



การพิจารณาคัดเลือกแบบบรอก

เพื่อใช้ในห้องทดลองใหม่ของภาควิชาวิศวกรรมโยธา

SELECTION OF PULLEY SYSTEM FOR USE IN  
CIVIL ENGINEERING LABORATORY



โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมการก่อสร้าง  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

โครงการพิเศษ

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

หัวข้อโครงการพิเศษ การพิจารณาคัดเลือกระบบรอกเพื่อใช้ในห้องทดลองใหม่ของภาค  
วิชาวิศวกรรมโยธา

(SELECTION OF PULLEY SYSTEM FOR USE IN NEW  
CIVIL ENGINEERING LABORATORY)

ชื่อนักศึกษา นายชุตศักดิ์ นมเกษม รหัสประจำตัว 34105279

นางสาวอัญชลี ขวัญข้าว รหัสประจำตัว 34109503

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมการก่อสร้าง

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา

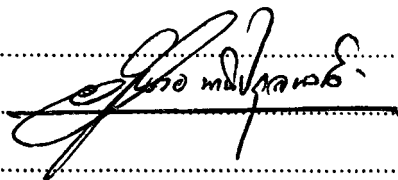
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ศักดิ์ชัย สกานพงษ์

อาจารย์ศิริวัฒน์ ไชยชนะ

คณะกรรมการสอบโครงการ พิเศษ	ลายมือชื่อ
1.....	.....
2.....	.....
3.....	.....
4.....	.....
5.....	.....

ความเห็นของกรรมการสอบ

.....  
.....  
.....  
.....



หัวข้อโครงการพิเศษ การพิจารณาคัดเลือกระบบรอก เพื่อใช้ในห้องทดลองใหม่ของ  
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

นักศึกษา ยุทธศักดิ์ นมเกษม  
อัญชูลี ขวัญข้าว

อาจารย์ที่ปรึกษา อ.ศักดิ์ชัย สกานูพงษ์ , อ.ศิริวัฒน์ ไชยชนะ

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมการก่อสร้าง

พ.ศ.

2537

บทคัดย่อ

โครงการพิเศษฉบับนี้นำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการขนส่งวัสดุ  
อาทิเช่น ประเภทของระบบรอก ขั้นตอนการเลือกระบบรอก ข้อพิจารณาในการใช้  
อุปกรณ์รอก เป็นต้น นอกจากนี้ยังนำเสนอหลักการของ Influence line และ Steel  
Design เพื่อใช้ในการออกแบบ หลังจากนั้น จะเป็นขั้นตอนการดำเนินการเปรียบเทียบ  
ระบบรอกที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดในหลาย ๆ ด้าน เช่น ราคา ยี่ห้อ แหล่งผลิต  
ความเร็ว ขนาด เป็นต้น โดยอิงความต้องการของทางภาควิชา คือ รอกเป็นรอกโซ่ไฟ  
ฟ้า ราคาประมาณ 60,000 - 80,000 บาท ขนาดรอก 1 ตัน แหล่งผลิตแถบยุโรป แล้วให้  
ได้มาซึ่งรอกที่มีคุณภาพดีที่สุด จากนั้นใช้ Influence line คำนวณหาโมเมนต์สูงสุดใน  
การวิ่งของรอกบนรางที่เป็นคานเพื่อนำไปใช้กับ Steel Design ออกแบบหน้าตัดคานให้  
เหมาะสมกับขนาดของรอกเพื่อให้เกิดความปลอดภัยโดยยึดความยาวคานตามแบบของ  
ห้องทดลองใหม่ จากนั้นก็ออกแบบระบบรอกใหม่ทั้งหมดเพื่อใช้ในการสร้างแบบ  
จำลอง แล้วก็ทำการสร้างแบบจำลองเพื่อทดสอบการใช้งานว่าได้ผลจริงหรือไม่ตามที่  
ได้ออกแบบไว้ สุดท้ายก็จะเป็นการนำเสนอวิธีการติดตั้งระบบรอก บทสรุปถึงผลที่ออก  
มาตลอดจนประโยชน์ที่ได้จากการทำโครงการพิเศษนี้

**Project Title** Selection of Pulley System for use in Civil Engineering Laboratory  
**Name** Yuttasak Nomkasem  
Anchulee Kwankow  
**Project Advisor** Sakchai Sakanupong  
Siriwat Chaichana  
**Course** Bachelor of Engineering in Construction Engineering  
**Year** 1994

### Abstract

This special project is proposed to present data about equipment that is used in material transference such as types of pulley system, step of selection pulley system and consideration for using hoist equipment. Present the principle of Influence line and Steel design use for design, step of comparing pulley system in many specifications such as price, brand, source, velocity, size, etc. By refer to requirement of major that hoist is electric chain hoist, cost about 60,000 - 80,000 bath, hoist capacity 1 tons, source in Europe and the best quality. Then using Influence line for calculate to determine the maximum moment in the running of hoist on the beam use with Steel design to design the section of beam to suitable with hoist capacity for security by fix the length of beam of New Civil Engineering Laboratory. Then design all pulley system again for use to building model. And built the model for test the using that result from design is true or not. Finally present method of installation for pulley system.

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษฉบับนี้จะสำเร็จลงไม่ได้ ถ้าไม่ได้รับความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ศักดิ์ชัย สกานพงษ์ อาจารย์ศิริวัฒน์ ไชยชนะ ซึ่งท่านได้ให้ความช่วยเหลือในการชี้แนะ แก้ไขปัญหาต่าง ๆ แก่ข้าพเจ้ามาโดยตลอด

ขอขอบคุณ บุคลากรของบริษัทผู้จำหน่ายระบบรอก ดังนี้  
อันเชยติก เอ็นจิเนียริง แอนด์ เทคคิง, ลี แมชชีนเนอร์รี่, ยูไนเต็ค แมททีเรียล ซัพพลาย, คีโด้ (ไทย), หจก. สหบริบูรณ์(1987), เสงสยามการช่าง, เอ็ม.เอช.อี โลจิสติกส์(ประเทศไทย), กันยงวัฒนา, สยามอินดัสเทรียล คอร์ปอเรชั่น, อินโนเวทีฟ, เอเวอร์ครีน มาร์เก็ตติ้ง, ทองไทย(1956), เลียก เติ้ง กลการ, กรุงเทพมหานคร  
ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการจัดหาข้อมูลระบบรอกให้ และให้คำปรึกษาชี้แจงระบบรอกในทุกขั้นตอน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญมาก  
ขอขอบคุณ คุณสุวีร์ มีมากทรัพย์ ที่ได้บรรยายถึงระบบรอกให้ฟังโดยละเอียดในการสัมมนาที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
ท้ายที่สุดข้าพเจ้าหวังว่า โครงการพิเศษฉบับนี้คงจะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจ

## สารบัญ

บทคัดย่อ	I
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญภาพและตาราง	VI
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	<b>1</b>
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการ โครงงานพิเศษ	1
1.4 ขอบเขตของ โครงงานพิเศษ	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
<b>บทที่ 2 ทฤษฎี</b>	<b>4</b>
หน่วยที่ 1 อุปกรณ์ขนส่งประเภทรอก	4
หน่วยที่ 2 เครื่องยกแบบไม่มีแขน	14
หน่วยที่ 3 INFLUENCE LINE	30
หน่วยที่ 4 STEEL DESIGN	38
หน่วยที่ 5 IMPACT LOAD	52
หน่วยที่ 6 แรงเฉือนและโมเมนต์	52
หน่วยที่ 7 ความต้านทานต่อโมเมนต์บิด	54
หน่วยที่ 8 แรงยึดเหนี่ยว	60
<b>บทที่ 3 ส่วนของโครงงาน</b>	<b>63</b>
หน่วยที่ 1 องค์ประกอบต่างๆของระบบรอก	63
หน่วยที่ 2 ข้อมูลจากบริษัทผู้จำหน่ายระบบรอก	66
หน่วยที่ 3 การเปรียบเทียบระบบรอก	
และสรุปผลการเปรียบเทียบ	89
หน่วยที่ 4 การออกแบบรางรอก และการเลือกใช้	
เหล็กรูปพรรณที่จะใช้ในห้องทดลองใหม่ของภาควิชา	97

หน่วยที่ 5 การออกแบบหูช้าง	119
หน่วยที่ 6 การออกแบบรางรอกการเลือกใช้เหล็กรูปพรรณและการ ดำเนินการสร้างแบบจำลอง	125
<b>บทที่ 4 วิธีการติดตั้งระบบรอก</b>	<b>144</b>
<b>บทที่ 5 บทสรุปและวิจารณ์</b>	<b>146</b>
ภาคผนวก	147
บรรณานุกรม	158



## สารบัญรูปภาพและตาราง

แผนภูมิความสัมพันธ์ของขั้นตอนการทำ Project	2
รูปที่ 2.1 ประเภทของรอกเคี้ยว	4
รูปที่ 2.2 ประเภทของรอกพวง	5
รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบและลักษณะการขดเกลียวของลวดสลิง	7
รูปที่ 2.4 โครงสร้างของรอกไฟฟ้า	8
รูปที่ 2.5 ลิฟท์โดยสาร	9
รูปที่ 2.6 รอกโซ่ไฟฟ้า	10
รูปที่ 2.7 วิธีการใช้รอกแม่แรง	11
รูปที่ 2.8 ระดับมาตรฐานที่ใช้วัครอก	18
รูปที่ 2.9 ลักษณะการควบคุมระบบรอกใน step 5	15
ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่าง span (m) กับขนาดของรอก	16
รูปที่ 2.10 ลักษณะของรางรอกที่เป็นคานเคี้ยวและคานคู่	17
รูปที่ 2.11 โอเวอร์เฮด เครน (Overhead Crane)	18
รูปที่ 2.12 ชุดคานที่มีล้อ 2 ล้อ คานบนรางทั้ง 2 ข้าง	19

รูปที่ 2.13 ชุดเคาน์นิ่งเคาน์บนปีกคานรูปคัตตัว I ในลักษณะแขวน	19
รูปที่ 2.14 รอกยกของหนัก	20
รูปที่ 2.15 รอกแบบ double	21
รูปที่ 2.16 รอกแบบ low head	21
รูปที่ 2.17 ทวิน ฮอยสต์ (Twin Hoist)	22
รูปที่ 2.18 แกนทรี เครน (Gantry Crane)	23
รูปที่ 2.19 ชุดเคาน์นิ่งสำหรับ Bridge type Crane	24
รูปที่ 2.20 เครื่องยกแบบไม่มีแขนที่ใช้อุปกรณ์ยกประเภทพื้นเพื่อง	25
รูปที่ 2.21 อุปกรณ์ระบบควบคุมความปลอดภัย	26
รูปที่ 2.22 อุปกรณ์ที่ยกเป็นประเภท ไฮดรอลิก	27
รูปที่ 2.23	32
รูปที่ 2.24	33
รูปที่ 2.25	33
ตัวอย่างที่ 1	35
ตารางที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์ $C_{dm}$ และ $C_d$	42

รูปที่ 2.26 ชนิดและลักษณะของการเชื่อม	45
รูปที่ 2.27	46
รูปที่ 2.28	47
รูปที่ 2.29	48
รูปที่ 2.30	49
รูปที่ 2.31	50
รูปที่ 2.32 การต่อปลายคานช่วงเดือว	50
รูปที่ 2.33	51
รูปที่ 2.34	52
รูปที่ 2.35	53
รูปที่ 2.36 แสดงการกำหนดควมเคอร์และเครื่องหมายของโมเมนต์บิด	54
รูปที่ 2.37 การรับโมเมนต์โดยพิจารณาการขาดในระนาบหน้าตัด	55
รูปที่ 2.38 การเกิดแรงดึงตึงเนื่องจากแรงเฉือนจาก โมเมนต์บิด	56
รูปที่ 2.39 ข้อกำหนดระยะปีกคานในการคำนวณหน่วยแรงเฉือน	57
รูปที่ 2.40 การพิจารณาแรงฮีดเหนี่ยวของคอนกรีตกับเหล็กเสริม	60

รูปที่ 2.41 ระยะฝั่งเหล็กเสริมจากคานยื่นเข้าเสาหรือคานใหญ่	61
ลักษณะองค์ประกอบของระบบรอก	65
ข้อมูลรอกบริษัท ฮันเช็ชดิก เอ็นจิเนียริง แอนด์ เทคคิง จำกัด	67
ข้อมูลรอกบริษัท คิโด (ประเทศไทย) จำกัด	69
ข้อมูลรอกห้างหุ้นส่วนจำกัด เลี้ยก เส็ง กลการ	72
ข้อมูลรอกบริษัท ทองไทย (1956) จำกัด	76
ข้อมูลรอกบริษัท เสงสยามการช่าง จำกัด	78
ข้อมูลรอกบริษัท ที แมชชีนเนอร์รี่ จำกัด	81
ข้อมูลรอกบริษัท สยาม อินคัสเทรียล คอร์เปอร์เรชั่น จำกัด	84
ข้อมูลรอกบริษัท อินโนเวทีฟ จำกัด	86
ตาราง ก. แสดงข้อมูลด้านเทคนิคของรอกโซ่ขนาด 1 ตัน	92
ตาราง ข. แสดงอัตราส่วนระหว่าง Motor Output กับ ความเร็วรอก	93
ตาราง ค. แสดงการเปรียบเทียบลักษณะทั่ว ๆ ไปของรอกโซ่ขนาด 1 ตัน	94
ตาราง ง. แสดงการเปรียบเทียบทางด้านเทคนิคของรอกโซ่ขนาด 1 ตัน	95
รูปที่ 4.1 แบบแปลนห้องทดลองใหม่ภาควิชาวิศวกรรมโยธา	143

# บทที่ 1

## บทนำ

ระบบรอกเป็นสิ่งที่จะช่วยอำนวยความสะดวกในการขนย้ายสิ่งของที่มีน้ำหนักมากจนไม่สามารถที่ใช้แรงงานคนเคลื่อนย้ายได้ง่าย ทุกสถานที่ที่มีสิ่งของที่มีน้ำหนักมาก จะมีระบบรอกใช้กันทั้งนั้น เช่น โรงงานอุตสาหกรรม โกดังเก็บสินค้า เป็นต้น

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากภาควิชาวิศวกรรมโยธาของเรามีโครงการที่จะสร้างห้องทดลองขึ้นมาใหม่ แล้วจะนำระบบรอกมาใช้ในห้องทดลอง เพื่อเคลื่อนย้ายวัสดุที่มีน้ำหนักมาก เช่น แผ่นพื้นสำเร็จรูป เป็นต้น ประกอบกับเหตุการณ์ปัจจุบันนี้ ยังมีใ้มีผู้ใ้คิดค้นว่าเปรียบเทียบระบบรอกที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดให้เห็นออกมาอย่างชัดเจน ข้าพเจ้าจึงคิดว่าการทำโครงการนี้จะมีประโยชน์มากในการตัดสินใจเลือกซื้อระบบรอกมาใช้สักระบบ เพราะนอกจากข้าพเจ้าจะเปรียบเทียบแล้ว ข้าพเจ้าจะทำการออกแบบรอก ที่เป็นคนสำหรับให้รอกวิ่งด้วย และจะใช้มาตราส่วนในการกำหนดรูปแบบของการออกแบบที่แน่นอน

### 1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อเลือกหาระบบรอกที่ดีที่สุดในทุก ๆ ด้าน เช่น ความเร็ว การบรรทุก ราคา ยี่ห้อ วัสดุผลิต อายุการใช้งาน เป็นต้น มาใช้ในห้องทดลองใหม่ของภาควิชาวิศวกรรมโยธา

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบดูระบบรอก ที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดว่าระบบใดมีคุณภาพหรือประสิทธิภาพดีที่สุด

1.2.3 เพื่อคำนวณออกแบบรางที่ให้รอกวิ่ง ตามหลักการของ Influence line กับ Steel Design ทั้งที่จะใช้ในห้องทดลองใหม่จริง และใช้ในการทำแบบจำลอง

1.2.4 ทำการสร้างแบบจำลองเพื่อทดสอบผลของการออกแบบ

### 1.3 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการโครงการพิเศษ

1.3.1 ขั้นตอนที่ 1 การเปรียบเทียบระบบรอก

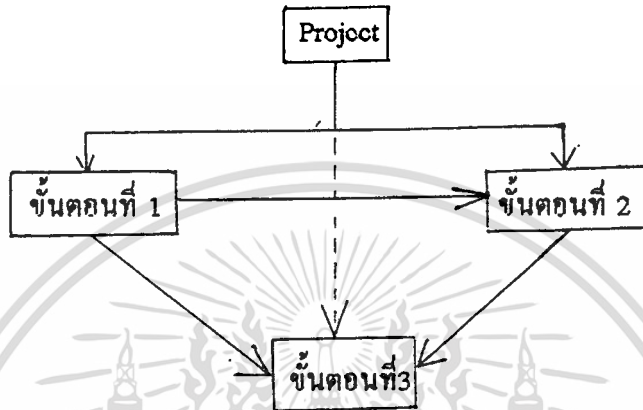
หาข้อมูลจากบริษัทผู้จำหน่ายระบบรอก ที่มีอยู่ตามท้องตลาด โดยการติดต่อขอข้อมูลของชมผลิตภัณฑ์ ขอมมาได้ปริมาณที่เพียงพอก็ทำการเปรียบเทียบและเลือกระบบรอกที่ดีที่สุด

1.3.2 ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบรางรอกใช้เนื้อหาของ Influence line ในการหาโมเมนต์สูงสุด และใช้ Steel Design ในการหาขนาดหน้าตัดของรางรอกที่จะใช้ได้อย่างปลอดภัย ซึ่งใช้ในการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.3.3 ขั้นตอนที่ 3 การทำแบบจำลองการทำงานของระบบรอก

ใช้มาตราส่วนในการควบคุมขนาด ตามที่ได้ออกแบบไว้ให้สัมพันธ์กับแบบแปลนของห้องทดลอง แล้วทำการสร้างแบบจำลองตามมาตราส่วนที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งขั้นตอนนี้จะเป็นผลมาจากขั้นตอนที่ 1 และ 2



แผนภูมิที่ 1 ความสัมพันธ์ของขั้นตอนการทำ Project

## 1.4 ขอบเขตของโครงการพิเศษ

1.4.1 การเปรียบเทียบ สรุปผลการเปรียบเทียบออกมาเป็นระบบรอกที่ดีที่สุดในขนาด 1 ตัน

1.4.2 การออกแบบรางรอก

- Influence line หา Moment max

- นำ Moment Max มาใช้กับ Steel Design ออกแบบขนาดหน้าตัดของรางรอก ให้เหมาะกับขนาดรอก เพื่อใช้ในห้องทดลองภาควิชาที่จะสร้างใหม่

- กำหนดขนาดหน้าตัดของรางรอกที่จะใช้กับแบบจำลอง เพื่อเป็นการทดสอบ

1.4.3 สร้างแบบจำลอง ดำเนินการสร้างแบบจำลอง เพื่อเป็นการทดสอบว่าที่ออกแบบมาใช้ได้หรือไม่

1.4.4 ทั้งข้อ 1.4.1, 1.4.2 และ 1.4.3 ต้องอิงข้อมูลต่อไปนี้

- พิจารณาระบบรอกโซ่ไฟฟ้าเป็นพิเศษ

- รอกขนาดประมาณ 1 ตัน

- ราคารอกประมาณ 60,000 - 80,000 บาท

- แหล่งผลิตต้องยึดแถบยุโรปเป็นเกณฑ์

- ความยาวของรางรอกต้องเป็นไปตามแบบของห้องทดลองใหม่

## 1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

จะได้ทราบถึงความแตกต่างของระบบรอก ทั้งทางด้านราคา คุณภาพ อายุการใช้งาน เป็นต้น เพื่อให้ได้ระบบรอกที่ดี และเหมาะสมที่สุด แล้วออกแบบร่างให้รอกวิ่งสำหรับให้ใช้งานใน Shop ที่จะสร้างใหม่ได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากที่สุด พร้อมกับจะได้เห็นระบบการทำงานของระบบรอกทั้งหมดจากการทำแบบจำลอง



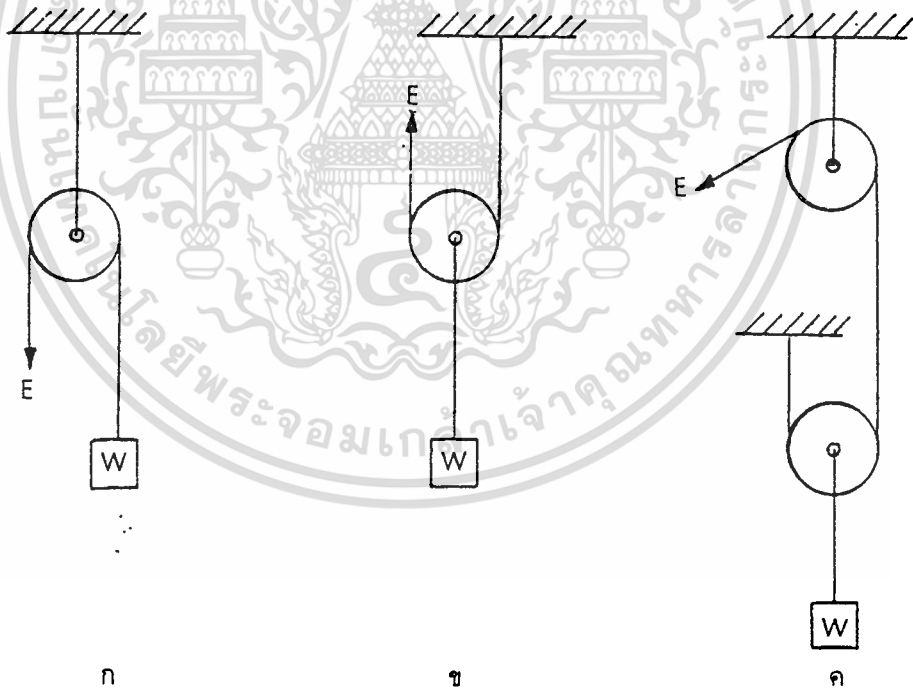
## บทที่ 2

### ทฤษฎี

#### หน่วยที่ 1 อุปกรณ์ขนส่งประเภทรอก

##### 1. รอก (Hoist)

รอกเป็นเครื่องมือที่ใช้อำนวยความสะดวกของการทำงานโดยการเปลี่ยนทิศทางของแรง หรือใช้เป็นเครื่องทุ่นแรงในการยกวัตถุขึ้นและลง ลักษณะของการทำงาน รอกมีลักษณะเป็นล้อ หมุนที่ค้ำต้องรอบตัว และมีร่องล้อ ซึ่งใช้เชือกหรือสลิงพาดผ่านร่องเพื่อยกวัตถุ จะใช้การผูกวัตถุติด กับปลายเชือกหรือสลิงปลายหนึ่งส่วนอีกปลายหนึ่งสอดผ่านร่องรอกที่ยึดตรึงไว้ แล้วออกแรงดึงที่ ปลายที่ยกวัตถุได้ หรือจะใช้วิธียึดตรึงปลายหนึ่งของเชือกหรือสลิง ส่วนอีกปลายหนึ่งสอดผ่านร่อง รอกซึ่งแขวนวัตถุไว้ ออกแรงดึงที่ปลายที่ยกวัตถุได้



รูปที่ 2.1 ประเภทของรอกเดี่ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

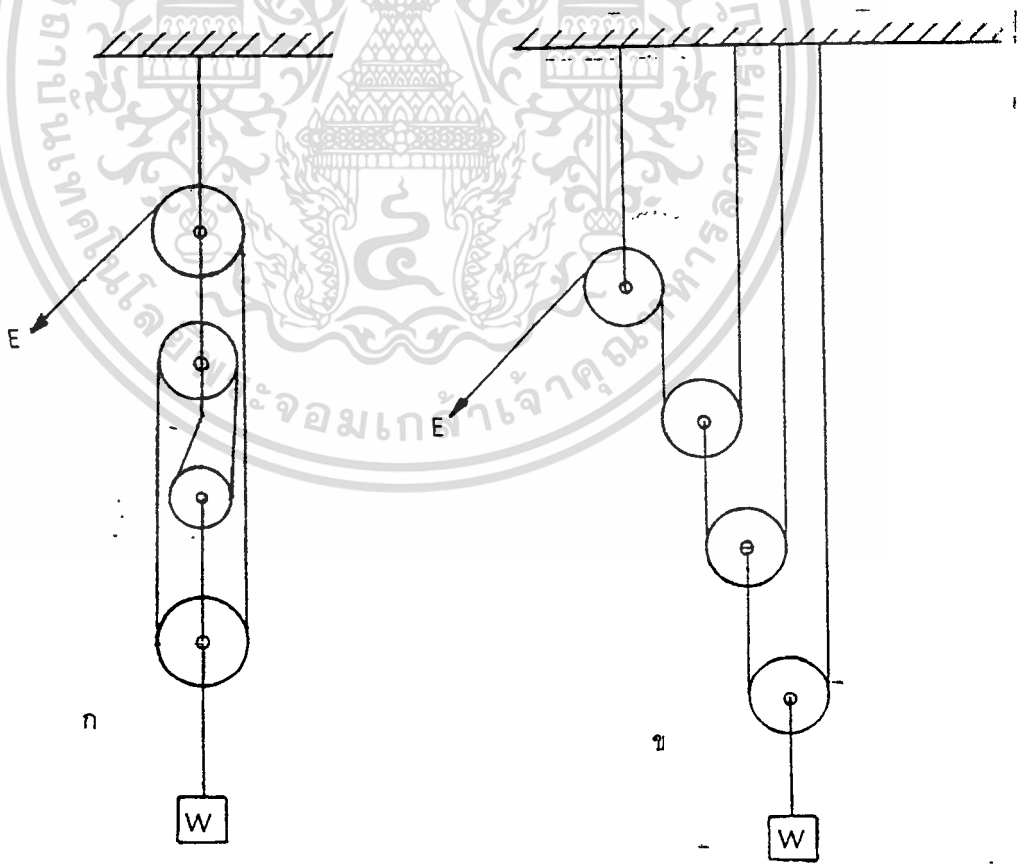
1.1 รอกเดี่ยวตายตัว เป็นรอกที่แขวนไว้กับที่ ผูกปลายเชือกข้างหนึ่งกับน้ำหนัก  $W$  ส่วนอีกปลายหนึ่งสอดผ่านร่องรอกด้านบน ออกแรงดึงที่ปลาย  $E$  ดังแสดงในรูปที่ 2.1-ก. รอกแบบนี้ไม่มีการผ่อนแรงแต่ได้ความสะดวก

1.2 รอกเดี่ยวเคลื่อนที่ เป็นรอกที่แขวนน้ำหนัก  $W$  ครึ่งปลายเชือกข้างหนึ่งไว้ สอดปลายเชือกผ่านร่องรอกด้านล่าง ออกแรงดึงที่ปลาย  $E$  ดังแสดงในรูปที่ 2.1-ข. รอกแบบนี้มีการผ่อนแรงประมาณครึ่งหนึ่งของน้ำหนัก  $W$

1.3 รอกเดี่ยวติดตายรวมกับรอกเดี่ยวเคลื่อนที่ ดังแสดงในรูปที่ 2.1-ค โดยเอา 2 ระบบแรก มารวมกัน ได้ทั้งความสะดวก และมีการผ่อนแรง

1.4 รอกพวงดังแสดงในรูป 2.2-ก. เป็นการเอารอกมารวมเป็นพวงหรือเป็นชุดแล้วสอดปลายเชือกผ่านร่องรอกทุกตัว ทั้งชุดตายตัวและชุดเคลื่อนที่ รอกแบบนี้มีการผ่อนแรงดีขึ้นอีก

1.5 รอกพวงเสริมกำลังดังแสดงในรูป 2.2-ข เป็นรอกเดี่ยวเคลื่อนที่หลาย ๆ ตัวที่ช่วยชั่งน้ำหนักลดลงไปที่ละครึ่ง จนตัวสุดท้ายเป็นรอกเดี่ยวตายตัว ซึ่งไม่ได้ช่วยผ่อนเพียงเพื่อช่วยการดึงให้สะดวกเท่านั้น รอกแบบนี้มีการผ่อนแรงที่มากยิ่งขึ้นถ้าเพิ่มจำนวนรอกเดี่ยวเคลื่อนที่



รูปที่ 2.2 ประเภทของรอกพวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอญญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. ลวดสลิง (Wire rope)

ลวดสลิงมีประโยชน์มากมายในวงการอุตสาหกรรมก่อสร้าง ขนส่ง เป็นวัสดุที่พัฒนาขึ้นมาใช้แทนเชือก อายุการใช้งานได้นานและรับแรงดึงได้สูงกว่า ลวดสลิงก็คือเชือกที่มีเส้นใยทำด้วยโลหะ เส้นลวดสลิงประกอบด้วยเกลียวลวดหรือเรียกว่า "เส้นเกลียว" หลายเส้น แล้วแต่นิวติคและขนาดของสลิง แบบที่ใช้กันทั่วไปจะประกอบด้วยเส้นเกลียว 6 หรือ 8 เส้น และมีไส้กลางทำด้วยใยสังเคราะห์ ลักษณะของการขดเกลียวมีทั้งแบบเกลียวซ้ายและเกลียวขวา นอกจากนี้ยังมีความแตกต่างกันของระยะเกลียวด้วย ลวดสลิงที่มีระยะเกลียวยิ่งสั้นจะยังสามารถดัดโค้งได้มากในเส้นเกลียวหนึ่ง ๆ ตามมาตรฐานจะประกอบด้วยเส้นลวด 4,7,12,19,37 เส้น เส้นลวดเล็ก ๆ ซึ่งประกอบเป็นเส้นเกลียวเหล่านี้ โดยทั่วไปจะเรียงตัวบิดไปในทิศทางตรงข้ามกับการบิดของเส้นเกลียวในลวดสลิง แต่มีลวดบางชนิด การเรียงตัวของเส้นลวดเล็ก ๆ บิดไปทิศทางเดียวกับการบิดของเส้นเกลียว การเรียงตัวแบบนี้เราเรียกว่าแบบแลงเลย์ (Lang Lay)

ลวดสลิงที่ออกแบบพิเศษให้สามารถโค้งงอได้มาก ในเส้นเกลียวของมันจะมีลักษณะเป็นลวดสลิงเล็ก ๆ เส้นหนึ่ง คือในเส้นเกลียวหนึ่งยังประกอบด้วยเส้นเกลียวย่อย ๆ หลายเส้น กล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ การเอาลวดสลิงเล็กมาขดเป็นสลิงใหญ่นั้นเอง ตัวอย่างของลวดสลิงแบบนี้ได้แก่ ลวดสลิงที่ใช้ในเรือเพื่อบังคับหางเสือ ลวดสลิงสำหรับเครื่องมือควบคุมในอุตสาหกรรม เป็นต้น

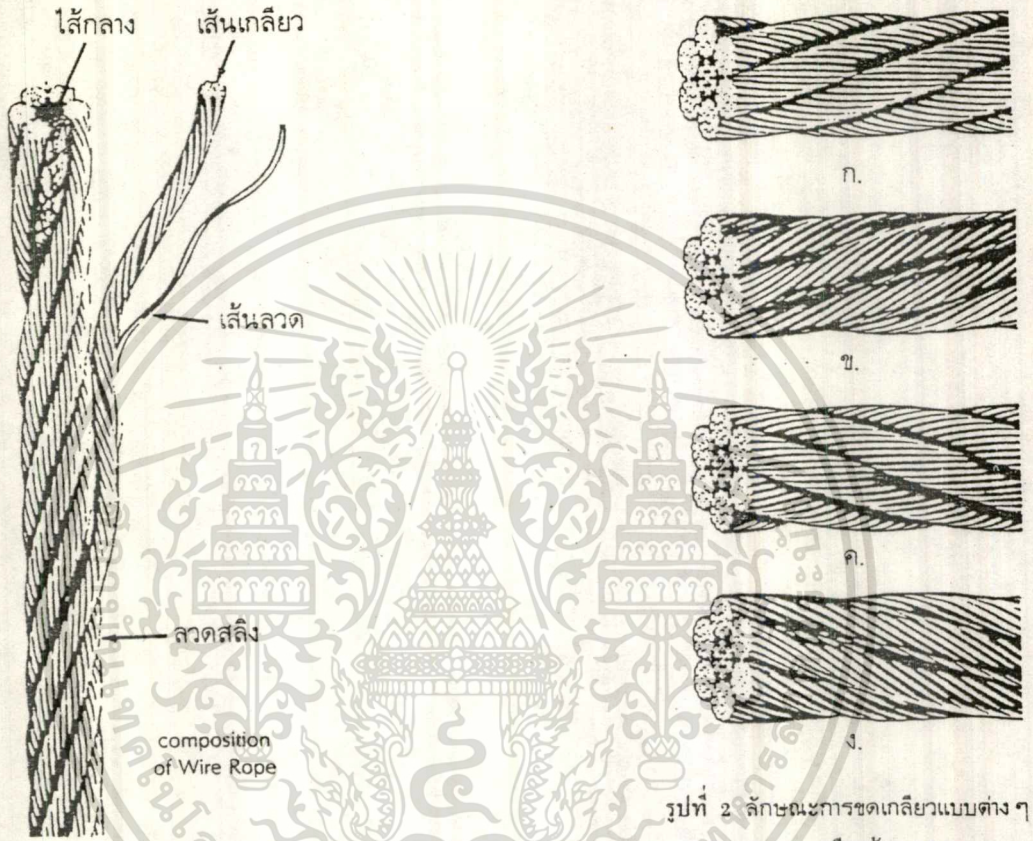
เส้นใยสังเคราะห์ที่เป็นไส้กลางของลวดสลิงนั้นช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้แก่เส้นลวดเพียงเล็กน้อยเท่านั้น แต่หน้าที่หลักของมันคือ ช่วยรักษารูปร่างของลวดสลิงและช่วยหล่อลื่น (เส้นใยสังเคราะห์ถูกฉาบด้วยสารหล่อลื่น เส้นลวดรอบ ๆ ทำให้อายุการใช้งานของเส้นลวดยาวขึ้น เพราะเกิดการขัดสีกันระหว่างเส้นลวดน้อยลง มีลวดสลิงบางชนิดไส้กลางทำด้วยเส้นลวดทำให้มีความแข็งแรงมากกว่าลวดสลิงที่มีไส้ใยสังเคราะห์ประมาณ 7 - 10 % แต่ลวดแบบนี้ใช้งานได้จำกัดกว่า คือ เหมาะสำหรับงานซึ่งลวดอยู่นิ่ง ไม่เกิดการขัดสีของเส้นลวดในสลิง ลวดสลิงซึ่งมีไส้ลวดนี้เรียกว่า แบบ IWRC (Independent Wire Rope Core)

ขนาดของล้อหรือรอกมีความสำคัญยิ่งต่อกำลังของลวดสลิง ทั้งนี้เพราะยังทำให้ลวดสลิงมีความโค้งงอมากเท่าไร ก็ยิ่งทำให้เกิดความเค้น (Stress) ภายในเส้นลวด ซึ่งจะทำให้ความสามารถรับน้ำหนักน้อยลงไป

สภาพของร่องของรอก มีส่วนสำคัญต่ออายุการใช้งานของลวดสลิงอย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารร่วมกัน ถ้าลวดสลิงใช้งานในรอกซึ่งมีร่องคับเกินไป ตัวลวดสลิงจะสึกหรืออย่างรวดเร็วจึงควรรีกรื้อใหม่ถ้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ร่องที่ผิวไม่ดีหรือคับเกินไป จะทำให้การเคลื่อนไหวของเส้นลวดภายในลวด สลึงถูกจำกัดเส้นลวดไม่สามารถจัดตัวเพื่อให้เกิดการเสียดสีแรงค้ำที่สุด กำล้างของเส้นลวด จะลดลง



รูปที่ 1 ส่วนประกอบของลวดสลึง

รูปที่ 2 ลักษณะการขดเกลียวแบบต่าง ๆ

- ก. ลวดเกลียวซ้ายแบบธรรมดา
- ข. ลวดเกลียวซ้ายแบบแลง - เลย์
- ค. ลวดเกลียวขวาแบบธรรมดา
- ง. ลวดเกลียวขวาแบบแลง - เลย์

### รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบและลักษณะการขดเกลียวของลวดสลึง

#### 3. โซ่ (Chain)

โซ่เป็นสิ่งที่ใช้แทนเชือกอีกแบบหนึ่ง แบ่งตามลักษณะการเคลื่อนที่ไปได้ 2 แบบ คือ แบบโซ่เหล็กกลม (Steel chain) เคลื่อนม้วนไปได้ตามก้าน และอีกแบบคือ โซ่เฟือง (Roller Chain) ซึ่งเคลื่อนไปได้โดยใช้เฟือง สำหรับการใช้งานกับระบบรอกที่ จะกล่าวนี้ใช้แบบแรกคือ โซ่เหล็กกลม เปรียบเทียบกับสลึงแล้ว โซ่รับน้ำหนักบรรทุก ได้ดีกว่าสลึงและการสึกหรอน้อยมาก จึงทนทานกว่า แต่การเคลื่อนตัวช้ากว่าสลึงมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่นักศึกษานำมาใช้ศึกษาและมีความยืดหยุ่นน้อยกว่าสลึง ไม่นิยามให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

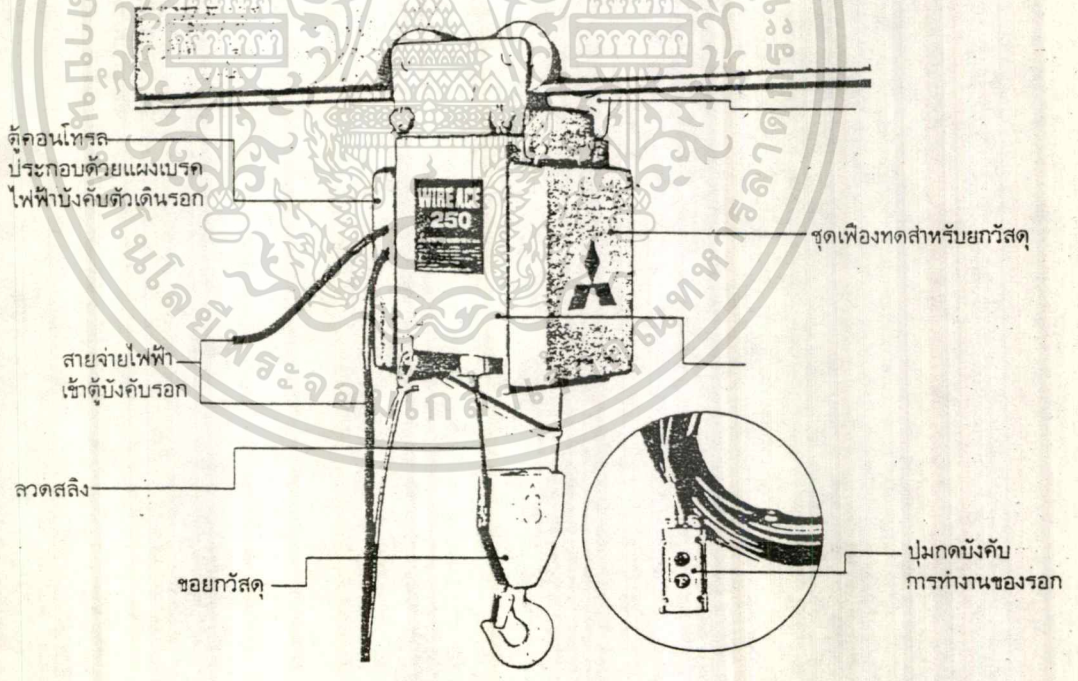
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ประเภทของอุปกรณ์ขนส่งที่ใช้รอก

อุปกรณ์ขนส่งที่ใช้รอกแบ่งแยกประเภทได้ตามลักษณะของวัสดุที่นำมาใช้หุคหรือคิงเพื่อเคลื่อนที่ สิ่งของที่ต้องการคังต่อไปนี้

1. รอกใช้เชือก อุปกรณ์ของเครื่องขนส่งประเภทนี้ก็จะประกอบไปด้วยรอก ซึ่งอาจจะทำด้วยไม้ โลหะประเภทเหล็กหรืออลูมิเนียม เป็นต้น ซึ่งรอกขนาดใหญ่มักจะให้เส้นเชือกวงได้สะดวก และมีขนาดของล้อรอกเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 10 เท่า ของเส้นเชือก เพื่อที่จะทำให้เชือกไม่แตกเสี้ยน รอกประเภทนี้ไม่สู้แข็งแรงนัก รับแรงคังได้น้อย ใช้ขนกระป๋องบรรจุปูนในการก่อสร้างอาคารใช้ในการคังน้ำ เป็นต้น

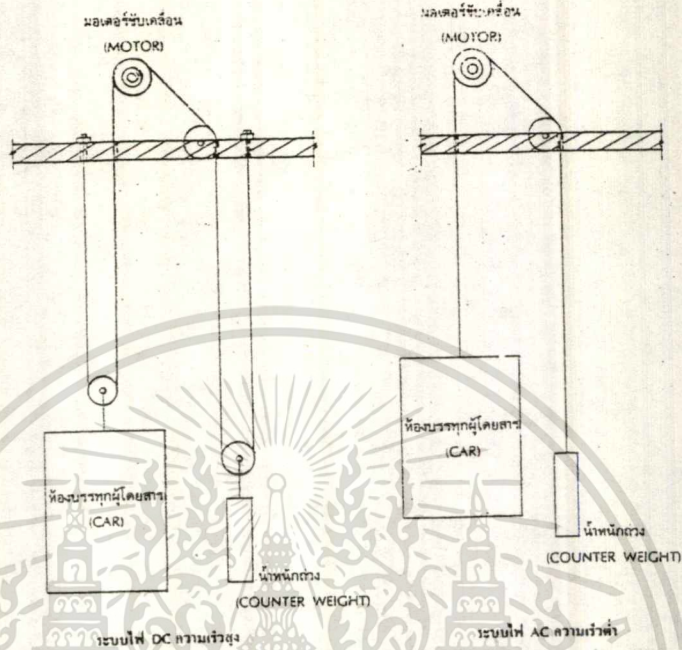
2. รอกสลิง อุปกรณ์ขนส่งประเภทนี้เป็นที่นิยมใช้แพร่หลายที่สุด เพราะสลิงมีความคงทนมาก รับแรงคังได้สูง คังรอกทำด้วยเหล็กหล่อหรือเหล็กเหนียวหล่อ ส่วนมากรอกสลิงขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ใช้สวิทช์เป็นปุ่มเปิดปิดบังคับการทำงานขึ้นลง คังแสดงในรูปที่ 2.4 มีใช้มากตามโรงงานอุตสาหกรรมรอกประเภทนี้ใช้ยกของสูงประมาณ 5 - 10 เมตร ยกของหนักได้คังตั้งแต่ 500 กก. จนถึง 30 ตัน



รูปที่ 2.4 โครงสร้างของรอกไฟฟ้า

ลิฟท์โดยสาร(Passenger lift)คังแสดงในรูปที่2.5 ที่ใช้กับอาคารสูงเป็น 100 เมตร ก็จังกอยู่ ในประเภทขนส่งด้วยรอกสลิง ที่ได้รับความนิยมสูงสุดอยู่ในปัจจุบันนี้ ใช้หลักของรอกเดี่ยวตายตัวร่วมกับรอกเดี่ยวเคลื่อนที่ ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าเลื่อนห้องบรรทุกผู้โดยสาร(car) และมีน้ำหนักถ่วง(Counter weight) เป็นตัวช่วยเสริมในการเคลื่อนที่ขึ้นหรือลงของห้องบรรทุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่รวมไว้สำหรับการใช้เป็นเอกสารอ้างอิงในการศึกษาวิจัยและการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 ลิฟท์โดยสาร (Passenger lift)

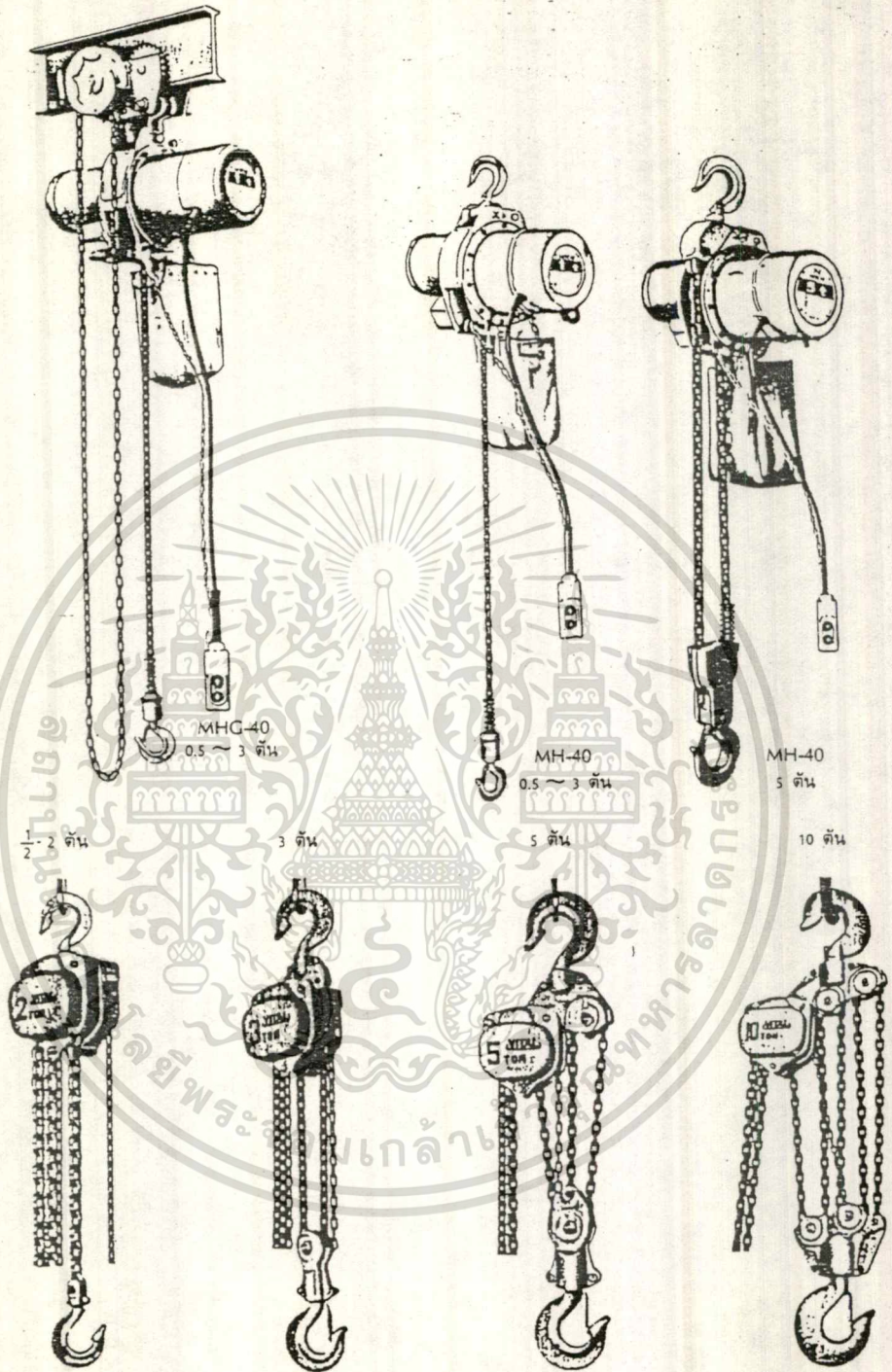
3. รอกโซ่ มีลักษณะคล้ายคลึงกับรอกสลิง ดังแสดงในรูปที่ 2.6 ใช้ในการยกของที่หนักมากและยกไม่สูงมากประมาณ 2-5 เมตร มี 2 ชนิดคือ ชนิดบังคับการเคลื่อนที่ด้วยไฟฟ้า และชนิดสาวโซ่ด้วยมือในการยกของ ความนิยมใช้งานอุตสาหกรรมอาจจะน้อยกว่ารอกสลิง เพราะเคลื่อนที่ช้ากว่า แต่นิยมใช้มากที่งานกลางแจ้ง (out door) ดังแสดงในรูปที่ 2.7 เพราะความทนทานของโซ่ต่อการเป็นสนิมเนื่องจากน้ำ คิกว่าสลิง สามารถยกของหนักได้ตั้งแต่ 500 กิโลกรัม ถึง 10 ตัน

**ข้อพิจารณาการเลือกใช้อุปกรณ์ขนส่งประเภทใช้รอก**

การเลือกใช้อุปกรณ์เพื่อการขนส่งจะต้องพิจารณาถึงสิ่งต่อไปนี้คือ

- น้ำหนัก ขนาดของวัสดุที่จะยก
- ความสูงของวัสดุที่จะยก และจุดที่จะเคลื่อนย้ายไปวาง
- จำนวนครั้งที่ยกและความถี่ของการยก
- สภาพสถานที่ที่จะทำงานกลางแจ้งหรือในร่ม
- การขนย้าย และติดตั้งรอกที่จะใช้ในการยกของ

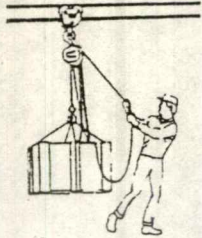
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ภายในหน่วยงานราชการเท่านั้น ไม่สามารถนำออกเผยแพร่ได้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสาร



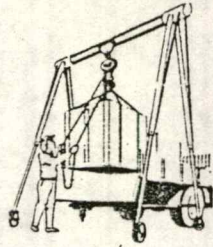
รูปที่ 2.6 รอกโซ่ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้เคลื่อนย้ายของจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง



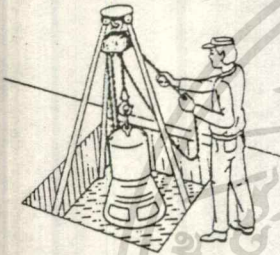
ใช้ยกและวางสิ่งวัสดุ



ใช้กับเท้าแขนยกของ



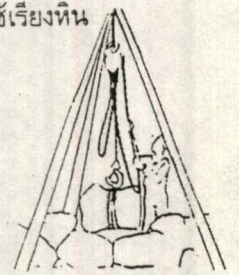
ใช้ติดตั้งเครื่องสูบน้ำ



ใช้ยกและวางของหนัก ๆ



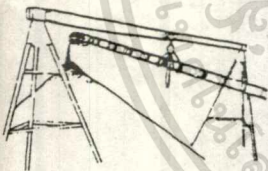
ใช้เรียงหิน



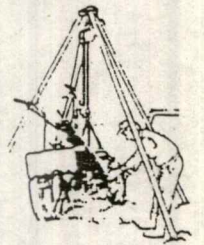
ใช้ติดตั้งระบบกระแสไฟฟ้า



ใช้ยกสายพานลำเลียง



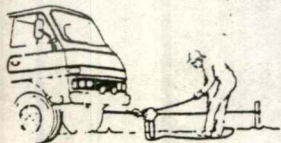
ใช้เปลี่ยนยาง



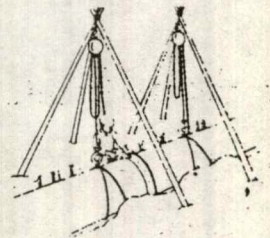
ใช้ในงานซ่อมเครื่องจักรก่อสร้าง



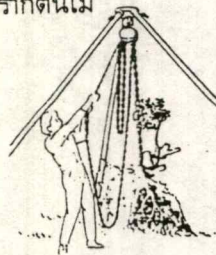
ใช้ดึงรถที่ติดหล่ม



ใช้ในงานวางท่อ



ใช้ถอนรากต้นไม้



### รูปที่ 2.7 วิธีการใช้รถแม่แรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แนวทางการเลือกอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุประเภทรอก (Selecting a hoist)

แนวทางการเลือกอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุประเภทรอก มีขั้นตอนการเลือก 6 ขั้นตอน ตามแนวทางการเลือกของบริษัท MHE - Demag (THAILAND) Ltd. ซึ่งเป็นตัวแทนจำหน่ายรอกจากเยอรมัน ดังนี้

### Step1

" Which classification for hoist unit and crane ? "

= ต้องกำหนดระดับคุณภาพมาตรฐานของรอก จะใช้ระดับไหน ?

ซึ่งก็หมายถึง ก่อนที่จะเลือกซื้อรอกนั้นเราต้องตั้งเป้าหมายก่อนว่า เราต้องการรอกระดับคุณภาพดีแค่ไหน ที่จะมาใช้ใน Shop ของเรา เช่น ระดับคุณภาพสูง กลาง ต่ำ เป็นต้น ตามรูปที่ 2.8

### Step2

" Which hoist unit ? "

= จะใช้รอกหน่วยไหน ?

หมายถึง รอกที่เราจะใช้ จะรับน้ำหนักเท่าไร ขนาดน้ำหนักที่ใช้เท่าไร เมื่อได้ขนาดน้ำหนักแล้ว จะใช้กลุ่มของขนาดกลุ่มไหน เช่น จะใช้รอกขนาด 1 ตัน กลุ่ม 1 B<sub>m</sub> เป็นต้น

### Step3

" Which travel speeds ? "

= ความเร็วที่ใช้ในการเดินรอกในแนวระนาบเท่าไร ?

หมายถึง เราต้องการให้รอกของเรามีความเร็วขนาดไหน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับปริมาณงานที่เราว่ามีมากน้อยแค่ไหน ความเร็วนี้ก็จะมีส่วน Speed เดียว และ 2 Speeds ทั้งนี้ความเร็วที่ใช้จะขึ้นอยู่กับขนาดของรอกด้วย

### Step4

" Which drive motors ? "

= motor ที่ใช้ขับเคลื่อนมีลักษณะอย่างไร ?

หมายถึง จะเลือกใช้รูปแบบของ motor รูปแบบไหนในการขับเคลื่อน ซึ่งโดยทั่วไปในตลาดจะมี 3 ลักษณะคือ Squirrel cage motor , Sliding royor principle , slip - ring motor ซึ่งทั้ง 3 ลักษณะจะมีข้อดีข้อเสียต่างกัน แต่ที่นิยมกันก็เป็นแบบ Squirrel cage motor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอญญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Step5

" Which control system ? "

= จะใช้ระบบควบคุมลักษณะไหน ?

หมายถึง จะใช้ลักษณะของการ Control ระบบรอกวิธีไหน ลักษณะไหนซึ่งจะมี 2 ลักษณะใหญ่ คือ Floor Control และ Cab Control ทั้ง 2 แบบ ก็จะแยกย่อยไปอีก ตามรูปที่ 2.9 และทั้งนี้ การเลือกลักษณะการควบคุมต้องขึ้นอยู่กับความเร็วด้วย

Step6

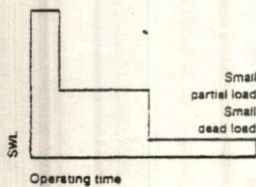
" Which type of overhead travelling crane ? "

= จะใช้รางที่จะให้รอกวิ่งเป็นแบบไหนในการเดินรอก ?

หมายถึง เมื่อไหร่ที่จะเลือกรางรอกที่เป็นคานเหล็ก แบบ Single - girder crane หรือ double - girder crane ซึ่งทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับความยาวของช่วงspan ความเร็ว และขนาดของรอก เป็นต้น ดูตารางที่ 1 และรูปที่ 2.10 ประกอบ

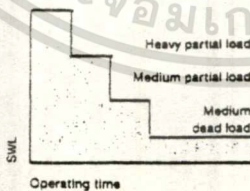
1. Light

รอกในส่วนนี้ปกติจะรับน้ำหนักที่น้อยมากและกรณีที่ยกเว้นคือน้ำหนักที่มากที่สุด



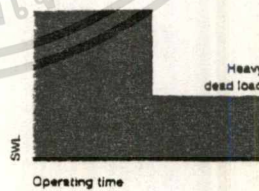
2. Medium

รอกในส่วนนี้ปกติจะรับน้ำหนักน้อยแต่ค่อยข้างที่จะมีน้ำหนักมากที่สุด



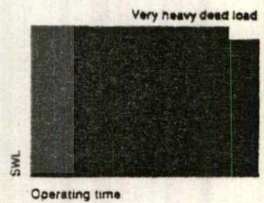
3. Heavy

รอกในส่วนนี้ปกติจะรับน้ำหนักน้ำหนักปานกลางแต่บ่อยครั้งจะมีน้ำหนักมากที่สุด



4. Very Heavy

รอกในส่วนนี้ปกติจะรับน้ำหนักมากที่สุดหรือเกือบมากที่สุด



รูปที่ 2.8 ระดับมาตรฐานที่ใช้รอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากทั้ง 6 ขั้นตอน ที่กล่าวมา ถ้านำไปปฏิบัติเราจะสามารถได้รอกตามที่เรต้องการ และสามารถช่วยอำนวยความสะดวกแก่ผู้จำหน่าย ในการจัดหาตามที่เรต้องการได้

**ข้อควรพิจารณาเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้รอก**

เพื่อความปลอดภัยและความสะดวกในการใช้อุปกรณ์ที่ใช้รอกควรพิจารณาในสิ่งต่อไปนี้

- รอกพร้อมด้วยของแขวนหรือขอยกวัสดุ จะต้องมียี่ห้อหมายประทับตรารับรองคุณภาพจากโรงงาน แจ้งความสามารถในการรับน้ำหนัก
- ข้อแนะนำในการเลือกใช้สลิง ชนิดใส่สวด หรือใส่โลหะ ลักษณะการขดเกลียว เป็นต้น
- ความเร็วของการเคลื่อนสลิง ร่องรอกที่สลิงเคลื่อนผ่านจะต้องไม่เป็นผิวมันลื่น
- รัศมีของร่องรอกถ้าน้อยไปสลิงจะวิ่งฝืดไม่สะดวก ถ้ามากไปก็จะเกิดแรงกดบนร่องรอกมากเกินไป
- ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของตุกรอก ควรจะใหญ่เพื่อให้สลิงไม่ต้องคดตัวเอง โกงมาก สลึงจะไม่เกลียวแตก
- ในกรณีใช้โซ่เหล็กกลม ต้องทราบขนาดโซ่และความสามารถในการรับน้ำหนัก

**ข้อควรระวังสำหรับการใช้รอก**

รอกเป็นอุปกรณ์ขนส่งที่ง่ายต่อการดูแลรักษา ระบบหล่อลื่นหรือการปรับแต่งไม่มี สิ่งที่ต้องระวัง คืออย่าให้สลิงเป็นสนิม เนื่องจากความชื้นหรือถูกน้ำ ที่ต้องดูแลก็คือ ระบบคอนโทรลด้วยไฟฟ้า ได้แก่ มอเตอร์ที่ต้องตรวจคือ คอนแทก ถ่าน สวิตซ์ตัดไฟในกรณีใช้ไฟฟ้าขนาด 380 โวลต์ 3 เฟส มิฉะนั้น มอเตอร์จะไหม้และต้องตรวจดูระบบเบรกในกรณีที่รอกเคลื่อนไปตามคานแขวน

**หน่วยที่ 2 เครื่องยกแบบไม่มีแขน**

**2.1 ประเภทของเครื่องยกแบบไม่มีแขน**

ในโรงงานอุตสาหกรรมหนักที่ผลิตเครื่องจักรกล เช่น โรงงานประกอบรถยนต์ รถไฟ ตู้ซ่อมเครื่องจักร โรงงานผลิตท่อโลหะ เหล็กเส้น โรงหล่อเหล็ก และโรงงานผลิตวัสดุก่อสร้าง เช่น เสาเข็มคอนกรีตอัดแรง พื้นคอนกรีตสำเร็จรูป ท่อคอนกรีต เป็นต้น โรงงานดังกล่าวจะมีสถานที่เป็นลานกว้างกลางแจ้งหรือแบบในร่ม ซึ่งมีโครงหลังคาคลุม มีพื้นที่ที่จะทำงานแต่ละประเภทอยู่ที่ตำแหน่งแน่นอน ระบบการทำงานเป็นสำคัญตามขั้นตอนต่อเนื่องกันไป โรงงานประเภทดังกล่าว นิยมที่จะใช้เครื่องยกแบบไม่มีแขน(Hoist) เป็นเครื่องผ่อนแรงของการทำงานที่อำนวยความสะดวกให้อย่างมาก ไม่สร้างความเกะกะให้กับโรงงาน การบำรุงรักษาและเสียค่าใช้จ่ายน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**การควบคุมขั้น**

**การแขวนหัวควบคุมให้เคลื่อนไปตามสะพานครน**

เป็นวิธีการที่มีทางเลือกในการเคลื่อนย้ายวัสดุโดยใช้แรงคนหรือให้เคลื่อนตัวระยะห่างที่ปลอดภัยจากวัสดุ  
สรุปการควบคุมนี้จะใช้กับการควบคุมเครนด้านสิ่งกีดขวางหรือใช้กับวัสดุที่ไม่สามารถเคลื่อนย้าย ด้วยแรงคน  
สำหรับความเร็วที่ให้การเคลื่อนย้ายตั้งแต่ 63 m/min ขึ้นไป

**การควบคุมโดยแขวนหัวควบคุมไว้ที่หัวรถหรือ Crab**

การควบคุมแบบนี้จะอยู่ใกล้กับวัสดุและจะสามารถเคลื่อนย้ายน้ำหนักได้แรงคน ใช้ประโยชน์สำหรับการ  
เคลื่อนย้ายเครื่องจักร สำหรับการซ่อมแซมหรือใช้ประกอบชิ้นงาน ความเร็วในการขับเคลื่อนตั้งแต่ 63 m/min  
ขึ้นไป

**การควบคุมโดยแขวนไว้ที่จุดที่น้ำหนักน้อยตามตัวบรอน**

สามารถใช้ได้ในพื้นที่ที่จะเคลื่อนย้ายวัสดุไปได้โดยตรง การควบคุมแบบนี้อาจจะใช้กับเครนที่มีระยะสั้น  
สำหรับความเร็วในการเคลื่อนย้ายตั้งแต่ 63 m/min ขึ้นไป

**การควบคุมโดยวิทยุควบคุม**

การควบคุมชนิดนี้จะใช้ในกรณีที่ผู้ควบคุม ไม่สามารถทำงานในบริเวณเครนได้

**การควบคุมโดยผู้ควบคุม cab control**

**ผู้ควบคุมที่อยู่ห่างสะพานครน**

มุ่งป้องกันอุบัติเหตุ โดยมีผู้ควบคุมสำหรับเคลื่อนเครนที่ความเร็วประมาณ 63 m/min เป็นการคิดว่าที่จะ  
สัมผัสกับวัสดุและส่วนที่เคลื่อนไหวซึ่งจะช่วยป้องกันไม่ให้ผู้ควบคุมต้องกับสิ่งที่ไม่พึงปรารถนา เช่น สุนัข,  
ความร้อน, ไอครีน และอากาศที่ไม่ดี

**การวางผู้ควบคุมบริเวณส่วนหางของสะพานครน**

การจัดท่าแบบนี้ใช้ได้เฉพาะการรองรับเครนที่มีระยะกว้าง เพราะผู้ควบคุมจะสามารถมองเห็นได้ดี

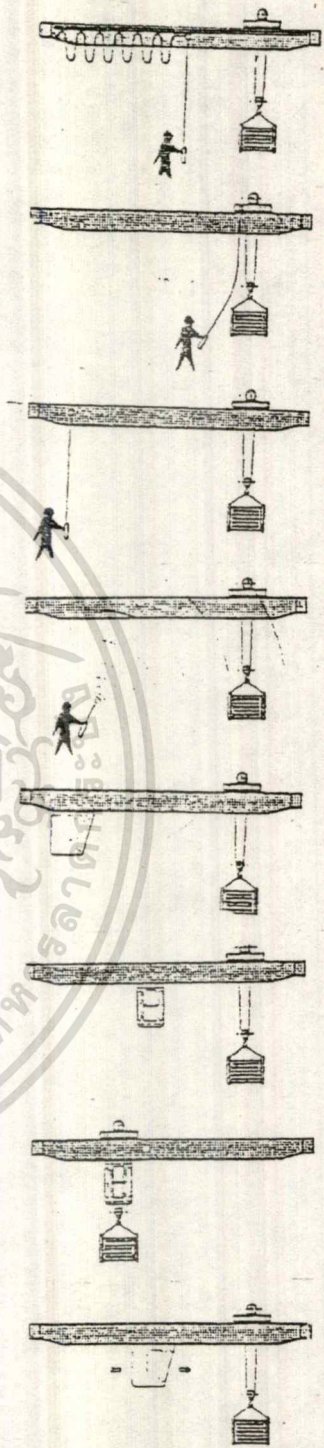
**การวางผู้ควบคุมขึ้นบน Crab**

จะต้องรองรับเครนที่มีระยะกว้างและการควบคุมวัสดุต้องการดูแลอย่างใกล้ชิด โดยเฉพาะส่วนที่จับวัสดุต้อง  
มีความยาวด้วย

**การควบคุมให้เคลื่อนที่ไปตามความยาวของเครนอย่างอิสระ**

ผู้ควบคุมสามารถที่จะปรับผู้ควบคุมให้อยู่ในระยะห่างจากวัสดุได้ตามต้องการ โดยเฉพาะที่มีส่วนจับน้ำหนัก  
ที่เหมาะสม

ระบบควบคุมทั้งสองชนิดอาจใช้กับเครนที่มีความเร็วประมาณ 63 m/min



รูปที่ 2.9 ลักษณะการควบคุมระบบรอกใน step 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The single-girder crane จะใช้ได้ในน้ำหนักที่แน่นอน ใน single-girder crane จะต้องการบริเวณส่วนบนกว้างกว่าเมื่อเทียบกับ Double-girder crane ซึ่งมีส่วนที่จะใช้เพื่อรองรับจำนวน 1 ตัวแล้ว ชนิดนี้จะมีบริเวณส่วนบนน้อยกว่า single-girder crane จะควบคุมจากพื้นเสมอ

ชนิด EKKE: จะออกแบบและจัดเตรียม single-girder ให้เป็นหน่วยรถ PLV หรือ PH พื้นที่ส่วนบนทั้งหมดที่ต้องการสามารถจัดเตรียมให้รถมีส่วนบนต่ำ

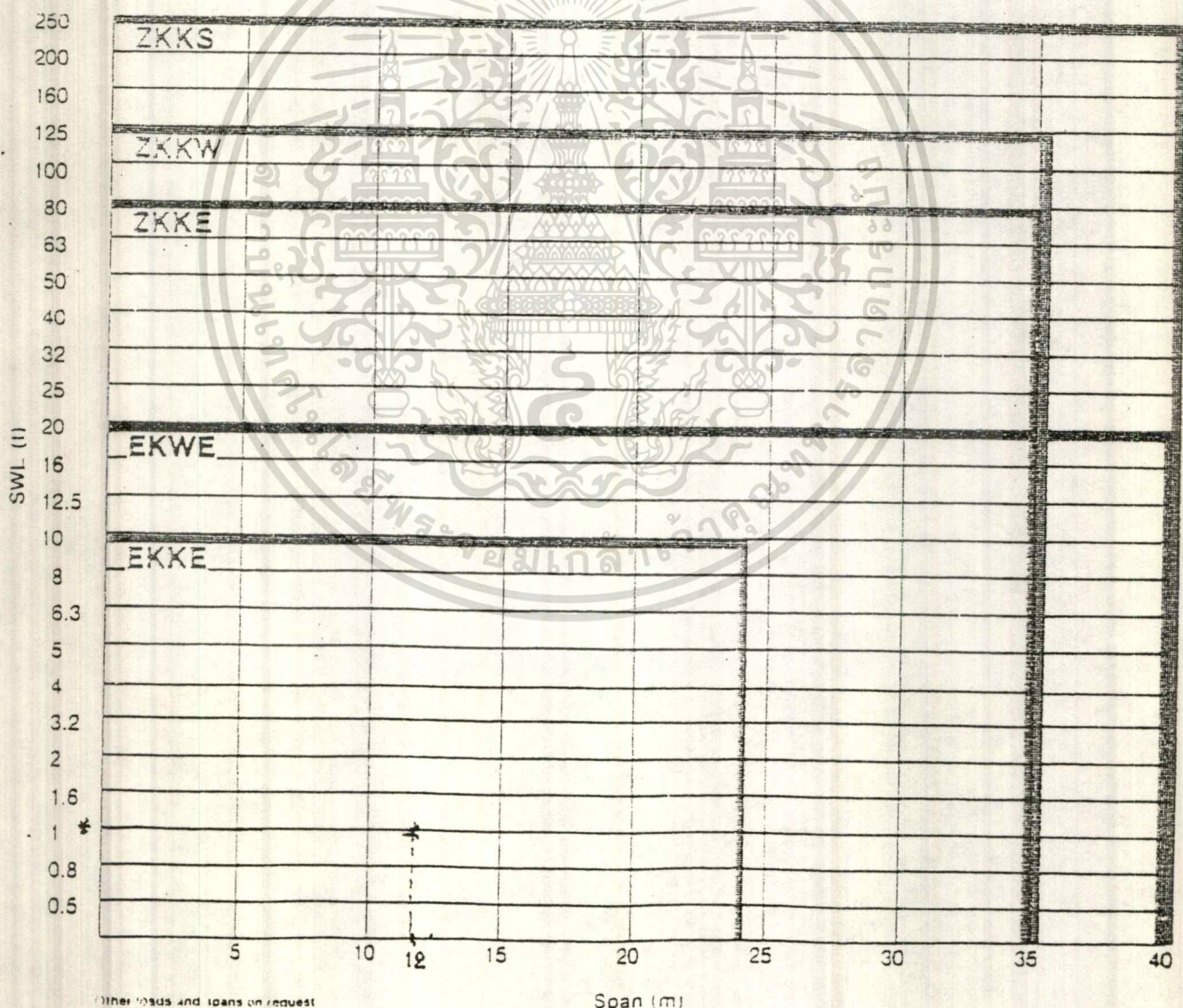
ชนิด EKWE: จะออกแบบและจัดเตรียม single-girder ให้เป็นหน่วย cantilevered lifting น้ำหนักค่าที่แน่นอนและเหมาะสมตามที่ส่วนบนต้องการ เพราะฉะนั้นจะช่วยประหยัดที่สุดในการที่มิขนาดกลางและใหญ่

The double-girder crane เครื่องแบบนี้ต้องการบริเวณส่วนบนที่ตีมากขึ้นเพราะว่าต้องเป็นที่ขึงเกี่ยวน้ำหนักสามารถค้ำขึ้นระหว่าง 2 เครื่องได้ double-girder crane สามารถใช้กับระบบควบคุมได้ทุกรชนิด

ชนิด ZKKE: double-girder crane ในหน่วยรถ DH ที่มีบริเวณส่วนบนทั้งหมดน้อย เพราะว่าเป็นระดับหลักของขงเกี่ยวน้ำหนักสามารถเคลื่อนระหว่าง 2 เครื่องได้

ชนิด ZKKW : double-girder crane จะเกี่ยวกับการเปิดกว้าง crab ที่มีอัตรามาตรฐานความเร็วในการทำงานและส่วนของการเกี่ยวสามารถที่จะเลือกใช้ให้เหมาะสมตามเงื่อนไขของงานได้ ยกเว้น ความเหมาะสมที่งานเป็นแบบยกขึ้นด้วยสิ่งดึงดูด อุปกรณ์เหล่านี้เว้นรถที่ใช้ในการช่วยเหลือ และบางครั้งที่ 2 อาจจะมีเพิ่มขึ้น

ชนิด ZKKS: เป็นแบบที่เกี่ยวกับการเปิดกว้าง crab จะเป็นการออกแบบเพื่อเอาใจลูกค้ารวมกับการใช้มาตรฐานเพื่อให้เกิดความประหยัดมากที่สุดในการทำตัวอย่างเช่น ความเร็วที่ใช้การควบคุมอัตโนมัติ การแกว่งของน้ำหนัก การควบคุมน้ำหนักให้คงที่โดยเรียกชนิดพิเศษ

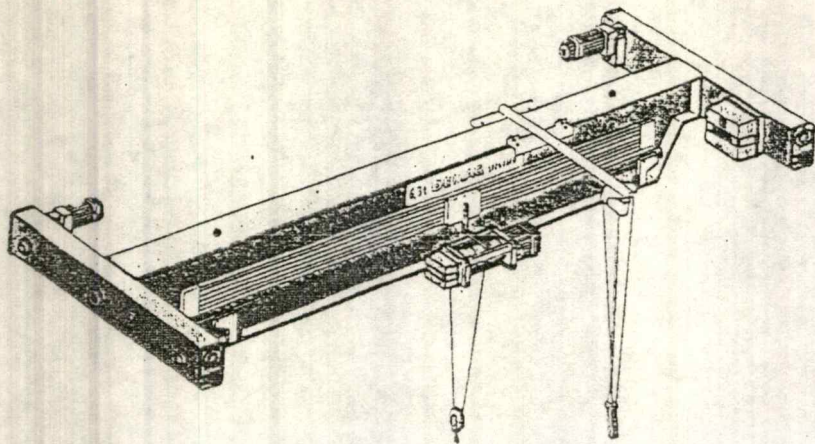


Other spans and spans on request

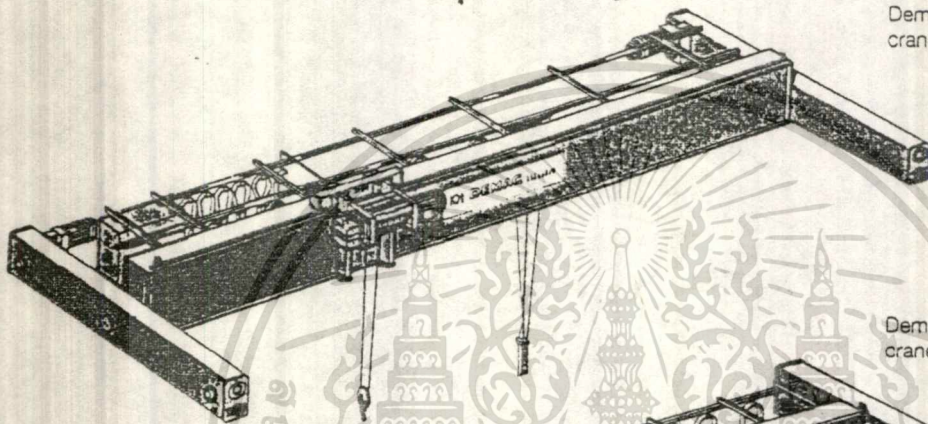
Span (m)

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่าง span (m) กับขนาดของรถยก

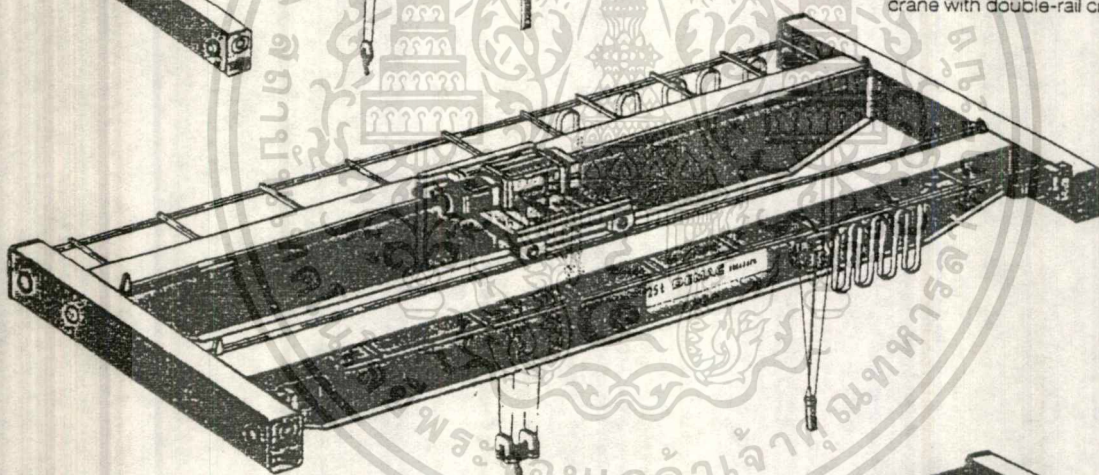
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ภายใต้การดำเนินงานของ บริษัท อีซีซี จำกัด (มหาชน) ขอสงวนสิทธิ์ในประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



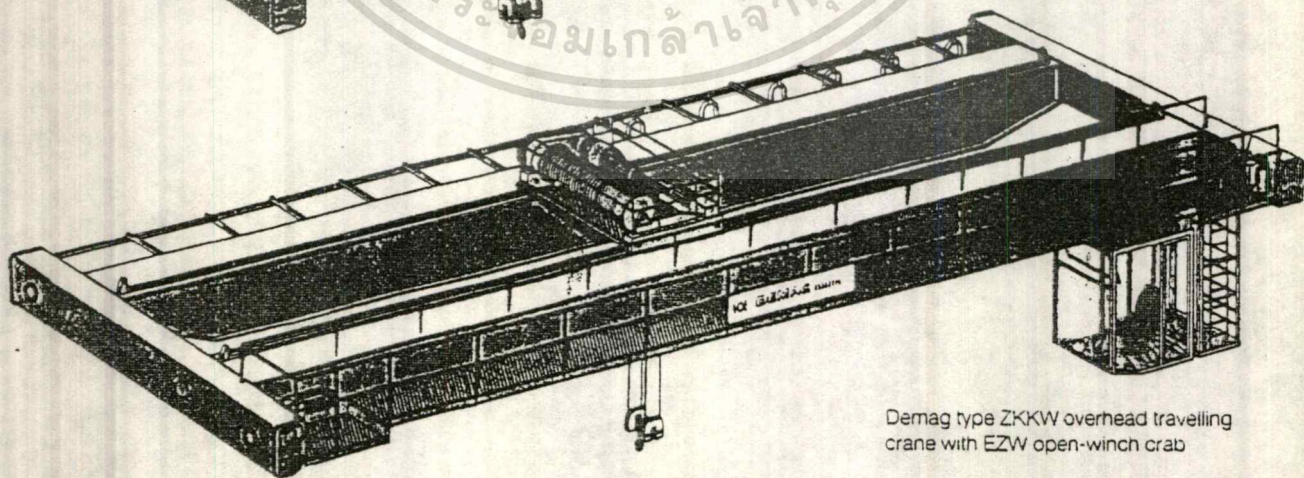
Demag type EKKE overhead travelling crane with monorail hoist  
New: Demag DVS mobile power supply and control system



Demag type EKWE overhead travelling crane with cantilever crab



Demag type ZKKE overhead travelling crane with double-rail crab



Demag type ZKKW overhead travelling crane with EZW open-winch crab

### รูปที่ 2.10 ลักษณะของรางรถที่เป็นคานเดี่ยวและคานคู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทของเครื่องยกแบบไม่มีแขน แยกได้ตามลักษณะของอุปกรณ์ที่ไต่ยก (Hoist) เป็น 3 ประเภทคือ อุปกรณ์ที่ไต่ยกประเภทรอก อุปกรณ์ที่ไต่ยกประเภทฟันเฟือง (Rack and Pinion) และ อุปกรณ์ที่ไต่ยกประเภทระบบไฮโดรลิก

1. เครื่องยกแบบไม่มีแขนที่ใช้อุปกรณ์ยกประเภทรอก เครื่องยกประเภทนี้ยังแยกได้เป็น 2 ชนิด คือ

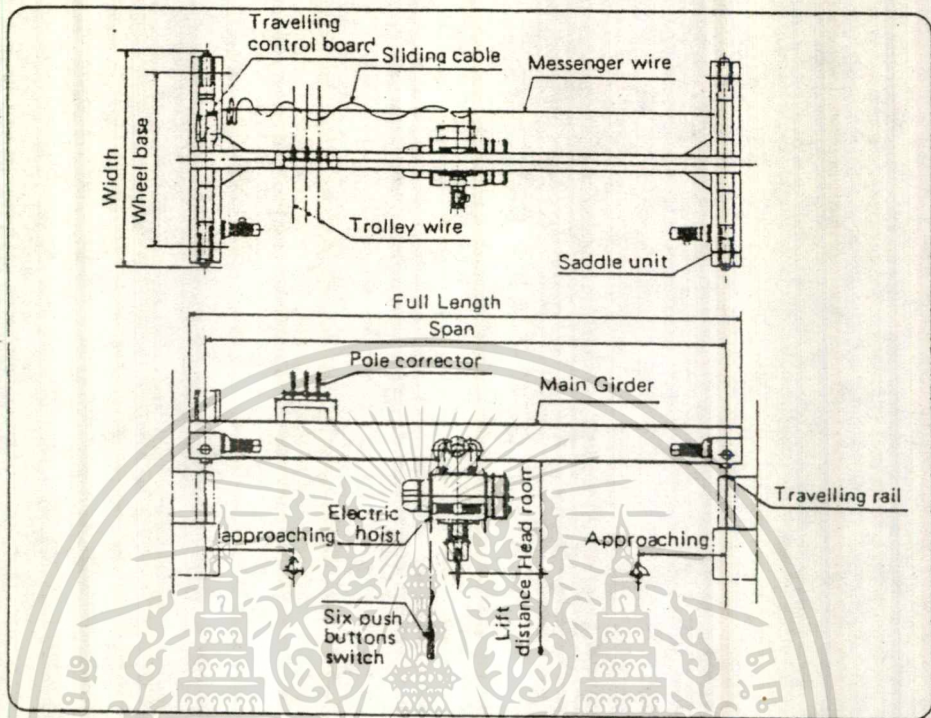
1.1 โอเวอร์เฮด เครน (Overhead Crane) เป็นเครื่องยกประเภทที่ใช้ทำงานในร่ม ติดตั้งถาวร ใช้มากในโรงงานประกอบรถยนต์ รถไฟ อุโมงค์ - สร้างเครื่องจักร โรงหล่อ เป็นต้น ลักษณะการทำงานยกของขึ้นลงโดยใช้รอกเดินขวาง (Traversing) ไปมาบนปีกคานเหล็กรูปตัดตัว T หรือตัว H และคานเหล็กนี้ที่ปลายทั้ง 2 ข้าง ติดกับชุดตัวเดินคาน (Saddle Unit) ซึ่งจะเป็นตัวพาคานเหล็กที่หัวเอก เคลื่อนตัวไปตามคานเหล็ก ซึ่งเตรียมไว้ตามทางยาวของตัวโรงงานทั้ง 2 ตัว ขนานกันในระดับฝ้าหรือต่ำกว่าระดับใต้หลังคาของโรงงานเล็กน้อย ดังแสดงในรูปที่ 2.11 โดยแบ่งเป็น 2 ชนิด ตามลักษณะการใช้งานของชุดเดินคาน (Saddle Unit) ดังนี้



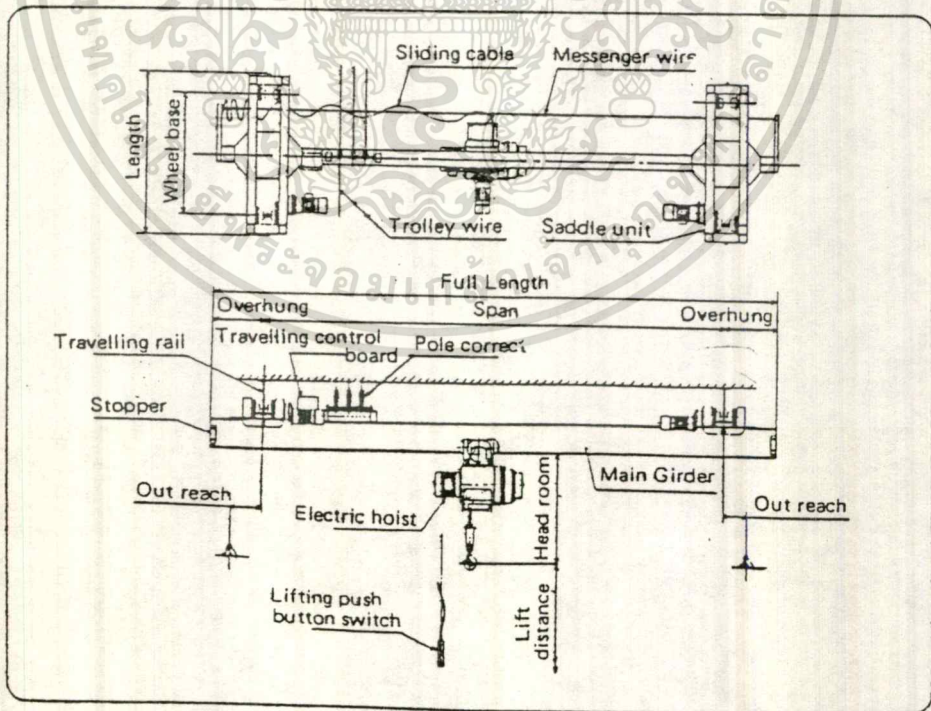
### รูปที่ 2.11 โอเวอร์เฮด เครน (Overhead Crane)

1.1.1 แบบ Top running หมายถึงชุดเดินคาน (Saddle Unit) ที่มีล้อ 2 ล้อ เดินบนคานเหล็กหรือบนรางรูปตัดตัว I แต่ละด้าน ดังแสดงในรูปที่ 2.12

1.1.2 แบบ Suspension หมายถึง ชุดเดินคาน (Saddle Unit) เดินที่มีปีกล่างของคาน เหล็กรูปตัว I ในลักษณะแฉวงดังแสดงในรูปที่ 2.13



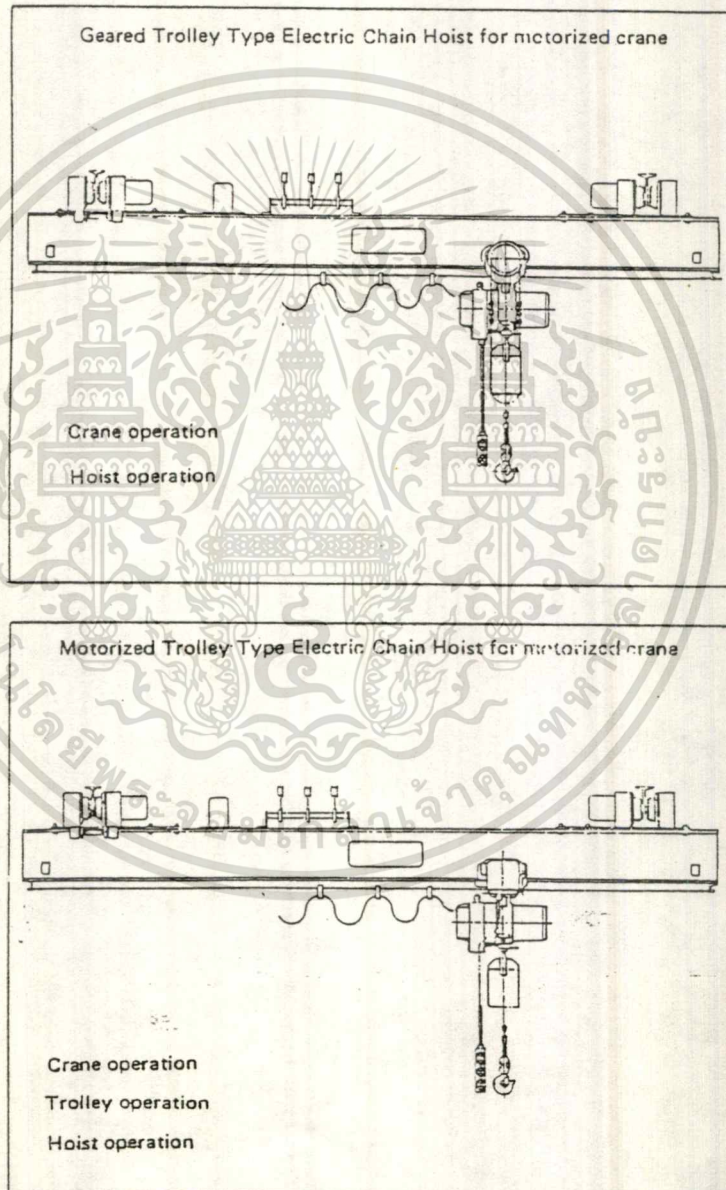
รูปที่ 2.12 ชุดเดินคานที่มีดรัม 2 ดรัม เดินบนรางทั้ง 2 ข้าง



รูปที่ 2.13 ชุดเดินคานซึ่งเดินบนปีกคานรูปตัดตัว I ในลักษณะแฉวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

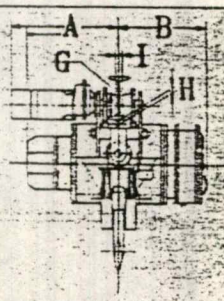
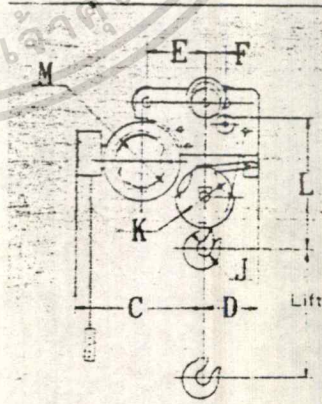
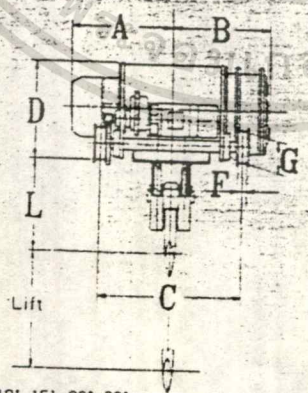
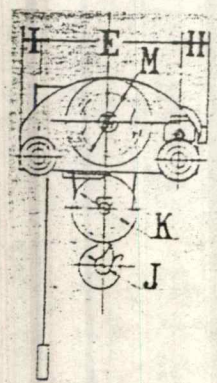
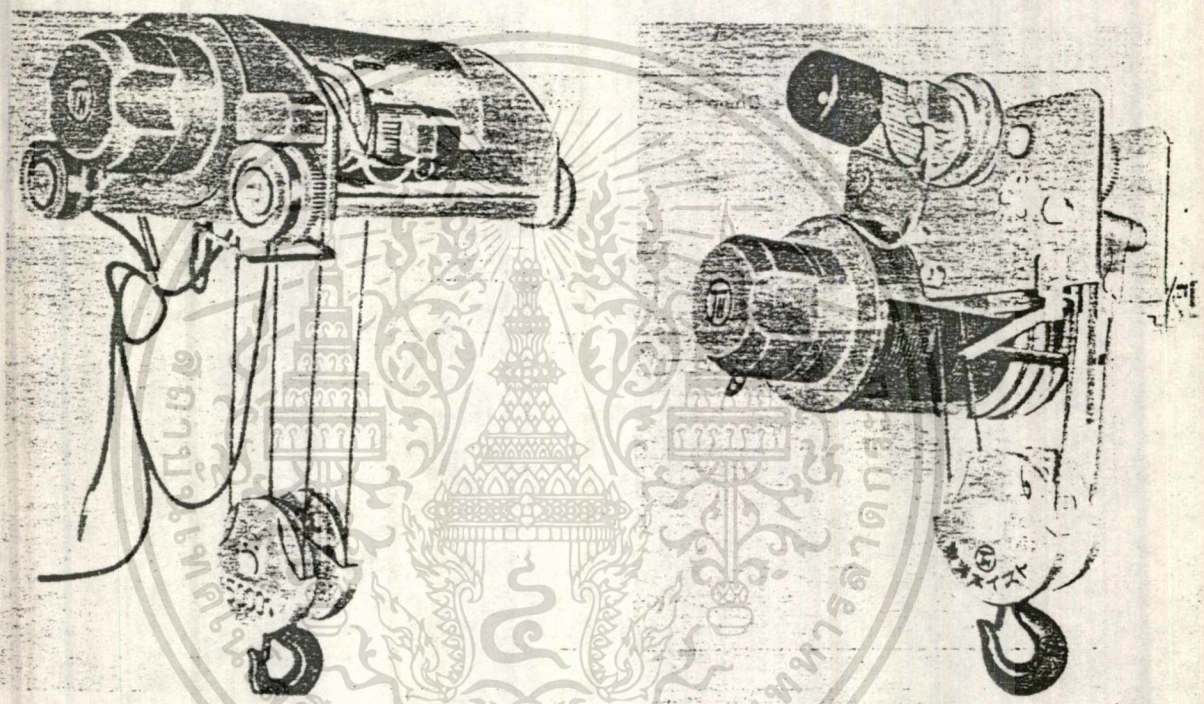
Overhead Crane นี้มีหลายขนาดตามความสามารถของการยกของรอกชนิดเล็กจะยกของได้ตั้งแต่ 100 กิโลกรัม ถึง 500 กิโลกรัม และการเคลื่อนตัวของรอกแบบใช้มือลาก (Hand pull trolley). สำหรับรอกที่ยกของเบา ๆ และแบบ Gear Trolley กับแบบ Motorized Trolley สำหรับรอกที่ยกของหนัก ๆ ดังแสดงในรูป 2.14 ชนิดกลางจะยกของได้ตั้งแต่ 1 ตัน ถึง 5 ตัน และชนิดใหญ่จะยกของได้ ถึง 20 ตัน



รูปที่ 2.14 รอกยกของหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่ต้องการยกของหนักถึง 30 ตันหรือ 50 ตัน ต้องใช้แบบดับเบิลเรล (Double rait type) ซึ่งกานเหล็กที่ใช้ชุกรอกเดินตามขวาง (Traversing) จะไม่เดินบนปีกของกานแต่จะเดินบนหลังกานเหล็กกึ่งขนาดดังแสดงในรูปที่ 2.15 และถ้าต้องการยกของได้สูง ๆ แต่ระดับฝ้าหรือหลังคาโรงงานต่ำไป ต้องเลือกใช้แบบโลว์เฮด (Low head type) ดังแสดงในรูปที่ 2.16

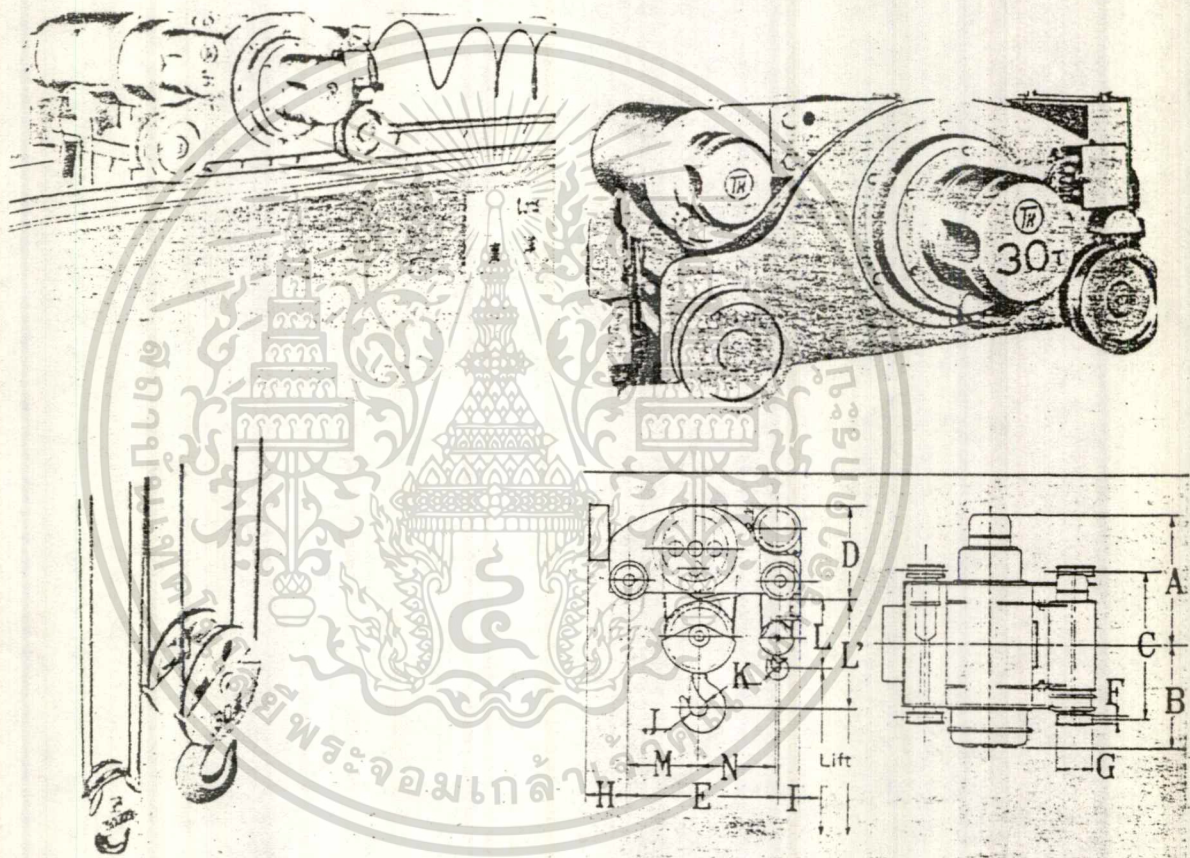


C type 5', 7.5', 10', 15', 20', 30'

C type 5', 7.5', 10'

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ซึ่งการจะนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นการฝ่าฝืนกฎหมาย  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

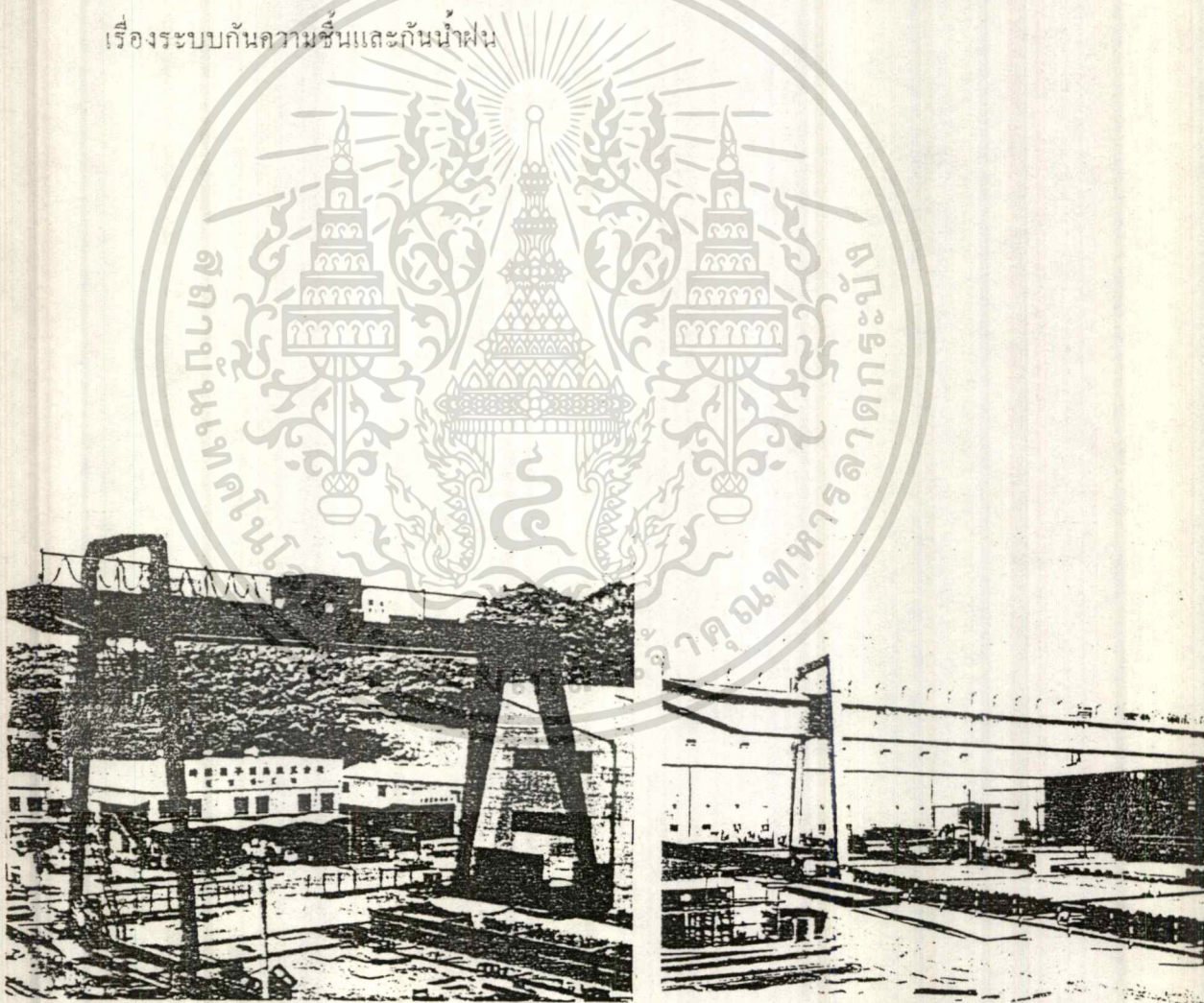
ปัจจุบันนี้ระบบรอกที่ใช้กับโอเวอร์เฮด เครน ยังได้พัฒนาให้สะดวกขึ้นอีกเช่น ทวิน ฮอยส์ (Twin hoist) สามารถยกของได้ทั้งหนักและเบาด้วยเครื่องมือ้วนสติง 2 ชุด อยู่ในเครื่อง ยกชุดเดียวกัน เช่น รอก 5/2 ตัน หมายความว่ารอกใหญ่ยกของได้ 5 ตัน รอกเล็กยกของได้ 2 ตัน ขนาดอื่น ๆ มี 10/3 ตัน 20/5 ตัน ดังแสดงในรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 ทวิน ฮอยส์ (Twin Hoist)

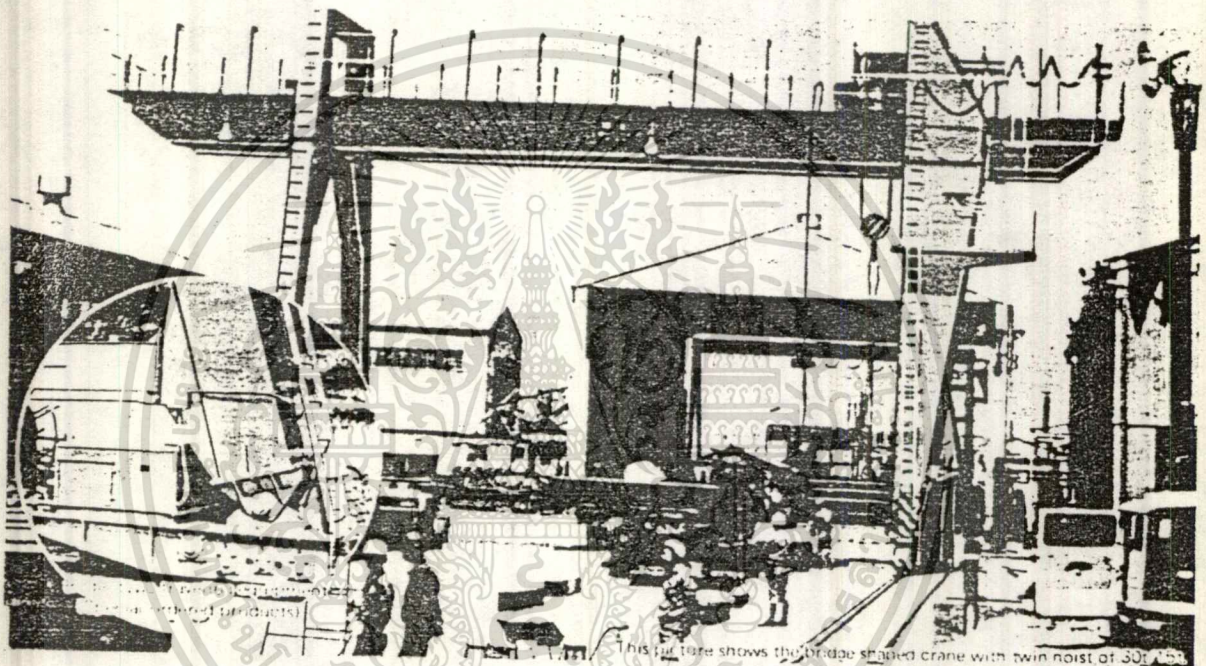
1.2 แกนทรี เครน (Gantry Crane) เป็นเครื่องยกประเภทที่ใช้เหมาะกับงานกลางแจ้ง เช่น โรงงานผลิตวัสดุก่อสร้าง ประเภทเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง แผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป คานคอนกรีตสำเร็จรูปสำหรับงานสะพาน โรงงานผลิตท่อ เหล็กเส้น โรงเลื่อยไม้ เป็นต้น มีลักษณะคล้าย Overhead Crane แตกต่างกันที่สามารถเลื่อนย้ายไปมาได้ ลักษณะการทำงานยกเอกสารนี้เป็นเอของขึ้นลงโดยใช้รอกที่เลื่อนไปมาบนปีกของคานเหล็กรูปตัดตัว I หรือตัว H ซึ่งอาจจะเป็นไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กานที่บตัวใหญ่หรือประกอบติดกับกานโครงเหล็กแบบทรัสส์ (truss) แล้วแต่ความยาวมาก  
 หรือน้อยของกานที่จะแบกน้ำหนักการยกของดังแสดงในรูปที่ 2.18 และที่ปลายทั้ง 2 ข้างของ  
 กานตัวนี้จะตั้งอยู่บนขาตั้งรูปร่างคล้ายตัว U กลับหัวลงหรือตัว A ทำให้บางครั้งเรียกว่า เอ -  
 เฟรม (A-Frame) ก็มี ถ้าเป็นแกนทรี เคน ขนาดเล็กใช้ตั้งอยู่กับที่ ปลายขาตั้งทั้ง 4 ขาเป็น  
 เพียงหน้าแปลนให้ตั้งพื้นได้ก็พอเพียง แต่ถ้าต้องการให้เคลื่อนที่ได้ก็จะมีใส่ล้อที่ขาทั้ง 4 วิ่ง ไป  
 บนรากรูปตัวยาว I ที่จัดวางไว้ขนานกัน ในกรณีที่เป็นแกนทรี เคน ขนาดใหญ่จะมีชุดตัวเดิน  
 ล้อ (Saddle Unit) ติดที่ขาทั้ง 4 ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า บางชนิดอาจเป็นมอเตอร์ขับ  
 เคลื่อนด้วยระบบไฮดรอลิก ดังแสดงในรูปที่ 2.19 ขนาดและความสามารถในการยกวัสดุของแกน  
 ทรี เคน คล้ายคลึงกับของ โอเวอร์เฮด เคน เพราะใช้ระบบรอกแบบเดียวกัน แต่ต้องเพิ่ม  
 เรื่องระบบกันความชื้นและกันน้ำฝน



รูปที่ 2.18 แกนทรี เคน (Gantry Crane)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



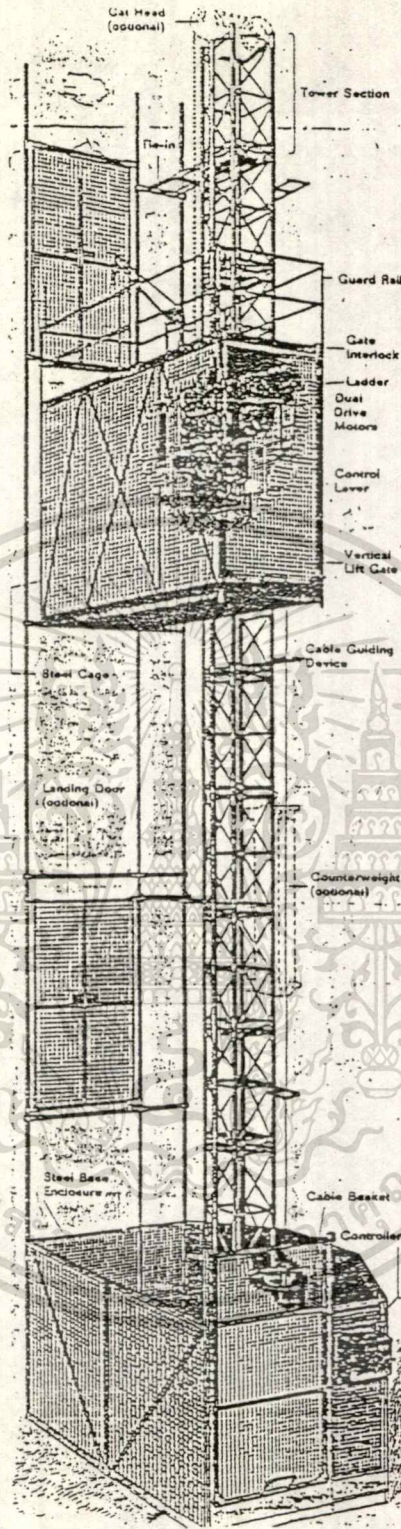
รูปที่ 2.19 ชุดเดินคานสำหรับ Bridge type Crane

2. เครื่องยกแบบไม่มีแกนที่ใช้อุปกรณ์ยกประเภทฟันเฟือง (Rack and Pinion Hoist)

อุปกรณ์ประเภทนี้เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ขนวัสดุหรือคนงานขึ้นไปทำงานก่อสร้างอาคารสูงแบบไม่มีแกน มีหลายขนาดสามารถขนส่งน้ำหนักได้ตั้งแต่ 500 Kg ถึง 2,000 Kg อัตราความเร็วในการเคลื่อนที่ขึ้นสูงสุดได้ถึง 1.6 เมตรต่อวินาที ลักษณะของการทำงาน เป็นโครงเหล็กรูปทรงสี่เหลี่ยมล้อมรอบด้วยตาข่ายเหล็กเหมือนกรงนกเรียกว่าส่วนห้องลิฟท์บรรทุกคนหรือวัสดุ (Steel cage) มีบานประตูเลื่อนปิดเปิดทางแนวตั้ง ซึ่งมีระบบป้องกันอันตรายโดยการเปิดได้เมื่อห้องลิฟท์หยุดเคลื่อนที่ มีโครงส่วนตั้งพื้นทำด้วยท่อเหล็กประกอบเป็นโครงรูปสามเหลี่ยมหรือสี่เหลี่ยม เป็นท่อนยาวประมาณท่อนละ 1.50 เมตร เรียกว่า

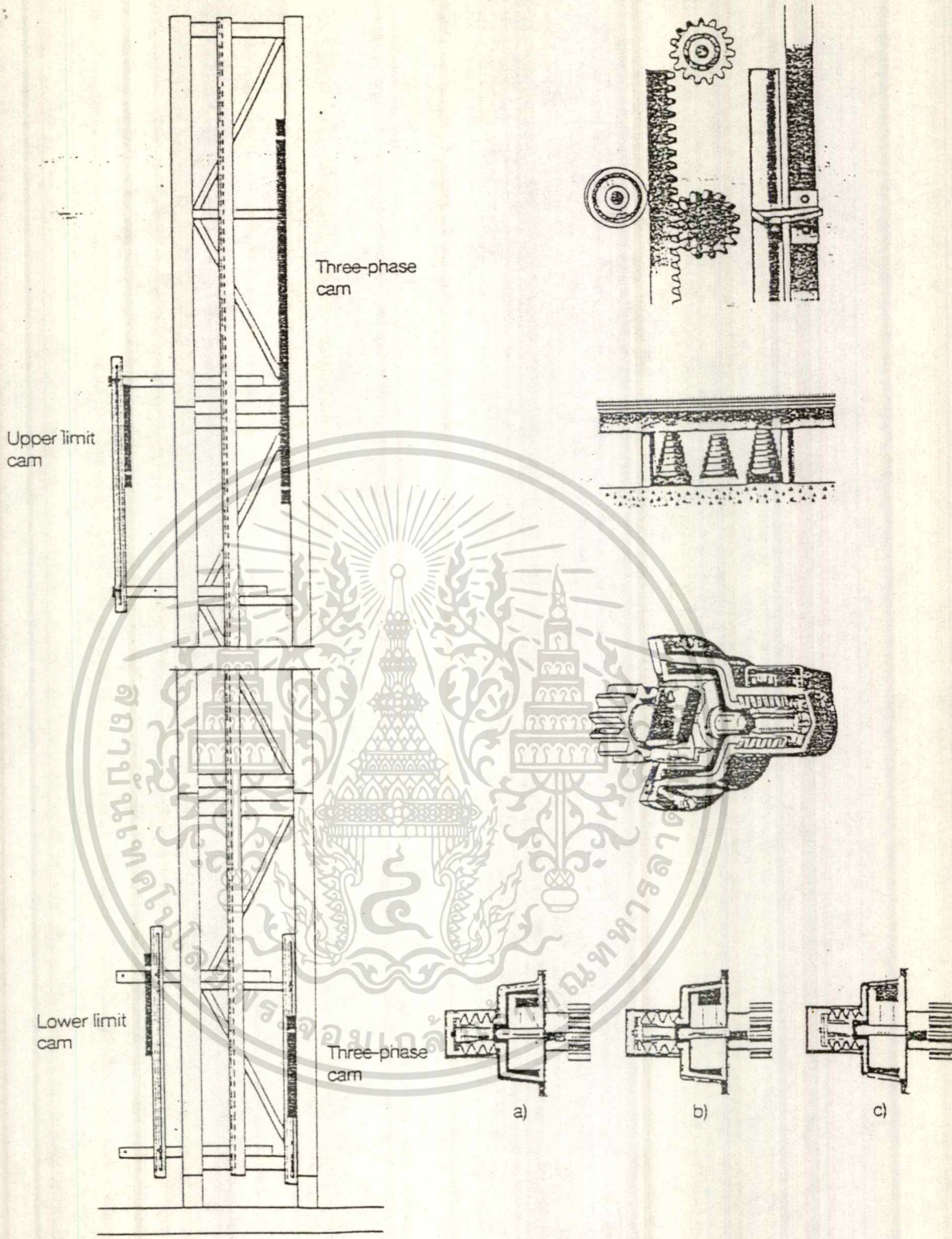
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่ออนุญาตเห็นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



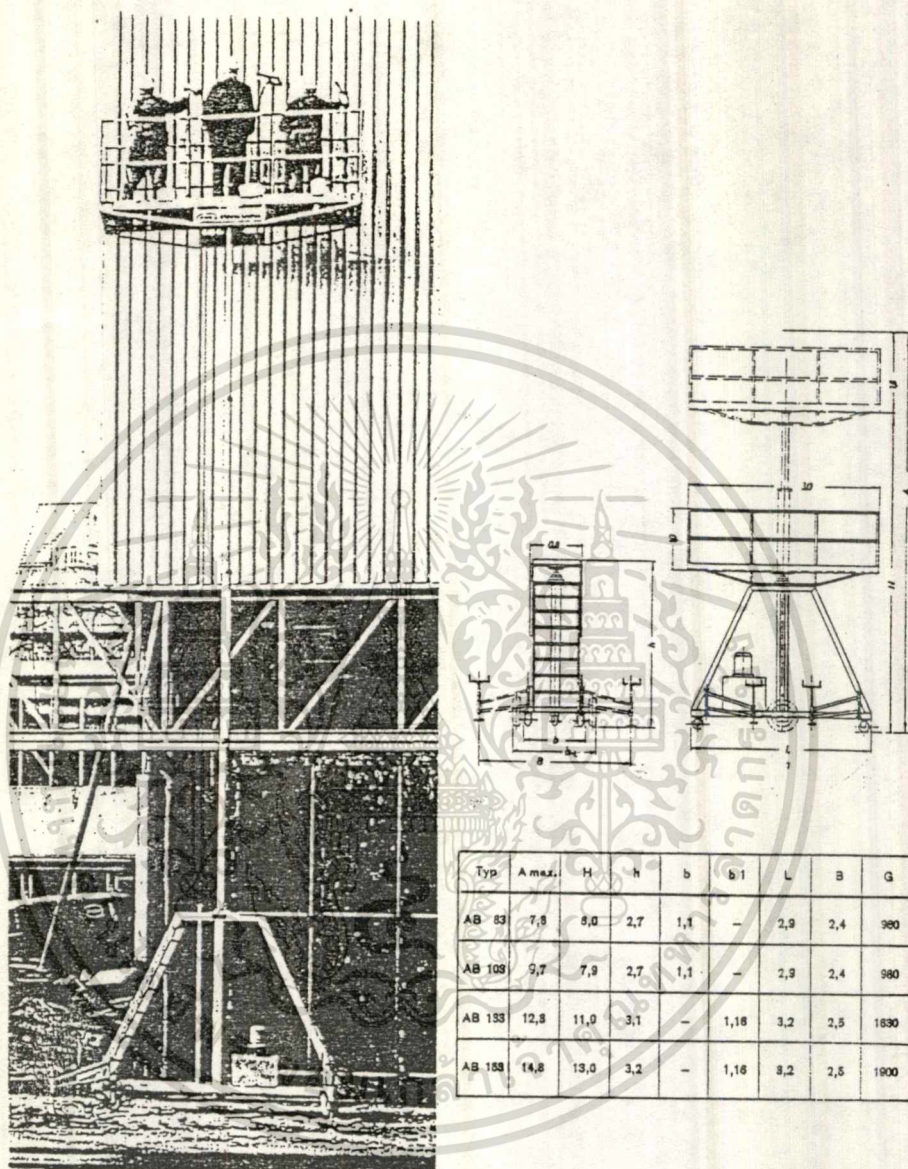
รูปที่ 2.20 เครื่องยกแบบไม่มีแขนที่ใช้อุปกรณ์ยกประเภทฟันเฟือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.21 อุปกรณ์ระบบควบคุมความปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.22 อุปกรณ์ที่ยกเป็นประเภทไครออลิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทาวเวอร์ เซกชัน (Tower Section) ต่อซ้อนขึ้นไปด้วยสลักเหล็กติดเหล็กขาวมีพื้นสำหรับกินกับ  
 เฟืองที่ติดกับห้องลิฟท์ เรียกรวมว่า ระบบฟันเฟือง (Rack and pinion) เมื่อจะขับเคลื่อนห้องลิฟท์  
 ขึ้นก็ใช้ขับเคลื่อนด้วยระบบปั๊มไฮดรอลิก (Electro - hydraulically driven) ดังแสดงในรูปที่ 2.20 มีระบบ  
 ควบคุมความปลอดภัยโดยติด ลิมิท สวิตช์ (Limit Switches) ไว้ที่ส่วนบนและส่วนล่างของ  
 ทาวเวอร์ เซกชัน เพื่อตัดระบบไฟฟ้าไปให้ห้องลิฟท์หลุดออกจาก ทาวเวอร์ (Tower) และมีระบบ  
 เบรกห้องลิฟท์ที่วิ่งลงเร็วเกินไป ตัวฟันเฟือง (pinion) ซึ่งหมุนด้วยแรงเหวี่ยงจะจับกับเบรก เกรน  
 (brake crane) ทำให้ห้องลิฟท์ชะลอความเร็วลงได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.21

3. เครื่องยกแบบไม่มีแขนที่ใช้อุปกรณ์ยกประเภทไฮดรอลิก เป็นเครื่องยกที่มีฐานเป็นโครง  
 สร้างกว้างประมาณ 1.80 - 2.50 เมตร ยาว 2.10 - 3.70 สูงประมาณ 2.00 - 3.50 เมตร มีลูกดัดเพื่อ  
 สะดวกในการเคลื่อนย้าย ตรงกลางฐานตั้งเป็นกระบอกลูกไฮดรอลิกในแนวตั้งมีปลอกซ้อนที่จะยึดขึ้น  
 ไปได้ ขนาดเล็กสูงประมาณ 6 เมตร ขนาดใหญ่สูงประมาณ 14.80 เมตร ข้างกระบอกลูกไฮดรอลิกมี  
 ถังเหล็กสี่เหลี่ยมบรรจุน้ำมัน ไฮดรอลิกเรียกว่า พาวเวอร์ แพค (Power pack) ส่วนบนของถังติด  
 มอเตอร์ไฟฟ้า เพื่อปัมน้ำมันไฮดรอลิก ไปดันกระบอกลูกไฮดรอลิกให้ทำงานในการยกขึ้น ดังแสดง  
 ในรูปที่ 2.22

ประโยชน์ใช้สอยของเครื่องยกแบบนี้ ทำได้ทั้งในร่มและกลางแจ้ง เช่นงานติดตั้งฝ้าเพดาน  
 โคมไฟฟ้า การทาสีกำแพง ทำความสะอาดกระจกหน้าต่าง เป็นต้น การเก็บรักษาสะดวกไม่เปลือง  
 เนื้อที่เนื่องจากมีล้อ 4 ล้อ จึงสามารถใช้รถยนต์ลากเอาไปใช้งานได้ทั่ว ๆ ไป ให้ความสะดวกตัวใน  
 การใช้งานดีมาก

2.2 การเลือกใช้และการพิจารณาเกี่ยวกับเครื่องยกแบบไม่มีแขน

ข้อควรคำนึงในการเลือกใช้เครื่องยกแบบไม่มีแขน

เนื่องจากเครื่องยกแบบไม่มีแขนจะยกวัสดุขึ้นได้ในแนวตั้งเท่านั้น ดังนั้นในการที่เลือกใช้  
 เครื่องยกประเภทนี้จะต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

- สถานที่ที่จะใช้งาน กลางแจ้งหรือในร่ม
- ของที่จะยกขึ้นหรือลงสามารถทำได้ที่จุดเดียวตลอดเวลาหรือไม่
- จำนวนครั้งที่จะยก และความถี่ของการยก
- ต้องการแบบติดตั้งถาวรหรือรื้อถอนได้
- ความสูงในการยกของต้องไม่สูงเกินไปสำหรับระบบบรอก
- การเคลื่อนย้ายในแนวราบ ต้องการพื้นที่เรียบ กว้าง แข็งแรง หรือจะใช้ วิธี

แขวน (Suspension)

- การดูแลรักษาอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อควรพิจารณาเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้รอกไฟฟ้า  
เพื่อความปลอดภัยและความสะดวกในการใช้อุปกรณ์ที่ใช้รอกไฟฟ้า ควรพิจารณาในสิ่งต่อไปนี

- ควรรยกของไม่เกินกว่า 70 - 80 % ของค่าที่กำหนดไว้ (Raed Load)
- ความสูงของการยกต้องการสูงสุดเท่าใด ปกติประมาณ 6 - 12 เมตร และเวลาหย่อนของยก (Hook) ลงมาแตะพื้นควรมีสติงอยู่ในม้วนสติงอย่างน้อย 2 รอบ
- ระบบไฟฟ้าที่จะใช้กับมอเตอร์ปกติใช้ไฟฟ้า 3 เฟส 220 โวลต์ 380 โวลต์ 50 Hz บางครั้งระบบไฟฟ้าเป็นแบบ 220 โวลต์ เฟสเดียวก็มี
- รอกไฟฟ้าที่มีขนาดยกของหนักเกิน 2 ตัน มอเตอร์ตัวเดินตามคานขวาง (Traversing) ใช้เบรกแบบ Electro magnetic brake ขนาดรอกต่ำกว่า 1 ตัน ใช้แบบ Mechanical brake
- จำนวนเส้นของสติงที่ร้อยผ่านรอก เข้าใช้สติง 2 เส้นยกของได้หนัก 0.3 - 3.0 ตัน สติง 4 เส้น ยกของได้หนัก 5 - 30 ตัน ความปลอดภัยของสติงปกติควรกำหนดไว้ 5 เท่า
- การใช้รอกไฟฟ้าในงานกลางแจ้งจะต้องมีระบบกันน้ำทั้งมอเตอร์ไฟฟ้าและสติง

ข้อควรพิจารณาเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้พื้นเพียง ระบบไฮดรอลิก  
อุปกรณ์ที่ใช้ยกประเภทที่ใช้พื้นเพียงและประเภทที่ใช้ระบบไฮดรอลิกนั้นเป็นอุปกรณ์ที่นับว่าเป็นประเภทที่ต้องการการดูแลน้อยที่สุด งานที่ต้องทำเพื่อการบำรุงรักษาและเพื่อความปลอดภัย คือ ตรวจสอบไฮดรอลิก เติมน้ำมัน ตรวจสอบเฟืองขับ ตรวจสอบลิ้มิท สวิตซ์ (Limit Switch) และตรวจสอบอุปกรณ์เพื่อความปลอดภัย (Safety device)

## หน่วยที่ 8 ทฤษฎีของ Influence Line

1.) Influence Lines for two concentrated load (Simple beam) (แบบคี่เทอมินเท) พิจารณาที่น้ำหนัก  $W_1$  และ  $W_2$  ระยะห่างกัน  $d$  บนความยาว  $L$  จาก  $A$  ถึง  $B$  เราพิจารณาที่จุด  $X$  ระยะห่างจาก  $A$  เป็นระยะ  $x$  ขนาดของ S.F และ B.M จะหาได้ดังนี้

(a) Shear force (S.F) (พิจารณาตามรูป 2.23)

จากการคำนวณแรงเฉือนบวกสูงสุดจะเกิดขึ้น เมื่อน้ำหนัก  $W_2$  ส่วนหัวอยู่บนส่วนตัดและน้ำหนัก  $W_1$  ส่วนท้ายอยู่บนระยะ  $AX$  ที่ระยะห่างจากน้ำหนัก  $W_2$  เท่ากับ  $d$  เพราะฉะนั้นจะได้ค่าของแรงเฉือนบวกสูงสุด (S.F. + )

$$S.F_{\max} = + R_B = \frac{W_2 x + W_1(x-d)}{L}$$

เราพิจารณาแรงเฉือนลบสูงสุดที่เกิดขึ้น เมื่อน้ำหนัก  $W_1$  อยู่บนส่วนตัดและส่วนหัวของน้ำหนัก  $W_2$  อยู่บนระยะ  $xB$  ดังนั้นจะได้ค่าของแรงเฉือนลบสูงสุด (S.F. - )

$$S.F_{\max} = - R_A = \frac{-W_1(L-x) + W_2(L-x-d)}{L}$$

เราสามารถหาค่าของแรงเฉือนบวกและลบจากไดอะแกรมของ Influence line เราลากเส้น  $AX_1X_2B$  ในการหาแรงเฉือนใน Influence line Diagram ที่จุด  $X$  ตามรูป ขนาดของแรงเฉือนบวกอาจจะได้จากการรวมผลคูณระหว่างน้ำหนักและความยาวที่อยู่ใน influence line diagram ของแรงเฉือนบวก ดังนั้นแรงเฉือนบวกสูงสุดจะเกิดขึ้นเมื่อส่วนหัวของน้ำหนัก  $W_2$  อยู่บนจุดตัดและส่วนท้ายของน้ำหนัก  $W_1$  อยู่ในส่วน  $AX$  ที่ห่างจากน้ำหนัก  $W_2$  เป็นระยะ  $d$  จาก Influence Line diagram เรา จะเห็นแรงเฉือนบวกที่ส่วนตัดและจุด  $X$  เมื่อส่วนหัวของน้ำหนัก  $W_2$  มาอยู่ที่จุด  $X$

$$+ S.F_{\max} = (W_2 * XX_1) + (W_1 * CD)$$

$$= (W_2 * x/L) + (W_1 (x-d))$$

L

$$= \frac{W_2 x + W_1(x-d)}{L}$$

L

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในลักษณะที่คล้ายกัน ขนาดของแรงเฉือนลบ อาจจะได้จากการรวมผลคูณของน้ำหนักกับความยาวของแรงเฉือนลบใน Influence line diagram ดังนั้นแรงเฉือนลบสูงสุดที่เกิดขึ้นเมื่อส่วนท้ายของน้ำหนักอยู่บนส่วนตัดและส่วนหัวของน้ำหนัก  $W_2$  อยู่ในส่วน XB จาก Influence line diagram เราจะเห็นแรงเฉือนลบที่จุด X เมื่อส่วนท้ายของน้ำหนักอยู่ที่จุด X

$$\begin{aligned}
 -S_{F_{\max}} &= -[(W_1 * XX_2) + (W_2 * FB)] \\
 &= -\frac{W_1 * (L-x)}{L} + \frac{W_2 * (L-x-d)}{L} \\
 &= -\frac{W_1(L-x) + W_2(L-x-d)}{L}
 \end{aligned}$$

(b) Bending moment (พิจารณาตามรูป 2.23)

จากการคำนวณโมเมนต์สูงสุดจะเกิดขึ้นที่จุด X ซึ่งอยู่ภายใต้เงื่อนไข 1 ใน 2 ดังนี้

1.) เมื่อส่วนหัวของน้ำหนัก  $W_2$  อยู่ที่จุด X และส่วนท้ายของน้ำหนัก  $W_1$  อยู่บนส่วน AX ที่ระยะห่างจาก  $W_2$  เท่ากับ  $d$  เพราะฉะนั้นจะได้โมเมนต์ที่จุด X คือ

$$2M_x = \frac{[W_2x + W_1(x-d)] (L-x)}{L} \dots\dots(1)$$

2.) เมื่อส่วนท้ายของน้ำหนัก  $W_1$  อยู่ที่จุด X และส่วนหัวของน้ำหนัก  $W_2$  อยู่บนส่วน XB เพราะฉะนั้นจะได้โมเมนต์ที่จุด X คือ

$$1M_x = \frac{[W_1(L-x) + W_2(L-x-d)]x}{L} \dots\dots(2)$$

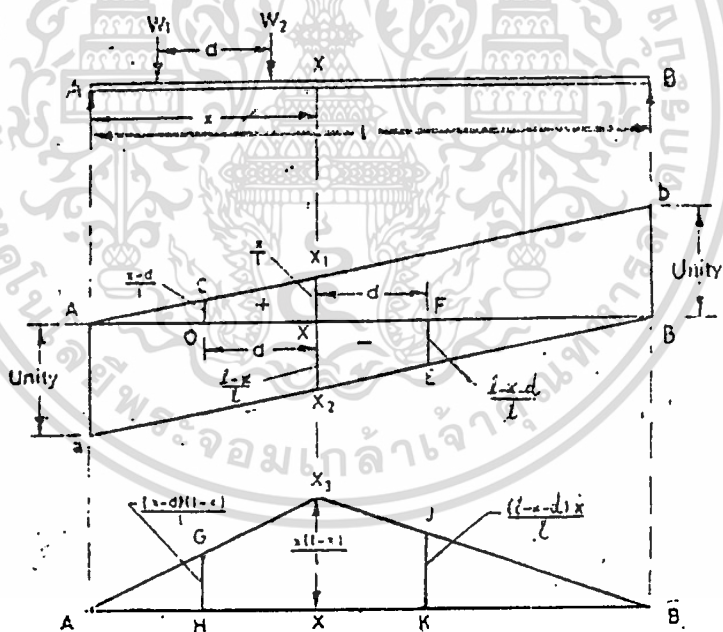
plot AX<sub>3</sub>B ที่ต้องการหาโมเมนต์จาก Influence line diagram บนความยาว AB และความยาว XX<sub>3</sub> เท่ากับ  $x(L-x)/L$  ที่สเกลที่เหมาะสม ขนาดของโมเมนต์อาจจะหาได้จากการรวมผลคูณของน้ำหนักกับความยาวของโมเมนต์ใน Influence line diagram

โมเมนต์ที่จุด X เมื่อส่วนหัวของน้ำหนัก  $W_2$  อยู่ที่จุด X และส่วนท้ายของน้ำหนัก  $W_1$  อยู่บนส่วน AX

$$\begin{aligned}
2M_x &= W_2XX_3 + W_1GH \\
&= \frac{W_2x(L-x)}{L} + \frac{W_1(x-d)(L-x)}{L} \\
&= \frac{[W_2x + W_1(x-d)](L-x)}{L}
\end{aligned}$$

และ โมเมนต์ที่จุด X เมื่อส่วนท้ายของน้ำหนัก  $W_1$  อยู่บนส่วนตัดและส่วนหัวของน้ำหนัก อยู่บนส่วน XB

$$\begin{aligned}
1M_x &= W_1XX_3 + W_2JK \\
&= \frac{W_1x(L-x)}{L} + \frac{W_2(L-x-d)x}{L} \\
&= \frac{[W_1(-x) + W_2(-x-d)]x}{L}
\end{aligned}$$

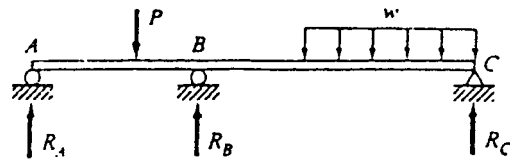


รูปที่ 2.23

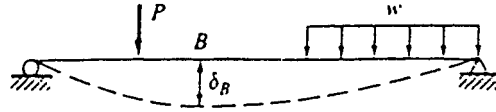
2.) Influence line for concentrated loads (continuous Beams) แบบอินดิเทอมีเนท

โครงสร้างของ Influence line สำหรับในการหาทั้ง bending moment และ shear ในคานอินดิเทอมีเนท หรือสำหรับหาแรงตามแนวแกน ในชิ้นส่วนของ truss แบบอินดิเทอมีเนท ปกติแล้วจะ เริ่มโดยการหา Influence lines ของตัว redundants ก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



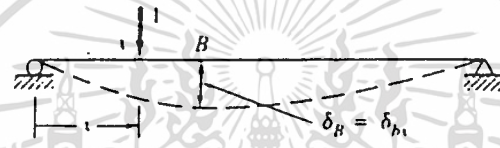
(a)



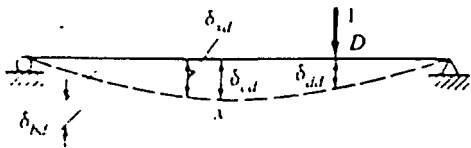
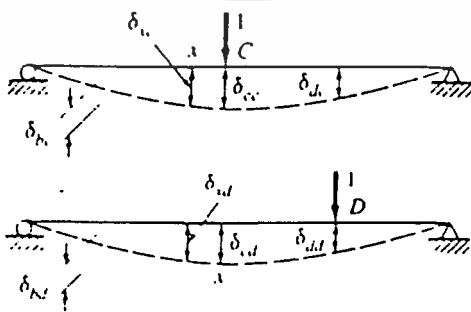
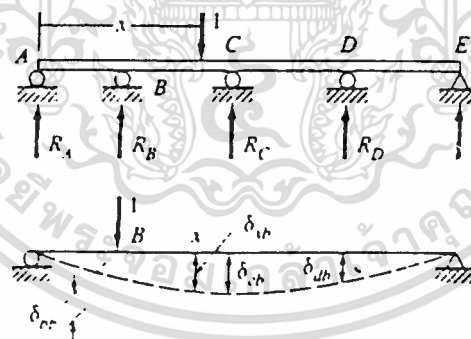
(b)



(c)



(d)



รูปที่ 2.24

รูปที่ 2.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Influence line ของแรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับ พิจารณาคานต่อเนื่องในรูปที่ 2.24 (a) โดยวิธีของ Consistant deformations แรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับ B เอาแรง  $R_B$  ออก ทำเป็นคานแบบคันทอมินเท แล้วหาระยะโก่งที่จุด B จากน้ำหนักที่กระทำจริง,  $\delta_b$ , และการโก่งที่จุด B จากน้ำหนักหนึ่งหน่วยวางที่จุด B,  $\delta_{bb}$ , สามารถหาได้โดยวิธีหนึ่งของวิธีการหาการโก่ง แล้วสมการการโก่งที่จุด B สามารถหาได้ด้วย

$$\delta_b + \delta_{bb} \cdot R_B = 0$$

จาก  $R_B = \frac{-\delta_b}{\delta_{bb}}$  (ดูรูป 2.24 (b) และ 2.24 (c))

ถ้า Influence line ของ  $R_B$  ต้องการให้นำหนักที่กระทำจริงในคานเคลื่อนที่มารวมเป็นน้ำหนักหนึ่งหน่วย (ตามรูป 2.24 (d)) ดังนั้น  $\delta_b = \delta_{bx}$  โดยที่  $\delta_{bx}$  แทนระยะโก่งที่จุด B จากน้ำหนักหนึ่งหน่วยที่วางที่จุด x แล้ว สมการการโก่ง สามารถหาได้โดย

$$\delta_{bx} + \delta_{bb} \cdot R_B = 0 \quad \text{OR} \quad R_B = -\delta_{bx} / \delta_{bb}$$

จากทฤษฎีของแมกเวลล์ใช้ทำนองเดียวกัน,  $\delta_{bx} = \delta_{xb}$  ดังนั้นสมการของ  $R_B$  เขียนใหม่ได้

$$R_B = -\delta_{xb} / \delta_{bb}$$

สมการนี้แสดงให้เห็น Influence line ของ  $R_B$  โดยการเอาน้ำหนักหนึ่งหน่วยวางบนคานคันทอมินเทที่จุด B แล้วทำการคำนวณการโก่งที่ระยะ X ใด ๆ ที่ประกอบกับจุด B รวมทั้งจะสังเกต Influence line ของคานอินดีทอมินเท ไม่เป็นเส้นตรงทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการหาการโก่งที่ใช้ในการทำ

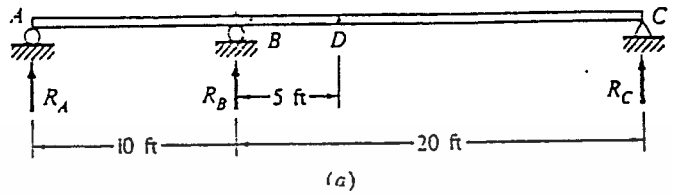
Influence line สำหรับแรงเฉือนและโมเมนต์ในคาน จากตัวอย่างใช้ Conjugate-beam หาแรงปฏิกิริยาของ Influence line ที่จุด B หลังจากหา Influence line ของ  $R_B$  Influence line ของแรงปฏิกิริยาที่เหลืออยู่ที่  $R_A$  และ  $R_C$  ก็เป็นการหาระบบ Statio สำหรับแต่ละตำแหน่งของ Unit load บนคาน ,แรงปฏิกิริยาเราต้องรู้ ก่อนที่จะหาค่าของแรงเฉือนและโมเมนต์ที่จุด D บนคานต่อเนื่อง ซึ่งจะได้หาได้ง่ายขึ้น (ดู การคำนวณหา  $V_D$  และ  $M_D$  ในตัวอย่างที่ 1)

ขณะนี้พิจารณารูป Influence line ของคานต่อเนื่องทั้ง 4 ช่วง ในรูป 2.25 จะมีแรงปฏิกิริยา 3 Redundant เราก็เลือกเอา  $R_B$ ,  $R_C$  และ  $R_D$  ออกให้เป็นตัว Redundant, การโก่ง ( $\delta_{xx}$ ) สามารถหาได้จากน้ำหนักหนึ่งหน่วยที่เลือกวางบนความยาวคานที่จุด B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

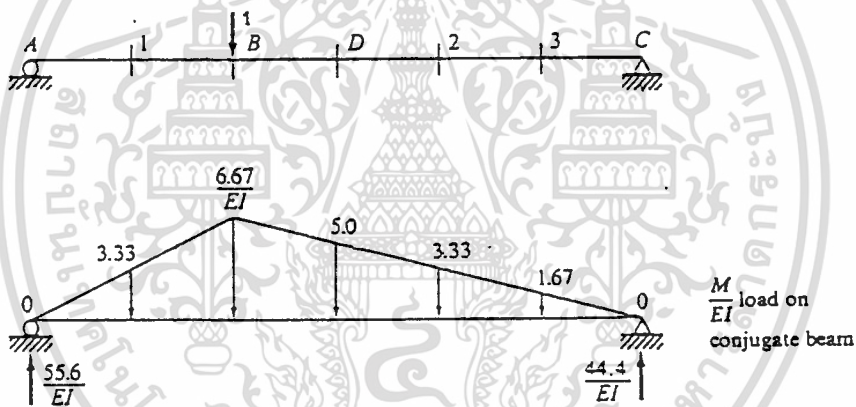
ตัวอย่างที่ 1

จงหาค่าที่ระยะห่าง 5 ft และเขียน influence line ของปฏิกิริยาที่จุกรองรับทั้งหมด แรงเฉือนและโมเมนต์คดที่จุด D บนคานต่อเนื่อง ค่า EI คงที่



วิธีทำ

เอาตัว redundant ที่จุด B ออก และหา RB โดยใช้วิธี Conjugate-beam



$$\delta_1 = M_{CB_1} = \frac{55.6}{EI} (5) - \frac{1}{2} \left( \frac{3.33}{EI} \right) (5) \cdot \frac{5}{3} = \frac{264}{EI}$$

$$\delta_B = \delta_{bb} = M_{CB_B} = \frac{55.6}{EI} (10) - \frac{1}{2} \left( \frac{6.67}{EI} \right) (10) \cdot \frac{10}{3} = \frac{445}{EI}$$

$$\delta_D = M_{CB_D} = \frac{44.4}{EI} (15) - \frac{1}{2} \left( \frac{5}{EI} \right) (15) \cdot 5 = \frac{479}{EI}$$

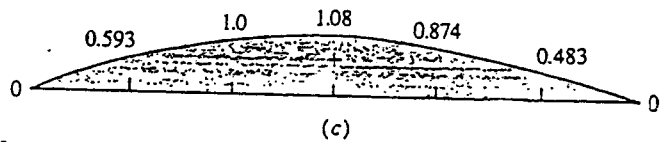
$$\delta_2 = M_{CB_2} = \frac{44.4}{EI} (10) - \frac{1}{2} \left( \frac{3.33}{EI} \right) (10) \cdot \frac{10}{3} = \frac{389}{EI}$$

$$\delta_3 = M_{CB_3} = \frac{44.4}{EI} (5) - \frac{1}{2} \left( \frac{1.67}{EI} \right) (5) \cdot \frac{5}{3} = \frac{215}{EI}$$

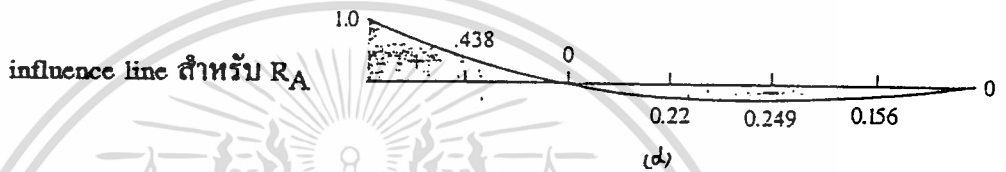
influence line สำหรับ  $R_B$  ที่หาจาก

$$R_B = -\frac{\delta_{xb}}{\delta_{bb}}$$

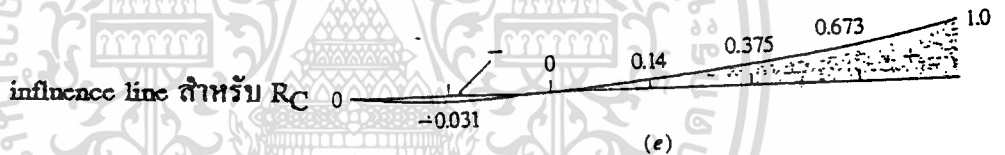
influence line สำหรับ  $R_B$



เมื่อเราทราบ influence line ของ  $R_B$  แล้ว ก็จะหา influence line ของ  $R_A$  ได้จาก  $M_C = 0$



ดังนั้น  $R_A + R_B + R_C - 1 = 0$  influence line ของ  $R_C$  ก็จะทำให้ ( $F_y = 0$ )

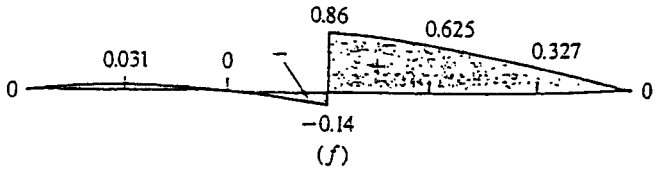


$V_D$  - influence line สำหรับแรงเฉือนที่จุด D

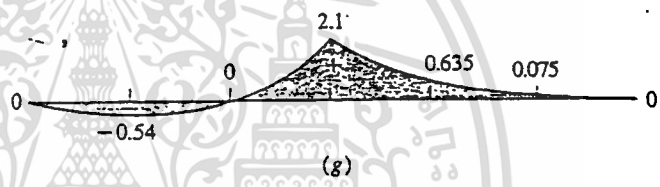
Unit Load at:	Shear at D
1	$V_D = R_A + R_B - 1$ $= 0.593 + 0.438 - 1 = +0.031$
B	$V_D = R_A + R_B - 1 = 0$
Left of D	$V_D = R_A + R_B - 1 = -0.14$
Right of D	$V_D = R_A + R_B = +0.86$
2	$V_D = R_A + R_B = +0.625$
3	$V_D = R_A + R_B = +0.327$

influence line สำหรับ  $V_D$

$M_D$  - influence line สำหรับ โมเมนต์ที่จุด D



Unit Load at:	Bending Moment at D
1	$M_D = 15R_A + 5R_B - 1(10)$ $= 15(0.438) + 5(0.593) - 10 = -0.54$
B	$M_D = 15R_A + 5R_B - 1(5) = 0$
D	$M_D = 15R_A + 5R_B = +2.1$
2	$M_D = 15R_A + 5R_B = +0.635$
3	$M_D = 15R_A + 5R_B = +0.075$



influence line สำหรับ  $M_D$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## หน่วยที่ 4 ทฤษฎีในการคำนวณออกแบบเหล็กคานวางรอก (Steel Design)

ใช้ทฤษฎี Steel Design

### 1. คาน (Beam หรือ Girder)

คานเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างที่ทำหน้าที่รับแรงดัดและแรงเฉือนซึ่งเกิดจากน้ำหนักบรรทุกบนคาน ดังนั้นจะต้องออกแบบคานให้ต้านทานต่อโมเมนต์ดัดและแรงเฉือนที่เกิดขึ้นตามปกติคานจะมีฐานรองอยู่ที่ปลายทั้งสอง มีน้ำหนักบรรทุกในแนวตั้ง ในการบรรทุกน้ำหนักนี้จะทำให้เกิดโมเมนต์ดัด ซึ่งทำให้หลังคานอยู่ในลักษณะถูกอัด และท้องคานอยู่ในลักษณะถูกดึง

คานเหล็กรูปพรรณที่มีรูปตัด WF เป็นที่นิยมใช้มาก นอกจากนี้อาจใช้รูปหน้าตัดเป็นเหล็กรูปตัว I, T, L หรือเหล็กรูปตัดชนิดอื่น ๆ ที่ประกอบขึ้น ซึ่งอาจจะใช้เหล็กชิ้นเดียวหรือแผ่นเหล็กประกบกับเหล็กฉาก แล้วยึดติดเข้าด้วยกันโดยใช้หมุดย้ำ, สลักเกลียวหรือ เชื่อมติด

### 2. สูตรคำนวณคาน

เนื่องจากคานทำหน้าที่รับแรงดัดและแรงเฉือน (สมมุติปราศจากแรงบิด) ซึ่งเกิดจากน้ำหนักบรรทุกบนคาน ดังนั้นสูตรคำนวณเพื่อหาหน่วยแรงที่เกิดขึ้นจึงมีอยู่ 2 อย่าง คือ สูตรแรงดัด (beam - flexure formula) และสูตรแรงเฉือน (beam - shear formula)

#### 1.) สูตรแรงดัด ใช้คำนวณหาหน่วยแรงดัดซึ่งเกิดจากโมเมนต์ดัด (M)

$$\text{สูตรคือ } f_b = \frac{My}{I} \quad \text{หรือ} \quad f_b \text{ max} = \frac{Mc}{I}$$

ในที่นี้  $f_b$  = หน่วยแรงดัดเนื่องจากโมเมนต์ดัดที่ระยะ  $y$  จากแกนสะเทิน

$y$  = ระยะที่ห่างจากแกนสะเทิน

$c$  = ระยะที่มากที่สุดของ  $y$

$I$  = โมเมนต์อินเนอร์เซียของรูปหน้าตัดรอบแกนสะเทินที่รับแรงดัด

#### 2.) สูตรแรงเฉือน ใช้คำนวณหาหน่วยแรงเฉือนซึ่งเกิดจากแรงเฉือน (V)

$$\text{สูตรคือ } f_v = \frac{VQ}{It}$$

$I$

ในที่นี้  $f_v$  = หน่วยแรงเฉือนในเหล็กแผ่นคั้ง (web) ของคานที่ระยะห่าง  $y$  จากแกนสะเทิน

$V$  = แรงเฉือนทั้งหมดในแนวตั้ง

$Q$  = โมเมนต์รอบแกนสะเทินของเนื้อที่ส่วนที่อยู่นอกแนวที่ต้องการหา  $f_v$

$t$  = ความหนาของหน้าตัดที่ต้องการหาหน่วยแรงเฉือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

I = โมเมนต์อินเนอร์เซียรอบแกนสะเทิน

โดยปกติ มักจะออกแบบคานเป็นรูปตัว I หรือ WF ซึ่งคำนวณแรงเฉือนที่คำนวณจากสูตรข้างต้น เกือบเท่ากับค่า "เฉลี่ย" ของหน่วยแรงเฉือนซึ่งคำนวณจากสูตร  $f_v = V/d$  โดยที่ d เป็นความลึกของเหล็กแผ่นคั้งคั้งนั้น ในการออกแบบจึงนิยามหาหน่วยแรงเฉือนจากค่า "เฉลี่ย" เพราะสะดวกต่อการคำนวณ

ในการคำนวณออกแบบคาน ค่าของหน่วยแรงค้ำและหน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้นจะต้องมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าของหน่วยแรงค้ำ และหน่วยแรงเฉือนที่ยอมให้ตามมาตรฐานกำหนดที่ใช้ในการออกแบบ

3.โมเมนต์ค้ำที่มากที่สุด

ค่าของโมเมนต์ค้ำที่มากที่สุด (M) ที่เกิดขึ้นเนื่องจากน้ำหนักบรรทุกและน้ำหนักของคานเองสามารถหาได้จากทฤษฎีการวิเคราะห์โครงสร้าง และเขียนได้ในรูปของสมการ ดังนี้

$$M = C_{dm}WL$$

ในที่นี้ W = น้ำหนักทั้งหมดที่กระทำบนคาน (กิโลกรัม)

L = ช่วงความยาวของคานระหว่างจุดรองรับที่ปลายทั้งสอง (ชม.)

$C_{dm}$  = ค่าสัมประสิทธิ์ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของน้ำหนักที่กระทำ และลักษณะ

ของการยึดปลายคาน (ดูตารางที่ 2)

4.โมดูลัสหน้าตัด (Section Modulus)

สูตร  $S = M/F_b = I/C$

ในที่นี้ S คือ โมดูลัสหน้าตัด ชม.3

การใช้โมดูลัสหน้าตัด (S) ในการออกแบบคาน คือ

- ก. หาโมดูลัสหน้าตัดที่ต้องการจากสูตรข้างบน
- ข. ใช้ค่าโมดูลัสหน้าตัดที่หาได้จาก ข้อ ก. นำไปเลือกรูปค้ำจากตารางของเหล็กรูปพรรณที่มีอยู่โดยจะต้องเลือกรูปค้ำที่มีความสมมาตรในระนาบที่รับน้ำหนักเพื่อหลีกเลี่ยงการรับน้ำหนักเฉียง ศูนย์รูปค้ำควรมีน้ำหนักน้อยที่สุดแต่ให้ได้โมดูลัสหน้าตัดค้ำตามที่ต้องการ

5.การคดหรือโก่งของคาน

เมื่อคานรับน้ำหนักบรรทุกรวมทั้งน้ำหนักของคานเอง จะมีการคดหรือโก่งตัว (Deflection) เกิดขึ้น ค่าการคดหรือโก่งตัวของคานที่มากที่สุดนี้สามารถหาได้จากทฤษฎีการวิเคราะห์โครงสร้าง และเขียนอยู่ในรูปของสมการดังนี้

$$= \frac{Cd WL^3}{EI}$$

ในที่นี้  $\Delta$  = การคดหรือโก่งของคานที่มากที่สุด (ซม.)

$L$  = ช่วงความยาวของคานระหว่างจุดรองรับทั้งสอง (ซม.)

$W$  = น้ำหนักทั้งหมดที่กระทำบนคาน (กก.)

$E$  = โมดูลัสยืดหยุ่น (กก./ซม.<sup>2</sup>)

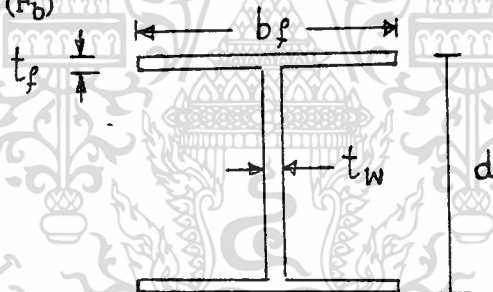
$I$  = โมเมนต์อินเนอร์เซียของหน้าตัดรอบแกนสะเทิน (ซม.<sup>4</sup>)

$Cd$  = ค่าสัมประสิทธิ์ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของน้ำหนักที่กระทำบน คาน และลักษณะของคานยึดปลายคาน (ดูตารางที่ 2)

ในการคำนวณออกแบบคาน จะต้องตรวจสอบด้วยว่า การคดหรือโก่งตัวของคานที่เกิดขึ้นมีค่าเกินกว่าค่าที่ยอมให้หรือไม่

6.มาตรฐานกำหนด

มาตรฐาน AISC ได้กำหนดค่าหน่วยแรงที่ยอมให้ ดังนี้  
หน่วยแรงคดที่ยอมให้ ( $F_b$ )



สำหรับโครงสร้างส่วนรับแรงคดที่มีหน้าตัดสมมาตรกับแกนรอง เช่น คานเหล็กรูปพรรณแบบบริดจอน (รูปตัว I หรือ WF) และมีค้ำยันทางข้างที่ป็นรับแรงอัดอย่างพอเพียง โดยที่ระยะค้ำยันห่างกันไม่เกิน  $637.2b_f\sqrt{F_y}$  หรือ  $1406000/(d/A_f)F_y$  หน่วยเป็นเซนติเมตร (มีค่าเท่ากับ 12.7 เท่าของความกว้างของปีกคานสำหรับเหล็กชนิด A36)

ในที่นี้  $A_f$  = เนื้อที่หน้าตัดของปีกรับแรงอัด (ซม.<sup>2</sup>)

ก.สำหรับหน้าตัดแบบ Compact (เมื่ออัตราส่วน  $b_f/2t_f \leq 437.7/F_y$  ซึ่งเท่ากับ 8.72 สำหรับ  $F_y = 2520 \text{ kg/cm}^2$ )

$$F_b = 0.66F_y \text{ kg/cm}^2 \text{ (สำหรับการคดรอบแกนหลัก)}$$

$$F_b = 0.75F_y \text{ kg/cm}^2 \text{ (สำหรับการคดรอบแกนรอง)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. สำหรับหน้าตัดแบบ noncompact (เมื่ออัตราส่วน  $b_f/2t_f > 796.5/\sqrt{F_y}$ )

ซึ่งเท่ากับ 15.87 สำหรับ  $F_y = 2520 \text{ kg/cm}^2$

$$F_b = 0.60F_y$$

ค. สำหรับหน้าตัดแบบ partially compact (เมื่อ  $437.7/\sqrt{F_y} < b_f/2t_f < 796.5/\sqrt{F_y}$ )

$$F_b = F_y[0.733 - 0.000167(b_f/2t_f)\sqrt{F_y}] \text{ kg/cm}^2$$

ในที่นี้  $F_b =$  หน่วยแรงดัดที่ยอมให้ กก./ซม.<sup>2</sup>

$F_y =$  กำลังจุดคานงของเหล็ก กก./ซม.<sup>2</sup>

$b_f =$  ความกว้างของปีกรับแรงอัด ซม.<sup>2</sup>

$t_f =$  ความหนาของปีกรับแรงอัด ซม.

หน่วยแรงเฉือนที่ยอมให้ ( $F_v$ )

$$\text{หน่วยแรงเฉือนที่ยอมให้ } F_v = 0.4F_y$$

การตกหรือ โกงของคานที่ยอมให้

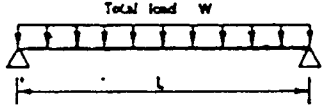
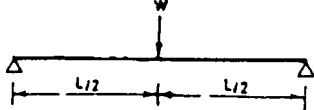
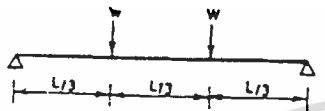
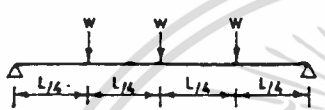
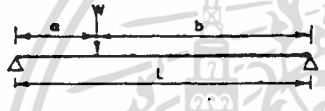

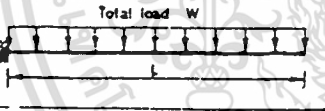
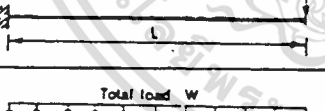
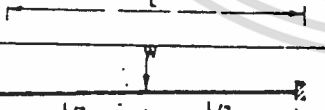
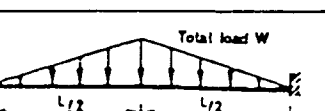
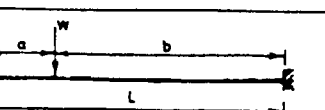

สำหรับคานที่รองรับฝ้าหรือพื้นปูนที่ต้องฉาบผิว ค่าการตกหรือ โกงเนื่องจากน้ำหนักจรที่มากที่สุดที่ยอมให้ได้ จะต้องไม่เกิน 1/360 ของช่วงความยาวคาน

สำหรับคานที่รองรับพื้นหรือรองรับหลังคา ค่าการตกหรือ โกงเนื่องจากน้ำหนักบรรทุกที่ยอมให้ประมาณ 1/290 ถึง 1/230 ของช่วงความยาวคาน

ดังนั้นในกรณีที่ไม่คำนวณค่าการ โกงตัวของคาน ควรให้อัตราส่วนของความลึกของคานต่อช่วงความยาวของคานที่รองรับพื้นหรือรองรับหลังคาไม่น้อยกว่า  $F_y/56000$  และ  $F_y/70000$  ตามลำดับโดยที่  $F_y$  เป็นกำลังจุดคานงของเหล็ก กก./ซม.<sup>2</sup> นั่นคือ

$$d/L = 1/24 - 1/30 \text{ (สำหรับเหล็กชนิด A7)}$$

$$\text{หรือ } = 1/22 - 1/28 \text{ (สำหรับเหล็กชนิด A36)}$$

แบบของคาน	$C_{dm}$	$C_d$
	$\frac{1}{8}$	$\frac{5}{384}$
	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{48}$
	$\frac{1}{3}$	$\frac{23}{648}$
	$\frac{1}{2}$	$\frac{19}{384}$
	$\frac{ab}{L^2} \frac{1}{9\sqrt{3}}$	$\frac{a}{L} \left(1 - \frac{a^2}{L^2}\right)^{\frac{3}{2}}$
	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{60}$
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{8}$
	1	$\frac{1}{3}$
	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{324}$
	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{192}$
	$\frac{5}{48}$	$\frac{7}{1920}$
	$\frac{ab^2}{L^3}$	

ตารางที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์  $C_{dm}$  และ  $C_d$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ความต้านทานต่อการโก่งทงข้าง (buckling Resistance of Beams)

การโก่งทงข้างของปีกคาน (Flange Buckling) สำหรับคานรับน้ำหนักซึ่งหน้าตัดเป็นแบบปีกกว้าง (Wide flange) ส่วนบนของปีกคาน (Upper flange) จะรับแรงอัดซึ่งปีกคานจะทำหน้าที่คล้ายกับเสา ถ้าหากคานนี้มีค้ำยันทงข้างไม่เพียงพอ การโก่งทงข้างของปีกคานก็อาจเกิดขึ้นได้ ทำให้กำลังต้านทานต่อน้ำหนักบรรทุกลดลง ฉะนั้นเมื่อระยะค้ำยันเกินกว่า  $637.2b_f/\sqrt{F_y}$  หรือ  $1406000/(d/A_f)F_y$  ซม. แต่อัตราส่วน  $L/r_T$  ไม่เกิน  $\sqrt{\frac{717 \times 10^4 C_b}{F_y}}$  (ซึ่ง =  $53.34\sqrt{C_b}$  สำหรับ  $F_y = 2520$  kg/cm<sup>2</sup>)

มาตรฐาน AISC กำหนดให้ใช้หน่วยแรงค้ำที่ยอมให้เท่ากับ  $0.6F_y$

สำหรับกรณีอื่นมาตรฐาน AISC ให้ใช้ค่า  $F_b$  ที่มากที่สุดจากสามสูตรข้างล่างนี้ แต่ไม่ว่ากรณีใดต้องไม่เกินกว่า  $0.6F_y$  กล่าวคือ

เมื่อ  $\sqrt{\frac{717 \cdot 10^4 C_b}{F_y}} \leq L/r_T \leq \sqrt{\frac{3585 \cdot 10^4 C_b}{F_y}}$

ใช้  $F_b = [2/3 \cdot \frac{F_y(L/r_T)^2}{10756 \cdot 10^4 C_b}] F_y$  kg/cm<sup>2</sup> (AISC 1.5-6a)

เมื่อ  $L/r_T \geq \sqrt{\frac{3585 \cdot 10^4 C_b}{F_y}}$  (ซึ่ง =  $119.27/\sqrt{C_b}$  สำหรับ  $F_y = 2520$  kg/cm<sup>2</sup>)

ใช้  $F_b = \frac{1195 \cdot 10^4 C_b}{(L/r_T)^2}$  kg/cm<sup>2</sup> (AISC 1.5-6b)

หรือเมื่อปีกรับแรงอัดนั้นเป็นแผ่นเต็ม (Solid) หน้าตัดเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งมีเนื้อที่หน้าตัดไม่น้อยกว่าเนื้อที่หน้าตัดของปีกรับแรงดึง หรือกรณีเหล็กทรงรูปรางน้ำ

ใช้  $F_b = \frac{843600 C_b}{(L_d/A_f)}$  kg/cm<sup>2</sup> (AISC 1.5-7)

ในที่นี้  $L$  = ช่องความยาวที่ไม่มีการค้ำยึดของปีกคานรับแรงอัด ซม.  
 $d$  = ความลึกของคาน ซม.

$r_T$  = รัศมีจอร์เจียนคิรอปแกนในระนาบของเหล็กแผ่นตั้ง(web) ของหน้าตัดที่ประกอบ ด้วยเนื้อที่ของปีกคานรับแรงอัดและหนึ่งในสามของเนื้อที่ของเหล็กแผ่นตั้ง (web) ที่รับแรงอัด(มีค่า โดยประมาณเท่ากับ 0.26  $b_f$ )

$$A_f = \text{เนื้อที่หน้าตัดของปีกคานรับแรงอัด}$$

$$C_b = 1.75 + 1.05(M_1/M_2) + 0.3(M_1/M_2)^2 < 2.3$$

$M_1, M_2$  = โมเมนต์คิรอปแกนหลักที่ปลายของช่วงคานที่ไม่มีค้ำยัน ซึ่ง  $M_1 < M_2$

อัตราส่วนของ  $M_1/M_2$  จะมีค่าเป็นบวก ถ้าหาก  $M_1$  และ  $M_2$  มีเครื่องหมาย เหมือนกัน ซึ่งอาจจะทวนเข็มนาฬิกาหรือตามเข็มนาฬิกา

ค่า  $C_b = 1$  ถ้าโมเมนต์คิรอปแกนในช่องคานมากกว่าโมเมนต์คิรอปแกนที่ปลาย

การโก่งในแนวทแยงของเหล็กแผ่นตั้ง (Diagonal Web Buckling)

เพื่อป้องกันการโก่งของเหล็กแผ่นตั้งเนื่องจากแรงอัดในแนวทแยงอัตราส่วนของระยะระหว่างปีกทั้งสองต่อความหนาของเหล็กแผ่นตั้งจะต้องไม่เกิน  $3454.6/\sqrt{F_y}$  นั่นคือ

$$d/t_w \leq \frac{3454.6}{F_y} \text{ (มีค่าประมาณ 69 และ 70 สำหรับเหล็กชนิด A36 และ A7 ตามลำดับ)}$$

สำหรับคานเหล็กรูปพรรณ (rolled beam) ปัญหาการเกิดการโก่งในแนวทแยงของเหล็กแผ่นตั้งไม่ค่อยมี ทั้งนี้เพราะเหล็กรูปพรรณที่มีขายนั้นค่าของ  $d/t_w$  โดยทั่วไปแล้วจะน้อยกว่า 50

### ทฤษฎี การต่อโครงสร้างโดยการเชื่อม (ใช้ใน model)

#### 1. การต่อโครงสร้างโดยการเชื่อม (Welded Connections)

นอกจากการต่อโดยใช้หมุดย้ำ หรือสลักเกลียวแล้ว การต่อที่นิยมใช้ในปัจจุบันก็คือการต่อโดยการเชื่อม ซึ่งเป็นวิธีการต่อแผ่นโลหะให้ติดกันโดยใช้ความร้อนเผาโลหะตรงบริเวณที่จะต่อให้ละลาย และใช้ลวดเชื่อมหลอมติดแผ่นโลหะนั้น วิธีการเชื่อมที่นิยมมากที่สุด คือ วิธีการใช้ประกายไฟ (Arc welding) การเชื่อมจะให้กำลังมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของลวดเชื่อม (welding rod) ซึ่งมีอยู่สองชนิด คือ

(ก.) ลวดเคลือบบาง (lightly coated electrodes) แบบนี้เปราะ

(ข.) ลวดเคลือบหนา (heavily coated electrodes) แบบนี้เหนียวกว่าชนิดแรก ซึ่งในการ

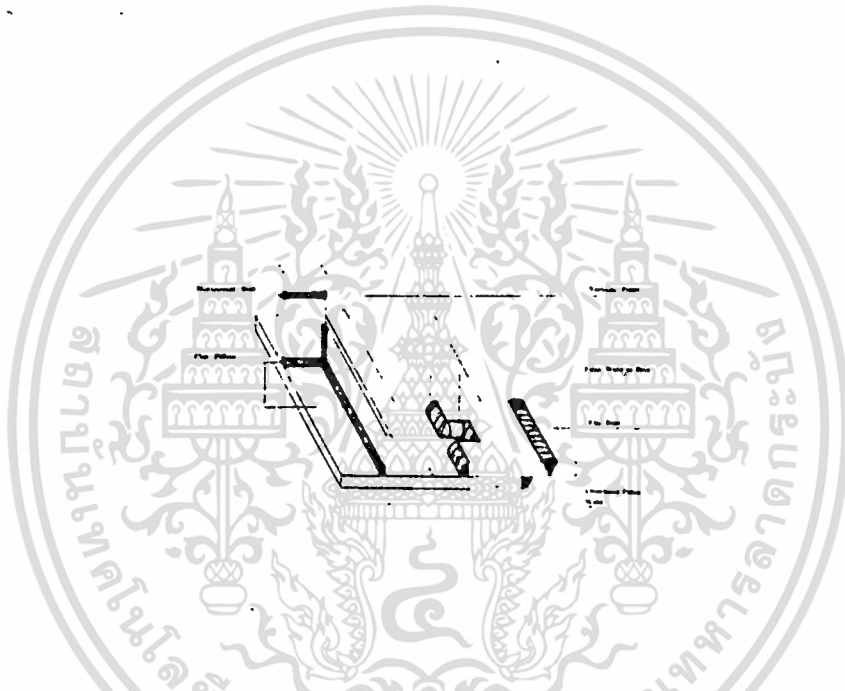
เชื่อมโครงสร้างต่าง ๆ นิยมใช้ชนิดนี้มาก

## 2.แบบของการเชื่อม

แบบของการเชื่อม ถ้าเรียกตามลักษณะที่เชื่อม จะมีแบบแนวนราบ(flat) แนวนระดับ(horizontal) และแนวตั้ง(vertical) โดยมากจะเลือกใช้การเชื่อมแบบแนวนราบ(flat) เป็นอันดับแรก แบบแนวนระดับ(horizontal) และแนวตั้ง(vertical) เป็นอันดับที่สองและสามตามลำดับ แต่ถ้าเรียกตามชนิดของการเชื่อมที่สำคัญจะมีอยู่เพียง 2 ชนิดคือ

ก) การเชื่อมแบบต่อชน(Butt weld) เป็นการเชื่อมแบบปลายต่อปลายชนกัน ซึ่งการเชื่อมชนิดนี้จะใช้สำหรับรับแรงดึง หรือแรงอัด โดยตรง

ข) การเชื่อมแบบต่อทาบ(Fillet weld) เป็นการเชื่อมแผ่นเหล็กที่ตั้งฉากกันหรือซ้อนกัน การเชื่อมชนิดนี้ เหล็กที่เป็นตัวเชื่อมจะรับแรงดึง แรงอัดและแรงเฉือนได้ด้วย



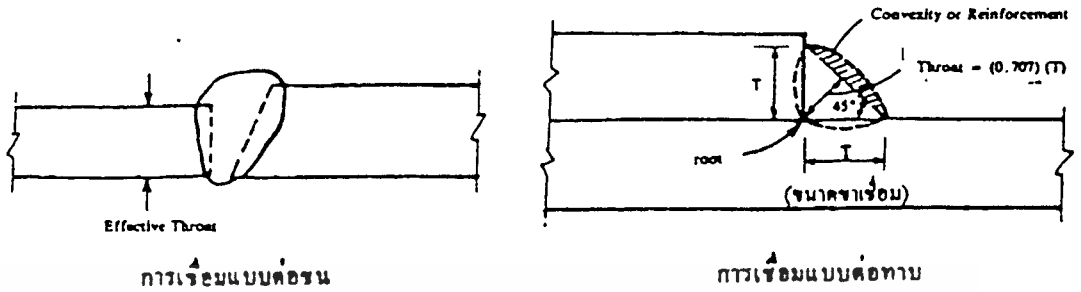
รูปที่ 2.26 ชนิดและลักษณะของการเชื่อม

## 3.กำลังของรอยเชื่อม (weld strength)

ค่าของหน่วยแรงที่เกิดขึ้นบนรอยเชื่อมคำนวณได้จากการหารแรงที่กระทำด้วยเนื้อที่ประสิทธิภาพผลของรอยเชื่อม นั่นคือ

$$\text{หน่วยแรงที่เกิดขึ้นบนรอยเชื่อม} = \frac{\text{แรงที่กระทำ}}{\text{เนื้อที่ประสิทธิภาพผลของรอยเชื่อม}}$$

ในที่นี้ เนื้อที่ประสิทธิภาพผลของรอยเชื่อม มีค่าเท่ากับผลคูณของความยาวของรอยเชื่อมกับความหนาประสิทธิภาพผล (Throat) ซึ่งเป็นระยะที่น้อยที่สุดจาก root ไปยังผิวเชื่อม ดังรูป 2.27



รูปที่ 2.27

กำลังของรอยเชื่อมแบบค่อทาบ คำนวณได้จากค่าแรงเฉือนบน throat เสมอไป ไม่ว่าแรงจะกระทำในทิศทางใดก็ตาม

4.มาตรฐานกำหนด

หน่วยแรงที่ยอมให้

มาตรฐาน AISC กำหนดหน่วยแรงที่ยอมให้ของการเชื่อม ดังนี้

การเชื่อมแบบค่อชน : หน่วยแรงดึง แรงอัด แรงบิด แรงเฉือน ที่ยอมให้ได้นั้นเท่ากับค่าที่กำหนดให้สำหรับโลหะที่เชื่อม

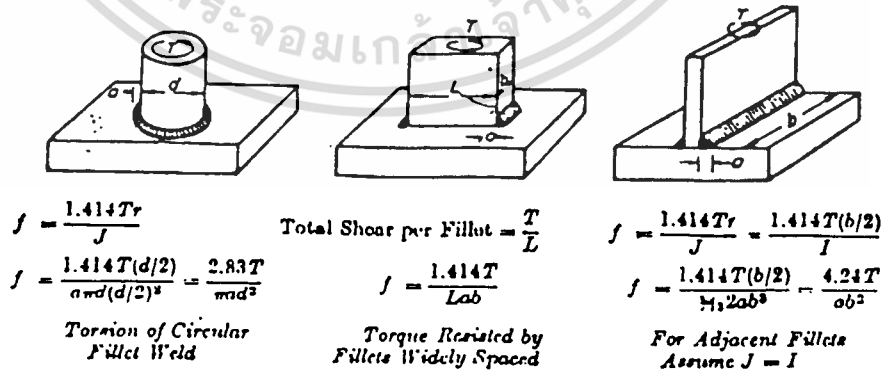
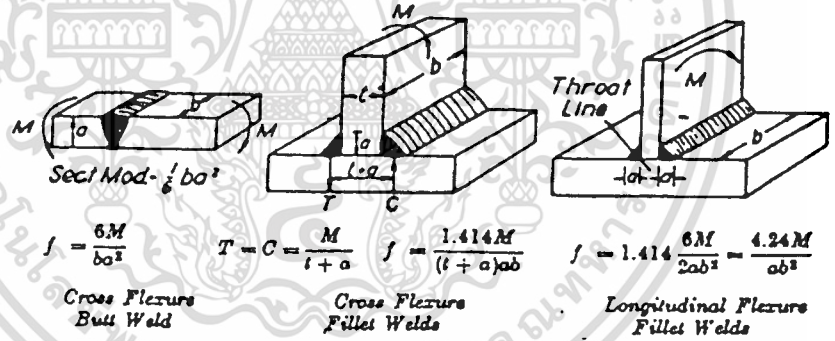
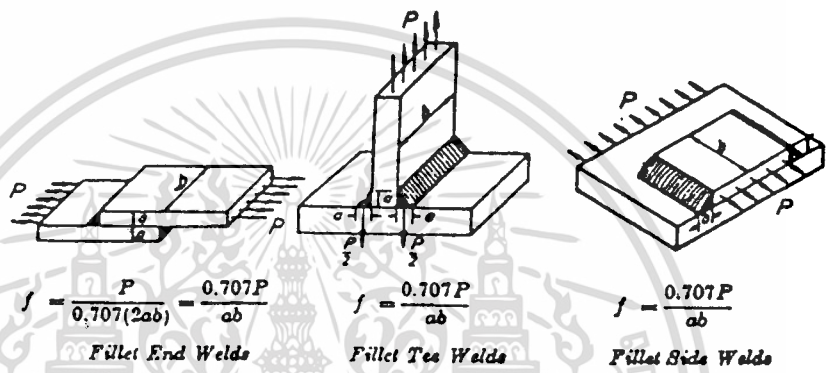
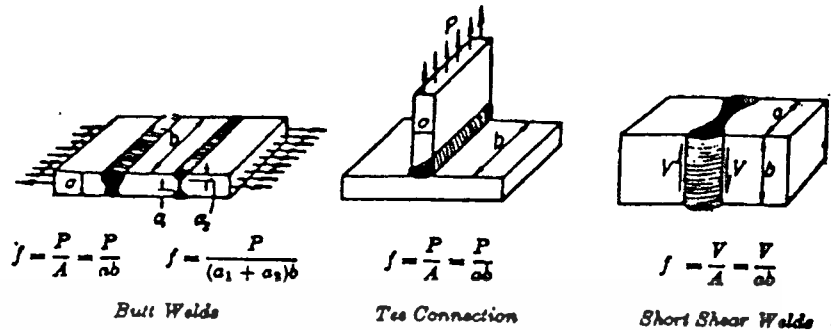
การเชื่อมแบบค่อทาบ : หน่วยแรงเฉือนที่ยอมให้บน throat จะมีค่าต่าง ๆ กัน ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของลวดเชื่อมที่ใช้และโลหะที่เชื่อม เป็นต้นว่า

หน่วยแรงเฉือน = 1260 กก./ซม.<sup>2</sup> สำหรับลวดเชื่อมแบบ E60 ซึ่งใช้กับเหล็กชนิด A7,A500 Grade A หรือ A 570 Grade D

หน่วยแรงเฉือน = 1470 กก./ซม.<sup>2</sup> สำหรับลวดเชื่อมแบบ E70 ซึ่งใช้กับเหล็กชนิด A36 เป็นต้น

พิจารณาการเชื่อมแบบค่อทาบในรูปที่ 2 ถ้าให้ T เป็นขนาดของขาเชื่อม L เป็นความยาวของรอยเชื่อมและ  $F_v$  เป็นหน่วยแรงเฉือนที่ยอมให้บน Throat ดังนั้น

$$\begin{aligned}
 \text{กำลังของการเชื่อมแบบค่อทาบ} &= (0.707 T)(L)(F_v) \\
 &= 1040 T \text{ กก.ต่อ ซม. (สำหรับลวดเชื่อมชนิด E70)} \\
 &= 890 T \text{ กก.ต่อ ซม. (สำหรับลวดเชื่อมชนิด E60)}
 \end{aligned}$$

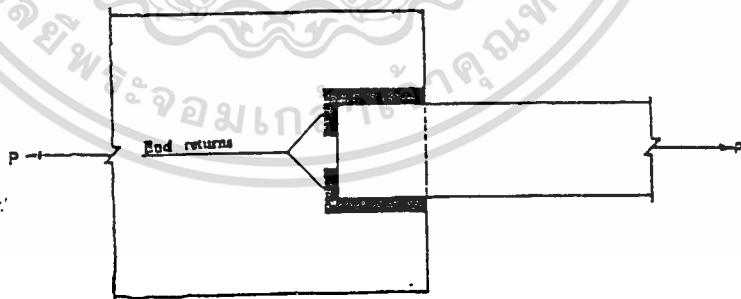


รูปที่ 2.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานกำหนด AISC นอกเหนือไปจากค่าแรงเฉือนที่ยอมให้ คือ

1. ความยาวของการเชื่อมแบบต่อทาบ จะต้องไม่น้อยกว่า 4 เท่าของขนาดของการเชื่อม
2. ขนาดใหญ่ที่สุดของการเชื่อมแบบต่อทาบ จะเท่ากับความหนาของแผ่นเหล็กที่หนาไม่เกิน 6 มม. สำหรับแผ่นเหล็กที่หนา 6 มม. หรือมากกว่า ขนาดของการเชื่อมจะเท่ากับ ความหนาของแผ่นเหล็ก ลบด้วย 2 มม.
3. ขนาดเล็กที่สุดของการเชื่อมในทางปฏิบัติ คือ 3 มม. และขนาดประหยัคือ 8 มม.
4. การเชื่อมแบบต่อทาบ ควรมีการเชื่อมอ้อมปลาย(end return) (ตามรูป 2.29)ซึ่งมีความยาวไม่น้อยกว่า 2 เท่าของขนาดการเชื่อม ทั้งนี้ เพื่อช่วยการลดจุดแรงวิกฤต(high stress concentration) ซึ่งจะเกิดขึ้นที่ปลายของการเชื่อม ถ้าหากไม่มีการเชื่อมอ้อมปลาย(end return) ในการคำนวณก็ควรจะหักความยาวของการเชื่อมออกเสียด้วย 2 เท่าของขนาดของการเชื่อม
5. ระยะทาบน้อยที่สุดต้องไม่น้อยกว่า 5 เท่าของความหนาของส่วนที่บางกว่า ซึ่งนำมาต่อกันและจะต้องไม่น้อยกว่า 25 มม.
6. การเชื่อมตามยาว โดยใช้แบบต่อทาบเพียงอย่างเดียวสำหรับการต่อปลายเหล็กแบบ(Flat bar)ที่รับแรงดึงนั้น ความยาวจะต้องไม่น้อยกว่าระยะตั้งฉากระหว่างแนวเชื่อม สำหรับการต่อปลายนั้นถ้าหากไม่มีการออกแบบเพื่อสำหรับโมเมนต์คัตในแนวขวาง ระยะระหว่างแนวของการเชื่อมแบบต่อทาบจะห่างได้ไม่เกิน 20 ซม.



รูปที่ 2.29

### 5. ลักษณะการเชื่อม

การออกแบบรอยเชื่อมต้องพยายาม ให้จุดศูนย์กลางของการเชื่อมอยู่ในแนวเดียวกับจุดศูนย์กลางของเหล็กที่จะเชื่อม เพื่อหลีกเลี่ยงการเอียงศูนย์ จากรูปที่ 2.30 สมมติว่า แรงในเหล็กจากกระทำในแนวเดียวกันกับจุดศูนย์กลางของเหล็กฉาก ถ้าหากจะใช้จุดศูนย์กลางของการเชื่อมอยู่ในแนวเดียวกันกับจุดศูนย์กลางของเหล็กฉาก จะเห็นว่า ความยาวของการเชื่อม  $L_1$  จะต้องยาวกว่า  $L_2$

วิธีการหาความยาวของการเชื่อม

สมมติให้แรงภายนอกกระทำผ่านแนวศูนย์กลางของเหล็ก

ฉาก = P แรงต้านทานของการเชื่อมในแนว  $L_1$  และ  $L_2$

เป็น  $P_1$  และ  $P_2$  ตามลำดับ

สมมติว่า ต้องการหาระยะ  $L_1$  ก็หาโมเมนต์รอบแนว  $L_2$

$$P_1 = (P)(b)$$

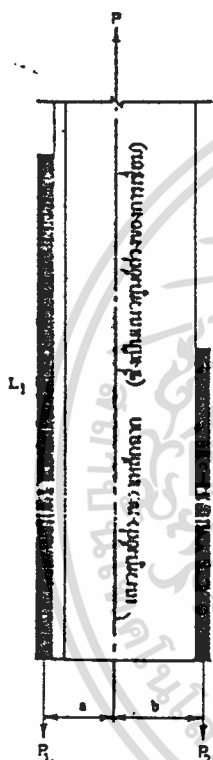
$$(a+b)$$

$$\text{ดังนั้น } L_1 = \frac{P_1}{P_w}$$

$$\text{ในทำนองเดียวกัน } P_2 = \frac{(P)(a)}{(a+b)}$$

$$\text{ดังนั้น } L_2 = \frac{P_2}{P_w}$$

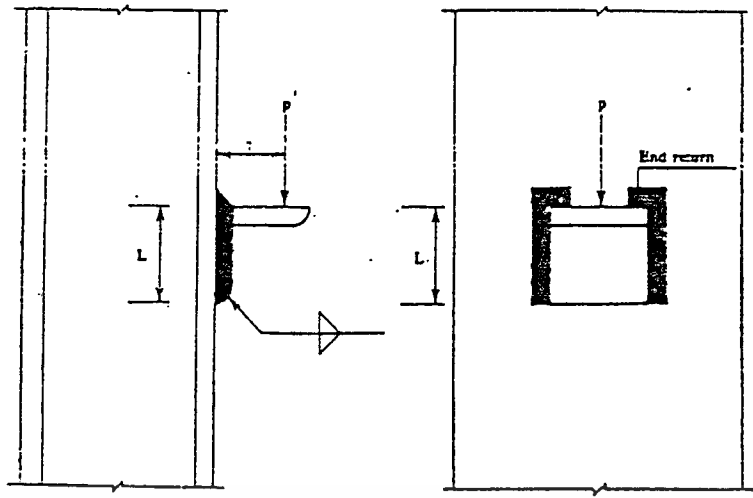
ในเมื่อ  $P_w$  = กำลังของการเชื่อมต่อหนึ่งหน่วยความยาว



รูปที่ 2.30

### 6. รอยเชื่อมแบบรับแรงเฉือนและแรงอัด

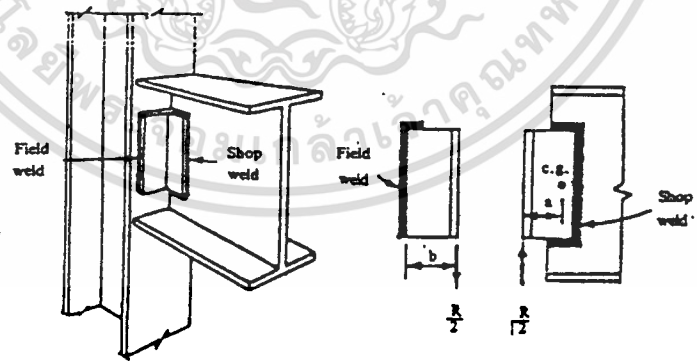
การเชื่อมแบบรับแรงเฉือนและแรงอัดแสดงไว้ในรูปที่ 2.31 การหาขนาดหรือความยาวของการเชื่อม จะสมมติว่า หน่วยแรงเฉือนเกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอตลอดความยาวของการเชื่อม นำหน่วยแรงเฉือนนี้รวมกับค่าของหน่วยแรงซึ่งเกิดจากโมเมนต์ค้ดมาคำนวณ



รูปที่ 2.31

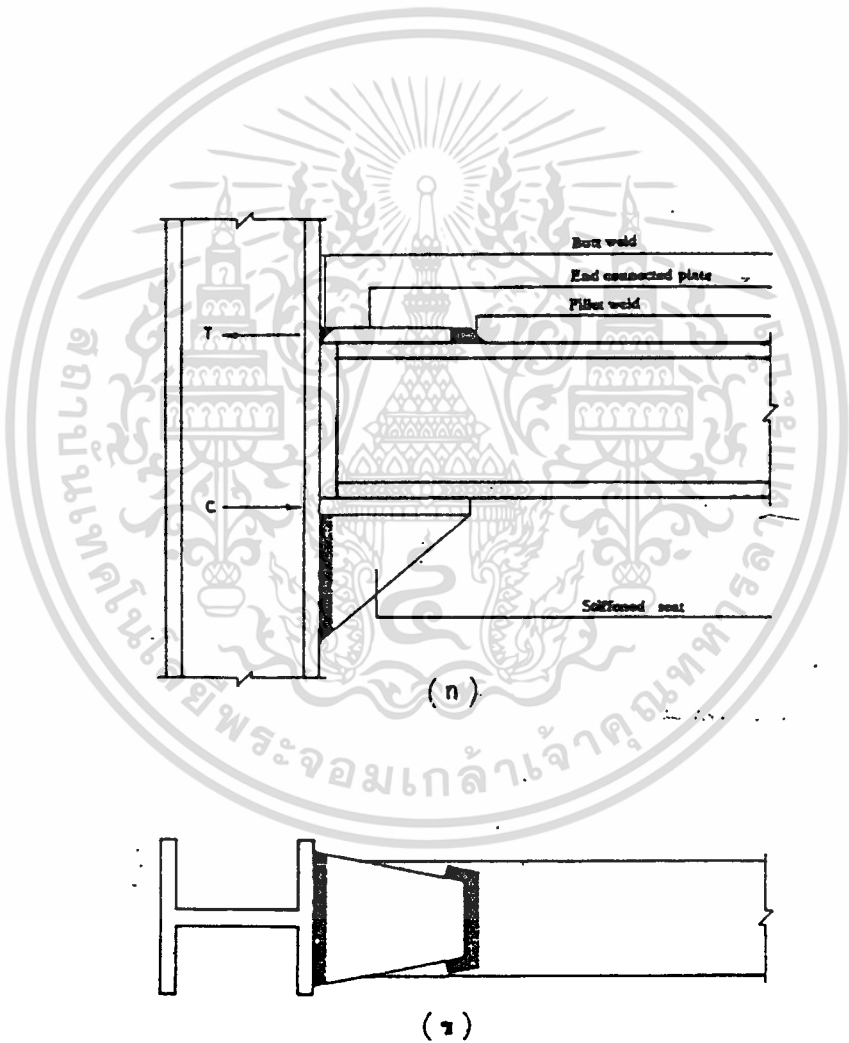
7.การต่อปลายคาน

รูปที่ 2.32 แสดงแบบการต่อปลายคานช่วงเดียวกับเสาโดยใช้เหล็กฉากคู่ และเชื่อมแบบต่อ ทาบ ในลักษณะนี้เหล็กฉากคู่จะใช้รับแรงเฉือน  $R$  จากปลายคานเพียงอย่างเดียว โดยที่รอยเชื่อมแต่ละ ด้านของเหล็กฉากซึ่งติดกับเหล็กแผ่นตั้งจะรับทั้งแรงเฉือนมีค่าเท่ากับ  $R/2$  และโมเมนต์บิดมีค่าเท่ากับ  $Ra/2$  ส่วนรอยเชื่อมแต่ละด้านของเหล็กฉากซึ่งติดกับปีกเสาจะรับทั้งแรงเฉือนมีค่าเท่ากับ  $R/2$  และ โมเมนต์บิดมีค่าเท่ากับ  $Rb/2$



รูปที่ 2.32 การต่อปลายคานช่วงเดียว

การต่อปลายคานอาจใช้เหล็กฉากทำเป็นฐานรองและรับแรงเฉือนจากคาน คล้ายกับรูปที่ 5 ก็ได้ ลักษณะการทำรอยต่อดังกล่าวข้างต้น เป็นกรณีของคานช่วงเดียว ซึ่งไม่มีโมเมนต์คัตที่ปลายคาน ในกรณีที่มีโมเมนต์คัตที่ปลายคาน ต้องทำรอยต่อในลักษณะที่แสดงในรูปที่ 2.33 โดยที่ฐานรองได้คาน ทำหน้าที่รับแรงเฉือน และใช้แผ่นเหล็กปิดบนเหนือคานกับแผ่นเหล็กที่ฐานรองได้คาน ช่วยรับ โมเมนต์ แรงดิ่งที่ปีกบนของคาน จะส่งผ่านรอยเชื่อมแบบต่อทาบ (fillet weld) ไปยังเหล็กแผ่นบน และผ่านรอยเชื่อมแบบต่อชน (butt weld) ไปยังเสา เพื่อให้การเชื่อมง่ายขึ้นเหล็กแผ่นบนจะคัตให้เป็น รูปคังแสดงในรูป (ข.) การหาขนาดของการเชื่อมให้พิจารณาจากแรงดิ่งและแรงอัดที่กระทำ



รูปที่ 2.33

### หน่วยที่ 5 ทฤษฎีที่ใช้ในการหา Impact load

#### สูตรในการหา Impact Load

$$I = \frac{50}{1 + 125} < 30\%$$

I = impact fraction of Live Load

l = loaded length (ft.)

ถ้าค่า I ได้ น้อยกว่า 30 % ให้ใช้ค่า I ที่ได้นั้น

แต่ถ้าค่า I ได้ มากกว่า 30 % ให้ใช้ค่า I = 30 %

เหตุผลเพราะถ้าเราใช้ค่า I > 30 % จะทำให้เราไม่ประหยัด ดังนั้นกฎเกณฑ์ที่กล่าวมา จึงต้องคำนึงถึงเสมอ

### หน่วยที่ 6 ทฤษฎีแรงเฉือนและโมเมนต์

#### 1.) ทฤษฎีแรงเฉือนและโมเมนต์สำหรับน้ำหนักบรรทุกทุกแผ่นสม่ำเสมอกระทำบนคานช่วงเดียว

คำนวณหาแรงปฏิกิริยาโดยใช้สมการของการสม

ดุลย์จะได้  $R_A = R_B = wL/2$

ให้จุด A เป็นจุดเริ่มต้น

หาแรงเฉือนที่จุดต่าง ๆ

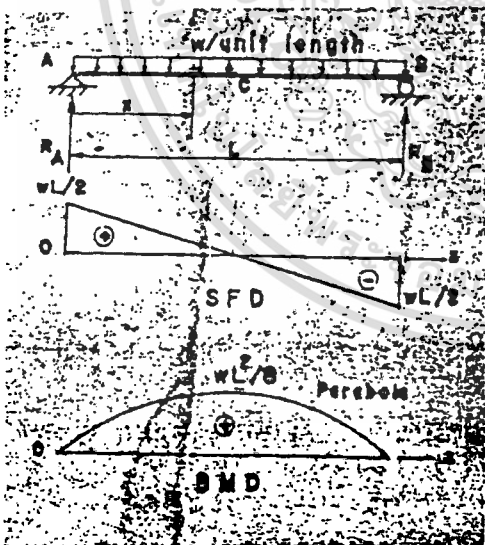
ที่จุด A :  $S_A = R_A = + wL/2$

ในช่วง AB :  $S = R_A - w.x = wL/2 - w.x$

ที่จุด C (เมื่อ  $x = L/2$ ) :

$S_C = wL/2 - w.L/2 = 0$

ที่จุด B :  $S_B = wL/2 - wL = -wL/2$



รูปที่ 2.34

ฉะนั้นภาพแรงเฉือนเนื่องจากน้ำหนักบรรทุกทุกแบบแผ่สม่ำเสมอ จึงมีลักษณะเป็นเส้นตรงเอียง  
หาโมเมนต์คัตที่จุดต่าง ๆ

ที่จุด A :  $M_A = 0$

ในช่วง AB:  $M = R_A \cdot x - w \cdot x \cdot x/2 = wL/2 \cdot x - wx^2/2$  ซึ่งเป็นสมการของพาราโบลาคว่ำว่า

ที่จุด C (เมื่อ  $x = L/2$ ):  $M_C = wL/2 \cdot L/2 - w/2(L/2)^2 = wL^2/8$

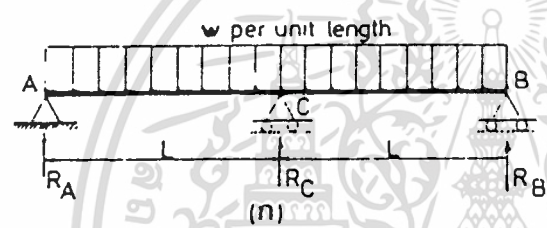
ที่จุด B :  $M_B = 0$

เขียนภาพ โมเมนต์คัตได้เป็นรูปพาราโบลาคว่ำดังแสดง

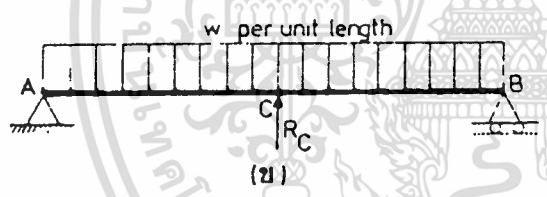
แรงเฉือนมากที่สุดอยู่ที่จุดรองรับ ( $x=0$  หรือ  $x=L/2$ ) มีค่าเท่ากับ  $wL/2$

โมเมนต์คัตมากที่สุดอยู่ที่กึ่งกลางคาน ( $x = L/2$ ) มีค่าเท่ากับ  $wL^2/8$

2.) ทฤษฎีแรงเฉือนและโมเมนต์สำหรับน้ำหนักบรรทุกทุกแผ่สม่ำเสมอกระทำบนคานต่อเนื่อง

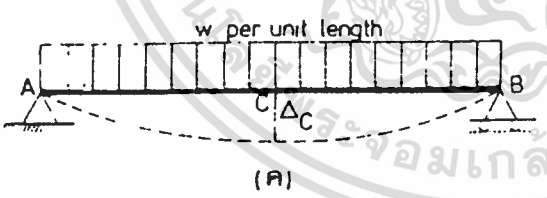


คานที่กำหนดให้เป็นแบบอินดีเทอรั่มินเทคที  
กรีที่หนึ่งเลือกแรงปฏิกิริยา  $R_C$  เป็นตัว  
เกินคั้นนั้นจะได้คานแบบดีเทอรั่มินเทคทีรูป (ข.)  
จากวิธีของ Moment - Area จะได้

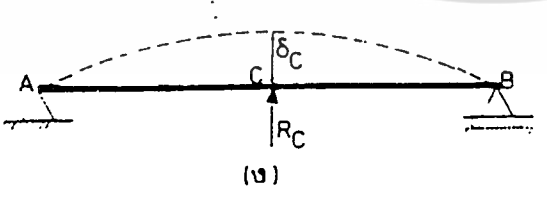


$$c = \frac{5w(2L)^4}{384 EI} = \frac{5wL^4}{24 EI}$$

$$= \frac{R_C(2L)^3}{48 EI} = \frac{R_C L^3}{6 EI}$$

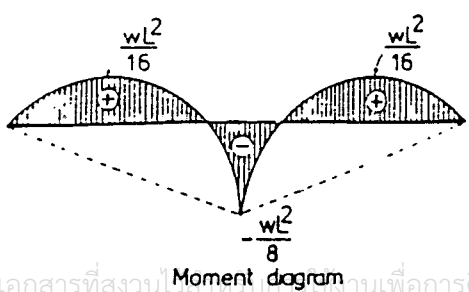


แต่ที่จุดรองรับ C ไม่มีการทรุด ซึ่งมีค่า  
ของการโก่งตัวเป็นศูนย์  
นั่นคือ  $= c$



แทนค่า  $R_C L^3 = \frac{5wL^4}{6 EI} \cdot \frac{24 EI}{24 EI}$

จะได้  $R_C = \frac{5wL}{4}$



รูปที่ 2.35

แทนค่าของ  $R_C$  ลงในรูป (ก.) คำนวณหา  $R_A$  และ  $R_B$  โดยใช้สมการของการสมดุลจะได้

$$R_A = R_B = \frac{3wL}{8}$$

8

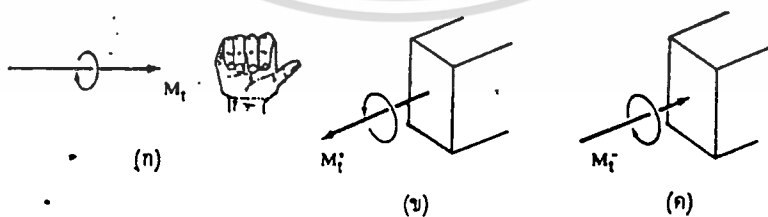
เขียนภาพของโมเมนต์คัตได้ตามรูป (จ.)

**หมายเหตุ** จากข้างต้นอาจเลือกแรงปฏิกิริยา ( $R_A$  หรือ  $R_B$  หรือ  $M_C$ ) ตัวใดตัวหนึ่งเป็นตัวเกินก็ได้ ซึ่งจะได้คำตอบเช่นเดียวกัน ข้อสำคัญคือพยายามเลือกตัวเกินที่ทำให้โครงสร้างเป็นแบบคิเทอร์มินโทอย่างง่ายที่สุด ที่จะสามารถหาระยะโค้งหรือมุม ซึ่งจะต้องใช้ในเงื่อนไขของโครงสร้างที่กำหนดให้ได้ ง่าย เช่น ในตัวอย่างข้างต้นเมื่อเลือก  $R_C$  เป็นตัวเกิน จะได้โครงสร้างแบบคิเทอร์มินโทเป็นคานช่วงเดียว ซึ่งง่ายต่อการคำนวณหาระยะโค้งตัว

### หน่วยที่ 7 ความต้านทานต่อโมเมนต์บิด

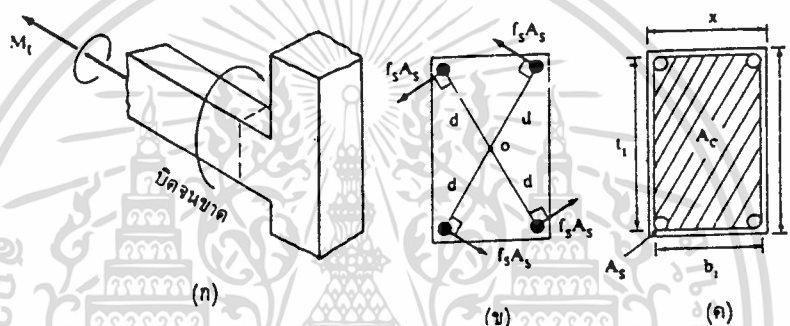
ในบางครั้งคานคอนกรีตเสริมเหล็กจำเป็นต้องรับทั้งแรงเฉือนโมเมนต์คัต และโมเมนต์บิดพร้อม ๆ กัน เช่น คานโค้งในแนวราบ หรือคานรับจั่วหั่วทำอาคารพร้อมทั้งกันสาดและแผงตั้งปลายกันสาด บันไคยื่นจากคานที่ฝังในกำแพงบันไคเวียน

โมเมนต์บิดมีลักษณะที่พยายามทำให้วัตถุบิดเป็นเกลียวรอบแกนกลาง ในขณะที่โมเมนต์คัตพยายามทำให้วัตถุโค้งงอ โมเมนต์บิดเป็นปริมาณเวกเตอร์กำหนดทิศทางตามกฎมือขวา กำมือขวาให้นิ้วหัวแม่มือเหยียดเต็มที่ชี้ตามเวกเตอร์โมเมนต์บิด นิ้วทั้งสี่ที่กำจะชี้การวนของ โมเมนต์บิดจากโคนนิ้ววนไปหาปลายนิ้ว ตามรูปที่ 2.36(ก) นอกจากนั้น ควรมีข้อตกลงเรื่องเครื่องหมายของโมเมนต์บิดว่า ถ้าเวกเตอร์โมเมนต์บิดชี้ออกจากหน้าตัดคานให้เป็นบวก ตามรูปที่ 2.36(ข) และถ้าชี้เข้าหาหน้าตัดคานให้เป็นลบ ตามรูปที่ 2.36(ค) ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการถ่ายโมเมนต์บิดนี้ให้คานหรือเสาเป็นตัวรับไปอีกทอดหนึ่ง



รูปที่ 2.36 แสดงการกำหนดเวกเตอร์และเครื่องหมายของโมเมนต์บิด

พฤติกรรมของคานหน้าตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้าขณะรับโมเมนต์บิดนั้นเป็นสิ่งที่น่าสนใจมากของให้พิจารณารูปที่ 2.37(ก) คานกำลังรับโมเมนต์บิด  $M_t$  เราคิดว่า  $M_t$  ทำให้คานขาดออกจากกันในระนาบตั้งฉากกับ  $M_t$  เมื่อตัดมาพิจารณาตามรูปที่ 2.37(ข) เหล็กเสริมที่มุมทั้งสี่จะรับแรงเฉือนสูงสุด  $f_s A_s$  และห่างจากศูนย์กลาง  $d$  จะเกิดโมเมนต์บิดต้านทานกับ  $M_t$  ที่มากระทำเป็น  $4f_s A_s d$  เลข 4 ที่คูณข้างหน้า เพราะมี 4 มุม



รูปที่ 2.37 การรับโมเมนต์บิดโดยพิจารณาการขาดในระนาบหน้าตัด  
พิจารณารูปที่ (ค) การคำนวณหา  $A_s$  ในแต่ละมุมใช้สูตร

$$A_s = \frac{M_t z}{2A_c f_s}$$

เมื่อ  $M_t$  = โมเมนต์บิด kg.m

$A_s$  = พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมแต่ละมุม  $\text{cm}^2$

$z$  = ระยะของความห่างเหล็กเสริมโดยเฉลี่ย m

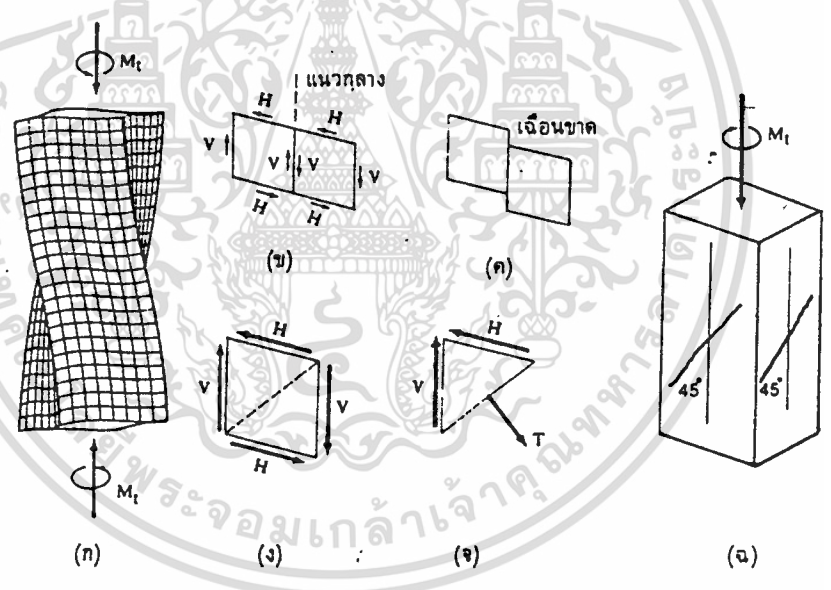
$= b_1 \pm t_1$  โดย  $b_1 = x - 0.03 - 0.03 = x - 0.06$  m และ  $t_1 = y - 0.06$  m

$$A_c = \text{พื้นที่หน้าตัดแกนที่ล้อมรอบด้วยเหล็กปลอก } m^2$$

$$= b_1 t_1$$

$$f_s = \text{หน่วยแรงเฉือนของเหล็ก } = 1200 \text{ kg/cm}^2$$

พิจารณารูปที่ 2.38(ก) เป็นแท่งยางซึ่งขีดตารางสี่เหลี่ยมจัตุรัสเล็ก ๆ ทุกด้าน เมื่อให้โมเมนต์บิดที่ปลายทั้งสองจนแท่งยางบิดเบี้ยวไป พิจารณาการใช้ของสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่ตำแหน่งต่าง ๆ จะพบว่าจัตุรัสที่กึ่งกลางของทุกด้านนั้นโย้ไปมากที่สุด แล้วจัตุรัสที่ถัดมาจะโย้น้อยลงจนเป็นศูนย์ที่มุมทั้งสี่ เมื่อเอาจัตุรัสสองตัวชิดกันที่กึ่งกลางด้านมาพิจารณาดังรูปที่ 2.38(ข) ลักษณะการใช้จะพยายามเฉือนให้จัตุรัสขาดจากกันตามรูปที่ 2.38(ค) ต่อไปพิจารณาจัตุรัสเดียวตามรูปที่ 2.38(ง) แรงเฉือน H และ V ทำให้เกิดแรงดึงทแยง T ตามรูปที่ 2.38(จ) ถ้าวัสดุเป็นคอนกรีตซึ่งเปราะและรับแรงดึงได้ต่ำมากจะเกิดการขาดเนื่องจากแรงดึงทแยง T นี้ จำเป็นต้องมีเหล็กปลอกเกลียวหรือเหล็กถูกตั้งมารับแรง T หรือรับหน่วยแรงเฉือนเนื่องจากโมเมนต์บิด



รูปที่ 2.38 การเกิดแรงดึงทแยงเนื่องจากแรงเฉือนจากโมเมนต์บิด

(1) การคำนวณออกแบบให้รับหน่วยแรงเฉือน  $V_t$  จากโมเมนต์บิด  $M_t$  ให้ใช้ค่า  $M_t$  ที่ระยะ  $d$  จากจุดรองรับตามสมการ

$$V_t = \frac{3.5M_t}{d}$$

$$\leq x^2 y$$

เมื่อ  $M_t =$  โมเมนต์บิดสูงสุดที่ระยะ  $d$  จากจุดรองรับ  $kg.m$

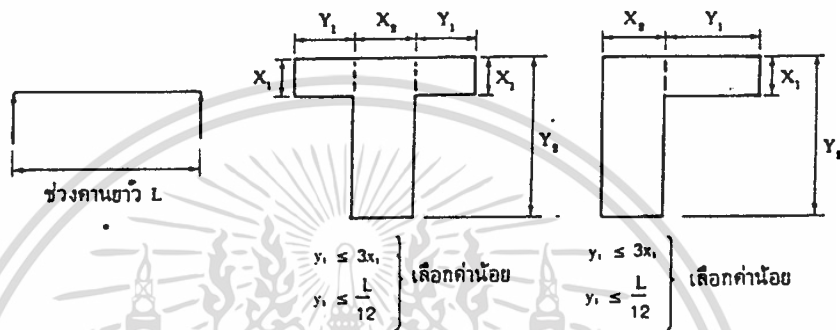
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$V_t$  = หน่วยแรงเฉือนที่แนวกลางของคาน  $\text{kg/cm}^2$

$x$  = ด้านสั้นของสี่เหลี่ยมผืนผ้า  $\text{cm}$

$y$  = ด้านยาวของสี่เหลี่ยมผืนผ้า  $\text{m}$

ในกรณีของคานรูปตัด T และ L ในรูปที่ 2.39 ความกว้างของปีกคานที่นำมาใช้คำนวณหา  $x^2y$  จะต้องไม่เกิน 3 เท่าของความหนาของปีกคานและไม่เกิน  $1/12$  ของช่วงคาน



รูปที่ 2.39 ข้อกำหนดระยะปีกคานในการคำนวณหน่วยแรงเฉือนจาก

(2) หน่วยแรงเฉือน  $V_t$  ตามสมการ ต้องไม่เกิน  $1.32\sqrt{f'_c}$   $\text{kg/cm}^2$

(3) หน่วยแรงเฉือน  $V = V_t - V_v$  ต้องไม่เกิน  $1.65\sqrt{f'_c}$   $\text{kg/cm}^2$

เมื่อ 
$$V_t = \frac{3.5M_t}{\sum x^2 y} \quad \text{และ} \quad V_v = \frac{V}{bd}$$

(4) หน่วยแรงเฉือนที่ต้านทานโดยคอนกรีต  $V_c = 0.29$   $\text{kg/cm}^2$  ถ้า  $V_c < V$  ในข้อ (3)

ต้องเสริมเหล็กปลอกต้านหน่วยแรงเฉือน(ปกติต้องเสริมเหล็กปลอกยึดเหล็กเสริมเอกอยู่แล้ว)

(5) เหล็กปลอกเดี่ยวที่พันครบรอบสำหรับรับหน่วยแรงเฉือน จากโมเมนต์บิดเพียงอย่างเดียวหาได้จาก

$$A_v = \frac{M_t s}{2A_c f_v} \quad \text{หรือ} \quad s = \frac{2A_v A_c f_v}{M_t}$$

(6) เหล็กปลอกเกลียวสำหรับรับหน่วยแรงเฉือนจากโมเมนต์บิดเพียงอย่างเดียวหาได้จาก

$$A_v = \frac{M_t s}{2\sqrt{2}A_c f_v} \quad \text{หรือ} \quad s = \frac{\sqrt{2}A_v A_c f_v}{M_t}$$

เมื่อ  $A_v =$  พื้นที่หน้าตัดของเหล็กปลอกเดี่ยวหรือปลอกเกลียว  $\text{cm}^2$

$A_c =$  พื้นที่หน้าตัดแกนคอนกรีตในวงเหล็กปลอก ตามรูปที่ (ก)  $\text{m}^2$

$f_v =$  หน่วยแรงเฉือนของเหล็กปลอก  $= 1200 \text{ kg/cm}^2$

$M_t =$  โมเมนต์บิดที่ระยะ  $d$  จากจุดรองรับ  $\text{kg.m}$

$s =$  ระยะเรียงของเหล็กปลอก  $\text{m}$

วิธีการออกแบบคานซึ่งรับแรงเฉือน โมเมนต์ดัดและโมเมนต์บิดพร้อม ๆ กันนั้น พอสรุปได้ดังนี้

1. สมมติขนาดคาน คำนวณน้ำหนักที่ฝากบนคาน หาโมเมนต์ดัด  $M$ , โมเมนต์บิด  $M_t$  และแรงเฉือน  $V$  เปิดตาราง ตรวจสอบว่าคานที่สมมตินั้นรับ  $M, M_t$  และ  $V$  ได้หรือไม่ โดยพิจารณาจาก  $M_t$  เป็นหลัก ถ้า  $M_t$  จากการคำนวณมากกว่า  $M_t$  ในตาราง ให้เปลี่ยนขนาดคานโตขึ้น แล้วหา  $M, M_t$  และ  $V$  ใหม่

2. หาเหล็กเสริมจากโมเมนต์ดัด

$$A_{sR} = \frac{M_R}{f_s j d}, \quad A_{sc} = \frac{M - M_R}{f'_s (d - d')}, \quad A_{st} = A_{sR} + A_{sc}$$

3. หาเหล็กเสริมมุมทั้งสี่เนื่องจากโมเมนต์บิด

$$A_s = \frac{M_t z}{2 A_c f_s}$$

เมื่อได้แล้วนำไปรวมกับ  $A_{sc}, A_{st}$  ในข้อ 2 เปิดตาราง จัดเหล็กโดยให้อยู่ที่มุมทั้งสี่ไม่น้อยกว่า  $A_s$  ที่ได้ของข้อ 3. นี้

4. ตรวจสอบหน่วยแรงเฉือนจากโมเมนต์บิด

$$V_t = \frac{3.5 M_t}{z}$$

ค่า  $V_t$  ไม่เกิน  $1.32 \sqrt{f'_c} = 1.32 \sqrt{145} = 15.9 \text{ kg/cm}^2$  ปกติถ้าใช้ตาราง ตามข้อ 1. จะได้  $V_t < 15.9 \text{ kg/cm}^2$  อยู่แล้ว

5. สมมติขนาดเหล็กปลอก เช่น  $\phi 6$  จะมี  $A_v$  ขาเดียว  $0.28 \text{ cm}^2$  หรือ  $\phi 9$  มี  $A_v$  ขาเดียว  $0.64 \text{ cm}^2$  ใช้  $f_v = 1200 \text{ kg/cm}^2$  หา ระยะเรียงของเหล็กปลอก  $s$  ตามสมการ

$$s = \frac{2A_v A_c f_y}{M_t}$$

$$M_t$$

### 6. ตรวจสอบหน่วยแรงเฉือนธรรมดา

$$V_v = \frac{V}{bd}$$

$$bd$$

ถ้า  $V_c = 0.29\sqrt{f'_c} = 0.29\sqrt{145} = 3.49 \text{ kg/cm}^2$  มากกว่า  $V_v$  แสดงว่าไม่จำเป็นต้องเสริมเหล็กปลอก เหลือแต่เหล็กปลอกตามข้อ 5 ที่ต้องเสริมอยู่แล้ว แต่ถ้า  $V_c = 3.49 \text{ kg/cm}^2$  น้อยกว่า  $V_v$  ต้องเสริมเหล็กปลอกเข้าช่วยรับแรงเฉือนตามวิธีการในตาราง คือ

เราทราบแรงเฉือนที่ระยะ  $d$  จากจุดรองรับว่าเป็น  $V \text{ kg}$

แรงเฉือนที่คานรับได้ตามตาราง คือ  $V_c = 3.49bd \text{ kg}$

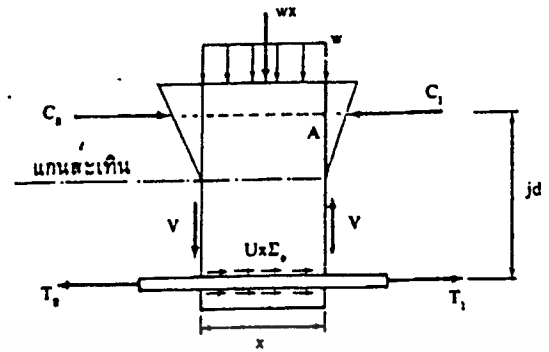
แรงเฉือนส่วนเกิน  $V = V - V_c$

จากตาราง ใช้เหล็กปลอกขนาดเดียวกับที่ใช้ในข้อ 5. และระยะเรียงเท่ากับในข้อ 5. โดยจัดจำนวนเหล็กปลอกให้พอรับ  $V$  เพิ่มขึ้น เช่น จากข้อ 5. ได้ 2 ป๑6 @ 0.20 เมื่อทราบ  $V$  เปิดตาราง โดยใช้เหล็กปลอก ๑6 @ 0.20 เช่นกัน ปรากฏว่าต้องใช้ถึง 2 ชุดจึงจะรับ  $V$  ได้ ดังนั้นเหล็กปลอกทั้งหมดคือ ๒๑6 @ 0.20 + 2 ป๑6 @ 0.20 = 3 ป๑6 @ 0.20

7. ตรวจสอบหน่วยแรงเฉือนรวม  $V = V_t + V_v$  ว่าเกิน  $1.65\sqrt{f'_c} = 1.65\sqrt{145} = 19.9 \text{ kg/cm}^2$  หรือไม่ ปกติถ้าปฏิบัติตามลำดับขั้นของข้อ 1. มาตามลำดับจะได้  $V < 19.9 \text{ kg/cm}^2$  เสมอ แต่ในกรณีที่  $V > 19.9 \text{ kg/cm}^2$  ให้เพิ่มขนาดคานโตขึ้นแล้วเริ่มคำนวณจากข้อ 1. ใหม่แต่ต้น

8. เขียนรายละเอียดการเสริมเหล็กในคาน เพื่อให้ช่างเขียนแบบเขียนลงกระดาษไขทำพิมพ์เขียวต่อไป สุ่มมติขนาดคานหลาย ๆ ครั้งจากเล็กไปใหญ่จนได้ขนาดที่พอเหมาะ คัดหรือพิมพ์รายการคำนวณเฉพาะส่วนที่ใช้ได้นั้น พร้อมเขียนรายละเอียดการเสริมเหล็ก เข้าปกพิมพ์ชื่อตัวเอง หมายเลขประจำตัว ชื่ออาจารย์ผู้สอน ส่งให้ตรวจควรมีกระดาษเปล่าแทรกไว้หลังสุด 1 แผ่น พิมพ์คำว่า "ข้อแนะนำจากอาจารย์ผู้สอน" ซึ่งอาจารย์อาจจะเขียนชี้แนะจุดบกพร่องที่ควรแก้ไขเอาไว้แล้วส่งคืนแก่นิสิตนักศึกษาผู้นั้น ให้นำรายการคำนวณชุดแรกแทรกไว้ท้ายสุดและเย็บเล่มเก็บเอาไว้ดูตอนสอบ

### หน่วยที่ 8 แรงยึดเหนี่ยว



รูปที่ 2.40 การพิจารณาแรงยึดเหนี่ยวของคอนกรีตกับเหล็กเสริม

พิจารณารูปข้างบน เราตัดคานยาว  $x$  โดย  $x$  เกือบเป็นศูนย์ ทำให้  $w_x$  มีค่าน้อยจนตัดทิ้งได้ แรงเฉือน  $V$  ทั้งสองข้างหน้าตัดจึงเท่ากัน แรงอัด  $C_1$  และ  $C_2$  ไม่เท่ากัน และแรงดึง  $T_1$  และ  $T_2$  ของเหล็กต่างกัน โดยมีแรงยึดเหนี่ยว  $u x \Sigma_0$  ช่วยยึดให้เหล็กไม่รูดออกจากเนื้อคอนกรีต ส่วนของคานนี้สมดุลให้  $A$  ซึ่งอยู่ในแนวของ  $C_1$  กับ  $C_2$  เป็นจุดหมุน

$$[M_A = 0] \quad Vx - (T_2 - T_1)jd = 0$$

แต่  $T_2 - T_1 = u x \Sigma_0$

เมื่อ  $u =$  หน่วยแรงยึดเหนี่ยวของคอนกรีตที่หุ้มเหล็ก  $kg/cm^2$

$\Sigma_0 =$  ผลรวมของเส้นรอบวงเหล็กเสริม  $cm$

$x \Sigma_0 =$  พื้นที่ของผิวเหล็กเสริมที่คอนกรีตหุ้มอยู่  $cm$

แทนค่าได้  $\therefore Vx = u x \Sigma_0 jd$

$$u = \frac{V}{\Sigma_0 jd} \quad \text{หรือ} \quad \Sigma_0 = \frac{V}{u jd}$$

สังเกตว่า  $u$  จะมากในบริเวณที่มีแรงเฉือนมาก ถ้าผลรวมของเส้นรอบวง  $\Sigma_0$

มีค่าน้อยเหล็กจะรูดออกจากคอนกรีตหรือคอนกรีตแตกปริ เหล็กที่มีขนาดโตกับขนาดเล็กเมื่อเปรียบเทียบกับขนาด  $A_s$  เท่ากับ เหล็กขนาดเล็กจะมี  $\Sigma_0$  มากกว่า ดังนั้นบริเวณที่มีแรงเฉือนมาก เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฐานราก เราจึงต้องตรวจสอบหา  $\Sigma_0$  และเลือกเหล็กขนาดเล็กที่สุดเท่าที่จะทำได้เพื่อให้  $\Sigma_0$  มีมากพอรับค่า  $u$  และมักจะพบว่า  $A_s$  มีค่ามากกว่า  $M/f_y d$  แต่ในกรณีที่มี  $V$  สูง ๆ นั้นค่า  $\Sigma_0$  เป็นตัวกำหนดจำนวนเหล็กไม่ใช่  $A_s$

หน่วยแรงยึดเหนี่ยวที่ยอมให้คอนกรีตที่มีกำลังอัดประลัย  $f'_c$  และเหล็กเส้นผ่านศูนย์กลาง  $D$  หาได้จากสูตร

สำหรับเหล็กบนรับแรงดึง  $u = 1.145 f'_c / D \leq 11.0$  ksc (เส้นกลม)

$u = 2.29 f'_c / D \leq 25.0$  ksc (ข้ออ้อย)

สำหรับเหล็กอื่นที่ไม่ใช่เหล็กบน  $u = 1.615 f'_c / D \leq 11.0$  ksc (เส้นกลม)

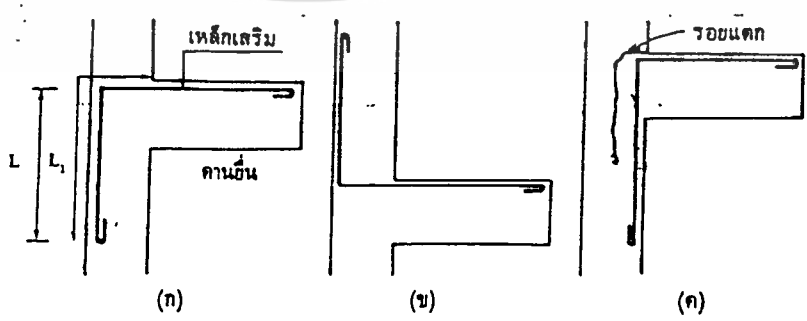
$u = 3.23 f'_c / D \leq 35.0$  ksc (ข้ออ้อย)

เหล็กบนหมายถึง เหล็กที่มีคอนกรีตอยู่ใต้ผิวลงไปไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร ในตารางแสดงค่า  $u$  ของเหล็กเส้นกลม การแทนค่าในสูตรข้างต้น  $f'_c$  มีหน่วยเป็น  $kg/cm^2$  (หรือ ksc) และ  $D$  เป็น cm.

ขอให้พิจารณาคานยื่นในรูปที่ 2.41(ก) และ 2.41(ข) เหล็กเสริมหลักของคานจะอยู่ด้านบนแล้วฝังเข้าด้านในของดิ่งในเสา ระยะฝัง  $L_1$  เพื่อให้การยึดเหนี่ยวเพียงพอกานไม่หลุดออกไปจากเสา และถ้าดิ่งเหล็กชิดขอบเสาด้านใดด้านหนึ่งจะทำให้คานฉีกหลุดจากเสาดังรูปที่ 2.41(ค)

ให้  $D$  เป็นเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเสริมจะได้ว่า

พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริม  $A_s = \frac{D^2}{4}$



รูปที่ 2.41 ระยะฝังเหล็กเสริมจากคานยื่นเข้าเสาหรือคานใหญ่

$$\text{เส้นรอบวงเหล็กเสริม } \Sigma_0 = \pi D$$

$$\text{แรงดึงทั้งหมดในเหล็กเสริม} = A_s f_s = \frac{\pi D^2 f_s}{4}$$

4

$$\text{แรงยึดเหนี่ยวของคอนกรีต} = v \Sigma_0 L_1 = \pi D u L_1$$

จากความสมดุล แรงดึงในเหล็กเสริม = แรงยึดเหนี่ยวในคอนกรีต

$$\frac{\pi D^2 f_s}{4} = \pi D u L_1$$

4

$$L_1 = \frac{D f_s}{4u}$$

4u

โดยปกติในการเขียนแบบจะบอกระยะ  $L$  ไม่ใช่  $L_1$  แต่บางครั้งค่า  $L_1$  อาจจะน้อยกว่า 30 cm. จึงมีมาตรฐานกำหนดว่า  $L_1 > 0.30$  m. (เหล็กข้ออ้อย) หรือ  $L_1 > 0.60$  m. (เส้นกลม) ในตาราง แสดงระยะทาบต่อและระยะฝังของเหล็กขนาดต่าง ๆ

## บทที่ 8 ผลการศึกษาโครงการ

หน่วยที่ 1 องค์ประกอบต่าง ๆ

ก. องค์ประกอบของระบบรอก 6 ทิศทาง มีดังนี้

1. Cross Travel Girder

คือ วางรอกวิ่งตามขวางกับตัวอาคาร

2. Long Travel Girder

คือ วางรอกวิ่งตามยาวกับตัวอาคาร

3. Crane Control ประกอบด้วย

3.1 Mobile Control ตัว control มีสายโยงกับตัว hoist ค้างนั้น ไม่ต้องเดินตาม hoist ไปขณะทำงาน

3.2 Suspend Control ตัว control ติดไปกับตัว hoist ค้างนั้น เวลาทำงานต้องเดินตาม hoist ไปด้วย

3.3 Cabin Control มี box แขนงอยู่บนเครน สำหรับนั่งใน box นั้นเพื่อควบคุมการทำงานของรอก

ตัวที่ใช้วิ่งบนรางรอก Long Travel Girder เรียกว่า Saddle หรือ End Carried องค์ประกอบของรอกที่

ได้กล่าวมาทั้งหมดได้แสดงไว้ในรูปหน้า 65

ข. องค์ประกอบของตัวรอก มีดังนี้ (ข้อมูลจากบริษัททองไทย (1956) จำกัด)

1. ระบบเกียร์ (HELICAL GEAR)

เครื่องต้องเดินเรียบและต้องมีระบบลดการเสียดสีและสึกหรอ

2. เบรคมอเตอร์ (AUXILIARY BRAKE)

มีไว้สำหรับควบคุมความเร็วของมอเตอร์ในกรณีฉุกเฉิน

3. เบรคเฟือง (SOLENOID DISK BRAKE)

เป็นระบบเบรคอัตโนมัติ อาศัยการใช้งานต้องนานและง่ายต่อการซ่อมบำรุง

4. ระบบไฟฟ้า

ต้องมีตัวป้องกันการสลับสายของรอก (REVERSE PHASE RELAY) ระบบคอนโทรลใช้ไฟ 24 โวลต์

ปลอดภัยกับผู้ใช้งาน คอนแทกเตอร์เป็นแบบ 2 ตัวคู่ มี INTERLOCK ป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร

5. สายเมนและสายสวิดซ์

ใช้ป็นปลั๊กเสียบสะดวกต่อการซ่อมบำรุง

6. สายสวิดซ์

มีสลิงติดอยู่กับสายป้องกันสายหักในและขาด

7. ลิมิทสวิดซ์

จะเป็นสิ่งที่ใช้ตัดไฟเมื่อโซ่ขึ้นสุดและลงสุด

8. ปุ่มกด

ทำด้วยฉนวนพลาสติกพิเศษกันฝุ่นและน้ำ ป้องกันไฟดูด (24 โวลต์)

9. โฉ้

ต้องแข็งเป็นพิเศษทนต่อการใช้งานหนักได้

10. ตะขอยก

ผ่านความร้อนพิเศษป้องกันการหักงอ หมุนได้รอบตัว 360 องศา และมีสปริงล็อกป้องกันของหล่น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



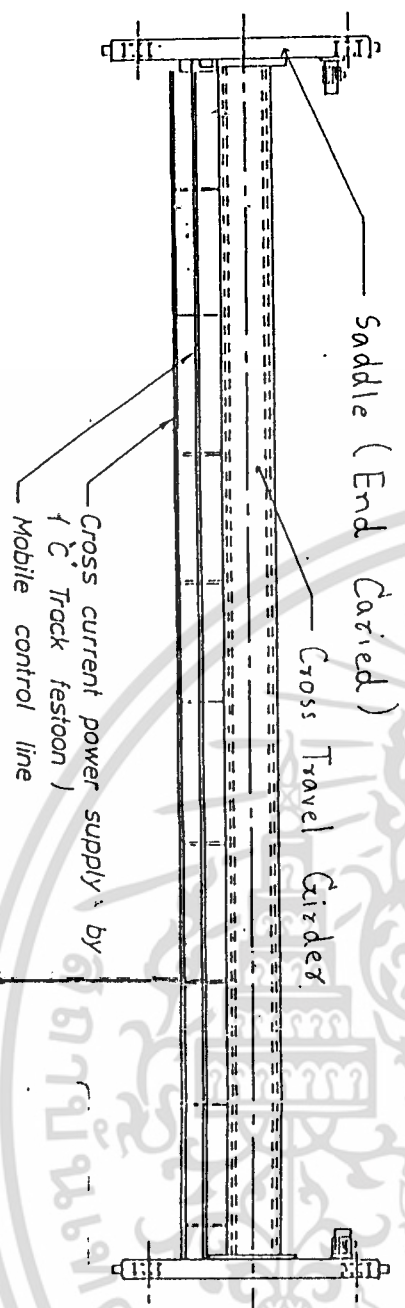
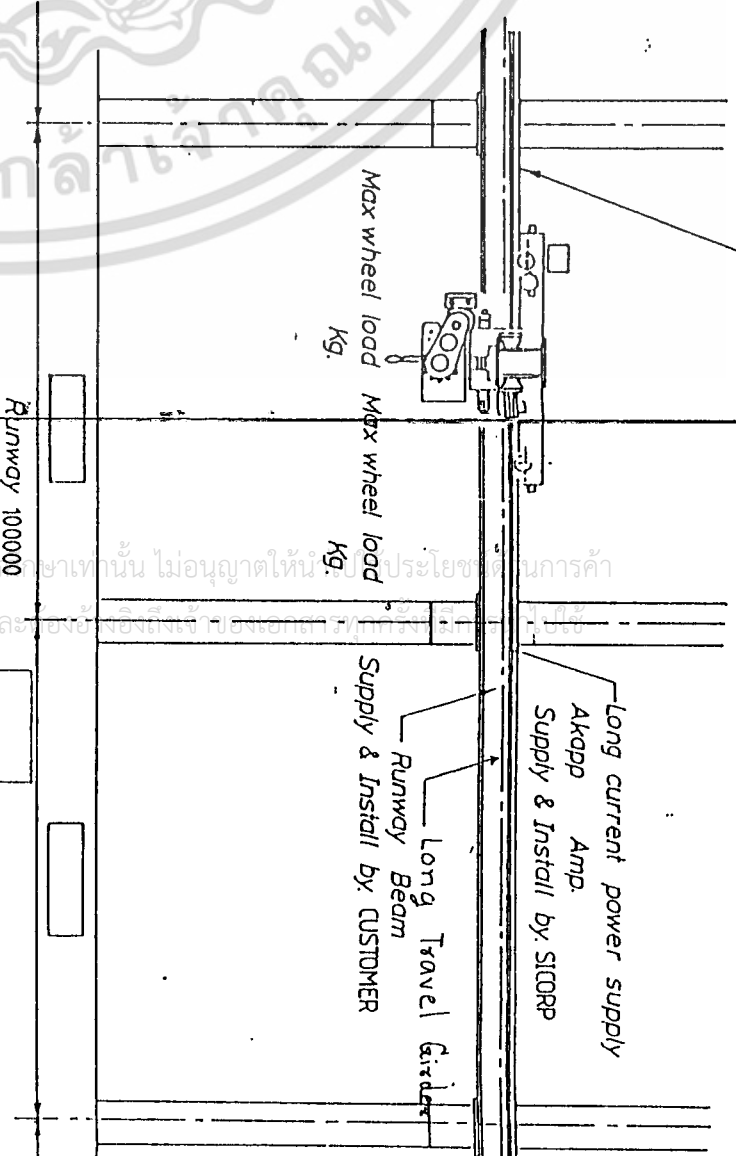
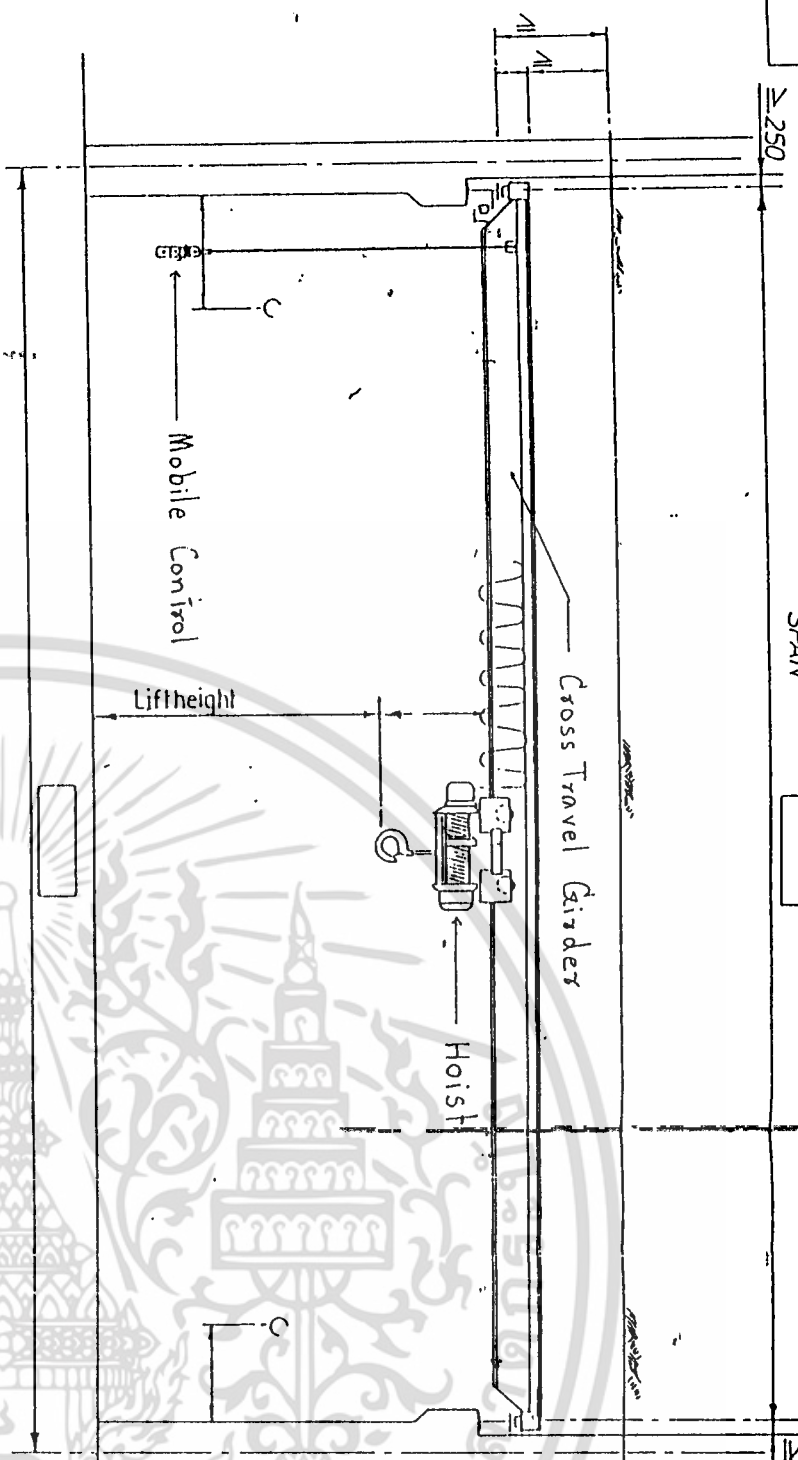
SPAN

SPAN

Runway Rail SO bar  
Supply & Install by SICORP

Long current power supply  
Akapp Amp.  
Supply & Install by SICORP

Long Travel Girder  
Supply & Install by CUSTOMER



HOIST TYPE	TONS		
SAFE WORKING LOAD	M/MIN	KW	% ED
HOIST SPEED	M/MIN	KW	% ED
CROSS TRAVEL SPEED	M/MIN	KW	% ED
LONG TRAVEL SPEED	M/MIN	KW	% ED
CONTROL VOLTAGE	VOLT		
POWER SUPPLY	VOLT 3 PHASE 50 HZ		
CRANE CONTROL	MOBILE CONTROL		
OPERATING	INDOOR		

Runway 100000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบให้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาดูงานเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดก็ตาม บริษัทฯ ขอสงวนสิทธิ์ในข้อมูลและข้อกำหนดที่ปรากฏในเอกสารนี้ และขอสงวนสิทธิ์ในการเปลี่ยนแปลงโดยไม่ต้องแจ้งให้ทราบล่วงหน้า

## หน่วยที่ 2 ข้อมูลจากบริษัทที่จำหน่ายรถ

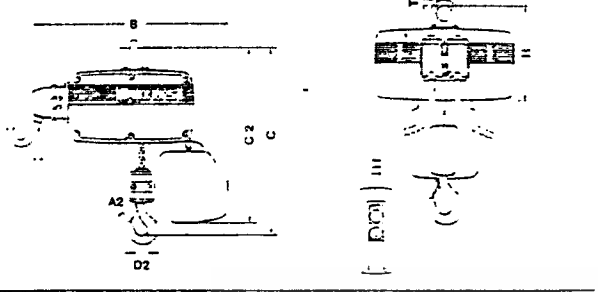
### 1.1 บริษัท ฮันเชียตีก เอ็นจิเนียริง แอนด์ เทรคคิง จำกัด

- จำหน่ายรถยี่ห้อ Abus
- เป็นรถที่ผลิตในประเทศเยอรมัน
- รถไซ้ขนาด 1 ตัน จำหน่ายในราคา 85,000 บาท
- รถไซ้มีความเร็วที่ใช้ในการเคลื่อนที่ 2 จังหวะ ทั้งการเคลื่อนที่ในแนวค้ำ และแนวราบ
- เป็นตัวแทนจำหน่ายรถยี่ห้อ Abus แต่เพียงผู้เดียวในประเทศไทย

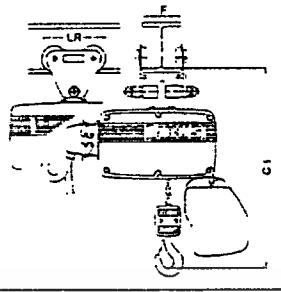


# The technology in brief

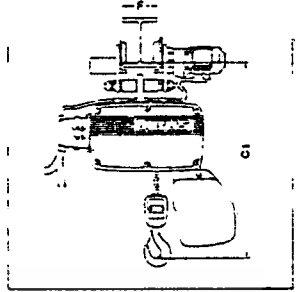
1. Stationary



2. With push trolley EF



3. With electric trolley EF



## Technical data

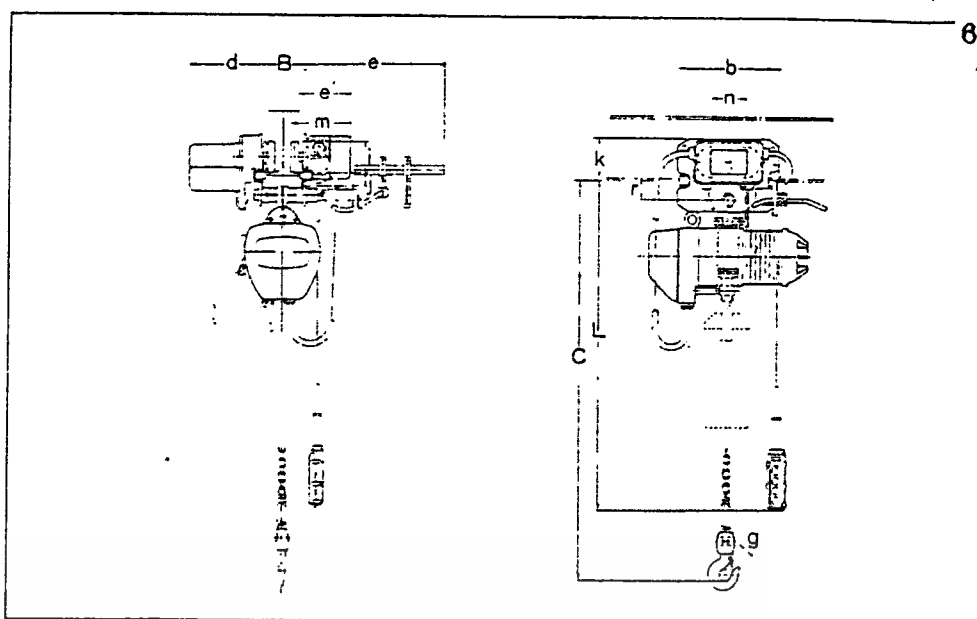
ABUS chair hoist	type	GM1	GM1	GM1	GM3	GM3	GM3	GM3	GM5	GM5	GM5	
		125.6	125.12	250.65	250.10	500.6	500.8	1000.2	1000.6	1000.6	2000.5	
		EF4	EF4	EF4	EF4	EF4	EF4	EF4	EF4	EF4	EF4	
Load capacity	[kg]	125	125	250	250	500	500	1000	1000	1000	2000	
Hook path (standard)	[m]	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Number of falls		1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	
Main/precision lifting	[m/min]	6/1,5	12/3	6/1,5	10/2,5	6/1,5	8/2	4/1	6/1,5	10/2,5	5/1,25	
Output	[kW]	0,04/0,15	0,07/0,30	0,07/0,30	0,11/0,50	0,11/0,50	0,18/0,75	0,18/0,75	0,30/1,20	0,45/1,90	0,45/1,90	
Duty cycle (ED)	[%]	40	40	40	60	60	40	40	40	30	30	
Cycles per hour	[c/h]	240	240	240	360	360	240	240	240	180	180	
Classification as per FEM		2 m	2 m	1 Am	1 Am	1 Am	1 Bm	1 Bm	1 Am	1 Bm	1 Bm	
Mains voltage		Δ 220 - 240 V / 50 Hz						∟ 380 - 415 V / 50 Hz				
3-phase current												
Construction height C	[mm]	290	290	290	365	385	385	455	445	445	545	
For hook path ≤		6	6	6	10	10	10	5	10	10	5	
Construction height C2	[mm]	355	355	355	424	424	424	424	492	492	492	
For hook path ≥		7	7	7	11	11	11	6	11	11	6	
Construction height C2	[mm]	455	455	455	524	524	524	524	652	652	652	
Construction height with push trolley	[mm]	336	336	336	411	437	437	523	513	513	624	
Construction height C1 with electric trolley	[mm]	370	370	370	433	453	453	523	513	513	624	
Construction height H	[mm]	190	190	190	223	223	223	223	239	239	255	
Width B	[mm]	378	378	378	440	440	440	440	520	520	520	
Length L	[mm]	294	294	294	342	342	342	342	375	375	375	
Suspension eye, dia. D 1	[mm]	24*	24*	24*	36	36	36	36	36	36	52	
Eye size T	[mm]	12	12	12	15	15	15	15	20	20	22	
Hook dia. D 2	[mm]	30	30	30	30	36	36	43	43	43	50	
Hook mouth A 2	[mm]	22	22	22	22	26	26	32	32	32	38	
Trolley length LR	[mm]	165	165	165	165	205	205	250	250	250	320	
Weight with 3 m hook path / without pendant stationary type	[kg]	25	25	25	32	33	33	35	46	46	52	
With push trolley HF	[kg]	29.5	29.5	29.5	36.5	39.7	39.7	46	57	57	75.8	
With electric trolley EF	[kg]	53.2	53.2	53.2	60.2	61.2	61.2	63.2	74.2	74.2	81.4	
Maximum hook path	[m]	16.					22		11		22	

## 1.2 บริษัท คิโต้(ประเทศไทย) จำกัด

- จำหน่ายรถอีพ้อ Kito
- เป็นรถที่ผลิตในประเทศญี่ปุ่น
- รถโซ่ขนาด 1 ดัน จำหน่ายในราคา 104,000 บาท
- รถโซ่มีความเร็วที่ใช้ในการเคลื่อนที่ 2 จังหวะเฉพาะการเคลื่อนที่ในแนวตั้ง ส่วนในการเคลื่อนที่ในแนวราบจะมีการเคลื่อนที่จังหวะเดียว
- เป็นตัวแทนจำหน่ายรถอีพ้อ Kito แต่เพียงผู้เดียวในประเทศไทย

# ESM

SINGLE SPEED  
MOTORIZED TROLLEY TYPE  
ELECTRIC CHAIN HOIST.



## Specifications

Model	Nominal Capacity (m. ton)	Code		Std. Lift (m)	Push Button Cord: L (m)	Length of Power Supply Cable (m)	Lifting Motor 3 Phase				Lifting Speed (m/min)			
		Single Speed	Dual Speed				Out-Put (kW)		Duty Rating		50 Hz		60 Hz	
							Single Speed	Dual Speed	Single Speed	Dual Speed	Single Speed	Dual Speed	Single Speed	Dual Speed
ES3 & MS3	1/4	ESM003S	ESM003SD	3	3.3	10	0.45	0.45/0.15	50	40/40	8.0	8.5/2.8	9.6	10.2/3.4
ES3 & MS3	1/2-L	ESM005L	ESM005LD								4.0	4.2/1.4	4.8	5.1/1.7
ES3 & MS3	1/2-S	ESM005S	ESM005SD				6.7	7.4/2.5	8.0	8.9/3.0				
ES3 & MS3	1-L	ESM010L	ESM010LD				0.8	0.8/0.27	50	40/40	3.3	3.7/1.2	4.0	4.4/1.5
ES3 & MS3	1-S	ESM010S	ESM010SD				1.5	1.5/0.5	50	40/40	6.7	6.9/2.3	8.0	8.3/2.8
ES3 & MS3	1 1/2	ESM015S	ESM015SD				3.0	3.0/1.0	50	40/40	8.9	8.9/3.0	10.7	10.7/3.6
ES3 & MS3	2-L	ESM020L	ESM020LD				1.5	1.5/0.5	50	40/40	3.3	3.4/1.1	4.0	4.1/1.4
ES3 & MS3	2-S	ESM020S	ESM020SD				3.0	3.0/1.0	50	40/40	6.6	6.6/2.2	7.9	7.9/2.6
ES3 & MS3	2 1/2	ESM025S	ESM025SD				5.3	5.3/1.8	6.4	6.4/2.1				
ES3 & MS3	3	ESM030S	ESM030SD				3.0	3.0/1.0	50	40/40	4.3	4.3/1.4	5.2	5.2/1.7
ES3 & MS3	5	ESM050S	ESM050SD	2.6	2.6/0.87	3.2	3.2/1.1							

Nominal Capacity (m. ton)	Traversing Motor 3 Phase		Traversing Speed (m/min)		Std. I-Beam Width: B (mm)	Min Radius for Curve (mm)	Load Chain Fall Lines	Net Weight (kg)		Weight in kg for Additional One Meter of Lift (kg)
	Out-Put (kW)	Duty Rating	50 Hz	60 Hz				Single Speed	Dual Speed	
1/4	0.4	40	10	12	58 to 125	800	1	78	82	0.55
1/2-L								83	87	1.1
1/2-S	0.4	40	20	24	58 to 125	800	1	96	107	0.85
1-L								102	113	1.7
1-S	0.4	40	20	24	100 to 150	800	1	114	126	1.2
1 1/2								166	191	2.3
2-L	0.4	40	20	24	100 to 150	800	2	129	140	
2-S								166	191	
2 1/2	0.75	40	20	24	100 to 150	800	1	186	211	2.9
3								198	223	4.6
5	0.75	40	20	24	125 to 175	2000	2	231	256	5.9
5								231	256	5.9

## Dimensions (mm)

Nominal Capacity (m. ton)	Min. Distance from Bottom of I-Beam to Hook: C		b	d	e	g	k	e'	i	j	m	n	r	t
	Single Speed	Dual Speed												
1/4	510	570	315	260	470	24	125	168	95	26.5	192	111.3	50.5	31
1/2-L	600	660												
1/2-S	520	545	315	260	470	24	125	168	95	26.5	192	111.3	50.5	31
1-L	630	655												
1-S	580	605	325	263	475	31	120	171	110	31	199	127	60	36
1 1/2	695	780												
2-L	740	765	325	263	475	37	120	171	110	31	199	127	60	36
2-S	705	790												
2 1/2	725	820	340	265	475	40	132	173	125	37.5	203	140	70.5	43
3	870	915												
5	925	960	400	272	485	46	145	180	140	45	216	156	86	54

Data for test load for ESM are same as the data for ES.

Motorized trolley adjustable for 25 mm wider beam width than standard by adding extra spacers up to 3 ton and for 15 mm wider on 5 ton.

Data in the column "Duty Rating" are shown by %ED for 50Hz and TIME RATING (minute) for 60Hz.



### 1.3 ห้างหุ้นส่วนจำกัด เล็ก เส็ง กลการ

- จำหน่ายรถยี่ห้อ Yale
- เป็นรถที่ผลิตในประเทศอเมริกา
- รถโซ่ขนาด 1 ดัน จำหน่ายในราคา 119,000 บาท
- รถโซ่มีความเร็วที่ใช้ในการเคลื่อนที่จังหวัดเดียว



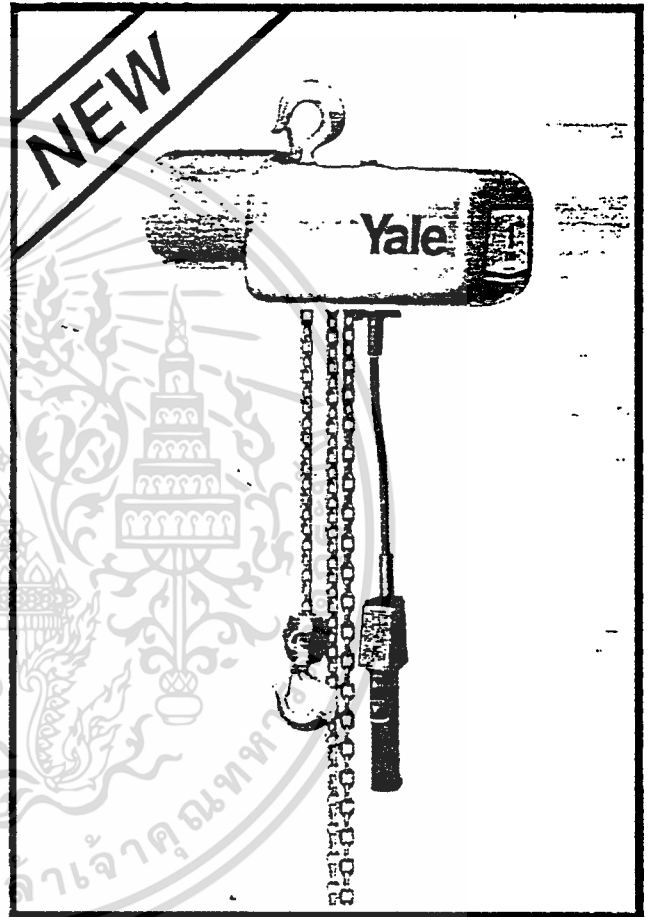
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## PRODUCT BULLETIN YPB-2

## HOISTS

New Yale<sup>®</sup> YEL Electric Chain Hoists from 500 lbs. to 2 tons.

- Rated loads from 1/4 to 2 tons.
- 10-foot standard lift. Longer lifts are available. Consult factory.
- Standard voltage 115/230-1-60, 230-460-3-60, except 1/4 H.P. — 115-1-60 only.
- Adjustable upper and lower limit switches regulate load travel.
- Overload limiting clutch guards against lifting of damaging overloads.
- Five-pocket load sheave provides more even chain support with less wear on the chain, smoother lifting, and less vibration to the load and supporting structure.
- Oil-filled transmission provides better lubrication than competitive grease-filled models for maximum gear life.
- Built-in, multiple-disc, magnetic brake provides positive load holding and spotting.
- A specially designed pushbutton station is formed to fit the operator's hand, allowing for one-handed operation. Internal strain cable eliminates tangled strain chains. Six foot drop standard.
- Rigid top hook with latch standard.
- Compact aluminum housings provide easy portability.
- Chain containers available.
- Other accessories available — consult factory.
- Made in U.S.A.

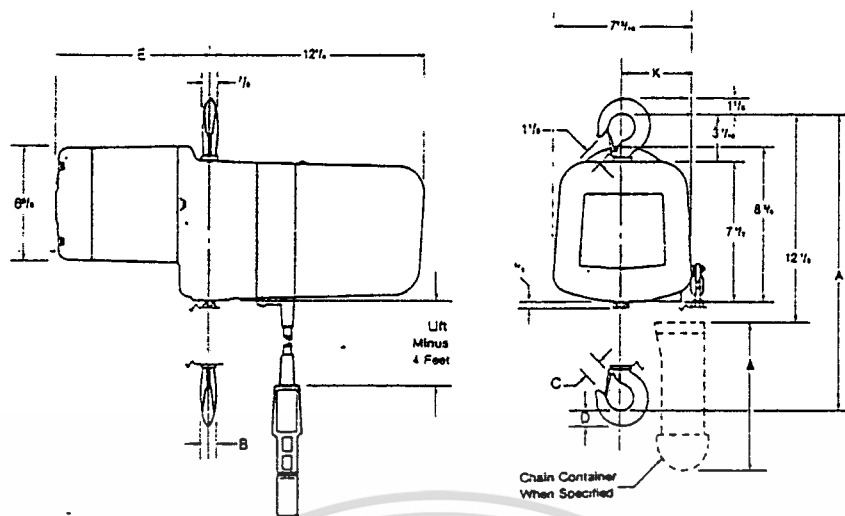


## SPECIFICATIONS

Rated Load lbs.	Model Number	Lift Height ft.	Lifting Speed ft./min.	Net Wt. lbs.
500	YEL 1/4-10TH16S1	10	16	60
500	YEL 1/4-10TH32S1	10	32	74
1000	YEL 1/2-10TH16S1	10	16	74
1000	YEL 1/2-10TH32S1	10	32	87
2000	YEL 1-10TH16S1	10	16	89
4000	YEL 2-10TH8S2	10	8	99

 **Duff-Norton**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## DIMENSIONS & SPECIFICATIONS

Rated Load	Model Number	Lift	Speed	HP	A	B	C	D	E	K	Net Wt.
500	YEL 1/4-10TH16S1	10	16	1/4	18	3/4	1	1	9 1/8	3 3/8	60
	YEL 1/4-10TH32S1	10	32	1/2	18	3/4	1	1	9	3 3/8	74
1000	YEL 1/2-10TH16S1	10	16	1/2	18	3/4	1	1	9	3 3/8	74
	YEL 1/2-10TH32S1	10	32	1	18	3/4	1	1	10 1/2	3 3/8	87
2000	YEL1-10TH16S1	10	16	1	18	3/4	1	1	10 1/2	3 3/8	89
4000	YEL2-10TH8S2	10	8	1	22	7/8	1 1/8	1 1/8	10 1/2	4 3/4	99

Standard voltage 115/230-1-60, 230/460-3-60, 208-1-60, 208-3-60 and 575-3-60 except 1/4 H.P. — 115-1-60 only.

## CHAIN CONTAINER SPECIFICATIONS

Part Number	"A" Dimension	Capacity (Hoist Lift)	
		Single Chain	Double Chain
6469504-01	11 1/2	20	10
6469504-02	18 1/2	35	17
6469504-03	27	50	25

**WARNING:** The equipment shown in this manual is intended for industrial use only and should not be used to lift, support, or otherwise transport people, or to suspend unattended loads over people.

AVAILABLE FROM YOUR LOCAL  
YALE® HOISTS DISTRIBUTOR:

**Duff-Norton**

Yale® Hoists

Highway 1 North

P.O. Box 1000

Forrest City, Arkansas 72335

Phone 800-999-6318

FAX 800-766-0223

## ใบแจ้งราคา Yale

รอกโซ่ไฟฟ้า Yale ไฟฟ้า 380 โวลต์ 3 สาย 50 ไซเคิล									
รอกโซ่ไฟฟ้า (ขึ้น-ลง)					รอกโซ่ไฟฟ้าพร้อมชุดขับเคลื่อนซ้าย-ขวา				
รุ่น/แบบ	ขนาดกำลังยก	ระยะยก	ความเร็วยก		ราคา	รุ่น/แบบ	ความเร็ววิ่ง		ราคา
YEL	ตัน	ฟุต	ฟุต/นาที	แรงม้า	บาท	YEL-MT	ฟุต/นาที	แรงม้า	บาท
YEL1-10TH16S1	1	10	16	1	42,000	YEL1-10TH16S1	35	1	74,000
YEL2-10TH8S2	2	10	8	1	49,000	YEL2-10TH8S2	35	1	84,000

รอกโซ่ไฟฟ้า Yale ไฟฟ้า 220 โวลต์ 2 สาย 50 ไซเคิล									
รอกโซ่ไฟฟ้า (ขึ้น-ลง)					รอกโซ่ไฟฟ้าพร้อมชุดขับเคลื่อนซ้าย-ขวา				
รุ่น/แบบ	ขนาดกำลังยก	ระยะยก	ความเร็วยก		ราคา	รุ่น/แบบ	ความเร็ววิ่ง		ราคา
YEL	ตัน	ฟุต	ฟุต/นาที	แรงม้า	บาท	YEL-MT	ฟุต/นาที	แรงม้า	บาท
YEL1-TH16S1	1	10	16	1	45,000	YEL1-MT16S1	35	1	**
YEL2-TH8S2	2	10	8	1	52,000	YEL2-MT8S2	35	1	**

- หมายเหตุ 1. ราคาสินค้ายังไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม  
 2. ห้างฯ ขอสงวนสิทธิ์ในการเปลี่ยนแปลงราคาและรายละเอียดโดยไม่แจ้งให้ทราบล่วงหน้า

#### 1.4 บริษัท ไทยไทย(1956) จำกัด

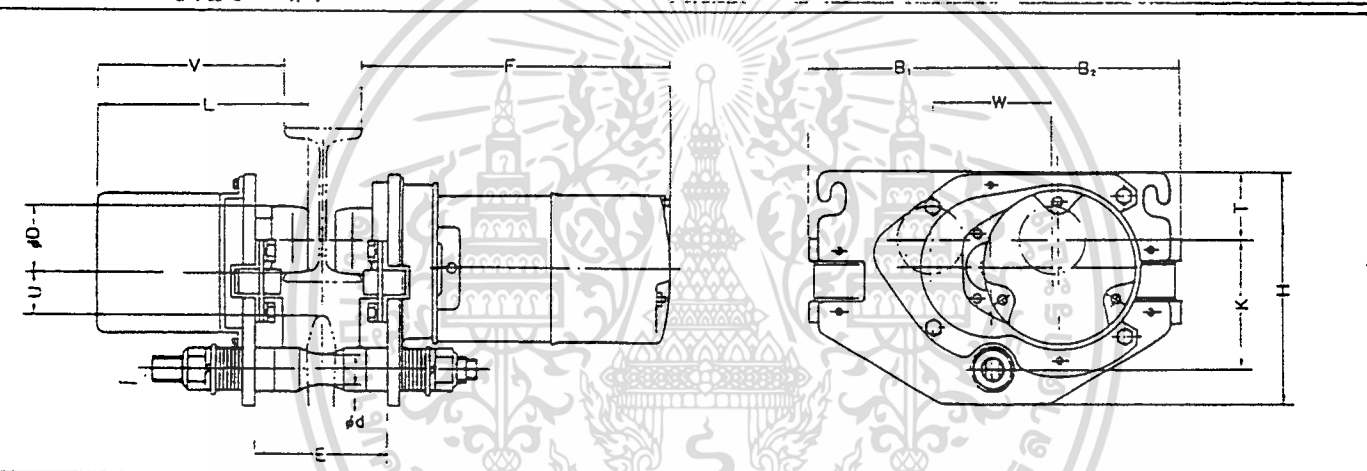
- จำหน่ายรถอีพ้อ Hitachi
- เป็นรถที่ผลิตในประเทศญี่ปุ่น
- รถไซ้ขนาด 1 คัน จำหน่ายในราคา 80,000 บาท
- รถไซ้มีความเร็วที่ใช้ในการเคลื่อนที่ 2 จังหวะ ทั้งการเคลื่อนที่ในแนวคิ่ง และแนวราบ
- เป็นตัวแทนจำหน่ายรถอีพ้อ Hitachi โดยตรงจากญี่ปุ่น

## SPECIFICATIONS

Series Name	ET series				ST series		
Model Name	1ET	2ET	3ET	5ET	1ST	2ST	3ST
Working Load Limit (kg)	1000	2000	3000	5000	1000	2000	3000
Travelling Speed (m/min)	50Hz				10.5 (21)		
	60Hz				12.5 (25)		
Motor Output (kW)	50Hz		0.3 (0.6)		0.07	0.14	0.2
	60Hz		0.35 (0.7)		0.08	0.16	0.24
Applicable Beam Width	75 ~ 125	100 ~ 150		125 ~ 175	75 ~ 125	100 ~ 150	
Pendant Controller	ON OFF ⊕ ⊖ ⊕ ⊖				⊕ ⊖ ⊕ ⊖		
Rating	30% ED				20% ED		

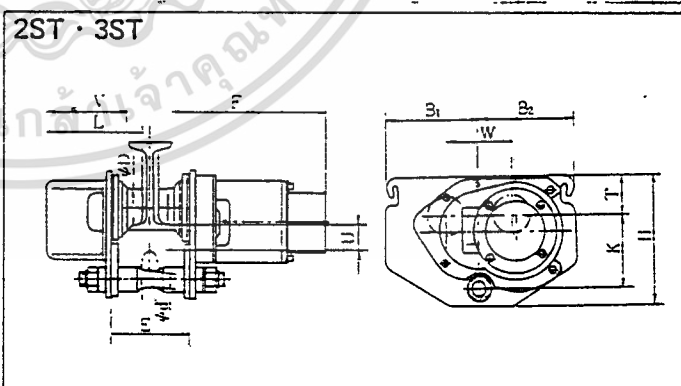
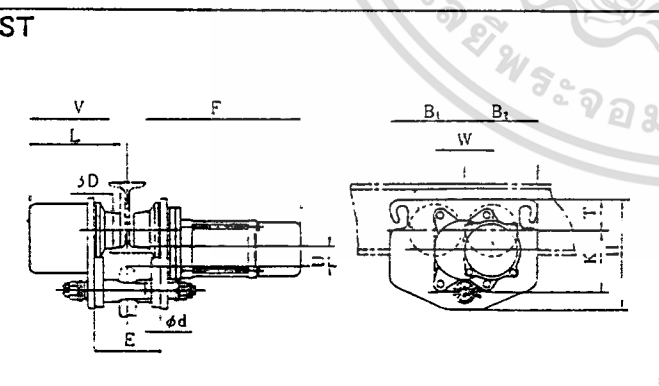
## DIMENSIONS

ET



ST

ST



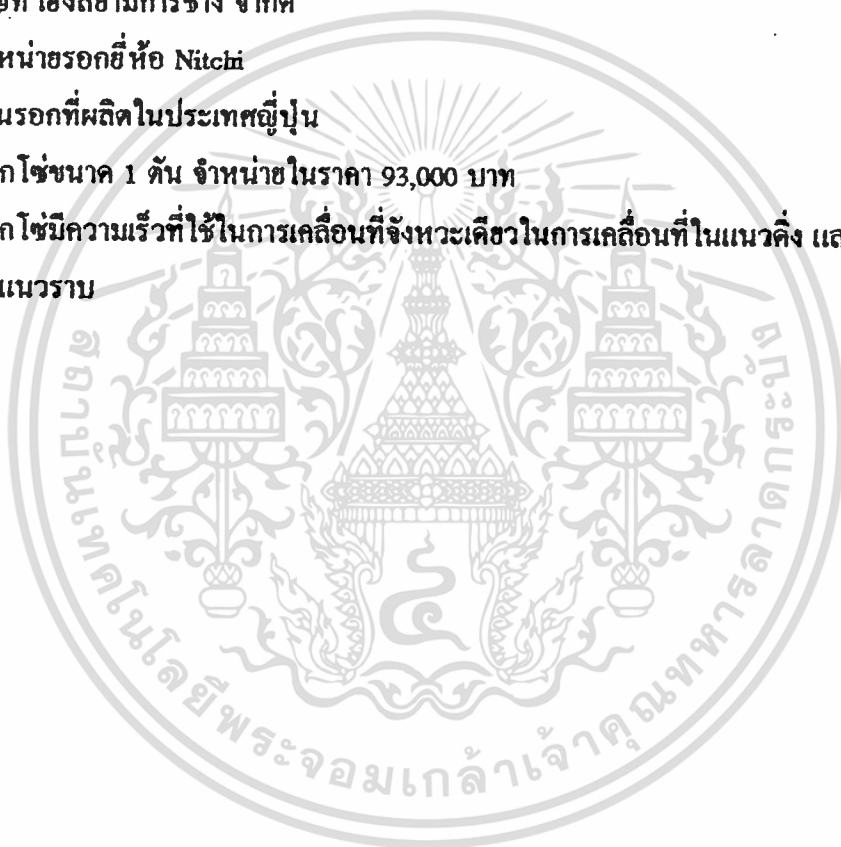
Model	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	φD	φd	F	H	K	T	U	V	L	W	E
1ET	185	190	64	27	303	226	126	65	55	159	182	120	132
2ET	210	210	75	37	316	245	130	80	40	172	200	148	169
3ET	210	210	75	37	319	265	140	80	37.5	175	203	148	168
5ET	240	240	90	46	325	322	177	90	54	181	219	173	202
1ST	125	125	60	27	255	187	103.5	54	30	130	156	98	102
2ST	160	177	64	32	270	226	126	65	42	135	163	117	147
3ST	192	192	75	37	280	255	130	80	27	145	180	148	163

All dimensions and specifications are subject to change without notice.

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์การนำไปใช้

### 1.5 บริษัท เสงสยามการช่าง จำกัด

- จำหน่ายรถยี่ห้อ Nitchi
- เป็นรถที่ผลิตในประเทศญี่ปุ่น
- รถไถขนาด 1 ดัน จำหน่ายในราคา 93,000 บาท
- รถไถมีความเร็วที่ใช้ในการเคลื่อนที่จังหวัดฉะเชิงเทราในการเคลื่อนที่ในแนวคิ่ง และเคลื่อนที่ 2 จังหวัดฉะเชิงเทรา

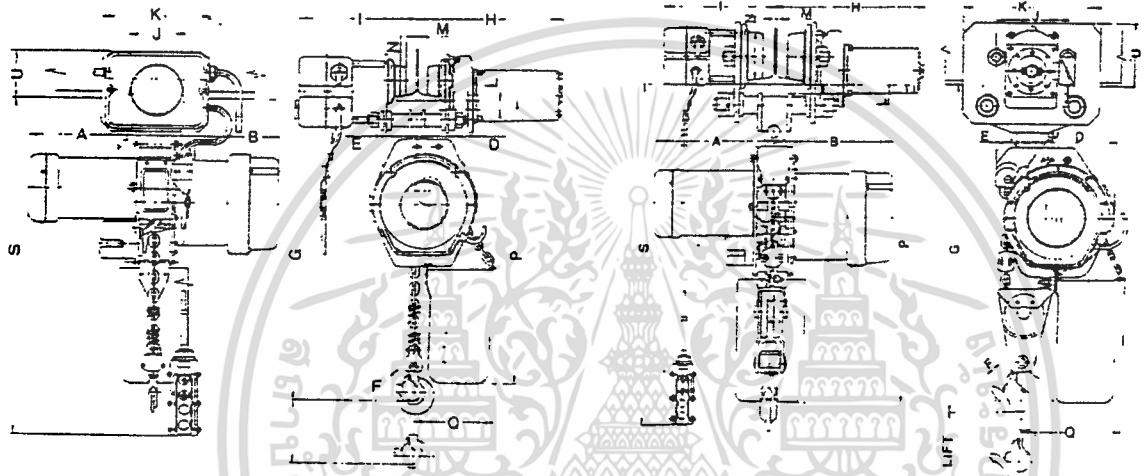
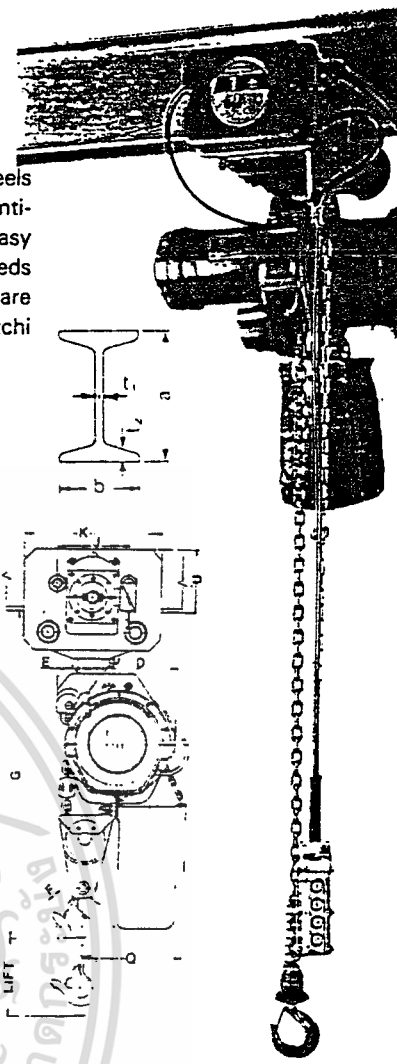


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ELECTRIC TROLLEY MODEL EMT-MH-5

In addition to hoisting and lowering, Model EMT-MH-5 (1-speed hoist with 1-speed trolley) can transport heavy loads swiftly with great efficiency and complete safety. 1/2 ton to 10 ton trolleys can be adjusted to fit the different beam sizes listed in the table by simple relocation of the spacing washers to the inside or to the outside of the frame.

The drop-forged carbon steel trolley wheels are heat-treated and have precision anti-friction bearings to provide smooth and easy travel. (Besides the standard 1-speed, 2-speeds and large variety of slow trolley speeds are also available. Please consult with your Nitchi dealer for information.)



EMT-MH-5 0.5 & 1 ton  
Diagrammatic only

EMT-MH-5 5 ton  
Diagrammatic only

## STANDARD SPECIFICATIONS (EMT-MH-5 Electric Chain Hoist with Electric Trolley, Single-speed, Single-voltage)

Capacity (ton)	Lift (m)	Hoist Motor							Trolley Motor							S (m)	Test Load (ton)	Draw-up Dimension (Max.) G (mm)	Net Weight (approx.) kg	
		Hoisting Speed (m/min)		3-phase			Load Chain Dia (mm)	Nos. of falls	Trolley Speed (m/min)		3-phase			Minimum Curve radius (m)						
		50Hz	60Hz	Output (kw)	Ins. Class	Rating (min.)			50Hz	60Hz	Output (kw)	Ins. Class	Rating (min.)		Breadth of Beams (mm)					
0.5		8.6	10	0.83	1.0			7.1	1	20(10)	24(12)	0.2			75, 100, 125	1.0	4.0	0.625	535	84
1		6.2	7.3	1.17	1.4			7.1	1	20(10)	24(12)	0.2			75, 100, 125	1.0	4.0	1.25	545	86
2	4.0	6.7	7.9	2.5	3.0	B	30	11.2	1	120(10)	24(12)	0.4	E	30	100, 125, 150	1.0	4.0	2.5	725	153
3		4.4	5.2	2.5	3.0			11.2	1	20(10)	24(12)	0.4			100, 125, 150	1.5	4.0	3.75	805	172
5		2.6	3.1	2.5	3.0			11.2	2	10(20)	12(24)	0.4(0.75)			125, 150, 175	1.5	4.0	6.25	975	219

Capacity (ton)	Major Dimension (approx.) (mm)															
	A	B	D	E	F	H	I	J	K	L	M	N	U	*P	*Q	
0.5	265	285	152	106	20	b/2+285	b/2+230	127	240	32-t <sub>2</sub>	b-49	69	99-t <sub>2</sub>	675	220	
1	285	285	152	106	25	b/2+285	b/2+230	127	240	32-t <sub>2</sub>	b-49	69	99-t <sub>2</sub>	675	220	
2	335	335	195	127	30	b/2+335	b/2+235	159	300	33-t <sub>2</sub>	b-70	95	121-t <sub>2</sub>	860	235	
3	335	335	195	127	36	b/2+340	b/2+240	180	340	37-t <sub>2</sub>	b-76	110	134-t <sub>2</sub>	920	235	
5	335	335	247	93	43	b/2+340	b/2+245	204	390	38-t <sub>2</sub>	b-80	130	158-t <sub>2</sub>	1,010	290	

- A chain collecting bucket is supplied with each hoist as standard attachment.
- With each hoist is packed a handbook giving comprehensive instructions for installation and operation with an inspection certificate.
- The dimensions P and Q marked \* in the above table vary according to different lifts.

The design, materials and specifications are subject to change for improvements without notice.

ขนาด ตัว	MH-5	EMT-MH-5	ยกสูง เมตร	ขึ้น-ลง		ย้าย-ขวา		โถง		ความสูง ขา	น้ำหนัก กิโลกรัม	
	รอกไฟฟ้า	+ รอกดึงไฟฟ้า		บ/บาท	กิโลวัตต์	บ/บาท	กิโลวัตต์	ขนาด	บาท/ม.			
1/2	46,000	86,000	4	8.6	0.83	20	0.2	7.1	810	530/535	55/86	
1	53,000	93,000		6.2	1.17		11.2	0.4		11.2	550/545	56/86
2	74,000	121,000		6.7	2.5						10	11.2 x 2
3	85,000	145,000		4.4		11.2 x 2	11.2 x 4	765/805	102/172			
5	101,000	179,000		2.6				2 x 2.5	0.75	925/975	130/210	
10	218,000	458,000								1060/1015	280/390	

ขนาด ตัว	MHP-5	MHG-5	ยกสูง เมตร	ขึ้น-ลง		ย้าย-ขวา	โถง		ความสูง ขา	น้ำหนัก กิโลกรัม	
	+ รอกดึงมือเหล็ก	+ รอกดึงมือส้าว		บ/บาท	กิโลวัตต์		ขนาด	บาท/ม.			
1/2	51,000	53,000	4	8.6	0.83	ระบบขับเคลื่อน	7.1	810	515	61/71	
1	58,000	60,000		6.2	1.17		โถงมือส้าว / ผลก		11.2	525	63/73
2	81,500	85,000		6.7	2.5					11.2 x 2	710
3	96,000	99,500		4.4		11.2 x 2	11.2 x 2	770	130/139		
5	121,000	124,000		2.6						955	175/185

รอกไฟฟ้า 'บิกซี' แบบ เอฟวี-ตัวดี ตัวใหญ่ 2 สปีด 3 เฟส 380 โวลต์ Fein-1b 25%ED 20m

ขนาด ตัว	MHT-5	EMT-MHT-5	ยกสูง เมตร	ขึ้น-ลง		ย้าย-ขวา	โถง		ความสูง ขา	น้ำหนัก กิโลกรัม	
	รอกไฟฟ้า	+ รอกดึงไฟฟ้า		บ/บาท	กิโลวัตต์		ขนาด	บาท/ม.			
1/2	62,500	92,500	4	8.0/1.9	0.83/0.21	20	0.2	7.1	810	530/535	55/86
1	71,500	101,500		4.3/1.0	11.2		0.4	11.2		550/545	56/87
2	98,000	148,000		4.8/1.2						11.2 x 2	11.2 x 2
2.5	142,000	205,000		3.8/1.0	10	1.83/0.46	765/805	105/175			
5	175,000	257,000		1.9/0.5					925/975		

รอกไฟฟ้า 'บิกซี' แบบ เอฟวี-ตัวดี ตัวใหญ่ 1 สปีด 1 เฟส 220 โวลต์ Fein-1b 25%ED 15m

ขนาด ตัว	MHC-5	ยกสูง เมตร	ขึ้น-ลง		ย้าย-ขวา	โถง		ความสูง ขา	น้ำหนัก กิโลกรัม
	รอกไฟฟ้า		บ/บาท	กิโลวัตต์		ขนาด	บาท/ม.		
1/2	53,500	3	5.4	0.62	7.1	7.1	810	530	58
1	61,000		2.7					550	58
2	79,500		1.3					7.1 x 2	660

รอกดึง 'บิกซี' สำหรับ รุ่น MH แบบต่อตรง

ขนาด ตัว	(M)-PT	(M)-GT	EMT-5D	สามารถใช้กับโถง		
	แบบมือเหล็ก	แบบมือส้าว	แบบไฟฟ้า	ขนาด	ขา	
1/2-1	5,300	7,500	42,500	75	100	125
2	8,000	11,500	50,000	100	125	150
3	11,200	15,000	63,000	100	125	150
5	20,500	24,000	82,000	125	150	175

ส่วนลด -15%  
รวมภาษีมูลค่าเพิ่มแล้ว

### 1.6 บริษัท ที แมชชีนเนอรี จำกัด

- จำหน่ายรอกยี่ห้อ Black Bear
- เป็นรอกที่ผลิตในประเทศญี่ปุ่น
- รอกไซ้ขนาด 1 ตัน จำหน่ายในราคา 80,000 บาท
- รอกไซ้มีความเร็วที่ใช้ในการเคลื่อนที่ 2 จังหวะ ทั้งการเคลื่อนที่ในแนวตั้ง และแนวราบ

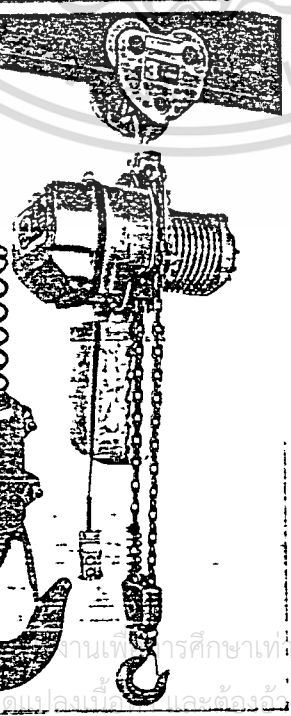
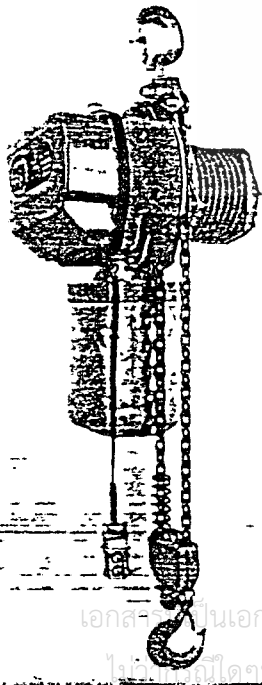


# ELECTRIC CHAIN HOIST



**MOTORIZE TROLLEY TYPE**  
**YSS-ME**  
**CAPACITY = 0.5-20 TONNE**

● NEWLY GRANTED ●  
G.S. CERTIFICATE NO. - 523/90.  
FEM GROUP



HOOK SUSPENSION TYPE

PLAIN TROLLEY TYPE

GEAR TROLLEY TYPE

- PERFECT DESIGN
- ULTRA SUPER QUALITY
- DUAL BRAKE SYSTEM
- SUPER HIGH STRENGTH CHAIN
- RUST PROOF PAINTING

เอกลี เป็นเอกลีที่รับ... งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ประ...  
ใช้เพื่อการค้า... ละต้องแจ้งถึงเจ้าของอาคารขอรับ...

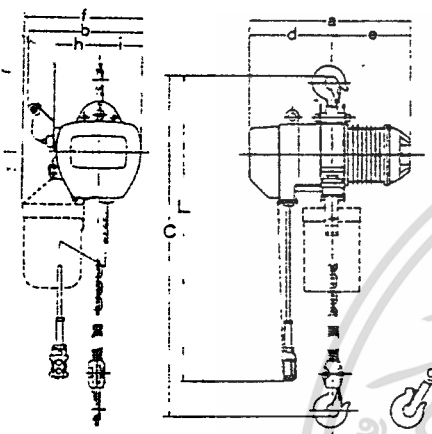
- **HOIST MOTOR** : The special heavy duty high performance to the totally enclosed AC-squirrel cage motor. The windings have high ratings and special insulation material for severe use in heavy duty applications.
- **BODY** : Aluminium alloy frame with fins to allow better radiation & permits continuous operations. Load supporting is sturdy double steel plates construction. Totally enclosed, compact & light weight-high resistance to severe weather.
- **MOTOR BRAKE** : The powerful & unique pull rotor braking structure which enables the load to stop surely even in full load or over.
- **MECHANICAL BRAKE** : The special mechanical brake ensures overload braking safety. With completely independent motor brake from the dual brakes system to strengthen the efficiency of safety & durability.
- **REDUCTION GEAR** : Oil bath lubrication gear case, the Helical gears with super heat-treated steel are used for smoother and quieter operation.
- **LOAD CHAINS** : FEC grade 80 super high strength heat-treated alloy chain developed extra safety, excellent in durability complies with ISO specification. It is available for use in places having rain, salty water, vapor steam, chemical or other harmful atmospheres.

- **SAFETY HOOK** : Drop-forged from special alloy steel and heat-treated for strength and toughness. It's 360° swivel with safety grip at bottom hook to assure lifting goods in well hooked.
- **CONTACTOR** : High performance contactor allows trouble-free continuous inching and severe frequent operations. Mechanically interlocked for safety operations.
- **LIMIT SWITCH** : Protection for over hoisting & over lowering, the hoist is automatically stopped instantly. "NEGATIVE PHASE PROTECTOR" are supplied to prevent motor running and failure when power supply connecting incorrectly.
- **PUSH BUTTON SWITCH** : A low operating voltage 24V (48V) is used in high-insulation, reinforced plastic case push button switch which developed to light weight durable water proof and can control in one hand. The push button is mechanically interlocked for safety switch operations.

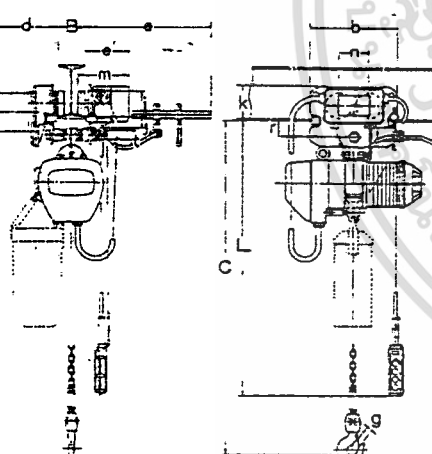
## STANDARD: HOOK SUSPENSION TYPE

ELECTRIC CHAIN HOIST, SINGLE SPEED (TWO SPEED) POWER SUPPLY 380 Volts 3-Phase 50 Hz.

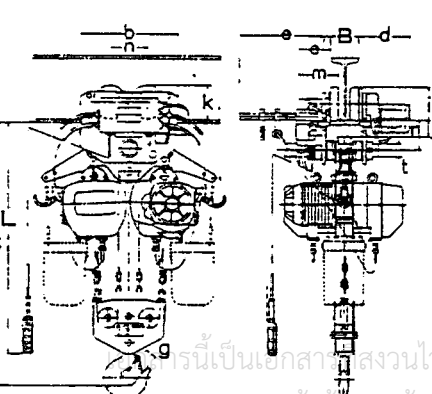
Capacity (Ton)	Model	Std. Lift (m)	Hoisting Speed (m/min)				Motor (3 Phase)				Load Chain		Test load (Ton)	Net Weight (approx) (kgs)	Weight of Chain per 1 meter for 100m
			50 Hz		Cut out (KW)		Duty Rating	Ins. Class	Dia. (mm)	Nos. of links					
			Single Speed	Dual Speed	Single Speed	Dual Speed									
0.5	YSL	3	6.7	6.7/2.2	1.0	1.0/0.3	40	F	7.1	1	0.625	40	1.2		
	YSH		9.2	9.2/3.1	1.1	1.1/0.4						43			
1.0	YSL	3	4.7	4.7/1.6	1.0	1.0/0.3	40	F	7.1	2	1.25	45	2.3		
	YSH		6.7	6.7/2.2	1.1	1.1/0.4						50			
2.0	YSL	3	2.3	2.3/0.8	1.1	1.1/0.4	40	F	10.0	1	2.5	60	2.3		
	YSH		3.3	3.3/1.1	1.1	1.1/0.1						65			
	YSS		5.6	5.6/2.2	3.0	3.0/1.0						110			
3.0	YSS	(6)	4.3	4.3/1.4	3.0	3.0/1.0	40	F	10.0	2	3.75	125	4.6		
5.0	YSS	2.5	2.5/0.9	3.0	3.0/1.0	11.2						2	6.25	135	5.9
7.5	YSS	1.8	1.8/0.6	3.0	3.0/1.0	40	F	11.2	3	9.38	195	8.8			
10.0	YSS	2.5	2.5/0.9	2X3.0	2X3.0/1.0						11.2	4	12.5	330	12.0
15.0	YSS	1.8	1.8/0.6			2X3.0	2X3.0/1.0	11.2	6	18.8				430	18.0
20.0	YSS	1.3	1.3/0.4	2X3.0	2X3.0/1.0						11.2	8	25.0	500	24.0



SS MODEL



SS-MT MODEL



SS-MT : LARGE CAPACITY

## STANDARD: MOTORIZED TROLLEY TYPE

ELECTRIC CHAIN HOIST WITH ELECTRIC TROLLEY, SINGLE SPEED (TWO SPEED) POWER SUPPLY 380 Volts 3-Phase 50 Hz.

Capacity (Ton)	Model	Std. Lift (m)	Hoisting Speed (m/min)				Motor (3 Phase)				Load Chain		Trolley				I-Beam Width (mm)	
			50 Hz		Cut out (KW)		Duty Rating	Ins. Class	Dia. (mm)	Nos. of links	Trolley Speed (m/min)	Trolley Motor (3 Phase)		Win Curve Radius (m)	I-Beam Width (mm)			
			Single Speed	Dual Speed	Single Speed	Dual Speed						30 HZ	Cut out (KW)			Duty Rating		Ins. Class
0.5	YSL-MT	3	6.7	6.7/2.2	1.0	1.0/0.3	40	F	7.1	1	0.25	20	40	F	0.8	3-4		
	YSH-MT		9.2	9.2/3.1	1.1	1.1/0.4											0.8	3-5
1.0	YSL-MT	3	4.7	4.7/1.6	1.0	1.0/0.3	40	F	7.1	2	0.25	20	40	F	1.0	3-6		
	YSH-MT		6.7	6.7/2.2	1.1	1.1/0.4											1.5	4-6
2.0	YSL-MT	3	2.3	2.3/0.8	1.1	1.1/0.4	40	F	10.0	1	0.50	(10)	40	F	1.5	4-6		
	YSH-MT		3.3	3.3/1.1	1.1	1.1/0.4											1.5	4-7
	YSS-MT		6.6	6.6/2.2	3.0	3.0/1.0											1.5	5-7
3.0	YSS-MT	(6)	4.3	4.3/1.4	3.0	3.0/1.0	40	F	10.0	2	0.50	(10)	40	F	1.5	4-7		
5.0	YSS-MT	2.5	2.5/0.9	3.0	3.0/1.0	1.5											5-7	
7.5	YSS-MT	1.8	1.8/0.6	3.0	3.0/1.0	40	F	11.2	3	0.75	(10)	40	F	2.5	6-8			
10.0	YSS-MT	2.5	2.5/0.9	2X3.0	2X3.0/1.0											11.2	4	0.75
15.0	YSS-MT	1.8	1.8/0.6			2X3.0	2X3.0/1.0	11.2	6	2X0.75	3.0	6-8						
20.0	YSS-MT	1.3	1.3/0.4	2X3.0	2X3.0/1.0								11.2	8	2X0.75	3.0	6-8	

The design, materials & specification are subject to change for improvement without notice.

SOLE AGENT การค้าระหว่างประเทศ จำกัด  
 ไม่สามารถคืนค่าสินค้าคืนได้  
 ไม่สามารถคืนค่าสินค้าคืนได้

1.7 บริษัท สยามอินคัสเทรียล คอร์ปอเรชั่น จำกัด

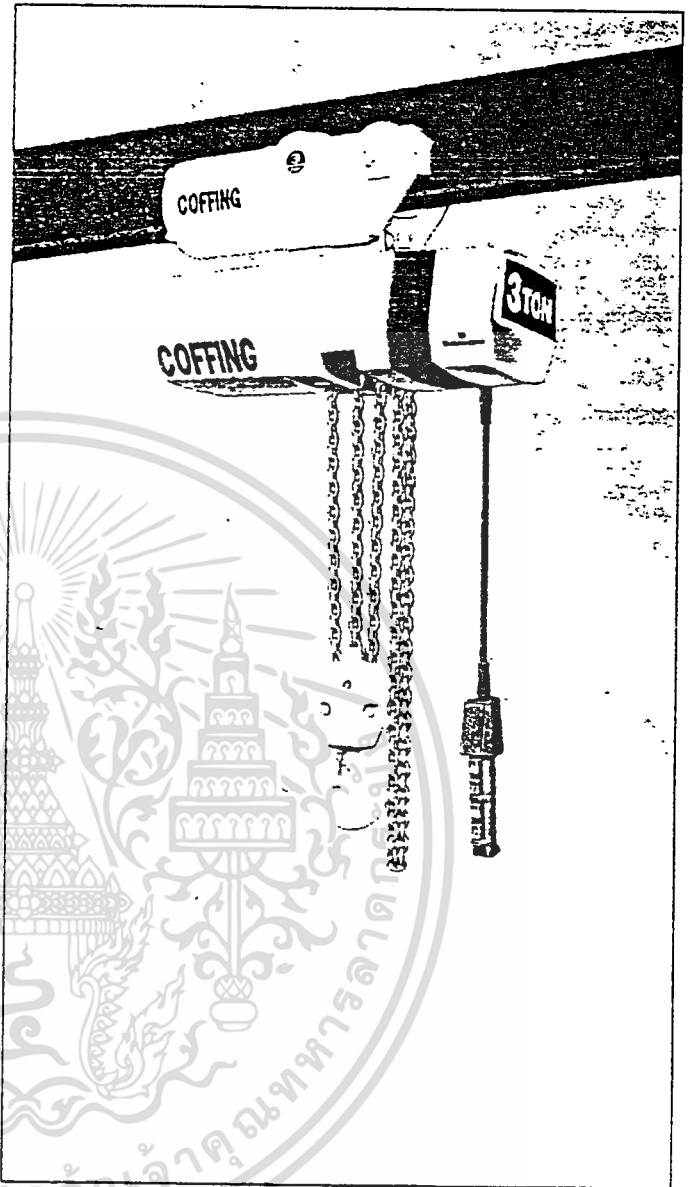
- จำหน่ายรอกยี่ห้อ Coffing
- เป็นรอกที่ผลิตในประเทศสหรัฐอเมริกา
- รอกไซ้ขนาด 1 ตัน จำหน่ายในราคา 86,000 บาท
- รอกไซ้มีความเร็วที่ใช้ในการเคลื่อนที่จังหวัดเขิวง ทั้งการเคลื่อนที่ในแนวตั้ง และแนวราบ



# COFFING® ELECTRIC CHAIN HOISTS

## MOTORIZED TROLLEY MODELS

Rated loads from 1/4 to 3 tons.  
 230/460-volt motors standard. 115/230 (Single phase), 575- and 208-volt motors are optional.  
 Hoist motors use solid-state starting switches which offer greater reliability than conventional centrifugal switches (Single phase only).  
 Two-speed, three phase models available in single voltage motors only. 3 to 1 speed ratio.  
 10-foot standard lift. Optional lifts available.  
 Adjustable upper and lower limit switches prevent hoist damage due to overtravel.  
 Overload limiting clutch guards against lifting of damaging overloads while operating the hoist.  
 Mechanical load brake operates even when power is off to control load drift.  
 Five-pocket load sheave provides more even chain support with less wear on the chain, smoother lifting, and less vibration to the load and supporting structure.  
 Oil-filled transmission runs cooler, lasts longer than competitive grease-filled models.  
 A specially designed pushbutton station is formed to fit the operator's hand, allowing for thumb or two-handed operation.  
 Compact 4-button station operates both hoist and trolley. NEMA-3R standard.  
 Parallel mounting standard  
 Standard trolley speed is 35 F.P.M. Other speeds optional are 18, 24, 50, 75, 100 and 150 F.P.M. Two-speed models available. Consult factory.  
 Single- and two-speed models. Available 3 to 1 ratio (Three phase only).  
 Trolley adjustable for 6" to 18" American Standard I-Beams with recommended 4-foot minimum radius.  
 Available to fit wide-flange and patented track beams.  
 Trolley sideplates feature heavy-duty bumpers to act as safety lugs and to protect wheels.  
 Fully machined, heat-treated cast iron wheels equipped with sealed lifetime lubricated precision ball bearings for long life.  
 Built to rugged specifications for long efficient service.  
 Trolley brakes available.  
 For accessories see pages 20 thru 23.



### HOIST SPECIFICATIONS

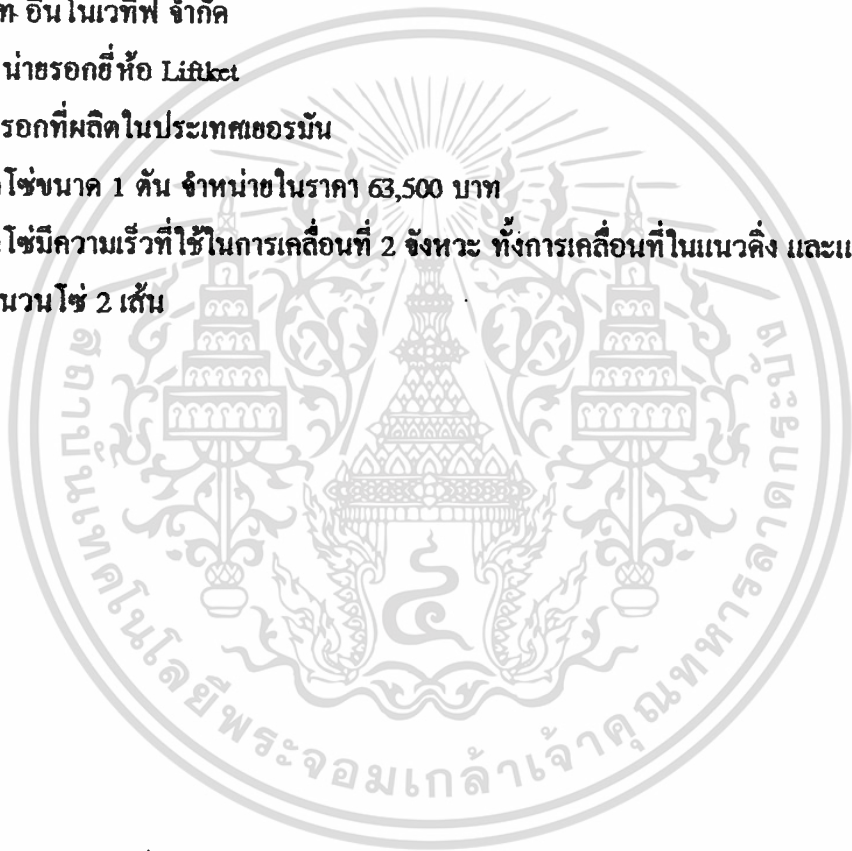
Rated Load (Lb.)	Lifting Speed (Ft./Min.)	Motor H.P.	Beam Height (In.)	Min. Beam Radius (Ft.)	Weight (Lbs.)*	Reeving	Model Number
500	16	1/4	5-18	5	180	SINGLE	ECMT-0516
500	32	1/2	6-18	5	198	SINGLE	ECMT-0532
500	64	1	6-18	5	196	SINGLE	ECMT-0564
1000	9	1/2	6-18	5	186	SINGLE	ECMT-1009
1000	16	1	6-18	5	186	SINGLE	ECMT-1016
1000	32	2	6-18	5	198	SINGLE	ECMT-1032
2000	4	1	6-18	5	198	DOUBLE	ECMT-2004
2000	3	1/2	5-18	5	196	DOUBLE	ECMT-2008
2000	12	3/4	6-18	5	194	SINGLE	ECMT-2012
2000	16	1	6-18	5	196	SINGLE	ECMT-2016
4000	6	1 1/2	6-18	5	207	DOUBLE	ECMT-4006
4000	3	3/4	5-18	5	213	DOUBLE	ECMT-4008
6000	5	2	6-18	5	320	TRIPLE	ECMT-6005

\*Weight represents 10 ft. lift, single phase hoist.  
 Note: For lifts of 16 ft.-40 ft. triple chain and 26 ft.-50 ft. double chain and 51 ft.-120 ft. single chain models, geared limit switch is required.  
 Dimensions shown are for minimum height: 3" Am. Std. I-beam.

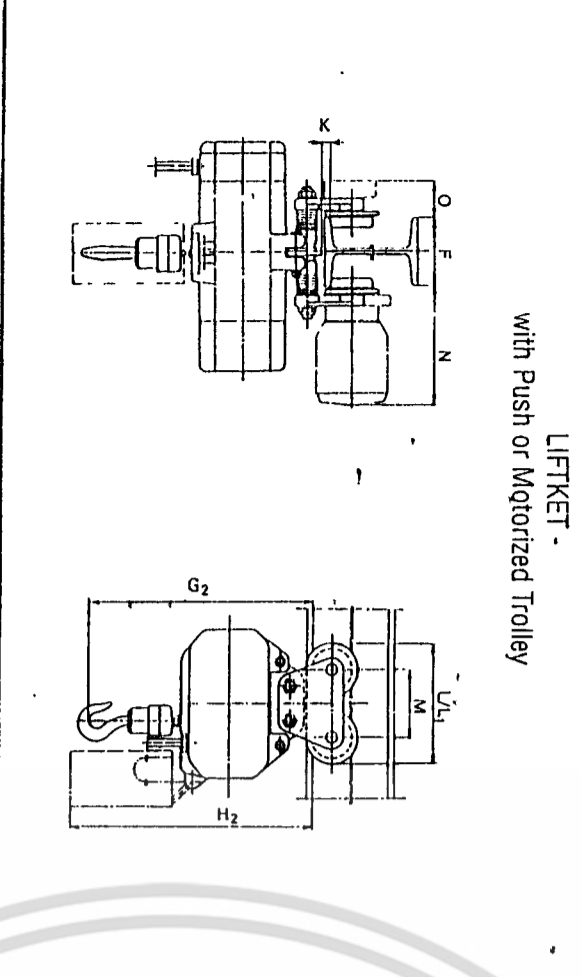
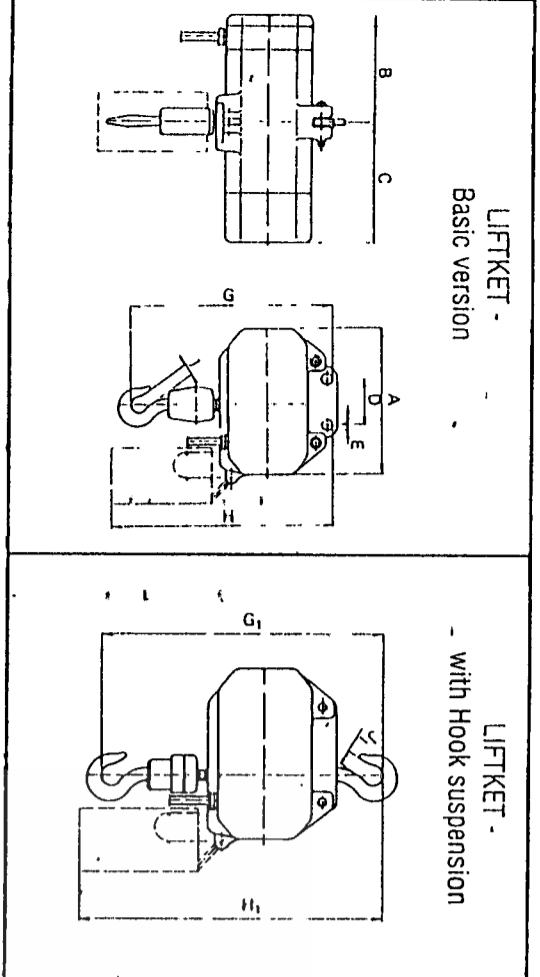
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษามากที่สุด  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.8 บริษัท อินโนเวทีฟ จำกัด

- จำหน่ายรถอีทึ่อ Lifesta
- เป็นรถที่ผลิตในประเทศเยอรมัน
- รถไซ้ขนาด 1 คัน จำหน่ายในราคา 63,500 บาท
- รถไซ้มีความเร็วที่ใช้ในการเคลื่อนที่ 2 จังหวะ ทั้งการเคลื่อนที่ในแนวตั้ง และแนวราบ
- มีจำนวนไซ้ 2 เส้น



# Technical Dates



version	B1.1 AK1	B 1.1 AK	B 5 AK
Type	80/1-6	150/1-6	300/2-3
Capacity	80	150	300
Number of the load falls	1	1	2
Lifting speed	m/min	6	6
Lifting engine	kW	0.12	0.12
duty-rate for 150 switchoperations/hour	ED %	60	25
Duty group DIN 5684 T 3	2 m	1.8 m	1.8 m
Operation voltage (50 Hz)	V	220 1ph-	220 1ph-
Lifting height standard	m	3	3
Length of the control cable standard	m	1.5	1.5
Weight for standard	ca. kg	15	15
length B+C	mm	367	367

operation voltage (50 Hz) 220/380 V  
 the weight and dimensions of the chain box are valid for 3 metres lifting height an direct control  
 for low voltage control the weight of LIFTKET will be 2 kg higher  
 standard length of the control cable: 1.5 metres  
 standard lifting height: 3 metres  
 other lifting height and length of the control cable is possible  
 version 8.1 and 9.1 standard 24 V low voltage control

version type	Capacity kg	Number of load falls	Dimension of chain DIN 5684-B mm	Lifting speed m/min	Lifting engine kW	Duty-rate for 150 switchoperations/hour ED %	Duty group DIN 5684 T 3	A mm	B Direct control mm	C Low voltage control mm	D mm	E mm	G mm	G <sub>1</sub> mm	G <sub>2</sub> mm	H mm	H <sub>1</sub> mm	H <sub>2</sub> mm	J mm	J <sub>1</sub> mm	Trolley type	Track girder F mm	Travelling speed m/min	Travelling engine kW	K mm	L Push trolley mm	L <sub>1</sub> Motorized trolley mm	M mm	N Travelling speed mm/min	O For low voltage control only mm	Diameter of the wheels mm	LIFTKET Basic version kg	Push trolley kg	Motorized trolley kg
1 125/1-8	125	1		8	0.18	40	2 n	123	227				299	385	325	395	421	444	20	22	N	30-106	16	0.12	14				147	70	14	13		
1 250/1-6	250	1	4 x 12	4	0.27	25	1.8 n	180					305	359	351	401	421	444	20	22	N	110-200	16	0.12	14				147	70	14	13		
1 300/2-3	500	2		6	0.27	25	1.8 n	128	232				339	385	301	401	421	444	20	22	N	110-200	16	0.12	14				147	70	14	13		
2 250/1-12	250	1		12	0.75	40	2 n						351	441	401	424	444	444	20	22	N	110-200	16	0.12	14				147	70	14	13		
2 500/2-6	500	2	5 x 15	6	0.75	40	2 n						355	441	401	424	444	444	20	22	N	110-200	16	0.12	14				147	70	14	13		
3 250/1-8/2	250	1		8/2	0.60/1	60/25	2 n	169	289	183			361	441	401	424	444	444	20	22	N	110-200	16	0.12	14				147	70	14	13		
3 500/2-4/1	500	2		4/1	0.60/1	60/25	2 n						361	441	401	424	444	444	20	22	N	110-200	16	0.12	14				147	70	14	13		
4 500/1-10	500	1		10	0.64	40	2 n						366	459	420	513	549	567	22	22	N	137-215	18	0.12	14				147	70	14	13		
4 1000/2-5	1000	2		5	0.64	40	2 n						366	459	420	513	549	567	22	22	N	137-215	18	0.12	14				147	70	14	13		
5 500/1-10/2.5	500	1		10/2.5	1.10/2	40/10	2 n						366	459	420	513	549	567	22	22	N	137-215	18	0.12	14				147	70	14	13		
5 1000/2-5/1.25	1000	2		5/1.25	1.10/2	40/10	2 n						366	459	420	513	549	567	22	22	N	137-215	18	0.12	14				147	70	14	13		
4.1 1000/1-5	1000	1	7 x 22	5	0.84	25	1.8 n						366	459	420	513	549	567	25	25	N	137-215	18	0.12	14				147	70	14	13		
4.1 2000/2-2.5	2000	2		2.5	0.84	25	1.8 n						366	459	420	513	549	567	25	25	N	137-215	18	0.12	14				147	70	14	13		
4.2 2000/2-5	2000	2		5	2.2	25	1.8 n	183	255	228			366	459	420	513	549	567	30	30	N	137-215	18	0.12	14				147	70	14	13		
5.1 1000/1-5/1.25	1000	1		5/1.25	1.10/2	25/10	1.8 n						366	459	420	513	549	567	25	25	N	137-215	18	0.12	14				147	70	14	13		
5.1 2000/2-2.5/0.6	2000	2		2.5/0.6	1.10/2	25/10	1.8 n						366	459	420	513	549	567	25	25	N	137-215	18	0.12	14				147	70	14	13		
6 1000/1-8	1000	1		8	1.5	40	2 n						366	459	420	513	549	567	25	25	N	137-215	18	0.12	14				147	70	14	13		
6 2000/2-4	2000	2		4	1.5	40	2 n						366	459	420	513	549	567	25	25	N	137-215	18	0.12	14				147	70	14	13		
7 1000/1-6/1.5	1000	1	9 x 27	6/1.5	1.5/0.3	40/15	2 n	257		237			366	459	420	513	549	567	30	30	N	137-215	18	0.12	14				147	70	14	13		
7 2000/2-3/0.75	2000	2		3/0.75	1.5/0.3	40/15	2 n						366	459	420	513	549	567	30	30	N	137-215	18	0.12	14				147	70	14	13		
7.2 1000/1-10/2.5	1000	1		10/2.5	1.8/0.4	25/10	1.8 n						366	459	420	513	549	567	25	25	N	137-215	18	0.12	14				147	70	14	13		
7.2 2000/2-5/1.25	2000	2		5/1.25	1.8/0.4	25/10	1.8 n						366	459	420	513	549	567	25	25	N	137-215	18	0.12	14				147	70	14	13		
6.1 1600/1-10	1600	1		10	3.6	25	1.8 n						366	459	420	513	549	567	30	30	N	137-215	18	0.12	14				147	70	14	13		
6.1 3200/2-5	3200	2		5	3.6	25	1.8 n						366	459	420	513	549	567	30	30	N	137-215	18	0.12	14				147	70	14	13		
7.1 1600/1-6/1.5	1600	1		6/1.5	1.8/0.4	25/10	1.8 n						366	459	420	513	549	567	25	25	N	137-215	18	0.12	14				147	70	14	13		
7.1 3200/2-3/0.75	3200	2		3/0.75	1.8/0.4	25/10	1.8 n						366	459	420	513	549	567	25	25	N	137-215	18	0.12	14				147	70	14	13		
8.1 2500/1-8	2500	1		8	3.6	25	1.8 n	260		273			366	459	420	513	549	567	30	30	N	137-215	18	0.12	14				147	70	14	13		
8.1 5000/2-4	5000	2		4	3.6	25	1.8 n						366	459	420	513	549	567	30	30	N	137-215	18	0.12	14				147	70	14	13		
9.1 2500/1-8/2.5	2500	1	11 x 31	8/2.5	6.1/2	25/25	1.8 n						366	459	420	513	549	567	30	30	N	137-215	18	0.12	14				147	70	14	13		
9.1 5000/2-4/1.25	5000	2		4/1.25	6.1/2	25/25	1.8 n						366	459	420	513	549	567	30	30	N	137-215	18	0.12	14				147	70	14	13		

weights

### 1.9 บริษัท เอเวอร์กรีน มาร์เก็ตติ้ง จำกัด

- จำหน่ายรถอีทึ่อ Morris
- เป็นรถที่ผลิตในประเทศอังกฤษ
- รถโซ่ขนาด 1 ดัน จำหน่ายในราคา 66,000 หรือ 73,000 บาท แล้วแต่จำนวนสายโซ่
- รถโซ่มีความเร็วที่ใช้ในการเคลื่อนที่จังหวัดเขว ทั้งการเคลื่อนที่ในแนวคิ่ง และแนวราบ
- มีจำนวนสายโซ่ทั้ง 1 เส้น และ 2 เส้น



#### 1.10 บริษัท กรุงเทพผลิตเหล็ก จำกัด

- จำหน่ายรอกยี่ห้อ Konec
- เป็นรอกที่ผลิตในประเทศฟินแลนด์
- รอกไซ้ขนาด 1 ตัน จำหน่ายในราคา 90,000 บาท ทั้งแบบจำนวนไซ้ 1 เส้น และ 2 เส้น
- รอกไซ้มีความเร็วที่ใช้ในการเคลื่อนที่ 2 จังหวะเฉพาะการเคลื่อนที่ในแนวตั้ง และจังหวะเดียวในแนวราบ
- มีจำนวนสายไซ้ทั้ง 1 เส้น และ 2 เส้น

## หน่วยที่ 8 การเปรียบเทียบระบบรอก และสรุปผลการเปรียบเทียบ

ตารางแสดงข้อมูลด้านเทคนิคของรอกไซ้ขนาด 1 ตัน เป็นตารางที่แสดงถึงข้อมูลที่มาจากรายชื่อของรอกยี่ห้อต่าง ๆ ของบริษัทที่เป็นตัวแทนจำหน่ายรอกยี่ห้อนั้น ๆ เป็นข้อมูลที่สรุปมาจากอีกทีหนึ่ง เพื่อนำมาเปรียบเทียบหาระบบรอกที่ดีที่สุด

ตารางแสดงอัตราส่วนระหว่าง Motor output กับ ความเร็วรอก เป็นตารางที่จะบอกถึงผลของกำลังที่ใช้ในการขับเคลื่อนระบบรอกให้มีความเร็วระดับหนึ่ง หากอัตราส่วนไปเพื่อเป็นข้อมูลในการเปรียบเทียบถึงผลของการใช้กำลังที่คุ้มค่าให้ได้ความเร็วที่เหมาะสม ซึ่งจะเป็นการเปรียบเทียบทั้งในแนวดิ่งและแนวราบ

ตารางแสดงลักษณะทั่ว ๆ ไปของรอกไซ้ขนาด 1 ตัน จะเป็นตารางที่นำเอาลักษณะกว้างของระบบรอกมาเปรียบเทียบ โดยมีการให้คะแนนตามข้อมูลที่ได้ระบุ คะแนนจะเป็นดังนี้ คือ

- 4 หมายถึง อยู่ในระดับที่ดีมาก
- 3 หมายถึง อยู่ในระดับที่ดี
- 2 หมายถึง อยู่ในระดับที่พอใช้
- 1 หมายถึง อยู่ในระดับที่ใช้ไม่ได้ หรือ ไม่มี

ส่วนการเปรียบเทียบจะเปรียบเทียบ ดังนี้

### ก. ความเชื่อถือในแหล่งผลิต

จะยึดแหล่งผลิตในแถบยุโรปเป็นเกณฑ์ เพราะตามท้องตลาดจะมีความเชื่อถือแหล่งรอกในแถบยุโรป จะมีระดับของรอกที่มีคุณภาพ ได้มาตรฐาน ประกอบกับความเชื่อในเรื่องการปฏิบัติอุตสาหกรรมด้วย

### ข. ความเป็นไปได้ในการจัดซื้อ

เนื่องจากเราตั้งระดับของราคาที่จะสามารถซื้อได้ไว้ที่ 60,000 - 80,000 บาท เราจึงเอาข้อมูลในส่วนนี้เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ

### ค. ปริมาณข้อมูลที่สามารถหาได้

การเปรียบเทียบในส่วนนี้จะถือเอาเนื้อหาข้อมูลที่ได้มาจากบริษัทต่าง ๆ ที่อยู่ในท้องตลาดที่หาได้รายละเอียดมากที่สุดเป็นเกณฑ์

#### ง. ความเป็นที่ยอมรับของบริษัทจำหน่ายระบบรอกในท้องตลาด

จะถือเอายอดขายของแต่ละบริษัทในส่วนของเครื่องรอกตลาดเป็นเกณฑ์ที่จะใช้ในการเปรียบเทียบ ซึ่งทางบริษัทต่าง ๆ ส่วนมากจะบอกถึงยอดขายออกมาในรูปของเปอร์เซ็นต์ แต่ก็ยังมีบางบริษัทที่ไม่ได้ให้ข้อมูลในส่วนนี้

#### จ. ประสิทธิภาพในการทำงาน

จะเป็นการสรุปลักษณะทั่ว ๆ ไปทางด้านเทคนิคโดยรวมมาเปรียบเทียบในส่วนนี้

ในส่วนสุดท้ายจะรวมผลของคะแนนทั้งหมดที่ได้ แล้วหาว่ารอกยี่ห้อไหนมีผลของคะแนนรวมมากที่สุด จะถือว่ารอกยี่ห้อนั้นดีที่สุดในส่วนของคุณลักษณะมุมมองทั่ว ๆ ไป

ตารางเปรียบเทียบทางด้านเทคนิคของรอกไซ้ขนาด 1 ตัน จะเป็นตารางที่นำเอาข้อมูลทางด้านเทคนิคที่มาจาก catalogue ของบริษัทผู้จำหน่ายรอกยี่ห้ออื่น ๆ ที่ได้สรุปไว้แล้วตามตารางแสดงข้อมูลด้านเทคนิคของรอกไซ้ขนาด 1 ตัน มาทำการเปรียบเทียบโดย ให้คะแนนเหมือนการเปรียบเทียบทางด้านลักษณะทั่ว ๆ ไป ซึ่งการเปรียบเทียบจะเป็นดังนี้ คือ

#### ก. อัตราส่วนระหว่าง Motor Output ต่อ ความเร็วรอก

ทั้งแนวตั้งและแนวราบ จะนำผลที่ได้จากตารางแสดงอัตราส่วนระหว่าง Motor Output กับ ความเร็วรอก มาทำการเปรียบเทียบว่ารอกยี่ห้อไหนมีอัตราส่วนต่ำก็ถือว่าดีที่สุด ประสิทธิภาพในการเคลื่อนที่ที่ดีที่สุด

#### ข. สภาพการทำงานใน 1 ชั่วโมง

จะเป็นการเปรียบเทียบถึงการบรรทุกของใน 1 ชั่วโมงได้มากน้อยเพียงใด ซึ่งแต่ละบริษัทก็จะให้ข้อมูลทางด้านนี้มาพอคร่าว ๆ เป็นการประมาณ

#### ค. ความสูงจากระดับพื้นถึงขอยก

จะเป็นการนำเอาข้อมูลที่รอกแต่ละยี่ห้อสามารถบรรทุกของในแนวตั้งได้สูงเพียงใดมาทำการเปรียบเทียบ โดยที่ยี่ห้อไหนยกได้สูงที่สุดจะได้คะแนนมากที่สุด

#### ง. น้ำหนักรอก + trolley + มอเตอร์

จะเป็นการเปรียบเทียบโดยยึดน้ำหนักรวมของน้ำหนักตัวรอก trolley และมอเตอร์ เป็นเกณฑ์ โดยที่รอกยี่ห้อไหนเบาที่สุดจะถือว่าเป็นรอกที่ดีที่สุด

#### จ. อายุการใช้งาน

จะเอาอายุโดยทั่วไปของรอกขนาด 1 ตัน 5 - 10 ปีเป็นเกณฑ์มาตรฐานในการเปรียบเทียบ โดยที่ถ้าอายุการใช้งานน้อยกว่า 5 ปี จะอยู่ในช่วงคะแนนระดับ 1-2 ถ้าอายุการใช้งานอยู่ในช่วง 5 - 7 ปี จะให้คะแนนระดับ 3 แต่ถ้าอายุการใช้งานตั้งแต่ 8 ปีขึ้นไป จะให้คะแนนระดับ 4 แต่ทั้งนี้และทั้งนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาพการทำงานของรอกต้องเป็นไปตามปกติ อาชญากรใช้งานที่ได้จากบริษัทรอกยี่ห้อต่าง ๆ เป็นข้อมูลที่ทางบริษัทได้ประมาณเท่านั้น ไม่ใช่เป็นข้อมูลจริง

ในส่วนสุดท้ายจะเป็นการรวมคะแนนทั้งหมดในส่วนของทางด้านเทคนิค และเราจะถือว่ารอกยี่ห้อที่มีผลของคะแนนรวมมากที่สุดเป็นรอกที่ดีที่สุดในการเปรียบเทียบทางด้านเทคนิคของระบบรอกขนาด 1 ตัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ชื่อ	แหล่งผลิต	MOTOR OUTPUT(KW)		ความเร็ว (m/min)		ความสูงจากพื้นถึงขอยกยาว(m)	น้ำหนักกรอก + tray+ มอเตอร์(Kg)	จำนวนสายโซ่	cycles per hour (c/h)	ราคา
			แวนต์	แวนราบ	แวนต์	แวนราบ					
1	ABUS	เยอรมัน	0.45/1.90	0.06/0.25	10/2.5	5/20	ไม้เกิน 10	74.2	1	180	85,000
2	KITO	ญี่ปุ่น	1.5/0.5	0.4	6.9/2.3	10	3	126	1	-	104,000
3	YALE	อเมริกา	1.9	0.07	9.6	10.5	3	62	1	-	119,000
4	HITACHI	ญี่ปุ่น	0.4/0.5	0.07	2.3/2.8	10.5/27	3.6	65	1	-	80,000
5	NITCHI	ญี่ปุ่น	1.17	0.2	6.2	20/10	4	86	1	-	93,000
6	BLACK BEAR	ญี่ปุ่น	1.1/0.4	0.25	6.7/2.2	20/10	3.6	95	1	-	80,000
7	COFFING	อเมริกา	0.75	0.07	9.6	10.5	6	90	1	-	86,000
8	LIFTKBT	เยอรมัน	1.1/0.2	0.04/0.18	5/1.25	5/20	6	64	2	-	63,000
9	MORRIS	อังกฤษ	1.1	0.18	4	14	6	60	2	-	66,000
			0.7	0.18	8	17	6	77	1	-	73,000
10	KONE	ฟินแลนด์	1.64/0.41	0.5	8/2	10	6	100	1	-	90,000
			0.9/0.22	0.5	5/1.25	10	6	100	2	-	90,000

หมายเหตุ Saddle หรือตัววิ่งความยาวพร้อมมอเตอร์ ราคาประมาณ 20,000 บาท และราคาจำหน่ายการติดตั้งรถและการเดินสายต่าง ๆ ขึ้นกับ span

ลำดับที่	ยี่ห้อ	แหล่งผลิต	แนวตั้ง		แนวราบ		อัตราส่วนระหว่าง Motor output (kW) กับความเร็ว (ม/ชม)	
			Motor output(kW)	ความเร็ว(m/min)	Motor output(kW)	ความเร็ว(ม/ชม)	แนวตั้ง	แนวราบ
1	ABUS	เยอรมัน	0.45/1.90	10/2.50	0.06/0.25	5/20	0.045/0.76	0.012/0.012
2	KITO	ญี่ปุ่น	1.5/0.50	6.90/2.30	0.4	10	0.21/0.22	0.04
3	YALE	อเมริกา	1.9	9.6	0.07	10.5	0.198	0.0067
4	HITACHI	ญี่ปุ่น	0.4/0.5	2.30/2.80	0.07	10.5/27	0.17/0.18	0.0067/0.003
5	NITCHI	ญี่ปุ่น	1.17	6.2	0.2	20/10	0.19	0.01/0.02
6	BLACK BEAR	ญี่ปุ่น	1.1/0.4	6.70/2.20	0.25	20/10	0.16/0.18	0.012/0.025
7	COFFING	อเมริกา	0.75	9.6	0.07	10.5	0.078	0.0067
8	LIFTKET	เยอรมัน	1.10/1.20	5/1.25	0.04/0.18	5/20	0.22/0.16	0.008/0.009
9	MORRIS	อังกฤษ	1.1	4	0.18	14	0.275	0.013
			0.7	8	0.18	17	0.087	0.011
10	KONE	ฟินแลนด์	1.64/0.41	8.0/2.0	0.5	10	0.2/0.2	0.05
			0.90/0.22	5/1.25	0.5	10	0.18/0.18	0.05

ตาราง ข. แสดงอัตราส่วนระหว่าง Motor Output กับ ความเร็วรถ

ลำดับที่	ชื่อ	แหล่งผลิต	ความถี่ซื้อใน แหล่งผลิต	ความเป็นไปได้ ในการจัดซื้อ	ปริมาณข้อมูล ที่หามาได้	ความเป็นที่ยอมรับของ บริษัทจำหน่ายในท้องถิ่น	ประสิทธิภาพ ในการทำงาน	รวม
1	ABUS	เยอรมัน	4	3	4	4	4	19 **
2	KITO	ญี่ปุ่น	3	1	3	4	3	14
3	YALE	อเมริกา	3	1	3	2	4	13
4	HITACHI	ญี่ปุ่น	3	3	3	4	4	17
5	NITCHI	ญี่ปุ่น	3	2	2	4	3	14
6	BLACK BEAR	ญี่ปุ่น	3	3	2	2	3	13
7	COFFING	อเมริกา	3	3	3	2	4	15
8	LIFTKET	เยอรมัน	4	4	3	3	4	18
9	MORRIS	อังกฤษ	4	4	2	4	3	17
10	KONE	ฟินแลนด์	3	2	2	2	3	12

หมายเหตุ 4 = ดีมาก, 3 = ดี, 2 = พอใช้, 1 = ไปได้

\*\* คะแนนรวมที่สูงที่สุด บ่งบอกถึงคุณสมบัติของรถที่ดีที่สุด

ลำดับที่	ชื่อ	แหล่งผลิต	อัตราส่วนระหว่าง Motor Output ต่อ ความเร็ว		สภาพการทำงาน ใน 1 ชั่วโมง	ความสูงจากระดับ พื้นถึงมอก	น้ำหนักรวม + boboy + มอเตอร์	อายุการใช้งาน	รวม
			แนวตั้ง	แนวราบ					
1	ABUS	เยอรมัน	4	3	4	4	4	4	22 **
2	KITO	ญี่ปุ่น	2	2	3	2	3	3	14
3	YALE	อเมริกา	2	4	3	2	4	4	19
4	HITACHI	ญี่ปุ่น	3	4	3	3	4	3	20
5	NITCHI	ญี่ปุ่น	2	3	3	2	3	3	16
6	BLACK BEAR	ญี่ปุ่น	3	3	3	3	3	3	17
7	COFFING	อเมริกา	4	4	4	3	4	4	21
8	LIFTKET	เยอรมัน	2	4	4	3	4	4	21
9	MORRIS	อังกฤษ	3	3	4	3	3	4	20
10	KONE	ฟินแลนด์	2	2	3	3	3	3	15

หมายเหตุ 4 = ดีมาก, 3 = ดี, 2 = พอใช้, 1 = ไม่ดี

\*\* คะแนนรวมที่สูงที่สุด บ่งบอกถึงคุณสมบัติของรอกที่ดีที่สุด

ตาราง ง. แสดงการเปรียบเทียบทางด้านเทคนิคของรอกไซขนาด 1 ตัน

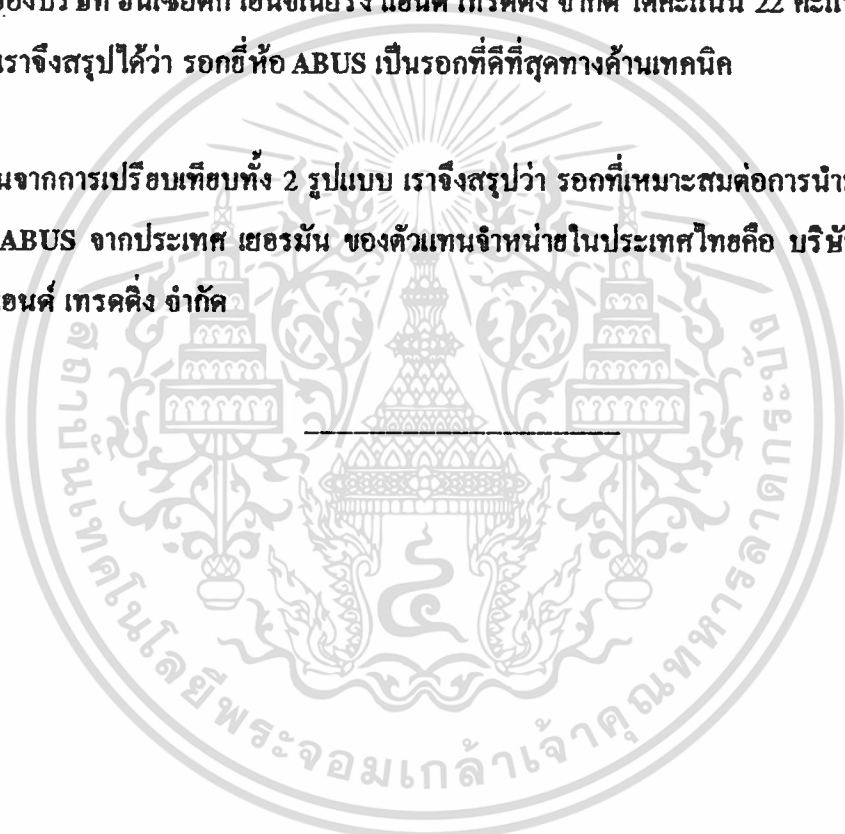
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### สรุปผลการเปรียบเทียบรอก มีดังนี้

1.จากการเปรียบเทียบลักษณะทั่ว ๆ ไปของรอก ผลของคะแนนรวมทั้งหมด รอกยี่ห้อ ABUS จากเยอรมัน ของบริษัท ฮันเซียติก เอ็นจิเนียริง แอนด์ เทคโนโลยี จำกัด ได้คะแนน 19 คะแนน เป็นคะแนนที่มากที่สุด เราจึงสรุปได้ว่า รอกยี่ห้อ ABUS เป็นรอกที่ดีที่สุดด้านลักษณะทั่ว ๆ ไปของรอก

2.จากการเปรียบเทียบทางด้านเทคนิคของรอก ผลของคะแนนรวมทั้งหมดรอกยี่ห้อ ABUS จากเยอรมัน ของบริษัท ฮันเซียติก เอ็นจิเนียริง แอนด์ เทคโนโลยี จำกัด ได้คะแนน 22 คะแนน เป็นคะแนนที่มากที่สุด เราจึงสรุปได้ว่า รอกยี่ห้อ ABUS เป็นรอกที่ดีที่สุดทางด้านเทคนิค

ดังนั้นจากการเปรียบเทียบทั้ง 2 รูปแบบ เราจึงสรุปว่า รอกที่เหมาะสมต่อการนำมาใช้งานที่สุด คือ รอกยี่ห้อ ABUS จากประเทศ เยอรมัน ของตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยคือ บริษัท ฮันเซียติก เอ็นจิเนียริง แอนด์ เทคโนโลยี จำกัด



## รูปแบบการคำนวณและออกแบบรางรอก

### I. ออกแบบ CROSS TRAVEL GIRDER

#### 1. กรณี Dead load

1.1 ประมาณ Dead load ของ Girder

1.2 คำนวณหา Shear Force Maximum ( $SF_{OL}$ ) ตามทฤษฎีโครงสร้าง

1.3 คำนวณหา Moment Maximum ( $M_{OL}$ ) ตามทฤษฎีโครงสร้าง

#### 2. กรณี Live load

2.1 ประมาณน้ำหนักของ hoist

2.2 รวมน้ำหนักบรรทุกกับน้ำหนักของ hoist แล้วหาร 2

2.3 คำนวณหา Shear Force Maximum เนื่องจาก live load ( $SF_{LL}$ ) ตามวิธี

Influence line

2.4 คำนวณหา Moment Maximum เนื่องจาก live load ( $M_L$ ) ตามวิธี Influence line

2.5 คำนวณหา Impact เนื่องจาก live load โดยใช้

ค่า Impact ไม่เกิน 30%

2.6 คำนวณหา Shear Force Maximum Impact load ( $SF_{ILL}$ )

2.7 คำนวณหา Moment Maximum Impact load ( $M_{ILL}$ )

3. คำนวณหา  $SF_{max} = SF_{OL} + SF_{ILL}$  และ  $M_{max} = M_{OL} + M_{ILL}$

4. นำค่าในข้อ 3 ไปออกแบบขนาดเหล็กรางรอกตามทฤษฎีของ Steel Design โดยคำนึงถึง Deflection เป็นหลัก

ตามรูปแบบการคำนวณออกแบบรางรอก นำมาออกแบบตามวิธีต่อไปนี้ (โดยใช้ข้อมูลโครงสร้างตาม plan ของ shop ที่จะสร้างใหม่ ดังรูปแสดง Plan ของ shop)

### II. ออกแบบ LONG TRAVEL GIRDER

#### 1. กรณี Dead load

1.1 ประมาณ Dead load ของ Girder

1.2 คำนวณหา Shear Force Maximum เนื่องจาก Dead Load ( $SF_{OL}$ ) ตามทฤษฎีโครงสร้าง

1.3 คำนวณหา Moment Maximum เนื่องจาก Dead load ( $M_{OL}$ ) ตามทฤษฎีโครงสร้าง

## 2. กรณี Live load

2.1 ประมาณน้ำหนักที่ลง Long Travel Girder

2.2 ประมาณน้ำหนัก saddle แล้วรวมกับน้ำหนักที่ลง Long Travel Girder

2.3 คำนวณหา Shear Force Maximum เนื่องจาก Live load ( $SF_{LL}$ ) ตามวิธี Influence line

2.4 คำนวณหา Moment Maximum เนื่องจาก Live load ( $M_{LL}$ ) ตามวิธี Influence line

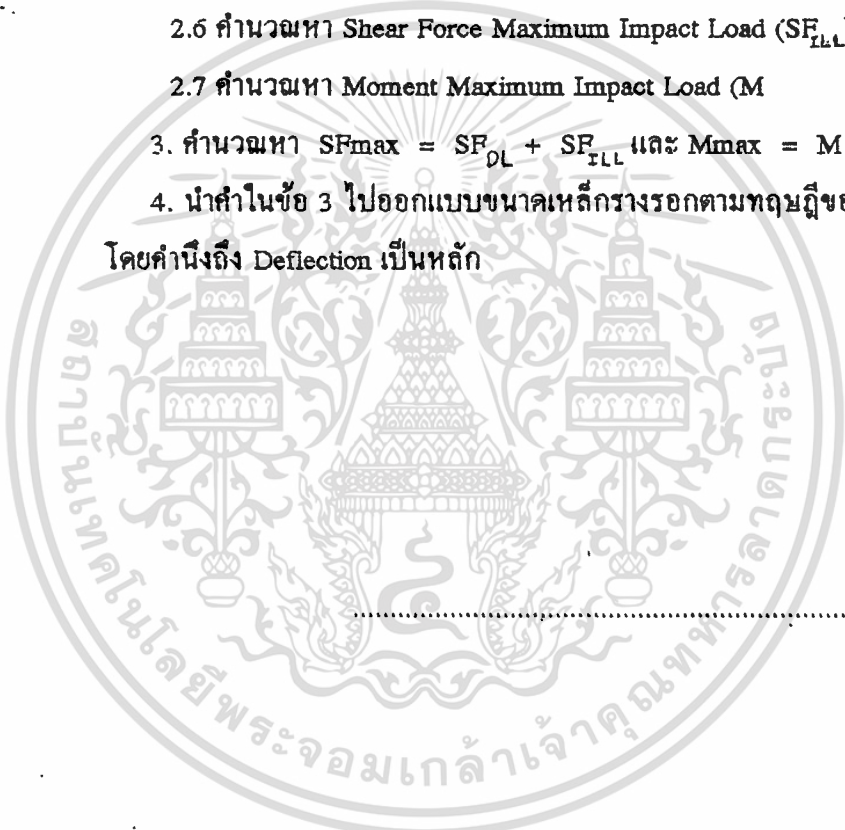
2.5 คำนวณหา Impact เนื่องจาก Live load โดยใช้ Impact ไม่เกิน 30%

2.6 คำนวณหา Shear Force Maximum Impact Load ( $SF_{ILL}$ )

2.7 คำนวณหา Moment Maximum Impact Load ( $M$ )

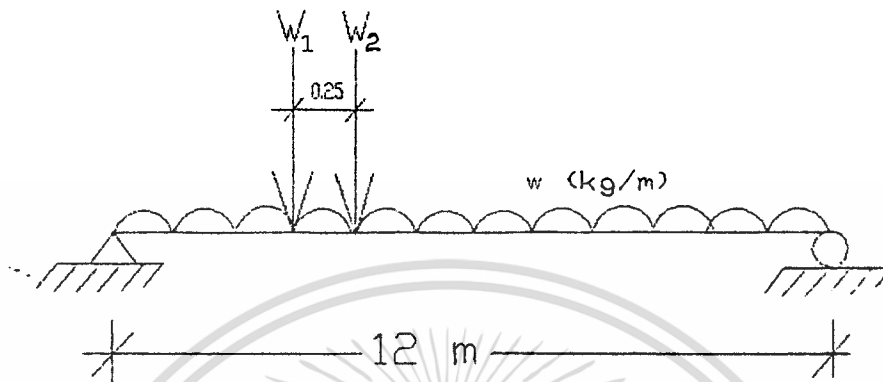
3. คำนวณหา  $SF_{max} = SF_{DL} + SF_{ILL}$  และ  $M_{max} = M_{DL} + M_{ILL}$

4. นำค่าในข้อ 3 ไปออกแบบขนาดเหล็กวางรอกตามทฤษฎีของ Steel Design โดยคำนึงถึง Deflection เป็นหลัก



## การออกแบบเหล็กรางรถ เพื่อใช้ใน Shop ของภาควิชาวิศวกรรมโยธา

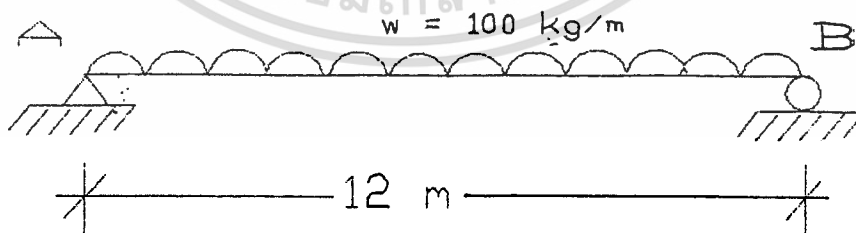
### I. CROSS TRAVEL GIRDER DESIGN (กรณีเป็น Simple Beam)



$W_1, W_2$  กำหนดลงเป็น point load จุดเดียวก็ได้ ซึ่งค่า  $SF_{max}$  และค่า  $M_{max}$  ก็ไม่ต่างกันเท่าไร ซึ่งถ้าแยกก็จะน้อยกว่าแบบรวมเล็กน้อย(ผลคือประหยัด)

น้ำหนักที่ถาดต้องรับ	=	1000	kg
น้ำหนัก hoist	=	100	kg
รวมน้ำหนัก	=	1100	kg
น้ำหนักถาด ( $w$ )	=	100	kg/m
คั้งนั้น $W_1 = W_2 = \frac{1100}{2}$	=	550	kg

1.กรณี Dead load ( $w$ )



$$\text{จะได้ } SF(DL) = SF_{max} = R_A = SF_A = SF_B = \frac{wL}{2} = \frac{100 \cdot 12}{2} = 600 \text{ kg}$$

2      2

$$M_{DL} = M_{max} = \frac{wL^2}{8} = \frac{100 \cdot 12^2}{8} = 1800 \text{ kg.m}$$

8 8

2.กรณี life load ( $w_1, w_2$ )

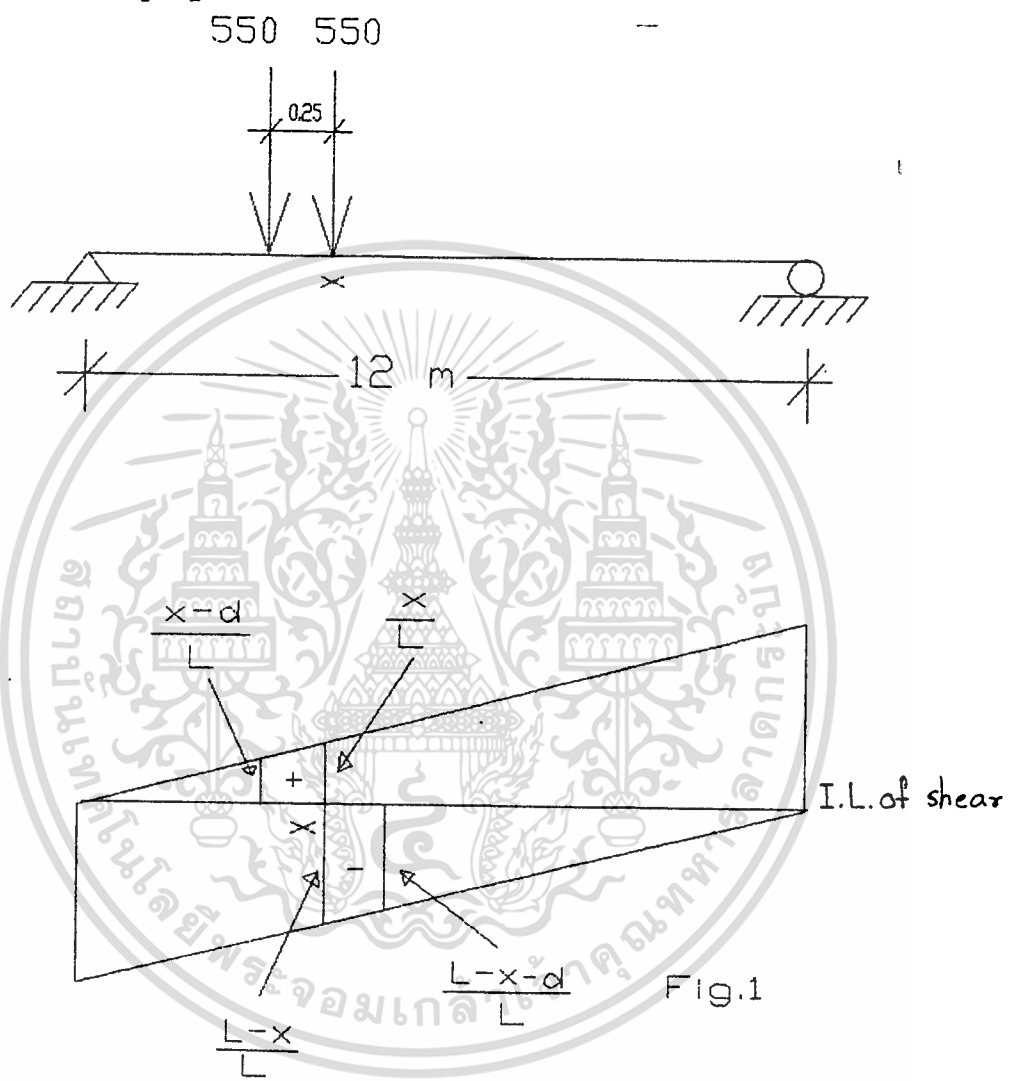


Fig.1

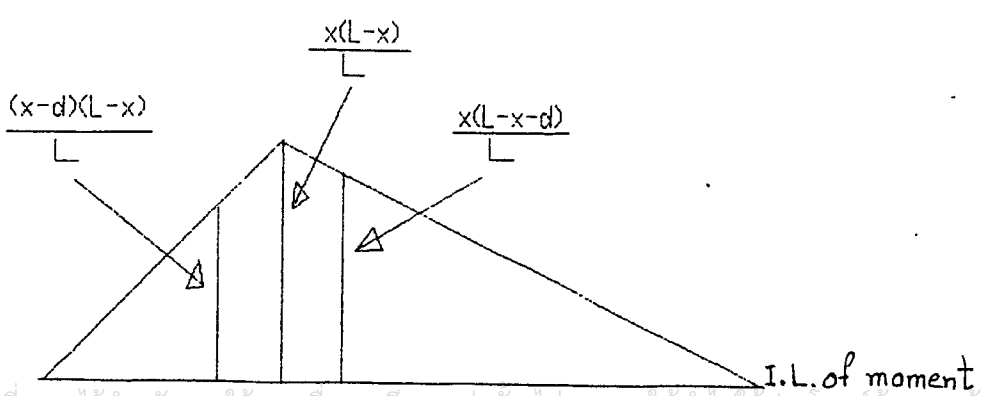


Fig.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้า  $SF_{\max}$  ให้  $W_1 = W_2 = W = 550 \text{ kg}$

$$SF_{\max}^+ = W \left( \frac{x}{L} \right) + W(x-d) = 550 \left[ \frac{x}{12} + (x-0.25) \right]$$

$$= 550 \left[ \frac{x}{12} + x/12 - 0.25/12 \right] = 550 \left[ \frac{2x}{12} - 0.25/12 \right]$$

$$= \frac{1100x - 137.5}{12} \dots\dots\dots(1)$$

$$SF_{\max}^- = W(L-x) + W(L-x-d)$$

$$= 550(12-x) + 550(12-x-0.25)$$

$$= 550 \left[ 1 - \frac{x}{12} + 1 - \frac{x}{12} - 0.25/12 \right]$$

$$= 550 \left[ 2 - \frac{2x}{12} - 0.25/12 \right] = 550 \left[ \frac{23.75}{12} - \frac{2x}{12} \right]$$

$$= \frac{13062.5 - 110x}{12} \dots\dots\dots(2)$$

ถ้า  $M_{\max}$

แบบที่ 1  $M = Wx(L-x) + W(x-d)(L-x)$

$$= \frac{550x(12-x)}{12} + \frac{550(x-0.25)(12-x)}{12}$$

$$= \frac{6600x - 550x^2}{12} + \frac{550(12x - x^2 - 3 + 0.25x)}{12}$$

$$= \frac{6600x - 550x^2}{12} + \frac{6600x - 550x^2 - 1650 + 137.5x}{12}$$

$$= \frac{-1100x^2 + 13,337.5x - 1650}{12} \dots\dots\dots(3)$$

12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
 \text{แบบที่ 2 } M &= Wx(L-x-d) + Wx(L-x) \\
 &= \frac{550x(12-x-0.25)}{12} + \frac{550x(12-x)}{12} \\
 &= \frac{6600x - 550x^2 - 137.5x}{12} + \frac{6600x - 550x^2}{12} \\
 &= \frac{-1100x^2 + 13,062.5x}{12} \dots\dots\dots(4)
 \end{aligned}$$

จากรูปที่ 1

สมการ (1),(2)  $SF_{\max}$  เมื่อ  $x = 12$  และ  $0$  ตามลำดับ

$$\text{เมื่อ } x = 12 \quad SF_{\max}^+ = \frac{1100(12) - 137.5}{12} = 1088.54 \text{ kg}$$

$$x = 0 \quad SF_{\max}^- = \frac{13,062.5 - 110(0)}{12} = 1088.54 \text{ kg}$$

จากรูปที่ 2

สมการ (3),(4)  $M_{\max}$  เมื่อ  $x = 6$

$$\text{แบบที่ 1 } M_{\max} = 3,231.25 \text{ kg.m}$$

$$\text{แบบที่ 2 } M_{\max} = 3,231.25 \text{ kg.m}$$

หา Impact

$$I = \frac{50}{l+125} \quad l = \text{long span (ft)}$$

$$l+125$$

$$12 \text{ m} = 40 \text{ ft}$$

$$I = \frac{50}{40 + 125} = 30.3 \% \quad \text{ใช้ } 30 \%$$

$$\text{จะได้ } W_{(ILL)} = 1100 * 1.3 = 1430 \text{ kg}$$

$$SF_{ILL} = 1088.54 * 1.3 = 1415.102 \text{ kg}$$

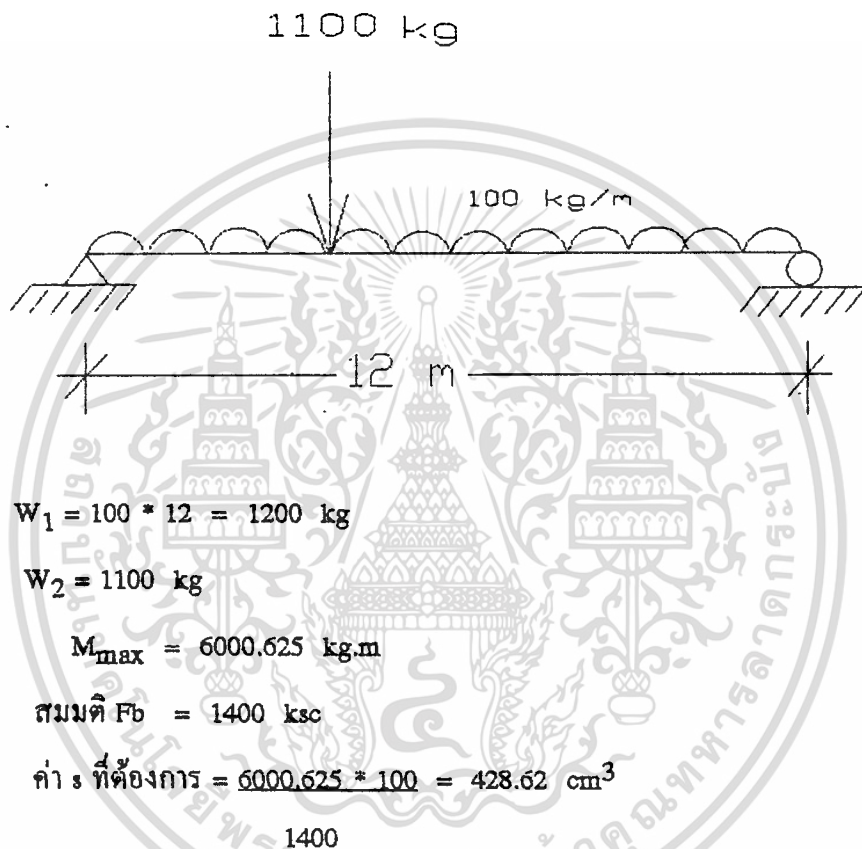
$$M_{ILL} = 3231.25 * 1.3 = 4200.625 \text{ kg.m}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$M_{\max} = M_{DL} + M_{ILL} = 1800 + 4200.625 = 6000.625 \text{ kg.m}$$

$$SF_{\max} = SF_{DL} + SF_{ILL} = 600 + 1415.102 = 2015.102 \text{ kg}$$

### Steel Design



เลือก I 200 \* 150 \* 50.4 มี  $s = 449 \text{ cm}^3$

แต่เราจะใช้ Deflection เป็นกฎข้อบังคับกับขนาดของ I

เนื่องจาก เราจะใช้มาตรฐานในการออกแบบครน ของ DIN15018 ซึ่งกำหนดไว้ว่า Deflection ต้องไม่มากกว่า  $L/450 - L/750$  แต่จากการสอบถามบริษัทที่ออกแบบโดยใช้ระบบนี้คือ บริษัท MHE Demag จำกัด จะใช้  $\Delta$  ไม่มากกว่า  $L/850$  ดังนั้นเราจะใช้ค่านี้เป็นหลักในการออกแบบวงรอก ดังนั้น  $\Delta = L/850 = 1200/850 = 1.412 \text{ cm}$

$$\text{จาก } \Delta = \frac{5}{384} \frac{WL^3}{EI} + \frac{1}{48} \frac{WL^3}{EI}$$

เราจะใช้  $\Delta = L/850$  หาค่า  $I_x$  ที่ต้องใช้

$$\begin{aligned} I_x &= (5/384 W_1 + W_2/48)L^3/E \Delta \\ &= \frac{(5(1200) + 1100)}{384 \cdot 48 \cdot 2.1 \cdot 10^4 \cdot 1.412} (1200)^3 \\ I_x &= 22,464.29 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

ดังนั้น ใช้ I 350\*150\*87.2 มี  $I_x = 22,500 \text{ cm}^4$

จะเห็นว่า มีขนาดใหญ่มากกว่าที่เลือกครั้งแรก นั่นแสดงว่าค่าการโก่งตัวของคานมีผลต่อขนาดของคาน

$$F_y = 2520 \text{ ksc}$$

$$A_f + 1/6 A_w = 15 \cdot 2.4 + 1/6 (30.2 \cdot 1.2) = 42.04 \text{ cm}^2$$

$$I_y = 1,230 \text{ cm}^4$$

$$r_T = \sqrt{\frac{1230/2}{42.04}} = 3.852 \text{ cm}$$

$C_b = 1$  เพราะไม่มี M ที่ปลายคาน

$$L/r_T = 1200/3.825 = 313.73 > \sqrt{\frac{3585 \cdot 10^4 C_b}{F_y}}$$

$$\text{ดังนั้น } F_b = \frac{1195 \cdot 10^4 \cdot C_b}{(L/r_T)^2} = \frac{1195 \cdot 10^4 \cdot 1}{(313.73)^2} = 121.410 \text{ ksc}$$

$$\text{และ } F_b = \frac{843600 C_b}{L_d/A_f} = \frac{842,600(1)}{(1200)(35)} = 723.09 \text{ ksc}$$

ใช้ค่ามากของ  $F_b$  ที่ไม่เกิน  $0.6F_y$

$$\text{ดังนั้น } F_b = 723.09 \text{ ksc}$$

$$\text{ค่า } s \text{ ที่ต้องการ} = \frac{6000.625 \cdot 100}{723.09} = 829.86 \text{ cm}^3$$

ดังนั้น เลือกใช้ I 350\*150\*87.2 มี  $S_x = 1280 \text{ cm}^3 > 829.86 \text{ cm}^3$  OK

$$I_x = 22,500 \text{ cm}^4 > 22,464.29 \text{ cm}^4 \text{ OK}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจการโก่งทแยงของเหล็กแผ่นตั้ง

$$d/t_w = 31/1.2 = 29.17 < 3454.6/\sqrt{F_y} \quad \text{OK}$$

ตรวจสอบแรงเฉือน

$$f_v = V/dt_w = \frac{SF_{\max}}{dt_w} = \frac{2015.102}{35*1.2} = 47.98 < 0.4F_y \quad \text{OK}$$

ตรวจสอบการโก่งตัว

ค่า  $\Delta$  ที่อนุญาตคือ ไม่มากกว่า  $L/850$  (cm)

$$\Delta = \frac{(1200)^3}{2.1*10^6*22,500} (5/384(87.2*12)+1/48*1430) = 1.588 > 1.412 \quad \text{cm}$$

ดังนั้นเราต้องเพิ่มขนาดหน้าตัดคานหรือเพิ่มค่า  $I_x$  นั้นเอง

ดังนั้น เลือกใช้ I 450\*95.8  $I_x = 31,700 \text{ cm}^4$ ,  $S_x = 1,530 \text{ cm}^3$

เขตขนาดหน้าตัด

$$Af + 1/6Aw = (15*2.5) + 1/6(35*1.25) = 44.792 \text{ cm}^2$$

$$I_y = 1,290 \text{ cm}^4$$

$$r_T = \sqrt{(1290/2)/44.792} = 3.795 \text{ cm}$$

$$C_b = 1$$

$$L/r_T = 1200/3.795 = 316.23 > \sqrt{3585*10} \quad C_b/F_y$$

ดังนั้น  $F_b = 1195*10 * C_b/(L/r_T) = 1195*10 * 1/(316.23) = 119.52 \text{ ksc}$

และ  $F_b = 843600 C_b/(Ld/Af) = 843600*1/[(1200*40)/(15*2.5)] = 659.0625 \text{ ksc}$

ใช้ค่ามากของ  $F_b$  ที่ไม่เกิน  $0.6F_y$

ดังนั้นใช้  $F_b = 659.0625 \text{ ksc}$

$$\text{ค่า } s \text{ ที่ต้องการ} = 6000.625*100/659.0625 = 910.5 \text{ cm}^3 < 1530 \text{ cm}^3 \quad \text{OK}$$

ตรวจสอบการโก่งทแยงของเหล็กแผ่นตั้ง

$$d/t_w = 40/1.25 = 32 < 3454.6/\sqrt{F_y} \quad \text{OK}$$

ตรวจสอบแรงเฉือน

$$f_v = V/dt_w = S_{f\max}/dt_w = 2015.102/(40*1.25)$$

$$f_v = 40.30 \text{ ksc} < 0.4F_y \quad \text{OK}$$

ตรวจสอบการโก่งตัว

$$\Delta = \frac{(1200)}{2.1 \cdot 10^4 \cdot 31,700 \cdot 384} [(5 \cdot 95.8 \cdot 12) + 1430/48] = 1.162 \text{ cm} < 1.418 \text{ cm OK}$$

$$2.1 \cdot 10^4 \cdot 31,700 \cdot 384$$

เราจะหาน้ำหนักที่เผื่อ หรือน้ำหนักที่คานรับได้มากที่สุด ดังนี้

$$\text{จาก } \Delta = L \left\{ \frac{5W_1}{EI} + \frac{W_2}{48} \right\}$$

$$EI \quad 384 \quad 48$$

$$W_2 = 48 \left( \frac{\Delta EI}{L} - \frac{5W_1}{384} \right)$$

$$\text{ใช้ } \Delta = L/850 = 1.412 \text{ cm}$$

$$I = 31,700 \text{ cm}^4$$

$$E = 2.1 \cdot 10^4 \text{ ksc}$$

$$W_1 = 95.8 \cdot 12 = 1149.6 \text{ kg}$$

$$\text{ดังนั้น } W_2 = 48 \left\{ \frac{1.412 \cdot 2.1 \cdot 10^4 \cdot 31,700}{(1200)} - \frac{5 \cdot 1149.6}{384} \right\}$$

$$(1200) \quad 384$$

$$W_2 = 1892.50 \text{ kg}$$

นั่นคือรอกสามารถรับน้ำหนักได้มากที่สุด 1892.5 kg

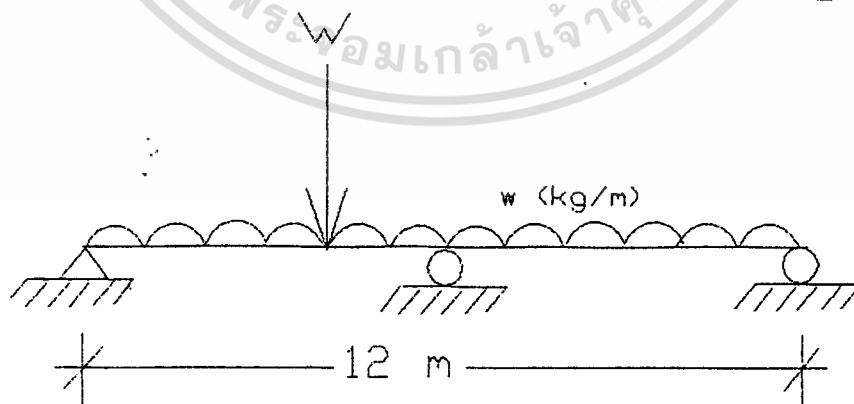
จากน้ำหนักตัวรอก = 100 kg

น้ำหนักบรรทุก = 1000 kg

ดังนั้น น้ำหนักที่เพิ่มได้จาก 1000 kg คือ 1892.5 - 1000 - 100 = 792.5 kg

รวมน้ำหนักที่รอกบรรทุกได้มากที่สุดคือ 1792.5 kg

## II. LONG TRAVEL GIRDER DESIGN (กรณี Continuous Beam)

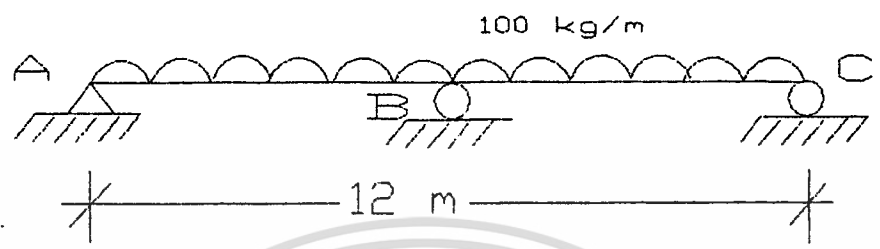


$$\text{น้ำหนัก Beam Cross/2} = 95.8 \cdot 12/2 = 574.8 \text{ kg}$$

$$\text{น้ำหนัก hoist+นน.ที่คานต้องรับได้มากที่สุด} = 1792.5 \text{ kg}$$

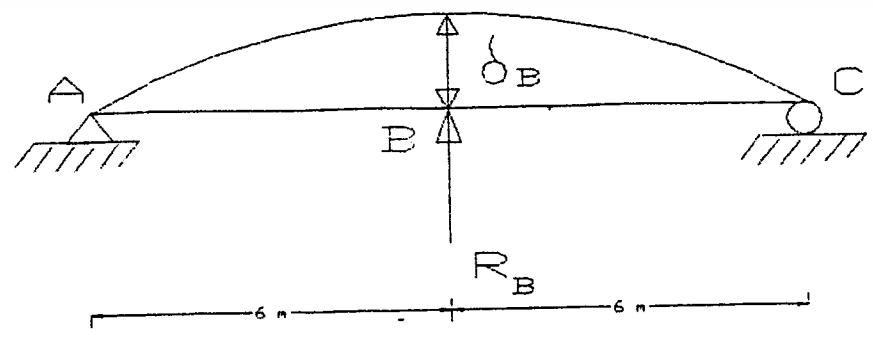
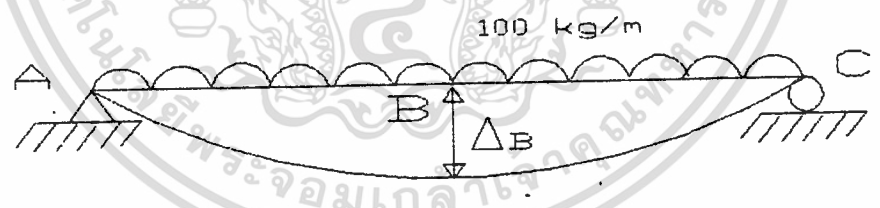
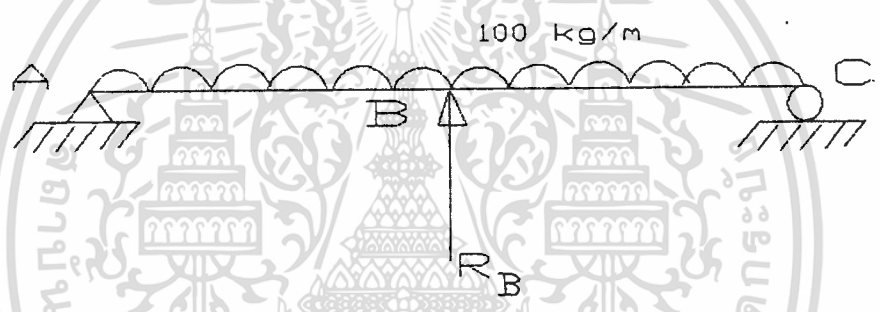
น้ำหนัก saddle = 100 kg  
 รวมน้ำหนัก W = 2467.3 kg  
 w = 100 kg/m

1.กรณี Dead Load (w)



เลือก  $R_B$  เป็น Redundant

จากวิธีของ Moment - Area จะได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\Delta_B = \frac{5w(2L)^4}{384EI} = \frac{5WL^4}{24EI}$$

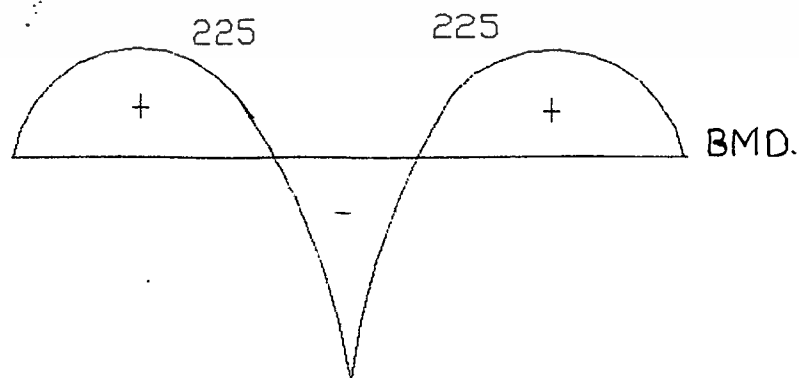
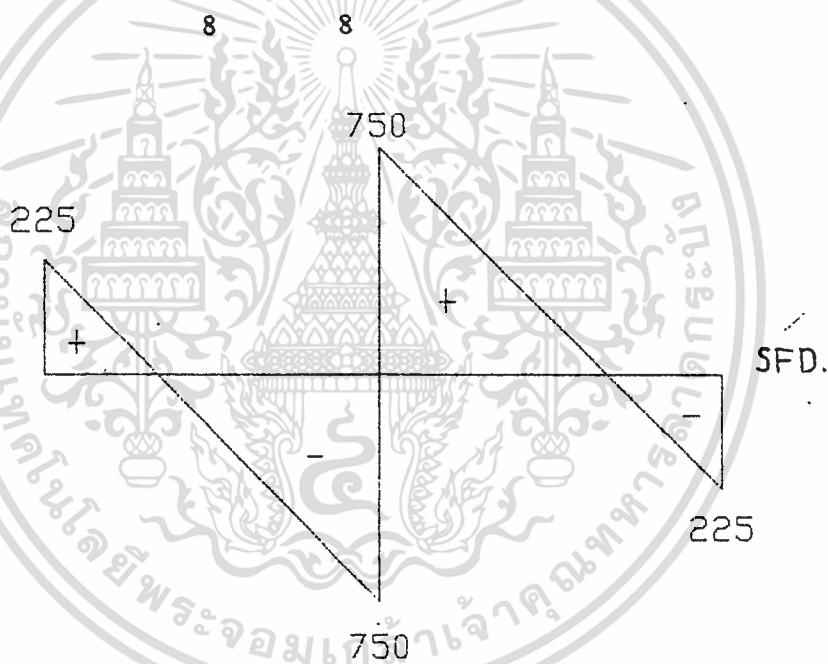
$$\delta_B = \frac{R_B(2L)^3}{48EI} = \frac{R_B L^3}{6EI}$$

ที่จุดรองรับ C ไม่มีการทรุด ดังนั้น  $\Delta_C = \delta_C$

$$R_B = \frac{5WL}{4} = \frac{5 \cdot 100 \cdot 6}{4} = 750 \text{ kg}$$

จากสมการของการสมดุล

$$R_A = R_C = \frac{3WL}{4} = \frac{3 \cdot 100 \cdot 6}{4} = 225 \text{ kg}$$



450

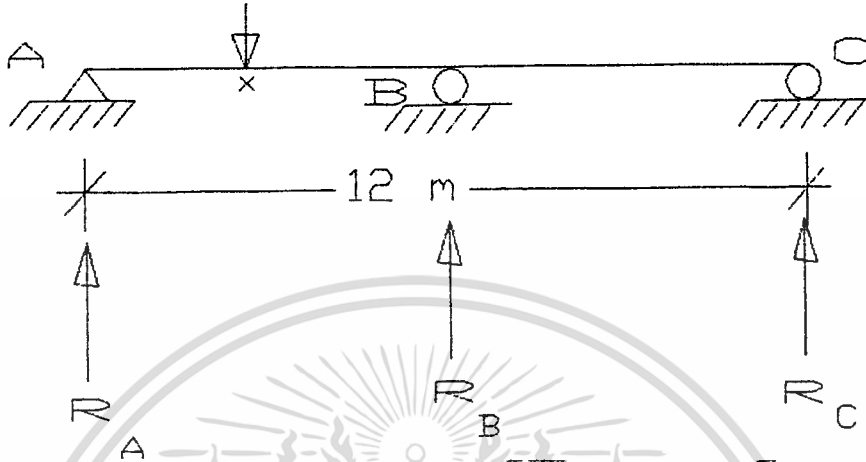
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้  $SF_{DL} = SF_{max} = 750 \text{ kg}$

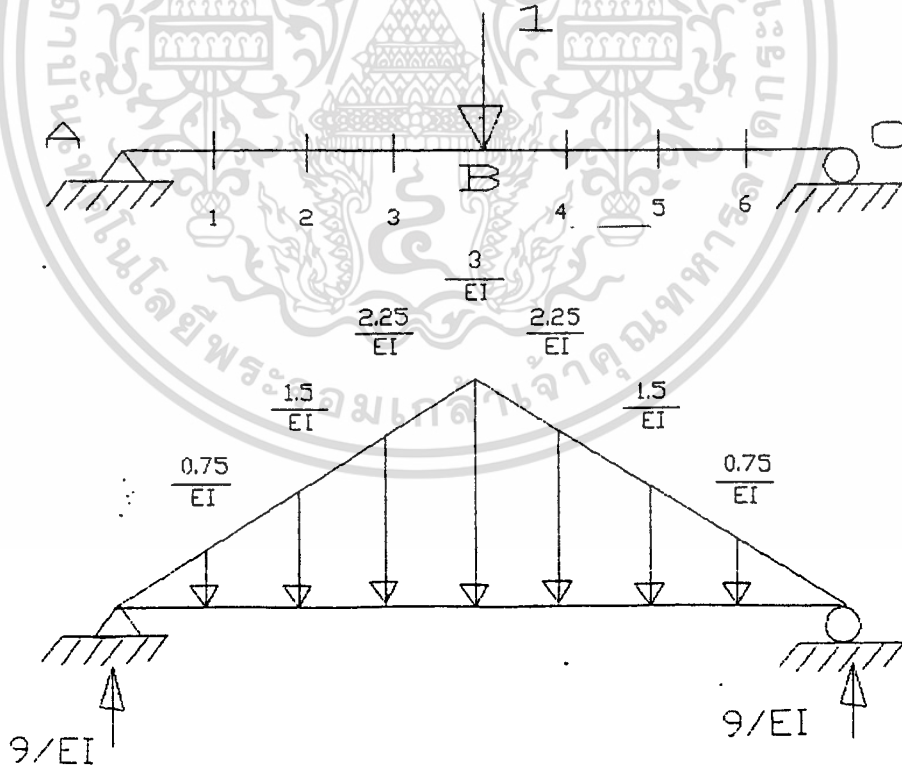
$M_{DL} = M_{max} = 450 \text{ kg.m}$

2.กรณี life load (W)

2467.3 kg



เลือก  $R_B$  เป็น Redundant ที่จุด B และหา  $R_B$  โดยวิธี Conjugate-beam



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\delta_1 = M_1 = 9/EI(1.5) - 1/2(0.75/EI)(1.5)^2/3 = 13.22/EI$$

$$\delta_2 = M_2 = 9/EI(3) - 1/2(1.5/EI)(3)^2/3 = 24.75/EI$$

$$\delta_3 = M_3 = 9/EI(4.5) - 1/2(2.25/EI)(4.5)^2/3 = 32.91/EI$$

$$\delta_B = M_B = 9/EI(6) - 1/2(3/EI)(6)^2/3 = 36/EI$$

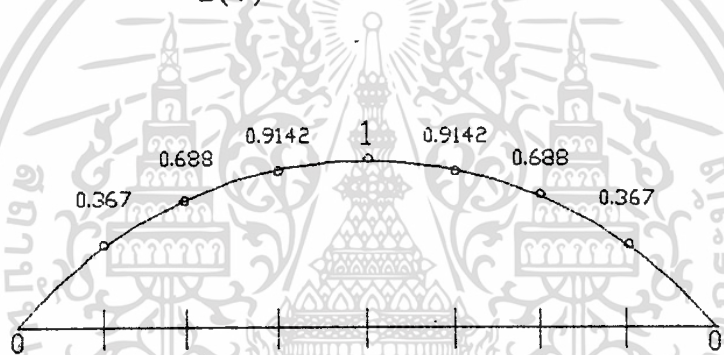
$$\delta_4 = M_4 = M_3 = 32.91/EI$$

$$\delta_5 = M_5 = M_2 = 24.75/EI$$

$$\delta_6 = M_6 = M_1 = 13.22/EI$$

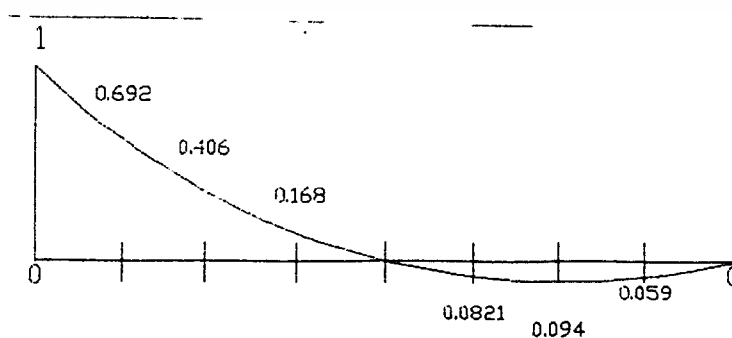
Influence line for  $R_B$  หาได้จาก  $R_B = - \frac{\delta_{xb}}{\delta_{bb}}$

Influence line สำหรับ  $R_B(\uparrow)$



Influence line for  $R_A$  หาได้จาก  $M_c = 0$ ;  $R_A = \frac{1(x) - 6R_B}{12}$

Influence line สำหรับ  $R_A(\uparrow)$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Influence line for shear at 1,2,3,B,4,5,6

Unit load at	SF <sub>1</sub>	SF <sub>2</sub>	SF <sub>3</sub>	SF <sub>B</sub>	SF <sub>4</sub>	SF <sub>5</sub>	SF <sub>6</sub>
1	left = -0.308 right = 0.692	-0.308	-0.303	-0.308	0.059	0.059	0.059
2	0.406	left = -0.594 right = 0.406	-0.594	-0.594	0.094	0.094	0.094
3	0.168	0.168	left = -0.832 right = 0.168	-0.832	0.0822	0.0822	0.0822
B	0	0	0	left = -1 right = 0	0	0	0
4	-0.0821	-0.0821	-0.0821	-0.0821	left = -0.168 right = 0.832	-0.167	-0.168
5	-0.094	-0.094	-0.094	-0.094	0.594	left = -0.406 right = 0.594	-0.406
6	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	0.308	0.308	left = -0.692 right = 0.308

## Influence line for Bending Moment at point 1,2,3,B,4,5,6

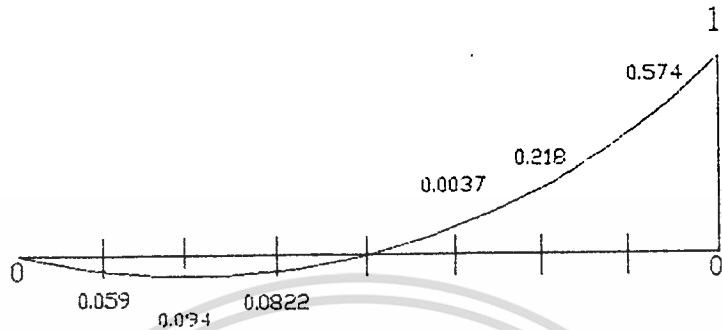
Unit load at	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>B</sub>	M <sub>4</sub>	M <sub>5</sub>	M <sub>6</sub>
1	1.038	0.576	0.114	-0.348	-0.2595	-0.177	-0.266
2	0.609	1.218	0.327	-0.564	-0.423	-0.282	-0.423
3	0.252	0.504	0.756	-0.492	-0.3695	-0.2463	-0.3695
B	0	0	0	0	0	0	0
4	-0.123	-0.2463	-0.3695	-0.493	0.756	0.504	0.756
5	-0.141	-0.282	-0.423	-0.564	0.327	1.218	0.327
6	-0.089	-0.177	-0.266	-0.354	0.114	0.576	0.114

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

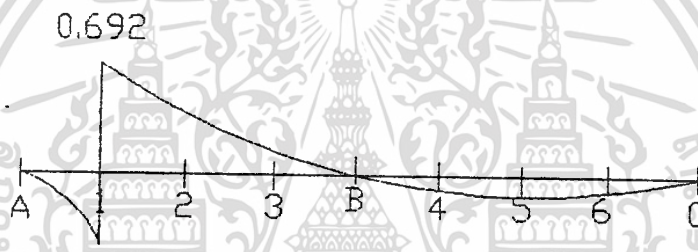
จาก  $F_y = 0 ; R_A + R_B + R_C - 1 = 0$

$R_C = 1 - R_A - R_B$

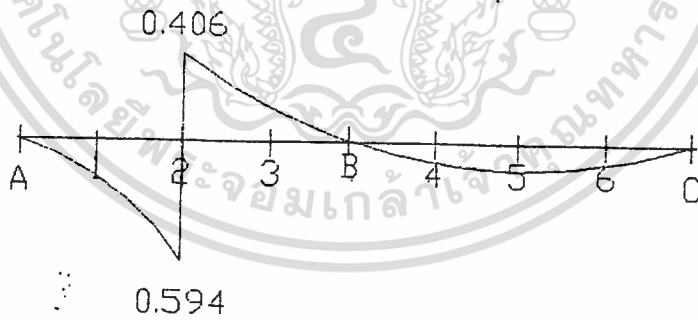
Influence line ของ  $R_C$  ( $\uparrow$ )



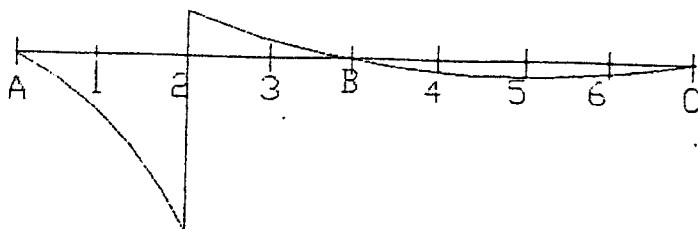
Influence line for  $SF_1$

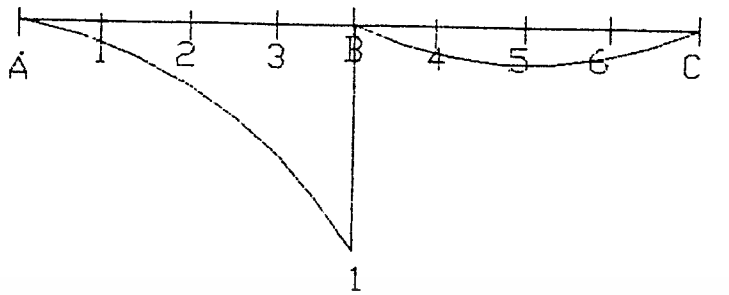
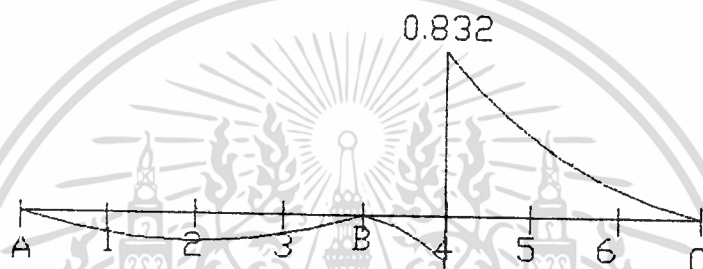
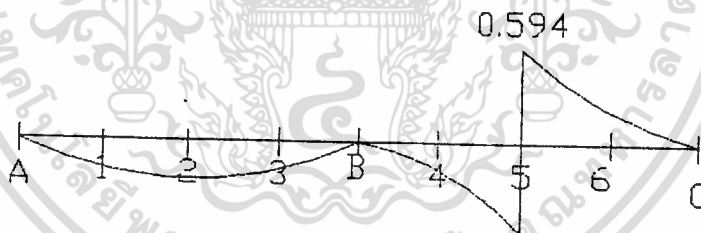
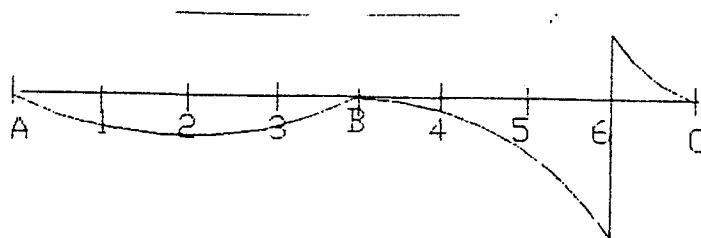


Influence line for  $SF_2$



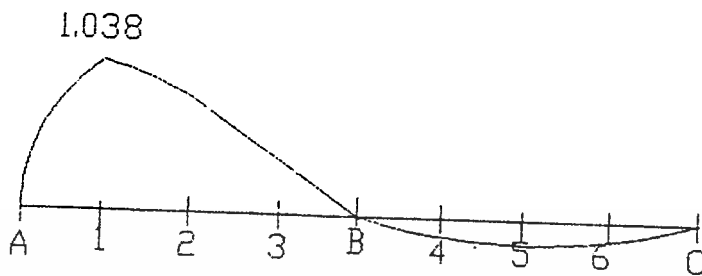
Influence line for  $SF_3$



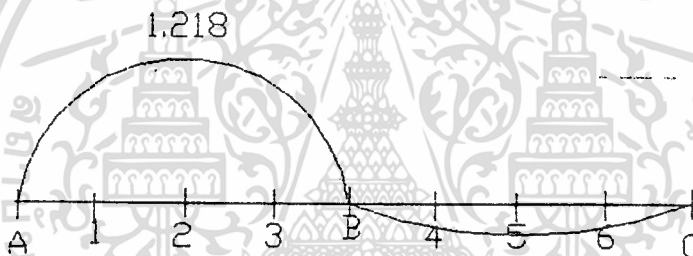
Influence line for  $SF_B$ Influence line for  $SF_4$ Influence line for  $SF_5$ Influence line for  $SF_6$ 

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

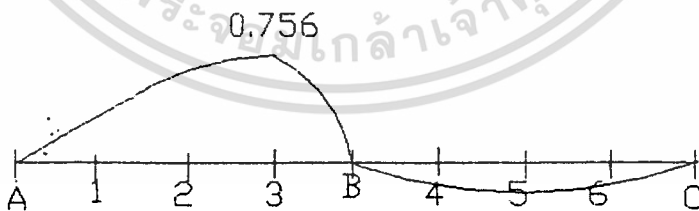
Influence line for  $M_1$



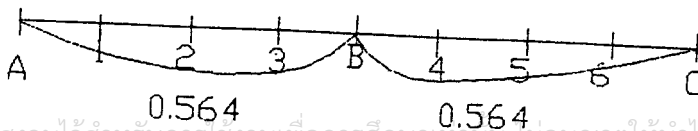
Influence line for  $M_2$



Influence line for  $M_3$

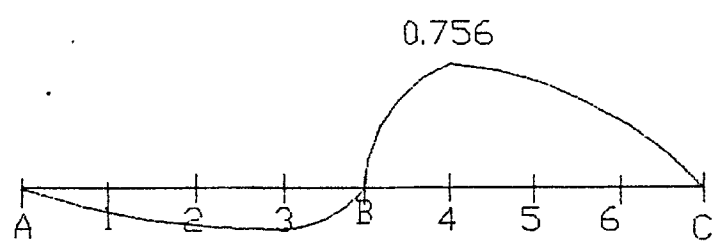


Influence line for  $M_B$

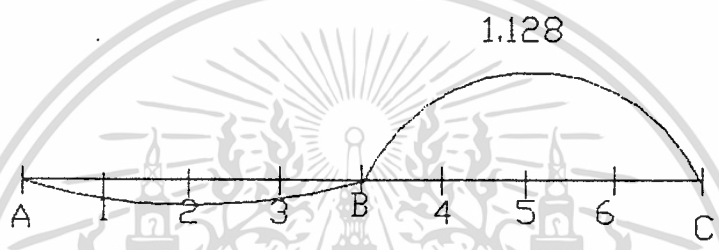


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

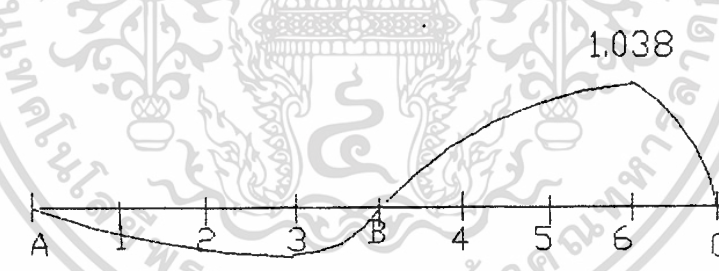
Influence line for  $M_4$



Influence line for  $M_5$



Influence line for  $M_6$



จะได้  $SF_{LL} \doteq SF_{max} = 1 \cdot 2467.3 = 2467.3 \text{ kg}$

$M_{LL} = M_{max} = 1.218 \cdot 2467.3 = 3005.1714 \text{ kg.m}$

**M1 Impact**

$I = \frac{50}{1+125} = \frac{50}{20+125} = 34.5 \%$

ใช้ 30 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$W_{ILL} = 2467.3 * 1.3 = 3207.5 \text{ kg}$$

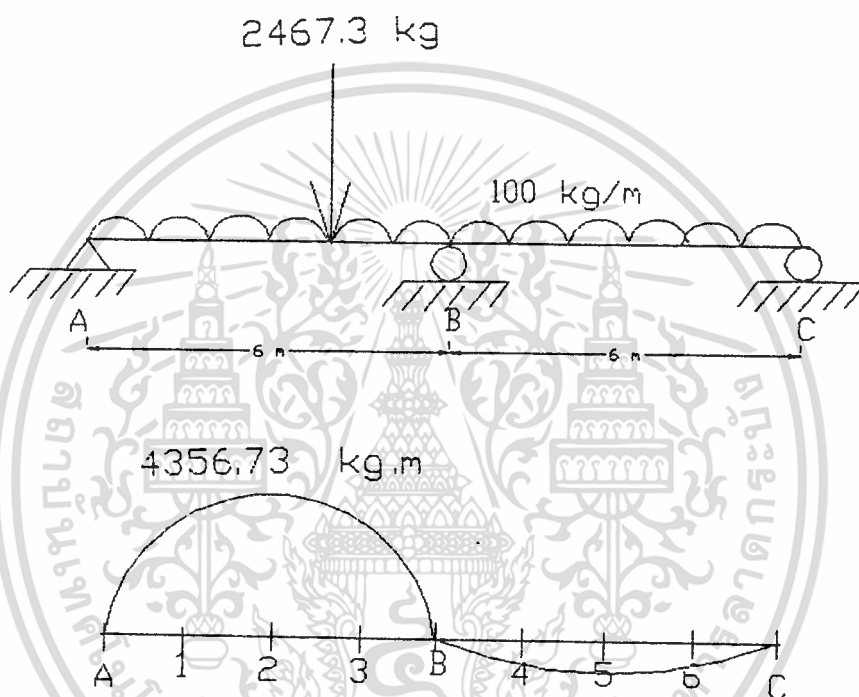
$$SF_{ILL} = 2467.3 * 1.3 = 3207.5 \text{ kg}$$

$$M_{ILL} = 3005.1714 * 1.3 = 3906.723 \text{ kg.m}$$

$$\text{สรุป } SF_{\max} = SF_{DL} + SF_{ILL} = 750 + 3207.5 = 3957.5 \text{ kg}$$

$$M_{\max} = M_{DL} + M_{ILL} = 450 + 3906.723 = 4356.73 \text{ kg.m}$$

### Steel Design



$$W_1 = 600 \text{ kg}$$

$$W_2 = 2467.3 \text{ kg}$$

$$M_{\max} = 4356.73 \text{ kg.m}$$

$$\text{สมมติ } F_b = 1400 \text{ ksc}$$

$$s = \frac{4356.73 * 100}{1400} = 311.195 \text{ cm}^3$$

$$1400$$

$$\text{ใช้ WF } 175 * 175 * 40.2 \text{ มี } S_x = 330 \text{ cm}^3$$

$$I_x = 2880 \text{ cm}^4$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{กำหนด } \Delta_{\text{all}} = L/850 = 600/850 = 0.706 \text{ cm}$$

$$\text{ดังนั้น } I_x = (5W_1/384 + W_2/48)L^3/E\Delta$$

$$= (5 \cdot 600/384 + 2467.3/48)(600)^3/2.1 \cdot 10^6 \cdot 0.706$$

$$I_x = 8626.973 \text{ cm}^4 > 2880 \text{ cm}^4$$

ดังนั้นกำหนดใหม่ ใช้ WF 284\*249\*66.5  $I_x = 9930 \text{ cm}^4$ ,  $S_x = 801 \text{ cm}^3$

ช่วง 1 และ 2 มี  $C_b = 1$  เพราะไม่มี M ที่ปลายของช่วงคาน

$$\text{กำหนด } F_y = 2520 \text{ ksc}$$

$$A_f + 1/6A_w = 24.9 \cdot 1.3 + 1/6(22.2 \cdot 0.8) = 35.33 \text{ cm}^2$$

$$I_y = 3350 \text{ cm}^4$$

$$r_T = \sqrt{\frac{3350/2}{35.33}} = 6.886 \text{ cm}$$

$$L/r_T = \frac{600}{6.886} = 87.14 < \sqrt{\frac{3585 \cdot 10^4 C_b}{F_y}} \text{ และ } > \sqrt{\frac{717 \cdot 10^4 C_b}{F_y}}$$

$$\text{ดังนั้นใช้ } F_b = \left[ \frac{2}{3} - \frac{F_y(L/r_T)}{10756 \cdot 10^4 C_b} \right] F_y = \left[ \frac{2}{3} - \frac{2520(87.14)}{10756 \cdot 10^4 \cdot 1} \right] 2520 = 1231.683 \text{ ksc}$$

$$\text{และ } F_b = \frac{843,600 C_b}{L_d/A_f} = \frac{843,600 \cdot 1}{(600)(24.8)} = 1835.17 \text{ ksc}$$

$$(24.9)(1.3)$$

ใช้  $F_b =$  ที่ไม่เกิน  $0.6F_y$  ดังนั้นใช้  $F_b = 1512 \text{ ksc}$

ดังนั้น  $r$  ที่ต้องการ  $\frac{4356.73 \cdot 100}{1512} = 288 \text{ cm}^3 < 801 \text{ cm}^3 \text{ OK}$

$$1512$$

ตรวจการโก่งทแยงของเหล็กแผ่นตั้ง

$$d/t_w = 24.8/0.8 = 31 < 3454.6/\sqrt{F_y} \text{ OK}$$

ตรวจสอบแรงเฉือน

$$f_v = V/dt_w = \frac{SF_{\text{max}}}{dt_w} = \frac{3957.5}{24.8 \cdot 0.8} = 199.5 \text{ ksc} < 0.4F_y \text{ OK}$$

$$dt_w = 24.8 \cdot 0.8$$

ตรวจสอบการโก่งตัว

$$\Delta = \frac{(600)^3}{2.1 \times 10^6 (5/384(66.5 \times 6) + 1/48(3207.5))} = 0.746 \text{ cm} > 0.706 \text{ OK}$$

$$2.1 \times 10^6 \times 9930$$

ดังนั้น : เราต้องเพิ่มขนาดหน้าตัดหรือเพิ่มค่า I นั้นเอง

ดังนั้นเลือกใช้ WF 350\*175\*49.6  $I_x = 13,600 \text{ cm}^4$

$$S_x = 775 \text{ cm}^3$$

เชกขนาดหน้าตัด

$$A_f + 1/6A_w = (17.5 \times 1.1) + (32.8 \times 0.7) = 23.08 \text{ cm}^2$$

$$I_y = 984 \text{ cm}^4$$

$$r_T = \sqrt{(984/2)/23.08} = 4.62 \text{ cm}$$

$$C_b = 1$$

$$L/r_T = 600/4.62 = 129.9 > \sqrt{\frac{3585 \times 10^3 \times C_b}{F_y}}$$

$$\text{ดังนั้นใช้ } F_b = 1195 \times 10^3 / (129.9) = 708.2 \text{ ksc}$$

$$F_b = \frac{843600 \times 1}{600 \times 35} = 773.3 \text{ ksc}$$

$$17.5 \times 1.1$$

$$\text{ดังนั้นใช้ } F_b = 773.3 \text{ ksc} \text{ ค่า } r \text{ ที่ต้องการ} = 4356.73 \times 100 / 773.3 = 563.39 \text{ cm}^3 < 775 \text{ cm}^3$$

ตรวจสอบการโก่งตัวของเหล็กแผ่นตั้ง

$$d/t_w = 35/0.7 = 50 < 3454.6/\sqrt{F_y} \text{ OK}$$

ตรวจสอบแรงเฉือน

$$f_v = V/d_t_w = S_{fmax}/d_t_w = 3957.5/(35 \times 0.7) = 161.53 < 0.4F_y \text{ OK}$$

ตรวจสอบการโก่งตัว

$$\Delta = \frac{(600)^3}{2.1 \times 10^6 \times \left[ \frac{5 \times 49.6 \times 6}{384} + \frac{3207.5}{48} \right]} = 0.535 \text{ cm} < 0.706 \text{ cm} \text{ OK}$$

$$2.1 \times 10^6 \times 13,600 \quad 384 \quad 48$$

สรุป Cross Travel Girder ใช้ I 400\*95.8 และ Long Travel Girder ใช้ WF 350\*49.6

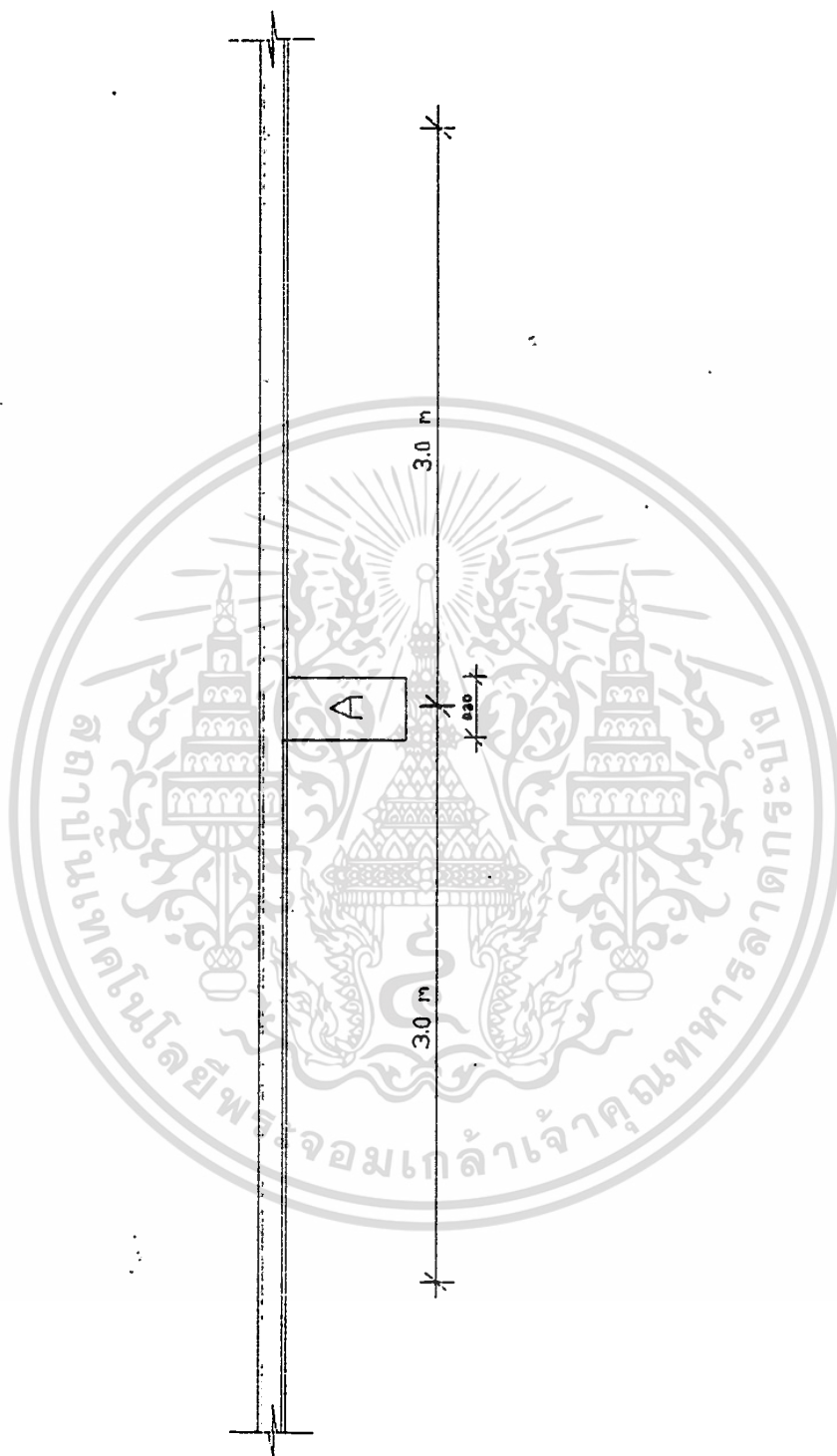
โดยน้ำหนักบรรทุก 1000 kg เป็นน้ำหนักบรรทุกใช้งานปกติแต่สามารถบรรทุกได้มากที่สุด = 1792.5 kg

### การออกแบบหูช้าง

หูช้างจะรับโมเมนต์คัต โมเมนต์บิดและแรงเฉือนพร้อม ๆ กัน มีวิธีการออกแบบดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

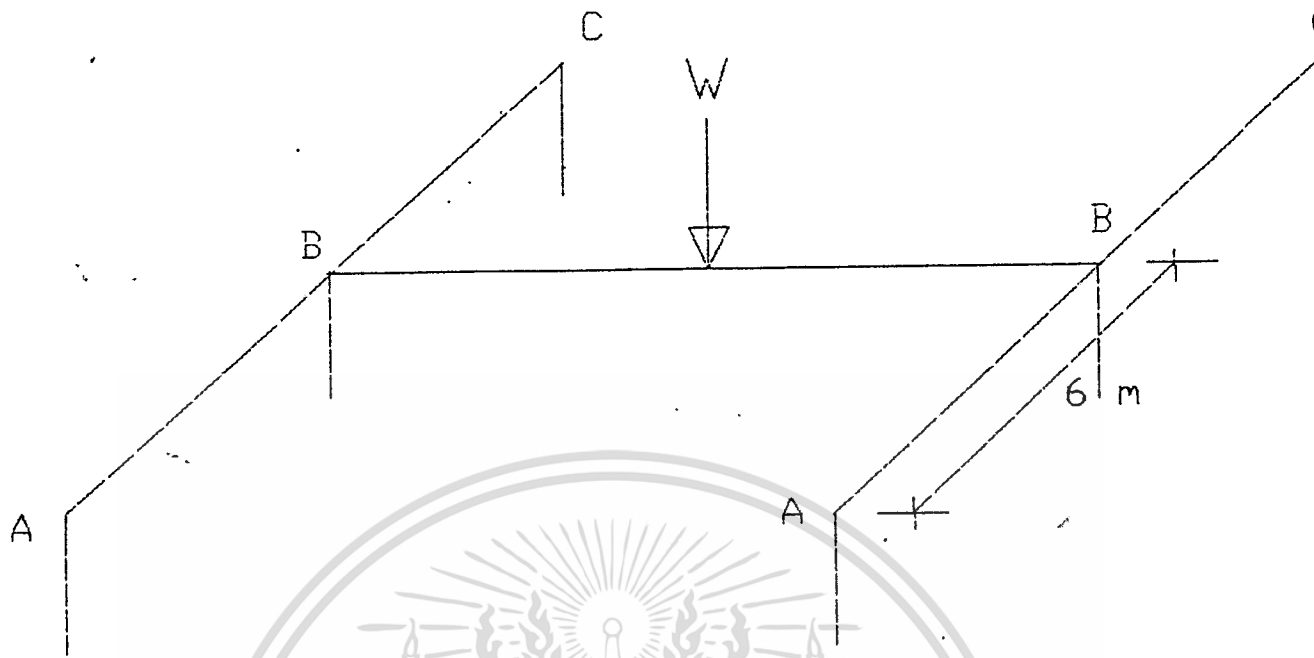


Fig. 1

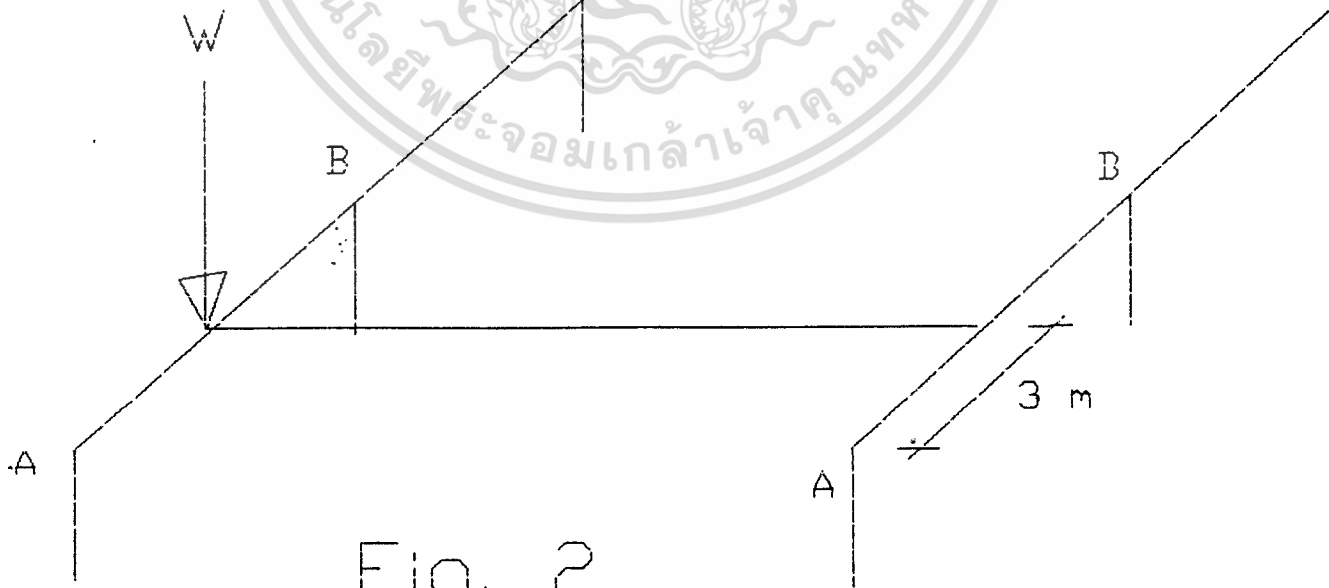


Fig. 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. สมมติขนาดคาน 0.30\*0.60

โมเมนต์ค้ดมากที่สุด เกิดในกรณี W เคลื่อนที่มาอยู่กลาง span ของ Cross Travel Girder และ Cross Travel Girder เคลื่อนที่มาอยู่ตำแหน่ง support ดังรูปที่ 1

$$\text{คั้งนั้น } M = 1100(6) + 95.8(12/2) = 7175 \text{ kg.m}$$

โมเมนต์บิดมากที่สุด เกิดในกรณี W เคลื่อนที่มาอยู่ปลาย span ของ cross Travel Girder ดังรูปที่ 2 และ Cross Travel Girder เคลื่อนที่มาอยู่กลาง span ของ Long Travel Girder ดังรูปที่ 2

$$\text{คั้งนั้น } M_t = (2467.3*3) + \{49.6*(6/2)\} = 7550.7 \text{ kg.m}$$

$$V_t = 3.5M_t / \sum x y = 3.5(7550.7) * 100 = 48.94 \text{ kg/cm}^2$$

(30) (60)

$$V_v = \frac{(2467.3+108)}{(30)(55)} = 1.56 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{คั้งนั้น } V = 48.94 + 1.56 = 50.5 \text{ kg/cm}^2$$

2. ตรวจสอบหน่วยแรงเฉือนจากโมเมนต์บิด

$$V_t = 3.5M_t / \sum (x y)$$

$$\text{กำหนด } f_c = 145 \text{ ksc}$$

$$\text{หน่วยแรงเฉือนที่อนุญาต } V_t = 1.32\sqrt{f_c} = 15.9 \text{ ksc} < 48.94 \text{ ksc} \quad \text{OK}$$

3. ตรวจสอบหน่วยแรงเฉือนธรรมดา

$$V_v = V/bd$$

$$\text{หน่วยแรงเฉือนที่อนุญาต } V_c = 0.29\sqrt{f_c} = 0.29\sqrt{145} = 3.49 \text{ ksc} > V_v$$

คั้งนั้น ไม่ต้องเสริมเหล็กปลอกรับแรงเฉือนบิด

4. หาเหล็กเสริมจากโมเมนต์ค้ด

$$A_{SR} = M / f_s j d$$

$$\text{กำหนด } f_s = 1200 \text{ ksc}$$

$$f_c = 145 \text{ ksc} ; f_c = 65.25 \text{ ksc}$$

$$k = 0.379$$

$$j = 0.874$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่  $M_R$  ไว้ หรือ  $Rbd^2 = (1/2)f_c j k b d^2$  เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= 1/2(65.25)(0.874)(0.379)(0.30)(55)$$

$$= 9807.3 \text{ kg.m} > M$$

เนื่องจาก  $M < M_R$

$$A_s = M/f_s j d = \frac{7175}{(1200)(0.874)(0.55)} = 12.44 \text{ cm}^2$$

5.หาเหล็กเสริมเนื่องจากโมเมนต์บิด(เหล็กเสริมมุม)

$$A_{st} = M_t Z / 2 A_c f_s$$

$$= \frac{7550.7 * 0.39}{2(0.10)(1200)}$$

$$= 12.3 \text{ cm}^2$$

6.ต้องเสริมเหล็กปลอกรับแรงเฉือนจากโมเมนต์บิด

$$V_t = V_t - V_{all}$$

$$= 48.94 - 15.9 = 33.04 \text{ ksc}$$

และจาก  $V_t = V/bd$  ดังนั้นแรงเฉือนที่เหล็กปลอกต้องรับ

$$V = 33.04 * 30 * 55 = 54,516 \text{ kg}$$

ดังนั้นใช้ ป  $\phi$  12 ปลอกคู่

$$S = A_v f_v d / V$$

$$= (4.52 * 1200 * 55) / 54,516 = 5.47 \text{ cm}$$

ดังนั้น ใช้ ปคู่  $\phi$  12 @ 0.05 m

7.ตรวจสอบหน่วยแรงเฉือนรวม

$$V = V_t + V_v = 15.9 + 1.56 = 17.46 \text{ ksc}$$

หน่วยแรงเฉือนรวมที่อนุญาต

$$V = 1.65 \sqrt{f_c} = 19.9 \text{ ksc} > 17.46 \text{ ksc OK}$$

รายละเอียดการเสริมเหล็กมีดังนี้

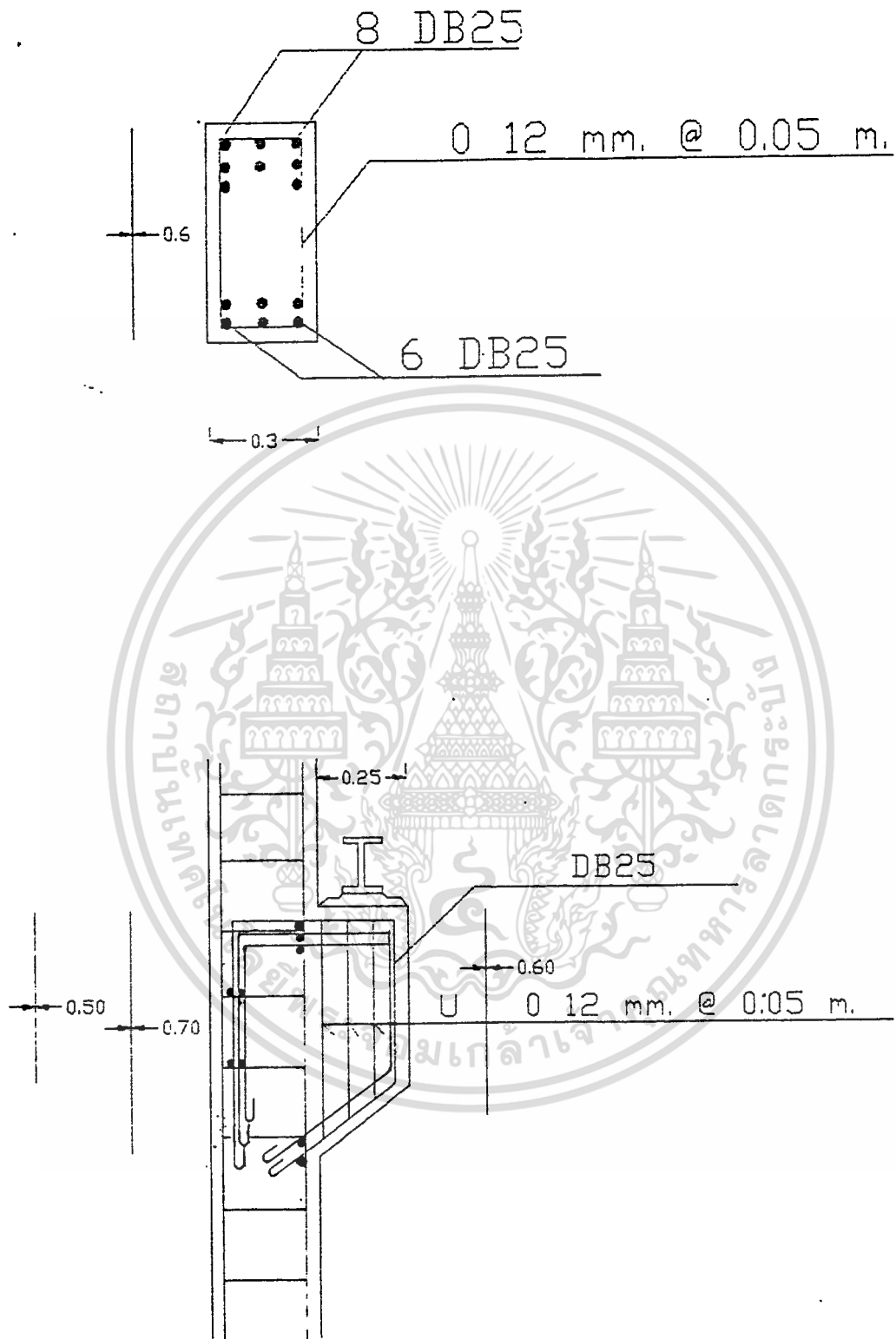
$$\text{ที่หัวเสาเหล็กเสริมบน} = 12.24 + 2(12.3) = 36.84 \text{ cm}^2$$

$$\text{ใช้ 8DB25 (} A_s = 39.28 \text{ cm}^2 \text{)}$$

$$\text{ที่หัวเสาเหล็กเสริมล่าง} = 2(12.3) = 24.6 \text{ cm}^2$$

$$\text{ใช้ 6DB25 (} A_s = 29.46 \text{ cm}^2 \text{)}$$

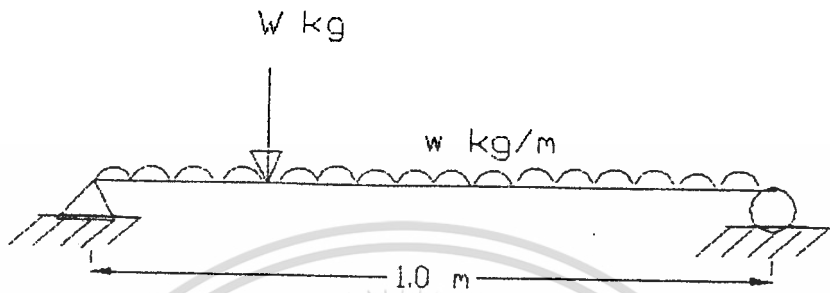
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### การออกแบบ MODEL

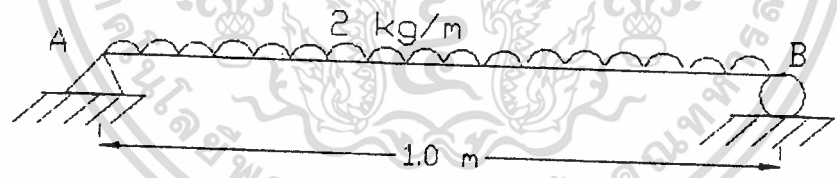
#### I. Cross Travel Girder Design



$W = \text{น้ำหนักบรรทุก} + \text{น้ำหนัก hoist} = 100 + 5 = 105 \text{ kg}$

$w = 2 \text{ kg/m}$

1.กรณี Dead Load (w)



$R_A = SF_A = SF_B = wL/2 = 2 \cdot 1 = 1 \text{ kg}$

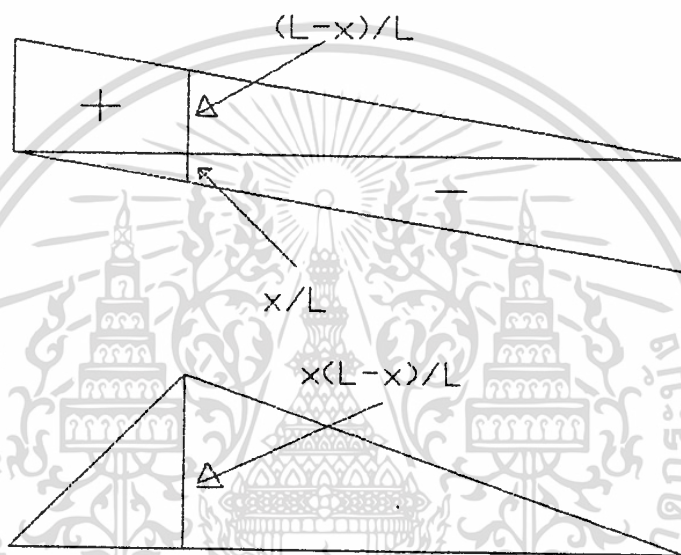
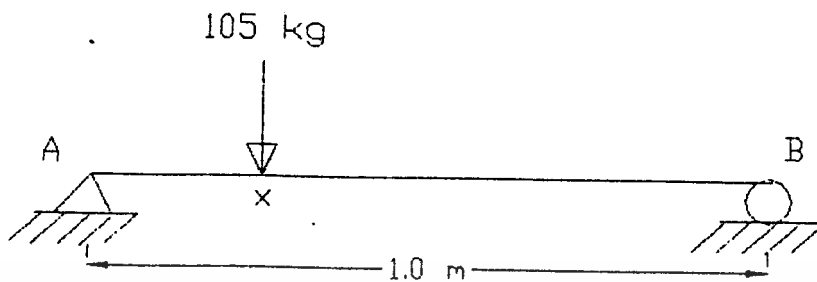
2

$M_{OL} = \frac{wL^2}{8} = \frac{2 \cdot 1^2}{8} = 0.25 \text{ kg.m}$

8 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ปริมาณ Live load ( $w$ )



$$SF_{\max}^+ = \frac{(L-x)w}{L}$$

$$= 105(1-x)$$

1

$$= 105 - 105x$$

$$SF_{\max}^- = \frac{(x/L)w}{L}$$

$$= \frac{(x/1)105}{L} = 105x$$

$$SF_{\max} \text{ เมื่อ } x = 0 \text{ และ } 1$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$SF_{\max}^+ = 105 \text{ kg}$$

$$SF_{\max}^- = 105 \text{ kg}$$

$$M_{\max} \text{ ที่ } x = 0.5$$

$$\text{ดังนั้น } M_{\max} = 0.5(1 - 0.5)(105) = 26.25 \text{ kg.m}$$

1

$$\text{ท1 Impact } I = 50/(1+125)$$

$$= 100 \text{ cm} = 3.34 \text{ ft} \text{ ดังนั้น } I = 50/(3.34+125) = 0.3896$$

เพราะฉะนั้น ใช้  $I = 30 \%$

$$\text{เพราะฉะนั้น } M_{\text{ILL}} = 26.25 * 1.3 = 34.125 \text{ kg.m}$$

$$SF_{\text{ILL}} = 105 * 1.3 = 136.5 \text{ kg}$$

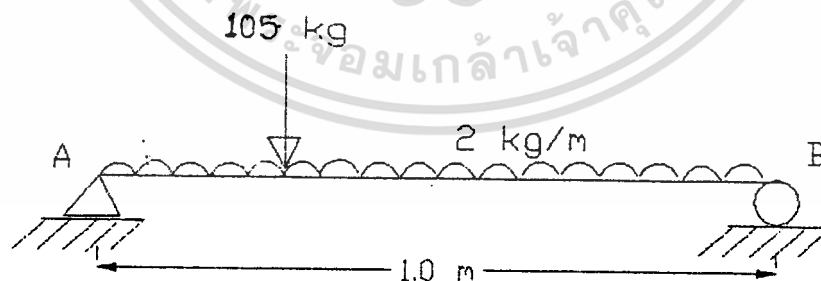
$$M_{\text{DL}} = 0.25 \text{ kg.m}$$

$$SF_{\text{DL}} = 1 \text{ kg}$$

$$M_{\max} = M_{\text{ILL}} + M_{\text{DL}} = 34.125 + 0.25 = 34.375 \text{ kg.m}$$

$$SF_{\max} = SF_{\text{ILL}} + SF_{\text{DL}} = 136.5 + 1 = 137.5 \text{ kg}$$

Design Steel



$$BM_{\max} = 34.375 \text{ kg.m}$$

เนื่องจากการทำโมเดลนั้น ต้องลดขนาดของรางรอกลงมาโดยตัดแปลงจากเหล็กที่มีขายในท้องตลาด โดยเราจะเลือก เหล็กที่มีขนาดเล็กที่สุด ที่สามารถนำมาออกแบบทำโมเดลได้ ในที่นี้เราจะเลือก  $1\frac{1}{2}'' * 1\frac{1}{2}'' * 1.2 \text{ mm}$ . แล้วแบ่งครึ่งเพื่อประกอบเป็น I (รูปตัดไอ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1. ตรวจสอบแรงเฉือนในเหล็กแผ่นตั้ง

$$\text{หน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้น } f_v = V/th = \frac{137.5}{(0.12 \cdot 2)(3.57)} = 160.5 \text{ ksc}$$

$$\text{หน่วยแรงเฉือนที่ยอมให้ } F_v = 0.4F_y = 0.4 \cdot 2520 = 1008 > 160.5 \text{ OK}$$

### 2. ตรวจสอบหน่วยแรงดัดในเหล็กแผ่นตั้ง

$$\text{จาก } f_v = 160.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{หน่วยแรงดัดที่ยอมให้ } F_b = 0.6F_y = 1512 \text{ ksc}$$

$$\begin{aligned} \text{หรือ } F_b &= (0.825 - 0.37f_v/F_y)F_y \\ &= [0.825 - 0.375(160.5/1008)]2520 \\ &= 1928 \text{ ksc} \end{aligned}$$

$$\text{หน่วยแรงดัดที่เกิดขึ้น } f_b = Mc/I = \frac{34.375 \cdot 100 \cdot (3.81/2)}{4.18} = 1567 > 1512 \text{ ksc}$$

ต้องลดขนาดหน้าหนักบรรทุกลง เพื่อลดโมเมนต์ดัดที่เกิดขึ้น

$$\text{โดย } M = \frac{FbL}{c} = \frac{1512 \cdot 4.18}{(100)(3.81/2)} = 33.18 \text{ kg.m}$$

$$\text{นั่นคือ } M_{LL} = 33.18 - 0.25 = 32.93 \text{ kg.m}$$

$$\text{นั่นคือ } M_{LL} = 32.93/1.3 = 25.33 \text{ kg.m}$$

$$\text{ดังนั้น } M_{LL} = x(L-x)W$$

$$W = \frac{ML}{x(L-x)} = \frac{25.33 \cdot 1}{0.5(1 - 0.5)} = 101 \text{ kg}$$

$$\text{เพราะฉะนั้น } SF_{\max} = (101 \cdot 1.3) + 1 = 132.71 \text{ kg}$$

$$\text{ตรวจสอบแรงเฉือนในเหล็กแผ่นตั้ง } f_v = V/th = 132.71 / (0.24 \cdot 3.57) = 154.9 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{หน่วยแรงเฉือนที่ยอมให้ } F_v = 0.4F_y = 1008 > 154.9 \text{ ksc OK}$$

### ตรวจสอบหน่วยแรงดัดในเหล็กแผ่นตั้ง

$$\text{หน่วยแรงดัดที่เกิดขึ้น } f_b = Mc/I = \frac{33.18 \cdot 100 \cdot (3.81/2)}{4.18}$$

$$4.18$$

$$= 1512.15 = 1512 \text{ ksc OK}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. ตรวจสอบการโก่งงอทางข้างของปีกคาน

มาตรฐาน AISC กำหนดว่า  $b_f/2t_f \leq 196.5/F_y$

$$4/2(0.2) = 10 < 15.87 \text{ OK}$$

### 4. ตรวจสอบหน่วยแรงคดในแผ่นเหล็กปีกคาน

หน่วยแรงคดที่เกิดขึ้นที่ปีกคาน  $f_b = Mc/I = 1512 \text{ ksc}$

หน่วยแรงคดที่ยอมให้ตามมาตรฐาน AISC ( $h/t < 6365/\sqrt{F_b}$ )

$$F_b = 0.6F_y = 1512 \text{ ksc} = f_b \text{ OK}$$

### 5. ออกแบบการเชื่อมระหว่างเหล็กแผ่นตั้ง (Web)

ค่าแรงเฉือนในแนวตั้งระหว่างเหล็กแผ่นตั้ง  $v = VQ/I$

$$Q = 3.81 \cdot 0.12 \cdot 1.845 = 0.844 \text{ cm}^3$$

$$v = \frac{132.71 \cdot 0.844}{4.18} = 26.79 \text{ kg/cm}$$

ขนาดของการเชื่อม = 2 มม.

กำหนดค่าแรงเฉือนของการเชื่อมที่ยอมให้สำหรับลวดเชื่อมชนิด E 60 = 260 kg/cm ค่าแรงเฉือนที่ยอมให้ของการเชื่อม =  $(0.707)(0.2)(260) = 36.764 \text{ kg/cm} > 26.79 \text{ kg/cm}$  OK

ค่าแรงเฉือนที่ยอมให้บนแผ่นเหล็กหนา 0.12 cm =  $(0.12)(0.4 \cdot 2520)$   
= 120.96 kg/cm

ความยาวของการเชื่อมอย่างน้อย =  $4(0.2) = 0.8 \text{ cm}$

สมมติขนาดของการเชื่อม 2 มม. ยาว 5 cm.

$$\text{ระยะห่าง} = \frac{(5)(120.96)}{26.79} = 22.58 \text{ cm}$$

ระยะห่างมากที่สุดที่ยอมให้ =  $24(0.2) = 4.8 \text{ cm} < 22.58 \text{ cm}$

ดังนั้นใช้การเชื่อมขนาด 2 มม ยาว 5 cm มีระยะห่าง 4 cm

### 6. ตรวจสอบการโก่งตัว

น้ำหนักที่ใช้ควรลดลงอีก เนื่องจาก  $\Delta_{all} \leq L/850 = 0.1176 \text{ cm}$

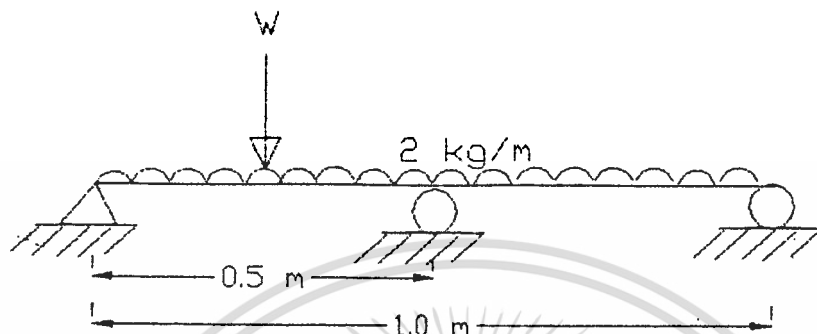
ดังนั้น ใช้  $W = 35 \text{ kg}$ ,  $W(ILL) = 45.5 \text{ kg}$

$$\Delta = \frac{(100)^3}{2.1 \cdot 10^6} * (5/384 * (2 \cdot 1) + 1/48(45.5)) = 0.111 \text{ cm} < \Delta_{all} = L/850$$

$$2.1 \cdot 10^6 * 4.18$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## II. LONG TRAVEL GIRDER DESIGN

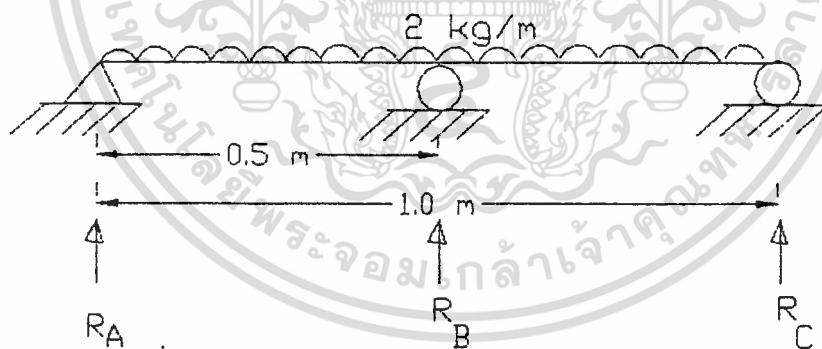


W มาจาก : นน. Cross Travel Girder/2 =  $2/2 = 1$  kg

นน. hoist + นน. บรรทุก = 35 kg

นน. Saddle = 5 kg

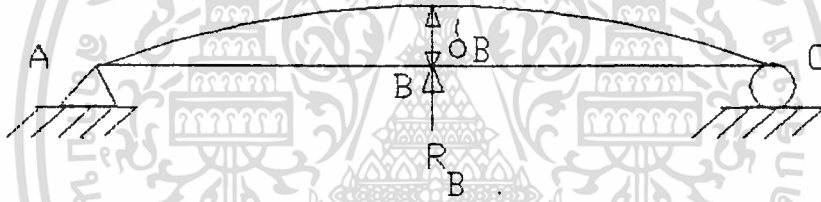
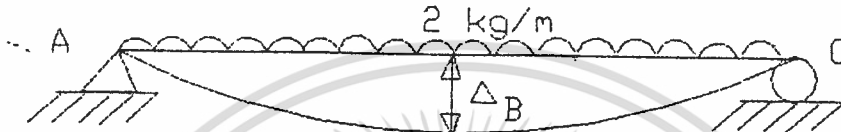
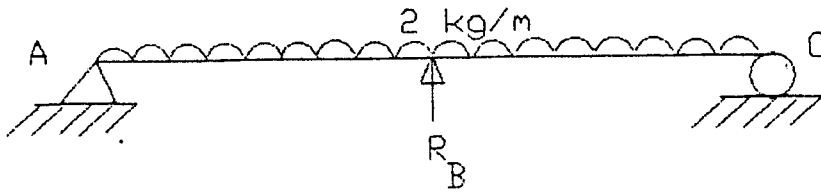
1. กรณี Dead Load (w)



เลือก  $R_B$  เป็น Redundant

จากวิธีของ Moment-Area จะได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



$$\Delta_B = \frac{5w(2L)^4}{384EI} = \frac{5wL^4}{24EI}$$

$$\delta_B = \frac{R_B(2L)^3}{48EI} = \frac{R_B L^3}{6EI}$$

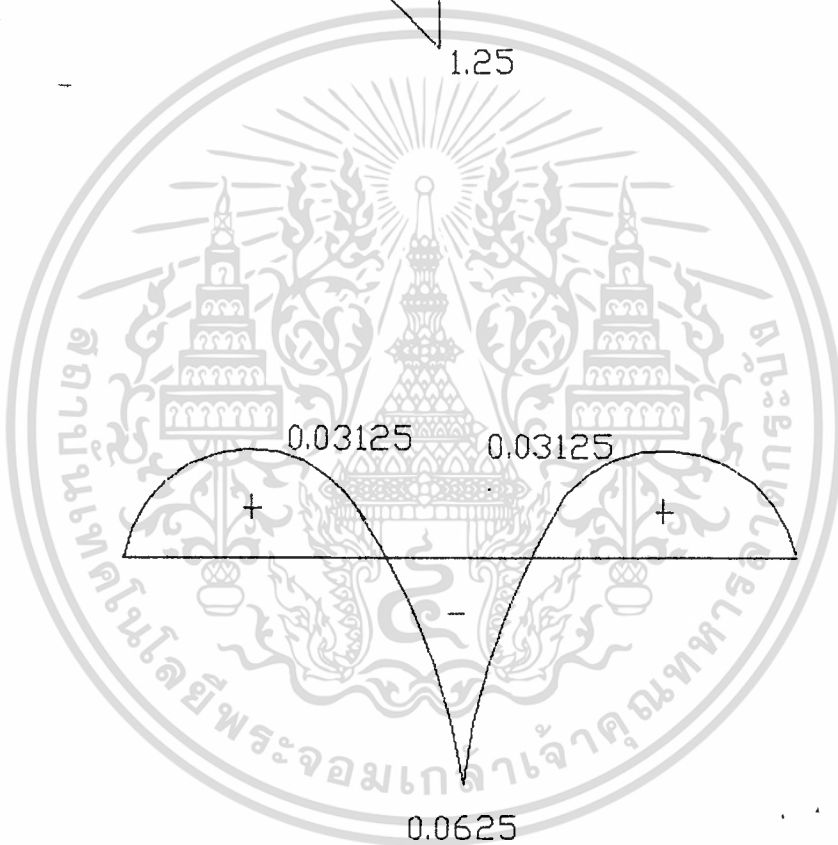
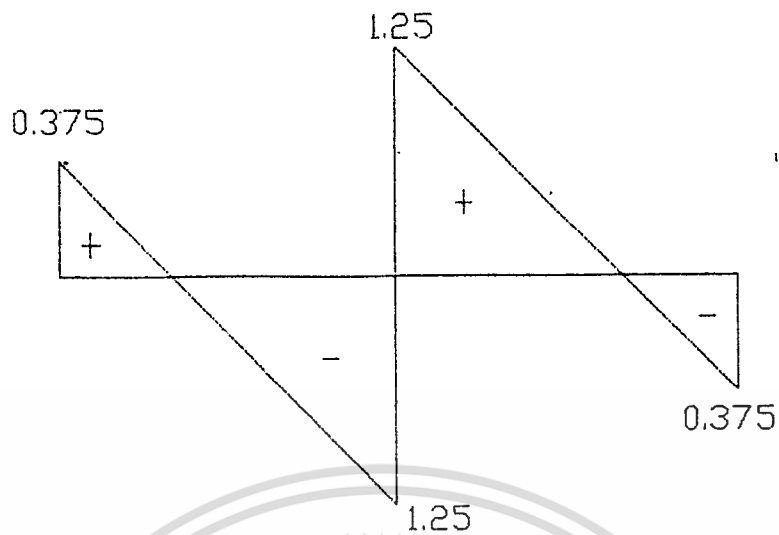
ที่จุดรองรับ B ไม่มีการทรุด ดังนั้น  $\Delta_B = \delta_B$

$$R_B = 5WL/4 = (5 \cdot 2 \cdot 0.5)/4 = 1.25 \text{ kg}$$

จากสมการของการสมดุล

$$R_A = R_C = 3WL/8 = (3 \cdot 2 \cdot 0.5)/8 = 0.375 \text{ kg}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

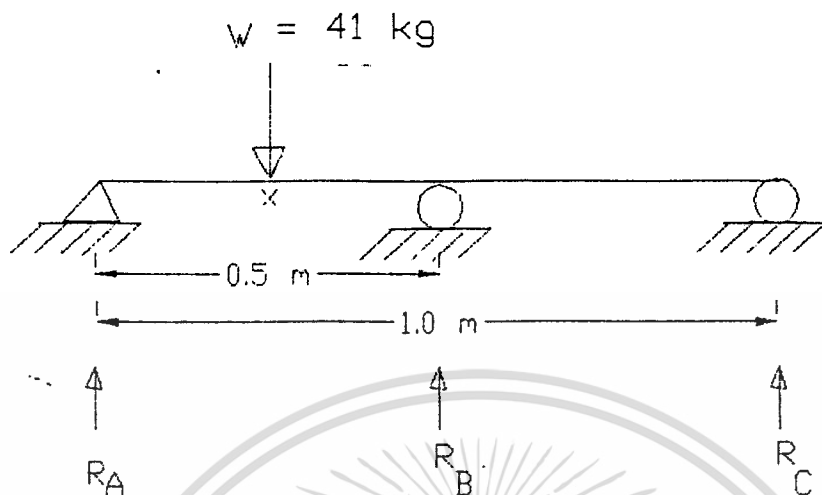


$$\text{ได้ } SF_{DL} = 1.25 \text{ kg}$$

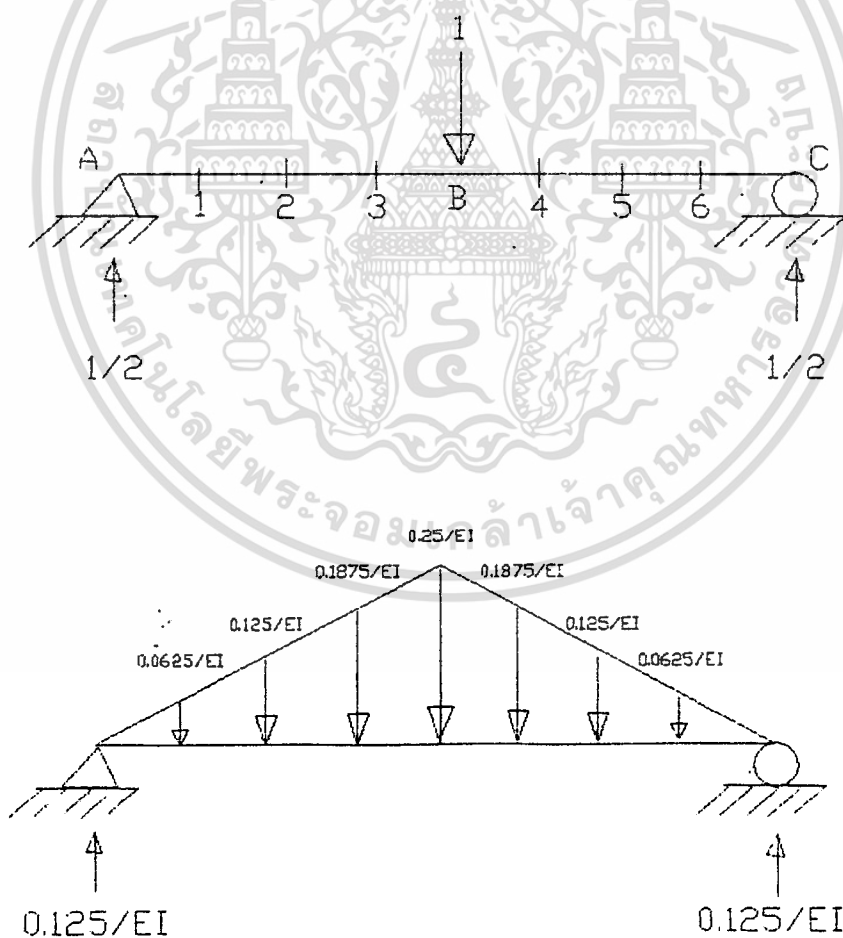
$$M_{DL} = 0.0625 \text{ kg.m}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.กรณี Live Load (W)



เลือก  $R_B$  เป็น Redundant ที่จุด B และหา  $R_B$  โดยวิธี Conjugate-Beam



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\delta_1 = M_1 = 0.125/EI(0.125) - 1/2(0.0625/EI)(0.125)(0.125/3) = 0.0155/EI$$

$$\delta_2 = M_2 = 0.125/EI(0.25) - 1/2(0.125/EI)(0.25)(0.25/3) = 0.02995/EI$$

$$\delta_3 = M_3 = 0.125/EI(0.375) - 1/2(0.1875/EI)(0.375/3)^2 = 0.0436/EI$$

$$\delta_B = M_B = 0.125/EI(0.5) - 1/2(0.25/EI)(0.5)(0.5/3) = 0.0521/EI$$

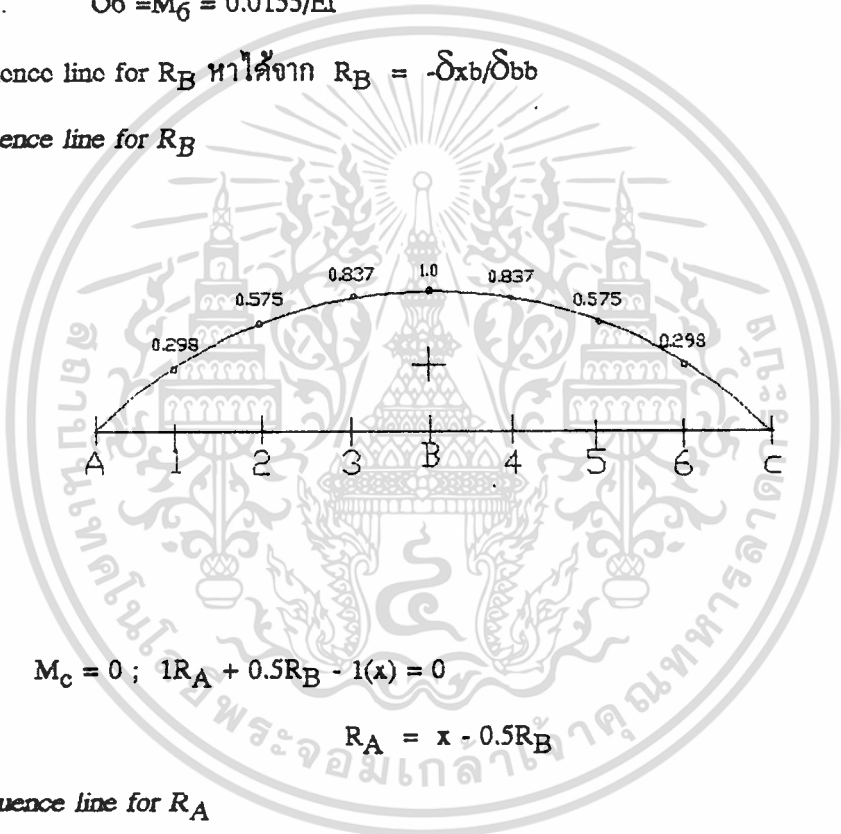
$$\delta_4 = M_4 = 0.0436/EI$$

$$\delta_5 = M_5 = 0.02995/EI$$

$$\delta_6 = M_6 = 0.0155/EI$$

Influence line for  $R_B$  หาได้จาก  $R_B = -\delta_{xb}/\delta_{bb}$

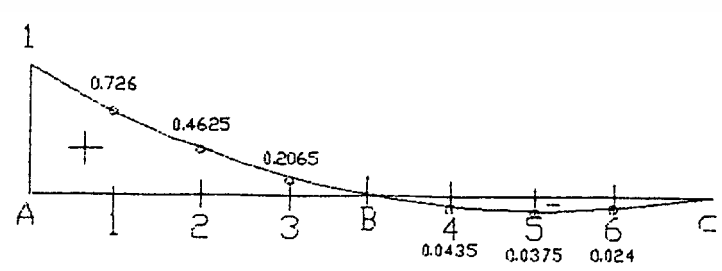
*Influence line for  $R_B$*



$$M_C = 0; 1R_A + 0.5R_B - 1(x) = 0$$

$$R_A = x - 0.5R_B$$

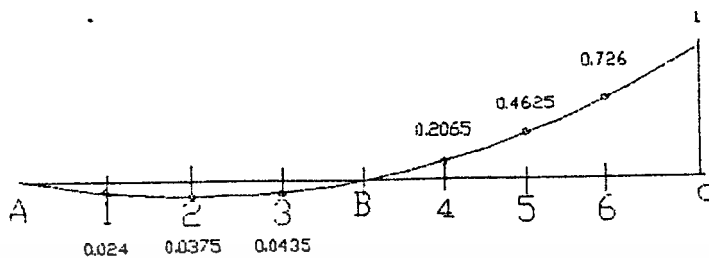
*Influence line for  $R_A$*



$$F_y = 0; R_C = 1 - R_A - R_B$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*Influence line for  $R_C$*



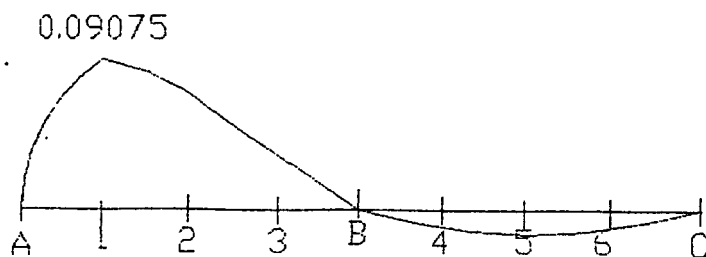
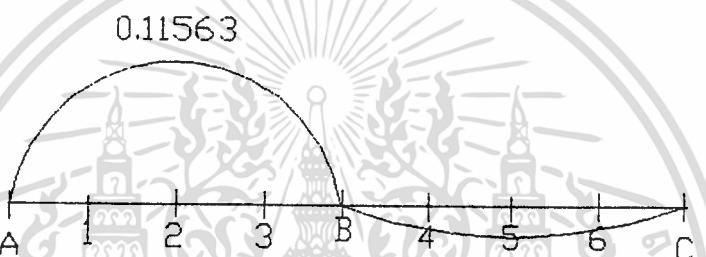
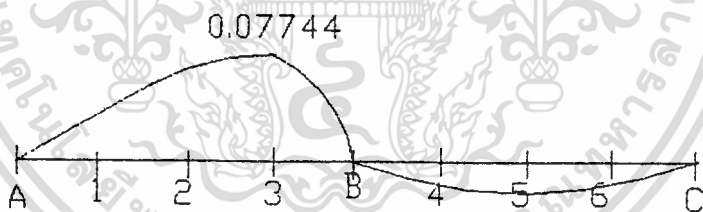
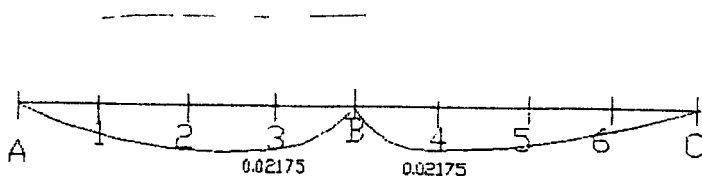
จากแรงปฏิกิริยาจะมีค่า max ที่ support นั่นคือ  $SF_{max}$  ที่เกิดขึ้นจะอยู่ที่ support ด้วยเนื่องจาก ความยาวของ span ทั้ง 2 ช่วง นั้นเท่ากัน เพราะฉะนั้น

$$SF_{max} = 107 * 1 = 107 \text{ kg}$$

Influence line for Bending Moment at point 1,2,3,B,4,5,6

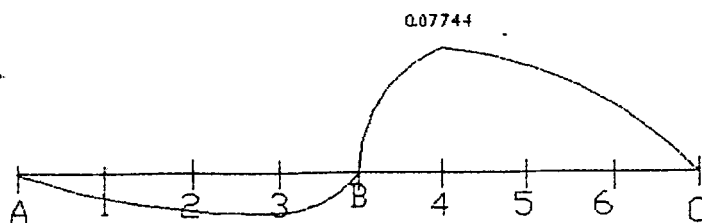
Unit load at	$M_1$	$M_2$	$M_3$	$M_B$	$M_4$	$M_5$	$M_6$
1	0.09075	0.0565	0.0223	-0.012	-0.009	-0.006	-0.003
2	0.057813	0.11563	0.04844	-0.01875	-0.0141	-0.00938	-0.00469
3	0.0258	0.05163	0.07744	-0.02175	-0.01631	-0.01088	-0.00544
B	0	0	0	0	0	0	0
4	-0.00544	-0.01088	-0.01631	-0.02175	0.07744	0.05163	0.0258
5	-0.00469	-0.00938	-0.0141	-0.01875	0.04844	0.11563	0.057813
6	-0.003	-0.006	-0.009	-0.012	0.0223	0.0565	0.09075

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

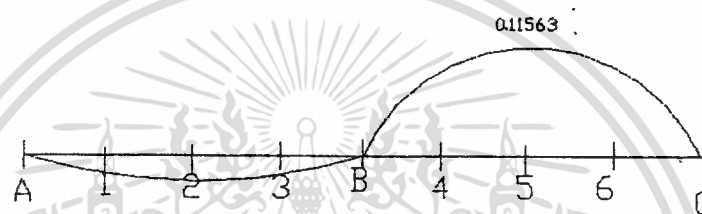
Influence line for  $M_1$ Influence line for  $M_2$ Influence line for  $M_3$ Influence line for  $M_B$ 

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

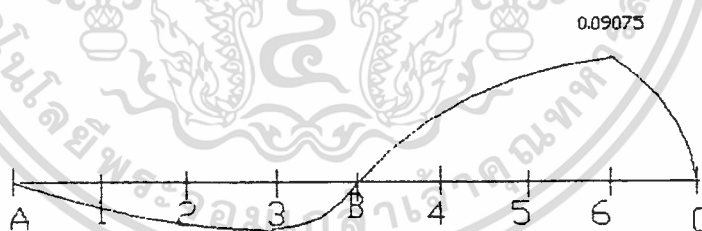
Influence line for  $M_4$



Influence line for  $M_5$



Influence line for  $M_6$



$$\text{จะได้ } M_{LL} = 0.11563 * 41 = 4.741 \text{ kg.m}$$

$$SF_{LL} = 41 \text{ kg}$$

M1 Impact

$$I = 50/1+125 = 50/1.67+125 = 39.5 \% \text{ ใช้ } 30 \%$$

$$W(ILL) = 41 * 1.3 = 53.3 \text{ kg}$$

$$M_{ILL} = 4.741 * 1.3 = 6.1633 \text{ kg.m}$$

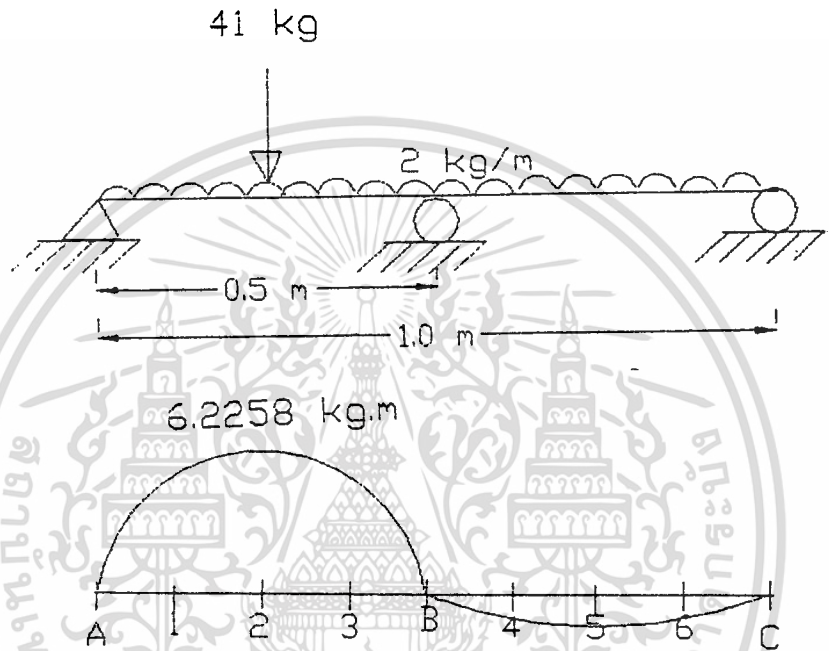
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$SF_{ILL} = 41 * 1.3 = 53.3 \text{ kg}$$

$$M_{max} = M_{DL} + M_{ILL} = 0.0625 + 6.1633 = 6.2258 \text{ kg.m}$$

$$SF_{max} = SF_{DL} + SF_{ILL} = 1.25 + 53.3 = 54.55 \text{ kg}$$

### Steel Design



เราจะใช้เหล็กขนาดเดียวกับแบบ cross Travel Girder คือ  $1\frac{1}{2}'' * 1\frac{1}{2}'' * 1.2 \text{ mm}$  โดยตัดแบ่งครึ่งแล้วนำมาประกอบเป็นรูปตัวไอ และมี plat ประกอบค้ำบนและล่าง

1. ตรวจสอบแรงเฉือนในเหล็กแผ่นค้ำ

$$\text{หน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้น } f_v = V/th = 54.55 / (0.12 * 2) * (3.57) = 63.67 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{หน่วยแรงที่ยอมให้ } F_v = 0.4F_y = 1008 > 63.67 \text{ ksc OK}$$

2. ตรวจสอบหน่วยแรงค้ำในเหล็กแผ่นค้ำ จาก  $f_v = 63.67 \text{ ksc}$

$$F_b = 0.6F_y = 1512$$

$$\text{หรือ } F_b = [0.825 - 0.375(63.67/1008)]2520$$

$$= 2,019.3 \text{ ksc}$$

$$\text{หน่วยแรงค้ำที่เกิดขึ้น } f_b = Mc/I = 6.226 * (2.025) * 100 / 7.89 = 159.8 \text{ ksc}$$

$$f_b < 0.6F_y \text{ OK}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3. ตรวจสอบการโก่งทงข้างของปีกคาน

มาตรฐาน AISC กำหนดว่า  $bf/2t \leq 796.5/F_y$

$$4/2(0.24) = 8.34 < 15.87 \text{ OK}$$

## 4. ตรวจสอบหน่วยแรงคดในแผ่นเหล็กปีกคาน

หน่วยแรงคดที่เกิดขึ้นที่ปีกคาน  $f_b = M_c / I = 159.8 \text{ ksc}$

หน่วยแรงคดที่ยอมให้ตามมาตรฐาน AISC ( $b/t < 6365/\sqrt{F_y}$ )

$$F_b = 0.6 F_y = 1512 > f_b \text{ OK}$$

## 5. ออกแบบการเชื่อมระหว่างเหล็กแผ่นคัง (Web) และระหว่างเหล็กแผ่นนอนกับ plat

- ค่าแรงเฉือนในแนวคังระหว่างเหล็กแผ่นคัง  $v = VQ/I$

$$Q = 3.81 * 0.12 * 1.845 = 0.844 \text{ cm}^3$$

$$v = (54.55 * 0.844) / 7.89 = 5.84 \text{ kg/cm}$$

ขนาดของการเชื่อม = 2 มม.

กำหนดค่าแรงเฉือนของการเชื่อมที่ยอมให้สำหรับลวดเชื่อมชนิด E60 = 260 kg/cm

ค่าแรงเฉือนที่ยอมให้ของการเชื่อม =  $(0.707)(0.2)(260) = 36.764 \text{ kg/cm}$

ค่าแรงเฉือนที่ยอมให้บนแผ่นเหล็กขนาด 0.12 cm = 120.96 kg/cm > 5.84 kg/cm OK

ความยาวของการเชื่อมอย่างน้อย =  $4(0.2) = 0.8 \text{ cm}$

สมมติขนาดของการเชื่อม 2 มม. ยาว 5 ซม.

$$\text{ระยะห่าง} = \frac{(5)(120.96)}{15.014} = 40 \text{ cm}$$

ระยะห่างมากที่สุดที่ยอมให้ =  $24(0.2) = 4.8 \text{ cm} < 40 \text{ cm}$

เพราะฉะนั้นใช้การเชื่อมขนาด 2 มม. ยาว 5 ซม. มีระยะห่าง 4 ซม.

ค่าแรงเฉือนในแนวนอนระหว่างเหล็กแผ่นนอนกับ plat  $v = VQ/I$

$$Q = 4 * 0.12 * 0.12 = 0.0576 \text{ cm}^3$$

$$V = (54.55 * 0.0576) / 7.89 = 0.398 \text{ kg/cm}$$

ขนาดของการเชื่อม 2 มม.

กำหนดค่าแรงเฉือนของการเชื่อมที่ยอมให้สำหรับลวดเชื่อมชนิด E60 = 260 kg/cm

ค่าแรงเฉือนที่ยอมให้ของการเชื่อม =  $(0.707)(0.2)(260) = 36.764 \text{ kg/cm} > 0.398 \text{ kg/cm} \text{ OK}$

ค่าแรงเฉือนที่ยอมให้บนแผ่นเหล็กขนาด 0.12 cm = 120.96 kg/cm

ความยาวของการเชื่อมอย่างน้อย =  $4(0.2) = 0.8 \text{ cm}$

สมมติขนาดของการเชื่อม 2 มม. ยาว 5 ซม.

$$\text{ระยะห่าง} = (5)(120.96)/1.025 = 590 \text{ cm}$$

$$\text{แต่ระยะห่างมากที่สุดที่ยอมให้} = 24(0.2) = 4.8 < 590 \text{ cm}$$

เพราะฉะนั้นใช้การเชื่อมขนาด 2 มม. ยาว 5 ซม. มีระยะห่าง 4 ซม.

### 6. การตรวจสอบการโก่งตัว

$$\Delta = \frac{(50)^3}{21 \cdot 10^6 \cdot 7.89} (5/384 (2 \cdot 0.5) + 1/48 (53.3)) = 0.0085 \text{ cm}$$

$$\Delta_{\text{all}} = L/850 = 50/850 = 0.059 > 0.0085 \text{ cm OK}$$

### III. ออกแบบการเชื่อมฐานรองคาน

$$SF_{\text{max}} = 54.55 \text{ kg}$$

$$BM_{\text{max}} = 6.226 \text{ kg.m}$$

มาตรฐาน AISC กำหนดให้  $F_t = 1680 \text{ ksc}$

หน่วยแรงเฉือนของการเชื่อมที่ยอมให้เท่ากับ  $1470 \text{ ksc}$

ใช้ฐานรองเหล็กฉากทอ  $2'' \times 2'' \times 4 \text{ mm}$

เลือกการเชื่อมแบบค่อทาบ ขนาด 6 มม. ที่ฐานรองเหล็กฉาก

$$\begin{aligned} \text{ความยาวของการเชื่อมในแนวตั้งแต่ละข้าง} &= 54.55 / (2 \cdot 0.707 \cdot 1470 \cdot 0.6) \\ &= 0.044 \text{ (ใช้ 0.5 ซม. แต่ละข้าง)} \end{aligned}$$

การออกแบบรับโมเมนต์ (แบบปีกคานชิดหน้าเสา)

สมมติการเชื่อมแบบค่อชน ชนิด bevel ตลอดความกว้างของปีกคาน

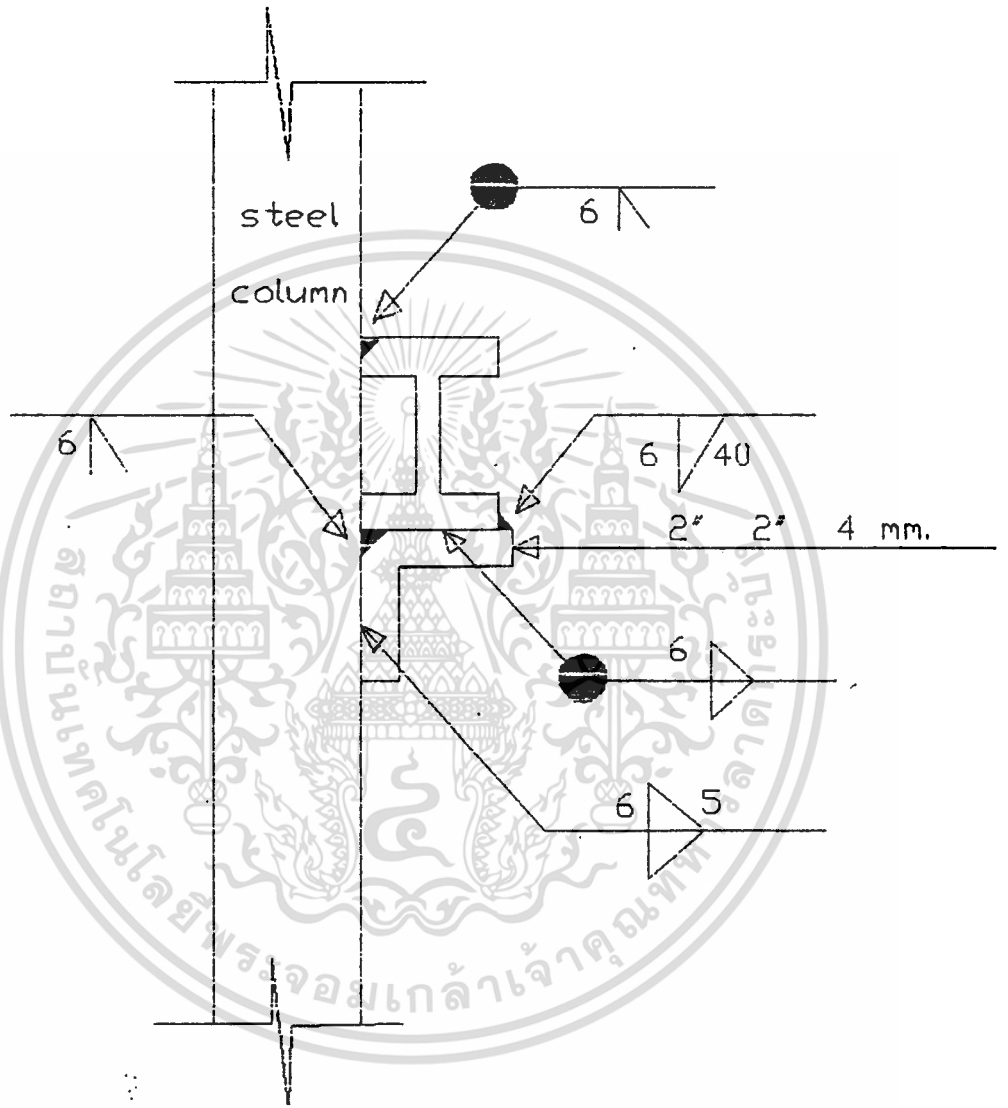
$$\text{แรงดึง T ซึ่งกระทำผ่านปีกคาน} = \frac{6.226 \cdot 100}{4.05 - 0.24} = 163.412 \text{ kg}$$

$$\text{แต่กำลังการเชื่อมแบบค่อชนตลอดความกว้างของปีกคาน} = (4)(0.24)(1680)$$

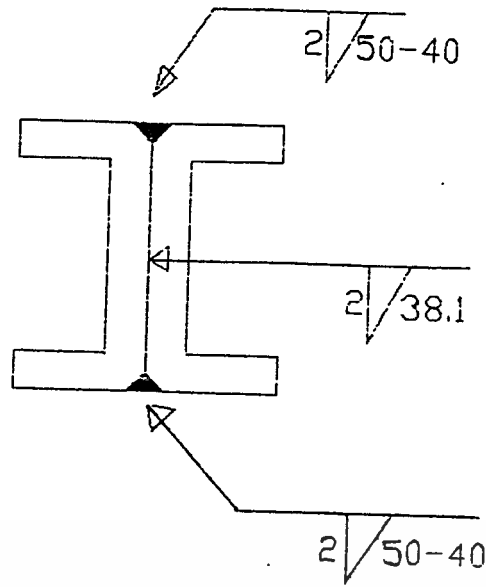
$$= 1612.8 > 163.412 \text{ kg OK}$$

ดังนั้นจะได้ว่า น้ำหนักบรรทุกที่ใช้งานคือ  $35 - (\text{น้ำหนักรอก}) = 35 - 5 = 30 \text{ kg}$

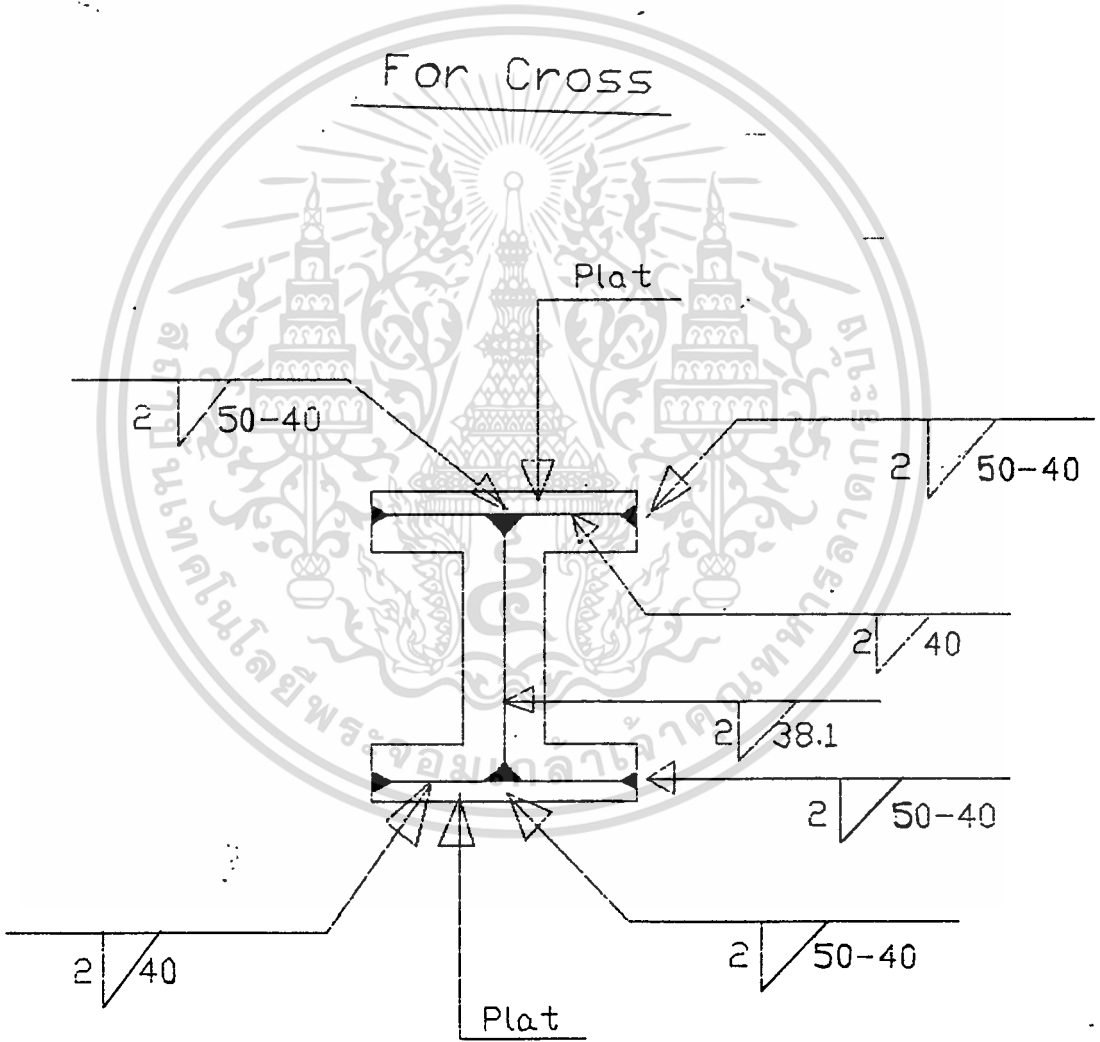
ดังแสดงรายละเอียดตามรูปด้านล่างนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

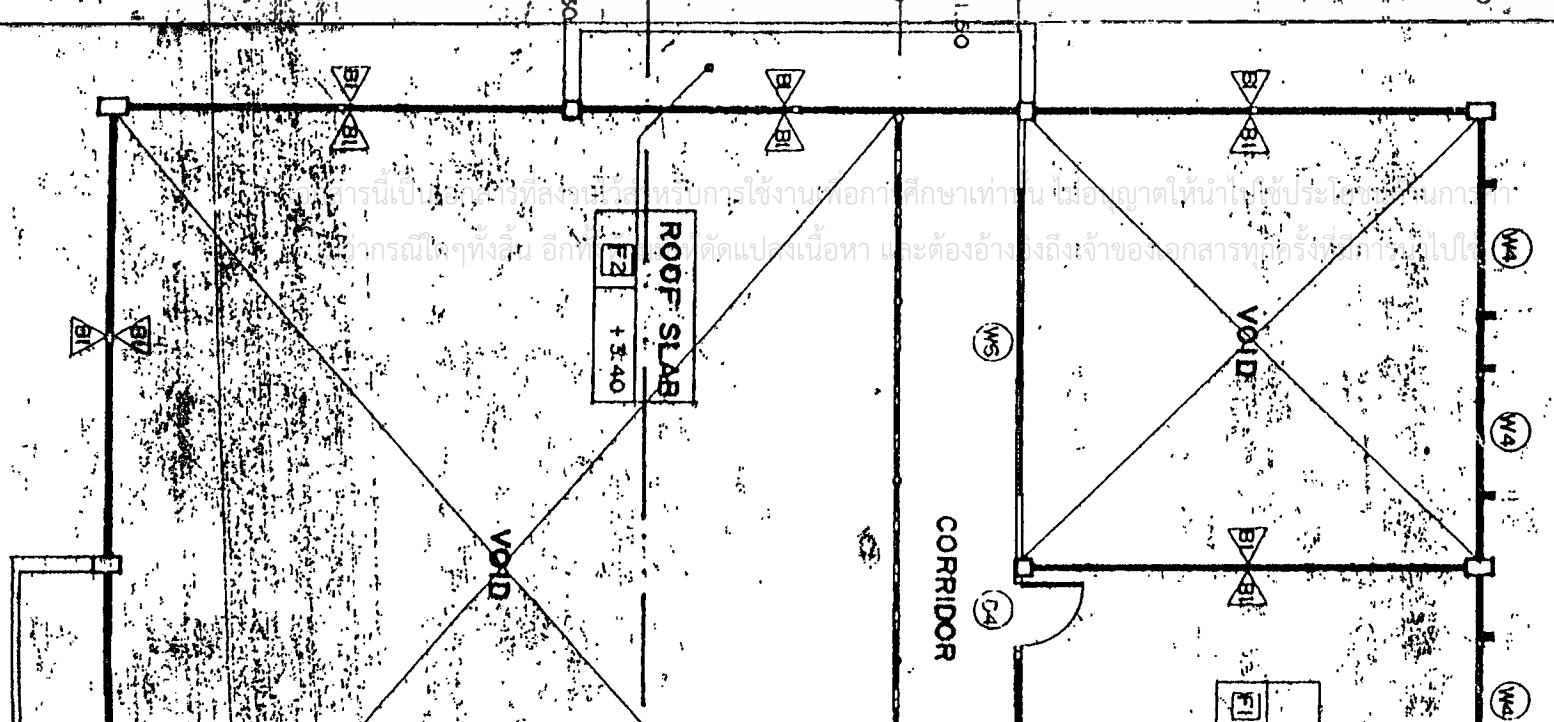
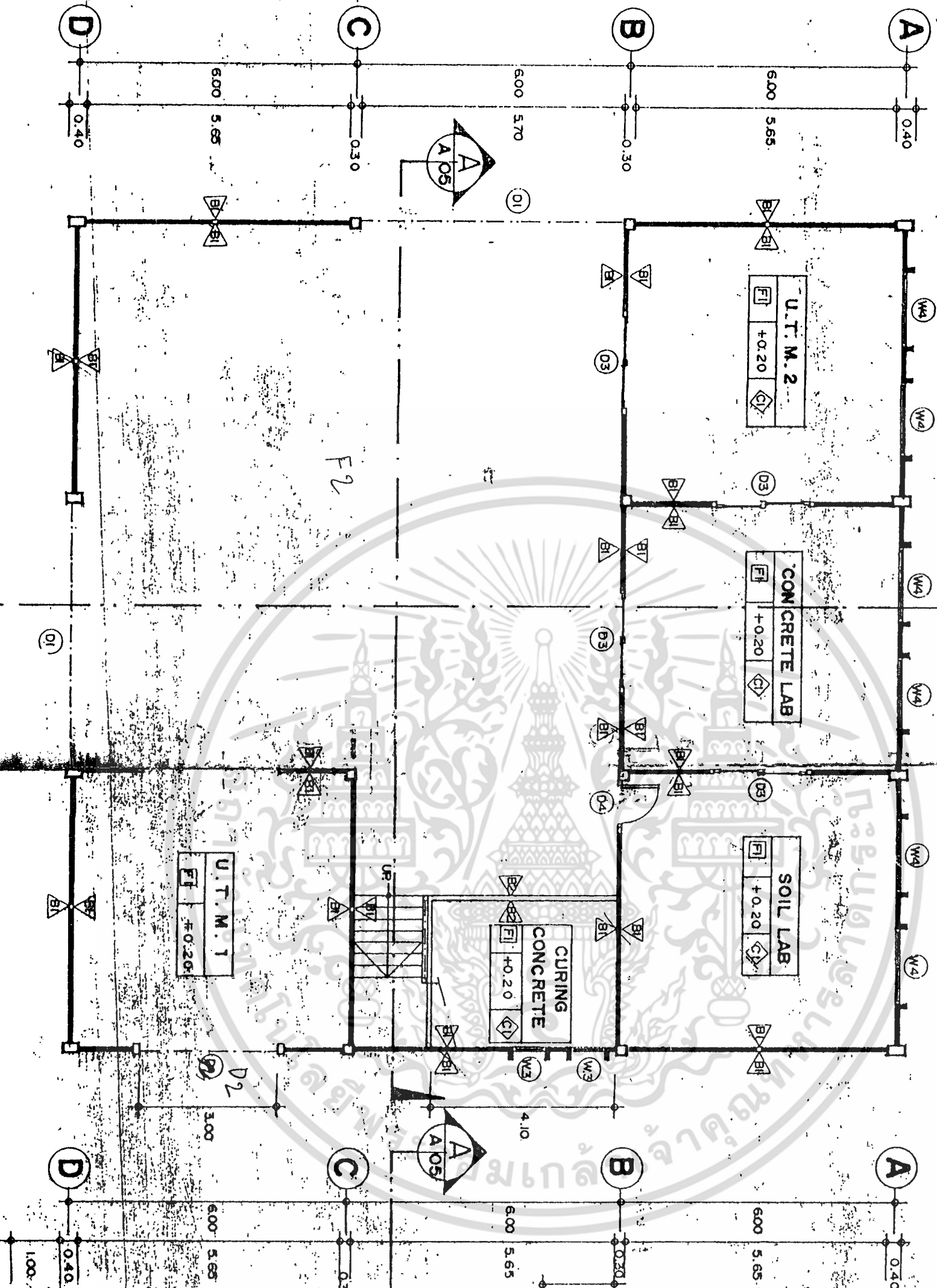
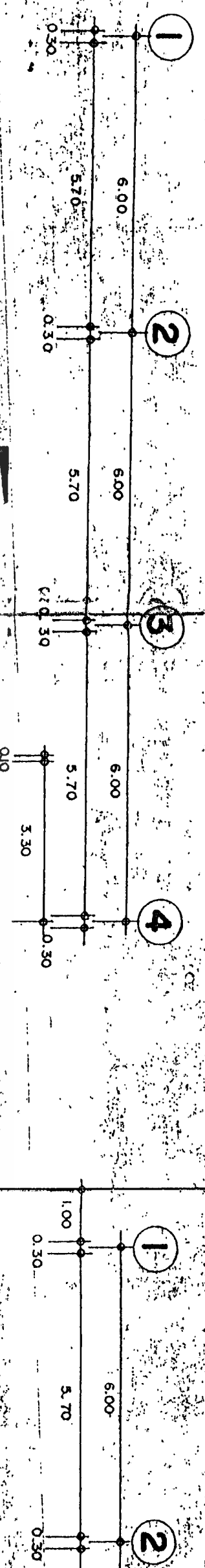


For Cross



For Long

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



MAIN FLOOR PLAN

ROOF SLAB AND VOID PLAN

## บทที่ 4 วิธีการติดตั้งระบบรอก

เมื่อสภาพของตัวอาคารก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว มีการสร้างหุ้ข้างเพื่อไว้รอน้ำหนักของระบบรอก ทั้งหมดถ่วงลงเสาที่เป็นไปตามแบบแล้ว การเริ่มการติดตั้งระบบรอกจะเป็นไปตามขั้นตอน ดังนี้

### ขั้นตอนที่ 1 การติดตั้ง Long Travel Girder

เมื่อสภาพหุ้ข้างที่มีแผ่นเหล็กติดอยู่บนหุ้ข้างเรียบร้อยแล้ว ก็จะเริ่มใช้รถเครนยกตัว Long Travel Girder ที่ได้ออกแบบไว้แล้ว ขึ้นติดตั้งบนหุ้ข้างทั้ง 2 ด้านของตัวอาคาร หลังจากนั้นก็ใช้ตัวแก๊สเชื่อม ตัว Long Travel Girder ซึ่งเป็นลักษณะของ WF ติดกับแผ่นเหล็กให้เรียบร้อย

### ขั้นตอนที่ 2 การติดตั้งตัว Saddle

เมื่อตัว Long Travel Girder ติดตั้งพร้อมแล้ว ก็จะติดตั้งตัว Saddle ทั้ง 2 ข้าง โดยจะใช้รถเครนเป็นตัวยกขึ้นไปติดตั้ง

### ขั้นตอนที่ 3 การติดตั้ง Cross Travel Girder และ Motor ควบคุมการเคลื่อนที่ของ Saddle

เมื่อ Saddle ติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้วก็ทำการสลักสลอตที่ Saddle ไม่ให้เคลื่อนที่ แล้วก็นำตัว Cross Travel Girder ขึ้นติดตั้งโดยใช้รถเครน พร้อมกับการติดตั้ง Motor ควบคุมการเคลื่อนที่ของ Saddle ไปด้วย

### ขั้นตอนที่ 4 การติดตั้ง trolley และตัวรอก

เมื่อสภาพของตัว Cross Travel Girder พร้อมแล้ว ก็ทำการติดตั้ง trolley ที่จะใช้ในการเคลื่อนรอก แล้วก็ติดตั้งตัวรอกติดกับ trolley อีกทีหนึ่ง

## ขั้นตอนที่ ๕ การติดตั้งมอเตอร์ควบคุมตัวรถ

เมื่อสภาพของตัวรถและ trolley พร้อม ก็ทำการติดตั้งมอเตอร์ควบคุมตัวรถให้เคลื่อนที่ได้ทั้ง 6 ทิศทาง

## ขั้นตอนที่ 6 การเดินสายไฟในส่วนต่าง ๆ

เมื่อทุกอย่างพร้อมก็ทำการเดินสายไฟของส่วนต่าง ๆ ตามคู่มือของผู้ผลิตแนะนำ หลังจากนั้นตรวจสอบความเรียบร้อยในส่วนต่าง ๆ ให้พร้อมแล้วลองใช้งานดู ถ้าใช้งานได้ก็เป็นอันเสร็จเรียบร้อยในการติดตั้ง แต่ถ้าไม่เรียบร้อยต้องทำการปรับปรุงจนกว่าจะเรียบร้อย



## บทที่ 5 สรุปผลและวิจารณ์

โครงการพิเศษนี้เราสรุปได้ว่า ระบบรอกนั้นมีความแตกต่างกันไปตามมาตรฐานการผลิตของประเทศที่ผลิตรอก การเลือกระบบรอกที่ดีที่สุดมาใช้งานนั้น ต้องคำนึงถึงคุณสมบัติต่าง ๆ ของระบบรอกที่เราต้องการเพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะงานที่จะทำ ในทำนองเดียวกัน คุณสมบัติต่าง ๆ เหล่านี้ก็จะแตกต่างกันไปแล้วแต่มาตรฐานของประเทศนั้น ๆ ด้วย

หลังจากที่ได้เลือกระบบรอกที่ดีที่สุดเพื่อนำมาใช้งานแล้ว ขั้นตอนต่อไปเพื่อให้การใช้งานเป็นไปตามวัตถุประสงค์ เราก็ต้องมีการออกแบบรางรอกเพื่อให้รอกนั้นได้เคลื่อนที่ไปบนรางและทำงานได้ตามระบบของมัน โดยการออกแบบนี้ เราจะเน้นที่การควบคุมการโค้งตัวเป็นสำคัญ เนื่องจากถ้ารางรอกมีความโค้งตัวมาก แล้วปัญหาที่ตามมาก็คือ ความลำบากในการเคลื่อนที่ของ Hoist เพื่อบรรทุกน้ำหนักหรือการ fail ของรางรอกจนไม่สามารถบรรทุกน้ำหนักได้ อันจะทำให้เกิดความเสียหายของโครงสร้าง รวมไปถึงความเสียหายของสิ่งทีบรรทุกโดยรอกนั้น จากการเน้นการควบคุมการโค้งตัวนี้เป็นผลให้ตัวรางรอก หรือ Girder นั้น มีความลึกมาก และยิ่ง span ของโครงสร้างยาวมาก Girder ก็จะมีใหญ่มากขึ้นไปด้วย ซึ่งความลึกหรือความใหญ่ของ Girder นี้ มักจะไม่ขึ้นกับน้ำหนักบรรทุก ยกเว้นน้ำหนักบรรทุกนั้นมีน้ำหนักมาก แต่จะขึ้นกับความยาวของ span และค่าโค้งตัวที่อนุญาตเป็นหลัก และกรณีที่รางรอกต้องบรรทุกน้ำหนักมากจนไม่สามารถใช้ Girder ที่มีขนาดตามท้องตลาดได้ เราก็ต้องสร้างหรือประกอบ Girder ขึ้นเอง หรือในกรณีที่ Girder ที่ออกแบบ Over Load หรือมีกำลังรับน้ำหนักบรรทุกได้มากกว่าน้ำหนักบรรทุกที่ต้องการ เราแก้ไขโดยการสร้างหรือประกอบ Girder ขึ้นเองได้เช่นเดียวกัน การที่ทำเช่นนี้ก็เพื่อความประหยัดนั่นเอง

โครงการพิเศษนี้ ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบระบบรอก เพื่อเลือกระบบรอกที่ดีที่สุดในปัจจุบัน แต่ในอนาคตแน่นอนย่อมต้องมีระบบรอกของประเทศต่าง ๆ ที่ดีขึ้น และเมื่อถึงเวลานั้น เราสามารถนำวิธีการศึกษาเปรียบเทียบของโครงการนี้ไปใช้ทำการเลือกได้ ส่วนทางด้านการออกแบบรางรอกนั้น จะมี concept เดิม เพียงแต่อาจมีการเปลี่ยนแปลงค่าการโค้งตัวที่ยอมให้ของมาตรฐานประเทศนั้น ๆ ซึ่งทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเราจะเลือกใช้ระบบรอกตามมาตรฐานของประเทศอะไร

## ภาคผนวก

## สัญลักษณ์

- A = เนื้อที่หน้าตัดทั้งหมด
- A<sub>f</sub> = เนื้อที่หน้าตัดของปีกคานรับแรงอัด หรือเนื้อที่หน้าตัดของปีกได้ปีกหนึ่ง
- A<sub>c</sub> = พื้นที่หน้าตัดที่ล้อมรอบด้วยเหล็กปลอก
- A<sub>v</sub> = พื้นที่หน้าตัดของเหล็กปลอกเดี่ยวหรือปลอกเกลียว
- A<sub>s</sub> = พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมแต่ละมุม
- A<sub>w</sub> = เนื้อที่หน้าตัดของเหล็กแผ่นตั้งในคานเหล็กรูป
- b<sub>f</sub> = ความกว้างของปีกคานรับแรงอัด
- c = ระยะห่างมากที่สุดจากแกนสะเทินของรูปหน้าตัด
- d, c<sub>w</sub> = ความลึกของเหล็กแผ่นตั้งในคานเหล็กรูป
- E = โมดูลัสยืดหยุ่น
- F<sub>b</sub> = หน่วยแรงคดที่ยอมให้
- F<sub>t</sub> = หน่วยแรงดึงที่ยอมให้
- F<sub>v</sub> = หน่วยแรงเฉือนที่ยอมให้
- F<sub>y</sub> = กำลังจุดกลางที่ใช้ในการคำนวณหน่วยแรงที่ยอมให้
- f<sub>b</sub> = หน่วยแรงคดที่เกิดขึ้นจริง
- f<sub>c</sub> = กำลังอัดประลัยของคอนกรีตรูปทรงระบอบ เมื่ออายุ 28 วัน
- f<sub>t</sub> = หน่วยแรงดึงที่เกิดขึ้นจริง
- f<sub>v</sub> = หน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้นจริง
- h = ความลึกของเหล็กแผ่นตั้ง
- I = โมเมนต์อินเนอร์เซียของรูปหน้าตัดรอบแกนสะเทิน
- L = ช่วงความยาวอิสระของส่วน โครงสร้าง
- M = โมเมนต์คด
- M<sub>t</sub> = โมเมนต์บิด
- s = โมดูลัสหน้าตัด (=I/c)
- t = ความหนา
- t<sub>f</sub> = ความหนาของปีกรับแรงอัด หรือความหนาของปีกได้ปีกหนึ่ง
- t<sub>w</sub> = ความหนาของเหล็กแผ่นตั้ง
- V, S<sub>F</sub> = แรงเฉือน
- W = น้ำหนักบรรทุกทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของสำนักพิมพ์วิศวกรรมศาสตร์ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- $x, y$  = ระยะในแกนตั้งฉาก  $x$  และ  $y$  ตามลำดับ  
 $z$  = ระยะของความห่างเหล็กเสริมโดยเฉลี่ย  
 = ระยะตกหรือ โกง ในแนวตั้งของคาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**มาตรฐานบังคับสากล  
การออกแบบเครนชนิดอยู่กับที่**

ประเทศ	มาตรฐาน
GERMANY	DIN 15018
U.S. of AMERICA	CMMA (CRANE MANUFACTURER ASSOCIATION OF AMERICA
U.K.	B S 466
JAPAN	JIS B 8801
AUSTRALIA	AS 1418
SINGAPORE	SS 120
THAILAND	ยังไม่มี





## ประกาศกระทรวงมหาดไทย

### เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับปั้นจั่น

อาศัยอำนาจตามความในข้อ 2 (7) และข้อ 14 แห่งประกาศของคณะปฏิวัติ ฉบับที่ 103 ลงวันที่ 16 มีนาคม พ.ศ. 2515 กระทรวงมหาดไทยจึงกำหนดสวัสดิการเกี่ยวกับสุขภาพอนามัยและความปลอดภัยสำหรับลูกจ้างไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ประกาศนี้เรียกว่า "ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับปั้นจั่น"

ข้อ 2 ประกาศนี้ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนดหนึ่งร้อยแปดสิบวันนับแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ข้อ 3 ประกาศนี้มีให้ใช้บังคับแก่

- (1) ราชการส่วนกลาง
- (2) ราชการส่วนภูมิภาค
- (3) ราชการส่วนท้องถิ่น
- (4) กิจการอื่นตามที่กระทรวงมหาดไทยจะได้ประกาศกำหนด

ข้อ 4 ในประกาศนี้

"นายจ้าง" หมายความว่า ผู้ซึ่งตกลงรับลูกจ้างเข้าทำงานโดยจ่ายค่าจ้างให้ และหมายความรวมถึงผู้ซึ่งได้รับมอบหมายให้ทำงานแทนนายจ้าง ในกรณีที่นายจ้างเป็นนิติบุคคล หมายความว่าผู้มีอำนาจกระทำการแทนนิติบุคคลนั้น และหมายความรวมถึง ผู้ซึ่งได้รับมอบหมายให้ทำงานแทนผู้มีอำนาจกระทำการแทนนิติบุคคล

"ลูกจ้าง" หมายความว่า ผู้ซึ่งตกลงทำงานให้แก่นายจ้างเพื่อรับค่าจ้างไม่ว่าจะเป็นผู้รับค่าจ้างด้วยตนเองหรือไม่ก็ตาม และหมายความรวมถึงลูกจ้างประจำและลูกจ้างชั่วคราว แต่ไม่รวมถึงลูกจ้างซึ่งทำงานเกี่ยวกับงานบ้าน

"ปั้นจั่น" (Cranes หรือ Derricks) หมายความว่า เครื่องจักรกลที่ใช้ยกสิ่งของขึ้นลงตามแนวตั้งและเคลื่อนย้ายสิ่งของเหล่านี้ในลักษณะแขนลอยไปตามแนวราบ

"ปั้นจั่นชนิดอยู่กับที่" หมายความว่า ปั้นจั่นที่ประกอบด้วยอุปกรณ์ควบคุมและเครื่องต้นกำลังอยู่ในตัวซึ่งติดตั้งอยู่บนหอสูง ราง หรือบนล้อเลื่อน

"ปั้นจั่นชนิดเคลื่อนที่" หมายความว่า ปั้นจั่นที่ประกอบด้วยอุปกรณ์ควบคุมและเครื่องต้นกำลังอยู่ในตัวซึ่ง

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับ 103 ตอนที่ 94 วันที่ 21 พฤษภาคม 2530

มีผลใช้บังคับตั้งแต่วันที่ 17 พฤศจิกายน 2530 เป็นต้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ประกาศกระทรวงมหาดไทย**  
**เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับบันจัน**

สรุปสาระสำคัญ	ตามประกาศกระทรวงฯ ข้อ...
1. กรณีที่มีการใช้บันจันให้ปฏิบัติตามรายละเอียดคุณลักษณะของบันจันและคู่มือการใช้ของผู้ผลิต (กรณีไม่มีคู่มือการใช้ ให้วิศวกรเป็นผู้กำหนดขึ้นเป็นหนังสือ)	( 5 )
2. ติดป้ายบอกพิกัดน้ำหนักยก ค่าเตือน และสัญญาณเตือนอันตราย	( 6 )
3. จัดให้มีสัญญาณในการใช้บันจันและสามารถเข้าใจได้ทั่วกันในผู้ทำงานเกี่ยวข้อง	( 7 )
4. ให้มีการตรวจสอบบันจันตามแบบ คป. 1, คป.2 ทุก ๆ 3 เดือน	( 8 )
5. การใช้เชือกถาดและรอกต้องปฏิบัติตามข้อกำหนด	( 9 )
6. กรณีตั้งบันจันใกล้สายไฟฟ้าและเสาส่งคลื่นโทรคมนาคม ต้องมีระยะห่างตามข้อกำหนด	( 21 )
7. หากทำงานในเวลากลางคืนต้องจัดแสงสว่างให้เพียงพอ (ตาม ปมท. ภาวะแวดล้อม)	( 24 )
8. กรณีที่ลูกจ้างทำงานบนแขนบันจัน ต้องจัดให้มีราวกันตกและจัดเข็มขัดนิรภัยพร้อมทั้งเช็คนิรภัยให้ลูกจ้างสวมใส่ตลอดเวลาการทำงาน	( 30 )
9. ต้องจัดอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล ให้ลูกจ้างสวมใส่ตามประเภทงานตลอดเวลาการทำงาน	( 33 )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบตรวจสอบส่วนประกอบและอุปกรณ์ของปั้นจั่นชนิดอยู่กับที่  
(Stationary Cranes)  
กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน กระทรวงมหาดไทย

ข้าพเจ้า.....อายุ.....ปี  
ที่อยู่เลขที่.....ตรอก/ซอย.....ถนน.....ตำบล/แขวง.....  
อำเภอ/เขต.....จังหวัด.....โทร.....  
สถานที่ทำงาน.....เลขที่.....  
ตรอก/ซอย.....ถนน.....ตำบล/แขวง.....  
อำเภอ/เขต.....จังหวัด.....โทร.....  
ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม สาขาเครื่องกล ตามพระราชบัญญัติวิชาชีพวิศวกรรม พ.ศ.  
2505 ประเภท.....เลขทะเบียน.....ตั้งแต่.....

ข้าพเจ้าได้ทำการตรวจสอบส่วนประกอบและอุปกรณ์ปั้นจั่นของ.....  
โดย.....เจ้าของ/ผู้จัดการ.....  
ที่อยู่เลขที่.....ตรอก/ซอย.....ถนน.....ตำบล/แขวง.....  
อำเภอ/เขต.....จังหวัด.....โทร.....  
เมื่อวันที่.....ขณะทำการตรวจสอบปั้นจั่นใช้งานอยู่ที่.....

ข้าพเจ้าได้ทำการตรวจสอบปั้นจั่นและอุปกรณ์ตามรายการตรวจสอบที่ระบุไว้ในเอกสาร  
แนบท้ายพร้อมทั้งได้ปรับปรุงแก้ไขส่วนที่ชำรุดหรือบกพร่องจน ใช้งาน ได้ถูกต้องปลอดภัย และขอรับรองว่าปั้นจั่น  
เครื่องนี้สามารถใช้งานได้อย่างปลอดภัย ตามประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยในการทำงาน  
เกี่ยวกับปั้นจั่น

ลงชื่อ.....ลงชื่อ.....  
(.....) (.....)  
วิศวกรผู้ตรวจสอบ.....เจ้าของ/ผู้จัดการ

สำหรับเจ้าหน้าที่

- ผู้ที่จะใช้บันจันได้จะต้องเป็นผู้ที่ได้รับมอบหมายเท่านั้น
- ผู้ควบคุมเครื่องต้องอยู่ในตู้ควบคุม และเตรียมพร้อมตลอดเวลาการทำงาน
- ก่อนที่จะเคลื่อนบันจัน ต้องแน่ใจว่าได้ขอยกยวขึ้นสูงพ้นสิ่งกีดขวางแล้ว
- ห้ามทำให้บันจันชนกัน ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น
- ก่อนที่จะเริ่มใช้ทุกครั้งต้องตรวจสอบอุปกรณ์ต่างๆ เสมอ เช่น เกียร์ ญุญแจ รางวิ่งของก้าน แตร สัญญาณต่างๆ สวิตช์ต่างๆ สายไฟ ฯลฯ เมื่อมีอะไรผิดปกติ ต้องรายงานผู้ควบคุม
- รักษาเครื่องให้สะอาดและหล่อลื่นอยู่เสมอ
- ห้ามผู้ใดขึ้นไปบนตัวบันจัน จนกว่าจะดับสวิตช์ใหญ่แล้วล็อกไว้ และติดป้ายเตือนบนสวิตช์นั้น เมื่อลงมาแล้วก็ควรจะถอดล็อกออกและเอาป้ายออกด้วย
- ทุกครั้งที่มีการซ่อมเครื่อง เมื่อซ่อมเสร็จแล้ว ต้องแน่ใจว่าไม่มีหมุดสลักเกลียวหรือชิ้นส่วนใดๆ ถูกลดออกไป เพื่อมิให้เกิดอันตรายกับเครื่องหรือมีอะไรร่วงหลุดออกมาได้เวลาใช้เครื่อง พวกอุปกรณ์ซ่อมต่างๆ ต้องไม่ทิ้งไว้เกะกะ
- ห้ามพนักงานขึ้นไปอยู่บนของที่ยกหรือขอเกี่ยว
- เมื่อไฟฟ้าดับให้เลื่อนปุ่มบังคับไปที่ตำแหน่งดับเครื่อง
- ตรวจสอบอุปกรณ์ดับเพลิงในห้องควบคุมเครื่องให้อยู่ในสภาพดีเสมอและเมื่อใช้แล้วต้องเติมน้ำยาให้เต็มดังเดิม
- อย่าปล่อยให้ผู้ป่วยหรือผู้ที่มีสุขภาพร่างกายไม่เหมาะสมคุมเครื่อง
- อย่าลากเชือก โซ่ หรือ สายเคเบิลที่ใช้แขวนของกับขอเกี่ยวไปตามพื้นเมื่อปลดของออกแล้ว อย่าเพิ่งเคลื่อนก้านจนกว่าจะหย่อนขอเกี่ยวลงมาให้พนักงานซึ่งทำหน้าที่เกี่ยวขอ ได้แขวนโซ่ หรือสายเหล่านั้นกับขอเกี่ยวเรียบร้อยแล้ว
- ต้องอบรมให้แน่ใจว่า เมื่อใดก็ตามที่ผู้คุมบันจันรู้ว่า จะต้องขนย้ายของที่ไม้ปลอดภัย เขาจะต้องปรึกษากับผู้ควบคุมงานก่อนเสมอ
- เมื่อคนคุมเครื่องออกจากห้องคุมเครื่อง จะต้องแน่ใจว่าได้ปิดสวิตช์ใหญ่แล้ว
- เมื่อจอดรถบันจันเวลาเลิกงานต้องใส่ห้ามล้อไว้ทุกครั้ง หรือมีฉนวนก็ต้องล่ามโซ่ไว้กับราง
- ผู้คุมเครื่องควรจะต้องรู้ว่า ถ้าเครื่องไม่ทำงานตามปกติเขาควรจะต้องบอกผู้ควบคุมงาน การพยายามแก้ไขโดยการลองทำเองอาจทำให้เกิดความเสียหายมากขึ้น
- ทั้งผู้คุมบันจันและผู้ให้สัญญาณจะต้องเข้าใจสัญญาณที่เป็นมาตรฐานให้ต้องแก่ผู้ควบคุมงานควรมอบหมายงานให้คนๆหนึ่งเป็นผู้ให้สัญญาณประจำบันจันแต่ละคัน และให้ผู้คุมเครื่องปฏิบัติตามสัญญาณจากคนผู้นี้เท่านั้น
- พนักงานที่ทำงานอยู่ใกล้บันจันควรอยู่ที่ห่างจากของที่บันจันกำลังยกต้องระมัดระวังตลอดเวลาและต้องคอยดูสัญญาณ เมื่อมีสัญญาณเตือนภัยจะต้องหลบเข้าที่ๆปลอดภัยอย่างรวดเร็ว

## กฎเกี่ยวกับความปลอดภัยในการใช้บันจัน (ต่อ)

- ไม่ใช้บันจันยกวัสดุที่มีน้ำหนักเกินกำลังที่กำหนดไว้ และต้องคิดรวมน้ำหนักของอุปกรณ์ที่ใช้กับการยกด้วยเช่น กว้าน ขอสำหรับเกี่ยวและลวดสลิงควรวัดเขียนพิกัดสูงสุดของน้ำหนักของวัสดุที่บันจันจะยกได้อย่างปลอดภัย ไว้ที่ส่วนหัวของบันจัน ซึ่งผู้ใช้สามารถมองเห็นได้ชัด ขณะที่นั่งคุมเครื่องอยู่
- โช้หรือเชือกของกว้านจะต้องไม่ขมวดหรือบิด และต้องไม่พันรอบวัสดุที่จะยก ใช้ลวดสลิงหรืออุปกรณ์ที่เป็นที่ยอมรับว่าปลอดภัยเท่านั้น สำหรับค่อของที่จะยกกับขอเกี่ยว และต้องระวังไม่ให้ลวดสลิงนี้ไปติดพันกับสิ่งใด
- ต้องผูกของที่จะยกให้แน่น และผูกให้น้ำหนักได้สมดุลก่อนที่จะยก
- เวลาหย่อนขอเกี่ยวลงมาเหนือของที่จะยก ค่อยๆ หย่อนช้าๆ อย่าให้แกว่ง
- ขณะที่กว้านยกขึ้น ต้องคอยระวังดูว่าของที่ยกขึ้นนั้นไม่เคลื่อนเร็วขึ้นหรือช้าลงอย่างฉับพลัน หรือติดขัดอยู่กับสิ่งใดๆ
- ต้องไม่ใช้บันจันออกแรงดึงไปทางด้านข้าง เว้นเสียแต่จะได้รับมอบหมายเป็นพิเศษจากผู้รับผิดชอบ ซึ่งรู้อย่างจะไม่ทำให้เสียการทรงตัวของบันจันหรือส่วนต่างๆ ของบันจันไม่ถูกแรงมากไปจนเกิดความเสียหายได้
- จะต้องไม่มีการกว้านของขึ้น หย่อนของลงหรือการเคลื่อนย้ายใดๆทั้งสิ้น ขณะที่มีคนอยู่ที่ของที่กำลังจะยกหรือที่ขอเกี่ยว
- ไม่ใช้บันจันยกของข้ามศีรษะคน
- เวลาใช้บันจันชนิดที่เป็นรางสำหรับให้กว้านเลื่อน ต้องมีใบตรวจสอบแตรสัญญาณเตือนเมื่อจะเลื่อนราง และเมื่อวัสดุที่ยกหรือขอเกี่ยวเข้าใกล้หรืออยู่เหนือพนักงานอื่นๆ
- ต้องตรวจเบรคของกว้านทุกครั้งที่ยกของหนักเกือบเท่าที่อนุญาตให้ใช้เครื่องยกได้
- ทุกครั้งที่ย่อนของลงมา ต้องให้เหลือเชือกพันอยู่รอบแกนของรอกไม่น้อยกว่า 2 รอบ
- เมื่อใช้บันจัน 2 ตัว หรือมากกว่านั้นยกของขึ้นเดียวกัน ต้องมอบหมายให้คนเพียงคนเดียวที่มีความสามารถและความรับผิดชอบ เป็นผู้คุมงานนี้คนผู้นี้มีหน้าที่พิจารณาสิ่งที่จะต้องทำ และสั่งงาน การวางตำแหน่ง การผูกโยงของและการเคลื่อนย้ายของ
- ผู้คุมบันจันจะต้องอยู่ที่ที่คุมเครื่องตลอดเวลาที่มีของแขวนอยู่กับบันจัน
- ในตู้คุมบันจันจะต้องไม่มีของวางเกะกะ และควรมีเครื่องดับเพลิงอยู่ในนั้น
- ทางขึ้นตู้คุมบันจัน จะต้องเป็นบันไดชนิดที่ติดตั้งอยู่กับที่ และขั้นบันไดมีช่วงห่างกันไม่เกินช่วงละ 12 นิ้ว
- เมื่อเปลี่ยนคนคุมเครื่อง ควรทดสอบสวิทช์ที่ใช้สำหรับกำหนดพิกัดน้ำหนักสูงสุดที่บันจันจะยกได้ โดยทำการทดสอบขณะที่ไม่มี ของบรรทุกอยู่ ถ้าพบว่าสวิทช์นี้ขัดข้องต้องรายงานทันที นอกจากนี้จะต้องไม่ใช้สวิทช์นี้สำหรับควบคุมการทำงานของบันจัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การตรวจสอบบັນจั้น

การตรวจสอบประจำ เช่น รายวันหรือรายเดือนหรือตามที่คุณผลิตเครื่องแนะนำ

- ตรวจสอบอุปกรณ์และชิ้นส่วนควบคุมเครื่องเพื่อหารอยสึก สิ่งสกปรก เช่น น้ำมัน หรือสิ่งอื่นๆ และตรวจสอบเพื่อความปลอดภัย ว่าทำงานปกติหรือไม่
- ตรวจสอบขอเกี่ยวว่าบิดเบี้ยวหรือร้าวหรือไม่ ขอเกี่ยวที่ไม่ควรใช้คือ ขอที่ร้าว หรือปลายขอกางออกไปมากกว่าปกติเกิน 15% หรือบิดเบี้ยวไปจากแนวเดิมเกิน 10 องศา
- ตรวจสอบว่ารอยเชือกที่ใช้ตามที่ผู้ผลิตกำหนดไว้หรือไม่
- ตรวจสอบพวกอุปกรณ์ไฟฟ้าว่า ทำงานตามปกติหรือไม่ เสื่อมสภาพ สกปรก และ เชื่อมวัดต่าง ๆ ว่าขึ้นตำแหน่งถูกต้องหรือไม่

การตรวจสอบเป็นระยะ เช่น เดือน หรือ ปีละครั้ง หรือการตรวจพิเศษตามระยะเวลา  
ที่คุณผลิตเครื่อง แนะนำ

- ตรวจสอบชิ้นส่วนของโครงสร้างของบັນจั้น และขอเกี่ยวว่า บิดเบี้ยว ร้าว หรือขึ้นสนิม ผุกร่อนหรือไม่
- ตรวจสอบว่ามีเกลียวสลักหรือหมุดหลุดหลวมหรือไม่
- ตรวจสอบรอกว่าล้อและเพลาร้าวหรือสึกหรอหรือไม่

## การตรวจสอบบ้านจันใหม่หรือบ้านจันที่ไม่ได้ใช้เป็นเวลานาน

- ก่อนใช้บ้านจันใหม่หรือบ้านจันที่เพิ่งดัดแปลงใหม่ ต้องตรวจสอบโดยวิธีการทั้งหมดที่ใช้กับการตรวจสอบประจำ และการตรวจสอบเป็นระยะดังที่กล่าวแล้วข้างต้น
- บ้านจันที่ไม่ได้ใช้เป็นเวลา 1-6 เดือน ก็ต้องได้รับการตรวจสอบเช่นเดียวกับการตรวจสอบประจำ
- บ้านจันที่ถูกทิ้งไว้เฉยๆ นานกว่า 6 เดือน ก็ต้องได้รับการตรวจสอบอย่างครบถ้วน ทั้งแบบการตรวจสอบประจำและแบบการตรวจสอบเป็นระยะ
- บ้านจันสำรองต้องได้รับการตรวจสอบเช่นเดียวกับการตรวจสอบประจำอย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง
- บ้านจันที่ใช้ในสภาพแวดล้อมไม่ดี ต้องได้รับการตรวจสอบบ่อยยิ่งขึ้น
- ตรวจสอบรอยสีก รอยร้าว หรือ การบิดเบี้ยว ที่เพลา ตลับลูกปืน ประกับเพลา เกียร์ สลัก และอุปกรณ์ชิ้นยึดอื่นๆ
- ตรวจสอบรอยสีกของชิ้นส่วนของเบรคและคลัช เช่น ที่ผ้าเบรคและคลัช ลินสปริง และซีเฟือง
- ตรวจสอบเข็มชี้บอกน้ำหนักบรรทุก, เข็มบอกมุมของเสาบ้านจัน และเข็มวัดต่างๆ ว่าชี้ได้เที่ยงตรงในทุกตำแหน่งหรือไม่
- ตรวจสอบอุปกรณ์เครื่องกำเนิดไฟฟ้า หรือเครื่องขับเคลื่อนบ้านจัน ว่าทำงานผิดปกติหรือไม่ ปลดคัทยหรือไม่ ควรตรวจสอบว่า โซ่ตึงเกินไป หรือ ซีเฟืองที่ใช้กับลูกโซ่สีกหรือไม่
- ตรวจสอบเครื่องบังคับพวงมาลัย ห้ามล้อ และเครื่องลีดต่างๆ ว่าทำงานผิดปกติหรือไม่
- ตรวจสอบยางของรถบ้านจันว่าสึกหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การตรวจสอบเชือกโยงของ

- เชือกที่ใช้โยงของต้องได้รับการตรวจอย่างถี่ถ้วนอย่างน้อยเดือนละครั้ง
- ทำบันทึกเก็บไว้ทุกครั้งที่มีการตรวจสอบ เพื่อพร้อมที่จะเสนอกับหัวหน้าผู้รับผิดชอบความปลอดภัย บันทึกนี้ต้องลงวันที่ที่ตรวจ และรายละเอียดต่างๆ ที่เกี่ยวกับความปลอดภัย เช่น
  - ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางซึ่งเล็กลงจากเดิม
  - การสึกกร่อน ขึ้นสนิมทั้งภายนอกและภายใน
  - รอยต่อมีการสึกกร่อนหรือขาด
  - เส้นลวดพันกันยุ่ง บีบแบน ขาด หรือคลายตัว
  - ฯลฯ
- เชือกปั้นจั่นที่ไม่ได้ใช้งานมานานตั้งแต่ 1 เดือนขึ้นไป จะต้องตรวจดูให้ถี่ถ้วนนำไปใช้งานอีกโดยผู้ที่ได้รับมอบหมาย เพื่อตรวจดูว่ามีการเสื่อมสภาพของเชือกนั้น รายงานนี้ต้องเก็บไว้พร้อมที่จะนำเสนอให้หัวหน้าผู้รับผิดชอบตรวจ ถ้าจะนำเชือกที่ตรวจแล้วไปใช้งานต่อ ก็ต้องมีคำรับรองของผู้ตรวจด้วย
- เชือกที่ถูกจำกัดความยาวในการใช้อาจจะสึกหรือขาดตรงส่วนที่ติดกับแกนของล้อในลูกกรอกตรงที่จำกัดความยาวของเชือกนั้น หรือตรงแท่นที่รับน้ำหนัก การตรวจสอบเชือกที่บริเวณดังกล่าว และเชือกส่วนที่ไม่ได้เลื่อนออกมาจากคว้าน จะต้องทำด้วยความระมัดระวังเป็นพิเศษ

## บรรณานุกรม

- ศิริวัฒน์ ไชยชนะ,ผู้ช่วยศาสตราจารย์,วิเคราะห์โครงสร้าง,(พิมพ์ครั้งที่ 1)กรุงเทพฯ,2535
- อำนาจ พานิชกุล,สมนึก กุลประภา และ วินิต ช่อวิเชียร,การวิเคราะห์โครงสร้าง,(พิมพ์ครั้งที่ 6) กรุงเทพฯ,2535
- วัฒนา ธรรมมงคล,อำนาจ พานิชกุล และ วินิต ช่อวิเชียร,กำลังวัสดุ,(พิมพ์ครั้งที่ 4)กรุงเทพฯ, 2527
- สนั่น เจริญเผ่า และ วินิต ช่อวิเชียร,คอนกรีตเสริมเหล็ก,(พิมพ์ครั้งที่ 7)กรุงเทพฯ,2530
- สมศักดิ์ คำปลิว,การออกแบบอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก,(พิมพ์ครั้งที่ 1)กรุงเทพฯ,2521
- สนั่น เจริญเผ่า และ วินิต ช่อวิเชียร,การออกแบบโครงสร้างไม้และโครงสร้างเหล็ก,(พิมพ์ครั้งที่ 7),กรุงเทพฯ,2530
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช,เครื่องจักรกลและอุปกรณ์การก่อสร้าง,(พิมพ์ครั้งที่ 3) กรุงเทพฯ,2534

