

ภาคผนวกที่ 10

รายงานตรวจสอบความมั่นคงแข็งแรงของอาคาร

อาคาร ค.ส.ล. สูง 4 ชั้น และชั้นดาดฟ้า และอาคารค.ส.ล. สูง 2 ชั้น

รายการคำนวณโครงสร้าง

ตรวจสอบความมั่นคงแข็งแรงของอาคาร

อาคาร ค.ส.ถ. สูง 4 ชั้น และชั้นดาดฟ้า และอาคาร ค.ส.ถ. สูง 2 ชั้น

วิศวกรออกแบบโครงสร้าง



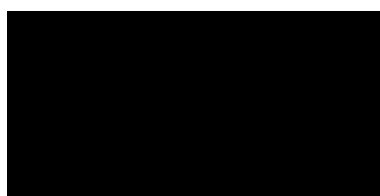
ผู้ออกแบบโครงสร้าง



5 มีนาคม 2567



รายการคำนวณโครงสร้าง
ตรวจสอบความมั่นคงแข็งแรงของอาคาร
อาคาร ค.ส.ล. สูง 4 ชั้น และชั้นดาดฟ้า และอาคาร ค.ส.ล. สูง 2 ชั้น



สารบัญ

บทที่ 1 เกณฑ์และมาตรฐานในการออกแบบโครงสร้าง.....	4
บทที่ 2 หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการออกแบบ	10
บทที่ 3 การวิเคราะห์โครงสร้าง.....	21
บทที่ 4 การตรวจสอบความมั่นคงแข็งแรงของอาคาร	27
บทที่ 5 รูปถ่ายประกอบอาคารเดิม	30
บทที่ 6 การสร้างแบบจำลองเพื่อการวิเคราะห์โครงสร้าง	35
บทที่ 7 ผลการวิเคราะห์โครงสร้าง	33
บทที่ 8 การออกแบบเสา.....	40
บทที่ 9 การออกแบบพื้น	23
บทที่ 10 การออกแบบคาน	32

บทที่ 1 เกณฑ์และมาตรฐานในการออกแบบโครงสร้าง

เกณฑ์และมาตรฐานที่ใช้ในการออกแบบ

1. มาตรฐานและข้อกำหนดในการออกแบบอาคาร

มาตรฐานและข้อกำหนดในการออกแบบอาคารมีดังต่อไปนี้

1.1 น้ำหนักบรรทุกคงที่และน้ำหนักบรรทุกจร

- ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร พ.ศ.2544
- กฎกระทรวงออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมงานอาคารฉบับต่างๆ

1.2 การออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

- Ultimate Strength Design (USD)

1.3 การออกแบบโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ

- Allowable Stress Design (ASD)
- American Institute of steel construction,AISC manual of steel construction,allowable stress design ,9th

1.4 มาตรฐานการคำนวณแรงลม

- ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ.2544
- กฎกระทรวงออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมงานอาคารฉบับต่างๆ

2. ข้อกำหนดการออกแบบ

2.1 คอนกรีต

กำลังอัดสูงสุด (ทดสอบด้วยแท่งคอนกรีตรูปทรงกระบอก ที่ 28 วัน)	240 กก/ตร.ซม.
โมดูลัสยืดหยุ่น	234,238 กก/ตร.ซม.
อัตราส่วนปัวซองส์	0.20

2.2 เหล็กเสริมคอนกรีต

กำลังรับแรงดึงที่จุดกลางของ

- เหล็กกลม 6 มม. และ 9 มม.	2,400 กก/ตร.ซม.
- เหล็กข้ออ้อย 12 มม. ขึ้นไป	4,000 กก/ตร.ซม.
- เหล็ก Wiremesh	5,500 กก/ตร.ซม.
- เหล็กรูปพรรณ	2,400 กก/ตร.ซม.
- โมดูลัสยืดหยุ่น	2.04×10^6 กก/ตร.ซม.

2.3 น้ำหนักประลัย

2.3.1 สำหรับอาคารที่ไม่ได้คิดแรงลมหรือแรงจากแผ่นดินไหว $U = 1.7 DL + 2.0 LL$

2.3.2 สำหรับอาคารที่คิดให้รับแรงลม $U = 0.75(1.7 DL + 2.0 LL + 2.0 WL)$

$$U = 0.9 DL + 1.3 WL$$

2.4 ตัวคูณลดกำลัง

- สำหรับแรงดัดและแรงในแนวแกน	0.90
- สำหรับแรงเฉือนและแรงบิด	0.85
- สำหรับแรงอัดเหล็กปลอกเดียว	0.70
- สำหรับแรงกดหรือแรงแบกทานบนคอนกรีต	0.70

2.5 น้ำหนักบรรทุกคงที่

- คอนกรีตเสริมเหล็ก	=	2,400	กก./ลบ.ม.
- เหล็ก	=	7,850	กก./ลบ.ม.
- ซีเมนต์ปรับระดับพื้นและวัสดุแต่งผิว	=	70	กก./ตร.ม.

2.6 น้ำหนักบรรทุกจร

ประเภทการใช้อาคาร	น้ำหนักบรรทุกจรขั้นต่ำ (กก.ตร.ม.)
1. หลังคา	50
2. พื้นกันสาดหรือพื้นหลังคาคอนกรีต	100
3. ที่พักอาศัย โรงเรียนอนุบาล ห้องน้ำ-ห้องส้วม	150
4. ห้องแถว ตึกแถว อาคารชุด หอพัก โรงแรม	200
5. สำนักงาน ธนาคาร	250
6. อาคารพาณิชย์ มหาวิทยาลัย วิทยาลัย โรงเรียน	300
7. ห้องโถง บันไดและช่องทางเดินของอาคารชุด หอพัก โรงแรม โรงพยาบาล สำนักงาน ธนาคาร	300
8. ตลาด ห้างสรรพสินค้า หอประชุม โรงมหรสพ กิตติาคาร ห้องประชุม ห้องอ่าน หนังสือในหอสมุด ที่จอดรถ/เก็บรถยนต์นั่ง	400
9. ห้องโถง บันไดและช่องทางเดินของอาคารพาณิชย์ มหาวิทยาลัย วิทยาลัย โรงเรียน	400
10. คลังสินค้า โรงกีฬา พิพิธภัณฑ์ อัฒจันทร์ โรงพิมพ์ โรงงานอุตสาหกรรม ห้องเก็บ เอกสารและพัสดุ	500
11. ห้องโถง บันได ช่องทางเดินของตลาด ห้างสรรพสินค้า หอประชุม โรงมหรสพ กิตติาคาร และหอสมุด	500
12. ห้องเก็บหนังสือของหอสมุด	600
13. ที่จอดรถหรือเก็บรถยนต์บรรทุกทุกประเภทและรถอื่นๆ	800

2.7 แรงลมสำหรับส่วนของอาคาร

ความสูง (ม.)	หน่วยแรงดันลมต่ำสุด (กก/ตร.ม.)
น้อยกว่า 10 ม.	50
$10 < h < 20$	80
$20 < h < 40$	120
$40 < h < 80$	160
มากกว่า	200

2.8 กำลังรับน้ำหนักของดิน

2.8.1 ใช้ผลทดสอบดินของโครงการนั้นๆ

2.8.2 กรณีไม่มีผลทดสอบ

-หน่วยแรงแบกทานที่ขอมให้บนชั้นดินเดิม	2,000	กก/ตร.ม.
-หน่วยแรงฝืดที่ขอมให้	600	กก/ตร.ม.

2.9 ระยะหุ้มของคอนกรีต

ระยะหุ้มคอนกรีตต่ำสุดสำหรับเหล็กเสริมให้เป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้

- คอนกรีตหล่อติดกับดินและผิวคอนกรีตสัมผัสกับดินตลอดเวลา 75 มม.
- คอนกรีตที่สัมผัสกับดินหรือถูกแดดฝน
 - สำหรับเหล็กเส้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่า 16 มม. 50 มม.
 - สำหรับเหล็กเส้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มม. และเล็กกว่า 40 มม.
- คอนกรีตที่ไม่สัมผัสกับดินหรือไม่ถูกแดด
 - พื้น 20 มม.
 - คาน 40 มม.
 - เสา 40 มม.
 - พื้นภายนอก 40 มม.

2.10 มาตรฐานเหล็กรูปพรรณ

- เหล็กทรงน้ำ, ตัว H , ตัว I , ตัว W , กำลังครากที่ 2,400 ksc ตามมาตรฐาน JIS G 3192 หรือ ASTM A36
- เหล็กฉาก , เหล็กท่อ , กำลังครากที่ 2,400 ksc ตามมาตรฐาน JIS G 3444

โครงสร้างเหล็กรูปพรรณ	กำลังวัสดุ (กก./ตร.ซม.)
f_y	2,400
f_u	4,000

2.11 เกณฑ์กำหนดของโครงสร้างเหล็กหน่วยแรงที่ยอมให้

- ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็ก $E = 2100000$ กก./ตร.ซม.
- ค่ากำลังคดลาก F_y
 - สำหรับโครงสร้างที่หนาไม่เกิน 40 มม. ; $F_y = 2,400$ กก./ตร.ซม.
 - สำหรับโครงสร้างที่หนาเกิน 40 มม. $F_y = 2,200$ กก./ตร.ซม.
- หน่วยแรงเฉือนที่ยอมให้ $0.4 F_y$ กก./ตร.ซม.
- หน่วยแรงดึงที่ยอมให้ $0.6 F_y$ กก./ตร.ซม.
- หน่วยแรงอัดที่ยอมให้ $0.6 F_y$ กก./ตร.ซม.
- หน่วยแรงดัดที่ยอมให้ $0.6 F_y$ กก./ตร.ซม.
- ระยะโก่งที่ยอมให้ต้องไม่เกิน $L/360$ ซม.

บทที่ 2 หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการออกแบบ

1. เกณฑ์และมาตรฐานที่ใช้ในการออกแบบ

Table 3-1: Structure Design Codes and Guidelines

Design Codes & Regulations	Number/Issue	Remark
International Building Code	IBC 2006	Mainly for seismic design guidelines
Minimum Design Loads for Buildings and	ASCE7-05	General loadings including Wind
Building Code Requirements for Structural	ACI-318-99	Design of concrete members
Specification for Structural Steel Buildings	AISC, ASD/LRFD Steel	Design of steel members
มาตรฐานการออกแบบอาคารด้านการ สั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว	มยพ 1302 พ.ศ.2552	สำหรับแนวทางการออกแบบอาคาร ด้านการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว
มาตรฐานการคำนวณแรงลมและการ ตอบสนองของอาคาร	มยพ 1311 - 50	สำหรับแนวทางการออกแบบอาคาร รับแรงลม

2. คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการออกแบบ

Table 3-2: Concrete Grades

Grade/Designation	f_c' (kg/cm ²)*	E	Density (Kg/m ³)	Poisson
C240	240	2.34E+05	2400	0.2
* 28 Day 15cm Diameter Cylinder Strength				

Table 3-3: Rebar Grades

Grade/Designation	f_y (kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	Density (kg/m ³)
เหล็กเส้นกลม (SR24)	2,400	2.10E+06	7,850
เหล็กข้ออ้อย (SD40)	4,000	2.10E+06	7,850
เหล็กตะแกรง (Wire Mesh)	5,500	2.10E+06	7,850

Table 3-4 : Rebar Sizes

Grade	Reinforcement Diameter (mm)								
	6	9	12	16	20	25	28	32	40
SR24	√	√	-	-	-	-	-	-	-
SD40	-	-	√	√	√	√	-	-	-

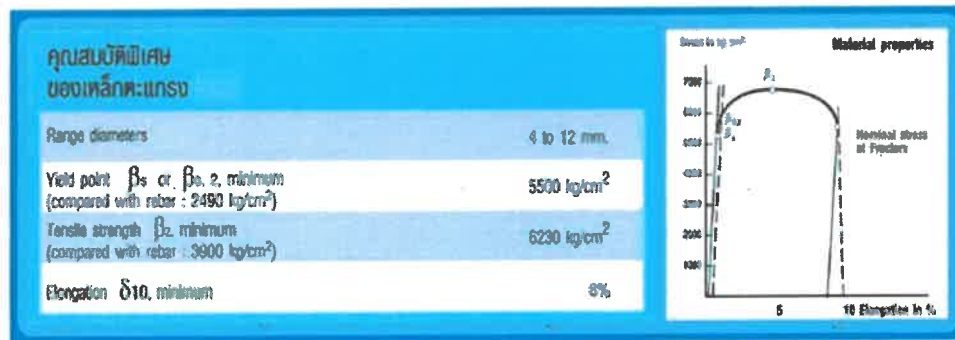
Table 3-5: Structural Steel

Steel		F_y	Shear F_v	Bearing (Flat)
Grade	Thickness	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)
SM400	≤16	2350/2150	1250	3250
SM400	>16 ~ 40	2250/2050	1200	3250

Table 3-6: Structural Steel Mechanical Properties

Elastic Modulus E (kg/cm ²)	Shear Modulus G (kg/cm ²)	Coefficient for thermal	Density (kg/m ³)
2.10E+06	7.90E+05	1.20E-05	7,850

Wire mesh Grades



Square Mesh

Ref. No.	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.) Ø Diameter (mm)		ขนาดตาราง Spacing (mm)		พื้นที่หน้าตัดต่อเมตร Area (mm ² /m)	
	ตามยาว Main	ตามขวาง Cross	ตามยาว Main	ตามขวาง Cross	ตามยาว Main	ตามขวาง Cross
A40	4	4	100	100	126	126
A50	5	5	100	100	196	196
A60	6	6	100	100	283	283
A70	7	7	100	100	385	385
A80	8	8	100	100	503	503
A90	9	9	100	100	636	636
A100	10	10	100	100	786	786
A110	11	11	100	100	950	950
A120	12	12	100	100	1131	1131
C40	4	4	200	200	63	63
C50	5	5	200	200	98	98
C60	6	6	200	200	142	142
C70	7	7	200	200	193	193
C80	8	8	200	200	252	252
C90	9	9	200	200	318	318
C100	10	10	200	200	393	393
C110	11	11	200	200	475	475
C120	12	12	200	200	566	566

Ref. No.	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.) Ø Diameter (mm)		ขนาดตาราง Spacing (mm)		พื้นที่หน้าตัดต่อเมตร Area (mm ² /m)	
	ตามยาว Main	ตามขวาง Cross	ตามยาว Main	ตามขวาง Cross	ตามยาว Main	ตามขวาง Cross
B40	4	4	150	150	84	84
B50	5	5	150	150	131	131
B60	6	6	150	150	188	188
B70	7	7	150	150	250	250
B80	8	8	150	150	335	335
B90	9	9	150	150	424	424
B100	10	10	150	150	524	524
B110	11	11	150	150	634	634
B120	12	12	150	150	754	754
D40	4	4	250	250	50	50
D50	5	5	250	250	79	79
D60	6	6	250	250	113	113
D70	7	7	250	250	154	154
D80	8	8	250	250	201	201
D90	9	9	250	250	255	255
D100	10	10	250	250	314	314
D110	11	11	250	250	380	380
D120	12	12	250	250	452	452

Rectangular-mesh

Ref. No.	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.) Ø Dimeter (mm)		ขนาดตาราง Spacing (mm)		พื้นที่หน้าตัดต่อเมตร Area (mm ² /m)	
	ตามยาว	ตามขวาง	ตามยาว	ตามขวาง	ตามยาว	ตามขวาง
	Main	Cross	Main	Cross	Main	Cross
RA40	4	4	100	150	126	84
RA50	5	5	100	150	196	131
RA60	6	6	100	150	283	188
RA70	7	7	100	150	385	250
RA80	8	8	100	150	503	335
RA90	9	9	100	150	636	424
RA100	10	10	100	150	786	524
RA110	11	11	100	150	950	634
RA120	12	12	100	150	1131	754
RB40	4	4	100	200	126	63
RB50	5	5	100	200	196	98
RB60	6	6	100	200	283	142
RB70	7	7	100	200	385	193
RB80	8	8	100	200	503	252
RB90	9	9	100	200	636	318
RB100	10	10	100	200	786	393
RB110	11	11	100	200	950	475
RB120	12	12	100	200	1131	566
D40	4	4	150	300	84	42
D50	5	5	150	300	131	65
D60	6	6	150	300	188	94
D70	7	7	150	300	250	128
D80	8	8	150	300	335	168
D90	9	9	150	300	424	212
D100	10	10	150	300	524	262
D110	11	11	150	300	634	317
D120	12	12	150	300	754	377

Surface Formation

Wire Drawing

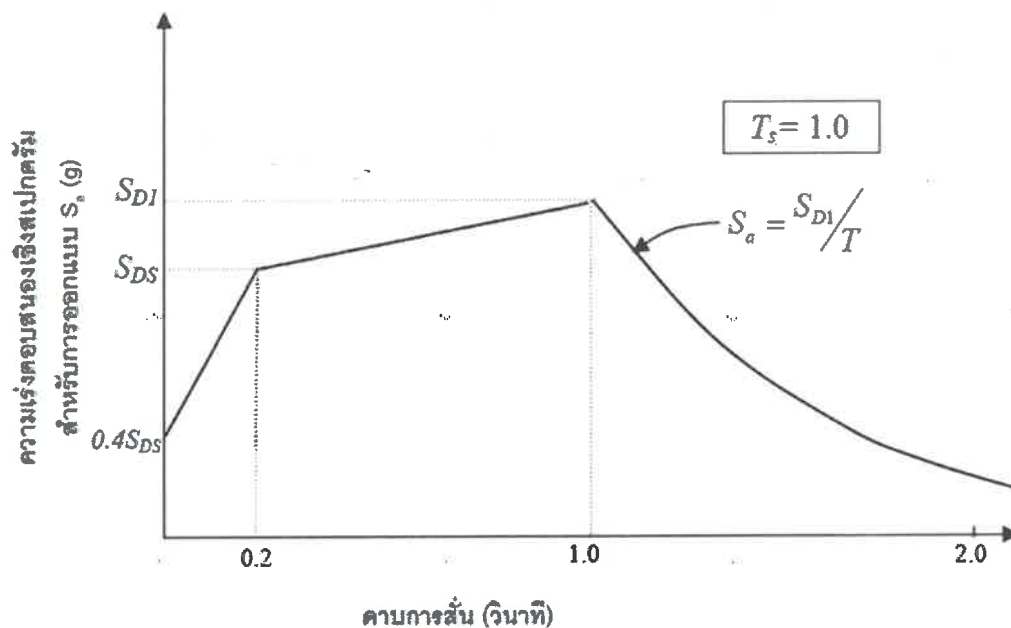
Mesh Welding

Shearing Test

Tensile Test

Round Wire and Deformed Wire

SUBSTITUTION OF T.M. WIRE MESH FOR MILD STEEL BARS			
Mild Steel Bars ($f_s = 1,200 \text{ ksc.}$)		Equivalent T.M. Wire Mesh	
Dia. / Spacing	Area Steel (mm^2/m)	Dia. / Spacing	Area Steel (mm^2/m)
$\emptyset 6.0 \text{ mm @ } 0.25 \text{ m}$	113	$\emptyset 4.0 \text{ mm @ } 0.25 \text{ m}$	50
$\emptyset 6.0 \text{ mm @ } 0.20 \text{ m}$	141	$\emptyset 4.0 \text{ mm @ } 0.20 \text{ m}$	63
$\emptyset 6.0 \text{ mm @ } 0.15 \text{ m}$	189	$\emptyset 4.0 \text{ mm @ } 0.15 \text{ m}$	84
		$\emptyset 4.6 \text{ mm @ } 0.20 \text{ m}$	83
$\emptyset 6.0 \text{ mm @ } 0.10 \text{ m}$	283	$\emptyset 5.0 \text{ mm @ } 0.15 \text{ m}$	131
		$\emptyset 5.6 \text{ mm @ } 0.20 \text{ m}$	123
$\emptyset 9.0 \text{ mm @ } 0.35 \text{ m}$	182	$\emptyset 4.0 \text{ mm @ } 0.15 \text{ m}$	84
		$\emptyset 4.6 \text{ mm @ } 0.20 \text{ m}$	83
$\emptyset 9.0 \text{ mm @ } 0.30 \text{ m}$	212	$\emptyset 4.3 \text{ mm @ } 0.15 \text{ m}$	97
		$\emptyset 5.0 \text{ mm @ } 0.20 \text{ m}$	98
		$\emptyset 6.0 \text{ mm @ } 0.30 \text{ m}$	94
$\emptyset 9.0 \text{ mm @ } 0.25 \text{ m}$	255	$\emptyset 4.6 \text{ mm @ } 0.15 \text{ m}$	111
		$\emptyset 5.3 \text{ mm @ } 0.20 \text{ m}$	110
		$\emptyset 6.0 \text{ mm @ } 0.25 \text{ m}$	113
$\emptyset 9.0 \text{ mm @ } 0.20 \text{ m}$	318	$\emptyset 5.3 \text{ mm @ } 0.15 \text{ m}$	147
		$\emptyset 6.0 \text{ mm @ } 0.20 \text{ m}$	141
$\emptyset 9.0 \text{ mm @ } 0.15 \text{ m}$	424	$\emptyset 6.0 \text{ mm @ } 0.15 \text{ m}$	189
		$\emptyset 7.0 \text{ mm @ } 0.20 \text{ m}$	192
$\emptyset 9.0 \text{ mm @ } 0.10 \text{ m}$	636	$\emptyset 7.3 \text{ mm @ } 0.15 \text{ m}$	279
$\emptyset 12.0 \text{ mm @ } 0.30 \text{ m}$	377	$\emptyset 5.6 \text{ mm @ } 0.15 \text{ m}$	164
		$\emptyset 6.5 \text{ mm @ } 0.20 \text{ m}$	166
$\emptyset 12.0 \text{ mm @ } 0.25 \text{ m}$	453	$\emptyset 6.2 \text{ mm @ } 0.15 \text{ m}$	201
		$\emptyset 7.1 \text{ mm @ } 0.20 \text{ m}$	198
		$\emptyset 8.0 \text{ mm @ } 0.25 \text{ m}$	201
$\emptyset 12.0 \text{ mm @ } 0.20 \text{ m}$	566	$\emptyset 7.0 \text{ mm @ } 0.15 \text{ m}$	257
		$\emptyset 8.0 \text{ mm @ } 0.20 \text{ m}$	251
$\emptyset 12.0 \text{ mm @ } 0.15 \text{ m}$	754	$\emptyset 8.0 \text{ mm @ } 0.15 \text{ m}$	335
$\emptyset 12.0 \text{ mm @ } 0.10 \text{ m}$	1131	$\emptyset 9.0 \text{ mm @ } 0.125 \text{ m}$	509
		$\emptyset 10.0 \text{ mm @ } 0.15 \text{ m}$	524



3. ข้อพิจารณาหลักของการออกแบบแรงแผ่นดินไหว

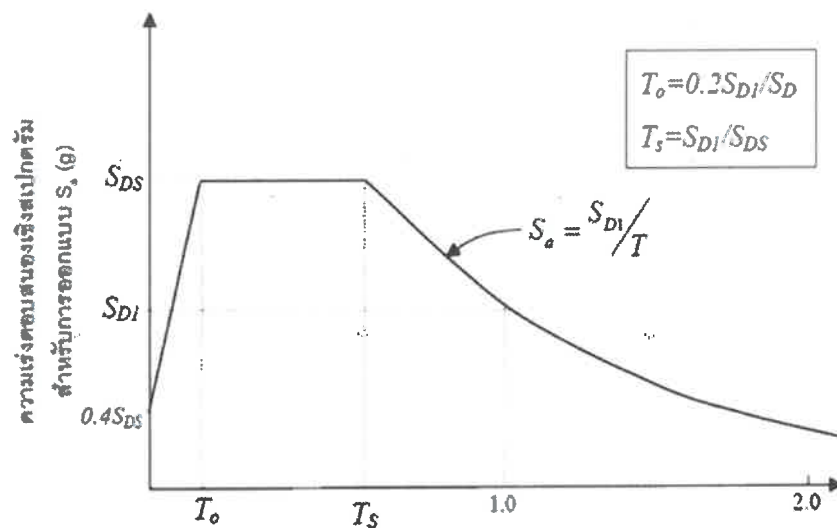
การออกแบบเพื่อกำหนดความแข็งแรงของชิ้นส่วน โครงสร้าง วิศวกรผู้ออกแบบได้เลือกใช้วิธีสเปกตรัมการตอบสนองแบบโหมด (Modal Response Spectrum Analysis)

วิธีสเปกตรัมการตอบสนองแบบโหมด

ในการออกแบบด้วยวิธีสเปกตรัมการตอบสนองแบบโหมด (Modal Response Spectrum Analysis) ได้ทำการวิเคราะห์โครงสร้างเพื่อคำนวณค่าคาบการสั่นและรูปร่างโหมดธรรมชาติของการสั่นไหวของโครงสร้าง โดยใช้แบบจำลองอาคารที่จำลองมวลและสติเฟนสของโครงสร้างอาคารอย่างถูกต้อง

จำนวนของโหมดที่ต้องพิจารณา

ในการวิเคราะห์จะต้องพิจารณารวมการตอบสนองจากหลายโหมดโดยจำนวนโหมดที่พิจารณาจะต้องเพียงพอที่จะทำให้ผลรวมของน้ำหนักประสิทธิผลเชิงโหมด (Effective Modal Weight, or Modal Weight Participation) มีค่าไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 ของน้ำหนักประสิทธิผลทั้งหมดของอาคาร สำหรับแต่ละทิศทางของแผ่นดินไหวในแนวราบที่ตั้งฉากกัน



สเปกตรัมผลการตอบสนองสำหรับการออกแบบด้วยวิธีเชิงพลศาสตร์สำหรับ $S_{DI} < S_{DS}$

Earthquake Loads

สเปกตรัมผลการตอบสนองสำหรับการออกแบบด้วยวิธีเชิงพลศาสตร์สำหรับ $S_{DI} > S_{DS}$

การออกแบบแรงที่เกิดแผ่นดินไหวได้ประยุกต์ใช้ Response Spectrum curve และใช้ค่า Response reduction factor $R = 4 - 5$ และอาคารได้มีการวิเคราะห์สำหรับทิศทางของแรงที่เกิดจากการเกิดแผ่นดินไหว จำนวน 6 กรณี

กรณีที่ 1 X-1 : ทิศทางหลักในด้านแกน X

กรณีที่ 2 X-1 : ทิศทางหลักในด้านแกน X และมีการเอียงศูนย์ +5%

กรณีที่ 3 X-1 : ทิศทางหลักในด้านแกน X และมีการเอียงศูนย์ -5%

กรณีที่ 4 Y-1 : ทิศทางหลักในด้านแกน Y

กรณีที่ 5 Y-1 : ทิศทางหลักในด้านแกน Y และมีการเอียงศูนย์ +5%

กรณีที่ 6 Y-1 : ทิศทางหลักในด้านแกน Y และมีการเอียงศูนย์ -5%

กรณีที่มีการเอียงศูนย์ $\pm 5\%$ จะดูผลกระทบของโมเมนต์บิดที่เกิดจากแรงเนื่องจากการเกิดแผ่นดินไหว

นายธรรต พงษ์ไธสง (วช.1703)

วิศวกรออกแบบโครงสร้าง

17

4. ข้อพิจารณาหลักของการออกแบบแรงลม

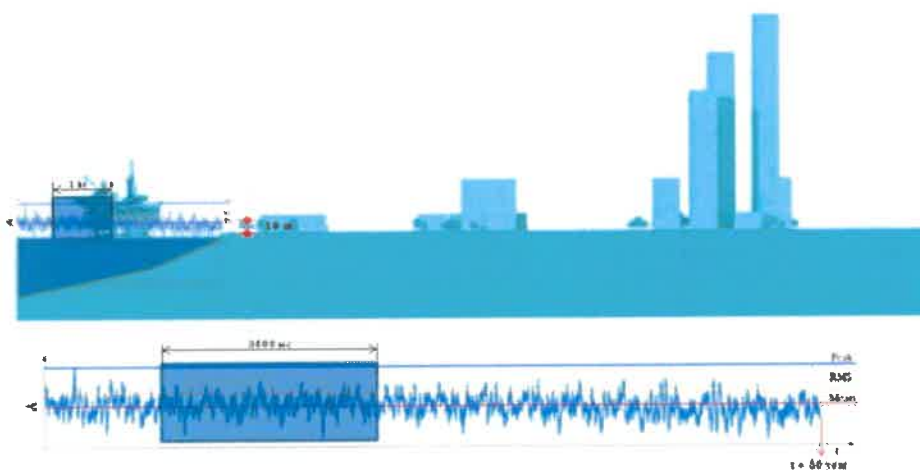
ในการออกแบบอาคาร จำเป็นต้องพิจารณาถึงผลกระทบจากแรงลมในรูปแบบต่างๆ ดังต่อไปนี้

(ก) ระบบโครงสร้างหลักของอาคาร องค์อาคาร และส่วนประกอบอื่นของอาคาร ต้องได้รับการออกแบบให้มีกำลัง (strength) และเสถียรภาพ (stability) ที่สูงเพียงพอที่จะสามารถต้านทานแรงลมหรือผลกระทบเนื่องจากลมได้อย่างปลอดภัยโดยไม่เกิดความเสียหายใดๆ

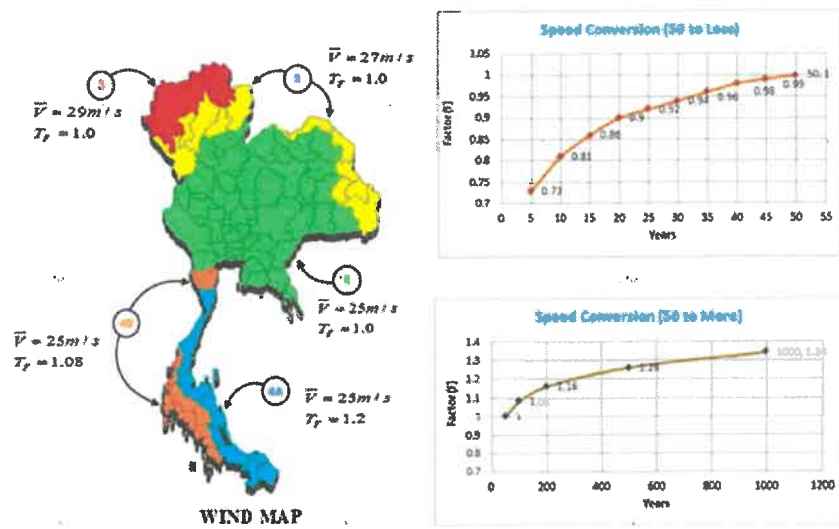
(ข) การโก่งตัวด้านข้าง (lateral deflection) ของอาคารเนื่องจากแรงลมจะต้องมีค่าน้อยเพียงพอที่จะไม่ก่อให้เกิดความเสียหายแก่องค์อาคารหลักและองค์อาคารรอง

(ค) การสั่นไหวของอาคาร (building motion) ที่เกิดจากลม ทั้งในทิศทางลม และทิศทางตั้งฉากกับทิศทางลม ต้องมีระดับที่ต่ำเพียงพอที่จะไม่ทำให้ผู้ใช้อาคารรู้สึกไม่สบายหรือเกิดอาการวิงเวียน

ค่าความเร็วลมพื้นฐานในการออกแบบจะพิจารณาที่ระดับความสูง 10 ม. จากผิวดินในลักษณะภูมิประเทศแบบโล่ง โดยมีรอบการเกิดที่ 50 ปี และคิดค่าเฉลี่ยที่ 1 ชั่วโมงและจะต้องคำนึงถึงค่า Typhon Factor



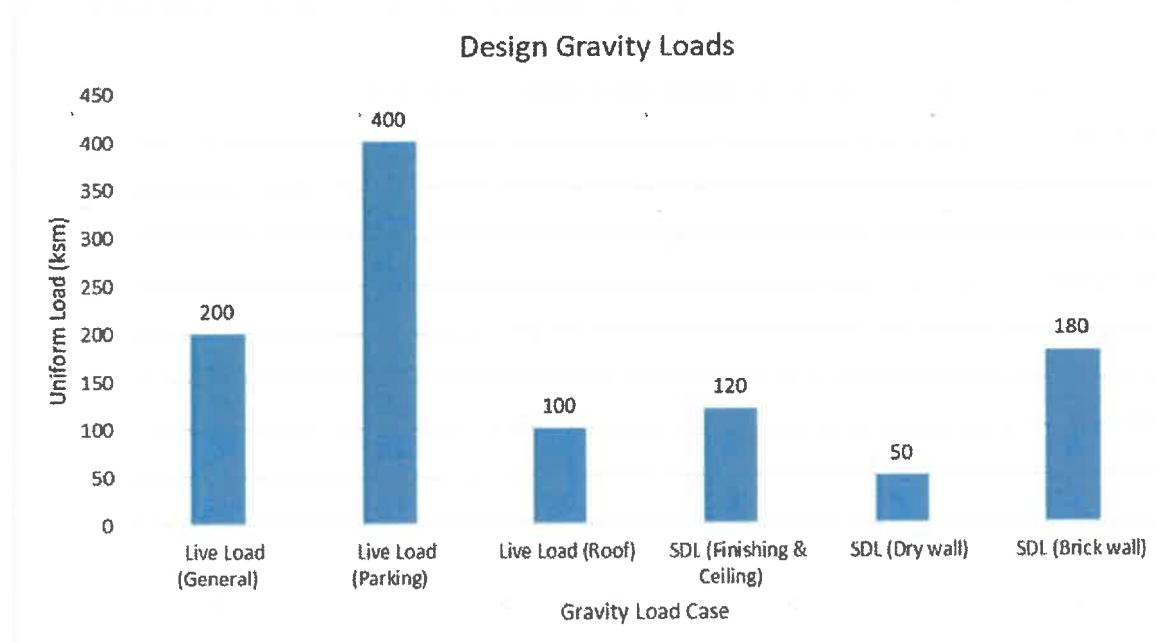
ตำแหน่งการตรวจวัดความเร็วลม



ค่าความเร็วลมและค่า TF ในโซนต่างๆของประเทศไทย

หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการออกแบบสำหรับ Gravity Load

Gravity Load Case	Uniform Load (Kg/m ²)
Live Load (General)	200
Live Load (Parking)	400
Live Load (Roof)	100
SDL (Finishing & Ceiling)	120
SDL (Dry wall)	50
SDL (Brick wall)	180



- The seismic loading shall be considered as per DPT-1302 for Bangkok region.
- Wind load per DBP 1311 shall be used for design of roof structures.

บทที่ 3 การวิเคราะห์โครงสร้าง

ภาพรวมการวิเคราะห์แบบ Finite Elements

บทนำ

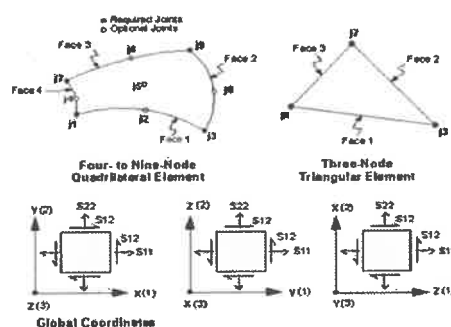
การออกแบบโครงสร้างของอาคารได้มีการใช้วิธีต่างๆ ในการออกแบบตั้งแต่วิธีการอย่างง่ายจนถึงวิธีการออกแบบขั้นสูงโดยจะสร้างแบบจำลองในรูปแบบของสามมิติที่ใกล้เคียงกับสภาพจริงของอาคารเพื่อที่จะวิเคราะห์และออกแบบให้ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงที่เกิดขึ้น ดังนั้นจึงได้นำเทคโนโลยีมาช่วยในการสร้างแบบจำลอง การให้รายละเอียดองค์ประกอบของอาคาร การใส่แรงที่กระทำต่างๆ กับอาคาร และทำการวิเคราะห์และออกแบบ

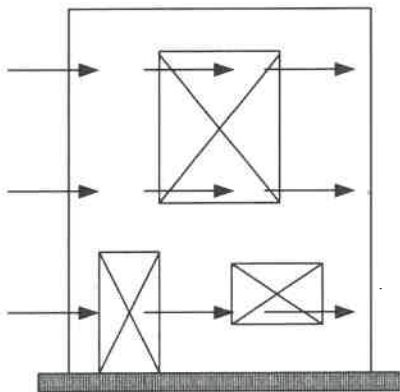
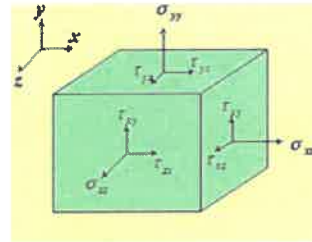
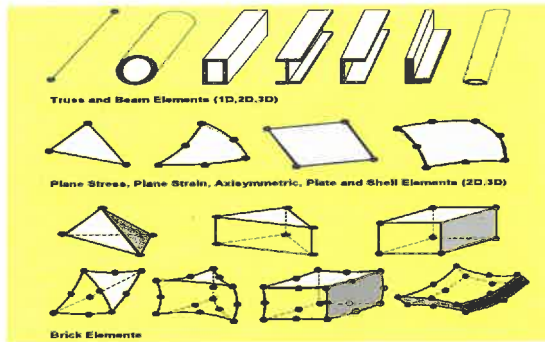
โปรแกรมหลักที่ใช้ในการออกแบบ

การที่จะสร้างแบบจำลองที่มีความซับซ้อนแบบสามมิตินั้นเป็นเรื่องที่ยากมากถ้าหากไม่นำเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ที่ทันสมัยมาช่วย ดังนั้นวิศวกรผู้ออกแบบจึงได้นำโปรแกรม ETABS version 9.7 มาใช้ในการสร้างแบบจำลองหลัก วิเคราะห์และออกแบบแบบจำลองหลักของอาคาร ส่วนแบบจำลองของส่วนประกอบที่เป็นพื้นและผนังได้นำโปรแกรม SAFE Version 12 และ SAP 2000 Version 14 มาใช้ในการสร้างแบบจำลอง การวิเคราะห์ และออกแบบส่วนประกอบต่างๆ ซึ่งในการสร้างแบบจำลองของส่วนประกอบต่างๆ นั้นได้ทำการเชื่อมโยงกับแบบจำลองหลักเพื่อป้องกันการผิดพลาดในขั้นตอนการสร้างแบบจำลองของส่วนประกอบต่างๆ โดยใช้การเชื่อมกันของโปรแกรม

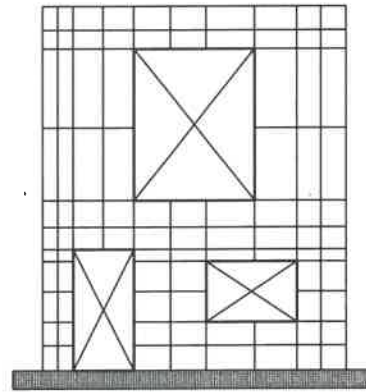
วิธีการสร้างแบบจำลองแบบสามมิติ

เพื่อที่จะวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างของอาคารให้ถูกต้องจำเป็นต้องสร้างแบบจำลองให้ตรงกับลักษณะจริงของชิ้นส่วนต่างๆ เช่น คาน เสา จะสร้างแบบจำลองที่เป็นชิ้นส่วนแบบหนึ่งมิติ พื้นและผนังจะสร้างแบบจำลองเป็นชิ้นส่วนแบบสองมิติดังแสดงในรูป

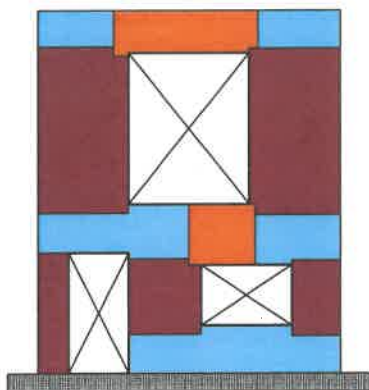




A: Shear Wall with Line Loads

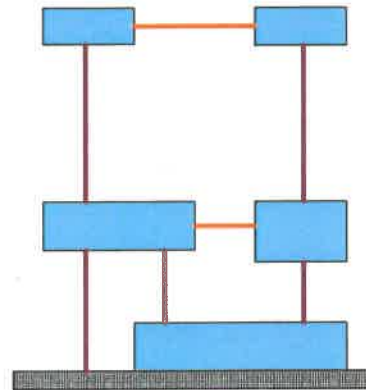


B: Finite Element Model



C: Define Beams & Columns

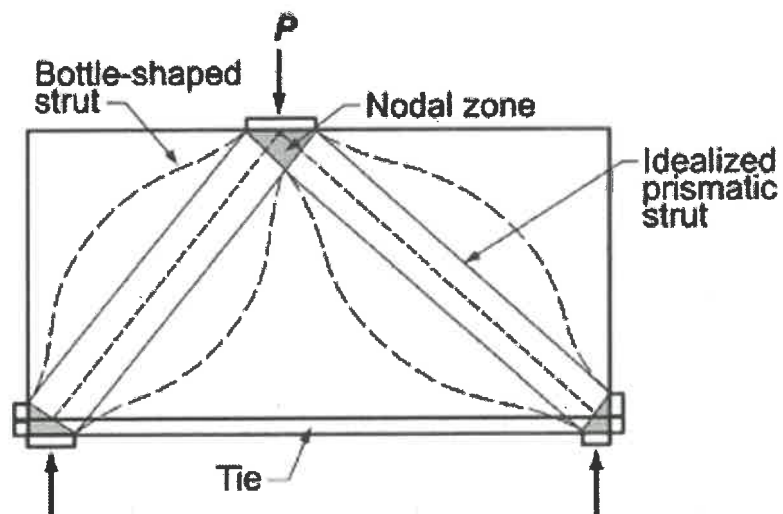
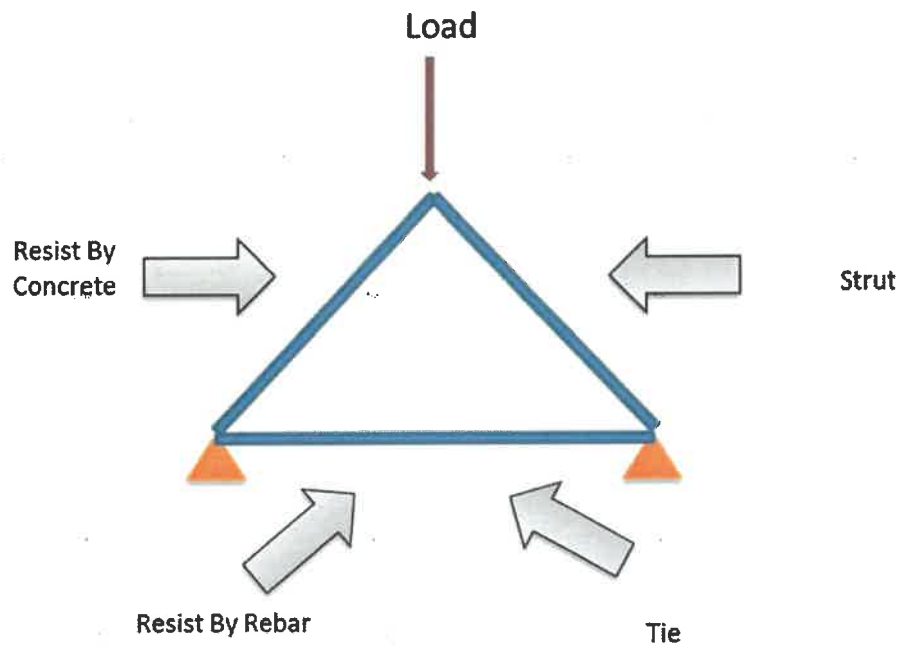
- Rigid Zones
- Beams
- Columns



D: Beam-Column Model

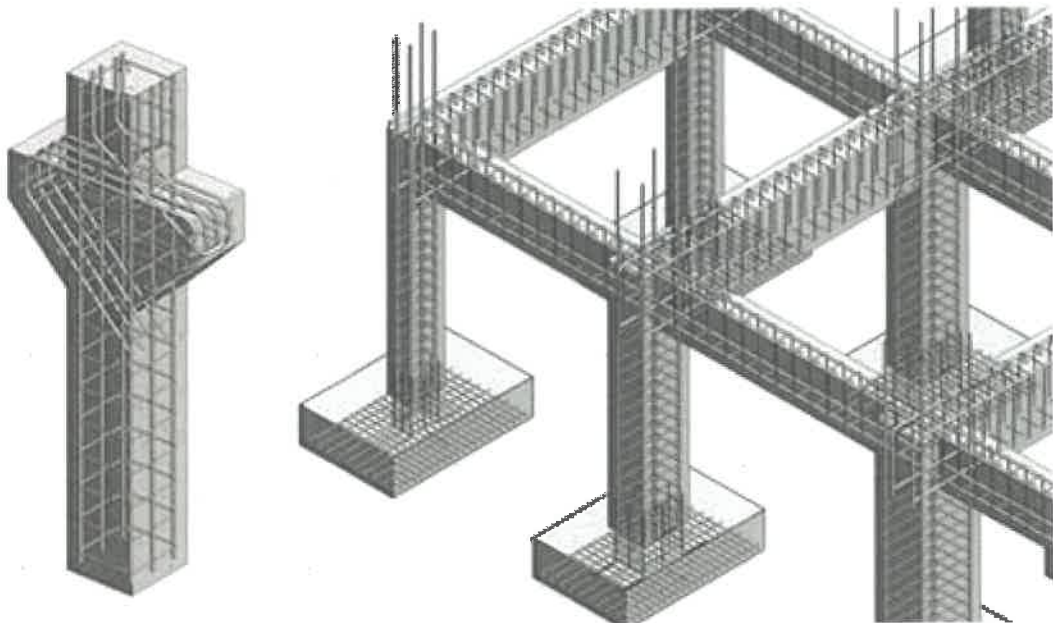
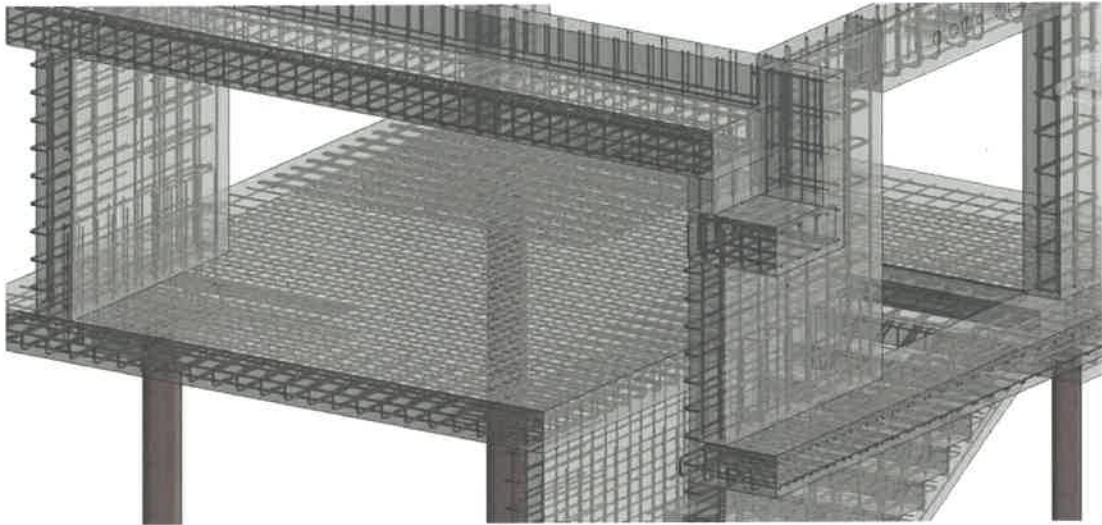
■ 3 DOF per rigid zone

ภาพรวมการวิเคราะห์ฐานราก

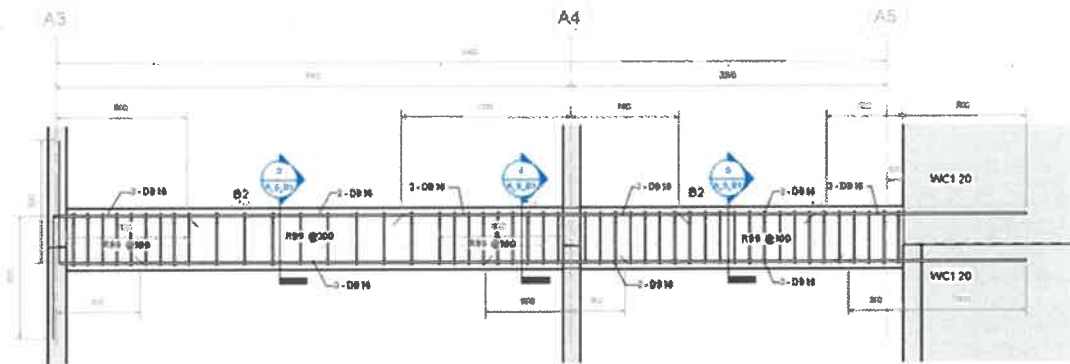


From: ACI318-2008

Structural Detailing



Rebar Detailing for EQ



Beam Rebar Detailing for EQ & another Load

บทที่ 4 การตรวจสอบความมั่นคงแข็งแรงของอาคาร

1.1 การต่อเติมดัดแปลงปรับปรุงตัวอาคาร

ในส่วนของการก่อสร้าง จะใช้รูปแบบโครงสร้างเดิมทั้งหมด และมีการเพิ่มบันไดเหล็กสำหรับใช้เป็นบันไดหนีไฟซึ่งอยู่ด้านหลังของอาคาร

1.2 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักบรรทุกบนพื้นอาคาร

ประเภทและส่วนต่างๆ ของอาคาร	หน่วยน้ำหนักบรรทุกทุกจุดเป็น กิโลกรัมต่อตารางเมตร
(1) หลังคา	30
(2) กันสาดหรือหลังคาคอนกรีต	100
(3) ที่พักอาศัย โรงเรียนอนุบาล ห้องน้ำ ห้องส้วม	150
(4) ห้องแถว ตึกแถวที่ใช้พักอาศัย อาคารชุด หอพัก โรงแรมและห้องคนใช้ พิเศษของโรงพยาบาล	200
(5) สำนักงาน ธนาคาร	250
(6) (ก) อาคารพาณิชย์ ส่วนของห้องแถว ตึกแถวที่ใช้เพื่อการพาณิชย์ มหาวิทยาลัย วิทยาลัย โรงเรียน โรงพยาบาล	300
(ข) ห้องโถง บันได ช่องทางเดินของอาคารชุด หอพัก โรงแรม สำนักงาน และธนาคาร	300
(7) (ก) ตลาด อาคารสรรพสินค้า หอประชุม โรงมหรสพ ภัตตาคาร ห้อง ประชุม ห้องอ่านหนังสือในห้องสมุดหรือหอสมุด ที่จอดรถหรือเก็บรถ ยนต์นั่ง หรือรถจักรยานยนต์	400
(ข) ห้องโถง บันได ช่องทางเดินของอาคาร พาณิชยกรรมมหาวิทยาลัย วิทยาลัยและโรงเรียน	400
(8) (ก) คลังสินค้า โรงกีฬา พิพิธภัณฑ์ อิมจันทร์ โรงงานอุตสาหกรรม โรง พิมพ์ ห้องเก็บเอกสารและพัสดุ	500
(ข) ห้องโถง บันได ช่องทางเดินของตลาด อาคารสรรพสินค้า ห้อง ประชุม หอประชุม โรงมหรสพ ภัตตาคาร ห้องสมุดและหอสมุด	500
(9) ห้องเก็บหนังสือของห้องสมุดหรือหอสมุด	600
(10) ที่จอดรถหรือเก็บรถยนต์บรรทุกทุกประเภท	800

1.2 การเปลี่ยนสภาพการใช้อาคาร

อาคารเดิมถูกออกแบบเป็นอาคารหอพัก เพื่อใช้พักอาศัยซึ่งใช้น้ำหนักบรรทุกจรในการออกแบบไม่น้อยกว่า 200 กก./ตร.ม. สำหรับอาคารที่จะปรับปรุงใช้เพื่อเป็นอาคารพักอาศัยเช่นกัน ดังนั้นน้ำหนักบรรทุกจรที่ใช้ในการออกแบบอาคารเดิม ไม่แตกต่างกับน้ำหนักบรรทุกจรที่ใช้ในการออกแบบใหม่

1.3 การเปลี่ยนวัสดุก่อสร้างหรือวัสดุตกแต่งอาคาร

วัสดุของงานก่อสร้างโครงสร้างเดิมไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลง รวมถึงวัสดุตกแต่งแบบอาคารเดิมใช้เป็นผนังก่ออิฐฉาบปูน สำหรับอาคารที่ปรับปรุงใหม่ยังคงวัสดุผนังไว้เหมือนเดิม

1.4 การชำรุดสึกหรอของอาคาร

จากการตรวจสอบอาคารเบื้องต้นด้วยสายตา เป็นการสำรวจมิติต่างๆของอาคารทางกายภาพ เช่นการสำรวจสภาพภายนอกและสภาพภายในของอาคาร ตรวจสอบสภาพการใช้พื้นที่ของอาคารรูปแบบของอาคาร และชนิดของโครงสร้างอาคาร สภาพโครงสร้างทั่วไปยังคงมีความมั่นคงแข็งแรง ไม่เห็นรอยร้าวที่มีนัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่องานโครงสร้าง

1.5 การวิบัติของโครงสร้างอาคาร และการหลุดตัวของฐานราก

ตรวจสอบการเอียงของอาคาร โครงสร้างโดยรวมไม่พบการเอียงของอาคาร ที่เกิดจากการหลุดตัวที่จะก่อให้เกิดการวิบัติได้ ซึ่งภาพรวมของอาคารอยู่สภาพพร้อมใช้งาน

บทที่ 5 รูปถ่ายประกอบอาคารเดิม

รูปถ่ายประกอบอาคาร โรงแรมวิสราญสูง 4 ชั้น และคาดฟ้า , และสโมสรสูง 2 ชั้น

อาคาร โรงแรม



รูปที่ 5-1 : รูปถ่ายภายนอก



รูปที่ 5-2 : รูปถ่ายภายในทางเดินในอาคาร



รูปที่ 5-3 : รูปถ่ายภายในอาคารชั้น 1



รูปที่ 5-4 : รูปถ่ายชั้นคานฟ้า



รูปที่ 5-5 : รูปถ่ายภายในบันไดและระเบียงอาคาร



รูปที่ 5-6 : รูปถ่ายภายในห้องพัก

อาคารสโมสร



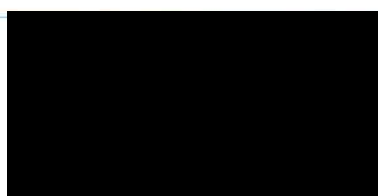
รูปที่ 5-7 : รูปถ่ายภายนอกอาคาร



รูปที่ 5-8 : รูปถ่ายภายในชั้น 1



รูปที่ 5-9 : รูปถ่ายภายในชั้น 1





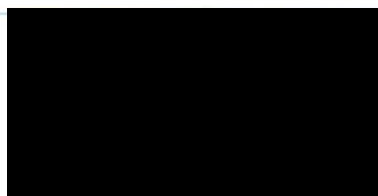
รูปที่ 5-10 : รูปถ่ายภายในบันได 1 และ 2



รูปที่ 5-11 : รูปถ่ายภายในชั้น 2 และ ระเบียง



รูปที่ 5-12 : รูปถ่ายภายในชั้น 2

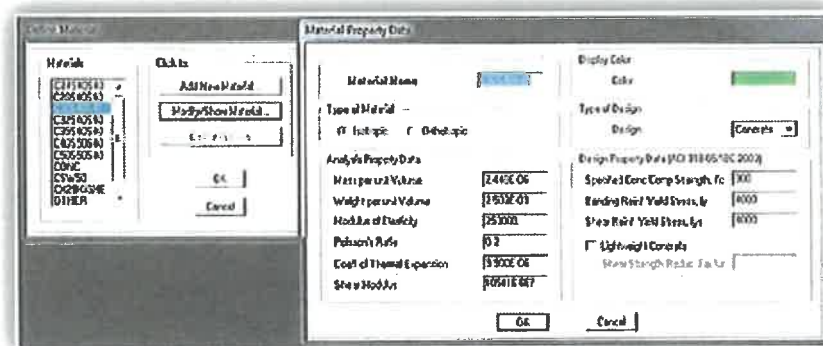


บทที่ 6 การสร้างแบบจำลองเพื่อการวิเคราะห์โครงสร้าง

การวิเคราะห์โครงสร้างแบบ 3 มิติ โดยใช้วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์

การออกแบบโครงสร้างจะใช้ข้อกำหนด มาตรฐาน วิธีการออกแบบและ เทคนิค ล่าสุดซึ่งเป็นที่ยอมรับในปัจจุบันคือการวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างด้วยโปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบซึ่งมีพื้นฐานของการวิเคราะห์แบบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ รวมทั้งจะทำการออกแบบโดยคำนึงถึงปัจจัยที่จะให้ได้โครงสร้างที่มีราคาก่อสร้างที่ต่ำสุดภายใต้ระบบที่ได้รับการอนุมัติจากทางเจ้าของโครงการที่ รายละเอียดการออกแบบประกอบไปด้วยขั้นตอนโดยย่อดังนี้

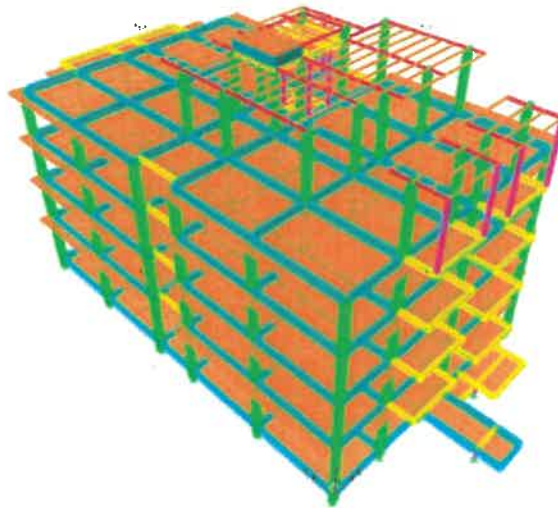
- จัดวางโครงสร้างที่ใช้ในการรับน้ำหนักบรรทุกในแนวตั้ง แรงในแนวนอนเช่นแรงลมและแรงแผ่นดินไหวโดยมีความสอดคล้องกับแบบสถาปัตยกรรมและข้อจำกัดอื่นๆ ของโครงการเช่น ข้อจำกัดในเงื่อนไขเวลาก่อสร้าง สภาพหน้างาน งบประมาณ เป็นต้น
- เลือกและกำหนดชั้นวัสดุที่ใช้กับอาคารเช่นคอนกรีต เหล็กเสริม เหล็กรูปพรรณ



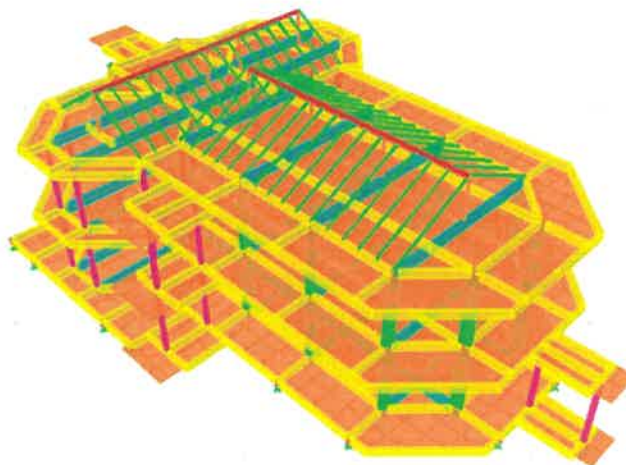
รูปที่ 6-1 : กำหนดชั้นวัสดุที่ใช้กับอาคารเช่นคอนกรีต เหล็กเสริม เหล็กรูปพรรณ

แบบจำลอง 3 มิติเพื่อการวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้าง

- ทำการสร้างแบบจำลอง 3 มิติโดยยึดขนาดเสา ผนังรับแรง คานและพื้นที่ประเมนในเบื้องต้น
 - ทำการจำลองเสาและคานเป็น *Line Element* ส่วนพื้นและผนังจำลองเป็น *Plate Element* รอยต่อถูกจำลองโดยใช้เทคนิคพิเศษให้ตรงกับพฤติกรรมจริงและการออกแบบรายละเอียดในการก่อสร้างจุดรองรับที่ฐานจำลองเป็นจุดยึดรั้งหรือเป็นจุดยึดแบบยึดหยุ่น



รูป 6-2 : แบบจำลอง 3 มิติเพื่อการวิเคราะห์และตรวจสอบโครงสร้าง อาคารโรงแรม



รูป 6-3 : แบบจำลอง 3 มิติเพื่อการวิเคราะห์และตรวจสอบโครงสร้าง อาคารสโมสร

การวิเคราะห์โครงสร้าง - Load Cases & Combinations

Service Combinations

No.	Combination Name	Combination Details
1	SERV1	DEAD + LIVE
2	SERV2	0.75 (DEAD+LIVE+WINDX)
3	SERV3	0.75 (DEAD+LIVE-WINDX)
4	SERV4	0.75 (DEAD+LIVE+WINDY)
5	SERV5	0.75 (DEAD+LIVE-WINDY)
6	SERV6	DEAD + WINDX
7	SERV7	DEAD – WINDX
8	SERV8	DEAD + WINDY
9	SERV9	DEAD – WINDY
10	SERVENV1_DEFL	Envelope of SERV 1 to 9
11	SERVENV2_FOUND	Envelope of SERV 1 to 9

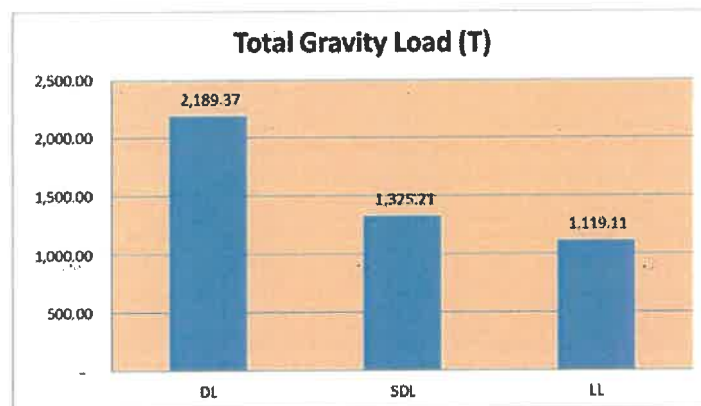
Strength Combinations

No.	Combination Name	Combination Details
1	STR1	$1.4\sum DL$
2	STR2	$1.4\sum DL + 1.7(\sum LL + \sum RLL)$
3	STR3	$0.75[1.4\sum DL + 1.7(\sum LL + \sum RLL) + 1.7WL]$
4	STR4	$0.75[1.4\sum DL + 1.7(\sum LL + \sum RLL) - 1.7WL]$
5	STR5	$0.9\sum DL + 1.3WL$
6	STR6	$0.9\sum DL - 1.3WL$
7	STR7	$[1.2\sum DL + 0.5(\sum LL + \sum RLL) + 1.0E]$
8	STR8	$[1.2\sum DL + 0.5(\sum LL + \sum RLL) - 1.0E]$
9	STR9	$(0.9\sum DL + 1.0E)$
10	STR10	$(0.9\sum DL - 1.0E)$

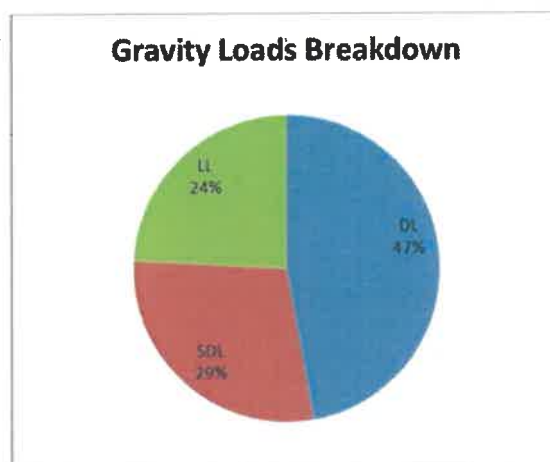
บทที่ 7 ผลการวิเคราะห์โครงสร้าง

การวิเคราะห์โครงสร้าง – Lateral Load Results

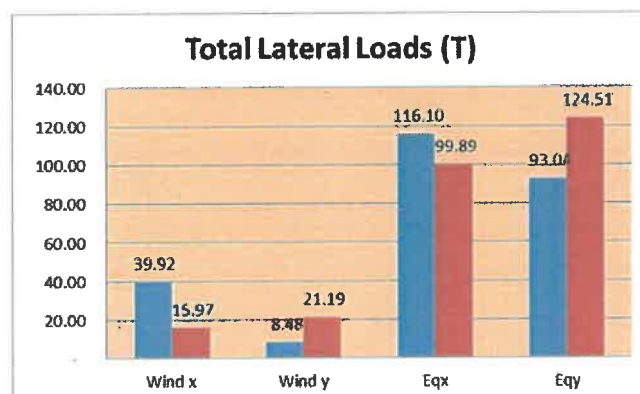
อาคารโรงแรม



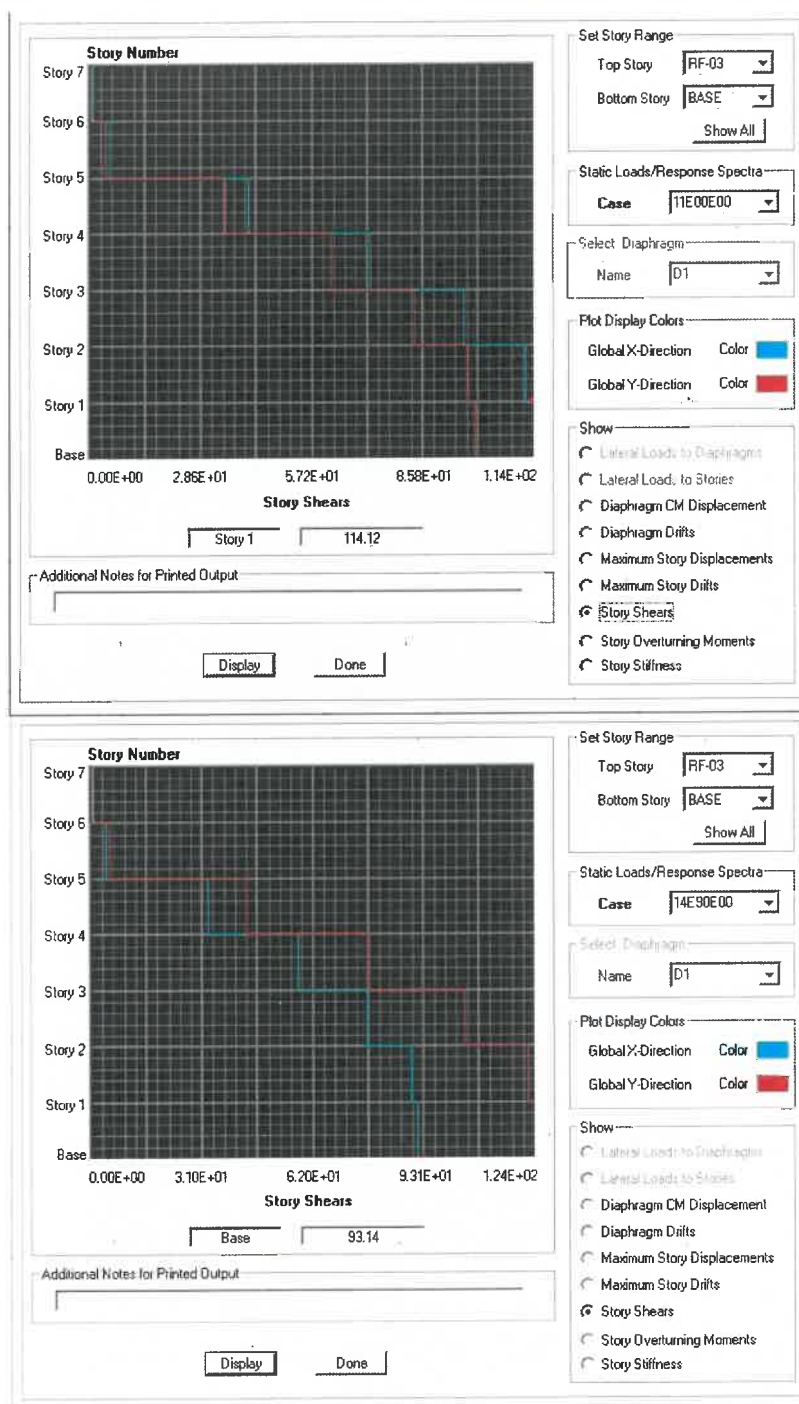
รูปที่ 7-1: อาคาร โรงแรม - แรงปฏิกิริยาทั้งหมด (ตัน)



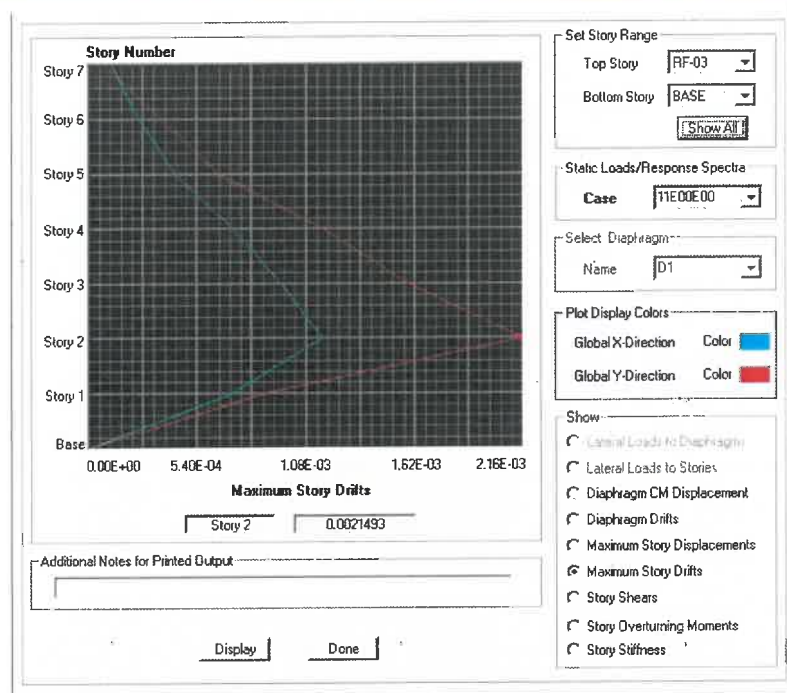
รูปที่ 7-2 : อาคาร โรงแรม – ร้อยละของแรงปฏิกิริยา



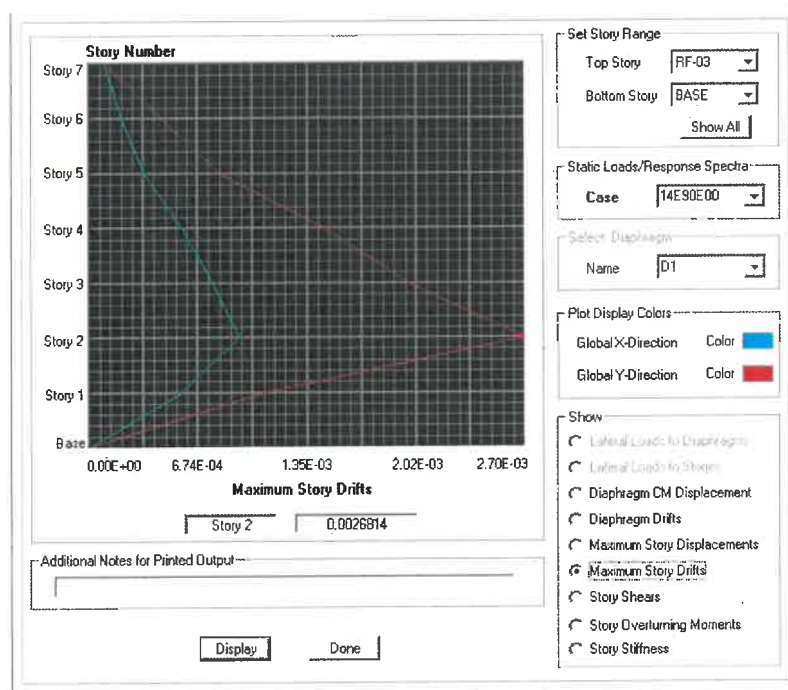
รูปที่ 7-3: อาคาร โรงแรม – แรงกระทำด้านข้าง (ตัน)



รูปที่ 7-4 : กราฟแสดงแรงกระทำด้านข้างต่ออาคาร โรงแรม (T)

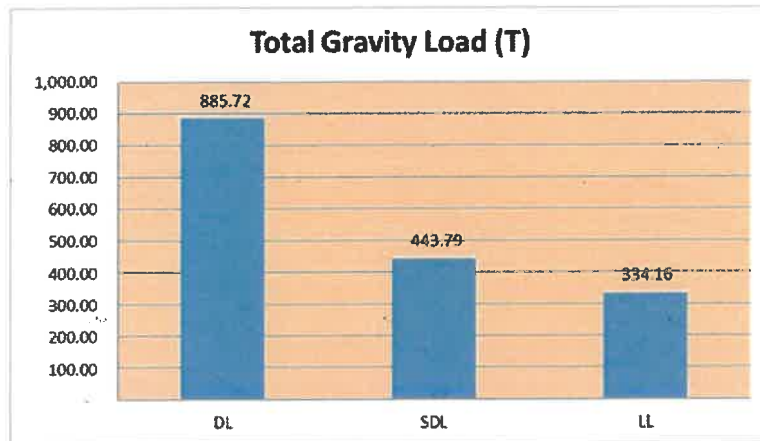


รูปที่ 7-5 : ค่าการเคลื่อนตัวระหว่างชั้นอาคาร โรงแรม (EX)

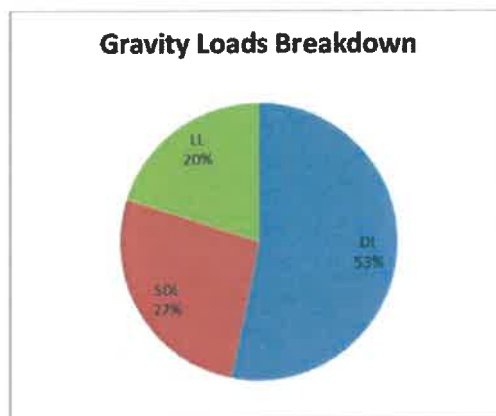


รูปที่ 7-6 : ค่าการเคลื่อนตัวระหว่างชั้นอาคาร โรงแรม (EY)

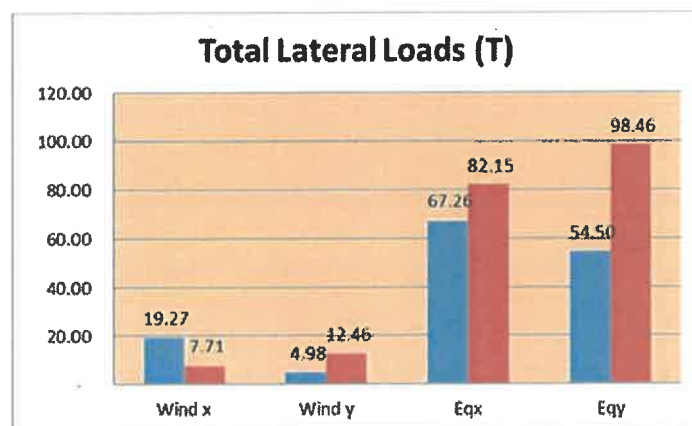
อาคารสโมสร



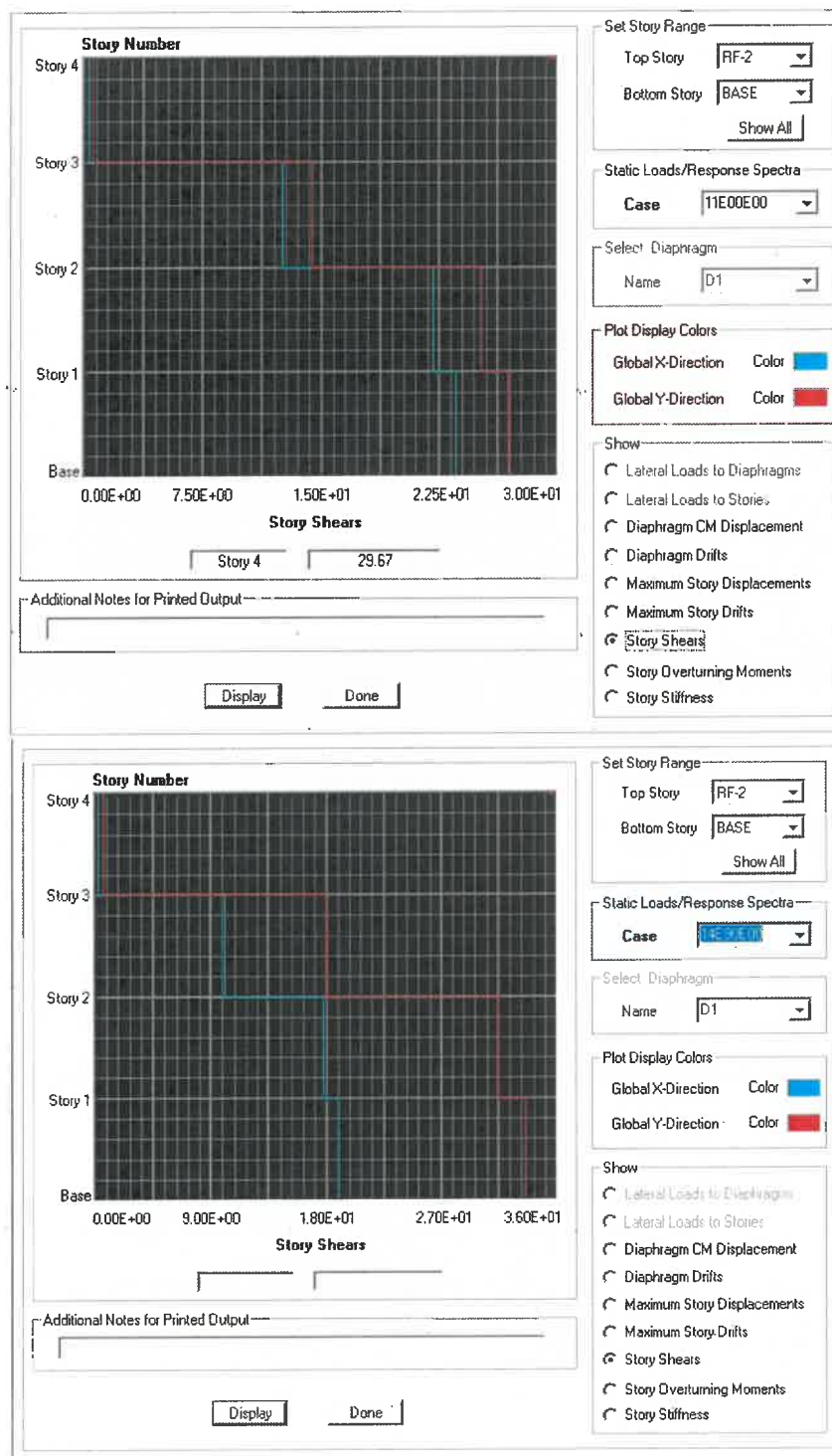
รูปที่ 7-7 : อาคารสโมสร- แรงปฏิกิริยาทั้งหมด (ตัน)



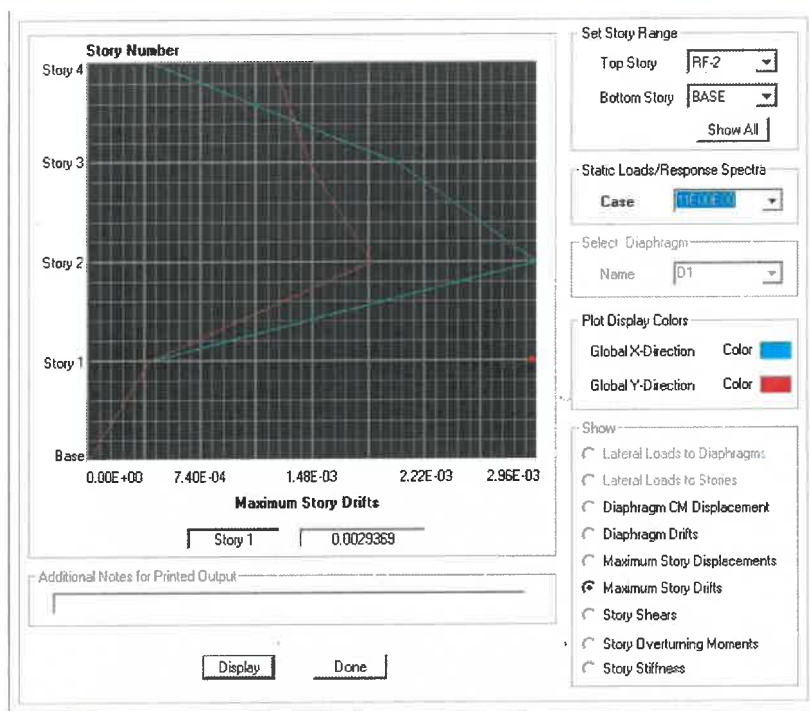
รูปที่ 7-8 : อาคารสโมสร - ร้อยละของแรงปฏิกิริยา



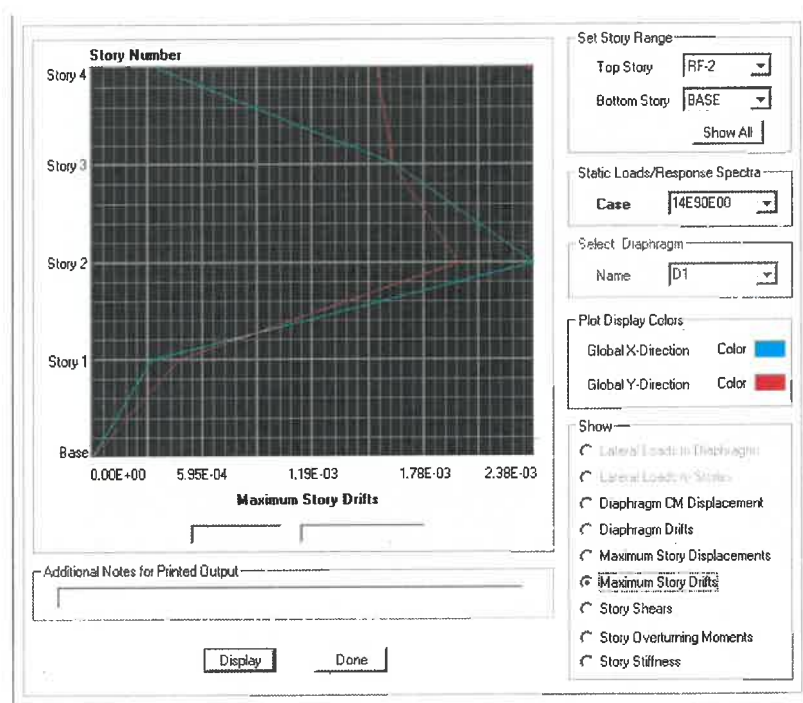
รูปที่ 7-9 : อาคารสโมสร - แรงกระทำด้านข้าง (ตัน)



รูปที่ 7-10 : กราฟแสดงแรงกระทำด้านข้างต่ออาคารสมิสร (T)



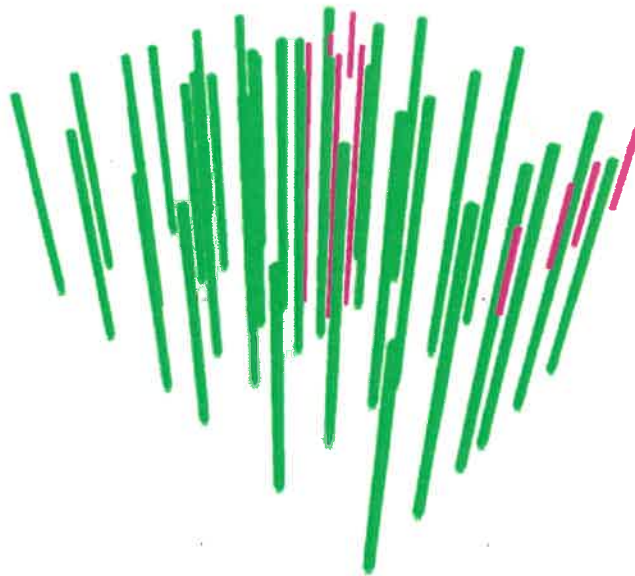
รูปที่ 7-11 : ค่าการเคลื่อนตัวระหว่างชั้นอาคารสมิสร (EX)



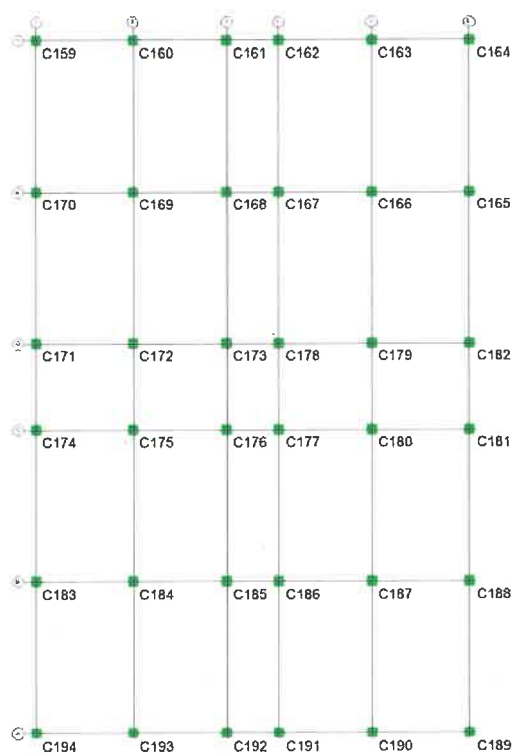
รูปที่ 7-12 : ค่าการเคลื่อนตัวระหว่างชั้นอาคารสมิสร (EY)

บทที่ 8 การออกแบบเสา

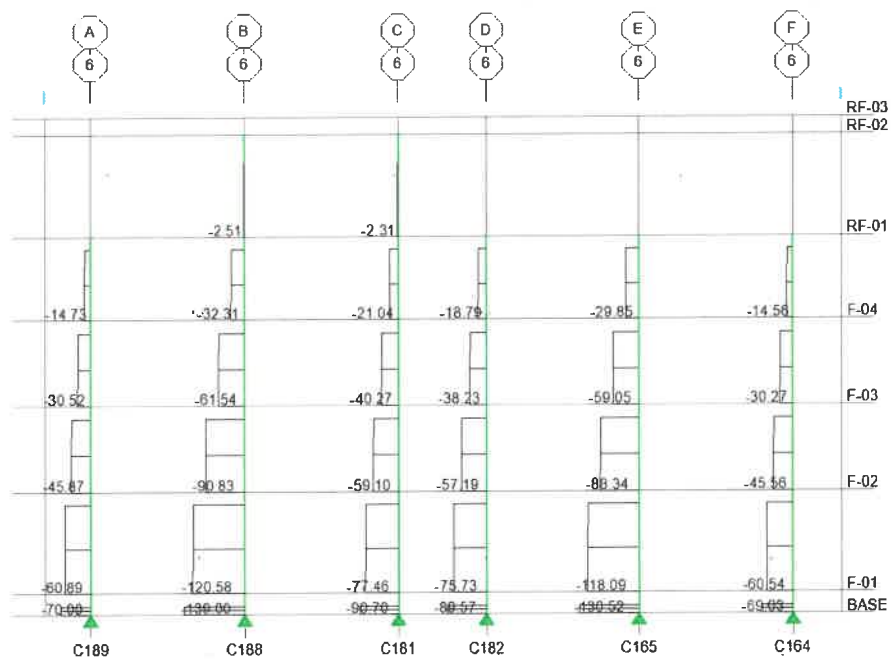
8.1 ออกแบบเสา อาคารโรงแรม



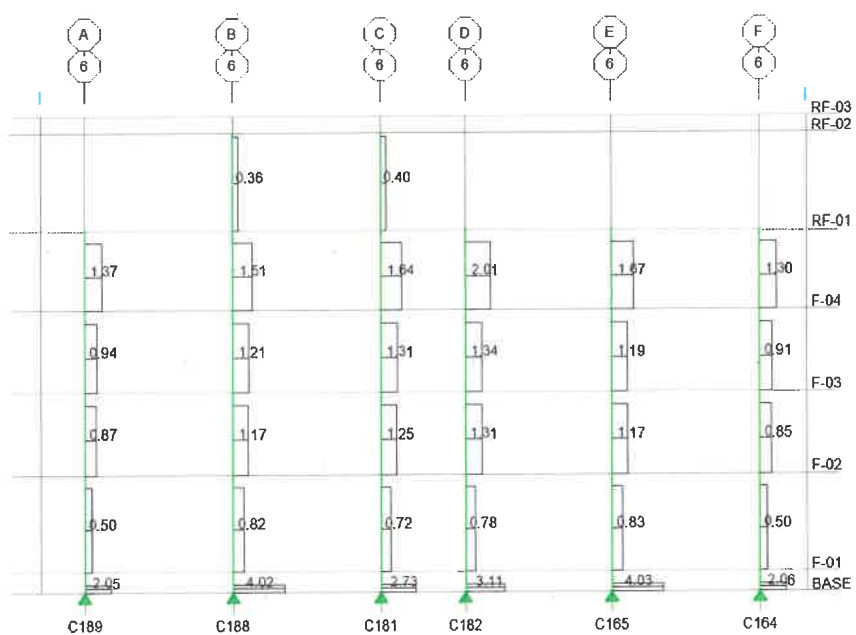
รูปที่ 8-1 : โครงสร้างเสาขนาด 3 เมตร



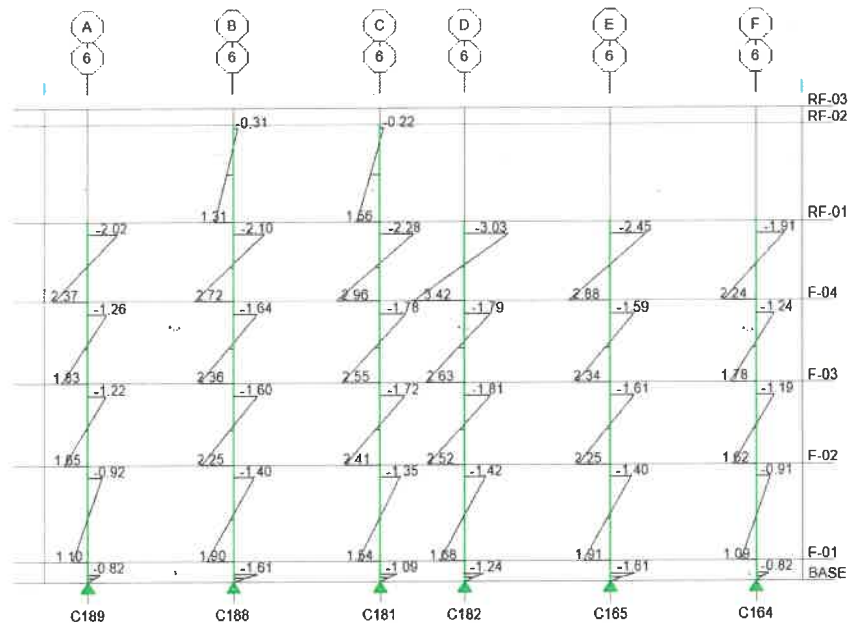
รูปที่ 8-2 : แผนแสดงตำแหน่งเสา



รูปที่ 8-3 : แผนภาพแรงตามแนวแกนของเสา ค.ส.ล. (ตัน)



รูปที่ 8-4 : แผนภาพแรงเฉือนของเสา ค.ส.ล. (ตัน)

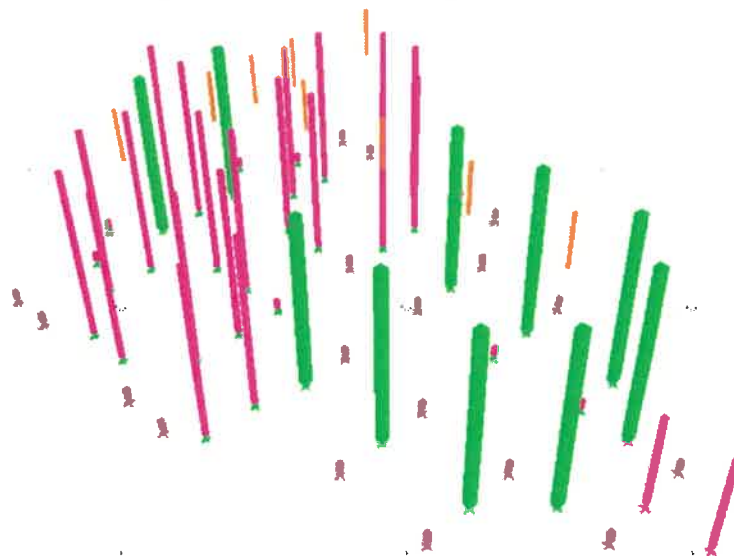


รูปที่ 8-5 : แผนภาพ โมเมนต์ของเสา ค.ส.ล. (คันทันเมตร)

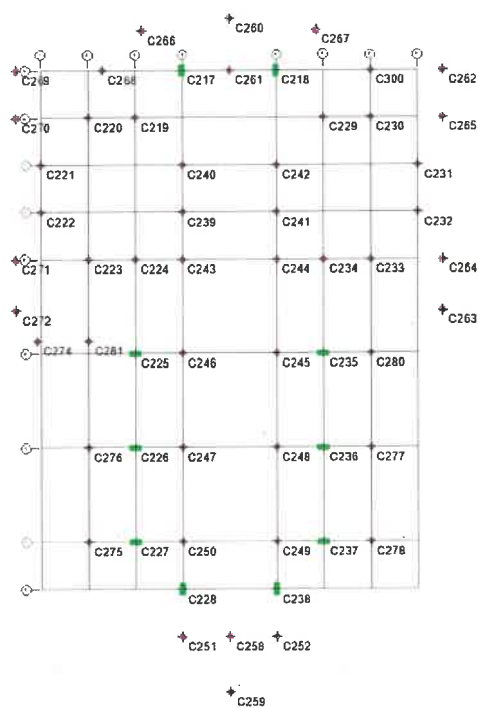
ACI 318-99 COLUMN SECTION DESIGN Type: Sway Special Units: Ton-m (Summary)					
Level :	F-01	L=1.000	D=0.400	dc=0.040	
Element :	C181	B=0.400	E=2342380.000	Fc=2400.000	Lt.Wt. Fac.=1.000
Section ID :	C400X400C24	Fy=40000.000	Fys=24000.000		
Combo ID :	DCOM26	RLLF=0.500			
Station Loc :	0.400				
Phi(Compression-Spiral):	0.750	Overstrength Factor: 1.25			
Phi(Compression-Tied):	0.700				
Phi(Tension):	0.900				
Phi(Bending):	0.900				
Phi(Shear/Torsion):	0.850				
AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN FOR PU, M2, M3					
Rebar Area	Design Pu	Design M2	Design M3	Minimum M2	Minimum M3
0.002	76.078	2.554	-0.090	2.072	2.072
AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT FACTORS					
	Cn Factor	Delta ns Factor	Delta s Factor	K Factor	L Length
Major Bending(M3)	1.000	1.001	1.000	1.000	0.400
Minor Bending(M2)	1.000	1.001	1.000	1.000	0.400
SHEAR DESIGN FOR U2,U3					
	Rebar Av/s	Shear Vu	Shear phi*Uc	Shear phi*Us	Shear Up
Major Shear(U2)	0.000	4.088	13.456	0.000	4.088
Minor Shear(U3)	5.059E-04	10.529	13.456	4.383	10.529
JOINT SHEAR DESIGN					
	Joint Shear Ratio	Shear VuTop	Shear VuTot	Shear phi*Uc	Joint Area
Major Shear(U2)	0.314	4.088	21.019	67.838601.11	0.160
Minor Shear(U3)	0.682	10.529	45.699	67.838601.11	0.160
(6/5) BEAM/COLUMN CAPACITY RATIOS					
	Major Ratio	Minor Ratio			
	0.261	0.503			

รูปที่ 8-6 : รายการคำนวณของเสา C(400x400) (คิดเป็น % ต่อหน้าตัดเสา)

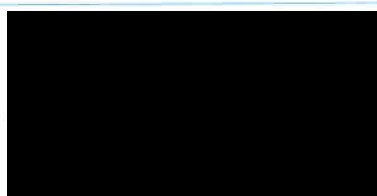
8.2 ออกแบบเสา อาคารสโมสร

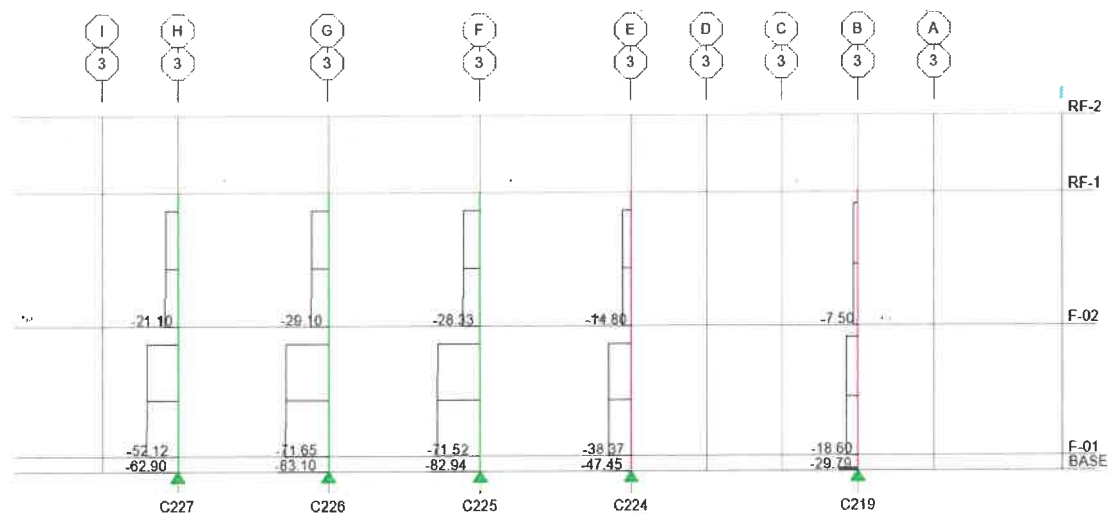


รูปที่ 8-7 : โครงสร้างเสาของ 3 มิติ

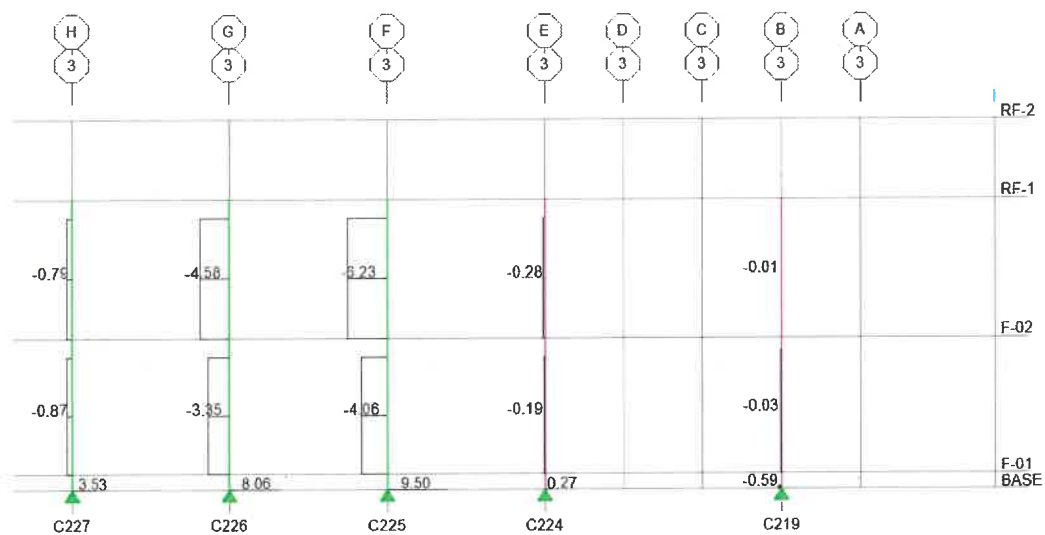


รูปที่ 8-8 : แผนแสดงตำแหน่งเสา

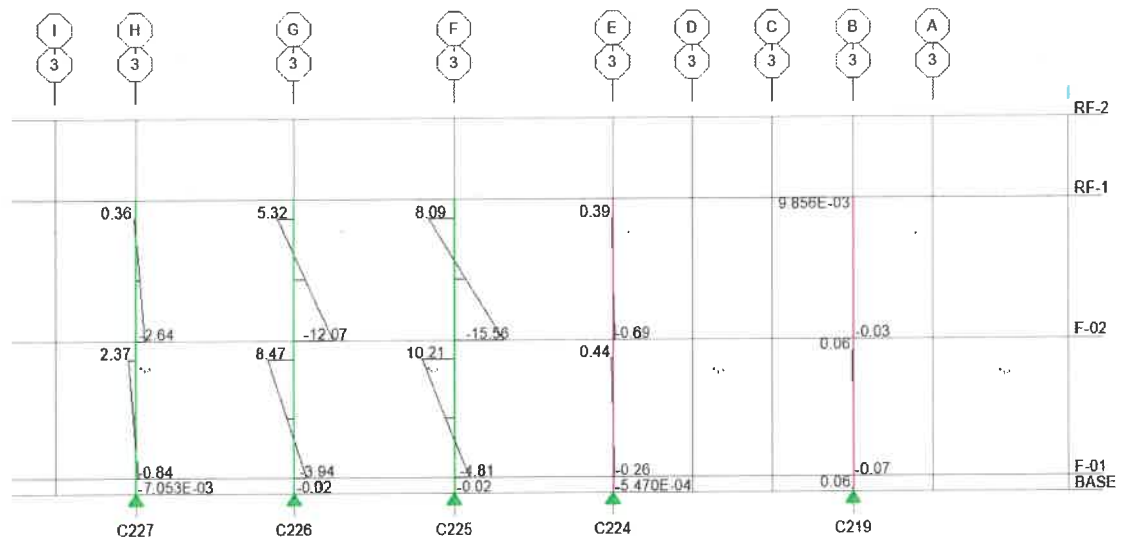




รูปที่ 8-9 : แผนภาพแรงตามแนวแกนของเสา ค.ส.ล. (ตัน)



รูปที่ 8-10 : แผนภาพแรงเฉือนของเสา ค.ส.ล. (ตัน)



รูปที่ 8-11 : แผนภาพ โมเมนต์ของเสา ค.ส.ล. (ตัน-เมตร)

ACI 318-99 COLUMN SECTION DESIGN		Type: Sway Special Units: Ton-m (Summary)			
Level	F-01	L=0.500	B=0.200	D=0.200	dc=0.040
Element	C219	E=2342300.000	Fc=24000.000	Fys=24000.000	Lt.Wt. Fac.=1.000
Section ID	C200X200C24				
Combo ID	DCOM14				
Station Loc	0.100	RLLF=0.879			
Phi(Compression-Spiral): 0.750					
Phi(Compression-Tied): 0.700					
Phi(Tension): 0.900					
Phi(Bending): 0.900					
Phi(Shear/Torsion): 0.850					
AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN FOR PU, M2, M3					
	Rebar Area	Design Pu	Design M2	Design M3	Minimum M2
	4.000E-04	22.688	0.482	0.049	0.482
AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT FACTORS					
	Factor	Delta ns	Delta s	K	L
Major Bending(M3)	0.600	1.000	1.000	1.000	0.100
Minor Bending(M2)	0.600	1.000	1.000	1.000	0.100
SHEAR DESIGN FOR U2,U3					
	Rebar pu/s	Shear uu	Shear phi*uc	Shear phi*us	Shear Up
Major Shear(U2)	0.000	0.489	3.136	0.000	0.000
Minor Shear(U3)	0.000	0.832	3.136	0.000	0.000
JOINT SHEAR DESIGN					
	Joint Shear Ratio	Shear uuTop	Shear uuTot	Shear phi*uc	Joint Area
Major Shear(U2)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Minor Shear(U3)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
(6/5) BEAM/COLUMN CAPACITY RATIOS					
	Major Ratio	Minor Ratio			
	N/A	N/A			
Notes:					
N/A: Not Applicable					
N/C: Not Calculated					
N/M: Not Needed					

รูปที่ 8-12 : รายการคำนวณของเสา C(200x200) (คิดเป็น % ต่อหน้าตัดเสา)

ACI 318-99 COLUMN SECTION DESIGN Type: Sway Special Units: Ton-m (Summary)

Level : F-01 L=0.500
 Element : C227 B=0.250 D=0.600 dc=0.040
 Section ID : C600X250C24 E=2342380.000 Fc=24000.000 Lt.Wt. Fac.=1.000
 Combo ID : DCON14 Fy=40000.000 Fys=24000.000
 Station Loc : 0.002 RLLF=0.507

Phi(Compression-Spiral): 0.750
 Phi(Compression-Tied): 0.700
 Phi(Tension): 0.900
 Phi(Bending): 0.900
 Phi(Shear/Torsion): 0.850

AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN FOR PU, M2, M3

	Rebar Area	Design Pu	Design M2	Design M3	Minimum M2	Minimum M3
	0.002	44.341	1.000	-0.005	1.000	1.474

AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT FACTORS

	Cm Factor	Delta ns Factor	Delta s Factor	K Factor	L Length
Major Bending(M3)	0.600	1.000	1.000	1.000	0.002
Minor Bending(M2)	0.600	1.000	1.000	1.000	0.002

SHEAR DESIGN FOR U2,U3

	Rebar pu/s	Shear Vu	Shear phi*Uc	Shear phi*Us	Shear Up
Major Shear(U2)	0.000	2.202	11.032	0.000	0.000
Minor Shear(U3)	0.000	1.249	10.649	0.000	0.000

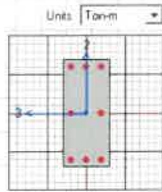
JOINT SHEAR DESIGN

	Joint Shear Ratio	Shear VuTop	Shear VuTot	Shear phi*Uc	Joint Area
Major Shear(U2)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Minor Shear(U3)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

(6/5) BEAM/COLUMN CAPACITY RATIOS

	Major Ratio	Minor Ratio
	N/A	N/A

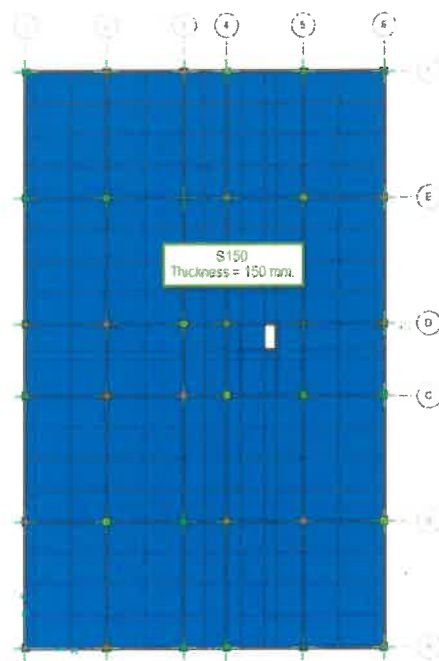
Notes:
 N/A: Not Applicable
 N/C: Not Calculated
 N/M: Not Needed



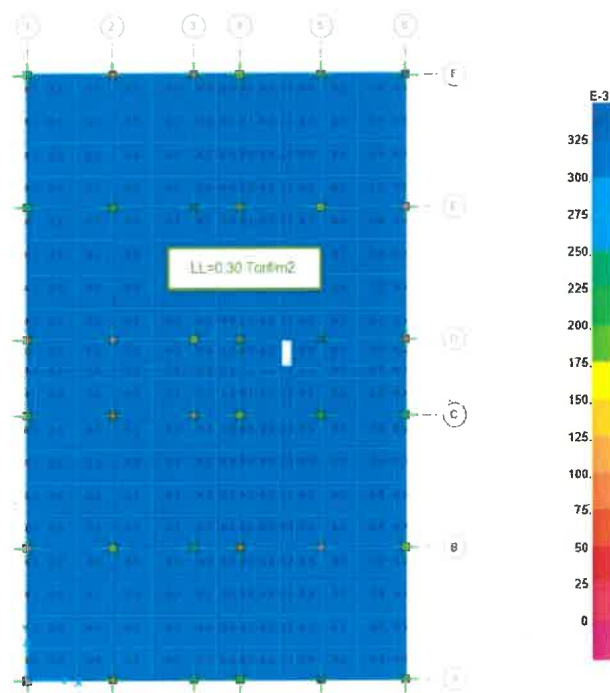
รูปที่ 8-13 : รายการคำนวณของเสา C(600x250) (คิดเป็น % ต่อหน้าตัดเสา)

บทที่ 9 การออกแบบพื้น

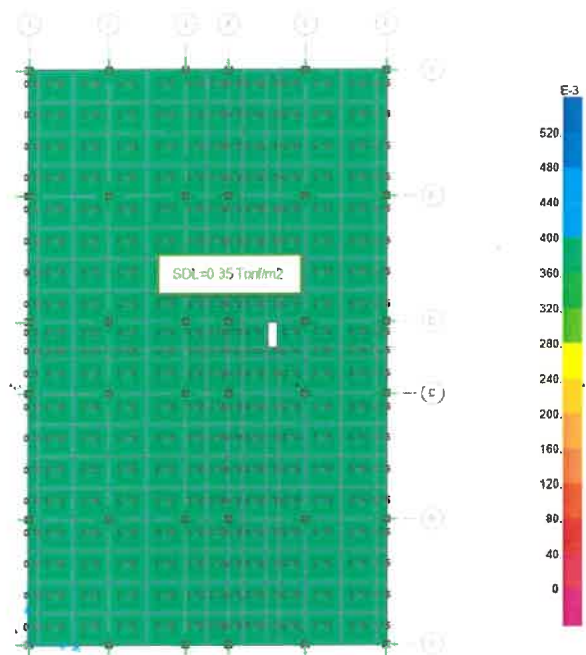
9.1 ออกแบบพื้น อาคาร โรงแรม



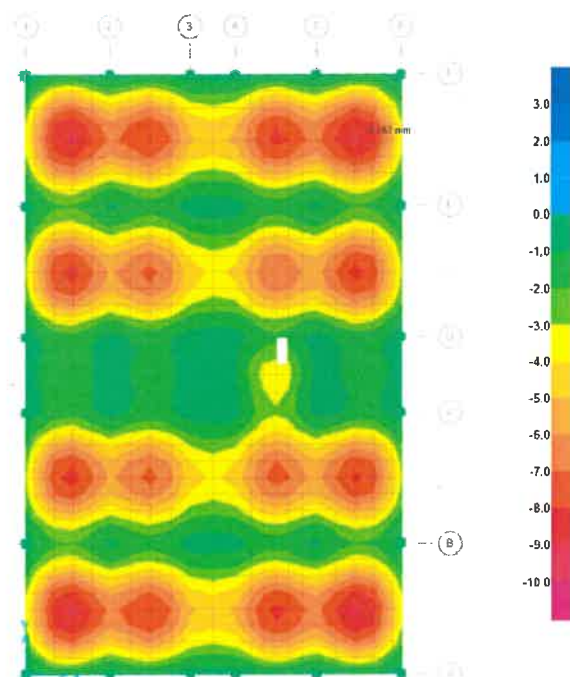
รูปที่ 9-1: ความหนาของพื้น



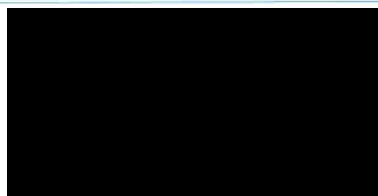
รูปที่ 9-2: น้ำหนักบรรทุกที่ใช้ออกแบบ LL ของพื้น (ตัน/ตารางเมตร)

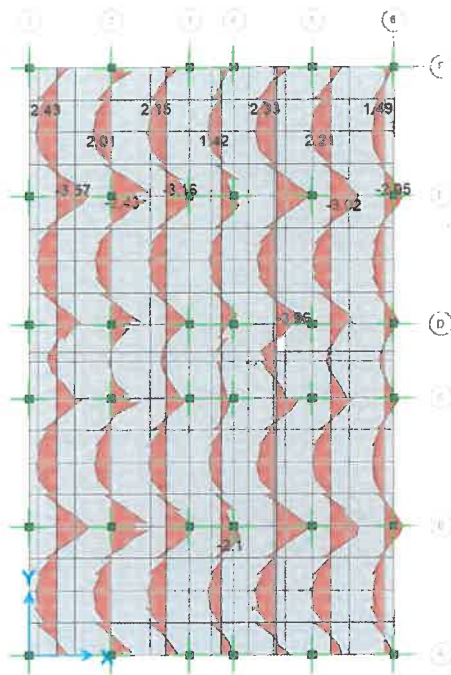


รูปที่ 9-3: นำหนักบรรทุกที่ใช้ออกแบบ SDL ของพื้น + Lind load (คันทารางเมตร)

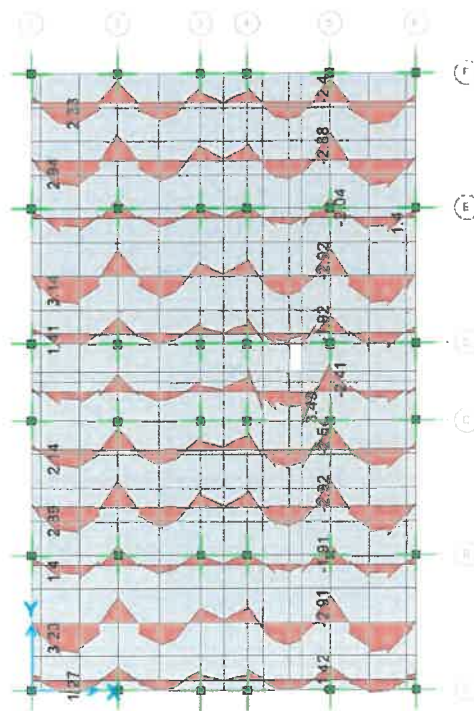


รูปที่ 9-4 : การโก่งตัวที่เกิดขึ้นของพื้น (มิลลิเมตร) (การโก่งตัวที่ยอมรับให้ = $L/480$)

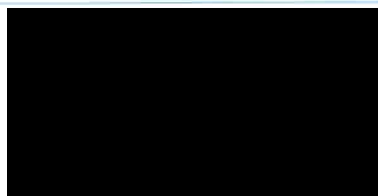


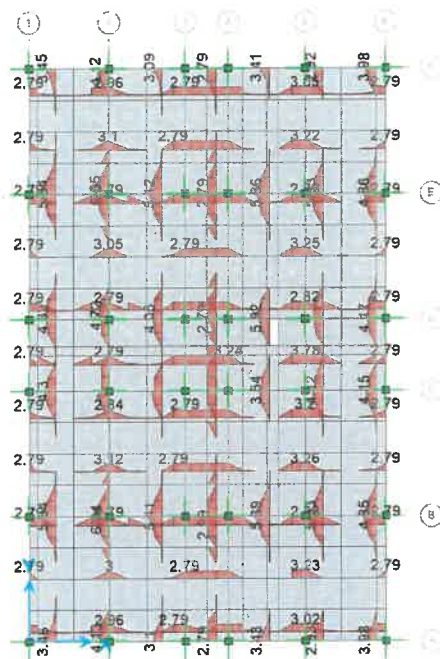


รูปที่ 9-5 : แผนภาพ โมเมนต์แนวแกน Y ของพื้น (ตัน-เมตร)

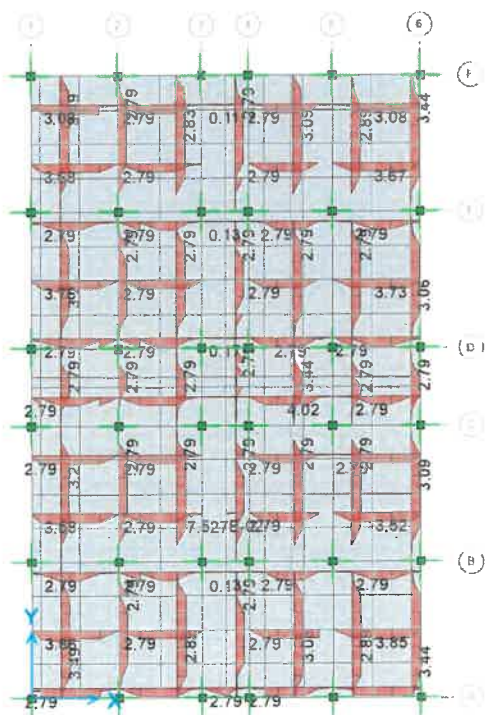


รูปที่ 9-6: แผนภาพ โมเมนต์แนวแกน X ของพื้น (ตัน-เมตร)

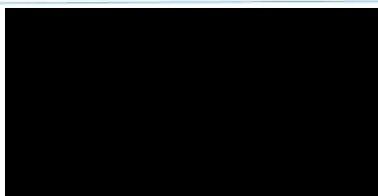




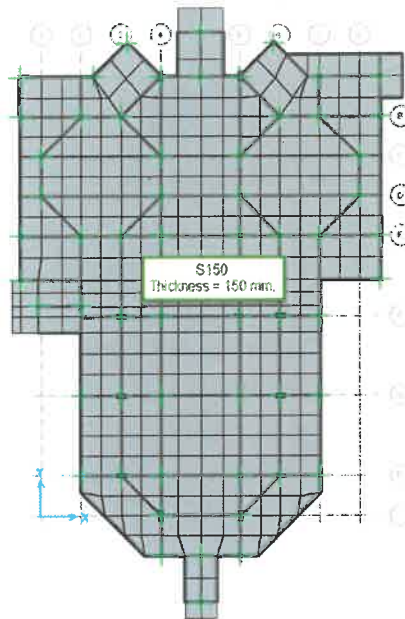
รูปที่ 9-7: เหล็กเสริมพื้นด้านบน ของพื้น (ตารางเซนติเมตร/เมตร)



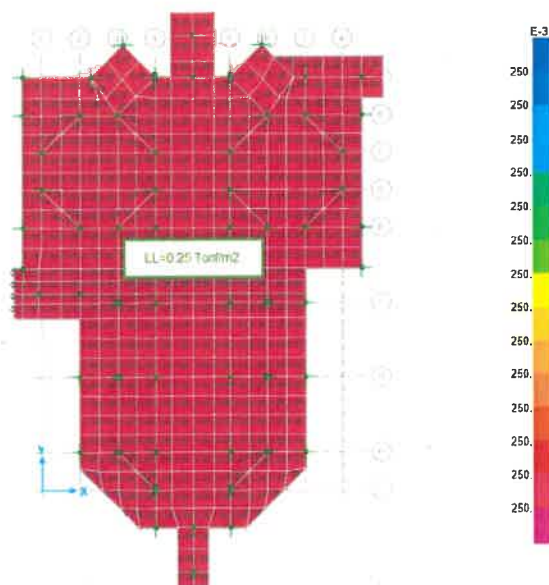
รูปที่ 9-8: เหล็กเสริมพื้นด้านล่าง ของพื้น (ตารางเซนติเมตร/เมตร)



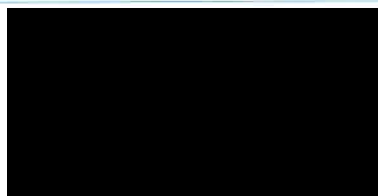
9.2 ออกแบบพื้น อาคารสโมสร

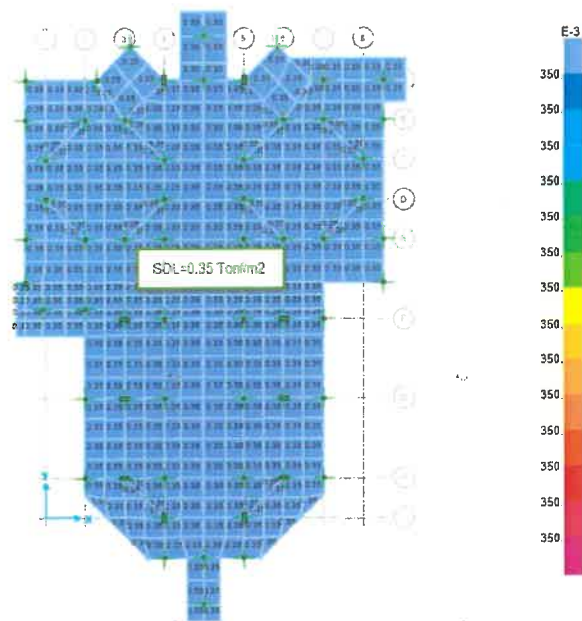


รูปที่ 9-9: ความหนาของพื้น

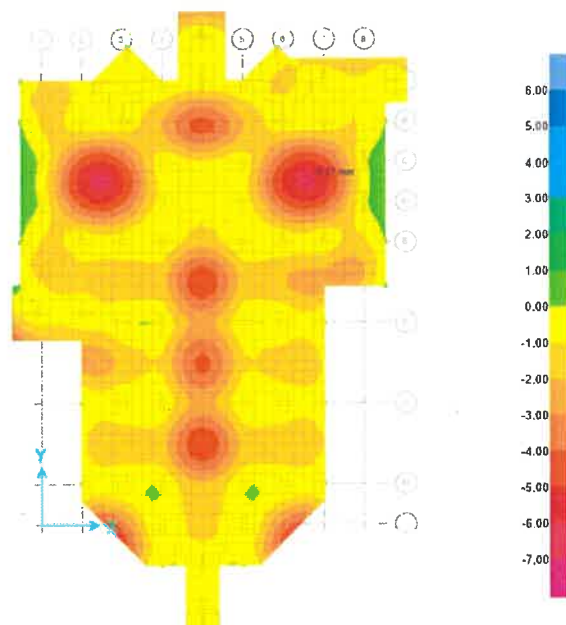


รูปที่ 9-10: น้ำหนักบรรทุกที่ใช้ออกแบบ LL ของพื้น (ตัน/ตารางเมตร)

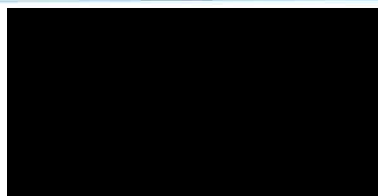


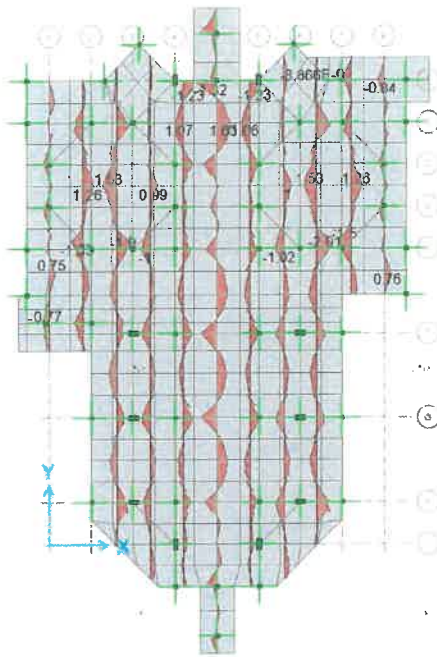


รูปที่ 9-11: น้ำหนักบรรทุกทุกที่ใช้แบบ SDL ของพื้น + Lind load (คันทารางเมตร)

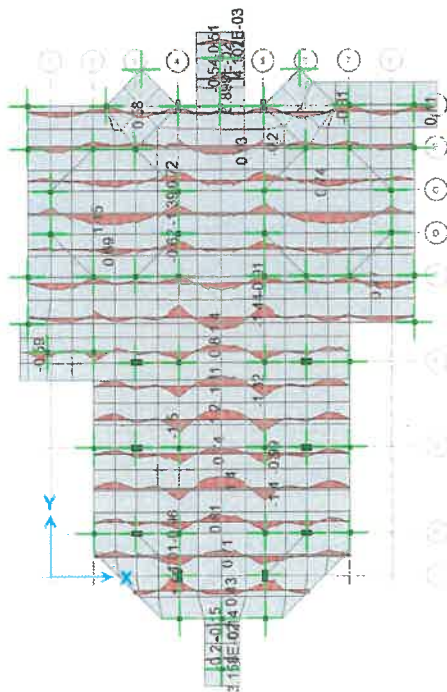


รูปที่ 9-12 : การโก่งตัวที่เกิดขึ้นของพื้น (มิลลิเมตร) (การโก่งตัวที่ยอมให้ = $L/480$)

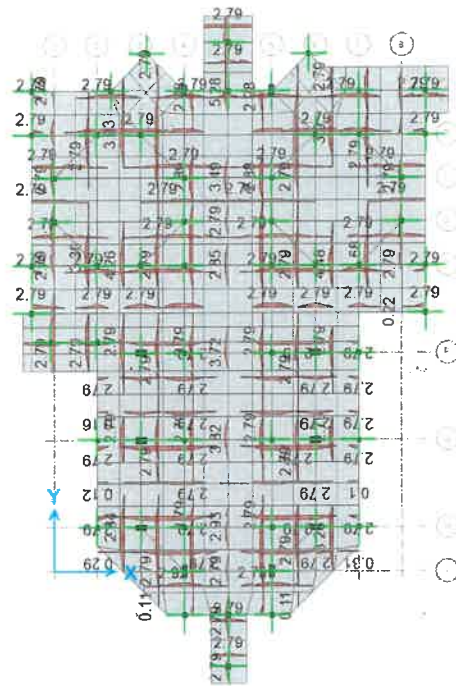




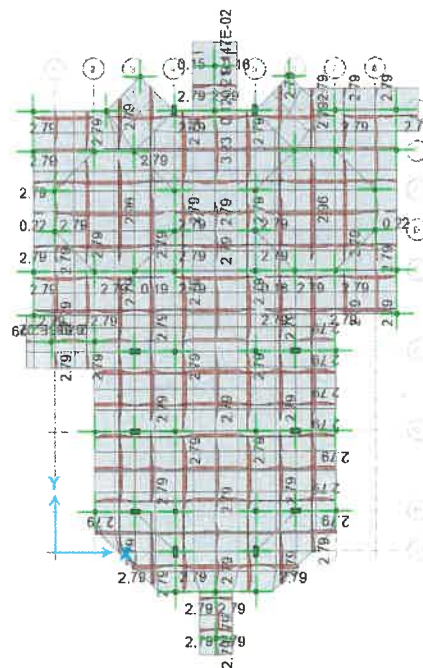
รูปที่ 9-13 : แผนภาพโมเมนต์แนวแกน Y ของพื้น (ตัน-เมตร)



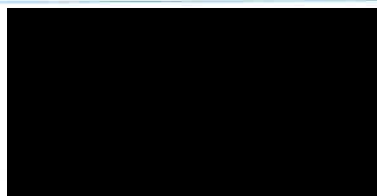
รูปที่ 9-14: แผนภาพ โมเมนต์แนวแกน X ของพื้น (ตัน-เมตร)



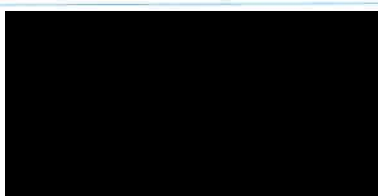
รูปที่ 9-15: เหล็กเสริมพื้นด้านบน ของพื้น (ตารางเซนติเมตร/เมตร)



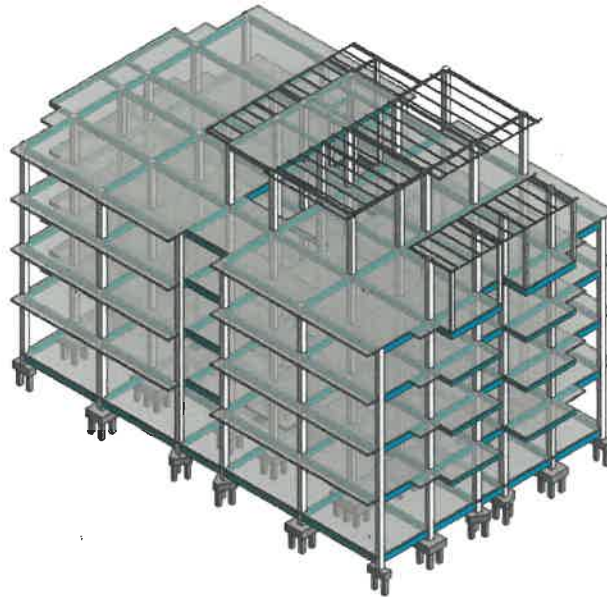
รูปที่ 9-16: เหล็กเสริมพื้นด้านล่าง ของพื้น (ตารางเซนติเมตร/เมตร)



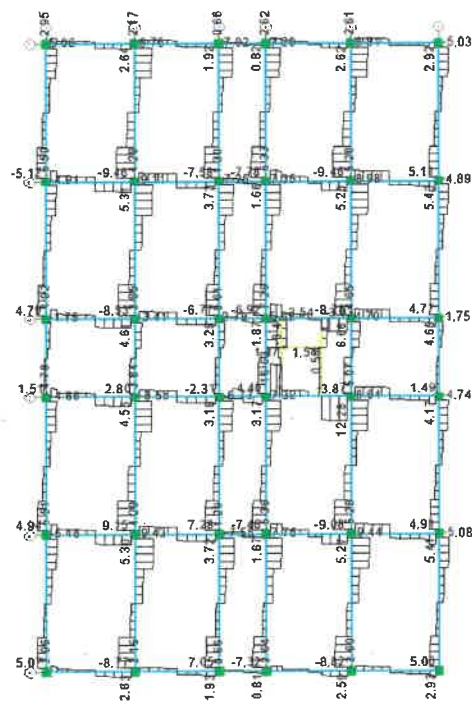
บทที่ 10 การออกแบบคัน



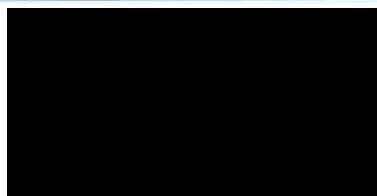
10.1 ออกแบบคาน อาคารโรงแรม

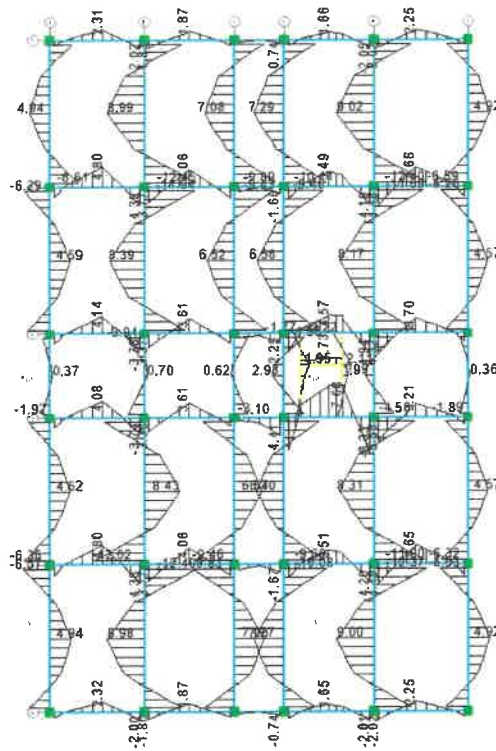


รูปที่ 10-1 : คาน โครงสร้างมุมมอง 3 มิติ



รูปที่ 10-2 : แผนภาพแรงเฉือนของคาน (ต้น)



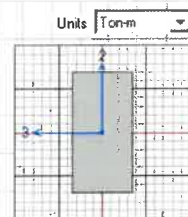


รูปที่ 10-3 : แผนภาพโมเมนต์ของคาน (ตัน-เมตร)

ACI 318-99 BEAM SECTION DESIGN Type: Sway Special Units: Ton-m (Summary)					
Level	: F-01	L=7.000	B=0.200	bf=0.200	
Element	: B2392	D=0.600	d=0.500	dcb=0.040	
Section ID	: B600x200C24	E=2342800.000	Fc=24000.000	Lt.Wt. Fac.=1.000	
Combo ID	: DC0N20	Fy=40000.000	Fys=24000.000		
Station Loc	: 0.200				
Phi(Bending)	: 0.900				
Phi(Shear)	: 0.850				
Phi(Torsion)	: 0.850				
Design Moments, M3					
	Positive Moment	Negative Moment	Special +Moment	Special -Moment	
	7.041	-14.081	7.041	-14.081	
Flexural Reinforcement for Moment, M3					
	Required Rebar	+Moment Rebar	-Moment Rebar	Minimum Rebar	
Top (+2 Axis)	7.474E-04	0.000	7.474E-04	3.937E-04	
Bottom (-2 Axis)	3.937E-04	3.606E-04	0.000	3.937E-04	
Shear Reinforcement for Shear, U2					
	Rebar Av/s	Shear Uu	Shear phi*Uc	Shear Up	
	1.048E-04	9.933	7.021	2.111	4.510
Reinforcement for Torsion, T					
	Rebar At/s	Rebar A1	Torsion Tu	Critical Phi*Tcr	Area Ao
	5.734E-04	4.201E-04	1.129	0.314	0.048
					Perimeter Ph
					1.244

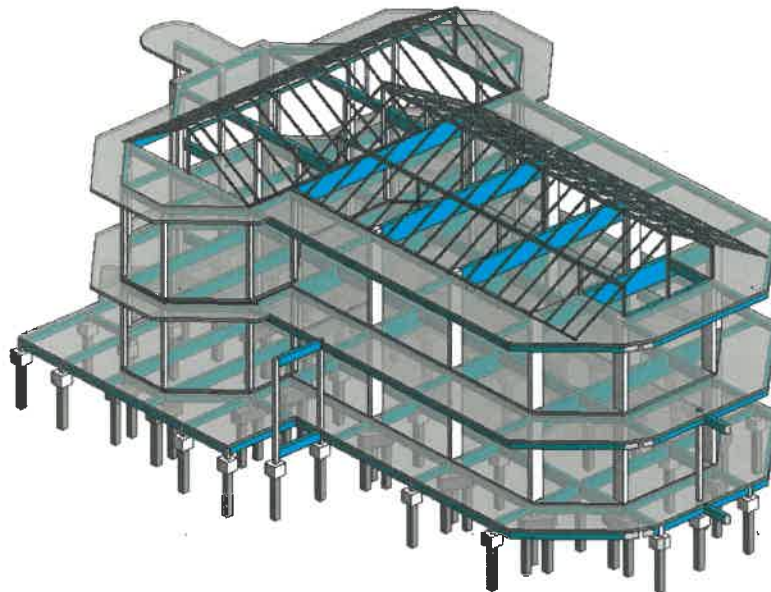
รูปที่ 10-4 : รายการคำนวณคาน B600x200 (คิดเป็น % ต่อหน้าตัดคาน)

ACI 318-99 BEAM SECTION DESIGN Type: Sway Special Units: Ton-m (Summary)					
Level	: F-01	L=4.000			
Element	: 02459	D=0.400	B=0.200	bf=0.200	
Section ID	: B400X200C24	ds=0.000	dct=0.040	dcb=0.040	
Combo ID	: DCON2	E=2342300.000	fc=2400.000	Lt.Wt. Fac.=1.000	
Station Loc	: 1.500	Fy=40000.000	fys=24000.000		
Phi(Bending):	0.900				
Phi(Shear):	0.850				
Phi(Torsion):	0.850				
Design Moments, M3					
	Positive Moment	Negative Moment	Special +Moment	Special -Moment	
	3.500	-0.819	0.587	-0.819	
Flexural Reinforcement for Moment, M3					
	Required Rebar	+Moment Rebar	-Moment Rebar	Minimum Rebar	
Top (+2 Axis)	0.501E-05	0.000	6.376E-05	0.501E-05	
Bottom (-2 Axis)	2.000E-04	2.000E-04	0.000	2.531E-04	
Shear Reinforcement for Shear, U2					
	Rebar Av/s	Shear Vu	Shear phi=Uc	Shear phi=Us	Shear Up
	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Reinforcement for Torsion, T					
	Rebar At/s	Rebar A1	Torsion Tu	Critical Phi=Tcr	Area Ao Perimeter Ph
	0.000	0.000	0.021	0.106	0.029 0.844

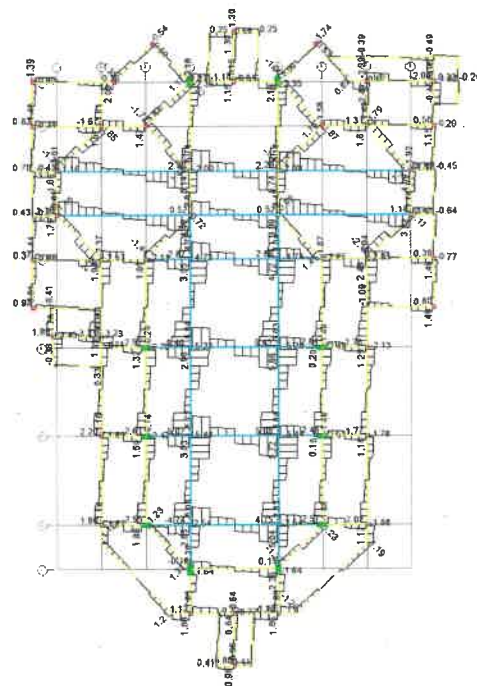


รูปที่ 10-5 : รายการคำนวณคาน B400x200 (คิดเป็น % ต่อหน้าตัดคาน)

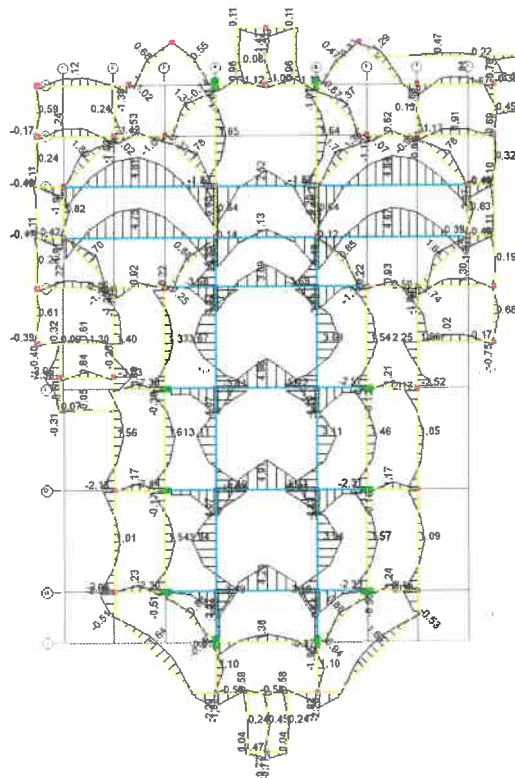
10.2 ออกแบบคาน อาคาร โรงแรม



รูปที่ 10-9 : คาน โครงสร้างมุมมองมิติ

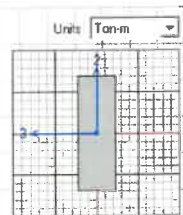


รูปที่ 10-10 : แผนภาพแรงเฉือนของคาน (ตัน)



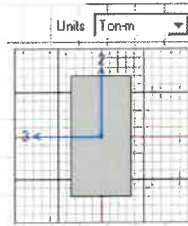
รูปที่ 10-11 : แผนภาพไมเมนตซ์ของคาน (คันทันเมตร)

ACI 318-99 BEAM SECTION DESIGN Type: Sway Special Units: Ton-m (Summary)					
Level	: F-01	L=5.000	B=0.200	b _f =0.200	
Element	: B2643	D=0.600	d _c =0.040	d _{cb} =0.040	
Section ID	: B600X200C24	d _s =0.000	d _c =0.040	d _{cb} =0.040	
Combo ID	: DCON6	E=2342300.000	f _c =2400.000	Lt.Wt. Fac.=1.000	
Station Loc	: 4.900	F _y =40000.000	f _{ys} =24000.000		
Phi(Bending):	0.900				
Phi(Shear):	0.850				
Phi(Torsion):	0.050				
Design Moments, M3					
	Positive Moment	Negative Moment	Special +Moment	Special -Moment	
	2.917	-5.833	2.917	-5.833	
Flexural Reinforcement for Moment, M3					
	Required Rebar	+Moment Rebar	-Moment Rebar	Minimum Rebar	
Top (+2 Axis)	3.937E-04	0.000	2.971E-04	3.937E-04	
Bottom (-2 Axis)	1.954E-04	1.465E-04	0.000	1.954E-04	
Shear Reinforcement for Shear, U2					
	Rebar A _v /s	Shear U _u	Shear phi*U _c	Shear phi*U _s	Shear Up
	2.929E-04	5.657	7.821	3.347	0.000
Reinforcement for Torsion, T					
	Rebar A _t /s	Rebar A _t	Torsion T _u	Critical Phi*T _{cr}	Area A _o Perimeter Ph
	0.000	0.000	0.065	0.314	0.048 1.244



รูปที่ 10-12 : รายการคำนวณคาน B600x200 (คิดเป็น % ต่อหน้าตัดคาน)

ACI 318-99 BEAM SECTION DESIGN Type: Sway Special Units: Ton-m (Summary)					
Level :	F-01	L=4.000			
Element :	02459	D=0.400	B=0.200	bf=0.200	
Section ID :	8488X200C24	ds=0.000	dct=0.040	dcb=0.040	
Combo ID :	DC0N2	F=2342380.000	Fc=2400.000	Lt.Wt. Fac.=1.000	
Station Loc :	1.500	fy=40000.000	fys=24000.000		
Phi(Bending):	0.900				
Phi(Shear):	0.850				
Phi(Torsion):	0.850				
Design Moments, M3					
	Positive Moment	Negative Moment	Special +Moment	Special -Moment	
	3.500	-0.819	0.587	-0.819	
Flexural Reinforcement for Moment, M3					
	Required Rebar	+Moment Rebar	-Moment Rebar	Minimum Rebar	
Top (+2 Axis)	0.501E-05	0.000	6.376E-05	0.501E-05	
Bottom (-2 Axis)	2.808E-04	2.808E-04	0.000	2.531E-04	
Shear Reinforcement for Shear, V2					
	Rebar	Shear	Shear	Shear	
	Av/s	Uu	phi*Vc	phi*Vs	
	0.000	0.000	0.000	0.000	
Reinforcement for Torsion, T					
	Rebar	Rebar	Torsion	Critical	Area
	At/s	A1	Tu	Phi*Tcr	Perimeter
	0.000	0.000	0.021	0.186	0.029
					0.844



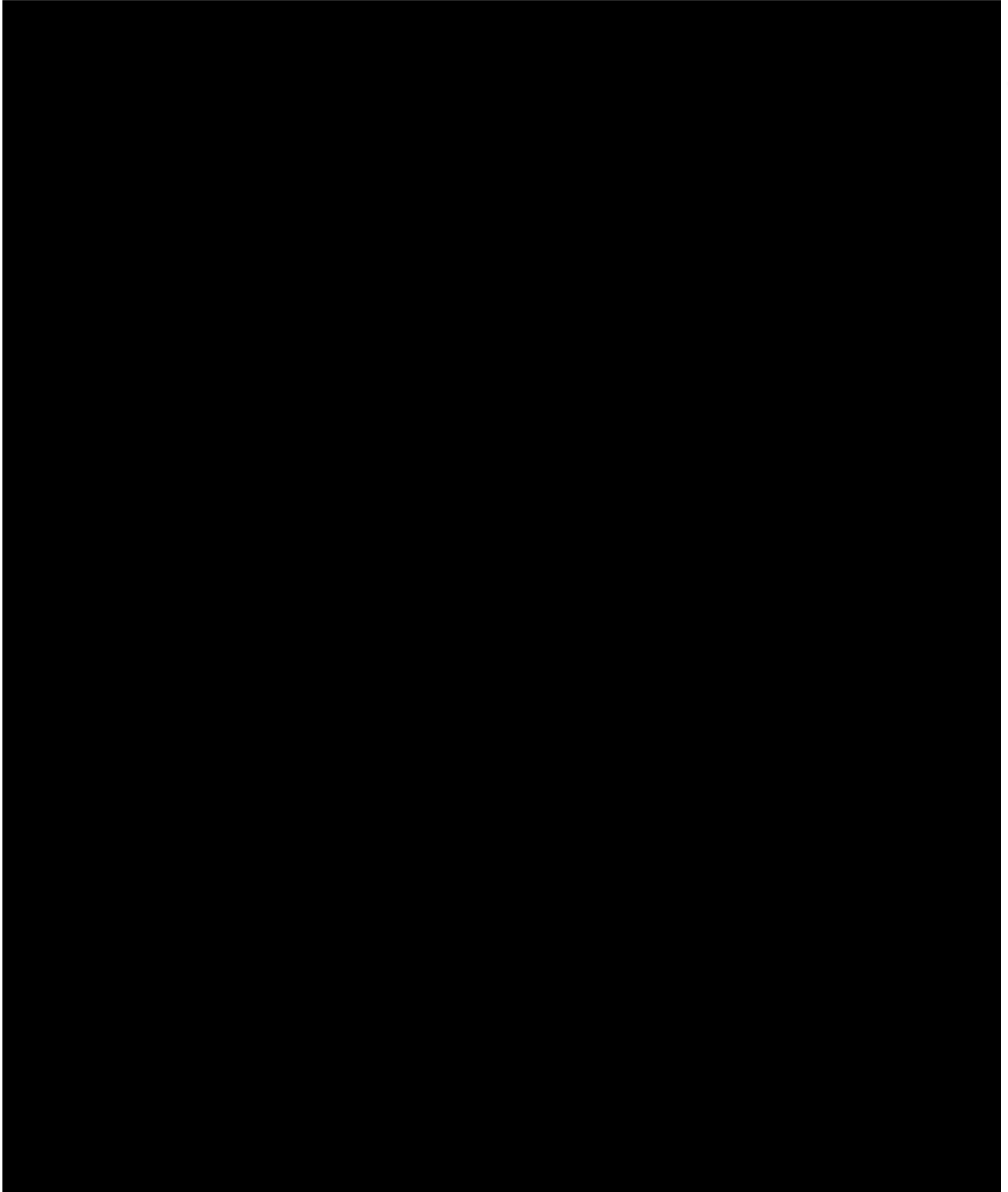
รูปที่ 10-13 : รายการคำนวณคาน B400x200 (คิดเป็น % ต่อหน้าตัดคาน)



ที่ D-COE๐๓๗๔๐๑/๒๕๖๗

ด๖๑๖/๑ ถนนลาดพร้าว แขวงวังทองหลาง
เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร ๑๐๓๑๐ สายด่วน ๑๓๐๓
โทรสาร ๐-๒๕๓๕-๖๖๕๕, ๐-๒๕๓๕-๖๖๕๗
www.coe.or.th

หนังสือรับรอง



คำเตือน : หนังสือรับรองฉบับนี้พิมพ์จากต้นฉบับที่เป็นไฟล์อิเล็กทรอนิกส์ ภายใต้การรับรอง Digital Certificate



