

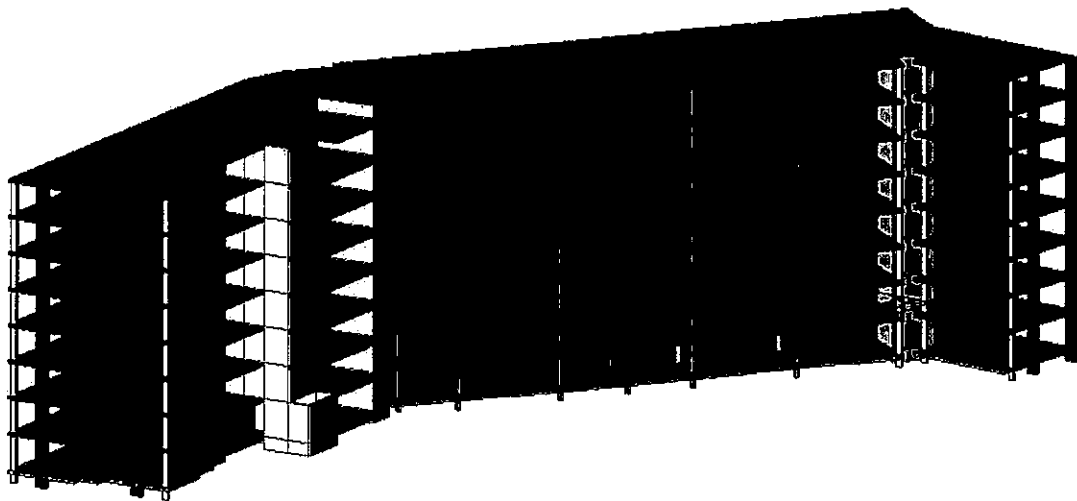
ภาคผนวกที่ 16

รายการคำนวณวิศวกรรมโครงสร้างเพื่อรองรับ

การเกิดแผ่นดินไหว

รายการคำนวณ

อาคารคสล.8ชั้น



โครงการ : เคฟ ยูนิเวิร์ส (KAVE UNIVERSE)

สถานที่ก่อสร้าง : ถ.บางแสนสาย4ใต้ ต.แสนสุข อ.เมืองชลบุรี จ.ชลบุรี

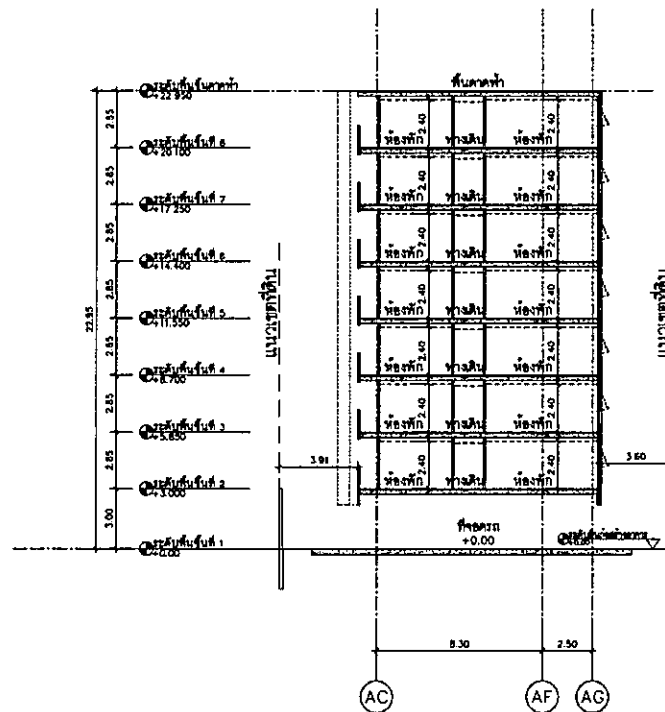
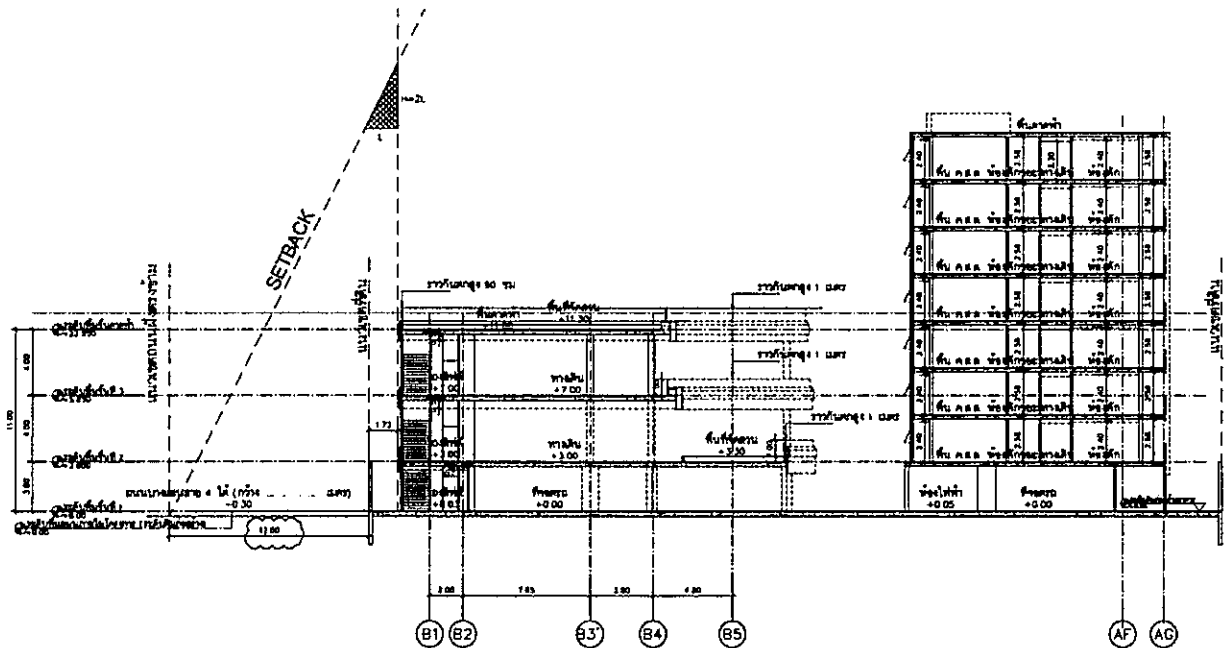
A handwritten signature in black ink, likely belonging to the architect or engineer responsible for the project.

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

รายการคำนวณประกอบแบบ โครงการเคหะ ยูนิเวิร์ส (KAVE UNIVERSE)

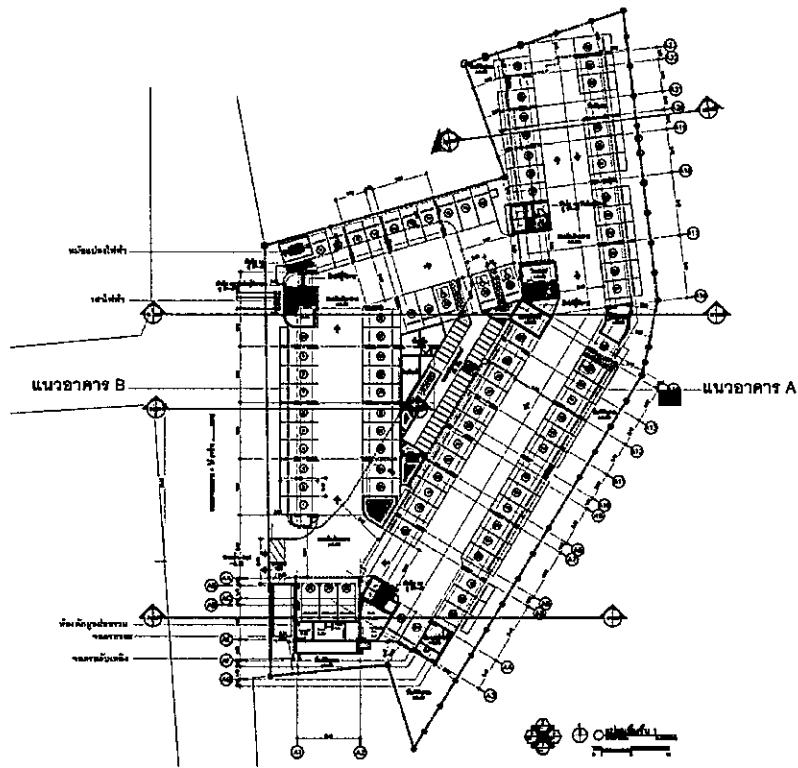
1. ข้อมูลอาคาร

อาคารคอนกรีตเสริมเหล็กจำนวน 8 ชั้น เพื่อใช้เป็นอาคารพักอาศัย ตั้งอยู่บน ถ.บางแสนสาย 4 ได้ ต.แสนสุข อ.เมืองชลบุรี จ.ชลบุรี โดยชั้น 1 เป็นส่วนของจอดรถ ชั้น 2 -8 เป็นห้องพักอาศัย อยู่ที่มีสิทธิ์โดยสารขนาดกลาง 2 ตัว บ้านได้ 2 ตัว

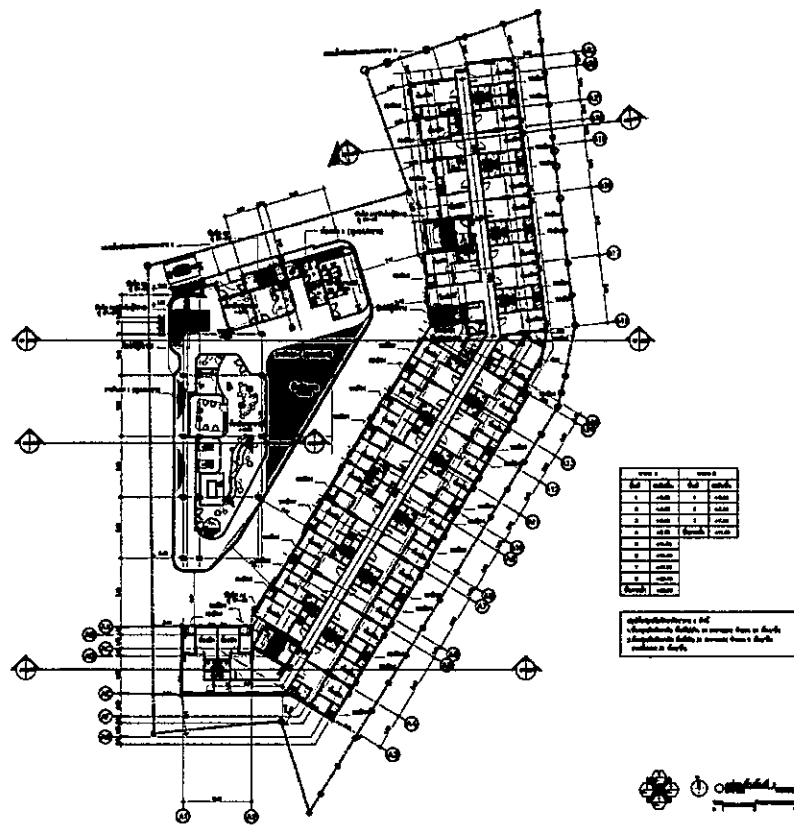


นาย กิตติชัย บัวขาว

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

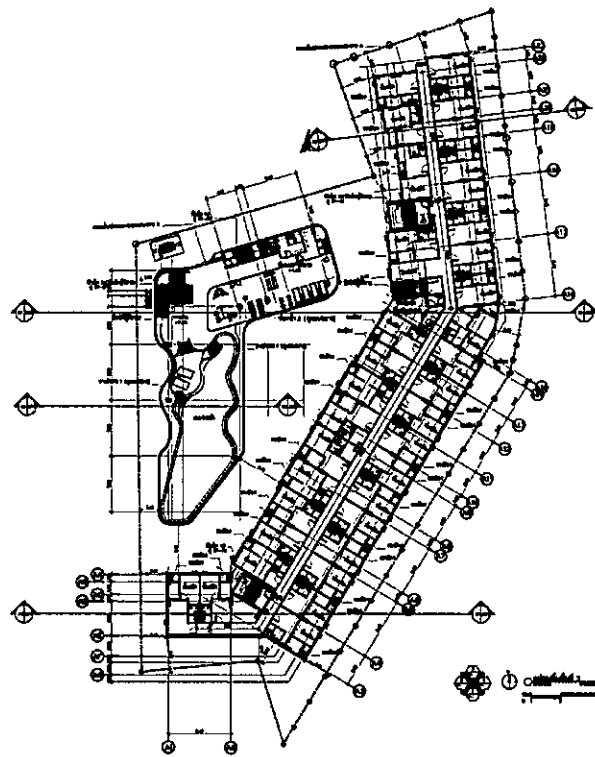


แปลนพื้นที่ 1

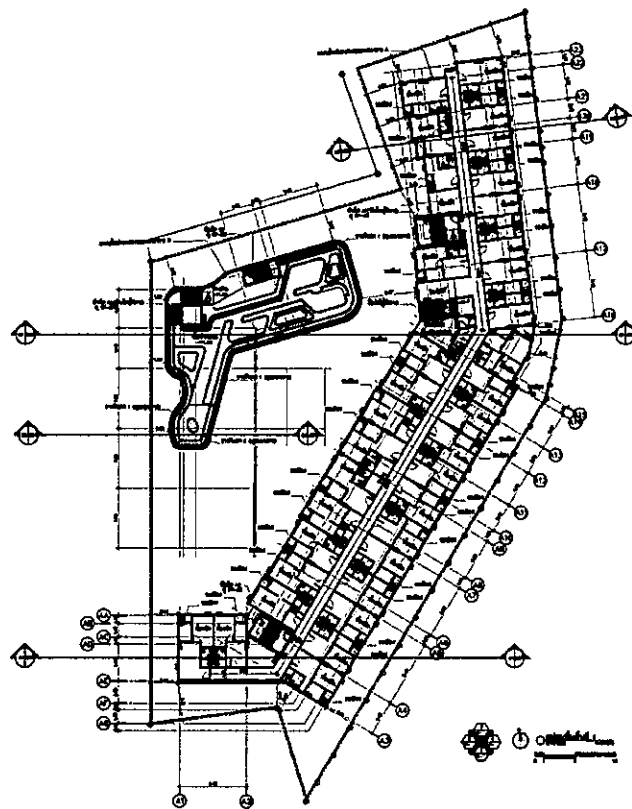


แปลนพื้นที่ 2

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

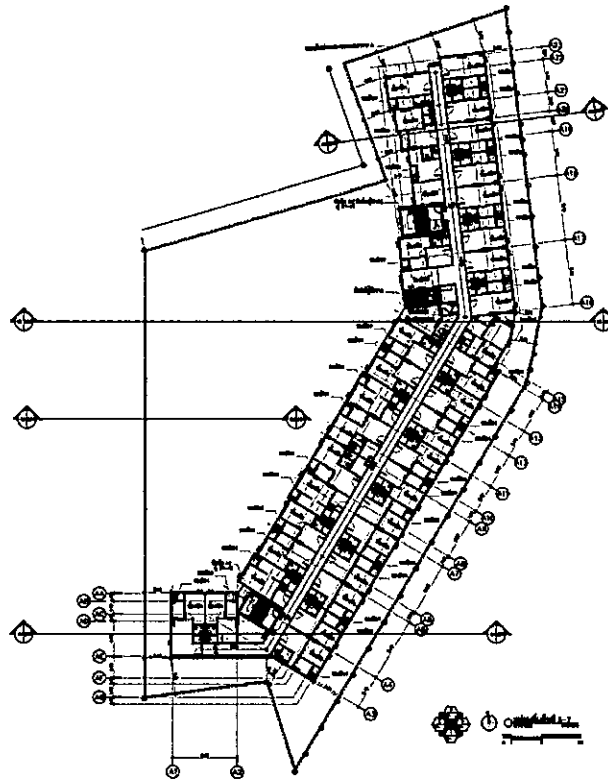


แปลนพื้นที่ 3

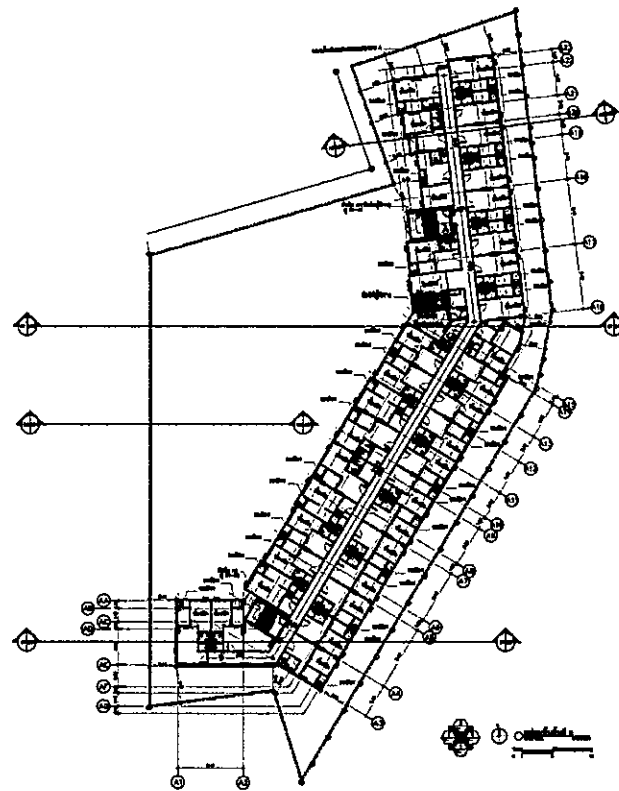


แปลนพื้นที่ 4

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

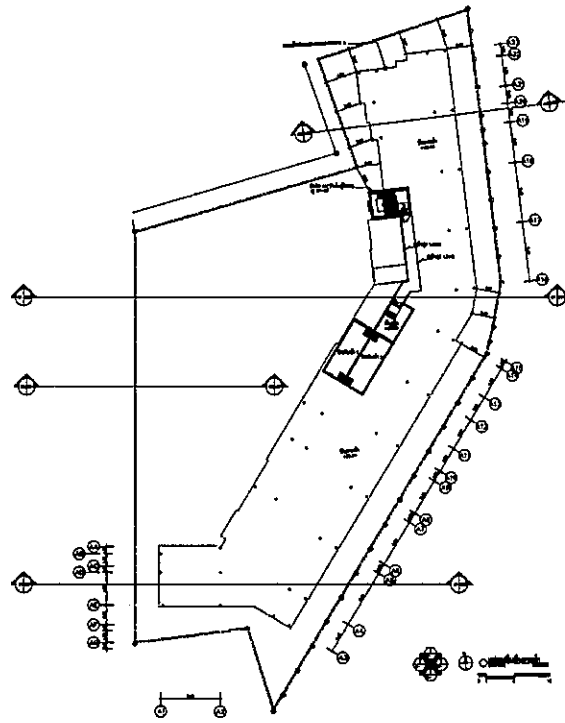


แปลตชั้น 5-7



แปลตชั้น 8

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394



ชั้นดาดฟ้า

กิตติชัย บัวขาว

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

1.1 ข้อมูลระบบโครงสร้าง

อาคารโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยเป็นโครงสร้างแบบต้านทานแรงดัดคอนกรีตเสริมเหล็กที่ (ปกติ Ordinary RC) พื้นชั้นล่างเลือกใช้เป็นพื้นไร้คาน FLAT SLAB (FS) ส่วนชั้น 2 - ชั้น 9 เป็นระบบ Post tension ระบบฐานรากเสาเข็ม เป็นเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงขนาด SQ 0.40x0.40 safe load > 75 tons/pile , SQ 0.60x0.60 safe load > 140 tons/pile

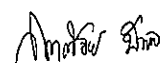
1.2 ข้อมูลวัสดุ

คอนกรีต

- ค่ากำลังอัดประลัยคอนกรีตรูปทรงกระบอก ที่ 28 วัน
สำหรับ เสา, ผนังลิฟต์ 500 กก./ชม.²
สำหรับ คาน, คาน TRANSFER, บันได, ผนังหล่อ, พื้นหล่อ 280 กก./ชม.²
- ค่ากำลังอัดประลัยคอนกรีตรูปทรงกระบอก ที่ 28 วัน
สำหรับ พื้นระบบ Post tension 320 กก./ชม.² และกำลังต้องไม่ต่ำกว่า 70%
ขณะตั้งลาด
- ค่ากำลังอัดประลัยคอนกรีตรูปทรงกระบอก ที่ 28 วัน
สำหรับ เสาเข็มเจาะ, คานโดย ทัวไปและฐานราก 280 กก./ชม.²

เหล็กเสริม

- เหล็กเสริมหลัก (ข้อ้อย) เกรด SD 50 มีค่า fy ไม่น้อยกว่า 5000 กก./ชม.²
- เหล็กเสริมหลัก (ข้อ้อย) เกรด SD 40 มีค่า fy ไม่น้อยกว่า 4000 กก./ชม.²
- เหล็กเสริมรอง (เหล็กกลม) เกรด SR 24 มีค่า fy ไม่น้อยกว่า 2400 กก./ชม.²



นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

1.3 ข้อมูลน้ำหนักบรรทุกที่ใช้ในการออกแบบ

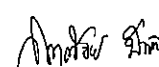
	น้ำหนักบรรทุกจรชั้นด้า(กก.ตร.ม.)
1. หลังคา	50
2. พื้นกันสาดหรือพื้นหลังคาคอนกรีต	100
3. ที่พักอาศัย โรงเรียนอนุบาล ห้องน้ำ-ห้องส้วม	150
4. ห้องแถว ตึกแถว อาคารชุด หอพัก โรงแรม	200
5. สำนักงาน ธนาคาร	250
6. อาคารพาณิชย์ มหาวิทยาลัย วิทยาลัย โรงเรียน	300
7. ห้องโถง บันไดและช่องทางเดินของอาคารชุด หอพัก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

2. ทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบ

Strength Design Method: SDM

3. มาตรฐานที่ใช้ในการออกแบบ

- กฎกระทรวงฉบับที่ 6 และกฎกระทรวง พ.ศ. 2550
- มาตรฐานการคำนวณแรงลมและการตอบสนองของอาคาร มยผ. 1311-50
- มาตรฐานการออกแบบอาคารต้านทานการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว มยผ. 1302
- ข้อกำหนดมาตรฐานวัสดุและการก่อสร้างสำหรับโครงสร้างคอนกรีต E.I.T. 1014-46
- มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีกำลัง E.I.T. 1008-38
- ข้อกำหนดมาตรฐานสำหรับงานก่อสร้างเสาเข็มเจาะ E.I.T. 1019-46



นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

4. ค่าคูณลดกำลัง

ตามมาตรฐาน ACI318-14 กำหนดให้ใช้ค่าคูณลดกำลัง (Strength reduction factor)

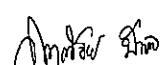
ตารางที่ 4-1 ค่าคูณลดกำลังตามมาตรฐาน ACI318-14

Action or structural element	ϕ
Moment	0.90
Axial Tension Controlled	0.90
Axial Compression Controlled (Tied reinforced)	0.65
Shear & Torsion	0.75
Bearing Concrete	0.65

5. การรวมผลของแรงต่างๆที่ใช้ในการออกแบบ

ตารางที่ 1-5 ค่าแฟคเตอร์ในการรวมผลของแรงที่ใช้ในการออกแบบ

Combo	Service Load Combinations	Ultimate Load Combinations
1	D	1.4D
2	D + L	1.2D + 1.6L + 0.5Lr
3	D \pm W	1.2D + 1.6Lr \pm 0.8W
4	D \pm 0.75W + 0.75(L + Lr)	1.2D + 1.0L + 0.5Lr \pm 1.6W
5	0.6D \pm W	0.9D \pm 1.6W
6	1.0D + 0.75L \pm 0.525E	1.2D + 1.0L \pm 1.0E
7	0.6D \pm 0.7E	0.9 \pm 1.0E

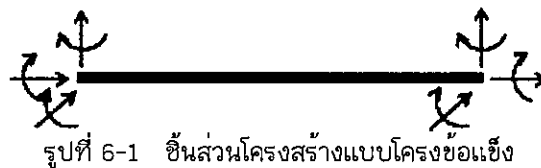

 นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

6. การจำลองโครงสร้างอาคารด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ 3 มิติ

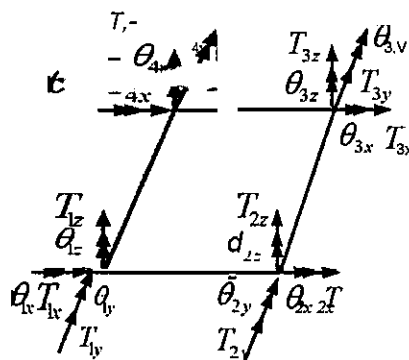
6.1 ทฤษฎีชิ้นส่วนในแบบจำลอง

ในการสร้างแบบจำลองของโครงสร้างด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์จำเป็นต้องเลือกประเภทหรือชิ้นส่วนที่เหมาะสมกับโครงสร้างจริงเพื่อให้ได้พฤติกรรมของแบบจำลองที่เหมาะสมและเสมือนจริงโดยชิ้นส่วนเอลิเมนต์ มีรายละเอียดดังนี้

1. ชิ้นส่วนโครงสร้างแบบโครงข้อแข็ง (Frame Element) เป็นชิ้นส่วนโครงสร้างที่มีจุดต่อ (Node) 2 จุด โดยแต่ละจุดต่อมีองศาอิสระ (Degree of freedom) เท่ากับ 6 ทิศทาง ซึ่งเหมาะสมกับ โครงสร้างคานและเสา ดังแสดงในรูปที่ 6-1



2. ชิ้นส่วนโครงสร้างแบบแผ่นโค้ง (Shell Element) เป็นชิ้นส่วนโครงสร้างที่มีจุดต่อ 3 จุด ขึ้นไปตามมุมของพื้นที่นั้นๆ แต่ละจุดต่อมีองศาอิสระ (Degree of freedom) เท่ากับ 6 ทิศทาง ซึ่งเหมาะสมกับโครงสร้างพื้นไร้คานและกำแพงรับแรงเฉือนดังแสดงในรูปที่ 6-2



นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

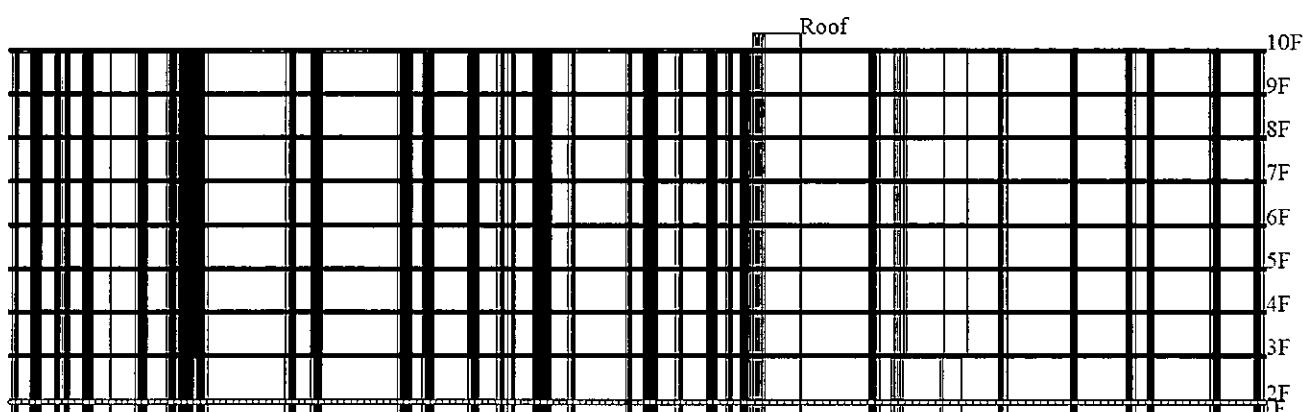
หน้า 16-10

การวิเคราะห์โครงสร้างด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์นั้น ผู้ทำการวิเคราะห์จะต้องเลือกชนิดของชิ้นส่วนให้มีความเหมาะสมกับลักษณะของโครงสร้าง โดยที่ชนิดของชิ้นส่วนจะต้องมีพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด เช่น ใช้ชิ้นส่วนแบบแผ่นโค้ง (Shell Element) สำหรับพื้นไร้คาน ใช้ชิ้นส่วนแบบโครงข้อแข็ง (Frame Element) สำหรับคานและเสาของอาคาร โดยแต่ละชิ้นส่วนจะเชื่อมต่อกับชิ้นส่วนข้างเคียงที่จุดขอบ ของชิ้นส่วนซึ่งเรียกว่าจุดต่อ และจุดรองรับ (Support) ใช้ที่รองรับแบบ Fin Support ในการวิเคราะห์โครงสร้าง

6.2 รายละเอียดแบบจำลองโครงสร้าง

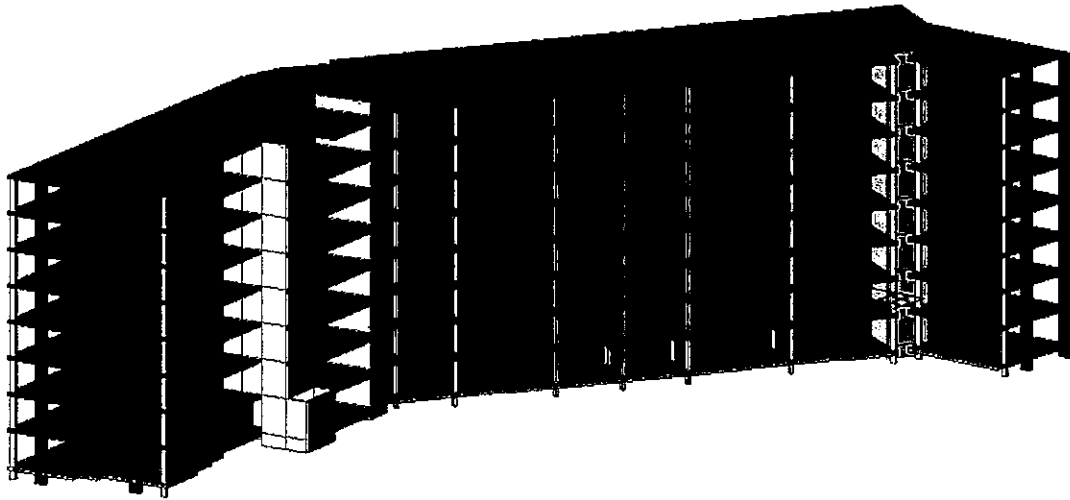
อาคารจะถูกแบ่งออกแบ่ง 3 ส่วน ตามรูปที่ 6-3 คือ

1. ชั้น1 ส่วนของที่จอดรถ
2. ชั้น2 ส่วนของพื้นที่สำนักงาน และห้องพัก
3. ชั้น3-8 ส่วนของห้องพัก
4. ชั้นดาดฟ้า



กิตติชัย บัวขาว

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

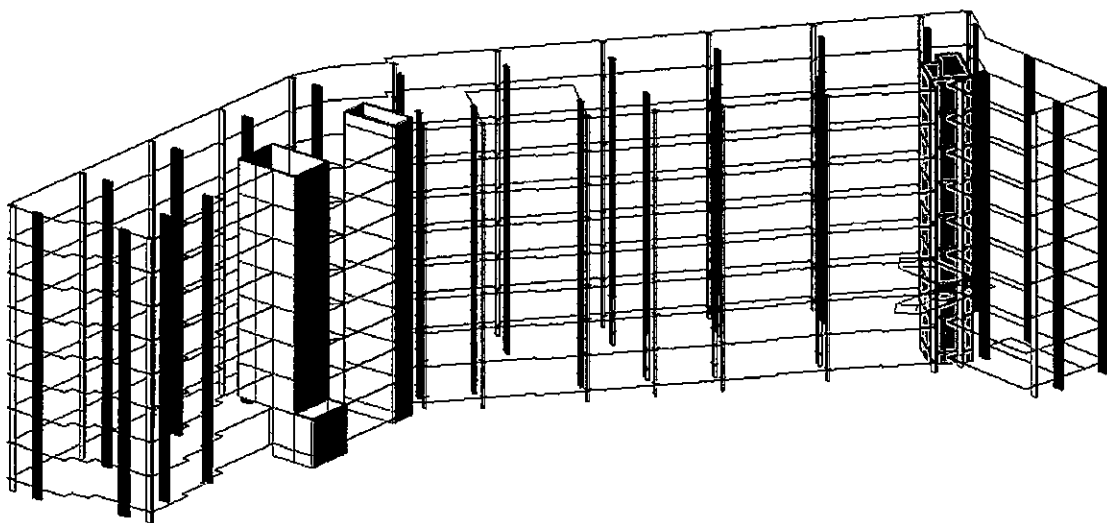


รูปที่ 6-3 แบบจำลองอาคารด้วยโปรแกรม Midas gen

6.2.1 รายละเอียดแบบจำลองชิ้นส่วน

แบบจำลองชิ้นส่วนเสาและคาน

ชิ้นส่วนเสาและคานจะถูกจำลองด้วยชิ้นส่วนแบบโครงข้อแข็ง (Frame Element) ตามรูปที่ 6-4



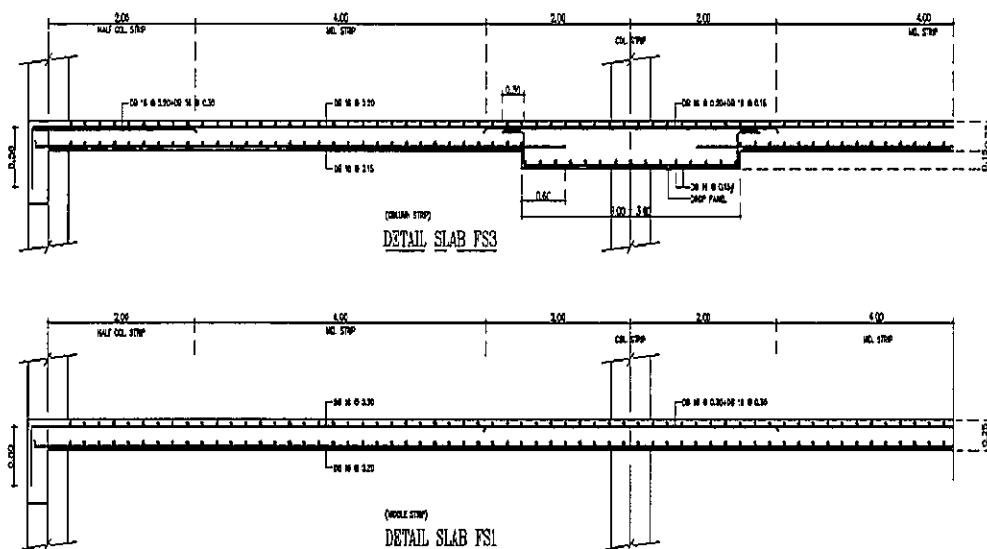
รูปที่ 6-4 ชิ้นส่วนของเสา และคาน

นาย กิตติชัย บัวขาว

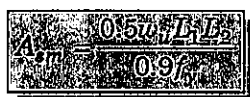
นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

แบบจำลองชิ้นส่วนพื้น

- เลือกระบบพื้น พื้น FLAT SLAB ในชั้นล่าง ซึ่งสามารถรับน้ำหนักได้มากตามจุดประสงค์การใช้งานและสามารถออกแบบความยาวได้ถึงช่วงความยาว 8 ม. ส่วนในชั้นที่ 2 - ดาดฟ้า จะเป็นโครงสร้างระบบพื้นไร้คาน คอนกรีตอัดแรงระบบ POST TENSION ซึ่งตามมาตรฐาน มยผ. 1302 ได้กำหนดไว้หากองค์อาคารเป็นระบบแผ่นพื้นแบบไร้คานจะต้องเสริมเหล็กเพื่อป้องกันการพังทลายอย่างต่อเนื่อง (Progressive Collapse) ด้วย



■ การวิบัติอย่างต่อเนื่อง (Progressive Collapse) : เพื่อป้องกันการวิบัติอย่างต่อเนื่องจากรองรับในแต่ละทิศทางต้องมีเหล็กเสริมอย่างน้อย



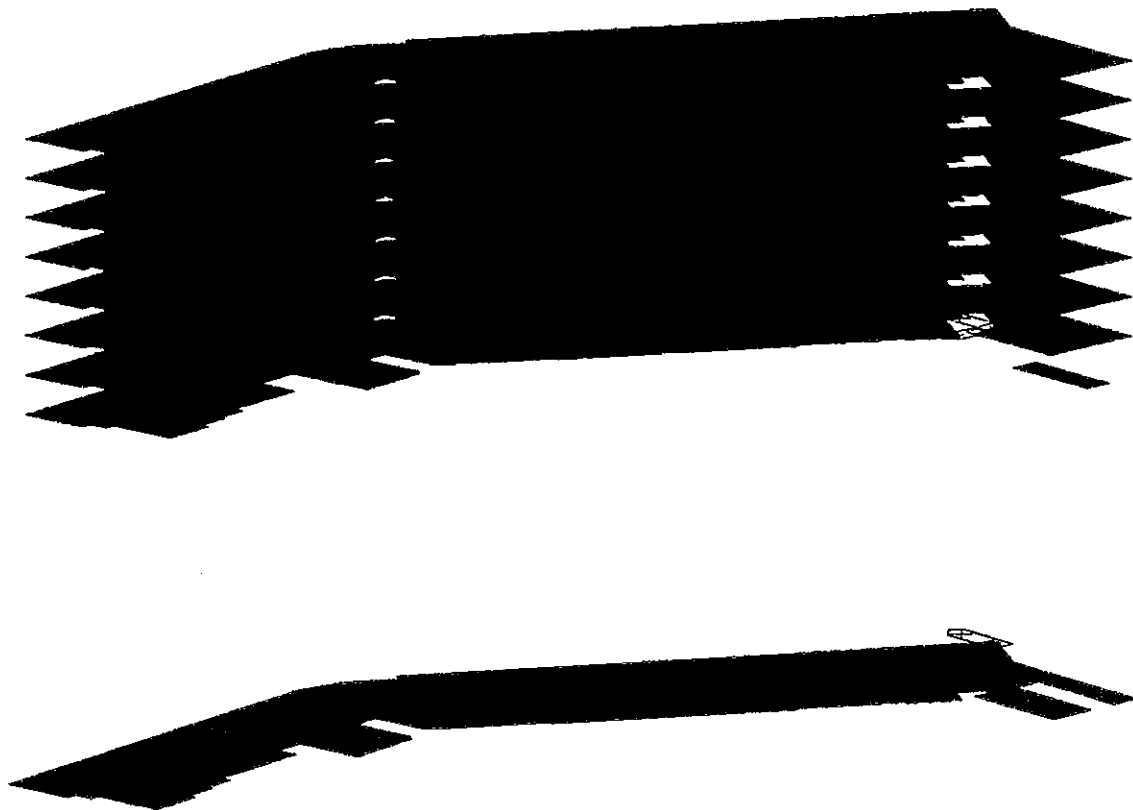
Pancake Collapse

1. เมื่อ w_u เป็นน้ำหนักบรรทุกปรับค่า แต่ทั้งนี้จะต้องไม่น้อยกว่า 2 เท่าของน้ำหนักบรรทุกใช้งาน
2. จุตรองรับที่ขอบหรือที่มุม เหล็กเสริมล่างที่จัดวางผ่านหรือฝังเข้าไปในแกนเสาจะต้องมากกว่า 1 ใน 2 ของปริมาณ ที่กำหนดไว้ข้างต้น
3. เหล็กเสริมดั่งกล่าวจะต้องวางผ่านเข้าไปในเสา ทั้งนี้สามารถนำเหล็กเสริมตามข้อ 5 (การออกแบบเหล็กเสริมในแผ่นพื้นไร้คาน) มาเป็นส่วนหนึ่งของ A_{sm} ได้

Signature

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

ชั้นส่วนพื้นถูกจำลองด้วยชิ้นส่วนแผ่นโค้ง (Shell element) โดยทำการแบ่งเป็น element เล็ก เพื่อให้การคำนวณมีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น ตามรูปที่ 6-5



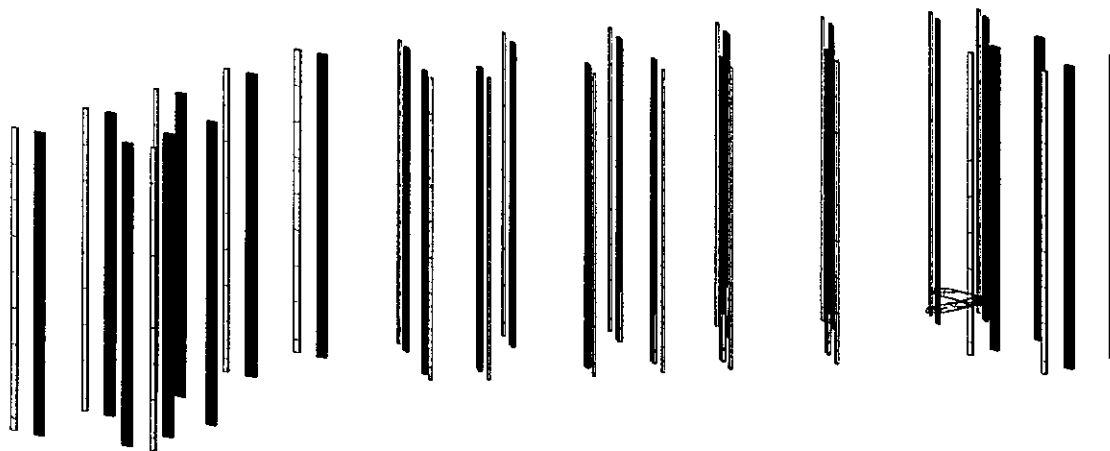
รูปที่ 2-5 แบบจำลองพื้น

กิตติชัย บัวขาว

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

แบบจำลองกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็ก

ชั้นส่วนกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็กถูกจำลองด้วยชิ้นส่วนแผ่นโค้ง (Shell element) โดยทำการ แบ่งเป็น element เล็กเพื่อให้การคำนวณมีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น ตามรูปที่ 6-6



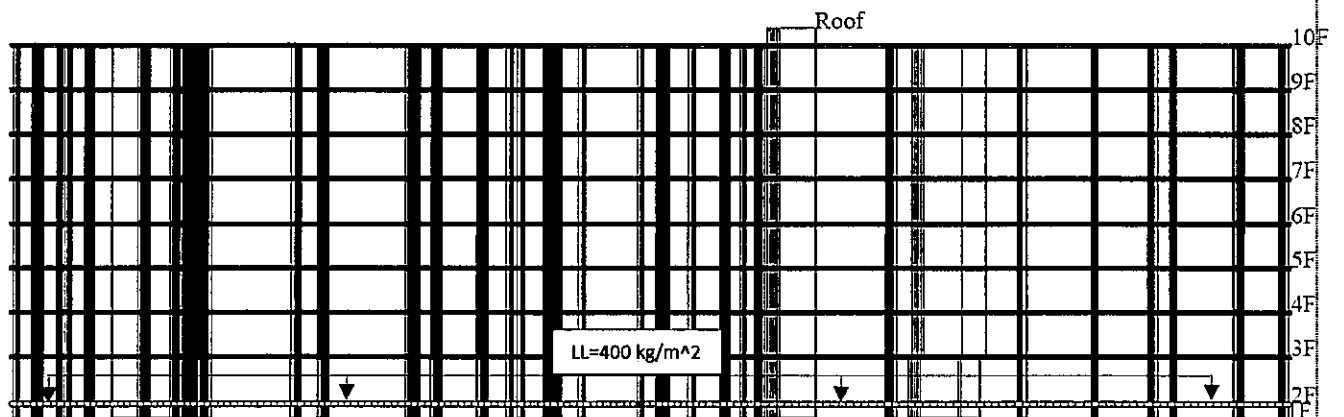
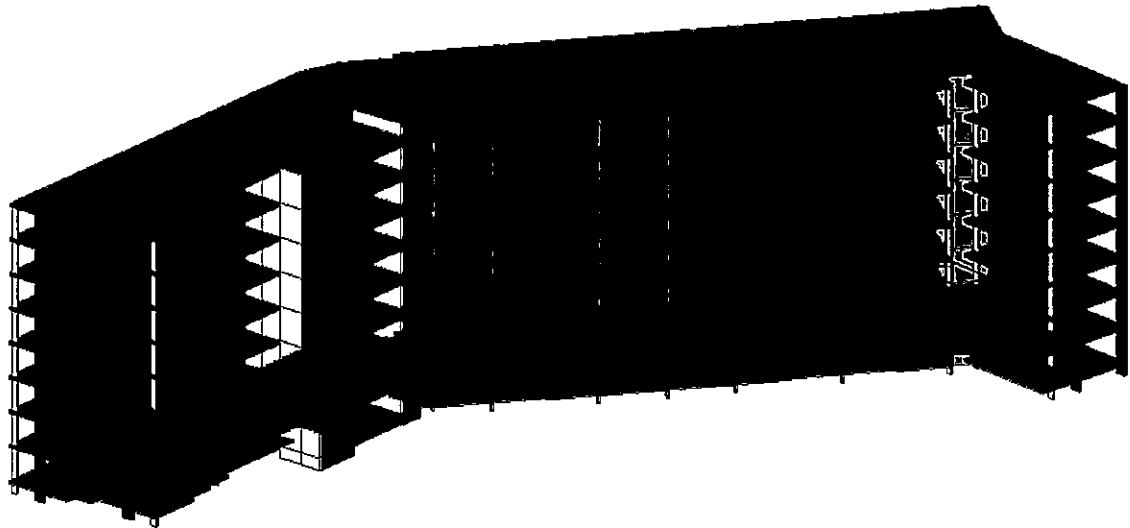
รูปที่ 6-6 แบบจำลองกำแพง และเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก

กิตติชัย บัวขาว

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

ชั้นที่ 1

SDL_CAR = 400 kg/m²



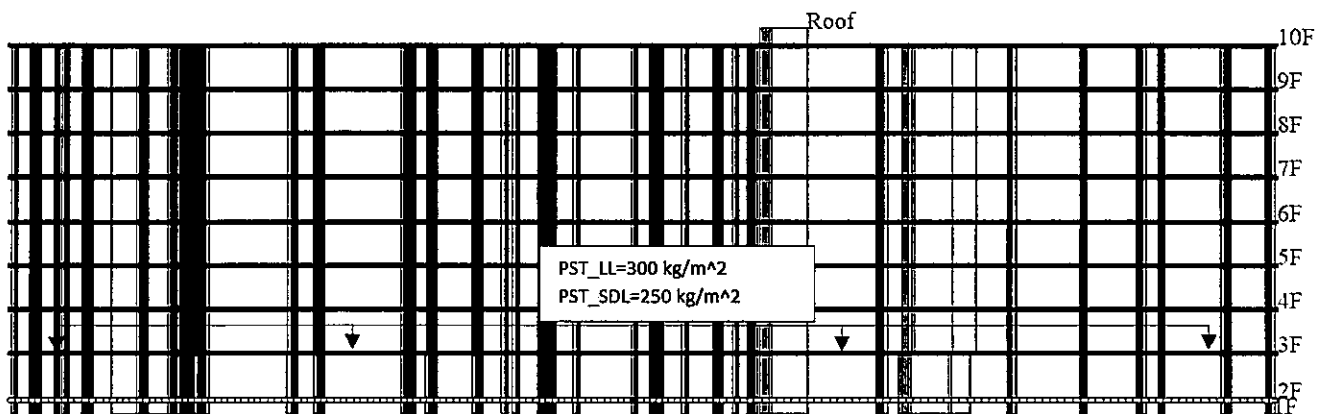
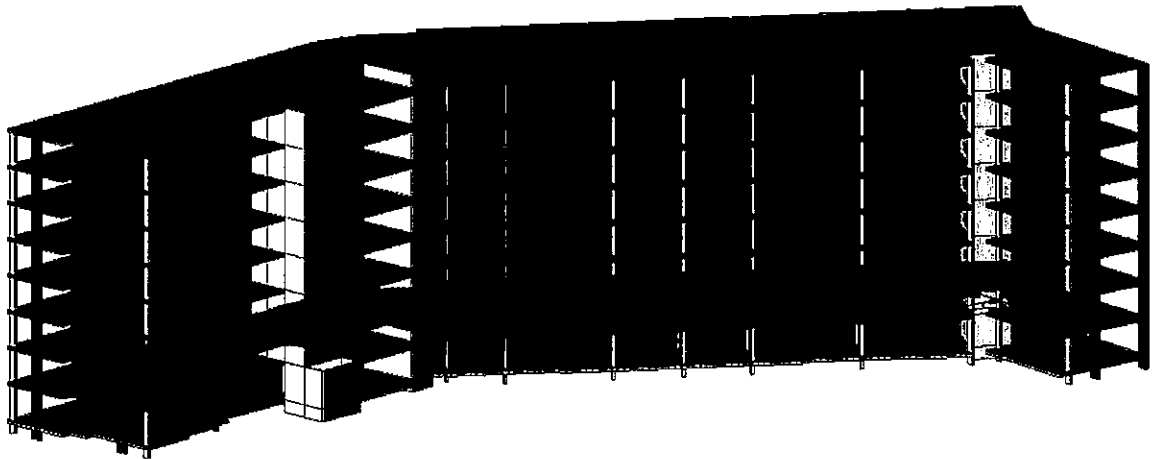
นาย กิตติชัย บัวขาว

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

ชั้นที่ 2

PST_SDL = 250 kg/m²

PST_LL = 300 kg/m²



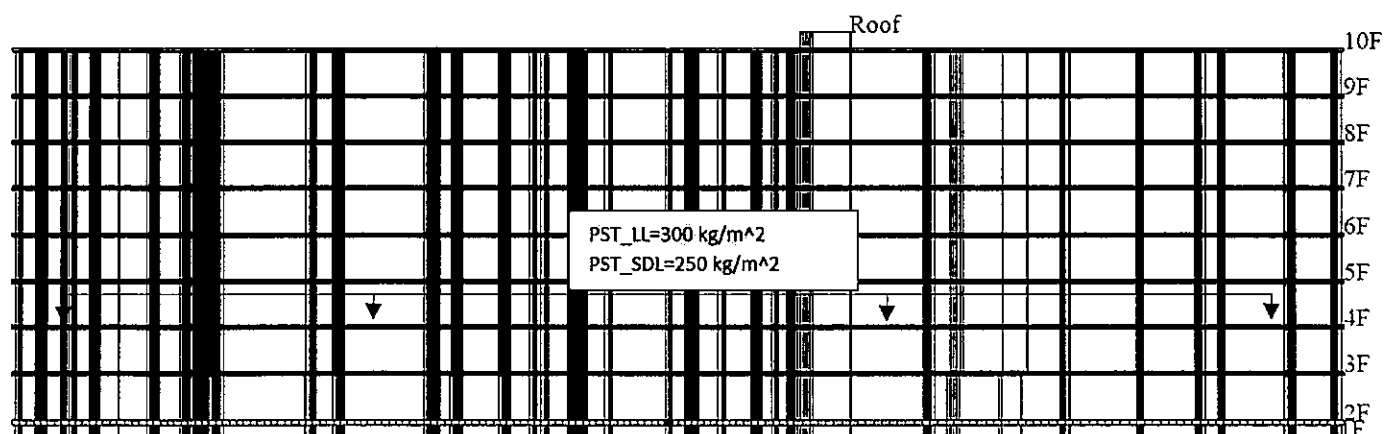
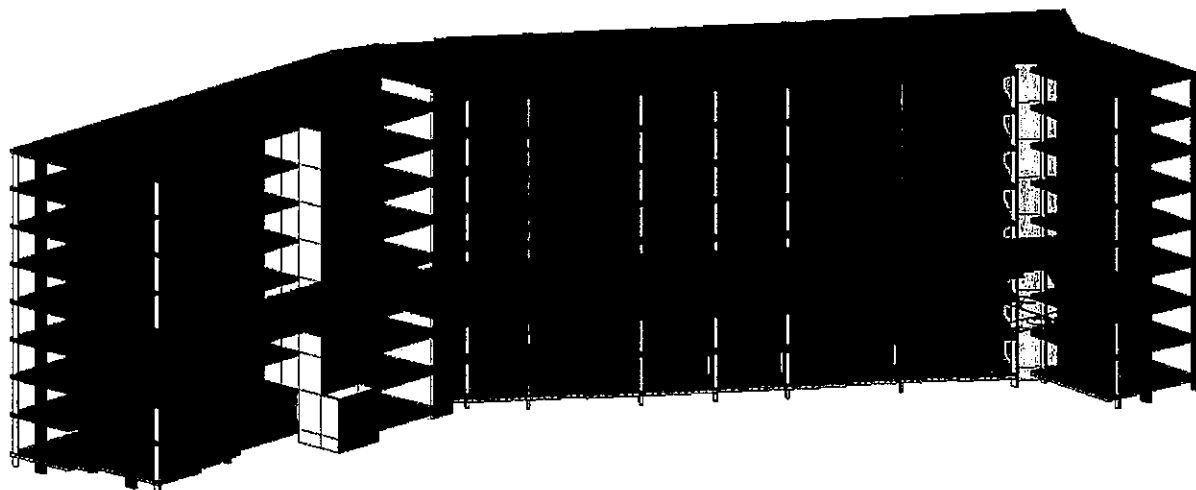
นาย กิตติชัย บัวขาว

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

ชั้นที่ 3

PST_DL = 250 kg/m²

PST_LL = 300 kg/m²



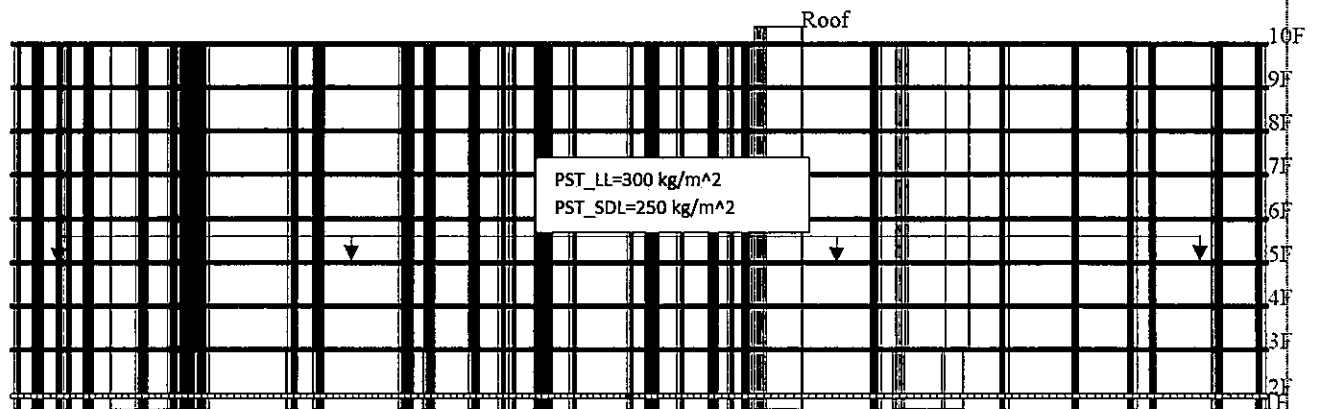
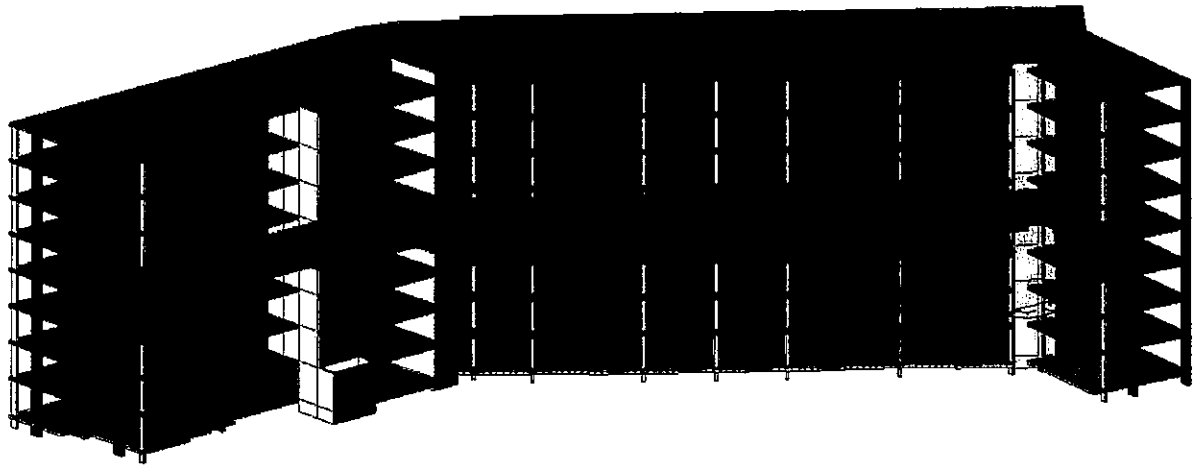
นาย กิตติชัย บัวขาว

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

ชั้นที่ 4

PST_DL = 250 kg/m²

PST_LL = 300 kg/m²



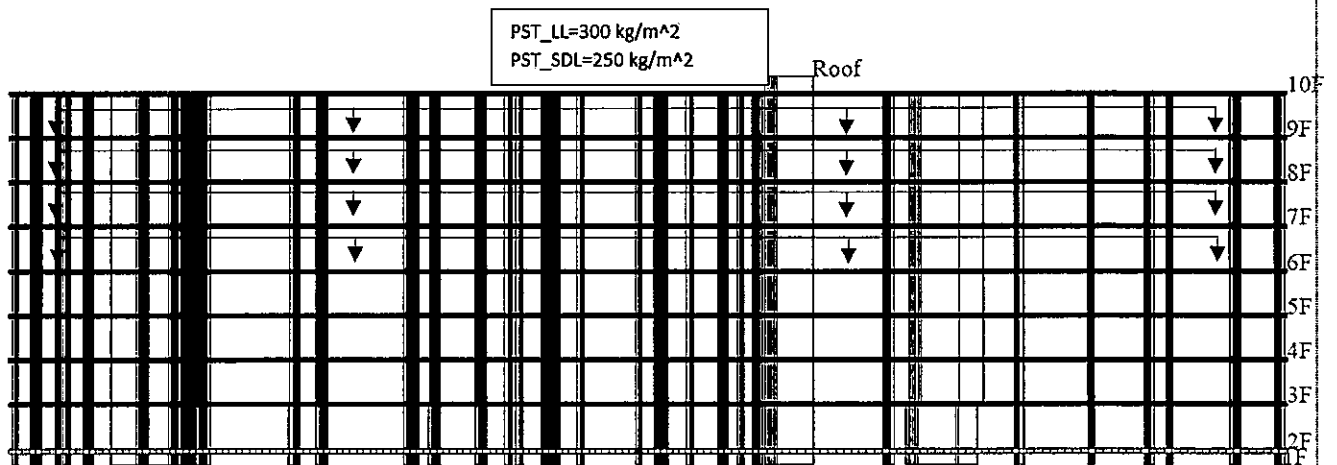
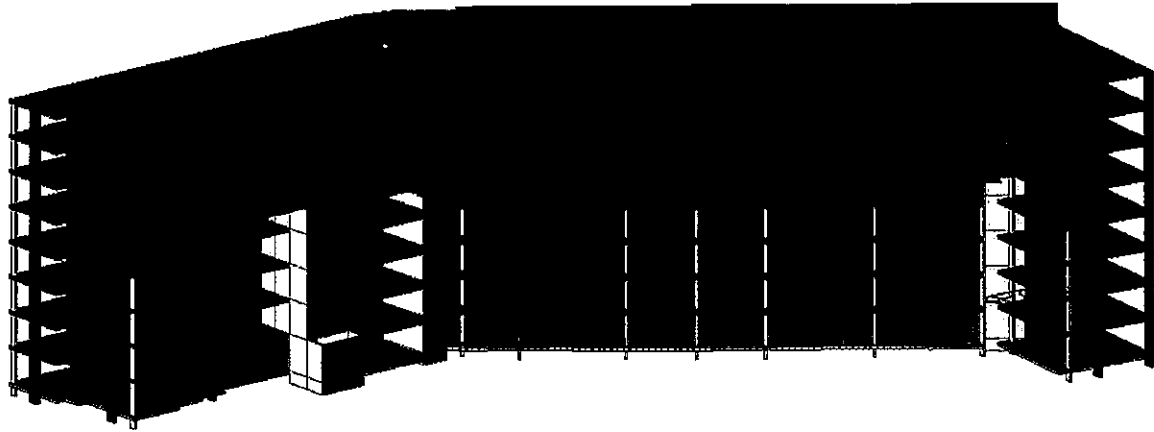
กิตติชัย บัวขาว

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

ชั้นที่ 5-8

PST_DL = 250 kg/m²

PST_LL = 300 kg/m²



นาย กิตติชัย บัวขาว

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

ชั้นที่ ROOF ส่วนอื่นๆ

-หลังคา

$$\text{ROOF_DL} = 250 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{ROOF_LL} = 300 \text{ kg/m}^2$$

-พื้นถึงเก็บน้ำ

$$\text{LL} = 3,200 \text{ kg/m}^2$$

-หลังคาบันได (RS)

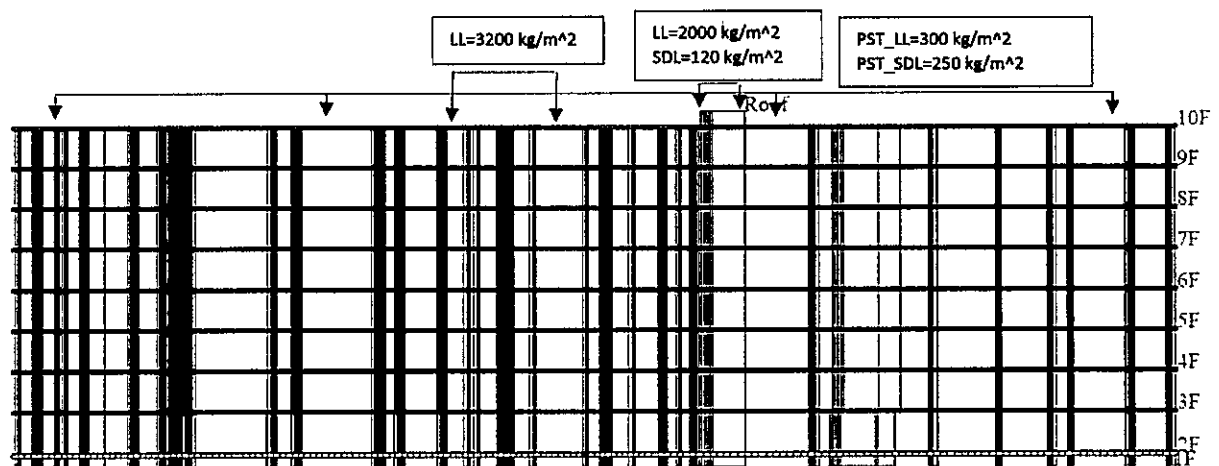
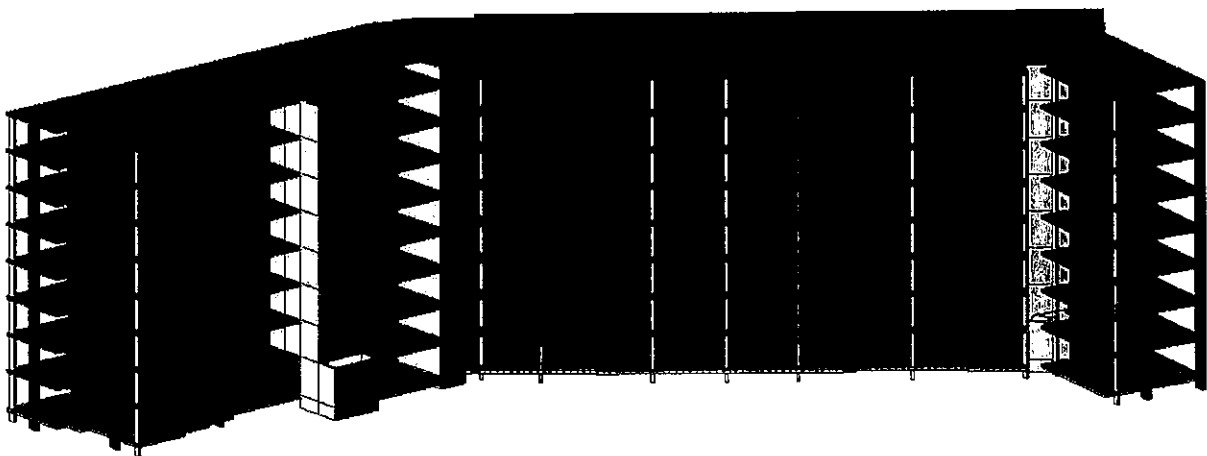
$$\text{ROOF_DL} = 120 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{ROOF_LL} = 100 \text{ kg/m}^2$$

-หลังคาลิฟต์ (MS)

$$\text{ROOF_DL} = 120 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{ROOF_LL} = 2,000 \text{ kg/m}^2$$



นาย กิตติชัย บัวขาว

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

การกำหนดค่าสตีฟเนสขององค์อาคารคอนกรีตและอิฐก่อจะต้องคำนึงถึงผลของการแตกร้าวที่มีต่อค่าสตีฟเนส โดยในกรณีที่ไม่สามารถทำการวิเคราะห์อย่างละเอียด อนุญาตให้ประมาณค่าสตีฟเนส จากค่าโมเมนต์ความเฉื่อยประสิทธิผล I_{eff} และค่าพื้นที่หน้าตัดประสิทธิผล A_{eff} ดังต่อไปนี้

คาน : $I_{eff} = 0.35 I_g$

เสา : $I_{eff} = 0.70 I_g$

$A_{eff} = 1.0 A_g$

กำแพงที่ไม่แตกร้าว: $I_{eff} = 0.70 I_g$

กำแพงที่มีการแตกร้าว: $I_{eff} = 0.35 I_g$

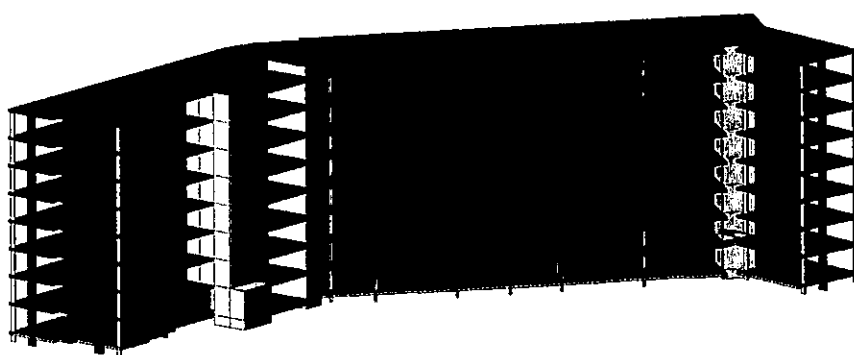
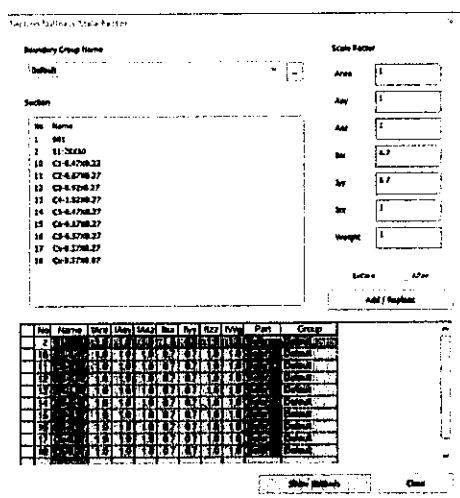
แผ่นพื้นไร้คาน: $I_{eff} = 0.25 I_g$

โดยที่ I_g และ A_g คือ ค่าโมเมนต์ความเฉื่อย และพื้นที่หน้าตัดที่คำนวณจากหน้าตัดเต็ม

<ข้อ 2.8.3 หน้า 56>

การลด Stiffness ของโครงสร้างในการวิเคราะห์โครงสร้าง

ลด Stiffness คาน 0.35 I_g และเสา 0.70 I_g



นาย กิตติชัย บัวขาว

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

ลด Stiffness กำแพง 0.35 Ig

Wall Stiffness Scale Factor

☐ Start Number

Node Number : 86121

Element Number : 90054

Boundary Group Name

Default

Option

☒ Add/Replace ☐ Delete

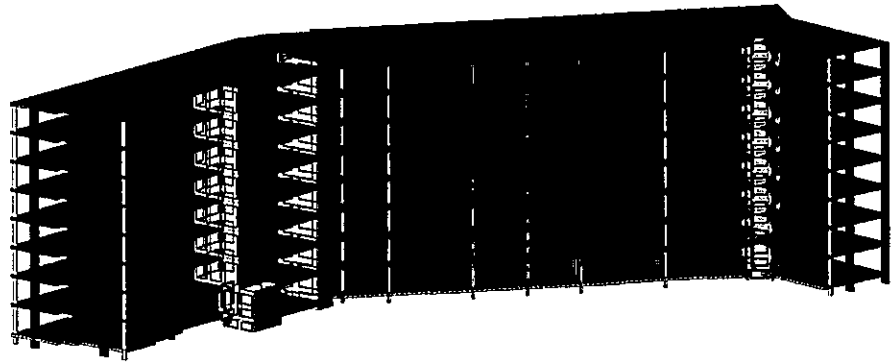
Wall Type

☒ Wall (Plate) ☐ Wall (CRS)

Inplane Stiffness Scale Factor

Shear : 0.35

Bending & Axial : 0.35



ลด Stiffness พื้น POST 0.50 Ig

Plate Stiffness Scale Factor

☐ Start Number

Node Number : 86121

Element Number : 90054

Boundary Group Name

Default

Option

☒ Add/Replace ☐ Delete

Inplane Stiffness Scale Factor

Axial(Fxx) : 0.5

Axial(Fyy) : 0.5

Shear(Fxy) : 1

Out-of-plane Stiff. Scale Factor

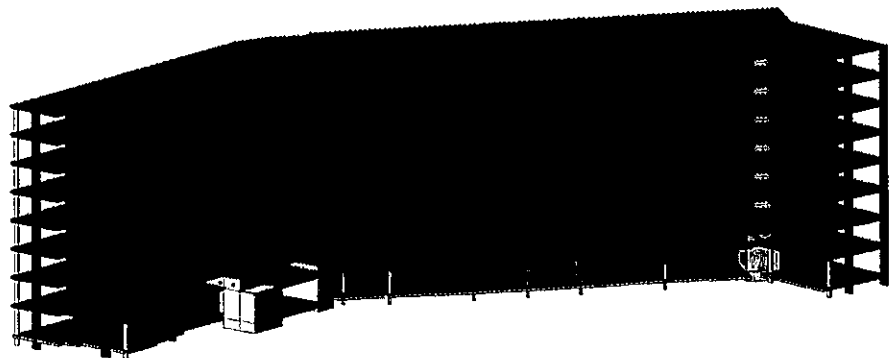
Bending(Mxx) : 0.5

Bending(Myy) : 0.5

Torsion(Mxy) : 1

Shear(Vxx) : 1

Shear(Vyy) : 1



กิตติชัย บัวขาว

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

ลด Stiffness ฝั่ง FS 0.25 Ig

Plate Stiffness Scale Factor

Start Number

Node Number : 86121

Element Number : 90054

Boundary Group Name

Default

Option

☒ Add/Replace ☐ Delete

Inplane Stiffness Scale Factor

Axial(Fxx) : 0.25

Axial(Fyy) : 0.25

Shear(Fxy) : 1

Out-of-plane Stiff. Scale Factor

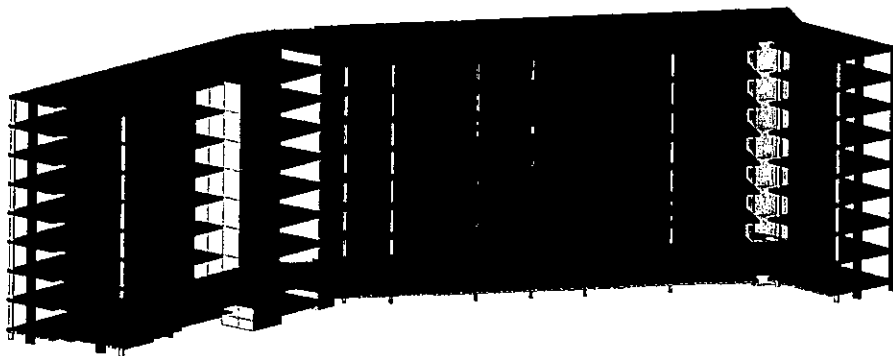
Bending(Mxx) : 0.25

Bending(Myy) : 0.25

Torsion(Mxy) : 1

Shear(Vxx) : 1

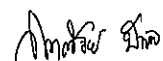
Shear(Vyy) : 1



นาย กิตติชัย บัวขาว

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

ข้อกำหนดแรงแผ่นดินไหว
มยผ. 1302



นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

แรงสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว (SEISMIC FORCE)

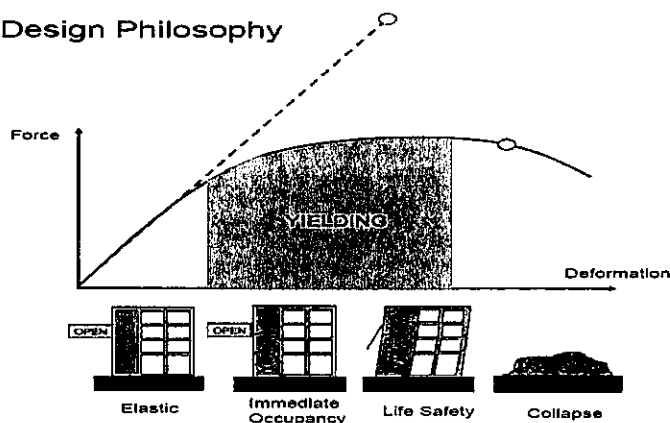
ระบบโครงสร้างภายในเป็นระบบโครงสร้างข้อแข็งคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยชั้นที่ 2 – ชั้นดาดฟ้าเลือกใช้โครงสร้างระบบพื้นไร้คาน POSTENSION ทั้งหมด ซึ่งในความเป็นจริงแล้ว การออกแบบให้โครงสร้างต้านทานแรงแผ่นดินไหวได้ทั้งหมด โดยไม่ยอมให้เกิดความเสียหายใดๆ เลย เป็นวิธีที่ไม่ประหยัดและเนื่องจาก “ การเสียรูปแบบไม่ยืดหยุ่น (Inelastic deformations) ” มีส่วนช่วยลดแรงจากแผ่นดินไหวลงได้

ดังนั้นการยอมให้โครงสร้างเกิดการเสียรูปแบบในระดับหนึ่ง (ซึ่งซ่อมแซมได้ภายหลัง) จึงเป็นที่นิยมสำหรับการออกแบบโครงสร้างทั่วไปทั้งนี้โครงสร้างจะมีการเสียรูปแบบไม่ยืดหยุ่นเล็กน้อย เพียงใดขึ้นอยู่กับรูปแบบของโครงสร้าง (Structure systems) ที่พิจารณา

การออกแบบต้านทานแผ่นดินไหวสำหรับโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กนั้นก็เพื่อให้เป็นไปตามหลักการพื้นฐานสามประการคือ

1. โครงสร้างจะต้องมีสติฟเนสเพียงพอที่จะควบคุมการเคลื่อนที่ด้านข้างไม่ให้เกินระดับที่ยอมรับได้ ($H/200 = 0.005 H \times C_d$) ; $C_d = 3/K$ ตามกฎกระทรวง
2. โครงสร้างจะต้องมีกำลังเพียงพอที่จะต้านทานแรงเฉื่อยที่เกิดจากการสั่นไหวของพื้นดิน
3. รายละเอียดการเสริมเหล็กในโครงสร้างจะต้องเพียงพอที่จะทำให้โครงสร้างมีความเหนียวที่พอในช่วงพลาสติก

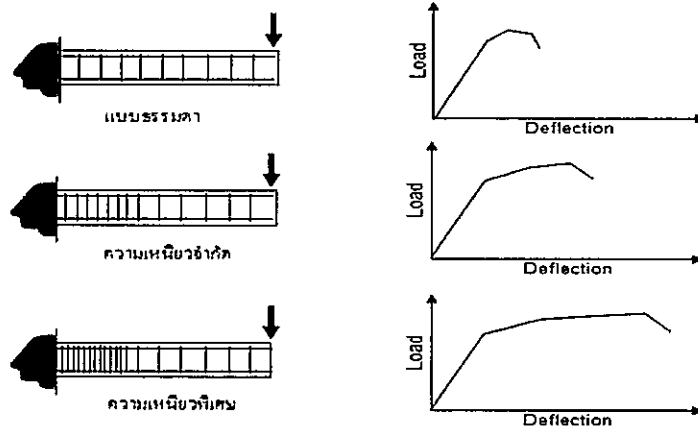
EQ Design Philosophy



กิตติชัย บัวขาว

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

การออกแบบเสริมเหล็กให้เหมาะสมกับระดับ
ความรุนแรงของแผ่นดินไหว



ในพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหว โครงสร้างอาคารจะต้องประกอบด้วยระบบต้านแรงด้านข้าง (Lateral Load Resisting System) และระบบรับน้ำหนักบรรทุกทุกแนวตั้ง (Gravity Load Resisting System) ที่มีกำลังต้านทานสถิตยเสถียร และความสามารถในการสลายพลังงานในระดับที่สูงเพียงพอที่จะทำให้อาคารนั้นสามารถต้านทานแผ่นดินไหวสำหรับการออกแบบ (Design Earthquake) ได้ และในการออกแบบอาคาร จะต้องสมมุติว่าแผ่นดินไหวสำหรับการออกแบบสามารถเกิดขึ้นได้ในทุกทิศทางตามแนวราบ วิศวกรผู้ออกแบบจะต้องตรวจสอบว่า แรงที่เกิดในองค์อาคารต่างๆ และการเสียรูปที่เกิดขึ้นในโครงสร้างอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของโครงสร้างที่เหมาะสม การกระจายแรงแผ่นดินไหวสำหรับการออกแบบไปยังชั้นต่างๆ ของอาคาร จะต้องเป็นไปวิธีที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน มยผ. ส่วนอาคารที่พิจารณาี้ตามมาตรฐาน มยผ. จะต้องให้ความสำคัญในส่วนของแรงเฉือนทะลุที่แผ่นพื้นบริเวณหัวเสาเป็นสำคัญ

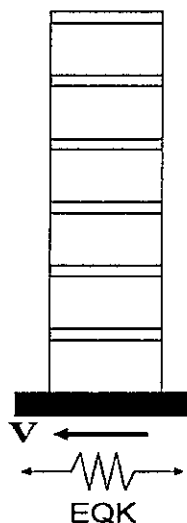
ซึ่งได้กำหนดไว้หากองค์อาคารเป็นระบบแผ่นพื้นแบบไร้คานจะต้อง เสริมเหล็กเพื่อป้องกันการพังทลายอย่างต่อเนื่อง (Progressive Collapse) ด้วย โดยจะต้องมีเหล็กเสริมล่องวางผ่านหรือฝังเข้าไปในแกนเสาในแต่ละทิศทางป็นปริมาณไม่น้อยกว่า

$$A_{sm} = (0.5 W_u L_1 L_2) / 0.9 f_y$$

กิตติชัย บัวขาว

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

แรงแผ่นดินไหว (Earthquake Loads)



แผ่นดินไหวเป็นภัยพิบัติทางธรรมชาติที่สามารถก่อให้เกิดความเสียหายอย่างร้ายแรงต่อโครงสร้าง ในหลายพื้นที่ซึ่งอยู่ในโซนที่เสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินไหว จะต้องคำนึงถึงแรงแผ่นดินไหวในการออกแบบโครงสร้าง สำหรับประเทศไทย แม้ว่าจะไม่เคยเกิดแผ่นดินไหวรุนแรง แต่ก็ยังมีแผ่นดินไหวขนาดเล็กเกิดขึ้นบ่อยครั้งทางภาคเหนือและตะวันตก

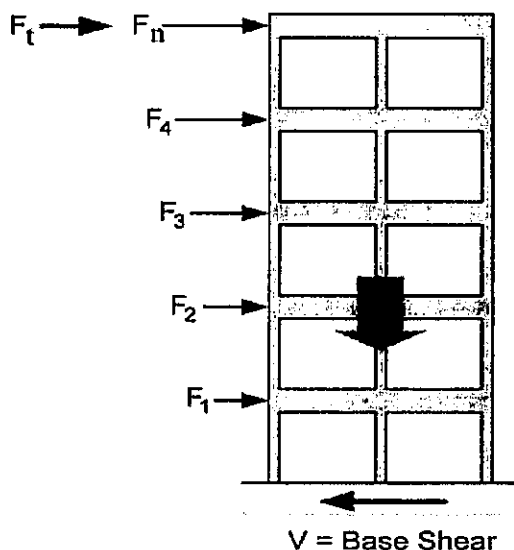
กฎกระทรวง พ.ศ. 2550 กำหนดให้พิจารณาแรงสั่นสะเทือนแผ่นดิน โดยคำนวณเป็นแรงเฉือนที่ฐาน (Base Shear) ดังนี้

$$V = ZIKCSW$$

- เมื่อ
- V = แรงเฉือนที่ฐานอาคาร
 - Z = สัมประสิทธิ์ความเข้มของแผ่นดินไหว
 - I = สัมประสิทธิ์ความสำคัญของอาคาร
 - K = สัมประสิทธิ์โครงสร้าง
 - C = สัมประสิทธิ์คุณสมบัติทางพลศาสตร์ของโครงสร้าง
 - S = สัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างชั้นดินและโครงสร้าง
 - W = น้ำหนักโครงสร้าง

การกระจายแรงเฉือนในแนวราบที่ระดับพื้นดิน ออกเป็นแรงในแนวราบที่ชั้นบนสุดของอาคาร ใช้ค่าการสั่นธรรมชาติ T ของอาคารในโหมดที่ 1 " หากค่า T น้อยกว่า 0.70 s ใช้ค่า $F_t = 0$ " $F_t = \text{Min} [0.07 T_v , 0.25 V]$

เมื่อได้ค่าแรงเฉือนทั้งหมดในแนวราบที่ระดับพื้นดิน (V) แล้ว ให้กระจายออกเป็นแรงในแนวราบที่กระทำต่อพื้นชั้นต่างๆ ดังภาพที่ 2



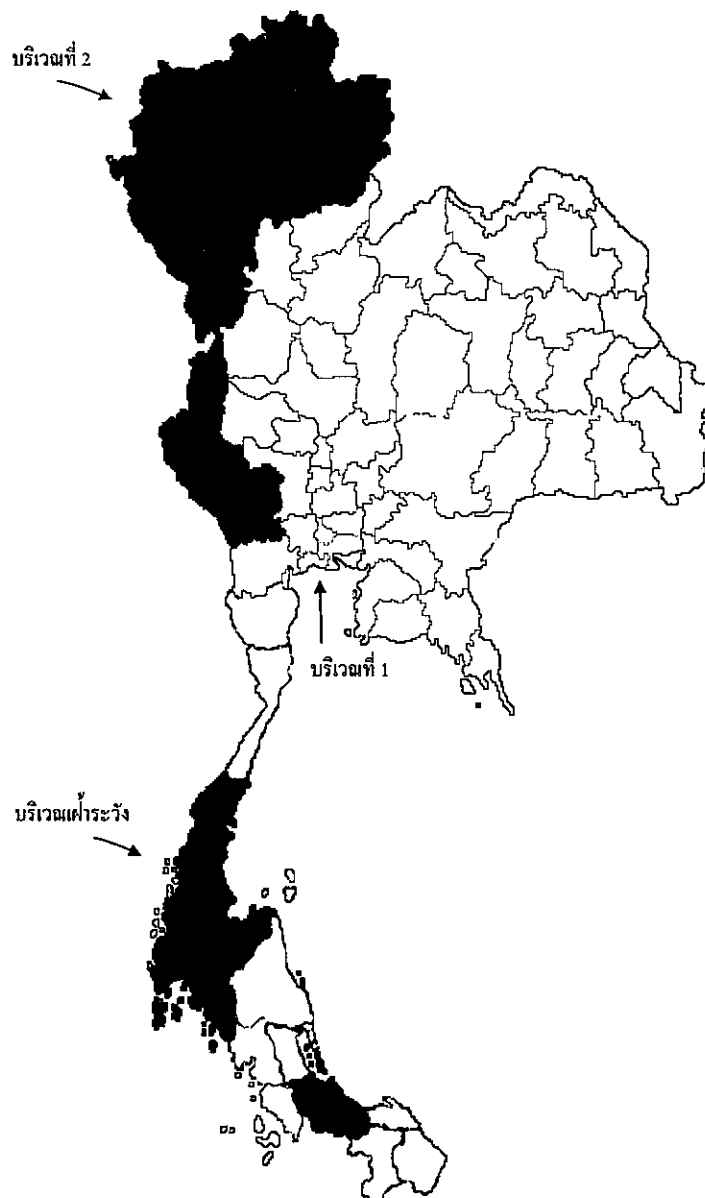
ภาพที่ 2 การกระจายค่า V เป็นแรงในแนวราบที่กระทำต่อพื้นชั้นต่างๆ

กิตติชัย บัวขาว

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

สัมประสิทธิ์ของความเข้มของแผ่นดินไหว (Z)

แบ่งเป็น 2 บริเวณ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 บริเวณที่มีผลบังคับใช้กฎกระทรวง พ.ศ. 2550

บริเวณที่ 1 (กรุงเทพฯ, นนทบุรี, ปทุมธานี, สมุทรปราการ, สมุทรสาคร) < ข้อ 2 หน้า 17 >

ใช้ค่า $Z \geq 0.19$

บริเวณที่ 2 (กาญจนบุรี, เชียงราย, เชียงใหม่, ตาก, น่าน, พะเยา, แพร่, แม่ฮ่องสอน, ลำปาง, ลำพูน)

ใช้ค่า $Z \geq 0.38$

< ข้อ 2 หน้า 18 >

(Signature)

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

สถานที่ตั้งอาคาร ถนนประชาธิปก แขวงวัดกัลยาณ์ เขตธนบุรี จังหวัด กรุงเทพมหานคร

1. รายละเอียดตามกฎหมาย

กฎกระทรวงการกำหนดพื้นที่แรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว พ.ศ. 2550

- บริเวณที่ 1 คือ พื้นที่เป็นดินอ่อนมากที่อาจได้รับผลกระทบจากแผ่นดินไหวระยะไกล ได้แก่ กรุงเทพมหานคร นนทบุรี ปทุมธานี สมุทรปราการ และสมุทรสาคร

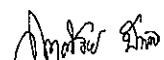
ดังนั้น อาคารนี้สร้างที่เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร จัดอยู่ในบริเวณที่ 1 เนื่องจากพื้นที่บริเวณนี้ส่งผลให้เกิดการขยายแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวทำให้อาคารในบริเวณดังกล่าวมีความเสี่ยงภัยจากแผ่นดินไหวในระยะไกลได้

กฎกระทรวงบังคับใช้บริเวณและอาคารดังต่อไปนี้

บริเวณเฝ้าระวังและบริเวณที่ 1

- ก. อาคารที่จำเป็นต่อความเป็นอยู่ของสาธารณชน อาทิ สถานพยาบาล สถานีดับเพลิง ท่าอากาศยาน ฯ ไม่เข้าข่าย
- ข. อาคารเก็บวัตถุอันตราย เช่น วัตถุระเบิด วัตถุมีพิษ วัตถุไวไฟ ฯ ไม่เข้าข่าย
- ค. อาคารสาธารณะที่มีผู้ใช้อาคาร 300 คนขึ้นไป อาทิ โรงมหรสพ ศาสนสถาน อัฒจันทร์ ห้างสรรพสินค้า ไม่เข้าข่าย
- ง. สถานศึกษาที่รับนักเรียน 250 คนขึ้นไป ไม่เข้าข่าย
- จ. สถานรับเลี้ยงเด็กอ่อนที่รับเด็กอ่อน 15 คนขึ้นไป ไม่เข้าข่าย
- ฉ. อาคารที่มีผู้ใช้อาคารตั้งแต่ 5,000 คนขึ้นไป ไม่เข้าข่าย
- ช. อาคารที่มีความสูง 15 ขึ้นไป เข้าข่าย
- ซ. สะพานหรือทางยกระดับที่มีช่วงระหว่างศูนย์กลางตอม่อยาวตั้งแต่ 15 เมตรขึ้นไป ไม่เข้าข่าย
- ณ. เขื่อนเก็บกักน้ำ เขื่อนทดน้ำหรือฝายทดน้ำ ที่ตัวเขื่อนหรือฝายมีความสูง 10 ขึ้นไป ไม่เข้าข่าย

ดังนั้นอาคารนี้เข้าข่าย ต้องออกแบบอาคารให้ต้านทานแผ่นดินไหวเพราะข้อ ข. เข้าข่าย



นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

คาบการสั่นพื้นฐาน (T)

มาตรฐาน มยผ.1302 ระบุวิธีการคำนวณคาบการสั่นพื้นฐาน (Fundamental Period , T) ของอาคารในทิศทางแกนหลักของอาคาร คำนวณได้ดังนี้ <ข้อ 3.3 หน้า 68>

วิธี ก คำนวณจากสูตรการประมาณค่า


อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก ----- $T = 0.02 H = 0.02 (22.95) = 0.459$ วินาที

วิธี ข คำนวณได้จากสูตรของ Rayleigh จากลักษณะการกระจายมวลภายใน (หรือน้ำหนัก) ในอาคารและสถิติของระบบโครงสร้างต้านแรงด้านข้างของอาคาร ด้วยวิธีการวิเคราะห์ที่เหมาะสม หรือโดยใช้การวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ตามโหมดการสั่นของโครงสร้าง *Midas Gen Fundamental Period* คาบการสั่นพื้นฐานโดยวิธีพลศาสตร์ $T_m 14.67$ วินาที มีค่าเกิน $1.5 \times 0.459 = 0.689$) <ข้อ 4.2.4 หน้า 77>

การคำนวณค่าคาบการสั่น และรูปร่างโหมดการสั่นไหวของโครงสร้างทำได้โดยการวิเคราะห์ไอเกน (Eigen analysis) ของเมตริกมวล [M] และสถิติ [K] การวิเคราะห์ผลตอบสนองจากหลายโหมดจะต้องคิดจำนวนโหมดที่เพียงพอ ที่จะทำให้ผลรวมของน้ำหนักประสิทธิผลเชิงโหมด (Effective Modal Weight , or Modal Weight Participation) มีค่าไม่น้อยกว่า 90 % ของน้ำหนักประสิทธิผลของอาคาร ส่วนใหญ่แล้ว 3 – 4 โหมดแรกก็เพียงพอต่อการคำนวณผลตอบสนองเชิงพลศาสตร์ทั้งหมดได้ การกระจายแรงเฉือนในแนวราบที่ระดับพื้นดินออกเป็นแรงในแนวราบที่ชั้นบนสุดของอาคาร ใช้คาบการสั่นธรรมชาติ T ของอาคารในโหมดที่ 1

" หากค่า T น้อยกว่า 0.70 s ใช้ค่า $F_t = 0$ "

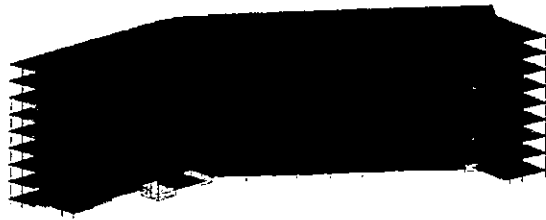
$$F_t = \text{Min} \{ 0.07 T_v , 0.25 V \}$$



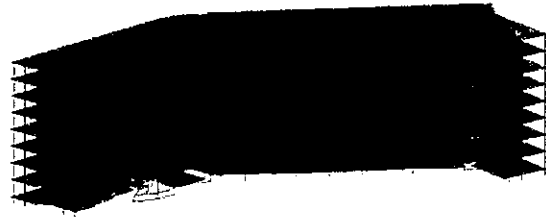
นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

โหมดการสั่นไหวของโครงสร้าง

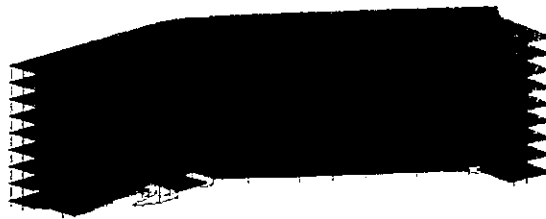
VIBRATION MODE SHAPE ; Mode 1 to Mode 6



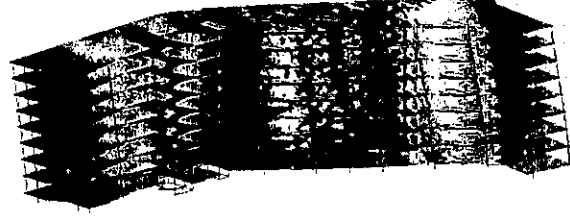
Kave Univ	
POST-PROCESSOR	
VIBRATION MODE	
FREQUENCY	(CYCLES/SEC)
0.040213	
NATURAL PERIOD	(SEC)
24.869443	
MODE(1)	
DIS=	0.000000
TX=	0.000000
DZ=	0.000000
RY=	0.000000
AX=	0.000000
BY=	0.000000
MODE 1	
MAX U 0.000	
MIN U 0.000	
FILE: BOUTING...	
UNIT: mm, s	
DATE: 09/28/2022	
VIEW-DIRECTION	
1	
2	



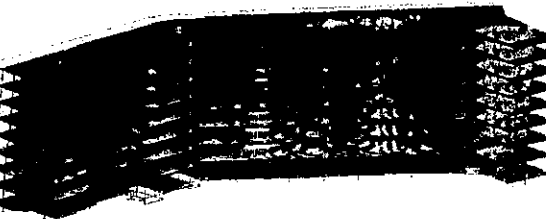
Kave Univ	
POST-PROCESSOR	
VIBRATION MODE	
FREQUENCY	(CYCLES/SEC)
0.040213	
NATURAL PERIOD	(SEC)
24.869443	
MODE(1)	
DIS=	0.000000
TX=	0.000000
DZ=	0.000000
RY=	0.000000
AX=	0.000000
BY=	0.000000
MODE 2	
MAX U 0.000	
MIN U 0.000	
FILE: BOUTING...	
UNIT: mm, s	
DATE: 09/28/2022	
VIEW-DIRECTION	
1	
2	



Kave Univ	
POST-PROCESSOR	
VIBRATION MODE	
FREQUENCY	(CYCLES/SEC)
0.075833	
NATURAL PERIOD	(SEC)
13.199418	
MODE(1)	
DIS=	0.000000
TX=	0.000000
DZ=	0.000000
RY=	0.000000
AX=	0.000000
BY=	0.000000
MODE 3	
MAX U 0.000	
MIN U 0.000	
FILE: BOUTING...	
UNIT: mm, s	
DATE: 09/28/2022	
VIEW-DIRECTION	
1	
2	



Kave Univ	
POST-PROCESSOR	
VIBRATION MODE	
FREQUENCY	(CYCLES/SEC)
0.040213	
NATURAL PERIOD	(SEC)
24.869443	
MODE(1)	
DIS=	0.000000
TX=	0.000000
DZ=	0.000000
RY=	0.000000
AX=	0.000000
BY=	0.000000
MODE 4	
MAX U 0.000	
MIN U 0.000	
FILE: BOUTING...	
UNIT: mm, s	
DATE: 09/28/2022	
VIEW-DIRECTION	
1	
2	



Kave Univ	
POST-PROCESSOR	
VIBRATION MODE	
FREQUENCY	(CYCLES/SEC)
0.040213	
NATURAL PERIOD	(SEC)
24.869443	
MODE(1)	
DIS=	0.000000
TX=	0.000000
DZ=	0.000000
RY=	0.000000
AX=	0.000000
BY=	0.000000
MODE 5	
MAX U 0.000	
MIN U 0.000	
FILE: BOUTING...	
UNIT: mm, s	
DATE: 09/28/2022	
VIEW-DIRECTION	
1	
2	



Kave Univ	
POST-PROCESSOR	
VIBRATION MODE	
FREQUENCY	(CYCLES/SEC)
0.040213	
NATURAL PERIOD	(SEC)
24.869443	
MODE(1)	
DIS=	0.000000
TX=	0.000000
DZ=	0.000000
RY=	0.000000
AX=	0.000000
BY=	0.000000
MODE 6	
MAX U 0.000	
MIN U 0.000	
FILE: BOUTING...	
UNIT: mm, s	
DATE: 09/28/2022	
VIEW-DIRECTION	
1	
2	

นาย กิตติชัย บัวขาว

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

Midas Gen Fundamental Period and Modal Participation Masses

จำนวนโหมดที่เพียงพอที่จะทำให้ผลรวมของน้ำหนักประสิทธิผลเชิงโหมดเท่ากับ 30 โหมด ซึ่งมีค่าของ Modal Weight Participation ไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 % ของน้ำหนักประสิทธิผลของอาคาร

Mode	UX	UY	UZ	RX
EIGENVALUE ANALYSIS				
Mode No	Frequency		Period	Tolerance
	(rad/sec)	(cycle/sec)	(sec)	
1	0.4282	0.0682	14.6734	0.0000e+000
2	0.7953	0.1266	7.9001	0.0000e+000
3	4.4266	0.7045	1.4194	0.0000e+000
4	5.1900	0.8260	1.2106	0.0000e+000
5	18.7557	2.9851	0.3350	0.0000e+000
6	23.0237	3.6643	0.2729	0.0000e+000
7	40.1780	6.3945	0.1564	0.0000e+000
8	49.7320	7.9151	0.1263	0.0000e+000
9	62.3545	9.9240	0.1008	0.0000e+000
10	76.9484	12.2467	0.0817	0.0000e+000
11	83.3757	13.2697	0.0754	0.0000e+000
12	101.3613	16.1322	0.0620	0.0000e+000
13	102.9862	16.3908	0.0610	0.0000e+000
14	115.6787	18.4108	0.0543	0.0000e+000
15	125.0146	19.8967	0.0503	0.0000e+000
16	125.7959	20.0210	0.0499	0.0000e+000
17	144.6042	23.0145	0.0435	0.0000e+000
18	157.5940	25.0819	0.0399	0.0000e+000
19	166.7540	26.5397	0.0377	0.0000e+000
20	206.7839	32.9107	0.0304	0.0000e+000
21	210.8753	33.5619	0.0298	0.0000e+000
22	213.2868	33.9456	0.0295	0.0000e+000
23	218.1834	34.7250	0.0288	0.0000e+000
24	224.9603	35.8035	0.0279	0.0000e+000
25	232.6396	37.0257	0.0270	0.0000e+000
26	240.0616	38.2070	0.0262	0.0000e+000
27	244.2353	38.8713	0.0257	0.0000e+000
28	246.0615	39.1619	0.0255	0.0000e+000
29	249.3332	39.6826	0.0252	0.0000e+000
30	265.9912	42.3338	0.0236	0.0000e+000

การปรับค่าผลตอบสนองเพื่อใช้ในการออกแบบ

ค่าคาบการสั่นพื้นฐานที่คำนวณได้จะต้องไม่เกิน 1.5 เท่าของค่าที่คำนวณได้จาก วิธี ก.ข้อกำหนดนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันไม่ให้ใช้ค่าแรงเฉือนต่ำเกินไป เพราะโดยทั่วไปคาบการสั่นพื้นฐานของโครงสร้างที่คำนวณได้จากการวิเคราะห์เชิงพลศาสตร์มักจะมีค่ามากกว่าคาบการสั่นพื้นฐานจากสูตรประมาณตามมาตรฐาน มยผ. <ข้อ 4.2.4 หน้า 77> ดังนั้นใช้คาบการสั่นพื้นฐาน $T = 0.689$ วินาที

(ลายเซ็น)

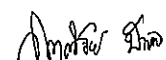
นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

MODEL PARTICIPATION

Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z		ROTN-X		ROTN-Y		ROTN-Z	
	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)
1	0.0001	0.0001	0.0056	0.0056	0.0000	0.0000	0.0199	0.0199	0.0003	0.0003	0.0002	0.0002
2	0.0003	0.0004	0.0204	0.0259	0.0000	0.0000	0.0045	0.0244	0.0000	0.0003	0.0002	0.0004
3	2.0412	2.0416	67.1332	67.1592	0.0000	0.0000	34.8533	34.8777	1.0261	1.0264	0.0004	0.0006
4	65.5632	67.7049	1.9720	69.1312	0.0000	0.0000	1.0856	35.9633	36.1822	37.2086	0.0015	0.0023
5	0.1538	67.8587	17.2271	86.3583	0.0000	0.0000	27.4747	63.4380	0.2934	37.5020	0.0000	0.0023
6	18.2257	86.0844	0.1602	86.5185	0.0000	0.0000	0.1693	63.6073	25.6990	63.2010	0.0002	0.0025
7	0.0732	86.1576	5.3107	91.8292	0.0000	0.0000	8.4498	72.0571	0.1107	63.3118	0.0004	0.0029
8	5.5310	91.6886	0.0594	91.8886	0.0000	0.0000	0.0822	72.1393	8.6194	71.9312	0.0000	0.0030
9	0.0187	91.7073	2.0326	93.9212	0.0000	0.0000	4.5663	76.7056	0.0423	71.9735	0.0007	0.0037
10	2.1615	93.9688	0.0222	93.9435	0.0000	0.0000	0.0491	76.7547	4.6778	76.6513	0.0017	0.0054
11	0.0002	93.9690	0.8649	94.8084	0.0000	0.0000	1.7231	78.4779	0.0000	76.6513	0.0001	0.0056
12	0.0028	93.9518	0.3322	95.1407	0.0000	0.0000	0.8416	78.3195	0.1727	76.8240	0.0009	0.0065
13	0.8759	94.8277	0.0814	95.2221	0.0000	0.0000	0.1819	79.5014	1.7221	78.5461	0.0001	0.0066
14	0.0033	94.8310	0.1738	95.3958	0.0000	0.0000	0.3720	79.8733	0.0071	78.5532	0.0001	0.0067
15	0.0092	94.8403	0.0437	95.4395	0.0000	0.0000	0.1127	79.9860	0.0232	78.5764	0.0003	0.0070
16	0.4736	95.3139	0.0164	95.4559	0.0000	0.0000	0.0398	80.0258	1.1636	79.7401	0.0012	0.0082
17	0.2425	95.5565	0.0019	95.4578	0.0000	0.0000	0.0037	80.0295	0.5309	80.2709	0.0001	0.0083
18	0.0801	95.6366	0.0006	95.4585	0.0000	0.0000	0.0015	80.0311	0.2053	80.4763	0.0005	0.0088
19	0.2310	95.8676	4.1705	99.6291	0.0000	0.0000	10.5138	90.5449	0.6063	81.0826	0.0050	0.0148
20	3.9730	99.8406	0.2844	99.9134	0.0000	0.0000	0.7333	91.2782	10.4023	91.4849	0.1542	0.1690
21	0.0043	99.8448	0.0003	99.9138	0.0000	0.0000	0.0008	91.2790	0.0120	91.4970	69.0739	69.2429
22	0.0081	99.8529	0.0005	99.9147	0.0000	0.0000	0.0001	91.2791	0.0330	91.5300	0.0581	69.3010
23	0.0043	99.8572	0.0009	99.9156	0.0000	0.0000	0.0019	91.2810	0.0118	91.5418	8.6806	77.9816
24	0.0016	99.8588	0.0009	99.9165	0.0000	0.0000	0.0009	91.2819	0.0078	91.5495	0.0437	78.0253
25	0.0005	99.8593	0.0009	99.9174	0.0000	0.0000	0.0018	91.2837	0.0009	91.5504	3.2281	81.2534
26	0.0001	99.8595	0.0007	99.9181	0.0000	0.0000	0.0014	91.2851	0.0013	91.5517	0.3000	81.5534
27	0.0000	99.8595	0.0000	99.9181	0.0000	0.0000	0.0067	91.2919	0.0118	91.5636	0.2424	81.7958
28	0.0000	99.8595	0.0004	99.9185	0.0000	0.0000	0.0000	91.2919	0.0009	91.5645	1.9864	83.7822
29	0.0000	99.8595	0.0000	99.9185	0.0000	0.0000	0.0011	91.2931	0.0030	91.5675	3.6068	87.3890
30	0.0009	99.8604	0.0316	99.9501	0.0000	0.0000	0.0808	91.3739	0.0027	91.5703	3.9922	91.3812

Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z		ROTN-X		ROTN-Y		ROTN-Z	
	MASS	SUM	MASS	SUM	MASS	SUM	MASS	SUM	MASS	SUM	MASS	SUM
1	0.0010	0.0010	0.0634	0.0634	0.0000	0.0000	10.7893	10.7893	0.1597	0.1597	1.6064	1.6064
2	0.0037	0.0046	0.2322	0.2955	0.0000	0.0000	2.4256	13.2149	0.0215	0.1812	1.1637	2.7701
3	23.2585	23.2631	764.943	765.238	0.0000	0.0000	18884.5	18897.8	555.975	556.156	2.4850	5.2550
4	748.193	771.456	22.4699	787.708	0.0000	0.0000	588.212	19486.1	19604.6	20160.8	10.5441	15.7991
5	1.7525	773.209	196.292	984.001	0.0000	0.0000	14886.7	34372.8	158.975	20319.8	0.2571	16.0563
6	207.671	980.880	1.8257	985.826	0.0000	0.0000	91.7227	34464.5	13924.5	34244.4	1.3858	17.4420
7	0.8343	981.714	60.5127	1046.33	0.0000	0.0000	4578.38	39042.9	59.9913	34304.3	2.7806	20.2226
8	63.0228	1044.73	0.6765	1047.01	0.0000	0.0000	44.5362	39087.4	4670.27	38974.6	0.1408	20.3634
9	0.2126	1044.95	23.1608	1070.17	0.0000	0.0000	2474.17	41561.6	22.9401	38997.6	5.0618	25.4253
10	24.6290	1069.57	0.2535	1070.43	0.0000	0.0000	26.5975	41586.2	2534.59	41532.2	11.9338	37.3591
11	0.0018	1069.58	9.8553	1080.28	0.0000	0.0000	933.658	42521.8	0.0082	41532.2	0.8912	38.2503
12	0.9437	1070.52	3.7857	1084.07	0.0000	0.0000	456.022	42977.9	93.5718	41625.7	6.1713	44.4216
13	9.9805	1080.50	0.9275	1084.99	0.0000	0.0000	98.5415	43075.4	933.068	42556.8	0.8450	45.2675
14	0.0378	1080.54	1.9799	1086.97	0.0000	0.0000	201.554	43278.0	3.8577	42562.7	0.3981	45.6656
15	0.1054	1080.64	0.4979	1087.47	0.0000	0.0000	61.0690	43339.0	12.5774	42575.2	2.1695	47.8351
16	5.3962	1086.04	0.1872	1087.66	0.0000	0.0000	21.5659	43360.6	630.500	43205.7	8.2126	56.0477
17	2.7642	1088.80	0.0217	1087.68	0.0000	0.0000	2.0014	43362.6	287.639	43493.4	0.6524	56.7002
18	0.9128	1089.72	0.0071	1087.69	0.0000	0.0000	0.8360	43363.4	111.265	43604.7	3.6387	60.3388
19	2.6322	1092.35	47.5216	1135.21	0.0000	0.0000	5696.73	49060.2	328.521	43933.2	41.2507	101.589
20	45.2699	1137.62	3.2400	1138.45	0.0000	0.0000	397.335	49457.5	5636.33	49569.5	1058.22	1159.81
21	0.0487	1137.67	0.0039	1138.45	0.0000	0.0000	0.4153	49457.9	6.5164	49576.0	474115	475275
22	0.0918	1137.76	0.0101	1138.46	0.0000	0.0000	0.0432	49458.0	17.8911	49593.9	398.954	475674
23	0.0492	1137.81	0.0104	1138.47	0.0000	0.0000	1.0304	49459.0	6.3819	49600.3	59582.7	535257
24	0.0181	1137.83	0.0102	1138.48	0.0000	0.0000	0.5048	49459.5	4.2173	49604.5	299.941	535557
25	0.0058	1137.83	0.0101	1138.49	0.0000	0.0000	0.9951	49460.5	0.4743	49605.0	22157.4	557714
26	0.0017	1137.83	0.0085	1138.50	0.0000	0.0000	0.7641	49461.2	0.7136	49605.7	2058.92	559773
27	0.0000	1137.83	0.0002	1138.50	0.0000	0.0000	3.6553	49464.9	6.4107	49612.1	1664.13	561437
28	0.0004	1137.83	0.0041	1138.51	0.0000	0.0000	0.0266	49464.9	0.4941	49612.6	13634.5	575072
29	0.0000	1137.83	0.0002	1138.51	0.0000	0.0000	0.6043	49465.5	1.6435	49614.3	24756.7	599829
30	0.0106	1137.85	0.3601	1138.87	0.0000	0.0000	43.7902	49509.3	1.4879	49615.7	27401.7	627230

หมายเหตุ Mode 1 ; Ty.....14.673s Model 2 ; Tx.....7.900s Model 3 ; Tz.....1.419s



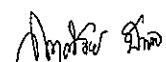
นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

ความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัม

เมื่อเกิดการสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว อาคารต่างๆ จะมีการตอบสนองต่อการสั่นสะเทือนแตกต่างกันไป โดยขึ้นอยู่กับปัจจัยหลัก คือ คาบการสั่นพื้นฐานของอาคาร และปัจจัยประกอบอื่นๆ ดังนั้นผลตอบสนองของอาคารจึงแสดงในรูปของ “ความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัม” ซึ่งมีค่าแปรเปลี่ยนไปตามคาบการสั่นพื้นฐานของอาคาร

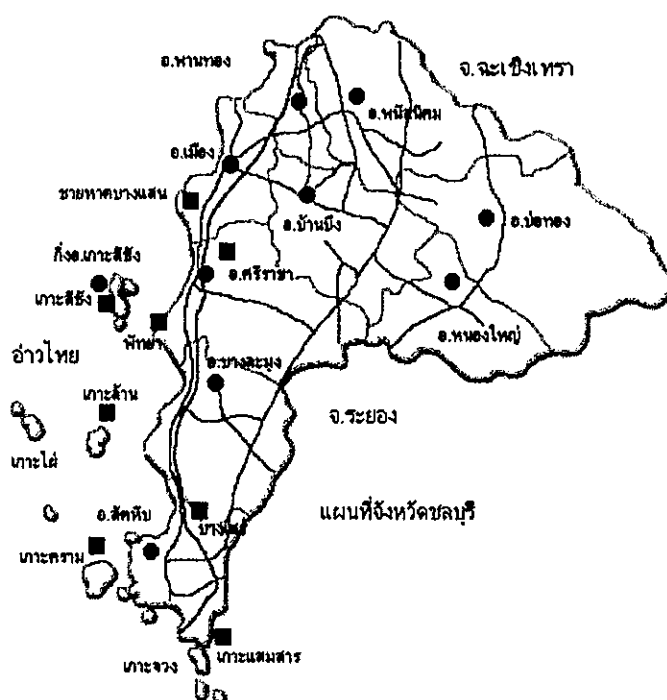
ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมของแผ่นดินไหวรุนแรงสูงสุดที่พิจารณา (Maximum Considered Earthquake) ซึ่งความน่าจะเป็นที่จะเกิดแผ่นดินไหวรุนแรงกว่าระดับที่พิจารณา (Probability of Exceedance) เท่ากับร้อยละ 2 ในช่วงเวลา 50 ปี ส่วนแผ่นดินไหวสำหรับการออกแบบ (Design Earthquake) จะใช้ระดับความรุนแรงเป็น 2 ใน 3 ของแผ่นดินไหวรุนแรงสูงสุดที่พิจารณาที่คาบการสั่น 0.2 วินาที (SS) และที่คาบการสั่น 1 วินาที (S1) ณ.อำเภอและจังหวัดต่างๆ ทั่วประเทศไทย ยกเว้นในพื้นที่แอ่งกรุงเทพที่มีลักษณะดินอ่อนพิเศษได้ถูกแสดงไว้ในตารางที่ 1.4-4 และ 1.1-5 มยพ.1301/1302-61

ในกรณีของพื้นที่แอ่งกรุงเทพ ผลตอบสนองของอาคารได้ถูกแสดงในรูปของความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบ ซึ่งได้รวมผลเนื่องจากสภาพดินอ่อนในพื้นที่นี้เข้าไปแล้วและสามารถนำไปใช้ในการออกแบบได้โดยตรง



นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

จังหวัด	อำเภอ	ค่าความเร่งตอบสนอง	
		เชิงสเปกตรัม	
		S_5	S_1
ชลบุรี	เกาะจันทร์	0.096	0.042
	เกาะสีชัง	0.153	0.056
	บ่อทอง	0.084	0.039
	บางละมุง	0.117	0.048
	บ้านบึง	0.118	0.045
	พนัสนิคม	0.114	0.046
	ศรีราชา	0.141	0.049
	สัตหีบ	0.116	0.049
	หนองใหญ่	0.094	0.040



Amol's friend

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

พิจารณาปรับแก้ตามสภาพชั้นดินประเภท D (ดินปกติ)

สภาพของชั้นดิน ณ บริเวณที่ตั้งอาคาร มีผลต่อระดับความรุนแรงของการสั่นสะเทือน จาก แผ่นดินไหว ดังนั้นการนำค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมในตารางที่ 1.4-1 มาใช้ในการออกแบบ จึงจำเป็นต้องปรับแก้ค่าให้เหมาะสมกับสภาพดิน ณ บริเวณที่ตั้งของอาคารนั้นๆ ประเภทของชั้นดิน สามารถแบ่งออกได้เป็น 6 ประเภท คือ A (หินแข็ง) B (หิน) C(ดินแข็ง) D(ดินปกติ) E(ดินอ่อน) หรือ F(ดินที่มีลักษณะพิเศษ)

ตารางที่ 1.4-2 ค่าสัมประสิทธิ์สำหรับชั้นดินที่ ณ ที่ตั้งอาคาร F_s

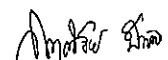
ประเภทของ ชั้นดิน	ความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมของแผ่นดินไหวรุนแรงสูงสุดที่พิจารณาที่คาบ 0.2 วินาที				
	$S_s \leq 0.25$	$S_s = 0.5$	$S_s = 0.75$	$S_s = 1.0$	$S_s \geq 1.25$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	จำเป็นต้องทำการวิเคราะห์การตอบสนองของดินเป็นกรณี ๆ ไป				

ตารางแสดง ค่าสัมประสิทธิ์สำหรับชั้นดินที่ ณ ที่ตั้งอาคาร F_a

ตารางที่ 1.4-3 ค่าสัมประสิทธิ์สำหรับชั้นดิน ณ ที่ตั้งอาคาร F_v

ประเภทของ ชั้นดิน	ความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมของแผ่นดินไหวรุนแรงสูงสุดที่พิจารณาที่คาบ 1.0 วินาที				
	$S_1 \leq 0.1$	$S_1 = 0.2$	$S_1 = 0.3$	$S_1 = 0.4$	$S_1 \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	จำเป็นต้องทำการวิเคราะห์การตอบสนองของดินเป็นกรณี ๆ ไป				

ตารางแสดง ค่าสัมประสิทธิ์สำหรับชั้นดิน ณ ที่ตั้งอาคาร F_v



นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

การปรับค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบ

ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบที่คาบการสั่น 0.2 วินาที (S_{DS}) และที่คาบการสั่น 1 วินาที (S_{D1}) คำนวณจากสมการ

พิจารณาพื้นที่ อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี

$$S_{DS} = 2/3 (F_a \times S_s) = 2/3(1.60 \times 0.141)$$

$$S_{D1} = 2/3 (F_v \times S_1) = 2/3(2.40 \times 0.049)$$

จะได้ค่าสเปกตรัมออกแบบที่ปรับแก้แล้ว $S_{DS} = 0.150g$, $S_{D1} = 0.0784g$ และ $S_{D1} \leq S_{DS}$

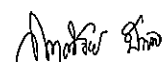
ความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบ (S_a)

ความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบ S_a (ในหน่วยความเร่งจากแรงโน้มถ่วงของโลก ,g) ขึ้นกับตำแหน่งที่ตั้งอาคารและวิธีการออกแบบซึ่งสำหรับวิธีแรงสถิตเทียบเท่าและวิธีเชิงพลศาสตร์ ซึ่งขึ้นกับตำแหน่ง ณ.ที่ตั้งอาคาร ดังนี้

พื้นที่ทั่วประเทศยกเว้นแอ่งกรุงเทพ

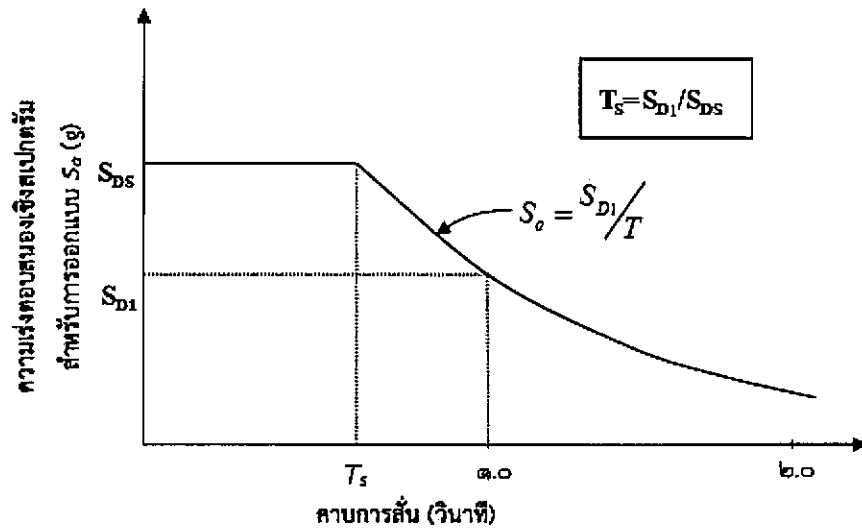
- (1) ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบ สำหรับวิธีสถิตเทียบเท่า ให้ใช้ตามรูปที่ 1.4-1 สำหรับพื้นที่ที่มีค่า $S_{D1} \leq S_{DS}$ และให้ใช้ตามรูปที่ 1.4-2 สำหรับพื้นที่ที่มีค่า $S_{D1} \geq S_{DS}$ โดย S_{DS} และ S_{D1} คือ ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบตามหัวข้อ 1.4.4
- (2) ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบ สำหรับวิธีเชิงพลศาสตร์ ให้ใช้ตามรูปที่ 1.4-3 สำหรับพื้นที่ที่มีค่า $S_{D1} \leq S_{DS}$ และให้ใช้ตามรูปที่ 1.4-4 สำหรับพื้นที่ที่มีค่า $S_{D1} \geq S_{DS}$ โดย S_{DS} และ S_{D1} คือ ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบตามหัวข้อ 1.4.4

ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัม ที่แสดงตามตารางที่ 1.4-1 เป็นค่าที่สอดคล้องกับค่าอัตราส่วนความหน่วงเท่ากับร้อยละ 5

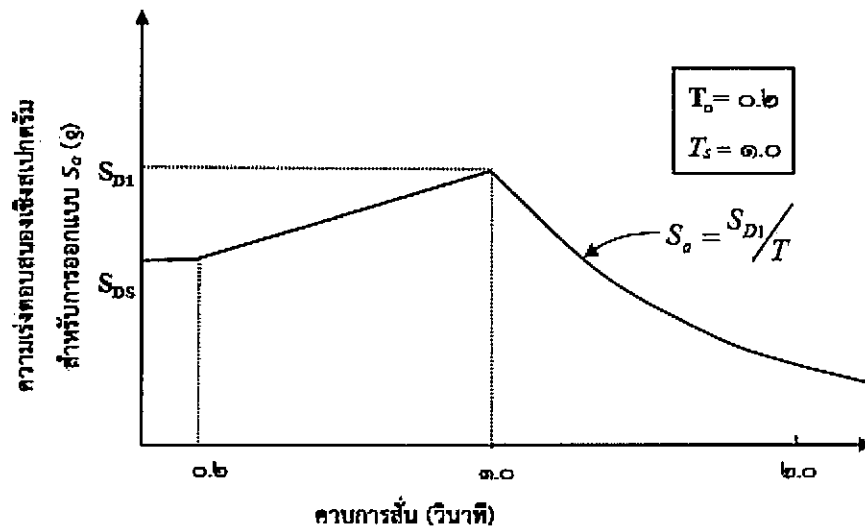


นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

วิธีแรงสถิตเทียบเท่า (Equivalent Static Analysis)



รูปที่ 1.4-1 ความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบด้วยวิธีแรงสถิตเทียบเท่าสำหรับพื้นที่ทั่วประเทศ (ยกเว้นแอ่งกรุงเทพ) ที่มีค่า $S_{D1} \leq S_{DS}$

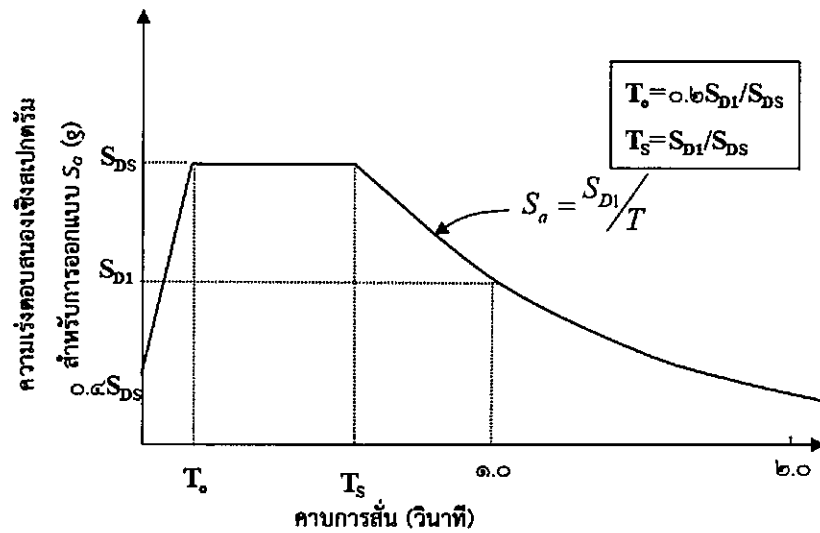


รูปที่ 1.4-2 ความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบด้วยวิธีแรงสถิตเทียบเท่าสำหรับพื้นที่ทั่วประเทศ (ยกเว้นแอ่งกรุงเทพ) ที่มีค่า $S_{D1} > S_{DS}$

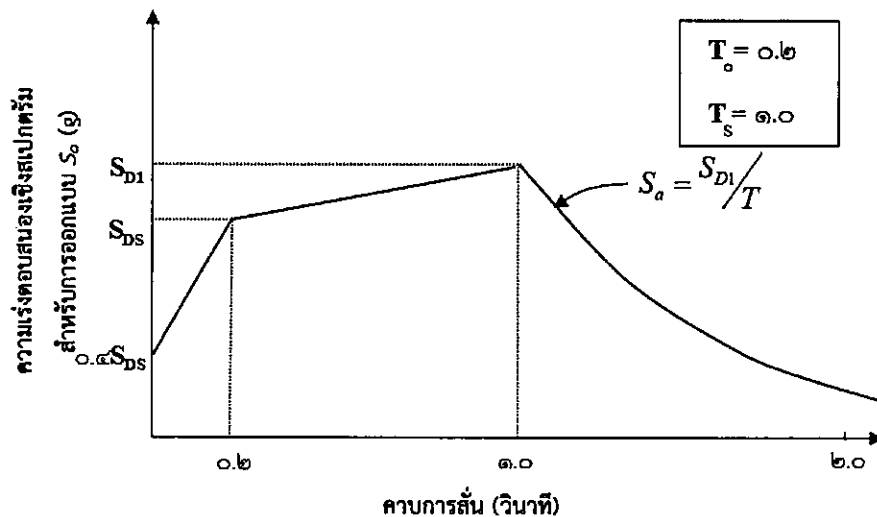
นาย กิตติชัย บัวขาว

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

วิธีเชิงพลศาสตร์ (Response Spectrum Analysis)



รูปที่ 1.4-3 ความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบด้วยวิธีพลศาสตร์ สำหรับพื้นที่ทั่วประเทศ (ยกเว้นแอ่งกรุงเทพ) ที่มีค่า $S_{D1} \leq S_{DS}$



รูปที่ 1.4-4 ความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบด้วยวิธีพลศาสตร์ สำหรับพื้นที่ทั่วประเทศ (ยกเว้นแอ่งกรุงเทพ) ที่มีค่า $S_{D1} > S_{DS}$

นาย กิตติชัย บัวขาว

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

ตัวประกอบความสำคัญและประเภทของอาคาร

ตารางที่ 1.5-1 การจำแนกประเภทความสำคัญของอาคาร และค่าตัวประกอบความสำคัญของอาคาร

ประเภทของอาคารประเภท	ประเภทความสำคัญ	ตัวประกอบความสำคัญ
อาคารและโครงสร้างอื่น ๆ ที่มีปัจจัยเสี่ยงอันตรายต่อชีวิตมนุษย์ค่อนข้างน้อยเมื่อเกิดการพังทลายของอาคารหรือส่วนโครงสร้างนั้น ๆ เช่น - อาคารที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร - อาคารชั่วคราว - อาคารเก็บของเล็ก ๆ ซึ่งไม่มีความสำคัญ	I (น้อย)	1.0
อาคารและโครงสร้างอื่น ๆ ที่ไม่จัดอยู่ในอาคารประเภท ความสำคัญ น้อย มาก และสูงมาก	II (ปกติ)	1.0
อาคารและโครงสร้างอื่น ๆ ที่หากเกิดการพังทลาย จะเป็นอันตรายต่อชีวิตมนุษย์และสาธารณชนอย่างมาก เช่น - อาคารที่เป็นที่ชุมนุมในพื้นที่หนึ่ง ๆ มากกว่า 300 คน - โรงเรียนประถมหรือมัธยมศึกษาที่มีความจุมากกว่า 250 คน - มหาวิทยาลัยหรือวิทยาลัย ที่มีความจุมากกว่า 500 คน - สถานรักษาพยาบาลที่มีความจุคนไข้มากกว่า 50 คน แต่ไม่สามารถทำการรักษากรณีฉุกเฉินได้ - เรือนจาและสถานกักกันนักโทษ	III (มาก)	1.25
อาคารและโครงสร้างที่มีความสำคัญต่อความเป็นอยู่ของสาธารณชน หรือ อาคารที่จำเป็นต่อการบรรเทาภัยหลังเกิดเหตุ เช่น - โรงพยาบาลที่สามารถทำการรักษากรณีฉุกเฉินได้ - สถานีตำรวจ สถานีดับเพลิง และโรงเก็บรถฉุกเฉินต่าง ๆ - โรงไฟฟ้า - โรงผลิตน้ำประปา ถังเก็บน้ำ และสถานีสูบน้ำที่มีความดันสูงสำหรับการดับเพลิง - อาคารศูนย์สื่อสาร - อาคารศูนย์บรรเทาสาธารณภัย - ท่าอากาศยาน ศูนย์บังคับการบิน และโรงเก็บเครื่องบิน ที่ต้องใช้เมื่อเกิดกรณีฉุกเฉิน - อาคารศูนย์บัญชาการแห่งชาติ อาคารและโครงสร้างในส่วนของการผลิต การจัดการ การจัดเก็บ หรือการใช้สารพิษ เชื้อเพลิง หรือสารเคมีอันอาจก่อให้เกิดการระเบิดขึ้นได้	IV (สูงมาก)	1.5



นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

2. การวิเคราะห์ประเภทการออกแบบด้านทานแผ่นดินไหว

มาตรฐานนี้ได้กำหนดให้มีการแบ่งประเภทการออกแบบด้านทานแผ่นดินไหวออกเป็น 4 ประเภทคือ ประเภท ก ข ค และ ง โดยเริ่มจากระดับที่ไม่จำเป็นต้องออกแบบแรงสำหรับด้านทานแผ่นดินไหว (ประเภท ก) ไปจนถึง ระดับที่ต้องออกแบบอย่างเข้มงวดที่สุด (ประเภท ง) ซึ่งให้ตรวจสอบว่าอาคารเข้าข่ายแรงแผ่นดินไหวประเภทใดและต้องออกแบบตามประเภทแรงนั้น อาทิเช่น ก.(น้อย ไม่ต้องพิจารณา) ข.(ปกติ ควรเลือกโครงสร้างแบบ Ordinary RC.) ค.(ปานกลาง ควรเลือกโครงสร้างแบบ Intermediate RC) ง.(รุนแรง ควรเลือกโครงสร้างแบบ Special RC.) การกำหนดประเภทการออกแบบด้านทานแผ่นดินไหวจะพิจารณาจากประเภทความสำคัญของอาคาร (ตารางที่ 1.5-1) และความรุนแรงของแผ่นดินไหว ณ.ที่ตั้งอาคาร ซึ่งแสดงโดยค่า S_{ds} และ S_{d1} (หัวข้อที่ 1.4.4) โดยใช้เกณฑ์ที่กำหนดไว้ในตารางที่ 1.6-1 และ 1.6-2 การแบ่งประเภทการออกแบบด้านทานแผ่นดินไหวโดยพิจารณาจากค่า S_{ds} และ S_{d1} นี้ กำหนดให้พิจารณาอัตราส่วนความหน่วงเท่ากับร้อยละ 5 สำหรับอาคารทุกประเภท



นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

ตารางที่ 1.6-1 การแบ่งประเภทการออกแบบด้านทานแผ่นดินไหวโดยพิจารณาจากค่า S_{DS}

ค่า S_{DS}	ประเภทการออกแบบด้านทานแผ่นดินไหว		
	ประเภทความสำคัญ I หรือ II	ประเภทความสำคัญ III	ประเภทความสำคัญ IV
$S_{DS} < 0.167$	ก (ไม่ต้องออกแบบ)	ก (ไม่ต้องออกแบบ)	ก (ไม่ต้องออกแบบ)
$0.167 \leq S_{DS} < 0.33$	ข	ข	ค
$0.33 \leq S_{DS} < 0.50$	ค	ค	ง
$0.50 \leq S_{DS}$	ง	ง	ง

ตารางที่ 1.6-2 การแบ่งประเภทการออกแบบด้านทานแผ่นดินไหวโดยพิจารณาจากค่า S_{D1}

ค่า S_{D1}	ประเภทการออกแบบด้านทานแผ่นดินไหว		
	ประเภทความสำคัญ I หรือ II	ประเภทความสำคัญ III	ประเภทความสำคัญ IV
$S_{D1} < 0.067$	ก (ไม่ต้องออกแบบ)	ก (ไม่ต้องออกแบบ)	ก (ไม่ต้องออกแบบ)
$0.067 \leq S_{D1} < 0.133$	ข	ข	ค
$0.133 \leq S_{D1} < 0.20$	ค	ค	ง
$0.20 \leq S_{D1}$	ง	ง	ง

สำหรับพื้นที่ทั่วประเทศยกเว้นแอ่งกรุงเทพ หากประเภทการออกแบบด้านทานแผ่นดินไหวที่กำหนดตามเกณฑ์ในตารางที่ 1.6-1 แตกต่างจากที่กำหนดตามเกณฑ์ในตารางที่ 1.6-2 ให้ยึดถือประเภทการออกแบบด้านทานแผ่นดินไหวที่เข้มงวดกว่า แต่ในกรณีที่คาบการสั่นพื้นฐานของอาคาร (T) ที่คำนวณโดยใช้สมการ 3.3-1 หรือ 3.3-2 มีค่าน้อยกว่า 0.8 T_s โดยที่ T_s มีค่าเป็นไปตามที่กำหนดในหัวข้อที่ 1.4.5 อนุญาตให้กำหนดประเภทการออกแบบด้านทานแผ่นดินไหวโดยใช้เฉพาะเกณฑ์ในตารางที่ 1.6-1 เท่านั้น



นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

สรุปประเภทการออกแบบต้านทานแผ่นดินไหว

ตรวจสอบประเภทการออกแบบ

มยพ.1301-1302-61 $T = 0.689$ วินาที $S_{DS} = 0.150g$, $S_{D1} = 0.0784g$

($T_s = S_{D1}/S_{DS} = 0.078 / 0.15 = 0.52 \text{ sec}$)

$0.80 T_s = 0.8 (0.52) = 0.416 \text{ s}$

เพราะฉะนั้น $T_d = 0.689 \text{ s} > 0.80 T_s$ ใช้ตารางที่เข้มขึ้นกว่า

ตารางที่ 1.6-1 ; $S_{DS} < 0.167$ ดังนั้นจัดเป็นประเภท ก (ไม่ต้องออกแบบ)

ตารางที่ 1.6-2 ; $0.067 \leq S_{D1} < 0.133$ ดังนั้นจัดเป็นประเภท ข (ปกติ)

ดังนั้น . จัดเป็นประเภท ข (ปกติ ควรเลือกโครงสร้างแบบ Ordinary RC)

สรุปการตรวจสอบประเภทการออกแบบต้านทานแผ่นดินไหวในอำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี
เป็นประเภท ข. และใช้สเปกตรัมผลตอบแทนสำหรับการออกแบบ ($S_a = 0.113g$, $T_d = 0.689 \text{ s}$)



นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

เลือกระบบโครงสร้างอาคาร (Building Frame System)

ตารางที่ 2.3-1 ค่าตัวประกอบปรับผลตอบแทน (Response Modification Factor, R) ตัวประกอบกำลังส่วนเกิน (System Overstrength Factor, Ω_0) และ ตัวประกอบขยายค่าการโก่งตัว (Deflection Amplification Factor, C_d) (ต่อ)

ระบบโครงสร้างโดยรวม	ระบบต้านแรงด้านข้าง	ค่าตัวประกอบ			ประเภทการออกแบบด้านทานแรงแผ่นดินไหว		
		R	Ω_0	C_d	ข	ค	ง
3. ระบบโครงสร้างดัด (Moment Resisting Frame)	โครงสร้างดัดเหล็กที่มีความเหนียวพิเศษ (Ductile/Special Steel Moment-Resisting Frame)	8	3	5.5	√	√	√
	โครงสร้างดัดเหล็กที่มีการให้รายละเอียดความเหนียวเป็นพิเศษ (Special Truss Moment Frame)	7	3	5.5	√	√	√
	โครงสร้างดัดเหล็กที่มีความเหนียวปานกลาง (Intermediate Steel Moment Resisting Frame)	4.5	3	4	√	√	*
	โครงสร้างดัดเหล็กธรรมดา (Ordinary Steel Moment Resisting Frame)	3.5	3	3	√	√	X
	โครงสร้างดัดคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีความเหนียวพิเศษ (แบบหล่อในที่ หรือ แบบหล่อสำเร็จ) (Precast or Cast-in-Place Ductile/Special Reinforced Concrete Moment Resisting Frame) ++	8	3	5.5	√	√	√
	โครงสร้างดัดคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีความเหนียวปานกลางหรือความเหนียวจำกัด (Ductile RC Moment-Resisting Frame with Limited Ductility/ Intermediate RC Moment-Resisting Frame)	5	3	4.5	√	√	*
4. ระบบโครงสร้างแบบผสมที่มีโครงสร้างดัดที่มีความเหนียวที่สามารถต้านทานแรงด้านข้างไม่น้อยกว่าร้อยละ 25 ของแรงที่กระทำกับอาคารทั้งหมด (Dual System with Ductile/Special Moment Resisting Frame)	ร่วมกับโครงสร้างแกนเหล็กแบบตรงศูนย์แบบพิเศษ (Special Steel Concentrically Braced Frame)	7	2.5	5.5	√	√	√
	ร่วมกับโครงสร้างแกนเหล็กแบบเอียงศูนย์ (Steel Eccentrically Braced Frame)	8	2.5	4	√	√	√
	ร่วมกับกำแพงรับแรงเฉือนแบบที่มีการให้รายละเอียดพิเศษ (Special Reinforced Concrete Shear Wall)	7	2.5	5.5	√	√	√
	ร่วมกับกำแพงรับแรงเฉือนแบบธรรมดา (Ordinary Reinforced Concrete Shear Wall)	6	2.5	5	√	√	*

หมายเหตุ √ = ใช้ได้ x = ห้ามใช้ * = ดูหัวข้อ 2.3.1.2 ++ = ดูหัวข้อ 2.3.1.3

เลือกใช้โครงสร้างอาคาร คสล. แบบ Ordinary Moment Resisting Frame (OMRF) โดยที่กำแพงรับแรงเฉือนไม่ต้องออกแบบให้มีความเหนียว / ไม่มีการเสริมเหล็กพิเศษ (Ordinary Design Shearwall)

กิตติชัย บัวขาว

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

กำหนดค่าตัวประกอบปรับผลตอบแทน (Response Modification Factor , R) ตัวประกอบกำลังส่วนเกิน (System Overstrength Factor, Ω_0) และตัวประกอบขยายค่าการโก่งตัว (Deflection Amplification Factor , Cd) ที่ใช้ในการวิเคราะห์เชิงพลศาสตร์เพื่อคำนวณแรงแผ่นดินไหว

โดยมี ค่า R (Response Modification Factors หรือ ตัวประกอบปรับผลตอบแทน)	5
ค่า Ω_0 (System Overstrength Factor หรือตัวประกอบกำลังส่วนเกิน)	3
ค่า Cd (Deflection Amplification Factor หรือตัวประกอบขยายค่าการโก่งตัว)	4.5
ค่า I (ตัวประกอบความสำคัญของอาคาร) III (มาก)	1.25

$$\text{Scale Factor} = I / R = 1.25 / 3 = 0.416$$

$$C_s = S_a (I / R) = 0.113 \times (1.25 / 3) = 0.047 \text{ มากกว่า } 0.01g \text{OK}$$

$$\text{Story weight ,} W : \text{sum } 10,676.173 + 0.25(2,070.908) = 11,193.9 \text{ tons}$$

	Story	Level (m)	— Element Weight —					
			Truss (tonf)	Beam (tonf)	Membrane (tonf)	Plate (tonf)	Wall (tonf)	Solid (tonf)
▶	Roof							
	10F	22.950	0.000	27.510	0.000	742.518	37.490	0.000
	9F	20.100	0.000	55.020	0.000	722.235	63.103	0.000
	8F	17.250	0.000	55.020	0.000	722.235	63.103	0.000
	7F	14.400	0.000	55.020	0.000	722.235	63.103	0.000
	6F	11.550	0.000	55.020	0.000	722.235	63.103	0.000
	5F	8.700	0.000	55.020	0.000	722.235	63.103	0.000
	4F	5.850	0.000	55.020	0.000	722.235	63.103	0.000
	3F	3.000	0.000	55.020	0.000	722.235	63.103	0.000
	2F	0.000	0.000	39.000	0.000	722.235	47.752	0.000
	1F	-1.000	0.000	9.750	0.000	0.000	11.943	0.000
SUMMATION OF TOTAL ELEMENT WEIGHT								
			Truss (tonf)	Beam (tonf)	Membrane (tonf)	Plate (tonf)	Wall (tonf)	Solid (tonf)
			0.000	463.141	0.000	6587.671	579.064	0.000
								Sum (tonf)
								7629.876

	Load	Concent (tonf)	Beam (tonf)	Floor (tonf)	Pressure (tonf)	Self Weight (tonf)	Sum (tonf)
▶	SW						
	SOL PTS	0.000	0.000	0.000	-2383.135	0.000	-2383.135
	UL PTS	0.000	0.000	0.000	-2045.580	0.000	-2045.580
	TANK	0.000	0.000	0.000	-2024.79	0.000	-2024.79
	SOL	0.000	0.000	0.000	-5.688	0.000	-5.688
	UL	0.000	0.000	0.000	-25328	0.000	-25328
SUMMATION OF TOTAL LOAD PRINTOUT							
		Concent (tonf)	Beam (tonf)	Floor (tonf)	Pressure (tonf)	Self Weight (tonf)	Sum (tonf)
		0.000	0.000	0.000	-5117.211	-7629.876	-12747.088

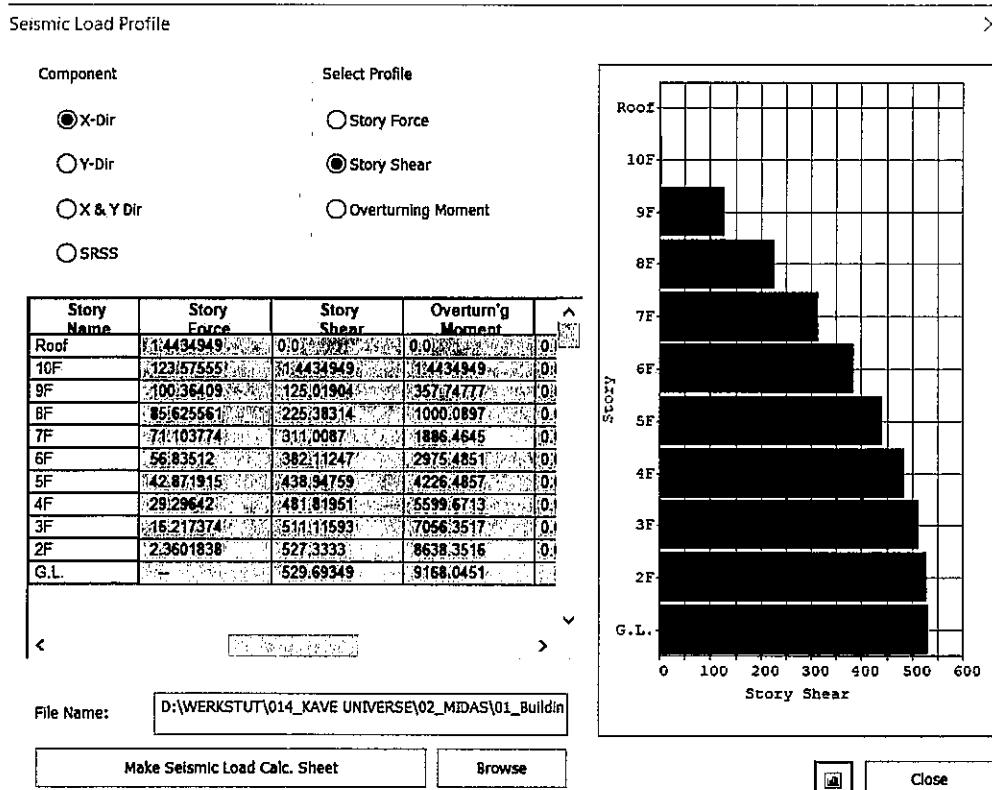
$$\text{แรงเฉือนที่ฐานอาคาร } V = C_s \cdot W = 0.047 W (4.70 \% \text{ ของน้ำหนักอาคาร})$$

$$= 0.047 \times 11,193.9 = 526.113 \text{ tons}$$

กิตติชัย บัวขาว

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

วิธีแรงสถิตเทียบเท่า



Base shear จากโปรแกรม Midas gen : static 529.69 T

แรงเฉือนที่ฐานอาคาร $V = C_s.W = 0.047 W = 526.113 T$

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

ผลการคำนวณจากโปรแกรม MIDAS GEN โดยวิธี STATICS

EQX (Tx = 14.673 s) และ EQY (Ty = 7.90 s)

Static Load Cases

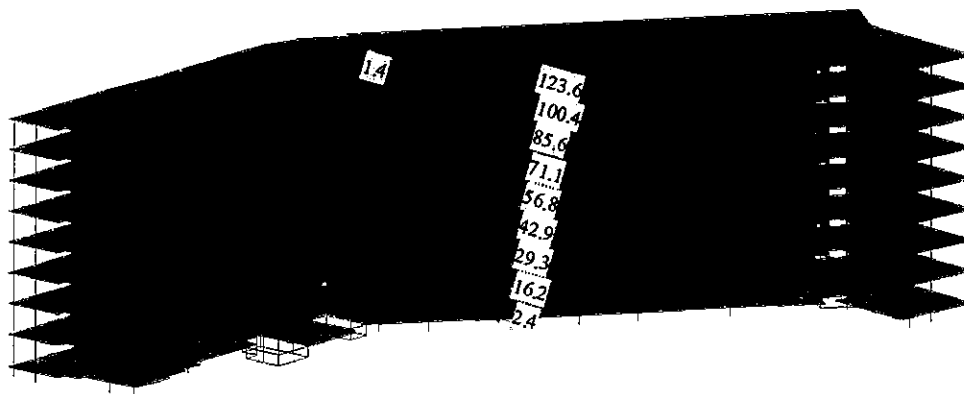
X

Name : Add

Type : Modify

Description : Delete

No	Name	Type	Description
1	SW		
2	SDLPTS	Dead Load (D)	
3	ULPTS	Live Load (L)	
4	LL GAR	Live Load (L)	CAR PARK
5	TANK	Dead Load (D)	
6	EQX	Earthquake (E)	
7	EQXN	Earthquake (E)	
8	EQXP	Earthquake (E)	
9	EQY	Earthquake (E)	
10	EQYN	Earthquake (E)	
11	EQYP	Earthquake (E)	
12	SDL	Dead Load (D)	
13	LL	Live Load (L)	
*			



Add/Modify Static Load Specifications

Load Case Name : EQX

Seismic Load Code : BCPWS(AISC2010)

Description : Static Load

Seismic Load Parameters

Design Spectral Response Acceleration

Site Class : 0

Sa : 0.141 Fa : 1.40000 Sds : 0.15040 g

S1 : 0.049 Fv : 2.40000 Sd1 : 0.07840 g

Period Coef. (Cp) : 1.70000 T1 : 1 sec

Occupancy Category : III Importance : 1.25

Seis. Design Category : Sds A Sd1 B

Structural Parameters

Analytical Period : 0.699 Y-Dir. : 0.699

Approximate Period : 0.5443 Y-Dir. : 0.5443

Fundamental Period : 0.599 Y-Dir. : 0.599

Response Modification Factor (R) : 2 Y-Dir. : 3

Seismic Load Direction Factor (Scale Factor)

X-Direction : 1 Y-Direction : 1

Accidental Eccentricity

X-Direction (Ex) : Positive Negative None

Y-Direction (Ey) : Positive Negative None

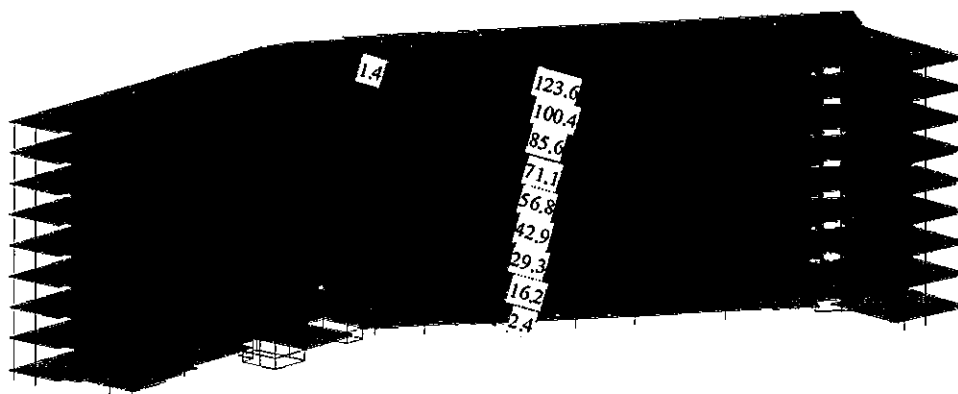
Torsional Amplification

Accidental Eccentricity Inherent Eccentricity

นาย กิตติชัย บัวขาว

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

รายการคำนวณประกอบแบบ โครงการเคฟ ยูนิเวิร์ส (KAVE UNIVERSE)

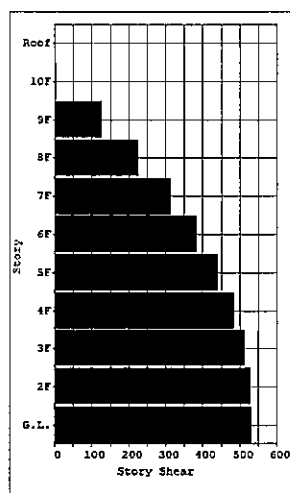


Seismic Load Profile

Component: ☒ X-Dir ☐ Y-Dir ☐ X & Y Dir ☐ SRSS

Select Profile: ☐ Story Force ☒ Story Shear ☐ Overturning Moment

Story	Story Force	Story Shear	Overturning Moment
Roof	1.4434949	0.0	0.0
10F	123.57566	1.4434949	1.4434949
9F	100.36409	125.01904	357.74777
8F	86.625561	225.38314	1000.0887
7F	71.810377	311.0087	1886.4645
6F	56.835125	382.11247	2575.4861
5F	42.871915	438.94758	4226.4857
4F	29.29642	481.81951	5699.6713
3F	16.217374	511.11683	7056.3617
2F	2.3601838	527.33333	8638.3618
G.L.		529.68349	9188.0451



File Name: D:\WERKSTUT\014_KAVE UNIVERSE\02_MIDAS\01_Buildin

Make Seismic Load Calc. Sheet

Browse

Close

Seismic Load Parameters

Load Case Name: 100

Seismic Load Code: (BCHM)(ACE2-85)

Description: Static Load

Seismic Load Parameters

Design Spectral Response Acceleration

Site Class: 1

Soil: 1.00000

Rock: 1.00000

Period: 1.00000

Occupancy Category: 1

Seismic Design Category: S4

Structural Parameters

Analytical Period: 0.699

Approximate Period: 0.3443

Fundamental Period: 0.699

Response Modification Factor (R): 5

Seismic Load Direction Factor (Scale Factor)

X-Direction: 1

Y-Direction: 1

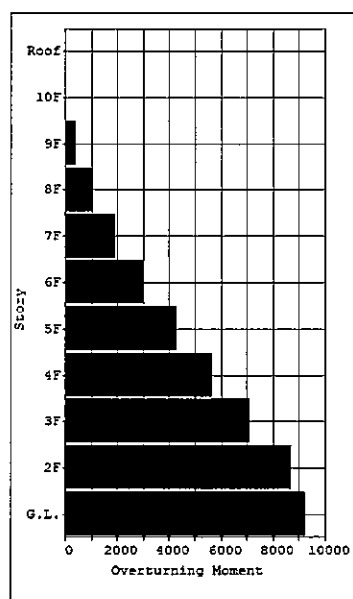
Accidental Eccentricity

X-Direction (Ex): 0

Y-Direction (Ey): 0

Terrestrial Amplification

Accidental Eccentricity



Seismic Force, Story shear and Overturning moment

นาย กิตติชัย บัวขาว

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

Seismic Load Calculation sheet

* MASS GENERATION DATA FOR LATERAL ANALYSIS OF BUILDING

[UNIT: tonf, m]

STORY NAME	TRANSLATIONAL MASS (X-DIR)	TRANSLATIONAL MASS (Y-DIR)	ROTATIONAL MASS	CENTER OF MASS (X-COORD)	CENTER OF MASS (Y-COORD)
Roof	1.56009286	1.56009286	5.31158093	11.2632393	49.3318299
10F	7.29890815	7.29890815	4785.02341	7.93390236	38.3890445
9F	13.1235637	13.1235637	8969.4753	7.60716625	37.9024494
8F	13.1315286	13.1315286	8973.1391	7.60358819	37.8878359
7F	13.1286164	13.1286164	8975.59975	7.60024786	37.8940813
6F	13.1296217	13.1296217	8972.33861	7.60564804	37.8951782
5F	13.1256077	13.1256077	8969.91652	7.60487834	37.9007679
4F	13.1267218	13.1267218	8970.72527	7.60478645	37.8992409
3F	13.4792435	13.4792435	9148.37732	7.39798755	37.8211203
2F	9.22674552	9.22674552	6231.36927	7.14247482	37.6343041
1F	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL :	110.33065	110.33065			


* ADDITIONAL MASSES FOR THE CALCULATION OF EQUIVALENT SEISMIC FORCE

Note. The following masses are between two adjacent stories or on the nodes released from floor rigid diaphragm by *Diaphragm Disconnect command. The masses are proportionally distributed to upper/lower stories according to their vertical locations. For dynamic analysis, however, floor masses and masses on vertical elements remain at their original locations.

STORY NAME	TRANSLATIONAL MASS (X-DIR)	TRANSLATIONAL MASS (Y-DIR)
Roof	0.0	0.0
10F	132.37381	132.37381
9F	117.187156	117.187156
8F	117.179191	117.179191
7F	117.182103	117.182103
6F	117.181098	117.181098
5F	117.185112	117.185112
4F	117.183998	117.183998
3F	116.494253	116.494253
2F	77.0263627	77.0263627
1F	2.21271967	2.21271967
TOTAL :	1031.2058	1031.2058

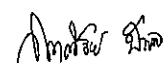
* EQUIVALENT SEISMIC LOAD IN ACCORDANCE WITH IBC 2009(ASCE7-05)

[UNIT: tonf, m]



นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

Site Class	: B
Mapped Spectral Response Accel. at Short Periods (Ss)	: 0.14100
Mapped Spectral Response Accel. at 1 sec. Period (S1)	: 0.04900
Site Coefficient at Short Periods (Fa)	: 1.60000
Site Coefficient at 1 s Period (Fv)	: 2.40000
Design Spectral Response Acc. at Short Periods (Sds)	: 0.15018
Design Spectral Response Acc. at 1 s Period (Sd1)	: 0.07840
Occupancy Category	: III
Importance Factor (I)	: 1.25
Seismic Design Category from Sds	: A
Seismic Design Category from Sd1	: B
Seismic Design Category from both Sds and Sd1	: B
Period Coefficient for Upper Limit (Cu)	: 1.7000
Fundamental Period Associated with X-dir. (Tx)	: 0.6890
Fundamental Period Associated with Y-dir. (Ty)	: 0.6890
Response Modification Factor for X-dir. (Rx)	: 3.0000
Response Modification Factor for Y-dir. (Ry)	: 3.0000
Exponent Related to the Period for X-direction (Kx)	: 1.0915
Exponent Related to the Period for Y-direction (Ky)	: 1.0915
Seismic Response Coefficient for X-direction (Csx)	: 0.0474
Seismic Response Coefficient for Y-direction (Csy)	: 0.0474
Total Effective Weight For X-dir. Seismic Loads (Wx)	: 11172.208542
Total Effective Weight For Y-dir. Seismic Loads (Wy)	: 11172.208542
Scale Factor For X-directional Seismic Loads	: 1.00
Scale Factor For Y-directional Seismic Loads	: 0.00
Accidental Eccentricity For X-direction (Ex)	: None
Accidental Eccentricity For Y-direction (Ey)	: None
Torsional Amplification for Accidental Eccentricity	: Consider
Torsional Amplification for Inherent Eccentricity	: Do not Consider
Total Base Shear Of Model For X-direction	: 529.693487
Total Base Shear Of Model For Y-direction	: 0.000000
Summation Of Wi*Hi*k Of Model For X-direction	: 189821.518795
Summation Of Wi*Hi*k Of Model For Y-direction	: 0.000000



นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

รายการคำนวณประกอบแบบ โครงการเคฟ ยูนิเวิร์ส (KAVE UNIVERSE)

ECCENTRICITY RELATED DATA

STORY NAME	X - DIRECTIONAL LOAD				Y - DIRECTIONAL LOAD			
	ACCIDENTAL ECCENT.	INHERENT ECCENT.	ACCIDENTAL AMP. FACTOR	INHERENT AMP. FACTOR	ACCIDENTAL ECCENT.	INHERENT ECCENT.	ACCIDENTAL AMP. FACTOR	INHERENT AMP. FACTOR
Roof	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
10F	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
9F	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
8F	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
7F	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
6F	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
5F	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
4F	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
3F	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
2F	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
G.L	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

The accidental amplification factors are automatically set to 1.0 when torsional amplification effect to accidental eccentricity is not considered.
 The inherent amplification factors are automatically set to 0 when torsional amplification effect to inherent eccentricity is not considered.
 The inherent amplification factors are all set to 'the input value - 1.0'. (This is to exclude the true inherent torsion)

** Story Force , Seismic Force x Scale Factor - Added Force

SEISMIC LOAD GENERATION DATA X-DIRECTION

STORY NAME	STORY WEIGHT	STORY LEVEL	SEISMIC FORCE	ADDED FORCE	STORY FORCE	STORY SHEAR	OVERTURN. MOMENT	ACCIDENT. TORSION	INHERENT TORSION	TOTAL TORSION
Roof	15.29827	24.95	1.443495	0.0	1.443495	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10F	1369.631	23.95	123.5755	0.0	123.5755	1.443495	1.443495	0.0	0.0	0.0
9F	1277.827	21.1	100.3641	0.0	100.3641	125.019	357.7478	0.0	0.0	0.0
8F	1277.827	18.25	85.62556	0.0	85.62556	225.3831	1000.09	0.0	0.0	0.0
7F	1277.827	15.4	71.10377	0.0	71.10377	311.0087	1886.465	0.0	0.0	0.0
6F	1277.827	12.55	56.83512	0.0	56.83512	382.1125	2975.485	0.0	0.0	0.0
5F	1277.827	9.7	42.87192	0.0	42.87192	438.9476	4226.486	0.0	0.0	0.0
4F	1277.827	6.85	29.29642	0.0	29.29642	481.8195	5599.671	0.0	0.0	0.0
3F	1274.52	4.0	16.21737	0.0	16.21737	511.1159	7056.352	0.0	0.0	0.0
2F	845.798	1.0	2.360184	0.0	2.360184	527.3333	8638.352	0.0	0.0	0.0
G.L.	—	0.0	—	—	—	529.6935	9168.045	—	—	—



นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

รายการคำนวณประกอบแบบ โครงการเคฟ ยูนิเวิร์ส (KAVE UNIVERSE)

SEISMIC LOAD GENERATION DATA Y-DIRECTION

STORY NAME	STORY WEIGHT	STORY LEVEL	SEISMIC FORCE	ADDED FORCE	STORY FORCE	STORY SHEAR	OVERTURN. MOMENT	ACCIDENT. TORSION	INHERENT TORSION	TOTAL TORSION
Roof	15.29827	24.95	1.443495	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10F	1369.631	23.95	123.5755	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9F	1277.827	21.1	100.3611	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8F	1277.827	18.25	85.62556	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7F	1277.827	15.4	71.10377	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6F	1277.827	12.55	56.83512	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5F	1277.827	9.7	42.87192	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4F	1277.827	6.85	29.29612	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3F	1274.52	4.0	16.21737	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2F	815.798	1.0	2.360181	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
G.L.	—	0.0	—	—	—	0.0	0.0	—	—	—

COMMENTS ABOUT TORSION

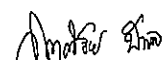
If torsional amplification effects are considered :

Accidental Torsion , Story Force * Accidental Eccentricity * Amp. Factor for Accidental Eccentricity
Inherent Torsion , Story Force * Inherent Eccentricity * Amp. Factor for Inherent Eccentricity

If torsional amplification effects are not considered :

Accidental Torsion , Story Force * Accidental Eccentricity
Inherent Torsion , 0

The inherent torsion above is the additional torsion due to torsional amplification effect.
The true inherent torsion is considered automatically in analysis stage when the seismic force is applied to the structure.



นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

EQXp

Auto Model - Live Load Pattern

Load Case Name : **EQXp**
Source Load Code : **SCM(4522-45)**

Description : **Static Load**

Source Load Parameters
Design Spectral Response Acceleration

Site Class : **S**

S_s : **0.345** P_s : **1.0000** S_{d1} : **0.1300** S_{d2} : **0.1300**

S_1 : **0.345** P_1 : **1.0000** S_{d1} : **0.1300** S_{d2} : **0.1300**

Period Const. (Ca) : **1.7000** T_L : **1** T_H : **1**

Occupancy Category : **II** Importance : **1.25**

Site Design Category : **Sb** A B C D E F G H I

Structural Parameters

Assessment Period : **1.000** **1.000**

Assessment Period : **0.500** **0.500**

Functional Period : **0.500** **0.500**

Response Modification Factor (R) : **1** **2**

Seismic Load Direction Factor (Load Factor)

X direction : **1** Y direction : **1**

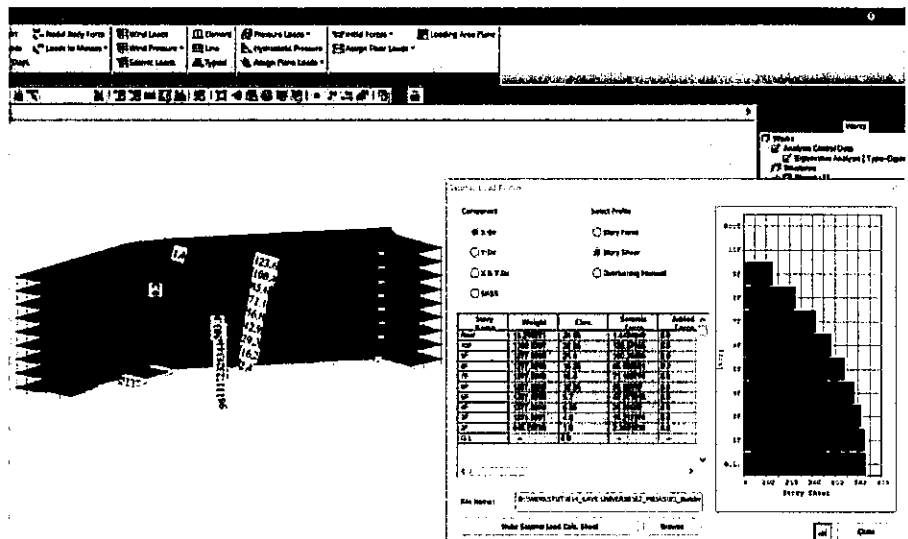
Asymmetric Amplification

X direction (X) : **Positive** **Negative** **None**

Y direction (Y) : **Positive** **Negative** **None**

Torsional Amplification

☒ Asymmetric Amplification **Asymmetric Amplification**



EQY

Auto Model - Live Load Pattern

Load Case Name : **EQY**

Source Load Code : **SCM(4522-45)**

Description : **Static Load**

Source Load Parameters
Design Spectral Response Acceleration

Site Class : **S**

S_s : **0.345** P_s : **1.0000** S_{d1} : **0.1300** S_{d2} : **0.1300**

S_1 : **0.345** P_1 : **1.0000** S_{d1} : **0.1300** S_{d2} : **0.1300**

Period Const. (Ca) : **1.7000** T_L : **1** T_H : **1**

Occupancy Category : **II** Importance : **1.25**

Site Design Category : **Sb** A B C D E F G H I

Structural Parameters

Assessment Period : **1.000** **1.000**

Assessment Period : **0.500** **0.500**

Functional Period : **0.500** **0.500**

Response Modification Factor (R) : **1** **2**

Seismic Load Direction Factor (Load Factor)

X direction : **1** Y direction : **1**

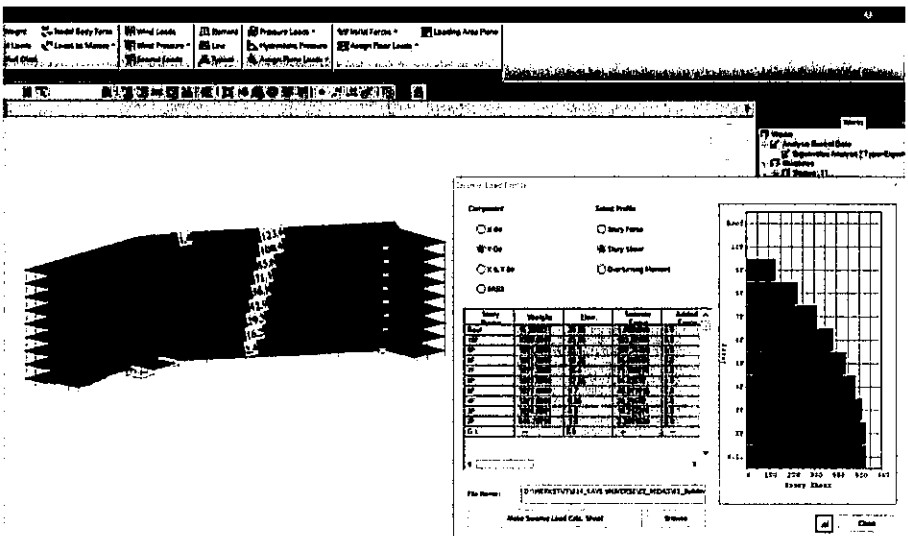
Asymmetric Amplification

X direction (X) : **Positive** **Negative** **None**

Y direction (Y) : **Positive** **Negative** **None**

Torsional Amplification

☒ Asymmetric Amplification **Asymmetric Amplification**



นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

EQYn

SEA-Money Seismic Load Calculation

Load Case Name: EQYn
Source Load Code: SEA-Money (SEA-Money)

Description: Seismic Load

Seismic Load Parameters
Design Spectral Response Acceleration
Site Class: S
Sa: 0.111 Pa, 1.0000, 0.15000, 0
S1: 0.044 Pa, 1.0000, 0.07500, 0
Period Const. (Ca): 1.75000, 1, 0, sec
Occupancy Category: II, Importance: 1.25
Seismic Design Category: Sds, Sd1, Sd2, Sd3, Sd4, Sd5
Structural Parameters
@ Analytical Period: 0.000, 0.000
@ Approximate Period: 0.000, 0.000
Fundamental Period: 0.000, 0.000
Response Modification Factor (R): 2, 2
Source Load Direction Factor (Duke Factor)
X Direction: 0, Y Direction: 1
Accelerated Eccentricity
X Direction (Ex): Positive, Negative, None
Y Direction (Ey): Positive, Negative, None
Torsional Amplification
@ Accelerated Eccentricity: SEA-Money (SEA-Money)

Component: ☐ X-Dir, ☐ Y-Dir, ☐ X & Y Dir, ☐ Shear
Select Profile: ☐ Story Force, ☐ Story Shear, ☐ Overturning Moment

Story	Weight	Dir.	Seismic Force	Added in Table
Top	1000	X	1000	
9	1000	X	1000	
8	1000	X	1000	
7	1000	X	1000	
6	1000	X	1000	
5	1000	X	1000	
4	1000	X	1000	
3	1000	X	1000	
2	1000	X	1000	
1	1000	X	1000	
CL	1000	X	1000	

File Name: SEA-Money (SEA-Money)_SEA-Money (SEA-Money)
Save Source Load Case: Save

EQYp

SEA-Money Seismic Load Calculation

Load Case Name: EQYp
Source Load Code: SEA-Money (SEA-Money)

Description: Seismic Load

Seismic Load Parameters
Design Spectral Response Acceleration
Site Class: S
Sa: 0.111 Pa, 1.0000, 0.15000, 0
S1: 0.044 Pa, 1.0000, 0.07500, 0
Period Const. (Ca): 1.75000, 1, 0, sec
Occupancy Category: II, Importance: 1.25
Seismic Design Category: Sds, Sd1, Sd2, Sd3, Sd4, Sd5
Structural Parameters
@ Analytical Period: 0.000, 0.000
@ Approximate Period: 0.000, 0.000
Fundamental Period: 0.000, 0.000
Response Modification Factor (R): 2, 2
Source Load Direction Factor (Duke Factor)
X Direction: 0, Y Direction: 1
Accelerated Eccentricity
X Direction (Ex): Positive, Negative, None
Y Direction (Ey): Positive, Negative, None
Torsional Amplification
@ Accelerated Eccentricity: SEA-Money (SEA-Money)

Component: ☐ X-Dir, ☐ Y-Dir, ☐ X & Y Dir, ☐ Shear
Select Profile: ☐ Story Force, ☐ Story Shear, ☐ Overturning Moment

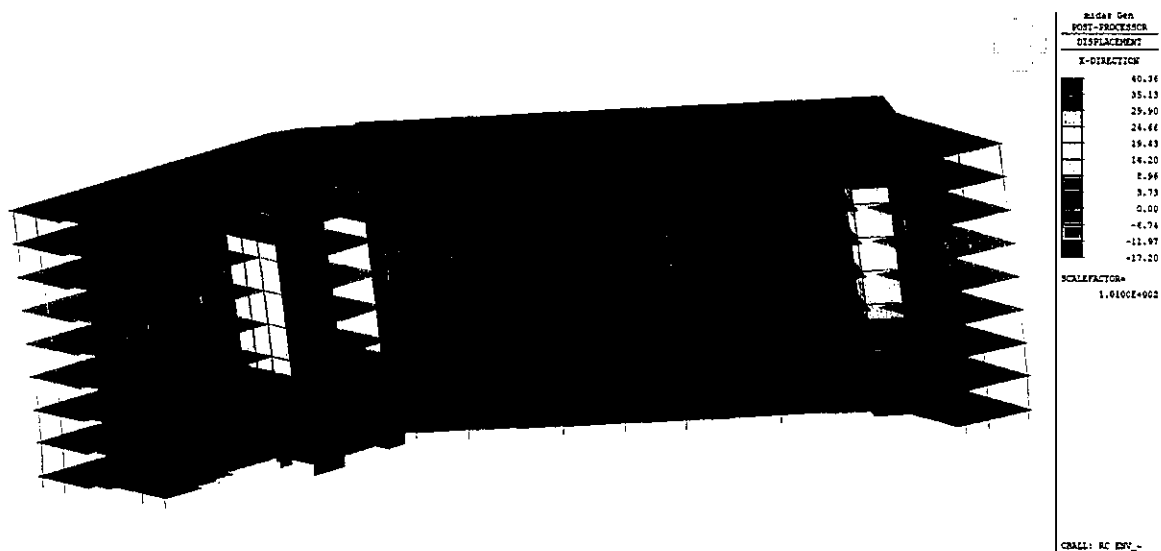
Story	Weight	Dir.	Seismic Force	Added in Table
Top	1000	X	1000	
9	1000	X	1000	
8	1000	X	1000	
7	1000	X	1000	
6	1000	X	1000	
5	1000	X	1000	
4	1000	X	1000	
3	1000	X	1000	
2	1000	X	1000	
1	1000	X	1000	
CL	1000	X	1000	

File Name: SEA-Money (SEA-Money)_SEA-Money (SEA-Money)
Save Source Load Case: Save

กิตติชัย บัวขาว

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

Displacement X-direction 40.36 mm (Service-level) < 45.90mm (L/500)



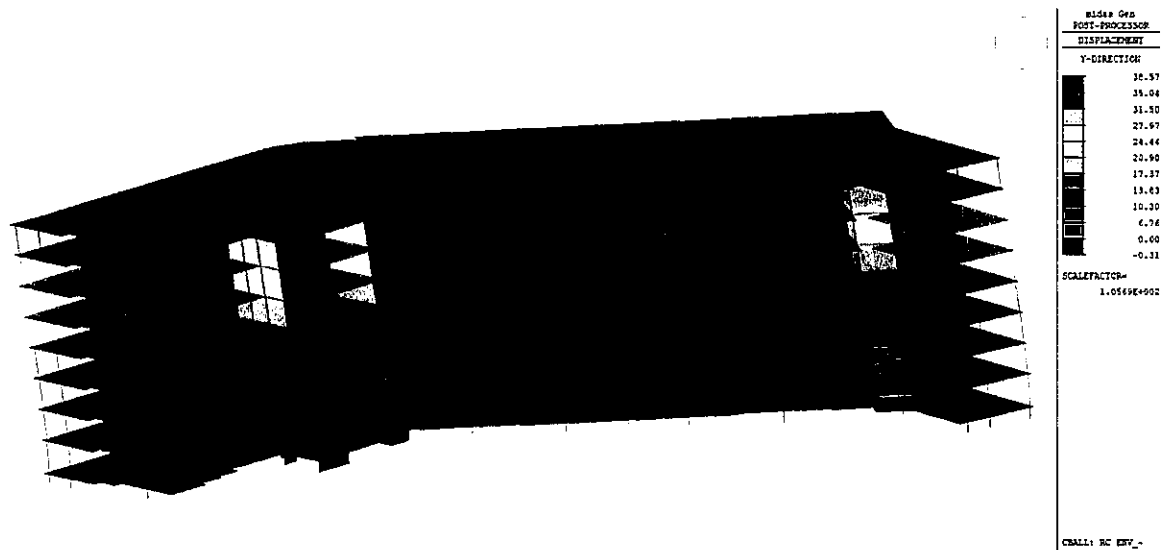
Displacement X-direction 25.31 mm (Strength-level) < 45.90mm (L/500)



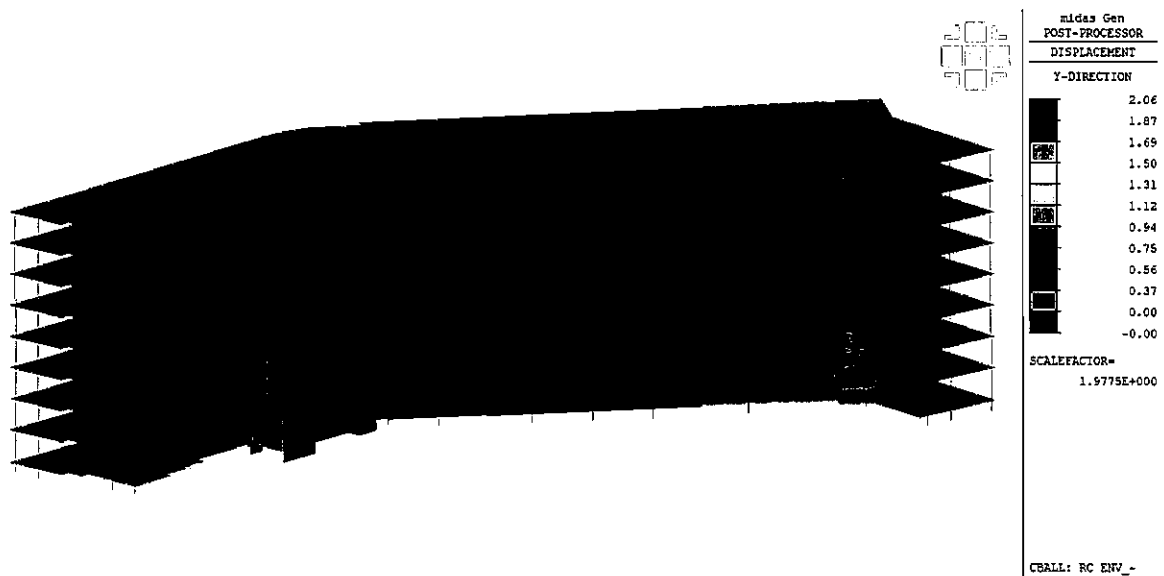
Signature

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

Displacement Y-direction 38.57 mm (Service-level) < 45.90mm (L/500)



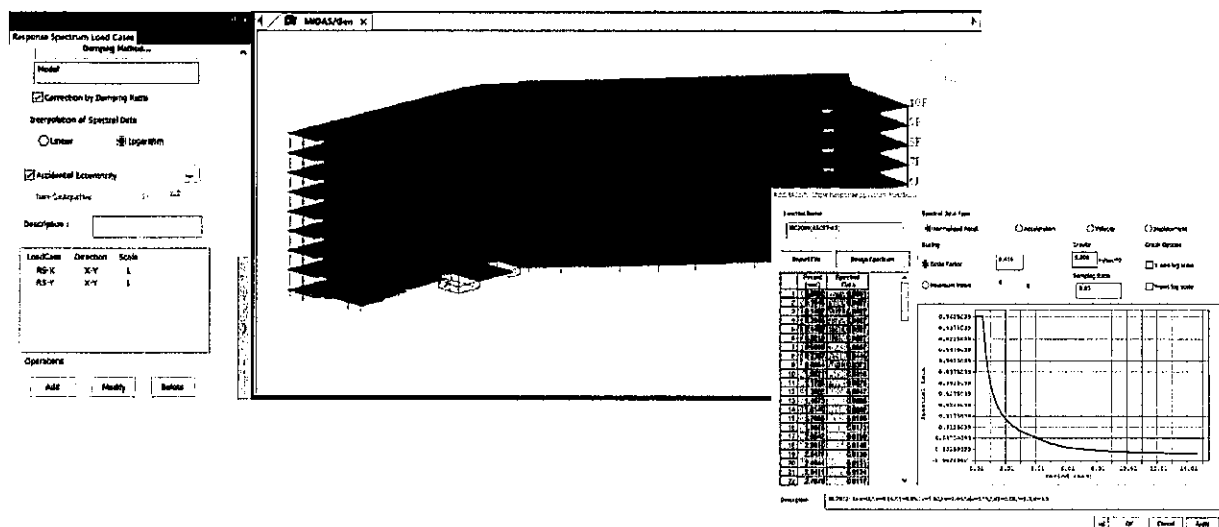
Displacement Y-direction 2.06 mm (Strength-level) < 45.90mm (L/500)



Signature

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

วิธีเชิงพลศาสตร์



$$\text{Base Shear Static } V_s = 4.95\% W = 0.0495 \times 11,193.9 = 554.098 \text{ ตัน}$$

$$V_s \text{ midas gen} = 526.113 \text{ ตัน} \quad (85\% V_s = 447.196 \text{ T})$$

$$V_d-x = 101.113 \text{ ตัน} \quad \text{น้อยกว่า } 85\% V_s$$

$$V_d-Y = 91.00 \text{ ตัน} \quad \text{น้อยกว่า } 85\% V_s \dots\dots\dots \text{ต้องปรับแก้ค่าแรงเฉือน}$$

กิตติชัย บัวขาว

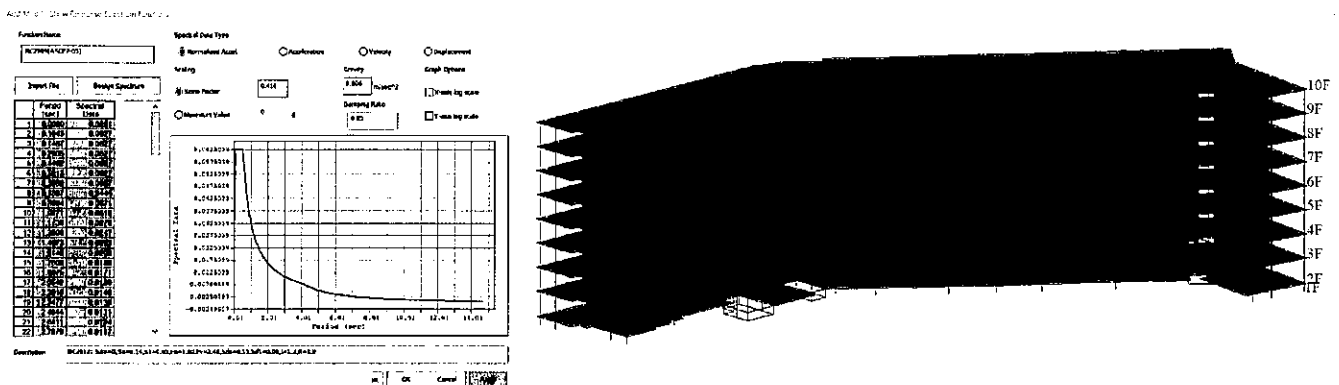
นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

การออกแบบด้วยวิธีเชิงพลศาสตร์

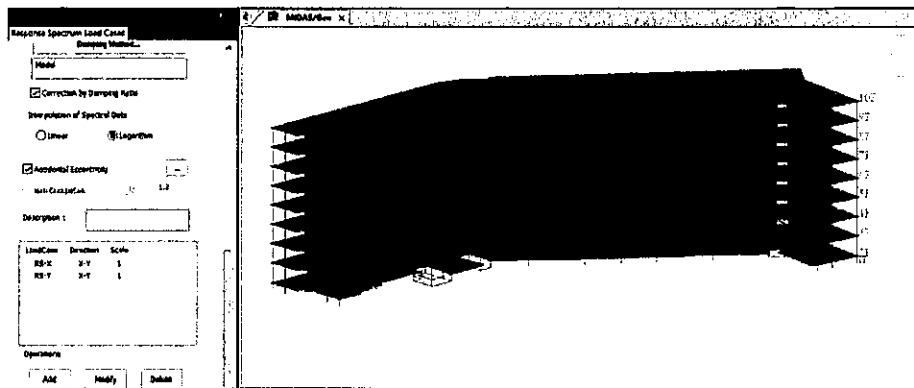
ในกฎกระทรวงหัวข้อที่ 5 ระบุว่าอาคารมีรูปทรงไม่สม่ำเสมอและไม่ได้อยู่ในบริเวณแผ่ระวาง ให้ใช้วิธีการคำนวณเชิงพลศาสตร์ การคำนวณตามวรรคหนึ่งต้องเป็นไปตามมาตรฐานว่าด้วยการออกแบบอาคารต้านทานการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวที่สภาวิศวกรรับรองหรือจัดทำโดยส่วนราชการ ซึ่งในรายการคำนวณนี้จึงใช้มาตรฐานการออกแบบอาคารต้านทานการสั่นสะเทือน มยผ.1311-50

คำนวณแรงแผ่นดินไหวแบบพลศาสตร์

RESPONSE SPECTRUM (Scale Factor สำหรับการคำนวณแรงภายใน : $I/R = 1.25/3 = 0.416$)



การพิจารณาผลแรงแผ่นดินไหว

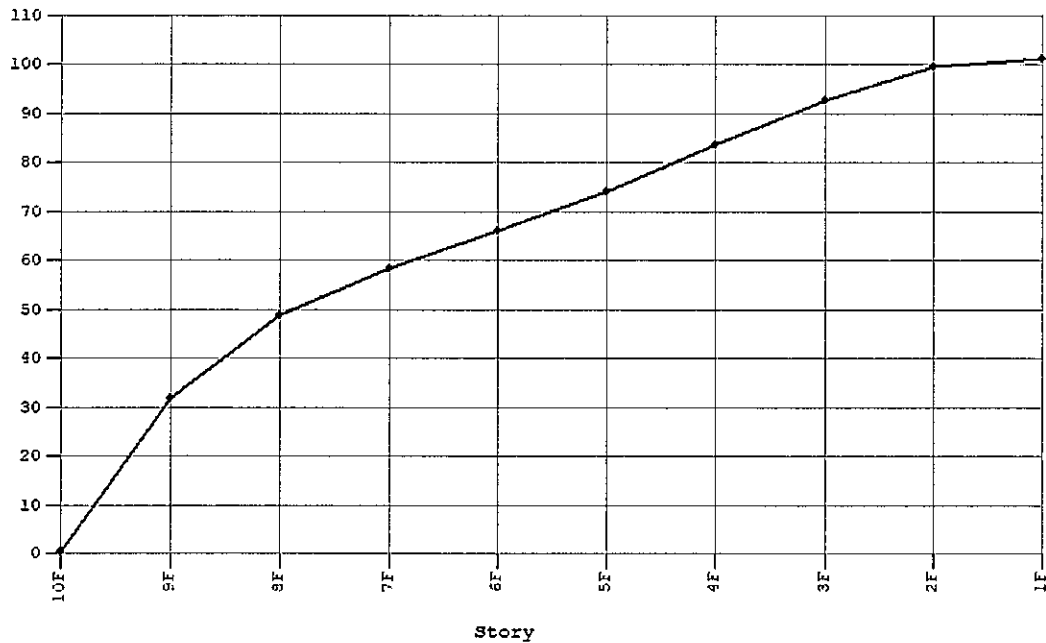


กิตติชัย บัวขาว

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

ค่าแรงเหวี่ยงแบบพลศาสตร์ STORY SHEAR (RESPONSE SPECTRUM)

RX(RS) - Dynamics 110.113 Tons



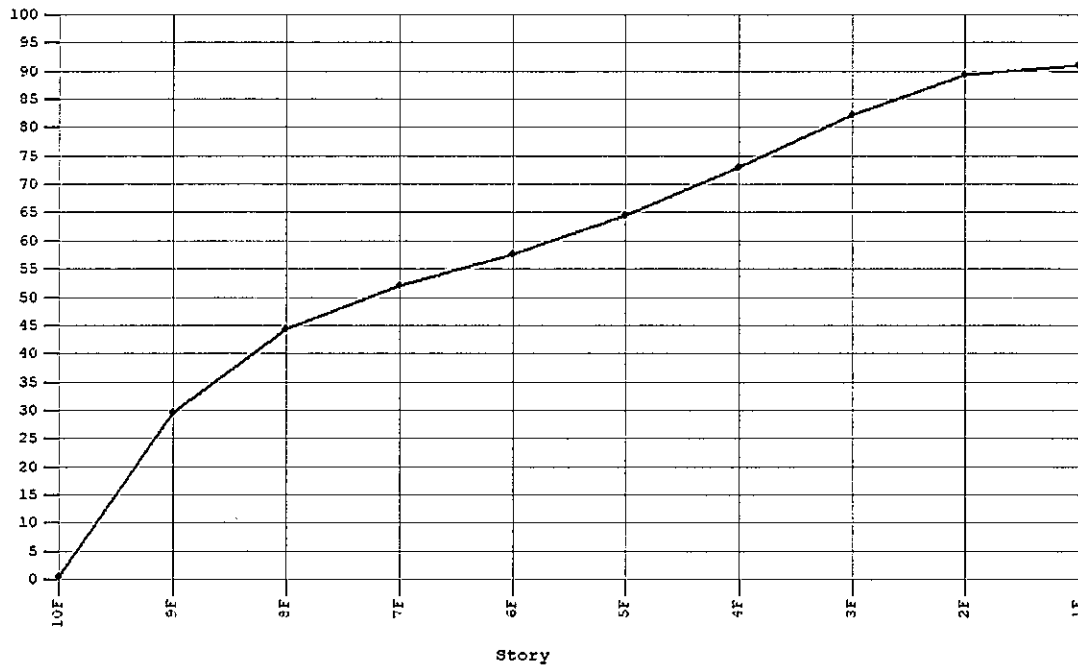
Story	Spectrum	Shear Force		Weight Sum		Story Shear Force Coefficient	
		X (tonf)	Y (tonf)	X (tonf)	Y (tonf)	X	Y
	RS-X(RS)						
9F	RS-X(RS)	31.634	5.230	1524.923	1524.923	0.023	0.004
8F	RS-X(RS)	49.775	8.306	2532.753	2532.753	0.018	0.003
7F	RS-X(RS)	59.523	10.668	3340.533	3340.533	0.015	0.003
6F	RS-X(RS)	65.936	12.596	5213.410	5213.410	0.013	0.002
5F	RS-X(RS)	74.142	14.233	6455.237	6455.237	0.011	0.002
4F	RS-X(RS)	83.533	15.593	7774.064	7774.064	0.011	0.002
3F	RS-X(RS)	92.812	16.637	9051.690	9051.690	0.010	0.002
2F	RS-X(RS)	99.623	17.335	10326.411	10326.411	0.010	0.002
1F	RS-X(RS)	101.113	17.763	11172.209	11172.209	0.009	0.002

Story	Level (m)	Spectrum	Inertia Force		Shear Force						Eccentricity (m)	Story Force (tonf)	Eccentric Moment (tonf·m)
					Spring Reactions		Without Spring		With Spring				
			X (tonf)	Y (tonf)	X (tonf)	Y (tonf)	X (tonf)	Y (tonf)	X (tonf)	Y (tonf)			
Roof													
10F	22.950	RS-X(RS)	31.494	5.165	0.000	0.000	0.401	0.065	0.401	0.065	4.077	31.494	126.337
9F	20.100	RS-X(RS)	19.600	3.632	0.000	0.000	31.634	5.230	31.634	5.230	4.077	19.600	79.908
8F	17.250	RS-X(RS)	10.224	3.419	0.000	0.000	49.775	8.306	49.775	8.306	4.077	10.224	74.333
7F	14.400	RS-X(RS)	20.413	3.236	0.000	0.000	59.523	10.668	59.523	10.668	4.077	20.413	63.220
6F	11.550	RS-X(RS)	22.241	3.182	0.000	0.000	65.995	12.595	65.995	12.595	4.077	22.241	90.675
5F	8.700	RS-X(RS)	22.512	3.017	0.000	0.000	74.142	14.233	74.142	14.233	4.077	22.512	91.780
4F	5.850	RS-X(RS)	20.889	2.806	0.000	0.000	83.538	15.593	83.538	15.593	4.077	20.889	85.161
3F	3.000	RS-X(RS)	17.121	2.224	0.000	0.000	92.812	16.637	92.812	16.637	4.077	17.121	69.798
2F	0.000	RS-X(RS)	13.910	1.496	0.000	0.000	99.623	17.335	99.623	17.335	4.077	13.910	56.710
1F	-1.000	RS-X(RS)	101.113	17.763	0.000	0.000	101.113	17.763	101.113	17.763	4.043	101.113	408.761

Signature

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

RY(RS) - Dynamics 91.00 Tons



	Story	Spectrum	Shear Force		Weight Sum		Story Shear Force Coefficient	
			X (tonf)	Y (tonf)	X (tonf)	Y (tonf)	X	Y
►		RS-Y(RS)						
	9F	RS-Y(RS)	5163	23540	1324.923	1324.923	0.004	0.021
	8F	RS-Y(RS)	8200	44413	2362.755	2362.755	0.003	0.017
	7F	RS-Y(RS)	10665	52123	3340.533	3340.533	0.003	0.013
	6F	RS-Y(RS)	12563	57675	5213.410	5213.410	0.002	0.011
	5F	RS-Y(RS)	14164	64369	6436.237	6436.237	0.002	0.010
	4F	RS-Y(RS)	15503	73020	7774.064	7774.064	0.002	0.009
	3F	RS-Y(RS)	16535	82172	9051.890	9051.890	0.002	0.009
	2F	RS-Y(RS)	17343	89325	10326.411	10326.411	0.002	0.009
	1F	RS-Y(RS)	17761	91001	11172.209	11172.209	0.002	0.006

Story	Level (m)	Spectrum	Inertia Force		Shear Force						Eccentricity (m)	Story Force (tonf)	Eccentric Moment (tonf.m)
			X (tonf)	Y (tonf)	Spring Reactions		Without Spring		With Spring				
			X (tonf)	Y (tonf)	X (tonf)	Y (tonf)	X (tonf)	Y (tonf)	X (tonf)	Y (tonf)			
Roof	23.950	RS-Y(RS)	0.063	0.376	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.251	0.376	0.094
10F	22.950	RS-Y(RS)	9.006	221163	0.000	0.000	0.063	0.376	0.063	0.376	2.242	23106	65339
9F	20.100	RS-Y(RS)	9.074	17522	0.000	0.000	5158	23540	5158	23540	2.242	17522	39290
8F	17.250	RS-Y(RS)	9.333	16534	0.000	0.000	8200	44413	8200	44413	2.242	16534	37051
7F	14.400	RS-Y(RS)	9.215	10619	0.000	0.000	10665	52123	10665	52123	2.242	10619	42633
6F	11.550	RS-Y(RS)	9.123	21145	0.000	0.000	12563	57675	12563	57675	2.242	21145	47413
5F	8.700	RS-Y(RS)	2.995	21693	0.000	0.000	14164	64369	14164	64369	2.242	21693	48642
4F	5.850	RS-Y(RS)	2.852	20338	0.000	0.000	15503	73020	15503	73020	2.242	20338	45605
3F	3.000	RS-Y(RS)	2.763	17068	0.000	0.000	16535	82172	16535	82172	2.242	17068	38317
2F	0.000	RS-Y(RS)	2.244	14584	0.000	0.000	17343	89325	17343	89325	2.242	14584	32702
1F	-2.100	RS-Y(RS)	2.244	17761	0.000	0.000	17761	91001	17761	91001	2.242	17761	201252

นาย กิตติชัย บัวขาว

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

การปรับค่าตอบสนองเพื่อใช้ในการออกแบบ

ตามมาตรฐาน ASCE7-05 ได้ระบุให้ใช้แรงเฉือนที่ฐานที่ได้จากการคำนวณโดยวิธีพลศาสตร์ (Vd) แต่จะต้องไม่น้อยกว่า 85% ของแรงเฉือนที่ฐานที่คำนวณได้จากวิธีสถิตยศาสตร์ (Vs) หากมีค่าน้อยกว่าให้ปรับขึ้นโดยใช้ Scale factor ดังนี้

$$\text{Scale factor} = 0.85 \frac{V_s}{V_d} \quad \text{<ข้อ 4.2.4 หน้า 77>}$$

เมื่อได้ Scale factor แล้วให้นำไปคูณปรับแก้แรงเฉือนทางพลศาสตร์ของแต่ละโหมดที่คำนวณได้

$$V'd = \text{scale factor} \times V_d$$

เมื่อ $V'd$ คือแรงเฉือนพลศาสตร์ที่ได้ปรับแก้แล้ว และ V_d เป็นแรงเฉือนพลศาสตร์ก่อนการปรับแก้ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากการรวมแรงแบบ SRSS (ในกรณีที่แต่ละโหมดมีรูปแบบการสั่นไหวที่แยกอิสระจากกันอย่างชัดเจน) ดังนี้

$$V_d = \sqrt{V_1^2 + V_2^2 \dots V_n^2}$$

ทั้งนี้ไม่ต้องคูณปรับค่าการเคลื่อนตัวสัมพันธ์ระหว่างชั้น (Story drifts) ที่ได้จากการวิเคราะห์เชิงพลศาสตร์


Scale Factor สำหรับการคำนวณแรงภายในรายชั้นแนวดิ่ง : $I / R = 1.25 / 3 = 0.416$

Base Shear Static $V_s = 4.95\% W = 0.049 \times 11,193.9 = 554.098$ ตัน

V_s midas gen = 526.113 ตัน ($85\% V_s = 447.196$ T)

Scale factor $V'd-x = 0.85 \times (526.113 / 110.113)$, $SF_x = 4.06$

Scale factor $V'd-y = 0.85 \times (526.113 / 91.00)$, $SF_y = 4.91$

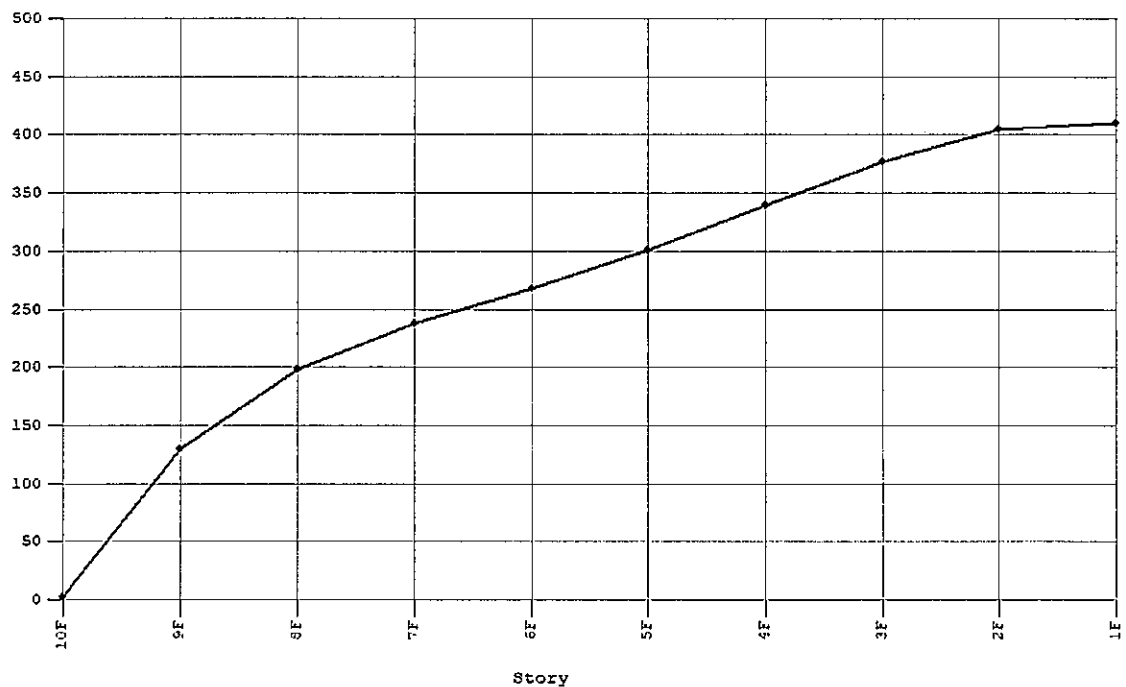


นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

ปรับแก้ค่าแรงเฉือนแบบพลศาสตร์ STORY SHEAR (RESPONSE SPECTRUM)

RX(RSA) - Dynamics 410.520 Tons (SF 4.06)

Story	Spectrum	Shear Force		Weight Sum		Story Shear Force Coefficient	
		X (tonf)	Y (tonf)	X (tonf)	Y (tonf)	X	Y
9F	RS-X(RS)	129.490	21.235	1384.929	1384.929	0.093	0.015
8F	RS-X(RS)	198.028	33.724	2662.756	2662.756	0.074	0.013
7F	RS-X(RS)	237.602	43.270	3940.583	3940.583	0.060	0.011
6F	RS-X(RS)	267.945	51.138	5218.410	5218.410	0.051	0.010
5F	RS-X(RS)	301.018	57.785	6496.237	6496.237	0.046	0.009
4F	RS-X(RS)	339.164	63.306	7774.064	7774.064	0.044	0.008
3F	RS-X(RS)	376.817	67.748	9051.890	9051.890	0.042	0.007
2F	RS-X(RS)	404.469	70.582	10326.411	10326.411	0.039	0.007
1F	RS-X(RS)	410.520	72.120	11172.209	11172.209	0.037	0.006

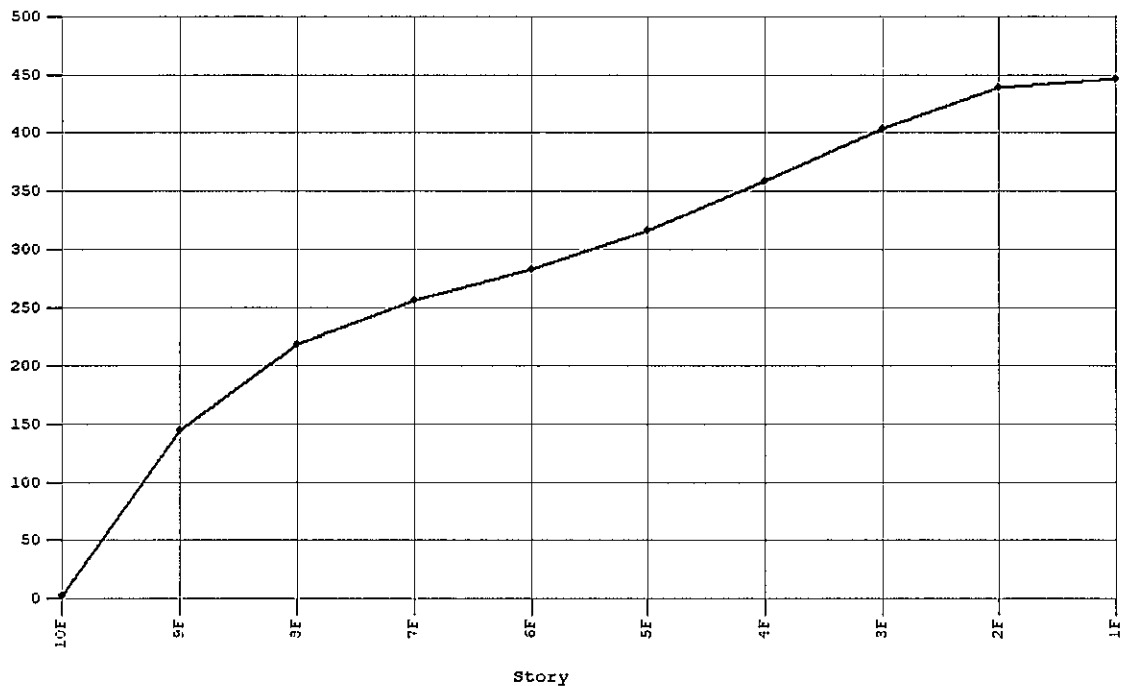


Signature

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

RY(RSA) - Dynamics 446.816 Tons (SF 4.91)

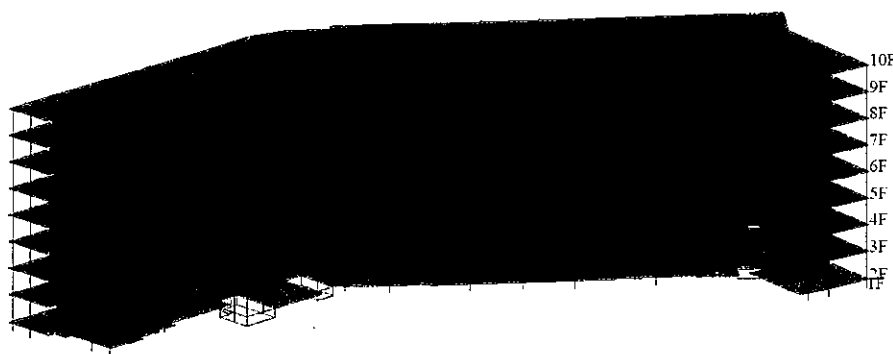
Story	Spectrum	Shear Force		Weight Sum		Story Shear Force Coefficient	
		X (tonf)	Y (tonf)	X (tonf)	Y (tonf)	X	Y
9F	RS-Y(RS)	25327	145042	1384929	1384929	0.018	0.105
8F	RS-Y(RS)	40656	218066	2662756	2662756	0.015	0.082
7F	RS-Y(RS)	52365	255923	3940583	3940583	0.013	0.065
6F	RS-Y(RS)	61709	283187	5218410	5218410	0.012	0.054
5F	RS-Y(RS)	69544	316052	6496237	6496237	0.011	0.049
4F	RS-Y(RS)	76142	358529	7774064	7774064	0.010	0.046
3F	RS-Y(RS)	81433	403465	9051890	9051890	0.009	0.045
2F	RS-Y(RS)	85176	458524	10326411	10326411	0.008	0.042
1F	RS-Y(RS)	87208	446816	11172209	11172209	0.008	0.040



Signature

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

พิจารณาตรวจสอบระบบโครงสร้างอาคาร



- Story
- ☒ Story Drift
 - ☒ Story Drift(Time History Analysis)
 - ☒ Story Displacement
 - ☒ Story Shear(Response Spectrum Analysis)
 - ☒ Story Shear(Time History Analysis)
 - ☒ Story Mode Shape
 - ☒ Story Eccentricity
 - ☒ Story Shear Force Ratio
 - ☒ Torsional Amplification Factor
 - ☒ Overturning Moment
 - ☒ Story Axial Force Sum
 - ☒ Stability Coefficient
 - ☒ Irregularity Check Parameter
 - ☒ Torsional Irregularity Check
 - ☒ Criteria for Regularity in Plan
 - ☒ Stiffness Irregularity Check(Soft Story)
 - ☒ Weight Irregularity Check
 - ☒ Capacity Irregularity Check (Weak Story)



Evaluation Method X

Method : KISTEC2019

Structural Performance Levels

☒ Immediate Occupancy (IO)

☐ Life Safety (LS)

☐ Collapse Prevention (CP)

Seismic Force Resisting System

System : RC Moment Frames

☐ Use Seismic Hook (RC Beam)

Transverse Reinforcement Details

☒ Seismic Details with 135° Hooks

☐ Closed Hoops with 90° Hooks

☐ Other (Including Lap-Spliced)

Shear Strength of RC Column ...

Effective Depth(d) for Shear ...

P-M Curve Calculation Method ...

Strength Reduction Factor for Masonry

For Shear ($\phi_{L,V}$) : 0.6

Scale Up of m Factor for 1st Evaluation

Scale Up Factor : 1

☐ The effect of Masonry Infill Walls is considered for Pre-Eval.

☐ Auto-Setting of Column Hinge Position by Considering Masonry Infill Strut

กิตติชัย บัวขาว

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

ตรวจสอบการเคลื่อนตัวแต่ละชั้น

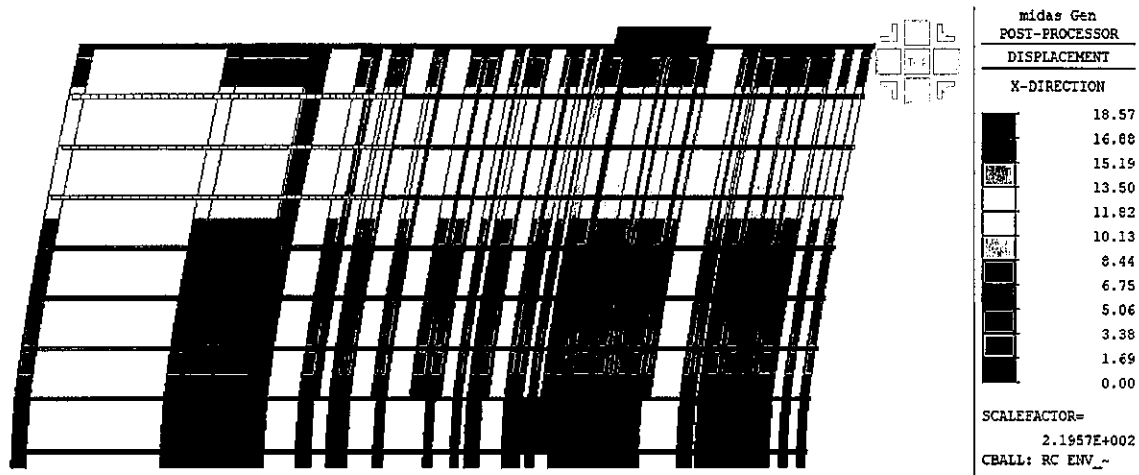
ค่าการเคลื่อนตัวสัมพัทธ์ระหว่างชั้นที่ยอมให้ $0.015h_{sx} = 0.015 \times 2850 = 42.75 \text{ mm}$

ลักษณะโครงสร้าง	ประเภทความสำคัญของอาคาร		
	I หรือ II	III	IV
โครงสร้างที่ไม่ใช่ผนังอิฐก่อรับแรงเฉือนและสูงไม่เกิน 4 ชั้น ซึ่งผนังภายใน ฉากกั้นห้อง ฝ้าเพดาน และผนังภายนอกถูกออกแบบให้สามารถทนต่อการเคลื่อนตัวสัมพัทธ์ระหว่างชั้นได้มาก	$0.025h_{sx}$	$0.020h_{sx}$	$0.015h_{sx}$
โครงสร้างกำแพงอิฐก่อรับแรงเฉือนแบบยื่นจากฐานรองรับ	$0.010h_{sx}$	$0.010h_{sx}$	$0.010h_{sx}$
โครงสร้างกำแพงอิฐก่อรับแรงเฉือนแบบอื่น ๆ	$0.007h_{sx}$	$0.007h_{sx}$	$0.007h_{sx}$
โครงสร้างอื่น ๆ ทั้งหมด	$0.020h_{sx}$	$0.015h_{sx}$	$0.010h_{sx}$



นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

Envelope Displacement X-direction $-9.66 \text{ mm} < 28,500/500 = 57 \text{ mm (L/500)}$



Envelope Displacement Y-direction $6.08 \text{ mm} < 28,500/500 = 57 \text{ mm (L/500)}$



กิตติชัย บัวขาว

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

ตรวจสอบ Story Drift

×

Story Drift Parameters

☐ Response Modification Coefficient

1

Deflection Amplification Factor(Cd)

4.5

Importance Factor(Ie)

1.25

Scale Factor

1

Allowable Ratio

0.015

Vertical Load Combination

EQYP

...

Scale Factor

1

Load Case	S.F.
SW	1
SDL_PTS	1
TANK	1
LL_PTS	0.25
LL	0.25
EQYP	1

Add

Modify

Delete

Define Beta(Beta)
☒ Fixed (1.0)
 ☐ User Define

Story	Beta
-------	------

Add..

Delete

OK

Cancel

กิตติชัย บัวขาว

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

ตรวจสอบการเคลื่อนตัวในแต่ละชั้น Story Drift and Story Displacement

ตาม มยผ. ใช้ค่า $0.015 \text{ hsx} = 0.015 \times 2850 = 42.75 \text{ mm}$

Story Drift (X) น้อยกว่า Allowable ratio 0.015 OK

Load Case	Story	Story Height (mm)	P-Delta Incremental Factor (ad)	Allowable Story Drift Ratio	Maximum Drift of All Vertical Elements				Drift at the Center of Mass					
					Node	Story Drift (mm)	Modified Drift (mm)	Story Drift Ratio	Remark	Story Drift (mm)	Modified Drift (mm)	Drift Factor (Maximum/Current)	Story Drift Ratio	Remark
RMC,Not Used, Cd=4.5, Ie=1.25, Scale Factor=1, Allowable Ratio=0.015 Press right mouse button and click "Set Story Drift Parameters..." menu to change RMC or Cd/Ie/Scale Factor/Allowable Ratio/Beta!														
▶	10F													
	RSX(RS)	9F	2850.00	1.00	0.0150	3182	32337	0.0041	OK	32321	116365	0.0024	0.0041	OK
	RSX(RS)	8F	2850.00	1.00	0.0150	2755	33697	0.0043	OK	33685	121266	0.0004	0.0043	OK
	RSX(RS)	7F	2850.00	1.00	0.0150	2451	34022	0.0043	OK	34008	122450	0.0004	0.0043	OK
	RSX(RS)	6F	2850.00	1.00	0.0150	2147	33395	0.0042	OK	33382	120178	0.0004	0.0042	OK
	RSX(RS)	5F	2850.00	1.00	0.0150	1550	31626	0.0040	OK	31607	113785	0.0007	0.0040	OK
	RSX(RS)	4F	2850.00	1.00	0.0150	953	28607	0.0038	OK	28498	102584	0.0004	0.0038	OK
	RSX(RS)	3F	2850.00	1.00	0.0150	443	23638	0.0030	OK	23444	84387	0.0003	0.0030	OK
	RSX(RS)	2F	3000.00	1.00	0.0150	3548	14478	0.0017	OK	14216	51177	0.0114	0.0017	OK
	RSX(RS)	1F	1000.00	1.00	0.0150	4509	20021	0.0072	OK	01040	0.6955	109185	0.0007	OK
	RSY(ES)	10F	1000.00	1.00	0.0150	3173	-0.0002	-0.0000	OK	-0.0000	-0.0001	0.2273	-0.0000	OK
	RSY(ES)	9F	2850.00	1.00	0.0150	3078	-0.0003	-0.0012	OK	-0.0000	-0.0001	14.6664	-0.0000	OK
	RSY(ES)	8F	2850.00	1.00	0.0150	2356	-0.0002	-0.0007	OK	-0.0000	-0.0000	23.7173	-0.0000	OK
	RSY(ES)	7F	2850.00	1.00	0.0150	2451	-0.0003	-0.0012	OK	-0.0000	-0.0001	10.1531	-0.0000	OK
	RSY(ES)	6F	2850.00	1.00	0.0150	2147	-0.0003	-0.0012	OK	-0.0000	-0.0001	3.7543	-0.0000	OK
	RSY(ES)	5F	2850.00	1.00	0.0150	1550	-0.0001	-0.0002	OK	-0.0000	-0.0000	4.3119	-0.0000	OK
	RSY(ES)	4F	2850.00	1.00	0.0150	953	-0.0003	-0.0011	OK	-0.0000	-0.0001	12.0611	-0.0000	OK
	RSY(ES)	3F	2850.00	1.00	0.0150	300	-0.0007	-0.0034	OK	-0.0001	-0.0003	0.4539	-0.0000	OK
	RSY(ES)	2F	3000.00	1.00	0.0150	3548	-0.0003	-0.0048	OK	-0.0001	-0.0004	16.9344	-0.0000	OK
	RSY(ES)	1F	1000.00	1.00	0.0150	4509	-0.0002	-0.0032	OK	-0.0001	-0.0003	82.2845	-0.0000	OK

Story Drift (Y) น้อยกว่า Allowable ratio 0.015 OK

	RSY(RS)	10F	1000.00	1.00	0.0150	3173	-0.0002	-0.0010	OK	-0.0000	-0.0000	2.1744	-0.0000	OK
	RSY(RS)	9F	2850.00	1.00	0.0150	3078	-0.0003	-0.0012	OK	-0.0000	-0.0001	12.1223	-0.0000	OK
	RSY(RS)	8F	2850.00	1.00	0.0150	2356	-0.0002	-0.0007	OK	-0.0000	-0.0000	14.0043	-0.0000	OK
	RSY(RS)	7F	2850.00	1.00	0.0150	2451	-0.0003	-0.0012	OK	-0.0000	-0.0001	11.2883	-0.0000	OK
	RSY(RS)	6F	2850.00	1.00	0.0150	2147	-0.0003	-0.0012	OK	-0.0000	-0.0001	10.0445	-0.0000	OK
	RSY(RS)	5F	2850.00	1.00	0.0150	1550	-0.0001	-0.0003	OK	-0.0000	-0.0000	6.1167	-0.0000	OK
	RSY(RS)	4F	2850.00	1.00	0.0150	953	-0.0002	-0.0006	OK	-0.0000	-0.0001	10.5282	-0.0000	OK
	RSY(RS)	3F	2850.00	1.00	0.0150	300	-0.0004	-0.0014	OK	-0.0000	-0.0002	8.7054	-0.0000	OK
	RSY(RS)	2F	3000.00	1.00	0.0150	3548	-0.0003	-0.0050	OK	-0.0001	-0.0003	11.7822	-0.0000	OK
	RSY(RS)	1F	1000.00	1.00	0.0150	4509	-0.0002	-0.0039	OK	-0.0001	-0.0003	87.2818	-0.0000	OK
	RSY(ES)	10F	1000.00	1.00	0.0150	3173	-0.0003	-0.0010	OK	-0.0000	-0.0000	2.1744	-0.0000	OK
	RSY(ES)	9F	2850.00	1.00	0.0150	3078	-0.0003	-0.0012	OK	-0.0000	-0.0001	12.1223	-0.0000	OK
	RSY(ES)	8F	2850.00	1.00	0.0150	2356	-0.0002	-0.0007	OK	-0.0000	-0.0000	14.0043	-0.0000	OK
	RSY(ES)	7F	2850.00	1.00	0.0150	2451	-0.0003	-0.0012	OK	-0.0000	-0.0001	11.2883	-0.0000	OK
	RSY(ES)	6F	2850.00	1.00	0.0150	2147	-0.0003	-0.0012	OK	-0.0000	-0.0001	10.0445	-0.0000	OK
	RSY(ES)	5F	2850.00	1.00	0.0150	1550	-0.0001	-0.0003	OK	-0.0000	-0.0000	6.1167	-0.0000	OK
	RSY(ES)	4F	2850.00	1.00	0.0150	953	-0.0002	-0.0006	OK	-0.0000	-0.0001	10.5282	-0.0000	OK
	RSY(ES)	3F	2850.00	1.00	0.0150	300	-0.0004	-0.0014	OK	-0.0000	-0.0002	8.7054	-0.0000	OK
	RSY(ES)	2F	3000.00	1.00	0.0150	3548	-0.0003	-0.0050	OK	-0.0001	-0.0003	11.7822	-0.0000	OK
	RSY(ES)	1F	1000.00	1.00	0.0150	4509	-0.0002	-0.0039	OK	-0.0001	-0.0003	87.2818	-0.0000	OK

นาย กิตติชัย บัวขาว

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

Displacement (X) น้อยกว่า H/500 ($28,500/500 = 57\text{mm} \dots \text{OK}$)

	Load Case	Node	Story	Level (mm)	Story Height (mm)	Maximum Displacement (mm)	Average Displacement (mm)	Maximum / Average
▶								
	RS-X(RS)	3603	10F	22350.00	1000.00	23.0005	22.9589	1.0018
	RS-X(RS)	68925	9F	20100.00	2850.00	19.8106	19.7621	1.0025
	RS-X(RS)	67042	8F	17250.00	2850.00	16.5097	16.4694	1.0024
	RS-X(RS)	57661	7F	14400.00	2850.00	13.1767	13.1446	1.0024
	RS-X(RS)	49025	6F	11550.00	2850.00	9.8933	9.8697	1.0024
	RS-X(RS)	32865	5F	8700.00	2850.00	6.7719	6.7546	1.0026
	RS-X(RS)	23748	4F	5850.00	2850.00	3.9463	3.9347	1.0029
	RS-X(RS)	302	3F	3000.00	2850.00	1.6268	1.6115	1.0095
	RS-X(RS)	5155	2F	0.00	3000.00	0.2070	0.1932	1.0714
	RS-X(RS)	4909	1F	-1000.00	1000.00	1.9571	0.0426	45.9404
	RS-X(ES)	5019	Roof	22350.00	0.00	-0.0013	-0.0010	1.2807
	RS-X(ES)	3331	10F	22350.00	1000.00	-0.0040	0.0002	19.8119
	RS-X(ES)	3030	9F	20100.00	2850.00	-0.0033	0.0002	20.2637
	RS-X(ES)	2723	8F	17250.00	2850.00	-0.0034	0.0002	21.2444
	RS-X(ES)	2422	7F	14400.00	2850.00	-0.0033	0.0002	16.0529
	RS-X(ES)	2113	6F	11550.00	2850.00	-0.0041	0.0003	16.3317
	RS-X(ES)	1523	5F	8700.00	2850.00	-0.0041	0.0003	15.5373
	RS-X(ES)	926	4F	5850.00	2850.00	-0.0033	0.0002	16.3725
	RS-X(ES)	307	3F	3000.00	2850.00	-0.0032	0.0002	21.0073
	RS-X(ES)	3810	2F	0.00	3000.00	-0.0019	-0.0000	112.3270
	RS-X(ES)	4909	1F	-1000.00	1000.00	0.0002	0.0002	40.6070

กิตติชัย บัวขาว

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

Displacement (Y) น้อยกว่า H/500 (28,500/500 = 57mm.....OK)

RS-Y(RS)	5019	R667	23950.00	0.00	6.4691	6.4689	1.0000
RS-Y(RS)	78597	10F	22950.00	1000.00	6.1842	6.1747	1.0015
RS-Y(RS)	3012	9F	20100.00	2850.00	5.3781	5.3613	1.0031
RS-Y(RS)	2708	8F	17250.00	2850.00	4.5302	4.5163	1.0031
RS-Y(RS)	2404	7F	14400.00	2850.00	3.6629	3.6514	1.0031
RS-Y(RS)	2100	6F	11550.00	2850.00	2.7937	2.7845	1.0033
RS-Y(RS)	1505	5F	8700.00	2850.00	1.9478	1.9408	1.0036
RS-Y(RS)	921	4F	5850.00	2850.00	1.1584	1.1527	1.0050
RS-Y(RS)	302	3F	3000.00	2850.00	0.4317	0.4238	1.0168
RS-Y(RS)	5153	2F	0.00	3000.00	0.0648	0.0622	1.0414
RS-Y(RS)	4909	1F	-1000.00	1000.00	18.0597	0.3972	45.4709

RS-Y(ES)	5019	R667	23950.00	0.00	-0.0010	-0.0006	1.5767
RS-Y(ES)	3631	10F	22950.00	1000.00	-0.0024	0.0001	19.3231
RS-Y(ES)	3030	9F	20100.00	2850.00	-0.0022	0.0001	20.9451
RS-Y(ES)	2726	8F	17250.00	2850.00	-0.0021	0.0001	22.5038
RS-Y(ES)	2422	7F	14400.00	2850.00	-0.0023	0.0001	18.7624
RS-Y(ES)	2118	6F	11550.00	2850.00	-0.0023	0.0002	16.8333
RS-Y(ES)	1523	5F	8700.00	2850.00	-0.0026	0.0002	16.0243
RS-Y(ES)	923	4F	5850.00	2850.00	-0.0025	0.0002	17.0616
RS-Y(ES)	307	3F	3000.00	2850.00	-0.0021	0.0001	22.1731
RS-Y(ES)	3310	2F	0.00	3000.00	-0.0013	-0.0000	103.9551
RS-Y(ES)	4909	1F	-1000.00	1000.00	0.0065	0.0002	42.8739



นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394

รายการคำนวณประกอบแบบ โครงการเคฟ ยูนิเวิร์ส (KAVE UNIVERSE)

ตรวจสอบการพลิกคว่ำ Overturning Moment



Load	Concent (tonf)	Beam (tonf)	Floor (tonf)	Pressure (tonf)	Self Weight (tonf)	Sum (tonf)
SW/RS	0.000	0.000	0.000	2838.136	0.000	2838.136
SW/RS	0.000	0.000	0.000	2045.580	0.000	2045.580
TANK	0.000	0.000	0.000	202.479	0.000	202.479
SW/RS	0.000	0.000	0.000	5.686	0.000	5.686
ULS	0.000	0.000	0.000	25.328	0.000	25.328
	0.000	0.000	0.000	-5117.211	-7629.876	-12747.088

รวมน้ำหนักอาคาร 11,193.9 tons

X-AXIS : Overturning moment 6,137.9 ton-m

Load Case	Story	Level (m)	Story Height (m)	Reduction Factor (Tau)	Angle1 ((deg))	Overturning Moment by Vertical Member Types (ton*m)				Sum of Story Force1 * Distance (ton*m)	Overturning Moment1 (ton*m)
						Frame		Wall			
						Value	Ratio	Value	Ratio		
Angle for static load case result: 0 [Deg]											
Input angle and press the 'Apply' button to change the angle.					0.00	Apply					
RSX/RS	9F	20.10	2.05	1.00	0.00	165.23	0.45	205.42	0.55	370.67	370.67
RSX/RS	8F	17.25	2.05	1.00	0.00	314.73	0.34	519.19	0.65	827.67	827.67
RSX/RS	7F	14.40	2.05	1.00	0.00	470.78	0.30	1100.34	0.70	1577.12	1577.12
RSX/RS	6F	11.55	2.05	1.00	0.00	617.63	0.27	1390.03	0.73	2245.71	2245.71
RSX/RS	5F	8.70	2.05	1.00	0.00	751.80	0.25	2242.03	0.75	3004.45	3004.45
RSX/RS	4F	5.85	2.05	1.00	0.00	865.91	0.23	2272.04	0.77	3880.55	3880.55
RSX/RS	3F	3.00	2.05	1.00	0.00	955.93	0.21	2741.03	0.79	4730.23	4730.23
RSX/RS	2F	0.00	3.00	1.00	0.00	1055.88	0.18	4720.04	0.82	5785.92	5785.92
RSX/RS	1F	-1.00	1.00	1.00	0.00	1223.00	0.20	4514.19	0.80	6187.19	6187.19

Y-AXIS : Overturning moment 6,422.76 ton-m

Load Case	Story	Level (m)	Story Height (m)	Reduction Factor (Tau)	Angle1 ((deg))	Overturning Moment by Vertical Member Types (tonf·m)				Sum of Story Force1 * Distance (tonf·m)	Overturning Moment1 (tonf·m)
						Frame		Wall			
						Value	Ratio	Value	Ratio		
Angle for static load case result: 0 [Deg]											
Input angle and press the 'Apply' button to change the angle.					0.00	Apply					
RSY/RS	9F	20.10	2.05	1.00	90.00	154.50	0.47	220.71	0.53	415.21	415.21
RSY/RS	8F	17.25	2.05	1.00	90.00	376.02	0.37	562.43	0.63	1028.50	1028.50
RSY/RS	7F	14.40	2.05	1.00	90.00	565.56	0.33	1159.04	0.67	1724.40	1724.40
RSY/RS	6F	11.55	2.05	1.00	90.00	742.42	0.30	1709.99	0.70	2452.41	2452.41
RSY/RS	5F	8.70	2.05	1.00	90.00	900.71	0.23	2312.15	0.72	3212.86	3212.86
RSY/RS	4F	5.85	2.05	1.00	90.00	1035.92	0.25	3001.17	0.71	4036.49	4036.49
RSY/RS	3F	3.00	2.05	1.00	90.00	1159.96	0.23	3797.00	0.77	4956.96	4956.96
RSY/RS	2F	0.00	3.00	1.00	90.00	1250.96	0.20	4510.57	0.80	6040.93	6040.93
RSY/RS	1F	-1.00	1.00	1.00	90.00	1350.84	0.21	6071.92	0.79	6422.76	6422.76

ก่อนปรับแก้ค่าแรงเฉือน

อัตราส่วนความปลอดภัยต่อการพลิกคว่ำของอาคาร S.F. = M Reaction / M action

$$S.F.(RS)-X = (11,193.9 \times (14.2/2)) / 6,137.19 = 12.95 > 1.50 \dots\dots\dots(OK)$$

$$S.F.(RS)-Y = (11,193.9 \times (80/2)) / 6,422.76 = 69.72 > 1.50 \dots\dots\dots(OK)$$

Signature

นาย กิตติชัย บัวขาว สย.9394