การวิเคราะห์โครงสร้างรับแรงในแนวดิ่งและแรงด้านข้างด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ดร. จิรวัฒน์ จันทร์เรือง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

โครงการพัฒนาหลักสูตรการเรียนรู้เรื่องการออกแบบอาคารต้านทานแผ่นดินไหว

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยและนวัตกรรมจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) พ.ศ. 2568

ผลลัพธ์การเรียนรู้

- เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจการนิยามคุณสมบัติและสร้างแบบจำลองวิเคราะห์โครงสร้าง
- เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจพื้นฐานการใส่แรงแผ่นดินไหวและการตั้งค่าการรวมผลของแรงในโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิเคราะห์โครงสร้าง
- เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจแนวทางการตรวจสอบความถูกต้องในการสร้างแบบจำลอง

หัวข้อบรรยาย

1. การจัดเตรียมอาคาร
2. การกำหนดสภาพแวดล้อมการใช้งานโปรแกรม
3. การกำหนดวัสดุ
4. การกำหนดหน้าตัดองค์อาคาร
5. การกำหนด Load สร้าง Model และการใส่ Load กระทำต่ออาคาร
6. การวิเคราะห์โครงสร้าง

การจัดเตรียมอาคาร

ข้อมูลทั่วไปของอาคาร

(1) อาคารอพาร์ทเม้นท์ 4 ชั้น ระบบโครงสร้างอาคารเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กชนิดโครงเฟรม เสา คาน ตั้งอยู่ที่ อ.เมือง จังหวัด เชียงใหม่

(2) กำลังคอนกรีต fc’ 240 ksc.

(3) เหล็กข้ออ้อย fy 4,000 ksc.

(4) เหล็กกลมผิวเรียบ fy 2,400 ksc

(5) น้ำหนักบรรทุกจร (Live load) สำหรับชั้นทั่วไปเท่ากับ 300 กก./ม.^{2}

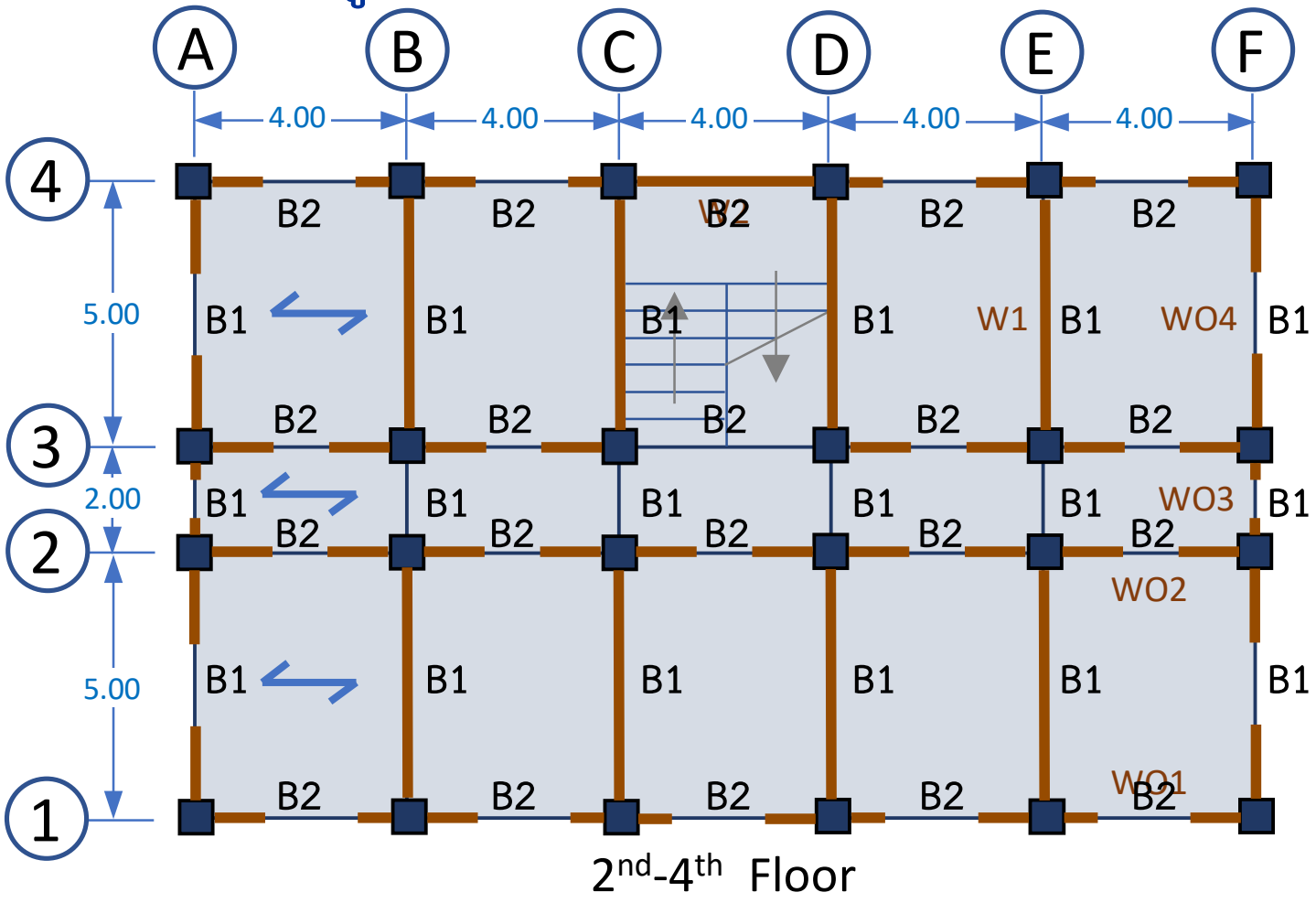
(6) น้ำหนักบรรทุกจรชั้นหลังคาเท่ากับ 150 กก./ม.^{2}

(7) น้ำหนักบรรทุกคงที่เพิ่มเติม (Super Imposed Dead Load) สำหรับชั้นทั่วไปเท่ากับ 120 กก./ม.^{2}

(8) น้ำหนักบรรทุกเพิ่มเติมชั้นหลังคาเท่ากับ 50 กก./ม.^{2}

การจัดเตรียมอาคาร

รายละเอียดรูปทรงอาคาร (Plan view)



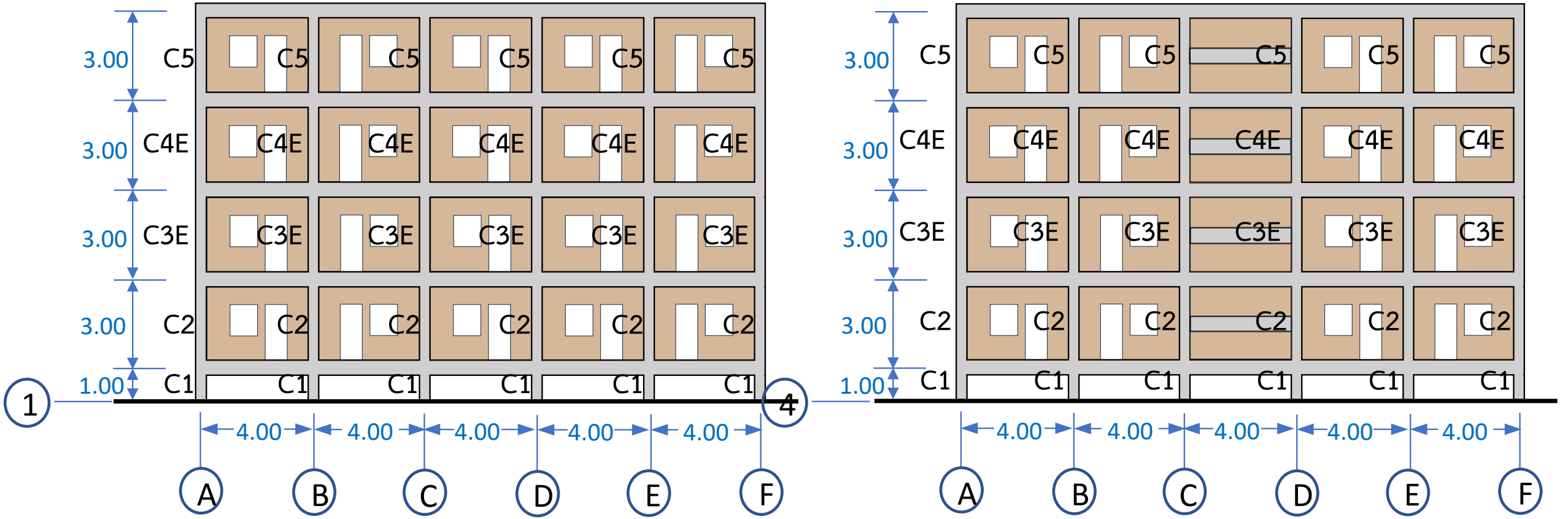
2nd-4th Floor

น้ำหนักคาน B1 0.25 x 0.50

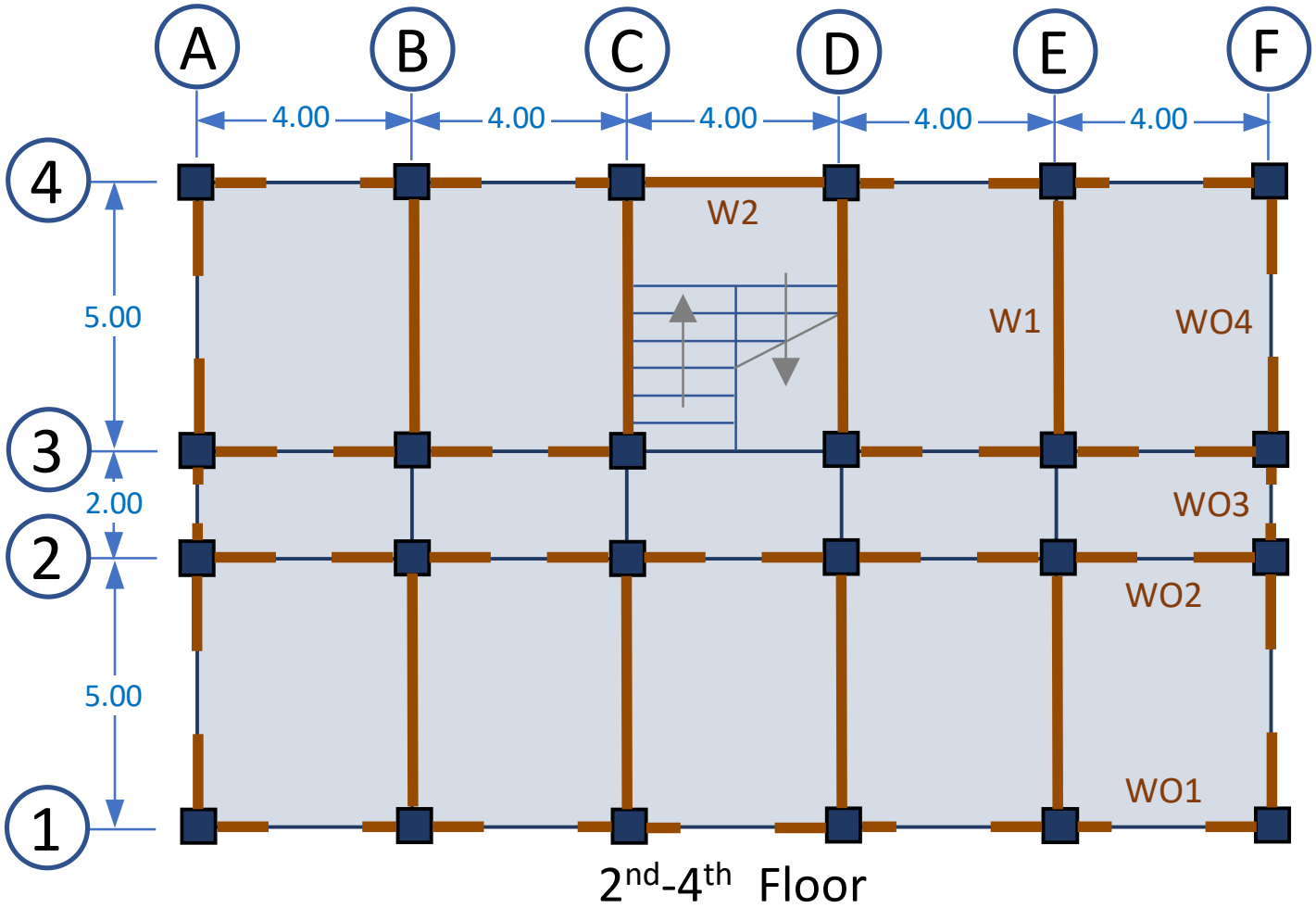
น้ำหนักคาน B2 0.20 x 0.40

พื้นสำเร็จหนา 12 cm

รายละเอียดรูปทรงอาคาร (Elevation view)



น้ำหนักผนัง



2nd-4th Floor

น้ำหนักผนังสูง 3 m.

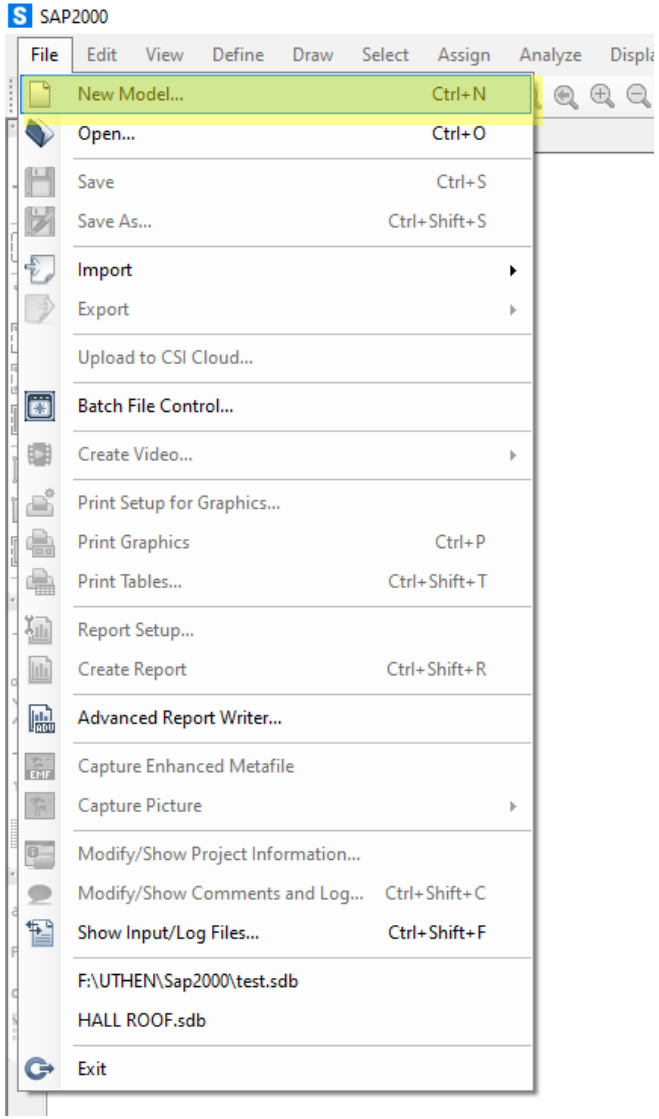
ผนังอิฐมอญครึ่งแผ่น

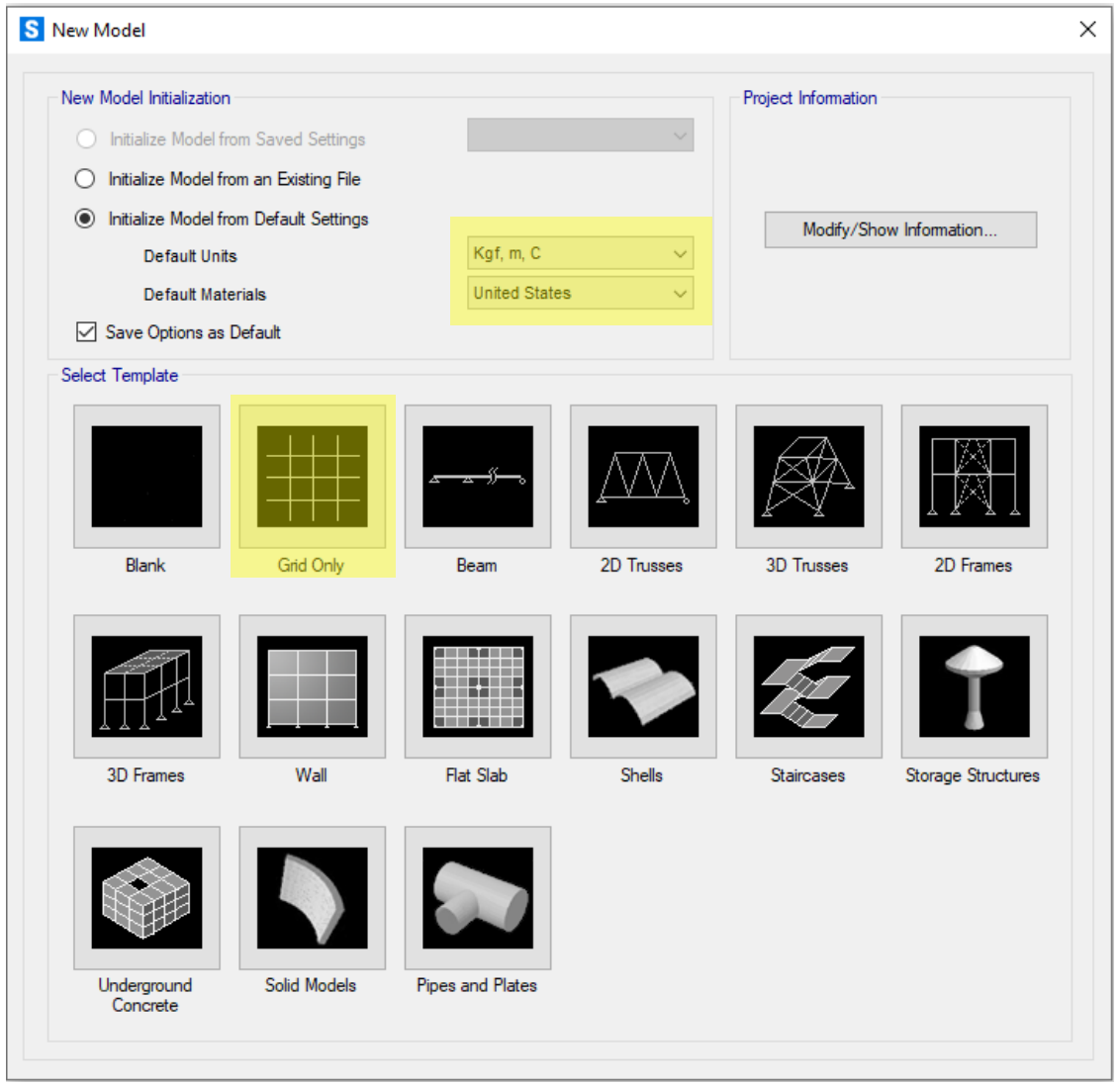
= 180 kg/m^2 x 3 m

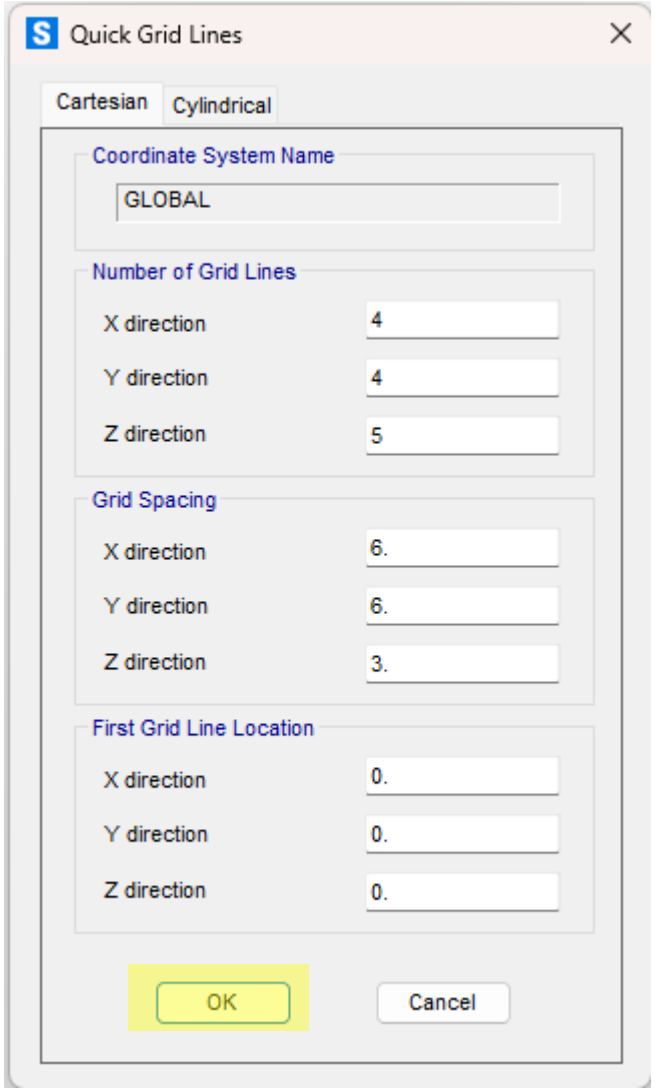
= 540 kg/m

2. การกำหนดสภาพแวดล้อมการใช้งานโปรแกรม

➢ เริ่มต้นสร้างแบบจำลอง

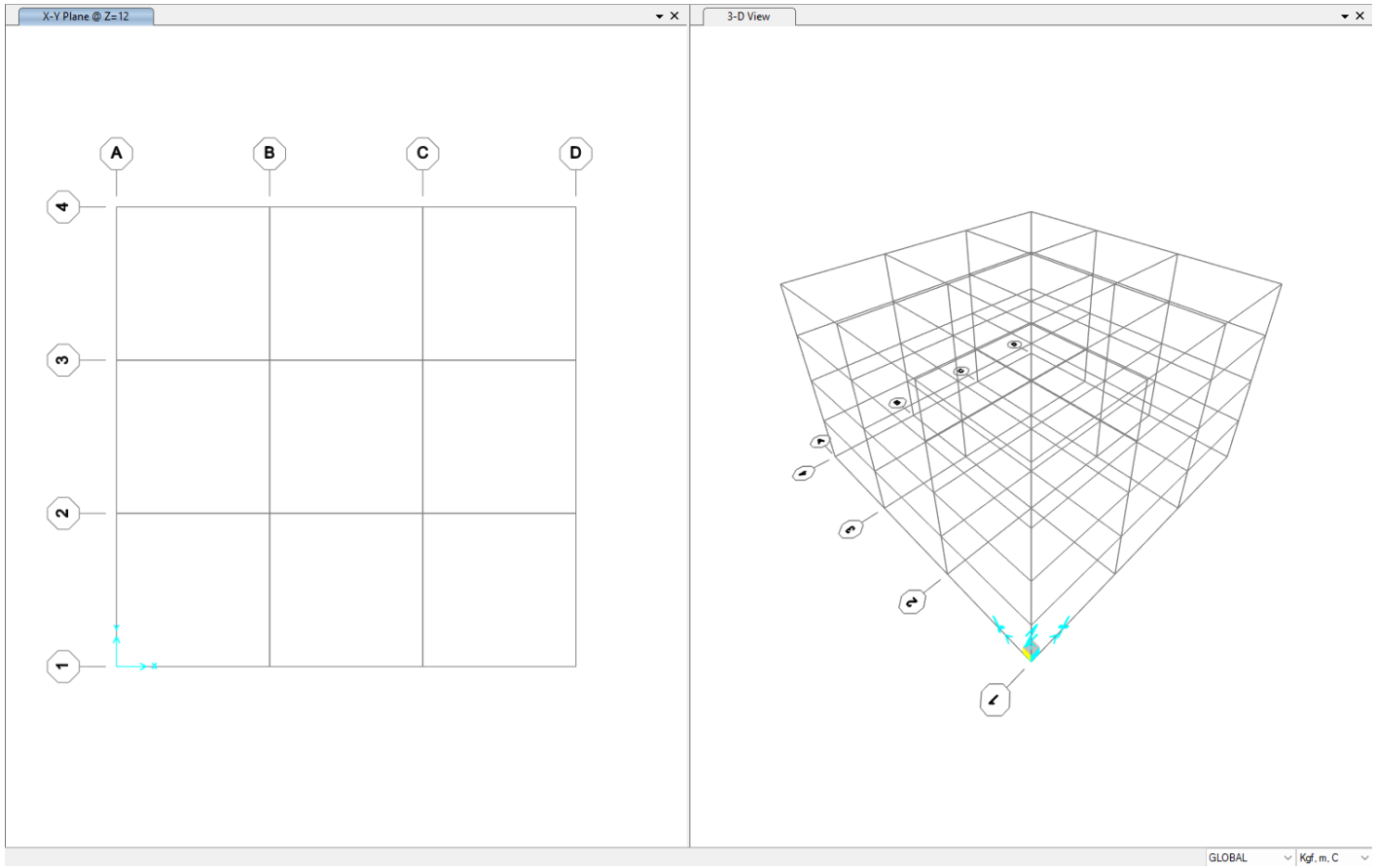


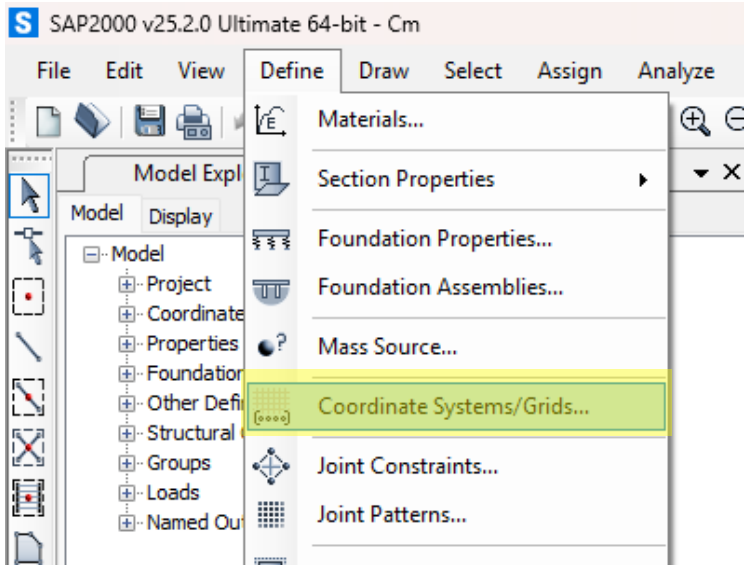


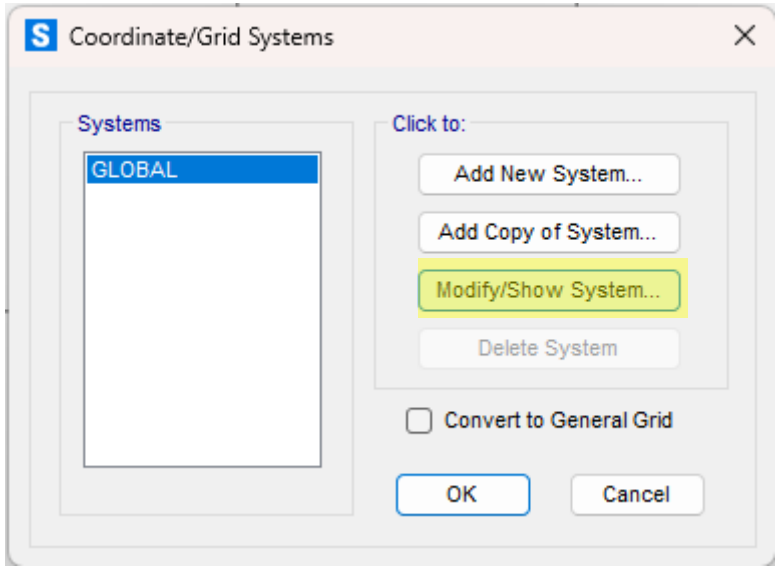


2. การกำหนดสภาพแวดล้อมการใช้งานโปรแกรม

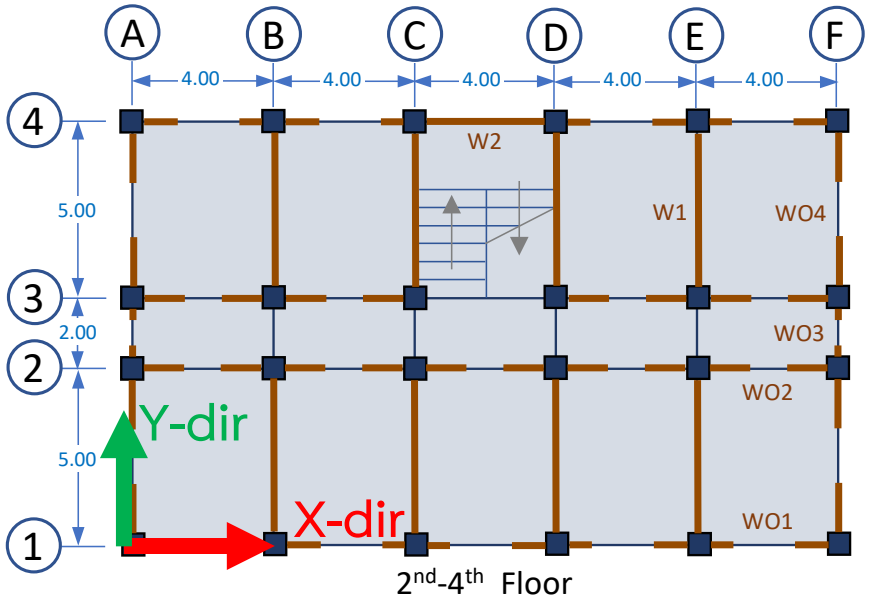
การปรับแก้ Grid Spacing

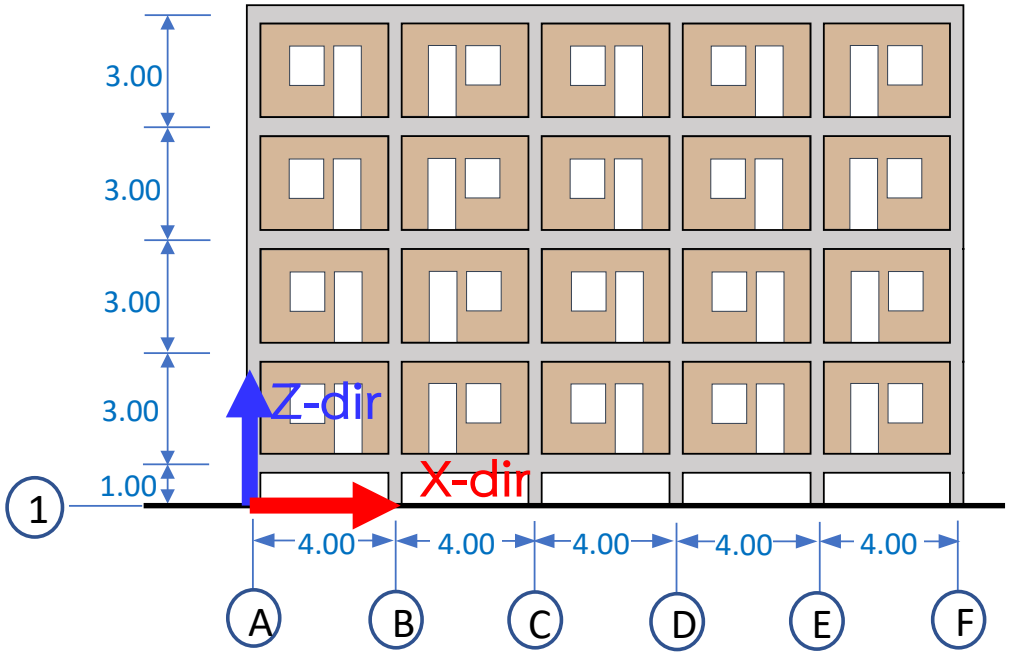


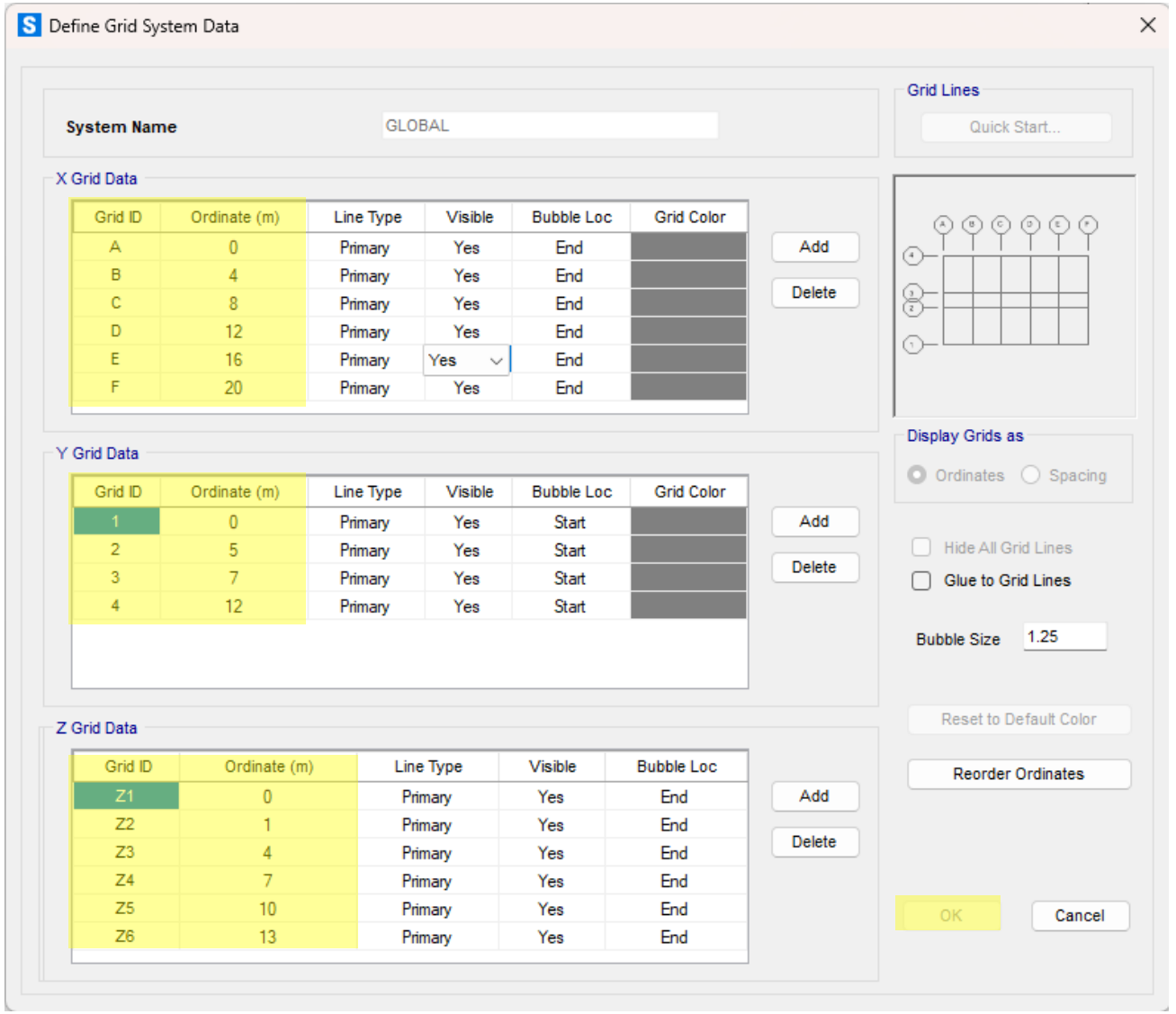




2. การกำหนดสภาพแวดล้อมการใช้งานโปรแกรม

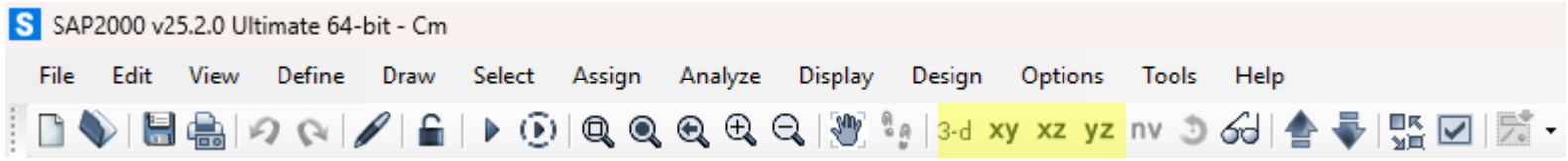


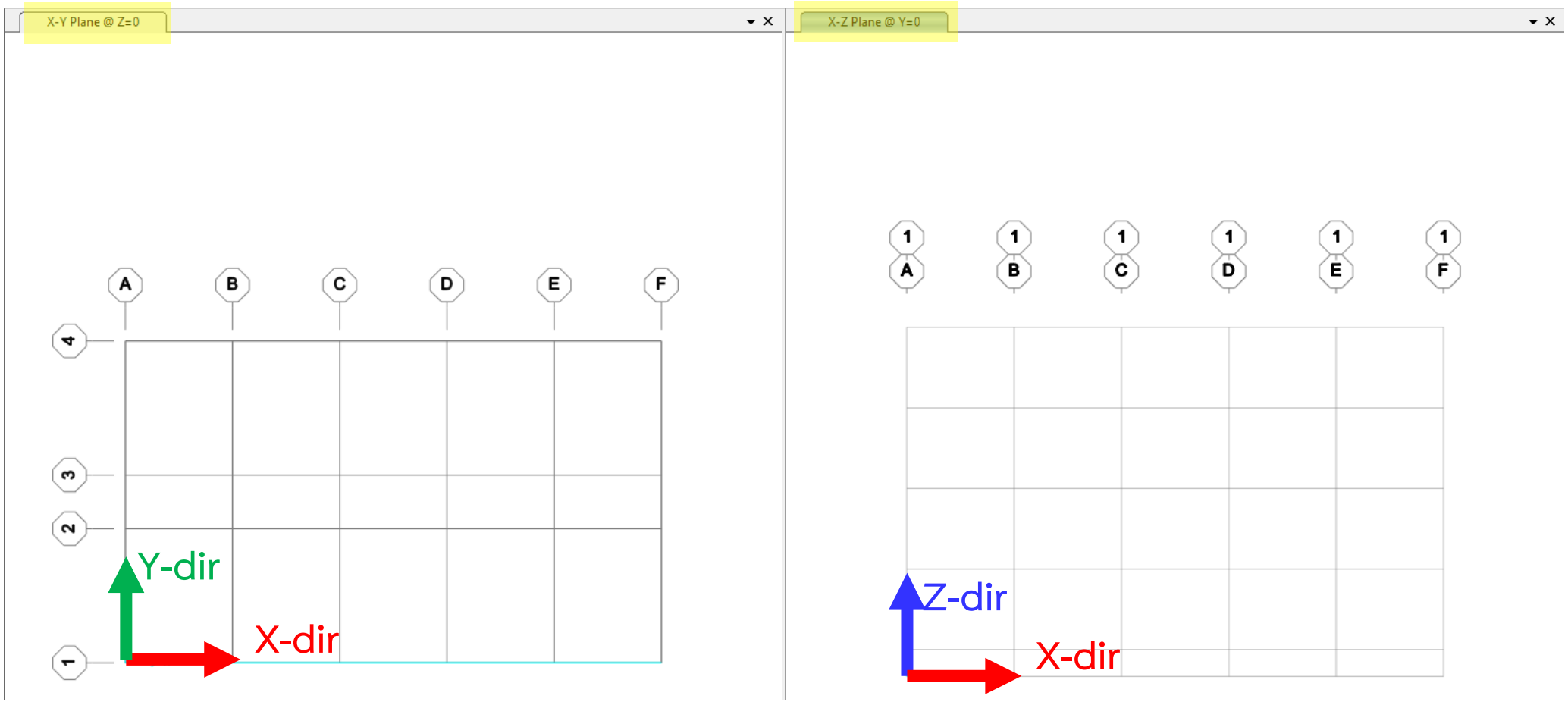




2. การกำหนดสภาพแวดล้อมการใช้งานโปรแกรม

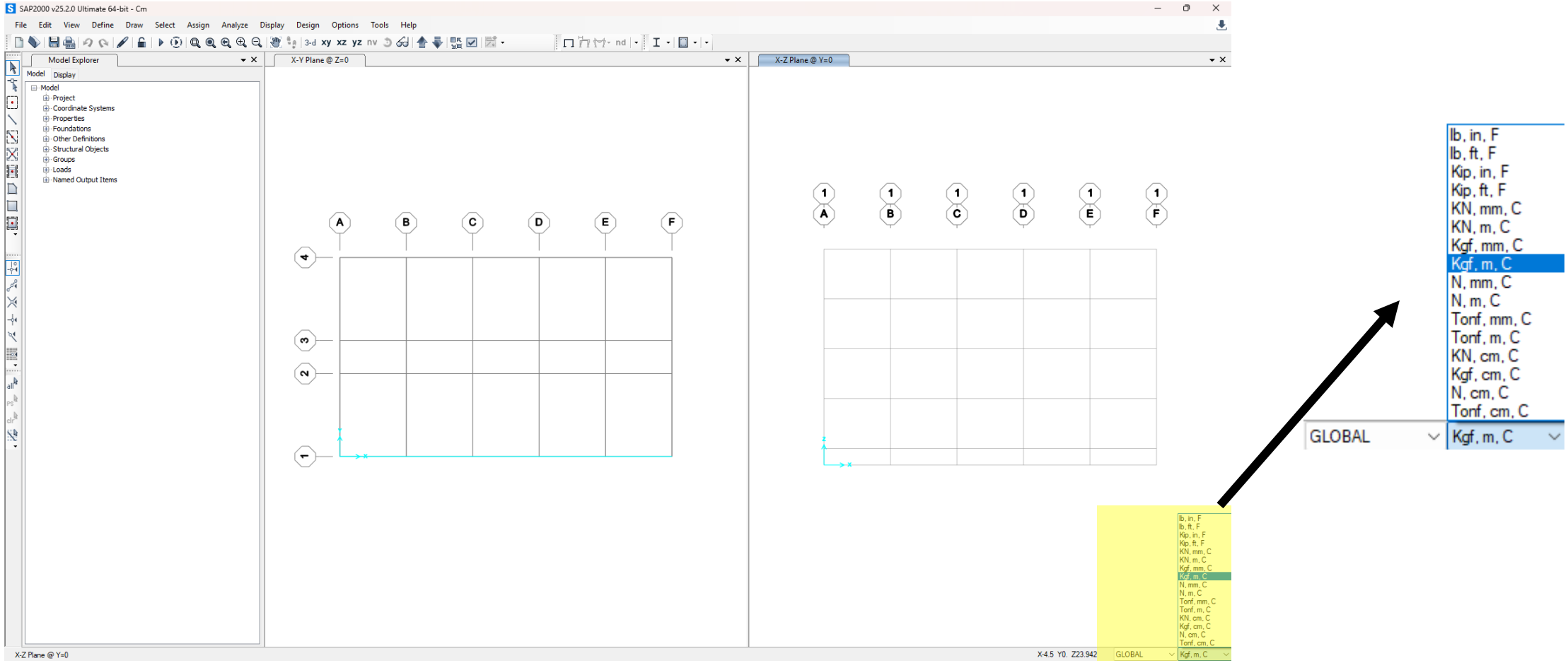
การแสดงผลของหน้าจอ





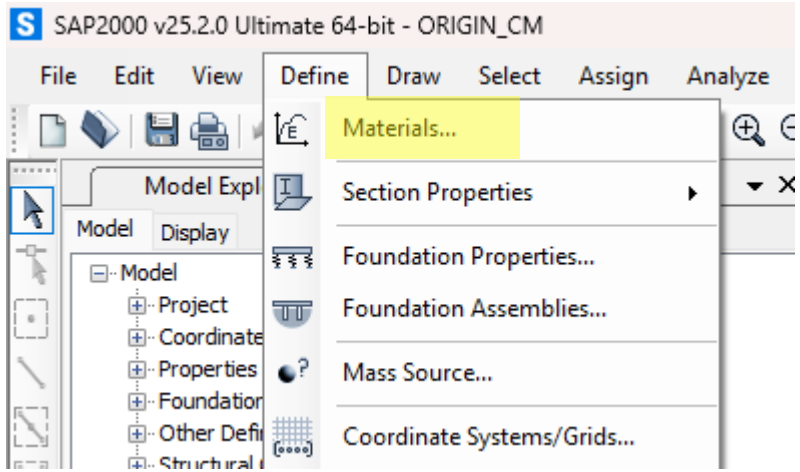
2. การกำหนดสภาพแวดล้อมการใช้งานโปรแกรม

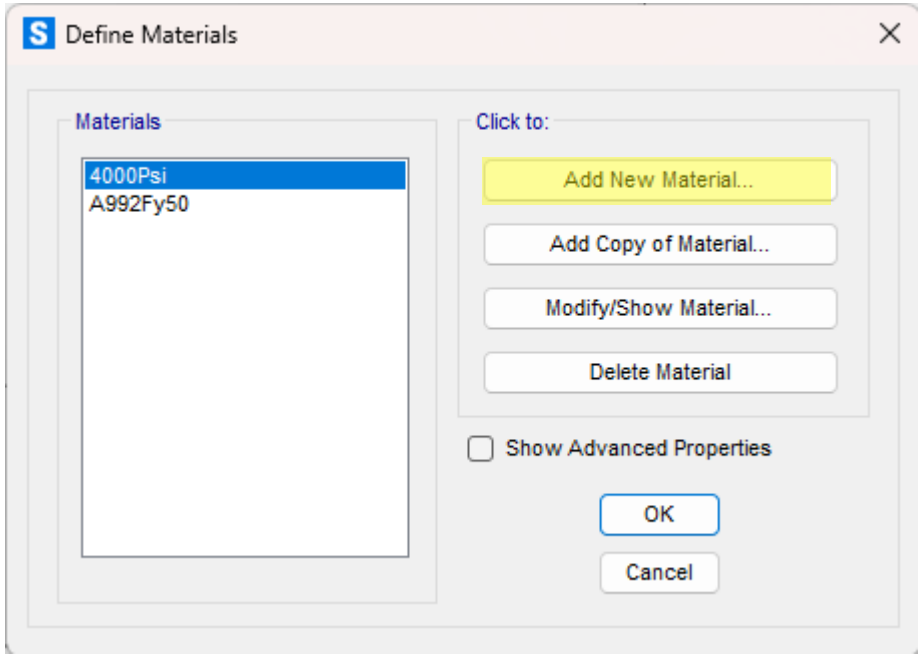
การปรับแก้หน่วย

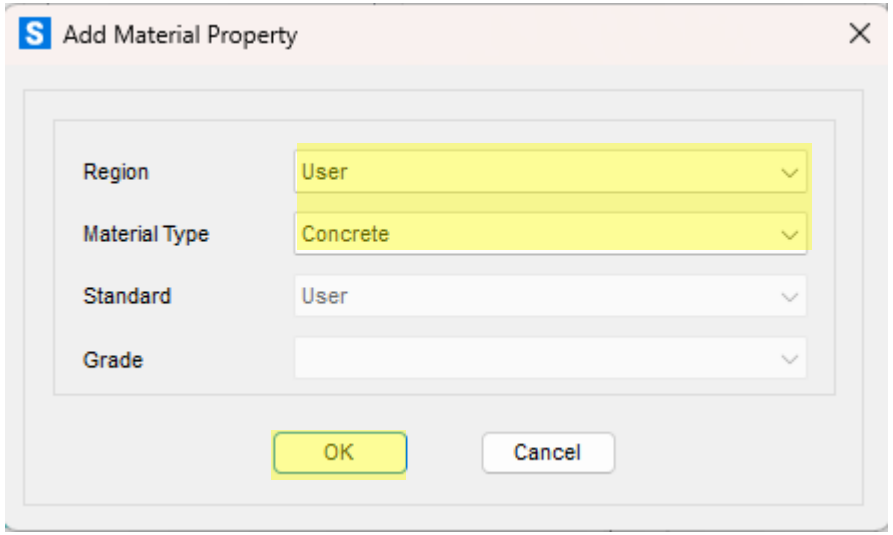


3. การกำหนดวัสดุ

➢ คอนกรีต







3. การกำหนดวัสดุ

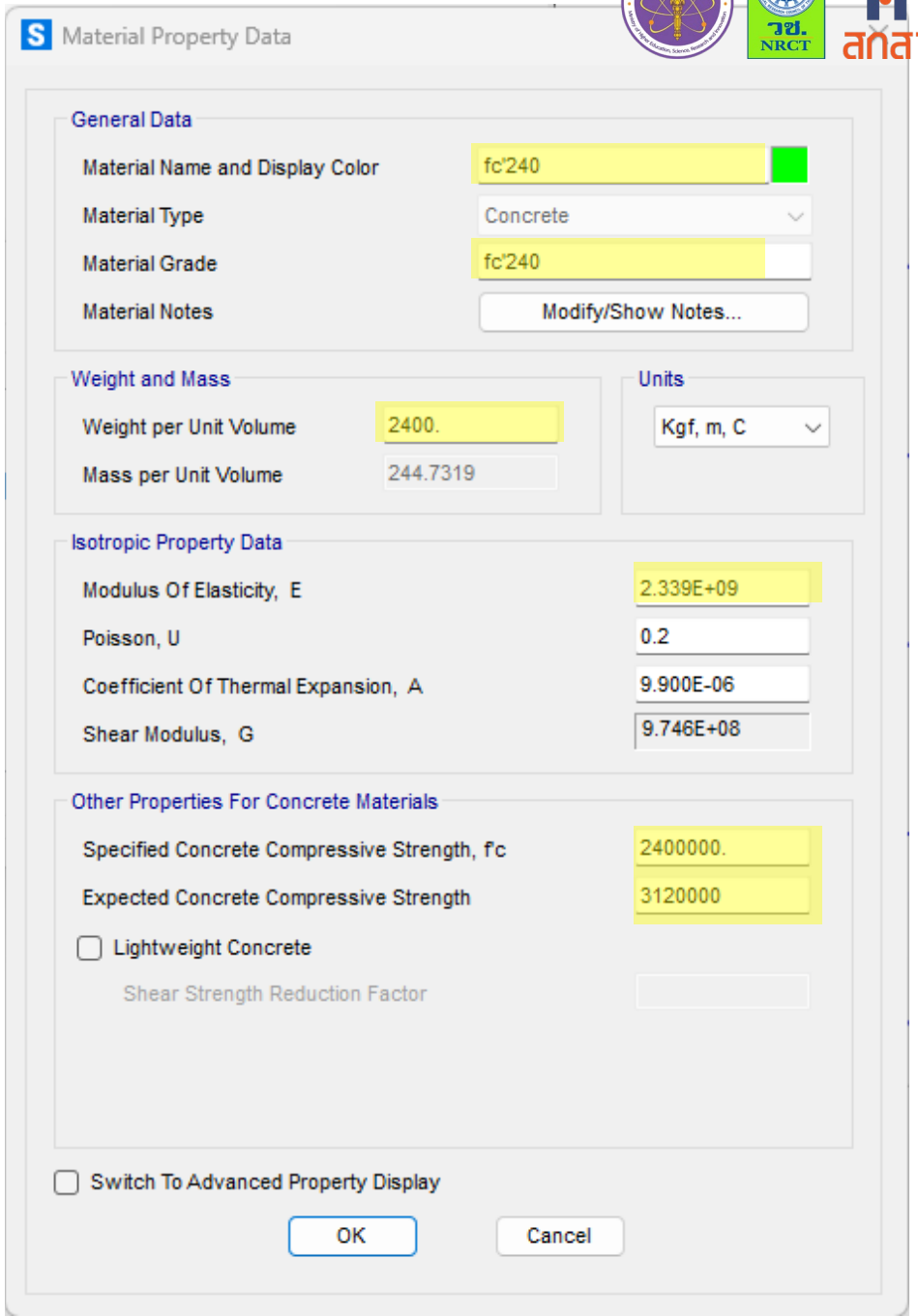
กำลังคอนกรีตใช้ fc’ 240 ksc.

หน่วยน้ำหนักคอนกรีตเสริมเหล็ก 2400 kg/m^3

โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต $= 15100\sqrt{240} = 233{,}928\ ksc$

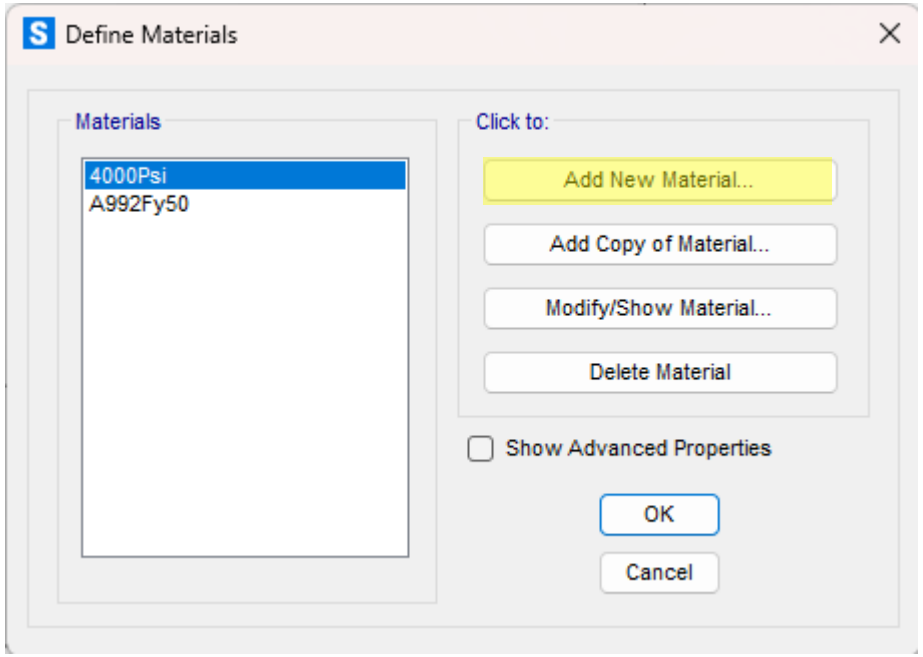
กำลังคอนกรีตใช้ fc’ 240 ksc.

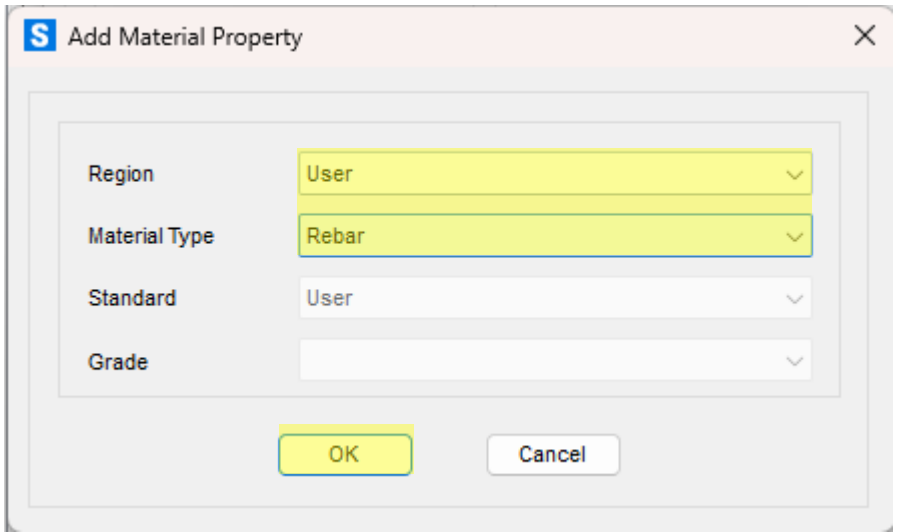
Expected concrete compressive strength = 1.3fc’

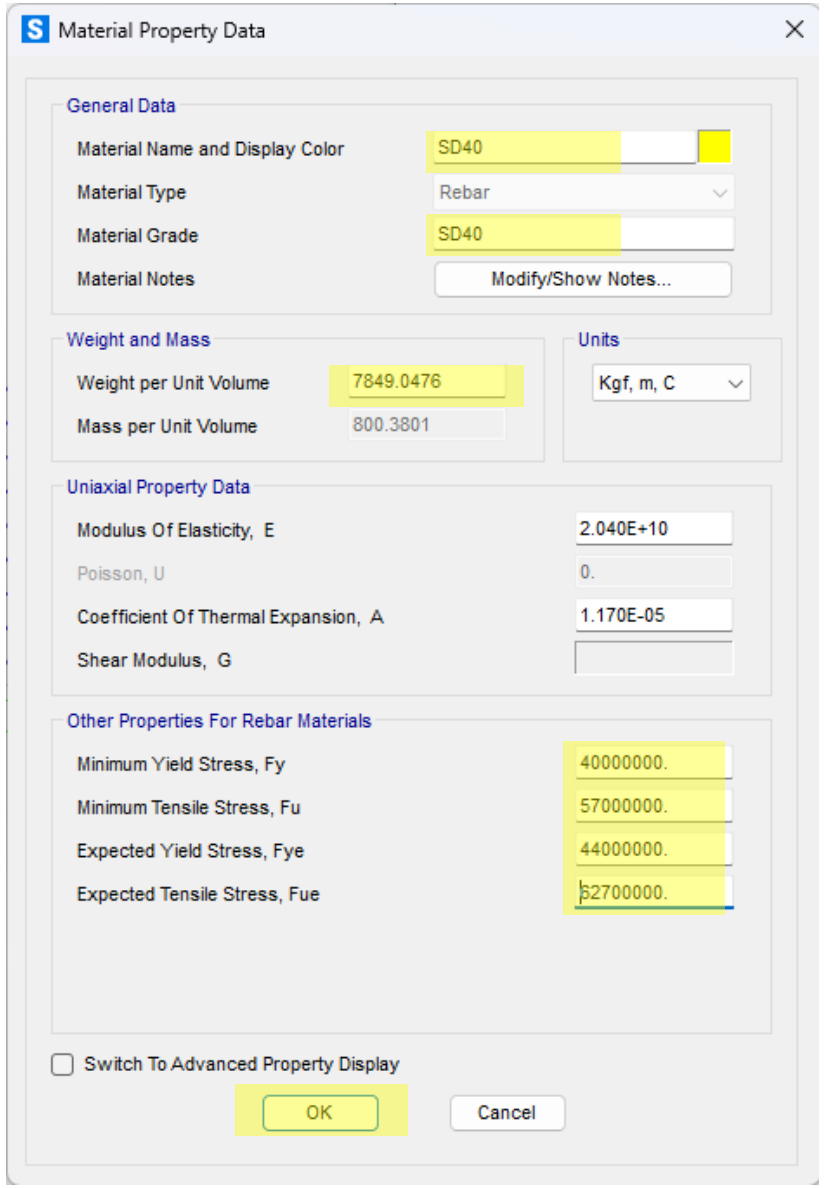


3. การกำหนดวัสดุ

เหล็กเสริมคอนกรีต SD 40 เหล็กข้ออ้อย







SD 40 เหล็กข้ออ้อย

fy = 4,000 ksc.

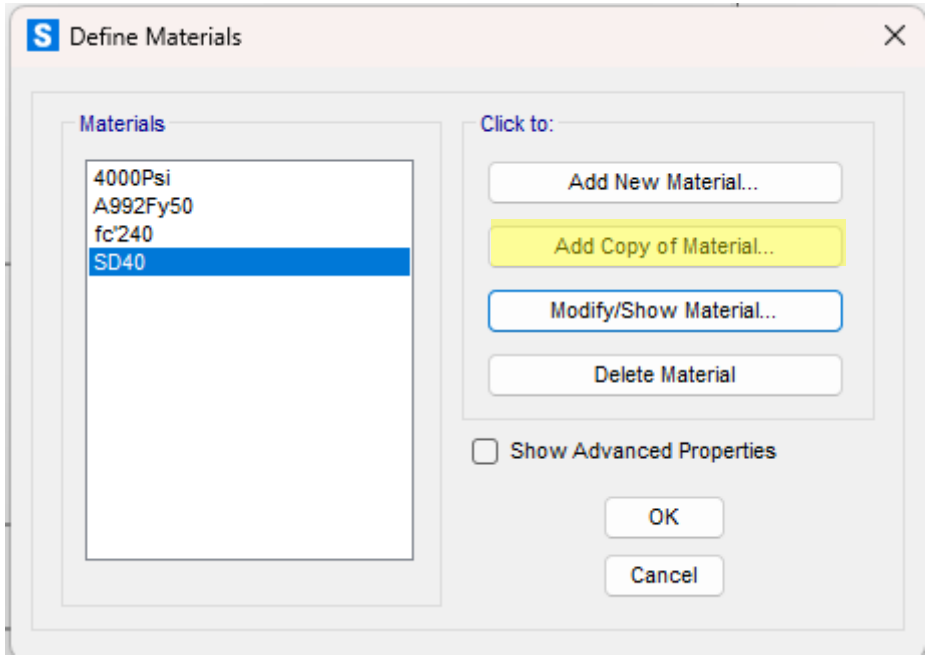
fu = 5,700 ksc.

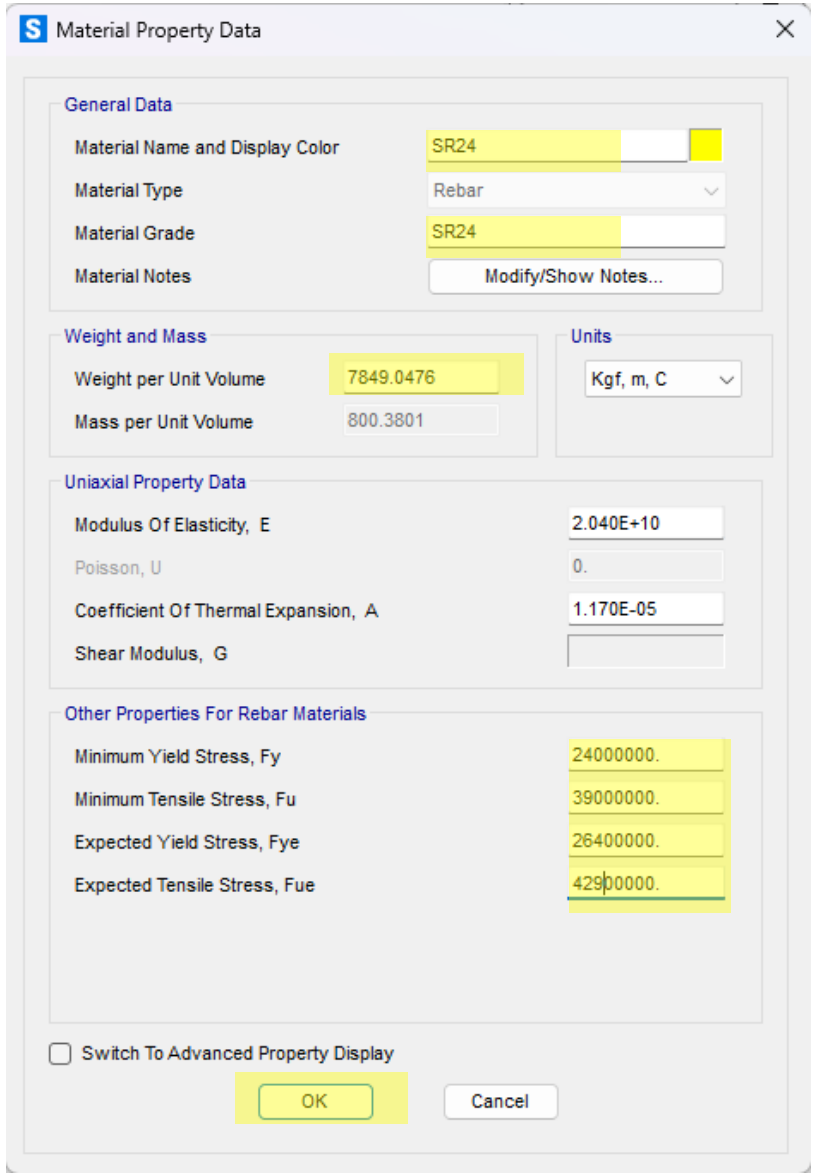
Fye = 1.1fy = 4,400 ksc.

Fue = 1.1fu = 6,270 ksc.

3. การกำหนดวัสดุ

➢ เหล็กเสริมคอนกรีต SR 24 เหล็กกลมผิวเรียบ





SR 24 เหล็กกลมผิวเรียบ

fy = 2,400 ksc.

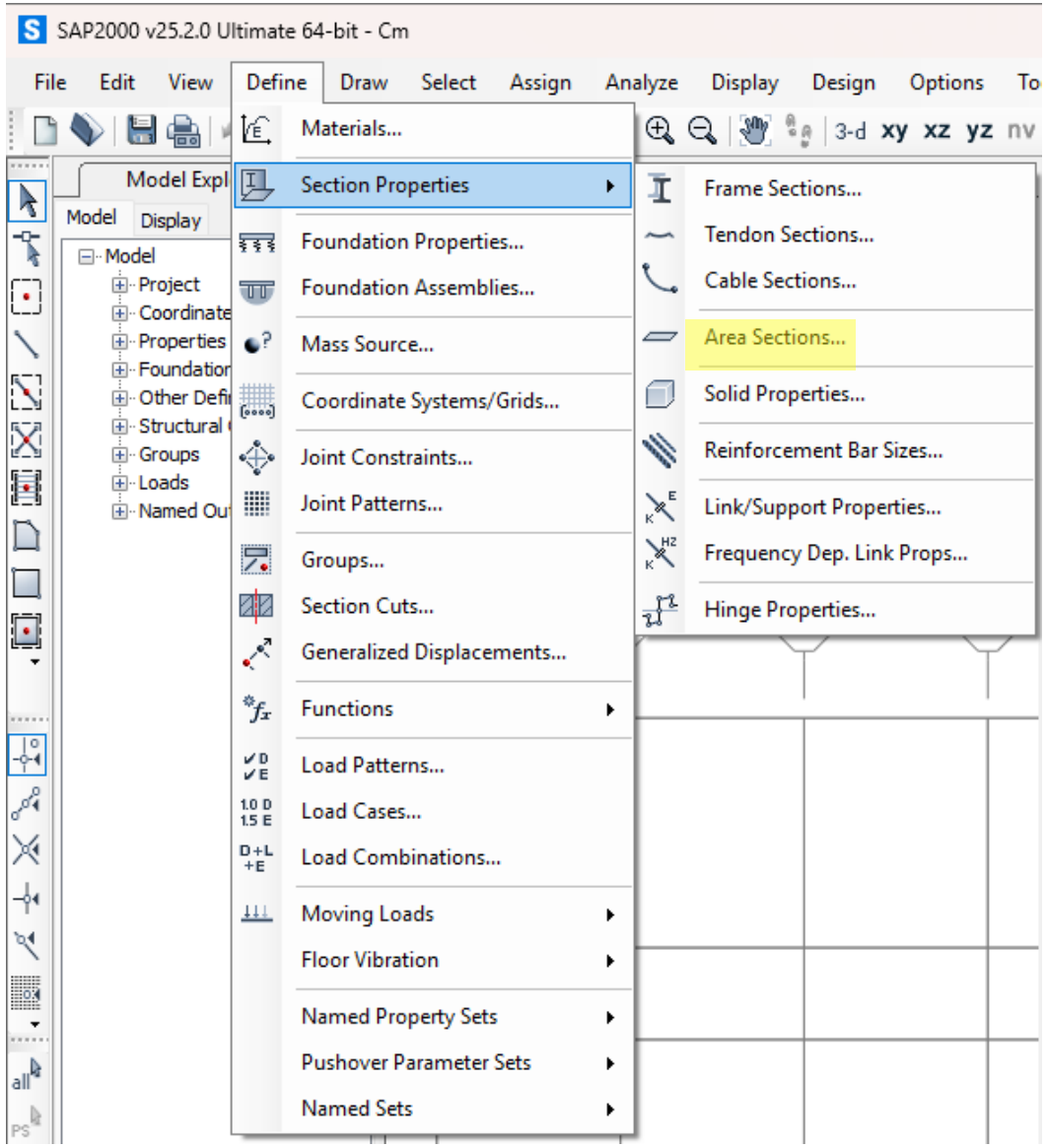
fu = 3,900 ksc.

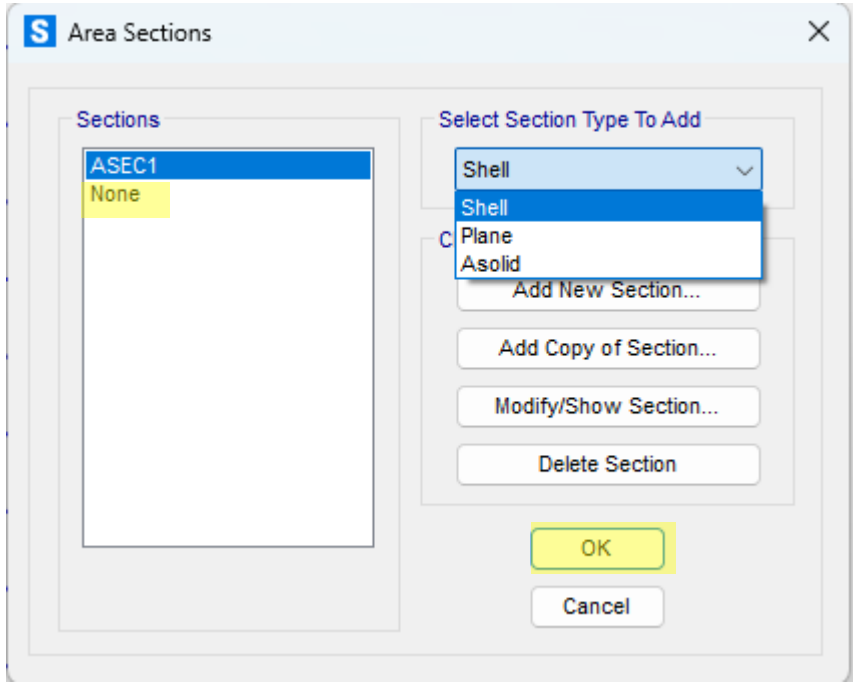
Fye = 1.1fy = 2,640 ksc.

Fue = 1.1fu = 4,290 ksc.

4. การกำหนดหน้าตัดองค์อาคาร

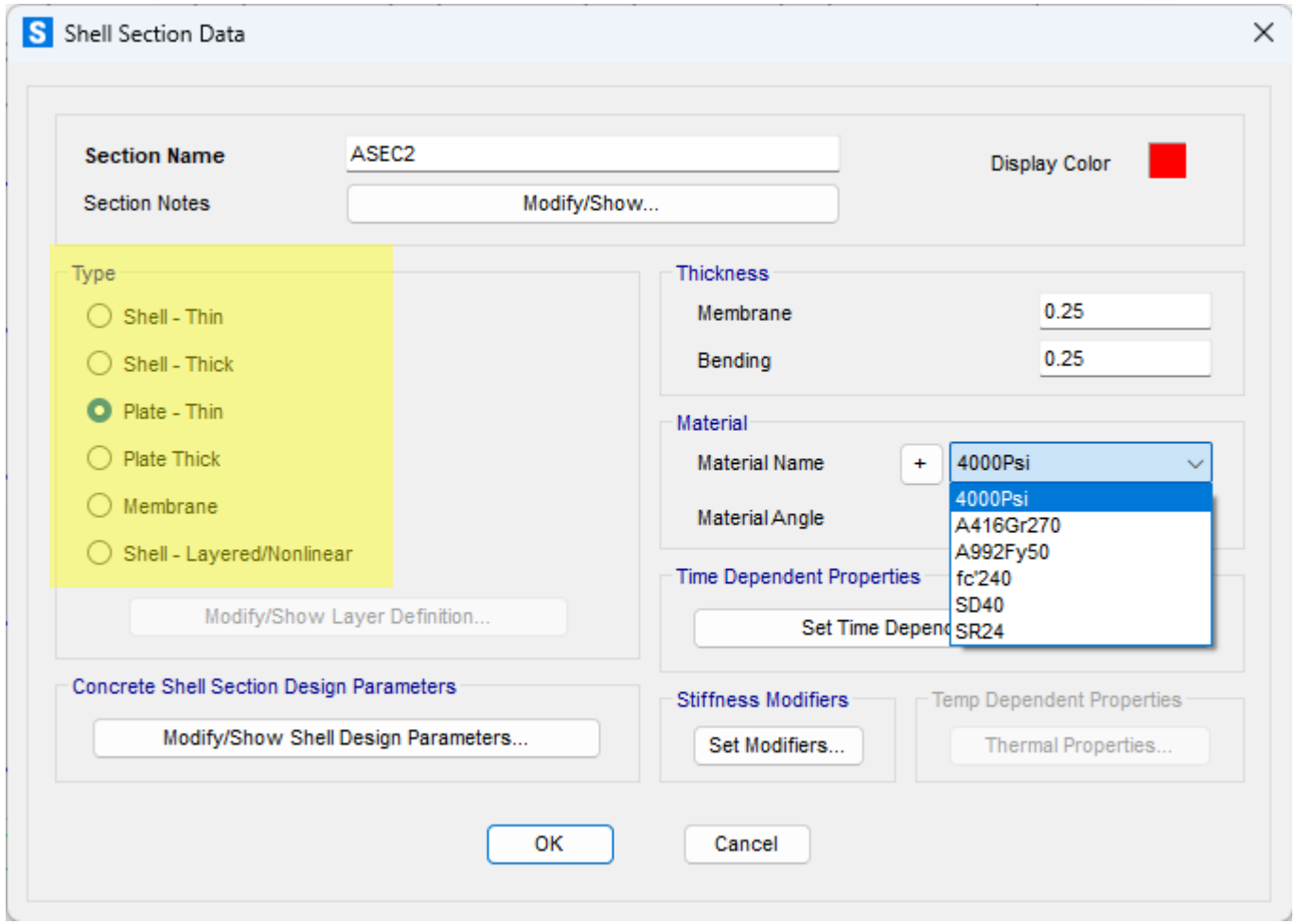
➤ พื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก





4. การกำหนดหน้าตัดองค์อาคาร

➤ พื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก



Membrane Behavior:

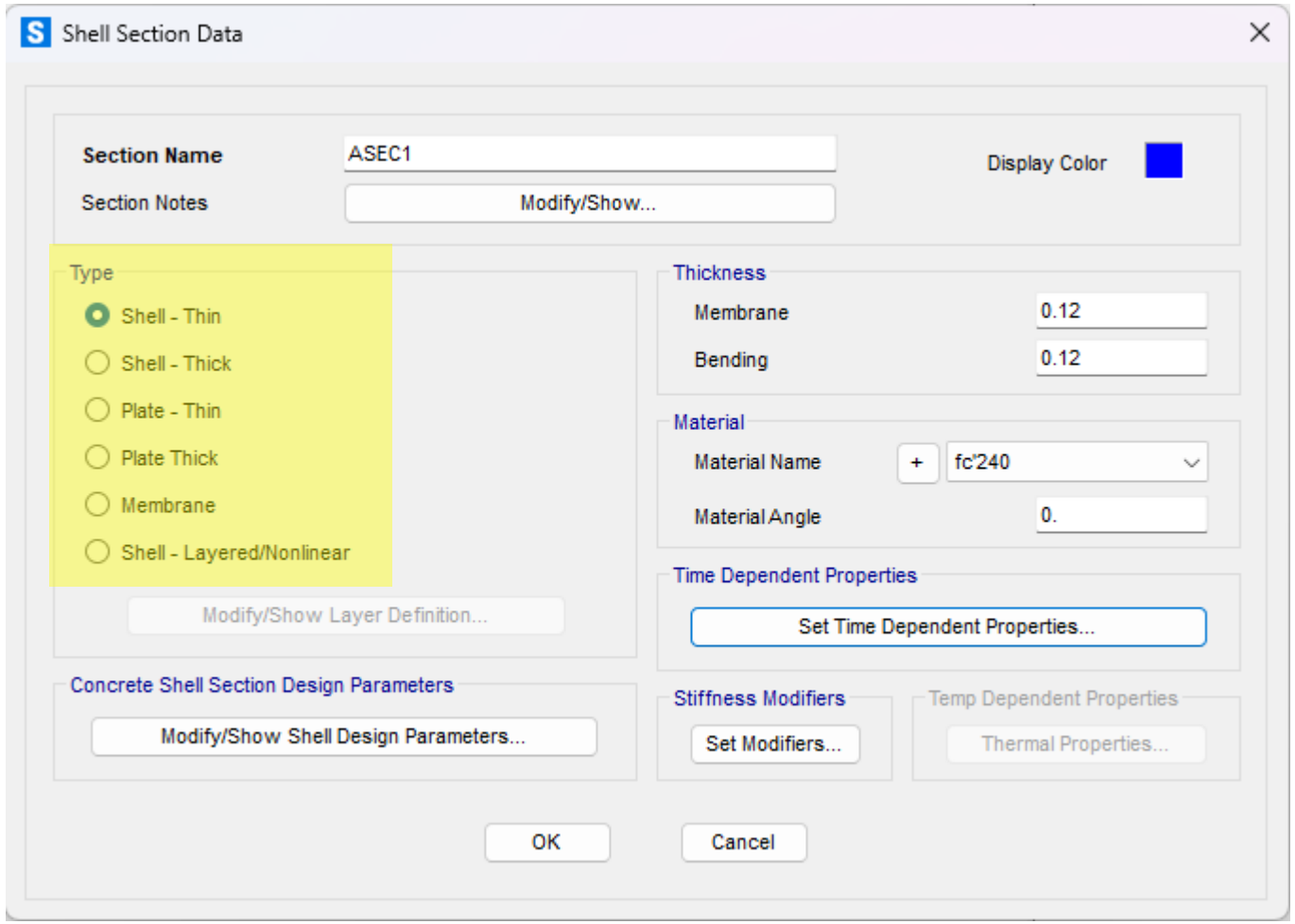
- รับเฉพาะแรงที่อยู่ในแนวระนาบ (In-plane) เช่น แรงดึง แรงอัด หรือแรงเฉือนในระนาบ
- ใช้เป็นแผ่นถ่ายน้ำหนักคล้ายกับพื้นที่ตั้งเป็น None แต่ Membrane จะมีมวลและน้ำหนักในตัวเองคิดรวมเข้าไปในโมเดล

Plate (Bending) Behavior:

- Plate - Thin (แบบบาง): โปรแกรมจะคำนวณโดยละทิ้งพฤติกรรม (Transverse Shear Deformation) เหมาะสำหรับแผ่นพื้นที่ความหนาน้อยๆ เมื่อเทียบกับความยาวช่วงพาด (สัดส่วนความหนาต่อความยาว < 1/10)
- Plate - Thick (แบบหนา): โปรแกรมจะนำการเสียรูปจากแรงเฉือน (Shear deformation) เข้ามาคิดด้วย ทำให้ผลลัพธ์การแอ่นตัวแม่นยำขึ้น เหมาะสำหรับแผ่นพื้นที่มีความหนามากๆ เช่น ฐานรากแผ่แบบผืนใหญ่ (Mat Foundation) หรือ Transfer Slab

4. การกำหนดหน้าตัดองค์อาคาร

➢ พื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก

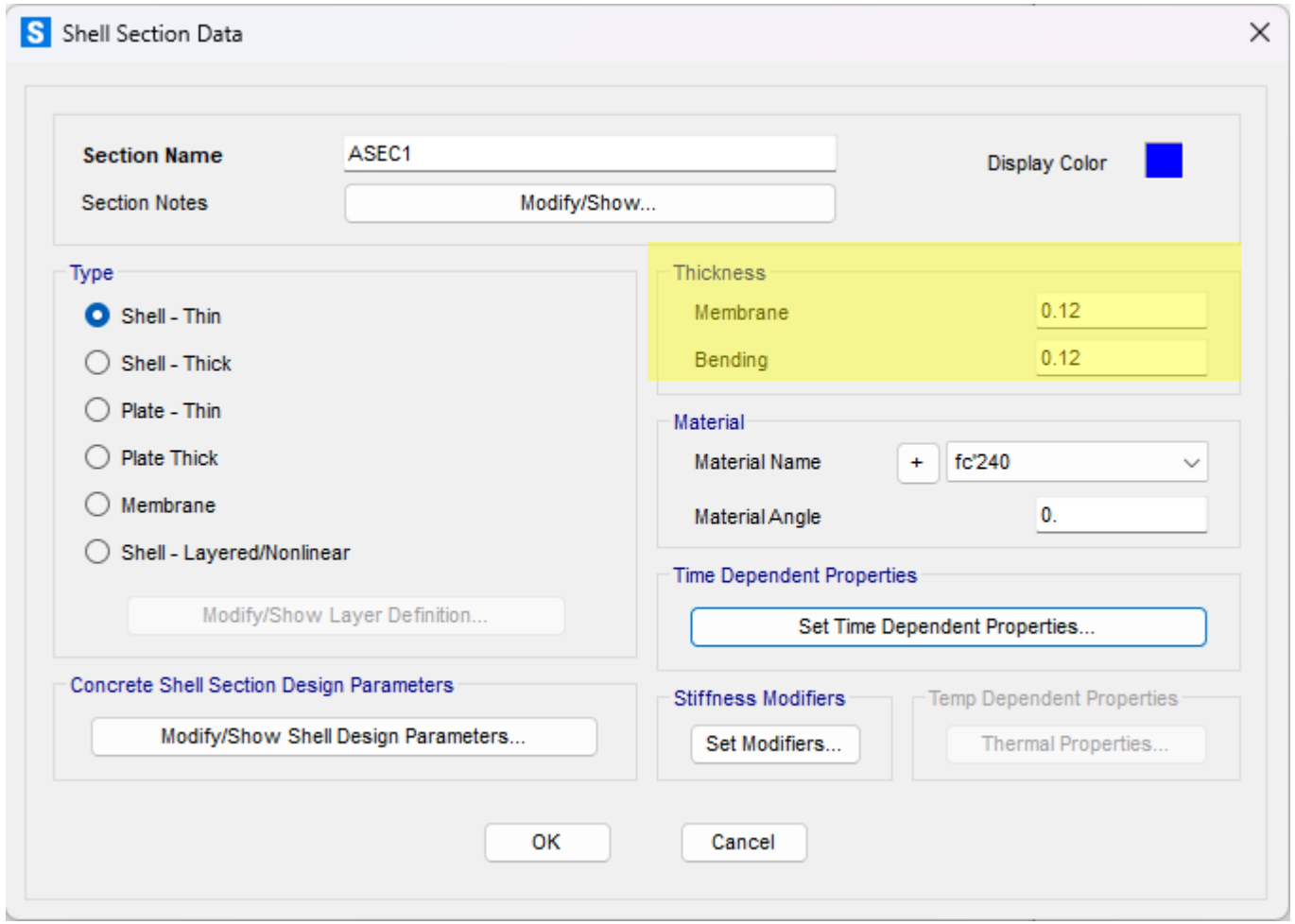


Shell :

- เป็นการรวมร่างกันระหว่าง Membrane + Plate คือมีความสามารถทั้งการรับแรงในระนาบ และแรงดัดนอกระนาบได้ในตัวเดียวกัน
- Shell - Thin: ใช้กับพื้นอาคารทั่วไป ผนังทั่วไป (แนะนำให้ใช้ตัวนี้เป็น Default)
- Shell - Thick: ใช้กับโครงสร้างที่หนามากๆ (เช่น ฐานราก Mat Foundation หนา 1-2 เมตร)
- Shell - Layered/Nonlinear: เรากำหนด "ชั้นวัสดุ" (Layers) ซ้อนทับกันได้ เช่น ชั้นคอนกรีต ชั้นเหล็กเสริมแกน X ชั้นเหล็กเสริมแกน Y ใช้สำหรับงานวิเคราะห์ขั้นสูง (Advanced Analysis) เช่น การทำ Pushover Analysis เพื่อดูการแตกร้าวของคอนกรีต (Cracking) หรือการครากของเหล็กเสริม (Yielding) ในผนัง Shear Wall

4. การกำหนดหน้าตัดองค์อาคาร

➤ พื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก



Membrane Thickness (ความหนาสำหรับรับแรงในระนาบ)

- โปรแกรม SAP2000 จะนำความหนาในช่อง Membrane นี้ไปใช้คำนวณหาน้ำหนักของแผ่นพื้น (Self-weight) และมวล (Mass)

Bending Thickness (ความหนาสำหรับรับแรงดัด)

- ควบคุมโมเมนต์อินเนอร์เชียไม่มีผล กับการคิดน้ำหนักของแผ่นพื้น

ตัวอย่างการใช้งาน

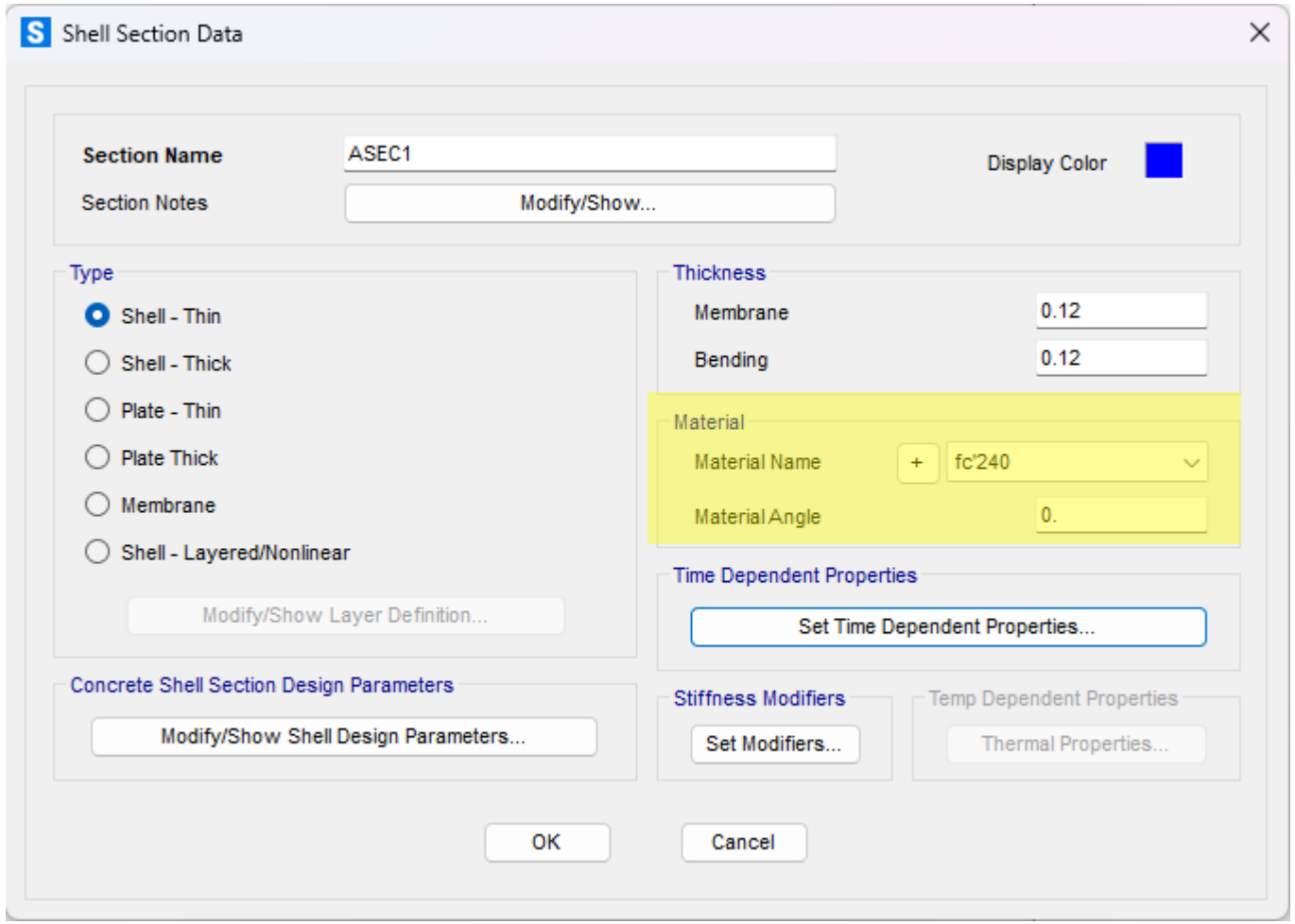
กรณีที่ 1: พื้นคอนกรีตตันทั่วไป (Solid Slab) Membrane = 0.12 และ Bending = 0.12

กรณีที่ 2: Ribbed Slab / Waffle Slab

มีแผ่นพื้นบางๆ (Topping) อยู่ด้านบน และมีซี่คานเล็กๆ (Ribs) ยื่นลงมาด้านล่างความหนาของแผ่น Topping ไปใส่ในช่อง Membrane (เพื่อให้คิดน้ำหนักได้ใกล้เคียงความจริง) และนำความลึกรวมของตงไปคำนวณหาความหนาเทียบเท่า (Equivalent Thickness) แล้วนำมาใส่ในช่อง Bending เพื่อให้แผ่นพื้นในโมเดลมีความแข็ง

4. การกำหนดหน้าตัดองค์อาคาร

➢ พื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก



Material Name and Material Angle

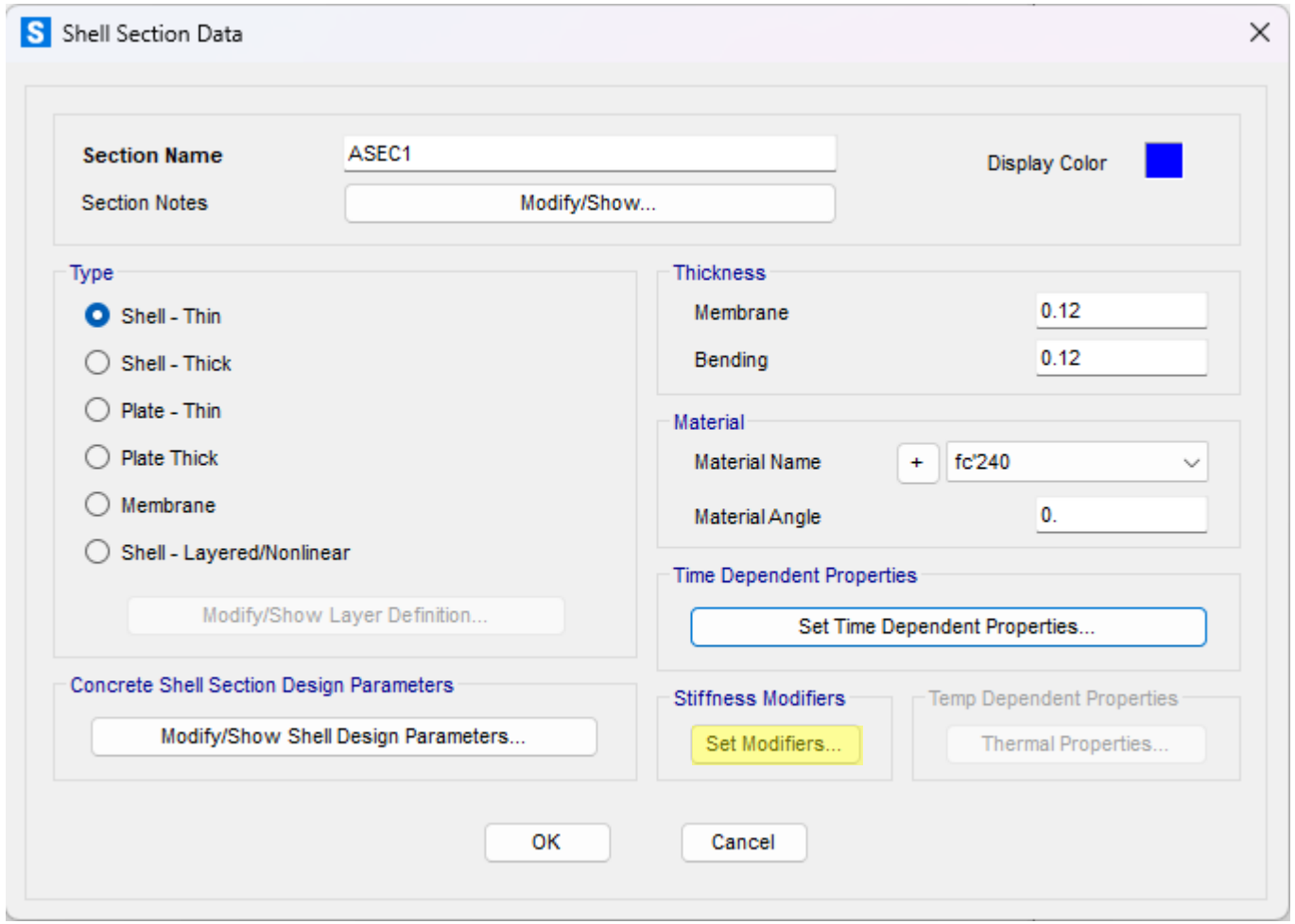
วัสดุที่แข็งแรงไม่เท่ากันในแต่ละทิศทาง (Orthotropic / Anisotropic) เช่น ไม้: รับแรงและต้านทานการดัดได้ดีมากใน "ทิศทางตามยาวของเสี้ยนไม้" แต่จะฉีกขาดหรือหักง่ายใน "ทิศทางขวางเสี้ยนไม้“

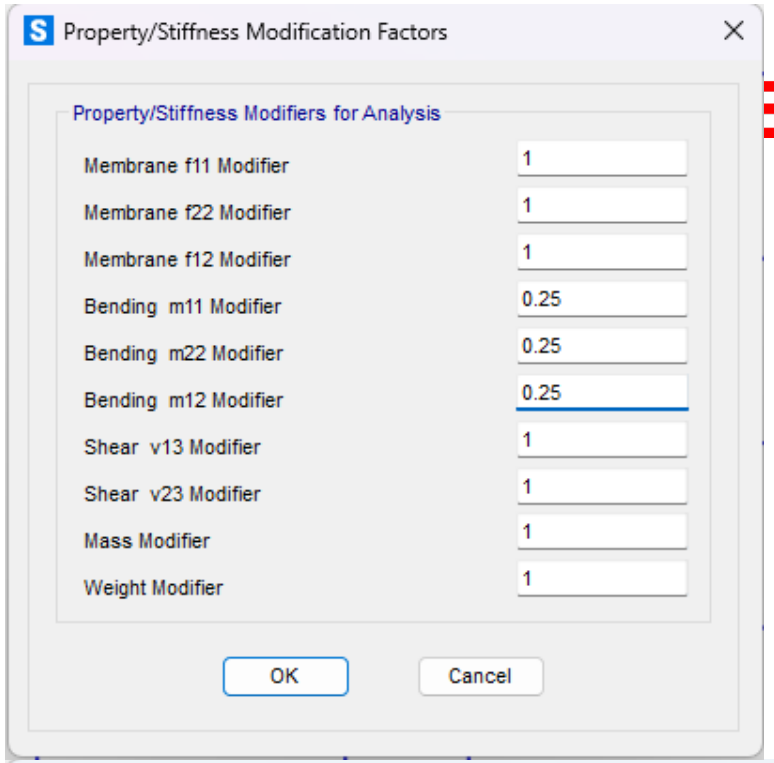
หน้าที่ของ Material Angle:

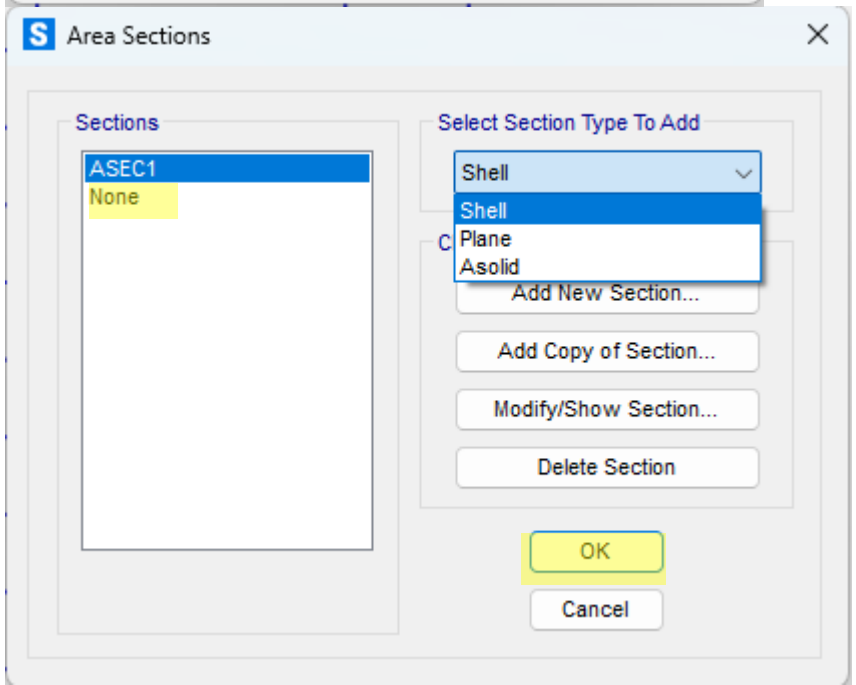
- โปรแกรมจะหมุนคุณสมบัติความแข็งแรงของวัสดุให้เอียงตามที่ต้องการ โดยที่ไม่ต้องหมุนแกน Local ของ member
- แต่ วัสดุที่แข็งแรงเท่ากันทุกทิศทาง (Isotropic)วัสดุประเภทนี้สามารถต้านทานแรงได้เท่ากันด้วยค่า E (Modulus of Elasticity) ไม่ว่าจะถูกดึงหรือดัดจากทิศทางไหน (ซ้าย ขวา หน้า หลัง เฉียง)

4. การกำหนดหน้าตัดองค์อาคาร

➤ พื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก

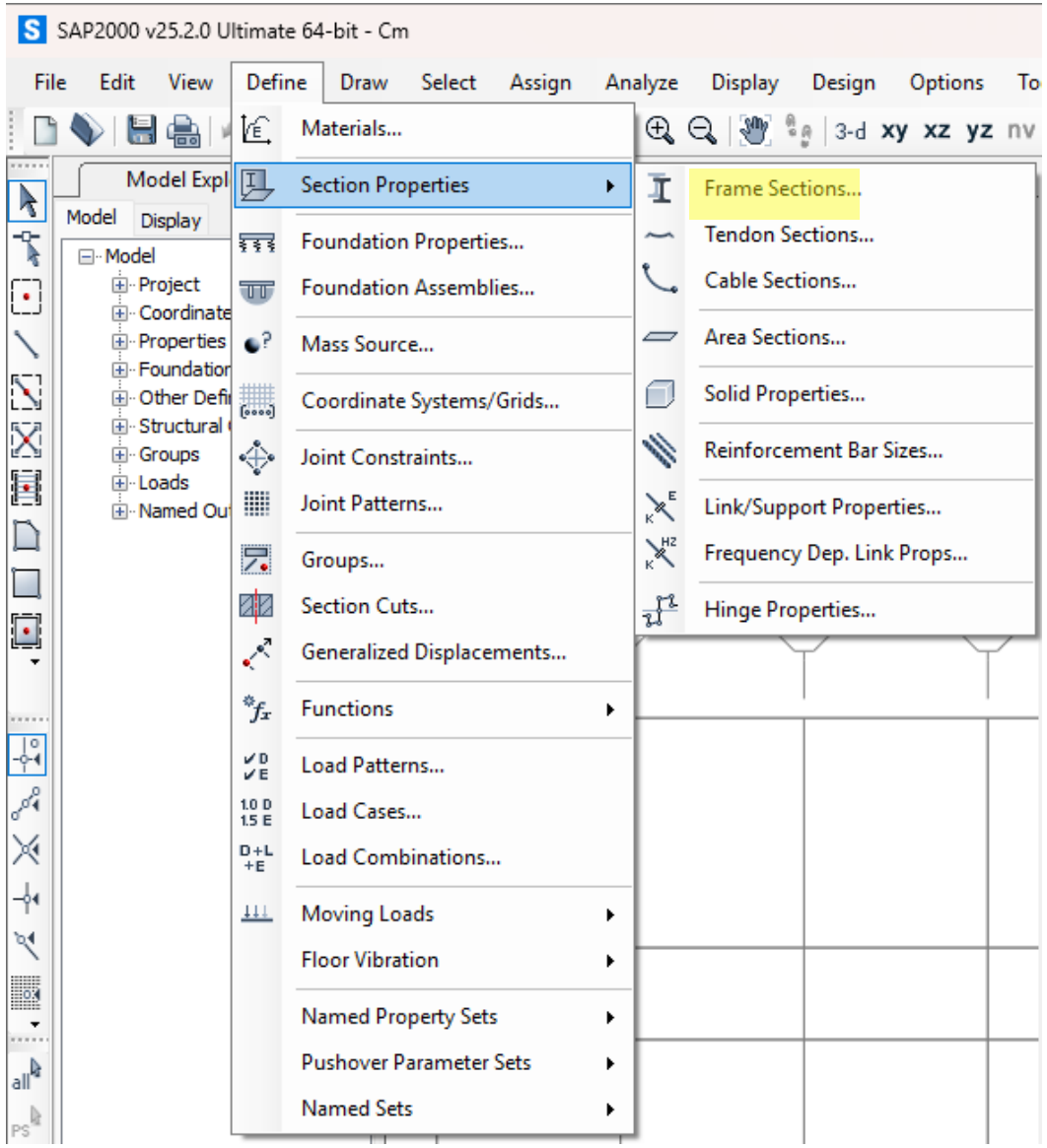


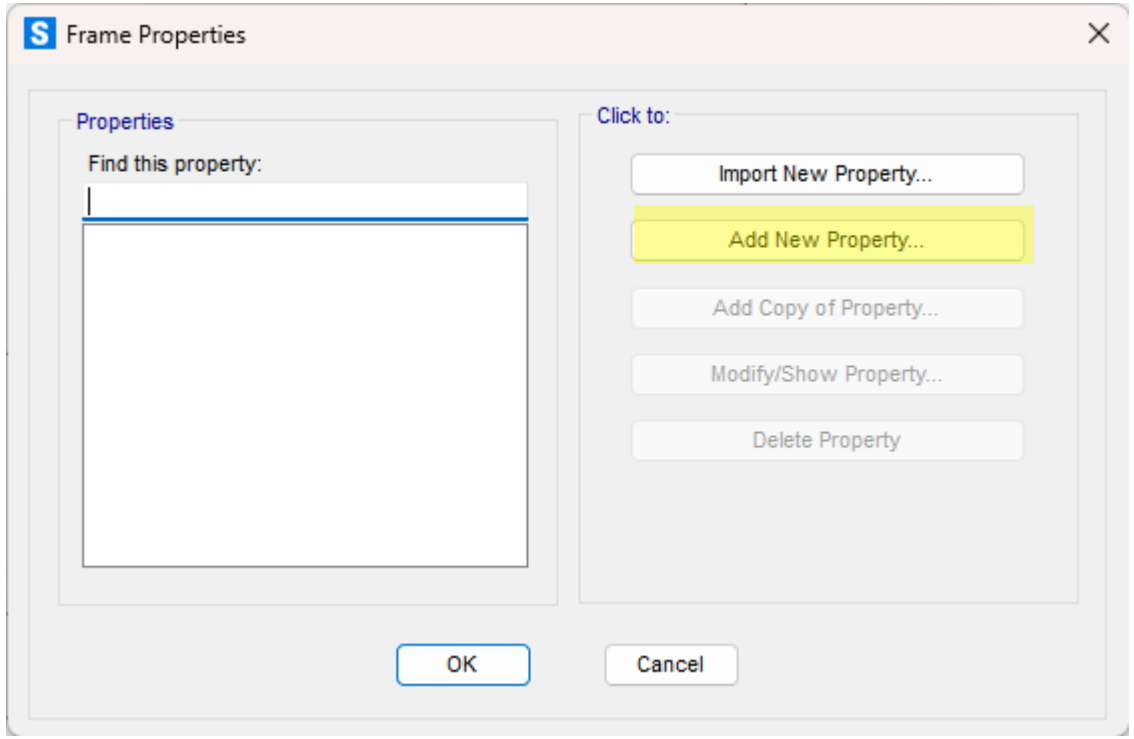




4. การกำหนดหน้าตัดองค์อาคาร

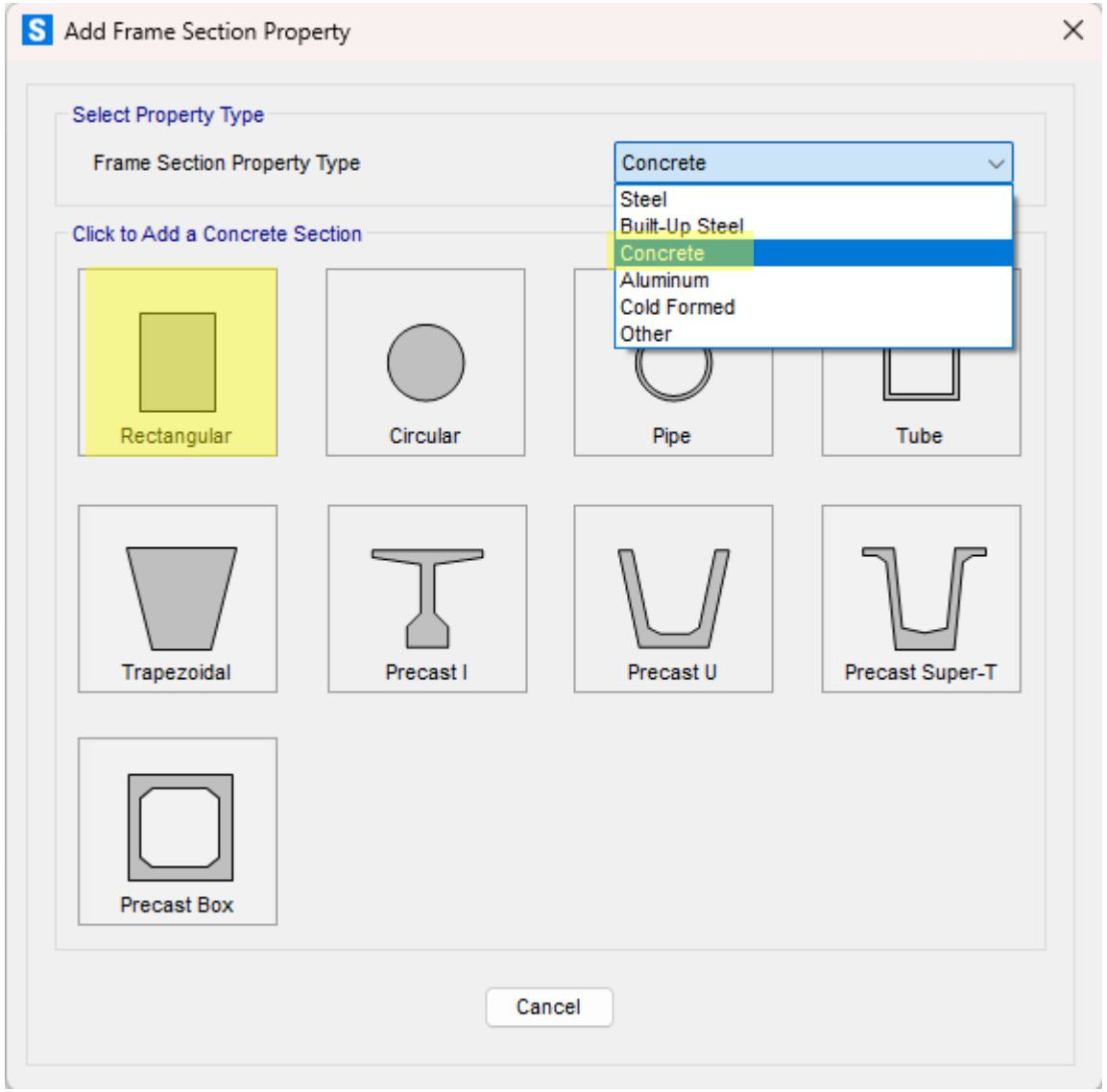
➤ คานคอนกรีตเสริมเหล็ก

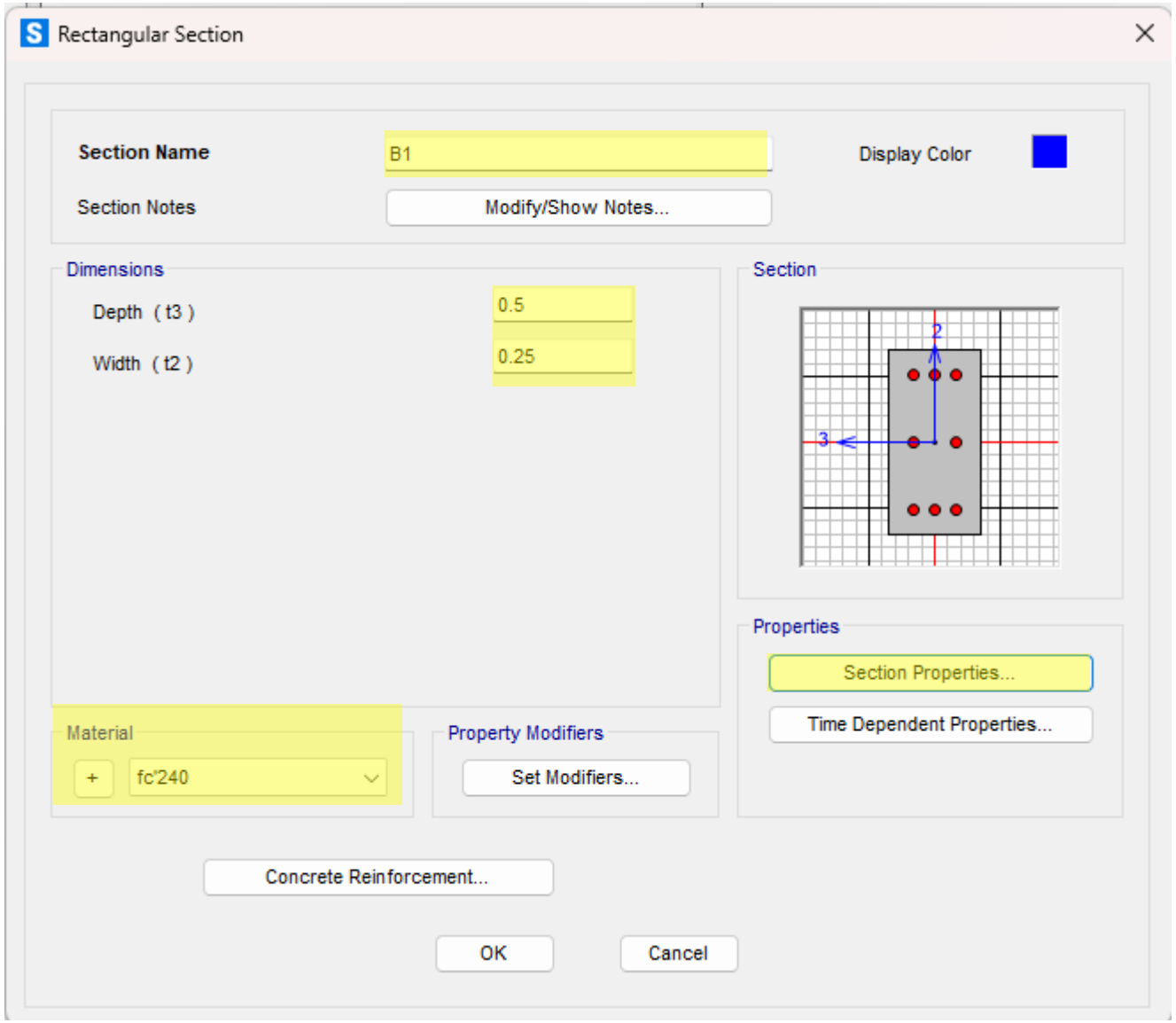




4. การกำหนดหน้าตัดองค์อาคาร

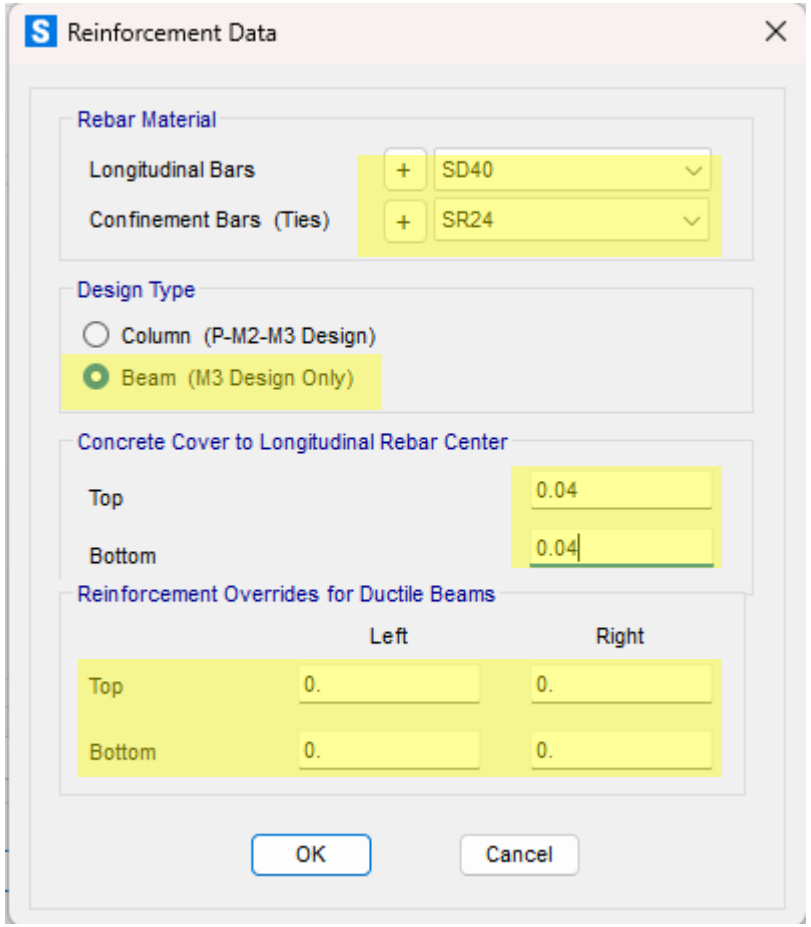
➢ คานคอนกรีตเสริมเหล็ก





4. การกำหนดหน้าตัดองค์อาคาร

➢ คานคอนกรีตเสริมเหล็ก



1. กรณีที่ทำการ "ออกแบบ (Design)" คานใหม่

ปล่อยค่าเป็น 0 หากต้องการให้โปรแกรมคำนวณปริมาณเหล็กเสริม โปรแกรมจะข้ามค่าในช่องนี้ไปและใช้ค่าโมเมนต์ดัดที่เกิดขึ้นจริงมาคำนวณหาพื้นที่เหล็กให้ในขั้นตอน Concrete Frame Design

2. กรณีที่ทำการ "ตรวจสอบ (Check)" คานเดิม

กรอกพื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมจริง หากตั้งค่าคานเป็นแบบ Check (ตรวจสอบความสามารถในการรับกำลัง) หรือต้องการทำ Non-linear Analysis เช่น Pushover Analysis หรือ Time History Analysis โปรแกรมจำเป็นต้องรู้ปริมาณเหล็กเสริมที่มีอยู่จริง เพื่อนำไปสร้าง Hinge Properties หรือคำนวณความสามารถในการดัดตัว (Ductility) ของคาน

Left - Top: พื้นที่เหล็กเสริมรับแรงดึงด้านบน ที่ปลายคานฝั่งซ้าย (รับ Negative Moment)

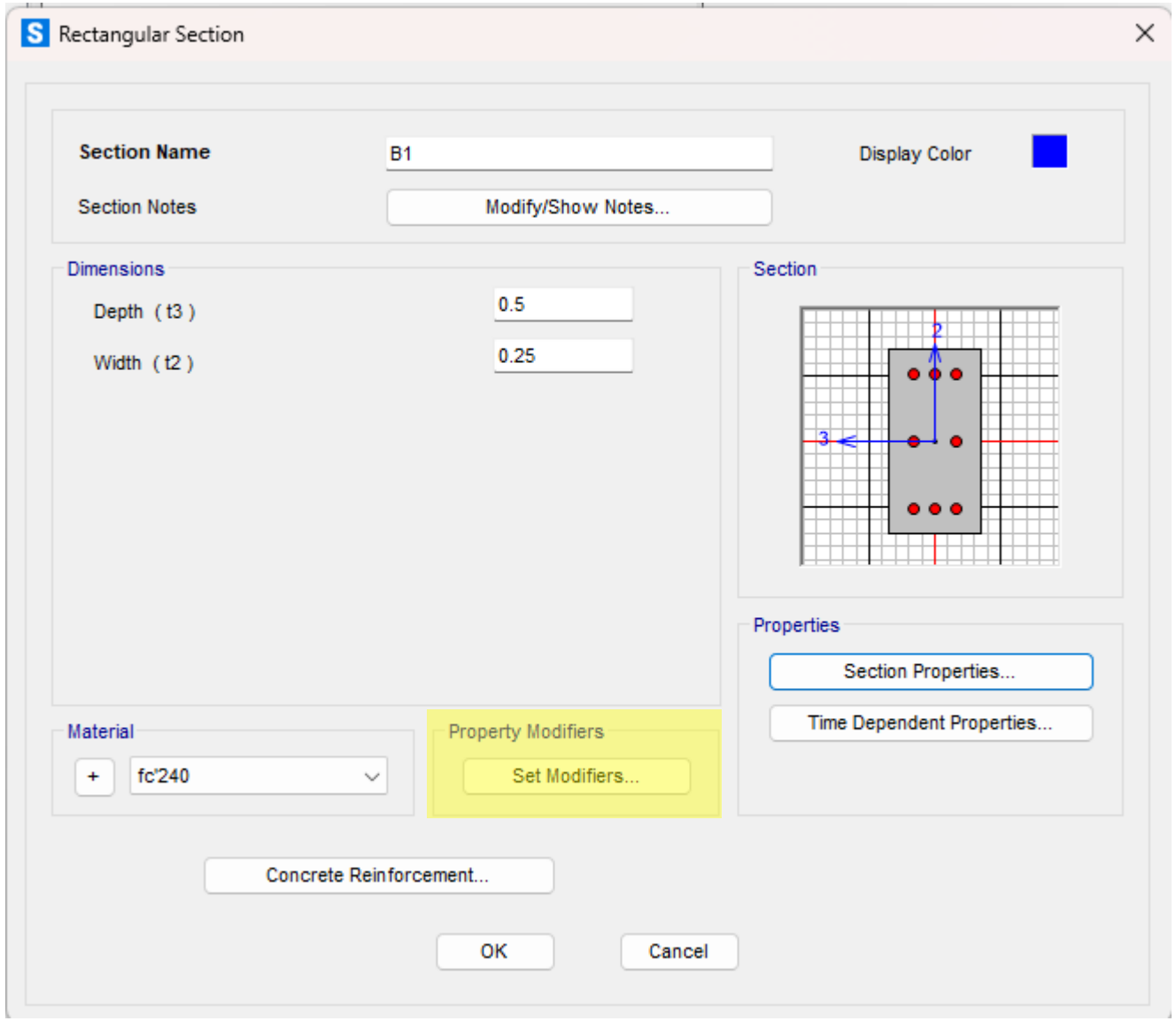
Left - Bottom: พื้นที่เหล็กเสริมรับแรงดึงด้านล่าง ที่ปลายคานฝั่งซ้าย (รับ Positive Moment)

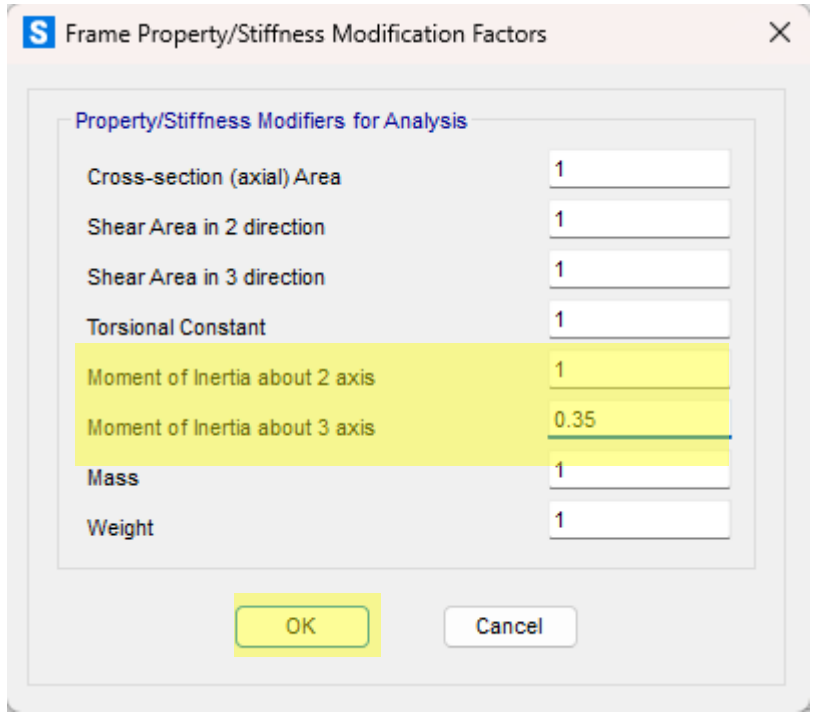
Right - Top: พื้นที่เหล็กเสริมรับแรงดึงด้านบน ที่ปลายคานฝั่งขวา

Right - Bottom: พื้นที่เหล็กเสริมรับแรงดึงด้านล่าง ที่ปลายคานฝั่งขวา

4. การกำหนดหน้าตัดองค์อาคาร

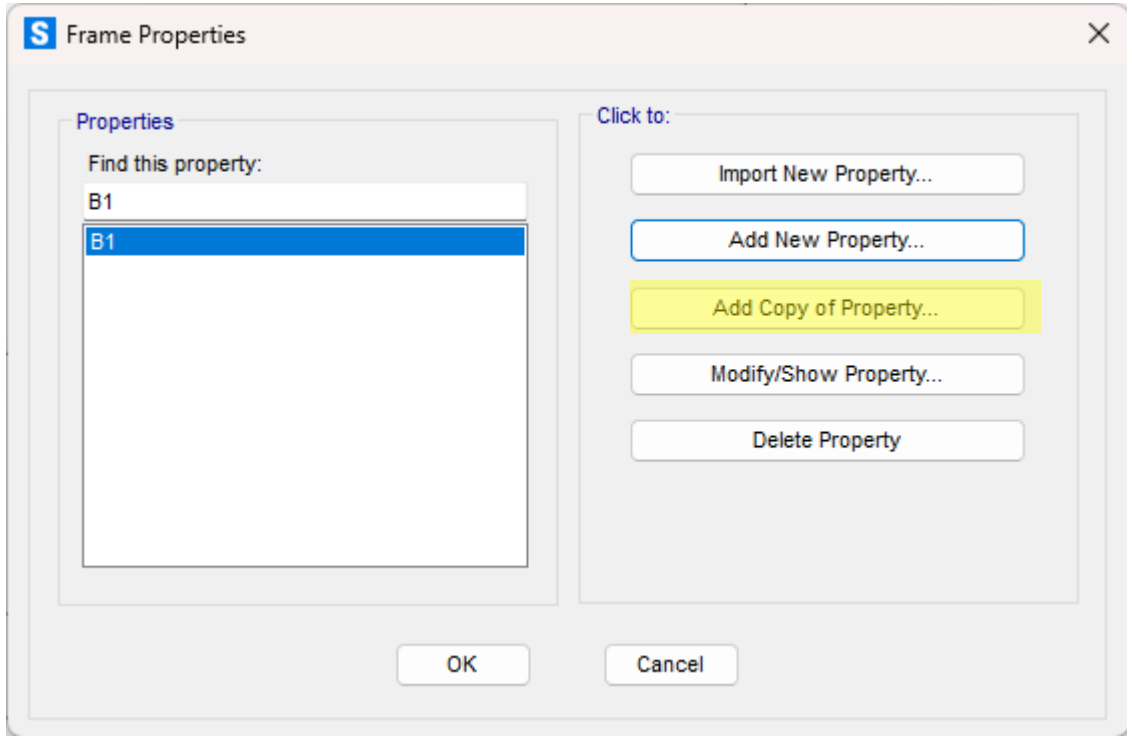
➢ คานคอนกรีตเสริมเหล็ก

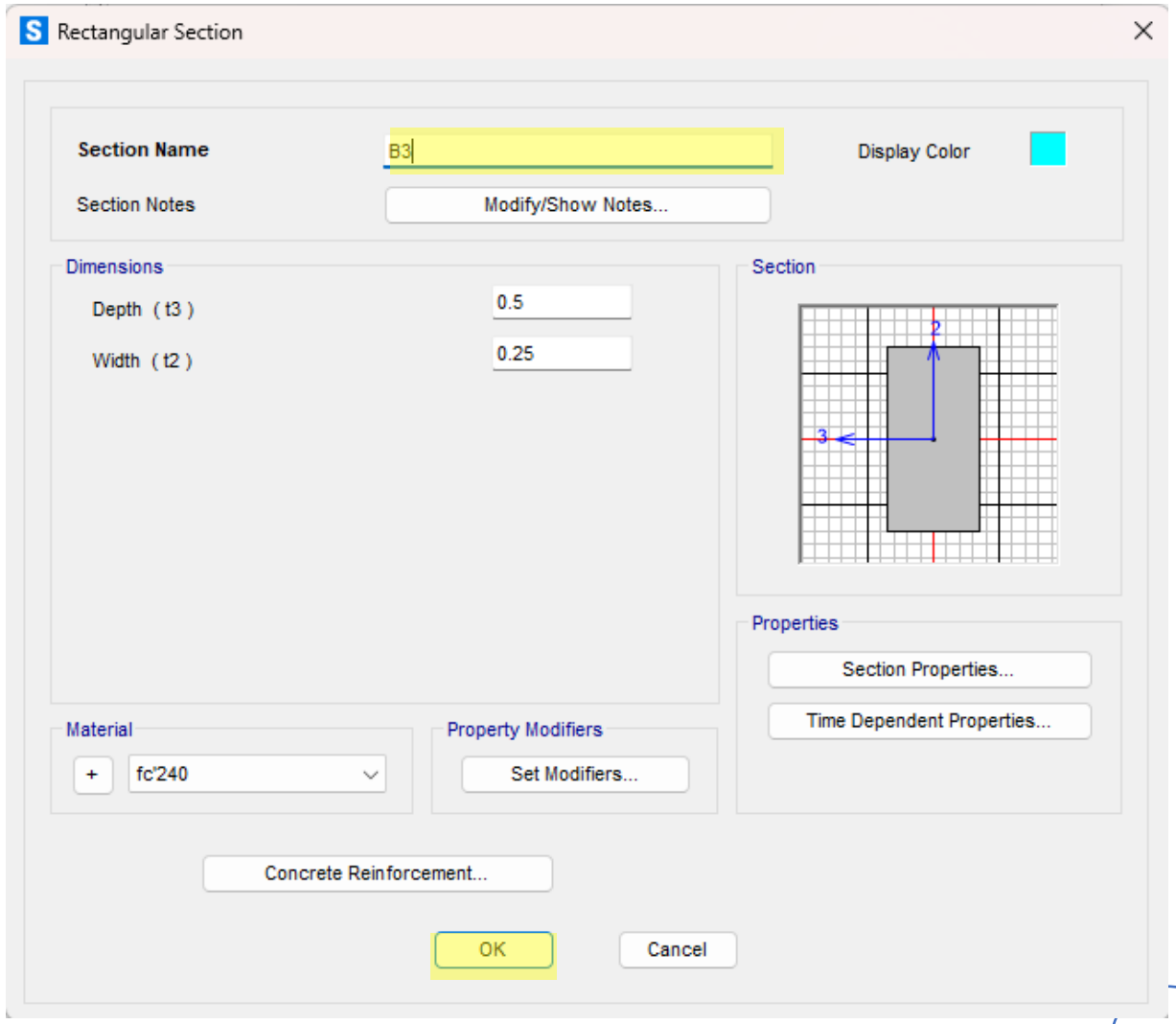




4. การกำหนดหน้าตัดองค์อาคาร

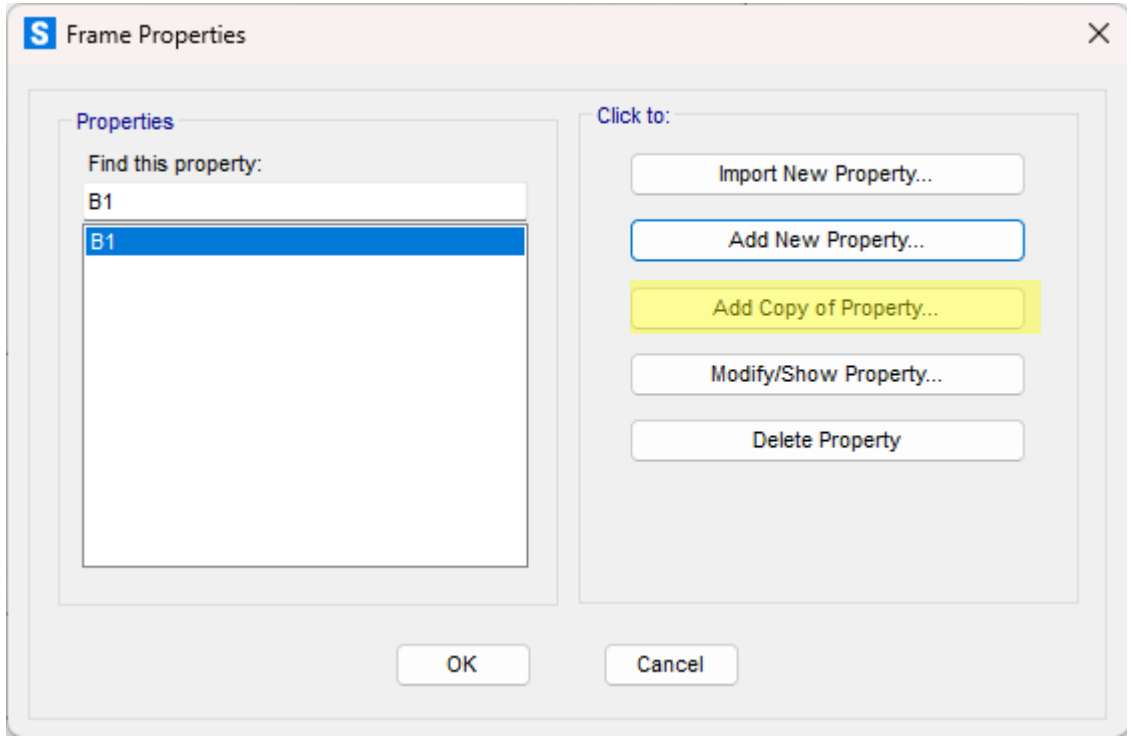
➢ คานคอนกรีตเสริมเหล็ก

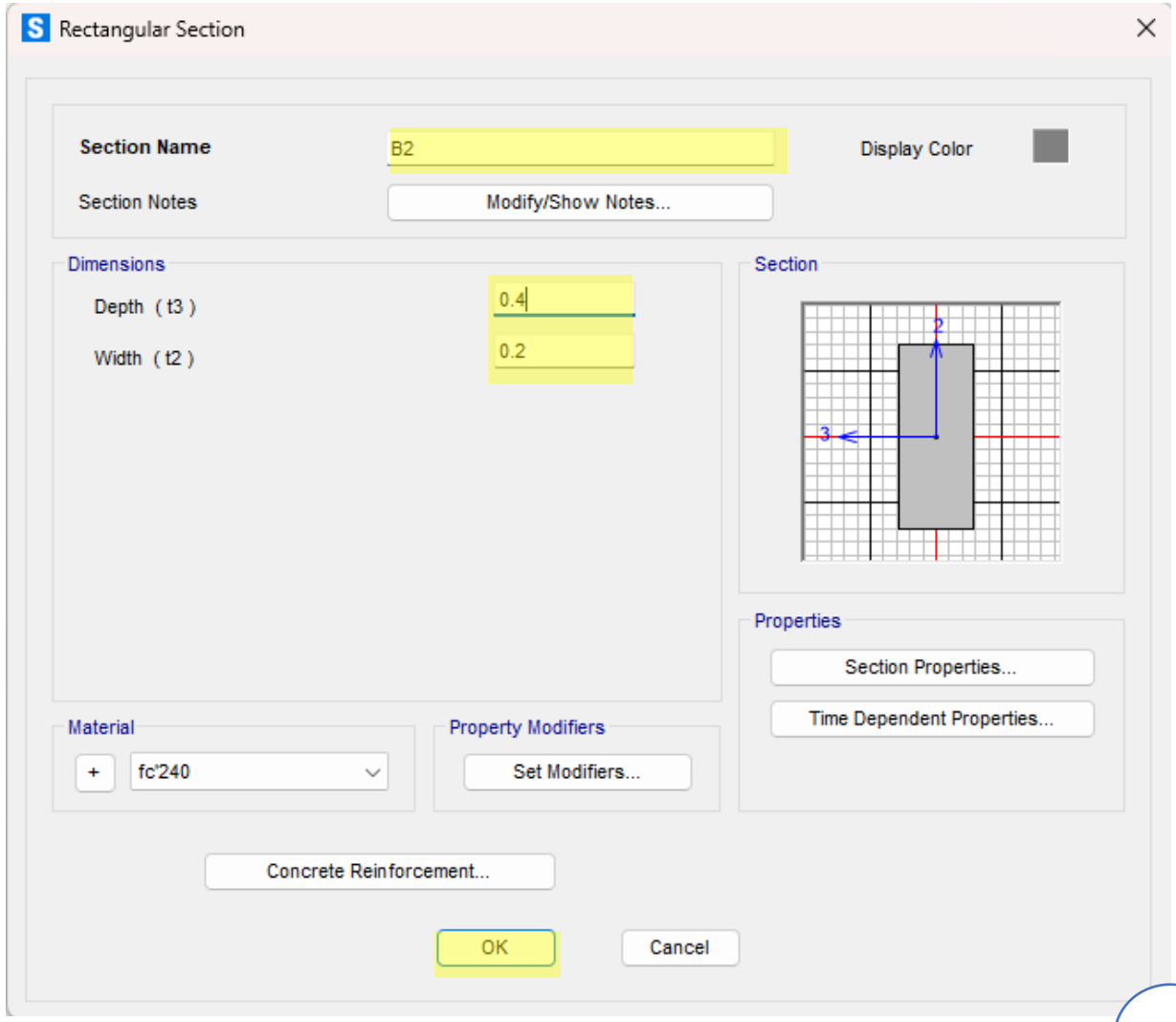




4. การกำหนดหน้าตัดองค์อาคาร

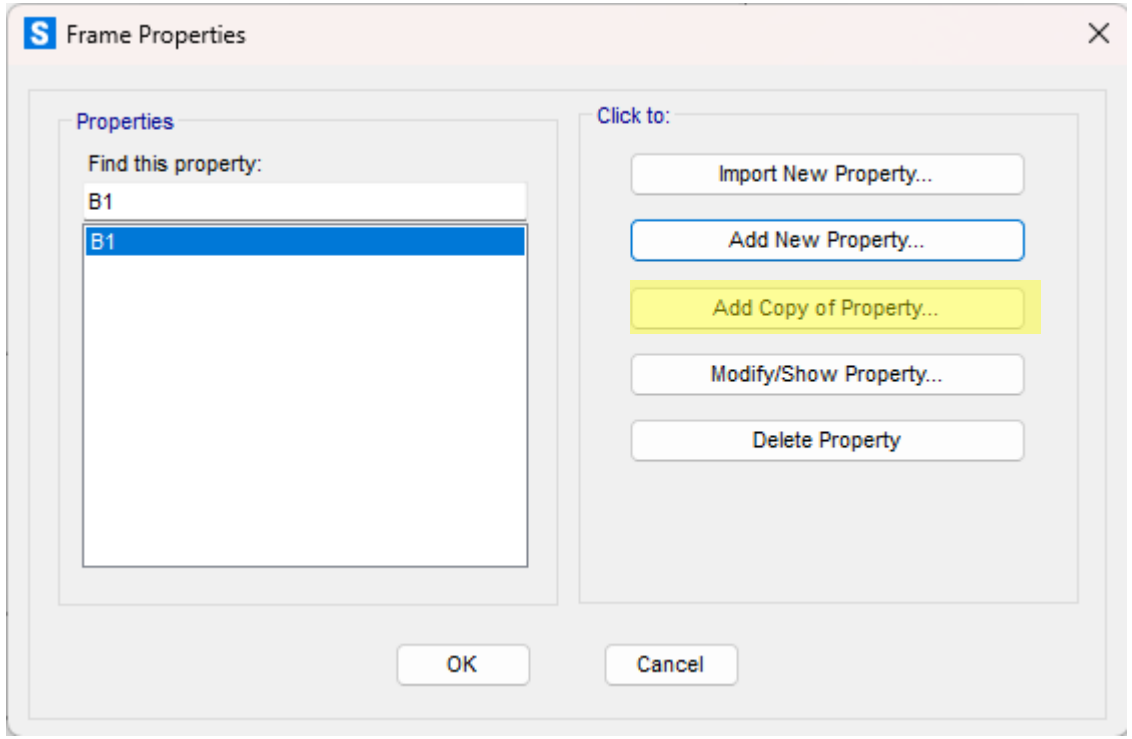
➢ คานคอนกรีตเสริมเหล็ก

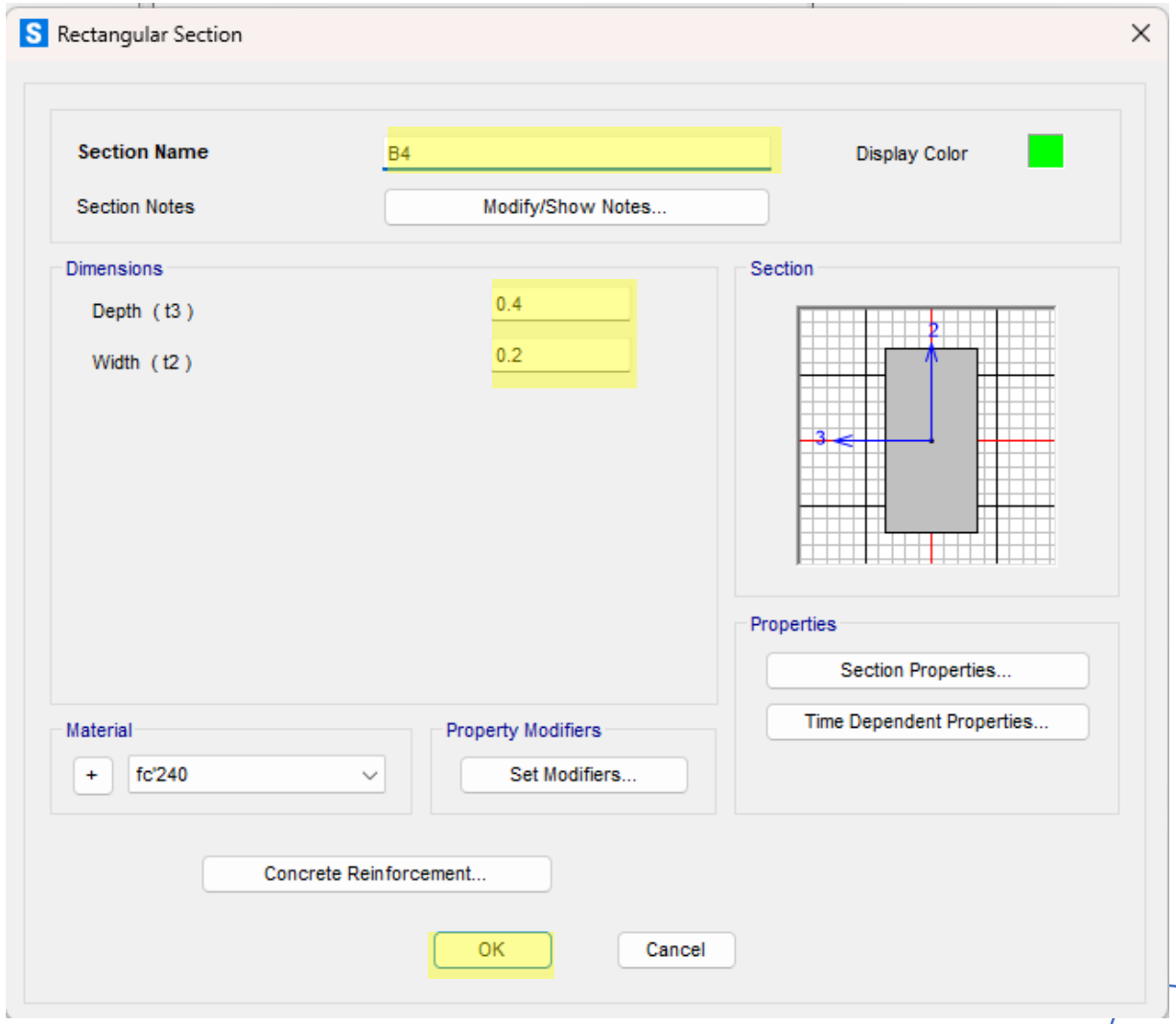




4. การกำหนดหน้าตัดองค์อาคาร

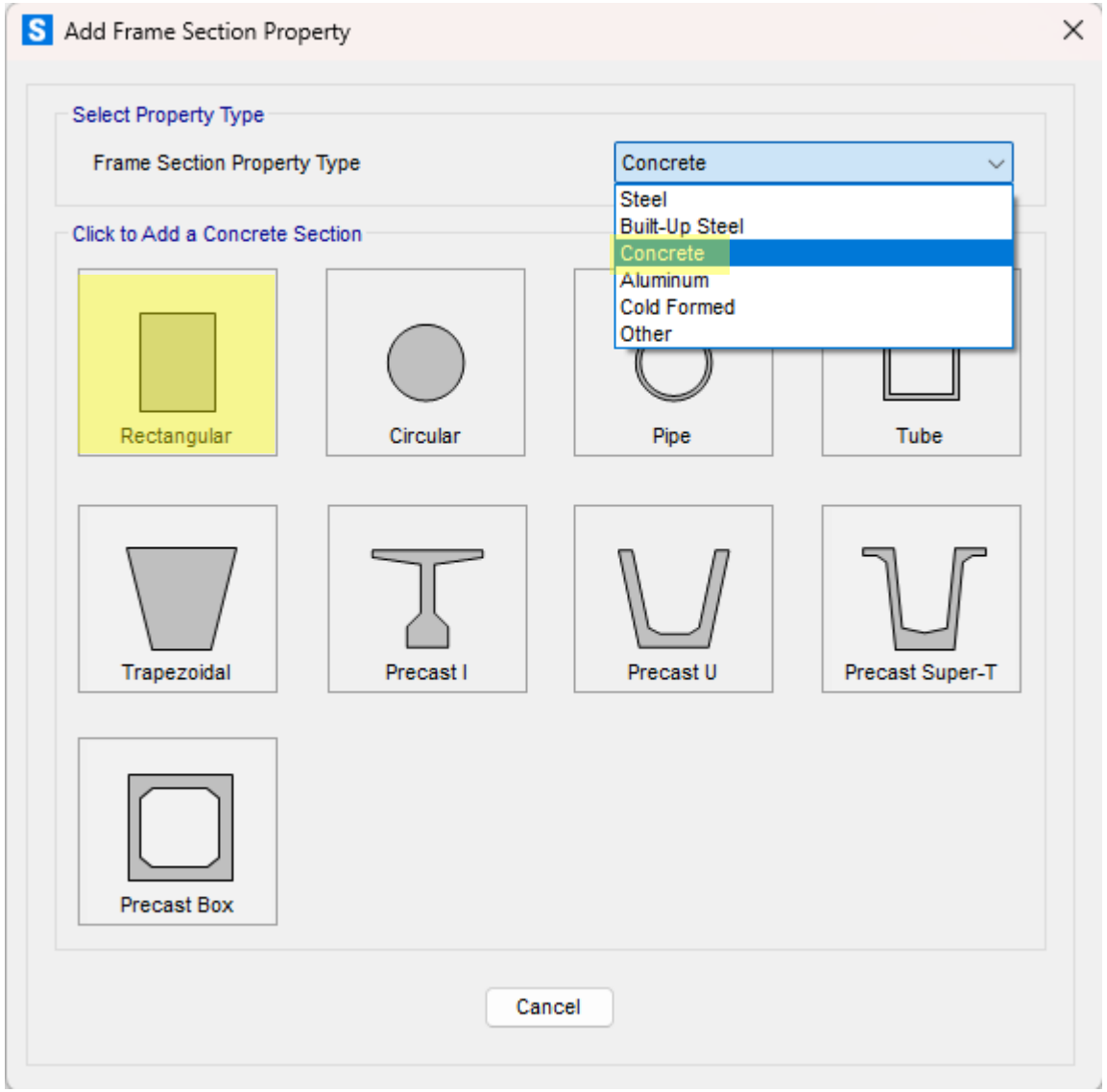
➢ คานคอนกรีตเสริมเหล็ก

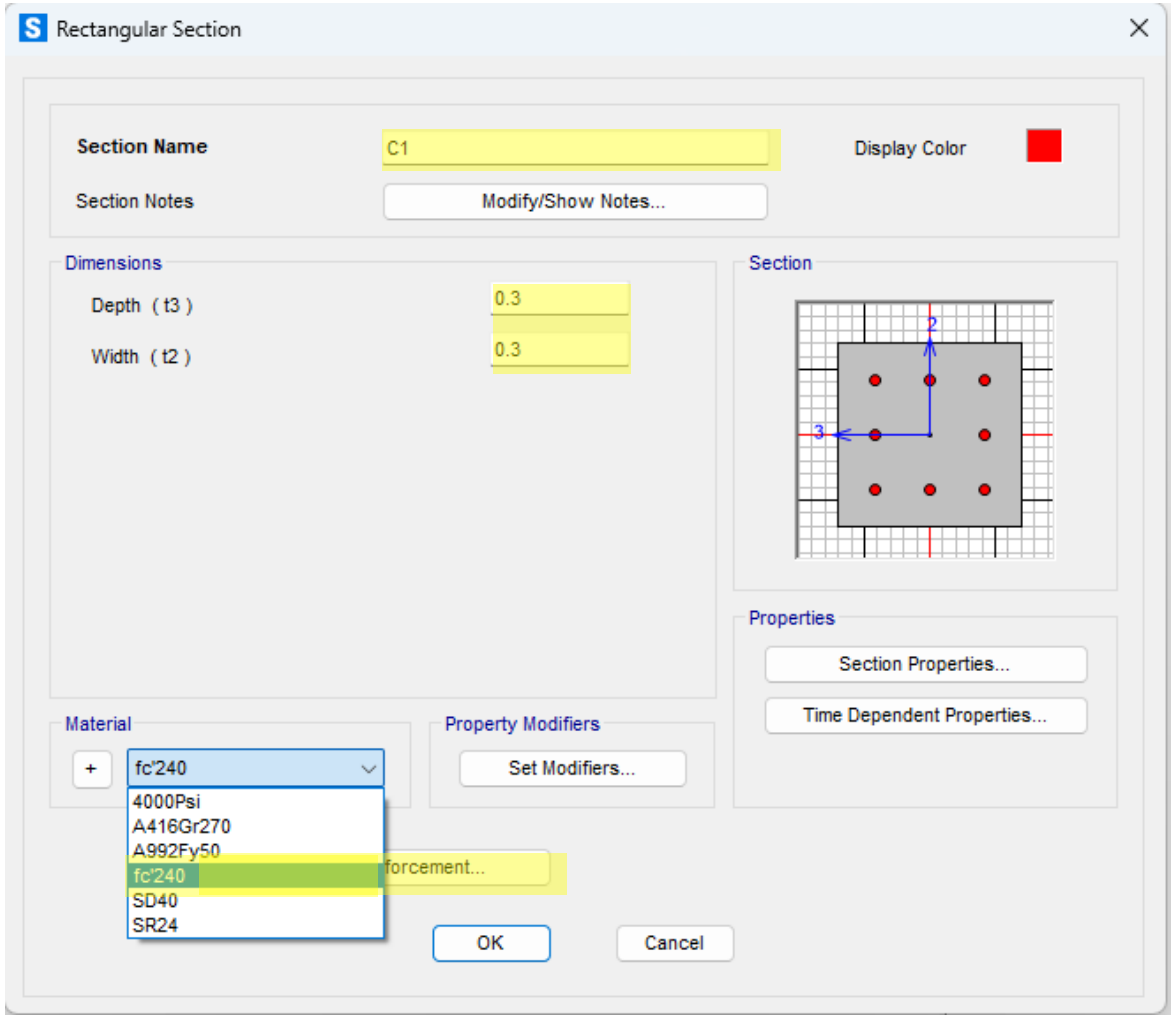




4. การกำหนดหน้าตัดองค์อาคาร

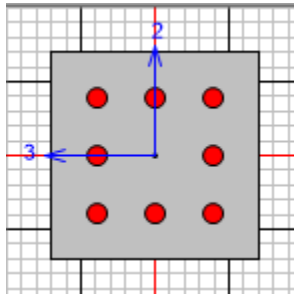
เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก

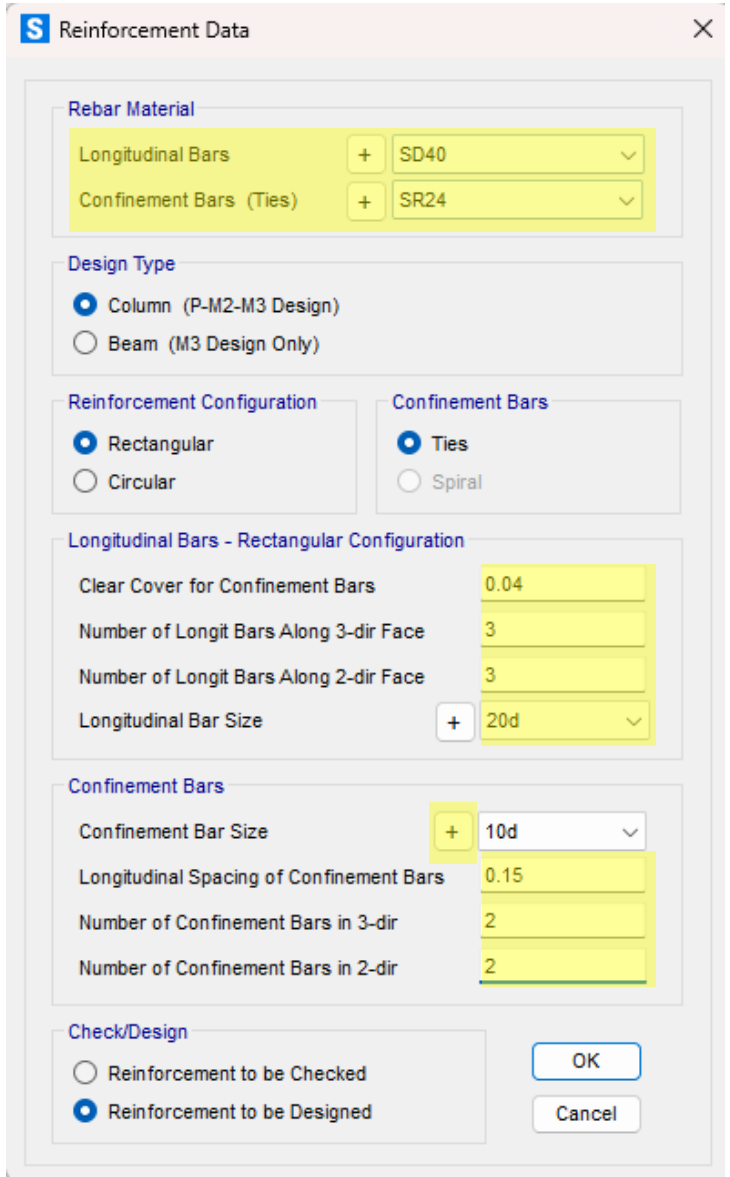


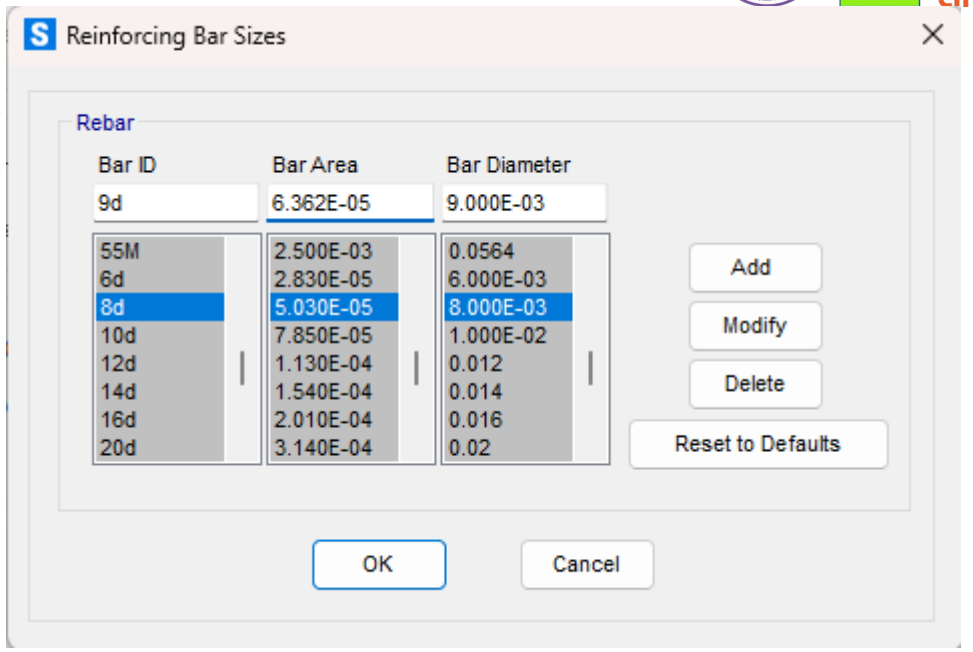


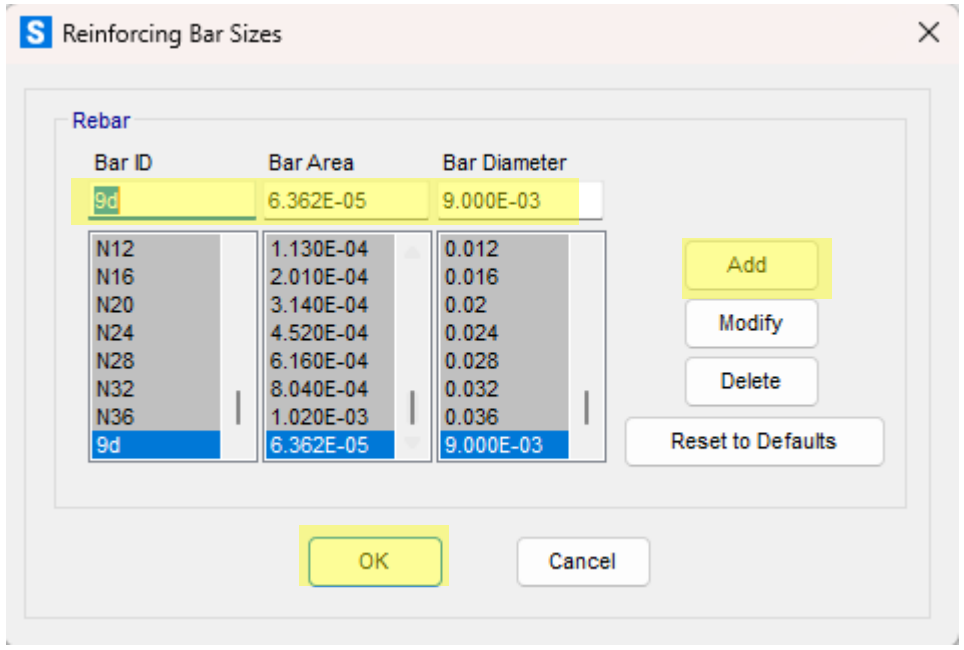
4. การกำหนดหน้าตัดองค์อาคาร

เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก



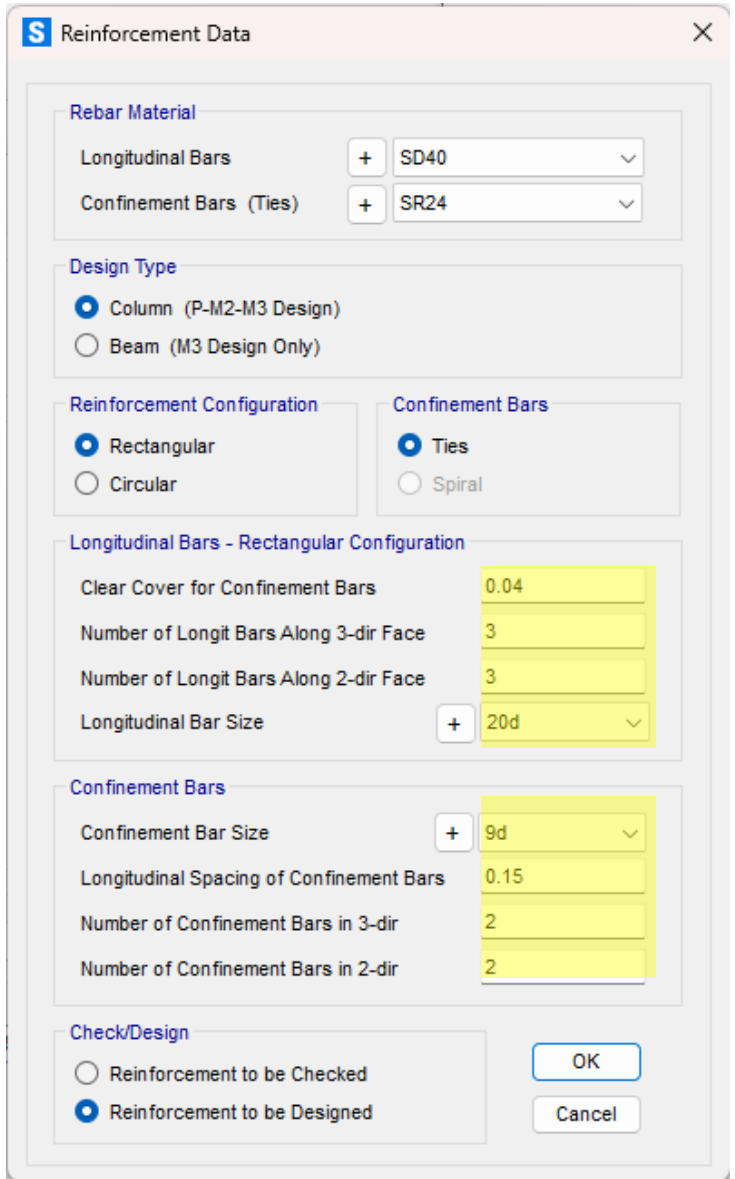


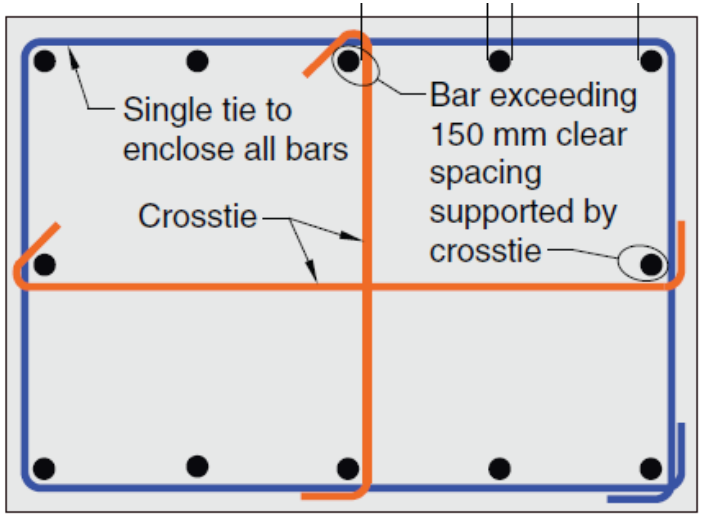




4. การกำหนดหน้าตัดองค์อาคาร

เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก



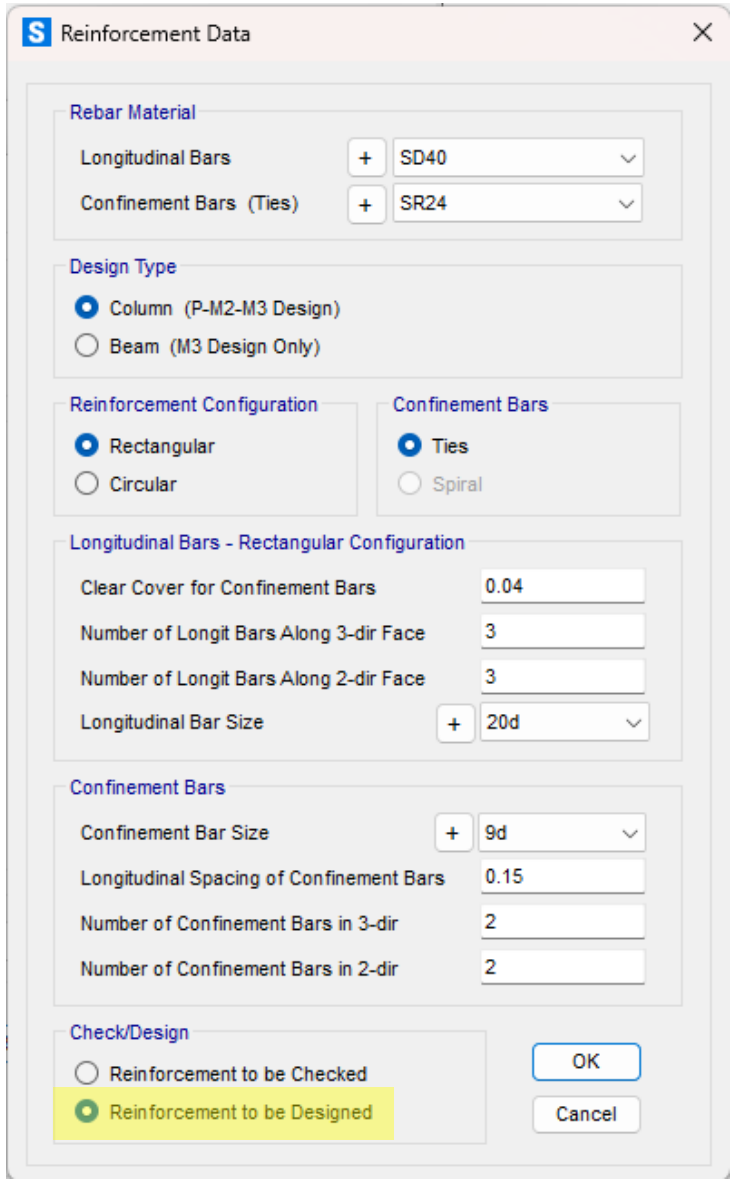


หากเป็นเสาที่ใช้เหล็กปลอกวงปิดรอบนอกแบบปกติ (Closed tie) เพียง 1 วง จำนวนขาปลอกในทิศทางนั้นๆ จะเท่ากับ 2 (กรอกเลข 2 ทั้ง 2-dir และ 3-dir)

แต่ถ้าหน้าตัดเสามีขนาดใหญ่ และมีการใช้เหล็กปลอกยึดโยงแกนกลาง (Crossties หรือ Hairpins) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการโอบรัด (Confinement) หรือรับแรงเฉือน จำนวนขาก็จะบวกเพิ่มขึ้นเป็น 3, 4, หรือ 5 ตามจำนวนเส้นเหล็กปลอกที่ปรากฏในทิศทางนั้น

4. การกำหนดหน้าตัดองค์อาคาร

เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก

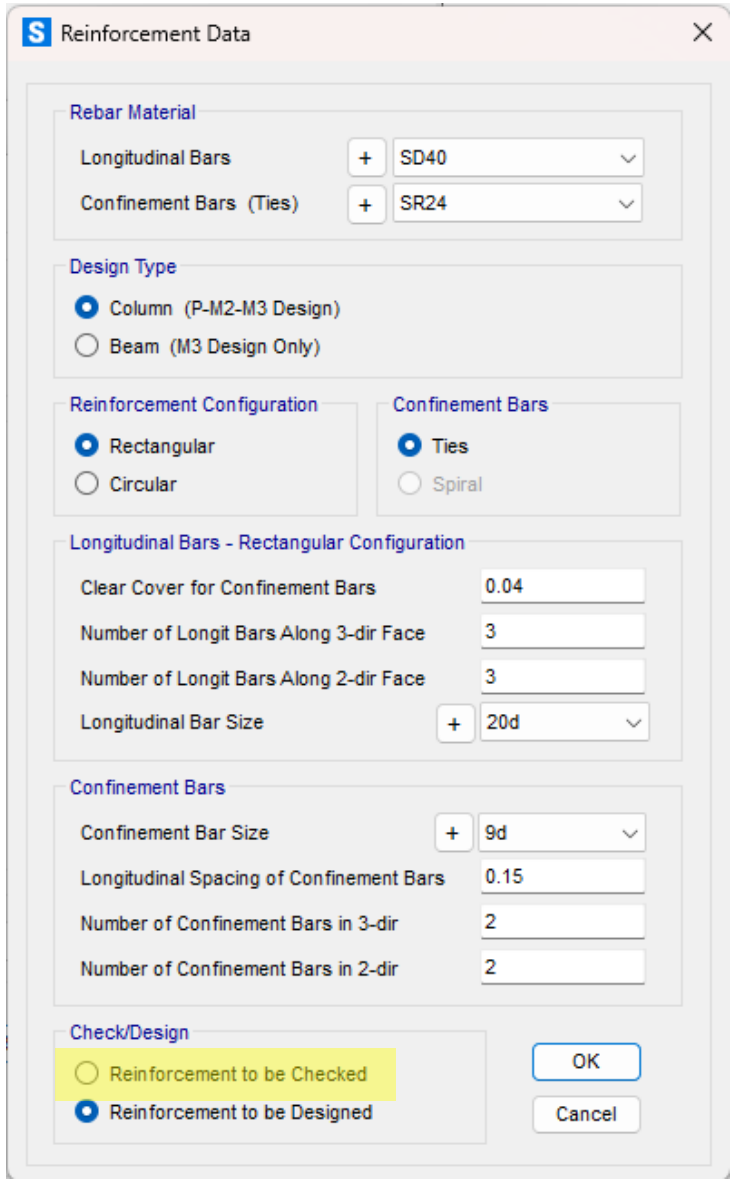


Reinforcement to be Designed

- คำนวณพื้นที่เหล็กที่ต้องการ: โปรแกรมจะประเมินจากแรงตามแนวแกนและโมเมนต์ดัด (P-M2-M3) ที่กระทำกับเสา แล้วคำนวณหา พื้นที่เหล็กเสริมตามยาวที่ต้องการ (Required Reinforcement Area) มาให้
- เพิกเฉยต่อขนาดเหล็กที่ระบุ: แม้ว่าในหน้าต่างนี้จะมีการกรอกขนาดเหล็ก (Longitudinal Bar Size) ไว้ที่ 20d โปรแกรมจะไม่นำขนาดเหล็กนี้มาใช้เป็นความสามารถในการรับกำลัง
- คงรูปแบบการจัดเรียง: แม้โปรแกรมจะหาพื้นที่เหล็กให้ใหม่ แต่โปรแกรมจะยังคงดึงข้อมูล "จำนวนและตำแหน่งการจัดเรียง" ที่กรอกไว้ (ในภาพคือ 3 และ 3) ไปเป็น Pattern พื้นฐานในการกระจายตัวของเหล็กเสริม เพื่อนำไปสร้าง P-M Interaction Diagram ในกระบวนการคำนวณ

4. การกำหนดหน้าตัดองค์อาคาร

เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก



Reinforcement to be Checked

โปรแกรมจะนำ "ขนาด จำนวน และตำแหน่งจัดเรียง" ของเหล็กเสริมที่กรอกไว้ (เช่น เหล็กขนาด 20d จำนวน 3x3 เส้น) ไปสร้างแผนภูมิปฏิสัมพันธ์แบบ 3 มิติ (3D Interaction Surface)

ในขั้นตอนการทำ Concrete Frame Design โปรแกรมจะนำแรงที่เกิดขึ้นจริงจากการวิเคราะห์ (Demand) มาเปรียบเทียบกับ (Capacity) ของเสาและแสดงผลลัพธ์ออกมาเป็นค่าสัดส่วนที่เรียกว่า D/C Ratio (Demand/Capacity Ratio) หรือ Interaction Ratio:

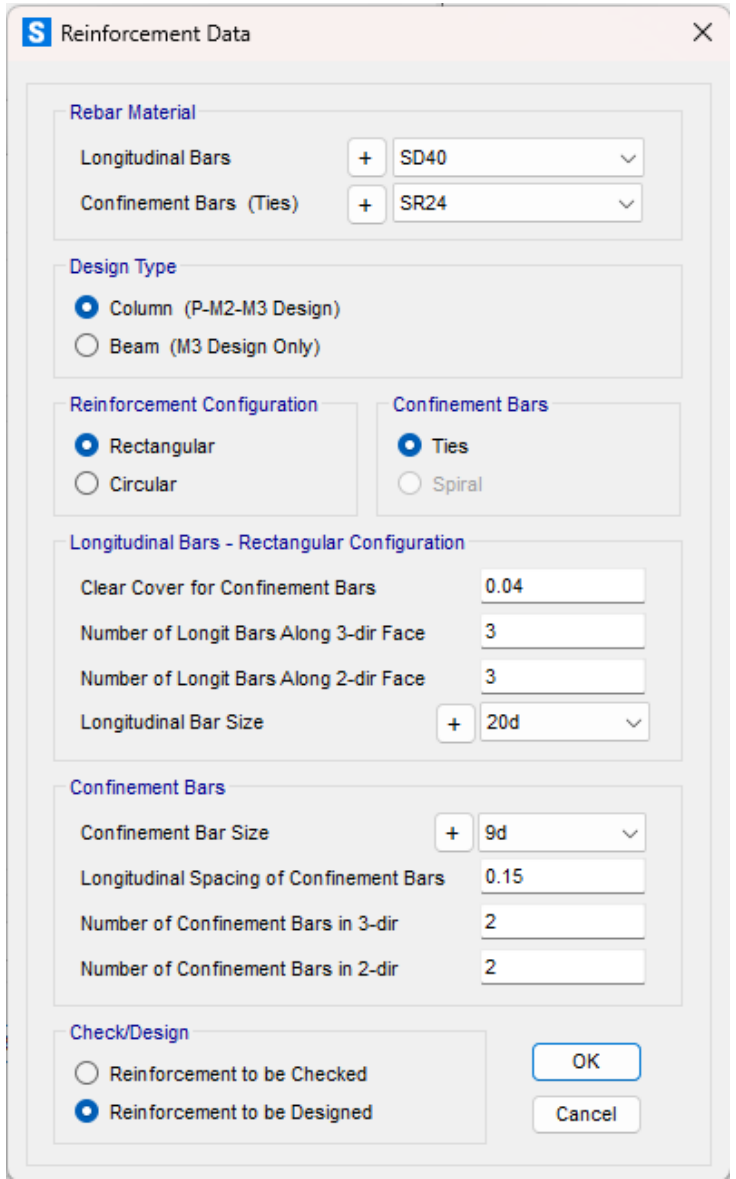
โดยที่

D/C Ratio $<$ 1.0: ผ่าน (Safe) แสดงว่าแรงที่กระทำยังอยู่ภายในขอบเขตที่เสาและเหล็กที่ใส่เข้าไปสามารถรับได้

D/C Ratio > 1.0: ไม่ผ่าน (Overstressed - O/S) แสดงว่าแรงกระทำเกินขีดจำกัด เสาต้นนี้ไม่สามารถรับน้ำหนักได้ด้วยปริมาณเหล็กที่กำหนดไว้ ต้องกลับไปเพิ่มขนาดเสา เพิ่มจำนวน/ขนาดเหล็ก หรือเปลี่ยนกำลังอัดคอนกรีต

4. การกำหนดหน้าตัดองค์อาคาร

เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก



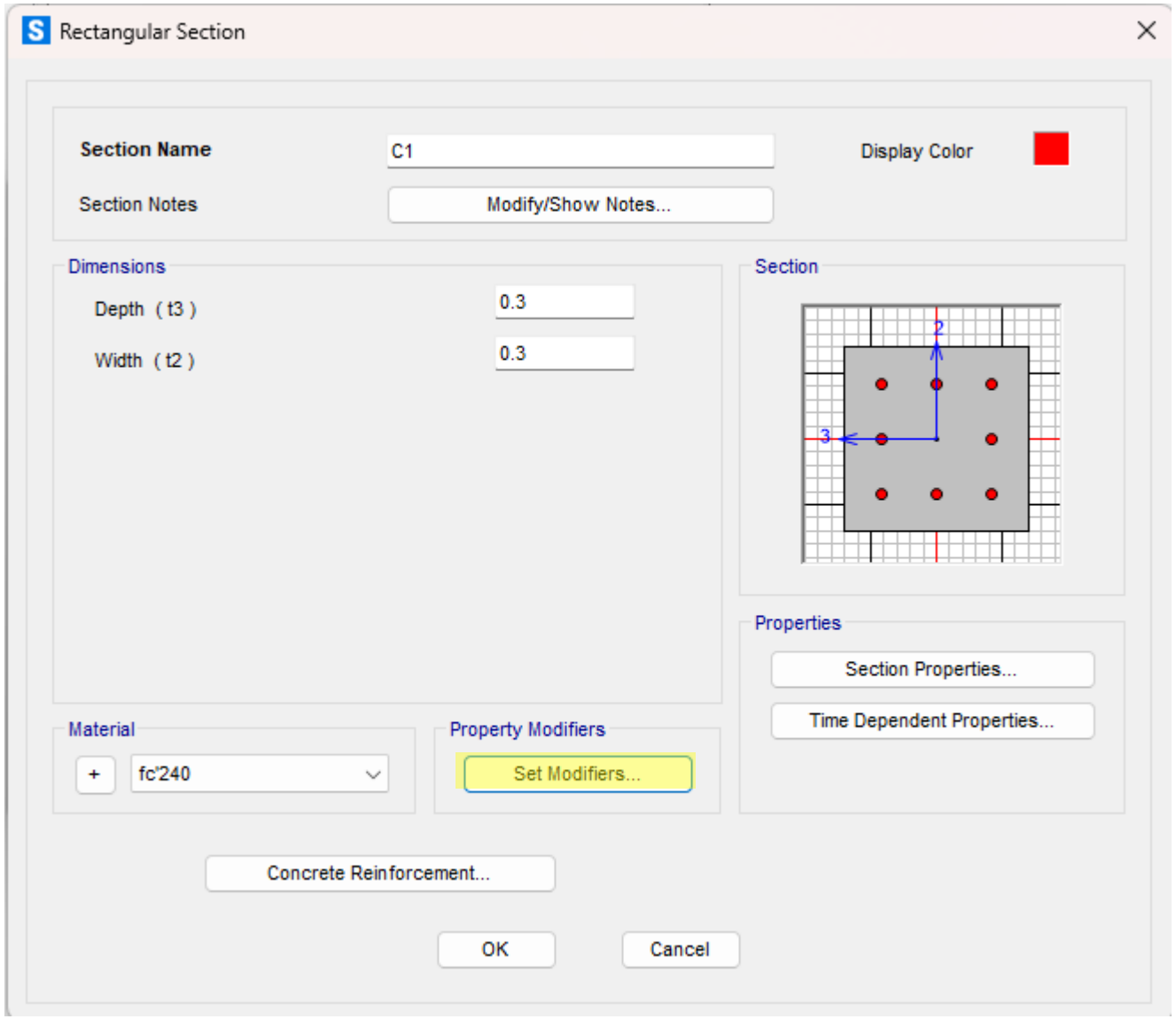
สถานการณ์ที่เหมาะสมในการเลือกใช้แบบ "Check“

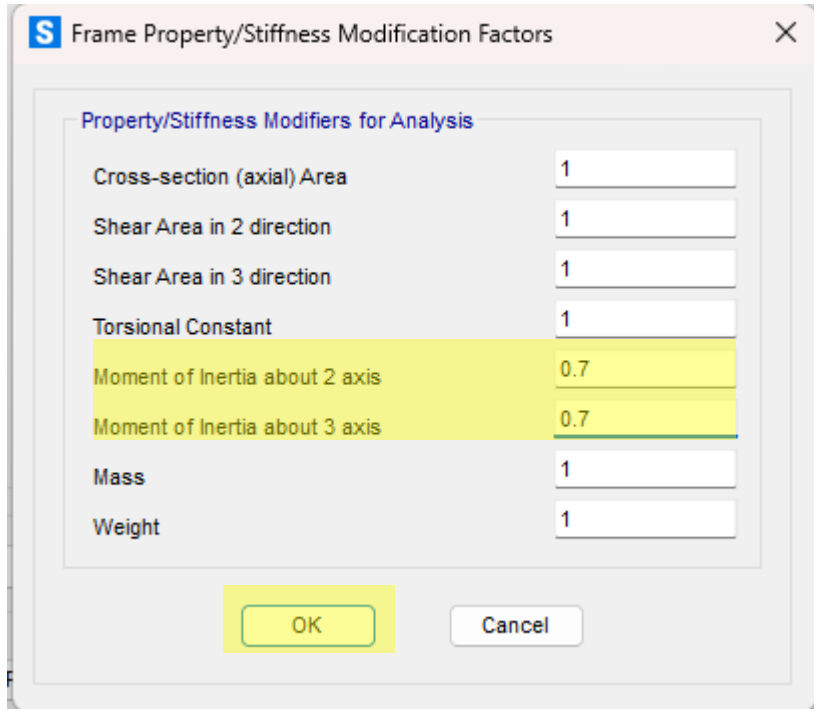
การประเมินโครงสร้างเดิม (Existing Structures): สำรวจอาคารเก่า ทราบขนาดเสาและจำนวนเหล็กเสริมจริง แล้วนำมาป้อนเข้าโปรแกรมเพื่อตรวจสอบว่ายังรับน้ำหนักได้หรือไม่ (หรือรับน้ำหนักส่วนต่อเติมเพิ่มได้ไหม)

การวิเคราะห์ขั้นสูง (Non-linear Analysis): หากต้องทำ Pushover Analysis โปรแกรมจำเป็นต้องทราบปริมาณเหล็กเสริมที่มีอยู่จริง เพื่อนำไปคำนวณหาพฤติกรรมหลังจุดคราก (Yield) และกำหนดค่า Hinge Properties ของเสา

4. การกำหนดหน้าตัดองค์อาคาร

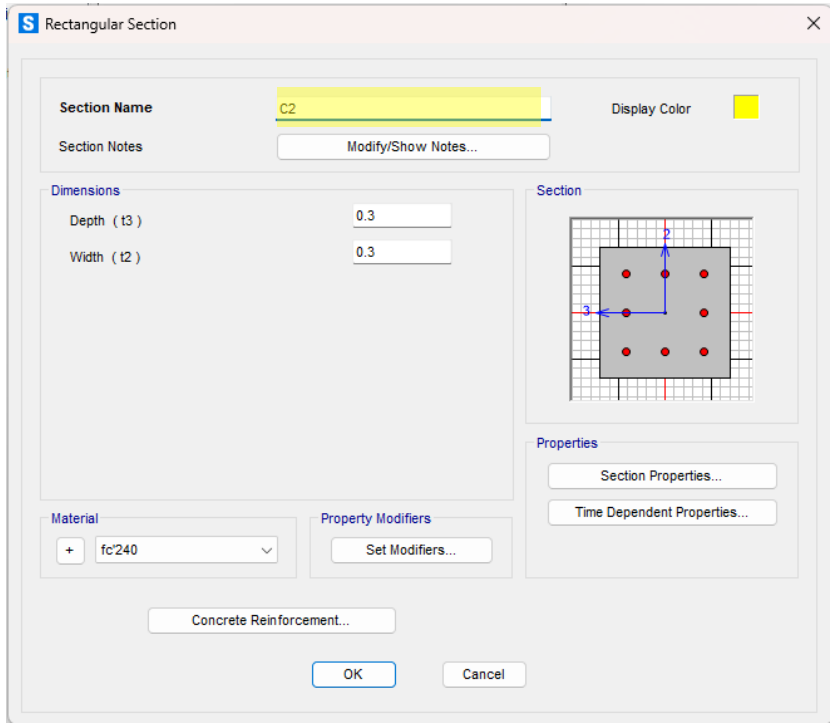
เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก

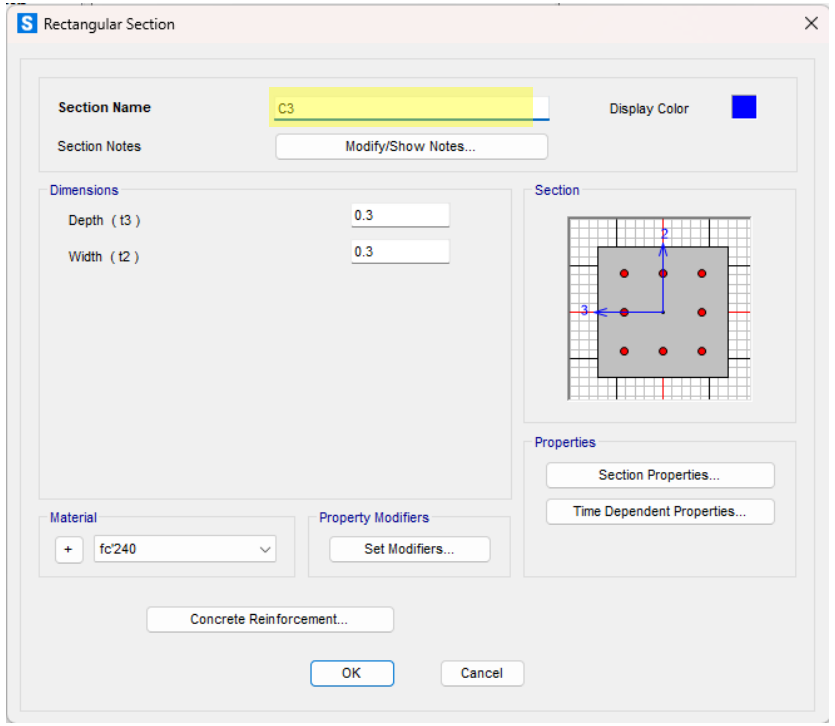


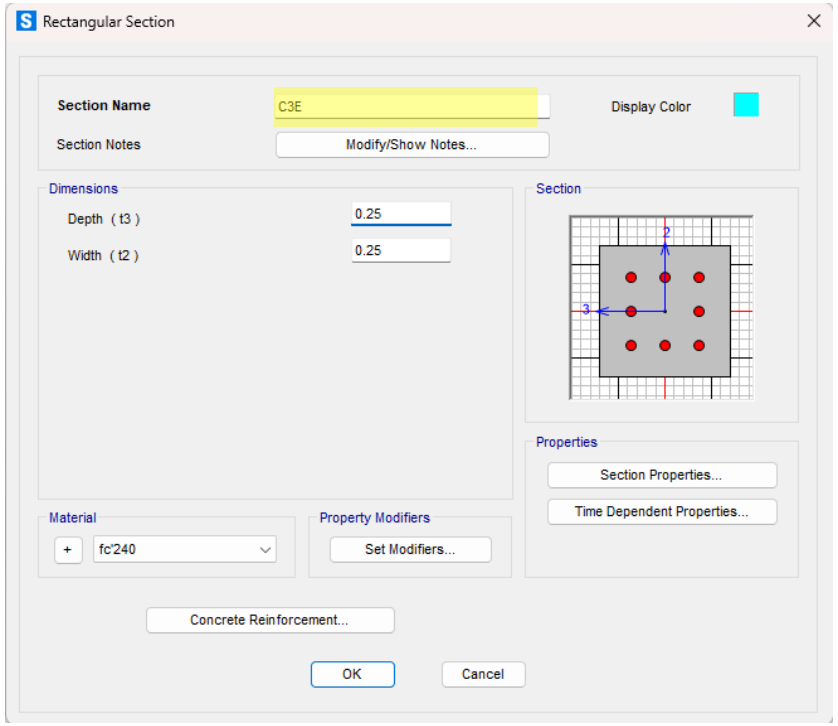


4. การกำหนดหน้าตัดองค์อาคาร

เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก

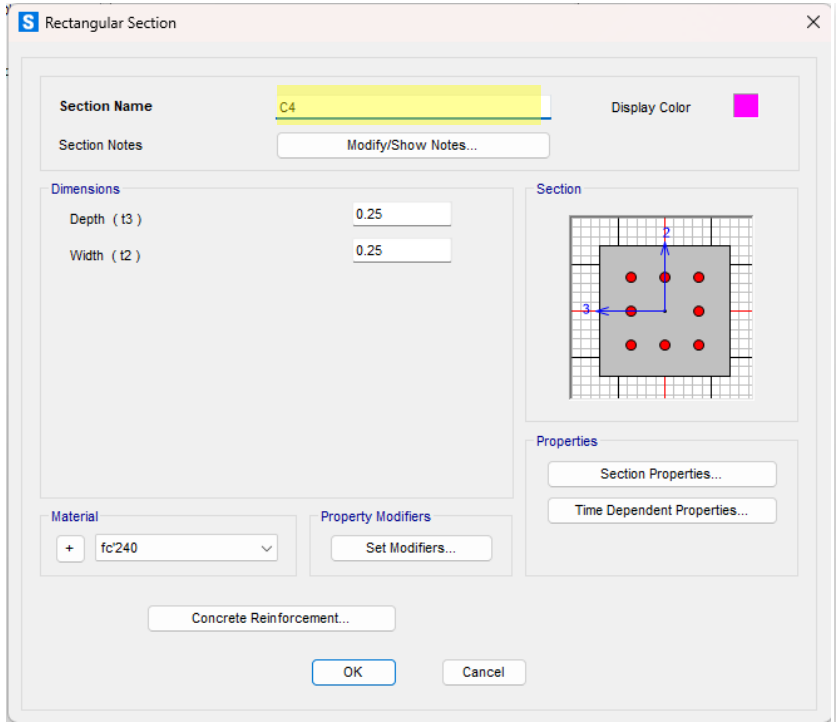


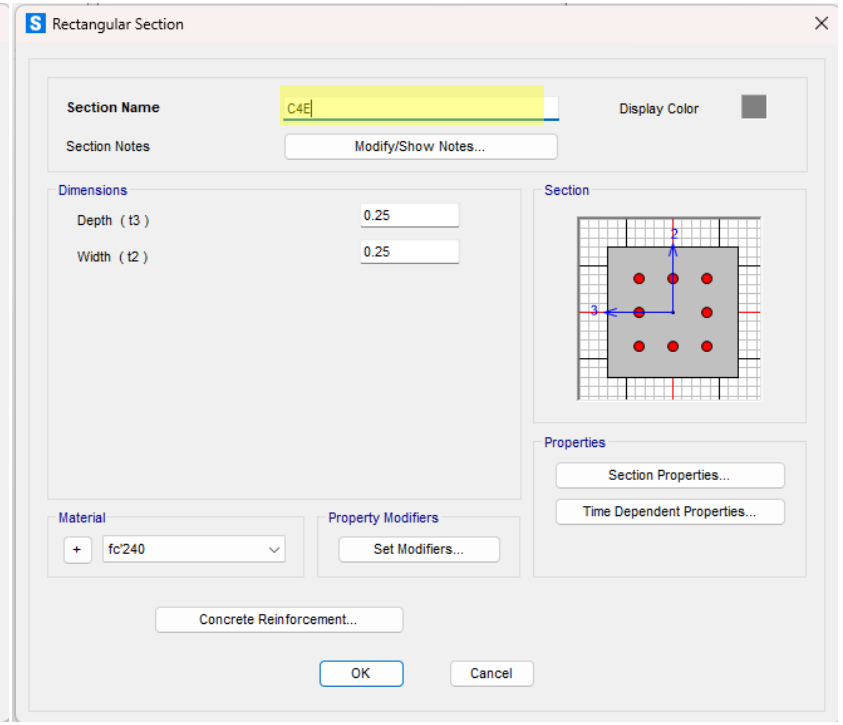


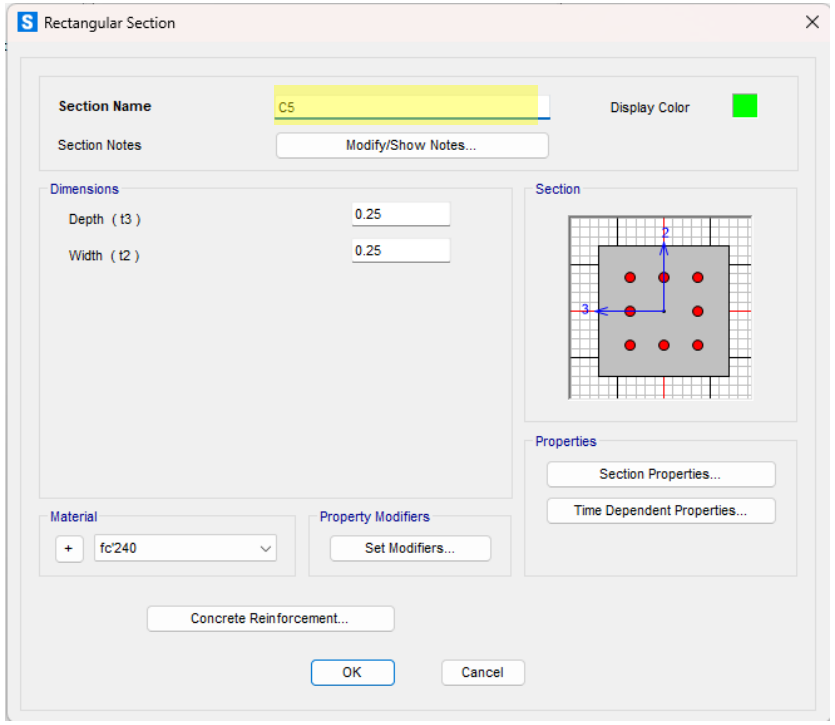


4. การกำหนดหน้าตัดองค์อาคาร

เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก

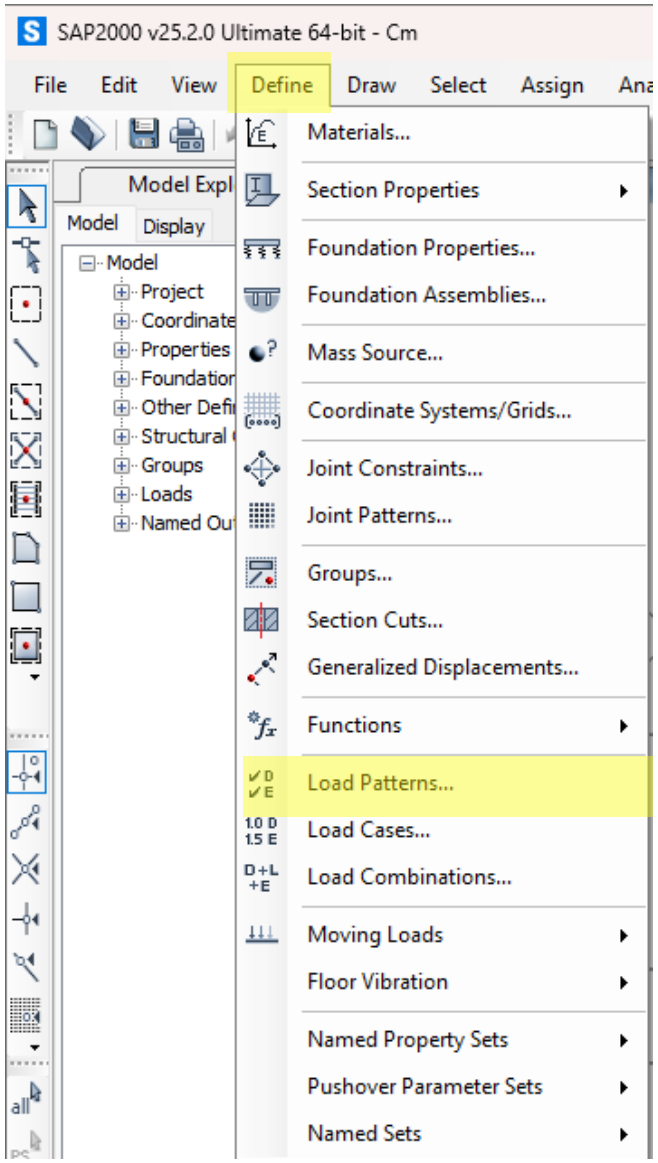


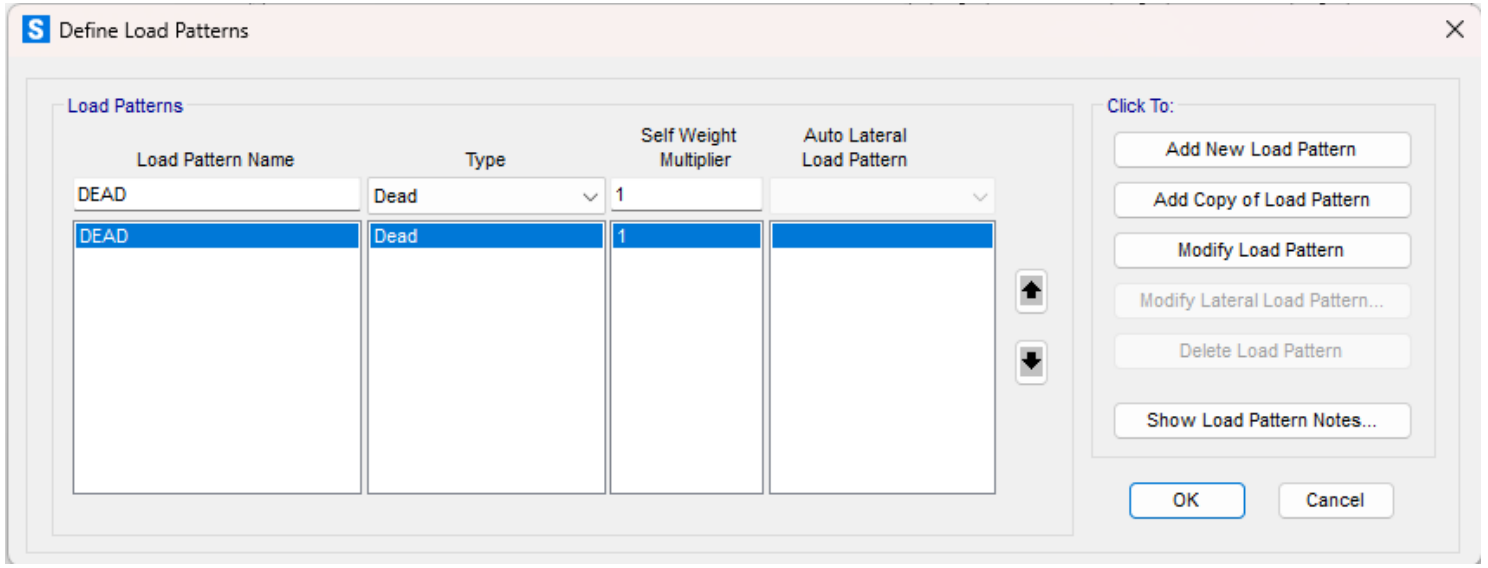


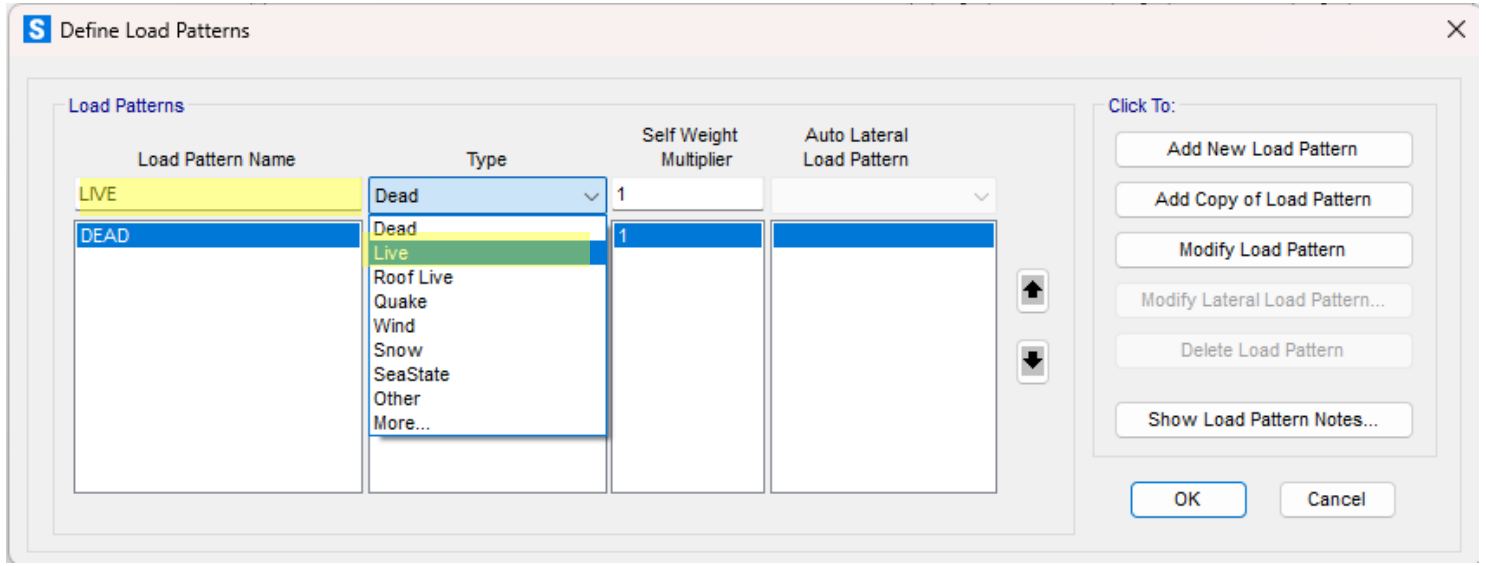


5. การกำหนด Load สร้าง Model และการใส่ Load กระทำต่ออาคาร

Load Pattern Gravity Load

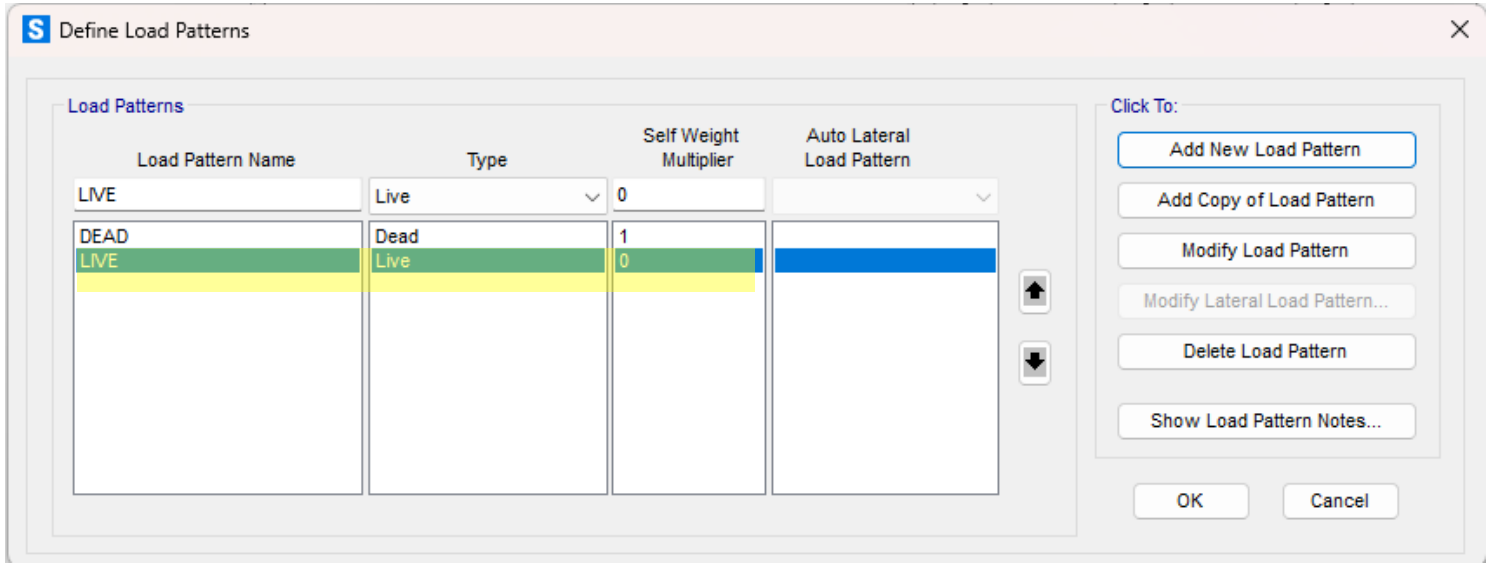


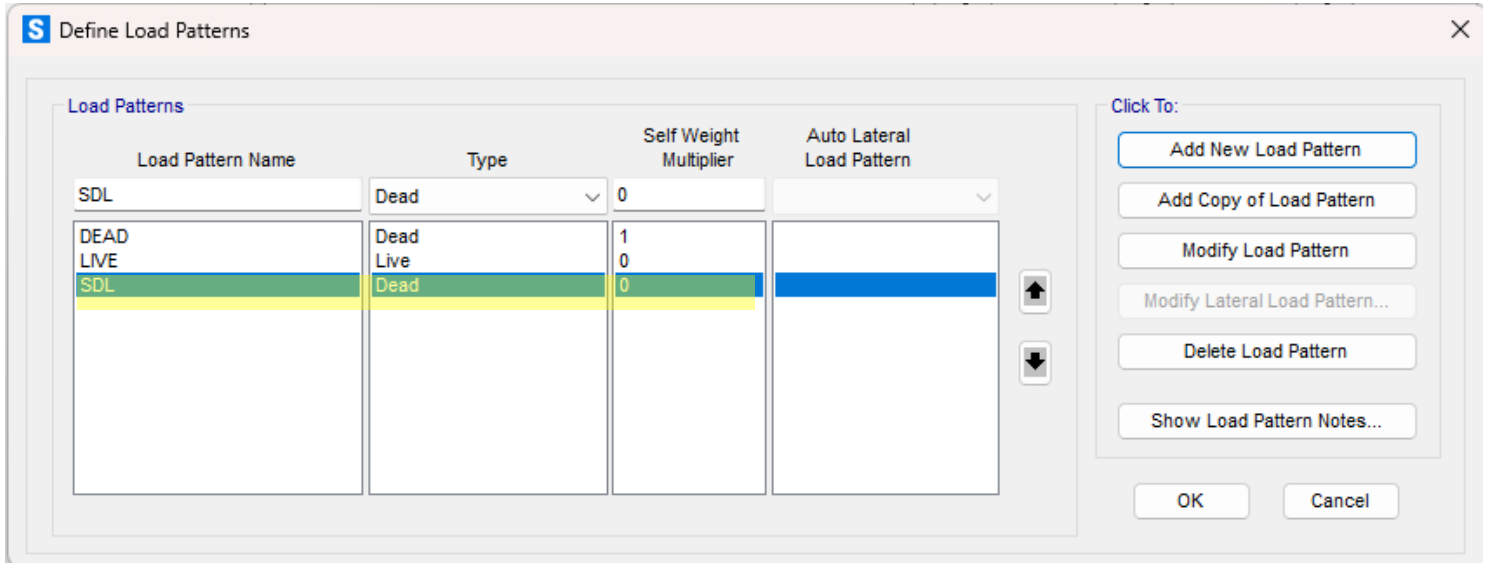




5. การกำหนด Load สร้าง Model และการใส่ Load กระทำต่ออาคาร

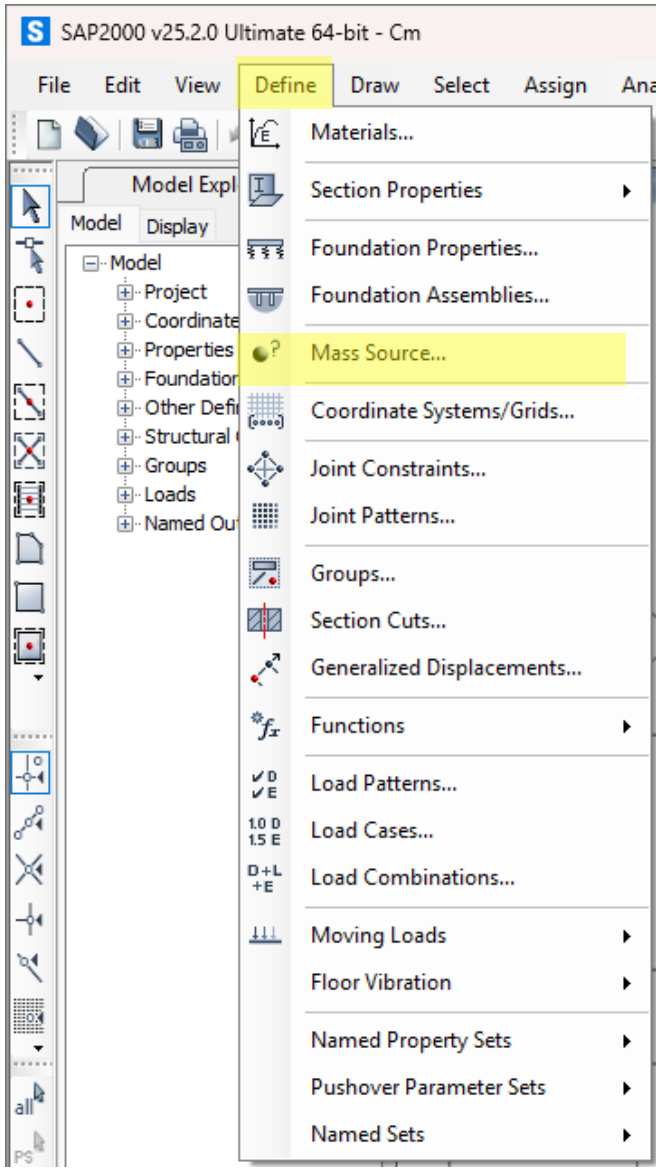
Load Pattern Gravity Load

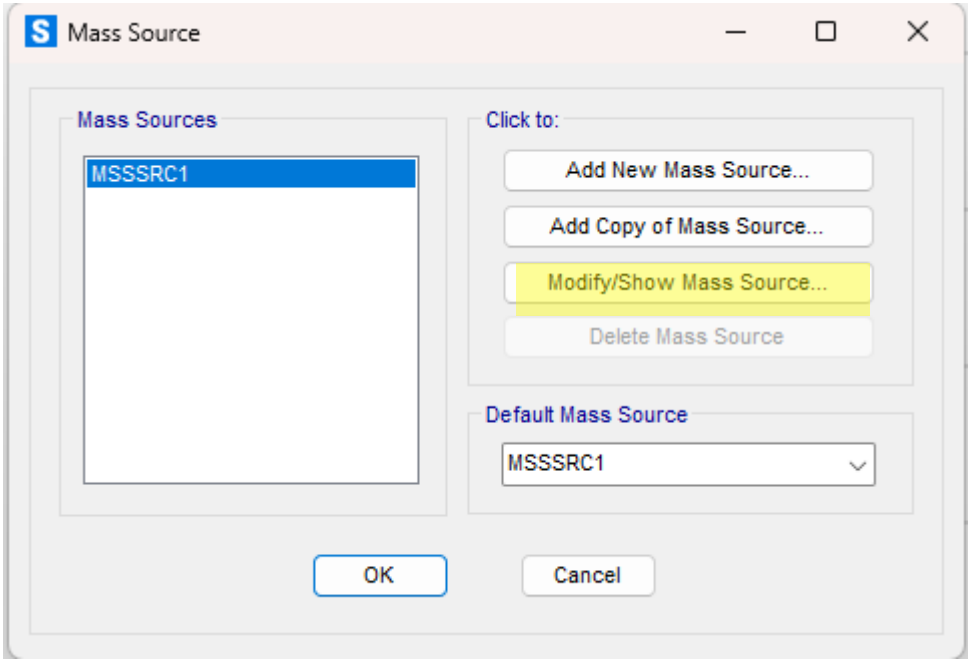


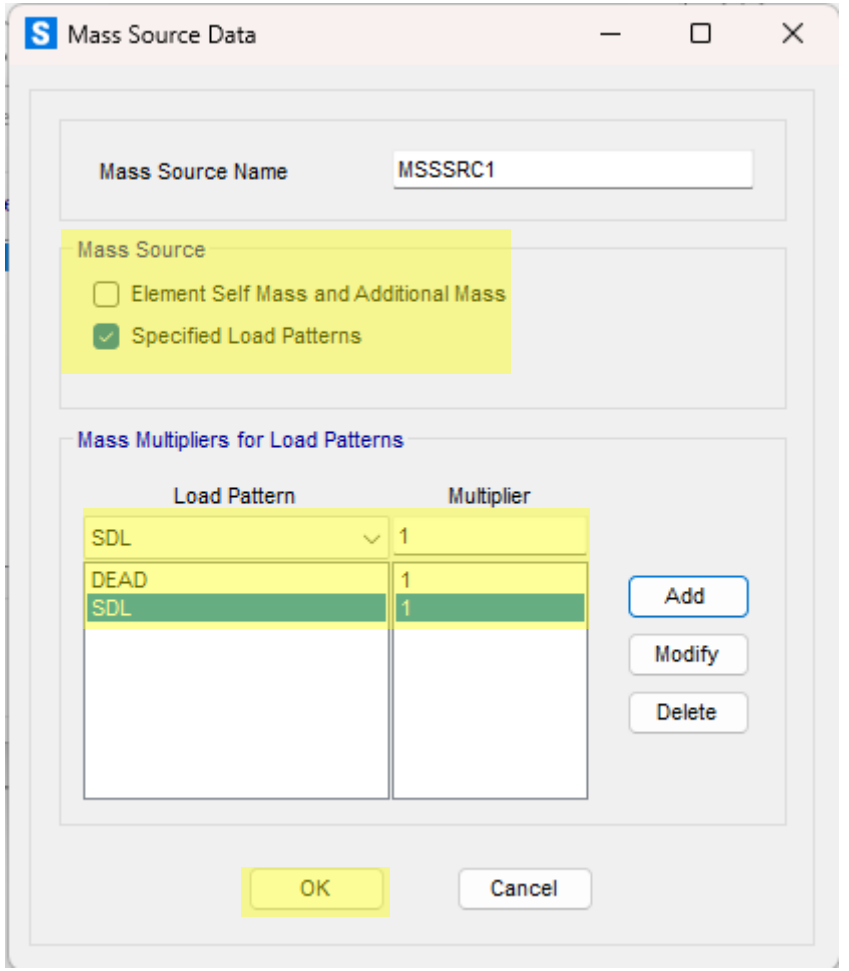


5. การกำหนด Load สร้าง Model และการใส่ Load กระทำต่ออาคาร

การกำหนด Mass source

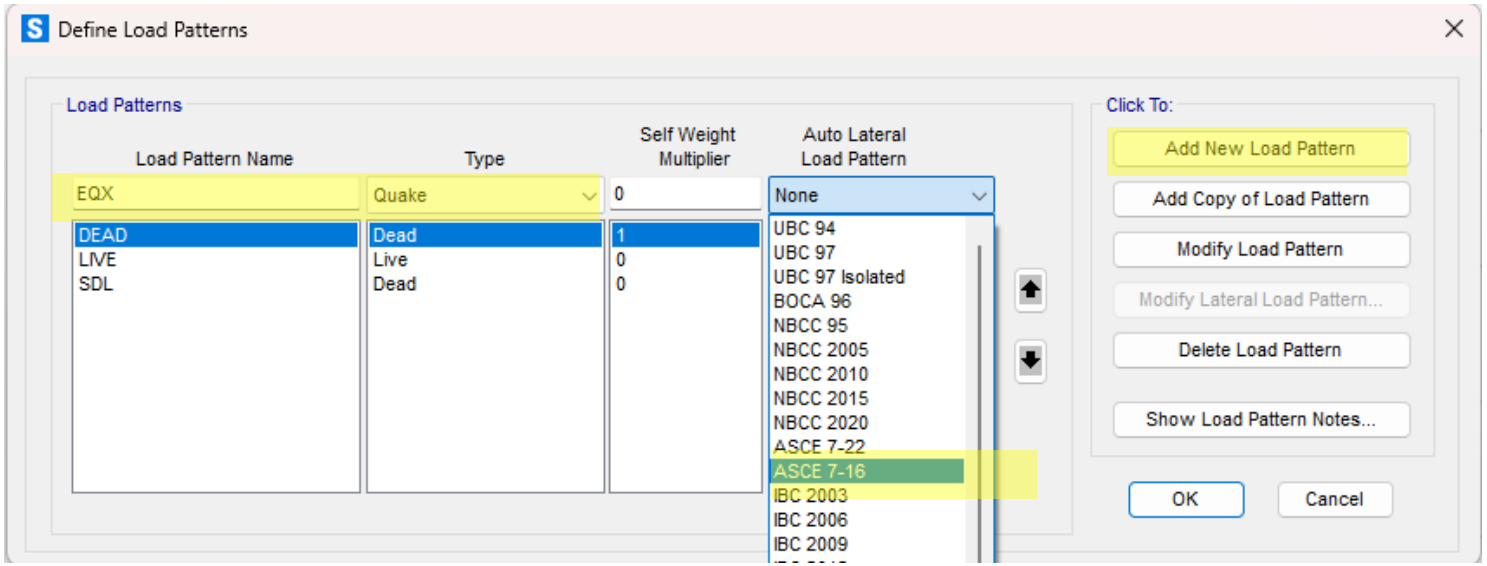


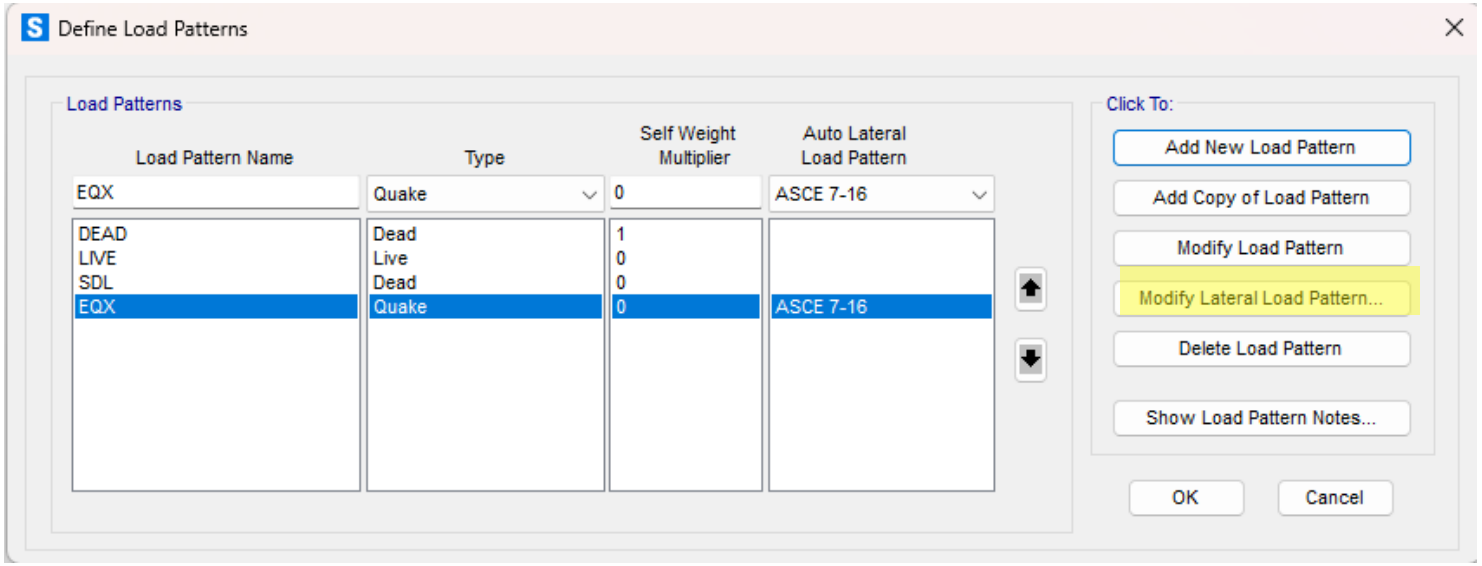




5. การกำหนด Load สร้าง Model และการใส่ Load กระทำต่ออาคาร

Load Case Seismic Load





5. การกำหนด Load สร้าง Model และการใส่ Load กระทำต่ออาคาร

Load Case Seismic Load

คาบการสั่นพื้นฐาน

T = 0.02H = 0.02x(1+4x3)=0.26 sec

สมมติชั้นดินปกติประเภท D

S_S = 0.963g

S_1 = 0.248g

F_a = 1.11

F_v = 1.90

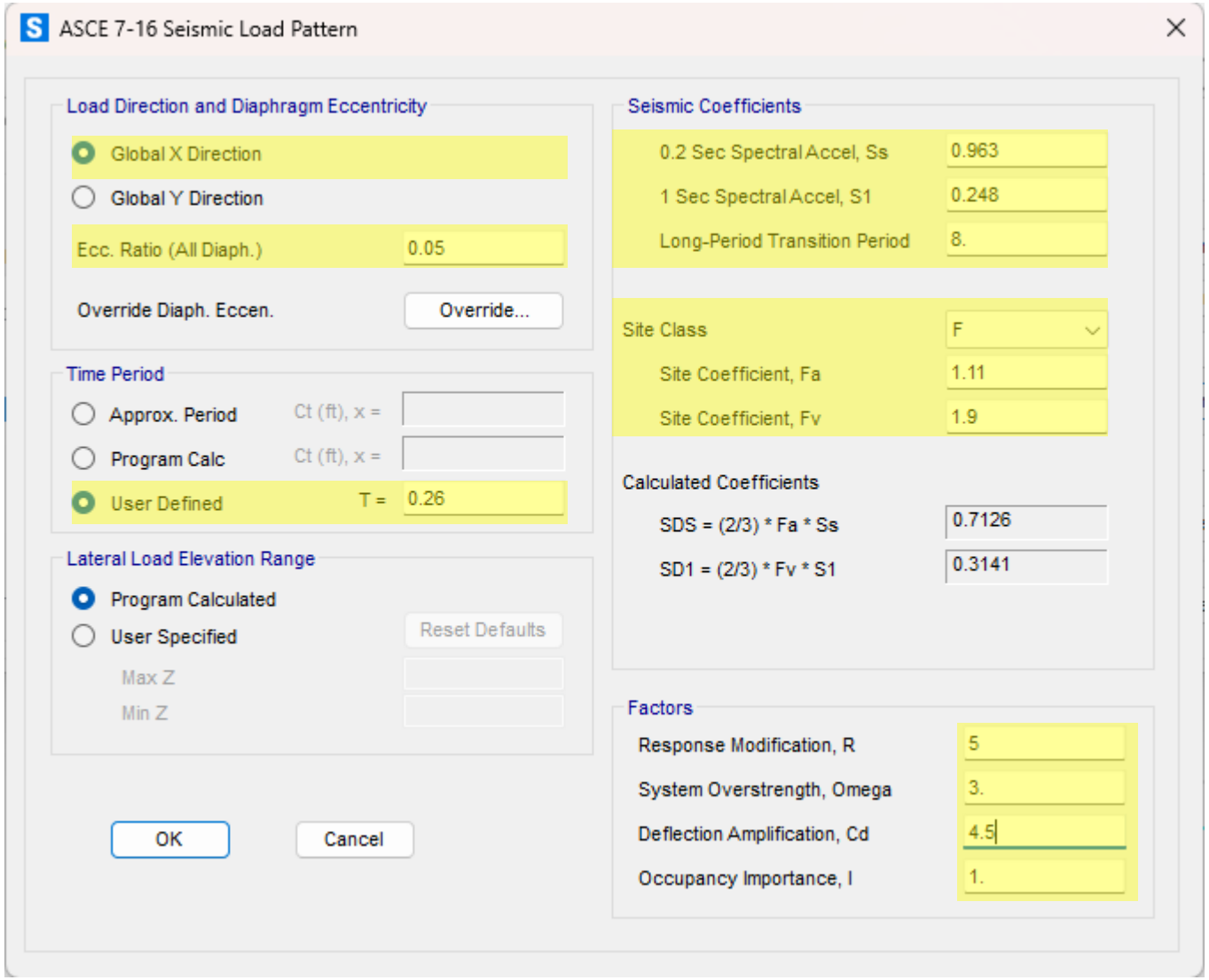
S_{DS} = 0.71

S_{D1} = 0.31

R = 5

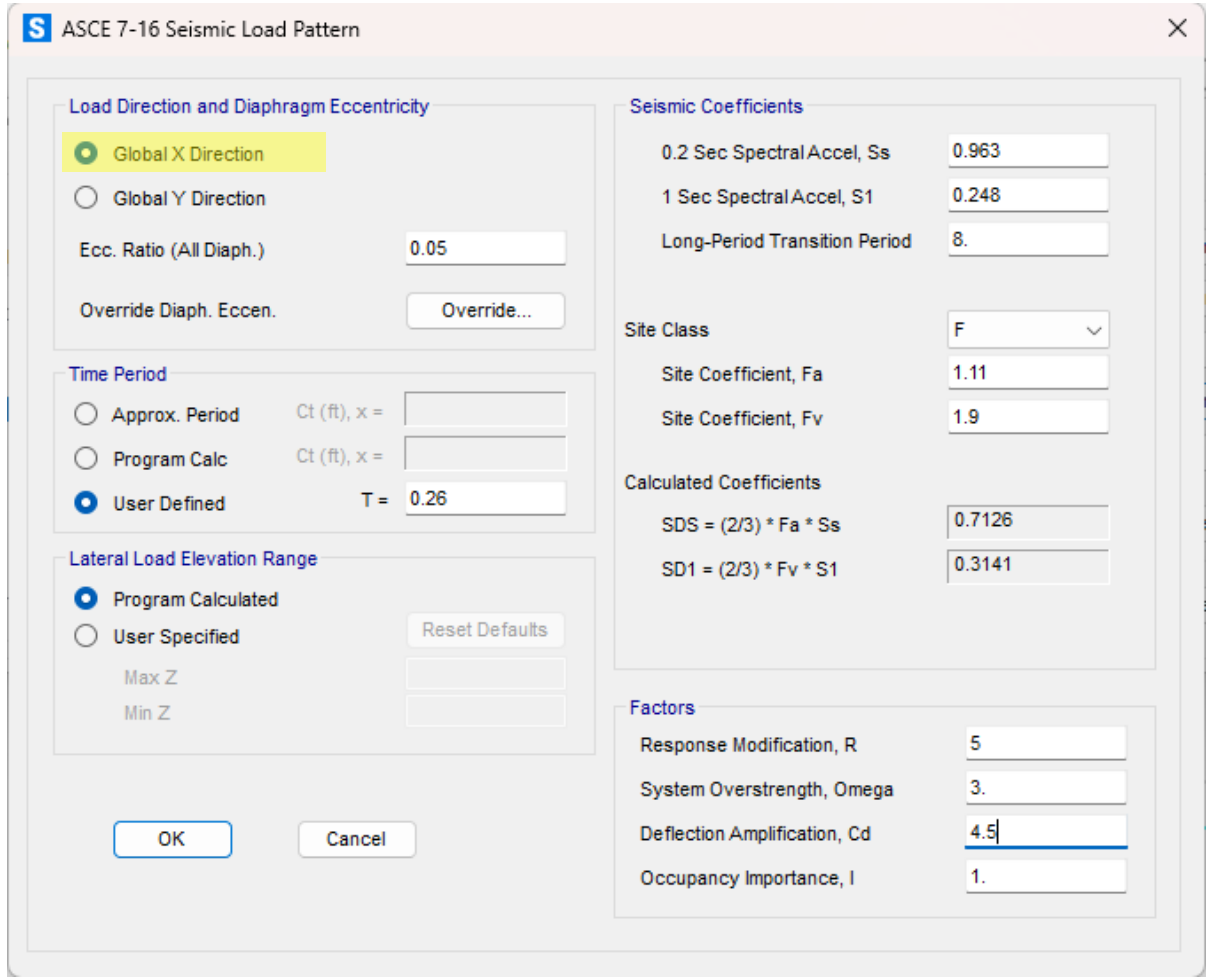
Ω_0 = 3

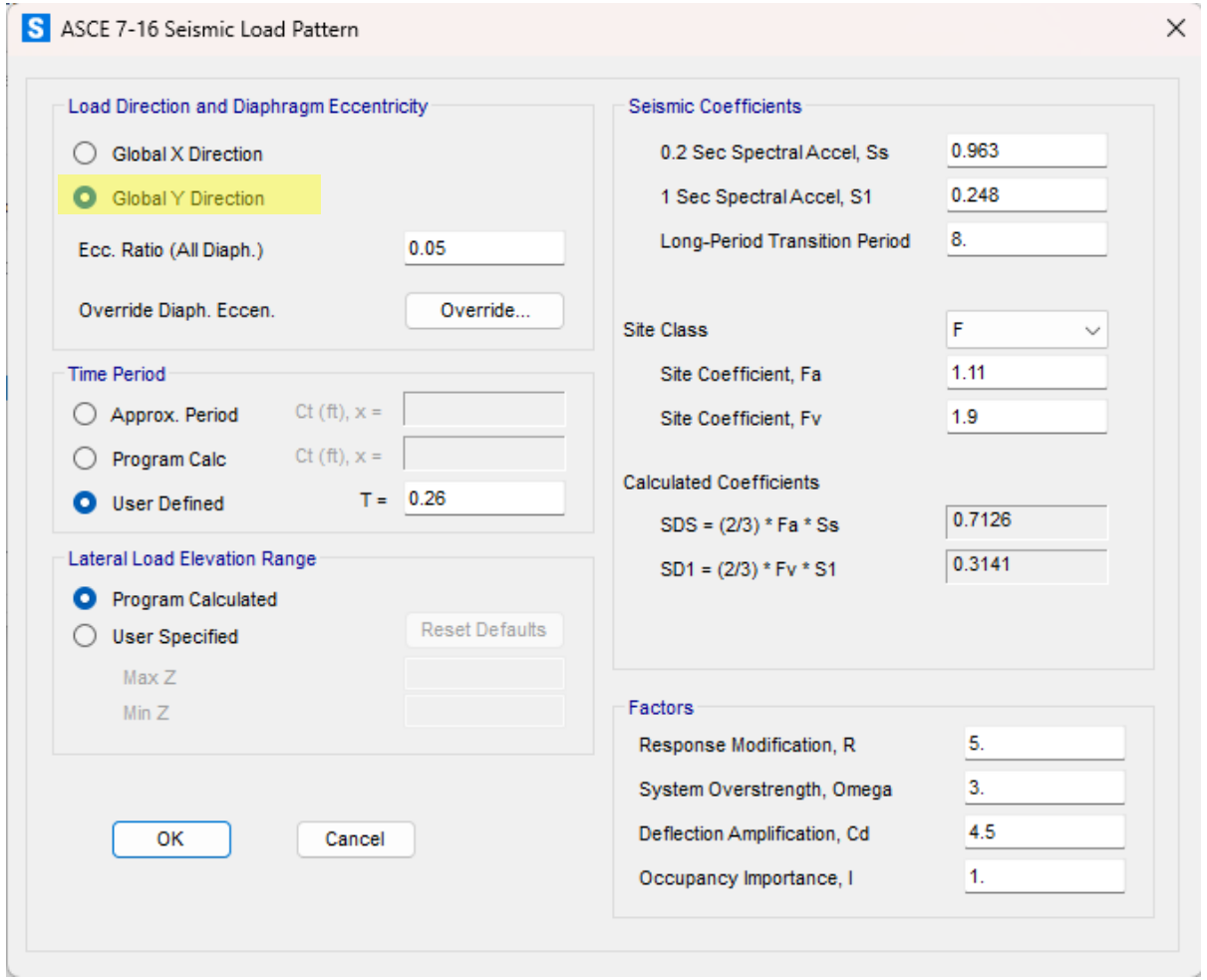
Cd = 4.5



5. การกำหนด Load สร้าง Model และการใส่ Load กระทำต่ออาคาร

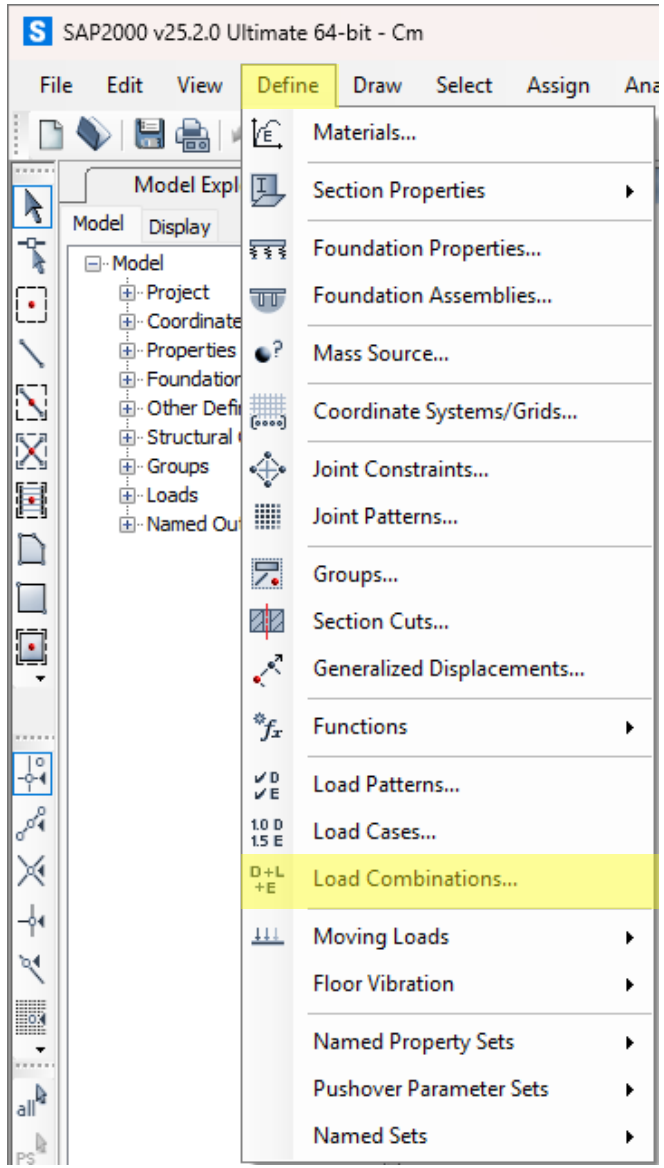
Load Case Seismic Load

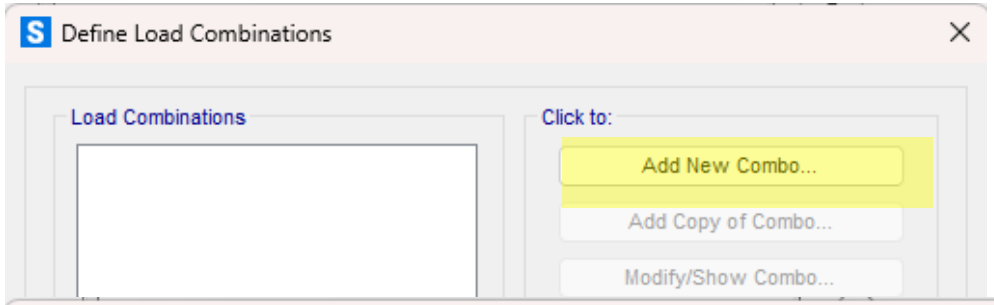


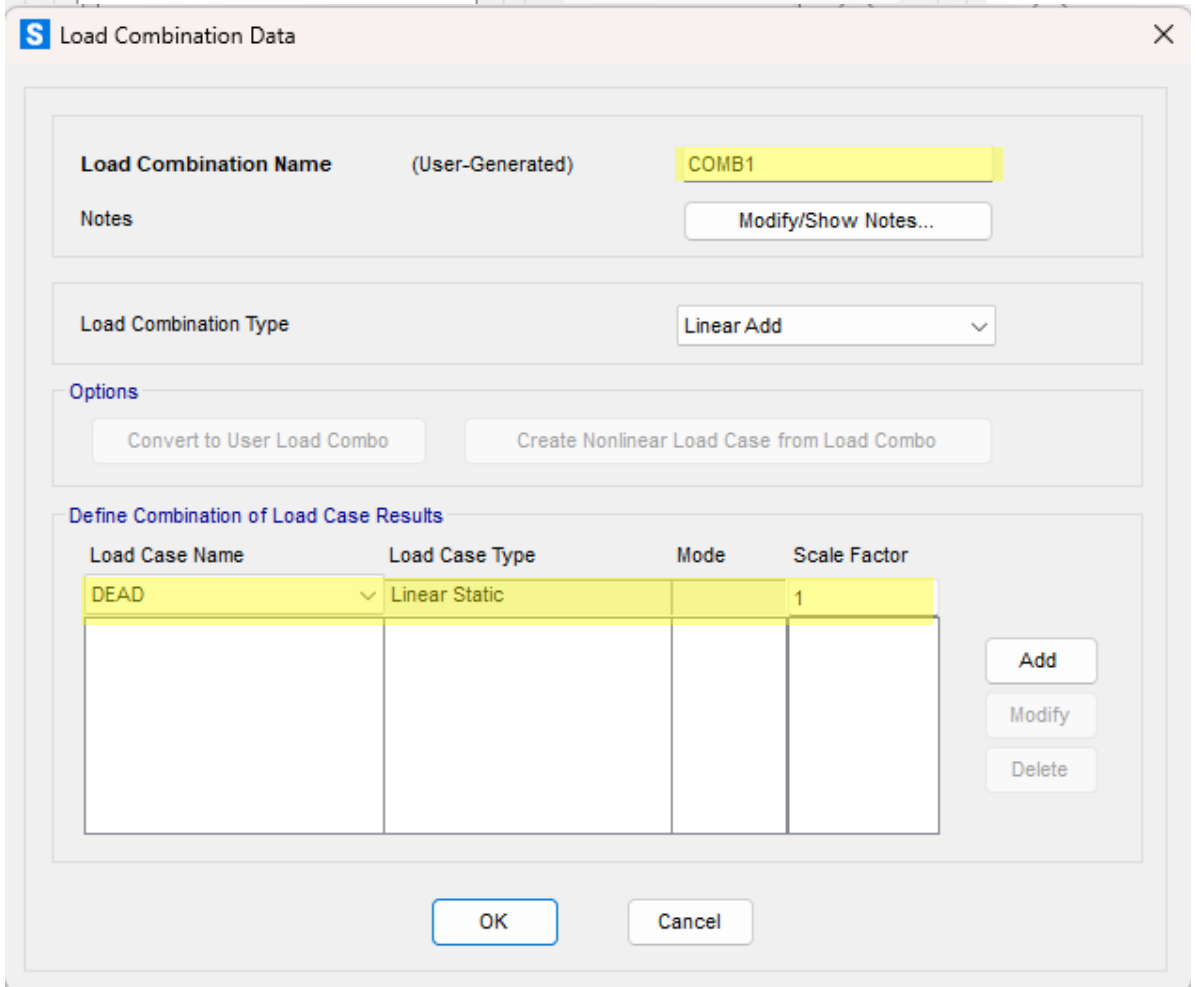


5. การกำหนด Load สร้าง Model และการใส่ Load กระทำต่ออาคาร

Load Combinations

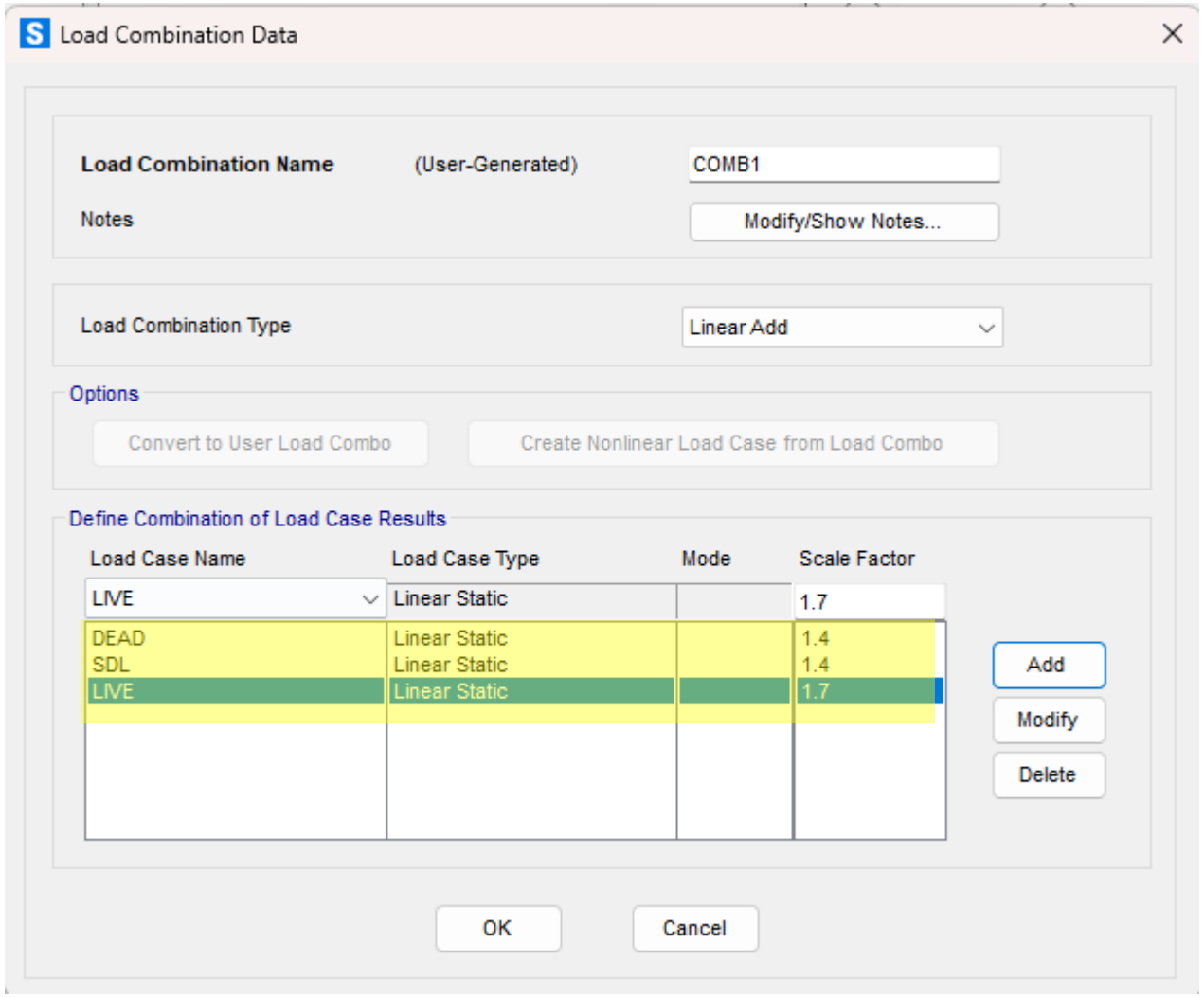






5. การกำหนด Load สร้าง Model และการใส่ Load กระทำต่ออาคาร

Load Combinations

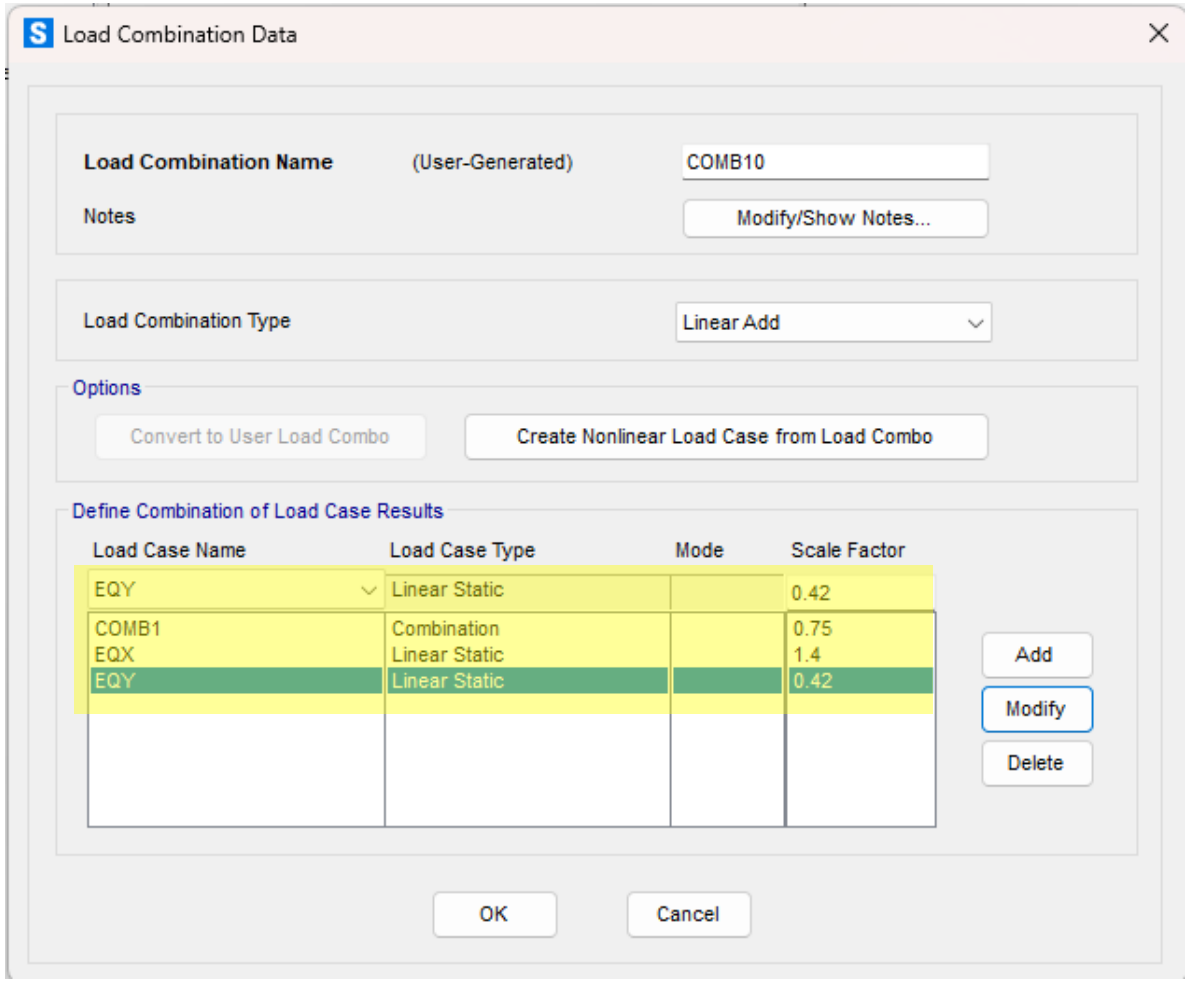


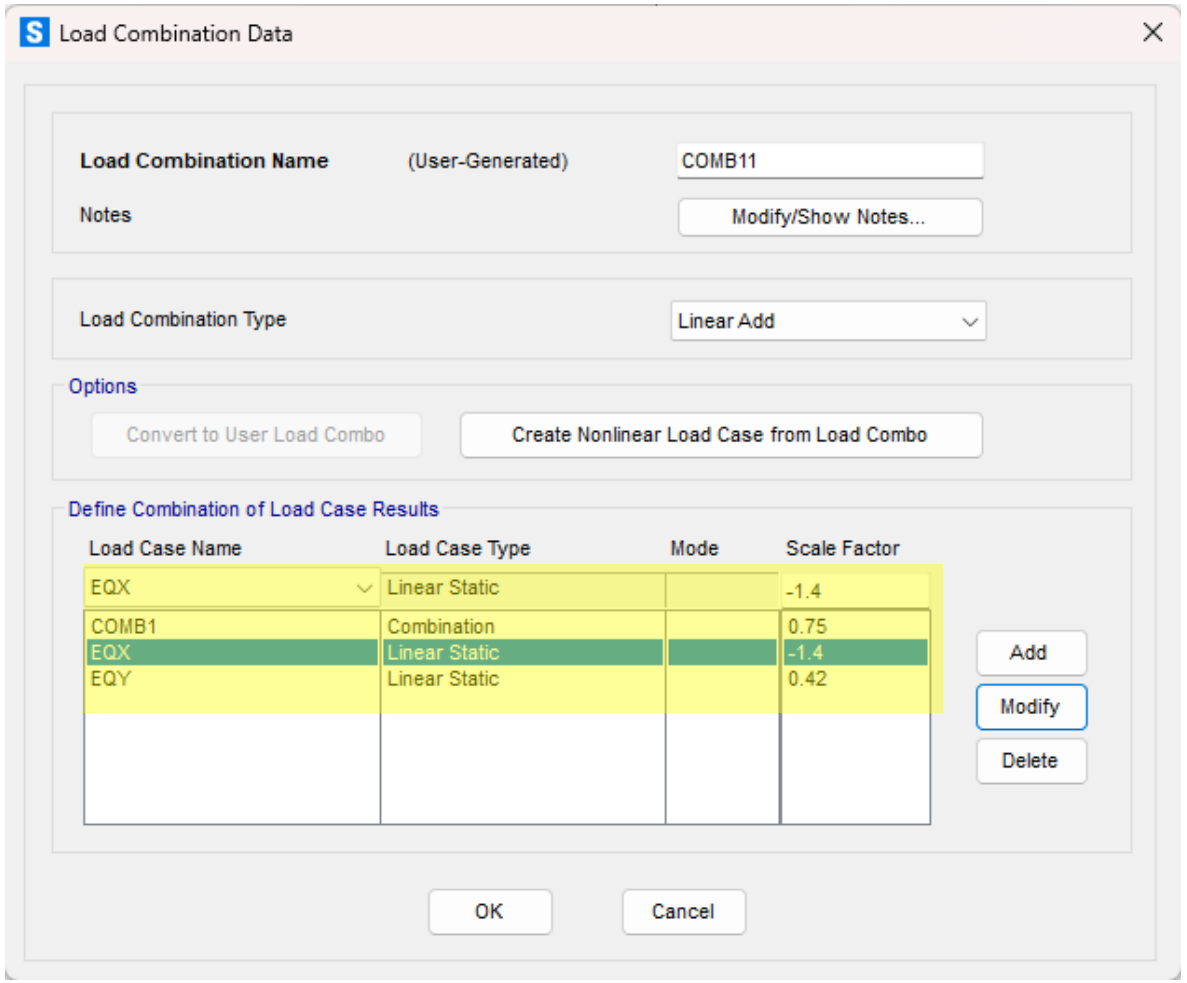
กรณีที่ 1 : U = 1.4(DL + SDL) + 1.7LL

5. การกำหนด Load สร้าง Model และการใส่ Load กระทำต่ออาคาร

Load Combinations

กรณีการเพิ่มค่าแรงแผ่นดินไหวอีกร้อยละ 40 สำหรับการออกแบบด้านกำลัง เมื่อใช้โครงต้านแรงดัดความเหนียวปานกลาง ในพื้นที่ประเภทการออกแบบ ง





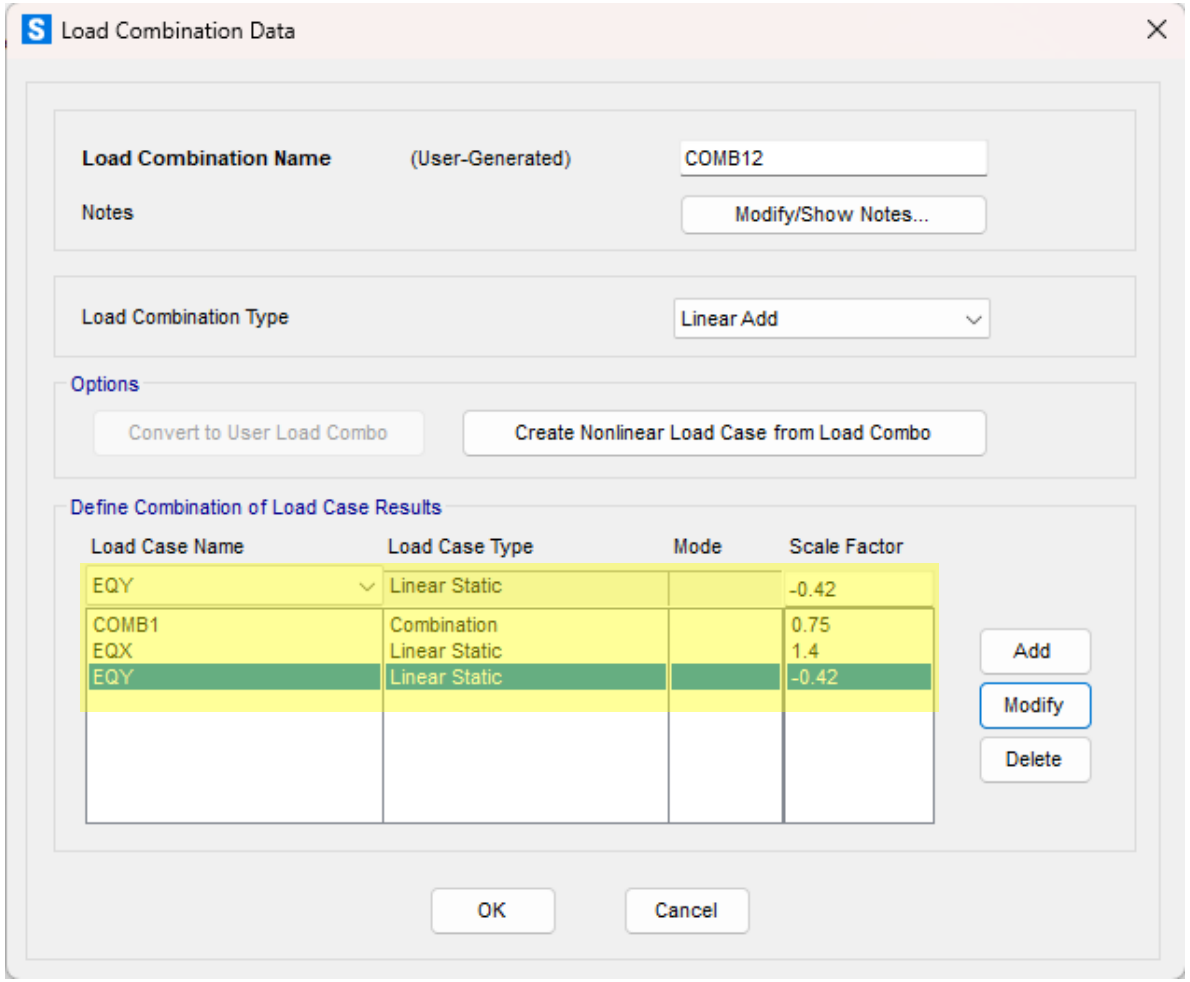
กรณีที่ 2a : U = 0.75[1.4(DL + SDL) + 1.7LL] + 1.4Ex + 0.42Ey

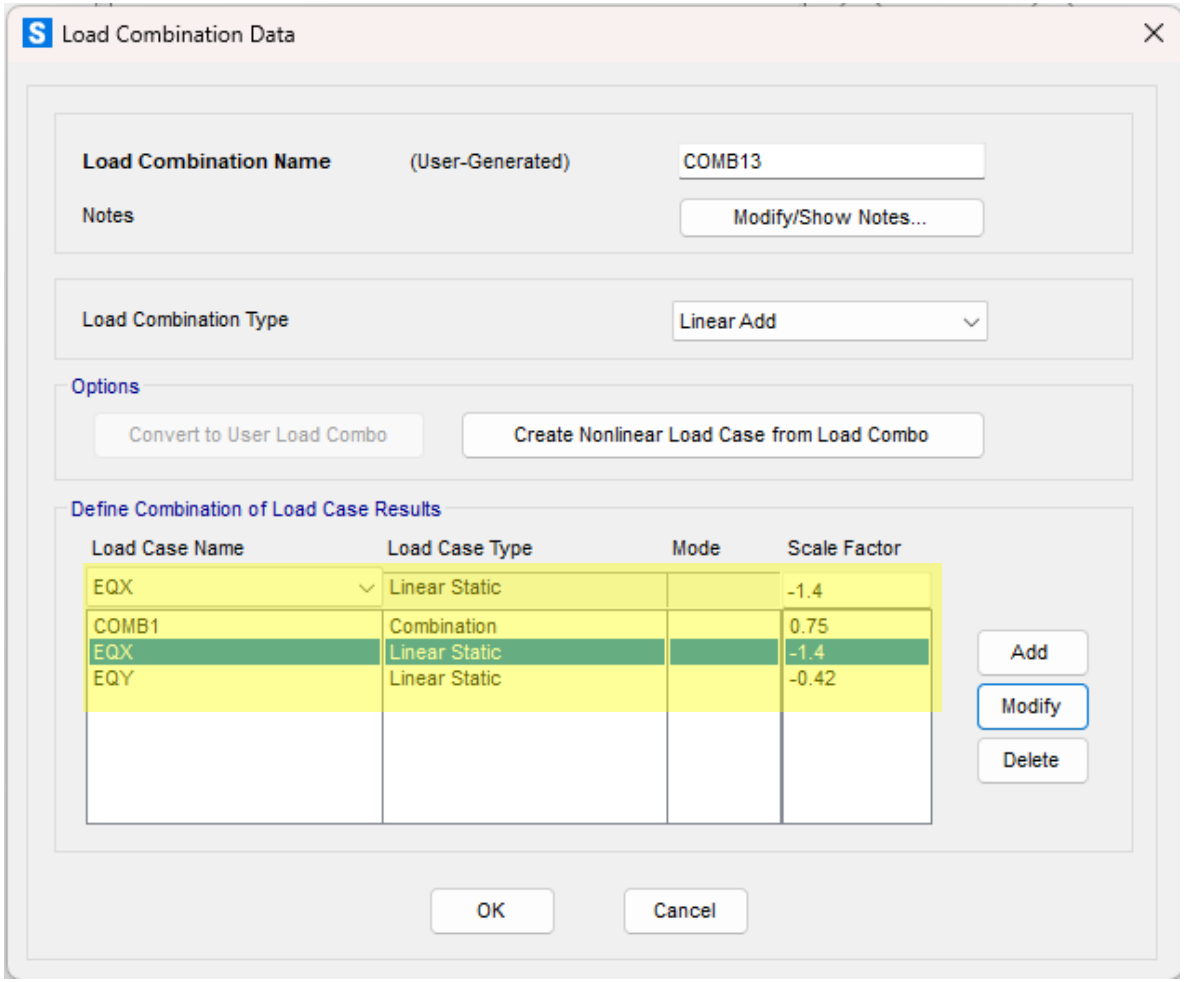
กรณีที่ 2a : U = 0.75[1.4(DL + SDL) + 1.7LL] -1.4Ex + 0.42Ey

5. การกำหนด Load สร้าง Model และการใส่ Load กระทำต่ออาคาร

Load Combinations

กรณีการเพิ่มค่าแรงแผ่นดินไหวอีกร้อยละ 40 สำหรับการออกแบบด้านกำลัง เมื่อใช้โครงต้านแรงดัดความเหนียวปานกลาง ในพื้นที่ประเภทการออกแบบ ง





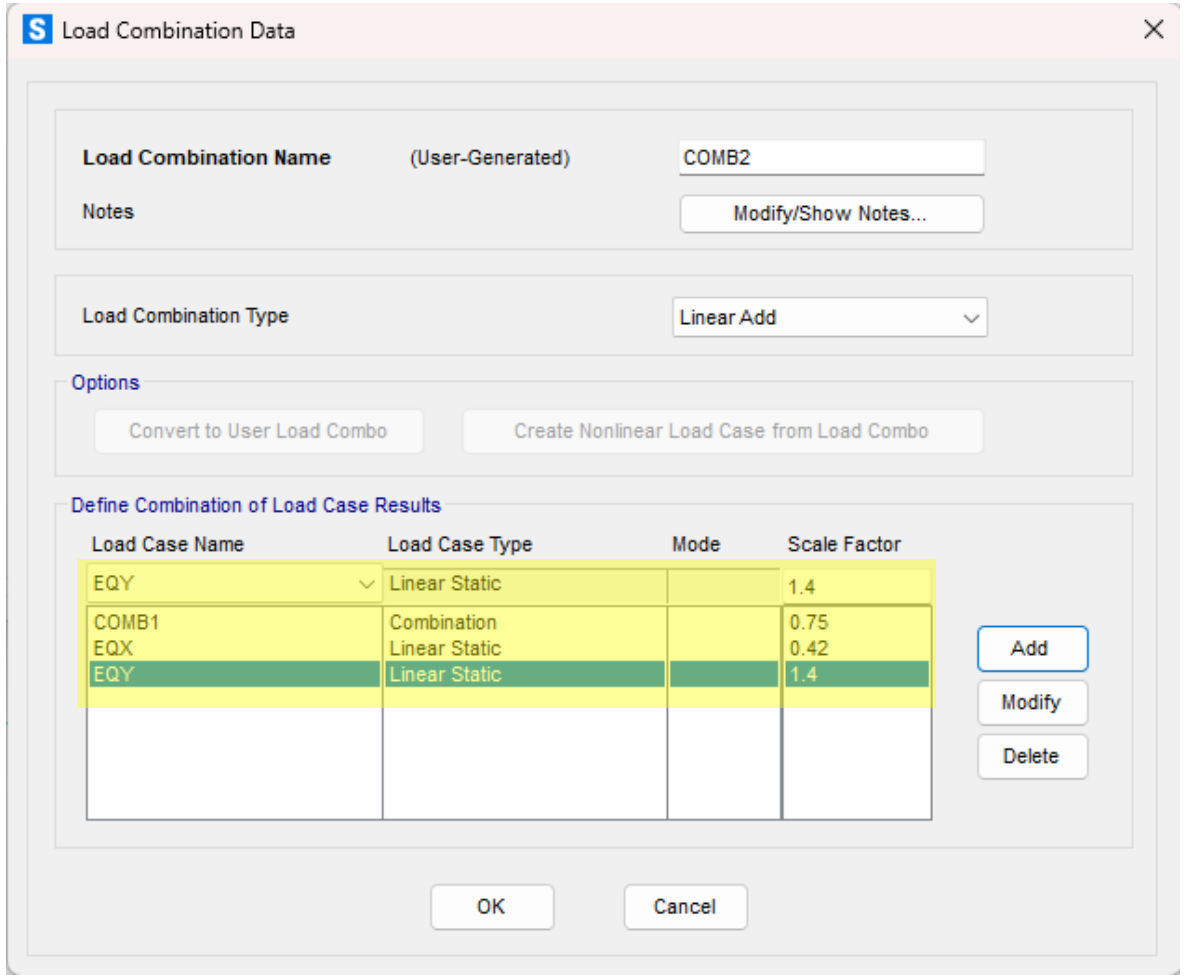
กรณีที่ 2a : U = 0.75[1.4(DL + SDL) + 1.7LL] + 1.4Ex - 0.42Ey

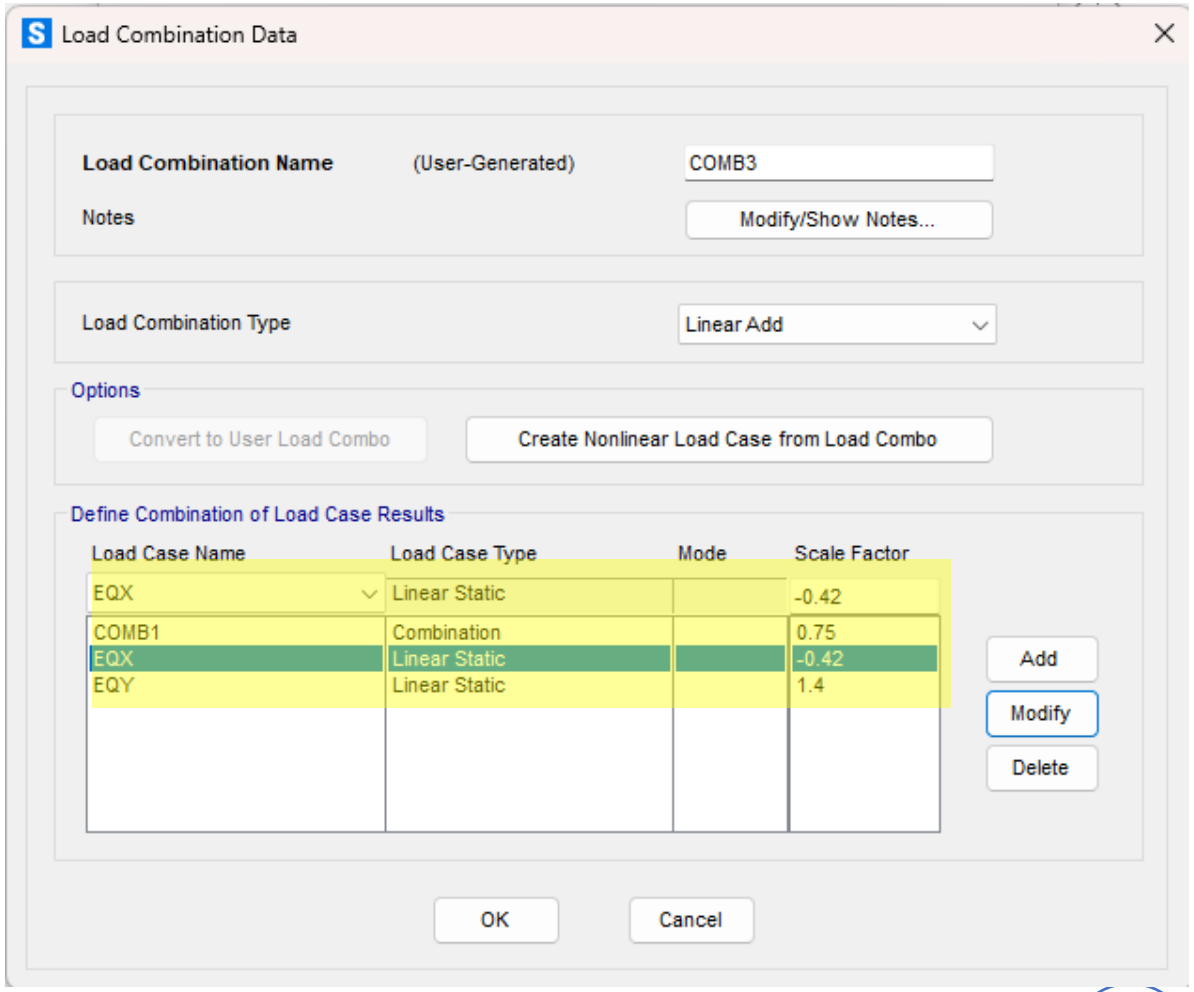
กรณีที่ 2a : U = 0.75[1.4(DL + SDL) + 1.7LL] -1.4Ex - 0.42Ey

5. การกำหนด Load สร้าง Model และการใส่ Load กระทำต่ออาคาร

Load Combinations

กรณีการเพิ่มค่าแรงแผ่นดินไหวอีกร้อยละ 40 สำหรับการออกแบบด้านกำลัง เมื่อใช้โครงต้านแรงดัดความเหนียวปานกลาง ในพื้นที่ประเภทการออกแบบ ง





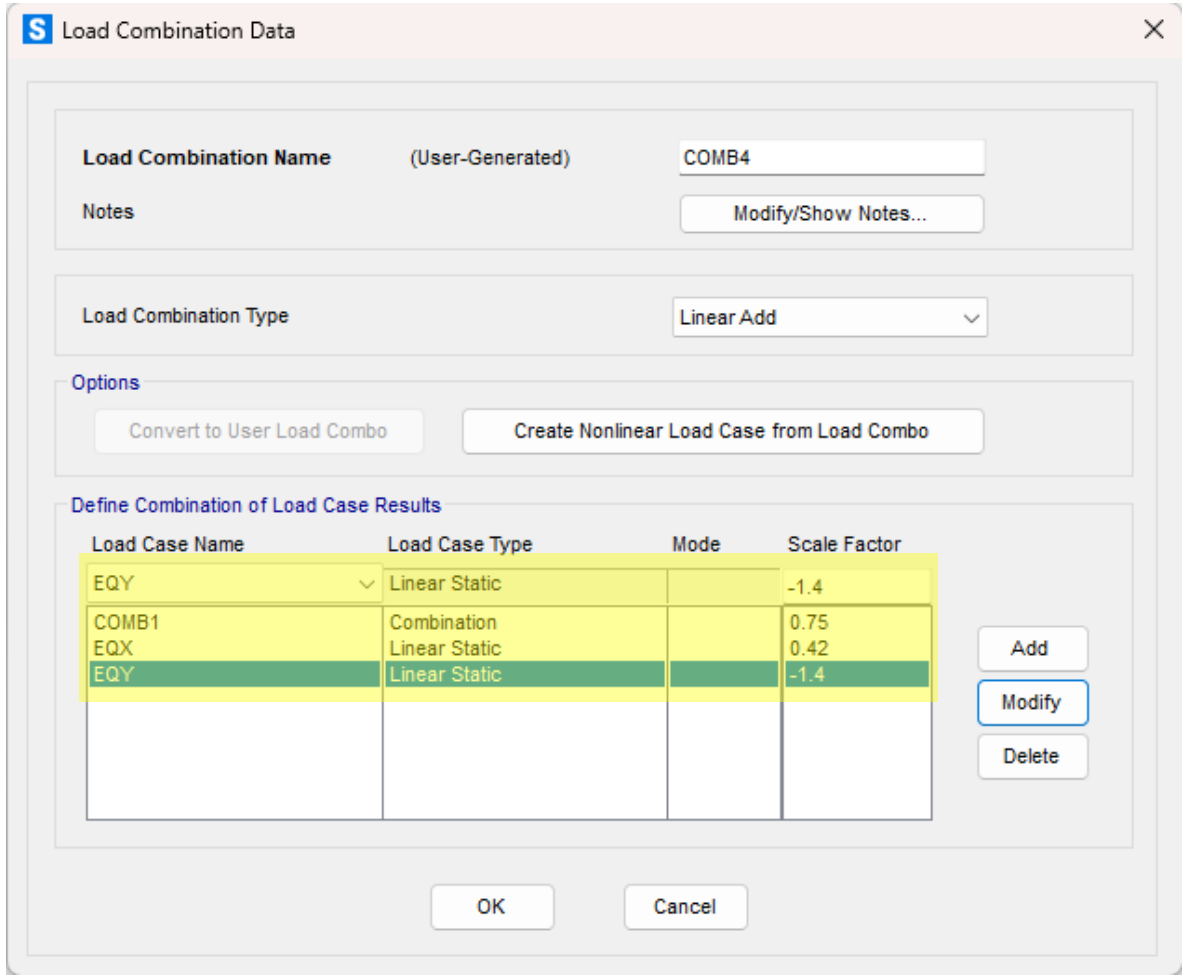
กรณีที่ 2b : U = 0.75[1.4(DL + SDL) + 1.7LL] + 0.42Ex + 1.4Ey

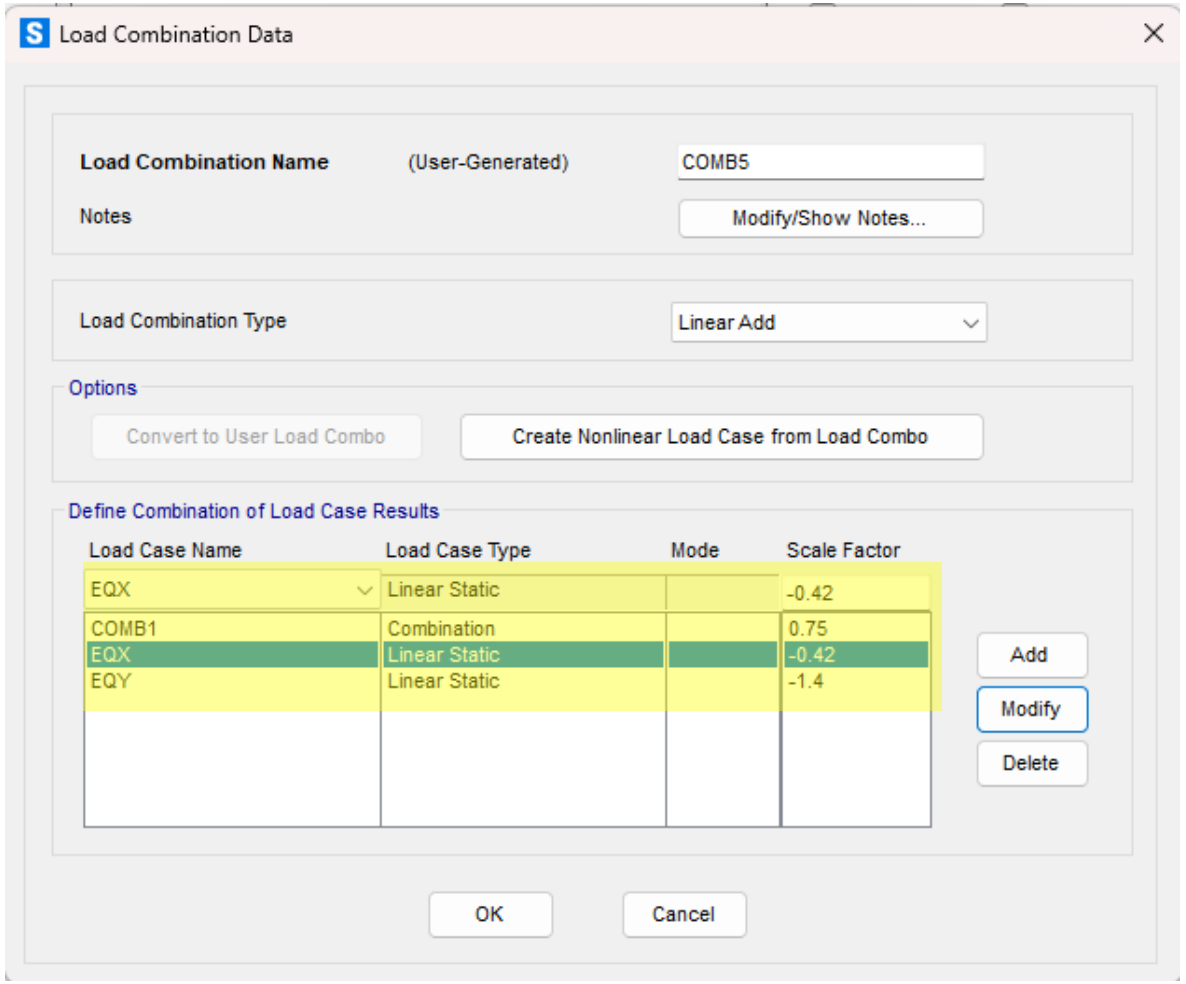
กรณีที่ 2b : U = 0.75[1.4(DL + SDL) + 1.7LL] - 0.42Ex + 1.4Ey

5. การกำหนด Load สร้าง Model และการใส่ Load กระทำต่ออาคาร

Load Combinations

กรณีการเพิ่มค่าแรงแผ่นดินไหวอีกร้อยละ 40 สำหรับการออกแบบด้านกำลัง เมื่อใช้โครงต้านแรงดัดความเหนียวปานกลาง ในพื้นที่ประเภทการออกแบบ ง





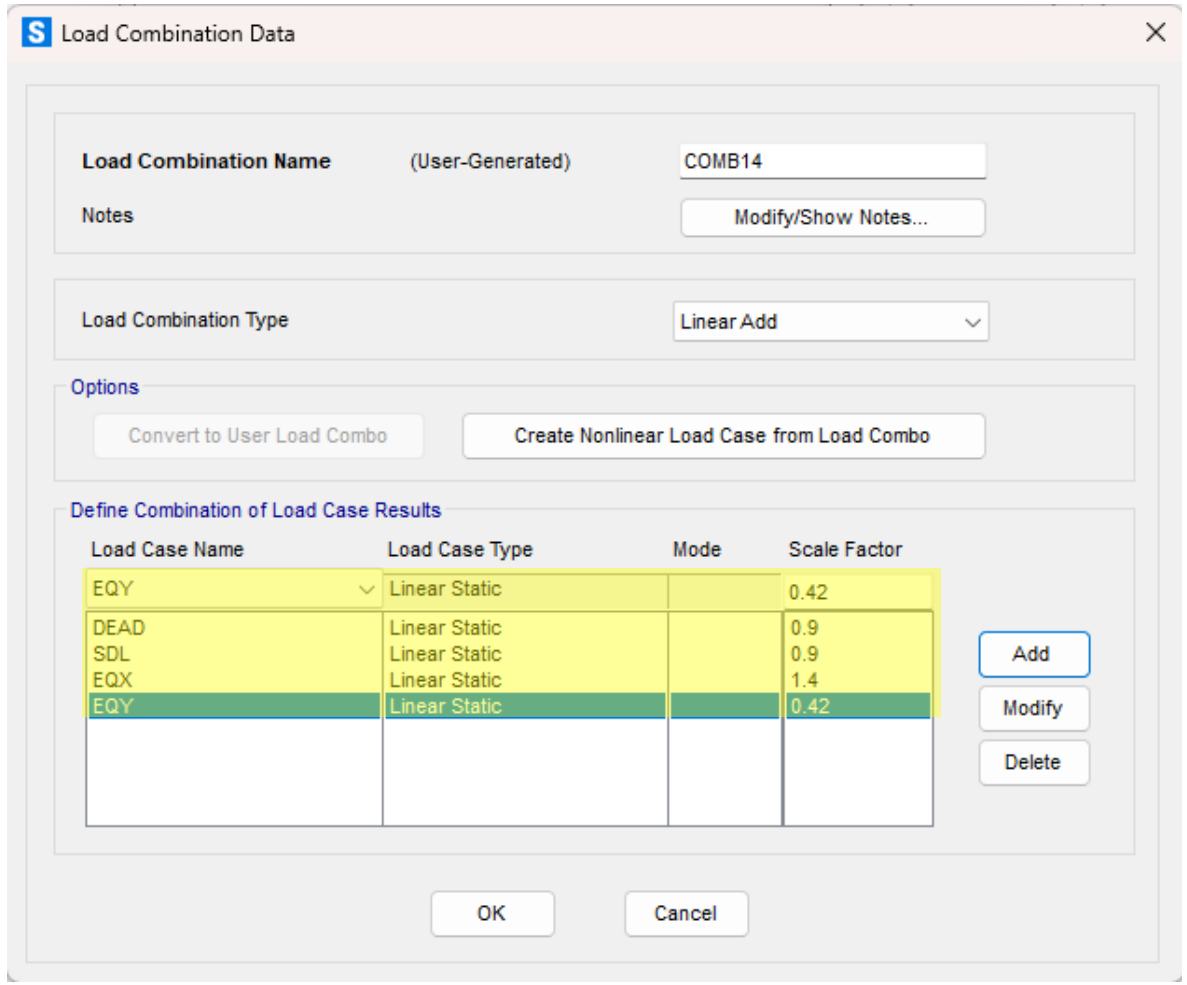
กรณีที่ 2b : U = 0.75[1.4(DL + SDL) + 1.7LL] + 0.42Ex - 1.4Ey

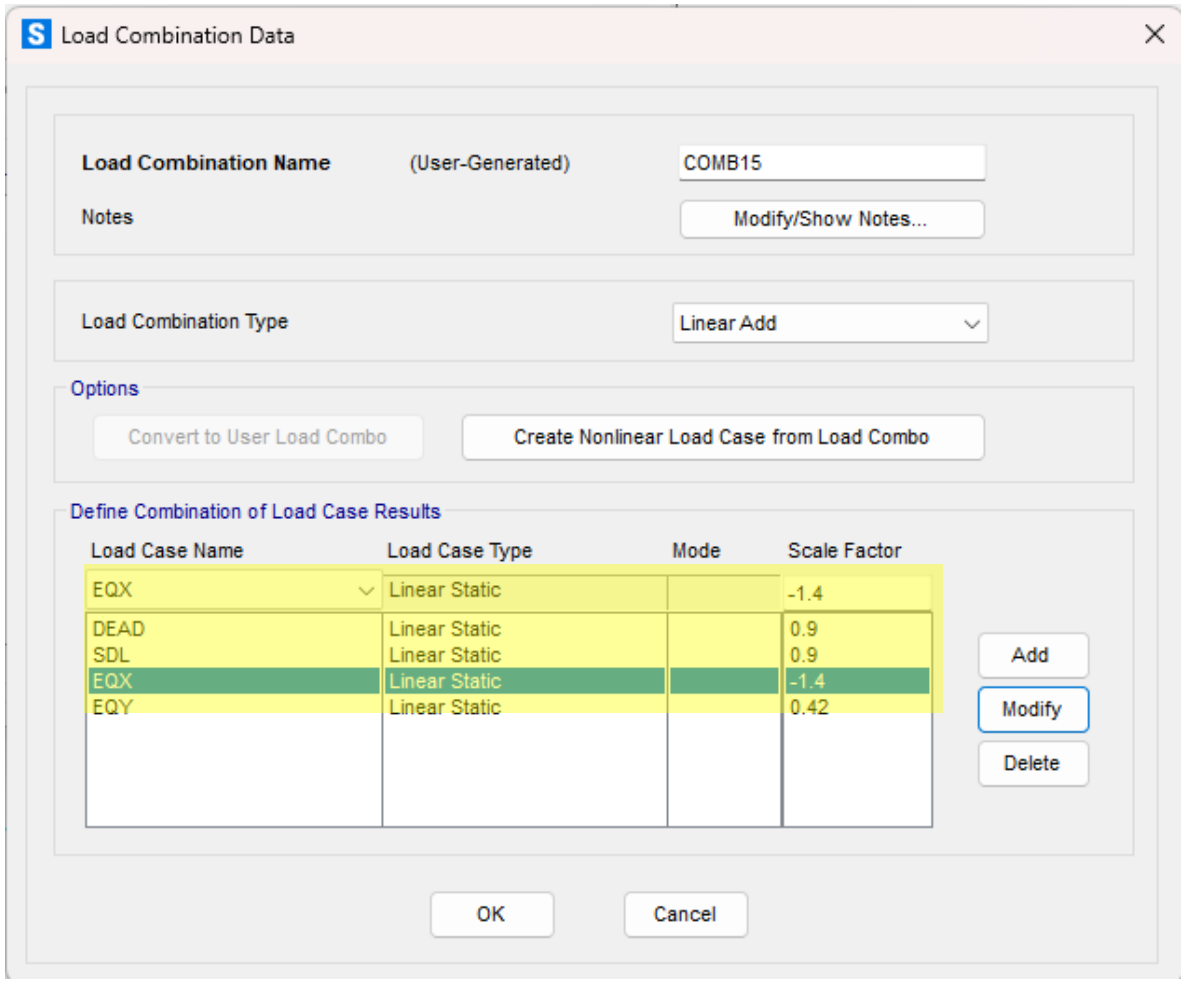
กรณีที่ 2b : U = 0.75[1.4(DL + SDL) + 1.7LL] - 0.42Ex - 1.4Ey

5. การกำหนด Load สร้าง Model และการใส่ Load กระทำต่ออาคาร

Load Combinations

กรณีการเพิ่มค่าแรงแผ่นดินไหวอีกร้อยละ 40 สำหรับการออกแบบด้านกำลัง เมื่อใช้โครงต้านแรงดัดความเหนียวปานกลาง ในพื้นที่ประเภทการออกแบบ ง





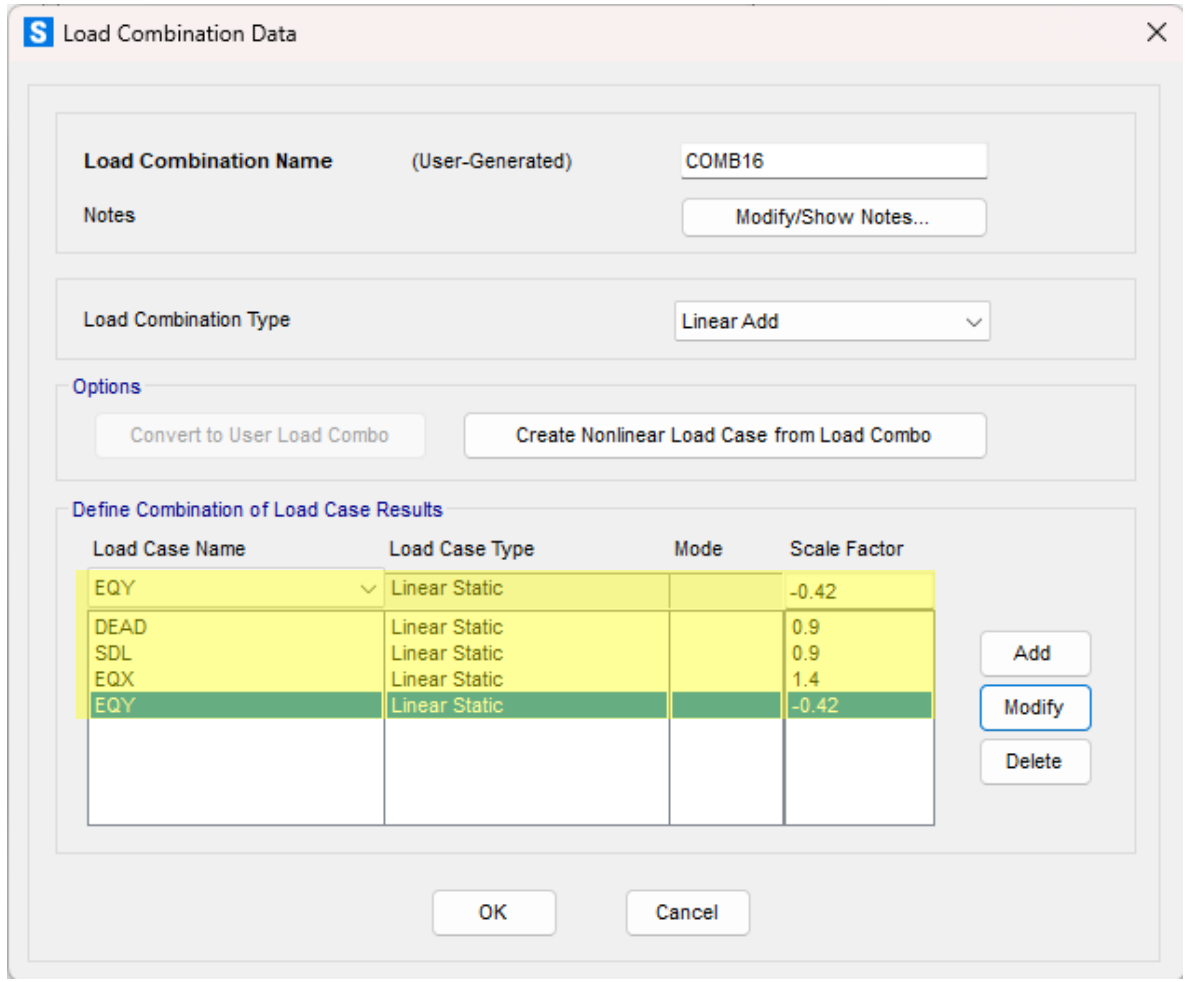
กรณีที่ 3a : U = 0.9(DL + SDL) + 1.4Ex + 0.42Ey

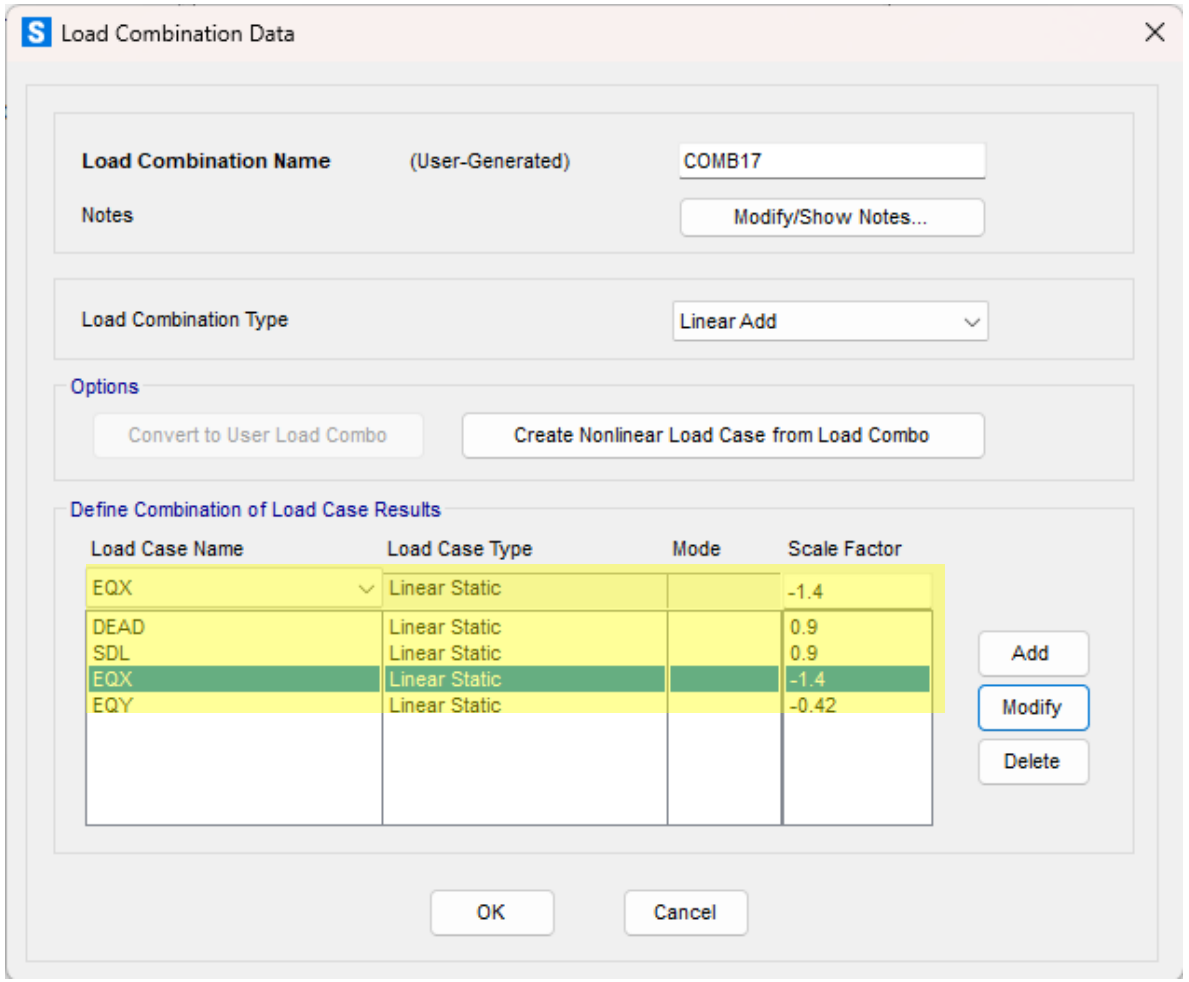
กรณีที่ 3a : U = 0.9(DL + SDL) - 1.4Ex + 0.42Ey

5. การกำหนด Load สร้าง Model และการใส่ Load กระทำต่ออาคาร

Load Combinations

กรณีการเพิ่มค่าแรงแผ่นดินไหวอีกร้อยละ 40 สำหรับการออกแบบด้านกำลัง เมื่อใช้โครงต้านแรงดัดความเหนียวปานกลาง ในพื้นที่ประเภทการออกแบบ ง





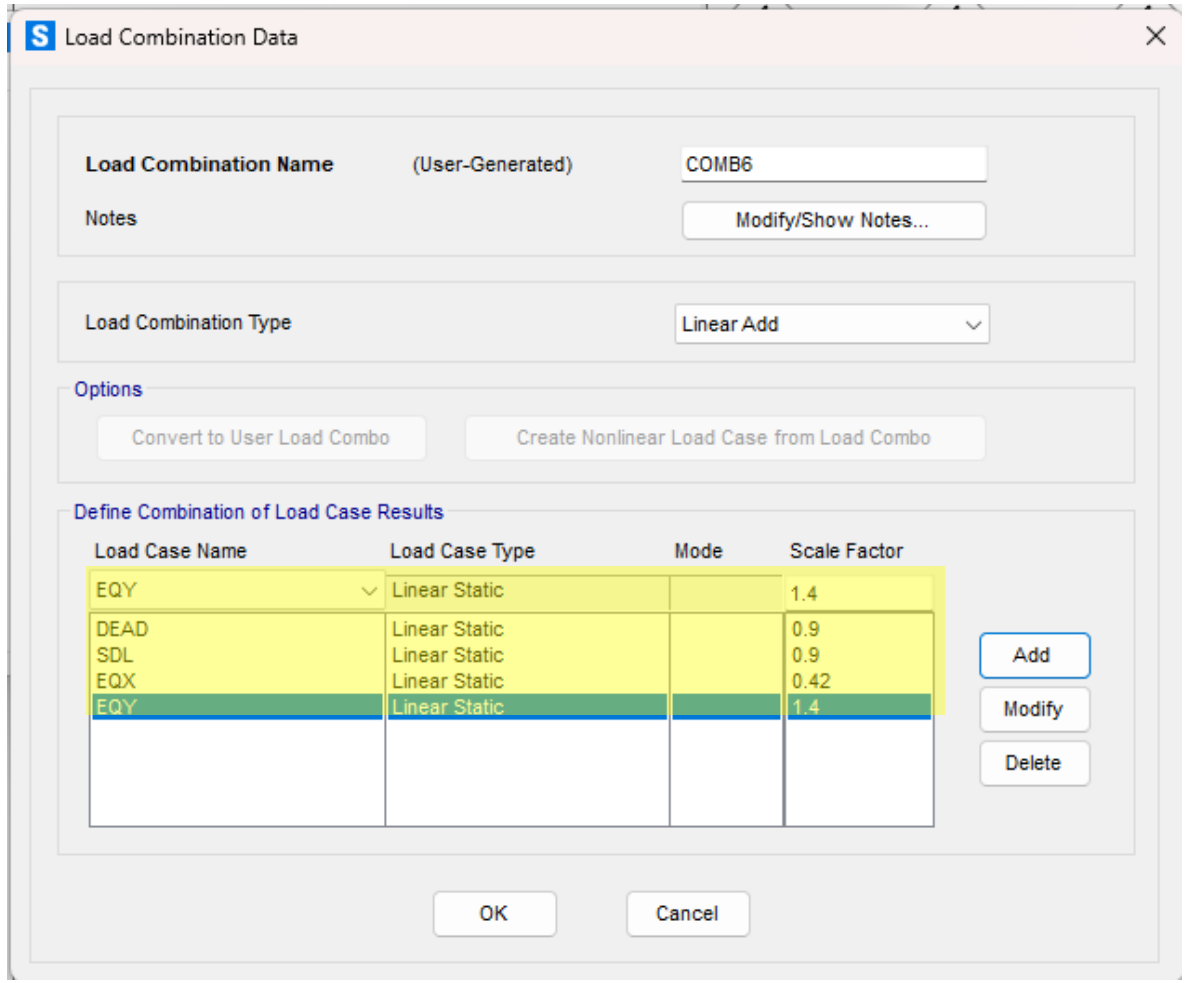
กรณีที่ 3a : U = 0.9(DL + SDL) + 1.4Ex - 0.42Ey

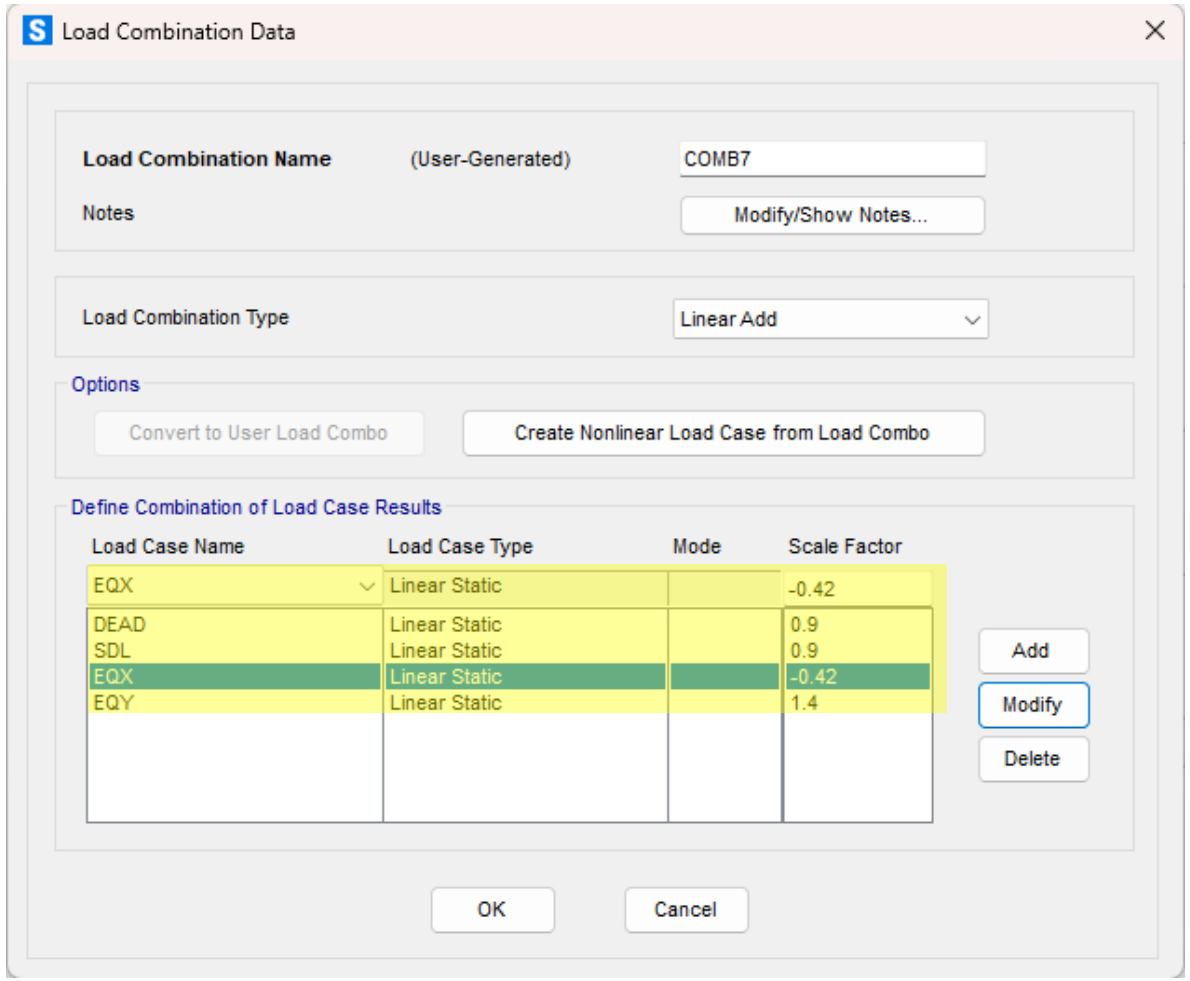
กรณีที่ 3a : U = 0.9(DL + SDL) - 1.4Ex - 0.42Ey

5. การกำหนด Load สร้าง Model และการใส่ Load กระทำต่ออาคาร

Load Combinations

กรณีการเพิ่มค่าแรงแผ่นดินไหวอีกร้อยละ 40 สำหรับการออกแบบด้านกำลัง เมื่อใช้โครงต้านแรงดัดความเหนียวปานกลาง ในพื้นที่ประเภทการออกแบบ ง





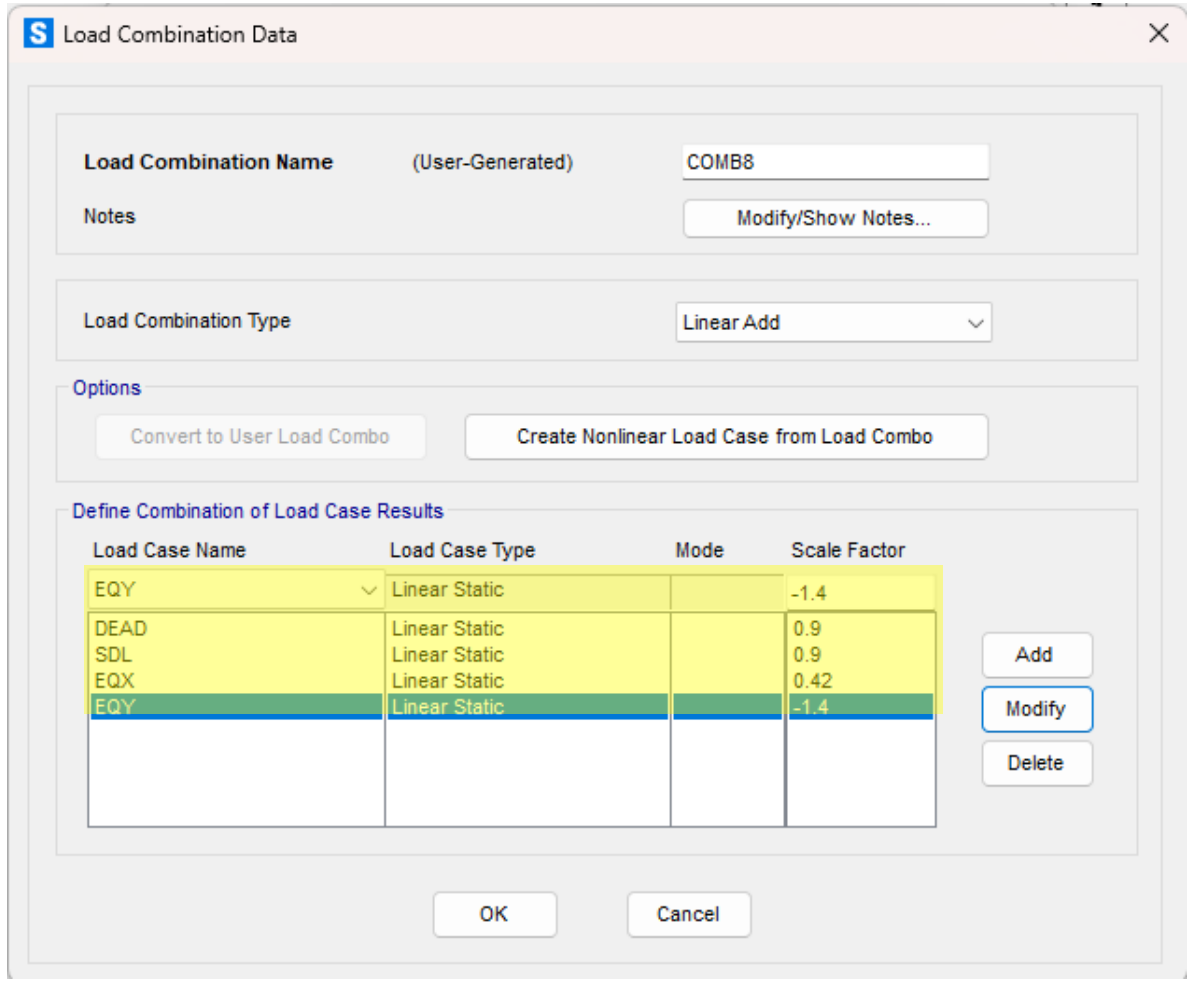
กรณีที่ 3b : U = 0.9(DL + SDL) + 0.42Ex + 1.4Ey

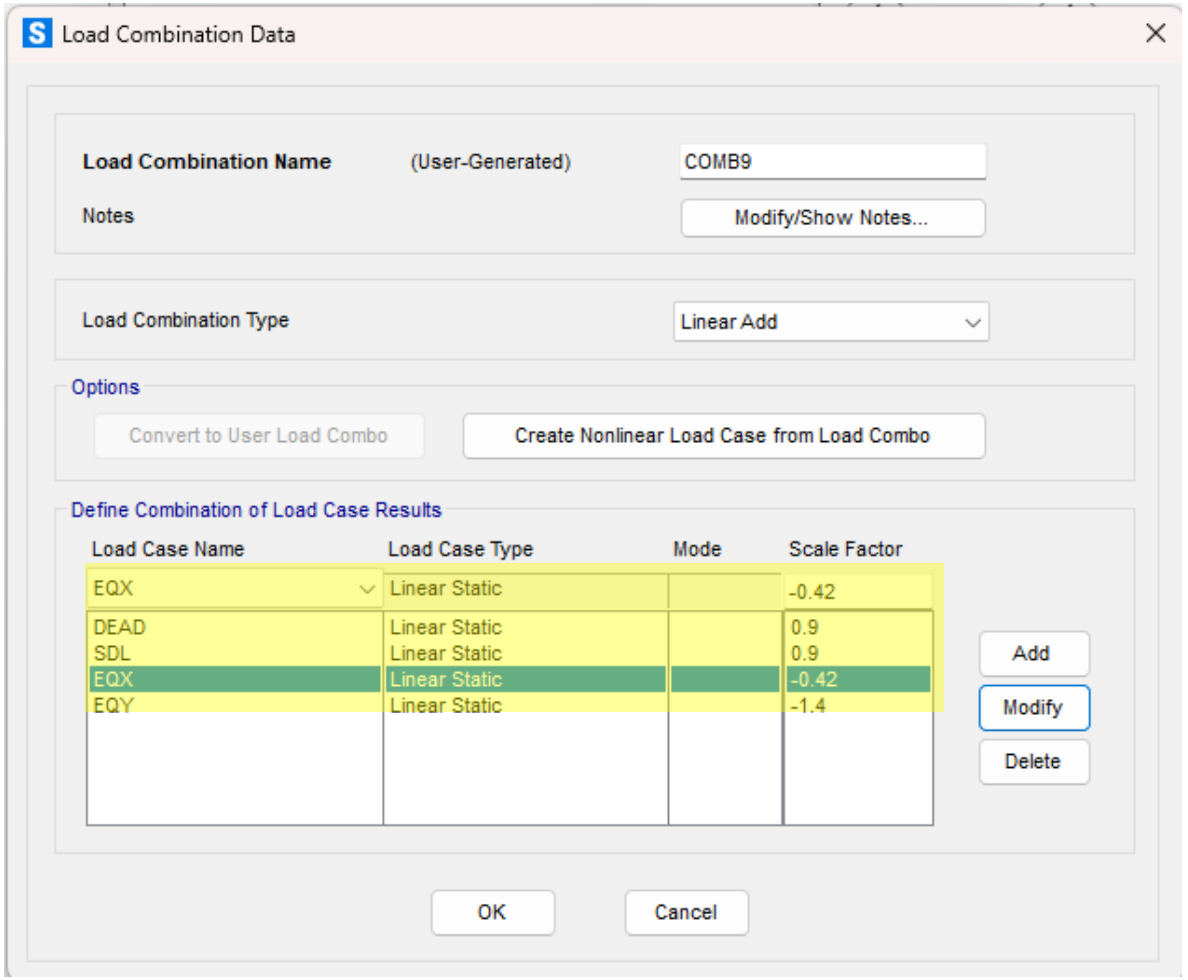
กรณีที่ 3b : U = 0.9(DL + SDL) - 0.42Ex + 1.4Ey

5. การกำหนด Load สร้าง Model และการใส่ Load กระทำต่ออาคาร

Load Combinations

กรณีการเพิ่มค่าแรงแผ่นดินไหวอีกร้อยละ 40 สำหรับการออกแบบด้านกำลัง เมื่อใช้โครงต้านแรงดัดความเหนียวปานกลาง ในพื้นที่ประเภทการออกแบบ ง



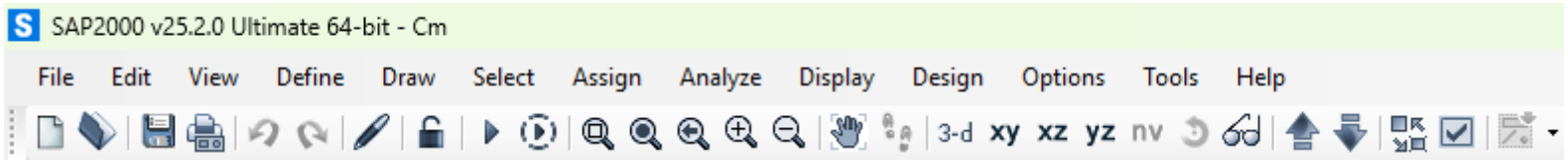


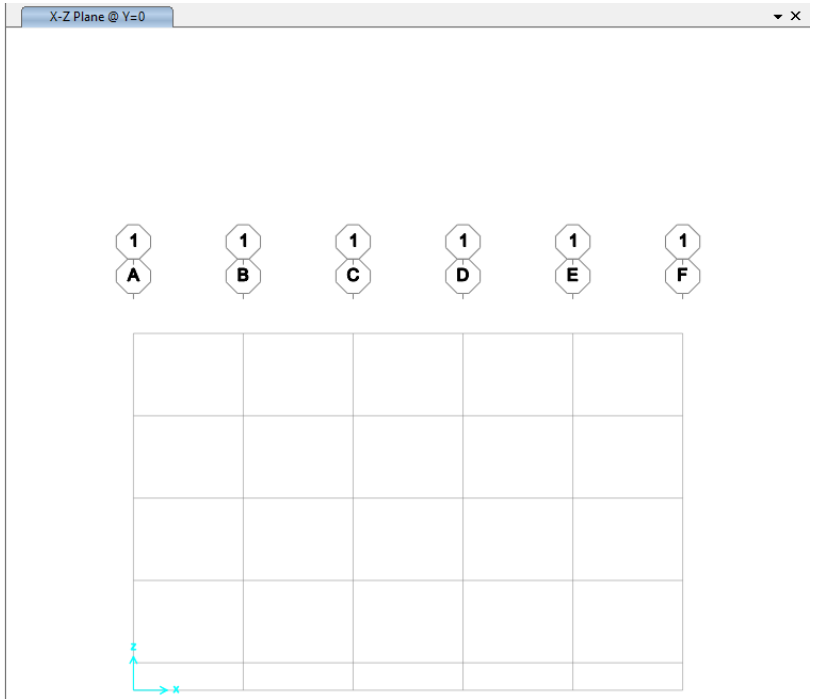
กรณีที่ 3b : U = 0.9(DL + SDL) + 0.42Ex - 1.4Ey

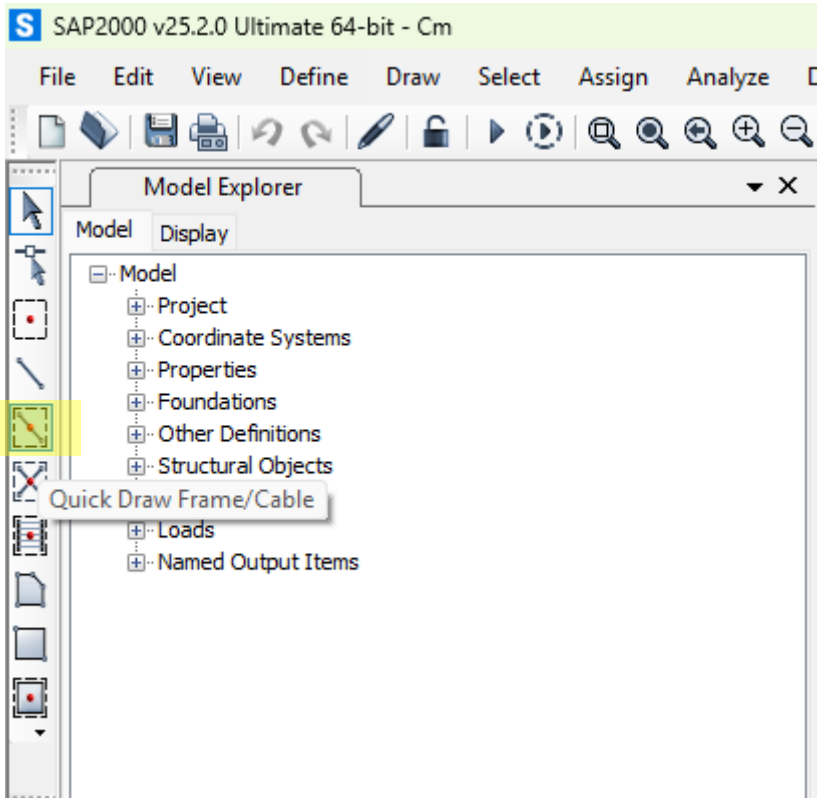
กรณีที่ 3b : U = 0.9(DL + SDL) - 0.42Ex - 1.4Ey

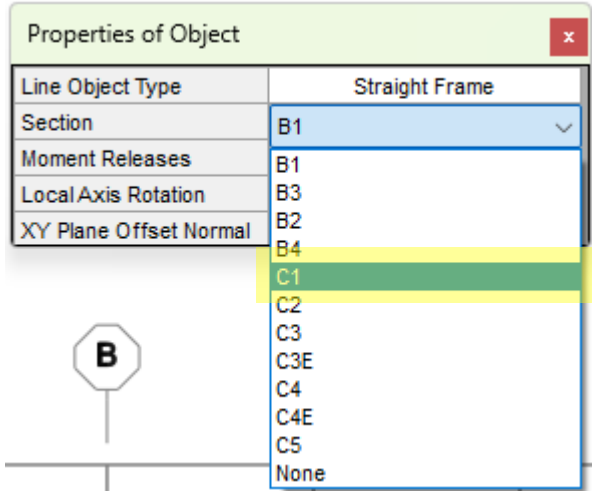
5. การกำหนด Load สร้าง Model และการใส่ Load กระทำต่ออาคาร

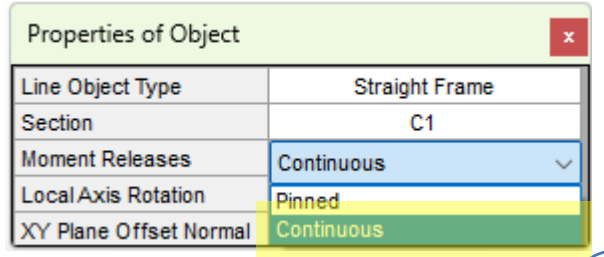
การเขียน Model เสา







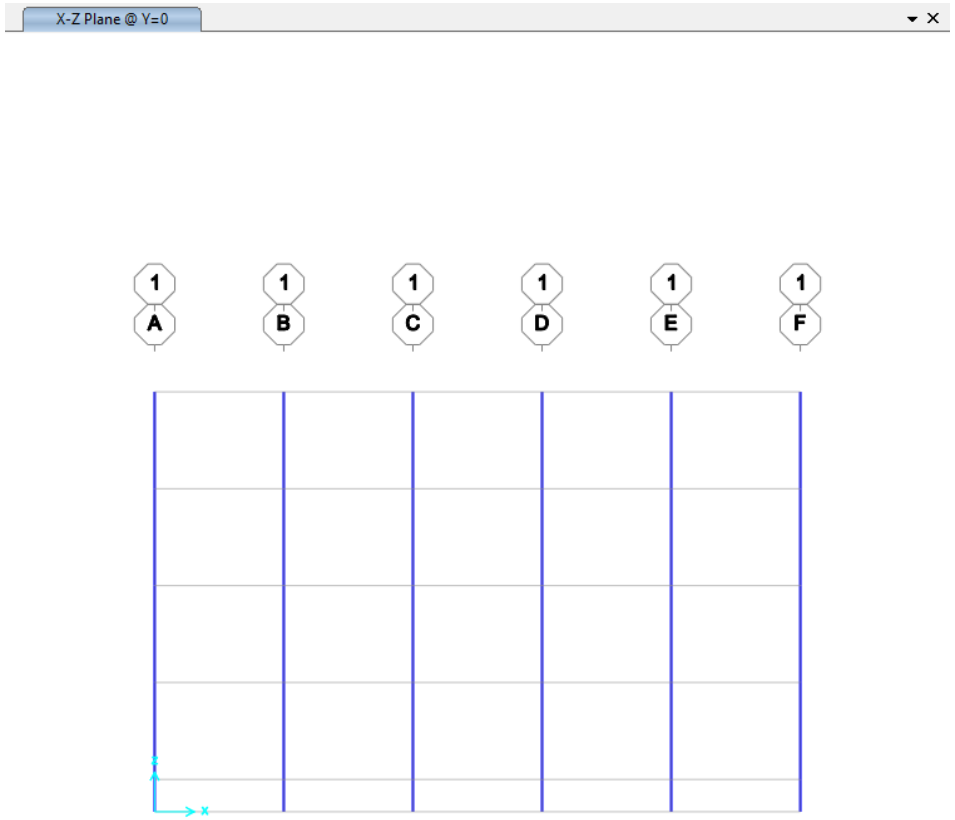




5. การกำหนด Load สร้าง Model และการใส่ Load กระทำต่ออาคาร

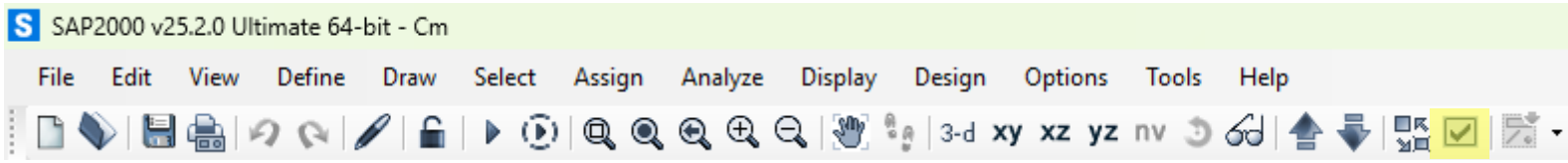
การเขียน Model เสา

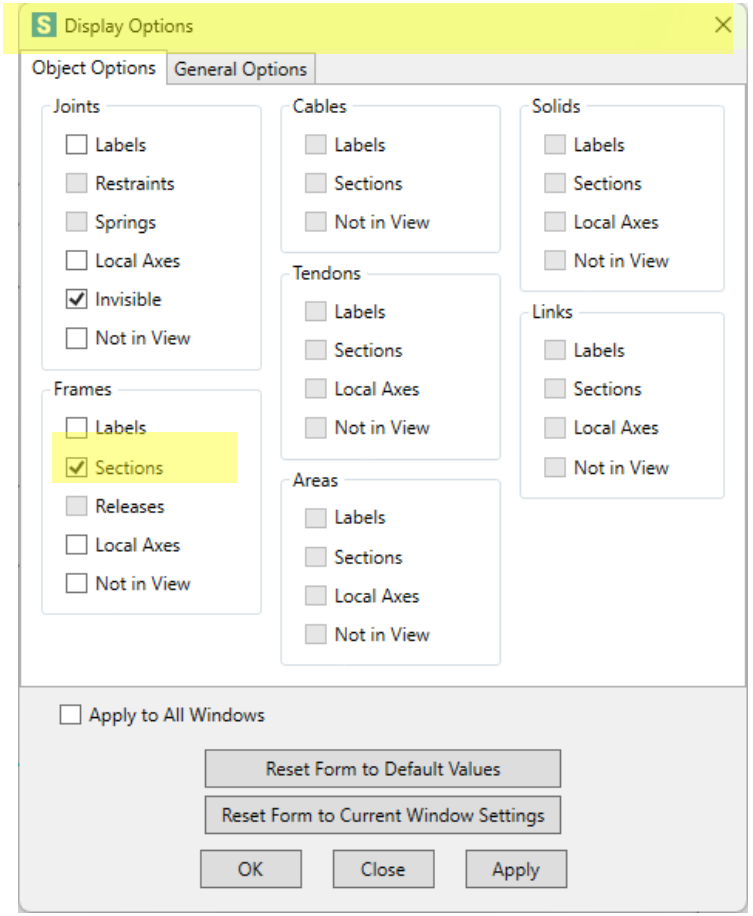


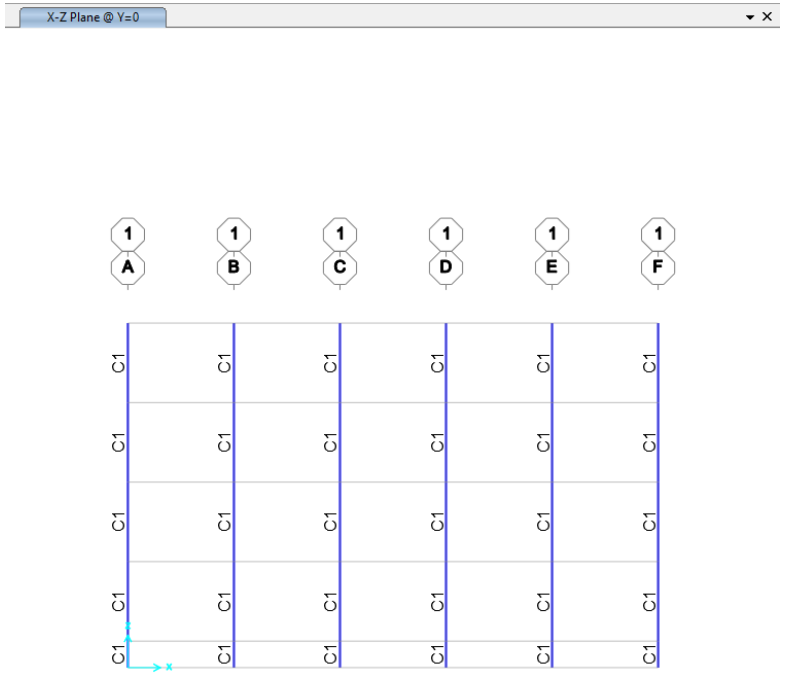


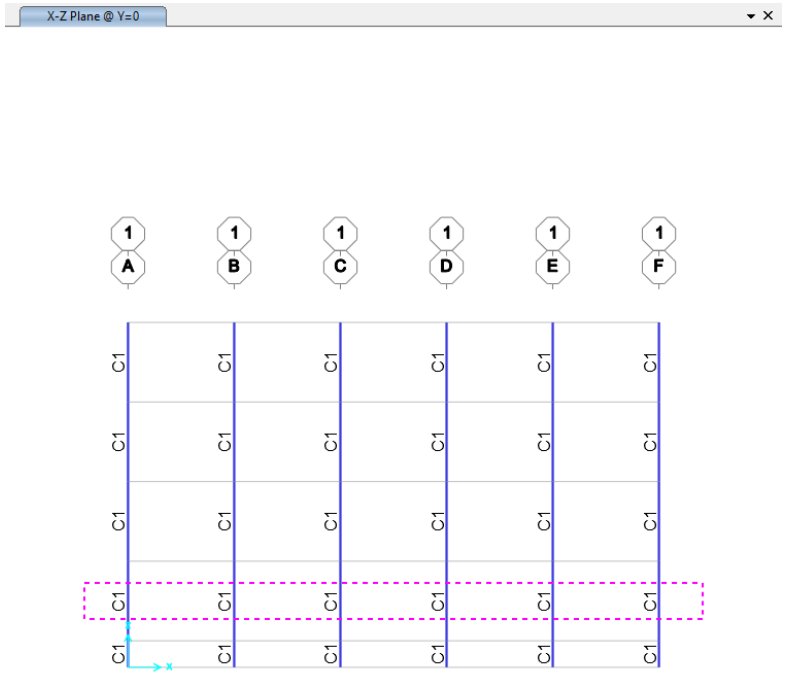
5. การกำหนด Load สร้าง Model และการใส่ Load กระทำต่ออาคาร

การเขียน Model เสา



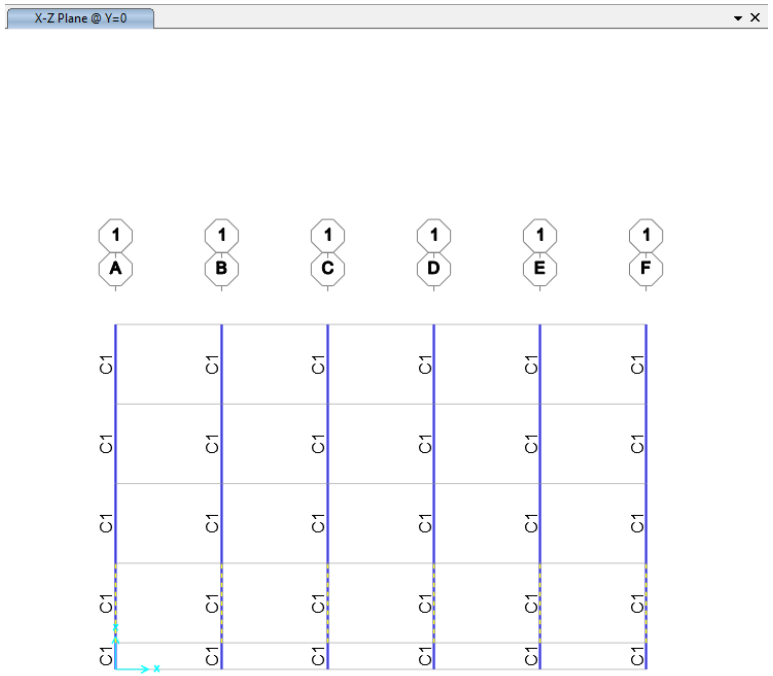


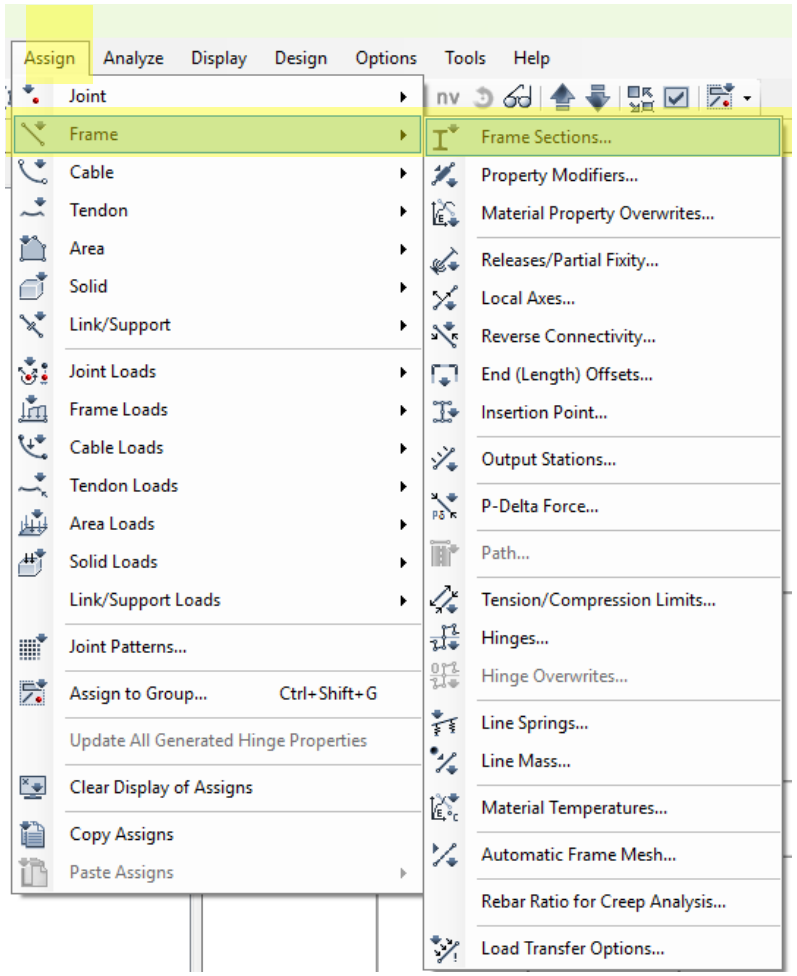


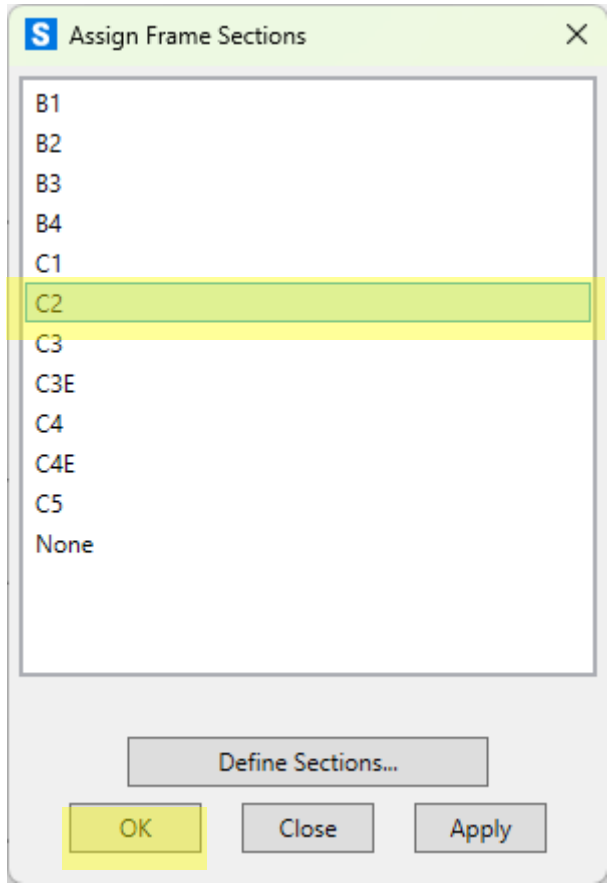


5. การกำหนด Load สร้าง Model และการใส่ Load กระทำต่ออาคาร

การเขียน Model เสา

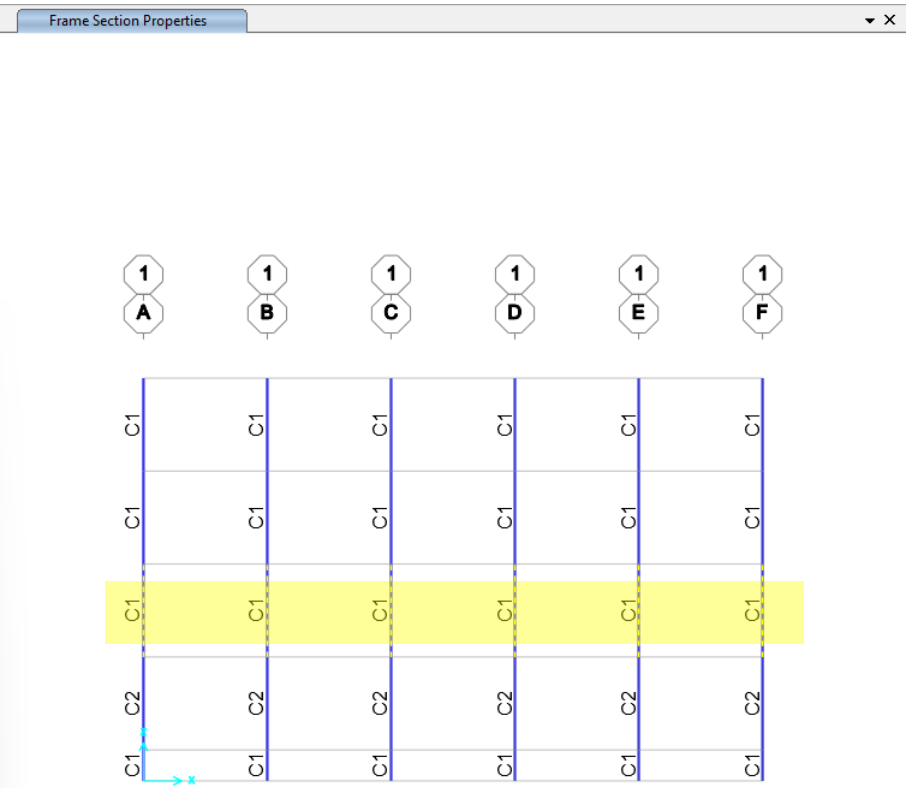


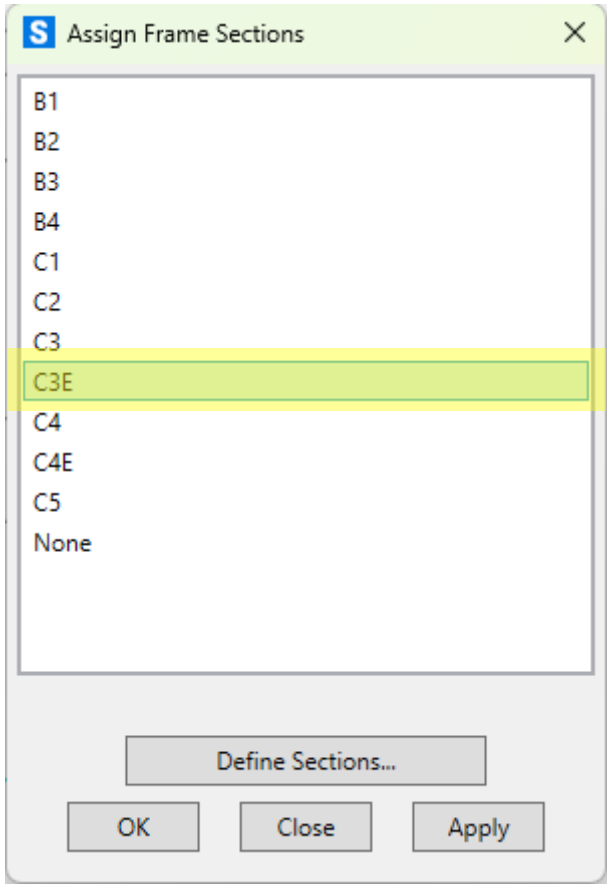


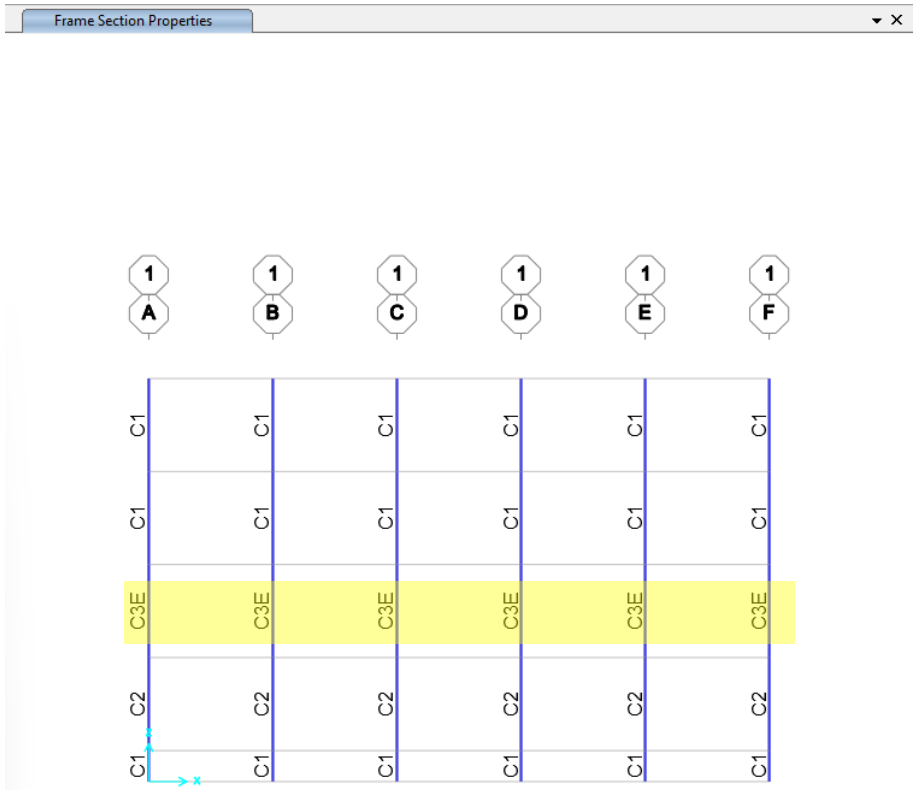


5. การกำหนด Load สร้าง Model และการใส่ Load กระทำต่ออาคาร

การเขียน Model เสา

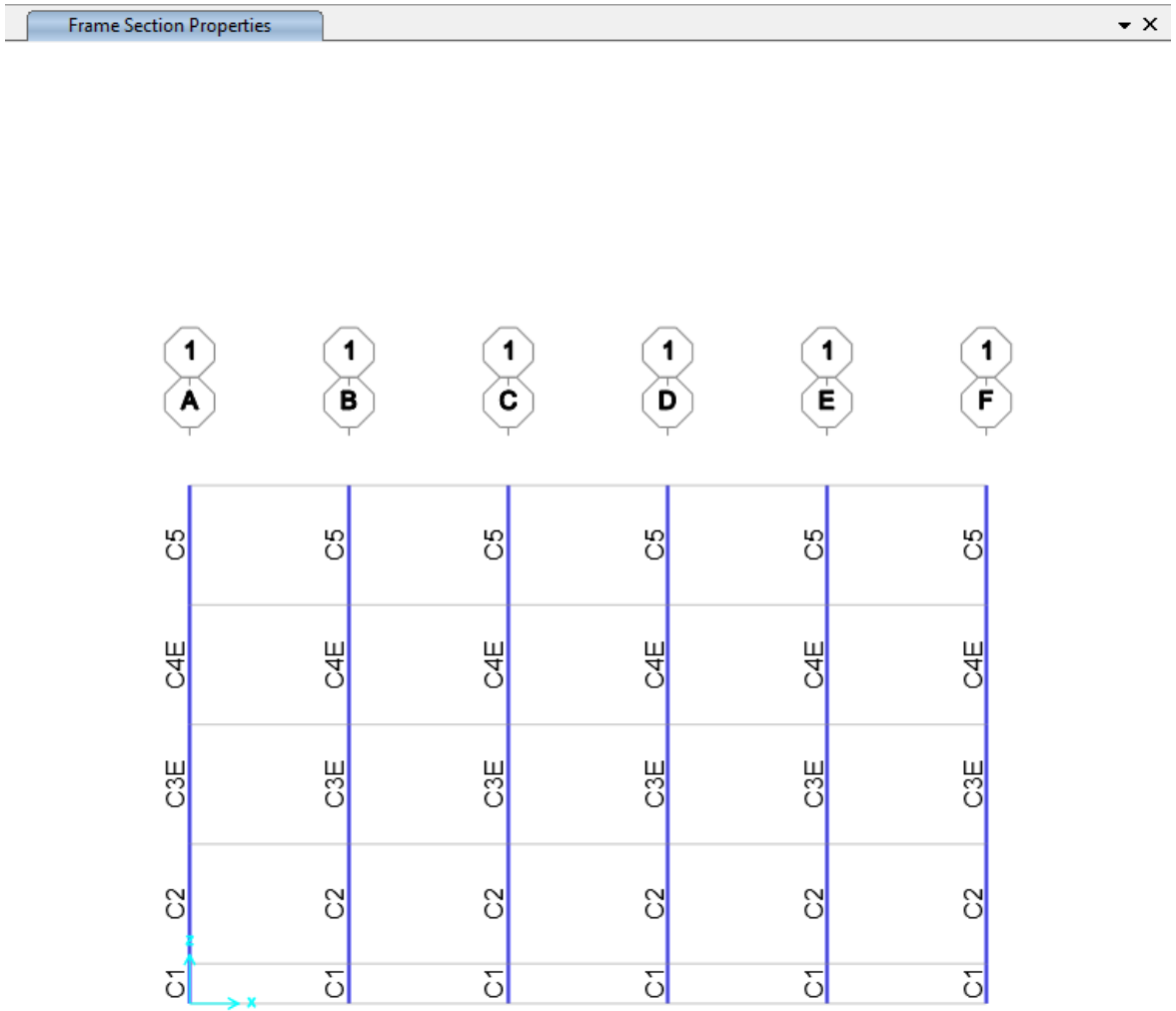


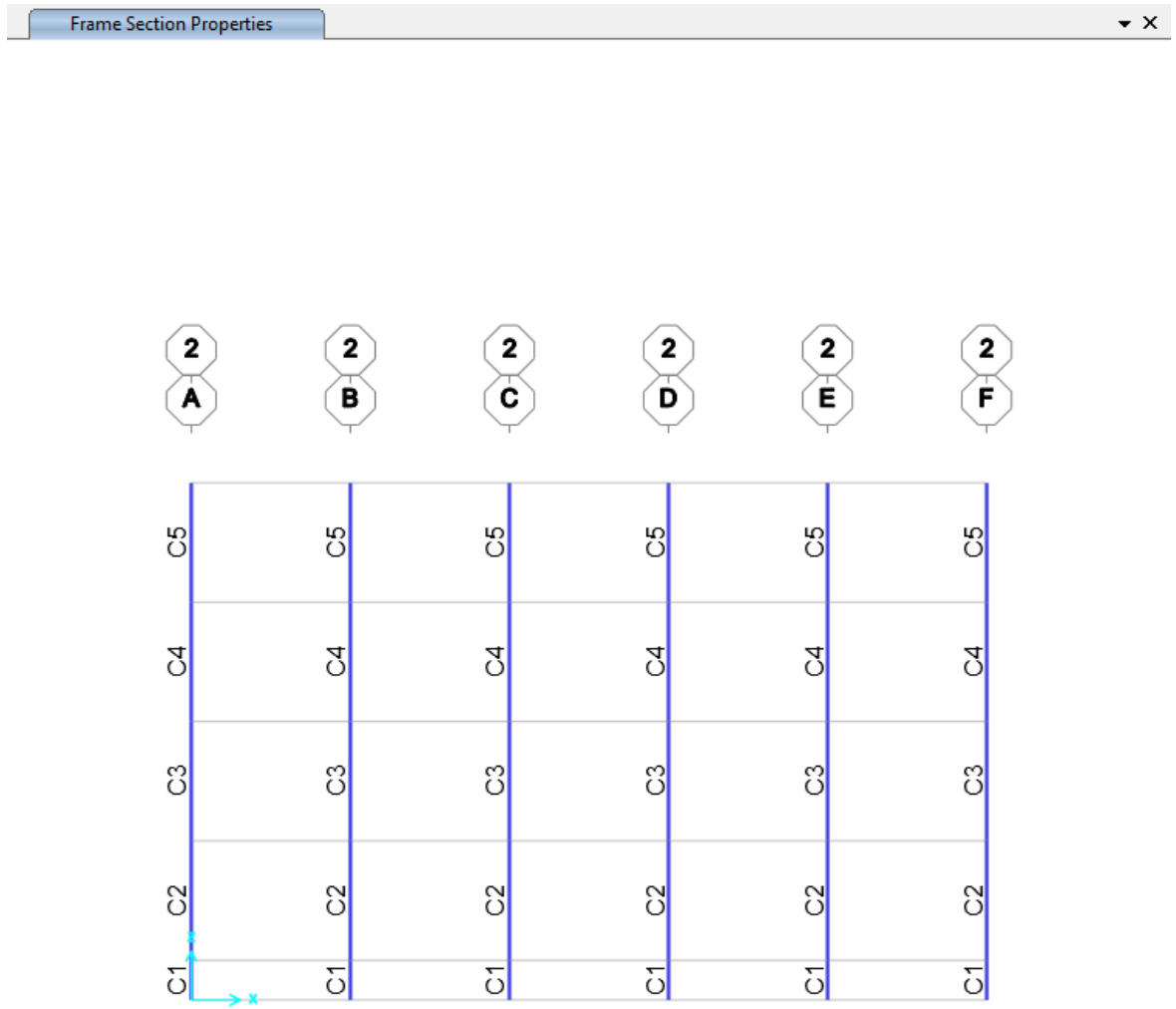




5. การกำหนด Load สร้าง Model และการใส่ Load กระทำต่ออาคาร

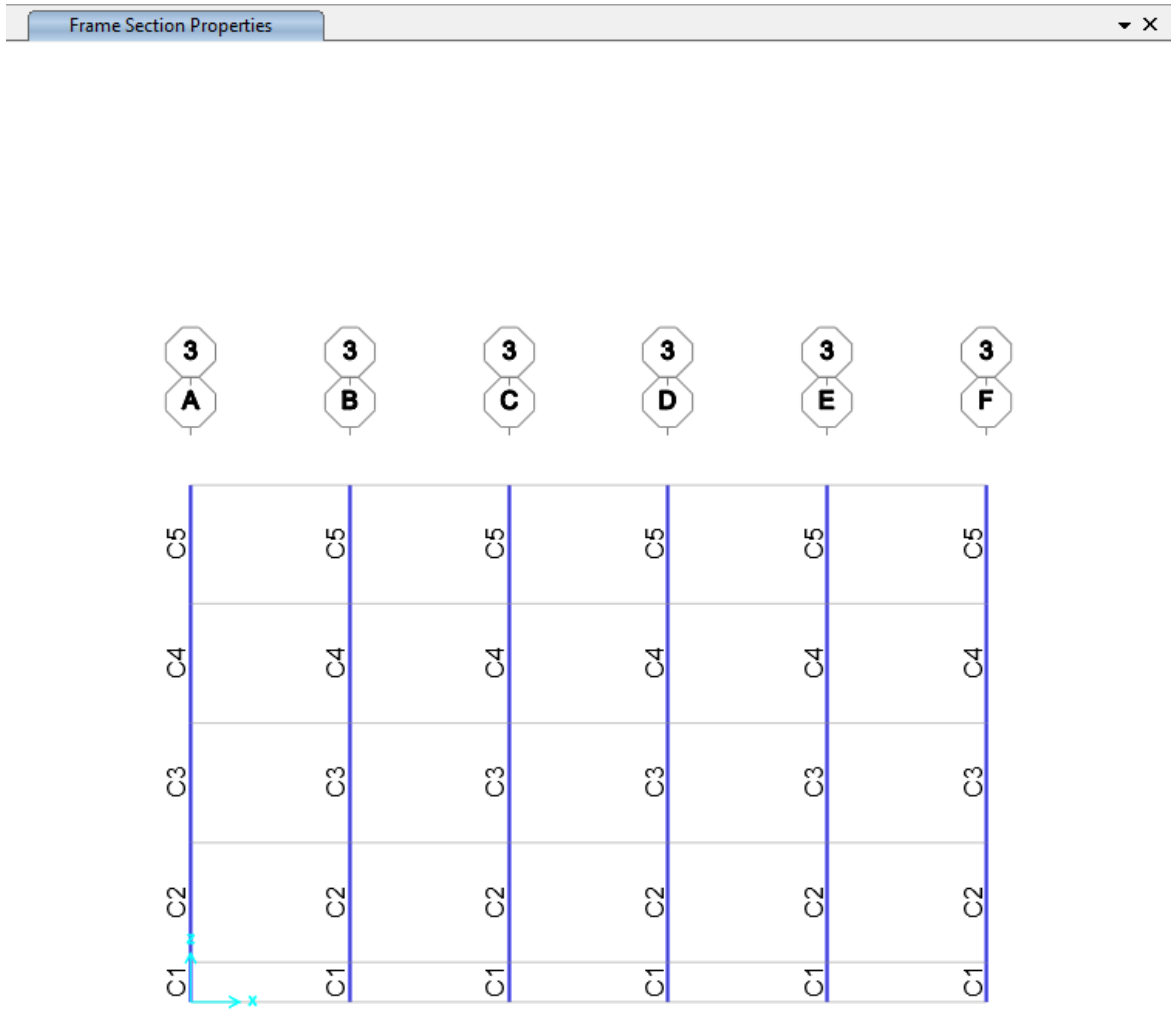
การเขียน Model เสา

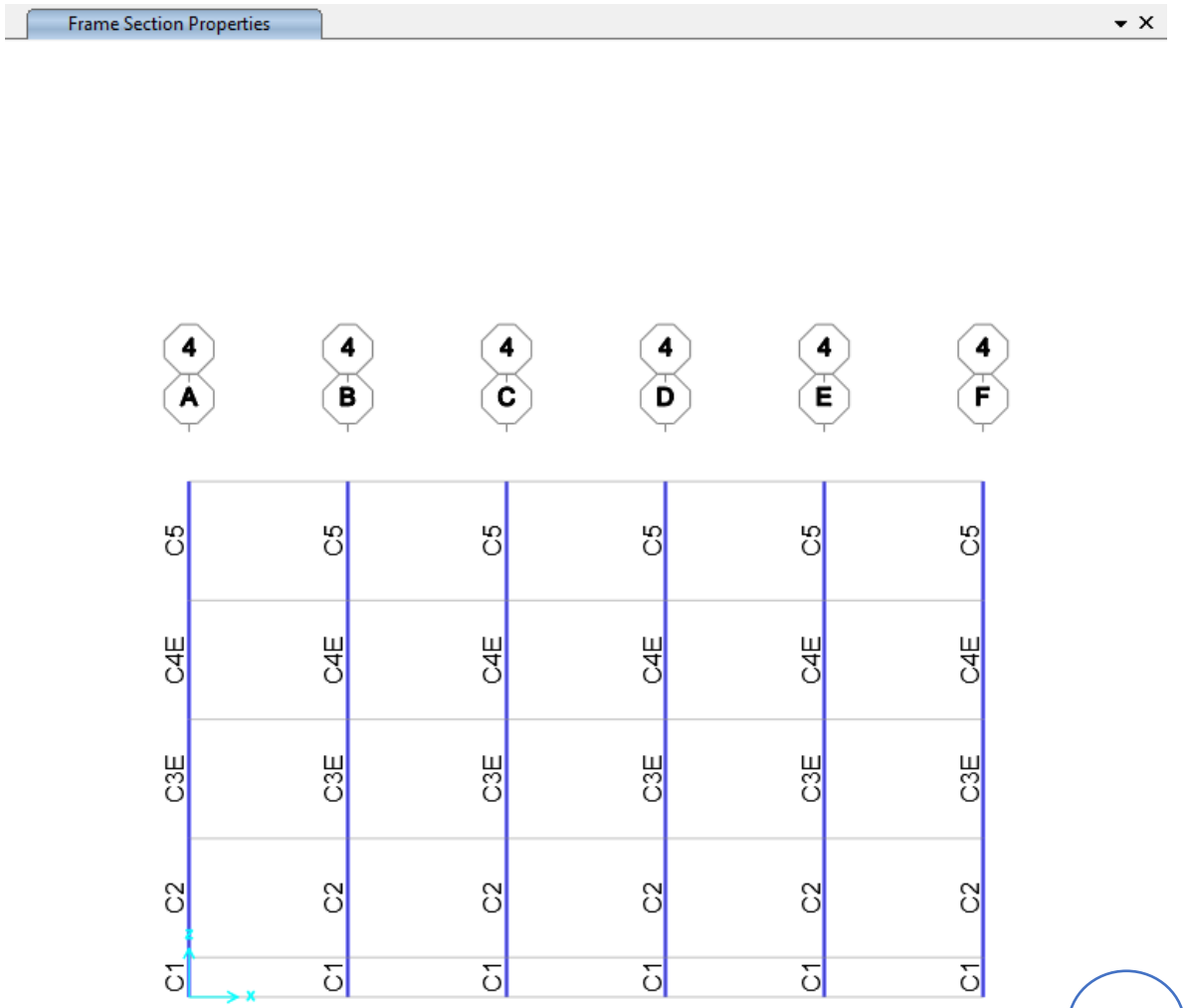




5. การกำหนด Load สร้าง Model และการใส่ Load กระทำต่ออาคาร

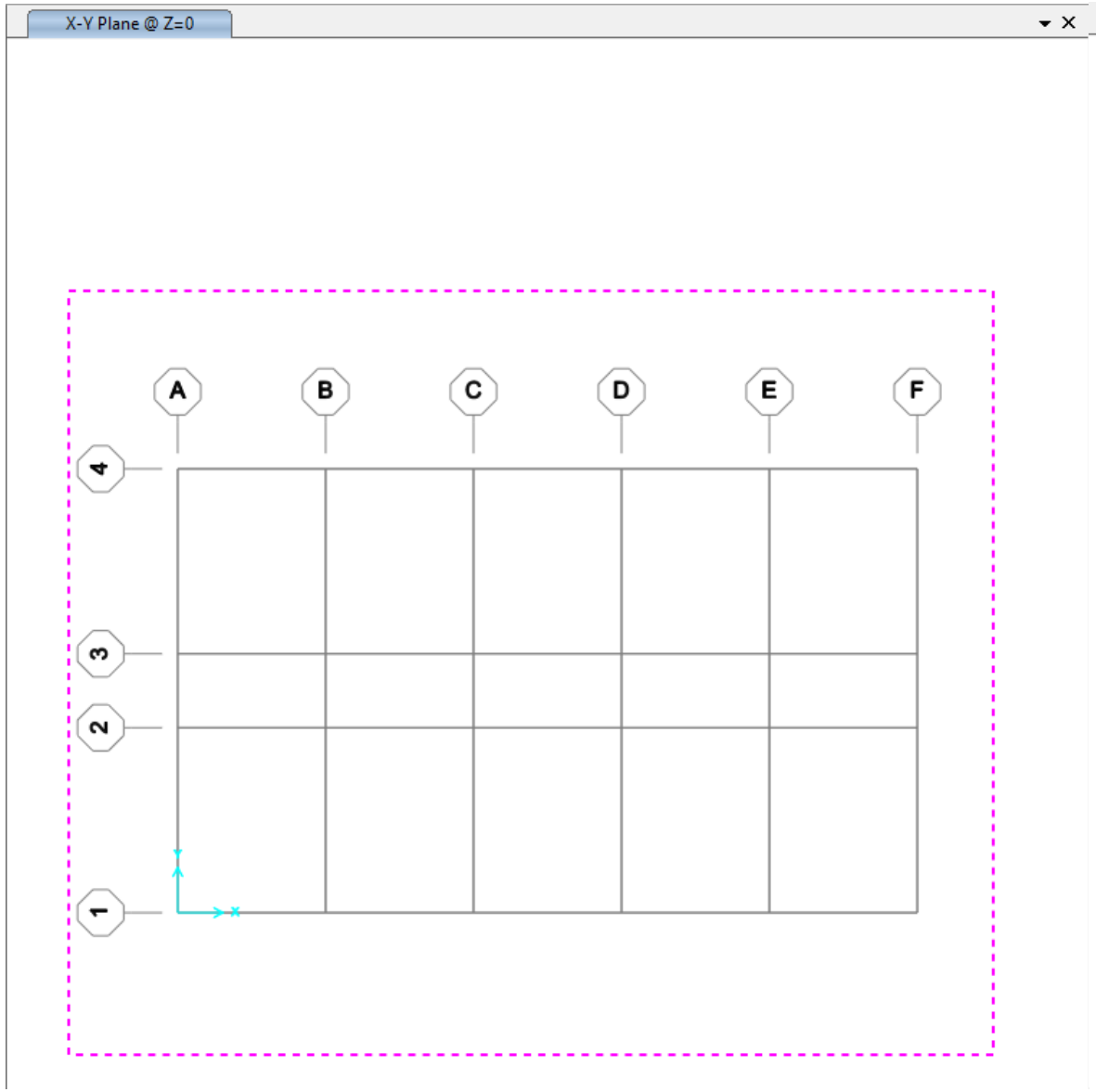
การเขียน Model เสา

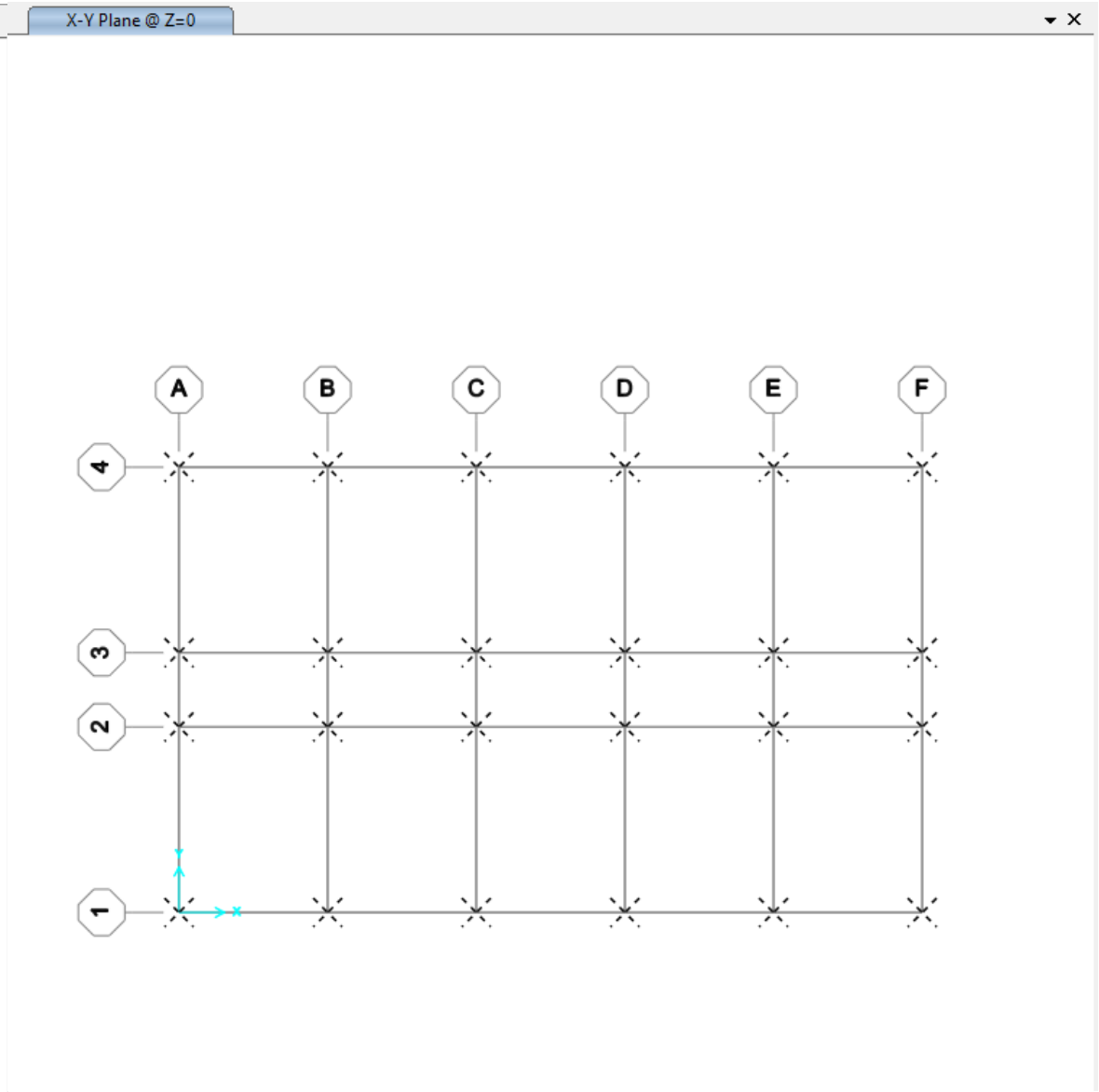




5. การกำหนด Load สร้าง Model และการใส่ Load กระทำต่ออาคาร

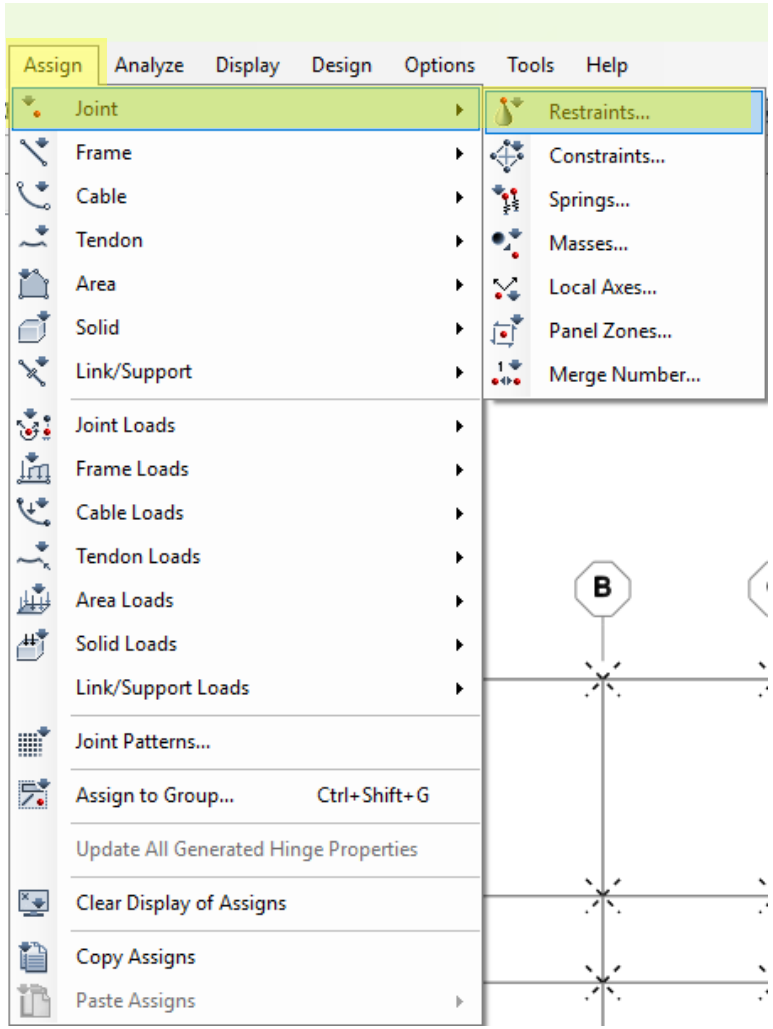
การกำหนด Support

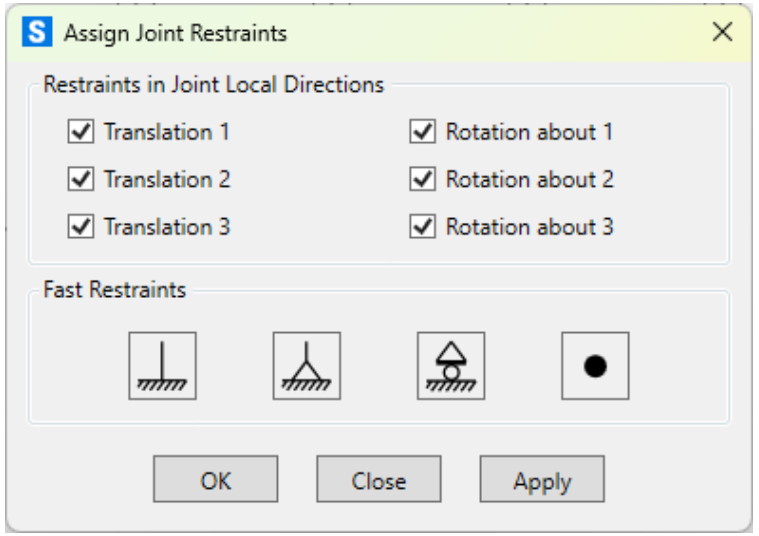


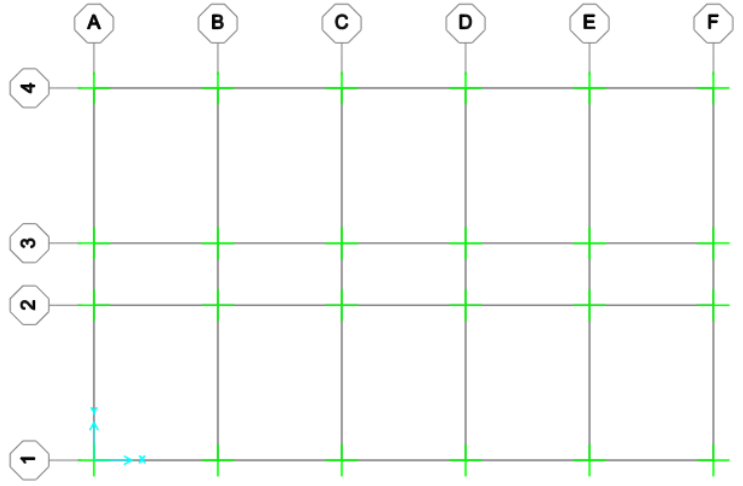


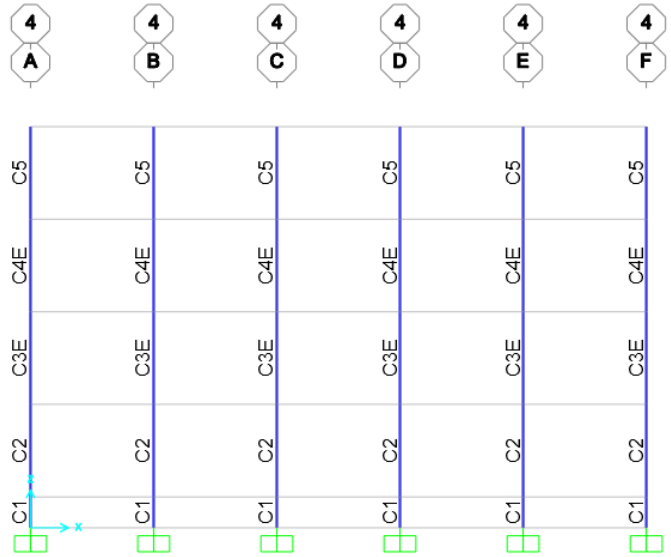
5. การกำหนด Load สร้าง Model และการใส่ Load กระทำต่ออาคาร

การกำหนด Support



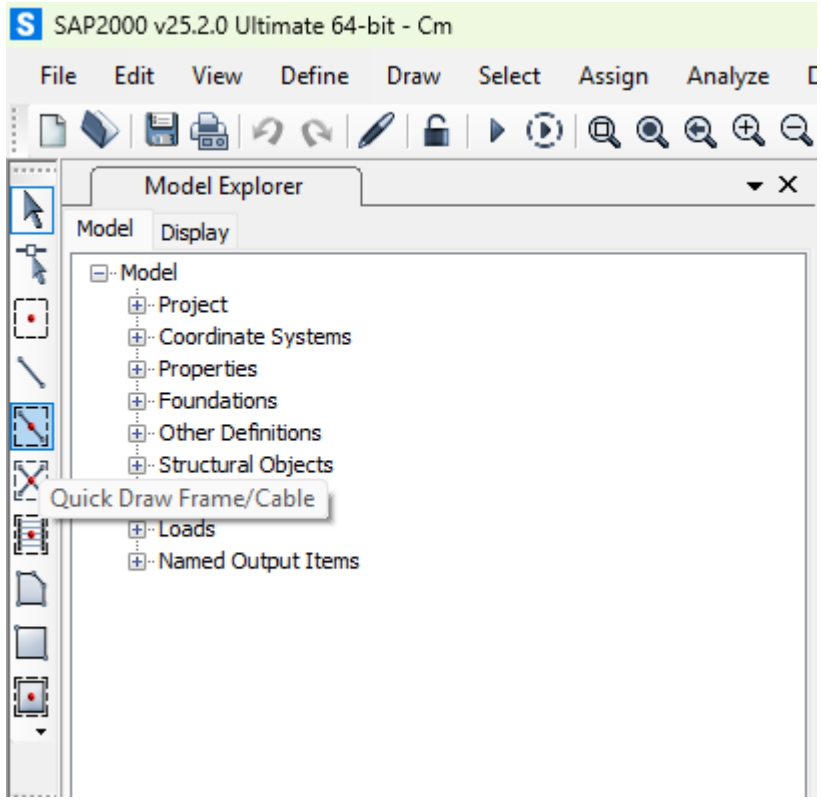


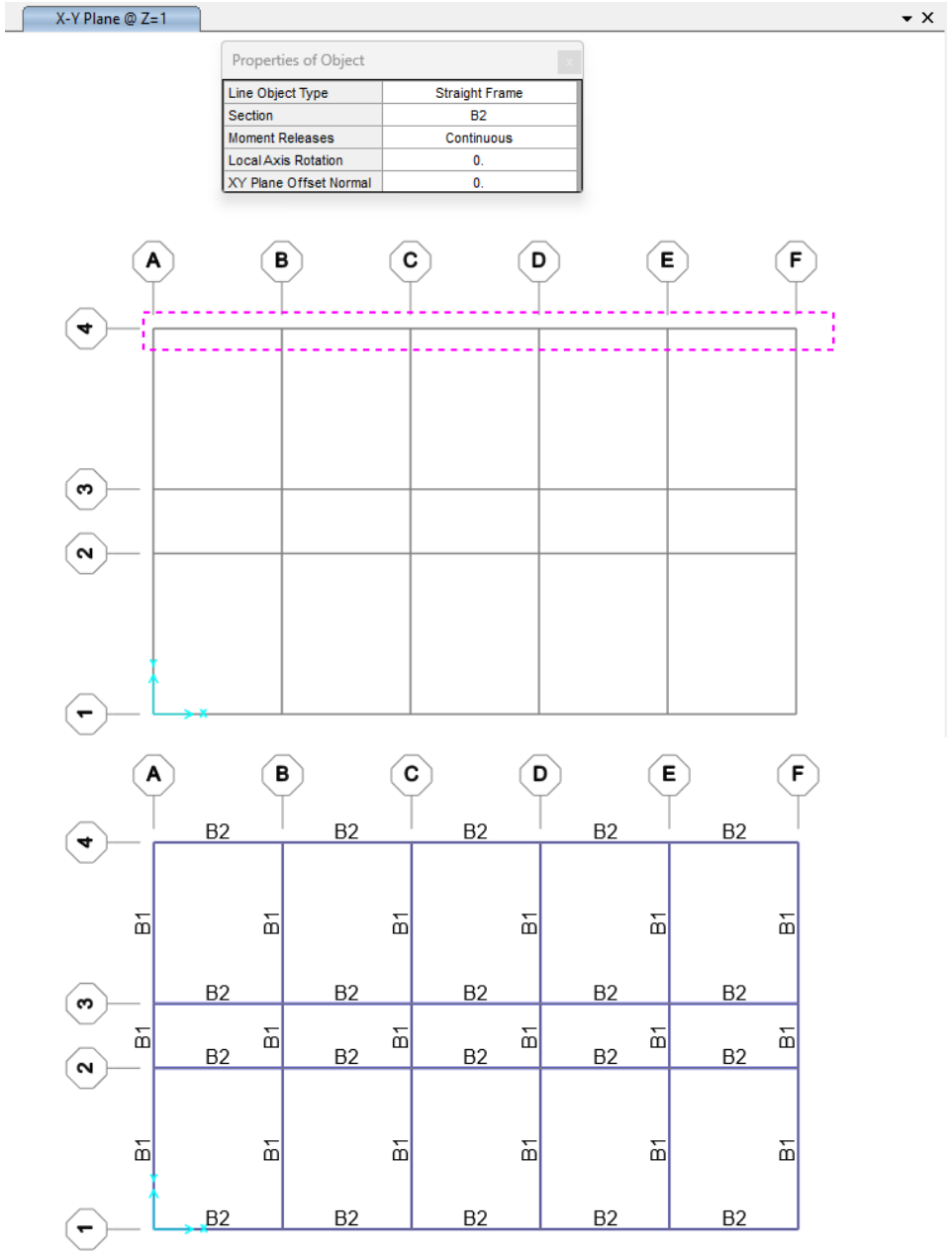




5. การกำหนด Load สร้าง Model และการใส่ Load กระทำต่ออาคาร

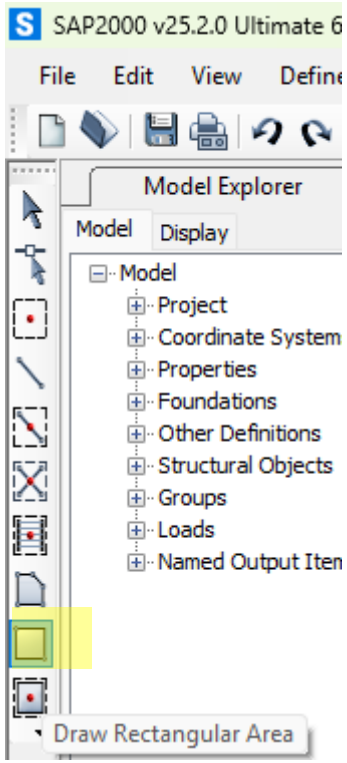
การเขียน Model คาน

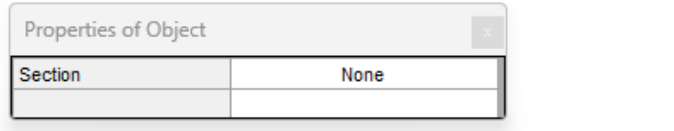


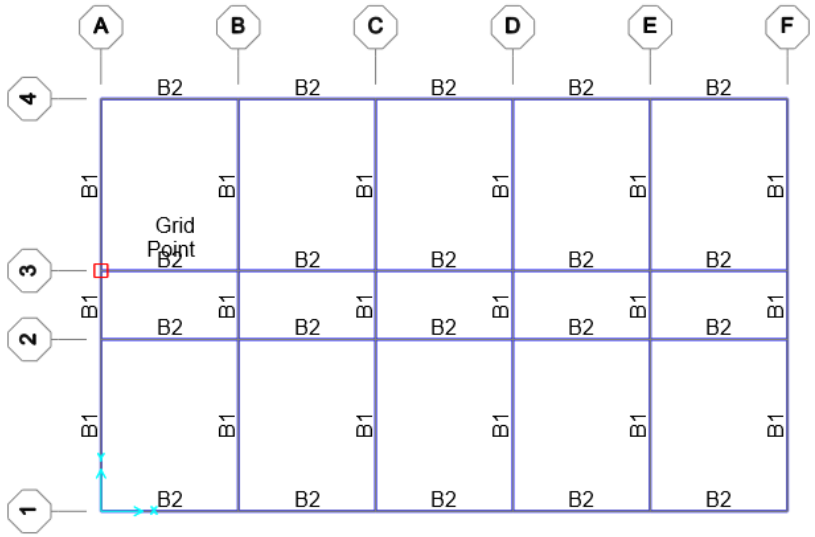


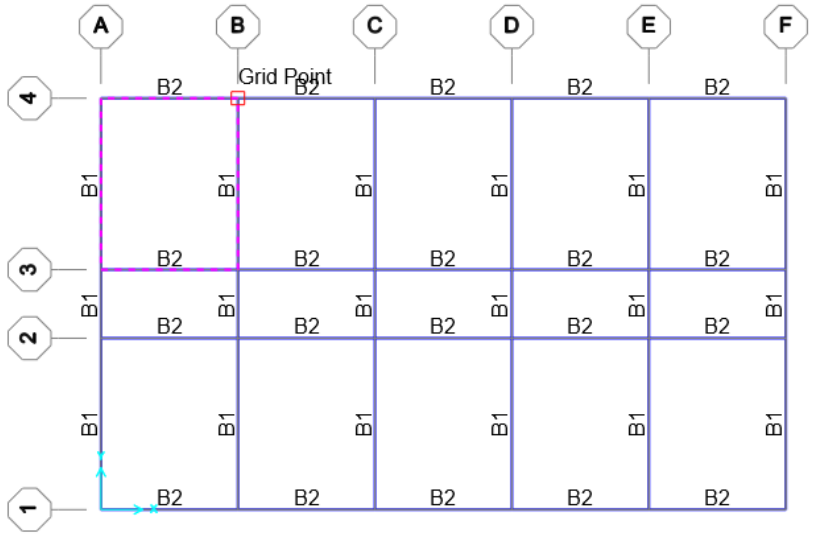
5. การกำหนด Load สร้าง Model และการใส่ Load กระทำต่ออาคาร

➢ การวาดพื้น

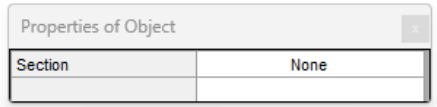


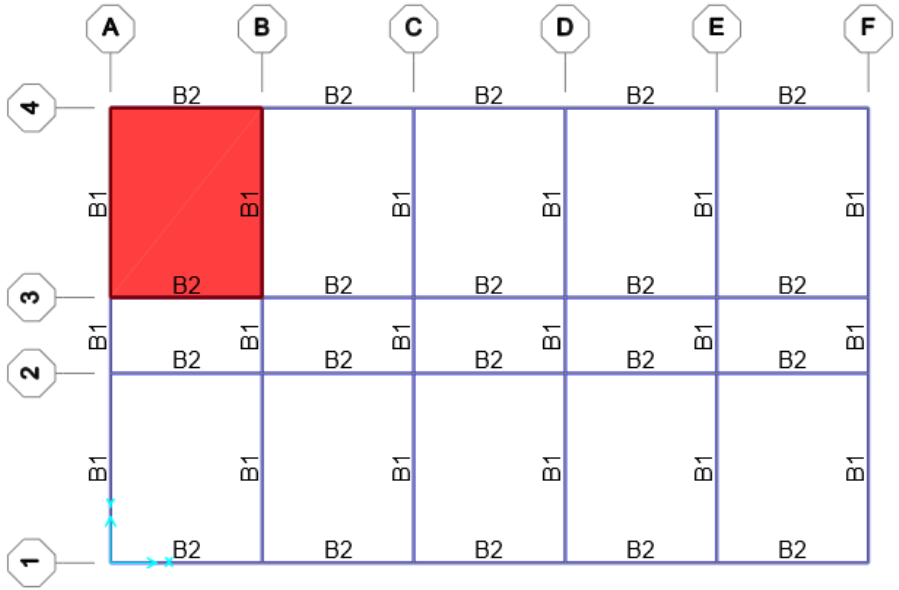






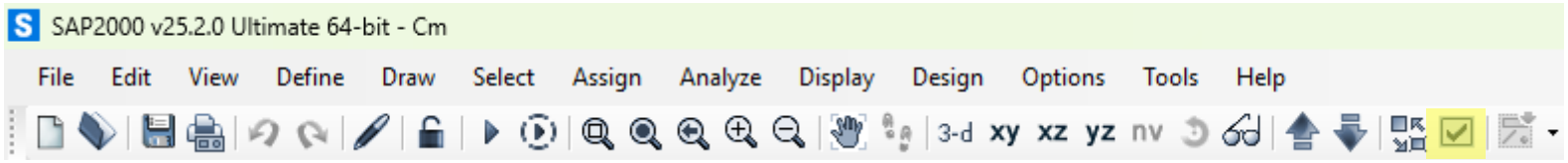


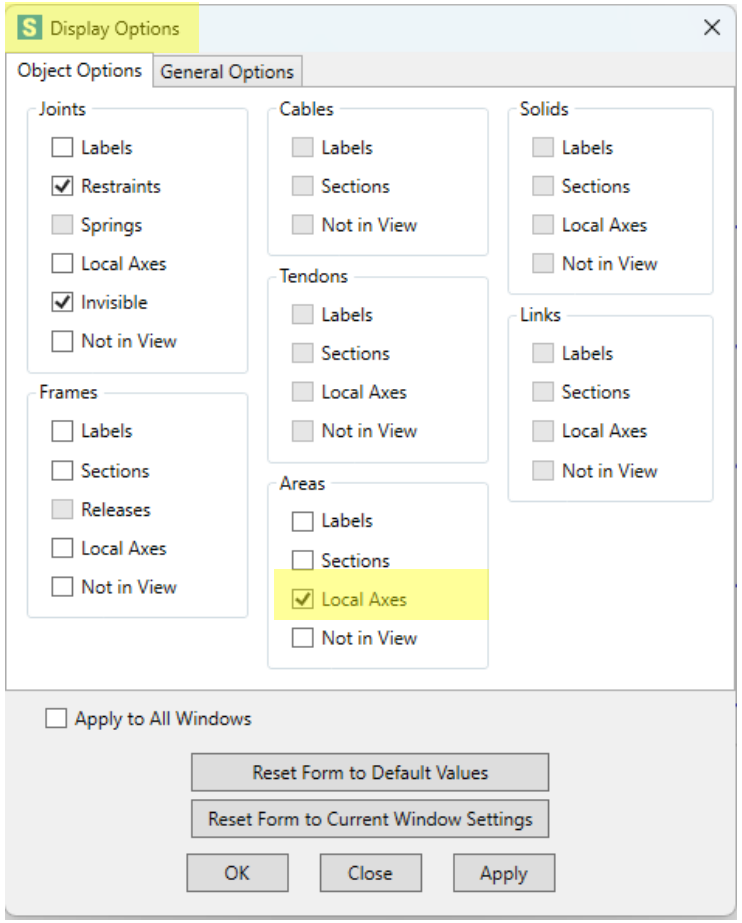


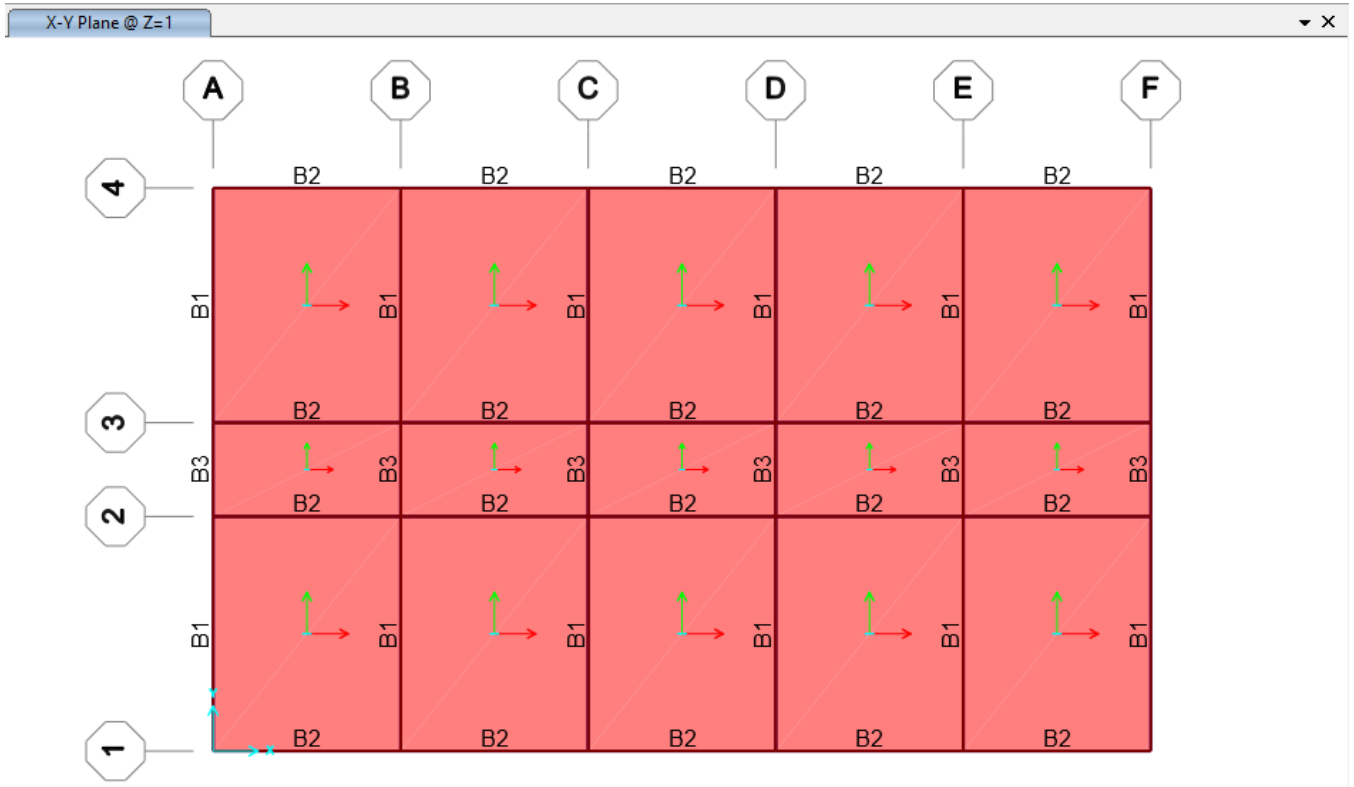


5. การกำหนด Load สร้าง Model และการใส่ Load กระทำต่ออาคาร

➢ การวาดพื้น

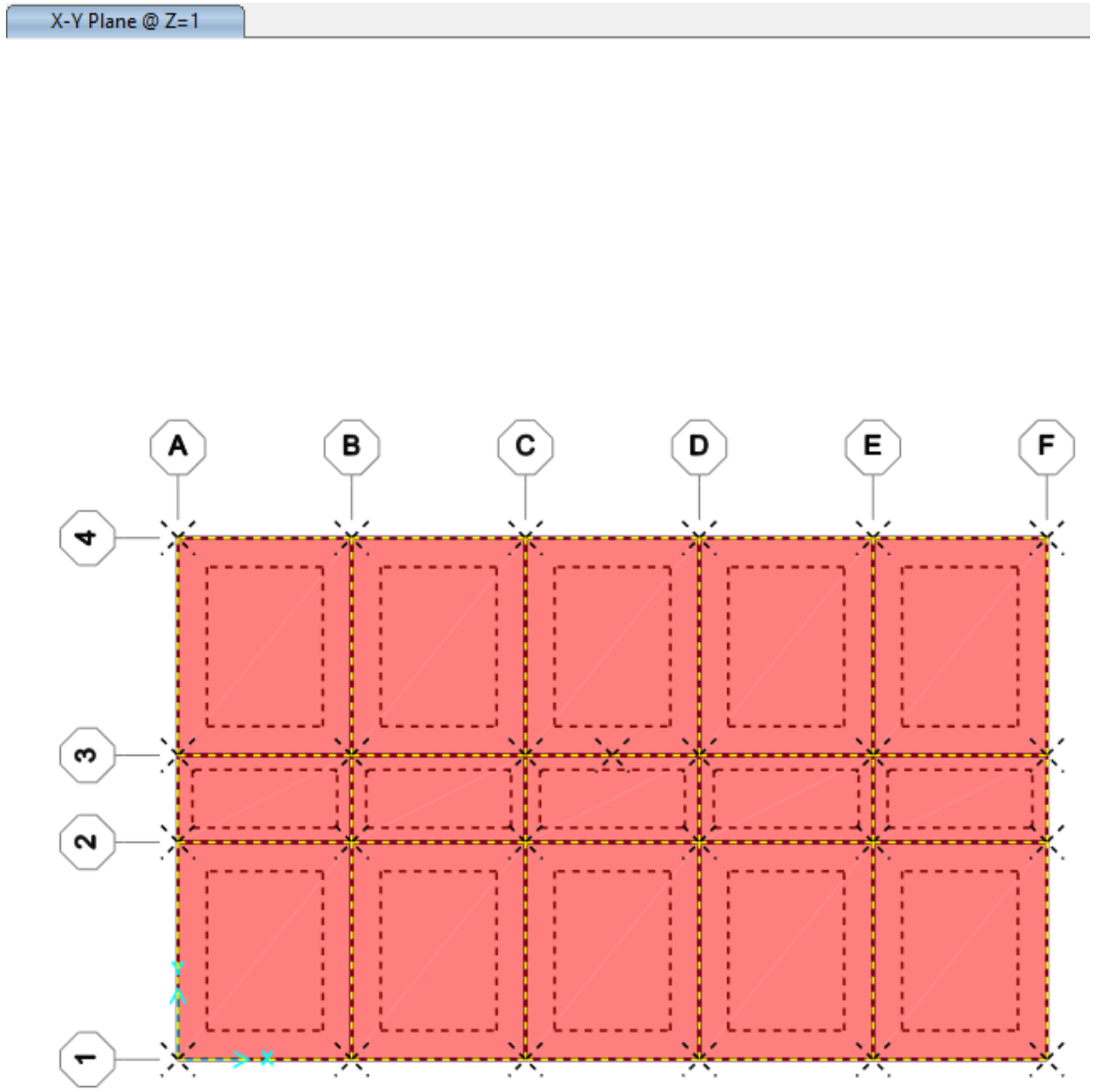


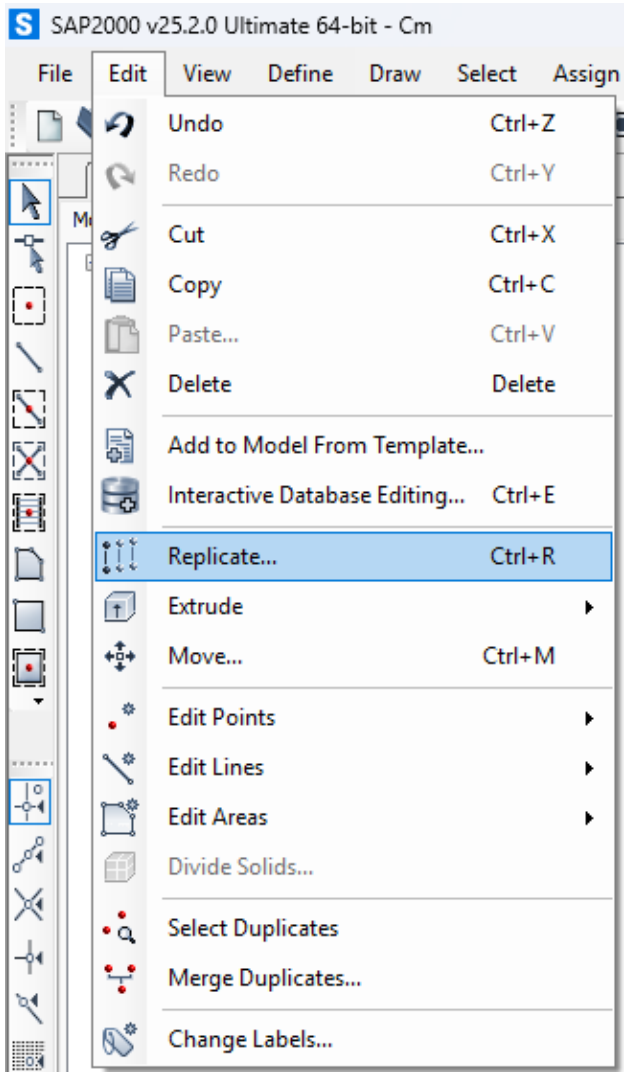


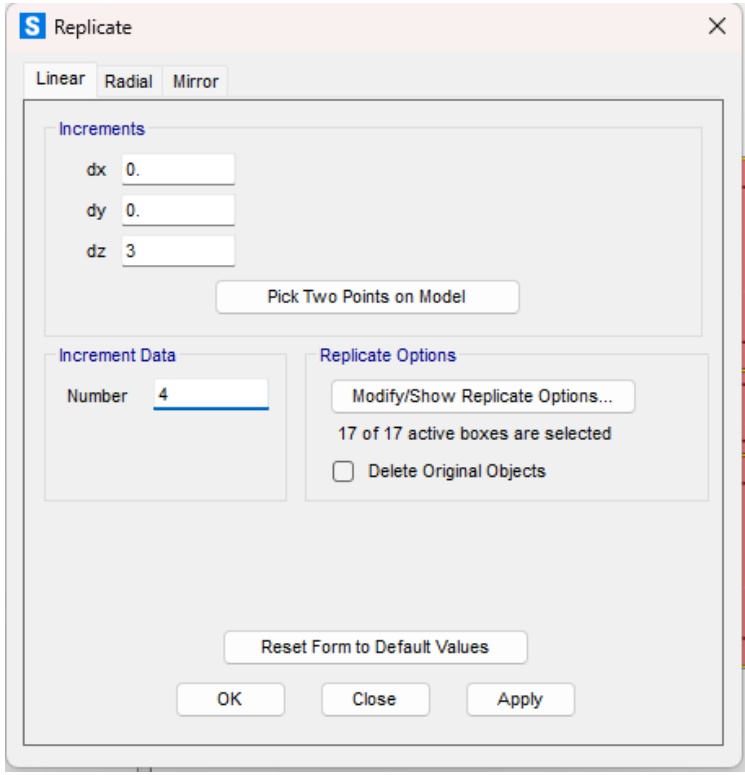


5. การกำหนด Load สร้าง Model และการใส่ Load กระทำต่ออาคาร

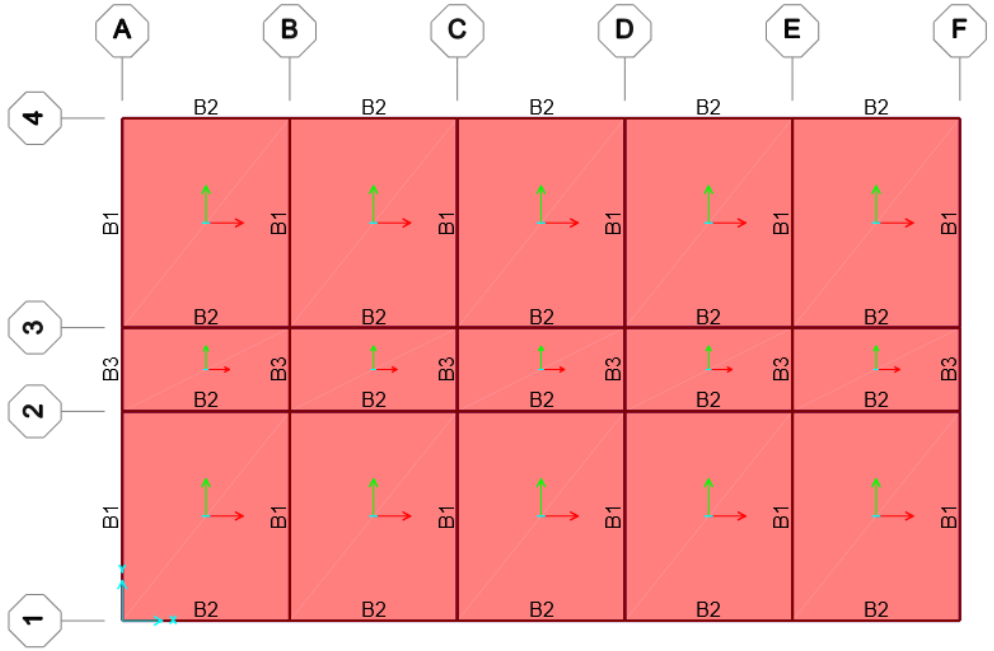
➢ การ Copy วัตถุไปที่ชั้นอื่น



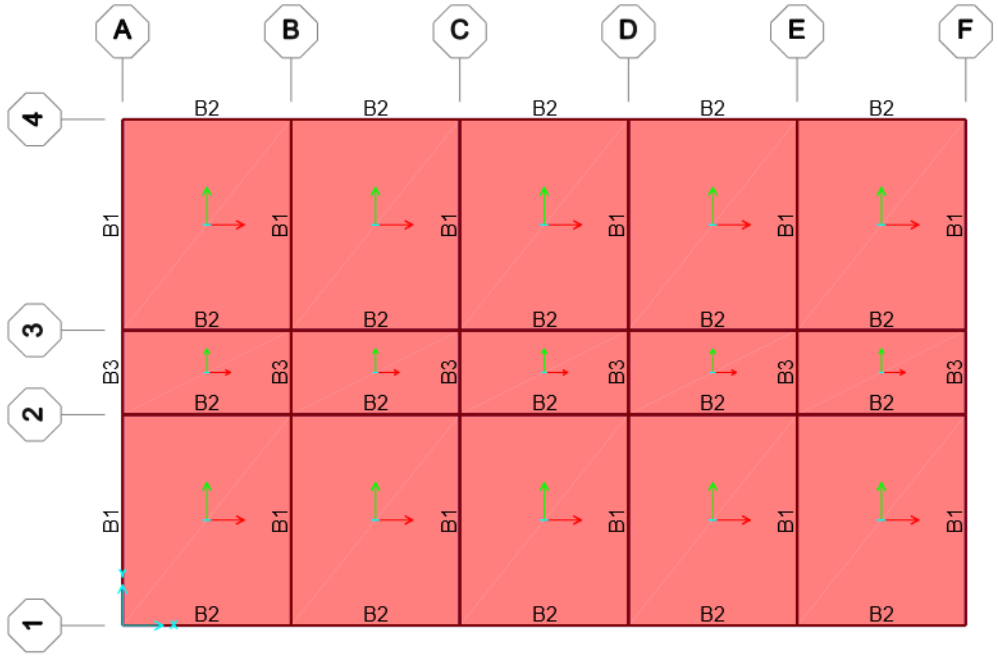




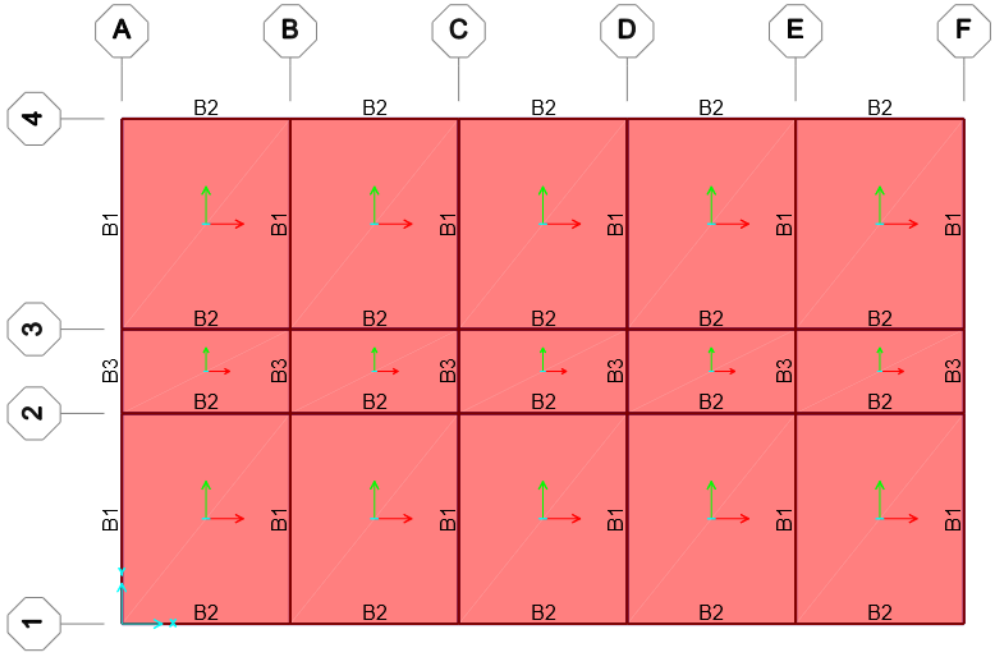
X-Y Plane @ Z=4



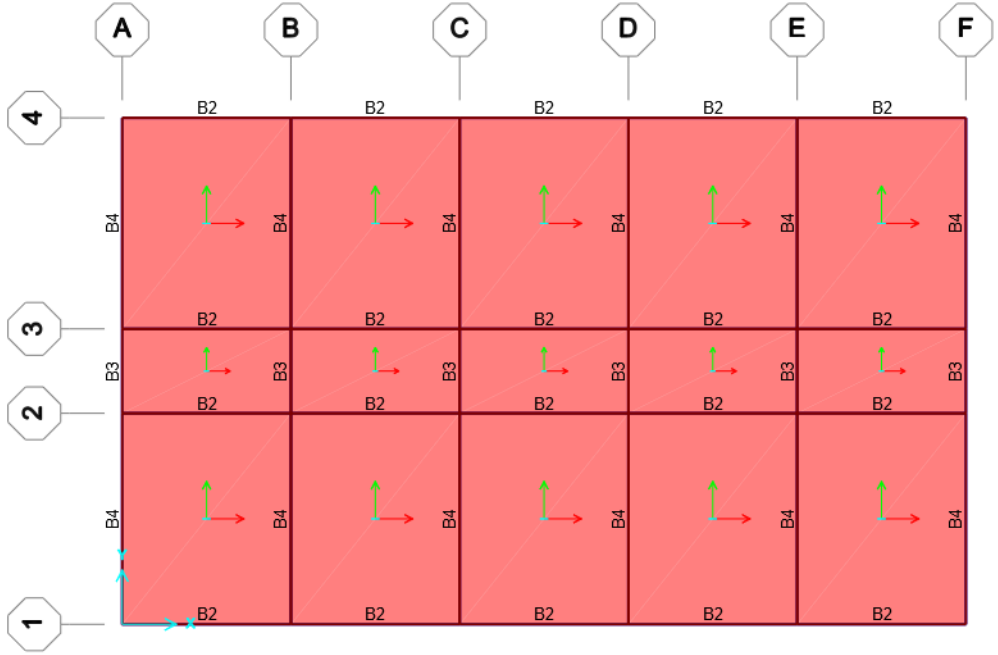
X-Y Plane @ Z=7



X-Y Plane @ Z=10

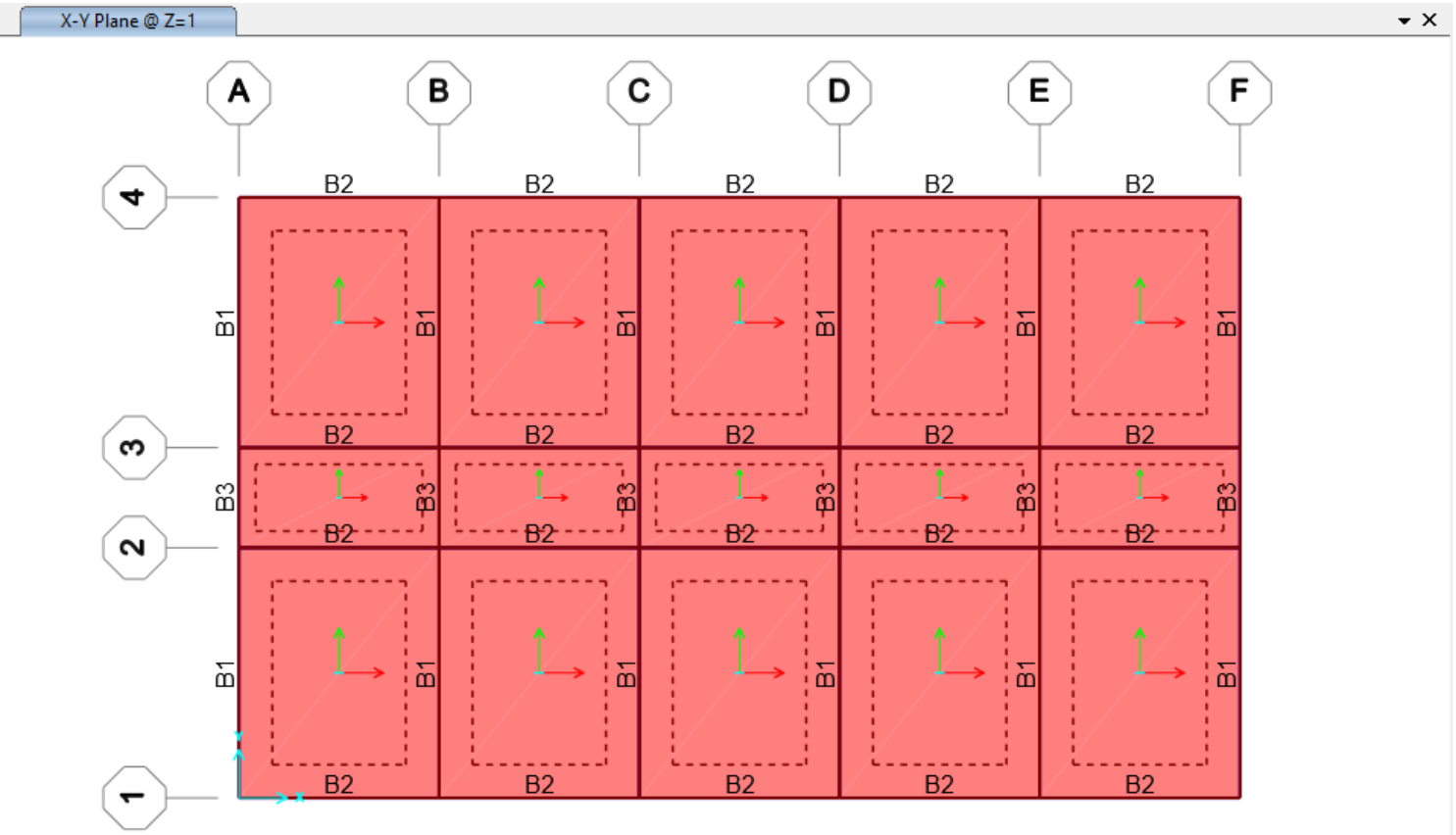


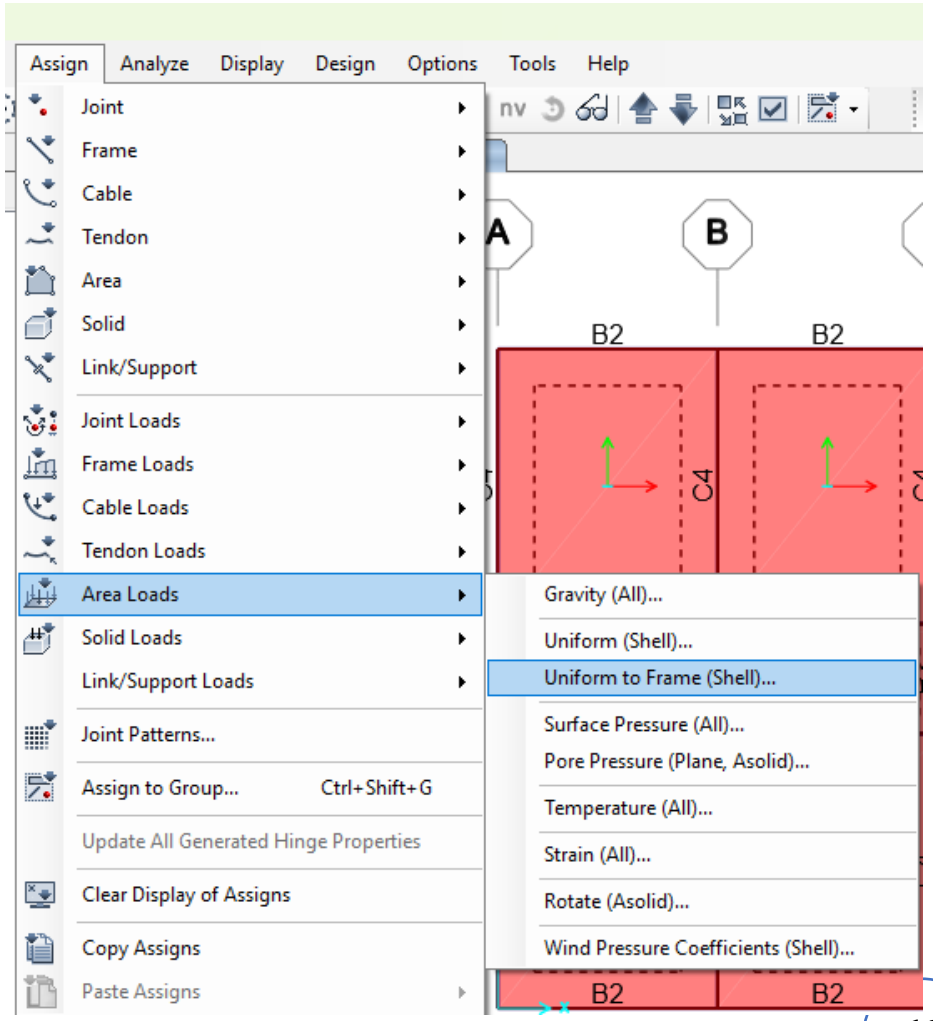
X-Y Plane @ Z=13



5. การกำหนด Load สร้าง Model และการใส่ Load กระทำต่ออาคาร

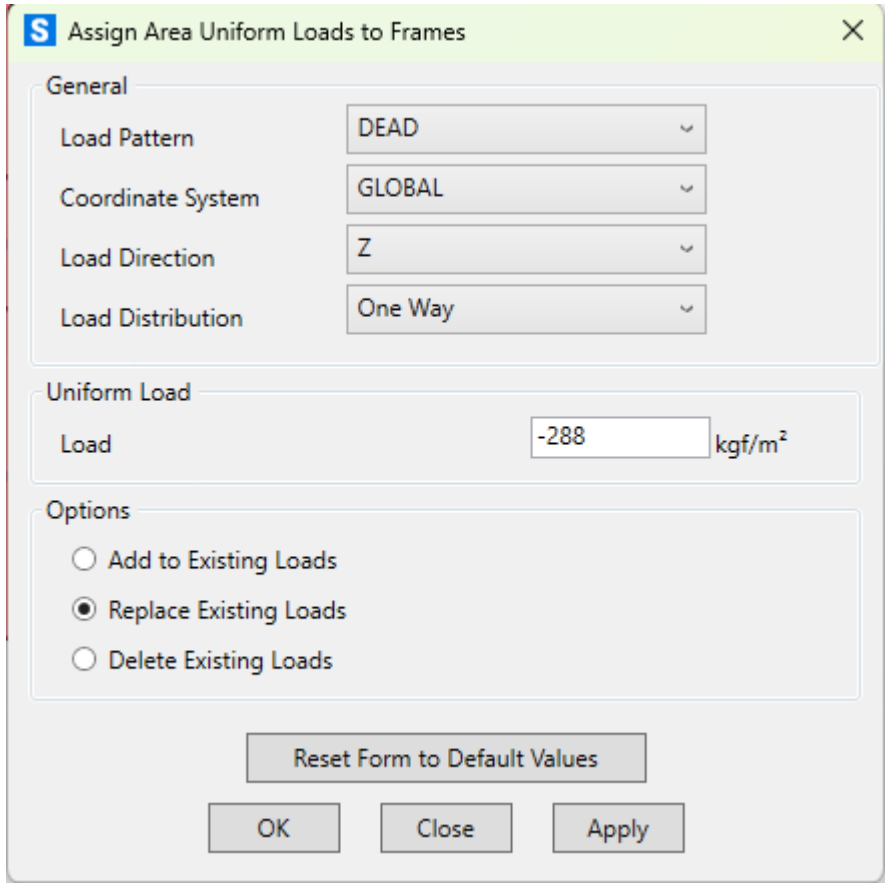
➢ การ Assign Area load (น้ำหนักพื้น)





5. การกำหนด Load สร้าง Model และการใส่ Load กระทำต่ออาคาร

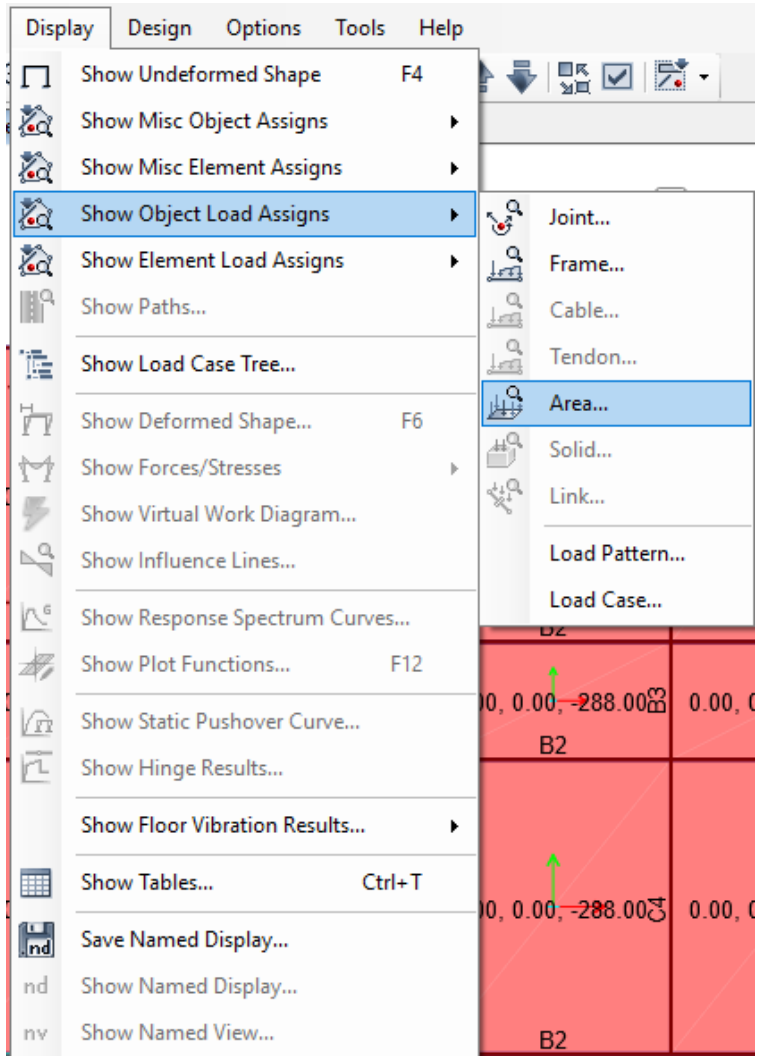
การ Assign Area load (น้ำหนักพื้น)

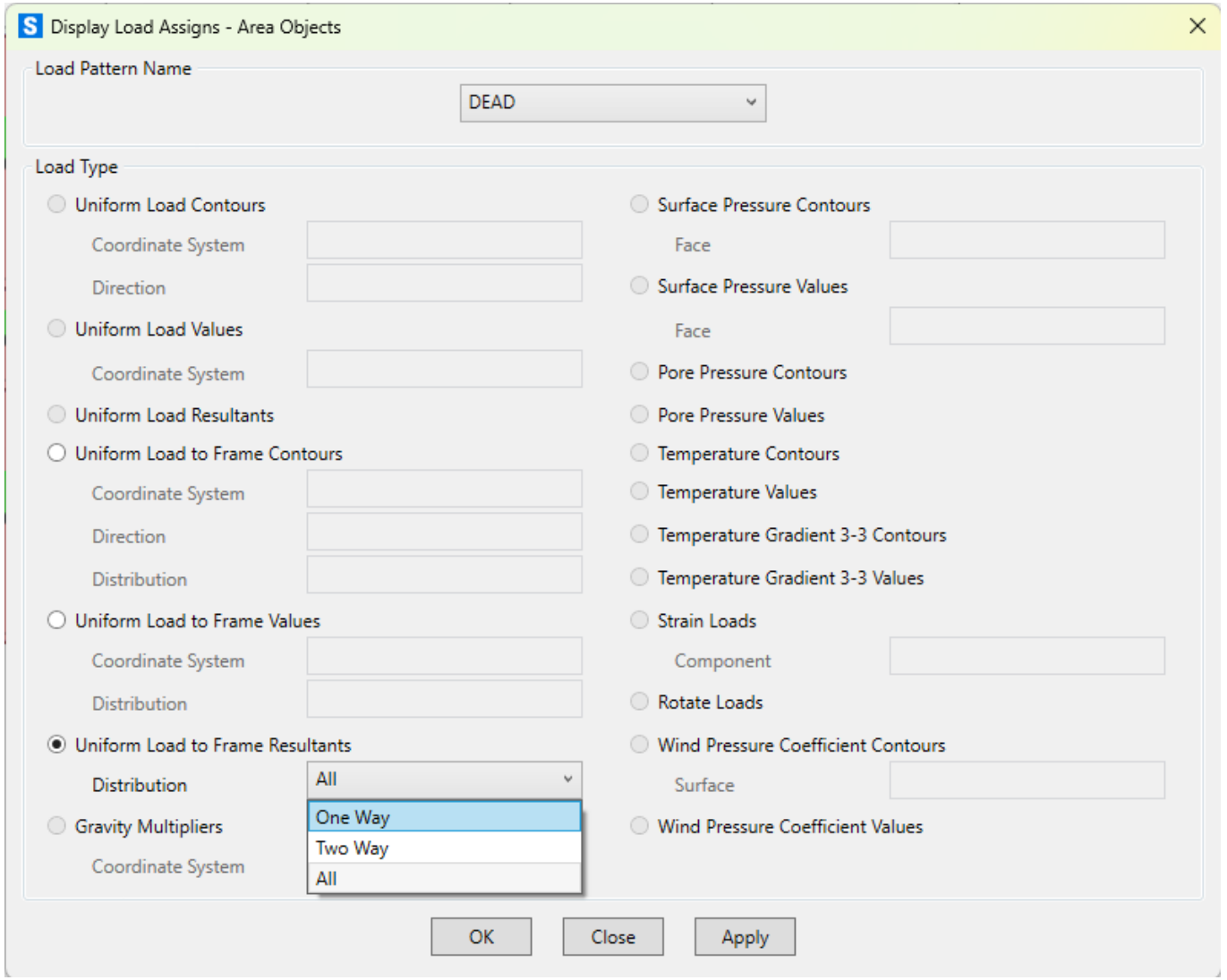




5. การกำหนด Load สร้าง Model และการใส่ Load กระทำต่ออาคาร

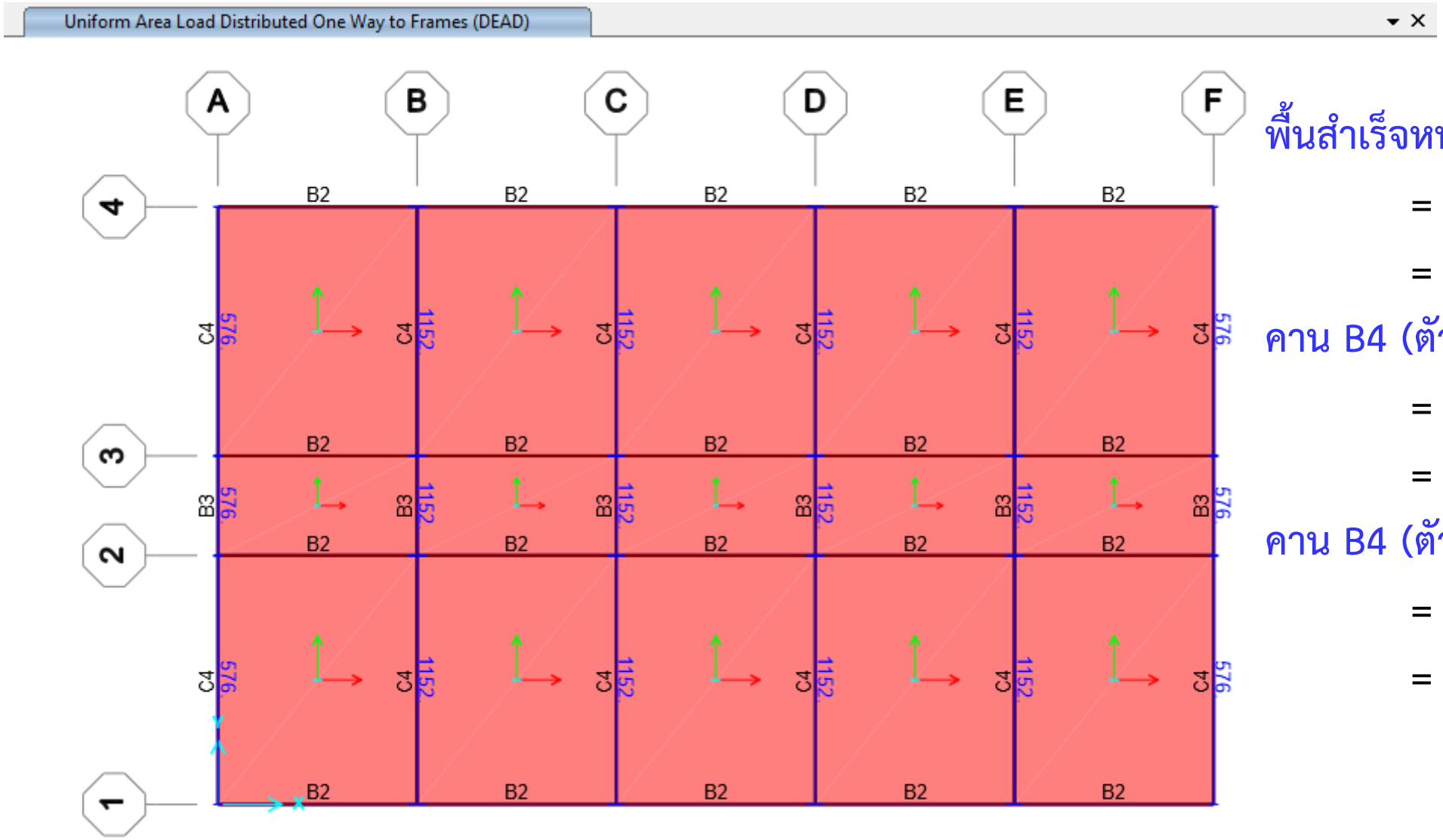
➢ การตรวจสอบรูปแบบการกระจายตัวของน้ำหนัก





5. การกำหนด Load สร้าง Model และการใส่ Load กระทำต่ออาคาร

➢ การตรวจสอบรูปแบบการกระจายตัวของน้ำหนัก



พื้นสำเร็จหนา 12 cm

= 2400 kg/m3 x 0.12 m.

= 288 kg/m2

คาน B4 (ตัวริม)

= 288kg/m2 x (4/2) m.

= 576 kg/m

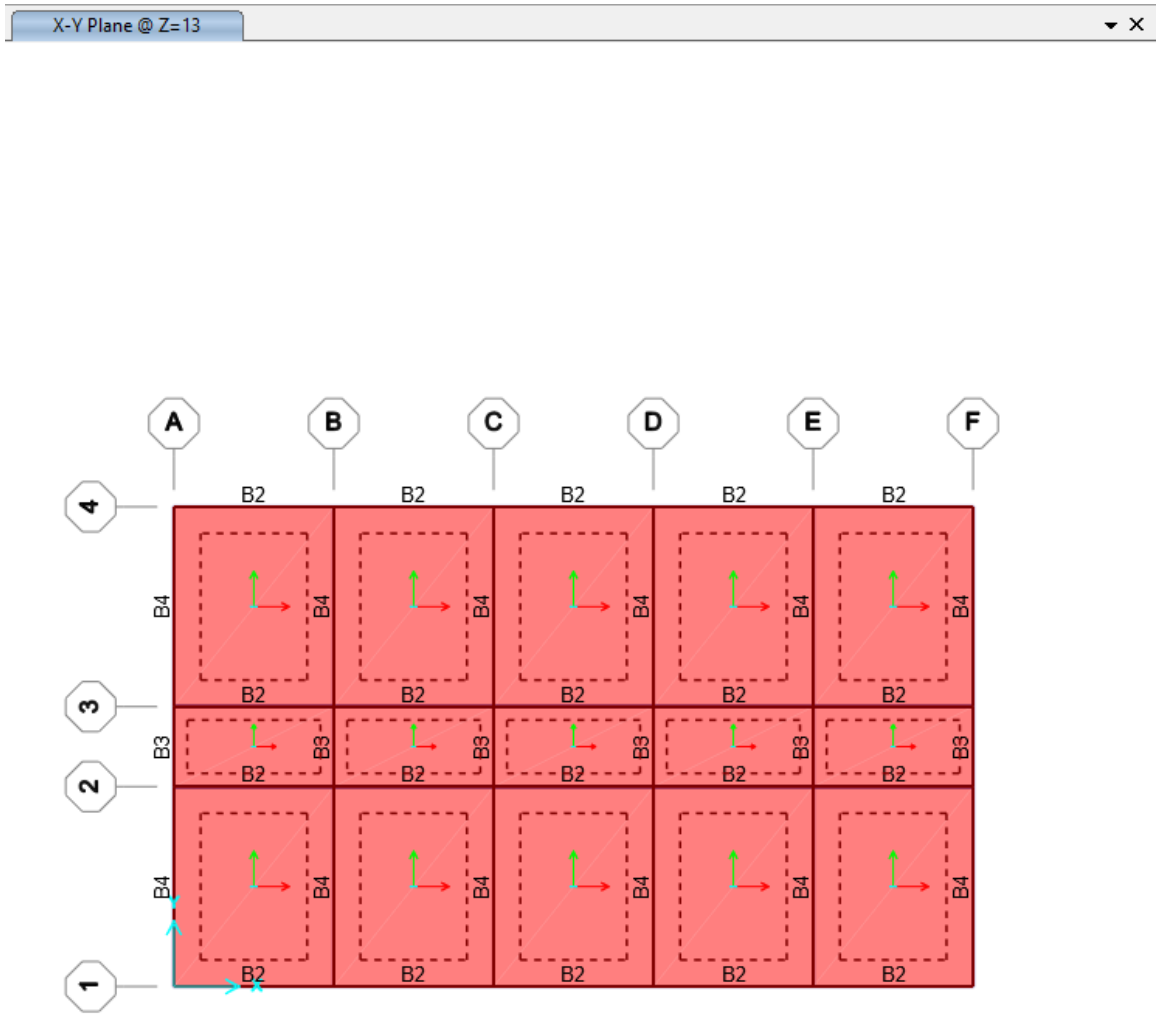
คาน B4 (ตัวกลาง)

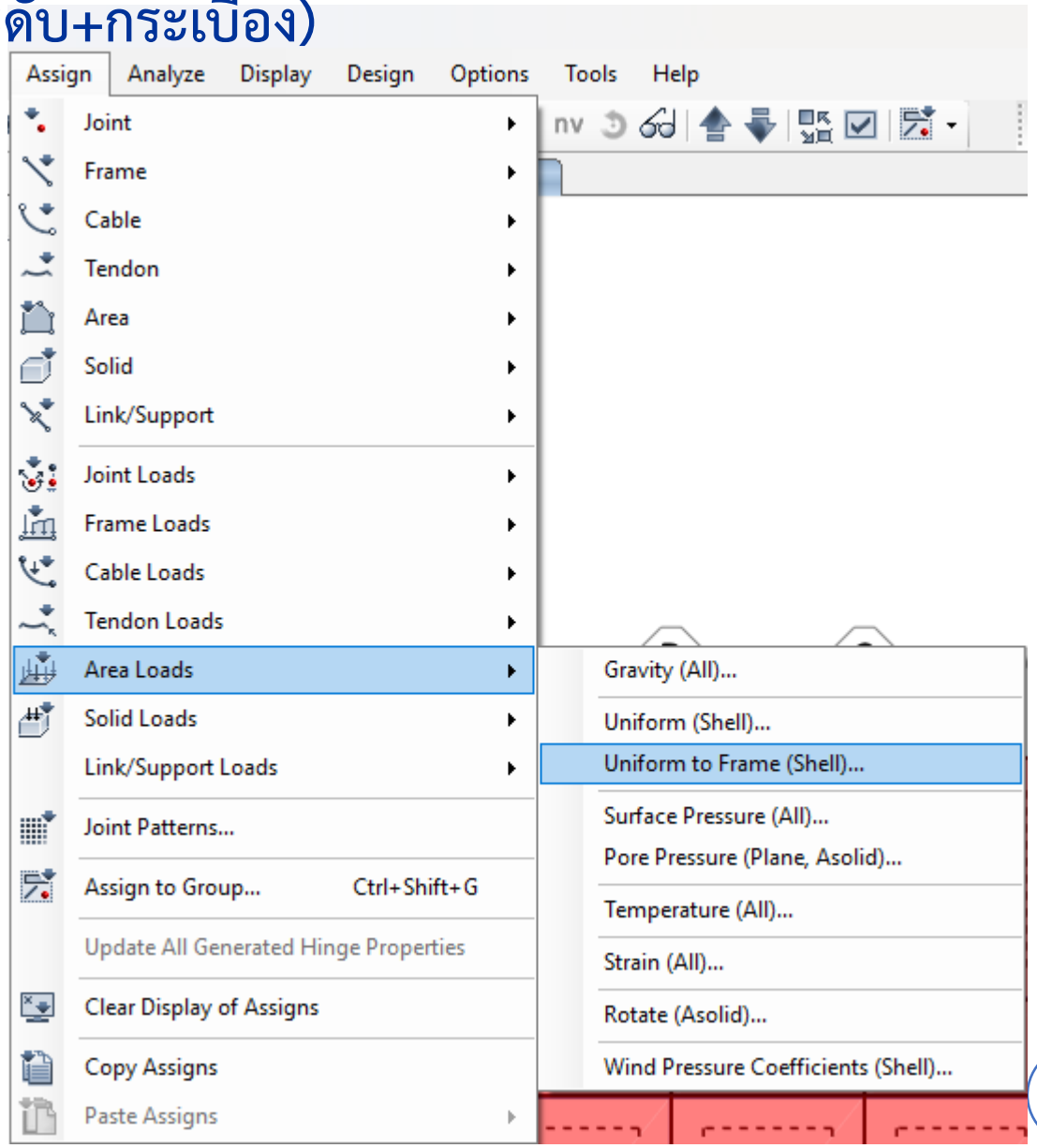
= 288kg/m2 x (4/2) m.

= 1152 kg/m

5. การกำหนด Load สร้าง Model และการใส่ Load กระทำต่ออาคาร

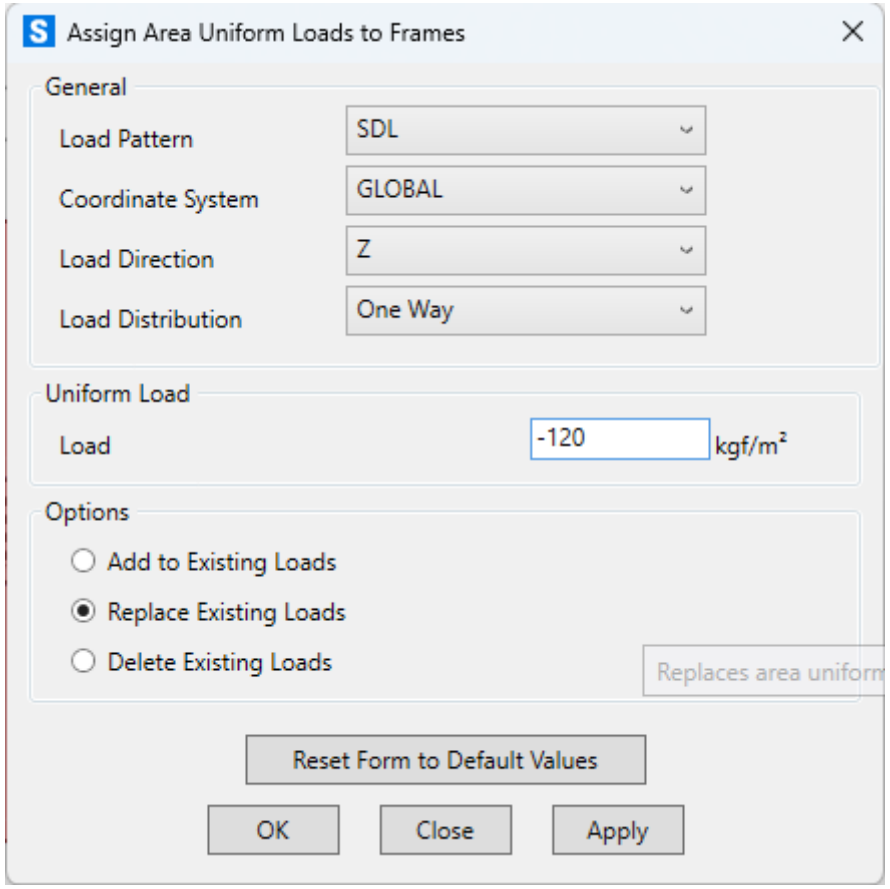
➢ การ Assign Area load (น้ำหนักปูนทรายปรับระดับ+กระเบื้อง)

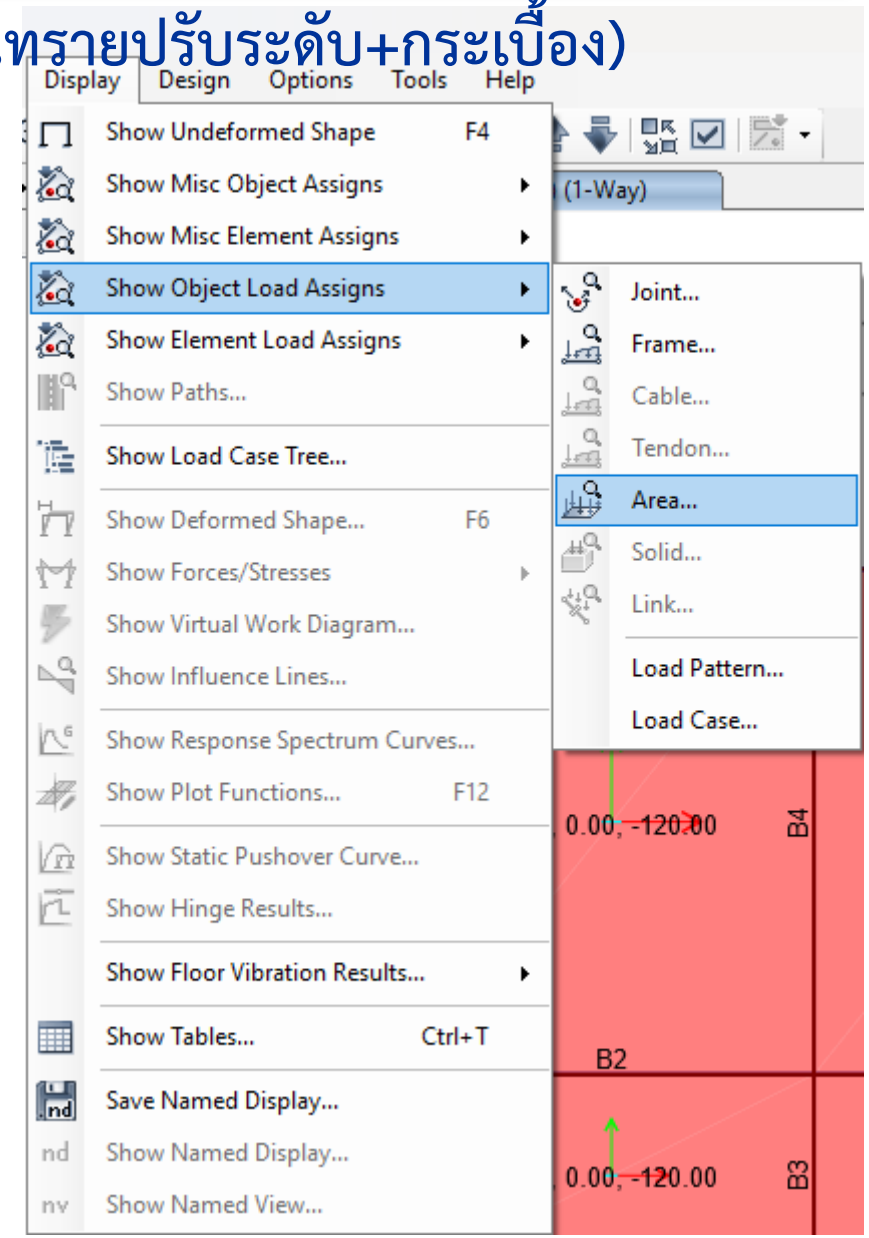




5. การกำหนด Load สร้าง Model และการใส่ Load กระทำต่ออาคาร

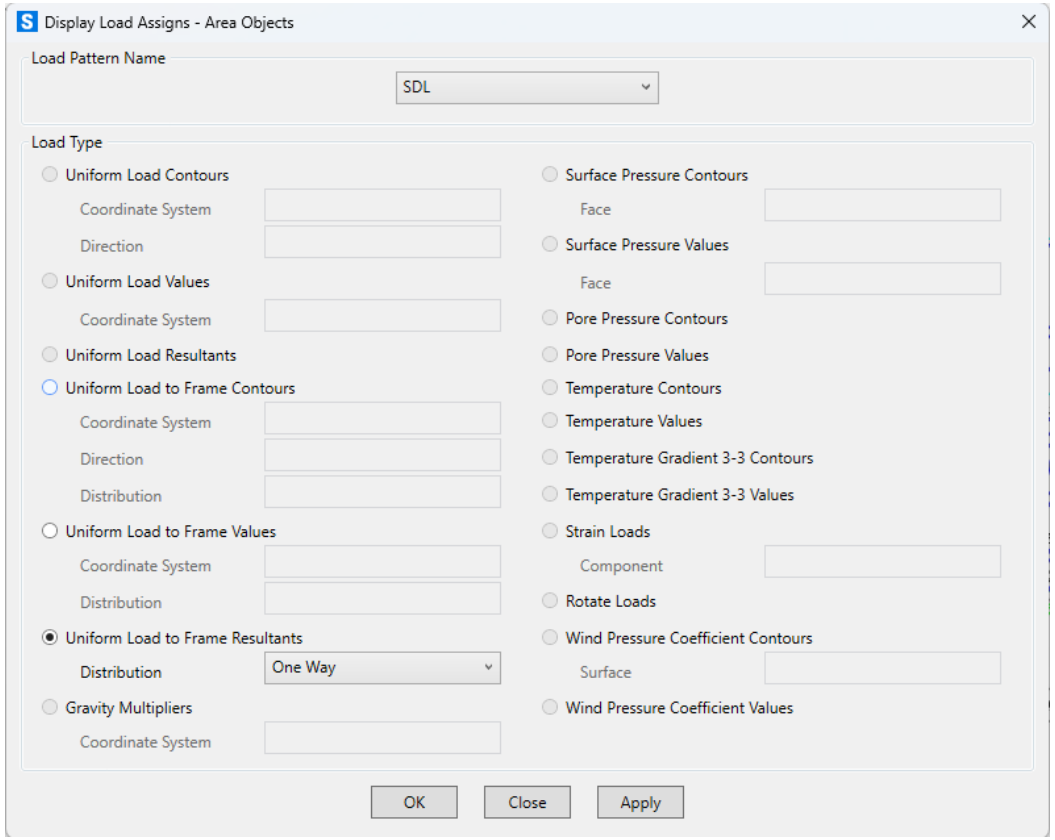
➢ การ Assign Area load (น้ำหนักปูนทรายปรับระดับ+กระเบื้อง)

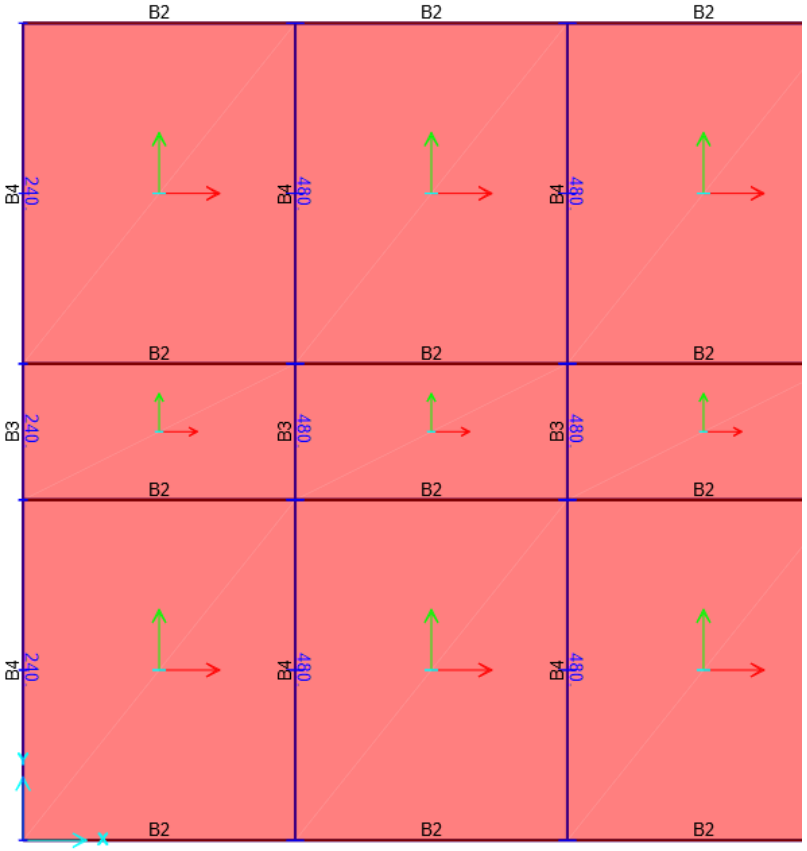




5. การกำหนด Load สร้าง Model และการใส่ Load กระทำต่ออาคาร

การตรวจสอบรูปแบบการกระจายตัวของน้ำหนัก





Topping 5 cm

= 2400 kg/m3 x 0.05 m.

= 120 kg/m2

คาน B4 (ตัวริม)

= 120 kg/m2 x (4/2) m.

= 240 kg/m

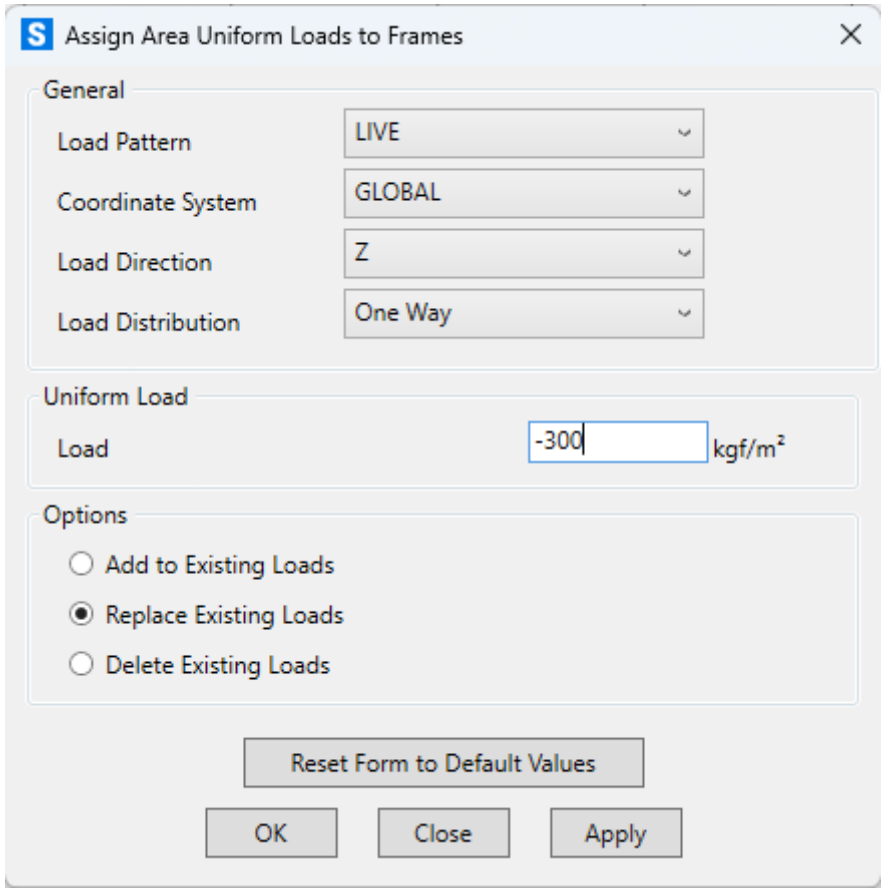
คาน B4 (ตัวกลาง)

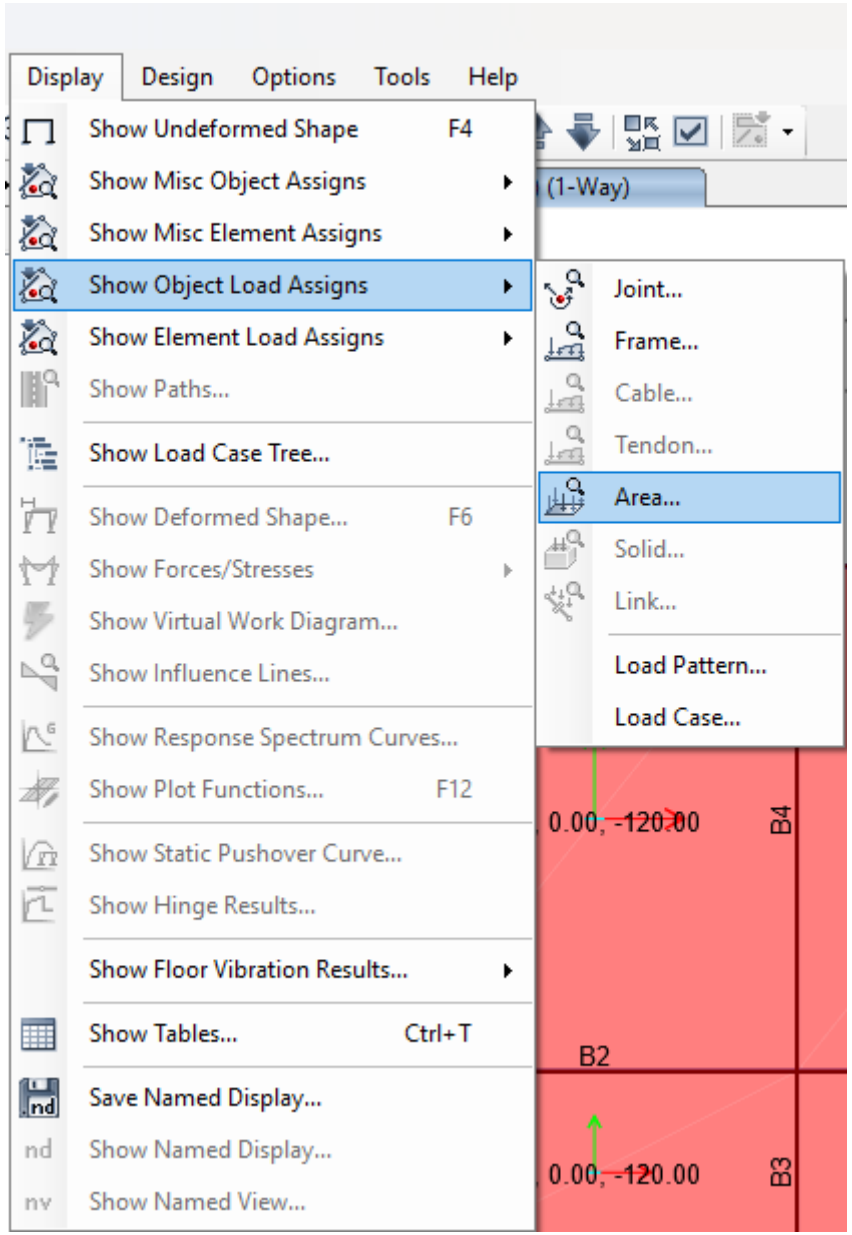
= 120 kg/m2 x 4 m.

= 480 kg/m

5. การกำหนด Load สร้าง Model และการใส่ Load กระทำต่ออาคาร

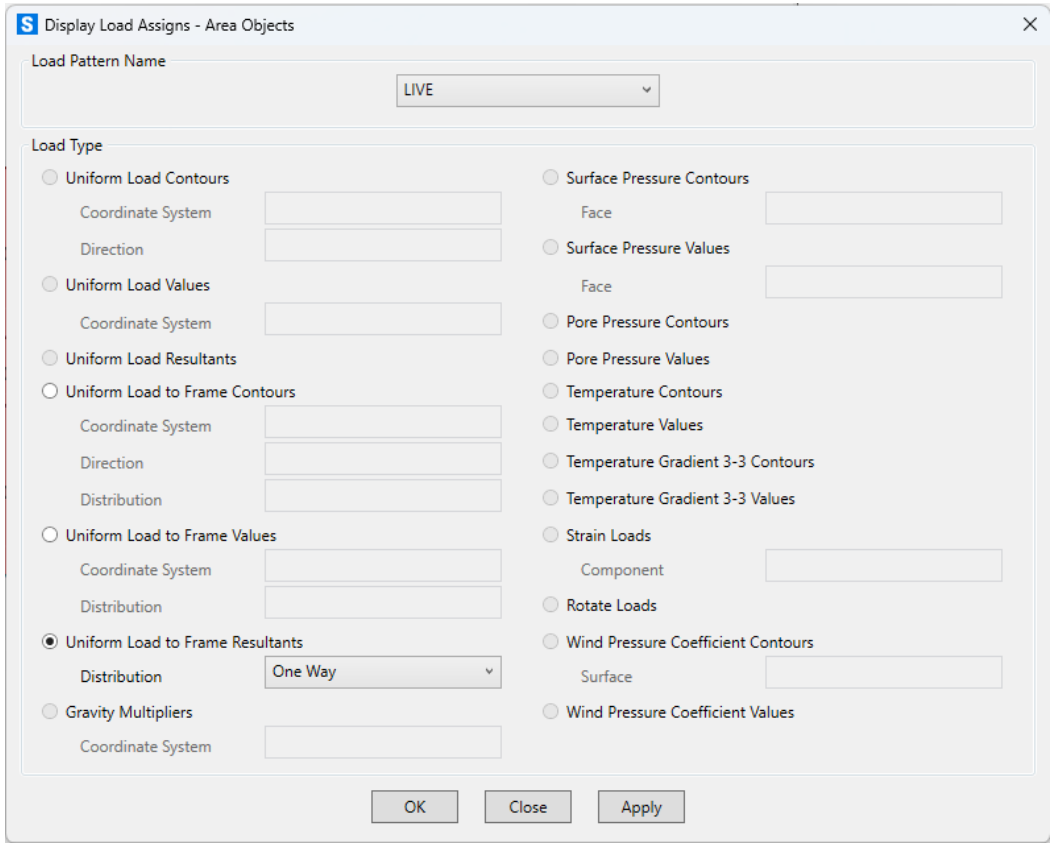
การ Assign LIVE load (น้ำหนักจร)

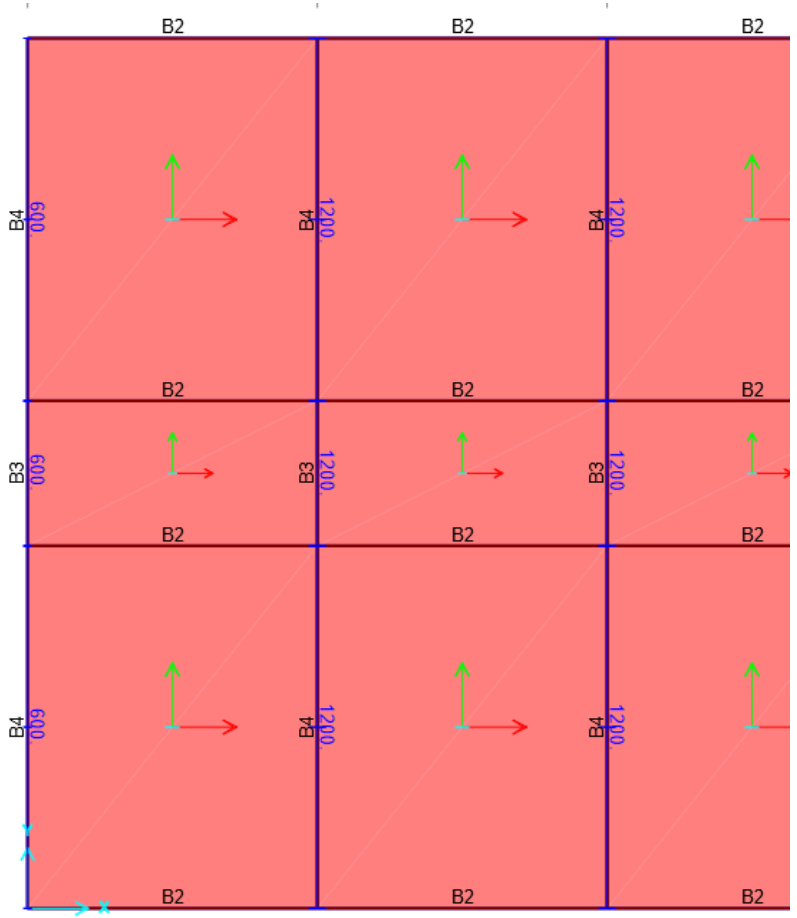




5. การกำหนด Load สร้าง Model และการใส่ Load กระทำต่ออาคาร

การตรวจสอบรูปแบบการกระจายตัวของน้ำหนัก





คาน B4 (ตัวริม)

= 300 kg/m2 x (4/2) m.

= 600 kg/m

คาน B4 (ตัวกลาง)

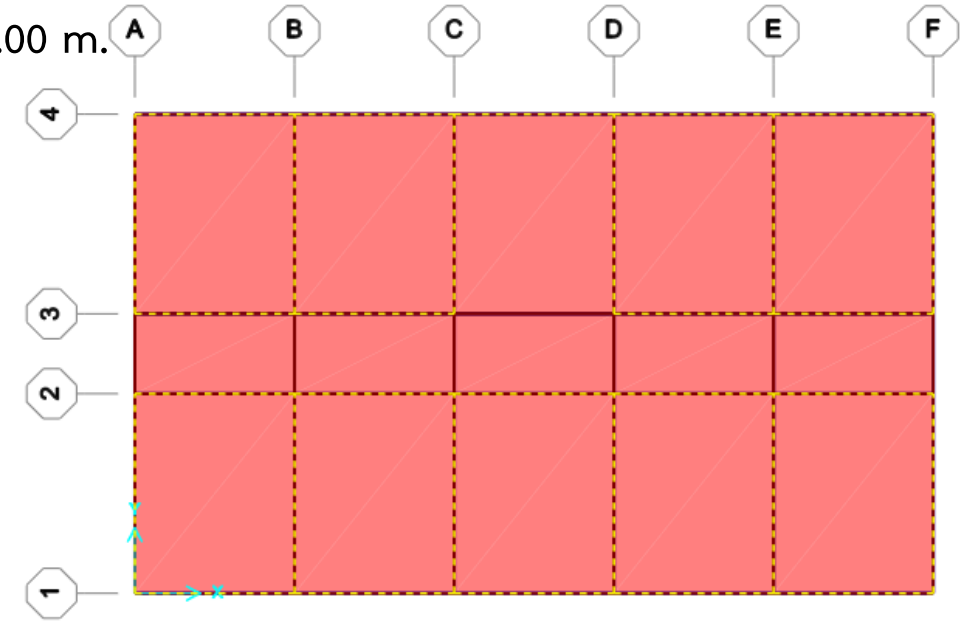
= 300 kg/m2 x 4 m.

= 1200 kg/m

5. การกำหนด Load สร้าง Model และการใส่ Load กระทำต่ออาคาร

การ Assign SDL (น้ำหนักผนัง)

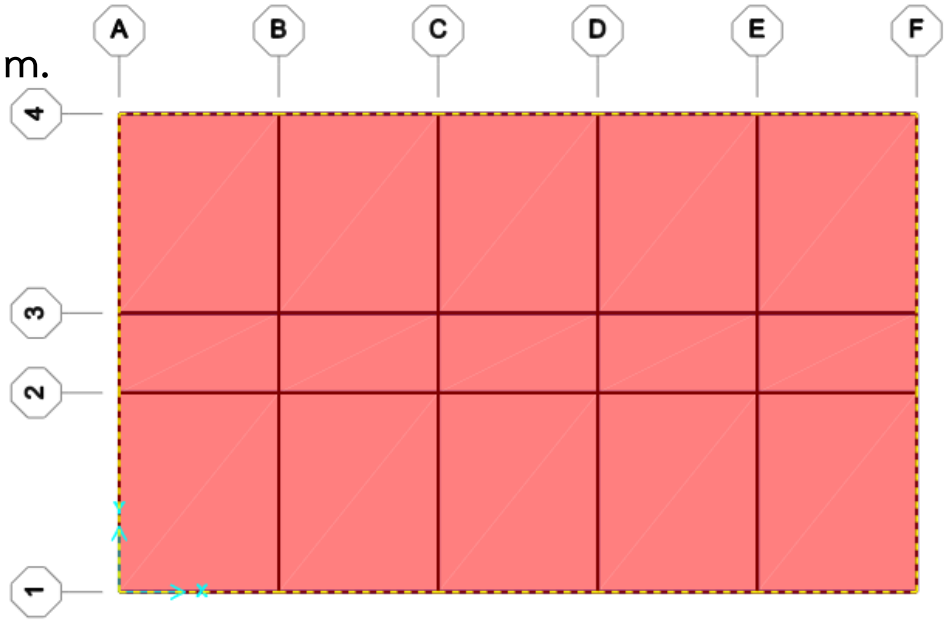
Z = 1.00 m.



Z = 10.00 m.

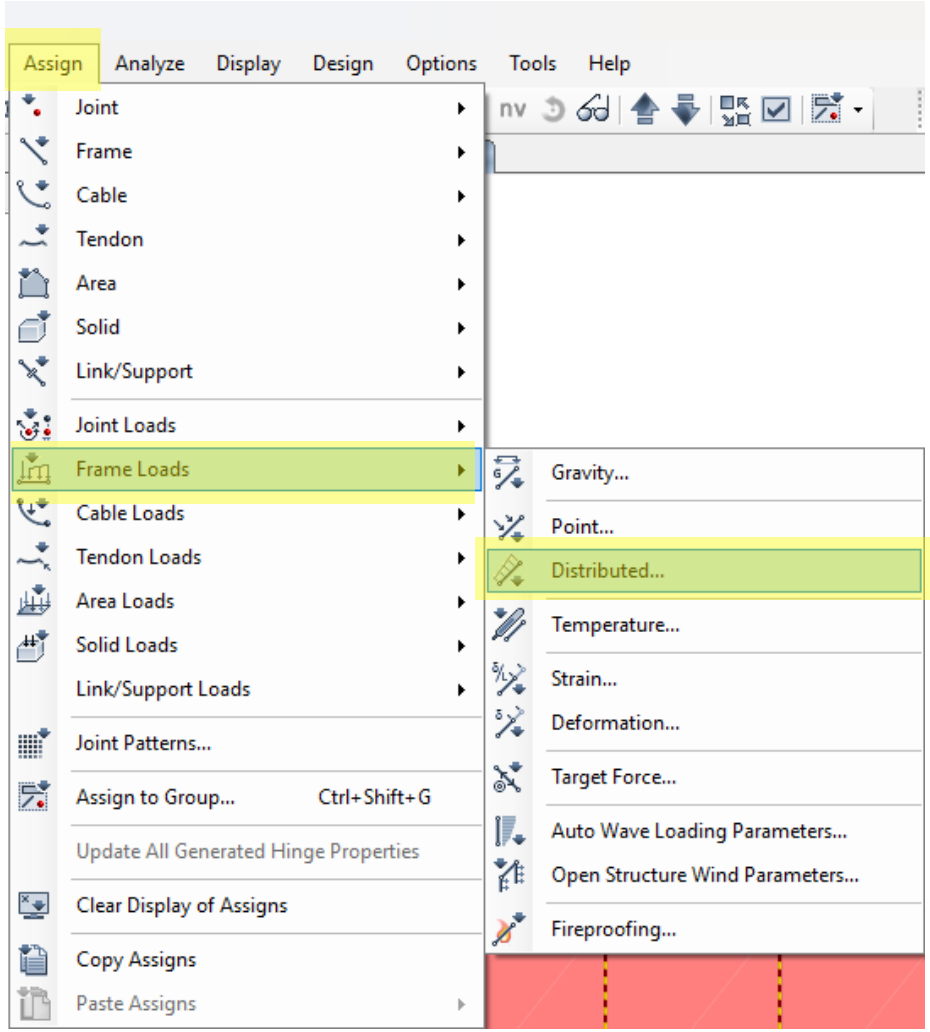


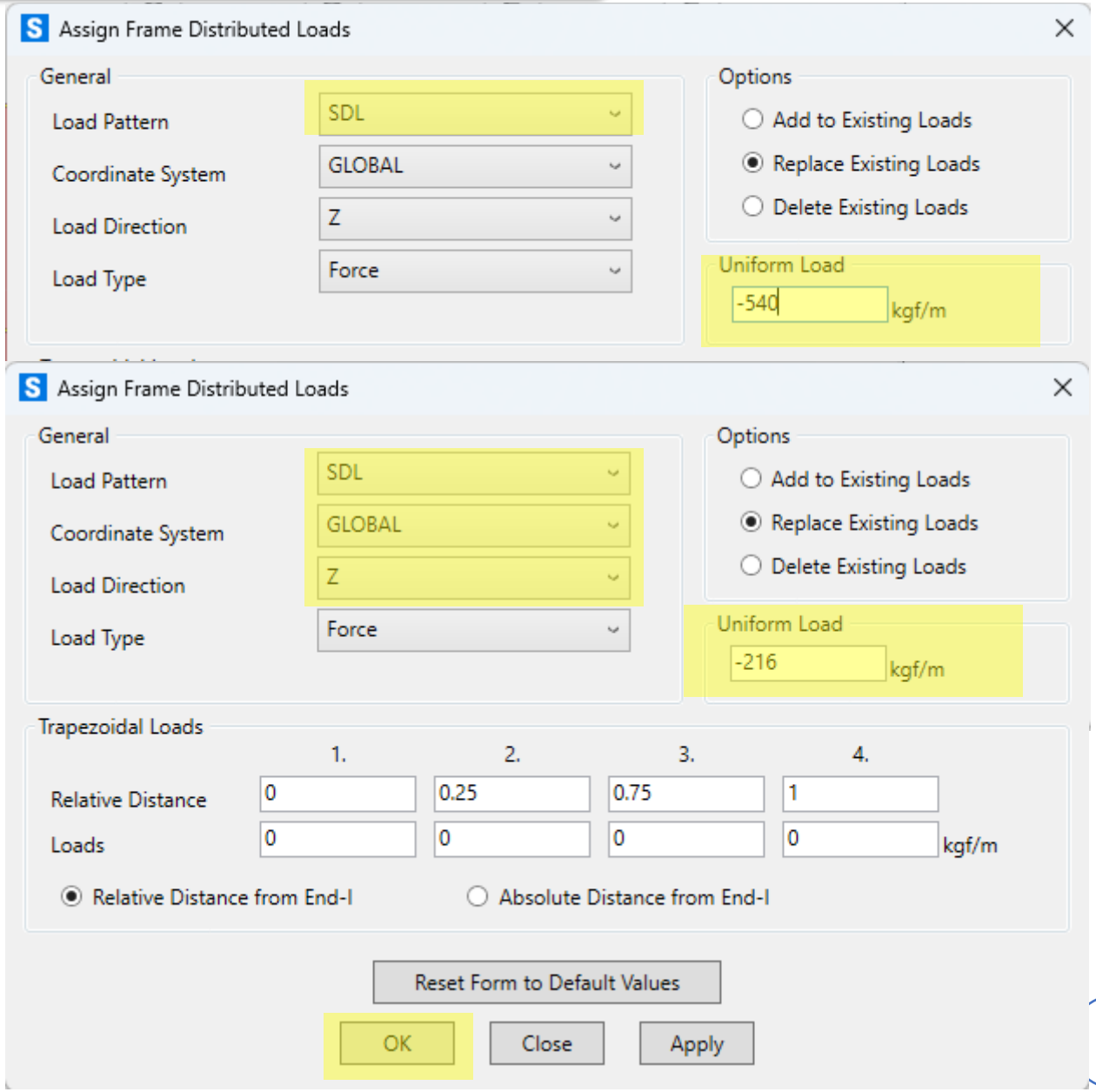
Z = 13.00 m.



5. การกำหนด Load สร้าง Model และการใส่ Load กระทำต่ออาคาร

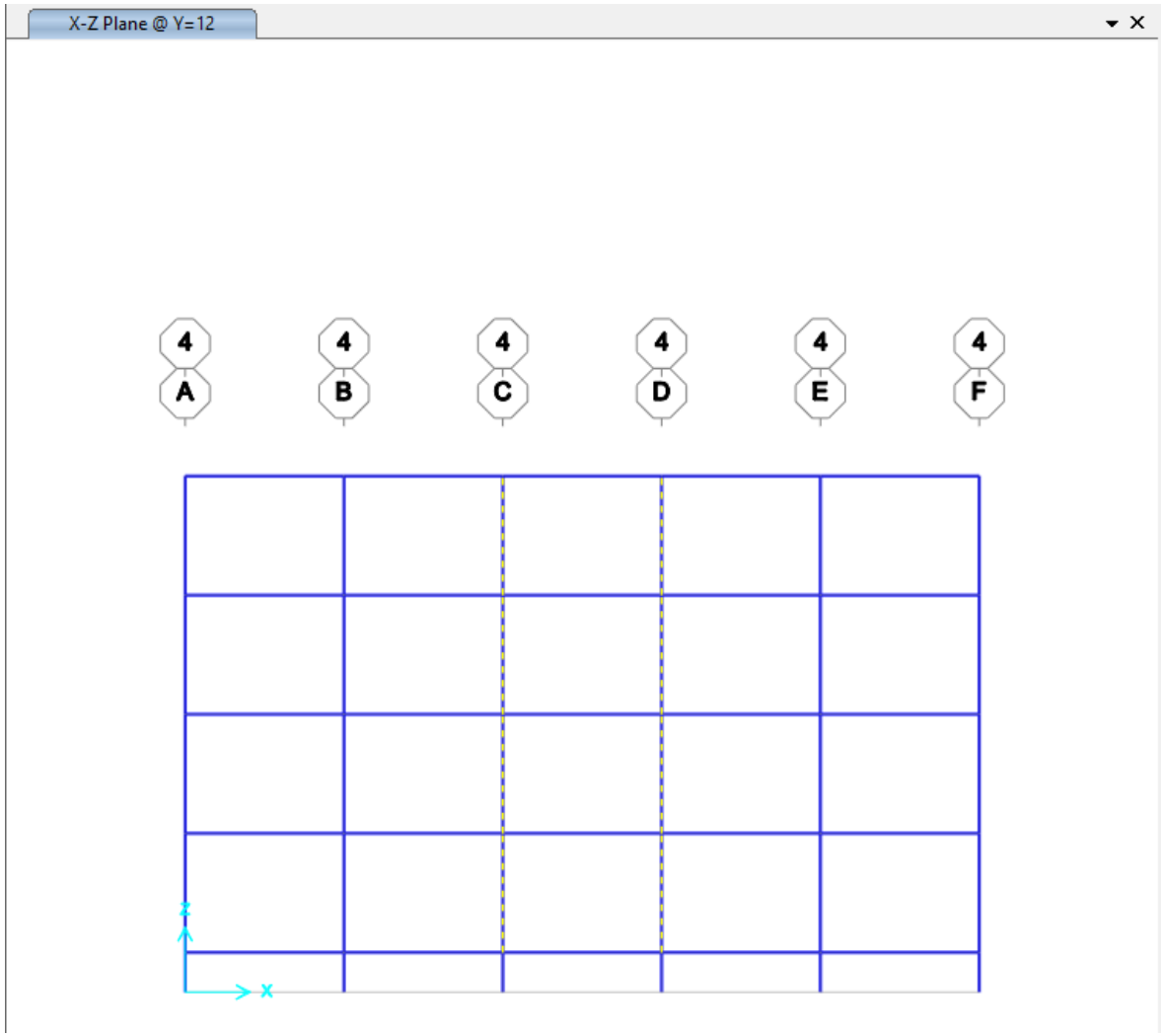
การ Assign SDL (น้ำหนักผนัง)

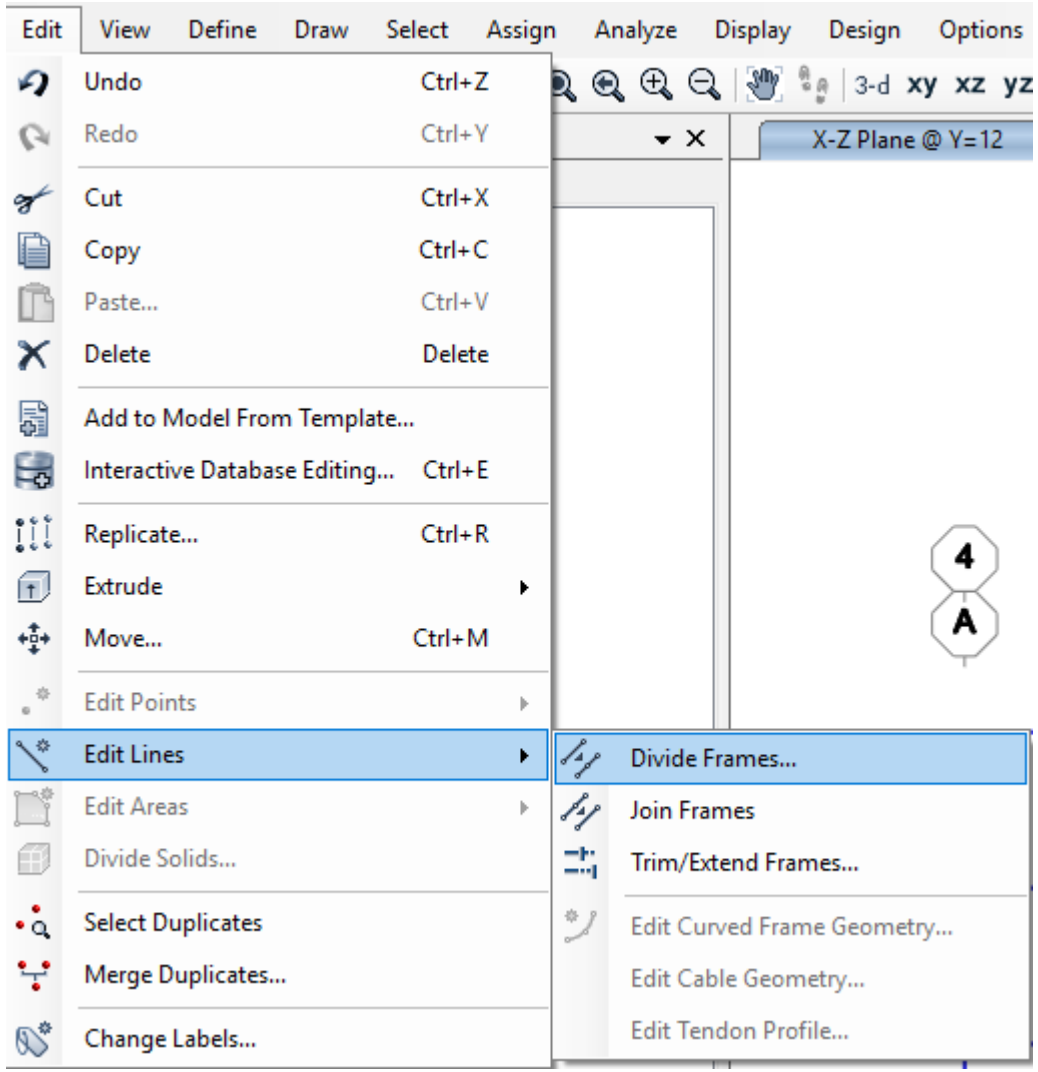




5. การกำหนด Load สร้าง Model และการใส่ Load กระทำต่ออาคาร

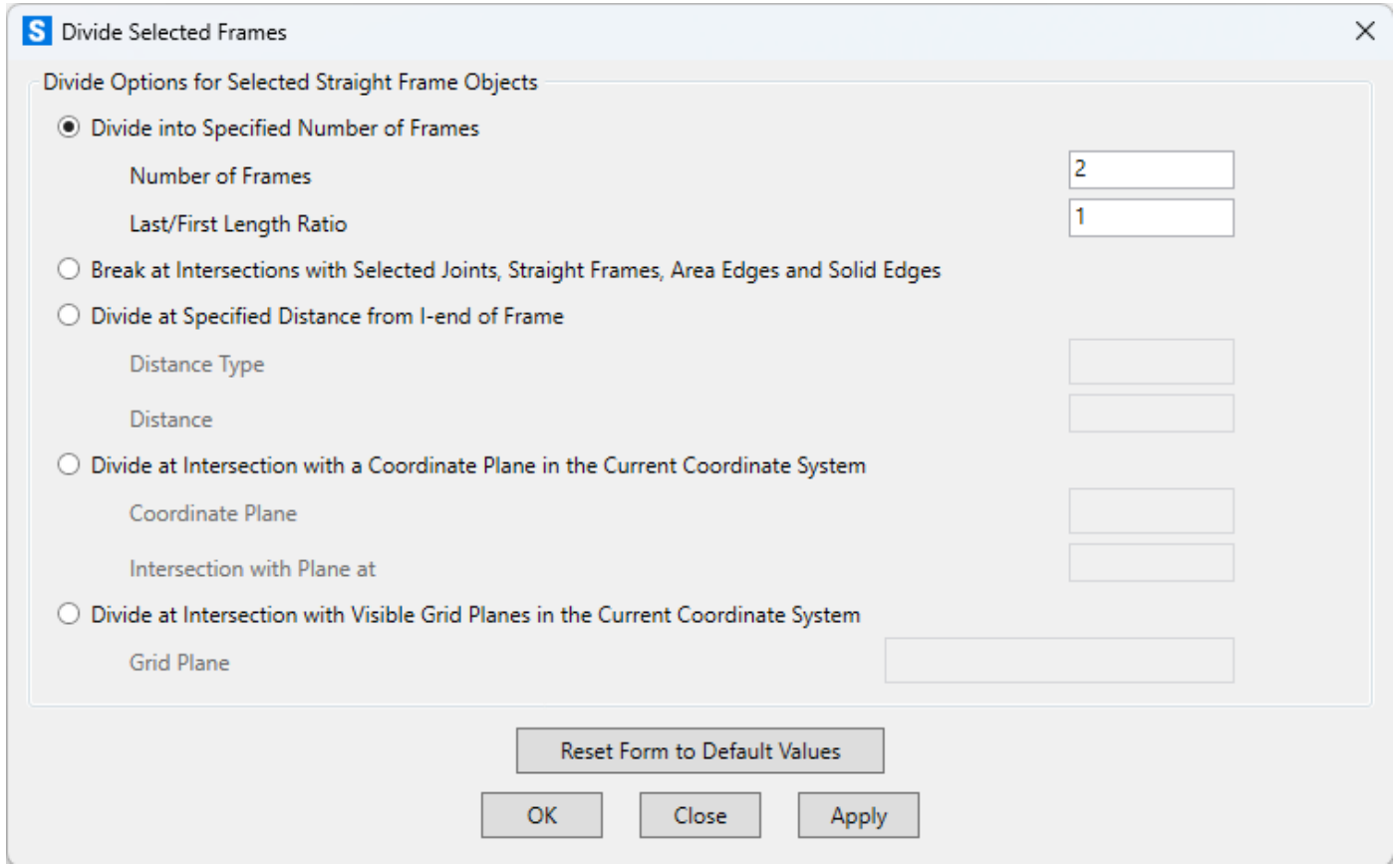
การแบ่งเสารับคานบันได

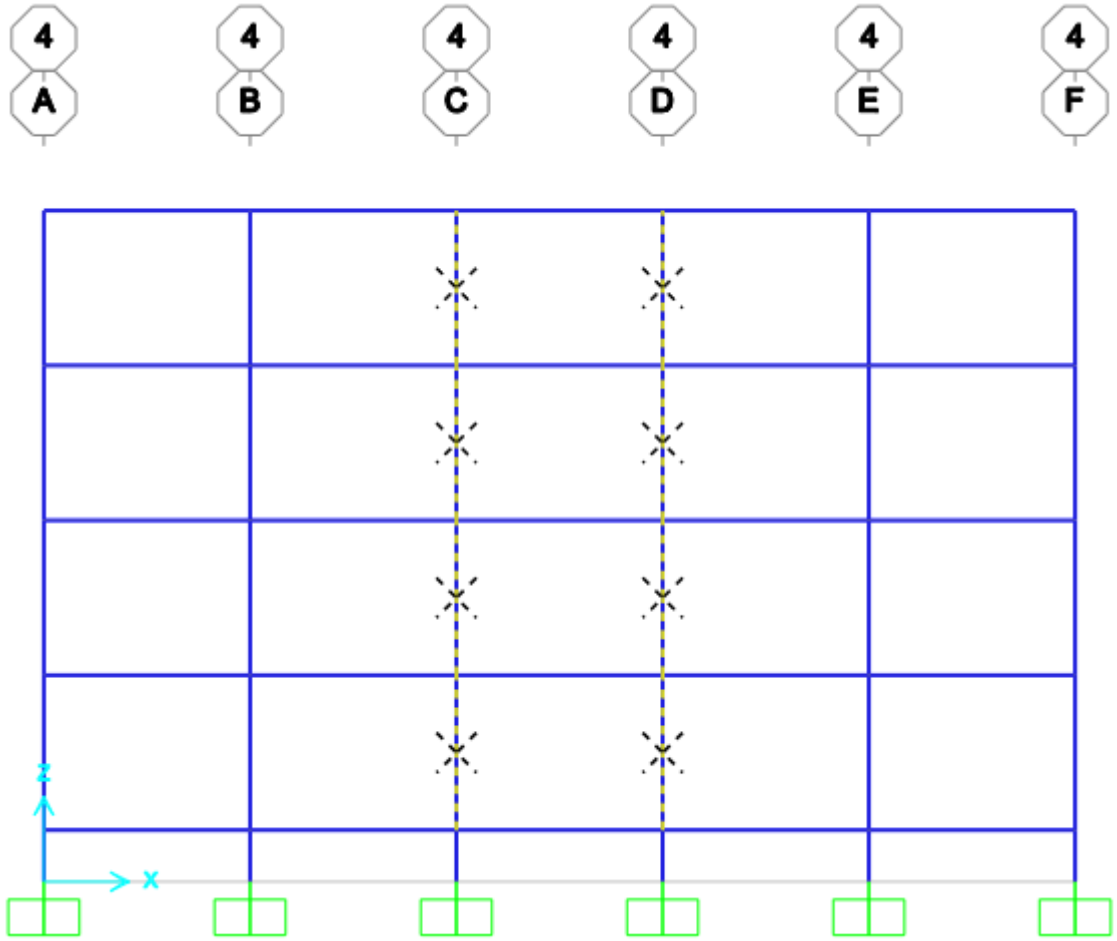




5. การกำหนด Load สร้าง Model และการใส่ Load กระทำต่ออาคาร

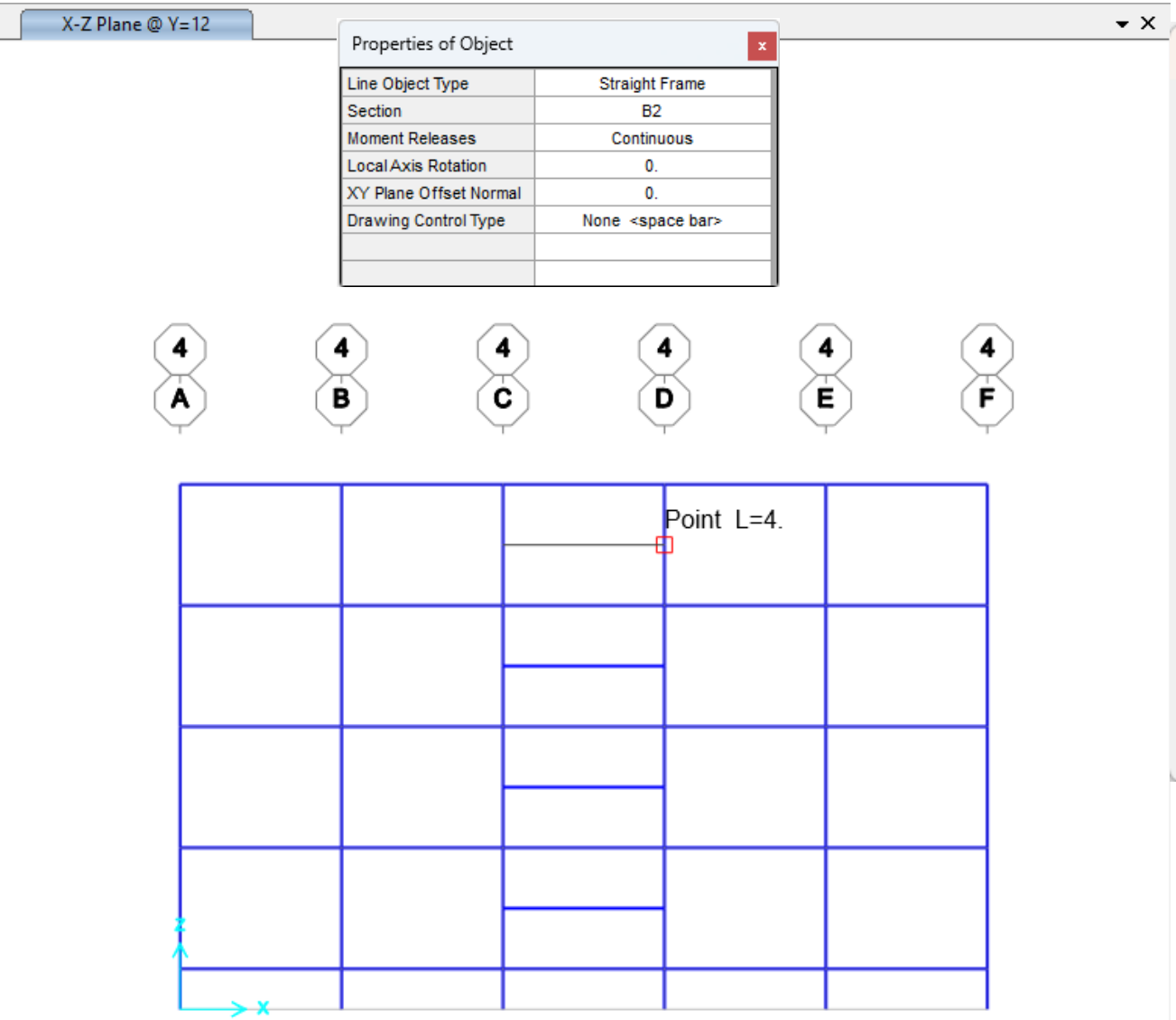
การแบ่งเสารับคานบันได

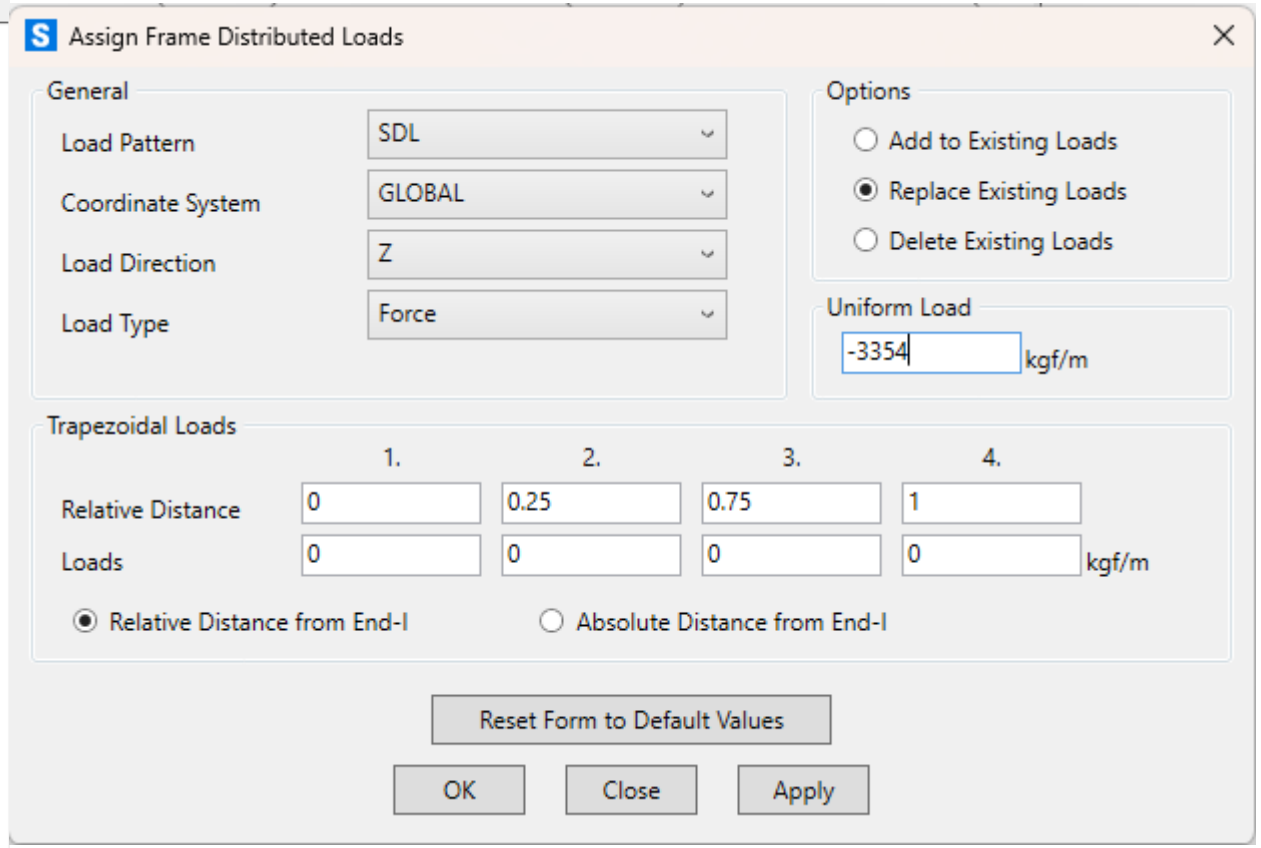




5. การกำหนด Load สร้าง Model และการใส่ Load กระทำต่ออาคาร

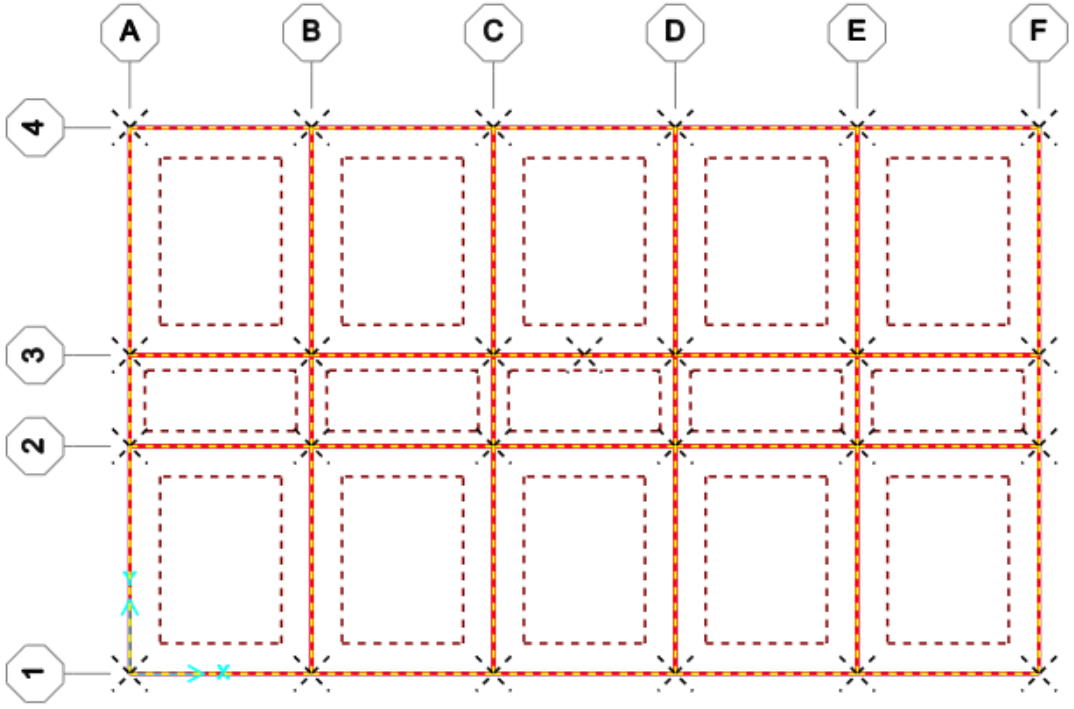
การแบ่งเสารับคานบันได

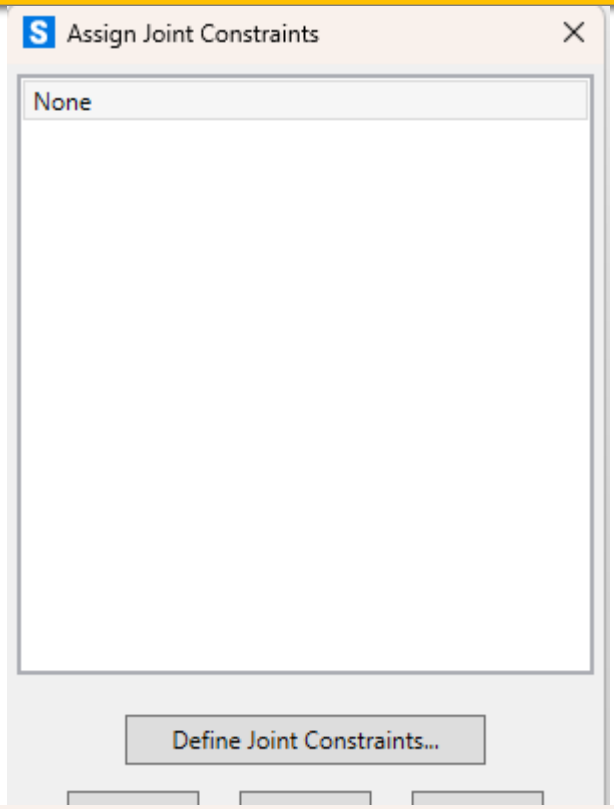


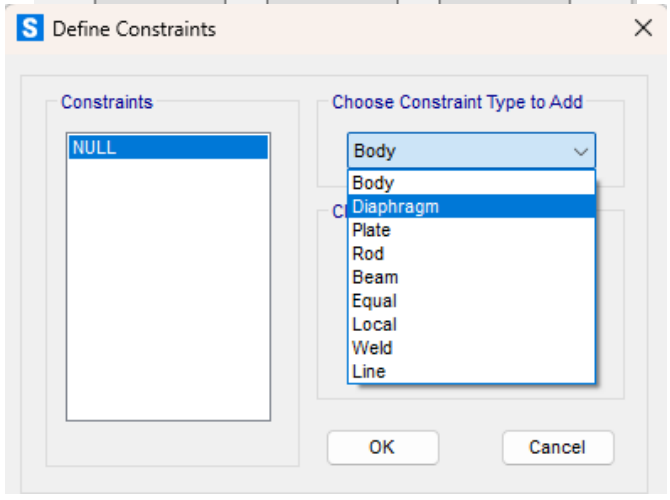


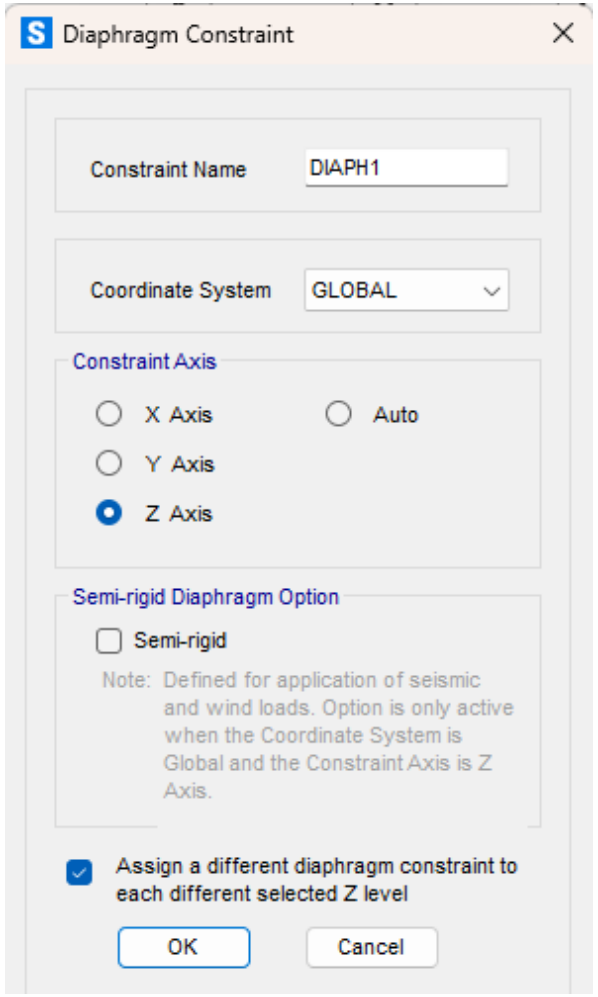
5. การกำหนด Load สร้าง Model และการใส่ Load กระทำต่ออาคาร

- การกำหนด Diaphragm ของพื้นใน Model
- Assign > Joint > Constraints...



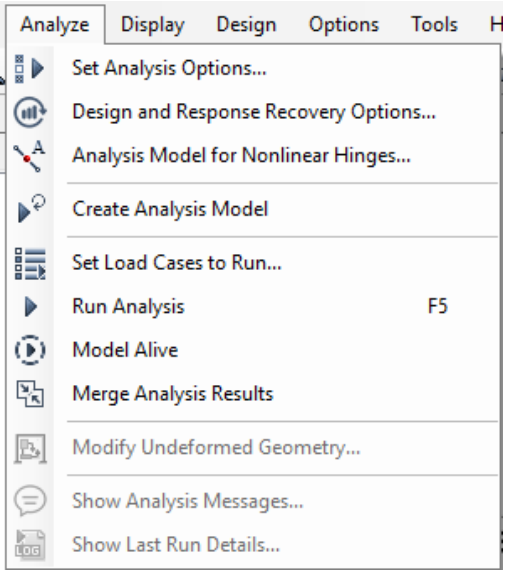


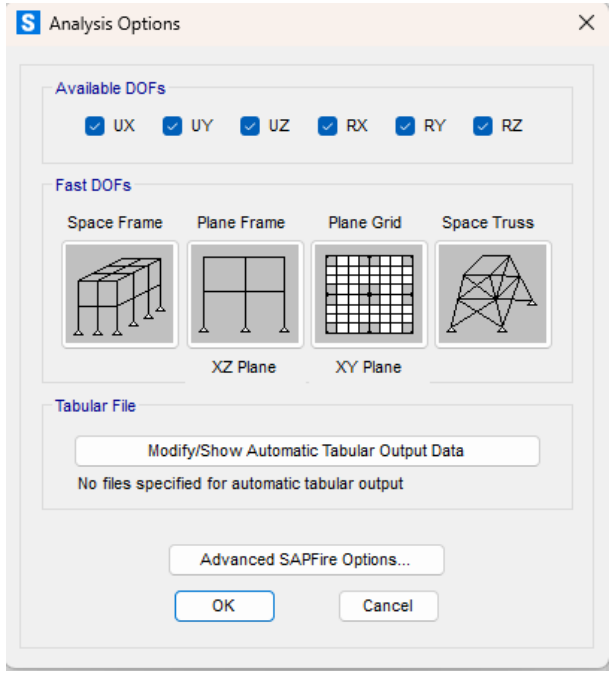


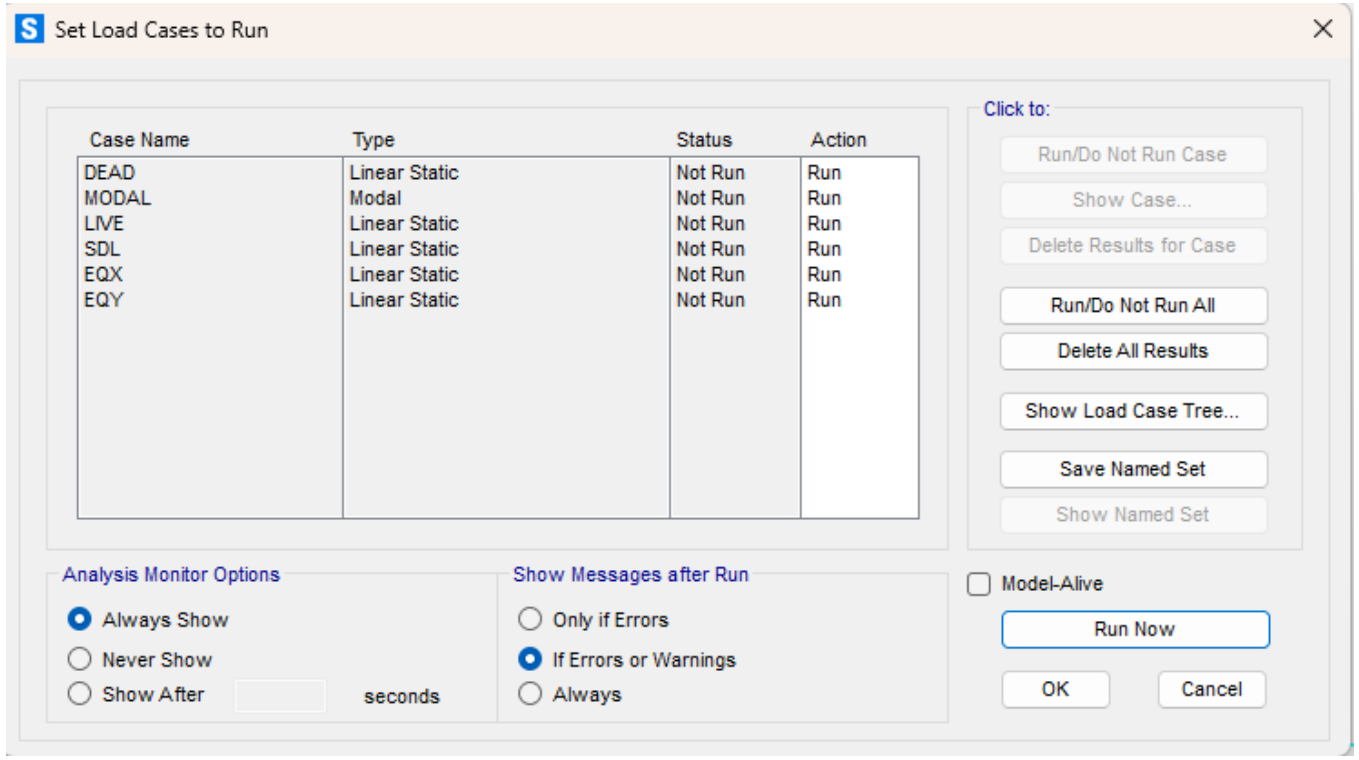


6.การวิเคราะห์โครงสร้าง

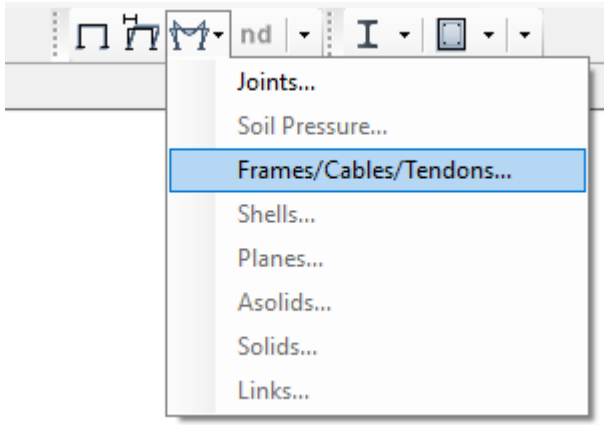
การ Run โปรแกรม

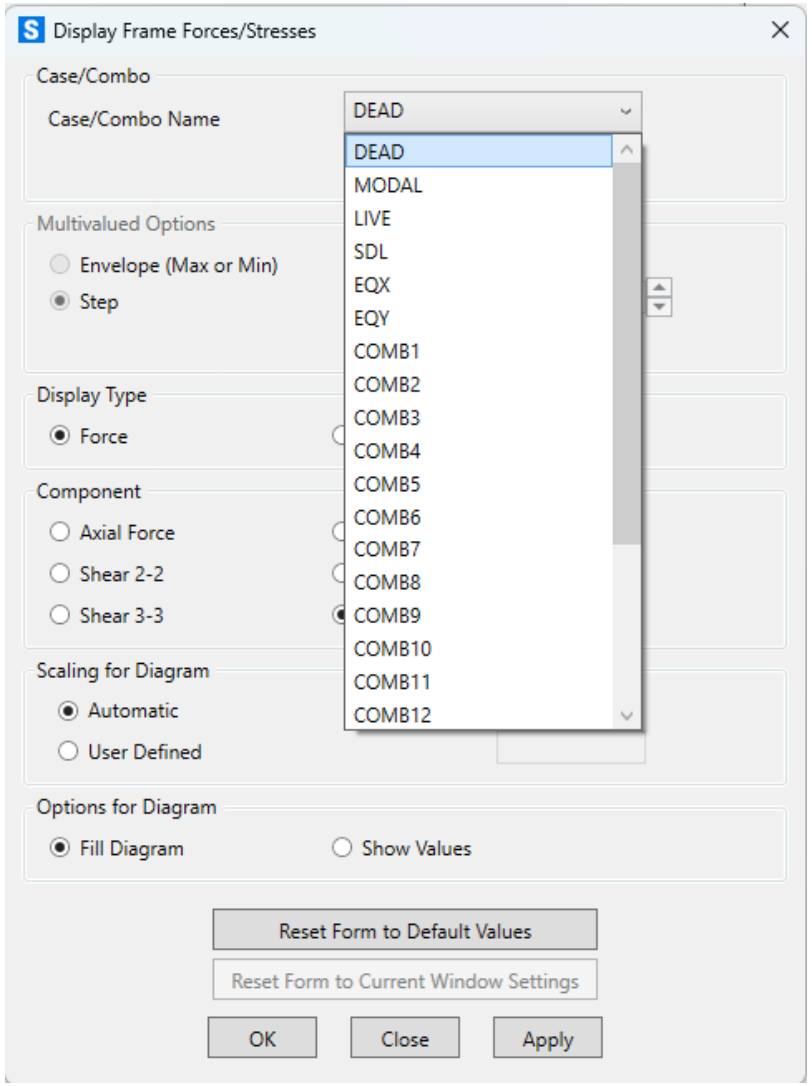


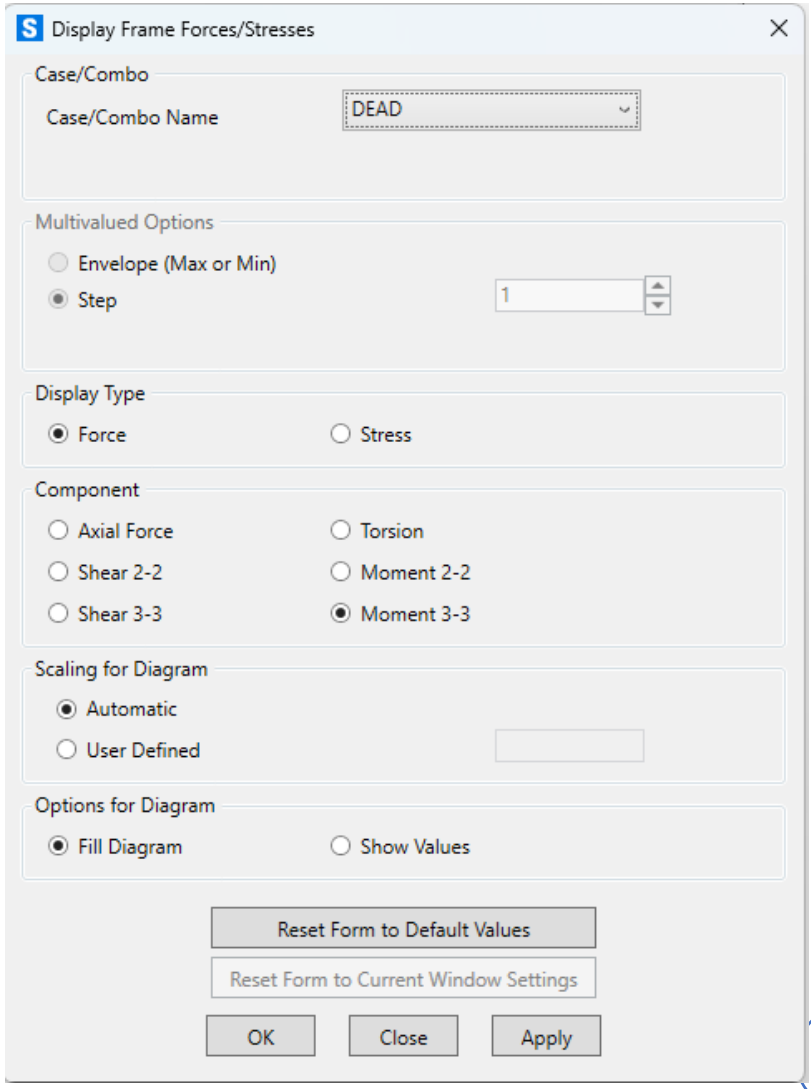




การดูโมเมนต์ดัด แรงเฉือน แรงตามแนวแกน

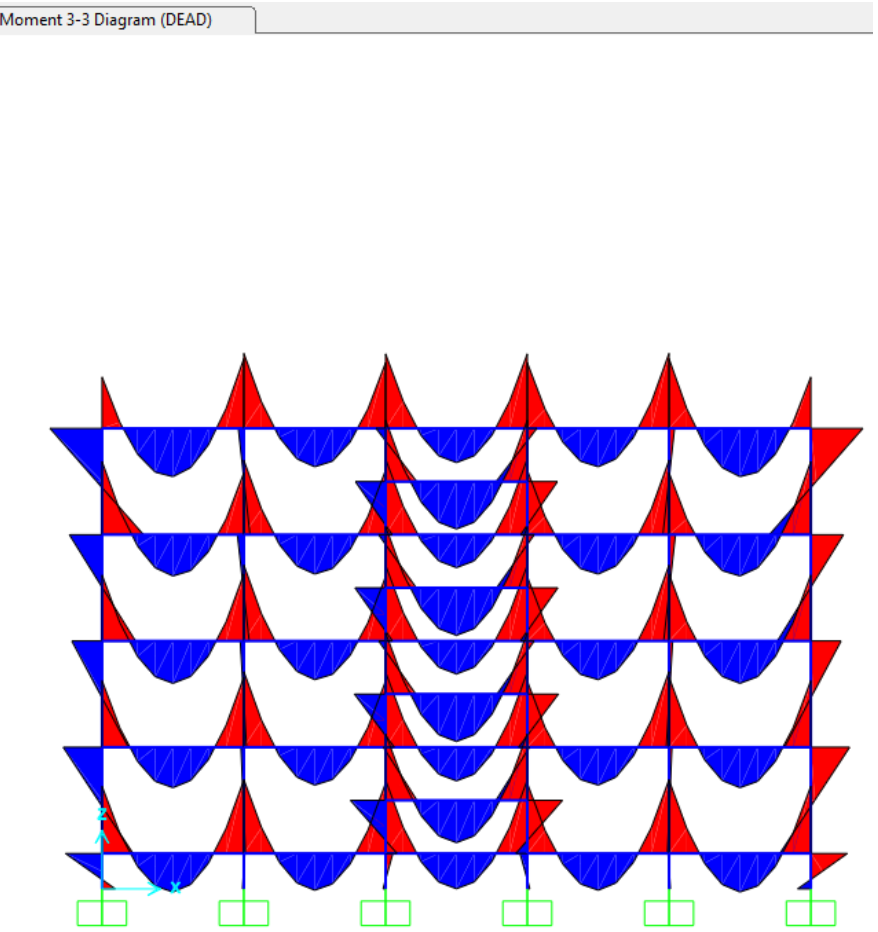


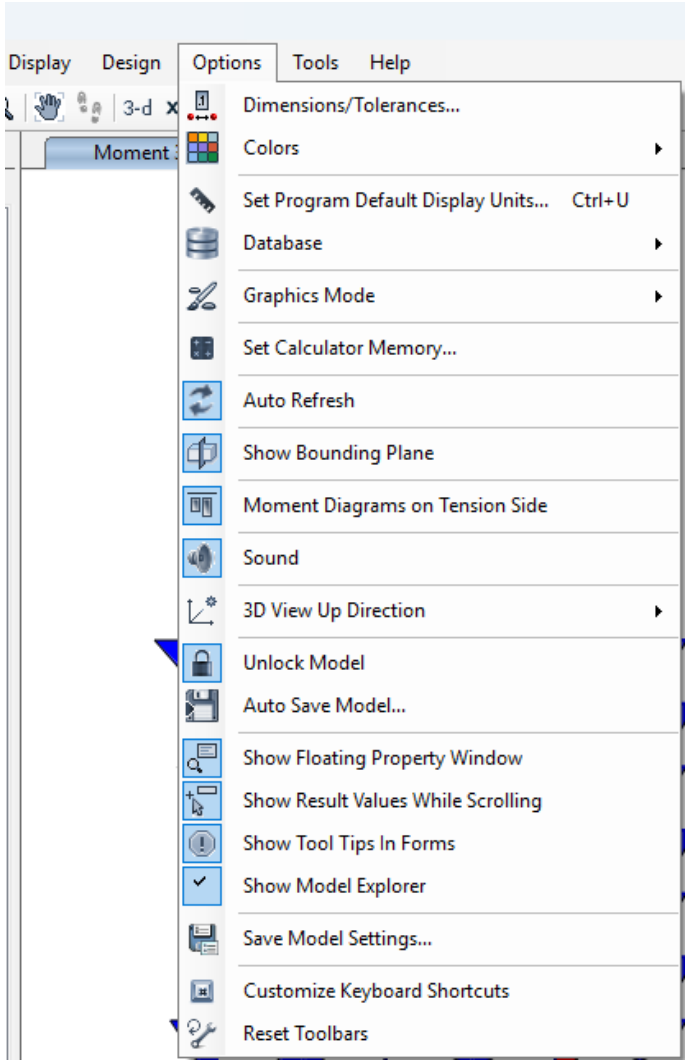


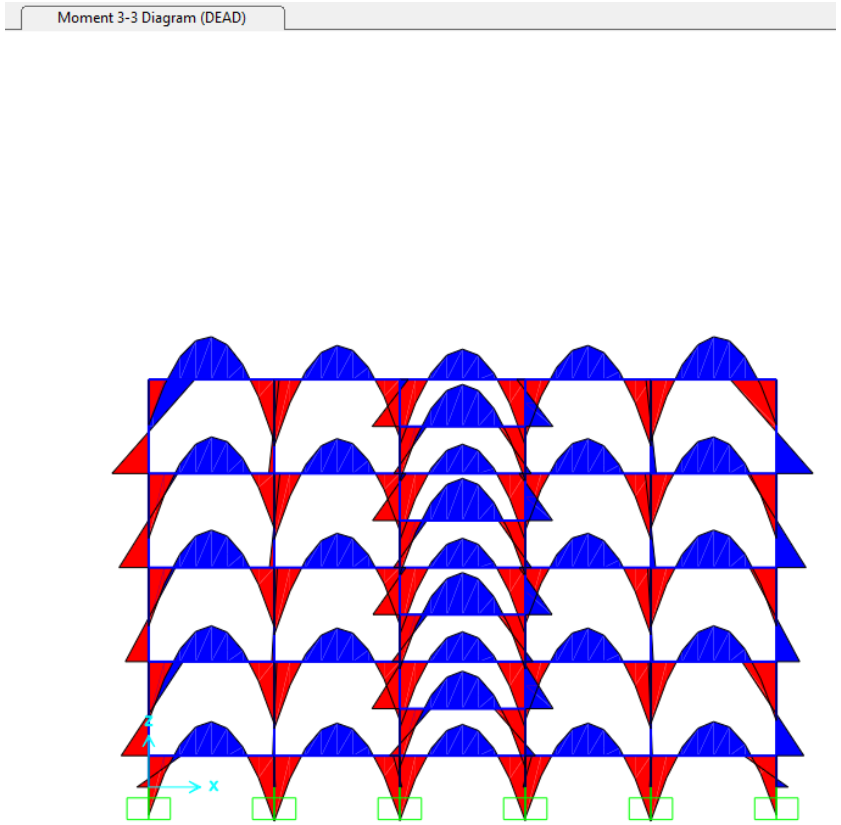


6.การวิเคราะห์โครงสร้าง

➢ การดูโมเมนต์ดัด แรงเฉือน แรงตามแนวแกน

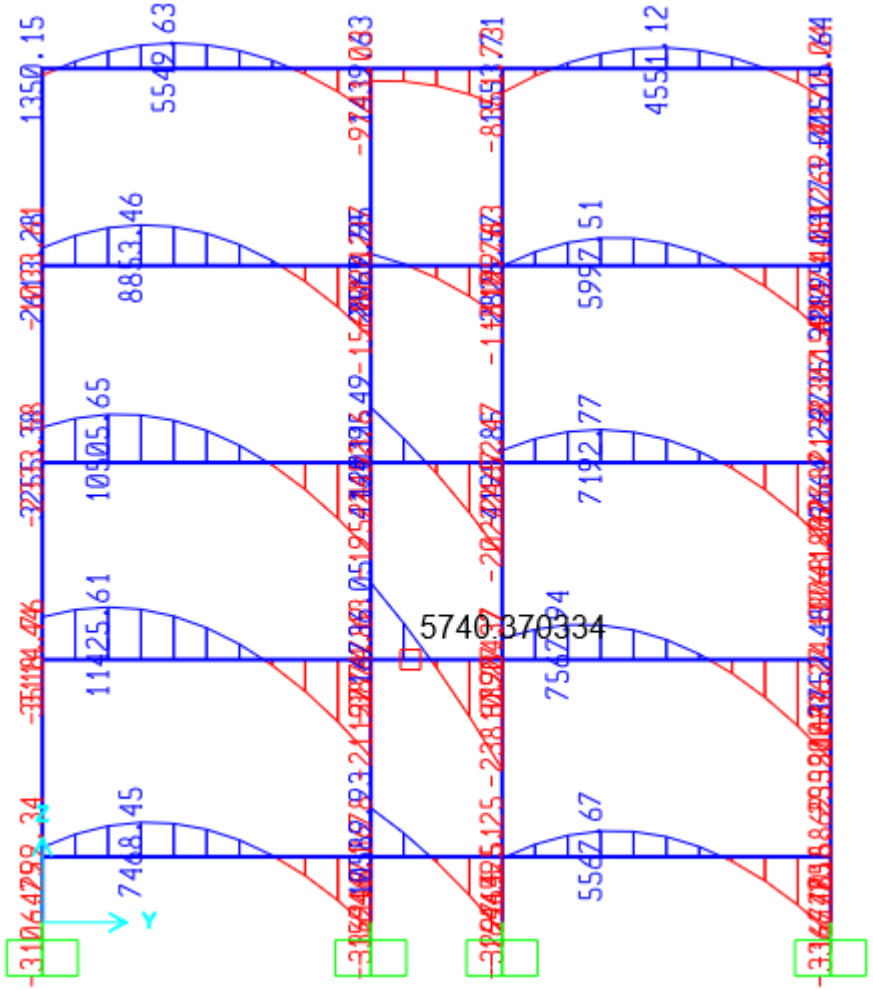


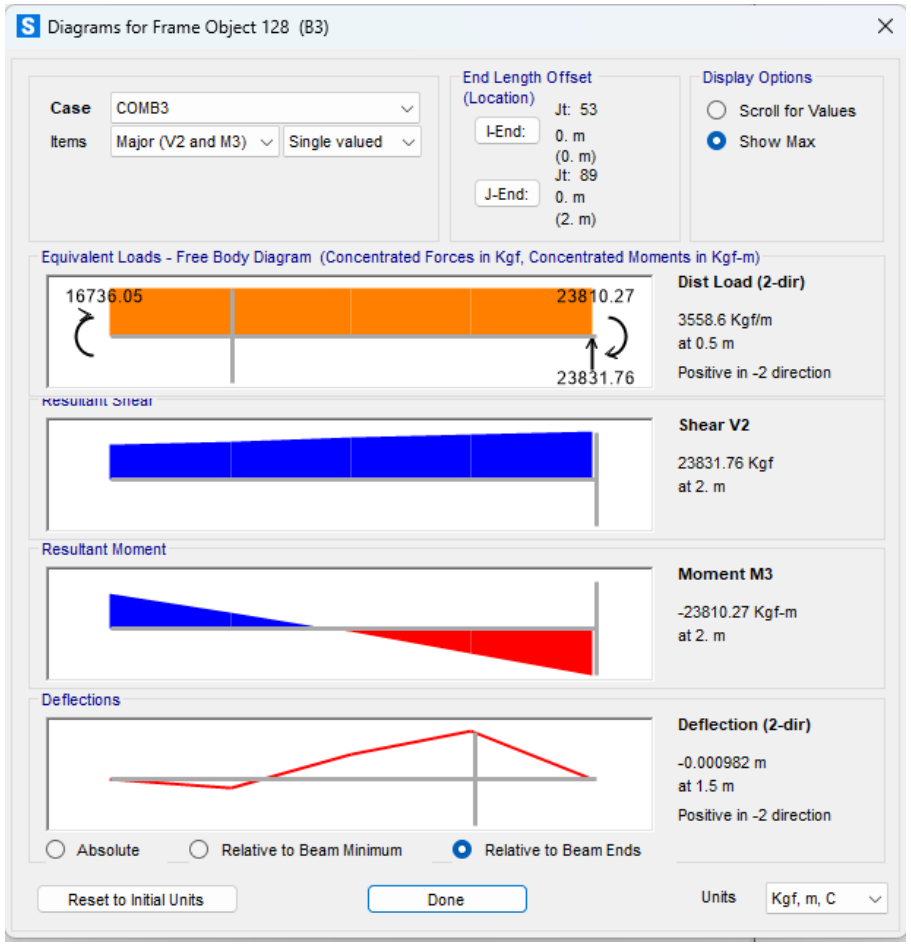




6.การวิเคราะห์โครงสร้าง

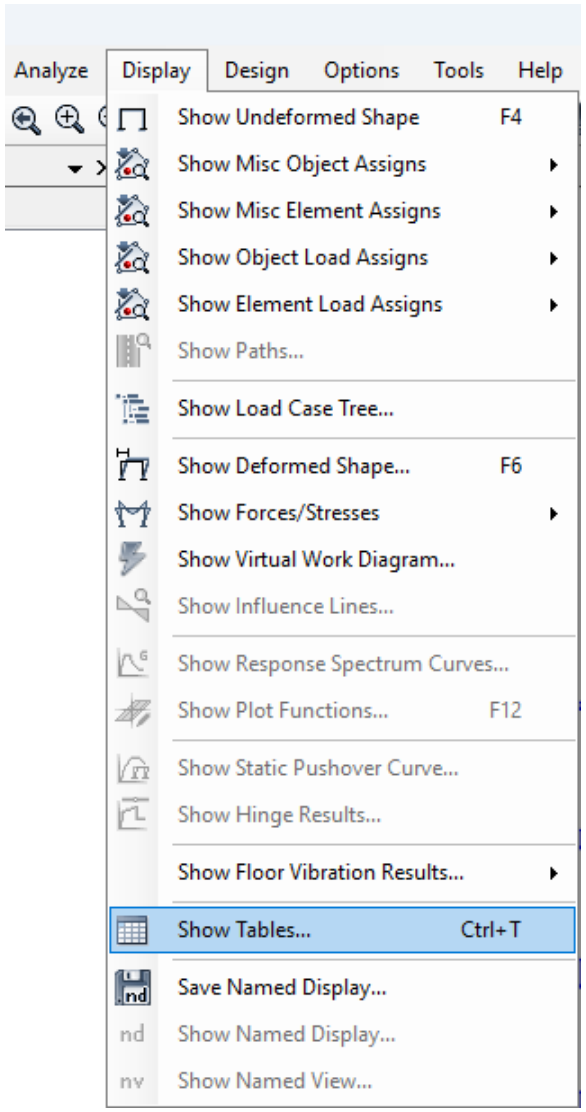
➢ การดูโมเมนต์ดัด แรงเฉือน แรงตามแนวแกน

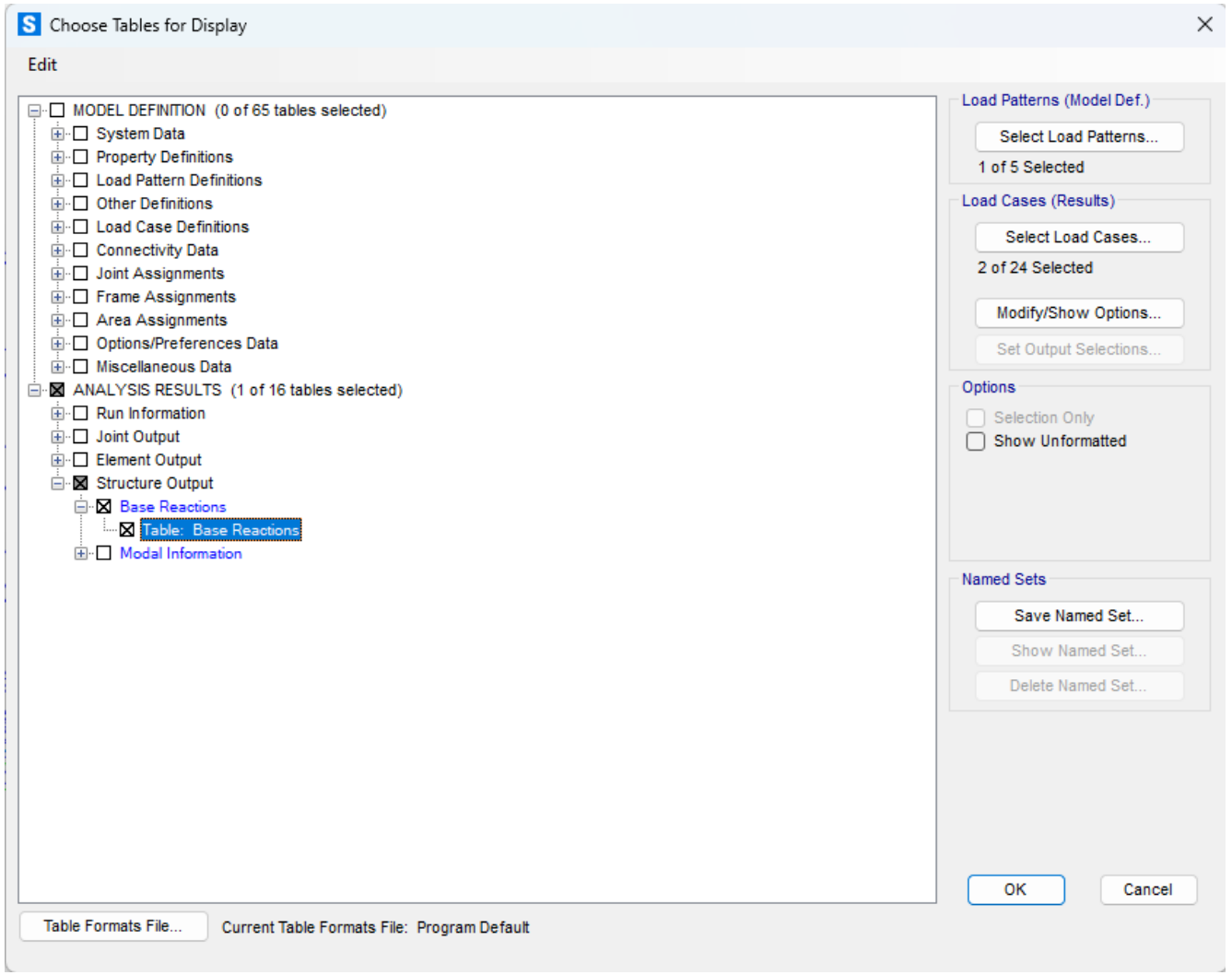


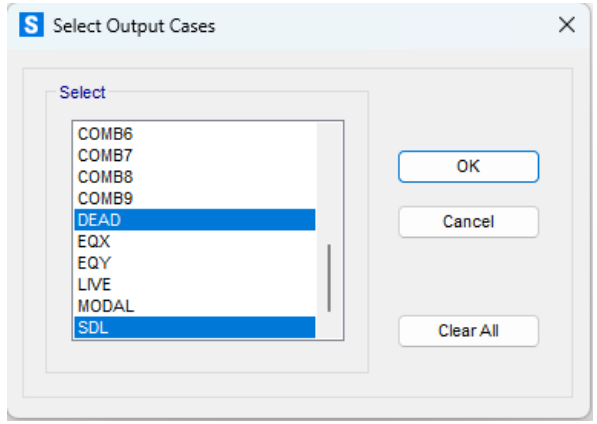


6.การวิเคราะห์โครงสร้าง

การตรวจสอบมวล

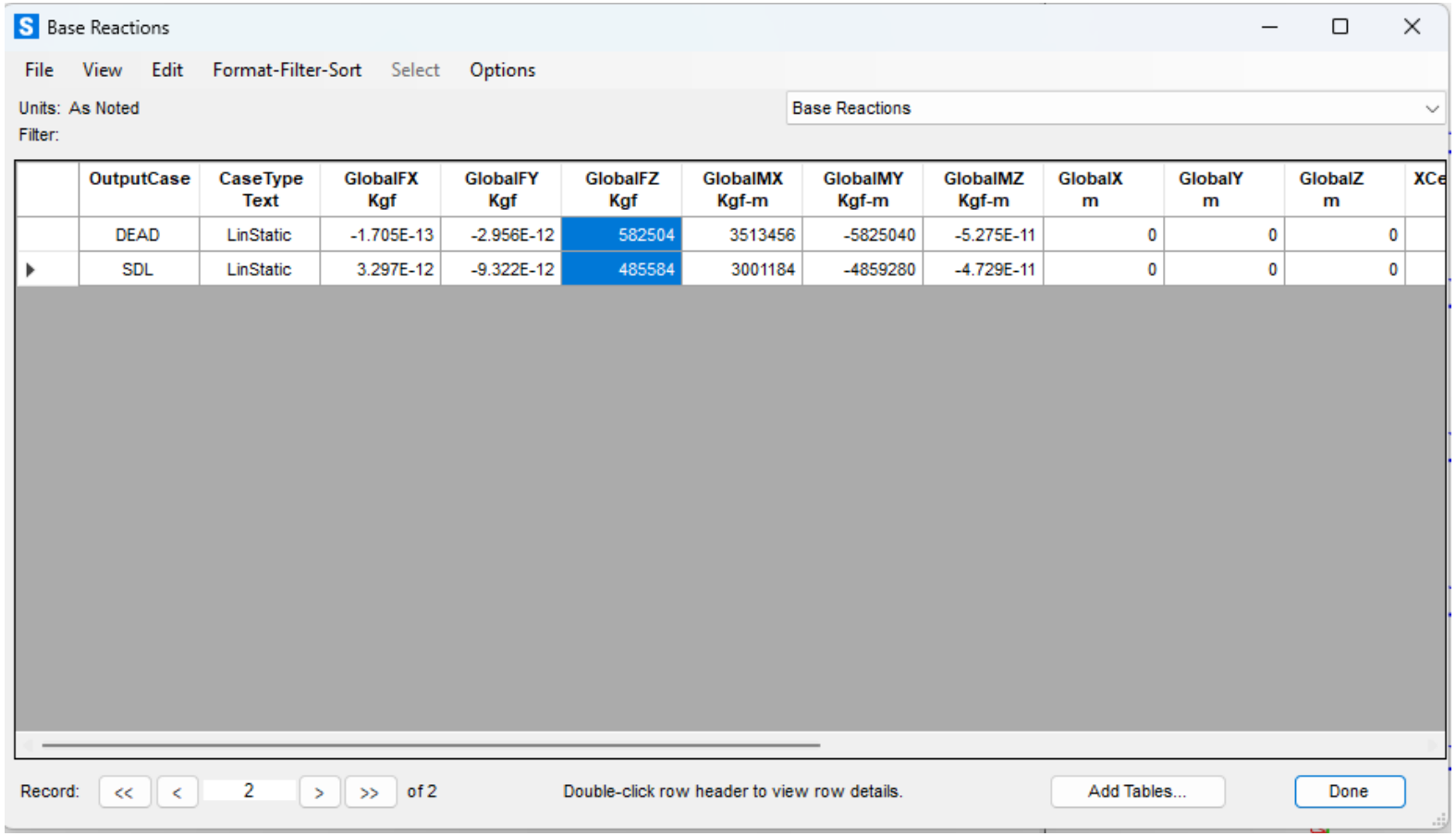






6.การวิเคราะห์โครงสร้าง

การตรวจสอบมวล



	OutputCase	CaseType Text	GlobalFX Kgf	GlobalFY Kgf	GlobalFZ Kgf	GlobalMX Kgf-m	GlobalMY Kgf-m	GlobalMZ Kgf-m	GlobalX m	GlobalY m	GlobalZ m	XCe
	DEAD	LinStatic	-1.705E-13	-2.956E-12	582504	3513456	-5825040	-5.275E-11	0	0	0	
▶	SDL	LinStatic	3.297E-12	-9.322E-12	485584	3001184	-4859280	-4.729E-11	0	0	0	

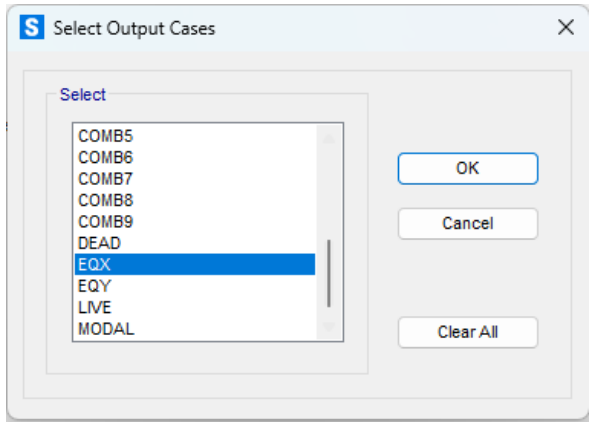
Deadload = 582504 kg

SDL = 485584 kg

Mass = 1068,088 kg

6.การวิเคราะห์โครงสร้าง

➢ การตรวจสอบแรงแผ่นดินไหว



Base Reactions

File View Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted

Base Reactions

Filter:

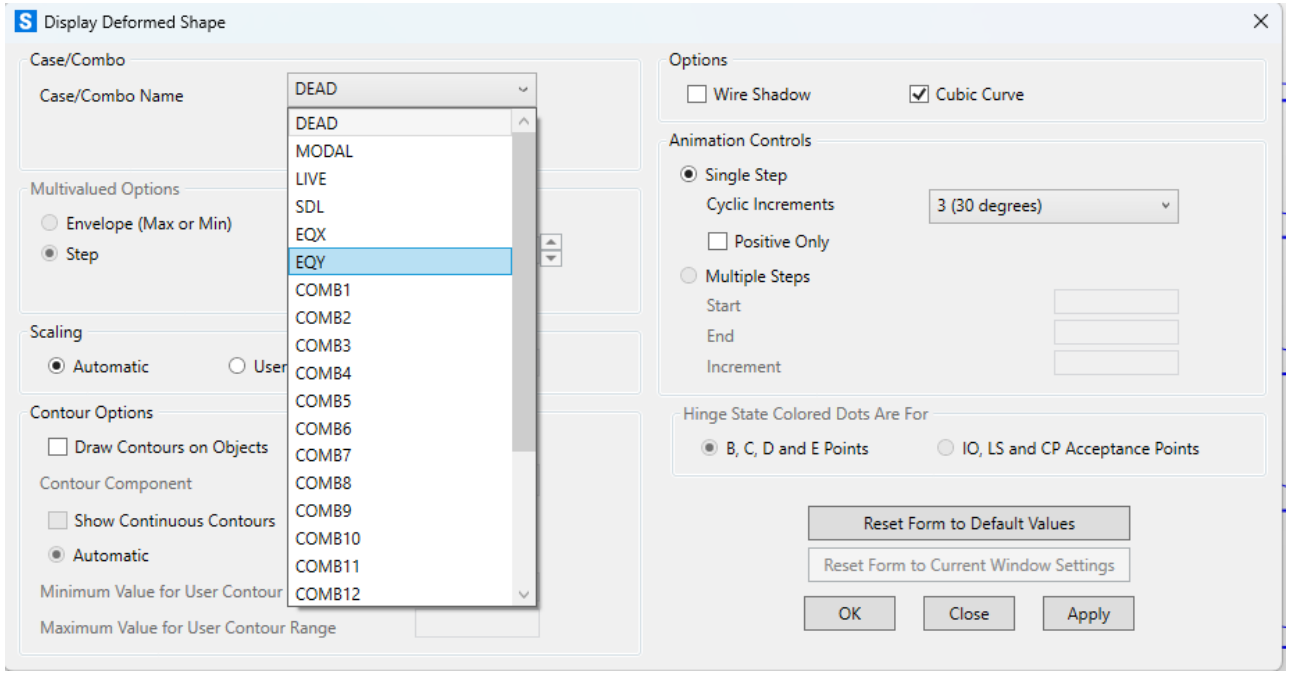
	OutputCase	CaseType Text	GlobalFX KN	GlobalFY KN	GlobalFZ KN	GlobalMX KN-m	GlobalMY KN-m	GlobalMZ KN-m	GlobalX m	GlobalY m	GlobalZ m	XCe
▶	EQX	LinStatic	-1489.226	5.037E-12	2.497E-13	-4.995E-11	-13502.8547	9095.6459	0	0	0	

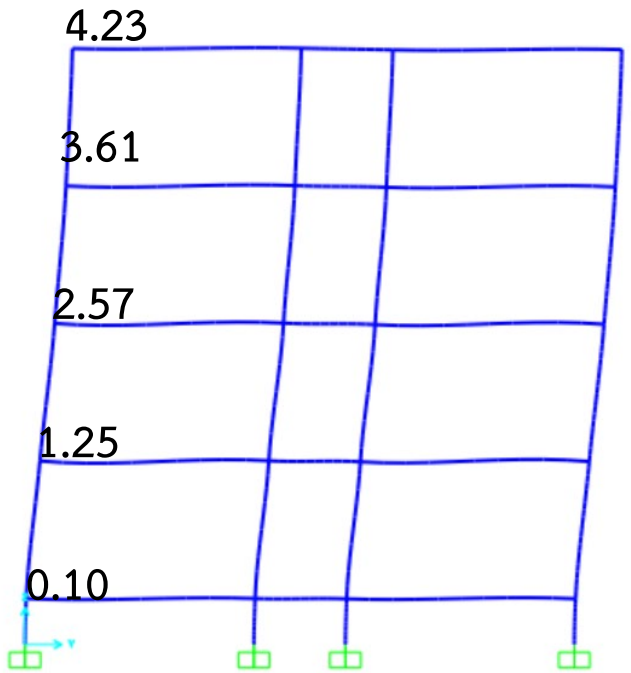
Record: << < 1 > >> of 1 Double-click row header to view row details. Add Tables... Done

6.การวิเคราะห์โครงสร้าง

การตรวจสอบการเคลื่อนตัวด้านข้าง







การตรวจสอบ inelastic drift

1. ควรเปลี่ยนเป็นหน้าตัดที่ทำการออกแบบเพื่อรับแรงแผ่นดินไหวได้แล้ว
2. ที่การเคลื่อนตัวที่ได้จากโปรแกรมต้องนำไปคูณ Cd/I อีกครั้ง









โครงการพัฒนาหลักสูตรการเรียนรู้ เรื่องการออกแบบอาคารต้านทานแผ่นดินไหว

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยและนวัตกรรม
จากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) พ.ศ. 2568