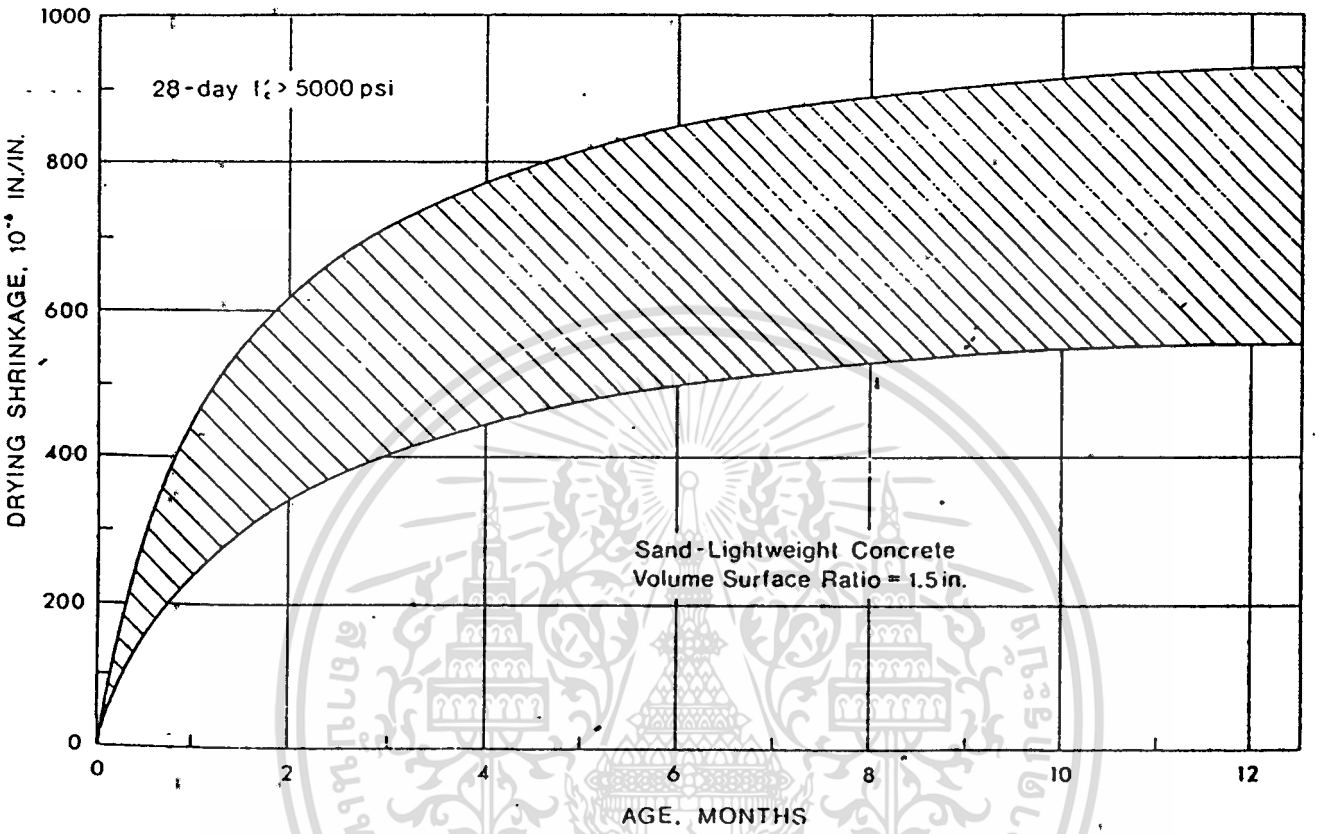
ชิ้นส่วนคอนกรีตหล่อสำเร็จอยู่ภายใต้อากาศแห้ง ซึ่งเกิดขึ้นตามกระบวนการผลิตอย่างทันที ทันใดระหว่างที่ถูกกับบรรยากาศนี้เอง คอนกรีตจะค่อย ๆ สูญเสียน้ำอย่างช้า ๆ การสูญเสียน้ำทีละน้อยในปีแรก หรือการหดแห้งนี้เป็นเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาตร ตัวอย่างการหดแห้งของคอนกรีต ซึ่งถ้าจากมวลรวมปกติและมวลรวมเบา แสดงในรูปที่ 1.9 และ 1.10 ประมาณ 40 % ของการหดแห้งเกิดขึ้นที่อายุ 28 วัน และประมาณ 60 % เกิดที่เวลา 90 วัน

ผลรวมของความยาวที่เปลี่ยนไปที่อายุ 1 ปี เนื่องจากการหดแห้งของคอนกรีตน้ำหนักปกติ อยู่ในช่วง 400 - 650 นิ้ว/ล้านนิ้ว เมื่อถูกกับ อากาศ 50 % คอนกรีตน้ำหนักเบาซึ่งใช้ทรายหยาบมีค่าความหดแห้งที่ 1 ปีเป็น 550 - 900 นิ้ว/ล้านนิ้ว คอนกรีตซึ่งมีหน่วยการหด 600 หนึ่งในล้าน มีค่าประมาณ 0.72 in/ 100 ft. ขณะที่การแห้งเนื่องจากสภาพความชื้นต่อสมดุลย์ความชื้นที่กำหนดในอากาศเป็น 50 % ในแง่การเปรียบเทียบ การหดเนื่องจากอุณหภูมิลดลงประมาณ 100 F



รูปที่ 1.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.10

การคืพ

เมื่อคอนกรีตอยู่ภายใต้แรงต้าน การเปลี่ยนแปลงรูปร่างอาจแบ่งได้เป็น 2 ส่วน : (1) การเปลี่ยนแปลงแบบยืดหยุ่น ซึ่งเกิดขึ้นทันทีทันใด และ (2) การเปลี่ยนแปลงที่ขึ้นอยู่กับเวลา ซึ่งเริ่มต้นขึ้นอย่างทันทีทันใด และต่อเนื่องไปเป็นเวลานาน สิ่งที่เกิดขึ้นเป็นเวลานานนี้เรียกว่า การคืพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

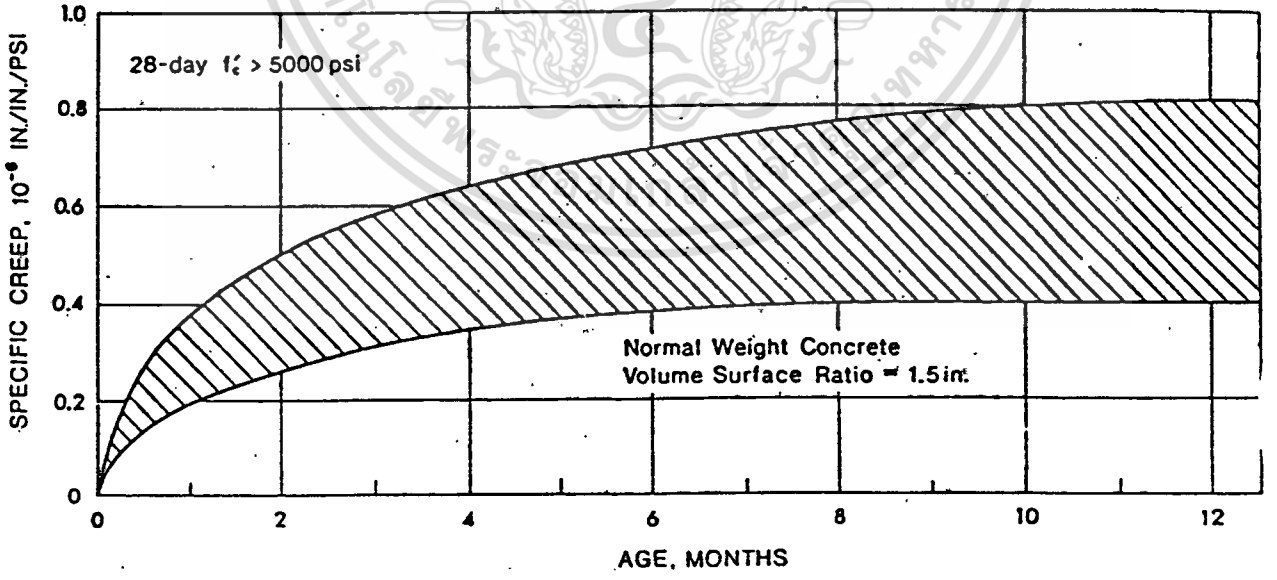
คืบ เป็นการเปลี่ยนแปลงความยาวกับเวลาเนื่องจากความเค้นต้าน ผลของการคืบ ตามการแตกร้าวเหล่านี้ ควรได้รับการพิจารณา และหากจำเป็นจริง ๆ ต้องได้รับการชดเชยในการออกแบบ การคืบจะเป็นการหด เมื่อความเค้นต้านเป็นความเค้นอัด และเป็นการยืด เมื่อความเค้นต้านเป็นความเค้นดึง

ในการออกแบบ จะสะดวกที่จะอ้างดึง การ คืบ จำเพาะ (Specific คืบ) ซึ่งนิยมโดยระบุเป็นการคืบต่อหน่วยของความเค้นที่ได้รับ การคืบ จำเพราะสำหรับคอนกรีตปกติต่อความเค้น 1 หน่วย (psi) อยู่ในช่วง 0.2 - 2.0 หนึ่งในล้านนิ้ว/นิ้ว/psi แต่โดยทั่วไปประมาณ 0.5 - 1.0 หนึ่งในล้านนิ้ว/นิ้ว/psi สำหรับคอนกรีตที่ทำด้วยมวลรวมปกติ

ข้อมูลตัวอย่างการเปลี่ยนปริมาตรเนื่องจากการคืบ ที่อุณหภูมิห้องสำหรับคอนกรีต ซึ่งทำด้วยมวลรวมน้ำหนักปกติและน้ำหนักเบา แสดงในรูปที่ 1.11 และ 1.12 ข้อมูลสำหรับการคืบ จำเพาะซึ่งอาจจะได้รับด้วยการคูณด้วยระดับความเค้นที่ได้รับคืบ ด้วยการคูณด้วยระดับความเค้นต้าน ระดับความเค้นต้านไม่เกินประมาณ 50 % ของกำลังดึงหรืออัดของคอนกรีต รูป 1.3 อาจใช้หาการคืบสัมพัทธ์, kp factor, สำหรับอัตราส่วนความเค้น-ความแข็งแรง ที่แตกต่างกัน (stress - strength)

การคืบ เพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิที่แวดล้อมเกินอุณหภูมิห้องปกติ การคืบ ที่ 120 F ประมาณ 2 - 3 ครั้ง มากเท่ากับการคืบ คาดว่าเป็น 2 - 3 เท่าที่อุณหภูมิห้อง และ 4 - 6 เท่าเมื่ออุณหภูมิเป็น 212 F

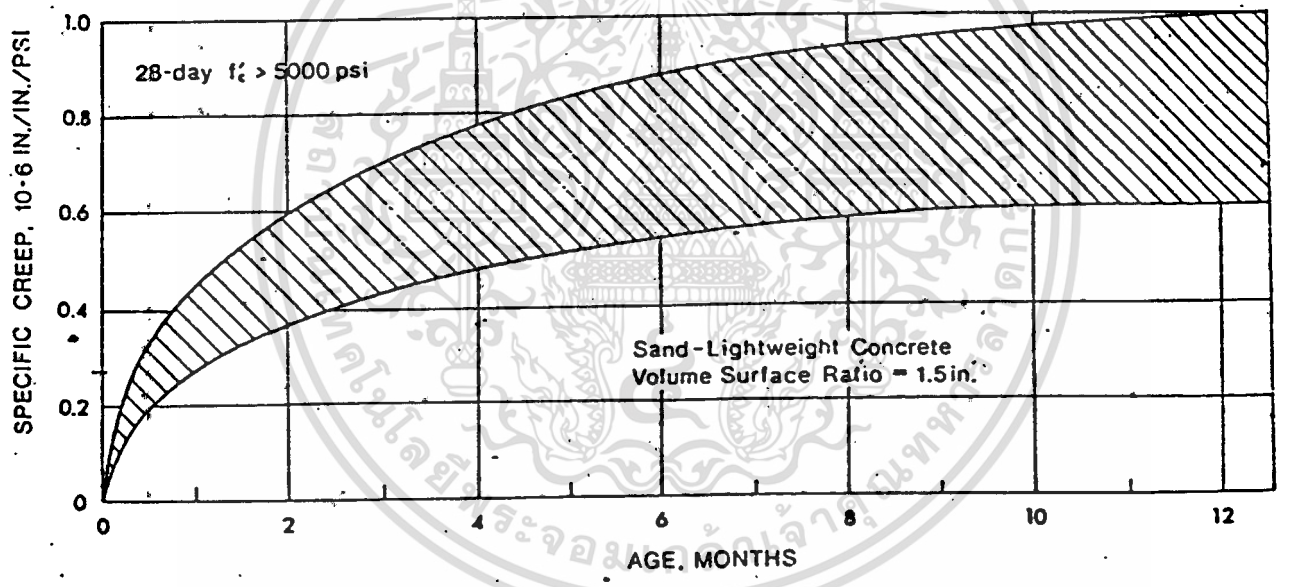
Fig. 1.11 Typical range of creep for normal weight concrete



รูป 1.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fig. 1.12 Typical range of creep for lightweight concrete containing all natural sand fines



รูป 1.12

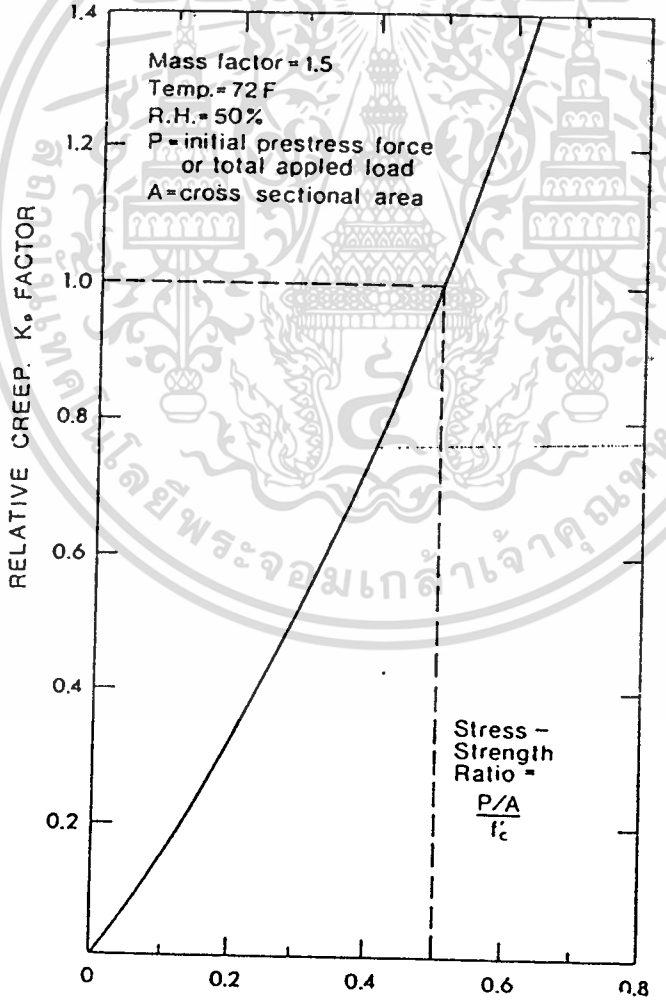
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของขนาดชิ้นส่วน

ทั้งการคืพและการหด มีการพิจารณาอัตราของมัน ซึ่งเกี่ยวข้องกับเวลาเหมือน ๆ กัน รูปที่ 1.14 แสดงเส้นโค้งเฉลี่ยของการคืพ หรือการหด ที่เวลาใด ๆ ต่อค่าสุดท้ายที่เวลาอนันต์ สำหรับคอนกรีตซึ่งมีปริมาตรต่อพื้นที่ผิว 1.5 in

ที่ 25 วัน ประมาณ 40 % ของการ คืพ หรือความเครียดหดได้เกิดขึ้น และเพิ่มเป็น 60 และ 70 % หลังจาก 3 - 6 เดือนตามลำดับ

กราฟ ในรูปที่ 1.14 ใช้สำหรับคอนกรีตซึ่งมีอัตราส่วนปริมาตรต่อพื้นที่ผิว 1.5in ซึ่งข้อมูลได้มาจากตัวอย่างทรงกระบอก 6 x 12 in ซึ่งมีอัตราส่วน ปริมาตรต่อพื้นพื้นที่ผิว 1.5 in

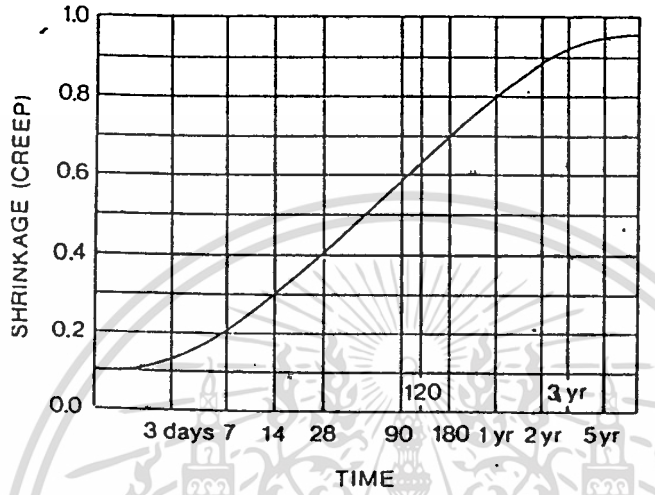


รูปที่ 1.13

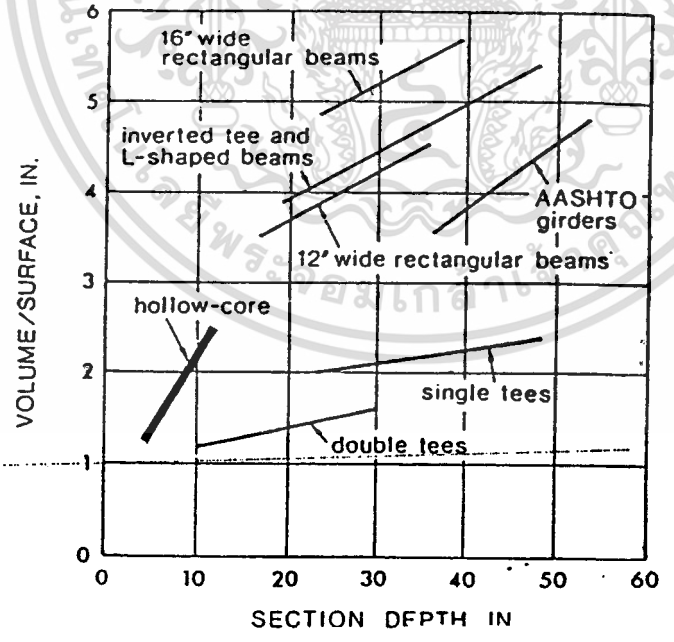
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อปลายของมันถูกผนึก เส้นโค้งสามารถใช้เพื่อเทียบหาค่าคืพประลัย หรือ ค่าการหดจาก การทดลองในห้องแลป ครอบคลุมความสัมพันธ์ของคายระยะเวลาสั้น ๆ

Fig. 1.14 Shrinkage or creep vs time



รูปที่ 1.14



รูปที่ 1.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดขององค์ประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ มีปริมาตรต่อพื้นที่ผิวเป็นอัตราส่วน 1.5 ถึง 3 นิ้ว โดยการเปรียบเทียบชนิดของโครงสร้างของคอนกรีตสำเร็จรูปที่ มีปริมาตรต่อพื้นที่ผิวเป็นอัตราส่วน 1.2 ถึง 5.5 นิ้ว ดังรูปที่ 1.15

ถ้าชิ้นสำเร็จรูปที่มีปริมาตรต่อพื้นที่ผิวเป็นอัตราส่วนมากกว่า 2.0 หรือ 2.5 นิ้ว อัตราแรกเริ่มของการหดและหรือครีบจะมีเนื้อสารต่ำ รูปที่ 1.16 สามารถใช้ประมาณปริมาตรเริ่มต้นและปริมาตรสุดท้ายที่เปลี่ยนไป ขึ้นอยู่กับการหดหรือครีบขององค์ประกอบมวลหล่อสำเร็จ

1.2 เก๊าส์, มอร์ต้า และแผ่นแข็ง

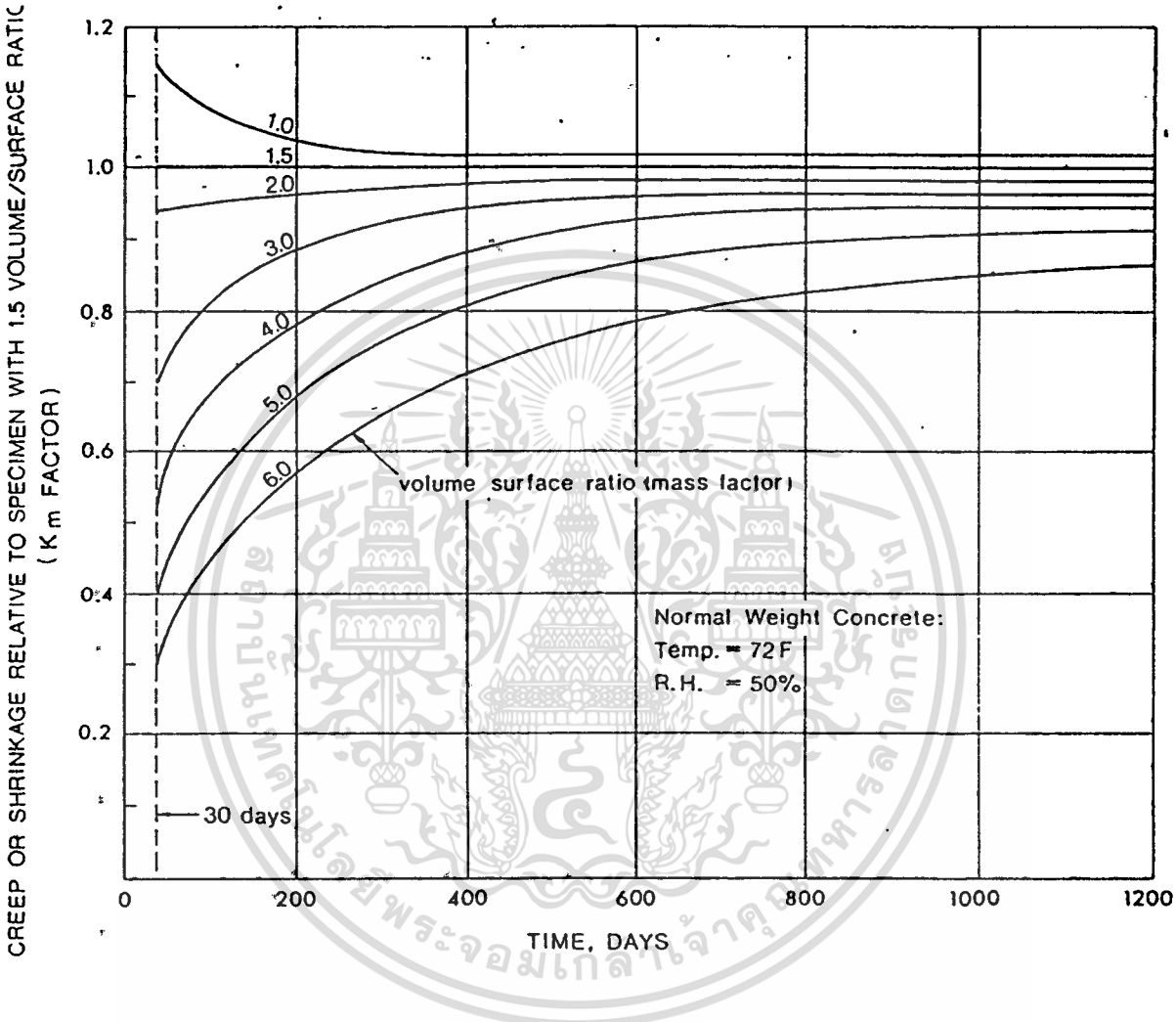
ในหัวข้อที่แล้ว ได้อธิบายคุณสมบัติของคอนกรีตโดยค่านิยมประกอบด้วย น้ำซีเมนต์ ทราย และมวลรวมหยาบ เมื่อน้ำซีเมนต์ถูกผสมเข้าด้วยกันโดยไม่มีมวลรวมหยาบ เราเรียกของผสมนี้ว่า "มอร์ตา" มันอาจจะคล้ายกับเก๊าส์หรือแผ่นแข็ง วัสดุทั้ง 3 นี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานคอนกรีตหล่อสำเร็จได้ อย่างมากตราบเท่าที่มันเคยใช้เป็นส่วนสำคัญในการส่งผ่านน้ำหนักไปยังรอยต่อในแนวตั้งและแนวนอน

ซีเมนต์ชนิดต่าง ๆ อาจจะนำไปใช้ผลิตวัสดุเหล่านี้ ชนิดของวัสดุซีเมนต์ ได้แก่

1. ปูนซีเมนต์ปอร์ทแลนด์ธรรมดา
2. ปูนซีเมนต์ปอร์ทแลนด์ชดเชยการหด
3. ปูนซีเมนต์แผ่ขยายที่มีส่วนเติมพิเศษ
4. ปูนซีเมนต์ปอร์ทแลนด์ ยิปซั่ม-เบส
5. อีป๊อกซีเรซิน

ชนิดที่เป็นพื้นฐานและถูกที่สุดของปูนซีเมนต์ คือ ปูนซีเมนต์ธรรมดา อย่างไรก็ตามปูนซีเมนต์ปอร์ทแลนด์ชนิดอื่นๆจะใช้สำหรับงานพิเศษ หรือเมื่ออากาศเย็นจะเกิดปัญหาความแข็งแรงกับปูนซีเมนต์ปอร์ทแลนด์ธรรมดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.16

เก๊าส์ คือ ปูนซีเมนต์ปอร์ทแลนด์ที่มีปริมาณน้ำสูง ซึ่งจะสามารถไหลได้ดีกว่ามอร์ต้า ซึ่งผลก็คือจะมีกำลังต่ำประมาณ 2000 - 4000 psi และให้ค่าการหดตัวสูง

ส่วนซีเมนต์ที่เรียกว่า "mortar" จะใช้น้ำน้อย และให้ค่าความแข็งแรงระหว่าง 3000 - 6000 psi ขึ้นกับส่วนผสม ส่วน cement ที่เรียกว่า drypack" จะใช้น้ำน้อยที่สุด แต่ให้ความแข็งแรงระหว่าง 4000 - 9000 psi ขึ้นกับส่วนผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทั่วไปจะไม่มีการทดสอบหรือวัดค่าทางคุณสมบัติพลาสติก และความสามารถในการทำงานของวัสดุ แต่จะมีการวัดการทรุดตัวเพื่อเป็นการทดสอบคุณสมบัติเฉพาะตัว ชนิดของสลั้มสำหรับวัสดุต่างๆมีดังนี้

เก๊าส์ 6 - 9 in

มอร์ต้า 1 - 5 in

แผ่นแข็ง วัดไม่ได้

โดยทั่วไปซีเมนต์ : เก๊าส์, มอร์ต้า, แผ่นแข็ง จะมีส่วนผสมตามน้ำหนัก

ปอร์ทแลนด์ซีเมนต์ -21/4 - 1 ส่วน (ASTM C150)

Sand - 2 1/4 - 3 ส่วน (ASTM C33)

ส่วนผสมอื่น ๆ แล้วแต่จะพิจารณา

1.2.1 คุณสมบัติทางกายภาพ

คุณสมบัติทางกายภาพของ martars ขึ้นกับการนำไปใช้ว่าเป็นการเชื่อมต่อหรือเป็นตัวยึดหรือ

1. กำลังแรงอัดจะขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของน้ำกับซีเมนต์ และเพราะว่าอัตราส่วนเป็นไปได้อย่างกว้างขวาง เพราะฉะนั้นกำลังก็จะแปรไปได้อย่างกว้างมาก

2. กำลังดึงจะประมาณเท่ากับ 1/10 ของกำลังอัด

3. โมดูลัสยืดหยุ่นของแรงดึงและแรงอัด สามารถประมาณ แสดงโดยสมการ 1 - 2 แต่ผู้ออกแบบต้องจำไว้ว่าน้ำหนักของปูนสอ สามารถต่ำถึง 130 pcf

4. การเปลี่ยนแปลงปริมาตร เนื่องจากการหดตัวและการคืพจะขึ้นอยู่กับปริมาตร ของน้ำ และกำลังอัด ของวัสดุ

5. พันธะระหว่างคอนกรีตแข็งและมอร์ต้า หรือเก๊าส์ ได้รับผลโดยการเก็บน้ำโดยวัสดุพลาสติก อัตราการดูดความชื้นในคอนกรีตแข็ง ความมั่นคงของพลาสติก และเทคนิคการทำรอยต่อ สำหรับกำลังพันธะสูงสุด การเก็บน้ำจะเป็นสูงสุด และสลั้มจะเป็นต่ำสุด รูปที่แบบของรอยต่อ ควรจะเหมาะสมโดยมีความดันเพียงพอเพื่อให้มีการติดที่สนิทระหว่างพลาสติกและคอนกรีตแข็ง

กำลังพันธะ จะเพิ่มโดยความดันที่เพิ่มอย่างต่อเนื่องระหว่างการก่อตัวของพลาสติกคอนกรีต

1.2.2 คุณสมบัติของเก๊าส์

คุณสมบัติปูนและปูนสอซึ่งสามารถใช้ได้ วัสดุเหล่านี้ประกอบด้วย RANGE กว้างขวางของสูตรของซีเมนต์, ซีเมนต์พิเศษ, การเพิ่ม และส่วนผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การรวมหรือลำดับชั้น และอีบอกซ์ แอคโรริค และพลาสติกอื่น ๆ ซึ่งถูกรวมในผลิตภัณฑ์เหล่านี้ คุณสมบัติของเก๊าส์และมอร์ต้าเป็นไปได้หลายอย่าง รวมทั้งมีขอบเขตที่กว้างของสูตรของซีเมนต์, ซีเมนต์ชนิดพิเศษ ส่วนเพิ่มเติมและส่วนผสมขนาดจะพิเศษ หรืออีฟอกซี่อดีลิกซ์และพลาสติกอื่นๆซึ่งจะถูกรวมในคุณสมบัติเหล่านี้

ส่วนมากคุณสมบัติของวัสดุมักจะมีที่จะมีคุณสมบัติพิเศษหรือลักษณะพิเศษ เช่น กำลังสูง กำลังพันธะสูง ไม่หดตัว หรือ ขยายตัว

เกี่ยวกับคุณสมบัติของวัสดุ ความเชื่อถือต้องระบุข้อมูลซึ่งจัดทำโดยผู้ผลิตเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการสำหรับการใช้งาน ในบางครั้งข้อมูลไม่เพียงพอหรือเกิดคำถามขึ้น วัสดุนั้นก็ไม่ควรถูกนำไปใช้โดยปราศจากการทดสอบ

1.2.3 การใช้งานในอากาศที่หนาวเย็น

มอร์ต้าอาจจะมีกำลังขยายช้าอย่างมากเมื่อไว้ในอากาศหนาว ส่วนความร้อนไม่เกิดผลกับ Mortar เพราะว่า ความร้อนกระจายอย่างรวดเร็วไปรอบ ๆ มอร์ต้าธรรมดา ซึ่งผสมที่ 80 - 90 F และวางรวมในที่อุณหภูมิ 30 - 40 F อาจให้กำลังอัด 200 - 600 psi

คุณสมบัติของวัสดุซีเมนต์ ซึ่งรวม ยิปซั่มซีเมนต์ และ ปอร์แลนด์ซีเมนต์ ได้มีการพัฒนาเพื่อให้มีกำลังโดยเร็วภายใต้สภาวะอากาศหนาวเย็น อายุกำลังสำหรับวัสดุนี้ ซึ่งถูกผสมที่ 80 - 90 F และวางรวมที่ 30 - 40F คือ 1000 psi ที่ 1 ชั่วโมง 1500 psi ที่ 2 ชั่วโมง และ 2000 psi ที่ 24 ชั่วโมง วัสดุนี้มีกำลังที่ 28 วัน ประมาณ 4000 - 8000 psi ขึ้นกับคุณสมบัติ อย่างไรก็ตาม วัสดุนี้ต้องถูกใช้ในระดับสูงกว่า เพราะว่า การปล่อยทิ้งไว้ในน้ำนาน ๆ จะเป็นสาเหตุให้กำลังเสีย

1.3 เหล็กเสริม

การเสริมเหล็กในการเตรียมหล่อคอนกรีต อาจเพื่อจุดประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือ 2 อย่าง ความเค้นภายในคอนกรีตเป็นแรงอัดเสมอ หรือเป็นแรงดึงแต่น้อยกว่า กำลังดึงของคอนกรีต การสร้างเหล็กเสริมต้องควบคุมการแตกหัก ซึ่งอาจเกิดโดยไม่ตั้งใจระหว่างการทำโครงถักหรือการตั้งตรง และการเตรียมสภาพกรณี บรรทุกน้ำหนักมากเกินไป โดยไม่ได้คาดหมาย

ความเค้นภายในอาจมีมากกว่ากำลังดึงของคอนกรีต ซึ่งต้องการเหล็กเสริมที่ใช้โดยปกติหรือเสริมเหล็กอัดแรง เพื่อให้พอกับน้ำหนักที่ต้องรับและเพียงพอต่อความปลอดภัย โดยรับเอกสารได้ไม่เกินพิกัดและความปลอดภัยเพียงพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล็กเสริมธรรมดาซึ่งใช้ในงานคอนกรีตหล่อสำเร็จ คือ ตะแกรงเหล็กซึ่งเหล็กเส้นถูกเชื่อมติดเป็นตาข่าย มีขนาดและช่องว่างต่างๆกันมากมาย

เป็นไปได้ที่จะตกแต่งพื้นที่หน้าตัดของเหล็กให้ได้ตามต้องการ เหล็กเสริม อาจถูกชุบสังกะสีเพื่อที่จะลดการผุกร่อนของเหล็กที่จะฝัง และปัญหาสนิมทำให้สีลอก และการล่อน เพราะลวดเหล็กในโครงตาข่ายจะอยู่ใกล้ชิดกันและมีรูปที่แบบเดียวกัน ตลอดพื้นที่ ซึ่งเป็นผลดีเหมาะกับการควบคุมการแตกหัก ยิ่งไปกว่านั้นยังรับประกันได้ว่ารอยเชื่อมของเหล็กเสริมจะอยู่ใกล้ที่ขอบขององค์อาคาร ความต้านทานการหักเนื่องมาจากการโยกย้าย ทำให้ง่ายแก่การซ่อมแซมส่วนเสียหายบริเวณขอบเครื่องมือหล่อสำเร็จทั่วไปมีความสามารถในการตัด ลวดเหล็กโครงตาข่าย ซึ่งเพิ่มประโยชน์ในองค์ประกอบอาคารใหญ่ ๆ

เหล็กข้ออ้อยมักจะถูกใช้อย่างกว้างขวางในคอนกรีตหล่อสำเร็จรูป อย่างไรก็ตาม โครงถักประเภทตะแกรงและกรงด้วยเหล็กเส้นมักจะยุ่งยากและใช้เวลามาก เหล็กเส้นเคลือบด้วยอีฟอกซ์ ก็อาจนำมาใช้ในท้องสะพาน

ลวดเหล็ก, สเตรนเหล็กและเหล็กเส้นอาจจะเป็นที่เป็นวัสดุอัดแรง มีประโยชน์ต่อสถาปัตยกรรมคอนกรีตหล่อสำเร็จ การอัดแรงอาจจะใช้เพื่อหลีกเลี่ยงการแตกหักขององค์อาคารโดยประยุกต์ใช้เป็นคอนกรีตอัดแรง ซึ่งมากกว่าแรงดึงภายในการอัดแรง อาจจะใช้เพื่อเชื่อมต่อองค์อาคารหล่อสำเร็จเข้าด้วยกัน ทำให้โครงสร้างมั่นคงและแข็งแรง

บทนี้จะครอบคลุมเนื้อหาเรื่องคุณสมบัติและข้อกำหนดของตัวแปรของวัสดุเสริมกำลังที่ใช้ในสถาปัตยกรรมคอนกรีตหล่อสำเร็จขององค์อาคาร และรวมไปถึงข้อมูลของโครงตาข่ายและการคงอยู่ของเหล็กเสริมกำลังและวิธีป้องกันเหล็กเสริมจากการผุกร่อนเกินไป

1.3.1 โครงลวดเหล็กเชื่อม

โครงลวดเหล็กเชื่อม เป็นเหล็กเสริมสำเร็จรูปที่ประกอบด้วย ลวดดึงเย็นวางขนานกัน เชื่อมเข้าด้วยกัน เป็นจตุรัสหรือผืนผ้าเป็นลูกกรงเหล็ก แต่ละหน้าตัดมีความต้านทานไฟฟ้าเนื่องจากการเชื่อมอยู่โดยการเชื่อมอย่างต่อเนื่องโดยอัตโนมัติ ความดันและความร้อนจะหลอมลวดแต่ละเส้นเข้าด้วยกันให้เหมือนกัน ตลอดทุกพื้นที่และยึดลวดทุกเส้นให้คงที่

โครงถักลวดเหล็กเชื่อม (WWF) แบบสามัญเรียกว่า Mesh มีความกว้างไม่จำกัด ตะแกรงลวดเรียบมัดติดกับคอนกรีตโดยการยึดทางกลที่แต่ละรอยเชื่อมของตะแกรงเหล็กข้ออ้อย จะใช้เหล็กข้ออ้อยบวกกับรอยเชื่อมสำหรับการยึดเกาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลวดเรียบ, เหล็กข้ออ้อย หรือโครงตะแกรงของทั้งคู่อาจจะใช้ในโครงถักลวดเชื่อม ขนาดของลวดเรียบถูกกำหนดโดยตัวอักษร W และตามด้วยตัวเลขที่แสดงพื้นที่หน้าตัดของลวดในหน่วย 100 ตารางนิ้ว เช่น W16 แสดงว่า ลวดเรียบมีพื้นที่หน้าตัด 0.16 ตารางนิ้ว, W 5.5 แสดงว่าลวดเรียบมีพื้นที่หน้าตัด 0.055 ตารางนิ้ว และอื่น ๆ ทำนองเดียวกัน ขนาดของ ลวดปิด ถูกกำหนดโดยตัวอักษร D ตามด้วยตัวเลขที่แสดงพื้นที่หน้าตัดเป็น 100 ตารางนิ้ว เช่น D10 แสดงว่าลวดปิดมีพื้นที่หน้าตัด 0.1 ตารางนิ้ว

โครงถักลวดเหล็กเชื่อมมักจะแสดงข้อกำหนดตามนี้ WWF ตามด้วยระยะเสียงของลวดในแนวตั้งและแนวนอนและตามด้วยขนาดของลวดในแนวตั้งและแนวนอน

เช่น WWF 6 x 12 - W 2.9 x W 1.4 แสดงให้เห็นดังนี้ ระยะเรียงในแนวตั้ง

= 6" ระยะเรียงในแนวนอน

= 12" ขนาดลวดในแนวตั้ง

≐ W 2.9 ขนาดลวดในแนวนอน W 1.4

ตะแกรงเหล็กข้ออ้อย ก็มีจุดมุ่งหมายในทางเดียวกัน โดยขนาดของลวดข้ออ้อยซึ่งจะใช้ขนาดเป็น D-number

ข้อสำคัญของลวดในแนวตั้งและแนวนอนก็คือ ความสัมพันธ์ซึ่งมีผลต่อวิธีการผลิตโครงถักและไม่มีตำแหน่งอ้างอิงของเส้นลวดในหน่วยคอนกรีตหล่อสำเร็จ

เมื่อไม่กี่ปีที่ผ่านมา เป็นธรรมเนียมที่ใช้ลวดเหล็กวัดขนาดเพื่ออ้างอิงกับ WWF เช่น การตั้งชื่อ 6 x 12 - W 2.9 x W 1.4 จะอ้างถึง 6 x 12 - 6/16

ตาข่ายเหล็กที่ใช้ในคอนกรีตจะถูกเรียกตามรหัส ACI (ACI 318-77) สรุปในรูปที่ 1.17 ใช้คุณสมบัติ ASTM ตามรายการข้างล่าง

A82 ลวดดึงเย็นสำหรับงานคอนกรีตเสริมเหล็ก

A185 โครงตาข่ายเหล็กเชื่อมสำหรับงานคอนกรีตเสริมเหล็ก

A496 เหล็กข้ออ้อยสำหรับงานคอนกรีตเสริมเหล็ก

A497 โครงตาข่ายเหล็กข้ออ้อยเชื่อมสำหรับงานคอนกรีตเสริมเหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติทางกายภายที่ต่ำที่สุดของลวดใน WWF ที่เทียบกับ ASTM สรุปไว้ในตาราง 1.3 โครงถักที่มีขนาดของลวดเล็กกว่าค่าที่น้อยที่สุดของค่าที่ให้ในตาราง 1.3 จะไม่สามารถรับแรงได้เพียงพอในรอยเชื่อม

การตั้งชื่อโดยใช้รายละเอียดของ WWF ที่แสดงในรูปที่ 1.18 ตามรูปที่ 1.18 การเปลี่ยนแปลงมีทางเป็นไปได้ในกระบวนการผลิต

Table 1.3 Minimum properties of steel wires in welded wire fabric

Type of Fabric	Yield Strength psi	Tensile Strength psi	Weld Shear Strength psi
Smooth	65,000	75,000	35,000[1]
Deformed	70,000	80,000	20,000[2]

Note: 1. Based on the area of the larger wire, when the smaller wire is not less than size W1.2 and has an area of 40% or more of the area of the larger wire.

2. Based on the area of the larger wire, when the smaller wire is not less than size D4 and has an area of 35% or more of the area of the larger wire.

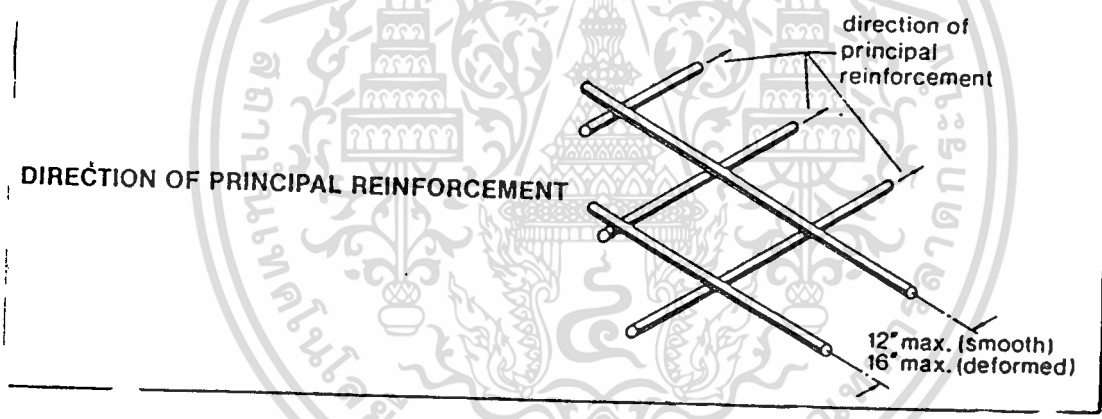
ตาราง 1.3

1. ระยะห่างของลวดในแนวตั้ง
2. ขนาดของลวดในแนวตั้ง
3. ความกว้าง
4. ด้านข้างและปลายของการแขวน
5. ขนาดของลวดในแนวนอน
6. ระยะห่างของลวดในแนวนอน
7. ความยาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fig. 1.17 Requirements for WWF used in conformance with the ACI Building Code

PROVISION	ACI 318-77 Section Number
Definitions and Specifications 1. Welded wire fabric (smooth and deformed) is defined as *deformed reinforcement* when conforming to subsequent sections	2.1
2. Smooth wire conforms to ASTM A 82. Yield strength (f_y) is considered to be 60,000 psi unless measured at 0.35 percent strain ...	3.5.4.2
3. Smooth wire fabric conforms with ASTM A 185. Maximum spacing of welded intersections in direction of principal reinforcement = 12 inches	3.5.3.6
4. Deformed wire conforms to ASTM A 496. Yield strength (f_y) considered to be 60,000 psi unless measured at 0.35 percent strain ...	3.5.3.5
5. Deformed wire fabric conforms to ASTM A 497. Maximum spacing of welded intersections in direction of principal reinforcement = 16 inches.	3.5.3.7



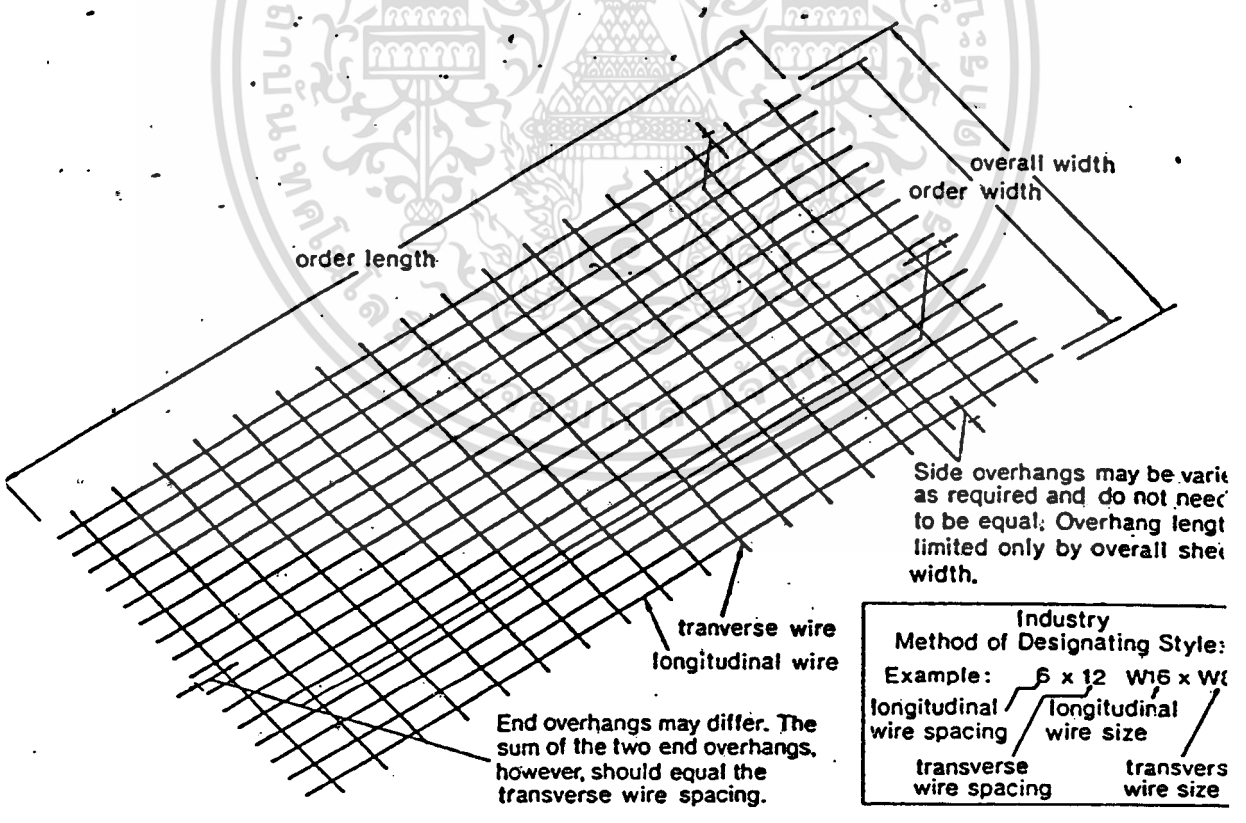
รูปที่ 1.17

โครงถักลวดเชื่อมสำหรับคอนกรีตหล่อสำเร็จใช้ในงานแผ่นแบน ประโยชน์ของโครงถักจากม้วนของมัน โดยเฉพาะงานหล่อสำเร็จแบบบางไม่อาจจะทำได้เพราะม้วนของโครงถักไม่สามารถคลี่ให้แบนได้ ขนาดของแผ่นแบบมีหลายขนาด แต่ส่วนใหญ่จะใช้ขนาด 8 ฟุต x 12 ฟุต หรือ 8 ฟุต x 15 ฟุต รายการขนาดของ WWF แสดงในตาราง 1.4

เมื่อมีปริมาณมากพอที่จะเริ่มงานบนเครื่องทำตะแกรง ขนาดและระยะเรียบของลวดจะถูกเลือกเพื่อการประหยัดเหล็ก ระยะเรียงสามารถกำหนดให้มากกว่าที่กำหนดได้ 2 หรือ 3 นิ้ว ขนาดของลวดก็ดูตาม WWF ในตาราง 1.5 ตารางจะมีรายการเส้นผ่าศูนย์กลาง น้ำหนักของลวด โดยประมาณ และพื้นที่หน้าตัดต่อฟุตของความกว้างจากจุดศูนย์กลางหนึ่งไปยังอีกศูนย์กลางหนึ่งระยะเรียง 2 ถึง 12 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STYLE DESIGNATION		STEEL AREA sq in. per ft		APPROX. WEIGHT lb per 100 sq ft
Old Designation By Steel Wire Gage)	New Designation (By W-Number)	Longit.	Trans.	
6x6-10x10	6x6-W1.4xW1.4	.029	.029	21
4x12-8x12**	4x12-W2.1xW0.9	.062	.009	25
6x6-8x8	6x6-W2.1xW2.1	.041	.041	30
4x4-10x10	4x4-W1.4xW1.4	.043	.043	31
4x12-7x11**	4.12-W2.5xW1.1	.074	.011	31
6x6-6x6*	6x6-W2.9xW2.9	.058	.058	42
4x4-8x8	4x4-W2.1xW2.1	.062	.062	44
6x6-4x4*	6x6-W4.0xW4.0	.080	.080	58
4x4-6x6	4x4-W2.9xW2.9	.087	.087	62
6x6-2x2*	6x6-W5.5xW5.5***	.110	.110	80
4x4-4x4*	4x4-W4.0xW4.0	.120	.120	85
4x4-3x3*	4x4-W4.7xW4.7	.141	.141	102
4x4-2x2*	4x4-W5.5xW5.5***	.165	.165	119



รูป 1.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1.5 [illegible]sed in WWF

Wire Size Number		Nominal Diameter	Nominal Weight	Area — sq in. per ft of width						
				Center to Center Spacing, in.						
Smooth	Deformed	In.	Plf	2	3	4	6	8	10	12
W31	D31	0.628	1.054	1.86	1.24	.93	.62	.465	.372	.31
W30	D30	0.618	1.020	1.80	1.20	.90	.60	.45	.36	.30
W28	D28	0.597	.952	1.68	1.12	.84	.56	.42	.336	.28
W26	D26	0.575	.934	1.56	1.04	.78	.52	.39	.312	.26
W24	D24	0.553	.816	1.44	.96	.72	.48	.36	.288	.24
W22	D22	0.529	.748	1.32	.88	.66	.44	.33	.264	.22
W20	D20	0.504	.680	1.20	.80	.60	.40	.30	.24	.20
W18	D18	0.478	.612	1.08	.72	.54	.36	.27	.216	.18
W16	D16	0.451	.544	.96	.64	.48	.32	.24	.192	.16
W14	D14	0.422	.476	.84	.56	.42	.28	.21	.168	.14
W12	D12	0.390	.408	.72	.48	.36	.24	.18	.144	.12
W11	D11	0.374	.374	.66	.44	.33	.22	.165	.132	.11
W10.5		0.366	.357	.63	.42	.315	.21	.157	.126	.105
W10	D10	0.356	.340	.60	.40	.30	.20	.15	.12	.10
W9.5		0.348	.323	.57	.38	.285	.19	.142	.114	.095
W9	D9	0.338	.306	.54	.36	.27	.18	.135	.108	.09
W8.5		0.329	.289	.51	.34	.255	.17	.127	.102	.085
W8	D8	0.319	.272	.48	.32	.24	.16	.12	.096	.08
W7.5		0.309	.255	.45	.30	.225	.15	.112	.09	.075
W7	D7	0.298	.238	.42	.28	.21	.14	.105	.084	.07
W6.5		0.288	.221	.39	.26	.195	.13	.097	.078	.065
W	D6	0.276	.204	.36	.24	.18	.12	.09	.072	.06
W5.5		0.264	.187	.33	.22	.165	.11	.082	.066	.055
W5	D5	0.252	.170	.30	.20	.15	.10	.075	.06	.05
W4.5		0.240	.153	.27	.18	.135	.09	.067	.054	.045
W4	D4	0.225	.136	.24	.16	.12	.08	.06	.048	.04
W3.5		0.211	.119	.21	.14	.105	.07	.052	.042	.035
W3		0.195	.102	.18	.12	.09	.06	.045	.036	.03
W2.9		0.192	.098	.174	.116	.087	.058	.043	.035	.029
W2.5		0.178	.085	.15	.10	.075	.05	.037	.03	.025
W2.1		0.162	.070	.126	.084	.063	.042	.031	.025	.021
W2		0.159	.068	.12	.08	.06	.04	.03	.024	.02
W1.5		0.138	.051	.09	.06	.045	.03	.022	.018	.015
W1.4		0.135	.049	.084	.056	.042	.028	.021	.017	.014

Note: Other wire sizes may be produced if the quantity is sufficient to justify manufacture.

ตาราง 1.5

ปริมาณที่น้อยที่สุดในข้อกำหนดสำหรับการสั่งทำพิเศษที่จะไม่เก็บสำรองไว้ ถูกควบคุมโดยราคาที่ต้องเปลี่ยนกระบวนการการผลิต ปริมาณที่น้อยที่สุดสามารถได้มาจากผลต่างของผู้ผลิต แต่ตัวอย่างนี้เป็นข้อกำหนดทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ระยะห่างในแนวตั้ง ขนาดของลวดและการการเปลี่ยนความกว้างของโครงถักต้องใช้ปริมาณ 20,000 lb ถึง 40,000 lb ปริมาณต่อ 1 ชิ้นงาน

2. ระยะห่างลวดในแนวนอน ขนาด ด้านข้างและปลายแขวนและการเปลี่ยนความยาว ต้องใช้ปริมาณ 4,000 lb ถึง 10,000 lb ปริมาณต่อชิ้นงาน

3. ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของชิ้นงานสำหรับปริมาณรวม ที่สั่งสำหรับการสั่งทำพิเศษควรเป็นจำนวนเท่าของ 40,000 lb สำหรับการสั่งทำพิเศษ ตามข้อแนะนำต่อไปจะนำไปสู่การประหยัด

1. องค์ประกอบที่สำคัญที่มีผลต่อการประหยัดคือ จำนวนของลวดในระยะแนวตั้งน้อย จำนวนของระยะห่างอาจจะลดลง โดยเปลี่ยนขนาดของลวดแนวตั้งเพื่อที่จะได้พื้นที่หน้าตัดเหล็กต่อความกว้างตามต้องการ

2. องค์ประกอบที่สำคัญข้อที่สอง คือ ควบคุมจำนวนของความแตกต่างของขนาดของลวดตามต้องการ การเปลี่ยนระยะห่างของลวดในแนวนอนทำได้ง่าย การเปลี่ยนระยะห่างของลวดในแนวนอนและใช้ขนาดของลวดในแนวนอนให้น้อยที่สุด เพื่อที่จะได้พื้นที่หน้าตัดเหล็กต่อความกว้างตามต้องการ

ราคาที่น้อยที่สุดหรือราคาพื้นฐานสามารถประยุกต์ใช้กับโครงถักที่ทำจากเหล็กกลมได้ ราคาที่เพิ่มขึ้นสำหรับ detormed wires ประมาณ 3 % จากราคาพื้นฐานและราคาที่เพิ่มสำหรับการป้องกันสนิม ประมาณ 20 % ถึง 25 % ของราคาพื้นฐาน บางครั้งส่วนมากเหล็กข้ออ้อยจะไม่ใช้การป้องกันสนิม

ประโยชน์ของโครงถักในแผ่นผิวบาง ในหลาย ๆ งานต้องมีเครื่องมือสำหรับให้ดัดตะแกรงสำหรับการเปลี่ยนเป็นรูปร่างต่างๆ เช่น รูปตัวยู, รูปหมวก, รูปที่มีขอบสี่ด้านและอื่น ๆ หัวข้อ 7.3.2 ของ ACI Code กำหนดว่า ภายในเส้นผ่าศูนย์กลางของการบิดตะแกรงเหล็กเรียบหรือเหล็กข้ออ้อยสำหรับเหล็กลูกตั้งและเหล็กปลอกจะไม่น้อยกว่า 4 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลาง สำหรับข้ออ้อยใหญ่กว่า D6 และ 2 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางลวดสำหรับลวดชนิดอื่น ๆ การงอด้วยที่เส้นผ่าศูนย์กลางภายในที่น้อยกว่า 8 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางจะไม่น้อยกว่า 4 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางจากจุดที่ใกล้แนวเชื่อมใกล้ที่สุด

ข้อกำหนดใน ACI Code จะคล้ายกับการทดสอบการบิด ข้อกำหนดนี้จะรวมไว้ใน ASTM สำหรับคอนกรีตเสริมเหล็ก ข้อยกเว้นข้อเดียวคือกรณีของเหล็กกลม เส้นผ่าเส้นศูนย์กลาง 0.30 นิ้ว หรือน้อยกว่านั้น การทดสอบการบิดจะรุนแรงไป ในกรณีนี้ต้องใช้ลวดที่จะบิดนำมาหมุนรอบสลักเส้นผ่าศูนย์กลางของมันจะเท่ากับเส้นผ่าศูนย์กลางของตัวอย่าง

การทดสอบแรงบิดตามข้อกำหนด ASTM ทำที่อุณหภูมิห้องและใช้เหล็กข้ออ้อยหมุน เป็นมุม 90 องศา และ เหล็กกลมหมุน 180 องศา โดยไม่มีการแตกหักที่ผิวนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อกำหนดสำหรับจำกัดการใช้ความยาวของ WWF อยู่ในหัวข้อ 12.8 และ 12.9 ของ ACI Code โดย ACI 318 - 77 รวมจำนวนของการเปลี่ยนจาก ACI 318 - 71 ด้วย กำลังคลากของตะแกรงเหล็กกลมจะถูกใช้ที่หน้าตัดที่กำหนด โดยฝังลวดไขว้ 2 เส้นให้ห่างจากหัวข้อ โดยลวดทั้ง 2 เส้นจะอยู่ในใกล้กันไม่น้อยกว่า 2 นิ้ว จากหัวข้อที่กำหนด อย่างไรก็ตามการใช้ความยาวจะไม่น้อยกว่า 6 นิ้ว

กำลังคลากของตะแกรงเหล็กข้ออ้อย จะถูกพัฒนาโดยการฝังลวดไขว้ 1 คู่มีระยะห่างไม่น้อยกว่า 2 นิ้ว จากหัวข้อที่กำหนดให้ยาวไม่น้อยกว่า 8 นิ้ว โดยอ้างอิงจากหัวข้อ 12.8 และ 12.9 ACI 318-77 ยิ่งกว่านั้นข้อกำหนดของการพัฒนาความยาวและหัวข้อ 12.19 และ 12.20 ขึ้นอยู่กับระยะทาง

1.3.2 เส้นเหล็กเสริม

เส้นเหล็กเสริมเป็นเหล็กรีดร้อน ทำจากเหล็กโดยการเปลี่ยนค่าคาร์บอน เหล็กข้ออ้อย ตรงกับ ASTM A 615. เหล็กข้ออ้อยและเหล็กรูปพรรณ ใช้ในงานคอนกรีตเสริมเหล็ก มีค่าใน # 3 ถึง # 11 เกรด 40 และเกรด 60

เหล็กเสริมอีก 3 ชนิดที่อยู่ใน ASTM คือ A616 เหล็กรางรถไฟ และเส้นเหล็กผิวเรียบสำหรับงานคอนกรีตเสริมเหล็ก A 617, เหล็กข้ออ้อย และเหล็กผิวเรียบสำหรับงานคอนกรีตเสริมเหล็ก และ A 706 เหล็กอัลลอยต่ำสำหรับงานคอนกรีตเสริมเหล็ก สำหรับเหล็กเส้นที่ตรงตาม ASTM A 706 นั้นน่าสนใจที่น้ำหนัก ส่วนผสมของคาร์บอนจะไม่เกิน 0.3 % ประโยชน์ของมันจะถูกตั้งเกณฑ์ก่อนที่จะถูกกำหนด

ตาราง 1.6 และ 1.7 แสดงรายการต่าง ๆ และคุณสมบัติทางกายภาพของเส้นเหล็กเสริม รายละเอียดของเหล็กเสริมในพื้นที่แออัด ชี้ให้เห็นข้อสำคัญของเส้นผ่าศูนย์กลางที่มีการเปลี่ยนรูปที่ของเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่าที่ระบุข้อมูลของการเปลี่ยนรูปที่และขนาดให้มาในตาราง 1.6 พื้นที่และเส้นรอบวงของเหล็กเส้นจะให้มาในตาราง 1.8 ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่น Es สำหรับเส้นเหล็กเสริมจะคล้าย ๆ กัน และถูกสมบัติให้มีค่าเท่ากับ 29 x 10 psi

จุดผูกที่ดีระหว่างเหล็กเส้นและคอนกรีตนั้นสำคัญ ถ้าเหล็กถูกทำให้อยู่ในสภาวะด้านแรงดึงและมีรอยร้าวน้อยเพราะฉะนั้นเส้นเหล็กเสริมต้องทำมาจากวัสดุที่ไม่ทำอันตรายต่อจุดผูก

ความยาวของเหล็กเส้นตรงต้องการที่จะใช้ความสามารถโดยการยึดตามลำพัง l_d ภายใต้แรงดึงหรือแรงอัดดังที่ให้ในตาราง 1.9 และ 1.10 แสดงตามการแปรค่าขนาดและเกรด ตามกำลังของคอนกรีต ค่านี้เหมือนกับค่าของ ACI 318-77 ค่าใช้ความยาวในแรงดึงสำหรับส่วนบนของเหล็กเสริมจะเป็นถูกคูณด้วย 1.4 ส่วนบนของเหล็กเสริมตามแนวขวางจะวางห่างกันมากกว่า 12 นิ้ว สำหรับงานหล่อคอนกรีตในองค์ประกอบใต้เหล็กเส้น เมื่อใช้คอนกรีตมวลรวมเบา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1.6 ASTM standard reinforcing bars

Bar Designation No.	Nominal Weight, lb/ft	Nominal Dimensions[a]	
		Diameter, in.	Cross-Sectional Area, in.^{2}
3	0.376	0.375	0.11
4	0.668	0.500	0.20
5	1.043	0.625	0.31
6	1.502	0.750	0.44
7	2.044	0.875	0.60
8	2.670	1.000	0.79
9	3.400	1.128	1.00
10	4.303	1.270	1.27
11	5.313	1.410	1.56
14	7.65	1.693	2.25
18	13.60	2.257	4.00

ตาราง 1.6

l_d ภายในแรงดึงจะถูกคูณด้วย 1.33 สำหรับคอนกรีตเบา การเทียบที่เป็นเส้นตรงจะทำให้หาค่าที่ต้องการได้ l_d ในแรงดึง อาจคูณด้วย (1) 0.8 สำหรับเหล็กเสริมที่ l_d พิจารณาที่ระยะห่างที่ปลายอย่างน้อยที่สุด 6 นิ้ว, บนจุดศูนย์กลางอย่างน้อย 3 นิ้ว จากผิวของชิ้นส่วนกับขอบของเหล็กเส้น วัดในทิศทางเดียวกันของระยะห่าง โดย (2) อัตรา ส่วนระหว่างพื้นที่ที่ต้องการต่อพื้นที่ที่แบ่ง เมื่อเหล็กเส้นบิดงอองค์ประกอบจะถูก แบ่งเกินจากที่กำหนด และ โดย (3) 0.75 สำหรับเหล็กเส้นที่เป็นเกลียวมีเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 1/4 นิ้ว ระยะพิทไม่เกิน 4 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1.7 Physical requirements for deformed reinforcing bars

Type of Steel and ASTM Specification No.	Size Nos. Inclusive	Grade	Tensile Strength Min., psi	Yield[a] Min., psi	Elongation in 8 in. Min. %	Cold Bend Test[d] Pin Diameter (d = nominal diameter of bar)
Billet Steel A615[c]	3-11	40	70,000	40,000	#3, #7 ..... 11 #4, #5, #6 ..... 12 #8 ..... 10 #9 ..... 9 #10 ..... 8 #11 7	Under Size #6 ..... 4d #6 and Larger 5d
	3-11 14, 18	60	90,000	60,000	#3, #4, #5, #6 ..... 9 #7, #8 ..... 8 #9, #10, #11, #14, #18 7	Under Size #6 ..... 4d #6 ..... 5d #7, #8 ..... 6d #9, #10, #11 ..... 8d [b]#14, #18 ..... 10d(90°)
Rail Steel A616[c]	3-11	50	80,000	50,000	#3, #7 ..... 6 #4, #5, #6 ..... 7 #8, #9, #10, #11 5	Under Size #9 ..... 6d #9, #10 ..... 8d #11 ..... 8d(90°)
	3-11	60	90,000	60,000	#3, #4, #5, #6 ..... 6 #7 ..... 5 #8, #9, #10, #11 ..... 4.5	Under Size #9 ..... 6d #9, #10 ..... 8d #11 ..... 8d(90°)
Axle Steel A617[c]	3-11	40	70,000	40,000	#3, #7 ..... 11 #4, #5, #6 ..... 12 #8 ..... 10 #9 ..... 9 #10 ..... 8 #11 7	Under Size #6 ..... 4d #6 and Larger 5d
	3-11	60	90,000	60,000	#3, #4, #5, #6, #7 ..... 8 #8, #9, #10, #11 7	Under Size #6 ..... 4d #6 ..... 5d #7, #8 ..... 6d #9, #10, #11 ..... 8d
Low Alloy Steel A706[e]	3-11 14, 18	60	80,000[f]	60,000[g]	#3, #4, #5, #6 ..... 14 #7, #8, #9, #10, #11 ..... 12 #14, #18 10	Under Size #6 ..... 3d #6, #7, #8 ..... 4d #9, #10, #11 ..... 6d #14, #18 ..... 8d

ตาราง 1.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

			0	5		1	2	3	4	5
#4	1	#4	0.20	1.20	#3	0.31	0.42	0.53	0.64	0.75
	2		0.40	1.40		0.51	0.62	0.73	0.84	0.95
	3		0.60	1.60		0.71	0.82	0.93	1.04	1.15
	4		0.80	1.80		0.91	1.02	1.13	1.24	1.35
	5		1.00	2.00		1.11	1.22	1.33	1.44	1.55
#5	1	#5	0.31	1.86	#4	0.51	0.71	0.91	1.11	1.31
	2		0.62	2.17		0.82	1.02	1.22	1.42	1.62
	3		0.93	2.48		1.13	1.33	1.53	1.73	1.93
	4		1.24	2.79		1.44	1.64	1.84	2.04	2.24
	5		1.55	3.10		1.75	1.95	2.15	2.35	2.55
#6	1	#6	0.44	2.64	#5	0.75	1.06	1.37	1.68	1.99
	2		0.88	3.08		1.19	1.50	1.81	2.12	2.43
	3		1.32	3.52		1.63	1.94	2.25	2.56	2.87
	4		1.76	3.96		2.07	2.38	2.69	3.00	3.31
	5		2.20	4.40		2.51	2.82	3.13	3.44	3.75
#7	1	#7	0.60	3.60	#6	1.04	1.48	1.92	2.36	2.80
	2		1.20	4.20		1.64	2.08	2.52	2.96	3.40
	3		1.80	4.80		2.24	2.68	3.12	3.56	4.00
	4		2.40	5.40		2.84	3.28	3.72	4.16	4.60
	5		3.00	6.00		3.44	3.88	4.32	4.76	5.20
#8	1	#8	0.79	4.74	#7	1.39	1.99	2.59	3.19	3.79
	2		1.58	5.53		2.18	2.78	3.38	3.98	4.58
	3		2.37	6.32		2.97	3.57	4.17	4.77	5.37
	4		3.16	7.11		3.76	4.36	4.96	5.56	6.16
	5		3.95	7.90		4.55	5.15	5.75	6.35	6.95
#9	1	#9	1.00	6.00	#8	1.79	2.58	3.37	4.16	4.95
	2		2.00	7.00		2.79	3.58	4.37	5.16	5.95
	3		3.00	8.00		3.79	4.58	5.37	6.16	6.95
	4		4.00	9.00		4.79	5.58	6.37	7.16	7.95
	5		5.00	10.00		5.79	6.58	7.37	8.16	8.95
#10	1	#10	1.27	7.62	#9	2.27	3.27	4.27	5.27	6.27
	2		2.54	8.89		3.54	4.54	5.54	6.54	7.54
	3		3.81	10.16		4.81	5.81	6.81	7.81	8.81
	4		5.08	11.43		6.08	7.08	8.08	9.08	10.08
	5		6.35	12.70		7.35	8.35	9.35	10.35	11.35
#11	1	#11	1.56	9.36	#10	2.83	4.10	5.37	6.64	7.91
	2		3.12	10.92		4.39	5.66	6.93	8.20	9.47
	3		4.68	12.48		5.95	7.22	8.49	9.76	11.03
	4		6.24	14.04		7.51	8.78	10.05	11.32	12.59
	5		7.80	15.60		9.07	10.34	11.61	12.88	14.15

Areas, A_s (or A'_s) sq in.

Columns headed [0][5] contain data for bars of one size in groups of one to ten.

Columns headed [1][2][3][4][5] contain data for bars of two sizes with from one to five of each size.

	1	2	3	4	5
#3	0.42	0.53	0.64	0.75	0.86
	0.73	0.84	0.95	1.06	1.17
	1.04	1.15	1.26	1.37	1.48
	1.35	1.46	1.57	1.68	1.79
	1.66	1.77	1.88	1.99	2.10
#4	0.64	0.84	1.04	1.24	1.44
	1.08	1.28	1.48	1.68	1.88
	1.52	1.72	1.92	2.12	2.32
	1.96	2.16	2.36	2.56	2.76
	2.40	2.60	2.80	3.00	3.20
#5	0.91	1.22	1.53	1.84	2.15
	1.51	1.82	2.13	2.44	2.75
	2.11	2.42	2.73	3.04	3.35
	2.71	3.02	3.33	3.64	3.95
	3.31	3.62	3.93	1.24	4.55
#6	1.23	1.67	2.11	2.55	2.99
	2.02	2.46	2.90	3.34	3.78
	2.81	3.25	3.69	4.13	4.57
	3.60	4.04	4.48	4.92	5.36
	4.39	4.83	5.27	5.71	6.15
#7	1.60	2.20	2.80	3.40	4.00
	2.60	3.20	3.80	4.40	5.00
	3.60	4.20	4.80	5.40	6.00
	4.60	5.20	5.80	6.40	7.00
	5.60	6.20	6.80	7.40	8.00
#8	2.06	2.85	3.64	4.43	5.22
	3.33	4.12	4.91	5.70	6.49
	4.60	5.39	6.18	6.97	7.70
	5.87	6.66	7.45	8.24	9.03
	7.14	7.93	8.72	9.51	10.30
#9	2.56	3.56	4.56	5.56	6.56
	4.12	5.12	6.12	7.12	8.12
	5.68	6.68	7.68	8.68	9.68
	7.24	8.24	9.24	10.24	11.24
	8.80	9.80	10.80	11.80	12.80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tension:

$$l_d = 0.04\, A_b \frac{f_y}{\sqrt{f'_c}} \text{ ; min } 0.0004\, f_y\, d_b \text{ or } 12 \text{ in.}$$

Compression development length:

$$l_d = 0.02\, f_y \frac{d_b}{\sqrt{f'_c}} \text{ ; min } 0.0003\, f_y\, d_b \text{ or } 8 \text{ in.}$$

Compression Splice:

Compression l_d; min $0.0005\, f_y\, d_b$ or 12 in.

A_b = area of individual bar, in.^{2}

d_b = diameter of bar, in.

For limitations or special conditions see ACI 318-77, Sects. 12.2, 12.3, 12.14, 12.16, and 12.17.

Development and lap lengths in inches

Bar size	f'_c = 3000 psi				f'_c = 4000 psi				f'_c = 5000 psi				Min. Comp. Splice
	Tension			Compression	Tension			Compression	Tension			Compression	
	l_d	$1.3l_d$	$1.7l_d$	l_d	l_d	$1.3l_d$	$1.7l_d$	l_d	l_d	$1.3l_d$	$1.7l_d$	l_d	
3	12	12	12	8	12	12	12	8	12	12	12	8	12
4	12	12	14	8	12	12	14	8	12	12	14	8	12
5	12	13	17	9	12	13	17	8	12	13	17	8	13
6	13	17	22	11	12	16	20	9	12	16	20	9	15
7	18	23	30	13	15	20	26	11	14	18	24	11	18
8	23	30	39	15	20	26	34	13	18	23	30	12	20
9	29	38	50	17	25	33	43	14	23	30	38	13	23
10	37	48	63	19	32	42	55	16	29	37	49	15	25
11	46	59	77	21	39	51	67	18	35	46	60	17	28

Bar size	f'_c = 6000 psi				f'_c = 7000 psi				f'_c = 8000 psi				Min. Comp. Splice
	Tension			Compression	Tension			Compression	Tension			Compression	
	l_d	$1.3l_d$	$1.7l_d$	l_d	l_d	$1.3l_d$	$1.7l_d$	l_d	l_d	$1.3l_d$	$1.7l_d$	l_d	
3	12	12	12	8	12	12	12	8	12	12	12	8	12
4	12	12	14	8	12	12	14	8	12	12	14	8	12
5	12	13	17	8	12	13	17	8	12	13	17	8	13
6	12	16	20	9	12	16	20	9	12	16	20	9	15
7	14	18	24	10	14	18	24	11	14	18	24	11	18
8	16	21	28	12	16	21	27	12	16	21	27	12	20
9	21	27	35	14	19	25	33	14	18	23	31	14	23
10	26	34	45	15	24	32	41	15	23	40	39	15	25
11	32	42	55	17	30	37	51	17	28	36	47	17	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1.10 Required development and lap lengths for grade 60 bars

Tension:

$$l_d = 0.04\, A_b \frac{f_y}{\sqrt{f'_c}} \text{ ; min } 0.0004\, f_y\, d_b \text{ or } 12 \text{ in.}$$

Compression development length:

$$l_d = 0.02\, f_y \frac{d_b}{\sqrt{f'_c}} \text{ ; min } 0.0003\, f_y\, d_b \text{ or } 8 \text{ in.}$$

Compression Splice:

Compression l_d ; min $0.0005\, f_y\, d_b$ or 12 in.

A_b = area of individual bar, in.^{2}

d_b = diameter of bar, in.

For limitations or special conditions see ACI 318-77, Sects. 12.2, 12.3, 12.14, 12.16, and 12.17.

Development and lap lengths in inches

Bar size	f'_c = 3000 psi				f'_c = 4000 psi				f'_c = 5000 psi				Min. Comp. Splice
	Tension			Compression l_d	Tension			Compression l_d	Tension			Compression l_d	
	l_d	$1.3l_d$	$1.7l_d$		l_d	$1.3l_d$	$1.7l_d$		l_d	$1.3l_d$	$1.7l_d$		
3	12	12	15	8	12	12	15	8	12	12	15	8	12
4	12	16	20	11	12	16	20	9	12	16	20	9	15
5	15	20	26	14	15	20	26	12	15	20	26	11	19
6	19	25	33	16	18	23	31	14	18	23	31	14	23
7	26	34	45	19	23	30	39	17	21	27	36	16	26
8	35	45	59	22	30	39	51	19	27	35	46	18	30
9	44	57	74	25	38	49	65	21	34	44	58	20	34
10	56	72	95	28	48	63	82	24	43	56	73	23	38
11	68	89	116	31	59	77	101	27	53	68	90	25	42

Bar size	f'_c = 6000 psi				f'_c = 7000 psi				f'_c = 8000 psi				Min. Comp Splic
	Tension			Compression l_d	Tension			Compression l_d	Tension			Compression l_d	
	l_d	$1.3l_d$	$1.7l_d$		l_d	$1.3l_d$	$1.7l_d$		l_d	$1.3l_d$	$1.7l_d$		
3	12	12	15	8	12	12	15	8	12	12	15	8	12
4	12	16	20	9	12	16	20	9	12	16	20	9	15
5	15	20	26	11	15	20	26	11	15	20	26	11	19
6	18	23	31	14	18	23	31	14	18	23	31	14	23
7	21	27	36	16	21	27	36	16	21	27	36	16	26
8	24	32	42	18	24	31	41	18	24	31	41	18	30
9	31	40	53	20	29	37	49	20	27	35	46	20	34
10	39	51	67	23	36	47	62	23	34	44	58	23	38
11	48	63	82	25	45	58	76	25	42	55	71	25	42

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความยาวที่ใช้ในแรงอัดอาจจะลดลง 25 % เมื่อเหล็กเสริมมีเส้นผ่าศูนย์กลางเกลียวไม่เกิน 1/4 นิ้ว และระยะพิทไม่เกิน 4 นิ้ว เมื่อเพิ่มพื้นที่ของเหล็กเส้นจะทำให้ความยาวของ l_d ลดลงโดยอัตราส่วนของพื้นที่ที่กำหนดต่อพื้นที่ที่จัดการ เมื่อจำเป็นต้องเพิ่มความสามารถของเหล็กเส้นโดยที่ระยะต้องน้อยกว่า ld ปลายของเหล็กเส้นสามารถงอเป็นตะขอได้ การหาความยาวฝัง lc สมมูลย์ โดยการทำตะขอ ควรจะทำตามหัวข้อ 12.5.2 ของ ACI 318 - 77 รายละเอียดของตะขอคุณสมบัติดูใน ACI 318 - 77 ดังรูปที่ 1.19 โดยปกติการการแตกหัก มักจะไม่ใช่ปัญหาถ้าไม่งอเหล็กที่อุณหภูมิต่ำกว่า 40 F

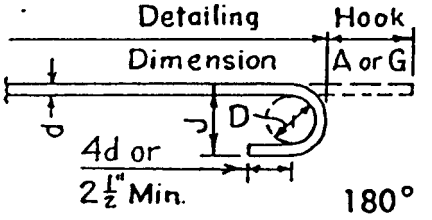
ACI Building Code กำหนดให้เหล็กเสริมต้องเป็นคัดเย็น หรือไม่ก็เป็นวิธีอื่นที่ได้ทดสอบแล้ว ส่วนของเหล็กเส้นที่ยังอยู่ในคอนกรีตจะไม่บิดกันไฟเป็นดังรูปที่ หรือไม่ได้รับการรับรอง โดยทั่วไปแล้วความร้อนทำให้เหล็กงอได้ง่าย หรือทำให้ตรงได้โดยไม่เป็นอันตรายต่อเหล็กโดยที่อุณหภูมิต้องไม่เกิน 1200F ถ้าอุณหภูมิไม่เกินที่กำหนด คอนกรีตก็จะไปเสียหาย เมื่อเหล็กไม่ได้ฝังอยู่ในส่วนของช่วงอุณหภูมิจะอยู่ระหว่าง 600 F ถึง 800 F ซึ่งเป็นช่วงที่เกิดการบิดที่ยอมรับได้และไม่ทำให้คอนกรีตและเหล็กเส้นเสียหาย เหล็กเส้นที่ร้อนไม่ควรได้รับการหล่อเย็น (ใช้น้ำหรืออาจใช้ได้จนกว่าอุณหภูมิจะน้อยกว่า 600 F

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fig. 1.19 Details of standard hooks

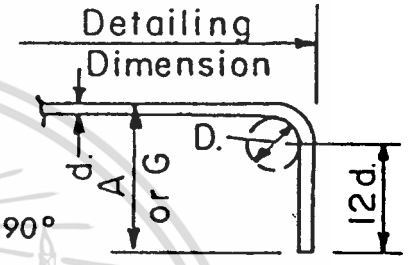
RECOMMENDED END HOOKS
All Grades

D = 6d for #3 through #8
D = 8d for #9, #10 and #11
D = 10d for #14 and #18

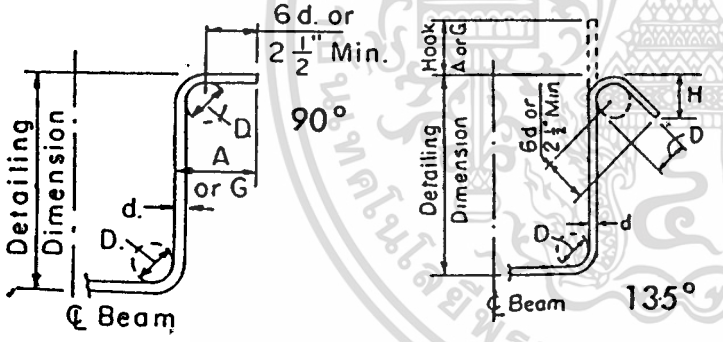


Bar Size	180° HOOKS*		90° HOOKS
	A or G	J	A or G
#3	5	3	6
#4	6	4	8
#5	7	5	10
#6	8	6	1-0
#7	10	7	1-2
#8	11	8	1-4
#9	1-3	11¼	1-7
#10	1-5	1-0¾	1-10
#11	1-7	1-2¼	2-0
#14	2-2	1-8½	2-7
#18	2-11	2-3	3-5

*With Grade 40 only, where available depth is limited, bars may be bent with D = 5d for #3 through #11.

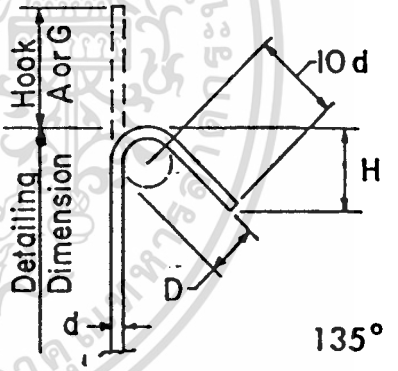


STIRRUP AND TIE HOOKS



STIRRUPS
(TIES SIMILAR)

135° SEISMIC STIRRUP/TIE HOOKS



STIRRUP AND TIE HOOK DIMENSIONS
Grades 40-50-60 ksi

Bar Size	D (in.)	90° Hook	135° Hook	
		Hook A or G	Hook A or G	H Approx.
#3	1½	4	4	2½
#4	2	4½	4½	3
#5	2½	6	5½	3¾

135° SEISMIC STIRRUP/TIE HOOK DIMENSIONS
Grades 40-50-60 ksi

Bar Size	D (in.)	135° Hook	
		Hook A or G	H Approx.
#3	1½	5	3½
#4	2	6½	4½
#5	2½	8	5½
#6	4½	11	6¾

ตาราง 1.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.3 เหล็กกำลังอัดแรง

เหล็กแรงดึงกำลังสูงใช้ในการผลิตเหล็กกำลังอัดแรง แรงดึงกำลังสูงเป็นข้อกำหนดให้อนุญาตการสูญเสียความเค้นที่เกิดขึ้นหลังจากเหล็กว่าถูกอัดแรง ขึ้นอยู่กับชนิดของเหล็กว่า ชนิดของคอนกรีต ความเค้นอัดในคอนกรีตและสิ่งแวดล้อม เหล็กกำลังจะสูญเสีย 20,000 ถึง 50,000 psi ระหว่างการติดตั้ง และปลายชีวิตการใช้งาน จาก 50 % ถึง 70 % ของการสูญเสียจะเกิดขึ้นใน 30 วันแรก และจะเพิ่มมากขึ้นตลอดการใช้งานในอัตราที่ลดลง

เหล็กกำลังในคอนกรีตอัดแรง ประกอบด้วย ลวด เชือกเหล็ก และเหล็กเส้น กำลังและจุดยึดผูกของลวดจะลดลงเมื่อเพิ่มเส้นผ่าศูนย์กลาง ทำให้ในทางปฏิบัติเส้นผ่าศูนย์กลางของลวดจะจำกัดที่ 9/32 นิ้ว สำหรับงานอัดแรง สำหรับการดึงทีหลัง ลวดขนาด 1/4 นิ้ว จัดเป็นกลุ่มขนาน เชือกเหล็กจะถูกกัดที่โรงงานโดยบิดลวดเข้าด้วยกัน เชือกเหล็กจัดอยู่ในเส้นลวดกลุ่ม การลดจำนวนหน่วยเพื่อให้ยังคงทนแรงดึงได้ อาจจะช่วยลดราคาของแท่นยึด กลุ่มของลวดรับกำลังสูงลังทำให้เป็นไปได้ที่จะได้เหล็กพื้นที่หน้าตัดกว้าง ส่วนใหญ่ลวดรับกำลังสูงลังจะใช้แทนลวดในงานก่อนแรงดึง เหล็กเส้นผสมทนความร้อนใช้ในงานหลังแรงดึง โดยที่ประโยชน์จากเส้นผ่านศูนย์กลาง ที่ให้ทำให้ตั้งค่ากำลังต่ำได้

ลวดอัดแรงหรือเหล็กกำลังอัดแรงเป็นวัสดุที่ใช้กับอุณหภูมิต่ำ (ประมาณ 600 F) กระบวนการนี้คือการคลายความเค้น หลังจากคลายความเค้น ลวดหรือเหล็กกำลังก็จะมีความยืดหยุ่นเพิ่มเป็นสัดส่วนสูงกับกำลังประลัย ลวดหรือเหล็กกำลัง บางครั้งอาจจะใช้เป็นวัสดุผสมที่อุณหภูมิต่ำและแรงดึงสูง กระบวนการนี้รู้จักกันในนาม กระบวนการทำให้คงที่ซึ่งปรับปรุงคุณสมบัติของกายภาพ และช่วยลดการสูญเสียเนื่องจากการผ่อนคลาย กระบวนการทำให้คงที่เป็นส่วนหนึ่งของการคลายตัว

เหล็กอัดแรงจะไม่แสดงจุดคลากให้เห็นเหมือนเหล็กผสมคาร์บอน ข้อกำหนดของลวดและเหล็กกำลัง คือ กำลังคลาก fpy ซึ่งวัดได้คือ 1.0 % ภายใต้วิธีการรับแรง วิธีการหาจุดคลากทำได้โดยค่าน้อยที่สุดที่กำหนดโดย ASTM, 95 % ของกำลังถึงประลัย สำหรับเหล็กข้ออ้อยและ 80 % สำหรับเหล็กผิวเรียบ

ลวดเหล็กจะถูกเชื่อมไม่ได้หรือไม่ใช้เป็นวัสดุในงานที่มีอุณหภูมิสูง ถ้าลวดเหล็กใช้ที่อุณหภูมิสูงจะเกิดความเสียหายที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า แต่หลังจากที่เย็นลงกำลังจะน้อยกว่าครึ่งของกำลังเริ่มแรกและความผิดพลาดที่คาดไม่ถึงก็จะเกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชือกเหล็ก (strand)

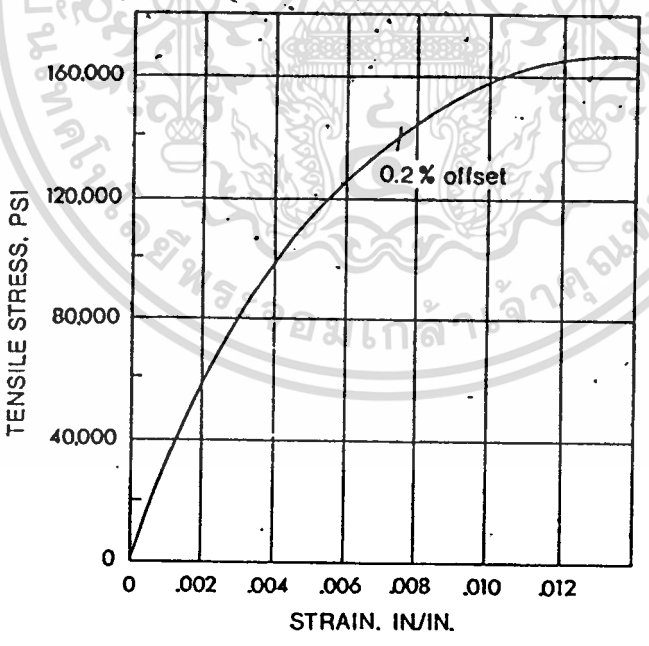
strand ส่วนใหญ่จะใช้ในงานก่อนแรงดึงและหลังแรงดึง มันถูกผลิตขึ้นมา 2 เกรด ตาม ASTM A416 เชือกเหล็กเปลือย 7 เส้นคลายความเค้นสำหรับคอนกรีตอัดแรง คุณสมบัติของเกรด 250 และเกรด 270 มีอยู่ในตาราง 1.11

ชนิดของเส้นโค้งความเค้น-เครียด สำหรับเชือกเหล็ก 7 เส้น อยู่ในรูปที่ 1.20 การคำนวณการขยายความยาวนิยมใช้ค่า โมดูลัสยืดหยุ่น 27 ถึง 28 x 10^6 psi

เหล็กเส้น (Bar)

เหล็กเส้นกำลังสูงจะใช้เหมือนกับเหล็กอัดแรงซึ่งถูกกำหนดโดย ASTM A722 เหล็กเส้นกำลังสูง สำหรับงานคอนกรีตอัดแรง คุณสมบัติของเหล็กเส้นมีอยู่ในตาราง 1.11 ชนิดของเส้นโค้งความเค้น-เครียด ตามรูปที่ 1.20 โมดูลัสความยืดหยุ่นคงที่เพราะช่วงหนึ่ง ๆ จนถึงความเค้น 80,000 psi โดยจะเปลี่ยนระหว่าง 25 และ 28 x 10^6 psi และค่า 26 x 10^6 psi เป็นค่าพื้นฐานที่ใช้วิเคราะห์

Fig. 1.20- Stress-strain curve for high-strength bars



รูปที่ 1.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1.11 Properties of prestressing strand and wire

Grade 270 Seven-Wire Strand, f_{pu} = 270 ksi*				
Nominal Diameter, in.	3/8	7/16	1/2	0.600
Area, sq in.	0.085	0.115	0.153	0.217
Weight, plf	0.29	0.39	0.52	0.74
Ult. strength, kips	23.0	31.0	41.3	58.6

Grade 250 Seven-Wire Strand, f_{pu} = 250 ksi*						
Nominal Diameter, in.	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	0.600
Area, sq in.	0.036	0.058	0.080	0.108	0.144	0.215
Weight, plf	0.12	0.20	0.27	0.37	0.49	0.74
Ult. strength, kips	9.0	14.5	20.0	27.0	36.0	54.0

* f_{pu} = ultimate strength of prestressing steel

Prestressing Wire				
Diameter	0.192	0.196	0.250	0.276
Area, sq in.	0.0289	0.0302	0.0491	0.0598
Weight, plf	0.098	0.10	0.17	0.20
f_{pu}, ksi*	250	250	240	234
Ult. strength	7.22	7.55	11.78	14.05

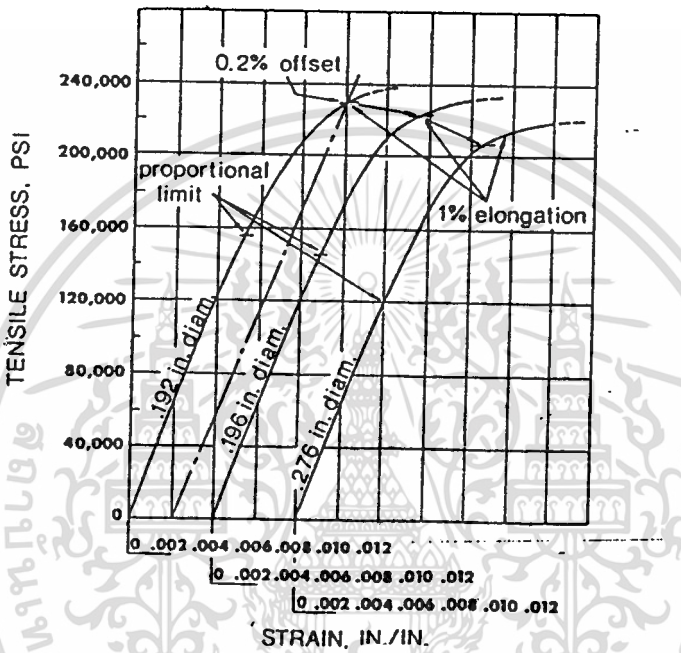
ตาราง 1.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลวดเหล็ก (wire)

ลวดเปลือยคลายความเค้นจะตรงกับ ASTM A421 ลวดเปลือยคลายเค้นใช้สำหรับงานคอนกรีตอัดแรงและใช้ในเหล็กกำหลังแรงดึง คุณสมบัติของขนาดโดยทั่วไปของลวดอัดแรงให้มาในตาราง 1.11 ชนิดของเส้นโค้งความเค้น-เครียด ตามรูปที่ 1.21 โมดูลัสความยืดหยุ่นของลวดเปลือยประมาณ 29×10^6 psi

Fig. 1.21 Typical stress-strain curves for stress-relieved wires



รูปที่ 1.21

วิธีการดึงก่อน (Prctensioned Method)

วิธีการวาง การยึดติดและลวดรับกำลังสูงลังสูงสำหรับรับแรงดึงได้ถูกคิดค้นขึ้น หลังจากลวดรับกำลังสูงถูกดึง เหล็กเสริม การเพิ่มเติม และอื่น ๆ ถูกจัดวาง รูปที่แบบสมบูรณ์ และคอนกรีตก็ถูกหล่อและบ่ม เมื่อคอนกรีตถึงจุดกำลังและคลายการอัดแรง ลวดรับกำลังสูงถูกตัดที่ปลายของแต่ละองค์ประกอบคอนกรีต

เมื่อลวดรับกำลังสูงก่อนการดึงถูกยึดโดยพันธะตามลำพัง พันธะต้องถูกพัฒนาระหว่างเชือกเหล็กและคอนกรีตสมการการเปลี่ยนระหว่างพันธะและความยาวให้ไว้ในหัวข้อการออกแบบซึ่งตั้งอยู่บนพื้นฐานของเชือกเหล็กที่สะอาดในการหล่อเปียกและคอนกรีตสั่นแน่น สนิมบางถูกนิยามและแสดงไว้ในหัวข้อ 8.4 ของ ASTM A416 จะเพิ่มพันธะ 25% น้ำมันหรือสารอื่นบนเชือกเหล็กจะลดจำนวนพันธะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบแสดงให้เห็นการเปลี่ยนระหว่างความยาวสำหรับขนาดหนึ่ง ๆ คือค่าประมาณในทุกกำลังของคอนกรีต ACI Code พิจารณาการเปลี่ยนระหว่างความยาวไปเป็น 50 เส้นผ่าศูนย์กลางสำหรับลวดรับกำลังสูงและ 100 เส้นผ่าศูนย์กลางสำหรับลวดเดี่ยว

วิธีการดึงหลัง (Post-Iensioned Metrod)

การก่อสร้างโดยการดึงหลังถูกแบ่งในแบบมีพันธะและไม่มีพันธะขึ้นอยู่กับว่าท่อของลวดรับกำลังสูงใส่มอร์ต้าภายหลังความเค้น (มีพันธะ) หรือไม่ หรือลวดรับกำลังสูงพื้นลื่นหรือห่อกระดาษหรือไม่ หรือลื่นและมีพลาสติกปกคลุม (ไม่มีพันธะ) องค์ประกอบคอนกรีตภายหลังการดึงกับลวดรับกำลังสูงไร้พันธะอาจจะมีรอยแตก 1 หรือ 2 ที่ใหญ่ภายใต้การออกแบบภาระโดยที่จำนวนรอยแตกเล็ก ๆ จะเกิดขึ้นเมื่อลวดรับกำลังสูง มีพันธะถูกจัดการ

การกำหนดมาตราฐานของความคันของลวดรับกำลังสูง และการคลายเพื่อกำหนดว่าแรงดึงภายในเพื่อเอาชนะความเสียดทานรายละเอียดทั้งหมดของการแปรชนิดของลวดรับกำลังสูง ตัวยึด, อุปกรณ์ล็อก และอุปกรณ์เก๊าส์ถูกให้ในคู่มือการดึงหลัง

ลวดรับกำลังสูงส่วนใหญ่จะใช้บ่อยในการหล่อสำเร็จและเรียกว่า สเตรนเดี่ยว ถึงแม้ว่า สเตรนเดี่ยวสามารถสานเพื่อเป็นเก๊าส์ มันมักจะถูกเคลือบด้วยน้ำมันและปกคลุมด้วยกระดาษหรือพลาสติก และที่นี้ตจะถูกใช้ในกรณีไร้ พันธะสเตรนเดี่ยวประกอบด้วย ลวดรับกำลังสูงเดี่ยวเส้นผ่าศูนย์กลาง 1/2 หรือ 0.6 นิ้ว และ 270 ksi หรือสเตรนเส้นเดียว เส้นผ่าศูนย์กลาง 3/8, 7/16 หรือ 1/2 นิ้ว c]t 250 ksi รายละเอียดของจำนวนของชนิดของตัวยึดสเตรนเส้นเดียว และวัสดุรับแรงดึงให้ไว้ในคู่มือหลังการดึง ถ้าแรงเสียดทานมากจะขึ้นอยู่กับความยาวหรือความโค้งของ tendon, ลวดรับกำลังสูงเคลือบด้วยเทฟลอน และสวมไว้ในท่อพลาสติกจะมีประโยชน์ สเตรนเดี่ยว มีสัมประสิทธิ์ความต้านทานต่ำ

ข้อมูลของการคำนวณหาการสูญเสียความต้านทานถูกไว้ในคู่มือหลังการดึงตั้งอยู่ในหัวข้อ 18.6 ของ ACI Code ในกรณีสัมประสิทธิ์ความต้านทานต่ำของมุมของแรงเสียดทานและมุมรวมกว้างเปลี่ยนโดยใช้ tendon ในสถาปัตยกรรมช่วงพื้น การคำนวณหาความสูญเสียความเสียดทาน ควรทำด้วยความระมัดระวังและในการจัดความยาวควรจะทำในช่วงการดึงหลัง

รูปที่ร่างของแผ่นยึดจะแปรตามชนิดหนึ่งไปเป็นชนิดอื่น แต่จะมีพื้นที่โดยประมาณเท่ากัน ระบบหนึ่งจะมี แผ่น 2 - 1/2 นิ้ว x 4 - 1/2 นิ้ว สำหรับเชือกเหล็กเส้นผ่าศูนย์กลาง 1/2 นิ้ว และ 3 - 1/4 นิ้ว x 5 นิ้ว สำหรับเชือกเหล็กเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 นิ้ว

ตัวยึดและตัวล็อกมีประโยชน์เพื่อลดตัวยึด ดังนั้นปลายลวดเหล็กสามารถตัดและลดลงหลังแรงดึง และเติมมอร์ต้าหรือวัสดุอื่นลงในช่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล็กเส้นเดียวกำลังสูงถูกใช้เหมือนกับสเตรนเดี่ยว เหล็กเส้นกำลังสูงและสเตรนเดี่ยวถูกให้ในงานหล่อหลังการดึงร่วมกัน

ลวดเหล็กดึงทีหลังสำหรับการทำงานมักจะซื้อเป็นหีบห่อหนึ่ง ๆ จากผู้ขาย 1 หีบห่อจะประกอบด้วย ตัวยึด และอุปกรณ์ล็อก และข้อมูลของการยึดของลวดเหล็ก มันอาจจะรวมไปถึงก่อนที่ลวดเหล็กจะเป็นตาข่ายโดยสวมในท่อโลหะ รวมทั้งวัสดุประเภทปูนมอร์ต้าหรือ ลวดเหล็กที่ลื่นและสวมในท่อออโลหะ

ข้อกำหนดการดูแลการติดตั้ง การดึง และการประสานของระบบการดึงหลัง ถูกบันทึกไว้ในข้อกำหนดอ้างอิงที่ 2 ระยะยึด และความคันของแม่แรงของแต่ละสเตรนอาจจะถูกตรวจสอบซึ่งกันและกัน และควรบันทึกไว้

ความจริงแล้วที่ที่เชือกเหล็กถูกทำให้ตรงและวางไว้ในช่องที่แกนกลาง การดึงและการประสานเมื่อปูนและมีกำลังเพียงพอ ตัวยึดภายนอกจะเคลื่อนไหว สเตรนจะเย็นลงอย่างมาก เมื่อปลายของคอนกรีตและแข็งก่อนการดึงถูกถ่ายไปสู่คอนกรีตผ่านพันธะบนสเตรนไปสู่เก๊าส์

หน่วยรับความคันของตัวยึดจะสูงโครงฉักเชื่อมติด หรือตาข่ายของเหล็กเสริมจะถูกหล่อในคอนกรีตภายใต้ผิวรับแรงของตัวยึดเพื่อกระจายภาระ

1.3.4 การป้องกันเหล็กเสริม

เหล็กเสริมจะถูกป้องกันจากการเซาะกร่อนด้วยการฝังไว้ในคอนกรีต การป้องกันเหล็กออกไซด์ที่ผิวของเหล็ก ซึ่งเป็นผลมาจากความเป็นธาตุหมู่ 1 สูงของวุ้นซีเมนต์ เมื่อความเป็นธาตุหมู่ 1 ยังคงอยู่ฟิลม์ที่เกิดขึ้นจะช่วยป้องกันการเซาะกร่อน

การป้องกันความเป็นธาตุหมู่ 1 สูงของวุ้นซีเมนต์ มักจะสูญเสียโดยซึมหรือเป็นเกลือของคาร์บอน ดังนั้น คอนกรีตที่มีว่าความซึมซาบต่ำและมีความหนามากกว่าเหล็กจะป้องกันได้ คำความซึมซาบต่ำ จะมาจากคอนกรีตที่มีอัตราส่วนของน้ำต่อซีเมนต์น้อย และมีส่วนประกอบของซีเมนต์มาก ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของคอนกรีตหล่อสำเร็จ

เส้นบางหรือโครงของการแตกจะยอมให้ออกซิเจนและความชื้นเข้าไปถึงเหล็กที่ฝังอยู่ทำให้เกิดการเป็นสนิมและความเครียดที่ผิว ประสิทธิภาพของเหล็กเสริมขึ้นอยู่กับระยะห่างของลวด และถูกจำกัดด้วยความกว้างของการการแตกและการซึมของน้ำ ดังนั้นยังคงต้องมีการปกป้องเหล็ก

คอนกรีตปกคลุมโดยมีระยะน้อยที่สุดจากเหล็กเสริม สำหรับผิวคอนกรีตที่โชว์ผิวหน้าคอนกรีตที่ปกคลุมผิว ไม่ควรที่จะวัดจากพื้นผิวเริ่มต้น แทนที่ความลึกของปูนบริการเคลื่อนที่ไปมาระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หว่างชิ้นรวมอย่างคร่าว ๆ ควรจะถูกลบออก การพิจารณาต้องดูที่รอยบาก จุดต่อและจุดที่หยด ผิวที่ปกคลุมต้องจัดจากล่างสุดของร่องไปที่เหล็กเสริม

การเพิ่มคอนกรีตปกคลุมเพื่อเพิ่มการปกป้องเหล็กเสริม ควรพิจารณาดังต่อไปนี้

1. โครงสร้างหรือสิ่งที่ไม่มีโครงสร้างให้ใช้องค์ประกอบหล่อสำเร็จ
2. ขนาดรวมมากที่สุด (การปกคลุมควรจะมากกว่าขนาดรวมที่มากที่สุดถ้าใช้การผสมหน้างาน)
3. ความปลอดภัยของเหล็กในการควบคุมตำแหน่งและยังคงควบคุมการวางตำแหน่งระหว่างการวางคอนกรีต
4. การเข้าถึงการวางคอนกรีตและให้เป็นสัดส่วนของคอนกรีตสัมพันธ์กับโครงสร้างแวดล้อม
5. ชนิดของคอนกรีตที่ใช้ตกแต่งผิว
6. สิ่งแวดล้อมของผิวคอนกรีต ภายในหรือภายนอก เช่น ความดันบรรยากาศ ฝุ่นละอองจากโรงงาน
7. ข้อกำหนดเกี่ยวกับไฟ

ข้อกำหนดของค่าปกคลุมที่ต่ำที่สุดสำหรับการผลิตคอนกรีตหลังสำเร็จรูป ภายใต้การควบคุมกำหนดไว้ในหัวข้อ 7.7 ของ ACI Building Code ข้อกำหนดนี้อยู่ในตาราง 1.13 สำหรับทุก ๆ ผนังแผ่นบางที่หนาน้อยกว่า 3 นิ้ว ในทางปฏิบัติมันต้องหนาอย่างน้อย 1/2 นิ้ว ถ้าแผ่นพื้นเปิดถูกอากาศและ 3/8 นิ้ว เป็นอย่างถ้า แผ่นพื้นไม่ถูกอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1.13 Minimum cover requirements for precast concrete

Condition	Minimum Cover[a]		
	Nonprestressed Reinforcement		Prestressed Reinforcement[b]
Exposed to earth or weather			
Wall panels	#11 and smaller	3/4 in.	1 in.
Other members	#6 through #11	1 1/2 in.	1 1/2 in.
	#5, 5/8 in. wire, and smaller	1 1/4 in.	
Not exposed to earth or weather			
Wall panels, slabs, and joists	#11 and smaller	5/8 in.	3/4 in.
Beams and columns			
Main steel	Diameter of bar, but not less than 5/8 in., and need not exceed 1 1/2 in.		1 1/2 in.
Ties, stirrups or spirals	All sizes	3/4 in.	—

Table 1.13 ตารางข้อกำหนดของคอนกรีต

a เมื่อความเค้นของคอนกรีตภายใต้ภาระ 6 $f_c^{1/2}$ ซึ่งเป็นจำนวนขึ้นกับสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ อาจมีการเพิ่มต่ำสุด 50 % จากที่ระบุ

b เมื่อมีการใช้ท่อและการยึดปลาย

ข้อกำหนดที่ให้มาอาจจะอยู่ระหว่าง 1 - 1/2 in เมื่อมีการใส่กำลังอัดเข้าไป หรือ 3/4 in ในวัตถุที่เป็นสังกะสีชุบแข็ง เมื่อเสาคอนกรีตอยู่ในสภาพที่เป็นกรด หรือสิ่งแวดล้อมรอบข้างอยู่ใน สภาพที่แย่ทำให้เกิดสึกหรอ ซึ่งที่ใช้ 3/4 in เป็นค่าที่มากที่สุด ซึ่งอาจจะไม่เกิน 1/2 in ก็ได้

จุดต่อเชื่อมที่เป็นสังกะสี จะต้องนำมาพิจารณาเป็นพิเศษ เมื่อข้อกำหนดไม่เป็นไปตามที่ต้องการ หรือเพื่อคอนกรีตอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม อย่างไรก็ตาม ปฏิกิริยาเคมีจะมีผลเมื่อคอนกรีตได้รับความชื้น ยิ่งกว่านั้น อาจมีผลต่อปฏิกิริยาทางเคมีทำให้เกิดเกลือหรืออื่น ๆ

โดยทั่ว ไปสถาปัตยกรรมคอนกรีตจะกำหนดให้ใช้สีเกลือ 2 OZ สังกะสีต่อตารางฟุตของพื้นที่ เหล็กการเชื่อมต่อด้วยสังกะสีนี้อาจจะมีสนิมเกิดขึ้นที่รอยเชื่อม แต่เป็นเพียงจุดเล็ก ๆ เท่านั้นไม่เป็นปัญหา ซึ่งหลังจากเชื่อมจะไม่มีการตรวจสอบในอนาคต และคุณสมบัติ ASTM ยังไม่ครอบคลุมมาถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเราทำเสาคอนกรีตเสร็จแล้ว โดยที่เหล็กอยู่ข้างใน มันจะช่วยรับแรงความเค้น เมื่อมีความเค้นกระทำต่อเสา

เมื่อคอนกรีตเสริมเหล็กได้รับแรงจะถูกแทนที่ด้วยคอนกรีตในลักษณะไม่มีเหล็กเสริม สำหรับในคอนกรีตที่มีการเสริมด้วยสังกะสีจะมี C_TO_3 เกิดขึ้นภายใน เป็นผลให้เกิดการเสียรูปที่ภายในตัวคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
การยึดในคอนกรีตสำเร็จรูป

2.1 กล่าวนำ

ความคิดและการออกแบบการเชื่อมต่อเป็นหนึ่งในปัจจัยที่สำคัญ ที่ทำให้เราสรุปและนำเสนอทั้งด้านความปลอดภัยและเศรษฐกิจ ในการคอนกรีตสำเร็จรูป มีพื้นฐานสำคัญอยู่ 3 ข้อคือ

1. ความแข็งแรงและการเปลี่ยนรูปร่าง
2. หน้าที่และการให้บริการ
3. กระบวนการประกอบและติดตั้ง

ข้อเพิ่มเติมในการออกแบบตัวเชื่อมต่อ ทำให้มีผลต่อพื้นฐานทางโครงสร้าง ในการรองรับระบบและขนาดของโครงสร้าง

ตัวเชื่อมต่อควรจะมีการออกแบบเพื่อการถ่ายน้ำหนัก ซึ่งพิจารณาจาก

1) ความปลอดภัยภายใต้แรงโน้มถ่วง, แรงลม และแผ่นดินไหว
2) ขบวนการในการสร้างหรือประกอบ จะต้องให้มีความเป็นได้ในทางเศรษฐกิจ
3) ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงปริมาตรภายใต้วัสดุจะต้องสอดคล้องกับ ระบบ
4) ผลกระทบจากการเคลื่อนย้าย
5) การป้องกันจากการสึกกร่อนและไฟ

การออกแบบตัวเชื่อม ในพื้นฐานทางวิศวกรรม และใช้ประสบการณ์ที่จะสนับสนุนโดยความเหมาะสมในการวิเคราะห์ทางวิศวกรรม

ในการออกแบบต้องพยายามทำให้การถ่ายน้ำหนักผ่านไปยังตัวแทรกและความอ่อนตัวภายใต้ตัวเชื่อมต่อ เพื่อให้มีความถูกต้องในการคำนวนแรง เหตุผลจากการเปลี่ยนแปลงของปริมาตรทั้งหมดของการเชื่อมต่อ การจะพัฒนาให้มีความยืดหยุ่น รวมทั้งการแตกหักของเหล็ก หรือตัวเชื่อมหรือการเปราะของคอนกรีต ที่เกิดขึ้นภายในคอนกรีต เมื่อได้รับแรงกระแทก มีแรงภายในเหล็กเกิดขึ้นจะทำให้เกิดขอบเขต หรือในการนี้คือจะมีการหยุดเมื่อมีการส่งถ่ายแรงจาก คอนกรีต ไปยังโครงเหล็ก จำนวนของการถ่ายน้ำหนัก จากจุดไปยังระนาบโครงสร้างจะมีการเก็บแรงไว้น้อยที่สุด โดยเฉพาะตัวเชื่อม 2 จุด จะทำให้มีการถ่ายแรงสู่พื้น การถ่ายแรงจะเป็นแรงโดยตรง

ตัวเชื่อมต่อควรจะมีหลักทางเศรษฐกิจในการสร้างแบบสำเร็จรูป ซึ่งราคาก็ขึ้นอยู่กับตำแหน่งการสร้างของผลิตภัณฑ์ ,ความขาดแคลนทางด้านวัสดุ ซึ่งเป็นองค์ประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ชนิดของจุดต่อ

ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปประกอบไปด้วย ส่วนที่ไม่รับแรงจะยึดติดกับโครงสร้างที่รองรับหรือ เป็นส่วนที่รองรับโครงสร้างซึ่งอาจเป็นการที่รับน้ำหนักของตัวมันเองและรับแรงจากส่วนต่าง ๆ ของโครงสร้างความแตกต่างของหลักการขึ้นอยู่กับชนิดของตัวเชื่อมท่อ

ดังโครงสร้างที่มีคุณลักษณะของการถ่ายแรง และมีจะงานชนิดของตัวแทรกท่อมากมายมายดังเช่นรูป 2.1

2.2.1 จุดต่อแบบกดทับ

จุดต่อแบบกดทับเป็นตัวเชื่อมภายใน การถ่ายน้ำหนักทางแนวดิ่งที่มีโครงสร้างดังรูป 2.1a การกดทับอนุญาตให้มีระนาบยาวของพื้นผิวหรือบริเวณที่จำเป็นโดยรูปร่างทั้งหมดและระนาบจะต่อเนื่องกันหรือตำแหน่งที่ยื่นออกมาหรือโดยฝังไว้ที่ขอบโครงสร้างเหล็กภายในระนาบ การถ่ายน้ำหนักจะขึ้นอยู่กับการยึดติดของข้อยึดตามข้อกำหนด ส่วนมากในการรองรับระบบจะเป็นจะต้องใช้เหล็กรองและแผ่นรองกดทับ

ชนิดและวัสดุของแผ่นรองกดทับ จะขึ้นอยู่กับการรับน้ำหนักและความสัมพันธ์ในการเคลื่อนที่ที่รับรองโครงสร้างถ้าอาแสดงการยอมรับการเคลื่อนที่พื้นอ่อน หรือความผิดต่ำจะถูกใช้ อย่างไรก็ตาม ถ้าไม่ยอมให้มีการเคลื่อน วัสดุที่แข็งก็จะถูกใช้เช่น เก๊าส์ หรือ แผ่นแข็ง

2.2.2 จุดต่อแบบฝังโบลท์

โบลท์ และการยึดภายในมีอยู่ 4 ชนิด ฉะนั้นจะมีคุณสมบัติในการยึดในการติดตั้งดังนี้ รูปที่ 2.1b

- จุดต่อโดยการฝังโบลท์ในการหล่อ
- จุดต่อโดยการฝังห่วงในการหล่อ
- จุดต่อโดยฝังโบลท์ที่ขยายตัวได้
- จุดต่อแบบใช้เหล็กยึด

2.2.3 จุดต่อโดยการแผ่นเหล็กเป็นตัวยึด

ต้องยึดแบบฝังแผ่นเหล็ก มีใช้โดยทั่ว ๆ ไป ในการยึดวัสดุแบนราบหรือตัวยึดให้เชื่อมต่อกับระนาบ พื้นผิวภายนอกของระนาบปกติจะใช้ คอนกรีต ซึ่งจะช่วยในการยึด โดยแทนที่แผ่นเชื่อมกับรูปร่างของโครงสร้าง และระนาบที่ขัดกับการหล่อสามารถเพิ่มเข้าโดยการฝังเพิ่มเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงและการกระจายโมเมนต์ เป็นเหมือนการหล่อ โบลท์ และจุดต่อแบบการฝังแบบอื่น ๆ

2.2.4 จุดต่อที่ใช้การเจาะแล้วฝังโดเวล

เมื่อไม่นานมานี้ได้มีการใช้กาวอีฟอกซี และกาวซีเมนทต์ ภายใต้เงื่อนไขทางสนามเพื่อทำให้เกิดความแข็งแรงในขณะเดียวกันก็มีเทคนิคใหม่ในการติดตั้ง การสร้างโดเวลยึด การได้เปรียบอย่างหนึ่งก็คือสามารถเพิ่มในแบบที่ไม่ได้ออกแบบมารองรับเลย โดยใช้โบลท์เป็นตัวยึด

การยึดโดย โดเวล-เก๊าส์ จะทำให้แข็งแรงโดยการยึดกาวกับโดเวล และการยึดกาวกับคอนกรีต การทำโดยวิธีนี้ทำจะให้แข็งแรงขึ้นอยู่กับการหดตัวของคอนกรีต และคุณสมบัติของกาว

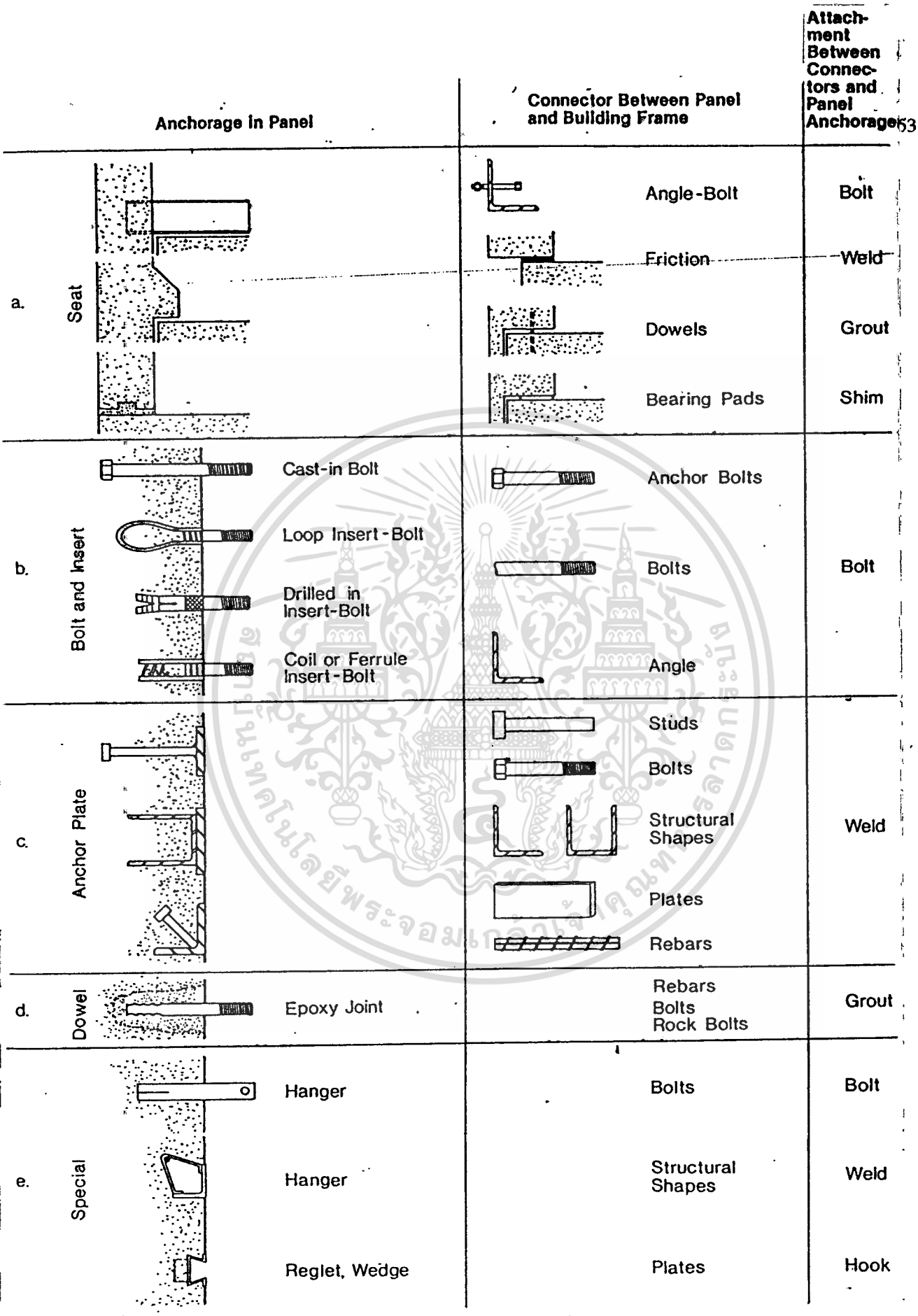
การหดตัวและขยายตัวของกาวมีความสัมพันธ์กับ โดเวล-เก๊าส์ ที่เป็นตัวยึดโดเวล ถูกออกแบบมาเพื่อทำการหล่อเหล็กบางหรือการเจาะเพื่อยึด

ตัวยึด โดเวล-อีฟอกซี มีคุณสมบัติในการยึดกับคอนกรีต ขึ้นอยู่กับแรงเฉือน หรือความแข็งแรงต่อการแยกตัวของคอนกรีต หรือความแข็งแรงของจุดต่อ ตัวเชื่อมจะอยู่ในรูปเหล็กเส้นหรือ โบลท์ ที่ถูกเพิ่มเข้าไปภายหลังจากการเจาะรู ภายในวัสดุที่ได้เตรียมในการสอดเข้าไป โดเวล-อีฟอกซี ตัวยึดจะอยู่ภายใต้อุณหภูมิและผลจากการหดตัวของกาวและคอนกรีต

2.2.5 ระบบยึดพิเศษ

เป็นการยึดแบบพิเศษ ที่ใช้ในงานใหญ่ สามารถทำให้แน่นได้ตามขนาดที่ต้องการจะเปลี่ยนมีอยู่ 3 แบบ ที่สามารถจัดระดับ รูปที่ 2.1e แรงและการถ่ายโมเมนต์ ทางกลไกลสามารถวิเคราะห์ได้จากคุณสมบัติที่ใช้เป็นแบบตัวยึด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 คำแนะนำสำหรับแผ่นที่ไม่ได้รับน้ำหนัก

2.3.1 การพิจารณาโดยทั่วไป

มีขนาดและรูปร่างมากมายของพื้นสำเร็จ ที่นำมาทำการเชื่อมต่อ ยกตัวอย่างการออกแบบแต่ละงาน การกำหนดและการจัดจำแนกของมาตรฐานในการยึด ดูได้จากการวิเคราะห์ระบบของแรงและการเคลื่อนที่ของระนาบที่รองรับตามที่ระบบต้องการ การออกแบบและรายละเอียดของการขึดจะต้องพิจารณาดังต่อไปนี้

1. ความสามารถในการถ่ายน้ำหนัก แรงจากระบบที่กระทำกับวัสดุจะต้องถ่ายไปยังการยึดที่รองรับโครงสร้าง

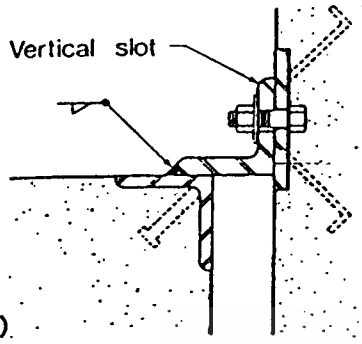
2. การเยื้องศูนย์ ตามจริงการประเมินการควบคุมของจุดที่แรงจะต้องกระทำ ในการผลิตและการสร้าง จะพิจารณาจากการเปลี่ยนปริมาตร ,การทรุดตัวของฐานราก ,ระดับชั้นที่แตกต่างและผลจากการเกิดแผ่นดินไหว

3. การป้องกัน การเตรียมการป้องกันวัสดุ จะต้องให้รายละเอียดที่จะใช้ในการยึด อาจจะมีการสึกกร่อนได้

ถ้าขาดการป้องกันวัสดุและการขาดคุณสมบัติของการยึดเหล็ก จะทำให้เกิดปัญหาในการทำตัวแทรกต่อ ซึ่งจะมีข้อแนะนำดังนี้

การยึดจะต้องอยู่ภายใต้การวิเคราะห์ความเค้น การผ่านแรงไปยังตัวยึด ซึ่งเป็นไปได้ ผลจากความเค้นโดยการเปลี่ยนขนาด เพื่อความเหมาะสม อัตราของความเค้นที่ผ่านไปยังการยึดควรจะน้อยที่สุด และการเพิ่มประสิทธิภาพของตัวยึด

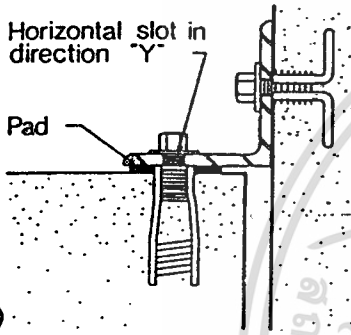
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Horizontal Load Transfer in X & Y Direction

- Concrete to Anchors
- Anchors to Plate
- Plate to Bolt
- Bolt to Angle
- Angle to Stud
- Stud to Concrete

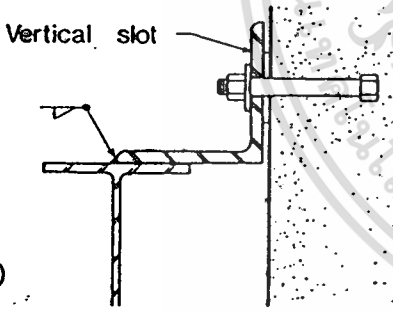
7 Force Transfers



Horizontal Load Transfer in X Direction & Vertical Load Transfer

- Concrete to Insert
- Insert to Bolt
- Bolt to Angle
- Angle to Bolt
- Bolt to Insert
- Insert to Concrete

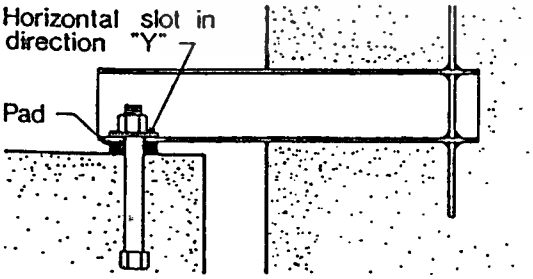
6 Force Transfers



Horizontal Load Transfer in X or Y Direction

- Concrete to Bolt
- Bolt to Angle
- Angle to Support

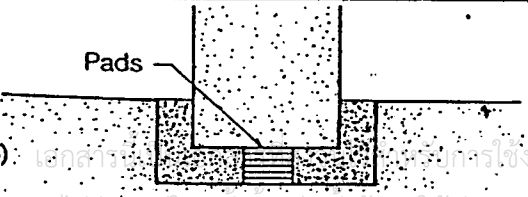
3 Force Transfers



Horizontal Load Transfer in Direction X & Vertical Load Transfer

- Concrete to Embedded Shape
- Embedded Shape to Bolt
- Bolt to Concrete

3 Force Transfers



Horizontal (in Direction X & Y) & Vertical Load Transfer

- Concrete to Grout
- Grout to Support

2 Force Transfers

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

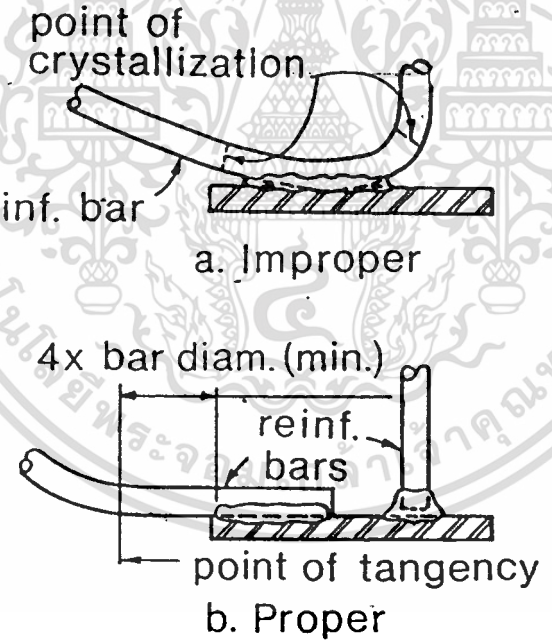
2.3.2 การพิจารณาการผลิต

ขนาดที่เป็นมาตฐาน

การมีมาตรฐานของการยึด เป็นสิ่งสำคัญที่ยอมรับในการออกแบบ เนื่องจากจะช่วยในการพัฒนาคุณภาพให้ดีขึ้นและยังมีส่วนช่วยในการผลิตทางอุตสาหกรรมด้วย

การเสริมเหล็กในการเชื่อมต่อ

รายละเอียดของตัวยึดด้วยเหล็กเสริม ทุกตัวต้องการขนาดที่แน่นอนว่าจะเพียงพอต่อระยะช่องว่างที่สามารถให้เกิดผิดพลาดได้ เพื่อจุดประสงค์ในการวางตำแหน่งเหล็ก



รูป 2..3

รูปร่างของเหล็กที่ต้องการจะฝัง

รูปร่างของเหล็กที่จะฝังมักจะถูกมองข้ามในการออกแบบ ซึ่งเหล็กที่ฝังอยู่จะมีผิวหน้าติดกับแบบ ถ้าไม่ได้ป้องกันในแบบพวกมันอาจเอียง จากตำแหน่งที่ต้องการ ซึ่งจะทำให้ไม่สามารถรองรับ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือกระจายแรงได้ตามต้องการ ซึ่งในการผลิตควรจะทราบค่าการทรุดตัวที่แน่นอนของคอนกรีตหลังจากการฝังแผ่นเหล็ก ซึ่งใกจะเกิดช่องอากาศตามรูปร่างของเหล็ก

การสอด

การสอดจะต้องมีที่ที่ถูกต้องแม่นยำ ซึ่งขึ้นอยู่กับตำแหน่งวิกฤตสำหรับการฝัง จะต้องมีระหว่างพอเพื่อจะสะดวกในการติดตั้ง อุปกรณ์ส่วนใหญ่ควรจะถูกเก็บโดยปราศจากฝุ่น โดยการเคลือบพลาสติก

ระยะว่าง

การเพื่อระยะในการติดตั้งให้มีความพอดีกับอุปกรณ์และอาจจะเพื่อเล็กน้อย

ค่าที่ยอมรับได้

ความผิดพลาดที่สามารถอนุโลมให้ใช้ได้ในการประมาณ หรือการเพื่อ ระยะในการใช้งานจริง ๆ

การตรวจสอบ

เมื่อมีการออกแบบและติดตั้งจะต้องมีการตรวจสอบตอนท้ายว่าเป็นไปตามที่ต้องการหรือไม่

การป้องกัน

การกัดกรอนสามารถป้องกันได้ โดยพิจารณาจากความเป็นไปได้ ตามการประมาณตามลำดับราคานี้เพิ่มขึ้นต่อไปนี้

1. ทาด้วยสีรองพื้น
2. เคลือบด้วยสังสีกะสี
3. เคลือบด้วยสังกะสี
4. ชุบโครเมี่ยม
5. ใช้กระบวนการกัลวาไนซ์
6. ใช้แสตนเลสสตีล

2.3.3 การพิจารณในการประกอบ

ค่าที่ยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีอยู่ 3 รูปแบบ ที่ยอมรับให้มีความผิดพลาดเกิดขึ้นได้คือ การเปลี่ยนในความยาว ความสูงและความหนา ในแนวดิ่งจำเป็นต้องพิจารณาความเป็นไปได้ ในการหมุนและความไม่สม่ำเสมอของพื้นผิว

ระยะว่าง

ความผิดพลาดซึ่งจะต้องให้มีระยะว่างพอเพียงที่จำเป็น สำหรับการออกแบบ พิจารณาได้จากสิ่งต่อไปนี้

1. ความเหมาะสมของการเคลื่อนที่ระหว่างชิ้นส่วนปรับแต่ง
2. การจัดหาขนาดที่เป็นไปได้ของการเปลี่ยนแปลงและการไม่ตรงแนว
3. การจัดหาพื้นที่ทำงานซึ่งจะทำการยึด บริเวณที่เพียงพอในตัวแทรก หรือพอเพียงที่จะทำการขันโบลท์ ให้แน่น

โครงสร้างที่รองรับ

โครงสร้างที่รองรับ มีผลต่อการเลือกชนิดของการยึด การโค้งงอมีผลจากระบบค้ำยันอ่อนเกินไปหรือบริเวณนั้นอ่อนหรือมีความเยื้องศูนย์ของการยึด ข้อจำกัดควรทำให้หมดไป พิจารณาจากการเยื้องศูนย์ เริ่มต้นและการเยื้องศูนย์ในระยะเวลานานซึ่งมีสาเหตุมาจากการคืบของระบบรองรับ

จุดต่อชั่วคราว

การวิเคราะห์ทุกส่วนของโครงสร้างอาจจำเป็นที่จะต้องมีบางส่วนที่ใช้ได้โดยการยึด และในการวิเคราะห์ชี้ลงไปว่าส่วนใดที่จะต้องใช้การหล่อสำเร็จ ซึ่งจะดีกว่าในการแก้ปัญหาด้านเศรษฐกิจ ซึ่งต้องการนำการยึดแบบชั่วคราวมาใช้ในการสร้างการถ่ายน้ำหนัก

การเชื่อมในสนาม

การเชื่อมตัวยึดเป็นสิ่งจำเป็น จะถูกแสดงโดยการรับรองตามแนะนำของการสร้างและแบบ ควรจะทำให้เด่นชัดตามชนิด, การขยาย, ลำดับ ถ้าเกิดวิกฤตของตำแหน่งเชื่อมอาจใช้ AWS D1.1-75[1] and AWS D 12.1-75.

การต่อคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่เป็นไปได้ว่ารายละเอียดของตัวยึดจะต้องมีรูปแบบ และจะต้องมีความผิดพลาดที่ยอมรับได้ในการสร้างอย่างรวดเร็ว เมื่อได้ผลจริง ๆ ในการพัฒนารายละเอียดของรูปแบบ การยึดควรจะทำตามรูปแบบของคอนกรีต และงานต่อการเคลื่อนย้ายไปหน้างาน

การพิจารณาอุปกรณ์เพิ่มเติม

การพิจารณาตัวยึด รายละเอียดของตัวยึดของการสร้างควรจะเป็นมาตรฐาน การทำซ้ำ ๆ ของการยึด จะทำให้คุณภาพในการควบคุมในงานสนาม และนำไปสู่การนำเสนอโครงสร้างที่ดีกว่ามากไปกว่านั้นการเป็นมาตรฐานยังง่ายต่อการเลือกการเคลื่อนย้ายซึ่งเป็นเหตุในการล่าช้าและเพิ่มค่าใช้จ่าย

ความปลอดภัยในการประกอบ

องค์ประกอบการยึดควรจะเป็นการสร้างผ่านที่รองรับ โดยปราศจากการค้ำยันชั่วคราว ควรจะสามารถรับแรงชั่วคราวหรือหรือแรงจากการเคลื่อนไหว ที่มีการต้องการสร้างกาวยึดแบบพิเศษก็ควรจะอนุญาตเพื่อการบรรเทาหรือตัดออก ของช่วงเวลาที่จะสมบูรณ์ของตัวยึดแบบถาวร

2.3.4 ระบบแรง

ระบบแรงในการยึดเป็นการรวบรวมแรงทั้งหมดส่งไปยังตัวยึด

ชนิดของน้ำหนัก

พื้นสำเร็จทุกชนิด การยึดจะต้องออกแบบเพื่อต้านแรงดึงดูดของโลก แรงจากลม จากแผ่นดินไหว ตัวยึดจะต้องต้านแรงที่เปลี่ยนแปลงของระนาบ เมื่อมีการยึดของตัวเชื่อม และลงไปสู่ระนาบ โดยการยึดที่แตกต่างจะเคลื่อนที่ระหว่างระนาบและโครงสร้าง

ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงปริมาตร

ระนาบป้องกันและระนาบจะมีการเปลี่ยนทันทีในพื้นที่หน้าตัดโดยเฉพาะจุดอ่อนที่ร้าว , ยับ และจากผลกระทบอื่น ๆ ถ้าจะไม่พิจารณาการยึดของปริมาตรการเปลี่ยนรูปร่าง การติดตามดูการออกแบบเพื่อให้เข้าใกล้ปริมาณการเปลี่ยนแปลงที่เล็กน้อยและจุดประสงค์ของประสิทธิผลควรจะยอมรับที่ตำแหน่งทดสอบและค่าที่ได้จากการทดลอง

อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง

$$E_t = c\Delta FL$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Et = ความยาวที่เปลี่ยนระหว่างอุณหภูมิ

C = Thermal coeffieient of expansion in/in/F see in Table 1.2

ΔF = ค่าเฉลี่ยที่เปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ, F

L = ความยาวแท้จริง

การหดตัว

$E_s = km (E_{s2}-E_{s1})$

E_s = ความไม่แน่นอนของความเครียดของการหดตัวที่ ให้มาระหว่างช่วงเวลา t_1 ถึง t_2

E_{s2}, E_{s1}= ความไม่แน่นอนของความเครียดของการหดตัวที่เวลา t_1 และ t_2 ดูรูป 1.9 และ 1.0

k_m = ส่วนของปริมาตรซึ่งขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของปริมาตรต่อพื้นที่

การเปลี่ยนแปลงของการคืพ

$E_c = k_p k_m (E_{c2} - E_{c1})$

E_c = ความเครียดที่ให้มาจากช่วงเวลา t_1 ถึง t_2

E_{c2} E_{c1} = มาตรฐานความเครียดของการคืพ ดูรูป 1.11 และ 1.12

k_m = มาล รูป 1.15

k_p = ความสัมพันธ์ของส่วนของการคืพ รูป 1.13

t_1 = เวลาเริ่มต้นหลังจากการหล่อ ปกติเวลาในการสร้าง 30 วัน

t_2 = เวลาหลังจากการหล่อนั้น 400 วัน

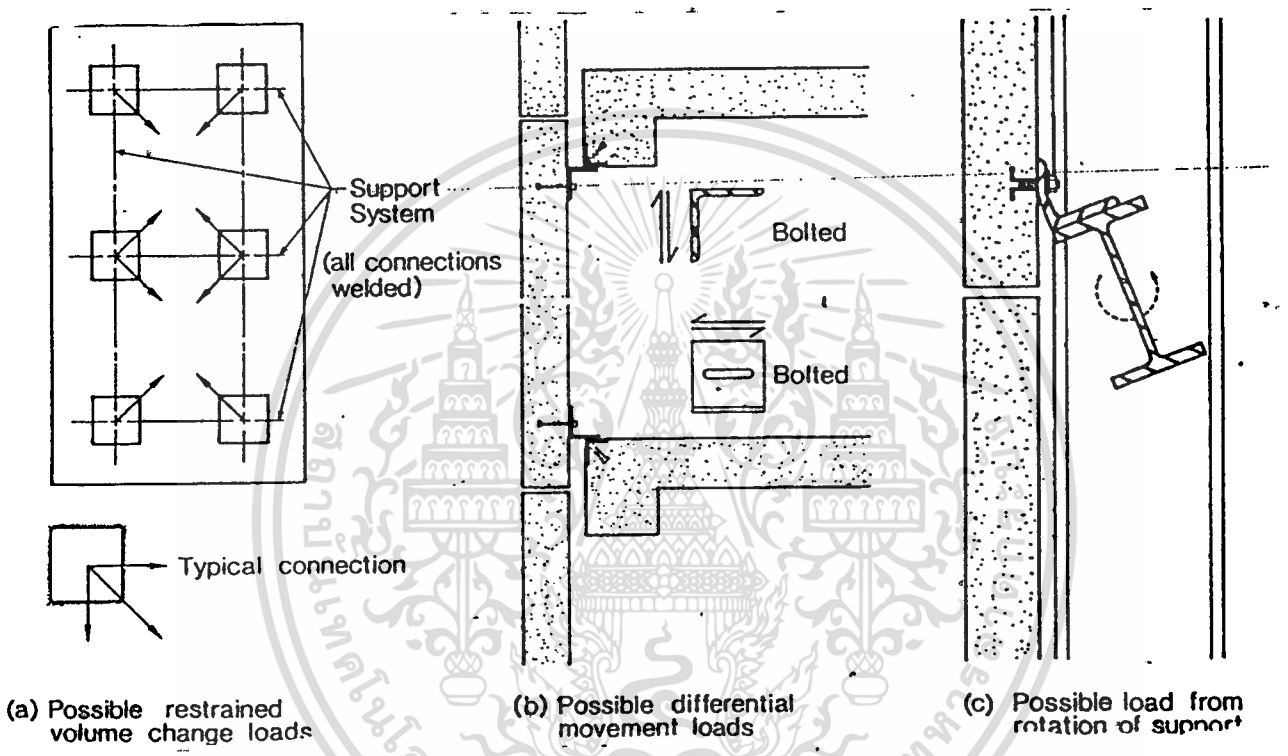
$\Delta_c = E_c l'$

Δ_c = ความยาวที่เปลี่ยนไปของการคืพ

แรงจากความแตกต่างของโมเมนต์ระหว่างผนังและโครงสร้างที่รองรับ

ความแตกต่างระหว่างการเคลื่อนย้าย พื้นสำเร็จ ผนังบางและการรองรับโครงสร้างจะต้องพิจารณาจากการออกแบบ แรงที่กระทำ ความเครียดย้อยกลับ ปริมาณการแปลงทรงปกติ เป็นผลมาจาก ความแกร่งของตัวยึดที่อยู่ตรงข้างกับพื้นสำเร็จดังรูป 2.4 a ความแตกต่างของแรงสามารถพิจารณาตัวเชื่อม เพื่อให้รองรับงานแสดงในรูป 2.4 b

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

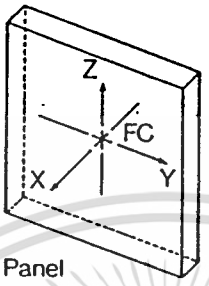


รูป 2.4

2.3.5 ขนาดที่ใช้งานของผนังและตำแหน่งของตัวยึด

ตำแหน่งและทิศทางของแรงจะมีผลต่อระนาบ x-y-z ดังแสดงในรูป 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Panel

FC = Force center = Center of mass for gravity and earthquake loads

FC_w = Center of exposed areas for wind loads

FORCE DIRECTION:

X = Normal to plane of panel

Y = In plane of panel horizontal

Z = In plane of panel vertical

รูป 2.5

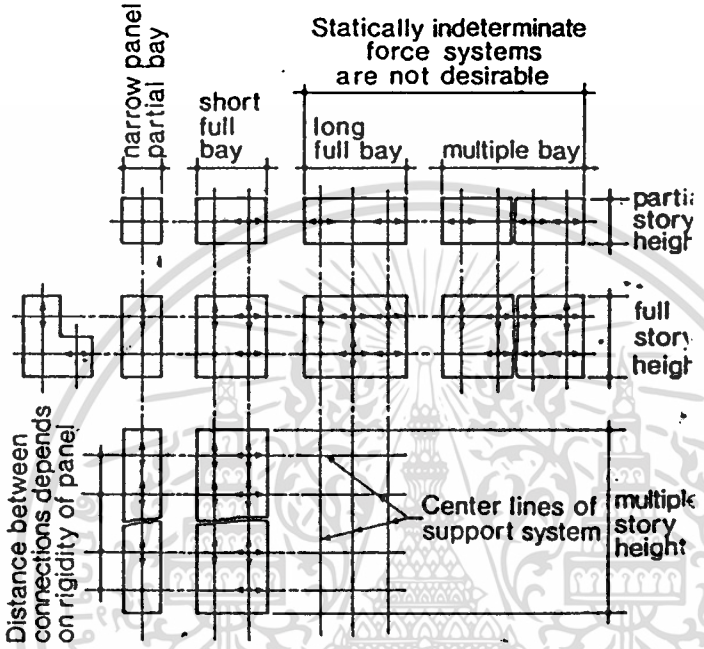
คุณสมบัติของการถ่ายแรงของตัวยึดจะอยู่ในทิศทางที่เป็นไปได้ แรงจะถูกส่งผ่านไปยังตำแหน่งโดยสัญลักษณ์ที่แสดงในรูป 2.6

Symbol	Force Transfer Possible In Direction Of			Designation Of Connection
	X	Y	Z	
┼	•	•	•	X-Y-Z Connection
╂	•	•	•	X-Y Connection
┿	•			X-Z Connection
╋	•			X Connection

รูป 2.6

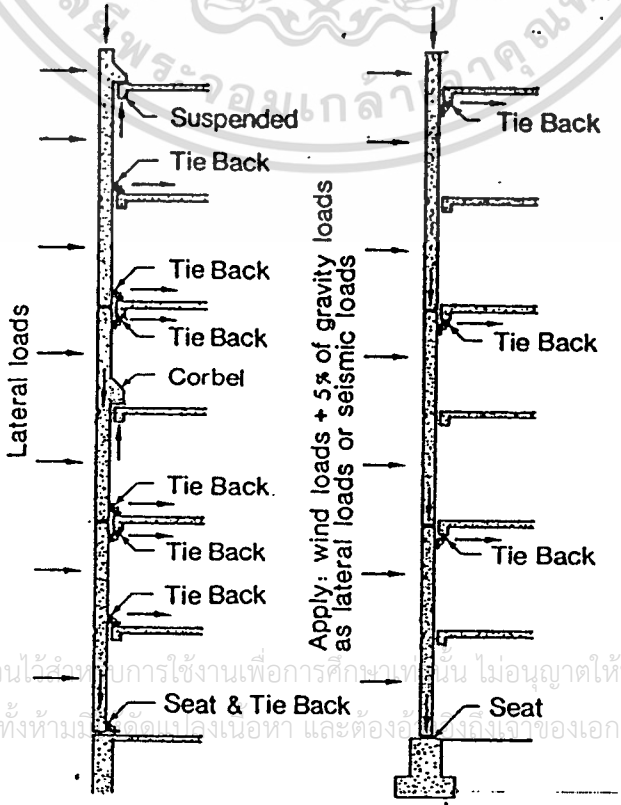
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นแสดงขนาดของระนาบและตำแหน่งถูกตัวยึด ที่ใช้หลักทางเศรษฐกิจความปลอดภัยและสถาปัตยกรรมและทางด้านวิศวกรรม ตามรูป 2.7



รูป 2.7

การออกแบบตามคำบอกของการรับน้ำหนักที่ดีเข้ามาของระนาบที่รองรับระดับขั้นที่ 1 รูป 2.8 - 2.9



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.6 การพิจารณาการออกแบบโครงสร้าง

แรงดึงดูดและตัวรับน้ำหนักขั้นสุดท้ายของตัวยึดแสดงดังรูป 2.8 และ 2.9

พิจารณาความเป็นไปได้ของระดับชั้นต่าง ๆ ของระนาบ ดังรูป 2.9

แรงจากแผ่นดินไหว

แรงจากแผ่นดินไหวต่อตัวยึด F_p

$F_p = ZIC_pSW_p$

$C_p = 2.0$

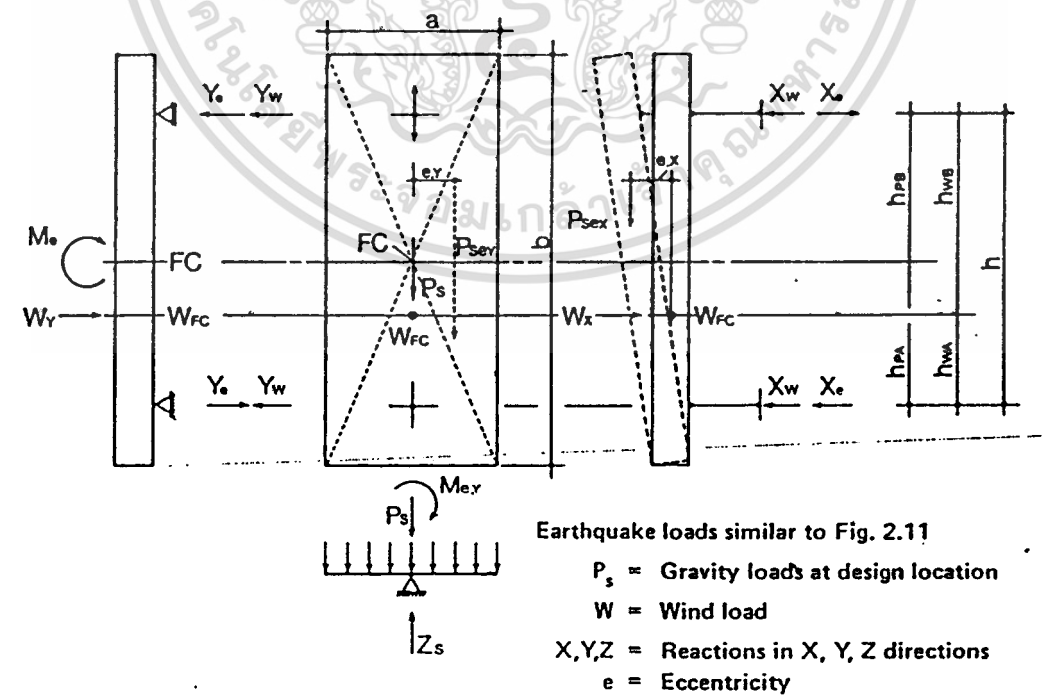
I = ตัวประสิทธิ์ของระยะเวลา

S = ค่าคงที่ของการเกิดทำทอนต่อโครงสร้าง

IS = 1 ถ้า $C_p = 2$

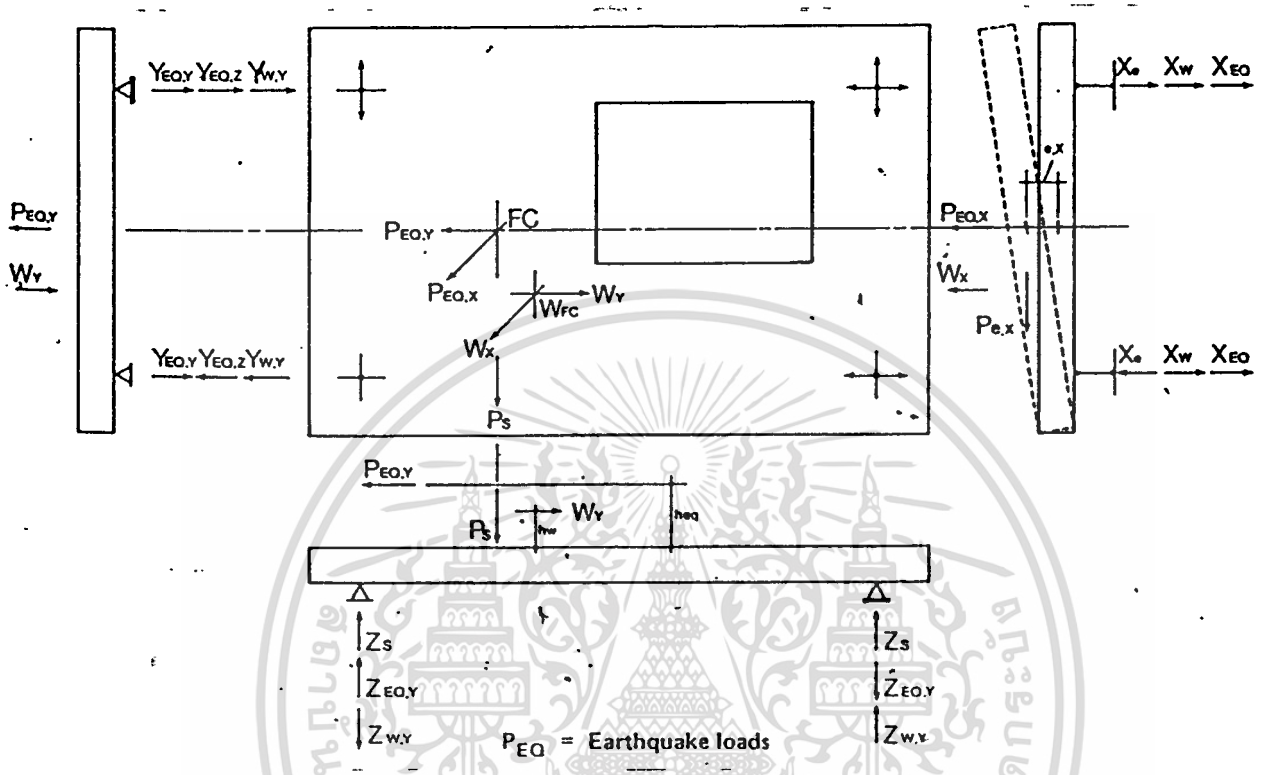
Z = ค่าความรุนแรงของการเกิดแผ่นดินไหว

W_p = น้ำหนักของระนาบ

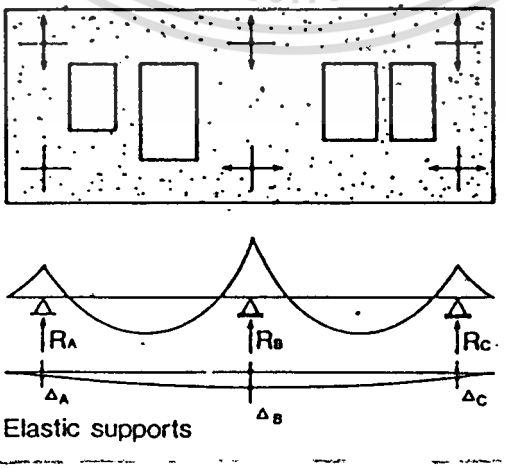


ตามรูป 2.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

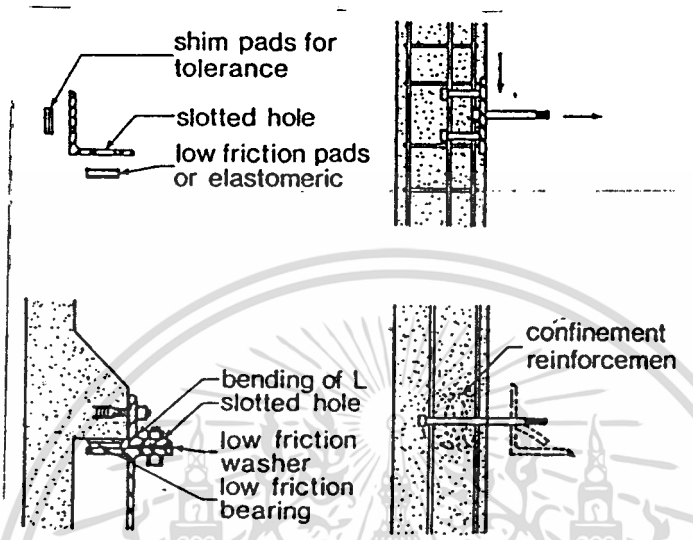


รูป 2.11



รูป 2.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

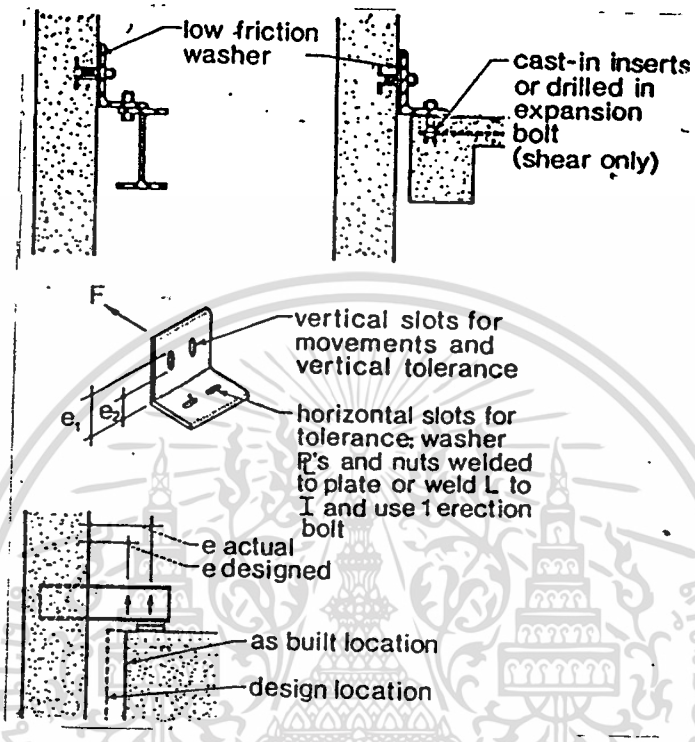


รูป 2.13

ความเค้นที่พิ่มขึ้นจากการเยื้องศูนย์

การเพิ่มความเค้นขณะที่เยื้องศูนย์ เป็นเหตุมาจากชนิดและรูปทรงของตัวยึด และจำเป็นต่อการประกอบและค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ ขนาดของตัวยึดมีผลต่อการเยื้องศูนย์ที่รองรับและจุดศูนย์ถ่วง ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดและข้อกำหนดของตัวยึดและผลจากการเยื้องศูนย์ แรงตรงบนระนาบจะทำการปรับเพื่อรวมจากแรงเฉือน-ดึง หรือแรงเฉือน-อัด และการเพิ่มโมเมนสำหรับตัวยึดเป็นไปได้จะมีโมเมนย้อนกลับจากตัวยึดกับระนาบ พิจารณาจากการประกอบในสนามสภาวะที่นี้ว่ามากก่อนที่จะรวมความผิดพลาด สำหรับการออกแบบให้ผ่าน ดูรูป 2.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.14

2.3,7 ส่วนประกอบความปลอดภัย

เราจะประยุกต์ขึ้นอยู่กับนักออกแบบตามความเหมาะสมและดุลย์พินิจดังต่อไปนี้

1. ชนิดของความเสียหาย -คอนกรีตหรือเหล็ก
2. การคาดการของน้ำหนักที่ใช้
3. ความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้น
4. ความผิดผลาดที่ยอมรับได้และการควบคุมคุณภาพของการประกอบและการก่อสร้าง
5. ความผิดผลาดที่เกิดจากมนุษย์
6. เศรษฐกิจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

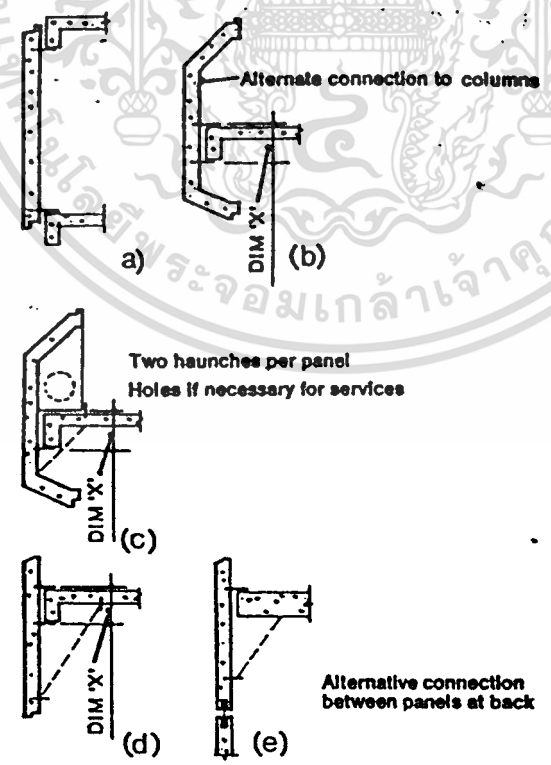
2.3.8 ค่าความผิดผลาดที่ยอมรับได้

จากการทดลองพบว่าการเพิ่มบางส่วนของแบบเพื่อรองรับระบบคือการเผื่อ การเพิ่มความน่าจะเป็นที่จะเกิดการยุบตัวในการก่อสร้าง ความยืดยุ่น การเปลี่ยนแปลงรูปร่าง สำหรับต่ำสูง การโค้งงอ และน้ำหนักที่แน่นอน มีผลต่ออุณหภูมิ การเคลื่อนที่ จำเป็นต้องนำมาพิจารณา

การแนะนำให้เผื่อ (+)(-) 1 in ก็เพื่อให้ตัวผิดเพี้ยนมีความเพียงพอสำหรับการเฉลี่ยในการสร้าง เพื่อรองรับระบบหรือการคาดหวังการเป็นมาตรฐานการการขนส่ง จะต้องการให้มีคลาดเคลื่อนได้กว้างมาก ๆ เช่น รูที่เจาะไว้สำหรับโคเวล , แผ่นเหล็กรองรับ , ระดับโบลท์ และเป็นหน้าที่ที่มียืดหยุ่นได้ใช้คุณสมบัติเหล่านี้ใช้เป็นตัวยึดในการติดตั้งผนังต่าง ๆ

2.4 ตำแหน่งของรอยต่อ

ตำแหน่งของจุดเชื่อมตามแนวนอน เป็นส่วนหนึ่งของความเหมาะสมทางเศรษฐกิจของตัวยึด ซึ่งความแตกต่างของตำแหน่งจะมีการตอบสนองตามรูปแบบที่นำแสดงในรูป 2.15



รูป 2.15

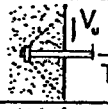
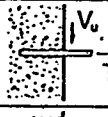
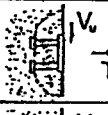
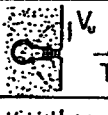
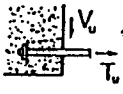
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การวิเคราะห์และการออกแบบจุดต่อ

2.5.1 ทั่วไป

การวิเคราะห์และออกแบบของตัวยึด เป็นพื้นฐานบนกฎของกลศาสตร์และความแข็งแรงของวัสดุ พื้นฐานที่ถูกต้องของการออกแบบ จะอยู่กับความเหมาะสมของขนาดและแรงนี้ส่งผ่านหรือต้านทานไว้

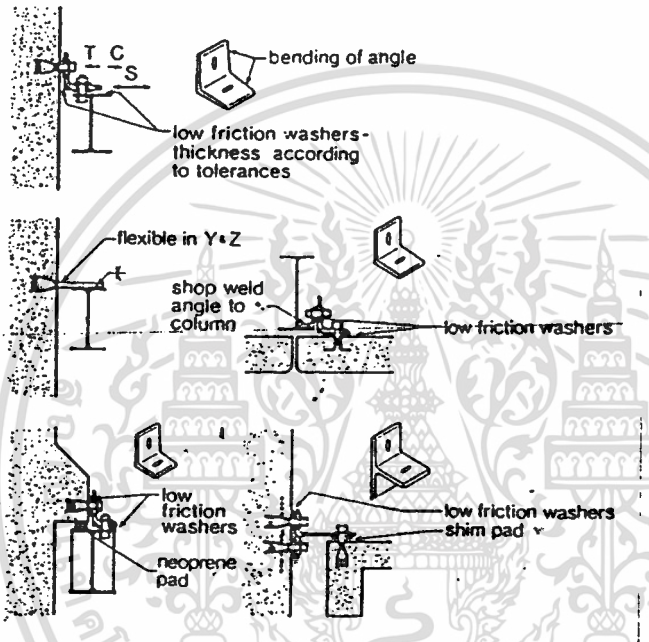
ความพังทลายของการยึดแสดงให้ดูในตาราง 2.16

Failure In:	Cladding		Connector		Support Element		
Cladding Connection Type	Concrete	Steel	Concrete	Steel	Concrete	Steel	Pads
	Cone or Wedge Bearing	Tension Shear Bending		Tension Shear Bending	Bearing	Bending Shear Web Crippling	Compression Shear
	Bond Development Friction Development	Tension Shear Bending		Tension Shear Bending	Bearing	Bending Shear Web Crippling	Compression Shear
	Cone or Wedge Weld Shear Bearing	Tension Shear		Weld Tension Shear	Bearing	Bending Shear Web Crippling	Compression Shear
	Cone or Wedge Bearing	Loop (Tension)		Tension Shear Bending	Bearing	Bending Shear Web Crippling	Compression Shear
	Splitting	Tension Shear		Tension Shear Bending	Bearing	Bending Shear Web Crippling	Compression Shear
	Shear Bearing	Tension Shear	Bearing	Shear Bending	Bearing		Compression Shear

รูป 2.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่สำคัญของแรงดึงและแรงอัดของการยึด ส่วนแรงอยู่กับการยึดรั้งซึ่งยึดหยุ่นจะไม่เคลื่อนที่ ดังรูป 2.18



รูป 2.18

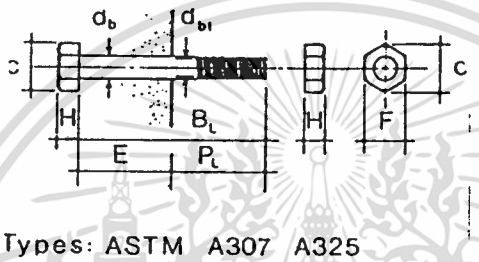
2.5.3 โบลท์, เหล็กเส้น และสตัด

โบลท์, เหล็กเส้น และ สตัด จะถูกหล่อในคอนกรีต และจะยื่นออกมาจากพื้นผิวเพื่อใช้เป็นตัวยึด ซึ่งใช้ในผนังยึดเป็นส่วนใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติทางกายภาพและการใช้งาน

คุณสมบัติและคุณลักษณะของความแข็งแรง ส่วนใหญ่ใช้ชนิดของโบลท์และพื้นที่หน้าตัดดัง ตาราง Table 2.1 และรูป 2.19



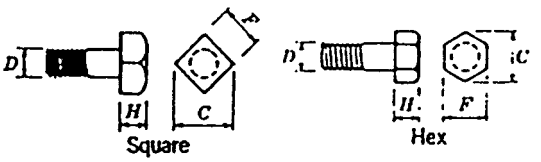
Types: ASTM A307 A325

รูป 2.19

The American National Stamdards Institure (ANS1 B1.1) มีเกณฑ์ของสลักหัวเกียวและประเภทของสลักเกลียว ที่กำหนดและความคลาดเคลื่อนที่แสดงในตาราง 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bolt heads



Bolt head dimensions, rounded to nearest 1/16 inch, are in accordance with ANSI B18.2.1—1965 (Square and Hex)

Standard Dimensions for Bolt Heads									
Diam. of Bolt D	Square			Hex			Heavy Hex		
	Width F	Width C	Height H	Width F	Width C	Height H	Width F	Width C	Height H
In.	In.	In.	In.	In.	In.	In.	In.	In.	In.
1/2	3/4	1-1/16	3/8	3/4	7/8	3/8	7/8	1	5/16
5/8	15/16	1-5/16	7/16	15/16	1-1/16	7/16	1-1/16	1-1/4	7/16
3/4	1-1/8	1-9/16	1/2	1-1/8	1-5/16	1/2	1-1/4	1-7/16	1/2
7/8	1-5/16	1-11/16	5/8	1-5/16	1-1/2	5/8	1-7/16	1-11/16	9/16
1	1-1/2	2-1/8	11/16	1-1/2	1-11/16	11/16	1-5/8	1-7/8	5/8
1-1/4	1-7/8	2-5/8	7/8	1-7/8	2-1/8	7/8	2	2-5/16	7/8

Nuts

Nut dimensions, rounded to nearest 1/16 inch, are in accordance with ANSI B18.2.2—1965.

Dimensions for Nuts												
Nut Size	Square			Hex			Heavy Square			Heavy Hex		
	Width F	Width C	Height N	Width F	Width C	Height N	Width F	Width C	Height N	Width F	Width C	Height N
In.	In.	In.	In.	In.	In.	In.	In.	In.	In.	In.	In.	In.
1/2	13/16	1-1/8	7/16	3/4	7/8	7/16	7/8	1-1/4	1/2	7/8	1	1/2
5/8	1	1-3/8	9/16	15/16	1-1/16	9/16	1-1/16	1-1/2	5/8	1-1/16	1-1/4	5/8
3/4	1-1/8	1-9/16	11/16	1-1/8	1-5/16	11/16	1-1/4	1-3/4	3/4	1-1/4	1-7/16	3/4
7/8	1-5/16	1-13/16	13/16	1-5/16	1-1/2	3/4	1-7/16	2-1/16	7/8	1-7/16	1-11/16	7/8
1	1-1/2	2-1/8	7/8	1-1/2	1-3/4	7/8	1-5/8	2-5/16	1	1-5/8	1-7/8	1
1-1/4	1-7/8	2-5/8	1-1/8	1-7/8	2-3/16	1-1/16	2	2-13/16	1-5/16	2	2-5/16	1-1/4

Screw threads

Diameter		Area			Th'ds per Inch n
Basic Major D	Root K	Gross A_D	Root A_K	Tensile Stress Area	
In.	In.	$In.^2$	$In.^2$	$In.^2$	
1/2	.400	.196	.126	.142	13
5/8	.507	.307	.202	.226	11
3/4	.620	.442	.302	.334	10
7/8	.731	.601	.419	.462	9
1	.838	.785	.551	.606	8
1-1/4	1.064	1.227	.890	.969	7

MINIMUM LENGTH OF THREAD ON BOLTS ANSI B18.2.1 — 1965						
Length of Bolt	Diameter of Bolt, D, Inches					
	1/2	5/8	3/4	7/8	1	1-1/4
To 6 in. Inc.	1-1/4	1-1/2	1-3/4	2	2-1/4	2-3/4
Over 6 In.	1-1/2	1-3/4	2	2-1/4	2-1/2	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

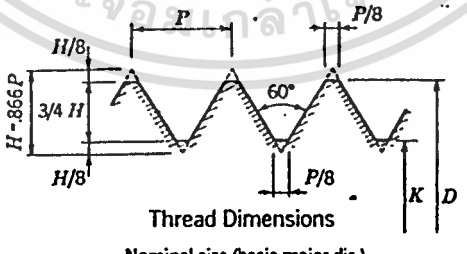
NOMINAL BOLT SIZE d_b in.	NOMINAL AREA in.²	TENSILE STRESS AREA in.²	ALLOWABLE STRESSES											
			F_y = 36			A 307			A 325F		A 325N		A 325X	
			F_t THREAD PART	F_t GROSS AREA	F_v BEARING TYPE	F_t THREAD PART	F_t GROSS AREA	F_v BEARING TYPE	F_t GROSS AREA	F_v BEARING TYPE	F_t GROSS AREA	F_v BEARING TYPE	F_t GROSS AREA	F_v BEARING TYPE
THREAD (d_{bt}) in.			22.0 ksi	22.0 ksi	10.8 ksi	20.0 ksi	20.0 ksi	10.0 ksi	44.0 ksi	12.5* ksi	44.0 ksi	21.0 ksi	44.0 ksi	30.0 ksi
			ALLOWABLE FORCES = kips											
1/2" (0.40)	0.196	0.142	3.12	4.31	2.1	2.84	3.92	2.0	8.62	2.45	8.62	4.12	8.62	5.88
5/8" (0.507)	0.3068	0.2260	4.97	6.75	3.3	4.52	6.14	3.1	13.50	3.84	13.50	6.44	13.50	9.20
3/4" (0.620)	0.4418	0.3345	7.36	9.72	4.8	6.69	8.84	4.4	19.44	5.52	19.44	9.28	19.44	13.25
7/8" (0.731)	0.6013	0.4617	10.16	13.23	6.5	9.23	12.03	6.0	26.46	7.52	26.46	12.63	26.46	18.04
1" (0.838)	0.7854	0.6057	13.33	17.28	8.5	12.11	15.71	7.9	34.56	9.82	34.56	16.49	34.56	23.56
1-1/4" (1.064)	1.2272	0.9691	21.32	30.00	13.3	19.38	24.54	12.3	54.00	15.34	54.00	25.77	54.00	36.82

ตาราง 2.1

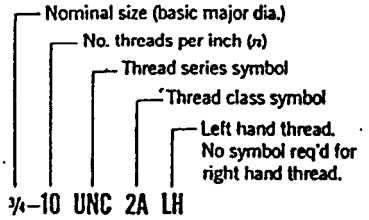
SCREW THREADS

Unified Standard Series—UNC and 4 UN

ANSI B1.1—1960



Thread Dimensions

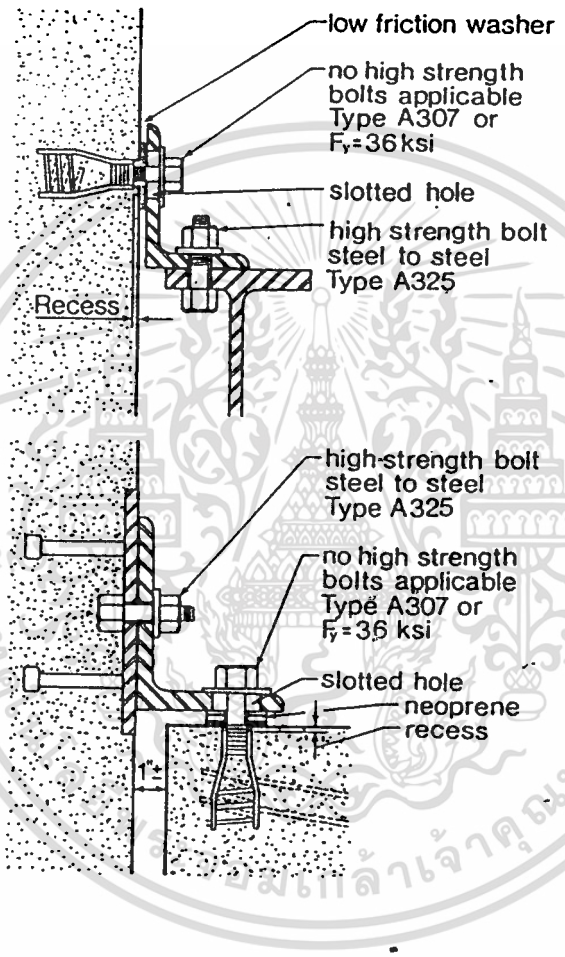


Standard Designations

รูป 2.20 ต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดและการปรับปรุงและข้อจำกัดของโครงสร้างและความแข็งแรงของโบลท์แสดงในรูป 2.21



รูป 2.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

able 2.2 Headed concrete anchors – dimensions and strengths

ANCHOR DIA. AND (AREA) in.; (in.²)	AFTER WELD LENGTH TOTAL in.	HEAD DIA. d_h in.	HEAD THICKNESS d_a in.	ANCHOR LENGTH l_a in.	P_{us} (1) kip	V'_{us} (1) kip
1/2 (0.196)	2	1	5/16	1.6875	10.60	8.83
	3			2.6875		
	4			3.6875		
	5-3/16			4.8750		
	6			5.6875		
	8			7.6875		
5/8 (0.307)	2-1/2	1-1/4	5/16	2.1875	16.56	13.80
	6-3/8			6.0625		
	8			7.6875		
3/4 (0.442)	3	1-1/4	3/8	2.6250	23.84	19.87
	4			3.6250		
	5			4.6250		
	6			5.6250		
	7			6.6250		
	8			7.6250		
7/8 (0.601)	3-1/2	1-3/8	3/8	3.1250	32.45	27.04
	4			3.6250		
	5			4.6250		
	6			5.6250		
	7			6.6250		
	8			7.6250		

(1) P_{us} and V_{us} = ultimate strength based on f_y = 54,000 psi.

Mechanical Requirements: Stud shall be made from cold drawn bar stock conforming to the requirement of the specification A108, Grades 1010, 1015, 1017, or 1020, either semi or fully-kilned.

Tensile Strength (Min.) -- 60,000 psi
Elongation (Min.) -- 20% in 2 in.
Reduction of area (Min.) -- 50%

Deformed bar anchors shall be made from cold drawn wire conforming to ASTM A496

Minimum Tensile -- 80,000 psi
Minimum Yield -- 70,000 psi

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

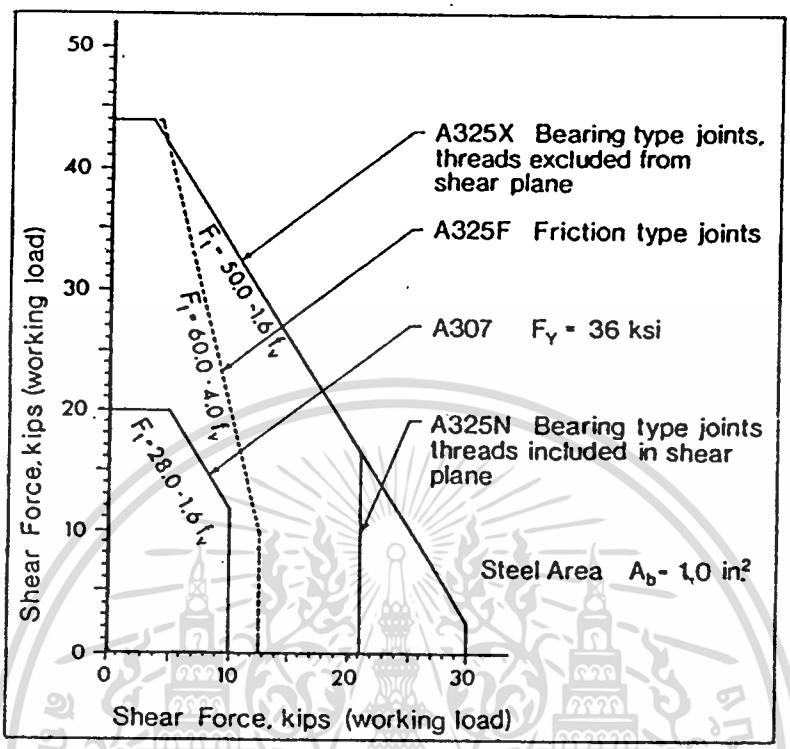
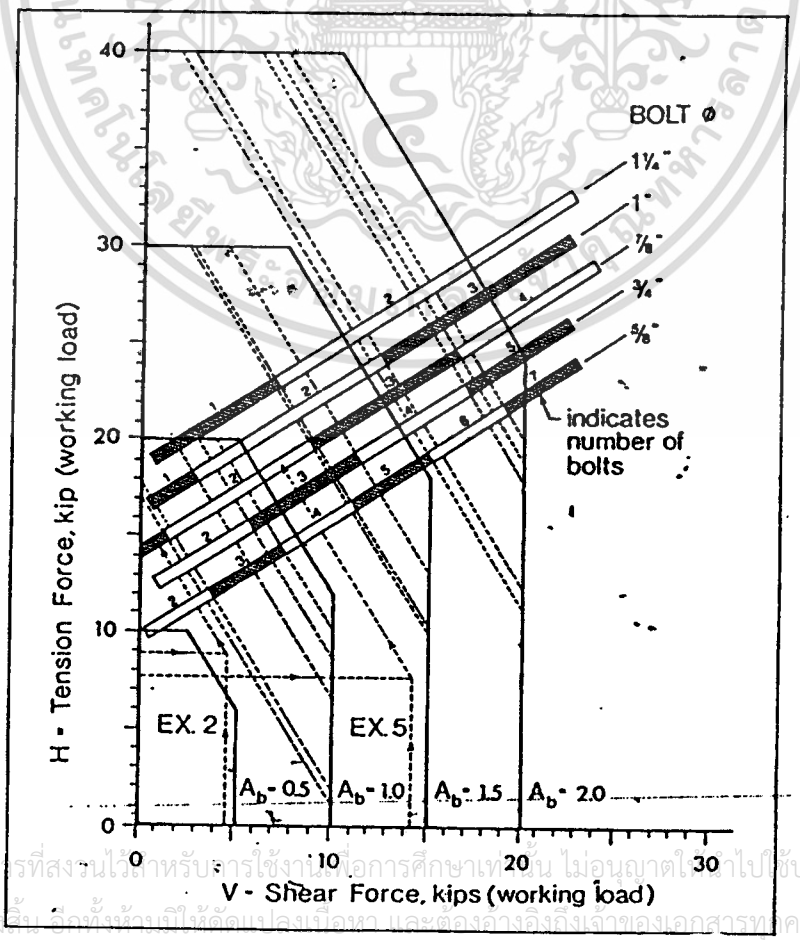


Fig. 2.23 F_y = 36 and A307 interaction diagrams — selection of size and number of bolts for combined tension and shear forces.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

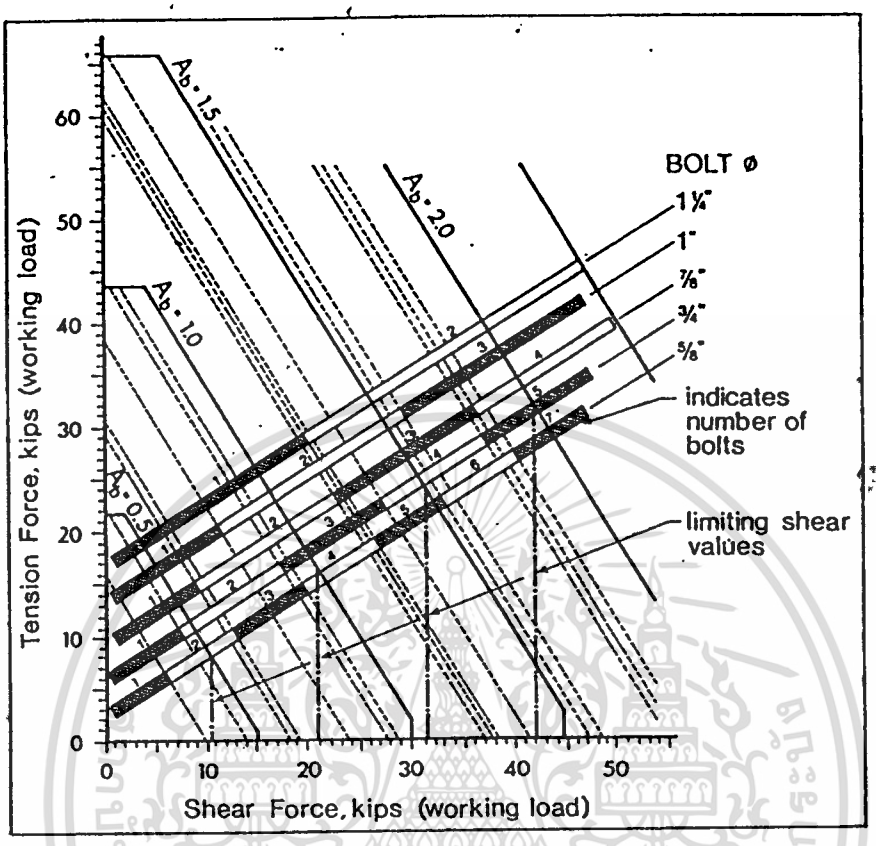
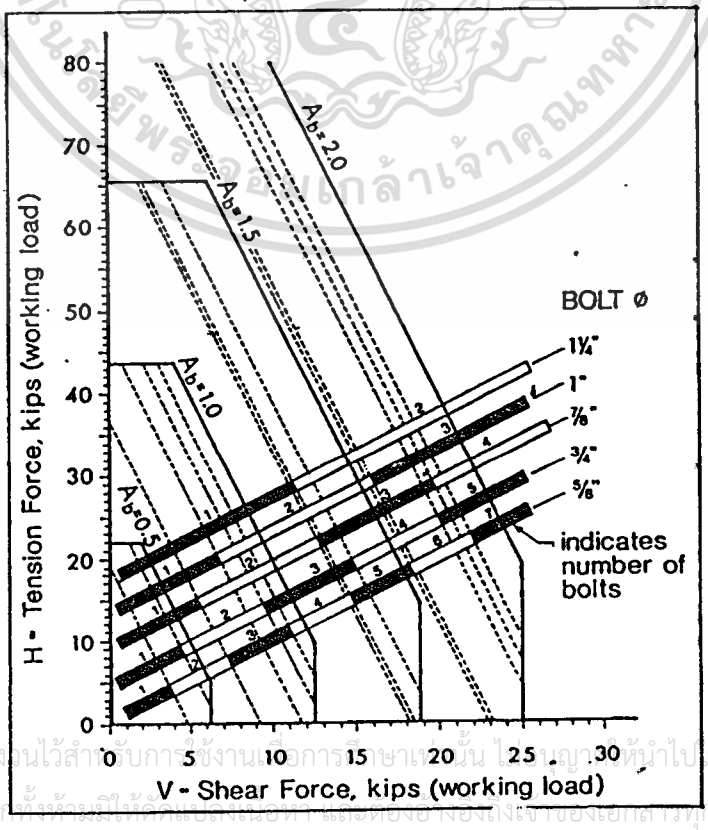
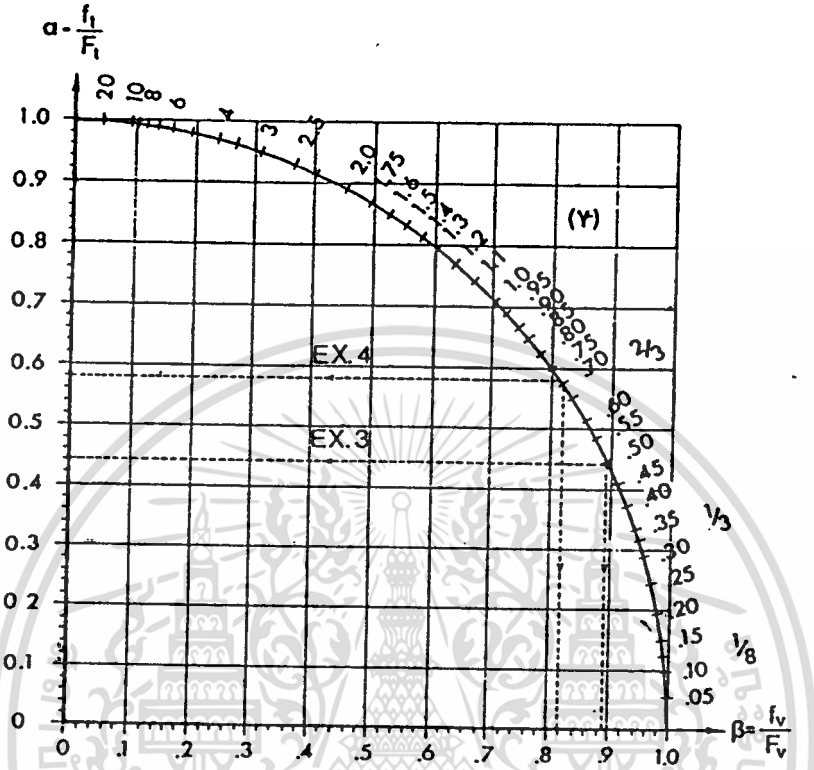


Fig. 2.25 A325F interaction diagram — selection of size and number of bolts for combined tension and shear forces.

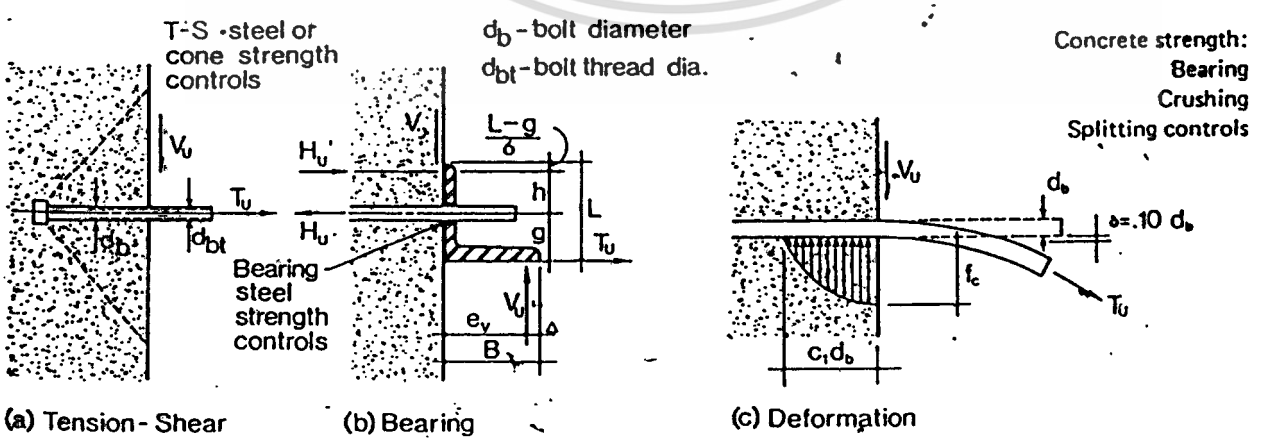


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.26

การประยุกต์แรงที่กระทำทั้งหมดจากภายนอกและแรงกระทำจากแรงดึงเป็นเหตุผลมาจากการตั้งขึ้นงานจะมีการเปลี่ยนรูปร่างของคอนกรีตบางส่วน ดังรูป 2.27



รูป 2.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเครียดที่คำนวณบนแรงดึงบนบริเวณที่เกิดความเครียด ปริมาณจะถูกแสดงดังตาราง 2.1 การป้องกันส่วนที่ไกลจากส่วนยึดระยะทางน้อยที่สุดจากด้านจากจุดศูนย์กลางของจุดไปยังอีกด้านของเหล็กที่ใช้เพิ่ม จะให้ผลออกมาดังตารางที่ 2.5

Table 2.5 Edge distances and gages for steel plates, structural sections and angles

MINIMUM EDGE DISTANCE FOR PUNCHED, REAMED OR DRILLED HOLES*** (IN.)		
BOLT DIAMETER (IN.)	AT SHEARED EDGES	AT ROLLED EDGES OF PLATES, SHAPES OR BARS OR GAS CUT EDGES**
1/2	7/8	3/4
5/8	1-1/8	7/8
3/4	1-1/4	1
7/8	1-1/2*	1-1/8
1	1-3/4*	1-1/4
1-1/4	2-1/4	1-5/8

* These may be 1-1/4 in. at the ends of beam connection angles.

** All edge distances in this column may be reduced 1/8 in. when the hole is at a point where stress does not exceed 25% of the maximum allowed stress in the element.

*** When oversized or slotted holes are used, edge distances should be increased to maintain the clear distance from edge of hole to free edge provided by distances tabulated.

USUAL GAGES FOR ANGLES, IN.														
Leg	8	7	6	5	4	3½	3	2½	2	1¾	1½	1-3/8	1¼	1
g	4½	4	3½	3	2½	2	1¾	1-3/8	1-1/8	1	7/8	7/8	¾	5/8
g_1	3	2½	2¼	2										
g_2	3	3	2½	1¾										

ตารางที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การยอมรับได้ของแรงดึงโดยตรงและแรงตัดเฉือนซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ขนาดของโบลท์ ดังตาราง 2.1 แรงดึงสุดท้ายและแรงเฉือนจากตัวแทรกสตัด และดังรายละเอียดในตาราง 2.2

ขอบเขตของการยอมรับความเครียดจากโครงสร้าง โบลท์ ของ F_y= 36, A307 และ A325 รวมถึงแรงกระทำภายในรูปที่ 2.22

รูป 2.23, 2.24, 2.25 ให้รูปแบบของแรงภายในจากผลกระทบของบริเวณเหล็ก จาก F_y = 36, A307 A325X ชนิดของ โบลท์ ซึ่งกราฟนี้มีการเลือกขนาดและเบอร์ของ โบลท์ ตามที่ต้องการ

โดยทั่วไปแรงกระทำภายในของ กราฟ แสดงในรูป 2.26 ซึ่งเป็นพื้นฐานบนความสัมพันธ์และอัตราส่วน

$$f_t = \frac{F_t}{F_v} \times (F^2 - f_v^2)$$

$$r_e = \frac{H_v \times F_v}{V_u \times F_t} = \frac{f_t \times F_v}{F_t \times f_v} = \frac{a}{b}$$

จำนวนของ โบลท์ ที่ต้องการของการออกแบบแรงดึง (T) และ แรงเฉือน (V) แล้ว สามารถกำหนดให้โดยตรงหลังจากเลือกชนิดของเหล็ก และขนาดของ โบลท์ จากสมการ

$$N = \frac{H_u E}{f_t A_t} \text{ หรือ } N = \frac{V_u E}{f_v A_v}$$ เมื่อ N = จำนวนของโบลท์

ความแข็งแรงในคอนกรีต

ความแข็งของ โบลท์ , บาร์ และ สตัด ใน คอนกรีต ที่ใช้ภายได้แผ่นสำเร็จรูป ดังนี้

1. ความเกี่ยวข้องทางความต้านทานทางกลศาสตร์ที่เป็นแรงกระทำออกมา รูปที่ 2.27a
2. ความผิดพลาดของตัวรองรับเหล็กที่จะกระทำต่อเหล็ก รูปที่ 2.27b
3. ความยึดหดของคอนกรีต
4. การรวมแรงระหว่างแรงดึงและความเคียดเฉือน รูปที่ 2.27c

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงใน โบลท์, เหล็กเส้น, หรือสตัดสามารถจำนวนได้จาก

T_u จะอยู่ในรูปของ V_u

$$T_u = \mu V_u$$

$$= V_u \left(\frac{ev+ug}{h}\right) + \mu$$

μ = function factor (ตาราง 2.20)

ความแข็งแรงต่อแรงดึงของตัวยึดสำหรับแรงเฉือนที่สามารถรับได้เต็มที่ของตัวยึดที่อยู่ ภายใน ระนาบ จะมีแรงดึงสามารถคำนวนได้จาก

$$Pu,CAP = \varnothing_c \; k4\sqrt{(f')} \; A_0$$

ที่ k = 1.00 สำหรับ คอนกรีต น้ำหนักธรรมดา

= 0.85 สำหรับ คอนกรีต ทรายน้ำนักเบา

= 0.75 สำหรับ คอนกรีต น้ำหนักเบาทั่วไป

$\varnothing_c$ = 0.65 capacity reduction factor สำหรับ คอนกรีต

$= \sqrt{2 * \pi le (le + d_h)}$

การออกแบบที่สมดุลย์ของกลายคอนกรีตแข็งสามารถทำให้เท่ากับตัวยึดแข็ง

$$Pu,CAT = \varnothing_c \; k4\sqrt{(f')} \; q A_0$$

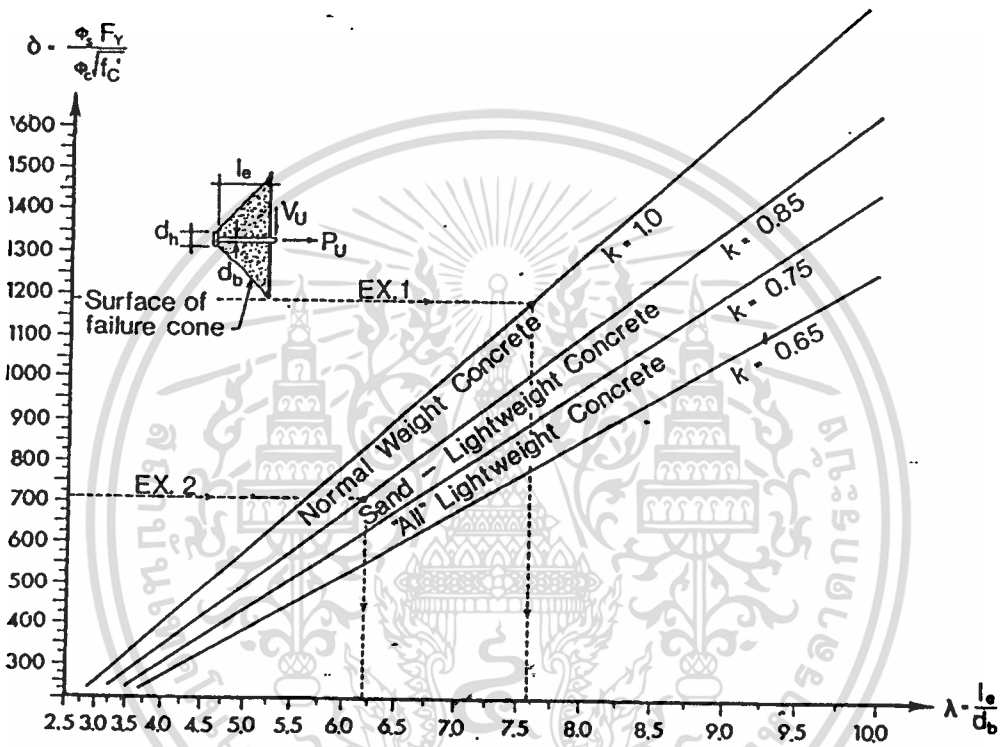
$$= \varnothing_s F_y \pi/4 (d_b^2) q$$

เมื่อ q = ปัจจัยในการลดของกลุ่มที่กระทำ (รูป 2.32)

$\varnothing_s$ = 0.90 = ความฤของการจัดปัจจัยของเหล็ก

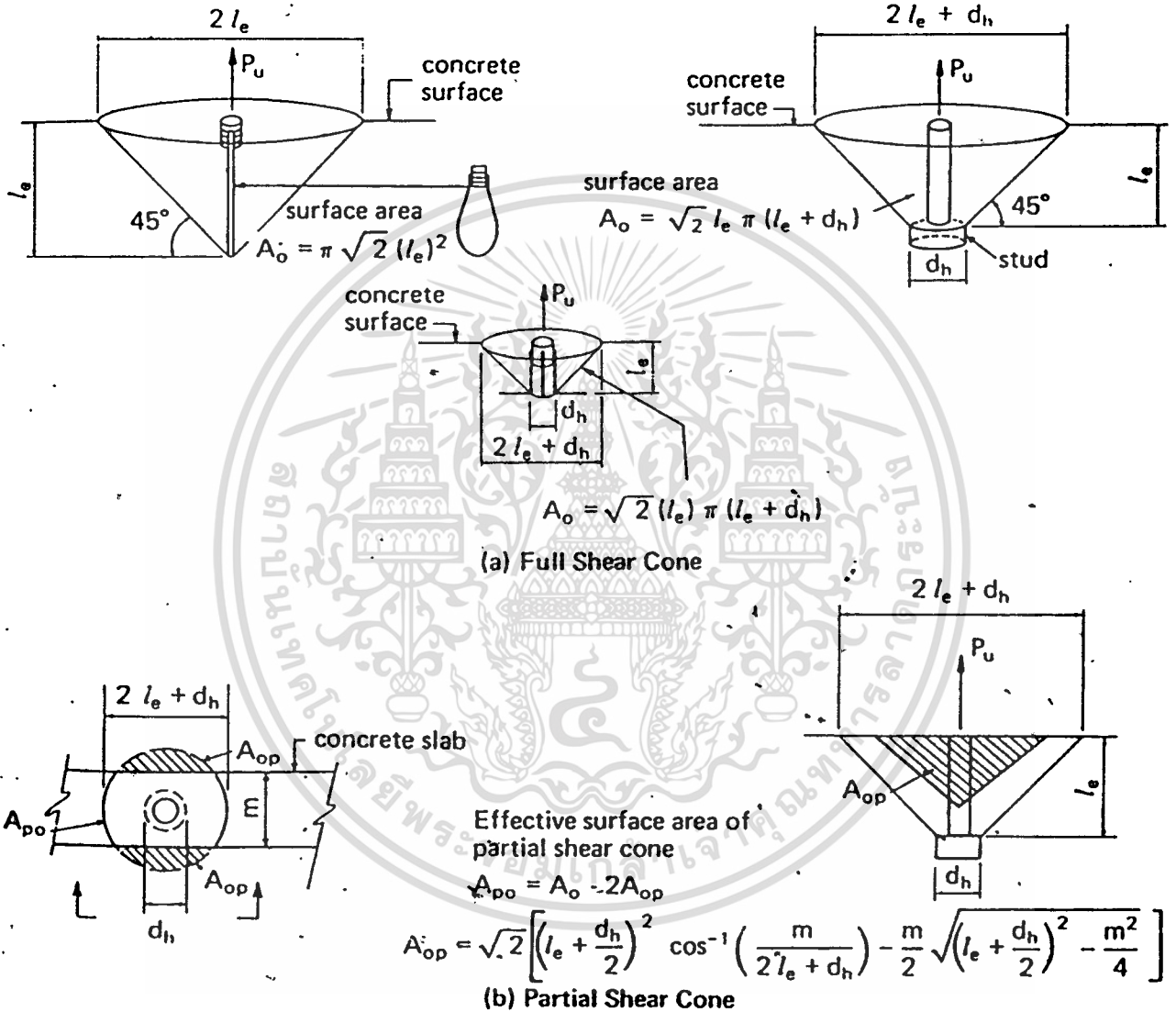
ความยาวของการฝังตัว l_e สามารถทำได้โดย รูป 2.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.29

$l_e = \lambda d_b$

$\varnothing_c$ = 0.90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\varnothing_s = 0.65$

$A = \sqrt{(2)} * \pi l_e (l_e+d_n)$ = พื้นผิวกรวย

$d_h = 2d_b$

การติดตามการคาดหมายในการผลิต

1. การขยายตัวครั้งสุดท้ายของพื้นที่ ที่สมมุติเป็น 2 เท่าของรัศมีจากแกนของรัศมี

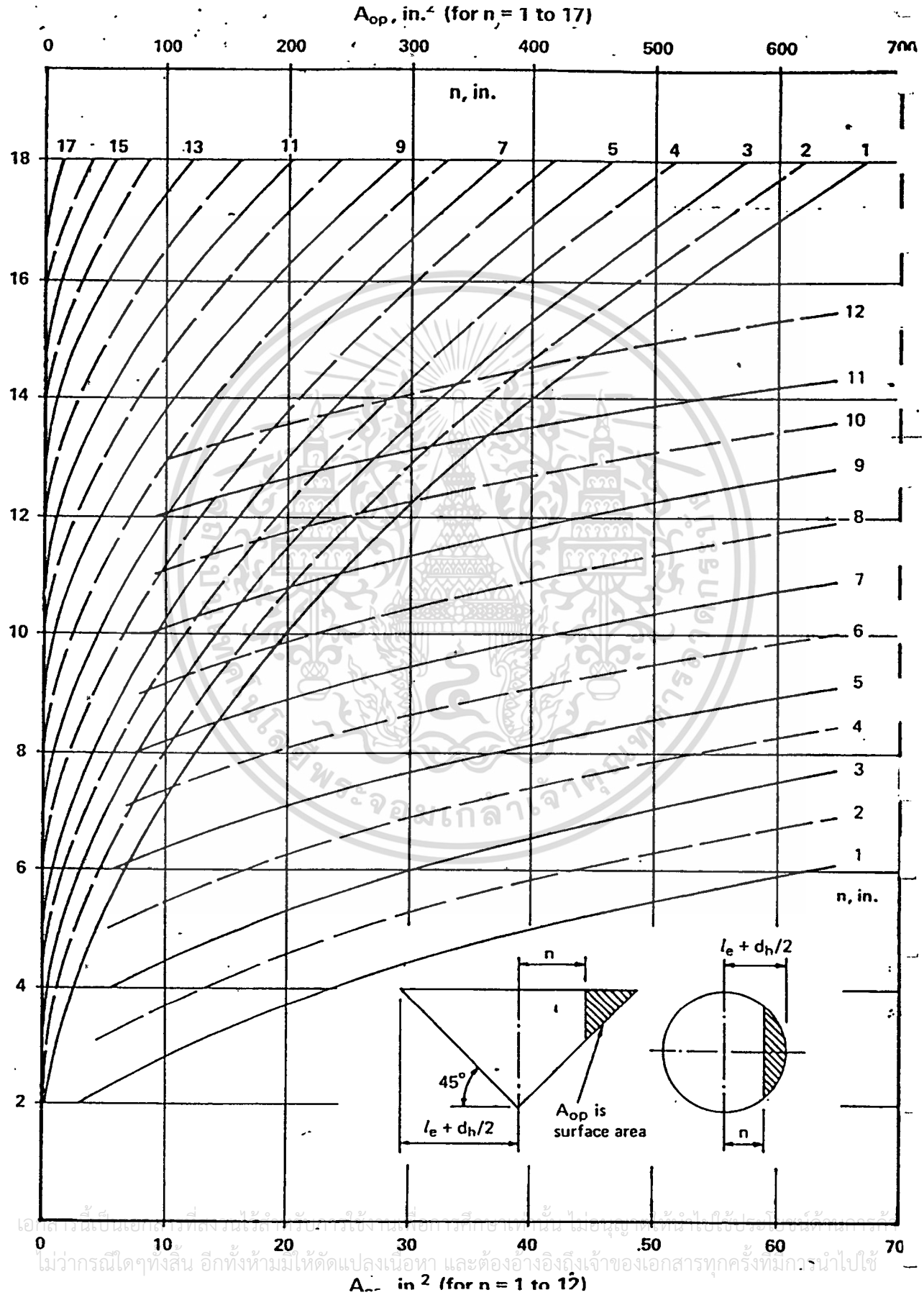
2. แรงตัดเฉือนเต็มที่ที่เคาว่าจะหลุดถ้าระยะทางระหว่าง ตัวยึด เท่ากับหรือมากกว่า $2l_c+d_n$ และถ้าขอบของระยะทางที่เท่ากับหรือมากกว่า $((l_e+d_n) / 2)$

3. สำหรับโบลท์ ที่เป็นห่วงมาตรฐานหรือคาน แรงตัดเฉือนที่สามารถเกิดขึ้นถ้าโบลท์ หรือแรงยึดที่ไม่สามารถควบคุมได้

ความแข็งแรงต่อแรงดึงของตัวยึดที่สามารถรับแรงแอนได้บางส่วน

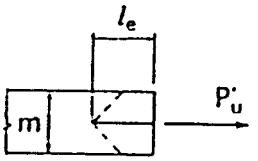
ถ้าระยะทางระหว่าง ตัวยึด ไม่พอเพียง จะทำให้การปรับปรุงแรงตัดเฉือนที่เต็มที่ (รัศมีของกรวยที่คาดไว้ $2l_c+d_n$ จะดึง ตัวยึด อาจจะด้านทานโดยสัดส่วนโดยตรงของอัตราส่วน ของการลดพื้นที่ผิวของบางส่วนของแรงตัดเฉือนไปยังบริเวณแรงตัดเฉือนเต็มที่) การตอบสนอง ของการลดบริเวณแรงตัดเฉือน จะให้ดังรูป 2.30 และ 2.31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

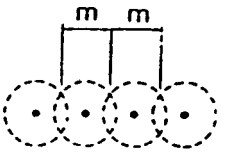


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Both Sides of Shear Cone Not Developed



Case 1



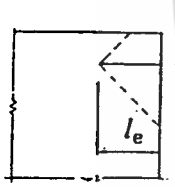
Case 2

Interior studs or inserts in a group.

$m < 2\,l_e$

m (in.)	l_e = 2.5"	l_e = 4"	l_e = 6"	l_e = 8"	l_e = 9"	l_e = 12"	l_e = 15"	l_e = 18"
3	0.72	0.47	0.31	0.24	0.21	0.16	0.13	0.11
4	0.90	0.61	0.42	0.31	0.28	0.21	0.17	0.14
5	1.0	0.74	0.51	0.39	0.35	0.26	0.21	0.18
6	1.0	0.86	0.61	0.47	0.42	0.31	0.25	0.21
7	1.0	0.95	0.70	0.54	0.48	0.37	0.29	0.25
8	1.0	1.0	0.78	0.61	0.55	0.42	0.34	0.28
9	1.0	1.0	0.86	0.68	0.61	0.47	0.38	0.31
10	1.0	1.0	0.92	0.74	0.67	0.51	0.42	0.35
11	1.0	1.0	0.97	0.80	0.73	0.56	0.46	0.38
12	1.0	1.0	1.0	0.86	0.78	0.61	0.50	0.42
13	1.0	1.0	1.0	0.91	0.83	0.65	0.53	0.45
14	1.0	1.0	1.0	0.95	0.88	0.70	0.57	0.48
15	1.0	1.0	1.0	0.98	0.92	0.74	0.61	0.51
16	1.0	1.0	1.0	1.0	0.96	0.78	0.65	0.55
17	1.0	1.0	1.0	1.0	0.98	0.82	0.68	0.58
18	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.86	0.72	0.61

One Side of Shear Cone Not Developed



$n < l_e$

Case 1

Case 2

Exterior studs or inserts in a group

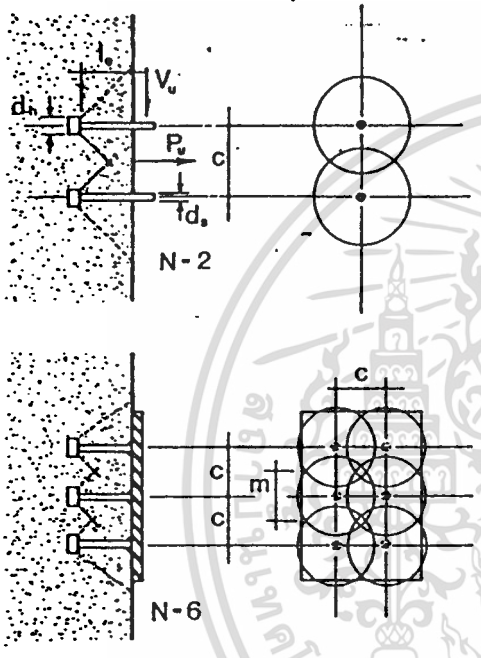
$n < l_e$

n (in.)	l_e = 2.5"	l_e = 4"	l_e = 6"	l_e = 8"	l_e = 9"	l_e = 12"	l_e = 15"	l_e = 18"
1.5	0.85	0.73	0.66	0.62	0.60	0.58	0.56	0.55
2	0.95	0.80	0.71	0.66	0.64	0.61	0.58	0.57
2.5	1.0	0.86	0.75	0.70	0.67	0.63	0.60	0.59
3	1.0	0.93	0.80	0.73	0.71	0.66	0.63	0.61
4	1.0	1.0	0.89	0.80	0.77	0.71	0.67	0.64
5	1.0	1.0	0.96	0.87	0.83	0.76	0.71	0.67
6	1.0	1.0	1.0	0.93	0.89	0.80	0.75	0.71
7	1.0	1.0	1.0	0.97	0.94	0.85	0.79	0.74
8	1.0	1.0	1.0	1.0	0.98	0.89	0.82	0.77
9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.93	0.86	0.80
10	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.96	0.89	0.83
11	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.99	0.92	0.86
12	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.95	0.89
13	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.97	0.92
14	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.99	0.94
15	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.96
16	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.98
17	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.99
18	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 2.31

การเพิ่มกลุ่มของปัจจัยที่ลดค่า q, จะแสดงดังรูป 2.32



Group Reduction Factors

N	q
2	.94
3	.88
4	.82
5	.76
6	.70
7	.64
8	.58
9	.50

where q = group reduction factor

For use with Fig. 2.23: Pullout capacity
Fig. 2.30: Reduced cone areas
Fig. 2.33: Minimum edge distance for full cone capacity

รูป 2.32

การตอบสนองแรงดึงที่เป็นไปได้ ตามสมการ

$$\phi P_{u,CAP} = \phi_c \, k4\sqrt{(f')} \, q \, A_{op}$$

$$= \phi_s F_y \, \pi/4 \, (d_b^2) \, q$$

A_{op} เป็นบริเวณบางส่วนของกรวยทรงตัดเฉือน, q = กลุ่มที่ลดปัจจัย ดังรูป 2.32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความแข็งแรงต่อแรงดึงและแรงเฉือนของตัวยึด

การอธิบายโดยทั่วไปสำหรับการรวมแรงดึง (P_u) และแรงตัดเฉือน (V_u) แรงกระภายในของคอนกรีตของจำนวนตัวยึด จะทำได้โดยสมการ

$$\left(\frac{P_u}{P_u,CAP}\right)^n + \left(\frac{V_u}{V_u,CAP}\right)^n \leq N_n$$

เมื่อ N = จำนวนของตัวยึด

n = โค้งที่ดีที่สุดกำหนดระดับ = 5/3

P_u และ V_u = แรงประลัยที่ใช้ในการออกแบบ

P_u,CAP และ V_u,CAP = แรงดึงและแรงเฉือนประลัยของคอนกรีต

เมื่อใช้ระดับ n = 5/3 จะทำให้เราได้

$$\left(\frac{P_u}{P_u,CAP}\right)^n + \left(\frac{V_u}{V_u,CAP}\right)^n \leq 1$$

ความแข็งแรงของตัวยึดบริเวณขอบ

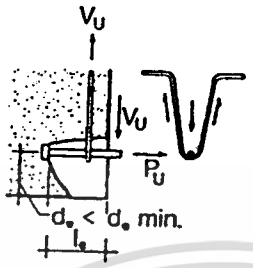
แรงดึงประลัยของตัวยึด ตำแหน่งจะอยู่ใกล้ขอบของแผ่น สามารถกำหนดได้จากสมการ

$$PU, CAP = \phi_c K4 \sqrt{f_c'}\, A_{op} q$$

$$= \frac{\phi_s F_y \pi (d_b)^2 q}{4}$$

ถ้า d_e , demin แรงตัดเฉือนที่สมบูรณ์จะต้องส่งผ่านโดยท่อหิ้วเหล็กเสริม ภายในคอนกรีตใน ส่วนภายนอกโดยคาดว่าตรวจแรงตัดเฉือนดังรูป 2.34

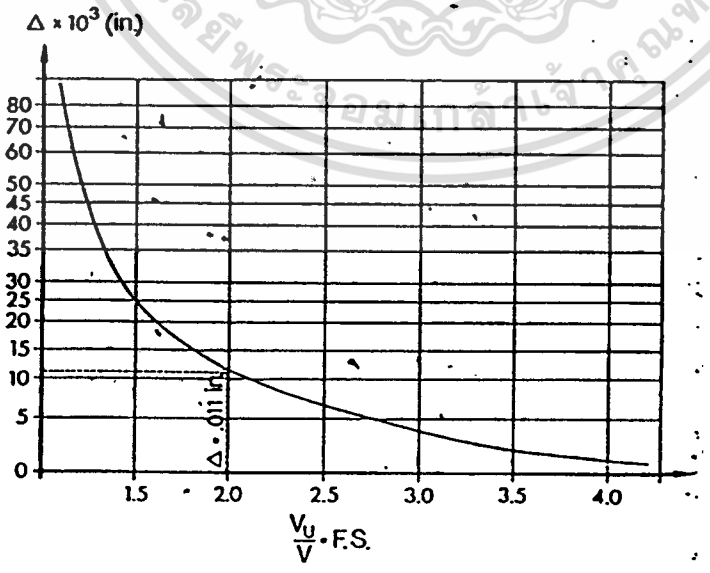
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.34

ความแข็งแรงต่อการรองรับและการเปลี่ยนรูปร่าง

การเปลี่ยนแปลงของตัวยึดที่ยื่นออกมาระหว่างที่แรงตัดเฉือนเป็นเหตุให้ตัวรองรับแสดงความเครียด ณ สุดสัมผัสพิจารณา 2 มิติ สภาวะความเครียดและขอบเขตโดยความสัมพันธ์ของพื้นที่ส่วนใหญ่ของ คอนกรีต รอบ ๆ ที่ผิวสัมผัส ความผิดพลาดอาจเกิดขึ้นได้ถ้าแรงเฉือนเกิดจากความสามารถที่รองรับได้ของคอนกรีตแข็ง สภาวะที่มีความแข็งสุดท้ายในการค้นคว้าถ้าการเปลี่ยนแปลงประมาณ 10% จากรัศมีของตัวยึด การเปลี่ยนแปลงจากการถ่ายน้ำหนักแสดงดังรูป 2.35



รูป 2.35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

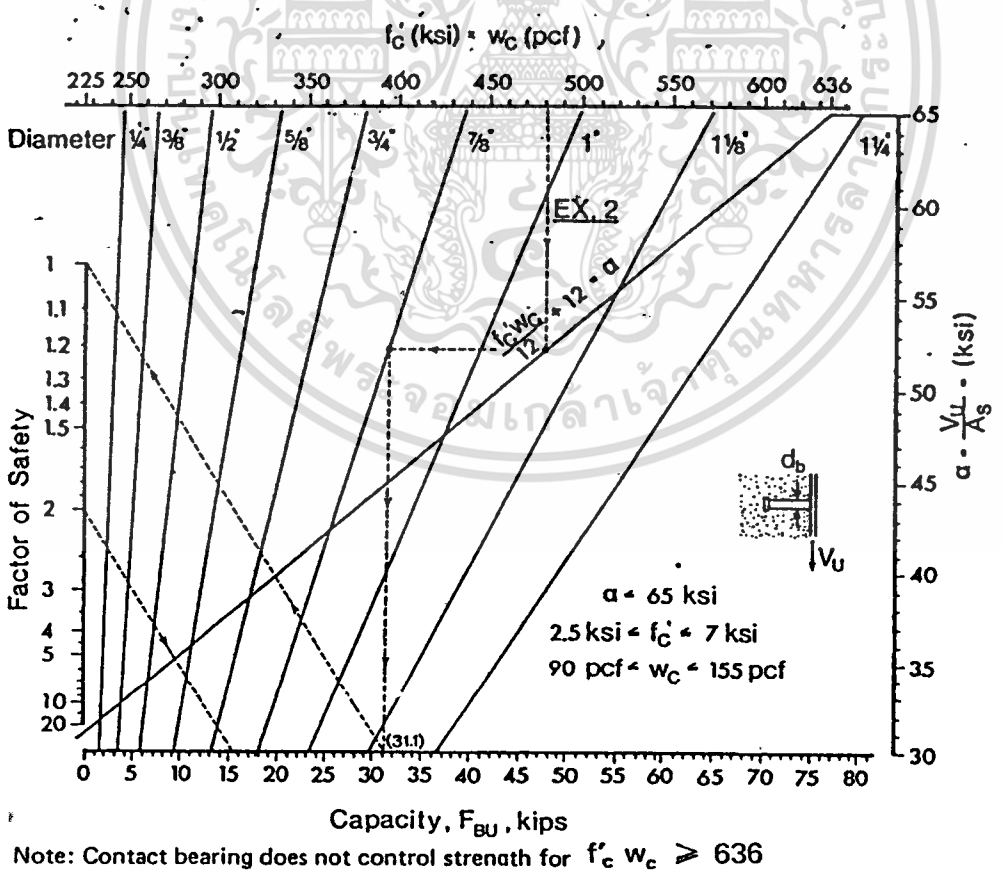
ความสัมพันธ์ของแรงในการเปลี่ยนแปลงรูปร่างตามรูป 2.35 เป็นผลจากการทดสอบจำนวนของการเคลื่อนที่โดยประมาณของแผ่น ซึ่งผลที่เป็นไปได้ของรอยต่อที่กวางและช่วยในการหาค่าพฤติกรรมของรอยต่อเนื่องจากแรงแผ่นดินไหว

การเคลื่อนในนิ้ว

เมื่อ $V_u = 1.01$ ดังนั้น 1/5 in.

$$a = \frac{f_c' w_c}{12} + 12 \leq 65$$

จากสมการนี้จะให้กราฟดังรูป 2.36



Note: Contact bearing does not control strength for $f'_c\ w_c \geq 636$

รูป 2.36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.4 ตัวแทรก

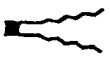
การแทรกเข้าไปในคอนกรีต ประกอบไปด้วยตัวยึด และถ้าเชื่อมด้วยโบลท์ ดังรูป 2.37 การทดสอบและประสบการณ์ชี้ให้เห็นว่าการติดตามสภาวะการควบคุมความแข็งท้ายสุด

1. การดึงออก (ทั้งรับแรงเฉือนเต็มที่หรือบางส่วน) รูป 2.38, 2.39, 2.40, 2.41, 2.42
2. การแตกของคอนกรีต คอนกรีตที่แตกจากความผิดพลาดอาจเกิดขึ้นถ้าตัวแทรกที่ติดอยู่กับขอบ ถ้าระยะทางจากขอบน้อยกว่า d_e ดูรูปที่ 2.33 และ 2.34 ควรมี การใช้เหล็กเสริม
3. สตัดหรือการเชื่อม ของจุดต่อเกิดความเสียหาย คือถ้าพันธะและแรงเฉือนของคอนกรีตมากกว่าความแข็งแรงของสตัดหรือการเชื่อม ซึ่งอาจเกิดขึ้นเสมอเหล็กเหนียวกว่าความเปราะของคอนกรีต
4. พันธะ ความผิดพลาดทางด้านพันธะชี้ให้เห็นถึง คอนกรีต คุณภาพต่ำ ความไม่แห้งหรือความไม่พอเพียงในการฝังความยาว ดังนั้นในกรณีนี้ความผิดพลาดจะควบคุมไม่ได้
5. จุดต่อ เป็นที่ยอมรับทั่วไปของความผิดพลาดและความแข็งของตัวยึด สามารถ กำหนดในการแนะนำ การออกแบบควรจะมีการแทรกให้ดำเนินไปตามขั้น

ชิ้นส่วนของตัวยึด

ตัวยึด จะประกอบด้านการค้ำยันของความหนาที่หลายแบบและพื้นฐาน หรือไม่มีการเพิ่มตัวยึดสุดท้าย เหมือนกับการเปิดเป็นเกลียวเปิด ดังรูป 2.37

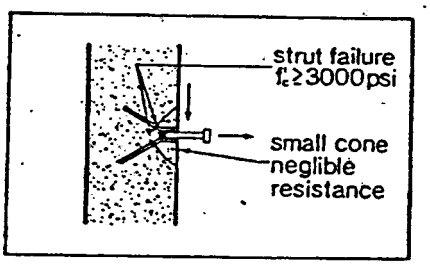
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Type of Insert	Anchorage Element	Connection Element	Connector	Preferred Use	Notes
	Strut — Long	Coil or Ferrule	Bolt	Thick Sections	
	Strut — Cross	Ferrule	Bolt	Thin Sections	Min. 1 in. Concrete Cover
	Loop — Straight	Coil or Ferrule	Bolt	Thick Sections	
	Loop — Flaired	Coil or Ferrule	Bolt	Thick Sections	
	Loop — Bend Strut — Bent	Coil or Ferrule	Bolt	Thin Sections	Min. 1 in. Concrete Cover
	Strut-Open Coil	Coil	Bolt	Thick Sections	
	Screw Anchor	Open Coil	Cold Rolled Anchor Bolt Special Thread	Thick Sections	Min. $l_e = 10d_b$ Not for Load Reversals
	"Cast" Inserts	Ferrule	Bolt	Thin Sections	Min. 1 in. Concrete Cover
	Loop-Struts	Wedge-Nut	Bolt	All Sections	

รูป 2.37

การต้านทานที่มีส่วนช่วย ดึงที่อาจจะตัดออกได้ดังรูป 2.39

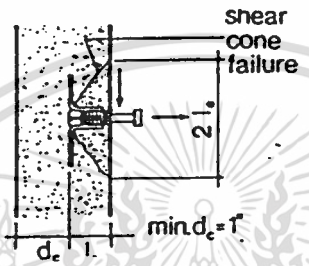
Fig. 2.39 Strut insert failure condition



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 2.39

การควบคุมความแข็งมาจากเหล็กที่แข็งจากการรองรับ จุดยอดของกรวยแรงตัดเฉือนสามารถคาดหมายตำแหน่งที่แสดงในรูป 2.39 และ 2.42



รูป 2.42

ความแข็งแรงสามารถกำหนดความต้านทานทำได้จากสมการ

$$P_u = A_s F_n$$

กราฟการตอบสนองจากสมการที่พัฒนาจากตัวยึดหัวของโบลท์, เหล็กเส้น หรือ สตัด ตัวยึดตามตาราง 2.3 ซึ่งให้ขนาดของการค้ำยันและความแข็งแรง

ค่าน้อยที่สุดของระยะทางของของ d_e min ที่ให้ในรูป 2.3 ควรจะมีความแน่นอนหรือการอนุญาติให้มีการหิ้วแสดงในรูป 2.34

ชิ้นส่วนของตัวยึด

การจัดของตำแหน่งหรือที่ใกล้บริเวณผิวหน้าของระนาบและความแข็งที่ถูกควบคุมโดยตัวรองรับความเครียดประลัยที่สามารถเป็นไปได้ดังรูป 2.36 เมื่อรัศมีของโบลท์ สามารถแทนด้วย

d_c = รัศมีภายนอกของปลอกโลหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวยึด

หัวเชื่อมที่เป็นโบลท์ จะมีขนาดมาตรฐานเกลียวหรือแกนเกลียวด้วยเครื่อง NC คุณสมบัติของแข็งของโบลท์ แสดงในหัวข้อ 2.5.3

2.5.5 ตัวแทรกและช่องตัวแทรก

ตัวแทรกภายในแต่ละชนิดแสดงในรูป 2.43 ทำมาจากเหล็กคัดแปลง ซึ่งประกอบด้วย ตัวยึด ซึ่งควรใช้ตามคำเตือน เมื่อเชื่อมกับผนังของโครงสร้างตัวแทรกภายในใช้ประมาณ 1 นิ้ว ถ้าอาจจะขึ้นอยู่กับตำแหน่งและความแน่นของ โบลท์ภายใต้การแทรกสามารถกำหนดความแข็งแรงได้ (รูป 2.42)

แรงตัดเชื่อมท้ายสุดสามารถคำนวณได้จาก

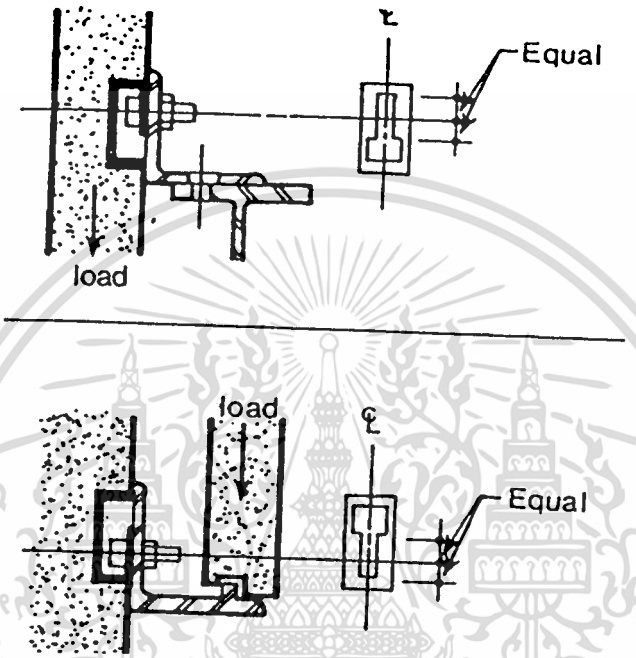
$$V_{uc}' = \phi\, 5000 \,(2.5 - (l_v / l_i))$$

โดยที่ $\phi = 0.85$

ปัญหาของตัวแทรกจากตัวแทรกภายในและการจะทำให้ดีขึ้นโดย

1. ตัวแทรกจะต้องทำให้ถูกต้อง
2. ตัวแทรกจะต้องทำให้สมบูรณ์ตามลำดับ
3. การไม่ตรวจตราความแน่นของหัวเกลียวจากการสร้างแผ่นคอนกรีต
4. ตัวแทรกที่ละเอียดมาก ๆ จะต้องไม่แน่นหรือหลวมเกินไป
5. การยึดที่ไม่สามารถต้านทานแรงจากการหดหรือแรงจากแผ่นดินไหว การยึดของผนังจะต้องรองรับโครงสร้างควรจะไม่ทำด้วยการ เชื่อมตัวแทรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.7 ตัวยึดโคเวล

การยึดแบบโคเวล หรือ ตัวยึดแบบ โคเวล-เฉือน จะช่วยรองรับโครงสร้างและผนังอื่นสามารถแก้ปัญหาทางด้านเศรษฐกิจด้วย ความกว้างของ โคเวล ในการดึงหรือแรงตัดเฉือนขึ้นอยู่กับความยาวของก่ารฝังตัว และพันธะการยึด ตำแหน่งของปูนเข้าไประหว่างการสร้าง, ตัวยึดโคเวล ปกติในการสร้างที่มีต้นทุนต่ำและจะต้องพิจารณาว่าระนาบใด ที่หลังจากเริ่มจากกลุ่มของการฉีดอัดปูนเข้าไปอาจจะไปทำลายการยึดตัวของโคเวล และลดความแข็งแรงของตัวยึด

ซีเมนต์ เก๊าส์และ โคเวล

เหล็กเสริมเบอร์ 6 และเล็กกว่านี้อาจจะถูกผังในช่องโคเวลและเก๊าส์ เพื่อให้ยึด สำหรับแรงดึง, แรงยึดหรือแรงเฉือนในตัวยึด กาหาความยาวที่ฝังตัวสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$le = \frac{A_b f_y}{\varnothing \sum_0 (1200)}$$

ที่ le = ความยาวในการฝังตัวเป็นนิ้ว

A_b = พื้นที่ของเหล็กเส้น เป็น $(นิ้ว)^2$

f_y = ความแข็งแรงที่จุดลากของเหล็กเส้น

$\sum_0$ = perimetes ของเหล็กเส้นเป็น in

$\varnothing$ = 0.85

คำแนะนำคำเตือน

1. คอนกรีตที่ทับเหล็กเสริมควรจะหนา 3 นิ้ว
2. ควรจะปฏิบัติตามรายละเอียด ด้านข้างของกระเปาะควรจะหยาบ และต้องปลอดจากน้ำมัน คอนกรีตเสียหรือฝุ่น เพราะได้เกิดผลกับการเก๊าส์รอบ ๆ คอนกรีต
3. วัสดุเก๊าส์ ควรจะไม่หดตัวและคืพ ควรจะมีแรงกดอย่างน้อย 4,000 psi
4. ข้อจำกัดของเหล็กเสริม ประกอบด้วยเกลียว ควรมีพื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$A_{sh} = \frac{A_b f_y}{\mu f_{y_s}}$$

f_{y_s} = จุดแข็งคลากของเหล็กเสริม

5. l_e ควรจะไม่น้อยกว่า 8 นิ้ว

รูป 2.50 ให้การประยุกต์ความยาวสำหรับโคเวล สำหรับแรงอัดและแรงดึง ที่ใช้ระดับเหล็ก 40 ksi และ 60 ksi

อีฟอกซ์ เก๊าส์และ โคเวล

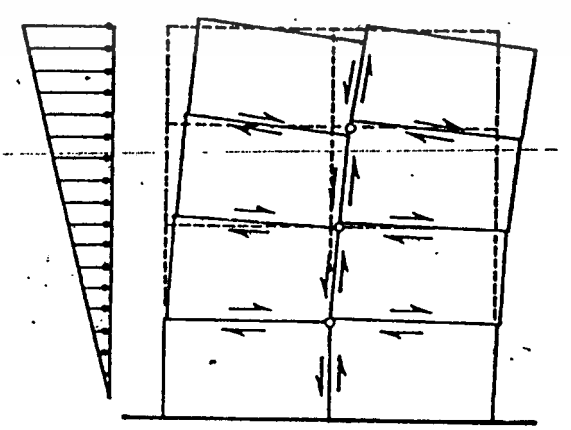
อีฟอกซ์ สามารถใช้ได้กับ ตัวยึดแบบ โคเวล, โบลท์, บาร์ หรือรูปทรงที่คล้าย ๆ กัน ภายในคอนกรีต ความแข็งของอีฟอกซ์-เก๊าส์ ประมาณ 2-4 เท่าของแรงดึงและ 10-15 เท่า ของแรงดึงของซีเมนต์-เก๊าส์ ถ้าโคเวลที่ติดตั้งอยู่ในช่องแนวราบจะต้องใช้ อีฟอกซ์ที่มีความหนืด หรือรูจะต้องรองรับกลไกของโบลท์ และความคันจากการยึด

รูที่ทำไว้ควรจะกว้างและพื้นที่ผิวที่เปียกควรจะมีความสอดคล้องพร้อมที่จะใช้ได้ การติดตั้งโคเวล จะไม่ทำในบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 40 F การดูแลเป็นพิเศษและการติดตั้งโดยรวดเร็ว อีฟอกซี ที่มีความหนืดจะต้องใช้ภายใต้อุณหภูมิที่คอนกรีต อยู่ระหว่าง 40-60 F การผสมส่วนประกอบและการติดตั้งของอีฟอกซี จะต้องแน่นตามคำสั่งและคำแนะนำให้ใช้ตามคำสั่งการทำที่ให้มา

2.6 ชนิดของรอยต่อสำหรับผนังรับแรง

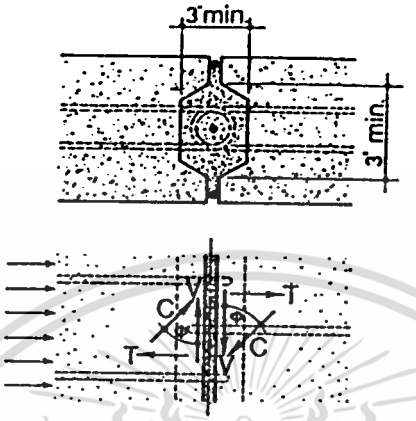
2.6.1 ชนิดของรอยต่อ

- รอยต่อแบบจุดหมุน รูปที่ 2.86

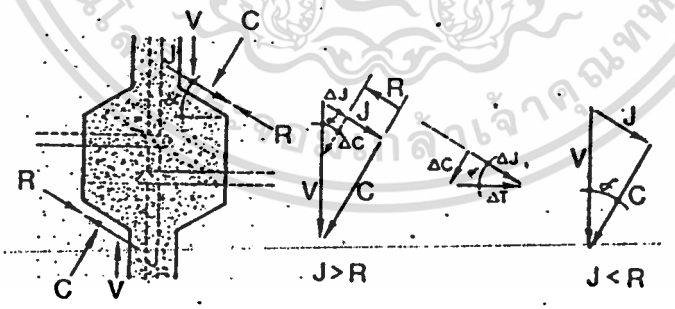


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- รอยต่อแบบช่อง รูปที่ 2.87

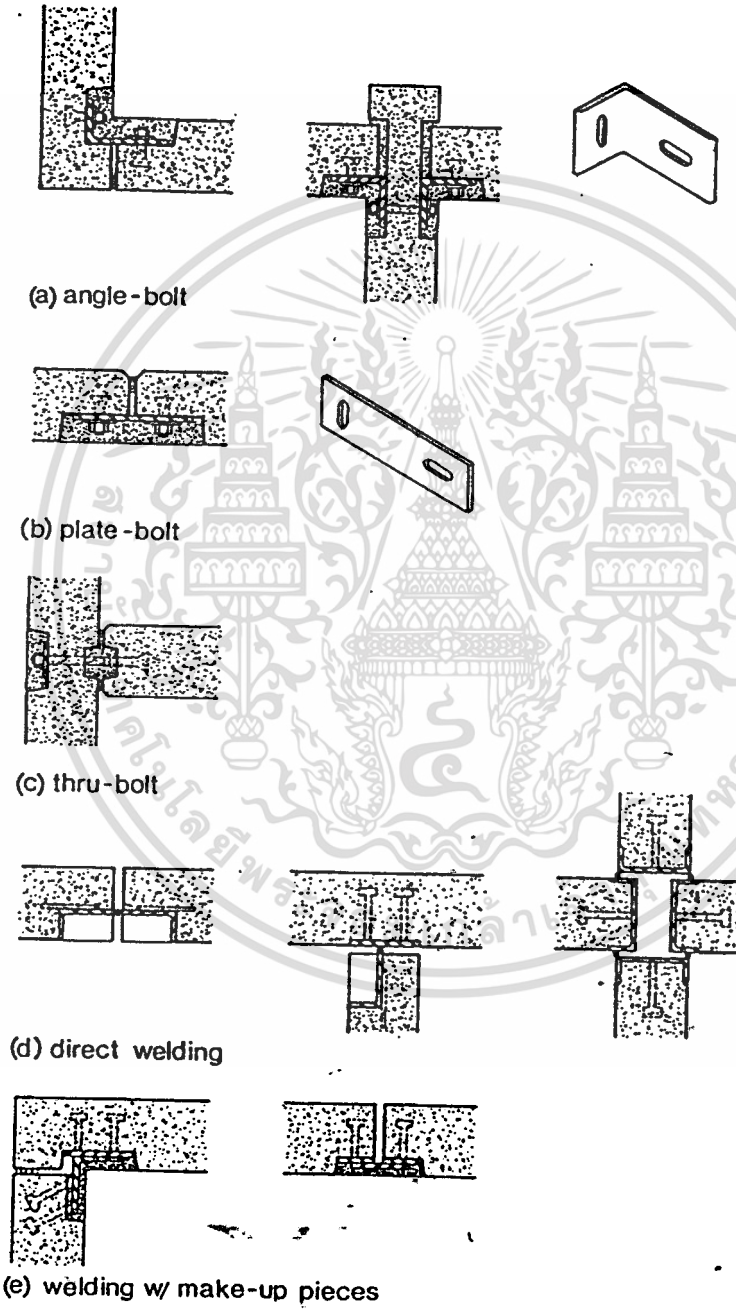


- รอยต่อแบบกุญแจ รูปที่ 2.89



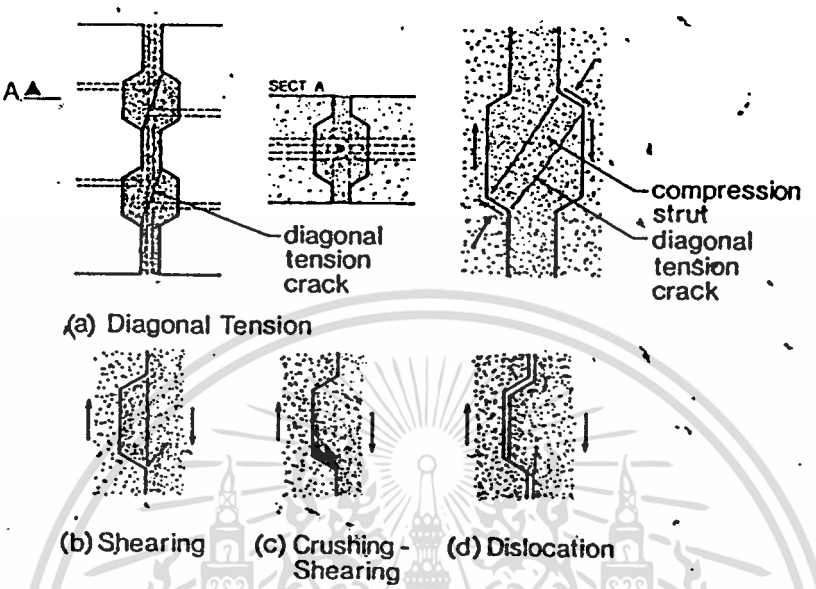
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- รอยต่อแบบใช้กลไก รูปที่ 2.88

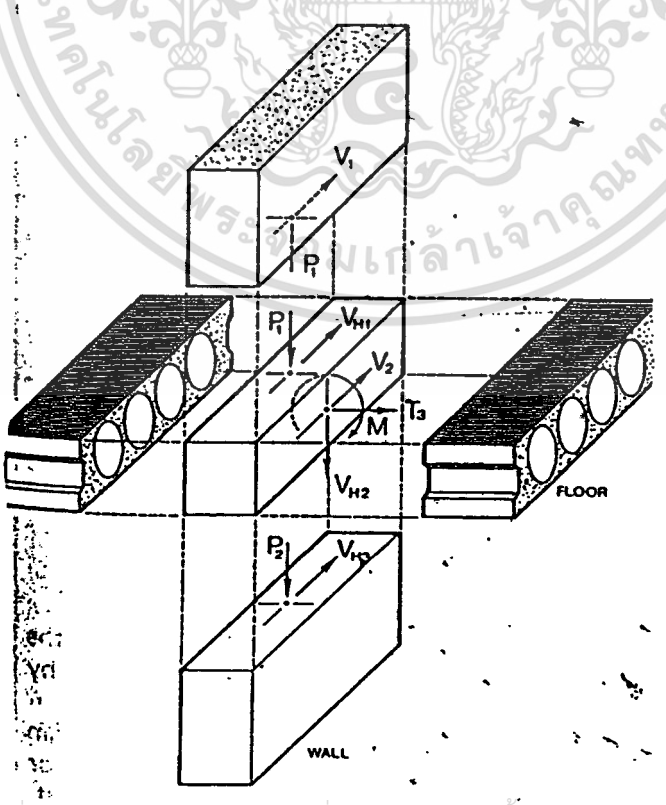


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.90 หลักแนวแรงตัดเฉือนตามแนวดิ่ง ที่ใช้แก้ปัญหาแรงดึงและแรงอัดภายใน

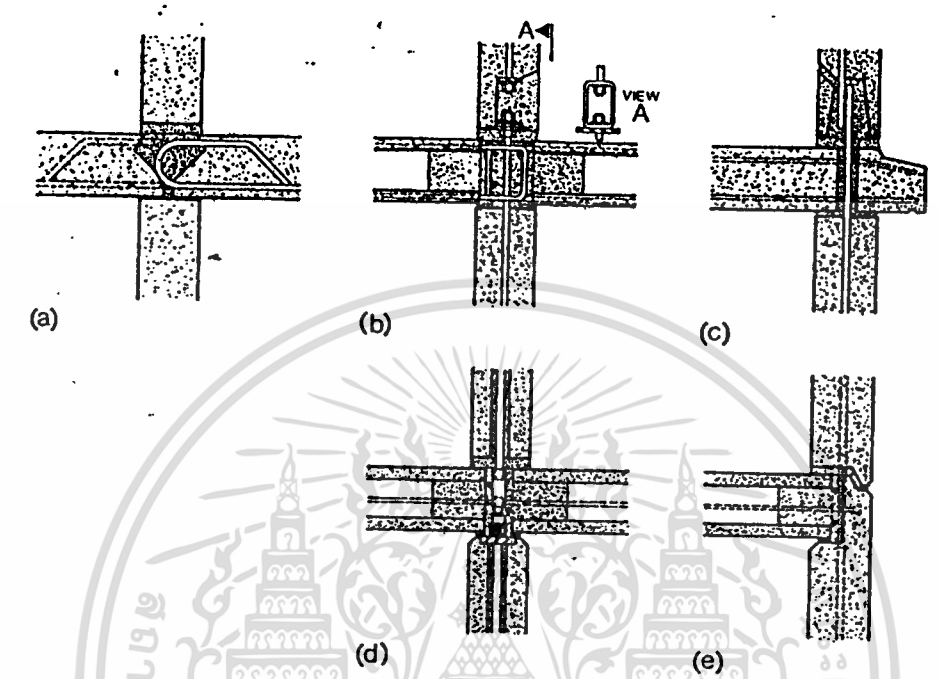


- รอยต่อในแนวระดับ รูปที่ 2.91

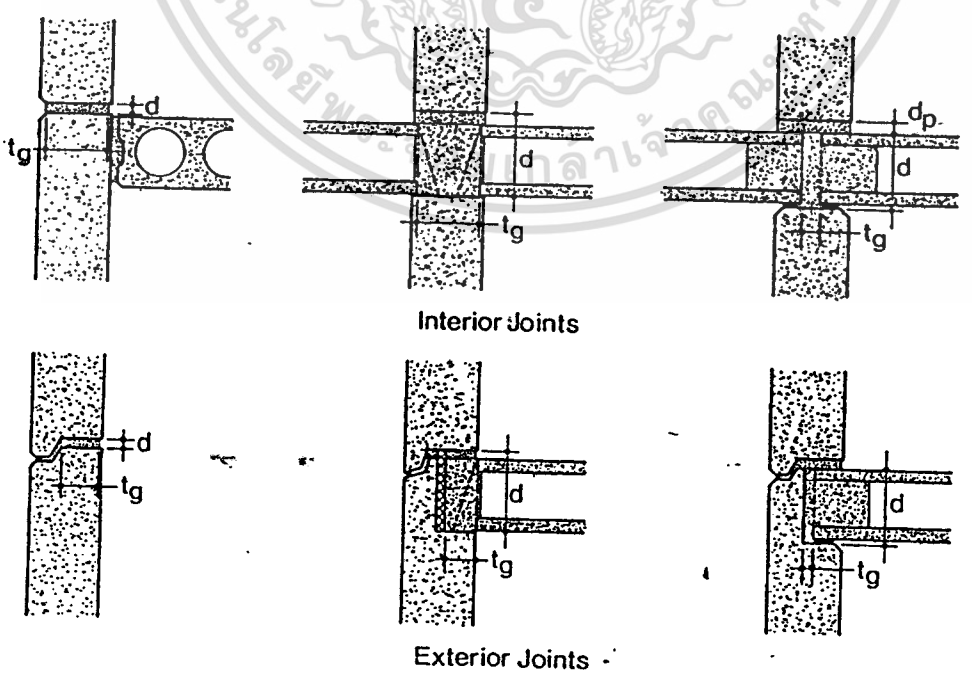


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- รอยต่อในแนวเส้นตรงและในแนวระนาบ รูปที่ 2.92



รูปที่ 2.93



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 ตัวยึดของผนังและพื้น

รายละเอียดของความหลากหลายที่เป็นไปได้ของการยึดพื้น แนะนำในรายละเอียดการเลือก, การหมุนและแรงเยื้องศูนย์ที่เกิดขึ้น สามารถแนะนำโดยเฉพาะที่ระยะกว้างของพื้นจากภายนอกกับที่รองรับภายในจะต้องรองรับโดยการเชื่อมจะทำการหนีบผนังและการหด ยิ่งอาจเป็นผลมาจากการแตกร้าวของพื้นที่รองรับ ถ้าไม่มีหรือมีเล็กน้อยของโมเมนต์ ทางด้านลบ ซึ่งแสดงในรูป 2.105 เป็นการชี้สภาวะที่เป็นได้ 2 กรณีที่ควรหลีกเลี่ยงที่จะเลือกมากสุดที่สามารถลดได้ หรือสภาวะน้อยที่สุดที่ลดได้

สมการของ Cross ties

T1,u 15800 (lb/ft) x ระยะความกว้างของพื้น (ft)

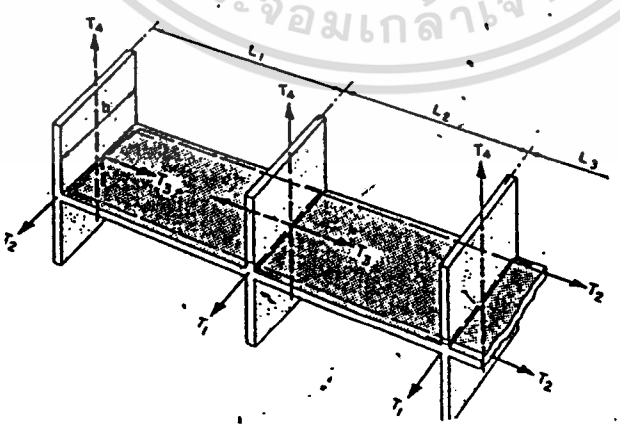
T2,u 16000 lb, peripheral tie

T3,u 2122% ของน้ำหนักบนผนังจะรับได้

1500 (lb/ft) x ระยะทางระหว่าง tie (ft)

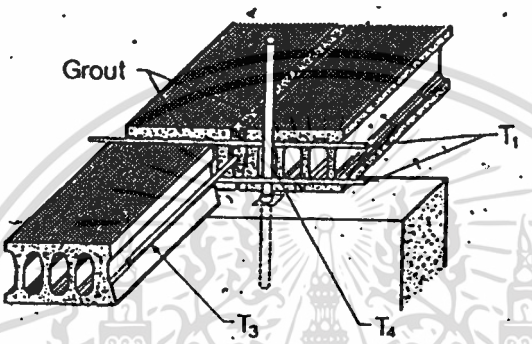
T4,u 3000 (lb/ft) x ระยะทางระหว่าง tie (ft)

ความต้องการในการพิจารณาโครงสร้าง ถ้าการออกแบบไม่สามารถทำตาม Cross ties หรือความต่อเนื่องของเหล็กเสริมสำหรับเพิ่มความแข็งแรง รูปที่ 2.106 และรูป 2.107



รูปที่ 2.106

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.107

การยึดผนังกับฐานราก

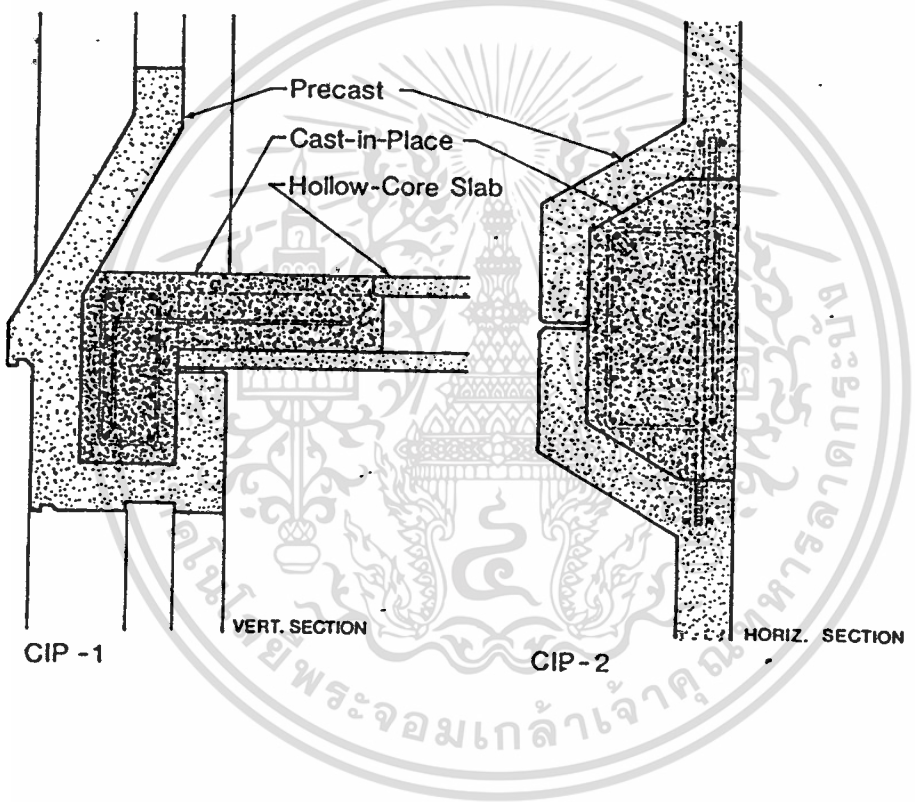
การเชื่อมผนังไปยังฐานรากหรือการตีกรอบ, เป็นแนวเดียวกัน หรือเป็นยึดเดี่ยวๆ สามารถทำได้ รูปที่ (2.108) สิ่งที่จำเป็นคือ

1. วิธีการของการยกและตามการวางแนวของผนังที่เป็นไปได้
2. ความเกี่ยวของแรงที่ส่วนจะต้องรองรับโครงสร้าง และรายละเอียด ในการส่งแรงทั้งทางแนวตั้งและบริเวณรอบ ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวยึดผนังกับพื้นหล่อในที่และกับผนัง

การรวมผนังรับแรงสำเร็จรูปและพื้นสำเร็จรูป ด้วยการหล่อในที่ตัวยึดที่สะดวกในการใช้จะทำให้เพิ่มแรงต้านบริเวณรอบ ๆ ที่สร้าง รูป 2.111

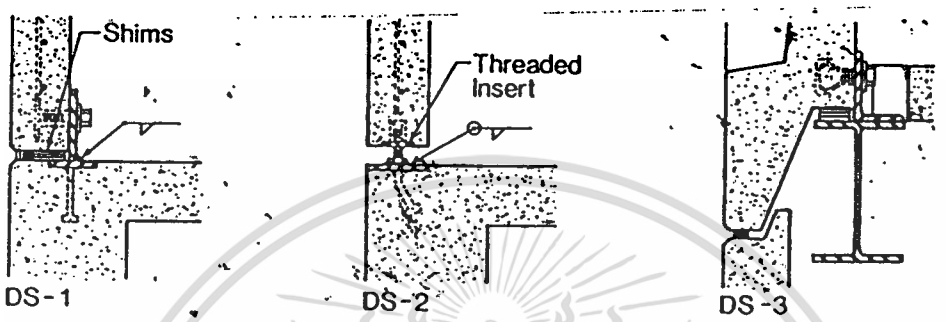


รูป 2.111

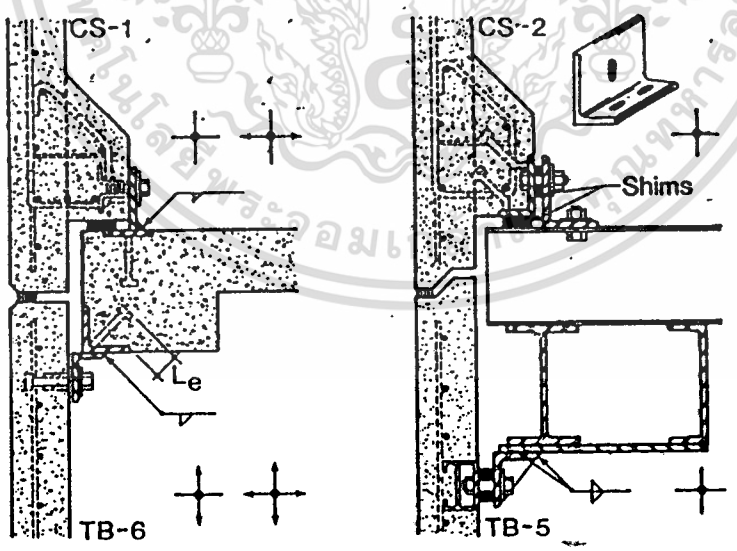
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 ชนิดของรอยต่อสำหรับผนังที่ไม่ได้รับแรง

2.7.1 รอยต่อแบบรองรับโดยตรงรูปที่ 2.112

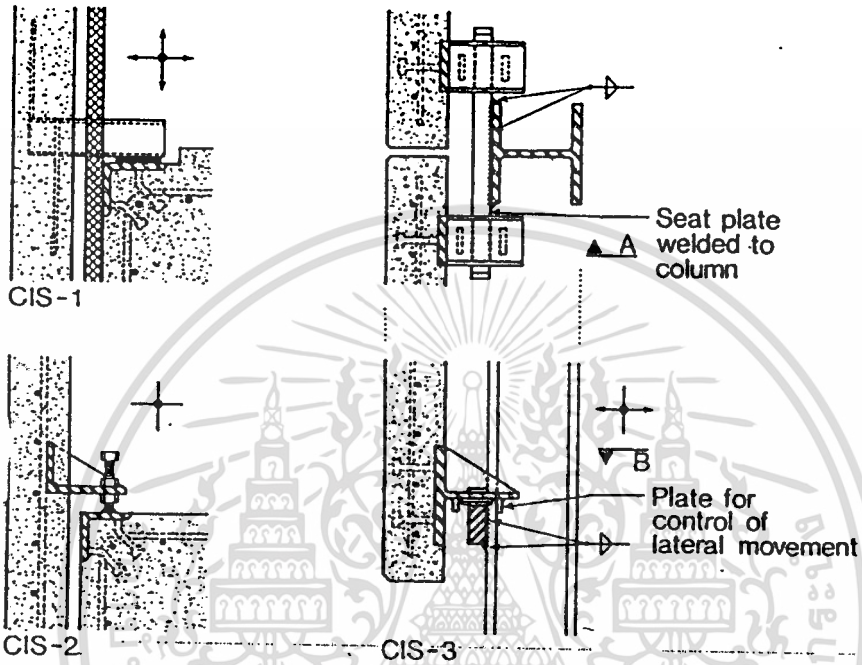


2.7.2 รอยต่อแบบใช้โคเบลรองรับ รูปที่ 2.113

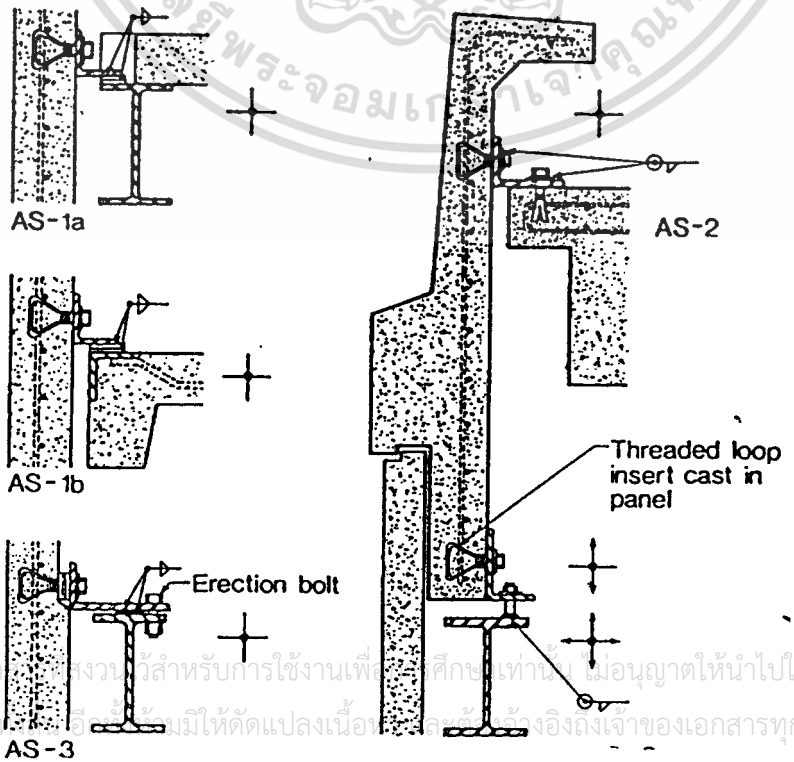


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3 รอยต่อแบบใช้ตัวฝังในการรองรับ รูปที่ 2.114

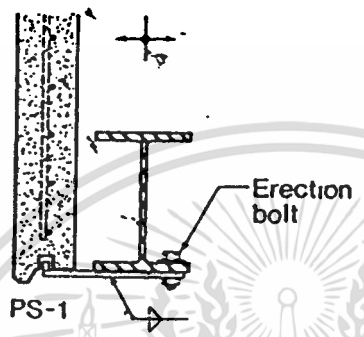


2.7.4 รอยต่อแบบใช้เหล็กฉากรองรับโดยตรง รูปที่ 2.115

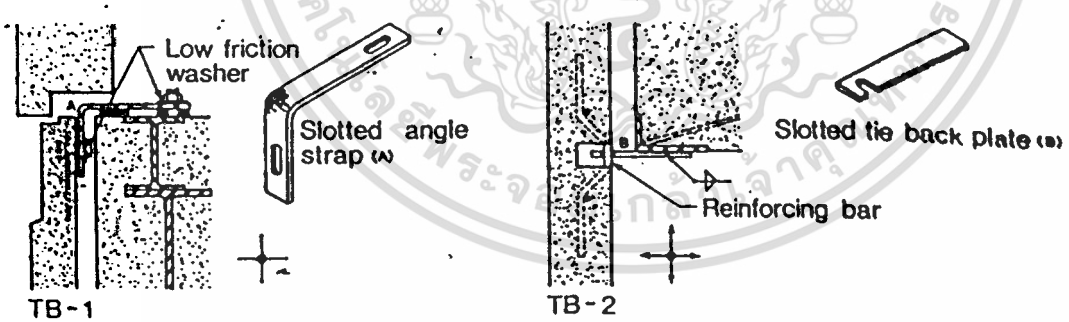


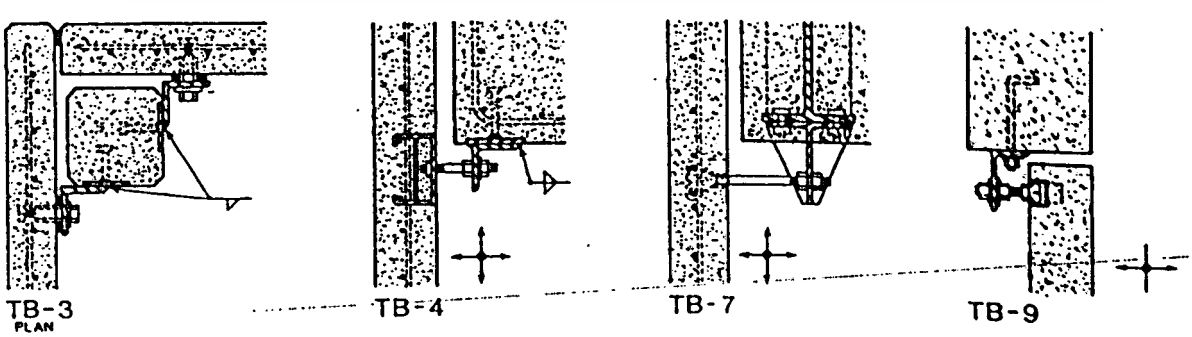
เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.5 รอยต่อแบบใช้แผ่นเหล็กรองรับ รูปที่ 2.116



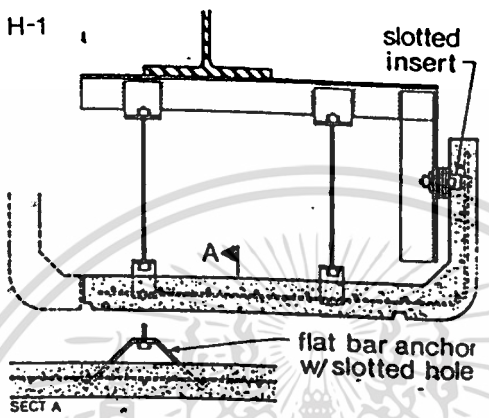
2.7.6 รอยต่อแบบยึดรัด รูปที่ 2.117



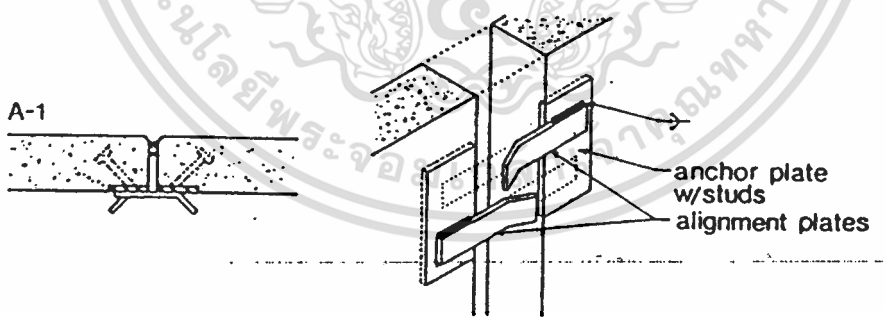


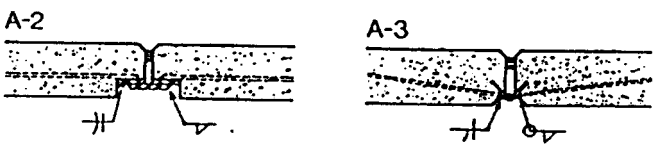
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.7 รอยต่อแบบแขวน รูปที่ 2.118



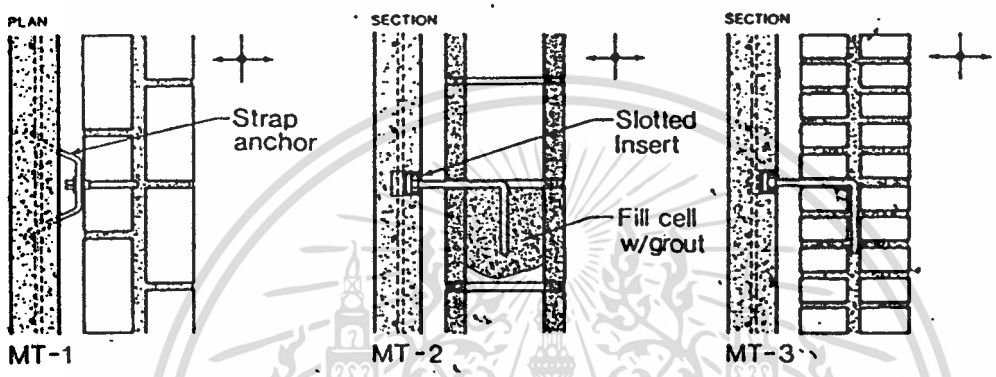
2.7.8 รอยต่อในเส้นตรงในแนวดิ่ง รูปที่ 2.119





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.9 รอยต่อการยึดครั้งของการก่ออิฐฉาบปูน รูปที่ 2.120



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ขบวนการผลิต

3.1 กล่าวนำ

ในการกำหนดการออกแบบของภายในของ คอนกรีตสำเร็จรูป ที่จะรองรับโครงสร้างอาจจะต้องพิจารณาในแง่เศรษฐกิจและความเหมาะสมกับการรับนำหนักของชิ้นงาน อย่างไรก็ตามจะต้องมีการเกิดการถ่ายแรงของชิ้นงานแต่อย่างไรก็ตามแรงที่เกิดจากการวิเคราะห์ซึ่งอาจจะพิจารณาเพียงเล็กน้อยยกเว้นแผ่นที่อยู่ในบริเวณที่มีการเกิดแผ่นดินไหว แผ่นที่อยู่ในโครงสร้างอาคารสูง พิจารณาที่รับน้ำหนัก โดยทั่วไปจะไม่อันตรายในการรับหรือในการพัฒนาในการผลิต

ทั้งนี้ เพื่อผลทางเศรษกิจของวัสดุและการผลิต การพิจารณาขบวนการออกแบบในการผลิตในส่วนของแผ่นสำเร็จรูป ควรจะมีรูปทรงที่มีความแข็งแรงในการร้องรับความเค้น และข้อจำกัดของผลิตภัณฑ์ในการพิจารณาในการขนส่ง จะต้องพิจารณาขบวนการนี้ด้วย

นักออกแบบควรจะมีความคุ้นเคยกับข้อบังคับในข้อจำกัดของการถ่ายแรง และเรื่องราคา และควรจะพิจารณาจำนวนราคาในการขนส่งด้วย

วัสดุส่วนมากในทางเศรษฐกิจจะเลือกใช้ชิ้นส่วนที่ใหญ่ที่สุด ซึ่งสามารถเลือกได้หลังจากพิจารณา ดังต่อไปนี้

1. ชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่ ที่เหมาะสมในการยก,ความมั่นคง,และความเค้นของชิ้นส่วนยกจะมีผลให้พิจารณาจากความมั่นคงและความเค้นของชิ้นงาน

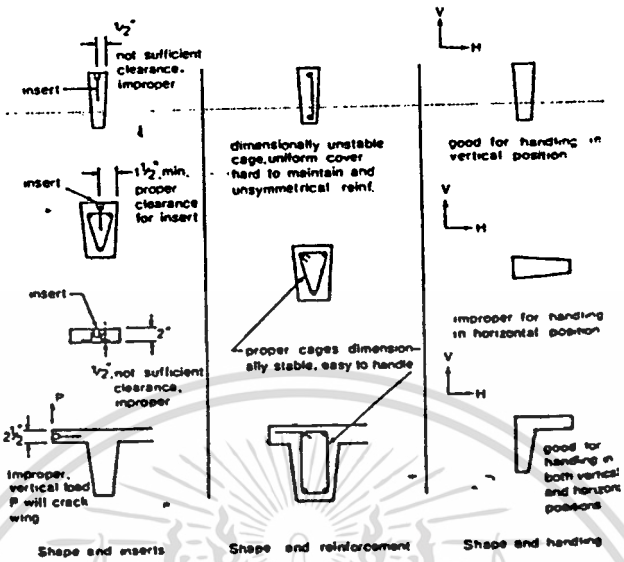
2. จำนวนมากที่สุดที่สามารถขนส่งได้ ภายในข้อบังคับทางด้านขนาดและน้ำหนัก

3. จำนวนมากที่สุดที่เคนสามารถยกชิ้นงาน และความง่ายของเคนที่สามารถยกได้พิจารณาจากตำแหน่งของเคน และความสามารถของการยก

4. ขนาดนี้จำกัดที่สถานที่และจำนวนในการพิจารณา

ความต้องการเหล็กเสริมและขนาดที่สามารถให้ความสะดวกต่อชิ้นงาน รูป 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.1

3.2 การออกแบบทางโครงสร้าง

สำหรับใน ชิ้นงานของคอนกรีตสำเร็จรูปมีส่วนสำคัญที่จะต้องพิจารณา แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ

1. ขณะทำการผลิต
2. ขณะรับแรงในโครงสร้าง

แรงที่เกิดกับชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ระหว่างการถอดแบบ และการยกเป็นผลมาจาก

1. การผลิตชิ้นส่วน
2. รวมแรงดึงจากภายนอกเช่น จาก แรงกระแทกและแรงดูด
3. ตำแหน่งหรือชิ้นส่วนที่ใช้ในการถอดดึงที่ใช้ในการยก
4. น้ำหนักของส่วนประกอบและน้ำหนักของอุปกรณ์ที่จะเข้าไปที่จะต้องยก
5. ตำแหน่งของจุดรองรับชั่วคราว

แรงที่เกิดขึ้นบน ส่วนประกอบแต่ละส่วนในระหว่างการขนส่ง มีผลกระทบมาจาก

1. การผลิตชิ้ส่วน
2. ตำแหน่งของจุดรองรับ
3. เงื่อนไขของพาหนะในการขนส่ง, ถนนและสถานที่ก่อสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ข้อจำกัดของความเค้น

การออกแบบแผ่นว่าในลักษณะพื้นผิวเปิดสู่ภายนอก ซึ่งจะเลือกตาม ข้อจำกัดของวิกฤต ระหว่างส่วนการผลิตและการประกอบหรือทำตามกฎที่เลือก เหมือนกฎเกณฑ์ข้อจำกัดระหว่างขวนการการผลิต

a ไม่สามารถมองเห็นรอยแตกร้าว
b รอยแตกที่ควบคุมได้ เป็นที่ยอมรับ

3.3.1 การยกโดยปราศจากการแตกร้าว

ภายใต้เกณฑ์ พื้นผิวที่เปลือยที่ไม่อาจเห็นการแตกร้าวได้ สามารถทำได้โดยการเลือกตำแหน่งที่จะยก ว่าควรจะเป็นตำแหน่งใดบนพื้นผิวที่มีแรงดึงน้อยที่สุดที่จะไม่ทำให้เกิดการแตก ประยุกต์ตามความเหมาะสมของส่วประกอบความปลอดภัย ซึ่งมีต่อความปลอดภัยที่ 1.5 และจากการให้ค่า โมดูลัสของการแตกเท่ากับน้ำหนักธรรมดาของ คอนกรีต เท่ากับ $7.5\sqrt{f'_c}$

$f'_r = 5\sqrt{f'_c}$

f'_r = ความเป็นไปได้ของแรงดึงของการโค้งต่ำ จะหลักการขอ ความหนาของหน้าตัด คอนกรีต

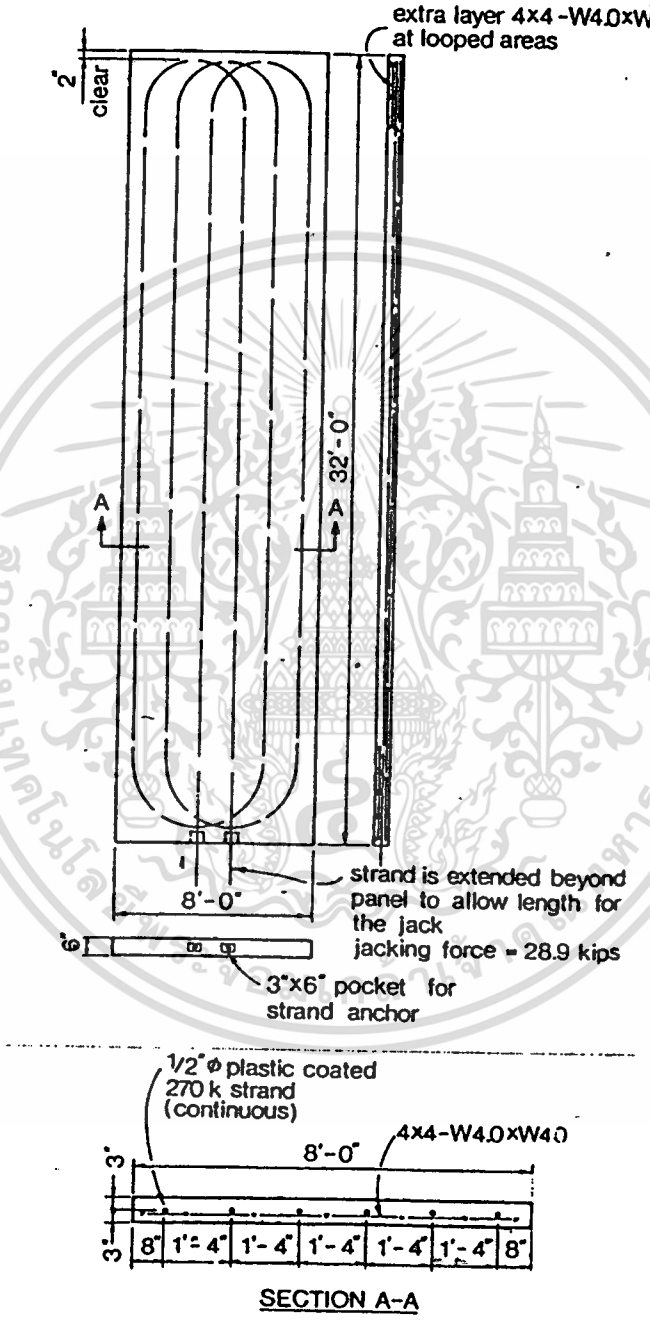
f'_{cr} = ความเครียดของ คอนกรีต เวลาที่พิจารณา

วิธีการการใช้ยดปลายน้อยที่สุด แสดงให้เห็นใน รูป 3.3

3.3.2 การยกซึ่งควบคุมการแตกร้าว

เหล็กเสริมใน คอนกรีต นั้นเป็นส่วนต้านแรงดึง จึนวนและตำแหน่งของเหล็กเสริมจะมีกระทบเล็กน้อยต่อคุณสมบัติของชิ้นส่วนจนการะทั่งให้เห็นรอยร้าวเกิดขึ้น ความเค้นที่เพิ่มขึ้น เส้นของรอยแตกเกิดนั้นและขยายออกไปยังส่วนต่าง ๆ ถ้าการแตกร้าวน้อย ไม่ทำให้เสียโครงสร้างขององค์ประกอบเสียหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามมาตรฐานข้อจำกัดของความกว้างของการแตกร้าว ขนาดของเหล็กเสริมต่อพื้นที่ควรจะเลือกขนาดมาตรฐานตามต่อไปนี้

$Wm = 0.076\ R\ f_r\ \sqrt[3]{f_t A}\ * 10^{-3}$

Wm = ความกว้างมากที่สุดของการแตกร้าวจากการดึง

R = h_2/h_1

h_1 = ระยะทางจากจุดศูนย์ถ่วงของการดึงเหล็กเสริมไปยังแกนกลาง

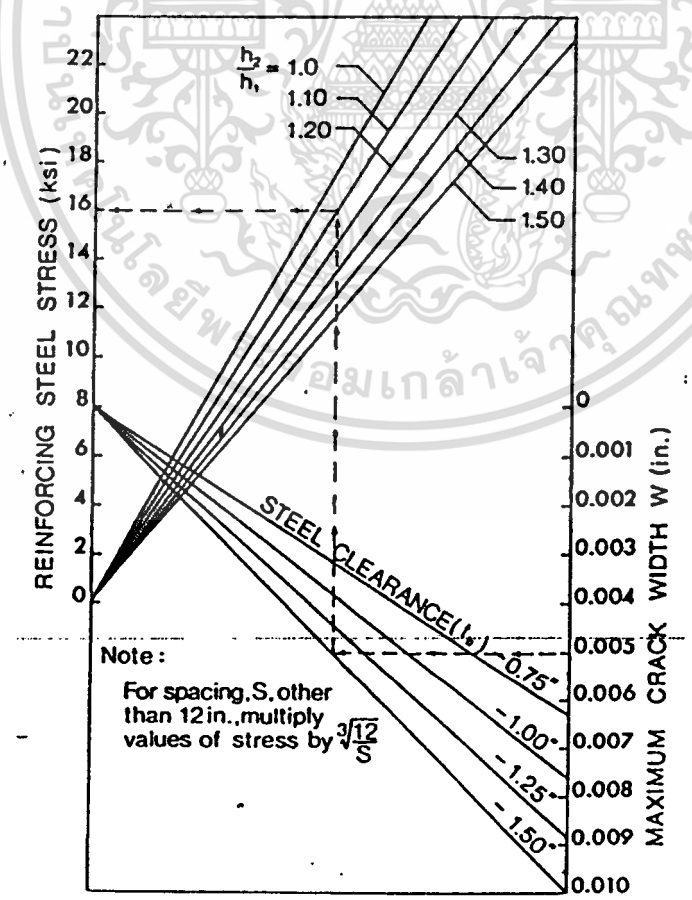
h_2 = ระยะทางจากจุดปลายของการดึงไปยังแกนกลาง

t_b = ความหนาของ คอนกรีต

A = ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ คอนกรีต รอบ ๆ หน้าตัดเหล็กเสริม

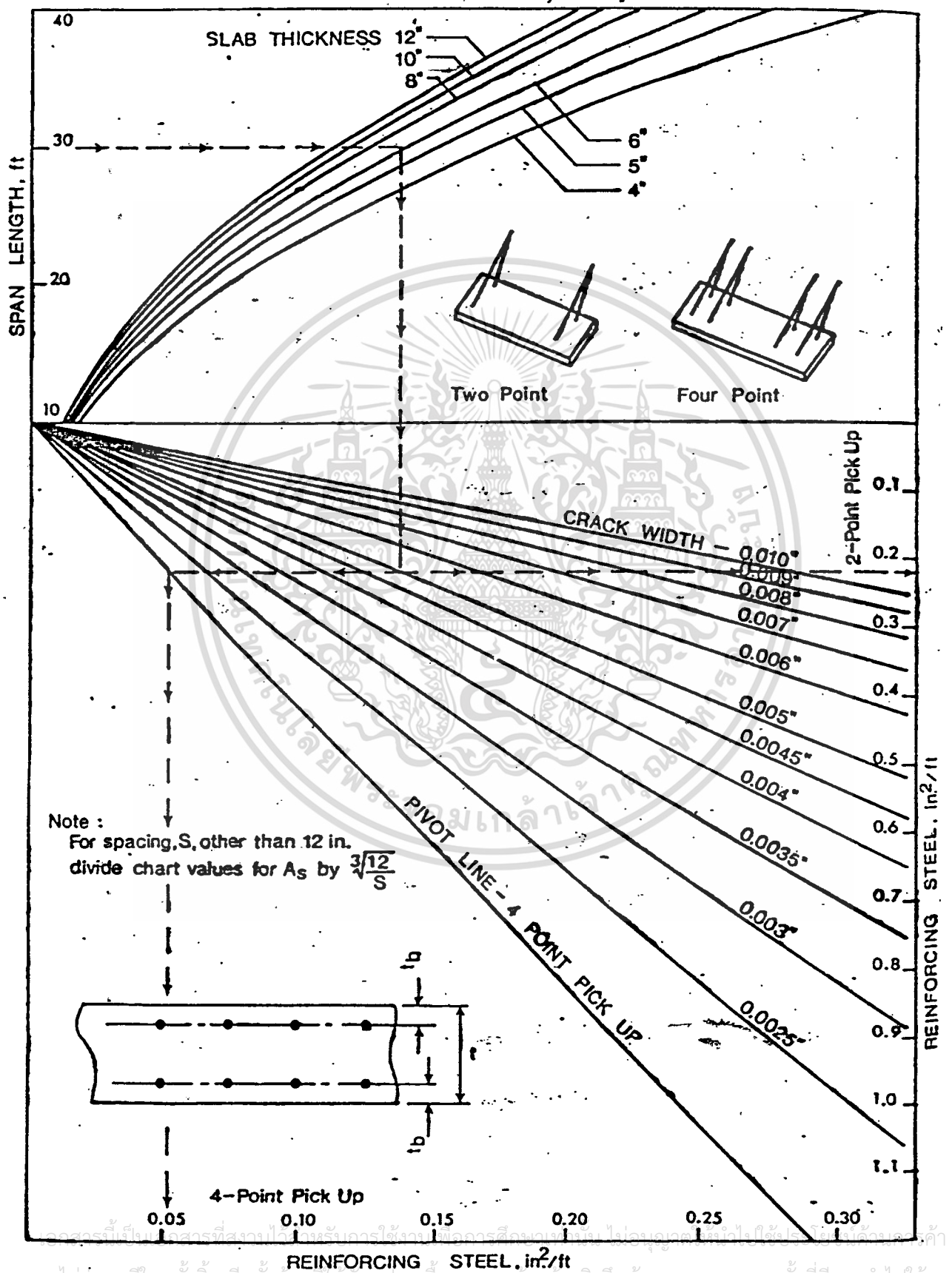
t_s = ความเค้นของเหล็ก

ความเค้นของเหล็กและค่าฟังก์ชั่นการแตกร้าว สามารถกำหนดได้จาก รูปที่ 3.4



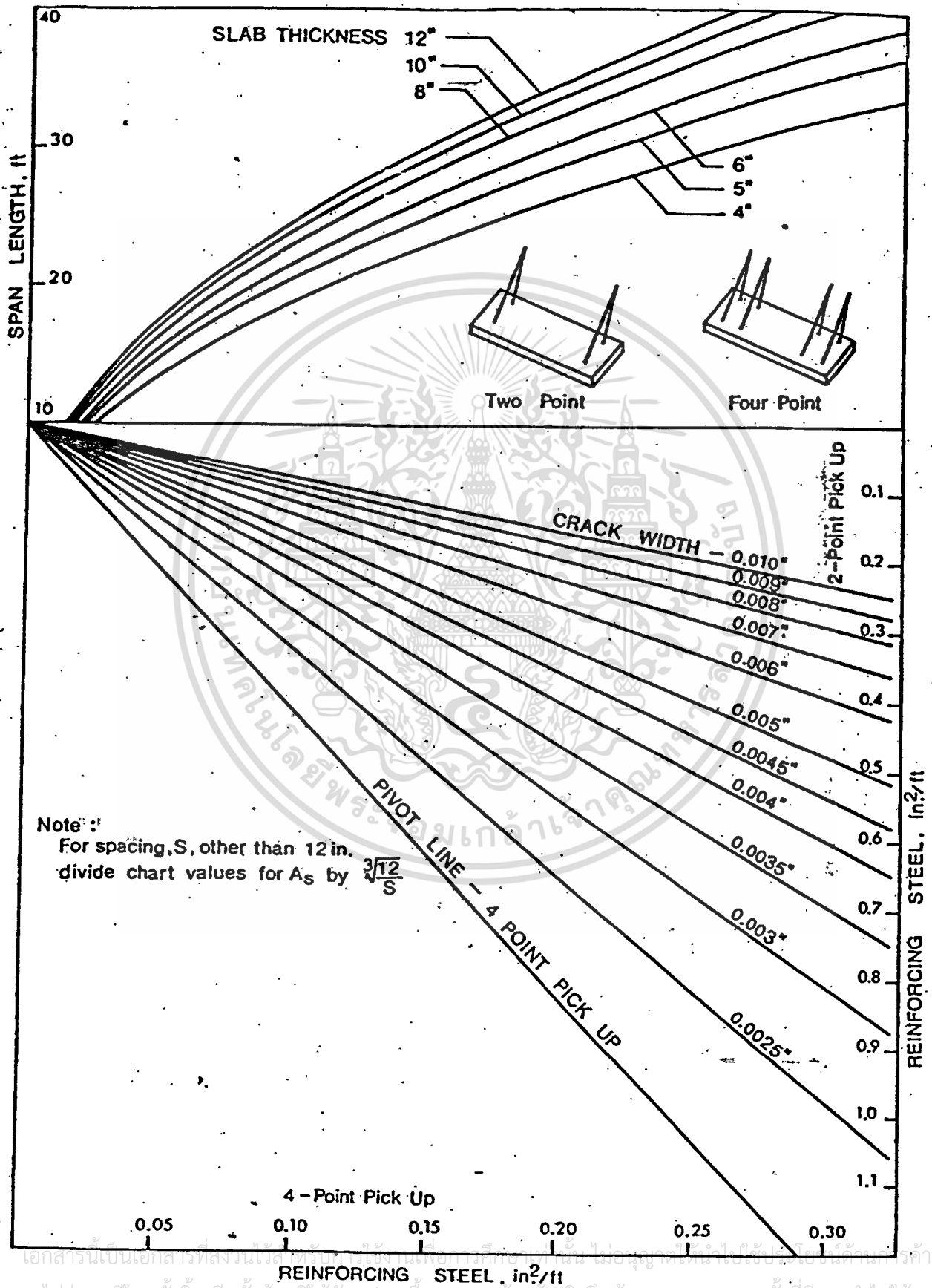
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fig. 4.5 Reinforcement required each face for various crack widths — flat panels with reinforcing steel 12 in. o.c., t_b = 0.75 in.



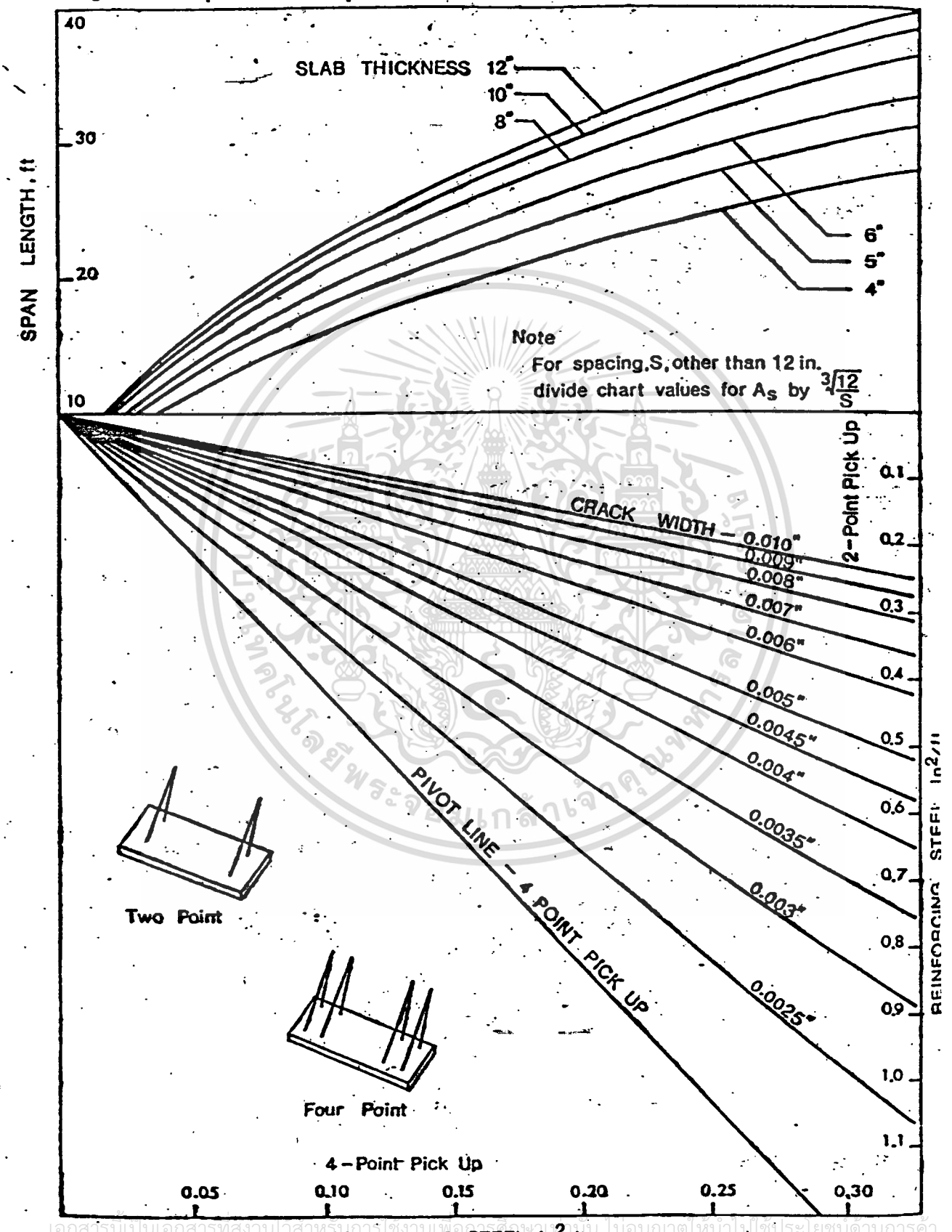
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fig. 4.6 Reinforcement required each face for various crack widths – flat panels with reinforcing steel 12 in. o.c., t_b = 1.00 in.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fig. 4.7 Reinforcement required each face for various crack widths – flat panels with reinforcing steel 12 in. o.c., t_b = 1.25 in.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 ตัวคูณน้ำหนักสำหรับการผลิต

ค่าที่ใช้เป็นพื้นฐานโดยทั่ว ๆ ไป จากการทดลองของแผ่นที่ใช้ในการผลิต ดูจากตาราง 3.1

Table 4.1 Equivalent static load multipliers[1] to account for stripping and dynamic forces

Panel Type \ Finish	Exposed aggregate with retarder	Smooth mold (form oil only)
STRIPPING		
Flat, with removable side forms, no false joints or reveals	1.2	1.3
Flat, with false joints and/or reveals	1.3	1.4
Fluted, with proper draft	1.4	1.6
Sculptured	1.5	1.7
YARD HANDLING[2] AND ERECTION[3]		
All panels	1.2	
TRAVEL[2]		
All panels	1.5	

1. These factors are used in flexural design of panels and are not to be applied to required safety factors on lifting devices. At stripping, suction between product and form introduces forces, which are treated here by introducing a multiplier on product weight. It would be more accurate to establish these multipliers based on the actual contact area and a suction factor independent of product weight.
2. Certain unfavorable conditions in road surface, equipment, etc., may require use of higher values.
3. Under certain circumstances may be higher.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ส่วนประกอบความปลอดภัย

การแนะนำให้ยอมรับในทฤษฎีของทุกโครงสร้าง จะต้องมีค่าความเครียดที่ยอมรับได้ในการรับแรง ตามค่าความปลอดภัยที่แนะนำต่อไปนี้

1. การยกและอุปกรณ์ในการประกอบยึดติดหรือตัวฝังในคอนกรีต คือ 2.5 เท่าของการรับแรงตามปกติจากตารางที่ 3.1 แต่จะต้องไม่น้อยกว่า 4 เท่า ของที่รับน้ำหนักจริงของแผ่นที่รองรับ

2. สำหรับแผ่นที่ไม่เหล็กเสริม f'_{ci} เป็นแรงดึงคิดจากหน้าตัดของคอนกรีตทั้งหมด

3. สำหรับแผ่นที่เสริมเหล็ก ควรจะสร้างด้วย ACI 318-77 พิจารณาจากการเทียบเท่ากันของการรับแรงที่คงที่ ดูตารางที่ 3.1 และค่าความปลอดภัยคือ 1.4 x แรงคงที่

3.5 วิธีที่ใช้ในการยก และความเค้น

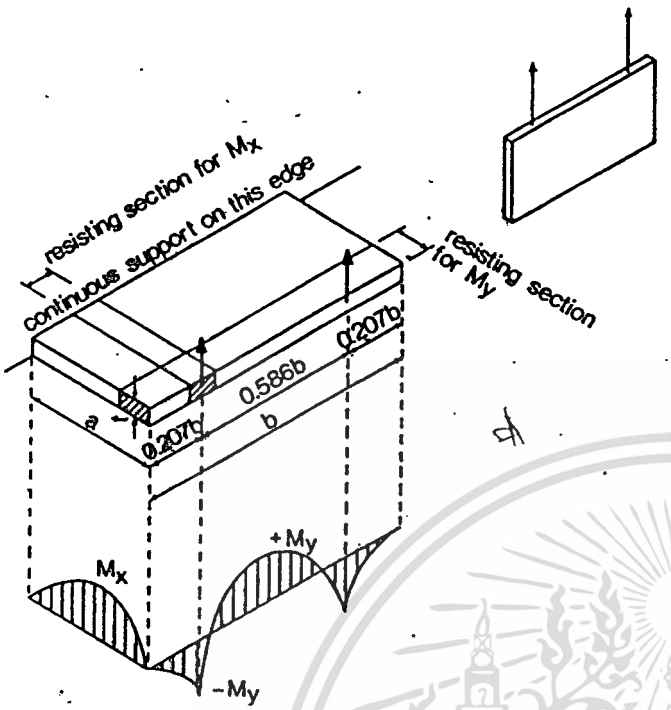
การจัดการยกถอดแบบของอุปกรณ์ในการยกสามารถกำหนดได้โดยวิธีการทางวิศวกรรมเนื่องจากการยกในขบวนการในการผลิตจะทำให้เกิดความเครียดของ คอนกรีตที่ทำชิ้นงาน ขนาดของความเค้น ณ ที่เวลายกชิ้นงานสามารถกำหนดได้จากการออกแบบพื้นฐานไม่ให้มีรอยแตกร้าว หรือควบคุมการแตกร้าว ซึ่งส่วนใหญ่ทำได้ เมื่อมีโมเมนมากที่สุด ณ เวลายกชิ้นงาน ซึ่งค่าที่ได้จากการคิดพื้นที่หน้าตัดทั้งหมด ถ้าเกินความสามารถของคอนกรีตการเพิ่มขึ้นของจำนวนจุดยกอาจจะจำเป็น การฝังอุปกรณ์ที่ช่วยในการยกอาจจะช่วยในการสร้างจุดยกใหม่ได้

3.5.1 ผนังแบบเรียบ

แผ่นที่มีหลายชิ้น โดยการเคลื่อนแผ่นโดยยกด้านเดียว ตรงจุดที่อยู่ด้านขอบ จะเกิดโมเมนต์ ดังรูปที่ 3.9(a) และ 3.9(b)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(a) Two point pick-up

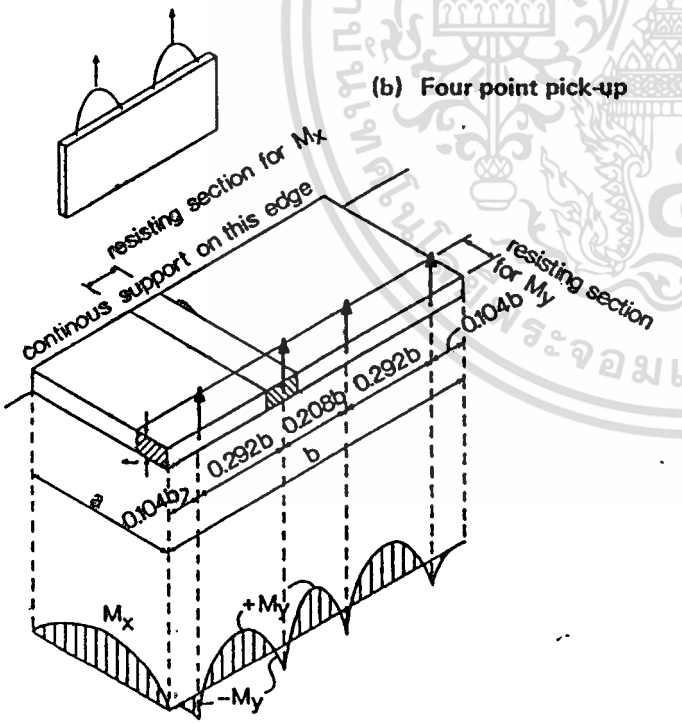


Maximum Moments (Approximate)

$M_x = \frac{wa^2}{8}$ (per unit of width)

$-M_y = +M_y = .0214\frac{wab^2}{2}$ (acting over a section of width 10t or $\frac{a}{2}$, whichever is less)

(b) Four point pick-up



Maximum Moments (Approximate)

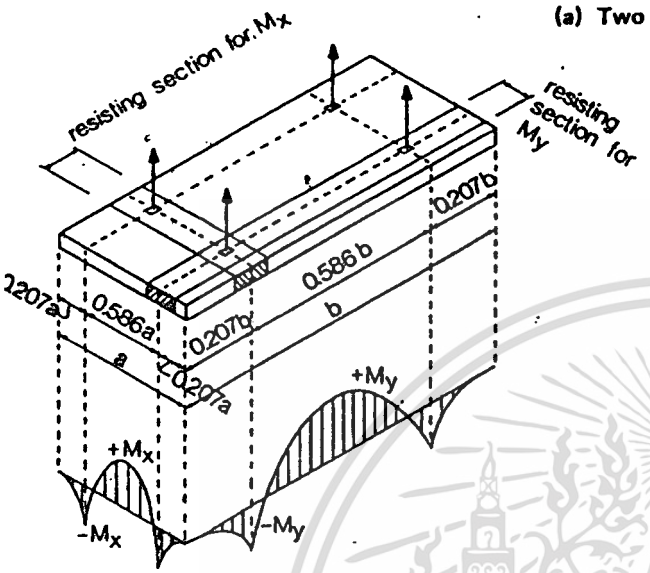
$M_x = \frac{wa^2}{8}$ (per unit of width)

$+M_y = -M_y = .0054\frac{wab^2}{2}$ (acting over a section of width 10t or $\frac{a}{2}$, whichever is less)

รูปที่ 3.9(a) และ 3.9(b)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(a) Two point pick-up



Maximum Moments (Approximate)

$+M_x = -M_x = 0.0107\ wba^2$

$+M_y = -M_y = 0.0107\ wab^2$

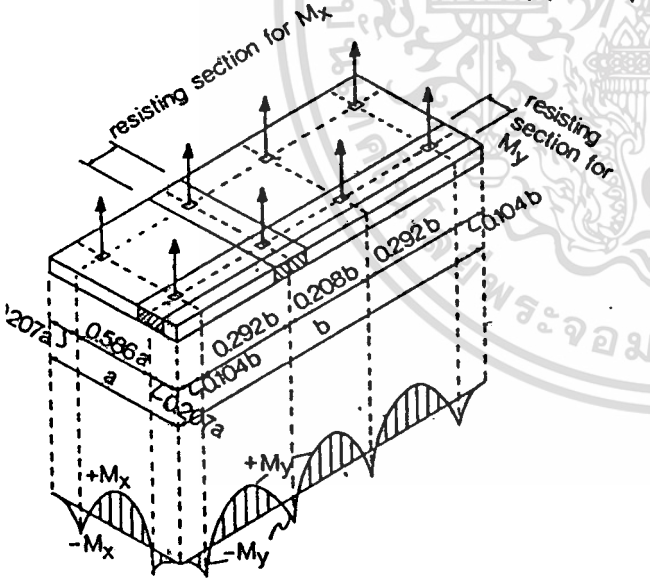
M_x acting over a section of width 0.293a, 10t,

or $\frac{b}{2}$, whichever is less

M_y acting over a section of width 0.293b, 10t,

or $\frac{a}{2}$, whichever is less

(b) Four point pick-up



Maximum Moments (Approximate)

$-M_x = +M_x = 0.0054\ wa^2b$

$-M_y = +M_y = 0.0027\ wab^2$

M_x acting over a section of width 0.292a, 10t,

or $\frac{b}{2}$, whichever is less

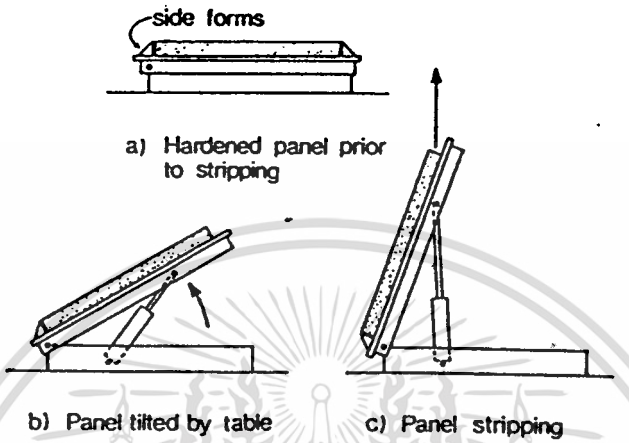
M_y acting over a section of width 0.293b, 10t,

or $\frac{a}{2}$, whichever is less

องค์ประกอบที่ถอดแบบชิ้นแบนจากการหล่อแบบจะเกิดโมเมนที่แสดงในรูป 3.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าเป็นไปได้อาจมีการใช้ตัวยกที่จะช่วยในการถอดแบบ การเอียงของแบบจากการยกจากแนวราบสู่แนวดิ่ง ซึ่งอาจยกเว้นการหาแรงและความเค้นในการถอดแบบ ตามรูป 3.11



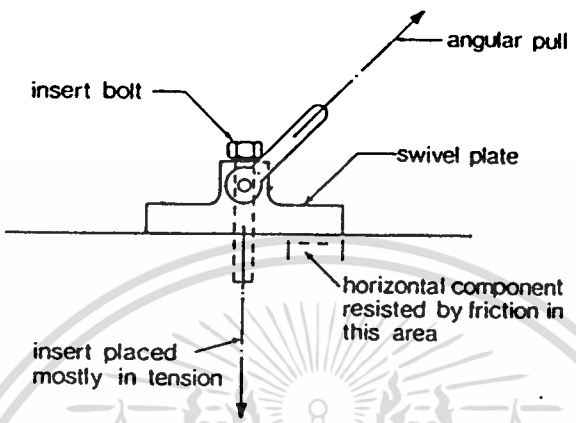
รูปที่ 3.11

3.5.3 เครื่องมือในการยก

อุปกรณ์ในการยกโดยมาตรฐานโดยทั่วไปจะเป็นห่วงลวด หรือส่วนที่ยื่นออกมาจากคอนกรีต หรือเป็นตัวแทรกเกลียว

เพื่อให้แน่นอนในการฝังตัวแทรกในการรับแรงดึง ควรมีการใช้ห่วงยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

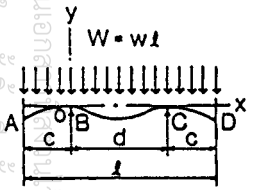
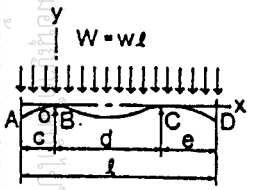


รูปที่ 3.16

3.6 การเก็บสำรอง

โมเมนต์ แรงตัดเฉือน และการเปลี่ยนรูปทรงที่เป็นมาตรฐานการรองรับแรงขององค์ประกอบจะแตกต่างกันในการรองรับการจัดการจะชี้ให้เห็นตามรูป 3.17

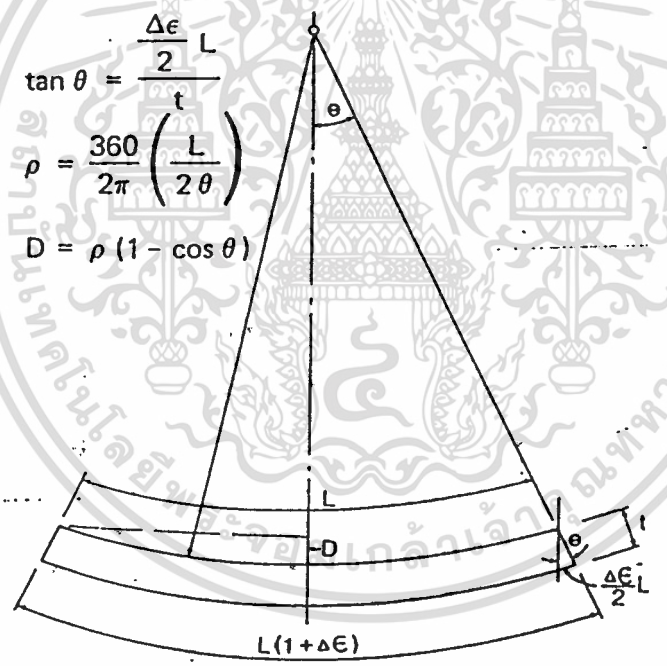
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Loading and support	Reactions, constraining moments, and vertical shear	Bending moment M and maximum bending moment	Deflection y, maximum deflection, and end slope θ
Equal overhangs, uniform load  	$R_1 = R_2 = \frac{W}{2}$ (A to B) $V = -\frac{W(c - x)}{l}$ (B to C) $V = W\left(\frac{1}{2} - \frac{x + c}{l}\right)$ (C to D) $V = \frac{W(c + d - x)}{l}$	(A to B) $M = -\frac{W}{2l}(c - x)^2$ (B to C) $M = -\frac{W}{2l}[c^2 - x(d - x)]$ $M = -\frac{Wc^2}{2l}$ at B and D $M = -\frac{W}{2l}\left(c^2 - \frac{d^2}{4}\right)$ at $x = \frac{d}{2}$ If $d > 2c$, $M = 0$ at $x = \frac{d}{2} \pm \left[\frac{d^2}{4} - c^2\right]^{1/2}$ If $c = 0.207l$, $M = -\frac{Wl}{46.62}$ at $x = 0 = d$ and $M = +\frac{Wl}{46.62}$ at $x = \frac{d}{2}$ x is considered positive on both sides of the origin.	(A to B) $y = -\frac{Wx}{24EIl}[6c^2(d + x) - x^2(4c - x) - d^3]$ (B to C) $y = -\frac{Wx(d - x)}{24EIl}[x(d - x) + d^2 - 6c^2]$ $y = -\frac{Wc}{24EIl}[3c^2(c + 2d) - d^3]$ at A and D $y = -\frac{Wd^2}{384EIl}(5d^2 - 24c^2)$ at $x = \frac{d}{2}$ If $2c < d < 2.449c$, the maximum deflection between supports is $y = +\frac{W}{96EIl}(6c^2 - d^2)^2$ at $x = \frac{d}{2} \pm \left[3\left(\frac{d^2}{4} - c^2\right)\right]^{1/2}$ $\theta = +\frac{W}{24EIl}(6c^2d + 4c^3 - d^3)$ at A $\theta = -\frac{W}{24EIl}(6c^2d + 4c^3 - d^3)$ at D
Unequal overhangs, uniform load  	$R_1 = \frac{W}{2d}(c + d - e)$ $R_2 = \frac{W}{2d}(d + e - c)$ (A to B) $V = -\frac{W}{l}(c - x)$ (B to C) $V = R_1 - \frac{W}{l}(c + x)$ (C to D) $V = -\frac{W}{l}(d + e - x)$	(A to B) $M = -\frac{W}{2l}(c - x)^2$ (B to C) $M = -\frac{W}{2l}(c + x)^2 + R_1 x$ (C to D) $M = -\frac{W}{2l}(e + d - x)^2$ $M = -\frac{Wc^2}{2l}$ at B $M = -\frac{We^2}{2l}$ at C M_{max} between supports $= \frac{W}{2l}(c^2 - x_1^2)$ at $x = x_1$ $= \frac{c^2 + d^2 - e^2}{2d}$ If $x_1 > c$, $M = 0$ at x $= x_1 \pm [x_1^2 - c^2]^{1/2}$ x is considered positive on both sides of the origin	(A to B) $y = -\frac{Wx}{24EIl}[2d(e^2 + 2c^2) + 6c^2x - x^2(4c - x) - d^3]$ (B to C) $y = -\frac{Wx(d - x)}{24EIl}\left\{x(d - x) + d^2 - 2(c^2 + e^2) - \frac{2}{d}[e^2x + c^2(d - x)]\right\}$ (C to D) $y = -\frac{W(x - d)}{24EIl}[2d(c^2 + 2e^2) + 6e^2(x - d) - (x - d)^2(4e + d - x) - d^3]$ $y = -\frac{Wc}{24EIl}[2d(e^2 + 2c^2) + 3c^2 - d^3]$ at A $y = -\frac{We}{24EIl}[2d(c^2 + 2e^2) + 3e^2 - d^3]$ at D This case is too complicated to obtain a general expression for critical deflections between the supports. $\theta = +\frac{W}{24EIl}(4c^3 + 4c^2d - d^3 + 2de^2)$ at A $\theta = -\frac{W}{24EIl}(2c^2d + 4de^2 - d^3 + 4e^3)$ at D

3.6.1 การยับในการเก็บสำรอง

ระหว่างการเก็บสำรอง ความแข็งแรงของ คอนกรีต อาจน้อยเกินไป และแผ่นที่เป็นปัญหาที่จะเกิดการยับ, เกิดการโค้ง และเป็นไปได้ที่จะเกิดการร้าว ระหว่างที่มีการเปลี่ยนรูปทรง และเหตุผลเบื้องต้นของการยับคือ ความแตกต่างของอุณหภูมิ และการหดของ คอนกรีต และเงื่อนไขในการเก็บสำรอง การที่สามารถทำเป็น ช่วงเล็ก ๆ ของแผ่นเล็ก ๆ ที่จะสามารถรวมเป็นแผ่นใหญ่ได้

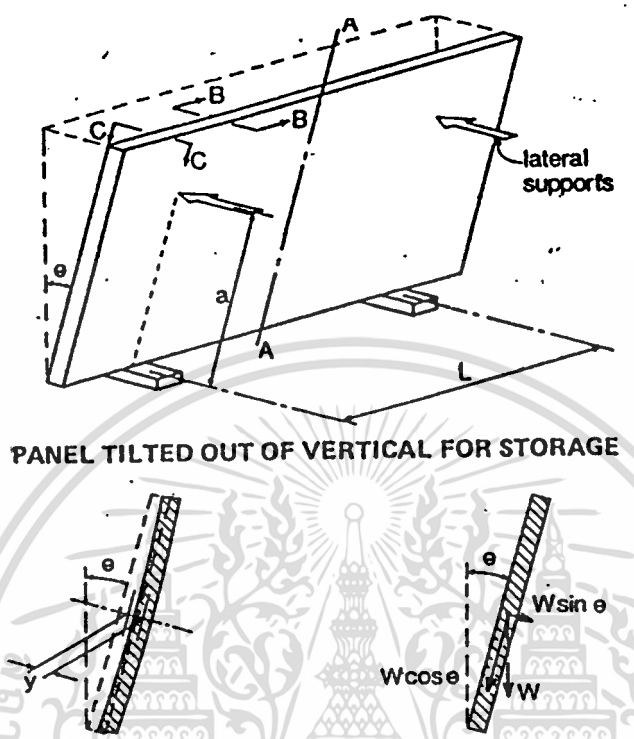
เมื่อความเครียดที่แตกต่างกันบนพื้นผิวเกิดขึ้น สามารถคาดเดาได้ว่าแผ่นจากเกิดการโก่งตัวจากรูปร่างเดิม การประมาณของการงอตัวของแผ่น สามารถคาดเดาได้จากกรณีรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับชนิดของเงื่อนไขการรองรับแสดงในรูป 3.19



รูปที่ 3.19

การยับ สามารถเกิดใน 2 ทิศทางโดยวิธี Superposition จุดที่มีการยับมากที่สุดสามารถประมาณโดย

$$Y_{max} = \frac{5w \sin\theta}{384E_c} \left[\frac{a^4}{I_c} + \frac{L^4}{I_b}\right]$$

Y_{max} = การงอตัวสูงสุด

W = น้ำหนักแผ่น

Ec = ค่า modulus ความยืดของ คอนกรีต

a = ความสูงที่รองรับแผ่น,นิ้ว

L = ระยะทางในแนวนอนระหว่างจุดรองรับ,นิ้ว

I_c, I_b = หน้าตัดที่ไม่มีรอยแตกในการตรวจสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพิจารณาการยับในการเก็บสำรอง การคืบและหดตัวจะขึ้นอยู่กับเวลาซึ่งควรจะต้องนำมาพิจาณา การเปลี่ยนรูปทรงจะเป็นฟังก์ชั่นของการจำนวนเหล็กเสริมการเปลี่ยนรูปร่างที่เวลาใดๆ สามารถประมาณได้ดั้งนี้

$$Yt = Ymax\ (1+\lambda)$$

Yt = เวลาที่ขึ้นกับการเคลื่อนที่

Ymax = ระยะที่เคลื่อนที่ขณะหนึ่ง

λ = ตัวขยายระหว่างการหดและการขยายตัว

8.7 ความมั่นคงในแนวราบ

ความพยายามที่จะทำให้ความเค้นชั่วคราวของชิ้นส่วนที่ยาวและแคบ มีแรงดันน้อยระหว่างการยก การขนส่งและการประกอบ

ผลจากการเคลื่อนไหวที่ยอมรับได้ ค่าความปลอดภัยความจะเพิ่มขึ้นจน 2 เท่า สำหรับการยก

$$Y_t \geq 2\beta y$$

ค่า factor of safety = $Yt / \beta y$

$$\beta y = \frac{5\, W_s L^4}{384 E_o I_y}$$

βy - ระยะโค้งสูงสุด

W_s - น้ำหนักที่ปลอดภัยขององค์ประกอบ

l - ระยะระหว่างศาน

I_y - moment of inertia

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับความปลอดภัยในการยกส่วนประกอบที่ยาว จะทำให้แผ่นหักกลางได้ สามารถอ้างได้โดย

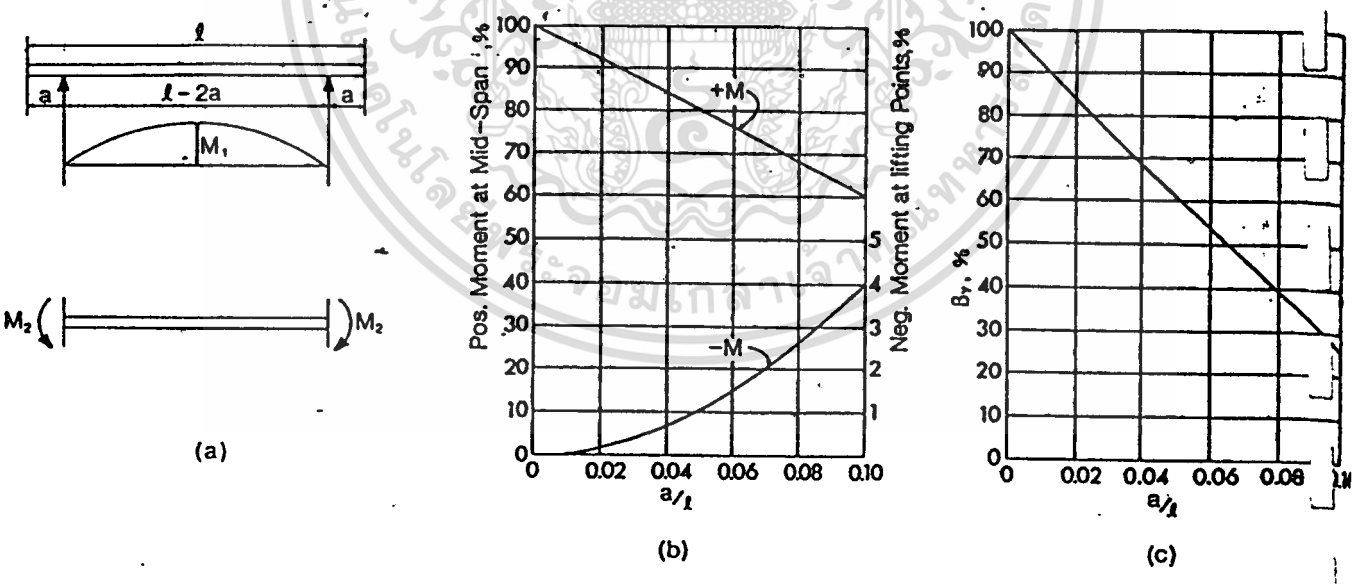
1. การออกแบบที่ moment of Inertialy , I_y , เพียงพอ
2. ใช้ คอนกรีต ชนิด ความแข็งแรงสูง
3. รักษาน้ำหนัก W_g ให้ต่ำสุด
4. ลดค่า βy โดยการยกที่ห่วงห่างจากปลายชิ้นส่วน
5. การยึดชั่วคราวที่ใช้ยึดด้วยการใช้เหล็กดาม ,ใช้โครงข้อหมุน หรือใช้โครงท่อ

ในบางครั้งแผ่น 2 แผ่นหรือ มากกว่าสามารถขนส่งไปได้ด้วยกัน ซึ่งจะเสริมความแข็งแรงระหว่างแผ่น

เมื่อมีความเค้นชั่วคราวที่ยอมรับได้ตำแหน่งของการยกห่างจากปลายของชิ้นส่วน ซึ่งสามารถเพิ่มความมั่นคงในแนวราบได้ ทำให้แผ่นมีความมั่นคงดังเดิมได้ตามรูป 3.2 a

ความโค้งที่แสดงการเปลี่ยนแปลงโมเมนต์ของฟังก์ชั่นของระยะที่ลดลง ตามรูป 3.2 b

เปอร์เซ็นต์ที่ลดลงในสำหรับ βy แสดงในรูป 3.2 c



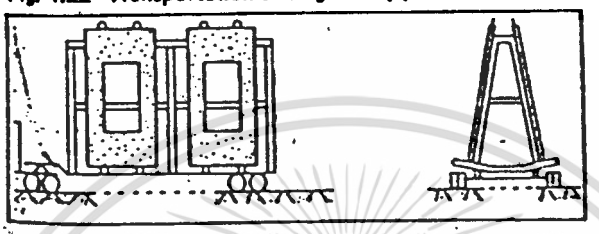
รูป 3.21 a ,รูป 3.21b, รูป 3.21 c

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 การขนส่ง

การรองรับแผ่นในการขนส่งโดยใช้จุด 2 จุด ตามความกว้างและความยาวของชิ้นงานตามรูป 3.22 , 3.23

Fig. 4.22 Transportation of single-story panels

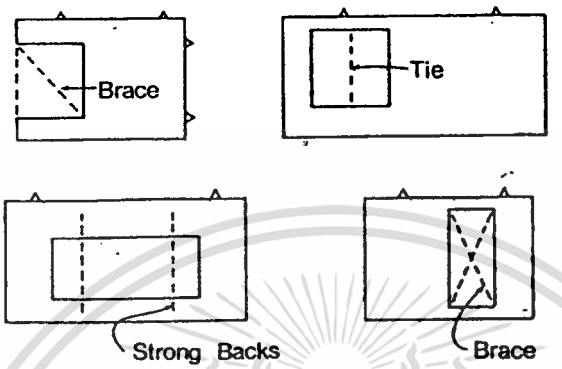


รูป 3.22

รูป 3.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8.1 ความเค้นจากการเคลื่อนที่



รูป 3.24

การหาค่าความเค้นระหว่างที่มีมีสั่น สามารถแทนค่าได้จากสมการ

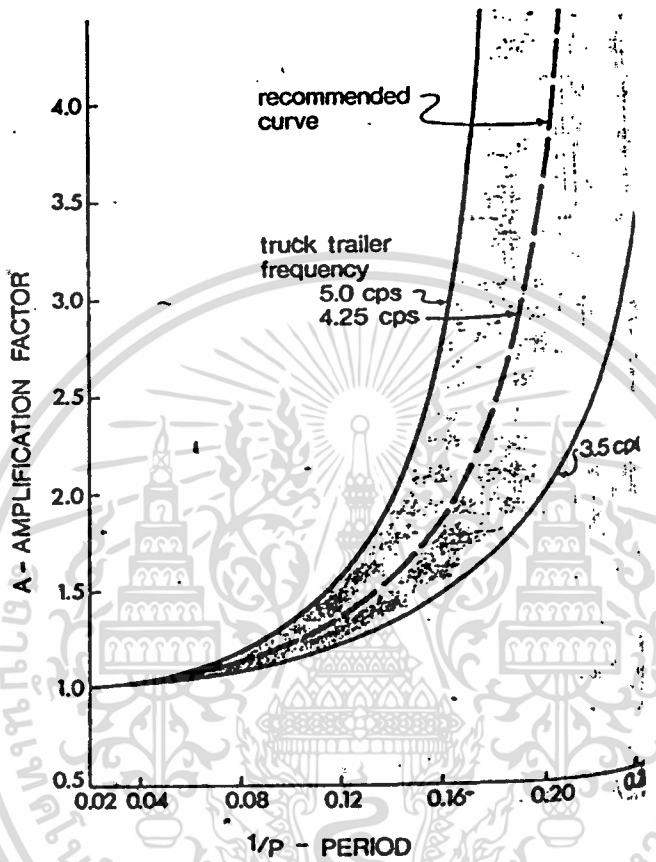
Wcy = AWdl

Wdy = แรงรับที่เพิ่มขึ้น

A = ค่า ส่วนประกอบ ที่เพิ่มขึ้น โดยดูจากกราฟ รูป 3.25

Wdl = น้ำหนักของส่วนประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

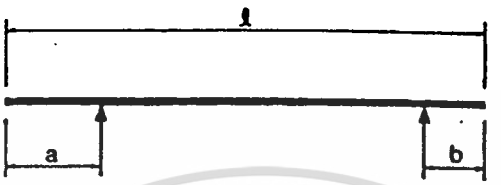


รูป 3.25

ความแน่นอนของข้อมูลสามารถพิสูจน์ได้จากกราฟ ซึ่งจะช่วยให้ข้อจำกัดของความเค้นระหว่างการดึงได้ ดูในรูป 3.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$f = F\sqrt{\frac{EIg}{wl^4}}$$



where

f = fundamental frequency, cps

g = acceleration of gravity, 386 in./sec^2

F = factor from table below

E = modulus of elasticity, psi

I = moment of inertia, in.^{4}

w = unit weight of beam, pli

l = total length of beam, in.

a = length of cantilever at one end, in.

b = length of cantilever at opposite end, in.

FACTOR F

a/l	b/l			
	0	0.1	0.2	0.3
0	1.57	1.92	2.30	2.37
0.1	1.92	2.40	2.88	2.77
0.2	2.30	2.88	3.38	3.10
0.3	2.37	2.77	3.10	3.04

รูป 3.26

3.9 การประกอบ

โดยทั่ว ๆ ไป ในการประกอบจะเกิดปัญหากับบางชิ้นงานได้ ในการออกแบบแผ่น ความเค้นที่จำกัดจะต้องมีการพิจารณาการประกอบและการยกในระหว่างมีการประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดศูนย์ถ่วงของแผ่น ควรจะได้รับการคำนวณ และตำแหน่งในการยกจุดศูนย์ถ่วงของน้ำหนักจะอยู่ใต้ห่วงหลักและใต้จุดยกต่ำสุดของสลิง และที่จะยกควรอยู่ในระนาบที่จะทำการประกอบ ผนังที่เปิดควรระวังเรื่องการแตกร้าวในระหว่างการยกและระหว่างการประกอบ.

การประกอบจะพิจารณาสภาวะทั่วไปที่ทำให้เร็วที่สุด มีประสิทธิภาพและปลอดภัย ความเร็วของการประกอบขึ้นอยู่กับตัวยึดที่ใช้ประกอบ และการเรียงลำดับของการประกอบแผ่น และความเป็นไปได้ของตัวยึดนี้จะติดตั้งได้อย่างรวดเร็ว และความสัมพันธ์ในการยกของเครนในการให้การรองรับ

การติดตั้งในสถานที่ของลำดับของชิ้นงานในการประกอบจะขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ของความเครียดของโครงสร้าง ซึ่งแสดงให้เห็นการต่ออย่างคร่าว ๆ และสภาวะที่จำกัดในการถ่ายน้ำหนักควรจะมีโครงสร้างที่สมดุลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผนัง

4.1 กล่าวนำ

การใช้คอนกรีตแผ่นในการก่อสร้างและรับน้ำหนักต่าง ๆ ที่จะกล่าวถึงในบทนี้ น้ำหนักเบื้องต้นเป็นเหตุที่เกิดจากความน้ำหนักของวัตถุ ลมพายุ แผ่นดินไหวและอื่นๆซึ่งในการออกแบบนั้นจำต้องนำน้ำหนักนี้มาคิดประกอบกับองค์ประกอบอื่น ๆ อีกมากมาย

การออกแบบผนังรับแรง ผู้ออกแบบควรจะพิจารณาถึงความบอบบาง การเปลี่ยนแปลงปริมาตร ความผิดผลากที่ยอมรับได้ และการออกแบบจุดต่อ ซึ่งขึ้นอยู่กับการใช้งานด้วย สำหรับสิ่งก่อสร้างที่สูงไม่เกิน 12 ชั้น นั้นต้องคำนึงถึงกระจายของน้ำหนัก (load) เป็นส่วนใหญ่ สิ่งก่อสร้างที่สูงกว่า 16 ชั้นขึ้นไปนั้น เราต้องหาค่าต่าง ๆ ของการกระจายของน้ำหนัก โดยละเอียด และในช่วง 12 - 16 ชั้นนั้น ต้องพิจารณาเป็นกรณี ๆ ไป เช่น ถ้าน้ำหนักมากจะทำให้กระจายน้ำหนักไม่เป็นเชิงเส้นเป็นต้น

ในบทนี้เราใช้มาตรฐานของ ACI 318 - 77 มาใช้ในการออกแบบค่าความแข็งแรงต่าง ๆ

4.2 การออกแบบเบื้องต้น

การออกแบบกำแพงภายนอกโดยใช้แผ่นรองรับน้ำหนักนั้น ต้องพิจารณาถึงหน้าที่ของแผ่นหล่อสำเร็จ และความสูงของการออกแบบ

4.2.1 การพิจารณาสิ่งต่าง ๆ ในการออกแบบ

ในการออกแบบแผ่นคอนกรีตภายนอกนั้นควรพิจารณาดังนี้

1. ความหนาแน่นของน้ำหนัก (p) และการกระจายแรงลงสู่ฐานราก
2. ขนาดและการกระจายของน้ำหนักในแนวราบและอุปกรณ์สำหรับต้านแรงนั้น โดยใช้แผ่นพื้นและผนังรับแรงเฉือน
3. ตำแหน่งของจุดต่อที่จะควบคุมการเปลี่ยนแปลงปริมาตรเนื่องจากการคืพ,การหด และการเปลี่ยนอุณหภูมิของคอนกรีต
4. นิยามของจุดต่อและชนิดของจุดต่อ ที่ต้องการเพื่อต้านแรงต่างๆที่เกิดขึ้น
5. ความผิดพลาดที่ยอมรับได้สำหรับโครงสร้างที่ออกแบบเพื่อการผลิตและการประกอบ
6. การออกแบบเป็นพิเศษระหว่างขั้นตอนการก่อสร้าง ซึ่งอาจจะเป็นการควบคุมการออกแบบผนังที่รับแรงและไม่รับแรงควรมีจำนวนเหล็ก ที่น้อยที่สุด $\rho = 0.001$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ลำดับของการแก้ปัญหา

1. หาค่าความหนาแน่นของน้ำหนักและการกระจายของน้ำหนักที่นำมาใช้เข้ากับแผ่นผนังและหาว่าแผ่นผนังรองรับน้ำหนักให้ได้มากที่สุดเท่าใด

2. ขนาดและรูปทรงของแผ่นผนังอาจมีผลกระทบต่อการเชื่อมต่อและที่ตั้งทั้งทาง แนวดิ่งและแนวระดับ ดังนั้นในการหารายละเอียดเพื่อที่จะออกแบบการเชื่อมต่อ ควรพิจารณาถึงคำถามเหล่านี้

* รายละเอียดได้มาตรฐานในตัวมันเองไหม

* รายละเอียดต่าง ๆ ที่นำมาก่อสร้างนั้นเป็นไปได้ตามค่าความผิดพลาดที่ยอมรับหรือไม่

* รายละเอียดต่าง ๆ สามารถออกแบบโดยทฤษฎีและการเปลี่ยนแปลงปริมาตรหรือไม่

3.ขนาดและรูปร่างต่างๆของผนังได้มีการพิจารณาถึงความแข็งแรงทั้งทางแนวดิ่งและระดับจนกระทั่งสร้างเสร็จ

4. ต้องพิจารณาถึงพฤติกรรมของสิ่งก่อสร้างเมื่อเกิดแตกร้าวและผลของอุณหภูมิว่ามี ผลต่อความแข็งแรงของโครงสร้างอย่างไร

ตามที่ศึกษามาแล้วนั้น การออกแบบเบื้องต้นจนกระทั่งเสร็จสิ้นนั้นต้องมีการปรับปรุงแก้ไขเป็นลำดับขั้นตอนอย่างเกี่ยวเนื่องกันไปด้วย

4.3 ผนังไม่รับแรง

4.3.1 กล่าวนำ

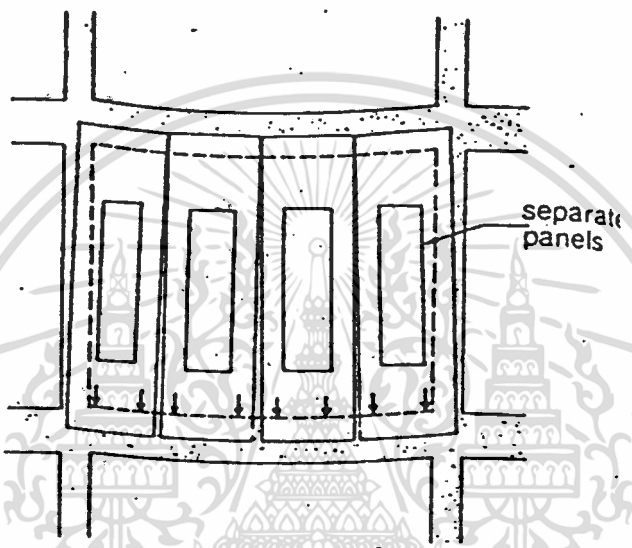
แผ่นผนังไม่รับแรง เป็นอุปกรณ์ทางคอนกรีตชนิดหนึ่ง ซึ่งจะกระจายแรงเพียงเล็กน้อยจากอุปกรณ์ทางโครงสร้างอย่างอื่น โดยทั่วไปเราจะออกแบบเพื่อกั้นห้องหรือรับลมพายุ แผ่นดินไหว แรงเหล่านี้จะถูกกระจายไปยังโครงสร้างที่รองรับโดยทั่วไปแรงที่เกิดขึ้นระหว่างการประกอบและการผลิตจะเป็นตัวควบคุมในการออกแบบ

4.3.2 การเสียรูป

การเสียรูปและโครงสร้างที่รองรับมีความเกี่ยวข้องกัน คือ อาจมีการยืดออกเนื่องมาจากน้ำหนักของผนัง การเสียรูปนี้จะเกิดขึ้นกับโครงสร้างเป็นเหตุให้เกิดการหักเห (โครงสร้างเปลี่ยนแปลง) เนื่องจากน้ำหนักของผนัง การเปลี่ยนแปลงปริมาตรของโครงคอนกรีต ดังนั้นการที่จะนำผนังไปรับน้ำหนักผู้ออกแบบจะต้องออกแบบโครงสร้างและมีการเผื่อโครงสร้างไว้สำหรับการเสียรูปในขณะติดตั้งด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.1 แสดงการนำแผ่นมาวางต่อกันแบบอนุกรมบนคาน ซึ่งอาจมีแนวโน้มให้เกิดการยืดตัวของแผ่นในขณะที่แผ่นรองรับน้ำหนักตามยาว ดังที่แสดงไว้แล้วนั้น ผู้ออกแบบจะต้องเตรียมการสำหรับการเสียรูปที่จะเกิดขึ้น



รูปที่ 4.1

สาเหตุส่วนใหญ่ของการเสียรูปหลังจากการติดตั้งผนังในโครงสร้างคือการโก่งงอ จากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ การรองรับปกติยอมให้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างอิสระ ซึ่งจะทำให้วัตถุเกิดความเค้น บริเวณที่ถูกยึดจะก่อให้เกิดความเค้นของผนัง

ตัวอย่าง : แผ่นคอนกรีตสูง 20 ft, 6 in รองรับน้ำหนักที่กระจายเฉลี่ยจากสูงถึงต่ำที่บริเวณกึ่งกลางความสูง ผลของอุณหภูมิทำให้แผ่นเกิดการงอ 1/4 in โมเมนต์ที่เพิ่มขึ้นที่กึ่งกลางความสูง = $12 EI/L^2$ ประสิทธิภาพของโมดูลัสยืดหยุ่น เป็น 75 %

$I = 1/12\ (12)(16)^2 = 216\ in^4$

$E = 4 \times 10^3$ Ksi

$$M = \frac{12(216)(4 \times 10^3)(0.751) \times 0.25}{(20 \times 12)^2}$$

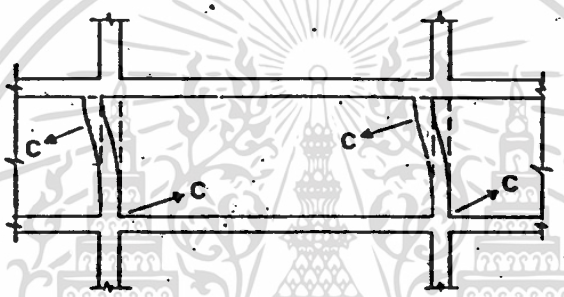
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

= 33.75 in K/ft

f = $6(33750/12)(6)^2$ = 469 psi

p = 4 M/L = 4 x 33.75/20 x 12 = 0.56^{k} per ft

จากตัวอย่างแสดงให้เห็นว่า มีความจำเป็นต้องพิจารณาว่าผนังที่ไม่ได้รับแรงควรจะถูกออกแบบและติดตั้งโดยไม่ให้เกิดการยึดรั้ง ซึ่งจากการกระจายแรงในแนวราบถ้ามีการยึดรั้งอาจจะเกิดแรงอัดตามยาวดังรูปที่ 4.2



รูป 4.2

ในการทำเสาคอนกรีตเราต้องรวมเอาการผิดรูปทางอีลาสติกและพลาสติกเพื่อที่จะออกแบบอาคารสูงสูงได้ ในระดับกลางใดๆ ความแตกต่างของการหดระหว่างพื้นที่ติดกันที่สุด 2 พื้นจะสามารถละ และผนังจะเคลื่อนที่ตามการเคลื่อนที่ของโครงสร้าง

ในระดับต่ำ ถ้าผนังเป็นสิ่งรองรับน้ำหนัก การแตกร้าวของโครงสร้างจะเป็นผลมาจากการหดตัวเมื่อผนังได้รับน้ำหนัก ยิ่งกว่านั้นในโครงสร้างสูง ๆ ผู้ออกแบบควรจะคำนึงถึงการแตกร้าวของเสาและเฉลี่ยรอยต่อไว้เพื่อการเสียรูปด้วย

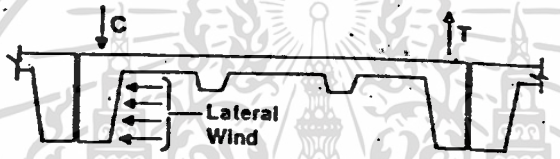
การจำลองน้ำหนักเพื่อหาความแตกต่างระหว่างน้ำหนักในจุด 2 จุดที่อยู่ติดกัน เราจะให้มุมของตึกรับน้ำหนักน้อยกว่าส่วนที่ติดกันของเสา ให้เสาทั้งสองเหมือนกันทุกประการ และรับกำลังสมมุติเท่ากันทั้งคู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 แรงลม

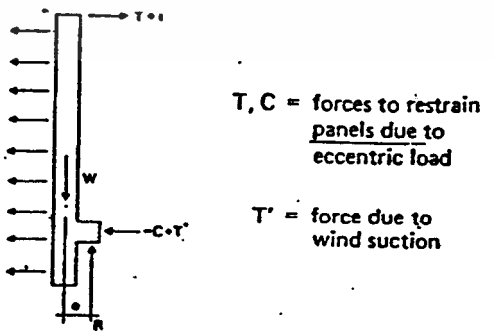
ในการออกแบบสิ่งก่อสร้างเพื่อรับแรงลม แรงเหล่านี้จะมาประยุกต์เข้ากับสิ่งก่อสร้าง ซึ่งจะทำให้เกิดการขยายตัว เนื่องเพราะพายุจะมีผลต่อโครงหลัก ซึ่งในทางวิศวกรรม จะมีการประมาณและมีกฎซึ่งจะจำกัดความไว้

เรามีวิธีการหาความแข็งแรง ซึ่งใช้หาความแข็งแรงของแผ่นโครงสร้าง เมื่อเราได้แผ่นโครงสร้าง เราจะนำเอามาทดสอบแรงลม ถ้าแผ่นนั้นมีหน้าต่างหรือประตู เราจะสามารถเขียน แรงเฉือนเนื่องจากแรงลม ได้ตามรูปที่ 4.3 โดยแผ่นโครงสร้างและรอยต่อเชื่อมของมันจะถูกทดสอบด้วย



รูปที่ 4.3

แม้ว่าในการออกแบบแผ่นโครงสร้างโดยทั่วไปจะไม่วิกฤตสำหรับแรงลมที่ใช้ แต่โดยความเป็นจริงนั้นที่รอยต่อที่ทำหน้าที่ดึงยึดผนังเนื่องจากแรงเยื้องศูนย์ ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4

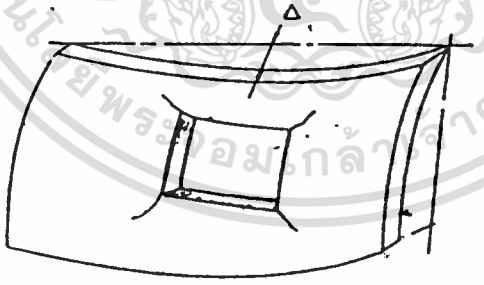
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.4 แผ่นโครงสร้างแบบเปิด

ผนังไม่ได้รับแรง ซึ่งประกอบด้วยช่องเปิดอาจจะมีความเค้นหนาแน่นเพิ่มขึ้นที่บริเวณช่องเปิด เป็นผลมาจากแรงที่เพิ่มขึ้นหรือการบิดงอ ดังรูปที่4.5 แสดงถึงแนวของผนังซึ่งจะถูกดึงออกภายนอก เนื่องจากผิวของผนังภายนอกอุ่นกว่า จากประสพการณ์ถ้าผนังเกิดการหดทั้ง 4 ด้านจะเกิดรอยแตกเล็กๆซึ่งจะเริ่มจากมุม ซึ่งบริเวณที่เกิดความเค้นหนาแน่นอาจจะใช้เหล็กเสริมรับซึ่งผู้ออกแบบควรจะพิจารณาเป็นอันดับแรกในการใช้ทฤษฎีของการจำกัดกาหดที่จะเกิดขึ้นพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงทันที ทันใดในหน้าตัดควรจะมีเหล็กเสริม

แรงที่เกิดจากพื้น เราสามารถทำให้อยู่บนผนัง โดยวิธีการเชื่อม และน้ำหนักที่เป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดความเค้นที่ คานของผนัง ตามรูปที่ 4.6

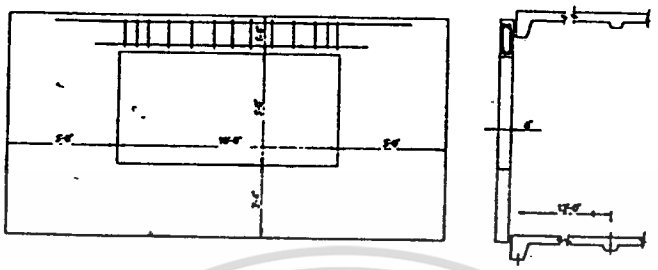
ถ้าการกระจายน้ำหนักนำมาใช้ไม่ได้ คานควรจะมีขนาดและเหล็กเสริมสำหรับแรงจากพื้น ซึ่งค่าต่าง ๆ จะถูกนำมาพิจารณาในเชิงวิศวกรรมอีกครั้งด้วย



รูปที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง จากรูปแสดงการโก่งงอและแตกร้าวของแผ่น พิจารณาการเกิดเนื่องจากน้ำหนัก



รูป

Beam 125 (1.4) = 175 plf

Live + Super DL = [(50)(1.7) + (10)(1.4)] (12/2) = 594 plf

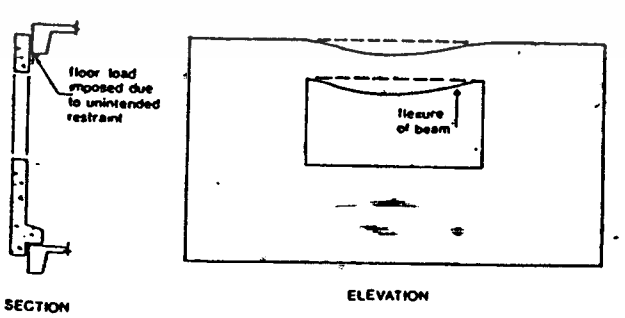
Wu = 769 plf

$-Mu = 0.769 \times 10^2/12 = 6.40$ fk-k

Vu = 0.769 (5.83) = 3.21 K

check shear b = 6" h = 20" d = 18"

$$Vu = \frac{Vu}{0.85\ bd} = \frac{3210}{0.85(6)(18)} = 35 \text{ psi}$$



รูปที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$Vc = 2\sqrt{f'c} = 2\sqrt{5000} = 141 \text{ psi} > Vu$

ตรวจสอบโมเมนต์

ลอง 2 - 4 (A615 - 40)

$Tu = 0.4(40) = 16^{k}$

$a = 16'(0.8)(6)(5) = 0.67"$

$u = 0.9 Tu (d-a/2)$

$= 0.9 (16/12) (18 - 0.67/2) = 21.2 \text{ ft-k} > 6.40 \text{ ft-k}$

ใช้ 2 - # 4 ทั้งบนและล่าง

4.4 สเปนเดลส์

4.4.1 แผ่นสเปนเดลส์ไม่รับน้ำหนัก

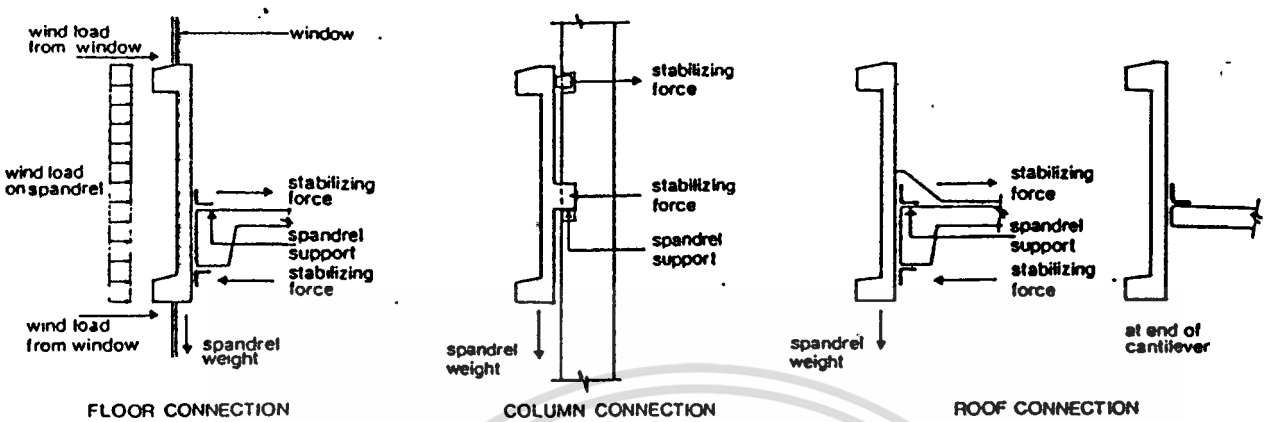
โดยทั่วไปเราจะไม่ใช้เสาสำเร็จรูปในการก่อสร้าง เหมือนการก่อสร้างตึกสูง เนื่องจาก การเรียงตัวและการขยายตัวของเสา น้ำหนักของสปินเดลส์ ที่ตกทับลงบนพื้นหรือลงบนเสาแต่ละต้น ซึ่งทำให้เกิดการบิดเบี้ยวที่รอยต่อระหว่างพื้นกับเสา

สเปนเดิลส์ เป็นช่องว่างระหว่างส่วนเชื่อมต่อ 2 ส่วน ระหว่างกำแพง การพิจารณาเราจะจำกัดหรือสมมุติการหักเหให้เป็นเชิงเส้นตรงและการหมุนของสเบนเดิลส์จะทำตามความต้องการของหน้าต่างการคำนวณการเสียรูปจะพิจารณาจากหน้าตัดคอนกรีตทั้งหมด โดยทั่วไปความเค้นจะเกิดขึ้นน้อยกว่าการเกิดการแตกร้าว และในวัตถุซึ่งอยู่ภายนอกระหว่างเสาจะเป็นการดีกว่าถ้าเราจะรองรับอยู่ติดกับปลาย และนั้นคือการปรับปรุงคุณภาพภายในและการกระจายน้ำหนักน้ำหนักไประหว่างพื้นและสเปนเดลส์เนื่องจากการงอของพื้น

การที่เราต้องมีการพิจารณาชิ้นส่วนที่บอบบาง เป็นพิเศษนั้นเพื่อที่อุปกรณ์ซึ่งทำหน้าที่รองรับแรงอัดบริเวณส่วนที่ยื่นออกมาจากแฟรงค์ มากกว่า 50 เท่าของความกว้างแฟรงค์

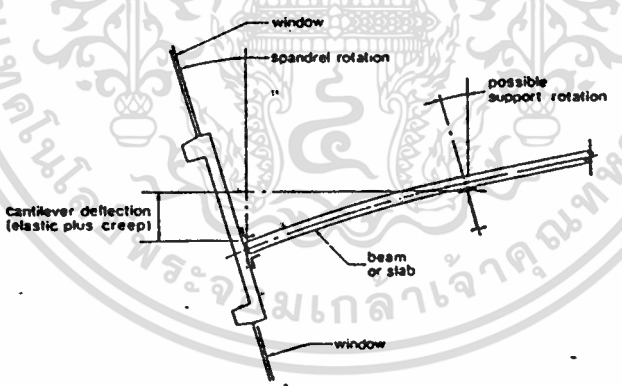
การจำกัดให้เป็น 50 เท่า เป็นไปตามมาตรฐาน ACI 318-77 ซึ่งความเครียดที่มากที่สุดที่กระทำควรจะน้อยกว่า 2 % ของแรงกดที่กระทำต่อแฟรงค์ แต่อย่างไรก็ตาม สิ่งที่จะรองรับน้ำหนักในระดับที่อาจจะเป็นไปได้ เนื่องจากข้อจำกัดในการสร้าง ซึ่งในอนาคต เราอาจจะสามารถพิจารณาให้แรงที่ทำให้เกิดการบิดงอเนื่องจากแรงในสเปนเดลส์นั้นลดลงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7

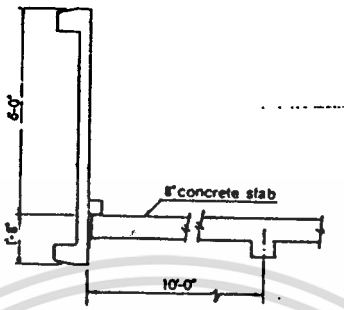
การพิจารณาเราจะให้สเปนเคลส์รองรับน้ำหนักตรงปลายสุด ผู้ออกแบบจำต้องทดสอบผลกระทบต่อการหักเหและการโก่งงอของสิ่งที่รองรับ ซึ่งจะเป็นผลทำให้เกิดการแตกร้าวและควรจะเฉลี่ยสิ่งต่าง ๆ ที่มากระทำให้สมดุลกัน ตามรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง คำนวณหาระยะการโก่งงอของสเปนเดลส์ตามที่แสดง



รูป

ให้น้ำหนักของสบินเดลส์ = 417 plf

Ec = 4×10^3 Ksi

Dl = 10 psf

พิจารณาให้ Ec ลดลงเป็น 2×10^3 Ksi เนื่องจากการคืบ

$$Q = \frac{WL^3}{6L1}$$

$$Q = \frac{0.100 \times (10 \times 12)}{12 \times 6 \times 2 \times 10^3 \times 8^3}$$

$$= 2.58 \times 10^{-3} \text{ rad}$$

Q เนื่องจากน้ำหนักของสเปนเดส์ $Q = \frac{WL^2}{2EI}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= \frac{417 \times (10 \times 12)^2}{22 \times 2 \times 103 \times 8^3}$$

$$= 2.93 \times 10^3 \text{ rad}$$

มุมรวมทั้งหมดเป็น = Z2.58 + 2.93) x 10^{-3} = 5.51 x 10^{-3} rad

มุมที่ยอดของสเปนเดล์ = (5.51 x 10^{-3})(72 + 8/2) = 0.42 in

4.4.2 สเปนเดล์ที่รับน้ำหนัก

กล่าวนำ

สเปนเดลล์รับน้ำหนักจะช่วยรองรับน้ำหนักจากโครงสร้างหลักตามแนวตั้ง และการกำหนดพื้นที่รองรับจะแสดงในรูปที่ 4.9

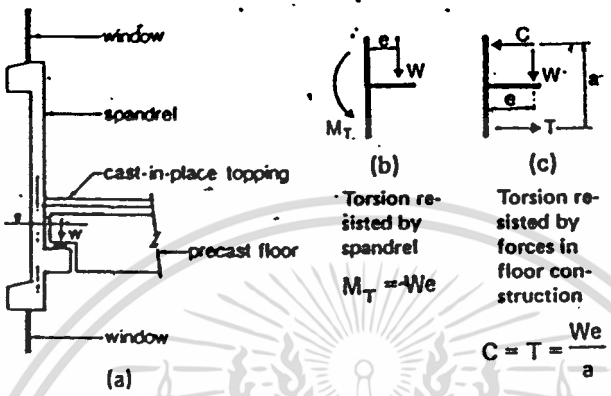
น้ำหนัก

สบินเดลล์รับน้ำหนักจะรองรับน้ำหนักของโครงสร้างซึ่งมักจะเกิดจากแรงเยื้องศูนย์ ชนิดของการกำหนดแบบของสบินเดลล์และพื้นรองรับแสดงในรูปที่ 4.9

การบิดที่เกิดจากการเยื้องศูนย์ซึ่งจะถูกต้านจากสบินเดลล์ และแรงคู่ควบตามขวางที่กระทำบนพื้นหรือทั้งหมด การบิดบนพื้นผิวเราจะทราบโดยการกระจายแรงอันไปบนผิวพื้นและแรงดึงที่ยังต้องกระจายที่บริเวณรับแรงของชิ้นส่วนสำเร็จรูป อย่างไรก็ตามยังมีการบิดที่เกิดจากการประกอบโครงสร้าง การคำนวณต้องนำมาคิดด้วย

ถ้าการบิดไม่สามารถเคลื่อนที่ไปบนพื้นรอยต่อได้ สบินเดลล์จะออกแบบมาสำหรับความเค้นที่เพิ่มขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

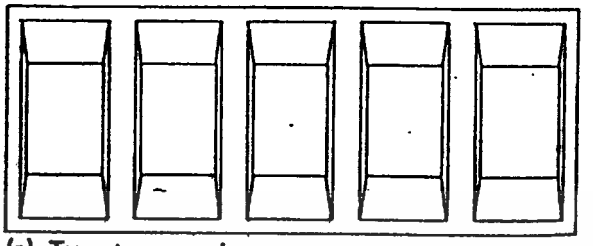


รูป 4.9

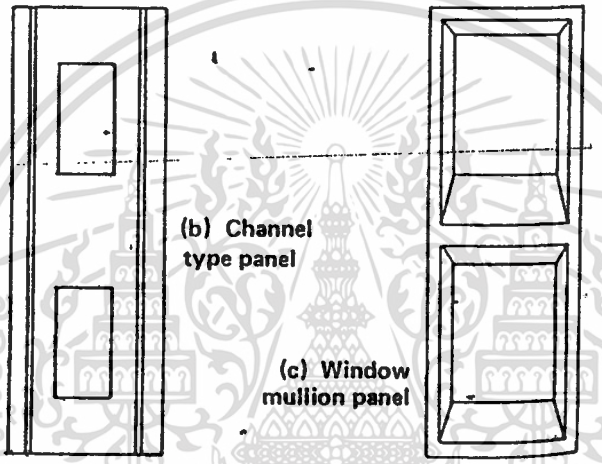
4.5 ผนังรับน้ำหนัก

การออกแบบและตรวจสอบพฤติกรรมของคอนกรีตนั้นเราสามารถพิจารณาได้จากขนาดและรูปร่าง และขนาดของน้ำหนักที่ใส่เข้าไปได้ หรือโดยการกระจายน้ำหนักในการออกแบบคอนกรีตสำเร็จรูปนั้นจะออกแบบแตกต่างจากไม่เหมือน โครงสร้าง 2 มิติ ซึ่งจะต้องคิดเป็นวัตถุอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(a) Truss type panel



รูปที่ 4.10

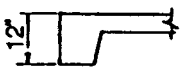
คอนกรีตที่ใช้กับกำแพงน้ำหนักคล้าย ๆ กับในการออกแบบผนังเรียบ หรือ ผนังมีขอบ ทั้งผนังเรียบ และ ผนังมีขอบจะประกอบด้วยหน้าต่างและประตู

รูปที่ 4.10 จะแสดง ผนังมีขอบ 3 ชนิด รูป 4.10 (a) คือ ชนิดโครงหน้าต่างในแนวราบ ส่วนอื่น ๆ เป็นแบบช่องหน้าต่างในแนวดิ่ง

อย่างไรก็ตาม การที่เราจะให้โครงสร้างภายนอกเป็นแบบขวางและตามยาว ซึ่งขึ้นการจัดยึด การติดตั้ง กรรมวิธีการผลิต และอื่น ๆ

ผนังที่ไม่ใช่ผนังภายนอกจะถูกติดตั้งในแนวระดับและแนวดิ่ง จะขึ้นอยู่กับความต้องการพื้นฐานจะขึ้นอยู่กับการยกและการรีประกอบ และการเลือกตัวยึด ผนังในแนวระดับจะต้องคำนึงถึงการยกตัวมันเองขณะที่เคลื่อนย้ายเข้าสู่บริเวณที่ติดตั้ง ซึ่งต้องการกระจายน้ำหนักในแนวดิ่งในแต่ละชั้น และตามการประกอบที่ต้องการยึดครั้งน้อยที่สุด ส่วนในแนวดิ่งต้องการการพิจารณาเพิ่มเติมในการยก และเหตุผลจากความสูงในการประกอบจะทำให้ต้องการการยึดครั้งมากขึ้น สำหรับการประมาณผนังที่มีขอบจะแสดงดังรูป 4.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



TYPICAL SIDE MULLION

Approximate mullion or truss panel weights per 12 in. thickness for window panels

Lightweight ≅ 65 psf

Normal weight ≅ 85 psf

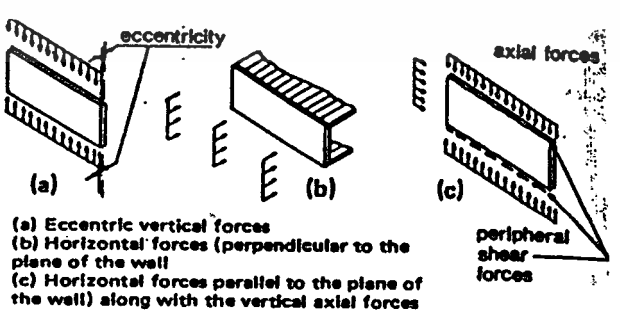
รูป 4.11

4.5.2 แรง

แรงที่ประยุกต์เข้ากับกำแพงมีแนวดิ่งและแนวระดับ น้ำหนักในแนวระดับจะขนานกับกำแพงและในแนวดิ่งจะตั้งฉากดังแสดงในรูป 4.12 พื้นที่ที่น้ำหนักถูกนำมาใส่ตามทิศของรูป 4.13

น้ำหนักส่วนใหญ่ในแนวระดับที่กระทำต่อกำแพงเกิดจากลมพายุและแผ่นดินไหว น้ำหนักเหล่านี้เป็นสาเหตุให้เกิดการเสียรูป

รูปที่ 4.14 แสดงน้ำหนักที่กระทำต่อกำแพงธรรมดาแต่ละด้าน ซึ่งเป็นภารที่กระทำตั้งแต่พื้นจนถึงหลังคา ซึ่งจะมีการเฉลี่ยแรงที่กระทำต่อด้านผนังเพื่อลดการเสียรูปและการแตกร้าว บริเวณหลังคาและพื้นและรอบ ๆ ตึง

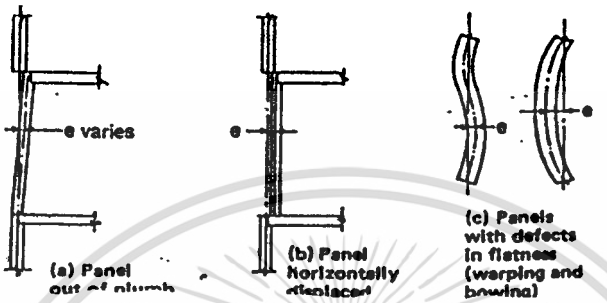


(a) Eccentric vertical forces
(b) Horizontal forces (perpendicular to the plane of the wall
(c) Horizontal forces parallel to the plane of the wall) along with the vertical axial forces

รูป 4.12

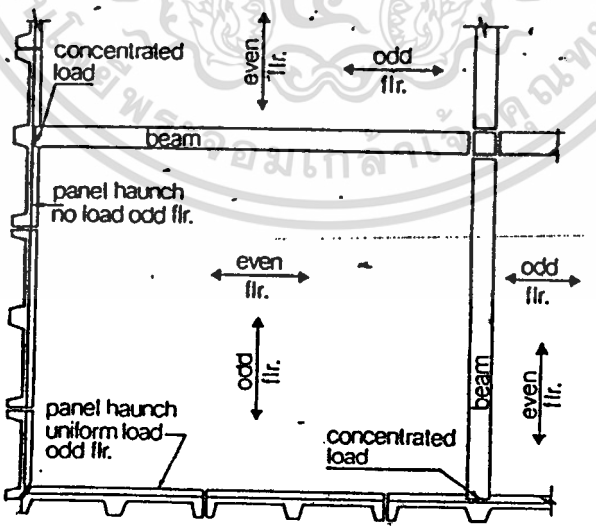
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่แรงภายนอกที่กระทำต่อตึกมีผลต่อหลังคาและพื้น ในกรณีน้ำหนักที่พื้นจำเป็นต้องพิจารณาแยกเป็นพิเศษจากส่วนอื่นโดยการสั่งผ่านให้อยู่ในบริเวณรอยต่อกับกำแพง



รูปที่ 4.13

การกระจายของน้ำหนักระหว่างผนังหรือแรงในแนวแกนกับน้ำหนัก ซึ่งมีสาเหตุมาจากแรงในแนวราบซึ่งจะกลายมาเป็นส่วนประกอบหลักในการคำนวนโครงสร้าง และหารายละเอียดต่าง ๆ ในการสร้างรอยต่อ



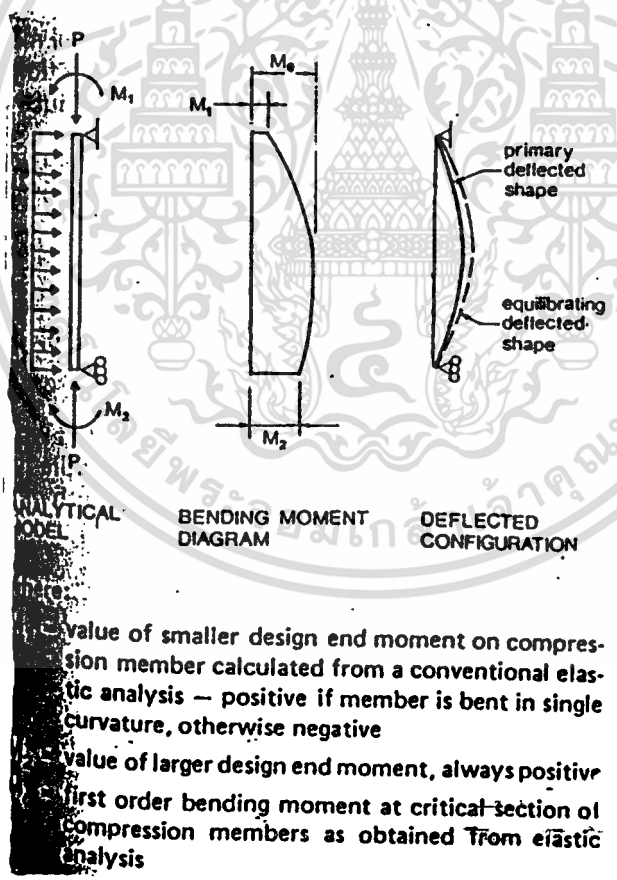
รูปที่ 4.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตัวอย่างการออกแบบของแผ่นรับแรง ขนาดต่างๆจะไม่สามารถควบคุมได้ โดยการใช้โครงสร้าง ผนังที่มีพื้นที่คอนกรีตน้อยที่สุด ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของผนังที่เชื่อมกันด้วยจุดต่อในแนวราบ ขนาดของที่ติดตั้งเหล็กเสริม ขนาดและตำแหน่งของอุปกรณ์ในการยาเพื่อให้เหมาะสมกับเงื่อนไขของรอยต่อต่างๆ

4.3.3 การออกแบบผนังแข็ง

ผนังจะรับแรงแต่ละทิศนั้นต้องมี P = 0.001 ซึ่งนำมาออกแบบด้วยมาตรฐาน AC1 318-77 ในบทที่ 10 จะมีการหาค่าของแรงหนีศูนย์ โดยหาจากวิธีการขยายโมเมนต์ ซึ่งใช้หาค่าปริมาณต่าง ๆ ที่ได้ จะเป็นตัวบอกคุณสมบัติของผนัง ดังที่แสดงในรูป 4.15



รูป 4.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมเมนต์ที่เกิดจากแรงเยื้องศูนย์ หาได้จากวิเคราะห์โมเมนต์รวมกับแรงประลัยในแนวแกนจะถูกเปรียบเทียบกับความแข็งแรงของกำแพง ผลของการคำนวณดูจากส่วน 5.5.5

โมเมนต์ที่เพิ่มขึ้นหาได้จาก

$$Mc = \delta M_2$$

$$\delta = \frac{Cm}{1 - \frac{Pu}{\varnothing Pc}} \geq 1$$

$$Cm = 0.6 + 0.4\,(M1/M2) > 0.4$$

ใน cm จำนวนอื่นให้ใช้ Cm = 1.0

$$Pu = \frac{EI\pi^2}{(Luk)^2}$$

A สำหรับแผ่นที่ไม่มีการแบ่งมุมทั้ง 2 ข้าง

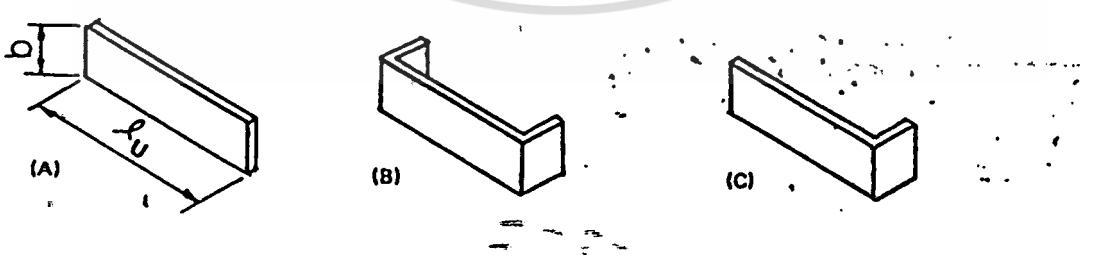
Lu/b, k = 1

B สำหรับผนังที่แบ่งมุมข้างเดียว

La/b < 1/2 k = 1.0

L/2 < in/b , 2 k = 1.5 - Lu/b

Lu/6 > 2 k = $1.0/[1 + (Lu/b)^2$



รูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

C สำหรับรูปที่หักด้านเดียว

$Lu/b < 1$ $\quad k = 1.0$

$1 \leq Ln/b \leq 2$ $\quad k = 1.0 - 0.423\ ([lulb)-1]$

$Ln/b > 2$ $\quad k = 1.0\ 1\ [1+1/2\ (ln/b)^2]^{1/2}$

ค่าของ EI สามารถแสดงดังนี้

สำหรับผนัง คอนกรีตเสริมเหล็กชั้นเดียว ค่าของ EI สามารถหาได้จาก

$$EI = \frac{E_c I_g (0.5 - e/h)}{\beta_d} \geq \frac{0.10 E_c I_g}{\beta_d}$$

สำหรับผนังคอนกรีตเสริมเหล็ก 2 ชั้น ค่าของ EI สำหรับสมการสามารถเขียนได้เป็น

$$EI = ((E_c I_g /5) + E_c I_s)/1+\beta_d$$

$$EI = (E_c I_g /2.5)/1+\beta_d$$

สำหรับผนังซึ่งรับน้ำนักตามขวาง โมเมนสูงสุดสามารถปรากฏที่ส่วนใดส่วนหนึ่งห่างจากส่วนท้าย ในกรณีนี้ค่าของการคำนวณโมเมนสูงสุด ซึ่งปรากฏในแต่ละทีใช้เพื่อค่าของ $M_2 < M$ ซึ่งกำหนดให้เป็น 1 ในกรณีนี้

ถ้าการคำนวณแสดงว่าไม่มีโมเมนต์ที่ส่วนท้ายของส่วนรับแรงอัดหรือคำนวรแล้วน้อยกว่า (0.6+0.03h) in. M_2 ควรจะอย่างน้อย (0.6+0.03h) in. โดย h = M1/M2 สามารถแสดงได้ดังนี้

a: เมื่อคำนวณแล้วน้อยกว่า (0.6+0.3h) in ค่าโมเมนที่คำนวณอาจถูกใช้คำนวณ M1/M2

b: ถ้าการคำนวณแสดงว่าไม่มีโมเมนต์วิกฤติทั้ง 2 ข้างของส่วนรับแรงอัด อัตราส่วน M1/M2 อาจจะกำหนดให้เป็น

สำหรับส่วนรับแรงที่ได้ค้ำกับค้านข้าง ผลของความเล็กอาจไม่ต้องสนใจ เมื่อ Klu น้อยกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับส่วนรับแรงที่ไม่ได้คำกับด้านข้าง ผลของความเล็กอาจไม่ต้องสนใจ เมื่อ Klu/P น้อยกว่า 22 เมื่อง 1 เป็นรัศมี ไจเรชั่นของผนัง 1 อาจแสดงโดย 0.3/ความหนาของผนัง

สำหรับรูปร่างอื่น $r_x = \sqrt{(I_x/A)}$

สำหรับผนัง ซึ่ง Klu/P > 100 จะเป็นดังนี้

1. ในการรวมผนังเหล่านี้เพียงโครงสร้าง ซึ่งมีการยึดไม่ให้เซ
2. ใช้ K = 1
3. ใช้ Cm = 1
4. การมีด้วยของโมเมนต์เนื่องจากลม เพื่อขยาย M2 โดยใช้ทิศลมซึ่งจะทำให้ M2 ใหญ่ขึ้นเป็นบวก
5. ใช้ตัวขยาย S1 ในสูตร $Mc = \delta M2$ ซึ่ง

ถ้าแกนรับน้ำหนักตั้งภายในศูนย์กลางของผนัง (เช่น ตรงกลางของความหนาของผนังบาง) ความเค้นของผนังประมาณได้ว่า

$$Pu = 0.55 \phi f'_c A_g [1 - (l_c/40h)^2]$$

$\varnothing$ = 0.7

Ag = พื้นที่

Lc = ความยาวระหว่างน้ำหนัก

h = ความหนาของผนัง

สัญลักษณ์

Lu = ความยาวของส่วนซึ่งไม่ได้รับน้ำหนัก

P = รัศมีไจเรชั่น

L = ส่วนประกอบของความยาว

M1 = โมเมนต์สุดท้ายซึ่งเล็ก

บวกถ้าเป็นโค้งเดียว , ลบถ้าเป็นโค้งคู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

M2 = โมเมนสุดท้ายซึ่งใหญ่

บวกเสมอ (ถ้าน้อยกว่า ค่า code น้อยสุด ให้ใช้ค่า code น้อยสุด)

Mc = โมเมนที่ใช้ในการออกแบบ

I = โมเมนต์ of inertia

Pc = แรงวิกฤต

4.5.4 การออกแบบผนังมีขอบ

รูปที่ 4.16 แสดง Monent of inertia ของการรวมผนังที่มีกระจกเข้าด้วยกัน ซึ่งมีผลกระทบต่อความกว้างสำหรับหน้าต่าง 6t ที่แสดงในรูป 4.16 ในการออกแบบจำต้องคำนึงถึงความสูง I ด้วย

การออกแบบในหัวข้อ 4.5.3 ในการแทนค่าต่าง ๆ ลงไปเป็นผลให้ค่าที่แผ่นค้ำได้รับมีค่าเท่ากับน้ำหนักที่ใส่ลงไป ดังนั้นเราจึงสมมุติให้มันเท่ากัน สำหรับรูป 4.16 เป็นการแสดงการกระจายน้ำหนักตั้งแต่พื้นถึง ซึ่ง Euler curve สามารถแสดงให้เห็นได้

ถ้าเราพิจารณาที่จุดกึ่งกลางความสูง แล้วให้ Io เท่ากับ Iequiv โดยสมการ

$$\Delta_o = \frac{5WL^4}{384EI_{equiv}}$$

ซึ่ง Iequiv สามารถหาได้, Pc จะนำไปหาโมเมนต์ จากภาคตัดของ K จะมีผลตามความยาว จะออกแบบโดยการย้ายไปแกน x-x ตามรูป 4.16

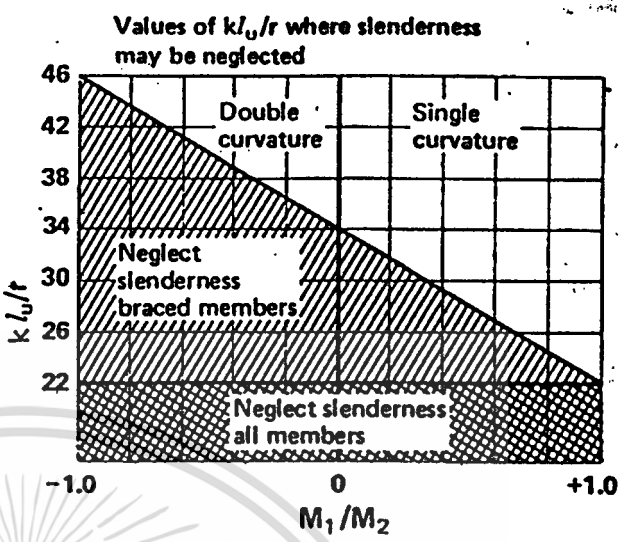
ในการออกแบบจุดศูนย์กลาง, และออกแบบความเรียบ จะออกแบบในแกน y-y โดยใช้มาตรฐาน AC1 318-77 ตามรูป 4.17

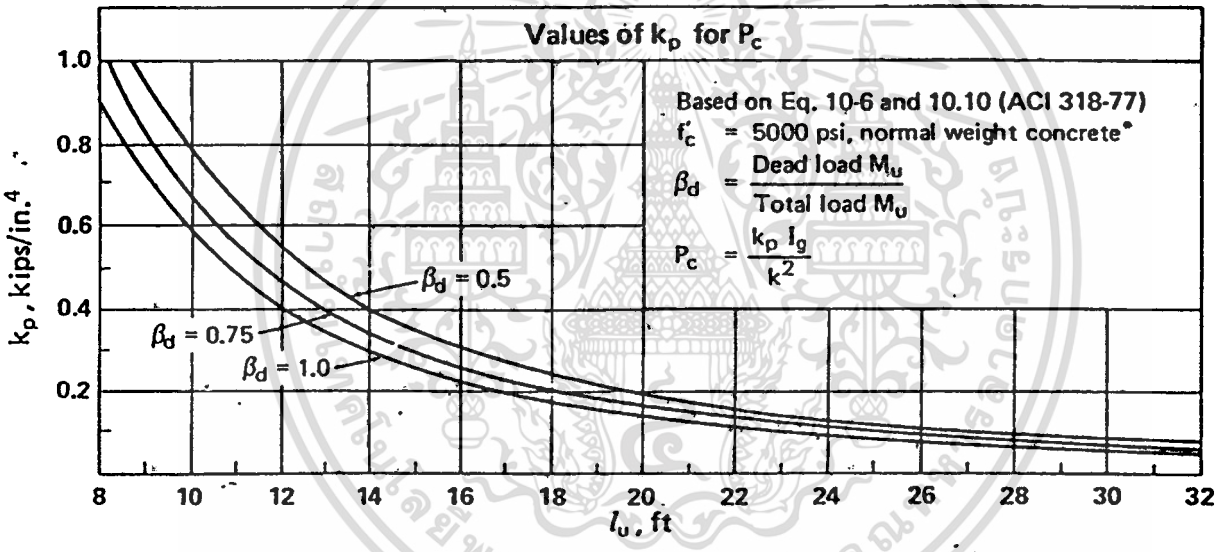
ตัวอย่างการออกแบบความเรียบ

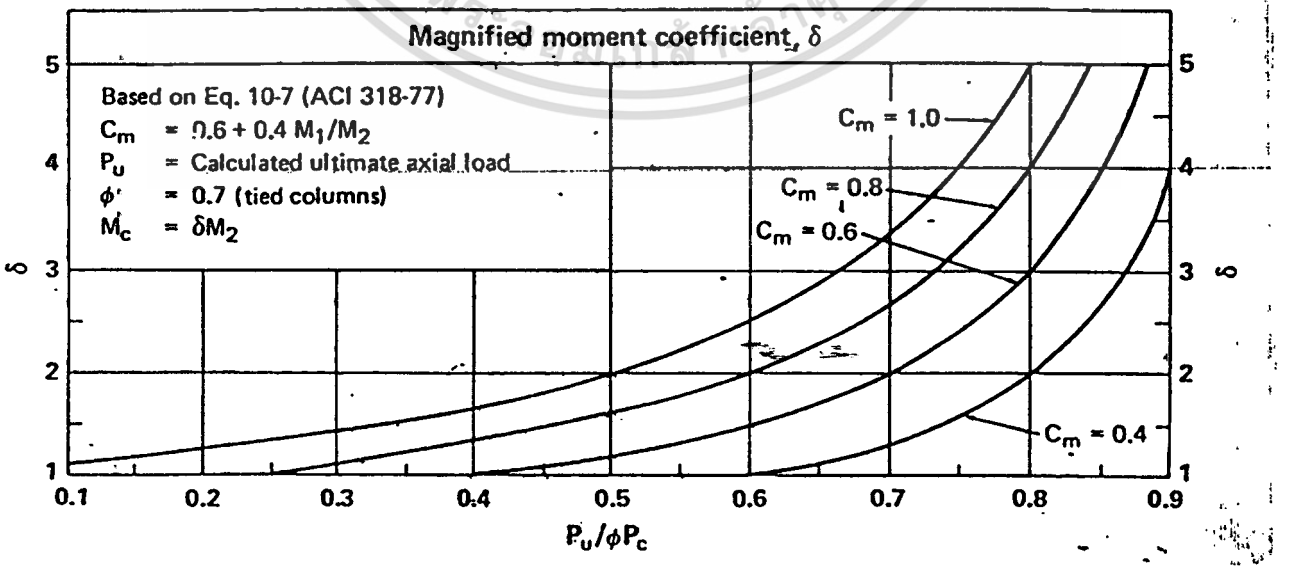
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Notation

- l_u = Unsupported length of compression member
- r = Radius of gyration
- k = Effective length factor
- M_1 = Smaller ultimate end moment pos. if bent in single curvature neg. if bent in double curvature
- M_2 = Larger ultimate end moment always positive (if less than minimum code values, use min. code values)
- M_c = Moment to be used in design = δM_2
- I_g = Gross moment of inertia
- P_c = Critical load







เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.5 เส้นโค้งปฏิกริยา

บางโครงสร้างได้สร้างขึ้นเป็นส่วนรับแรงอัดของส่วนที่รับน้ำหนัก เป็นความจำเป็นที่จะต้องมีพัฒนา กราฟปฏิกริยาของ Pu-Mu จากรูป 4.18 แสดงถึงความสัมพันธ์ของการคำนวณจากจุดปฏิกริยาของกราฟ

กราฟแรงปฏิกริยาภายในสำหรับบทความทางของชิ้นส่วน ได้พัฒนาและแสดงไว้ในตัวอย่างต่อไปนี้ มีความสำคัญที่จะรู้ว่าจุดไหนที่ต้องคำนวณ สำหรับการคำนวณ 1 จุด ที่ได้แสดงไว้ในตัวอย่าง พื้นที่ที่จะรับแรงของคอนกรีต จะต้องต้องเลือกจากผลรวมของแรงในแกนของเหล็กและคอนกรีต

จะได้ผลลัพธ์เป็นลบของ Pu ปกติจะหาได้จากจุดที่เหล็กรับแรงมากสุดของเหล็กที่รับแรงดึง ซึ่งต่อกับคอนกรีตที่รับแรงดันตรงจุดที่เป็นพื้นที่เล็ก ๆ และเป็นยกเว้นปริมาณA_s

สำหรับส่วนประกอบที่ไม่เป็นสี่เหลี่ยม ไม่จำเป็นต้องแยกกราฟของแรงในแต่ละทิศทาง แต่งานส่วนมากที่จะเป็นเหลี่ยม ให้ a เป็นความลึกของ คอนกรีตที่รับแรงกด แทน a/2 สำหรับส่วนที่เป็น จำเป็นที่จะต้องคำนวณจุดศูนย์ถ่วงของพื้นที่รับแรงกด ดังที่แสดงใน y

การประมาณต้องเหล็กเสริมของหน้าตัดผนังก่อนที่จะคำนวณแรงภายใน จะใช้ตัวคูณความปลอดภัยใช้ 2.5 ถึง 2.75 ในการหา Pu และไม่ต้องคิดผลจากการโก่ง พื้อที่ของเหล็กอาจจะประมาณจากสมการ

$$\frac{P_u}{\phi} = 0.85 f_c' A_c + A_s f_y$$

4.5.6 พฤติกรรมของโครงสร้างผนังชนิดโครงถัก

ผนังรับแรงที่มีหน้าต่าง ที่มีขนาดใหญ่ในแนวระดับอาจจะเป็นแกนที่ขนานกันและมีขอบยึดแกนได้ พฤติกรรมของโครงสร้างผนังชนิดโครงถัก จะต่างจากการวิเคราะห์ผนังทั่งไป

การอธิบายถึงความสำคัญของผนังระบบโครงถัก เพราะว่าส่วนนี้ไม่สามารถใช้จุดศูนย์กลางมาวิเคราะห์ได้ แต่จะใช้น้ำหนักที่จะต้องรับจากภายนอกมากำหนดความลึกและความแข็งแรงของคาน จากรูป 4.10 (a) แสดงถึงขอบของโครง (หลังคา) 4.10 (b) แสดงถึงหลังคาที่ตั้งฉาก

ตัวอย่างในรูป 4.10 บอกถึงว่าไม่สามารถจะหากฎเกณฑ์ในการ วิเคราะห์ได้แรงภายใน และรายละเอียดของโครงสร้างจะขึ้นอยู่กับความแข็งและพื้นที่ของส่วนประกอบของโครงสร้างด้วย มีตัวแปรมาก ดังนั้นผู้ออกแบบต้องตระหนักถึง โครงสร้างเป็นอย่างมากแต่ละโครงสร้างมีบรรทัดฐานใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเลือก ความโค้งงอ , แรง , ตำแหน่ง มุมหักเหที่เกิดจาก แรงโน้มถ่วงของน้ำหนักซึ่งมีผลเป็นอย่างมาก

มันจำเป็นที่จะต้องรวมผลจากแรงที่เกิดจากน้ำหนักที่เกิดขึ้นที่ข้อต่อรับน้ำหนัก โครงสร้างแต่ละแบบจะมีรูปแบบของตัวเอง วิธีการคำนวณแรงที่เกิดจากน้ำหนักเพียงอย่างเดียวหรือรวมกับแรงที่เกิดขึ้นบริเวณข้อต่อ แต่มีคำแนะนำให้คำนวณโครงสร้างโดยคิดคล้าย ๆ กัน การคิดโมเมนต์หรือใช้โปรแกรมเช่น "STRESS" หรือ "STRUD" ซึ่งใช้หาแรงลัพธ์ของโครงสร้างเนื่องจากโครงสร้างของกำแพงจะมีรูปร่างเดียวกันหมด การวิเคราะห์จะถูกกำหนดในสามารถรับน้ำหนักได้มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การวิเคราะห์แรงในโครงสร้าง

กำหนด น้ำหนักหลังคา (โมเนีย) = 45 Kg/m^2

น้ำหนักโครงหลังคา (เหล็ก) = 5 Kg/m^2

น้ำหนักจร = 50 Kg/m^2

น้ำหนักเนื่องจากลม = 20 Kg/m^2

จาก U = 1.4 (DL) + 1.7 (LL)

= 1.4 (45+5)+1.7 (50+20)

= 189 ~ 190 Kg/m^2

ให้โครงหลังคาเป็น truss 3 มิติ มีการกระจายน้ำหนักลงผนังตามแบบดังนี้

W1 = $\frac{1}{3}$ x 190 x 7 = 444 Kg/m

W2 = $\frac{1}{3}$ x 190 x 7 = 444 Kg/m

W3 = $\frac{1}{2}$ x 190 x 2.25 = 214 Kg/m

W4 = $\frac{1}{3}$ x 190 x 7 = 444 Kg/m

W5 = 444 + 214 = 658 Kg/m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การถ่ายน้ำหนักจากพื้นและผนังชั้น 3 ลงสู่ผนังชั้นที่ 2

W = น้ำหนักจากผนังชั้น 3 + น้ำหนักแผ่จากพื้น + น้ำหนักแผ่จากหลังคา

W8 = (2400x3.8x0.13) x 1.4 + ($\frac{676x5.4}{3}$) + 444

= 1659+1216.8+444 = 3339.8 Kg/m

W9 = (2400x3.8x0.13) x 1.4 + ($\frac{676x5.4}{3}$) + ($\frac{676 x 2.7}{2}$) + 444

= 1659+1216.8+912.6+444 = 4252.4 Kg/m

W10 = (2400x3.8x0.13) x 1.4 + ($\frac{676x2.3}{3}$) + 214

= 1659+518+214 = 2391 Kg/m

W11 = (2400x3.8x0.13) x 1.4 + ($\frac{676x5.4}{3}$) + 444

= 1659+1216+444 = 3398.8 Kg/m

W12 = 0

W13 = (2400x3.8x0.13) x 1.4 + ($\frac{676x5.4}{3}$)+($\frac{676x2.3}{3}$) + 658

= 1639+1216.8+518+658 = 4051.8 Kg/m

W14 = (2400x3.8x0.13) x 1.4 + ($\frac{676x2.3}{3}$)

= 1659+518 = 2177 Kg/m

W15 = (2400+2.6x0.13) x 1.4 + ($\frac{676x2.3}{3}$)

= 1136 + 518 = 1654 Kg/m

W16 = (2400+2.6x0.13) x 1.4 + ($\frac{676x5.4}{3}$) + 658

= 1659+1216.8+658 = 3533.8 Kg/m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การถ่ายน้ำหนักจากพื้นและผนังชั้นที่ 2 ลงสู่ผนังชั้นที่ 1

W = น้ำหนักแผ่จากพื้นชั้นที่ 2+น้ำหนักของผนังชั้นที่ 2+น้ำหนักแผ่บนชั้นที่ 2

W19 = $\frac{(676 \times 5.4)}{3} + (2400 \times 2.6 \times 0.13) + 3339.8$

= 1216.8+811.2+3339.8 = 5367.8 Kg/m

W20 = $\frac{(6.76 \times 5.4)}{3} + (2400 \times 2.6 \times 0.13) + 4252.4$

= 1216.8+811.2+4252.4 = 6280.4 Kg/m

W21 = $\frac{(676 \times 2.5)}{3} + (2400 \times 2.6 \times 0.13) + 2391$

= 563+811.2+2391 = 3765.2 Kg/m

W22 = $\frac{(676 \times 5.4)}{3} + (2400 \times 2.6 \times 0.13) + 3398.8$

= 1216.8+811.2+3398.8 = 5426.8 Kg/m

W23 = $\frac{(676 \times 5.4)}{3} + \frac{(676 \times 2.5)}{3} + (2400 \times 2.6 \times 0.13) + 4051.8$

= 1216.8+563+811.2+4051.8 = 6642.8 Kg/m

W24 = $\frac{(676 \times 2.5)}{3} + (2400 \times 0.13 \times 2.6) + 2177$

= 563+811.2+2177 = 3551.2 Kg/m

W25,26 เป็นผนังก่ออิฐฉาบปูน ใช้สำหรับกั้นห้องไม่ได้รับแรง

W27 = $\frac{(676 \times 1.5)}{3} + \frac{(676 \times 0.9)}{3} + (2400 \times 0.13 \times 2.6) + 1654$

= 338+202.8+1216.8+1654 = 3411.6 Kg/m

W28 = $\frac{(676 \times 0.9)}{3} + (2400 \times 0.13 \times 2.6)$

= 203+811 = 1014 Kg/m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การถ่ายน้ำหนักจากผนังลงคาน

B = น้ำหนักถ่ายจากพื้นชั้นที่ +น้ำหนักผนัง+ น้ำหนักแผ่บนผนังชั้นที่ 1

B1 $= (676x4x(3-(\frac{0.7}{3})^2)+(2400x0.13x3.75) + 5367.8$

$= 2483+1170+5367.8 = 9020.8$ Kg/m

B2 $= (\frac{676x4}{3}) + (\frac{676x2.9}{2}) + (2400x0.13x3.75) + 6280.4$

$= 901+980+1170+6280.4 = 9331.4$ Kg/m

B3 $= (\frac{676x1.75}{3}) + (2400x0.13x3.75) + 2391$

$= 394+1170+2391 = 3955$ Kg/m

B4 $= (\frac{676x4}{3}) + (2400x0.13x3.75) + 5426.8$

$= 901+1170+5426.8 = 7497.8$ Kg/m

B5 $= (\frac{676x47 (3-(0.7)^2)}{3}) + (\frac{676x1.5}{2}) + (2400x0.13x3.75) + 1014$

$= 2483+507+1170+1014 = 5174$ Kg/m

B6 $= (\frac{676x1.5}{2}) + (\frac{676x1.75}{3}) + (2400x0.13x3.75) + 6642$

$= 507+394+1170+6642 = 8813$ Kg/m

B7 $= (\frac{676x1.6x(3 - (0.7)^2))}{3} + (\frac{676x1}{2})+(2400x0.13x3.75) + 3551$

$= 993+338+1170+3551 = 6052$ Kg/m

B8 $= (\frac{676x1.6x (3 - (0.7)^2))}{3} + (\frac{676x1.75x (3-(0.7)^2))}{2} + 180x3.75$

$= 993+1086+675 = 2754$ Kg/m

B9 $= (\frac{676x1.75 (3 - (0.7)^2))}{3} + (\frac{676x1}{2}) + 180x3.75$

$= 1086+338+675 = 2099$ Kg/m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

B10 $= \left(\frac{676x1x}{3} \left(3-\left(\frac{0.7}{2} \right)^2 \right) \right) + (2400x0.13x3.75) + 3411$

$= 584+1170+3411 = 3996$ Kg/m

B11 $= \frac{676x2.9}{3} = 653$ Kg/m

B12 $= \frac{676x2.9}{3} (3-(0.7)^2) = 1799$ Kg/m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

การออกแบบ

6.1 การออกแบบผนัง

WALL 1

1.พิจารณาผนังในขณะที่รับแรงในโครงสร้าง

กำหนดผนังหนา	13	cm
กำหนดแรงลม	50	Kg/m^2
ตัวคูณความปลอดภัย	1.3	

ตรวจสอบแรงอัด

ผนังรับน้ำหนักแผ่	444	Kg-m
แรงในแนวแกนที่มากที่สุด(จาก Mfeap)	1626.6	Kg

แรงกดที่คอนกรีตยอมรับได้

$$= 0.225 f_c' A_g [1 - (h / 40t)^3]$$

$$= 0.225 \times 300 \times (13 \times 25)[1 - (380 / (40 \times 13))^3]$$

$$= 13376 > 1626.6 \text{ Kg}$$

ตรวจสอบแรงเฉือน

หน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้น

$$= 578.9 / (13 \times 20)$$

$$= 2.22 \text{ Kg/cm}^2$$

หน่วยแรงเฉือนที่ยอมรับได้ของคอนกรีต

$$= (0.464) \times (f_c'(1 + 0.057 (N / Ag)))^{1/2}$$

$$= (0.464) \times (300(1 + 0.057 (444 / (13 \times 540))))^{1/2}$$

$$= 8.03 > 2.22 \text{ Kg/cm}^2$$

ดังนั้นไม่ต้องมีเหล็กเสริมรับแรงเฉือน

ตรวจสอบโมเมนต์

$$M_{MAX} = 1.3 \times 739$$

$$= 960.7 \text{ Kg-m}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z = bt^2 / 4$

$= (13 \times (20)^2) / 4$

$= 1300\ cm^3$

$f_c = M / Z$

$= (960.7 \times 100) / 1300$

$= 74.6 > 56.29\ Kg/cm^2$

ดังนั้นใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์

จาก $R_n / \varnothing bd^2 = (960.7 \times 100) / (0.9 \times 13 \times (10)^2)$

$= 32.07$

$\rho = (0.85f_c' / f_y)(1 - (1 - (2R_n / 0.85f_c'))^{1/2})$

$= ((0.85\times300)/4000)(1-(1-(2(32.07)/(0.85\times300)))^{1/2})$

$= 0.0086$

$A_s = \rho bd$

$= 0.0086 \times 10 \times 13$

$= 1.12\ cm$

ใช้เหล็กยืน 4 - DB12 mm ปลอก RB 6 mm @ 20 cm

2 พิจารณาผนังในขณะทำการผลิต

กำหนดความแข็งแรงของคอนกรีตขณะถอดแบบ	140 Kg-cm
กำหนดตัวคูณความปลอดภัย	1.3
กำหนดมุมในการยก	45^o
กำหนดใช้จุดยก	2 จุด

หน่วยแรงดึงที่ยอมรับได้ขณะถอดแบบและเก็บสำรอง

$= 0.42(f_c')^{1/2}$

$= 0.42(140)^{1/2}$

$= 4.97\ Kg/cm^2$

ตรวจสอบหน่วยแรงในการยกขณะถอดแบบ

ตามแนวดิ่ง M_y	2533 Kg-m/m
หรือ	$= 2533 \times 0.2$
	$= 507$ Kg-m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_y = bt^2 / 4$

$= (20 \times (13)^2) / 4$

$= 845\ cm^3$

f_cของคอนกรีต $= (M_y) / Z$

$= (507 \times 100) / 845$

$= 60 > 4.97\ Kg\text{-}cm^2$

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์ดัด

จาก $R_N = M_V / \phi bd^2 = (507 \times 100) / (0.9 \times 20 \times (10)^2)$

$= 28.17$

$\rho_v = Wf_c' / f_y (1 - (1 - (2R_N / 0.85f_c'))^{1/2})$

$= ((0.85\times140)/4000)(1-(1-(2\times28.17)/(0.85\times140)^{1/2})$

$= 0.0082$

$A_{sv} = 0.0082 \times 10 \times 20$

$= 1.63\ cm^2 / m$

ดังนั้นในแนวดิ่งใช้ $A_{sv} = 1.63\ cm^2/m$

ตามแนวขวาง M_x $= 1735\ Kg\text{-}m/m$

หรือ $= 1735 \times 2.6$

$= 4511\ Kg\text{-}m$

โมเมนต์เนื่องจากมุมในการยก

$M_x' = P_{dl} Y_o / \tan\theta$

$= ((2400\times0.2\times0.13\times1.3\times10)/2)(0.065/ \tan 45^\circ)$

$= 26\ Kg\text{-}m$

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_x = bt^2 / 4$

$= (260 \times (13)^2) / 4$

$= 10985\ cm^3$

f_cของคอนกรีต $= (M_x + M_x') / Z_x$

$= (4537 \times 100) / 10985$

$= 41.30 > 4.97\ Kg\text{-}cm^2$

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์ดัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จาก $M / f_c' bd^2 = (4537 \times 100) / (140 \times 260 \times (6.5)^2)$

$= 0.2950$

$W = 0.38$

$\rho_H = W f_c' / f_y$

$= (0.38 \times 140) / 4000$

$= 0.0133$

$A_{SH} = 0.0133 \times 100 \times 6.5$

$= 8.64 \text{ cm}^2 / \text{m}$

ดังนั้นในแนวขวางใช้ $A_{SH} = 8.64 \text{ cm}^2/\text{m}$

เหล็กเสริมในแนวดิ่ง 4 -DB 12 mm

เหล็กเสริมในแนวขวาง ∅ 9 mm @ 15 cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WALL 2

1.พิจารณาผนังในขณะที่รับแรงในโครงสร้าง

กำหนดผนังหนา 13 cm

กำหนดแรงลม 50 Kg/m^2

ตัวคูณความปลอดภัย 1.3

ตรวจสอบแรงอัด

ผนังรับน้ำหนักแผ่ = 444 Kg-m

ผนังรับน้ำหนักทั้งหมด = 444 × 7

= 3108 Kg

แรงกดที่คอนกรีตยอมรับได้

$= 0.225\ f_c'\ A_g\ [\ 1 - (\ h / 40t\ )^3\ ]$

$= 0.225 \times 300 \times ((\ 13 \times 300\ ) / 2\ )[\ 1 - (\ 380 / (\ 40 \times 13\ ))^3\ ]$

= 80258 > 3108 Kg

ดังนั้นใช้เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

ตรวจสอบแรงเฉือน

หน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้นจากแรงลม

$= (\ 50 \times 5.4 \times 3.8 \times 1.3\ ) / (\ 13 \times 540\ )$

$= 0.15\ Kg/cm^2$

หน่วยแรงเฉือนที่ยอมรับให้ของคอนกรีต

$= (\ 0.464\ ) \times (\ f_c'(\ 1 + 0.057\ (\ N / Ag\ )))^{1/2}$

$= (\ 0.464\ ) \times (\ 300(\ 1 + 0.057\ (\ 3108 / (\ 13 \times 300\ )))^{1/2}$

$= 8.21 > 0.15\ Kg/cm^2$

ดังนั้นใช้เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

ตรวจสอบโมเมนต์

โมเมนต์เนื่องจากแรงลม

$M = WL^2 / 8$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$M_H = WL^2 / 8$

$= (50 \times 3.8 \times (3)^2 \times 1.3) / 8$

$= 278$ Kg-m

$M_V = WL^2 / 2$

$= (50 \times 3 \times (3.8)^2 \times 1.3) / 2$

$= 1083$ Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z = bt^2 / 4$

$Z_H = (300 \times (13)^2) / 4$

$= 12675$ cm^3

$Z_V = (380 \times (13)^2) / 4$

$= 16055$ cm^3

f_c' ของคอนกรีต $= M / Z$

$M_H / Z_H = (277 \times 100) / 12675$

$= 2.18$ Kg/cm^2

$M_V / Z_V = (1407 \times 100) / 16055$

$= 6.7$ Kg/cm^2

โมเมนต์เนื่องจากการบรรทุกบนช่องเปิด

บริเวณช่องประตู 1

$M = WL^2 / 2$

$= (444 \times (1)^2) / 2$

$= 222$ Kg-m

$Z = bt^2 / 4$

$= (13 \times (30)^2) / 4$

$= 11700$ cm^3

f_c ของคอนกรีต $= M / Z$

$= (222 \times 100) / 11700$

$= 1.8 > 7.27$ Kg/cm^2

บริเวณช่องประตู 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$M = WL^2 / 8$

$= (444 \times (1.5)^2) / 8$

$= 124.87$ Kg-m

$f_c = M / Z$

$= (124.87 \times 100) / 11700$

$= 1.06 > 7.27$

f_cที่ยอมให้ของคอนกรีต $= 0.4 (f_c')^{1/2}$

$= 0.4 (300)^{1/2}$

$= 7.2 > 15.78$ Kg/cm$^{1/2}$

ดังนั้นใช้เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

$A_H = 0.0025 \times b \times t$

$= 0.0025 \times 100 \times 13$

$= 3.25$ cm^2/m

$A_V = 0.0015 \times b \times t$

$= 0.0015 \times 100 \times 13$

$= 1.95$ cm^2/m

2. พิจารณาผนังในขณะทำการผลิต

กำหนดความแข็งแรงของคอนกรีตขณะถอดแบบ	140 Kg-cm
กำหนดตัวคูณความปลอดภัย	1.3
กำหนดมุมในการยก	45°
กำหนดใช้จุดยก	2 จุด

หน่วยแรงดึงที่ยอมรับได้ขณะถอดแบบและเก็บสำรอง

$= 0.42(f_c')^{1/2}$

$= 0.42(140)^{1/2}$

$= 4.97$ Kg/cm^2

ตรวจสอบหน่วยแรงในการยกขณะถอดแบบ

ตามแนวดิ่ง M_y $= 679.5$ Kg-m/m

หรือ $= 679.5 \times 3.1$

$= 2106$ Kg-m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z = bt^2 / 4$

$= (310 \times (13)^2) / 4$

$= 13097\ cm^3$

f_cของคอนกรีต $= (M_y) / Z$

$= (2106) \times 100) / 13097$

$= 16.08 > 4.97\ Kg\text{-}cm^2$

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์ดัด

จาก $M / f_c' bd^2 = (2106 \times 100) / (140 \times 310 \times (6.5)^2)$

$= 0.1148$

$W = 0.124$

$\rho_v = Wf_c' / f_y$

$= (0.124 \times 140) / 4000$

$= 0.00434$

$A_{sv} = 0.00434 \times 100 \times 6.5$

$= 2.82 > 1.95\ cm^2 / m$

ดังนั้นในแนวดิ่งใช้ $A_{sv} = 2.82\ cm^2/m$

ตามแนวขวาง M_x $= 1188\ Kg\text{-}m/m$

หรือ $= 1188 \times 2.6$

$= 3089\ Kg\text{-}m$

โมเมนต์เนื่องจากมุมในการยก

$M_x' = P_{dl} Yc / \tan \theta$

$=2400\times0.13\times3.2\times1.3\times3.8)/2)(0.065/\tan 45^\circ)$

$= 160\ Kg\text{-}m$

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_x = bt^2 / 4$

$= (260 \times (13)^2) / 4$

$= 10985\ cm^3$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

f_c ของคอนกรีต $= (M_x + M_x') / Z_x$

$= (3249 \times 100) / 10985$

$= 29.58 > 4.97$ Kg-cm^2

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์คัด

จาก $M / f_c' bd^2 = (3249 \times 100) / (140 \times 260 \times (6.5)^2)$

$= 0.2113$

$W = 0.247$

$\rho_H = Wf_c' / f_y$

$= (0.247 \times 140) / 4000$

$= 0.0086$

$A_{SH} = 0.0086 \times 6.5 \times 100$

$= 5.62$

ดังนั้นในแนวขวางใช้ $A_{SH} = 5.62$ cm^2/m

เหล็กเสริมในแนวดิ่ง	DB 10 mm	@ 25 cm
เหล็กเสริมในแนวขวาง	DB 10 mm	@ 13 cm
เสริมพิเศษ	DB 12 mm	2 เส้นรอบบริเวณช่องเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WALL 3

1.พิจารณาผนังในขณะที่รับแรงในโครงสร้าง

กำหนดผนังหนา 13 cm

กำหนดแรงลม 50 Kg/m^2

ตัวคูณความปลอดภัย 1.3

ตรวจสอบแรงอัด

ผนังรับน้ำหนักแผ่ = 214 Kg-m

ผนังรับน้ำหนักทั้งหมด = 214 × 7

= 1498 Kg

แรงกดที่คอนกรีตยอมรับได้

$= 0.225\, f_c' A_g [\, 1 - (h / 40t)^3 \,]$

$= 0.225 \times 300 \times ((13 \times 540) / 2)[\, 1 - (380 / (40 \times 13))^3 \,]$

= 144465 > 1498 Kg

ตรวจสอบแรงเฉือน

หน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้นจากแรงลม

$= (50 \times 8 \times 3.8 \times 1.3) / (13 \times 540)$

$= 0.22\ Kg/cm^2$

หน่วยแรงเฉือนที่ยอมรับให้ของคอนกรีต

$= (0.464) \times (f_c' (1 + 0.057 (N / Ag)))^{1/2}$

$= (0.464) \times (300(1 + 0.057 (1498 / (13 \times 230))))^{1/2}$

$= 8.1 > 0.22\ Kg/cm^2$

ดังนั้นใช้เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

ตรวจสอบโมเมนต์

โมเมนต์เนื่องจากแรงลม

$M_H = WL^2 / 8$

$= 50 \times 3.8 \times (5.4)^2 \times 1.3 / 8$

= 900.32 Kg-m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$M_V = WL^2 / 8$

$= 50 \times 5.4 \times (3.8)^2 \times 1.3 / 8$

$= 2534.2$ Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z = bt^2 / 4$

$Z_H = (540 \times (13)^2) / 4$

$= 22815\ cm^3$

$Z_V = (380 \times (13)^2) / 4$

$= 16055\ cm^3$

f_cของคอนกรีต $= M / Z$

$M_H / Z_H = (900.32 \times 100) / 22815$

$= 3.94\ kg/cm^2$

$M_V / Z_V = (2534.2 \times 100) / 16055$

$= 15.78\ Kg/cm^2$

f_cที่ยอมให้ของคอนกรีต $= 0.4 (f)^{1/2}$

$= 0.4 (300)^{1/2}$

$= 7.27 > 15.78$

ส่วนอื่นๆใช้เหล็กจำนวนน้อยที่สุด

เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

$A_H = 0.0025 \times b \times t$

$= 0.0025 \times 100 \times 13$

$= 3.25\ cm^2/m$

$A_V = 0.0015 \times b \times t$

$= 0.0015 \times 100 \times 13$

$= 1.95\ cm^2/m$

2. พิจารณาผนังในขณะทำการผลิต

กำหนดความแข็งแรงของคอนกรีตขณะถอดแบบ	140 Kg-cm
กำหนดตัวคูณความปลอดภัย	1.3
กำหนดมุมในการยก	45°
กำหนดใช้จุดยก	2 จุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยแรงดึงที่ยอมรับได้ขณะถอดแบบและเก็บสำรอง

$= 0.42(f_c')^{1/2}$

$= 0.42(140)^{1/2}$

$= 4.97 \text{ Kg/cm}^2$

ตรวจสอบหน่วยแรงในการยกขณะถอดแบบ

<u>ตามแนวดิ่ง M_y</u> $= 1281 \text{ Kg-m/m}$

หรือ $= 1281 \times 5.4$

$= 6917 \text{ Kg-m}$

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_y = bt^2 / 4$

$= (540 \times (13)^2) / 4$

$= 22815 \text{ cm}^3$

f_cของคอนกรีต $= (M_y + M_y') / Z$

$= (6917) \times 100) / 22815$

$= 30.32 > 4.97 \text{ Kg-cm}^2$

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์ดัด

จาก $M / f_c' bd^2 = (6917 \times 100) / (140 \times 540 \times (6.5)^2)$

$= 0.217$

$W = 0.256$

$\rho_v = W f_c' / f_y$

$= (0.256 \times 140) / 4000$

$= 0.009$

$A_{sv} = 0.009 \times 100 \times 6.5$

$= 5.82 > 1.95 \text{ cm}^2/\text{m}$

ดังนั้นในแนวดิ่งใช้ $A_{sv} = 5.82 \text{ cm}^2/\text{m}$

<u>ตามแนวขวาง M_x</u> $= 636.4 \text{ Kg-m/m}$

หรือ $= 636.4 \times 3.8$

$= 2418 \text{ Kg-m}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมเมนต์เนื่องจากมุมในการยก

M_x' $= P_{dl} Y_o / \tan \theta$

$= ((2400 \times 0.13 \times 3.8 \times 1.3 \times 5.4) / 2)(0.065 / \tan 45^{\circ})$

$= 208$ Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_x = bt^2 / 4$

$= (380 \times (13)^2) / 4$

$= 16055\ cm^3$

f_oของคอนกรีต $= (M_x + M_x') / Z_x$

$= (2626 \times 100) / 16055$

$= 16.35 > 4.97$ Kg-cm^2

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์ดัด

จาก $M / f_o' bd^2 = (2626 \times 100) / (140 \times 380 \times (6.5)^2)$

$= 0.1168$

$W = 0.126$

$\rho_H = W f_o' / f_y$

$= (0.126 \times 140) / 4000$

$= 0.0044$

$A_{SH} = 0.0044 \times 100 \times 6.5$

$= 2.86 < 3.25\ cm^2 / m$

ดังนั้นในแนวขวางใช้ $A_{SH} = 3.25\ cm^2/m$

เหล็กเสริมในแนวดิ่ง DB 10 mm @ 13 cm

เหล็กเสริมในแนวขวาง DB 10 mm @ 20 cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WALL 4-1

1.พิจารณาผนังในขณะที่รับแรงในโครงสร้าง

กำหนดผนังหนา 13 cm

กำหนดแรงลม 50 Kg/m^2

ตัวคูณความปลอดภัย 1.3

ตรวจสอบแรงอัด

ผนังรับน้ำหนักแผ่ = 444 Kg-m

ผนังรับน้ำหนักทั้งหมด = 444 × 7

= 3108 Kg

แรงกดที่คอนกรีตยอมรับได้

$= 0.225\, f_c' A_g [\, 1 - (h / 40t)^3 \,]$

$= 0.225 \times 300 \times ((13 \times 540) / 2)[\, 1 - (380 / (40 \times 13))^3 \,]$

= 144465 > 3108 Kg

ตรวจสอบแรงเฉือน

หน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้นจากแรงลม

$= (50 \times 3.8 \times 5.4 \times 1.3) / (13 \times 540)$

$= 0.15\ Kg/cm^2$

หน่วยแรงเฉือนที่ยอมรับให้ของคอนกรีต

$= (0.464) \times (f_c'(1 + 0.057 (N / Ag)))^{1/2}$

$= (0.464) \times (300(1 + 0.057 (3108 / (13 \times 540))))^{1/2}$

$= 8.14 > 0.15\ Kg/cm^2$

ตรวจสอบโมเมนต์

โมเมนต์เนื่องจากแรงลม

$M_H = WL^2 / 8$

$= 50 \times 3.8 \times (5.4)^2 \times 1.3 / 8$

= 900.32 Kg-m

$M_V = WL^2 / 2$

$= 50 \times 5.4 \times (3.8)^2 \times 1.3 / 2$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$= 2534.2$ Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z = bt^2 / 4$

$Z_H = (540 \times (13)^2) / 4$

$= 22815 \text{ cm}^3$

$Z_V = (380 \times (13)^2) / 4$

$= 16055 \text{ cm}^3$

f_cของคอนกรีต $= M / Z$

$M_H / Z_H = (900.32 \times 100) / 22815$

$= 3.94 \text{ kg/cm}^2$

$M_V / Z_V = (2534.2 \times 100) / 10985$

$= 15.78 \text{ Kg/cm}^2$

f_cที่ยอมให้ของคอนกรีต $= 0.4 (f)^{1/2}$

$= 0.4 (300)^{1/2}$

$= 7.27 > 15.78$

ดังนั้นใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์

จาก $M / f_c' bd^2 = (2534.2 \times 100) / (300 \times 380 \times (6.5)^2)$

$= 0.05$

$W = 0.052$

$\rho_V = W f_c' / f_y$

$= (0.52 \times 300) / 4000$

$= 0.0039$

$A_V = \rho_V bd$

$= 0.0039 \times 100 \times 6.5$

$= 2.53$

ส่วนอื่ นๆใช้เหล็กจำนวนน้อยที่สุด

เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

$A_H = 0.0025 \times b \times t$

$= 0.0025 \times 100 \times 13$

$= 3.25 \text{ cm}^2/\text{m}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A_v $= 0.0015 \times b \times t$

$= 0.0015 \times 100 \times 13$

$= 1.95 < 2.53\ cm^2/m$

2. พิจารณาผนังในขณะทำการผลิต

กำหนดความแข็งแรงของคอนกรีตขณะถอดแบบ 140 Kg-cm

กำหนดตัวคูณความปลอดภัย 1.3

กำหนดมุมในการยก 45°

กำหนดใช้จุดยก 2 จุด

หน่วยแรงดึงที่ยอมรับได้ขณะถอดแบบและเก็บสำรอง

$= 0.42(f_c')^{1/2}$

$= 0.42(140)^{1/2}$

$= 4.97\ Kg/cm^2$

ตรวจสอบหน่วยแรงในการยกขณะถอดแบบ

ตามแนวดิ่ง M_y $= 1281$ Kg-m/m

หรือ $= 1281 \times 5.4$

$= 6917$ Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_y = bt^2 / 4$

$= (540 \times (13)^2) / 4$

$= 22815\ cm^3$

f_cของคอนกรีต $= (M_y + M_y') / Z$

$= (6917) \times 100) / 22815$

$= 30.32 > 4.97\ Kg\text{-}cm^2$

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์ดัด

จาก $M / f_c' bd^2$ $= (6917 \times 100) / (140 \times 540 \times (6.5)^2)$

$= 0.217$

$W = 0.256$

$\rho_H = W f_c' / f_y$

$= (0.256 \times 140) / 4000$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$= 0.009$

$A_{SV} = 0.009 \times 100 \times 6.5$

$= 5.82 > 1.95\ cm^2/m$

ดังนั้นในแนวดิ่งใช้ $A_{SV} = 5.82\ cm^2/m$

<u>ตามแนวขวาง M_x</u> $= 636.4$ Kg-m/m

หรือ $= 636.4 \times 3.8$

$= 2418$ Kg-m

โมเมนต์เนื่องจากมุมในการยก

$M_x' = P_{dl} Y_o / \tan\theta$

$= ((2400 \times 0.13 \times 3.8 \times 1.3 \times 5.4) / 2)(0.065 / \tan 45^\circ)$

$= 208$ Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_x = bt^2 / 4$

$= (380 \times (13)^2) / 4$

$= 16055\ cm^3$

f_oของคอนกรีต $= (M_x + M_x') / Z_x$

$= (2626 \times 100) / 16055$

$= 16.35 > 4.97\ Kg\text{-}cm^2$

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์ดัด

จาก $M / f_o' bd^2 = (2626 \times 100) / (140 \times 380 \times (6.5)^2)$

$= 0.1168$

$W = 0.126$

$\rho_H = W f_o' / f_y$

$= (0.126 \times 140) / 4000$

$= 0.0044$

$A_{SH} = 0.0044 \times 100 \times 6.5$

$= 2.86 < 3.25\ cm^2/m$

ดังนั้นในแนวขวางใช้ $A_{SH} = 3.25\ cm^2/m$

เหล็กเสริมในแนวดิ่ง DB 10 mm @ 13 cm

เหล็กเสริมในแนวขวาง DB 10 mm @ 20 cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WALL 4-2

1.พิจารณาผนังในขณะที่รับแรงในโครงสร้าง

กำหนดผนังหนา 13 cm

กำหนดแรงลม 50 Kg/m^2

ตัวคูณความปลอดภัย 1.3

ตรวจสอบแรงอัด

ผนังรับน้ำหนักแผ่ = 444 Kg-m

ผนังรับน้ำหนักทั้งหมด = 444 × 2.3

= 1021.2 Kg

แรงกดที่คอนกรีตยอมรับได้

$= 0.225 f_o' A_g [1 - (h / 40t)^3]$

$= 0.225 \times 300 \times ((13 \times 540) / 2)[1 - (260 / (40 \times 13))^3]$

= 207309 > 1021.2 Kg

ตรวจสอบแรงเฉือน

หน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้นจากแรงลม

$= (50 \times 2.6 \times 6.4 \times 1.3) / (13 \times 540)$

$= 0.1 Kg/cm^2$

หน่วยแรงเฉือนที่ยอมรับให้ของคอนกรีต

$= (0.464) \times (f_o'(1 + 0.057 (N / Ag)))^{1/2}$

$= (0.464) \times (300(1 + 0.057 (1021.2 / (13 \times 540))))^{1/2}$

$= 8.04 > 0.1 Kg/cm^2$

ดังนั้นใช้เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

ตรวจสอบโมเมนต์

โมเมนต์เนื่องจากแรงลม

$M_H = WL^2 / 8$

$= 50 \times 2.6 \times (2.3)^2 \times 1.3 / 8$

= 111.75 Kg-m

$M_V = WL^2 / 2$

$= 50 \times 2.3 \times (2.6)^2 \times 1.3 / 2$

= 505.31 Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$Z = bt^2 / 4$

$Z_H = (230 \times (13)^2) / 4$

$= 9917 \text{ cm}^3$

$Z_V = (260 \times (13)^2) / 4$

$= 10985 \text{ cm}^3$

f_cของคอนกรีต $= M / Z$

$M_H / Z_H = (111.75 \times 100) / 9917$

$= 1.15 \text{ kg/cm}^2$

$M_V / Z_V = (505.31 \times 100) / 10985$

$= 4.6 \text{ Kg/cm}^2$

f_cที่ยอมให้ของคอนกรีต $= 0.4 (f)^{1/2}$

$= 0.4 (300)^{1/2}$

$= 7.27 > 15.78$

ส่วนอื่นๆใช้เหล็กจำนวนน้อยที่สุด

เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

$A_H = 0.0025 \times b \times t$

$= 0.0025 \times 100 \times 13$

$= 3.25 \text{ cm}^2/\text{m}$

$A_V = 0.0015 \times b \times t$

$= 0.0015 \times 100 \times 13$

$= 1.95 < 2.53 \text{ cm}^2/\text{m}$

2. พิจารณาผนังในขณะทำการผลิต

กำหนดความแข็งแรงของคอนกรีตขณะถอดแบบ	140 Kg-cm
กำหนดตัวคูณความปลอดภัย	1.3
กำหนดมุมในการยก	45°
กำหนดใช้จุดยก	2 จุด

หน่วยแรงดึงที่ยอมรับได้ขณะถอดแบบและเก็บสำรอง

$= 0.42(f_c')^{1/2}$

$= 0.42(140)^{1/2}$

$= 4.97 \text{ Kg/cm}^2$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจสอบหน่วยแรงในการยกขณะถอดแบบ

ตามแนวดิ่ง M_y = 56.24 Kg-m/m

หรือ = 56.24 × 2.5

= 140 Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_y = bt^2 / 4$

$= (230 \times (13)^2) / 4$

$= 9718\ cm^3$

f_cของคอนกรีต $= (M_y) / Z$

$= (140 \times 100) / 9718$

$= 1.44 < 4.97\ Kg\text{-}cm^2$

ดังนั้นไม่ต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์ดัด

ในแนวดิ่งใช้ $A_{sv} = 1.95\ cm^2/m$

ตามแนวขวาง M_x = 55 Kg-m/m

หรือ = 55 × 2.6

= 143 Kg-m

โมเมนต์เนื่องจากมุมในการยก

$M_x' = P_{dl} Y_o / \tan \theta$

$= ((2400 \times 0.13 \times 2.3 \times 1.3 \times 2.6)/2)(0.05/\tan 45^\circ)$

= 46 Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_x = bt^2 / 4$

$= (250 \times (13)^2) / 4$

$= 10562\ cm^3$

f_cของคอนกรีต $= (M_x + M_x') / Z_x$

$= (189 \times 100) / 10562$

$= 1.78 < 4.97\ Kg\text{-}cm^2$

ดังนั้นไม่ต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์ดัด

ในแนวขวางใช้ $A_{SH} = 3.25\ cm^2/m$

เหล็กเสริมในแนวดิ่ง DB 10 mm @ 30 cm

เหล็กเสริมในแนวขวาง DB 10 mm @ 20 cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WALL 5

1.พิจารณาผนังในขณะที่รับแรงในโครงสร้าง

กำหนดผนังหนา 13 cm

กำหนดแรงลม 50 Kg/m^2

ตัวคูณความปลอดภัย 1.3

ตรวจสอบแรงอัด

ผนังรับน้ำหนักแผ่ = 658 Kg-m

ผนังรับน้ำหนักทั้งหมด = 658 × 7

= 4606 Kg

แรงกดที่คอนกรีตยอมรับได้

$= 0.225\ f_c'\ A_g\ [\ 1 - (\ h / 40t\ )^3\ ]$

$= 0.225 \times 300 \times ((\ 13 \times 206\ ))[\ 1 - (\ 380 / (\ 40 \times 13\ ))^3\ ]$

= 55110 > 4606 Kg

ดังนั้นใช้เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

ตรวจสอบแรงเฉือน

หน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้นจากแรงลม

$= (\ 50 \times 3.8 \times 8 \times 1.3\ ) / (\ 13 \times 206\ )$

$= 0.57\ Kg/cm^2$

หน่วยแรงเฉือนที่ยอมรับให้ของคอนกรีต

$= (\ 0.464\ ) \times (\ f_c'(\ 1 + 0.057\ (\ N / Ag\ )))^{1/2}$

$= (\ 0.464\ ) \times (\ 300(\ 1 + 0.057\ (\ 4606 / (\ 13 \times 206\ ))))^{1/2}$

$= 8.07 > 0.57\ Kg/cm^2$

ดังนั้นใช้เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

ตรวจสอบโมเมนต์บริเวณช่องเปิด

โมเมนต์บริเวณช่องประตู

$M = WL^2 / 8$

$= (\ 658 \times (\ 5.5\ )^2\ ) / 8$

= 66 Kg-m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมดูลัสของหน้าตัด

$$Z = bt^2 / 4$$
$$= (30 \times (13)^2) / 4$$
$$= 1170 \text{ cm}^3$$
$$f_c = M / Z$$
$$= (66 \times 100) / 1170$$
$$= 0.6 \text{ Kg/cm}^2$$

f_c'ที่ยอมให้ของคอนกรีต $= 0.4 (f'_c)^{1/2}$
$$= 0.4 (300)^{1/2}$$
$$= 7.27 > 0.3 \text{ Kg/cm}^2$$

โมเมนต์บริเวณช่องหน้าต่าง

$$M = WL^2 / 2$$
$$= (658 \times (0.8)^2) / 2$$
$$= 210.56 \text{ Kg-m}$$
$$Z = bt^2 / 4$$
$$= (90 \times (28)^2) / 4$$
$$= 17640 \text{ cm}^3$$
$$f_c = M / Z$$
$$= (210.56 \times 100) / 17640$$
$$= 1.2 \text{ Kg/cm}^2$$

f_c'ที่ยอมให้ของคอนกรีต $= 0.4 (f_c')^{1/2}$
$$= 0.4 (300)^{1/2}$$
$$= 7.27 > 0.3 \text{ Kg/cm}^2$$

ดังนั้นใช้เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

$$A_H = 0.0025 \times b \times t$$
$$= 0.0025 \times 13 \times 100$$
$$= 3.25 \text{ cm}^2/\text{m}$$
$$A_V = 0.0015 \times b \times t$$
$$= 0.0015 \times 13 \times 100$$
$$= 1.95 \text{ cm}^2/\text{m}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. พิจารณาผนังในขณะทำการผลิต

กำหนดความแข็งแรงของคอนกรีตขณะถอดแบบ 140 Kg-cm

กำหนดตัวคูณความปลอดภัย 1.3

กำหนดมุมในการยก 45°

กำหนดใช้จุดยก 2 จุด

หน่วยแรงดึงที่ยอมรับได้ขณะถอดแบบและเก็บสำรอง

$= 0.42(f_c')^{1/2}$

$= 0.42(140)^{1/2}$

$= 4.97 \text{ Kg/cm}^2$

ตรวจสอบหน่วยแรงในการยกขณะถอดแบบ

ตามแนวดิ่ง M_y $= 684 \text{ Kg-m/m}$

หรือ $= 684 \times 3.2$

$= 2189 \text{ Kg-m}$

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_y = bt^2 / 4$

$= (320 \times (13)^2) / 4$

$= 13520 \text{ cm}^3$

f_c ของคอนกรีต $= (M_y) / Z$

$= (2189 \times 100) / 13520$

$= 16.19 > 4.97 \text{ Kg-cm}^2$

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์ดัด

จาก $M / f_c' bd^2 = (2189 \times 100) / (140 \times 320 \times (6.5)^2)$

$= 0.1156$

$W = 0.125$

$\rho_v = W f_c' / f_y$

$= (0.125 \times 140) / 4000$

$= 0.0044$

$A_{sv} = 0.0044 \times 100 \times 6.5$

$= 2.84 > 1.95 \text{ cm}^2 / \text{m}$

ดังนั้นในแนวดิ่งใช้ $A_{sv} = 2.84 \text{ cm}^2/\text{m}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามแนวขวาง M_x = 1802 Kg-m/m

หรือ = 1802 × 2.3

= 4145 Kg-m

โมเมนต์เนื่องจากมุมในการยก

$M_x' = P_{dl} Y_o / \tan\theta$

$= ((2400 \times 0.13 \times 3.2 \times 1.3 \times 2.6)/2)(0.065/\tan 45^\circ)$

= 110 Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_x = bt^2 / 4$

$= (230 \times (13)^2) / 4$

$= 9718\ cm^3$

f_oของคอนกรีต $= (M_x + M_x') / Z_x$

$= (4255 \times 100) / 9718$

$= 43.78 > 4.97\ Kg\text{-}cm^2$

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์ดัด

จาก $M / f_o' bd^2 = (4255 \times 100) / (140 \times 260 \times (6.5)^2)$

$= 0.2767$

$W = 0.348$

$\rho = W f_o' / f_y$

$= (0.348 \times 140) / 4000$

$= 0.0121$

$A_{SH} = 0.0121 \times 6.5 \times 100$

$= 7.91$

ดังนั้นในแนวขวางใช้ $A_{SH} = 7.91\ cm^2/m$

เหล็กเสริมในแนวดิ่ง	DB 10 mm @ 25 cm
เหล็กเสริมในแนวขวาง	DB 12 mm @ 13 cm
เสริมพิเศษ	DB 12 mm 2 **เส้นรอบบริเวณช่องเปิด**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WALL 6

1.พิจารณาผนังในขณะที่รับแรงในโครงสร้าง

W 6 เป็นผนังสำหรับกั้นห้องไม่ได้ใช้สำหรับรับแรง

กำหนดผนังหนา 10 cm

∴ ใช้เหล็กจำนวนน้อยที่สุด

เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

$A_H = 0.0025 \times b \times t$

$= 0.0025 \times 100 \times 10$

$= 2.5 \text{ cm}^2/\text{m}$

$A_V = 0.0015 \times b \times t$

$= 0.0015 \times 100 \times 10$

$= 1.5 \text{ cm}^2/\text{m}$

2. พิจารณาผนังในขณะทำการผลิต

กำหนดความแข็งแรงของคอนกรีตขณะถอดแบบ 140 Kg-cm

กำหนดตัวคูณความปลอดภัย 1.3

กำหนดมุมในการยก 45°

กำหนดใช้จุดยก 2 จุด

หน่วยแรงดึงที่ยอมรับได้ขณะถอดแบบและเก็บสำรอง

$= 0.42(f_o')^{1/2}$

$= 0.42(140)^{1/2}$

$= 4.97 \text{ Kg/cm}^2$

ตรวจสอบหน่วยแรงในการยกขณะถอดแบบ

ตามแนวดิ่ง M_y $= 213.5$ Kg-m/m

หรือ $= 213.5 \times 0.83$

$= 177$ Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_y = bt^2 / 4$

$= (83 \times (10)^2) / 4$

$= 2075 \text{ cm}^3$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

f_cของคอนกรีต $= (M_y) / Z$

$= (177) \times 100) / 2075$

$= 8.53 > 4.97$ Kg-cm^2

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์คัด

จาก $M / f_c' bd^2 = (177 \times 100) / (140 \times 83 \times (5)^2)$

$= 0.0609$

$W = 0.063$

$\rho_v = W f_c' / f_y$

$= (0.063 \times 140) / 4000$

$= 0.0022$

$A_{sv} = 0.0022 \times 100 \times 5$

$= 1.12 < 1.5$ cm^2/m

ดังนั้นในแนวดิ่งใช้ $A_{sv} = 1.5$ cm^2/m

ตามแนวขวาง $M_x = 213.5$ Kg-m/m

หรือ $= 213.5 \times 2.6$

$= 555$ Kg-m

โมเมนต์เนื่องจากมุมในการยก

$M_x' = P_{dl} Y_c / \tan\theta$

$= ((2400 \times 0.83 \times 0.10 \times 1.3 \times 2.5) / 2)(0.05 / \tan 45^\circ)$

$= 16$ Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_x = bt^2 / 4$

$= (260 \times (10)^2) / 4$

$= 6500$ cm^3

f_cของคอนกรีต $= (M_x + M_x') / Z_x$

$= (571 \times 100) / 6500$

$= 8.78 > 4.97$ Kg-cm^2

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์คัด

จาก $M / f_c' bd^2 = (571 \times 100) / (140 \times 260 \times (5)^2)$

$= 0.0627$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$W = 0.065$

$\rho_H = Wf_c' / f_y$

$= (0.065 \times 140) / 4000$

$= 0.0022$

$A_{SH} = 0.0023 \times 100 \times 5$

$= 1.13 < 2.5 \text{ cm}^2/\text{m}$

ดังนั้นในแนวขวางใช้ $A_{SH} = 2.5 \text{ cm}^2/\text{m}$

เหล็กเสริมในแนวดิ่ง DB 10 mm @ 30 cm

เหล็กเสริมในแนวขวาง DB 10 mm @ 30 cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WALL 7

1.พิจารณาผนังในขณะที่รับแรงในโครงสร้าง

W 7 เป็นผนังส

กำหนดผนังหนา 10 cm

∴ ใช้เหล็กจำนวนน้อยที่สุด

เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

$A_H = 0.0025 \times b \times t$

$= 0.0025 \times 100 \times 10$

$= 2.5 \text{ cm}^2/\text{m}$

$A_V = 0.0015 \times b \times t$

$= 0.0015 \times 100 \times 10$

$= 1.5 \text{ cm}^2/\text{m}$

2. พิจารณาผนังในขณะทำการผลิต

กำหนดความแข็งแรงของคอนกรีตขณะถอดแบบ 140 Kg-cm

กำหนดตัวคูณความปลอดภัย 1.3

กำหนดมุมในการยก 45°

กำหนดใช้จุดยก 2 จุด

หน่วยแรงดึงที่ยอมรับได้ขณะถอดแบบและเก็บสำรอง

$= 0.42(f_c')^{1/2}$

$= 0.42(140)^{1/2}$

$= 4.97 \text{ Kg/cm}^2$

ตรวจสอบหน่วยแรงในการยกขณะถอดแบบ

ตามแนวดิ่ง M_y $= 405.6 \text{ Kg-m/m}$

หรือ $= 405.6 \times 2.5$

$= 1014 \text{ Kg-m}$

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_y = bt^2 / 4$

$= (250 \times (10)^2) / 4$

$= 6250 \text{ cm}^3$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

f_cของคอนกรีต $= (M_y) / Z$

$= (1014 \times 100) / 6250$

$= 16.22 > 4.97$ Kg-cm^2

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์คัด

จาก $M / f_c' bd^2 = (1014 \times 100) / (140 \times 250 \times (5)^2)$

$= 0.1158$

$W = 0.125$

$\rho_v = W f_c' / f_y$

$= (0.125 \times 140) / 4000$

$= 0.0044$

$A_{sv} = 0.0044 \times 100 \times 5$

$= 2.20 > 1.5$ cm^2/m

ดังนั้นในแนวดิ่งใช้ $A_{sv} = 2.20$ cm^2/m

ตามแนวขวาง $M_x = 156.9$ Kg-m/m

หรือ $= 156.9 \times 2.6$

$= 408$ Kg-m

โมเมนต์เนื่องจากมุมในการยก

$M_x' = P_{dl} Y_c / \tan\theta$

$= ((2400 \times 0.1 \times 2.6 \times 1.3 \times 2.5) / 2)(0.05 / \tan 45^\circ)$

$= 66$ Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_x = bt^2 / 4$

$= (250 \times (10)^2) / 4$

$= 6500$ cm^3

f_cของคอนกรีต $= (M_x + M_x') / Z_x$

$= (474 \times 100) / 6500$

$= 7.29 > 4.97$ Kg-cm^2

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์คัด

จาก $M / f_c' bd^2 = (474 \times 100) / (140 \times 260 \times (5)^2)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$= 0.052$

$W = 0.054$

$\rho_H = Wf_c' / f_y$

$= (0.054 \times 140) / 4000$

$= 0.0019$

$A_{SH} = 0.0019 \times 100 \times 5$

$= 0.95 < 2.5 \text{ cm}^2/\text{m}$

ดังนั้นในแนวขวางใช้ $A_{SH} = 2.5 \text{ cm}^2/\text{m}$

เหล็กเสริมในแนวดิ่ง DB 10 mm @ 30 cm

เหล็กเสริมในแนวขวาง DB 10 mm @ 30 cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WALL 8

1.พิจารณาผนังในขณะที่รับแรงในโครงสร้าง

กำหนดผนังหนา 13 cm

กำหนดแรงลม 50 Kg/m^2

ตัวคูณความปลอดภัย 1.3

ตรวจสอบแรงอัด

ผนังรับน้ำหนักแผ่ = 3340 Kg-m

ผนังรับน้ำหนักทั้งหมด = 3340 × 5.4

= 18036 Kg

แรงกดที่คอนกรีตยอมรับได้

$= 0.225 f_c' A_g [1 - (h / 40t)^3]$

$= 0.225 \times 300 \times ((13 \times 146) / 2)[1 - (260 / (40 \times 13))^3]$

= 56050 > 18036 Kg

ตรวจสอบแรงเฉือน

หน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้นจากแรงลม

$= (50 \times 8 \times 6.4 \times 1.3) / (13 \times 360)$

= 1.35 Kg/cm^2

หน่วยแรงเฉือนที่ยอมรับให้ของคอนกรีต

$= (0.464) \times (f_c'(1 + 0.057 (N / Ag)))^{1/2}$

$= (0.464) \times (300(1 + 0.057 (18036 / (13 \times 146))))^{1/2}$

= 9.97 > 1.35 Kg/cm^2

ดังนั้นใช้เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

แรงเฉือนที่เกิดจากน้ำหนักแผ่

$= (3340 \times 240) / 2$

= 4008 Kg

แรงต้านแรงเฉือนของคอนกรีต $= V_c \times bc$

$= 0.29bc(f_c)$

$= 0.29 \times 29 \times 13(300)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นต้องใช้เหล็กรับแรงเฉือน

เหล็กรับแรงเฉือน V' $= (A_v f_v c) / S$

$4008 - 1894 = (0.636 \times 4000 \times 26) / S$

$S = 31$

ดังนั้นต้องใช้ ϕ 9 mm @ 25 cm

ตรวจสอบโมเมนต์

โมเมนต์ตามแนวราบ

$M_H = WL^2 / 8$

$= 50 \times 2.6 \times (5.4)^2 \times 1.3 / 8$

$= 616$ Kg-m

โมเมนต์ตามแนวดิ่ง

$M_v = WL^2 / 8$

$= 50 \times 5.4 \times (2.6)^2 \times 1.3 / 8$

$= 297$ Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z = bt^2 / 4$

$Z_H = (540 \times (13)^2) / 4$

$= 22815$ cm^3

$Z_v = (260 \times (13)^2) / 4$

$= 10985$ cm^3

f_c ของคอนกรีต $= M / Z$

$M_H / Z_H = (616 \times 100) / 10985$

$= 5.6$ Kg/cm^2

$M_v / Z_v = (232 \times 100) / 22815$

$= 1.3$ Kg/cm^2

f_c ที่ยอมให้ของคอนกรีต $= 0.4 (f_c')^{1/2}$

$= 0.4 (300)^{1/2}$

$= 7.271 > 5.6$

โมเมนต์เนื่องจากการบรรทุกบนช่องเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$M = WL^2 / 8$

$= (3340 \times (2.4)^2) / 8$

$= 2404.8$ Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z = bt^2 / 4$

$= (13 \times (29)^2) / 4$

$= 2733\ cm^3$

f_o ของคอนกรีต $= M / Z$

$= (2404.8 \times 100) / 2733$

$= 87 > 7.27$ Kg/cm^2

ดังนั้นต้องใช้เหล็กรับโมเมนต์

จาก $M / \phi f'bd^2 = (2404.8 \times 100) / (0.9 \times 300 \times 13 \times (29)^2)$

$= 0.0815$

$W = 0.086$

$\rho = Wf_o' / fy$

$= (0.086 \times 300) / 4000$

$= 0.00645$

$A_s = \rho bd$

$= 0.00645 \times 13 \times 29$

$= 2.43\ cm^2$

ใช้ 1 - DB15 ส่วนอื่นๆใช้เหล็กจำนวนน้อยที่สุด

เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

$A_H = 0.0025 \times b \times t$

$= 0.0025 \times 100 \times 13$

$= 3.25\ cm^2/m$

$A_V = 0.0015 \times b \times t$

$= 0.0015 \times 100 \times 13$

$= 1.95\ cm^2/m$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. พิจารณาผนังในขณะทำการผลิต

กำหนดความแข็งแรงของคอนกรีตขณะถอดแบบ 140 Kg-cm

กำหนดตัวคูณความปลอดภัย 1.3

กำหนดมุมในการยก 45°

กำหนดใช้จุดยก 2 จุด

หน่วยแรงดึงที่ยอมรับได้ขณะถอดแบบและเก็บสำรอง

$= 0.42(f_c')^{1/2}$

$= 0.42(140)^{1/2}$

$= 4.97 \text{ Kg/cm}^2$

ตรวจสอบหน่วยแรงในการยกขณะถอดแบบ

ตามแนวดิ่ง M_y $= 543 \text{ Kg-m/m}$

หรือ $= 543 \times 1.6$

$= 868.8 \text{ Kg-m}$

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_y = bt^2 / 4$

$= (160 \times (13)^2) / 4$

$= 6760 \text{ cm}^3$

f_c ของคอนกรีต $= (M_y) / Z$

$= (868.8 \times 100) / 6760$

$= 12.85 > 4.97 \text{ Kg-cm}^2$

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์คัด

จาก $M / f_c' bd^2$ $= (868.8 \times 100) / (140 \times 160 \times (6.5)^2)$

$= 0.092$

$W = 0.098$

$\rho_v = W f_c' / f_y$

$= (0.098 \times 140) / 4000$

$= 0.0034$

$A_{sv} = 0.0034 \times 100 \times 6.5$

$= 2.23 > 1.95 \text{ cm}^2 / \text{m}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นในแนวดิ่งใช้ $A_{sv} = 2.23\ cm^2/m$

<u>ตามแนวขวาง M_x</u> $= 81$ Kg-m/m

หรือ $= 81 \times 3.8$

$= 307$ Kg-m

โมเมนต์เนื่องจากมุมในการยก

$$M_x' = P_{dl} Y_o / \tan\theta$$

$$= ((2400 \times 0.13 \times 1.6 \times 1.3 \times 2.6)/2)(0.065/\tan 45^\circ)$$

$= 55$ Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$$Z_x = bt^2 / 4$$

$$= (380 \times (13)^2) / 4$$

$= 16055\ cm^3$

f_c ของคอนกรีต $= (M_x + M_x') / Z_x$

$= (362 \times 100) / 16055$

$= 2.25 < 4.97$ Kg-cm^2

ดังนั้นไม่ต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์ดัด

ในแนวขวางใช้ $A_{SH} = 3.25\ cm^2/m$

เหล็กเสริมในแนวดิ่ง DB 10 mm @ 30 cm

เหล็กเสริมในแนวขวาง DB 10 mm @ 20 cm

เสริมพิเศษ DB 16 mm 2 เส้นรอบบริเวณช่องเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WALL 9

1.พิจารณาผนังในขณะที่รับแรงในโครงสร้าง

กำหนดผนังหนา	10 cm
กำหนดแรงลม	50 Kg/m^2
ตัวคูณความปลอดภัย	1.3

ตรวจสอบแรงอัด

ผนังรับน้ำหนักแผ่ 4252 Kg-m

ผนังรับน้ำหนักทั้งหมด

$= 4252 \times 5.5$

$= 23386$ Kg

แรงกดที่คอนกรีตยอมรับได้

$= 0.225 f_c' A_g [1 - (h / 40t)^3]$

$= 0.225 \times 300 \times ((13 \times 360) / 2)[1 - (260 / (40 \times 13))^3]$

$= 138206 > 23386$ Kg

ดังนั้นใช้เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

ตรวจสอบแรงเฉือน

หน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้นจากแรงลม

$= (50 \times 5.4 \times 6.4 \times 1.3) / (13 \times 360)$

$= 0.48 Kg/cm^2$

หน่วยแรงเฉือนที่ยอมรับให้ของคอนกรีต

$= (0.464) \times (f_c'(1 + 0.057 (N / Ag)))^{1/2}$

$= (0.464) \times (300(1 + 0.057 (4252 / (13 \times 360))))^{1/2}$

$= 8.2 > 0.48 Kg/cm^2$

แรงเฉือนที่เกิดจากน้ำหนักแผ่

$= (4252 \times 0.8) / (13 \times 28)$

$= 9.3$ Kg

ดังนั้นใช้เหล็ก $\varnothing$6 mm @25mm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจสอบโมเมนต์

โมเมนต์ตามแนวราบ

$$M_H = WL^2 / 8$$

$$= 50 \times 2.6 \times (5.5)^2 / 8$$

$$= 492 \text{ Kg-m}$$

โมเมนต์ตามแนวดิ่ง

$$M_V = WL^2 / 8$$

$$= 50 \times 5.5 \times (2.6)^2 / 8$$

$$= 232 \text{ Kg-m}$$

โมดูลัสของหน้าตัด

$$Z = bt^2 / 4$$

$$Z_H = (550 \times (13)^2) / 4$$

$$= 22815 \text{ cm}^3$$

$$Z_V = (260 \times (13)^2) / 4$$

$$= 10985 \text{ cm}^3$$

f_c ของคอนกรีต $= M / Z$

$$M_H / Z_H = (492 \times 100) / 22815$$

$$= 2.16 \text{ Kg/cm}^2$$

$$M_V / Z_V = (232 \times 100) / 10985$$

$$= 2.11 \text{ Kg/cm}^2$$

f_c ที่ยอมให้ของคอนกรีต $= 0.4 (f_c')^{1/2}$

$$= 0.4 (300)^{1/2}$$

$$= 7.271 > 5.6$$

โมเมนต์เนื่องจากการบรรทุกบนช่องเปิด

$$M = WL^2 / 2$$

$$= (4252 \times (0.88)^2) / 2$$

$$= 1646 \text{ Kg-m}$$

$$Z = bt^2 / 4$$

$$= (13 \times (18)^2) / 4$$

$$= 2548 \text{ cm}^3$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

f_c ของคอนกรีต $= M / Z$

$= (1646 \times 100) / 2548$

$= 64.6 > 7.27$ Kg/cm^2

ดังนั้นต้องใช้เหล็กรับโมเมนต์

จาก $M / \phi f'bd^2 = (1646 \times 100) / (0.9 \times 300 \times 13 \times (28)^2)$

$= 0.0234$

$W = 0.024$

$\rho = Wf_c'bc / fy$

$= (0.024 \times 300) / 4000$

$= 0.0018$

$A_s = \rho bd$

$= 0.0018 \times 13 \times 28$

$= 0.65$ cm^2

ใช้ 1 - $\varnothing$9 mm บริเวณเหนือช่องเปิด ส่วนอื่นๆใช้เหล็กจำนวนน้อยที่สุด

เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

$A_H = 0.0025 \times b \times t$

$= 0.0025 \times 100 \times 13$

$= 3.25$ cm^2/m

$A_V = 0.0015 \times b \times t$

$= 0.0015 \times 100 \times 13$

$= 1.95$ cm^2/m

<u>2. พิจารณาผนังในขณะทำการผลิต</u>

กำหนดความแข็งแรงของคอนกรีตขณะถอดแบบ	140 Kg-cm
กำหนดตัวคูณความปลอดภัย	1.3
กำหนดมุมในการยก	45°
กำหนดใช้จุดยก	2 จุด

หน่วยแรงดึงที่ยอมรับได้ขณะถอดแบบและเก็บสำรอง

$= 0.42(f_c')^{1/2}$

$= 0.42(140)^{1/2}$

$= 4.97$ Kg/cm^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจสอบหน่วยแรงในการยกขณะถอดแบบ

ตามแนวดิ่ง M_y = 684 Kg-m/m

หรือ = 684 × 3.2

= 2189 Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_y = bt^2 / 4$

$= (320 \times (13)^2) / 4$

$= 13520\ cm^3$

f_cของคอนกรีต $= (M_y) / Z$

$= (2189 \times 100) / 13520$

$= 16.19 > 4.97\ Kg\text{-}cm^2$

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์ดัด

จาก $M / f_c' bd^2 = (2189 \times 100) / (140 \times 320 \times (6.5)^2)$

$= 0.1156$

$W = 0.125$

$\rho_v = W f_c' / f_y$

$= (0.125 \times 140) / 4000$

$= 0.0044$

$A_{sv} = 0.0044 \times 100 \times 6.5$

$= 2.86 > 1.95\ cm^2/m$

ดังนั้นในแนวดิ่งใช้ $A_{sv} = 2.86\ cm^2/m$

ตามแนวขวาง M_x = 1802 Kg-m/m

หรือ = 1802 × 2.3

= 4145 Kg-m

โมเมนต์เนื่องจากมุมในการยก

$M_x' = P_{dl} Y_c / \tan\theta$

$= ((2400 \times 0.13 \times 3.2 \times 1.3 \times 2.6) / 2)(0.065 / \tan 45^\circ)$

$= 110$ Kg-m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมดูลัสของหน้าตัด

$$Z_x = bt^2 / 4$$

$$= (230 \times (13)^2) / 4$$

$$= 9718 \text{ cm}^3$$

f_oของคอนกรีต $= (M_x + M_x') / Z_x$

$$= (4255 \times 100) / 9718$$

$$= 43.78 > 4.97 \text{ Kg-cm}^2$$

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์ดัด

จาก $M / f_o' bd^2 = (4255 \times 100) / (140 \times 260 \times (6.5)^2)$

$$= 0.2766$$

$$W = 0.348$$

$$\rho = W f_o' / f_y$$

$$= (0.348 \times 140) / 4000$$

$$= 0.0122$$

$$A_{SH} = 0.0122 \times 6.5 \times 100$$

$$= 7.93$$

ดังนั้นในแนวขวางใช้ $A_{SH} = 7.93 \text{ cm}^2/\text{m}$

เหล็กเสริมในแนวดิ่ง DB 10 mm @ 25 cm

เหล็กเสริมในแนวขวาง DB 12 mm @ 13 cm

เสริมพิเศษ DB 12 mm 2 เส้นรอบบริเวณช่องเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WALL 10

1.พิจารณาผนังในขณะที่รับแรงในโครงสร้าง

กำหนดผนังหนา	10 cm
กำหนดแรงลม	50 Kg/m^2
ตัวคูณความปลอดภัย	1.3

ตรวจสอบแรงอัด

ผนังรับน้ำหนักแผ่ = 2391 Kg-m

ผนังรับน้ำหนักทั้งหมด = 2391 × 5.4

= 12128 Kg

แรงกดที่คอนกรีตยอมรับได้

$= 0.225\, f_o' A_g [\, 1 - (h / 40t)^3 \,]$

$= 0.225 \times 300 \times ((13 \times 540) / 2)[\, 1 - (260 / (40 \times 13))^3 \,]$

= 207309 > 12128 Kg

ตรวจสอบแรงเฉือน

หน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้นจากแรงลม

$= (50 \times 8 \times 6.4 \times 1.3) / (13 \times 540)$

$= 0.47\ Kg/cm^2$

หน่วยแรงเฉือนที่ยอมรับให้ของคอนกรีต

$= (0.464) \times (f_o'(1 + 0.057 (N / Ag)))^{1/2}$

$= (0.464) \times (300(1 + 0.057 (19128 / (13 \times 540))))^{1/2}$

= 8.63 > 0.47 Kg/

ดังนั้นใช้เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

ตรวจสอบโมเมนต์

โมเมนต์เนื่องจากแรงลม

$M_H = WL^2 / 8$

$= 50 \times 2.6 \times (5.4)^2 \times 1.3 / 8$

= 492 Kg-m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$M_V = WL^2 / 8$

$= 50 \times 5.4 \times (2.6)^2 \times 1.3 / 8$

$= 232$ Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z = bt^2 / 4$

$Z_H = (550 \times (13)^2) / 4$

$= 22815\ cm^3$

$Z_V = (260 \times (13)^2) / 4$

$= 10985\ cm^3$

f_c ของคอนกรีต $= M / Z$

$M_H / Z_H = (492 \times 100) / 22815$

$= 2.16\ kg/cm^2$

$M_V / Z_V = (232 \times 100) / 10985$

$= 2.11\ Kg/cm^2$

f_c ที่ยอมให้ของคอนกรีต $= 0.4 (f_c')^{1/2}$

$= 0.4 (300)^{1/2}$

$= 7.27 > 5.6$

ส่วนอื่นๆใช้เหล็กจำนวนน้อยที่สุด

เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

$A_H = 0.0025 \times b \times t$

$= 0.0025 \times 100 \times 13$

$= 3.25\ cm^2/m$

$A_V = 0.0015 \times b \times t$

$= 0.0015 \times 100 \times 13$

$= 1.95\ cm^2/m$

2. พิจารณาผนังในขณะทำการผลิต

กำหนดความแข็งแรงของคอนกรีตขณะถอดแบบ	140 Kg-cm
กำหนดตัวคูณความปลอดภัย	1.3
กำหนดมุมในการยก	45°
กำหนดใช้จุดยก	2 จุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยแรงดึงที่ยอมรับได้ขณะถอดแบบและเก็บสำรอง

$= 0.42(f_c')^{1/2}$

$= 0.42(140)^{1/2}$

$= 4.97 \text{ Kg/cm}^2$

ตรวจสอบหน่วยแรงในการยกขณะถอดแบบ

ตามแนวดิ่ง M_y $= 527$ Kg-m/m

หรือ $= 527 \times 5.4$

$= 2846$ Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_y = bt^2 / 4$

$= (540 \times (13)^2) / 4$

$= 22815 \text{ cm}^3$

f_cของคอนกรีต $= (M_y) / Z$

$= (2846 \times 100) / 22815$

$= 12.47 > 4.97 \text{ Kg-cm}^2$

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์ดัด

จาก $M / f_c' bd^2$ $= (2846 \times 100) / (140 \times 540 \times (6.5)^2)$

$= 0.0891$

$W = 0.094$

$\rho_v = W f_c' / f_y$

$= (0.094 \times 140) / 4000$

$= 0.0033$

$A_{sv} = 0.0033 \times 100 \times 6.5$

$= 2.14 \text{ cm}^2 / \text{m}$

ดังนั้นในแนวดิ่งใช้ $A_{sv} = 2.14 \text{ cm}^2/\text{m}$

ตามแนวขวาง M_x $= 16.2$ Kg-m/m

หรือ $= 16.2 \times 2.6$

$= 42$ Kg-m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมเมนต์เนื่องจากมุมในการยก

$$M_x' = P_{dl} Y_o / \tan\theta$$

$$= ((\ 2400 \times 0.13 \times 5.4 \times 1.3 \times 2.6\ ) / 2\ )(\ 0.065 / \tan 45^{o})$$

$$= 185 \text{ Kg-m}$$

โมดูลัสของหน้าตัด

$$Z_x = bt^2 / 4$$

$$= (\ 260 \times (\ 13\ )^2) / 4$$

$$= 10985 \text{ cm}^3$$

f_cของคอนกรีต $= (\ M_x + M_x'\ ) / Z_x$

$$= (\ 227 \times 100\ ) / 10985$$

$$= 2.07 < 4.97 \text{ Kg-cm}^2$$

ดังนั้นไม่ต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์ดัด

ในแนวขวางใช้ $A_{SH} = 3.25 \text{ cm}^2/\text{m}$

เหล็กเสริมในแนวดิ่ง DB 10 mm @ 30 cm

เหล็กเสริมในแนวขวาง DB 10 mm @ 20 cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WALL 11

1.พิจารณาผนังในขณะที่รับแรงในโครงสร้าง

กำหนดผนังหนา	13 cm
กำหนดแรงลม	50 Kg/m^2
ตัวคูณความปลอดภัย	1.3

ตรวจสอบแรงอัด

ผนังรับน้ำหนักแผ่ 3399 Kg-m

ผนังรับน้ำหนักทั้งหมด

$= 3399 \times 8$

$= 27192$ Kg

แรงกดที่คอนกรีตยอมรับได้

$= 0.225 f_o' A_g [1 - (h / 40t)^3]$

$= 0.225 \times 300 \times (13 \times 800)[1 - (260 / (40 \times 13))^3]$

$= 307125 > 27192$ Kg

ตรวจสอบแรงเฉือน

หน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้นจากแรงลม

$= (50 \times 6.4 \times 5.4 \times 1.3) / (13 \times 800)$

$= 0.22$ Kg/cm^2

หน่วยแรงเฉือนที่ยอมรับให้ของคอนกรีต

$= (0.464) \times (f_o'(1 + 0.057 (N / Ag)))^{1/2}$

$= (0.464) \times (300(1 + 0.057 (27192 / (13 \times 800))))^{1/2}$

$= 8.09 > 0.22$ Kg/cm^2

ดังนั้นใช้เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

ตรวจสอบโมเมนต์

โมเมนต์เนื่องจากแรงลม

$M_H = WL^2 / 8$

$= 50 \times 2.6 \times (5.4)^2 \times 1.3 / 8$

$= 492$ Kg-m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$M_V = WL^2 / 8$

$= 50 \times 5.4 \times (2.6)^2 \times 1.3 / 8$

$= 232$ Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z = bt^2 / 4$

$Z_H = (800 \times (13)^2) / 4$

$= 33800\ cm^3$

$Z_V = (260 \times (13)^2) / 4$

$= 10985\ cm^3$

f_cของคอนกรีต $= M / Z$

$M_H / Z_H = (492 \times 100) / 33800$

$= 1.45\ kg/cm^2$

$M_V / Z_V = (232 \times 100) / 10985$

$= 2.11\ Kg/cm^2$

ส่วนอื่นๆใช้เหล็กจำนวนน้อยที่สุด

เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

$A_H = 0.0025 \times b \times t$

$= 0.0025 \times 100 \times 13$

$= 3.25\ cm^2/m$

$A_V = 0.0015 \times b \times t$

$= 0.0015 \times 100 \times 13$

$= 1.95\ cm^2/m$

2. พิจารณาผนังในขณะทำการผลิต

กำหนดความแข็งแรงของคอนกรีตขณะถอดแบบ	140 Kg-cm
กำหนดตัวคูณความปลอดภัย	1.3
กำหนดมุมในการยก	45°
กำหนดใช้จุดยก	2 จุด

หน่วยแรงดึงที่ยอมรับได้ขณะถอดแบบและเก็บสำรอง

$= 0.42(f_c')^{1/2}$

$= 0.42(140)^{1/2}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$= 4.97 \text{ Kg/cm}^2$

ตรวจสอบหน่วยแรงในการยกขณะถอดแบบ

ตามแนวดิ่ง M_y $= 527 \text{ Kg-m/m}$

หรือ $= 527 \times 8$

$= 4216 \text{ Kg-m}$

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_y = bt^2 / 4$

$= (800 \times (13)^2) / 4$

$= 33800 \text{ cm}^3$

f_cของคอนกรีต $= (M_y) / Z$

$= (4216 \times 100) / 33800$

$= 12.47 > 4.97 \text{ Kg-cm}^2$

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์ดัด

จาก $M / f_c' bd^2 = (4216 \times 100) / (140 \times 800 \times (6.5)^2)$

$= 0.089$

$W = 0.094$

$\rho_v = W f_c' / f_y$

$= (0.094 \times 140) / 4000$

$= 0.0033$

$A_{sv} = 0.0033 \times 100 \times 6.5$

$= 2.14 > 1.95 \text{ cm}^2/\text{m}$

ดังนั้นในแนวดิ่งใช้ $A_{sv} = 2.14 \text{ cm}^2/\text{m}$

ตามแนวขวาง M_x $= 211 \text{ Kg-m/m}$

หรือ $= 211 \times 2.6$

$= 549 \text{ Kg-m}$

โมเมนต์เนื่องจากมุมในการยก

$M_x' = P_{dl} Y_o / \tan \theta$

$= ((2400 \times 0.13 \times 2.6 \times 1.3 \times 8) / 2)(0.065 / \tan 45^\circ)$

$= 274 \text{ Kg-m}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมดูลัสของหน้าตัด

$$Z_x = bt^2 / 4$$

$$= (260 \times (13)^2) / 4$$

$$= 10985 \text{ cm}^3$$

f_c ของคอนกรีต $= (M_x + M_x') / Z_x$

$$= (823 \times 100) / 10985$$

$$= 7.49 > 4.97 \text{ Kg-cm}^2$$

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์ดัด

จาก $M / f_c' bd^2 = (823 \times 100) / (140 \times 260 \times (6.5)^2)$

$$= 0.0535$$

$W = 0.055$

$\rho_H = W f_c' / f_y$

$$= (0.055 \times 140) / 4000$$

$$= 0.0019$$

$A_{SH} = 0.0019 \times 100 \times 6.5$

$$= 1.25 < 3.25 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

ดังนั้นในแนวขวางใช้ $A_{SH} = 3.25 \text{ cm}^2/\text{m}$

เหล็กเสริมในแนวดิ่ง DB 10 mm @ 30 cm

เหล็กเสริมในแนวขวาง DB 10 mm @ 20 cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WALL 12

1.พิจารณาผนังในขณะที่รับแรงในโครงสร้าง

W 12 เป็นผนังสำหรับกั้นห้องไม่ได้ใช้สำหรับรับแรง

กำหนดผนังหนา 13 cm

ใช้เหล็กจำนวนน้อยที่สุด

เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

$A_H = 0.0025 \times b \times t$

$= 0.0025 \times 100 \times 13$

$= 3.25 \text{ cm}^2/\text{m}$

$A_V = 0.0015 \times b \times t$

$= 0.0015 \times 100 \times 10$

$= 1.95 \text{ cm}^2/\text{m}$

2. พิจารณาผนังในขณะทำการผลิต

กำหนดความแข็งแรงของคอนกรีตขณะถอดแบบ 140 Kg-cm

กำหนดตัวคูณความปลอดภัย 1.3

กำหนดมุมในการยก 45°

กำหนดใช้จุดยก 2 จุด

หน่วยแรงดึงที่ยอมรับได้ขณะถอดแบบและเก็บสำรอง

$= 0.42(f_c')^{1/2}$

$= 0.42(140)^{1/2}$

$= 4.97 \text{ Kg/cm}^2$

ตรวจสอบหน่วยแรงในการยกขณะถอดแบบ

ตามแนวดิ่ง M_y $= 405$ Kg-m/m

หรือ $= 405 \times 1$

$= 405$ Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_y = bt^2 / 4$

$= (100 \times (10)^2) / 4$

$= 2500 \text{ cm}^3$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

f_cของคอนกรีต $= (M_y) / Z$

$= (405 \times 100) / 2500$

$= 16.2 > 4.97$ Kg-cm^2

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์คัด

จาก $M / f_c' bd^2 = (405 \times 100) / (140 \times 100 \times (5)^2)$

$= 0.1157$

$W = 0.125$

$\rho_v = W f_c' / f_y$

$= (0.125 \times 140) / 4000$

$= 0.0044$

$A_{sv} = 0.0044 \times 100 \times 5$

$= 2.20 > 1.5$ cm^2/m

ดังนั้นในแนวดิ่งใช้ $A_{sv} = 2.20$ cm^2/m

ตามแนวขวาง $M_x = 210$ Kg-m/m

หรือ $= 210 \times 2.6$

$= 546$ Kg-m

โมเมนต์เนื่องจากมุมในการยก

$M_x' = P_{dl} Y_o / \tan\theta$

$= ((2400 \times 0.1 \times 2.6 \times 1.3 \times 1)/2)(0.05/\tan 45^\circ)$

$= 20$ Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_x = bt^2 / 4$

$= (260 \times (10)^2) / 4$

$= 6500$ cm^3

f_cของคอนกรีต $= (M_x + M_x') / Z_x$

$= (566 \times 100) / 6500$

$= 8.71 > 4.97$ Kg-cm^2

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์คัด

จาก $M / f_c' bd^2 = (566 \times 100) / (140 \times 260 \times (5)^2)$

$= 0.0622$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$W = 0.065$

$\rho_H = Wf_c' / f_y$

$= (0.065 \times 140) / 4000$

$= 0.0023$

$A_{SH} = 0.0023 \times 100 \times 5$

$= 1.15 < 2.5 \text{ cm}^2/\text{m}$

ดังนั้นในแนวขวางใช้ $A_{SH} = 2.5 \text{ cm}^2/\text{m}$

เหล็กเสริมในแนวดิ่ง DB 10 mm @ 30 cm

เหล็กเสริมในแนวขวาง DB 10 mm @ 30 cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WALL 13

1.พิจารณาผนังในขณะที่รับแรงในโครงสร้าง

กำหนดผนังหนา 10 cm

กำหนดแรงลม 50 Kg/m^2

ตัวคูณความปลอดภัย 1.3

ตรวจสอบแรงอัด

ผนังรับน้ำหนักแผ่ 4052 Kg-m

ผนังรับน้ำหนักทั้งหมด

$= 4052 \times 3.1$

$= 12561$ Kg

แรงกดที่คอนกรีตยอมรับได้

$= 0.225 f_o' A_g [1 - (h / 40t)^3]$

$= 0.225 \times 300 \times ((13 \times 310) / 2)[1 - (260 / (40 \times 13))^3]$

$= 115171 > 12561$ Kg

ดังนั้นใช้เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

ตรวจสอบแรงเฉือน

หน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้นจากแรงลม

$= (50 \times 8 \times 6.4 \times 1.3) / (13 \times 310)$

$= 0.83 Kg/cm^2$

หน่วยแรงเฉือนที่ยอมรับให้ของคอนกรีต

$= (0.464) \times (f_o'(1 + 0.057 (N / Ag)))^{1/2}$

$= (0.464) \times (300(1 + 0.057 (12561 / (13 \times 310))))^{1/2}$

$= 8.64 > 8.81 Kg/cm^2$

แรงเฉือนที่เกิดจากน้ำหนักกดทับ

$= (2139 \times 0.75) / (13 \times 14)$

$= 8.81$ Kg

ตรวจสอบโมเมนต์

โมเมนต์เนื่องจากแรงลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$M_H = WL^2 / 8$

$= 50 \times 2.6 \times (3.1)^2 / 8$

$= 156$ Kg-m

$M_V = WL^2 / 8$

$= 50 \times 3.1 \times (2.6)^2 / 8$

$= 130$ Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z = bt^2 / 4$

$Z_H = (310 \times (13)^2) / 4$

$= 13097\ cm^3$

$Z_V = (260 \times (13)^2) / 4$

$= 10985\ cm^3$

f_cของคอนกรีต $= M / Z$

$M_H / Z_H = (156 \times 100) / 13097$

$= 1.19\ kg/cm^2$

$M_V / Z_V = (130 \times 100) / 10985$

$= 2.11\ Kg/cm^2$

f_cที่ยอมให้ของคอนกรีต $= 0.4 (f_c')^{1/2}$

$= 0.4 (300)^{1/2}$

$= 7.27 > 5.6$

โมเมนต์เนื่องจากการบรรทุกบนช่องเปิด

$M = WL^2 / 2$

$= (2139 \times (0.7)^2) / 2$

$= 524$ Kg-m

$Z = bt^2 / 4$

$= (13 \times (14)^2) / 4$

$= 637\ cm^3$

f_c ของคอนกรีต $= M / Z$

$= (524 \times 100) / 637$

$= 82 > 7.27\ Kg/cm^2$

ดังนั้นต้องใช้เหล็กรับโมเมนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จาก $M / \phi f_c' bd^2 = (52400) / (0.9 \times 300 \times 13 \times (14)^2)$

$= 0.0761$

$W = 0.08$

$\rho = Wf_c' / fy$

$= (0.08 \times 300) / 4000$

$= 0.0016$

$A_s = \rho bd$

$= 0.0016 \times 13 \times 14$

$= 1.092 \text{ cm}^2$

ใช้ 1 - $\varnothing$9 mm บริเวณเหนือช่องเปิด ส่วนอื่นๆใช้เหล็กจำนวนน้อยที่สุด

เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

$A_H = 0.0025 \times b \times t$

$= 0.0025 \times 100 \times 13$

$= 3.25 \text{ cm}^2/\text{m}$

$A_V = 0.0015 \times b \times t$

$= 0.0015 \times 100 \times 13$

$= 1.95 \text{ cm}^2/\text{m}$

2. พิจารณาผนังในขณะทำการผลิต

กำหนดความแข็งแรงของคอนกรีตขณะถอดแบบ 140 Kg-cm

กำหนดตัวคูณความปลอดภัย 1.3

กำหนดมุมในการยก 45°

กำหนดใช้จุดยก 2 จุด

หน่วยแรงดึงที่ยอมรับได้ขณะถอดแบบและเก็บสำรอง

$= 0.42(f_c')^{1/2}$

$= 0.42(140)^{1/2}$

$= 4.97 \text{ Kg/cm}^2$

ตรวจสอบหน่วยแรงในการยกขณะถอดแบบ

ตามแนวดิ่ง $M_y = 482 \text{ Kg-m/m}$

หรือ $= 482 \times 2.4$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$= 1157$ Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_y = bt^2 / 4$

$= (240 \times (13)^2) / 4$

$= 10140$ cm^3

f_cของคอนกรีต $= (M_y) / Z$

$= (1157) \times 100) / 10140$

$= 12.03 < 4.97$ Kg-cm^2

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์ดัด

จาก $M / f_c' bd^2 = (1157 \times 100) / (140 \times 260 \times (6.5)^2)$

$= 0.0752$

$W = 0.079$

$\rho_v = W f_c' / f_y$

$= (0.079 \times 140) / 4000$

$= 0.0028$

$A_{sv} = 0.0028 \times 100 \times 6.5$

$= 1.82 < 1.95$ cm^2

ดังนั้นในแนวดิ่งใช้ $A_{sv} = 1.95$ cm^2/m

ตามแนวขวาง $M_x = 22.4$ Kg-m/m

หรือ $= 22.4 \times 2.6$

$= 59$ Kg-m

โมเมนต์เนื่องจากมุมในการยก

$M_x' = P_{dl} Y_o / \tan \theta$

$= ((2400 \times 0.1 \times 2.6 \times 1.3 \times 3.1)/2)(0.05/\tan 45^\circ)$

$= 63$ Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_x = bt^2 / 4$

$= (260 \times (13)^2) / 4$

$= 10985$ cm^3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

f_cของคอนกรีต $= (M_x + M_x^T) / Z_x$

$= (122 \times 100) / 10985$

$= 1.11 < 4.97$ Kg-cm^2

ดังนั้นต้องไม่ใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์คัด

ดังนั้นในแนวขวางใช้ $A_{SH} = 3.25$ cm^2/m

เหล็กเสริมในแนวดิ่ง	DB 10 mm	@ 30 cm
เหล็กเสริมในแนวขวาง	DB 10 mm	@ 20 cm
เสริมพิเศษ	DB 12 mm	2 เส้นรอบบริเวณช่องเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WALL 14

1.พิจารณาผนังในขณะที่รับแรงในโครงสร้าง

กำหนดผนังหนา 10 cm

กำหนดแรงลม 50 Kg/m^2

ตัวคูณความปลอดภัย 1.3

ตรวจสอบแรงอัด

ผนังรับน้ำหนักแผ่ = 2177 Kg-m

ผนังรับน้ำหนักทั้งหมด = 2177 × 2.5

= 5443 Kg

แรงกดที่คอนกรีตยอมรับได้

$= 0.225\ f_c'\ A_g\ [\ 1 - (\ h / 40t\ )^3\ ]$

$= 0.225 \times 300 \times ((\ 10 \times 166\ ) / 2\ )[\ 1 - (\ 260 / (\ 40 \times 13\ ))^3\ ]$

= 63728 > 5443 Kg

ดังนั้นใช้เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

ตรวจสอบแรงเฉือน

หน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้นจากแรงลม

$= (\ 50 \times 5.4 \times 6.4 \times 1.3\ ) / (\ 10 \times 83\ )$

= 2.7 Kg/cm^2

หน่วยแรงเฉือนที่ยอมรับให้ของคอนกรีต

$= (\ 0.464\ ) \times (\ f_c'(\ 1 + 0.057\ (\ N / Ag\ )))^{1/2}$

$= (\ 0.464\ ) \times (\ 300(\ 1 + 0.057\ (\ 5443 / (\ 10 \times 83\ ))))^{1/2}$

= 9.1 > 3.4 Kg/cm^2

ตรวจสอบแรงเฉือนที่เกิดจากน้ำหนักบรรทุก

$= (\ 2177 \times 0.7\ ) / 2$

= 762 Kg

ดังนั้นหน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้น $= 762 / (\ 10 \times 12\ )$

= 6.3 > 8.21 Kg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจสอบโมเมนต์

โมเมนต์เนื่องจากแรงลม

$M_H = WL^2 / 8$

$= 50 \times 2.6 \times (0.8)^2 / 8$

$= 13.5$ Kg-m

$M_V = WL^2 / 8$

$= 50 \times 0.8 \times (2.67)^2 / 8$

$= 43$ Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z = bt^2 / 4$

$= (13 \times (12)^2) / 4$

$= 468\ cm^3$

f_oของคอนกรีต $= M / Z$

$= (133 \times 100) / 468$

$= 28.4 > 8.21\ Kg/cm^2$

โมเมนต์ที่เกิดขึ้น $= (2177 \times (0.7)^2) / 8$

$= 133$ Kg-m

จาก $M / \phi f'bd^2 = (133 \times 100) / (0.9 \times 300 \times 13 \times (12)^2)$

$= 0.0263$

$W = 0.037$

$\rho = Wf_o' / fy$

$= (0.037 \times 300) / 4000$

$= 0.0027$

$A_s = \rho bd$

$= 0.0027 \times 13 \times 12$

$= 0.42\ cm^2$

ใช้ 1 - $\varnothing$9 mm ส่วนอื่นๆใช้เหล็กจำนวนน้อยที่สุด

เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

$A_H = 0.0025 \times b \times t$

$= 0.0025 \times 100 \times 10$

$= 2.5\ cm^2/m$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A_v $= 0.0015 \times b \times t$

$= 0.0015 \times 100 \times 10$

$= 1.5\ cm^2/m$

2. พิจารณาผนังในขณะทำการผลิต

กำหนดความแข็งแรงของคอนกรีตขณะถอดแบบ 140 Kg-cm

กำหนดตัวคูณความปลอดภัย 1.3

กำหนดมุมในการยก 45°

กำหนดใช้จุดยก 2 จุด

หน่วยแรงดึงที่ยอมรับได้ขณะถอดแบบและเก็บสำรอง

$= 0.42(f_c')^{1/2}$

$= 0.42(140)^{1/2}$

$= 4.97\ Kg/cm^2$

ตรวจสอบหน่วยแรงในการยกขณะถอดแบบ

ตามแนวดิ่ง M_y 405.6 Kg-m/m

หรือ $= 405.6 \times 0.83$

$= 337$ Kg-m/m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_y = bt^2 / 4$

$= (83 \times (10)^2) / 4$

$= 2075\ cm^3$

f_cของคอนกรีต $= (M_y) / Z$

$= (337 \times 100) / 2075$

$= 16.24 > 4.97\ Kg\text{-}cm^2$

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์ดัด

จาก $M / f_c' bd^2$ $= (337 \times 100) / (140 \times 83 \times (5)^2)$

$= 0.116$

$W = 0.125$

$\rho_v = Wf_c' / f_y$

$= (0.125 \times 140) / 4000$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$= 0.0044$

$A_{sv} = 0.0044 \times 100 \times 5$

$= 2.22 > 1.5\ cm^2/m$

ดังนั้นในแนวดิ่งใช้ $A_{sv} = 2.22\ cm^2/m$

<u>ตามแนวขวาง M_x</u> $= 213.5$ Kg-m/m

หรือ $= 213.5 \times 2.6$

$= 555$ Kg-m

โมเมนต์เนื่องจากมุมในการยก

$M_x' = P_{dl} Y_o / \tan\theta$

$= ((2400 \times 0.1 \times 0.83 \times 1.3 \times 3.75)/2)(0.05/\tan 45^\circ)$

$= 24$ Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_x = bt^2 / 4$

$= (260 \times (10)^2) / 4$

$= 6500\ cm^3$

f_cของคอนกรีต $= (M_x + M_x') / Z_x$

$= (579 \times 100) / 6500$

$= 8.91 > 4.97\ Kg\text{-}cm^2$

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์คัด

จาก $M / f_c' bd^2 = (579 \times 100) / (140 \times 260 \times (5)^2)$

$= 0.0636$

$W = 0.066$

$\rho_H = W f_c' / f_y$

$= (0.066 \times 140) / 4000$

$= 0.0023$

$A_{SH} = 0.0023 \times 100 \times 5$

$= 1.15 < 2.5\ cm^2/m$

ดังนั้นในแนวขวางใช้ $A_{SH} = 2.5\ cm^2/m$

เหล็กเสริมในแนวดิ่ง DB 10 mm @ 30 cm

เหล็กเสริมในแนวขวาง DB 10 mm @ 30 cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WALL 15

1.พิจารณาผนังในขณะที่รับแรงในโครงสร้าง

กำหนดผนังหนา	10 cm
กำหนดแรงลม	50 Kg/m^2
ตัวคูณความปลอดภัย	1.3

ตรวจสอบแรงอัด

ผนังรับน้ำหนักแผ่ = 1654 Kg-m

ผนังรับน้ำหนักทั้งหมด = 1654 × 3.5

= 5789 Kg

แรงกดที่คอนกรีตยอมรับได้

$= 0.225\ f_o'\ A_g\ [\ 1 - (\ h / 40t\ )^3\ ]$

$= 0.225 \times 300 \times ((\ 10 \times 250\ ) / 2\ )[\ 1 - (\ 260 / (\ 40 \times 13\ ))^3\ ]$

= 73828 > 5789 Kg

ดังนั้นใช้เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

ตรวจสอบแรงเฉือน

หน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้นจากแรงลม

$= (\ 50 \times 5.4 \times 6.4 \times 1.3\ ) / (\ 13 \times 250\ )$

$= 0.7\ Kg/cm^2$

หน่วยแรงเฉือนที่ยอมรับให้ของคอนกรีต

$= (\ 0.464\ ) \times (\ f_o'(\ 1 + 0.057\ (\ N / Ag\ )))^{1/2}$

$= (\ 0.464\ ) \times (\ 300(\ 1 + 0.057\ (\ 5789 / (\ 10 \times 260\ ))))^{1/2}$

$= 8.55 > 0.7\ Kg/cm^2$

แรงเฉือนที่เกิดจากน้ำหนักกดทับ

$= 1654 \times 1$

$= 1654\ Kg$

พื้นที่รองรับ

$= 13 \times 40$

$= 520\ cm^2$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นหน่วยแรงเฉือน

$= 1654 / 520$

$= 3.18\ Kg/cm^2$

ดังนั้นใช้เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

ตรวจสอบโมเมนต์

โมเมนต์เนื่องจากการบรรทุกบนช่องเปิด

$M = WL^2 / 2$

$= (1654 \times (1)^2) / 2$

$= 827\ Kg\text{-}m$

$Z = bt^2 / 4$

$= (10 \times (40)^2) / 4$

$= 4000\ cm^3$

f_o ของคอนกรีต $= M / Z$

$= (827 \times 100) / 4000$

$= 20.67\ Kg/cm^2$

f_oที่ยอมให้ของคอนกรีต $= 0.4 (f_o')^{1/2}$

$= 0.4 (300)^{1/2}$

$= 7.2 > 20.67\ Kg/cm^{1/2}$

ดังนั้นใช้เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

จาก $M / \phi f' bt^2 = (827 \times 100) / (0.9 \times 300 \times 10 \times (40)^2)$

$= 0.0191$

$W = 0.02$

$\rho = Wf_o' / fy$

$= (0.02 \times 300) / 4000$

$= 0.0015$

$A_s = \rho bd$

$= 0.0015 \times 10 \times 40$

$= 0.6\ cm^2$

ใช้ 1 - $\varnothing$9 mm ส่วนอื่นๆใช้เหล็กจำนวนน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

$A_H = 0.0025 \times b \times t$

$= 0.0025 \times 100 \times 10$

$= 2.5\ cm^2/m$

$A_V = 0.0015 \times b \times t$

$= 0.0015 \times 100 \times 10$

$= 1.5\ cm^2/m$

2. พิจารณาผนังในขณะทำการผลิต

กำหนดความแข็งแรงของคอนกรีตขณะถอดแบบ 140 Kg-cm

กำหนดตัวคูณความปลอดภัย 1.3

กำหนดมุมในการยก 45°

กำหนดใช้จุดยก 2 จุด

หน่วยแรงดึงที่ยอมรับได้ขณะถอดแบบและเก็บสำรอง

$= 0.42(f_c')^{1/2}$

$= 0.42(140)^{1/2}$

$= 4.97\ Kg/cm^2$

ตรวจสอบหน่วยแรงในการยกขณะถอดแบบ

ตามแนวดิ่ง M_y $= 174$ Kg-m/m

หรือ $= 174 \times 3.5$

$= 609$ Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_y = bt^2 / 4$

$= (250 \times (10)^2) / 4$

$= 6250\ cm^3$

f_cของคอนกรีต $= (M_y) / Z$

$= (609 \times 100) / 6250$

$= 9.74 > 4.97\ Kg\text{-}cm^2$

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์ดัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จาก $M / f_c' bd^2 = (609 \times 100) / (140 \times 250 \times (5)^2)$

$= 0.0696$

$W = 0.073$

$\rho_v = W f_c' / f_y$

$= (0.073 \times 140) / 4000$

$= 0.0026$

$A_{sv} = 0.0026 \times 100 \times 5$

$= 1.28 < 1.5 \text{ cm}^2/\text{m}$

ดังนั้นในแนวดิ่งใช้ $A_{sv} = 1.5 \text{ cm}^2/\text{m}$

ตามแนวขวาง $M_x = 261.6 \text{ Kg-m/m}$

หรือ $= 261.6 \times 2.5$

$= 654 \text{ Kg-m}$

โมเมนต์เนื่องจากมุมในการยก

$M_x' = P_{dl} Y_o / \tan\theta$

$= ((2400 \times 0.1 \times 2.6 \times 1.3 \times 2.5) / 2)(0.05 / \tan 45^\circ)$

$= 51 \text{ Kg-m}$

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_x = bt^2 / 4$

$= (250 \times (10)^2) / 4$

$= 6250 \text{ cm}^3$

f_c ของคอนกรีต $= (M_x + M_x') / Z_x$

$= (705 \times 100) / 1000$

$= 7.05 > 4.97 \text{ Kg-cm}^2$

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์คัด

จาก $M / f_c' bd^2 = (705 \times 100) / (140 \times 250 \times (5)^2)$

$= 0.0806$

$W = 0.085$

$\rho_H = W f_c' / f_y$

$= (0.085 \times 140) / 4000$

$= 0.0029$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A_{SH} = 0.0029 × 100 × 5

= 1.45 < 2.5 cm^2/m

ดังนั้นในแนวขวางใช้ A_{SH} = 2.5 cm^2/m

เหล็กเสริมในแนวดิ่ง	DB 10 mm	@ 30 cm
เหล็กเสริมในแนวขวาง	DB 10 mm	@ 30 cm
เสริมพิเศษ	DB 12 mm	2 เส้นรอบบริเวณจุดช่องเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WALL 16

1.พิจารณาผนังในขณะที่รับแรงในโครงสร้าง

กำหนดผนังหนา	10 cm
กำหนดแรงลม	50 Kg/m^2
ตัวคูณความปลอดภัย	1.3

ตรวจสอบแรงอัด

ผนังรับน้ำหนักแผ่ = 3534 Kg-m

ผนังรับน้ำหนักทั้งหมด = 3534 × 2.65

= 9365 Kg

แรงกดที่คอนกรีตยอมรับได้

$= 0.225\ f_c'\ A_g\ [\ 1 - (\ h / 40t\ )^3\ ]$

$= 0.225\times300\times((10\times265)/2)[1-(260/(40\times13))^3\ ]$

= 78257 > 9365 Kg

ดังนั้นใช้เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

ตรวจสอบแรงเฉือน

หน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้นจากแรงลม

$= (\ 50 \times 6.4 \times 8 \times 1.3\ ) / (\ 13 \times 265\ )$

$= 1.25\ Kg/cm^2$

หน่วยแรงเฉือนที่ยอมรับให้ของคอนกรีต

$= (\ 0.464\ ) \times (\ f_c'(\ 1 + 0.057\ (\ N / Ag\ )))^{1/2}$

$= (\ 0.464\ ) \times (\ 300(\ 1 + 0.057\ (\ 9365 / (\ 13 \times 265\ ))))^{1/2}$

$= 8.8 > 1.25\ Kg/cm^2$

ดังนั้นใช้เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

ตรวจสอบโมเมนต์

โมเมนต์เนื่องจากแรงลม = 0

โมเมนต์เนื่องจากน้ำหนัก = 0

ดังนั้นใช้เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

$A_H = 0.0025 \times b \times t$

$= 0.0025 \times 100 \times 10$

$= 2.5\ cm^2/m$

$A_V = 0.0015 \times b \times t$

$= 0.0015 \times 100 \times 10$

$= 1.5\ cm^2/m$

2. พิจารณาผนังในขณะทำการผลิต

กำหนดความแข็งแรงของคอนกรีตขณะถอดแบบ 140 Kg-cm

กำหนดตัวคูณความปลอดภัย 1.3

กำหนดมุมในการยก 45°

กำหนดใช้จุดยก 2 จุด

หน่วยแรงดึงที่ยอมรับได้ขณะถอดแบบและเก็บสำรอง

$= 0.42(f_c')^{1/2}$

$= 0.42(140)^{1/2}$

$= 4.97\ Kg/cm^2$

ตรวจสอบหน่วยแรงในการยกขณะถอดแบบ

ตามแนวดิ่ง M_y $= 405.6$ Kg-m/m

หรือ $= 405.6 \times 2$

$= 811$ Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_y = bt^2 / 4$

$= (200 \times (10)^2) / 4$

$= 5000\ cm^3$

f_cของคอนกรีต $= (M_y) / Z$

$= (811 \times 100) / 5000$

$= 16.22 > 4.97\ Kg\text{-}cm^2$

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์คัด

จาก $M / f_c' bd^2 = (811 \times 100) / (140 \times 200 \times (5)^2)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$= 0.1158$

$W = 0.125$

$\rho_v = Wf_c' / f_y$

$= (0.125 \times 140) / 4000$

$= 0.0044$

$A_{sv} = 0.0044 \times 100 \times 5$

$= 2.2 > 1.5 \text{ cm}^2/\text{m}$

ดังนั้นในแนวดิ่งใช้ $A_{sv} = 2.2 \text{ cm}^2/\text{m}$

ตามแนวขวาง $M_x = 179 \text{ Kg-m/m}$

หรือ $= 179 \times 2.6$

$= 465 \text{ Kg-m}$

โมเมนต์เนื่องจากมุมในการยก

$M_x' = P_{dl} Y_o / \tan\theta$

$= ((2400 \times 0.1 \times 2.6 \times 1.3 \times 2)/2)(0.05/\tan 45^\circ)$

$= 41 \text{ Kg-m}$

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_x = bt^2 / 4$

$= (260 \times (10)^2) / 4$

$= 6500 \text{ cm}^3$

f_cของคอนกรีต $= (M_x + M_x') / Z_x$

$= (506 \times 100) / 6500$

$= 7.78 > 4.97 \text{ Kg-cm}^2$

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์ดัด

จาก $M / f_c' bd^2 = (506 \times 100) / (140 \times 260 \times (5)^2)$

$= 0.0556$

$W = 0.058$

$\rho_H = Wf_c' / f_y$

$= (0.058 \times 140) / 4000$

$= 0.0020$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A_{SH} = 0.0020 × 100 × 5

= 1 < 2.5 cm^2/m

ดังนั้นในแนวขวางใช้ A_{SH} = 2.5 cm^2/m

เหล็กเสริมในแนวดิ่ง DB 10 mm @ 30 cm

เหล็กเสริมในแนวขวาง DB 10 mm @ 30 cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WALL 17

1.พิจารณาผนังในขณะที่รับแรงในโครงสร้าง

W 17 เป็นผนังสำหรับกั้นห้องไม่ได้ใช้สำหรับรับแรง

กำหนดผนังหนา 10 cm

∴ ใช้เหล็กจำนวนน้อยที่สุด

เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

$A_H = 0.0025 \times b \times t$

$= 0.0025 \times 100 \times 10$

$= 2.5 \text{ cm}^2/\text{m}$

$A_V = 0.0015 \times b \times t$

$= 0.0015 \times 100 \times 10$

$= 1.5 \text{ cm}^2/\text{m}$

2. พิจารณาผนังในขณะทำการผลิต

กำหนดความแข็งแรงของคอนกรีตขณะถอดแบบ 140 Kg-cm

กำหนดตัวคูณความปลอดภัย 1.3

กำหนดมุมในการยก 45°

กำหนดใช้จุดยก 2 จุด

หน่วยแรงดึงที่ยอมรับได้ขณะถอดแบบและเก็บสำรอง

$= 0.42(f_c')^{1/2}$

$= 0.42(140)^{1/2}$

$= 4.97 \text{ Kg/cm}^2$

ตรวจสอบหน่วยแรงในการยกขณะถอดแบบ

ตามแนวดิ่ง M_y $= 38.4 \text{ Kg-m/m}$

หรือ $= 38.4 \times 2.54$

$= 98 \text{ Kg-m}$

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_y = bt^2 / 4$

$= (254 \times (10)^2) / 4$

$= 6350 \text{ cm}^3$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

f_c ของคอนกรีต $= (M_y) / Z$

$= (98 \times 100) / 6350$

$= 1.54 < 4.97$ Kg-cm^2

ดังนั้นต้องไม่ใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์คัด

ในแนวดิ่งใช้ A_{sv} $= 1.5$ cm^2/m

ตามแนวขวาง M_x $= 16.6$ Kg-m/m

หรือ $= 16.6 \times 0.8$

$= 14$ Kg-m

โมเมนต์เนื่องจากมุมในการยก

$M_x' = P_{di} Y_o / \tan \theta$

$= ((2400 \times 0.1 \times 2.54 \times 1.3 \times 0.8)/2)(0.05/\tan 45^\circ)$

$= 16$ Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_x = bt^2 / 4$

$= (80 \times (10)^2) / 4$

$= 2000$ cm^3

f_c ของคอนกรีต $= (M_x + M_x') / Z_x$

$= (30 \times 100) / 2000$

$= 1.5 < 4.97$ Kg-cm^2

ดังนั้นไม่ต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์คัด

ในแนวขวางใช้ $A_{sH} = 2.5$ cm^2/m

เหล็กเสริมในแนวดิ่ง DB 10 mm @ 30 cm

เหล็กเสริมในแนวขวาง DB 10 mm @ 30 cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WALL 18

1.พิจารณาผนังในขณะที่รับแรงในโครงสร้าง

W 18 เป็นผนังสำหรับกั้นห้องไม่ได้ใช้สำหรับรับแรง

กำหนดผนังหนา 10 cm

∴ ใช้เหล็กจำนวนน้อยที่สุด

เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

$A_H = 0.0025 \times b \times t$

$= 0.0025 \times 100 \times 10$

$= 2.5 \text{ cm}^2/\text{m}$

$A_V = 0.0015 \times b \times t$

$= 0.0015 \times 100 \times 10$

$= 1.5 \text{ cm}^2/\text{m}$

2. พิจารณาผนังในขณะทำการผลิต

กำหนดความแข็งแรงของคอนกรีตขณะถอดแบบ 140 Kg-cm

กำหนดตัวคูณความปลอดภัย 1.3

กำหนดมุมในการยก 45°

กำหนดใช้จุดยก 2 จุด

หน่วยแรงดึงที่ยอมรับได้ขณะถอดแบบและเก็บสำรอง

$= 0.42(f_c')^{1/2}$

$= 0.42(140)^{1/2}$

$= 4.97 \text{ Kg/cm}^2$

ตรวจสอบหน่วยแรงในการยกขณะถอดแบบ

ตามแนวดิ่ง M_y = 38.4 Kg-m/m

หรือ = 38.4 × 5.5

= 211 Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_y = bt^2/4$

$= (530 \times (10)^2)/4$

$= 13750 \text{ cm}^3$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

f_cของคอนกรีต $= (M_y) / Z$

$= (211 \times 100) / 13750$

$= 1.53 < 4.97$ Kg-cm^2

ดังนั้นไม่ต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์ดัด

แนวดิ่งใช้ $A_{SV} = 1.5$ cm^2/m

ตามแนวขวาง M_x $= 42.77$ Kg-m/m

หรือ $= 42.77 \times 0.8$

$= 34.2$ Kg-m

โมเมนต์เนื่องจากมุมในการยก

$M_x' = P_{dl} Y_o / \tan\theta$

$= ((2400 \times 0.1 \times 5.5 \times 0.8 \times 1.3)/2)(0.05/ \tan 45^\circ)$

$= 58$ Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_x = bt^2 / 4$

$= (80 \times (10)^2) / 4$

$= 2000$ cm^3

f_cของคอนกรีต $= (M_x + M_x') / Z_x$

$= (92.2 \times 100) / 2000$

$= 4.61 > 4.97$ Kg-cm^2

ดังนั้นไม่ต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์ดัด

ในแนวขวางใช้ $A_{SH} = 2.5$ cm^2/m

เหล็กเสริมในแนวดิ่ง DB 10 mm @ 30 cm

เหล็กเสริมในแนวขวาง DB 10 mm @ 30 cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WALL 19

1.พิจารณาผนังในขณะที่รับแรงในโครงสร้าง

กำหนดผนังหนา	13 cm
กำหนดแรงลม	50 Kg/m^2
ตัวคูณความปลอดภัย	1.3

ตรวจสอบแรงอัด

ผนังรับน้ำหนักแผ่ = 5368 Kg-m

ผนังรับน้ำหนักทั้งหมด = 5368 × 5.4

= 28987 Kg

แรงกดที่คอนกรีตยอมรับได้

$= 0.225\ f'_c\ A_g\ [\ 1 - (\ h / 40t\ )^3\ ]$

$= 0.225 \times 300 \times ((\ 13 \times 160\ ) / 2\ )[\ 1 - (\ 375 / (\ 40 \times 13))^3\ ]$

$= 43871 > 28987$ Kg

ดังนั้นใช้เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

ตรวจสอบแรงเฉือน

หน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้นจากแรงลม

$= (\ 50 \times 8 \times 10.15 \times 1.32\ ) / (\ 13 \times 160\ )$

$= 2.58\ Kg/cm^2$

หน่วยแรงเฉือนที่ยอมรับให้ของคอนกรีต

$= (\ 0.464\ ) \times (\ f'_c (\ 1 + 0.057\ (\ N / Ag\ )))^{1/2}$

$= (\ 0.464\ ) \times (\ 300(\ 1 + 0.057\ (\ 28987 / (\ 13 \times 160\ ))))^{1/2}$

$= 10.76 > 7.14\ Kg/cm^2$

แรงเฉือนที่เกิดจากน้ำหนักบรรทุกบนช่องเปิด

$= (\ 5368 \times 280\ ) / (\ 85 \times 13 \times 2\ )$

$= 7.14$ Kg

ดังนั้นใช้เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

ตรวจสอบโมเมนต์

โมเมนต์ตามแนวราบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$M_H = WL^2 / 8$

$= 50 \times 3.75 \times (5.4)^2 \times 1.3 / 8$

$= 888$ Kg-m

โมเมนต์ตามแนวดิ่ง

$M_V = WL^2 / 8$

$= 50 \times 5.4 \times (3.75)^2 \times 1.3 / 8$

$= 616$ Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z = bt^2 / 4$

$Z_H = (540 \times (13)^2) / 4$

$= 22815\ cm^3$

$Z_V = (375 \times (13)^2) / 4$

$= 15843\ cm^3$

f_c ของคอนกรีต $= M / Z$

$M_H / Z_H = (888 \times 100) / 22815$

$= 3.89\ Kg/cm^2$

$M_V / Z_V = (616 \times 100) / 15843$

$= 3.8\ Kg/cm^2$

f_c ที่ยอมให้ของคอนกรีต $= 0.4 (f_c)^{1/2}$

$= 0.4 (300)^{1/2}$

$= 7.271 > 5.6$

โมเมนต์เนื่องจากการบรรทุกบนช่องเปิด

$M = WL^2 / 8$

$= (5368 \times (2.8)^2) / 8$

$= 5260$ Kg-m

$Z = bt^2 / 4$

$= (13 \times (82)^2) / 4$

$= 21853\ cm^3$

f_c ของคอนกรีต $= M / Z$

$= (5260 \times 100) / 28153$

$= 24\ Kg/cm^2$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นต้องใช้เหล็กรับโมเมนต์บริเวณช่องเปิด

จาก $M/\phi f_c' bd^2 = (5260 \times 100) / (0.9 \times 300 \times 13 \times (82)^2)$

$= 0.0222$

$w = 0.023$

$\rho = wf_c' / fy$

$= (0.023 \times 300) / 4000$

$= 0.0017$

$A_s = \rho bd$

$= 0.0017 \times 13 \times 82$

$= 1.81 \text{ cm}^2$

ใช้ 1 - $\varnothing$9 mm บริเวณเหนือช่องเปิด ส่วนอื่นๆใช้เหล็กจำนวนน้อยที่สุด

เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

$A_H = 0.0025 \times b \times t$

$= 0.0025 \times 100 \times 13$

$= 3.25 \text{ cm}^2/\text{m}$

$A_V = 0.0015 \times b \times t$

$= 0.0015 \times 100 \times 13$

$= 1.95 \text{ cm}^2/\text{m}$

2. พิจารณาผนังในขณะทำการผลิต

กำหนดความแข็งแรงของคอนกรีตขณะถอดแบบ	140 Kg-cm
กำหนดตัวคูณความปลอดภัย	1.3
กำหนดมุมในการยก	45°
กำหนดใช้จุดยก	2 จุด

หน่วยแรงดึงที่ยอมรับได้ขณะถอดแบบและเก็บสำรอง

$= 0.42(f_c')^{1/2}$

$= 0.42(140)^{1/2}$

$= 4.97 \text{ Kg/cm}^2$

ตรวจสอบหน่วยแรงในการยกขณะถอดแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามแนวดิ่ง M_y = 2191 Kg-m/m

หรือ = 2191 × 5.4

= 11831 Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_y = bt^2 / 4$

$= (540 \times (13)^2) / 4$

$= 22815\ cm^3$

f_cของคอนกรีต $= (M_y) / Z$

$= (11831 \times 100) / 22815$

$= 51.86 > 4.97\ Kg\text{-}cm^2$

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์ดัด

จาก $R_N = M_V / \phi bd^2 = (11831 \times 100) / (0.9 \times 540 \times (6.5)^2)$

$= 51.85$

$\rho_V = W f_c' / f_y (1 - (1 - (2R_N / 0.85 f_c'))^{1/2})$

$= ((0.85 \times 140)/4000)(1-(1-(2 \times 57.62)/(0.85 \times 140)^{1/2})$

$= 0.0179$

$A_{SV} = 0.0179 \times 100 \times 6.5$

$= 11.65 > 1.95\ cm^2 / m$

ดังนั้นในแนวดิ่งใช้ $A_{sv} = 11.65\ cm^2/m$

ตามแนวขวาง M_x = 690 Kg-m/m

หรือ = 690 × 3

= 2070 Kg-m

โมเมนต์เนื่องจากมุมในการยก

$M_x' = P_{dl} Y_c / \tan \theta$

$= ((2400 \times 0.13 \times 1.6 \times 1.3 \times 3.75)/2)(0.05/ \tan 45^\circ)$

$= 79$ Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_x = bt^2 / 4$

$= (300 \times (13)^2) / 4$

$= 12675\ cm^3$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

f_c ของคอนกรีต $= (M_x + M_x') / Z_x$

$= (2149 \times 100) / 12675$

$= 16.95 > 4.97$ Kg-cm^2

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์คัด

จาก $M / f_c' bd^2 = (2149 \times 100) / (140 \times 300 \times (6.5)^2)$

$= 0.1211$

$W = 0.131$

$\rho_H = W f_c' / f_y$

$= (0.131 \times 140) / 4000$

$= 0.0046$

$A_{SH} = 0.0046 \times 100 \times 6.5$

$= 2.99 < 3.25$ cm^2/m

ดังนั้นในแนวขวางใช้ $A_{SH} = 3.25$ cm^2/m

เหล็กเสริมในแนวดิ่ง	DB 15 mm	@ 15 cm
เหล็กเสริมในแนวขวาง	DB 10 mm	@ 20 cm
เสริมพิเศษ	DB 12 mm	2 เส้นรอบบริเวณจุดช่องเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WALL 20

1.พิจารณาผนังในขณะที่รับแรงในโครงสร้าง

กำหนดผนังหนา 13 cm

กำหนดแรงลม 50 Kg/m^2

ตัวคูณความปลอดภัย 1.3

ตรวจสอบแรงอัด

ผนังรับน้ำหนักแผ่ = 6280 Kg-m

ผนังรับน้ำหนักทั้งหมด = 6280 × 5.5

= 34540 Kg

แรงกดที่คอนกรีตยอมรับได้

$= 0.225\ f_o'\ A_g\ [\ 1 - (\ h / 40t\ )^3\ ]$

$= 0.225 \times 300 \times ((\ 13 \times 330\ ) / 2\ )[\ 1 - (\ 375 / (\ 40 \times 13\ ))^3\ ]$

= 90,485 > 34540 Kg

ดังนั้นใช้เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

ตรวจสอบแรงเฉือน

หน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้นจากแรงลม

$= (\ 50 \times 5.4 \times 10.15 \times 1.3\ ) / (\ 13 \times 330\ )$

= 0.8 Kg/cm^2

หน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้นจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณช่องเปิด

$= (\ 6280 \times 0.88\ ) / (\ 70 \times 13\ )$

= 6.07 Kg/cm^2

หน่วยแรงเฉือนที่ยอมรับให้ของคอนกรีต

$= (\ 0.464\ ) \times (\ f_o'(\ 1 + 0.057\ (\ N / Ag\ )))^{1/2}$

$= (\ 0.464\ ) \times (\ 300(\ 1 + 0.057\ (\ 34540 / (\ 13 \times 330\ ))))^{1/2}$

= 9.7 > 6.07 Kg/cm^2

ดังนั้นใช้เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

ตรวจสอบโมเมนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมเมนต์เนื่องจากแรงลม

$M = WL^2 / 8$

$M_H = WL^2 / 8$

$= (50 \times 3.75 \times (5.5)^2 \times 1.3) / 8$

$= 888$ Kg-m

$M_V = WL^2 / 8$

$= (50 \times 5.5 \times (3.75)^2 \times 1.3) / 8$

$= 616$ Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z = bt^2 / 4$

$Z_H = (540 \times (13)^2) / 4$

$= 22815$ cm^3

$Z_V = (3.75 \times (13)^2) / 4$

$= 15843$ cm^3

f_c ของคอนกรีต $= M / Z$

$M_H / Z_H = (888 \times 100) / 22815$

$= 3.89$ Kg/cm^2

$M_V / Z_V = (616 \times 100) / 15843$

$= 3.8$ Kg/cm^2

โมเมนต์เนื่องจากการบรรทุกบนช่องเปิด

$M = WL^2 / 2$

$= (1216 \times (0.8)^2) / 2$

$= 389$ Kg-m

$Z = bt^2 / 4$

$= (13 \times (67)^2) / 4$

$= 14586$ cm^3

f_c ของคอนกรีต $= M / Z$

$= (389 \times 100) / 14589$

$= 2.66$ Kg/cm^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

f_cที่ยอมให้ของคอนกรีต $= 0.4 (f_c')^{1/2}$

$= 0.4 (300)^{1/2}$

$= 7.2 > 3.89$ $Kg/cm^{1/2}$

ดังนั้นใช้เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

$A_H = 0.0025 \times b \times t$

$= 0.0025 \times 100 \times 13$

$= 3.25\ cm^2/m$

$A_V = 0.0015 \times b \times t$

$= 0.0015 \times 100 \times 13$

$= 1.95\ cm^2/m$

2. พิจารณาผนังในขณะทำการผลิต

กำหนดความแข็งแรงของคอนกรีตขณะถอดแบบ 140 Kg-cm

กำหนดตัวคูณความปลอดภัย 1.3

กำหนดมุมในการยก 45°

กำหนดใช้จุดยก 2 จุด

หน่วยแรงดึงที่ยอมรับได้ขณะถอดแบบและเก็บสำรอง

$= 0.42(f_c')^{1/2}$

$= 0.42(140)^{1/2}$

$= 4.97\ Kg/cm^2$

ตรวจสอบหน่วยแรงในการยกขณะถอดแบบ

ตามแนวดิ่ง M_y $= 981$ Kg-m/m

หรือ $= 981 \times 3.3$

$= 3237.3$ Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_y = bt^2 / 4$

$= (330 \times (13)^2) / 4$

$= 13942.5\ cm^3$

f_cของคอนกรีต $= (M_y) / Z$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$= (3237.3 \times 100) / 13942.5$

$= 23.22 > 4.97$ Kg-cm^2

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์คัด

จาก $M / f_c' bd^2 = (3237.3 \times 100) / (140 \times 330 \times (6.5)^2)$

$= 0.166$

$W = 0.186$

$\rho_v = Wf_c' / f_y$

$= (0.186 \times 140) / 4000$

$= 0.0065$

$A_{sv} = 0.0065 \times 100 \times 6.5$

$= 4.23$ cm^2 / m

ดังนั้นในแนวดิ่งใช้ $A_{sv} = 4.23 > 1.95$ cm^2/m

ตามแนวขวาง $M_x = 369.4$ Kg-m/m

หรือ $= 369.4 \times 3.75$

$= 1385$ Kg-m

โมเมนต์เนื่องจากมุมในการยก

$M_x' = P_{dl} Y_o / \tan \theta$

$= ((2400 \times 0.13 \times 3.75 \times 1.3 \times 3.1)/2)(0.065/\tan 45^\circ)$

$= 153$ Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_x = bt^2 / 4$

$= (375 \times (13)^2) / 4$

$= 15843.75$ cm^3

f_cของคอนกรีต $= (M_x + M_x') / Z_x$

$= (1538 \times 100) / 15843.75$

$= 9.71 > 4.97$ Kg-cm^2

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์คัด

จาก $M / f_c' bd^2 = (1538 \times 100) / (140 \times 375 \times (6.5)^2)$

$= 0.0693$

$W = 0.073$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\rho_H = Wf_c' / f_y$

$= (0.073 \times 140) / 4000$

$= 0.0026$

$A_{SH} = 0.0026 \times 100 \times 6.5$

$= 1.69 < 3.25 \text{ cm}^2/\text{m}$

ดังนั้นในแนวขวางใช้ $A_{SH} = 3.25 \text{ cm}^2/\text{m}$

เหล็กเสริมในแนวดิ่ง	DB 10 mm	@ 15 cm
เหล็กเสริมในแนวขวาง	DB 10 mm	@ 20 cm
เสริมพิเศษ	DB 12 mm	2 เส้นรอบบริเวณจุดช่องเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WALL 21

1.พิจารณาผนังในขณะที่รับแรงในโครงสร้าง

กำหนดผนังหนา	13 cm
กำหนดแรงลม	50 Kg/m^2
ตัวคูณความปลอดภัย	1.3

ตรวจสอบแรงอัด

ผนังรับน้ำหนักแผ่ 3765 Kg-m

ผนังรับน้ำหนักทั้งหมด

$= 3765 \times 5.4$

$= 20331$ Kg

แรงกดที่คอนกรีตยอมรับได้

$= 0.225 f_c' A_g [1 - (h / 40t)^3]$

$= 0.225 \times 300 \times ((13 \times 260) / 2)[1 - (375 / (40 \times 13)^3]$

$= 71291 > 720331$ Kg

ดังนั้นใช้เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

ตรวจสอบแรงเฉือน

หน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้นจากแรงลม

$= (50 \times 8 \times 10.15 \times 1.3) / (13 \times 260)$

$= 1.6$ Kg/cm^2

หน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้นจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณช่องเปิด

$= (3765 \times 0.9) / (80 \times 13 \times 2)$

$= 1.62$ Kg/cm^2

หน่วยแรงเฉือนที่ยอมรับให้ของคอนกรีต

$= (0.464) \times (f_c'(1 + 0.057 (N / Ag)))^{1/2}$

$= (0.464) \times (300(1 + 0.057 (20331 / (13 \times 260))))^{1/2}$

$= 9.31 > 1.62$ Kg/cm^2

ดังนั้นใช้เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจสอบโมเมนต์

โมเมนต์เนื่องจากแรงลม

$M = WL^2 / 8$

$M_H = WL^2 / 8$

$= (50 \times 3.75 \times (5.4)^2 \times 1.3) / 8$

$= 888$ Kg-m

$M_V = WL^2 / 8$

$= (50 \times 5.5 \times (3.75)^2 \times 1.3) / 8$

$= 616$ Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z = bt^2 / 4$

$Z_H = (540 \times (13)^2) / 4$

$= 22815$ cm^3

$Z_V = (3.75 \times (13)^2) / 4$

$= 15843$ cm^3

f_c ของคอนกรีต $= M / Z$

$M_H / Z_H = (888 \times 100) / 22815$

$= 3.89$ Kg/cm^2

$M_V / Z_V = (616 \times 100) / 15843$

$= 3.8$ Kg/cm^2

โมเมนต์เนื่องจากการบรรทุกบนช่องเปิด

$M = WL^2 / 8$

$= (3765 \times (0.9)^2) / 8$

$= 381$ Kg-m

$Z = bt^2 / 4$

$= (13 \times (80)^2) / 4$

$= 20800$ cm^3

$f_c = M / Z$

$= (381 \times 100) / 20800$

$= 1.8$ Kg/cm^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

f_cที่ยอมให้ของคอนกรีต $= 0.4 (f_c')^{1/2}$

$= 0.4 (300)^{1/2}$

$= 7.2 > 3.89 \quad Kg/cm^{1/2}$

ดังนั้นใช้เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

$A_H = 0.0025 \times b \times t$

$= 0.0025 \times 100 \times 13$

$= 3.25 \ cm^2/m$

$A_V = 0.0015 \times b \times t$

$= 0.0015 \times 100 \times 13$

$= 1.95 \ cm^2/m$

2. พิจารณาผนังในขณะทำการผลิต

กำหนดความแข็งแรงของคอนกรีตขณะถอดแบบ 140 Kg-cm

กำหนดตัวคูณความปลอดภัย 1.3

กำหนดมุมในการยก 45°

กำหนดใช้จุดยก 2 จุด

หน่วยแรงดึงที่ยอมรับได้ขณะถอดแบบและเก็บสำรอง

$= 0.42(f_c')^{1/2}$

$= 0.42(140)^{1/2}$

$= 4.97 \ Kg/cm^2$

ตรวจสอบหน่วยแรงในการยกขณะถอดแบบ

ตามแนวดิ่ง M_y $= 774$ Kg-m/m

หรือ $= 774 \times 3.7$

$= 2864$ Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_y = bt^2 / 4$

$= (370 \times (13)^2) / 4$

$= 15632.5 \ cm^3$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

f_cของคอนกรีต $= (M_y) / Z$

$= (2864) \times 100) / 15632.5$

$= 18.32 > 4.97$ Kg-cm^2

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์คัด

จาก $M / f_c' bd^2 = (2864 \times 100) / (140 \times 370 \times (6.5)^2)$

$= 0.1308$

$W = 0.143$

$\rho_v = Wf_c' / f_y$

$= (0.143 \times 140) / 4000$

$= 0.005$

$A_{sv} = 0.005 \times 100 \times 6.5$

$= 3.25 > 1.95$ cm^2/m

ดังนั้นในแนวดิ่งใช้ $A_{sv} = 3.25$ cm^2/m

ตามแนวขวาง $M_x = 415.1$ Kg-m/m

หรือ $= 415.1 \times 3.15$

$= 1307.56$ Kg-m

โมเมนต์เนื่องจากมุมในการยก

$M_x' = P_{dl} Y_o / \tan \theta$

$= ((2400 \times 0.13 \times 3.75 \times 1.3 \times 5.3)/2)(0.065 / \tan 45^\circ)$

$= 202$ Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_x = bt^2 / 4$

$= (315 \times (13)^2) / 4$

$= 13309$ cm^3

f_cของคอนกรีต $= (M_x + M_x') / Z_x$

$= (1509.56 \times 100) / 13309$

$= 11.34 > 4.97$ Kg-cm^2

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์คัด

จาก $M / f_c' bd^2 = (1509.56 \times 100) / (140 \times 315 \times (6.5)^2)$

$= 0.081$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$W = 0.085$

$\rho_v = W f_c' / f_y$

$= (0.085 \times 140) / 4000$

$= 0.003$

$A_{SH} = 0.003 \times 100 \times 6.5$

$= 1.93 < 3.25 \text{ cm}^2/\text{m}$

ดังนั้นในแนวขวางใช้ $A_{SH} = 3.25 \text{ cm}^2/\text{m}$

เหล็กเสริมในแนวดิ่ง	DB 10 mm	@ 20 cm
เหล็กเสริมในแนวขวาง	DB 10 mm	@ 20 cm
เสริมพิเศษ	DB 12 mm	รอบช่องเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WALL 22

1.พิจารณาผนังในขณะที่รับแรงในโครงสร้าง

กำหนดผนังหนา 13 cm

กำหนดแรงลม 50 Kg/m^2

ตัวคูณความปลอดภัย 1.3

ตรวจสอบแรงอัด

ผนังรับน้ำหนักแผ่ = 5427 Kg-m

ผนังรับน้ำหนักทั้งหมด = 5427 × 8

= 43416 Kg

แรงกดที่คอนกรีตยอมรับได้

$= 0.225\ f_o'\ A_g\ [\ 1 - (\ h / 40t\ )^3\ ]$

$= 0.225 \times 300 \times ((\ 13 \times 800\ ) / 2\ )[\ 1 - (\ 375 / (\ 40 \times 13\ ))^3\ ]$

$= 219359 > 43416$ Kg

ตรวจสอบแรงเฉือน

หน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้นจากแรงลม

$= (\ 50 \times 5.4 \times 10.15 \times 1.3\ ) / (\ 13 \times 800\ )$

$= 0.3\ Kg/cm^2$

หน่วยแรงเฉือนที่ยอมรับให้ของคอนกรีต

$= (\ 0.464\ ) \times (\ f_o'(\ 1 + 0.057\ (\ N / Ag\ )))^{1/2}$

$= (\ 0.464\ ) \times (\ 300(\ 1 + 0.057\ (\ 43416 / (\ 13 \times 800\ ))))^{1/2}$

$= 8.9 > 0.3\ Kg/cm^2$

ดังนั้นใช้เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

ตรวจสอบโมเมนต์

โมเมนต์เนื่องจากแรงลม

$M_H = WL^2 / 8$

$= 50 \times 3.75 \times (\ 8\ )^2 \times 1.3 / 8$

$= 1950$ Kg-m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$M_V = WL^2 / 8$

$= 50 \times 8 \times (3.75)^2 \times 1.3 / 8$

$= 914$ Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z = bt^2 / 4$

$Z_H = (800 \times (13)^2) / 4$

$= 33800\ cm^3$

$Z_V = (375 \times (13)^2) / 4$

$= 15843\ cm^3$

f_cของคอนกรีต $= M / Z$

$M_H / Z_H = (1950 \times 100) / 33800$

$= 5.76\ kg/cm^2$

$M_V / Z_V = (914 \times 100) / 15843$

$= 5.76\ Kg/cm^2$

f_cที่ยอมให้ของคอนกรีต $= 0.4 (f_c')^{1/2}$

$= 0.4 (300)^{1/2}$

$= 7.27 > 5.76$

ส่วนอื่นๆใช้เหล็กจำนวนน้อยที่สุด

เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

$A_H = 0.0025 \times b \times t$

$= 0.0025 \times 100 \times 13$

$= 3.25\ cm^2/m$

$A_V = 0.0015 \times b \times t$

$= 0.0015 \times 100 \times 13$

$= 1.95\ cm^2/m$

2. พิจารณาผนังในขณะทำการผลิต

กำหนดความแข็งแรงของคอนกรีตขณะถอดแบบ	140 Kg-cm
กำหนดตัวคูณความปลอดภัย	1.3
กำหนดมุมในการยก	45°
กำหนดใช้จุดยก	2 จุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยแรงดึงที่ยอมรับได้ขณะถอดแบบและเก็บสำรอง

$= 0.42(f_c')^{1/2}$

$= 0.42(140)^{1/2}$

$= 4.97 \text{ Kg/cm}^2$

ตรวจสอบหน่วยแรงในการยกขณะถอดแบบ

ตามแนวดิ่ง M_y $= 774 \text{ Kg-m/m}$

หรือ $= 774 \times 3.7$

$= 2864 \text{ Kg-m}$

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_y = bt^2 / 4$

$= (370 \times (13)^2) / 4$

$= 15632.5 \text{ cm}^3$

f_cของคอนกรีต $= (M_y) / Z$

$= (2864) \times 100) / 15632.5$

$= 18.32 > 4.97 \text{ Kg-cm}^2$

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์ดัด

จาก $M / f_c' bd^2 = (2864 \times 100) / (140 \times 370 \times (6.5)^2)$

$= 0.1308$

$W = 0.143$

$\rho_v = Wf_c' / f_y$

$= (0.143 \times 140) / 4000$

$= 0.005$

$A_{sv} = 0.005 \times 100 \times 6.5$

$= 3.25 > 1.95 \text{ cm}^2/\text{m}$

ดังนั้นในแนวดิ่งใช้ $A_{sv} = 3.25 \text{ cm}^2/\text{m}$

ตามแนวขวาง M_x $= 415.1 \text{ Kg-m/m}$

หรือ $= 415.1 \times 3.15$

$= 1307.56 \text{ Kg-m}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมเมนต์เนื่องจากมุมในการยก

$M_x' = P_{dl} Y_o / \tan\theta$

$= ((2400 \times 0.13 \times 3.75 \times 1.3 \times 5.3)/2)(0.065/ \tan 45^{\circ})$

$= 202$ Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_x = bt^2 / 4$

$= (315 \times (13)^2) / 4$

$= 13309\ cm^3$

f_oของคอนกรีต $= (M_x + M_x') / Z_x$

$= (1509.56 \times 100) / 13309$

$= 11.34 > 4.97$ Kg-cm^2

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์คัด

จาก $M / f_o' bd^2 = (1509.56 \times 100) / (140 \times 315 \times (6.5)^2)$

$= 0.081$

$W = 0.085$

$\rho_v = W f_o' / f_y$

$= (0.085 \times 140) / 4000$

$= 0.003$

$A_{SH} = 0.003 \times 100 \times 6.5$

$= 1.93 < 3.25\ cm^2 / m$

ดังนั้นในแนวขวางใช้ $A_{SH} = 3.25\ cm^2/m$

เหล็กเสริมในแนวดิ่ง	DB 10 mm	@ 20 cm
เหล็กเสริมในแนวขวาง	DB 10 mm	@ 20 cm
เสริมพิเศษ	DB 12 mm	รอบช่องเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WALL 23

1.พิจารณาผนังในขณะที่รับแรงในโครงสร้าง

กำหนดผนังหนา	13 cm
กำหนดแรงลม	50 Kg/m^2
ตัวคูณความปลอดภัย	1.3

ตรวจสอบแรงอัด

ผนังรับน้ำหนักแผ่ = 6643 Kg-m

ผนังรับน้ำหนักทั้งหมด = 6643 × 3.1

= 20593 Kg

แรงกดที่คอนกรีตยอมรับได้

$= 0.225\ f_c'\ A_g\ [\ 1 - (\ h / 40t\ )^3\ ]$

$= 0.225 \times 300 \times 10 \times 140\ [\ 1 - (\ 375 / (\ 40 \times 13\ ))^3\ ]$

$= 38387 > 20593$ Kg

ดังนั้นใช้เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

ตรวจสอบแรงเฉือน

หน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้นจากแรงลม

$= (\ 50 \times 5.4 \times 10.15 \times 1.3\ ) / (\ 13 \times 140\ )$

$= 1.95\ Kg/cm^2$

หน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้นจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณช่องเปิด

$= (\ 1779 \times 0.75\ ) / (\ 13 \times 67 \times 2\ )$

$= 0.86\ Kg/cm^2$

หน่วยแรงเฉือนที่ยอมรับให้ของคอนกรีต

$= (\ 0.464\ ) \times (\ f_c'(\ 1 + 0.057\ (\ N / Ag\ )))^{1/2}$

$= (\ 0.464\ ) \times (\ 300(\ 1 + 0.057\ (\ 20593 / (\ 13 \times 140\ ))))^{1/2}$

$= 10.30 > 1.95\ Kg/cm^2$

ดังนั้นใช้เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

ตรวจสอบโมเมนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมเมนต์เนื่องจากน้ำหนักบรรทุก

$$M = WL^2 / 2$$

$$= (1779 \times (0.75)^2) / 2$$

$$= 500.34 \text{ Kg-m}$$

โมดูลัสของหน้าตัด

$$Z = bt^2 / 4$$

$$= (13 \times (70)^2) / 4$$

$$= 15925 \text{ cm}^3$$

f_c'ของคอนกรีต $= M / Z$

$$= (1500.34 \times 100) / 15925$$

$$= 3.14 \text{ Kg/cm}^2$$

f_cที่ยอมให้ของคอนกรีต $= 0.4 (f_c')^{1/2}$

$$= 0.4 (300)^{1/2}$$

$$= 7.2 > 3.14 \quad \text{Kg/cm}^{1/2}$$

ดังนั้นใช้เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

$A_H = 0.0025 \times b \times t$

$$= 0.0025 \times 100 \times 10$$

$$= 2.5 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$A_V = 0.0015 \times b \times t$

$$= 0.0015 \times 100 \times 10$$

$$= 1.5 \text{ cm}^2/\text{m}$$

2. พิจารณาผนังในขณะทำการผลิต

กำหนดความแข็งแรงของคอนกรีตขณะถอดแบบ	140 Kg-cm
กำหนดตัวคูณความปลอดภัย	1.3
กำหนดมุมในการยก	45°
กำหนดใช้จุดยก	2 จุด

หน่วยแรงดึงที่ยอมรับได้ขณะถอดแบบและเก็บสำรอง

$$= 0.42(f_c')^{1/2}$$

$$= 0.42(140)^{1/2}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจสอบหน่วยแรงในการยกขณะถอดแบบ

ตามแนวดิ่ง M_y = 483.3 Kg-m/m

หรือ = 483.3 × 2.4

= 1160 Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_y = bt^2 / 4$

$= (240 \times (13)^2) / 4$

$= 10140\ cm^3$

f_cของคอนกรีต $= M / Z$

$= (1160) \times 100) / 10140$

$= 11.44 > 4.97\ Kg\text{-}cm^2$

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์ดัด

จาก $M / f_c' bd^2 = (1160 \times 100) / (140 \times 240 \times (6.5)^2)$

$= 0.0817$

$W = 0.086$

$\rho_v = Wf_c' / f_y$

$= (0.086 \times 140) / 4000$

$= 0.003$

$A_{sv} = 0.003 \times 100 \times 6.5$

$= 1.95\ cm^2 / m$

ดังนั้นในแนวดิ่งใช้ $A_{sv} = 1.95\ cm^2/m$

ตามแนวขวาง M_x = 725 Kg-m/m

หรือ = 725 × 3.75

= 2719 Kg-m

โมเมนต์เนื่องจากมุมในการยก

$M_x' = P_{dl} Y_o / \tan \theta$

$= ((2400 \times 0.13 \times 2.4 \times 3.75)/2)(0.065 / \tan 45^\circ)$

$= 70$ Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_x = bt^2 / 4$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$= (375 \times (13)^2) / 4$

$= 15843.75 \text{ cm}^3$

f_c ของคอนกรีต $= (M_x + M_x') / Z_x$

$= (2789 \times 100) / 15843.75$

$= 17.60 > 4.97 \text{ Kg-cm}^2$

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์คัด

จาก $M / f_c' bd^2 = (2789 \times 100) / (140 \times 375 \times (6.5)^2)$

$= 0.1257$

$W = 0.137$

$\rho_H = Wf_c' / f_y$

$= (0.137 \times 140) / 4000$

$= 0.0048$

$A_{SH} = 0.0048 \times 100 \times 6.5$

$= 3.12 < 3.25 \text{ cm}^2 / \text{m}$

ดังนั้นในแนวขวางใช้ $A_{SH} = 3.25 \text{ cm}^2/\text{m}$

เหล็กเสริมในแนวดิ่ง	DB 10 mm	@ 30 cm
เหล็กเสริมในแนวขวาง	DB 10 mm	@ 20 cm
เสริมพิเศษ	DB 12 mm	2 เส้นรอบบริเวณช่องเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WALL 24

1.พิจารณาผนังในขณะที่รับแรงในโครงสร้าง

กำหนดผนังหนา	10 cm
กำหนดแรงลม	50 Kg/m^2
ตัวคูณความปลอดภัย	1.3

ตรวจสอบแรงอัด

ผนังรับน้ำหนักแผ่ 3551 Kg-m

ผนังรับน้ำหนักทั้งหมด

$= 3551 \times 2.5$

$= 8877$ Kg

แรงกดที่คอนกรีตยอมรับได้

$= 0.225 f_o' A_g [1 - (h / 40t)^3]$

$= 0.225 \times 300 \times ((10 \times 120) / 2)[1 - (375 / (40 \times 13))^3]$

$= 25310 > 8877$ Kg

ดังนั้นใช้เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

ตรวจสอบแรงเฉือน

หน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้นจากแรงลม

$= (50 \times 5.4 \times 10.15 \times 1.3) / (13 \times 160)$

$= 2.27$ Kg/cm^2

หน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้นจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณช่องเปิด

$= (3551 \times 1.3) / (10 \times 100 \times 2)$

$= 1.78$ Kg/cm^2

หน่วยแรงเฉือนที่ยอมรับให้ของคอนกรีต

$= (0.464) \times (f_o'(1 + 0.057 (N / Ag)))^{1/2}$

$= (0.464) \times (300(1 + 0.057 (887 / (10 \times 120))))^{1/2}$

$= 9.8 > 2.27$ Kg/cm^2

ดังนั้นใช้เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจสอบโมเมนต์

โมเมนต์เนื่องจากแรงลม

$M = WL^2 / 8$

$M_H = WL^2 / 8$

$= (50 \times 3.75 \times (2.5)^2 \times 1.3) / 8$

$= 190$ Kg-m

$M_V = WL^2 / 8$

$= (50 \times 2.5 \times (3.75)^2 \times 1.3) / 8$

$= 285$ Kg-m

โมเมนต์ของหน้าตัด

$Z = bt^2 / 4$

$Z_H = (250 \times (13)^2) / 4$

$= 10562$ cm^3

$Z_V = (3.75 \times (13)^2) / 4$

$= 15843$ cm^3

f_c'ของคอนกรีต $= M / Z$

$M_H / Z_H = (190 \times 100) / 22815$

$= 1.79$ Kg/cm^2

$M_V / Z_V = (616 \times 100) / 15843$

$= 3.89$ Kg/cm^2

f_cที่ยอมให้ของคอนกรีต $= 0.4 (f_c')^{1/2}$

$= 0.4 (300)^{1/2}$

$= 7.2 > 3.89$ Kg/cm$^{1/2}$

ดังนั้นใช้เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

$A_H = 0.0025 \times b \times t$

$= 0.0025 \times 100 \times 10$

$= 2.5$ cm^2/m

$A_V = 0.0015 \times b \times t$

$= 0.0015 \times 100 \times 10$

$= 1.5$ cm^2/m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. พิจารณาผนังในขณะทำการผลิต

กำหนดความแข็งแรงของคอนกรีตขณะถอดแบบ 140 Kg-cm

กำหนดตัวคูณความปลอดภัย 1.3

กำหนดมุมในการยก 45°

กำหนดใช้จุดยก 2 จุด

หน่วยแรงดึงที่ยอมรับได้ขณะถอดแบบและเก็บสำรอง

$= 0.42(f_c')^{1/2}$

$= 0.42(140)^{1/2}$

$= 4.97 \text{ Kg/cm}^2$

ตรวจสอบหน่วยแรงในการยกขณะถอดแบบ

ตามแนวดิ่ง M_y $= 215$ Kg-m/m

หรือ $= 215 \times 2.40$

$= 516$ Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_y = bt^2 / 4$

$= (240 \times (10)^2) / 4$

$= 6000 \text{ cm}^3$

f_c ของคอนกรีต $= (M_y) / Z$

$= (516) \times 100) / 6000$

$= 8.6 > 4.97 \text{ Kg-cm}^2$

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์ดัด

จาก $M / f_c' bd^2 = (516 \times 100) / (140 \times 240 \times (5)^2)$

$= 0.0614$

$W = 0.064$

$\rho_v = W f_c' / f_y$

$= (0.064 \times 140) / 4000$

$= 0.0022$

$A_{sv} = 0.0022 \times 100 \times 5$

$= 1.1 < 1.5 \text{ cm}^2/\text{m}$

ดังนั้นในแนวดิ่งใช้ $A_{sv} = 1.5 \text{ cm}^2/\text{m}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามแนวขวาง M_x = 321.6 Kg-m/m

หรือ = 321.6 × 3.75

= 1206 Kg-m

โมเมนต์เนื่องจากมุมในการยก

$M_x' = P_{dl} Y_o / \tan\theta$

$= ((2400 \times 0.1 \times 2.4 \times 1.3 \times 3.75)/2)(0.05/ \tan 45^\circ)$

= 70 Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_x = bt^2 / 4$

$= (375 \times (10)^2) / 4$

$= 9375\ cm^3$

f_cของคอนกรีต $= (M_x + M_x') / Z_x$

$= (1276 \times 100) / 9375$

$= 13.61 > 4.97\ Kg\text{-}cm^2$

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์ดัด

จาก $M / f_c' bd^2 = (1276 \times 100) / (140 \times 375 \times (5)^2)$

$= 0.0972$

$W = 0.104$

$\rho_H = Wf_c' / f_y$

$= (0.104 \times 140) / 4000$

$= 0.0036$

$A_{SH} = 0.0036 \times 100 \times 5$

$= 1.8 < 2.5\ cm^2/m$

ดังนั้นในแนวขวางใช้ $A_{SH} = 2.5\ cm^2/m$

เหล็กเสริมในแนวดิ่ง DB 10 mm @ 30 cm

เหล็กเสริมในแนวขวาง DB 10 mm @ 30 cm

เสริมพิเศษ DB 12 mm 2 เส้นรอบช่องเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WALL 27

1.พิจารณาผนังในขณะที่รับแรงในโครงสร้าง

กำหนดผนังหนา 10 cm

กำหนดแรงลม 50 Kg/m^2

ตัวคูณความปลอดภัย 1.3

ตรวจสอบแรงอัด

ผนังรับน้ำหนักแผ่ = 3411 Kg-m

ผนังรับน้ำหนักทั้งหมด = 3411 × 1.8

= 6140 Kg

แรงกดที่คอนกรีตยอมรับได้

$= 0.225\ f_o'\ A_g\ [\ 1 - (\ h / 40t\ )^3\ ]$

$= 0.225 \times 300 \times ((\ 10 \times 110\ ) / 2\ )[\ 1 - (\ 375 / (\ 40 \times 13\ ))^3\ ]$

= 23201 > 6140 Kg

ดังนั้นใช้เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

ตรวจสอบแรงเฉือน

หน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้นจากน้ำหนักบรรทุกบริเวณช่องเปิด

$= (\ 3411 \times 0.7\ ) / (\ 2 \times 10 \times 100\ )$

$= 1.19\ Kg/cm^2$

หน่วยแรงเฉือนที่ยอมรับให้ของคอนกรีต

$= (\ 0.464\ ) \times (\ f_o'(\ 1 + 0.057\ (\ N / Ag\ )))^{1/2}$

$= (\ 0.464\ ) \times (\ 300(\ 1 + 0.057\ (\ 6140 / (\ 10 \times 110\ ))))^{1/2}$

$= 9.23 > 1.19 Kg/cm^2$

ดังนั้นใช้เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

ตรวจสอบโมเมนต์

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z = bt^2 / 4$

$= (\ 10 \times (\ 96\ )^2\ ) / 4$

$= 23040\ cm^3$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

f_cของคอนกรีต $= M / Z$

$= (208 \times 100) / 23040$

$= 0.97\ Kg/cm^2$

โมเมนต์เนื่องจากการบรรทุกบนช่องเปิด

$M = WL^2 / 8$

$= (3411 \times (0.7)^2) / 8$

$= 208$ Kg-m

f_cที่ยอมให้ของคอนกรีต $= 0.4 (f_c')^{1/2}$

$= 0.4 (300)^{1/2}$

$= 7.2 > 3.89 \quad Kg/cm^{1/2}$

ดังนั้นใช้เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

$A_H = 0.0025 \times b \times t$

$= 0.0025 \times 100 \times 10$

$= 2.5\ cm^2/m$

$A_V = 0.0015 \times b \times t$

$= 0.0015 \times 100 \times 10$

$= 1.5\ cm^2/m$

2. พิจารณาผนังในขณะทำการผลิต

กำหนดความแข็งแรงของคอนกรีตขณะถอดแบบ	140 Kg-cm
กำหนดตัวคูณความปลอดภัย	1.3
กำหนดมุมในการยก	45°
กำหนดใช้จุดยก	2 จุด

หน่วยแรงดึงที่ยอมรับได้ขณะถอดแบบและเก็บสำรอง

$= 0.42(f_c')^{1/2}$

$= 0.42(140)^{1/2}$

$= 4.97\ Kg/cm^2$

ตรวจสอบหน่วยแรงในการยกขณะถอดแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามแนวดิ่ง M_y = 574 Kg-m/m

หรือ = 574 × 0.3

= 172 Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_y = bt^2 / 4$

$= (30 \times (10)^2) / 4$

$= 750\ cm^3$

f_cของคอนกรีต $= (M_y) / Z$

$= (172 \times 100) / 750$

$= 22.93 > 4.97\ Kg\text{-}cm^2$

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์ดัด

จาก $M / f_c' bd^2 = (172 \times 100) / (140 \times 30 \times (5)^2)$

$= 0.1638$

$W = 0.184$

$\rho_v = W f_c' / f_y$

$= (0.184 \times 140) / 4000$

$= 0.0064$

$A_{sv} = 0.0064 \times 100 \times 5$

$= 3.2 > 1.5\ cm^2 / m$

ดังนั้นในแนวดิ่งใช้ $A_{sv} = 3.2\ cm^2/m$

ตามแนวขวาง M_x = 182.5 Kg-m/m

หรือ = 182.5 × 3.75

= 684 Kg-m

โมเมนต์เนื่องจากมุมในการยก

$M_x' = P_{dl} Y_o / \tan \theta$

$= ((2400 \times 0.13 \times 1.4 \times 1.3 \times 3.75)/2)(0.05/\tan 45^\circ)$

= 53 Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_x = bt^2 / 4$

$= (375 \times (10)^2) / 4$

$= 9375\ cm^3$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

f_c ของคอนกรีต $= M_x / Z_x$

$= (737 \times 100) / 9375$

$= 7.86 > 4.97$ Kg-cm^2

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์ดัด

จาก $M / f_c' bd^2 = (737 \times 100) / (140 \times 375 \times (5)^2)$

$= 0.0561$

$W = 0.058$

$\rho_H = W f_c' / f_y$

$= (0.058 \times 140) / 4000$

$= 0.002$

$A_{SH} = 0.002 \times 100 \times 5$

$= 1 < 2.5$ cm^2 / m

ดังนั้นในแนวขวางใช้ $A_{SH} = 2.5$ cm^2/m

เหล็กเสริมในแนวดิ่ง DB 10 mm @ 20 cm

เหล็กเสริมในแนวขวาง DB 10 mm @ 30 cm

เสริมพิเศษ DB 12 mm 2 เส้นรอบจุดเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WALL 28

1.พิจารณาผนังในขณะที่รับแรงในโครงสร้าง

กำหนดผนังหนา 10 cm

ตรวจสอบแรงอัด

ผนังรับน้ำหนักแผ่ = 1014 Kg-m

ผนังรับน้ำหนักทั้งหมด = 1014 × 0.9

= 913 Kg

แรงกดที่คอนกรีตยอมรับได้

$= 0.225\, f_c' A_g [\, 1 - (h / 40t)^3 \,]$

$= 0.225 \times 300 \times ((10 \times 90) / 2)[\, 1 - (375 / (40 \times 13))^3 \,]$

= 18982 > 913 Kg

ดังนั้นใช้เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

เหล็กเสริมจำนวนน้อยที่สุด

$A_H = 0.0025 \times b \times t$

$= 0.0025 \times 100 \times 10$

$= 2.5\ cm^2/m$

$A_V = 0.0015 \times b \times t$

$= 0.0015 \times 100 \times 10$

$= 1.5\ cm^2/m$

2 พิจารณาขณะทำการผลิต

กำหนดความแข็งแรงของคอนกรีตขณะถอดแบบ 140 Kg-cm

กำหนดตัวคูณความปลอดภัย 1.3

กำหนดมุมในการยก 45°

กำหนดใช้จุดยก 2 จุด

หน่วยแรงดึงที่ยอมรับได้ขณะถอดแบบและเก็บสำรอง

$= 0.42(f_c')^{1/2}$

$= 0.42(140)^{1/2}$

$= 4.97\ Kg/cm^2$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจสอบหน่วยแรงในการยกขณะถอดแบบ

ตามแนวดิ่ง M_y = 843.8 Kg-m/m

หรือ = 843.8 × 0.9

= 760 Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_y = bt^2 / 4$

$= (90 \times (10)^2) / 4$

$= 2250\ cm^3$

f_cของคอนกรีต $= (M_y) / Z$

$= (760 \times 100) / 2250$

$= 33.77 > 4.97\ Kg\text{-}cm^2$

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์ดัด

จาก $M / f_c' bd^2 = (760 \times 100) / (140 \times 90 \times (5)^2)$

$= 0.2413$

$W = 0.291$

$\rho_v = W f_c' / f_y$

$= (0.291 \times 140) / 4000$

$= 0.01$

$A_{sv} = 0.01 \times 100 \times 5$

$= 5 > 1.5\ cm^2 / m$

ดังนั้นในแนวดิ่งใช้ $A_{sv} = 5\ cm^2/m$

ตามแนวขวาง M_x = 451 Kg-m/m

หรือ = 451 × 3.75

= 1691 Kg-m

โมเมนต์เนื่องจากมุมในการยก

$M_x' = P_{dl} Y_o / \tan \theta$

$= ((2400 \times 0.1 \times 0.9 \times 1.3 \times 3.75)/2)(0.05/ \tan 45^\circ)$

$= 27$ Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$Z_x = bt^2 / 4$

$= (375 \times (10)^2) / 4$

$= 9375\ cm^3$

f_cของคอนกรีต $= (M_x + M_x') / Z_x$

$= (1718 \times 100) / 9375$

$= 18.32 > 4.97\ Kg\text{-}cm^2$

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์ดัด

จาก $M / f_c' bd^2 = (1718 \times 100) / (140 \times 375 \times (5)^2)$

$= 0.1309$

$W = 0.143$

$\rho_H = Wf_c' / f_y$

$= (0.143 \times 140) / 4000$

$= 0.005$

$A_{SH} = 0.005 \times 100 \times 5$

$= 2.5\ cm^2 / m$

ดังนั้นในแนวขวางใช้ $A_{SH} = 2.5\ cm^2/m$

เหล็กเสริมในแนวดิ่ง DB 10 mm @ 15 cm

เหล็กเสริมในแนวขวาง DB 10 mm @ 30 cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 การออกแบบพื้น

สมมุติ ขนาดพื้น = 10 cm

น้ำหนักพื้น = 240 Kg/m^2

สมมุติน้ำหนักจร = 200 Kg/m^2

U = 1.7 LL + 1.4 DL

= 1.7 (200)+ 1.4(240)

= 676 Kg/m^2

FLOOR S1

ด้านสั้น = 5.43 m ด้านยาว = 5.5 m

พิจารณาทำเป็น two-way slab

$m = \frac{S}{L} = \frac{5.43}{5.5} \sim 1$

ค่าสัมประสิทธิ โมเมนต์บวก = 0.044

โมเมนต์ลบ = 0.029

โมเมนต์ $M = Cws^2$

$= 0.044 \times 676 \times (5.43)^2 = 876$ Kg-m

ใช้ $f_c' = 300$ $f_y = 4000$ KSC

ใช้ $\rho_{max} = 0.35\,\rho_b$

$\rho_b = \frac{0.85\,\beta f_c'}{f_y} \times \frac{6117}{6117+f_y}$

$= \frac{0.85\,(0.83 \times 300)}{4000} \times \frac{6117}{6117+4000}$

$= 0.0322$

$\rho_{max} = 0.35 \times (0.0322) = 0.0081$

$$d^2 = \frac{M \times 100}{\phi\,\rho\,f_y\,b\,(1-0.59\,(\frac{\rho f_y}{f_c'}))}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= \frac{876x100}{0.9x0.0081x4000x100x\left(1- 0.59 \times \left(\frac{0.0081x5000}{300}\right)\right)}$$

$= 26.1$

$d = 5.11$

ใช้ $d = 7$

พิจารณา $R_n = \frac{M}{bd^2}$

$= \frac{876}{(0.9)(1)(7.0)^2}$

$= 19.864$

$\rho = \frac{0.85 f_c'}{f_y}\left(1-\left(1-\frac{2Rn}{(0.85f_c')}\right)^{1/2}\right)$

$= \frac{0.85x300}{4000}\left(1-\left(1-\frac{2(19.864)}{0.85x300}\right)^{1/2}\right)$

$= 0.0051$

$A_s = \rho bd$

$= 0.0051x100x7 = 3.57\ cm^2\text{-m}$

ใช้ DB 9 mm @ 20 cm ทั้งสองทิศทาง

พิจารณาขณะทำการผลิต

กำหนดความแข็งแรงของคอนกรีตขณะถอดแบบ 140 Kg-cm

กำหนดตัวคูณความปลอดภัย 1.3

กำหนดมุมในการยก 45°

กำหนดใช้จุดยก 2 จุด

หน่วยแรงดึงที่ยอมรับได้ขณะถอดแบบและเก็บสำรอง

$= 0.42(f_c')^{1/2}$

$= 0.42(140)^{1/2}$

$= 4.97\ Kg/cm^2$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจสอบหน่วยแรงในการยกขณะถอดแบบ

โมเมนต์ที่เกิดขึ้น = 844.5 Kg-m/m

หรือ = 844.5 × 5.5

= 4645 Kg-m

โมเมนต์เนื่องจากมุมในการยก

$M_x' = P_d I Y_o / \tan\theta$

$= ((2400 \times 0.1 \times 5.5 \times 5.5 \times 1.3) / 2)(0.05 / \tan 45^{\circ})$

$= 236$ Kg-m

โมดูลัสของหน้าตัด

$Z_x = bt^2 / 4$

$= (550 \times (10)^2) / 4$

$= 13750\ cm^3$

f_cของคอนกรีต $= (M_x + M_x') / Z_x$

$= (4881 \times 100) / 13750$

$= 35.49 > 4.97$ Kg-cm^2

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์ดัด

จาก $M / f_c' bd^2 = (4881 \times 100) / (140 \times 550 \times (7.5)^2)$

$= 0.1127$

$W = 0.121$

$\rho = W f_c' / f_y$

$= (0.121 \times 140) / 4000$

$= 0.0042$

$A_s = 0.0042 \times 100 \times 7.5$

$= 3.15\ cm^2/m$

ดังนั้นใช้ $A_s = 3.15\ cm^2/m$

ใช้เหล็กเสริม DB 10 mm @ 25 cm **ทั้งสองทิศทาง**

สรุป

เหล็กเสริมบน DB 10 mm @ 25 cm **ทั้งสองทิศทาง**

เหล็กเสริมล่าง DB 10 mm @ 20 cm **ทั้งสองทิศทาง**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FLOOR S2 .

ด้านสั้น = 2.25 m ด้านยาว = 5.43 m

พิจารณาทำเป็น two-way slab

$M = CwS^2 = 0.05 \times 670 \times (2.25)^2 = 171$ Kg-m

ใช้ d = 7 cm , t = 10 cm

$$R_n = \frac{MU}{\phi bc^2} = \frac{171}{0.9x1x7^2} = 3.88$$

$$\rho = \frac{0.85 f_c'}{f_y}\left(1-\left(1-\frac{2Rn}{(0.85f_c')}\right)^{1/2}\right)$$

$$= \frac{0.85x300}{4000}\left(1-\left(1-\frac{2(3.88)}{0.85(4000)}\right)^{1/2}\right)$$

$= 0.009 < \rho_{max}$

$A_s = \rho bd = 0.0009 \times 100 \times 7 = 0.9$ cm^2 - m

ใช้ DB 10 mm @ 30 cm ทั้ง 2 ทิศทาง

พิจารณาขณะทำการผลิต

กำหนดความแข็งแรงของคอนกรีตขณะถอดแบบ 140 Kg-cm

กำหนดตัวคูณความปลอดภัย 1.3

กำหนดมุมในการยก 45°

กำหนดใช้จุดยก 2 จุด

หน่วยแรงดึงที่ยอมรับได้ขณะถอดแบบและเก็บสำรอง

$= 0.42(f_c')^{1/2}$

$= 0.42(140)^{1/2}$

$= 4.97$ Kg/cm^2

ตรวจสอบหน่วยแรงในการยกขณะถอดแบบ

โมเมนต์ที่เกิดขึ้น = 844.5 Kg-m/m

หรือ = 844.5 × 5.5

= 4645 Kg-m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมเมนต์เนื่องจากมุมในการยก

$$M_x' = P_d l Y_o / \tan\theta$$

$$= ((2400 \times 0.1 \times 5.5 \times 5.5 \times 1.3) / 2)(0.05 / \tan 45^{\circ})$$

$$= 236 \text{ Kg-m}$$

โมดูลัสของหน้าตัด

$$Z_x = bt^2 / 4$$

$$= (550 \times (10)^2) / 4$$

$$= 13750 \text{ cm}^3$$

f_oของคอนกรีต $= (M_x + M_x') / Z_x$

$$= (4881 \times 100) / 13750$$

$$= 35.49 > 4.97 \text{ Kg-cm}^2$$

ดังนั้นต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์คัด

จาก $M / f_o' bd^2 = (4881 \times 100) / (140 \times 550 \times (7.5)^2)$

$$= 0.1127$$

$$W = 0.121$$

$$\rho = W f_o' / f_y$$

$$= (0.121 \times 140) / 4000$$

$$= 0.0042$$

$$A_s = 0.0042 \times 100 \times 7.5$$

$$= 3.15 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

ดังนั้นใช้ $A_S = 3.15 \text{ cm}^2/\text{m}$

ใช้เหล็กเสริม DB 10 mm @ 25 cm ทั้งสองทิศทาง

<u>สรุป</u>

เหล็กเสริมบน DB 10 mm @ 25 cm ทั้งสองทิศทาง

เหล็กเสริมล่าง DB 10 mm @ 30 cm ทั้งสองทิศทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FLOOR S3

ด้านสั้น = 2.9 m ด้านยาว = 5.5 m

พิจารณาทำเป็น two-way slab

$$m = \frac{S}{L} = \frac{2.9}{5.5} = 0.5$$

$$M = CwS^2 = 0.083 \times 676 \times (2.9)^2$$

$$= 471$$

ใช้ d = 7 cm , t = 10 cm

$$R_n = \frac{M}{\phi bd^2} = \frac{471}{0.9x1x7^2} = 10.69$$

$$\rho = \frac{0.85 f_c'}{f_y}\left(1-\left(1-\frac{2Rn}{(0.85f_c')}\right)^{1/2}\right)$$

$$= \frac{0.85(300)}{4000}\left(1-\left(1-\frac{2(10.69)}{0.85x300}\right)^{1/2}\right)$$

$$= 0.0027$$

$$A_s = \rho bd = 0.0027 \times 100 \times 7 = 1.88$$

ใช้ RB 6 mm @ 30 cm ทั้ง 2 ทิศทาง

พิจารณาขณะทำการผลิต

กำหนดความแข็งแรงของคอนกรีตขณะถอดแบบ 140 Kg-cm

กำหนดตัวคูณความปลอดภัย 1.3

กำหนดมุมในการยก 45°

กำหนดใช้จุดยก 2 จุด

หน่วยแรงดึงที่ยอมรับได้ขณะถอดแบบและเก็บสำรอง

$$= 0.42(f_c')^{1/2}$$

$$= 0.42(140)^{1/2}$$

$$= 4.97 \text{ Kg/cm}^2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจสอบหน่วยแรงในการยกชณะถอดแบบ

โมเมนต์ที่เกิดขึ้น = 14.5 Kg-m/m

หรือ = 14.5 × 2.5

= 36.25 Kg-m

โมเมนต์เนื่องจากมุมในการยก

$$M_x' = P_d l Y_o / \tan\theta$$

$$= ((2400 \times 0.1 \times 2.5 \times 2.5 \times 1.3) / 2)(0.05 / \tan 45^{\circ})$$

$$= 48.75 \text{ Kg-m}$$

โมดูลัสของหน้าตัด

$$Z_x = bt^2 / 4$$

$$= (250 \times (10)^2) / 4$$

$$= 6250 \text{ cm}^3$$

f_cของคอนกรีต $= (M_x + M_x') / Z_x$

$$= (85 \times 100) / 6250$$

$$= 1.36 > 4.97 \text{ Kg-cm}^2$$

ดังนั้นไม่ต้องใช้เหล็กเสริมรับโมเมนต์ดัด

<u>สรุป</u>

เหล็กเสริมบน RB 6 mm @ 30 cm ทั้งสองทิศทาง

เหล็กเสริมล่าง RB 6 mm @ 30 cm ทั้งสองทิศทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.8 การออกแบบคาน

คาน B1

สมมุติขนาดคาน = 15 x 30 cm

คานยาว = 5.4 m

โมเมนต์ บวก = 289 Kg-m

ลบ = 5.92 Kg-m

จาก $\frac{M^-}{\phi f_c' bd^2} = \frac{592 \times 100}{0.9x300x15x(27)^2} = 0.0162$

$\frac{M^+}{\phi f_c' bd^2} = \frac{289 \times 100}{0.9x300x15x(27)^2} = 0.0079$

$w^- = 0.017$

$w^+ = 0.008$

จาก $\rho = w \frac{f_c'}{fy}$

$\rho^+ = \frac{0.017 \times 300}{4000} = 0.0013$

$\rho^- = \frac{0.008 \times 300}{4000} = 0.0006$

$\rho_{max} = 0.75\rho b = 0.75(0.0322) = 0.0242 > 0.0013$

$As^+ = 0.0006 \times 15 \times 27 = 0.243$

$As^- = 0.0013 \times 15 \times 27 = 0.52$

∴ เหล็กล่างใช้ = 2 - RB 6 mm.

เหล็กบนใช้ = 2 - RB 6 mm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิจารณาแรงเฉือน

แรงเฉือน max = 1225 Kg

แรงเฉือนที่ยอมรับได้ $= 0.45 (f_c')^{1/2}$ xbxd

$= 0.45x(300)^{1/2}$x15x27

= 3125 > 1225 Kg

ใช้ เหล็กปลอก RB 6 mm @ 15 cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คาน B2

สมมุติขนาดคาน = 20 x 40 cm

ρ max = 0.75 ρb = 0.75 (0.0322) = 0.0242

โมเมนต์ $M1^{+}$ = 13963 Kg-m

$M1^{-}$ = 31799 Kg-m

$M2^{+}$ = 1593 Kg-m

$M2^{-}$ = 3267 Kg-m

$$\frac{M1^{+}}{\phi f_c' bd^2} = \frac{13963 \times 100}{0.9x300x20x(37)^2} = 0.1888$$

$$\frac{M1^{-}}{\phi f_c' bd^2} = \frac{31799 \times 100}{0.9x300x20x(37)^2} = 0.4301$$

$$\frac{M2^{+}}{\phi f_c' bd^2} = \frac{1593 \times 100}{0.9x300x20x(37)^2} = 0.0215$$

$$\frac{M2^{-}}{\phi f_c' bd^2} = \frac{3267 \times 100}{0.9x300x20x(37)^2} = 0.0442$$

$W1^{+}$ = 0.216

$W1^{-}$ = 0.481

$W2^{+}$ = 0.022

$W2^{-}$ = 0.046

$$\rho = \frac{Wf_c'}{f_y}$$

$$\rho 1^{+} = \frac{0.216 \times 300}{4000} = 0.0162$$

$$\rho 1^{-} = \frac{0.481 \times 300}{4000} = 0.036$$

$$\rho 2^{+} = \frac{0.22 \times 300}{4000} = 0.0016$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\rho 2^{-} = \frac{0.046 \times 300}{4000} = 0.0034$$

$\rho 1^{-} > \rho_{max}$ ∴ ต้องใช้เหล็กเสริมรับแรงอัด

หา M ที่คอนกรีตรับได้

$$W = \frac{\rho_{max} f_y}{f_c'} = \frac{0.0242 \times 4000}{300} = 0.323$$

$$= \frac{M}{\phi f_c' bd^2} = 0.2614$$

$$M = 0.2614 \times 0.9 \times 300 \times 20 \times (37)^2$$

$$= 19{,}324 \text{ Kg-m}$$

$$M' = 31799 - 19324 = 12475 \text{ Kg-m}$$

$$\frac{M'}{\phi f_y (d - d') bd} = \frac{12475 \times 100}{0.9 \times 4000 \times (37-3) \times 20 \times 37}$$

$$= 0.0137$$

$$\rho 1^{-} = 0.0137 + 0.0242 = 0.0379$$

$$\rho 1^{-'} = 0.0137 < 0.0162 \text{ ใช้ } 0.0162$$

$$A_{s1}^{-} = 0.0379 \times 20 \times 37 = 28.05 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1}^{+} = 0.0162 \times 20 \times 37 = 11.99 \text{ cm}^2$$

$$A_{s2}^{+} = 0.0016 \times 20 \times 37 = 1.18 \text{ cm}^2$$

$$A_{s2}^{-} = 0.0034 \times 20 \times 37 = 2.52 \text{ cm}^2$$

ช่วงที่ 1 เหล็กบน = 5 - DB 25 mm +2- DB 16 mm

เหล็กล่าง = 2 - DB 25 mm +2- DB 12 mm

ช่วงที่ 2 เหล็กบน = 2 - DB 16 mm

เหล็กล่าง = 2 - DB 12 mm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิจารณาแรงเฉือน

แรงเฉือนมากที่สุดช่วง 1 $= V_1$ = 34019 Kg

แรงเฉือนมากที่สุดช่วง 2 = V_2 = 754 Kg

แรงเฉือนที่ยอมให้ของคอนกรีต = $0.45 (f_c')^{1/2}$ xbxd

$= 0.45x(300)^{1/2}$ x20x37

= 5767 < 34019

∴ ใช้เหล็กเสริมรับแรงเฉือน

กำหนดใช้เหล็ก RB 12 mm เป็นเหล็กปลอก

ระยะห่าง = $S = \frac{A_v f_y \varnothing d}{V_u - V_c}$

$= \frac{2.26 \times 4000 \times 0.85 \times 37}{34019 - 5767} = 10.27$

ช่วงแรก ใช้ RB 12 mm @ 10 cm

ช่วงที่ 2 ใช้ RB 6 mm @ 20 cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คาน B3

กำหนดขนาดคาน = 15 x 30 cm

ρ_{max} = 0.75 ρ_b = 0.75 x 0.322 = 0.0242

โมเมนต์ M^+ = 8086 Kg-m

โมเมนต์ M^- = 17370 Kg-m

$$\frac{M^+}{\phi f_c bd^2} = \frac{8086 \times 100}{0.9x300x15x(27)^2} = 0.2738$$

$$\frac{M^-}{\phi f_c bd^2} = \frac{12370 \times 100}{0.9x300x15x(27)^2} = 0.5883$$

w^+ = 0.343

w^- = 0.678

ρ^+ = 0.0257

ρ^- = 0.050

ซึ่ง ทั้ง ρ^+ , ρ^- มากกว่า ρ_{max} ต้องใช้เหล็กเสริมรับแรงอัด

หา M ที่คอนกรีตรับได้

$$W = \frac{\rho_{max} f_y}{f_c'} = \frac{0.0242 \times 4000}{300} = 0.323$$

$$\frac{M}{\phi f_c' bd^2} = 0.2614$$

$M = 0.2614 x0.9 x 300 x (27)^2 x 15 = 7717$ Kg-m

$$\rho^{+\prime} = A_s = \frac{M^{+\prime}}{bd \quad \phi f_y (d - d') bd} = \frac{(8086 - 7717) \times 100}{0.9x4000x(27-3)X27x15} = 0.001$$

$$\rho^{-\prime} = A_s = \frac{M^{+\prime}}{bc \quad \phi f_y (d - d') bd} = \frac{(17370 - 7717) \times 100}{0.9x4000x(27-3)X27x15} = 0.0276$$

ρ^+ = 0.0242 + 0.001 = 0.0252 < 0.0276 ใช้ 0.0276

ρ^- = 0.0242 + 0.0276 = 0.0518 bd

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$A_s^+ = \rho^+ bd = 0.0276 \times 15 \times 27 = 11.18 \ cm^2$

$A_s^- = \rho^- bd = 0.0518 \times 15 \times 27 = 20.98 \ cm^2$

ใช้ เหล็กล่าง = 3 - DB 20 mm + 2 - DB 16 mm

เหล็กบน = 3 - DB 25 mm + 2 - DB 20 mm

พิจารณาแรงเฉือน

$V_{max} = 19221$ Kg

V_c ที่ยอมรับได้ของคอนกรีต $= 0.45 (f_c')^{1/2} xbxd$

$= 0.45x(300)^{1/2} x27x15$

$= 3157 < 19221$ Kg

∴ ต้องใช้เหล็กเสริมรับแรงเฉือน

ใช้เหล็กปลอก = RB 9 mm

ระยะห่าง $= S = \frac{A_v f_y \varnothing d}{(V_u - V_c)} = \frac{1.27x4000x0.9x27}{(19221 - 3157)}$

$= 7.68$ cm

ใช้เหล็กปลอก RB 9 mm @ 7.5 cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คาน B4

สมมุติขนาดคาน = 20 x 40 cm

ρ_{max} = 0.75 ρ_b = 0.75(0.0322) = 0.0242

โมเมนต์ $M1^+$ = 10396 Kg-m

โมเมนต์ $M1^-$ = 22846 Kg-m

โมเมนต์ $M2^+$ = 1957 Kg-m

โมเมนต์ $M2^-$ = 4014 Kg-m

จาก $\frac{M1^-}{\phi f_c' bd^2} = \frac{22846 \times 100}{0.9x300x20x(37)^2} = 0.309$

$\frac{M1^+}{\phi f_c' bd^2} = \frac{10396 \times 100}{0.9x300x20x(37)^2} = 0.1406$

$\frac{M2^-}{\phi f_c' bd^2} = \frac{4014 \times 100}{0.9x300x20x(37)^2} = 0.0542$

$\frac{M1^+}{\phi f_c' bd^2} = \frac{1957 \times 100}{0.9x200x20x(37)^2} = 0.0264$

$W1^+ = 0.155$

$W1^- = 0.40$

$W2^+ = 0.027$

$W2^- = 0.056$

$\rho = \frac{Wf_c'}{f_y}$

$\rho 1^- = \frac{0.40 \times 300}{4000} = 0.03$

$\rho 1^+ = \frac{0.155 \times 300}{4000} = 0.0116$

$\rho 2^- = \frac{0.056 \times 300}{4000} = 0.0042$

$\rho 2^+ = \frac{0.027 \times 300}{4000} = 0.0020$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\rho 1^{-} > \rho_{max}$ ∴ ต้องใช้เหล็กเสริมรับแรงอัด

โมเมนต์ที่คอนกรีตรับได้

$$W = \frac{\rho_{max} f_y}{f_c'} = \frac{0.0242 \times 4000}{300} = 0.323$$

$$\frac{M}{\phi f_c' bd^2} = 0.2614$$

$$M = 0.2614 \times 0.9 \times 300 \times 20 \times (37)^2$$

$$= 19324$$

$$M' = 22896 - 19324 = 3522 \text{ Kg-m}$$

$$\rho' = \frac{A_s}{bd} = \frac{M}{\phi f_y (d - d') bd}$$

$$= \frac{3522 \times 100}{0.9 \times 4000 \times (34)(37)(20)}$$

$$= 0.0038$$

$$\rho 1^{-} = 0.0242 + 0.0038 = 0.028$$

$$A_s = \rho bd$$

$$A_{s1}^{-} = 0.028 \times 37 \times 20 = 20.72 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1}^{+} = 0.0116 \times 37 \times 20 = 8.58 \text{ cm}^2$$

$$A_{s2}^{-} = 0.0042 \times 37 \times 20 = 3.1 \text{ cm}^2$$

$$A_{s2}^{+} = 0.0020 \times 37 \times 20 = 1.48 \text{ cm2}$$

∴ เหล็กช่วงที่ 1 = 2 - DB 16 mm + 3 - DB 28 mm

เหล็กช่วงที่ 1 = 2 - DB 16 mm + 2 - DB 20 mm

เหล็กช่วงที่ 2 = 2 - DB 16 mm

เหล็กช่วงที่ 2 = 2 - DB 16 mm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิจารณาแรงเฉือน

แรงเฉือนมากที่สุดช่วงที่ 1 = 24943 Kg

แรงเฉือนมากที่สุดช่วงที่ 2 = 9263 Kg

แรงเฉือนที่ยอมให้ของคอนกรีต $V_c = 0.45 (f_c')^{1/2} xbxd$

$= 0.45x(300)^{1/2} x37x20$

$= 5767 < 24943$ Kg

สมมุติใช้เหล็ก RB 12 mm เป็นเหล็กปลอก

ระยะห่าง $S_1 = \frac{A_v f_y \varnothing d}{(V_1 - V_c)} = \frac{2.26x0.85x4000x37}{(24943 - 5767)}$

$= 14.8$ cm

∴ ช่วงแรก ใช้ ปลอก RB 12 mm @ 12.5 cm

สมมติใช้เหล็ก RB 6 mm เป็นเหล็กปลอก

ระยะห่าง $S_2 = \frac{A_v f_y \varnothing d}{(V_2 - V_c)} = \frac{0.566x0.85x4000x37}{(9263-5767)}$

$= 14.24$ cm

∴ ช่วงที่สองใช้ ปลอก RB 6 mm @ 12.5 cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คาน B5

กำหนดคาน = 15 x 30 cm

$\rho_{max} = 0.75\rho_b = 0.75 \times 0.0322 = 0.0242$

โมเมนต์ M^+ = 15479 Kg-m

M^- = 16276 Kg-m

โมเมนต์ที่คอนกรีตรับได้

$$w = \frac{\rho_{max} f_y}{f_c'} = \frac{0.0242 \times 4000}{300} = 0.323$$

$$\frac{M}{\phi f_c' bd^2} = 0.2614$$

$$M = 0.2614 \times 0.9 \times 300 \times (27)^2 \times 15 = 7717 \text{ Kg-m}$$

$$\rho^{+\prime} = \frac{A_s^{+\prime}}{bd} = \frac{M}{\phi f_y (d - d') bd} = \frac{(15479 - 7717) \times 100}{0.9 \times 27 \times 15 \times 4000 \times (27-3)}$$

$$= 0.022$$

$$\rho^{-\prime} = \frac{A_s^{-\prime}}{bd} = \frac{M}{\phi f_y (d - d') bd} = \frac{(16276 - 7717) \times 100}{0.9 \times 27 \times 15 \times 4000 \times (27-3)}$$

$$= 0.024$$

$\rho^+ = 0.0242 + 0.022 = 0.0462$

$\rho^- = 0.0242 + 0.024 = 0.0482$

$A_s^- = 0.0462 \times 13 \times 27 = 16.22 \text{ cm}^2$

$A_s^+ = 0.0482 \times 13 \times 27 = 16.92 \text{ cm}2$

เหล็กล่าง = 3 - DB 25 mm + 2 DB 12 mm

เหล็กบน = 3 - DB 25 mm + 2 - DB 12 mm

พิจารณาแรงเฉือน

V_{max} = 12891 Kg

V_c ที่ยอมให้ของคอนกรีต = $V_c = 0.45 (f_c')^{1/2} bxd$

$= 0.45 \ 300 \times 27 \times 15$

$= 3157 < 12891$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\therefore$ ต้องใช้เหล็กเสริมรับแรงเฉือน

ใช้เหล็กปลอก RB 9 mm

ระยะห่าง $S = \frac{A_v f_y \varnothing d}{(V - V_c)} = \frac{1.27 \times 4000 \times 0.9 \times 27}{(12891 - 3157)}$

$= 12.68$ cm

$\therefore$ ใช้เหล็กปลอก = RB 9 mm @ 12.5 cm

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คาน B6

กำหนด คาน = 20x40 cm

ρ_{max} = $0.75\rho_b$ = 0.75(0.0322) = 0.0242

โมเมนต์ M^- = 10199 kg-m

M^+ = 42772 kg-m

จาก $\frac{M^+}{\phi f_c' bd^2} = \frac{42772 \times 100}{0.9x300x20x(37)^2} = 0.57$ kg-m

$\frac{M1^-}{\phi f_c' bd^2} = \frac{10199 \times 100}{0.9x300x20x(37)^2}$

w^+ = 0.57

w^- = 0.151

$\rho = \frac{Wf_c'}{f_y}$

$\rho^+ = \frac{0.57x300}{4000} = 0.0427$

$\rho^- = \frac{0.137x300}{4000} = 0.0103$

$\rho^+ > \rho_{max}$ ∴ ต้องใช้เหล็กเสริมรับแรงอัด

โมเมนต์ที่ยอมรับได้ ของคอนกรีต

$w = \frac{\rho_{max} f_y}{f_c'} = \frac{0.0242x4000}{300} = 0.323$

$\frac{M}{\phi f_c' bd^2} = 0.214$

$M = 0.2164x0.9x300x20x37)^2$

= 19,324 kg-m

$\rho^{+\prime} = A_s^{+\prime} = \frac{M}{bd} = \frac{M}{\phi f_y (d - d') bd} = \frac{(42772 - 19324)x100}{0.9x4000x(34)x20x37} = 0.0258$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ρ^{+} = 0.0242 + 0.0258 = 0.05

ρ^{-} = 0.0103 < 0.0258 ใช้ 0.0258

As^{+} = 0.05x37x20 = 37.0 cm^2

As^{-} = 0.0258x37x20 = 19.09 cm^2

∴ ใช้เหล็กบน = 4- DB 25 mm

เหล็กล่าง = 5- DB 28 mm + 1 DB 25 mm

ตรวจสอบแรงเฉือน

Vmax = 33.966 kg

แรงเฉือนที่ยอมให้ของคอนกรีต = $V_c = 0.45 (f_c')^{1/2}$ xbxd = $0.45 (300)^{1/2}$ x20x3

=5767 < 33966

กำหนดใช้เหล็ก RB 12 mm ทำเหล็กปลอก

ระยะห่าง = $S = \frac{A_v f_y \varnothing_d}{(V - V_c)}$

$= \frac{2.26x400x0.9x37}{33966-5767} = 10.67$

ใช้ เหล็กปลอก RB -12 mm @ 10 cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คาน B7

กำหนด คาน = 15x30 cm

$\rho_{max} = 0.75\rho_b = 0.75(0.0322) = 0.0242$

โมเมนต์ M^+ = 5232 kg-m

จาก $\frac{M^+}{\phi f_c' bd^2} = \frac{5232x100}{0.9x300x15x(27)^2} = 0.1772$ kg-m

$W^+ = 0.201$

$\rho^+ = \frac{Wf_c'}{f_y} = \frac{0.201x300}{4000} = 0.0151$

$A_s^+ = \rho bd = 0.0151x27x15 = 6.11$ cm

∴ เหล็กบนใช้ 2 - RB 9 mm + 2-DB 20 mm

เหล็กล่างใช้ 2 - RB 9 mm

พิจารณาแรงเฉือน

แรงเฉือน max = 8117 kg

แรงเฉือนที่ยอมรับได้ของคอนกรีต = $V_c = 0.45 (f_c')^{1/2} xbxd$

$= 0.45 (300)^{1/2} x15x27$

$= 2806 < 8117$ kg

∴ ต้องใช้เหล็กรับแรงเฉือน

ใช้เหล็กปลอก = RB 6 mm

ระยะห่าง = $S = \frac{A_v f_y \varnothing d}{(V - V_c)} = \frac{0.566x0.85x4000x27}{(8117-2806)} = 10.1$ cm

ใช้เหล็กปลอก RB 6 mm @ 10 mm

คาน B12, B8

มีโมเมนต์ และแรงเฉือนใกล้เคียงกับคาน B7 ∴ จึงใช้หน้าตัดเหมือนกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คาน B10

กำหนด คาน = 15x30 cm

$\rho_{max} = 0.75\rho_b = 0.75(0.0322) = 0.0242$

โมเมนต์ M^+ = 1019

จาก $\frac{M^+}{\phi f_c' bd^2} = \frac{1019x100}{0.9x300x15x(27)^2} = 0.03$

$W = 0.03$

$\rho^+ = \frac{Wf_c'}{f_y} = \frac{0.03x300}{4000} = 0.0023$

$A_s^+ = \rho bd = 0.0023x15x27 = 0.911$

ใช้เหล็กบน 2 - RB 9 mm

เหล็กล่าง 2 - RB 9 mm

พิจารณาแรงเฉือน

แรงเฉือนมากที่สุด = 2928

แรงเฉือนที่ยอมรับได้ของคอนกรีต = $V_c = 0.45 (f_c')^{1/2} xbxd$

$= 0.45 (300)^{1/2} xbxc$

$= 2806 < 2928$

∴ ต้องใช้เหล็กรับแรงเฉือน

ใช้เหล็กปลอก = RB 6 mm @ 15 cm

คาน B 9, B11 มีโมเมนต์ และแรงเฉือนใกล้เคียงกัน จึงใช้หน้าตัดเหมือนกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.4 การออกแบบตอม่อ

ตอม่อ C_1, C_2, C_3

กำหนดขนาดตอม่อ = 20x20 cm

P_N = 86480 kg

$P_U = \frac{P_N}{\phi} = \frac{86480}{0.8} = 108{,}100$ kg

$P_U = 0.85f'_c A_g + f_y A_S$

$108{,}100 = 0.85x300x400 + 4000 A_S$

$A_S = 1.52$ cm^2

∴ ใช้ 4 - DB 12 mm

ใช้เหล็กปลอก RB 6 mm @ 20 cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.5 การออกแบบฐานราก

ฐานราก F1

น้ำหนักฐานราก = V_u = 86480 kg

ใช้เข็ม I-22 ยาว = 21 m

รับน้ำหนักปลอดภัย = 21 ตัน

∴ ใช้เข็ม = 4 ต้น

ใช้ฐานรากขนาด = 1.4 m x 1.4 m

สมมุติความหนาฐานราก t = 50 cm C = 45 cm

เข็มแต่ละต้นรับน้ำหนัก = 21620 kg

พิจารณาแรงเฉือน

diagonal Tension

$$V_U \leq \phi V_N$$

$$\phi V_N = \phi\, 0.53 (f'_c)^{1/2} x b_w x d$$

$$= 0.85x0.53x(300)^{1/2}x140x45$$

$$= 49158$$

V_U = 2 x 21620 = 43240 < 49458 OK

Punching Shear

$$V_U \leq \phi V_N$$

Vu = 4 x 21620 = 86480 kg

$$\phi V_N = \phi\, 1.1 (f'_c)^{1/2} x b_o x d$$

b_o = 4(20+45) = 260

$$\phi V_N = 0.85x1.1x(300)^{1/2}x260x45$$

= 189477 > 86480 kg

พิจารณาโมเมนต์

ที่ขอบเสา m = 2x21620x0.4 = 17296 kg-m

จาก $\frac{m}{\phi f'_c bd^2} = \frac{17296x100}{300x0.9x140x(45)^2} = 0.0225$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$W = 0.023$

$$\rho = \frac{Wf_c'}{f_y} = \frac{0.023 \times 300}{4000} = 0.0017$$

$$A_s = \rho bd = 0.0017 \times 100 \times 45 = 7.76 \text{ cm}^2/\text{m}$$

ใช้ DB 16 mm @ 20 cm ทั้งสองทิศทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฐานราก F2

น้ำหนักฐานราก $= V_u =$ 21395 kg

ใช้เข็ม I-1 ยาว = 210 m

รับน้ำหนักปลอดภัย = 21,000 ตัน

ใช้เข็ม = 1 ต้น

ใช้ฐานรากขนาด = 50x50 m

สมมุติความหนาฐานราก t = 30 ; C = 25 cm

เข็มแต่ละต้นรับน้ำหนัก = 21395 kg

พิจารณาแรงเฉือน

diagonal Tension ไม่มี

Punching Shear

$$V_U \leq \phi V_N$$

$Vu = 21395$

$\phi V_N = \phi\, 1.1 (f_c')^{1/2} x b_o x d$

$b_o = 4(20+25) = 180$

$\phi V_N = 0.85x1.1x(300)^{1/2} x180x25$

$= 60972 > 21395$

พิจารณาโมเมนต์

ใช้เหล็กจำนวนน้อยที่สุด $\rho_{min} = 0.0018$

$A_s = \rho bd = 0.0018x100x25 = 4.5 \ cm^2/m$

ใช้ RB 9 mm @ 15 cm ทั้งสองทิศทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฐานราก F3

น้ำหนักฐานราก $\div V_u$ = 6601 kg

สมมุติหน่ายแรงดันขึ้นของดิน = 10,000 kg/m^2

$\therefore$ ใช้พื้นที่ = 0.66 m^2

ใช้ฐานรากขนาด = 0.85 m x 0.85 m

หนา t = 20 cm C = 15 cm

แรงดันขึ้นสุทธิของพื้นดิน = $\frac{6601}{0.85x0.85}$ = 9136 kg/m^2

พิจารณาแรงเฉือน

Digonal Tension

$$V_U \leq \phi V_N$$

$$\phi V_N = \phi\, 0.53 (f'_c)^{1/2} x b_w x d$$

$$= 0.85x0.53x(300)^{1/2} x85x15$$

$$= 9948 \text{ kg}$$

$$Vu = 9136(0.325-0.15)x0.85$$

$$= 1358.9880$$

$$= 1358.98 > 9948 \text{ kg}$$

Punching Shear

$$V_U \leq \phi V_N$$

$$\phi V_N = \phi\, 1.1 (f'_c)^{1/2} x b_O x d$$

$$b_O = 4(20+15) = 140$$

$$\phi V_N = 0.85x1.1x(300)^{1/2} x140x15$$

$$= 34008.8 > 5481.6 \text{ kg}$$

พิจารณาโมเมนต์ที่โคนเสา

$$M_U = \frac{9136x(0.325)^2x0.85}{2}$$

$$= 410.12 \text{ kg-m}$$

จาก $\frac{M}{\phi f'_c bd^2} = \frac{410.12x100}{0.9x300x85x15^2} = 0.0079$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$w = 0.008$

$\rho = \frac{wf_c'}{f_y} = \frac{0.008 \times 300}{4000} = 0.0006$

ใช้ $\rho_{min} = 0.0018$

$A_s = \rho bd = 0.0018 \times 100 \times 15 = 2.7 \quad cm^2/m$

ใช้ RB 9 mm @ 20 cm ทั้งสองทิศทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.6 การออกแบบจุดต่อ

จุดต่อระหว่างผนังกับพื้น , ผนังกับฐานราก

กำหนดให้ แรงลม = 50 kg/m^2

Load Factor = 1.3

$\therefore$ Vu = $\frac{50x8x10.15x1.3}{2}$ = $\frac{5278}{2}$ = 2639 kg

ออกแบบเหล็กฉาก

สมมุติขนาดเหล็กฉาก 90 mm × 90 mm

l_a = 5 - k dimension

= 5 - 1 = 4 cm

$M_U = V_U l$

= 2639x4 = 10556 kg-cm

$M_U = \phi Z f_y$

$Z = \frac{bt^2}{4}$

สมมุติความกว้าง = 12 cm

$\therefore$ $10556 = \frac{0.9x4000x12xt^2}{4}$

t = 0.9886 cm

$\therefore$ ใช้ L = 90x90x10 mm ยาว 12 cm

ออกแบบโบลท์ที่ผัง

ใช้โบลท์ชนิด A 325

Vu = Tu = 2369 kg

ใช้โบลท์ เส้นผ่าศูนย์กลาง = 1.9 cm หรือ 3/4"

มีพื้นที่หน้าตัด = 2.85 cm^2

Vu = Tu = $\frac{2639}{2.85}$ = 926 kg/cm^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยแรงที่ยอมให้ของเหล็ก A 325

V = 1050 kg/cm^2

T = 2800 kg/cm^2

Vu = 1050 > 926 kg/cm^2

Tu = 2800 > 926 kg/cm^2

∴ ใช้โบลท์ เส้นผ่าศูนย์กลาง = 19 mm

ตรวจสอบความเค้นของคอนกรีตที่ฝังโบลท์

Pu = Tu = 2369 kg

แรงดึงที่ยอมให้ = $0.42x(f_c')^{1/2} xAo$

Ao = $\pi (2)^{1/2} l_e (l_e+d_n)$

l_e = ระยะฝัง = 6 cm

d_n = ขนาดหัวโบลท์ = 3.175 cm

∴ แรงดึงที่ยอมให้ = $0.42x(300)^{1/2} x\pi x(2)^{1/2} x6x(6+3.175)$

= 2743 > 2639 kg

∴ สรุป ใช้ L = 90x90x10 mm ยาว 12 cm

โบลท์ = ∅ 3/4 " มีระยะฝัง = 6 cm

ผนังหนึ่งแผ่นใช้จุดต่อ 4 จุด ด้านบน 2 จุด ด้านล่าง 2 จุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดต่อระหว่างผนังกับผนัง

กำหนดให้ แรงลม = 50 kg/m^2

Load Factor = 1.3

$\therefore$ Vu $= \frac{50x8x3.75x1.3}{4} = \frac{487.5}{4} = 122$ kg

ออกแบบเหล็กฉาก

สมมุติขนาดเหล็กฉาก 50 mm × 50 mm

l_a = 5 - k dimension

= 2.8 - 0.65 = 2.15 cm

$M_U = V_U l$

= 122x2.15 = 262.3 kg-cm

$M_U = \phi Z f_y$

$Z = \frac{bt^2}{4}$

สมมุติความกว้าง = 5 cm

$\therefore$ $262.3 = \frac{0.9x4000x5xt^2}{4}$

t = 0.25 cm ใช้ t = 0.4 cm

$\therefore$ ใช้ L = 50x50x4 mm ยาว 5 cm

ออกแบบโบลท์ที่ผัง

ใช้โบลท์ชนิด A 325

Vu = Tu = 122 kg

ใช้โบลท์ เส้นผ่าศูนย์กลาง = 1.27 cm หรือ 1/2"

มีพื้นที่หน้าตัด = 1.26 cm^2

Vu = Tu = $\frac{122}{1.26}$ = 96.83 kg/cm^2

หน่วยแรงที่ยอมให้ของเหล็ก A 307

V = 700 kg/cm^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

T = 980 kg/cm^2

Vu = 700 > 96.83 kg/cm^2

Tu = 980 > 96.83 kg/cm^2

∴ ใช้โบลท์ เส้นผ่าศูนย์กลาง = 12.7 mm

ตรวจสอบความเค้นของคอนกรีตที่ฝังโบลท์

Pu = Tu = 122 kg

แรงดึงที่ยอมให้ = $0.42x(f_c')^{1/2}xAo$

Ao = $\pi(2)^{1/2}l_e(l_e+d_n)$

l_e = ระยะฝัง = 3 cm

d_n = ขนาดหัวโบลท์ = 3.175 cm

∴ แรงดึงที่ยอมให้ = $0.42x(300)^{1/2}x\pi x(2)^{1/2}x3x(3+2.57)$

= 540 > 122 kg

∴ สรุป ใช้ L = 50x50x4 mm ยาว 5 cm

โบลท์ = ∅ 1/2" มีระยะฝัง = 3 cm

ผนังหนึ่งแผ่นใช้จุดต่อ 4 จุด ข้างละ 2 จุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7
การเปรียบเทียบราคา

7.1 การประมาณราคาบ้านสำเร็จรูประบบผนังรับแรง

1. ขุดดินและกลบกลับ

F1 = 1.4*1.4*1.5 = 2.94 m^3

จำนวน = 4 ฐาน = 11.76 m^3

F2 = 0.5*0.5*1.5 = 0.375 m^3

จำนวน = 2 ฐาน = 0.75 m^3

F3 = 0.85*0.85*1.5 = 1.08 m^3

จำนวน = 2 ฐาน = 2.16 m^3

รวม = 14.67 m^3

2. เสาเข็ม

I-22 ยาว 21 เมตร จำนวน 18 ต้น

3. งานทุบสกัดหัวเสาเข็ม จำนวน 18 ต้น

4. งานทรายหยาบรองก้นฐานราก (หนา 10 cm.)

F1 = 1.4*1.4*0.1*1.4 = 0.27 m^3

มีทั้งหมด 4 ฐาน = 1.09 m^3

F2 = 0.5*0.5*0.1*1.4 = 0.035 m^3

มีทั้งหมด 2 ฐาน = 0.07 m^3

F3 = 0.85*0.85*1.4*0.1 = 0.10 m^3

มีทั้งหมด 2 ฐาน = 0.2 m^3

รวม = 1.36 m^3

5. งานคอนกรีตหยาบ (หนา 10 cm.)

F1 = 1.4*1.4*0.1*1.1 = 0.22 m^3

มีทั้งหมด 4 ฐาน = 0.88 m^3

F2 = 0.5*0.5*0.1*1.1 = 0.028 m^3

มีทั้งหมด 2 ฐาน = 0.056 m^3

F3 = 0.85*0.85*0.1*1.1 = 0.079 m^3

มีทั้งหมด 2 ฐาน = 0.16 m^3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีทั้งหมด 2 ฐาน = 0.16 m^3

รวม = 1.1 m^3

6. งานคอนกรีตฐานราก

F1 = 1.4*1.4*0.5 = 0.98 m^3

มีทั้งหมด 4 ฐาน = 3.92 m^3

F2 = 0.5*0.5*0.3 = 0.075 m^3

มีทั้งหมด 2 ฐาน = 0.15 m^3

F3 = 0.85*0.85*0.2= 0.14 m^3

มีทั้งหมด 2 ฐาน = 0.28 m^3

รวม = 4.35 m^3

7. งานไม้แบบฐานราก

F1 = 4*0.5*1.4 = 2.8 m^3

มีทั้งหมด 4 ฐาน = 11.2 m^3

F2 = 4*0.3*0.5 = 0.6 m^3

มีทั้งหมด 2 ฐาน = 1.2 m^3

F3 = 4*0.85*0.2= 0.68 m^3

มีทั้งหมด 2 ฐาน = 1.36 m^3

รวม = 13.76 m^3

8. งานเหล็กเสริมฐานราก

F1 = DB16 = 2*1.3*8*1.1*1.39 = 31.8 kg

มีทั้งหมด 4 ฐาน = 127.2 kg

F2 = RB9 = 2*0.4*4*1.1*0.499 = 1.75 kg

มีทั้งหมด 2 ฐาน = 3.5 kg

F3 = RB9 = 2*0.75*5*1.1*0.888 = 7.33 kg

มีทั้งหมด 2 ฐาน = 14.66 kg

รวม DB16 mm = 127.2 kg

RB 9 mm = 18.16 kg

9. งานคอนกรีตตอม่อ

C_1, C_2, C_3= 0.2*0.2*1.5 = 0.06 m^3

มีจำนวน 8 ต้น = 0.06*8 = 0.48 m^3

รวม = 0.48 m^3

10. งานไม้แบบตอม่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

C_1,C_2,C_3= 0.2*4*1.5 = 1.2 m^3

มีจำนวน 8 ต้น = 1.2*8 = 9.6 m^3

รวม = 9.6 m^3

11. งานเหล็กเสริมตอม่อ

C_1,C_2,C_3 = DB 12 mm = 4*1.8*1.1*0.888 = 7.03 kg

RB 6 mm = 9*10.14*4*1.1*0.222 = 5.4 kg

มีจำนวน 8 ต้น = DB 12 mm = 56.26 kg

= RB 6 mm = 43.2 kg

12. งานคอนกรีตคานคอดิน

B1 = 0.15*0.30*5.4 = 0.24 m^3

B2 = 0.20*0.40*8 = 0.64 m^3

B3 = 0.15*0.30*5.4 = 0.24 m^3

B4 = 0.20*0.40*8 = 0.64 m^3

B5 = 0.15*0.30*5.4 = 0.24 m^3

B6 = 0.20*0.40*5.4 = 0.43 m^3

B7 = 0.15*0.30*2.5 = 0.11 m^3

B8 = 0.15*0.30*2.5 = 0.11 m^3

B9 = 0.15*0.30*3.5 = 0.16 m^3

B10 = 0.15*0.30*1.0 = 0.05 m^3

B11 = 0.15*0.30*5.8 = 0.26 m^3

B12 = 0.15*0.30*5.4 = 0.24 m^3

รวม = 3.36 m^3

13. งานไม้แบบคานคอดิน

B1 = (0.15+0.30+0.15)*5.4 = 3.24 m^3

B2 = (0.2+0.4+0.2)*8 = 8 m^3

B3 = (0.15+0.30+0.15)*5.4 = 3.24 m^3

B4 = (0.2+0.4+0.2)*8 = 8 m^3

B5 = (0.15+0.30+0.15)*5.4 = 3.24 m^3

B6 = (0.2+0.4+0.2)*5.4 = 5.4 m^3

B7 = (0.15+0.30+0.15)*2.5 = 1.5 m^3

B8 = (0.15+0.30+0.15)*2.5 = 1.5 m^3

B9 = (0.15+0.30+0.15)*3.5 = 2.1 m^3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

B10 = (0.15+0.30+0.15)*1.0 = 0.6 m^3

B11 = (0.15+0.30+0.15)*1.0 = 0.6 m^3

B12 = (0.15+0.30+0.15)*1.0 = 0.6 m^3

รวม = 38.02 m^3

14. งานเหล็กเสริมคานคอดิน

B1	เหล็กบน, เหล็กล่าง	RB 6 mm	= 4*5.4*1.1*0.222	= 5.27 kg
	ปลอก	RB 6 mm	= 37*0.66*1.1*0.222	= 5.48 kg
B2	เหล็กบน	DB 25 mm	= 5*5.4*1.1*3.85	= 114.3 kg
		DB 16 mm	= 2*8*1.1*1.39	= 24.46 kg
	เหล็กล่าง	DB 16 mm	= 2*5.4*1.1*1.39	= 16.51 kg
		DB 12 mm	= 2*8*1.1*0.888	= 15.62 kg
	ปลอก	DB 12 mm	= 55*0.96*1.1*0.888	= 51.57 kg
		RB 6 mm	= 14*0.66*1.1*0.222	= 2.26 kg
B3	เหล็กบน	DB 25 mm	= 3*5.4*1.1*3.85	= 68.60 kg
		DB 20 mm	= 2*5.4*1.1*2.230	= 26.49 kg
	เหล็กล่าง	DB 20 mm	= 3*5.4*1.1*2.23	= 66.23 kg
		DB 16 mm	= 2*5.4*1.1*1.39	= 16.51 kg
	ปลอก	RB 9 mm	= 73*0.66*1.1*0.499	= 26.4 kg
B4	เหล็กบน	DB 28 mm	= 3*5.4*1.1*4.82	= 85.89 kg
		DB 16 mm	= 2*5.4*1.1*1.39	= 16.51 kg
	เหล็กล่าง	DB 20 mm	= 2*5.4*1.1*2.23	= 26.49 kg
		DB 16 mm	= 2*5.4*1.1*1.39	= 16.51 kg
	ปลอก	DB 12 mm	= 45*0.96*1.1*0.888	= 42.19 kg
		RB 6 mm	= 21*0.96*1.1*0.222	= 4.92 kg
B5	เหล็กบน, เหล็กล่าง	DB 25 mm	= 6*5.4*1.1*3.85	= 137.21 kg
		DB 12 mm	= 4*5.4*1.1*0.888	= 21.09 kg
	ปลอก	RB 9 mm	= 45*0.96*1.1*0.499	= 23.71 kg
B6	เหล็กบน	DB 25 mm	= 4*5.4*1.1*3.85	= 91.47 kg
	เหล็กล่าง	DB 28 mm	= 5*5.4*1.1*4.82	= 143.15 kg
		DB 25 mm	= 1*5.4*1.1*3.85	= 22.87 kg
	ปลอก	DB 12 mm	= 55*0.96*1.1*1.39	= 80.73 kg
B7	เหล็กบน	RB 9 mm	= 2*2.5*1.1*0.499	= 2.74 kg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		DB 20 mm	= 2*2.5*1.1*2.23	= 12.27 kg
	เหล็กล่าง	RB 9 mm	= 2*2.5*1.1*0.499	= 2.74 kg
	ปลอก	RB 6 mm	= 26*0.66*1.1*0.222	= 4.19 kg
B8	เหล็กบน	RB 9 mm	= 2*2.5*1.1*0.499	= 2.74 kg
		DB 20 mm	= 2*2.5*1.1*2.23	= 12.26 kg
	เหล็กล่าง	RB 9 mm	= 2*2.5*1.1*0.499	= 2.74 kg
	ปลอก	RB 9 mm	= 26*0.66*1.1*0.222	= 4.19 kg
B9	เหล็กบน, เหล็กล่าง	RB 9 mm	= 4*3.5*1.1*0.499	= 7.68 kg
	ปลอก	RB 6 mm	= 18*0.66*1.1*0.222	= 6.52 kg
B10	เหล็กบน, เหล็กล่าง	RB 9 mm	= 4*1*1.1*0.499	= 2.19 kg
	ปลอก	RB 6 mm	= 8*0.66*1.1*0.222	= 1.29 kg
B11	เหล็กบน, เหล็กล่าง	RB 9 mm	= 4*5.8*1.1*0.499	= 12.73 kg
	ปลอก	RB 6 mm	= 40*0.66*1.1*0.222	= 6.45 kg
B12	เหล็กบน	RB 9 mm	= 2*5.5*1.1*0.499	= 26.98 kg
		DB 20 mm	= 2*5.5*1.1*2.23	= 26.98 kg
	เหล็กล่าง	RB 9 mm	= 2*5.5*1.1*0.499	= 6.03 kg
	ปลอก	RB 6 mm	= 56*0.66*1.1*0.222	= 9.02 kg

รวม	RB 6 mm	= 45.4	kg
	RB 9 mm	= 99.96	kg
	DB 12 mm	= 211.2	kg
	DB 16 mm	= 73.99	kg
	DB 20 mm	= 170.72	kg
	DB 25 mm	= 365.89	kg
	DB 28 mm	= 229.04	kg

15. งานคอนกรีตพื้น

ชั้นที่ 1	= [(1.8*5.5)+(5.4*2.5)]*0.1	= 5.75	m^3
ชั้นที่ 2	= [(1.8*5.5)+(3.4*2.5)]*0.1	= 5.25	m^3
ชั้นที่ 3	= [(5.4*5.5)+(3.4*2.5)]*0.1	= 3.82	m^3
รวม	14.82	m^3	

16. งานไม้แบบพื้น

ชั้นที่ 1	= (8.4*5.9)+(5.6*3.3)	= 68.04	m^2
ชั้นที่ 2	= (8.4*5.9)+(3.6*2.7)	= 59.28	m^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั้นที่ 3 = (5.7*5.6)+(3.6*2.7) = 41.64 m^2

รวม 168.96 m^2

17. งานเหล็กเสริมพื้น

ชั้นที่ 1 = RB 9 mm = 3*5.4*25*1.1*0.499 = 222.30 kg

= RB 6 mm = 3*5.4*19*1.1*0.222 = 75.16 kg

= RB 6 mm = 3*2.9*38*1.1*0.222 = 80.73 kg

ชั้นที่ 2 = RB 9 mm = 3*5.4*38*1.1*0.499 = 337.90 kg

= RB 6 mm = 3*3.4*14*1.1*0.222 = 34.87 kg

= RB 6 mm = 3*2.9*38*1.1*0.222 = 80.73 kg

ชั้นที่ 3 = RB 9 mm = 3*5.4*38*1.1*0.499 = 337.90 kg

= RB 6 mm = 3*3.4*14*1.1*0.222 = 34.87 kg

รวม RB 9 mm = 898.1 kg

RB 6 mm = 306.36 kg

18. งานคอนกรีตผนัง

W1 = (0.13*0.2*13.2) = 0.34 m^3

W2 = [(3.5*2.6)+(0.5*5.4*2.4)]*0.13 = 2.03 m^3

W3 = [(5.4*2.6)+(0.5*5.4*2.4)]*0.13 = 2.67 m^3

W4 = [(8*2.6)+(0.5*5.4*2.4)]*0.13 = 3.55 m^3

W5 = [(2.9*2.6)+(0.5*5.4*2.4)]*0.13 = 1.82 m^3

W6 = (2*0.84*2.6*0.1) = 0.44 m^3

W7 = (2.5*2.6*0.1) = 0.65 m^3

W8 = (7.7*0.13) = 1.00 m^3

W9 = (3.8*2.3*0.13) = 1.14 m^3

W10 = (2.6*5.4*0.13) = 1.82 m^3

W11 = (8*2.6*0.13) = 2.7 m^3

W12 = (2.9*2.6*0.13) = 0.26 m^3

W13 = (0.13*0.2*13.2) = 0.98 m^3

W14 = (2*0.84*2.6*0.1) = 0.44 m^3

W15 = (2.6*2.6*0.1) = 0.68 m^3

W16 = (2*2.6*1) = 0.52 m^3

W17 = (2.6*0.8*0.1*2) = 0.09 m^3

W18 = (5.5*0.8*0.1) = 0.44 m^3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

W19	= (2*3.75*0.13)	= 0.98	m^3
W20	= (4.6*2.8*0.13)	= 1.67	m^3
W21	= (3.8*3.75*0.13)	= 1.85	m^3
W22	= (7.8*3.75*0.13)	= 3.8	m^3
W23	= (1.7*3.75*0.13)	= 0.83	m^3
W24	= (7.56*0.13)	= 0.98	m^3
W27	= (3.78*0.1)	= 0.38	m^3
W28	= (0.98*3.75*0.1)	= 0.34	m^3

รวม = 32.4 m^3

19. งานไม้แบบ

W1	= (1.4*0.52)	= 5.6	m^3
W2	= (3.5*2.6)+(26.8*0.13)+(0.5*5.4*2.4)	= 19.06	m^3
W3	= (5.4*2.6)+(18.6*0.13)+(0.5*5.4*2.4)	= 22.38	m^3
W4	= (8*2.6)+(23.7*0.13)+(0.5*5.4*2.4)	= 30.36	m^3
W5	= (2.9*2.6)+(28.7*0.13)+(0.5*5.4*2.4)	= 17.75	m^3
W6	= (2*0.84*2.6)+(13.8*0.1)	= 5.75	m^3
W7	= (2.5*2.6)+(10.2*0.1)	= 7.52	m^3
W8	= (7.7)+(30.6*0.13)	= 11.68	m^3
W9	= (3.8*2.3)+(20.8*0.13)	= 11.44	m^3
W10	= (5.4*2.6)+(16*0.13)	= 16.12	m^3
W11	= (8*2.6)+(21.2*0.13)	= 23.56	m^3
W12	= (1*2.6)+(7.2*0.1)	= 3.32	m^3
W13	= (2.9*2.6)+(17.4*0.1)	= 9.28	m^3
W14	= (2*0.84*2.6)+(13.8*0.1)	= 5.75	m^3
W15	= (2.6*2.6)+(12.2*0.1)	= 7.98	m^3
W16	= (2*2.6)+(9.2*0.1)	= 6.12	m^3
W17	= (5*0.8)+(13.2*0.1)	= 5.32	m^3
W18	= (0.8*5.5)+(12.6*0.1)	= 5.66	m^3
W19	= (3.75*2)+(26*0.13)	= 10.88	m^3
W20	= (2.8*4.6)+(23.3*0.13)	= 3.03	m^3
W21	= (3.8*3.75)+(35.1*0.13)	= 18.81	m^3
W22	= (7.8*3.75)+(23.1*0.13)	= 32.25	m^3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

W23	= (1.7*3.75)+(18.3*0.13)	= 8.75	m^3	
W24	= (7.56)+(17.7*0.1)	= 9.3	m^3	
W27	= (3.78)+(15.9*0.1)	= 5.37	m^3	
W28	= (0.9*3.75)+(9.3*0.1)	= 4.3	m^3	
	รวม 307.34 m^3			

20. งานเหล็กเสริมผนัง

W1	DB 12 mm	= 4*13.2*1.1*0.888	= 51.57	kg
	DB 10 mm	= 0.54*8.9*1.1*0.499	= 26.38	kg
W2	DB 12 mm	= 2*8.86*1.1*0.888	= 17.31	kg
	DB 10 mm	= 3.3*31*1.1*0.499	= 56.15	kg
		= 3.8*15*1.1*0.499	= 31.29	kg
W3	DB 10 mm	= 5.4*31*1.1*0.499	= 91.88	kg
	DB 10 mm	= 3.8*28*1.1*0.499	= 58.40	kg
W4	DB 10 mm	= 5.4*31*1.1*0.499	= 91.88	kg
	DB 10 mm	= 3.8*28*1.1*0.499	= 58.40	kg
	DB 10 mm	= 2.5*20*1.1*0.499	= 27.44	kg
	DB 10 mm	= 2.6*13*1.1*0.499	= 18.55	kg
W5	DB 10 mm	= 3.65*31*1.1*0.499	= 62.11	kg
	DB 10 mm	= 3.8*16*1.1*0.499	= 33.37	kg
	DB 12 mm	= 12.8*2*1.1*0.888	= 25.01	kg
W6	DB 10 mm	= 1.68*10*1.1*0.499	= 9.22	kg
	DB 10 mm	= 2.6*7*1.1*0.499	= 9.99	kg
W7	DB 10 mm	= 2.6*10*1.1*0.499	= 14.27	kg
	DB 10 mm	= 2.5*10*1.1*0.499	= 13.72	kg
W8	DB 10 mm	= 1.8*14*1.1*0.499	= 13.83	kg
	DB 10 mm	= 1.2*19*1.1*0.499	= 12.51	kg
	DB 10 mm	= 2*11.8*1.1*1.32	= 34.27	kg
W9	DB 10 mm	= 2.6*14*1.1*0.499	= 19.98	kg
	DB 12 mm	= 3.2*21*1.1*0.888	= 65.64	kg
	DB 12 mm	= 2*9.2*1.1*0.888	= 17.49	kg
W10	DB 10 mm	= 5.4*14*1.1*0.499	= 41.50	kg
	DB 10 mm	= 2.6*19*1.1*0.499	= 27.12	kg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

W11	DB 10 mm	= 8*14*1.1*0.499	= 61.48	kg
	DB 10 mm	= 2.6*28*1.1*0.499	= 39.96	kg
W12	DB 10 mm	= 2.6*5*1.1*0.499	= 7.13	kg
	DB 10 mm	= 1*10*1.1*0.499	= 5.49	kg
W13	DB 10 mm	= 2.4*14*1.1*0.499	= 18.44	kg
	DB 10 mm	= 2.6*9*1.1*0.499	= 12.84	kg
	DB 12 mm	= 2*6.8*1.1*0.888	= 13.28	kg
W14	DB 10 mm	= 1.68*10*1.1*0.499	= 9.22	kg
	DB 10 mm	= 2.6*4*1.1*0.499	= 5.71	kg
W15	DB 10 mm	= 2.6*10*1.1*0.499	= 14.27	kg
	DB 10 mm	= 2.5*10*1.1*0.499	= 13.72	kg
	DB 12 mm	= 2*3.2*1.1*1.32	= 9.29	kg
W16	DB 10 mm	= 2*10*1.1*0.499	= 10.99	kg
	DB 10 mm	= 2.6*8*1.1*0.499	= 11.42	kg
W17	DB 10 mm	= 2*0.8*10*1.1*0.499	= 8.78	kg
	DB 10 mm	= 2*2.6*4*1.1*0.499	= 11.42	kg
W18	DB 10 mm	= 0.8*2.8*1.1*0.499	= 12.29	kg
	DB 10 mm	= 5.5*4*1.1*0.499	= 12.08	kg
W19	DB 10 mm	= 3*17*1.1*0.499	= 27.99	kg
	DB 16 mm	= 2.6*21*1.1*1.32	= 79.28	kg
	DB 12 mm	= 2*15.2*1.1*0.888	= 29.69	kg
W20	DB 10 mm	= 2.6*18*1.1*0.499	= 2.169	kg
	DB 10 mm	= 3.5*19*1.1*0.499	= 36.50	kg
	DB 12 mm	= 2*10.6*1.1*0.888	= 20.71	kg
W21	DB 10 mm	= 1.4*20*1.1*0.499	= 48.30	kg
	DB 10 mm	= 3.75*23*1.1*0.499	= 47.34	kg
	DB 12 mm	= 18.8*2*1.1*0.888	= 36.73	kg
W22	DB 10 mm	= 8*20*1.1*0.499	= 87.82	kg
	DB 10 mm	= 3.75*5.5*1.1*0.499	= 113.21	kg
W23	DB 10 mm	= 2.3*20*1.1*0.499	= 25.25	kg
	DB 10 mm	= 3.75*9*1.1*0.888	= 18.52	kg
	DB 12 mm	= 9.15*2*1.1*0.499	= 17.88	kg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

W24	DB 10 mm	= 2.7*7*1.1*0.499	= 10.37	kg
	DB 10 mm	= 1.8*10*1.1*0.499	= 9.88	kg
	DB 12 mm	= 4.8*2*1.1*0.888	= 9.38	kg
W27	DB 10 mm	= 2.6*5*1.1*0.499	= 7.14	kg
	DB 10 mm	= 0.8*10*1.1*0.499	= 4.40	kg
	DB 12 mm	= 2*5.5*1.1*0.888	= 10.74	kg
W28	DB 10 mm	= 0.9*14*1.1*0.499	= 6.92	kg
	DB 10 mm	= 3.75*7*1.1*0.499	= 14.41	kg

รวม DB 10 mm = 1457 kg

DB 12 mm = 326 kg

DB 16 mm = 114 kg

21. งานก่ออิฐครึ่งแผ่น = 3.75(2.5+2.5) = 18.75 m^3

22. งานฉาบปูน = 18.75*2 = 37.5 m^3

23. งานทาสี = 756 m^3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

W24	DB 10 mm	= 2.7*7*1.1*0.499	= 10.37	kg
	DB 10 mm	= 1.8*10*1.1*0.499	= 9.88	kg
	DB 12 mm	= 4.8*2*1.1*0.888	= 9.38	kg
W27	DB 10 mm	= 2.6*5*1.1*0.499	= 7.14	kg
	DB 10 mm	= 0.8*10*1.1*0.499	= 4.40	kg
	DB 12 mm	= 2*5.5*1.1*0.888	= 10.74	kg
W28	DB 10 mm	= 0.9*14*1.1*0.499	= 6.92	kg
	DB 10 mm	= 3.75*7*1.1*0.499	= 14.41	kg
	รวม DB 10 mm	= 1457	kg	
	DB 12 mm	= 326	kg	
	DB 16 mm	= 114	kg	

21. งานก่ออิฐครึ่งแผ่น = 3.75(2.5+2.5) = 18.75 m^3

22. งานฉาบปูน = 18.75*2 = 37.5 m^3

23. งานทาสี = 498 m^3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.2 การประมาณราคาบ้านระบบทั่วไป

1. งาน เสาเข็ม

I-18 ยาว 14 m 20 ต้น

2. งาน ทุบสกัดหัวเสาเข็ม 20 ต้น

3. งาน ขุดดินและกลบกับ

F1 = (1.2+0.3)x(1.2+0.3)x1.50 = 3.38 m^3

มีทั้งหมด 4 ฐาน = 13.5 m^3

F2 = (1.2+0.3)x(0.6+0.3)x1.50 = 2.03 m^3

มีทั้งหมด 2 ฐาน = 4.05 m^3

F3 = (0.8+0.3)x(0.8+0.3)x1.50 = 1.82 m^3

มีทั้งหมด 2 ฐาน = 3.64 m^3

รวม = 9.05 m^3

4. งาน ทรายหยาบรองฐานราก (หนา 10 cm)

F1 = 1.2x1.2x0.1x1.4 = 0.20 m^3

มีทั้งหมด 4 ฐาน = 0.8 m^3

F2 = 1.2x0.6x0.4x1.4 = 0.1 m^3

มีทั้งหมด 2 ฐาน = 0.2 m^3

F3 = 0.8x0.8x0.1x1.4 = 0.09 m^3

มีทั้งหมด 2 ฐาน = 0.18 m^3

รวม = 1.18 m^3

5. งาน คอนกรีตหยาบ (หนา 10 cm)

F1 = 1.2x1.2x0.1x1.1 = 0.16 m^3

มีทั้งหมด 4 ฐาน = 0.64 m^3

F2 = 1.2x0.6x0.1x1.1 = 0.08 m^3

มีทั้งหมด 2 ฐาน = 0.32 m^3

F3 = 0.8x0.8x0.1x1.1 = 0.07 m^3

มีทั้งหมด 2 ฐาน = 0.14 m^3

รวม = 1.1 m^3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. งาน คอนกรีตฐานราก

F1 = 1.2x1.2x0.3 = 0.432 m^3

มีจำนวน 4 ฐาน = 1.728 m^3

F2 = 1.2x0.6x0.3 = 0.216 m^3

มีจำนวน 2 ฐาน = 0.432 m^3

F3 = 0.8x0.8x0.2 = 0.128 m^3

มีจำนวน 2 ฐาน = 0.256 m^3

รวมคอนกรีตฐานราก = 2.416 m^3

7. งาน ไม้แบบฐานราก

F1 = (1.2+1.2)x2x0.3 = 1.44 m^2

มีจำนวน 4 ฐาน = 5.76 m^2

F2 = (1.2+0.6)x2x0.3 = 1.08 m^2

มีจำนวน 2 ฐาน = 2.16 m^2

F3 = (0.8+0.8)x2x0.2 = 0.64 m^2

มีจำนวน 2 ฐาน = 1.28 m^2

รวมไม้แบบฐานราก = 9.2 m^2

8. งาน เหล็กเสริมฐานราก

F1 = DB 16 mm = 2x6x1.1x1.1x1.39 = 20.18 Kg

มีจำนวน 4 ฐาน DB 16 mm = 80.7312 Kg

F2 = DB 16 mm = 4x1.1x1.1x1.39 = 6.727 Kg

DB 16 mm = 4x0.5x1.1x1.39 = 3.058 Kg

มีจำนวน 2 ฐาน = 6.116 Kg

F3 = RB 9 mm = 2x4x0.7x1.1x0.499 = 3.073 Kg

มีจำนวน 2 ฐาน RB 9 mm = 6.14768 Kg

รวมเหล็กเสริมฐานราก DB 16 mm = 86.846 Kg

RB 9 mm = 6.147 Kg

9. งาน คอนกรีต ต่อม่อ

C_1, C_2, C_3 = 0.2x0.2x1.5 = 0.06 m^3

มีจำนวน8ต้น = 0.48 m^3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวม = 0.48 m^3

10. งานไม้แบบต่อม่อ

C_1, C_2, C_3 = (0.2+0.2)x2x1.5 = 1.2 m^2

มีจำนวน8ต้น = 9.6 m^2

รวม = 9.6 m^2

11. งานเหล็กเสริมตอม่อ

C_1 DB 25 mm = 6x(1.5+0.2)x1.1x3.85 = 43.197 Kg

RB 6 mm = 9x(0.14x4)x1.1x0.222 = 1.23 Kg

มีจำนวน 4 เสา = DB 25 mm = 172.78 Kg

RB 6 mm = 4.92 Kg

C_2 DB 20 mm = 4x(1.5+0.2)x1.1x2.98 = 32.78 Kg

RB 6 mm = 9x(0.14x4)x1.1x0.222 = 1.23 Kg

มีจำนวน 2 เสา = DB 20 mm = 65.56 Kg

RB 6 mm = 2.461 Kg

C_3 = DB 12 mm = 4x(1.5+0.1)x1.1x0.888 = 6.251 Kg

RB 6 mm = 10x(0.14x4)x1.1x0.222 = 5.47 Kg

มีจำนวน 2 เสา = DB 12 mm = 13.04 Kg

RB 6 mm = 10.94 Kg

รวม DB 25 mm = 172.788 Kg

DB 20 mm = 65.56 Kg

DB 12 mm = 13.04 Kg

RB 6 mm = 18.324 Kg

12. คอนกรีต คาน คอดิน

GB1 = 0.3x0.15x8.2 = 0.369 m^3

GB2 = 0.3x0.15x5.4 = 0.243 m^3

GB3 = 0.3x0.15x5.4 = 2.43 m^3

GB4 = 0.3x0.15x8.2 = 3.69 m^3

GB5 = 0.3x0.15x5.4 = 2.43 m^3

GB6 = 0.3x0.15x5.5 = 2.475 m^3

GB7 = 0.3x0.15x8 = 3.6 m^3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GB8 = 0.3x0.15x(2.5+2.5+1+1.5) = 3.375 m^3

GB9 = 0.3x0.15x4 = 1.8 m^3

GB10 = 0.3x0.15x8 = 3.6 m^3

---- **รวมคอนกรีตคานคอดิน** = 30.159 m^3

13. ไม้แบบคานคอดิน

GB1 = (0.3+0.15+0.3) x8.2 = 6.15 m^2

GB2 = (0.3+0.15+0.3) x5.4 = 4.05 m^2

GB3 = (0.3+0.15+0.3) x5.4 = 4.05 m^2

GB4 = (0.3+0.15+0.3) x8.2 = 6.15 m^2

GB5 = (0.3x0.15+0.3) x5.4 = 4.05 m^2

GB6 = (0.3+0.15+0.3) x5.5 = 4.125 m^2

GB7 = (0.3+0.15+0.3) x8 = 6 m^2

GB8 = (0.3+0.15+0.3)x(2.5+2.5+1.1.5) = 5.625 m^2

GB9 = (0.3x0.15x4) = 3 m^2

GB10 = (0.3x0.15x8) = 4 m^2

รวมไม้แบบ = 49.2 m^2

14. งานเหล็กเสริมคานคอดิน

GB1

เหล็กล่าง,บน	= DB 12 mm	= 4x8.2x1.1x0.888	= 3.2 Kg
คอม้า	= DB 12 mm	= 1x(8.2+0.7)x1.1x0.888	= 8.883 Kg
ปลอก	= RB 6 mm	= 42x(10.24+0.09)x2)x1.1x0.222	= 211.89 Kg

GB2

เหล็กล่าง,บน	= DB 20 mm	= 4x5.4x1.1x2.23	= 52.98 Kg
คอม้า	= DB 20 mm	= 1x(5.4+0.7)x1.1x2.23	= 55.71 Kg
ปลอก	= RB 6 mm	= 28x(10.24+0.09)x2)x1.1x0.222	= 141.26 Kg

GB3

เหล็กล่าง,บน	= DB 20 mm	= 4x5.4x1.1x2.23	= 52.98 Kg
คอม้า	= DB 20 mm	= 1x(5.4+0.7)x1.1x2.23	= 7.118 Kg
ปลอก	= RB 6 mm	= 28x(10.24+0.09)x2)x1.1x0.222	= 1.470 Kg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GB4

เหล็กล่าง,บน	= DB 20 mm	= 4x8.2x1.1x2.23	= 80.45 Kg
คอม้า	= DB 20 mm	= 2x(8.2+0.7)x1.1x2.23	= 43.663 Kg
ปลอก	= RB 9 mm	= 56x(0.24+0.09)x2)x1.1x0.499	= 20.289 Kg

GB5

เหล็กล่าง,บน	= DB 20 mm	= 4x5.4x1.1x2.23	= 3.2 Kg
คอม้า	= DB 20 mm	= 2x(5.4+0.7)x1.1x2.23	= 29.92 Kg
ปลอก	= RB 9 mm	= 28x(0.24+0.09)x2x1.1x0.499	= 10.16 Kg

GB6

เหล็กบน,ล่าง	= DB 12 mm	= 4x5.5x1.1x0.888	= 21.489 Kg
ปลอก	= RB 6 mm	= 29x(0.24+0.09)x2x1.1x0.222	= 4.673 Kg

GB7

เหล็กบน,ล่าง	= DB 20 mm	= 4x8x1.1x2.23	= 78.496 Kg
คอม้า	= DB 20 mm	= 3x(8+0.7)x1.1x2.23	= 64.02 Kg
ปลอก	= RB 9 mm	= 55x(0.24+0.09)x2x1.1x0.499	= 19.92 Kg

GB8

เหล็กบน,ล่าง	= DB 20 mm	= 4x7.5x1.1x0.888	= 29.304 Kg
ปลอก	= RB 6 mm	= 39x(0.24+0.09)x2x1.1x0.222	= 6.285 Kg

GB9

เหล็กบน,ล่าง	= DB 16 mm	= 4x4x1.1x1.39	= 24.464 Kg
คอม้า	= DB 16 mm	= 2x(4+0.7)x1.1x1.39	= 14.372 Kg
ปลอก	= RB 6 mm	= 21x(0.24+0.09)x2x1.1x0.222	= 3.384 Kg

GB10

เหล็กบน,ล่าง	= DB 20 mm	= 4x8x1.1x2.23	= 78.496 Kg
คอม้า	= DB 20 mm	= 2x(8+0.7)x1.1x2.23	= 42.682 Kg
ปลอก	= RB 9 mm	= 55x(0.24+0.09)x2x1.1x0.499	= 19.92 Kg

รวม	RB 6 mm	= 14.342	Kg
	RB 9 mm	= 39.84	Kg
	DB 12 mm	= 29.304	Kg
	DB 16 mm	= 39.196	Kg
	DB 20 mm	= 263.694	Kg

15. งานคอนกรีตพื้นชั้นที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

. พื้นหนา 10 cm ทั้งหมด .

= ((4.5x8.2)+(2.5x5.4))0.1 = 5.04 m^3

16. งานไม้แบบพื้นชั้นที่ 1

= (4.5x8.2)+(2.5x5.4) = 50.4 m^3

17. งานเหล็กเสริมพื้น ชั้นที่ 1

S_1,S_2,S_4

DB 12 mm = 1.5x24x8.2x1.1x0.888 = 2888.351 Kg

DB 12 mm = 1.5x42x4.5x1.1x0.888 = 276.92 Kg

DB 12 mm = 1.5x14x5.4x1.1x0.888 = 110.769 Kg

DB 12 mm = 1.5x28x2.5x1.1x0.888 = 102.564 Kg

รวม DB 12 mm = 778.604 Kg

18. งานคอนกรีตเสาชั้นที่ 1

C_1,C_2,C_3 = 8x0.2x0.2x3.75 = 1.2 m^3

19. งานไม้แบบเสาชั้นที่ 1

C_1,C_2,C_3 = 8x0.2x4x3.75 = 24 m^2

20. งานเหล็กเสริมเสาชั้นที่ 1

C1 = DB 25 mm = 4x3.75x1.1x3.85 = 63.525 Kg

= RB 6 mm = 20x(0.14x4)x1.1x0.222 = 2.735 Kg

จำนวน 4 ต้น = DB 25 mm = 254.1 Kg

RB 6 mm = 10.94 Kg

C_2,C_3 = DB 12 mm = 4x3.75x1.1x0.888 = 14.652 Kg

= RB 6 mm = 23x(0.14x4)x1.1x0.222 = 3.145 Kg

จำนวน 4 ต้น = DB 12 mm = 58.60 Kg

RB 6 mm = 12.581 Kg

รวมเหล็กเสริม DB 25 mm = 254.1 Kg

DB 12 mm = 58.60 Kg

RB 6 mm = 12.581 Kg

21. งานคอนกรีตคานชั้นที่ 2

B10 = 0.15x0.3x8.2 = 0.369 m^3

B11 = 0.2x0.4x5.4 = 0.432 m^3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

B12 = 0.2x0.4x5.4 = 0.432 m^3

B13 = 0.15x0.3x5.4 = 0.243 m^3

B14 = 0.15x0.3x5.5 = 0.02475 m^3

B15 = 0.15x0.3x8 = 0.36 m^3

B16 = 0.15x0.3x8 = 0.36 m^3

B17 = 0.15x0.3x(2.5+2.5) = 0.225 m^3

B18 = 0.15x0.3x1 = 0.045 m^3

รวมคอนกรีต = 2.502 m^3

22. งานไม้แบบคานชั้นที่ 2

B10 = (0.3+0.15+0.3) x 8.2 = 6.15 m^2

B11 = (0.4+0.2+0.4) x 5.9 = 5.4 m^2

B12 = (0.4+0.2+0.4) x 5.4 = 5.4 m^2

B13 = (0.3+0.15+0.3) x 5.4 = 4.05 m^2

B14 = (0.3+0.15+0.3) x 5.5 = 4.125 m^2

B15 = (0.3+0.15+0.3) x 8 = 6 m^2

B16 = (0.3+0.15+0.3) x 8 = 6 m^2

B17 = (0.3+0.15+0.3) x 5 = 3.75 m^2

B18 = (0.3+0.15+0.3) x 1 = 0.75 m^2

รวม งานไม้แบบพื้นชั้นที่ 2 = 41.625 m^2

23. งานเหล็กเสริมคานชั้นที่ 2

B10

เหล็กบน,ล่าง = DB 12 mm = 4x8.2x1.1x0.888 = 32.04 Kg

คอม้า = DB 12 mm = 2x(8.2+0.7)x1.1x0.888 = 17.39 Kg

ปลอก = RB 6 mm = 42x(0.24+0.09)x2x1.1x0.222 = 6.77 Kg

B11

เหล็กบน,ล่าง = DB 16 mm = 4x5.4x1.1x1.39 = 33.03 Kg

คอม้า = DB 16 mm= 2x(5.4+0.7)x1.1x1.39 = 18.65 Kg

ปลอก = RB 6 mm = 28x(0.34+0.14)x2x1.1x0.222 = 6.56 Kg

B12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล็กบน,ล่าง	= DB 16 mm = 4x5.4x1.1x1.39	= 33.03 Kg
คอม้า	= DB 16 mm = 2x(5.4+0.7)x1.1x1.39	= 18.65 Kg
ปลอก	= RB 6 mm = 28x(0.34+0.14)x2x1.1x0.222	= 6.56 Kg
B13		
เหล็กบน,ล่าง	= DB 16 mm = 4x5.4x1.1x1.39	= 33.03 Kg
คอม้า	= DB 16 mm = 2x(5.4+0.7)x1.1x1.39	= 18.65 Kg
ปลอก	= RB 6 mm = 55x(0.24+0.09)x2x1.1x0.222	= 8.86 Kg
B14		
เหล็กบน,ล่าง	= DB 16 mm = 4x5.5x1.1x1.39	= 33.03 Kg
คอม้า	= DB 16 mm = 1x(5.5+0.7)x1.1x1.39	= 11 Kg
ปลอก	= RB 6 mm = 29x(0.24+0.09)x2x1.1x0.222	= 4.67 Kg
B15		
เหล็กบน,ล่าง	= DB 20 mm = 4x8x1.1x2.23	= 48.93 Kg
คอม้า	= DB 20 mm = (8+0.7)x1.1x2.23	= 21.34 Kg
ปลอก	= RB 9 mm = 55x(0.24+0.09)x2x1.1x0.499	= 19.93 Kg
B16		
เหล็กบน,ล่าง	= DB 20 mm = 4x8x1.1x2.23	= 78.49 Kg
คอม้า	= DB 20 mm = 1x(8+0.7)x1.1x2.23	= 21.34 Kg
ปลอก	= RB 9 mm = 55x(0.24+0.09)x2x1.1x0.499	= 19.93 Kg
B17		
เหล็กบน,ล่าง	= DB 12 mm = 4x5x1.1x0.888	= 19.54 Kg
ปลอก	= RB 6 mm = 26x(0.24+0.09)x2x1.1x0.222	= 9.19 Kg
B18		
เหล็กบน,ล่าง	= DB 12 mm = 4x1x1.1x0.888	= 3.91 Kg
ปลอก	= RB 6 mm = 6x(0.24+0.09)x2x1.1x0.222	= 0.97 Kg

รวม

DB 20 mm = 170.1 Kg

DB 16 mm = 250.69 Kg

DB 12 mm = 72.88 Kg

RB 9 mm = 39.86 Kg

RB 6 mm = 38.58 Kg

24. งานคอนกรีตพื้นชั้นที่ 2

พื้นหนา 10 cm = ((4.5x8.2) + (2.5x5.4)) (0.1) = 5.04 m^3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

25. งานไม้แบบพื้นชั้นที่ 2

= (4.5x8.2) + (2.5x5.4) = 50.4 m^2

26. งานคอนกรีต เสาชั้นที่ 2

C_1, C_2 = 0.2x0.2x2.6 = 0.104 m^3

จำนวน 6 ต้น = 0.624 m^3

27. งานไม้แบบเสาชั้นที่ 2

C_1, C_2 = 4x0.2x2.6 = 2.08 m^2

จำนวน 6 ต้น = 12.48 m^2

28. งาน เหล็กเสริมเสาชั้นที่ 2

C1 = DB 20 mm	= 4x2.6x1.1x2.23	= 25.51	Kg
ปลอก RB 6 mm	= 14x(0.14x4)x1.1x0.222	= 1.91	Kg
จำนวน 4 ต้น	= DB 20 mm	= 102.04	Kg
	= RB 6 mm	= 7.64	Kg
C2 = DB 12 mm	= 4x2.6x1.1x0.888	= 10.16	Kg
ปลอก RB 6 mm	= 16x(0.14x4)x1.1x0.222	= 2.18	Kg
จำนวน 2 ต้น	= DB 12 mm	= 20.32	Kg
	= RB 6 mm	= 4.38	Kg

รวม DB 20 mm = 102.04 Kg

DB 12 mm = 20.32 Kg

RB 6 mm = 12.02 Kg

29. งานคอนกรีตคานชั้น 3

B1	= 0.15x0.3x5.4	= 0.243	m^3
B2	= 0.2x0.4x5.4	= 0.432	m^3
B3	= 0.2x0.4x8	= 0.64	m^3
B4	= 0.15x0.3x4.4	= 0.198	m^3
B5	= 0.2x0.4x8	= 0.64	m^3
B6	= 0.15x0.3x5.4	= 0.243	m^3
B7	= 0.15x0.3x5.4	= 0.243	m^3
B8	= 0.15x0.3x2.5+2.5	= 0.225	m^3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

B9 = 0.15x0.3x5.4 = 0.243 m^3

รวม = 3.107 m^3

30. งานไม้แบบ คานชั้นที่ 3

B1 = (0.3+0.15+0.3)x5.4 = 4.05 m^2

B2 = (0.4+0.2+0.4)x5.4 = 5.4 m^2

B3 = (0.4+0.2+0.4)x8 = 8 m^2

B4 = (0.3+0.15+0.3)x4.4 = 3.3 m^2

B5 = (0.4+0.2+0.4)x8 = 8 m^2

B6 = (0.3+0.15+0.3)x5.4 = 4.05 m^2

B7 = (0.3+0.25+0.3)x5.4 = 4.05 m^2

B8 = (0.3+0.15+0.3)x5 = 3.75 m^2

B9 = (0.3+0.15+0.3)x5.4 = 4.05 m^2

รวม = 44.65 m^2

31. งานเหล็กเสริมพื้นชั้นที่ 2

S_1, S_2, S_4

DB 12 mm = 1.5x24x8.2x1.1x0.888 = 288.35 Kg

DB 12 mm = 1.5x42x4.5x1.1x0.888 = 276.92 Kg

DB 12 mm = 1.5x14x5.4x1.1x0.888 = 110.76 Kg

DB 12 mm = 1.5x28x2.5x1.1x0.888 = 102.56 Kg

รวมใช้ = 778.59 Kg

32. งานเหล็กเสริม คานชั้นที่ 3

B1

เหล็กบน,ล่าง	= DB 12 mm	= 4x5.4x1.1x0.888	= 21.1 Kg
ปลอก	= RB 6 mm	= 28x(0.24+0.09)x2x1.1x0.222	= 4.51 Kg

B2

เหล็กบน,ล่าง	= DB20 mm	= 4x(5.4)x1.1x2.23	= 13.25 Kg
คอม้า	= DB20 mm	= 1x(5.4+0.8)x1.1x2.23	= 15.21 Kg
ปลอก	= RB6 mm	= 28x(0.34+0.14)x2x1.1x0.222	= 6.56 Kg

B3

เหล็กบน,ล่าง	= DB16 mm	= 4x8x1.1x1.39	= 48.93 Kg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอม้า	= DB16 mm	= 2x(8+0.8)x1.1x1.39	= 26.91 Kg
ปลอก	= RB 6 mm	= 81x(0.34+0.14)x2x1.1x0.222	= 18.99 Kg
B4			
เหล็กบน,ล่าง	= DB16 mm	= 4x4.4x1.1x1.39	= 26.91 Kg
ปลอก	= RB 6 mm	= 23x(0.24+0.09)x2x1.1x0.222	= 3.71 Kg
B5			
เหล็กบน,ล่าง	= DB16 mm	= 4x8x1.1x1.39	= 48.93 Kg
คอม้า	= DB16 mm	= 2x(8+0.8)x1.1x1.39	= 26.91 Kg
ปลอก	= RB 6 mm	= 81x(0.34+0.14)x2x1.1x0.222	= 18.99 Kg
B6			
เหล็กบน,ล่าง	= DB16 mm	= 4x5.4x1.1x1.39	= 33.03 Kg
คอม้า	= DB16 mm	= 2x(5.4+0.7)x1.1x1.39	= 18.65 Kg
ปลอก	= RB6 mm	= 28x(0.24+0.09)x2x1.1x0.222	= 4.51 Kg
B7			
เหล็กบน,ล่าง	= DB16 mm	= 4x5.4x1.1x1.39	= 33.03 Kg
คอม้า	= DB16 mm	= 1x(5.4+0.7)x1.1x1.39	= 9.33 Kg
ปลอก	= RB6 mm	= 37x(0.24+0.09)x2x1.1x0.222	= 5.96 Kg
B8			
เหล็กบน,ล่าง	= DB12 mm	= 4x5x1.1x0.888	= 19.54 Kg
ปลอก	= RB 6 mm	= 26x(0.24+0.09)x2x1.1x0.222	= 4.19 Kg
B9			
เหล็กบน,ล่าง	= DB16 mm	= 4x5.4x1.1x1.39	= 33.03 Kg
คอม้า	= DB16 mm	= 1x(5.4+0.7)x1.1x1.39	= 9.33 Kg
ปลอก	= RB6 mm	= 37x(0.24+0.09)x2x1.1x0.222	= 5.96 Kg

รวม	DB 20 mm	=	28.46	Kg
	DB 16 mm	=	272.63	Kg
	DB 12 mm	=	40.64	Kg
	RB 6 mm	=	73.38	Kg

33. งานคอนกรีตพื้นชั้น 3

พื้นหนา 10 cm

(5.4x8.00)0.1 = 4.32 m^3

34. งานไม้แบบพื้นชั้นที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(5.4x8) = 43.2 m^2

35. งานเหล็กเสริม พื้นชั้นที่ 3

S1,S4 = DB 12 mm = 1.5x5.4x14x1.1x0.888 = 110.78 Kg

= DB 12 mm = 1.5x2.5x28x1.1x0.888 = 102.56 Kg

$S1,S_1$ = DB 12 mm = 1.5x5.4x19x1.1x0.888 = 150.33 Kg

= DB 12 mm = 1.5x3.5x28x1.1x0.888 = 143.59 Kg

S_3 = DB 12 mm = 1.5x5.4x10x1.1x0.888 = 79.12 Kg

= DB 12 mm = 1.5x1x28x1.1x0.888 = 4.03 Kg

พื้น S_3 มี 2 แผ่น = 240.3 Kg

รวม = 784.56 Kg

36. งานคอนกรีตเสาชั้นที่ 3

C_1,C_2,C_3 = 0.2x0.2x2.6 = 0.104 m^3

มีจำนวน 6 ต้น = 0.624 m^3

37. งานไม้แบบเสาชั้นที่ 3

C_1,C_2,C_3 = 0.2x4x2.6 = 2.08 m^2

มีจำนวน 6 ต้น = 12.48 m^2

38. งาน เหล็กเสริมเสาชั้นที่ 3

C_1,C_2 = DB 12 mm = 4x2.6x1.1x0.888 = 10.16 Kg

ปลอก = RB 6 mm = 16x10.14x4x1.1x0.222 = 8.18 Kg

รวม มีเสา 6 ต้น = DB 12 mm = 60.96 Kg

= RB 6 mm = 13.08 Kg

39. งานคอนกรีตคาน โครงหลังคา

B0 = 0.15x0.30x(8+8+5.4+5.4+5.4+8)

= 1.81 m^3

40. งานไม้แบบคานโครงหลัง

BO = (0.3+0.15+0.3)(8+8+5.4+5.4+5.4+8)

= 30.15 m^2

41. งานเหล็กเสริมคานโครงหลังคา

BO

เหล็กบน,ล่าง = DB 12 mm = 4x40.2x1.1x0.888 = 157.07 Kg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ทั้งนี้ต้องขออนุญาตจากเจ้าของเอกสารก่อนนำไปใช้

ปลอก = RB 6 mm = 202x(0.24+0.09)x2x1.1x0.222 = 32.56 Kg

รวม DB 12 mm = 157.04 Kg

RB 6 mm = 32.56 Kg

42. งานผนังก่ออิฐ

ชั้นที่ 1 = (2.7+7+2.7+8+1+5.4+5.4+2.5+1.5+4)x3.75

= 106 m^2

ชั้นที่ 2 = (8+2.7+1+2.7+7+5.4+5.4+2.5+2.5)x2.6

= 84 m^2

ชั้นที่ 3 = (5.4+5.4+5.4+5.4+8+8+2.5+2.5+4)x2.6

= 59 m^2

รวม = 249 m^2

43. งานฉาบปูน = 2x249 = 498 m^2

44. งานทาสี = 498 m^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

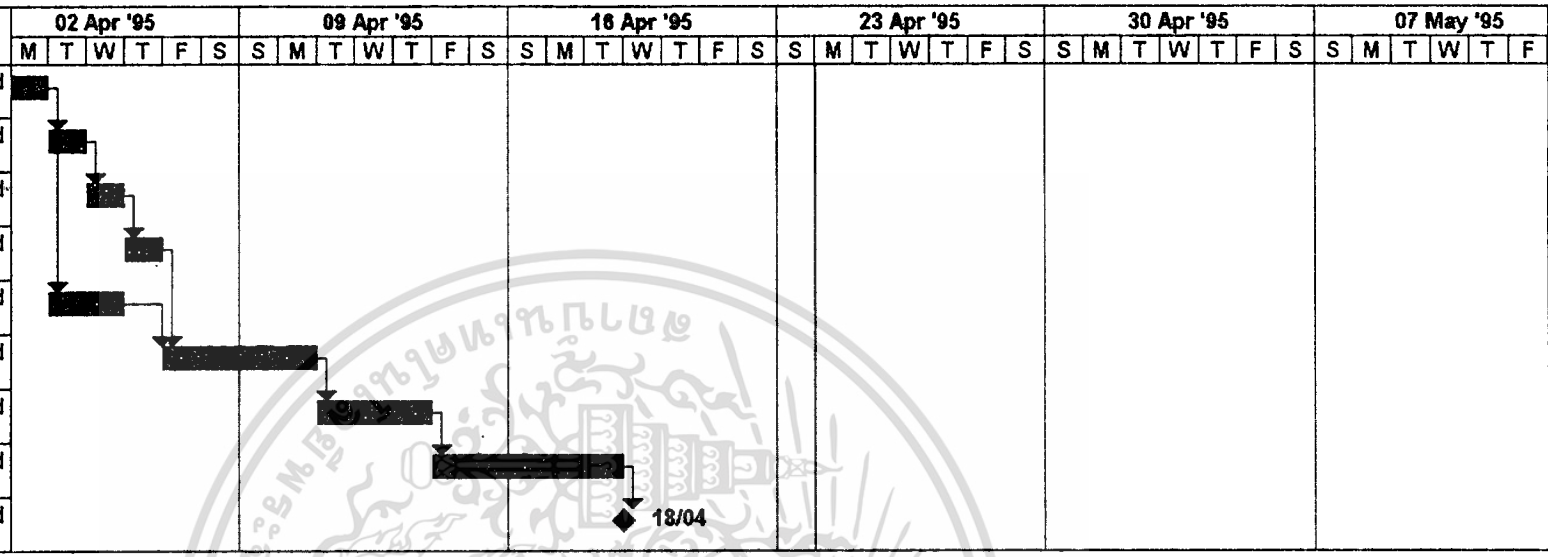
			โปรเจคบ้าน Bearing Wall				
รายการ	ปริมาณ	หน่วย	ค่าวัสดุก่อสร้าง		ค่าแรง		รวมทั้งหมด
			หน่วยละ	รวม	หน่วยละ	รวม	
1. ขุดดินและกลบกลับ	14.67	m3	0	0	60	880.2	880.2
2. เสาเข็ม I-22 ยาว 21 m.	18	ต้น	3150	56700	500	9000	65700
3. งานสกัดหัวเสาเข็ม	18	ต้น	100	1800	80	1440	3240
4. ทราบหยาบรองฐานราก	1.36	m3	190	258.4	40	54.4	312.8
5. งานคอนกรีตหยาบ	1.1	m3	1100	1210	180	198	1408
6. งานคอนกรีต	55.4	m3	1385	76729	250	13850	90579
7. งานไม้แบบ	537.68	m2	180	96782.4	70	37637.6	134420
8. งานเหล็กเสริม							
RB 6 mm	395	kg	11.55	4562.25	1.5	592.5	5154.75
RB 9 mm	1016.2	kg	10.59	10761.6	1.5	1524.3	12285.86
DB 10 mm	1457	kg	10.36	15094.5	1.5	2185.5	17280.02
DB 12 mm	594	kg	10.36	6153.84	1.5	891	7044.84
DB 16 mm	316	kg	10.06	3178.96	1.5	474	3652.96
DB 20 mm	171	kg	10.06	1720.26	1.5	256.5	1976.76
DB 25 mm	366	kg	10.06	3681.96	1.5	549	4230.96
DB 28 mm	230	kg	10.06	2313.8	1.5	345	2658.8
9. งานก่ออิฐ	18.75	m2	150	2812.5	40	750	3562.5
10. งานฉาบปูน	37.5	m2	50	1875	50	1875	3750
11. งานทาสี	498	m2	30	14940	20	9960	24900
รวมทั้งหมด				300574		82463	383037

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

				โปรเจคบ้านระบบธรรมดา			
รายการ	ปริมาณ	หน่วย	ค่าวัสดุก่อสร้าง		ค่าแรง		รวมทั้งหมด
			หน่วยละ	รวม	หน่วยละ	รวม	
1. ขุดดินและกลบกลับ	9.05	m^3	0	0	60	543	543
2. เสาเข็ม I-18 ยาว 14 m.	20	ต้น	1330	26600	400	8000	34600
3. การทุบสกัดหัวเสาเข็ม	20	ต้น	100	2000	80	1600	3600
4. ทรายหยาบรองฐานราก	1.18	m^3	190	224.2	40	47.2	271.4
5. คอนกรีตหยาบ	1.1	m^3	1100	1210	180	198	1408
6. คอนกรีต	33.28	m^3	1385	46092.8	250	8320	54412.8
7. ไม้แบบ	373.77	m^2	180	67278.6	70	26163.9	93942.5
8. เหล็กเสริม							
RB 6 mm	214.87	kg	11.55	2481.75	1.5	322.305	2804.054
RB 9 mm	85.85	kg	10.59	909.152	1.5	128.775	1037.9265
DB 12 mm	2294.57	kg	10.36	23771.7	1.5	3441.86	27213.6053
DB 16 mm	449.36	kg	10.06	4520.56	1.5	674.04	5194.602
DB 20 mm	529.85	kg	10.06	5330.29	1.5	794.775	6125.066
DB 25 mm	326.89	kg	10.06	3288.51	1.5	490.335	3778.848
9. ก่อผนังอิฐ	249	m^2	150	37350	40	9960	47310
10. งานฉาบปูน	498	m^2	50	24900	50	24900	49800
11. งานทาสี	498	m^2	30	14940	20	9960	24900
รวมทั้งหมด				260898		95544.2	356442.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Task Name	Duration
Excavation	1d
Pile	1d
Pile Cut	1d
Foundation	1d
Cast Concrete	2d
Erection	2d
Paint	3d
Clear Site	3d
	0d

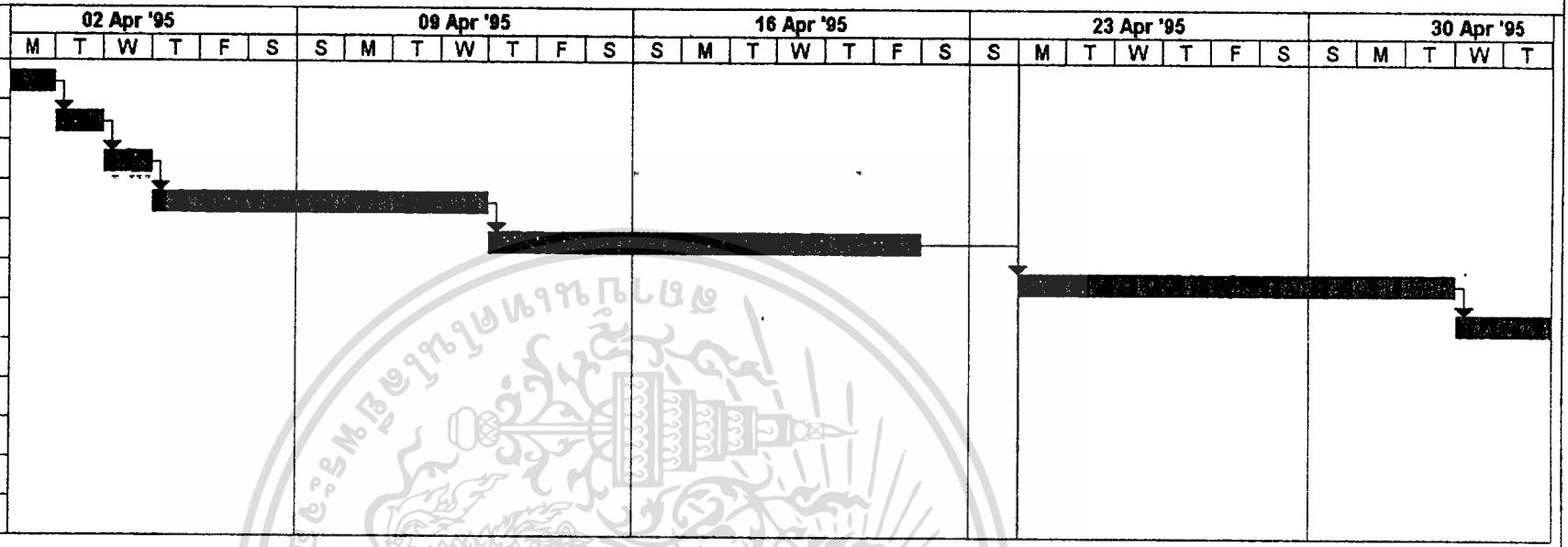


ect:
: 24/04/95

Task
Progress
Milestone
Summary
Rolled Up Task
Rolled Up Milestone
Rolled Up Progress

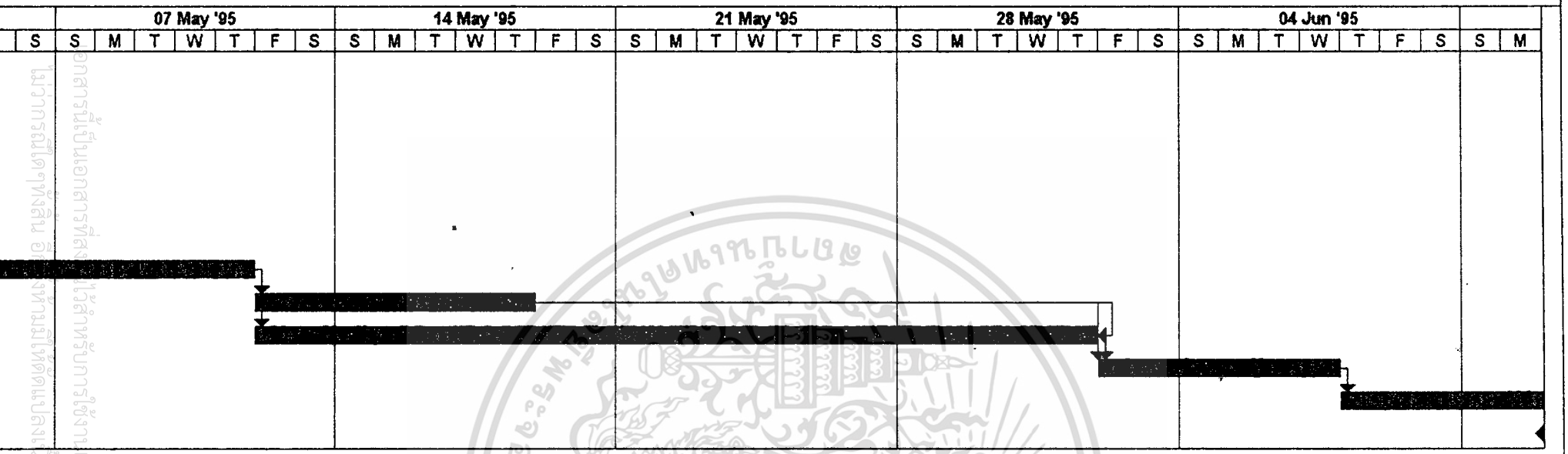
General Construction

ID	Task Name
1	Excavation
2	Pile
3	Pile Cut
4	Foundation
5	Floor 1
6	Floor 2
7	Floor 3
8	Roof
9	Wall
10	Paint
11	Clear Site
12	



oject:
ate: 24/04/95

Task
Progress
Milestone
Summary
Rolled Up Task
Rolled Up Milestone ◇
Rolled Up Progress



oject:
ate: 24/04/95

Task
Progress
Milestone
Summary
Rolled Up Task
Rolled Up Milestone ◇
Rolled Up Progress

บทที่ 8

สรุปผลการศึกษาโครงงาน

บ้านสำเร็จรูประบบผนังรับแรงมีข้อดีดังนี้

1. ราคาค่าก่อสร้างบ้านสำเร็จรูประบบผนังรับแรงถ้าเทียบกันหลังต่อหลังจะแพงกว่าการก่อสร้างระบบทั่วไป แต่ถ้าก่อสร้างตั้งแต่ 30 หลังขึ้นไปราคาค่าก่อสร้างจะถูกกว่า เพราะไม้แบบที่ใช้ในก่อสร้าง บ้านสำเร็จรูประบบผนังรับแรง จะใช้ได้มากครั้งกว่าการก่อสร้างระบบทั่วไป

2. ใช้เวลาในการก่อสร้างน้อยกว่าการก่อสร้างระบบทั่วไป

3. สามารถที่จะกำหนดแผนงานได้สมบูรณ์กว่าการก่อสร้างระบบทั่วไปจึงทำให้ใช้แรงงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. ป้องกันไฟได้ดี

5. ป้องกันเสียงรบกวนได้ดี

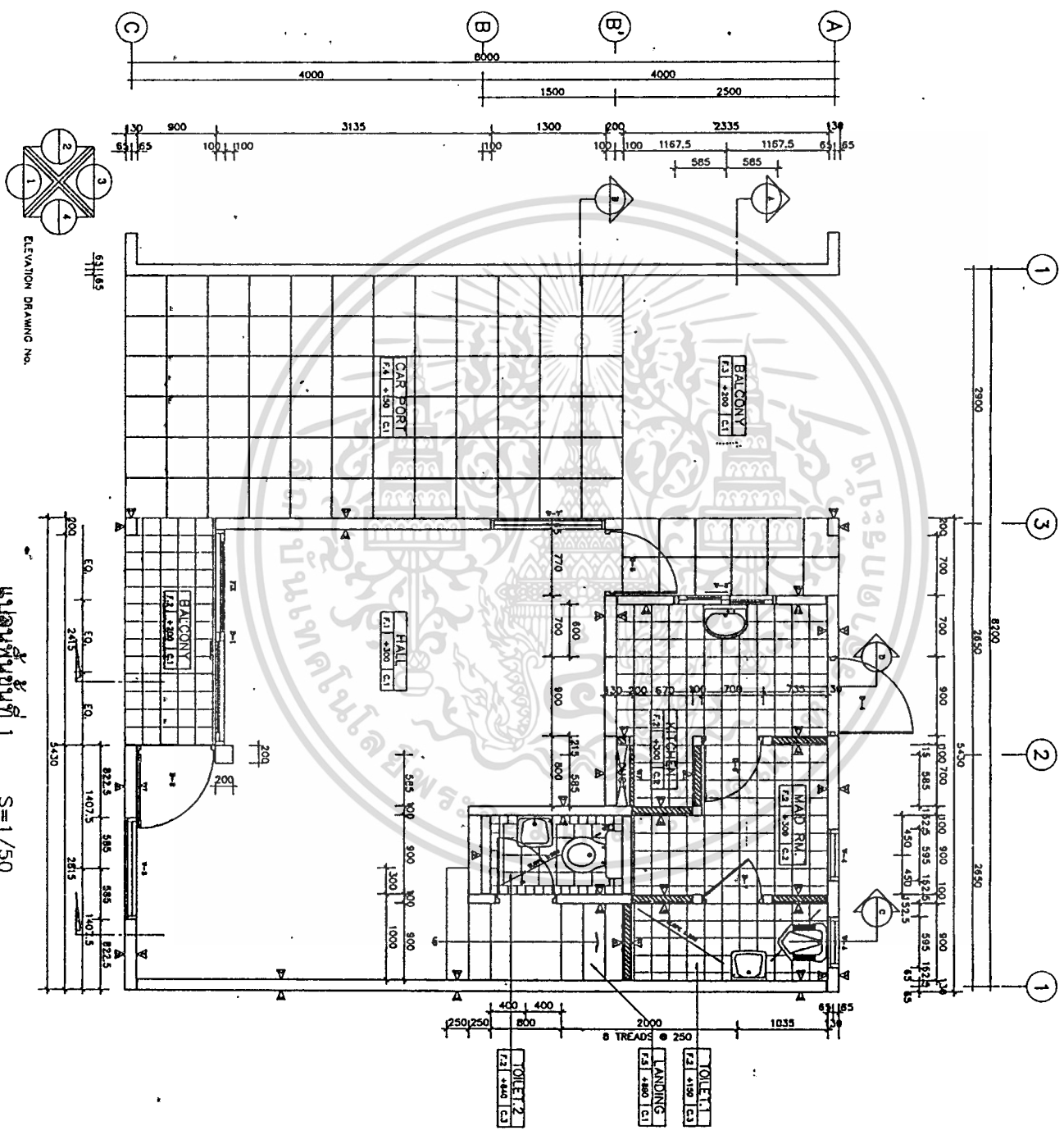
6. ป้องกันความร้อนได้ดี

7. มีความต้องการการบำรุงรักษาต่ำ เพราะคอนกรีตแข็งแรงทนทานและทำความสะอาดง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

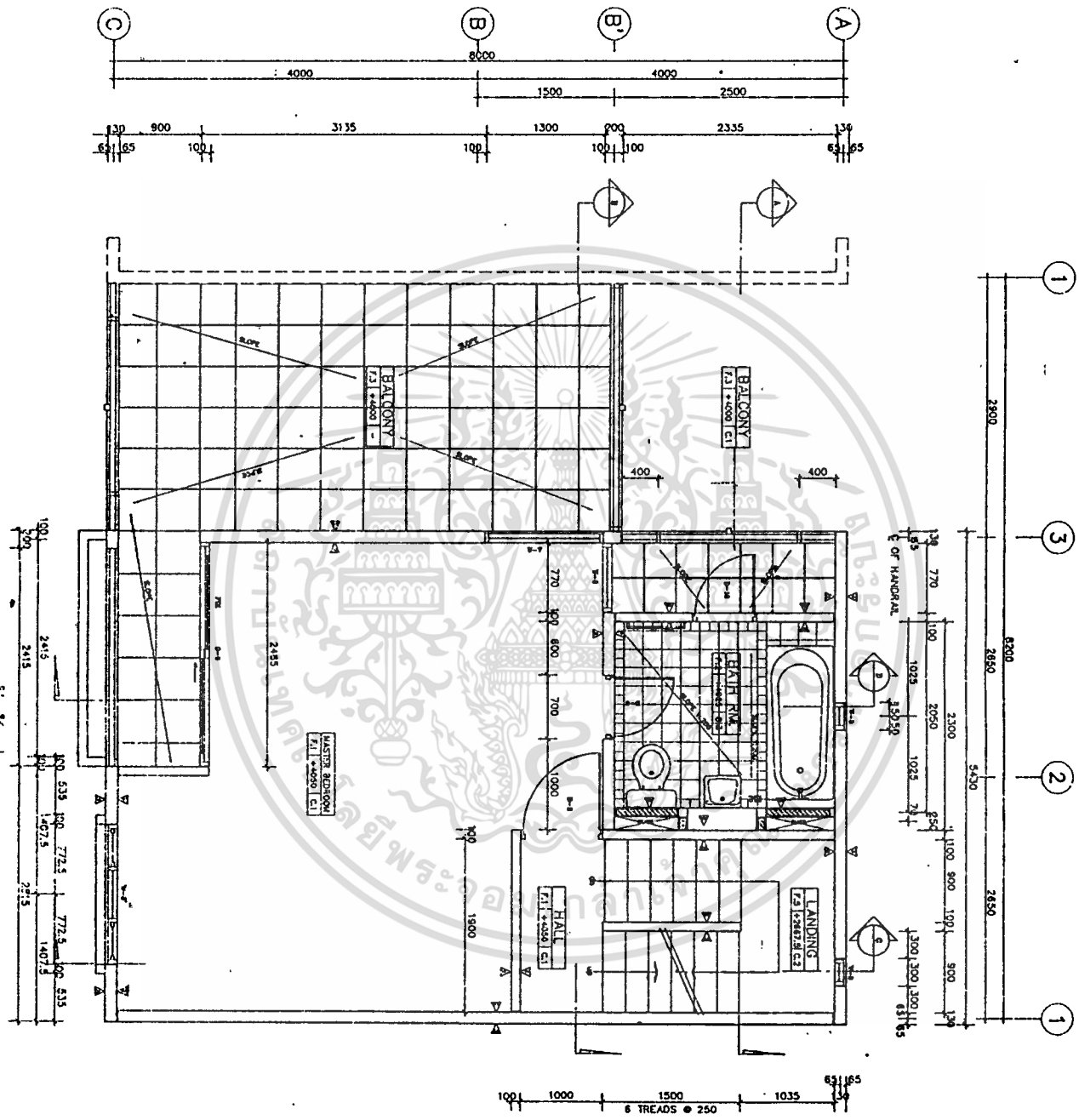
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แปลนพื้นชั้นที่ 1 S=1/50

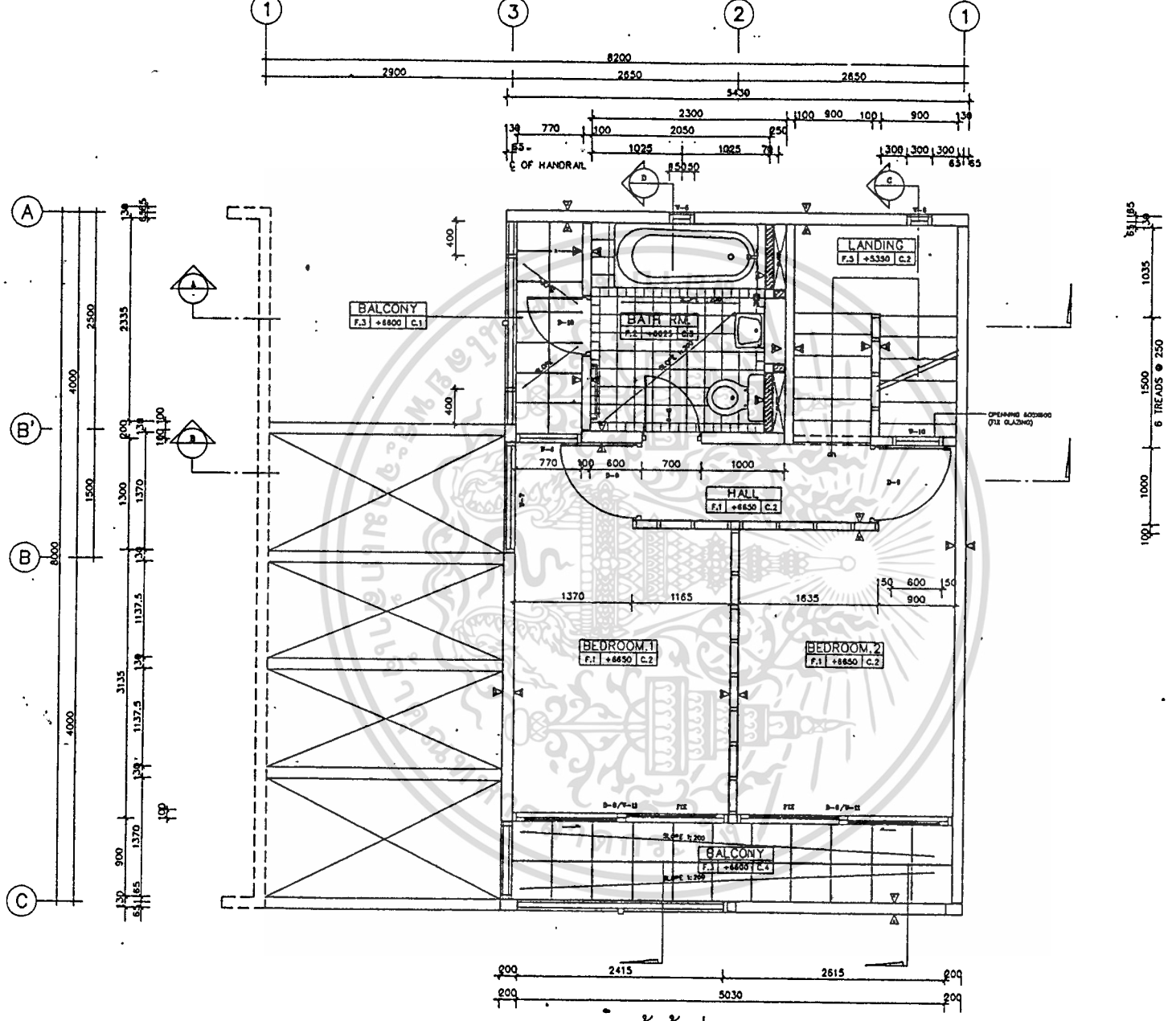
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12\EXSIN\APR4 Thu Nov 17 17:54:30 1994



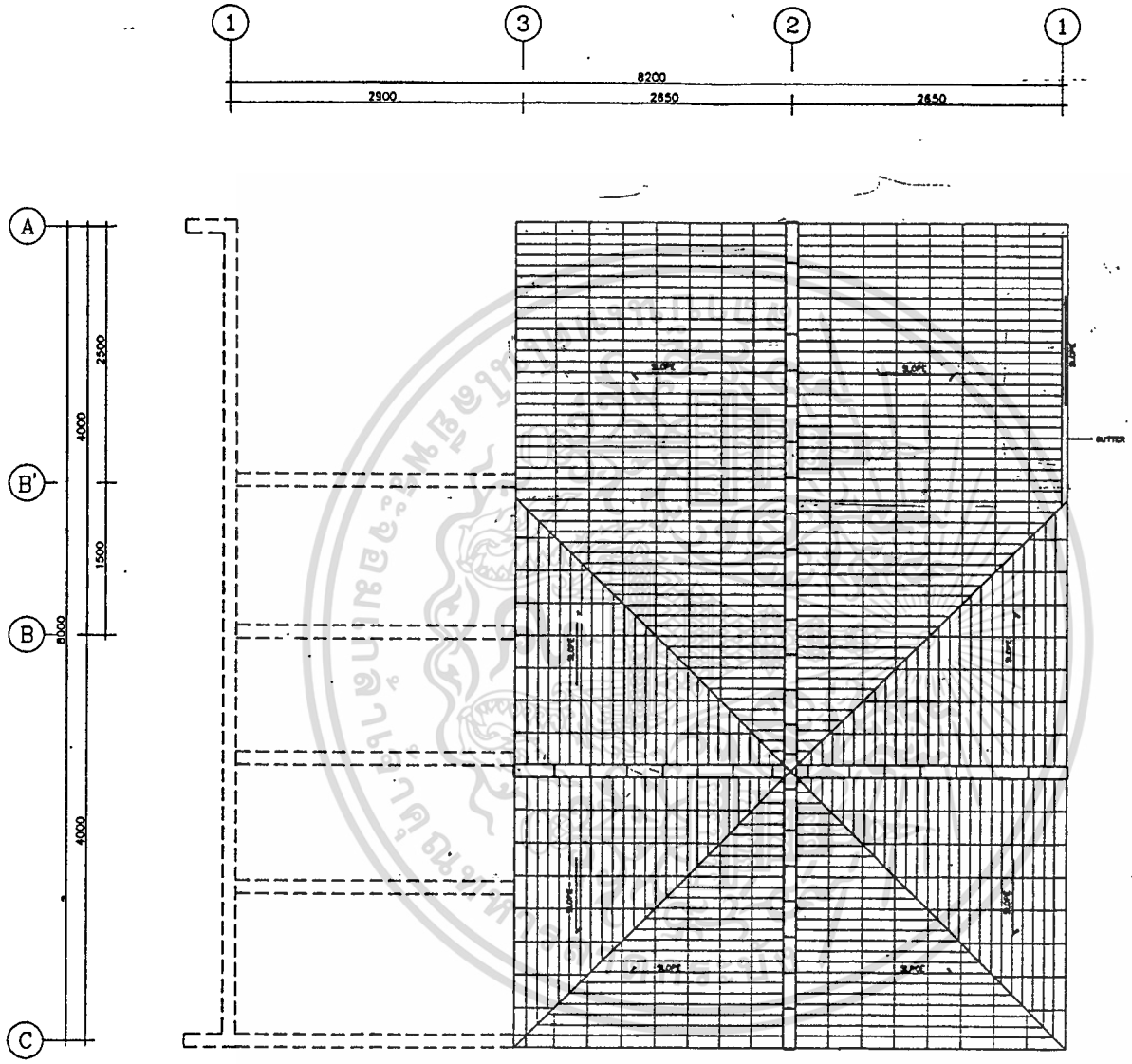
แปลนชั้นที่ 2 S=1/50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

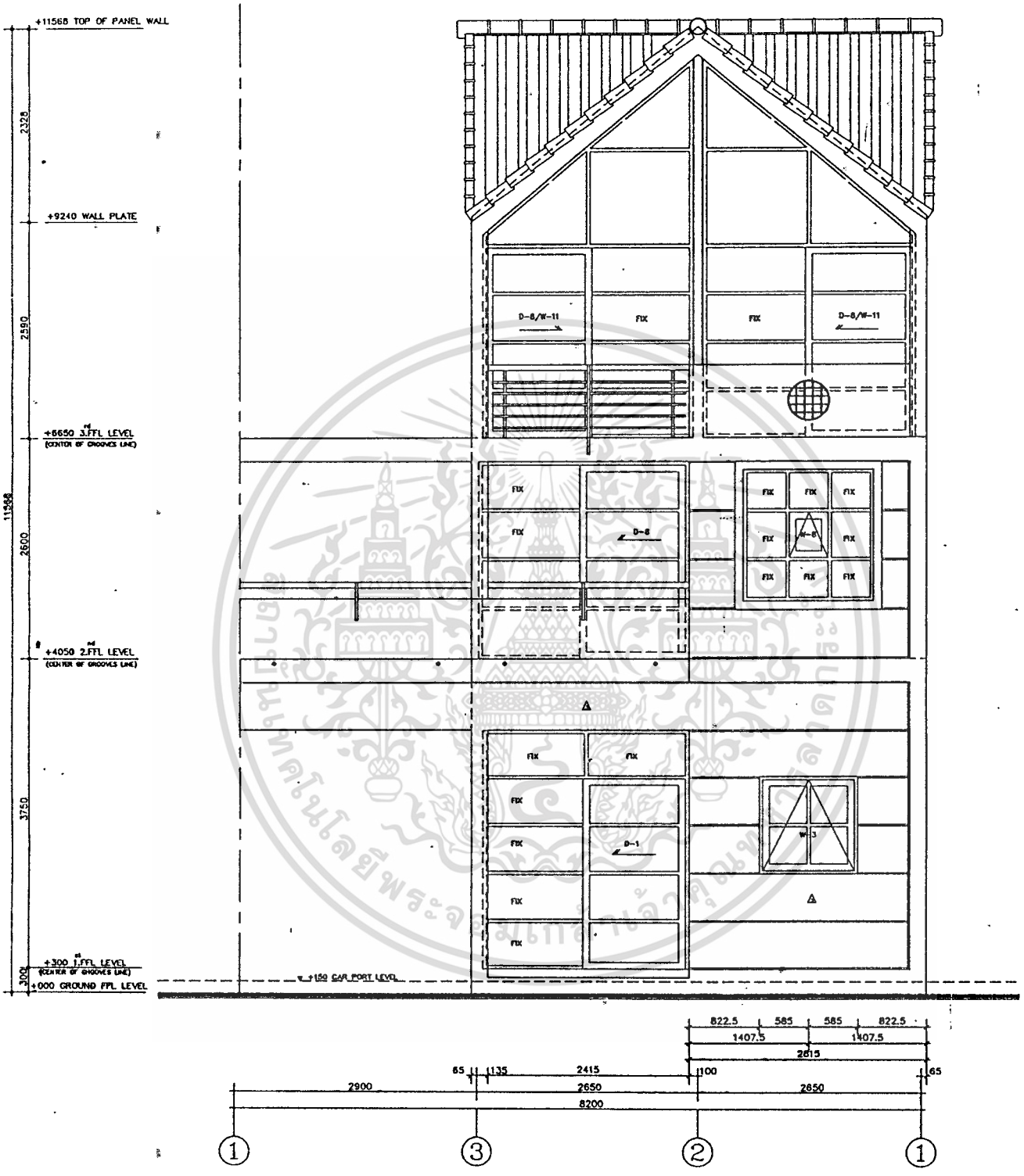


แปลนพื้นชั้นที่ 3 S=1/50

A-LC-03



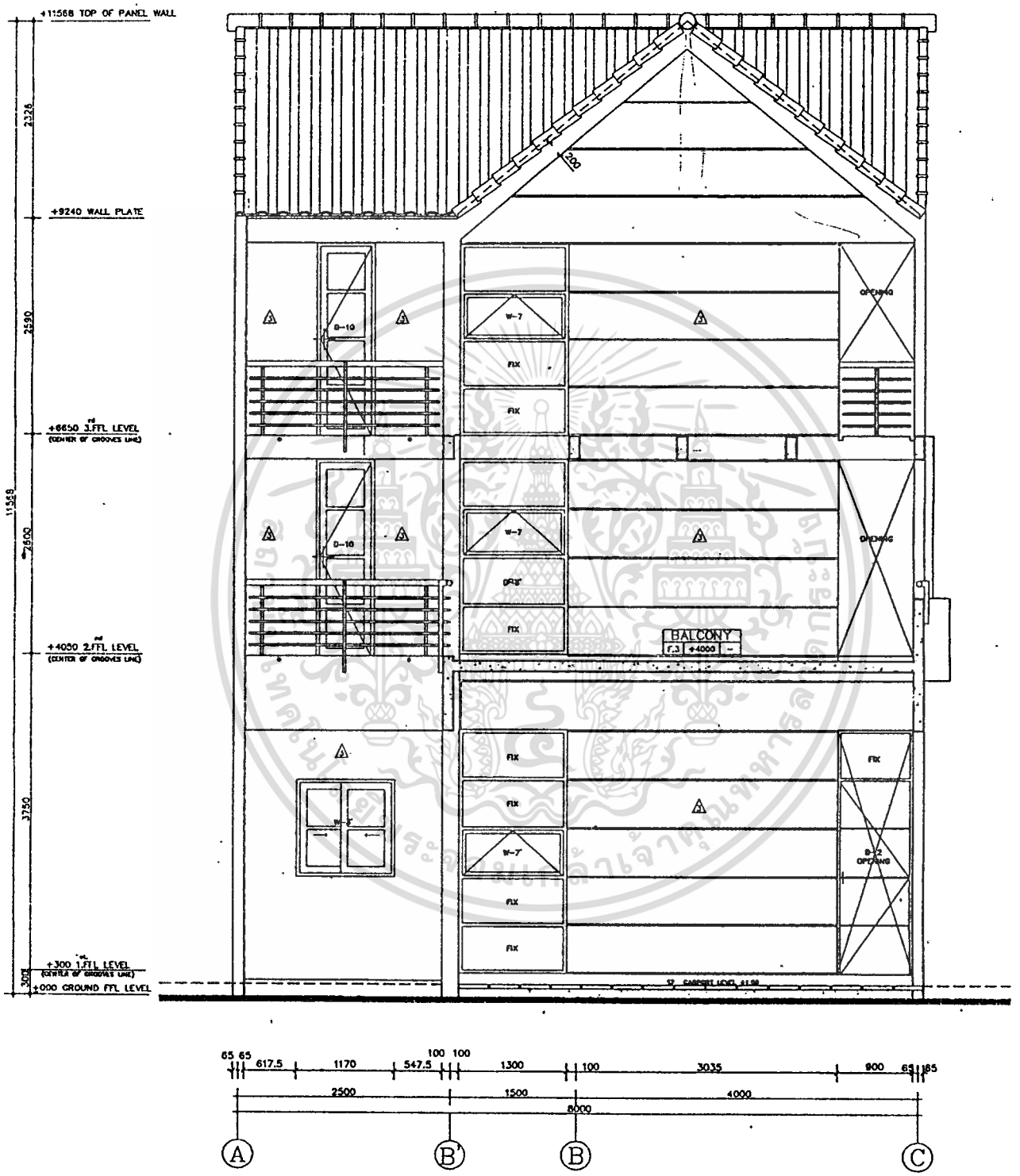
แปลนหลังคา S=1/50



รูปด้านหน้า (1) S=1/50

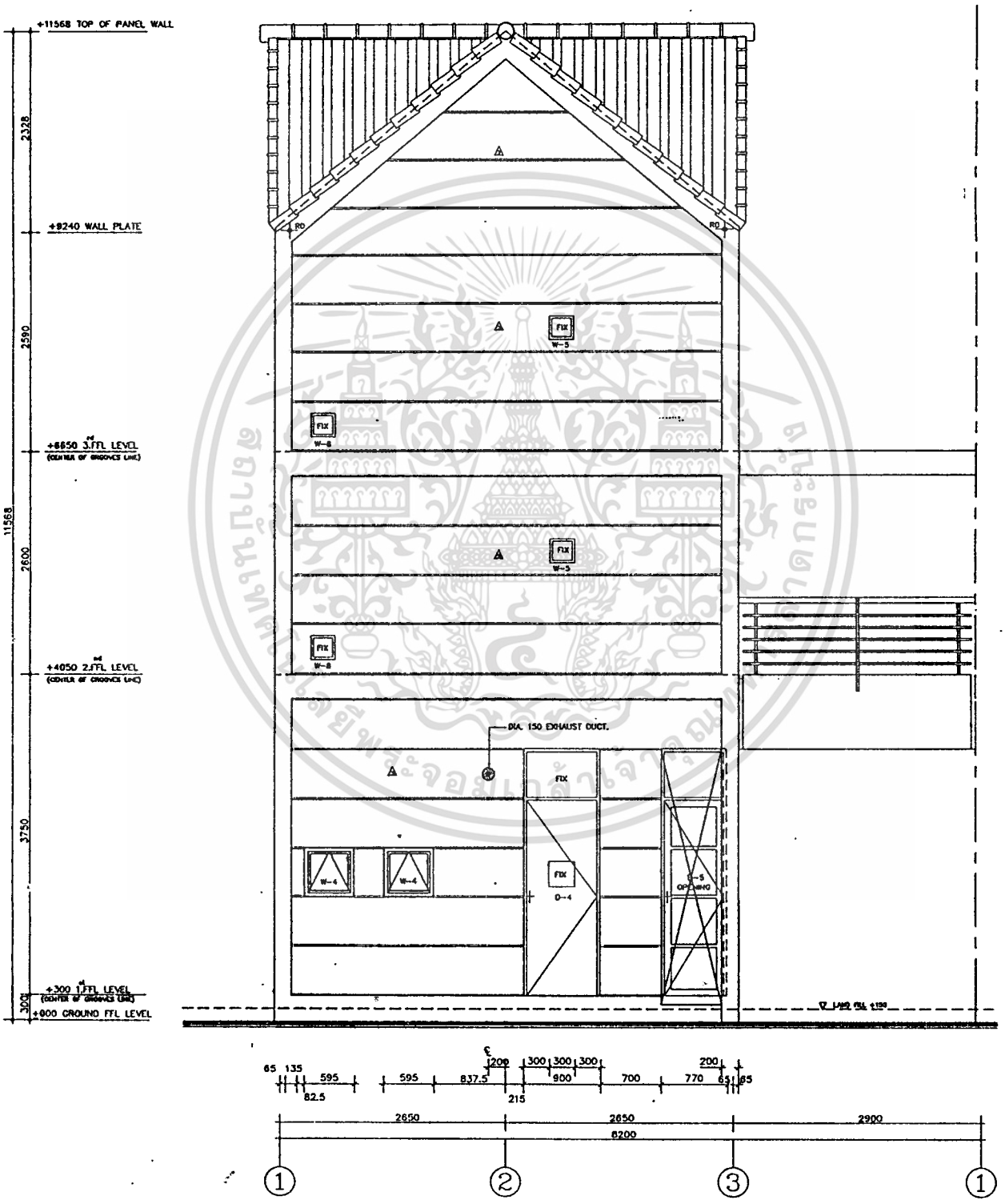
A-1C-05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



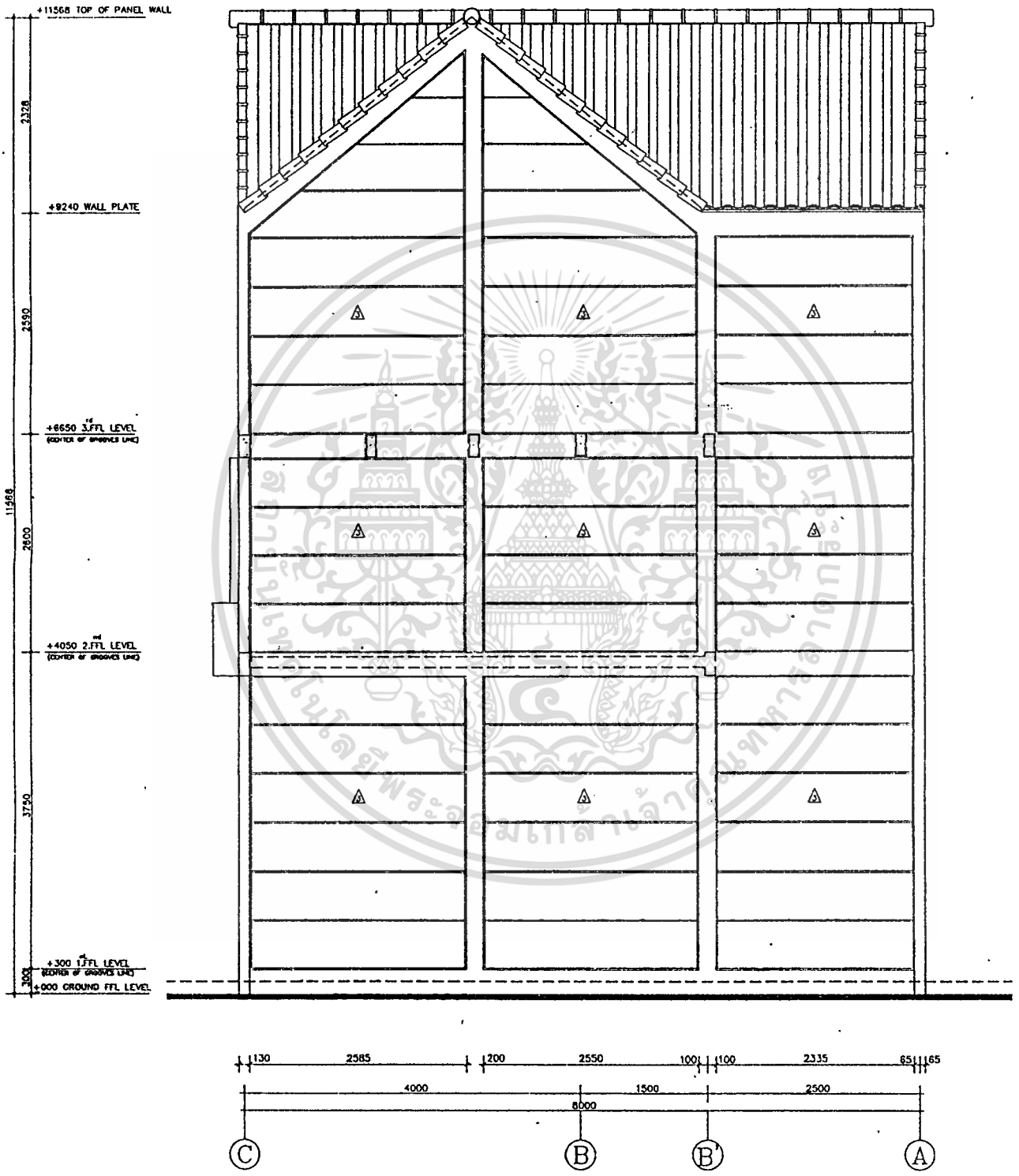
รูปด้านข้าง (2) S=1/50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



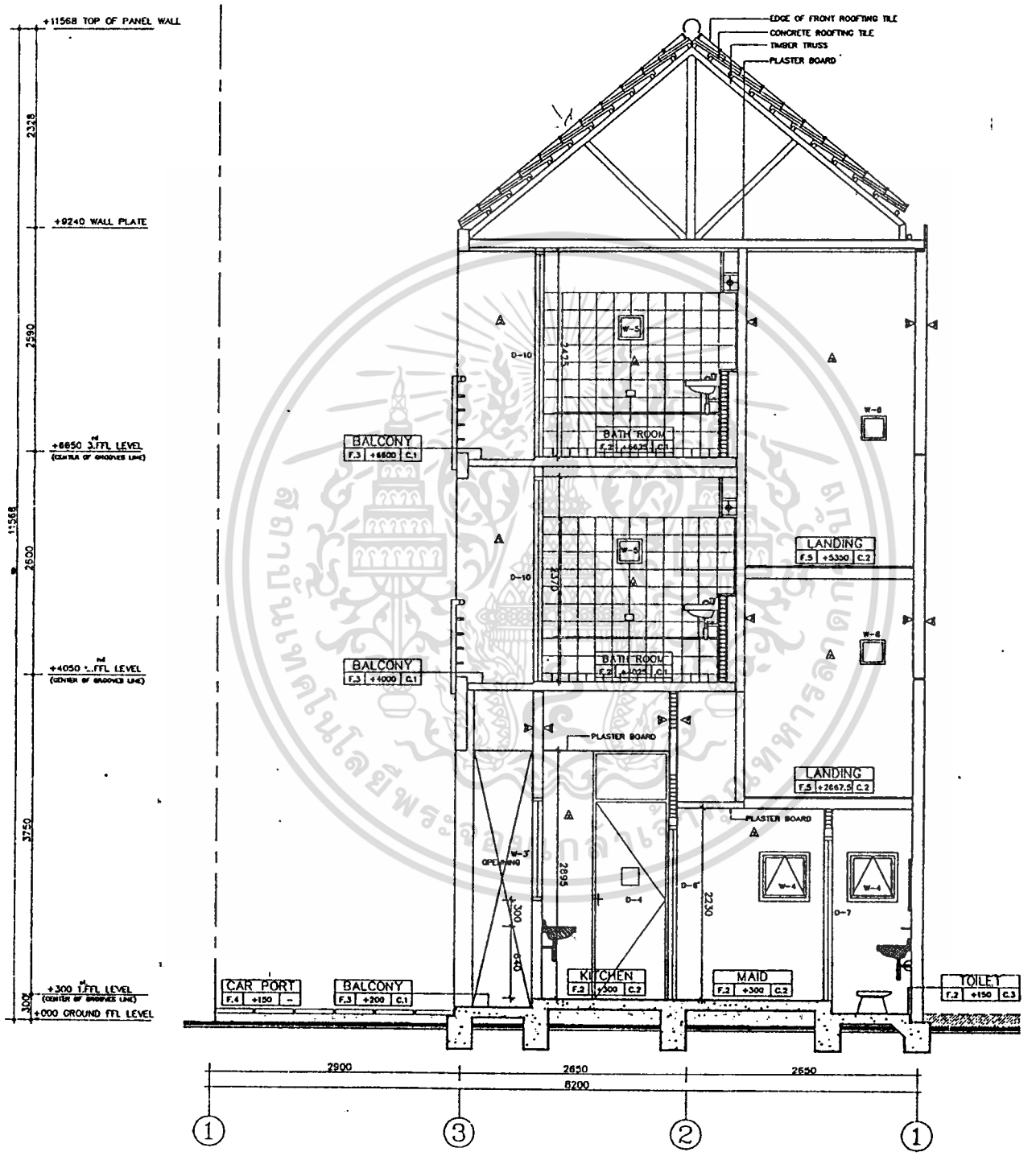
รูปด้านหลัง (3) 1/50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



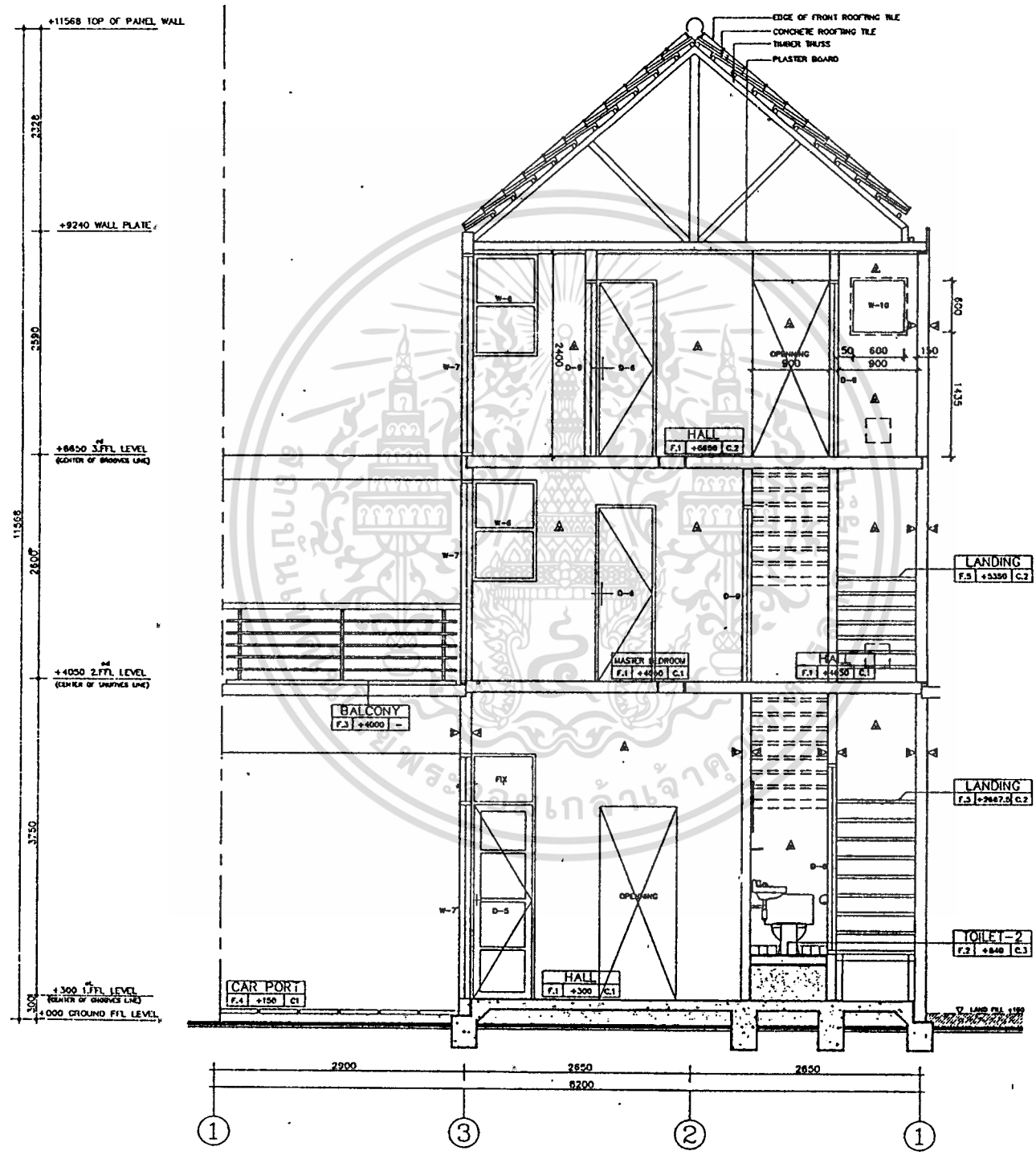
รูปด้านข้าง (4) S=1/50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



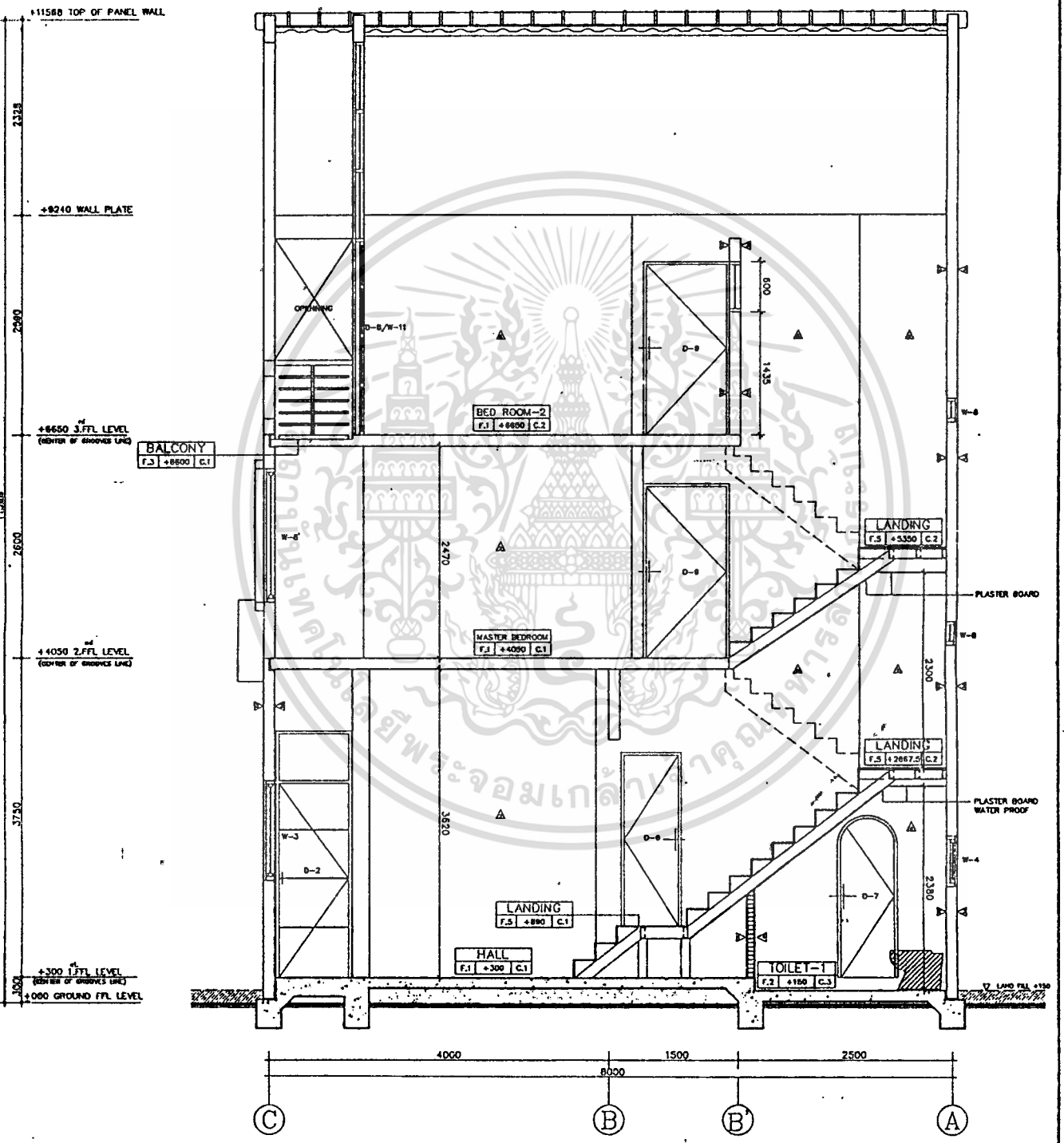
รูปตัด (A) S=1/50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



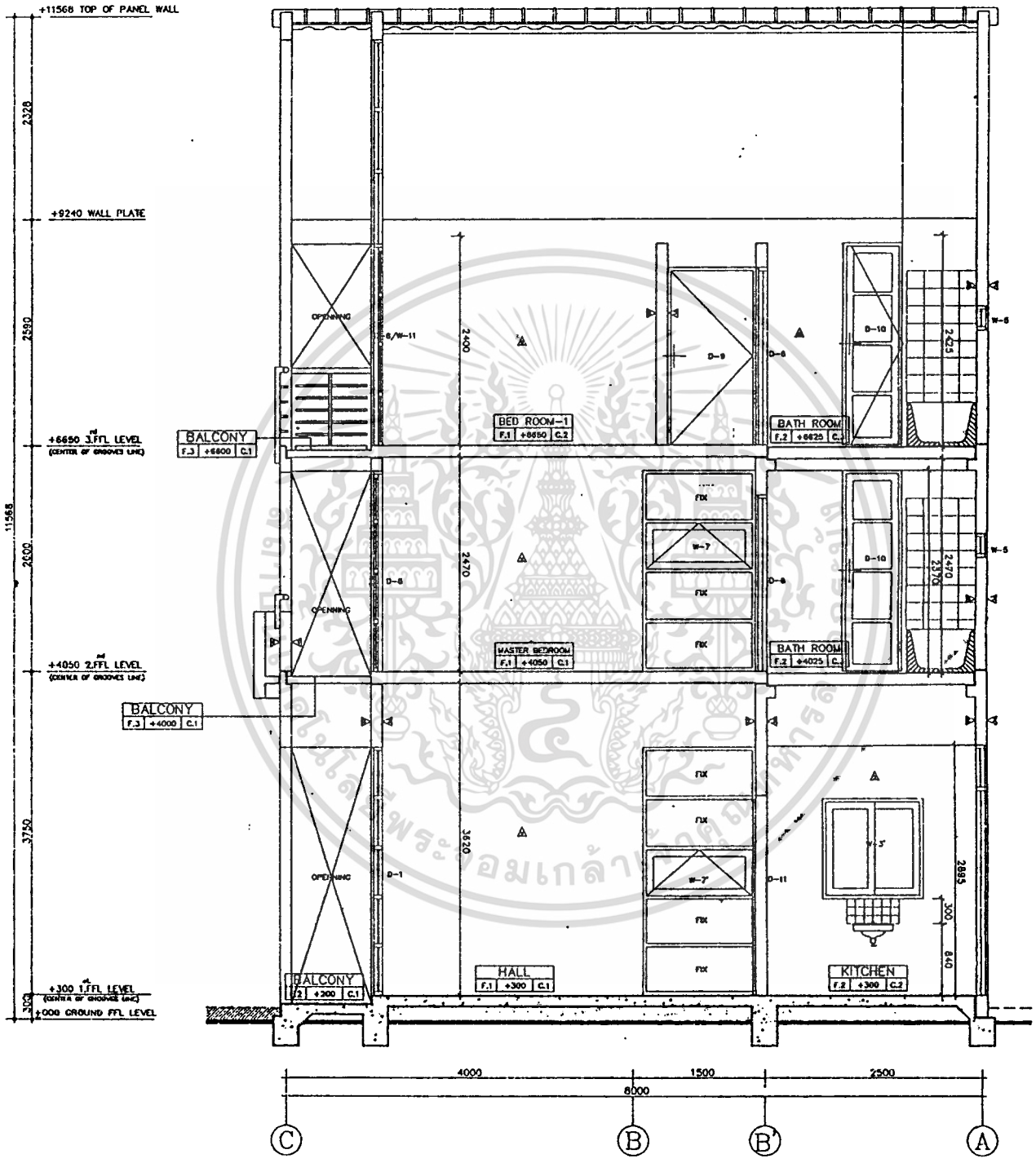
รูปตัด (B) S=1/50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



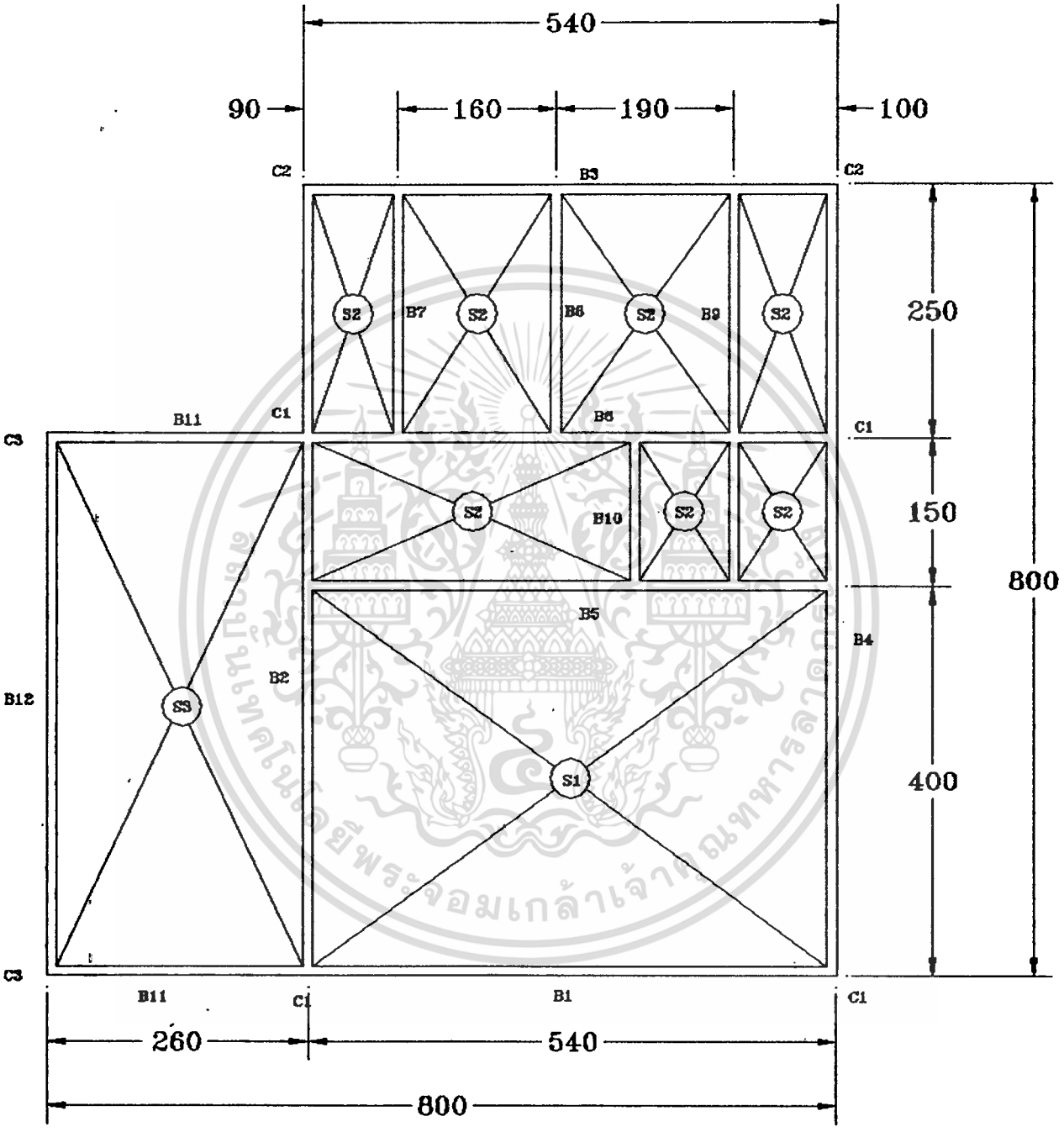
รูปตัด (C) S=1/50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



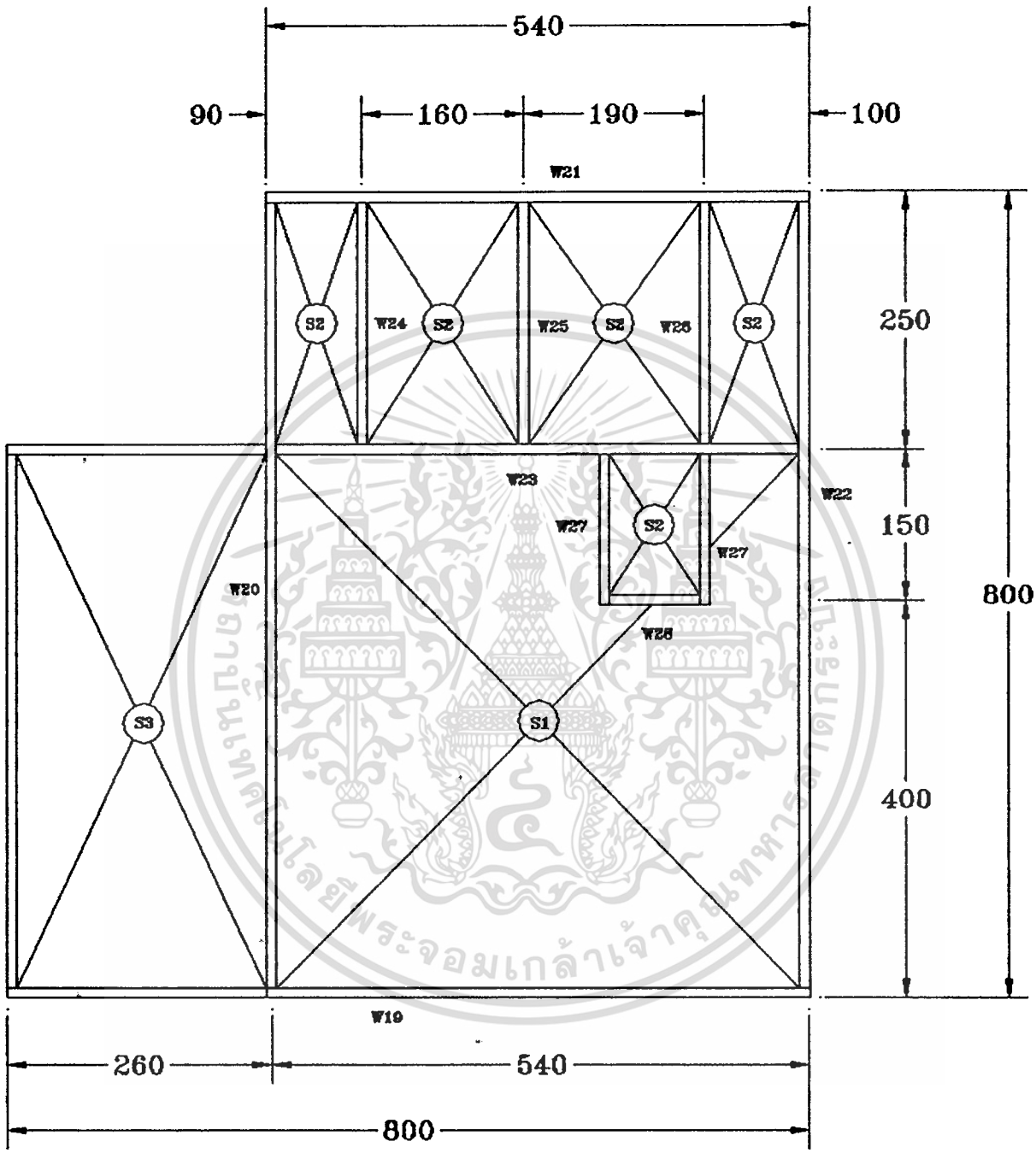
รูปตัด (D) S=1/50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



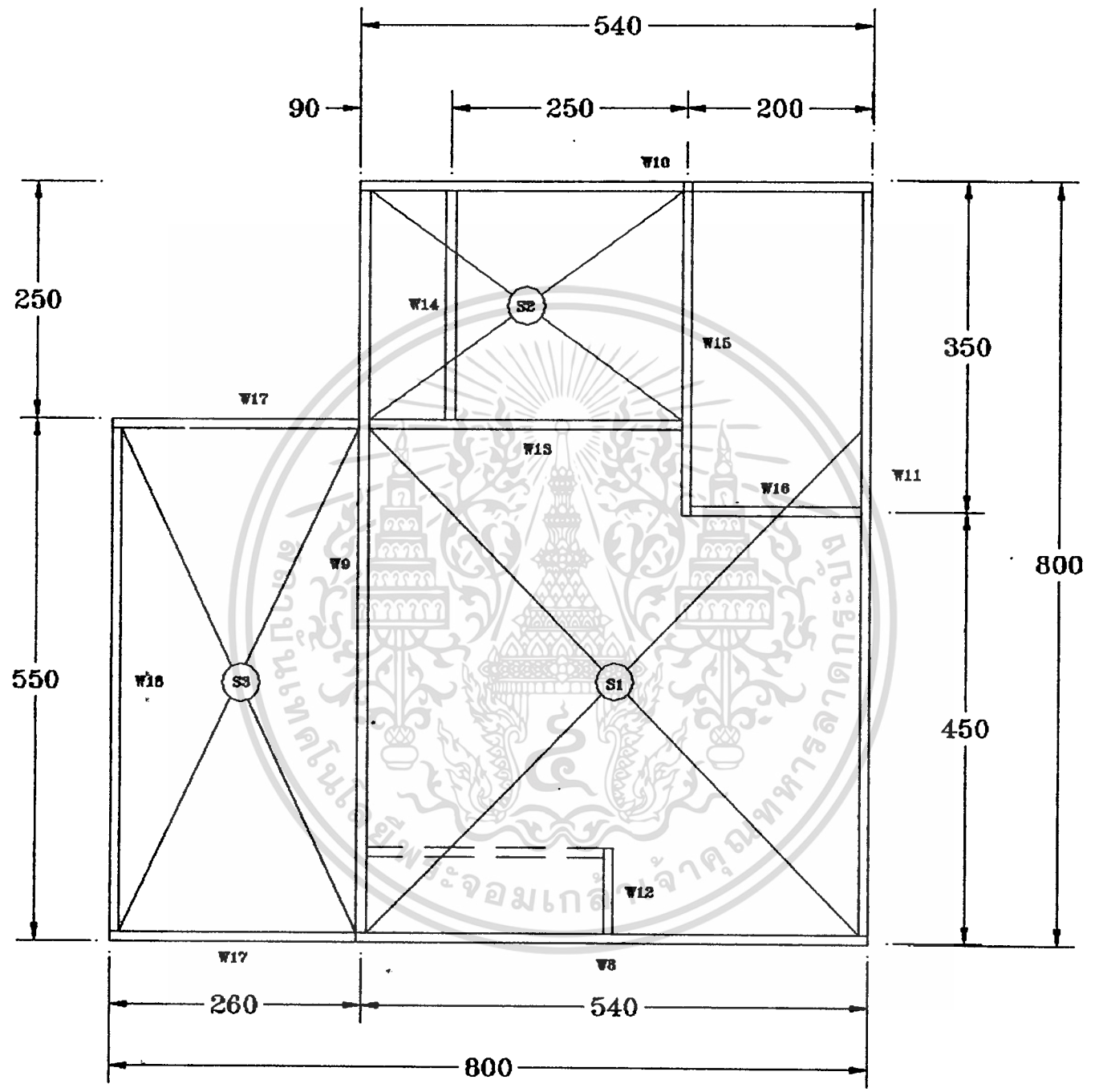
Beam Plan

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



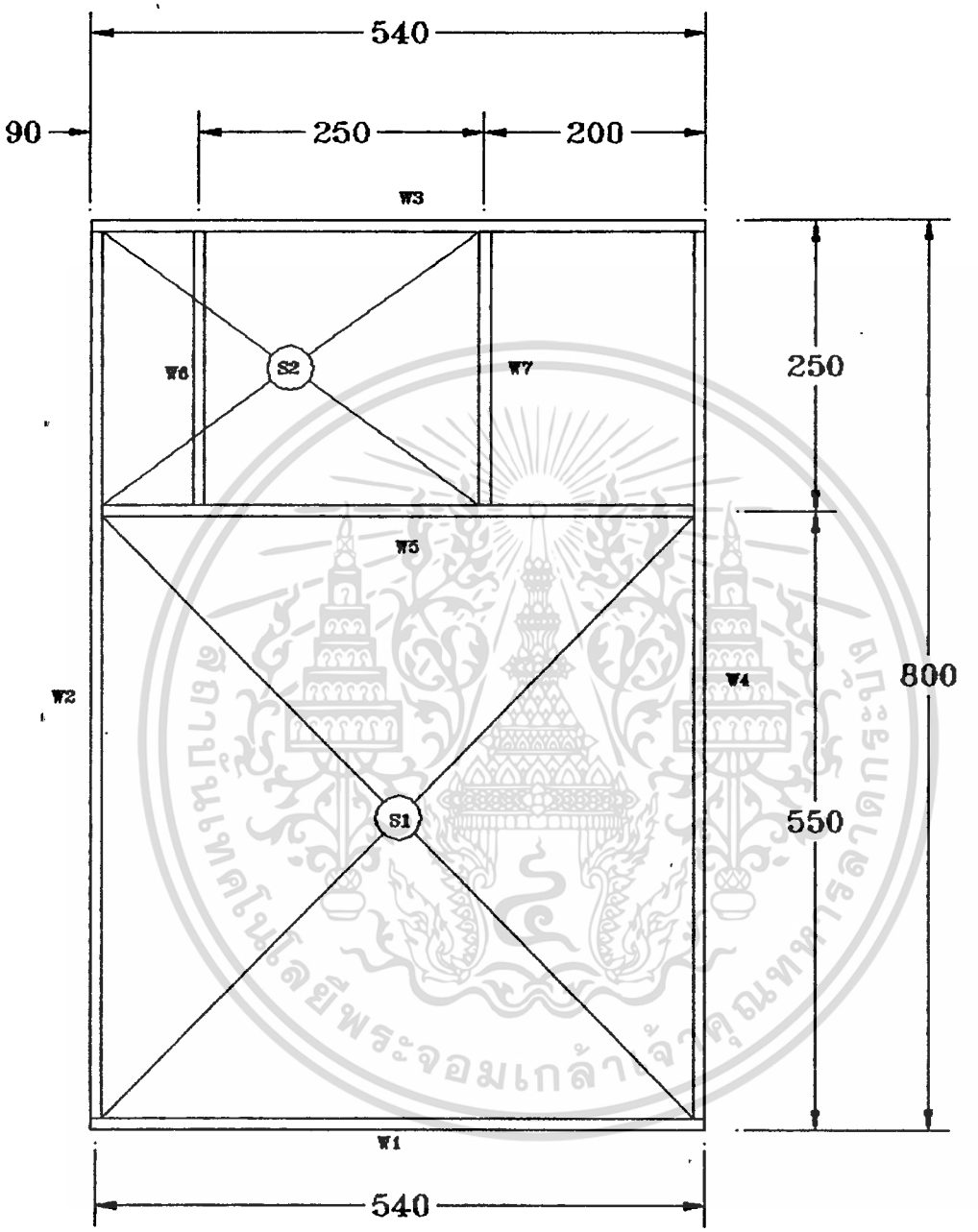
Floor 1 Plan

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



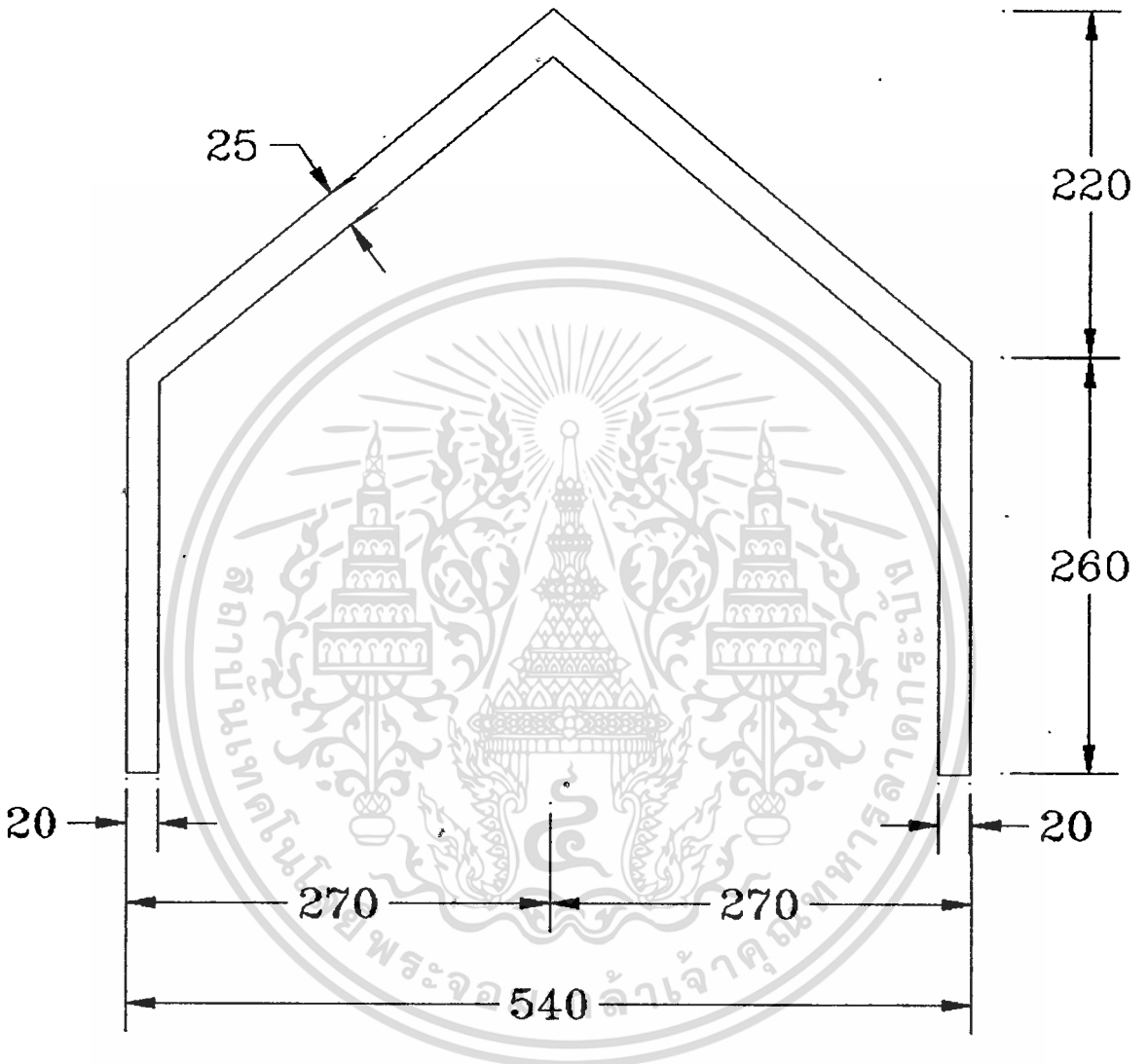
Floor 2 Plan

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



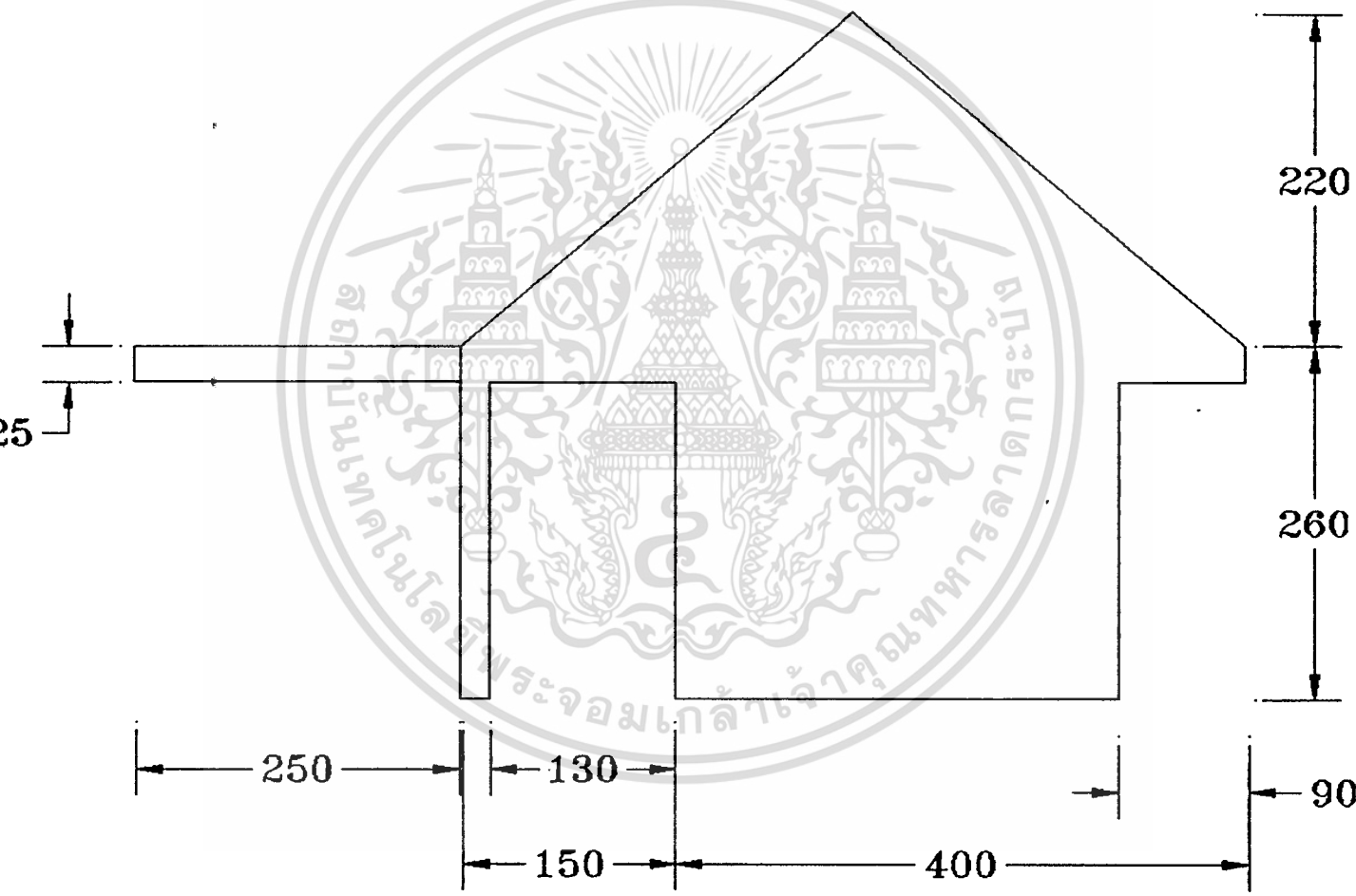
Floor 3 Plan

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



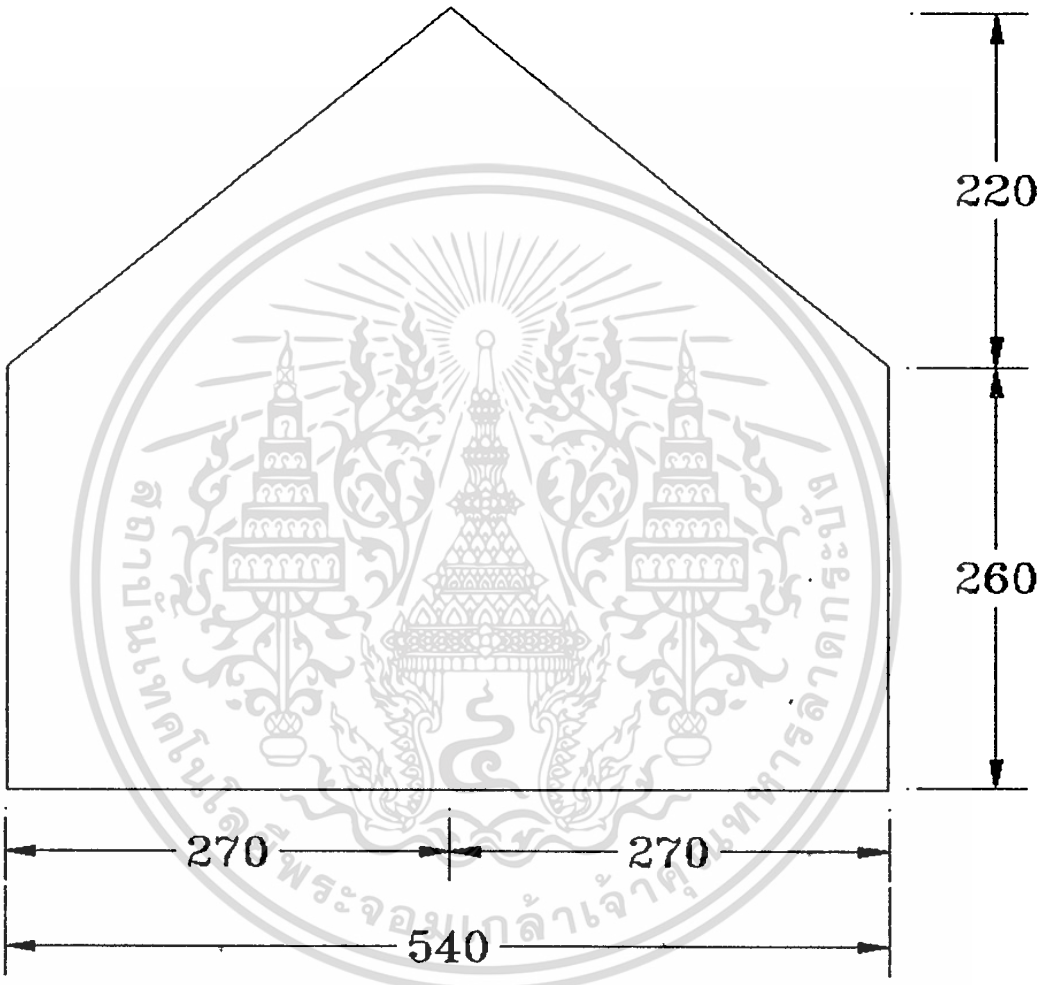
Wall 1 1:100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



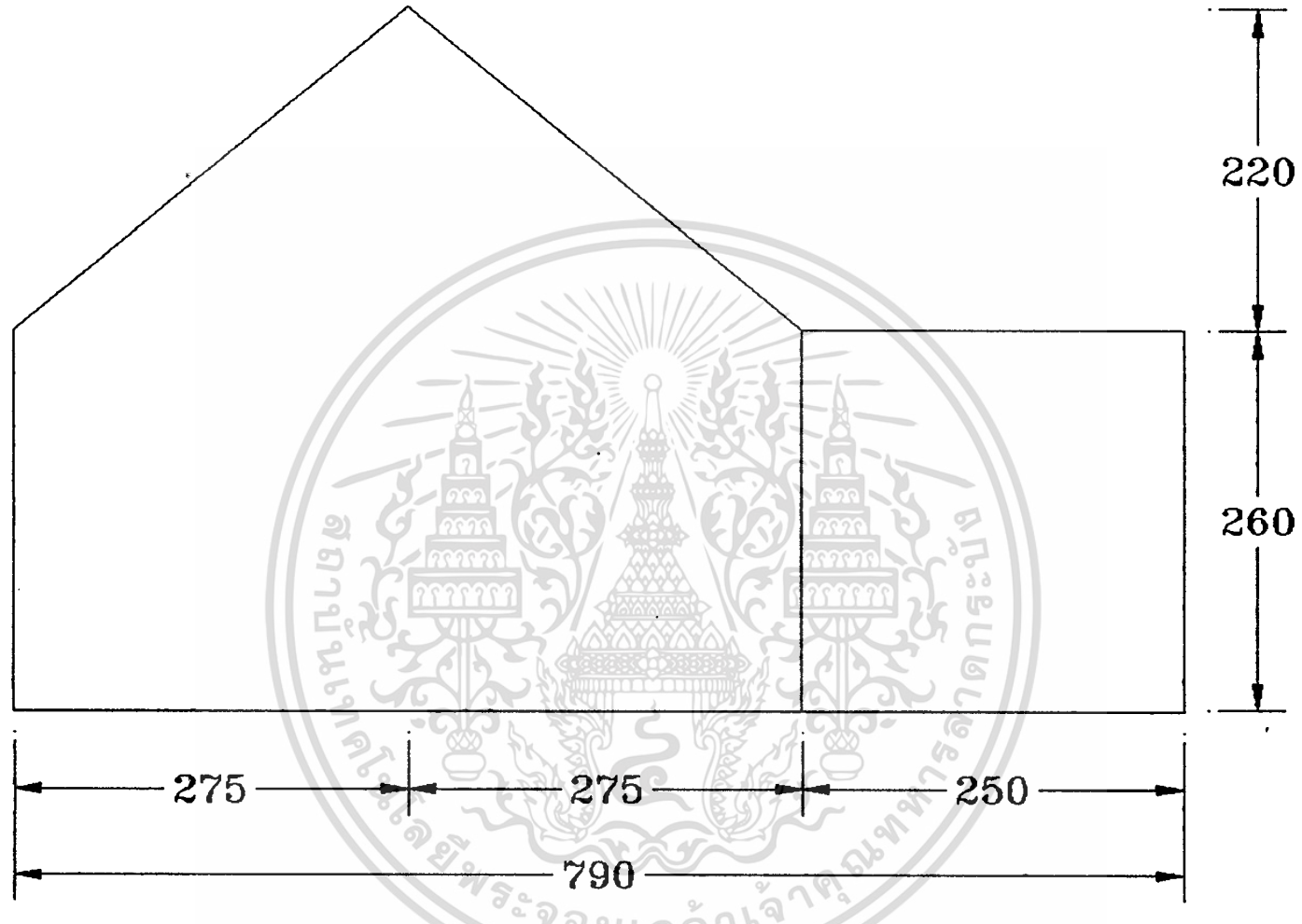
Wall 2 1:100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



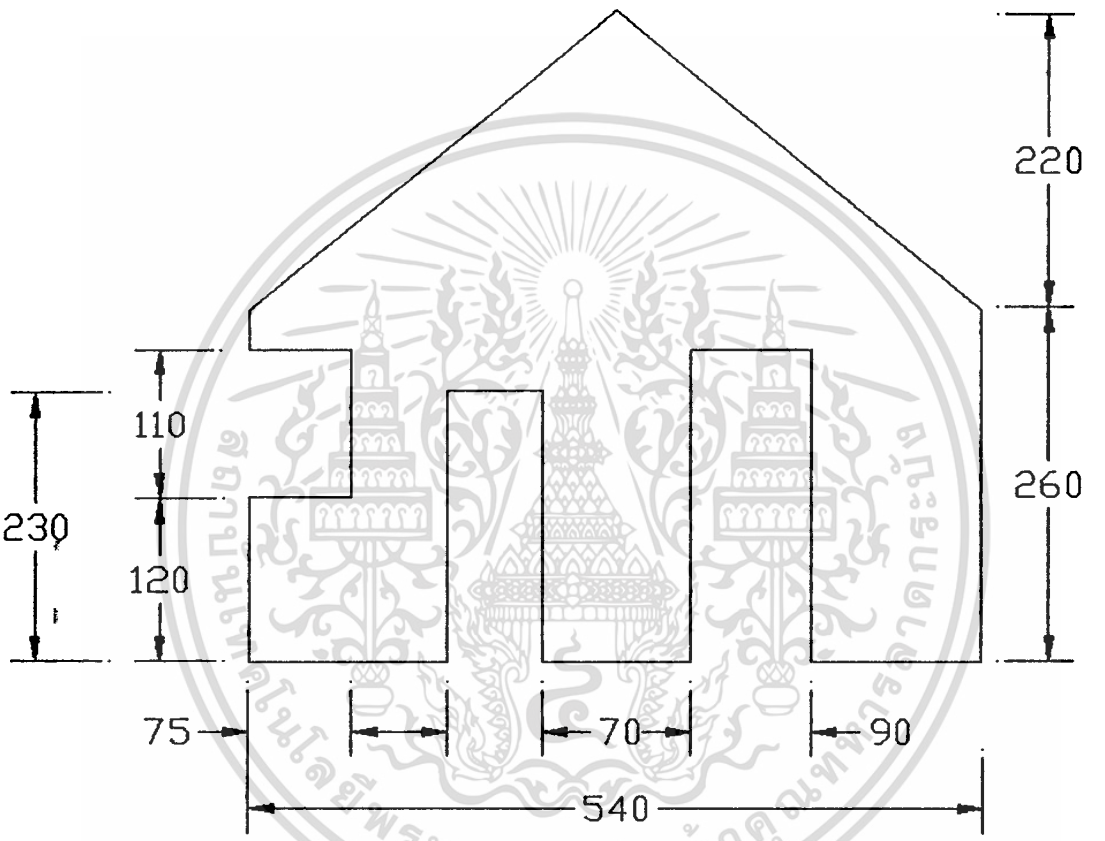
Wall 3 1:100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



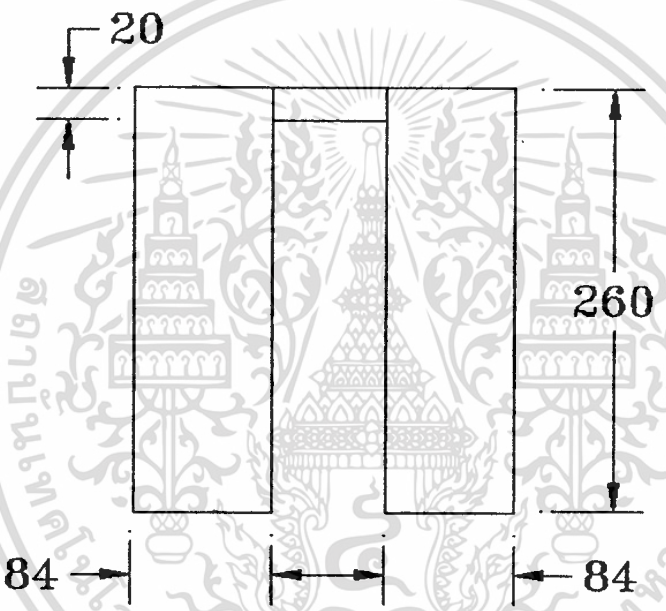
Wall 4 1:100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



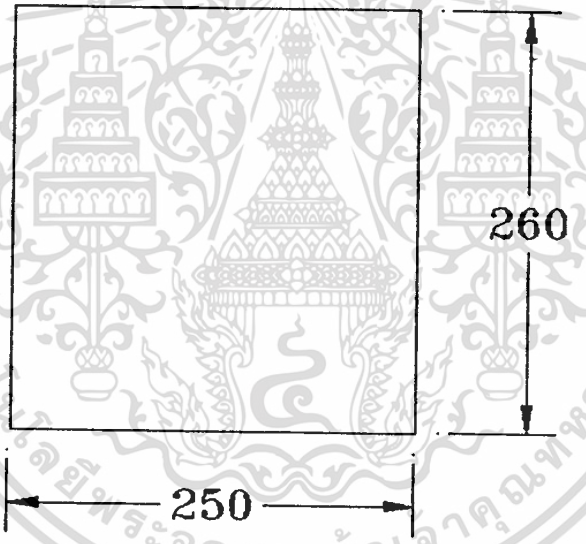
Wall 5 1:100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



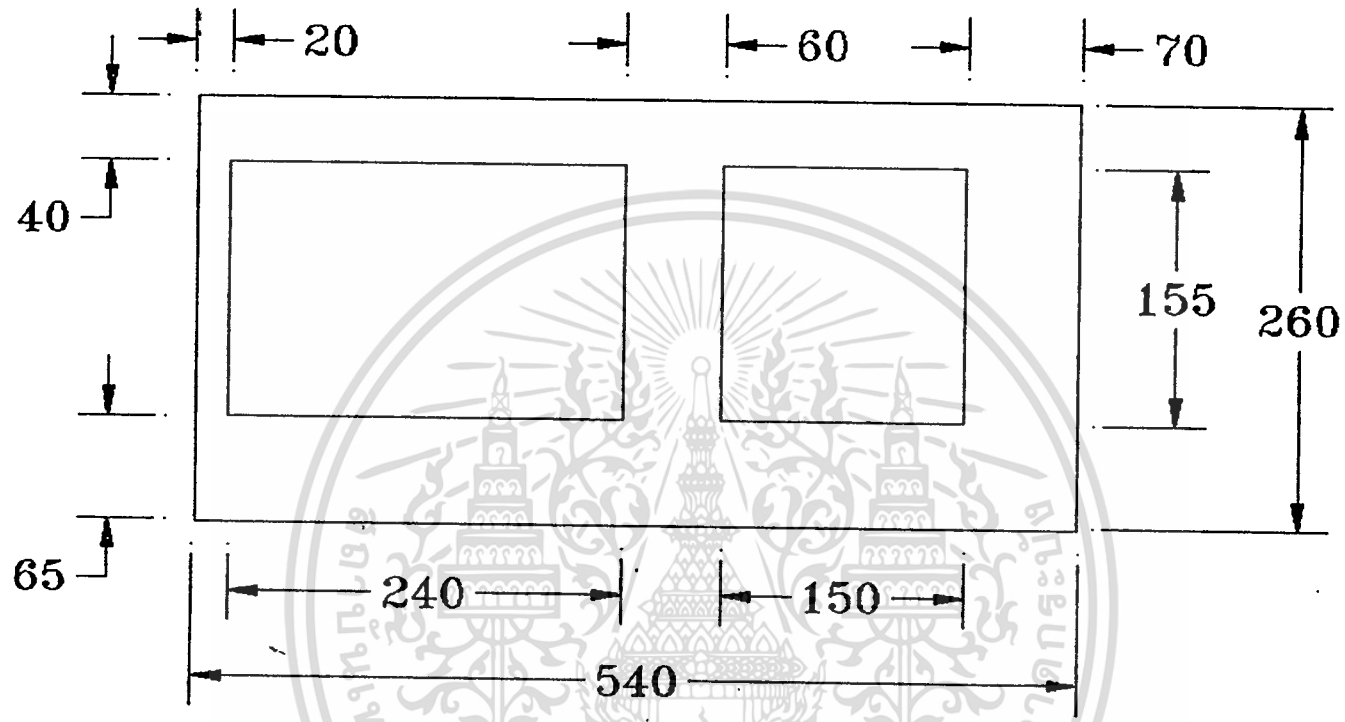
Wall 6 1:100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



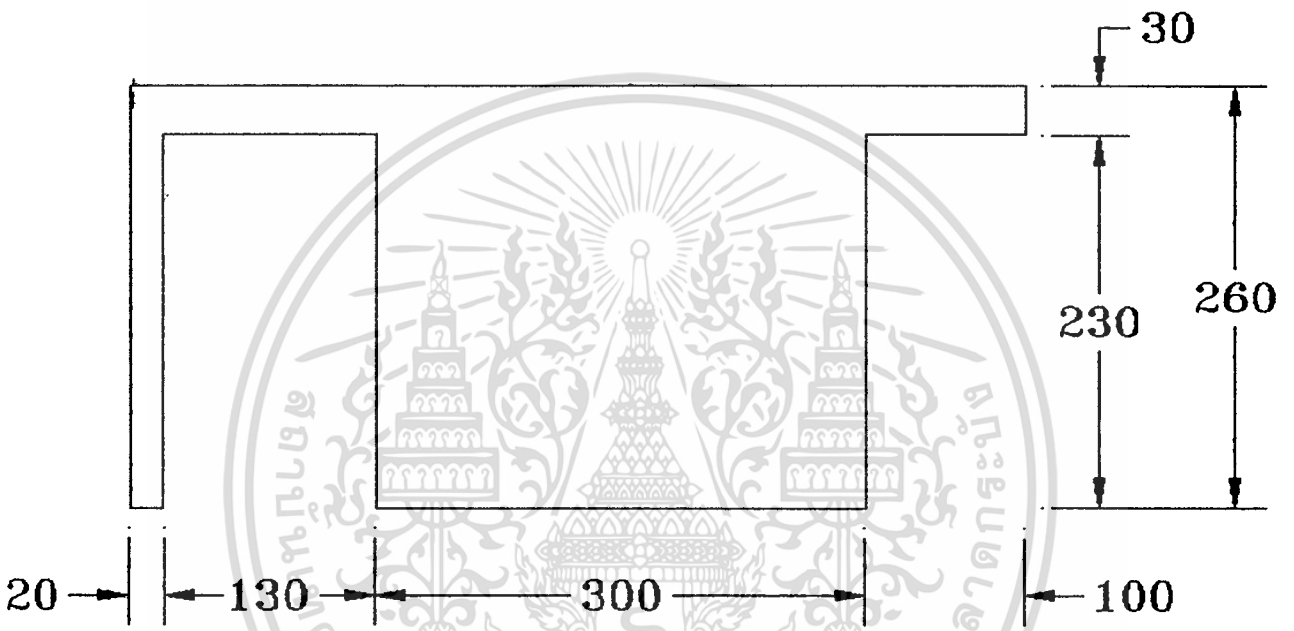
Wall 7 1:100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



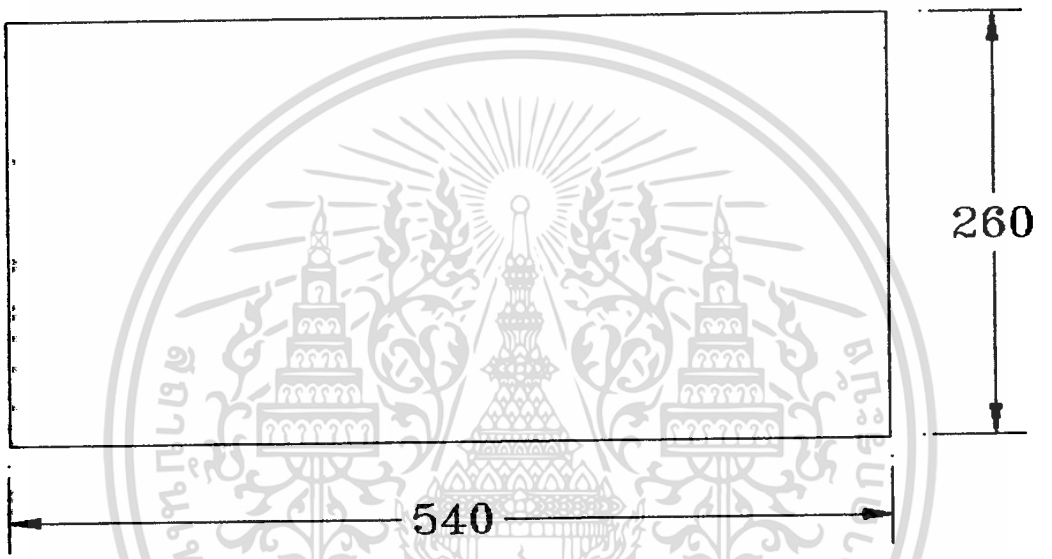
Wall 8 1:100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



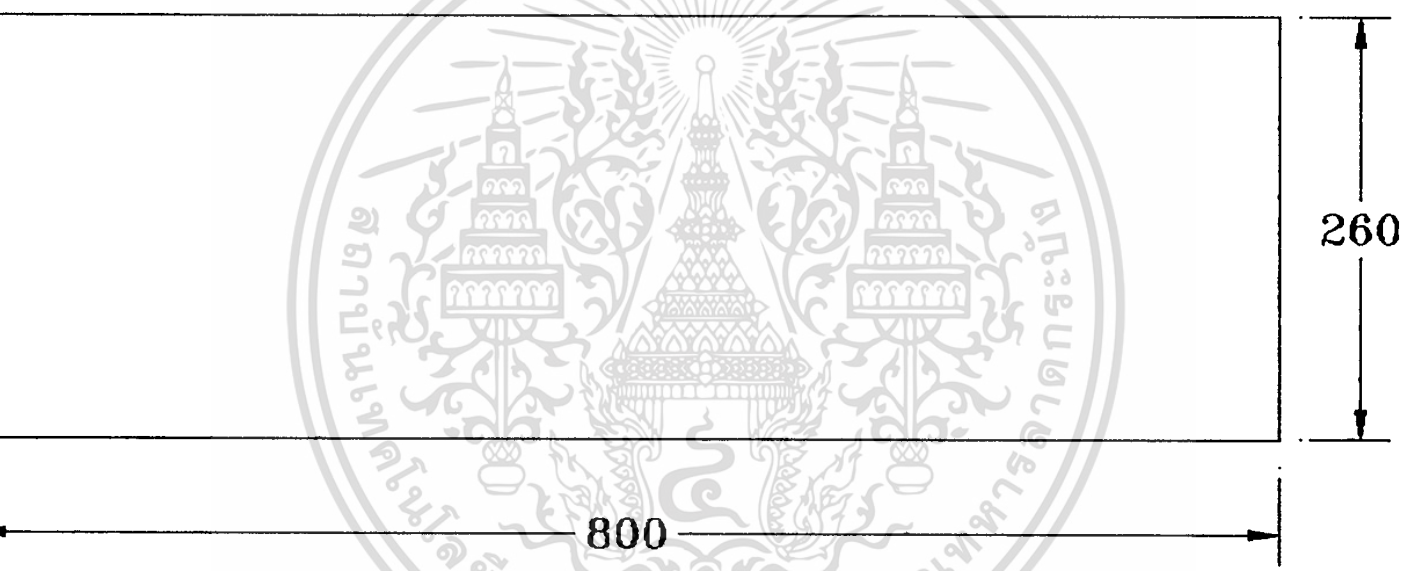
Wall 9 1:100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



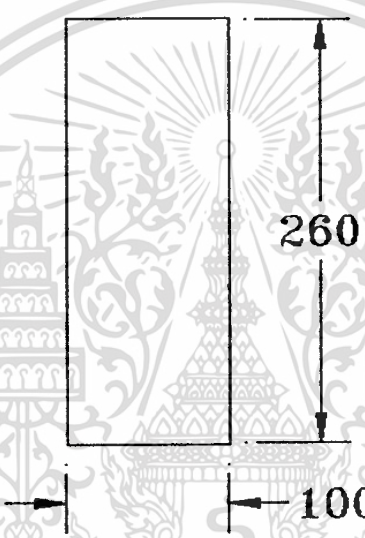
Wall 10 1:100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



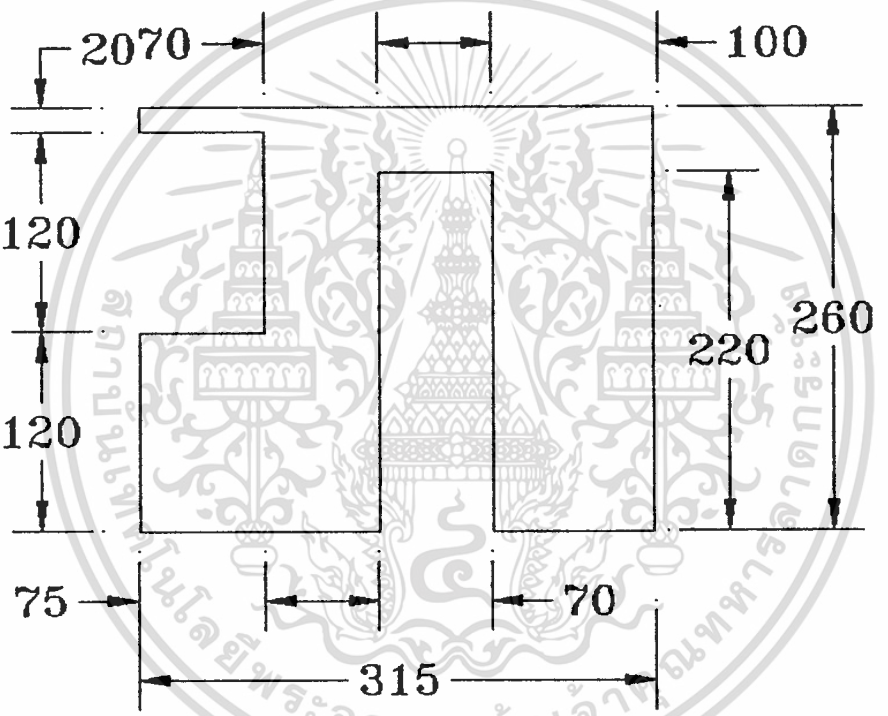
Wall 11 1:100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



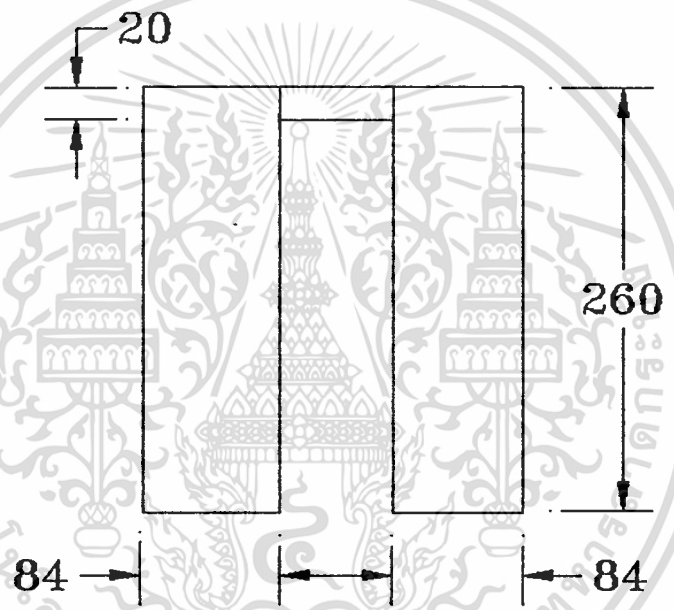
Wall 12 1:100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



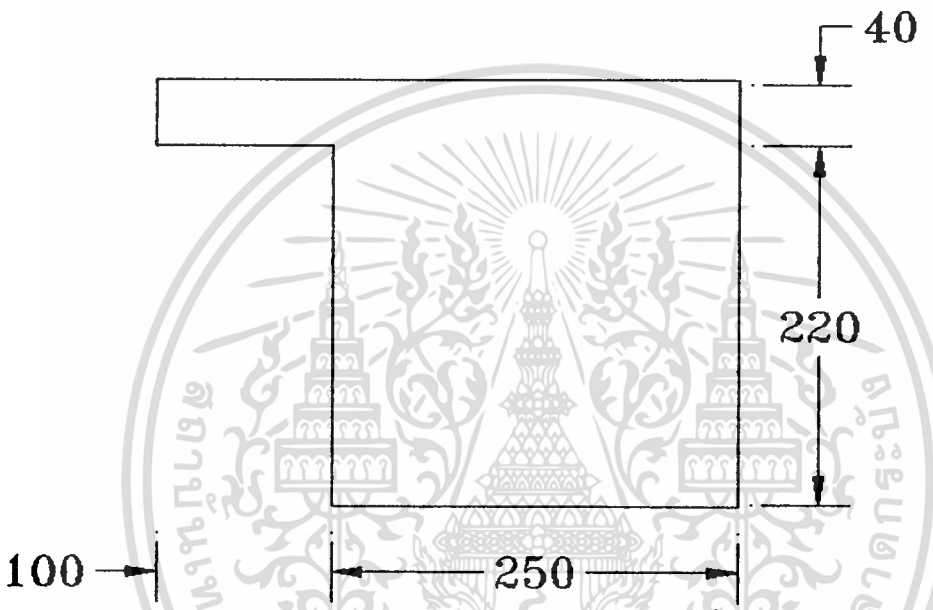
Wall 13 1:100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



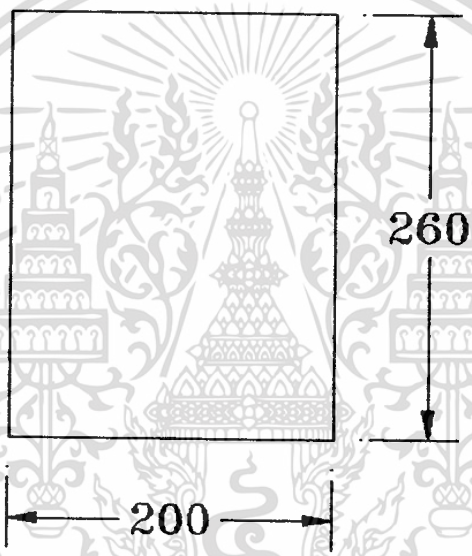
Wall 14 1:100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



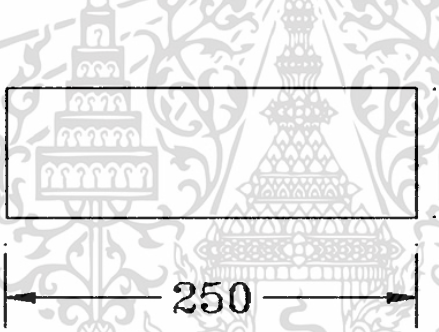
Wall 15 1:100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



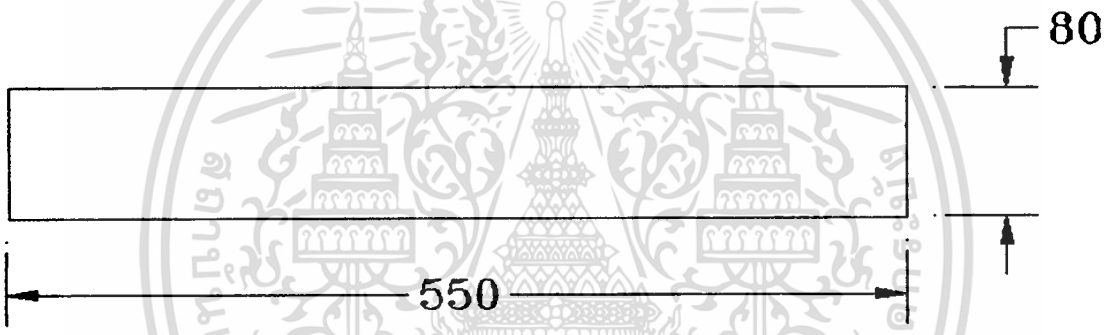
Wall 16 1:100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



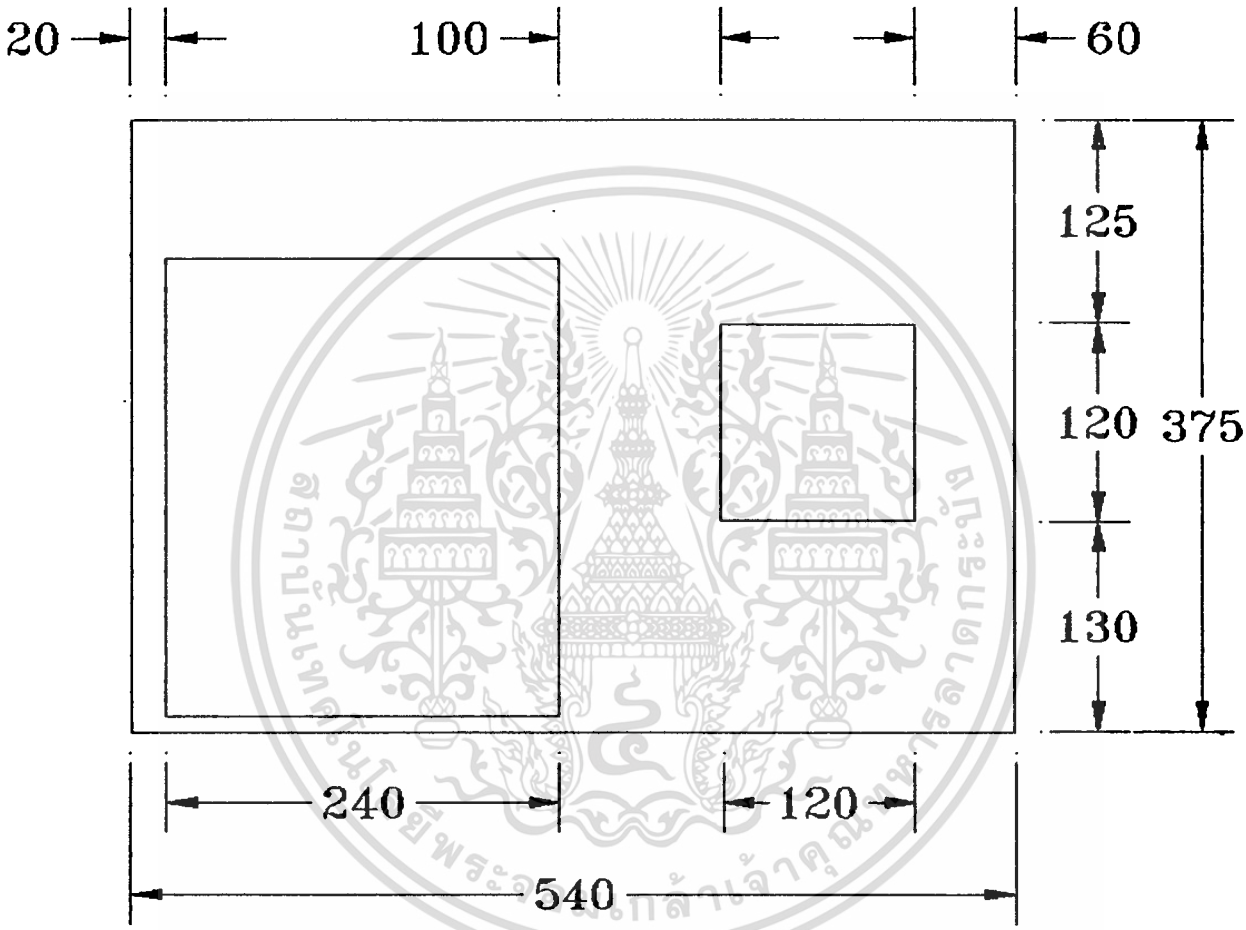
Wall 17 1:100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



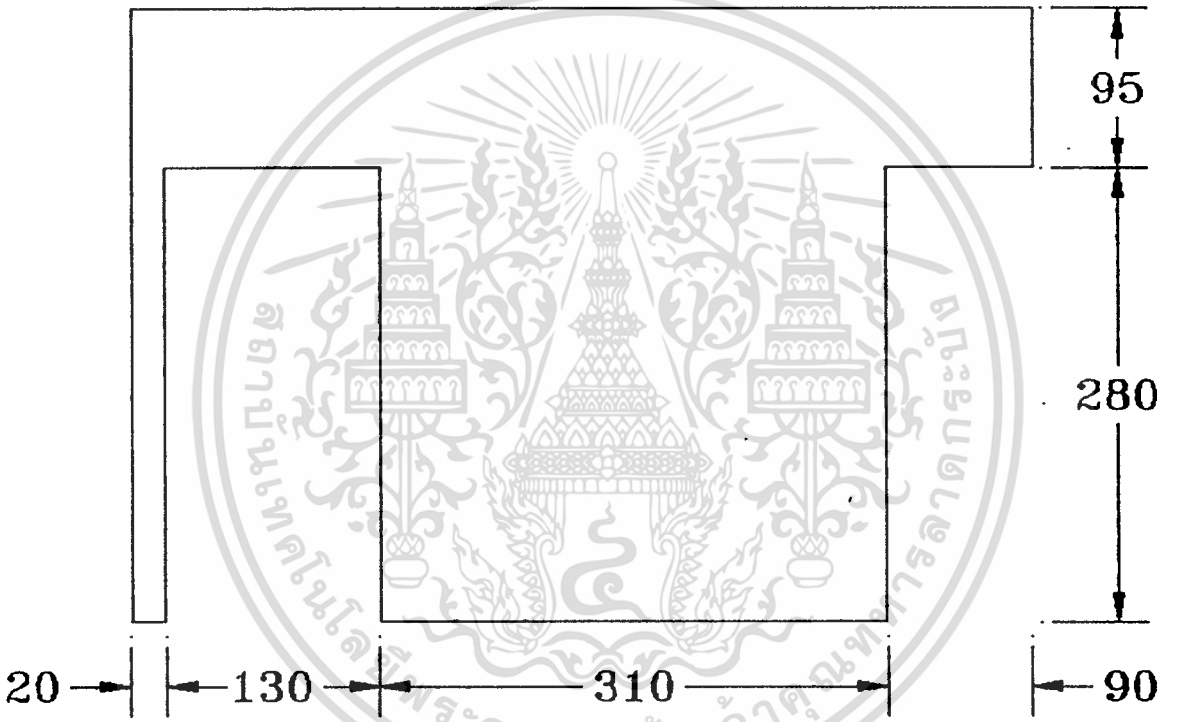
Wall 18 1:100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



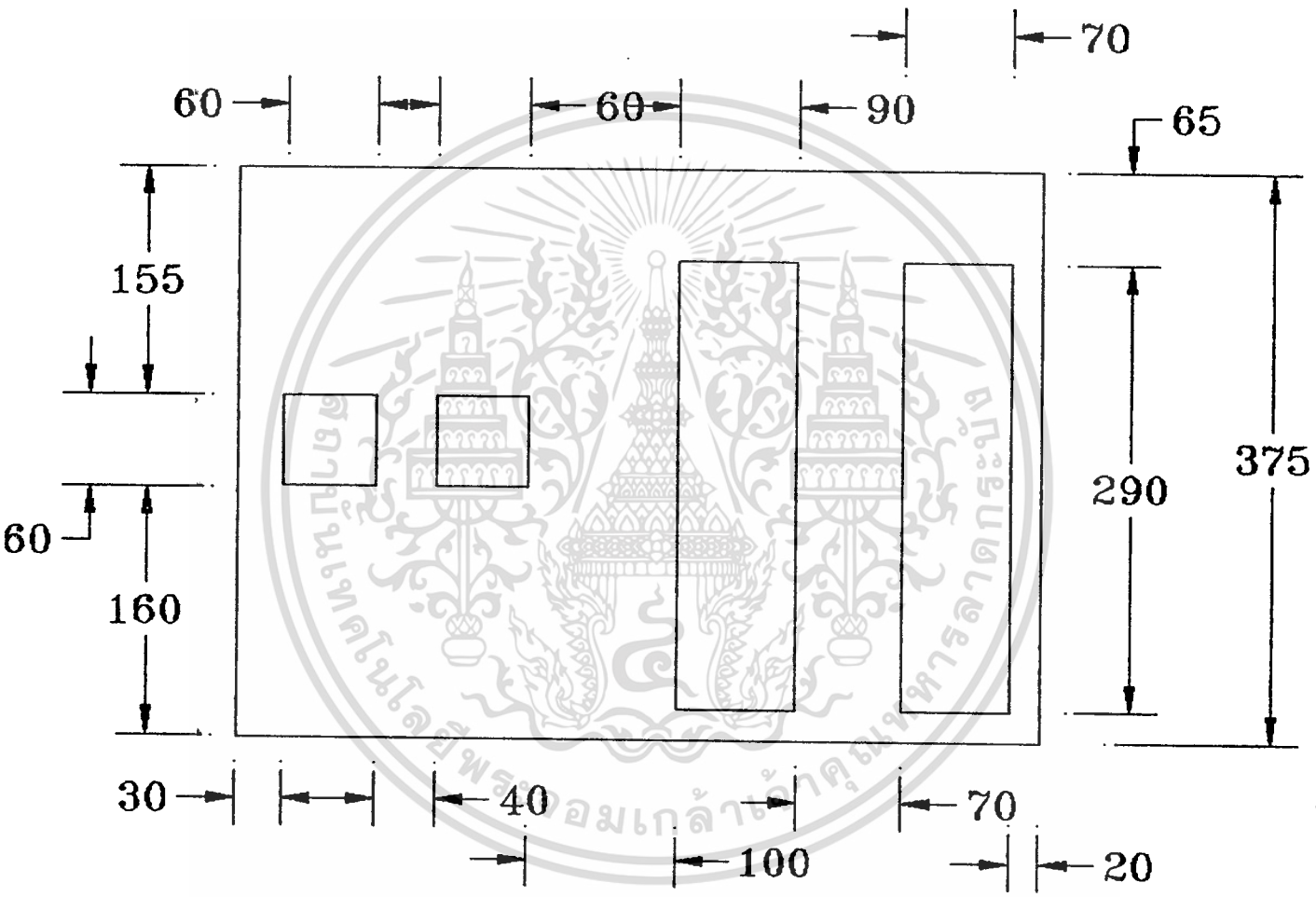
Wall 19 1:100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Wall 20 1:100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

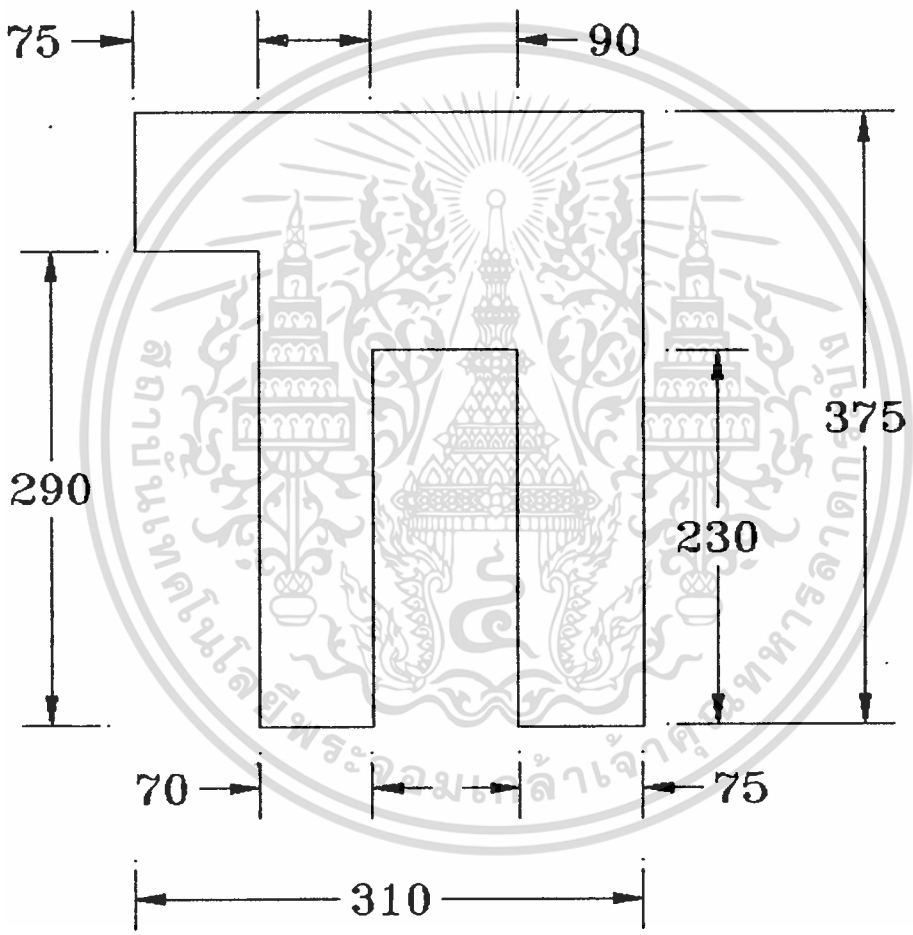


Wall 21 1:100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

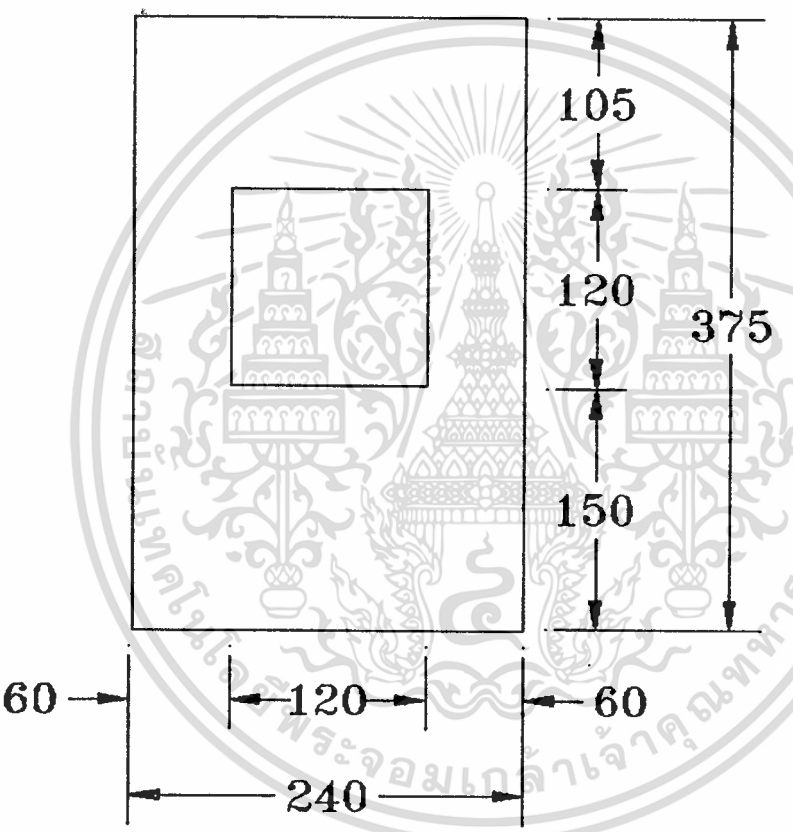
Wall 22 1:100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



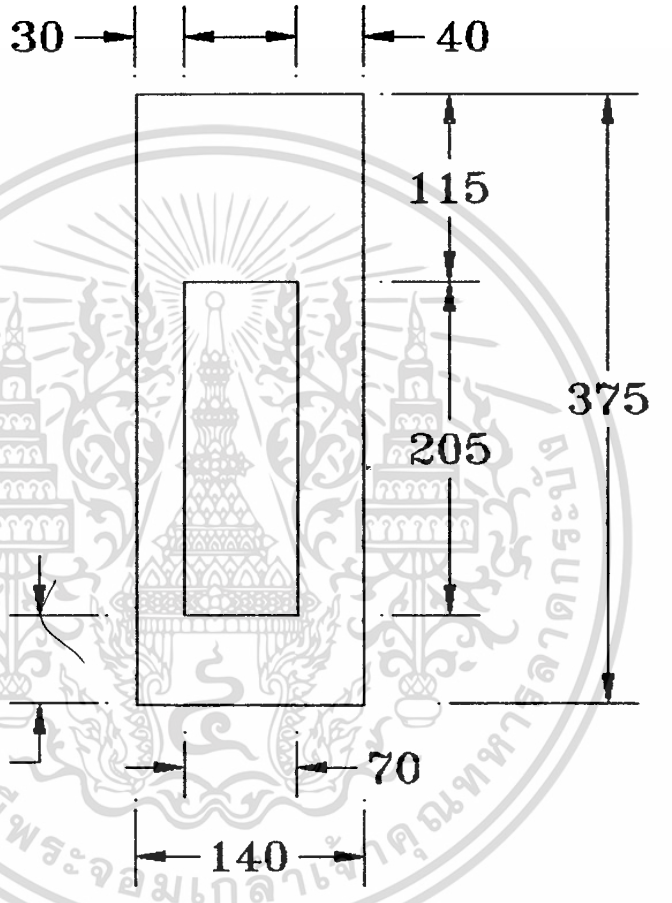
Wall 23 1:100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Wall 24 1:100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

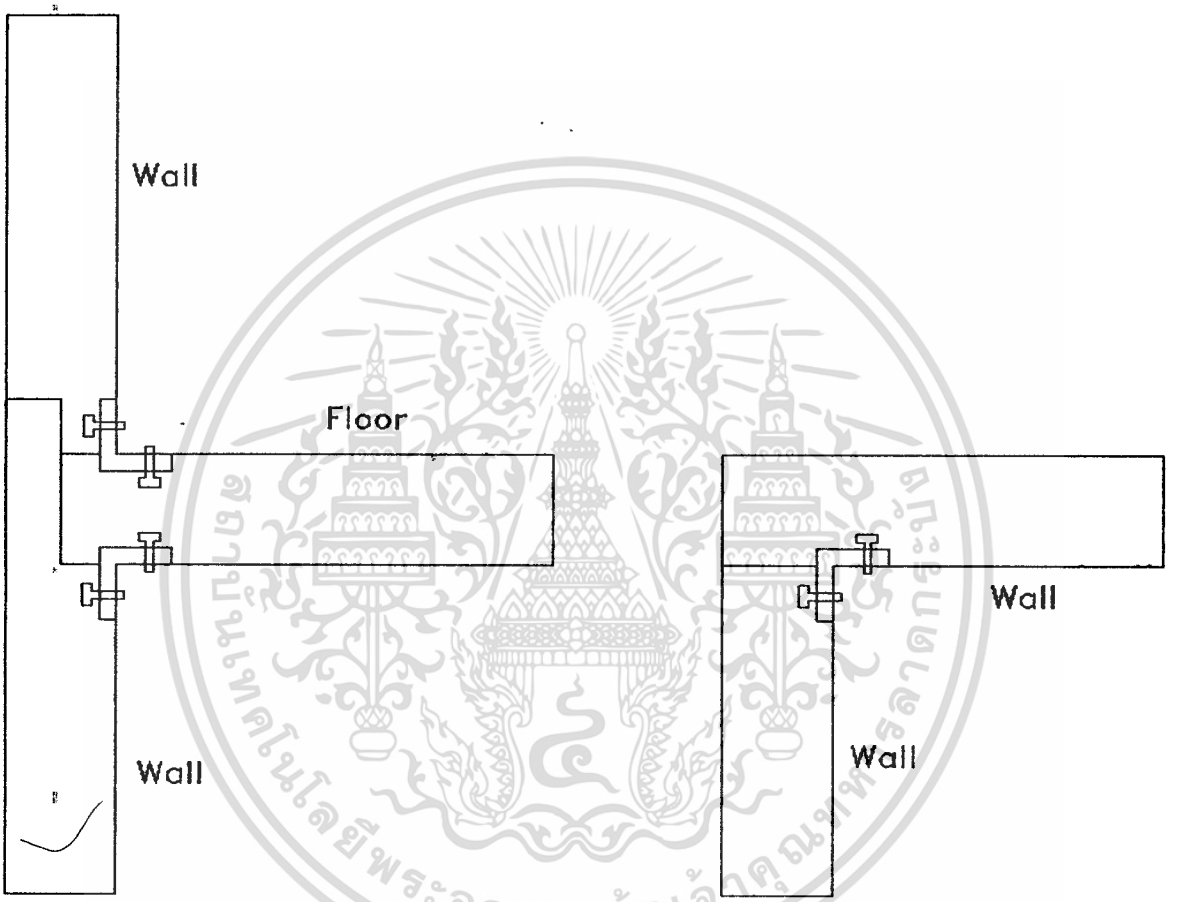


Wall 27 1:100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Wall 28 1:100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Connection Between
Wall And Floor

Connection Between
Wall And Wall

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. PCI Manual For Structural Design of Architectural Precast Concrete , MNL 121-77 , Prestressed Concrete Institute , 1977 .

2. สนั่น เจริญเผ่า และ วินิต ช่อวิเชียร , คอนกรีตเสริมเหล็ก , พิมพ์ครั้งที่ 7 , พศ 2530

3. สนั่น เจริญเผ่า และ วินิต ช่อวิเชียร , การออกแบบโครงสร้างไม้และโครงสร้างเหล็ก , พิมพ์ครั้งที่ 7 , พศ 2530

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้