ที่ปรึกษา
และครุศาสตร์อุตสาหกรรม

3

เครื่องเปิด-ปิดฝาท่อระบายน้ำในเขตกรุงเทพมหานคร

LIFTING AND CLOSING MACHINE FOR SEWAGE TUNNEL LID IN THE BANGKOK METROPOLITAN AREA

โดย

นายทิฆัมพร ชื่นศิริกุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2529

A020016

000255 010016

วัน เดือน ปี 20 พ.ย. 2530

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิทยานิพนธ์เรื่อง เครื่องเปิด-ปิดฝาท่อระบายน้ำในเขตกรุงเทพมหานคร

ชื่อนักศึกษา นายทิฆัมพร ชื้นศิริกุล

อาจารย์ที่ปรึกษา อ. อุดมศักดิ์ สาริบุตร

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ กรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ ได้ตรวจพิจารณาและเห็นชอบแล้ว จึงอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต ประจำปีการศึกษา 2529

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คุณหญิงวนิดา ธูปะเตมีย์)

คณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

ในปัจจุบัน กรุงเทพมหานคร มีประชากรมากกว่า ๕ ล้านคน ในการอยู่รวมกันเมื่อประชากรมาก ๆ นั้นย่อมมีปัญหามากมายหลายอย่างด้วยกัน นับตั้งแต่ปัญหาที่อยู่อาศัย ปัญหาการจราจร ต่าง ๆ อีกมากมาย และปัญหาที่ทำให้กรุงเทพมหานครต้องเสียเงินในการแก้ไขมากเช่นกัน คือ ปัญหาการระบายน้ำ ปัญหาท่อตัน ระบายน้ำไม่ทัน ส่วนในการล้างท่อ ขุดลอกท่อนั้นก็ต้องมีการเปิด-ปิดฝาท่อระบายน้ำ ฉะนั้น ผู้วิจัยจึงได้แนวความคิดในการทำเครื่องเปิด-ปิดฝาท่อระบายน้ำในเขตกรุงเทพมหานคร

จุดมุ่งหมายโดยแท้จริงของการออกแบบเครื่องนี้นั้นก็เพื่อต้องการที่จะไม่ทำให้ฝาท่อระบายน้ำและขอบบ่อพักชำรุด เพราะจะทำความเสียหายถึงผิวจราจรด้วย และงบประมาณในการซ่อมบำรุงฝาท่อชำรุด ซ่อมขอบบ่อพักนั้น ในปีหนึ่ง ๆ ใช้งบประมาณนับล้านบาท ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองงบประมาณโดยใช่เหตุ ประการที่สอง คือ เพื่อเป็นการผ่อนแรงและทำความสะดวกสบายให้กับเจ้าหน้าที่ เพื่อที่จะไม่ต้องออกแรงมาก และมีความสะดวกสบาย ความคล่องตัวในการทำงานมากขึ้น

ในส่วนของปัญหาทั่ว ๆ ไปแล้ว การเปิด-ปิดฝาท่อมักมีปัญหา คือ นำเอาอีเตอร์หรือชะแลงมางัดตามร่องขอบฝาท่อหรือรูระบายน้ำของท่อ ทำให้เกิดการแตกร้าวตามฝาท่อได้ และเมื่อฝาท่อแน่นมาก ๆ งัดไม่ออก ก็นำช้อนมาทุบตามขอบออกแล้วงัดขึ้นมา ทำให้เกิดการชำรุดอย่างมาก และขนาดของฝาท่อนั้นมีมากมายหลายชนิด การเปิดแต่ละชนิดมักจะมีวิธีการที่ต่าง ๆ กัน พฤติกรรมที่จะนำมาศึกษาจึงต่างกัน

ในส่วนปัญหาของเครื่องเดิมนั้น ผู้วิจัยได้คุยกับเจ้าของเดิม คือ คุณประสิทธิ์ คหนูรักษ์ และได้ทราบถึงปัญหาต่าง ๆ คือ เครื่องเดิมนั้นมีน้ำหนักมาก มีระบบการผ่อนแรงที่ช้าและได้ผลไม่เต็มที่ การเคลื่อนย้ายไม่สะดวก การทำงานไม่คล่องตัวเท่าที่ควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และจากการออกแบบที่สำรวจออกมา เครื่อง เปิด-ปิดฝาท่อใน เขตกรุง เทพมหานคร มีลักษณะ เป็นรถ เข็น สูงประมาณ 50 เซนติเมตร สามารถ เปิดฝาท่อในทุกชนิดในกรุง เทพ-มหานคร โดยมีตะขอ เกี่ยวสองชนิด โดยชนิดแรก เปิดฝาท่อ เหลี่ยม และชนิดสอง เปิดฝาท่อกลม ลักษณะการทำงานใช้ยกโดยแม่แรง ลักษณะการยกคล้ายยกแม่แรงรถยนต์ ส่วนจับ เข็น สามารถพับเก็บได้ เพื่อประหยัดเนื้อที่ในการขนส่ง สีที่ใช้ทา เป็นสี เหลือง และมีแถบสะท้อนแสง สำหรับใช้ใน เวลาค่ำคืนหรือ เวลายำรุ่ง เครื่อง เปิด-ปิดฝาท่อนี้มีราคาประมาณ 2,000-2,500 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ดี ผู้วิจัยมีส่วนได้รับความช่วยเหลือจากบุคคลต่าง ๆ มากมาย ดังนี้

- คุณพ่อ คุณแม่ ผู้ที่ให้ทุกสิ่งทุกอย่างแก่ผู้วิจัย จนทำให้ผู้วิจัยยืนอยู่ในจุดที่ผู้วิจัยภาคภูมิใจ
- อาจารย์อุดมศักดิ์ สาริบุตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้คำแนะนำอันมีค่ามากยิ่ง
- อาจารย์ถาวร อาชีวะ
- ผู้อำนวยการกองออกแบบ สำนักการโยธา กทม.
- คุณอรวิทย์ เหมะจุฑา กองออกแบบ สำนักการโยธา กทม.
- คุณวิรัตน์ ลมัยพันธ์ แผนกพัสดุและโรงงาน สำนักการระบายน้ำ กทม.
- คุณประสิทธิ์ คหนุรักษ์
- อาจารย์วิเชียร ธรรมสุจริต
- คุณพงษ์เชิด จามีกรกุล
- ท่านคณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์
- บุญเอกการช่าง

และเพื่อน ๆ ทุกคน โดยเฉพาะ "ไต" "แหลม" "อ๊อด" และอีกหลาย ๆ ท่านที่มิได้กล่าวนาม ผู้วิจัยขอขอบคุณท่านทั้งหลายที่มีส่วนทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จด้วยดี

ทิฆัมพร ชื้นศิริกุล

27 กุมภาพันธ์ 2530

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ค
อนุมัติผล	
สารบาญ	ง
รายการตารางประกอบ	ช
รายการรูปประกอบ	ฌ
บทที่	1
1. บทนำ	1
1.1 คำนำ	1
1.2 ความเป็นมาของปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา	1
1.3 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์	16
1.4 ขอบเขตการศึกษาข้อมูล	16
1.5 วิธีการดำเนินการวิจัย	17
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	17
2. การศึกษาและรวบรวมข้อมูล	18
- ประวัติความเป็นมาของการระบายน้ำ	18
2.1 การศึกษาพฤติกรรมเกี่ยวกับการเปิดฝาท่อระบายน้ำ	19
2.2 การศึกษาเกี่ยวกับอุปกรณ์เปิดฝาท่อระบายน้ำ	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	2.3 การศึกษา เกี่ยวกับขนาดและระบบของถนนใน เขต กทม.	24
	2.4 การศึกษา เกี่ยวกับขนาดและระบบของทาง เท้าใน เขต กทม.	28
	2.5 การศึกษา เกี่ยวกับลักษณะของผิวจราจรใน เขต กทม.	29
	2.6 การศึกษา เกี่ยวกับการขนส่ง เคลื่อนย้ายอุปกรณ์ เปิดฝาท่อ	41
	2.7 การศึกษา เกี่ยวกับขนาด ชนิด และน้ำหนักของฝาท่อ ระบายน้ำและท่อระบายน้ำใน เขต กทม.	42
	2.8 การศึกษาระบบผ่อนแรงที่จะนำมาใช้งาน	51
	2.9 การศึกษา เกี่ยวกับลักษณะโครงสร้างและส่วนประกอบของ เครื่อง เปิด-ปิดฝาท่อ	66
	2.10 การศึกษา เกี่ยวกับวัสดุและกรรมวิธีการผลิต	76
	2.11 การศึกษา เกี่ยวกับสีที่จะนำมาใช้ในการออกแบบ	89
	2.12 การศึกษา เกี่ยวกับขนาดและสัดส่วนของคนไทยซึ่งนำมาใช้ ในการออกแบบ	96
3.	การวิเคราะห์ข้อมูล	118
	3.1 การวิเคราะห์ลักษณะพฤติกรรมการ เปิด-ปิดฝาท่อระบายน้ำ ใน เขต กทม.	118
	3.2 การวิเคราะห์ เกี่ยวกับขนาด ชนิด และน้ำหนักของฝาท่อ ระบายน้ำใน เขต กทม.	118
	3.3 การวิเคราะห์ขนาดและลักษณะของถนนใน เขต กทม.	121
	3.4 การวิเคราะห์ขนาดและลักษณะของทาง เท้าใน เขต กทม.	121

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	3.5 การวิเคราะห์ระบบโครงสร้างของเครื่องที่นำมาใช้งาน	122
	3.6 การวิเคราะห์ขนาดของเครื่องที่นำมาใช้งาน	128
	3.7 การวิเคราะห์ระแบบแมคคานิกที่สามารถนำมาใช้ในการออกแบบ	128
	3.8 การวิเคราะห์วัสดุที่นำมาใช้ในการออกแบบ	130
	3.9 การวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิต	132
	3.10 การวิเคราะห์เกี่ยวกับสีที่นำมาใช้งาน	134
	3.11 การวิเคราะห์ขนาดสัดส่วนของคนไทยที่นำมาใช้งาน	135
	3.12 การวิเคราะห์การออกแบบ	137
4.	การออกแบบ	138
	4.1 การเสนองานออกแบบ	138
5.	บทสรุป	169
	5.1 สรุปและเสนอแนะ	169
บรรณานุกรม		171
ภาคผนวก		173

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการตารางประกอบ

ตารางที่ 1	แสดงขนาดและน้ำหนักของฝาท่อชนิด ค.ส.ล.	หน้า 43
ตารางที่ 2	แสดงขนาดและน้ำหนักของฝาท่อชนิด ค.ส.ล.	หน้า 44
ตารางที่ 3	แสดงขนาดและน้ำหนักของฝาท่อแบบตะแกรง เหล็ก	หน้า 46
ตารางที่ 4	แสดงขนาดและน้ำหนักของฝาท่อแบบรางวี	หน้า 49
ตารางที่ 5	แสดงการ เปรียบ เทียบการถ่ายทอดพลังงาน	หน้า 59
ตารางที่ 6	แสดงการ เปรียบ เทียบแหล่งพลังงาน	หน้า 60
ตารางที่ 7	แสดงขนาดและพื้นที่หน้าตัดของ เหล็กเส้น	หน้า 74
ตารางที่ 8	แสดงปริมาณการรับน้ำหนักของ เหล็กเส้น	หน้า 75
ตารางที่ 9	แสดงตัว เลขความสูงยืนสูงสุด ความสูงยืนต่ำสุด ความสูง เฉลี่ย และน้ำหนัก เฉลี่ยของผู้ชายไทย อายุระหว่าง 3 ถึง 60 ปี	หน้า 98
ตารางที่ 10	แสดง Percentage Range ของความสูงยืนของ คนไทย ผู้ชาย ผู้หญิง และชายหญิง ช่วงอายุตั้งแต่ 20-40 ปี	หน้า 107
ตารางที่ 11	แสดงมิติที่มีความสำคัญต่องานออกแบบ การนำไปใช้ และมิติวิกฤต	หน้า 112

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการตารางประกอบ (ต่อ)

ตารางที่ 12 แสดงตัวเลขอัตราส่วนระหว่างมิติของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายต่อความสูงยืนและมิติวิกฤต หน้า 116

ตารางที่ 13 แสดงตัวอย่างตัวเลขอัตราส่วนระหว่างมิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกายต่อความสูงยืน หน้า 117

ตารางที่ 14 แสดงการวิเคราะห์โครงสร้างของเครื่อง หน้า 123

ตารางที่ 15 แสดงการวิเคราะห์ลักษณะโครงสร้างเป็นเหลี่ยม หน้า 124

ตารางที่ 16 แสดงการวิเคราะห์ระบบการดึง หน้า 125

ตารางที่ 17 แสดงการวิเคราะห์ขอเกี่ยวฝาท่อ หน้า 126

ตารางที่ 18 แสดงการวิเคราะห์เลือกชนิดล้อ หน้า 127

ตารางที่ 19 แสดงการวิเคราะห์ระบบแมคคานิก หน้า 129

ตารางที่ 20 แสดงการวิเคราะห์วัสดุทำโครงสร้าง หน้า 130

ตารางที่ 21 แสดงการวิเคราะห์หน้าตัดของเหล็ก หน้า 131

ตารางที่ 22 แสดงการวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิต หน้า 132

ตารางที่ 23 แสดงการวิเคราะห์ชนิดของการเชื่อม หน้า 133

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการรูปประกอบ

รูปที่ 1	แสดง เครื่อง เปิด-ปิดฝาท่อ เดิม	หน้า	2
รูปที่ 2	แสดงการทำความสะอาดท่อระบายน้ำ	หน้า	3
รูปที่ 3	แสดงอุปกรณ์การ เปิด-ปิดและทำความสะอาด	หน้า	3
รูปที่ 4	แสดงการ เปิดฝาท่อ ทำให้ฝาท่อชำรุดจาก เครื่องมือที่ใช้งัด	หน้า	4
รูปที่ 5	แสดงปัญหาการ เปิดฝาท่อด้วย อี เตอร์และชแลง	หน้า	5
รูปที่ 6	แสดงการ เสียหาย เมื่อ เปิดฝาท่อ	หน้า	5
รูปที่ 7	แสดงการ เสียหาย เมื่อ เปิดฝาท่อ	หน้า	6
รูปที่ 8	แสดงปัญหาจากการใช้ชแลง และอี เตอร์งัด	หน้า	8
รูปที่ 9	แสดงความ เสียหายจากการใช้ชแลงหรืออี เตอร์	หน้า	8
รูปที่ 10	แสดงการชำรุดของฝาท่อ เนื่องจากทุบฝาออก เพื่อให้มีที่งัด	หน้า	9
รูปที่ 11	แสดงการชำรุดของฝาท่อและผิวจราจร	หน้า	9
รูปที่ 12	แสดง โครงสร้างของ เครื่อง เปิด-ปิดฝาท่อ เดิม	หน้า	10
รูปที่ 13	แสดงล้อของ เครื่อง เปิด-ปิดฝาท่อ เดิม	หน้า	11
รูปที่ 14	แสดงตัวปรับล้อของ เครื่อง เดิม	หน้า	12
รูปที่ 15	แสดงการส่งกำลังของ เครื่อง เดิม	หน้า	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูปที่ 16	แสดงการหมุนทดรอบของเครื่อง	หน้า	14
รูปที่ 17	แสดงมือจับหมุนทดรอบ	หน้า	14
รูปที่ 18	แสดงตัวขอเกี่ยวส่งกำลัง	หน้า	15
รูปที่ 19	แสดงขอเกี่ยวและโซ่สำหรับดึง	หน้า	15
รูปที่ 20	แสดงการเปิดฝาท่อแบบสี่เหลี่ยมและฝาท่อไม่แน่น	หน้า	20
รูปที่ 21	แสดงการเปิดฝาท่อแบบสี่เหลี่ยมและฝาท่อแน่น	หน้า	21
รูปที่ 22	แสดงอุปกรณ์การเปิด-ปิดฝาท่อและล้างท่อระบายน้ำ	หน้า	22
รูปที่ 23	แสดงแบบฝาท่ออยู่บนผิวจราจร	หน้า	25
รูปที่ 24	แสดงแบบฝาท่ออยู่บนทางเท้า	หน้า	26
รูปที่ 25	แสดงแบบฝารางวี	หน้า	27
รูปที่ 26	แสดงขนาดและระบบของทางเท้า	หน้า	28
รูปที่ 27	แสดงฝาท่อชนิดคอนกรีตเสริมเหล็ก	หน้า	29
รูปที่ 28	แสดงรูปฝาท่อแบบตะแกรงเหล็ก	หน้า	45
รูปที่ 29	แสดงฝาท่อแบบกลม	หน้า	47
รูปที่ 30	แสดงฝาท่อแบบรางวี	หน้า	48
รูปที่ 31	แสดงแรงดึงลวดสลิงบนลูกรอก	หน้า	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูปที่ 32	แสดงรอยติดตาย	หน้า 51
รูปที่ 33	แสดงรอยเลื่อน	หน้า 52
รูปที่ 34	แสดงรอยติดตายและรอยเลื่อนประกอบกัน	หน้า 52
รูปที่ 35	แสดงรอยพ่วง	หน้า 52
รูปที่ 36	แสดงรอยเสริมกำลัง	หน้า 53
รูปที่ 37	แสดงรอยดิฟเฟอเรนเชียล	หน้า 53
รูปที่ 38	แสดงการส่งถ่ายพลังงานไฮดรอลิค	หน้า 55
รูปที่ 39	แสดงส่วนประกอบของกระบอกไฮดรอลิค	หน้า 56
รูปที่ 40	แสดงชนิดของกระบอกไฮดรอลิค	หน้า 56
รูปที่ 41	แสดงแผนผังกลไกการบังคับ	หน้า 57
รูปที่ 42	แสดงลักษณะเฟือง	หน้า 61
รูปที่ 43	แสดงเฟืองหนอน	หน้า 62
รูปที่ 44	แสดงเฟืองตรง	หน้า 63
รูปที่ 45	แสดงเฟืองตรง	หน้า 64
รูปที่ 46	แสดงเฟืองดอกจอก	หน้า 65
รูปที่ 47	แสดงโครงสร้างลักษณะขาหยั่ง	หน้า 66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูปที่ 48	แสดงโครงสร้าง เป็น เหลี่ยม	หน้า 67
รูปที่ 49	แสดงล้อที่นิยมใช้ในงานหนัก	หน้า 68
รูปที่ 50	แสดงล้อ เหล็ก	หน้า 69
รูปที่ 51	แสดงล้อไนล่อน	หน้า 69
รูปที่ 52	แสดงล้อยางอ่อน	หน้า 70
รูปที่ 53	แสดงล้อยาง	หน้า 70
รูปที่ 54	แสดงล้อฟีโนลิค	หน้า 71
รูปที่ 55	แสดงล้อโพลียู เร เทน	หน้า 71
รูปที่ 56	แสดงลวดควั่นขด	หน้า 72
รูปที่ 57	แสดงวิธีวัดขนาดผ่านศูนย์กลางลวดสลิง	หน้า 73
รูปที่ 58	แสดงงานเชื่อม	หน้า 83
รูปที่ 59	แสดงงานย้ำหมุด	หน้า 83
รูปที่ 60	แสดงการ เชื่อมพอก	หน้า 85
รูปที่ 61	แสดงการ เชื่อมหลอมและ เชื่อมอัด	หน้า 86
รูปที่ 62	แสดงการ เชื่อมแกส	หน้า 86
รูปที่ 63	แสดงการ เชื่อมไฟฟ้า	หน้า 86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูปที่ 64	แสดงการเชื่อมแกส	หน้า 87
รูปที่ 65	แสดงการเชื่อมไฟฟ้า	หน้า 87
รูปที่ 66	แสดงการเชื่อมแกส	หน้า 87
รูปที่ 67	แสดงการเชื่อมไฟฟ้า	หน้า 87
รูปที่ 68	แสดงการเชื่อมแกส	หน้า 88
รูปที่ 69	แสดงการเชื่อมไฟฟ้า	หน้า 88
รูปที่ 70	แสดงจำนวนตัวอย่างประชากร	หน้า 100
รูปที่ 71	แสดงเส้นกราฟความสูงยืนเฉลี่ยของชายไทยและหญิงไทย จากระดับอายุ 3 ถึง 60 ปี	หน้า 103
รูปที่ 72	แสดงเส้นกราฟน้ำหนักเฉลี่ยของชายไทยและหญิงไทย จากระดับอายุ 3 ถึง 60 ปี	หน้า 104
รูปที่ 73	แสดง Percentile Distribution และ Percentage Range ของความสูงยืนของผู้ชายไทยและหญิงไทย ที่มีอายุระหว่าง 20-60 ปี	หน้า 106
รูปที่ 74	แสดง Percentage Range และ Range of Dimension ในอีกลักษณะหนึ่งของความสูงยืนของคนไทยอายุระหว่าง 20-40 ปี	หน้า 109

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูปที่ 75	ประกอบตารางที่ 11	หน้า 114
รูปที่ 76	ประกอบตารางที่ 11	หน้า 115
รูปที่ 77	แสดงสัดส่วนการ เข็น	หน้า 135
รูปที่ 78	แสดงขนาดสัดส่วนของมือในการกำรอบวัตถุกลม	หน้า 136
รูปที่ 79	แสดง เครื่อง เปิด-ปิดฝาท่อใน เขต กทม.	หน้า 154
รูปที่ 80	แสดง เครื่อง เปิด-ปิดฝาท่อใน เขต กทม.	หน้า 154
รูปที่ 81	แสดงภาพด้านหน้า เครื่อง เปิด-ปิดฝาท่อใน เขต กทม.	หน้า 155
รูปที่ 82	แสดงภาพด้านข้าง เครื่อง เปิด-ปิดฝาท่อใน เขต กทม.	หน้า 155
รูปที่ 83	แสดงภาพด้านข้าง เครื่อง เปิด-ปิดฝาท่อใน เขต กทม.	หน้า 156
รูปที่ 84	แสดงภาพด้านหลัง เครื่อง เปิด-ปิดฝาท่อใน เขต กทม.	หน้า 156
รูปที่ 85	แสดงการ เข็น เครื่อง เปิด-ปิดฝาท่อ	หน้า 157
รูปที่ 86	แสดงการ เข็น เครื่องขึ้นบนทาง เท้า	หน้า 157
รูปที่ 87	แสดงขบวนการ เปิดฝาท่อแบบตะแกรง เหล็ก	หน้า 158
รูปที่ 88	แสดงขบวนการ เปิดฝาท่อแบบตะแกรง เหล็ก	หน้า 158
รูปที่ 89	แสดงขบวนการ เปิดฝาท่อแบบตะแกรง เหล็ก	หน้า 159
รูปที่ 90	แสดงขบวนการ เปิดฝาท่อแบบตะแกรง เหล็ก	หน้า 159

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูปที่ 91 แสดงขบวนการ เปิดฝาท่อแบบตะแกรง เหล็ก หน้า 160

รูปที่ 92 แสดงขบวนการ เปิดฝาท่อแบบตะแกรง เหล็ก หน้า 160

รูปที่ 93 แสดงขบวนการ เปิดฝาท่อแบบตะแกรง เหล็ก หน้า 161

รูปที่ 94 แสดงขบวนการปิดฝาท่อแบบตะแกรง เหล็ก หน้า 161

รูปที่ 95 แสดงขบวนการปิดฝาท่อแบบตะแกรง เหล็ก หน้า 162

รูปที่ 96 แสดงขบวนการปิดฝาท่อแบบตะแกรง เหล็ก หน้า 162

รูปที่ 97 แสดงขบวนการปิดฝาท่อแบบตะแกรง เหล็ก หน้า 163

รูปที่ 98 แสดงขบวนการปิดฝาท่อแบบตะแกรง เหล็ก หน้า 163

รูปที่ 99 แสดงขบวนการ เปิดฝาท่อแบบ ค.ส.ล. หน้า 164

รูปที่ 100 แสดงขบวนการ เปิดฝาท่อแบบ ค.ส.ล. หน้า 164

รูปที่ 101 แสดงขบวนการ เปิดฝาท่อแบบ ค.ส.ล. หน้า 165

รูปที่ 102 แสดงขบวนการ เปิดฝาท่อแบบ ค.ส.ล. หน้า 165

รูปที่ 103 แสดงขบวนการ เปิดฝาท่อแบบ ค.ส.ล. หน้า 166

รูปที่ 104 แสดงขบวนการปิดฝาท่อแบบ ค.ส.ล. หน้า 166

รูปที่ 105 แสดงขบวนการปิดฝาท่อแบบ ค.ส.ล. หน้า 167

รูปที่ 106 แสดงขบวนการปิดฝาท่อแบบ ค.ส.ล. หน้า 167

รูปที่ 107 แสดงขบวนการปิดฝาท่อแบบ ค.ส.ล. หน้า 168

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 คำนำ

ในปัจจุบันนี้ กรุงเทพมหานครเป็นเมืองใหญ่ มีประชากรมากกว่า 5 ล้านคน ซึ่งนับว่ามาก เมื่อประชากรมากปัญหาต่าง ๆ ก็ย่อมมากขึ้นด้วย และปัญหาการระบายน้ำของเขตกรุงเทพมหานครก็ต้องใช้งบประมาณ บุคคลากรทางด้านต่าง ๆ อีกมากมาย ในแต่ละปีงบประมาณที่จะใช้ในการลอกท่อหรือทำความสะอาดท่อระบายน้ำมีมาก ดังจะเห็นได้จากการจ้างไปยังเรือนจำต่าง ๆ ก็ดี หรือผู้รับเหมาต่าง ๆ ก็มีมากขึ้น

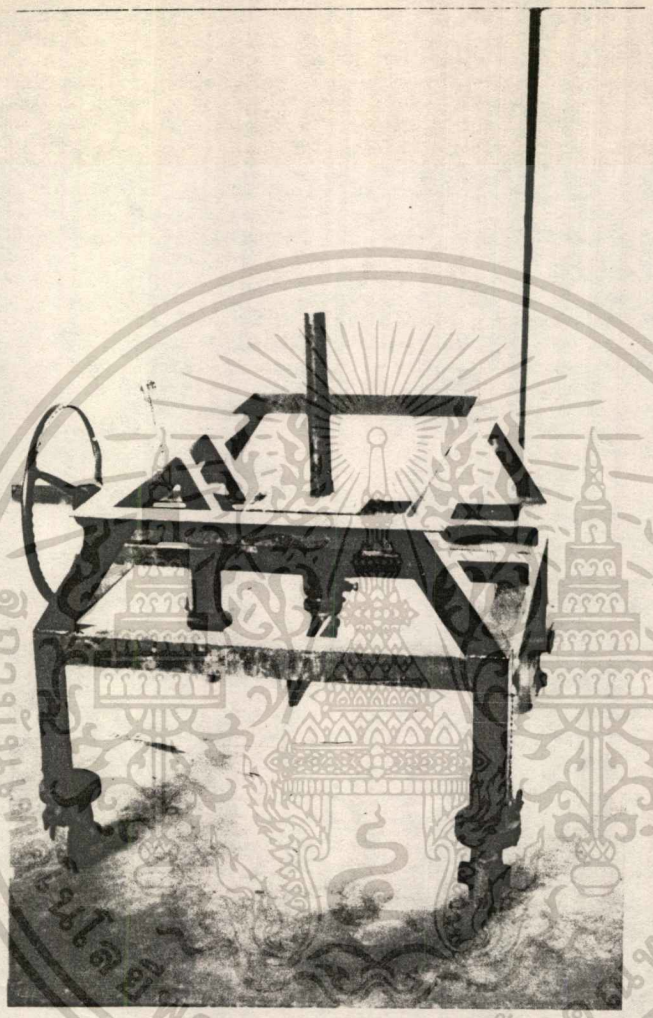
ฉะนั้น ในการจะทำให้ให้การทำความสะอาดท่อเป็นไปด้วยความสะดวก รวดเร็วเท่าไรนับเป็นการดี ในการที่จะประหยัดงบประมาณ

ฝาปิดท่อ นับเป็นปัญหาสำคัญในการทำความสะอาดท่อ ในการเปิด-ปิดแต่ละครั้งต้องใช้คนเปิด-ปิดหลายคน และทำความเสียหายให้กับฝาท่อและผิวจราจร ฉะนั้น อุปกรณ์ในการเปิด-ปิดฝาท่อจึงมีความสำคัญต่องานนี้มาก ถ้าอุปกรณ์นี้ได้รับการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพแล้ว จะช่วยลดความเสียหายให้กับฝาท่อและผิวจราจร ทั้งยังเป็นการช่วยประหยัดงบประมาณของกรุงเทพมหานครได้อีกด้วย

1.2 ปัญหา

1. ฝาท่อชำรุดเมื่อนำชแลงหรืออีเตอร์งัด เมื่อเปิด-ปิดฝาท่อ
2. ผิวจราจรชำรุดเมื่อนำชแลงหรืออีเตอร์งัดเมื่อเปิด-ปิดฝาท่อ
3. เสียเวลาในการเปิด-ปิดฝาท่อ เนื่องมาจากใช้อุปกรณ์ที่ไม่เหมาะสม
4. ไม่สามารถเคลื่อนย้ายอุปกรณ์เปิด-ปิดฝาท่อเดิมที่มีอยู่แล้วได้สะดวก
5. ไม่สามารถนำเครื่องขึ้นผิวทางเท้าได้สะดวก

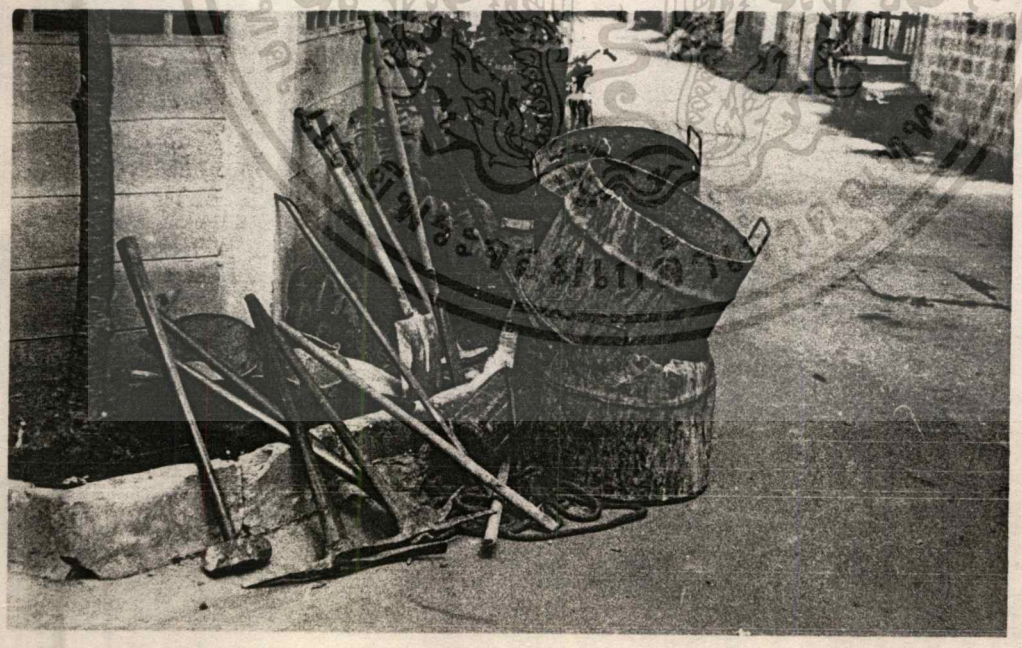
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1 แสดงเครื่องเปิด-ปิดฝาท่อเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2 แสดงการทำความสะอาดท่อระบายน้ำ



รูปที่ 3 แสดงอุปกรณ์การเปิด-ปิดและทำความสะอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4 แสดงการเปิดฝาท่อ ทำให้ฝาท่อชำรุดจากเครื่องมือที่ใช้งัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5 แสดงปัญหาการเปิดฝาท่อด้วยอีเตอร์และชแลง

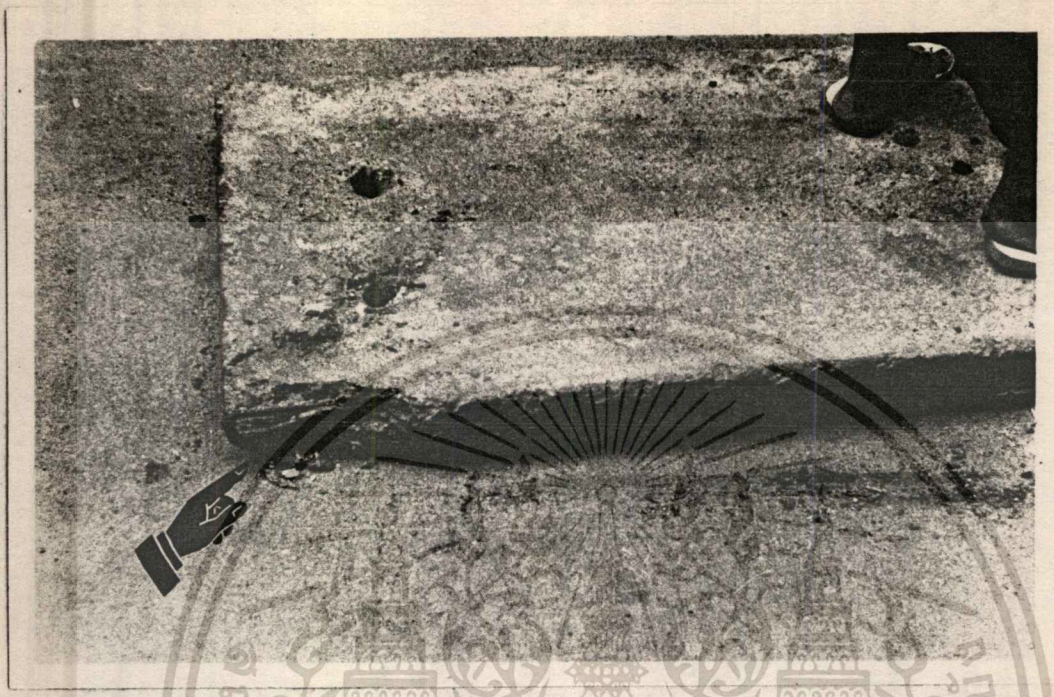
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 6 เมื่อเปิดแล้ว เกิดการเสียหายตามขอบฝาท่อและปากบ่อท่อระบายน้ำทิ้ง

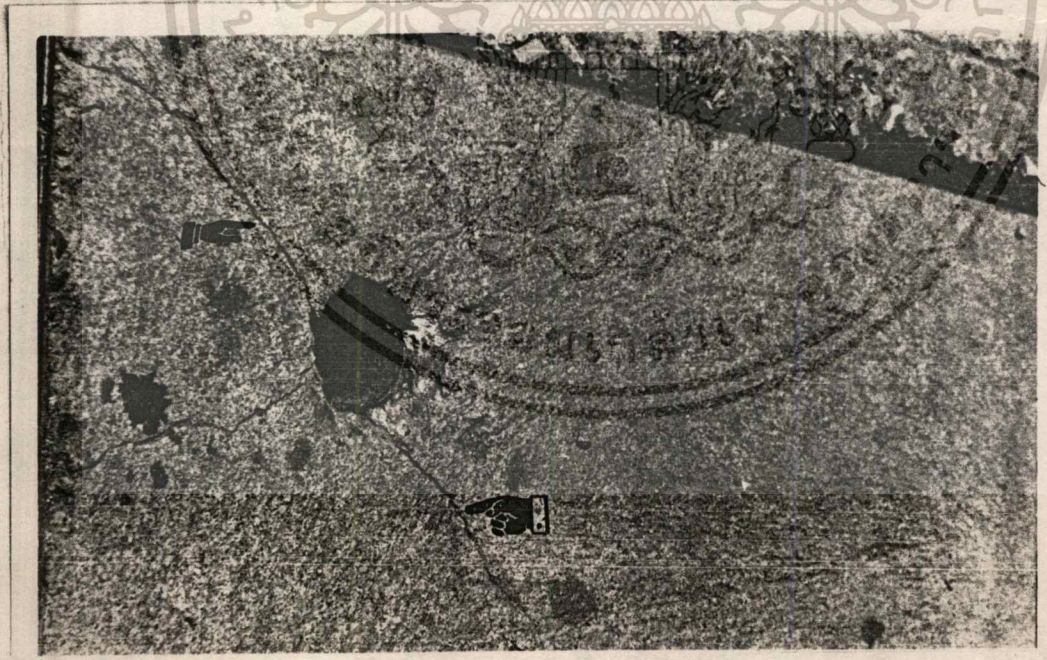
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 7 เมื่อเปิดแล้วเกิดการเสียหายตามขอบฝาท่อและปากบ่อท่อระบายน้ำทิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

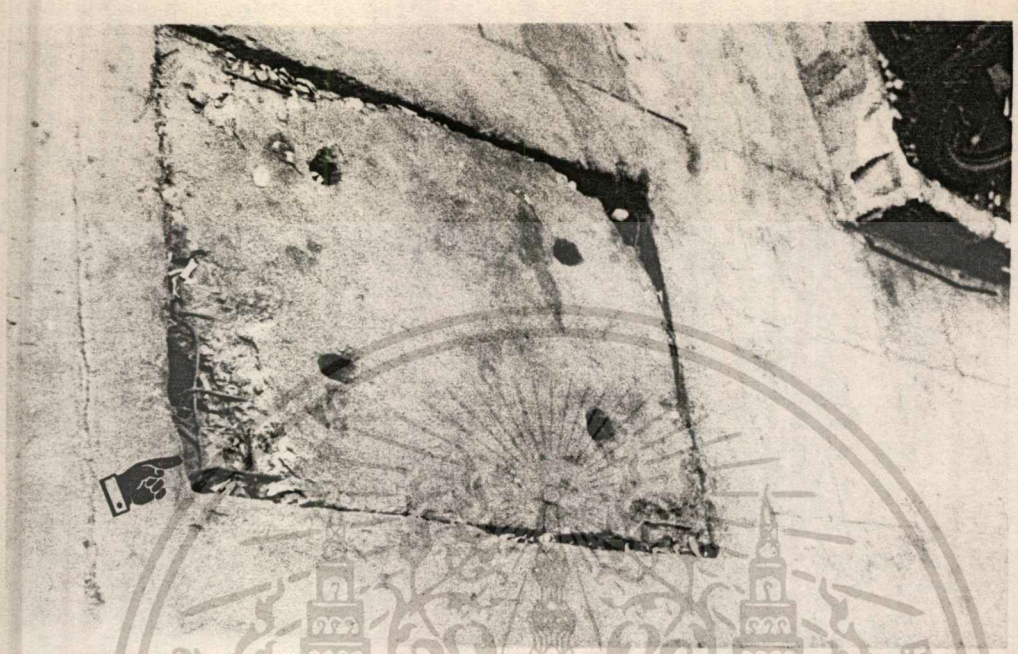


รูปที่ 8 แสดงปัญหาจากการใช้ชแลงและอีเตอร์งัดทำให้ฝาท่อแตกบิ่น ดังภาพ

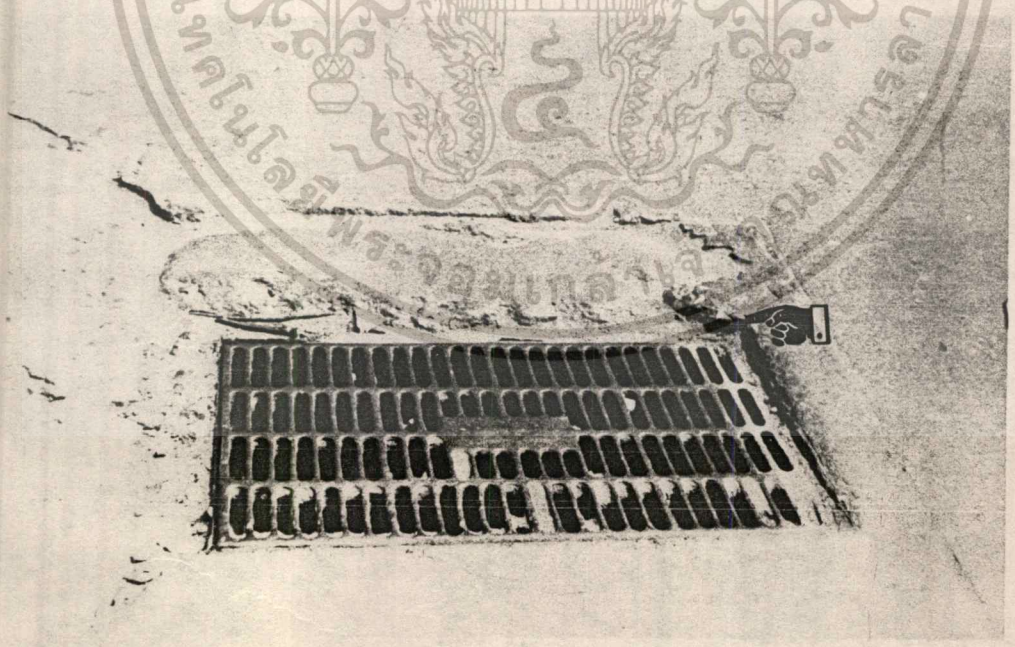


รูปที่ 9 เนื่องจากฝาท่อปิดไว้นาน ทำให้เศษฝุ่นละอองตกลงไปในร่องขอบฝาท่อ จึงไม่มีช่องที่จะใช้ชแลงหรืออีเตอร์งัด จึงนำมางัดตรงรูระบายน้ำทำให้ฝาท่อร้าว ดังภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 10 แสดงการชำรุดของฝาท่อเนื่องจากเปิดฝาไม่ออกจึงทุบฝาออก เพื่อให้มีที่งัดดังภาพ

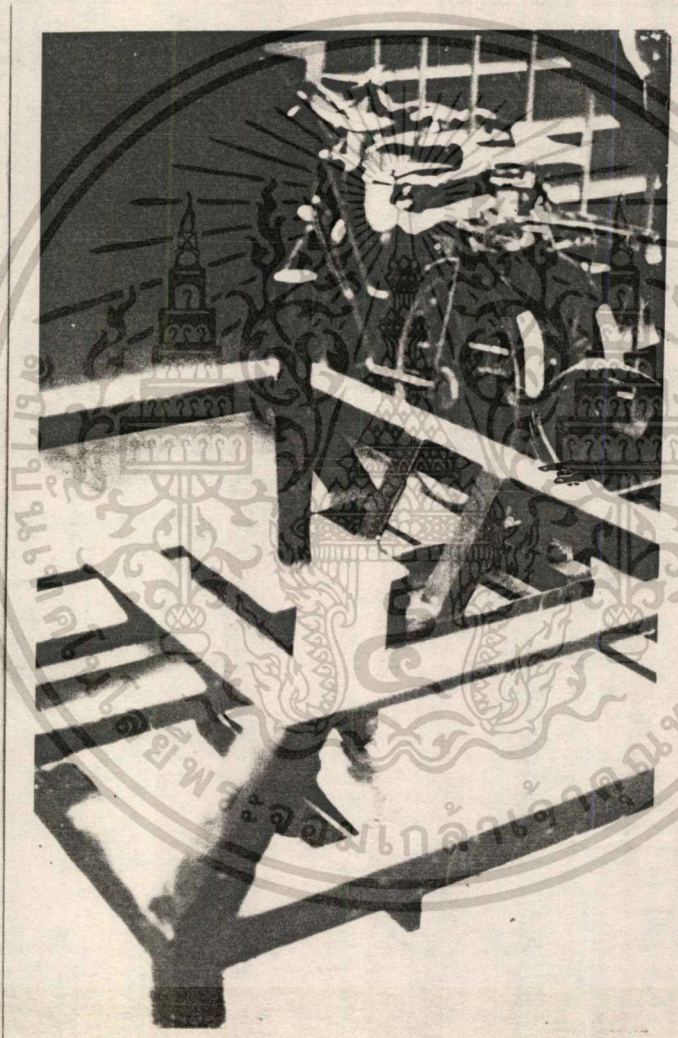


รูปที่ 11 แสดงการชำรุดของฝาท่อและผิวจราจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เครื่องเดิมมีน้ำหนักมาก เนื่องมาจากการออกแบบระบบโครงสร้างเหล็กใหญ่เกินความจำเป็น

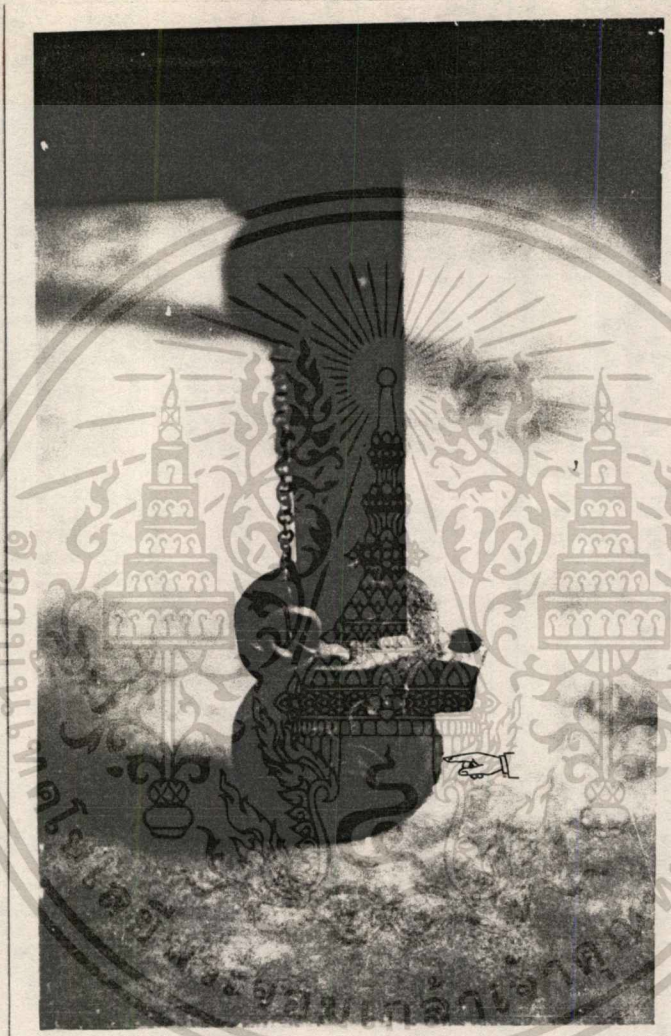
7. ผิวจราจรทั่วไปของ กทม. เกิดการชำรุดบางจุด ไม่สม่ำเสมอ จึงทำให้การเคลื่อนย้ายเครื่องเปิด-ปิดฝาท่อไม่สะดวก



รูปที่ 12 แสดงโครงสร้างของเครื่องเปิด-ปิดฝาท่อเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

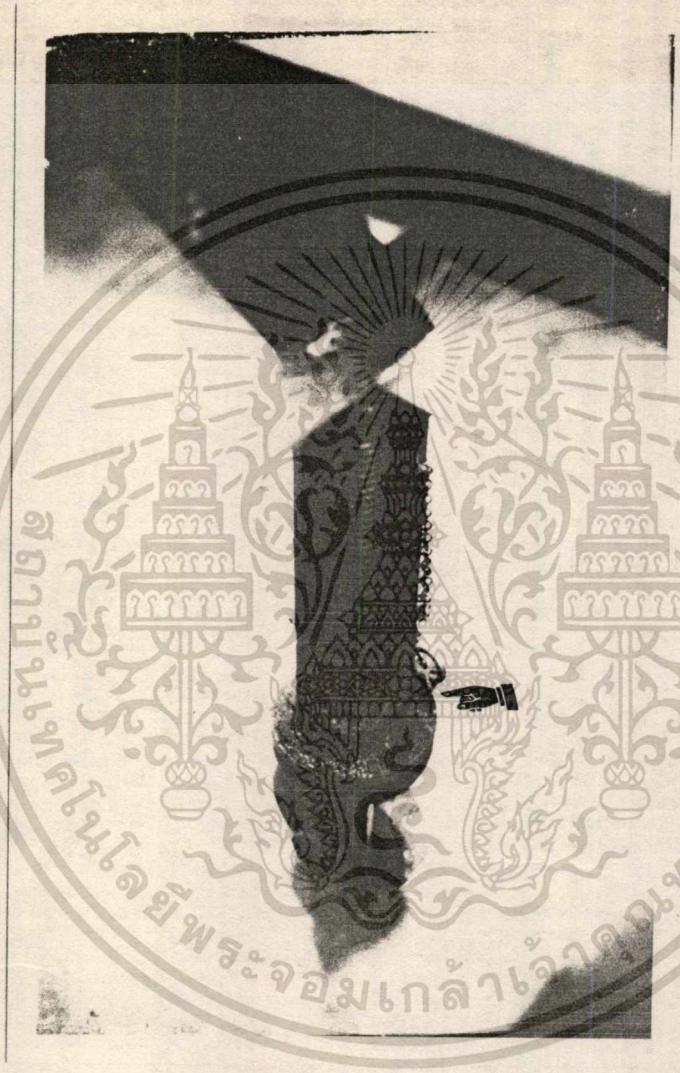
8. ระบบล้อของเครื่องเก่ายังฝืดอยู่ การเคลื่อนย้ายไม่สะดวก



รูปที่ 13 แสดงล้อของเครื่องเปิด-ปิดฝาท่อเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

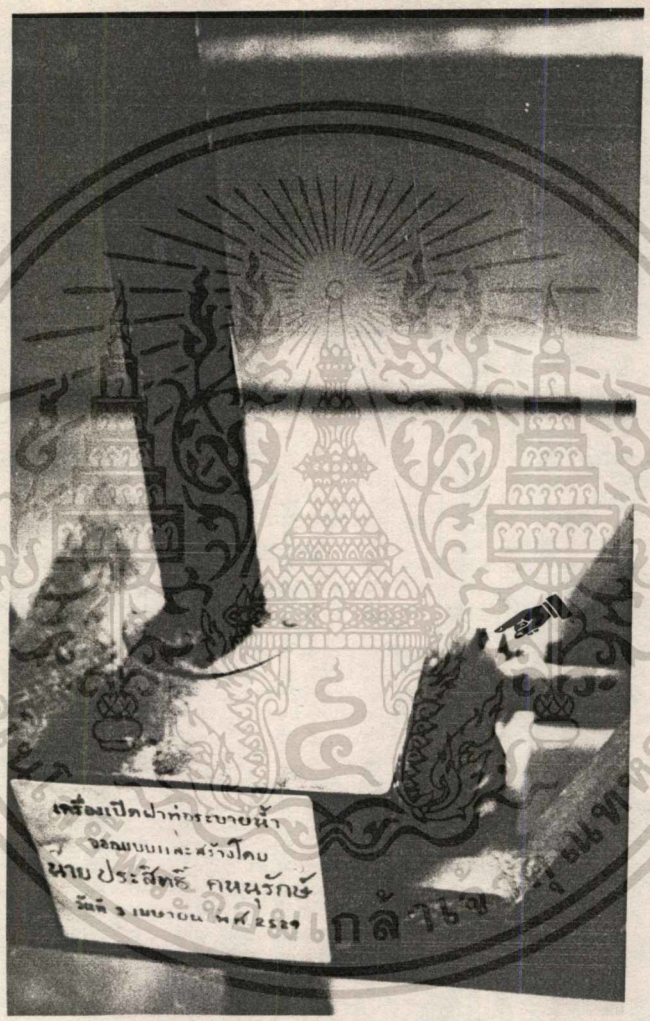
9. ระบบการปรับสูงต่ำยังไม่สะดวกต่อการใช้งาน



รูปที่ 14 แสดงตัวปรับล้อของ เครื่อง เดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

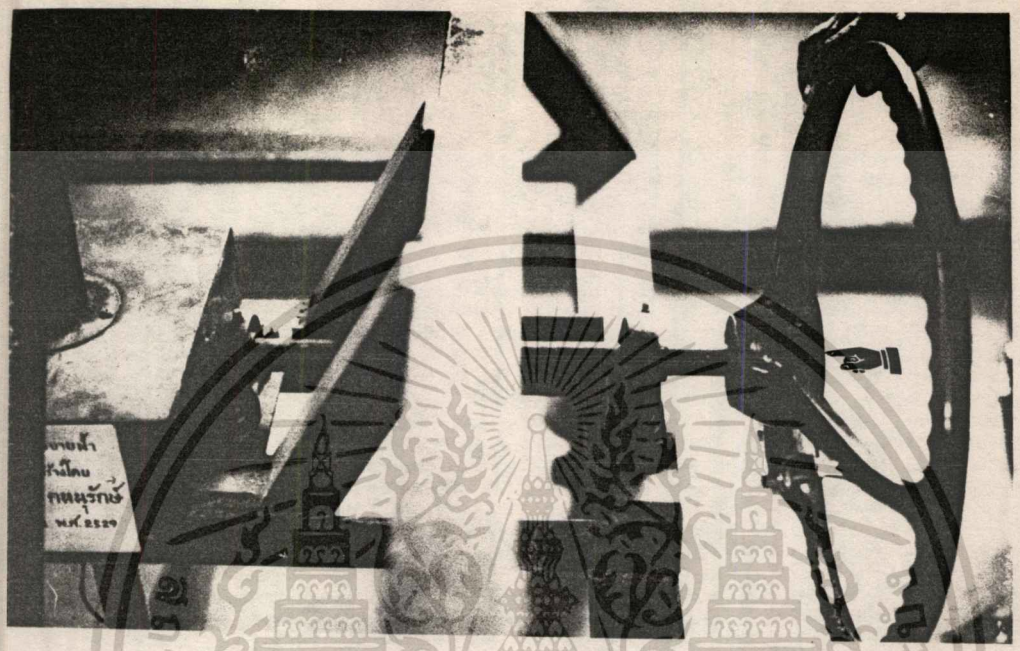
10. ระบบการทดรอบเฟืองยังไม่เหมาะสมกับเครื่องชนิดนี้



รูปที่ 15 แสดงการส่งกำลังของเครื่องเดิม

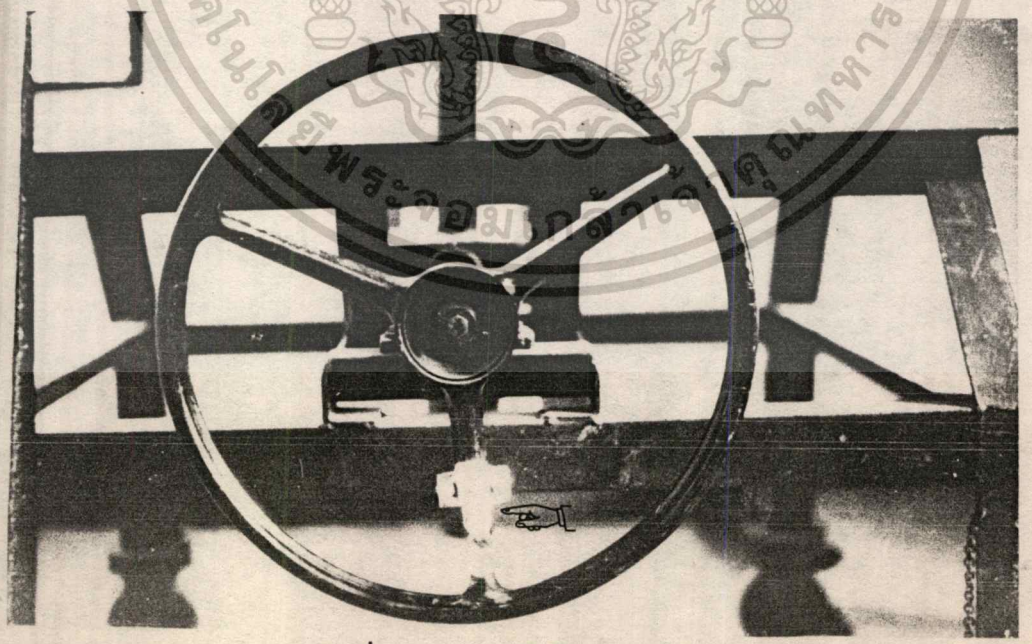
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. ระบบมือหมุนทดรอบยังไม่สามารถอำนวยความสะดวกได้



รูปที่ 16 แสดงการหมุนทดรอบของเครื่อง

12. ระบบมือจับหมุนยังไม่สามารถทำงานได้ดีพอ

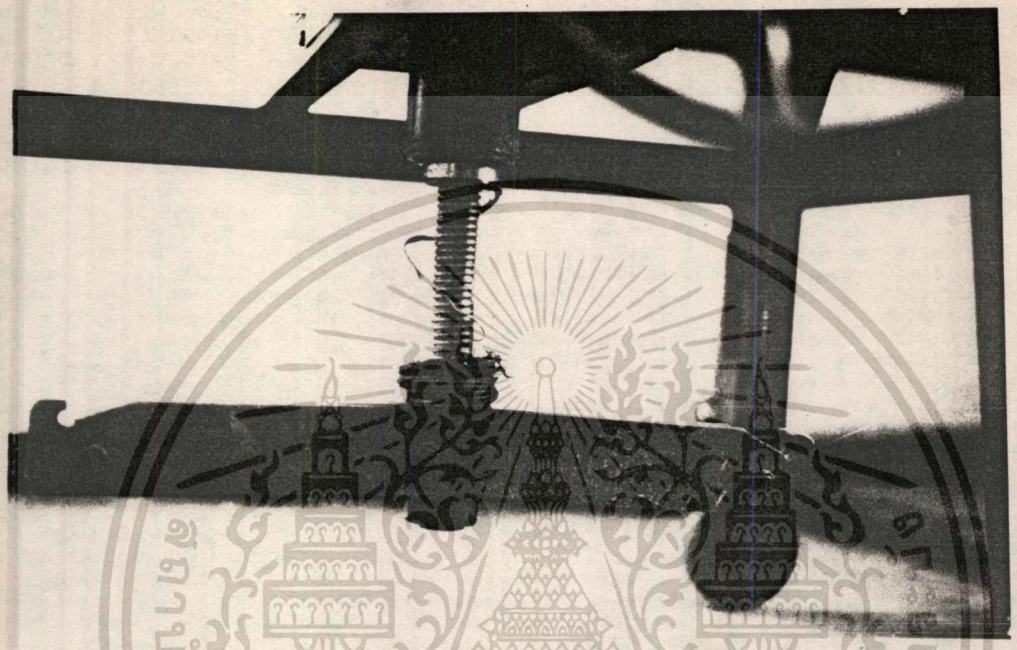


รูปที่ 17 แสดงมือจับหมุนทดรอบ

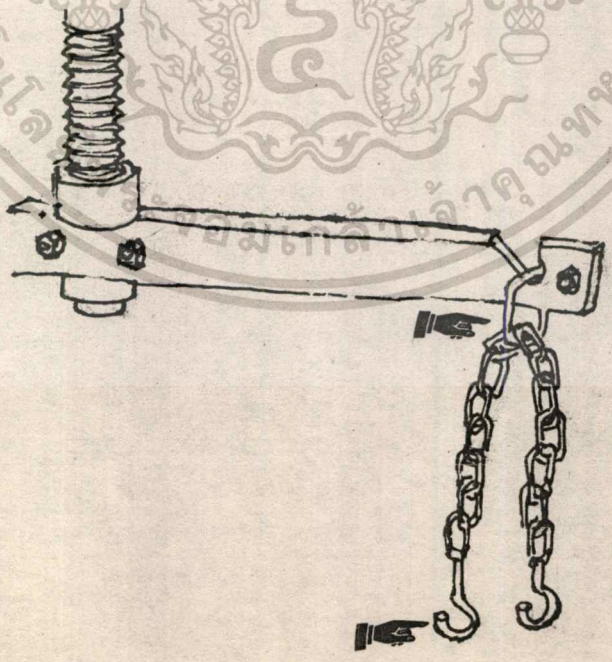
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุด
ณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

13. ระบบโซ่และตัวเกี่ยวไม่สามารถเกาะโซ่ดึงฝาท่อขึ้นมาได้ดี เพราะท่อมีน้ำหนักมาก และไม่สามารถหาระยะของโซ่ที่พอเหมาะกับการดึงได้



รูปที่ 18 แสดงตัวขอเกี่ยวส่งกำลัง



รูปที่ 19 แสดงขอเกี่ยวและโซ่สำหรับดึง

000255
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางในการแก้ปัญหา

1. ออกแบบ เครื่อง เปิด-ปิดฝาท่อ เพื่อป้องกันการชำรุดของฝาท่อและผิวจราจร

2. ออกแบบ เครื่อง เปิด-ปิดฝาท่อให้สามารถย่นระยะ เวลาในการ เปิด-ปิดฝาท่อ

3. ออกแบบ เครื่อง เปิด-ปิดฝาท่อให้สามารถ เคลื่อนย้ายได้สะดวกและสามารถ เคลื่อนไปในผิวจราจรที่ไม่สม่ำ เสมอได้

4. ออกแบบ เครื่อง เปิด-ปิดฝาท่อให้มีน้ำหนักไม่มากนัก เพื่อสะดวกในการ เคลื่อนย้าย

5. ออกแบบระบบของล้อให้สามารถรับน้ำหนักและ เคลื่อนที่ได้สะดวก

6. ออกแบบระบบการปรับความสูงต่ำของล้อให้สะดวกรวดเร็วในการปรับ

7. ออกแบบระบบ เฟืองการทดรอบให้ เหมาะสมกับ เครื่องมือชนิดนี้

8. ออกแบบระบบมือหมุน เปิด-ปิดให้สามารถใช้งานได้สะดวกและ เหมาะสม

9. ออกแบบระบบมือจับหมุนให้ใช้งานได้ดีและสะดวก

10. ออกแบบระบบตัว เกี่ยวและโซ่ให้สามารถรับน้ำหนักรับน้ำหนักตัวท่อได้ดี

1.3 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

1. ทำการออกแบบ เครื่อง เปิด-ปิดฝาท่อใน กทม.

2. ให้ เจ้าหน้าที่ทำงานสะดวกและรวด เร็ว

3. ป้องกันการชำรุดของฝาท่อที่ เกิดจากการ เปิด-ปิดด้วย เครื่องมือที่ไม่ถูกต้อง

1.4 ขอบ เขตของการศึกษาข้อมูล

1. ศึกษา เกี่ยวกับขนาด-น้ำหนักของฝาท่อใน เขต กทม. เท่านั้น

2. ศึกษา เกี่ยวกับพฤติกรรมการทำงาน เฉพาะการ เปิด-ปิดฝาท่อใน กทม.

3. ศึกษา เกี่ยวกับระบบแมคคานิคที่ เป็นไปได้

4. ศึกษา เกี่ยวกับขนาดสัดส่วนของคนไทยต่อการใช้การของ เครื่อง เปิด-ปิดฝาท่อใน กทม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขอบเขตของการออกแบบ

ออกแบบ เครื่อง เปิด-ปิดฝาท่อใน เขต กทม. เท่านั้น

1.5 วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาค้นคว้าข้อมูล เกี่ยวกับการ เปิด-ปิดฝาท่อใน เขต กทม.
2. รวบรวมข้อมูล เกี่ยวกับการ เปิด-ปิดฝาท่อใน เขต กทม.
3. วิเคราะห์ข้อมูลและตัว เลขต่าง ๆ เกี่ยวกับการ เปิด-ปิดฝาท่อใน เขต กทม.
4. สรุปข้อมูลและตัว เลขต่าง ๆ ในการ เปิด-ปิดฝาท่อใน เขต กทม.
5. ทำการออกแบบและ เสนอผลงาน เครื่อง เปิด-ปิดฝาท่อใน เขต กทม.

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. จะได้ เครื่อง เปิด-ปิดฝาท่อใน เขต กทม.
2. จะได้ข้อมูล เกี่ยวกับพฤติกรรมการ เปิด-ปิดฝาท่อ
3. จะได้ข้อมูล เกี่ยวกับระบบแมคคานิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาและรวบรวมข้อมูล

ประวัติความเป็นมาของการระบายน้ำ

ประวัติความเป็นมาของการระบายน้ำนั้นเริ่มมีมานานแล้ว เมื่อแรกเริ่มนั้นในสมัยก่อน การระบายน้ำจากน้ำฝนที่ตกลงมาหรือจากน้ำเสียที่ประชาชนใช้นั้น การระบายน้ำมักจะระบายน้ำลงคูคลอง เพราะในสมัยก่อนนั้นคูคลองต่าง ๆ ยังมากอยู่ และจำนวนประชากรในกรุงเทพมหานครนั้นยังน้อยอยู่มาก ต่อมา เมื่อมีการขยายตัวทางเศรษฐกิจ การขยายเพิ่มมากขึ้นของประชากรในช่วงหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 (พ.ศ. 2484-2488) จึงมีการถมคูคลองสร้างเป็นถนนเพิ่มขึ้นอีกมาก อีกทั้งการขยายตัวของประชากรมากขึ้น การสร้างบ้านเรือน สร้างตึกเพิ่มมากขึ้น การระบายน้ำก็ไม่สามารถระบายน้ำไปยังคูคลองต่าง ๆ ได้ การระบายน้ำจึงต้องใช้ท่อระบายน้ำ เพื่อให้น้ำเสีย น้ำทิ้ง หรือน้ำฝน สามารถระบายไปจากท้องถนน หรือตามตรอก ตามซอยได้ ตั้งแต่บัดนั้น ความสำคัญของการระบายน้ำจึงเกิดขึ้น เพราะการระบายน้ำออกไปยังคลอง หรือแม่น้ำถ้าไม่ทันท่วงทีแล้ว ก็จะเกิดสภาพน้ำท่วมขังในถนน ในซอยต่าง ๆ ซึ่งทำให้เป็นปัญหาแก่ชาวกรุงเทพมหานครเป็นอย่างมาก

ในปัจจุบันนั้น การระบายน้ำในเขตกรุงเทพมหานครนั้น เป็นความรับผิดชอบโดยตรงต่อสำนักการระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร ซึ่งหน่วยงานนี้มีความสำคัญอย่างมาก เพราะต้องรับผิดชอบในการล้างท่อระบายน้ำ ซ่อมแซมฝาท่อ และท่อระบายน้ำที่ชำรุด รับผิดชอบด้านการสูบน้ำออกจากพื้นที่หนึ่งสู่พื้นที่หนึ่ง เพื่อป้องกันมิให้น้ำท่วม รับผิดชอบด้านการระบายน้ำจากคลองสู่แม่น้ำ

สำหรับการล้างทำความสะอาดท่อระบายน้ำนั้น เป็นความรับผิดชอบหลักของสำนักการระบายน้ำ ที่จะล้างท่อระบายน้ำ เพื่อที่จะทำให้น้ำเสียสามารถระบายออกจากท้องถนน ออกจากซอยต่าง ๆ แต่ในความเป็นจริงแล้ว ในปัจจุบันสำนักการระบายน้ำมีหน้าที่รับผิดชอบการล้างลอกท่อในเขตกรุงเทพมหานครนั้น สำนักการระบายน้ำอาจจะทำได้ไม่ทัน เพราะในปัจจุบันจำนวนถนน ซอยต่าง ๆ ได้เพิ่มขึ้นอีกมากมาย จึงมีการตกลงการว่าจ้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรมราชทัณฑ์ เพื่อนำนักโทษมาช่วยในการลอกท่อ และทำความสะอาดท่อระบายน้ำ ในปีหนึ่ง ๆ นั้น งบประมาณในการทำความสะอาดท่อระบายน้ำนั้นใช้งบประมาณนับ 10 ล้านบาท (ดูที่ภาคผนวก) ฉะนั้น จึงมีความสำคัญมาก

และส่วนหนึ่งของการทำความสะอาดท่อ ก็คือ การปิด-เปิดฝาท่อ การปิดเปิดแต่ละครั้งทำความเสียหายให้กับฝาท่อมาก เพราะอุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้อาจยังไม่เหมาะสมต่อฝาท่อนั้น ทำให้เกิดการแตก การร้าวขึ้นกับฝาท่อนั้นเป็นเงินหลายล้านบาท (จากการสัมภาษณ์ คุณวิรัตน์ ลมัยพันธ์ กองวัสดุ สำนักการระบายน้ำ) ฉะนั้น ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาเพื่อที่จะได้มาซึ่งอุปกรณ์เปิด-ปิดฝาท่อระบายน้ำซึ่งเหมาะสม และทำให้เกิดการเสียหายแก่ฝาท่อให้น้อยที่สุด เพื่อจะลดงบประมาณรายจ่ายของกรุงเทพมหานคร และเพื่อความสะดวกสบายของผู้ใช้

2.1 <u>การศึกษาพฤติกรรมเกี่ยวกับการเปิดฝาท่อระบายน้ำ</u>

จากการศึกษาพฤติกรรมการเปิดฝาท่อในเขตกรุงเทพมหานครนั้น พนักงาน กทม. หรือนักโทษจากกรมราชทัณฑ์ จะใช้อุปกรณ์ที่มีอยู่ในหน่วยงานนั้น ๆ และจากการสังเกตการสอบถามเจ้าหน้าที่นั้น อาจแบ่งการเปิดท่อเป็น 2 แบบ คือ

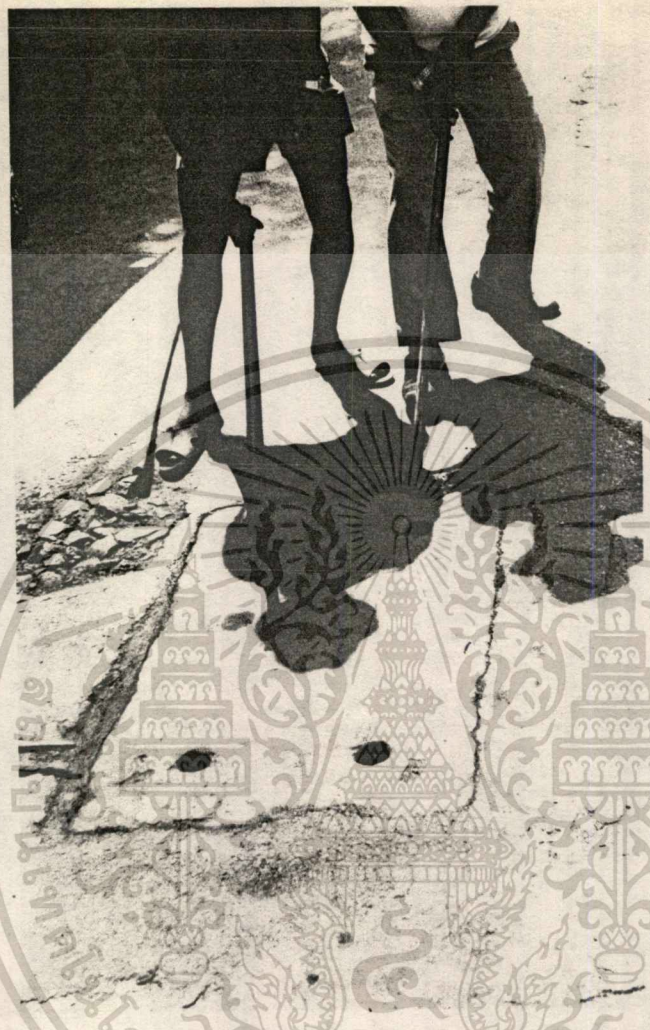
2.1.1 <u>การเปิดฝาท่อแบบสี่เหลี่ยม</u>

การเปิดฝาท่อแบบสี่เหลี่ยมนี้ ยังแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

2.1.1.1 <u>การเปิดฝาท่อแบบสี่เหลี่ยมที่ฝาท่อไม่แน่น</u>

การเปิดฝาท่อแบบนี้ เป็นลักษณะการเปิดฝาท่อที่ไม่แน่น กล่าวคือ ฝาท่อกับขอบบ่อพักไม่มีเศษดินหรือเศษฝุ่นเข้าไปติดมากนัก การยกฝาท่อจะเป็นไปโดยไม่ยาก การยกฝาท่อนี้จะต้องใช้คนสองคน คนหนึ่งมีชะแลง อีกคนหนึ่งมีอีเตอร์ งัดพร้อมกันทั้งคู่ ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

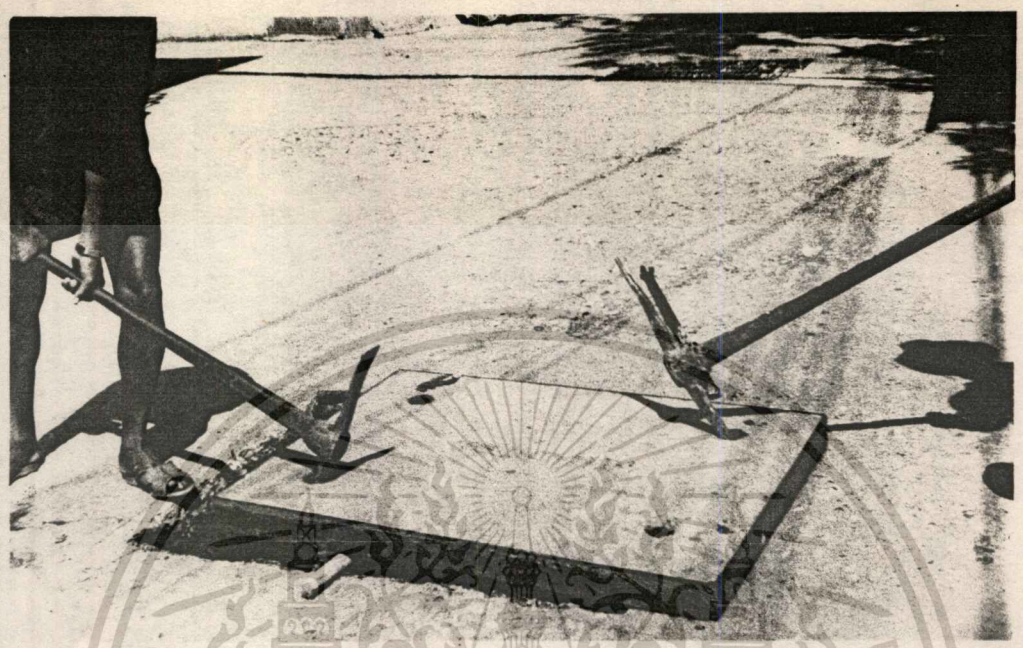


รูปที่ 20 แสดงการเปิดฝาท่อแบบสี่เหลี่ยมและฝาท่อไม่แน่น

2.1.1.2 <u>การเปิดฝาท่อแบบสี่เหลี่ยมและฝาท่อแน่น</u>

การเปิดฝาท่อแบบสี่เหลี่ยมและฝาท่อแน่น หมายถึง ฝาท่อนั้นมีเศษฝุ่น เศษดิน มาติดกับขอบบ่อพักแน่นมาก การเปิดฝาท่อแบบนี้ต้องใช้แรงในการเปิดมาก การเปิดแบบนี้ใช้คน 2 คน ทั้งคู่มีอีเตอร์คนละหนึ่งอัน โดยโยกฝั่งตรงข้าม โยกไปโยกมา จนเศษฝุ่นและเศษดินออกมา แล้วจึงยกฝาท่อออกมา ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 21 แสดงการเปิดฝาท่อแบบสี่เหลี่ยมและฝาท่อแน่น

อนึ่ง การเปิดฝาท่อแบบสี่เหลี่ยมนี้รวมทั้งฝาท่อแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก และฝาท่อแบบตะแกรงเหล็กและฝาท่อแบบรางวี ก็มีพฤติกรรมการเปิดที่เหมือนกัน ดังได้กล่าวมาข้างต้นแล้ว

2.1.2 <u>การเปิดฝาท่อแบบกลม</u>

ลักษณะการเปิดฝาท่อแบบกลมซึ่งเป็นเหล็กนั้น การเปิดนั้นง่ายกว่าฝาแบบเหลี่ยม เพราะฝาแบบนี้ออกแบบสำหรับมีที่เปิดมาด้วยตามแบบ ลักษณะการเปิดก็ต้องใช้คนสองคน แต่ละคนมีชแลงสำหรับงัดฝาท่อออกมาทั้งสองข้าง แล้วจึงนำมาวางบนถนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 <u>การศึกษาเกี่ยวกับอุปกรณ์เปิดฝาท่อระบายน้ำ</u>

การศึกษาอุปกรณ์ที่เจ้าหน้าที่นำมาใช้เปิดฝาท่อระบายน้ำ ได้มาจากการสังเกต การสอบถามเจ้าหน้าที่ อุปกรณ์ที่ใช้ในปัจจุบันนั้น เป็นอุปกรณ์ที่มีใช้อยู่ตามท้องตลาด จากการศึกษาจะรวบรวมอุปกรณ์ที่ใช้เปิดฝาท่อ และอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับล้างท่อระบายน้ำมีดังนี้

1. อีเตอร์ อุปกรณ์ชนิดนี้ส่วนที่ทำงานเป็นเหล็ก ลักษณะยาวสองข้าง ข้างหนึ่งแหลมเล็ก อีกข้างหนึ่งปลายแบน กว้างประมาณ 3-5 เซนติเมตร มีด้ามเป็นไม้ยาวประมาณ 120 เซนติเมตร ลักษณะการทำงานเปิดฝาท่อ มักจะใช้ปลายด้านหนึ่งงัดลงที่ปลายฝาท่อ หรือที่รูฝาท่อเพื่องัดฝาท่อออกมา

2. ชแลง มีลักษณะเป็นเหล็กทั้งอัน เป็นเหล็กข้ออ้อย ยาวประมาณ 120 เซนติเมตร ปลายด้านหนึ่งจะแบนและงอ ปลายแบนมีขนาดความกว้างประมาณ 3-5 เซนติเมตร และปลายอีกข้างหนึ่งแบนตรง กว้างประมาณ 3-5 เซนติเมตร เช่นกัน ลักษณะการใช้งานมักจะใช้งัดตรงขอบบ่อพักกับฝาท่อเพื่องัดฝาท่อขึ้นมา

3. ค้อน มีลักษณะเป็นหัวเหล็ก หรือตามตลาดเรียกว่า ค้อนปอนด์ ใช้สำหรับทุบอิฐหรือทุบสิ่งต่าง ๆ มิใช่เพื่อตอกตะปู หัวค้อนเป็นเหล็กทั้งสองข้าง มีด้ามยาวประมาณ 120 เซนติเมตร ลักษณะการใช้งานจะใช้เมื่อฝาท่อกับขอบบ่อพักติดกันแน่น จะใช้ทุบเพื่อให้เศษฝุ่นและเศษดินหลุดออกจากขอบบ่อพัก เพื่อที่จะสามารถเปิดฝาท่อออกได้โดยง่าย

4. จอบ ลักษณะของจอบด้านปลายเป็นเหล็กบาง กว้างประมาณ 15 เซนติเมตร ยาวประมาณ 20 เซนติเมตร ด้ามเป็นไม้ยาวประมาณ 120 เซนติเมตร ลักษณะของจอบเวลาใช้งาน ใช้ในการล้างท่อระบายน้ำ โดยใช้ตักเศษผง เศษดินที่บ่อพักระบายน้ำ

5. เสียม ลักษณะของเสียมที่ปลายเป็นเหล็กบางโค้ง ความยาวประมาณ 10-15 เซนติเมตร มีด้ามยาวประมาณ 120 เซนติเมตร ใช้สำหรับตักเศษดินแข็ง ๆ ที่อยู่ในบ่อพักท่อระบายน้ำ

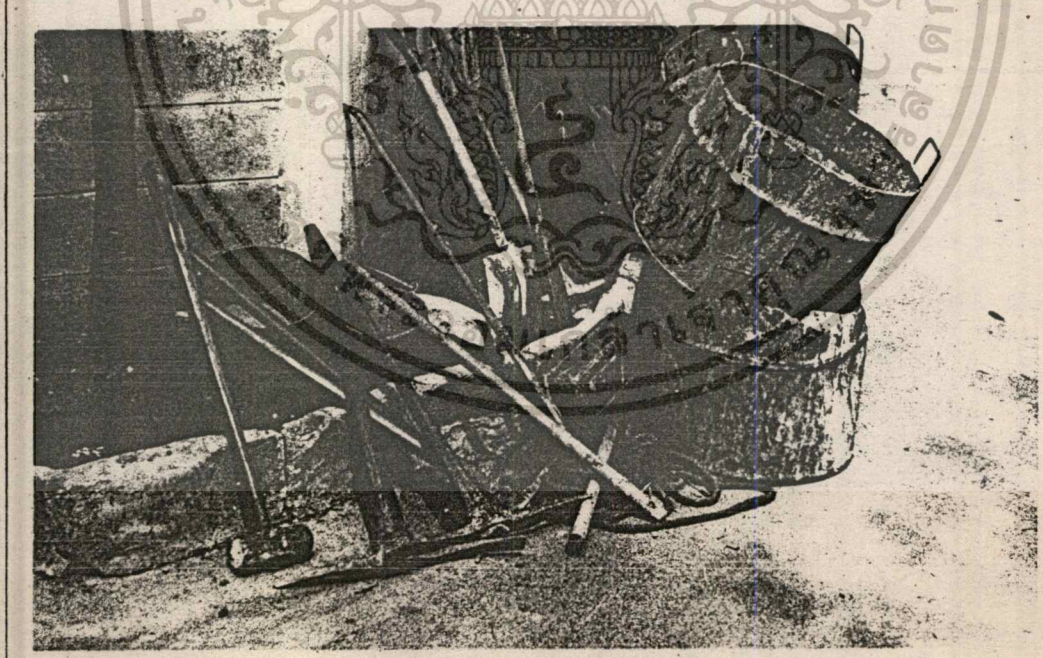
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. พลั่ว ลักษณะของพลั่ว ปลาย เป็น เหล็กบาง กว้างประมาณ 20-25 เซนติเมตร ยาวประมาณ 25-30 เซนติเมตร ใช้สำหรับตัก เศษดิน เศษผงจากท่อพัก

7. ลูกรอก มีลักษณะ เป็น เหล็กกลมกลวง ปลาย เป็นกรวย มี เขือกติดทั้งสองข้าง ใช้สำหรับรอกท่อระบายน้ำจากช่วงบ่อพักถึงบ่อพัก เพื่อรอก เอา เศษผง เศษขยะต่าง ๆ ออก จากท่อระบายน้ำ

8. กระป๋อง มีลักษณะ เป็นทรงกระบอก อาจจะ เป็นพลาสติกหรือ เหล็ก มี เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 30-40 เซนติเมตร สูงประมาณ 25-30 เซนติเมตร ใช้สำหรับ ตัก เศษผงและโคลนในบ่อพักออกมาใส่ในถังอีกทีหนึ่ง

9. ถัง มีลักษณะ เป็นถังทรงกระบอก เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 100 เซนติเมตร สูงประมาณ 40-50 เซนติเมตร ใช้สำหรับใส่ เศษผง เศษดิน เศษขยะ จาก กระป๋องขึ้นรถบรรทุก เพื่อนำบรรทุกไปทิ้งที่อื่นอีกทีหนึ่ง



รูปที่ 22 แสดงอุปกรณ์การ เปิด-ปิดฝาท่อ และล้างท่อระบายน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การศึกษา เกี่ยวกับขนาดและระบบของถนนใน เขตกรุง เทพมหานคร

ระบบของถนนใน เขตกรุง เทพมหานครนั้น จะแบ่งการศึกษาตามหัวข้อดังต่อไปนี้

2.3.1 ขนาดของถนนและซอยที่มีอยู่ในกรุง เทพมหานคร

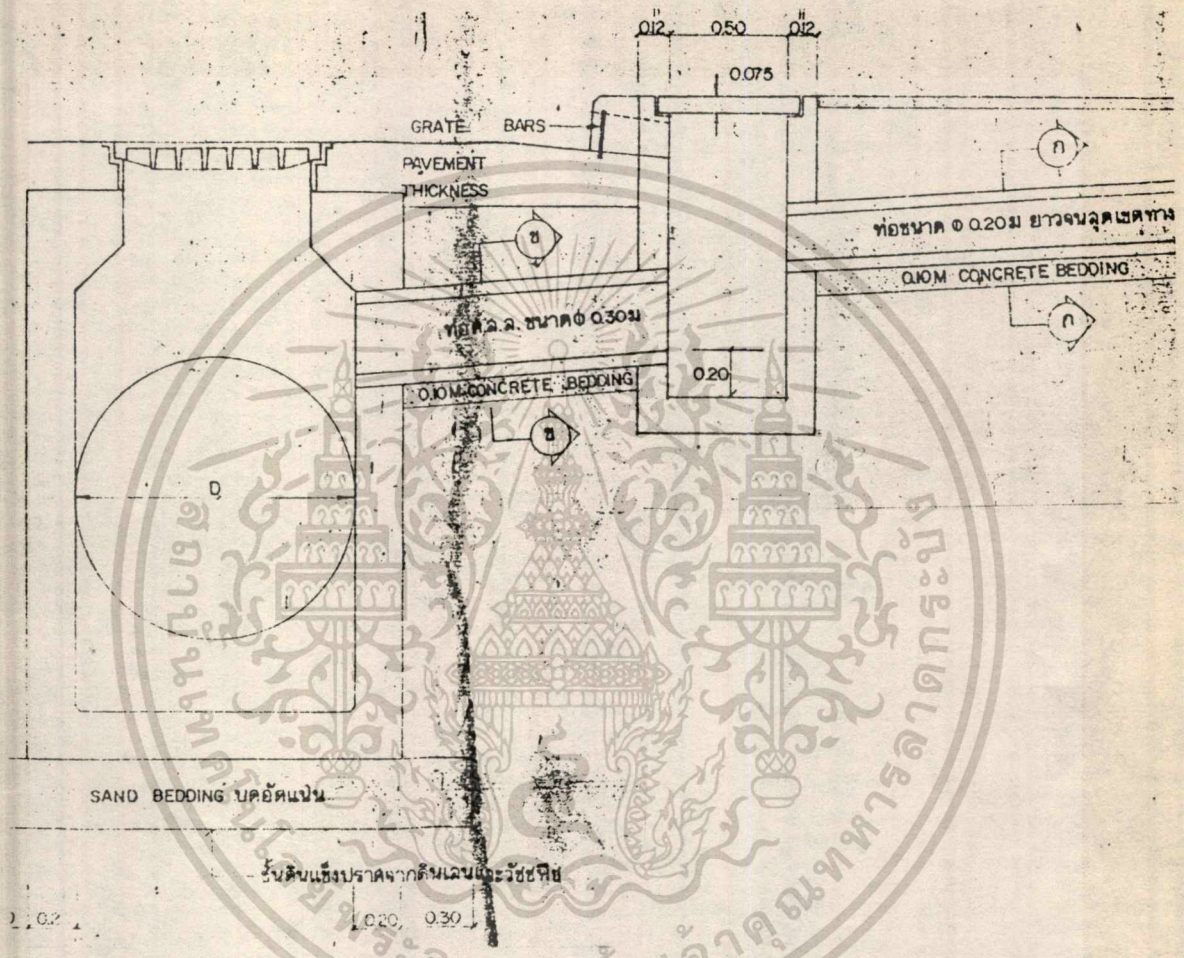
ขนาดของถนนสายต่าง ๆ นั้น มักจะไม่แน่นอนตายตัว เพราะการสร้างถนนแต่ เดิมนั้นยังไม่กำหนดมาตรฐานและขนาดของถนนขึ้นมา แต่การสร้างถนนในสมัยปัจจุบันนั้น มีขนาดและแบบมาตรฐานออกมาแล้ว จากการออกแบบของ กองออกแบบ สำนักการโยธา กรุง เทพมหานคร (ตามแบบที่ 3) จากการศึกษา พบว่า ในถนนมาตรฐานนั้น ขนาดของถนนจะกว้างทั้งหมด 14 เมตร แบ่ง เป็น 4 เส้นทาง เส้นทางละ 3.50 เมตร เป็นแบบมาตรฐานของกองออกแบบ ส่วนขนาดของซอยนั้น ก็มักจะสร้างขึ้นตาม เนื้อที่ของซอย แต่ถ้าสร้างขึ้นมาใหม่ ต้องมีอย่างน้อย 2 เส้นทาง เส้นทางละ 1.80 เมตร จะมีทาง เท้าหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับขนาด เนื้อที่ของซอยว่ามีกว้างพอที่จะทำทาง เท้าหรือไม่

2.3.2 ระบบของถนนที่มีท่อระบายน้ำ

ระบบของถนนที่ เกี่ยวกับการระบายน้ำ ได้แก่ การระบายน้ำบนถนนลงสู่ท่อระบายน้ำ จะแบ่งระบบของการระบายน้ำ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

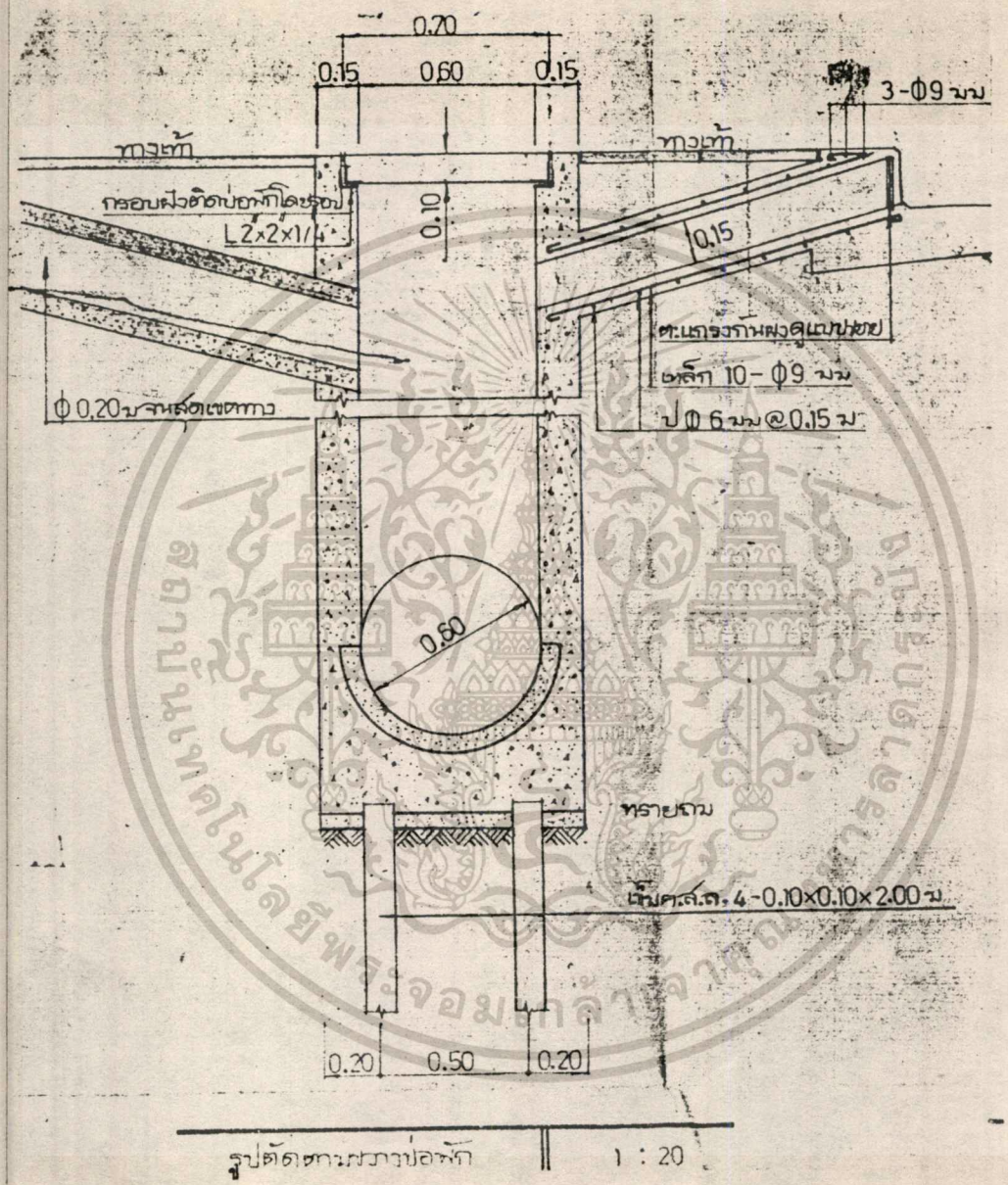
2.3.2.1 <u>แบบฝาท่ออยู่บนผิวจราจร</u>



รูปที่ 23 แสดงแบบฝาท่ออยู่บนผิวจราจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.2 แบบฝาท่ออยู่บนทาง เท้า

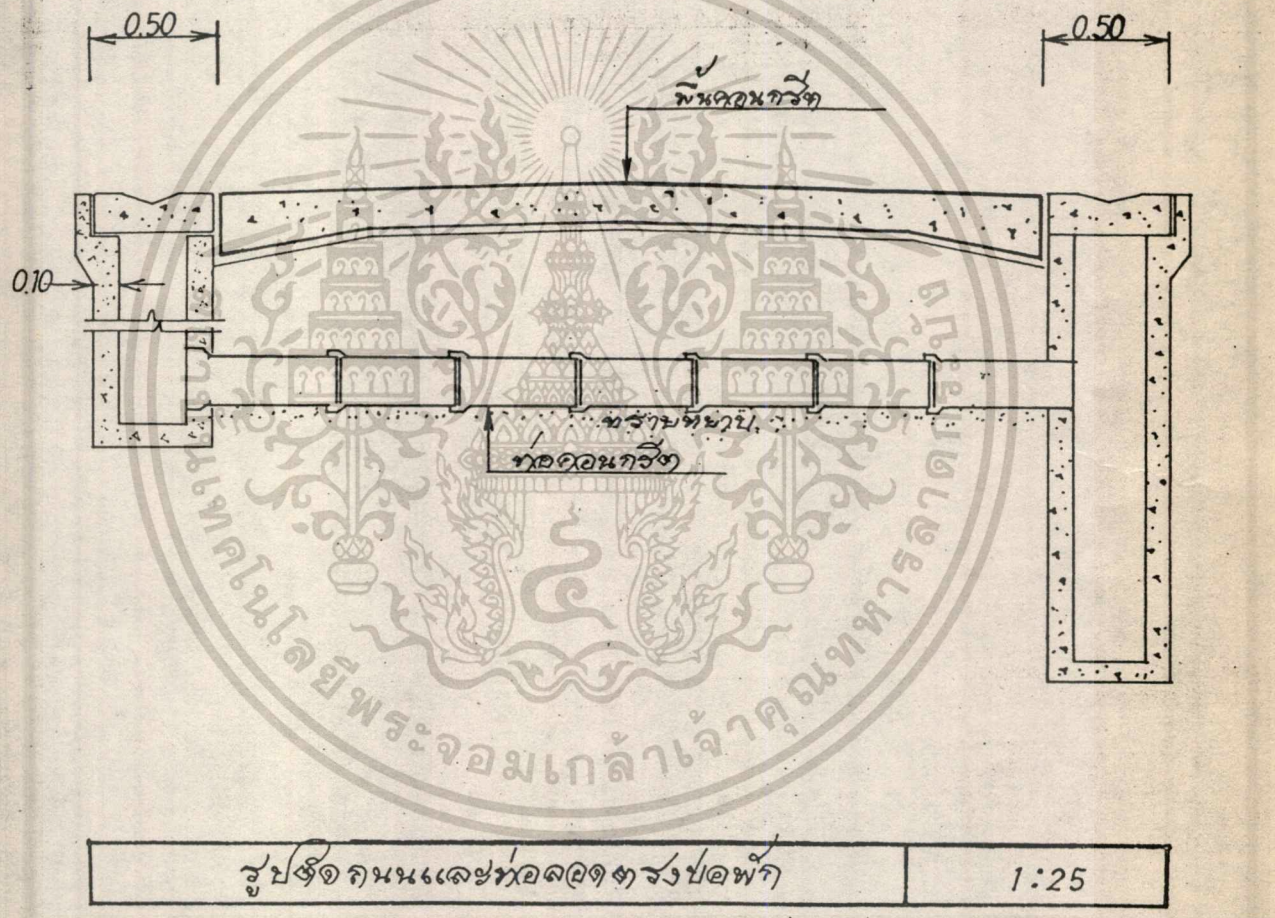


รูปที่ 24 แสดงแบบฝาท่ออยู่บนทาง เท้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.3 <u>แบบฝารางวี</u>

แบบฝารางวีนี้ มักจะใช้ตามซอยซึ่งไม่มีทาง เท้า

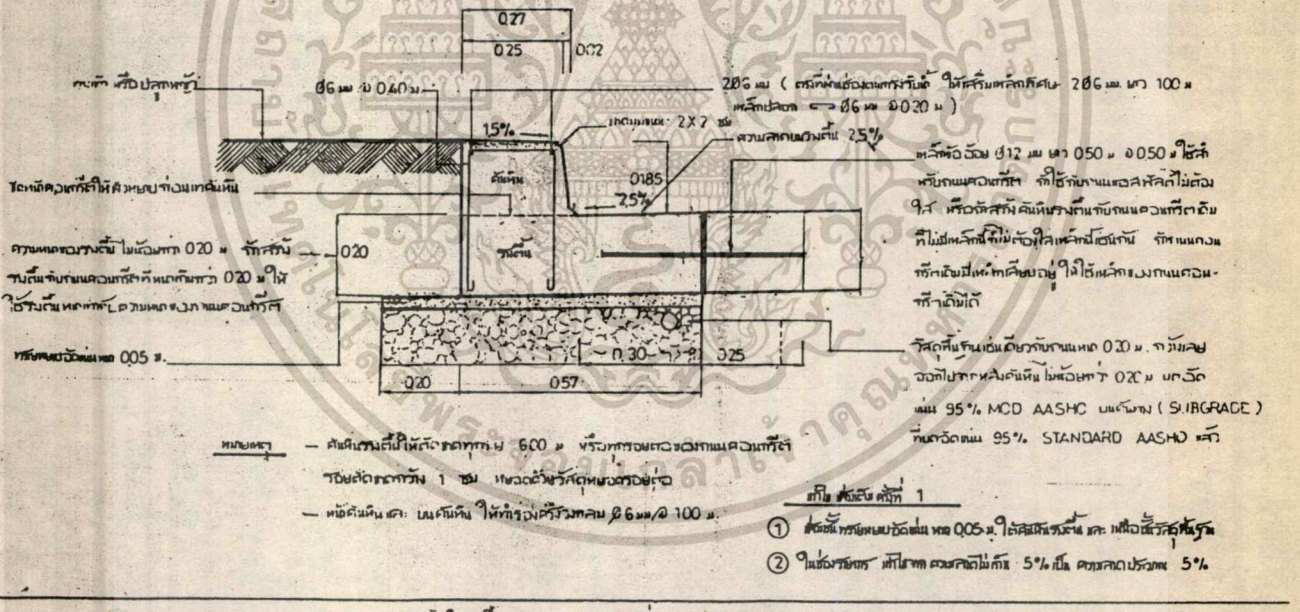


รูปที่ 25 แสดงแบบฝารางวี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การศึกษาเกี่ยวกับขนาดและระบบของทางเท้า

การศึกษาขนาดและระบบของทางเท้าในเขตกรุงเทพมหานครนั้น พบว่า ขนาดของความกว้างของทางเท้าแต่ละแห่งนั้นไม่เท่ากัน มักจะขึ้นอยู่กับขนาดของพื้นที่ในแต่ละแห่งที่ไม่เท่ากัน แต่จากการศึกษาเพื่อนำมาใช้ในการออกแบบนั้น พื้นบนทางเท้าจะเป็นแผ่นคอนกรีตปูพื้น หรือเป็นหินปูนปูพื้นมาตรฐาน (ตามแบบที่ 3 จากกองออกแบบ สำนักการโยธา กรุงเทพมหานคร) ส่วนขนาดของความสูง และระบบทางเท้านั้นดูได้จาก



รูปที่ 26 แสดงขนาดและระบบของทางเท้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การศึกษาเกี่ยวกับลักษณะของผิวจราจรใน เขตกรุง เทพมหานคร

การสร้างผิวถนน

หมายถึง ส่วนที่ถัดจากพื้นฐานขึ้นมาของถนนคอนกรีต ถนนแอสฟัลต์ ลานจอดรถ ทาง เท้า คันหินรางตื้น รางวี

2.5.1 การสร้างพื้นถนน ทาง เท้าคอนกรีต เสริม เหล็ก คันหิน และคันหินรางตื้น รางวี

2.5.1.1 วัสดุ

1) คอนกรีต คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ผสม เช่น ซีเมนต์ ทราย หินย่อย อัตราส่วนและคุณสมบัติของคอนกรีตที่ผสมแล้ว เช่น กำลังความต้านทานแรงอัดคอนกรีตให้ เป็นไปตามรายการมาตรฐานสำหรับงานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็กโดยทั่วไป บทที่ 4 และตามที่กำหนดไว้ในแบบแปลน

2) เหล็กเสริม ชนิดและคุณสมบัติของ เหล็กเสริม เช่น ความต้านทานแรงดึง ให้ เป็นไปตามรายการมาตรฐานวัสดุก่อสร้าง บทที่ 6

2.5.1.2 ข้อกำหนดในการก่อสร้าง

1) พื้นฐาน ซึ่งมีความหนา การบดอัด และคุณภาพวัสดุถูกต้องตามแบบและรายการมาตรฐาน บทที่ 6 มีความลาด ความโค้ง ระดับถูกต้องตามแบบแปลน ถ้าทิ้งไว้นานหรือฝนตกหรือ เปิดให้รถวิ่งผ่านต้องแต่งและบดอัดก่อน เทคอนกรีตให้ เรียบได้ระดับตามแบบแปลนอีกครั้ง

2) ทรายรองพื้น มีความหนาตามที่กำหนดในแบบแปลน ต้องสะอาดปราศจากอินทรียวัตถุ และสิ่งสกปรกต่าง ๆ ต้องมีขนาดส่วนคละตามที่กำหนดในแบบแปลน ต้องบดอัดแน่นและราดน้ำให้ชุ่มทั่วถึงก่อน เทคอนกรีต เพื่อป้องกันการดูดน้ำจากคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) แบบหล่อ ให้ใช้แบบหล่อทำด้วย เหล็ก หรือแบบไม้ที่หนาไม่น้อยกว่า 4 เซนติ เมตร และได้รับการ เสริมให้แข็งแรง ไม่คดงอ ก่อนนำ เข้าที่จะต้องขูดผิวหน้าแบบให้สะอาด ทาน้ำมันแล้วยึดตรึง เข้าที่มิให้ขยับ เขยื้อนได้ง่าย

ระดับผิวบนของแบบจะผิดได้ไม่ เกิน 0.5 เซนติ เมตร ในระยะ 10 เมตร ส่วนแนวด้านข้างจะคดงอได้ไม่ เกิน 1 เซนติ เมตร ใน 6 เมตร

4) การ เสริม เหล็ก เหล็ก เสริมจะต้องได้ขนาดและระยะตามปรากฏในแบบแปลน แผง เสริม เหล็กจะต้องผูกแน่นหนา มี เหล็กหรือคอนกรีตหนุนไว้ให้ถูกระดับที่กำหนดไว้ในแบบ เหล็ก เสริม เส้นริมสุดจะห่างจากขอบคอนกรีตหรือรอยต่อได้ไม่เกิน 8 เซนติ เมตร และปลายทั้งสองข้างของ เหล็ก เสริมจะห่างจากขอบคอนกรีต หรือรอยต่อได้ไม่ เกิน 5 เซนติ เมตร

เหล็ก เดือยระหว่างแผ่น (Dowel Bars หรือ Tie Bars) จะต้องยึดให้มั่นคงมิให้ เคลื่อนที่ได้ในขณะ เทคอนกรีต มีระดับแนวและตำแหน่งถูกต้องตามกำหนดในแบบ ถ้าหากว่าในแบบระบุให้ทาแอสฟัลต์หรือวัสดุอื่นที่ป้องกันมิให้คอนกรีตจับผิว เหล็ก ก็ต้องทาให้ทั่วอย่างบางที่สุด เหล็ก Tie Bars ที่เชื่อมระหว่างแผง เมื่อ เทคอนกรีตแล้วห้ามถอดออกโดย เด็ดขาด

5) การ เทคอนกรีต จะต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบก่อนล่วงหน้า เสียก่อน เพื่อที่จะได้ตรวจแบบหล่อ เหล็ก เสริม และ เครื่องอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการ เทคอนกรีตว่าอยู่ในสภาพ เรียบร้อย สามารถใช้งานได้ดี การ เทคอนกรีตควร เทให้ เสร็จแผงหนึ่ง ๆ ภายใน 15 นาที การ เกลี่ย กระทุ่ง แต่งผิวหน้าคอนกรีตให้กระทำด้วย เครื่องมือกล และผู้ว่าจ้างอาจจะให้ใช้บรรทัดไม้ หรือ เหล็กซึ่งมี เครื่องสั่นสะ เทือนจังหวะไม่น้อยกว่า 3,000 ครั้งต่อนาที ในการปาดหน้าคอนกรีตก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความ เหมาะสมของงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) การแต่งผิวหน้าคอนกรีต เมื่อเทคอนกรีตได้ระดับแล้ว จะต้องแต่งให้เรียบร้อยอีกครั้ง เพื่อปาดเอาปูนทรายที่ติดผิวหน้าคอนกรีตออก และลบรอยคลื่นที่เกิดจากการเทคอนกรีตด้วย

7) การบ่มคอนกรีต คอนกรีตเมื่อได้รับการแต่งหน้าเรียร้อยแล้ว 24 ชม. จะต้องได้รับการบ่มเพื่อให้มีความแข็งแรง เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 7 วัน ด้วยวิธีการอย่างหนึ่งอย่างใดต่อไปนี้

7.1 ใช้กระสอบคลุมสลับกันเป็นสองชั้น โดยให้เหลื่อมกันอย่างน้อย 15 เซนติเมตร แล้วรดน้ำให้ชุ่มอยู่ตลอดเวลา

7.2 ใช้ดินเหนียวกั้นเป็นขอบโดยรอบ แล้วใช้น้ำแช่ขังให้เต็มผิวหน้าคอนกรีต

7.3 ใช้ทรายเทคลุมผิวหน้าคอนกรีต แล้วรดน้ำให้ชุ่มตลอดเวลา

7.4 ใช้น้ำยาบ่มคอนกรีตตามกรรมวิธีที่ผู้ผลิตกำหนดไว้ แต่จะต้องได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงานก่อน

8) การถอดแบบ แบบนี้จะถอดได้เมื่อเทคอนกรีตเรียบร้อยแล้วไม่น้อยกว่า 24 ชม. และได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานเสียก่อน การถอดแบบนี้จะต้องทำด้วยความระมัดระวังมิให้ส่วนหนึ่งส่วนใดของคอนกรีตชำรุดเสียหาย ถ้าหากว่าการถอดแบบทำให้เกิดการเสียหายขึ้น ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการแก้ไขให้ดีเหมือนเดิม ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

9) รอยต่อ รอยต่อต่าง ๆ จะต้องสร้างให้ได้รูปลักษณะและการเสริมเหล็ก Dowel Bars และ Tie Bars ถูกต้องตามแบบแปลนการยาแนวต้องทำด้วยความประณีต ใช้วัสดุตามที่กำหนดไว้ในแบบ โดยจะต้องดำเนินการให้ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.1 รอยต่อจะต้องทำให้แห้ง ปราศจากฝุ่นละออง สิ่งสกปรก และน้ำมัน เสียก่อน

9.2 ในการยาแนวอาจจะต้องทารองพื้นด้วย ให้ใช้วัสดุที่เหมาะสมกับวัสดุที่ใช้ยาแนวตามกำหนดในแบบแปลนและรายการ และดำเนินการตามกรรมวิธีของผู้ผลิต

9.3 วัสดุที่ใช้ยาแนวจะต้องต้มด้วย เครื่องต้มที่เหมาะสม สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ ตามกรรมวิธีที่ผู้ผลิตกำหนดไว้

9.4 อุณหภูมิของวัสดุยาแนวที่เทรอยต่อจะต้องอยู่ในระหว่าง 338-374 องศาฟาเรนไฮ หรือตามวิธีการใช้วัสดุนั้น ๆ

9.5 การตัดแนวรอยต่อด้วยเครื่องตัด (Joint cutter) ให้ตัดเมื่อคอนกรีตมีอายุประมาณ 6-24 ชั่วโมง

2.5.1.3 <u>ข้อกำหนดโดยทั่วไป</u>

1) ความหนาของพื้นถนนคอนกรีตที่หล่อเรียบร้อยแล้ว จะมีความหนาน้อยกว่าในแบบได้ไม่เกิน 0.5 เซนติเมตร แต่เมื่อเฉลี่ยกันแล้วจาก 10 จุด จะต้องหนาไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ

2) การเปิดการจราจร การเปิดการจราจรของถนนคอนกรีตจะต้องเปิดหลังจากหล่อพื้นถนนเสร็จแล้วเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 21 วัน ยกเว้นในกรณีพิเศษซึ่งจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง

3) ในกรณีที่สร้างพื้นถนนคอนกรีตนั้นสร้างอยู่ในตรอกหรือซอยที่แคบหรือในบริเวณที่ไม่มีทางเหลือให้ประชาชนเดินได้ ผู้รับจ้างจะต้องปูพื้นไม้แผ่นเป็นทางเดินชั่วคราวให้คนเดินได้สะดวก และมีทางแยกให้ประชาชนเดินได้สะดวกมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อป้องกันมิให้คอนกรีตที่ยังไม่ได้อายุที่จะได้รับความกระทบกระเทือนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) การป้องกันอันตราย ผู้รับจ้างมีหน้าที่ติดตั้งป้ายห้ามยานพาหนะ ป้ายชี้แจงประชาชนที่สัญจรผ่านไปมาในบริเวณก่อสร้าง ติดตั้งโคมไฟสีแดงให้เพียงพอในเวลากลางคืน เพื่อประชาชนหรือยวดยานพาหนะจะมองเห็นได้ชัดเจนตลอดเวลาที่ทำการก่อสร้างจนกว่าจะได้เปิดให้ยวดยานพาหนะหรือประชาชนสัญจรเป็นปกติ หาก เกิดอุบัติเหตุหรือความเสียหายแก่บุคคล หรือทรัพย์สิน เนื่องจากการกระทำหรือการประมาทเลินเล่อของผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบแต่ผู้เดียว

5) การเชื่อมต่อกับถนนเดิม เมื่อผู้รับจ้างสร้างพื้นถนนคอนกรีตเสร็จแล้วจะต้องดำเนินการปรับพื้นถนนใหม่กับถนนเดิมให้กลมกลืนกัน โดยใช้แอสฟัลต์ผสมรวมเสริมบนถนนเดิมบริเวณต่อเชื่อม ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

2.5.2 <u>การสร้างและเสริมผิวจราจรแบบแอสฟัลต์ผสมร้อน</u>

2.5.2.1 <u>วัสดุ</u>

วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างผิวจราจรแบบนี้ ประกอบด้วยหินย่อยและวัสดุแอสฟัลต์ (Bituminous Material) มีลักษณะ ขนาด และคุณภาพกำหนดไว้ดังนี้

1) หินย่อย (Crushed Stone) ประกอบด้วยส่วนหยาบที่ค้างตะแกรงเบอร์ 8 และส่วนละเอียดที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 ต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1.1 หินย่อยจะต้องสะอาด เหนียว ผิวหน้าขรุขระ ทนทาน และไม่มีชิ้นส่วนที่แบนยาวและผุมากเกินควร

1.2 เปอร์เซ็นต์ของความสึกหรอ (Percentage of Wear) เมื่อทดลองด้วย Los Angeles Abrasion Test แล้วจะต้องไม่เกิน 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 หินย่อยส่วนที่หยาบจะต้องเป็นหินที่ได้จากการย่อยหินใหญ่ (Crushed Stone) หากจะจะใช้กรวดจะต้องเป็นกรวดย่อย (Crushed Hravel) หรืออื่นใดที่ทำการทดลองให้ใช้ได้แล้ว

1.4 หินย่อยส่วนที่ละเอียดต้องเป็นหินฝุ่น (Lime Stone Dust) หรือปูนซีเมนต์ หรือปูนขาว (Hydrated Lime) ในกรณีที่ไม่สามารถหาหินส่วนละเอียดได้ จะใช้ทรายก็ได้ แต่ต้องทำการทดลองให้ใช้ได้แล้ว

2) วัสดุแอสฟัลต์ (Bituminous Material) วัสดุแอสฟัลต์ที่ใช้จะต้องมีคุณสมบัติตามที่กำหนดในแบบแปลนและตามที่กำหนดในบทที่ 6 ซึ่งจะต้องได้รับการทดสอบและอนุญาตให้ใช้จากกรุง เทพมหานครก่อน

2.5.2.2 <u>ส่วนผสม</u>

ผิวทางนี้ประกอบด้วยหินย่อยตามขนาดและชนิดของผิว และอัตราส่วนผสมของแอสฟัลต์ดังต่อไปนี้ คือ

ส่วนผสมซึ่งใช้ เป็นทั้งชั้นปรับระดับ (Leveling Course) และชั้นผิวจราจร (Wearing Course)

ขนาดตะแกรงร่อน	% ผ่านตะแกรง
3/4"	100
1/2"	81-91
3/8"	66-76
4	57-65
8	49-57
20	19-27
50	10-19
100	7-15
200	6-8

จำนวนแอสฟัลต์ เป็น เปอร์ เซ็นต์โดยน้ำหนัก 4.5-5.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2.3 วิธีการผสม

การผสม Nitumen Macadam นี้ ใช้วิธีผสมแอสฟัลต์กับหิน แล้วจึงนำไปลาดบนพื้นทางที่ Prime ไว้แล้ว

การผสมให้ใช้ Hot Mix Plant แอสฟัลต์ที่ใช้ผสม ให้ใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ (AC) 85-100 Penetration

2.5.2.4 อุณหภูมิของวัสดุในการผสม

อุณหภูมิของวัสดุที่ใช้ในการผสมให้เป็นดังนี้ คือ

แอสฟัลต์ซีเมนต์ 85-100 140 - 160 ^{o}C

อุณหภูมิของหินย่อย 140 - 160 ^{o}C

2.5.2.5 คุณสมบัติของแอสฟัลต์ผสมหลังจากผสมเสร็จแล้ว

ต้องมีคุณสมบัติดังนี้ คือ เมื่อทดสอบด้วยวิธีการของมาแชลล์ที่อุณหภูมิ 140 ^{o}C และอัดด้วย Rammer มาตรฐานข้างละ 75 ครั้ง จะต้องมีค่า Stability ไม่ต่ำกว่า 750 ปอนด์ ค่า Flow อยู่ระหว่าง 8-16 Void in Total Mixer 3-5% มีค่า Aggregate void Filled 75-82% การลาดส่วนผสมแบบ Hot Mixed บนพื้นทางที่ได้ Prime Coat ไว้เรียบร้อยแล้วนั้น ให้ลาดได้ที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่าอุณหภูมิที่ใช้ผสม เกิน 15 องศาเซลเซียส

2.5.2.6 การทดสอบ

เพื่อให้ส่วนผสมมีคุณภาพดีและใช้ปริมาณแอสฟัลต์ได้ถูกต้อง นายช่างผู้ควบคุมงานจะให้ส่งวัสดุต่าง ๆ ไปทำการทดสอบเสียก่อนที่จะอนุญาตให้ใช้งานได้ อันจะเป็นประโยชน์ในการควบคุมงานอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2.7 <u>การก่อสร้าง</u>

1) สภาพอากาศ การจะลาดแอสฟัลต์ผสมร้อนจะต้องลาดในขณะที่ผิวพื้นฐานที่ทำ Prime Coat ไว้แล้วและอยู่ในสภาพเรียบร้อย แห้งสนิท อากาศจะต้องแจ่มใส ไม่มีฝนตก หรือมีหมอก

2) เครื่องมือในการขนส่งและการลาดแอสฟัลต์ผสมร้อน

2.1 รถบรรทุก รถสำหรับบรรทุกแอสฟัลต์ผสมร้อนจะต้องมั่นคง สะอาด และผิวภายในกะบะเป็นโลหะเรียบ และผิวภายในกะบะต้องพ่นบาง ๆ ด้วยน้ำสบู่ หรือน้ำมันไขล่า เพื่อป้องกันแอสฟัลต์ผสมร้อนติดกับพื้น รถกะบะแต่ละคันเมื่อบรรทุกแอสฟัลต์ผสมร้อนต้องคลุมด้วยผ้าใบกันการสูญเสียความร้อน หรือถูกน้ำฝน รถทุกคันจะต้องสามารถรักษาอุณหภูมิของแอสฟัลต์ผสมตามที่ต้องการขณะใช้งานได้

2.2 เครื่องปูและเครื่องแต่ง เครื่องมือสำหรับปูลาดและแต่งจะต้องขับเคลื่อนด้วยตัวเองได้ สามารถปูลาดและแต่งให้ได้ระดับความหนา ความลาด ความโค้ง และความกว้างตามที่ต้องการได้ และต้องได้รับความเห็นชอบจากวัศวกรผู้ควบคุมของผู้ว่าจ้างก่อน

3) การปูลาดและการแต่ง เมื่อได้ขนแอสฟัลต์ผสมร้อนมาถึงสถานที่ก่อสร้างแล้วให้ปูลาดด้วยเครื่อง Spreader และ Finisher ปรับให้ได้ระดับความหนา ความลาด ความโค้ง ตามรูปตัดในแบบในสถานที่ที่ไม่สามารถใช้เครื่อง Spreader and Finisher ได้ให้ใช้คนสาดเกลี่ยมปรับแต่งระดับความหนา ความลาด ความโค้ง ตามรูปตัดในแบบ

4) การบดอัด ทันทีที่ได้ปูลาดเสร็จ ให้ตรวจสอบข้อบกพร่องหรือความไม่สม่ำเสมอต่าง ๆ เมื่อเรียบร้อยแล้วให้บดอัดด้วยรถบดล้อเรียบขนาด 6-8 ตันก่อน แล้วจึงบดอัดด้วยรถบดขนาด 8-10 ตัน ให้ได้ความแน่นตามที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในแบบ การบดอัดให้บดอัดจากริมเลื่อนเข้าหาศูนย์กลาง และให้รถบดวิ่งทับแนวเดิมประมาณครึ่งหนึ่ง ในขณะบดอัดแอสฟัลต์ผสมร้อนจะต้องมีอุณหภูมิไม่น้อยกว่า 225 องศาฟาเรนไฮ

5) การตรวจสอบการบดอัด เมื่อบดอัดเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ทำการทดสอบความแน่นของแอสฟัลต์ผสมร้อนให้ได้ตามที่กำหนดไว้ในแบบ ถ้าหากความแน่นไม่ได้ตามที่กำหนด ให้แก้ไขจนกว่าจะได้ตามที่กำหนด ถ้าหากไม่สามารถจะทำให้แน่นตามกำหนดได้ ให้รื้อออกทำใหม่

6) การปูชั้นที่ 2 (ชั้น Wearing Course) เมื่อทำการบดอัดชั้น Leveling Course ให้ได้ความแน่นตามที่กำหนดไว้แล้ว ให้ Tack Coat ด้วย RC-2 ในอัตรา 0.25-0.80 กก/ม.^{2} หรือตามที่กำหนดในแบบด้วยเครื่อง Pressure Distributor ทิ้งไว้อย่างน้อย 24 ชม. แล้วจึงปูแอสฟัลต์ซึ่งมีคุณสมบัติตามข้อ 1 ตามวิธีการในข้อ 1

การตรวจสอบความเรียบ ความคลาดเคลื่อนของระดับผิวถนนที่เสร็จแล้วด้วย Crown Template และ Straight edge ระหว่างจุด 2 จุด บนผิวต้องลาดไม่เกิน 3 มม.

7) การเสริมพื้นถนนด้วยแอสฟัลต์ผสมร้อน ถ้ากำหนดให้เสริมตามแบบให้ทำตามแบบ โดยถือจากชั้นบนสุดจนถึงพื้นฐานเดิม ถ้ากำหนดความหนาไว้ให้เสริมตามความหนาที่กำหนด แต่การก่อสร้างแต่ละขั้นตอนให้ดำเนินการเหมือนกับรายการสร้างตามข้อ 2.5.2

8) การปรับระดับและการตรวจสอบความต้านทานการรับน้ำหนักของพื้นเดิม ก่อนที่จะเสริมผู้รับจ้างจะต้องทำการปรับระดับพื้นฐานเดิมที่จะใช้เป็นพื้นฐานต่อไปให้ได้ระดับที่จะทำผิวให้เรียบร้อยได้ลาดโค้งตามแบบ และจะต้องทำการทดสอบค่าความต้านทานน้ำหนักตามแบบก่อน ถ้าหากว่าเมื่อทำการทดสอบแล้วไม่ได้ค่าความต้านทานการรับน้ำหนักตามที่กำหนดไว้ในแบบ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ว่าจ้างจนกว่าจะได้ค่าความต้านทานตามที่กำหนดไว้ในแบบ จึงจะดำเนินการต่อไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

๙) ในการเสริมผิวถนนด้วยแอสฟัลต์ผสมร้อน ถ้าระดับของพื้นฐานเดิมต่ำกว่าพื้นฐานที่จะทำการเสริมผิวใหม่ให้เสริมด้วยวัสดุพื้นฐานตามที่กำหนดไว้ เหมือนการสร้างใหม่โดยดำเนินการเสริมแบบเดียวกับการสร้าง และต้องมีการทดสอบการต้านทานน้ำหนักก่อน ส่วนขั้นตอนอื่น ๆ ให้ดำเนินการเหมือนกับการสร้างใหม่ ซึ่งได้กำหนดไว้แล้ว

2.5.3 การทำผิวถนนลาดยางแอสฟัลต์แบบ Penetration Macadam

คือ ชั้นผิวทางตามชนิดที่แอสฟัลต์แสดงไว้ในแบบแปลน ซึ่งก่อสร้างขึ้นด้วยหินและยางแอสฟัลต์ตามวิธีที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้

2.5.3.1 วัสดุ

๑) หิน อาจใช้หินย่อยหรือกรวดย่อยก็ได้ และต้องมีขนาดตามที่กำหนดให้ตามมาตรฐานกรุงเทพมหานครบทที่ 6 และมี Percentage of Wear ไม่เกิน 40

๒) ยาง จะต้องใช้ยางแอสฟัลต์ที่มีชนิดและลักษณะตามที่กำหนดให้ และมีคุณสมบัติตามมาตรฐานกรุงเทพมหานครบทที่ 6

2.5.3.2 ข้อกำหนดในการใช้วัสดุ

๑) การลาดยาง จะต้องกระทำเมื่อหินแห้ง และอากาศไม่มีหมอกหรือฝนไม่ตกเท่านั้น

๒) การทำความสะอาดผิวหน้า ก่อนจะลงหินชั้นแรกผิวหน้าของถนนต้องกวาดให้สะอาดเสียก่อน

2.5.3.3 วิธีก่อสร้าง

๑) การเกลี่ยหินหยาบ การเกลี่ยหินชั้นแรกอาจกระทำด้วยมือหรือจากเครื่องเกลี่ยที่นายช่างผู้ควบคุมงานเห็นชอบแล้ว ในกรณีที่ใช้มือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาจใช้หินที่กองอยู่ข้างถนนหรือลาดลงจากรถบรรทุกก็ได้ ต้องไม่เทหินลงบนพื้นโดยตรง ชั้นของหินเมื่ออัดแน่นแล้วจะต้องมีความหนา เท่ากับที่กำหนดให้ และจะต้องไม่ลงหินบนพื้นที่เปียก อาจใช้รถเกรดช่วยตบแต่งหินแต่ไม่ให้ใช้เกลี่ยหิน หินซึ่งแยกตัวออก (Segregate) ให้เอาออก และเอาหินใหม่ซึ่งมีขนาดถูกต้องและคละกันดีมาใส่แทน

ต้องไม่เปิดการจราจรจนกว่าจะบดทับแน่นและลาดยางเรียบร้อยแล้ว ถ้าหากจำเป็นต้องเปิดการจราจรก็ให้กระทำทีละครึ่งถนน

2) การบดทับ หลังการเกลี่ยหินแล้วให้บดทับเป็นแห่ง ๆ ใช้รถบดหนัก 8-10 ตัน บดจนกระทั่งหินอัดแน่นกันดี และต้องหยุดบดก่อนที่หินจะเริ่มแตก ต้องบดไปตามยาวของถนน เริ่มต้นจากขอบค่อย ๆ เข้าหาศูนย์กลาง ให้รอยเหลื่อมกับแนวที่บดทับแล้วประมาณครึ่งหนึ่งของความกว้างของล้อหลัง ตรงที่มีการยกโค้งจะต้องบดจากด้านต่ำไปหาด้านสูง การบดจะต้องกระทำติดต่อกันไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งมีผิวหน้าแน่นดี และเนื้อหินมีลักษณะดีพอที่จะใช้ยางแอสฟัลต์แทรกซึมลงไปได้โดยสม่ำเสมอ และมีความหนาเท่าที่กำหนดให้ หินที่แตกเนื่องจากการบดต้องนำออกไป และหาหินใหม่ที่ดีมาใส่แทน ถ้ามีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นบนผิวหน้า จะต้องแก้ไขโดยทำผิวหน้าให้ร่วน (Scarify) และนำหินออกไปหรือเติมหินใหม่เข้าไปและบดอัดใหม่

3) การพ่นยาง เมื่อหินถูกอัดแน่นเรียบร้อยแล้ว ให้พ่นยางร้อน A, C, Grade 85-100 Penetration ที่อุณหภูมิ 135-176 องศาเซลเซียส ลงบนผิวหน้าในอัตราที่กำหนด และเพื่อให้รอยต่อของการลาดสองครั้งสม่ำเสมอกัน เมื่อยางที่พ่นออกมาเริ่มจางลงก็ให้ปิดเครื่องพ่นทันที และก่อนที่จะพ่นยางต่อไปก็ให้หากระดาษหนามาปิดบนพื้นที่ลาดแล้วไว้ให้มีระยะพอที่เมื่อเริ่มพ่นยางจะพ่นได้เต็มที่โดยไม่กระเด็นไปซ้ำของเก่าอีก การลาดยางจะต้องลาดจากเครื่องพ่นยางที่สามารถพ่นออกมาได้ในบริเวณที่กำหนดให้โดยสม่ำเสมอ ผู้รับจ้างเหมาต้องจัดหาอุปกรณ์ที่จำเป็นเพื่อหาอุณหภูมิและอัตราของยางที่พ่นออกมาด้วย เครื่องพ่นจะต้องตรวจตราโดยนายช่างผู้ควบคุมเสียก่อนจึงจะนำมาใช้ได้ ถ้าการลาดครั้งแรกมีข้อผิดพลาดต้องแก้ไขเครื่องพ่นเสียก่อน จึงจะทำการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลาดยางต่อไปได้ การลาดยางครั้งหนึ่ง ๆ ควรทำให้เต็มความกว้างของถนน เว้นแต่จะได้สั่งให้เป็นอย่างอื่น จะต้องไม่เปิดการจราจรให้รถวิ่งไปบนยางที่ลาดไว้ใหม่ และต้องเตรียมหินสำหรับลาดทับไว้ให้เรียบร้อย เสียก่อนจึงจะทำการลาดยาง

4) การเกลี่ยหิน ให้เกลี่ยหินตามขนาดที่กำหนดให้ลงบนยางที่ยังอุ่นอยู่ ให้มีจำนวนพอที่จะอุดช่องว่างได้จนทั่ว และไม่ให้ยางติดล้อรถบด หินอาจใช้เกลี่ยจากรถเกลี่ยก็ได้ และให้เดินถอยหลัง เพื่อยางจะได้ไม่ติดล้อรถ การบดทับจะต้องทำติดต่อกันไปจนกระทั่งผิวหน้าแข็งและเรียบสม่ำเสมอดี

5) พ่นยางครั้งที่ 3 เมื่อผิวหน้าถูกอัดแน่นเรียบร้อยแล้วจึงกวาดให้สะอาด และลาดยางครั้งที่สองตามวิธีที่กำหนดให้ อัตราของยางตามที่กำหนด

6) การเกลี่ยหิน หลังจากการลาดยางครั้งที่สองแล้ว ให้เกลี่ยหินตามที่กำหนดให้ทับผิวหน้าขณะที่ยางยังอุ่นอยู่ หินต้องเกลี่ย บด และกวาดตามที่ระบุไว้ในข้อ 1 และข้อ 2 ผิวหน้าต้องไม่มีหินตกค้างอยู่ ต้องเรียบและแน่น มีระดับและแนวลาดชันตามแบบโดยสม่ำเสมอ

7) ในกรณีซึ่งแบบแปลนระบุความหนามากขึ้น ก็ให้ลาดยางสาดหิน และบดทับตามวิธีการเช่นเดียวกับที่ได้กล่าวแล้วข้างต้น

2.5.3.4 <u>การเสริมผิวถนนลาดยาง</u>

1) การเตรียมพื้นฐานให้เตรียมเหมือนการเสริมแอสฟัลต์ผสมร้อนในข้อ 2.5.2.7.7

2) การทำผิวให้ดำเนินการเหมือนกับข้อ 2.5.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การศึกษา เกี่ยวกับการขนส่ง เคลื่อนย้าย อุปกรณ์ เปิดฝาท่อ

จากการศึกษาการขนส่งอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการ เปิด-ปิด และทำความสะอาดท่อระบายน้ำนั้น หน้าที่นี้ เป็นความรับผิดชอบของ สำนักการระบายน้ำ (สนน.) กรุง เทพมหานคร และในกรณีที่มีการจ้าง เหมากรมราชทัณฑ์ การขนส่งก็ เป็นหน้าที่ของเรือนจำต่าง ๆ

โดยสรุปแล้ว การ เคลื่อนย้าย อุปกรณ์ต่าง ๆ นั้น จะต้องใช้รถบรรทุกขนไปจากสำนักการระบายน้ำ หรือจาก เรือนจำ จากการสัง เกต สอบถามแล้ว จะแบ่งรถที่ใช้ เป็น 2 ประ เภท

1. รถบรรทุก เล็ก (Pick Up) รถบรรทุก เล็กนี้จะขนอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการ เปิด-ปิด และอุปกรณ์ในการล้างท่อไป ลักษณะของรถ เป็นรถไม่มีหลังคา ความสูงกระบะจากพื้นประมาณ 60-70 เซนติ เมตร ความกว้าง 140-160 เซนติ เมตร ความลึกประมาณ 200-220 เซนติ เมตร และจะมีคนไปด้วยประมาณ 5-10 คน

2. รถบรรทุกขนาดใหญ่ เป็นรถบรรทุกขนาดใหญ่ที่ใช้ขนถังสำหรับใส่เศษดินเศษผงในการล้างท่อ และจะนำอุปกรณ์ในการ เปิด-ปิด และอุปกรณ์ในการล้างท่อไปด้วย รถบรรทุกขนาดใหญ่นี้มีความสูงจากพื้นถึงกระบะประมาณ 100-120 เซนติ เมตร มีความกว้าง 180-200 เซนติ เมตร มีความลึก 250-280 เซนติ เมตร และจะมีคนติดตามไปด้วยประมาณ 10-15 คน

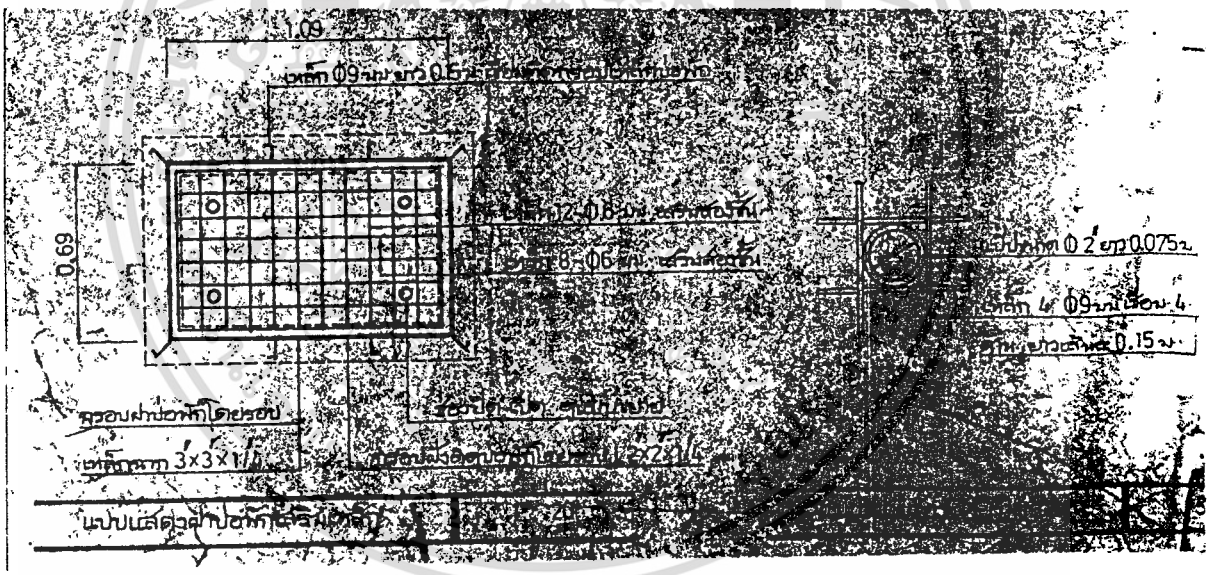
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 <u>การศึกษา เกี่ยวกับขนาด ชนิด และน้ำหนักของฝาท่อระบายน้ำ และท่อระบายน้ำใน กรุง เทพมหานคร</u>

จากการศึกษา ชนิด ขนาด ของฝาท่อระบายน้ำใน เขตกรุง เทพมหานคร จาก สำนักการระบายน้ำนั้น มีตามรายการต่อไปนี้

2.7.1 ชนิดของฝาท่อระบายน้ำนั้นมี 4 ชนิด คือ

2.7.1.1 ชนิดคอนกรีต เสริม เหล็ก ลักษณะจะ เป็นแผ่นคอนกรีต เสริม เหล็ก มีขอบ เหล็กอยู่ด้านข้าง เจาะรูสำหรับระบายน้ำประมาณ 4 หรือ 6 รู (ดูจาก รูปที่ 27)



รูปที่ 27 แสดงฝาท่อชนิดคอนกรีต เสริม เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดงขนาดและน้ำหนักของฝาท่อชนิด ค.ส.ล.

ชนิด (เซนติเมตร)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)
80 x 80 x 8	129.3
80 x 110 x 8	177.2
75 x 135 x 8	204.4
75 x 115 x 10	215.7
75 x 115 x 8	173.9
70 x 140 x 8	198.2
70 x 130 x 8	183.96
70 x 120 x 8	169.7
70 x 110 x 8	155.7
70 x 90 x 8	127.2
70 x 80 x 8	113.2
70 x 70 x 8	98.8
25 x 130 x 8	170.6
60 x 120 x 8	145.2
60 x 110 x 8	133.2
60 x 90 x 8	108.8
60 x 85 x 8	102.75
60 x 80 x 8	96.87
60 x 60 x 8	72.5
54 x 160 x 8	174.75

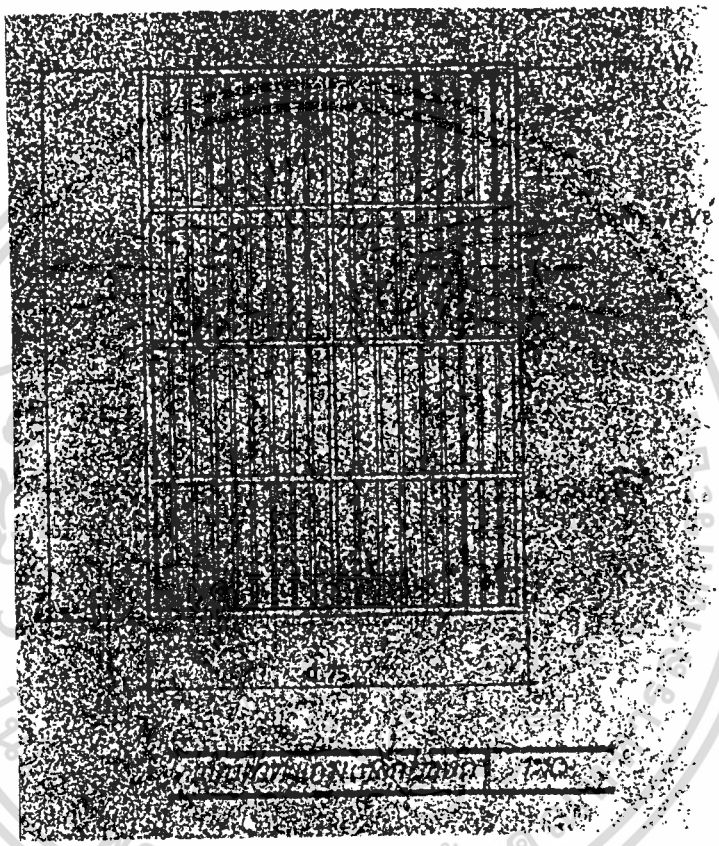
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงขนาดและน้ำหนักของฝาท่อชนิด ค.ส.ล.

ขนาด (เซนติ เมตร)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)
50 x 110 x 8	111.1
50 x 100 x 8	100.9
50 x 90 x 8	90.7
50 x 80 x 8	80.7
50 x 70 x 8	70.6
50 x 60 x 8	60.45
56 x 56 x 8	63.37
50 x 50 x 8	50.5
52 x 96 x 8	100.6
55 x 55 x 8	60.98
40 x 110 x 8	88.96
40 x 100 x 8	80.82
40 x 70 x 8	56.55
40 x 60 x 8	48.41
42 x 80 x 8	67.85
45 x 90 x 8	81.56
35 x 85 x 8	59.93
40 x 40 x 8	32.28
50 x 160 x 8	161.54
62 x 124 x 8	155.44
64 x 85 x 8	109.75
54 x 145 x 8	158.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1.2 ชนิดตะแกรง เหล็ก ลักษณะจะ เป็น เหล็ก เหนียว นำมา เชื่อมติดกัน มีความห่างพอประมาณ (ดูจากรูปที่ 28)



รูปที่ 28 แสดงรูปฝาท่อแบบตะแกรง เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงขนาดและน้ำหนักของฝาท่อแบบตะแกรง เหล็ก

ขนาด (เซนติเมตร)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)
75 x 170 x 10	266.9
75 x 115 x 10	191.625
75 x 115 x 8	153.3
70 x 110 x 8	139.97
70 x 110 x 5	87.49
60 x 120 x 8	127.0
60 x 110 x 8	118.26
60 x 60 x 8	74.46
52 x 96 x 5	61.13
50 x 110 x 8	102.5
50 x 100 x 8	95.0
50 x 90 x 8	87.24
50 x 80 x 8	79.5
50 x 60 x 8	64.24
50 x 50 x 8	49.27
48 x 110 x 8	101.8
40 x 110 x 8	86.87
40 x 100 x 8	80.3
40 x 70 x 8	60.6
45 x 100 x 8	87.6
40 x 60 x 8	54.02
40 x 40 x 8	35.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

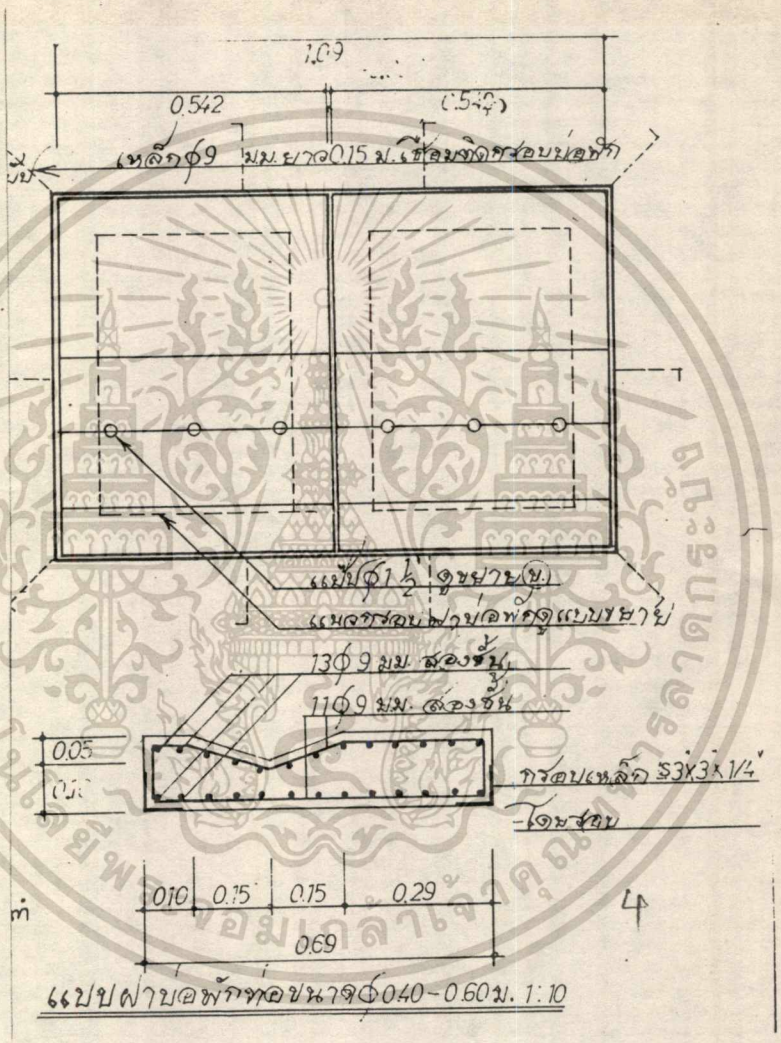
2.7.1.3 ชนิดฝากลม ลักษณะ เป็นฝากลมเป็น เหล็ก เป็นแบบใหม่ที่ทางกรุง เทพมหานครออกแบบมาใช้กับถนนทั่วไป (ดูจากรูปที่ 29)

รูปตัดฝาบ่อพัก (ในผิวจราจร) 1 : 5

รูปที่ 29 แสดงฝาแบบกลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1.4 ชนิดฝารางวี ลักษณะ เป็นคอนกรีต เสริม เหล็ก เป็นรูป รางวี ตามรูปที่ 30 ฝาชนิดนี้มักจะใช้ตามซอยต่าง ๆ



รูปที่ 30 แสดงฝาท่อแบบรางวี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงขนาดและน้ำหนักของฝาท่อแบบรางวี

ขนาด (เซนติเมตร)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)
55 x 70 x 15	130.19
50 x 80 x 15	133.94
55 x 80 x 15	148.88
57 x 75 x 15	145.013

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 <u>ขนาดและลักษณะของท่อระบายน้ำที่มีอยู่ในกรุง เทพมหานคร</u>

จากการศึกษาจากแบบ และการสอบถามเจ้าหน้าที่กองออกแบบ สำนักการโยธา กทม. ได้พบว่า ท่อระบายน้ำแบ่งตามลักษณะได้ 2 ชนิด ดังนี้ คือ

2.7.2.1 ท่อคอนกรีตธรรมดา

2.7.2.2 ท่อคนอกรีต เสริม เหล็ก

2.7.2.1 ท่อคนอกรีตธรรมดา เป็นท่อที่หล่อด้วยคอนกรีต แต่ไม่เสริม เหล็ก มีสองขนาด คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 เซนติ เมตร และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 เซนติ เมตร

2.7.2.2 ท่อคอนกรีต เสริม เหล็ก เป็นท่อที่หล่อด้วยคอนกรีต แต่เสริม เหล็กข้างใน มีขนาดดังนี้ คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30, 40, 50, 60, 80, 100, 120 และ 150 เซนติ เมตร

ส่วนความยาวของท่อนั้น ทุกขนาดมีท่อยาวขนาด 1 เมตร เรียกว่า ท่อ เมตร ส่วนความยาวท่อ เกิน เมตรนั้น ก็มีขนาดความยาว 250 เซนติ เมตร และท่อยาว 500 เซนติ เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 การศึกษาระบบผ่อนแรงที่จะนำมาใช้งาน

การศึกษาระบบผ่อนแรงนั้น ได้ศึกษาถึงความเป็นไปได้ที่จะนำมาใช้งาน มีทั้งระบบแมคคานิค และไฮดรอลิค ฉะนั้น จะขอนำระบบผ่อนแรงมาศึกษาดังนี้ คือ

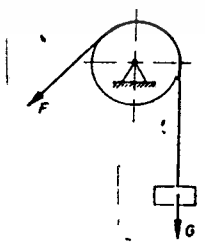
2.8.1 ลูกรอก

ชุดลูกรอกขณะใช้งานจะต้องมีภารกิจอย่างใดอย่างหนึ่ง คือ ใช้เปลี่ยนทิศทางของแรง หรือใช้ยกน้ำหนักบรรทุกขึ้นโดยมีการผ่อนแรงอย่างได้เปรียบเชิงกล รอกแต่ละตัวนั้นต่อถึงกันด้วยลวดสลิงหรือเชือก

ชุดลูกรอกนั้นเหมือนกันเครื่องจักรกลทั้งหลาย คือ ต้องการใช้พลังงานจะต้องมีความสูญเสียกำลังขณะทำงานด้วย เพียงส่วนหนึ่ง ในสภาวะที่รอกทำงานด้วยความเร็วคงที่ แรงดึงที่ต้องใช้สาวหรือฉุดสลิงจริง ๆ จะเท่ากับแรงดึงในสลิงบวกกับแรงเสียดทานที่ต้องกระทำ ณ แบริ่งต่าง ๆ ดังรูป

รูปที่ 31 แรงดึงลวดสลิงบนลูกรอก

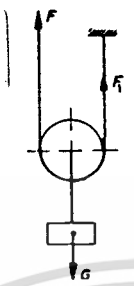
2.8.1.1 รอกติดตาย



รูปที่ 32 รอกติดตาย

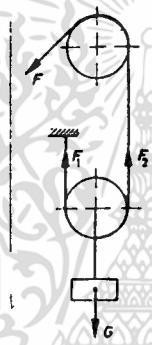
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1.2 <u>รอกเลื่อน</u>



รูปที่ 33 รอกเลื่อน

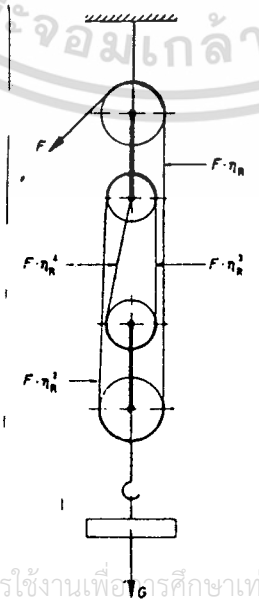
2.8.1.3 <u>รอกติดตายและรอกเลื่อนร่วมงานกัน</u>



รูปที่ 34 รอกติดตายและรอกเลื่อนประกอบกัน

2.8.1.4 <u>รอกพวง</u>

ชุดรอกพวงในรูป เป็นชุดรอกประสมที่มีรอกติดตายและรอกเลื่อนอย่างละหลาย ๆ ตัว ชุดรอกเลื่อนก็ดี และชุดรอกติดตายก็ดี จะต้องยึดติดกัน เป็นพวงหรือเป็นชุด คนละชุด และใช้เชือก หรือสลิงเดินผ่านหมดทุกตัว ดังรูป

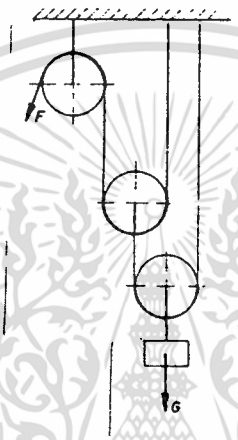


รูปที่ 35 รอกพวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1.5 <u>ชุดรอกเสริมกำลัง</u>

ชุดรอกเสริมกำลังดังรูป ให้สังเกตว่า ลูกรอกแต่ละตัวที่เลื่อน หรืออยู่ออกไปจากน้ำหนักบรรทุกทีละตัวจะรับแรงภาระลดลงทีละครึ่งหนึ่งของตัวที่อยู่ต้นกว่าเสมอ และหากกระทำต่อไปเรื่อย ๆ แรงดึงสลิงเส้นสุดท้ายจะมีค่าน้อยมาก เข้าไปใกล้ค่าศูนย์มากขึ้นทุกที

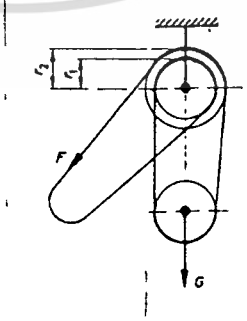


รูปที่ 36 รอกเสริมกำลัง

2.8.1.6 <u>รอกเหลื่อม หรือรอกดิฟเฟอเรนเชียล</u>

รอกดิฟเฟอเรนเชียลดังในรูป ประกอบด้วยรอกเลื่อน 1 ตัว และรอกติดตายซึ่งเป็นรอกเพลาเหลื่อมอีก 1 ตัว ลวดที่ดึงเป็นลวดเส้นเดียวไม่มีปลาย คือต่อเป็นเส้นเดียวกันหมด

ตัวรอกเหลื่อมนั้นเองที่ทำหน้าที่เป็นเครื่องผ่อนแรง พบใช้งานทั่วไปตามโรงงานต่าง ๆ แพร่หลายมาก



รูปที่ 37 รอกดิฟเฟอเรนเชียล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1.7 <u>รอกแฝด</u>

รอกแฝดดังในรูป ประกอบด้วยรอกเลื่อนตัวล่างสองส่วน แต่ละส่วนดึงขึ้นด้วยลวดสอง เส้น รอกส่วนบน เป็น เสมือนล้อกว้าน ในขณะใช้งานจะต้องระมัดระวังให้แน่ใจ เสมอว่าตัวน้ำหนักภาระบรรทุกจะต้องอยู่ในแนวตรงดิ่งกับรอกกว้าน ข้อนี้แตกต่างกับการใช้ล้อกว้านปกติทั้งหลาย ชุดรอกเลื่อนตัวล่างของรอกแฝดนี้ปกติจะต้องมีเป็นคู่ คือ มีรอก 2, 4 หรือ 6 ตัว ดึงขึ้นด้วยลวด 4, 8 และ 12 เส้น ตามลำดับ ข้อได้เปรียบอย่างยิ่งจริง ๆ มีสองประการ คือ

1. แรงดึงในลวดสลิงแต่ละเส้นที่เป็นค่าสูงสุดที่จะประสบนั้นมีค่าค่อนข้างต่ำ

2. อัตราส่วนความเร็วสูงมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.2 <u>ระบบไฮดรอลิค</u>

เป็นระบบที่อาศัยการทำงานของกระบอกสูบ โดยมีน้ำมันไฮดรอลิค เป็นตัวดันกระบอกสูบให้เคลื่อนที่ขึ้นลง โดยอาศัยวาล์วเปิด-ปิด เป็นตัวช่วย ระบบไฮดรอลิคยังสามารถแยกได้เป็น

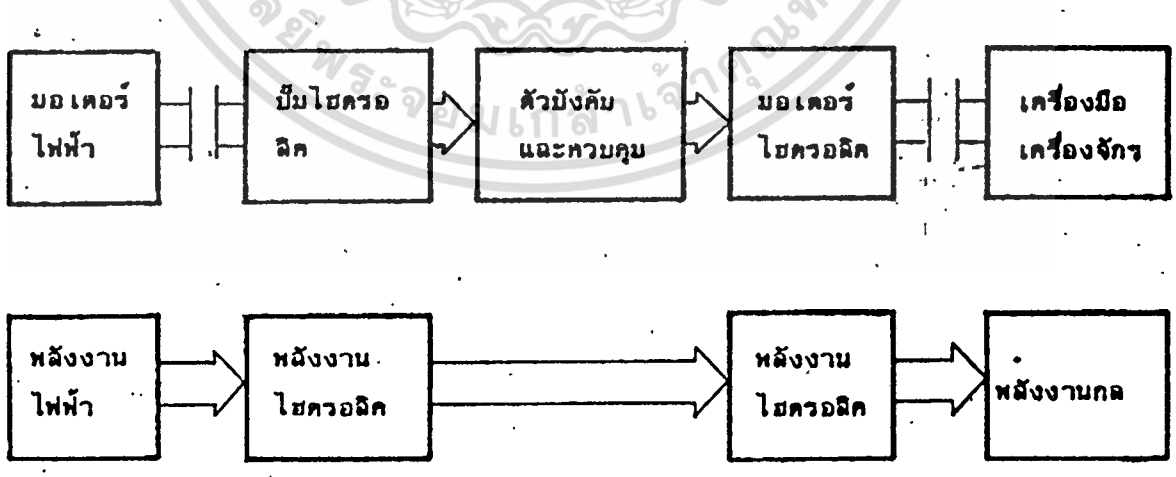
2.8.2.1 ระบบไฮดรอลิคแบบธรรมดา

2.8.2.2 ระบบไฮดรอลิคอัตโนมัติ

2.8.2.1 ระบบไฮดรอลิคแบบธรรมดา เป็นระบบผ่อนแรงโดยอาศัยการปั๊มน้ำมันไฮดรอลิคจากพลังงานกล (กำลังของคน) ให้ไปดันกระบอกสูบให้เคลื่อนที่ โดยมีลิ้นวาล์วเปิด-ปิด เป็นตัวช่วย ควบคุมการขึ้นลง ระบบนี้สามารถผ่อนแรงได้มาก เบาแรง ไม่ซับซ้อนและยุ่งยาก

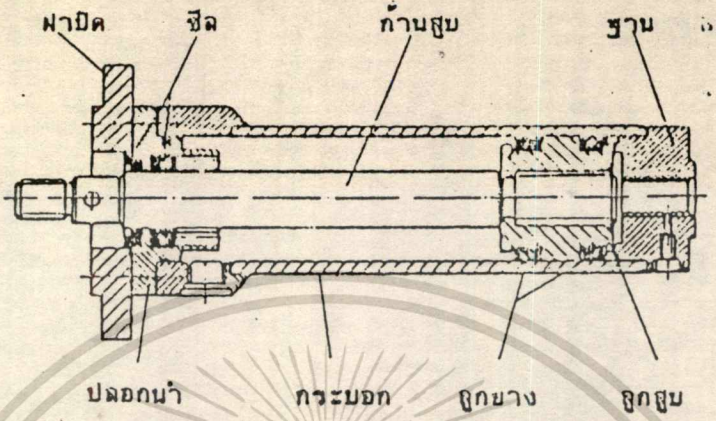
2.8.2.2 ระบบไฮดรอลิคแบบอัตโนมัติ มีหลักการที่เหมือนกับแบบธรรมดา แต่อาศัยมอเตอร์ไฟฟ้าช่วยในการปั๊มน้ำมันไฮดรอลิค มีข้อดี คือ ใช้สวิทช์ควบคุมให้มอเตอร์หมุนช้าหรือหมุนเร็ว

<u>ลักษณะการส่งถ่ายพลังงานไฮดรอลิคอัตโนมัติ</u>

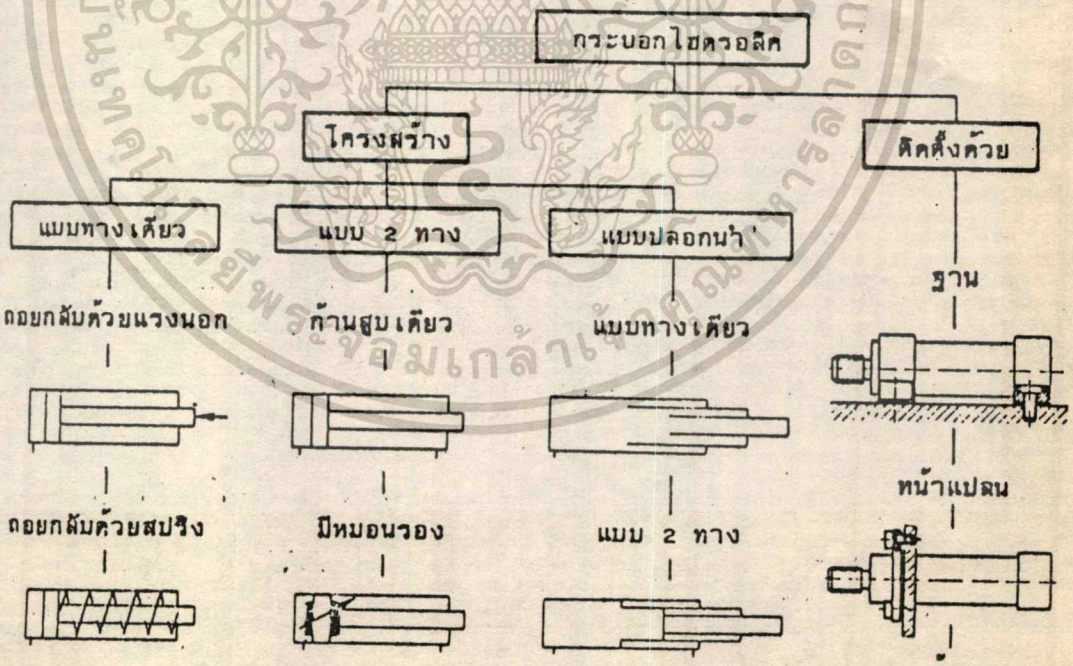


รูปที่ 38 แสดงการส่งถ่ายพลังงานไฮดรอลิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

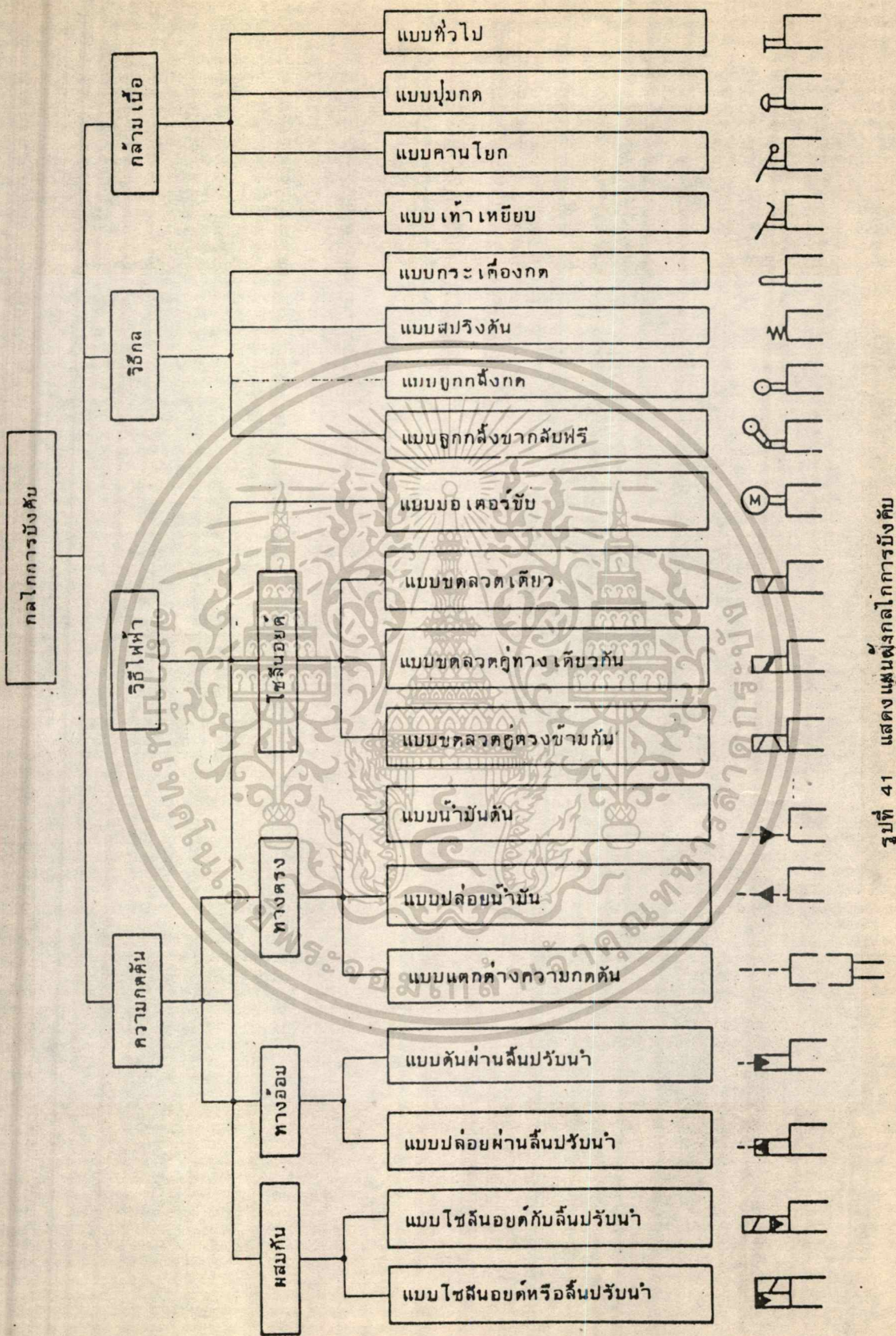


รูปที่ 39 แสดงส่วนประกอบของกระบอกไฮดรอลิค



รูปที่ 40 ชนิดของกระบอกไฮดรอลิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 41 แสดงแผนผังกลไกการบังคับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีของระบบไฮดรอลิค คือ สามารถถ่ายทอดกำลังได้มากจากอุปกรณ์ขนาดเล็ก บังคับได้ง่ายและเบาแรง อายุการใช้งานนาน แต่มีข้อเสีย คือ มีความไวต่อสิ่งสกปรกและการรั่วของน้ำมัน

ระบบไฮดรอลิคชุดหนึ่งมีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ กระบอกไฮดรอลิค ลิ้นควบคุมน้ำมันไฮดรอลิค โดยมีหัวใจ คือ ปั๊มไฮดรอลิคซึ่งจะอาศัยพลังงานกลในการปั๊มของระบบธรรมดา และอาศัยมอเตอร์ไฟฟ้าในการปั๊มของระบบอัตโนมัติ โดยอาศัยหลักการในการเพิ่มความกดดันของน้ำมันเป็นตัวช่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5

แสดงการ เปรียบ เทียบการถ่ายทอดพลังงาน

สำหรับ	ไฮดรอลิค	นิวเมติค	ไฟฟ้ากำลัง	เครื่องกล
แรงเชิงความคงตัวเฉลี่ย	มาก แม้อุปกรณ์มีขนาดเล็ก ความกดดันยิ่งสูง ยิ่งให้แรงมาก	น้อย ต้องการแรงมาก กระบอกนิวแมติคจะยิ่งใหญ่ขึ้น เพราะความกดดันต่ำ ประมาณ 6 บาร์	น้อย น้ำหนักต่อกำลังมอเตอร์ไฟฟ้า ใหญ่ประมาณ 10 เท่า ของมอเตอร์ไฮดรอลิค	มาก เมื่อเปรียบเทียบขนาดและปริมาตรกับไฮดรอลิค เสียเปรียบมาก
ความเที่ยงตรงการใช้งาน	ดี มีการรั่วซึม และไวต่อคุณภาพในการส่งถ่ายพลังงาน ประสิทธิภาพจึงสูง	ไม่ดี เพราะการบีบตัวของอากาศ ความเร็วในการส่งถ่ายพลังงานจึงขึ้นอยู่กับไหลของงาน	ดี การลดแรงดัน ทำให้ขาดความเที่ยง แต่การใช้มอเตอร์ชนิดไหลในช่วงระหว่าง เมโด้เที่ยงตรง	ดีมาก ช่วงการเคลื่อนที่คงที่ เช่น งานไม้ งานส่งกำลังด้วยเฟือง เป็นต้น
ปรับไว้ไหลไม่มีขั้นตอน	ดีมาก ความเร็วและความกดดันปรับได้ง่ายด้วยมือ	ดีมาก ความเร็วและความกดดันปรับได้ง่ายด้วยมือ ใช้ความเร็วสูงได้	ดี ควบคุมได้ด้วยอิเล็กทรอนิคส์ แต่ราคาแพง	ไม่ดี มีการสึกหรอ แม้ใช้กำลังน้อย
ทิศทางการขับเคลื่อน	ทางตรงและหมุนรอบตัว กระบอกกับมอเตอร์ไฮดรอลิค ใช้งานและหยุดและเปลี่ยนทิศทางการทำงานง่าย	ทางตรงและหมุนรอบตัว กระบอกกับมอเตอร์นิวแมติค ใช้งานและหยุดและเปลี่ยนทิศทางการทำงานง่าย	ส่วนใหญ่หมุนรอบตัว การเคลื่อนที่ทางตรงใช้แม่เหล็ก ใช้แรงน้อยและช่วงเคลื่อนที่สั้น ๆ ได้	ส่วนใหญ่หมุนรอบตัว การเคลื่อนที่ทางตรง เกิดจากการหมุนรอบตัว เช่น ชิ้นเคลื่อนด้วยเพลาข้อเหวี่ยง
การถ่ายทอดพลังงานที่ไม่ใกล้นัก	ดี ใช้ท่อแข็ง หรือท่ออ่อนได้ มีทั้งท่อส่งและท่อกลับ	ดี ใช้ท่อส่งอย่างเดียว อากาศจัดที่ไม่ใช้ ปล่อยทิ้ง	ดีมาก ส่งถ่ายง่ายและสะอาด ใหม่ใช้สายไฟ แม้จะมีระยะทางไกลมาก	ไม่ดี ทำยาก ต้องใช้อุปกรณ์มีขนาดใหญ่และเกะกะ
ประสิทธิภาพ	ไม่ดี สูญเสียพลังงานไปกับการไหลและการรั่วซึม	ไม่ดี มีการรั่วซึมมาก	ไม่ดี แรงไฟฟ้าตก	ดี ส่งกำลังได้มากอย่างมีประสิทธิภาพ
ความปลอดภัย	ดี ใช้อันตรายกับความกดดันอย่างง่ายได้ น้ำมันไฮดรอลิคติดไฟได้	ดี ใช้ได้แม้แต่เครื่องหยุดได้เอง อากาศไม่ไวต่อวัตถุหยุนและไม่ระเบิด	ดี ใช้ฟิวส์ได้	พอใช้ รับไหลเกินพิกัดไม่ได้
ทุนในการใช้งาน	ดี น้ำมันเกือบไม่ยุบตัว เมื่อถูกอัด ความสกปรกรบกวนการทำงานได้มาก และสะสมพลังงานไว้ได้	ดี อากาศยุบตัวเมื่อถูกกด และสะสมพลังงานไว้ได้ หาได้อย่างไม่จำกัดเปรียบเทียบน้ำที่สะสมอยู่เป็นภัยกับวงจรระบายออกเสียงดัง	ดีมาก ขับเคลื่อนได้ดี ไม่รบกวนใคร ๆ ปกติประหยัดการบำรุงรักษา	ดี ใช้ง่าย มองเห็นได้ชัดเจน
ราคาพลังงานถ่ายทอด	แพง สูงกว่าไฟฟ้า 6 เท่า	แพงมาก สูงกว่าไฟฟ้า 14 เท่า	ถูก : 1	ถูก
ราคาองค์ประกอบ	แพง	ถูกกว่า	ถูก	แพง

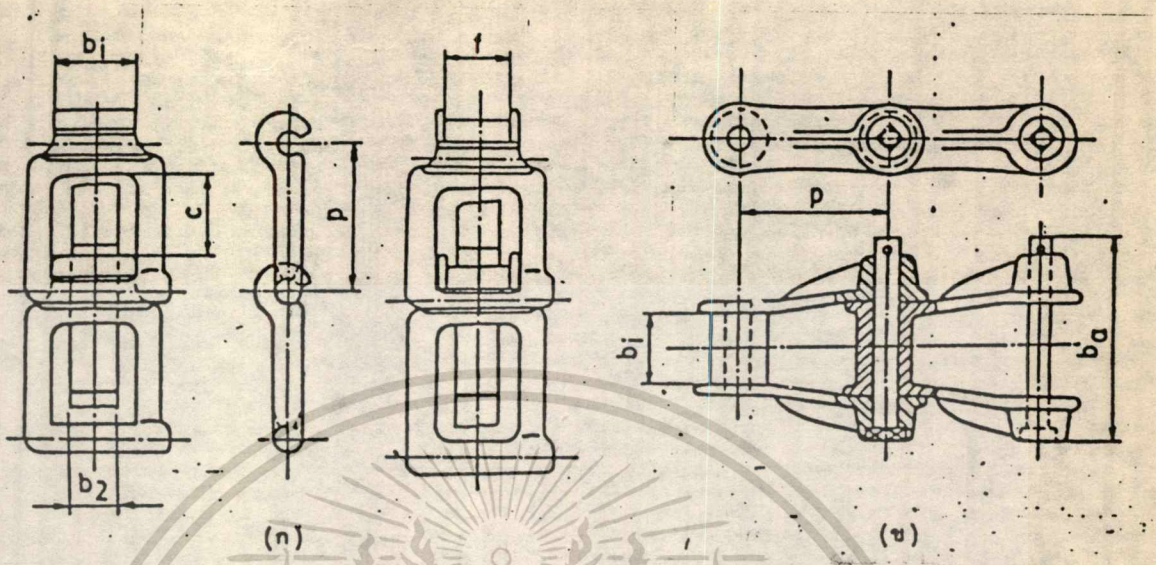
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6

แสดงการ เปรียบแหล่งพลังงาน

ลำดับ	ไฮดรอลิก	นิวแมติก	ไฟฟ้ากำลัง	อิเล็กทรอนิก
หัวทนพลังงาน	มอเตอร์ไฟฟ้า เครื่องยนต์	มอเตอร์ไฟฟ้า เครื่องยนต์	โรงไฟฟ้า แบตเตอรี่	โรงไฟฟ้า แบตเตอรี่
หัวเปลี่ยนพลังงาน	ปั๊มน้ำมันไฮดรอลิก	ปั๊มลม	เครื่องกำเนิดไฟฟ้า หัวแปลงกระแส	
ท่อส่งพลังงาน	ท่อแข็ง ท่ออ่อน	ท่อแข็ง ท่ออ่อน	สายไฟ	สายไฟ
หัวพาหะ	น้ำมันไฮดรอลิก	ลม (อากาศ)	อิเล็กตรอน	อิเล็กตรอน
หัวบังคับและควบคุม	ลิ้น	ลิ้น	รีเลย์ รีเลย์ช่วย	ไดโอด ทรานซิสเตอร์
หัวบังคับทิศทาง	ลิ้นทิศทางไฮดรอลิก	ลิ้นทิศทางลม	รีเลย์ แม่เหล็ก	
หัวบังคับปริมาณ	ลิ้นอัตราไหล ลิ้นทิศทาง ลิ้นความกดดัน	ลิ้นอัตราไหล ลิ้นทิศทาง ลิ้นความกดดัน	รีเลย์ รีเลย์ช่วงเวลา	วงจรอิเล็กทรอนิค หัว ช่วงเวลา สะสมพลัง
หัวป้อนปัญญา	ด้วยมือ ด้วยกลไก สันดอหรือ ลูกเบี้ยวกลหรือลิ้นทิศทาง	ด้วยมือ ด้วยกลไก สันกดหรือ ลูกเบี้ยวกลหรือลิ้นทิศทาง	สวิตชิง สวิตปุ่มกด การเหนี่ยวนำทางไฟฟ้า	ไฟไดโอด ไฟไดเรย หมุนสัมผัส
หัวส่งกำลัง	มอเตอร์ไฮดรอลิก(หมุน) กระบอกไฮดรอลิก (ทางตรง) หัวกดความกดดัน	มอเตอร์ลม กระบอกลม หัวกดความกดดัน	มอเตอร์ไฟฟ้า แม่เหล็ก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 42 แสดงลักษณะเฟือง

2.8.3 เฟือง

การส่งกำลังจากเพลาหนึ่งไปอีกเพลาหนึ่งโดยใช้เฟือง (Gear) นั้น ใช้สำหรับงานที่ต้องใช้อัตราทดสูง เพราะเฟืองเป็นระบบส่งกำลังที่ทำงานได้ดีในกรณีเช่นนั้น อีกทั้งเฟืองมีความแข็งแรง เหมาะที่ทำงานรับน้ำหนักได้มากกว่าระบบอื่น อีกทั้งทำให้เกิดเป็นระบบอิสระได้ง่ายกว่า การทำงานของเฟืองนั้นโดยการใช้ฟันเฟืองหมุนสวนทางกันเป็นตัวผลักดันให้ตัวเฟืองหมุนไปในทิศทางที่ต้องการ เฟืองที่ใช้งานนั้นมีหลายชนิดด้วยกัน เช่น เฟืองตรง เฟืองสะพาน เฟืองหมอน เฟืองดอกจอก เฟืองบายศรี เป็นต้น ดังนั้นรูปร่างลักษณะจึงต่างกันด้วย

การที่จะเลือกใช้เฟืองชนิดใด จะต้องมีการเลือกให้เหมาะสมกับงานนั้น ๆ ดังนั้น จึงมีการใช้เฟืองโดยแบ่งตามลักษณะการทำงานเป็น 4 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

2.8.3.1 เฟืองตรง (Spur Gear)

เป็นเฟืองที่ใช้ทดความเร็วจากแกนเพลาหนึ่งไปแกนเพลาอื่น โดยที่จะวางแกนเพลาให้ขนานกัน ลักษณะของฟันจะวางแบบ Involute, Cycloidai Teeth โดยที่แนวฟันจะขนานกับเพลา เฟืองตรงจัดเป็นเฟืองแบบง่าย ๆ และสามารถดัดแปลงให้เป็นเฟืองชนิดอื่นต่อไปได้หลายแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.3.2 <u>เฟืองสะพาน</u> (Rack Gear)

คือ เฟืองที่มีลักษณะแผ่นตรง โดยจะเคลื่อนที่ในแนวตรง ทั้งนี้เพราะการใช้เฟืองสะพานนั้นจะต้องมีเฟืองต่างชนิดประกอบกัน ส่วนที่เป็นแผ่นหรือสะพานฟันเป็นแบบ Straight Teeth ส่วนเฟืองที่ใช้ประกอบกัน โดยเป็นตัวหมุนเฟืองสะพานเป็นเฟืองตรง (Spur Gear)

2.8.3.3 <u>เฟืองดอกจอก</u> (Bevel Gear)

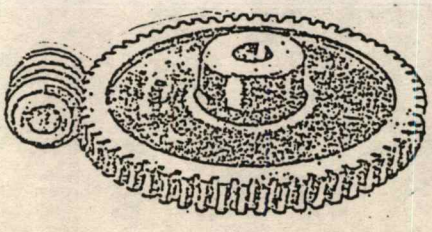
เป็นเฟืองที่มีลักษณะเป็นรูปกรวย ซึ่งดัดแปลงมาจาก ซึ่งเป็นเฟืองที่ใช้สำหรับทดรอบความเร็ว และเปลี่ยนทิศทางการหมุนของแกนเพลา ซึ่งโดยทั่วไปแกนเพลาของเฟืองจะตั้งฉากกัน ลักษณะของฟันจะเป็นชนิด Involute or Cycloidal แต่ไม่ขนานกันกับแกนเพลา เพราะฟันจะลู่เรียวลงไปตามรูปกรวย เฟืองชนิดนี้มี 2 แบบ คือ

2.8.3.3.1 กรวยทั้ง 2 เท่ากัน จะเรียก Mitre Gear

2.8.3.3.2 กรวยไม่เท่ากันจะเรียก Bevel Gear

2.8.3.4 <u>เฟืองหนอน</u> (Worm Gear)

เป็นเฟืองที่มีลักษณะเป็นเกลียวชนิด Ache Thread จะเป็นตัวทำหน้าที่หมุนเฟืองตรง (Spur Gear) โดยที่แกนเพลาจะตั้งฉากกัน แต่ไม่มีโอกาสพบกัน เฟืองหนอนจะมีลักษณะพิเศษ คือ เฟืองหนอนทำหน้าที่หมุน Spur Gear ซึ่ง Spur Gear จะไม่สามารถหมุน Worm Gear ได้ เพราะ Spur Gear จะหมุนได้ช้ามาก คือ จะหมุนครบรอบเมื่อ Worm Gear หมุนหลาย ๆ รอบแล้ว



รูปที่ 43 แสดงเฟืองหนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฟืองที่กล่าวมาแล้วทั้งหมดทั้ง 4 ชนิดนั้น เป็นเฟืองหลักที่สามารถนำไปดัดแปลง เป็นเฟืองที่มีประสิทธิภาพในการทำงาน ใช้งานได้มากขึ้น ตามปกติแล้ว ฟันของเฟืองนี้จะตั้งอยู่ในระนาบเดียวกับวงล้อของเฟือง ทำให้ความยาวของแนวฟันเฟืองสั้น และการทำงานของฟันในลักษณะผลักดันโดยตรง จุดสัมผัสของฟันน้อย

การที่จะทำให้เฟืองมีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น โดยการทำให้แนวฟันเอียงทำมุม (Helix Angel) กับวงล้อของเฟือง ซึ่งจะทำให้ความยาวของแนวฟันมีความยาวเพิ่มขึ้น อีกประการหนึ่ง การทำงานของฟันเฟืองเป็นไปในลักษณะเฉียง ทำให้ทำงานคล่องตัวยิ่งขึ้น ซึ่งมีชื่อเรียกได้ดังนี้ คือ

1. <u>เฟืองที่ดัดแปลงมาจากเฟืองตรง</u> (Spur Gear)

1.1 <u>Helical Gear</u> เป็นเฟืองที่ดัดแปลงมีมุมเอียงกับแนววางล้อ 15° - 45° สำหรับในการทำงานนั้น ถ้าเฟืองตัวหนึ่งเป็น Right Hand Heilix เฟืองอีกตัวหนึ่งจะต้องเป็นลักษณะ Left Hand Heilix โดยมีทิศทางการหมุนสลับกัน ลักษณะฟันเป็นชนิด Involute and Cyloid ซึ่งเป็นเฟืองที่มีประโยชน์ในทางประสิทธิภาพดีกว่า Spur Gear โดยจะนำไปใช้กับงานที่มีความเร็วรอบสูง การรับน้ำหนักมาก การทำงานที่มีแนวแกนเพลาขนานกัน

รูปที่ 44 แสดงเฟืองตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 Crossed Helical Gear เป็น เฟืองชนิดเดียวกับ Helical Gear แต่ลักษณะการทำงานใช้ในอากาสที่แกน เพลาตั้งฉาก และ Helix Angel ของ เฟืองแต่ละตัว เป็นแนวทิศทาง เดียวกัน คือ ถ้า เฟืองตัวใดตัวหนึ่ง เป็น Left Hand อีกตัวหนึ่งก็ เป็น Right Hand Helix แต่ทิศทางการหมุนก็ เป็นทิศทาง เดียวกัน คือ ตัวหนึ่งหมุนรอบตัว เองไปทางทิศ Left Hand ตัวต่อไปจะหมุนทางทิศทาง Left Hand เช่น เดียวกัน แต่ เฟืองชนิดนี้มีจุดสัมผัสระหว่าง เฟืองน้อย จึง เหมาะกับงานที่รับน้ำหนัก รับแรงที่น้อย ๆ

รูปที่ 45 แสดง เฟืองตรง

2. เฟืองที่ดัดแปลงมาจาก เฟืองสะพาน (Rack Gear)

2.1 Helical Rack Gear เป็น เฟืองที่ดัดแปลงมาจาก เฟืองสะพาน (Rack Gear) แต่ เฟืองชนิดนี้ฟัน เอียงทำมุม 15° - 45° จึงทำงานได้ดีกว่า เฟืองสะพาน ส่วนการทำงานนั้น เฟืองสะพาน เหมือนกัน

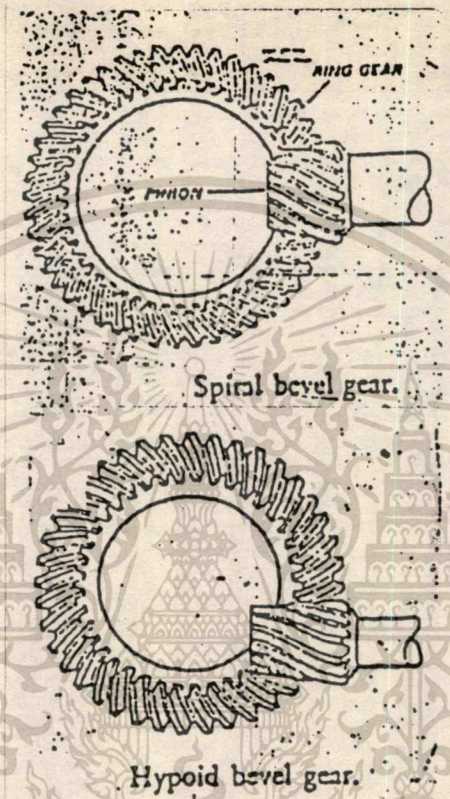
3. เฟืองที่ดัดแปลงจาก เฟืองดอกจาก (Bevel Gear)

3.1 Spiral Bevel Gear เป็น เฟืองที่ดัดแปลงมาจาก เฟืองดอกจอก แต่แนวฟันทำมุมโค้งกับวงล้อของ เฟือง ซึ่งมีลักษณะ เป็นกรวย

3.2 Hypoid Gear เป็น เฟืองที่มีลักษณะคล้ายกับ Spiral Gear หากมีความแตกต่างกันที่แนวแกน เฟือง คือ จะไม่อยู่ในแนว เดียวกัน (Noninter-sect Shaft Crossed-Axis) โดยที่แนวแกนจะมีระยะห่างจากกัน ซึ่ง เรียกระยะนี้ว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Offset ที่ระยะ Offset มีค่า เท่ากับ o เฟืองชนิดนี้ก็จะกลาย เป็น Spiral Bevel Gear



รูปที่ 46 แสดง เฟืองดอกจอก

<u>หน้าที่ที่สำคัญของ เฟืองมี 5 ประการ คือ</u>

1. รับงานได้มากกว่า
2. ใช้ทดสอบความ เร็วของ เพลา
3. ใช้ เปลี่ยนทิศทางการหมุนของแกน เพลา
4. เพิ่มกำลังในการทำงาน
5. ทนความร้อนได้ดี

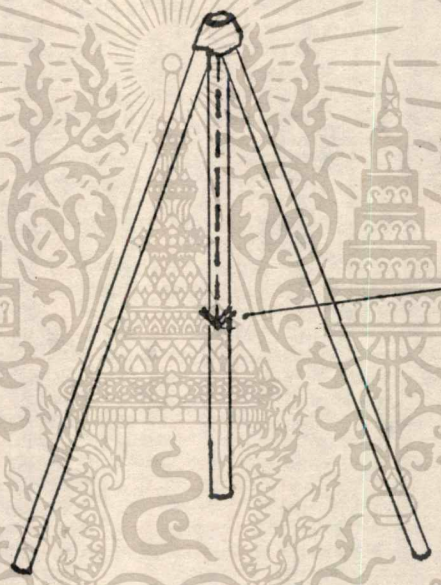
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 การศึกษา เกี่ยวกับลักษณะโครงสร้างและส่วนประกอบของ เครื่อง เปิด-ปิดฝาท่อ

2.9.1 การศึกษา เกี่ยวกับโครงสร้างของ เครื่องนี้จะสัมพันธ์กับระบบผ่อนแรง เครื่องที่จะนำมาใช้ร่วมกัน ระบบโครงสร้างของ เครื่องอันแรกที่นำมาศึกษา คือ

2.9.1.1 โครงสร้างลักษณะขาหยั่ง

โครงสร้างลักษณะนี้ เป็นโครงสร้างที่มักจะใช้ระบบผ่อนแรง คือ รอก เพื่อที่จะยกน้ำหนักต่าง ๆ ขึ้นมา ดังรูปนี้



รูปที่ 47 แสดงโครงสร้างลักษณะขาหยั่ง

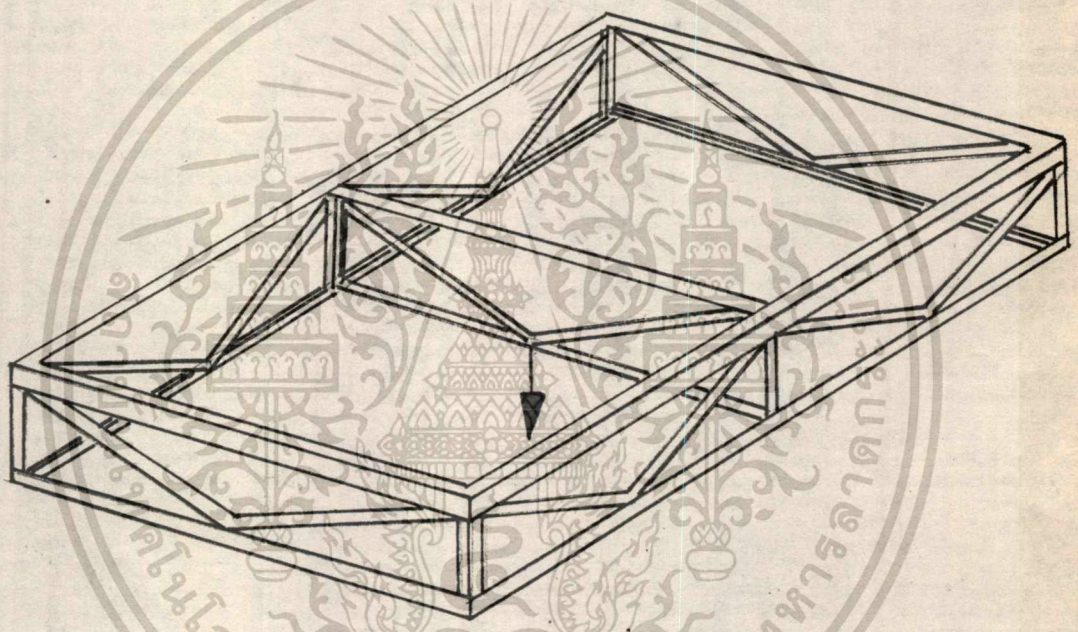
โครงสร้างประเภทนี้มักจะเป็น 3 ขา หรือ 4 ขา นำมาต่อติดกัน ลักษณะเป็นขาตั้ง ลักษณะการทำงานจะต้องกางขาออก แล้วนำรอกขึ้นไปติดที่จุดศูนย์กลางด้านสูง แล้วนำมายกน้ำหนักด้านล่างให้สูงขึ้น

โครงสร้างประเภทนี้ เหมาะสำหรับงานยกน้ำหนักที่ไม่ต้องยกน้ำหนักขึ้นสูงมากนัก หรือใช้ในการ เคลื่อนย้ายน้ำหนัก โครงสร้างประเภทนี้มักใช้ยกเครื่องยนต์ เพื่อตรวจรักษา หรือย้าย เครื่องยนต์จากที่หนึ่งสู่อีกที่หนึ่ง การประกอบและติดตั้งนั้นมักเป็นลักษณะแบบขาตั้งพับเก็บได้ เมื่อนำมาใช้ก็สามารถถอดออกมาได้

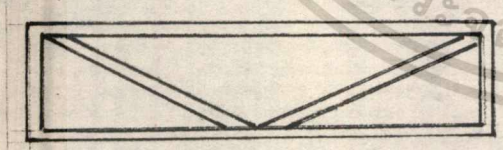
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.1.2 <u>โครงสร้าง เป็น เหลี่ยม</u>

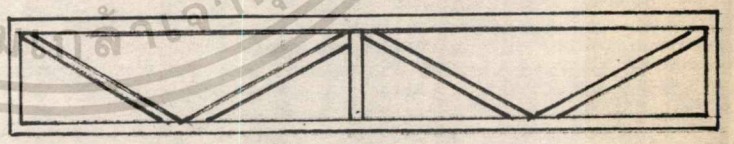
เป็นโครงสร้างสำหรับรับน้ำหนัก เพื่อที่จะยกน้ำหนักขึ้นมา โดยใช้ระบบผ่อนแรง เป็นไฮดรอลิค หรือระบบเฟือง โครงสร้างชนิดนี้ถ้านำมาใช้กับ เครื่องนี้ มักจะต้องมีล้อเพื่อ เคลื่อนย้าย เป็นโครงสร้างที่สามารถสร้างขึ้นได้หลาย ๆ แบบ เพื่อที่จะ ใช้รับน้ำหนักได้มาก ๆ หรือเพื่อ เพิ่มความสะดวกสบายในการทำงาน ดังรูป



รูปที่ 48 แสดง โครงสร้าง เป็น เหลี่ยม



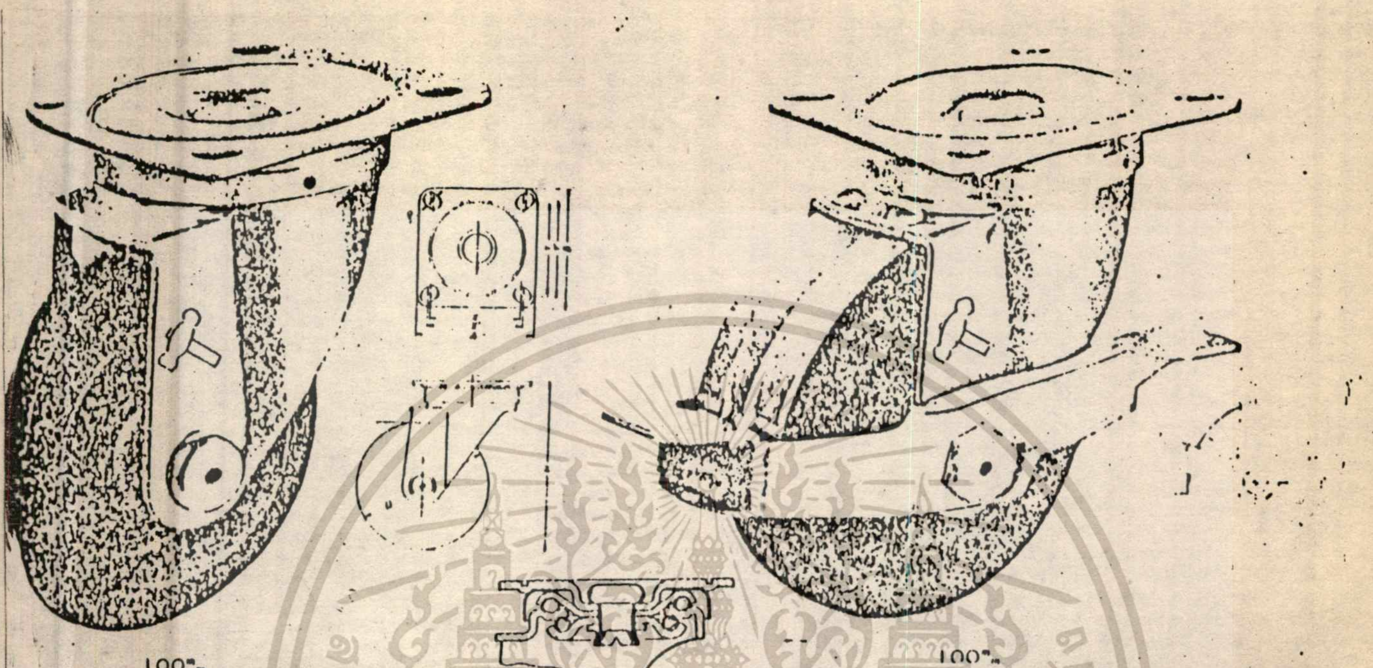
รูปด้านหน้า



รูปด้านข้าง

โครงสร้างชนิดนี้มักใช้รับน้ำหนักมาก เช่น โครงหลังคา และรถ เข็นประ เภทต่าง ๆ สำหรับการนำมาใช้งานกับการออกแบบ เครื่อง เปิด-ปิดฝาท่อนั้น สามารถนำมารับน้ำหนักได้มาก และการ เคลื่อนย้าย โครงสร้างนี้ทำได้โดยการติดล้อเข้าไป ลักษณะการประกอบส่วนใหญ่โดยการ เชื่อมโครงสร้างแต่ละชิ้น เข้าไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



100	Rubber	425S	100	132	90 · 90	68 · 68 (71 · 71)	11	1		[illegible]	26			29	30	7
	Cast Iron	426S	100							30	31			34	35	
	Nylon	429S	100							21	22			24	25	
	Nylon Roller Bearing	429SB	100							21	22			24	25	
	Roller Bearing	435S	100							[illegible]	[illegible]			[illegible]	[illegible]	
	Soft Rubber	427S	90							[illegible]	[illegible]			[illegible]	[illegible]	
	Hard Rubber	427S	90							[illegible]	[illegible]			[illegible]	30	
	Soft Rubber Roller Bearing	437S	90							26	27			30	31	
	Hard Rubber Roller Bearing	437S	90							26	27			30	31	
	Polyurethan	439S	100							23	24			24	25	
	Phenolic	428S	120							23	24			28	29	
125	Rubber	425S	120	168	102 · 102	75 · 75 (80 · 80)	11	1	12	23	24	17	8	15	16	14
	Cast Iron	426S	120							28	29			18	19	
	Nylon Roller Bearing	429SB	120							20	21			12	13	
	Roller Bearing	435S	120							24	25			16	17	
	Soft Rubber	427S	100							23	24			15	16	
	Hard Rubber	427S	100							24	24			15	16	
	Soft Rubber Roller Bearing	437S	100							24	25			16	17	
	Hard Rubber Roller Bearing	437S	100							24	25			16	17	
	Polyurethan	439S	120							20	21			12	13	
	Phenolic	428S	145							21	22			13	14	

รูปที่ 49 ล้อที่นิยมใช้ในงานหนัก

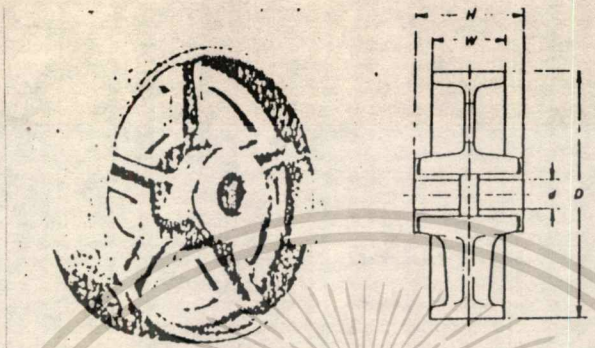
2.9.2 ล้อที่นิยมใช้งานอุตสาหกรรม

ล้อแบบนี้ก็ เป็นอีกแบบหนึ่งที่นิยมใช้กันมากในการติด เข้ากับรถ เข็นแบบต่าง ๆ ที่ต้องรับน้ำหนักปานกลางถึงน้ำหนักมาก แกนล้อมีทั้งแบบมีตลับลูกปืนและไม่มีตลับลูกปืน ล้อมีทั้งแบบล้อตายและหมุนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุที่ใช้ทำล้อมี ยางธรรมดา เหล็ก ไนล่อน ยางอ่อน ยางแข็ง

ไพลียูเรเทน ฟีโลนิค

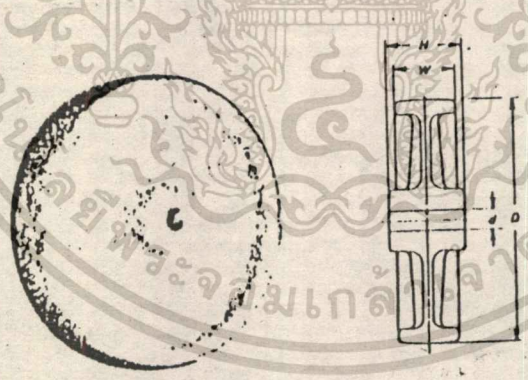


Wheel Dia D^{m}_{m}	Tread Width W^{m}_{m}	Hub Length H^{m}_{m}	Axle Dia d^{m}_{m}
100	30	44	12.4
125	33	54	12.4
150	35	54	12.4

รูปที่ 50 แสดงล้อเหล็ก

<u>ล้อเหล็ก</u>

เป็นล้อเหล็กแบบแกนล้อไม่มีตลับลูกปืน มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 100-150 มิลลิเมตร หน้าล้อกว้างตั้งแต่ 30-35 มิลลิเมตร



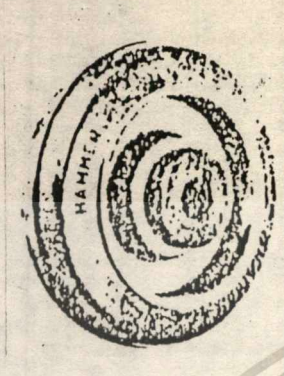
Wheel Dia D^{m}_{m}	Tread Width W^{m}_{m}	Hub Length H^{m}_{m}	Axle Dia d^{m}_{m}
65	20	24	6.8
75	20	24	6.8
100	24	30	8.3
125	24	30	8.3

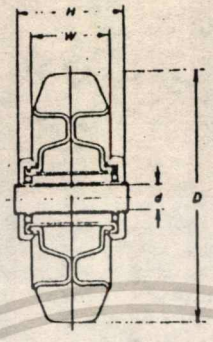
รูปที่ 51 แสดงล้อไนล่อน

<u>ล้อไนล่อน</u>

เป็นล้อที่ขึ้นรูปโดยการฉีดไนล่อนเข้ายังแม่แบบ แกนกลางมีตลับลูกปืน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 65-125 มิลลิเมตร หน้าล้อกว้าง 20-24 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



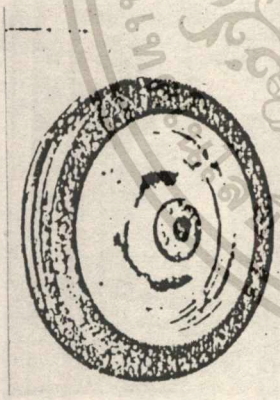


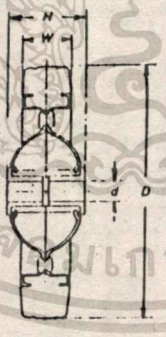
Wheel Dia D^m_m	Tread Width W^m_m	Hub Length H^m_m	Axle Dia d^m_m
100	32	44	12.2
125	38	54	12.3
150	43	54	12.3
200	46	62	12.3

รูปที่ 52 แสดงล้อยางอ่อน

ล้อยางอ่อน

เป็นล้อยางอ่อนสวมอยู่รอบแกนเหล็ก ที่แกนล้อมีตลับลูกปืน มีขนาดตั้งแต่เส้นผ่าศูนย์กลาง 100-200 มิลลิเมตร หน้ายางกว้าง 32-46 มิลลิเมตร





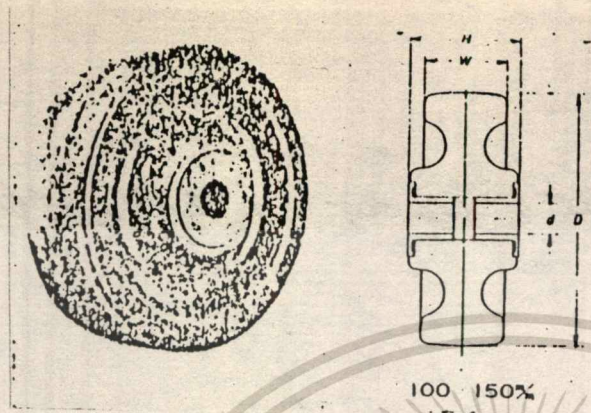
Wheel Dia D^m_m	Tread Width W^m_m	Hub Length H^m_m	Axle Dia d^m_m
100	22	30	8.3
125	22	30	8.3
150	22	30	8.3
200	30	35	12.4
(195)	35	33	12.4

รูปที่ 53 แสดงล้อยาง

ล้อยาง

เป็นล้อยางอีกแบบหนึ่ง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100-200 มิลลิเมตร หน้ายางกว้าง 22-35 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



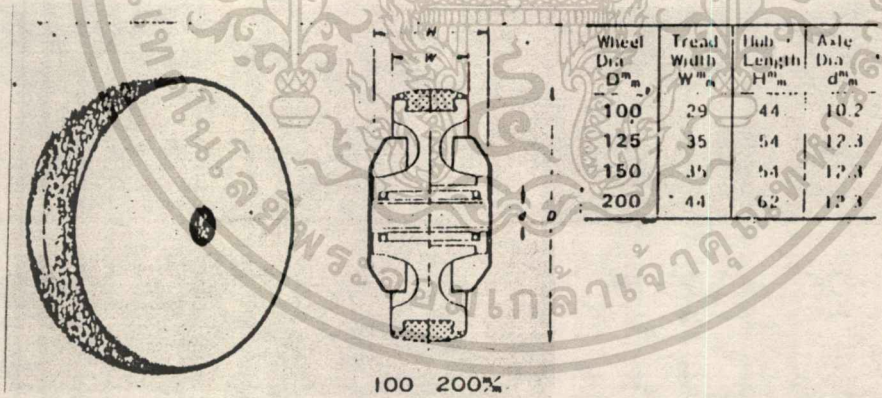
Wheel Dia D^{m}_{m}	Tread Width W^{m}_{m}	Hub Length H^{m}_{m}	Axle Dia d^{m}_{m}
75	27	30	8.3
100	32	43	12.4
125	39	54	12.4
150	43	54	12.4

100 150%

รูปที่ 54 แสดงล้อฟีโนลิค

ล้อฟีโนลิค

ขนาดของล้อมีเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 75-150 มิลลิเมตร หน้าล้อกว้าง 27-43 มิลลิเมตร



Wheel Dia D^{m}_{m}	Tread Width W^{m}_{m}	Hub Length H^{m}_{m}	Axle Dia d^{m}_{m}
100	29	44	10.2
125	35	54	12.3
150	35	54	12.3
200	44	62	12.3

100 200%

รูปที่ 55 แสดงล้อไพลียูเรเทน

ล้อไพลียูเรเทน

เป็นล้อยูเรเทนหุ้มรอบไนล่อน แกนกลางมีตลับลูกปืนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 11-200 มิลลิเมตร หน้าล้อกว้าง 29-44 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.3 <u>ลวดเหล็กสลิง</u>

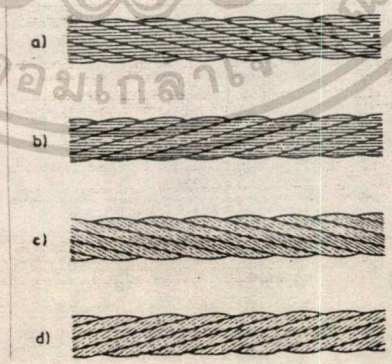
ลวดเหล็กสลิง เป็นลวดที่ใช้งานได้ทั่วไปทุกเมื่อ ม้วนปิดได้ทุกทิศทาง มีกำลังความแข็งแรงสูง ทั้ง ๆ ที่มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา สึกหรอยาก จัดหาได้ง่าย และค่าบำรุงรักษาก็ถูก โดยทั่วไปจัดว่าเป็นลวดใช้งานที่ดีที่สุด

ลวดสลิงที่ใช้ได้กับเครนและอุปกรณ์กล เครื่องยกต่าง ๆ นั้นมีขนาดพื้นที่ภาคตัดมาตรฐานต่าง ๆ กัน 17 ขนาด ดังกำหนดใน DIN 655, 656, 657 และ 6895 นอกจากนี้ยังมีลวดพิเศษซึ่งต้องใช้รูปร่างต่าง ๆ เป็นพิเศษออกไปอีกได้แต่จะไม่กล่าวรายละเอียดในที่นี้ กล่าวโดยทั่ว ๆ ไป ลวดเหล็กสลิงนั้นมีลักษณะหน้าตัดที่แตกต่างกันรวม 3 ชนิด ได้แก่ ลวดควั่นรวมหรือควั่นก้นหอย ลวดควั่นขด และสายเคเบิล ดังรูป

ลวดควั่นรวมนั้นเป็นลวดควั่นรวม ๆ กันอย่างง่าย ๆ นิยมใช้เป็นเชือกผูกลากหรือโยงที่ออกแรงดึงไม่มากนักก็มี เชือ ลวดรอก เป็นต้น

ลวดควั่นขด เป็นลวดควั่นสองชั้น คือ ควั่นเป็นขดเล็กครั้งหนึ่ง แล้วนำขดควั่นนั้นมาควั่นเป็นขดใหญ่อีกครั้งหนึ่ง ใช้บรรทุกของหนัก เช่น ใช้กับเครน และรอกยกของหนัก

ลวดเคเบิล เป็นลวดควั่นสามชั้น ใช้กับงานบรรทุกที่ภาระหนักที่สุด เช่น ลวดแขวนกระเช้าขึ้นเขา เป็นต้น



รูปที่ 56 ลวดควั่นขด

(a) ควั่นขวางขวา (c) ควั่นยาวขวา

(b) ควั่นขวางซ้าย (d) ควั่นยาวซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างลวดควั่นขดตามกำหนดมาตรฐาน ดูเป็นตัวอย่างได้ดังรูปที่ 56 ให้สังเกตว่า ลักษณะควั่นรวมของขด ได้แก่ ควั่นตามยาว ลักษณะหนึ่ง คือ แนวควั่นของขดเล็กกับของขดรวมนั้นยาวตามกันไป ควั่นซ้าย หรือควั่นขวา หรือควั่นตามขวาง อีกลักษณะหนึ่ง คือ แนวควั่นของขดเล็กกับของขดรวมนั้นขวางกัน

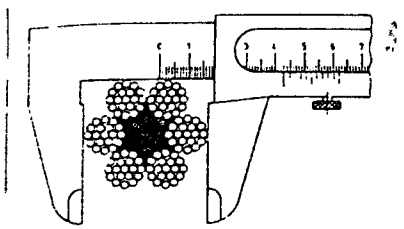
ลักษณะควั่นของลวดสลิงมี 2 ชนิด คือ ควั่นเกลียวไปทางขวา (เขียนย่อเป็นสัญลักษณ์ว่า S หรือ S) และควั่นเกลียวไปทางซ้าย (สัญลักษณ์ z หรือ Z) อักษรตัวเล็กใช้กับควั่นขดเล็ก และอักษรตัวใหญ่ใช้กับควั่นลวดสลิงทั้งเส้นโต ๆ

ลวดที่ควั่นตามกันนิยมใช้กับน้ำหนักบรรทุกที่ขณะแขวนอยู่ลอย ๆ มีแนวโน้มที่จะหมุนคลายเกลียวได้ ปกติใช้มากกับเครื่องลิฟท์ หากจะใช้กับระบบเครนต้องใช้เฉพาะกรณีที่ใช้ลวดสองเส้นที่ขนาดควั่นเกลียวต่างกันจับยกน้ำหนักบรรทุกแขวนอยู่

ลวดที่ควั่นขวางกัน เป็นลวดที่ปิดโค้งได้ยากกว่าลวดที่ควั่นตามกัน นิยมใช้เป็นลวดดึงในระบบเครน และนิยมลวดที่ควั่นไปตามขวามากกว่าอย่างอื่น

โดยทั่ว ๆ ไป ลวดสลิงที่ใช้ในงานเครนเป็นลวดที่ควั่นขวาง และควั่นขวา และนิยมใช้ลวดลักษณะสร้างเป็นแบบที่มีค่ากำลังความเค้นดึง 1.6 กิโลนิวตันต่อตารางมิลลิเมตร ลวดชนิดนี้ข้างหนึ่งจะเรียกว่าไม่ใช่ลวดที่โตเกินไปนัก และสามารถม้วนโค้งได้เท่า ๆ กับลวดประเภท ก็ได้ และอีกข้างหนึ่งจะไม่เรียกว่าลวดเล็กเกินไปนัก และมีความคงทนต่อการสึกหรอเท่า ๆ กับลวดประเภท ก็ได้เช่นกัน

วิธีกำหนดขนาดวัดผ่านศูนย์กลางของลวดสลิง นิยมกำหนดด้วยค่าเส้นผ่านศูนย์กลางวงกลมที่ล้อมรอบขอบนอกลวดสลิงได้พอดี ดังแสดงในรูป วิธีกำหนดค่าภาระ



รูปที่ 57 วิธีวัดขนาดผ่านศูนย์กลางลวดสลิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือ โหลดสูงสุดที่ลวดสลิงจะรับได้ ไม่ต้องคำนวณโหลดอย่างยาก หรือด้วยวิธีคำนวณที่ยากลึกซึ้งแต่ประการใดเลย วิธีคำนวณใช้วิธีคำนวณหาค่าความเค้นดึง และบิดม้วนอย่างตรงไปตรงมาก็นับว่าเพียงพอ แม้ว่าโดยข้อเท็จจริงแล้วลวดสลิงขณะใช้งานต้องรับภาระหลายอย่าง เช่น ภาระแรงดึงเป็นระยะ ๆ ภาระแรงกดอักบนลำตัวสลิงเอง ภาระแรงบิดเนื้อ ภาระแรงอัดม้วนให้เสียรูป และการสึกหรอที่เกิดจากแรงเสียดทาน แต่ภาระต่าง ๆ ดังกล่าวทั้งหมดนี้ สามารถคิดเผื่อไว้ได้เลยด้วยแฟคเตอร์ความปลอดภัย ดังได้เคยกล่าวมาแล้วข้างต้น

2.9.4 <u>เหล็กเส้น</u>

การศึกษาวัสดุที่จะนำมาใช้ในการดึงฝาท่อ เหล็กเส้นชนิดนี้ เป็นเหล็กที่ใช้ในการก่อสร้าง สามารถรับแรงดึงและแรงอัดได้ดี ขนาดที่มีขายกันตามท้องตลาด คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6, 9, 12, 15, 19, 22, 25 และ 28 มิลลิเมตร มีขนาดและการรับน้ำหนักดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 7 แสดงขนาดและพื้นที่หน้าตัดของเหล็กเส้น

เหล็กเสริม

STEEL REINFORCEMENT

ขนาด		ประเภท	น้ำหนัก	เส้นรอบวง	จำนวนเหล็กเส้น (ช่องบน) และพื้นที่หน้าตัด (ตารางเซนติเมตร)								
มม.	นิ้ว		กก./ม.	ซม.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	1/4	เหล็กกลมธรรมดา	0.222	1.885	0.2827	0.565	0.848	1.131	1.414	1.696	1.978	2.262	2.544
9	3/8		0.499	2.828	0.636	1.272	1.909	2.545	3.182	3.820	4.455	5.090	5.726
12	1/2		0.888	3.770	1.131	2.262	3.393	4.526	5.650	6.785	7.915	9.045	10.180
15	5/8		1.390	4.710	1.767	3.534	5.295	7.065	8.830	10.600	12.36	14.14	15.9
19	3/4		2.230	5.965	2.835	5.670	8.500	11.34	14.17	17.02	19.85	22.68	25.50
22	7/8		2.980	6.905	3.801	7.602	11.40	15.20	19.00	22.80	26.60	30.40	34.20
25	1 –		3.850	7.850	4.909	9.818	14.73	19.64	24.53	29.45	34.38	39.28	44.20
28	1 - 1/8		4.830	8.790	6.158	12.32	18.48	24.63	30.80	36.96	43.12	49.28	55.42
12	1/2	ข้ออ้อย	0.888	3.771	1.13	2.26	3.39	4.52	5.65	6.78	7.91	9.04	10.17
16	5/8		1.58	5.029	2.01	4.02	6.03	8.04	10.05	12.06	14.07	16.08	18.09
19	3/4		2.23	5.971	2.84	5.68	8.52	11.36	14.20	17.04	19.88	22.72	23.56
25	1		3.85	7.857	4.91	9.82	14.70	19.60	24.50	29.40	34.40	39.30	44.20
28	1 - 1/8		4.83	8.800	6.16	12.30	18.50	24.60	30.90	36.90	43.10	49.30	55.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 แสดงปริมาณการรับน้ำหนักของเหล็กเส้น

f_y kg/cm^2	f_c kg/cm^2	f_c' kg/cm^2	Allowable Bond Strength					
			Nominal Diameters, mm					
			9	12	15	19	25	28
2400	45	100	11.0	9.5	7.6	6.0	4.6	4.1
2400	50	111	11.0	10.0	8.0	6.3	4.8	4.3
2400	55	122	11.0	10.5	8.4	6.6	5.0	4.5
2400	60	133	11.0	11.0	8.8	6.9	5.3	4.7
2400	65	144	11.0	11.0	9.2	7.2	5.5	4.9
2400	70	155	11.0	11.0	9.5	7.5	5.7	5.1
2400	75	166	11.0	11.0	9.8	7.8	5.9	5.3

2.9.5 <u>โซ่</u>

โซ่ ในที่นี้ไม่ได้หมายถึงโซ่ส่งกำลัง แต่เป็นโซ่ชนิดที่ใช้ล่ามสิ่งต่าง ๆ ลักษณะคล้ายวงรีเป็นข้อ ๆ ต่อกัน ต้องการความยาวเท่าไรสามารถตัดแบ่งได้ การคิดขนาดของโซ่มักคิดตามเส้นผ่าศูนย์กลาง ขนาดที่มีขายกันในท้องตลาด คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์-กลาง 6, 9, 12, 15, 18 และ 25 มิลลิเมตร

ข้อดีของโซ่ที่จะนำมาใช้งาน คือ สามารถยืดหยุ่นและเปลี่ยนทิศทางได้โดยง่าย และสามารถปรับระยะได้สะดวก และมีความแข็งแรงและสามารถซื้อหาได้ตามท้องตลาดทั่วไป

ข้อเสียของโซ่ คือ หนักกว่าวัสดุชนิดอื่นที่นำมาเปรียบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 การศึกษาเกี่ยวกับวัสดุและกรรมวิธีการผลิต

สำหรับการศึกษาวัสดุที่จะนำมาผลิตอุปกรณ์ชนิดนี้นั้น การเลือกในขั้นแรกที่จะนำมาศึกษาจะต้องเป็นวัสดุที่มีความแข็งแรง ทนทาน และสามารถรับน้ำหนักได้ดี และสามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม ฉะนั้น จึงเลือกวัสดุที่จะใช้นำมาศึกษาเพียง 3 ชนิด คือ เหล็ก สเตนเลส และอลูมิเนียม

2.10.1 เหล็ก

เหล็กบริสุทธิ์มีความเหนียว อ่อนตัวสูง มีความแน่นที่อุณหภูมิ 20 °ซ. เท่ากับ 7.87 กรัม/ลบ.ซม. หลอมเหลวที่ 1539 °ซ. และจะเดือดเป็นไอที่ 2450 °ซ. ความร้อนแฝงของการหลอมละลาย 65 แคลอรี่/กรัม ถ้าอุณหภูมิของเหล็กสูง 768 °ซ. แม่เหล็กจะดูดไม่ติด

แต่เหล็กมีข้อเสียอยู่อย่างหนึ่ง คือ สามารถรวมกับออกซิเจนได้ดี จึงไม่มีคุณสมบัติด้านการเป็นสนิม

ชนิดของเหล็กที่ผลิตออกมาสู่ตลาด

(1) เหล็กหล่อ ได้แก่ เหล็กดิบ มีหลายชนิดด้วยกัน เช่น เหล็กหล่อสีขาว สีเทา คุณสมบัติโดยทั่วไปของเหล็กมีความแข็งสูงมากจนเปราะแตกง่าย และเหล็กหล่อเหนียวมาก เหล็กหล่อพิเศษ จะมีความเหนียว สามารถรับแรงได้สูง

(2) เหล็กอ่อน สามารถดีเป็นรูปได้ง่าย

(3) เหล็กกล้า มี 3 ชนิด คือ

3.1) เหล็กกล้าชนิดอ่อน ได้แก่ เหล็กเส้นก่อสร้าง ตะปู ตัวถังรถยนต์

3.2) เหล็กกล้าปกติ ใช้ทำเครื่องมือช่างไม้ เครื่องจักร รถแทรคเตอร์

3.3) เหล็กกล้าแข็ง ใช้ทำมีดกลึง ตะไบ เหล็กสกัด ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4) เหล็กคาร์บอนและเหล็กผสม มีความแข็งมากน้อยแล้วแต่ส่วนผสมในเนื้อเหล็ก เช่น ผสม

คาร์บอน	ทำให้แข็งแรง
นิเกิล	ทำให้เหนียว แข็ง ทนความร้อน
โครเมียม	ช่วยป้องกันสนิม
แมงกานีส	ช่วยทำให้แข็งแรง ทนแรงกระแทก สึกหรอ
ทังสเตน	ช่วยให้แข็งในอุณหภูมิ

<u>รูปแบบของเหล็กที่ใช้อยู่ทั่วไปในปัจจุบัน</u>

(1) เหล็กเส้นกลมตัน เส้นผ่าศูนย์กลาง 3/16-9 นิ้ว ยาว 6 เมตร

(2) เหล็กแผ่น หนา 1/32-4 นิ้ว ขนาด 1.2-2.4 เมตร

(3) เหล็กกลวง รูปสี่เหลี่ยม กว้าง 1/4-4½ นิ้ว ยาว 6 เมตร

(4) ท่อเหล็กกลมกลวง เส้นผ่าศูนย์กลาง ½-6 นิ้ว ยาว 6 เมตร

(5) เหล็กพื้อ หนา ½-¼ นิ้ว กว้าง ¼-4 นิ้ว ยาว 6 เมตร

(6) เหล็กรูปตัว "ยู" และ "ซี"

2.10.2 <u>สแตนเลส</u> (Stainless Steel)

เหล็กสแตนเลสเป็นโลหะเปลือยประเภท Ferrous Metal ซึ่งมีส่วนผสมประกอบด้วย เหล็ก โครเมียม นิเกิล และธาตุอื่น ๆ อีกเล็กน้อย เหล็กสแตนเลสมีหลายชนิด สามารถที่จะเลือกใช้ได้ให้เหมาะสมกับความต้องการ โดยปกติผิวของเหล็กสแตนเลสจะมีสีคล้ายเงิน และมีลักษณะเป็นมัน

เหล็กสแตนเลสนิยมใช้ทำเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ภาชนะใส่อาหาร หรืองานเกี่ยวกับสถาปัตยกรรมอย่างละเอียดที่ต้องการความสวยงาม ใช้ได้ดีทั้งภายนอกและภายในตัวอาคารโดยไม่ต้องมีการทาสีหรือเคลือบผิว เพื่อป้องกันการกัดกร่อนด้วยวัสดุอื่นใดทั้งสิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติทางกายภาพของเหล็กสแตนเลสก็เหมือนโลหะผสมชนิดอื่น ๆ ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของธาตุต่าง ๆ ที่ผสมลงไปขณะที่ยังหลอมละลายอยู่ ซึ่งต้องระมัดระวังการควบคุมอุณหภูมิและบรรยากาศของก๊าซต่าง ๆ ด้วย ธาตุต่าง ๆ ที่ผสมเข้าเป็นเหล็ก-สแตนเลส ได้แก่

นิเกิล จะเพิ่มความแข็งแรง ความเหนียว ป้องกันการกัดกร่อนได้ดี และเพิ่มความยืดตัวในขณะตัดโค้งไม่ให้สึกหรอหรือแตกร้าวได้ง่าย

แมงกานีส ช่วยเพิ่มความแข็งแรง ความเหนียว และทนต่อแรงดึงได้สูง

โครเมียม จะเพิ่มความต้านทานการกัดกร่อน ความแข็งแรง และสามารถทนต่อแรงดึงได้สูง

วานาเดียม จะเพิ่มความเหนียวให้กับเหล็กสแตนเลส

โมลิบดินั่ม และไคลัมเบียน จะต้านทานการกัดกร่อน

ติตาเนียม และแมกนีเซียม จะทำให้เหล็กสแตนเลสมีน้ำหนักเบา

เหล็กสแตนเลสมีอยู่หลายชนิด ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของธาตุต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว โดยทั่วไปจะมีส่วนผสมหลัก คือ เหล็ก (Fe) นิเกิล (Ni) และโครเมียม (Ct)

เหล็กสแตนเลสแบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 3 ประเภท ตามชนิดของโครงสร้าง ซึ่งได้แก่

(1) Austenitic Stainless Steel จะประกอบไปด้วยส่วน-ผสมของธาตุโครเมียม 18% นิเกิล 8% และธาตุอื่น ๆ ผสมอีกประมาณ 2-4%

ประเภทนี้จะจัดอยู่ในหมู่ 300 และมีชื่อเรียกว่า Carome-Nickel ซึ่งมีความแข็งสูงมาก จะมีความเหนียวต่ำ และไม่มีคุณสมบัติความเป็นแม่เหล็กอยู่เลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) Martensitic Stainless Steel จะประกอบไปด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมียมอยู่ระหว่าง 17-27% และมีส่วนผสมของธาตุคาร์บอนอีกไม่เกิน 0.2% เหล็กสแตนเลสประเภทนี้จะมีคุณสมบัติอ่อนและเหนียวมาก

เหล็กสแตนเลสประเภท Martensitic & Ferritic จะจัดอยู่ในหมู่ 400 และมีคุณสมบัติความเป็นแม่เหล็กสูงมาก

เหล็กสแตนเลส เป็นโลหะที่มีราคาแพง แต่อายุการใช้งานยาวนานมาก ทนต่อการกัดกร่อนได้ดี และเสียค่าบำรุงรักษาถูกอีกด้วย เมื่อเทียบกับโลหะอื่น ๆ ดังนั้นในการทำงานควรเลือกเหล็กสแตนเลสให้เหมาะสมกับการทำงานด้วย

ข้อควรพิจารณาเบื้องต้น เหล็กสแตนเลส เช่นเดียวกับวัสดุอื่นที่ใช้ในการผลิตด้านทุน การใช้เหล็กสแตนเลสเป็นวัตถุดิบในการผลิตนั้น จะผันแปรไปตามแบบที่ออกมา ด้านทุนในการผลิตจะมีราคาสูงสำหรับงานประณีต พิถีพิถัน หรือมีลักษณะง่าย ๆ หรือมีการออกแบบเป็นมาตรฐาน ดังนั้น โครงกร้างของการออกแบบสิ่งที่ทำการผลิตด้วยเหล็กสแตนเลสจึงมีราคาต้นทุนที่ค่อนข้างสูง คำแนะนำต่อไปนี้จะอำนวยให้ผู้ออกแบบสามารถทำการออกแบบผลิตภัณฑ์ซึ่งทำด้วย เหล็กสแตนเลสได้อย่างประหยัดลง โดย

1) การออกแบบชิ้นส่วนตอนที่มีลักษณะเป็นช่อง ควรออกแบบให้มีลักษณะสามารถทำการผลิตได้โดยการใช้เทคนิคง่าย ๆ เช่นเดียวกับการผลิตงานโลหะธรรมดา งานที่มีลักษณะโค้งหรือแนวตรงย่อมทำการขึ้นรูปได้โดยง่าย ควรหลีกเลี่ยงการออกแบบงานที่มีลักษณะโค้งไปมาในระยะสั้น ๆ หรือ ซึ่งทำให้การผลิตทำได้ยาก

2) การใช้วัสดุให้มีขนาดประหยัดลง เนื่องจากการวิจัยจากตัวอย่างของแผ่นเหล็กสแตนเลสได้พบง่าย มีความต้านทานต่อแรงดึงได้มากกว่าแผ่นอลูมิเนียมถึง 3 เท่า ข้อดีจากคุณสมบัตินี้ในการใช้ลดขนาดของวัสดุลงได้

3) ความหนาของโลหะอาจลดลงได้ โดยการออกแบบรูปร่าง หรือลักษณะของชิ้นส่วนต่าง ๆ หรือโดยการใช้ลักษณะของโครงสร้างวัสดุให้เป็นประโยชน์ หรือได้จากการใช้แผ่นโลหะที่ผลิตด้วยกรรมวิธีอัดในแบบบริเวณที่มีหน้ากว้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ควรออกแบบให้เหมาะสมกับคุณสมบัติของความแข็งแรงของวัสดุที่ใช้

5) ในกรณีใดที่สามารถทำได้ ควรออกแบบให้ชิ้นงานนั้นสามารถใช้กับชิ้นส่วนหรือวัสดุที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดแล้ว เพราะการใช้ชิ้นส่วนที่ต้องสั่งทำขึ้นนั้นย่อมมีราคาแพงกว่าธรรมดา

เหล็กสแตนเลสสามารถทำการเชื่อมได้ และมีคุณสมบัติไม่เหมือนวัสดุอื่นๆ หลายชนิดที่บริเวณขั้นตอนของงาน เหล็กสแตนเลสสามารถทำการผสมให้เกิดความกลมกลืนในรูปร่างให้เข้ากันได้ เมื่อทำการขัดหรือตบแต่งให้ดี การใช้วิธีเชื่อมแบบเชื่อมแกส จะทำให้เกิดตำหนิขึ้นเพียงเล็กน้อย และถ้าหากทำการตกแต่งจะช่วยลบร่องรอยสิ่งตำหนิให้ลดลงหรือหมดไปได้

เมื่อใช้ตัวยึด (Fasteners) ควรใช้ตัวยึดที่ทำด้วยเหล็กสแตนเลส การใช้ตัวยึดที่ทำด้วยวัสดุอื่นจะก่อให้เกิดการผุกร่อน ทำให้เกิดผลเสียหายแก่ของที่ทำการผลิตติดตั้งนั้นได้ ตัวยึดที่ทำการเจาะทะลุแผ่นวัสดุในการยึดกัน จะต้องระวังในการวางตำแหน่งให้ดี เพื่อไม่ให้มีการบิดเบี้ยวเกิดขึ้นในชิ้นงาน เพื่อทำการขันตัวยึดให้แน่น มิฉะนั้นอาจจะต้องใช้แผ่นวัสดุที่มีขนาดหนามากขึ้น

วิธีอื่น ๆ ที่จะป้องกันการเกิดรอยตำหนิขึ้นนั้น ทำได้โดยการใช้แผ่นวัสดุช่วยเสริมความแข็งแรงไว้ภายในตัวน็อต และใช้ Nat Channelไว้ข้างในของแผ่นวัสดุ เมื่อใช้ในกรณีหลังให้ใช้น็อตยึดเข้ากับ Nat Channel เพื่อให้แรงดึงของตัวน็อตแผ่กระจายไปทั่วบริเวณกว้างของผิวโลหะ

<u>เหล็กสแตนเลสประหยัดสำหรับงานทั่วไป</u>

- แบบ 302 เป็นเหล็กสแตนเลสซึ่งมีส่วนผสมสำคัญ คือ โครเมียมกับนิเกิล มีโครงสร้างแบบ Austenitic เหมาะสำหรับการใช้งานได้กว้างขวาง เกี่ยวกับงานสถาปัตยกรรมและอุตสาหกรรมทั่วไป มีจำหน่ายทั่วไปในรูปร่างต่างกัน เหล็กสแตนเลสแบบนี้ทำการขึ้นรูปได้ง่าย ทำการผลิตใช้งานได้ง่าย มีความต้านทานต่อการกัดกร่อนซึ่งเกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากดินฟ้าอากาศได้ดี เยี่ยม เป็นชนิดที่โดยปกติจะนำไปใช้งานสถาปัตยกรรมส่วนนอก และแผ่นโครงสร้างต่าง ๆ

- แบบ 301 บางครั้งจะแนะนำให้นำไปใช้แทนแบบ 302 เนื่องจากมีคุณสมบัติเกี่ยวกับการแข็งแรงจากการผลิต

- แบบ 304 แบบนี้แนะนำให้ใช้แทนแบบ 302 ในการประกอบเข้ากับงานชิ้นใหญ่ และต้องการใช้การเชื่อมมาก

- แบบ 316 เป็นแบบที่มีการต้านทานการกัดกร่อนได้ดีกว่าแบบ 302 หรือ 304 และแนะนำให้ใช้สำหรับในที่มีการสัมผัสกับคลอไรด์มาก ๆ เช่น ในบริเวณที่ก่อสร้างแถบชายทะเล ในย่านอุตสาหกรรมบางแห่ง และในเมื่อที่ใช้เกลือควบคุมหิมะและน้ำแข็ง

- แบบ 400 แบบนี้มีความต้านทานในการกัดกร่อนได้น้อยกว่าแบบ 302 และแนะนำให้ใช้งานสถาปัตยกรรมส่วนนอก

2.10.3 อลูมิเนียม (Aluminium)

อลูมิเนียมเป็นโลหะแผ่นเปลือยประเภท Non-Ferrous Metal โดยปกติจะเป็นแผ่นอลูมิเนียมที่มีความบริสุทธิ์ไม่ถึง 100% แต่จะเป็นอลูมิเนียมผสมโลหะหรือธาตุอื่น ๆ อีกเล็กน้อย เพื่อให้อลูมิเนียมมีคุณสมบัติบางประการดีขึ้น อลูมิเนียมบริสุทธิ์จะอ่อนมาก ในลักษณะที่เป็นแผ่นจะไม่ค่อยพบใช้งานบ่อยนัก

อลูมิเนียมแผ่นจะมีส่วนผสมของทองแดง ซิลิกอน เหล็ก และแมงกานีส ส่วนอลูมิเนียมชนิดอื่น ๆ ที่ไม่ได้อยู่ในลักษณะที่เป็นแผ่น จะผสมนิเกิล แมกนีเซียม และโครเมียม อย่างไรก็ตาม อลูมิเนียมผสมทุกชนิดจะต้องมีอลูมิเนียมผสมอยู่ไม่น้อยกว่า 50% เสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อลูมิเนียมผสมจะมีอยู่หลายชนิด ชนิดต่าง ๆ เหล่านั้นมีคุณสมบัติแตกต่างกัน และมีค่าความแข็งที่แตกต่างกันออกไปอีกประมาณ 40 เกรด (Grade) ดังนั้น ควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงานแต่ละชนิด

อลูมิเนียมผสมจะถูกกำหนดคุณภาพตาม Number ต่าง ๆ กัน สำหรับในงานโลหะแผ่นจะใช้ Number 3003 แต่ในทางการค้าจะนิยมเรียกเป็นตัวอักษร เช่น O, H, T เป็นต้น

"O" หมายถึง อลูมิเนียมอ่อน (Soft) ใช้งานได้ดีเหมือนกันกับแผ่นสังกะสี

"H" หมายถึง อลูมิเนียมแข็ง (Hard) บางชนิดดัดโค้งได้ แต่บางชนิดจะไม่สามารถดัดโค้งได้

"T" หมายถึง อลูมิเนียมที่จะต้องใช้งานที่เกี่ยวกับความร้อน (Heat Treated) อยู่เสมอ

ตัวเลขตามหลังอักษร H หรือ T จะบอกความแข็ง เช่น Number 3003 ที่ใช้งานโลหะแผ่นทั่วไปจะเขียนเป็น H 14 เป็นต้น ซึ่งอลูมิเนียม Number ดังกล่าวนี้จะมีความแข็งไม่มากนัก สามารถดัดโค้งหรือขึ้นรูปได้

อลูมิเนียมจะสังเกตได้ง่าย เพราะมีสีขาว น้ำหนักเบา บางชนิดจะมีสีใกล้เคียงกับสแตนเลส (Stainless Steel) สามารถจะนำไปเชื่อมได้ และจะต้องใช้น้ำประสาน (Flu) ชนิดพิเศษ สำหรับการบัดกรีก็สามารถจะทำได้เช่นเดียวกัน แต่ทั้งนี้จะต้องใช้น้ำประสานตะกั่วบัดกรี และความร้อนของหัวแร้งให้ถูกต้อง มิฉะนั้น จะทำให้การบัดกรีไม่ได้ผล

อลูมิเนียมเป็นโลหะที่มี เป็นมัน และทนต่อการกัดกร่อนได้ดีในบรรยากาศปกติ ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับใช้ทำเฟอร์นิเจอร์ และอุตสาหกรรมที่ต้องการความสวยงาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาเกี่ยวกับกรรมวิธีการผลิตนั้น โครงสร้างส่วนใหญ่ต้องการนำเหล็กมาต่อกัน เพราะฉะนั้น จึงควรคัดเลือกกรรมวิธีการผลิตจากงานเชื่อมโลหะ

งานเชื่อมโลหะ

การประสานโลหะสามารถทำได้หลายวิธี แต่จัดเป็นประสานงาน 2 ลักษณะ คือ

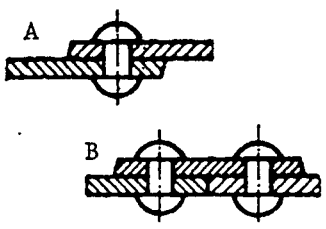
1. การประสานแบบชั่วคราว คือ เมื่อทำการประสานแล้วสามารถถอดประกอบใหม่ได้โดยไม่มีการชำรุดเสียหาย เช่น งานยึดด้วยเกลียว (Screw) สลัก (Pin)

2. การประสานแบบถาวร คือ เมื่อทำการประสานแล้วไม่สามารถถอด หรือประกอบใหม่ได้ หรือถ้าต้องการถอดจะทำให้ชิ้นงานหรือวัสดุประสานเกิดความเสียหาย เช่น งานเชื่อม (Welding) งานย้ำหมุด (Riveting) งานบัดกรีอ่อน (Soldering) งานบัดกรีแข็ง (Brazing)

งานเชื่อม คือ ขบวนการทำให้ชิ้นงานร้อนจนกระทั่งหลอมละลายติดเป็นเนื้อเดียวกัน โดยที่จะเติมตัวประสานลงไปในแนวเชื่อม หรือไม่เติมก็ได้แล้วแต่ความเหมาะสม การให้ความร้อนแก่ชิ้นงานมาจากแกสหรือไฟฟ้า

รูปที่ 58 แสดงงานเชื่อม

งานย้ำหมุด เป็นงานประสานที่ใช้หมุดย้ำเป็นตัวประสานและเป็นตัวรับภาระ ในการย้ำหมุดต้องเจาะรูเพื่อให้หมุดที่สอดลงไปในรูเป็นตัวประสานชิ้นงาน การย้ำหมุดทำได้ทั้งการย้ำร้อนและการย้ำเย็น



รูปที่ 59 แสดงงานย้ำหมุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อแตกต่างระหว่างงานเชื่อมและงานย้ำหมุด

ก. ลักษณะงาน

1) ถ้าต้องการความสวยงามไม่เกิดการบิดงอให้ย้ำหมุด

2) เมื่อทำการจับยึดแล้วไม่สามารถขยับหรือเคลื่อนที่ได้ใช้เชื่อม

3) กันการไหลซึมของของเหลวได้ดี คือ งานเชื่อม

4) เมื่อไม่ต้องการตะเข็บ เป็นตำหนิก็ใช้วิธีเชื่อม

5) พื้นที่การประสานของวัสดุมีน้อยใช้เชื่อม

ข. ชนิดของวัสดุที่สะดวกในการใช้เชื่อมต้องมีคุณสมบัติดังนี้ คือ เมื่อได้รับความร้อนต้องมีคุณสมบัติเป็นพลาสติก ไม่ไหม้ไฟ และไม่เปลี่ยนแปลงสภาพเมื่อได้รับความร้อน ได้แก่ เหล็กเหนียว เหล็กหล่อ อลูมิเนียม การประสานโลหะบางชนิดอาจใช้ตัวประสานคนละชนิดกันกับชิ้นงานก็ได้ เช่น

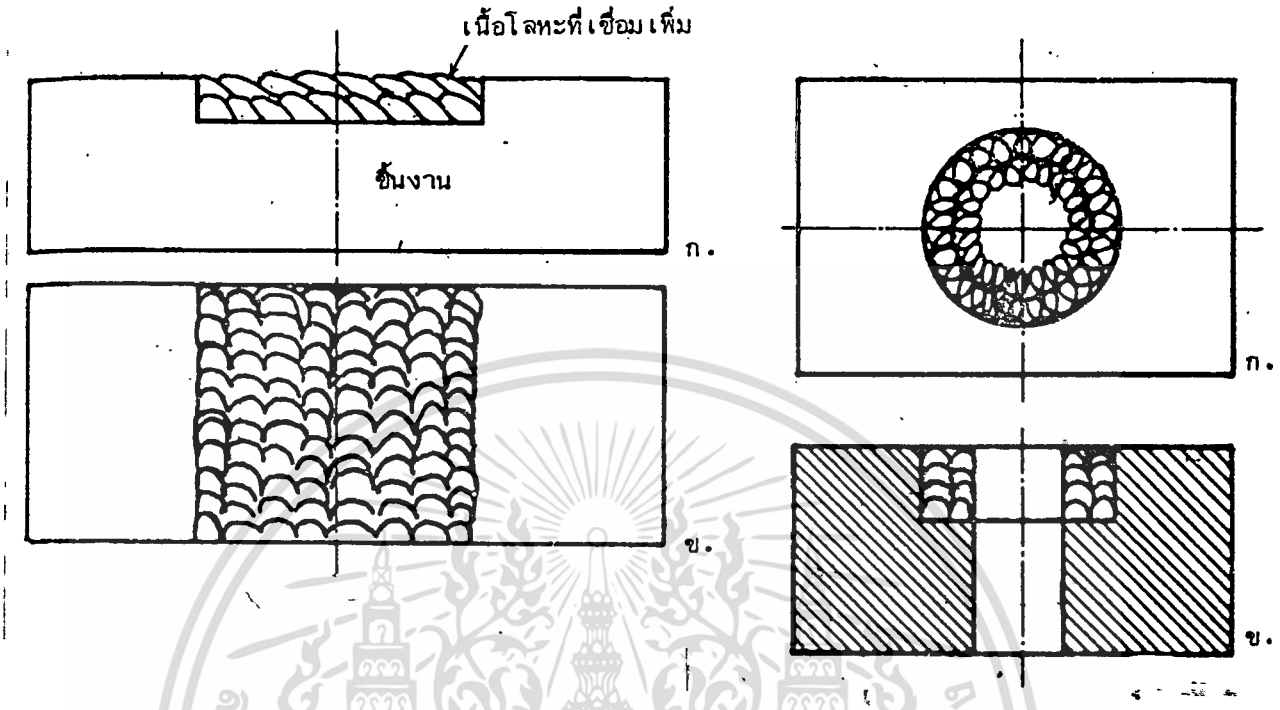
งานบัดกรีแข็ง ใช้ทองเหลือง ทองแดง เป็นตัวประสาน และงานบัดกรีอ่อนใช้ตะกั่วเป็นตัวประสาน

ส่วนงานย้ำหมุดมักจะใช้วัสดุชนิดเดียวกับวัสดุงาน หรือถ้าต่างชนิดกันก็ควรเลือกค่าความต่างศักย์ทางไฟฟ้าน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ เช่น ถ้าย้ำงานที่เป็นเงินอาจใช้หมุดทองแดง ไม่ควรใช้หมุดอลูมิเนียม

การเชื่อมพอก

เมื่อขนาดงานต่ำกว่าที่กำหนด อาจใช้วิธีเชื่อมเป็นการเพิ่มเนื้อโลหะให้แก่ชิ้นงานได้ ชิ้นงานที่สึกหรอ โดยการนำลวดเชื่อมที่มีคุณสมบัติชนิดเดียวกันกับชิ้นงานมาเชื่อมเติมลงบนผิวชิ้นงานส่วนที่ขาดหรือเล็กไป เรียกว่า การเชื่อมพอก และต่อจากนั้น จึงนำงานไป Machine ให้ได้ตามขนาดที่ต้องการ การเชื่อมพอกนี้สามารถเชื่อมได้ทั้งแกสและไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 60 แสดงการเชื่อมพอก

งานที่ต้องการเชื่อมพอก

- งานที่สึกหรอต้องการให้มีคุณสมบัติเหมือนเดิม เช่น ราง เลื่อน ลูกเบี้ยว
- งานที่ต้องการให้มีคุณสมบัติแข็งกว่าโลหะเดิม เช่น ผิวสัมผัส
- เมื่อไม่สามารถหาอาหลั่ยมาทดแทนหรืออาหลั่ยชิ้นนั้นแพง เกินไป

<u>การเชื่อมหลอมและการเชื่อมอัด</u>

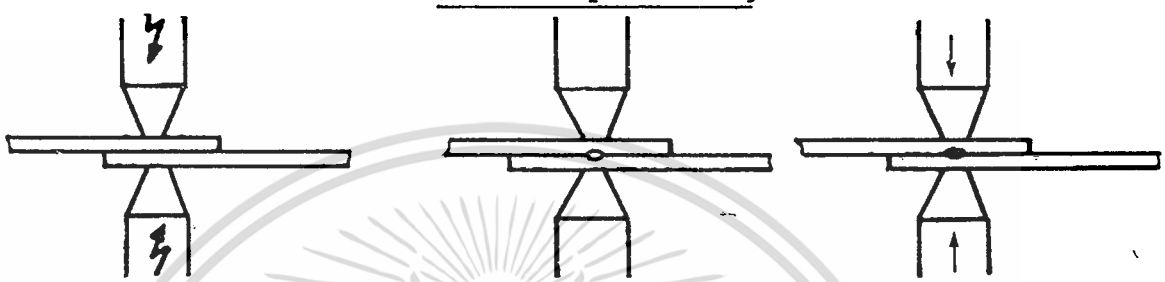
งานเชื่อมซึ่งได้รับความร้อนจากเปลวแกสออกซิ-อะซิทีลีน จะให้ความร้อนประมาณ 3,200 °ช. และจากการอาร์คไฟฟ้าประมาณ 4,200 °ช. ซึ่งสามารถทำให้เนื้อโลหะและตัวประสานเกิดการหลอมเหลวติดกัน การเชื่อมแบบนี้เรียกว่า "การเชื่อมหลอม"

โลหะนอกจากจะสามารถประสานกันได้ในขณะหลอมเหลวแล้ว ในสภาวะกึ่งหลอม (pasty) ก็สามารถทำให้ติดกันได้ คือ เมื่องานอยู่ในสภาวะเป็น pasty แล้วก็ใช้แรงกดลงไปยังบริเวณที่กำลังเป็น pasty อยู่ก็สามารถทำให้โลหะสองแผ่นติดกันได้ เช่น Spot

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

welding, Seam welding, Flash welding และการเชื่อมแบบนี้ เรียกว่า การเชื่อมอัด

ขั้นตอนงาน Spot welding

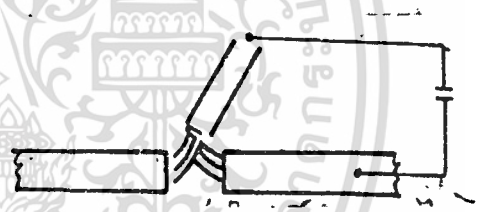


1. ปล่อยกระแสไฟฟ้า 2. ชิ้นงานอยู่ในสภาวะพลาสติก 3. ใช้แรงกด

รูปที่ 61 แสดงการเชื่อมหลอมและเชื่อมอัด

ผลจากการเชื่อมแกสและไฟฟ้า

รูปที่ 62 แสดงการเชื่อมแกส

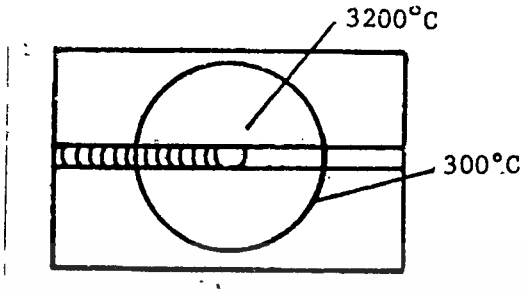


รูปที่ 63 แสดงการเชื่อมไฟฟ้า

ต้นกำเนิดความร้อนของงานเชื่อมแกสได้จากความร้อนของเปลว โดยการพาของแรงดันแกสและการแผ่รังสีผ่านอากาศกระทบกับผิวงาน และตัวชิ้นงานจะทำหน้าที่เป็นตัวนำความร้อน ความร้อนจากเปลวจะสูงประมาณ 3,200°ช. และผิวชิ้นงานก็จะได้รับน้อยลงตามลำดับ

ส่วนงานเชื่อมไฟฟ้า ความร้อนเกิดขึ้นโดยตรง เพราะการกระตุ้นให้อิเลคตรอนวิ่งออกจากข้างหนึ่งไปอีกข้างหนึ่ง เป็นการทำให้อะตอมและโมเลกุลสั่นสะเทือนและเสียดสีกัน ทำให้ได้ค่าความร้อนสูงมากประมาณ 4,200°ช.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

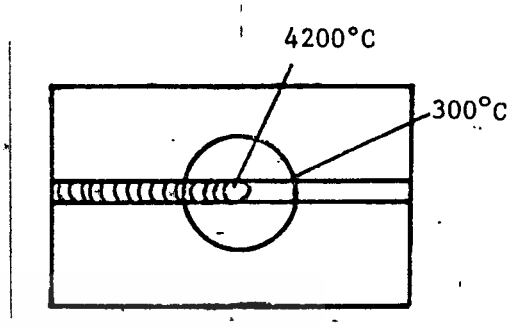


รูปที่ 64 แสดงการเชื่อมแกส

แต่ในทางตรงกันข้าม ความร้อนจากเปลวแกสยิ่งใหญ่โตมาก ความร้อนก็จะแผ่กระจายมากขึ้น และโดยเฉพาะเวลาทำการเชื่อมนั้น ต้องให้เวลาแก่ชิ้นงานสักครู่ งานจึงจะได้รับความร้อนเต็มที่ จึงทำให้วงกระจายความร้อนกว้าง

รูปที่ 66 แสดงการเชื่อมแกส

ผลจากการแผ่กระจายความร้อนค่อย เป็นค่อยไป การเชื่อมแกสจึงไม่เหมาะกับการเชื่อมงานหนา ๆ เพราะจะเป็นการสิ้นเปลืองแกสมาก แต่จะเหมาะสมอย่างยิ่งกับการเชื่อมบาง ๆ เช่น ตัวถังรถยนต์หรือท่อไอเสียรถยนต์



รูปที่ 65 แสดงการเชื่อมไฟฟ้า

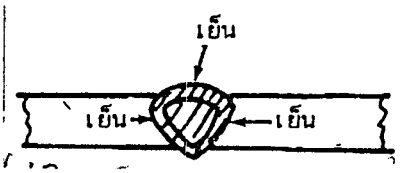
ส่วนเปลวอาร์คความร้อนจะเกิดขึ้นเฉพาะบริเวณสิ้นและปลายลวดเท่านั้น เพราะคุณสมบัติของอิเลคตรอนจะวิ่งในทางที่สิ้นที่สุดมากกว่า ความร้อนจำนวนมากจึงเกิดขึ้นใกล้จุดเชื่อมมาก และชั่วเวลาพริบตาเดียว การอาร์คก็เกิดได้ง่าย ไม่จำเป็นต้องคอยให้ความร้อนวิ่งไปสู่งาน วงกระจายความร้อนจึงแคบมาก

รูปที่ 67 แสดงการเชื่อมไฟฟ้า

งานหนา ๆ เช่นนี้ ใช้เปลวอาร์คจากการเชื่อมไฟฟ้าได้ง่าย โดยไม่มีการสิ้นเปลืองความร้อน โดยการปรับไฟฟ้าให้แรง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 68 แสดงการเชื่อมแกส



รูปที่ 69 แสดงการเชื่อมไฟฟ้า

ถ้ามีความจำเป็นต้องเชื่อมแกสกับงานหนา ๆ ก็ทำได้โดยการบากผิวงานให้อยู่ในตัว X และเชื่อมทับหลาย ๆ ครั้งก็ได้ โดยที่คุณสมบัติตะเข็บเชื่อมและชิ้นงานยังคงเดิม

จากสภาพความร้อนที่มิได้แผ่กระจายของงานเชื่อมไฟฟ้า จะมีผลอย่างยิ่งต่อโครงสร้างขนาดเกรนและความเครียดทันทีที่เชื่อมเสร็จ เพราะขณะที่ทำการเชื่อมโลหะหลอมเหลวเย็นตัวอย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นสภาพเช่นเดียวกับการชุบ ส่วนแข็งรอบ ๆ จุดเชื่อมจึงมีความเครียดเพราะมีเกรนเล็ก เกิดเป็นโครงสร้างแบบ Martensite

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 การศึกษาเกี่ยวกับสีที่จะนำมาใช้ในการออกแบบ

ปรากฏการณ์ของสี

สีเป็นปรากฏการณ์ที่เป็นสิ่งกระตุ้นความสนใจของมนุษย์ และเป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ได้พยายามค้นคว้าก่อนสิ่งอื่น ๆ วิทยาศาสตร์ปัจจุบันกล่าวว่า สีเกิดจากคลื่นแสง ซึ่งมีความยาวและความสั้นสะเทือนแตกต่างกัน จึงทำให้มีสีและความเข้มไม่เหมือนกัน

สีต่าง ๆ มีผลต่อมนุษย์ทั้งในด้านจิตใจและร่างกาย ในสมัยโบราณมีแพทย์ของยุโรปและจีนใช้สีแดงสำหรับรักษาโรคผิวหนัง การค้นคว้าในปัจจุบันก็ยืนยันว่า การใช้สีดังกล่าวนั้นได้ผลอยู่บ้างเหมือนกัน

จิตวิทยาของสี

ในการออกแบบใช้สีให้ได้ผลตามความมุ่งหมาย ควรจะทราบถึงจิตวิทยาของสีที่จะส่งผลต่อผู้เข้าใช้บริการ อันจะนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบ เพื่อให้งานออกแบบนั้นบรรลุสมดังความมุ่งหมาย

ทางด้านจิตวิทยาถือว่า สีเป็นสิ่ง เร้า (Stimulate) ให้เกิดการตอบสนองขบวนการของสิ่งเร้าที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกของมนุษย์มาก สามารถที่จะเปลี่ยนแปลงอารมณ์นิสัยใจคอ ตลอดจนพฤติกรรมของมนุษย์ได้

สีจัดว่าเป็นสิ่งเร้าจากภายนอก (External) ที่มนุษย์จะสามารถรับรู้ได้ทางทักษะและก่อให้เกิดการลวงตาได้ ลักษณะเหล่านี้เป็นสิ่งที่จะก่อให้เกิดขึ้นในความรู้สึกของมนุษย์ เช่น ทำให้ตื่นเต้น เร้าใจ กระวนกระวาย ก้าวร้าว สดชื่น เศร้าหมอง สงบ ฯลฯ สีที่มีอิทธิพลทางด้านจิตวิทยาและประเมินผลได้ตามการทดลองพอจะสรุปได้ ดังนี้

1. สีอุ่น (Warm Colour) ได้แก่ สีที่จัดอยู่ในวรรณะร้อน (Warm Tone) ในวงจรสีธรรมชาติ เช่น เหลือง แดง แสด ฯลฯ มีอิทธิพลที่จะก่อให้เกิดความรู้สึกเป็นพิเศษ ก้าวร้าว คึกคัก ก่อให้เกิดความตื่นเต้น กระตือรือร้นอยู่เสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สีเย็น (Cool Colour) ได้แก่ สีที่จัดอยู่ในวรรณะเย็น (Cool Tone) ในวงจรสีธรรมชาติ เช่น เขียว น้ำเงิน ฯลฯ มีอิทธิพลที่จะก่อให้เกิดความรู้สึกปฏิเสธ สันโดษ สงบเสงี่ยม นิ่งเฉย

<u>อิทธิพลสีกับความรู้สึก</u>

สีให้ความรู้สึกจากการมองเห็นแตกต่างกัน โดยที่สมองจะแปรให้เป็นอารมณ์ต่าง ๆ อาจกล่าวย่อ ๆ ได้ คือ

1. ให้ความรู้สึกในเรื่องขนาด เป็นที่รู้กันว่าการมองวัตถุที่มีสีอ่อน ๆ จะทำให้เกิดความรู้สึกหลอกหลอนขึ้นว่า วัตถุนั้นมีขนาดใหญ่กว่าวัตถุที่มีสีเข้ม เช่น สีดำ สีเทาแก่ ซึ่งทั้ง ๆ ที่วัตถุทั้งสองมีขนาดจริงเท่ากัน ความรู้สึกนี้จะเหมือนกันทั้งนั้นไม่ว่าจะเป็นวัตถุรูปร่างใด ๆ เพราะฉะนั้น ถ้าจะทำให้ผลิตภัณฑ์ดูใหญ่ต้องใช้สีอ่อน ๆ ถ้าจะให้ดูเล็กลงต้องใช้สีเข้มดำ เครื่องจักร เครื่องยนต์ อาจทำให้มองเห็นไม่น่าดู น่าเกลียด น่ากลัว และไม่แลเห็นชัด โดยใช้สีกลมกลืนไปกับเงา เช่น สีเทาเข้มชนิดด้านหรือขุ่น เพราะสีดำมันจะมีเงามากจากการสะท้อนแสง ทำให้ไม่ได้ผลตามต้องการ

ในกรณีเดียวกันนี้ สีอ่อนจะทำให้วัตถุอยู่ไกล และสีเข้มจะมองดูใกล้ สีอุ่นและเย็นมีอิทธิพลในเรื่องระยะเกี่ยวข้องด้วยเช่นกัน สีอุ่น ดูใกล้ สีเย็น ดูไกล

2. น้ำหนักสีมีผลเกี่ยวกับความรู้สึกเรื่องน้ำหนัก สีอ่อน ๆ จะทำให้ดูเบา ส่วนสีเข้มจะทำให้ดูหนัก

3. ความแข็งแรง น้ำหนักและความแข็งแรงจะมีความเกี่ยวข้องกัน และให้หลักอันเดียวกัน สี "Hues" (สีเย็น) เช่น น้ำเงินอ่อน เขียวอมฟ้า ฟ้าอมม่วง จะทำให้เกิดความนิ่งสงบ ความอ่อนแรง ส่วนสีที่เป็น "Chroma" (ร้อนแรง) เช่น แดง แสด เหลือง-เข้ม มักจะทำให้เกิดความรู้สึกแข็งแรงมากกว่าสีหนัก เช่น สีเทา สีดำ สีน้ำตาลแก่ ที่พิเศษ คือ พวกสีบรอนซ์ (Metalic) และสีน้ำเงินปนเทา จะทำให้เกิดความเหมือนเหล็กจึงทำให้ดูแข็งแรงและแกร่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. อุณหภูมิ ในกรณีความรู้สึกถึงอุณหภูมินี้จะเห็นได้ชัดเจนมาก เช่น สีแดงสด แสด เหลืองที่เป็น Chroma จะทำให้เกิดความร้อนในจิตใจได้ สีน้ำเงินอ่อน เขียวอ่อน ฟ้าอ่อน ม่วงปนขาว กลับทำให้เกิดความรู้สึกเย็น

สีขาว สีอ่อน (Palte Tints) จะไม่ดูดความร้อนมากเท่าสีเข้ม เก้าอี้สนามที่ทำด้วยเหล็กทีทาสีขาวจะเย็นกว่าทาสีแดงหรือน้ำตาล เมื่อตั้งไว้กลางแดด เมื่อทาสีน้ำเงิน ในคาพิทีเรียที่ติดเครื่องทำความเย็น จะทำให้ผู้ที่ทำงานอยู่ในห้องนั้นต้องใส่เสื้อหนาว แต่ถ้าเปลี่ยนเป็นสีเหลืองแสดเขาจะไม่ใส่เสื้อหนาวทั้ง ๆ ที่อุณหภูมิเท่ากัน เรื่องนี้มีการทดลองกันมาแล้ว

5. ความสะอาด สีที่ให้ความรู้สึกในเรื่องความสะอาด สีขาวเป็นสีที่เหมาะสมที่สุด (แต่สีขาวแท้จริงก็คือ สีที่มีส่วนผสมของแมกนีเซียมที่บริสุทธิ์ ไม่มีสีใดในปัจจุบันที่จะทำได้ขาวไปกว่าสีที่ผสมด้วยออกไซด์ของแมกนีเซียม) สีงาช้าง (เหลืองอ่อนมาก) จัดว่าเป็นสีที่แสดงถึงความสะอาดและสุขลักษณะได้ เพราะว่าเป็นสีที่ใกล้เคียงกับสีของน้ำนมครีม ดังนั้น สีขาวจึงนิยมนำมาใช้กับสิ่งของที่ต้องการให้ดูสะอาด เช่น ส้วม กระโถนโรงพยาบาล แม้แต่ชุดพยาบาลก็สีขาว ปัจจุบันตู้เย็นเริ่มเปลี่ยนไปใช้สีอื่น ๆ แต่ก็ยังเป็นสีอ่อน ๆ ซึ่งผสมสีขาวไว้ด้วยเสมอ เราจะไม่เคยเห็นตู้เย็นสีแดงหรือแสดวางขายในท้องตลาดเลย

6. ความภูมิฐาน สง่างาม (Dignity) ถ้าต้องการให้สิ่งของออกมาในลักษณะนี้ต้องหลีกเลี่ยงสีที่ร้อนที่มี Chroma แรง ๆ ยกเว้นที่จะใช้ประกอบเป็นส่วนน้อย เพื่อความสะดุดตา ดึงดูดความสนใจ สีเทาเป็นสีที่แสดง Dignity ได้ดีที่สุด สีที่เลือกใช้คือ เทาอมน้ำเงิน เทาอมม่วง เทาอมน้ำเงินเข้ม อาจมีสีสดตัดเล็กน้อยได้ ก็ยังแสดงออกถึง Dignity

ต่อไปนี้เป็นลักษณะของสีเกี่ยวกับความรู้สึก โดยแบ่งสีออกเป็นสกุลใหญ่ ๆ คือ

สีแดง จัดอยู่ในพวกสีร้อน ไม่เพียงแต่ให้ความรู้สึกตื่นเต้น เร้าใจ กล้าหาญ รวดเร็ว มีประสิทธิภาพ ในทางโบราณถือว่าเป็นสีที่เกี่ยวข้องกับอันตราย เป็นสีต้องห้าม การระมัดระวัง ควรใช้สีพวกสกุลสีแดงสำหรับผลิตภัณฑ์เพียงเล็กน้อย อาจทำให้ผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เต้นขึ้นมาได้ แต่ถ้าใช้มากเกินไป อีกทั้งใช้สีสดก็จะมีผลทางจิตวิทยาได้เช่นกัน

สีส้ม เป็นสีสดใส มองเห็นได้ไกล เร้าใจ แสดงความรู้สึกเตือนภัยอยู่ตลอดเวลา รู้สึกอึดอัด อบอุ่น ค่อนข้างร้อนแรง บาดตา

สีเหลือง โดยทั่วไปทำให้เกิดความรู้สึกสดชื่น ร่าเริง สดใส เป็นสีที่แสดงออกถึงความศักดิ์สิทธิ์ สูงส่ง สีเหลืองอ่อนทำให้เกิดความรู้สึกสะอาด มีความสว่าง แต่ถ้ามีความเข้มของสีมากจะทำให้สมองเกิดหงุดหงิดได้ สีเหลืองที่ค่อนไปทางสีส้ม จะคล้ายของเล่นทางวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ และคล้ายกับของเทียม

สีเหลืองเนย (Butter Yellow) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูสว่างขึ้น

สีเหลืองเขียว (Yellow Green) ช่วยในด้านความเย็น แต่อย่างไรก็ตาม สีเหลืองทำให้ดูสกปรกง่าย แต่ถ้าเบรคสีสักเล็กน้อยก็จะทำให้ช่วยได้บ้าง แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ด้วย

สีม่วง โดยทั่วไปให้ความรู้สึกเศร้า ทำให้ง่วง เยือกเย็น สงบเสงี่ยม บางครั้งอาจแสดงว่า เป็นสีแห่งความเศร้า ลึกลับ แต่สีม่วงก็ยังมีลักษณะของความงาม ทำให้ดูสูงส่งมีค่าได้ด้วย เช่น สีม่วงอ่อน

สีน้ำเงิน จัดอยู่ในพวกสีเย็น สีน้ำเงินเข้มทำให้ความรู้สึกสดสงบ ลึกลับ ทำให้เกิดสมาธิ เป็นสีที่บอกถึงความสุภาพ ความหนักแน่น สีน้ำเงินอ่อน เช่น สีน้ำทะเล หรือฟ้าจะมีความสดใส ถ้าอมเขียวเล็กน้อยสามารถให้ความรู้สึกตื่นเต้นได้

สีเขียว ให้ความรู้สึกสดชื่น กระชุ่มกระชวย ให้ใช้ผ่อนคลายพักสายตาได้ สีเขียวใบไม้หรือเขียวเข้ม ใช้ได้ก็ในการเน้นส่วนพื้นหรือฐาน แสดงกับความสงบเยือกเย็นเป็นธรรมชาติ

สีน้ำตาล จัดอยู่ในพวกสีอุ่น เป็นสีที่ให้ความรู้สึกมั่นคง แห้งแล้ง ไม่ให้ความพักผ่อน ถ้าใช้ไดด ๆ จะทำให้ให้เกิดความรู้สึกหดหู่ใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีเทา ให้ความรู้สึกภูมิฐาน เป็นกลาง เคร่งขรึม สุภาพเรียบร้อย เป็นผู้ดี ใช้ในเนื้อที่กว้าง สามารถลดความลึกของสีขาวและความลึกลับของสีดำ สามารถใช้เป็นสีกลางได้กับทุกสี เพราะสามารถทำให้เกิดความกลมกลืนระหว่างสีอุ่น ๆ ดูสบายตา

สีฟ้า ให้ความรู้สึกสงบเยือกเย็น หรือสื่อความหมายแทนลักษณะของน้ำ

สีชมพู ให้ความรู้สึกร่าเริง บริสุทธิ์ ไร้เดียงสา เป็นสีแสดงเกียรติยศ อำนาจ ความเป็นผู้ดี

สีดำ โดยปกติสีดำเป็นสีที่ให้ความรู้สึกหดหู่ ลึกลับ น่ากลัว ความเสื่อมโทรม แต่ให้ความรู้สึกหนักแน่น มั่นคง แข็งแรง การใช้สีดำสลับกับสีขาวในพื้นที่ร่วมกับสีอื่นจะทำให้เกิดความกระปรี้กระเปร่า มีชีวิตชีวา ถ้าใช้สีดำกับผลิตภัณฑ์จะแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงและไม่สกปรกง่าย

สีขาว ให้ความรู้สึกสะอาดบริสุทธิ์ ไร้เดียงสา สุภาพ เกียรติยศ สันติภาพ ถ้าใช้เป็นสีของฐานหรือส่วนที่อยู่ต่ำกว่า เพื่อเน้นให้เด่นชัดขึ้น

สีที่กล่าวมาแล้วนี้ เป็นสีทางด้านความงามที่เราตกแต่งลงบนผิววัสดุ แต่ยังมีสีที่ควรรู้จัก นั่นคือ สีของวัสดุต่าง ๆ ที่ให้ความรู้สึกของมันออกมา เช่น สีของอลูมิเนียม จะออกเป็นสีเทาเงิน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงคุณลักษณะของตัวมันเอง อันได้แก่ ความอ่อนนุ่ม ความเรียบเบา ไม่เป็นอันตราย ฯลฯ

<u>อิทธิพลของสีที่มีต่อผลิตภัณฑ์</u>

ทางด้านขนาด

สีอ่อน (Light Value) ทำให้ผลิตภัณฑ์แลดูใหญ่ขึ้น

สีเข้ม (Dark Value) ทำให้ผลิตภัณฑ์แลดูเล็กลง

ทางด้านน้ำหนัก

สีอ่อนหรือสีร้อน (Warm Value) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูเบา

สีเข้มหรือสีเย็น (Cool Value) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางด้านความแข็งแรง

สีร้อน ทำให้เกิดความรู้สึกว่าแข็งแรงมาก

สีเย็น ทำให้มีความรู้สึกว่าแข็งแรงน้อย

ทางด้านความสะอาด

สีขาว เป็นสีที่ให้ความรู้สึกสะอาดที่สุด

สีอ่อน เช่น สีงาช้าง (Loory) สีเหลือง (Pale Warm Value)
สีฟ้าอ่อน (Pale Blue) และสีเขียวอ่อน (Pale Green)
ทำให้ความรู้สึกนุ่มนวล สะอาดตา ถูกสุขลักษณะ

<u>เทคนิคการใช้สี</u>

สีจะช่วยให้ทัศนวิสัยที่แจ่มใสที่สุด เมื่อนำมาใช้ดังนี้

สีอ่อนตัดกับสีแก่

สีสดใสตัดกับสีสดใส

สีอ่อนตัดกับสีสดใส

สีอ่อนตัดกับสีเย็น

<u>สีทำให้เกิดระยะใกล้ไกล</u>

ตามปกติสีอุ่น ซึ่งได้แก่ สีเหลือง จะทำให้เกิดความรู้สึกคล้ายกับว่า เข้ามาอยู่ใกล้ตัวผู้ดู ในทางกลับกัน เมื่อใช้สีเย็น คือ สีน้ำเงิน น้ำเงินเขียว และสีม่วง จะทำให้ถอยห่างจากผู้ดูออกไป

สีที่เมื่อเราใช้ในเนื้อที่มาก ๆ แล้วไม่น่าดูนั้น ถ้าใช้แต่เพียงเล็กน้อยอาจจะทำให้น่าสนใจขึ้น และอาจจะมีความน่าดู ให้สีอื่นได้

เมื่อใช้สีเข้มจัดคู่กับสีอ่อนจัด จะทำให้แลดูเด่นและมีชีวิตชีวากว่าใช้สีที่มีค่าของความเข้มหรือจางใกล้เคียงกันมาก ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักใน เรื่องความ เด่นของสีมีอยู่ว่า ควรจะต้องมีสีชนิดใดชนิดหนึ่งปรากฏ เด่นออก มามากกว่า เพื่อที่จะ เน้นสีอุ่นหรือสี เย็นก็แล้วแต่ การใช้สีไม่น่าดูอีกอย่างหนึ่ง ก็คือ ใช้สีใน ปริมาณที่ เท่ากันไปหมด ทำให้ปริมาณหรือ เนื้อที่ของสี เปลี่ยนไป สีที่กินที่มากย่อย เด่นกว่า นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับค่าแปร เปลี่ยนและความสดใสของสีอีกด้วย

<u>โครงสีสำหรับกลางแจ้ง</u>

โครงสีสำหรับสิ่งตกแต่งกลางแจ้งย่อมมีหลักการตรงกันข้ามกับโครงสีภายในสถานที่ ในประ เทศทางตะวันออกมักจะใช้สีสดใสประดับภายนอกอาคารหรือสิ่งต่าง ๆ ดัง เช่น สถาปัตยกรรมไทยนิยมมุงหลังคาด้วยสี เขียว เหลือง แดง และน้ำ เงินสดใส ท่ามกลางแสง แดดอันร้อนแรง ซึ่งให้ผลงานดี เพราะว่าสีสดใส เหล่านี้จะอ่อนกำลัง เอง เมื่อกระทบกับสี ของแสงแดด หาก เราใช้สีที่ไม่สดใส เช่น สี เทา หรือสีมัว ๆ ก็จะถูกแสงแดดจ้านั้นขับให้ หายไป เลย ควรให้สีสดใสที่แดดจัด

นอกจากด้านจิตวิทยาดังกล่าวแล้ว สียังต้องมีความสัมพันธ์กับ Form, Space ด้วย ดังนั้น นักออกแบบจะต้องใฝ่หาและสัง เกตถึงความสัมพันธ์ของสีกับวัสดุที่ใช้ด้วย

จาก 1. Rudolf Modley "Handbook of Pictorial Symbols" ใน เรื่อง ON DEVELOPING PICTOGRAPHS (1976)

2. ดนต์ รัตนทัศนีย์ เอกสารประกอบการ เรียนวิชา ERGONOMICS ชั้นปีที่ 1 ภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม สถาบัน เทคโนโลยีพระจอม เกล้า ลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12 การศึกษาเกี่ยวกับขนาดและสัดส่วนของคนไทยซึ่งนำมาใช้ในการออกแบบ

ข้อมูลส่วนสัดของมนุษย์กับงานออกแบบ

ข้อมูลส่วนสัดของมนุษย์ คือ ข้อมูลเกี่ยวกับมิติที่ได้จากการวัดขนาดของที่เว้นว่าง (Space) และมิติเว้นว่าง (Clearance) ที่พอเหมาะ ซึ่งเกิดจากขนาดร่างกายของมนุษย์ต่อการประกอบกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่ง

ขนาดและส่วนสัดของมนุษย์มีความสำคัญและสัมพันธ์โดยตรงต่องานออกแบบทางสถาปัตยกรรม โดยที่มนุษย์มีส่วนเข้าไปเกี่ยวข้องกับสิ่งก่อสร้าง หรือผลิตภัณฑ์นั้นในฐานะของผู้ใช้ ดังจะเห็นได้จากตัวอย่างต่อไปนี้

ก. ออกแบบเครื่องเรือน เช่น โต๊ะ มานั่ง เตียงนอน ชั้นวางของ ฯลฯ ที่จะให้ความสะดวกสบายแก่ผู้ใช้ จะต้องมีขนาดหรือส่วนสัดที่สัมพันธ์กันอย่างเหมาะสมกับส่วนสัดของผู้ใช้

ข. การออกแบบสถาปัตยกรรม เช่นเดียวกับการออกแบบเครื่องเรือน ส่วนสัดและขนาดของผู้ใช้อาคาร มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพิจารณากำหนดมิติ ทั้งในทางตั้งและทางนอน รวมทั้งการกำหนดขนาดของที่เว้นว่างใช้งานที่พอเหมาะ (Adequate Space) และมิติเว้นว่าง (Clearance) ที่พอเหมาะสำหรับกิจกรรมนั้น ๆ ทั้งนี้รวมไปถึงการติดตั้งเครื่องอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ในอาคาร ซึ่งได้แก่ เครื่องสุขภัณฑ์หรืออุปกรณ์ไฟฟ้า เป็นต้นว่า อ่างล้างหน้า ราวพาดผ้า สวิทช์ และปลั๊กไฟ ฯลฯ เหล่านี้จะต้องได้รับการติดตั้งในตำแหน่งที่จะก่อให้เกิดความสะดวกสบายแก่ผู้ใช้เช่นกัน

ค. การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหนัก เช่น ในการออกแบบเครื่องจักรหรือเครื่องกล การกำหนดตำแหน่งของปุ่มบังคับ คันโยก และสวิทช์แผงหน้าปัด จะต้องอยู่ในตำแหน่งที่ผู้ใช้สามารถจะใช้ได้สะดวกที่สุด และเคลื่อนไหวส่วนของร่างกายน้อยที่สุด

ง. การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเบา เช่น อุตสาหกรรมผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป การศึกษาวิจัยในเรื่องส่วนสัดของผู้ใช้จะช่วยในการตัดสินใจว่า ควรจะออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และผลิตเสื้อผ้าขนาดใดออกจำหน่ายบ้างจึงจะสนองความต้องการของผู้ใช้ทุกขนาด หรือเกือบทุกขนาด

จากตัวอย่างข้างต้น จะเห็นได้ว่า ข้อมูลส่วนสัดของมนุษย์จะเป็นเครื่องมือช่วยให้งานออกแบบเป็นไปอย่างถูกต้อง และได้ผลงานที่มีประสิทธิภาพสูง

การวัดส่วนสัดมูลฐานและที่มาของข้อมูล

ขนาดร่างกายของมนุษย์ที่จะนำมาเป็นตัวกำหนดหาขนาดของที่เว้นว่างหรือมิติที่เว้นว่างนั้น จะต้องเป็นขนาดที่สามารถจะนำมาอ้างแทน (Representative Body Size) คนกลุ่มนั้นได้ ขนาดดังกล่าวนี้จะหามาได้โดยการสำรวจด้วยวิธีวัดขนาดจากกลุ่มคนที่มีจำนวนมากพอ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย (Mean) โดยแบ่งแยกเป็นกลุ่มตามเพศและระดับอายุ

ฝ่ายวิจัยการก่อสร้าง สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย ได้ทำการสำรวจข้อมูลตัวเลข (Anthropometric Survey) เพื่อหามาตรฐานสัมพันธ์ระหว่างอายุ ส่วนสูง และน้ำหนัก โดยส่งแบบสอบถามที่เกี่ยวกับตัวเลข อายุ ส่วนสูง และน้ำหนัก ไปยังสถานศึกษาและหน่วยราชการบางหน่วยทั่วประเทศ (รูปที่) ในปี พ.ศ. 2515 จำนวนทั้งสิ้น 640 แห่ง ได้รับคำตอบกลับมา 385 แห่ง (ประมาณร้อยละ 60) เป็นจำนวนทั้งสิ้นประมาณ 100,000 ตัวอย่าง และด้วยความร่วมมือของกองบริการคำนวณ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย ในการคำนวณหาค่าเฉลี่ยของตัวเลข ความสูง และน้ำหนักในระดับอายุต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 แสดงตัวเลขของความสูงยืนสูงสุด ความสูงยืนต่ำสุด ความสูงเฉลี่ย และน้ำหนักเฉลี่ยของผู้ชายไทยอายุระหว่าง 3 ถึง 60 ปี

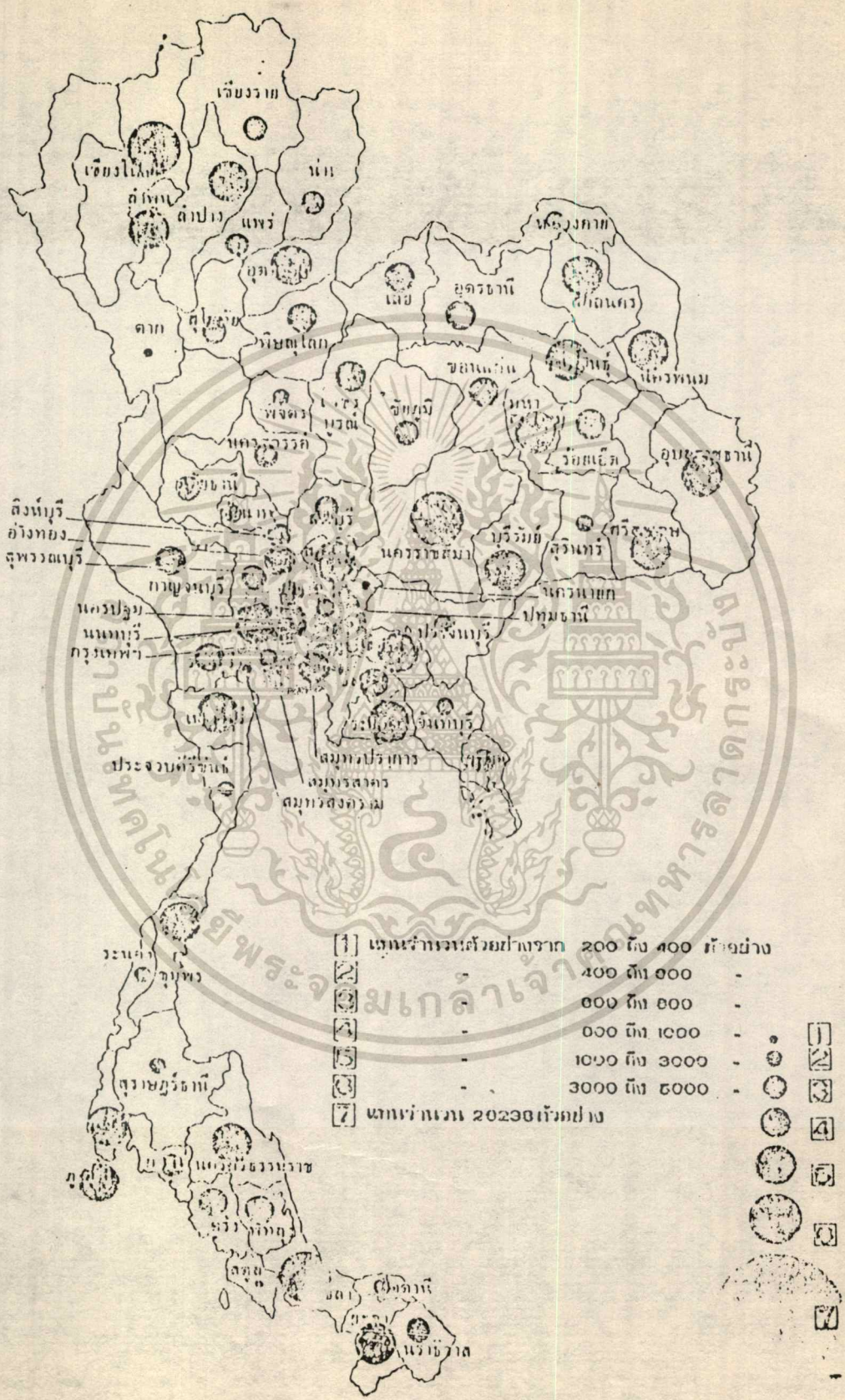
MALE AGE (YRS)	AVG HT (CM)	MAX HT (CM)	MIN HT (CM)	STANDARD DEV	AVG WT (KG)	NOS
3	97.99	109.00	77.00	6.10	14.45	46
4	100.09	116.00	84.00	4.76	14.92	951
5	104.60	121.00	87.00	5.17	16.15	1032
6	110.29	126.50	84.00	5.46	17.86	958
7	115.65	136.00	94.00	5.50	19.62	1185
8	120.12	143.00	100.50	6.08	21.48	1183
9	125.10	183.00	107.00	6.37	23.42	1059
10	129.54	182.00	107.00	6.79	26.08	1122
11	133.96	168.00	109.00	6.92	28.47	1693
12	138.74	172.00	100.00	7.99	31.30	1914
13	145.56	199.00	118.00	8.65	35.74	2654
14	152.05	195.00	122.00	8.77	40.67	4242
15	158.17	184.00	120.00	7.88	45.40	5015
16	162.07	186.00	107.00	6.49	48.98	4748
17	164.48	185.00	135.00	6.76	51.15	4075
18	165.58	186.00	132.00	5.62	52.65	3161
19	166.65	189.00	143.00	5.37	53.65	1930
20	166.95	185.00	146.00	5.35	54.22	1432
21	166.58	192.50	147.00	5.34	54.27	1072
22	166.36	186.00	146.00	5.50	54.29	960
23	166.41	182.00	140.00	5.73	54.95	610
24	166.68	184.00	152.00	5.74	55.64	487
25	166.51	185.00	140.00	5.88	55.69	315
26	186.33	188.00	150.00	5.84	57.12	281
27	166.20	183.00	146.00	5.74	56.26	276
28	166.48	183.00	154.00	5.38	58.28	254
29	166.14	180.00	135.00	5.55	57.79	260
30	165.67	181.00	150.00	5.54	58.62	265

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 (ต่อ)

MALE AGE (YRS)	AVG HT (CM)	MAX HT (CM)	MIN HT (CM)	STANDARD DEV	AVG WT (KG)	NOS
31	165.99	180.00	145.00	5.81	58.66	209
32	165.76	180.00	151.00	5.59	58.53	324
33	165.65	180.00	144.00	5.61	58.67	290
34	165.63	184.00	146.00	5.67	58.47	301
35	166.20	182.00	149.00	5.86	59.98	261
36	165.49	186.00	149.00	5.50	59.55	250
37	165.35	184.00	150.00	5.78	60.10	187
38	165.74	180.00	150.00	5.55	60.95	149
39	164.95	178.00	141.00	6.50	60.80	160
40	164.73	187.00	146.00	6.64	60.31	138
41	164.49	180.00	148.00	6.04	59.66	83
42	164.13	182.00	150.00	6.48	59.65	84
43	164.34	178.50	152.00	6.22	61.24	76
44	163.28	176.00	150.00	6.36	58.13	71
45	164.08	182.00	150.00	6.36	62.11	49
46	163.63	175.00	145.00	6.75	60.81	51
47	163.81	182.00	147.00	6.74	59.03	43
48	164.65	180.00	150.00	7.17	61.24	40
49	163.76	175.00	153.00	5.24	57.66	40
50	164.78	175.00	152.00	5.47	60.62	44
51	164.28	180.00	155.00	6.48	59.50	38
52	164.41	182.00	151.00	6.96	60.98	43
53	164.46	188.00	150.00	8.29	59.41	27
54	163.81	185.00	152.00	6.58	59.30	29
55	164.59	178.00	154.00	5.51	60.82	28
56	164.73	176.00	151.00	5.97	58.37	26
57	164.64	180.00	146.00	7.40	62.68	25
58	163.46	180.00	152.00	6.03	59.60	26
59	164.85	176.00	157.00	4.87	61.77	20
60	159.56	175.00	150.00	8.25	56.89	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 70 แสดงจำนวนตัวอย่างประชากร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานสัมพันธ์ระหว่างความสูง อายุ และน้ำหนัก

ข้อมูลที่ได้จากการส่งแบบสอบถามออกไปสำรวจทั่วประเทศ ได้ถูกนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย เพื่อให้ได้เกณฑ์มาตรฐานเบื้องต้นก่อนทำการศึกษาวิจัยต่อไป เกณฑ์มาตรฐานอันนี้เรียกว่า มาตรฐานสัมพันธ์ระหว่างอายุ ความสูง และน้ำหนัก โดยแยกตามเพศ คือ เพศชาย เพศหญิง และชายหญิงรวมกัน

ในหลายประเทศที่พัฒนาแล้ว มักจะมีเกณฑ์มาตรฐานนี้กำหนดไว้เพื่อบอกให้ทราบว่าชายหรือหญิงที่มีอายุเท่านั้น ควรจะมีความสูงและน้ำหนักตัวสัมพันธ์กันอย่างไร โดยถือค่าเฉลี่ยเป็นเกณฑ์ ตัวเลขความสูงและน้ำหนักนี้จะแตกต่างกันในแต่ละเชื้อชาติและเผ่าพันธุ์ นอกจากนี้ พัฒนาการในทางโภชนาการก็มีส่วนในการทำให้ตัวเลขความสูงและน้ำหนักเปลี่ยนแปลงไปได้เหมือนกัน

ความสูงยืน

ความสูงยืน คือ ความสูงที่ได้จากการวัดความสูงของตัวอย่างในท่ายืนตรง ลำตัวอยู่ในแนวดิ่ง ส้นเท้าชิดกัน ตามองตรงไปในแนวระดับ และไม่สวมรองเท้า จากกราฟที่แสดงความสูงยืนของชาย-หญิงที่แสดงไว้ในรูปที่ 71 จะเห็นได้ว่า เส้นกราฟที่แทนความสูงจะพุ่งชันจากระดับ 3 ปี ถึง 20 ปี แสดงให้เห็นว่า เป็นช่วงอายุที่มีพัฒนาการทางด้านความสูงเป็นไปอย่างรวดเร็ว และช่วงอายุ 20-40 ปี เส้นกราฟอยู่ในช่วงนี้จะอยู่ในแนวระนาบ

ดังนั้น เพื่อจะให้เกิดความถูกต้องในการกำหนดขนาดที่จะกล่าวอ้างแทนขนาดของคนไทย (Adult Thai Male and Female) จึงจะพิจารณาและถือเอาตัวเลขที่เป็นส่วนเฉลี่ยของความสูงที่อยู่ในช่วงอายุ 20 ปีถึง 40 ปี ซึ่งเป็นช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงในทางพัฒนาของสรีระน้อยมาก

สำหรับผู้มีอายุสูงกว่า 40 ปีขึ้นไป จะพบว่า แนวโน้มของส่วนสัดโดยเฉพาะความสูงจะเริ่มเปลี่ยนแปลงไปในทางเสื่อม ทั้งนี้เนื่องมาจากการเสียรูปของโครงกระดูก ซึ่งเป็นผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้ความสูงค่อย ๆ ลดลง ดังนั้น การออกแบบใด ๆ สำหรับผู้สูงอายุควรจะได้รับการทดสอบจากผู้ใช้ว่าได้รับความสะดวกสบายเพียงใด

ในการวัดหาตัวเลขความสูงยืนในทุกระดับอายุ จะพบตัวเลขที่น่าสนใจอยู่ 3 ค่า คือ

ค่าความสูงยืนสูงสุด (Maximum Height)

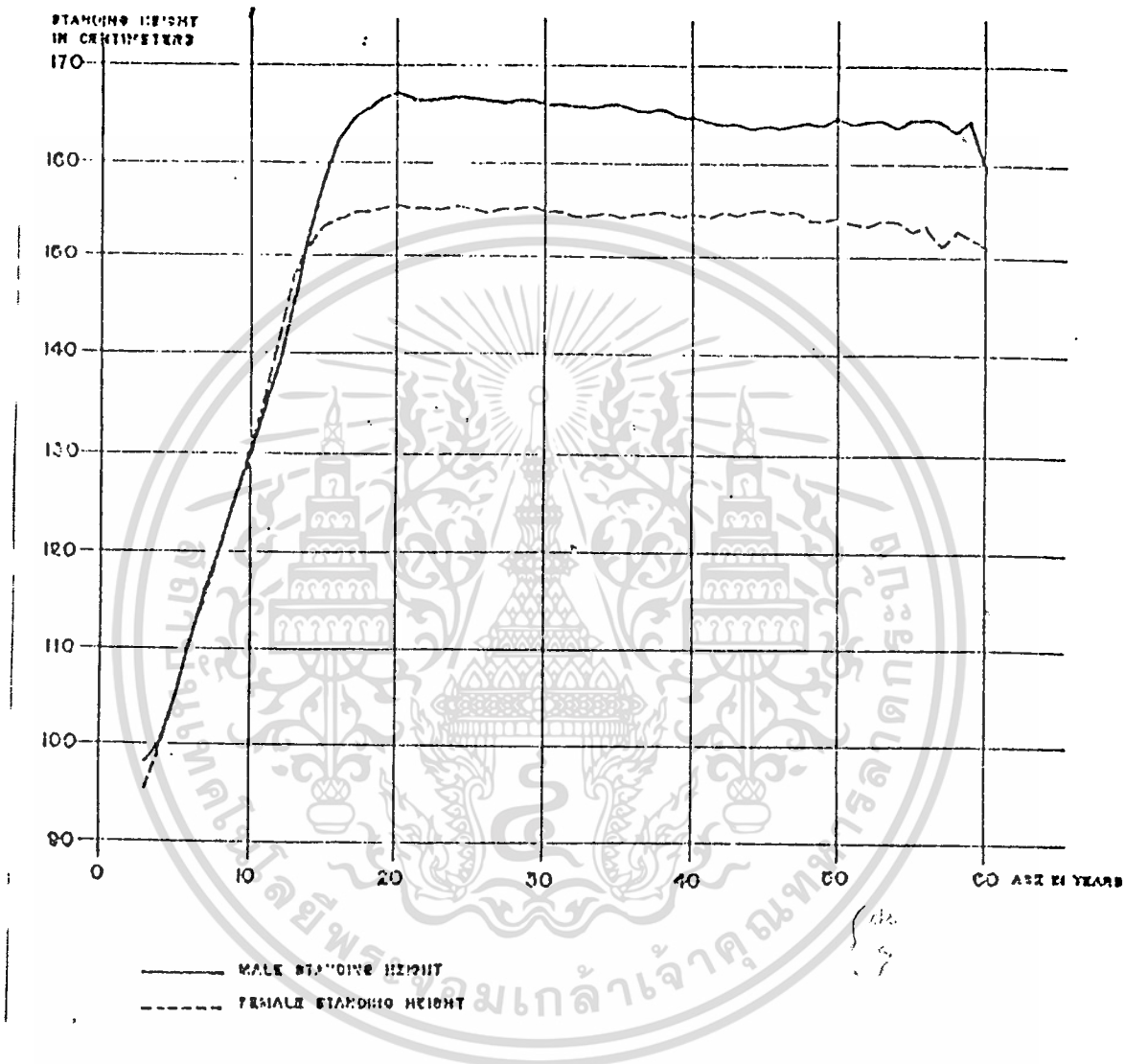
ค่าความสูงยืนต่ำสุด (Minimum Height)

ค่าความสูงเฉลี่ย (Mean Height)

ยกตัวอย่าง เช่น ในการวัดความสูงยืนของผู้ชายไทยที่ระดับอายุ 20 ปี จำนวน 1,422 คน พบว่า ความสูงยืนต่ำสุดที่วัดได้มีค่าเท่ากับ 146 ซม. ความสูงยืนสูงสุดที่วัดได้เท่ากับ 185 ซม. และค่าความสูงเฉลี่ยที่คำนวณได้ คือ 166.95 ซม.

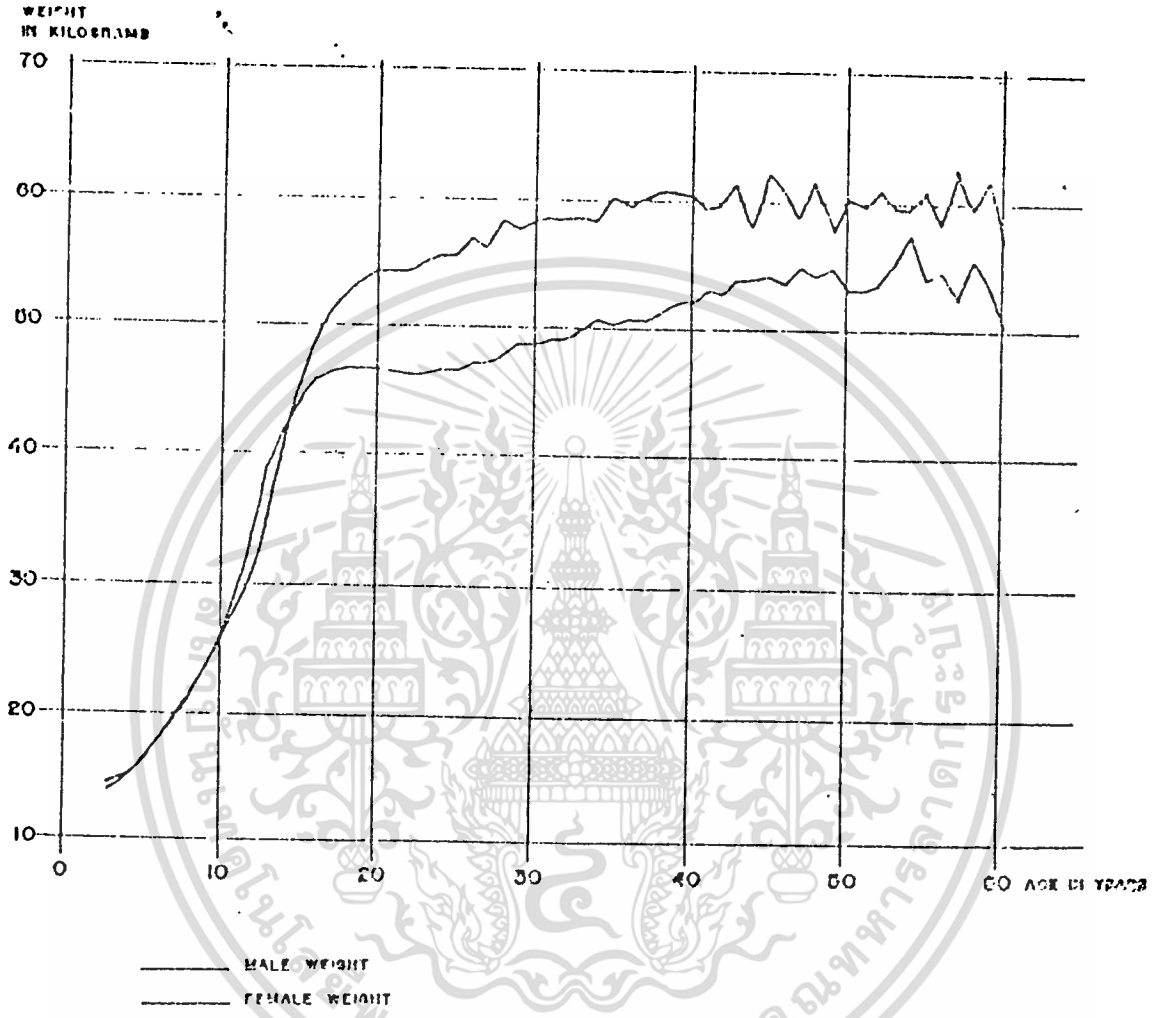
ดังนั้น อาจกล่าวสรุปได้ว่า ในจำนวน 100% ของผู้ชายไทยที่มีอายุ 20 ปี จะมีความสูงยืนในช่วง 146 ซม. ถึง 185 ซม. หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า Percentage Range ของความสูงยืนของผู้ชายไทยที่มีอายุ 20 ปี มีค่าตั้งแต่ 146 ซม. ถึง 185 ซม. Percentage Range นี้จะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการออกแบบตามแนวความคิดใหม่ที่ถือเอา Wide Range of Body Dimension เป็นหลักพิจารณา ซึ่งจะได้กล่าวในหัวข้อ "Percentage Range" หัวข้อ "แนวความคิดในการออกแบบ" โดยถือ "Wide Range of Body Dimension"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 71 แสดงเส้นกราฟความสูงยืนเฉลี่ย (Mean of Standing Height) ของชายไทย และหญิงไทยจากระดับอายุ 3 ถึง 60 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 72 แสดงเส้นกราฟน้ำหนักเฉลี่ย (Average Weight) ของชายไทยและหญิงไทย จากระดับอายุ 3 ถึง 60 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวความคิดในการออกแบบโดยถือขนาดเฉลี่ย

(Design Concept for Average Body Dimension)

ความผิดพลาดในงานออกแบบเกิดขึ้นได้เสมอ ถ้างานออกแบบนั้นถือแนวความคิดของ "ขนาดเฉลี่ย" (Average Body Size) เป็นเกณฑ์กำหนด (Design Concept of Average Body Dimension) ซึ่งหมายความว่า ในการกำหนดมิติกิจกรรม (Activity Dimension) ต่าง ๆ ที่ได้จะมาจากขนาดเฉลี่ยของคนเป็นหลัก โดยข้อเท็จจริงแล้วตัวเลขที่แสดงขนาดเฉลี่ยไม่ได้มีความสำคัญนักในการนำไปใช้งาน โดยเฉพาะกับการออกแบบตามแนวความคิดของ Wide Range of Body Dimension เพราะขนาดเฉลี่ยเป็นเพียงตัวเลขที่แทน (Representation) ขนาดของคนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งเท่านั้น จะมีก็เพียงส่วนน้อยหรืออาจจะไม่มีเลยก็ได้ที่มีขนาดเท่า "ขนาดเฉลี่ย" ส่วนหนึ่งประมาณ 50% จะมีขนาดโตกว่าและอีกส่วนหนึ่งประมาณ 50% จะมีขนาดเล็กกว่า Average Size (ดูรูปที่ 73) ดังนั้นการออกแบบโดยถือแนวคิดนี้จะสนองผู้ใช้ได้ดีเพียงส่วนน้อย หรืออย่างมากที่สุดไม่เกิน 50% ของจำนวนผู้ใช้ทั้งหมด

แนวความคิดในการออกแบบโดยถือขนาดเฉลี่ยเป็นเกณฑ์นี้ได้เปลี่ยนแปลงไปสู่แนวความคิดใหม่ที่สามารถสนองผู้ใช้ได้กว้างขวางกว่า วิธีการที่ว่านี้เป็นที่นิยมและยอมรับกันเมื่อประมาณ 10 ปีมาแล้ว เรียกว่า Design Concept for Wide of Body Dimension

แนวความคิดในการออกแบบโดยถือ Wide Range of Body Dimension

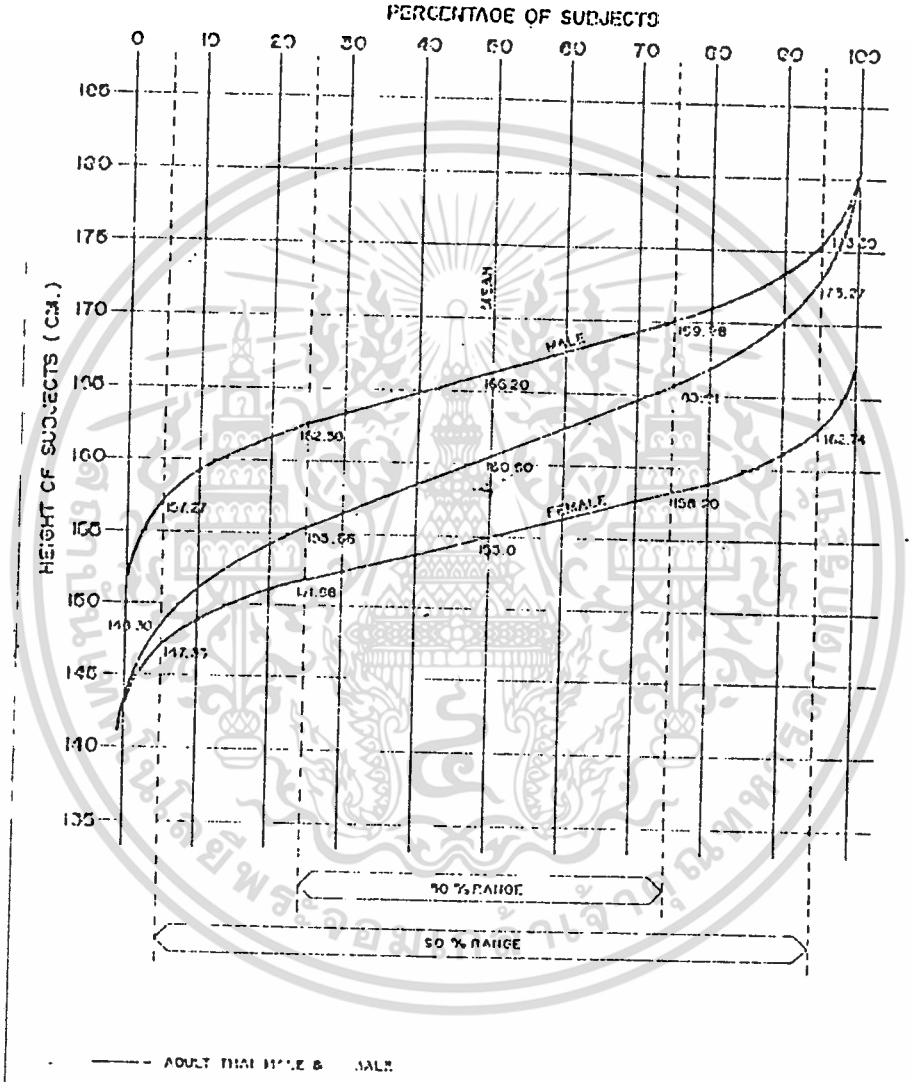
(Design Concept for Wide Range of Body Dimension)

หลักการสำคัญของแนวความคิดนี้ คือ วิธีการที่จะช่วยให้งานออกแบบสามารถใช้ได้ดี สะดวก และเหมาะสมกับผู้ใช้ให้ได้มากที่สุด อาจถึง 80 หรือ 90% ของผู้ใช้ทั้งหมด ซึ่งทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการพิจารณาจาก Percentile Distribution ของมิติที่จะนำไปใช้งานออกแบบว่ามีการ Distribute ไปในรูปใด งานออกแบบที่ดีที่สุด (Ideally) จะต้องเป็นแบบที่สามารถใช้ได้ดี สะดวก เหมาะสมกับผู้ใช้ทุกคน คือ 100% หรือ 100% Range, ซึ่งก็สามารถจะทำได้แต่ไม่เป็นที่นิยม เพราะว่าไม่เป็นการประหยัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Percentage Range ของความสูงยืน

Percentage Range ของมิติใด ๆ หมายถึง ช่วงระหว่างค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดที่วัดได้ของมิตินั้น ๆ



รูปที่ 73 แสดง Percentile Distribution และ Percentage Range ของความสูงยืน ของผู้ชายไทยและหญิงไทย ที่มีอายุระหว่าง 20-60 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยกตัวอย่างข้อมูลที่อ่านได้จากกราฟนี้ เช่น ความสูงยืน (Standing Height) ของ 50% ของคนไทยทั้งหมดที่มีอายุระหว่าง 20-40 ปี จะมีความสูงจาก 155.66 ซม. ถึง 165.91 ซม. และ 90% ของคนไทยทั้งหมดที่มีอายุระหว่าง 20-40 ปี จะมีความสูงจาก 148.30 ซม. ถึง 173.27 ซม. และความสูงเฉลี่ย (Mean Height) ของคนไทย เท่ากับ 160.60 ซม. ดังนั้น จะเห็นได้ว่า ถ้า Range ยิ่งกว้างก็ยิ่งครอบคลุมความสูงที่ห่าง Mean ทั้งในทางบวกและทางลบได้มากขึ้น ช่วงนี้เรียกว่า Percentage Range ในหลาย ๆ กรณี การเลือกขนาดของ Range เพื่อหาค่า Critical Body Dimension จะต้องใช้ได้ และครอบคลุม 90% Range ซึ่งเป็นช่วงที่สถาปนิกนักออกแบบควรให้ความสนใจในการนำไปใช้งาน

ตารางที่ 10 แสดง Percentage Range ของความสูงยืนของคนไทย ผู้ชาย ผู้หญิง และชายหญิง ช่วงอายุตั้งแต่ 20-40 ปี

	Upper Limit of Range	Lower Limit of Range
Male		
50 Percent Range	169.98	162.58
80 Percent Range	173.31	159.26
90 Percent Range	175.80	157.27
95 Percent Range	177.03	155.54
99 Percent Range	180.41	152.16
Female		
50 Percent Range	158.20	151.88
80 Percent Range	161.04	149.04
90 Percent Range	162.74	147.35
95 Percent Range	164.22	145.87
99 Percent Range	167.10	142.99
Male and Female		
50 Percent Range	165.91	155.66
80 Percent Range	170.51	151.05
90 Percent Range	173.27	148.30
95 Percent Range	175.66	145.91
99 Percent Range	180.34	141.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพิจารณา เลือกความกว้างของ Range เพื่อนำไปใช้ในงานออกแบบ ต้องพิจารณาจาก Percentile Distribution Curve (Curvilinear) โดยมีหลักในการพิจารณาที่สัมพันธ์กัน 2 ประการ คือ

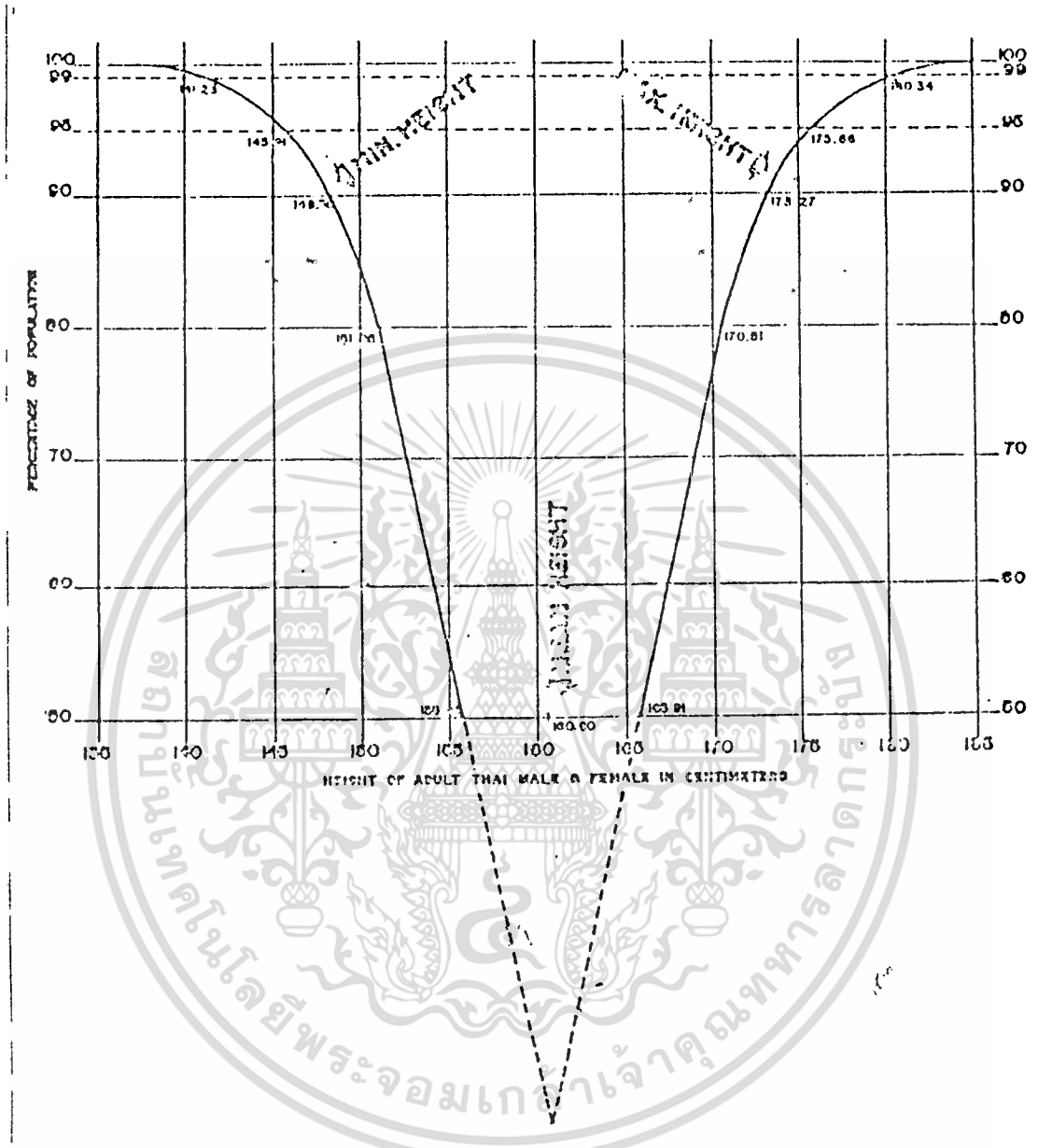
1) Range ที่เลือกใช้จะต้องกว้างที่สุด หมายถึง จะต้องครอบคลุมตัวอย่างให้ได้มากที่สุด

2) Range ที่เลือกใช้ควรอยู่ในช่วง เปอร์เซ็นต์ที่ Percentile Distribution Curve มีลักษณะใกล้เคียงกับกราฟเส้นตรงมากที่สุด

จากรูปที่ 73 พิจารณา Curvilinear เส้นสีน้ำตาลที่แทน Percentile Distribution ของความสูงยืนของคนไทย จะสังเกตได้ว่า เส้นกราฟจะพุ่งขึ้นจาก Percentile ที่ 0 ถึง Percentile ที่ 5, Percentile ที่ 5 ถึง Percentile ที่ 95 เส้นกราฟจะอยู่ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับลักษณะของกราฟเส้นตรง และ Percentile ที่ 95 ถึง Percentile ที่ 100 เส้นกราฟจะพุ่งขึ้นอีกครั้งหนึ่ง Percentile ที่ 0 ถึง Percentile ที่ 5 และ Percentile ที่ 95 ถึง Percentile ที่ 100 มีช่วงความแตกต่างของตัวเลขสูงกว้างมาก เนื่องจากเส้นกราฟพุ่งขึ้น (Steep Gradient แต่ขนาดความสูงของคนที่เข้าข่ายความสูงนี้จะมีเพียง 10% ของทั้งหมดเท่านั้น Percentile ที่ 5 ถึง Percentile ที่ 95 ถึงแม้จะมีช่วงของความแตกต่างของตัวเลขความสูงยืนกว้าง แต่ลักษณะของเส้นกราฟจะค่อนข้างเอียงราบ (Flatter Gradient) และขนาดความสูงของคนที่เข้าข่ายความสูงนี้จะมีถึง 90% ของทั้งหมด

ดังนั้น มิติความสูงยืนของคนไทยควรถือเอาเพียง 90% Range หรือช่วงความสูงตั้งแต่ 148.30 ซม. (Lower Limit) ถึง 173.27 ซม. (Upper Limit) โดยไม่จำเป็นต้องให้ความสนใจกับ 5% หัวท้ายได้ ดังรูปที่ 74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 74 แสดง Percentage Range และ Range of Dimension ในอีกลักษณะหนึ่ง ของความสูงยืนของคนไทยอายุระหว่าง 20-40 ปี เส้น Curvilinearแสดงขอบเขตของ Range of Dimension ของแต่ละด้านของ Mean 90% Range ให้ค่าความสูงยืนต่ำสุดเท่ากับ 148.30 ซม. ความสูงยืนสูงสุดเท่ากับ 173.27 ซม. และค่าความสูงยืนเฉลี่ยเท่ากับ 160.8 0 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มิติต่าง ๆ ของร่างกายและการนำไปใช้ในการออกแบบ

(Body Dimension and Their Application)

ในการหามิติของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่มีความสำคัญต่องานออกแบบ เช่น ความสูงยืน ความสูงในระดับสายตา ความกว้างของช่วงไหล่ ฯลฯ ตามวิธีการทำบันทึกในทางสถิติแล้วควรจะได้ทำการสำรวจและบันทึกมิติโดยละเอียดด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่าง (Sampling) ในทั่วทุกพื้นที่ของประเทศจากตัวอย่างที่มาจากหลายอาชีพ เพื่อให้ได้ข้อมูลตัวเลขที่มีความถูกต้องและมั่นใจได้ แต่การสำรวจข้อมูลดังกล่าวจะต้องทำการสำรวจในพื้นที่กว้าง และมีจำนวนตัวอย่างที่มากพอควร ซึ่งเป็นเรื่องที่ทำได้ยากและสิ้นเปลืองเวลามาก

เป็นที่ยอมรับกันแล้วว่า มิติของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่วัดได้ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับความสูงยืน (Standing Height) จะได้อัตราส่วน (Ratio) ที่คงตัวหรือใกล้เคียงกันในแต่ละตัวอย่าง ดังนั้น การทำการสำรวจของฝ่ายฯ จึงมุ่งสำรวจเฉพาะตัวเลขความสูงและน้ำหนัก และนำมาจัดทำเป็นมาตรฐานสัมพันธ์ของความสูงและน้ำหนักทุกระดับอายุ เพื่อใช้เลือกตัวอย่างมาทำการวัดและบันทึกมิติของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่พอจะให้ความถูกต้องและมั่นใจได้ มิติของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่มีความสำคัญต่องานออกแบบ การนำไปใช้ มิติวิกฤต และมิติปรับปรุง ได้แสดงไว้ในตารางที่ 11 การนำข้อมูลไปใช้ที่แสดงไว้ในตารางที่ 11 ช่อง "การนำไปใช้" นั้น เป็นเพียงแนวทางกว้าง ๆ เท่านั้น สถาปนิกและนักออกแบบสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานออกแบบได้อีกหลายกรณีตามความเหมาะสม

มิติวิกฤต (Critical Body Dimension)

มิติของส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เช่นเดียวกับความสูงยืน คือ ค่าที่วัดได้จะมีทั้งค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และค่าเฉลี่ย การที่จะกำหนดค่าใดเป็นมิติวิกฤติขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ ซึ่งแต่ละกรณีจะไม่เหมือนกัน ยกตัวอย่าง เช่น การนำมิติหมายเลข (1) ความสูงยืนไปใช้ในการกำหนดความสูง (ที่ต่ำที่สุด) สำหรับช่องประตู ค่าที่นำไปกำหนดเป็นมิติวิกฤติ เป็นค่าสูงสุด หรือการนำมิติหมายเลข (5) ความสูงที่เอื้อมมือขึ้นบนไปใช้ในการกำหนดความสูงของชั้นวาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของ (Shelf) ค่าที่ถูกกำหนดเป็นมิติวกฤติ คือ ค่าต่ำสุด ซึ่งใน 2 กรณีนี้ หรือในทุกกรณีการพิจารณา เลือกกำหนดมิติวกฤตถือหลักว่า มิติวิกฤตที่เลือกจะต้องไปช่วยให้งานออกแบบนำไปใช้ได้ดี สะดวกสบายกับผู้ใช้ทุกขนาด หรือใช้ได้กว้างขวางที่สุด มิติวิกฤตของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายในตารางที่ 11 ได้แสดงไว้ด้วยพื้นที่ที่ลงสีพื้น

มิติปรับปรุง

มิติที่แสดงไว้ในตารางที่ 11 เป็นมิติที่วัดจากตัวอย่างที่ไม่สวมรองเท้า ความสูงยืนวัดแนบกับศีรษะตอนบนสุด ในขั้นการนำตัวเลขไปใช้งานจะต้องปรับปรุงมิติ เพื่อให้ได้ค่าที่มีความถูกต้องยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง มิติในทางตั้ง (Vertical Dimension) สิ่งที่จะต้องพิจารณาประกอบมิติวิกฤติ คือ

1) ความหนาของรองเท้า (Footwear) กำหนดค่า Varies จาก 2.5 ซม. ถึง 10 ซม.

2) ที่ว่างเหนือศีรษะ (Headgear) กำหนดประมาณ 10 ซม.

3) ความหนาของเครื่องแต่งกาย เสื้อผ้า (Clothing) กำหนดประมาณ 2.5 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

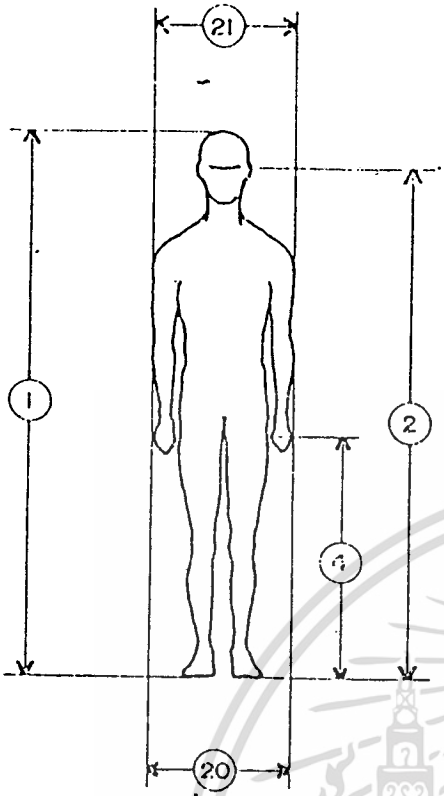
ตารางที่ 11 แสดงมิติที่มีความสำคัญต่องานออกแบบ การนำไปใช้ และมิติวิกฤต

หมายเลข	มิติที่มีความสำคัญต่องานออกแบบ	การนำไปใช้	มิติวิกฤตใช้ค่า	มิติปรับปรุง เพื่อนำไปใช้ในงาน
	<u>มิติยืน</u>			
1	ความสูงยืน	กำหนดความสูงต่ำสุด (Min.) จากพื้นถึง เพดาน	Max.	Max. + F + H
2	ความสูงระดับสายตา	กำหนดความสูงของ Visual devices, Notices board ระดับขอบหน้าต่าง	Mean	Mean + F
3	ความสูงระดับไหล่	กำหนดความสูงสำหรับการ เอื้อมมือไปข้างหน้าได้ไกลสุด (Max.)	Min	Min + F
4	ความสูงระดับมือ	กำหนดความสูง (Max.) ของจุดจับแน่น Grasp Point) สำหรับการยก	Min	Min + F
5	ความสูง เอื้อมมือขึ้นบน	กำหนดความสูงของ Light Control, Full Grasp	Min	Min + F
	<u>มิตินั่ง</u>			
6	ความสูงนั่ง	กำหนดความสูงต่ำสุด (Min.) จากระดับที่นั่งถึง เพดาน	Max.	Max. + C + H
7	ความสูงระดับสายตา	กำหนดความสูงของ Visual Devices	Mean	Mean + F
8	ความสูงจากระดับที่นั่งถึงระดับไหล่	กำหนดความสูง เหนือที่นั่งสำหรับการ เอื้อมมือไปข้างหน้าไกลที่สุด	Min	Min
9	ความสูงจากที่นั่งถึงข้อศอก	กำหนดความสูงของที่วางแขนหรือระดับ Desk Tops จากระดับที่นั่ง	Mean	Mean
10	ความสูงจากที่นั่งของตอนบนของขาอ่อน	กำหนดระยะ เว้นว่างทางตั้ง (Vertical Clearance) ใต้โต๊ะ	Mean	Mean + C

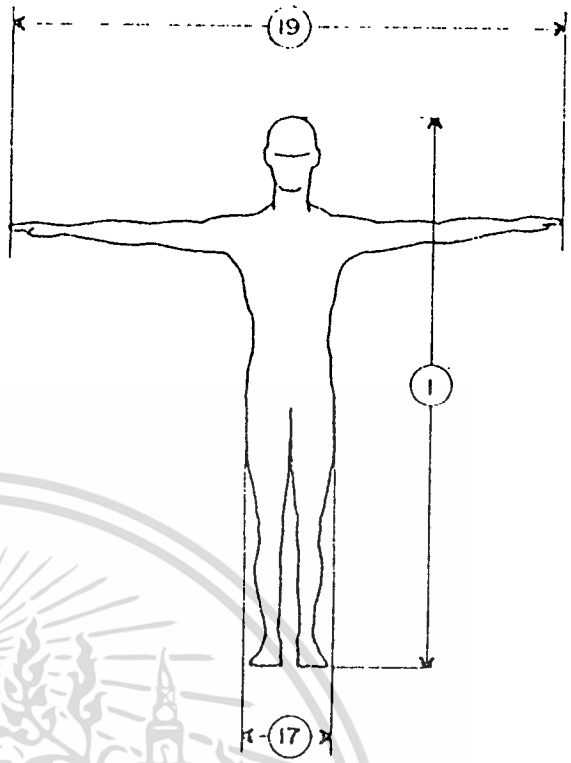
ตารางที่ 11 (ต่อ)

หมายเลข	มิติที่มีความสำคัญต่องานออกแบบ	การนำไปใช้	มิติวิกฤตใช้ค่า	มิติปรับปรุงเพื่อนำไปใช้ในงาน
11	ความสูงจากพื้นถึงตอนบนช่องขา	กำหนดระยะเว้นว่างจากพื้นหรือที่วาง เท้าถึงระดับ Desk Tops ผิวล่าง	Max.	Max. + F
12	ความสูงจากพื้นถึงขาอ่อนตอนล่าง	กำหนดความสูงของที่นั่ง เหนือพื้นหรือที่วาง เท้า	Mean	Mean + F
13	ระยะจากหน้าท้องถึง เข่า	กำหนดระยะเว้นว่างทางนอนน้อยที่สุด (Min. Clearance) ที่ระดับขา	Max.	Max.
14	ระยะจากก้นถึงระดับน่องตอนบน	กำหนดความยาวของที่นั่ง (Seat) จากพนักพิงถึงขอบหน้า	Min.	Min.
15	ระยะจากก้นถึง เข่า	กำหนดระยะเว้นว่างทางนอนน้อยที่สุดจาก Seat Back สำหรับที่นั่งที่อยู่ในระดับสูงกว่าปกติ	Max.	Max. + C
16	ความยาวของขาเหยียดตรง	กำหนดระยะไกลสุด (Max. Distance) ของ Food Control หรือ Foot Rest วัดจาก Seat Back	<Min.	<Min.
17	ความกว้างของที่นั่ง	กำหนดความกว้างของที่นั่ง และระยะห่างน้อยที่สุดของที่วางแขน (Arm Rest)	Max.	Max. + C
	<u>มิตินั่งและยืน</u>			
18	ระยะเอื้อมแขนไปข้างหน้า	กำหนดระยะเอื้อมไปข้างหน้ามากที่สุดที่ระดับไหล่	Min.	Min. + F
19	ความกว้างกางแขน	กำหนดขอบเขตระยะเอื้อมซ้ายขวา สำหรับปลายนิ้วสำหรับการจับแน่น	Min.	Min. - 5
20	ความกว้างระหว่างศอก	กำหนดเว้นระยะว่างตามนอน (Lateral Clearance) สำหรับ Work Space	Max.	Max. + C
21	ความกว้างของไหล่	กำหนดระยะเว้นว่างตามนอนน้อยที่สุด สำหรับ Work Space เหนือเอว	Max.	Max. + C

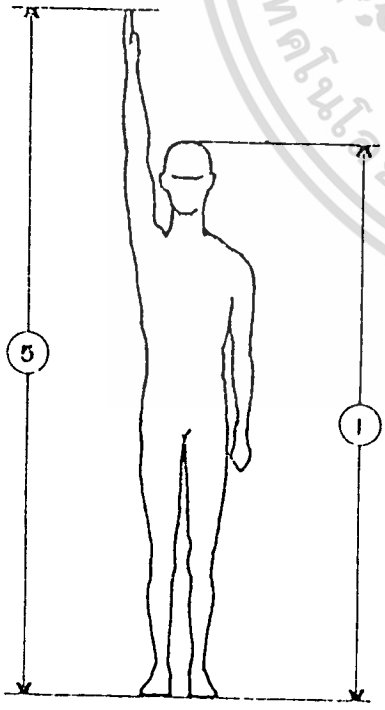
สัญลักษณ์ F = Footwear, H = Headgear, C = Clothing "ค่า F,H,C, อยู่ในหัวข้อมิติปรับปรุง"



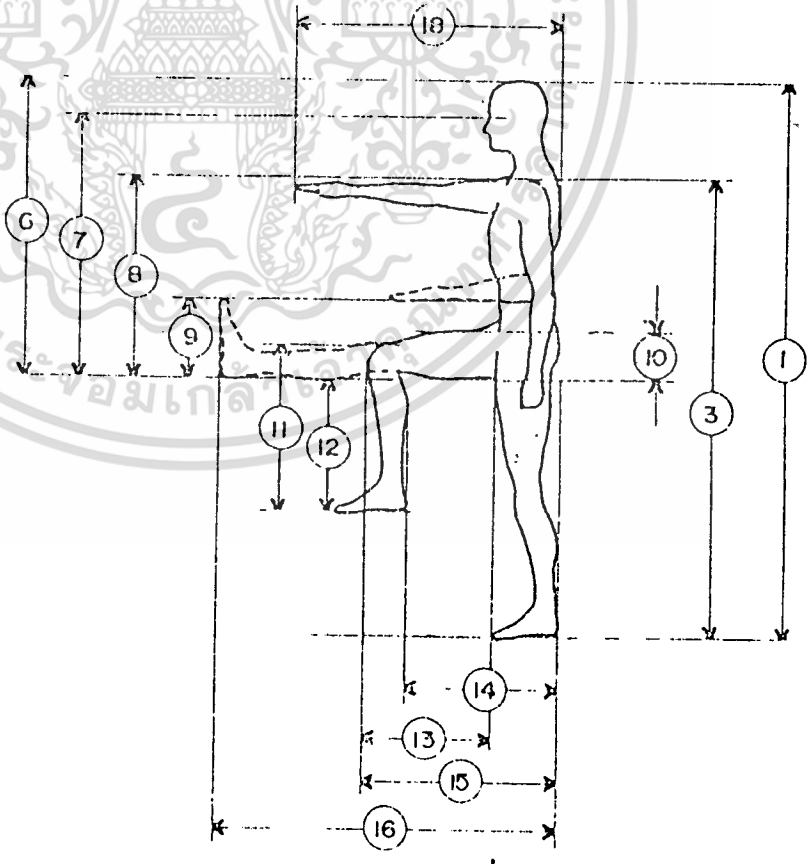
รูปที่ 75.1



รูปที่ 75.2



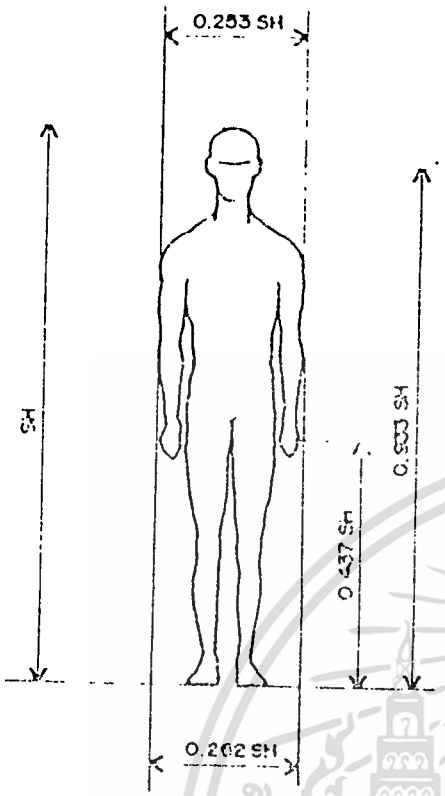
รูปที่ 75.3



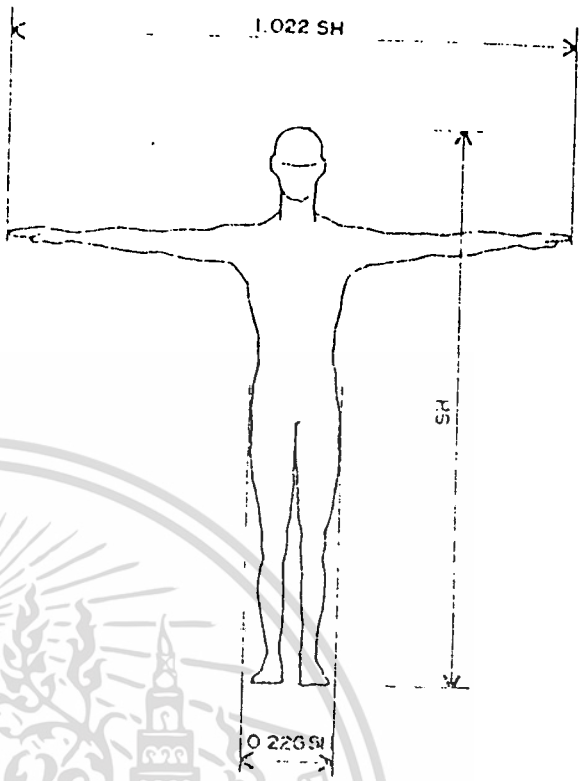
รูปที่ 75.4

รูปที่ 75 ประกอบตารางที่ 11

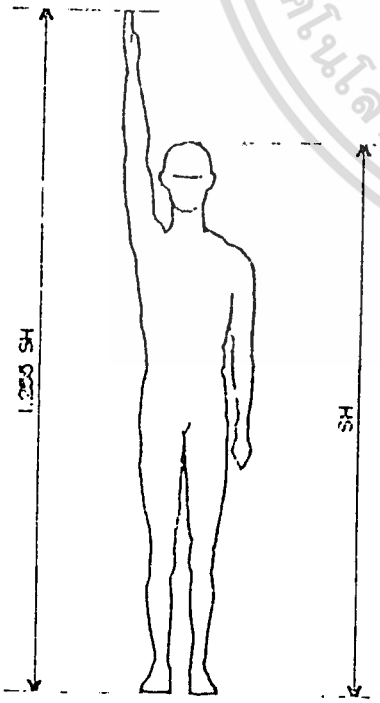
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



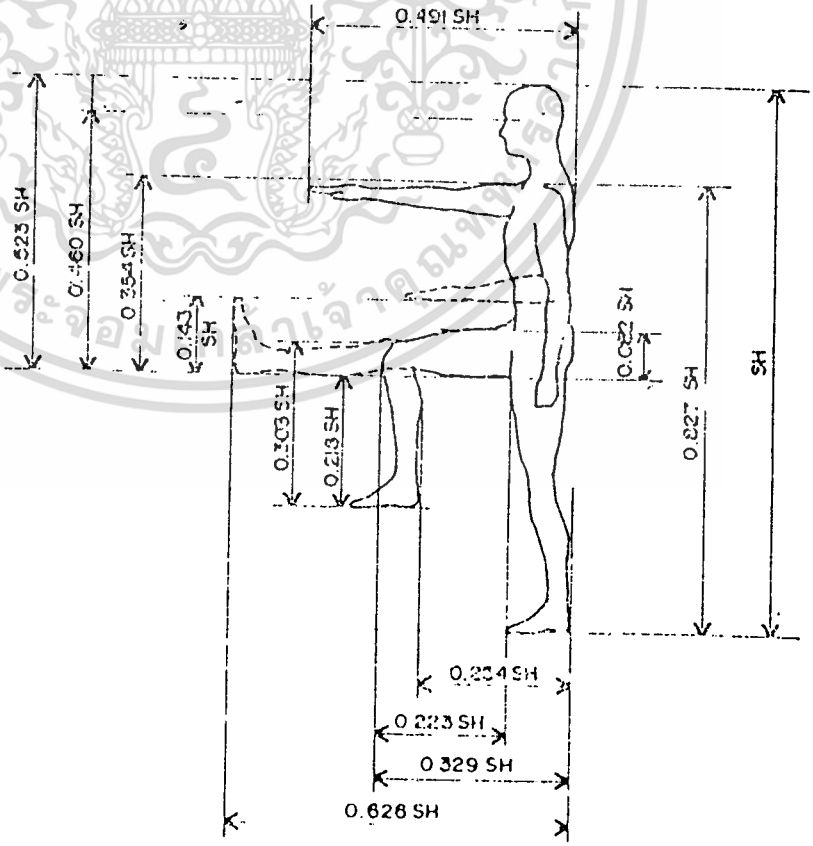
รูปที่ 76.1



รูปที่ 76.2



รูปที่ 76.3



รูปที่ 76.4

รูปที่ 76 ประกอบตารางที่ 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 แสดงตัวเลขอัตราส่วน (Ratio) ระหว่างมิติของส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ต่อความสูงยืนและมิติวิกฤต (Critical Body Dimension)

หมายเลข	อัตราส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย (Dimension)	อัตราส่วน ($\frac{\text{Dimension}}{\text{SH}}$)	ความสูงยืนต่ำสุด	ความสูงยืนสูงสุด	ความสูงยืนเฉลี่ย
1	ความสูงยืน (SH)	1.000	148.30	160.60	178.27
2	ความสูงระดับสายตา	0.933	138.36	149.88	161.66
3	ความสูงระดับไหล่	0.827	122.64	132.81	143.29
4	ความสูงระดับมือ	0.437	64.80	70.18	75.71
5	ความสูง เอื้อมมือขึ้นบน	1.255	186.11	201.55	217.45
6	ความสูงนั่ง	0.523	77.56	83.99	90.62
7	ความสูงระดับสายตา	0.460	68.21	73.87	79.70
8	ความสูงจากระดับที่นั่งถึงระดับไหล่	0.354	52.49	56.85	61.33
9	ความสูงจากที่นั่งถึงข้อศอก	0.143	21.20	22.96	24.77
10	ความสูงจากที่นั่งถึงตอนบนของขาอ่อน	0.082	12.16	13.16	14.20
11	ความสูงจากพื้นถึงตอนบนของเข่า	0.303	44.93	48.66	52.50
12	ความสูงจากพื้นถึงขาอ่อนตอนล่าง	0.218	32.32	35.01	37.77
13	ระยะจากหน้าท้องถึงเข่า	0.223	34.07	35.81	38.68
14	ระยะจากก้นถุงระดับน่องตอนบน	0.254	87.66	40.79	44.01
15	ระยะจากก้นถึงเข่า	0.329	48.79	52.83	57.00
16	ความยาวของขาเหยียดตรง	0.626	92.83	100.53	108.46
17	ความกว้างของที่นั่ง	0.226	33.51	36.29	39.16
18	ระยะเอื้อมแขนไปข้างหน้า	0.491	72.81	78.85	85.07
19	ความกว้างกางแขน	1.022	151.56	164.13	177.08
20	ความกว้างระยะศอก	0.262	38.85	42.07	45.37
21	ความกว้างของไหล่	0.253	37.51	40.63	43.83

ตัวเลขบนพื้นสี คือ ค่ามิติวิกฤต

* ตัวเลขที่นำไปใช้งานจะต้องมีค่าน้อยกว่าค่า Minimum (92.83)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13 ตัวอย่างตัวเลขอัตราส่วน (Ratio) ระหว่างมิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกายต่อความสูงยืน

หมายเลข	มิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย	มิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ต่อ ความสูงยืน													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
(1)	ความสูงยืน (SH)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
(2)	ความสูงระดับสายตา	0.925	0.937	0.938	0.944	0.936	0.929	0.937	0.916	0.934	0.926	0.947	0.932	0.935	0.929
(3)	ความสูงระดับไหล่	0.826	0.826	0.822	0.832	0.816	0.828	0.843	0.830	0.821	0.828	0.831	0.818	0.826	0.827
(4)	ความสูงระดับมือ	0.449	0.418	0.448	0.439	0.442	0.435	0.449	0.441	0.430	0.432	0.447	0.427	0.427	0.430
(5)	ความสูงเอื้อมมือขึ้นบน	1.255	1.270	1.249	1.274	1.220	1.244	1.283	1.267	1.242	1.252	1.230	1.208	1.247	1.266
(6)	ความสูงนั่ง	0.510	0.532	0.502	0.508	0.523	—	0.515	0.524	0.512	0.529	0.533	0.501	0.530	0.541
(7)	ความสูงระดับสายตา	0.459	0.467	0.441	0.446	—	0.447	0.454	—	0.448	0.458	0.478	0.454	0.467	0.483
(8)	ความสูงจากระดับที่นั่งถึงระดับไหล่	0.324	0.308	0.344	0.358	0.354	0.[illegible]	0.[illegible]	0.348	0.340	0.355	0.[illegible]3	0.370	0.352	0.367
(9)	ความสูงจากที่นั่งถึงข้อศอก	0.126	0.145	0.126	0.135	0.130	0.138	0.161	0.144	0.121	0.139	0.[illegible]8	[illegible]	0.130	0.177
(10)	ความสูงจากที่นั่งถึงตอนบนของขาอ่อน	0.083	0.090	0.078	0.094	0.0[illegible]0	0.085	0.086	0.087	0.[illegible]4	0.091	0.[illegible]0	0.075	0.077	0.[illegible]7
(11)	ความสูงจากพื้นถึงตอนบนของเข่า	0.312	0.297	0.308	0.309	0.297	—	0.317	—	—	0.299	0.304	0.298	0.297	0.303
(12)	ความสูงจากพื้นถึงขาอ่อนตอนล่าง	0.220	0.220	0.223	0.200	0.214	—	0.239	—	—	0.211	0.220	0.211	0.219	0.225
(13)	ระยะจากหน้าท้องถึงเข่า	0.214	0.224	0.236	0.206	0.208	—	0.248	—	—	0.235	0.214	0.202	0.216	0.245
(14)	ระยะจากก้นถึงระดับน่องตอนบน	0.254	0.277	0.266	0.246	0.230	—	0.264	—	—	0.257	0.255	0.248	0.247	0.258
(15)	ระยะจากก้นถึงเข่า	0.321	0.339	0.333	0.334	0.317	—	0.336	—	—	0.335	0.330	0.329	0.325	0.329
(16)	ความยาวของขาเหยียดตรง	0.627	0.621	0.615	0.637	0.619	0.625	0.627	0.650	0.642	0.614	0.[illegible]9	0.615	0.628	0.632
(17)	ความกว้างของที่นั่ง	0.230	0.221	0.218	—	0.211	0.[illegible]8	0.232	—	0.209	0.217	—	0.206	0.235	0.245
(18)	ระยะเคลื่อนแขนไปข้างหน้า	0.485	0.510	0.493	0.485	0.476	0.501	0.501	0.497	0.485	0.491	0.484	0.493	0.493	0.508
(19)	ความกว้างกางแขน	1.029	1.041	1.002	1.025	1.002	—	1.042	1.034	1.021	1.019	—	1.033	1.006	1.019
(20)	ความกว้างระหว่างศอก	0.258	—	0.244	0.286	0.275	—	—	—	0.254	0.260	—	—	0.260	—
(21)	ความกว้างของไหล่	0.273	0.263	0.232	0.269	0.265	0.267	0.[illegible]	0.[illegible]	0.[illegible]	0.[illegible]	0.[illegible]	0.[illegible]	0.244	0.255

บทที่ 3

การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การวิเคราะห์ลักษณะพฤติกรรมการ เปิด-ปิดฝาท่อระบายน้ำใน เขตกรุง เทพมหานคร

ในการศึกษาพฤติกรรมการ เปิด-ปิดนั้น ส่วนใหญ่จะใช้การสัง เกต สัมภาษณ์ การ เปิด-ปิดนั้น จะแบ่งฝาท่อออก เป็น 4 ชนิด

1. ชนิด ค.ส.ล. มักจะมีรู 4 รูตามแบบ รูนั้นมีขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง ประมาณ $2\frac{1}{2}$ นิ้วทุกฝา เพราะแบบนั้น เป็นแบบมาตรฐาน พฤติกรรมการ เปิดโดยทั่วไปจะใช้คน 2 คน เป็นผู้เปิด โดยอุปกรณ์ที่ใช้ เปิด คือ อี เดอร์ 2 ตัว คนจะอยู่ 2 ข้างของฝาท่อ แล้วงัด เปิดขึ้นมา

2. ชนิดฝาตะแกรง เหล็ก จะ เป็นช่องตะแกรง เหล็ก กว้าง 2.5 เซนติ เมตร ยาวประมาณ 10-15 เซนติ เมตร ตามลักษณะของขนาดฝาท่อ การ เปิด-ปิดก็จะใช้คน 2 คน เช่น เดียวกัน แต่จะ เปิดตามทางยาวของท่อ โดยใช้อี เดอร์งัด เช่น เดียวกัน

3. ชนิดฝากลม เป็น เหล็ก ชนิดนี้ เพิ่ง เริ่มจะมีใช้กัน ช่องสำหรับ เปิดตามแบบนี้จะมีให้อยู่แล้ว กว้าง 2.5 เซนติ เมตร การ เปิดจะใช้คน 2 คนงัด แต่ไม่ใช่อี เดอร์ มักจะใช้ชแลงงัด เพราะสะดวกกว่า

4. ชนิดฝารางวี ซึ่งใช้กันตามซอยต่าง ๆ การ เปิดก็ใช้คน 2 คน เปิด โดยใช้ชแลง และอี เดอร์งัดที่รูของฝาท่อทั้งสองด้าน

สรุป

พฤติกรรมการ เปิด-ปิดฝาท่อนั้น จะต้องใช้คน 2 คน เปิด-ปิด

3.2 การวิเคราะห์ เกี่ยวกับขนาด ชนิด และน้ำหนักของฝาท่อระบายน้ำใน เขต กทม.

ขนาด

ขนาดของฝาปิดท่อระบายน้ำใน กทม. นั้น จากขนาดของสำนักการระบายน้ำ (ตามแบบ) มีมากมายหลายขนาด จะ เลือก เอา เฉพาะขนาดที่ใหญ่ที่สุด เพื่อ เป็นแนวทาง การออกแบบ ฉะนั้น สรุปออกมาได้ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ชนิด ค.ส.ล. ขนาดใหญ่สุด คือ 54 x 160 x 8 เซนติเมตร

2. ชนิดตะแกรงเหล็ก ขนาดใหญ่สุด คือ 75 x 170 x 10 เซนติเมตร

3. ชนิดรางวี ขนาดใหญ่สุด คือ 55 x 80 x 15 เซนติเมตร

4. ชนิดฝากลม ขนาดใหญ่สุด คือ เส้นผ่าศูนย์กลาง 87 เซนติเมตร

ชนิด

ชนิดของฝาท่อระบายน้ำนั้นแบ่งออกเป็น 4 ชนิด คือ

1. ชนิด ค.ส.ล. จะเป็นโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก มีรูเจาะ 4 รู ส่วนใหญ่มักจะใช้บนทางเท้า แต่ในส่วนผิวจราจรก็มีบ้าง

2. ชนิดตะแกรงเหล็ก จะเป็นเหล็กหล่อเหนียว มีช่องห่าง 2.5 เซนติเมตร กว้าง 10-15 เซนติเมตร ฝาตะแกรงเหล็กนี้ส่วนใหญ่จะใช้บนผิวจราจร เพราะสามารถรับน้ำหนักรถได้ดีกว่า และมีการระบายน้ำที่ดีกว่าฝาชนิด ค.ส.ล.

3. ชนิดรางวี ชนิดรางวีนี้มีความหนาถึง 15 เซนติเมตร ฝารางวีนี้มักจะใช้ในซอยหรือถนนย่อยที่มีรางวีสำหรับระบายน้ำ

4. แบบฝาเหล็กกลม ฝาชนิดนี้เพิ่งเริ่มนำออกมาใช้ตามแบบของกองออกแบบสำนักการโยธา เป็นฝาที่กำลังเริ่มใช้บางสาย เช่น ถนนสาธร ถนนจันทร์ ยานนาวา

ฝาที่ใช้ในถนนสายสำคัญ

- ถนนเพชรบุรีตัดใหม่และสายเก่า เป็นขนาด 75 x 115 x 8 เซนติเมตร เป็นแบบ ค.ส.ล. อยู่บนทางเท้า

- ถนนสุขุมวิททั้งสาย ขนาด 70 x 120 x 8 เซนติเมตร เป็นแบบ ค.ส.ล. อยู่บนทางเท้า

- ถนนเยาวราช เป็นขนาด 75 x 115 x 8 เซนติเมตร มีทั้งแบบตะแกรงเหล็กและแบบ ค.ส.ล. บางช่วงอยู่บนผิวจราจร บางช่วงอยู่บนทางเท้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ถนนรัชดาภิเษก เป็นขนาด 75 x 115 x 8 เซนติเมตร เป็นแบบตะแกรงเหล็ก และแบบ ค.ส.ล. อยู่บนผิวจราจร

- ถนนเจริญกรุง เป็นขนาด 75 x 115 x 8 เซนติเมตร เป็นแบบตะแกรงเหล็ก อยู่บนผิวจราจร บางช่วงเป็นแบบ ค.ส.ล. อยู่บนทางเท้า ขนาด 50 x 90 x 8 เซนติเมตร

น้ำหนัก

การหาน้ำหนักจากฝาท่อนั้น จะใช้การคำนวณ เพราะจะสะดวกกว่าการยกฝาท่อมาชั่งน้ำหนัก โดยจะหาจากการใช้สูตรหลัก

$$\text{น้ำหนัก} = \frac{\text{ปริมาตร}}{\text{ความถ่วงจำเพาะ}}$$

จากแบบ น้ำหนักนั้น จะใช้น้ำหนักของฝาท่อที่มากที่สุดมาใช้เป็นหลักเกณฑ์ในการออกแบบ

สรุป

- น้ำหนักของฝาท่อที่มากที่สุด คือ 266.9 กิโลกรัม

- ขนาดของฝาท่อนั้น จะนำฝาที่ใหญ่ที่สุดมาใช้เพื่อการออกแบบ คือ 75 x 170 เซนติเมตร แต่เนื่องจากขนาดของฝาท่อที่ใช้มากที่สุดในกรุงเทพมหานครนั้น คือ 75 x 115 เซนติเมตร ดังนั้น ในการออกแบบต้องคำนึงถึงความสะดวกในการใช้งานสำหรับเปิดฝาท่อที่มีมาก ๆ ด้วย

- ชนิดของฝาท่อที่มีถึง 4 แบบนั้น ในการออกแบบต้องให้สามารถเปิดและปิดได้ทุกชนิดด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การวิเคราะห์ขนาดและลักษณะของถนนใน เขตกรุง เทพมหานคร

การวิเคราะห์ขนาดและลักษณะของถนน เพื่อที่จะนำไปใช้ในการออกแบบนั้น ควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

- ขนาดของถนนหรือซอยที่เล็กที่สุดที่สามารถนำเครื่อง เข้าไปใช้งานได้
- ผิวจราจรของถนน เพื่อที่จะทราบว่าจะนำเครื่องไปใช้งานได้ในลักษณะใด

สรุป

- ขนาดของซอยที่เล็กที่สุดตามแบบมาตรฐานของ กองออกแบบ สำนักการโยธา กรุง เทพมหานครนั้น คือ 1.80 เมตร
- ผิวจราจรในที่ที่ซึ่งมีท่อระบายน้ำนั้น ผิวจราจร เป็นแอสฟัลท์หรือคอนกรีต

3.4 การวิเคราะห์ขนาดและลักษณะของทาง เท้าใน เขตกรุง เทพมหานคร

สำหรับการวิเคราะห์ขนาดและสัดส่วนของทาง เท้านั้น สิ่งที่ควรคำนึงถึง เพื่อนำไปใช้ในงานออกแบบมีดังนี้ คือ

- ขนาดของทาง เท้าที่จะสามารถนำเครื่อง เปิด-ปิด เข้าไปใช้งานได้
- ผิวของทาง เท้าที่จะรับน้ำหนักและสามารถ เคลื่อนย้าย เครื่อง เปิด-ปิดฝาท่อไปได้
- ความสูงของทาง เท้ากับผิวจราจรที่จะสามารถ เคลื่อนย้าย เครื่อง เปิด-ปิดฝาท่อจากถนนสู่ทาง เท้า หรือจากทาง เท้าสู่ถนน

สรุป

- ขนาดของทาง เท้านั้น ตามแบบมาตรฐานของถนนในกรุง เทพมหานคร (แบบที่ 3) จากกองออกแบบนั้น มีขนาด 3.50 เมตร แต่ในความเป็นจริงแล้วทาง เท้าที่มีความกว้างขนาดนั้นหาได้ยากมาก จากการที่ผู้เขียนออกสำรวจตามถนนและซอยต่าง ๆ ใน เขตกรุง เทพมหานครนั้น ทาง เท้าแต่ละที่มีขนาดไม่ เท่ากัน บางที่เล็ก บางที่ใหญ่ แล้วแต่พื้นที่ของถนนและซอยแต่ละแห่ง ส่วนทาง เท้าที่มีฝาท่อระบายน้ำอยู่บนทาง เท่านั้น มักจะทำทาง เท้าใหญ่กว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดของฝาท่อมาก เช่น ถนนสุขุมวิท ถนนเจริญกรุง ฉะนั้น ขนาดของทางเท้าที่จะนำมาใช้ในการออกแบบนั้นจะไม่มีปัญหาในการออกแบบ

- ผิวของทางเท้านั้น ตามแบบมาตรฐานของทางเท้า (แบบที่ 3) จะมีสองชนิด คือ ชนิดเป็นแผ่นคอนกรีตสี่เหลี่ยม และชนิดเป็นแผ่นคอนกรีตลวดลายแบบใหม่ (แบบที่ 3) ฉะนั้น ผิวของทางเท้าจึงเรียบพอสมควร ไม่ขรุขระ

- ความสูงจากทางเท้าถึงผิวจราจรตามแบบของกองออกแบบ (แบบที่ 3) นั้น มีความสูงขนาด 18.5 เซนติเมตร และที่ขอบของทางเท้าจะลบมุม 2 x 2 เซนติเมตร

3.5 <u>การวิเคราะห์ระบบโครงสร้างของเครื่องที่นำมาใช้งาน</u>

3.5.1 การวิเคราะห์โครงสร้างของเครื่องนั้น จะคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

- ความแข็งแรง ความแข็งแรงของโครงสร้างนั้นสำคัญมาก เพราะโครงสร้างของเครื่องต้องสามารถรับน้ำหนักของฝาท่อได้อย่างดี

- ความสะดวก ความสะดวกในการใช้งานสำหรับการเปิด-ปิดฝา เพื่อที่จะสามารถนำความสะดวกในการใช้งาน

- การเคลื่อนย้าย โครงสร้างของเครื่องต้องสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก เพราะต้องย้ายสถานที่เปิด-ปิดฝาท่อทุก ๆ ฝา

- ผลิตง่าย ต้องสามารถผลิตในระบบอุตสาหกรรมได้ และสามารถผลิตได้ในประเทศ

- มีราคาถูก โครงสร้างชุดนั้นต้องมีราคาถูก เหมาะสมที่จะใช้งานในประเทศได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14 วิเคราะห์โครงสร้างของ เครื่อง

	แบบขาหยั่ง	แบบ เหลี่ยม
ความแข็งแรง	3	4
สะดวก	3	2
การ เคลื่อนย้าย	2	4
การผลิต	2	3
ราคาถูก	2	3
รวม	12	16

4 = ดีมาก
3 = ดี
2 = พอใช้
1 = เลว

<u>สรุป</u>

เลือกลักษณะโครงสร้างแบบ เป็น เหลี่ยม

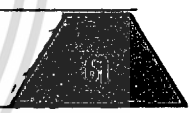
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์โครงสร้างลักษณะเป็นเหลี่ยม

การวิเคราะห์ลักษณะโครงสร้างนั้น จะเลือกลักษณะโครงสร้างเฉพาะที่สำคัญ ๆ มาวิเคราะห์เพื่อเป็นแนวทางการออกแบบต่อไป ส่วนข้อควรคำนึงในการวิเคราะห์มีดังนี้

- ความแข็งแรงของโครงสร้าง กล่าวคือ โครงสร้างชนิดนั้นมีความแข็งแรงในตัวเองมากแค่ไหน
- การรับน้ำหนัก โครงสร้างนั้น ๆ ต้องสามารถรับน้ำหนักได้ดี
- ความสะดวกในการทำงาน โครงสร้างนั้นต้องให้ความสะดวกสบายในการทำงานของเครื่อง
- การเคลื่อนย้าย โครงสร้างนั้นต้องสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก
- การบำรุงรักษา โครงสร้างต้องมีการบำรุงรักษาที่ง่าย

ตารางที่ 15 แสดงการวิเคราะห์ลักษณะโครงสร้างเป็นเหลี่ยม

			
ความแข็งแรง	2	3	4
การรับน้ำหนัก	2	3	4
ความสะดวก	3	3	3
การเคลื่อนย้าย	3	3	3
การบำรุงรักษา	3	2	2
รวม	13	14	16

4 = ดีมาก, 3 = ดี, 2 = พอใช้, 1 = เลว

สรุป

เลือกแบบที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 <u>การวิเคราะห์ระบบการดึงฝาท่อ</u>

สำหรับการวิเคราะห์การดึงฝาท่อขึ้นมา จากบทที่ 2 ได้ศึกษาระบบ 3 ระบบ คือ

1) ไซ่

2) ลวดสลิง

3) เหล็กเส้น

จากการศึกษามานั้น การที่จะนำมาวิเคราะห์ต้องคำนึงถึงสิ่ง เหล่านี้ คือ

- ความแข็งแรงในการรับแรง หรือรับน้ำหนัก หมายถึง ความสามารถในการรับภาระของ เหล็กแต่ละชนิด

- ความสะดวกในการใช้ หมายถึง ความยากง่ายต่อการใช้งาน ในการทำ เครื่อง เปิด-ปิดฝาท่อ

- การผลิต หมายถึง ต้องง่ายต่อการผลิตประกอบ เข้ากับ เครื่องนี้ด้วย

ตารางที่ 16 แสดงการวิเคราะห์ระบบการดึง

	ไซ่	ลวดสลิง	เหล็กเส้น
ความแข็งแรง	3	4	3
ความสะดวก	4	2	1
การผลิต	2	2	1
รวม	9	8	5

4 = ดีมาก, 3 = ดี, 2 = พอใช้, 1 = เลว

<u>สรุป</u>

เลือกไซ่ในระบบการดึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.3 <u>วิเคราะห์ระบบขอเกี่ยวฝาท่อ</u>

จากการศึกษาลักษณะของฝาท่อแล้วนั้น การวิเคราะห์ขอเกี่ยวที่จะดึงฝาท่อออกมานั้นจะต้องคำนึงถึงสิ่งเหล่านี้ คือ

- การเกาะเกี่ยวฝาท่อ ขอเกี่ยวนั้นจะต้องมีการเกาะเกี่ยวฝาท่อได้ดีและไม่หลุดอย่างง่าย
- ไม่ทำให้ฝาท่อชำรุด ขอเกี่ยวนั้นจะต้องไม่ทำให้ฝาท่อชำรุด
- สามารถรับน้ำหนักฝาท่อได้ ไม่บิดงอ
- การบำรุงรักษา สามารถบำรุงรักษาได้ง่าย
- ความคงทนถาวร ขอเกี่ยวจะมีความคงทนต่อสภาพต่าง ๆ ได้ดีและไม่สึกหรอง่าย

จากการศึกษาขอเกี่ยวฝาท่อจะวิเคราะห์ ดังนี้

ตารางที่ 17 แสดงการวิเคราะห์ขอเกี่ยวฝาท่อ

	แบบที่ 1	แบบที่ 2
การเกาะเกี่ยว	2	3
ไม่ทำให้ฝาท่อชำรุด	2	2
การรับน้ำหนัก	2	3
การบำรุงรักษา	2	2
ความคงทนถาวร	2	3
รวม	10	13

4 = ดีมาก, 3 = ดี, 2 = พอใช้, 1 = เลว

<u>สรุป</u>

ใช้ขอเกี่ยวแบบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.4 <u>การวิเคราะห์ระบบล้อที่จะนำมาใช้งาน</u>

จากการศึกษาระบบของล้อที่จะรับน้ำหนักเครื่องเปิด-ปิดฝาท่อใน กทม. นั้น จะนำล้อสามชนิดมาวิเคราะห์ คือ ล้อเหล็ก ล้อยาง และล้อไนล่อน เพราะมีขีดความสามารถรับน้ำหนักได้มากกว่า ส่วนข้อควรคำนึงถึงในการวิเคราะห์เลือกใช้ล้อ คือ

- ต้องสามารถรับน้ำหนักมาก ๆ ได้ เพราะเครื่องเปิด-ปิดฝาท่อต้องรับภาระในการยกฝาท่อขึ้นและลง
- ต้องสามารถเคลื่อนที่ได้สะดวก หมายถึง คล่องตัวในการเคลื่อนย้าย
- ต้องไม่ทำให้พื้นถนนหรือทางเท้าสึกหรอ
- ต้องมีราคาที่ไม่แพงมากนัก และสามารถหาซื้อได้ในประเทศ
- การซ่อมบำรุง ต้องมีระบบการซ่อมแซมบำรุงรักษาที่ง่าย
- ความคงทนถาวร ต้องเป็นล้อที่มีความคงทนถาวร ไม่สึกหรอง่าย

ตารางที่ 18 การวิเคราะห์เลือกชนิดของล้อ

	ล้อเหล็ก	ล้อยาง	ล้อไนล่อน
รับน้ำหนัก	4	3	3
สะดวก	2	4	3
ไม่ทำความเสียหาย	1	3	3
ราคา	2	2	2
การซ่อมบำรุง	3	3	3
ความคงทนถาวร	4	3	3
รวม	16	18	17

4 = ดีมาก, 3 = ดี, 2 = พอใช้, 1 = เลว

<u>สรุป</u>

เลือกล้อยาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 ขนาดของเครื่องที่นำมาใช้งานได้

การวิเคราะห์ขนาดของเครื่องที่จะนำมาใช้งานนั้น จะคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้ คือ

- ความกว้างยาวของฝาท่อที่กว้างและยาวมากที่สุด เพื่อที่จะสามารถเปิดฝาท่อได้ทุกฝาภายในกรุงเทพมหานคร

- ความสามารถของเครื่องในการเคลื่อนย้าย หมายถึง ความสะดวกสบายในการเคลื่อนย้ายเครื่องเปิด-ปิดฝาท่อนั่นเอง

- ความสามารถในการนำไปใช้ในซอยหรือถนนต่าง ๆ ได้ในกรุงเทพมหานคร

- ความสามารถที่จะรับน้ำหนักของฝาท่อและแรงเสียดทานต่าง ๆ ได้

จากข้อควรคำนึงถึงที่กล่าวมาแล้ว จะเห็นว่า ขนาดของเครื่องนั้นจะต้องเคลื่อน-ย้ายสะดวก และนำไปเปิดฝาท่อได้ทุกที่ในกรุงเทพมหานคร จากการวิเคราะห์ขนาดของฝาท่อนั้น ขนาดที่กว้างและยาวที่สุด คือ 54 และ 170 เซนติเมตร ตามลำดับ

สรุป

ขนาดของเครื่องเปิด-ปิดฝาท่อต้องกว้างเกินกว่า 54 x 170 เซนติเมตร

3.7 การวิเคราะห์แบบแมคคานิคที่สามารถนำมาใช้กับการออกแบบ

การวิเคราะห์ระบบการยกฝาท่อขึ้นและลงนั้น จากบทที่ 2 ได้นำระบบ 3 ระบบมาศึกษา คือ

1. ระบบรอก
2. ระบบไฮดรอลิก
3. ระบบเฟือง

สำหรับ 3 ระบบนี้ จะนำมาวิเคราะห์โดยคำนึงถึงเหตุผล ดังนี้

- การได้เปรียบเชิงกล หมายถึง การที่ออกแรงไปน้อยที่สุด แต่ได้แรงออกมามากที่สุด กล่าวคือ ระบบนั้นสามารถผ่อนแรงได้มาก ๆ นั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ความยากง่ายในการผลิต หมายถึง ระบบนั้น ๆ สามารถผลิตขึ้นมาใช้ได้ในประเทศ และไม่ต้องใช้เทคโนโลยีสูงนัก

- ราคา หมายถึง ระบบงานนั้น ๆ มีราคาไม่สูงนัก จนไม่สามารถนำมาใช้งานได้

- ความสะดวกในการใช้งาน หมายถึง เวลาจะใช้งานแล้วไม่ยุ่งยากมากนัก

- การติดตั้งกับตัวเครื่องจักร หมายถึง ระบบนั้นมาติดตั้งกับตัวเครื่องจักรได้ง่าย ไม่มีกรรมวิธีที่สลับซับซ้อนยุ่งยาก

- การบำรุงบำรุงรักษา มีการบำรุงรักษาที่ง่ายและไม่สึกหรอ

ตารางที่ 19 แสดงการวิเคราะห์ระบบแมคคานิก

	รอก	ไฮดรอลิค	เฟือง
การได้เปรียบเชิงกล	3	4	3
การผลิต	1	2	2
ราคา	2	1	2
ความสะดวก	2	3	2
การติดตั้ง	3	2	1
บำรุงรักษา	3	3	3
รวม	14	15	13

4 = ดีมาก, 3 = ดี, 2 = พอใช้, 1 = เลว

<u>สรุป</u>

เลือกระบบไฮดรอลิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 <u>การวิเคราะห์วัสดุที่นำมาใช้ในการออกแบบ</u>

จากการศึกษาวัสดุที่จะนำมาออกแบบ เครื่อง เปิด-ปิดฝาท่อน้ำ วัสดุส่วนใหญ่ เป็นโครงสร้างของ เครื่อง จากการศึกษา เรื่องวัสดุนั้น มีวัสดุ 3 ชนิดที่พอจะสามารถนำมาทำโครงสร้างได้ คือ

1. เหล็กธรรมดา
2. อลูมิเนียม
3. เหล็กกล้า

สำหรับข้อควรคำนึงที่จะนำมาวิเคราะห์การใช้วัสดุนั้น คือ

- จะต้องมีความแข็งแรง กล่าวคือ จะต้องมีความแข็งแรงให้กับโครงสร้างนั้น ๆ อย่าง เต็มที่
- สามารถผลิตง่าย หมายถึง การประกอบ เป็นโครงสร้างต้องสามารถให้ง่ายในการผลิต ไม่ต้องมี เทคโนโลยีสูงในการผลิต
- การสึกหรอ ต้องมีการสึกหรอน้อยที่สุด
- ราคา ราคาต้องถูก และสามารถหาซื้อง่ายในประ เทศ

ตารางที่ 20 การวิเคราะห์วัสดุทำโครงสร้าง

	เหล็กธรรมดา	อลูมิเนียม	เหล็กกล้า
ความแข็งแรง	3	1	4
การผลิต	3	2	3
ราคา	4	3	2
การสึกหรอ	3	2	3
รวม	13	8	12

4 = ดีมาก, 3 = ดี, 2 = พอใช้, 1 = เลว

<u>สรุป</u> เลือก เหล็กธรรมดาในการทำโครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์หน้าตัดของเหล็กที่นำมาใช้งาน

สำหรับการวิเคราะห์หน้าตัดของเหล็กที่นำมาใช้งานนั้น เลือกเอาหน้าตัดชนิดที่สำคัญ หาซื้อได้มาวิเคราะห์ คือ L , □ , U , หลักการที่จะนำมาวิเคราะห์หน้าตัด คือ

- ความแข็งแรง คือ ต้องมีความแข็งแรงในพื้นที่หน้าตัดนั้น ๆ
- รับน้ำหนัก ต้องสามารถรับน้ำหนักได้ดี
- การบำรุงรักษา ต้องสามารถบำรุงรักษาได้ง่าย
- ราคาถูก ต้องมีราคาไม่แพง หาซื้อได้ง่ายในท้องตลาด
- การผลิต สามารถนำมาผลิตได้ง่าย

ตารางที่ 21 วิเคราะห์หน้าตัดของเหล็ก

	L	□	U
แข็งแรง	3	3	4
รับน้ำหนัก	3	3	4
บำรุงรักษา	3	2	2
ราคาถูก	4	3	2
การผลิต	3	2	2
รวม	16	13	14

4 = ดีมาก, 3 = ดี, 2 = พอใช้, 1 = เลว

สรุป

เหลือเหล็กหน้าตัดชนิด L

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9 การวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิต

จากการศึกษากรรมวิธีการผลิตนั้น การประสานวัสดุเข้าด้วยกันสองวิธีแล้วมีความแข็งแรง จะนำกรรมวิธีการผลิตที่นำมาใช้วิเคราะห์ คือ

1. การย้ำหมุด
2. การเชื่อม

ข้อควรคำนึงสำหรับการวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิต

- ไม่เกิดการบิดงอ ต้องไม่เกิดการบิดงอต่อชิ้นงานที่จะนำมาประสานต่อกัน
- เมื่อประสานกันแล้วชิ้นงานไม่สามารถเคลื่อนที่ได้
- ไม่มีตะเข็บการประสาน หมายถึง ไม่มีรอยต่อในการประสาน
- มีความแข็งแรงต่อการประสานวัสดุ

ตารางที่ 22 แสดงการวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิต

	ย้ำหมุด	เชื่อม
ไม่บิดงอ	4	3
ความแข็งแรง	3	4
สวยงาม	3	4
รวม	10	11

4 = ดีมาก, 3 = ดี, 2 = พอใช้, 1 = เลว

สรุป

เลือกใช้วิธีการเชื่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการ เชื่อมนั้นมี 2 ชนิด จากการศึกษาในบทที่ 2 จะนำทั้งสองชนิดมาวิเคราะห์ คือ

1. เชื่อมแกส
2. เชื่อมไฟฟ้า

ในการวิเคราะห์ขบวนการ เชื่อม ต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

- ต้องไม่ทำให้ชิ้นงาน เสียหาย กล่าวคือ ต้องไม่ทำให้วัสดุโครงสร้าง เสียหาย
- ต้องสิ้น เปลืองน้อย คือ ต้องไม่ เปลืองทั้งแรงงานและวัสดุ
- ต้องผลิตง่าย หมายถึง กรรมวิธีไม่ยุ่งยาก ซับซ้อน ไม่ไม่ต้องใช้ เทคโนโลยีสูง

ตารางที่ 23 วิเคราะห์ชนิดของการ เชื่อม

	เชื่อมแกส	เชื่อมไฟฟ้า
ความเสียหาย	2	3
สิ้น เปลือง	2	3
ผลิตง่าย	2	3
รวม	6	9

4 = ดีมาก, 3 = ดี, 2 = พอใช้, 1 = เลว

<u>สรุป</u>

เลือกใช้กรรมวิธี เชื่อมไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10 การวิเคราะห์เกี่ยวกับสีที่จะนำมาใช้งาน

การวิเคราะห์สีที่จะนำมาใช้กับเครื่องเปิด-ปิดฝาท่อในเขตกรุงเทพมหานครนั้น เนื่องจากกรุงเทพมหานครนั้นมีสีที่จะใช้ส่วนใหญ่ คือ สีเหลืองนั้น จากการสังเกตแล้ว รถที่ใช้ในราชการ กทม. ไม่ว่าจะเป็นรถบรรทุกขยะ รถบรรทุกน้ำ รถขนของต่าง ๆ แล้วส่วนใหญ่มีสีเหลือง จากการสอบถามประวัติว่า เหตุใด กทม. จึงใช้สีเหลืองเป็นสีประจำความเห็นต่าง ๆ จากเจ้าหน้าที่ กทม. เช่น คุณอรวิทย์ เหมะจุฑา จากกองออกแบบสำนักการโยธา กรุงเทพมหานคร ก็ให้ความเห็นว่า สีเหลืองนี้มีคู่กับ กทม. มานานแล้ว และจากความเห็นของเจ้าหน้าที่อื่น ๆ ก็มีความเห็นเช่นเดียวกัน เหมือนกับสีแดงคู่กับตู้ไปรษณีย์หรือกรมไปรษณีย์โทรเลข มาช้านานแล้ว และจากจิตวิทยาของสีนั้น สีเหลืองเป็นสีที่ดูแล้ว เกิดความแข็งแรง สดใส ศักดิ์สิทธิ์ และสะอาด และมีความรู้สึกที่เข้ามาใกล้ตัว

อนึ่ง เนื่องจากเครื่องเปิด-ปิดฝาท่อระบายน้ำนั้น ต้องใช้อยู่ในท้องถนนหรือบนทางเท้า ซึ่งมีรถยนต์หรือคนเดินผ่านสัญจรไปมาทั้งรถและคน และบางทีต้องนำมาใช้ในเวลากลางคืนหรือเวลาใกล้สว่าง คือ เช้ามืด เพราะฉะนั้น เครื่องเปิด-ปิดฝาท่อควรมีแถบสะท้อนแสง หรือสีสะท้อนแสงให้เห็นแต่ไกลเพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่อาจจะเกิดขึ้นแก่ผู้ใช้รถและผู้ใช้ถนนได้

สรุป

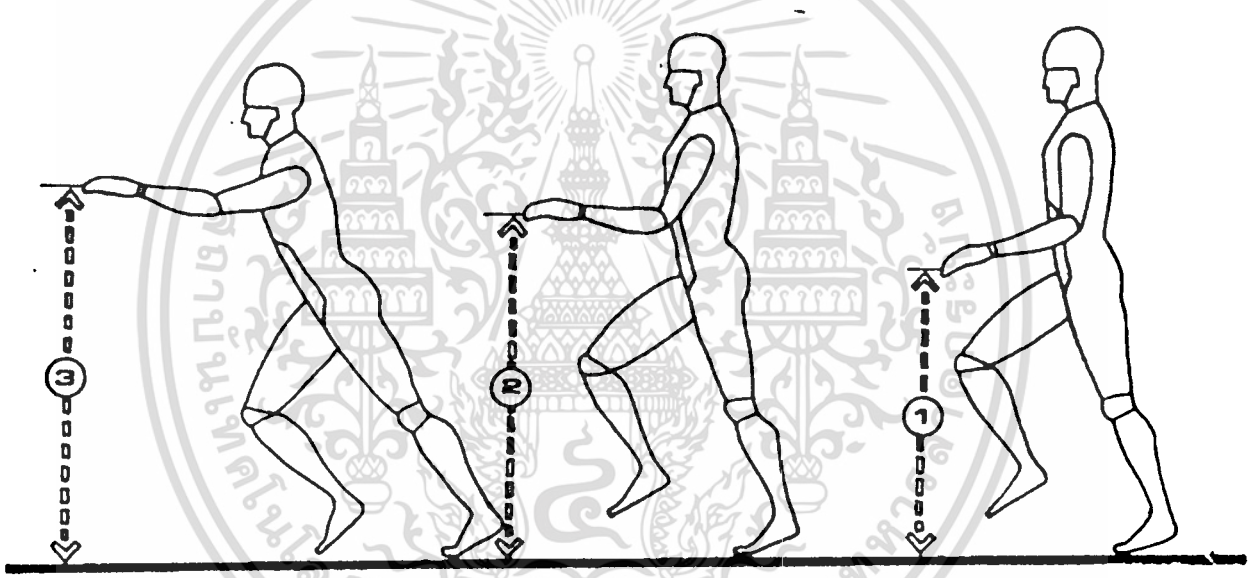
เครื่องเปิด-ปิดฝาท่อระบายน้ำควรมีสีเหลือง และมีสีสะท้อนแสงด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.11 <u>การวิเคราะห์ขนาดสัดส่วนของคนไทยที่นำมาใช้งาน</u>

สำหรับขนาดสัดส่วนที่นำมาใช้งานกับการออกแบบเครื่องเปิด-ปิดฝาท่อระบายน้ำนั้น การวิเคราะห์ขนาดความสูงส่วนที่ใช้เข็น เป็นดังที่จะนำมาพิจารณาในการเข็นของต่าง ๆ คือ การวิเคราะห์หาระยะที่เหมาะสมสำหรับการเข็น

ค่าที่นำมาพิจารณา คือ ระยะความสูงจากพื้นถึงมือจับสำหรับเข็นในช่วง 80 ถึง 100 ซม. ซึ่งเป็นช่วงที่ใช้กันอยู่ในรถเข็นทั่วไป โดยจะนำมาพิจารณาเลือกใช้เพียงค่าเดียว



รูปที่ 77 แสดงสัดส่วนการเข็น

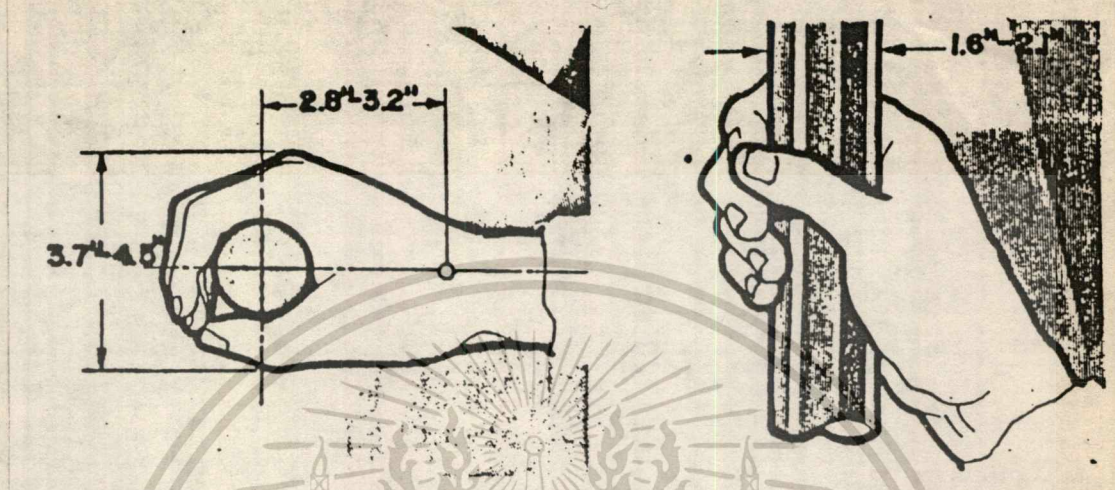
จากรูปหมายเลข 1 ที่จับสูงจากพื้น 80 ซม. เหมาะสำหรับรถเข็นขนาดเล็ก รับน้ำหนักไม่มาก เช่น รถเข็นเด็ก รถเข็นในซุปเปอร์มาร์เกต

จากรูปหมายเลข 2 ที่จับสูงจากพื้น 95 ซม. เหมาะสำหรับรถขนขนาดกลาง เช่น รถเข็นกระเป๋าในโรงแรม

จากรูปหมายเลข 3 ที่จับสูงจากพื้น 110 ซม. เหมาะสำหรับรถเข็นที่มีน้ำหนักมากกว่า 200 กิโลกรัม เนื่องจากต้องออกแรงดันมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และสำหรับลักษณะการกำมือจับในการ เข็น จากรูป



รูปที่ 78 แสดงขนาดสัดส่วนของมือในการกำรอบวัตถุกลม ใช้ในการคำนึงถึงการออกแบบส่วนจับ เข็น

ข้อควรคำนึง คือ ความสามารถในการออกแรง และความสบายในการกำมือ

<u>สรุป</u>

ความสูงที่ใช้ เข็นสูงจากพื้น 110 เซนติ เมตร

ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลางมือจับ คือ 1 - 1.5 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.12 การวิเคราะห์การออกแบบ

สำหรับการวิเคราะห์การออกแบบนั้น จะรวบรวมการวิเคราะห์ต่าง ๆ แล้วนำมาสรุปอีกครั้งหนึ่ง จากการวิเคราะห์ต่าง ๆ จะสรุป ดังนี้

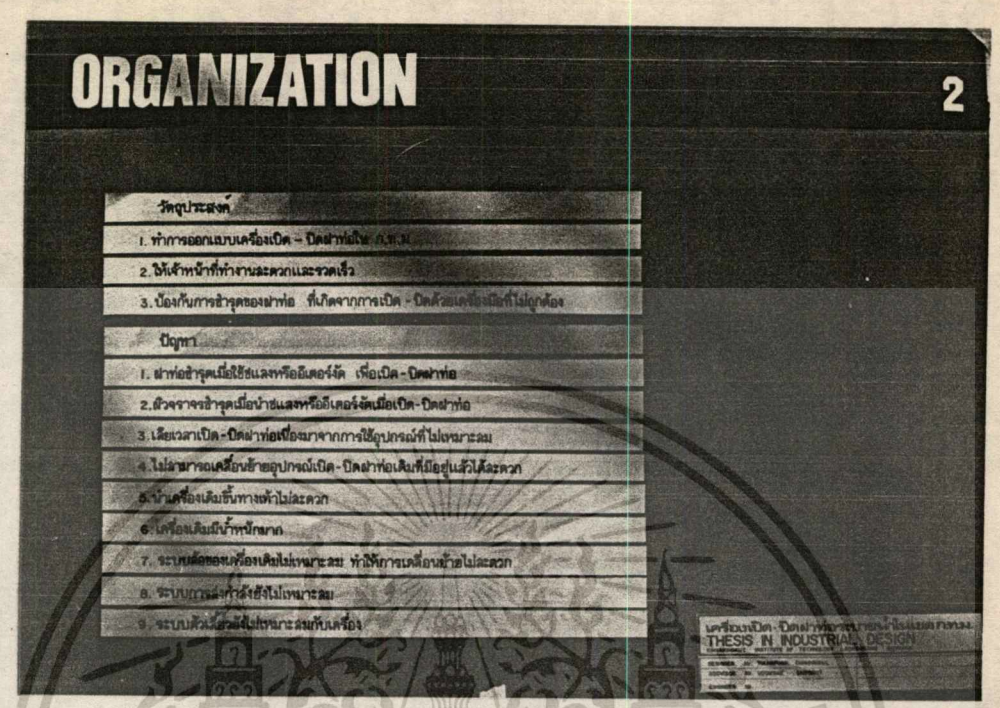
- การเปิด-ปิดฝาท่อต้องใช้คน 2 คน
- ต้องเปิด-ปิดฝาท่อที่มีน้ำหนักมากที่สุดได้ 266.9 กิโลกรัม
- ต้องสามารถเปิด-ปิดฝาท่อขนาดใหญ่สุดและเล็กสุดได้
- ต้องสามารถเปิดฝาท่อได้ทุกชนิด
- ต้องสามารถเข้าไปได้ในทุกตรอก ทุกซอย ทุกถนน
- โครงสร้างของเครื่อง เป็นแบบเหลี่ยมและแบบจั่วเข้ามาประกอบกันเพื่อความแข็งแรงของโครงสร้าง
- ไซ่ที่นำมาใช้ในการดึงต้องมีขนาด 97.5 ซม.(ดูการคำนวณจากภาคผนวก)
- ขอเกี่ยวที่นำมาใช้ในการเปิด-ปิดนั้น คือ ขนาด (ดูการคำนวณจากภาคผนวก)
- ระบบล้อนั้นใช้ล้อขนาด 4 นิ้ว เพราะสามารถรับน้ำหนักถึง 150-170 กิโลกรัมต่อล้อ เพราะต้องรวมน้ำหนักของเครื่องและน้ำหนักของฝาท่อด้วย
- ไฮดรอลิคที่ใช้ยกน้ำหนัก ใช้ขนาด 2 ตัน เพราะรวมน้ำหนักและแรงเสียดทานของฝาท่อด้วย
- เหล็กโครงสร้างใช้หน้าตัดชนิด L และมีขนาด 40 x 40 x 3 มิลลิเมตร (จากการคำนวณในภาคผนวก)
- กรรมวิธีการผลิตใช้วิธีเชื่อมไฟฟ้า
- สีที่ทาผลิตภัณฑ์ใช้สีเหลือง และมีแถบสะท้อนแสง
- ความสูงของการเข็นรถ ประมาณ 110 เซนติเมตร

ข้อมูลเหล่านี้ เป็นการวิเคราะห์การออกแบบ และตัวเลขเหล่านี้จะนำมาใช้ในการออกแบบต่อไป

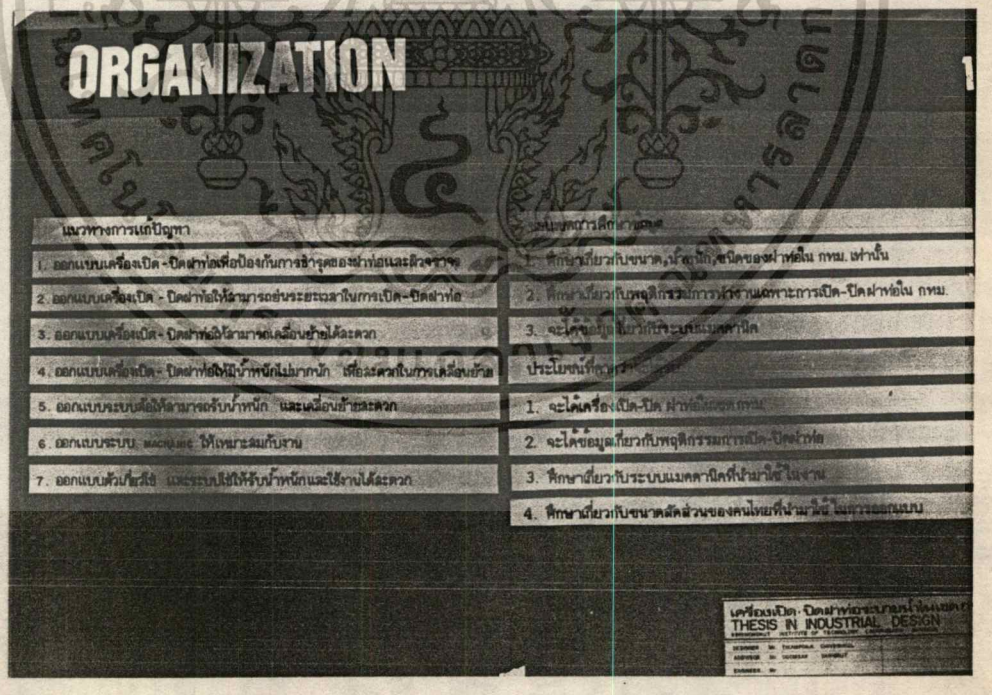
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ ๔

ภาคออกแบบ

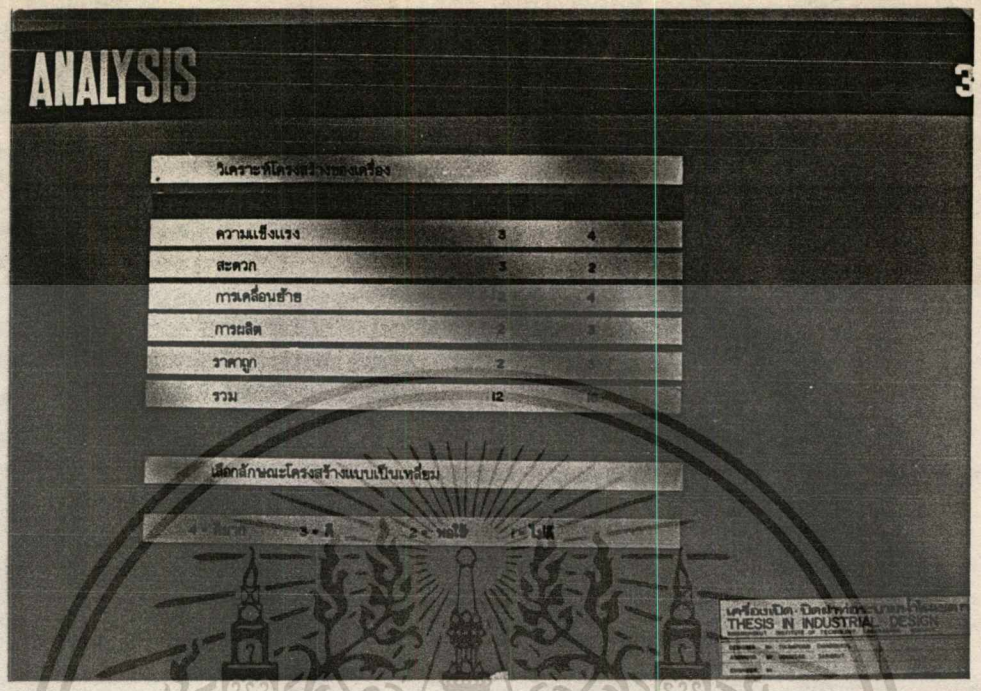


วัตถุประสงค์และปัญหา

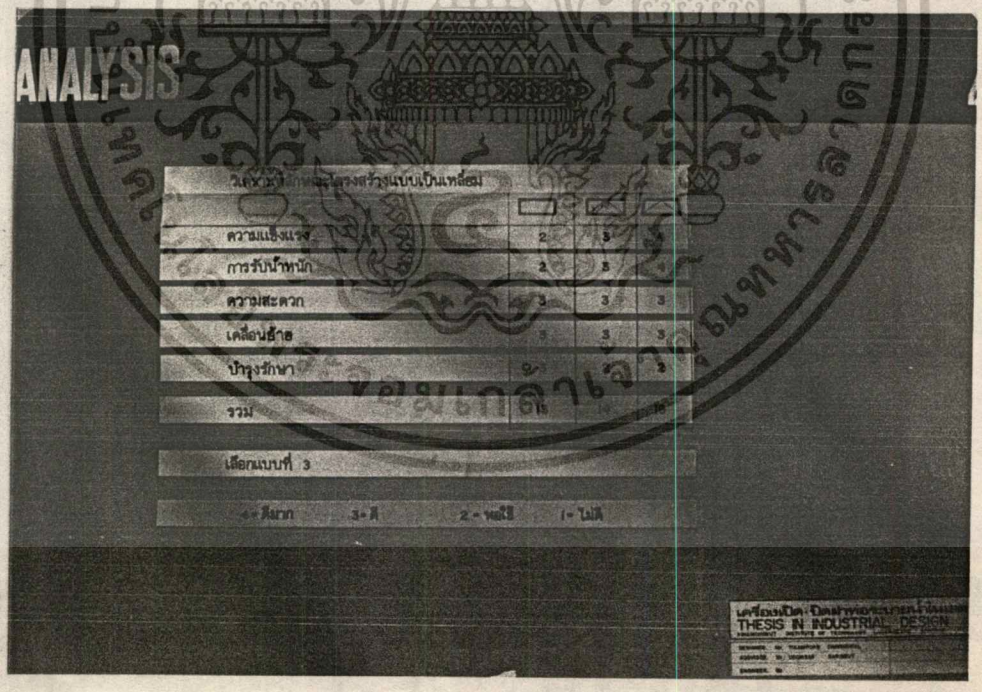


แนวทางการแก้ปัญหา ขอบเขตการศึกษาข้อมูล และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

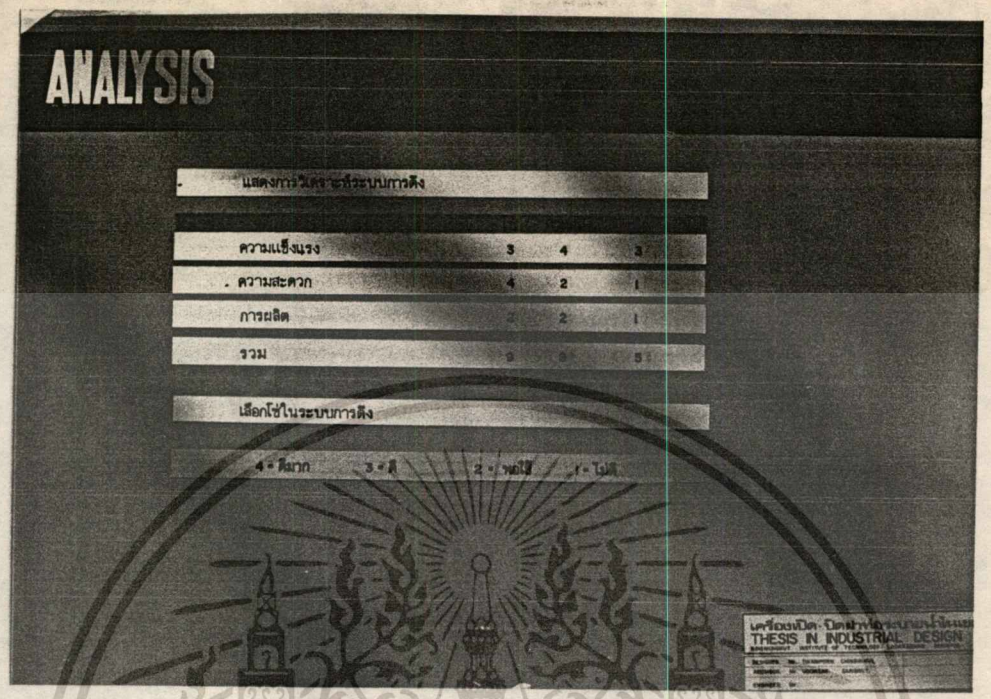


วิเคราะห์โครงสร้างของเครื่อง

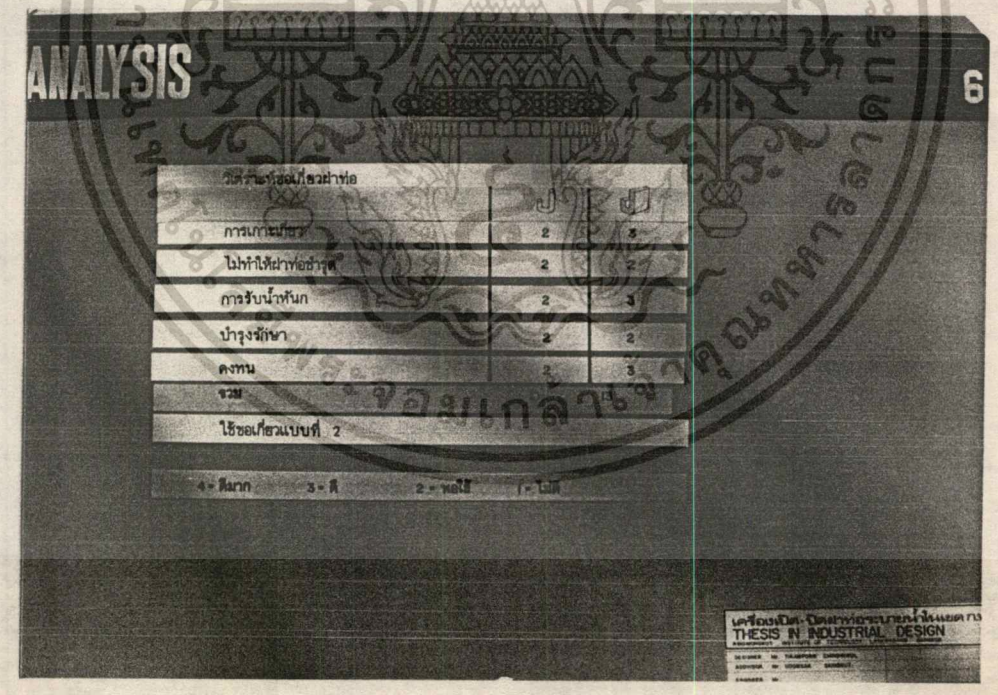


วิเคราะห์ลักษณะโครงสร้างแบบเป็นเหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

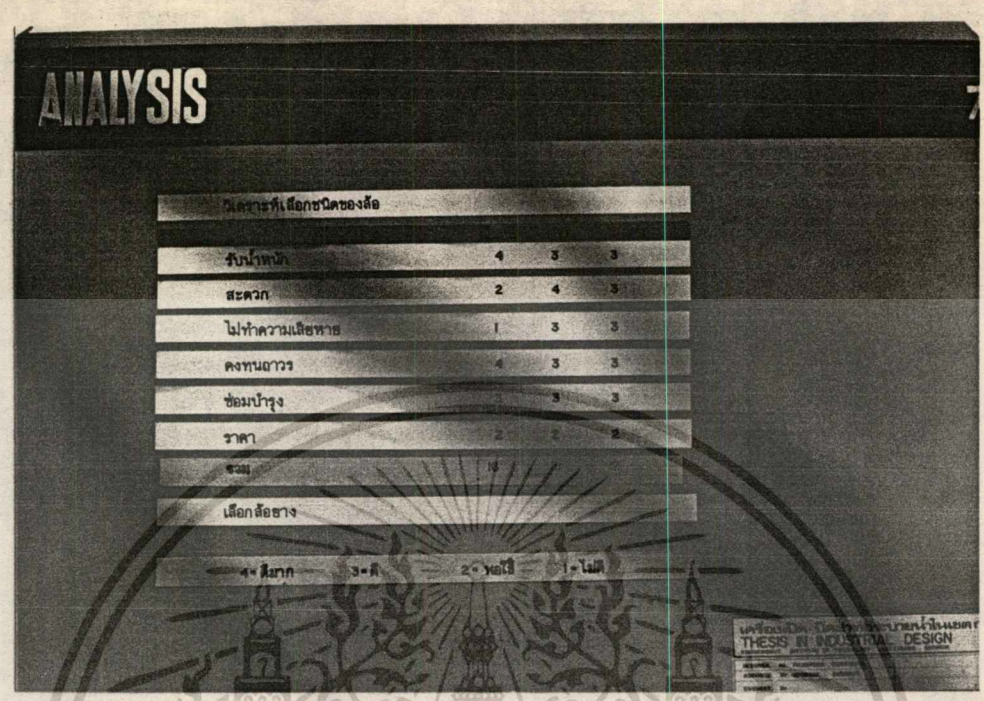


แสดงการวิเคราะห์ระบบการดึง

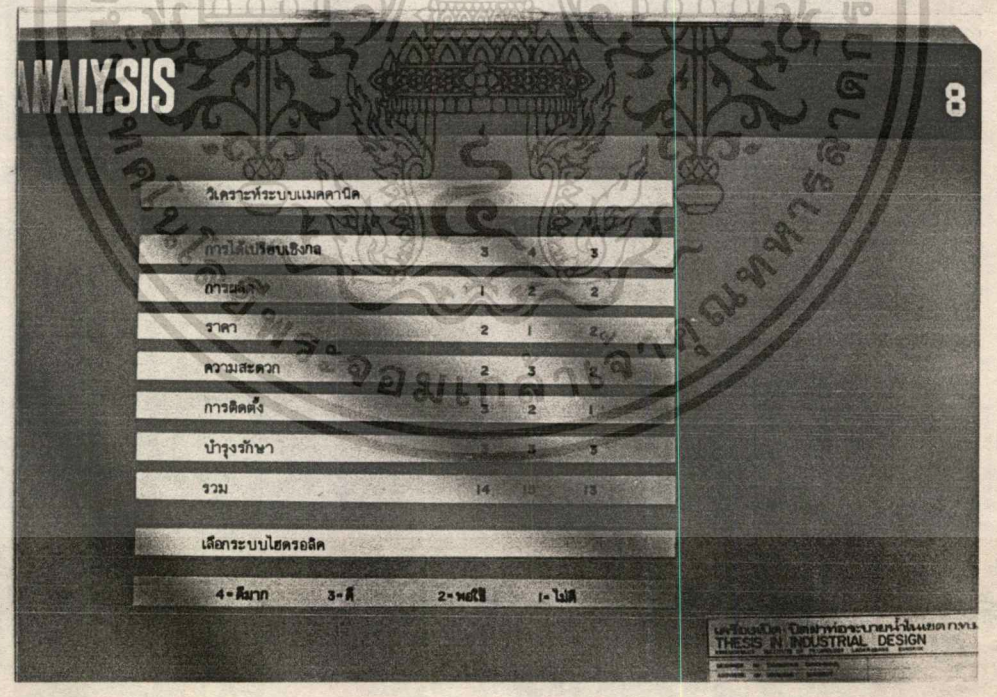


วิเคราะห์ข้อเกี่ยวฝาท่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

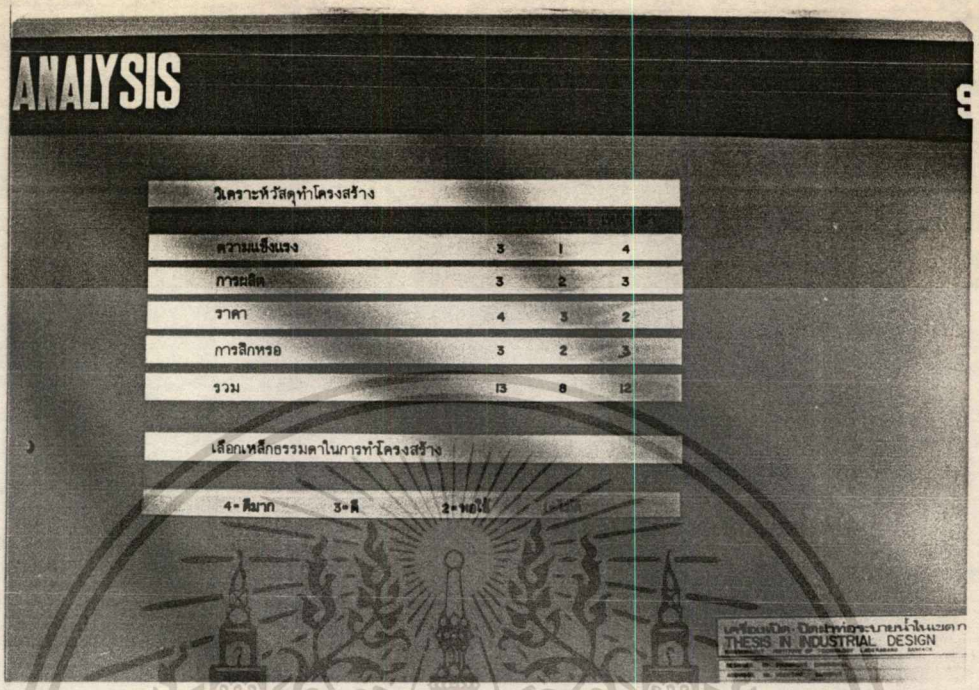


วิเคราะห์เลือกชนิดของล้อ

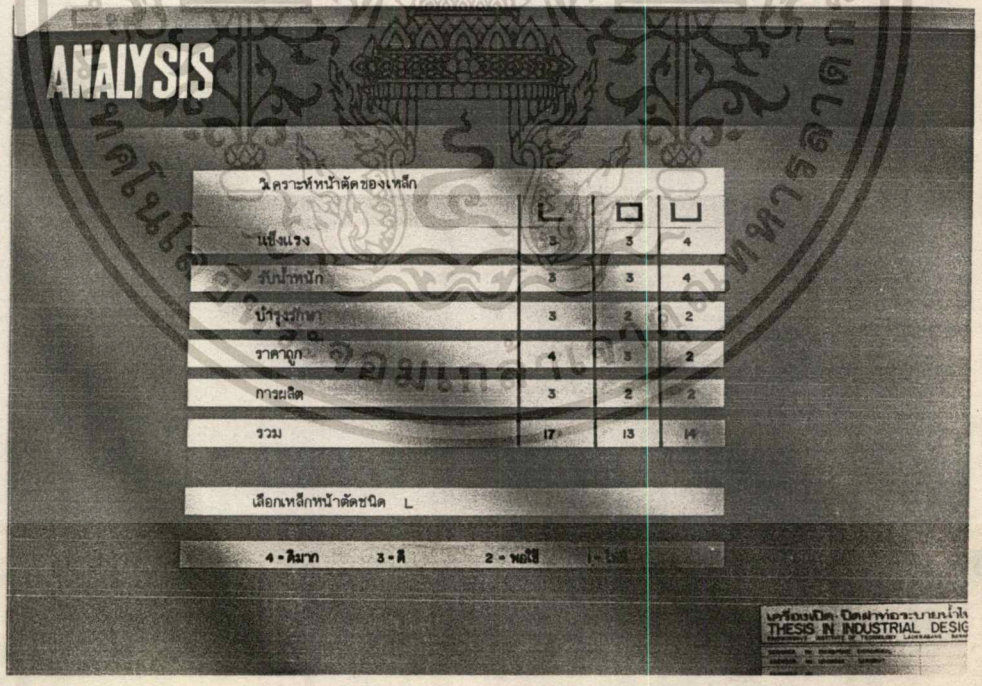


วิเคราะห์ระบบแมคคานิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

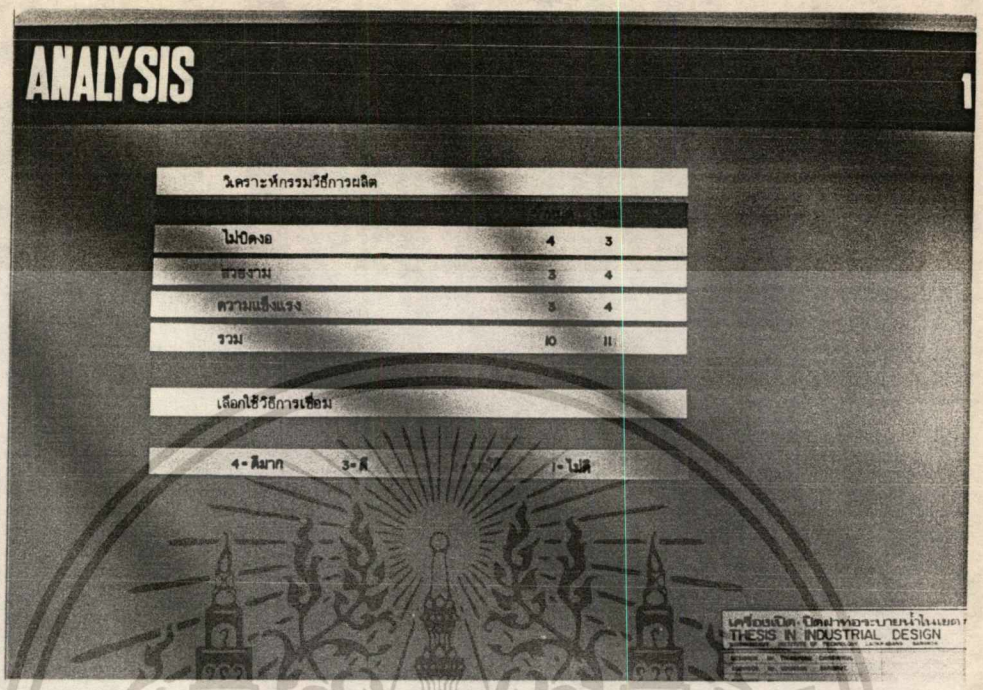


วิเคราะห์วัสดุทำโครงสร้าง

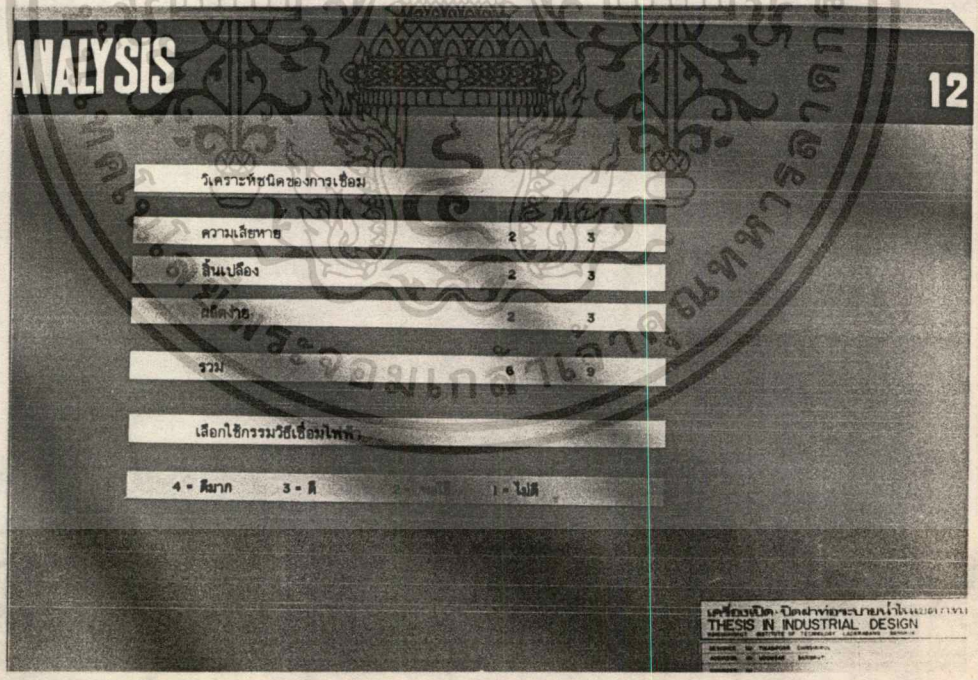


วิเคราะห์หน้าตัดของเหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

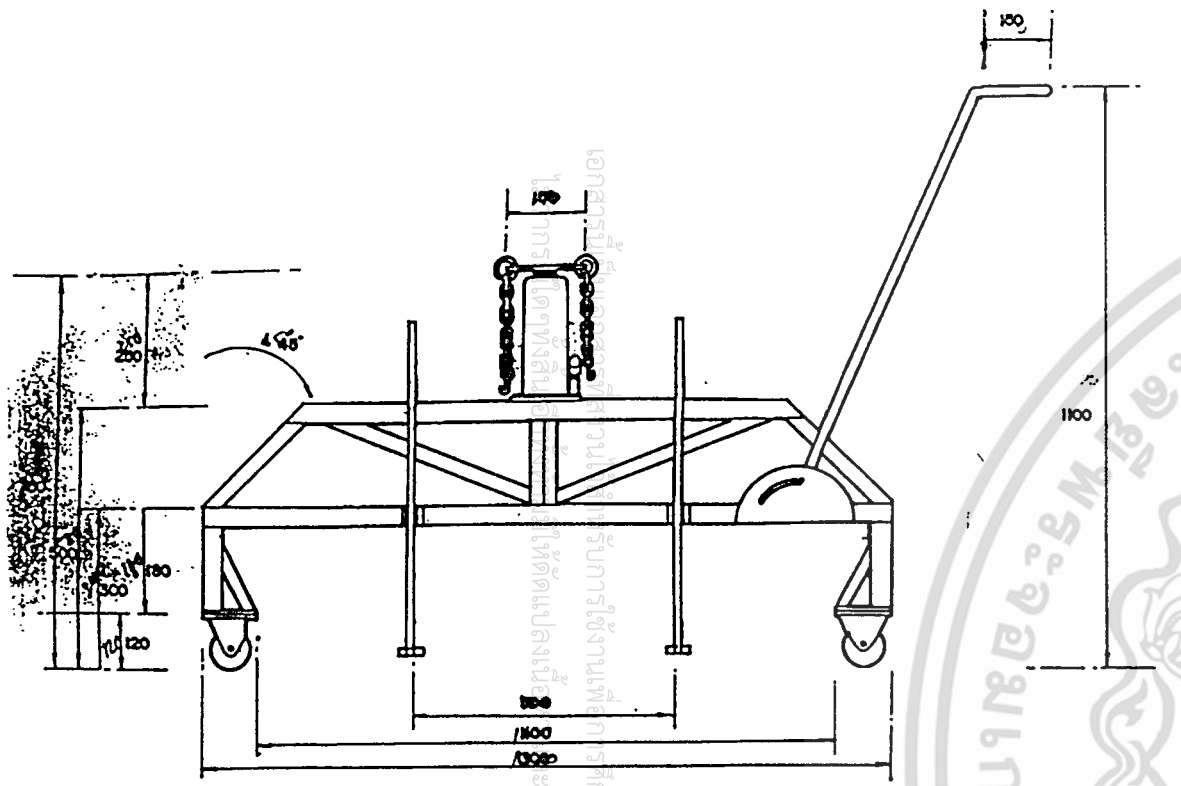


วิเคราะห์กรรมวิธีการผลิต

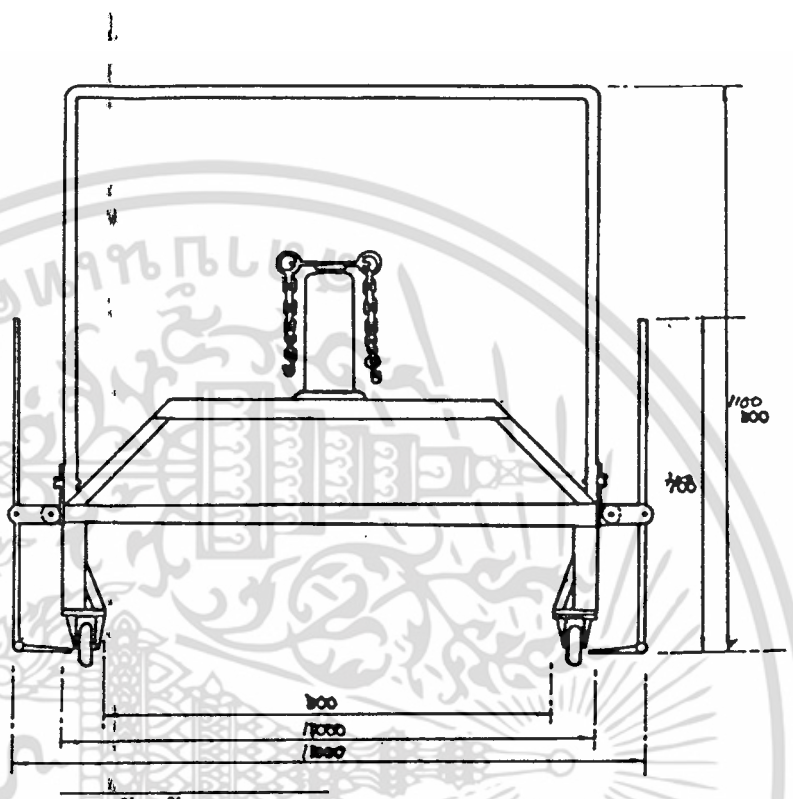


วิเคราะห์ชนิดของการเชื่อม

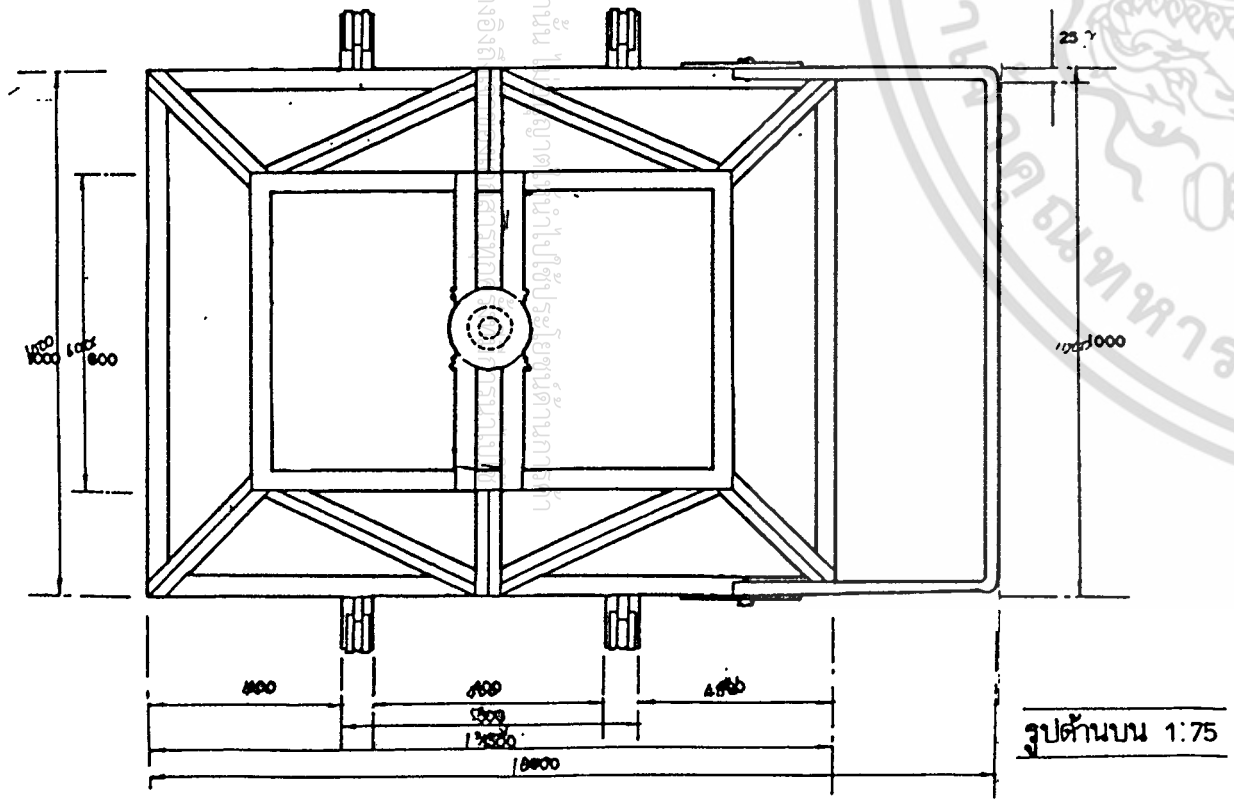
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปด้านหน้า 1 : 75

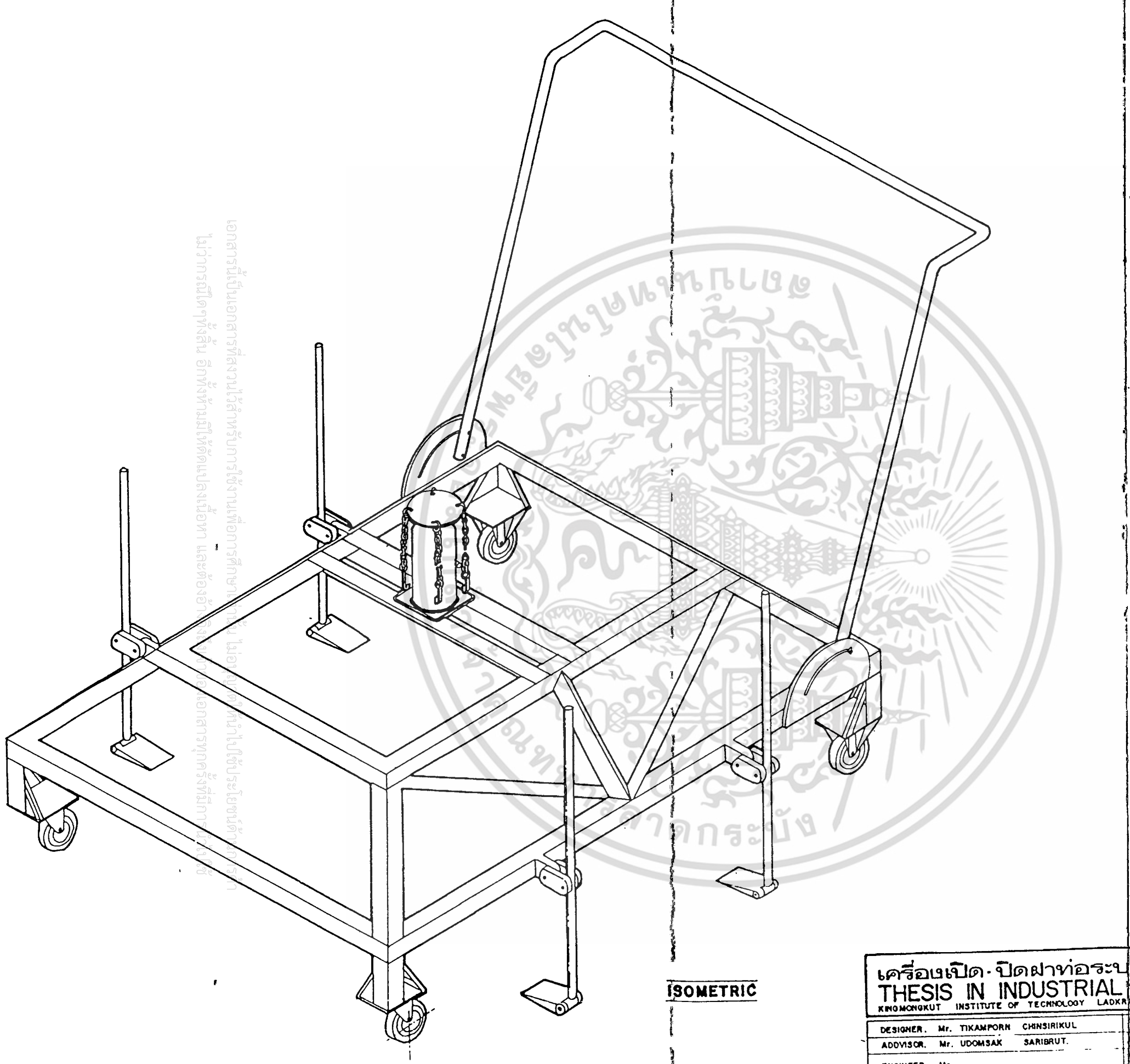


รูปด้านข้าง 1 : 75



รูปด้านบน 1:75

เครื่องเปิด-ปิดฝาท่อระบายน้ำในเขต ก.ท.ม. THESIS IN INDUSTRIAL DESIGN KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG BANGKOK	
DESIGNER. Mr. TIKAMPORN CHAMNIKUL	
ADVISOR. Mr. UDOMSAK SANSRUT.	
ENGINEER. Mr.	



ISOMETRIC

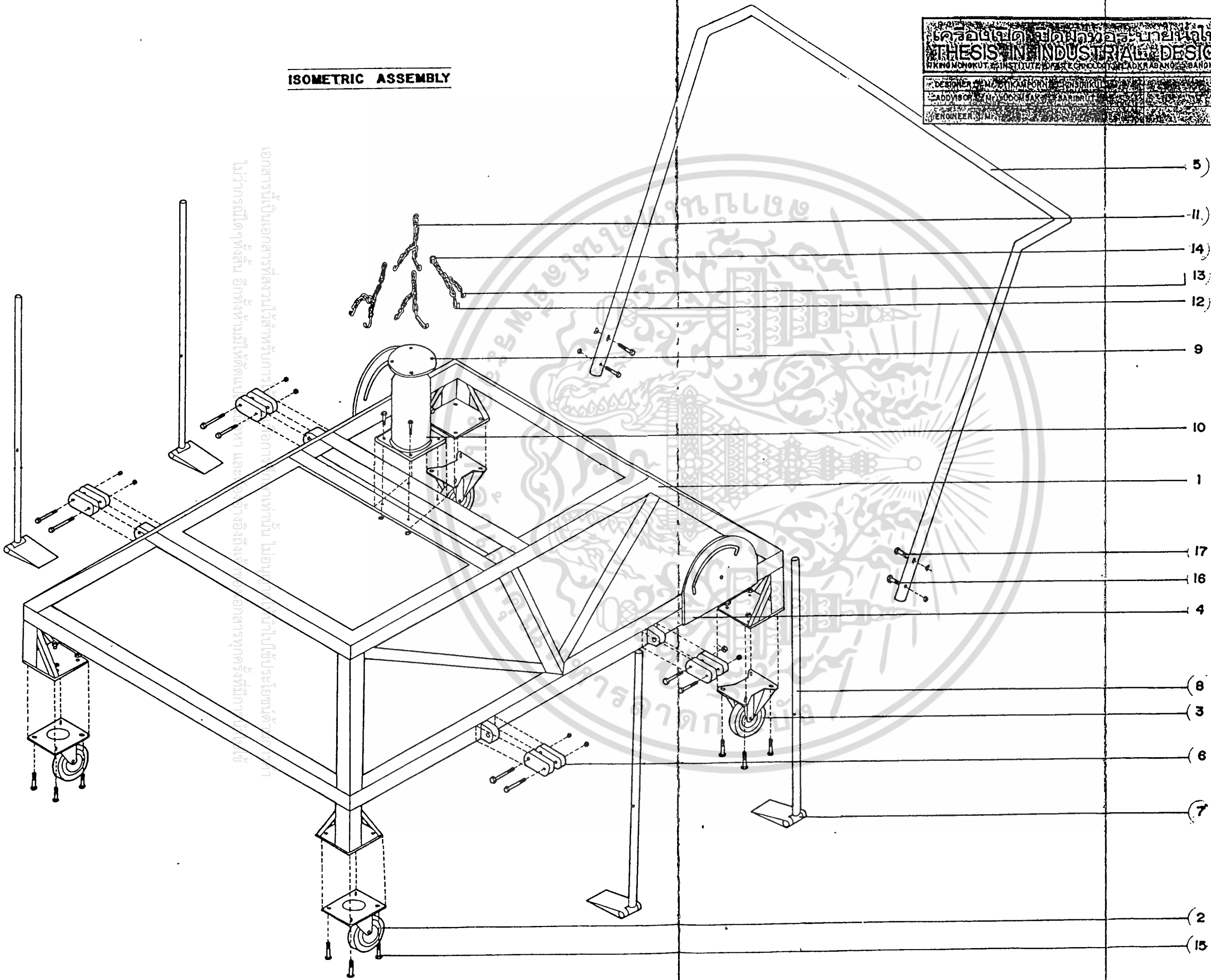
เครื่องเปิด-ปิดฝาท่อระบายน้ำในเขต กทม.
THESIS IN INDUSTRIAL DESIGN
KINGMONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG BANGKOK

DESIGNER.	Mr. TIKAMPORN CHINSIRIKUL
ADDVISOR.	Mr. UDOMSAK SARIBRUT.
ENGINEER.	Mr

ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

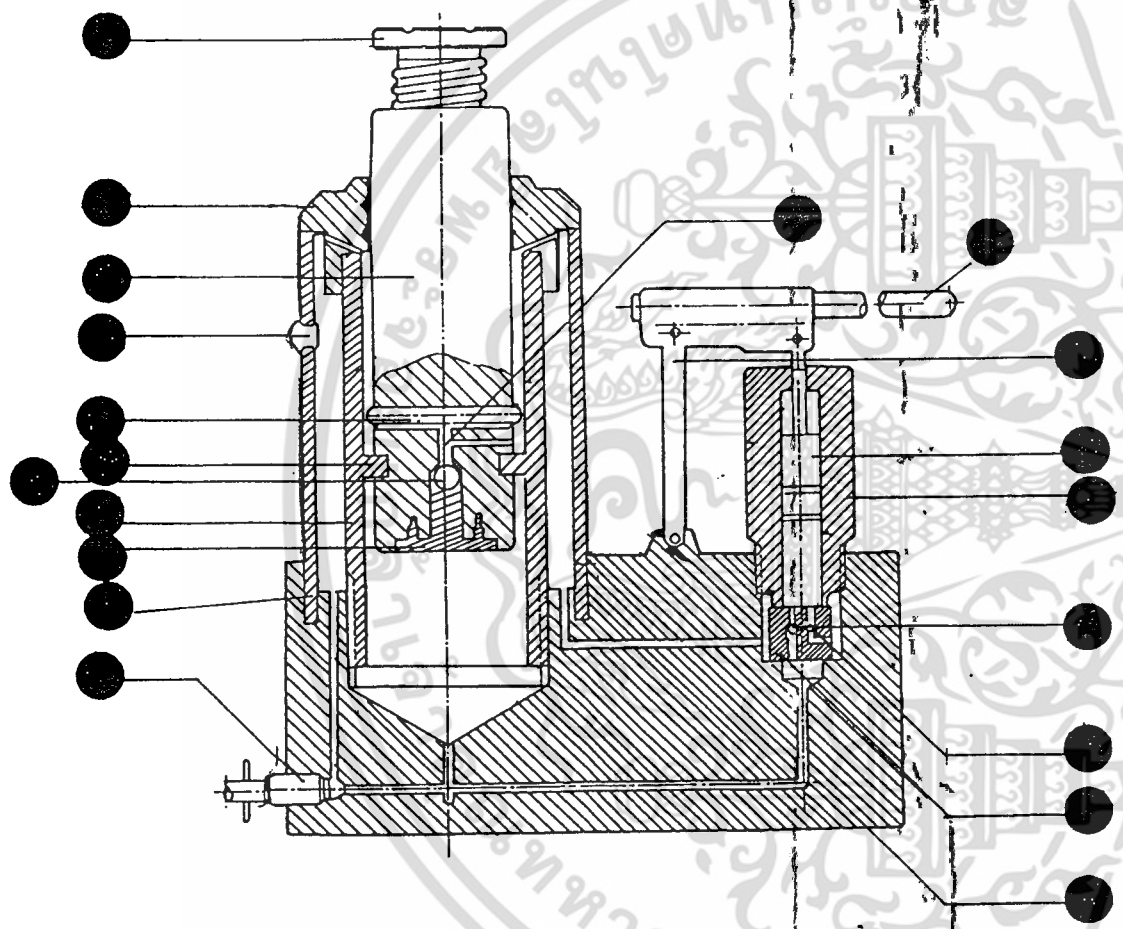
เครื่องปรับเตียงผ่าตัดและอุปกรณ์ในห้องผ่าตัด ม.
THESIS IN INDUSTRIAL DESIGN
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY THONBURI BANGKOK THAILAND
DESIGNER Mr. SOMKIAT PONGSIRIKUL
ADVISOR Mr. SOOCHART BARIBUT
ENGINEER Mr.

ISOMETRIC ASSEMBLY



ระบบแม่แรงไฮโดรอลิค

หมายเลข	รายการ
1	หัวยก
2	ฝา
3	ก้านสูบ
4	จุกเติมน้ำมัน
5	สลักเนวนอน
6	ซีลลูกสูบ
7	ลูกบอลเหล็ก
8	เสื้อนอก
9	เสื้อใน
10	แหวนปิด
11	ก๊อกปิด
12	คันโยกปั๊ม
13	ก้านสูบปั๊ม
14	ลูกสูบปั๊ม
15	เสื้อปั๊ม
16	ลิ้นส่ง
17	ลิ้นดูด
18	เสื้อลิ้น
19	เหล็กแท่น
20	สลักแนวตั้ง

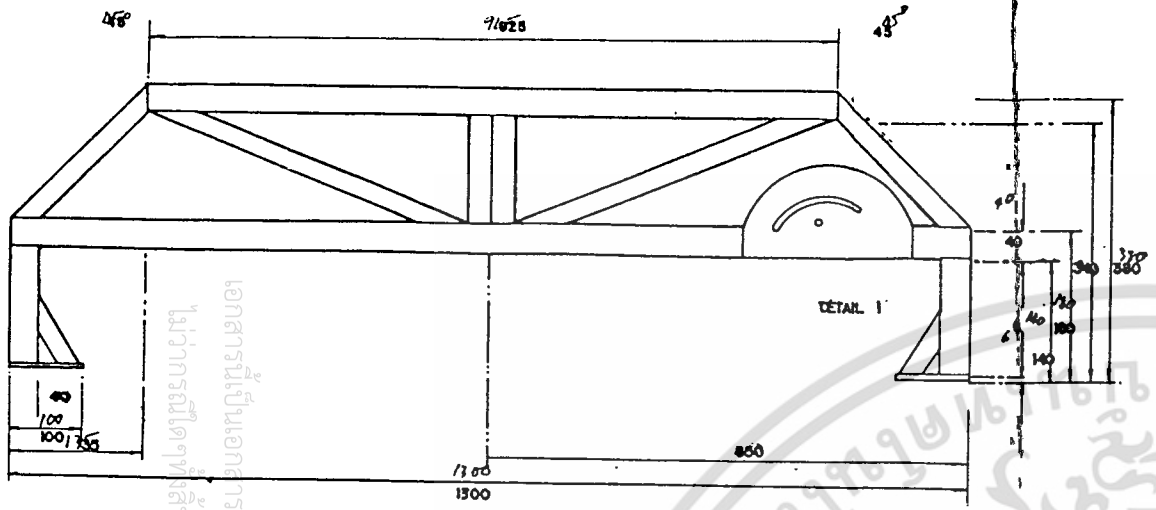


วงจรกระปุกแบบที่ 2

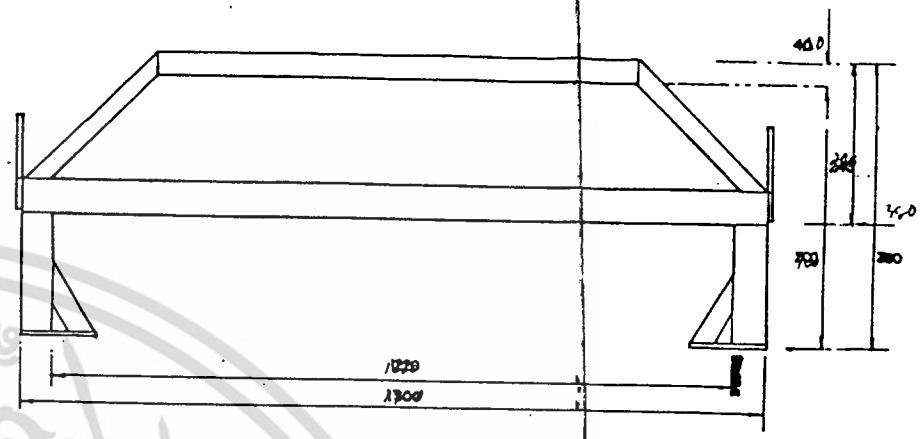
วงจรแม่แรงกระปุกแบบที่2 เขียนโดยใช้ภาพตัดอุปกรณ์

เครื่องเปิด-ปิดฝาท่อระบายน้ำในเขต กทม.
THESIS IN INDUSTRIAL DESIGN
KINGMONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG BANGKOK

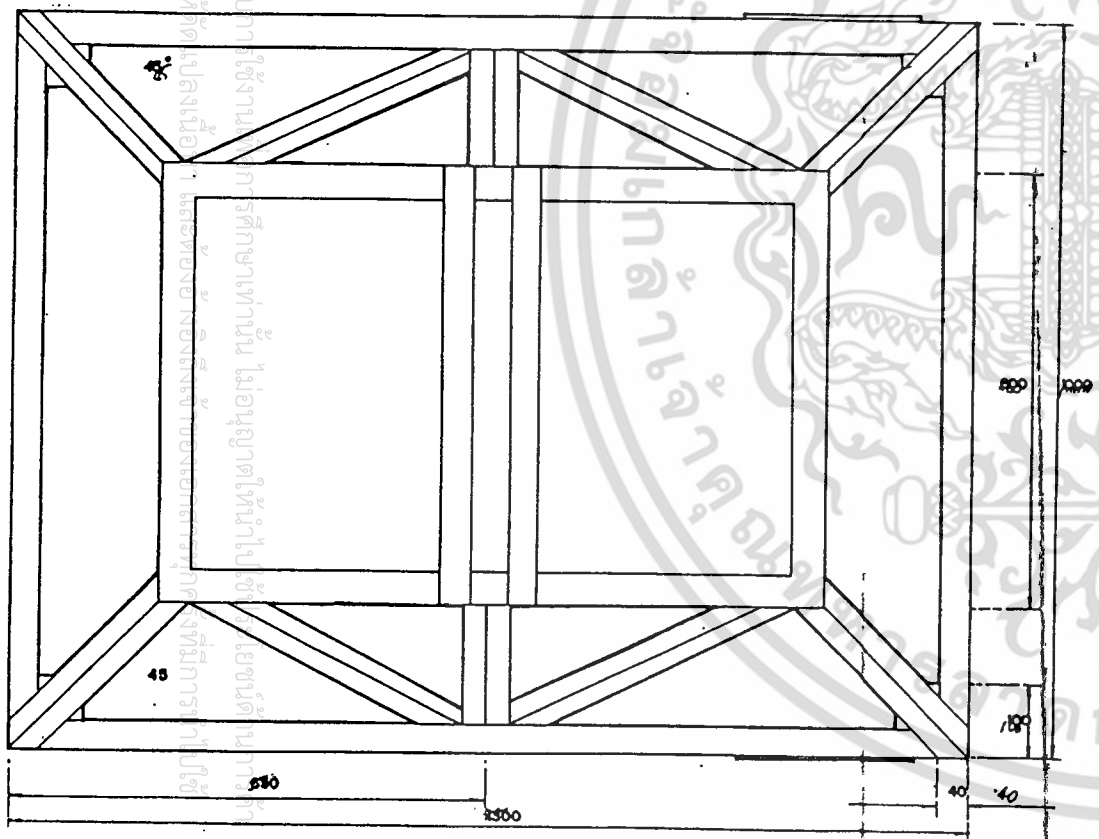
DESIGNER.	Mr. TIKAMPORN	CHINSIRIKUL
ADDVISOR.	Mr. UDOMSAK	SARIBRUT.
ENGINEER.	Mr.	



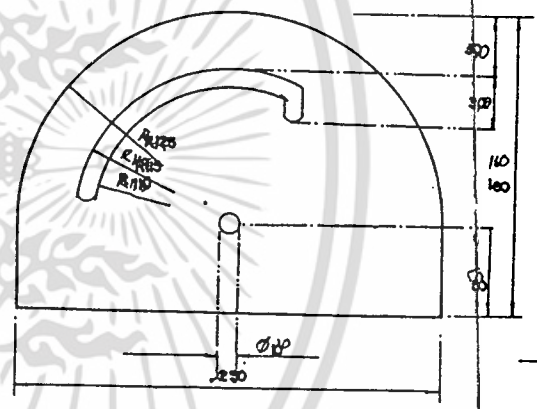
รูปด้านหน้า 1 : 5



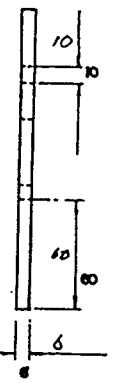
รูปด้านข้าง 1 : 5



รูปด้านบน 1:5



รูปด้านหน้า 1 : 2

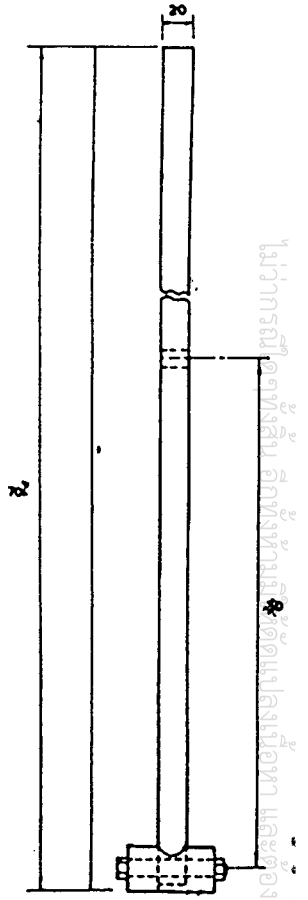


รูปด้านข้าง 1:2

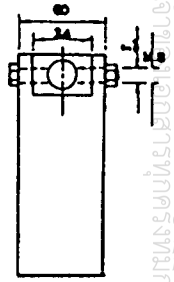
ภาพขยาย 1

เครื่องเปิด-ปิดฝาท่อระบายน้ำในเขต กทม.
THESIS IN INDUSTRIAL DESIGN
KINGMONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG BANGKOK

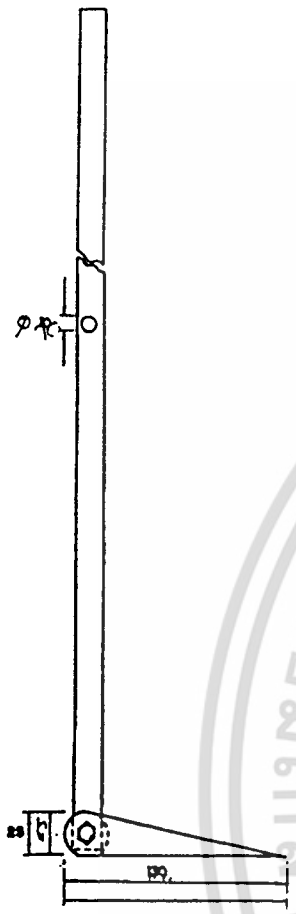
DESIGNER. Mr. TIKAMPORN CHINSIRIKUL	
ADDVISOR. Mr. UDOMSAK SARIBRUT.	
ENGINEER. Mr.	



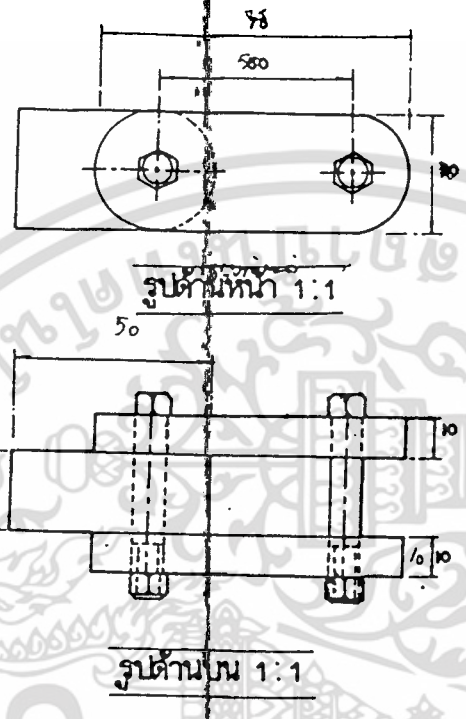
รูปด้านหน้า 1:2



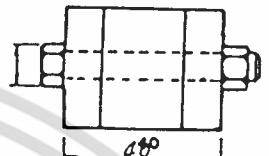
รูปด้านบน 1:2



รูปด้านข้าง 1:2

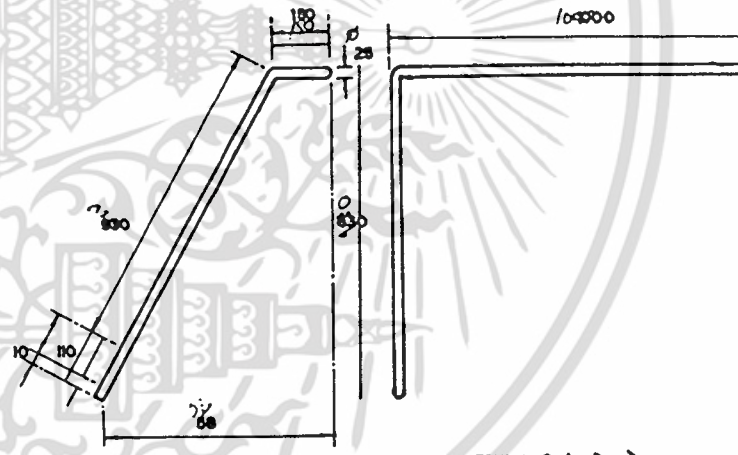


รูปด้านหน้า 1:1

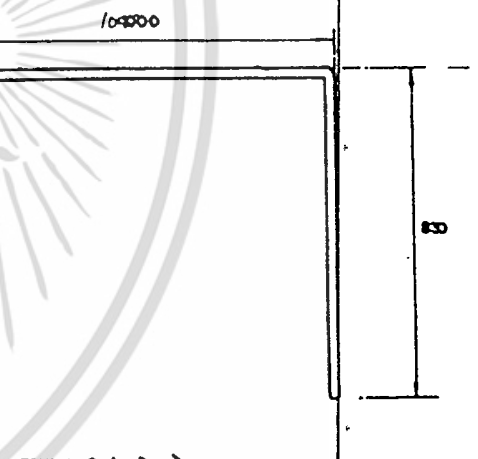


รูปด้านข้าง 1:1

รูปด้านบน 1:1

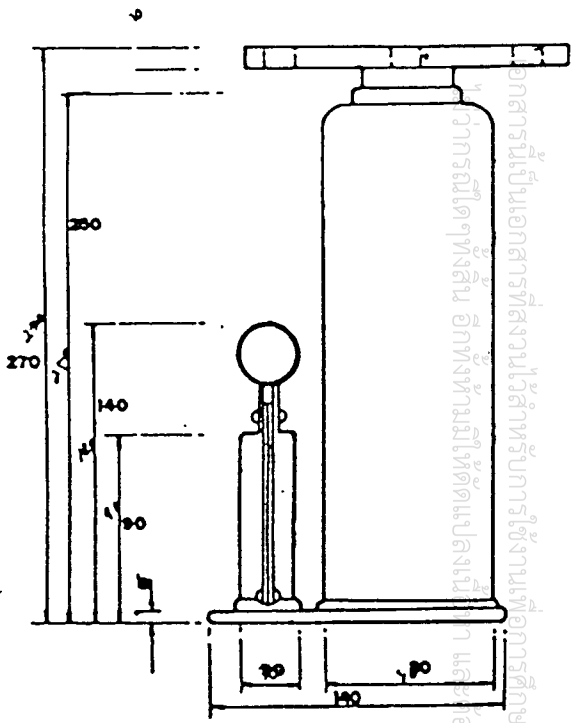


รูปด้านหน้า 1:10

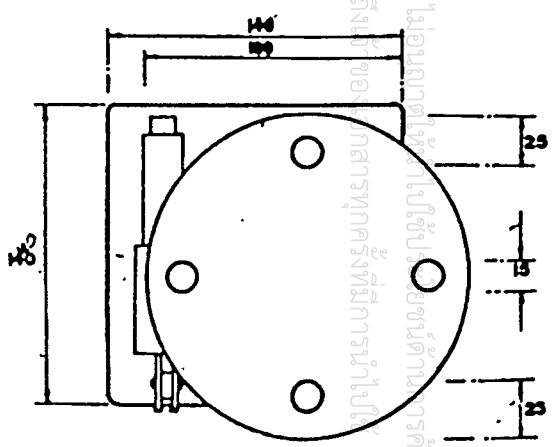


รูปด้านข้าง 1:10

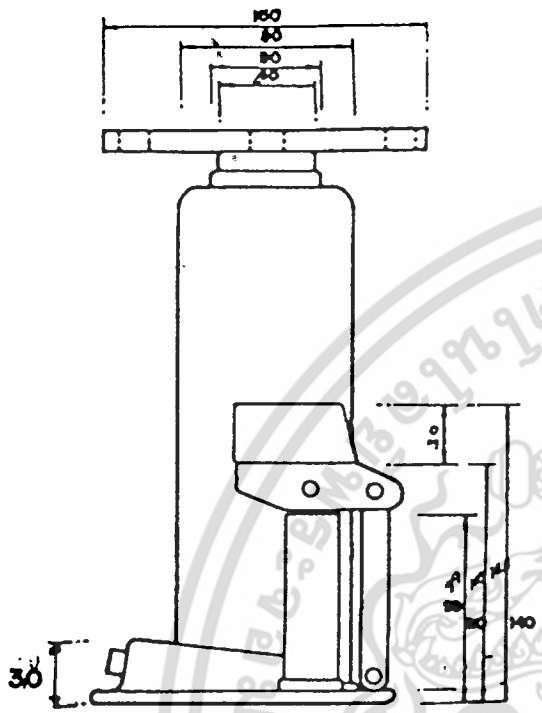
เครื่องเปิด-ปิดฝาท่อระบายน้ำในเขต กทม.	
THESIS IN INDUSTRIAL DESIGN	
KINGMONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG BANGKOK	
DESIGNER. Mr. TIKAMPORN CHINSIRIKUL	
ADDVISOR. Mr. UDOMSAK SARIBRUT.	
ENGINEER. Mr.	



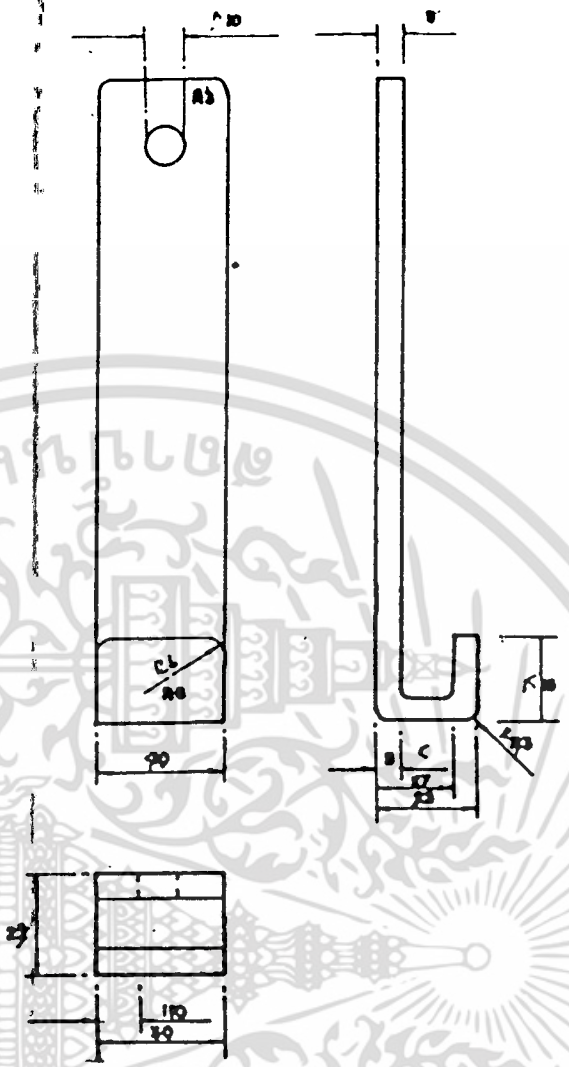
รูปด้านหน้า 1:2



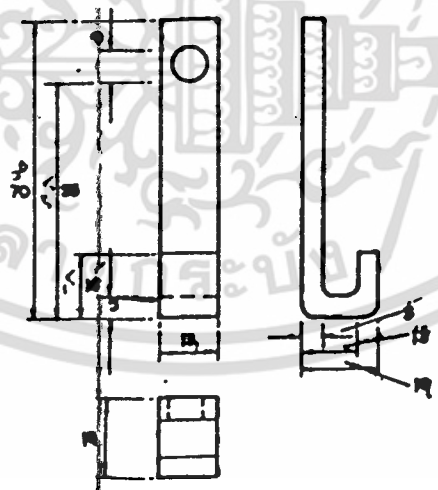
รูปด้านบน 1:2



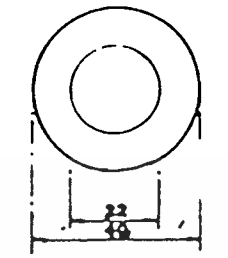
รูปด้านข้าง 1:2



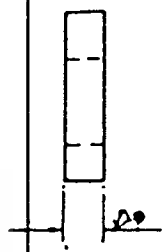
รูปตะขอ 1:1



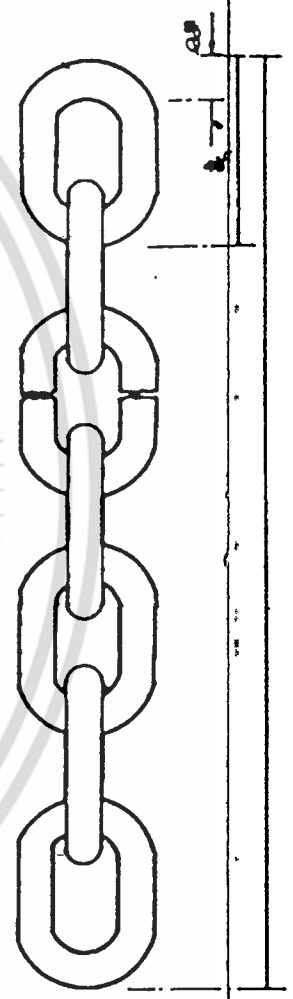
รูปตะขอ 1:1



รูปด้านหน้า 1:1

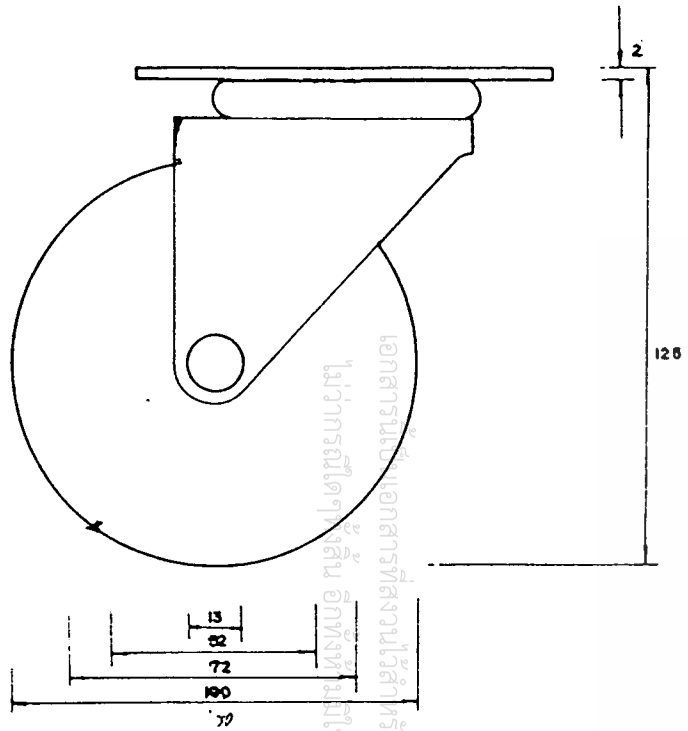


รูปด้านข้าง 1:1

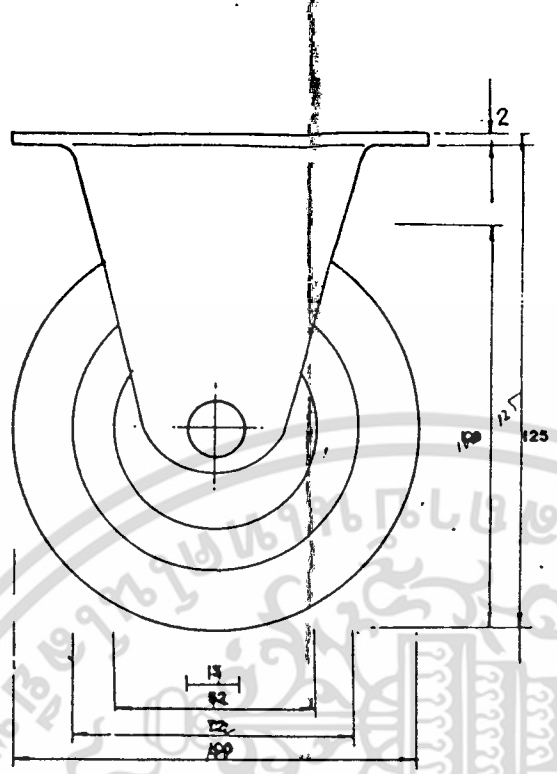


รูปด้านหน้า 1:1

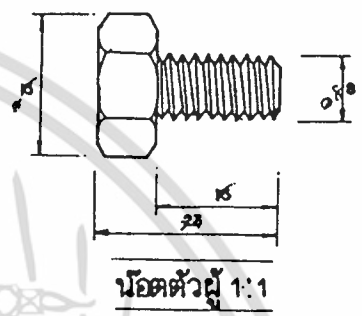
เครื่องเปิดฝาท่อระบายน้ำไฮดรอลิก
THESIS IN INDUSTRIAL DESIGN
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG BANGKOK



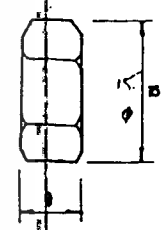
รูปด้านหน้า 1 : 1



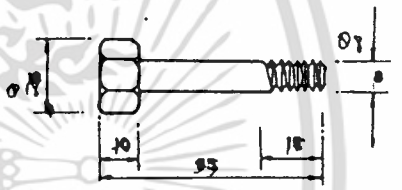
รูปด้านหน้า 1 : 1



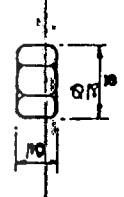
น็อตตัวผู้ 1 : 1



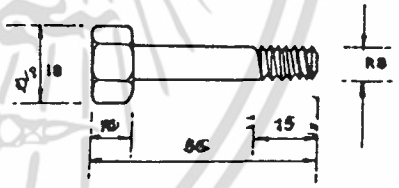
น็อตตัวเมีย 1 : 1



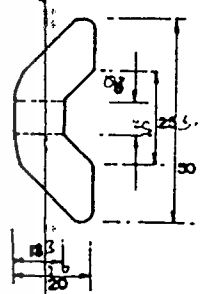
น็อตตัวผู้ 1 : 1



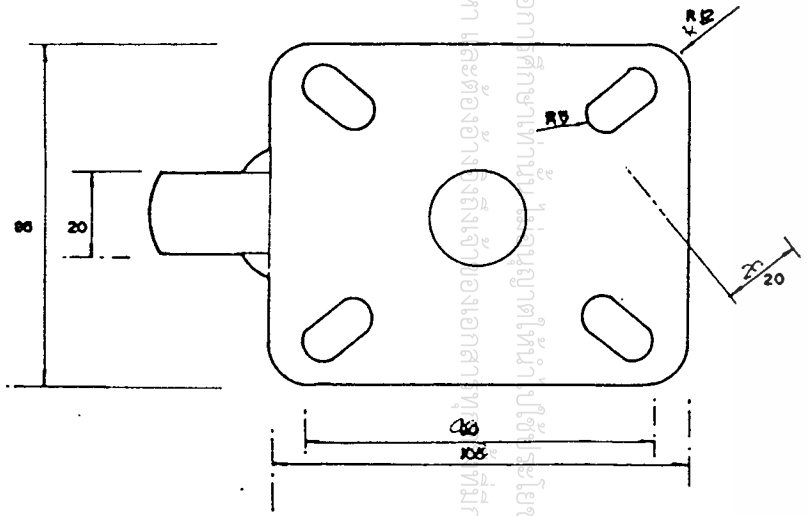
น็อตตัวเมีย



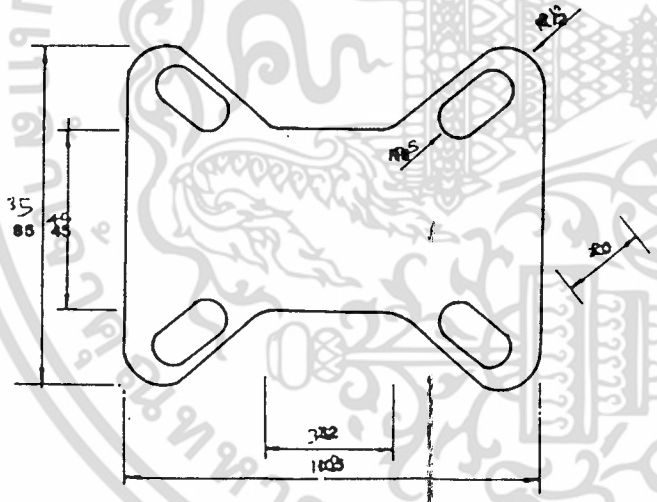
น็อตตัวผู้ 1 : 1



น็อตตัวเมีย



รูปด้านบน 1 : 1



รูปด้านบน 1 : 1

เครื่องเปิด-ปิดฝาท่อระบายน้ำในเขต กทม.
THESIS IN INDUSTRIAL DESIGN
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG BANGKOK

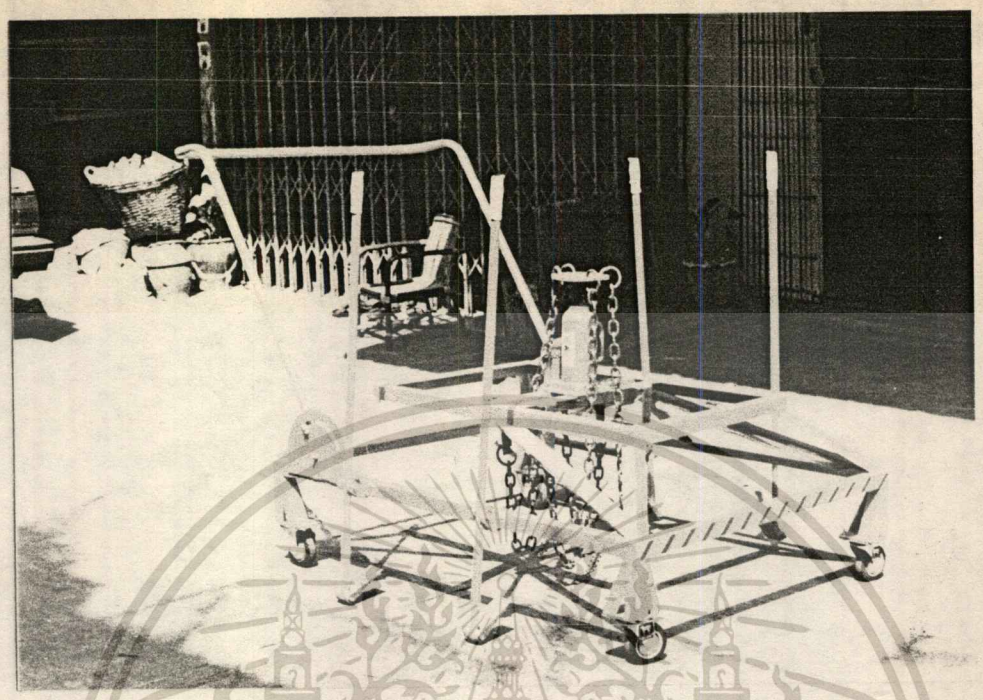
DESIGNER MR. TIKAMPORN CHENSIRIKUL	
ADVISOR MR. UDOMSAK SARIBUT	
ENGINEER	

ชิ้นที่	รายการ	วัสดุ	ขนาด	จำนวน	
1	โครงสร้าง	เหล็กฉาก	(3x40x40)	1	
2	ล้อหน้า	ยางอ่อน	Ø 4"	2	
3	ล้อหลัง	ยางอ่อน	Ø 4"	2	
4	เหล็กปรับตัวเข็น	เหล็ก	6 X 250 X 300	2	
5	มือจับเข็น	เหล็ก	Ø 25 X 3000	1	
6	แกนหมุน	เหล็ก	30 X 30 X 100	4	
7	ตัววัด	เหล็ก	20 X 50 X 130	4	
8	ด้ามงัด	เหล็ก	Ø 20 X 700	4	
9	พื้นที่บนแม่แรง	เหล็ก	หนา 10 Ø 150	1	
10	แม่แรง	เหล็ก	2 ตัน	1	
11	โซ่	เหล็ก	Ø 8 X 975	4	
12	ขอใหญ่	เหล็ก	5 X 30 X 160	4	
13	ขอเล็ก	เหล็ก	5 X 12 X 100	4	
14	ห่วง	เหล็ก	Ø 6 Ø 25	8	
15	น็อต	เหล็ก	M 8 X 25	20	
16	น็อต	เหล็ก	M 8 X 55	2	
17	น็อตหางปลา	เหล็ก	M 8 X 55	2	

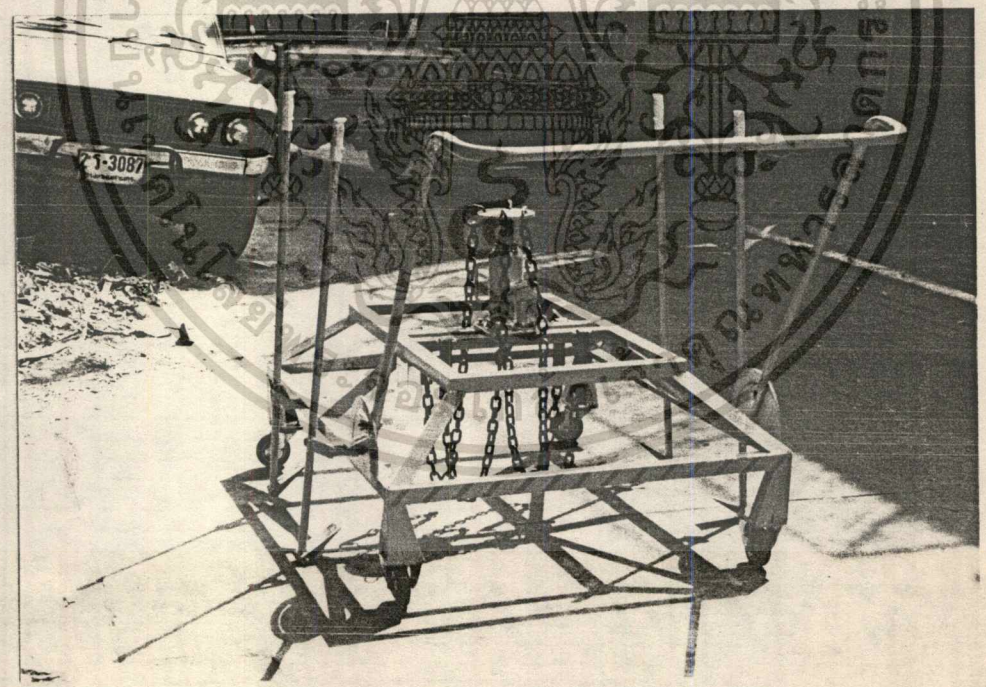
รายการประกอบแบบ

เครื่องเปิด-ปิดฝาท่อระบายน้ำในเขตกรุงเทพฯ
THESIS IN INDUSTRIAL DESIGN
KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG BANGKOK

DESIGNER	Mr. TIKAMPORN CHINSIRIKUL	
ADDVISOR	Mr. UDOMSAK SARIBUT	
ENGINEER	Mr.	

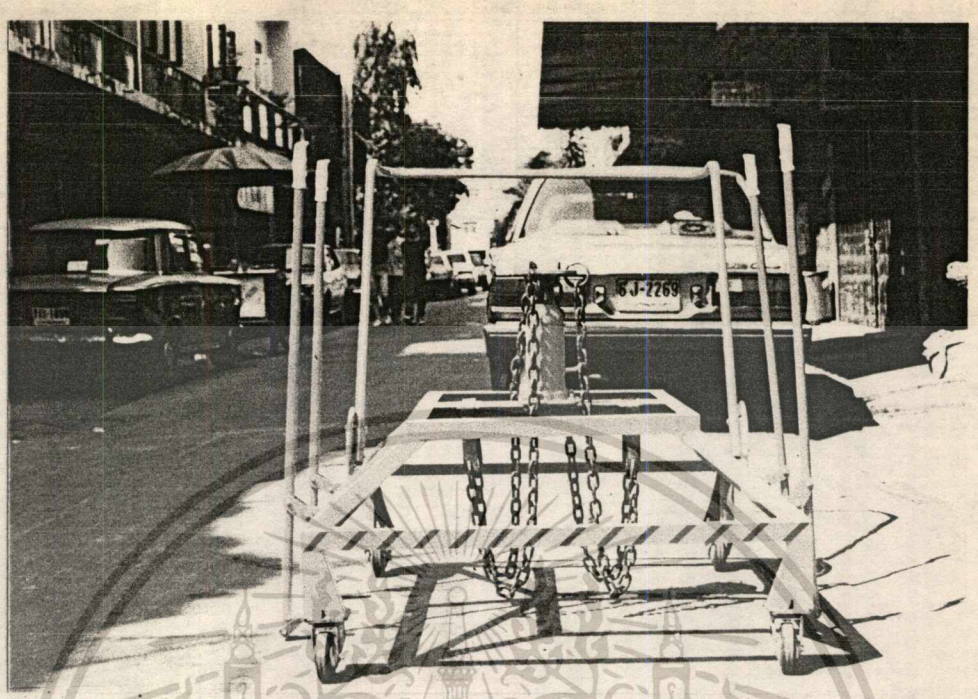


รูปที่ ๗๙ ภาพเครื่องเปิด-ปิดฝาท่อในเขต กทม.

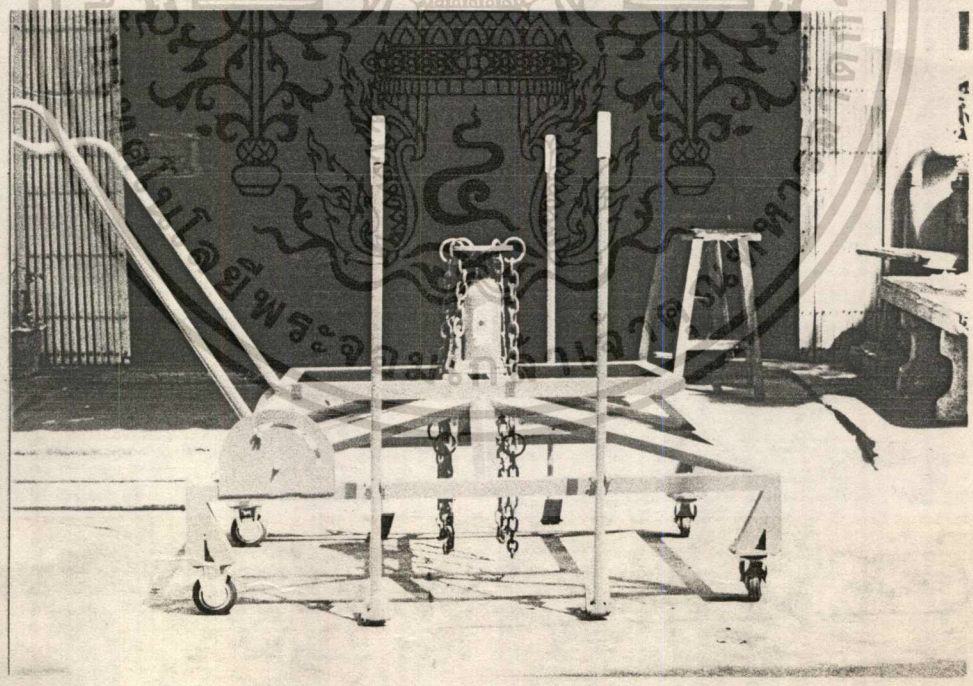


รูปที่ ๘๐ ภาพเครื่องเปิด-ปิดฝาท่อในเขต กทม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

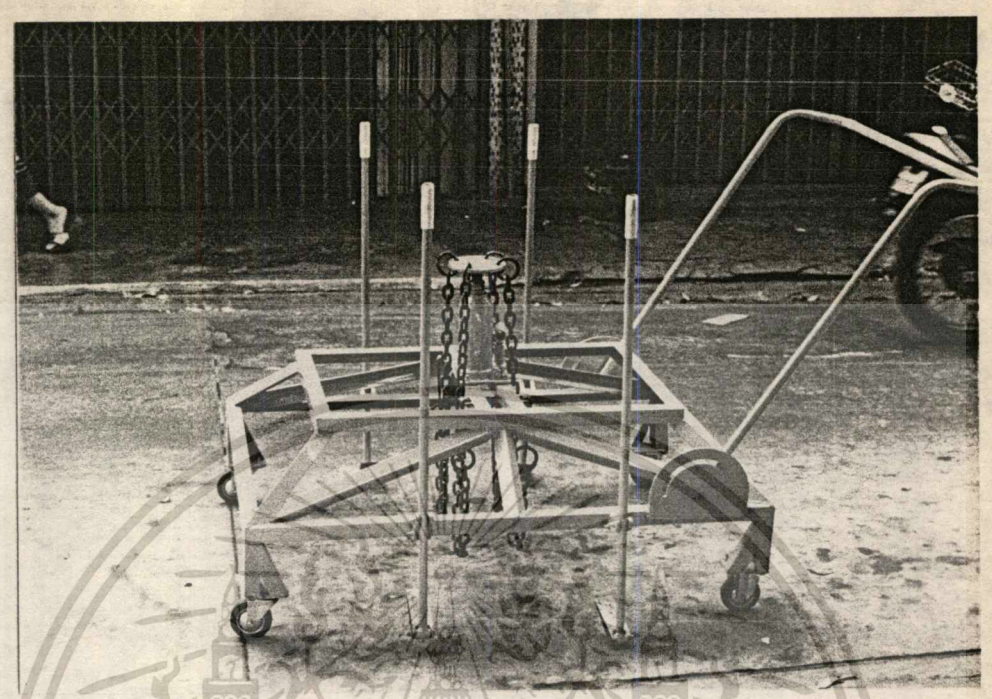


รูปที่ ๘๑ ภาพด้านหน้าเครื่องเปิด-ปิดฝาท่อในเขต กทม.



รูปที่ ๘๒ ภาพด้านข้างเครื่องเปิด-ปิดฝาท่อในเขต กทม.

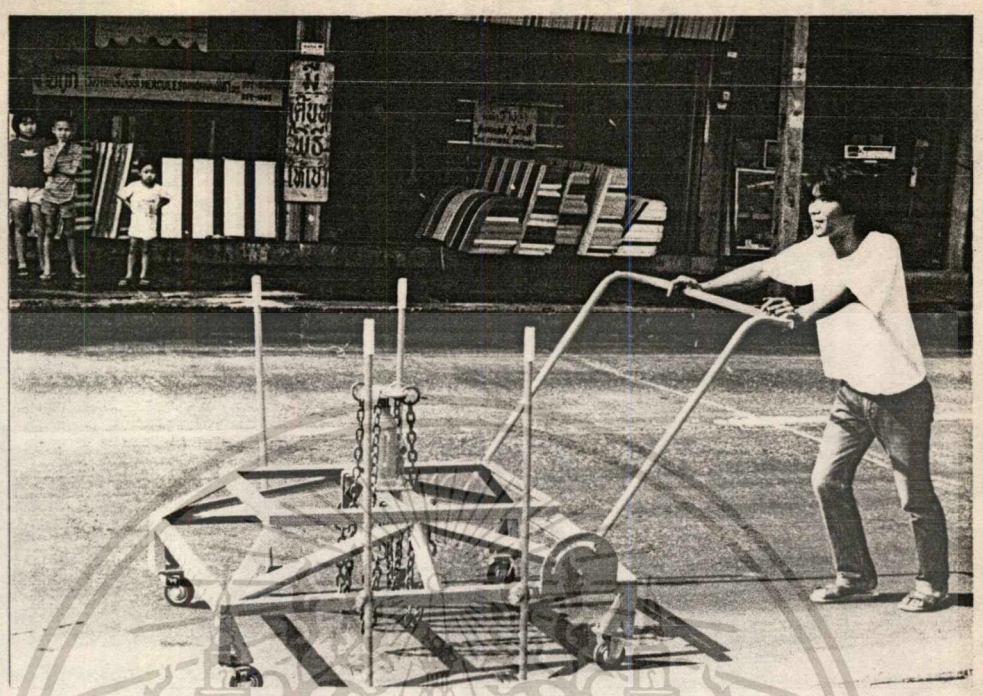
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๘๓ ภาพด้านข้างเครื่องเปิด-ปิดฝาท่อในเขต กทม.

รูปที่ ๘๔ ภาพด้านหลังเครื่องเปิด-ปิดฝาท่อในเขต กทม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๘๕ แสดงการเข็นเครื่องเปิด-ปิดฝาท่อ

รูปที่ ๘๖ แสดงการเข็นเครื่องขึ้นบนทางเท้า

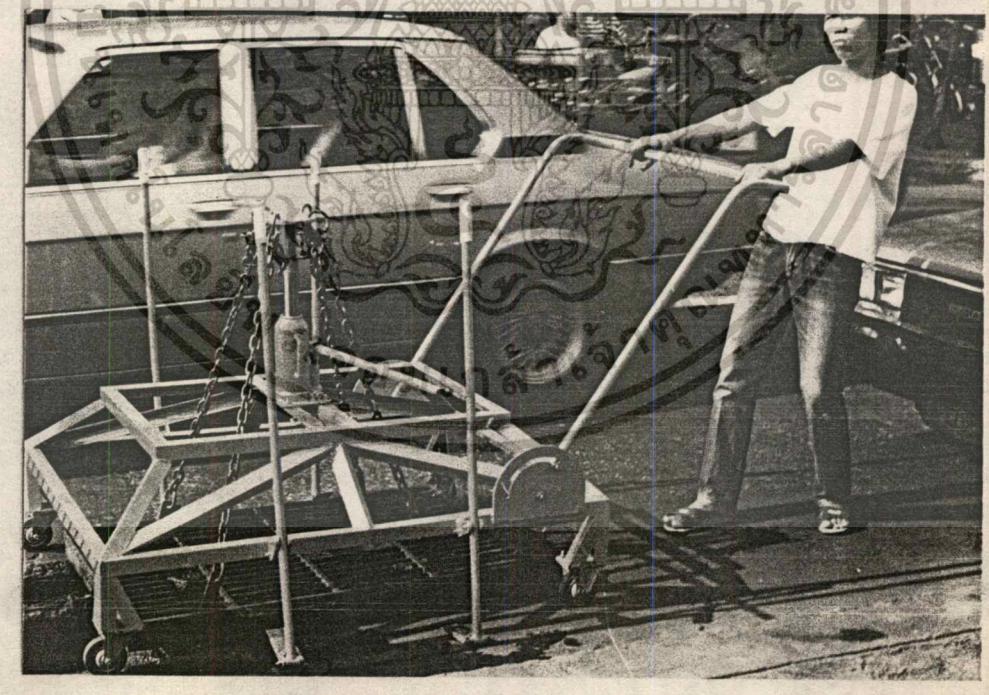
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ๘๗ เมื่อต้องการเปิดฝาท่ออันไหน เข็นรถมาคร่อมฝาท่อ

รูปที่ ๘๘ นำขอเกี่ยวลงเกี่ยวกับตะแกรงฝาท่อทั้ง ๔ ขอ

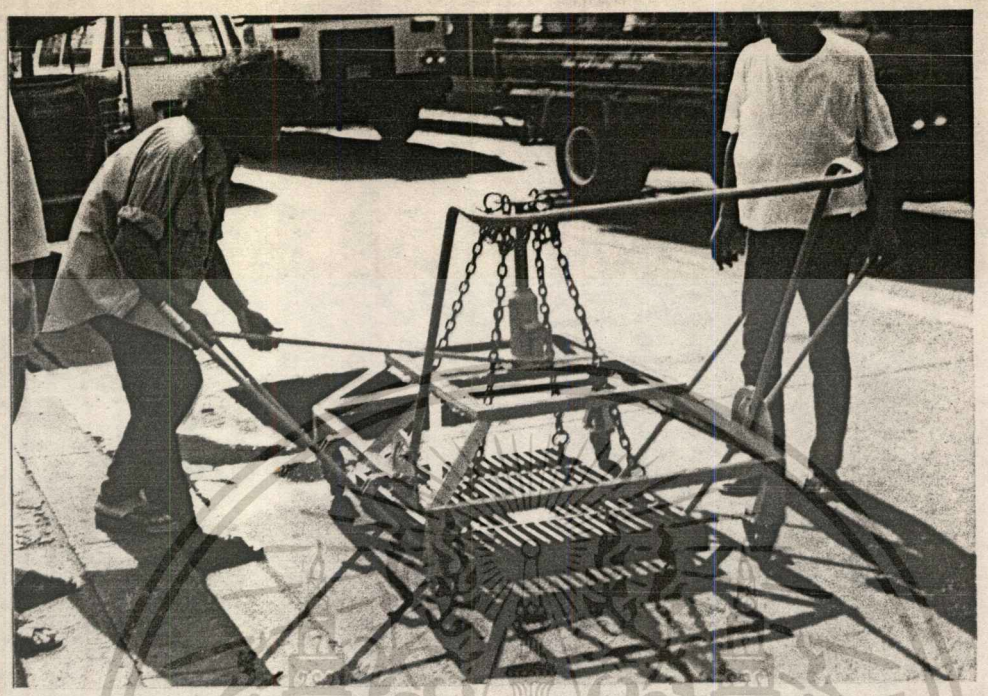
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ๘๙ เมื่อยกแม่แรงขึ้นมา ฝาท่อจะยกขึ้นพ้นผิวจราจร

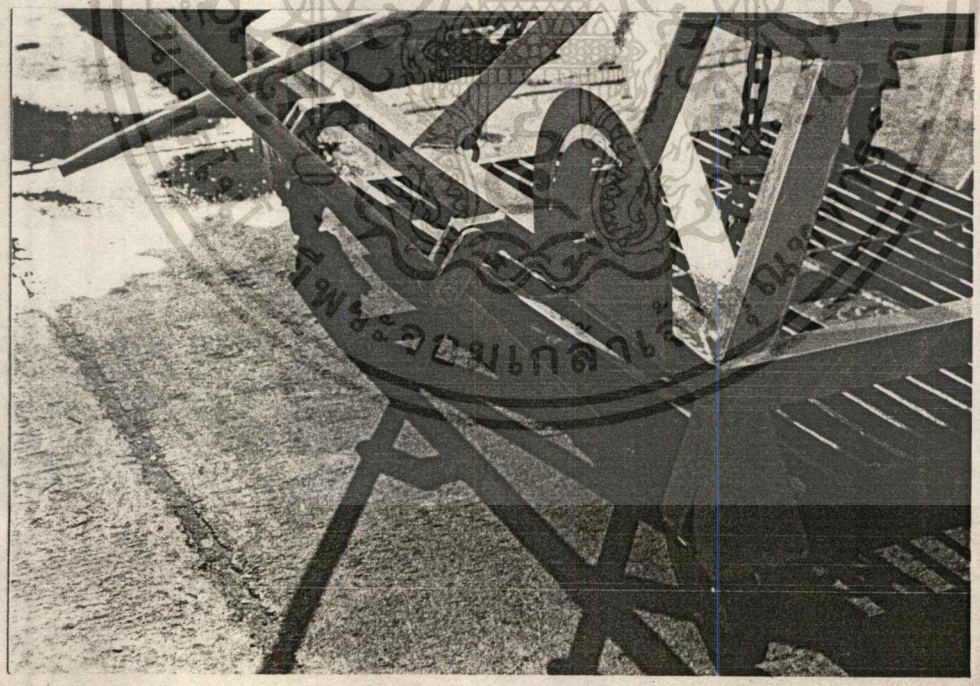


รูปที่ ๙๐ เมื่อพ้นผิวจราจรแล้ว เข็นรถถอยหลัง นำฝาท่อออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



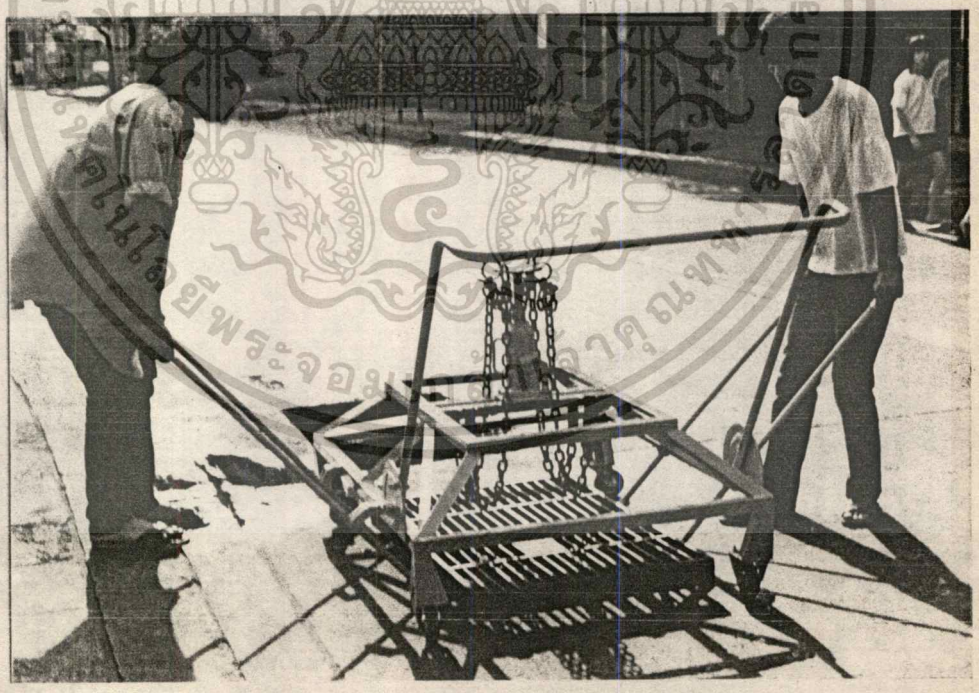
รูปที่ ๔๑ นำตัวงัดเข้าไปเสียบใต้ฝาท่อ



รูปที่ ๔๒ รูปตัวงัดอยู่ใต้ฝาท่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

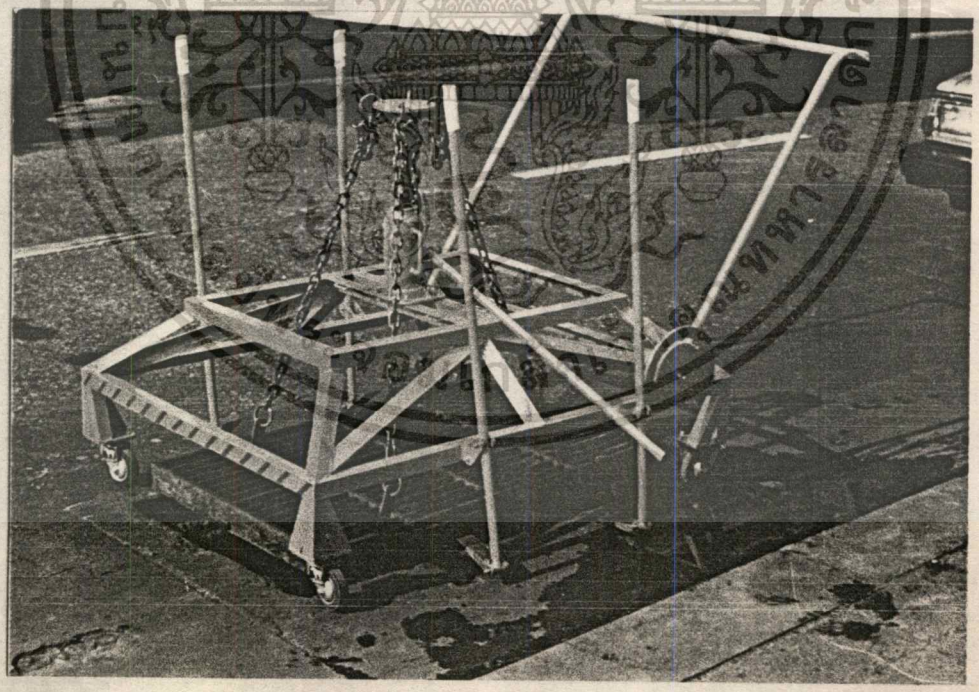
รูปที่ ๙๓ จากนั้น นำขอเกี่ยวออกมา แล้วดึงตัวงัดออกฝาท่อจะอยู่ระดับผิวจราจร (เสร็จขบวนการเปิดฝาท่อ)



รูปที่ ๙๔ เมื่อต้องการปิด นำรถเข็นมาคร่อมฝาท่อ แล้วนำตัวงัดเสียบใต้ฝาท่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ๔๕ จากนั้นนำขอเกี่ยว เกี่ยวกับรูตะแกรงฝาท่อ



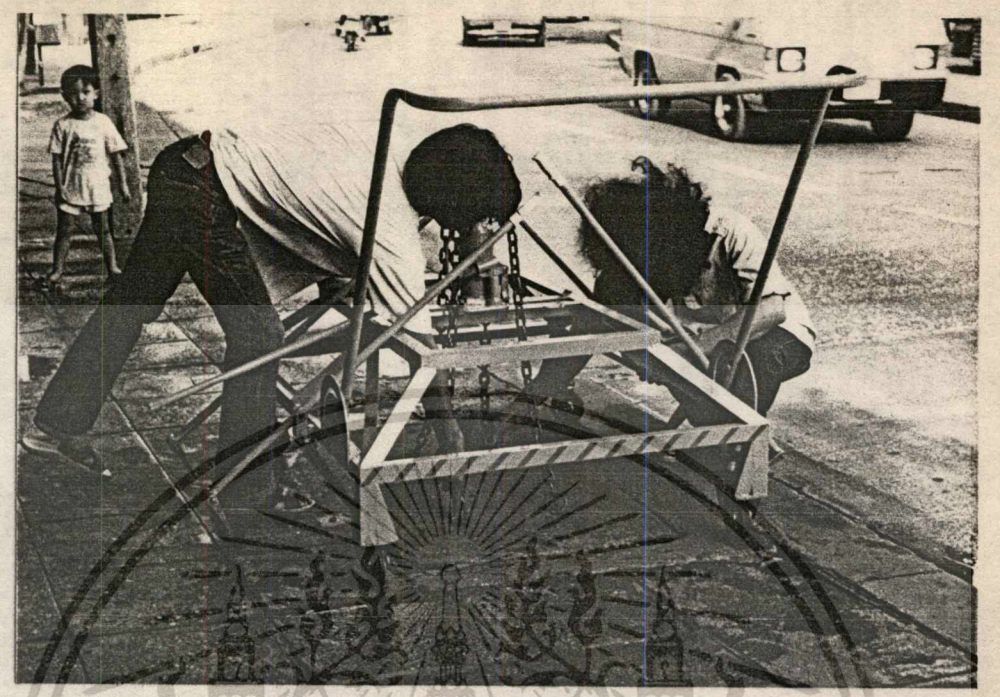
รูปที่ ๔๖ จากนั้นยกแม่แรงขึ้น เมื่อฝาท่อพ้นผิวจราจรแล้ว นำรถเข็นคร่อมขอบบ่อพัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

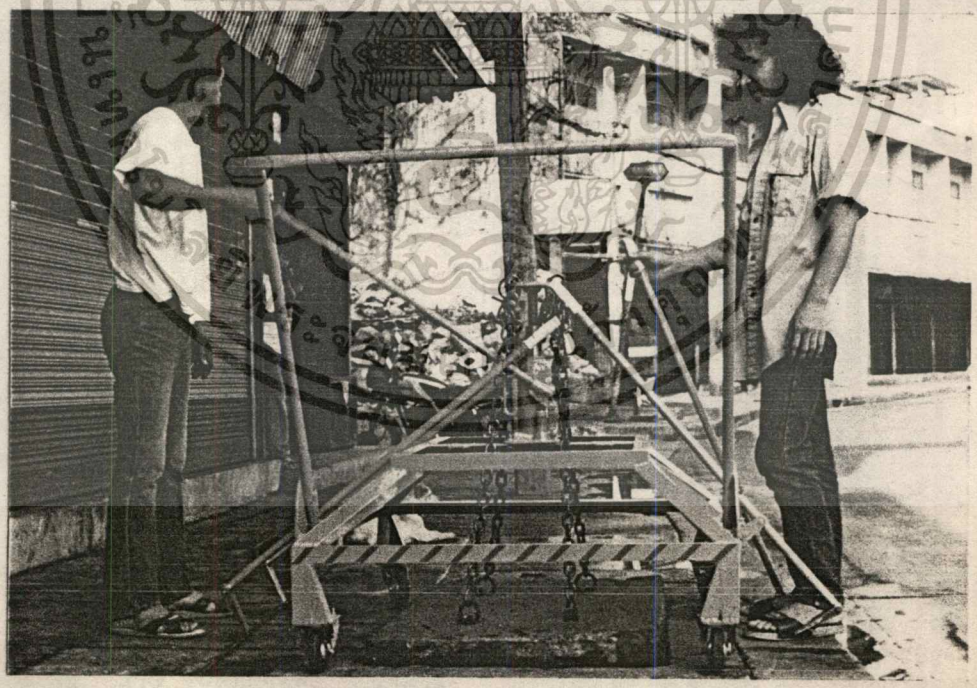
รูปที่ ๔๗ เมื่อคร่อมตรงแล้ว ปล่อยแม่แรงลง ฝาท่อจะลงตรงขอบบ่อพัก

รูปที่ ๔๘เมื่อลงสนิทแล้ว จึงนำขอเกี่ยวเก็บเข้าที่เดิม (เสร็จขบวนการปิดฝาท่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



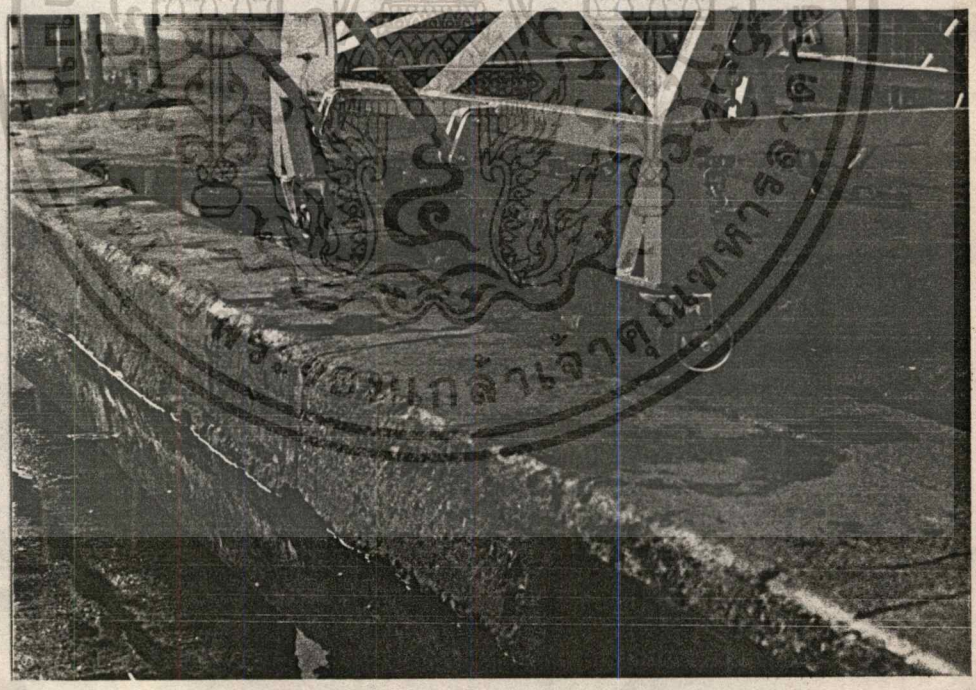
รูปที่ ๙๙ ฝาท่อแบบ ค.ส.ล. มีลักษณะการทำงานเหมือนกับฝาตะแกรงเหล็ก เช็นคร่อมฝาท่อ นำตะขอเกี่ยว



รูปที่ ๑๐๐ จากนั้น ยกแม่แรงขึ้น ทำให้ฝาท่อยกขึ้นจนสูงกว่าผิวทางเท้า

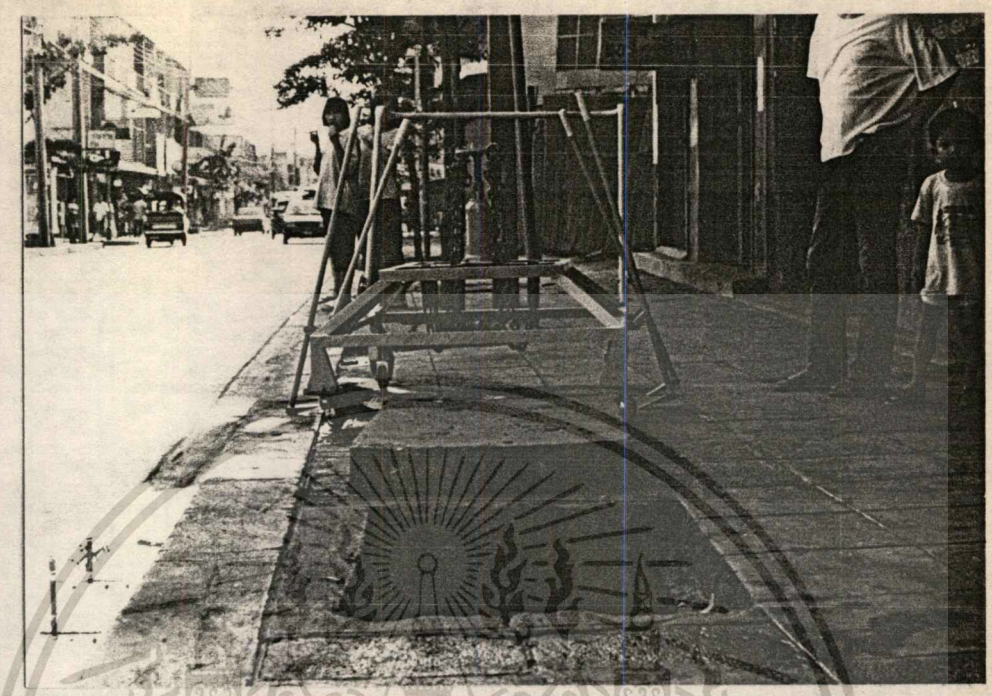
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ๑๐๑ นำเชือกถอยหลัง แล้วนำตัวงัดเสียบเข้าไป

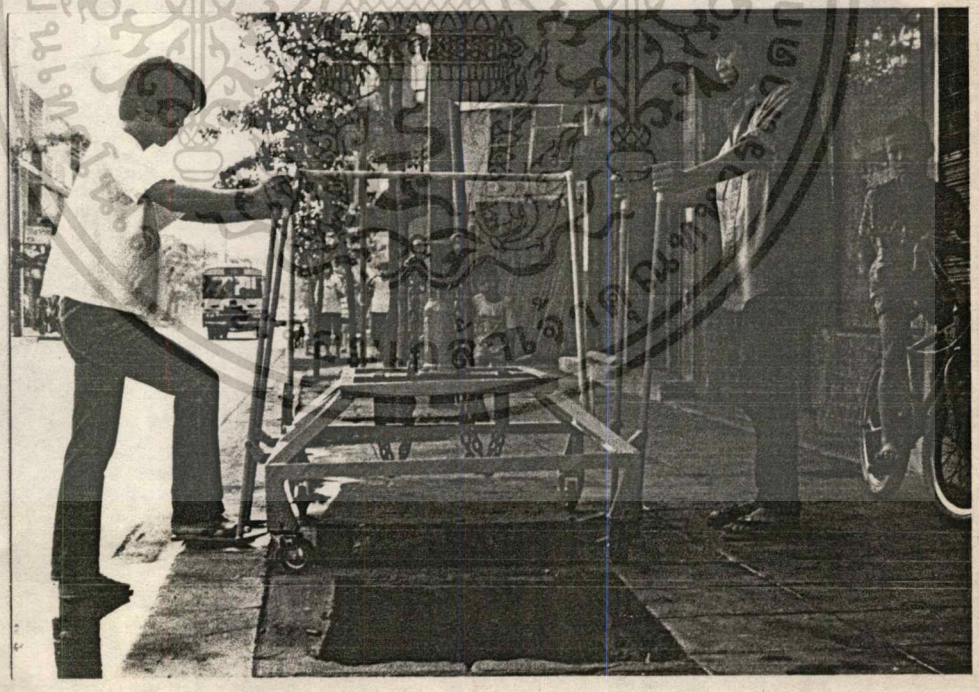


รูปที่ ๑๐๒ ปล่อยแม่แรงลง นำขอเก็บที่เดิมแล้วดึงตัวงัดออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

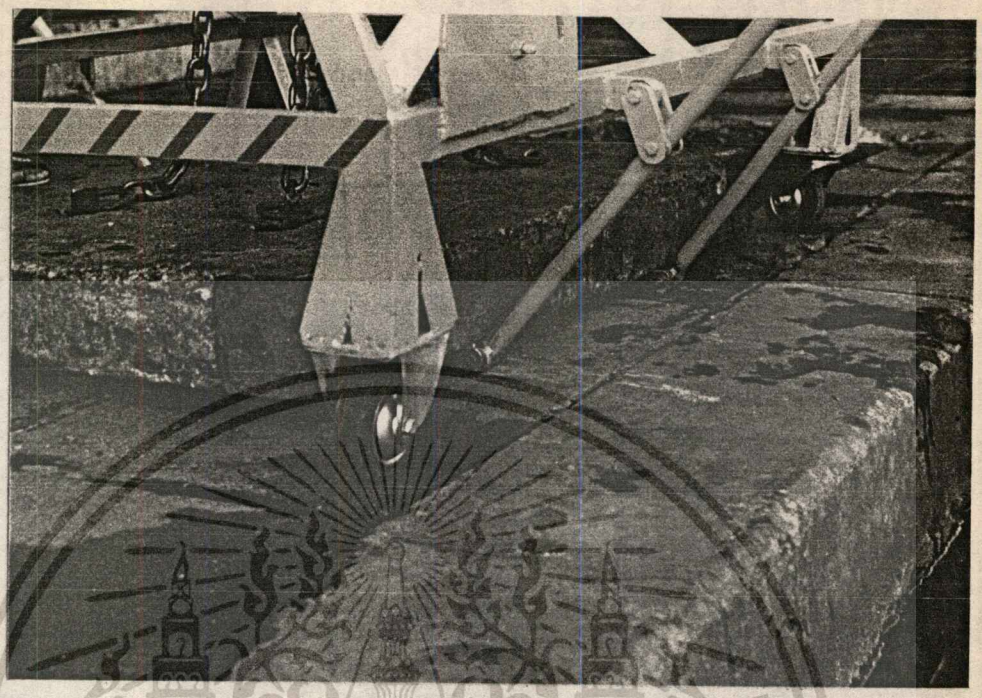


รูปที่ ๑๐๓ เมื่อเสร็จแล้วเข็นถอยหลังไปประมาณให้พ้นขอบบ่อพัก (เสร็จขบวนการเปิด)



รูปที่ ๑๐๔ เมื่อต้องการยกปิด ให้เสียบตัวงัดเข้าไปใต้ฝาท่อ

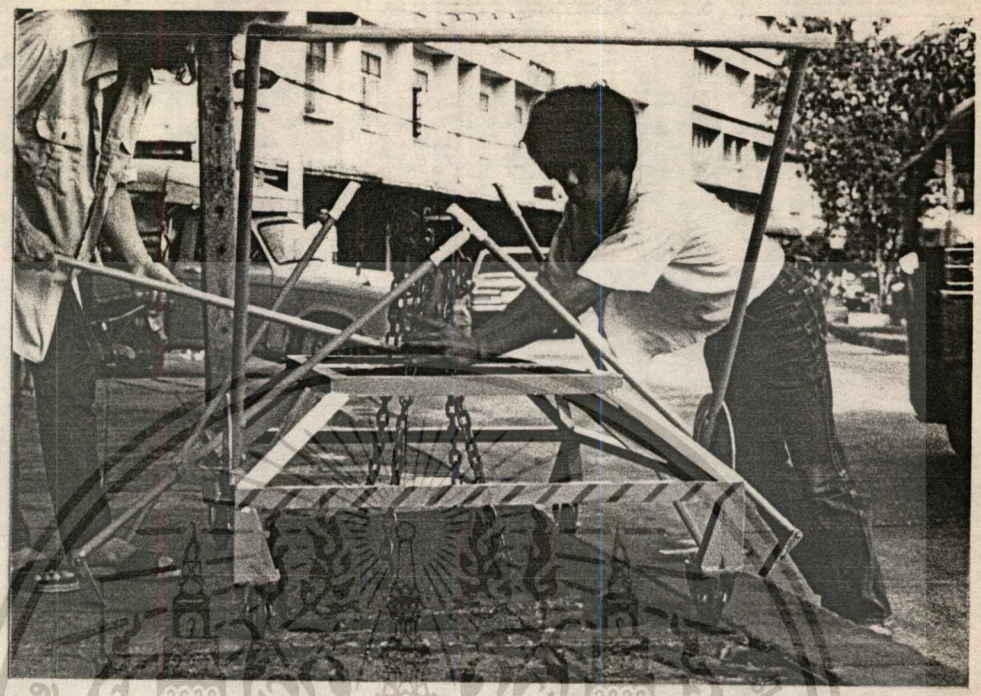
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๑๐๕ เมื่อเสียบเข้าไปแล้ว นำขอเกี่ยวเกี่ยวรูฝาท่อ

รูปที่ ๑๐๖ แล้วยกแม่แรงขึ้น นำเชือกร่อมขอบบ่อพัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๑๐๗ จากนั้น ปล่อยแม่แรงลง แล้วนำฝาท่อลงชอบบ่อพัก (เสร็จขบวนการปิด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุป

5.1 สรุป

จากวัตถุประสงค์ที่ผู้วิจัยตั้งไว้ ก็ได้บรรลุวัตถุประสงค์ตามเป้าหมาย คือ เป็นการออกแบบ เครื่อง เปิด-ปิดฝาท่อระบายน้ำใน เขต กทม. และเป็นการประหยัดเวลาในการเปิด-ปิดฝาท่อ เพื่อให้ เจ้าหน้าที่ทำงานได้สะดวก และฝาท่อระบายน้ำไม่ เกิดการ เสียหายจากการ เปิด-ปิดฝาท่อ

และสำหรับวิธีดำ เนินการวิจัยนั้น ผู้วิจัยก็ทำตามขั้นตอนที่วางไว้ตั้งแต่ต้น กล่าวคือ ผู้วิจัยได้รวบรวมและศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการ เปิด-ปิดฝาท่อใน กทม. และข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำมาวิ เคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ แล้วจึงมาสรุปเป็นแนวทางการออกแบบ เครื่องเปิด-ปิดฝาท่อใน เขต กทม.

และผลการวิ เคราะห์ที่ได้ออกมานั้น เครื่อง เปิด-ปิดฝาท่อใน เขต กทม. นี้ จะต้องสามารถ เปิดฝาท่อได้ทุกชนิด ทุกขนาด ภายใน กทม. และเครื่องนี้ต้องสามารถผ่อนแรงคนให้ได้มากที่สุด และสามารถ เคลื่อนย้ายได้สะดวก จากการวิ เคราะห์ข้อมูลทั้งหมดแล้วได้ทำการออกแบบ เครื่อง เปิด-ปิดฝาท่อระบายน้ำใน เขต กทม. จะมีลักษณะดังต่อไปนี้

1) เครื่อง เปิด-ปิดฝาท่อนี้จะต้องใช้คน 2 คน ทำงาน

2) เครื่อง เปิด-ปิดฝาท่อใช้ได้กับฝาท่อทุกขนาด ทุกชนิด ที่เป็นฝาท่อใน เขตรับผิดชอบของกรุง เทพมหานคร

3) เครื่อง เปิด-ปิดฝาท่อสามารถ เคลื่อนย้ายโดยการ เข็น

4) มือจับ เข็นของ เครื่อง เปิด-ปิดฝาท่อ สามารถพับ เก็บได้เพื่อความสะดวก

5) เครื่อง เปิด-ปิดฝาท่อมีราคาประมาณ 2,000-2,500 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

สำหรับข้อเสนอแนะจากผู้วิจัยนี้ เป็นการเสนอแนะสำหรับการออกแบบตัวเครื่อง และเป็นข้อเสนอแนะสำหรับ กทม. ด้วย ดังต่อไปนี้

1) เครื่องเปิด-ปิดฝาท่อนี้ ถ้าหากนำไปใช้ในงานของ กทม. แล้ว ควรจะตัดตัวงัดออก โดยให้ กทม. หาขอนไม้มาวางรองแทน

2) กทม. ควรออกแบบฝาท่อให้มีที่สำหรับขอเกี่ยว เพื่อที่จะสะดวกต่อการงัด

3) หาก กทม. นำไปใช้ควรเลือกชนิดแม่แรงที่มีคุณภาพสูง

สำหรับข้อบกพร่องอื่น ๆ นั้น ผู้วิจัยคิดว่ายังคงมีอีก ผู้วิจัยหวังว่าหากผู้ใดได้ผ่านมาก่อน มาดูงานที่ข้าพเจ้าวิจัย ได้โปรดเสนอแนะและแสดงความคิดเห็น เพื่อที่จะช่วยแก้ปัญหาให้ดีที่สุดต่อไปในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

จงกล รัตนสุข. โลหะวิทยาเบื้องต้นและวัสดุวิศวกรรม. กรุงเทพฯ โรงพิมพ์ สจพ., 2521.

วันชัย ชัยชมชื่น. งานขึ้นรูปแปรรูปโลหะ. กรุงเทพฯ โรงพิมพ์ สจพ., 2520.

ชัยสิทธิ์ สุขมาก. งานเชื่อมแก๊สและไฟฟ้า. กรุงเทพฯ โรงพิมพ์ สจพ., 2523.

นรมิตร ลิ่วธนมงคล. รวมข้อมูลก่อสร้าง. กรุงเทพฯ สำนักพิมพ์ไอเดียน, 2519.

กรุงเทพมหานคร สำนักการโยธา กองออกแบบ. รายการมาตรฐาน. กรุงเทพฯ ฟันนี่พับบลิชชิ่ง, 2521.

สุพัฒน์ งามวงศ์ไพบูลย์. จุดน้ำดื่มสาธารณะในเขตน้ำประปาปลอดภัย. วิทยานิพนธ์ สถ.บ. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ลาดกระบัง, 2529, 169 หน้า, ถ่ายเอกสาร.

ธีรพัฒน์ ศิริตันติกร. รถเข็นขายสิ่งพิมพ์บริเวณชานชลาในสถานีรถไฟ. วิทยานิพนธ์ สถ.บ. สถาบันเทคโนโลยีกระจอมเกล้า ลาดกระบัง, 2529, 160 หน้า, ถ่ายเอกสาร.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

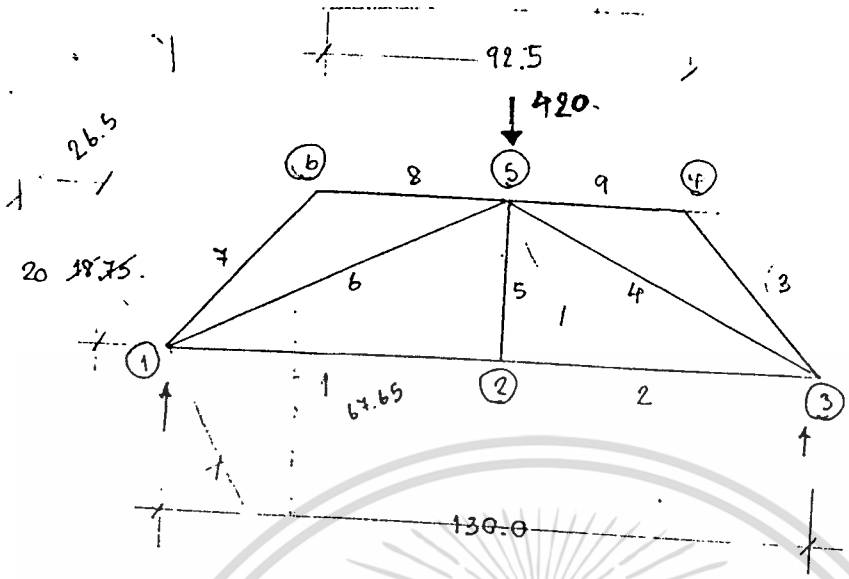
ประวัติการศึกษา

- นายทิฆัมพร ชื้นศิริกุล
- เกิดเมื่อ 14 ตุลาคม 2506 ที่กรุงเทพ
- จบมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย
- จบ ปวช., ปวส. ที่แผนกช่างเครื่องจักรกลงานไม้ สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้า พระนครเหนือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



APPENDIX A

DATA PREPARATION FORM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Master Filename : TIKUMPORN (max.8 char)
Project Title : DRAINAGE LID-LIFTED CAR (max.40 char)
Engineer : PONGCHIRD
Current Date : 24/2/87 Current time : _____

****
1. NODE DATA

Number of nodes = _____

****

1.1 COORDINATE				1.2 BOUNDARY				
NODE NO.	1-COOR (X)	2-COOR (Y)	NODAL GEN.	NODE NO.	1-BOUN (Ux)	2-BOUN (Vy)	3-BOUN (θz)	NODAL GEN.
1	0	0	0	1	L	L	F	0
2	0	65	0	3	L	L	F	
3	0	130	0					
4	111.25	18.75	0					
5	65	18.75	0					
6	18.75	18.75	0					

Note

L = Lock
F = Free
/ = To copy previous data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

****

2. ELEMENT DATA

Number of elements = 9
Number of material sets = 1

****

2.1 ELEMENT CONNECTIVITY

ELEM NO.	1-NODE	2-NODE	NODAL GEN.	ELEM NO.	1-NODE	2-NODE	NODAL GEN.
1	1	2	0				
2	2	3	0				
3	3	4	0				
4	3	5	0				
5	2	5	0				
6	1	5	0				
7	1	6	0				
8	5	6	0				
9	4	5	0				

2.2 HINGE

HINGE CODE	ELEMENT LIST

Note

S = Start hinge
E = End hinge
B = Both hinge

2.3 MATERIAL PROPERTY

Set No.	Truss E	Truss A	Beam I	Beam with rigid zone G	1-LRZ	2-LRZ	Element list
1	2.1E6	2.35	3.45				A

NOTE

Ec = 2.1E5 KSC or 2.1E9 KSM or 2.1E4 N/mm^2 or 2.1E7 KN/m^2
Es = 2.1E6 KSC or 2.1E10 KSM or 2.1E5 N/mm^2 or 2.1E8 KN/m^2
$G = \frac{E}{2(1+\mu)}$ where μ = Plosson's ratio (0.10-0.20 for concrete)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

****

3. LOAD DATA

Load case no. 1 (max.5 cases)

Title : LOAD

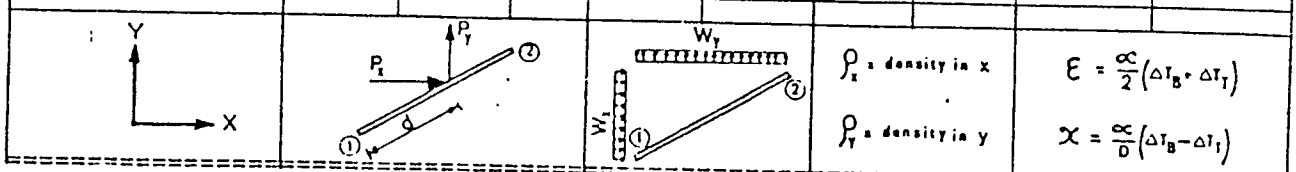
****

3.1 NODAL FORCES/DISPLACEMENTS

NODE NO.	1-F/D (Fx)	2-F/D (Fy)	3-F/D (Mz)	NODAL GEN.	NODE NO.	1-F/D (Fx)	2-F/D (Fy)	3-F/D (Mz)	NODAL GEN.
5	0	-210	-						

3.2 ELEMENT LOAD

Element list	Concentrated load Px	Py	d	Uniform load Wx	Wy	Volume load ρ_x	ρ_y	Temperature load ε	χ



%%%%%%%%% END OF INPUT MODE %%%%%%%%%

LOAD FACTOR (To be input in the SOLUTION MODE)

Load case 1 / 2 3 4 5

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ไม่วางในโดยๆทั้งสิ้นอีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

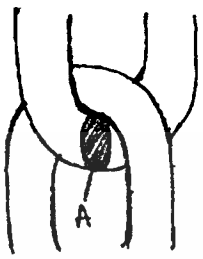
```
==========================================================================
    MICROFEAP-II          DATE: 02-24-1987          <COMB> P.1
PROJECT  : drainage lid-lifted car                FILENAME: tikumpon
AUTHORITY: ACS Consulting Engineers Co. Ltd.      ENGINEER: pongchird
==========================================================================

      ****************************
      *                          *
      *  COMBINATION             *
      *                          *
      ****************************

STRESS COMBINATION <2D-FRAME SYSTEM>
LOAD FACTOR : 1
ELEM  MA HINGE   LENGTH  NODE     AXIAL F.        SHEAR        MOMENT
--------------------------------------------------------------------------
```

* ให้คุณสมบัติของโซ่เท่ากับขอ

SHECK SHEAR F.S=1.2



$\therefore P = 94.05$ kg. $\sigma = 50$ kg/cm^2

$\therefore \sigma = \frac{P}{A}$

$\therefore A = \frac{94.05}{\pi 50} \times 1.2 = 2.25$ cm^2

$\therefore P = 0.84$ cm. USED diameter 0.85 cm. O.K.

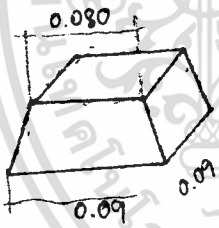
การคำนวณน้ำหนักของฝาท่อ

คิดเป็นแผ่นเหล็กกลม ϕ 0.87 m. หนา (0.005+0.04+0.035) = 0.080 m.

$\therefore$ ปริมาตรทั้งหมด $= \frac{\pi}{4}(0.84)^2 = 0.08$

ปริมาณที่หักออกตารางเมตร

1 unit ปริมาตร $= (0.08^2 + 0.09^2) \times \frac{1}{2} \times 0.06 = 0.000435$



มีจำนวน 25 unit

ปริมาณที่หักออกตัวหนังสือ 3x4 = 12 unit

ตัวอักษรส่วนที่ลายออก $= 0.035 \times 0.05 \times \pi (0.84) = 4.783 \times 10^{-3}$ m^3

$\therefore$ รวมปริมาตรฝาท่อทั้งหมด $= \frac{\pi}{4}(0.84)^2 \times 0.08 - 34(0.000435) - 0.0015225 \times \pi$

$= 0.26679354$ m^3

ค่าความถ่วงจำเพาะ 7.3

$\therefore$ น้ำหนักของฝาท่อ $= 7300 \times 0.26679354$

$= 195$ kg.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้