การออกแบบโครงสร้างและประมาณราคาอาคารปฏิบัติการ

วิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและวิศวกรรมเคมี

Structural Design and Estimating Construction Cost of

Environmental Engineering and Chemical Engineering Laboratory

นายครองบุญ ใจงาม

นายคุภณัฐ จันทร์เกษม

นายแผ่พงษ์ เหมือนแผ่

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 14 ก.ค. 2553
เลขทะเบียน 5076090 e2
เลขเรียกหนังสือ มส. ศ1ว9ก
มหาวิทยาลัยนเรศวร 2552

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2552

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรมโยธา

ชื่อหัวข้อโครงงาน การออกแบบและประมาณราคาอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม และวิศวกรรมเคมี

ผู้ดำเนินโครงงาน	นายครองบุญ ใจงาม	รหัสนิสิต	49360143
	นายศุภณัฐ จันทร์เกษม	รหัสนิสิต	49362086
	นายเผ่าพงษ์ เหมือนเผ่า	รหัสนิสิต	49362994

ที่ปรึกษาโครงงาน ดร. กำพล ทรัพย์สมบูรณ์

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2552

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

คณะกรรมการการสอบโครงงานวิศวกรรมโยธา

.....ประธานกรรมการ
(ดร. กำพล ทรัพย์สมบูรณ์)

.....กรรมการ
(ผศ.ดร.สสิกรณ์ เหลืองวิชชเจริญ)

.....กรรมการ
(รศ.ดร.สมบัติ ชื่นชูกลิ่น)

.....หัวหน้าภาควิชา
(ดร.กำพล ทรัพย์สมบูรณ์)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การออกแบบและประมาณราคาอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและวิศวกรรมเคมี		
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายครองบุญ ใจงาม	รหัสนิสิต	49360143
	นายศุภณัฐ จันทร์เกษม	รหัสนิสิต	49362086
	นายเผ่าพงษ์ เหมือนเผ่า	รหัสนิสิต	49362994
ที่ปรึกษาโครงงาน	ดร. กำพล ทรัพย์สมบูรณ์		
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา		
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร		
ปีการศึกษา	2552		

บทคัดย่อ

โครงงานนี้ได้ทำการออกแบบและการประมาณราคาโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม และวิศวกรรมเคมี โดยทำการสำรวจข้อมูลพื้นฐานจากผู้ที่เกี่ยวข้อง เช่น ความต้องการใช้อาคารและพื้นที่ จึงดำเนินการออกแบบทางสถาปัตยกรรม โครงสร้าง และทำการประมาณราคาอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและวิศวกรรมเคมี

โครงงานนี้มีประโยชน์ แก่มหาวิทยาลัยนเรศวรในการวางแผนเรื่องงบประมาณสำหรับการดำเนินการในลักษณะดังกล่าว และช่วยพัฒนาทักษะด้านการออกแบบโครงสร้าง และการประมาณราคาให้กับนิสิตสาขาวิศวกรรม

Project title	Structural Design and Estimating Construction Cost of Environmental Engineering and Chemical Engineering Laboratory		
Name	Mr.Khrongbun	Jai-ngam	ID. 49360143
	Mr.Suppanat	Chankasem	ID. 49362086
	Mr.Phaowpong	Meanphaow	ID. 49362994
Project advisor	Dr.Kumpon	Subsomboon	
Major	Civil Engineering		
Department	Civil Engineering		
Academic year	2009		

Abstract

The purposes of this project were to design the structure and to estimate the cost of an Environmental Engineering and Chemical Engineering Laboratory building. After a survey of primary data such as needs for the use of building space. Architectural and structural works were designed and the construction costs of building were estimated. Results of this project including architectural and structural drawings, Bill of quantity (B.O.Q), and estimating of construction cost can be used for planning the project at Naresuan University, as well as skills in structural design and cost estimation for engineering graduates.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ลุล่วงด้วยดี เพราะได้รับความกรุณาจากท่าน ดร.กำพล ทรัพย์สมบูรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ที่กรุณาให้คำแนะนำรายงานโครงงานนี้ให้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี กลุ่มผู้เขียนรู้สำนึกในความกรุณา และขอขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูง ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ วรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น ที่ได้ให้ความกรุณาในการวางผังห้อง ขนาด และ การใช้งานของห้อง

ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ ผศ.ดร.สสิกรณ์ เหลืองวิชชเจริญ ที่ได้ให้ความกรุณาในการให้คำปรึกษาวิธีการคำนวณโครงสร้าง

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และพี่น้อง ที่ให้การสนับสนุนในเรื่องของการศึกษา

คณะผู้ดำเนินโครงงานวิศวกรรม
นายครองบุญ ใจงาม
นายศุภณัฐ จันทร์เกษม
นายเผ่าพงษ์ เหมือนเผ่า
มีนาคม 2553

สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองปริญญานิพนธ์	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.6 แผนการดำเนินงาน	3
1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน	4
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 การออกแบบทางสถาปัตยกรรม	5
2.2 การออกแบบโครงสร้าง	6
2.3 การประมาณราคา	9
บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงงาน	14
3.1 วัตถุประสงค์ของโครงการ	14
3.2 ขั้นตอนการทำโครงการ	14
3.3 งานออกแบบทางสถาปัตยกรรม	15
3.4 งานออกแบบโครงสร้าง	19

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์	28
4.1 ภาพอาคารปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมและเคมี 3 มิติ (3D)	29
4.2 แบบDrawing (Auto Cad) งานสถาปัตยกรรมและงานโครงสร้าง	31
4.3 รายการคำนวณแผ่นพื้น คาน เสา ฐานราก หลังคา	61
4.4 งานประมาณราคา	101
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	105
5.1 สรุปผล	105
5.2 ข้อเสนอแนะ	105
เอกสารอ้างอิง	106

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ตารางตัวอย่างคำนวณแผ่นพื้น	19
3.2 ตารางตัวอย่างคำนวณหลังคา	22
3.3 ตารางตัวอย่างคำนวณแรงตามแกนฐานราก	26

มหาวิทยาลัยนเรศวร

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 รูปกรณีแผ่นพื้นสองทาง	6
3.1 รูปแปลนชั้น1	15
3.2 รูปแปลนชั้น2	16
3.3 รูปด้าน1	17
3.4 รูปด้าน2	17
3.5 รูปด้าน3 (ด้านหน้า)	18
3.6 รูปด้าน4 (ด้านหลัง)	18
4.1 ภาพ 3มิติ อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและเคมี	29

บทที่ 1

บทนำ

จากการศึกษาคณะผู้จัดทำได้ไปสำรวจหาพื้นที่ที่จะใช้ในการก่อสร้าง ซึ่งจากนั้นจึงได้ออกแบบทางสถาปนิกและทางวิศวกรรมให้สอดคล้องกับพื้นที่ให้เหมาะสม และได้ทำการประมาณราคาการก่อสร้างและวัสดุเพื่อที่จะได้เป็นประโยชน์ต่อในภายภาคหน้า

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

โครงงานครั้งนี้มีที่มา เนื่องจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้เปิดสาขาวิชาใหม่ อันได้แก่วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม และ วิศวกรรมเคมี ซึ่งแต่ละสาขาวิชามีความต้องการใช้อาคารปฏิบัติการเพื่อทำการทดลองเพื่อให้เกิดความรู้ และรองรับให้แก่นิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่แต่ละปีจะมีจำนวนเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก อีกทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการของแต่ละสาขาวิชานั้นย่อมแตกต่างกันออกไป เพื่อที่จะเป็นประโยชน์แก่มหาวิทยาลัย และคณะวิศวกรรมศาสตร์ ทางคณะผู้จัดทำจึงได้เข้าไปศึกษาพื้นที่ที่จะใช้สอยได้เพื่อการออกแบบ และประมาณราคาในการก่อสร้างครั้งนี้ โดยเป็นการนำความรู้ที่ได้เรียนมาใช้ และเพื่อเป็นข้อมูลสำคัญในอนาคตอันใกล้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

- ออกแบบโครงสร้างอาคารปฏิบัติการสาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและเคมี
- ประมาณราคาของอาคารปฏิบัติการสาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและเคมี
- เพื่อนำความรู้ที่ได้เรียนมาเกี่ยวกับการออกแบบมาประยุกต์ใช้ได้จริง
- เพื่อศึกษาการทำงานที่เป็นกระบวนการซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการทำงานจริงในอนาคต

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- เพื่อให้การออกแบบที่ได้ใช้ในการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการคณะวิศวกรรมศาสตร์ที่จะเกิดขึ้นจริงในอนาคต
- เพื่อนำความรู้ที่ได้เรียนมาในการออกแบบ มาปรับใช้ในความเป็นจริงได้
- เพื่อนำราคาที่ประมาณได้จากการออกแบบ กำหนดราคาที่จะใช้จ่ายในการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการคณะวิศวกรรม

1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน

- สำรวจพื้นที่ที่ต้องการใช้ในการก่อสร้าง เพื่อให้สอดคล้องกับการออกแบบอาคารปฏิบัติการ
- ออกแบบอาคารปฏิบัติการ ในด้านสถาปัตยกรรม
- ออกแบบโครงสร้างอาคารปฏิบัติการสาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและเคมี
- ประมาณราคาอาคารปฏิบัติการสาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและเคมี

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

- ตรวจสอบสภาพพื้นที่จริง ที่เราจะสร้างอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและวิศวกรรมเคมี
- สอบถามอาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและวิศวกรรมเคมี ว่ามีความต้องการที่จะใช้ห้องปฏิบัติการอะไรบ้าง พร้อมสอบถามพื้นที่ห้องที่ต้องการ
- ทำการออกแบบอาคารปฏิบัติการให้ได้ตามพื้นที่จริงที่มีอยู่ พร้อมออกแบบให้ดูมีความเป็นสมัยใหม่ โดยทำการปรึกษาสถาปนิก ปรึกษาอาจารย์ผู้ดูแลโครงการ อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม และวิศวกรรมเคมี ในการออกแบบและวางผังห้องของอาคารปฏิบัติการ
- เมื่อทำการออกแบบและจัดวางพื้นที่ได้ตามที่ต้องการแล้วจึงคำนวณตามทฤษฎี
- ประมาณราคาอาคารปฏิบัติการสาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและเคมี โดยใช้ราคากลางวัสดุอ้างอิง

1.6 แผนการดำเนินงาน

เดือน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม	กุมภาพันธ์
1. การนำเสนอโครงงาน					
2. ตรวจดูสถานที่ทำโครงงาน					
3. ติดต่อข้อมูลจากบุคลากรที่เกี่ยวข้อง					
4. ออกแบบทางสถาปัตยกรรม, วิศวกรรม ,สุขาภิบาล					
5. คำนวณ					
6. เขียนโครงการ					

1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน

- ค่าวัสดุ	500	บาท
- ค่าเดินทาง	600	บาท
- ค่าทำรูปเล่มโครงงาน	1,000	บาท
- ค่าถ่ายเอกสาร	200	บาท
- ค่าปริ้น Auto Cad	300	บาท
- ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	400	บาท
รวมค่าใช้จ่าย	3,000	บาท (สามพันบาทถ้วน)

หมายเหตุ ถัวเฉลี่ยทุกรายการ

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

2.1 การออกแบบทางสถาปัตยกรรม

การออกแบบทางสถาปัตยกรรมนี้ เราจะกล่าวถึงความต้องการการใช้พื้นที่ของสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและวิศวกรรมเคมี

จากการสำรวจพื้นที่ที่ต้องการจะก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและเคมีได้พื้นที่ที่สำรวจ20x37เมตร นอกจากนั้นเรายังสำรวจความต้องการใช้ห้องของวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและวิศวกรรมเคมีโดยจากการสอบถามอาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมท่านอาจารย์วรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น และเคมี ท่านอาจารย์ ดร.นพวรรณ โม้ทอง ได้ความต้องการใช้ห้องและพื้นที่ห้องที่ต้องการดังนี้

วิศวกรรมเคมีมีความต้องการใช้ห้องจำนวน 3 ห้อง

1) ห้องปฏิบัติการเคมี 1 ขนาดพื้นที่ห้อง 6x8 เมตร ใช้เป็นห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ
2) ห้องปฏิบัติการเคมี 2 ขนาดพื้นที่ห้อง 6x6 เมตร ใช้เป็นห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ
3) ห้องปฏิบัติการเคมี 3 ขนาดพื้นที่ห้อง 6x8 เมตร ใช้เป็นห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ

วิศวกรรมสิ่งแวดล้อมมีความต้องการใช้ห้องจำนวน 12 ห้อง

1) ห้องปฏิบัติการ โลหะหนัก ขนาด4x5เมตร และในตัวห้องมีแบ่งอีก1ห้องเป็นห้องเก็บถังแก๊ส
2) ห้องปฏิบัติการเครื่องมือพิเศษ ขนาด4x5เมตร และในตัวห้องมีแบ่งอีก1ห้องเป็นห้องเก็บถังแก๊ส
3) ห้องเก็บสารอันตราย1และ2 ขนาด2x4เมตร จำนวน2ห้องติดกัน ใช้เพื่อเก็บสารเคมีอันตราย
4) ห้องวางแบบจำลอง ขนาด8x8เมตร ใช้วางแบบจำลองในการศึกษาของสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
5) ห้องปฏิบัติการขยะ ขนาด6x8เมตร ใช้ในการปฏิบัติการการเผาขยะ
6) ห้องปฏิบัติการน้ำเสีย ขนาด6x8.5เมตร ใช้เป็นห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ
7) ห้องปฏิบัติการน้ำดี ขนาด8x8.5เมตร ใช้เป็นห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ
8) ห้องปฏิบัติการปรับอากาศ ขนาด4x8.5เมตร ใช้ในการทดลองปฏิบัติการอากาศ
9) ห้องเก็บเครื่องแก้วและสารเคมี ขนาด6x6 ใช้เก็บอุปกรณ์กาดทดลอง
10) ห้องชีววิทยา ขนาด6x8เมตร เป็นห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ
11) ห้องพักอาจารย์และนักวิจัย1 ขนาด6.8x10.5เมตร

12) ห้องพักอาจารย์และนักวิจัย2 ขนาด6x6.8เมตร

นอกจากความต้องการใช้ห้องของวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและเคมีแล้วยังมีห้องน้ำชายและห้องน้ำหญิงอีก โดยแบ่งดังนี้

ชั้นที่1 ห้องน้ำชาย1ห้อง ห้องน้ำหญิง1ห้อง ขนาดห้องล่ะ4x6เมตร

ชั้นที่2 ห้องน้ำชาย1ห้อง ห้องน้ำหญิง1ห้อง ขนาดห้องล่ะ4x6เมตร

2.2 การออกแบบโครงสร้างอาคาร

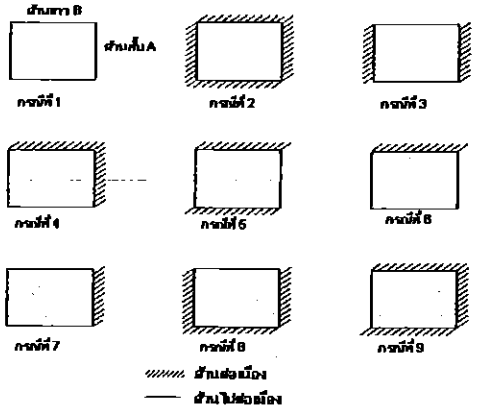
2.2.1 งานคอนกรีตเสริมเหล็ก

2.2.1.1 แผ่นพื้น (Slab)

แผ่นพื้นมีทั้งสองแบบคือแผ่นพื้นทางเดียว (One-way Slabs) และแผ่นพื้นสองทาง (Two-way Slabs) โดยมีการแบ่งแยกกันดังนี้ หากแผ่นพื้นที่มีอัตราส่วนด้านยาวต่อด้านสั้นมากกว่าสอง หรือ ด้านสั้นต่อด้านยาวน้อยกว่า0.5 จะเป็นแผ่นพื้นทางเดียว นั้นจึงทำให้แผ่นพื้นทางเดียวมีสภาพคล้ายคาน และตามกฎ ว.ส.ท. 4500 กำหนดกรณีความหนาต่ำสุดที่ไม่ต้องตรวจสอบระยะโก่งตัวดังนี้

กรณี	ความหนาต่ำสุด
ไม่ต่อเนื่อง2ด้าน	1 / 20
ต่อเนื่อง1ด้าน	1 / 24
ต่อเนื่อง2ด้าน	1 / 28
ปลายยื่น	1 / 10

ส่วนแผ่นพื้นสองทาง คือ แผ่นพื้นที่มีอัตราส่วนด้านยาวต่อด้านสั้นไม่เกิน2 หรือเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสก็ได้ ความหนาต่ำสุดของแผ่นพื้นสองทางหาได้จาก ความยาวเส้นรอบรูปหารด้วย180 หรือมีความหนา8เซนติเมตร ตามกฎ ว.ส.ท. ก.9102 (วิธีที่3) มีกรณีแผ่นพื้นสองทางทั้งหมดดังรูป



รูปกรณีแผ่นพื้นสองทาง วิธีที่3 (รูปโดย รศ.ดร สถาพร โภคา)

ส่วนในโครงสร้างอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและวิศวกรรมเคมี ได้ออกแบบให้แผ่นพื้นมีความหนา 0.15เซนติเมตรและ 0.20เซนติเมตร

2.2.1.2 คาน (Beam)

เป็นส่วนที่รับน้ำหนักจากแผ่นพื้นและกำแพง เพื่อทำการถ่ายแรงลงเสา โดยปกติแล้วคอนกรีตจะหดตัวเพิ่มขึ้นตามเวลาภายใต้แรงอัดที่คงที่ เรียกว่าการคืบ(Creep) ดังนั้นเหล็กเสริมต้านทานแรงอัดจะหดตัวตามคอนกรีตซึ่งอยู่โดยรอบ ในทางปฏิบัติ คานจะเสริมเหล็กต้านทานแรงอัดต่อเมื่อหน้าตัดคานมีโมเมนต์ต้านทานน้อยกว่าโมเมนต์ดัดที่กระทำต่อหน้าตัดคาน (M_R<M) นั้นเอง

ส่วนขนาดของคานนั้น โดยทั่วไปจะนิยมออกแบบความลึกของคานตามความยาวของช่วงในอัตราส่วน 1/10 เช่น ความยาวช่วงคาน 6 เมตร จะใช้ความลึกของคานเท่ากับ 0.60 เมตร และความยาวช่วงคาน 4 เมตร จะใช้ความลึกของคานเท่ากับ 0.40 เมตร

ในโครงสร้างอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและเคมีนี้ ได้มีการออกแบบคานไว้จำนวนทั้งหมด 4 แบบ ดังนี้

(1) คาน Be1 หน้าตัด 30x60 เซนติเมตร มีการเสริมเหล็กต้านแรงอัด 2-DB12 ส่วนเหล็กต้านทานแรงดึงมีการเสริมเหล็ก 4-DB20

(2) คาน Be2 หน้าตัด 30x60 เซนติเมตร มีการเสริมเหล็กต้านแรงอัด 2-DB12 ส่วนเหล็กต้านทานแรงดึงมีการเสริมเหล็ก 2-DB20

(3) คาน Be3 หน้าตัด 30x60 เซนติเมตร มีการเสริมเหล็กต้านแรงอัด 2-DB12 ส่วนเหล็กต้านทานแรงดึงมีการเสริมเหล็ก 3-DB20

(4) คาน Be4 หน้าตัด 30x60 เซนติเมตร มีการเสริมเหล็กต้านแรงอัด 2-DB12 ส่วนเหล็กต้านทานแรงดึงมีการเสริมเหล็ก 2-DB16

(5) คาน Be5 หน้าตัด 20x40 เซนติเมตร มีการเสริมเหล็กต้านแรงอัด 2-DB12 ส่วนเหล็กต้านทานแรงดึงมีการเสริมเหล็ก 2-DB12

2.2.1.3 เสา (Column)

เป็นส่วนที่รับแรงอัดตามแนวแกน(Axial compression) เป็นหลัก และยังสามารถต้านทานแรงเฉือน หรือโมเมนต์ดัดได้ ส่วนแรงดึงนั้นในทางปฏิบัติเราจะไม่นิยมออกแบบเสาให้ต้านทานแรงดึง และพฤติกรรมอย่างหนึ่งของเสาที่สำคัญคือ การโก่งเดาะ (Buckling) ซึ่งจะทำให้การต้านทานแรงต่างๆลดลง การโก่งเดาะขึ้นอยู่กับ 3 ปัจจัยคือ แรงภายนอก มิติของเสา และสภาพยึดรั้งที่ปลายของเสา

ในโครงสร้างอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและวิศวกรรมเคมีได้ออกแบบไว้ขนาดเดียวทั้งอาคาร คือ เสาปลอกเดี่ยว หน้าตัด 30x30 เซนติเมตร โดยตรวจสอบแรงอัดตามแนวแกนจากสูตร P = 0.85 * Ag * (0.25 * fc' + 0.40 * fy * Pg) และตามกฎ ว.ส.ท. 4800 ระบุไว้ว่าเหล็กเสริมต้องไม่ต่ำกว่า 4 เส้น หน้าตัดเหล็กต้องไม่ต่ำกว่า 12 มิลลิเมตร

2.2.1.4 ฐานราก (Footing)

ฐานราก หมายถึง เป็นส่วนที่รองรับน้ำหนักองค์อาคารอื่นๆ แรงต่างๆ และน้ำหนักของตัวมันเอง เพื่อถ่ายแรงไปยังเสาเข็ม หรือส่วนที่รองรับอื่นๆ

ในโครงสร้างเราออกแบบใช้ฐานรากแผ่ ซึ่งหมายถึง ฐานรากที่ไม่ใช้เสาเข็ม แต่ใช้ขนาดของฐานราก(ความกว้างและความยาว)เป็นตัวถ่ายเทน้ำหนักลงสู่ชั้นดินหรือหินที่รองรับฐานราก ดังนั้นฐานรากแผ่ต้องมีพื้นที่มากพอที่จะทำให้หน่วยแรงปฏิกิริยาใต้ฐานรากไม่เกินกว่าแรงแบกทานของดินหรือหินที่รองรับฐานราก และข้อสำคัญอีกอย่างคือฐานรากจะต้องมีความหนาเพียงพอที่จะต้านทานแรงเฉือนซึ่งเกิดจากน้ำหนักที่จะไม่ทำให้ฐานรากนั้นขาดหรือเจาะทะลุ ส่วนขนาดฐานรากในโครงสร้างอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและวิศวกรรมเคมีมีขนาด 2.8x2.8x0.45 เมตร วางลึกลงไปจากระดับดินเดิม 1.5 เมตร ว.ส.ท. 7302 กำหนดสมมติฐานสำหรับออกแบบฐานรากคอนกรีตเสริมเหล็กดังนี้

2.2.1.4.1 ในกรณีฐานรากรับน้ำหนักร่วมศูนย์ และองค์อาคารที่เกี่ยวข้องมิได้ถ่ายโมเมนต์ลงบนฐานรากแล้ว อาจคำนวณหาโมเมนต์และแรงเฉือนได้จากแรงด้านใต้ฐานราก โดยเสมือนว่าแรงด้านนี้แผ่กระจายสม่ำเสมอทั่วพื้นที่ฐานหรือเสาเข็มแต่ละต้น

2.2.1.4.2 ในกรณีที่ฐานรากรับน้ำหนักเฉศูนย์ หรือองค์อาคารที่เกี่ยวข้องถ่ายโมเมนต์ลงฐาน ต้องคิดผลอันเกิดจากความสม่ำเสมอของแรงด้านใต้ฐาน และระยะเฉศูนย์ของน้ำหนักบรรทุกด้วย

กำลังแบกทานของดินกรณีไม่ทราบค่าจาก เวปไซต์ www.TUM CIVIL.com

1.ดินอ่อนหรือถมไว้แน่นเต็มที่ 2 T/m^2

2.ดินปานกลางหรือทรายร่วน 5 T/m^2

3.ดินแน่นหรือทรายแน่น 10 T/m^2

4.กรวดหรือดินดาน 25 T/m^2

5.หินดินดาน 25 T/m^2

6.หินปูนหรือหินทราย 30 T/m^2

7.หินอัคนีที่ยังไม่แปรสภาพ 100 T/m^2

2.2.2 งานโครงเหล็ก

2.2.2.1 หลังคา (Roof)

หลังคา หมายถึง ส่วนประกอบที่คลุมอาคารเพื่อให้เกิดพื้นที่ใช้สอย ป้องกันความร้อน ป้องกันฝน ในโครงหลังคาได้ออกแบบให้เป็นโครงเหล็ก มีความลาดชันด้านข้างเพื่อให้เกิดการลาดเทน้ำ และใช้แผ่นเหล็กผับขึ้นรูปสำเร็จ (Metal Sheet) ซึ่งมีน้ำหนักเบาเป็นส่วนคลุมโครงหลังคา และใต้หลังคาติดฉนวนกันความร้อน ส่วนฝ้าเพดานภายในใช้ยิปซัมบอร์ดขนาด 1.2x2.4 เมตร หนา 9 มิลลิเมตร ชนิดธรรมดา ส่วนฝ้าเพดานห้องน้ำใช้ยิปซัมบอร์ดขนาด 1.2x2.4 เมตร หนา 9 มิลลิเมตร ชนิดทนชื้น

โครงหลังคา ใช้เหล็กฉาก (Angle) มาประกบกันเพื่อเพิ่มความสามารถในการรับแรงและใช้การเชื่อม (Weld) ต่อกันในการเชื่อมต่อของข้อต่อโครงเหล็ก โดยใช้เหล็กฉากขนาด 40x40x4 มิลลิเมตรในส่วนล่าง ส่วนบน และส่วนค้ำยันของโครงหลังคา แล้วยังมีโครงเหล็กขนาดเล็กเชื่อมต่อกับโครงเหล็กขนาดใหญ่เชื่อมต่อกันเป็นแถวเพื่อค้ำยันด้านข้าง

2.3 การประมาณราคาอาคาร

การประมาณราคา โดยคำนวณหาราคาของอาคาร โดยใช้ราคากลางวัสดุและค่าแรง คิดราคาเป็นบาทต่อพื้นที่ แต่เราต้องทำการหาพื้นที่ส่วนที่เราจะใช้วัสดุนั้นออกมาก่อน จึงจะสามารถคำนวณหาราคาของส่วนนั้นๆได้

อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและเคมี ได้มีขนาดพื้นที่การใช้วัสดุต่างๆในการตกแต่ง และพื้นที่คอนกรีตเสริมเหล็ก ดังตารางต่อไปนี้

ปริมาณพื้น

รายการ	กว้าง(m)	ยาว(m)	พื้นที่(m^2)	วัสดุ	ช่องเปิด(m^2)	ปริมาณ(m^2)
ปฏิบัติการโลหะหนัก	4.000	5.000	20.000	พื้นคอนกรีตผิวขัดเรียบ มัน : (ห้องเรียน)	-	20.000
เครื่องมือพิเศษ	4.000	5.000	20.000	พื้นคอนกรีตผิวขัดเรียบ มัน : (ห้องเรียน)	-	20.000
เก็บสารอันตราย	2.000	8.000	16.000	พื้นคอนกรีตผิวขัดเรียบ มัน : (ห้องเรียน)	-	16.000
ห้องน้ำชาย1	4.000	6.000	24.000	พื้นปูกระเบื้องเซรามิคขนาด 8" x 8" ชนิดไม่ลื่น : (ห้องน้ำ)	-	24.000
ห้องน้ำหญิง1	4.000	6.000	24.000	พื้นปูกระเบื้องเซรามิคขนาด 8" x 8" ชนิดไม่ลื่น : (ห้องน้ำ)	-	24.000
ห้องวางแบบจำลอง	8.000	8.000	64.000	พื้นคอนกรีตผิวขัดเรียบ มัน : (ห้องเรียน)	-	64.000
ห้องเคมี1	8.000	6.000	48.000	พื้นคอนกรีตผิวขัดเรียบ มัน : (ห้องเรียน)	-	48.000
ห้องเคมี2	6.000	6.000	36.000	พื้นคอนกรีตผิวขัดเรียบ มัน : (ห้องเรียน)	-	36.000
ห้องปฏิบัติการน้ำเสีย	8.500	6.000	51.000	พื้นคอนกรีตผิวขัดเรียบ มัน : (ห้องเรียน)	-	51.000
ห้องปฏิบัติการน้ำดี	8.500	8.000	68.000	พื้นคอนกรีตผิวขัดเรียบ มัน : (ห้องเรียน)	-	68.000
ปฏิบัติการปรับอากาศ	8.500	4.000	34.000	พื้นคอนกรีตผิวขัดเรียบ มัน : (ห้องเรียน)	-	34.000
ห้องเคมี3	8.500	6.000	51.000	พื้นคอนกรีตผิวขัดเรียบ มัน : (ห้องเรียน)	-	51.000
ห้องพักอาจารย์+นักวิท	16.500	7.000	115.500	พื้นคอนกรีตผิวขัดเรียบ มัน : (ห้องเรียน)	-	115.500
ทางเดิน1			71.000	พื้นคอนกรีตผิวขัดเรียบ มัน : (ห้องเรียน)	-	71.000
ห้องน้ำชาย2	4.000	6.000	24.000	พื้นปูกระเบื้องเซรามิคขนาด 8" x 8" ชนิดไม่ลื่น : (ห้องน้ำ)	-	24.000
ห้องน้ำหญิง2	4.000	6.000	24.000	พื้นปูกระเบื้องเซรามิคขนาด 8" x 8" ชนิดไม่ลื่น : (ห้องน้ำ)	-	24.000
ทางเดิน2			52.000	พื้นคอนกรีตผิวขัดเรียบ มัน : (ห้องเรียน)	-	52.000
ห้องปฏิบัติการชยะ	6.000	8.000	48.000	พื้นคอนกรีตผิวขัดเรียบ มัน : (ห้องเรียน)	-	48.000
ห้องเก็บสารเคมี+แก้ว	6.000	6.000	36.000	พื้นคอนกรีตผิวขัดเรียบ มัน : (ห้องเรียน)	-	36.000
โถงอเนกประสงค์	20.000	9.000	180.000	พื้นคอนกรีตผิวขัดเรียบ มัน	-	180.000
ทางเดินเชื่อมใส	2.00	26.00	52	พื้นคอนกรีตผิวขัดเรียบ มัน	-	52.000
ทางเดินเชื่อมใส	3.00	10.00	30	พื้นคอนกรีตผิวขัดเรียบ มัน	-	30.000
						1088.500

ประตู-หน้าต่าง					
รายการ	กว้าง(m)	ยาว(m)	พื้นที่(m^2)	วัสดุ	ปริมาณ(ชุด)
ประตู					
D1	2.30	2.20	5.06	ประตูกระจกบานเปิด 2 บาน กรอบอลูมิเนียม ครบชุด	16
D2	2.00	2.20	4.40	ประตูกระจกบานเปิด 2 บาน กรอบอลูมิเนียม ครบชุด	5
D3	1.00	2.00	2.00	ประตูไม้บานเปิด ครบชุด	5
หน้าต่าง					
W1	1.50	1.50	2.25	หน้าต่างกระจกบานกระทุ้ง กรอบอลูมิเนียม ครบชุด	49
W2	3.00	1.00	3.00	หน้าต่างกระจกบานเปิด กรอบอลูมิเนียม ครบชุด	6
W3	0.70	3.00	2.10	กระจกบานซ้อน กรอบอลูมิเนียม ครบชุด	6
W4	0.70	3.00	2.10	กระจกใส กรอบอลูมิเนียม ครบชุด	2
W5	0.70	1.50	1.05	กระจกบานซ้อน กรอบอลูมิเนียม ครบชุด	2
สุขภัณฑ์					
ชักโครก					20
โถปัสสาวะ					10
อ่างล้างหน้า					20

ปริมาณงานผนัง

รายการ	ส่วนรอบรูป(m	สูง(m)	พื้นที่(m²)	วัสดุ	ช่องเปิด=พ.ท.ประตู+พ.ท.		ปริมาณ(m²)
ก่ออิฐมอญครึ่งแผ่น							
ห้องปฏิบัติโลหะหนัก	17.00	3.5	59.5	อิฐมอญ			
ห้องเครื่องมือพิเศษ	17.00	3.5	59.5	อิฐมอญ			
ห้องเก็บสารอันตราย	20.00	3.5	70	อิฐมอญ			
ห้องน้ำ ชาย	16.00	3.5	56	อิฐมอญ	ประตู		
ห้องน้ำ หญิง	10.00	3.5	35	อิฐมอญ	D1=16x5.06	80.96	
ห้องวางแบบจำลอง	24.00	3.5	84	อิฐมอญ	D2=5x4.40	22	
ห้องปฏิบัติการขยะ	14.00	3.5	49	อิฐมอญ	D3=5x2.00	10	
โถงอเนคประสงค์	11.00	0.45	4.95	อิฐมอญ	หน้าต่าง		
ห้องเคมี1	20.00	3.5	70	อิฐมอญ	W1=31x2.25	69.75	
ห้องเคมี2	12.00	3.5	42	อิฐมอญ	W2=6x3.00	18.00	
ห้องปฏิบัติการน้ำเสีย	31.00	3.5	108.5	อิฐมอญ	W3=2x2.10	4.20	
ห้องปฏิบัติการน้ำดี	25.00	3.5	87.5	อิฐมอญ	W4=2x2.10	4.20	
ห้องปฏิบัติการอากาศ	16.50	3.5	57.75	อิฐมอญ	W5=2x1.05	1.05	
ห้องเคมี 3	20.50	3.5	71.75	อิฐมอญ			
ห้องเก็บเครื่องแก้วและสารเคมี	18.00	3.5	63	อิฐมอญ			
ห้องพักนักวิจัยและอาจารย์	30.50	3.5	106.75	อิฐมอญ			
ห้องชีววิทยา	20.00	3.5	70	อิฐมอญ			
ห้องน้ำชาย	16.00	3.5	56	อิฐมอญ			
ห้องน้ำหญิง	10.00	3.5	35	อิฐมอญ			
รวม			1186.2			210.16	976.04
ก่ออิฐมอญเต็มแผ่น							
ชั้น1							
ห้องน้ำ ชาย	4.00	3.5	14	อิฐมอญ			
ห้องน้ำ หญิง	4.00	3.5	14	อิฐมอญ			
ห้องปฏิบัติการขยะ	8.00	3.5	28	อิฐมอญ	ประตู		
บันได	4.00	3.5	14	อิฐมอญ	D1=35x5.06	177.1	
ห้องเคมี2	6.00	3.5	21	อิฐมอญ	D2=0x4.40	0	
โถงอเนคประสงค์	12.00	3.5	42	อิฐมอญ	D3=2x2.00	4	
ชั้น2				อิฐมอญ	หน้าต่าง		
ห้องน้ำ ชาย	4.00	6.8	27.2	อิฐมอญ	W1=18x2.25	40.5	
ห้องน้ำ หญิง	4.00	6.8	27.2	อิฐมอญ	W2=0x3.00	0	
ห้องชีววิทยา	8.00	6.8	54.4	อิฐมอญ	W3=4x2.10	8.4	
บันได	4.00	6.8	27.2	อิฐมอญ	W4=0x2.10	0	
ห้องเก็บเครื่องแก้วและสารเคมี	6.00	6.8	40.8	อิฐมอญ	W5=0x1.05	0	
ห้องพักนักวิจัยและอาจารย์	7.00	6.8	47.6	อิฐมอญ			
โถงอเนคประสงค์	5.00	6.8	34	อิฐมอญ			
รวม			391.4			230	161.40
ฉาบปูนผนัง(ภายนอกและภายใน)							
ห้องปฏิบัติโลหะหนัก	34.00	3.5	119	ปูนฉาบ			
ห้องเครื่องมือพิเศษ	34.00	3.5	119	ปูนฉาบ			
ห้องเก็บสารอันตราย	40.00	3.5	140	ปูนฉาบ			
ห้องน้ำ ชาย	32.00	3.5	112	ปูนฉาบ			
ห้องน้ำ หญิง	20.00	3.5	70	ปูนฉาบ	ประตู		
ห้องวางแบบจำลอง	48.00	3.5	168	ปูนฉาบ	D1=16x5.06	80.96	
ห้องปฏิบัติการขยะ	28.00	3.5	98	ปูนฉาบ	D2=5x4.40	22	
โถงอเนคประสงค์	12.00	0.72	8.64	ปูนฉาบ	D3=5x2.00	10	
ห้องเคมี1	40.00	3.5	140	ปูนฉาบ	หน้าต่าง		
ห้องเคมี2	24.00	3.5	84	ปูนฉาบ	W1=31x2.25	69.75	
ห้องปฏิบัติการน้ำเสีย	31.00	3.5	108.5	ปูนฉาบ	W2=6x3.00	18.00	
ห้องปฏิบัติการน้ำดี	34.00	3.5	119	ปูนฉาบ	W3=2x2.10	4.20	
ห้องปฏิบัติการอากาศ	25.00	3.5	87.5	ปูนฉาบ	W4=2x2.10	4.20	
ห้องเคมี 3	29.00	3.5	101.5	ปูนฉาบ	W5=2x1.05	1.05	
ห้องเก็บเครื่องแก้วและสารเคมี	36.00	3.5	126	ปูนฉาบ			
ห้องพักนักวิจัยและอาจารย์	14.00	3.5	49	ปูนฉาบ			
ห้องชีววิทยา	40.00	3.5	140	ปูนฉาบ			
ห้องน้ำชาย	20.00	3.5	70	ปูนฉาบ			
ห้องน้ำหญิง	20.00	3.5	70	ปูนฉาบ			
คานคอดิน	54.20	0.72	39.024	ปูนฉาบ			
รวม			1969.16			210.16	1759.00
ทาสี(ภายในและภายนอก)							
ห้องปฏิบัติโลหะหนัก	34.00	3.5	119	สีภายใน			
ห้องเครื่องมือพิเศษ	34.00	3.5	119	สีภายใน			
ห้องเก็บสารอันตราย	40.00	3.5	140	สีภายใน			
ห้องน้ำ ชาย	32.00	3.5	112	สีภายใน			
ห้องน้ำ หญิง	20.00	3.5	70	สีภายใน	ประตู		
ห้องวางแบบจำลอง	48.00	3.5	168	สีภายใน	D1=16x5.06	80.96	
ห้องปฏิบัติการขยะ	28.00	3.5	98	สีภายใน	D2=5x4.40	22	
โถงอเนคประสงค์	12.00	0.72	8.64	สีภายใน	D3=5x2.00	10	
ห้องเคมี1	40.00	3.5	140	สีภายใน	หน้าต่าง		
ห้องเคมี2	24.00	3.5	84	สีภายใน	W1=31x2.25	69.75	
ห้องปฏิบัติการน้ำเสีย	31.00	3.5	108.5	สีภายใน	W2=6x3.00	18.00	
ห้องปฏิบัติการน้ำดี	34.00	3.5	119	สีภายใน	W3=2x2.10	4.20	
ห้องปฏิบัติการอากาศ	25.00	3.5	87.5	สีภายใน	W4=2x2.10	4.20	
ห้องเคมี 3	29.00	3.5	101.5	สีภายใน	W5=2x1.05	1.05	
ห้องเก็บเครื่องแก้วและสารเคมี	36.00	3.5	126	สีภายใน			
ห้องพักนักวิจัยและอาจารย์	14.00	3.5	49	สีภายใน			
ห้องชีววิทยา	40.00	3.5	140	สีภายใน			
ห้องน้ำชาย	20.00	3.5	70	สีภายใน			
ห้องน้ำหญิง	20.00	3.5	70	สีภายใน			
คานคอดิน	54.20	0.72	39.024	สีภายใน			
รวม			1969.16			210.16	1759.00
กรุกระเบื้อง							
ห้องน้ำ ชาย	20.00	1.6	32	กระเบื้อง			32
ห้องน้ำ หญิง	20.00	1.6	32	กระเบื้อง			32
รวม							64
กรุไม้คอนวูด					W1=25x2.25	56.25	
					W3=1x2.10	2.1	
	65	4	260	ไม้คอนวูด	W5=1x1.05	1.05	
รวม			260			59.4	200.6

จะเห็นได้ว่าปริมาณงานต่างๆ ที่ได้จากการคำนวณจะมีหน่วยเป็นพื้นที่ (ตารางเมตร) แล้วเมื่อเรานำพื้นที่ไปคูณกับราคากลางวัสดุกับค่าแรง เราก็จะได้ราคาของงานนั้นๆที่ต้องการทราบแสดงออกมาเป็นหน่วยจำนวนเงินบาท

2.3.1 การหาปริมาณงานโครงสร้าง

2.3.1.1 ปริมาณงานพื้น

- ปริมาณงานแผ่นพื้น = ความกว้างแผ่นพื้น * ความยาวแผ่นพื้น
- ปริมาณงานไม้แบบ = เส้นรอบรูปแผ่นพื้น * ขอบไม้แบบสูง
- ปริมาณงานคอนกรีต = ความกว้างแผ่นพื้น * ความยาวแผ่นพื้น * ความหนาแผ่นพื้น
- ปริมาณงานเหล็กเส้น = ความยาว – ขอ

2.3.1.2 ปริมาณงานคาน

คิดด้วยการนำคานที่เหมือนกันมาคำนวณ 1 คาน เมื่อคิดปริมาณงานเรียบร้อยจึงนำไปคูณด้วยจำนวนคานที่เหมือนกัน

- ปริมาณงานไม้แบบ = (ความสูงคาน * 2ด้าน) * ความยาวคาน
- ปริมาณงานคอนกรีต = ความกว้าง * ความกว้าง * ความยาว
- ปริมาณงานเหล็กเส้น = ความยาว - ขอ
- ปริมาณงานเหล็กปลอก = 2*[(ความกว้าง - ระยะหุ้ม)+(ความลึก- ระยะหุ้ม)]+ 2 ขอ

2.3.1.3 ปริมาณงานเสา

คิดโดยนำความสูงของเสาแต่ละต้นที่ออกแบบ 3.5m หน้าตัดเสา 30x30 เซนติเมตร มาหาปริมาณงาน

- ปริมาณงานไม้แบบ = (เส้นรอบรูปเสา * ความสูง)
- ปริมาณงานคอนกรีต = (ความกว้างเสา*ความยาวเสา)*[(ความลึกของฐานรากจากดินเดิม – ความลึกของฐานราก)+ความสูงของเสา]

- ปริมาณงานเหล็กปลอก = [2 x((ความยาวฐาน-ระยะหุ้ม)+(ความกว้างฐาน- ระยะหุ้ม))+ 2 ขอ] x จำนวนปลอก

2.3.1.4 ปริมาณงานฐานราก

- ปริมาณงานดินขุด = (ความยาวฐานราก+0.40)(ความกว้างฐานราก+0.40)(ความลึกของฐานรากจากดินเดิม+ความหนาคอนกรีตหยาบ+ความหนาของทราย)
- ปริมาณงานถมทรายอัดแน่น = (ความยาวฐานราก+0.40)(ความกว้างฐานราก+0.40)(ความหนาของทราย)
- ปริมาณงานคอนกรีตหยาบ = (ความยาวฐานราก+0.20)(ความกว้างฐานราก+0.20)(ความหนาของคอนกรีตหยาบ)
- ปริมาณงานไม้แบบ = ((ความยาวฐานราก + ความกว้างฐานราก)*2ด้าน)*(ความลึกฐานราก)
- ปริมาณงานคอนกรีต = ความยาวฐานราก * ความกว้างฐานราก * ความลึกฐานราก
- ปริมาตรของเสาตอม่อ = (ความกว้างเสา * ความยาวเสา)*(ความลึกของฐานรากจากดินเดิม – ความลึกของฐานราก)
- ปริมาณงานถมดิน = ปริมาณดินขุด–ปริมาณถมทรายอัดแน่น–ปริมาณคอนกรีตหยาบ – ปริมาณคอนกรีต – ปริมาตรของเสาตอม่อ
- ปริมาณงานเหล็กเส้น = (ความกว้างฐานราก-ระยะหุ้ม)+2(ความลึกฐานราก-ระยะหุ้ม)
- ปริมาณงานเหล็กปลอก = [2*((ความยาวฐานราก-ระยะหุ้ม)+(ความกว้างฐานราก-ระยะหุ้ม))+ 2 ขอ] * จำนวนเหล็กปลอก

บทที่ 3
วิธีดำเนินโครงการ

3.1 วัตถุประสงค์ของโครงการ

3.1.1 เพื่อออกแบบอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและวิศวกรรมเคมี

3.1.2 เพื่อประมาณราคาอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและวิศวกรรมเคมี

3.2 ขั้นตอนการทำโครงการ

3.2.1 ตรวจสอบสภาพพื้นที่จริง ที่เราจะสร้างอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและวิศวกรรมเคมี

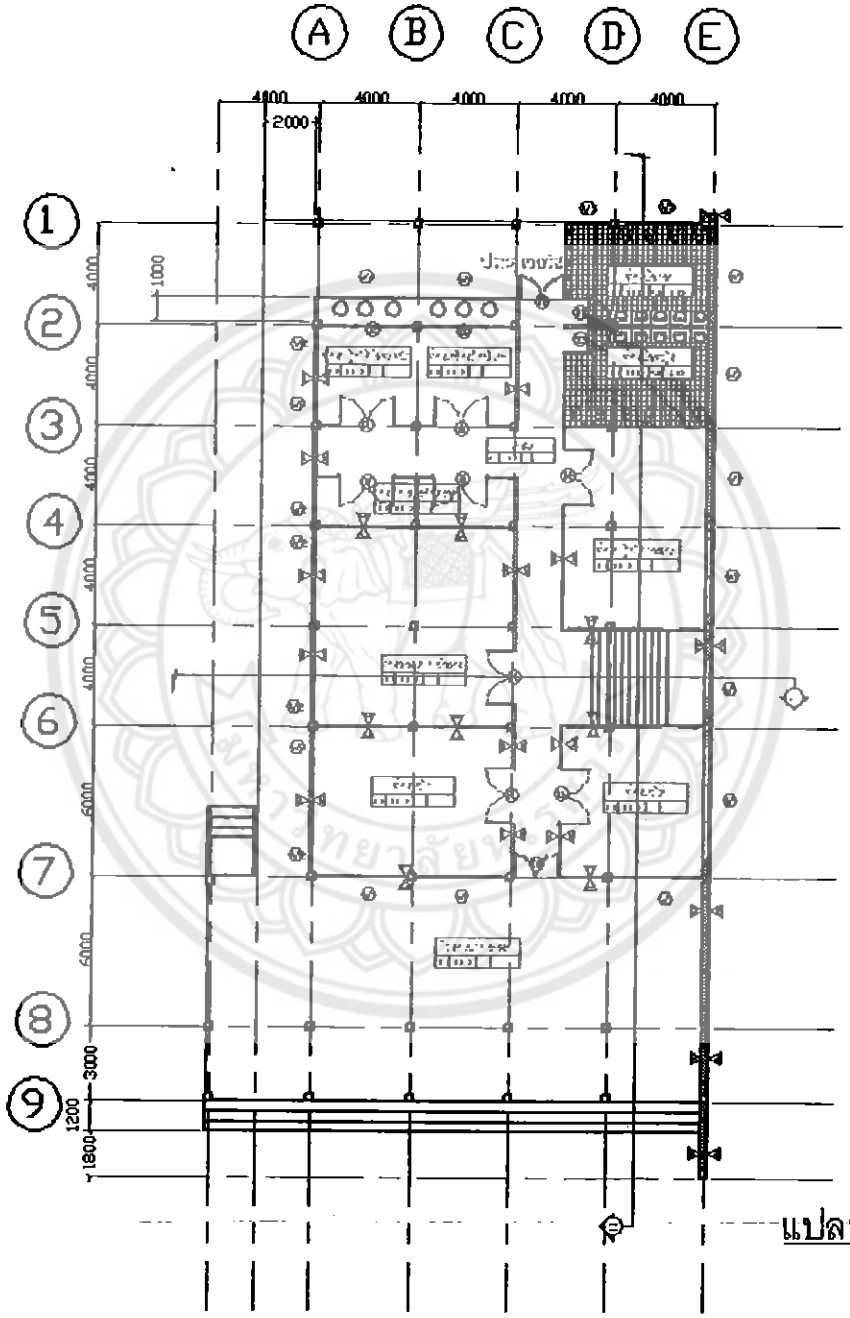
3.2.2 สอบถามอาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและวิศวกรรมเคมี ว่ามีความต้องการที่จะให้ห้องปฏิบัติการอะไรบ้าง พร้อมสอบถามพื้นที่ห้องที่ต้องการ

3.2.3 ทำการออกแบบอาคารปฏิบัติการให้ได้ตามพื้นที่จริงที่มีอยู่ พร้อมออกแบบให้ดูมีความเป็นสมัยใหม่ โดยทำการปรึกษาจากสถาปัตย์ ปรึกษาอาจารย์ผู้ดูแลโครงการ ปรึกษาอาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม และวิศวกรรมเคมี ในการออกแบบและวางผังห้องของอาคารปฏิบัติการ

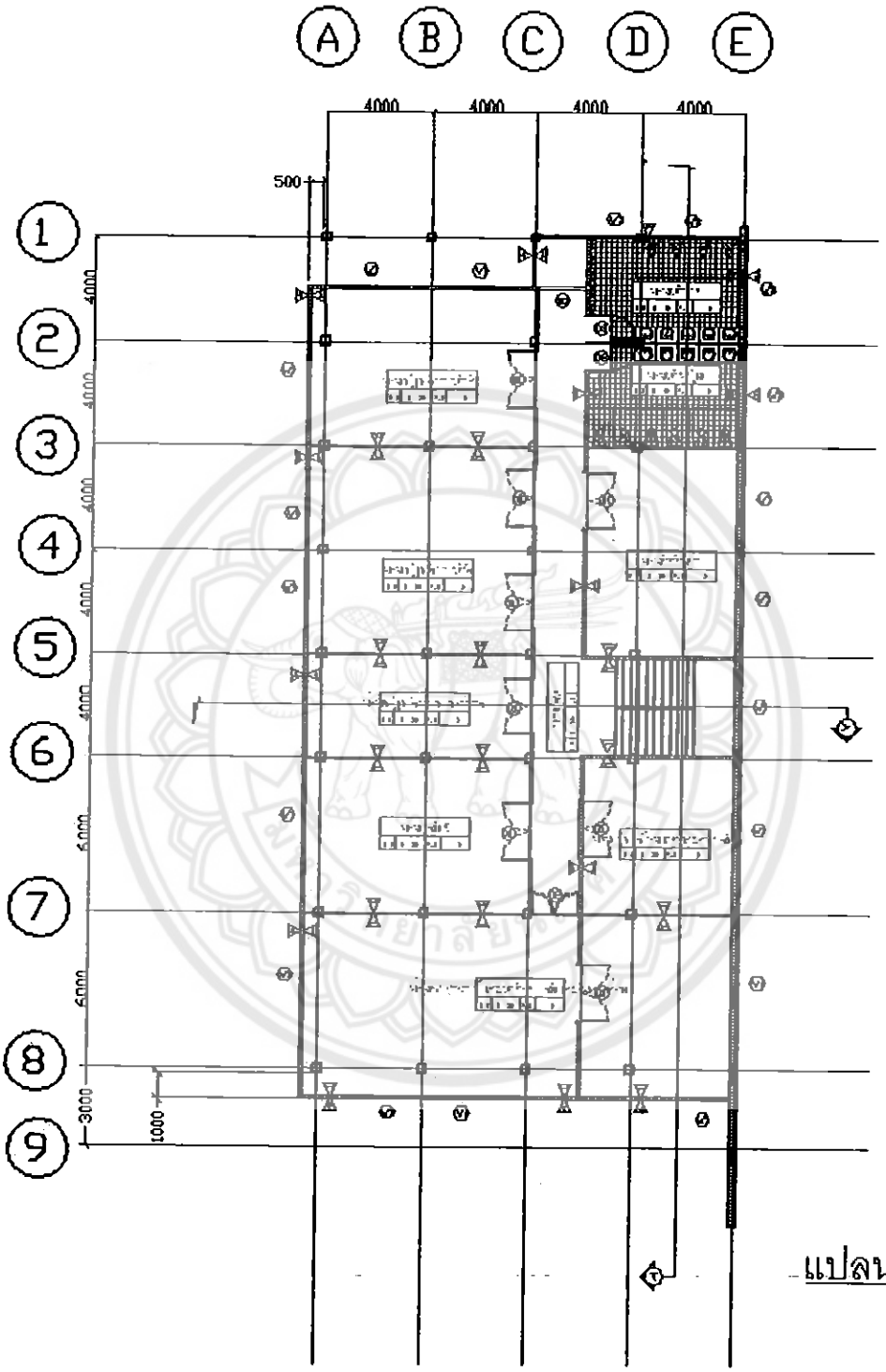
3.2.4 เมื่อทำการออกแบบได้ตามที่ต้องการแล้วก็เข้าสู่การคำนวณตามทฤษฎีและการประมาณราคาอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและวิศวกรรมเคมี

3.3 งานออกแบบทางสถาปัตยกรรม

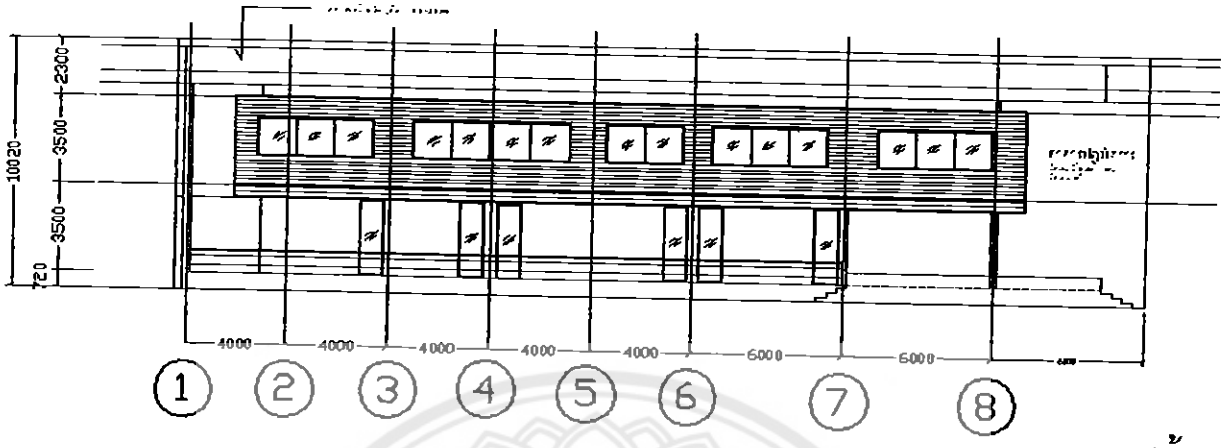
ออกแบบโดยการสอบถามความต้องการใช้ห้องของสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและวิศวกรรมเคมี จากอาจารย์ผู้เกี่ยวข้อง แล้วเราจึงนำห้องที่ต้องการใช้นั้นมาลงในแบบแปลนที่เราได้ออกแบบไว้ ดังภาพ



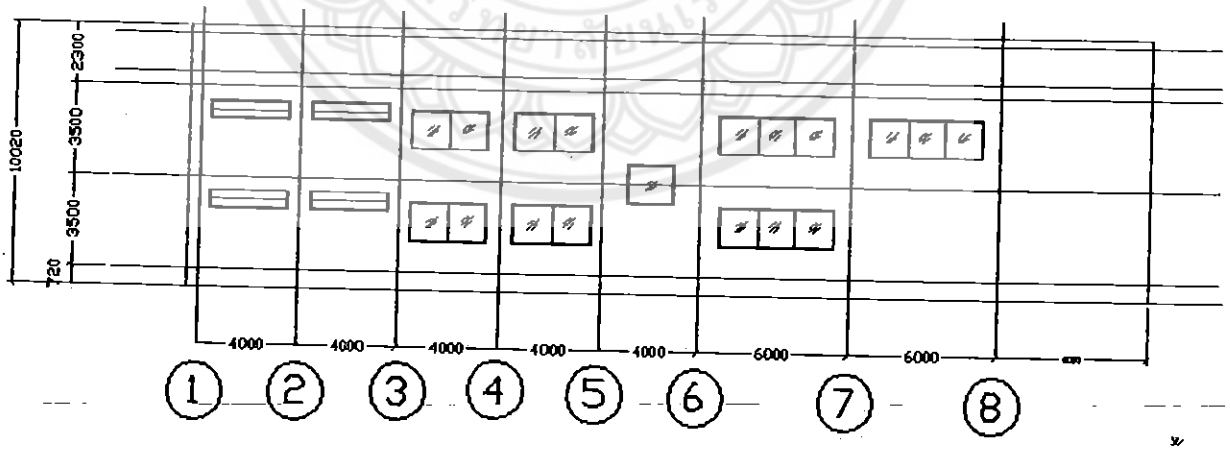
แปลนชั้น 1


A
B
C
D
E
1
2
3
4
5
6
7
8
9
4000
4000
4000
4000
500
4000
4000
4000
4000
4000
4000
3000
1000

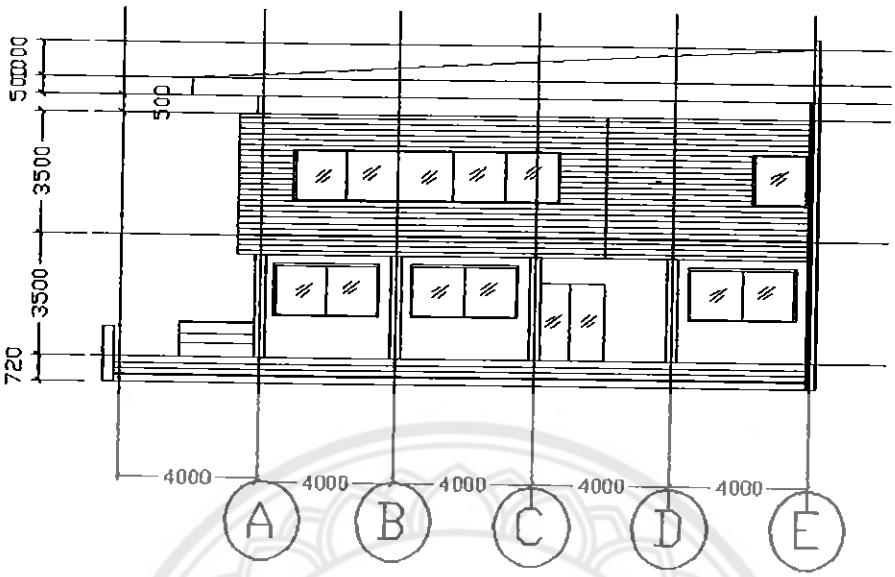
แปลนชั้น 2



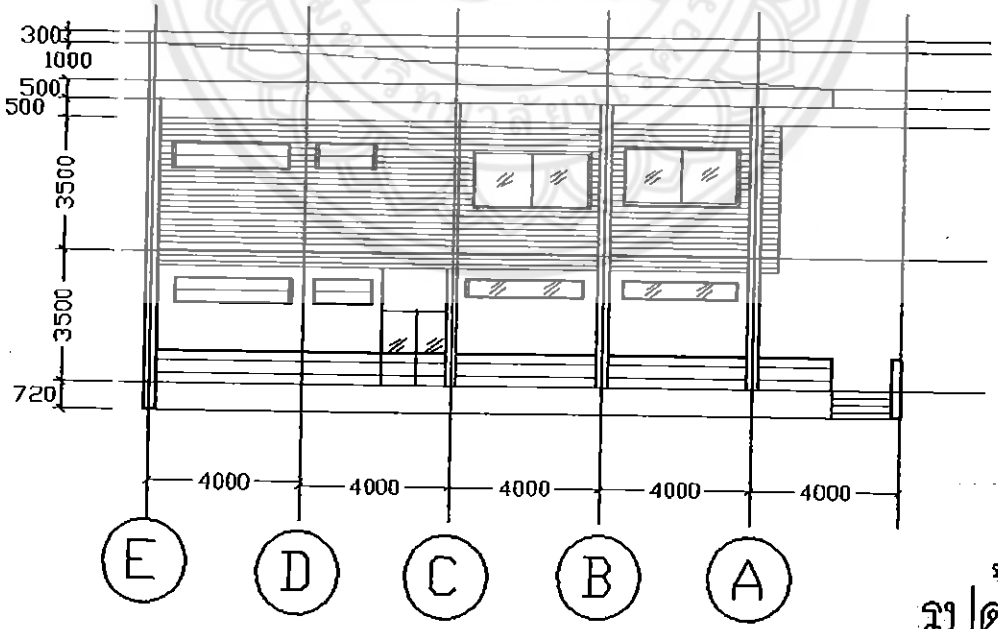
รูปด้าน 1



รูปด้าน 2



รูปด้าน 3
ด้านหน้า



รูปด้าน 4
ด้านหลัง

3.4 งานออกแบบโครงสร้าง

การออกแบบได้กำหนดชั้นคุณภาพเหล็กเป็น SD 40 โดยมีพารามิเตอร์ดังนี้

fc' = 240 ksc, R = 17.262, j = 0.879, k = 0.364

3.4.1 แผ่นพื้น

แผ่นพื้นสองทาง

ตัวอย่างการคำนวณ S2 (4.00x4.00 m)

กำหนด ความหนาพื้น(t) = 0.15 m.

น้ำหนักบรรทุกคงที่(DL) = 0.15 x 2400

= 360 kg/m2.

น้ำหนักบรรทุกจร(LL) = 300 kg/m2.

รวมน้ำหนักทั้งหมด(DL+LL) = 660

ความหนาต่ำสุด(t min) = (3.7+3.7)/90

= 0.082 < 0.15 (OK)

M = 3.7 / 3.7 =1

ระยะหุ้มถึงศูนย์กลางเหล็กเสริมหลัก = 0.025+0.012/2 = 0.031 m.

ระยะหุ้มถึงศูนย์กลางเหล็กเสริมบน = 0.025+0.012+0.012/2 = 0.043 m.

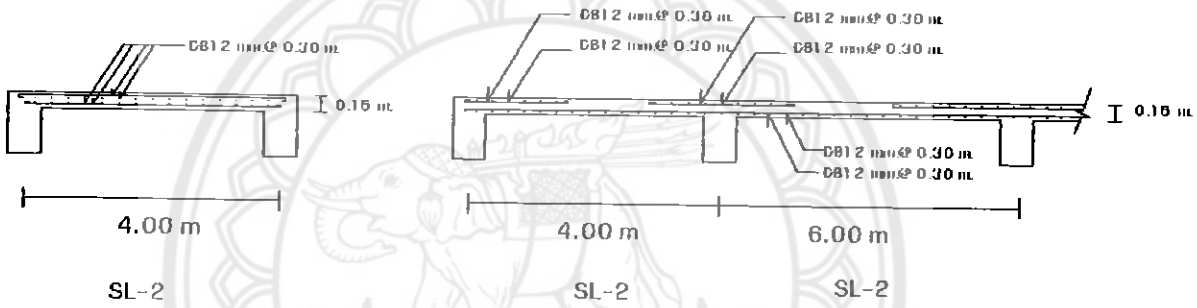
Mr = 17.262 x 1 x 10.7^2 = 1976 kg-m.

ตำแหน่ง	สัมประสิทธิ์ C	โมเมนต์คัด $C.W.A^2$ (kg.m)	As M/fs.j.d (cm^2)	เหล็กเสริมและระยะเรียง			
				10	12	16	20
ด้านสั้น							
$M^-_{cont.}$	0.033	306	1.72	0.456	0.656	1.167	1.823
$M^-_{dis\ cont.}$		73	0.41	1.909	2.749	4.888	7.637
M^+_{DL}	0.020	101					
M^+_{LL}	0.028	118					
M^+_{DL+LL}	-	219	1.23	0.636	0.916	1.629	2.546

ด้านยาว							
$M^{-}_{cont.}$	0.061	566	3.54	0.222	0.319	0.568	0.887
$M^{-}_{dis\ cont.}$		81	0.51	1.550	2.232	3.968	6.200
M^{+}_{DL}	0.023	116					
M^{+}_{LL}	0.030	127					
M^{+}_{DL+LL}	-	243	1.52	0.517	0.744	1.323	2.067

ระยะเรียง(s) = min (3x0.15,0.30) ใช้@0.30m

Va = Vb = 660 x 3.7/3 = 814 kg



แผ่นพื้นทางเดียว

ตัวอย่างการคำนวณ S10 (2.00x4.00 m)

ความหนาต่ำสุด(t min) = l/30 = 4/30 = 0.13 < 0.2 m OK

น้ำหนักบรรทุกคงที่(DL) = 0.2 x 2400 = 480 kg/m2

น้ำหนักบรรทุกจร(LL) = 300 kg/m2

น้ำหนักบรรทุกทั้งหมด(DL+LL) = 480+300 = 780 kg/m2

โมเมนต์ดัดสูงสุด(M max) = 780 x 4^2/8 = 1560 kg-m

แรงเฉือนสูงสุด(V max) = 780 x 4/2 = 1560 kg

ความลึกประสิทธิผล(d) = 0.2-0.025-0.016/2 = 0.167 m

โมเมนต์ที่รับได้สูงสุด(Mr) = 17.262 x 1 x 16.7^2

= 4814 > 1560 OK

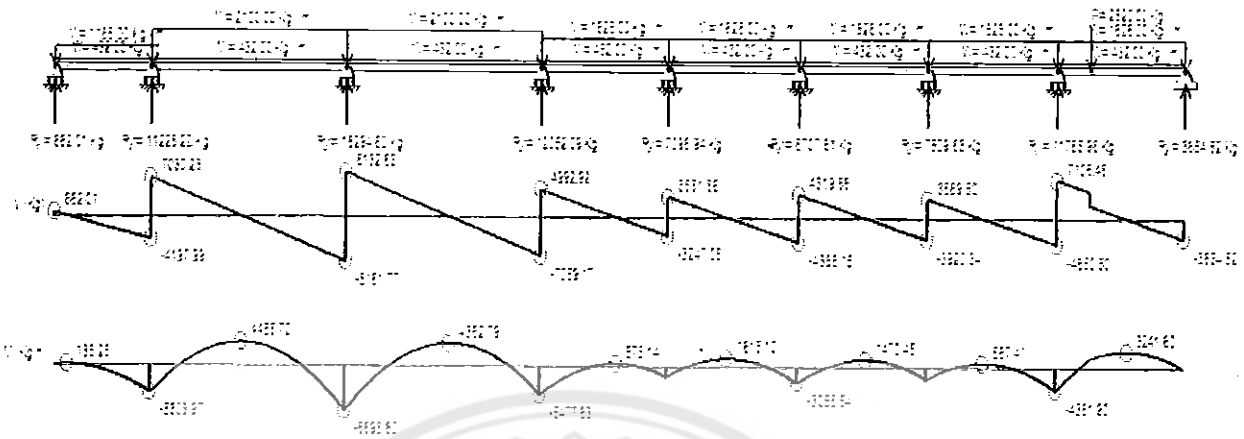
ปริมาณเหล็กเสริมที่ต้องการ(As) = 1560/(1700 x 0.879 x 0.167) = 6.25 cm2

ปริมาณเหล็กเสริมต้านการยืดหด(As-min) = 0.0018 x 100 x 20 = 3.6 cm2

แรงเฉือนรับได้สูงสุด(Vc) = 0.29 x $\sqrt{240}$ x100 x 16.7 = 7502 > 1560

3.4.2 คาน

ตัวอย่างการคำนวณ B1 (0.30x0.60 m.)



M = 8699 kg-m

$V_{ขอบเสา}$ = 8162 kg

Effective Depth = 0.6-0.03-0.009-0.020/2 = 0.551 m

Mr = 17.262 x 0.30 x 55^2 = 15722 > 8699 kg-m

As = 8699 /(1700x0.879x0.55) = 10.58 cm^2 .....use 4-DB20

Asmin = 14/fy[b x d] = 5.79 cm^2

Check แรงเฉือนและเหล็กปลอก

Vc = 0.29$\sqrt{fc'}$. (b.d) = 7426.37 kg

$V_{ขอบเสา}$ – Vc = 8162 - 7426.37 = 736 kg

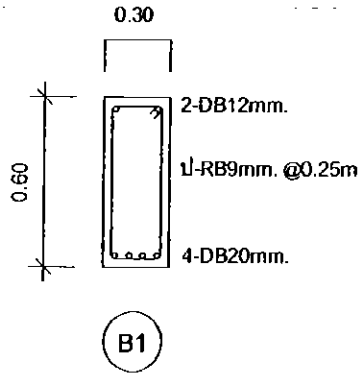
Av = $\pi 0.9^2/4$ = 0.636 cm^2

fv = 0.5fy = 1200 kg/cm^2

Spacing =min{ n.Av.fv.d/(V-Vc) , d/2}

= min{9x0.636x1200x55.1/(736) = 514, 27.55}

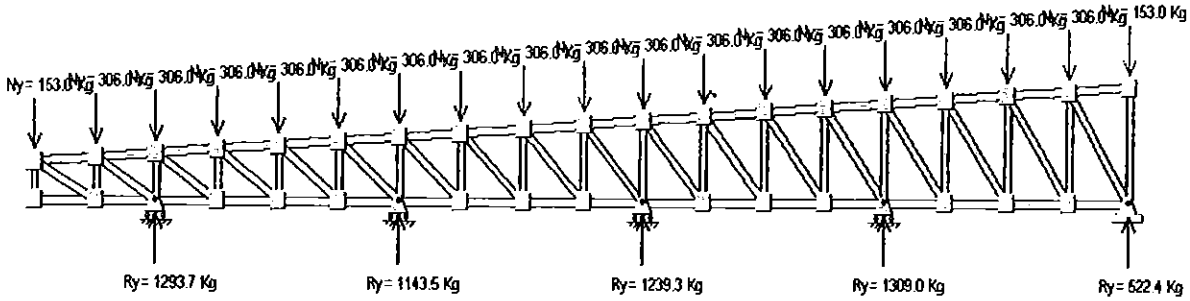
Use เหล็กปลอก RB9@0.25



3.4.3 หลังคา

หลังคาTJ หลังคา

จากรูปและตาราง



name	member	long(m)	P(kg)	index	จำนวน	size	r min(cm)	kL/r	Fa(kg/m)	Area(cm2)	Pa(kg)	P/Pa	weight	
L-Chord	1	1	53	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1028.888	6.16	6337.947	0.008362	4.84	OK
L-Chord	2	1	371.1	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1028.888	6.16	6337.947	0.058552	4.84	OK
L-Chord	3	1	699.8	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1028.888	6.16	6337.947	0.110414	4.84	OK
L-Chord	4	1	88.6	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1028.888	6.16	6337.947	0.014011	4.84	OK
L-Chord	5	1	-153.1	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1440	6.16	8870.4	-0.01726	4.84	OK
L-Chord	6	1	-4.8	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1440	6.16	8870.4	-0.00054	4.84	OK
L-Chord	7	1	272.2	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1028.888	6.16	6337.947	0.042948	4.84	OK
L-Chord	8	1	-123.9	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1440	6.16	8870.4	-0.01397	4.84	OK
L-Chord	9	1	-237.6	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1440	6.16	8870.4	-0.02679	4.84	OK
L-Chord	10	1	-45	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1440	6.16	8870.4	-0.00507	4.84	OK
L-Chord	11	1	261.4	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1028.888	6.16	6337.947	0.041244	4.84	OK
L-Chord	12	1	-74.8	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1440	6.16	8870.4	-0.00843	4.84	OK
L-Chord	13	1	-188.1	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1440	6.16	8870.4	-0.02121	4.84	OK
L-Chord	14	1	-46.9	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1440	6.16	8870.4	-0.00529	4.84	OK
L-Chord	15	1	201.5	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1028.888	6.16	6337.947	0.031793	4.84	OK
L-Chord	16	1	-141.4	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1440	6.16	8870.4	-0.01594	4.84	OK
L-Chord	17	1	-296.5	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1440	6.16	8870.4	-0.03343	4.84	OK
L-Chord	18	1	-231.6	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1440	6.16	8870.4	-0.02611	4.84	OK
[illegible]	19	1	-221.5	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1440	6.16	8870.4	-0.02497	4.84	OK
[illegible]	20	1	-749	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1440	6.16	8870.4	-0.08444	4.84	OK
[illegible]	21	1	-253.1	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1440	6.16	8870.4	-0.02853	4.84	OK
[illegible]	22	1	127.3	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1028.888	6.16	6337.947	0.020085	4.84	OK
[illegible]	23	1	63.1	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1028.888	6.16	6337.947	0.009956	4.84	OK
[illegible]	24	1	-296.7	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1440	6.16	8870.4	-0.03367	4.84	OK
[illegible]	25	1	51.1	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1028.888	6.16	6337.947	0.008063	4.84	OK
[illegible]	26	1	237.9	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1028.888	6.16	6337.947	0.037536	4.84	OK
[illegible]	27	1	89.7	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1028.888	6.16	6337.947	0.014153	4.84	OK
[illegible]	28	1	-280	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1440	6.16	8870.4	-0.03157	4.84	OK
[illegible]	29	1	22.5	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1028.888	6.16	6337.947	0.00355	4.84	OK
[illegible]	30	1	185.6	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1028.888	6.16	6337.947	0.029284	4.84	OK
[illegible]	31	1	73.2	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1028.888	6.16	6337.947	0.011549	4.84	OK
[illegible]	32	1	-223.7	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1440	6.16	8870.4	-0.02522	4.84	OK
[illegible]	33	1	94.2	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1028.888	6.16	6337.947	0.014863	4.84	OK
[illegible]	34	1	287.8	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1028.888	6.16	6337.947	0.045409	4.84	OK
[illegible]	35	1	245.8	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1028.888	6.16	6337.947	0.038782	4.84	OK
[illegible]	36	1	15	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1028.888	6.16	6337.947	0.002367	4.84	OK
Web	37	0.5	23.5	2	2	40*40*4mm	1.21	41.32231	1281.169	6.16	7892.001	0.002978	2.42	OK
Web	38	1.12	191	2	2	40*40*4mm	1.21	92.56198	956.3492	6.16	5891.111	0.032422	5.4208	OK
Web	39	0.56	-35.4	2	2	40*40*4mm	1.21	46.28099	1440	6.16	8870.4	-0.00399	2.7104	OK
Web	40	1.15	452.7	2	2	40*40*4mm	1.21	95.04132	937.5005	6.16	5775.003	0.07839	5.566	OK
Web	41	0.61	802.9	2	2	40*40*4mm	1.21	50.41322	1232.866	6.16	7594.452	0.105722	2.9524	OK
Web	42	1.17	-530.1	2	2	40*40*4mm	1.21	96.69421	1440	6.16	8870.4	-0.05976	5.6628	OK
Web	43	0.67	414.3	2	2	40*40*4mm	1.21	55.3719	1204.738	6.16	7421.184	0.055827	3.2428	OK
Web	44	1.2	-259.2	2	2	40*40*4mm	1.21	99.17355	1440	6.16	8870.4	-0.02922	5.808	OK
Web	45	0.72	184.1	2	2	40*40*4mm	1.21	59.50413	1180.368	6.16	7271.067	0.02532	3.4848	OK
Web	46	1.23	111.7	2	2	40*40*4mm	1.21	101.6529	885.8222	6.16	5456.665	0.02047	5.9532	OK
Web	47	0.78	-7.2	2	2	40*40*4mm	1.21	64.46281	1440	6.16	8870.4	-0.00081	3.7752	OK
Web	48	1.27	401.3	2	2	40*40*4mm	1.21	104.9587	859.2011	6.16	5292.678	0.075822	6.1468	OK
Web	49	0.83	701.5	2	2	40*40*4mm	1.21	68.59504	1123.856	6.16	6922.954	0.10133	4.0172	OK
Web	50	1.3	-413.6	2	2	40*40*4mm	1.21	107.438	1440	6.16	8870.4	-0.04663	6.292	OK
Web	51	0.89	356.4	2	2	40*40*4mm	1.21	73.55372	1091.385	6.16	6722.934	0.053013	4.3076	OK
Web	52	1.34	-146.4	2	2	40*40*4mm	1.21	110.7438	1440	6.16	8870.4	-0.0165	6.4856	OK
Web	53	0.94	119.6	2	2	40*40*4mm	1.21	77.68595	1063.451	6.16	6550.861	0.018257	4.5496	OK
Web	54	1.37	198.6	2	2	40*40*4mm	1.21	113.2231	790.308	6.16	4868.297	0.040795	6.6308	OK
Web	55	1	-69	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1440	6.16	8870.4	-0.00778	4.84	OK
Web	56	1.41	473.2	2	2	40*40*4mm	1.21	116.5289	761.7899	6.16	4692.626	0.100839	6.8244	OK
Web	57	1.06	708.6	2	2	40*40*4mm	1.21	87.60331	993.1878	6.16	6118.037	0.115821	5.1304	OK
Web	58	1.46	-397.9	2	2	40*40*4mm	1.21	120.6612	1440	6.16	8870.4	-0.04486	7.0664	OK
Web	59	1.11	373.7	2	2	40*40*4mm	1.21	91.73554	962.5684	6.16	5929.421	0.063025	5.3724	OK
Web	60	1.49	-154.2	2	2	40*40*4mm	1.21	123.1405	1440	6.16	8870.4	-0.01738	7.2116	OK

Web	61	1.17	129	2	2	40*40*4mm	1.21	96.69421	924.7746	6.16	5696.612	0.022645	5.6628	OK
Web	62	1.54	169.4	2	2	40*40*4mm	1.21	127.2727	665.1273	6.16	4097.184	0.041345	7.4536	OK
Web	63	1.22	-52.3	2	2	40*40*4mm	1.21	100.8264	1440	6.16	8870.4	-0.0059	5.9048	OK
Web	64	1.58	441.1	2	2	40*40*4mm	1.21	130.5785	634.1053	6.16	3906.088	0.112926	7.6472	OK
Web	65	1.28	764.9	2	2	40*40*4mm	1.21	105.7851	852.4632	6.16	5251.173	0.145663	6.1952	OK
Web	66	1.62	-452	2	2	40*40*4mm	1.21	133.8843	1440	6.16	8870.4	-0.05096	7.8408	OK
Web	67	1.33	438.2	2	2	40*40*4mm	1.21	109.9174	818.2718	6.16	5040.555	0.086935	6.4372	OK
Web	68	1.66	-224.1	2	2	40*40*4mm	1.21	137.1901	1440	6.16	8870.4	-0.02526	8.0344	OK
Web	69	1.39	193.5	2	2	40*40*4mm	1.21	114.876	776.1189	6.16	4780.893	0.040474	6.7276	OK
Web	70	1.71	85.6	2	2	40*40*4mm	1.21	141.3223	541.4408	6.16	3335.275	0.025665	8.2764	OK
Web	71	1.44	-22.5	2	2	40*40*4mm	1.21	119.0083	1440	6.16	8870.4	-0.00254	6.9696	OK
Web	72	1.75	372.1	2	2	40*40*4mm	1.21	144.6281	516.9721	6.16	3184.548	0.116845	8.47	OK
Web	73	1.5	176.3	2	2	40*40*4mm	1.21	123.9669	695.535	6.16	4284.496	0.041148	7.26	OK
													388.9908	

เลือก M 27 ซึ่งมีแรงมากระทำ 89.7 kg

Check kL/r = 100/1.21 = 82.4 < 200 OK

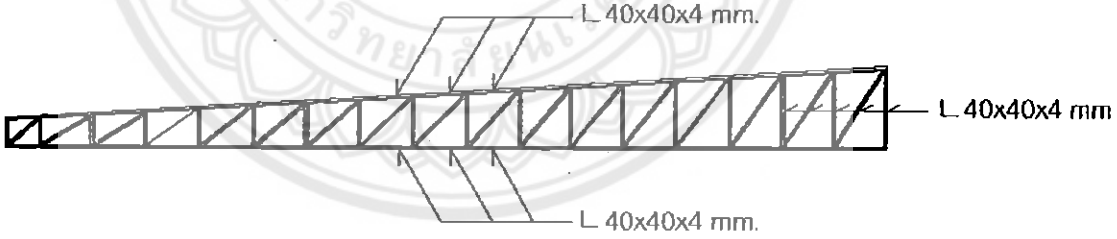
Cc = $\sqrt{(2\pi^2 E/Fy)}$ = 131.4 > 82.4

Fa = [1-0.5(82.4/131.4)^2] / [(5/3)+(3/8)(82.4/131.4)-(1/8)(82.4/131.4)^3] = **1028.8 kg/cm2**

เลือกเหล็ก 2-L 40x40x4 mm พื้นที่ 6.16 cm2

Pa = 1028.8 x 6.16 = 6338 kg

Check P/Pa = 8970/6338 = 0.014 < 1 OK



โครง TRUSS T1

3.3.4 ออกแบบเสา

ตัวอย่างการคำนวณเสา

แรงที่เกิดขึ้นจริงมากที่สุด C6 = 29632 kg

C7 = 30507 kg>>>>>>> Design Here

D6 = 26070 kg

D7 = 28498 kg

ออกแบบใช้เสาปลอกเดี่ยวสี่เหลี่ยมจัตุรัส หน้าตัด 40x40 cm^2

จากP = 0.85 * Ag * (0.25 * f'c + 0.4fy * Pg)

30507 kg = 0.85 * 900cm^2 (60 + 1600 * Pg)

Pg = -0.013 (เป็นกรณีที่เสาไม่ต้องการเหล็กเสริมก็ได้)

แต่ตามกฎ วสท.4800 เหล็กเสริมต้องไม่ต่ำกว่า 4 เส้น หน้าตัดเหล็กไม่ต่ำกว่า 12 mm

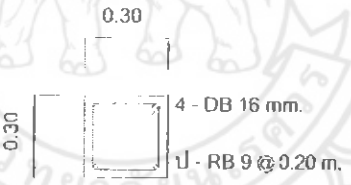
ใช้เหล็กยืน 4-DB16 , f'c = 240ksc , fy=4000ksc

Check

จากP = 0.85 * Ag * (0.25 * f'c + 0.4fy * Pg)

= 0.85 * 900 * (0.25 * 240 + 0.4 *4000* (4* 2.01/900))

= 56834 kg (OK)



C1

3.4.5 บันได

Parameter ที่ใช้ในการออกแบบ

SR24, fs=1200ksc, fy = 2400ksc, f'c = 240ksc, n = 9 , k = 0.448 , j = 0.851, R = 20.561ksc

ตัวอย่างการคำนวณ บันได

(คิดต่อความกว้าง 1 m) ใช้เหล็ก RB9

กำหนดความหนา = 0.12m

กำหนดลูกขั้นบันได = 0.175m

กำหนดลูกนอนบันได = 0.25m

น้ำหนักบรรทุกคงที่ = (2400 kg/m^2) (0.12 m + 0.14/2 m) x 1m = 460kg/m

น้ำหนักบรรทุกจร = 300kg/m

น้ำหนักทั้งหมด = 460+300 = 760kg/m

Mmax = $(760 \times 2.5^2) / 8$ = 594 kg-m

Vmax = (760 x 2.5) / 2 = 950 kg

d = t – cover – ϕ/2เหล็ก

= 0.12 – 0.025 – 0.009/2 = 0.0905m

MR = $R \times b \times d^2$

= 20.561 kg/cm^2 x 1.00m x 9.0 cm^2

= 1684 kg-m > Mmax ..... Single Reinforcement

Vc = $0.29 \times \sqrt{240} \times 100 \times 9.05$

= 4065.86 kg > Vmax ..... ใช้ได้

As = 594/(1200x0.851x0.0905) = 6.43 cm^2

ตรวจสอบแรงยึดเหนี่ยวที่ยอมให้ (μ)

เหล็กกลมผิวเรียบ= $1.1615\sqrt{240} / D \leq 11$ksc

= $1.1615\sqrt{240} / 0.9$= 27.799 ใช้ 11ksc

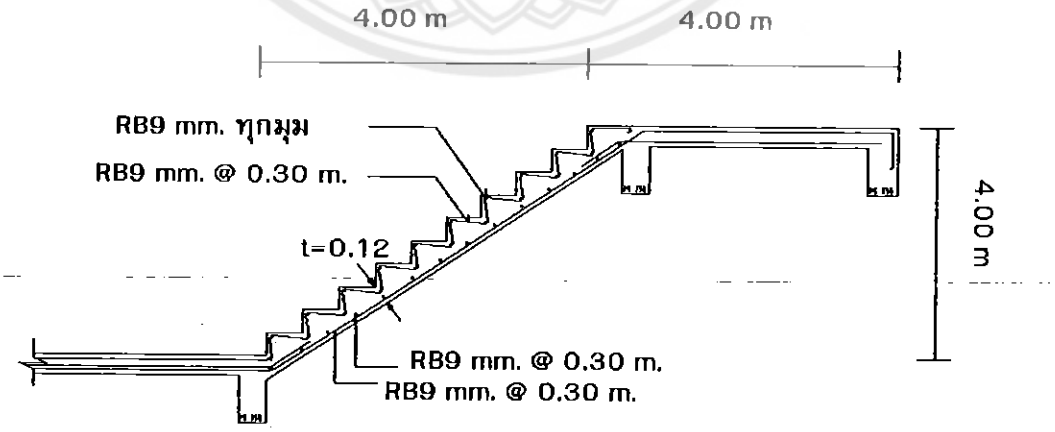
$\sum 0 = \frac{v}{\mu \cdot j \cdot d}$ = 950 / (11x0.851x9.05) = 11.21cm

ตรวจสอบ As-temp= 0.0025 x b x t

= 0.0025 x 100cm x 12cm = 3 cm^2 < 6.43 cm^2 .....ใช้ได้

ระยะเรียงเหล็กล่าง RB9mm@0.10m , ($\pi R^2/4$) /As = 0.636/6.43 = 0.1m

ระยะเรียงเหล็กบน RB9mm@0.20m , ($\pi R^2/4$) /As = 0.636/3 = 0.2m



3.4.6 ฐานราก

C6

ชั้น	ตัวคูณ	แรง	น้ำหนักเสา	รวม	สะสม
หลังคา	0	5859	760	6619	6619
2	0	30507	760	31267	37886
1	0	30507	390	30897	68783

Use This Table For Design

ตัวอย่างการคำนวณF1

ชนิดดินแน่นหรือทรายแน่นรับแรงอัดได้ = 10 ton/m^2

เลือกขนาด 2.8 x 2.8 x 10 = 78.4 ton

น้ำหนักบรรทุกคงที่ = 2.8 x 2.8 x 0.45 x 2.4 = 8.5 ton

น้ำหนักตามแกน = 68.783 ton

น้ำหนักทั้งหมด = 8.5 + 68.783 = 77.3 ton < 78.4 ton .....OK

หน่วยแรงสูงสุด = 77.3/(2.8 x 2.8) = 9.853 ton/m^2 < 10 ton/m^2.....OK

เหล็กเสริมหลัก(d1) = (45 - 5 -1.6/2)/100 = 0.392 m

เหล็กเสริมรอง(d2) = (45 - 5 - 1.6 - 1.6/2)/100 = 0.376 m

(ใช้ 0.38 ทั้งสองทิศทาง)

ความยาวของหน้าตัดวิกฤตสำหรับแรงเฉือนเจาะทะลุ(ระยะรอบเสา)

= 4 x (30+38) = 272 cm

คิดเพียงซีกเดียว = 136 cm

แรงเฉือนเจาะทะลุ V = 0.5x[(9853 + 9853)x2.8x1.4 – (9853 + 9853)x0.68x0.34]/(136x38)

= 7.03 < 0.53x$\sqrt{240}$ ksc .....OK

แรงเฉือนคาน V = 0.5x[(9853 + 9853)x 2.8 x 0.87]/(280x38)

= 2.26 < 0.29x$\sqrt{240}$ ksc .....OK

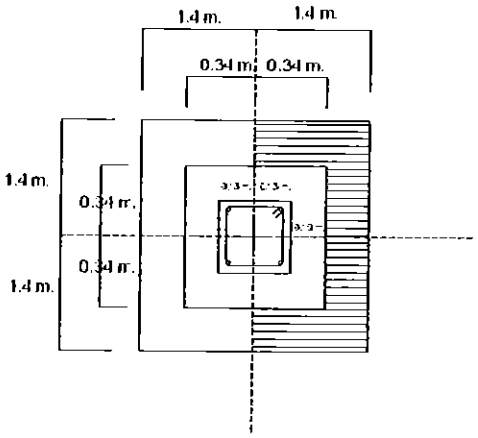
โมเมนต์ดัดสูงสุด(Mr) = 17.262 x 2.8 x 38^2 = 69793.72 kg-m

โมเมนต์ดัด(M) = 9853 x 1.25 x 2.8 x 1.25/2 = 21554 kg-m < 48870 kg-m (single reinforce)

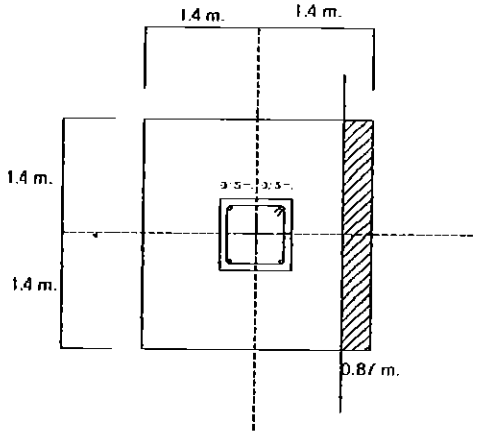
ปริมาณเหล็กเสริม(As) = (21554 x 100) / (1700x0.879x38) = 37.96 cm^2

As-temp = 0.0018 x 2.8 x 0.45 x 10000 = 22.68 cm^2

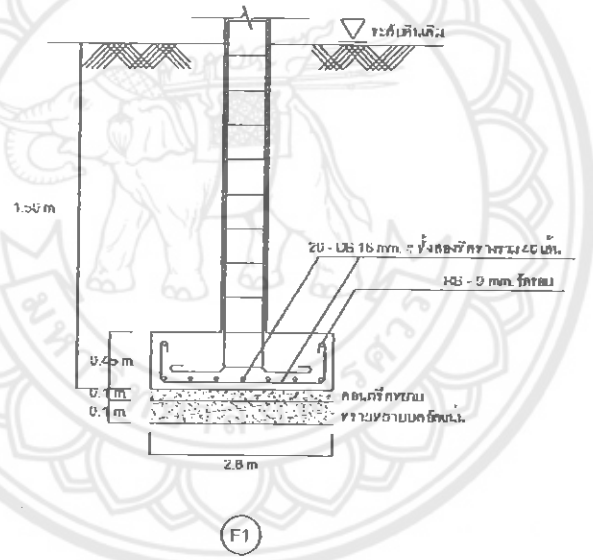
(Use 20 -DB16 mm@0.125 m, As = 40.21 cm^2, เส้นรอบรูป = 100.53 cm)



แรงเฉือนแบบเจาะทะลุ



แรงเฉือนแบบคาน



F1

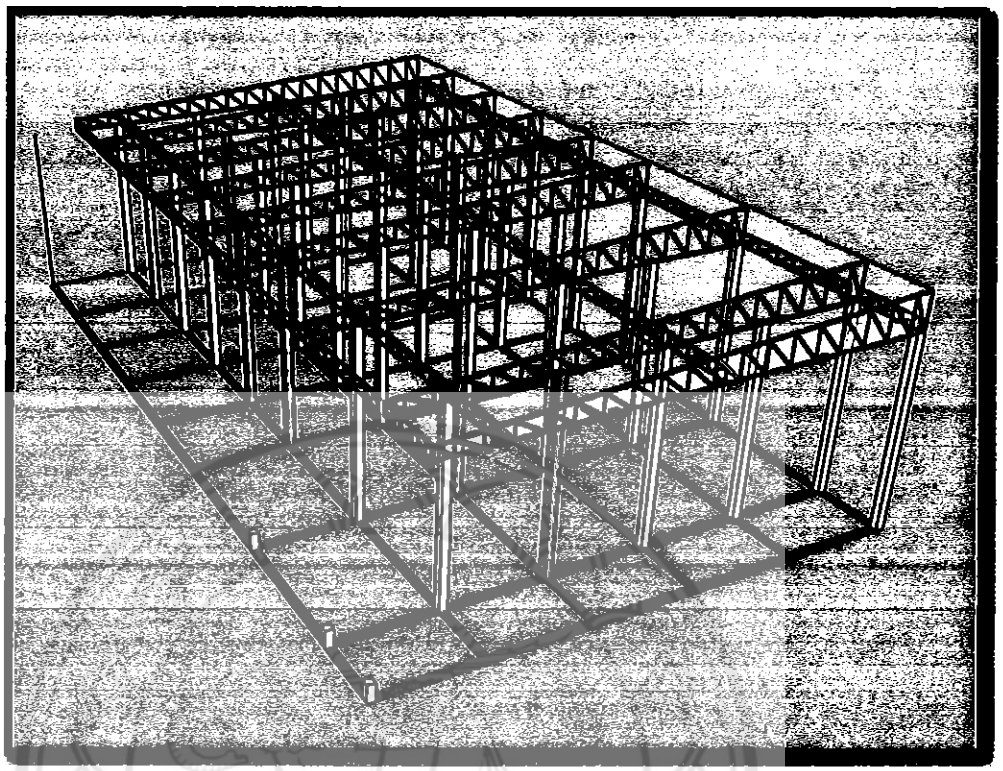
บทที่ 4

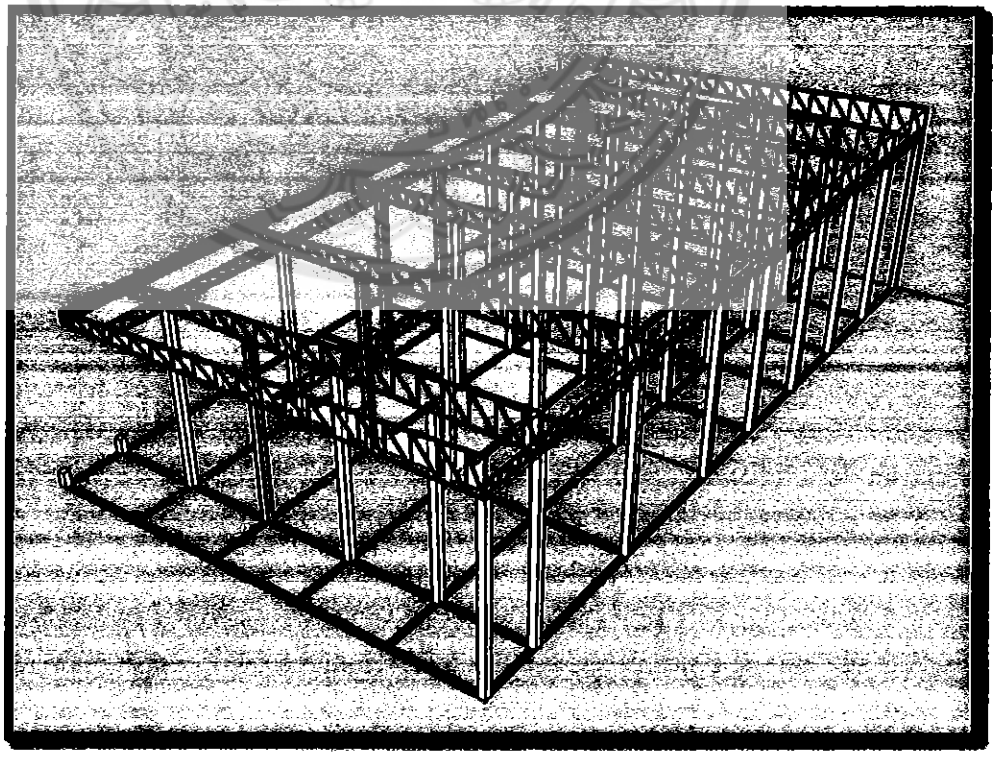
ผลการทดลอง

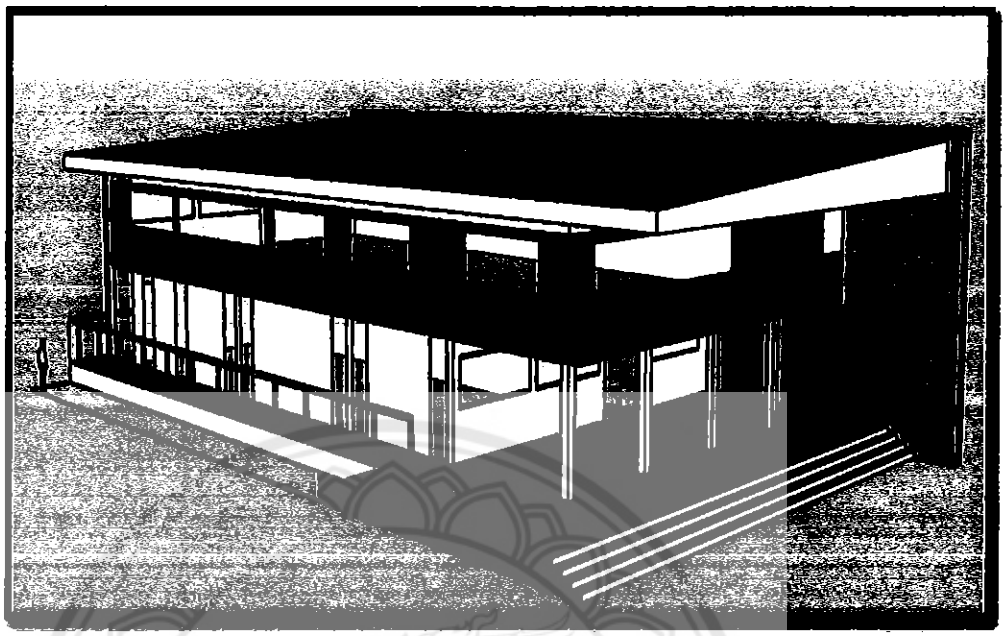
ประกอบไปด้วย

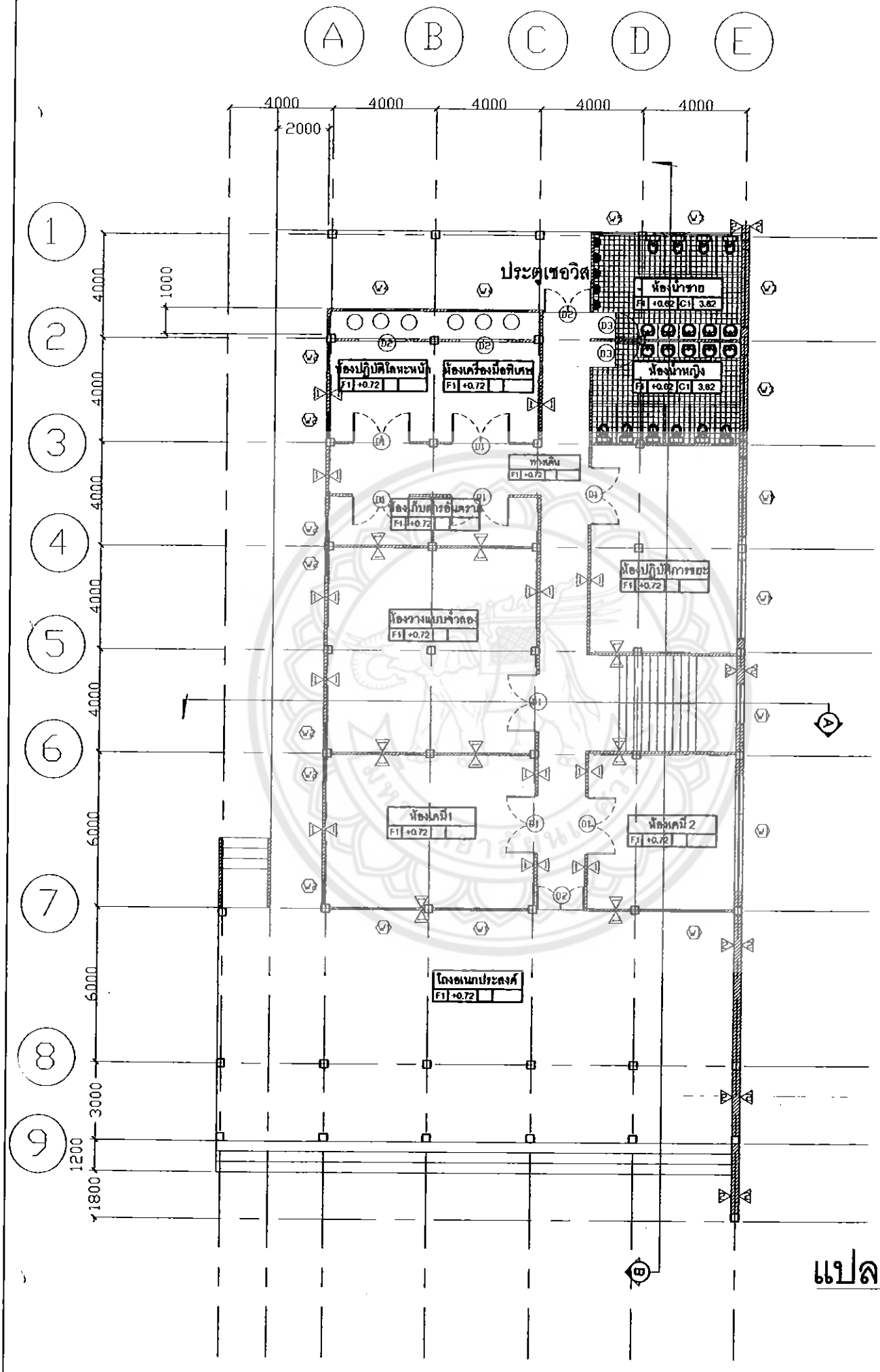
1. ภาพอาคารปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมและเคมี 3 มิติ (3D)
2. แบบ Drawing (Auto Cad) งานสถาปัตยกรรมและงานโครงสร้าง
3. รายการคำนวณแผ่นพื้น คาน เสา ฐานราก และ หลังคา
4. งานประมาณราคา

ภาพอาคารปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมและเคมี 3 มิติ (3D)

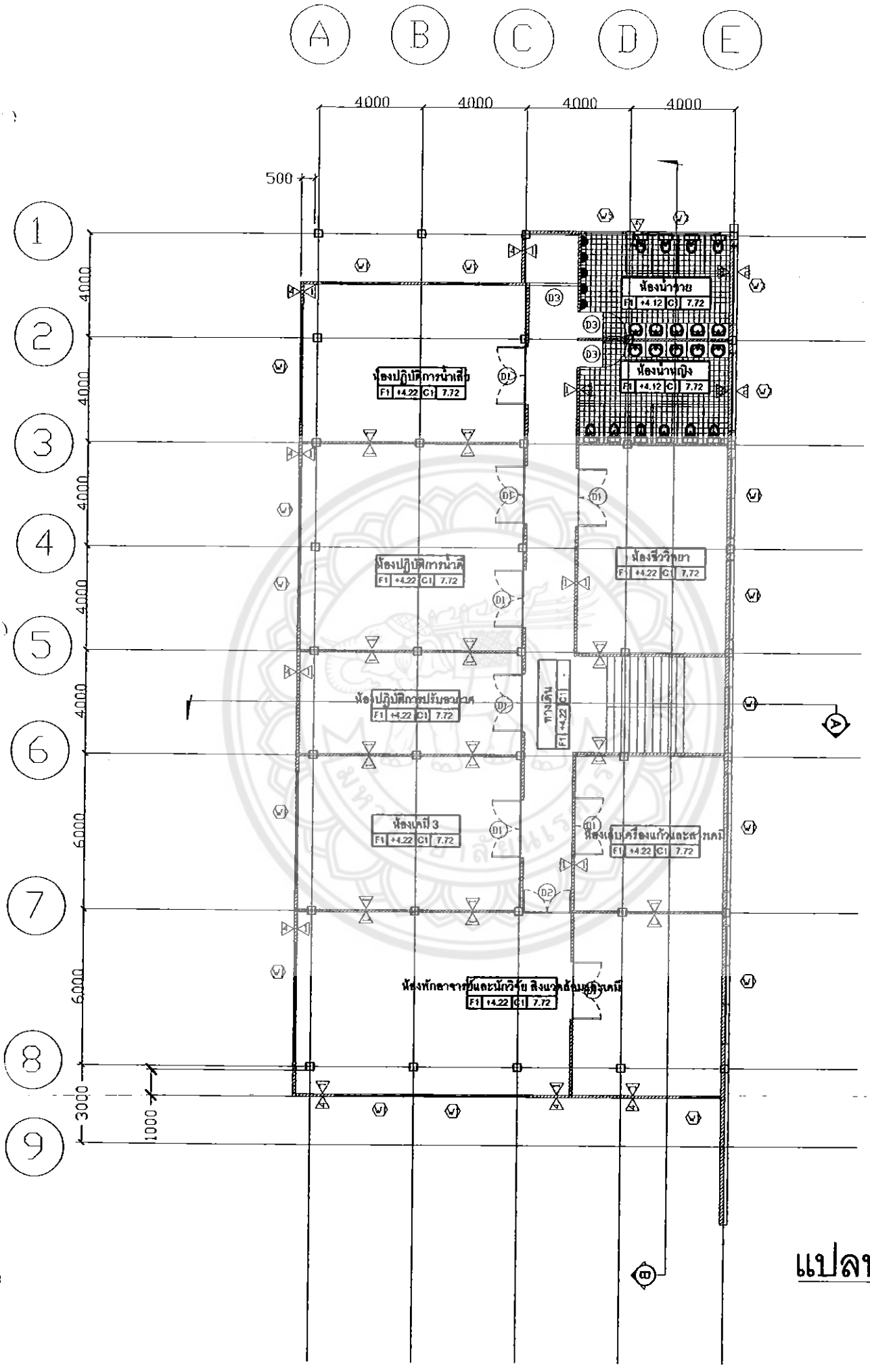




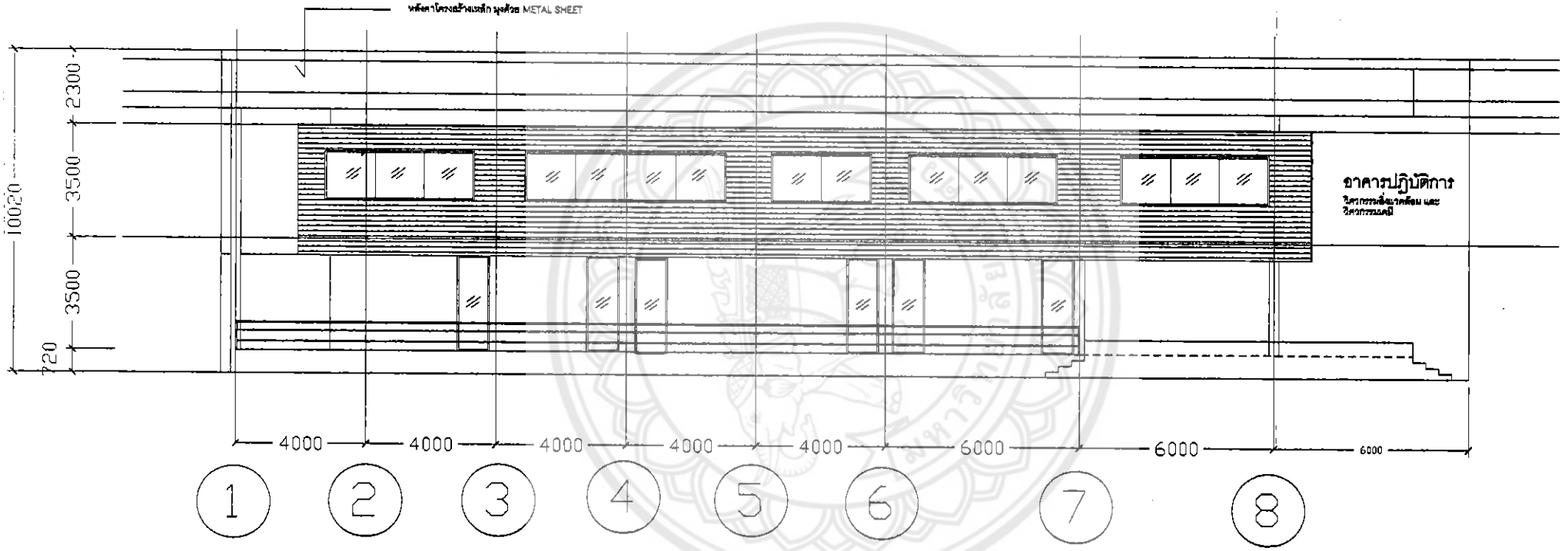



A
B
C
D
E
1
2
3
4
5
6
7
8
9
4000
2000
1000
6000
3000
1200
1800
ประตูเซอวิส
ห้องน้ำชาย
ห้องน้ำหญิง
ห้องปฏิบัติโลหะหนัก
ห้องเครื่องมือพิเศษ
ทางเดิน
ห้องเก็บสารอันตราย
ห้องปฏิบัติการชีวะ
ห้องวางแบบจำลอง
ห้องเคมี1
ห้องเคมี 2
โถงอเนกประสงค์

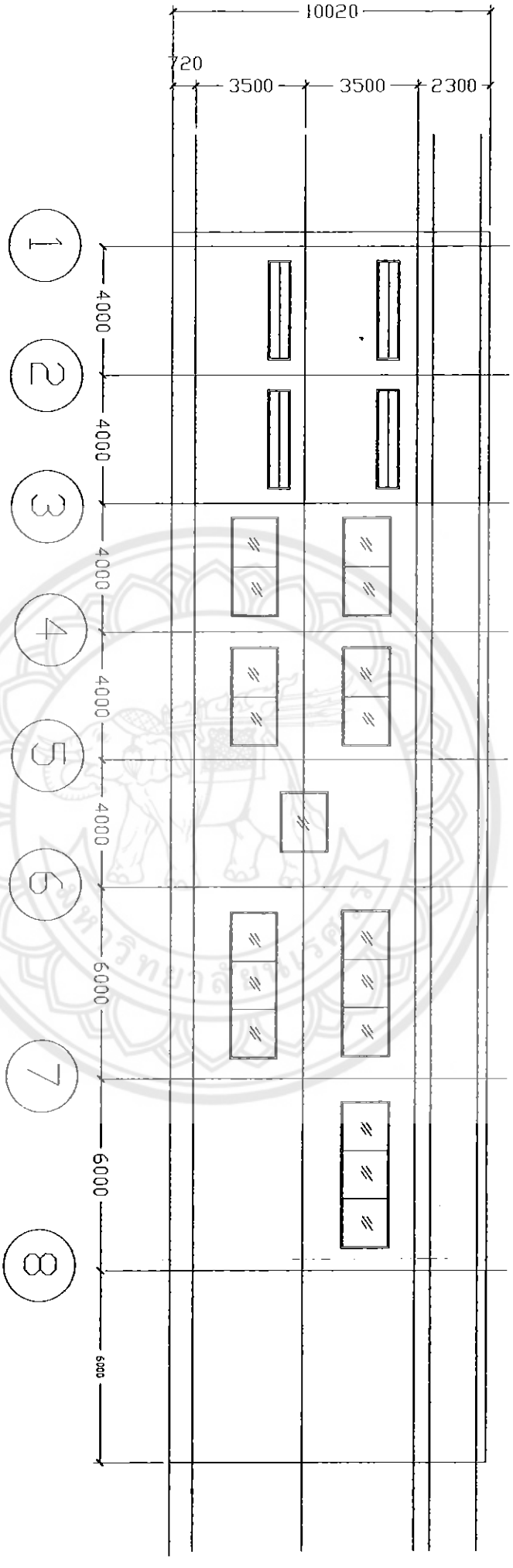
แปลนชั้น 1


A
B
C
D
E
1
2
3
4
5
6
7
8
9
4000
4000
4000
4000
500
4000
4000
4000
4000
4000
6000
6000
3000
1000
ห้องน้ำชาย
ห้องน้ำหญิง
ห้องปฏิบัติการน้ำเสีย
ห้องปฏิบัติการน้ำดื่ม
ห้องชีววิทยา
ห้องปฏิบัติการปรับอนามัย
ทางเดิน
ห้องเคมี 3
ห้องเตรียมเครื่องแก้วและสารเคมี
ห้องพักอาจารย์และนักวิจัย สิ่งแวดล้อมและอุตสาหกรรม

แปลนชั้น 2


หลังคาโครงสร้างเหล็กมุงด้วย METAL SHEET
10020
2300
3500
3500
720
อาคารปฏิบัติการ
4000
4000
4000
4000
4000
6000
6000
6000
1
2
3
4
5
6
7
8

รูปด้าน 1


10020
720
3500
3500
2300
1
2
3
4
5
6
7
8
4000
4000
4000
4000
4000
6000
6000
6000

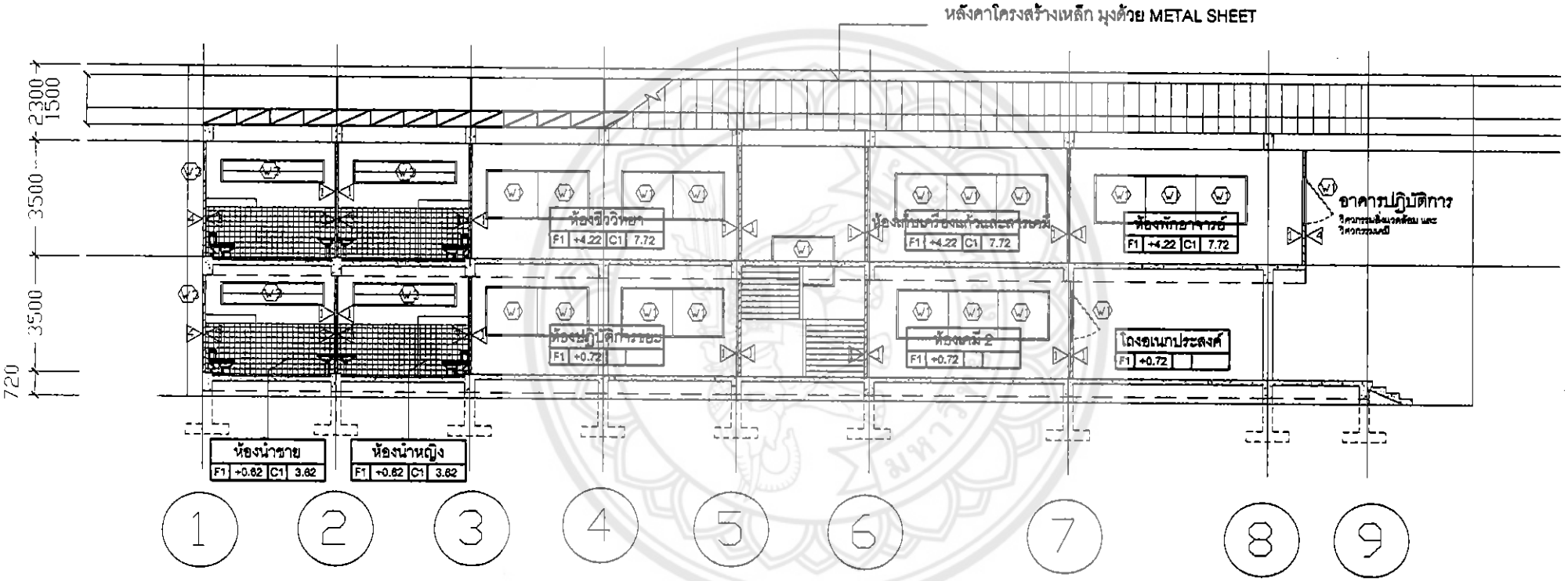
ชั้นที่ 2

แบบแปลน
ชั้นที่ 3

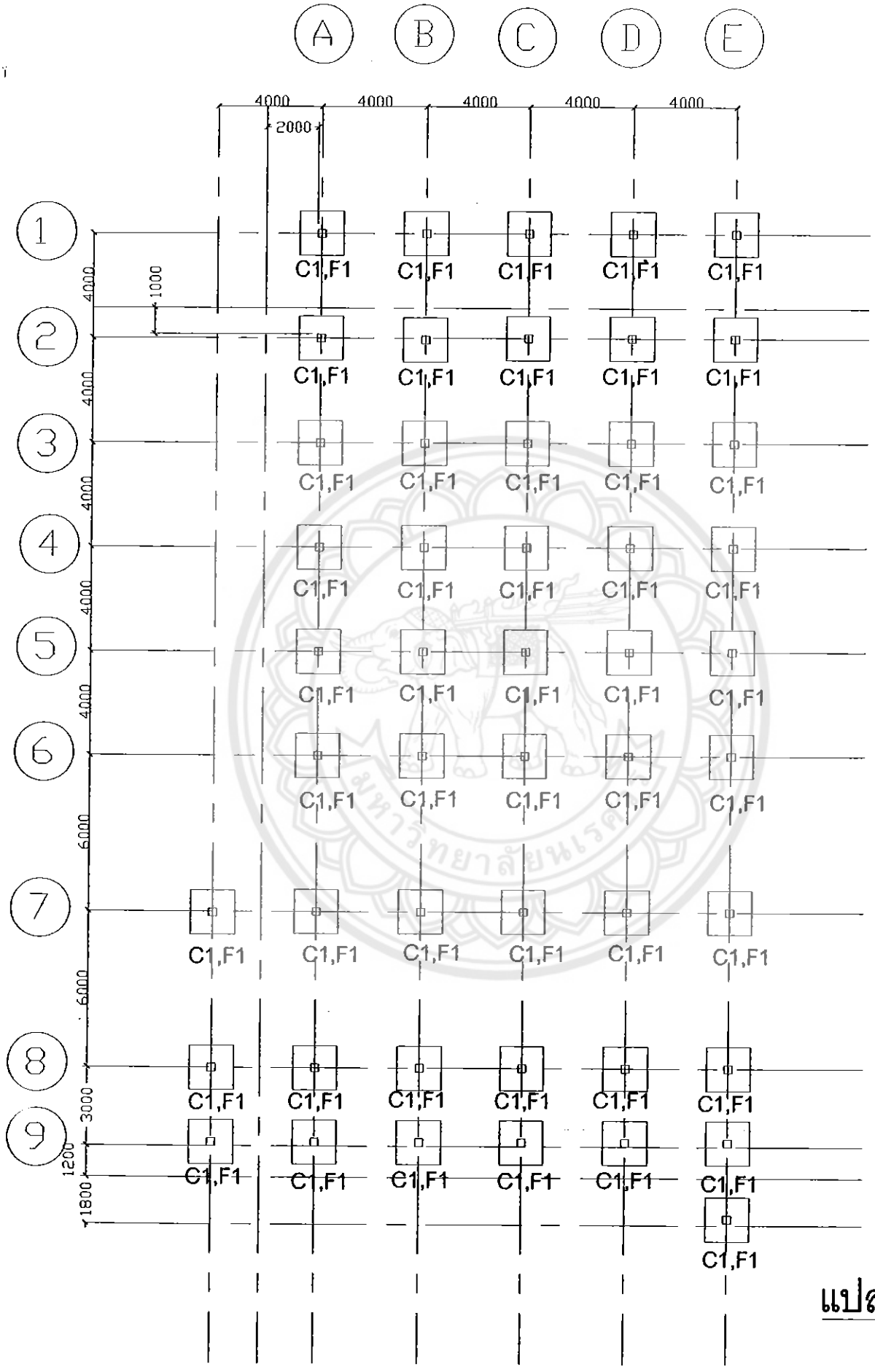
ภาพที่ 4 ด้านข้าง

720
3500
3500
500
1600
120
4000
4000
4000
4000
4000
A
B
C
D
E
ห้องวางแผนจำลอง
F1 +0.72
ห้องปฏิบัติการปรับอากาศ
F1 +4.22 C1 7.72
D1
D1
W1
W1

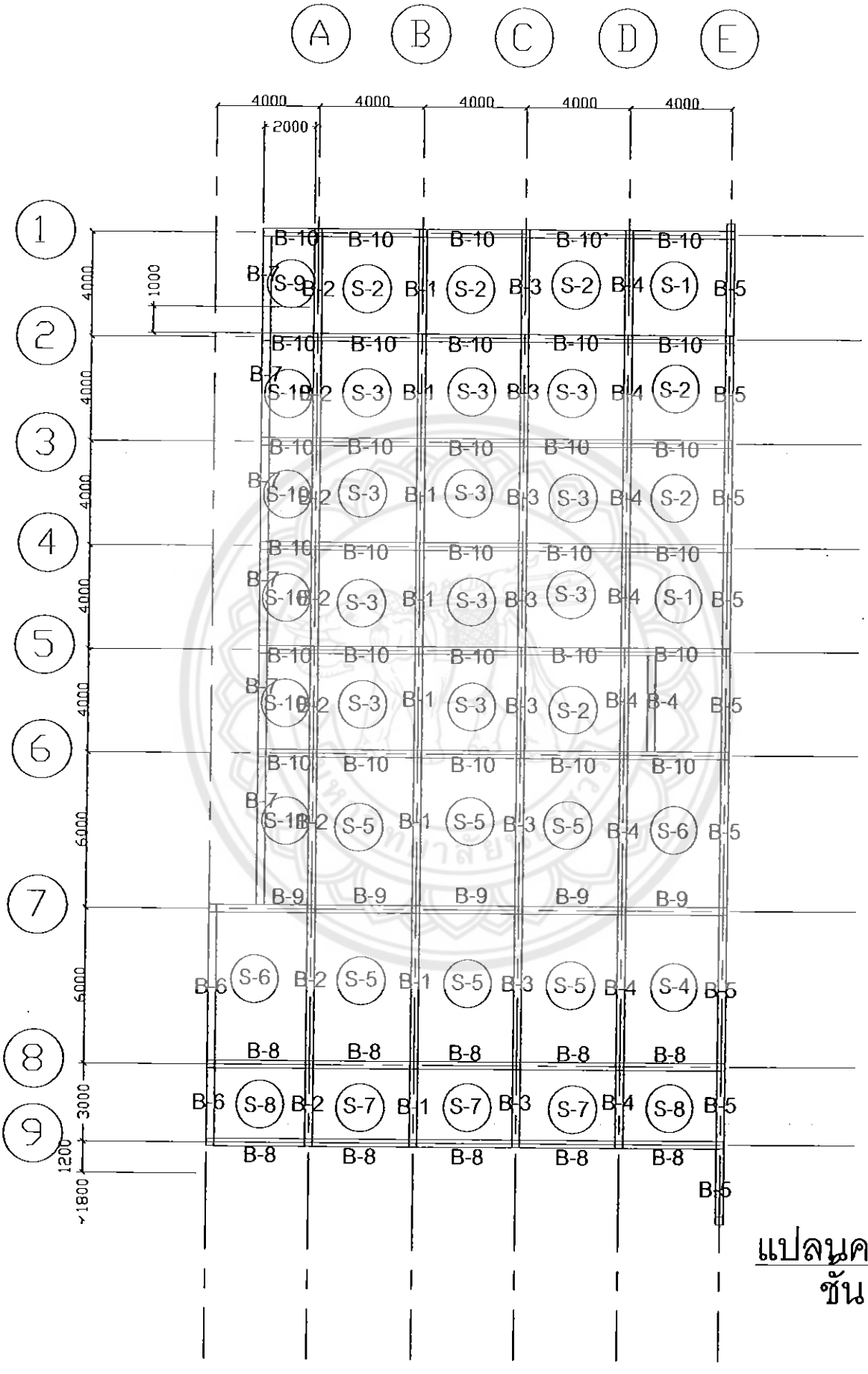
ภาพที่ 4


หลังคาโครงสร้างเหล็ก มุงด้วย METAL SHEET
2300
1500
3500
3500
720
ห้องน้ำชาย
F1 +0.62 C1 3.62
ห้องน้ำหญิง
F1 +0.62 C1 3.62
ห้องชีววิทยา
F1 +4.22 C1 7.72
ห้องปฏิบัติการเคมี
F1 +0.72
ห้องเก็บเครื่องแก้วและสารเคมี
F1 +4.22 C1 7.72
ห้องพักอาจารย์
F1 +4.22 C1 7.72
ห้องเตรียม 2
F1 +0.72
โถงอเนกประสงค์
F1 +0.72
อาคารปฏิบัติการ
1
2
3
4
5
6
7
8
9

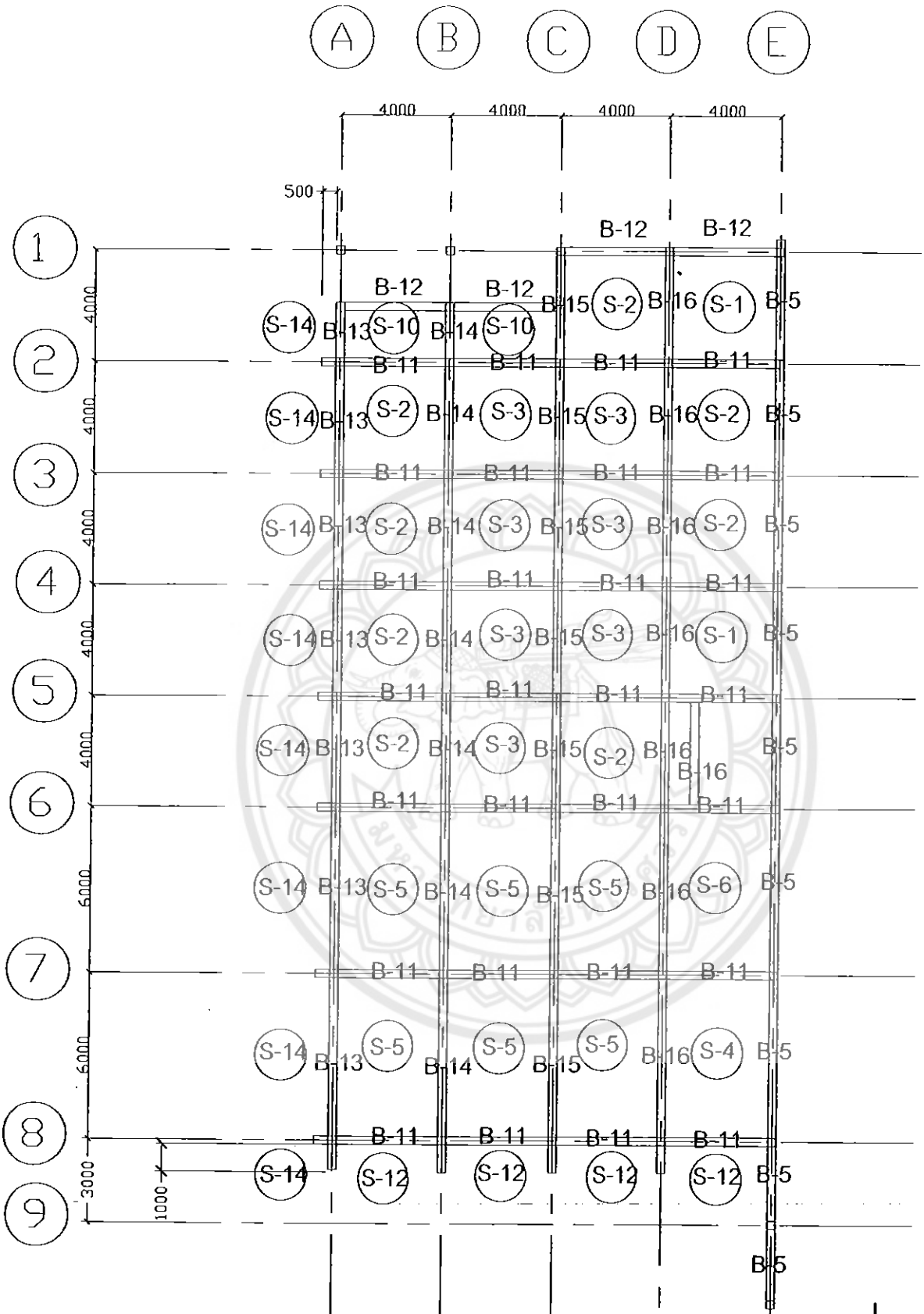
รูปตัด B


A
B
C
D
E
1
2
3
4
5
6
7
8
9
4000
4000
4000
4000
4000
2000
1000
4000
4000
4000
4000
6000
6000
3000
1200
1800
C1,F1

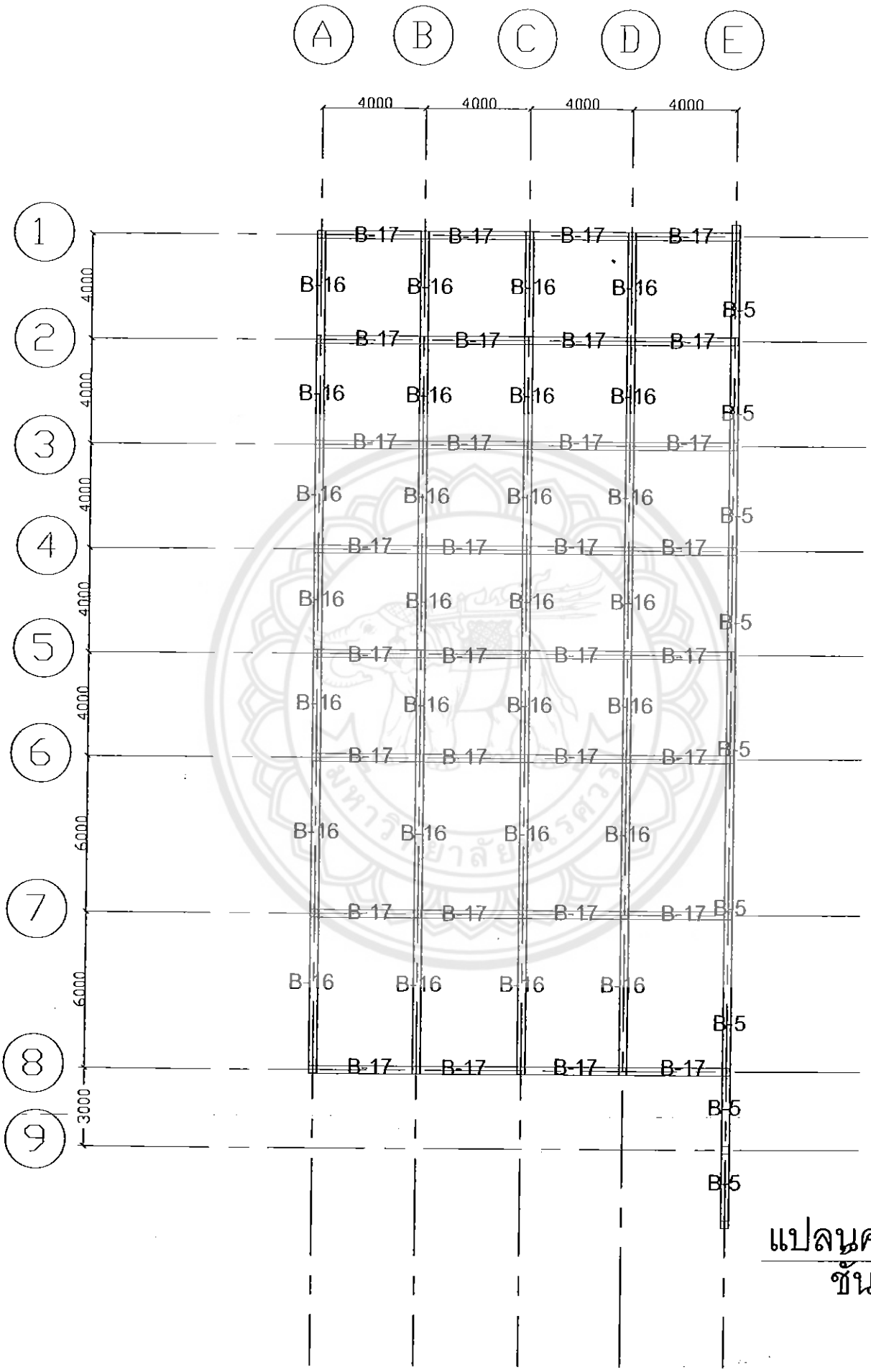
แปลนฐานราก



แปลนคาน,พื้น
ชั้น 1



แปลนคาน,พื้น
ชั้น 2



แปลนคาน,พื้น
ชั้นหลังคา

Final Reinforcement In Slab

S1, S2, S3 เป็นแผ่นพื้นขนาดเดียวกัน คือ 4x4เมตร มีการเสริมเหล็กเหมือนกันจัดให้เป็นกลุ่มเดียวกันโดยใช้เหล็ก DB12 ทั้งสองด้าน ระยะเรียง0.30เมตร และใช้ชื่อ SL-1

S4, S5, S6 เป็นแผ่นพื้นขนาดเดียวกัน คือ 4x6เมตร มีการเสริมเหล็กเหมือนกันจัดให้เป็นกลุ่มเดียวกันโดยใช้เหล็ก DB12 ทั้งสองด้าน ระยะเรียง0.30เมตร และใช้ชื่อ SL-2

S7, S8 เป็นแผ่นพื้นขนาดเดียวกัน คือ 3x4เมตร มีการเสริมเหล็กเหมือนกันจัดให้เป็นกลุ่มเดียวกันโดยใช้เหล็ก DB12 ทั้งสองด้าน ระยะเรียง0.30เมตร และใช้ชื่อ SL-3

S9 มีการเสริมเหล็กโดยใช้เหล็ก DB16 ทั้งสองด้าน ระยะเรียง0.25เมตร และใช้ชื่อ SL-4

S10 มีการเสริมเหล็กโดยใช้เหล็ก DB16 ทั้งสองด้าน ระยะเรียง0.30เมตร และใช้ชื่อ SL-5

S11 มีการเสริมเหล็กโดยใช้เหล็ก DB16 ทั้งสองด้าน ระยะเรียง0.15เมตร และใช้ชื่อ SL-6

S12 มีการเสริมเหล็กโดยใช้เหล็ก DB16 ทั้งสองด้าน ระยะเรียง0.25เมตร และใช้ชื่อ SL-7

S13 มีการเสริมเหล็กโดยใช้เหล็ก DB16 ทั้งสองด้าน ระยะเรียง0.30เมตร และใช้ชื่อ SL-8

S14 มีการเสริมเหล็กโดยใช้เหล็ก DB16 ทั้งสองด้าน ระยะเรียง0.30เมตร และใช้ชื่อ SL-9

Final Reinforcement In Beam

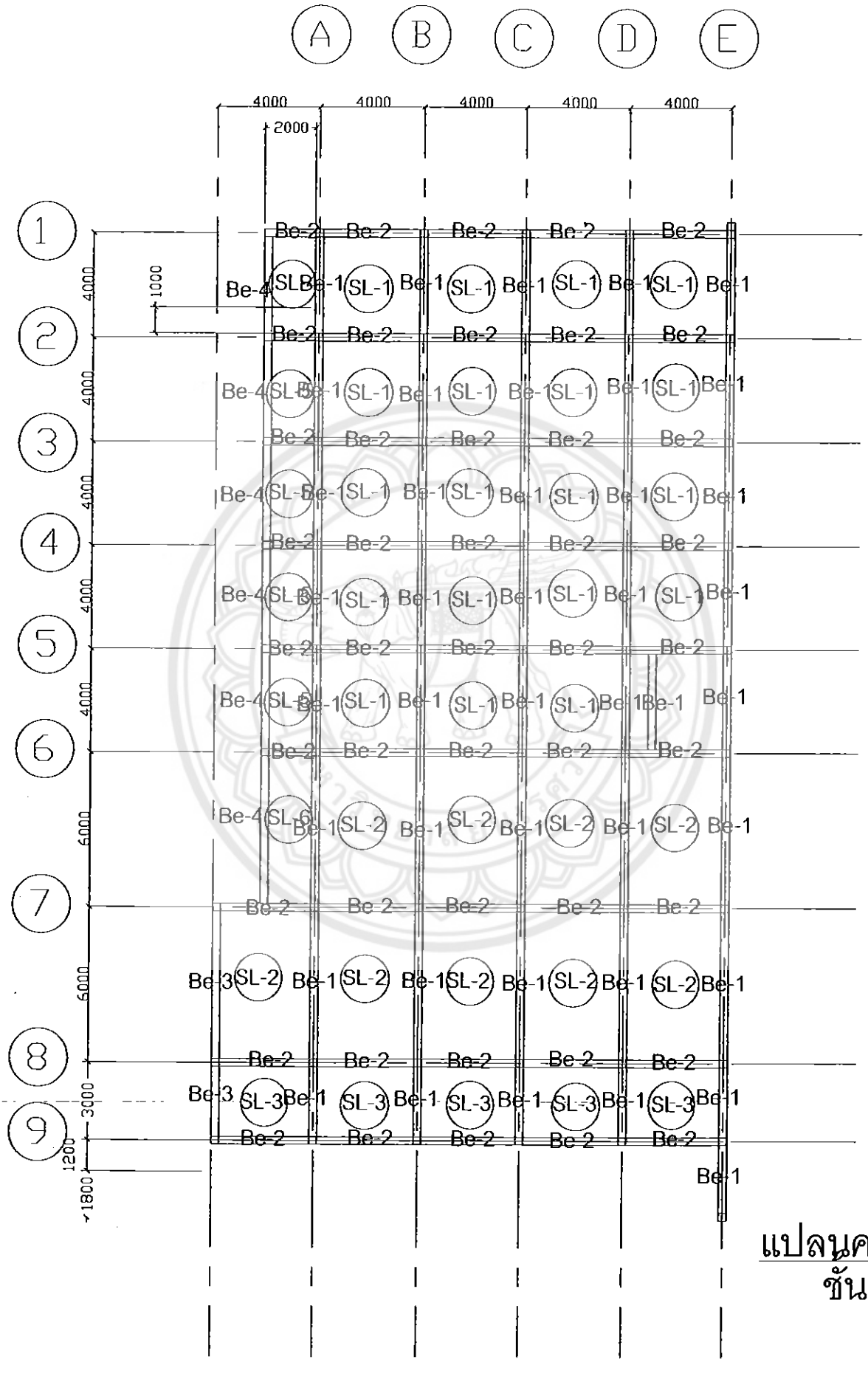
B1, B2, B3, B4, B5, B14, B15 มีการเสริมเหล็กเหมือนกันจัดให้เป็นกลุ่มเดียวกัน มีการเสริมเหล็กต้านแรงอัด 2-DB12 ส่วนเหล็กต้านทานแรงดึงมีการเสริมเหล็ก 4-DB20 และใช้ชื่อ Be1

B8, B9, B10, B12 มีการเสริมเหล็กเหมือนกันจัดให้เป็นกลุ่มเดียวกัน มีการเสริมเหล็กต้านแรงอัด 2-DB12 ส่วนเหล็กต้านทานแรงดึงมีการเสริมเหล็ก 2-DB20 และใช้ชื่อ Be2

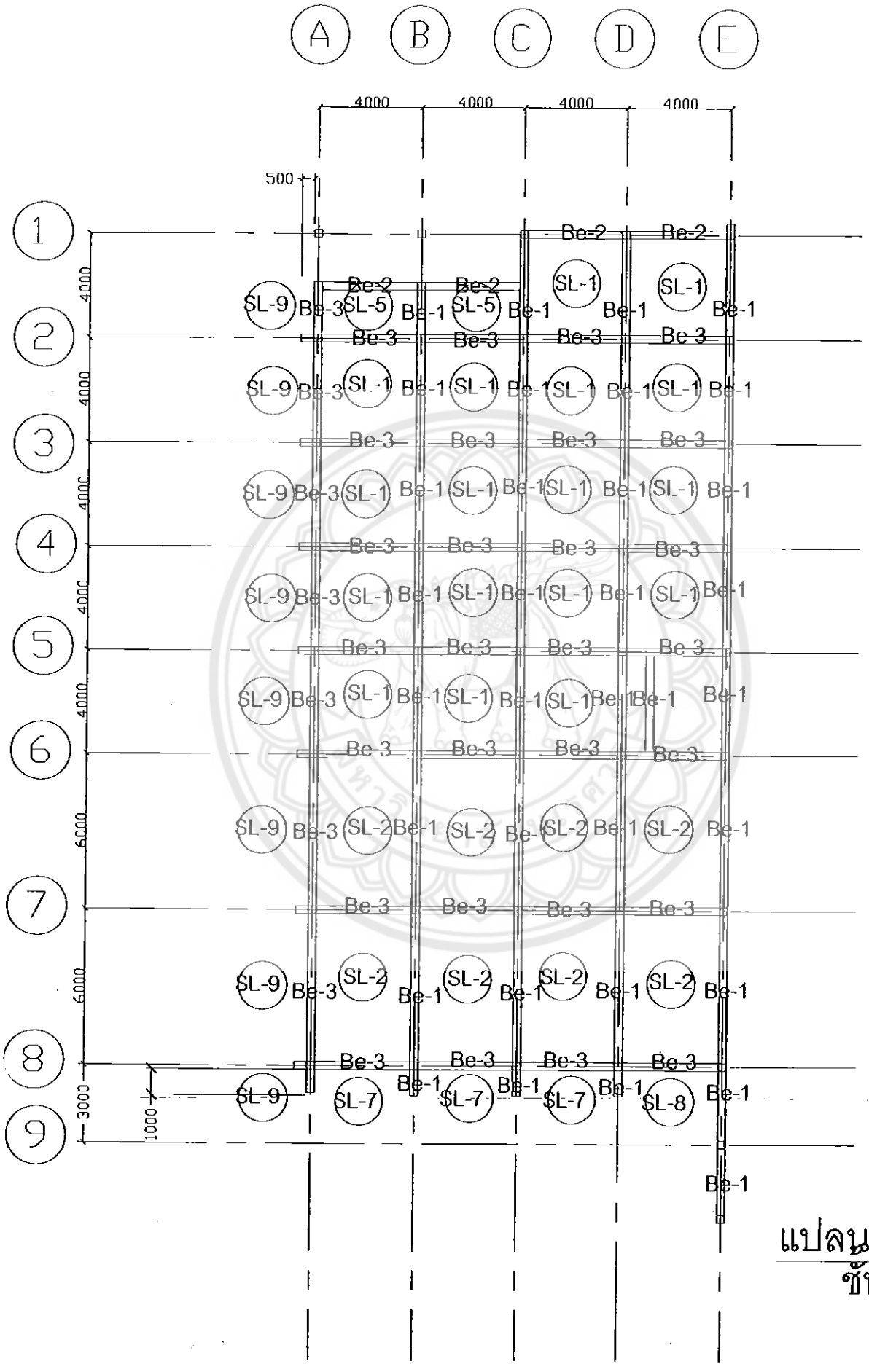
B6, B11, B13 มีการเสริมเหล็กเหมือนกันจัดให้เป็นกลุ่มเดียวกัน มีการเสริมเหล็กต้านแรงอัด 2-DB12 ส่วนเหล็กต้านทานแรงดึงมีการเสริมเหล็ก 3-DB20 และใช้ชื่อ Be3

B7 มีการเสริมเหล็กเหมือนกันจัดให้เป็นกลุ่มเดียวกัน มีการเสริมเหล็กต้านแรงอัด 2-DB12 ส่วนเหล็กต้านทานแรงดึงมีการเสริมเหล็ก 2-DB16 และใช้ชื่อ Be4

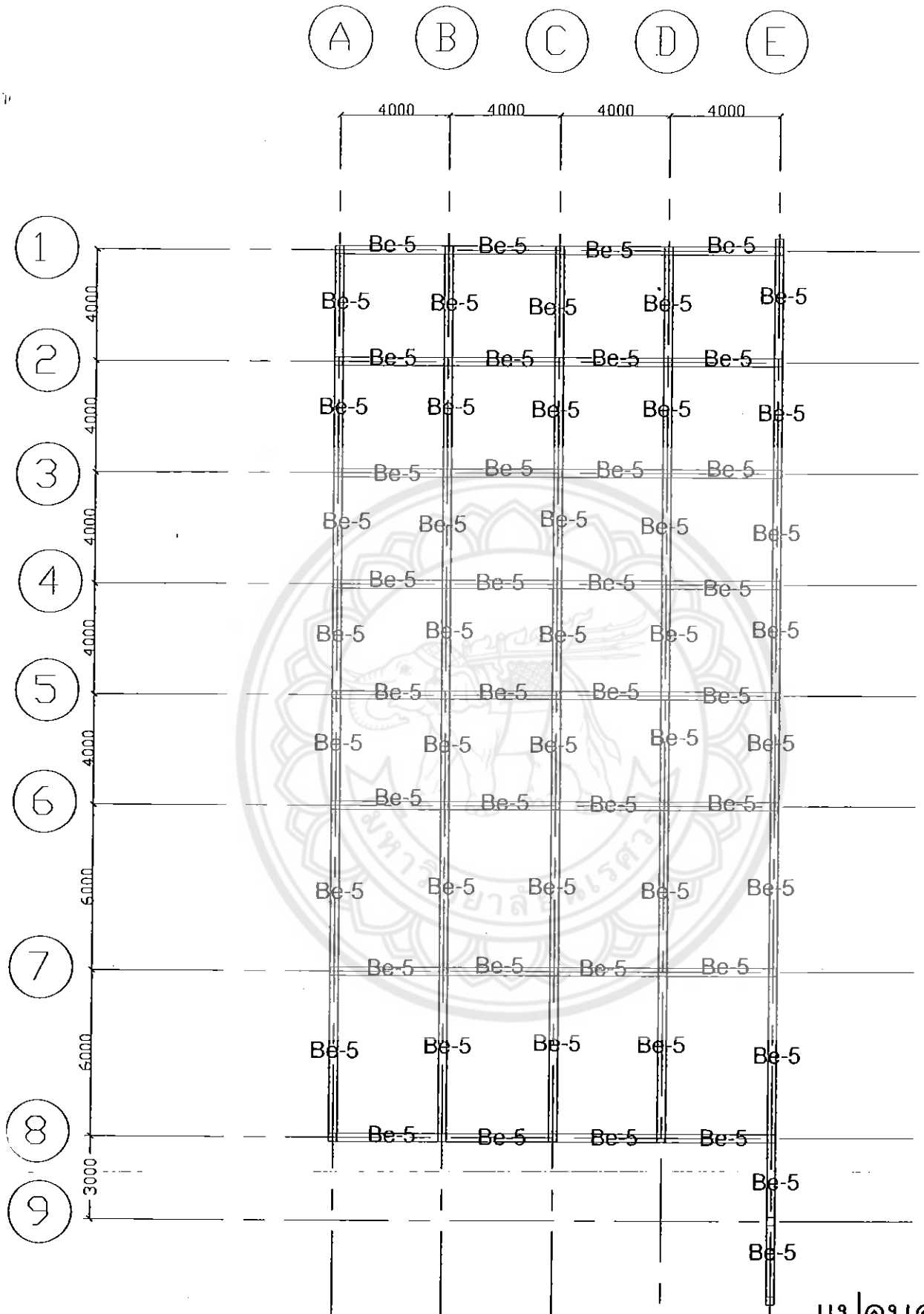
B16, B17 มีการเสริมเหล็กเหมือนกันจัดให้เป็นกลุ่มเดียวกัน มีการเสริมเหล็กต้านแรงอัด 2-DB12 ส่วนเหล็กต้านทานแรงดึงมีการเสริมเหล็ก 2-DB12 และใช้ชื่อ Be5



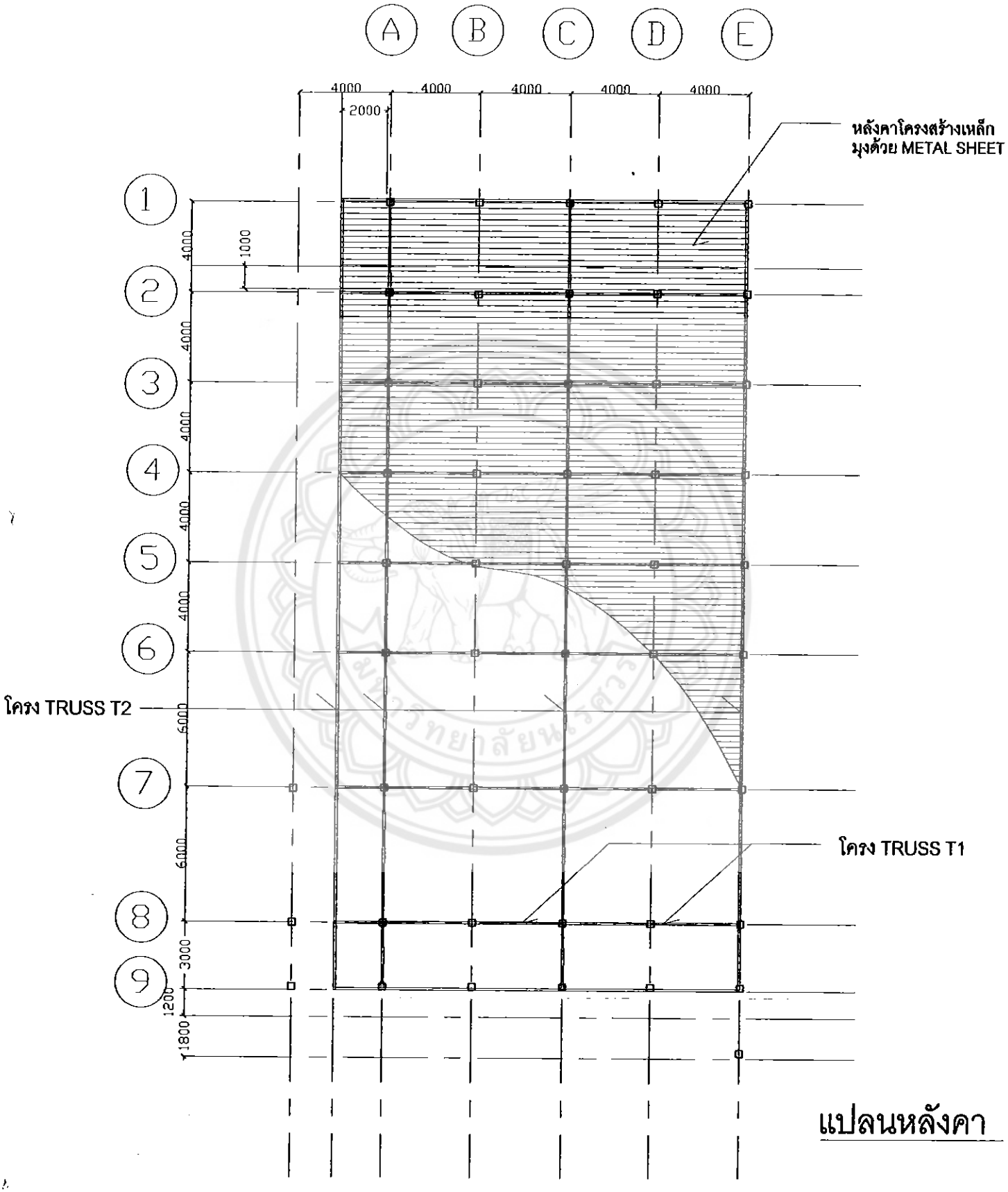
แปลนคาน,พื้น
ชั้น 1



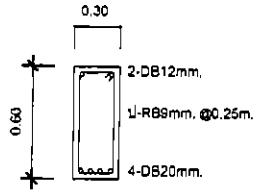
แปลนคาน,พื้น
ชั้น 2



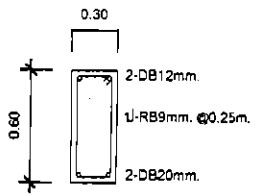
แปลนคาน,พื้น
ชั้นหลังคา


A
B
C
D
E
4000
4000
4000
4000
4000
2000
1
2
3
4
5
6
7
8
9
1000
4000
4000
4000
4000
6000
6000
3000
1200
1800
หลังคาโครงสร้างเหล็ก
มุงด้วย METAL SHEET
โครง TRUSS T2
โครง TRUSS T1

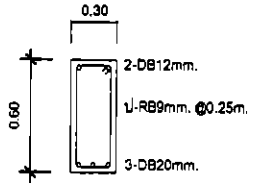
แปลนหลังคา



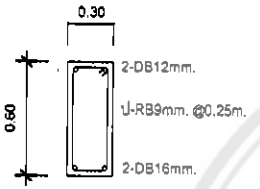
Be1



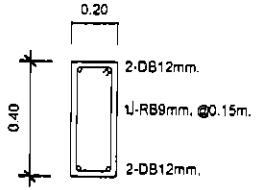
Be2



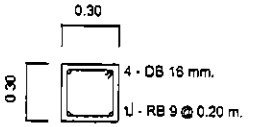
Be3



Be4

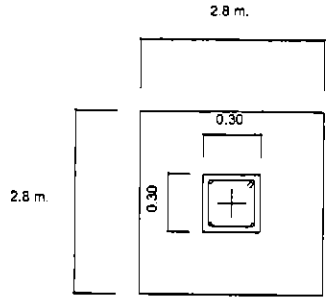


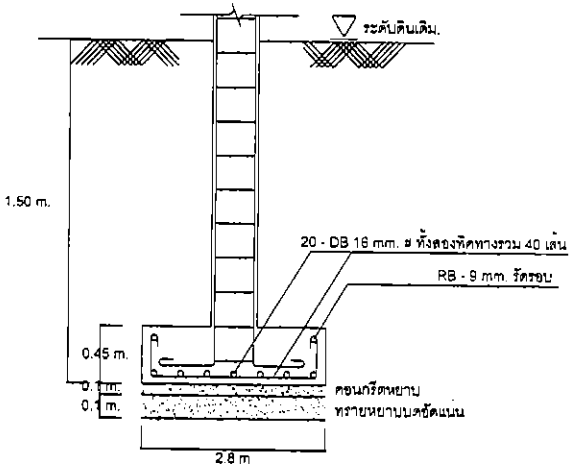
Be5



C1

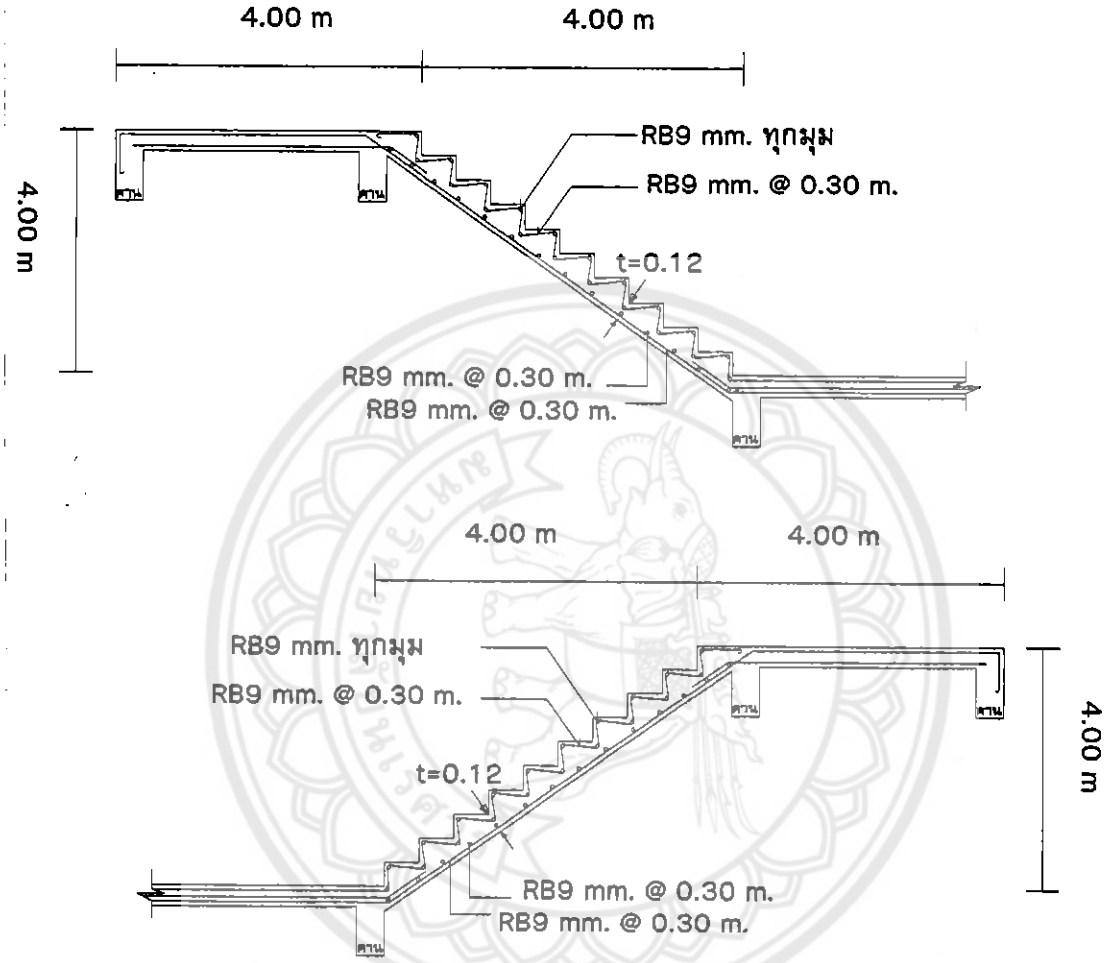
Section คาน,ฐานราก





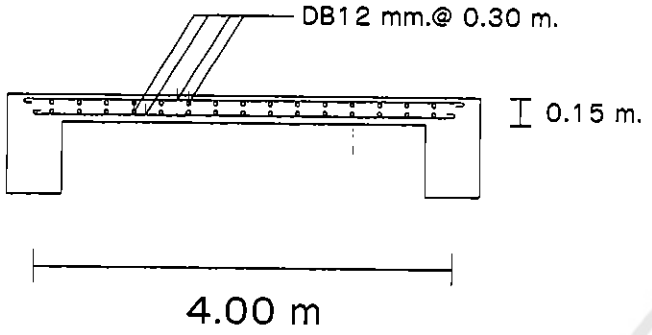
F1

รูปประกอบไม่ได้มาตราส่วน

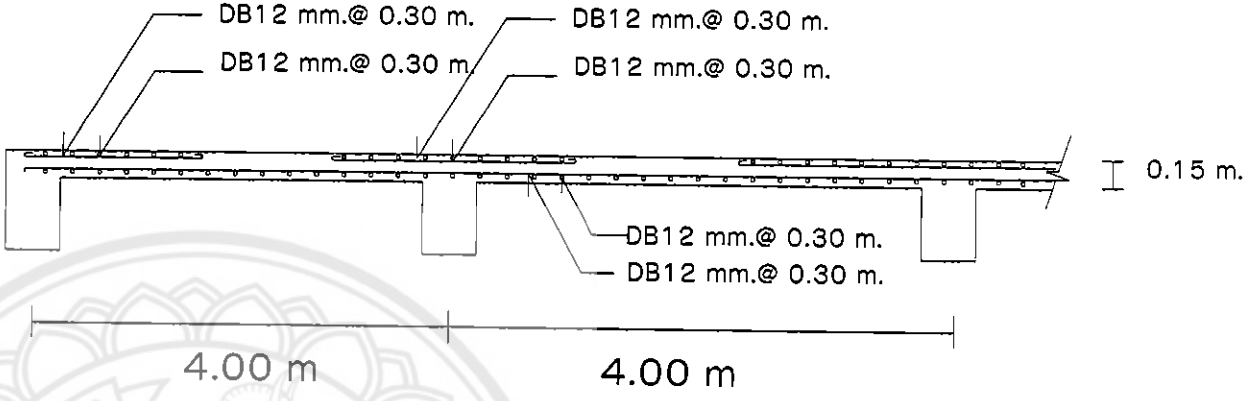


Detail บันได

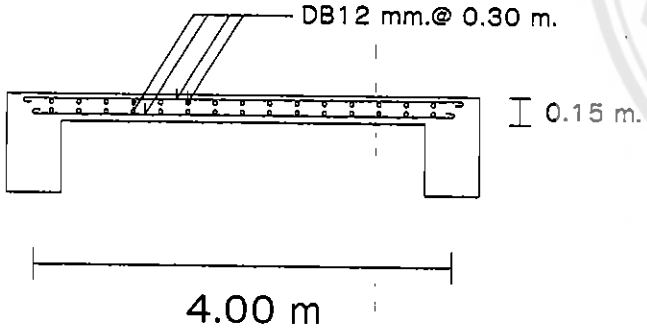
รูปประกอบไม่ได้มาตราส่วน



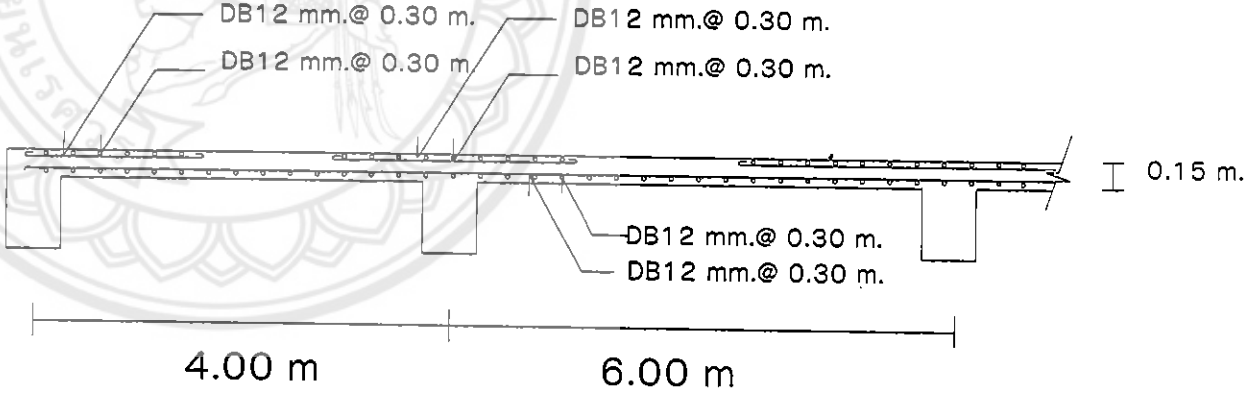
SL-1



SL-1 SL-1



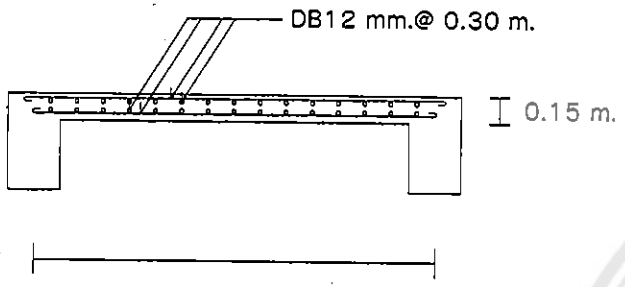
SL-2



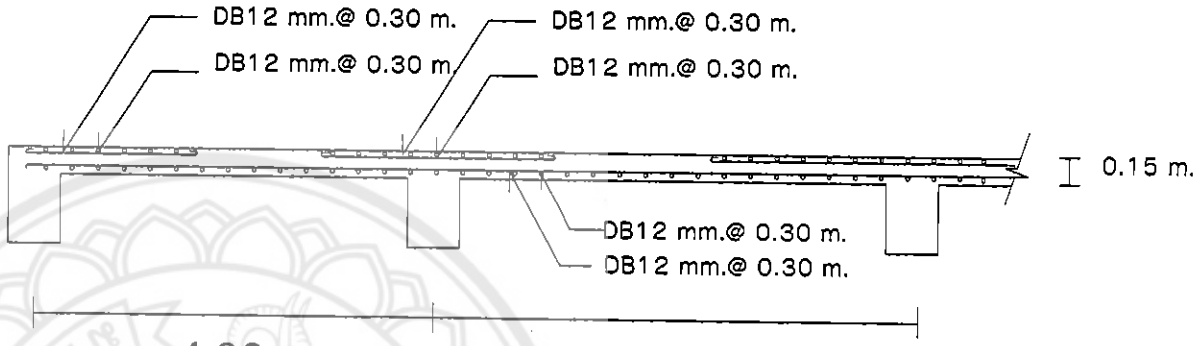
SL-2 SL-2

Detail พื้น

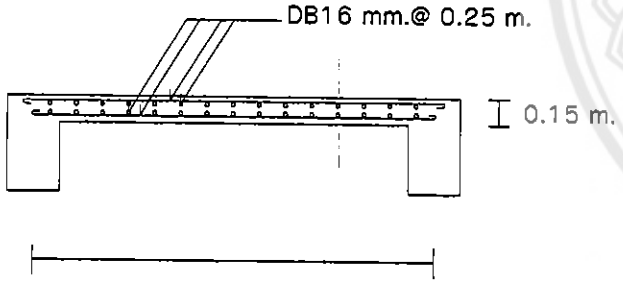
รูปประกอบไม่ได้มาตราส่วน



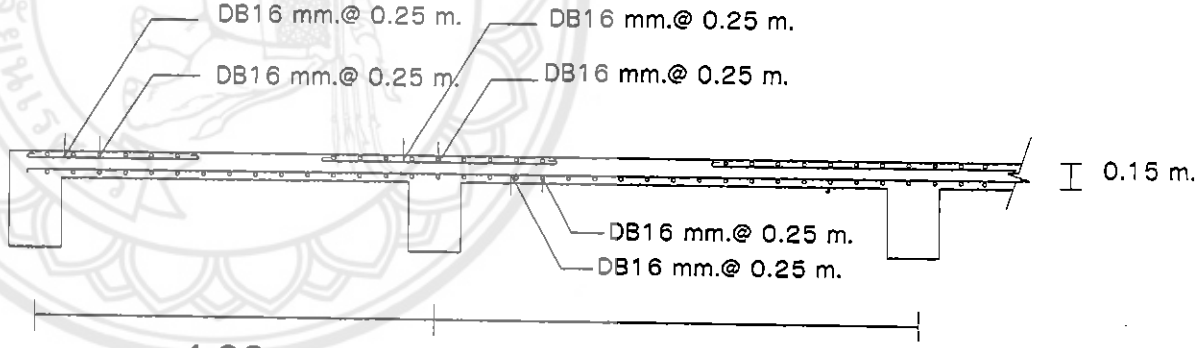
SL-3



SL-3 SL-3



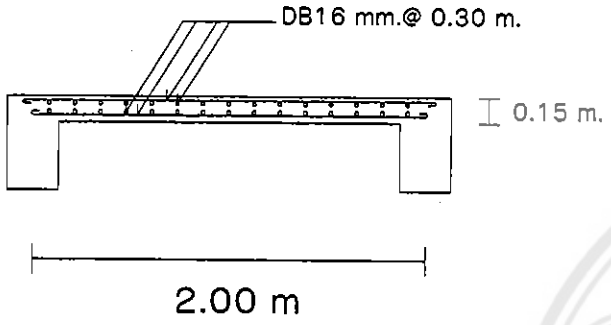
SL-4



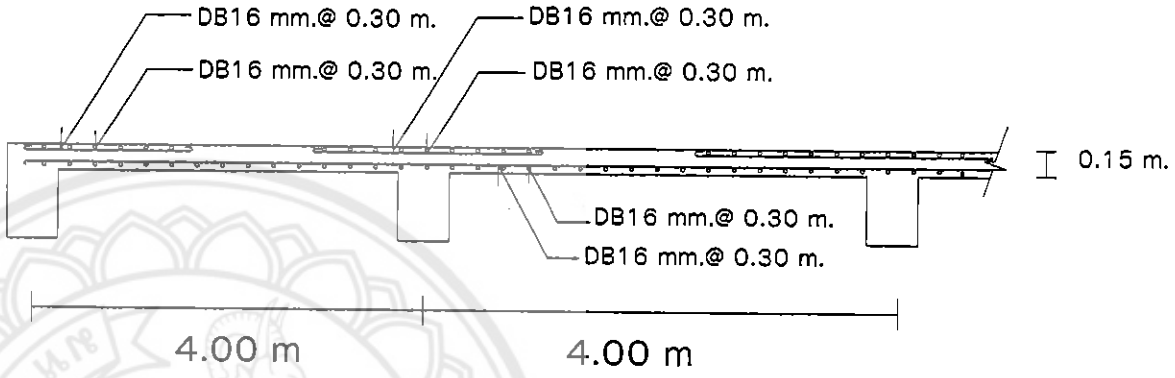
SL-4 SL-4

Detail พื้น

รูปประกอบไม่ได้มาตราส่วน

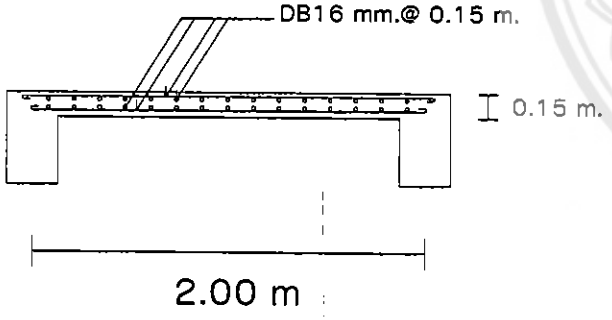


SL-5

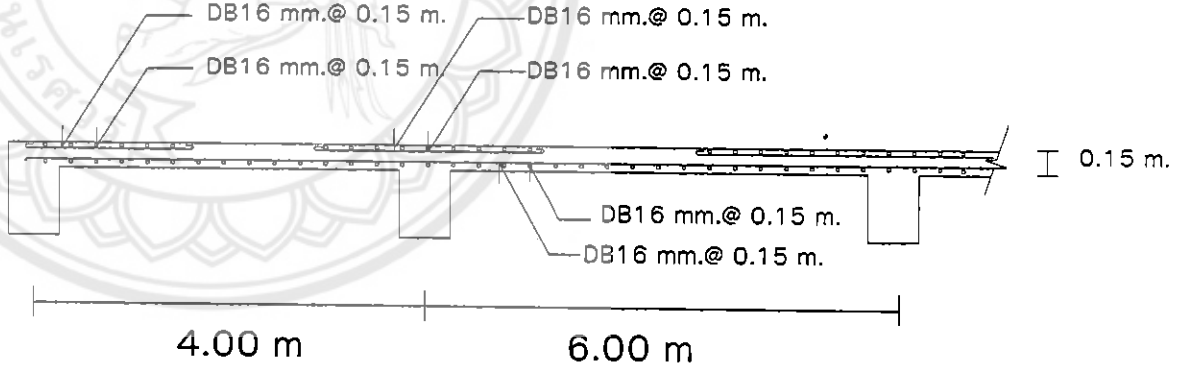


SL-5

SL-5



SL-6

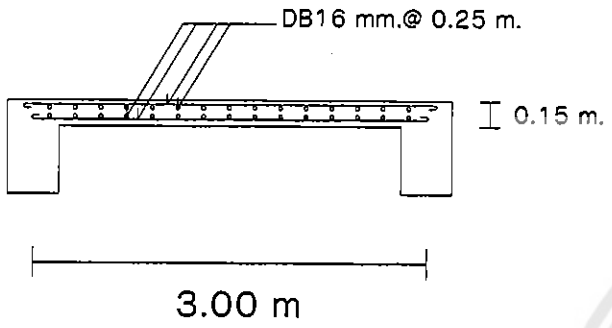


SL-5

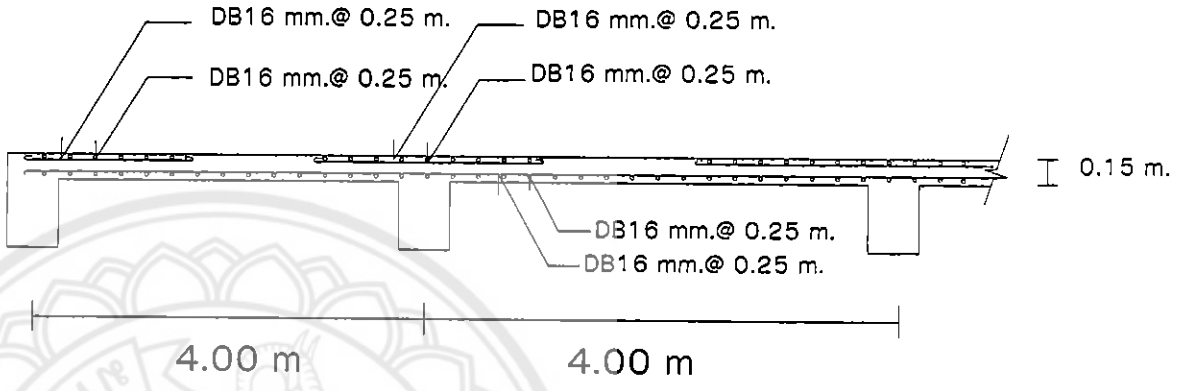
SL-6

Detail พื้น

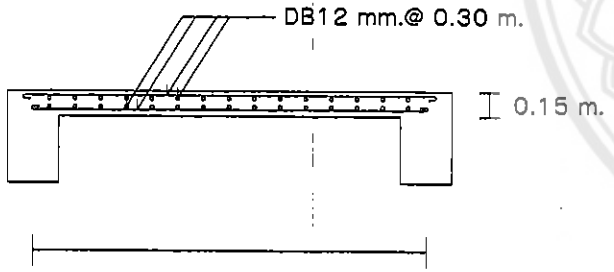
รูปประกอบไม่ได้มาตราส่วน



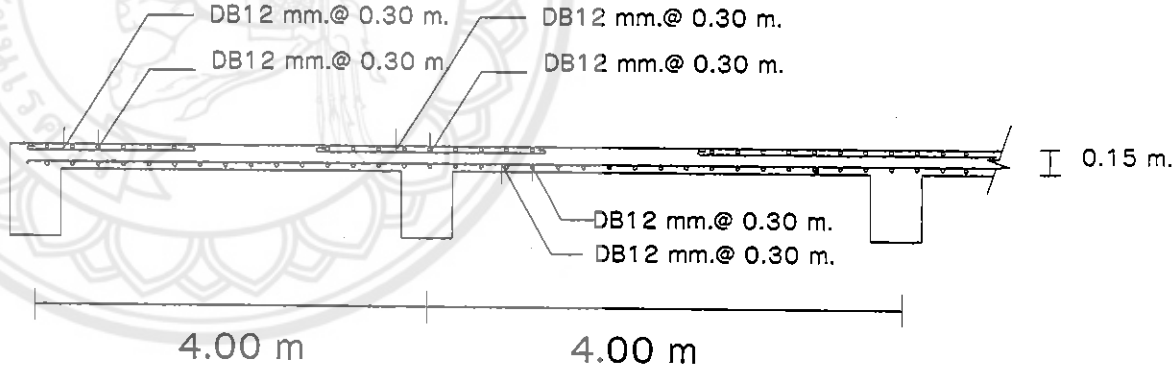
SL-7



SL-7 SL-7



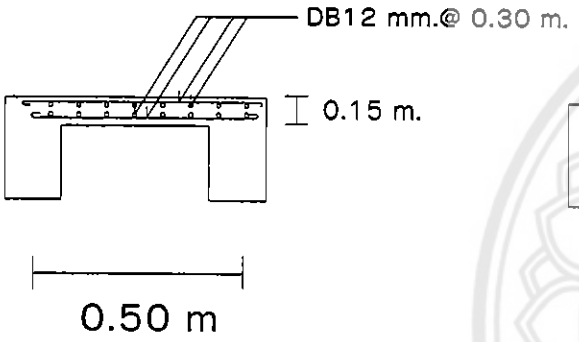
SL-8



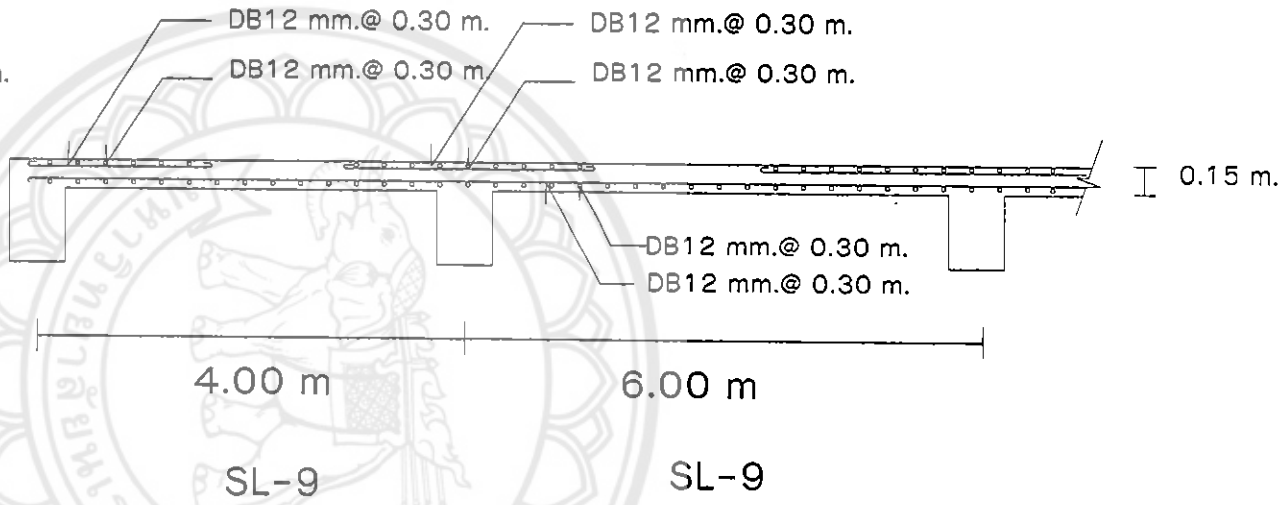
SL-8 SL-8

Detail พื้น

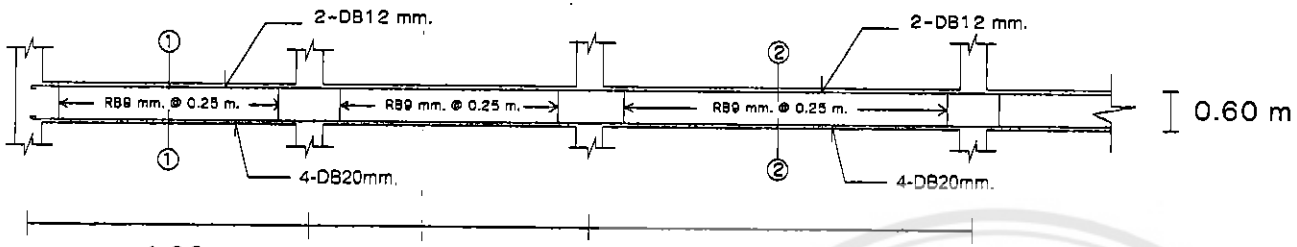
รูปประกอบไม่ได้มาตราส่วน

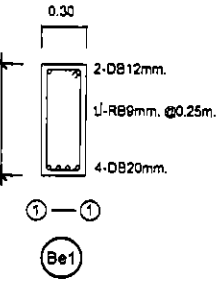


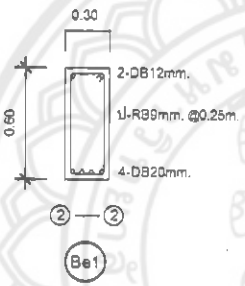
Detail พื้น

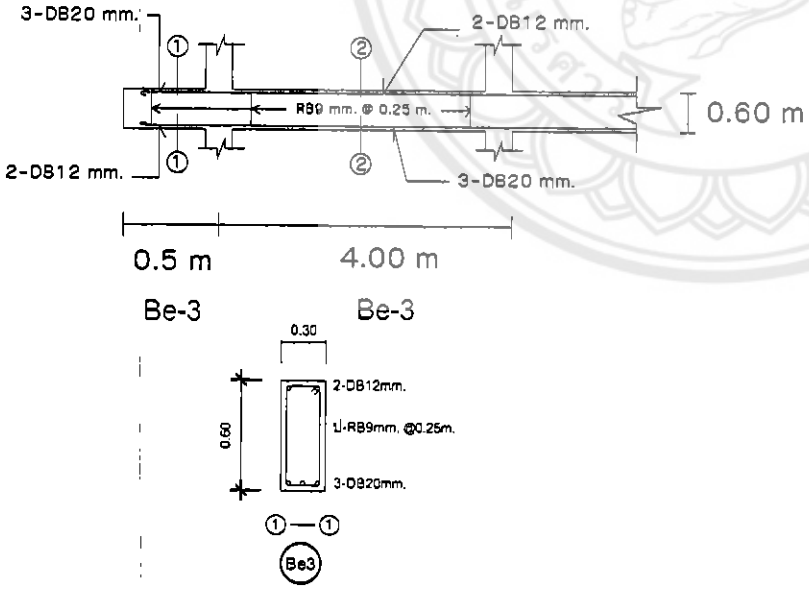


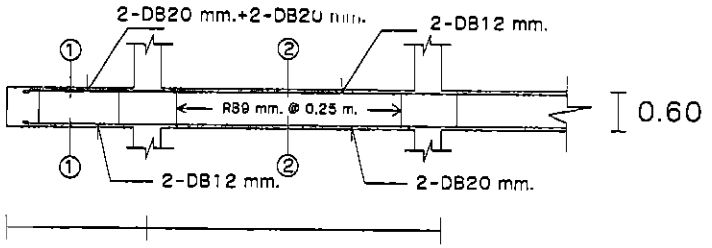
รูปประกอบไม่ได้มาตราส่วน

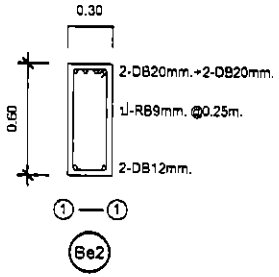


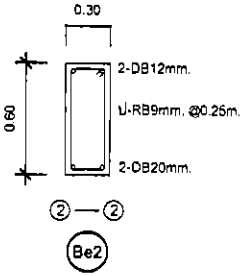






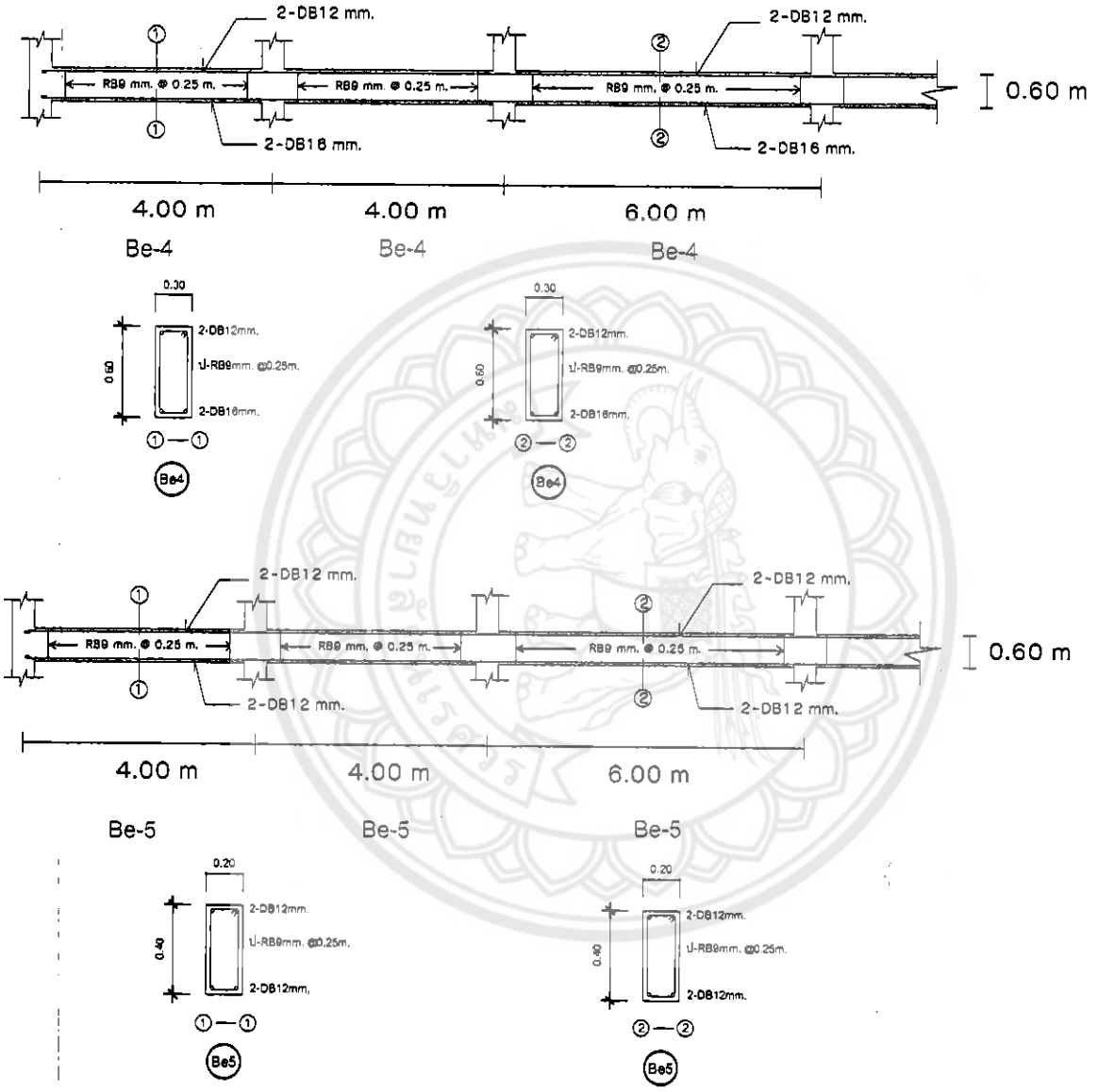






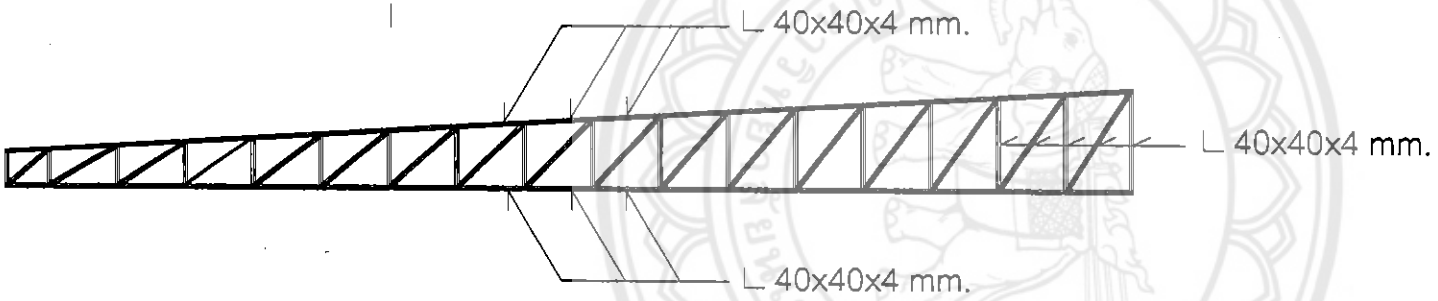
Detail คาน

รูปประกอบไม่ได้มาตราส่วน

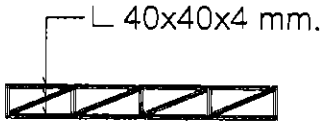


Detail คาน

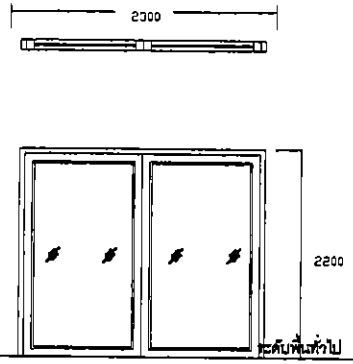
รูปประกอบไม่ได้มาตราส่วน



โครง TRUSS T1

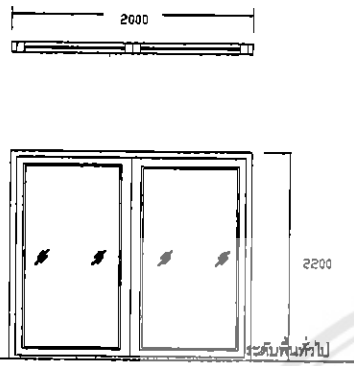


โครง TRUSS T2



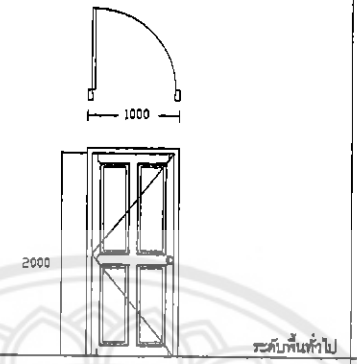
D1

ลักษณะบาน	ประตูกระจกบานเปิด (2บาน)
ขนาดบาน	1.00 x 2.00
กรอบบาน	อลูมิเนียม
วงกบ	-
ลูกฟัก	กระจกใสหนา 5 มม.
อุปกรณ์	



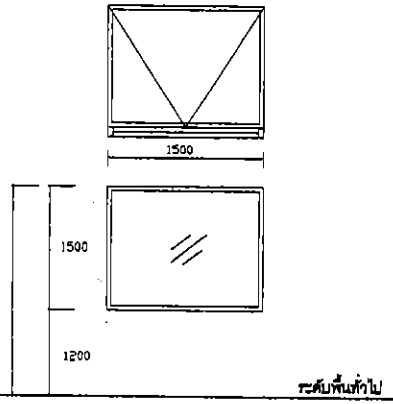
D2

ลักษณะบาน	ประตูกระจกบานเปิด (2บาน)
ขนาดบาน	0.80 x 2.00
กรอบบาน	อลูมิเนียม
วงกบ	-
ลูกฟัก	กระจกใสหนา 5 มม.
อุปกรณ์	อุปกรณ์บานอะลูมิเนียมครบชุด



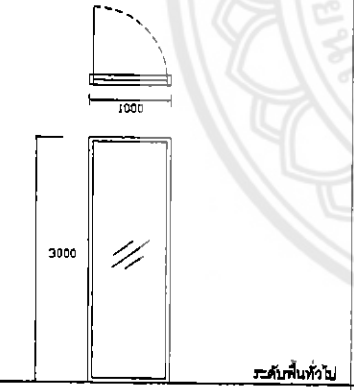
D3

ลักษณะบาน	ประตูไม้บานเปิด
ขนาดบาน	0.80 x 2.00
กรอบบาน	
วงกบ	ไม้เนื้อแข็ง 2" x 4"
ลูกฟัก	-
อุปกรณ์	3" x4" 4ตัวต่อบาน แบบหัวตัด
	ลูกปิดหัวกลม



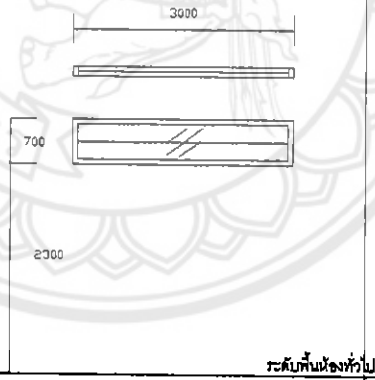
W1

ลักษณะบาน	หน้าต่างบานกระทุ้ง (1บาน)
ขนาดบาน	1.40 x 1.40
กรอบบาน	อลูมิเนียม
วงกบ	-
ลูกฟัก	กระจกใสหนา 5 มม.
อุปกรณ์	อุปกรณ์บานอะลูมิเนียมครบชุด



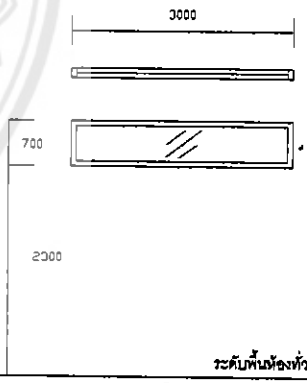
W2

ลักษณะบาน	หน้าต่างบานเปิด
ขนาดบาน	3.0 x 1.0
กรอบบาน	อลูมิเนียม
วงกบ	-
ลูกฟัก	กระจกใสหนา 5 มม.
อุปกรณ์	อุปกรณ์บานอะลูมิเนียมครบชุด



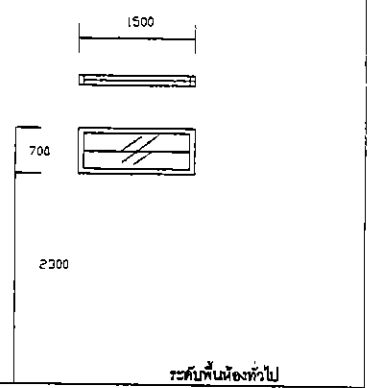
W3

ลักษณะบาน	กระจกบานฟิกซ์ 2 (แผ่นวางซ้อนกัน)
ขนาดบาน	0.3 x 3.0
กรอบบาน	อลูมิเนียม
วงกบ	-
ลูกฟัก	กระจกใสหนา 5 มม.
อุปกรณ์	อุปกรณ์บานอะลูมิเนียมครบชุด



W4

ลักษณะบาน	กระจกใส
ขนาดบาน	0.6 x 3.0
กรอบบาน	อลูมิเนียม
วงกบ	-
ลูกฟัก	กระจกใสหนา 5 มม.
อุปกรณ์	อุปกรณ์บานอะลูมิเนียมครบชุด



W5

ลักษณะบาน	กระจกบานฟิกซ์ 2 (แผ่นวางซ้อนกัน)
ขนาดบาน	0.6 x 1.5
กรอบบาน	อลูมิเนียม
วงกบ	-
ลูกฟัก	กระจกใสหนา 5 มม.
อุปกรณ์	อุปกรณ์บานอะลูมิเนียมครบชุด

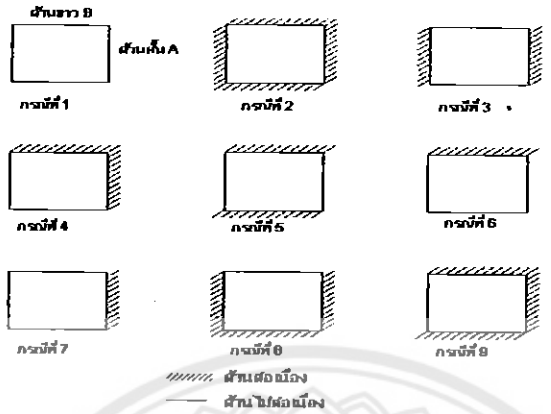
รายการประกอบแบบก่อสร้าง

โครงการ (PROJECT)	อาคารปฏิบัติการ วิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและวิศวกรรมเคมี
1. งานระดับ (LEVELLING WORKS)	ระดับมาตราฐานที่ใช้ในการก่อสร้าง + 0.00 ระดับพื้นดินเดิม + 0.72 ระดับชั้น1 + 4.22 ระดับพื้นชั้น 2 + 8.22 ระดับโครง Truss -ระดับการก่อสร้างส่วนอื่น ๆ ให้ดูจากแปลนการก่อสร้าง -ในกรณีแบบทางสถาปัตยกรรมไม่ตรงกัน ให้ถือเอาตัวเลขเป็นสำคัญ หรือสอบถามทางผู้ออกแบบ
2. งานฐานราก (FOUNDATION WORKS)	ขนาดความลึกของฐานราก ตามที่กำหนดไว้ในแบบ
3. งานพื้น	พื้นโดยทั่วไปเป็น คสล. SLAB ON BEAM สามารถรับน้ำหนักบรรทุกจรไม่น้อยกว่า 300 กก./ตรม. ลักษณะของพื้นผิวตามที่กำหนดไว้ในแบบดังต่อไปนี้ F1 พื้นคอนกรีตผิวขัดเรียบ มัน : (ห้องเรียน) F2 พื้นปูกระเบื้องเซรามิคขนาด 8" x 8" ชนิดไม่ลื่น : (ห้องน้ำ) - วิธีปูกระเบื้องต้องได้แนวตรงกันตลอดทุกด้าน กระเบื้องโก่งหรือบิ่นห้ามนำมาใช้เป็นอันขาด - SLOPE ของพื้นห้องน้ำหรือส่วนอื่น ๆ ในที่ที่โดนน้ำ SLOPE จะต้องระบายได้ดีไม่น้อยกว่า 1 : 200 - วิธีการผสมน้ำยากันซึม ให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด
4. งานผนัง (PARTITION WORKS)	ผนังโดยทั่วไป ผิวฉาบปูนเรียบทั้งภายในและภายนอก ยกเว้นตามที่กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ลักษณะของพื้นผิวดังนี้ 1 ผนังก่อครึ่งแผ่น ผิวฉาบปูนเรียบ ทาสี 2 ผนังก่อเต็มแผ่น เรียบ ไม่ฉาบปูน ไม่ทาสี 3 ผนังก่อ กรุกระเบื้อง 8"x12" 4 ผนังก่อ ตีฝาไม้ลอนคู่ ขนาด เลือกภายหลัง
5. ฝ้าเพดาน (CEILING WORKS)	C1 ฝ้าเพดานภายใน ใช้ยิปซัมบอร์ดขนาด 1.20x2.40 ม. หนา 9 ม.ม. ชนิดธรรม C2 ฝ้าเพดานห้องน้ำ ใช้ยิปซัมบอร์ดขนาด 1.20x2.40 ม. หนา 9 ม.ม. ชนิดทนชื้น
6. งานหลังคา (ROOF WORKS)	- หลังคามุงด้วย Metal Sheet สีเลือกภายหลัง - ใต้หลังคาติดตั้งฉนวนกันความร้อน ตราช้าง - โครงสร้างหลังคาใช้โครงเหล็กขนาดตามที่แบบกำหนดไว้ - แป ระยะติดตั้งตามมาตราฐานบริษัทผู้ผลิตหลังคา

รายการคำนวณแผ่นพื้น คาน ฐานราก หลังคา

การคำนวณออกแบบแผ่นพื้นสองทางวิธีที่ 3 (ว.ส.ท. ตาราง 9104 - 9106)

โครงการ : Lab Envi and Chem 03/22/10
โดย : 10:56 PM
แผ่นพื้น : S-1 หน่วย : ตัน-เมตร



วัสดุ	เหล็กเสริม เปน SD 40, SR 24	:		SD 40		
	กำลังอัดประลัยของคอนกรีต, f'c	:		240	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	
แผ่นพื้น	กรณี (ดูรูปแล้วเลือกใส่หมายเลข)	:		4		
	ระยะระหว่างศูนย์กลางที่รองรับ และความกว้างคาน (ด้านสั้น)		4.00	0.30		เมตร
	ระยะระหว่างศูนย์กลางที่รองรับ และความกว้างคาน (ด้านยาว)		4.00	0.30		เมตร
	A, B		3.70	3.70		เมตร
	$m = A/B$	:		1.00		
น้ำหนัก	น้ำหนัก (กิโลกรัมต่อตารางเมตร)	น้ำหนักคงที่	น้ำหนักจร	อื่น ๆ	รวม	
		360	300	0	660	
หน้าตัด	ระยะหุ้มถึงศูนย์กลางเหล็กเสริมหลัก	:		0.031		เมตร
	ระยะหุ้มถึงศูนย์กลางเหล็กเสริมอีกทิศทางหนึ่ง	:		0.043		เมตร
	ความหนาประมาณจากโมเมนต์คัด และระยะหุ้ม	:		0.094		เมตร
	ความหนาต่ำสุด $t_{min} = max\{(A+B)/90,\ 0.08\}$	:		0.082		เมตร
	ใช้ความหนา t	:		0.150	เมตร	ใช้ได้
	โมเมนต์ด้านทาน $M_R = R \cdot b \cdot d^2$	:		1,976	กิโลกรัม-เมตร	ใช้ได้

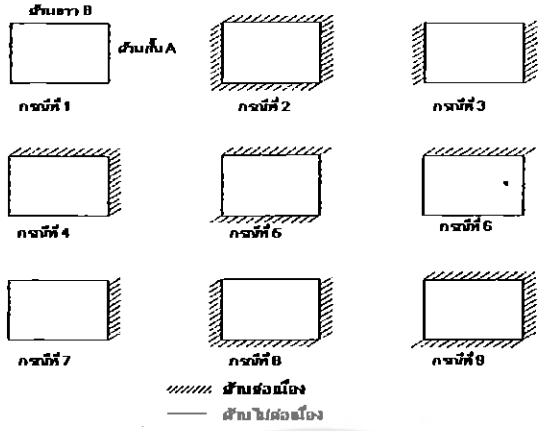
เหล็กเสริม				เส้นฝานศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) และระยะเรียง (เมตร)				
ด้านสั้น	สัมประสิทธิ์	โมเมนต์คัด	A_s	10	12	16	20	
$M^-_{cont.}$	0.050	452	2.54	0.309	0.445	0.791	1.236	
$M^-_{discont.}$		88	0.50	1.584	2.280	4.054	6.335	
M^+_{DL}	0.027	133						
M^+_{LL}	0.032	131						
M^+_{TL}	-	264	1.49	0.528	0.760	1.351	2.112	
ด้านยาว	สัมประสิทธิ์	โมเมนต์คัด						
$M^-_{cont.}$	0.050	452	2.83	0.278	0.400	0.711	1.112	
$M^-_{discont.}$		88	0.55	1.424	2.050	3.645	5.696	
M^+_{DL}	0.027	133						
M^+_{LL}	0.032	131						
M^+_{TL}	-	264	1.65	0.475	0.683	1.215	1.899	

ระยะเรียงสูงสุด		เส้นฝานศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) และระยะเรียง (เมตร)				
เหล็กด้านการยึดหด	$0.0018\ b\ t$	0.291	0.419	0.745	1.164	เมตร
ระยะเรียงสูงสุด	$min\{3 \cdot t,\ 0.30\}$	0.300	0.300	0.300	0.300	เมตร
แรงเฉือน		$(W \cdot A/3)$	$(W \cdot A/3) \cdot (3 - m^2)/2$			
ถ่ายลงคานที่รองรับ		814	814			กิโลกรัมต่อเมตร

ท้ามลบ				
	หน่วยแรงใช้งานของเหล็กเสริม, fs	:	1,700	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
	โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม, Es	:	0.45	
	$j = 1 - (1/(1 + f_s/n \cdot f_c))/3$	:	0.879	
	$R = (f_c \cdot j \cdot k)/2$	:	17.262	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

การคำนวณออกแบบแผ่นพื้นสองทางวิธีที่ 3 (ว.ส.ท. ตาราง 9104 - 9106)

โครงการ : Lab Envi and Chem 03/22/10
โดย : 10:56 PM
แผ่นพื้น : S-2 ตัวแหน่ง



วัสดุ	เหล็กเสริม เช่น SD 40, SR 24	:	SD 40		
	กำลังอัดประลัยของคอนกรีต, f'c	:	240	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	
แผ่นพื้น	กรณี (ดูรูปแล้วเลือกใส่หมายเลข)	:	8		
	ระยะระหว่างศูนย์กลางที่รองรับ และความกว้างคาน (ด้านสั้น)	4.00	0.30		เมตร
	ระยะระหว่างศูนย์กลางที่รองรับ และความกว้างคาน (ด้านยาว)	4.00	0.30		เมตร
	$A,\ B$	3.70	3.70		เมตร
	$m = A/B$	:	1.00		
น้ำหนัก	น้ำหนัก (กิโลกรัมต่อตารางเมตร)	น้ำหนักคงที่	น้ำหนักจร	อื่น ๆ	รวม
		360	300	0	660
หน้าตัด	ระยะหุ้มถึงศูนย์กลางเหล็กเสริมหลัก	:	0.031		เมตร
	ระยะหุ้มถึงศูนย์กลางเหล็กเสริมอีกทิศทางหนึ่ง	:	0.043		เมตร
	ความหนาประมาณจากโมเมนต์คัด และระยะหุ้ม	:	0.100		เมตร
	ความหนาต่ำสุด $t_{min} = max\{(A+B)/90,\ 0.08\}$	:	0.082		เมตร
	ใช้ความหนา t	:	0.150	เมตร	ใช้ได้
	โมเมนต์ต้านทาน $M_R = R \cdot b \cdot d^2$	:	1,976	กิโลกรัม-เมตร	ใช้ได้

เหล็กเสริม — เส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) และระยะเรียง (เมตร)

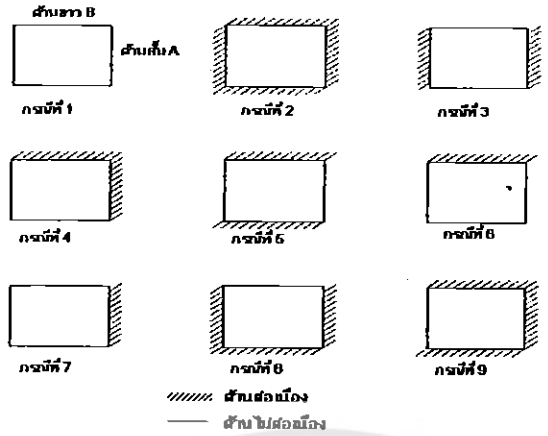
ด้านสั้น	สัมประสิทธิ์	โมเมนต์คัด	A_s	10	12	16	20
$M^-_{cont.}$	0.033	298	1.68	0.468	0.674	1.199	1.873
$M^-_{discont.}$		71	0.40	1.961	2.824	5.021	7.845
M^+_{DL}	0.020	99					
M^+_{LL}	0.028	115					
M^+_{TL}	-	214	1.20	0.654	0.941	1.674	2.615
ด้านยาว	**สัมประสิทธิ์**	**โมเมนต์คัด**					
$M^-_{cont.}$	0.061	551	3.45	0.228	0.328	0.583	0.911
$M^-_{discont.}$		79	0.49	1.592	2.293	4.076	6.368
M^+_{DL}	0.023	113					
M^+_{LL}	0.030	123					
M^+_{TL}	-	237	1.48	0.531	0.764	1.359	2.123

ระยะเรียงสูงสุด		เส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) และระยะเรียง (เมตร)				
เหล็กต้านการยืดหด	$0.0018\ b\ t$	0.291	0.419	0.745	1.164	เมตร
ระยะเรียงสูงสุด	$min\{3 \cdot t,\ 0.30\}$	0.300	0.300	0.300	0.300	เมตร
แรงเฉือน		$(W \cdot A/3)$	$(W \cdot A/3) \cdot (3-m^2)/2$			
	ถ่ายลงคานที่รองรับ	814	814			กิโลกรัมต่อเมตร

ห้ามลบ	หน่วยแรงใช้งานของเหล็กเสริม, fs	:	1,700	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
	โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม, Es	:	0.45	
	$j = 1-(1/(1+f_s/n \cdot f_c))/3$	:	0.879	
	$R = (f_c \cdot j \cdot k)/2$	:	17.262	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

การคำนวณออกแบบแผ่นพื้นสองทางวิธีที่ 3 (ว.ส.ท. ตาราง 9104 - 9106)

โครงการ : Lab Envi and Chem 03/22/10
โดย : 10:56 PM
แผ่นพื้น : S-3 ตำแหน่ง



วัสดุ	เหล็กเสริม เช่น SD 40, SR 24	:	SD 40			
	กำลังอัดประลัยของคอนกรีต, f'_c	:	240	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร		
แผ่นพื้น	กรณี (ดูรูปแล้วเลือกใส่หมายเลข)	:	2			
	ระยะระหว่างศูนย์กลางที่รองรับ และความกว้างคาน (ด้านสั้น)	4.00	0.30			เมตร
	ระยะระหว่างศูนย์กลางที่รองรับ และความกว้างคาน (ด้านยาว)	4.00	0.30			เมตร
	A, B	3.70	3.70			เมตร
	$m = A/B$	:	1.00			
น้ำหนัก	น้ำหนัก (กิโลกรัมต่อตารางเมตร)	น้ำหนักคงที่	น้ำหนักจร	อื่น ๆ	รวม	
		360	300	0	660	
หน้าตัด	ระยะหุ้มถึงศูนย์กลางเหล็กเสริมหลัก	:	0.031			เมตร
	ระยะหุ้มถึงศูนย์กลางเหล็กเสริมอีกทิศทางหนึ่ง	:	0.043			เมตร
	ความหนาประมาณจากโมเมนต์คัด และระยะหุ้ม	:	0.092			เมตร
	ความหนาต่ำสุด $t_{min} = max\{(A+B)/90,\ 0.08\}$	:	0.082			เมตร
	ใช้ความหนา t	:	0.150	เมตร		ใช้ได้
	โมเมนต์ด้านทาน $M_R = R \cdot b \cdot d^2$	:	1,976	กิโลกรัม-เมตร		ใช้ได้

เหล็กเสริม — เส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) และระยะเรียง (เมตร)

ด้านสั้น	สัมประสิทธิ์	โมเมนต์คัด	A_s	10	12	16	20
$M^-_{cont.}$	0.045	407	2.29	0.343	0.494	0.879	1.374
$M^-_{discont.}$		67	0.37	2.098	3.022	5.372	8.394
M^+_{DL}	0.018	89					
M^+_{LL}	0.027	111					
M^+_{IL}	-	200	1.12	0.699	1.007	1.791	2.798
ด้านยาว	สัมประสิทธิ์	โมเมนต์คัด					
$M^-_{cont.}$	0.045	407	2.54	0.309	0.445	0.790	1.235
$M^-_{discont.}$		67	0.42	1.887	2.717	4.830	7.548
M^+_{DL}	0.018	89					
M^+_{LL}	0.027	111					
M^+_{IL}	-	200	1.25	0.629	0.906	1.610	2.516

ระยะเรียงสูงสุด		เส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) และระยะเรียง (เมตร)					
	เหล็กด้านการยึดหด $0.0018\,b\,t$		0.291	0.419	0.745	1.164	เมตร
	ระยะเรียงสูงสุด $min\{3 \cdot t,\ 0.30\}$		0.300	0.300	0.300	0.300	เมตร
แรงเฉือน			$(W \cdot A/3)$	$(W \cdot A/3) \cdot (3-m^2)/2$			
	ถ่ายลงคานที่รองรับ		814	814			กิโลกรัมต่อเมตร

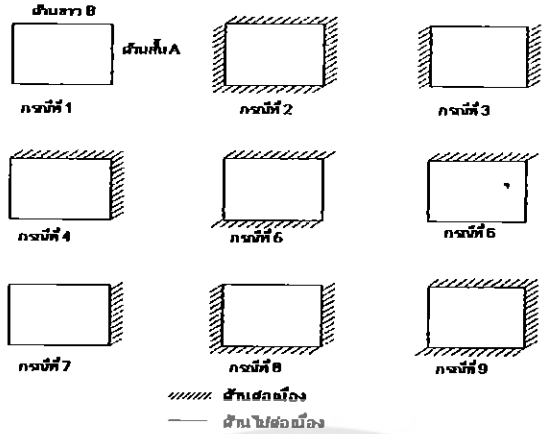
ห้ามลบ				
	หน่วยแรงใช้งานของเหล็กเสริม, fs	:	1,700	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
	โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม, Es	:	0.45	
	$j = 1-(1/(1+f_s/n \cdot f_c))/3$	:	0.879	
	$R = (f_c \cdot j \cdot k)/2$	:	17.262	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

การคำนวณออกแบบแผ่นพื้นสองทางวิธีที่ 3 (ว.ส.ท. ตาราง 9104 - 9106)

โครงการ : Lab Envi and Chem 03/22/10

โดย : 10:56 PM

แผ่นพื้น : S-4 ตำแหน่ง



วัสดุ	เหล็กเสริม เช่น SD 40, SR 24	:	SD 40		
	กำลังอัดประลัยของคอนกรีต, fc'	:	240	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	
แผ่นพื้น	กรณี (ดูรูปแล้วเลือกใส่หมายเลข)	:	8		
	ระยะระหว่างศูนย์กลางที่รองรับ และความกว้างคาน (ด้านสั้น)	4.00	0.30		เมตร
	ระยะระหว่างศูนย์กลางที่รองรับ และความกว้างคาน (ด้านยาว)	6.00	0.30		เมตร
	$A,\ B$	3.70	5.70		เมตร
	$\bar{m} = A/B$	:	0.65		
น้ำหนัก	น้ำหนัก (กิโลกรัมต่อตารางเมตร)	น้ำหนักคงที่	น้ำหนักจร	อื่น ๆ	รวม
		360	300	0	660
หน้าตัด	ระยะหุ้มถึงศูนย์กลางเหล็กเสริมหลัก	:	0.031		เมตร
	ระยะหุ้มถึงศูนย์กลางเหล็กเสริมอีกทิศทางหนึ่ง	:	0.043		เมตร
	ความหนาประมาณจากโมเมนต์คัด และระยะหุ้ม	:	0.106		เมตร
	ความหนาต่ำสุด $t_{min} = max\{(A+B)/90,\ 0.08\}$	:	0.104		เมตร
	ใช้ความหนา t	:	0.150	เมตร	ใช้ได้
	โมเมนต์ต้านทาน $M_R = R \cdot b \cdot d^2$	:	1,976	กิโลกรัม-เมตร	ใช้ได้

เหล็กเสริม — เส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) และระยะเรียง (เมตร)

ด้านสั้น	สัมประสิทธิ์	โมเมนต์คัด	A_s	10	12	16	20
$M^-_{cont.}$	0.075	679	3.82	0.205	0.296	0.526	0.822
$M^-_{discont.}$		156	0.88	0.895	1.289	2.291	3.580
M^+_{DL}	0.045	221					
M^+_{LL}	0.060	247					
M^+_{TL}	-	468	2.63	0.298	0.430	0.764	1.193
ด้านยาว	**สัมประสิทธิ์**	**โมเมนต์คัด**					
$M^-_{cont.}$	0.023	489	3.06	0.257	0.370	0.657	1.027
$M^-_{discont.}$		68	0.43	1.847	2.660	4.728	7.388
M^+_{DL}	0.009	101					
M^+_{LL}	0.011	103					
M^+_{TL}	-	204	1.28	0.616	0.887	1.576	2.463

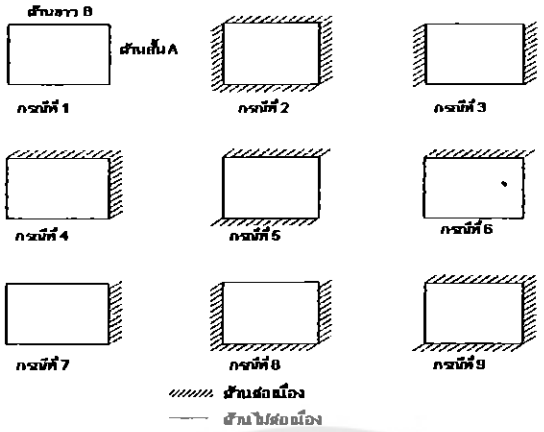
ระยะเรียงสูงสุด — เส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) และระยะเรียง (เมตร)

	เหล็กด้านการยึดหด	$0.0018\,b\,t$	0.291	0.419	0.745	1.164	เมตร
	ระยะเรียงสูงสุด	$min\{3 \cdot t,\ 0.30\}$	0.300	0.300	0.300	0.300	เมตร
แรงเฉือน			$(W \cdot A/3)$	$(W \cdot A/3) \cdot (3-m^2)/2$			
	ถ่ายลงคานที่รองรับ		814	1,050			กิโลกรัมต่อเมตร

หักลบ	หน่วยแรงใช้งานของเหล็กเสริม, fs	:	1,700	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
	โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม, Es	:	0.45	
	$j = 1-(1/(1+f_s/n \cdot f_c))/3$	:	0.879	
	$R = (f_c \cdot j \cdot k)/2$	:	17.262	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

การคำนวณออกแบบแผ่นพื้นสองทางวิธีที่ 3 (ว.ส.ท. ตาราง 9104 - 9106)

โครงการ : Lab Envi and Chem 03/22/10
โดย : 10:56 PM
แผ่นพื้น : S-5 ตำแหน่ง



วัสดุ	เหล็กเสริม เช่น SD 40, SR 24	:	SD 40		
	กำลังอัดประลัยของคอนกรีต, f'_c	:	240	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	
แผ่นพื้น	กรณี (ดูรูปแล้วเลือกใส่หมายเลข)	:	2		
	ระยะระหว่างศูนย์กลางที่รองรับ และความกว้างคาน (ด้านสั้น)	4.00	0.30		เมตร
	ระยะระหว่างศูนย์กลางที่รองรับ และความกว้างคาน (ด้านยาว)	6.00	0.30		เมตร
	A, B	3.70	5.70		เมตร
	$m = A/B$	:	0.65		
น้ำหนัก	น้ำหนัก (กิโลกรัมต่อตารางเมตร)	น้ำหนักคงที่	น้ำหนักจร	อื่น ๆ	รวม
		360	300	0	660
หน้าตัด	ระยะหุ้มถึงศูนย์กลางเหล็กเสริมหลัก	:	0.031		เมตร
	ระยะหุ้มถึงศูนย์กลางเหล็กเสริมอีกทิศทางหนึ่ง	:	0.043		เมตร
	ความหนาประมาณจากโมเมนต์คัด และระยะหุ้ม	:	0.107		เมตร
	ความหนาต่ำสุด $t_{min} = max\{(A+B)/90,\ 0.08\}$	:	0.104		เมตร
	ใช้ความหนา t	:	0.150	เมตร	ใช้ได้
	โมเมนต์ต้านทาน $M_R = R \cdot b \cdot d^2$	:	1,976	กิโลกรัม-เมตร	ใช้ได้

เหล็กเสริม				เส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) และระยะเรียง (เมตร)			
ด้านสั้น	สัมประสิทธิ์	โมเมนต์คัด	A_s	10	12	16	20
$M^-_{cont.}$	0.078	703	3.95	0.199	0.286	0.508	0.794
$M^-_{discont.}$		127	0.72	1.098	1.581	2.811	4.392
M^+_{DL}	0.032	160					
M^+_{LL}	0.054	222					
M^+_{TL}	-	381	2.15	0.366	0.527	0.937	1.464
ด้านยาว	สัมประสิทธิ์	โมเมนต์คัด					
$M^-_{cont.}$	0.013	283	1.77	0.444	0.639	1.135	1.774
$M^-_{discont.}$		52	0.33	2.397	3.452	6.136	9.588
M^+_{DL}	0.006	65					
M^+_{LL}	0.009	92					
M^+_{TL}	-	157	0.98	0.799	1.151	2.045	3.196

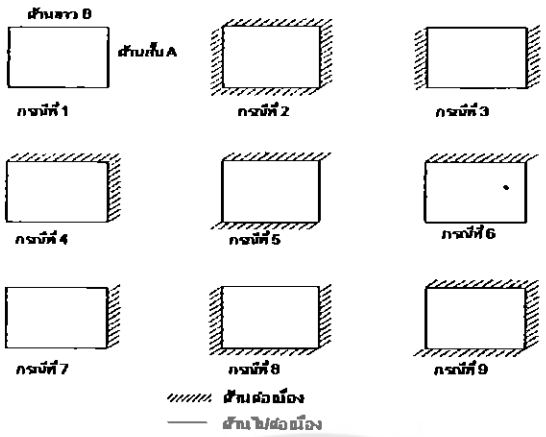
ระยะเรียงสูงสุด			เส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) และระยะเรียง (เมตร)				
	เหล็กต้านการยึดหด	$0.0018\,b\,t$	0.291	0.419	0.745	1.164	เมตร
	ระยะเรียงสูงสุด	$min\{3 \cdot t,\ 0.30\}$	0.300	0.300	0.300	0.300	เมตร

แรงเฉือน		$(W \cdot A/3)$	$(W \cdot A/3) \cdot (3-m^2)/2$	
	ถ่ายลงคานที่รองรับ	814	1,050	กิโลกรัมต่อเมตร

ห้ามลบ				
	หน่วยแรงใช้งานของเหล็กเสริม, fs	:	1,700	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
	โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม, Es	:	0.45	
	$j = 1-(1/(1+f_s/n \cdot f_c))/3$	:	0.879	
	$R = (f_c \cdot j \cdot k)/2$	:	17.262	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

การคำนวณออกแบบแผ่นพื้นสองทางวิธีที่ 3 (ว.ส.ท. ตาราง 9104 - 9106)

โครงการ : Lab Envi and Chem 03/22/10
โดย : 10:56 PM
แผ่นพื้น : S-6 ตำแหน่ง



วัสดุ	เหล็กเสริม เช่น SD 40, SR 24	:	SD 40			
	กำลังอัดประลัยของคอนกรีต, f'_c	:	240	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร		
แผ่นพื้น	กรณี (ดูรูปแล้วเลือกใส่หมายเลข)	:	4			
	ระยะระหว่างศูนย์กลางที่รองรับ และความกว้างคาน (ด้านสั้น)	4.00	0.30			เมตร
	ระยะระหว่างศูนย์กลางที่รองรับ และความกว้างคาน (ด้านยาว)	6.00	0.30			เมตร
	A, B	3.70	5.70			เมตร
	$m = A/B$	:	0.65			
น้ำหนัก	น้ำหนัก (กิโลกรัมต่อตารางเมตร)	น้ำหนักคงที่	น้ำหนักจร	อื่น ๆ	รวม	
		360	300	0	660	
หน้าตัด	ระยะหุ้มถึงศูนย์กลางเหล็กเสริมหลัก	:	0.031			เมตร
	ระยะหุ้มถึงศูนย์กลางเหล็กเสริมอีกทิศทางหนึ่ง	:	0.043			เมตร
	ความหนาประมาณจากโมเมนต์คัด และระยะหุ้ม	:	0.110			เมตร
	ความหนาต่ำสุด $t_{min} = max\{(A+B)/90,\ 0.08\}$	:	0.104			เมตร
	ใช้ความหนา t	:	0.150	เมตร		ใช้ได้
	โมเมนต์ด้านทาน $M_R = R \cdot b \cdot d^2$	:	1,976	กิโลกรัม-เมตร		ใช้ได้

เหล็กเสริม — เส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) และระยะเรียง (เมตร)

	สัมประสิทธิ์	โมเมนต์คัด	A_s	10	12	16	20
ด้านสั้น							
$M^-_{cont.}$	0.086	775	4.36	0.180	0.259	0.461	0.720
$M^-_{discont.}$		169	0.95	0.824	1.187	2.110	3.297
M^+_{DL}	0.051	249					
M^+_{LL}	0.063	259					
M^+_{TL}	-	508	2.86	0.275	0.396	0.703	1.099
ด้านยาว	สัมประสิทธิ์	โมเมนต์คัด					
$M^-_{cont.}$	0.014	304	1.90	0.412	0.594	1.055	1.649
$M^-_{discont.}$		68	0.43	1.847	2.660	4.728	7.388
M^+_{DL}	0.009	101					
M^+_{LL}	0.011	103					
M^+_{TL}	-	204	1.28	0.616	0.887	1.576	2.463

ระยะเรียงสูงสุด — เส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) และระยะเรียง (เมตร)

เหล็กด้านการยึดหด	$0.0018\,b\,t$	0.291	0.419	0.745	1.164		เมตร
ระยะเรียงสูงสุด	$min\{3 \cdot t,\ 0.30\}$	0.300	0.300	0.300	0.300		เมตร
แรงเฉือน		$(W \cdot A/3)$	$(W \cdot A/3) \cdot (3-m^2)/2$				
	ถ่ายลงคานที่รองรับ	814	1,050				กิโลกรัมต่อเมตร

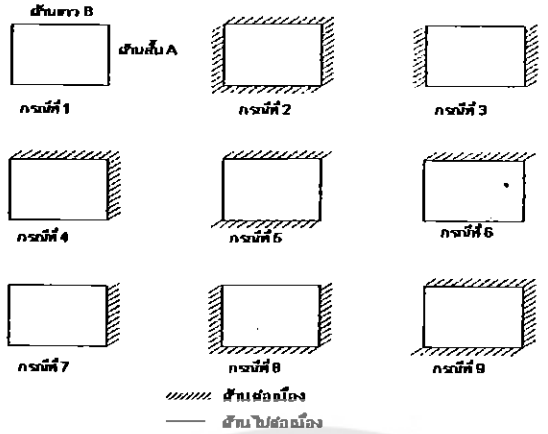
ห้ามลบ	หน่วยแรงใช้งานของเหล็กเสริม, fs	:	1,700	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
	โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม, Es	:	0.45	
	$j = 1-(1/(1+f_s/n \cdot f_c))/3$	:	0.879	
	$R = (f_c \cdot j \cdot k)/2$	:	17.262	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

การคำนวณออกแบบแผ่นพื้นสองทางวิธีที่ 3 (ว.ส.ท. ตาราง 9104 - 9106)

โครงการ : Lab Envi and Chem 03/22/10

โดย : 10:56 PM

แผ่นพื้น : S-7 ดำแหน่ง



วัสดุ	เหล็กเสริม เช่น SD 40, SR 24	:	SD 40		
	กำลังอัดประลัยของคอนกรีต, f'_c	:	240	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	
แผ่นพื้น	กรณี (ดูรูปแล้วเลือกใส่หมายเลข)	:	8		
	ระยะระหว่างศูนย์กลางที่รองรับ และความกว้างคาน (ด้านสั้น)	3.00	0.30		เมตร
	ระยะระหว่างศูนย์กลางที่รองรับ และความกว้างคาน (ด้านยาว)	4.00	0.30		เมตร
	A, B	2.70	3.70		เมตร
	$m = A/B$	:	0.73		
น้ำหนัก	น้ำหนัก (กิโลกรัมต่อตารางเมตร)	น้ำหนักคงที่	น้ำหนักจร	อื่น ๆ	รวม
		360	300	0	660
หน้าตัด	ระยะหุ้มถึงศูนย์กลางเหล็กเสริมหลัก	:	0.031		เมตร
	ระยะหุ้มถึงศูนย์กลางเหล็กเสริมอีกทิศทางหนึ่ง	:	0.043		เมตร
	ความหนาประมาณจากโมเมนต์คัด และระยะหุ้ม	:	0.086		เมตร
	ความหนาต่ำสุด $t_{min} = max\{(A+B)/90,\ 0.08\}$	:	0.080		เมตร
	ใช้ความหนา t	:	0.150	เมตร	ใช้ได้
	โมเมนต์ต้านทาน $M_R = R \cdot b \cdot d^2$	:	1,976	กิโลกรัม-เมตร	ใช้ได้

เหล็กเสริม — เส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) และระยะเรียง (เมตร)

ด้านสั้น	สัมประสิทธิ์	โมเมนต์คัด	A_s	10	12	16	20
$M^-_{cont.}$	0.065	314	1.76	0.445	0.641	1.139	1.780
$M^-_{discont.}$		72	0.40	1.953	2.812	4.999	7.811
M^+_{DL}	0.038	101					
M^+_{LL}	0.052	114					
M^+_{TL}	-	215	1.21	0.651	0.937	1.666	2.604
ด้านยาว	**สัมประสิทธิ์**	**โมเมนต์คัด**					
$M^-_{cont.}$	0.032	287	1.80	0.437	0.629	1.119	1.748
$M^-_{discont.}$		40	0.25	3.167	4.560	8.106	12.666
M^+_{DL}	0.012	58					
M^+_{LL}	0.015	61					
M^+_{TL}	-	119	0.74	1.056	1.520	2.702	4.222

ระยะเรียงสูงสุด — เส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) และระยะเรียง (เมตร)

	เหล็กต้านการยืดหด	$0.0018\,b\,t$	0.291	0.419	0.745	1.164	เมตร
	ระยะเรียงสูงสุด	$min\{3 \cdot t,\ 0.30\}$	0.300	0.300	0.300	0.300	เมตร
แรงเฉือน			$(W \cdot A/3)$	$(W \cdot A/3) \cdot (3-m^2)/2$			
	ถ่ายลงคานที่รองรับ		594	733			กิโลกรัมต่อเมตร

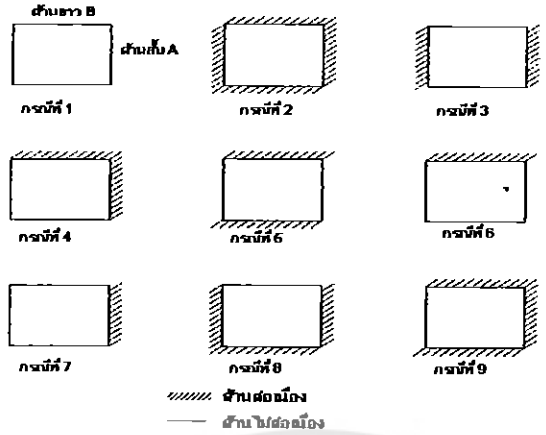
ห้ามลบ	หน่วยแรงใช้งานของเหล็กเสริม, fs	:	1,700	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
	โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม, Es	:	0.45	
	$j = 1-(1/(1+f_s/n \cdot f_c))/3$	:	0.879	
	$R = (f_c \cdot j \cdot k)/2$	:	17.262	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

การคำนวณออกแบบแผ่นพื้นสองทางวิธีที่ 3 (ว.ส.ท. ตาราง 9104 - 9106)

โครงการ : Lab Envi and Chem 03/22/10

โดย : 10:56 PM

แผ่นพื้น : S-8 ค่านหนึ่ง



วัสดุ	เหล็กเสริม เช่น SD 40, SR 24	:	SD 40		
	กำลังอัดประลัยของคอนกรีต, f'c	:	240	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	
แผ่นพื้น	กรณี (ดูรูปแล้วเลือกใส่หมายเลข)	:	9		
	ระยะระหว่างศูนย์กลางที่รองรับ และความกว้างคาน (ด้านสั้น)	3.00	0.30		เมตร
	ระยะระหว่างศูนย์กลางที่รองรับ และความกว้างคาน (ด้านยาว)	4.00	0.30		เมตร
	$A,\ B$	2.70	3.70		เมตร
	$m = A/B$	:	0.73		
น้ำหนัก	น้ำหนัก (กิโลกรัมต่อตารางเมตร)	น้ำหนักคงที่	น้ำหนักจร	อื่น ๆ	รวม
		360	300	0	660
หน้าตัด	ระยะหุ้มถึงศูนย์กลางเหล็กเสริมหลัก	:	0.031		เมตร
	ระยะหุ้มถึงศูนย์กลางเหล็กเสริมอีกทิศทางหนึ่ง	:	0.043		เมตร
	ความหนาประมาณจากโมเมนต์คัด และระยะหุ้ม	:	0.090		เมตร
	ความหนาต่ำสุด $t_{min} = max\{(A+B)/90,\ 0.08\}$	:	0.080		เมตร
	ใช้ความหนา t	:	0.150	เมตร	ใช้ได้
	โมเมนต์ต้านทาน $M_R = R \cdot b \cdot d^2$	:	1.976	กิโลกรัม-เมตร	ใช้ได้

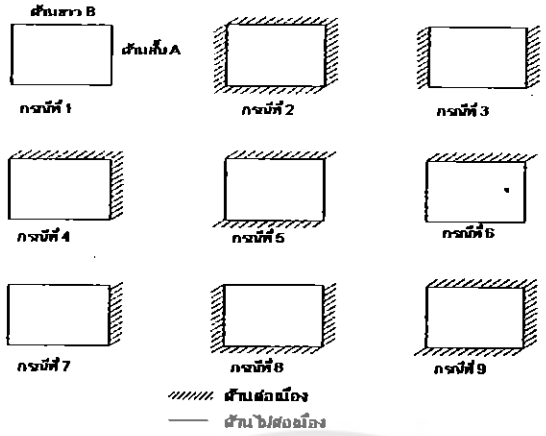
เหล็กเสริม				เส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) และระยะเรียง (เมตร)				
ด้านสั้น	สัมประสิทธิ์	โมเมนต์คัด	A_s	10	12	16	20	
$M^-_{cont.}$	0.080	384	2.16	0.364	0.524	0.931	1.455	
$M^-_{discont.}$		63	0.36	2.200	3.169	5.633	8.802	
M^+_{DL}	0.032	85						
M^+_{LL}	0.048	106						
M^+_{TL}	-	190	1.07	0.733	1.056	1.878	2.934	
ด้านยาว	สัมประสิทธิ์	โมเมนต์คัด						
$M^-_{cont.}$	0.012	110	0.69	1.139	1.640	2.916	4.556	
$M^-_{discont.}$		27	0.17	4.708	6.779	12.051	18.830	
M^+_{DL}	0.006	32						
M^+_{LL}	0.012	48						
M^+_{TL}	-	80	0.50	1.569	2.260	4.017	6.277	

ระยะเรียงสูงสุด			เส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) และระยะเรียง (เมตร)				
	เหล็กด้านการยืดหด	$0.0018\ b\ t$	0.291	0.419	0.745	1.164	เมตร
	ระยะเรียงสูงสุด	$min\{3 \cdot t,\ 0.30\}$	0.300	0.300	0.300	0.300	เมตร
แรงเฉือน			$(W \cdot A/3)$	$(W \cdot A/3) \cdot (3-m^2)/2$			
	ถ่ายลงคานที่รองรับ		594	733			กิโลกรัมต่อเมตร

ห้ามลบ				
	หน่วยแรงใช้งานของเหล็กเสริม, fs	:	1,700	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
	โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม, Es	:	0.45	
	$j = 1-(1/(1+f_s/n \cdot f_c))/3$	:	0.879	
	$R = (f_c \cdot j \cdot k)/2$	:	17.262	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

การคำนวณออกแบบแผ่นพื้นสองทางวิธีที่ 3 (ว.ส.ท. ตาราง 9104 - 9106)

โครงการ : Lab Envi and Chem 03/22/10
โดย : 11:03 PM
แผ่นพื้น : S-9 ด้านหน่วย



วัสดุ	เหล็กเสริม เช่น SD 40, SR 24	:	SD 40		
	กำลังอัดประลัยของคอนกรีต, fc'	:	240	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	
แผ่นพื้น	กรณี (ดูรูปแล้วเลือกใส่หมายเลข)	:	4		
	ระยะระหว่างศูนย์กลางที่รองรับ และความกว้างคาน (ด้านสั้น)	3.00	0.30		เมตร
	ระยะระหว่างศูนย์กลางที่รองรับ และความกว้างคาน (ด้านยาว)	4.00	0.30		เมตร
	$A,\ B$	2.70	3.70		เมตร
	$m = A/B$	:	0.73		
น้ำหนัก	น้ำหนัก (กิโลกรัมต่อตารางเมตร)	น้ำหนักคงที่	น้ำหนักจร	อื่น ๆ	รวม
		360	300	0	660
หน้าตัด	ระยะหุ้มถึงศูนย์กลางเหล็กเสริมหลัก	:	0.031		เมตร
	ระยะหุ้มถึงศูนย์กลางเหล็กเสริมอีกทิศทางหนึ่ง	:	0.043		เมตร
	ความหนาประมาณจากโมเมนต์คัด และระยะหุ้ม	:	0.090		เมตร
	ความหนาต่ำสุด $t_{min} = max\{(A+B)/90,\ 0.08\}$	:	0.080		เมตร
	ใช้ความหนา t	:	0.150	เมตร	ใช้ได้
	โมเมนต์ต้านทาน $M_R = R \cdot b \cdot d^2$	:	1,976	กิโลกรัม-เมตร	ใช้ได้

เหล็กเสริม — เส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) และระยะเรียง (เมตร)

ด้านสั้น	สัมประสิทธิ์	โมเมนต์คัด	A_s	10	12	16	20
$M^-_{cont.}$	0.079	380	2.14	0.367	0.529	0.940	1.469
$M^-_{discont.}$		79	0.45	1.761	2.536	4.508	7.044
M^+_{DL}	0.045	118					
M^+_{LL}	0.055	120					
M^+_{TL}	-	238	1.34	0.587	0.845	1.503	2.348
ด้านยาว	**สัมประสิทธิ์**	**โมเมนต์คัด**					
$M^-_{cont.}$	0.021	190	1.19	0.662	0.953	1.694	2.647
$M^-_{discont.}$		40	0.25	3.167	4.560	8.106	12.666
M^+_{DL}	0.012	58					
M^+_{LL}	0.015	61					
M^+_{TL}	-	119	0.74	1.056	1.520	2.702	4.222

ระยะเรียงสูงสุด — เส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) และระยะเรียง (เมตร)

	เหล็กต้านการยืดหด	$0.0018\ b\ t$	0.291	0.419	0.745	1.164	เมตร
	ระยะเรียงสูงสุด	$min\{3 \cdot t,\ 0.30\}$	0.300	0.300	0.300	0.300	เมตร

แรงเฉือน

	$(W \cdot A/3)$	$(W \cdot A/3) \cdot (3-m^2)/2$	
ถ่ายลงคานที่รองรับ	594	733	กิโลกรัมต่อเมตร

ห้ามลบ	หน่วยแรงใช้งานของเหล็กเสริม, fs	:	1,700	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
	โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม, Es	:	0.45	
	$j = 1-(1/(1+f_s/n \cdot f_c))/3$	:	0.879	
	$R = (f_c \cdot j \cdot k)/2$	:	17.262	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

การคำนวณออกแบบแผ่นพื้นทางเดียว หรือแผ่นพื้นยื่น ค.ส.ล. โดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน

โครงการ	Lab Envi and Chem			แฟ้มข้อมูล	03/22/10	
โดย					11:04 PM	
คานหมายเลข	S-10			ตำแหน่ง		
วัสดุ กลสมบัติ						
	เหล็กชั้นคุณภาพ SD xx หรือ SR xx		:	SD 40		
	หน่วยแรงใช้งานของเหล็กเสริม, fs		:	1,700	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	
	โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม, Es		:	2,040,000	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	
	กำลังอัดประลัยของคอนกรีต, fc'		:	240	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	
	หน่วยแรงใช้งานของคอนกรีต, fc		:	108.00	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	
	โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต Ec = 15,210·fc'^0.5		:	235,632	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	
	n = Es/Ec; Es = 2,040,000 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร		:	9		
	k = 1/[1+fs/(n·fc)]		:	0.364		
	j = 1 - k/3		:	0.879		
	R = fc/2·j·k		:	17.262	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	
ความหนาต่ำสุดที่ไม่ต้องตรวจสอบการแอ่น หรือโก่งตัว						
	กรณี	ความหนาต่ำสุด				
	1 ปลายไม่ต่อเนื่องสองด้าน	0.20	b	:	1.00	เมตร
	2 ปลายต่อเนื่องด้านเดียว	0.17	t	:	0.20	เมตร
	3 ปลายต่อเนื่องสองด้าน	0.13	กรณี	:	2	ใช้ได้
	4 คานยื่น	0.40				
	ระยะหุ้ม			:	0.025	เมตร
	ความยาวช่วงคาน			:	4.00	เมตร
น้ำหนัก	น้ำหนักบรรทุกคงที่			:	480	กิโลกรัม-เมตร
	น้ำหนักบรรทุกจร			:	300	กิโลกรัม-เมตร
	น้ำหนักวัสดุตกแต่ง และอื่น ๆ			:	0	กิโลกรัม-เมตร
	โมเมนต์ดัดสูงสุด, Mmax			:	1,560	กิโลกรัม-เมตร
	แรงเฉือนสูงสุด, Vmax			:	1,560	กิโลกรัม
	เหล็กเสริมหลัก (ขนาด, ระยะเรียง)			:	16	0.300 มิลลิเมตร, เมตร
	เหล็กต้านการยึดหด (ขนาด, ระยะเรียง)			:	16	0.300 มิลลิเมตร, เมตร
	ความลึกประสิทธิผล, d			:		0.167 เมตร
	Mr = R·b·d²			:		4,814 กิโลกรัม-เมตร
	การเสริมเหล็ก					Single ใช้ได้
เหล็กเสริม และเหล็กเสริมต้านการยึดหด (ตารางเซนติเมตร)					ต้องการ	เสริมจริง
	As = M./fs·j·d			:	6.25	6.70 ใช้ได้
	As-min = [0.0018/0.0020/0.0025]·b·t			:	3.60	6.70 ใช้ได้
	As-min อีกด้านหนึ่ง = [0.0018/0.0020/0.0025]·b·t			:	5.00	6.70 ใช้ได้
แรงเฉือน	Vc = 0.29·fc'·(b·d)			:		7,503 กิโลกรัม
	V' = V - 0.29·fc'·(b·d)			:		ไม่มี ใช้ได้
เส้นรอบรูป เพื่อถ่ายเทแรงยึดหน่วง						
	หน่วยแรงยึดหน่วง, หน่วยแรงที่ยอมให้, u			:	15.64	35.00 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
	เส้นรอบรูปเหล็กเสริมที่ต้องการ, ใช้จริง			:	6.80	16.76 ใช้ได้

การคำนวณออกแบบแผ่นพื้นทางเดียว หรือแผ่นพื้นยื่น ค.ส.ล. โดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน

โครงการ	Lab Envi and Chem			แฟ้มข้อมูล	03/22/10
โดย					11:04 PM
ตามหมายเลข	S-11			ตำแหน่ง	

วัสดุ กลสมบัติ

เหล็กขั้นคุณภาพ	SD xx หรือ SR xx	:		SD 40	
หน่วยแรงใช้งานของเหล็กเสริม, fs		:		1,700	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม, Es		:		2,040,000	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต, fc'		:		240	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
หน่วยแรงใช้งานของคอนกรีต, fc		:		108.00	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต Ec = 15,210·fc'^0.5		:		235,632	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
n = Es/Ec; Es = 2,040,000 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร		:		9	
k = 1/[1+fs/(n·fc)]		:		0.364	
j = 1 - k/3		:		0.879	
R = fc/2·j·k		:		17.262	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ความหนาต่ำสุดที่ไม่ต้องตรวจสอบการแอ่น หรือโก่งตัว

กรณี	ความหนาต่ำสุด				
1 ปลายไม่ต่อเนื่องสองด้าน	0.20	b	:	1.00	เมตร
2 ปลายต่อเนื่องด้านเดียว	0.17	t	:	0.15	เมตร
3 ปลายต่อเนื่องสองด้าน	0.13	กรณี	:	3	ใช้ได้
4 คานยื่น	0.40				

ระยะหุ้ม		:		0.025	เมตร
ความยาวช่วงคาน		:		4.00	เมตร
น้ำหนัก น้ำหนักบรรทุกคงที่		:		360	กิโลกรัม-เมตร
น้ำหนักบรรทุกจร		:		300	กิโลกรัม-เมตร
น้ำหนักวัสดุตกแต่ง และอื่น ๆ		:		0	กิโลกรัม-เมตร
โมเมนต์ดัดสูงสุด, Mmax		:		1,320	กิโลกรัม-เมตร
แรงเฉือนสูงสุด, Vmax		:		1,320	กิโลกรัม
เหล็กเสริมหลัก (ขนาด, ระยะเรียง)		:	20	0.300	มิลลิเมตร, เมตร
เหล็กต้านการยืดหด (ขนาด, ระยะเรียง)		:	20	0.300	มิลลิเมตร, เมตร
ความลึกประสิทธิผล, d		:		0.115	เมตร
Mr = R·b·d²		:		2,283	กิโลกรัม-เมตร
การเสริมเหล็ก				Sing'e	ใช้ได้

เหล็กเสริม และเหล็กเสริมต้านการยืดหด (ตารางเซนติเมตร)

				ต้องการ	เสริมจริง	
As = M/fs·j·d		:		7.68	10.47	ใช้ได้
As-min = [0.0018/0.0020/0.0025]·b·t		:		2.70	10.47	ใช้ได้
As-min อีกด้านหนึ่ง = [0.0018/0.0020/0.0025]·b·t		:		3.75	10.47	ใช้ได้
แรงเฉือน Vc = 0.29·fc'·(b·d)		:			5,167	กิโลกรัม
V' = V - 0.29·fc'·(b·d)		:			ไม่มี	ใช้ได้

เส้นรอบรูป เพื่อถ่ายเทแรงยึดหน่วง

หน่วยแรงยึดหน่วง, หน่วยแรงที่ยอมให้, u	:	12.51	35.00	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
เส้นรอบรูปเหล็กเสริมที่ต้องการ, ใช้จริง	:	10.44	20.94	ใช้ได้

การคำนวณออกแบบแผ่นพื้นทางเดียว หรือแผ่นพื้นยื่น ค.ส ล. โดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน

โครงการ	Lab Envi and Chem			แฟ้มข้อมูล		03/22/10
โดย						11:04 PM
คานหมายเลข	S-12			ตำแหน่ง		
วัสดุ กลสมบัติ						
	เหล็กขั้นคุณภาพ	SD xx หรือ SR xx	:	SD 40		
	หน่วยแรงใช้งานของเหล็กเสริม, fs		:	1,700	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	
	โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม, Es		:	2,040,000	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	
	กำลังอัดประลัยของคอนกรีต, fc'		:	240	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	
	หน่วยแรงใช้งานของคอนกรีต, fc		:	108.00	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	
	โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต Ec = 15,210·fc'^0.5		:	235,632	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	
	n	= Es/Ec; Es = 2,040,000 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	:	9		
	k	= 1/[1+fs/(n·fc)]	:	0.364		
	j	= 1 - k/3	:	0.879		
	R	= fc/2·j·k	:	17.262	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	

ความหนาต่ำสุดที่ไม่ต้องตรวจสอบการแอ่น หรือโก่งตัว

กรณี	ความหนาต่ำสุด				
1 ปลายไม่ต่อเนื่องสองด้าน	0.30	b	:	1.00	เมตร
2 ปลายต่อเนื่องด้านเดียว	0.25	t	:	0.18	เมตร
3 ปลายต่อเนื่องสองด้าน	0.20	กรณี	:	3	แก้ไข
4 คานยื่น	0.60				

	ระยะหุ้ม	:	0.025	เมตร	
	ความยาวช่วงคาน	:	6.00	เมตร	
น้ำหนัก	น้ำหนักบรรทุกคงที่	:	432	กิโลกรัม-เมตร	
	น้ำหนักบรรทุกจร	:	300	กิโลกรัม-เมตร	
	น้ำหนักวัสดุตกแต่ง และอื่น ๆ	:	0	กิโลกรัม-เมตร	
	โมเมนต์ดัดสูงสุด, Mmax	:	3,294	กิโลกรัม-เมตร	
	แรงเฉือนสูงสุด, Vmax	:	2,196	กิโลกรัม	
	เหล็กเสริมหลัก (ขนาด, ระยะเรียง)	:	25	0.300	มิลลิเมตร, เมตร
	เหล็กต้านการยืดหด (ขนาด, ระยะเรียง)	:	20	0.300	มิลลิเมตร, เมตร
	ความลึกประสิทธิผล, d	:		0.143	เมตร
	Mr = R·b·d²	:		3,505	กิโลกรัม-เมตร
	การเสริมเหล็ก			Single	ใช้ได้

เหล็กเสริม และเหล็กเสริมต้านการยืดหด (ตารางเซนติเมตร)			ต้องการ	เสริมจริง	
As	= M./fs·j·d	:	15.47	16.36	ใช้ได้
As-min	= [0.0018/0.0020/0.0025]·b·t	:	3.24	16.36	ใช้ได้
As-min อีกด้านหนึ่ง	= [0.0018/0.0020/0.0025]·b·t	:	4.50	10.47	ใช้ได้
แรงเฉือน Vc	= 0.29·fc'·(b·d)	:		6,402	กิโลกรัม
V'	= V - 0.29·fc'·(b·d)	:		ไม่มี	ใช้ได้

เส้นรอบรูป เพื่อถ่ายเทแรงยึดหน่วง				
หน่วยแรงยึดหน่วง, หน่วยแรงที่ยอมให้, u	:	10.01	35.00	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
เส้นรอบรูปเหล็กเสริมที่ต้องการ, ใช้จริง	:	17.52	26.18	ใช้ได้

การคำนวณออกแบบแผ่นพื้นทางเดียว หรือแผ่นพื้นยื่น ค.ส.ล. โดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน

โครงการ	Lab Envi and Chem		แฟ้มข้อมูล		03/22/10
โดย					11:04 PM
ตาบหมายเลข	S-13		ตำแหน่ง		

วัสดุ กลสมบัติ

เหล็กชั้นคุณภาพ	SD xx หรือ SR xx	:	SD 40		
หน่วยแรงใช้งานของเหล็กเสริม, fs		:	1,700	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	
โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม, Es		:	2,040,000	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต, fc'		:	240	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	
หน่วยแรงใช้งานของคอนกรีต, fc		:	108.00	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	
โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต Ec = 15,210·fc'^0.5		:	235,632	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	
n = Es/Ec; Es = 2,040,000 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร		:	9		
k = 1/[1+fs/(n·fc)]		:	0.364		
j = 1 - k/3		:	0.879		
R = fc/2·j·k		:	17.262	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	

ความหนาต่ำสุดที่ไม่ต้องตรวจสอบการแอ่น หรือโก่งตัว

กรณี	ความหนาต่ำสุด				
1 ปลายไม่ต่อเนื่องสองด้าน	0.10	b	:	1.00	เมตร
2 ปลายต่อเนื่องด้านเดียว	0.08	t	:	0.15	เมตร
3 ปลายต่อเนื่องสองด้าน	0.07	กรณี	:	2	ใช้ได้
4 คานยื่น	0.20				

	ระยะหุ้ม	:	0.025	เมตร	
	ความยาวช่วงคาน	:	2.00	เมตร	
น้ำหนัก	น้ำหนักบรรทุกคงที่	:	360	กิโลกรัม-เมตร	
	น้ำหนักบรรทุกจร	:	300	กิโลกรัม-เมตร	
	น้ำหนักวัสดุตกแต่ง และอื่น ๆ	:	0	กิโลกรัม-เมตร	
	โมเมนต์ดัดสูงสุด, Mmax	:	330	กิโลกรัม-เมตร	
	แรงเฉือนสูงสุด, Vmax	:	660	กิโลกรัม	
	เหล็กเสริมหลัก (ขนาด, ระยะเรียง)	:	12	0.300	มิลลิเมตร, เมตร
	เหล็กต้านการยืดหด (ขนาด, ระยะเรียง)	:	12	0.300	มิลลิเมตร, เมตร
	ความลึกประสิทธิผล, d	:		0.119	เมตร
	Mr = R·b·d²	:		2,444	กิโลกรัม-เมตร
	การเสริมเหล็ก			Single	ใช้ได้

เหล็กเสริม และเหล็กเสริมด้านการยืดหด (ตารางเซนติเมตร)			ต้องการ	เสริมจริง	
As = M/fs·j·d	:	1.86	3.77	ใช้ได้	
As-min = [0.0018/0.0020/0.0025]·b·t	:	2.70	3.77	ใช้ได้	
As-min อีกด้านหนึ่ง = [0.0018/0.0020/0.0025]·b·t	:	3.75	3.77	ใช้ได้	
แรงเฉือน Vc = 0.29·fc'·(b·d)	:		5,346	กิโลกรัม	
V' = V - 0.29·fc'·(b·d)	:		ไม่มี	ใช้ได้	
เส้นรอบรูป เพื่อถ่ายเทแรงยึดหน่วง					
หน่วยแรงยึดหน่วง, หน่วยแรงที่ยอมให้, u	:	20.85	35.00	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	
เส้นรอบรูปเหล็กเสริมที่ต้องการ, ใช้จริง	:	3.03	12.57	ใช้ได้	

การคำนวณออกแบบแผ่นพื้นทางเดียว หรือแผ่นพื้นยื่น ค.ส.ล. โดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน

โครงการ	Lab Envi and Chem			แฟ้มข้อมูล		03/22/10
โดย						11:04 PM
คานหมายเลข	S-14			ตำแหน่ง		
วัสดุ กลสมบัติ						
	เหล็กขั้นคุณภาพ SD xx หรือ SR xx		:	SD 40		
	หน่วยแรงใช้งานของเหล็กเสริม, fs		:	1,700	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	
	โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม, Es		:	2,040,000	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	
	กำลังอัดประลัยของคอนกรีต, fc'		:	240	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	
	หน่วยแรงใช้งานของคอนกรีต, fc		:	108.00	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	
	โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต Ec = 15,210·fc'^0.5		:	235,632	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	
	n = Es/Ec; Es = 2,040,000 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร		:	9		
	k = 1/[1+fs/(n·fc)]		:	0.364		
	j = 1 - k/3		:	0.879		
	R = fc/2·j·k		:	17.262	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	
ความหนาต่ำสุดที่ไม่ต้องตรวจสอบการแอ่น หรือโก่งตัว						

กรณี	ความหนาต่ำสุด				
1 ปลายไม่ต่อเนื่องสองด้าน	0.20	b	:	1.00	เมตร
2 ปลายต่อเนื่องด้านเดียว	0.17	l	:	0.15	เมตร
3 ปลายต่อเนื่องสองด้าน	0.13	กรณี	:	3	ใช้ได้
4 คานยื่น	0.40				

	ระยะหุ้ม	:	0.025	เมตร	
	ความยาวช่วงคาน	:	4.00	เมตร	
น้ำหนัก	น้ำหนักบรรทุกคงที่	:	360	กิโลกรัม-เมตร	
	น้ำหนักบรรทุกจร	:	300	กิโลกรัม-เมตร	
	น้ำหนักวัสดุตกแต่ง และอื่น ๆ	:	0	กิโลกรัม-เมตร	
	โมเมนต์ดัดสูงสุด, Mmax	:	1,320	กิโลกรัม-เมตร	
	แรงเฉือนสูงสุด, Vmax	:	1,320	กิโลกรัม	
	เหล็กเสริมหลัก (ขนาด, ระยะเรียง)	:	20	0.300	มิลลิเมตร, เมตร
	เหล็กด้านการยึดหด (ขนาด, ระยะเรียง)	:	20	0.300	มิลลิเมตร, เมตร
	ความลึกประสิทธิผล, d	:		0.115	เมตร
	Mr = R·b·d²	:		2,283	กิโลกรัม-เมตร
	การเสริมเหล็ก	:		Single	ใช้ได้

เหล็กเสริม และเหล็กเสริมด้านการยึดหด (ตารางเซนติเมตร)			ต้องการ	เสริมจริง	
As = Mr/fs·j·d	:	7.68	10.47	ใช้ได้	
As-min = [0.0018/0.0020/0.0025]·b·t	:	2.70	10.47	ใช้ได้	
As-min อีกด้านหนึ่ง = [0.0018/0.0020/0.0025]·b·t	:	3.75	10.47	ใช้ได้	
แรงเฉือน Vc = 0.29·fc'·(b·d)	:		5,167	กิโลกรัม	
V' = V - 0.29·fc'·(b·d)	:		ไม่มี	ใช้ได้	
เส้นรอบรูป เพื่อถ่ายเทแรงยึดหน่วง					
หน่วยแรงยึดหน่วง, หน่วยแรงที่ยอมให้, u	:	12.51	35.00	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	
เส้นรอบรูปเหล็กเสริมที่ต้องการ, ใช้จริง	:	10.44	20.94	ใช้ได้	

การคำนวณออกแบบแผ่นพื้นทางเดียว หรือแผ่นพื้นยื่น ค.ส.ล. โดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน

โครงการ	Lab Envi and Chem		แฟ้มข้อมูล		03/22/10
โดย					11:04 PM
คานหมายเลข	S-15		ตำแหน่ง		

วัสดุ กลสมบัติ						
	เหล็กขั้นคุณภาพ	SD xx หรือ SR xx	:	SD 40		
	หน่วยแรงใช้งานของเหล็กเสริม, fs		:	1,700	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	
	โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม, Es		:	2,040,000	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	
	กำลังอัดประลัยของคอนกรีต, fc'		:	240	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	
	หน่วยแรงใช้งานของคอนกรีต, fc		:	108.00	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	
	โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต Ec = 15,210·fc'^0.5		:	235,632	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	
	n	= Es/Ec; Es = 2,040,000 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	:	9		
	k	= 1/[1+fs/(n·fc)]	:	0.364		
	j	= 1 - k/3	:	0.879		
	R	= fc/2·j·k	:	17.262	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	

ความหนาต่ำสุดที่ไม่ต้องตรวจสอบการแอ่น หรือโก่งตัว

กรณี	ความหนาต่ำสุด				
1 ปลายไม่ต่อเนื่องสองด้าน	0.20	b	:	1.00	เมตร
2 ปลายต่อเนื่องด้านเดียว	0.17	t	:	0.20	เมตร
3 ปลายต่อเนื่องสองด้าน	0.13	กรณี	:	2	ใช้ได้
4 คานยื่น	0.40				

	ระยะหุ้ม	:	0.025	เมตร	
	ความยาวช่วงคาน	:	4.00	เมตร	
น้ำหนัก	น้ำหนักบรรทุกคงที่	:	480	กิโลกรัม-เมตร	
	น้ำหนักบรรทุกจร	:	300	กิโลกรัม-เมตร	
	น้ำหนักวัสดุตกแต่ง และอื่น ๆ	:	0	กิโลกรัม-เมตร	
	โมเมนต์ดัดสูงสุด, Mmax	:	1,560	กิโลกรัม-เมตร	
	แรงเฉือนสูงสุด, Vmax	:	1,560	กิโลกรัม	
	เหล็กเสริมหลัก (ขนาด, ระยะเรียง)	:	16	0.300	มิลลิเมตร, เมตร
	เหล็กต้านการยืดหด (ขนาด, ระยะเรียง)	:	16	0.300	มิลลิเมตร, เมตร
	ความลึกประสิทธิผล, d	:		0.167	เมตร
	Mr = R·b·d²	:		4,814	กิโลกรัม-เมตร
	การเสริมเหล็ก	:		[illegible]	ใช้ได้

เหล็กเสริม และเหล็กเสริมต้านการยืดหด (ตารางเซนติเมตร)			ต้องการ	เสริมจริง	
As	=	M/fs·j·d	6.25	6.70	ใช้ได้
As-min	=	[0.0018/0.0020/0.0025]·b·t	3.60	6.70	ใช้ได้
As-min อีกด้านหนึ่ง	=	[0.0018/0.0020/0.0025]·b·t	5.00	6.70	ใช้ได้
แรงเฉือน Vc	=	0.29·fc'·(b·d)		7,503	กิโลกรัม
V'	=	V - 0.29·fc'·(b·d)		ไม่มี	ใช้ได้
เส้นรอบรูป เพื่อถ่ายเทแรงยึดหน่วง					
หน่วยแรงยึดหน่วง, หน่วยแรงที่ยอมให้, u			15.64	35.00	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
เส้นรอบรูปเหล็กเสริมที่ต้องการ, ใช้จริง			6.80	16.76	ใช้ได้

การคำนวณออกแบบแผ่นพื้นทางเดียว หรือแผ่นพื้นยื่น ค.ส.ล. โดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน

โครงการ	Lab Envi and Chem		แฟ้มข้อมูล		03/22/10
โดย					11:04 PM
ตามหมายเลข	S-16		ตำแหน่ง		

วัสดุ คลสมบัติ

	เหล็กขั้นคุณภาพ SD xx หรือ SR xx	:	SD 40		
	หน่วยแรงใช้งานของเหล็กเสริม, fs	:	1,700	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	
	โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม, Es	:	2,040,000	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	
	กำลังอัดประลัยของคอนกรีต, f'c	:	240	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	
	หน่วยแรงใช้งานของคอนกรีต, fc	:	108.00	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	
	โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต Ec = 15,210·f'c^0.5	:	235,632	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	
	n = Es/Ec; Es = 2,040,000 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	:	9		
	k = 1/[1+fs/(n·fc)]	:	0.364		
	j = 1 - k/3	:	0.879		
	R = fc/2·j·k	:	17.262	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	

ความหนาต่ำสุดที่ไม่ต้องตรวจสอบการแอ่น หรือโก่งตัว

กรณี		ความหนาต่ำสุด				
1	ปลายไม่ต่อเนื่องสองด้าน	0.30	b	:	1.00	เมตร
2	ปลายต่อเนื่องด้านเดียว	0.25	t	:	0.20	เมตร
3	ปลายต่อเนื่องสองด้าน	0.20	กรณี	:	3	ใช้ได้
4	คานยื่น	0.60				

	ระยะหุ้ม	:	0.025	เมตร	
	ความยาวช่วงคาน	:	6.00	เมตร	
น้ำหนัก	น้ำหนักบรรทุกคงที่	:	480	กิโลกรัม-เมตร	
	น้ำหนักบรรทุกจร	:	300	กิโลกรัม-เมตร	
	น้ำหนักวัสดุตกแต่ง และอื่น ๆ	:	0	กิโลกรัม-เมตร	
	โมเมนต์ดัดสูงสุด, Mmax	:	3,510	กิโลกรัม-เมตร	
	แรงเฉือนสูงสุด, Vmax	:	2,340	กิโลกรัม	
	เหล็กเสริมหลัก (ขนาด, ระยะเรียง)	:	25	0.300	มิลลิเมตร, เมตร
	เหล็กด้านการยึดหด (ขนาด, ระยะเรียง)	:	25	0.300	มิลลิเมตร, เมตร
	ความลึกประสิทธิผล, d	:		0.163	เมตร
	Mr = R·b·d²	:		4,558	กิโลกรัม-เมตร
	การเสริมเหล็ก	:		Single	ใช้ได้

เหล็กเสริม และเหล็กเสริมด้านการยึดหด (คารางเซนติเมตร)			ต้องการ	เสริมจริง	
As	=	M/fs·j·d	14.46	16.36	ใช้ได้
As-min	=	[0.0018/0.0020/0.0025]·b·t	3.60	16.36	ใช้ได้
As-min อีกด้านหนึ่ง	=	[0.0018/0.0020/0.0025]·b·t	5.00	16.36	ใช้ได้
แรงเฉือน Vc	=	0.29·f'c·(b·d)		7,301	กิโลกรัม
V'	=	V - 0.29·f'c·(b·d)		ไม่มี	ใช้ได้

เส้นรอบรูป เพื่อถ่ายเทแรงยึดหน่วง			
หน่วยแรงยึดหน่วง, หน่วยแรงที่ยอมให้, u	10.01	35.00	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
เส้นรอบรูปเหล็กเสริมที่ต้องการ, ใช้จริง	16.37	26.18	ใช้ได้

การคำนวณออกแบบแผ่นพื้นทางเดียว หรือแผ่นพื้นยื่น ค.ส.ล. โดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน

โครงการ	Lab Envi and Chem			แฟ้มข้อมูล	03/22/10
โดย					11:04 PM
คานหมายเลข	S-17			ตำแหน่ง	

วัสดุ กลสมบัติ

เหล็กขั้นคุณภาพ	SD xx หรือ SR xx	:		SD 40	
หน่วยแรงใช้งานของเหล็กเสริม, fs		:		1,700	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม, Es		:		2,040,000	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต, fc'		:		240	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
หน่วยแรงใช้งานของคอนกรีต, fc		:		108.00	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต Ec = 15,210·fc'^0.5		:		235,632	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
n = Es/Ec; Es = 2,040,000 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร		:		9	
k = 1/[1+fs/(n·fc)]		:		0.364	
j = 1 - k/3		:		0.879	
R = fc/2·j·k		:		17.262	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ความหนาต่ำสุดที่ไม่ต้องตรวจสอบการแอ่น หรือโก่งตัว

กรณี	ความหนาต่ำสุด				
1 ปลายไม่ต่อเนื่องสองด้าน	0.05	b	:	1.00	เมตร
2 ปลายต่อเนื่องด้านเดียว	0.04	t	:	0.15	เมตร
3 ปลายต่อเนื่องสองด้าน	0.04	กรณี	:	2	ใช้ได้
4 คานยื่น	0.11				

ระยะหุ้ม		:		0.025	เมตร
ความยาวช่วงคาน		:		1.05	เมตร
น้ำหนัก น้ำหนักบรรทุกคงที่		:		360	กิโลกรัม-เมตร
น้ำหนักบรรทุกจร		:		300	กิโลกรัม-เมตร
น้ำหนักวัสดุตกแต่ง และอื่น ๆ		:		0	กิโลกรัม-เมตร
โมเมนต์ดัดสูงสุด, Mmax		:		91	กิโลกรัม-เมตร
แรงเฉือนสูงสุด, Vmax		:		347	กิโลกรัม
เหล็กเสริมหลัก (ขนาด, ระยะเรียง)		:	12	0.300	มิลลิเมตร, เมตร
เหล็กต้านการยืดหด (ขนาด, ระยะเรียง)		:	12	0.300	มิลลิเมตร, เมตร
ความลึกประสิทธิผล, d		:		0.119	เมตร
Mr = R·b·d²		:		2,444	กิโลกรัม-เมตร
การเสริมเหล็ก				Single	ใช้ได้

เหล็กเสริม และเหล็กเสริมต้านการยืดหด (ตารางเซนติเมตร)				ต้องการ	เสริมจริง	
As = M /fs·j·d			:	0.51	3.77	ใช้ได้
As-min = [0.0018/0.0020/0.0025]·b·t			:	2.70	3.77	ใช้ได้
As-min อีกด้านหนึ่ง = [0.0018/0.0020/0.0025]·b·t			:	3.75	3.77	ใช้ได้
แรงเฉือน Vc = 0.29·fc'·(b·d)			:		5,346	กิโลกรัม
V' = V - 0.29·fc'·(b·d)			:		ไม่มี	ใช้ได้
เส้นรอบรูป เพื่อถ่ายเทแรงยึดหน่วง						
หน่วยแรงยึดหน่วง, หน่วยแรงที่ยอมให้, u			:	20.85	35.00	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
เส้นรอบรูปเหล็กเสริมที่ต้องการ, ใช้จริง			:	1.59	12.57	ใช้ได้

การคำนวณออกแบบคาน ค.ส.ล. โดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน

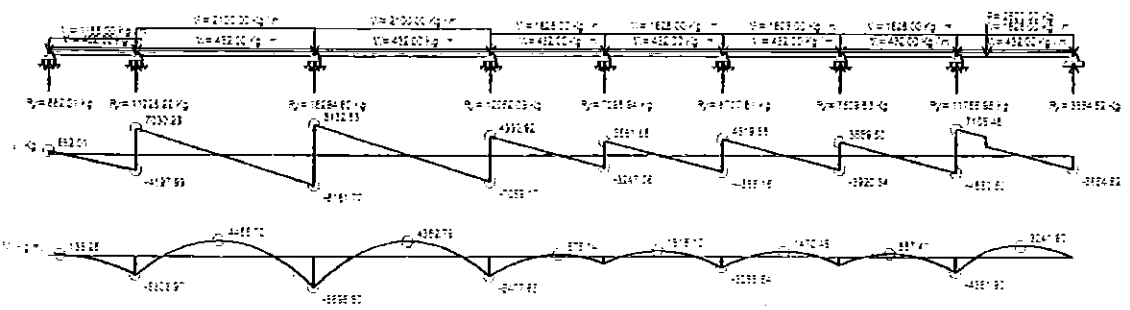
โครงการ Lab Envi and Chem แฟ้มข้อมูล
โดย
คานหมายเลข B-1 ตำแหน่ง

วัสดุ และกลสมบัติ						
เหล็กชั้นคุณภาพ	SD xx หรือ SR xx	:		SD 40		
หน่วยแรงใช้งานของเหล็กเสริม, fs		:		1,700		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม, Es		:		2,040,000		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต, f'c		:		240		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
หน่วยแรงใช้งานของคอนกรีต, fc		:		108.00		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต Ec = 15,210·f'c^0.5		:		235,632		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
n =	Es/Ec; Es = 2,040,000 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	:		9		
k =	1/[1+fs/(n·fc)]	:		0.364		
j =	1 - k/3	:		0.879		
R =	fc/2·j·k	:		17.26		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
แรงเฉือนและโมเมนต์ดัด						
โมเมนต์ดัด		:		8,699		กิโลกรัม-เมตร
แรงเฉือน		:		8,162		กิโลกรัม
หน้าตัด (กรณีไม่ตรวจสอบการแอ่น หรือโก่งตัว)						

	กรณี	ความลึกต่ำสุด				
1	ปลายไม่ต่อเนื่องสองด้าน	0.38 b	:		0.30	เมตร
2	ปลายต่อเนื่องด้านเดียว	0.32 D	:		0.60	เมตร
3	ปลายต่อเนื่องสองด้าน	0.29				
4	คานยื่น	0.75 กรณี	:		3	ใช้ได้

ระยะหุ้ม		:		0.03		เมตร
ความยาวช่วงคาน		:		6.00		เมตร
เหล็กเสริม			รับแรงอัด	รับแรงดึง		
เหล็กชั้นล่าง (ใกล้ผิว)	จำนวน	:	2	4		เส้น
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	:	12	20		มิลลิเมตร
	ลูกคัดขนาด	:				เมตร
เหล็กชั้นบน	จำนวนเส้น	:				เส้น
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	:				มิลลิเมตร
d-d', d	>= 8·b if L/b > 30	:	0.51	0.55		เมตร 1
MR =	R·b·d²	:		15,722		กิโลกรัม-เมตร 2
การเสริมเหล็ก		:		Single		
เหล็กเสริม (ตารางเซนติเมตร)			ค่านวณ	เสริมจริง		
As =	M/[fs·j·d]	:	10.94	12.57		ใช้ได้
As' =		:	0.00	2.26		ใช้ได้
Asmin =	14/fy·[b·d]	:	5.79	12.57		ใช้ได้ 3
Asmin =		:		2.26		ใช้ได้ 4
แรงเฉือนและเหล็กปลอก						
การใช้เหล็กลูกตั้ง	v ≤ 1.32·f'c^0.5	:				เสริมเหล็กได้
V - Vc =	V - 0.29·[fc]^0.5·(b·d)	:		736		กิโลกรัม
เส้นผ่านศูนย์กลาง		:	6	9	12	มิลลิเมตร
fv =	0.50 fy	:	1,200	1,200	1,700	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
ระยะเรียงสูงสุดที่ยอมให้		:	0.276	0.276	0.276	เมตร
แรงยึดหน่วง			เหล็กบน	เหล็กอื่นๆ		
μ =	2.29*f'c^.5/D หรือ 3.23*f'c^.5/C	:	17.74	25.02		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
Σ_o	ต้องการ	:	9.50	6.74		เซนติเมตร
Σ_o	เสริมจริง	:	25.13	25.13		เซนติเมตร
		:	ใช้ได้	ใช้ได้		

หมายเหตุ
1) สำหรับคานแคบ ความลึกประสิทธิผลต้องไม่เกิน 8 เท่าของความกว้าง (8 b),
2) Mr = Rb·R·b·d^2 when L/b > 30,
3) ปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุด: Asmin = 14/fy·b·d เว้นแต่จะเสริมเหล็กไปน้อยกว่า 1.34 เท่าของค่าที่คำนวณได้ (1.34As)
4) ปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุดในแนวราบ สำหรับคานลึก (As-min-hz = 0.0025·b·D) เมื่อ D/L > 2/5 หรือ 4/5



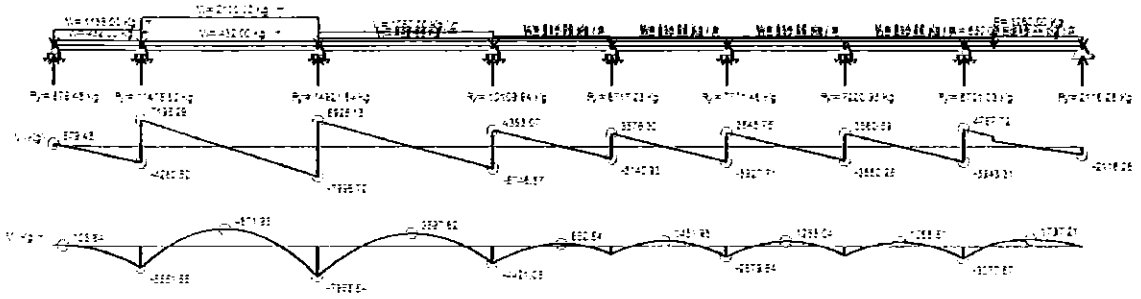
การคำนวณออกแบบคาน ค.ส.ล. โดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน

โครงการ Lab Envi and Chem แฟ้มข้อมูล
โดย
คานหมายเลข B-2 ตำแหน่ง

วัสดุ และกลสมบัติ						
เหล็กชั้นคุณภาพ	SD xx หรือ SR xx		:	SD 40		
หน่วยแรงใช้งานของเหล็กเสริม, fs			:	1,700		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม, Es			:	2,040,000		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต, fc'			:	240		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
หน่วยแรงใช้งานของคอนกรีต, fc			:	108.00		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต Ec = 15,210·fc'^0.5			:	235,632		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
n	=	Es/Ec; Es = 2,040,000 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	:	9		
k	=	1/[1+fs/(n·fc)]	:	0.364		
j	=	1 - k/3	:	0.879		
R	=	fc/2·j·k	:	17.26		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
แรงเฉือนและโมเมนต์ดัด						
โมเมนต์ดัด			:	7,997		กิโลกรัม-เมตร
แรงเฉือน			:	7,956		กิโลกรัม
หน้าตัด (กรณีไม่ตรวจสอบการแอ่น หรือโก่งตัว)						

	กรณี	ความลึกต่ำสุด				
1	ปลายไม่ต่อเนื่องสองด้าน	0.38 b	:	0.30		เมตร
2	ปลายต่อเนื่องด้านเดียว	0.32 D	:	0.60		เมตร
3	ปลายต่อเนื่องสองด้าน	0.29				
4	คานยื่น	0.75 กรณี	:	3		ใช้ได้
ระยะหุ้ม			:	0.03		เมตร
ความยาวช่วงคาน			:	6.00		เมตร
เหล็กเสริม				รับแรงอัด	รับแรงดึง	
เหล็กชั้นล่าง (ใกล้ผิว)	จำนวน		:	2	4	เส้น
	เส้นผ่านศูนย์กลาง		:	12	20	มิลลิเมตร
	ลูกคัดขนาด		:			เมตร
เหล็กชั้นบน	จำนวนเส้น		:			เส้น
	เส้นผ่านศูนย์กลาง		:			มิลลิเมตร
d-d', d		>= 8·b ถ้า L/b > 30	:	0.51	0.55	เมตร
MR	=	R·b·d²	:		15,722	กิโลกรัม-เมตร
การเสริมเหล็ก			:		Single	
เหล็กเสริม (ตารางเซนติเมตร)				ค่านวณ	เสริมจริง	
As	=	M/[fs·j·d]	:	10.12	12.57	ใช้ได้
As'	=		:	0.00	2.26	ใช้ได้
Asmin	=	14/fy·[b·d]	:	5.79	12.57	ใช้ได้
Asmin	=		:		2.26	ใช้ได้
แรงเฉือนและเหล็กปลอก						
การใช้เหล็กลูกตั้ง	v ≤ 1.32·fc'^0.5		:			เสริมเหล็กได้
V - Vc	=	V - 0.29 [fc]^0.5·(b·d)	:		530	กิโลกรัม
เส้นผ่านศูนย์กลาง			:	6	9	12 มิลลิเมตร
fv	=	0.50·fy	:	1,200	1,200	1,700 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
ระยะเรียงสูงสุดที่ยอมให้			:	0.276	0.276	0.276 เมตร
แรงยึดหน่วง				เหล็กบน	เหล็กอื่นๆ	
μ	=	2.29*fc'^.5/D หรือ 3.23*fc'^.5/D	:	17.74	25.02	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
Σ_o		ต้องการ	:	9.26	6.57	เซนติเมตร
Σ_o		เสริมจริง	:	25.13	25.13	เซนติเมตร
			:	ใช้ได้	ใช้ได้	

หมายเหตุ
1) สำหรับคานแคบ ความลึกประสิทธิผลต้องไม่เกิน 8 เท่าของความกว้าง (8 b),
2) Mr = Rb R·b·d^2 when L/b > 30,
3) ปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุด Asmin = 14/fy·b·d เว้นแต่จะเสริมเหล็กไปน้อยกว่า 1.34 เท่าของค่าที่คำนวณได้ (1.34As)
4) ปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุดในแนวราบ สำหรับคานลึก (As-min-hz = 0.0025·b·D) เมื่อ D/L > 2/5 หรือ 4/5



การคำนวณออกแบบคาน ค.ส.ล. โดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน

โครงการ Lab Envi and Chem แฟ้มข้อมูล
โดย
คานหมายเลข B-3 ตำแหน่ง

วัสดุ และกลสมบัติ					
เหล็กชั้นคุณภาพ	SD xx หรือ SR xx	:	SD 40		
หน่วยแรงใช้งานของเหล็กเสริม, fs		:	1,700		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม, Es		:	2,040,000		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต, f'c		:	240		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
หน่วยแรงใช้งานของคอนกรีต, fc		:	108.00		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต Ec = 15,210·f'c^0.5		:	235,632		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
n = Es/Ec; Es = 2,040,000 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร		:	9		
k = 1/[1+fs/(n·fc)]		:	0.364		
j = 1 - k/3		:	0.879		
R = fc/2·j·k		:	17.26		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
แรงเฉือนและโมเมนต์ดัด					
โมเมนต์ดัด		:	9,764		กิโลกรัม-เมตร
แรงเฉือน		:	9,907		กิโลกรัม

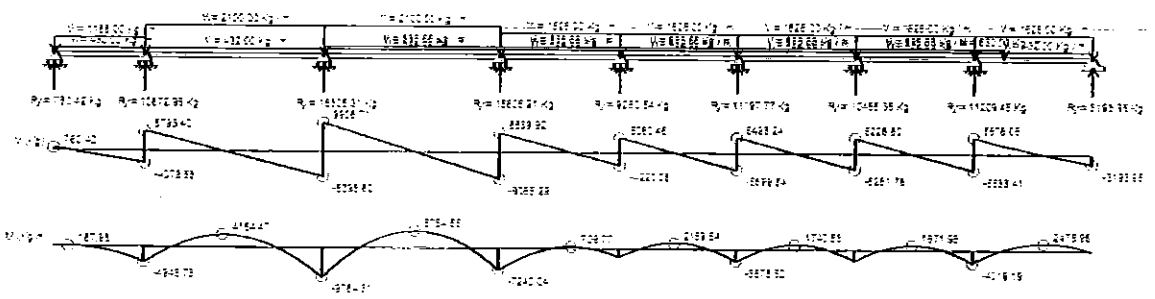
หน้าตัด (กรณีไม่ตรวจสอบการแอ่น หรือโก่งตัว)

	กรณี	ความลึกต่ำสุด				
1	ปลายไม่ต่อเนื่องสองด้าน	0.38	b	:	0.30	เมตร
2	ปลายต่อเนื่องด้านเดียว	0.32	D	:	0.60	เมตร
3	ปลายต่อเนื่องสองด้าน	0.29				
4	คานยื่น	0.75	กรณี	:	3	ใช้ได้

ระยะหุ้ม	:	0.03		เมตร
ความยาวช่วงคาน	:	6.00		เมตร
เหล็กเสริม		รับแรงอัด	รับแรงดึง	
เหล็กชั้นล่าง (ใกล้ผิว) จำนวน	:	2	4	เส้น
เส้นผ่านศูนย์กลาง	:	12	20	มิลลิเมตร
ลูกค้ดขนาด	:			เมตร
เหล็กชั้นบน จำนวนเส้น	:			เส้น
เส้นผ่านศูนย์กลาง	:			มิลลิเมตร
d-d', d >= 8·b if L/b > 30	:	0.51	0.55	เมตร
MR = R·b·d²	:		15,722	กิโลกรัม-เมตร
การเสริมเหล็ก	:		Single	
เหล็กเสริม (ตารางเซนติเมตร)		คำนวณ	เสริมจริง	
As = M/[fs·j·d]	:	12.17	12.57	ใช้ได้
As' =	:	0.00	2.26	ใช้ได้
Asmin = 14/fy·[b·d]	:	5.79	12.57	ใช้ได้
Asmin =	:		2.26	ใช้ได้

แรงเฉือนและเหล็กปลอก						
การใช้เหล็กลูกตั้ง v <= 1.32·f'c^0.5	:					เสริมเหล็กได้
V - Vc = V - 0.29·[fc]^0.5·(b·d)	:		2,481			กิโลกรัม
เส้นผ่านศูนย์กลาง	:	6	9	12		มิลลิเมตร
fv = 0.50·fy	:	1,200	1,200	1,700		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
ระยะเรียงสูงสุดที่ยอมให้	:	0.151	0.276	0.276		เมตร
แรงยึดหน่วง		เหล็กบน	เหล็กอื่นๆ			
μ = 2.29*f'c^.5/D หรือ 3.23*f'c^.5/L	:	17.74	25.02			กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
Σ_o ต้องการ	:	11.54	8.18			เซนติเมตร
Σ_o เสริมจริง	:	25.13	25.13			เซนติเมตร
	:	ใช้ได้	ใช้ได้			

หมายเหตุ
1) สำหรับคานแคบ ความลึกประสิทธิผลต้องไม่เกิน 8 เท่าของความกว้าง (8·b),
2) Mr = Rb·R·b·d^2 when L/b > 30,
3) ปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุด: Asmin = 14/fy·b·d เว้นแต่จะเสริมเหล็กไม่น้อยกว่า 1.34 เท่าของค่าที่คำนวณได้ (1.34As)
4) ปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุดในแนวราบ สำหรับคานลึก (As-min-hz = 0.0025·b·D) เมื่อ D/L > 2/5 หรือ 4/5



การคำนวณออกแบบคาน ค.ส.ล. โดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน

โครงการ Lab Envi and Chem แฟ้มข้อมูล
โดย
คานหมายเลข B-4 ตำแหน่ง

วัสดุ และกลสมบัติ

เหล็กชั้นคุณภาพ	SD xx หรือ SR xx	:	SD 40	
หน่วยแรงใช้งานของเหล็กเสริม, fs		:	1,700	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม, Es		:	2,040,000	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต, f'c		:	240	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
หน่วยแรงใช้งานของคอนกรีต, fc		:	108.00	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต Ec = 15,210·f'c^0.5		:	235,632	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
n =	Es/Ec; Es = 2,040,000 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	:	9	
k =	1/[1+fs/(n·fc)]	:	0.364	
j =	1 - k/3	:	0.879	
R =	fc/2 j·k	:	17.26	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

แรงเฉือนและโมเมนต์ดัด

โมเมนต์ดัด	:	8,700	กิโลกรัม-เมตร
แรงเฉือน	:	8,162	กิโลกรัม

หน้าตัด (กรณีไม่ตรวจสอบการแอ่น หรือโก่งตัว)

	กรณี	ความลึกต่ำสุด				
1	ปลายไม่ต่อเนื่องสองด้าน	0.38	b	:	0.30	เมตร
2	ปลายต่อเนื่องด้านเดียว	0.32	D	:	0.60	เมตร
3	ปลายต่อเนื่องสองด้าน	0.29				
4	คานยื่น	0.75	กรณี	:	3	ใช้ได้

ระยะหุ้ม	:	0.03	เมตร
ความยาวช่วงคาน		6.00	เมตร

		รับแรงอัด	รับแรงดึง		
เหล็กเสริม					
เหล็กชั้นล่าง (ใกล้ผิว)	จำนวน	:	2	4	เส้น
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	:	12	20	มิลลิเมตร
	ลูกคัดขนาด	:			เมตร
เหล็กชั้นบน	จำนวนเส้น	:			เส้น
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	:			มิลลิเมตร
d-d', d	>= 8·b if L/b > 30	:	0.51	0.55	เมตร [1]
MR =	R·b·d²	:		15,722	กิโลกรัม-เมตร [2]
การเสริมเหล็ก		:		Single	

เหล็กเสริม (ตารางเซนติเมตร)

			คำนวณ	เสริมจริง		
As =	M/[fs j·d]	:	10.94	12.57		ใช้ได้
As' =		:	0.00	2.26		ใช้ได้
Asmin =	14/fy·[b·d]	:	5.79	12.57		ใช้ได้ [3]
Asmin =		:		2.26		ใช้ได้ [4]

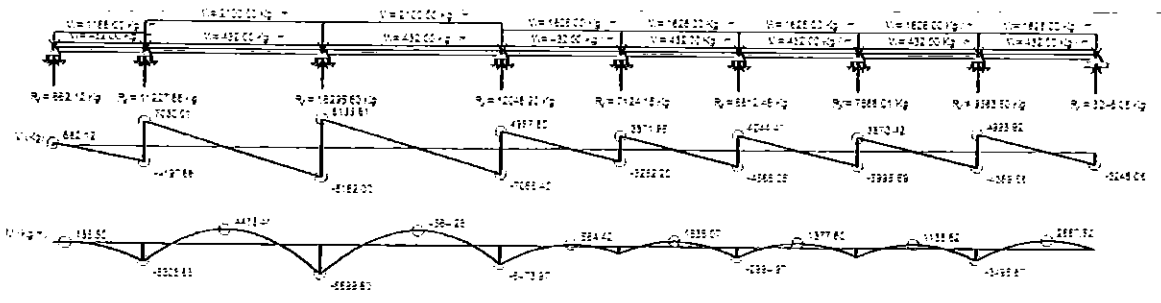
แรงเฉือนและเหล็กปลอก

การใช้เหล็กลูกตั้ง	v ≤ 1.32·f'c^0.5	:				เสริมเหล็กได้
V - Vc =	V - 0.29·[fc]^0.5·(b·d)	:		736		กิโลกรัม
เส้นผ่านศูนย์กลาง		:	6	9	12	มิลลิเมตร
fv =	0.50·fy	:	1,200	1,200	1,700	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
ระยะเรียงสูงสุดที่ยอมให้		:	0.276	0.276	0.276	เมตร

แรงยึดหน่วง

					เหล็กบน	เหล็กอื่นๆ	
μ =	2.29·f'c^.5/D	หรือ	3.23·f'c^.5/C	:	17.74	25.02	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
Σ_o	ต้องการ			:	9.50	6.74	เซนติเมตร
Σ_o	เสริมจริง			:	25.13	25.13	เซนติเมตร
				:	ใช้ได้	ใช้ได้	

หมายเหตุ
1) สำหรับคานแคบ ความลึกประสิทธิผลต้องไม่เกิน 8 เท่าของความกว้าง (8 b),
2) Mr = Rb·R·b·d^2 when L/b > 30.
3) ปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุด: Asmin = 14/fy·b·d เว้นแต่จะเสริมเหล็กไม่น้อยกว่า 1.34 เท่าของค่าที่คำนวณได้ (1.34As)
4) ปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุดในแนวราบ สำหรับคานลึก (As-min-hz = 0.0025 b D) หาก D/L > 2/5 หรือ 4/5



การคำนวณออกแบบคาน ค.ส.ล. โดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน

โครงการ Lab Envi and Chem แฟ้มข้อมูล
โดย
คานหมายเลข B-5 ตำแหน่ง

วัสดุ และกลสมบัติ

เหล็กชั้นคุณภาพ	SD xx หรือ SR xx	:	SD 40		
หน่วยแรงใช้งานของเหล็กเสริม, fs		:	1,700		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม, Es		:	2,040,000		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต, f'c		:	240		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
หน่วยแรงใช้งานของคอนกรีต, fc		:	108.00		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต Ec = 15,210·f'c^0.5		:	235,632		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
n = Es/Ec; Es = 2,040,000 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร		:	9		
k = 1/[1+fs/(n·fc)]		:	0.364		
j = 1 - k/3		:	0.879		
R = fc/2 j k		:	17.26		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

แรงเฉือนและโมเมนต์ดัด

โมเมนต์ดัด	:	9,511	กิโลกรัม-เมตร
แรงเฉือน	:	8,889	กิโลกรัม

หน้าตัด (กรณีไม่ตรวจสอบการแอ่น หรือโก่งตัว)

	กรณี	ความลึกต่ำสุด				
1	ปลายไม่ต่อเนื่องสองด้าน	0.38	b	:	0.30	เมตร
2	ปลายต่อเนื่องด้านเดียว	0.32	D	:	0.60	เมตร
3	ปลายต่อเนื่องสองด้าน	0.29				
4	คานยื่น	0.75	กรณี	:	3	ใช้ได้

ระยะหุ้ม		:	0.03		เมตร
ความยาวช่วงคาน		:	6.00		เมตร
เหล็กเสริม			รับแรงอัด	รับแรงดึง	
เหล็กชั้นล่าง (ใกล้ผิว)	จำนวน	:	2	4	เส้น
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	:	12	20	มิลลิเมตร
	ลูกคัดขนาด	:			เมตร
เหล็กชั้นบน	จำนวนเส้น	:			เส้น
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	:			มิลลิเมตร
d-d', d	>= 8·b if L/b > 30	:	0.51	0.55	เมตร
MR = R b d²		:		15,722	กิโลกรัม-เมตร
การเสริมเหล็ก		:		Single	

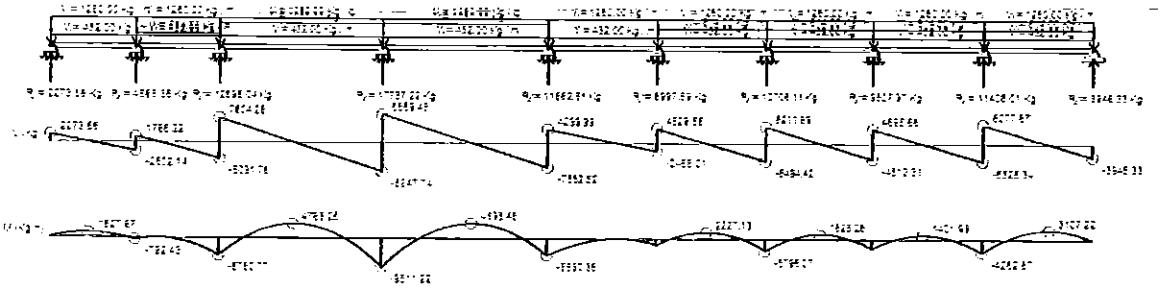
เหล็กเสริม (ตารางเซนติเมตร)			คำนวณ	เสริมจริง	
As = M/[fs·j·d]		:	11.88	12.57	ใช้ได้
As' =		:	0.00	2.26	ใช้ได้
Asmin = 14/fy·[b·d]		:	5.79	12.57	ใช้ได้
Asmin =		:		2.26	ใช้ได้

แรงเฉือนและเหล็กปลอก

การใช้เหล็กลูกตั้ง	v ≤ 1.32·f'c^0.5	:				เสริมเหล็กได้
V - Vc = V - 0.29·[fc]^0.5·(b·d)		:		1,463		กิโลกรัม
เส้นผ่านศูนย์กลาง		:	6	9	12	มิลลิเมตร
fv = 0.50·fy		:	1,200	1,200	1,700	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
ระยะเรียงสูงสุดที่ยอมให้		:	0.256	0.276	0.276	เมตร

แรงยึดหน่วง							
					เหล็กบน	เหล็กอื่นๆ	
μ =	2.29*f'c^.5/D	หรือ	3.23*f'c^.5/C	:	17.74	25.02	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
Σ_o	ต้องการ			:	10.35	7.34	เซนติเมตร
Σ_o	เสริมจริง			:	25.13	25.13	เซนติเมตร
				:	ใช้ได้	ใช้ได้	

หมายเหตุ
1) สำหรับคานแคบ ความลึกประสิทธิผลต้องไม่เกิน 8 เท่าของความกว้าง (8 b),
2) Mr = Rb·R·b·d^2 when L/b > 30,
3) ปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุด: Asmin = 14/fy·b·d แต่จะเสริมเหล็กไม่น้อยกว่า 1.34 เท่าของค่าที่คำนวณได้ (1.34As)
4) ปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุดในแนวราบ สำหรับคานลึก (As-min-hz = 0.0025·b·D) เมื่อ D/L > 2/5 หรือ 4/5



การคำนวณออกแบบคาน ค.ส.ล. โดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน

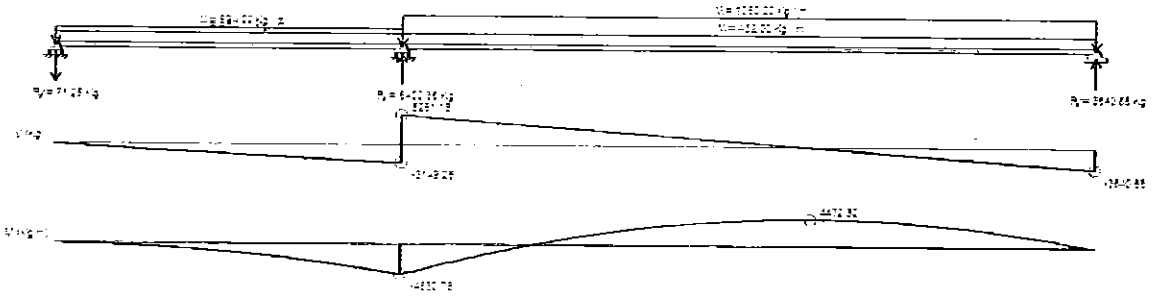
โครงการ Lab Envi and Chem แฟ้มข้อมูล
โดย
คานหมายเลข B-6 ตำแหน่ง

วัสดุ และกลสมบัติ						
เหล็กชั้นคุณภาพ	SD xx หรือ SR xx	:		SD 40		
หน่วยแรงใช้งานของเหล็กเสริม, fs		:		1,700		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม, Es		:		2,040,000		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต, f'c		:		240		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
หน่วยแรงใช้งานของคอนกรีต, fc		:		108.00		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต Ec = 15,210·f'c^0.5		:		235,632		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
n =	Es/Ec; Es = 2,040,000 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	:		9		
k =	1/[1+fs/(n·fc)]	:		0.364		
j =	1 - k/3	:		0.879		
R =	fc/2·j·k	:		17.26		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
แรงเฉือนและโมเมนต์ดัด						
โมเมนต์ดัด		:		4,831		กิโลกรัม-เมตร
แรงเฉือน		:		5,251		กิโลกรัม
หน้าตัด (กรณีไม่ตรวจสอบการแอ่น หรือโก่งตัว)						

	กรณี	ความลึกต่ำสุด				
1	ปลายไม่ต่อเนื่องสองด้าน	0.38 b	:		0.30	เมตร
2	ปลายต่อเนื่องด้านเดียว	0.32 D	:		0.60	เมตร
3	ปลายต่อเนื่องสองด้าน	0.29				
4	คานยื่น	0.75 กรณี	:		2	ใช้ได้

ระยะหุ้ม		:		0.03		เมตร
ความยาวช่วงคาน		:		6.00		เมตร
เหล็กเสริม			รับแรงอัด	รับแรงดึง		
เหล็กชั้นล่าง (ใกล้ผิว)	จำนวน	:	2	3		เส้น
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	:	12	20		มิลลิเมตร
	ลูกล้อขนาด	:				เมตร
เหล็กชั้นบน	จำนวนเส้น	:				เส้น
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	:				มิลลิเมตร
d-d', d	>= 8·b if L/b > 30	:	0.51	0.55		เมตร
MR =	R·b·d²	:		15,722		กิโลกรัม-เมตร
การเสริมเหล็ก		:		Single		
เหล็กเสริม (ตารางเซนติเมตร)			คำนวณ	เสริมจริง		
As =	M/[fs·j·d]	:	6.44	9.42		ใช้ได้
As' =		:	0.00	2.26		ใช้ได้
Asmin =	1.34·Ads(4)	:	8.63	9.42		ใช้ได้
Asmin =		:		2.26		ใช้ได้
แรงเฉือนและเหล็กปลอก						
การใช้เหล็กลูกตั้ง	v ≤ 1.32·f'^0.5	:				เสริมเหล็กได้
V - Vc =	V - 0.29·[fc]^0.5·(b·d)	:		0		กิโลกรัม
เส้นผ่านศูนย์กลาง		:	6	9	12	มิลลิเมตร
fv =	0.50 fy	:	1,200	1,200	1,700	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
ระยะเรียงสูงสุดที่ยอมให้		:	0.276	0.276	0.276	เมตร
แรงยึดหน่วง			เหล็กบน	เหล็กอื่นๆ		
μ =	2.29*f'^.5/D หรือ 3.23*f'^.5/D	:	17.74	25.02		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
Σ_o	ต้องการ	:	6.11	4.33		เซนติเมตร
Σ_o	เสริมจริง	:	18.85	18.85		เซนติเมตร
		:	ใช้ได้	ใช้ได้		

หมายเหตุ
1) สำหรับคานแคบ ความลึกประสิทธิผลต้องไม่เกิน 8 เท่าของความกว้าง (8·b).
2) Mr = Rb·R·b·d^2 when L/b > 30.
3) ปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุด: Asmin = 14/fy·b·d เว้นแต่จะเสริมเหล็กไม่น้อยกว่า 1.34 เท่าของค่าที่คำนวณได้ (1.34As)
4) ปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุดในแนวราบ สำหรับคานลึก (As-min-hz = 0.0025·b·D) หาก D/L > 2/5 หรือ 4/5



การคำนวณออกแบบคาน ค.ส.ล. โดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน

โครงการ Lab Envi and Chem แฟ้มข้อมูล

โดย

ความหมายเลข B-7 คำแหน่ง

วัสดุ และกลสมบัติ

เหล็กชั้นคุณภาพ	SD xx หรือ SR xx	:	SD 40		
หน่วยแรงใช้งานของเหล็กเสริม, fs		:	1,700		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม, Es		:	2,040,000		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต, f'c		:	240		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
หน่วยแรงใช้งานของคอนกรีต, fc		:	108.00		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต Ec = 15,210·f'c^0.5		:	235,632		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
n =	Es/Ec; Es = 2,040,000 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	:	9		
k =	1/[1+fs/(n·fc)]	:	0.364		
j =	1 - k/3	:	0.879		
R =	fc/2·j·k	:	17.26		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

แรงเฉือนและโมเมนต์ตัด

โมเมนต์ดัด	:	1,452		กิโลกรัม-เมตร
แรงเฉือน	:	1,374		กิโลกรัม

หน้าตัด (กรณีไปตรวจสอบการแอ่น หรือโก่งตัว)

	กรณี	ความลึกต่ำสุด				
1	ปลายไม่ต่อเนื่องสองด้าน	0.38	b	:	0.30	เมตร
2	ปลายต่อเนื่องด้านเดียว	0.32	D	:	0.60	เมตร
3	ปลายต่อเนื่องสองด้าน	0.29				
4	คานยื่น	0.75	กรณี	:	3	ใช้ได้

ระยะหุ้ม	:	0.03		เมตร
ความยาวช่วงคาน		6.00		เมตร

เหล็กเสริม			รับแรงอัด	รับแรงดึง		
เหล็กชั้นล่าง (ใกล้ผิว)	จำนวน	:	2	2		เส้น
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	:	12	16		มิลลิเมตร
	ลูกคัดขนาด	:				เมตร
เหล็กชั้นบน	จำนวนเส้น	:				เส้น
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	:				มิลลิเมตร
d-d', d	>= 8·b if L/b > 30	:	0.51	0.55		เมตร
MR =	R·b·d²	:		15,836		กิโลกรัม-เมตร
การเสริมเหล็ก		:		Single		
เหล็กเสริม (ตารางเซนติเมตร)			คำนวณ	เสริมจริง		
As =	M/[fs·j·d]	:	2.51	4.02		ใช้ได้
As' =		:	0.00	2.26		ใช้ได้
Asmin =	1.34·Ads(4)	:	3.37	4.02		ใช้ได้
Asmin =		:		2.26		ใช้ได้

แรงเฉือนและเหล็กปลอก

การใช้เหล็กลูกตั้ง	v ≤ 1.32·f'c^0.5	:				เสริมเหล็กได้
V - Vc =	V - 0.29 [f'c]^0.5·(b·d)	:		0		กิโลกรัม
เส้นผ่านศูนย์กลาง		:	6	9	12	มิลลิเมตร
fv =	0.50 fy	:	1,200	1,200	1,700	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
ระยะเรียงสูงสุดที่ยอมให้		:	0.277	0.277	0.277	เมตร
แรงยึดหน่วง			เหล็กบน	เหล็กอื่นๆ		
μ =	2.29*f'c^.5/D หรือ 3.23*f'c^.5/C	:	22.17	31.27		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
Σ_o	ต้องการ	:	1.28	0.90		เซนติเมตร
Σ_o	เสริมจริง	:	10.05	10.05		เซนติเมตร
		:	ใช้ได้	ใช้ได้		

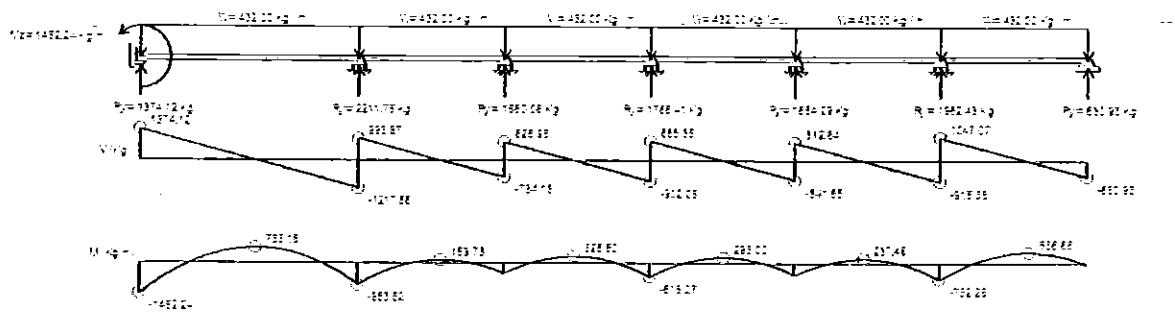
หมายเหตุ

1) สำหรับคานแคบ ควรพิจารณาประสิทธิผลต่องไม่เกิน 8 เท่าของความกว้าง (8·b).

2) Mr = Rb·R·b·d^2 when L/b > 30.

3) ปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุด: Asmin = 14/fy·b·d เว้นแต่จะเสริมเหล็กไม่น้อยกว่า 1.34 เท่าของค่าที่คำนวณได้ (1.34As)

4) ปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุดในแนวราบ สำหรับคานลึก (As-min-hz = 0.0025 b·D) หาก D/L > 2/5 หรือ 4/5



การคำนวณออกแบบคาน ค.ส.ล. โดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน

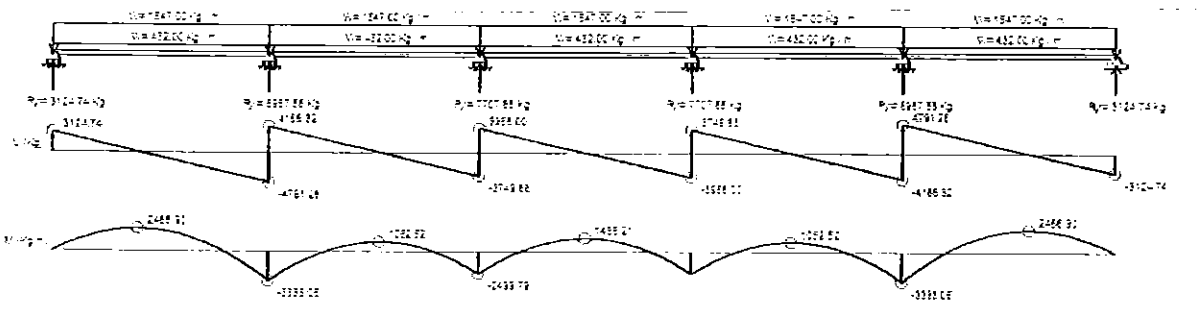
โครงการ Lab Envi and Chem แฟ้มข้อมูล
โดย
คานหมายเลข B-8 ค่าแทนค่า

วัสดุ และกลสมบัติ					
เหล็กชั้นคุณภาพ	SD xx หรือ SR xx	:	SD 40		
หน่วยแรงใช้งานของเหล็กเสริม, fs		:	1,700		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม, Es		:	2,040,000		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต, f'c		:	240		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
หน่วยแรงใช้งานของคอนกรีต, fc		:	108.00		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต Ec = 15,210·f'c^0.5		:	235,632		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
n =	Es/Ec; Es = 2,040,000 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	:	9		
k =	1/[1+fs/(n·fc)]	:	0.364		
j =	1 - k/3	:	0.879		
R =	fc/2·j k	:	17.26		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
แรงเฉือนและโมเมนต์ดัด					
โมเมนต์ดัด		:	3,333		กิโลกรัม-เมตร
แรงเฉือน		:	2,467		กิโลกรัม
หน้าตัด (กรณีไม่ตรวจสอบการแอ่น หรือโก่งตัว)					

กรณี		ความลึกต่ำสุด				
1	ปลายไม่ต่อเนื่องสองด้าน	0.25	b	:	0.30	เมตร
2	ปลายต่อเนื่องด้านเดียว	0.22	D	:	0.60	เมตร
3	ปลายต่อเนื่องสองด้าน	0.19				
4	คานยื่น	0.50	กรณี	:	3	ใช้ได้

ระยะหุ้ม		:	0.03		เมตร
ความยาวช่วงคาน		:	4.00		เมตร
เหล็กเสริม			รับแรงอัด	รับแรงดึง	
เหล็กชั้นล่าง (ใกล้ผิว)	จำนวน	:	2	2	เส้น
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	:	12	20	มิลลิเมตร
	ลูกคัดขนาด	:			เมตร
เหล็กชั้นบน	จำนวนเส้น	:			เส้น
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	:			มิลลิเมตร
d-d', d	>= 8·b if L/b > 30	:	0.51	0.55	เมตร [1]
MR =	R·b·d²	:		15,722	กิโลกรัม-เมตร [2]
การเสริมเหล็ก		:		Single	
เหล็กเสริม (ตารางเซนติเมตร)			คำนวณ	เสริมจริง	
As =	M/[fs·j·d]	:	4.70	6.28	ใช้ได้
As' =		:	0.00	2.26	ใช้ได้
Asmin =	14/fy·[b·d]	:	5.79	6.28	ใช้ได้ [3]
Asmin =		:		2.26	ใช้ได้ [4]
แรงเฉือนและเหล็กปลอก					
การใช้เหล็กลูกตั้ง	v ≤ 1.32·f'c^0.5	:			เสริมเหล็กได้
V - Vc =	V - 0.29·(fc)^0.5·(b·d)	:		0	กิโลกรัม
เส้นผ่านศูนย์กลาง		:	6	9	12 มิลลิเมตร
fv =	0.50·fy	:	1,200	1,200	1,700 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
ระยะเรียงสูงสุดที่ยอมให้		:	0.276	0.276	0.276 เมตร
แรงยึดหน่วง			เหล็กบน	เหล็กอื่นๆ	
μ =	2.29*f'c^.5/D หรือ 3.23*f'c^.5/C	:	17.74	25.02	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
Σ_o	ต้องการ	:	2.87	2.04	เซนติเมตร
Σ_o	เสริมจริง	:	12.57	12.57	เซนติเมตร
		:	ใช้ได้	ใช้ได้	

หมายเหตุ
1) สำหรับคานแคบ ความลึกประสิทธิผลต้องไม่เกิน 8 เท่าของความกว้าง (8 b).
2) Mr = Rb·R·b·d^2 when L/b > 30.
3) ปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุด: Asmin = 14/fy·b·d เว้นแต่จะเสริมเหล็กไม่น้อยกว่า 1.34 เท่าของค่าที่คำนวณได้ (1.34As)
4) ปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุดในแนวราบ สำหรับคานลึก (As-min-hz = 0.0025·b·D) เมื่อ D/L > 2/5 หรือ 4/5



การคำนวณออกแบบคาน ค.ส.ล. โดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน

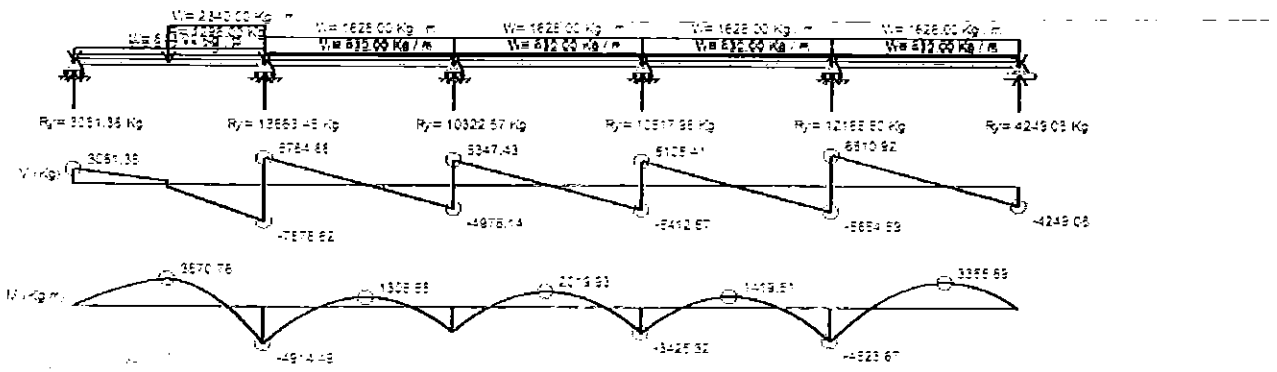
โครงการ Lab Envi and Chem แฟ้มข้อมูล
โดย
คานทยายเลข B-9 ตำแหน่ง

วัสดุ และกลสมบัติ					
เหล็กชั้นคุณภาพ	SD xx หรือ SR xx	:	SD 40		
หน่วยแรงใช้งานของเหล็กเสริม, fs		:	1,700		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม, Es		:	2,040,000		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต, f'c		:	240		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
หน่วยแรงใช้งานของคอนกรีต, fc		:	108.00		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต Ec = 15,210·f'c^0.5		:	235,632		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
n =	Es/Ec; Es = 2,040,000 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	:	9		
k =	1/{1+fs/(n·fc)}	:	0.364		
j =	1 - k/3	:	0.879		
R =	fc/2·j·k	:	17.26		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
แรงเฉือนและโมเมนต์ดัด					
โมเมนต์ดัด		:	4,914		กิโลกรัม-เมตร
แรงเฉือน		:	7,879		กิโลกรัม
หน้าตัด (กรณีไม่ตรวจสอบการแอ่น หรือโก่งตัว)					

	กรณี	ความลึกต่ำสุด				
1	ปลายไม่ต่อเนื่องสองด้าน	0.25	b	:	0.30	เมตร
2	ปลายต่อเนื่องด้านเดียว	0.22	D	:	0.60	เมตร
3	ปลายต่อเนื่องสองด้าน	0.19				
4	คานชั้น	0.50	กรณี	:	3	ใช้ได้

ระยะหุ้ม		:	0.03		เมตร
ความยาวช่วงคาน		:	4.00		เมตร
เหล็กเสริม			รับแรงอัด	รับแรงดึง	
เหล็กชั้นล่าง (ใกล้ผิว)	จำนวน	:	2	2	เส้น
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	:	12	20	มิลลิเมตร
	ลูกคัดขนาด	:			เมตร
เหล็กชั้นบน	จำนวนเส้น	:			เส้น
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	:			มิลลิเมตร
d-d', d	>= 8·b·d L/b > 30	:	0.51	0.55	เมตร
MR =	R·b·d²	:		15,722	กิโลกรัม-เมตร
การเสริมเหล็ก		:		Single	
เหล็กเสริม (ตารางเซนติเมตร)			คำนวณ	เสริมจริง	
As =	M/{fs·j·d}	:	6.54	6.28	อนุโลม
As' =		:	0.00	2.26	ใช้ได้
Asmin =	14/fy·{b·d}	:	5.79	6.28	ใช้ได้
Asmin =		:	2.26		ใช้ได้
แรงเฉือนและเหล็กปลอก					
การใช้เหล็กลูกตั้ง	v ≤ 1.32·f'c^0.5	:			เสริมเหล็กได้
V - Vc =	V - 0.29·{fc}^0.5·(b·d)	:		0	กิโลกรัม
เส้นผ่านศูนย์กลาง		:	6	9	12 มิลลิเมตร
fv =	0.50·fy	:	1,200	1,200	1,700 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
ระยะเรียงสูงสุดที่ยอมให้		:	0.276	0.276	0.276 เมตร
แรงยึดหน่วง			เหล็กบน	เหล็กอื่นๆ	
μ =	2.29*f'c^.5/D หรือ 3.23*f'c^.5/L	:	17.74	25.02	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
Σ_o	ต้องการ	:	9.17	6.50	เซนติเมตร
Σ_o	เสริมจริง	:	12.57	12.57	เซนติเมตร
		:	ใช้ได้	ใช้ได้	

หมายเหตุ
1) สำหรับคานแคบ ความลึกประสิทธิผลต้องไม่เกิน 8 เท่าของความกว้าง (8 b).
2) Mr = Rb·R·b·d^2 when L/b > 30.
3) ปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุด: Asmin = 14/fy·b·d เว้นแต่จะเสริมเหล็กไม่น้อยกว่า 1.34 เท่าของค่าที่คำนวณได้ (1.34As)
4) ปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุดในแนวราบ สำหรับคานลึก (As-min-hz = 0.0025·b·D เมื่อ D/L > 2/5 หรือ 4/5



การคำนวณออกแบบคาน ค.ส.ล. โดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน

โครงการ Lab Envi and Chem แฟ้มข้อมูล
โดย
คานหมายเลข B-10 ตำแหน่ง

วัสดุ และกลสมบัติ

เหล็กชั้นคุณภาพ	SD xx หรือ SR xx	:	SD 40		
หน่วยแรงใช้งานของเหล็กเสริม, fs		:	1,700		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม, Es		:	2,040,000		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต, fc'		:	240		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
หน่วยแรงใช้งานของคอนกรีต, fc		:	108.00		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต Ec = 15,210·fc'^0.5		:	235,632		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
n = Es/Ec; Es = 2,040,000 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร		:	9		
k = 1/[1+fs/(n·fc)]		:	0.364		
j = 1 - k/3		:	0.879		
R = fc/2·j·k		:	17.26		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

แรงเฉือนและโมเมนต์ดัด

โมเมนต์ดัด	:	3,868	กิโลกรัม-เมตร
แรงเฉือน	:	5,622	กิโลกรัม

หน้าตัด (กรณีไม่ตรวจสอบการแอ่น หรือโก่งตัว)

กรณี		ความลึกต่ำสุด					
1	ปลายไม่ต่อเนื่องสองด้าน	0.25	b	:	0.30		เมตร
2	ปลายต่อเนื่องด้านเดียว	0.22	D	:	0.60		เมตร
3	ปลายต่อเนื่องสองด้าน	0.19					
4	คานยื่น	0.50	กรณี	:	3		ใช้ได้
ระยะหุ้ม				:	0.03		เมตร
ความยาวช่วงคาน					4.00		เมตร

		รับแรงอัด	รับแรงดึง	
เหล็กเสริม				
เหล็กชั้นล่าง (ใกล้ผิว)	จำนวน	: 2	2	เส้น
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	: 12	20	มิลลิเมตร
	ลูกคัดขนาด	:		เมตร
เหล็กชั้นบน	จำนวนเส้น	:		เส้น
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	:		มิลลิเมตร
d-d', d	>= 8·b if L/b > 30	: 0.51	0.55	เมตร
MR = R·b·d²		:	15,722	กิโลกรัม-เมตร
การเสริมเหล็ก		:	Single	

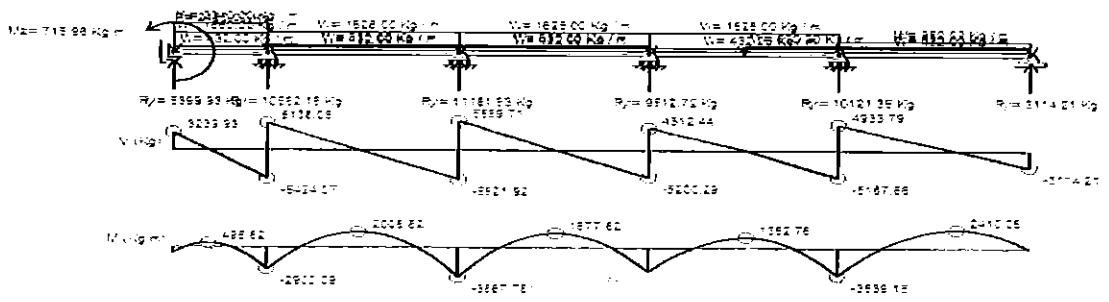
เหล็กเสริม (ตารางเซนติเมตร)			คำนวณ	เสริมจริง		
As = M/[fs·j·d]		:	5.32	6.28		ใช้ได้
As' =		:	0.00	2.26		ใช้ได้
Asmin = 14/fy·[b·d]		:	5.79	6.28		ใช้ได้
Asmin =		:		2.26		ใช้ได้

แรงเฉือนและเหล็กปลอก

การใช้เหล็กลูกตั้ง	v ≤ 1.32·fc'^0.5	:			เสริมเหล็กได้
V - Vc = V - 0.29·(fc)^0.5·(b·d)		:		0	กิโลกรัม
เส้นผ่านศูนย์กลาง		:	6	9	12 มิลลิเมตร
fv = 0.50·fy		:	1,200	1,200	1,700 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
ระยะเรียงสูงสุดที่ยอมให้		:	0.276	0.276	0.276 เมตร

แรงยึดหน่วง					เหล็กบน	เหล็กอื่นๆ	
μ =	2.29fc'^.5/D	หรือ	3.23fc'^.5/C	:	17.74	25.02	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
Σ_o	ต้องการ			:	6.55	4.64	เซนติเมตร
Σ_o	เสริมจริง			:	12.57	12.57	เซนติเมตร
				:	ใช้ได้	ใช้ได้	

หมายเหตุ
1) สำหรับคานแคบ ความลึกประสิทธิผลต้องไม่เกิน 8 เท่าของความกว้าง (8·b)
2) Mr = Rb·R·b·d^2 when L/b > 30,
3) ปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุด: Asmin = 14/fy·b·d เว้นแต่จะเสริมเหล็กไม่น้อยกว่า 1.34 เท่าของค่าที่คำนวณได้ (1.34As)
4) ปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุดในแนวราบ สำหรับคานลึก (As-min-hz = 0.0025·b·D) เมื่อ D/L > 2/5 หรือ 4/5



การคำนวณออกแบบคาน ค.ส.ล. โดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน

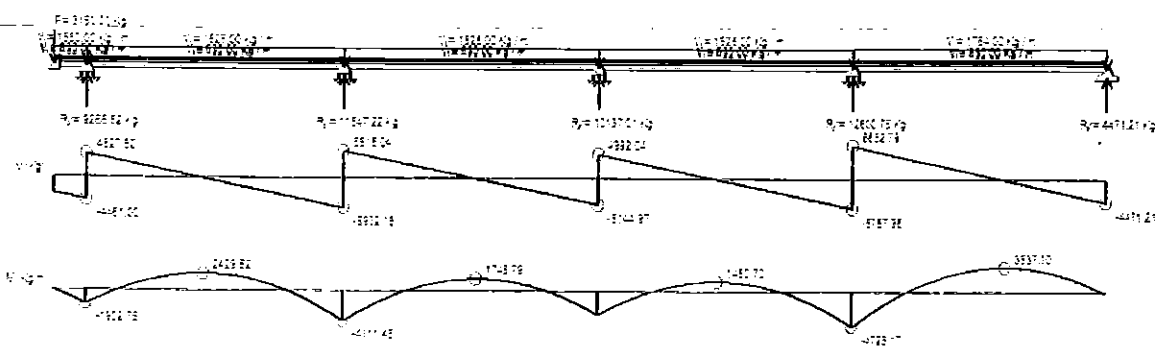
โครงการ Lab Envi and Chem แฟ้มข้อมูล
โดย
คานหมายเลข B-11 ตำแหน่ง

วัสดุ และกลสมบัติ					
เหล็กชั้นคุณภาพ	SD xx หรือ SR xx	:	SD 40		
หน่วยแรงใช้งานของเหล็กเสริม, fs		:	1,700		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม, Es		:	2,040,000		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต, f'c		:	240		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
หน่วยแรงใช้งานของคอนกรีต, fc		:	108.00		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต Ec = 15,210·f'c^0.5		:	235,632		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
n =	Es/Ec; Es = 2,040,000 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	:	9		
k =	1/[1+fs/(n·fc)]	:	0.364		
j =	1 - k/3	:	0.879		
R =	fc/2·j·k	:	17.26		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
แรงเฉือนและโมเมนต์ดัด					
โมเมนต์ดัด		:	6,833		กิโลกรัม-เมตร
แรงเฉือน		:	4,723		กิโลกรัม
หน้าตัด (กรณีไม่ตรวจสอบการแอ่น หรือโก่งตัว)					

	กรณี	ความลึกต่ำสุด				
1	ปลายไม่ต่อเนื่องสองด้าน	0.25	b	:	0.30	เมตร
2	ปลายต่อเนื่องด้านเดียว	0.22	D	:	0.60	เมตร
3	ปลายต่อเนื่องสองด้าน	0.19				
4	คานยื่น	0.50	กรณี	:	3	ใช้ได้

ระยะหุ้ม		:	0.03		เมตร
ความยาวช่วงคาน		:	4.00		เมตร
เหล็กเสริม			รับแรงอัด	รับแรงดึง	
เหล็กชั้นล่าง (ใกล้ผิว)	จำนวน	:	2	3	เส้น
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	:	12	20	มิลลิเมตร
	ลูกคัดขนาด	:			เมตร
เหล็กชั้นบน	จำนวนเส้น	:			เส้น
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	:			มิลลิเมตร
d-d', d	>= 8·b if L/b > 30	:	0.51	0.55	เมตร [1]
MR =	R·b·d²	:		15,722	กิโลกรัม-เมตร [2]
การเสริมเหล็ก		:		Single	
เหล็กเสริม (ตารางเซนติเมตร)			คำนวณ	เสริมจริง	
As =	M/[fs·j·d]	:	8.77	9.42	ใช้ได้
As' =		:	0.00	2.26	ใช้ได้
Asmin =	14/fy·[b·d]	:	5.79	9.42	ใช้ได้ [3]
Asmin =		:		2.26	ใช้ได้ [4]
แรงเฉือนและเหล็กปลอก					
การใช้เหล็กลูกตั้ง	v ≤ 1.32·f'c^0.5	:			เสริมเหล็กได้
V - Vc =	V - 0.29·[fc]^0.5·(b·d)	:		0	กิโลกรัม
เส้นผ่านศูนย์กลาง		:	6	9	12 มิลลิเมตร
fv =	0.50·fy	:	1,200	1,200	1,700 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
ระยะเรียงสูงสุดที่ยอมให้		:	0.276	0.276	0.276 เมตร
แรงยึดหน่วง			เหล็กบน	เหล็กอื่นๆ	
μ =	2.29*f'c^.5/D หรือ 3.23*f'c^.5/C	:	17.74	25.02	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
Σ_o	ต้องการ	:	5.50	3.90	เซนติเมตร
Σ_o	เสริมจริง	:	18.85	18.85	เซนติเมตร
		:	ใช้ได้	ใช้ได้	

หมายเหตุ
1) สำหรับคานแคบ ความลึกประสิทธิผลต้องไม่เกิน 8 เท่าของความกว้าง (8 b).
2) Mr = Rb·R·b·d^2 when L/b > 30
3) ปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุด: Asmin = 14/fy·b·d เว้นแต่จะเสริมเหล็กไม่น้อยกว่า 1.34 เท่าของค่าที่คำนวณได้ (1.34As)
4) ปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุดในแนวราบ สำหรับคานลึก (As-min-hz = 0.0025·b·D) หาก D/L > 2/5 หรือ 4/5



การคำนวณออกแบบคาน ค.ส.ล. โดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน

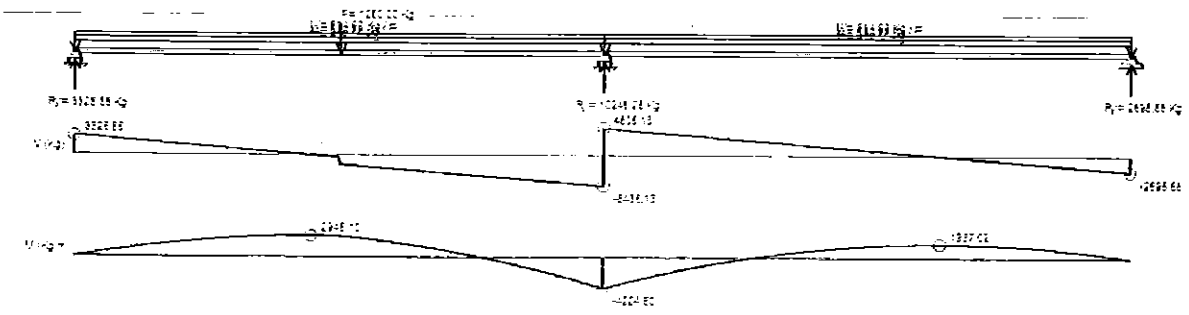
โครงการ Lab Envi and Chem แฟ้มข้อมูล
โดย
คานหมายเลข B-12 ตำแหน่ง

วัสดุ และกลสงเบื้อ					
เหล็กชั้นคุณภาพ	SD xx หรือ SR xx	:	SD 40		
หน่วยแรงใช้งานของเหล็กเสริม, fs		:	1,700		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม, Es		:	2,040,000		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต, fc'		:	240		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
หน่วยแรงใช้งานของคอนกรีต, fc		:	108.00		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต Ec = 15,210·fc'^0.5		:	235,632		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
n =	Es/Ec; Es = 2,040,000 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	:	9		
k =	1/[1+fs/(n·fc)]	:	0.364		
j =	1 - k/3	:	0.879		
R =	fc/2·j·k	:	17.26		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
แรงเฉือนและโมเมนต์ดัด					
โมเมนต์ดัด		:	4,225		กิโลกรัม-เมตร
แรงเฉือน		:	5,438		กิโลกรัม
หน้าตัด (กรณีไม่ตรวจสอบการแอ่น หรือโก่งตัว)					

กรณี		ความลึกต่ำสุด				
1	คานไม่ต่อเนื่องสองด้าน	0.25	b	:	0.30	เมตร
2	คานต่อเนื่องด้านเดียว	0.22	D	:	0.60	เมตร
3	คานต่อเนื่องสองด้าน	0.19				
4	คานยื่น	0.50	กรณี	:	3	ใช้ได้

ระยะหุ้ม	:	0.03		เมตร
ความยาวช่วงคาน	:	4.00		เมตร
เหล็กเสริม		รับแรงอัด	รับแรงดึง	
เหล็กชั้นล่าง (ใกล้ผิว) จำนวน	:	2	2	เส้น
เส้นผ่านศูนย์กลาง	:	12	20	มิลลิเมตร
ลูกค้ดขนาด	:			เมตร
เหล็กชั้นบน จำนวนเส้น	:			เส้น
เส้นผ่านศูนย์กลาง	:			มิลลิเมตร
d-d', d >= 8·b if L/b > 30	:	0.51	0.55	เมตร [1]
MR = R·b·d²	:		15,722	กิโลกรัม·เมตร [2]
การเสริมเหล็ก	:		Single	
เหล็กเสริม (ตารางเซนติเมตร)		คำนวณ	เสริมจริง	
As = M/[fs·j·d]	:	5.74	6.28	ใช้ได้
As' =	:	0.00	2.26	ใช้ได้
Asmin = 14/fy·[b·d]	:	5.79	6.28	ใช้ได้ [3]
Asmin =	:		2.26	ใช้ได้ [4]
แรงเฉือนและเหล็กปลอก				
การใช้เหล็กลูกตั้ง v ≤ 1.32·fc'^0.5	:			เสริมเหล็กได้
V - Vc = V - 0.29·[fc']^0.5·(b·d)	:		0	กิโลกรัม
เส้นผ่านศูนย์กลาง	:	6	9	12 มิลลิเมตร
fv = 0.50·fy	:	1,200	1,200	1,700 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
ระยะเรียงสูงสุดที่ยอมให้	:	0.276	0.276	0.276 เมตร
แรงยึดหน่วง		เหล็กบน	เหล็กอื่นๆ	
μ = 2.29*fc'^.5/D หรือ 3.23*fc'^.5/C	:	17.74	25.02	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
Σ_o ต้องการ	:	6.33	4.49	เซนติเมตร
Σ_o เสริมจริง	:	12.57	12.57	เซนติเมตร
	:	ใช้ได้	ใช้ได้	

หมายเหตุ
1) สำหรับคานแคบ ความลึกประสิทธิผลต้องไม่เกิน 8 เท่าของความกว้าง (8 b),
2) Mr = Rb·R·b·d^2 when L/b > 30,
3) ปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุด: Asmin = 14/fy·b·d เว้นแต่จะเสริมเหล็กไม่น้อยกว่า 1.34 เท่าของค่าที่คำนวณได้ (1.34As)
4) ปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุดในแนวราบ สำหรับคานลึก (As-min-hz = 0.0025·b·D) เมื่อ D/L > 2/5 หรือ 4/5



การคำนวณออกแบบคาน ค.ส.ล. โดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน

โครงการ Lab Envi and Chem แฟ้มข้อมูล
โดย
คานหมายเลข B-13 ตำแหน่ง

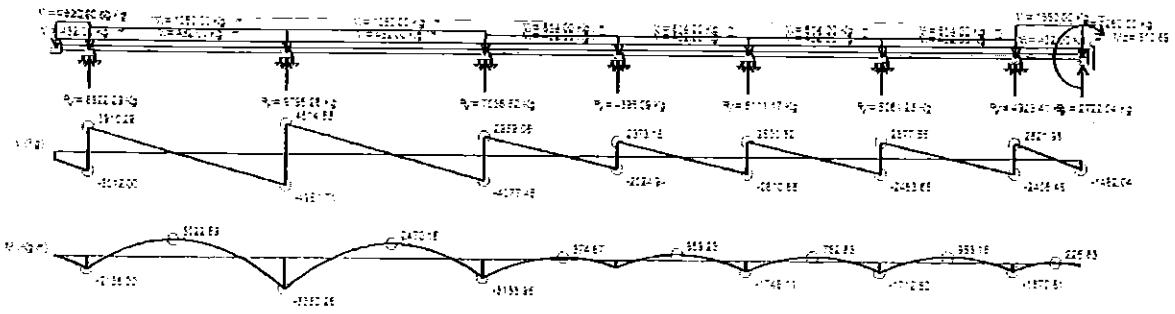
วัสดุ และกลสมบัติ					
เหล็กชั้นคุณภาพ	SD xx หรือ SR xx	:	SD 40		
หน่วยแรงใช้งานของเหล็กเสริม, fs		:	1,700		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม, Es		:	2,040,000		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต, f'c		:	240		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
หน่วยแรงใช้งานของคอนกรีต, fc		:	108.00		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต Ec = 15,210·f'c^0.5		:	235,632		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
n =	Es/Ec; Es = 2,040,000 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	:	9		
k =	1/[1+fs/(n·fc)]	:	0.364		
j =	1 - k/3	:	0.879		
R =	fc/2·j·k	:	17.26		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
แรงเฉือนและโมเมนต์ดัด					
โมเมนต์ดัด		:	5,350		กิโลกรัม-เมตร
แรงเฉือน		:	4,981		กิโลกรัม
หน้าตัด (กรณีไม่ตรวจสอบการแอ่น หรือโก่งตัว)					

	กรณี	ความลึกต่ำสุด			
1	ปลายไม่ต่อเนื่องสองด้าน	0.38 b	:	0.30	เมตร
2	ปลายต่อเนื่องด้านเดียว	0.32 D	:	0.60	เมตร
3	ปลายต่อเนื่องสองด้าน	0.29			
4	คานยื่น	0.75 กรณี	:	3	ใช้ได้

ระยะหุ้ม	:	0.03		เมตร
ความยาวช่วงคาน	:	6.00		เมตร
เหล็กเสริม		รับแรงอัด	รับแรงดึง	
เหล็กชั้นล่าง (ใกล้ผิว) จำนวน	:	2	3	เส้น
เส้นผ่านศูนย์กลาง	:	12	20	มิลลิเมตร
ลูกตัดขนาด	:			เมตร
เหล็กชั้นบน จำนวนเส้น	:			เส้น
เส้นผ่านศูนย์กลาง	:			มิลลิเมตร
d-d', d >= 8·b if L/b > 30	:	0.51	0.55	เมตร
MR = R·b·d²	:		15,722	กิโลกรัม-เมตร
การเสริมเหล็ก	:		Single	
เหล็กเสริม (ตารางเซนติเมตร)		คำนวณ	เสริมจริง	
As = M/[fs·j·d]	:	7.04	9.42	ใช้ได้
As' =	:	0.00	2.26	ใช้ได้
Asmin = 14/fy·[b·d]	:	5.79	9.42	ใช้ได้
Asmin =	:		2.26	ใช้ได้

แรงเฉือนและเหล็กปลอก						
การใช้เหล็กลูกตั้ง v ≤ 1.32·f'c^0.5	:					เสริมเหล็กได้
V - Vc = V - 0.29·(fc)^0.5·(b·d)	:		0			กิโลกรัม
เส้นผ่านศูนย์กลาง	:	6	9	12		มิลลิเมตร
fv = 0.50·fy	:	1,200	1,200	1,700	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	
ระยะเรียงสูงสุดที่ยอมให้	:	0.276	0.276	0.276	เมตร	
แรงยึดหน่วง		เหล็กบน	เหล็กอื่นๆ			
μ = 2.29*f'c^.5/D หรือ 3.23*f'c^.5/C	:	17.74	25.02		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	
Σ_o ต้องการ	:	5.80	4.11		เซนติเมตร	
Σ_o เสริมจริง	:	18.85	18.85		เซนติเมตร	
	:	ใช้ได้	ใช้ได้			

หมายเหตุ
1) สำหรับคานแคบ ความลึกประสิทธิผลต้องไม่เกิน 8 เท่าของความกว้าง (8 b).
2) Mr = Rb·R·b·d^2 when L/b > 30.
3) ปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุด: Asmin = 14/fy·b·d เว้นแต่จะเสริมเหล็กไม่น้อยกว่า 1.34 เท่าของค่าที่คำนวณได้ (1.34As)
4) ปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุดในแนวราบ สำหรับคานลึก (As-min-hz = 0.0025·b·D) หาก D/L > 2/5 หรือ 4/5



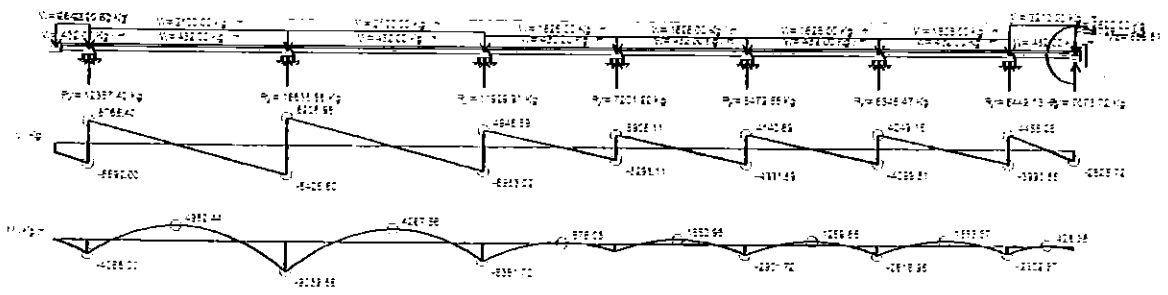
การคำนวณออกแบบคาน ค.ส.ล. โดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน

โครงการ Lab Envi and Chem แฟ้มข้อมูล
โดย
คานหมายเลข B-14 ตำแหน่ง

วัสดุ และกลสมบัติ				
เหล็กชั้นคุณภาพ SD xx หรือ SR xx	:	SD 40		
หน่วยแรงใช้งานของเหล็กเสริม, fs	:	1,700		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม, Es	:	2,040,000		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต, f'c	:	240		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
หน่วยแรงใช้งานของคอนกรีต, fc	:	108.00		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต Ec = 15,210·f'c^0.5	:	235,632		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
n = Es/Ec; Es = 2,040,000 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	:	9		
k = 1/[1+fs/(n·fc)]	:	0.364		
j = 1 - k/3	:	0.879		
R = fc/2·j·k	:	17.26		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
แรงเฉือนและโมเมนต์ดัด				
โมเมนต์ดัด	:	9,039		กิโลกรัม-เมตร
แรงเฉือน	:	8,427		กิโลกรัม
หน้าตัด (กรณีไม่ตรวจสอบการแอ่น หรือโก่งตัว)				

	กรณี	ความลึกต่ำสุด				
1	ปลายไม่ต่อเนื่องสองด้าน	0.38 b	:	0.30		เมตร
2	ปลายต่อเนื่องด้านเดียว	0.32 D	:	0.60		เมตร
3	ปลายต่อเนื่องสองด้าน	0.29				
4	คานยื่น	0.75 กรณี	:	3		ใช้ได้
ระยะหุ้ม			:	0.03		เมตร
ความยาวช่วงคาน				6.00		เมตร
เหล็กเสริม				รับแรงอัด	รับแรงดึง	
เหล็กชั้นล่าง (ใกล้ผิว)	จำนวน		:	2	4	เส้น
	เส้นผ่านศูนย์กลาง		:	12	20	มิลลิเมตร
	ลูกคัดขนาด		:			เมตร
เหล็กชั้นบน	จำนวนเส้น		:			เส้น
	เส้นผ่านศูนย์กลาง		:			มิลลิเมตร
d-d', d		>= 8 b if L/b > 30	:	0.51	0.55	เมตร
MR = R·b·d²			:		15,722	กิโลกรัม-เมตร
การเสริมเหล็ก			:		Single	
เหล็กเสริม (ตารางเซนติเมตร)				คำนวณ	เสริมจริง	
As = M/[fs·j·d]			:	11.33	12.57	ใช้ได้
As' =			:	0.00	2.26	ใช้ได้
Asmin = 14/fy·[b·d]			:	5.79	12.57	ใช้ได้
Asmin =			:		2.26	ใช้ได้
แรงเฉือนและเหล็กปลอก						
การใช้เหล็กลูกตั้ง		v ≤ 1.32 f'c^0.5	:			เสริมเหล็กได้
V - Vc =		V - 0.29·[fc]^0.5·(b·d)	:		1,001	กิโลกรัม
เส้นผ่านศูนย์กลาง			:	6	9	12 มิลลิเมตร
fv =		0.50·fy	:	1,200	1,200	1,700 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
ระยะเรียงสูงสุดที่ยอมให้			:	0.276	0.276	0.276 เมตร
แรงยึดหน่วง				เหล็กบน	เหล็กอื่นๆ	
μ =	2.29*f'c^.5/D	หรือ 3.23*f'c^.5/C	:	17.74	25.02	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
Σ_o	ต้องการ		:	9.81	6.96	เซนติเมตร
Σ_o	เสริมจริง		:	25.13	25.13	เซนติเมตร
			:	ใช้ได้	ใช้ได้	

หมายเหตุ
1) สำหรับคานแคบ ความลึกประสิทธิผลต้องไม่เกิน 8 เท่าของความกว้าง (8 b).
2) Mr = Rb·R·b·d^2 when L/b > 30.
3) ปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุด: Asmin = 14/fy·b·d เว้นแต่จะเสริมเหล็กไม่น้อยกว่า 1.34 เท่าของค่าที่คำนวณได้ (1.34As)
4) ปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุดในแนวราบ สำหรับคานลึก (As-min-hz = 0.0025·b·D) เมื่อ D/L > 2/5 หรือ 4/5



การคำนวณออกแบบคาน ค.ส.ล. โดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน

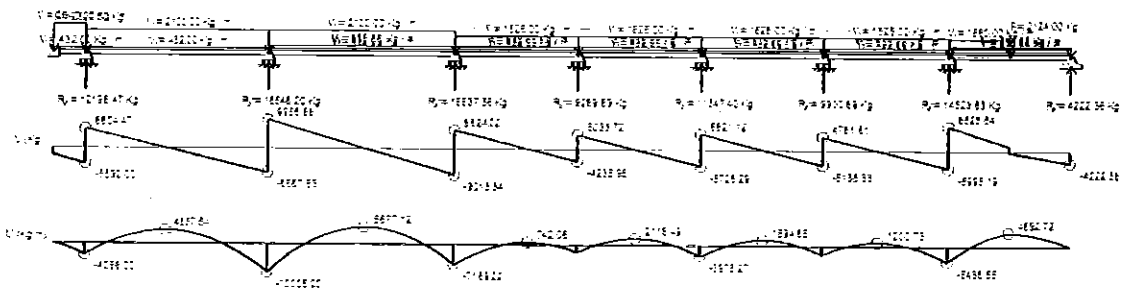
โครงการ Lab Envi and Chem แฟ้มข้อมูล
โดย
คานหมายเลข B-15 ตำแหน่ง

วัสดุ และกลสมบัติ					
เหล็กชั้นคุณภาพ	SD xx หรือ SR xx	:	SD 40		
หน่วยแรงใช้งานของเหล็กเสริม, fs		:	1,700		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม, Es		:	2,040,000		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต, f'c		:	240		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
หน่วยแรงใช้งานของคอนกรีต, fc		:	108.00		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต Ec = 15,210·f'c^0.5		:	235,632		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
n = Es/Ec; Es = 2,040,000 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร		:	9		
k = 1/[1+fs/(n·fc)]		:	0.364		
j = 1 - k/3		:	0.879		
R = fc/2·j·k		:	17.26		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
แรงเฉือนและโมเมนต์ดัด					
โมเมนต์ดัด		:	10,005		กิโลกรัม-เมตร
แรงเฉือน		:	9,959		กิโลกรัม
หน้าตัด (กรณีไม่ตรวจสอบการแอ่น หรือโก่งตัว)					

	กรณี	ความลึกต่ำสุด				
1	ปลายไม่ต่อเนื่องสองด้าน	0.38	b	:	0.30	เมตร
2	ปลายต่อเนื่องด้านเดียว	0.32	D	:	0.60	เมตร
3	ปลายต่อเนื่องสองด้าน	0.29				
4	คานยื่น	0.75	กรณี	:	3	ใช้ได้

ระยะหุ้ม	:	0.03		เมตร
ความยาวช่วงคาน	:	6.00		เมตร
เหล็กเสริม		รับแรงอัด	รับแรงดึง	
เหล็กชั้นล่าง (ใกล้ผิว) จำนวน	:	2	4	เส้น
เส้นผ่านศูนย์กลาง	:	12	20	มิลลิเมตร
ลูกค้ดขนาด	:			เมตร
เหล็กชั้นบน จำนวนเส้น	:			เส้น
เส้นผ่านศูนย์กลาง	:			มิลลิเมตร
d-d', d >= 8·b if L/b > 30	:	0.51	0.55	เมตร
MR = R·b·d²	:		15,722	กิโลกรัม-เมตร
การเสริมเหล็ก	:		Single	
เหล็กเสริม (ดารางเซนติเมตร)		คำนวณ	เสริมจริง	
As = M/[fs·j·d]	:	12.45	12.57	ใช้ได้
As' =	:	0.00	2.26	ใช้ได้
Asmin = 14/fy·[b·d]	:	5.79	12.57	ใช้ได้
Asmin =	:		2.26	ใช้ได้
แรงเฉือนและเหล็กปลอก				
การใช้เหล็กลูกตั้ง v ≤ 1.32·f'c^0.5	:			เสริมเหล็กได้
V - Vc = V - 0.29·[fc]^0.5·(b·d)	:		2,533	กิโลกรัม
เส้นผ่านศูนย์กลาง	:	6	9	12 มิลลิเมตร
fv = 0.50·fy	:	1,200	1,200	1,700 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
ระยะเรียงสูงสุดที่ยอมให้	:	0.148	0.276	0.276 เมตร
แรงยึดหน่วง		เหล็กบน	เหล็กอื่นๆ	
μ = 2.29*f'c^.5/D หรือ 3.23*f'c^.5/C	:	17.74	25.02	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
Σ_o ต้องการ	:	11.60	8.22	เซนติเมตร
Σ_o เสริมจริง	:	25.13	25.13	เซนติเมตร
	:	ใช้ได้	ใช้ได้	

หมายเหตุ
1) สำหรับคานแคบ ความลึกประสิทธิผลต้องไม่เกิน 8 เท่าของความกว้าง (8 b),
2) Mr = Rb·R·b·d^2 when L/b > 30
3) ปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุด: Asmin = 14/fy·b·d เว้นแต่จะเสริมเหล็กไม่น้อยกว่า 1.34 เท่าของค่าที่คำนวณได้ (1.34As)
4) ปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุดในแนวราบ สำหรับคานลึก (As-min-hz = 0.0025·b·D) เมื่อ D/L > 2/5 หรือ 4/5



การคำนวณออกแบบคาน ค.ส.ล. โดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน

โครงการ Lab Envi and Chem แฟ้มข้อมูล
โดย
คานหมายเลข B-16 ตำแหน่ง

วัสดุ และกลสมบัติ

เหล็กชั้นคุณภาพ	SD xx หรือ SR xx	:	SD 40		
หน่วยแรงใช้งานของเหล็กเสริม, fs		:	1,700		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม, Es		:	2,040,000		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต, f'c		:	240		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
หน่วยแรงใช้งานของคอนกรีต, fc		:	108.00		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต Ec = 15,210·f'c^0.5		:	235,632		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
n =	Es/Ec; Es = 2,040,000 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	:	9		
k =	1/[1+fs/(n·fc)]	:	0.364		
j =	1 - k/3	:	0.879		
R =	fc/2·j·k	:	17.26		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

แรงเฉือนและโมเมนต์ดัด

โมเมนต์ดัด	:	764	กิโลกรัม-เมตร
แรงเฉือน	:	703	กิโลกรัม

หน้าตัด (กรณีไม่ตรวจสอบการแอ่น หรือโก่งตัว)

	กรณี	ความลึกต่ำสุด					
1	ปลายไม่ต่อเนื่องสองด้าน	0.38	b	:	0.20		เมตร
2	ปลายต่อเนื่องด้านเดียว	0.32	D	:	0.40		เมตร
3	ปลายต่อเนื่องสองด้าน	0.29					
4	คานยื่น	0.75	กรณี	:	3		ใช้ได้
ระยะหุ้ม				:	0.03		เมตร
ความยาวช่วงคาน					6.00		เมตร

เหล็กเสริม			รับแรงอัด	รับแรงดึง		
เหล็กชั้นล่าง (ใกล้ผิว)	จำนวน	:	2	2		เส้น
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	:	12	12		มิลลิเมตร
	ลูกศัดขนาด	:				เมตร
เหล็กชั้นบน	จำนวนเส้น	:				เส้น
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	:				มิลลิเมตร
d-d', d	>= 8·b if L/b > 30	:	0.31	0.36		เมตร
MR =	R·b·d²	:		4,351		กิโลกรัม-เมตร
การเสริมเหล็ก		:		Single		

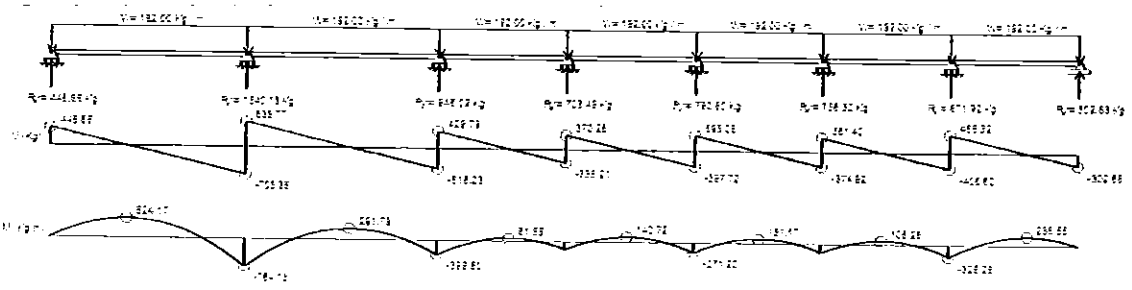
เหล็กเสริม (ตารางเซนติเมตร)			คำนวณ	เสริมจริง		
As =	M/[fs·j·d]	:	1.40	2.26		ใช้ได้
As' =		:	0.00	2.26		ใช้ได้
Asmin =	1.34·Ads/(4)	:	1.87	2.26		ใช้ได้ 3
Asmin =		:		2.26		ใช้ได้ 4

แรงเฉือนและเหล็กปลอก

การใช้เหล็กลูกตั้ง	v ≤ 1.32·f'c^0.5	:				เสริมเหล็กได้
V - Vc =	V - 0.29·[fc]^0.5·(b·d)	:		0		กิโลกรัม
เส้นผ่านศูนย์กลาง		:	6	9	12	มิลลิเมตร
fy =	0.50·fy	:	1,200	1,200	1,700	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
ระยะเรียงสูงสุดที่ยอมให้		:	0.178	0.178	0.178	เมตร

แรงยึดหน่วง							
				เหล็กบน	เหล็กอื่นๆ		
μ =	2.29*f'c^.5/D	หรือ	3.23*f'c^.5/C	: 25.00	35.00		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
Σ_o	ต้องการ			: 0.90	0.64		เซนติเมตร
Σ_o	เสริมจริง			: 7.54	7.54		เซนติเมตร
				: ใช้ได้	ใช้ได้		

หมายเหตุ
1) สำหรับคานแคบ ความลึกประสิทธิผลต้องไม่เกิน 6 เท่าของความกว้าง (6·b).
2) Mr = Rb·R·b·d^2 when L/b > 30.
3) ปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุด: Asmin = 14/fy·b·d เว้นแต่จะเสริมเหล็กไม่น้อยกว่า 1.34 เท่าของค่าที่คำนวณได้ (1.34As)
4) ปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุดในแนวราบ สำหรับคานลึก (As-min-hz = 0.0025·b·D) เมื่อ D/L > 2/5 หรือ 4/5



การคำนวณออกแบบคาน ค.ส.ล. โดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน

โครงการ Lab Envi and Chem แฟ้มข้อมูล
โดย
คานหมายเลข B-17 ตำแหน่ง

วัสดุ และกลสมบัติ

เหล็กชั้นคุณภาพ SD xx หรือ SR xx	:	SD 40		
หน่วยแรงใช้งานของเหล็กเสริม, fs	:	1,700		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม, Es	:	2,040,000		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต, f'c	:	240		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
หน่วยแรงใช้งานของคอนกรีต, fc	:	108.00		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต Ec = 15,210·f'c^0.5	:	235,632		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
n = Es/Ec; Es = 2,040,000 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	:	9		
k = 1/[1+fs/(n·fc)]	:	0.364		
j = 1 - k/3	:	0.879		
R = fc/2·j·k	:	17.26		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

แรงเฉือนและโมเมนต์ดัด

โมเมนต์ดัด	:	329	กิโลกรัม-เมตร
แรงเฉือน	:	466	กิโลกรัม

หน้าตัด (กรณีไม่ตรวจสอบการแอ่น หรือโก่งตัว)

	กรณี	ความลึกต่ำสุด					
1	ปลายไม่ต่อเนื่องสองด้าน	0.25	b	:	0.20		เมตร
2	ปลายต่อเนื่องด้านเดียว	0.22	D	:	0.40		เมตร
3	ปลายต่อเนื่องสองด้าน	0.19					
4	ควบยื่น	0.50	กรณี	:	3		ใช้ได้

ระยะหุ้ม	:	0.03		เมตร
ความยาวช่วงคาน		4.00		เมตร
เหล็กเสริม		รับแรงอัด	รับแรงดึง	
เหล็กชั้นล่าง (ใกล้ผิว) จำนวน	:	2	2	เส้น
เส้นผ่านศูนย์กลาง	:	12	12	มิลลิเมตร
ลูกตัดขนาด	:			เมตร
เหล็กชั้นบน จำนวนเส้น	:			เส้น
เส้นผ่านศูนย์กลาง	:			มิลลิเมตร
d-d', d >= 8·b if L/b > 30	:	0.31	0.36	เมตร
MR = R·b·d²	:		4,351	กิโลกรัม-เมตร
การเสริมเหล็ก	:		Single	

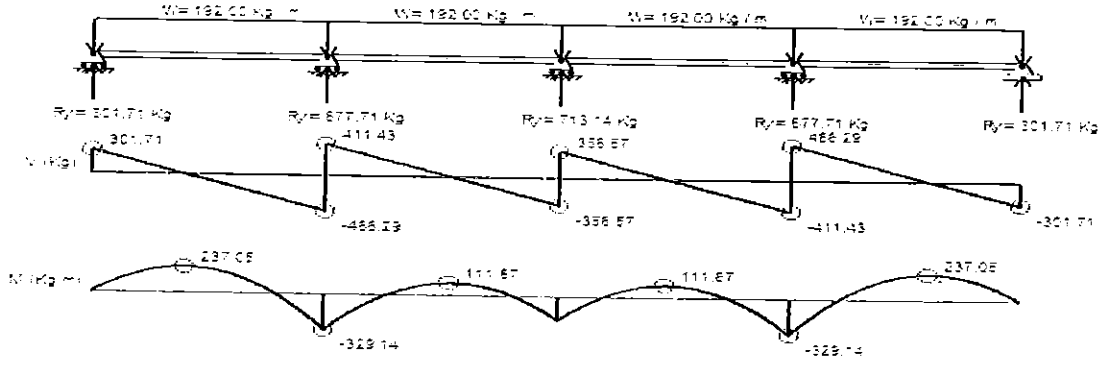
เหล็กเสริม (ตารางเซนติเมตร)

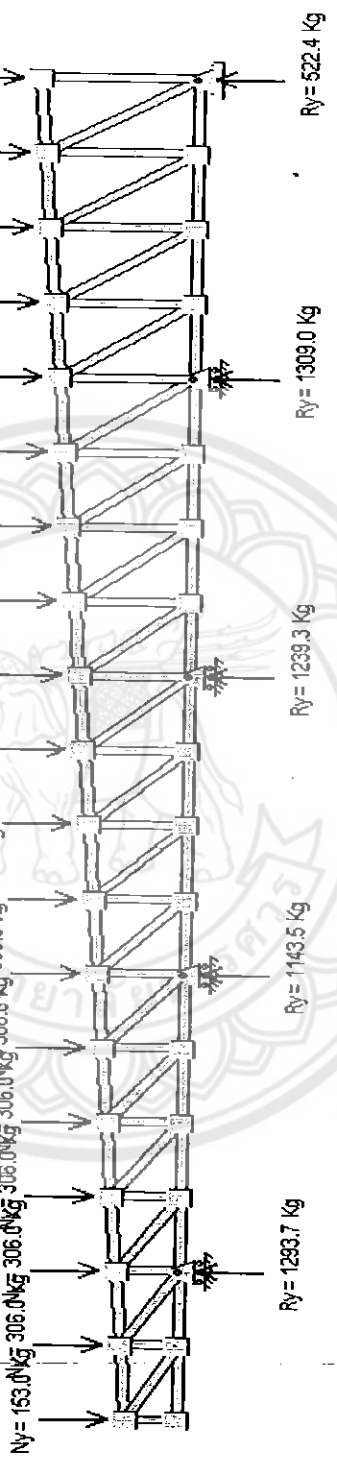
			:	คำนวณ	เสริมจริง	
As = M/[fs·j·d]			:	0.57	2.26	ใช้ได้
As' =			:	0.00	2.26	ใช้ได้
Asmin = 1.34·Ads(4)			:	0.77	2.26	ใช้ได้
Asmin =			:		2.26	ใช้ได้

แรงเฉือนและเหล็กปลอก

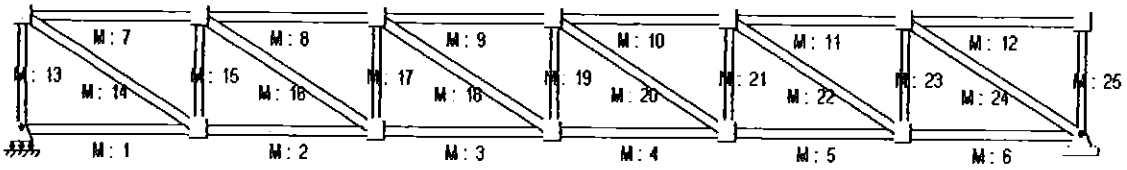
การใช้เหล็กลูกตั้ง v ≤ 1.32·f'c^0.5			:				เสริมเหล็กได้
V - Vc = V - 0.29·[fc]^0.5·(b·d)			:		0		กิโลกรัม
เส้นผ่านศูนย์กลาง			:	6	9	12	มิลลิเมตร
fv = 0.50·fy			:	1,200	1,200	1,700	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
ระยะเรียงสูงสุดที่ยอมให้			:	0.178	0.178	0.178	เมตร
แรงยึดหน่วง				เหล็กบน	เหล็กอื่นๆ		
μ = 2.29*fc^.5/D	หรือ	3.23*fc^.5/D	:	25.00	35.00		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
Σ_o ต้องการ			:	0.60	0.43		เซนติเมตร
Σ_o เสริมจริง			:	7.54	7.54		เซนติเมตร
			:	ใช้ได้	ใช้ได้		

หมายเหตุ
1) สำหรับคานแคบ ความลึกประสิทธิผลต้องไม่เกิน 8 เท่าของความกว้าง (8·b),
2) Mr = Rb·R·b·d^2 when L/b > 30,
3) ปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุด: Asmin = 14/fy·b·d เว้นแต่จะเสริมเหล็กไม่น้อยกว่า 1.34 เท่าของค่าที่คำนวณได้ (1.34As)
4) ปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุดในแนวราบ สำหรับคานลึก (As-min-hz = 0.0025·b·D) เมื่อ D/L > 2/5 หรือ 4/5

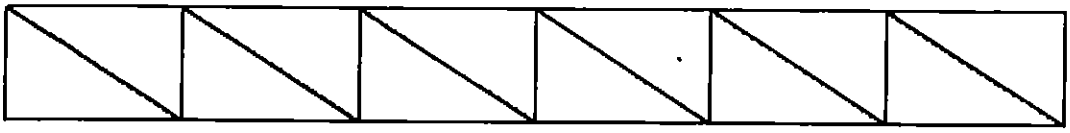



Ny= 153.0 Kg
306.0 Kg
306.0 Kg
306.0 Kg
306.0 Kg
306.0 Kg
306.0 Kg
306.0 Kg
306.0 Kg
306.0 Kg
306.0 Kg
306.0 Kg
306.0 Kg
306.0 Kg
306.0 Kg
153.0 Kg
Ry= 1283.7 Kg
Ry= 1143.5 Kg
Ry= 1239.3 Kg
Ry= 1309.0 Kg
Ry= 522.4 Kg

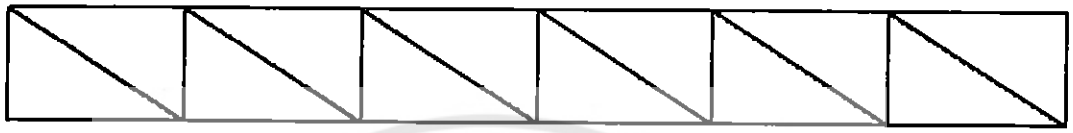
name	member	long(m)	P(kg)	index	จำนวน	size	r min(cm)	kL/r	Fa(kg/m)	Area(cm2)	Pa(kg)	P/Pa	weight	
L-Chord	1	1	53	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1028.888	6.16	6337.947	0.008362	4.84	OK
L-Chord	2	1	371.1	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1028.888	6.16	6337.947	0.058552	4.84	OK
L-Chord	3	1	699.8	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1028.888	6.16	6337.947	0.110414	4.84	OK
L-Chord	4	1	88.8	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1028.888	6.16	6337.947	0.014011	4.84	OK
L-Chord	5	1	-153.1	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1440	6.16	8870.4	-0.01726	4.84	OK
L-Chord	6	1	-4.8	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1440	6.16	8870.4	-0.00054	4.84	OK
L-Chord	7	1	272.2	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1028.888	6.16	6337.947	0.042948	4.84	OK
L-Chord	8	1	-123.9	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1440	6.16	8870.4	-0.01397	4.84	OK
L-Chord	9	1	-237.6	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1440	6.16	8870.4	-0.02679	4.84	OK
L-Chord	10	1	-45	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1440	6.16	8870.4	-0.00507	4.84	OK
L-Chord	11	1	261.4	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1028.888	6.16	6337.947	0.041244	4.84	OK
L-Chord	12	1	-74.8	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1440	6.16	8870.4	-0.00843	4.84	OK
L-Chord	13	1	-188.1	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1440	6.16	8870.4	-0.02121	4.84	OK
L-Chord	14	1	-46.9	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1440	6.16	8870.4	-0.00529	4.84	OK
L-Chord	15	1	201.5	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1028.888	6.16	6337.947	0.031793	4.84	OK
L-Chord	16	1	-141.4	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1440	6.16	8870.4	-0.01594	4.84	OK
L-Chord	17	1	-296.5	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1440	6.16	8870.4	-0.03343	4.84	OK
L-Chord	18	1	-231.6	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1440	6.16	8870.4	-0.02611	4.84	OK
[illegible]	19	1	-221.5	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1440	6.16	8870.4	-0.02497	4.84	OK
[illegible]	20	1	-749	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1440	6.16	8870.4	-0.08444	4.84	OK
[illegible]	21	1	-253.1	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1440	6.16	8870.4	-0.02853	4.84	OK
[illegible]	22	1	127.3	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1028.888	6.16	6337.947	0.020085	4.84	OK
[illegible]	23	1	63.1	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1028.888	6.16	6337.947	0.009956	4.84	OK
[illegible]	24	1	-298.7	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1440	6.16	8870.4	-0.03367	4.84	OK
[illegible]	25	1	51.1	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1028.888	6.16	6337.947	0.008063	4.84	OK
[illegible]	26	1	237.9	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1028.888	6.16	6337.947	0.037536	4.84	OK
[illegible]	27	1	89.7	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1028.888	6.16	6337.947	0.014153	4.84	OK
[illegible]	28	1	-280	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1440	6.16	8870.4	-0.03157	4.84	OK
[illegible]	29	1	22.5	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1028.888	6.16	6337.947	0.00355	4.84	OK
[illegible]	30	1	185.6	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1028.888	6.16	6337.947	0.029284	4.84	OK
[illegible]	31	1	73.2	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1028.888	6.16	6337.947	0.011549	4.84	OK
[illegible]	32	1	-223.7	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1440	6.16	8870.4	-0.02522	4.84	OK
[illegible]	33	1	94.2	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1028.888	6.16	6337.947	0.014863	4.84	OK
[illegible]	34	1	287.8	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1028.888	6.16	6337.947	0.045409	4.84	OK
[illegible]	35	1	245.8	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1028.888	6.16	6337.947	0.038782	4.84	OK
[illegible]	36	1	15	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1028.888	6.16	6337.947	0.002367	4.84	OK
Web	37	0.5	23.5	2	2	40*40*4mm	1.21	41.32231	1281.169	6.16	7892.001	0.002978	2.42	OK
Web	38	1.12	191	2	2	40*40*4mm	1.21	92.56198	956.3492	6.16	5891.111	0.032422	5.4208	OK
Web	39	0.56	-35.4	2	2	40*40*4mm	1.21	46.28099	1440	6.16	8870.4	-0.00399	2.7104	OK
Web	40	1.15	452.7	2	2	40*40*4mm	1.21	95.04132	937.5005	6.16	5775.003	0.07839	5.566	OK
Web	41	0.61	802.9	2	2	40*40*4mm	1.21	50.41322	1232.866	6.16	7594.452	0.105722	2.9524	OK
Web	42	1.17	-530.1	2	2	40*40*4mm	1.21	96.69421	1440	6.16	8870.4	-0.05976	5.6628	OK
Web	43	0.67	414.3	2	2	40*40*4mm	1.21	55.3719	1204.738	6.16	7421.184	0.055827	3.2428	OK
Web	44	1.2	-259.2	2	2	40*40*4mm	1.21	99.17355	1440	6.16	8870.4	-0.02922	5.808	OK
Web	45	0.72	184.1	2	2	40*40*4mm	1.21	59.50413	1180.368	6.16	7271.067	0.02532	3.4848	OK
Web	46	1.23	111.7	2	2	40*40*4mm	1.21	101.6529	885.8222	6.16	5456.665	0.02047	5.9532	OK
Web	47	0.78	-7.2	2	2	40*40*4mm	1.21	64.46281	1440	6.16	8870.4	-0.00081	3.7752	OK
Web	48	1.27	401.3	2	2	40*40*4mm	1.21	104.9587	859.2011	6.16	5292.678	0.075822	6.1468	OK
Web	49	0.83	701.5	2	2	40*40*4mm	1.21	68.59504	1123.856	6.16	6922.954	0.10133	4.0172	OK
Web	50	1.3	-413.6	2	2	40*40*4mm	1.21	107.438	1440	6.16	8870.4	-0.04663	6.292	OK
Web	51	0.89	356.4	2	2	40*40*4mm	1.21	73.55372	1091.385	6.16	6722.934	0.053013	4.3076	OK
Web	52	1.34	-146.4	2	2	40*40*4mm	1.21	110.7438	1440	6.16	8870.4	-0.0165	6.4856	OK
Web	53	0.94	119.6	2	2	40*40*4mm	1.21	77.68595	1063.451	6.16	6550.861	0.018257	4.5496	OK
Web	54	1.37	198.6	2	2	40*40*4mm	1.21	113.2231	790.308	6.16	4868.297	0.040795	6.6308	OK
Web	55	1	-69	2	2	40*40*4mm	1.21	82.64463	1440	6.16	8870.4	-0.00778	4.84	OK
Web	56	1.41	473.2	2	2	40*40*4mm	1.21	116.5289	761.7899	6.16	4692.626	0.100839	6.8244	OK
Web	57	1.06	708.6	2	2	40*40*4mm	1.21	87.60331	993.1878	6.16	6118.037	0.115821	5.1304	OK
Web	58	1.46	-397.9	2	2	40*40*4mm	1.21	120.6612	1440	6.16	8870.4	-0.04486	7.0664	OK
Web	59	1.11	373.7	2	2	40*40*4mm	1.21	91.73554	962.5684	6.16	5929.421	0.063025	5.3724	OK
Web	60	1.49	-154.2	2	2	40*40*4mm	1.21	123.1405	1440	6.16	8870.4	-0.01738	7.2116	OK
Web	61	1.17	129	2	2	40*40*4mm	1.21	96.69421	924.7746	6.16	5696.612	0.022645	5.6628	OK
Web	62	1.54	169.4	2	2	40*40*4mm	1.21	127.2727	665.1273	6.16	4097.184	0.041345	7.4536	OK
Web	63	1.22	-52.3	2	2	40*40*4mm	1.21	100.8264	1440	6.16	8870.4	-0.0059	5.9048	OK
Web	64	1.58	441.1	2	2	40*40*4mm	1.21	130.5785	634.1053	6.16	3906.088	0.112926	7.6472	OK
Web	65	1.28	784.9	2	2	40*40*4mm	1.21	105.7851	852.4632	6.16	5251.173	0.145663	6.1952	OK
Web	66	1.62	-452	2	2	40*40*4mm	1.21	133.8843	1440	6.16	8870.4	-0.05096	7.8408	OK
Web	67	1.33	438.2	2	2	40*40*4mm	1.21	109.9174	818.2718	6.16	5040.555	0.086935	6.4372	OK
Web	68	1.66	-224.1	2	2	40*40*4mm	1.21	137.1901	1440	6.16	8870.4	-0.02526	8.0344	OK
Web	69	1.39	193.5	2	2	40*40*4mm	1.21	114.876	776.1189	6.16	4780.893	0.040474	6.7276	OK
Web	70	1.71	85.6	2	2	40*40*4mm	1.21	141.3223	541.4408	6.16	3335.275	0.025665	8.2764	OK
Web	71	1.44	-22.5	2	2	40*40*4mm	1.21	119.0083	1440	6.16	8870.4	-0.00254	6.9696	OK
Web	72	1.75	372.1	2	2	40*40*4mm	1.21	144.6281	516.9721	6.16	3184.548	0.116845	8.47	OK
Web	73	1.5	176.3	2	2	40*40*4mm	1.21	123.9669	695.535	6.16	4284.496	0.041148	7.26	OK
													368.9908	



V (Kg)

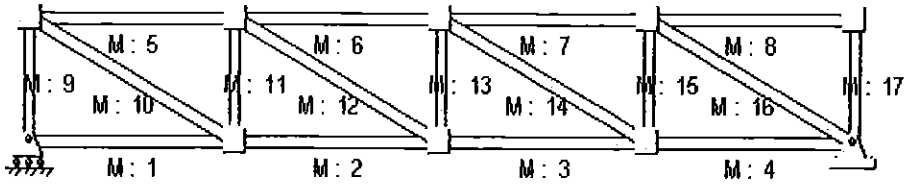


M (Kg-m)

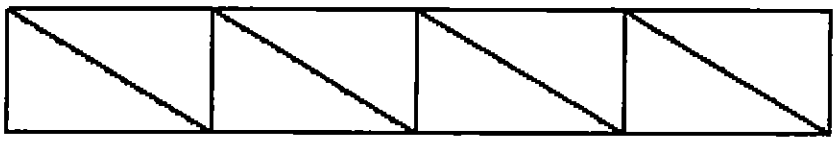


โครงหลังคา , T2

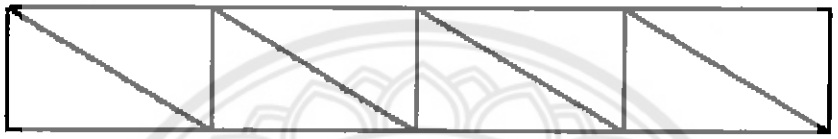
name	member	long(m)	size	จำนวน	หนัก(kg/m	weight(kg)
L.Chord	1	1	40*40*4mm	2	2.42	4.84
L.Chord	2	1	40*40*4mm	2	2.42	4.84
L.Chord	3	1	40*40*4mm	2	2.42	4.84
L.Chord	4	1	40*40*4mm	2	2.42	4.84
L.Chord	5	1	40*40*4mm	2	2.42	4.84
L.Chord	6	1	40*40*4mm	2	2.42	4.84
[illegible]	7	1	40*40*4mm	2	2.42	4.84
[illegible]	8	1	40*40*4mm	2	2.42	4.84
[illegible]	9	1	40*40*4mm	2	2.42	4.84
[illegible]	10	1	40*40*4mm	2	2.42	4.84
[illegible]	11	1	40*40*4mm	2	2.42	4.84
[illegible]	12	1	40*40*4mm	2	2.42	4.84
Web	13	0.5	40*40*4mm	2	2.42	2.42
Web	14	1.1	40*40*4mm	2	2.42	5.324
Web	15	0.5	40*40*4mm	2	2.42	2.42
Web	16	1.1	40*40*4mm	2	2.42	5.324
Web	17	0.5	40*40*4mm	2	2.42	2.42
Web	18	1.1	40*40*4mm	2	2.42	5.324
Web	19	0.5	40*40*4mm	2	2.42	2.42
Web	20	1.1	40*40*4mm	2	2.42	5.324
Web	21	0.5	40*40*4mm	2	2.42	2.42
Web	22	1.1	40*40*4mm	2	2.42	5.324
Web	23	0.5	40*40*4mm	2	2.42	2.42
Web	24	1.1	40*40*4mm	2	2.42	5.324
Web	25	0.5	40*40*4mm	2	2.42	2.42
						107



V (Kg)



M (Kg-m)

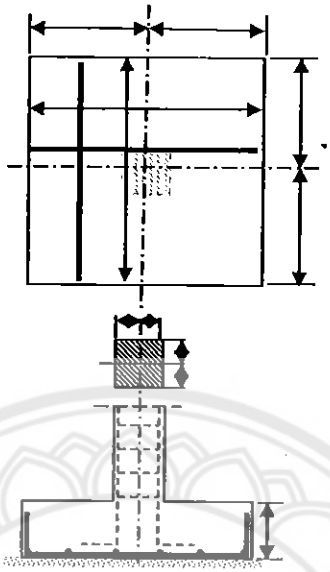


โครงหลังคา , T3

name	member	long(m)	size	จำนวน	หนัก(kg/m	weight(kg)
L.Chord	1	1	40*40*4mm	2	2.42	4.84
L.Chord	2	1	40*40*4mm	2	2.42	4.84
L.Chord	3	1	40*40*4mm	2	2.42	4.84
L.Chord	4	1	40*40*4mm	2	2.42	4.84
[illegible]	5	1	40*40*4mm	2	2.42	4.84
[illegible]	6	1	40*40*4mm	2	2.42	4.84
[illegible]	7	1	40*40*4mm	2	2.42	4.84
[illegible]	8	1	40*40*4mm	2	2.42	4.84
Web	9	0.5	40*40*4mm	2	2.42	2.42
Web	10	1.1	40*40*4mm	2	2.42	5.324
Web	11	0.5	40*40*4mm	2	2.42	2.42
Web	12	1.1	40*40*4mm	2	2.42	5.324
Web	13	0.5	40*40*4mm	2	2.42	2.42
Web	14	1.1	40*40*4mm	2	2.42	5.324
Web	15	0.5	40*40*4mm	2	2.42	2.42
Web	16	1.1	40*40*4mm	2	2.42	5.324
Web	17	0.5	40*40*4mm	2	2.42	2.42
						72

ตารางคำนวณออกแบบฐานรากแผ่โดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน

โครงการ Lab Envi and Chem แฟ้มข้อมูล
โดย 03/30/10 06:32 PM
ฐานรากหมายเลข F-1 ตำแหน่ง



วัสดุ และกลสมบัติ

ดินแน่นหรือทรายแน่น 10 T/m2				
เหล็กชั้นคุณภาพ	SD xx หรือ SR xx	:	SD 40	
หน่วยแรงใช้งานของเหล็กเสริม, fs		:	1,700	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม		:	2,040,000	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต, fc'		:	240	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
ตัวคูณ		:	0.45	
หน่วยแรงใช้งานของคอนกรีต, fc		:	108.00	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต Ec = 15,210·fc'^0.5		:	235,632	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
n	= Es/E โดยที่ Es = 2,040,000 ksc	:	9	
k	= 1/[1+fs/(n·fc)]	:	0.364	
j	= 1 - k/3	:	0.879	
R	= fc/2·j·k	:	17.26	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ขนาดฐานราก และตอม่อ

ความกว้างเสา (แกน X), a	:	0.30	เมตร
ความยาวเสา (แกน Y), b	:	0.30	เมตร
ความกว้างฐานราก (แกน X), B	:	2.80	เมตร
ความยาวฐานราก (แกน Y), T	:	2.80	เมตร
ความลึก, D	:	0.45	เมตร
ระยะหุ้ม	:	0.05	เมตร
ความลึกต่ำสุด, Dmin	:	0.12	ใช้ได้
น้ำหนักฐานราก	:	8,467	กิโลกรัม
แรงตามแกน	:	68,783	kg

		เกิดจริง	ยอมให้	
แรงแบกทานของดิน (ดันต่อตารางเมตร)	:	9,853	10,000	ใช้ได้ กิโลกรัม
		รอบแกน X	รอบแกน Y	
โมเมนต์ดัดรอบแกน	:			
หน่วยแรงสูงสุด, P/A + M/c.I.	:	9,853	9,853	กิโลกรัมต่อตารางเมตร
หน่วยแรงต่ำสุด, P/A - M/c.I.	:	9,853	9,853	กิโลกรัมต่อตารางเมตร
		ใช้ได้	ใช้ได้	
หน่วยแรงที่ขอบเสา		9,853	9,853	กิโลกรัมต่อตารางเมตร
หน่วยแรงที่ d/2		9,853	9,853	กิโลกรัมต่อตารางเมตร
หน่วยแรงที่ d		9,853	9,853	กิโลกรัมต่อตารางเมตร
โมเมนต์ดัดรอบแกนรวม	:	21,554	21,554	กิโลกรัม-เมตร
แรงเฉือนสำหรับคำนวณแรงยึดหน่วง // แกน x และแกนy		34,487	34,487	กิโลกรัม
แรงเฉือนสำหรับแบบคาน Vd // แกน x และ y		24,113	23,672	กิโลกรัม
แรงเฉือนแบบเจาะทะลุ Vp		36,374	36,266	กิโลกรัม

เหล็กเสริม และกำลังของหน้าตัด

ขนาดเหล็กเสริม			:	16	16	
จำนวนเส้น				20	20	#
ปริมาณเหล็กเสริม			:	40.21	40.21	ตารางเซนติเมตร
ความลึกประสิทธิผล, d			:	0.38	0.39	เมตร
MR	=	$R \cdot b \cdot d^2$	:	68,331	74,270	กิโลกรัม-เมตร
			:	singly	singly	ใช้ได้
As	=	$M/[fs \cdot j \cdot d]$	:	38.37	36.81	ตารางเซนติเมตร
			:	ใช้ได้	ใช้ได้	
As-temp	=	[0.0018/0.0020/0.0025]·(b or t)·D	:	22.68	22.68	ตารางเซนติเมตร
			:	ใช้ได้	ใช้ได้	
vd	=	Vd/Td หรือ Vd/Bd	:	2.29	2.16	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
vc	=	$0.29 \cdot [f'c]^{0.5}$	:	4.49	4.49	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
				ใช้ได้	ใช้ได้	
vp, $vc = 0.53 \cdot [f'c]^{0.5}$			:	7.16	8.21	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
			:		ใช้ได้	

เส้นรอบรูป เพื่อถ่ายเทแรงยึดหน่วง

หน่วยแรงยึดหน่วงยอมให้ < 11 (RB) or < 35 (DB)	:	31.27	31.27 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
เส้นรอบรูปที่ต้องการ	:	33.37	32.01 เซนติเมตร
เส้นรอบรูปเหล็กเสริมจริง	:	100.53	100.53 เซนติเมตร

หมายเหตุ (1) โมเมนต์รอบแกน X จะคำนวณได้เหล็กเสริมตามยาว (ตั้งฉากแกน X หรือขนานแกน Y) หรือกลับกัน

ปริมาณพื้น

รายการ	กว้าง(m)	ยาว(m)	พื้นที่(m^2)	วัสดุ	ช่องเปิด(m^2)	ปริมาณ(m^2)
ปฏิบัติการโลหะหนัก	4.000	5.000	20.000	พื้นคอนกรีตผิวขัดเรียบ มัน : (ห้องเรียน)	-	20.000
เครื่องมือพิเศษ	4.000	5.000	20.000	พื้นคอนกรีตผิวขัดเรียบ มัน : (ห้องเรียน)	-	20.000
เก็บสารอันตราย	2.000	8.000	16.000	พื้นคอนกรีตผิวขัดเรียบ มัน : (ห้องเรียน)	-	16.000
ห้องน้ำชาย1	4.000	6.000	24.000	พื้นปูกระเบื้องเซรามิคขนาด 8" x 8" ชนิดไม่ลื่น : (ห้องน้ำ)	-	24.000
ห้องน้ำหญิง1	4.000	6.000	24.000	พื้นปูกระเบื้องเซรามิคขนาด 8" x 8" ชนิดไม่ลื่น : (ห้องน้ำ)	-	24.000
ห้องวางแบบจำลอง	8.000	8.000	64.000	พื้นคอนกรีตผิวขัดเรียบ มัน : (ห้องเรียน)	-	64.000
ห้องเคมี1	8.000	6.000	48.000	พื้นคอนกรีตผิวขัดเรียบ มัน : (ห้องเรียน)	-	48.000
ห้องเคมี2	6.000	6.000	36.000	พื้นคอนกรีตผิวขัดเรียบ มัน : (ห้องเรียน)	-	36.000
ห้องปฏิบัติการน้ำเสีย	8.500	6.000	51.000	พื้นคอนกรีตผิวขัดเรียบ มัน : (ห้องเรียน)	-	51.000
ห้องปฏิบัติการน้ำดี	8.500	8.000	68.000	พื้นคอนกรีตผิวขัดเรียบ มัน : (ห้องเรียน)	-	68.000
ปฏิบัติการปรับอากาศ	8.500	4.000	34.000	พื้นคอนกรีตผิวขัดเรียบ มัน : (ห้องเรียน)	-	34.000
ห้องเคมี3	8.500	6.000	51.000	พื้นคอนกรีตผิวขัดเรียบ มัน : (ห้องเรียน)	-	51.000
ห้องพักอาจารย์+นักวิท	16.500	7.000	115.500	พื้นคอนกรีตผิวขัดเรียบ มัน : (ห้องเรียน)	-	115.500
ทางเดิน1			71.000	พื้นคอนกรีตผิวขัดเรียบ มัน : (ห้องเรียน)	-	71.000
ห้องน้ำชาย2	4.000	6.000	24.000	พื้นปูกระเบื้องเซรามิคขนาด 8" x 8" ชนิดไม่ลื่น : (ห้องน้ำ)	-	24.000
ห้องน้ำหญิง2	4.000	6.000	24.000	พื้นปูกระเบื้องเซรามิคขนาด 8" x 8" ชนิดไม่ลื่น : (ห้องน้ำ)	-	24.000
ทางเดิน2			52.000	พื้นคอนกรีตผิวขัดเรียบ มัน : (ห้องเรียน)	-	52.000
ห้องปฏิบัติการขยะ	6.000	8.000	48.000	พื้นคอนกรีตผิวขัดเรียบ มัน : (ห้องเรียน)	-	48.000
ห้องเก็บสารเคมี+แก้ว	6.000	6.000	36.000	พื้นคอนกรีตผิวขัดเรียบ มัน : (ห้องเรียน)	-	36.000
โถงอเนกประสงค์	20.000	9.000	180.000	พื้นคอนกรีตผิวขัดเรียบ มัน	-	180.000
ทางเดินเชื่อวิส	2.00	26.00	52	พื้นคอนกรีตผิวขัดเรียบ มัน	-	52.000
ทางเดินเชื่อวิส	3.00	10.00	30	พื้นคอนกรีตผิวขัดเรียบ มัน	-	30.000
						1088.500

ปริมาณฝ้า

รายการ	กว้าง(m)	ยาว(m)	พื้นที่(m^2)	วัสดุ	ช่องเปิด(m^2)	ปริมาณ(m^2)
ปฏิบัติการโลหะหนัก	4.000	5.000	20.000	ฝ้าเพดานภายใน ใช้บิปซัมบอร์ดขนาด 1.20x2.40 ม. หนา 9 ม.ม. ชนิดธ	-	20.000
เครื่องมือพิเศษ	4.000	5.000	20.000	ฝ้าเพดานภายใน ใช้บิปซัมบอร์ดขนาด 1.20x2.40 ม. หนา 9 ม.ม. ชนิดธ	-	20.000
เก็บสารอันตราย	2.000	8.000	16.000	ฝ้าเพดานภายใน ใช้บิปซัมบอร์ดขนาด 1.20x2.40 ม. หนา 9 ม.ม. ชนิดธ	-	16.000
ห้องน้ำชาย1	4.000	6.000	24.000	ฝ้าเพดานห้องน้ำ ใช้บิปซัมบอร์ดขนาด 1.20x2.40 ม. หนา 9 ม.ม. ชนิดท	-	24.000
ห้องน้ำหญิง1	4.000	6.000	24.000	ฝ้าเพดานห้องน้ำ ใช้บิปซัมบอร์ดขนาด 1.20x2.40 ม. หนา 9 ม.ม. ชนิดท	-	24.000
ห้องวางแบบจำลอง	8.000	8.000	64.000	ฝ้าเพดานภายใน ใช้บิปซัมบอร์ดขนาด 1.20x2.40 ม. หนา 9 ม.ม. ชนิดธ	-	64.000
ห้องเคมี1	8.000	6.000	48.000	ฝ้าเพดานภายใน ใช้บิปซัมบอร์ดขนาด 1.20x2.40 ม. หนา 9 ม.ม. ชนิดธ	-	48.000
ห้องเคมี2	6.000	6.000	36.000	ฝ้าเพดานภายใน ใช้บิปซัมบอร์ดขนาด 1.20x2.40 ม. หนา 9 ม.ม. ชนิดธ	-	36.000
ห้องปฏิบัติการน้ำเสีย	8.500	6.000	51.000	ฝ้าเพดานภายใน ใช้บิปซัมบอร์ดขนาด 1.20x2.40 ม. หนา 9 ม.ม. ชนิดธ	-	51.000
ห้องปฏิบัติการน้ำดี	8.500	8.000	68.000	ฝ้าเพดานภายใน ใช้บิปซัมบอร์ดขนาด 1.20x2.40 ม. หนา 9 ม.ม. ชนิดธ	-	68.000
ปฏิบัติการปรับอากาศ	8.500	4.000	34.000	ฝ้าเพดานภายใน ใช้บิปซัมบอร์ดขนาด 1.20x2.40 ม. หนา 9 ม.ม. ชนิดธ	-	34.000
ห้องเคมี3	8.500	6.000	51.000	ฝ้าเพดานภายใน ใช้บิปซัมบอร์ดขนาด 1.20x2.40 ม. หนา 9 ม.ม. ชนิดธ	-	51.000
ห้องพักอาจารย์+นักวิท	16.500	7.000	115.500	ฝ้าเพดานภายใน ใช้บิปซัมบอร์ดขนาด 1.20x2.40 ม. หนา 9 ม.ม. ชนิดธ	-	115.500
ทางเดิน1			71.000	ฝ้าเพดานภายใน ใช้บิปซัมบอร์ดขนาด 1.20x2.40 ม. หนา 9 ม.ม. ชนิดธ	-	71.000
ห้องน้ำชาย2	4.000	6.000	24.000	ฝ้าเพดานห้องน้ำ ใช้บิปซัมบอร์ดขนาด 1.20x2.40 ม. หนา 9 ม.ม. ชนิดท	-	24.000
ห้องน้ำหญิง2	4.000	6.000	24.000	ฝ้าเพดานห้องน้ำ ใช้บิปซัมบอร์ดขนาด 1.20x2.40 ม. หนา 9 ม.ม. ชนิดท	-	24.000
ทางเดิน2			52.000	ฝ้าเพดานภายใน ใช้บิปซัมบอร์ดขนาด 1.20x2.40 ม. หนา 9 ม.ม. ชนิดธ	-	52.000
ห้องปฏิบัติการขยะ	6.000	8.000	48.000	ฝ้าเพดานภายใน ใช้บิปซัมบอร์ดขนาด 1.20x2.40 ม. หนา 9 ม.ม. ชนิดธ	-	48.000
ห้องเก็บสารเคมี+แก้ว	6.000	6.000	36.000	ฝ้าเพดานภายใน ใช้บิปซัมบอร์ดขนาด 1.20x2.40 ม. หนา 9 ม.ม. ชนิดธ	-	36.000
						826.500

ปริมาณงานผนัง

รายการ	เส้นรอบรูป(m)	สูง(m)	พื้นที่(m^2)	วัสดุ	ช่องเปิด=พ.ท.ประตู+พ.ท.		ปริมาณ(m^2)
ก่ออิฐมอญครึ่งแผ่น							
ห้องปฏิบัติโลหะหนัก	17.00	3.5	59.5	อิฐมอญ			
ห้องเครื่องมือพิเศษ	17.00	3.5	59.5	อิฐมอญ			
ห้องเก็บสารอันตราย	20.00	3.5	70	อิฐมอญ			
ห้องน้ำ ชาย	16.00	3.5	56	อิฐมอญ	ประตู		
ห้องน้ำ หญิง	10.00	3.5	35	อิฐมอญ	D1=16x5.06	80.96	
ห้องวางแบบจำลอง	24.00	3.5	84	อิฐมอญ	D2=5x4.40	22	
ห้องปฏิบัติการขยะ	14.00	3.5	49	อิฐมอญ	D3=5x2.00	10	
โถงอเนกประสงค์	11.00	0.45	4.95	อิฐมอญ	หน้าต่าง		
ห้องเคมี1	20.00	3.5	70	อิฐมอญ	W1=31x2.25	69.75	
ห้องเคมี2	12.00	3.5	42	อิฐมอญ	W2=6x3.00	18.00	
ห้องปฏิบัติการน้ำเสีย	31.00	3.5	108.5	อิฐมอญ	W3=2x2.10	4.20	
ห้องปฏิบัติการน้ำดี	25.00	3.5	87.5	อิฐมอญ	W4=2x2.10	4.20	
ห้องปฏิบัติการอากาศ	16.50	3.5	57.75	อิฐมอญ	W5=2x1.05	1.05	
ห้องเคมี 3	20.50	3.5	71.75	อิฐมอญ			
ห้องเก็บเครื่องแก้วและสารเคมี	18.00	3.5	63	อิฐมอญ			
ห้องพักนักวิจัยและอาจารย์	30.50	3.5	106.75	อิฐมอญ			
ห้องชีววิทยา	20.00	3.5	70	อิฐมอญ			
ห้องน้ำชาย	16.00	3.5	56	อิฐมอญ			
ห้องน้ำหญิง	10.00	3.5	35	อิฐมอญ			
รวม			1186.2			210.16	976.04

ก่ออิฐมอญเต็มแผ่น							
ชั้น1							
ห้องน้ำ ชาย	4.00	3.5	14	อิฐมอญ			
ห้องน้ำ หญิง	4.00	3.5	14	อิฐมอญ			
ห้องปฏิบัติการขยะ	8.00	3.5	28	อิฐมอญ	ประตู		
บันได	4.00	3.5	14	อิฐมอญ	D1=35x5.06	177.1	
ห้องเคมี2	6.00	3.5	21	อิฐมอญ	D2=0x4.40	0	
โถงอเนคประสงค์	12.00	3.5	42	อิฐมอญ	D3=2x2.00	4	
ชั้น2					หน้าต่าง		
ห้องน้ำ ชาย	4.00	6.8	27.2	อิฐมอญ	W1=18x2.25	40.5	
ห้องน้ำ หญิง	4.00	6.8	27.2	อิฐมอญ	W2=0x3.00	0	
ห้องชีววิทยา	8.00	6.8	54.4	อิฐมอญ	W3=4x2.10	8.4	
บันได	4.00	6.8	27.2	อิฐมอญ	W4=0x2.10	0	
ห้องเก็บเครื่องแก้วและสารเคมี	6.00	6.8	40.8	อิฐมอญ	W5=0x1.05	0	
ห้องพักนักวิจัยและอาจารย์	7.00	6.8	47.6	อิฐมอญ			
โถงอเนคประสงค์	5.00	6.8	34	อิฐมอญ			
รวม			391.4			230	161.40
ฉาบปูนผนัง(ภายนอกและภายใน)							
ห้องปฏิบัติโลหะหนัก	34.00	3.5	119	ปูนฉาบ			
ห้องเครื่องมือพิเศษ	34.00	3.5	119	ปูนฉาบ			
ห้องเก็บสารอันตราย	40.00	3.5	140	ปูนฉาบ			
ห้องน้ำ ชาย	32.00	3.5	112	ปูนฉาบ			
ห้องน้ำ หญิง	20.00	3.5	70	ปูนฉาบ	ประตู		
ห้องวางแบบจำลอง	48.00	3.5	168	ปูนฉาบ	D1=16x5.06	80.96	
ห้องปฏิบัติการขยะ	28.00	3.5	98	ปูนฉาบ	D2=5x4.40	22	
โถงอเนคประสงค์	12.00	0.72	8.64	ปูนฉาบ	D3=5x2.00	10	
ห้องเคมี1	40.00	3.5	140	ปูนฉาบ	หน้าต่าง		
ห้องเคมี2	24.00	3.5	84	ปูนฉาบ	W1=31x2.25	69.75	
ห้องปฏิบัติการน้ำเสีย	31.00	3.5	108.5	ปูนฉาบ	W2=6x3.00	18.00	
ห้องปฏิบัติการน้ำดี	34.00	3.5	119	ปูนฉาบ	W3=2x2.10	4.20	
ห้องปฏิบัติการอากาศ	25.00	3.5	87.5	ปูนฉาบ	W4=2x2.10	4.20	
ห้องเคมี 3	29.00	3.5	101.5	ปูนฉาบ	W5=2x1.05	1.05	
ห้องเก็บเครื่องแก้วและสารเคมี	36.00	3.5	126	ปูนฉาบ			
ห้องพักนักวิจัยและอาจารย์	14.00	3.5	49	ปูนฉาบ			
ห้องชีววิทยา	40.00	3.5	140	ปูนฉาบ			
ห้องน้ำชาย	20.00	3.5	70	ปูนฉาบ			
ห้องน้ำหญิง	20.00	3.5	70	ปูนฉาบ			
คานคอดิน	54.20	0.72	39.024	ปูนฉาบ			
รวม			1969.164			210.16	1759.00
ทาสี(ภายในและภายนอก)							
ห้องปฏิบัติโลหะหนัก	34.00	3.5	119	สีภายใน			
ห้องเครื่องมือพิเศษ	34.00	3.5	119	สีภายใน			
ห้องเก็บสารอันตราย	40.00	3.5	140	สีภายใน			
ห้องน้ำ ชาย	32.00	3.5	112	สีภายใน			
ห้องน้ำ หญิง	20.00	3.5	70	สีภายใน	ประตู		
ห้องวางแบบจำลอง	48.00	3.5	168	สีภายใน	D1=16x5.06	80.96	
ห้องปฏิบัติการขยะ	28.00	3.5	98	สีภายใน	D2=5x4.40	22	
โถงอเนคประสงค์	12.00	0.72	8.64	สีภายใน	D3=5x2.00	10	
ห้องเคมี1	40.00	3.5	140	สีภายใน	หน้าต่าง		
ห้องเคมี2	24.00	3.5	84	สีภายใน	W1=31x2.25	69.75	
ห้องปฏิบัติการน้ำเสีย	31.00	3.5	108.5	สีภายใน	W2=6x3.00	18.00	
ห้องปฏิบัติการน้ำดี	34.00	3.5	119	สีภายใน	W3=2x2.10	4.20	
ห้องปฏิบัติการอากาศ	25.00	3.5	87.5	สีภายใน	W4=2x2.10	4.20	
ห้องเคมี 3	29.00	3.5	101.5	สีภายใน	W5=2x1.05	1.05	
ห้องเก็บเครื่องแก้วและสารเคมี	36.00	3.5	126	สีภายใน			
ห้องพักนักวิจัยและอาจารย์	14.00	3.5	49	สีภายใน			
ห้องชีววิทยา	40.00	3.5	140	สีภายใน			
ห้องน้ำชาย	20.00	3.5	70	สีภายใน			
ห้องน้ำหญิง	20.00	3.5	70	สีภายใน			
คานคอดิน	54.20	0.72	39.024	สีภายใน			
รวม			1969.164			210.16	1759.00
กรุกระเบื้อง							
ห้องน้ำ ชาย	20.00	1.6	32	กระเบื้อง			32
ห้องน้ำ หญิง	20.00	1.6	32	กระเบื้อง			32
รวม							64
กรุไม้คอนวูด					W1=25x2.25	56.25	
					W3=1x2.10	2.1	
	65	4	260	ไม้คอนวูด	W5=1x1.05	1.05	
รวม			260			59.4	200.6

ประมาณราคาค่าก่อสร้าง อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและวิศวกรรมเคมี

สถานที่ก่อสร้าง มหาวิทยาลัยบูรพา

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ค่าวัสดุ		ค่าแรงงาน		รวมค่าวัสดุและค่าแรงงาน	หมายเหตุ
				ราคาหน่วยละ	จำนวนเงิน	ราคาหน่วยละ	จำนวนเงิน		
1	หมวดงานวิศวกรรมโครงสร้าง								
	คอนกรีตหยาบ	64	ลบ.ม.	1,300	82,550	342	21,717	104,267	
	ทรายบดอัด	64	ลบ.ม.	340	21,590	60	3,810	25,400	
	ไม้แบบ	2,950	ตร.ม.	10	29,500	90	265,500	295,000	
	คอนกรีต	526.30	ลบ.ม.	1,560	821,028	403	212,099	1,033,127	
	เหล็กเสริม RB9	5	ตัน	1,870	9,411	2,743	13,804	23,215	
	เหล็กเสริม DB12	12	ตัน	17,940	215,280	2,743	32,916	248,196	
	เหล็กเสริม DB16	2	ตัน	17,740	35,271	2,743	5,454	40,724	
	เหล็กเสริม DB20	16	ตัน	17,740	283,840	2,743	43,888	327,728	
2	รวมหมวดงานวิศวกรรมโครงสร้าง							2,097,657	
	หมวดงานสถาปัตยกรรม								
	2.1 งานหลังคา	449,965	รวม						
	2.2 งานผนังและตกแต่ง	620,603	รวม						
	2.3 งานพื้นและตกแต่ง	175,980	รวม						
	2.4 งานประตู - หน้าต่าง	235,500	รวม						
	2.5 งานสุขภัณฑ์และอุปกรณ์	115,700	รวม						
	2.6 งานบันไดและตกแต่ง	11,000	รวม						
	2.7 งานทาสี	115,700	รวม						
	2.8 งานเบ็ดเตล็ด	-	รวม						
	รวมหมวดงานสถาปัตยกรรม							1,811,033	
	2.1 งานหลังคา								
	metal sheet	693	ตร.ม.	350	242,550	40	27,720	270,270	
	เหล็กฉากรนาด 40 x 40 x 4 mm.	415	ท่อน	333	138,195	100	41,500	179,695	
	รวมงานร้อ 2.1							449,965	
	2.2 งานผนังและตกแต่ง								
	ผนังก่อครึ่งแผ่น	976	ตร.ม.	185	180,567	80	78,083	258,651	
	ผนังก่อเต็มแผ่น เรียบ ไม่ฉาบปูน ไม่ทาสี	161	ตร.ม.	380	61,332	150	24,210	85,542	
	ผนังก่อ กรุกระเบื้อง 8"x12"	64	ตร.ม.	265	16,960	120	7,680	24,640	
	ตีฝาไม้สอนวุด 6นิ้ว/10ฟุต (8x152x3050 mm.)	201	ตร.ม.	59	11,835	100	20,060	31,895	
	ผนังฉาเรียบ	1,759	ตร.ม.	55	96,745	70	123,130	219,875	
	รวมงานร้อ 2.2							620,603	
	2.3 งานพื้นและตกแต่ง								
	พื้นคอนกรีตผิวรัดเรียบมัน	993	ตร.ม.	80	79,440	60	59,580	139,020	
	พื้นปูกระเบื้องเรารามิครนาด 8"x8" ชนิดไม่ลื่น	96	ตร.ม.	265	25,440	120	11,520	36,960	
	รวมงานร้อ 2.3		ม.					175,980	

	2.4 งานประตู - หน้าต่าง								
	D1	16	ชุด	3,000	48,000		-	48,000	
	D2	5	ชุด	2,700	13,500		-	13,500	
	D3	5	ชุด	1,000	5,000		-	5,000	
	W1	49	ชุด	3,000	147,000		-	147,000	
	W2	6	ชุด	2,000	12,000		-	12,000	
	W3	6	ชุด	1,000	6,000		-	6,000	
	W4	2	ชุด	1,000	2,000		-	2,000	
	W5	2	ชุด	1,000	2,000		-	2,000	
	รวมงานข้อ 2.4							235,500	
	2.5 งานสุขภัณฑ์และอุปกรณ์								
	โถส้วมชักโครก	20	ชุด	3,000	60,000	300	6,000	66,000	
	โถปัสสาวะ	10	ชุด	1,110	11,100	300	3,000	14,100	
	อ่างล้างหน้า	20	ชุด	1,480	29,600	300	6,000	35,600	
	รวมงานข้อ 2.5							115,700	
	2.6 งานบันไดและตกแต่ง								
	จมูกบันได ชนิดอลูมิเนียมผสมยางกันลื่น	40	ม.	200	8,000		-	8,000	
	ราวจับสแตนเลส Ø 2"	6	ม.	500	3,000		-	3,000	
	รวมงานข้อ 2.6							11,000	
	2.7 งานทาสี								
	ทาสีเลือกภายหลัง	1,759	ตร.ม.	90	158,310	25	43,975	202,285	
	รวมงานข้อ 2.7							202,285	
	2.8 งานเบ็ดเตล็ด								
	รวมงานข้อ 2.8								
3	หมวดงานอื่น ๆ(ถ้ามี)ที่ต้องให้ครบถ้วนตามรูปแบบและรายการ								
	รวมหมวดงานอื่น ๆ								

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากการออกแบบอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและวิศวกรรมเคมี จะได้พื้นที่ทั้งหมด 1,088.5 m^2 มีจำนวนห้องทั้งหมด 18 ห้อง รวมห้องน้ำชายและห้องน้ำหญิง

จากการประมาณราคาอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและวิศวกรรมเคมี ทางด้านโครงสร้างและสถาปัตยกรรมได้จำนวนเงินจากการประมาณราคาดังนี้

1. ด้านงานสถาปัตยกรรม เป็นจำนวนเงิน 1,811,033 บาท
2. ด้านงานโครงสร้าง เป็นจำนวนเงิน 2,097,657 บาท

รวมเป็นจำนวนเงิน 3,908690 บาท

คิดเป็นเงินต่อตารางเมตร เป็นจำนวนเงิน 3,591 บาท/ตารางเมตร

จำนวนเงินนี้ยังไม่รวมงานด้านสุขาภิบาล งานระบบ และงานไฟฟ้า

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและวิศวกรรมเคมี อาจเปลี่ยนจากฐานรากแผ่เป็นฐานรากตื้นได้หากว่าเราทราบค่า Boring log ในพื้นที่ ที่เราก่อสร้าง
2. ฐานรากสามารถออกแบบเป็นขนาดอื่นได้ให้สอดคล้องกับแรงที่เกิดขึ้น เพื่อความประหยัด
3. การออกแบบอาคารควรออกแบบโดยสถาปนิกผู้เชี่ยวชาญ โดยตรง

เอกสารอ้างอิง

หนังสือ REINFORCED CONRETE DESIGN (ELASTIC THEORY)

การออกแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก (วิธีหน่วยแรงใช้งาน) โดย รศ.ดร.สถาพร โภคา

หนังสือ STRUCTURAL STEEL DESIGN (มาตรฐาน AISC/ASD/LRFD)

การออกแบบโครงสร้างเหล็ก โดย ศาสตราจารย์ ดร.วินิต ช่อวิเชียร

หนังสือ CONSTRUCTION COST ESTIMATION การประมาณราคาก่อสร้าง

โดย วิสูตร จิระคำแถง