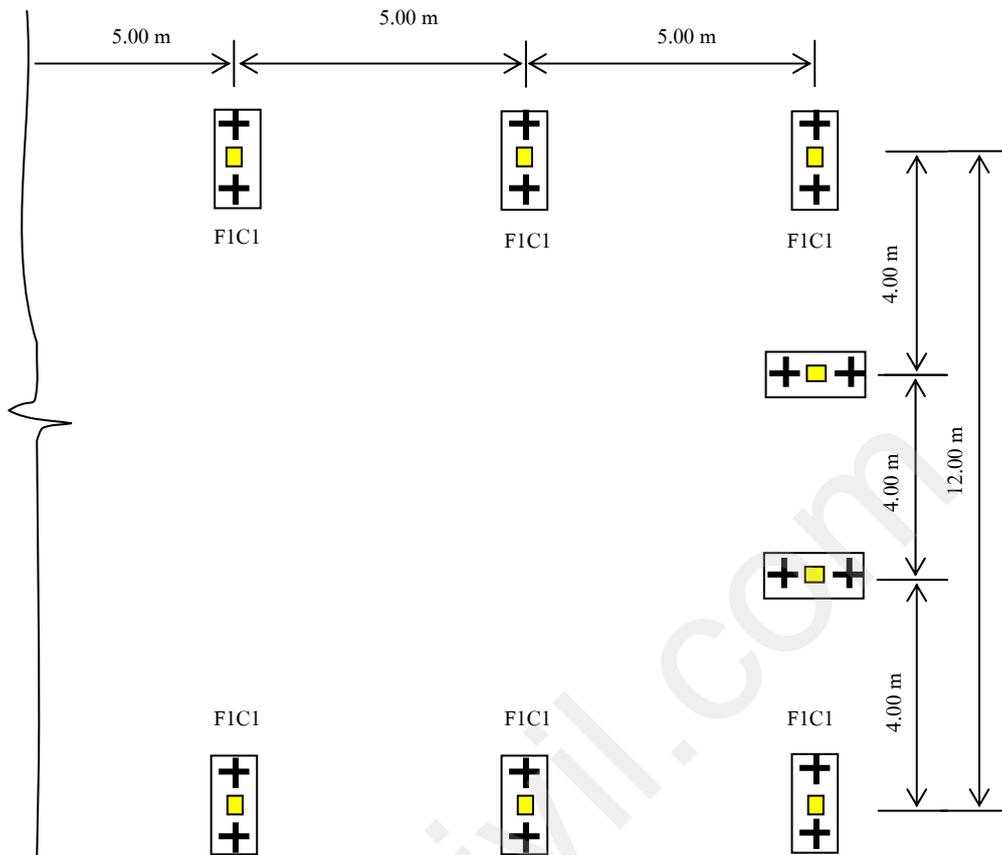


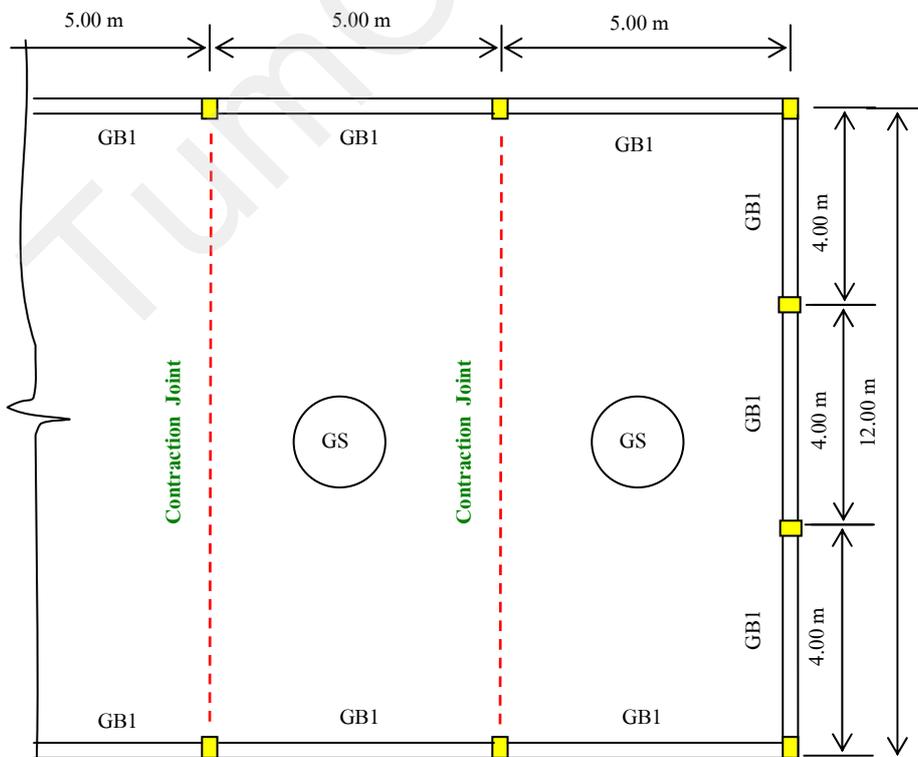
ตัวอย่างการออกแบบ

โครงหลังคา คาน เสา จุดต่อ เหล็ก
พื้น และ ฐานราก ค.ส.ด.

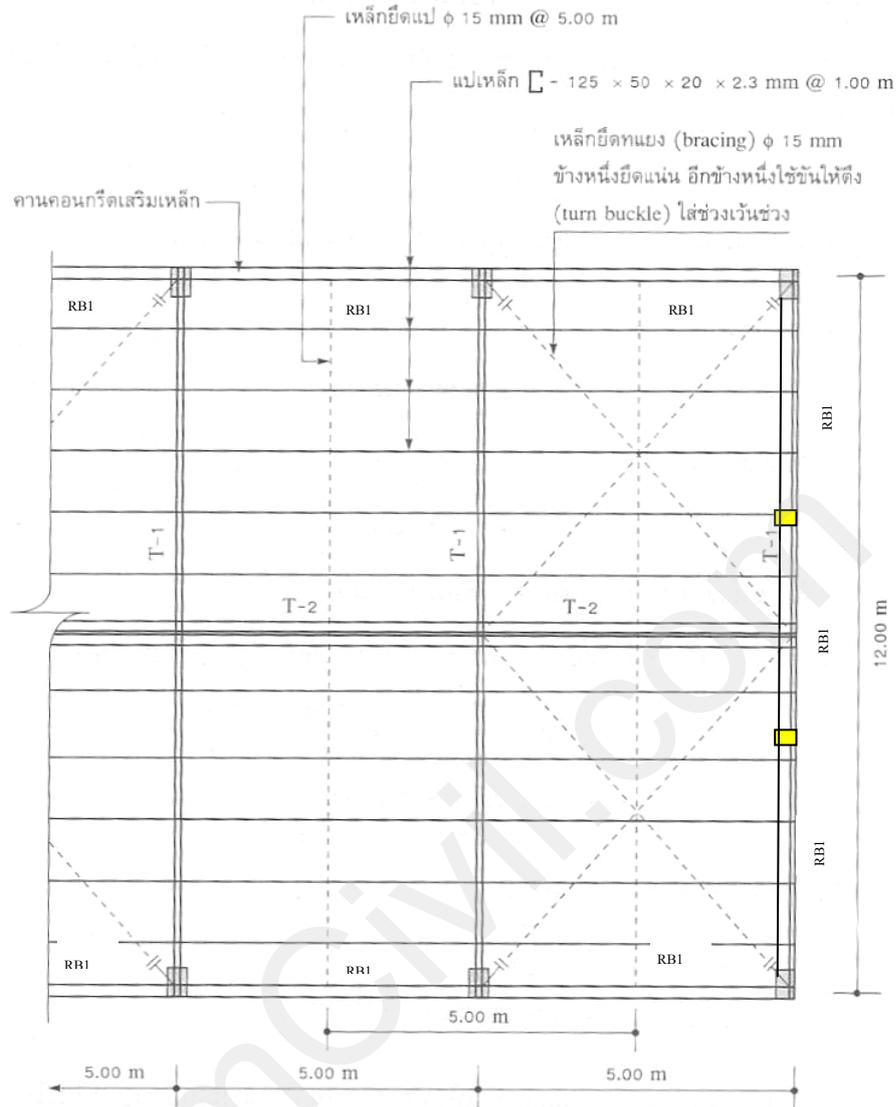
ตัวอย่าง การออกแบบอาคารโครงหลังคาเหล็ก



แปลนโครงสร้างฐานราก

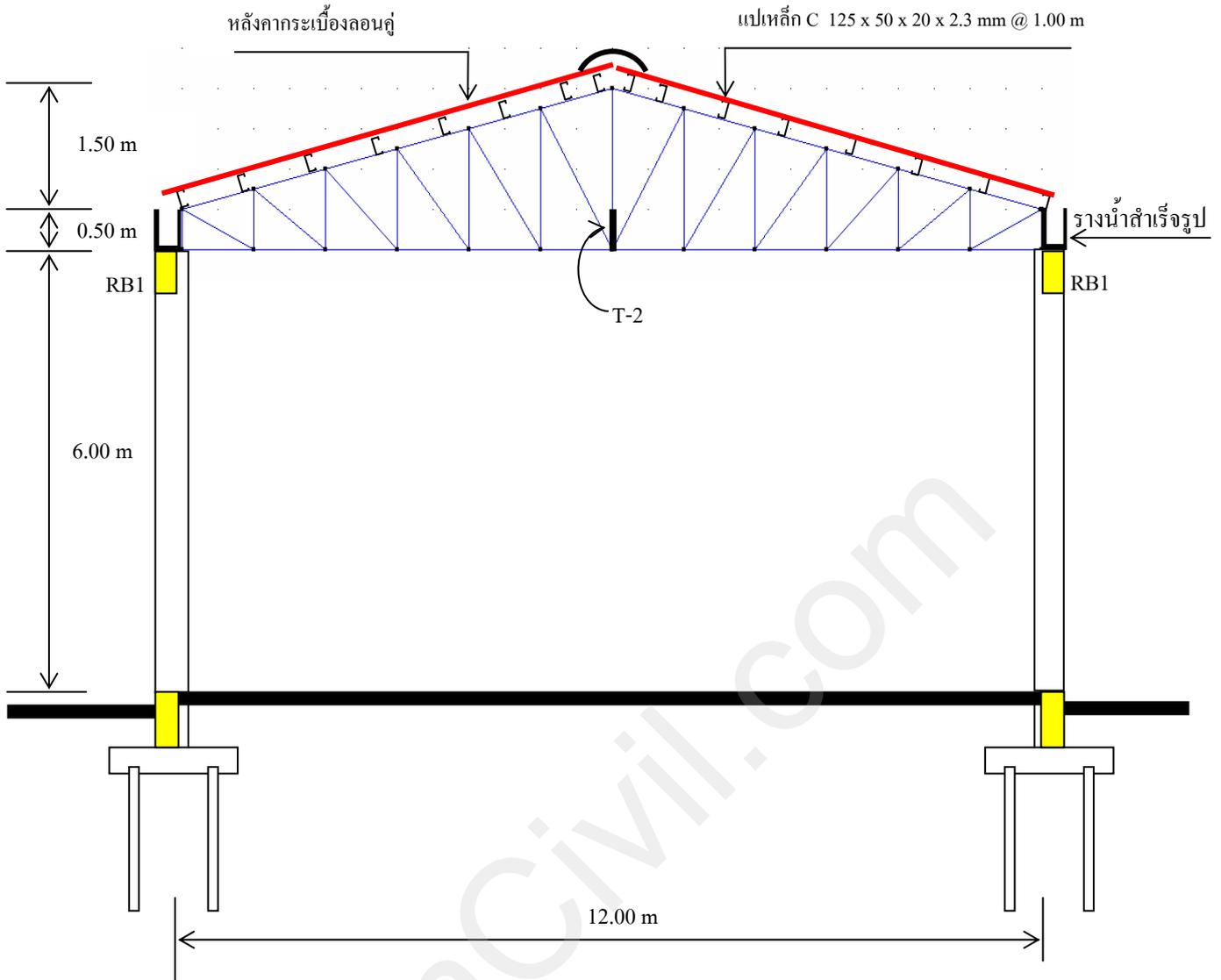


แปลนโครงสร้างพื้น, คาน, เสา



แปลนโครงสร้างหลังคา

(กรณีไม่ใช่คาน ค.ส.ล. RB1 สามารถใช้ T-2 แทนได้ ซึ่งวางระดับเดียวกับ T-1 แนวกลาง ยกเว้นแนวตามขวางไม่จำเป็นต้องมี T-2 เนื่องจากมี T-1 เป็นโครงสร้างหลักยันไว้แล้ว)



รูปตัดตามขวาง

หาน้ำหนักลงจุดต่อโครงหลังคาเหล็ก

ระยะห่างของ T-1	=	5.00	m
น้ำหนักบรรทุกจร (LL)	=	30	kg/m ²
น้ำหนักกระเบื้องลอนคู่	=	14	kg/m ²
น้ำหนักแป	=	4.51	kg/m ²
รวม	=	49	kg/m ²

น้ำหนักโครงหลังคา T-1;

$$W_t = 0.01W(1 + 0.33.L)$$

$$= 0.01 \times 49(1 + 0.33 \times 12) \text{ kg/m}^2 = 2.43 \text{ kg/m}^2$$

หรือ $W_t = (0.333.L + 5) = (0.333 \times 12) + 5 = 9 \text{ kg/m}^2$

ใช้น้ำหนักโครงหลังคา T-1 = 9 kg/m²

น้ำหนักทั้งหมด = 49 + 9 = 58 kg/m² ใช้ 60 kg/m²

จาก M_{max} หาค่าโมดูลัสหน้าตัดที่ต้องการได้

$$S_x = \frac{M_x}{F_b} = \frac{153 \times 100}{0.60 \times 2,400} = 10.63 \text{ cm}^3$$

(เนื่องจากต้องตรวจสอบ $f_b < F_b$ จึงแนะนำให้เพิ่ม S_x ประมาณ 2 เท่า ใช้ $S_x = 21.26 \text{ cm}^3$)

เลือกแปเหล็กรูปตัว C - $125 \times 50 \times 20 \times 2.3 \text{ mm}$ น้ำหนัก 4.51 kg/m

$$(S_x = 21.9 \text{ cm}^3, S_y = 6.22 \text{ cm}^3, I_x = 137 \text{ cm}^4, I_y = 20.6 \text{ cm}^4)$$

$$F_b = 0.60F_y = 0.60 \times 2,400 = 1,440 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_b = \frac{M_x}{S_x} + \frac{M_y}{S_y} \leq F_b$$

$$= \frac{(153 \times 100)}{21.9} + \frac{(38 \times 100)}{6.22}$$

$$= 1,309.56 \text{ kg/cm}^2 < 1,440 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{ใช้ได้}$$

ตรวจสอบการโก่ง;

$$\text{- การโก่งที่ยอมให้, } \Delta_{all} = \frac{L}{360} = \frac{500}{360} = 1.38 \text{ cm}$$

$$\text{- การโก่งที่เกิดขึ้น, } \Delta_{max} = \frac{5WL^4}{384EI} = \frac{5 \times 49 \times (500)^4}{384 \times 100 \times 2.1 \times 10^6 \times 137} = 1.38 \text{ cm}$$

$$\Delta_{max} \leq \Delta_{all} \quad \text{ใช้ได้}$$

ดังนั้นใช้แปเหล็ก C - $125 \times 50 \times 20 \times 2.3 \text{ mm}$ @ 1.00 m **ตอบ**

กรณีใช้เหล็กยึดแป 1 แถว การคิดโมเมนต์ต้านแกน y คิดความยาวแปเพียงครึ่งหนึ่ง นั่นคือ

$$M_y = \frac{12 \times 2.5^2}{8} = 9 \text{ kg.m}$$

$$\text{และ } S_y \text{ ที่ใช้ก็ลดลงครึ่งหนึ่ง} = \frac{6.22}{2} = 3.11 \text{ cm}^3$$

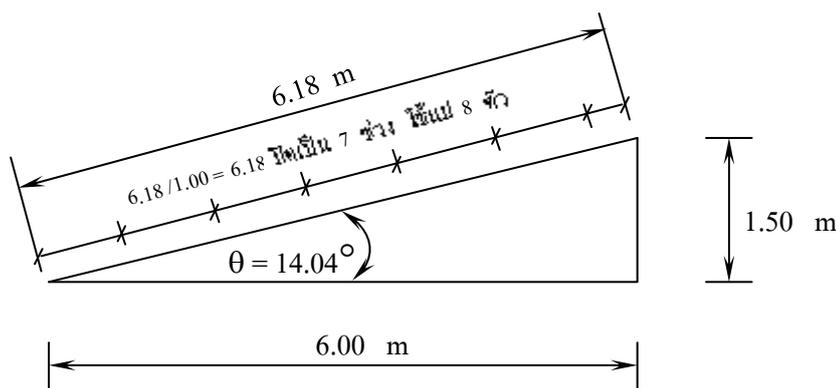
ตรวจสอบ

$$f_b = \frac{M_x}{S_x} + \frac{M_y}{S_y} \leq F_b$$

$$= \frac{(153 \times 100)}{21.9} + \frac{(9 \times 100)}{3.11}$$

$$= 988.01 \text{ kg/cm}^2 < 1,440 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{ใช้ได้}$$

2. ออกแบบเหล็กยึดแป (sag rod)



$$\text{ความยาวหลังคาแต่ละด้าน} = \sqrt{(1.5)^2 + (6)^2} = 6.18 \text{ m}$$

หลังคาใช้กระเบื้องลอนคู่ยาว 1.20 m วางแปเหล็กห่างกัน 1.00 m ที่เหลือ 20 cm เป็นระยะที่ซ้อนทับกัน

$$\text{จะนับหาจำนวนแปเหล็กได้} = \frac{6.18}{1.00} = 6.18 \text{ ช่วงปัดเป็น 7 ช่วง ใช้แปจำนวน 8 ตัว}$$

แปเหล็ก C - 125 × 50 × 20 × 2.3 mm น้ำหนัก 4.51 kg/m

แปเหล็กยาว 5.00 m ใช้เหล็กยึดแป 1 แถว รั้งที่กึ่งกลางของแป ดังนั้นพื้นที่รับแรงของเหล็กยึดแป = $\frac{5}{2} = 2.50 \text{ m}$

$$\text{น้ำหนักแป 8 ตัว} = 4.51 \times 2.50 \times 8 = 90.20 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{น้ำหนักหลังคา} &= \text{น้ำหนักกระเบื้องลอนคู่} + \text{น้ำหนักบรรทุกจร} \\ &= 14 + 30 \text{ kg/m}^2 = 44 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{น้ำหนักหลังคา} = 44 \times 2.50 \times 6.18 = 679.80 \text{ kg}$$

$$\text{น้ำหนักรวม} = 90.2 + 679.80 = 770 \text{ kg}$$

$$\text{น้ำหนักในทิศทางของเหล็กยึดแป} = 770 \sin 14.04 = 186.80 \text{ kg}$$

$$\text{หน่วยแรงดึงที่ยอมให้, Ft} = 0.60 \times 2,400 = 1,440 \text{ kg}$$

$$\text{ฉะนั้นพื้นที่หน้าตัดที่ต้องการของเหล็กยึดแป} = \frac{186.80}{1,440} = 0.13 \text{ cm}^2$$

เนื่องจากขนาดเหล็กกลมเล็กสุดที่ใช้ทำเหล็กยึดแปต้องไม่ต่ำกว่า $\phi 15 \text{ mm}$ ($A = 1.77 \text{ cm}^2$)

ดังนั้นใช้เหล็กยึดแป $\phi 15 \text{ mm}$ ($A = 1.77 \text{ cm}^2 > 0.13 \text{ cm}^2$)

ตรวจสอบอัตราส่วนความยาวตะลูด; $\frac{L}{r} \leq 300$

ความยาวเหล็กยึดแป = 1.00 m (คิดตามระยะห่างของแปและถือว่าความลาดเอียงน้อยมาก)

$$\text{ดังนั้น} \quad r = \frac{L}{r} = \frac{100}{300} = 0.333 \text{ cm}$$

$$r = \frac{D}{4}$$

$$D = 4r = 4 \times 0.333 = 1.332 \text{ cm}$$

ดังนั้นใช้เหล็กยึดแป $\phi 15 \text{ mm}$ 1 แถว @ 5.00 (จัดที่แนวกึ่งกลางความยาวแป) **ตอบ**

3. ออกแบบเหล็กที่ใช้ทำโครงหลังคาหลัก

จากการวิเคราะห์แรงในโครงหลังคาโดยการคำนวณได้ดังนี้

- **ท่อนของช่อ (lower chord)**

$$L_1 L_2 = L_{12} L_{13} = 0 \text{ kg (-) ความยาว } 1.00 \text{ m}$$

$$L_2 L_3 = L_{11} L_{12} = 2,200 \text{ kg (แรงดึง) ความยาว } 1.00 \text{ m}$$

$$L_3 L_4 = L_{10} L_{11} = 3,000 \text{ kg (แรงดึง) ความยาว } 1.00 \text{ m}$$

$$L_4 L_5 = L_9 L_{10} = 3,240 \text{ kg (แรงดึง) ความยาว } 1.00 \text{ m} \leftarrow$$

$$L_5 L_6 = L_8 L_9 = 3,200 \text{ kg (แรงดึง) ความยาว } 1.00 \text{ m}$$

$$L_6 L_7 = L_7 L_8 = 3,000 \text{ kg (แรงดึง) ความยาว } 1.00 \text{ m}$$

- **ท่อนของจันทัน (upper chord)**

$$U_1 U_2 = U_{12} U_{13} = -2,267 \text{ kg (แรงอัด) ความยาว } 1.03 \text{ m}$$

$$U_2 U_3 = U_{11} U_{12} = -3,092 \text{ kg (แรงอัด) ความยาว } 1.03 \text{ m}$$

$$U_3 U_4 = U_{10} U_{11} = -3,339 \text{ kg (แรงอัด) ความยาว } 1.03 \text{ m} \leftarrow$$

$$U_4 U_5 = U_9 U_{10} = -3,298 \text{ kg (แรงอัด) ความยาว } 1.03 \text{ m}$$

$$U_5 U_6 = U_8 U_9 = -3,092 \text{ kg (แรงอัด) ความยาว } 1.03 \text{ m}$$

$$U_6 U_7 = U_7 U_8 = -2,783 \text{ kg (แรงอัด) ความยาว } 1.03 \text{ m}$$

- **ท่อนยึดแบบดิ่ง (vertical web)**

$$L_1 U_1 = L_{13} U_{13} = -1,800 \text{ kg (แรงอัด) ความยาว } 0.50 \text{ m} \leftarrow$$

$$L_2 U_2 = L_{12} U_{12} = -1,100 \text{ kg (แรงอัด) ความยาว } 0.75 \text{ m}$$

$$L_3 U_3 = L_{11} U_{11} = -600 \text{ kg (แรงอัด) ความยาว } 1.00 \text{ m}$$

$$L_4 U_4 = L_{10} U_{10} = -240 \text{ kg (แรงอัด) ความยาว } 1.25 \text{ m}$$

$$L_5 U_5 = L_9 U_9 = 50 \text{ kg (แรงดึง) ความยาว } 1.50 \text{ m}$$

$$L_6 U_6 = L_8 U_8 = 300 \text{ kg (แรงดึง) ความยาว } 1.75 \text{ m}$$

$$L_7 U_7 = 1,050 \text{ kg (แรงดึง) ความยาว } 2.00 \text{ m}$$

- **ท่อนยึดแบบเอียง (diagonal web)**

$$L_2 U_1 = L_{12} U_{13} = 2,460 \text{ kg (แรงดึง) ความยาว } 1.12 \text{ m} \leftarrow$$

$$L_3 U_2 = L_{131} U_{12} = 1,000 \text{ kg (แรงดึง) ความยาว } 1.25 \text{ m}$$

$$L_4 U_3 = L_{10} U_{11} = 339 \text{ kg (แรงดึง) ความยาว } 1.41 \text{ m}$$

$$L_5 U_4 = L_9 U_{10} = -64 \text{ kg (แรงอัด) ความยาว } 1.60 \text{ m}$$

$$L_6 U_5 = L_8 U_9 = -360 \text{ kg (แรงอัด) ความยาว } 1.80 \text{ m}$$

$$L_7 U_6 = L_7 U_8 = 604 \text{ kg (แรงดึง) ความยาว } 2.02 \text{ m}$$

● ออกแบบเหล็กที่ใช้ทำท่อนของข้อ (lower chord)

ขนาดแรงสูงสุดเกิดในองศาอาคาร;

$$L_4L_5 \text{ และ } L_9L_{10} = 3,240 \text{ kg (แรงดึง) ความยาว } 1.00 \text{ m} = 100 \text{ cm}$$

$$\text{หน่วยแรงดึงที่ยอมให้, } F_t = 0.60F_y = 0.60 \times 2,400 = 1,440 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{พื้นที่หน้าตัดที่ต้องการ, } A_{\text{net}} = \frac{3,240}{1,440} = 2.25 \text{ cm}^2$$

- ถ้าเลือกหน้าตัดต่อปลายโดยการเชื่อมขาเดียว

ใช้เหล็กฉากขนาด L - 50 × 50 × 4 mm ($A = 3.89 \text{ cm}^2$, $r_{\text{min}} = 1.53 \text{ cm}$)

$$\begin{aligned} A_{\text{net}} &= A_1 + \frac{A_2}{2} = \frac{3.89}{2} + \left(\frac{1}{2} \times \frac{3.89}{2} \right) \\ &= 2.92 \text{ cm}^2 > 2.25 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

ตรวจสอบอัตราส่วนความยาวชะลูด

$$\frac{L}{r} = \frac{100}{1.53} = 65.36 < 240 \quad \text{ใช้ได้}$$

ดังนั้นใช้เหล็กฉาก L - 50 × 50 × 4 mm ทำเป็นท่อนของข้อได้ ตอบ

- ถ้าเลือกหน้าตัดต่อปลายโดยใช้หมุดย้ำ ขนาด ϕ 12 mm แถวเดียว

$$\begin{aligned} \text{พื้นที่หน้าตัดสุทธิ, } A_{\text{net}} &= A_{\text{Inet}} + \frac{A_2}{2} \\ &= \left[\frac{3.89}{2} - (1.2 + 0.3) \times 0.4 \right] + \left(\frac{1}{2} \times \frac{3.89}{2} \right) \\ &= 2.32 \text{ cm}^2 > 2.25 \text{ cm}^2 \quad \text{ใช้ได้} \end{aligned}$$

ในกรณีที่ใช้หมุดย้ำ ϕ 12 mm แถวเดียวก็สามารถใช้เหล็กฉาก L- 50 × 50 × 4 mm

ทำเป็นท่อนของข้อได้ ตอบ

● ออกแบบเหล็กที่ใช้ทำท่อนของจันทัน (upper chord)

ขนาดแรงสูงสุดเกิดขึ้นในองศาอาคาร,

$$U_3U_4 \text{ และ } U_{10}U_{11} = -3,339 \text{ kg (แรงอัด) ความยาว } 1.03 \text{ m} = 103 \text{ cm}$$

$$\text{สมมติหน่วยแรงอัดที่ยอมให้, } F_a = 1,000 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{พื้นที่หน้าตัดที่ต้องการ, } A = \frac{3,339}{1,000} = 3.34 \text{ cm}^2$$

เลือกเหล็กฉาก L- 50 × 50 × 4 mm ($A = 3.89 \text{ cm}^2$, $r_{\text{min}} = 1.53 \text{ cm}$)

ตรวจสอบ,

$$\begin{aligned} \frac{KL}{r} &= \frac{1 \times 103}{1.53} = 67.32 \\ C_c &= \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{F_y}} = \sqrt{\frac{2 \pi^2 \times 2.1 \times 10^6}{2400}} = 131.42 \end{aligned}$$

จากกรณีที่ว่า $\frac{KL}{r} < C_c$ ดังนั้น
หน่วยแรงอัดที่ยอมให้

$$F_a = \frac{\left[1 - \frac{1}{2} \left[\frac{KL/r}{C_c}\right]^2\right] \cdot F_y}{\frac{5}{3} + \frac{3}{8} \left[\frac{KL/r}{C_c}\right] - \frac{1}{8} \left[\frac{KL/r}{C_c}\right]^3}$$

$$= \frac{\left[1 - \frac{1}{2} \times \left[\frac{67.32}{131.42}\right]^2\right] \cdot 2,400}{\frac{5}{3} + \frac{3}{8} \left[\frac{67.32}{131.42}\right] - \frac{1}{8} \left[\frac{67.32}{131.42}\right]^3}$$

$$= \frac{2,085.51}{1.84} = 1,133.21 \text{ kg/cm}^2$$

สามารถรับแรงอัดได้สูงสุดเท่ากับ = $1,133.21 \times 3.89$

$$= 4,408 \text{ kg} > 3,339 \text{ kg}$$

ใช้ได้

มากกว่าแรงที่เกิดขึ้นคิดเป็น 32.02 % ประหยัดและปลอดภัย

ดังนั้นใช้เหล็กฉาก L- 50 × 50 × 4 mm ทำเป็นท่อนของจันทันได้

ตอบ

- ออกแบบเหล็กที่ใช้ทำท่อนยึดแบบดิ่งและท่อนยึดแบบเอียง (vertical and diagonal web)

ในการออกแบบจะเอาแรงที่มากที่สุดได้ออกแบบทั้งท่อนยึดแบบดิ่งและท่อนยึดแบบเอียง

แรงมากที่สุดเกิดขึ้นในองศาอาคาร,

$$L_2U_1 \text{ และ } L_{12}U_{13} = 2,460 \text{ kg (แรงอัด) ความยาว } 1.12 \text{ m} = 112 \text{ cm}$$

$$\text{หน่วยแรงดิ่งที่ยอมให้, } F_t = 0.60 \times 2400 = 1,440 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{พื้นที่หน้าตัดที่ต้องการ, } A_{\text{net}} = \frac{2,460}{1,440} = 1.71 \text{ cm}^2$$

- เลือกหน้าตัดต่อปลายโดยการเชื่อมขาเดียว

$$\text{ใช้เหล็กฉาก L- } 40 \times 40 \times 3 \text{ mm (} A = 2.35 \text{ cm}^2, r_{\text{min}} = 1.23 \text{ cm)}$$

$$A_{\text{net}} = A_1 + \frac{A_2}{2} = \frac{2.35}{2} + \frac{2.35}{4}$$

$$= 1.76 \text{ cm}^2 > 1.71 \text{ cm}^2$$

ใช้ได้

ตรวจสอบอัตราส่วนความยาวชะลูด

$$\frac{L}{r} = \frac{112}{1.23} = 91.05 < 240$$

ใช้ได้

ดังนั้นใช้เหล็กฉาก L- 40 × 40 × 3 mm ทำเป็นท่อนยึดแบบดิ่งและท่อนยึดแบบเอียงได้

ตอบ

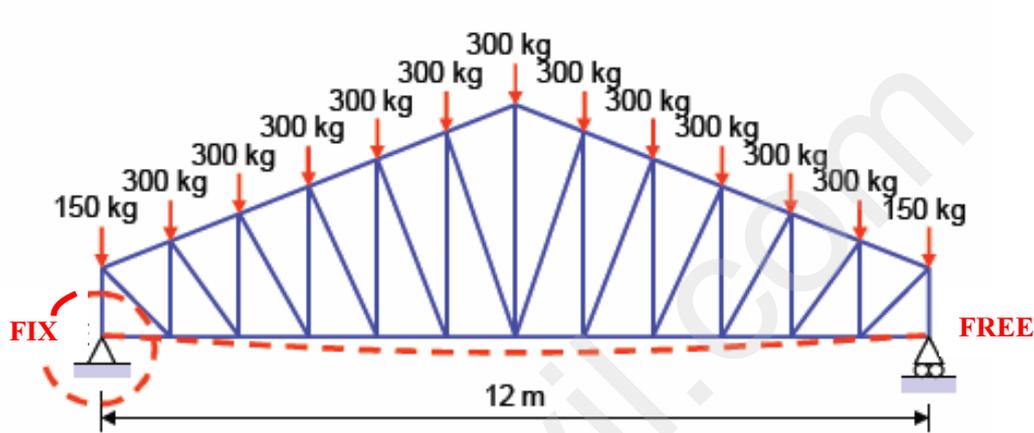
ขนาดของเหล็ก (T - 2) เป็นโครงสร้างช่วยดึงและค้ำยันให้โครงสร้าง (T-1) แข็งแรงขึ้น

ดังนั้นตรวจสอบรัศมีไจเรชั่นที่ต้องการ $r \geq \frac{L}{300}$

$$r \geq \frac{500}{300} = 1.67 \text{ cm}$$

จากตารางเหล็กใช้ L - 65 × 65 × 6 mm (ค่า $r = 1.98 \text{ cm} > 1.67 \text{ cm}$) แต่ในทางปฏิบัติใช้เป็นแบบ
โครงข้อหมุนทั้ง Upper และ Lower ซึ่งทำให้ดูสวยงามและมีความแข็งแรงมากขึ้น

ส่วนท่อนยึดแบบดึงและเอียงใช้เท่ากับขนาดของ (T-1) คือ L - 40 × 40 × 3 mm **ตอบ**



ออกแบบฐานรองรับเคลื่อนที่ได้ (Free (Roller) Support)

ความยาวโครงหลังคา = 12.00 m

สัมประสิทธิ์การขยายตัวของเหล็ก, $\alpha = 12 \times 10^{-6}$ ต่อ 1°C

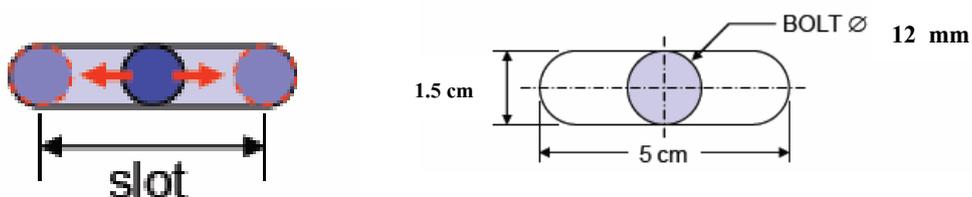
สมมติการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในประเทศไทย, $\Delta T = 40^{\circ}\text{C}$

ความยาวของร่อง (Slot length) 1 ซ้ำ , $\alpha \Delta T L = 12 \times 10^{-6} \times 40 \times 1,200 = 0.576 \text{ cm}$

ดังนั้นใช้ความยาวร่อง 2 ซ้ำ = $2 \times 0.576 = 1.15 \text{ cm}$

ถ้าสมมติใช้สลักเกลียว $\phi 12 \text{ mm}$

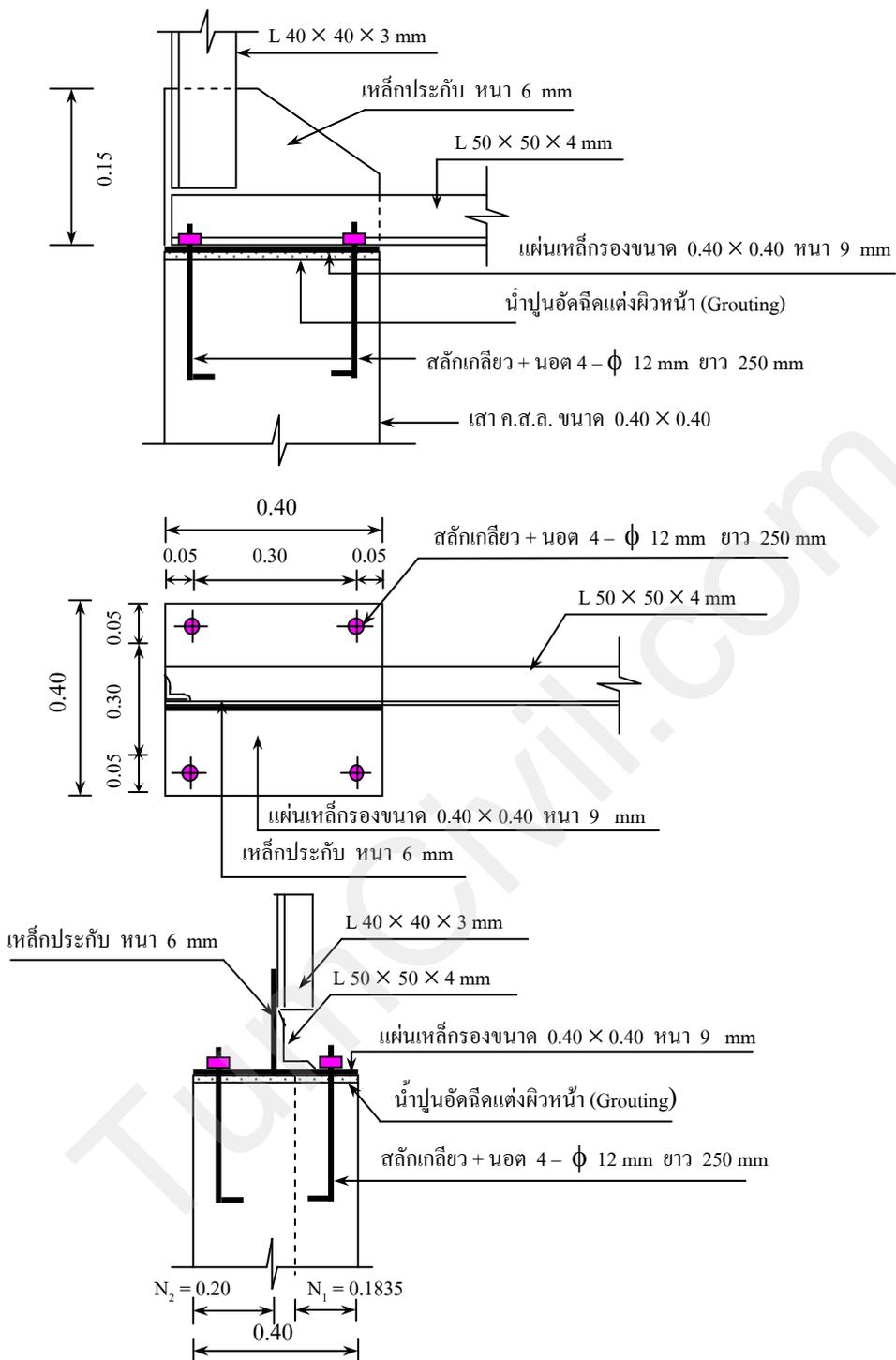
ดังนั้นความยาวร่องทั้งหมด = $1.15 + 1.2 = 2.35 \text{ cm}$ **ใช้ 5 cm ตอบ**



ออกแบบแผ่นเหล็กรองรับได้เสา (Base Plate) ด้าน Fix Suport

ขนาดเสาคอนกรีตจากการออกแบบ = 0.40×0.40

น้ำหนักจากโครงหลังคาลงหัวเสา = 1,800 kg



กำหนดให้ค่า $f_c' = 170$ ksc. หน่วยแรงคราก(F_y) = 2,400 ksc.

พื้นที่เต็มของฐานรองรับคอนกรีต, $F_p = 0.35f_c'$

$$F_p = 0.35 \times 170 = 59.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{หน่วยแรงที่เกิดขึ้น, } f_p &= \frac{1,800}{40 \times 40} \\ &= 1.125 \text{ kg/cm}^2 < 59.5 \text{ kg/cm}^2 \text{ ใช้ได้} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ให้ } n_1 &= \text{ส่วนยื่นของแผ่นเหล็ก} \\ &= \frac{40}{2} - \text{ความหนาเหล็กประกบ} - \text{ความหนาเหล็กฉาก} - \text{รัศมีส่วนโค้งเหล็กของฉาก} \\ &= 20 - 0.6 - 0.4 - 0.65 \end{aligned}$$

$$n_1 = 18.35 \text{ cm}, \quad n_2 = 20 \text{ cm} \quad \leftarrow$$

$$M = f_c \cdot n \cdot \frac{n}{2} \cdot b = 1.125 \times 20 \times \frac{20}{2} \times 40 = 9,000 \text{ kg.cm}$$

$$\text{จาก } F_b = \frac{6M}{bt^2} \quad t = \sqrt{\frac{6M}{b \cdot F_b}}$$

$$\text{ความหนาแผ่นเหล็ก, } t = \sqrt{\frac{6 \times 9,000}{40 \times 0.75 \times 2,400}} = 0.86 \text{ cm ใช้ } 9 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{หรือหาโดยใช้สูตร, } t &= \sqrt{\frac{3f_p n^2}{F_b}} \\ &= \sqrt{\frac{3 \times 1.125 \times (20)^2}{0.75 \times 2,400}} = 0.86 \text{ cm ใช้ } 9 \text{ mm} \end{aligned}$$

ดังนั้นใช้แผ่นเหล็กกรองหนา 9 mm ตอบ

หาจำนวนสลักเกลียว ให้คิดว่าแรงอัดเท่ากับแรงถอนของสลักเกลียว ดังนั้น

$$\begin{aligned} F_t &= \frac{P}{A} \\ A &= \frac{P}{F_t} \quad (F_t = 0.60F_y \text{ หรือ } 0.33F_u) \\ &= \frac{1,800}{0.60 \times 2,400} = 1.25 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

ใช้สลักเกลียว ϕ 12 mm ($A = 1.13 \text{ cm}^2$) จะได้

$$N = \frac{1.25}{1.13} = 1.11 \text{ ตัว ใช้ } 4 \text{ ตัว}$$

$$\text{จัดระยะขอบได้} = 2 \times 1.20 = 2.4 \text{ cm ใช้ } 5 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{ความยาว, } L &= \frac{D \cdot F_t}{4 \cdot \mu} = \frac{1.20 \times 0.60 \times 2,400}{4 \times 11} \\ &= 39.27 \text{ cm ใช้ } L = 40 \text{ cm} \end{aligned} \quad \text{ตอบ}$$

หรือถ้าคิดว่าแรงเฉือนที่เกิดขึ้นในแนวนอนบนหัวเสามีค่า ≈ 1.40 ของแรงปฏิกิริยา

$$= 1.40 \times 1,800 = 2,520 \text{ kg}$$

ให้หน่วยแรงเฉือนที่ยอมให้, $F_v = 0.40F_y = 0.40 \times 2,400 = 960 \text{ kg/cm}^2 < 1,190 \text{ kg/cm}^2$

(ตามค่าที่ให้ในตาราง A325)

ดังนั้นสามารถหาพื้นที่ของสลักเกลียวได้ $A = 2,520 / 960 = 2.63 \text{ cm}^2$

เลือกใช้สลักเกลียว ϕ 12 mm ($A = 1.13 \text{ cm}^2$)

จะได้ $N = 2.63/1.13 = 2.32$ ตัว **ใช้ 4 ตัว**

หมายเหตุ

จากสูตร $\mu = \frac{\text{หน่วยแรงยึดเหนี่ยวที่ยอมให้ของเหล็กกลม}}{2.D} = \frac{3.23\sqrt{fc'}}{2.D}$

$$= \frac{3.23\sqrt{170}}{2 \times 1.2}$$

$$= 17.54 \text{ kg/cm}^2 \text{ ใช้ไม่เกิน } 11 \text{ kg/cm}^2$$

$fc' = \text{หน่วยแรงอัดประลัยของคอนกรีต} = 170 \text{ kg/cm}^2$

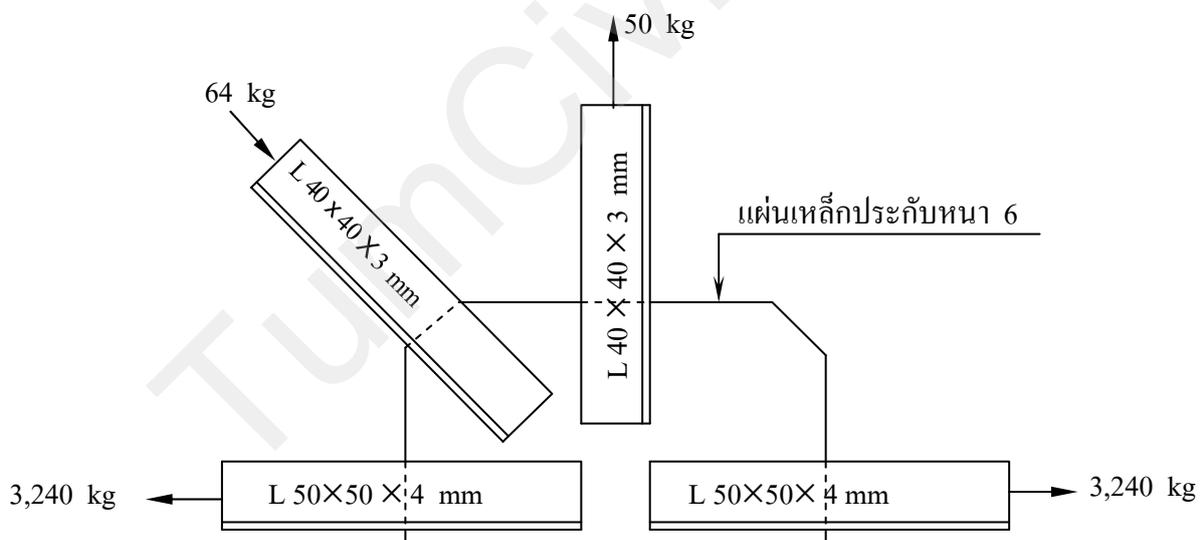
หรือหาความยาวของสลักเกลียวจากวิธี ASD ตามมาตรฐาน AISC ได้จาก

$$L_h = \frac{\left(\frac{T}{2}\right)}{\left(\frac{0.70 fc' d}{1.7}\right)} = \frac{\left(\frac{1,800}{2}\right)}{\left(\frac{0.70 \times 170 \times 1.20}{1.7}\right)} = 10.71 \text{ cm}$$

ความยาวทั้งหมดเท่ากับความยาวที่หาได้บวกกับความยาวที่ฝังต่ำสุด = $12d$

$$= 10.71 + (12 \times 1.20) = 25.11 \text{ cm} \text{ ใช้ความยาว } \mathbf{25 \text{ cm}} \quad \text{ตอบ}$$

ออกแบบรอยเชื่อม คุณสมบัติเหล็ก F_y เท่ากับ $2,400 \text{ kg/cm}^2$ ใช้ลวดเชื่อม E60



วิธีทำ

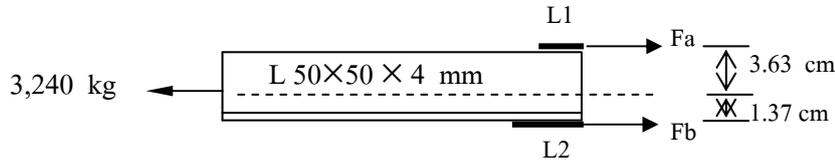
สำหรับความหนาเหล็กประกบ (Gusset plate) ให้ใช้ไม่น้อยกว่าความหนาค่าสูงสุดขององค์อาคาร เลือกใช้ความหนาเหล็กเท่ากับ 6 mm

ขนาดรอยเชื่อม ตามมาตรฐาน ว.ส.ท. ใช้รอยเชื่อมเท่ากับ 3 mm

ลวดเชื่อม E60 หน่วยแรงเฉือนบนพื้นที่ประสิทธิผล = $1,260 \text{ kg/cm}^2$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้นกำลังของรอยเชื่อม, } P_w &= 0.707 \times 0.30 \times 1,260 \times 1 \\ &= 267 \text{ kg/ ความยาว 1 cm} \end{aligned}$$

- ความยาวการเชื่อมในท่อนของข้อ แรงดึงสูงสุดใน $L_4L_5 = 3,240 \text{ kg}$



โดยหลักการสมดุล ดังนั้น

$$F_a = \frac{3,240 \times 1.37}{5} = 887 \text{ kg}$$

$$F_b = 3,240 - 887 = 2,353 \text{ kg}$$

$$\text{ความยาวการเชื่อม } L_1 = \frac{887}{267} = 3.32 \text{ cm}$$

เนื่องจากไม่มีการเชื่อมอ้อมปลาย ดังนั้นความยาวที่คำนวณได้ต้องบวก 2 เท่าของขนาดการเชื่อม

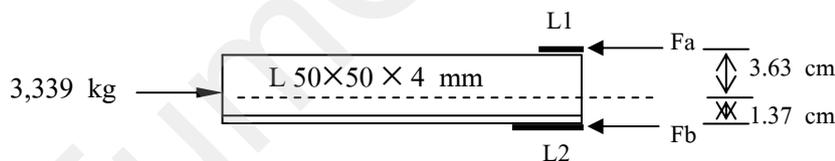
$$\text{ใช้ความยาวจริง} = 3.32 + 2(0.30) = 3.92 \text{ cm ใช้ } 4 \text{ cm } \text{ตอบ}$$

$$\text{ความยาวการเชื่อม } L_2 = \frac{2,353}{267} = 8.81 \text{ cm}$$

$$\text{ใช้ความยาวจริง} = 8.81 + 2(0.30) = 9.41 \text{ cm ใช้ } 10 \text{ cm } \text{ตอบ}$$

- ความยาวการเชื่อมในท่อนจันทัน แรงอัดสูงสุดใน $U_3U_4 = U_{10}U_{11} = 3,339 \text{ kg}$

(เพื่อให้่ายต่อการมองจึงปรับรูปในแนวนอน)



โดยหลักการสมดุล ดังนั้น

$$F_a = \frac{3,339 \times 1.37}{5} = 915 \text{ kg}$$

$$F_b = 3,339 - 915 = 2,424 \text{ kg}$$

$$\text{ความยาวการเชื่อม } L_1 = \frac{915}{267} = 3.43 \text{ cm}$$

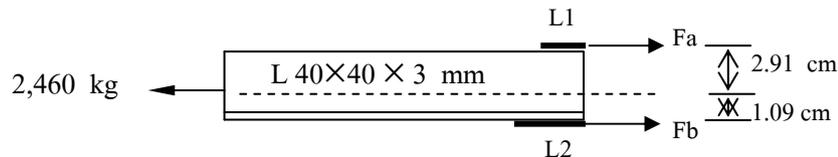
เนื่องจากไม่มีการเชื่อมอ้อมปลาย ดังนั้นความยาวที่คำนวณได้ต้องบวก 2 เท่าของขนาดการเชื่อม

$$\begin{aligned} \text{ใช้ความยาว} &= 3.43 + 2(0.30) \\ &= 4.03 \text{ cm ใช้ } 4 \text{ cm } \text{ตอบ} \end{aligned}$$

$$\text{ความยาวการเชื่อม } L_2 = \frac{2,424}{267} = 9.08 \text{ cm}$$

เนื่องจากไม่มีการเชื่อมอ้อมปลาย ดังนั้นความยาวที่คำนวณได้ต้องบวก 2 เท่าของขนาดการเชื่อม
ใช้ความยาว $= 9.08 + 2(0.30)$
 $= 9.68 \text{ cm}$ ใช้ **10 cm** **ตอบ**

- ความยาวการเชื่อมในท่อนเอียง แรงดึงสูงสุดใน $L_2U_1 = L_{12}U_{13} = 2,460 \text{ kg}$
(เพื่อให้ง่ายต่อการมองจึงปรับรูปในแนวนอน)



โดยหลักการสมมูล ดังนั้น

$$F_a = \frac{2,460 \times 1.09}{4} = 670 \text{ kg}$$

$$F_b = 2,460 - 679 = 1,781 \text{ kg}$$

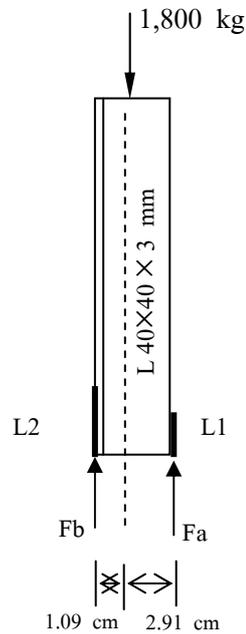
$$\text{ความยาวการเชื่อม } L_1 = \frac{670}{267} = 2.51 \text{ cm}$$

เนื่องจากไม่มีการเชื่อมอ้อมปลาย ดังนั้นความยาวที่คำนวณได้ต้องบวก 2 เท่าของขนาดการเชื่อม
ใช้ความยาว $= 2.51 + 2(0.30)$
 $= 3.11 \text{ cm}$ ใช้ **4 cm** **ตอบ**

$$\text{ความยาวการเชื่อม } L_2 = \frac{1,780}{267} = 6.67 \text{ cm}$$

เนื่องจากไม่มีการเชื่อมอ้อมปลาย ดังนั้นความยาวที่คำนวณได้ต้องบวก 2 เท่าของขนาดการเชื่อม
ใช้ความยาว $= 6.67 + 2(0.30)$
 $= 7.27 \text{ cm}$ ใช้ **8 cm** **ตอบ**

- ความยาวการเชื่อมในท่อนดิ่ง แรงอัดสูงสุดใน L_1 $U_1 = L_{13}$ $U_{13} = 1,800$ kg



โดยหลักการสมดุล ดังนี้

$$F_a = \frac{1,800 \times 1.09}{4} = 490 \text{ kg}$$

$$F_b = 1,800 - 490 = 1,310 \text{ kg}$$

$$\text{ความยาวการเชื่อม } L_1 = \frac{490}{267} = 1.84 \text{ cm}$$

เนื่องจากไม่มีการเชื่อมอ้อมปลาย ดังนั้นความยาวที่คำนวณได้ต้องบวก 2 เท่าของขนาดการเชื่อม

$$\begin{aligned} \text{ใช้ความยาว} &= 1.84 + 2(0.30) \\ &= 2.43 \text{ cm} \text{ ใช้ } 3 \text{ cm} \text{ } \text{ตอบ} \end{aligned}$$

$$\text{ความยาวการเชื่อม } L_2 = \frac{1,310}{267} = 4.90 \text{ cm}$$

เนื่องจากไม่มีการเชื่อมอ้อมปลาย ดังนั้นความยาวที่คำนวณได้ต้องบวก 2 เท่าของขนาดการเชื่อม

$$\begin{aligned} \text{ใช้ความยาว} &= 4.90 + 2(0.30) \\ &= 5.50 \text{ cm} \text{ ใช้ } 6 \text{ cm} \text{ } \text{ตอบ} \end{aligned}$$

ออกแบบโครงสร้างส่วนที่เป็นคอนกรีต

ข้อกำหนดที่ใช้ออกแบบ (Design Criteria)

$$f_s = 0.5 \times 3,000 = 1,500 \text{ ksc.}$$

$$f_c = 0.375 \times 170 = 63.75 \text{ ksc. (ตาม พ.ร.บ. ใช้ } f_c \text{ ไม่เกิน } 65 \text{ ksc.)}$$

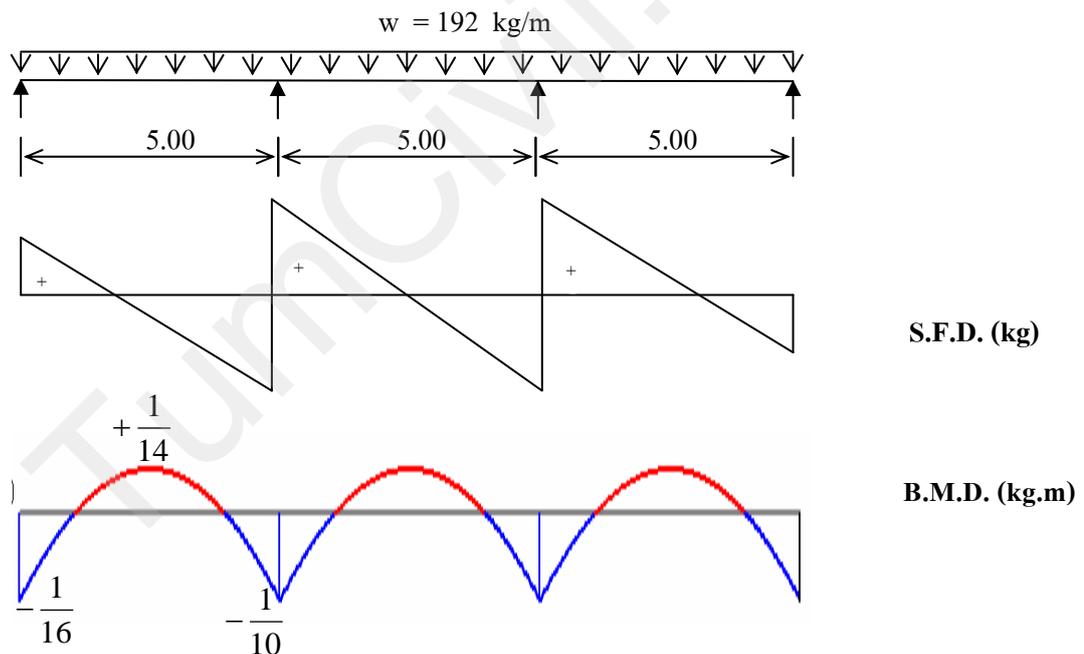
$$n = \frac{E_s}{E_c}, \quad n = \frac{2.04 \times 10^6}{1,5120 \sqrt{170}} = 10$$

$$k = \frac{1}{1 + \frac{f_s}{n f_c}} = \frac{1}{1 + \frac{1,500}{10 \times 63.75}} = 0.298$$

$$j = 1 - \frac{0.298}{3} = 0.900$$

$$R = \frac{1}{2} \times 63.75 \times 0.298 \times 0.900 = 8.54 \text{ ksc.}$$

ออกแบบคาน RB1 ค่าที่ใช้ออกแบบ $f_y = 3,000 \text{ ksc.}$ $f_c' = 170 \text{ ksc.}$ ออกแบบตาม พ.ร.บ. ควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522



หาน้ำหนักทั้งหมดคาน เลือกใช้คานขนาด 0.20×0.40

เนื่องจากเป็นคานช่วยยึดโครงสร้างห้วเสาไม่มีน้ำหนักอื่นใดลงคาน มีเฉพาะน้ำหนักตัวคานเองเท่านั้น ฉะนั้น

$$\text{DL. ของคาน RB1} = 0.20 \times 0.40 \times 2,400 = 192 \text{ kg/m}$$

ออกแบบโดยใช้ สัมประสิทธิ์ตามมาตรฐาน ว.ส.ท. โดยใช้ M_{\max} และ M_{\min} ดังนี้

$$M_{\max}^+ = \frac{1}{14} \times 192 \times (5)^2 = 343 \text{ kg.m}$$

$$M_{\max}^- = \frac{1}{10} \times 192 \times (5)^2 = 480 \text{ kg.m}$$

$$M_c = 8.54 \times 0.20 \times (35)^2 = 2,092 \text{ kg.m}$$

ออกแบบเหล็กเสริมรับโมเมนต์บวก

เนื่องจาก $M_c > M_{\max}^+$ จึงใช้ M_{\max}^+ หาปริมาณเหล็กเสริม

$$A_s^+ = \frac{343}{1,500 \times 0.900 \times 0.35} = 0.73 \text{ cm}^2$$

$$\text{Use } A_{s_{\min}} = \frac{14}{F_y} A_c = \frac{14}{3,000} \times 20 \times 40 = 3.73 \text{ cm}^2 \text{ ใช้ 2-DB16 mm (} A_s = 4.02 \text{ cm}^2 \text{)}$$

ออกแบบเหล็กเสริมรับโมเมนต์ลบ

เนื่องจาก $M_c > M_{\max}^-$ จึงใช้ M_{\max}^- หาปริมาณเหล็กเสริม

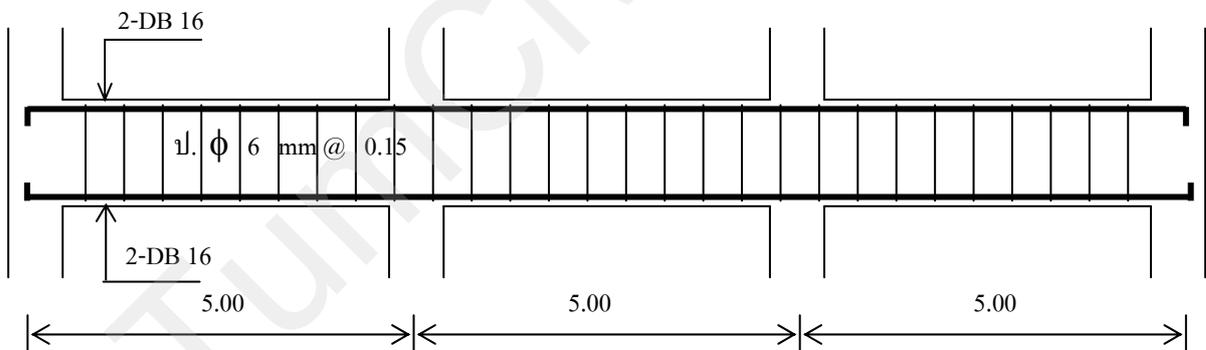
$$A_s^- = \frac{480}{1,500 \times 0.900 \times 0.35} = 1.02 \text{ cm}^2$$

$$\text{Use } A_{s_{\min}} = \frac{14}{F_y} A_c = \frac{14}{3,000} \times 20 \times 40 = 3.73 \text{ cm}^2 \text{ ใช้ 2-DB16 mm (} A_s = 4.02 \text{ cm}^2 \text{)}$$

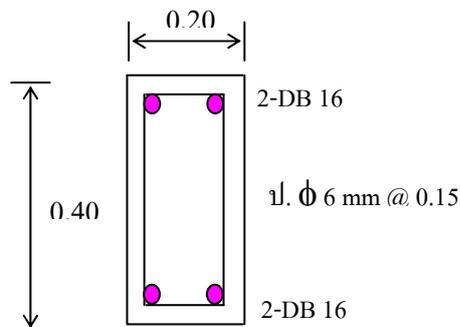
ไม่ต้องตรวจสอบแรงเฉือนเพราะน้ำหนักน้อย

ดังนั้นใช้ ป. ϕ 6 mm @ 0.15 (ใช้ตาม Code ไม่เกิน $d/2$)

ไม่ต้องตรวจสอบหน่วยแรงยึดเหนี่ยว (Bond Stress) เพราะน้ำหนักน้อย

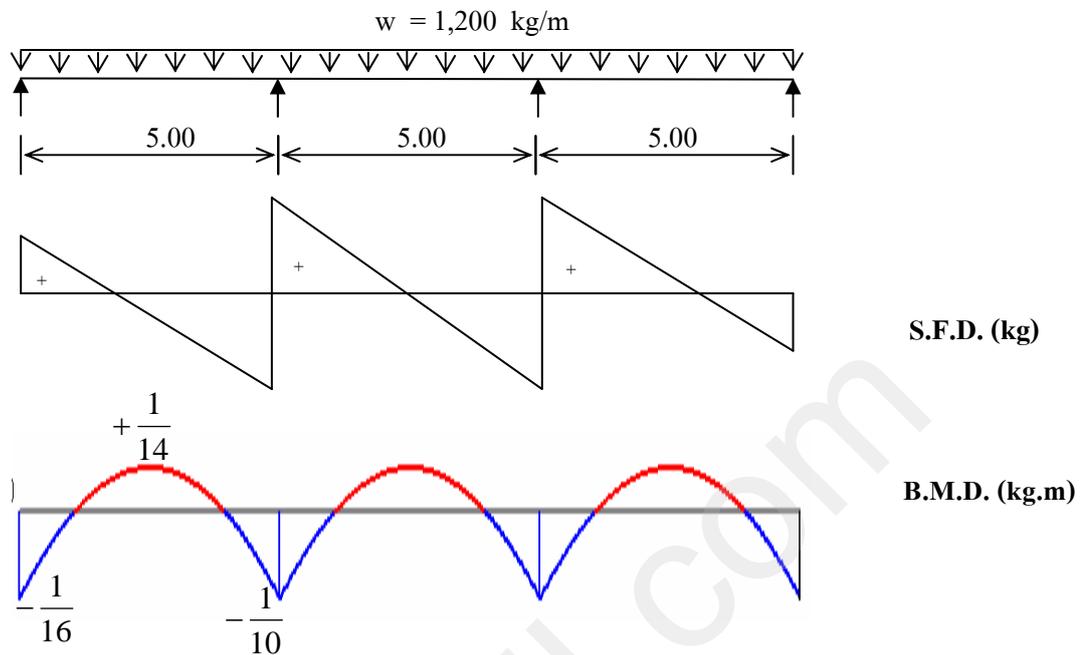


รูปตัดตามยาวคาน RB1



รูปตัดตามขวางคาน RB1

ออกแบบคาน GB1 ค่าที่ใช้ออกแบบ $f_y = 3,000 \text{ ksc}$. $f_c' = 170 \text{ ksc}$. ออกแบบตาม พ.ร.บ. ควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522



เลือกใช้คานขนาด 0.20×0.40 หนาหน้าทั้งหมดลดลง

$$\text{DL ของคาน GB1} = 0.20 \times 0.40 \times 2,400 = 192 \text{ kg/m}$$

$$\text{DL ผนังก่ออิฐ} = 180 \times (6.00 - 0.40) = 1,008 \text{ kg/m}$$

$$\text{รวม} = 1,200 \text{ kg/m}$$

$$M_{\text{max}}^+ = \frac{1}{14} \times 1,200 \times (5)^2 = 2,142 \text{ kg.m} \dots \dots \dots (M^+)$$

$$M_{\text{max}}^- = \frac{1}{10} \times 1,200 \times (5)^2 = 3,000 \text{ kg.m} \dots \dots \dots (M^-)$$

$$M_c = 8.54 \times 0.20 \times (35)^2 = 2,092 \text{ kg.m} \dots \dots \dots (M_c)$$

ออกแบบเหล็กเสริมรับแรงดิ่งโมเมนต์บวก

เนื่องจาก $M_{\text{max}}^+ > M_c$

$$M_2^+ = 2,142 - 2,092 = 50 \text{ kg.m}$$

$$A_{s1}^+ = \frac{2,092}{1,500 \times 0.900 \times 0.35} = 4.42 \text{ cm}^2$$

$$A_{s2}^+ = \frac{50}{1,500 \times (0.35 - 0.05)} = 0.11 \text{ cm}^2$$

$$\sum A_{s1}^+ = A_{s1}^+ + A_{s2}^+ = 4.42 + 0.11 = 4.53 \text{ cm}^2$$

Use 2-DB 16 + 1- DB 12 ($A_s = 5.15 \text{ cm}^2$)

ออกแบบเหล็กเสริมรับแรงอัดโมเมนต์บวก

$$As^+ = \frac{0.11}{2} \times \frac{(1-0.298)}{0.298 - \frac{5}{35}} = 0.25 \text{ cm}^2$$

Use ใช้ 2-DB16 mm ($As = 4.02 \text{ cm}^2$)

ออกแบบเหล็กเสริมรับแรงดึงโมเมนต์ลบ

เนื่องจาก $M_{\max}^- > Mc$

$$M_2^- = 3,000 - 2,092 = 908 \text{ kg.m}$$

$$As_1^- = \frac{2,092}{1,500 \times 0.900 \times 0.35} = 4.42 \text{ cm}^2$$

$$As_2^- = \frac{908}{1,500 \times (0.35 - 0.05)} = 2.02 \text{ cm}^2$$

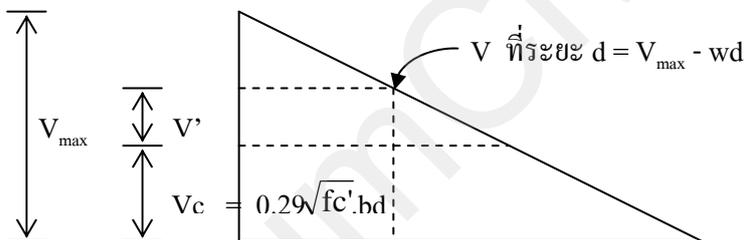
$$\sum As^- = As_1^- + As_2^- = 4.42 + 2.02 = 6.44 \text{ cm}^2$$

Use 4-DB 16 ($As = 8.04 \text{ cm}^2$)

ออกแบบเหล็กเสริมรับแรงอัดโมเมนต์ลบ

$$As^+ = \frac{2.02}{2} \times \frac{(1-0.298)}{0.298 - \frac{5}{35}} = 4.57 \text{ cm}^2$$

Use Use 2-DB 16 + 1- DB 12 ($As = 5.15 \text{ cm}^2$)



Check Shear

$$V_{\max} = 1.15 \times 1,200 \times \frac{5}{2} = 3,450 \text{ kg}$$

$$V_c = 0.29 \sqrt{170} \times 20 \times 35 = 2,646 \text{ kg}$$

$$V \text{ ที่ } d = V_{\max} - wd = 3,450 - (1,200 \times 0.35) = 3,030 \text{ kg}$$

$$V' = V \text{ ที่ } d - V_c = 3,030 - 2,646 = 384 \text{ kg}$$

ใช้เหล็กปลอก ϕ 6 mm, $F_y = 2,400 \text{ ksc}$.

$$S = \frac{fv \cdot Av \cdot d}{V'} = \frac{1,200 \times 2 \times 0.28 \times 35}{384} = 61.25 \text{ cm}$$

ดังนั้นใช้ ปล. ϕ 6 mm @ 0.15 (ใช้ไม่เกิน $d/2$)

Check Bond

Top Bar (ส่วนรับแรงดึง)

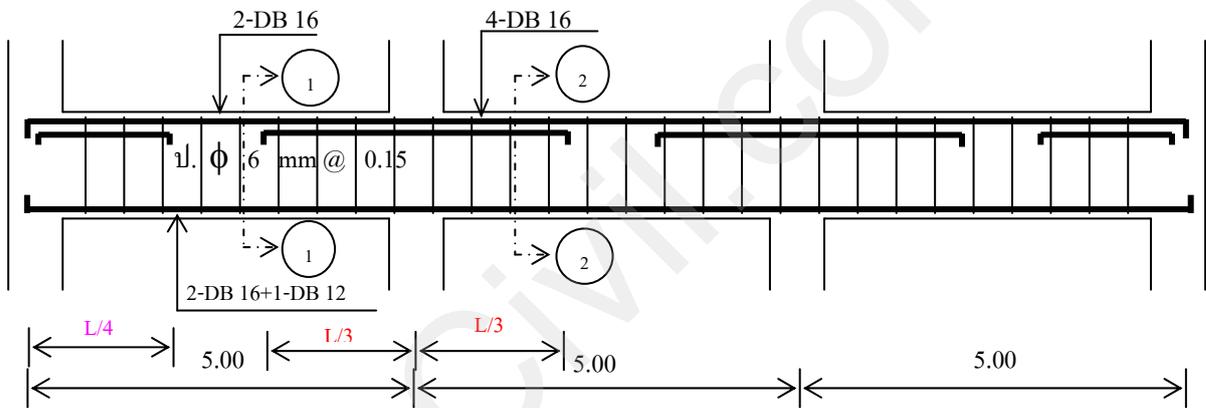
$$\mu_{all} = \frac{2.29\sqrt{fc'}}{D} = \frac{2.29\sqrt{170}}{1.6} = 18.66 \text{ ksc. } (\leq 25 \text{ ksc.})$$

$$\mu \text{ ที่เกิดขึ้น} = \frac{V_{max}}{\sum o.jd} = \frac{3,450}{(4 \times \pi \times 1.6) \times 0.900 \times 35} = 5.45 \text{ ksc. } < \mu_{all} \text{ O.K.}$$

Lower Bar (ส่วนรับแรงดึง)

$$\mu_{all} = \frac{3.23\sqrt{fc'}}{D} = \frac{3.23\sqrt{170}}{1.6} = 26.32 \text{ ksc. } (\leq 35 \text{ ksc.})$$

$$\mu \text{ ที่เกิดขึ้น} = \frac{V_{max}}{\sum o.jd} = \frac{3,450}{(2 \times \pi \times 1.6 + 1 \times \pi \times 1.2) \times 0.900 \times 35} = 7.92 \text{ ksc. } < \mu_{all} \text{ O.K.}$$



รูปตัดตามยาวคาน GB1

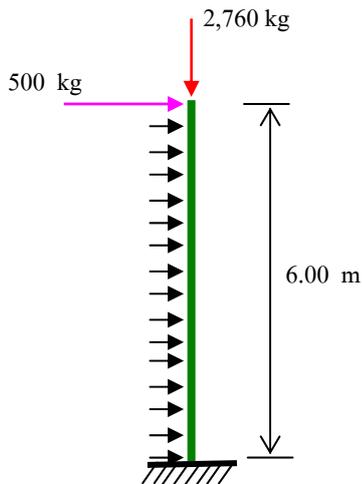


Section 1 - 1

Section 2 - 2

รูปตัดตามขวาง GB1

ออกแบบเสาคอนกรีตรับหลังคา กำหนดให้ $f_c' = 170 \text{ ksc.}$, $f_y = 3,000 \text{ ksc.}$



หาน้ำหนักลงเสา เสาสูง 6.00 m

น้ำหนักลงหัวเสาจากโครงหลังคา = 1,800 kg

น้ำหนักลงหัวเสาจากคาน RB1 = $192 \times 5.00 = 960 \text{ kg}$

รวมน้ำหนักลงเสา = 2,760 kg

หาโมเมนต์ที่เกิดขึ้นในเสา ให้คิดเสมือนคานยื่น

1. แรงแวนอนบนหัวเสาโดยแรงลมกระทำกับหลังคา ความสูงไม่เกิน 10 m ใช้แรงลมเท่ากับ 50 kg/m^2

$$\begin{aligned} \text{จะได้แรงลมกระทำที่หัวเสา} &= \text{แรงลม} \times \text{ความกว้างช่วงเสา} \times \text{ความสูงหลังคา} \\ &= 50 \times 5.00 \times 2.00 \\ &= 500 \text{ kg} \end{aligned}$$

2. ถ้าคิดว่าผนังด้านรับแรงลมเป็นผนังทึบ

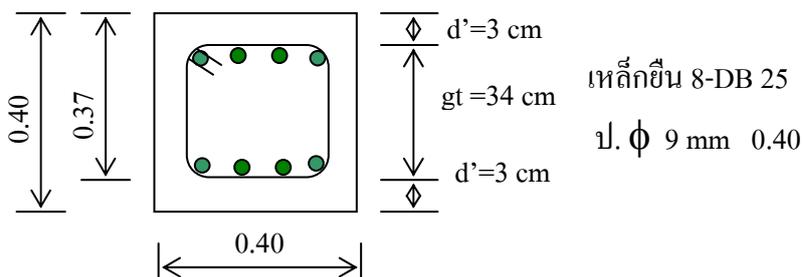
$$\begin{aligned} \text{จะได้แรงลมกระทำกับเสา} &= \text{แรงลม} \times \text{ความกว้างช่วงเสา} \\ &= 50 \times 5.00 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\text{ฉะนั้นโมเมนต์ที่เกิดขึ้นในเสา} = (500 \times 6) + (250 \times 6 \times 3) = 7,500 \text{ kg.m}$$

เลือกขนาดเสา 0.40×0.40

$$\text{ตรวจสอบ } \frac{h}{t} = \frac{600}{40} = 15 \leq 15 \text{ เป็นเสาสั้น}$$

(ทั้งนี้ไม่คิดว่าผนังเป็นโครงสร้างช่วยในการค้ำยัน)



$$e = \frac{M}{P} = \frac{7,500 \times 100}{2,760} = 271.74 \text{ cm}$$

เลือกเสาขนาด 40×40 cm และเลือกปริมาณเหล็กเสริม $\rho_g = 0.02$ (2%)

หน้าตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้าเสริมเหล็กทั้ง 2 ด้านเหมือนกัน

$$\rho_g = \frac{A_s}{t^2}, \quad A_s = 0.02 \times 40 \times 40 = 32 \text{ cm}^2$$

Use 8 - DB 25 mm (39.28 cm²) จัดเหล็กเหมือนกัน 2 ด้าน ชนิดเสาปลอกเดี่ยว

$$e_{bx} = e_{by} (0.67\rho_g m + 0.17)(t - d')$$

$$\text{New } \rho_g = \frac{39.28}{40 \times 40} = 0.025$$

$$m = \frac{f_y}{0.85f_c'} = \frac{3,000}{0.85 \times 170} = 20.76 \text{ ksc.}$$

$$e_{bx} = e_{by} (0.67 \times 0.025 \times 20.76 + 0.17)(40 - 3) = 19.16 \text{ cm}$$

e > e_{bx} ดังนั้นต้องออกแบบแรงดึงเป็นหลัก

หาสมบัติหน้าตัด เสาหน้าตัดสี่เหลี่ยมจัตุรัสวางเหล็กยื่นเหมือนกันทั้ง 2 ด้าน รับแรงดึงและแรงอัด

$$\text{โมเมนต์ความเฉื่อย} \quad I_x = I_y = \frac{1}{12} t^4 + (2n-1)A_s t \frac{gt^2}{4}$$

$$\text{เนื้อที่หน้าตัดคอนกรีต} \quad A_g = t^2$$

$$\text{ระยะ} \quad c_x = c_y = \frac{t}{2}$$

$$I_x = I_y = \left[\frac{1}{12} \times (40)^4 \right] + [(2 \times 10 - 1) \times 39.28 \times \frac{(34)^2}{4}] = 429,020 \text{ cm}^4$$

$$F_a = 0.34 (1 + \rho_g m) f_c' = 0.34 (1 + 0.025 \times 20.76) \times 170 = 87.79 \text{ ksc.}$$

$$F_b = 0.45 f_c' = 0.45 \times 170 = 76.5 \text{ ksc.}$$

$$\text{จาก } \frac{f_a}{F_a} + \frac{f_b}{F_b} \leq 1.00$$

$$f_a = \frac{P_b}{A_g} = \frac{P_b}{t^2} = \frac{P_b}{40^2} = \frac{P_b}{1,600} = 0.000625 P_b$$

$$f_b = M_x \frac{C_x}{I_x} = P_b \cdot e_b \frac{C_x}{I_x} = \frac{P_b \times 19.16 \times 20}{429,020} = 0.000893 P_b$$

แทนค่าในสมการ

$$\frac{0.000625 P_b}{87.79} + \frac{0.000893 P_b}{76.5} \leq 1.00$$

$$P_b = 53,205 \text{ kg}$$

$$M_b = P_b \times \frac{e_b}{100} = 53,205 \times \frac{19.16}{100} = 10,194 \text{ kg.m}$$

$$M_o = 0.40 A_s \cdot f_y \cdot (d - d')$$

$$A_s = \text{พื้นที่หน้าตัดเหล็กรับแรงดึง} = 4 \times \pi \times \frac{2.5^2}{4} = 19.64 \text{ cm}^2$$

$$M_o = 0.40 \times 19.64 \times 3,000 \times (37-3) = 801,312 \text{ kg.cm} = 8,013 \text{ kg.m}$$

$$P = P_b \left(\frac{M - M_o}{M_b - M_o} \right)$$

$$= 53,205 \left(\frac{7,500 - 8,013}{10,194 - 8,013} \right)$$

= -12,514 kg < 2,760 kg ซึ่งอยู่ต่ำกว่าขอบเขตการวิบัติ **ตอบ**

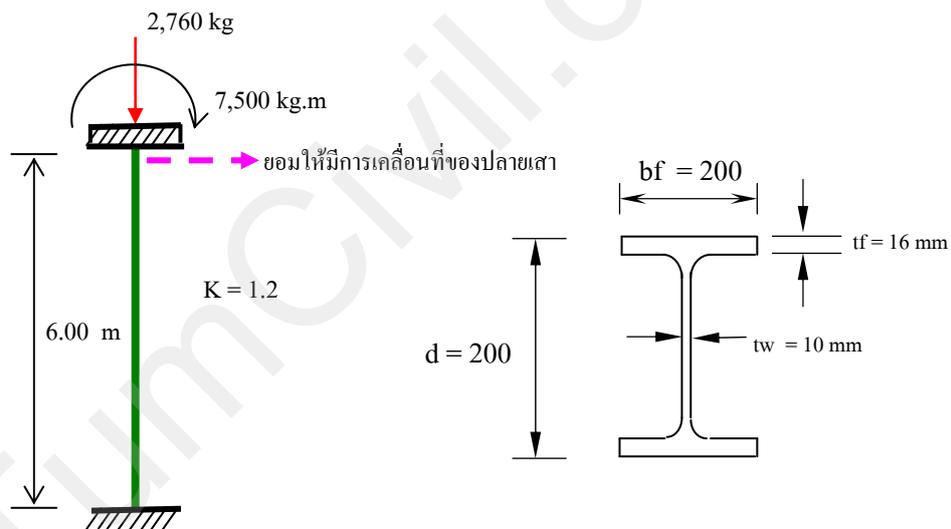
Check Tied เหล็กยื่นโตกว่า \varnothing 20 mm ใช้เหล็กปลอก \varnothing 9 mm

$$S = 16 \times 2.5 = 40 \text{ cm}$$

$$\text{or} = 48 \times 0.9 = 43.2 \text{ cm}$$

$$\text{or} = \text{ด้านแคบ} = 40 \text{ cm}$$

หรือกรณีออกแบบใช้เสาเหล็ก โดยใช้เหล็ก WF กำหนดให้ใช้เหล็ก A36 มีกำลังดึงครากเท่ากับ 2,250 -2,530 kg/cm² มาตรฐาน AISC



เสาสูง 6.00 m น้ำหนักลงเสา = 2,760 kg โมเมนต์ = 7,500 kg.m

สมมติหน่วยแรงอัดที่ยอมให้, $F_a = 40\%$ ของ F_y , ใช้ F_y เหล็ก = 2,400 kg/cm²

$$\text{ได้ } F_a = 960 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{พื้นที่หน้าตัดที่ต้องการ, } A = \frac{2,760}{960} = 2.87 \text{ cm}^2$$

จากรายงเหล็ก เลือกเหล็ก WF 200 × 65.7 โดยที่

$$A = 83.69 \text{ cm}^2 \text{ (เพื่อโมเมนต์ด้วย)}$$

$$r_x = 8.83 \text{ cm}, \quad r_y = 5.13 \text{ cm}$$

$$I_x = 6,530 \text{ cm}^4, \quad I_y = 2,200 \text{ cm}^4$$

$$S_x = 628 \text{ cm}^3, \quad S_y = 218 \text{ cm}^3$$

$$\text{หาค่า } \frac{KL}{r} = \frac{(1.2 \times 600)}{5.13} = 140.35$$

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{F_y}} = \sqrt{\frac{2\pi^2 \times 2.1 \times 10^6}{2,400}} = 131.42$$

จากกรณีนี้ที่ $\frac{KL}{r} > C_c$ ดังนั้นจากสูตรเสาะจะได้

$$F_a = \frac{12\pi^2 E}{23(KL/r)^2}$$

แทนค่าในสูตรได้

$$F_a = \frac{12 \times \pi^2 \times 2.1 \times 10^6}{23 \times (140.35)^2} = 548.96 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_a = \frac{P}{A} = \frac{2,760}{83.69} = 32.97 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{f_a}{F_a} = \frac{32.97}{548.96} = 0.06 < 0.15$$

ตรวจสอบค่าโดยใช้สมการ $\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_b}{F_b} \leq 1.00$

ตรวจสอบการค้ำยัน $L_b < \frac{636bf}{\sqrt{F_y}}$

$$\frac{636 \times 20}{\sqrt{2,400}} = 259.65 \text{ cm}$$

$$L_b = 600 > 259.65 \text{ ฉะนั้นการค้ำยันไม่พอ ใช้ } F_b = 0.60F_y$$

(หมายเหตุ ในกรณีที่ไม่มีการตรวจสอบการค้ำยันด้านข้างและไม่มีการตรวจสอบหน้าตัดแนะนำให้ใช้ค่า

$F_b = 0.60F_y$ ซึ่งป็นค่าที่น้อยซึ่งอยู่ระหว่าง $0.60F_y - 0.66F_y$)

$$F_b = 0.60 \times 2,400 = 1,440 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{b_x} = \frac{M}{S_x} = \frac{7,500 \times 100}{628} = 1,194.26 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{39.27}{548.96} + \frac{1,194.26}{1,440} = 0.90 < 1.0 \quad \text{ใช้ได้}$$

สามารถใช้เหล็ก WF 200 × 65.7 ทำเป็นเสาได้

ออกแบบเสาตอม่อ C1 กำหนดให้ $f_c' = 170 \text{ ksc.}$, $f_y = 3,000 \text{ ksc.}$

หาน้ำหนักลงเสาตอม่อ

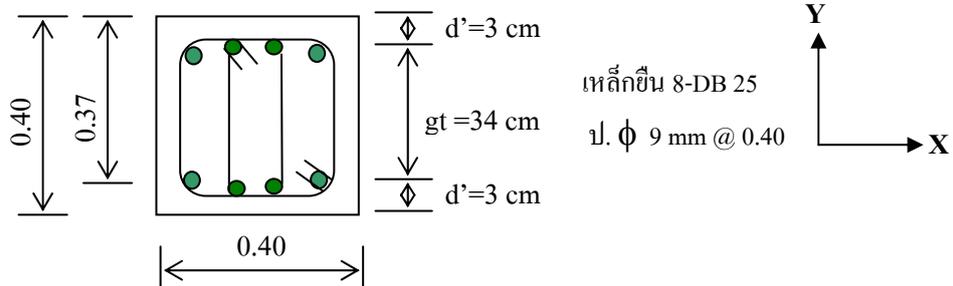
$$\text{น้ำหนักจากเสารับหลังคา} = 2,760 \text{ kg}$$

$$\text{น้ำหนักจากคาน GB1} = 192 \times 5.00 = 960 \text{ kg}$$

$$\text{รวมน้ำหนักลงเสา} = 3,720 \text{ kg}$$

โมเมนต์ในเสา = 7,500 kg.m

เลือกขนาดเสาต่อม่อ 0.40 × 0.40



$$e = \frac{M}{P} = \frac{7,500 \times 100}{3,720} = 201.61 \text{ cm}$$

เลือกเสาขนาด 40×40 cm และเลือกปริมาณเหล็กเสริม $\rho_g = 0.02$ (2%)

หน้าตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้าเสริมเหล็กทั้ง 2 ด้านเหมือนกัน

$$\rho_g = \frac{A_s}{t^2}$$

$$A_s = 0.02 \times 40 \times 40 = 32 \text{ cm}^2$$

Use 8 - DB 25 mm (39.28 cm²) จัดเหล็กเหมือนกัน 2 ด้าน ชนิดเสาปลอกเดี่ยว

$$e_{bx} = e_{by} (0.67\rho_g m + 0.17)(t - d')$$

$$\text{New } \rho_g = \frac{39.28}{40 \times 40} = 0.025$$

$$m = \frac{f_y}{0.85f_c'} = \frac{3,000}{0.85 \times 170} = 20.76 \text{ ksc.}$$

$$e_{bx} = e_{by} (0.67 \times 0.025 \times 20.76 + 0.17)(40 - 3) = 19.16 \text{ cm}$$

$e > e_{bx}$ ดังนั้นต้องออกแบบแรงดึงเป็นหลัก

หาสมบัติหน้าตัด เสาหน้าตัดสี่เหลี่ยมจัตุรัสวางเหล็กขึ้นเหมือนกันทั้ง 2 ด้าน รับแรงดึงและแรงอัด

$$\text{โมเมนต์ความเฉื่อย} \quad I_x = I_y = \frac{1}{12} t^4 + (2n-1)A_s t \frac{gt^2}{4}$$

$$\text{เนื้อที่หน้าตัดคอนกรีต} \quad A_g = t^2$$

$$\text{ระยะ} \quad c_x = c_y = \frac{t}{2}$$

$$I_x = I_y = \left[\frac{1}{12} \times (40)^4 \right] + [(2 \times 10 - 1) \times 39.28 \times \frac{(34)^2}{4}] = 429,020 \text{ cm}^4$$

$$F_a = 0.34 (1 + \rho_g m) f_c' = 0.34 (1 + 0.025 \times 20.76) \times 170 = 87.79 \text{ ksc.}$$

$$F_b = 0.45 f_c' = 0.45 \times 170 = 76.5 \text{ ksc.}$$

$$\text{จาก } \frac{f_a}{F_a} + \frac{f_b}{F_b} \leq 1.00$$

$$f_a = \frac{P_b}{A_g} = \frac{P_b}{i^2} = \frac{P_b}{40^2} = \frac{P_b}{1,600} = 0.000625P_b$$

$$f_b = M_x \frac{C_x}{I_x} = P_b \cdot e_b \frac{C_x}{I_x} = \frac{P_b \times 19.16 \times 20}{429,020} = 0.000893P_b$$

แทนค่าในสมการ

$$\frac{0.000625P_b}{87.79} + \frac{0.000893P_b}{76.5} \leq 1.00$$

$$P_b = 53,205 \text{ kg}$$

$$M_b = P_b \times \frac{e_b}{100} = 53,205 \times \frac{19.16}{100} = 10,194 \text{ kg.m}$$

$$M_o = 0.40 A_s f_y (d-d')$$

$$A_s = \text{พื้นที่หน้าตัดเหล็กรับแรงดึง} = 4 \times \pi \times \frac{2.5^2}{4} = 19.64 \text{ cm}^2$$

$$M_o = 0.40 \times 19.64 \times 3,000 \times (37-3) = 801,312 \text{ kg.cm} = 8,013 \text{ kg.m}$$

$$P = P_b \left(\frac{M - M_o}{M_b - M_o} \right)$$

$$= 53,205 \left(\frac{7,500 - 8,013}{10,194 - 8,013} \right)$$

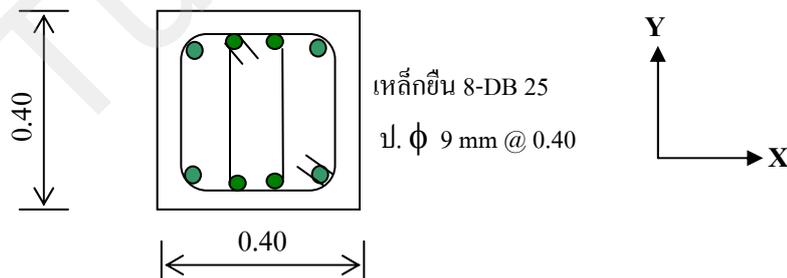
$$= -12,514 \text{ kg} < 2,760 \text{ kg} \text{ ซึ่งอยู่ต่ำกว่าขอบเขตการวิบัติ} \quad \text{ตอบ}$$

Check Tied เหล็กยื่นโตกว่า $\varnothing 20 \text{ mm}$ ใช้เหล็กปลอก $\varnothing 9 \text{ mm}$

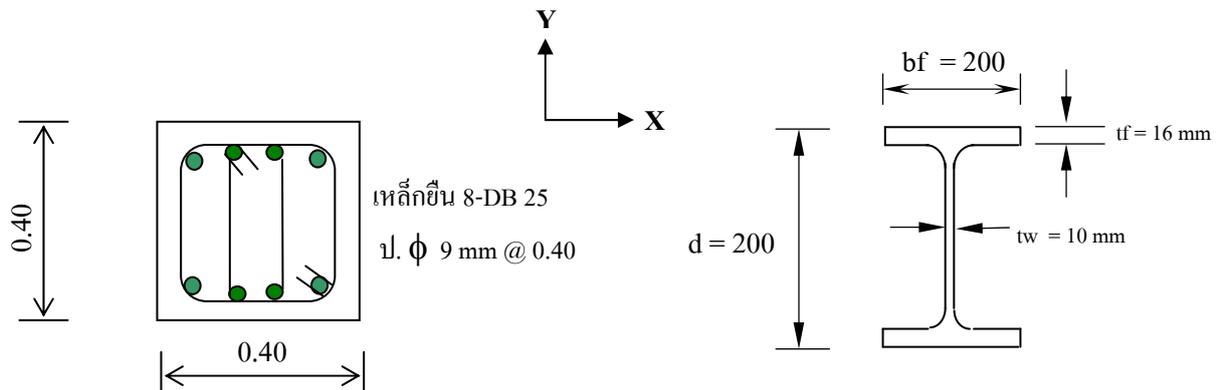
$$S = 16 \times 2.5 = 40 \text{ cm}$$

$$\text{or} = 48 \times 0.9 = 43.2 \text{ cm}$$

$$\text{or} = \text{ด้านแคบ} = 40 \text{ cm}$$



ออกแบบจุดต่อระหว่างเสาเหล็กกับเสาตอม่อ



ออกแบบขนาดแผ่นเหล็ก (base plate) โดยวิธี ASD ตามมาตรฐาน AISC

ใช้แผ่นเหล็กเท่ากับขนาดเสา $N = 40$ cm, $B = 40$ cm

กำลังดึงต่ำสุดของสลักเกลียว = $4,077$ kg/cm²

1. หาค่าหน่วยแรงต้านทานที่ยอมให้จากสมการ $F_p = 0.35 f_c'$

$$F_p = 0.35 \times 170 = 59.5 \text{ kg/cm}^2$$

2. ตรวจสอบ $e = \frac{7,500 \times 100}{2,765} = 271.25$ cm

$$\frac{N}{6} = \frac{40}{6} = 6.67 \text{ cm}$$

3. $\frac{N}{6} \leq e$

สมมติให้ระยะสลักเกลียวจากขอบแผ่นเหล็ก (d) ประมาณ 5 cm

$$A' = (N - \text{ระยะขอบแผ่นเหล็ก 2 ข้าง}) / 2 = 15 \text{ cm}$$

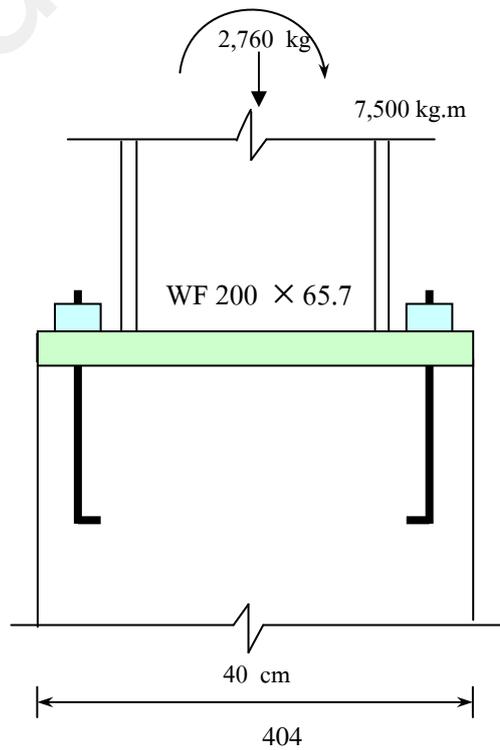
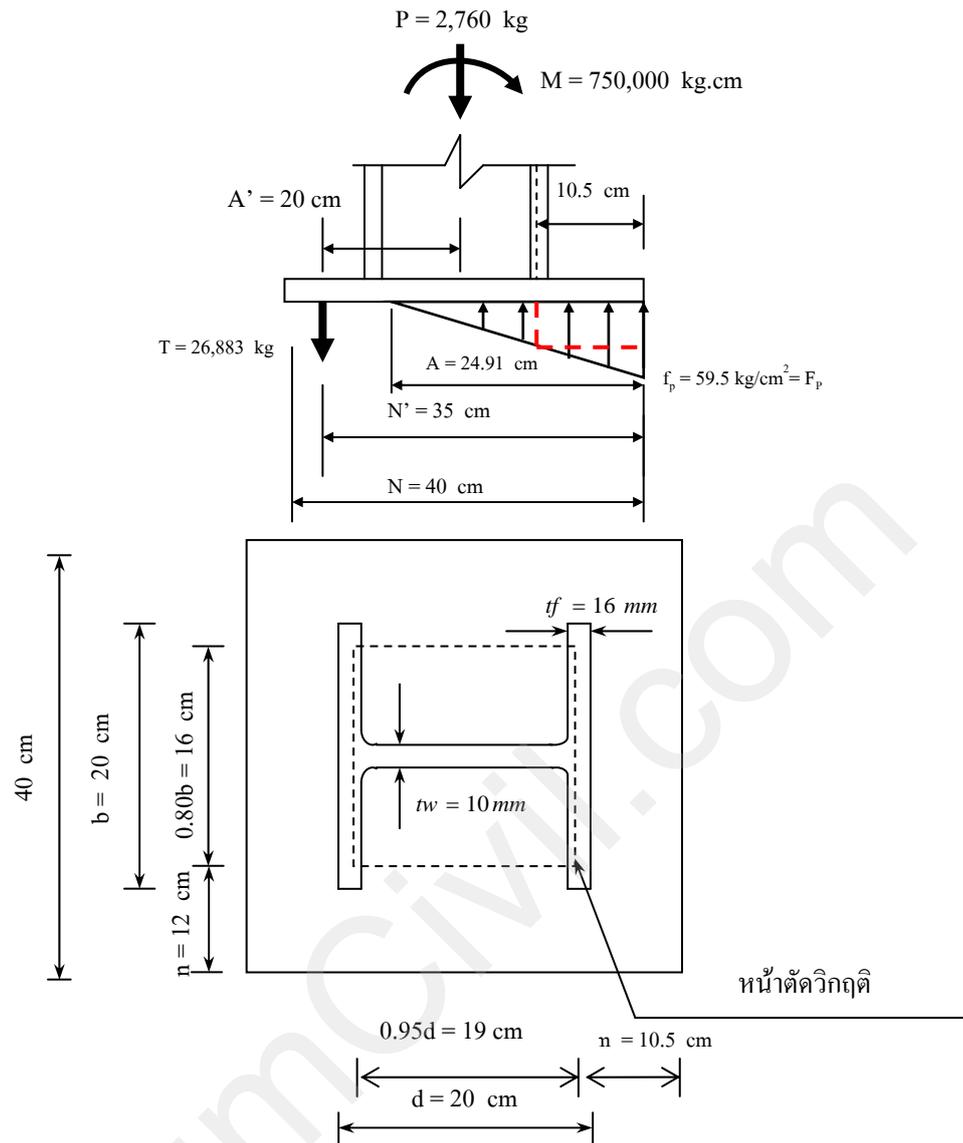
$$f = \frac{F_p \times N \times (B - d)}{2} = \frac{59.5 \times 40 \times (40 - 5)}{2} = 41,650 \text{ kg}$$

$$A = \frac{f \pm \sqrt{f^2 - 4 \left(\frac{F_p \cdot B}{6} \right) (PA' + M)}}{\frac{F_p \cdot B}{3}}$$

$$A = \frac{41,650 \pm \sqrt{(41,650)^2 - 4 \left(\frac{59.5 \times 40}{6} \right) (2,760 \times 15 + 750,000)}}{\frac{59.5 \times 40}{3}}$$

$$= \frac{41,650 \pm 21,886.85}{\frac{59.5 \times 40}{3}}$$

$$= 80.08, 24.91 \text{ cm} \text{ ใช้ค่าน้อย } 24.91 \text{ cm}$$



หาแรงดึง (T) ในสลักเกลียวจากสมการ $T = \frac{F_p \cdot A \cdot B}{2} - P$

$$T = \frac{59.5 \times 24.91 \times 40}{2} - 2,760 = 26,883 \text{ kg}$$

3. หน้าตัดวิกฤติ $= \frac{N - 0.95d}{2} = \frac{40 - 0.95 \times 20}{2} = 10.5 \text{ cm}$ จากขอบเสา

หาหน่วยแรงดัดที่ระยะ 10.5 cm $= \left(\frac{59.5}{24.91} \right) \times (24.91 - 10.5) = 34.42 \text{ kg/cm}^2$

4. ค่าโมเมนต์ต่อความกว้าง 1 cm,

$$M_{Pl} = 34.42 \times \frac{(10.5)^2}{2} + \left(\frac{1}{2} \times 10.5 \times (59.5 - 34.42) \times \left(\frac{2}{3} \times 10.5 \right) \right)$$

$$= 2,819.09 \text{ kg.cm/cm}$$

4. ขนาดแผ่นเหล็กรองใต้เสา, $t_p = \sqrt{\frac{6M_{Pl}}{F_B}} = \sqrt{\frac{6 \times 2,819.09}{0.75 \times 2,400}} = 3.06 \text{ cm}$ Use 3 cm

ใช้แผ่นเหล็กรองใต้เสาขนาด 40 × 40 cmหนา 3 cm ตอบ

หาจำนวนและขนาดของสลักเกลียว (anchor bolt) ชนิดงอขอ แบบ A307

แรงดึง (T) ในสลักเกลียว $= 26,882.9 \text{ kg}$

1. หาแรงดึงที่ยอมให้ของสลักเกลียวจาก $F_t = 0.33F_u = 0.33 \times 4,077 = 1,345.41 \text{ kg}$

ดังนั้นหน้าตัดที่ต้องการ, $A_g = \frac{T}{F_t} = \frac{26,883}{1,345.41} = 19.98 \text{ cm}^2$

เลือกสลักเกลียวขนาด ϕ 25 mm ($A_g = 4.91 \text{ cm}^2$)

ดังนั้นใช้สลักเกลียว $= \frac{19.98}{4.91} = 4.06$ ใช้ด้านละ 4 ตัว

ใช้สลักเกลียวขนาด ϕ 25 mm ด้านละ 4 ตัว

$(A_g = 4 \times 4.91 = 19.64 \text{ cm}^2 < 19.98 \text{ cm}^2$ เล็กน้อยมากใช้ได้)

2. หาความยาวของสลักเกลียว $L_h = \frac{\left(\frac{T}{2} \right)}{\left(\frac{0.70 f_c' d}{1.7} \right)} = \frac{\left(\frac{26,883}{2} \right)}{\left(\frac{0.70 \times 170 \times 2.5}{1.7} \right)} = 76.80 \text{ cm}$

ความยาวทั้งหมดเท่ากับความยาวที่หาได้บวกกับความยาวที่ฝังต่ำสุด = 12d

$= 76.80 + (12 \times 2.5) = 106.80 \text{ cm}$ ใช้ความยาว 110 cm

ออกแบบรอยเชื่อม ใช้ลวดเชื่อม E60

หน่วยแรงที่ปีกเสา $= \frac{M}{S_x} - \frac{P}{A}$

WF 200 × 65.7 (A = 83.69 cm², S_x = 628 cm³)

$$\begin{aligned} \text{ดั่งนั้นหน่วยแรงที่ปีกเสา} &= \frac{750,000}{628} - \frac{2,760}{83.69} \\ &= 1,161.29 \text{ kg/cm}^2 \text{ (เป็นแรงดึง)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{แรงดึง} &= \text{ft.A} = \text{ft.bf.tf} \\ &= 1,161.29 \times 20 \times 1.6 \\ &= 37,161.28 \text{ kg} \end{aligned}$$

ลวดเชื่อม E60 , กำลังต้านทานการเชื่อม = 0.707 a.L.Fv

$$F_v = 1,260 \text{ kg/cm}^2$$

เลือกขนาดการเชื่อม = 5 mm คิดต่อความยาว 1 cm

$$\text{กำลังต้านทานการเชื่อม} = 0.707 \times 0.5 \times 1 \times 1,260 = 445 \text{ kg/cm}$$

$$\text{ความยาวการเชื่อม} = \frac{37,161.28}{445} = 83.51 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{รอยเชื่อมทั้งหมด} &= \text{ปีกเสาด้านนอกยาว} + \text{ปีกเสาด้านในยาว} + \text{ขอบ} \\ &= 20 + (20-1) + (1.6 \times 2) = 42.2 \text{ cm} \end{aligned}$$

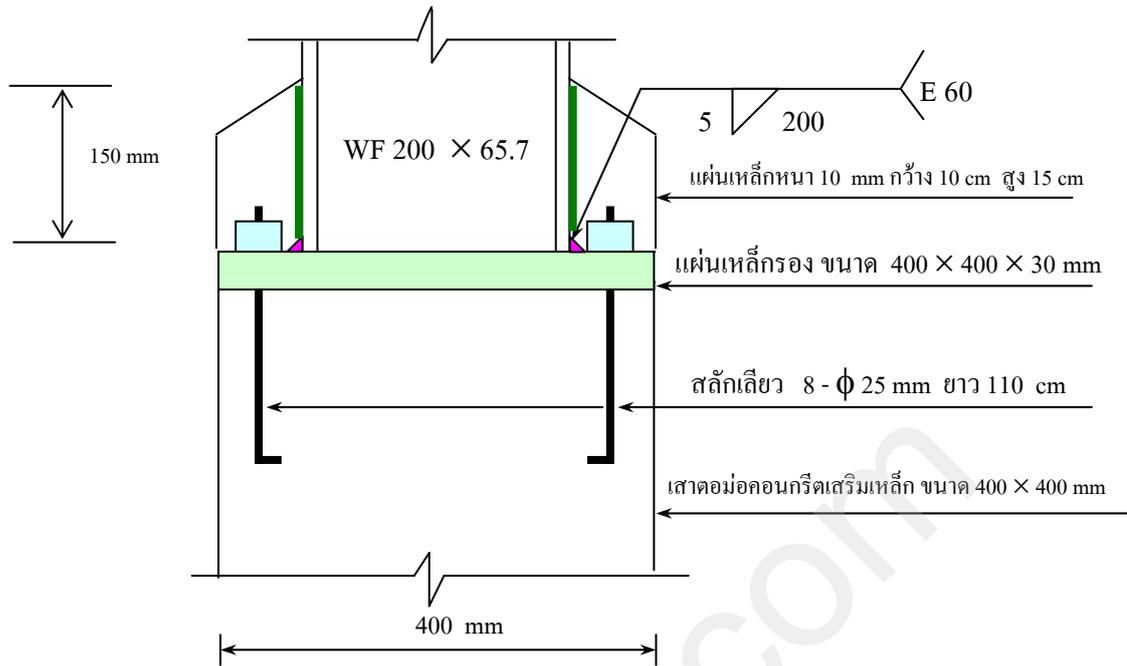
เสริมรอยเชื่อมเพิ่มโดยใช้เหล็กแผ่นหนา 10 mm 2 แผ่น ยาวแผ่นละ 10 cm ได้ความยาวรอย

$$\text{เชื่อม} = (10 \times 2 \times 2) + (1 \times 2) = 42 \text{ cm}$$

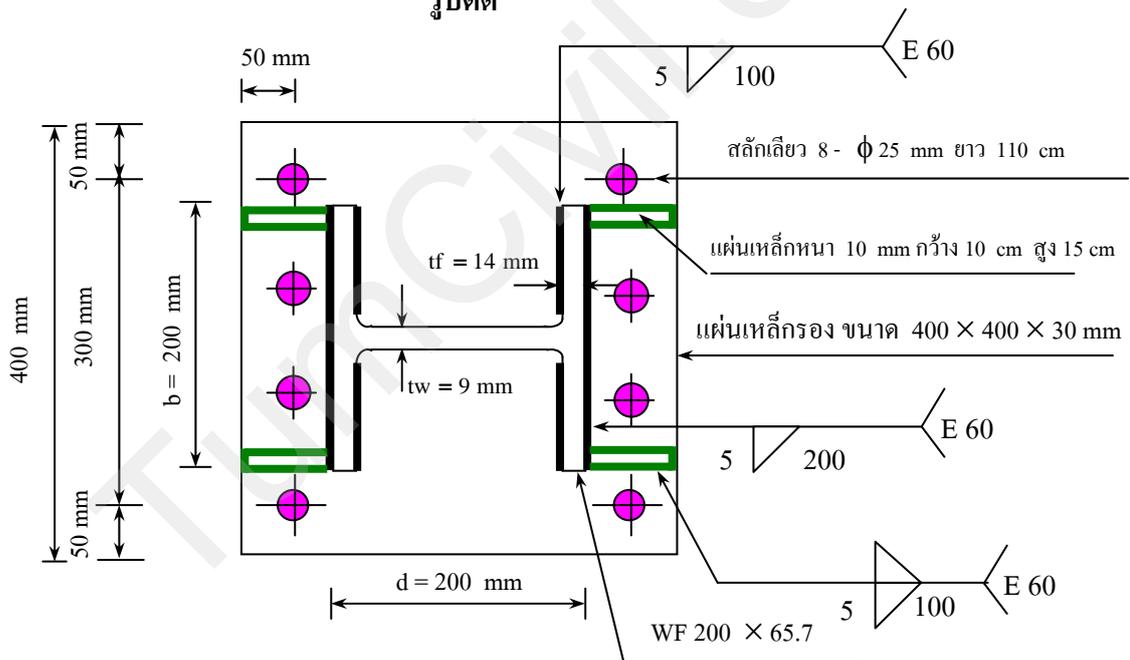
$$\text{รวมความยาวรอยเชื่อมทั้งหมดเท่ากับ} = 42.2 + 42 = 84.2 \text{ cm} > 83.51 \text{ cm O.K}$$

$$\text{ดั่งนั้นสามารถรับแรงได้} = 445 \times 84.2 = 11,125 \text{ kg} > 835 \text{ kg} \quad \text{ตอบ}$$

สามารถเขียนรูปขยายจุดต่อระหว่างเสาเหล็กกับเสาตอม่อคอนกรีตได้ดังนี้



รูปตัด



แปลน

ออกแบบฐานราก ใช้เสาเข็ม □ 0.20 × 0.20 × L (Safe Load = 20 T/Pile)

โมเมนต์ 7,500 kg.m

น้ำหนักจากเสาตอม่อ 3,720 kg

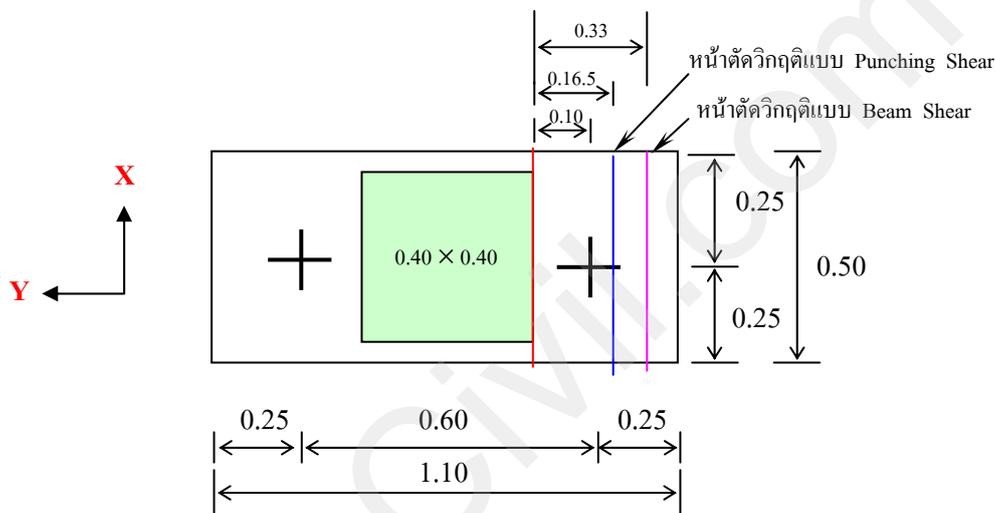
DL. ≈ 10 % = 372 kg

Total Load = 4,092 kg

No. of pile = $\frac{4,092}{20,000} = 0.21$ Use 2

Use Size of footing = 0.50 × 1.10

(ระยะห่าง = 3 เท่าของขนาดเสาเข็ม ส่วนตัวริมใช้ 1 เท่าของขนาดเสาเข็มหรือมากกว่า)



$$\text{Max. Load per pile} = \frac{4,092}{2} + \frac{7,500}{0.60} = 14,546 \text{ kg/pile} < 20,000 \text{ kg } \mathbf{O.K.}$$

$$\text{Min. Load per pile} = \frac{4,092}{2} - \frac{7,500}{0.60} = 10,454 \text{ kg/pile} < 20,000 \text{ kg } \mathbf{O.K.}$$

$$M \text{ ที่ขอบเสา} = 14,546 \times \frac{(0.60 - 0.40)}{2} = 1,455 \text{ kg.m}$$

$$d = \sqrt{\frac{1,455}{8.54 \times 0.50}} = 18.45 \text{ cm}$$

$$\text{Use "t"} = 40 \text{ cm}$$

$$\text{New "d"} = 40 - 7 = 33 \text{ cm (คิดคอนกรีตหุ้มเหล็กและถึงจุดศูนย์กลางของเหล็ก)}$$

$$A_s = \frac{1,455}{1,500 \times 0.900 \times 0.33} = 3.27 \text{ cm}^2$$

Use 3-DB 12 ($A_s = 3.39 \text{ cm}^2$)

Check Shear

1. **Beam Shear** ที่หน้าตัดวิกฤตระยะ d จากขอบเสา 33 cm

พิจารณาเสาเข็มที่อยู่ห่างจากหน้าตัดวิกฤติ ปรากฏว่าเสาเข็มห่างจากหน้าตัดวิกฤติเข้ามาหาตอม่อเท่ากับ 23 cm มากกว่า 15 cm ฉะนั้นจึงไม่ต้องคิดแรงเฉือน

2. **Punching Shear** ที่หน้าตัดวิกฤติระยะ $\frac{d}{2} = \frac{33}{2} = 16.5$ cm จากขอบเสาโดยรอบ

$$V_{c_{all}} = 0.53 \sqrt{170} = 6.91 \text{ ksc.}$$

พิจารณาเสาเข็มที่อยู่ห่างจากหน้าตัดวิกฤติ ปรากฏว่าเสาเข็มห่างจากหน้าตัดวิกฤติเข้ามาหาตอม่อเท่ากับ 6.5 cm น้อยกว่า 15 cm ฉะนั้นจึงนำไปคิดแรงเฉือนและลดแรง P ลงตามส่วน

$$P' = \frac{1}{30} (-x + 15) P = \frac{1}{30} \times (-6.5 + 15) \times 14,546 = 4,121 \text{ kg}$$

$$V = 4,121 \times 2 = 8,242 \text{ kg}$$

$$V_p = \frac{V}{b_o \cdot d} = \frac{8,242}{2 \times (40 + 33) + 2(40 + 20) \times 33} = 0.94 \text{ ksc.} < 6.91 \text{ ksc. O.K.}$$

Check Bond

$$\mu_{all} = \frac{3.23 \sqrt{170}}{1.2} = 35.09 \text{ ksc. (use } \leq 35 \text{ ksc.)}$$

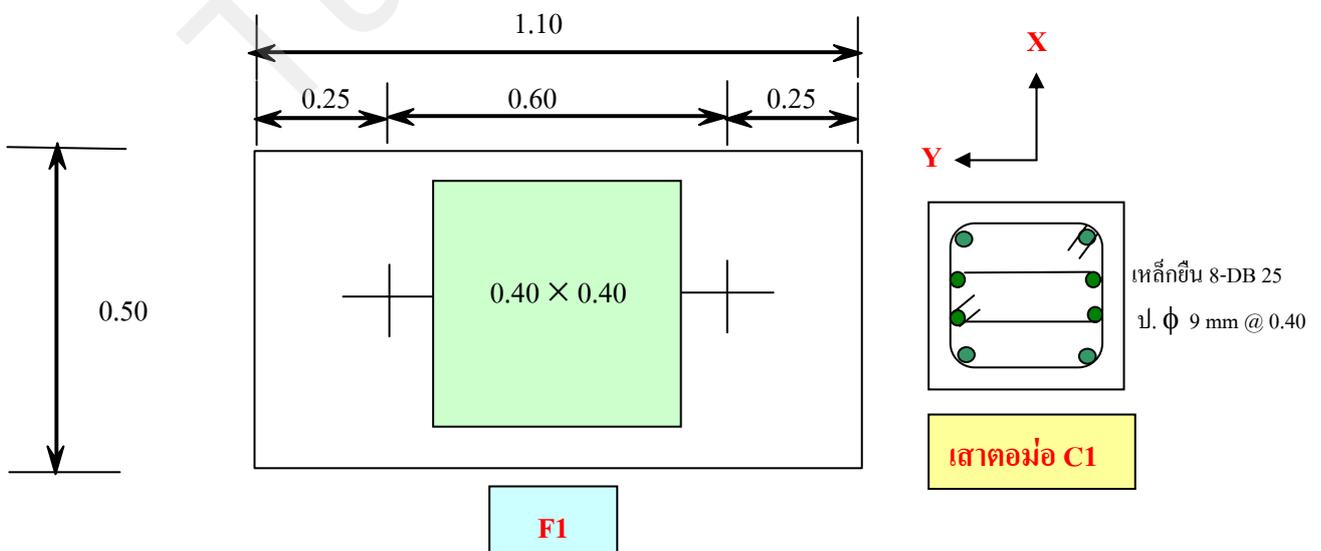
$$\begin{aligned} \Sigma O &= \frac{V_{max}}{\mu j d} \\ &= \frac{14,546}{35 \times 0.900 \times 33} = 13.99 \text{ cm} \end{aligned}$$

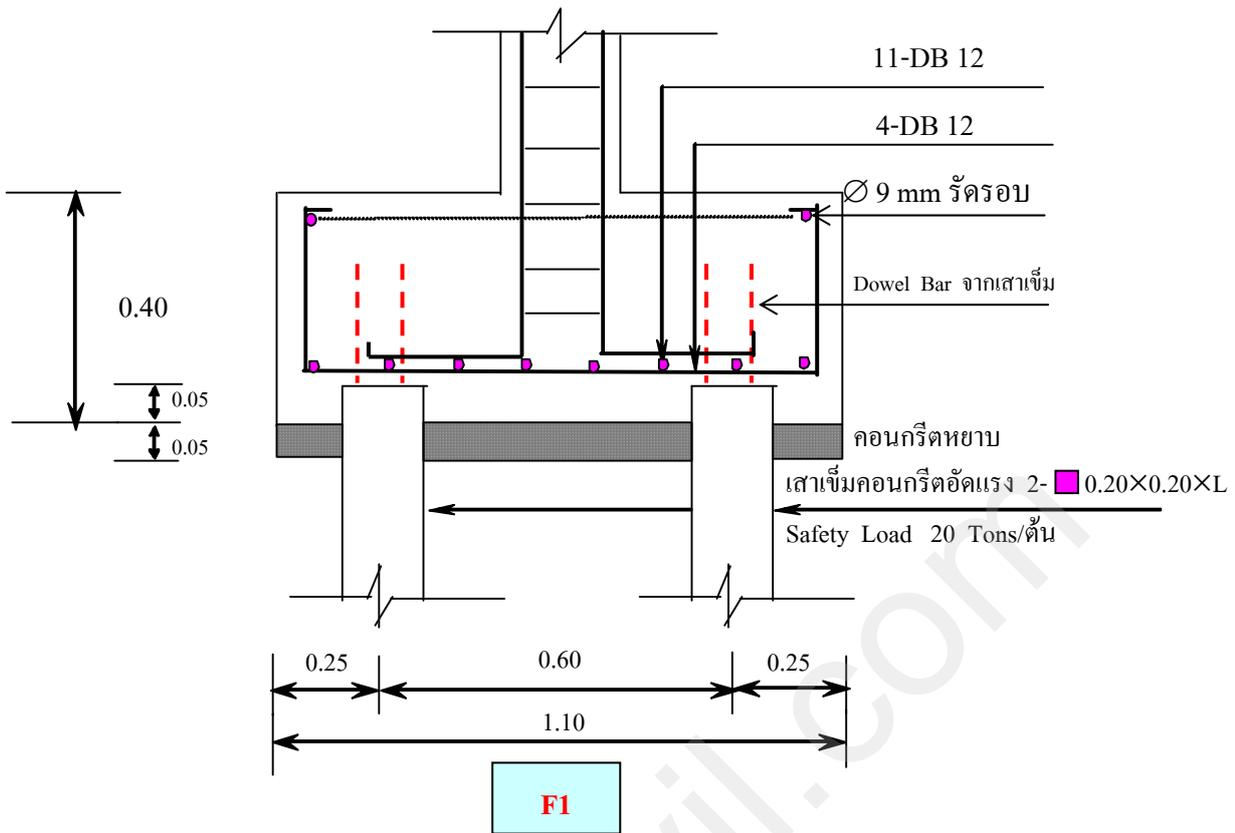
Use 4-DB 12 ($\Sigma O = 15.07$ cm)

$$A_s \text{ คำนวณ} = 0.0025bt = 0.0025 \times 110 \times 40 = 11 \text{ cm}^2$$

Use 10-DB 12 ($A_s = 11.3$ cm²)

เขียนรูปแสดงการเสริมเหล็กของฐานรากได้





ออกแบบพื้น GS

GS เป็น Slab on Ground ฉะนั้นการออกแบบพื้นวางบนดินสิ่งสำคัญที่สุดคือการบดอัดดินให้แน่น กรณีดินอ่อนมากแนะนำให้ออกแบบเป็นพื้นวางบนคาน (Slab on Beam) หรือออกแบบเป็นพื้นวางบนเสาเข็มแบบปูพรมซึ่งมีค่าใช้จ่ายสูงขึ้น สำหรับการเสริมเหล็กในพื้นที่เป็นเพียงเหล็กเสริมต้านทานการยืดหดตัว การสร้างต้องแยกพื้นออกจากคานคอดินทั้งนี้เพื่อป้องกันการยุบตัวที่เกิดขึ้นอาจทำให้ตรงขอบคานแตกได้หากไม่แยกออกจากกัน และเพื่อบังคับให้พื้นแตกเป็นระเบียบ จำเป็นแบบต้องมีข้อต่อเพื่อการยืดหดตัว (Contraction joint) ที่เกิดขึ้นด้วย ซึ่งควรทำทุกระยะ 5.00 m หรือไม่เกิน 10.00 m ซึ่งมีความยาวเท่ากับ ความยาวเหล็กเส้นพอดี

ความหนาของพื้นวางบนดินสำหรับโรงงานทั่วไปอยู่ระหว่าง 10-15 cm

กรณีใช้เหล็กกลม ค่า $F_y = 2,400 \text{ kg/cm}^2$ ขนาดต่ำสุดที่ใช้ไม่เล็กกว่า 6 mm และระยะห่างไม่เกิน 3 เท่าของความหนาพื้น

$$A_{s_{temp}} = 0.0025bt$$

หรือกรณีใช้เหล็กตะแกรงสำเร็จรูป (Wire mesh) ตามมาตรฐาน ASTM A185-89 และมาตรฐาน มอก. 737-2531

มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 4-8 mm

ความกว้าง 0.90-2.50 m ความยาว 2.00-10.00 m

ค่า $F_y = 5,500 \text{ kg/cm}^2$ ค่า $F_u = 6,000 \text{ kg/cm}^2$

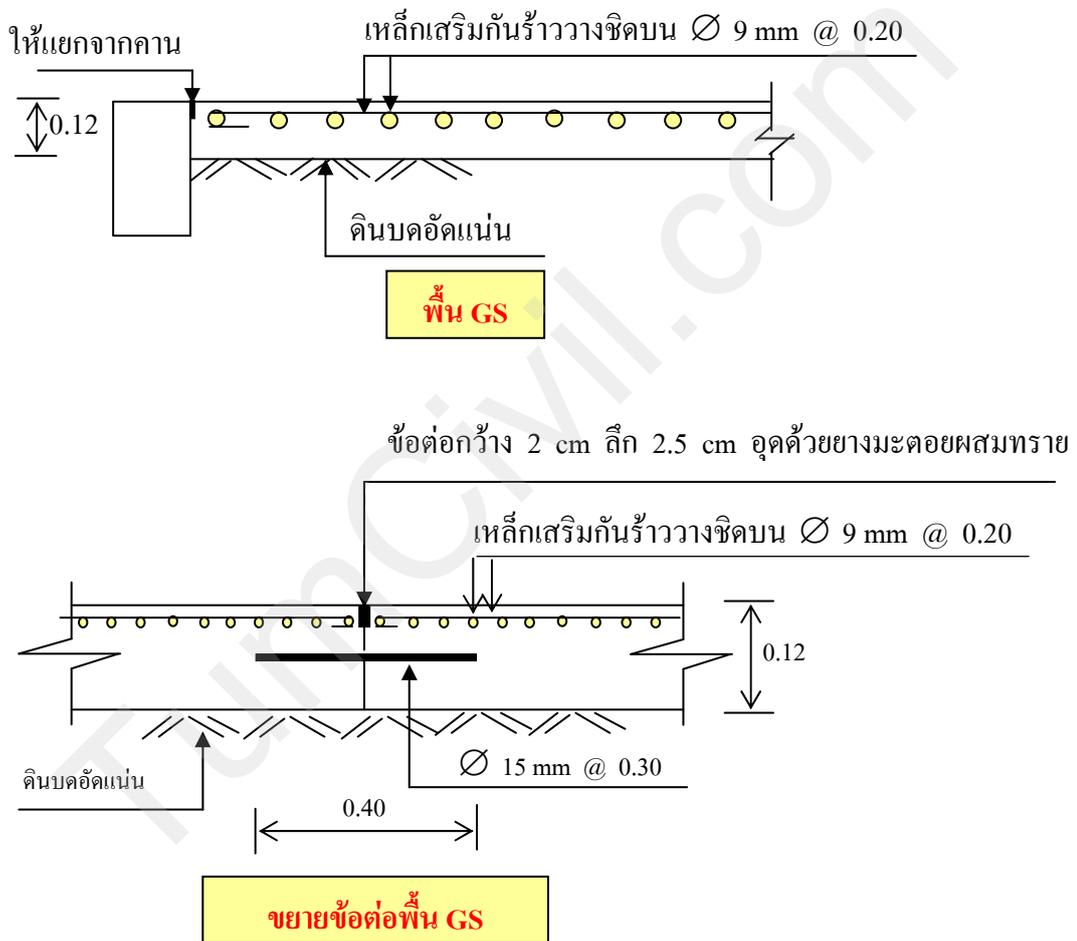
$$A_{s_{temp}} = 0.0014bt$$

ในที่นี้เลือกออกแบบพื้นวางบนดินและทำการบดอัดดินให้แน่น ใช้ความหนา 12 cm

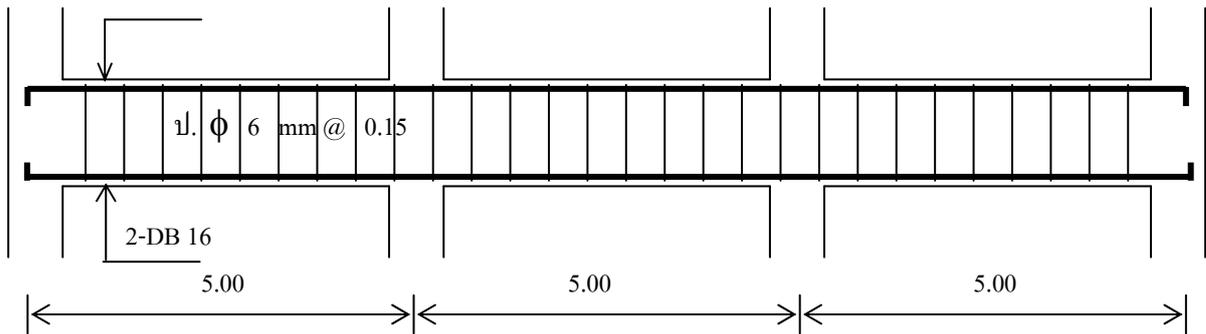
ใช้เหล็กกลม $\varnothing 9 \text{ mm}$ ($A_s = 0.64 \text{ cm}^2$)

$$A_{s_{temp}} = 0.0025bt = 0.0025 \times 100 \times 12 = 3.0 \text{ cm}^2$$

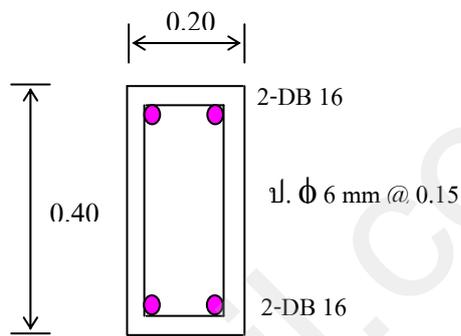
ใช้เหล็ก $\varnothing 9 \text{ mm @ 0.20$



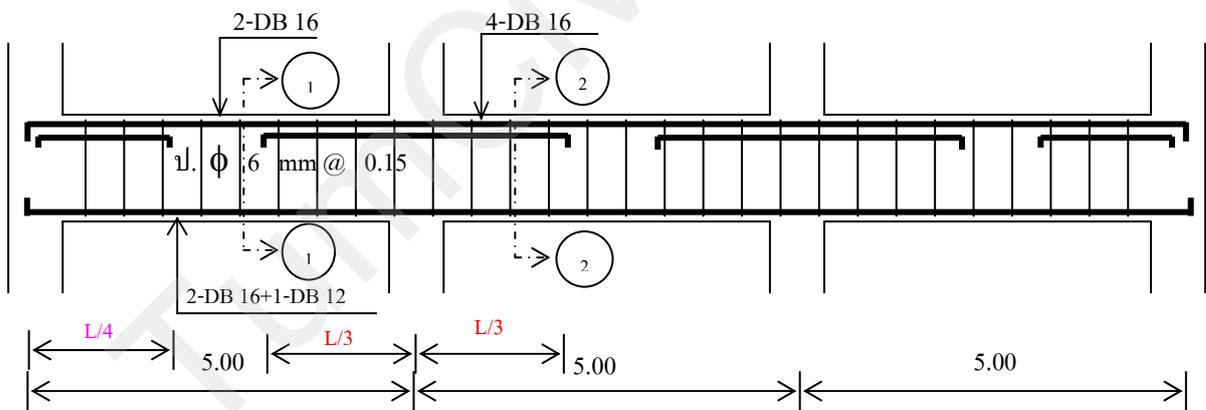
รายละเอียดโครงสร้างคอนกรีต



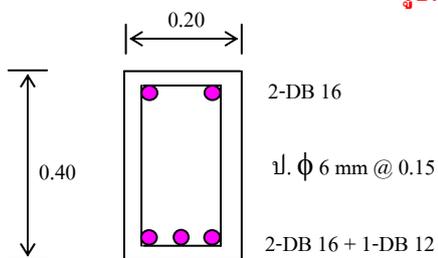
รูปตัดตามยาวคาน RB1



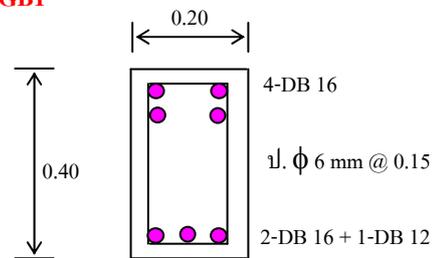
รูปตัดตามขวางคาน RB1



รูปตัดตามยาวคาน GB1

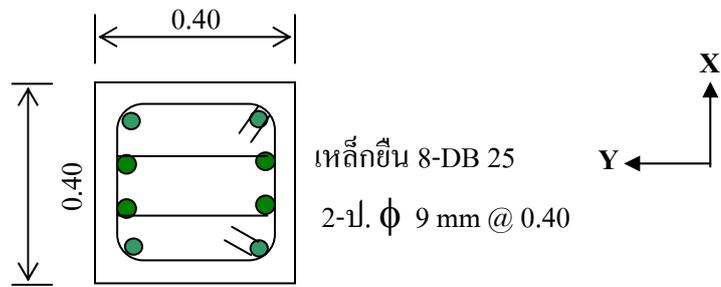


Section ① - ①

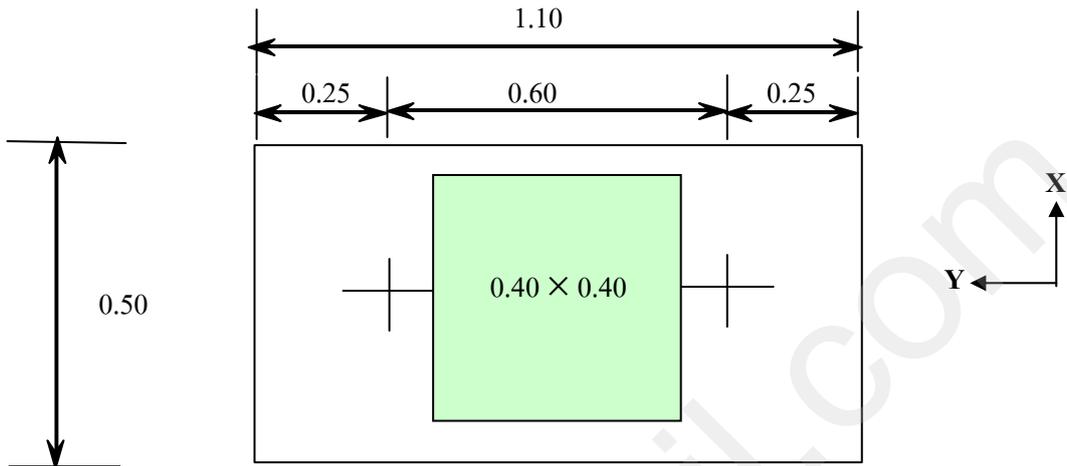


Section ② - ②

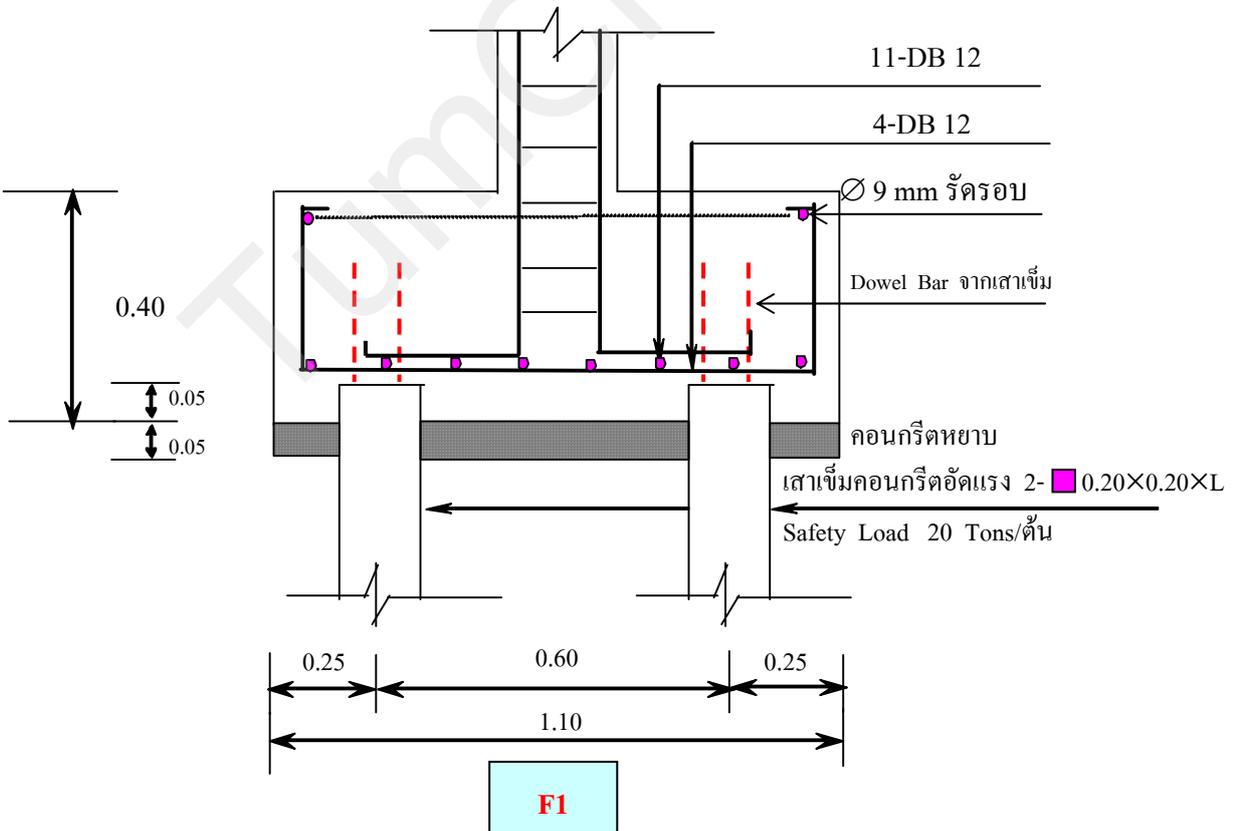
รูปตัดตามขวาง GB1



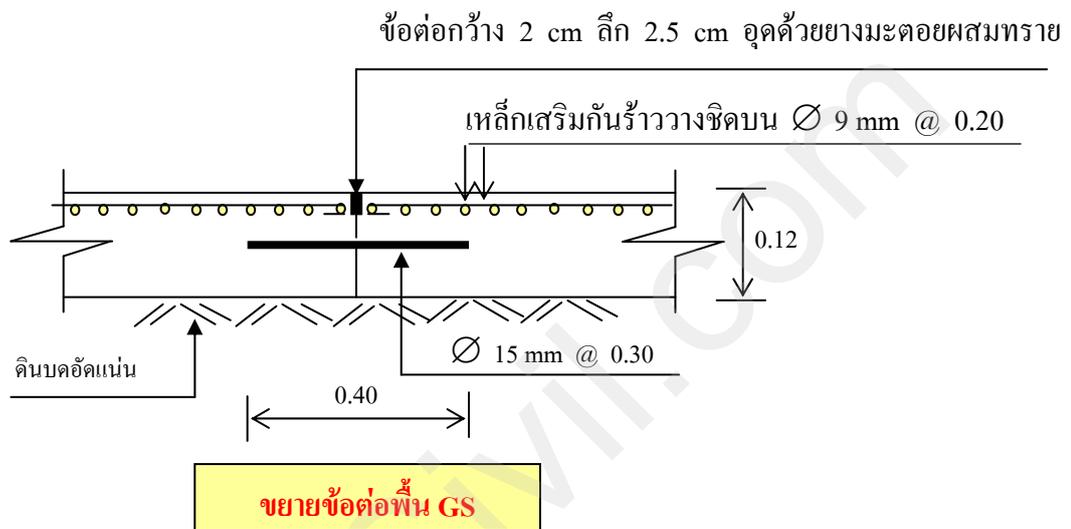
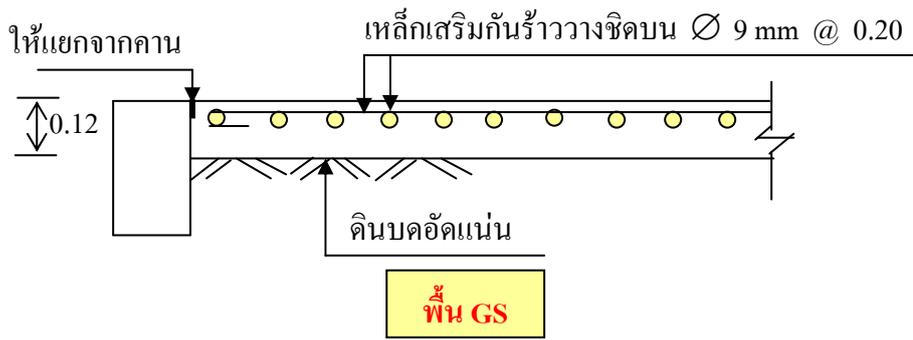
เสาตอม่อ C1 และเสารับหลังคา C1



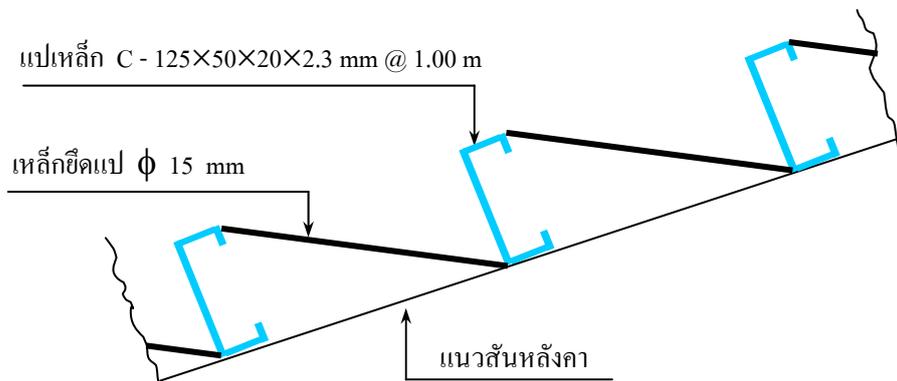
F1



F1

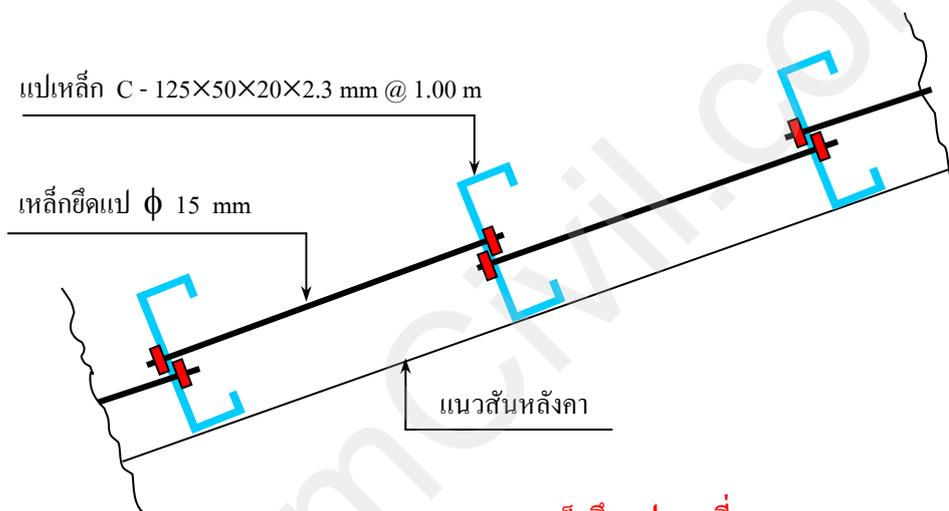


รายละเอียดโครงสร้างหลังคาเหล็กและขยายจุดต่อ



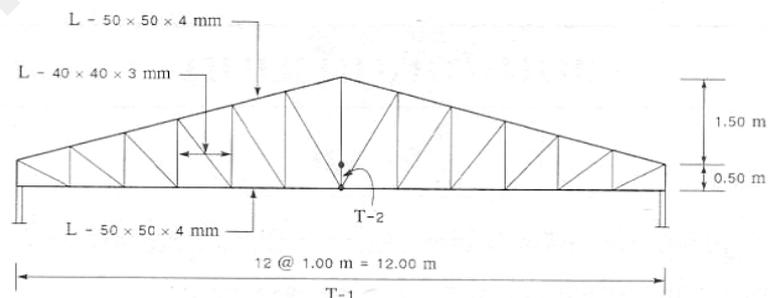
การวางเหล็กยึดแปแบบที่ 1

(สามารถใช้เหล็กกลมที่เหลือในหน่วยงานตัดเป็นท่อนเชื่อมยึดดังรูป ซึ่งมีความประหยัด)



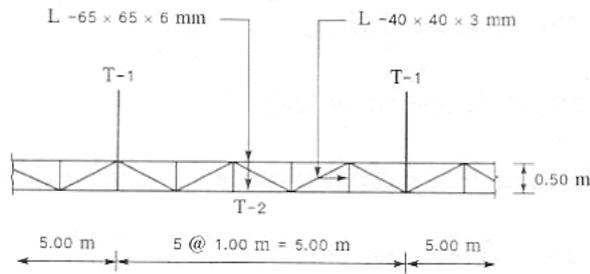
การวางเหล็กยึดแปแบบที่ 2

(โดยการเจาะรูกลางแปและใช้เหล็กกลมที่เหลือในหน่วยงานตัดเป็นท่อนทำเกลียวทั้งสองข้างขันยึดด้วยนอต ดังรูป ซึ่งอาจจะยุ่งยากและเสียเวลาบ้าง)



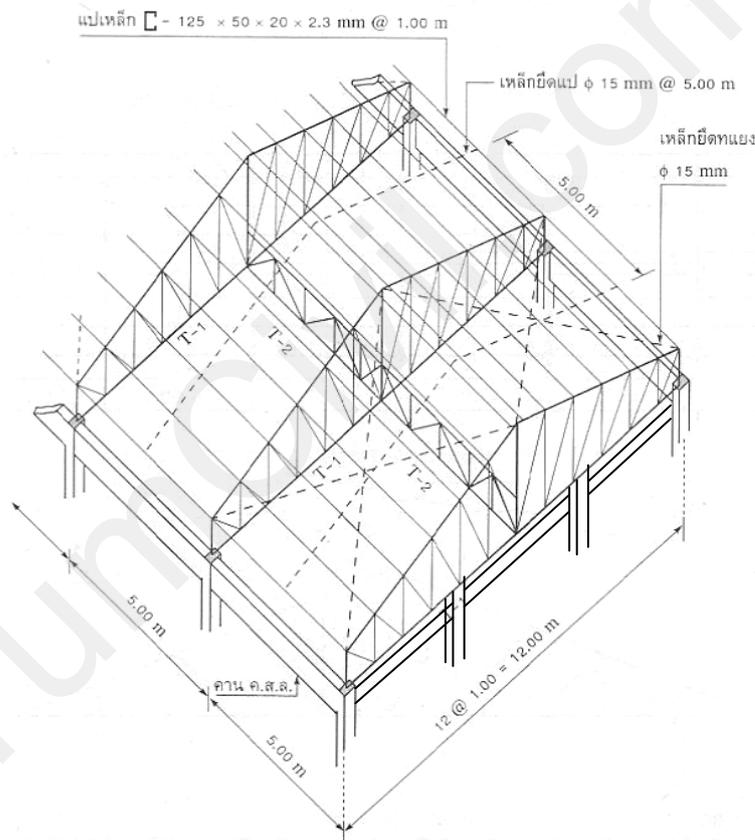
รายละเอียดโครง T-1

(แนะนำการใส่ T-2 ควรใส่ทุกระยะ 5.00 m เพื่อป้องกันการโก่งคาะด้านข้างของโครงหลังคา ในที่นี้ เนื่องจาก Span Length = 12.00 m จึงจัดไว้ที่กึ่งกลางของ T-1 ยังถือว่าระยะห่างไม่มากนัก)



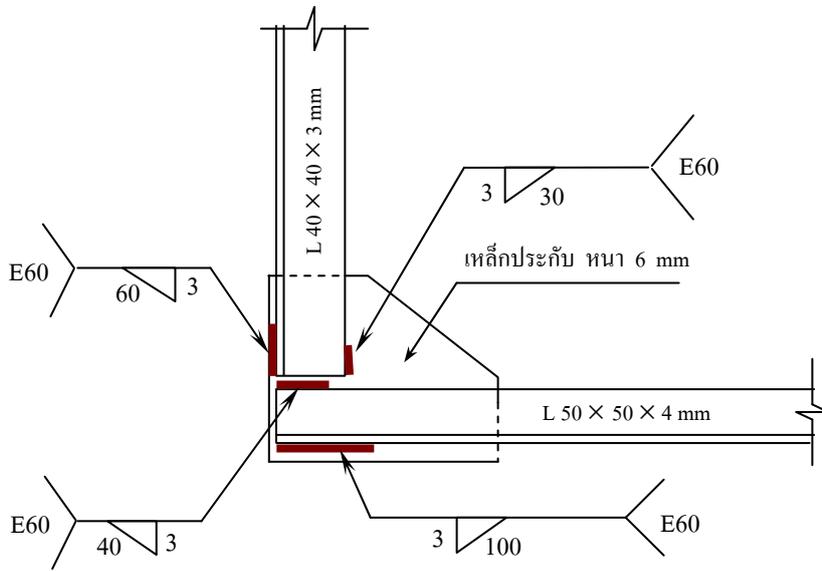
รายละเอียดโครง T-2

(ใช้ความสูง T-2 เท่ากับ 50 cm เท่ากับระยะยกของส่วนปลายของ Truss ซึ่งคู่มือ Space และไม่เกาะกรณี ไม่มีคาน ค.ส.ล. ใช้ T-2 แทน คาน ค.ส.ล. RB1 ได้ วางในแนวระดับเดียวกันกับ T-2 แถวกลาง ยกเว้น แนวตามขวางไม่จำเป็นต้องใช้ เนื่องจากมี T-1 เป็นโครงสร้างหลักยื่นไว้แล้ว)



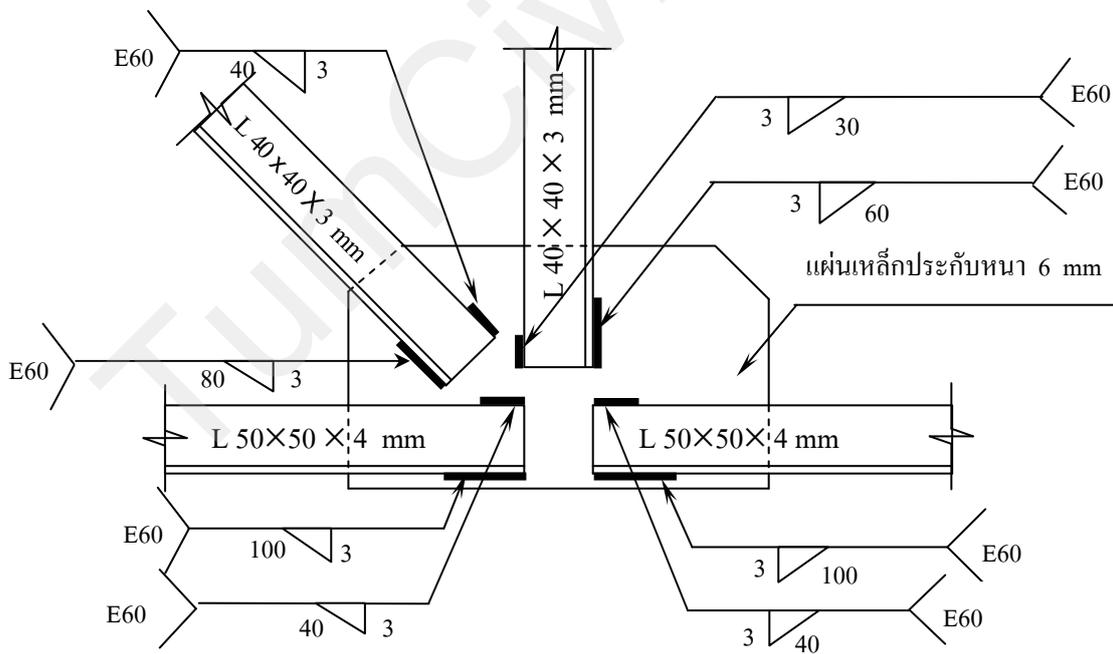
รายละเอียดโครงหลังคาทั้งหมด

(ใช้ Bracing (เหล็กยึดทแยง) ไม่น้อยกว่า $\varnothing 15$ mm ใส่ช่วงเสาเว้นช่วงเสา สำหรับด้านข้างทั้งสองข้างของ โครงหลังคาต้องใส่ดังรูป ด้านหนึ่งเชื่อมยึดแน่น อีกด้านหนึ่งทำเกลียวและขันเกลียวให้ตึง จะช่วยรับ แรงลมได้ดี)

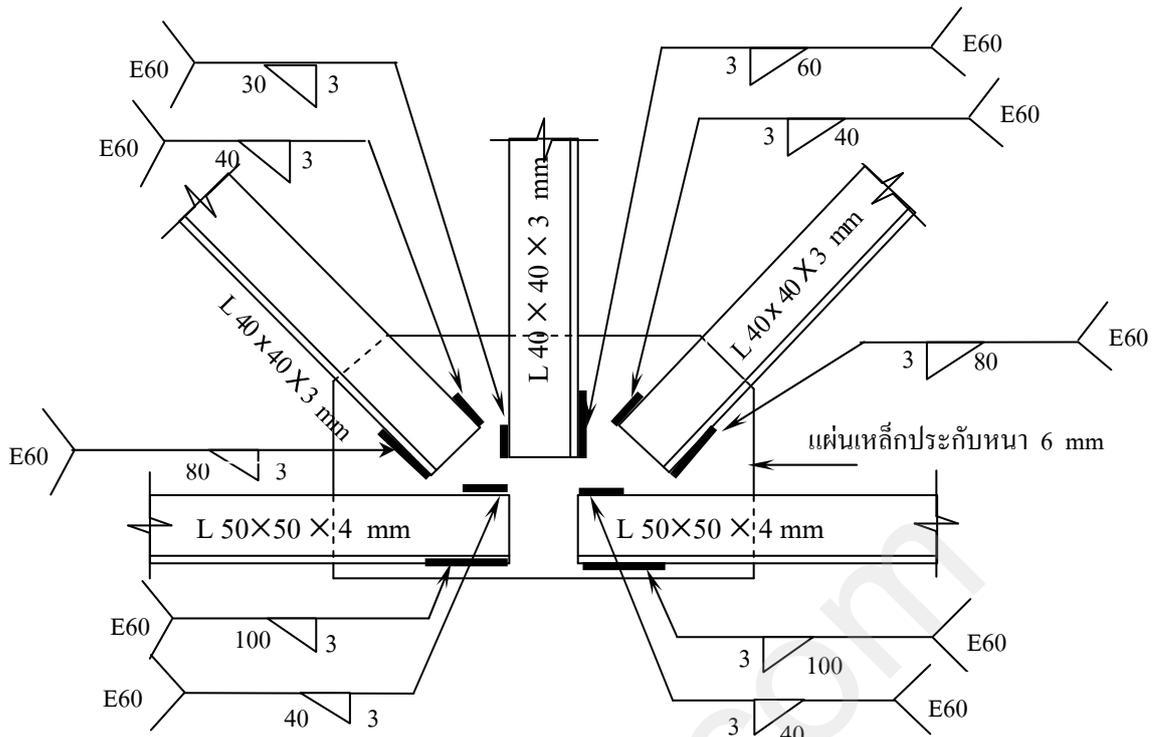


ขยายจุดต่อ L₁, L₁₃

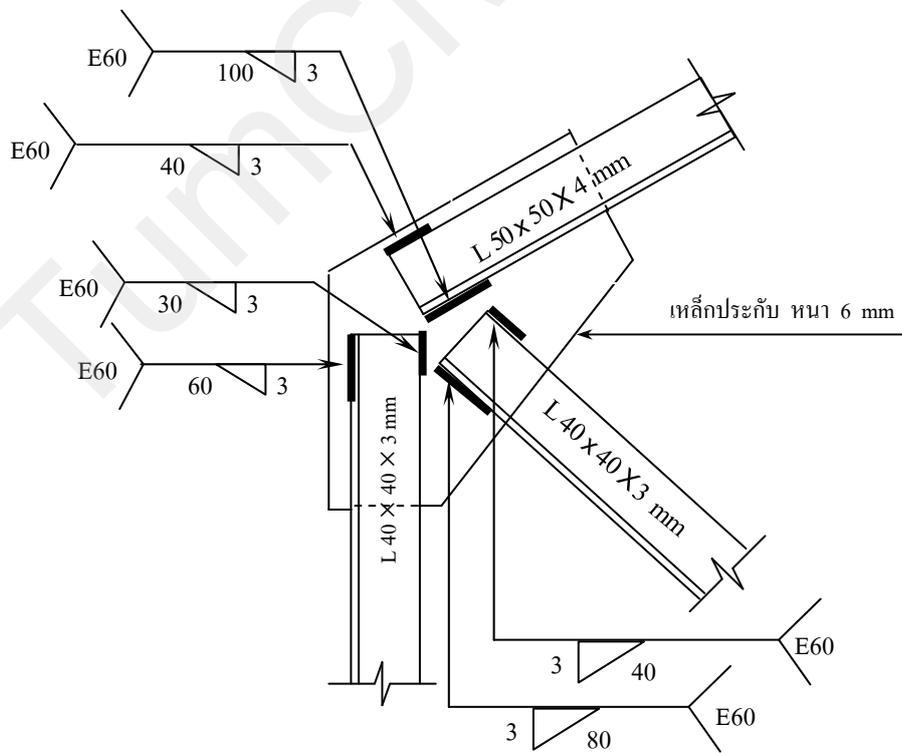
(Gusset Plate (เหล็กประกบ) แนะนำให้ใช้ความหนาไม่น้อยกว่าความหนาของเหล็กโครงสร้าง)



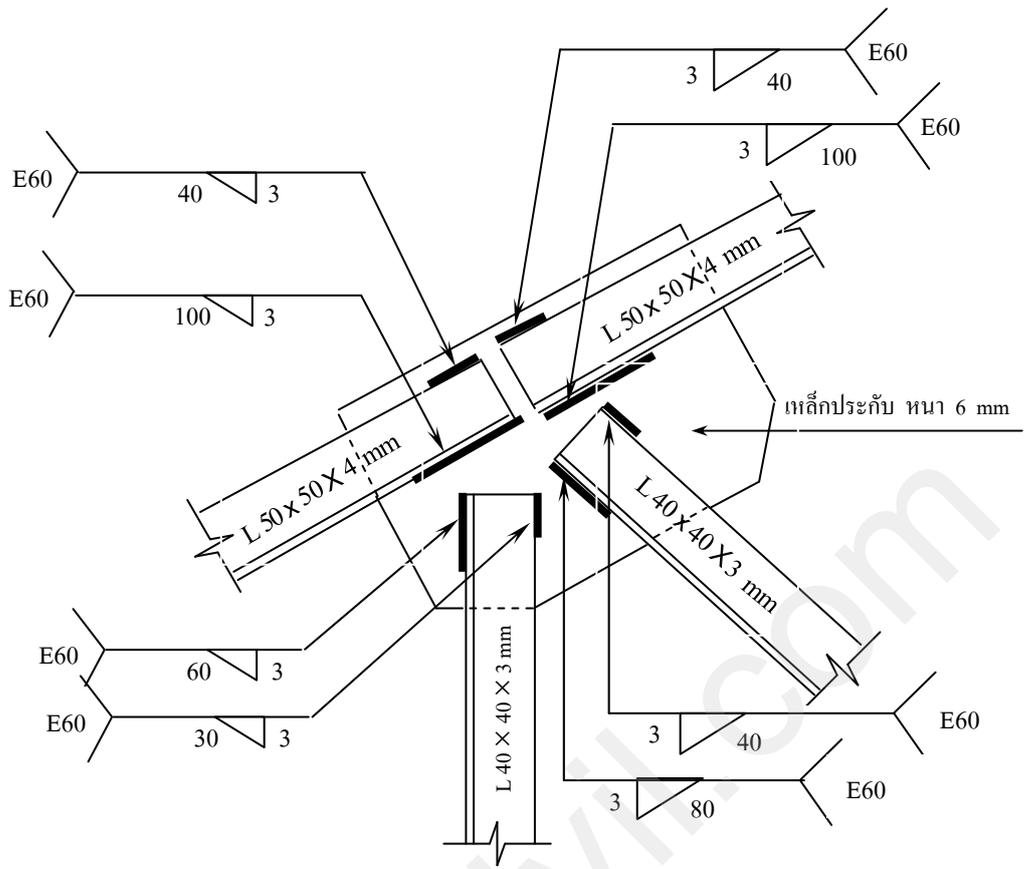
ขยายจุดต่อ L₂, L₃, L₄, L₅, L₆, L₈, L₉, L₁₀, L₁₁, L₁₂



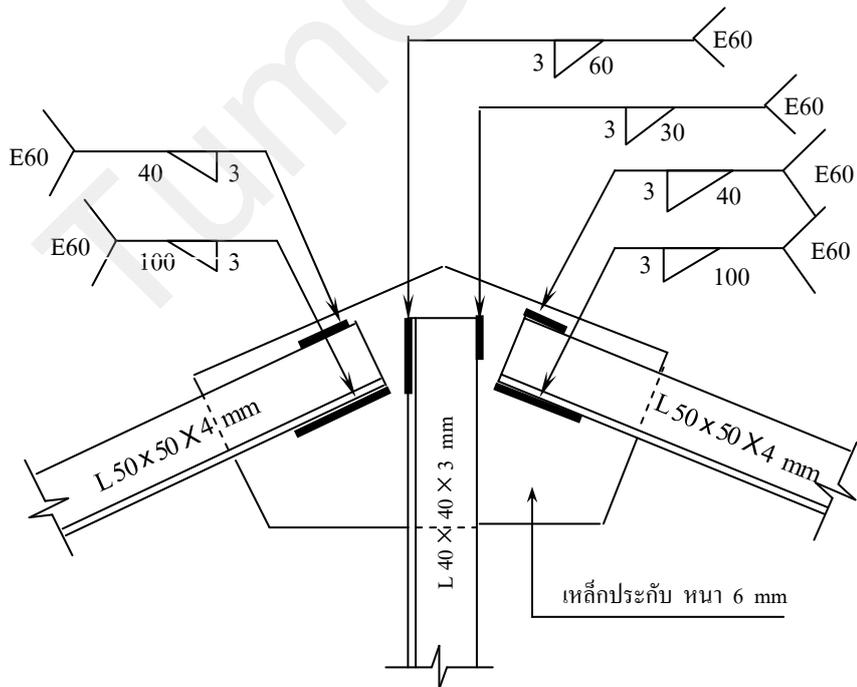
ขยายจุดต่อ L₇



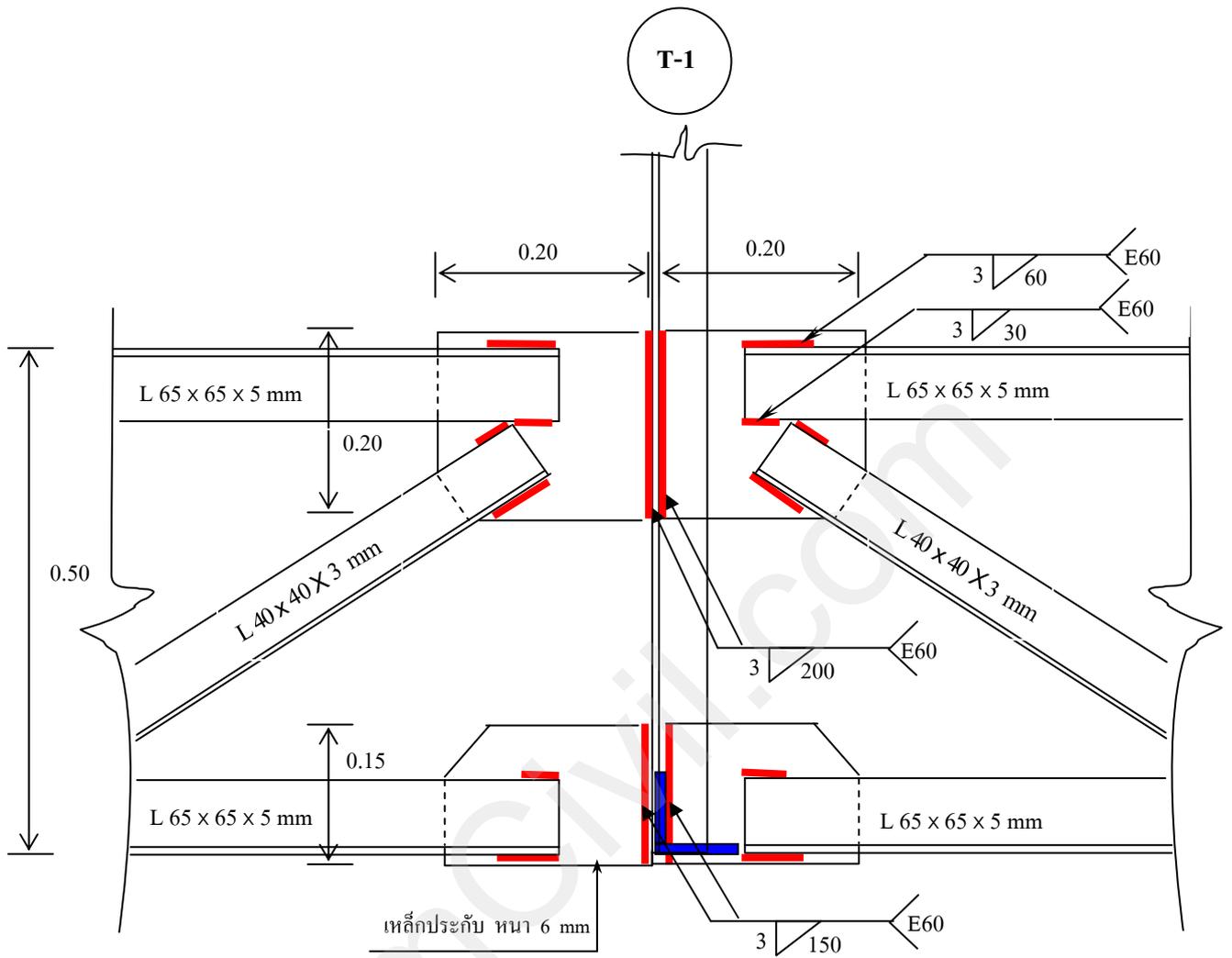
ขยายจุดต่อ U₁, U₁₃



ขยายจุดต่อ U₂, U₃, U₄, U₅, U₆, U₈, U₉, U₁₀, U₁₁, U₁₂

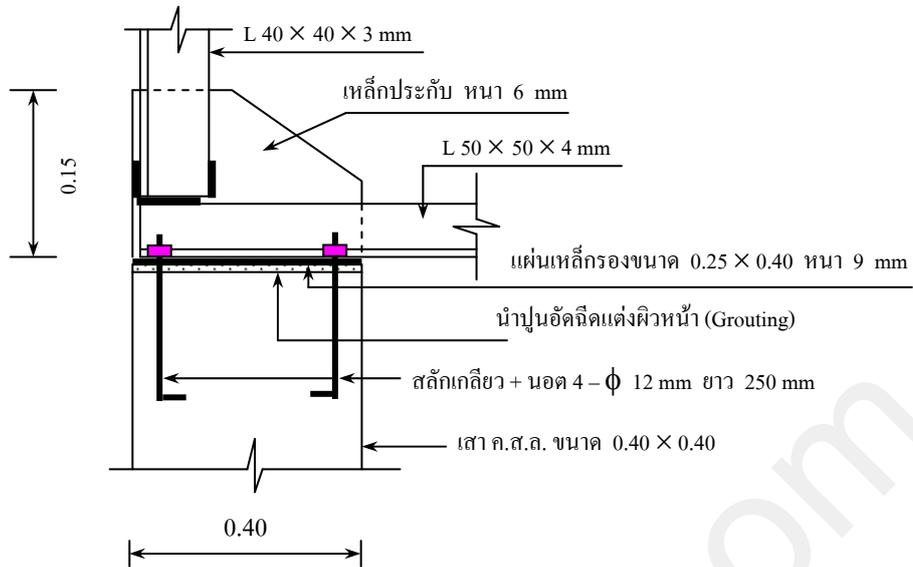


ขยายจุดต่อ U₇

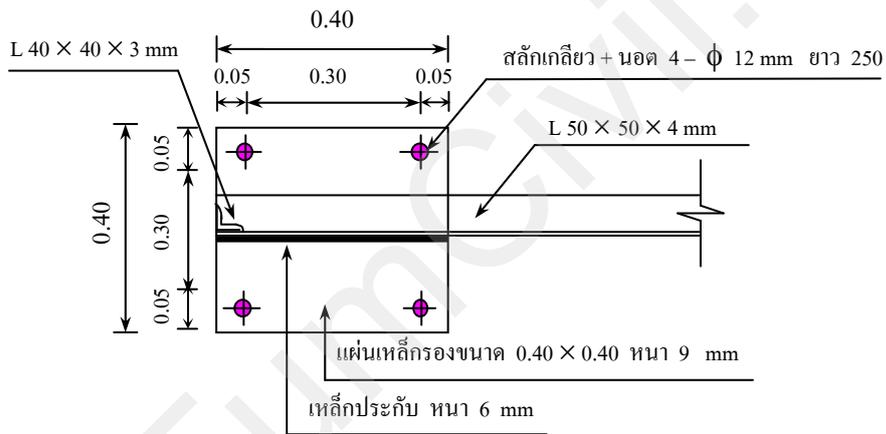


ขยายจุดต่อระหว่าง T-1 กับ T-2

ขยายจุดรองรับด้านซ้ายแบบ Fix Suport

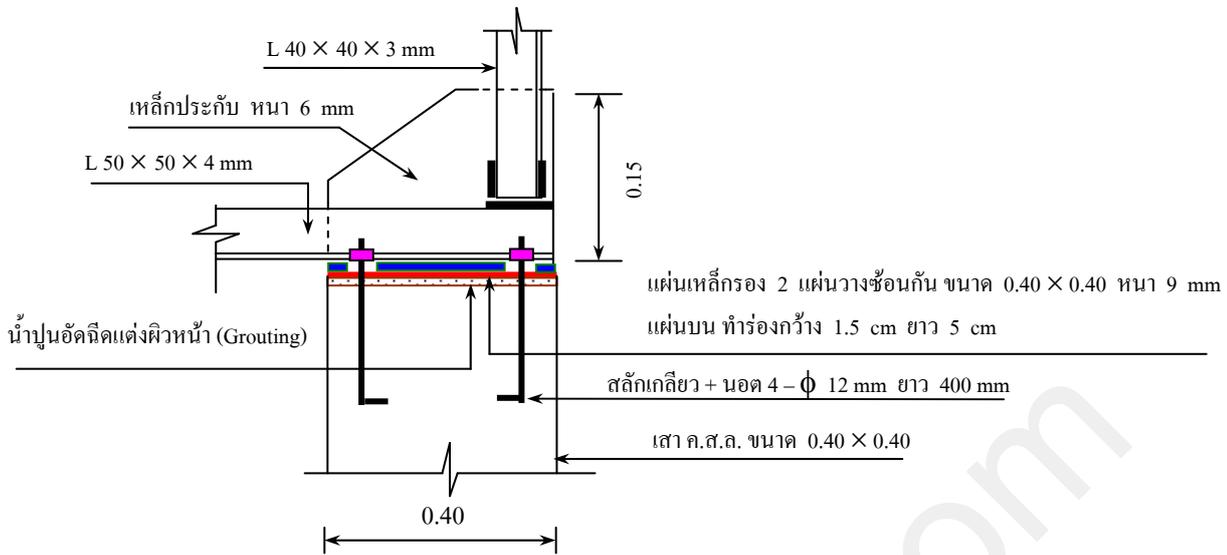


รูปด้านข้าง

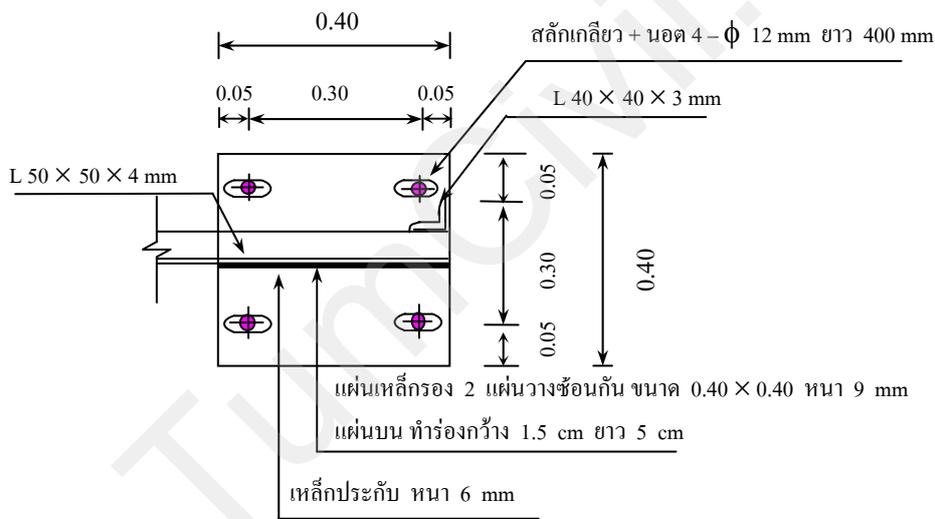


รูปแปลน

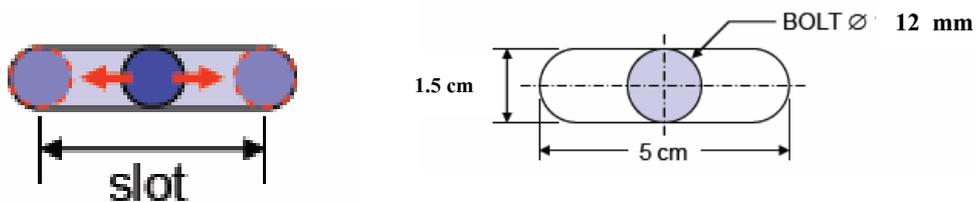
ขยายจุดรองรับด้านขวาแบบ Free Support



รูปด้านข้าง

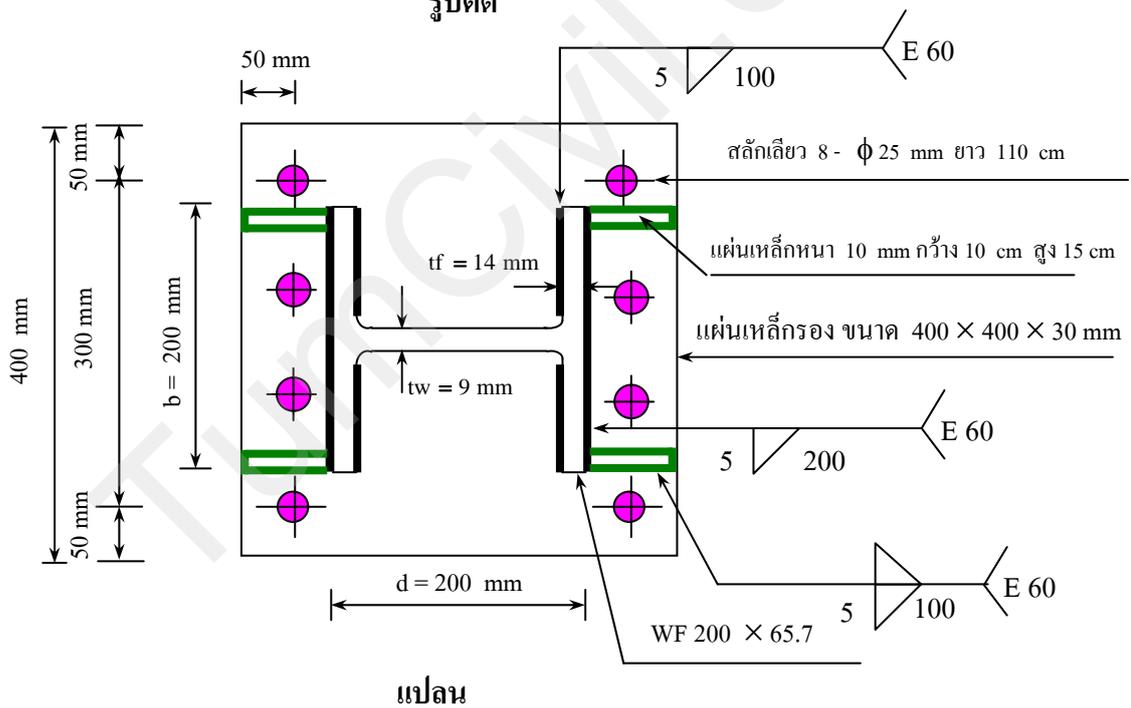
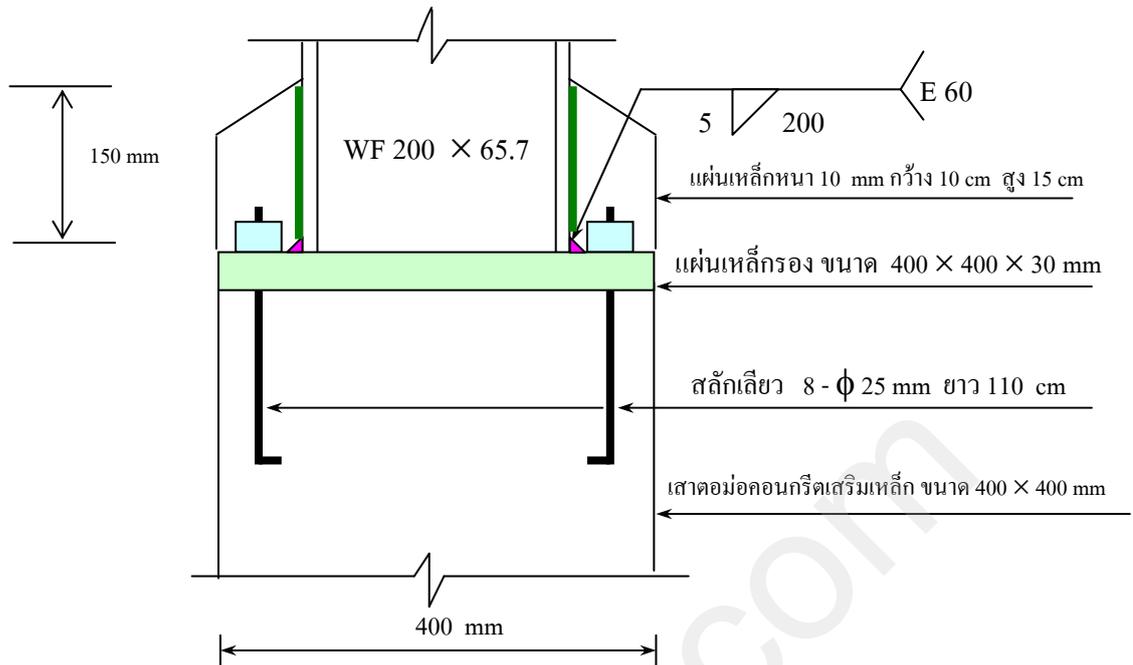


รูปแปลน

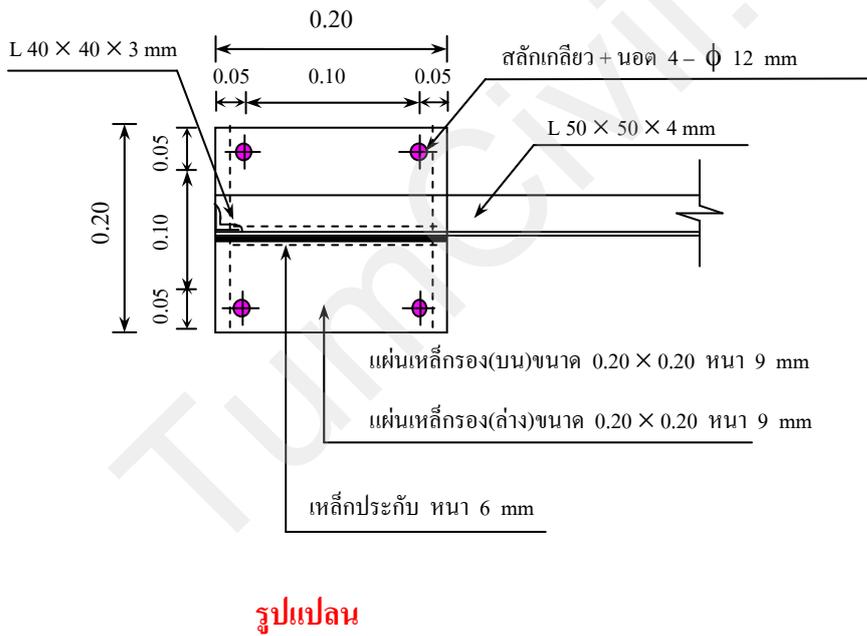
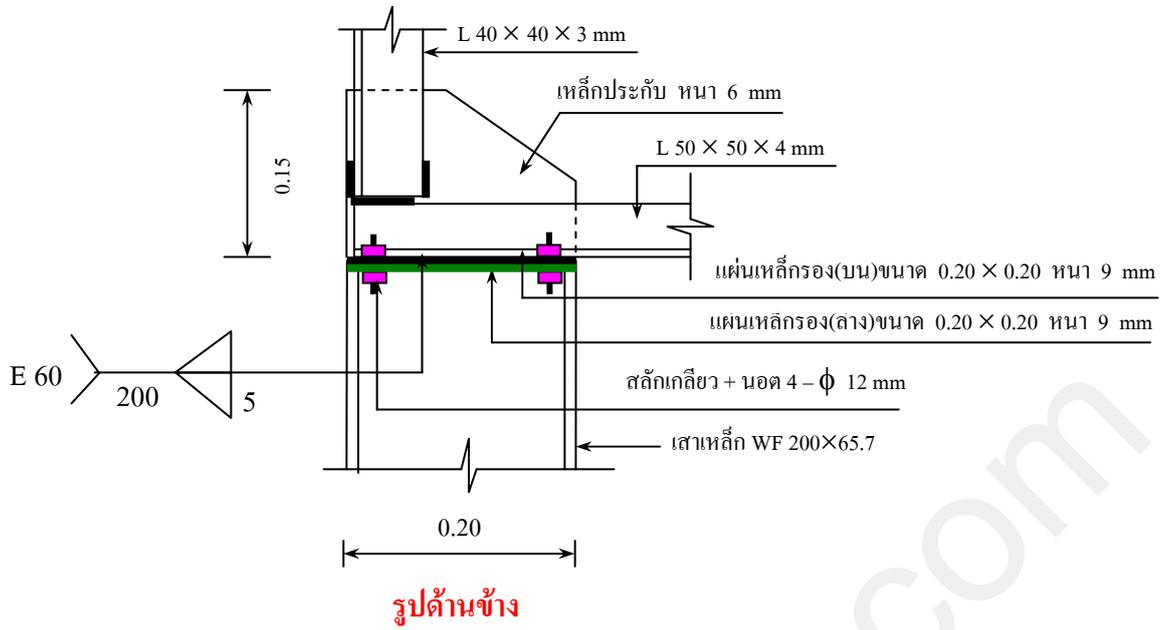


ขยายความกว้างร่อง

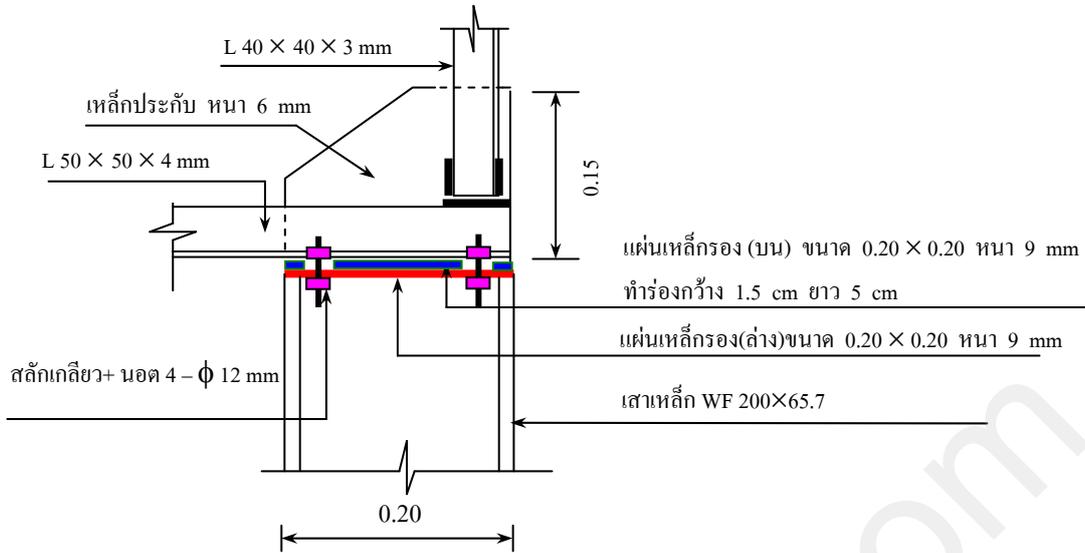
รูปขยายจุดต่อระหว่างเสาตอม่อคอนกรีตกับเสาเหล็ก



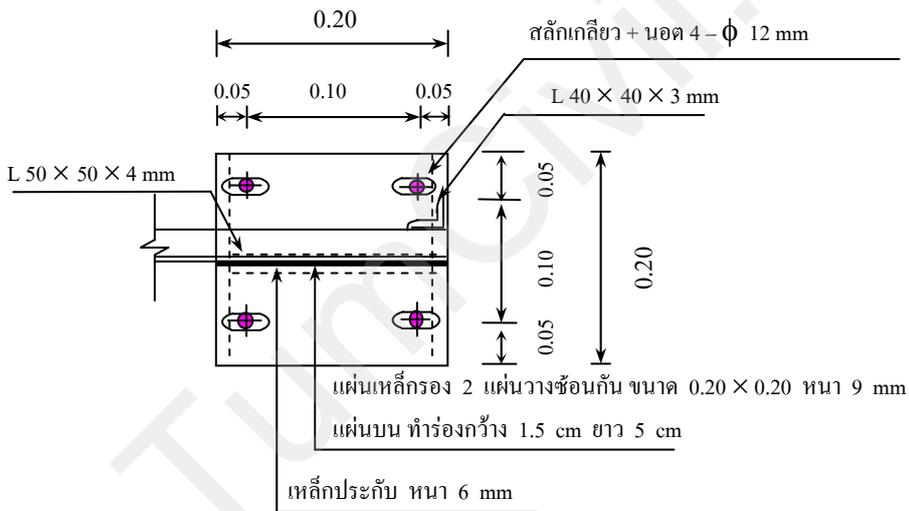
กรณีเป็นเสาเหล็ก จุดรองรับด้านซ้ายแบบ **Fix Suport** สามารถขยายได้ดังรูป



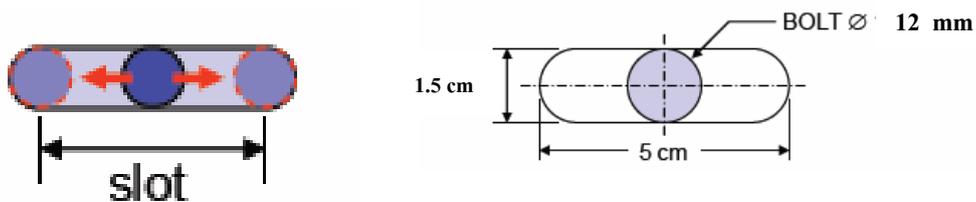
กรณีเป็นเสาเหล็ก จุดรองรับด้านซ้ายแบบ Free Suport สามารถขยายได้ดังรูป



รูปด้านข้าง



รูปแปลน



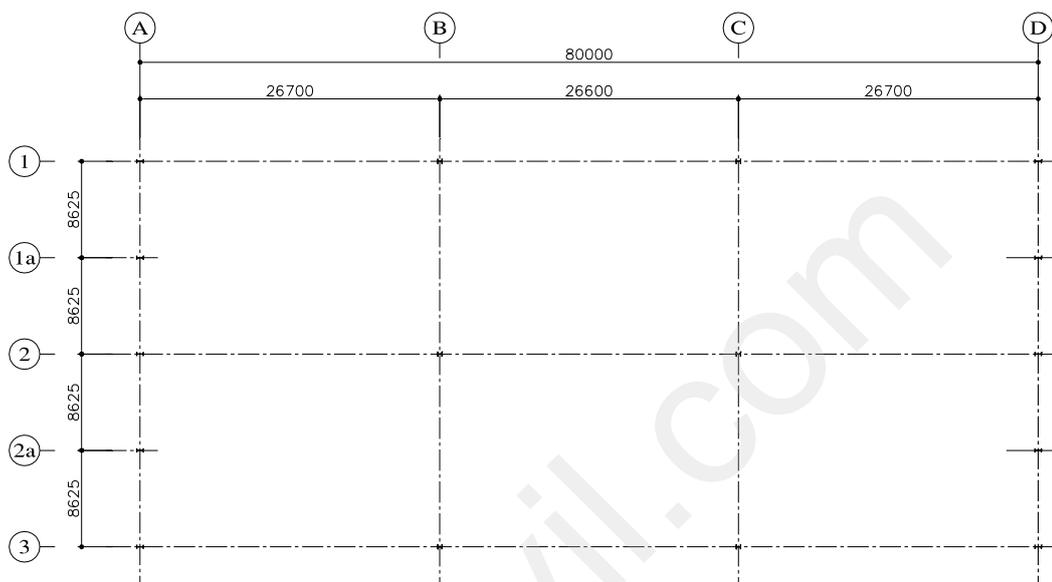
ขยายความกว้างร่อง

TumCivil.com

ตัวอย่างการออกแบบโครงสร้างเหล็ก
โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์
(โปรแกรม Midas)

บทที่ 4

สร้างแบบจำลองโมเดลโรงงานโครงสร้างเหล็ก



รูปที่ 4.1.1 ตัวอย่าง Grid Line ที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองโมเดล

4.1) การเปลี่ยนหน่วยที่ใช้ในการออกแบบ

สามารถทำได้โดย คลิกที่ List Box ที่อยู่ด้านล่าง มุมขวาของโปรแกรม จากนั้นให้เปลี่ยนหน่วยของแรงจาก kips เป็น kg และเปลี่ยนหน่วยวัดความยาวจาก ft เป็น mm.

- หน่วยของแรงที่ใช้ในการออกแบบที่สามารถเลือกใช้ได้มี กิโลกรัม, ตัน, นิวตัน, กิโลนิวตัน, ปอนด์ และ กิโลปอนด์
- หน่วยวัดความยาวที่ใช้ในการออกแบบที่สามารถเลือกใช้ได้มี มิลลิเมตร, เซนติเมตร, เมตร, นิ้ว



รูปที่ 4.1.2 การเปลี่ยนหน่วยที่ใช้ออกแบบ

4.2) สร้างตาราง Grid Line ตามตัวอย่างข้างต้น

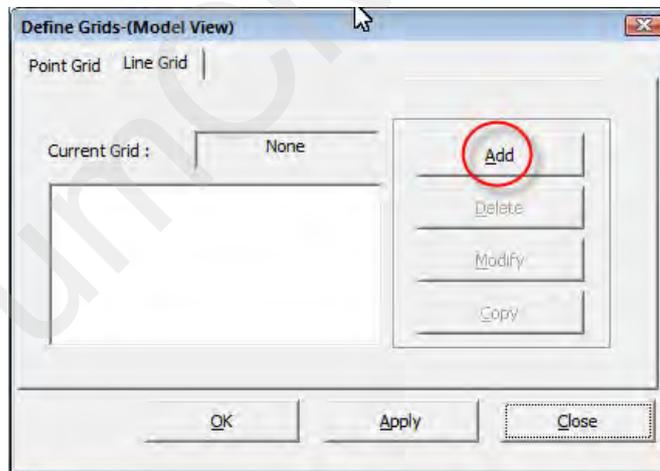
สามารถทำได้โดยการ คลิกที่ปุ่มคำสั่ง Line ที่อยู่ในแถบเครื่องมือของ Grid/Snap โดยต้องระบุระยะห่างออกไปจากแนวแกน X และแกน Y โดยกำหนดให้ด้านบน Y เป็นบวก ส่วนด้านล่างเป็น ลบ และกำหนดให้ด้านขวามือ X เป็นบวก ส่วนด้านซ้ายมือเป็น ลบ

เนื่องจาก Grid Line ในตัวอย่างข้างต้นสามารถแบ่งได้เป็นสองส่วนคือ Grid Line ที่บอกระยะทางด้านซ้ายมือ (right) และบอกระยะทางด้านขวามือ (left) ดังนั้นจึงต้องสร้าง Grid Line ขึ้นมาสองแบบคือแบบ (right) และ (left)



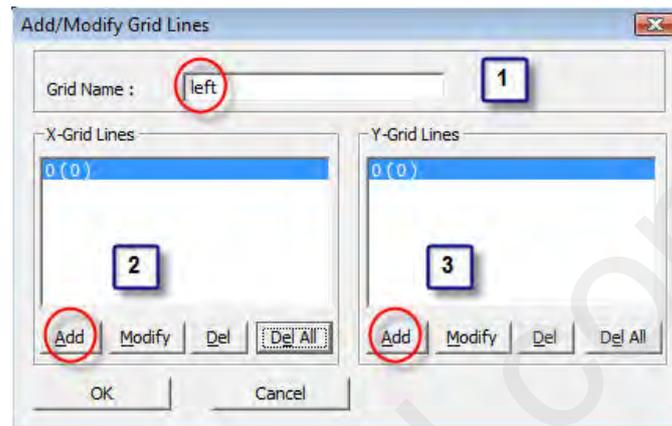
รูปที่ 4.2.1 คำสั่ง Line ในแถบเครื่องมือของ Grid/Snap

- ในหน้าต่าง Define Grids-(Model View) คลิกที่ปุ่ม Add



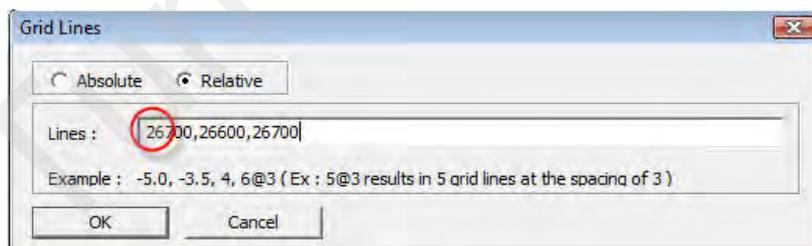
รูปที่ 4.2.2 หน้าต่าง Define Grids-(Model View)

- 1 ในหน้าต่าง Add/Modify Grid Lines ที่ช่อง Grid Name : ให้พิมพ์คำว่า left
- 2 ให้คลิกที่ปุ่ม Add เพื่อทำการสร้าง และกำหนดระยะห่างของ Grid Line ในแนวแกน X
- 3 ให้คลิกที่ปุ่ม Add เพื่อทำการสร้าง และกำหนดระยะห่างของ Grid Line ในแนวแกน Y



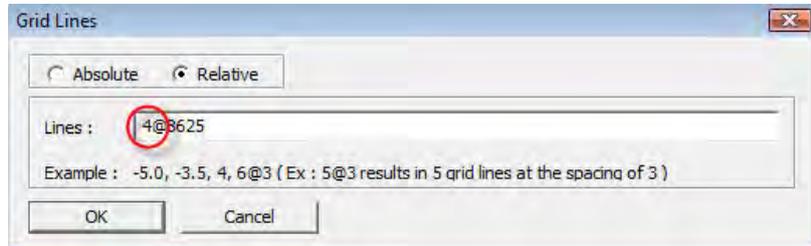
รูปที่ 4.2.3 หน้าต่าง Add/Modify Grid Lines ของ left

- ในหน้าต่าง Grid Lines ในแกน X ที่ช่อง
Line : ให้พิมพ์คำว่า 26700,26600,26700



รูปที่ 4.2.4 หน้าต่างสำหรับกำหนดระยะของ Grid Lines ในแกน X

- ในหน้าต่าง Grid Lines ในแกน Y ที่ช่อง
Line : ให้พิมพ์คำว่า 4@8625



รูปที่ 4.2.5 หน้าต่างสำหรับกำหนดระยะของ Grid Lines ในแกน Y



รูปที่ 4.2.6 Grid Lines ของ left ในหน้าต่าง Model View

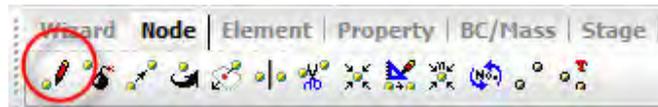
- คลิกที่ปุ่ม Top เพื่อปรับมุมมองของการแสดงภาพ ให้อยู่ในลักษณะของการมองมาจากด้านบน



รูปที่ 4.2.7 คำสั่ง Top ในแถบเครื่องมือของ View Point

4.3) สร้าง Node ตามตำแหน่งของฐานรากที่ต้องการโมเดล

สามารถทำได้โดยการ คลิกที่ปุ่มคำสั่ง Create Nodes ในแถบเครื่องมือของ Node ซึ่งการกำหนด Node เปรียบเสมือนการระบุตำแหน่งของฐานราก

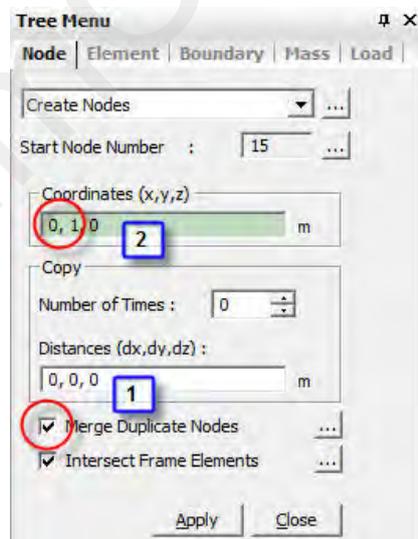


รูปที่ 4.3.1 คำสั่ง Create Nodes ในแถบเครื่องมือของ Node

1 คลิกเลือกที่ Merge Duplicate Nodes : เป็นคำสั่งสำหรับรวมจุด Node ที่ซ้อนทับกันให้เหลือเพียง Node เดียวเท่านั้น

คลิกเลือกที่ Intersect Frame Elements : เป็นคำสั่งสำหรับสร้างจุดเชื่อมต่อบน Elements เพื่อกำหนดลักษณะของการถ่ายแรงตามตำแหน่งที่มีการเชื่อมต่อ

2 คลิกในช่องของ Coordinates (x,y,z) จากนั้นให้ไปคลิกในหน้าต่าง Model View ตามตำแหน่งที่ต้องการ โมเดลฐานรากของ โมเดล



รูปที่ 4.3.2 หน้าต่างของ Node ที่อยู่ใน Tree Menu

- ให้คลิกที่ Line Grid Snap เพื่อ เปิด/ปิด Snap เป็นการ กำหนดเมาส์ให้เป็นเคลื่อนไปตามจุดตัดของ Grid Line



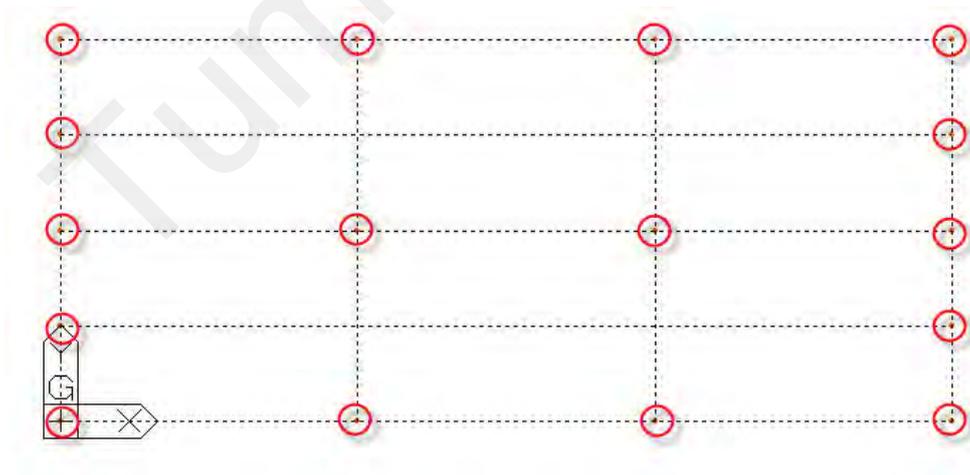
รูปที่ 4.3.3 คำสั่ง Line Grid Snap ในแถบเครื่องมือของ Grid/Snap

- คลิกที่คำสั่ง Select by Window จากนั้นให้ไปยังหน้าต่างต่างของ Model View เพื่อเลือก Node ที่ต้องการคัดลอก



รูปที่ 4.3.4 คำสั่ง Select by Window ในแถบเครื่องมือของ Selection

- ในหน้าต่าง Model View ให้คลิกไปตามตำแหน่งจุดสี่แดงเพื่อสร้าง Node



รูปที่ 4.3.5 ตำแหน่งที่ใช้สำหรับการจำลองโมเดลของเสา

4.4) กำหนดคุณสมบัติ และหน้าตัดที่จะใช้ในการออกแบบ

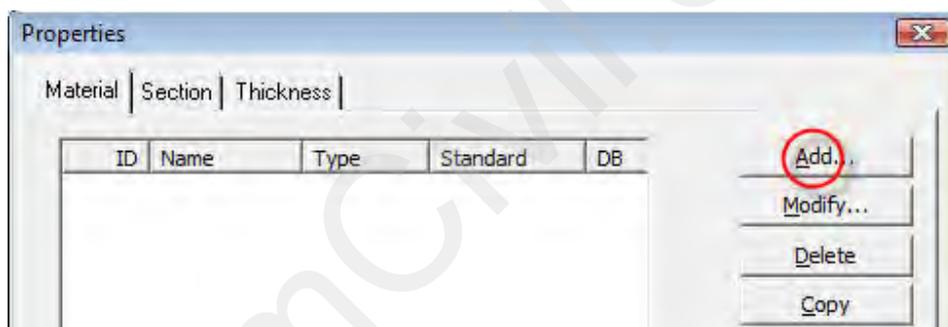
○ กำหนดคุณสมบัติที่จะใช้ในการออกแบบ

- ให้คลิกที่ Material เป็นการกำหนดคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการออกแบบว่าเป็นคอนกรีต , เหล็ก หรือวัสดุในรูปแบบอื่นๆ



รูปที่ 4.4.1 คำสั่ง Material ในแถบเครื่องมือของ Property

- คลิก Add ในหน้าต่างของ Material เพื่อกำหนดลักษณะของวัสดุที่ใช้ในการออกแบบ



รูปที่ 4.4.2 หน้าต่างของ Material ที่อยู่ใน Properties

- กำหนดคุณสมบัติของโมเดลเหล็กที่ใช้ในการออกแบบ

1

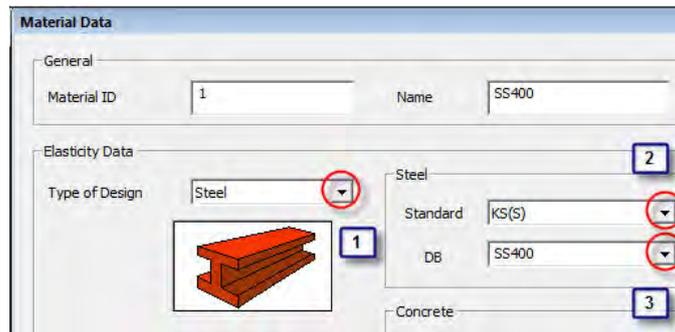
กำหนด Type of Design ให้เลือกเป็น Steel

2

ในกรอบของ Steel กำหนด Standard ให้เลือกเป็น KS(S)

3

ในกรอบของ Steel กำหนด DB ให้เลือกเป็น SS400 ในกรณีที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ไม่สามารถแสดงหน้าต่าง Material Data ได้ทั้งหมด คือไม่สามารถคลิกที่ปุ่ม OK ที่อยู่ด้านล่างได้ ให้กดปุ่ม Tab หกครั้ง จากนั้นกด Spacebar ก็จะเปรียบเสมือนการคลิกที่ปุ่ม OK



รูปที่ 4.4.3 กำหนดคุณสมบัติของ Steel ที่ใช้ในการออกแบบ

- กำหนดคุณสมบัติของโมเดลคอนกรีตที่ใช้ในการออกแบบ

1

กำหนด Type of Design ให้เลือกเป็น Concrete

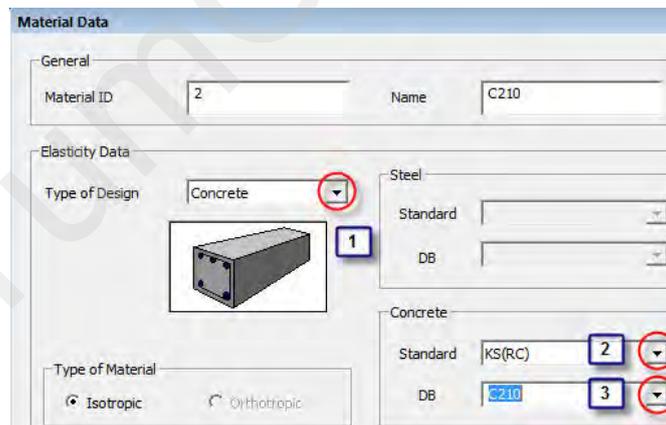
2

ในกรอบของ Concrete กำหนด Standard ให้เลือกเป็น KS(RC)

3

ในกรอบของ Concrete กำหนด DB ให้เลือกเป็น C210 ในกรณีที่หน้าจอคอมพิวเตอร์

ไม่สามารถแสดงหน้าต่าง Material Data ได้ทั้งหมด คือไม่สามารถคลิกที่ปุ่ม OK ที่อยู่ด้านล่างได้ ให้กดปุ่ม Tab หกครั้ง จากนั้นกด Spacebar ก็จะเปรียบเสมือนการคลิกที่ปุ่ม OK



รูปที่ 4.4.4 กำหนดคุณสมบัติของ Concrete ที่ใช้ในการออกแบบ

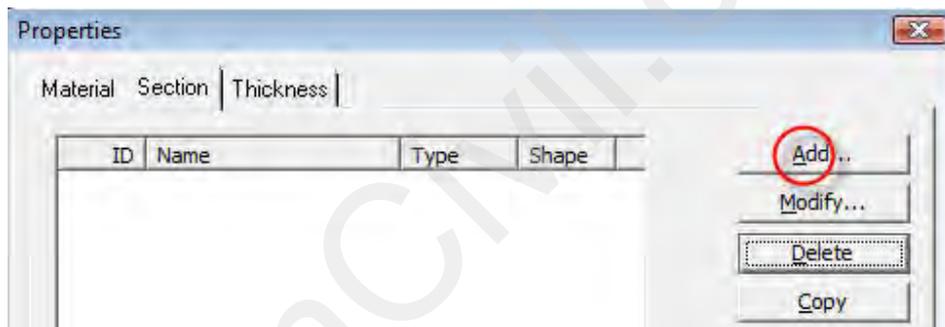
○ กำหนดหน้าตัดที่จะใช้ในการออกแบบ

- ให้คลิกที่ Section เป็นการกำหนดหน้าตัดที่ใช้ในการออกแบบในส่วนของโครงสร้างเหล็กจะมีหน้าตัดให้เลือกตามมาตรฐานที่กำหนด



รูปที่ 4.4.5 คำสั่ง Section ในแถบเครื่องมือของ Property

- คลิก Add ในหน้าต่างของ Section เพื่อกำหนดหน้าตัดที่ใช้ในการออกแบบ ไว้สำหรับ Model โมเดลประเภท คาน ,เสา , โมเดลเหล็ก , เกลบีค

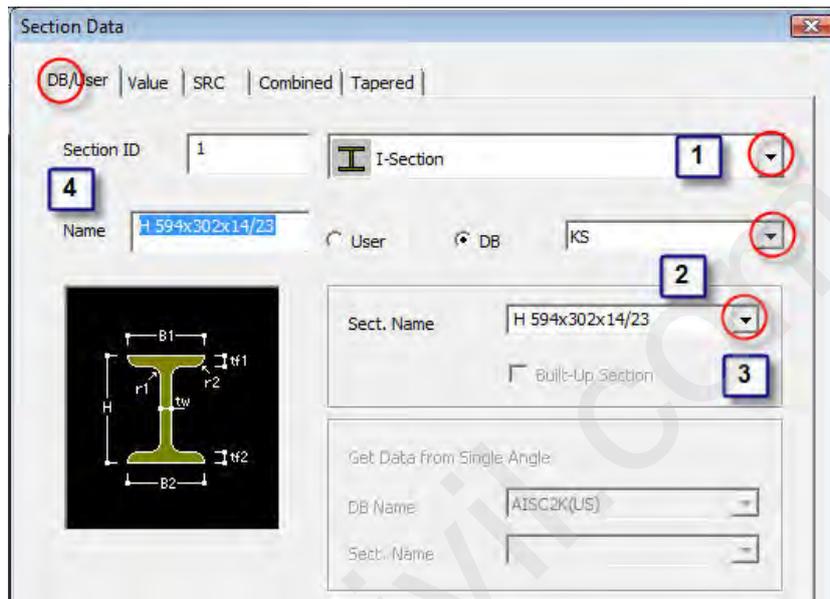


รูปที่ 4.4.6 หน้าต่างของ Section ที่อยู่ใน Properties

- กำหนดหน้าตัดของโมเดลเหล็ก I ที่ใช้ในการออกแบบ
 - 1 ในกรอบของ Section ให้เลือกเป็น I-Section
 - 2 ในกรอบของ DB ให้เลือกเป็น KS
 - 3 ในกรอบของ Sect. Name ให้สร้างหน้าตัดใหม่ ดังต่อไปนี้

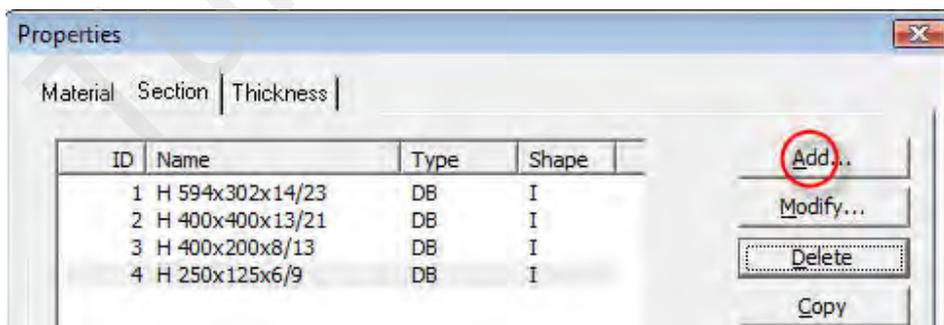
(1) H 594x302x14/23	(2) H 400x400x13/21
(3) H 400x200x8/13	(4) H 250x125x6/9

4 ในกรณีที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ไม่สามารถแสดงหน้าต่าง Section Data ได้ทั้งหมด คือไม่สามารถคลิกที่ปุ่ม OK ที่อยู่ด้านล่างได้ ให้คลิกซ้ายที่ DB/User กดปุ่ม Tab หนึ่งครั้ง จากนั้นกด Spacebar ก็จะเปรียบเสมือนการคลิกที่ปุ่ม OK



รูปที่ 4.4.7 กำหนดหน้าต่างของเหล็กที่ใช้ในการออกแบบ

- คลิก Add ในหน้าต่างของ Section เพื่อกำหนดหน้าต่างเหล็กกลมที่ใช้ในการออกแบบ

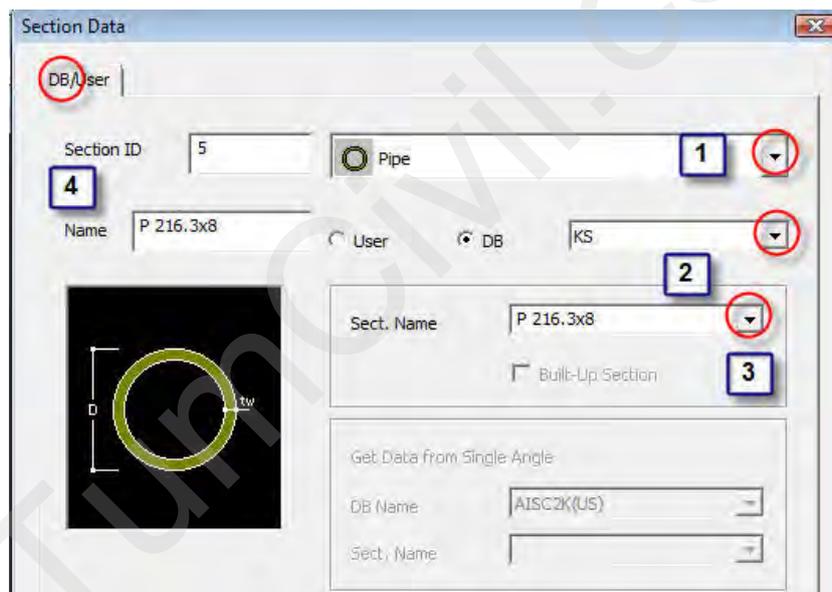


รูปที่ 4.4.8 หน้าต่างของ Section ที่อยู่ใน Properties

- กำหนดหน้าตัดของโมเดลเหล็กกลมที่ใช้ในการออกแบบ

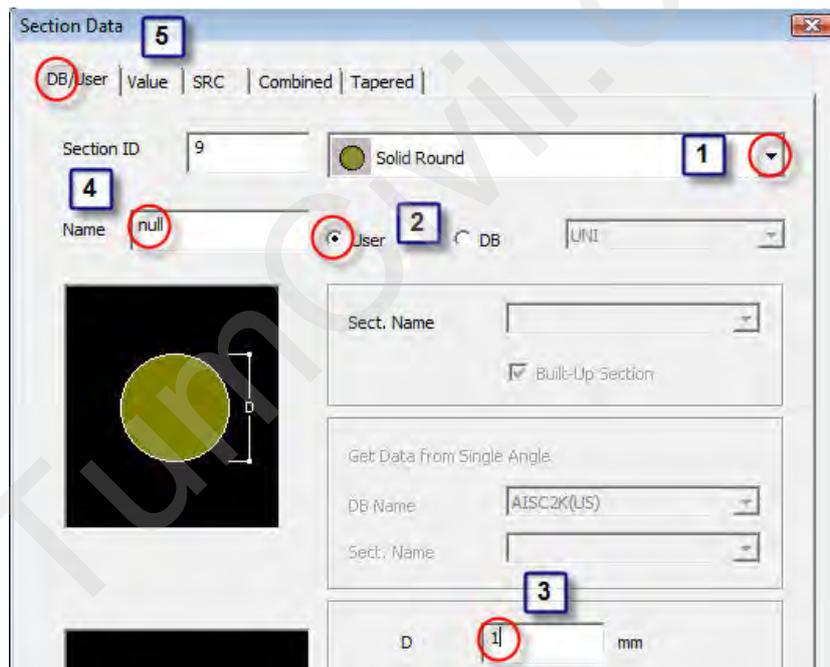
- 1 ในกรอบของ Section ให้เลือกเป็น Pipe
- 2 ในกรอบของ DB ให้เลือกเป็น KS
- 3 ในกรอบของ Sect. Name ให้สร้างหน้าตัดใหม่ ดังต่อไปนี้
 - (1) P 216.3x8 (2) P 139.8x6
 - (3) P 101.6x5 (4) P 76.3x4

- 4 ในกรณีที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ไม่สามารถแสดงหน้าต่าง Section Data ได้ทั้งหมด คือไม่สามารถคลิกที่ปุ่ม OK ที่อยู่ด้านล่างได้ ให้คลิกซ้ายที่ DB/User กดปุ่ม Tab หนึ่งครั้ง จากนั้นกด Spacebar ก็จะเปรียบเสมือนการคลิกที่ปุ่ม OK



รูปที่ 4.4.9 กำหนดหน้าตัดของเหล็กที่ใช้ในการออกแบบ

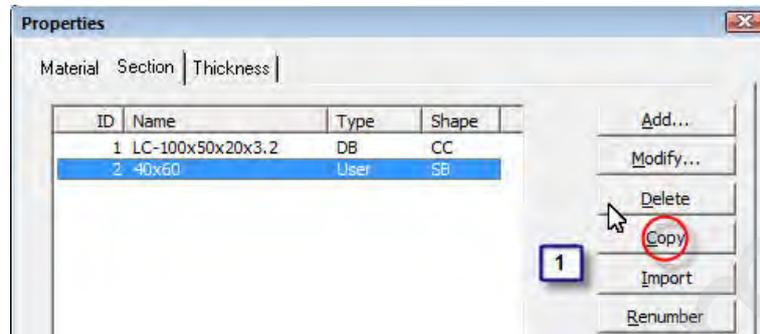
- กำหนดหน้าตัดของคอนกรีตที่ไม่ใช้ในการออกแบบ แต่ใช้ในการกำหนดขอบเขตของ Floor Load ที่ใช้ในการออกแบบต่อไป
 - 1 ในกรอบของ Section ให้เลือกเป็น Solid Round
 - 2 ให้คลิกเลือกที่ User คือ ในกรณีที่ต้องการระบุหน้าตัดเอง
 - 3 ในกรอบที่ให้ระบุหน้าตัด กำหนดให้ $D = 1$
 - 4 ในกรอบของ Name ให้ตั้งชื่อของหน้าตัดที่สร้างขึ้นใหม่ ให้กำหนดเป็น null
 - 5 ในกรณีที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ไม่สามารถแสดงหน้าต่าง Section Data ได้ทั้งหมด คือไม่สามารถคลิกที่ปุ่ม OK ที่อยู่ด้านล่างได้ ให้คลิกซ้ายที่ DB/User กดปุ่ม Tab หนึ่งครั้ง จากนั้นกด Spacebar ก็จะเปรียบเสมือนการคลิกที่ปุ่ม OK



รูปที่ 4.4.10 กำหนดหน้าตัดของเสาคอนกรีต 40x60 ที่ใช้ในการออกแบบ

- ในกรณีที่ต้องการคัดลอกหน้าตัดของโมเดลที่ใช้ในการออกแบบ

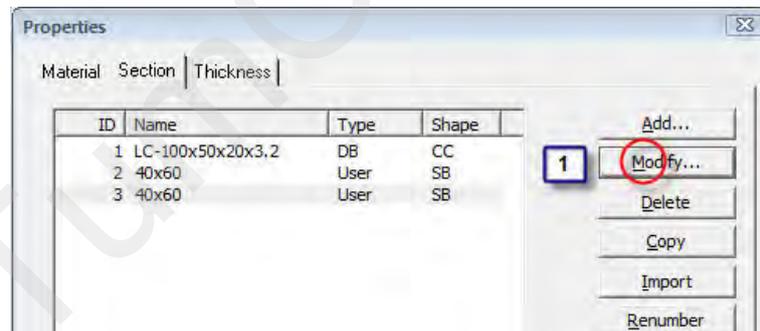
1 ให้คลิกซ้ายเลือกหน้าตัดที่ต้องการทำการคัดลอกก่อน จากนั้นให้คลิกที่ปุ่ม Copy



รูปที่ 4.4.11 คัดลอกหน้าตัดของเสาคอนกรีตที่ใช้ในการออกแบบ

- ในกรณีที่ต้องการแก้ไขหน้าตัดของโมเดลคอนกรีตที่ใช้ในการออกแบบ

1 ให้คลิกซ้ายเลือกหน้าตัดที่ต้องการทำการแก้ไข จากนั้นให้คลิกที่ปุ่ม Modify



รูปที่ 4.4.12 แก้ไขหน้าตัดของเสาคอนกรีตที่ใช้ในการออกแบบ

4.5) สร้างเสาเหล็ก ด้วยคำสั่ง Extrude Element

คำสั่ง Extrude Element ในแถบเครื่องมือของ Element เป็นเครื่องมือที่สามารถเปลี่ยน โมเดลของโมเดลจาก Node เป็น Line Element. และจาก Line Elem. เป็น Planar Elem. และจาก Planar Elem. เป็น Solid Elem.



รูปที่ 4.5.1 คำสั่ง Extrude Element ในแถบเครื่องมือของ Element

- คลิกที่คำสั่ง Select All เพื่อเลือก Node ทั้งหมดที่อยู่ในหน้าต่างของ Model View



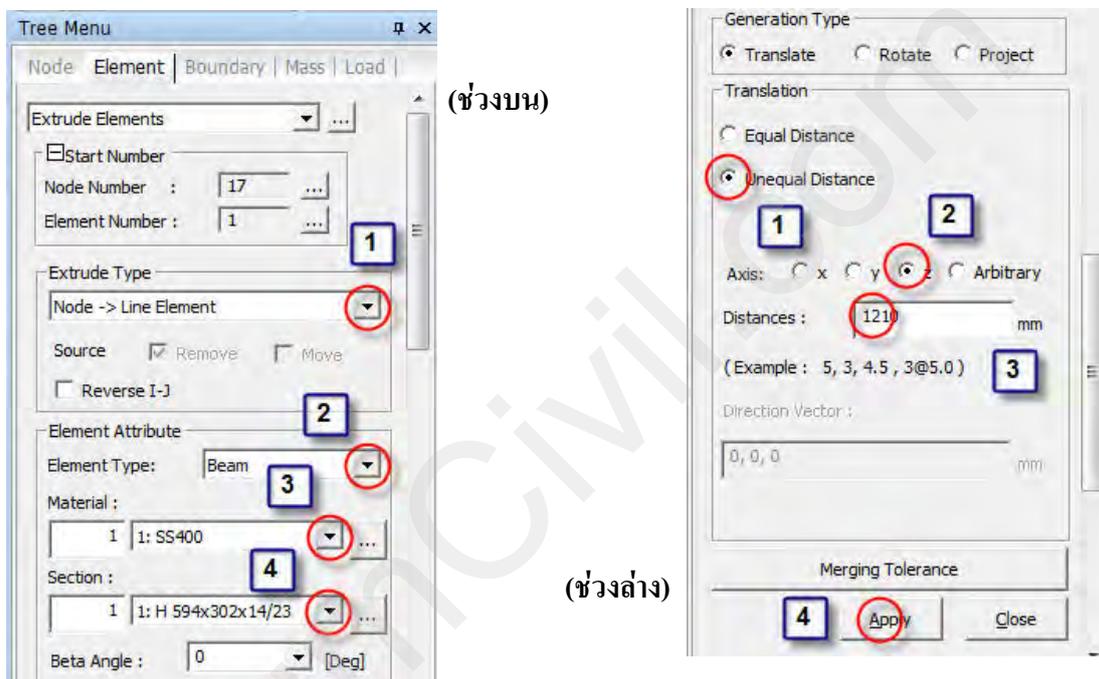
รูปที่ 4.5.2 คำสั่ง Select All ในแถบเครื่องมือของ Selection

○ เปลี่ยน Node ให้เป็นเสาเหล็ก

- หน้าต่างของ Tree Menu ในส่วนของคำสั่ง Extrude Element (ช่วงบน)
 - 1 ในกรอบของ Extrude Type ให้เลือกเป็น Node -> Line Elem.
 - 2 ในกรอบของ Element Attribute ให้เลือก Element Type : เป็น Beam
 - 3 ในกรอบของ Material ให้เลือกเป็น SS400 หรือจะระบุเป็นรหัส ID ก็ได้
 - 4 ในกรอบของ Section : ให้เลือกเป็น H 594x302x14/23 หรือจะระบุเป็นรหัส ID ก็ได้

- หน้าต่างของ Tree Menu ในส่วนของคำสั่ง Extrude Element (ช่วงล่าง)

- 1 ในกรอบของ Translate คลิกเลือก Unequal Distance
- 2 ในช่องของ Axis : คลิกเลือกแกน Z
- 3 ในช่องของ Distance : พิมพ์ 12100
- 4 ต่อจากนั้นให้คลิกที่ปุ่ม Apply



รูปที่ 4.5.3 คำสั่ง Extrude Element เปลี่ยน Node เป็น Line Elem.

- ✚ ในกรณีที่ Extrude Element ถูกกำหนดให้ไปในทิศทางลบของแกนให้คลิกที่ Reverse I-J ด้วยทุกครั้ง

4.6) ปรับมุมมองของการแสดงภาพในหน้าต่าง Model View

- คลิกที่คำสั่ง Perspective ในแถบเครื่องมือของของ View Control เพื่อปรับมุมมองของการแสดงภาพ ให้อยู่ในลักษณะภาพวาดที่มีสัดส่วนแบบที่มองเห็น



รูปที่ 4.6.1 คำสั่ง Perspective ในแถบเครื่องมือของ View Control

- คลิกที่คำสั่ง Hidden Surface ในแถบเครื่องมือของของ View Control เพื่อปรับมุมมองของการแสดงภาพ ให้อยู่ในลักษณะของหน้าตัดที่กำหนดไว้ในการออกแบบ



รูปที่ 4.6.2 คำสั่ง Hidden Surface ในแถบเครื่องมือของ View Control

- คลิกที่คำสั่ง Iso ในแถบเครื่องมือของของ View Point เพื่อปรับมุมมองของการแสดงภาพ ให้อยู่ในลักษณะของภาพวาดสามมิติที่ไม่ได้วาดขึ้นด้วยตาจริง



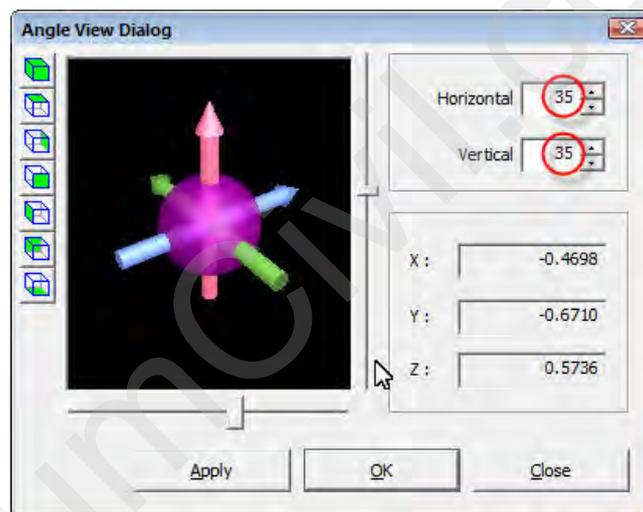
รูปที่ 4.6.3 คำสั่ง Iso ในแถบเครื่องมือของ View Point

- คลิกที่คำสั่ง Angle ในแถบเครื่องมือของ View Point เพื่อปรับมุมมองของการแสดงภาพให้อยู่ในมุมที่ต้องการ



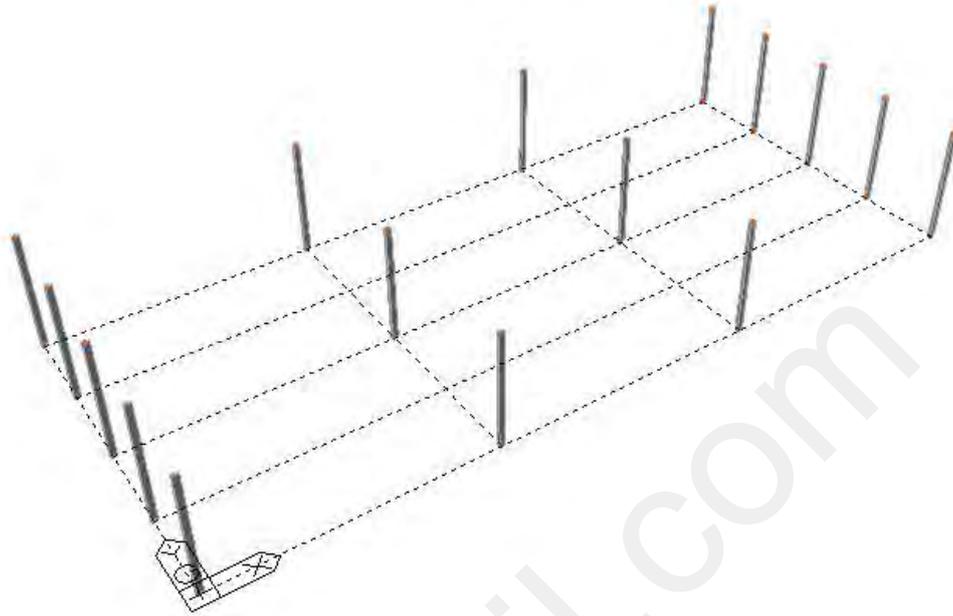
รูปที่ 4.6.4 คำสั่ง Angle ในแถบเครื่องมือของ View Point

- ในหน้าต่าง Angle View Dialog ให้กำหนดค่าของ Horizontal = 35 และ Vertical = 35 หรือจะคลิกซ้ายค้างไว้ เพื่อทำการปรับมุมในรูปโดยตรงก็ได้ จากนั้นคลิกที่ปุ่ม OK



รูปที่ 4.6.5 หน้าต่าง Angle View Dialog ที่อยู่ในคำสั่ง Angle

- หน้าต่างของ Model View เมื่อปรับลักษณะของการแสดงภาพเรียบร้อยแล้ว



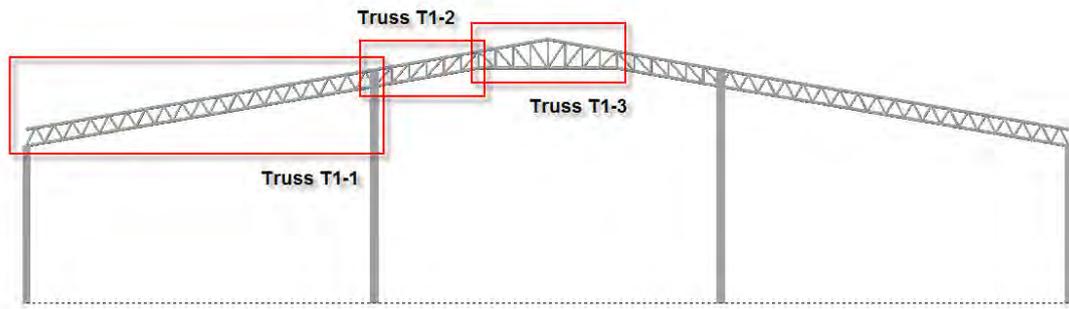
รูปที่ 4.6.6 การแสดงภาพของ เสาคอนกรีต และผนังรับแรงเฉือนที่ปรับมุมมองแล้ว

4.7) สร้างแบบจำลอง Truss T1 ด้วยคำสั่ง Truss ในแถบเครื่องมือ Wizard

สามารถทำได้โดยการ คลิกที่ปุ่มคำสั่ง Truss ในแถบเครื่องมือของ Wizard ซึ่งมีรูปแบบให้
เลือกหลากหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ออกแบบ



รูปที่ 4.7.1 คำสั่ง Truss ในแถบเครื่องมือของ Wizard

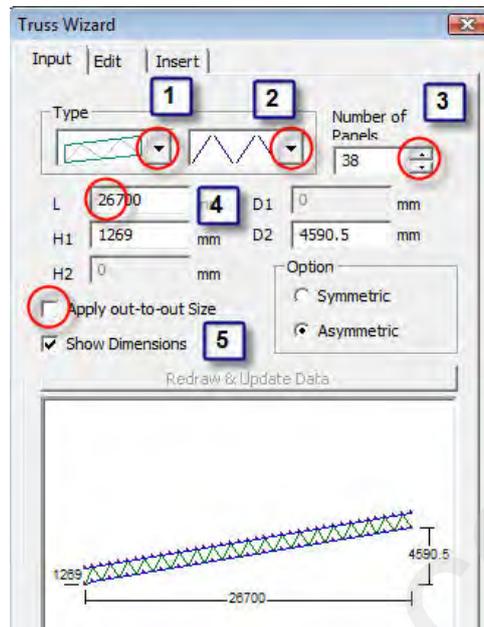


รูปที่ 4.7.2 การสร้างแบบจำลองโมเดลของ Truss T1 แบ่งเป็น 3 ส่วน

○ สร้างแบบจำลองโมเดล Truss T1-1

- หน้าต่างของ Input ในส่วนของคำสั่ง Truss Wizard

- 1 ในกรอบของ Type คลิกเลือกรูปแบบของ Truss ภายนอกตามรูป
- 2 ในกรอบของ Type คลิกเลือกรูปแบบของ Truss ภายในตามรูป
- 3 กำหนดจำนวนของ Truss ภายใน ให้พิมพ์ 38
- 4 ในการกำหนดขนาดของ Truss ให้สังเกตจากรูปภาพด้านล่าง ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับข้อมูล คือรูปภาพจะเปลี่ยนตามข้อมูลที่กำหนด
 - L ความกว้างของ Truss ให้พิมพ์ 26700
 - H1 ความสูงของ Truss ให้พิมพ์ 1269
 - D2 ระยะยกของ Truss ให้พิมพ์ 4590.5
- 5 คลิกไม่เลือก Apply out-to-out Size เป็นคำสั่งที่ต้องการให้การกำหนดขนาดของ Truss เป็นการวัดระยะจากศูนย์กลางของหน้าตัดเหล็ก (ระยะเต็มไม่ต้องทอนด้วยหน้าตัดเหล็ก)



รูปที่ 4.7.3 หน้าต่างของ Input ในส่วนของคำสั่ง Truss Wizard

- หน้าต่างของ Edit ในส่วนของคำสั่ง Truss Wizard

1 คลิกเลือกที่หน้าต่าง Edit

2 ในการกำหนดคุณสมบัติและหน้าตัดที่จะใช้ในการออกแบบสามารถกำหนดโดยระบุเป็นรหัส ID หรือเลือกจากคุณสมบัติและหน้าตัดที่สร้างไว้แล้ว

ในกรอบของ Material คลิกเลือก 1:SS400

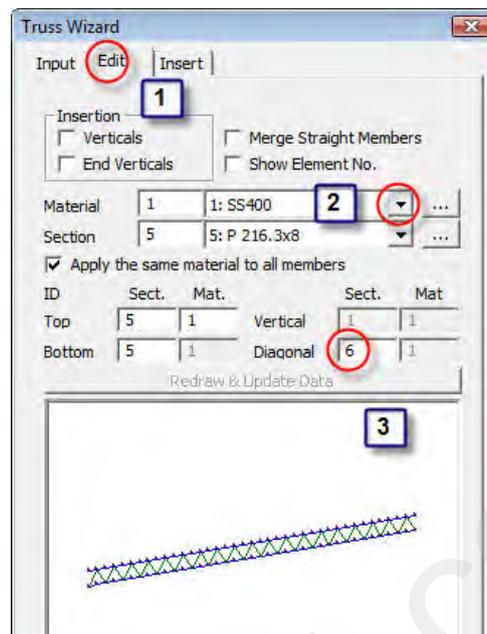
ในกรอบของ Section คลิกเลือก 5:P 216.3x8

3 เมื่อต้องการที่จะกำหนดคุณสมบัติและหน้าตัดที่จะใช้ในการออกแบบของ Truss ในรูปแบบที่ไม่เหมือนกันซึ่งสามารถแยกได้โดยกำหนดเป็นรหัส ID

Top คือกลุ่มของ Truss ภายนอกที่อยู่ด้านบนให้พิมพ์รหัส ID ของ Section เป็น 5

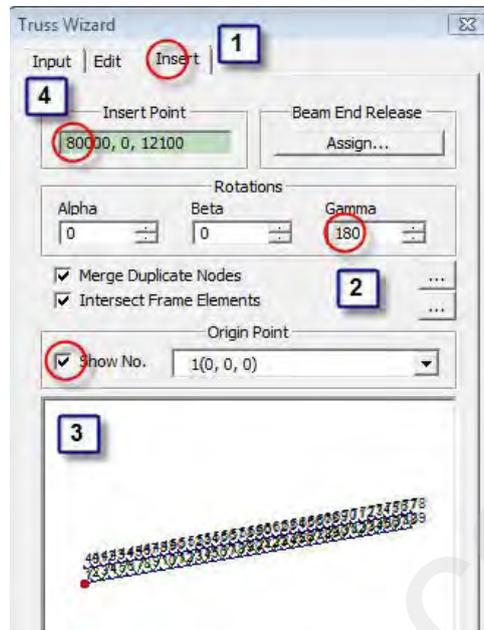
Bottom คือกลุ่มของ Truss ภายนอกที่อยู่ด้านล่างให้พิมพ์รหัส ID ของ Section เป็น 5

Diagonal คือกลุ่มของ Truss ภายในให้พิมพ์รหัส ID ของ Section เป็น 7

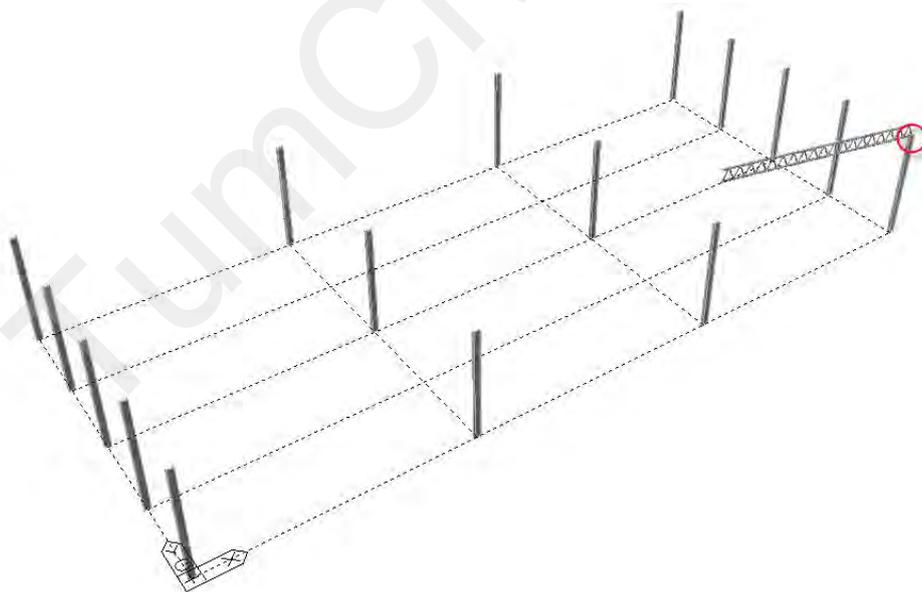


รูปที่ 4.7.4 หน้าต่างของ Edit ในส่วนของการตั้งค่า Truss Wizard

- หน้าต่างของ Insert ในส่วนของการตั้งค่า Truss Wizard
 1. คลิกเลือกที่หน้าต่าง Insert
 2. กำหนดการหมุนของ Truss โดยการกำหนด Gamma ให้มีค่าเท่ากับ 180 หมายความว่าให้ Truss หมุนรอบแกน Z เป็นมุม 180 องศา
 3. คลิกเลือก Show No เพื่อเลือกตำแหน่งของ Truss ที่ต้องการให้ไปวางบนแบบจำลอง
 4. คลิกในกรอบของ Insert Point เพื่อระบุตำแหน่งของจุดเชื่อมต่อบนแบบจำลองโมเดล
 5. คลิกที่ปุ่ม Apply เพื่อสร้างแบบจำลองโมเดล Truss แต่ถ้าทิศทางของ Truss ไม่ถูกต้องให้กด Ctrl + Z บนแป้นพิมพ์เพื่อย้อนกลับ

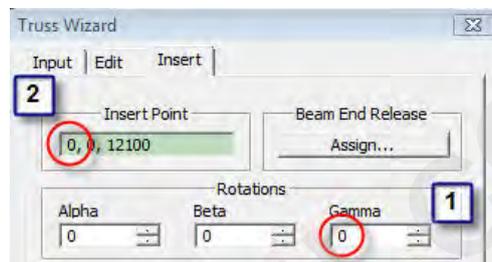


รูปที่ 4.7.5 หน้าต่างของ Insert ในส่วนของคำสั่ง Truss Wizard

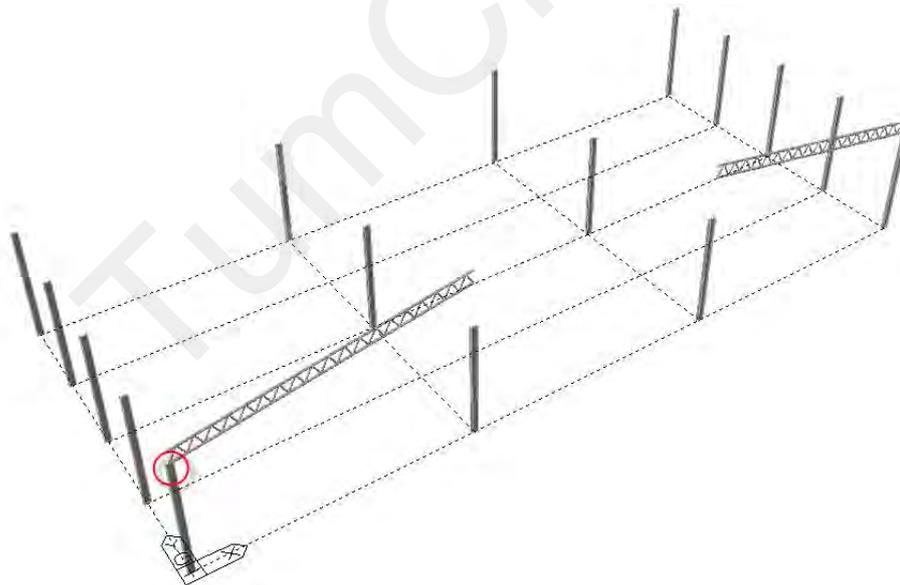


รูปที่ 4.7.6 ตำแหน่งของจุดเชื่อมต่อบนแบบจำลองโมเดล

- หน้าต่างของ Insert ในส่วนของคำสั่ง Truss Wizard
 - 1 กำหนดการหมุนของ Truss โดยการกำหนด Gamma ให้มีค่าเท่ากับ 0 หมายความว่าให้ Truss หมุนรอบแกน Z เป็นมุม 0 องศา
 - 2 คลิกในกรอบของ Insert Point เพื่อระบุตำแหน่งของจุดเชื่อมต่อบนแบบจำลองโมเดล
 - 3 คลิกที่ปุ่ม Apply เพื่อสร้างแบบจำลองโมเดล Truss



รูปที่ 4.7.7 หน้าต่างของ Insert ในส่วนของคำสั่ง Truss Wizard

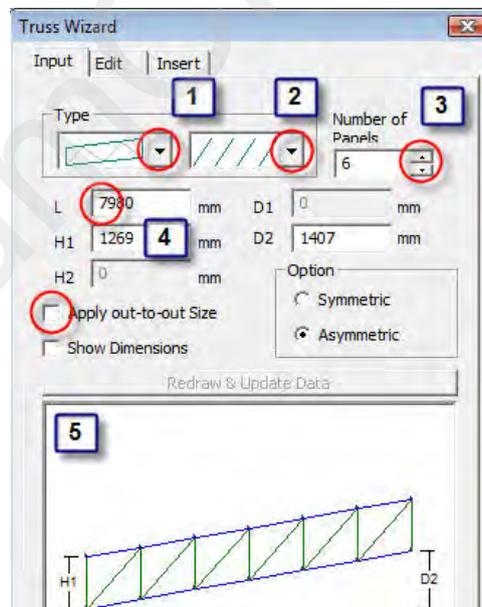


รูปที่ 4.7.8 ตำแหน่งของจุดเชื่อมต่อบนแบบจำลองโมเดล

○ สร้างแบบจำลองโมเดล Truss T1-2

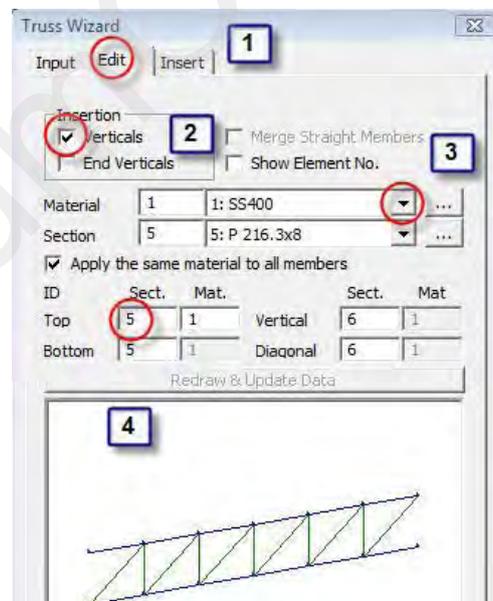
- หน้าต่างของ Input ในส่วนของคำสั่ง Truss Wizard

- 1 ในกรอบของ Type คลิกเลือกรูปแบบของ Truss ภายนอกตามรูป
- 2 ในกรอบของ Type คลิกเลือกรูปแบบของ Truss ภายในตามรูป
- 3 กำหนดจำนวนของ Truss ภายในให้พิมพ์ 6
- 4 ในการกำหนดขนาดของ Truss ให้สังเกตจากรูปภาพด้านล่าง ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับข้อมูล คือรูปภาพจะเปลี่ยนตามข้อมูลที่กำหนด
 - L ความกว้างของ Truss ให้พิมพ์ 7980
 - H1 ความสูงของ Truss ให้พิมพ์ 1269
 - D2 ระยะยกของ Truss ให้พิมพ์ 1407
- 5 คลิกไม่เลือก Apply out-to-out Size เป็นคำสั่งที่ต้องการให้การกำหนดขนาดของ Truss เป็นการวัดระยะจากศูนย์กลางของหน้าตัดเหล็ก (ระยะเต็มไม่ต้องทอนด้วยหน้าตัดเหล็ก)



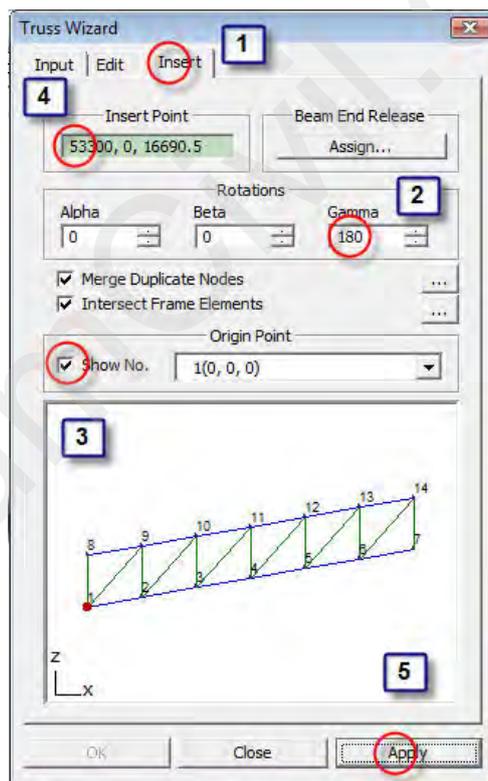
รูปที่ 4.7.9 หน้าต่างของ Input ในส่วนของคำสั่ง Truss Wizard

- หน้าต่างของ Edit ในส่วนของคำสั่ง Truss Wizard
 - 1 คลิกเลือกที่หน้าต่าง Edit
 - 2 คลิกเลือกที่ Verticals เพื่อจำลองโมเดล Truss ท่อนแนวตั้ง
 - 3 ในการกำหนดคุณสมบัติและหน้าตัดที่จะใช้ในการออกแบบสามารถกำหนดโดยระบุเป็นรหัส ID หรือเลือกจากคุณสมบัติและหน้าตัดที่สร้างไว้แล้ว
 ในกรอบของ Material คลิกเลือก 1:SS400
 ในกรอบของ Section คลิกเลือก 5:P 216.3x8
 - 4 เมื่อต้องการที่จะกำหนดคุณสมบัติและหน้าตัดที่จะใช้ในการออกแบบของ Truss ในรูปแบบที่ไม่เหมือนกันซึ่งสามารถแยกได้โดยกำหนดเป็นรหัส ID
 Top คือกลุ่มของ Truss ภายนอกที่อยู่ด้านบนให้พิมพ์รหัส ID ของ Section เป็น 5
 Bottom คือกลุ่มของ Truss ภายนอกที่อยู่ด้านล่างให้พิมพ์รหัส ID ของ Section เป็น 5
 Diagonal คือกลุ่มของ Truss ภายในท่อนแนวตั้งให้พิมพ์รหัส ID ของ Section เป็น 7
 Diagonal คือกลุ่มของ Truss ภายในท่อนเอียงให้พิมพ์รหัส ID ของ Section เป็น 7

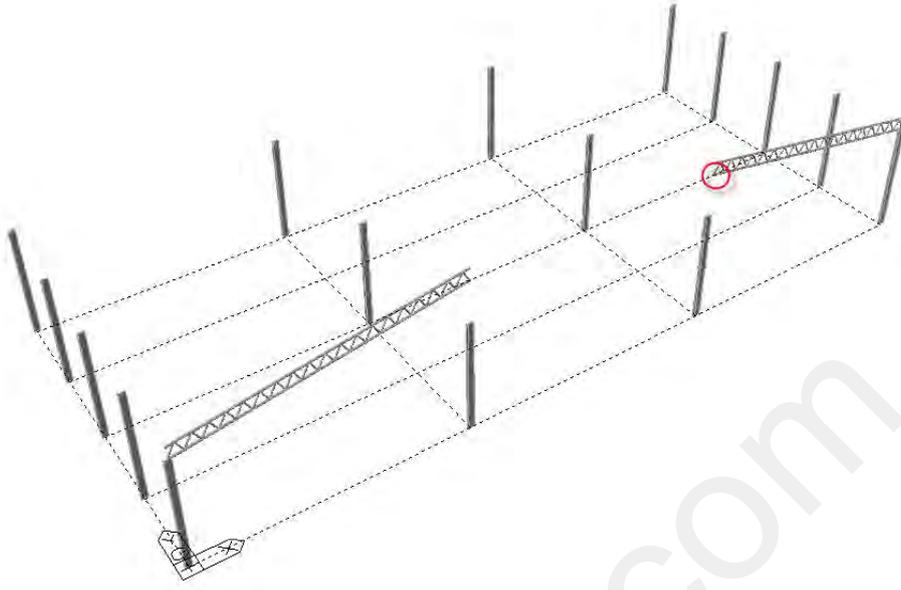


รูปที่ 4.7.10 หน้าต่างของ Edit ในส่วนของคำสั่ง Truss Wizard

- หน้าต่างของ Insert ในส่วนของคำสั่ง Truss Wizard
 - 1 คลิกเลือกที่หน้าต่าง Insert
 - 2 กำหนดการหมุนของ Truss โดยการกำหนด Gamma ให้มีค่าเท่ากับ 180 หมายความว่าให้ Truss หมุนรอบแกน Z เป็นมุม 180 องศา
 - 3 คลิกเลือก Show No เพื่อเลือกตำแหน่งของ Truss ที่ต้องการให้ไปวางบนแบบจำลอง
 - 4 คลิกในกรอบของ Insert Point เพื่อระบุตำแหน่งของจุดเชื่อมต่อบนแบบจำลองโมเดล
 - 5 คลิกที่ปุ่ม Apply เพื่อสร้างแบบจำลองโมเดล Truss แต่ถ้าทิศทางของ Truss ไม่ถูกต้องให้กด Ctrl + Z บนแป้นพิมพ์เพื่อย้อนกลับ

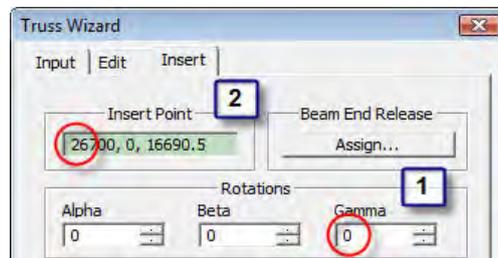


รูปที่ 4.7.11 หน้าต่างของ Insert ในส่วนของคำสั่ง Truss Wizard

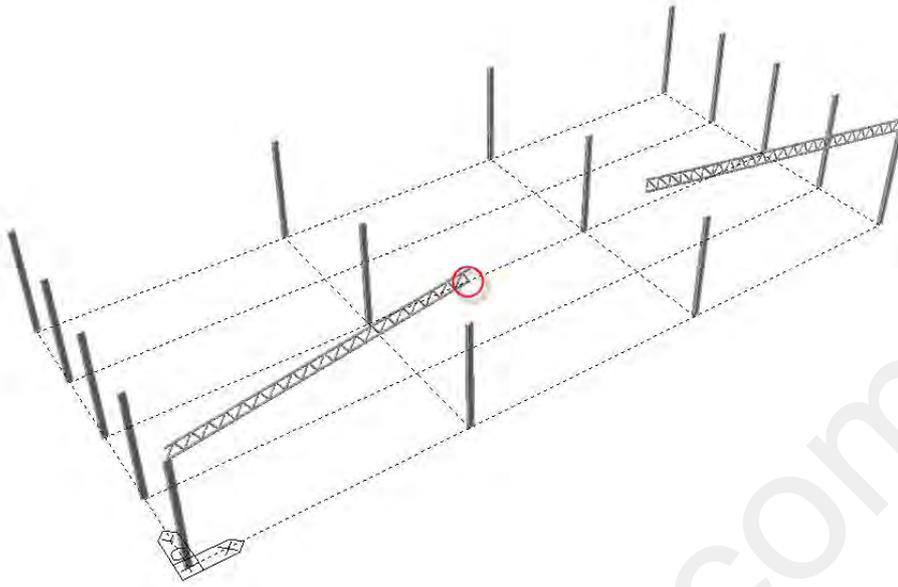


รูปที่ 4.7.12 ตำแหน่งของจุดเชื่อมต่อบนแบบจำลองโมเดล

- หน้าต่างของ Insert ในส่วนของคำสั่ง Truss Wizard
 - 1 กำหนดการหมุนของ Truss โดยการกำหนด Gamma ให้มีค่าเท่ากับ 0 หมายความว่าให้ Truss หมุนรอบแกน Z เป็นมุม 0 องศา
 - 2 คลิกในกรอบของ Insert Point เพื่อระบุตำแหน่งของจุดเชื่อมต่อบนแบบจำลองโมเดล
 - 3 คลิกที่ปุ่ม Apply เพื่อสร้างแบบจำลองโมเดล Truss



รูปที่ 4.7.13 หน้าต่างของ Insert ในส่วนของคำสั่ง Truss Wizard



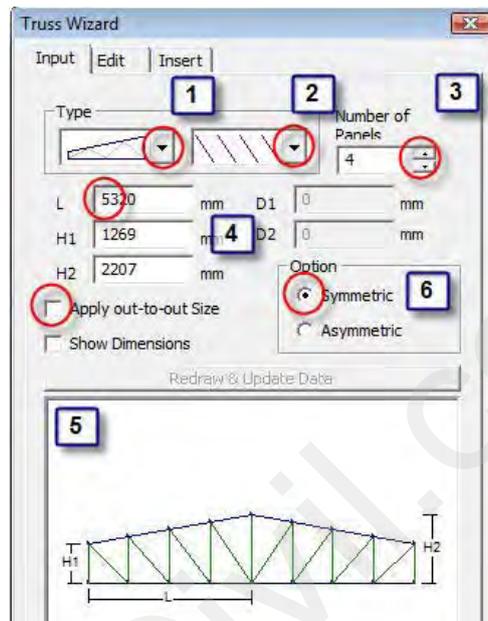
รูปที่ 4.7.14 ตำแหน่งของจุดเชื่อมต่อบนแบบจำลองโมเดล

○ สร้างแบบจำลองโมเดล Truss T1-3

- หน้าต่างของ Input ในส่วนของคำสั่ง Truss Wizard

- 1 ในกรอบของ Type คลิกเลือกรูปแบบของ Truss ภายนอกตามรูป
- 2 ในกรอบของ Type คลิกเลือกรูปแบบของ Truss ภายในตามรูป
- 3 กำหนดจำนวนของ Truss ภายในให้พิมพ์ 4
- 4 ในการกำหนดขนาดของ Truss ให้สังเกตจากรูปภาพด้านล่าง ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับข้อมูล คือรูปภาพจะเปลี่ยนตามข้อมูลที่กำหนด
 - L ความกว้างของ Truss ให้พิมพ์ 5320
 - H1 ความสูงของ Truss ให้พิมพ์ 1269
 - H2 ความสูงของ Truss ให้พิมพ์ 2207
- 5 คลิกไม่เลือก Apply out-to-out Size เป็นคำสั่งที่ต้องการให้การกำหนดขนาดของ Truss เป็นการวัดระยะจากศูนย์กลางของหน้าตัดเหล็ก (ระยะเต็มไม่ต้องทอนด้วยหน้าตัดเหล็ก)

- 6** คลิกเลือก Symmetric เป็นคำสั่งที่ต้องการให้สร้างแบบจำลองโมเดลของ Truss อีกด้านให้มีสัดส่วนสมมูลกัน

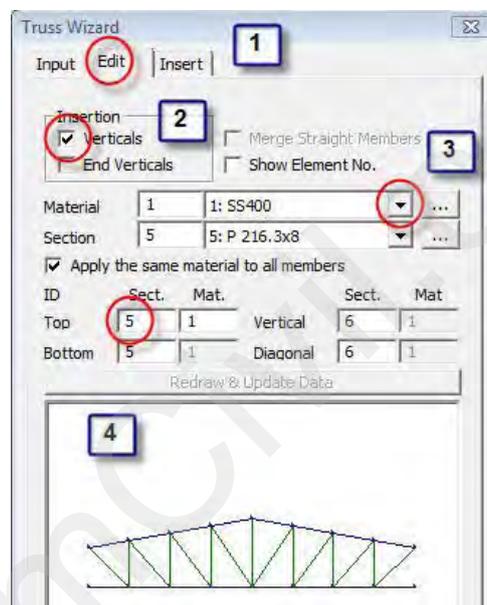


รูปที่ 4.7.15 หน้าต่างของ Input ในส่วนของคำสั่ง Truss Wizard

- หน้าต่างของ Edit ในส่วนของคำสั่ง Truss Wizard
 - คลิกเลือกที่หน้าต่าง Edit
 - คลิกเลือกที่ Verticals เพื่อจำลองโมเดล Truss ท่อนแนวตั้ง
 - ในการกำหนดคุณสมบัติและหน้าตัดที่จะใช้ในการออกแบบสามารถกำหนดโดยระบุเป็นรหัส ID หรือเลือกจากคุณสมบัติและหน้าตัดที่สร้างไว้แล้ว
 - ในกรอบของ Material คลิกเลือก 1:SS400
 - ในกรอบของ Section คลิกเลือก 5:P 216.3x8

4 เมื่อต้องการที่จะกำหนดคุณสมบัติและหน้าตัดที่จะใช้ในการออกแบบของ Truss ในรูปแบบที่ไม่เหมือนกันซึ่งสามารถแยกได้โดยกำหนดเป็นรหัส ID

Top คือกลุ่มของ Truss ภายนอกที่อยู่ด้านบนให้พิมพ์รหัส ID ของ Section เป็น 5
Bottom คือกลุ่มของ Truss ภายนอกที่อยู่ด้านล่างให้พิมพ์รหัส ID ของ Section เป็น 5
Diagonal คือกลุ่มของ Truss ภายในท่อนแนวตั้งให้พิมพ์รหัส ID ของ Section เป็น 7
Diagonal คือกลุ่มของ Truss ภายในท่อนเอียงให้พิมพ์รหัส ID ของ Section เป็น 7



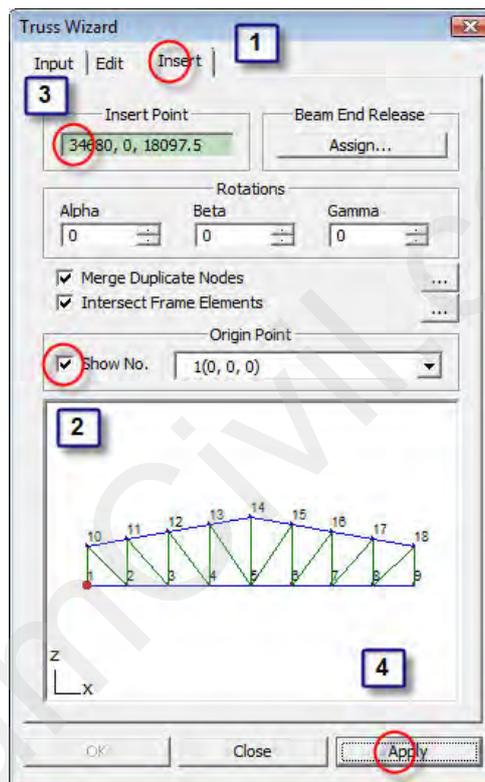
รูปที่ 4.7.16 หน้าต่างของ Edit ในส่วนของคำสั่ง Truss Wizard

- หน้าต่างของ Insert ในส่วนของคำสั่ง Truss Wizard

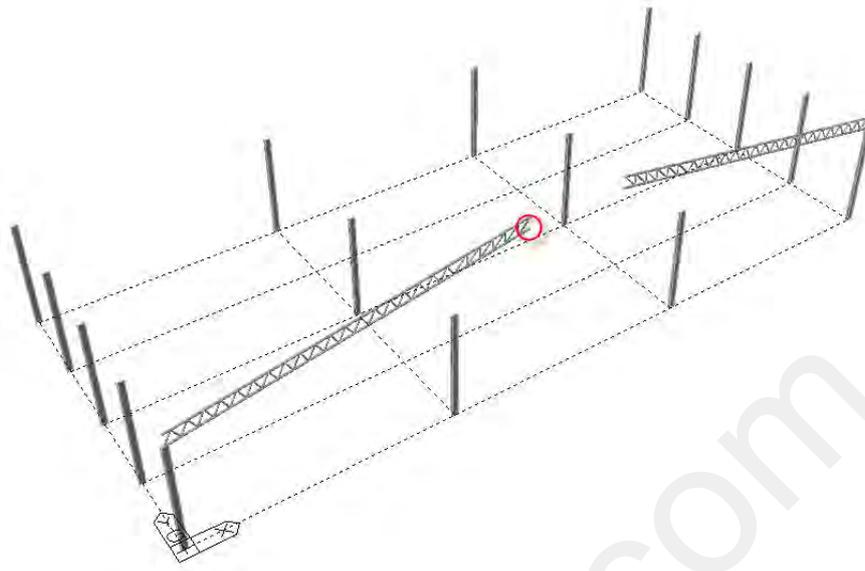
1 คลิกเลือกที่หน้าต่าง Insert

2 กำหนดการหมุนของ Truss โดยการกำหนด Gamma ให้มีค่าเท่ากับ 0 หมายความว่าให้ Truss หมุนรอบแกน Z เป็นมุม 0 องศา

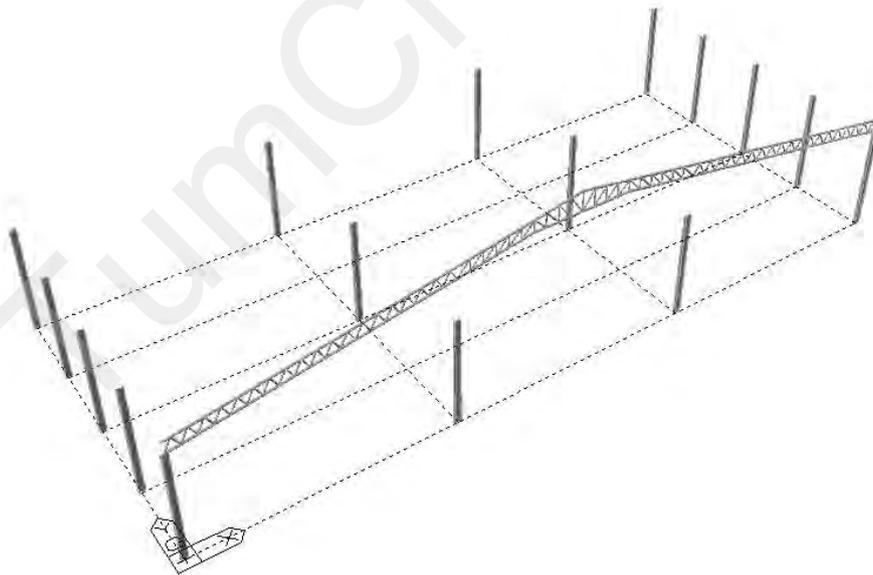
- 3 คลิกเลือก Show No เพื่อเลือกตำแหน่งของ Truss ที่ต้องการให้ไปวางบนแบบจำลอง
- 4 คลิกในรอบของ Insert Point เพื่อระบุตำแหน่งของจุดเชื่อมต่อบนแบบจำลองโมเดล
- 5 คลิกที่ปุ่ม Apply เพื่อสร้างแบบจำลองโมเดล Truss แต่ถ้าทิศทางของ Truss ไม่ถูกต้อง ให้กด Ctrl + Z บนแป้นพิมพ์เพื่อย้อนกลับ



รูปที่ 4.7.17 หน้าต่างของ Insert ในส่วนของคำสั่ง Truss Wizard



รูปที่ 4.7.18 ตำแหน่งของจุดเชื่อมต่อบนแบบจำลองโมเดล



รูปที่ 4.7.19 แบบจำลองโมเดล Truss T1 เมื่อแล้วเสร็จ

4.8) คัดลอกแบบจำลอง Truss ด้วยคำสั่ง Translate Elements

○ เลือกแบบจำลองโมเดลด้วยคำสั่ง Select Identity

- คลิกเลือก Truss ด้วยคำสั่ง Select Identity เป็นการเลือกโดยการกำหนดจากเงื่อนไขในการจัดกลุ่มมาช่วยในการเลือก อาทิเช่น

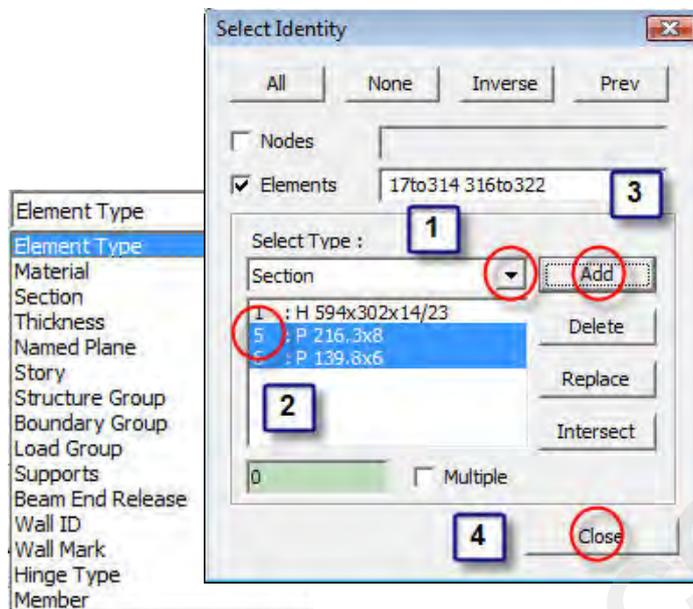
Element Type	เลือกจากประเภทของโครงสร้าง เช่น คาน, เสา, ผนังรับแรงเฉือน, Plate, Solid, Truss, ฯลฯ
Material	เลือกจากการจัดกลุ่มของวัสดุที่ใช้ เช่น SS400, C210, ฯลฯ
Section	เลือกจากการจัดกลุ่มของหน้าตัดที่ใช้ P 216.3x8, P 139.8x6, ฯลฯ
Story	เลือกจากการจัดกลุ่มของความสูงของชั้น
Structure Group	เลือกจากการจัดกลุ่มของแบบจำลองโมเดล
Load Group	เลือกจากการจัดกลุ่มของน้ำหนักที่กระทำบนแบบจำลองโมเดล
Supports	เลือกจากการจัดกลุ่มของฐานราก
Beam End Release	เลือกจากการจัดกลุ่มของพฤติกรรมของโมเมนต์
Wall ID	เลือกจากการจัดกลุ่มของรหัส ID ของผนังรับแรงเฉือน



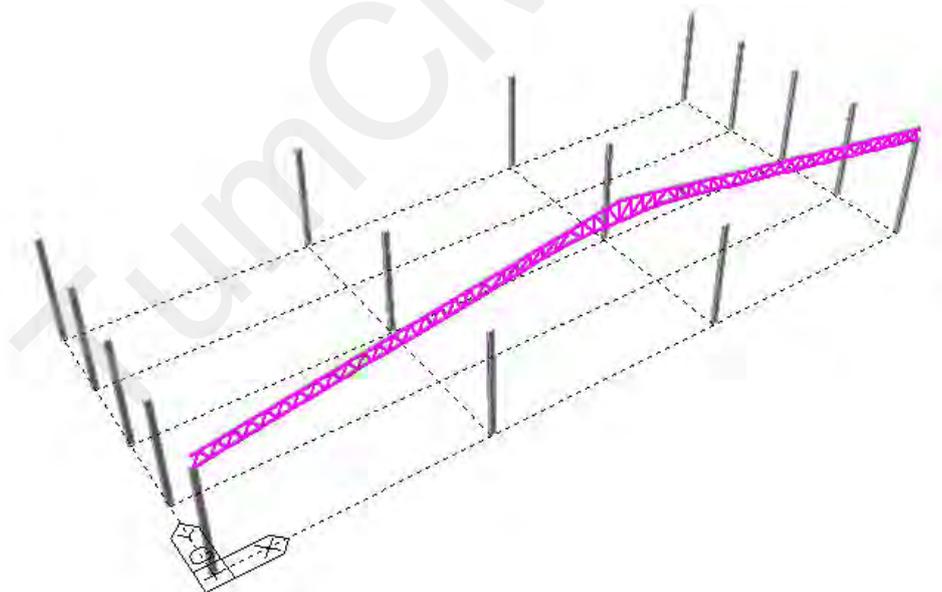
รูปที่ 4.8.1 คำสั่ง Select Identity ในแถบเครื่องมือของ Selection

- หน้าต่างของ Select Identity สำหรับแสดงขั้นตอนการทำงานของคำสั่ง

- 1 ในกรอบของ Select Type: ให้เลือกเป็น Section
- 2 คลิกเลือก 5: P 216.3x8 และ 7: P 101.6x5
- 3 คลิกที่ปุ่ม Add เพื่อเลือกแบบจำลองโมเดลที่ต้องการ
- 4 คลิกที่ปุ่ม Close เพื่อออกจากคำสั่ง Select Identity



รูปที่ 4.8.2 ขั้นตอนการทำงานของคำสั่ง Select Identity



รูปที่ 4.8.3 เลือกแบบจำลองโมเดล Truss T-1 ด้วยคำสั่ง Select Identity

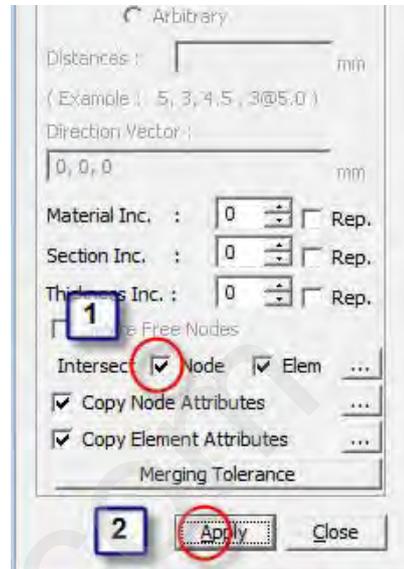
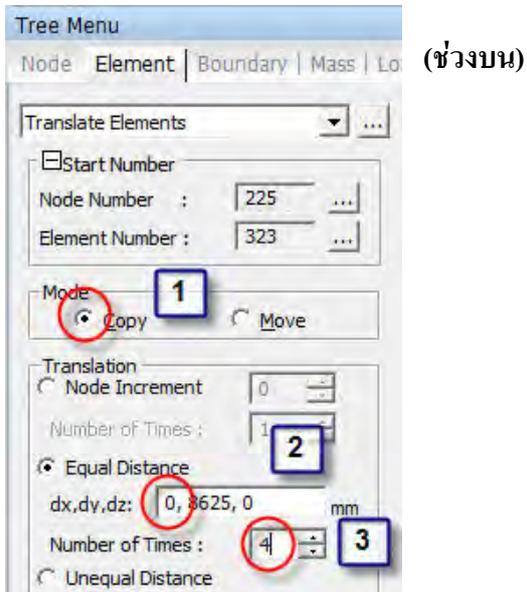
○ คัดลอกแบบจำลอง Truss ด้วยคำสั่ง Translate Elements

- คลิกที่คำสั่ง Translate Elements จะปรากฏ ขั้นตอนการใช้คำสั่ง Translate Elements ในหน้าต่างของ Tree Menu



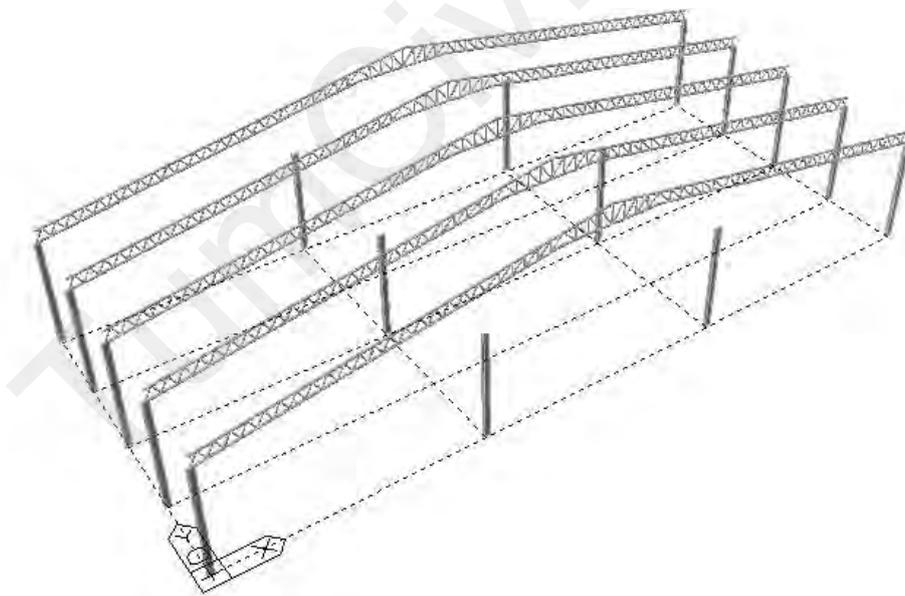
รูปที่ 4.8.4 คำสั่ง Translate Elements ในแถบเครื่องมือของ Element

- หน้าต่างของ Tree Menu ในส่วนของคำสั่ง Translate Elements (ช่วงบน)
 - 1 ในกรอบของ Mode ให้เลือกเป็น Copy
 - 2 คลิกในช่อง dx, dy, dz: จากนั้นให้ไปยังหน้าต่าง Model View เพื่อคลิกที่ Node เริ่มต้น จากนั้นให้ไปคลิกที่ Node สิ้นสุด เพื่อให้โปรแกรมคำนวณจากระยะที่ต้องการจะคัดลอกหรือจะระบุเป็นตัวเลขก็ได้ถ้าทราบระยะที่ชัดเจน
 - 3 ในช่อง Number of Times : พิมพ์ 4 หมายความว่าต้องการทำการคัดลอกจำนวน 4 ช่วง
- หน้าต่างของ Tree Menu ในส่วนของคำสั่ง Translate Elements (ช่วงล่าง)
 - 1 ในช่อง Intersect ให้คลิกเลือก Node และ Element
 - คลิกเลือก Copy Node Attributes :
 - คลิกเลือก Copy Element Attributes :
 - 2 คลิกที่ปุ่ม Apply เพื่อทำการคัดลอกโมเดลในหน้าต่างของ Model View



(ช่วงล่าง)

รูปที่ 4.8.5 ขั้นตอนการใช้คำสั่ง Translate Elements ในหน้าต่างของ Tree Menu



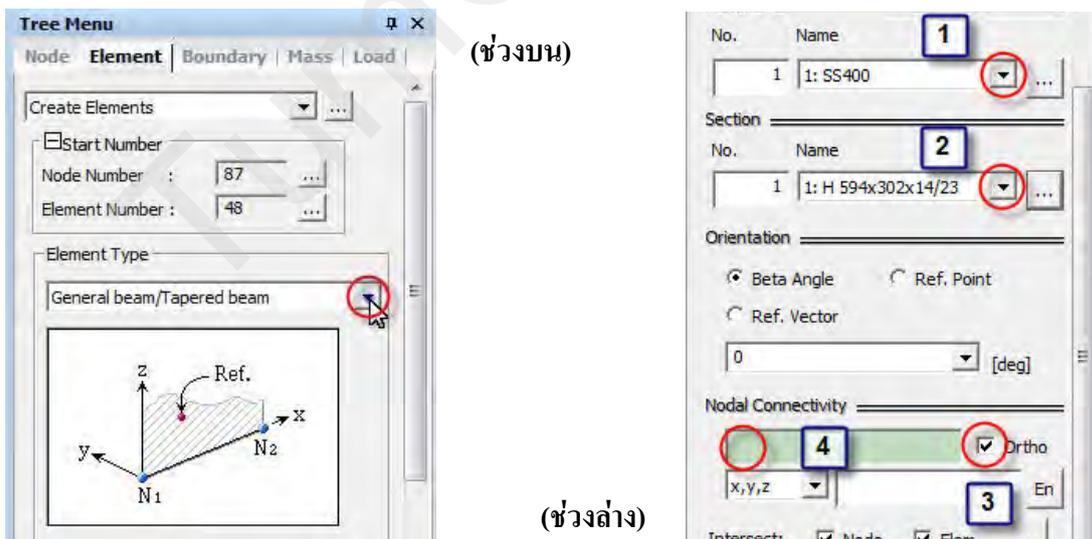
รูปที่ 4.8.6 แบบจำลองโมเดลหลังจากใช้คำสั่ง Translate Elements

4.9) สร้างแบบจำลองโมเดลของเสาเหล็กด้วยคำสั่ง Create Element



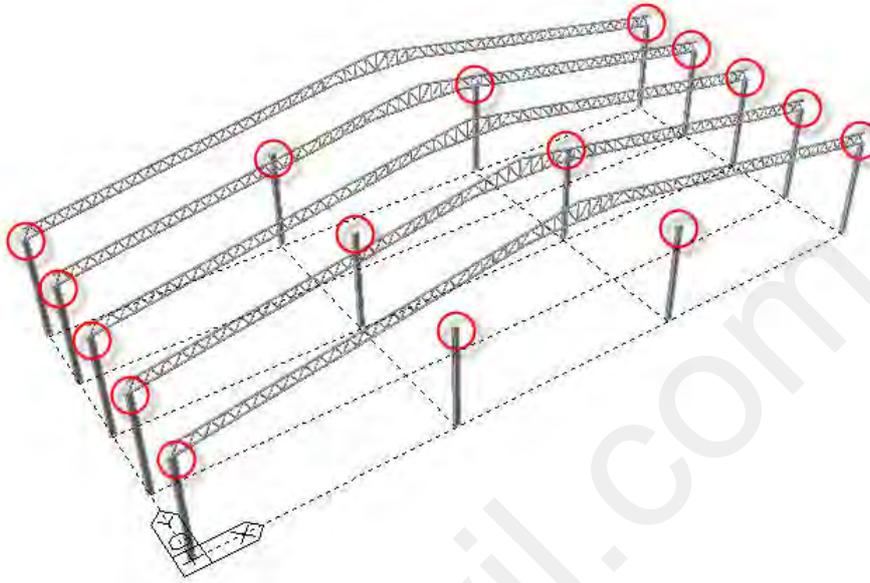
รูปที่ 4.9.1 คำสั่ง Create Element ในแถบเครื่องมือของ Element

- หน้าต่างของ Tree Menu ในส่วนของคำสั่ง Create Element (ช่วงบน)
 - 1 ในกรอบของ Element Type ให้คลิกเลือกเป็น General beam/Tapered beam
- หน้าต่างของ Tree Menu ในส่วนของคำสั่ง Create Element (ช่วงล่าง)
 - 1 ในกรอบของ Material ให้เลือกเป็น SS400 หรือจะระบุเป็นรหัส ID ก็ได้
 - 2 ในกรอบของ Section ให้เลือกเป็น H 594x302x14/23 หรือจะระบุเป็นรหัส ID ก็ได้
 - 3 คลิกเลือก Ortho หมายถึงให้ตอนสร้างให้ขนานกับแกนทั้งสาม (x ,y ,z)
 - 4 คลิกเลือกในช่อง Nodal Connectivity เพื่อเริ่มต้นการจำลองโมเดล

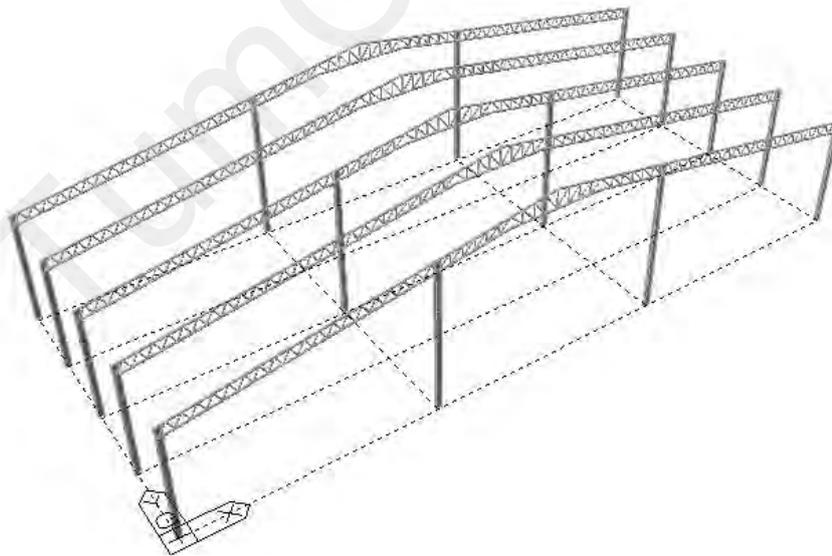


รูปที่ 4.9.2 คำสั่ง Create Element ที่อยู่ใน Tree Menu

- ให้เริ่มสร้างเสาเหล็ก H 594x302x14/23 ตามตำแหน่งของวงกลมสีแดง โดยลากขึ้นไปให้จบที่ด้านบนสุดของ Truss ทุกตำแหน่ง



รูปที่ 4.9.3 รูปภาพแสดงตำแหน่งที่ต้องสร้างเสาเหล็กเพิ่ม



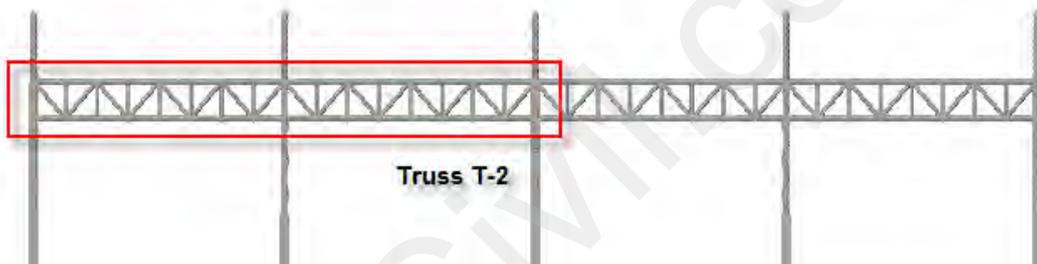
รูปที่ 4.9.4 แบบจำลองโมเดลเมื่อแล้วเสร็จ

4.10) สร้างแบบจำลอง Truss T2 ด้วยคำสั่ง Truss ในแถบเครื่องมือ Wizard

สามารถทำได้โดยการ คลิกที่ปุ่มคำสั่ง Truss ในแถบเครื่องมือของ Wizard ซึ่งมีรูปแบบให้เลือกหลากหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ออกแบบ



รูปที่ 4.10.1 คำสั่ง Truss ในแถบเครื่องมือของ Wizard



รูปที่ 4.10.2 การสร้างแบบจำลองโมเดลของ Truss T2

○ สร้างแบบจำลองโมเดล Truss T2

- หน้าต่างของ Input ในส่วนของคำสั่ง Truss Wizard

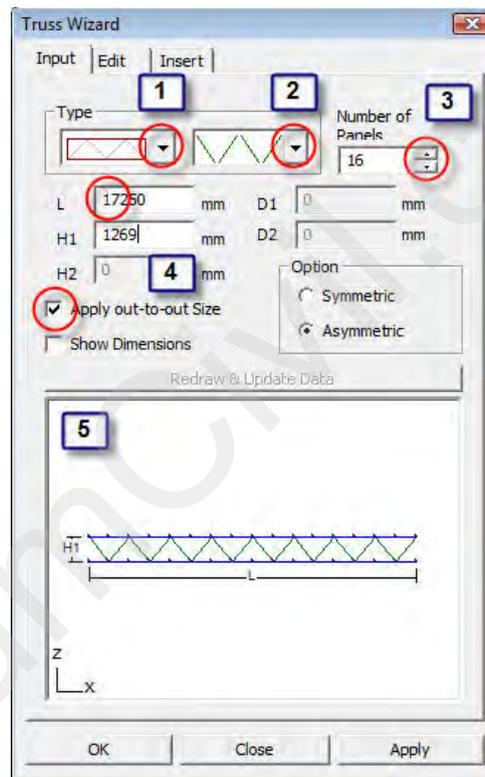
- 1 ในกรอบของ Type คลิกเลือกรูปแบบของ Truss ภายนอกตามรูป
- 2 ในกรอบของ Type คลิกเลือกรูปแบบของ Truss ภายในตามรูป
- 3 กำหนดจำนวนของ Truss ภายในให้พิมพ์ 16

4 ในการกำหนดขนาดของ Truss ให้สังเกตจากรูปภาพด้านล่าง ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับข้อมูล คือรูปภาพจะเปลี่ยนตามข้อมูลที่กำหนด

L ความกว้างของ Truss ให้พิมพ์ 17250

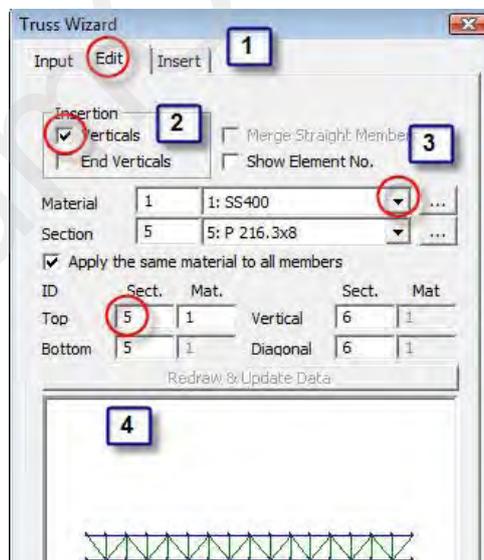
H1 ความสูงของ Truss ให้พิมพ์ 1269

5 คลิกไม่เลือก Apply out-to-out Size เป็นคำสั่งที่ต้องการให้การกำหนดขนาดของ Truss เป็นการวัดระยะจากศูนย์กลางของหน้าตัดเหล็ก (ระยะเต็มไม่ต้องทอนด้วยหน้าตัดเหล็ก)



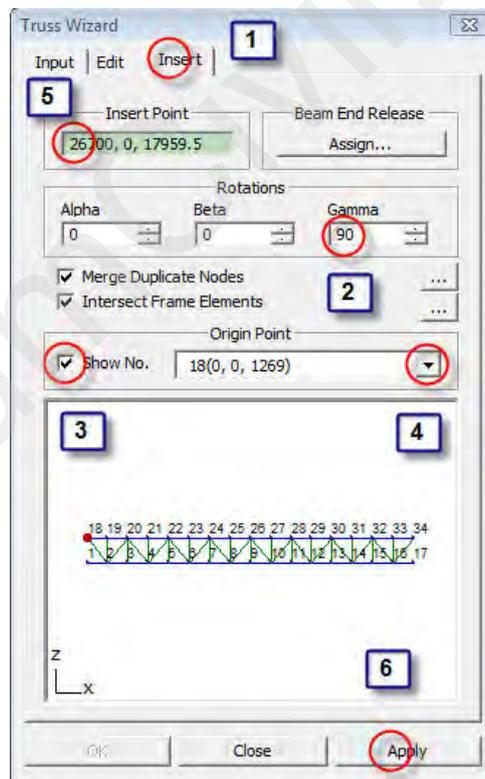
รูปที่ 4.10.3 หน้าต่างของ Input ในส่วนของคำสั่ง Truss Wizard

- หน้าต่างของ Edit ในส่วนของคำสั่ง Truss Wizard
 - 1 คลิกเลือกที่หน้าต่าง Edit
 - 2 ในกรอบของ Insertion ให้คลิกเลือก Vertical เพื่อ โมเดล Truss ภายในแนวดิ่ง
 - 3 ในการกำหนดคุณสมบัติและหน้าตัดที่จะใช้ในการออกแบบสามารถกำหนดโดยระบุเป็นรหัส ID หรือเลือกจากคุณสมบัติและหน้าตัดที่สร้างไว้แล้ว
 ในกรอบของ Material คลิกเลือก 1:SS400
 ในกรอบของ Section คลิกเลือก 5:P 216.3x8
 - 4 เมื่อต้องการที่จะกำหนดคุณสมบัติและหน้าตัดที่จะใช้ในการออกแบบของ Truss ในรูปแบบที่ไม่เหมือนกันซึ่งสามารถแยกได้โดยกำหนดเป็นรหัส ID
 Top คือกลุ่มของ Truss ภายนอกที่อยู่ด้านบนให้พิมพ์รหัส ID ของ Section เป็น 5
 Bottom คือกลุ่มของ Truss ภายนอกที่อยู่ด้านล่างให้พิมพ์รหัส ID ของ Section เป็น 5
 Vertical คือกลุ่มของ Truss ภายในแนวดิ่งให้พิมพ์รหัส ID ของ Section เป็น 7
 Diagonal คือกลุ่มของ Truss ภายในให้พิมพ์รหัส ID ของ Section เป็น 7

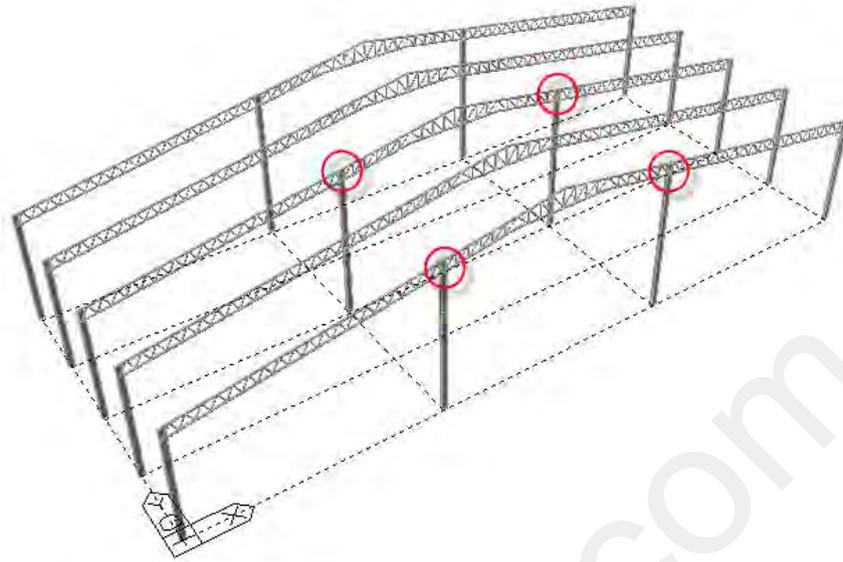


รูปที่ 4.10.4 หน้าต่างของ Edit ในส่วนของคำสั่ง Truss Wizard

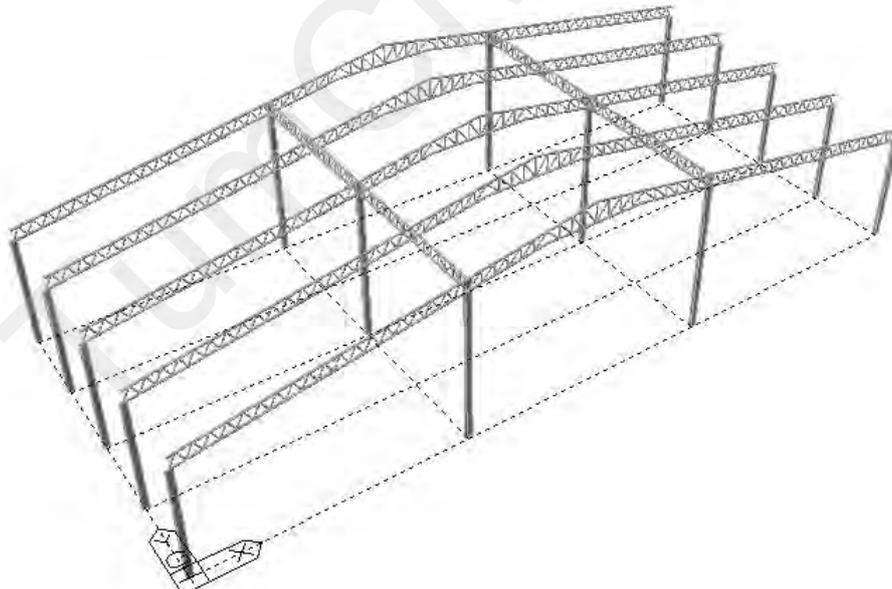
- หน้าต่างของ Insert ในส่วนของคำสั่ง Truss Wizard
 - 1 คลิกเลือกที่หน้าต่าง Insert
 - 2 กำหนดการหมุนของ Truss โดยการกำหนด Gamma ให้มีค่าเท่ากับ 90 หมายความว่าให้ Truss หมุนรอบแกน Z เป็นมุม 90 องศา
 - 3 คลิกเลือก Show No เพื่อเลือกตำแหน่งของ Truss ที่ต้องการให้ไปวางบนแบบจำลอง
 - 4 คลิกในรอบของ Origin Point ให้เลือกตำแหน่งที่ 18(0, 0, 1269) มุมบนของ Truss
 - 5 คลิกในรอบของ Insert Point เพื่อระบุตำแหน่งของจุดเชื่อมต่อบนแบบจำลองโมเดล
 - 6 คลิกที่ปุ่ม Apply เพื่อสร้างแบบจำลอง โมเดล Truss แต่ถ้าทิศทางของ Truss ไม่ถูกต้อง ให้กด Ctrl + Z บนแป้นพิมพ์เพื่อย้อนกลับ



รูปที่ 4.10.5 หน้าต่างของ Insert ในส่วนของคำสั่ง Truss Wizard



รูปที่ 4.10.6 ตำแหน่งของจุดเชื่อมต่อบนแบบจำลองโมเดล



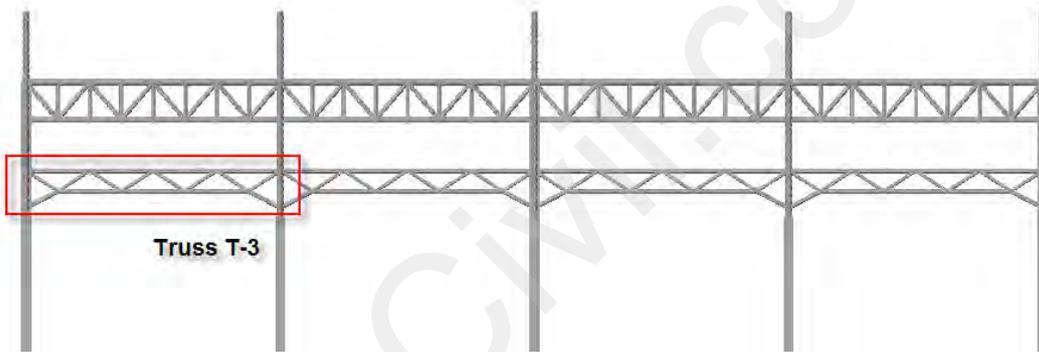
รูปที่ 4.10.7 แบบจำลองโมเดลเมื่อแล้วเสร็จ

4.11) สร้างแบบจำลอง Truss T3 ด้วยคำสั่ง Truss ในแถบเครื่องมือ Wizard

สามารถทำได้โดยการ คลิกที่ปุ่มคำสั่ง Truss ในแถบเครื่องมือของ Wizard ซึ่งมีรูปแบบให้เลือกหลากหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ออกแบบ



รูปที่ 4.11.1 คำสั่ง Truss ในแถบเครื่องมือของ Wizard



รูปที่ 4.11.2 การสร้างแบบจำลองโมเดลของ Truss T3

○ สร้างแบบจำลองโมเดล Truss T3

- หน้าต่างของ Input ในส่วนของคำสั่ง Truss Wizard

- 1 ในกรอบของ Type คลิกเลือกรูปแบบของ Truss ภายนอกตามรูป
- 2 ในกรอบของ Type คลิกเลือกรูปแบบของ Truss ภายในตามรูป
- 3 กำหนดจำนวนของ Truss ภายในให้พิมพ์ 4

4 ในการกำหนดขนาดของ Truss ให้สังเกตจากรูปภาพด้านล่าง ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับข้อมูล คือรูปภาพจะเปลี่ยนตามข้อมูลที่กำหนด

L ความกว้างของ Truss ให้พิมพ์ 4312.5

H1 ความสูงของ Truss ให้พิมพ์ 1269

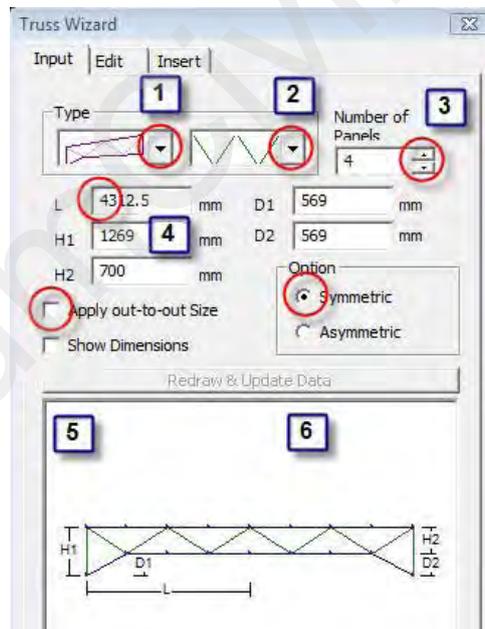
H2 ความสูงของ Truss ให้พิมพ์ 700

D1 ความสูงระยะยกของ Truss ให้พิมพ์ 569

D2 ความสูงระยะยกของ Truss ให้พิมพ์ 569

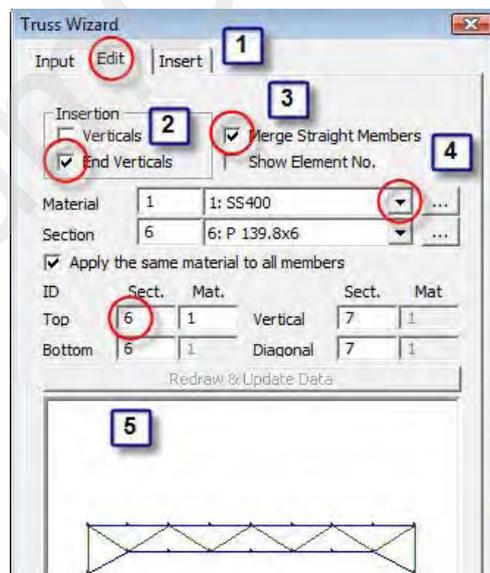
5 คลิกไม่เลือก Apply out-to-out Size เป็นคำสั่งที่ต้องการให้การกำหนดขนาดของ Truss เป็นการวัดระยะจากศูนย์กลางของหน้าตัดเหล็ก (ระยะเต็มไม่ต้องทอนด้วยหน้าตัดเหล็ก)

6 คลิกเลือก Symmetric เป็นคำสั่งที่ต้องการให้สร้างแบบจำลอง โมเดลของ Truss อีกด้านให้มีสัดส่วนสมมูลกัน



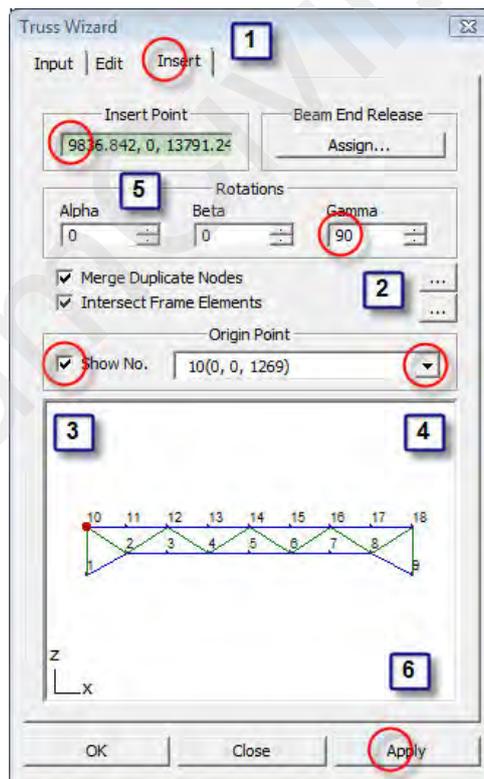
รูปที่ 4.11.3 หน้าต่างของ Input ในส่วนของคำสั่ง Truss Wizard

- หน้าต่างของ Edit ในส่วนของคำสั่ง Truss Wizard
 - 1 คลิกเลือกที่หน้าต่าง Edit
 - 2 ในกรอบของ Insertion ให้คลิกเลือก End Vertical เพื่อ โมเดล Truss ภายนอกแนวดิ่ง
 - 3 คลิกเลือก Merge Straight Members เพื่อรวม Truss ในส่วนที่ไม่มี Truss ภายในแนวดิ่ง
 - 4 ในการกำหนดคุณสมบัติและหน้าตัดที่จะใช้ในการออกแบบ
 ในกรอบของ Material คลิกเลือก 1:SS400
 ในกรอบของ Section คลิกเลือก 7: P 101.6x5
 - 5 เมื่อต้องการที่จะกำหนดคุณสมบัติและหน้าตัดที่จะใช้ในการออกแบบของ Truss ในรูปแบบที่ไม่เหมือนกันซึ่งสามารถแยกได้โดยกำหนดเป็นรหัส ID
 Top คือกลุ่มของ Truss ภายนอกที่อยู่ด้านบนให้พิมพ์รหัส ID ของ Section เป็น 7
 Bottom คือกลุ่มของ Truss ภายนอกที่อยู่ด้านล่างให้พิมพ์รหัส ID ของ Section เป็น 7
 Vertical คือกลุ่มของ Truss ภายในแนวดิ่งให้พิมพ์รหัส ID ของ Section เป็น 8
 Diagonal คือกลุ่มของ Truss ภายในให้พิมพ์รหัส ID ของ Section เป็น 8

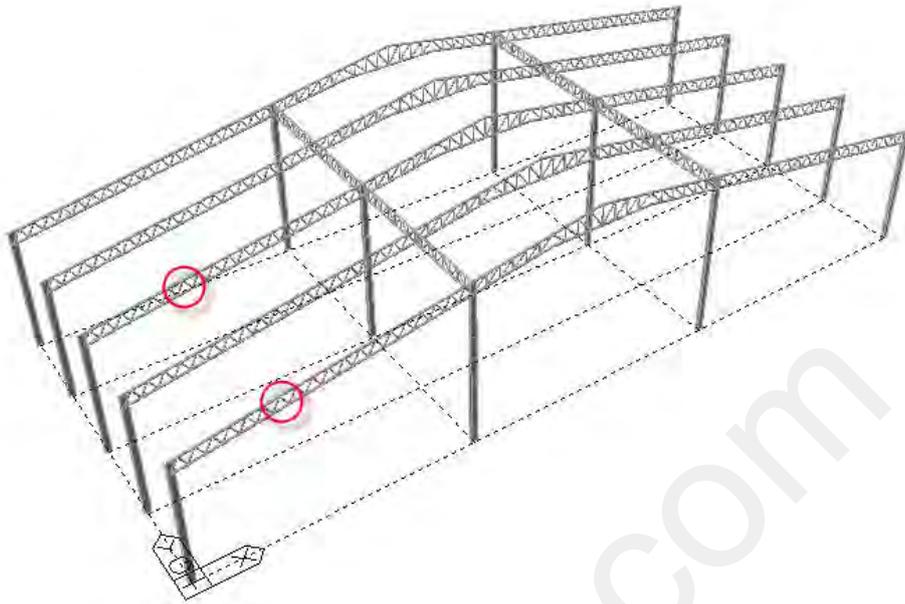


รูปที่ 4.11.4 หน้าต่างของ Edit ในส่วนของคำสั่ง Truss Wizard

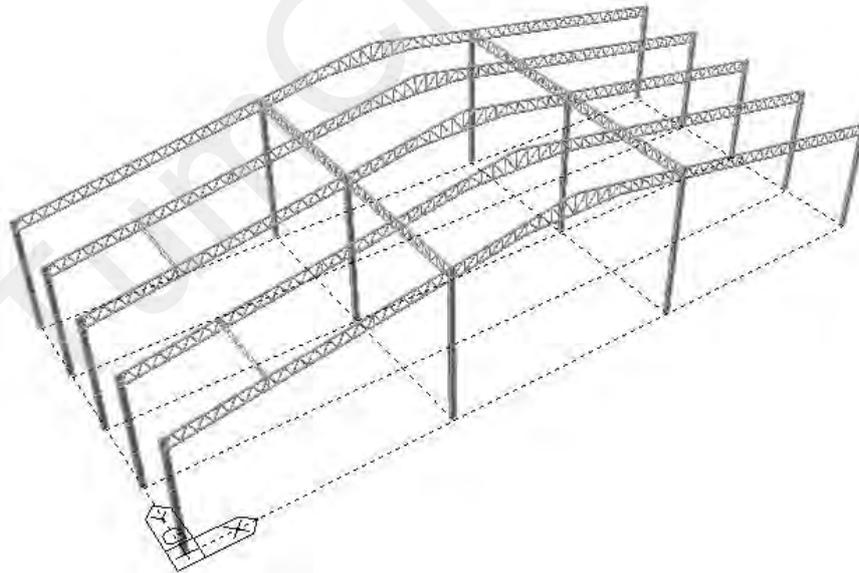
- หน้าต่างของ Insert ในส่วนของคำสั่ง Truss Wizard
 1. คลิกเลือกที่หน้าต่าง Insert
 2. กำหนดการหมุนของ Truss โดยการกำหนด Gamma ให้มีค่าเท่ากับ 90 หมายความว่าให้ Truss หมุนรอบแกน Z เป็นมุม 90 องศา
 3. คลิกเลือก Show No เพื่อเลือกตำแหน่งของ Truss ที่ต้องการให้ไปวางบนแบบจำลอง
 4. คลิกในรอบของ Origin Point ให้เลือกตำแหน่งที่ 10(0, 0, 1269) มุมบนของ Truss
 5. คลิกในรอบของ Insert Point เพื่อระบุตำแหน่งของจุดเชื่อมต่อบนแบบจำลองโมเดล
 6. คลิกที่ปุ่ม Apply เพื่อสร้างแบบจำลองโมเดล Truss แต่ถ้าทิศทางของ Truss ไม่ถูกต้อง ให้กด Ctrl + Z บนแป้นพิมพ์เพื่อย้อนกลับ



รูปที่ 4.11.5 หน้าต่างของ Insert ในส่วนของคำสั่ง Truss Wizard

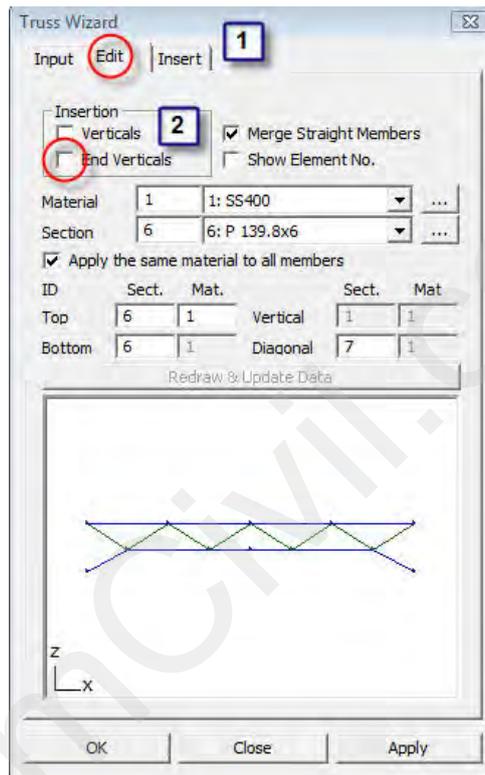


รูปที่ 4.11.6 ตำแหน่งของจุดเชื่อมต่อบนแบบจำลองโมเดล



รูปที่ 4.11.7 แบบจำลองโมเดลเมื่อแล้วเสร็จ

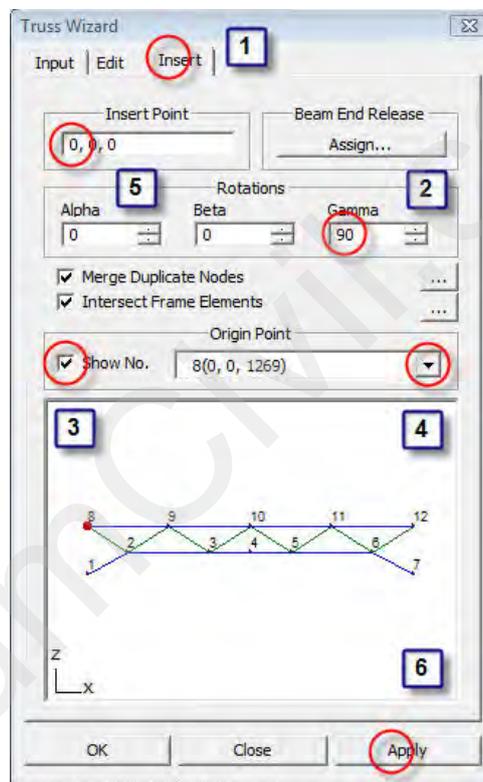
- หน้าต่างของ Edit ในส่วนของคำสั่ง Truss Wizard
 - 1 คลิกเลือกที่หน้าต่าง Edit
 - 2 ในกรอบของ Insertion ให้คลิกไม่เลือก End Vertical



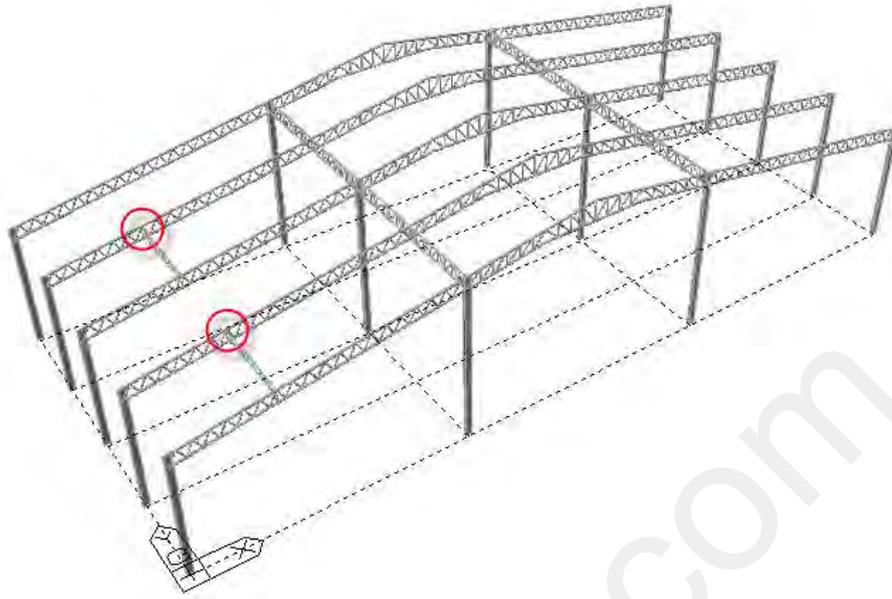
รูปที่ 4.11.8 หน้าต่างของ Edit ในส่วนของคำสั่ง Truss Wizard

- หน้าต่างของ Insert ในส่วนของคำสั่ง Truss Wizard
 - 1 คลิกเลือกที่หน้าต่าง Insert
 - 2 กำหนดการหมุนของ Truss โดยการกำหนด Gamma ให้มีค่าเท่ากับ 90 หมายความว่าให้ Truss หมุนรอบแกน Z เป็นมุม 90 องศา

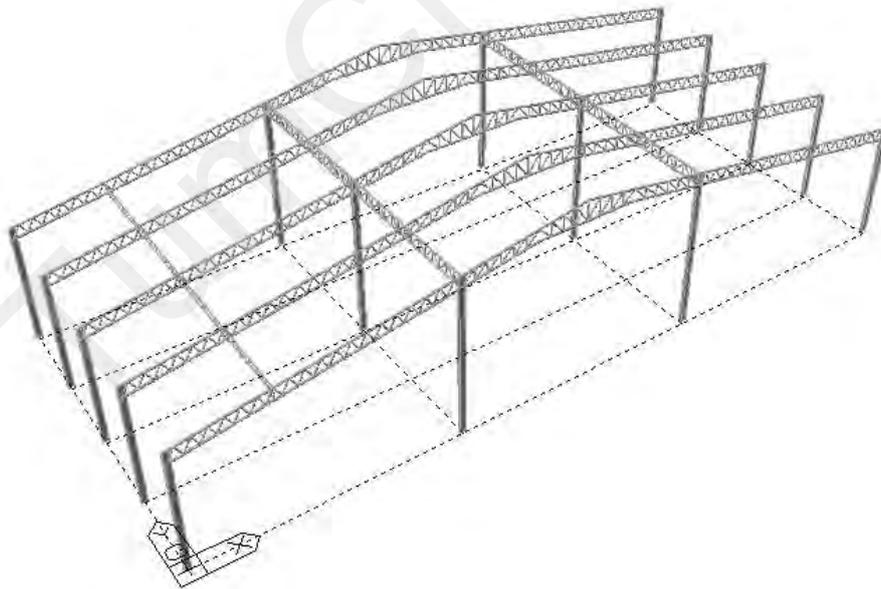
- 3 คลิกเลือก Show No เพื่อเลือกตำแหน่งของ Truss ที่ต้องการให้ไปวางบนแบบจำลอง
- 4 คลิกในกรอบของ Origin Point ให้เลือกตำแหน่งที่ 8(0, 0, 1269) มุมบนของ Truss
- 5 คลิกในกรอบของ Insert Point เพื่อระบุตำแหน่งของจุดเชื่อมต่อบนแบบจำลองโมเดล
- 6 คลิกที่ปุ่ม Apply เพื่อสร้างแบบจำลองโมเดล Truss แต่ถ้าทิศทางของ Truss ไม่ถูกต้อง ให้กด Ctrl + Z บนแป้นพิมพ์เพื่อย้อนกลับ



รูปที่ 4.11.9 หน้าต่างของ Insert ในส่วนของคำสั่ง Truss Wizard



รูปที่ 4.11.10 ตำแหน่งของจุดเชื่อมต่อบนแบบจำลองโมเดล



รูปที่ 4.11.11 แบบจำลองโมเดลเมื่อแล้วเสร็จ

4.12) คัดลอก Truss T3 ด้วยคำสั่ง Translate Elements

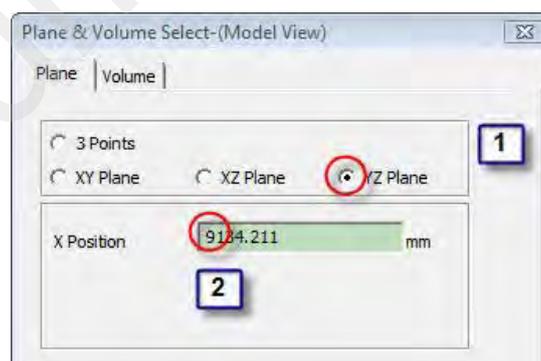
○ เลือกแสดงเฉพาะโมเดลของระนาบ YZ Plane

- คลิกที่คำสั่ง Select by Plane จากนั้นให้ไปยังหน้าต่างต่างของ Model View

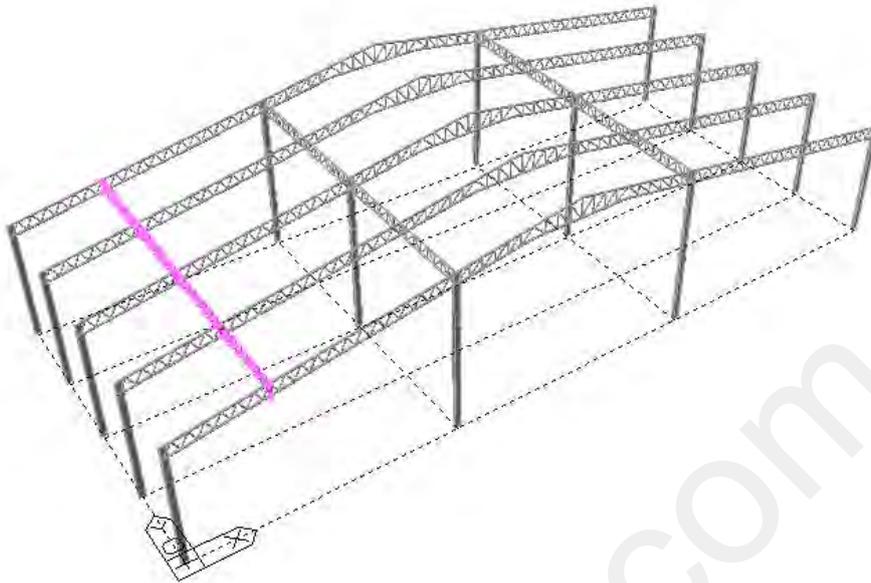


รูปที่ 4.12.1 คำสั่ง Select by Plane ในแถบเครื่องมือของ Selection

- จากนั้นทำการเลือกโมเดลในลักษณะระนาบ 2 มิติ (Plane) ซึ่งสามารถเลือกได้ 4 แบบคือ
 - 3 Points สำหรับกำหนดกรอบในการเลือก ด้วยการคลิก 3 ตำแหน่ง
 - XY Plane สำหรับกำหนดตำแหน่งที่ต้องการเลือกในระนาบ XY
 - XZ Plane สำหรับกำหนดตำแหน่งที่ต้องการเลือกในระนาบ XZ
 - YZ Plane สำหรับกำหนดตำแหน่งที่ต้องการเลือกในระนาบ YZ
- 1 คลิกเลือกที่ YZ Plane เพื่อกำหนดระนาบที่ต้องการจะเลือก
 - 2 คลิกที่ช่อง Z Position เพื่อที่จะเลือก Node ของ Truss T3 ตำแหน่งใดก็ได้



รูปที่ 4.12.2 หน้าต่าง Plane & Volume Select ของคำสั่ง Select by Plane



รูปที่ 4.12.3 เลือกเฉพาะ Truss T3 ตามรูปข้างต้น

○ คัดลอก Truss T3 ด้วยคำสั่ง Translate Elements

- คลิกที่คำสั่ง Translate Elements จะปรากฏ ขั้นตอนการใช้คำสั่ง Translate Elements ในหน้าต่างของ Tree Menu



รูปที่ 4.12.4 คำสั่ง Translate Elements ในแถบเครื่องมือของ Element

- หน้าต่างของ Tree Menu ในส่วนของคำสั่ง Translate Elements (ช่วงบน)

1 ในกรอบของ Mode ให้เลือกเป็น Copy

2 คลิกเลือก Equal Distance เพื่อกำหนดระยะทางโดยคลิกบนแบบจำลองโมเดลโดยตรง

3 คลิกในช่อง dx, dy, dz: จากนั้นให้ไปยังหน้าต่าง Model View เพื่อคลิกที่ Node เริ่มต้น จากนั้นให้ไปคลิกที่ Node สิ้นสุด เพื่อให้โปรแกรมคำนวณจากระยะที่ต้องการจะตัดลอกหรือจะระบุเป็นตัวเลขก็ได้ถ้าทราบระยะที่ชัดเจน

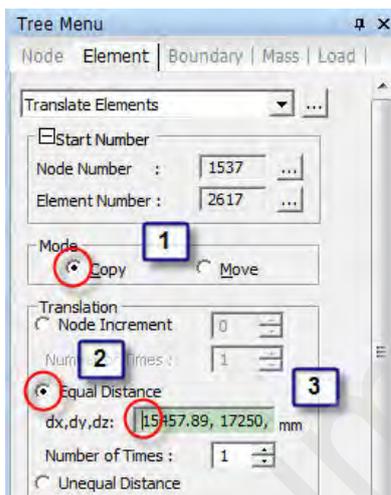
- หน้าต่างของ Tree Menu ในส่วนของคำสั่ง Translate Elements (ช่วงล่าง)

1 ในช่อง Intersect ให้คลิกเลือก Node และ Element

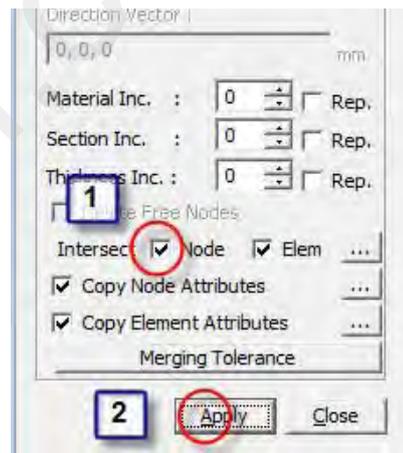
- คลิกเลือก Copy Node Attributes :

- คลิกเลือก Copy Element Attributes :

2 คลิกที่ปุ่ม Apply เพื่อทำการคัดลอกโมเดลในหน้าต่างของ Model View

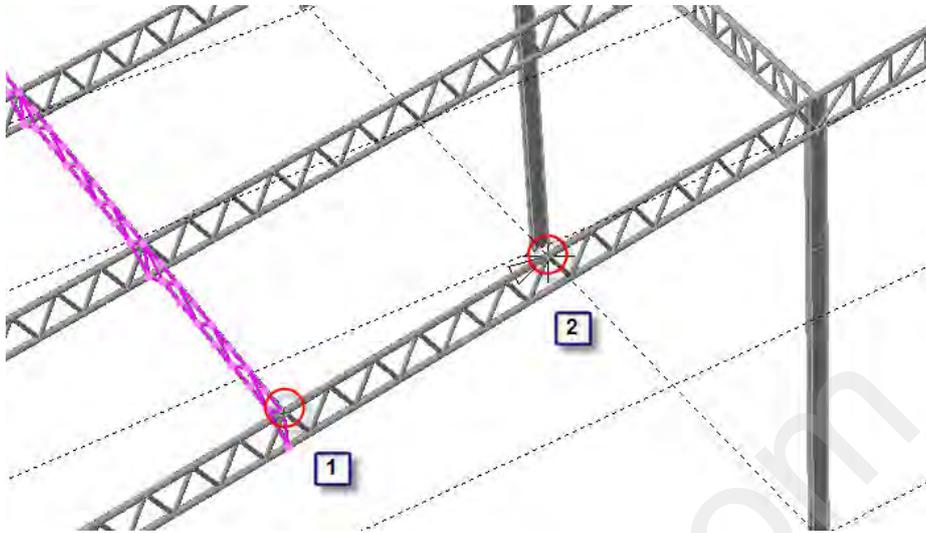


(ช่วงบน)

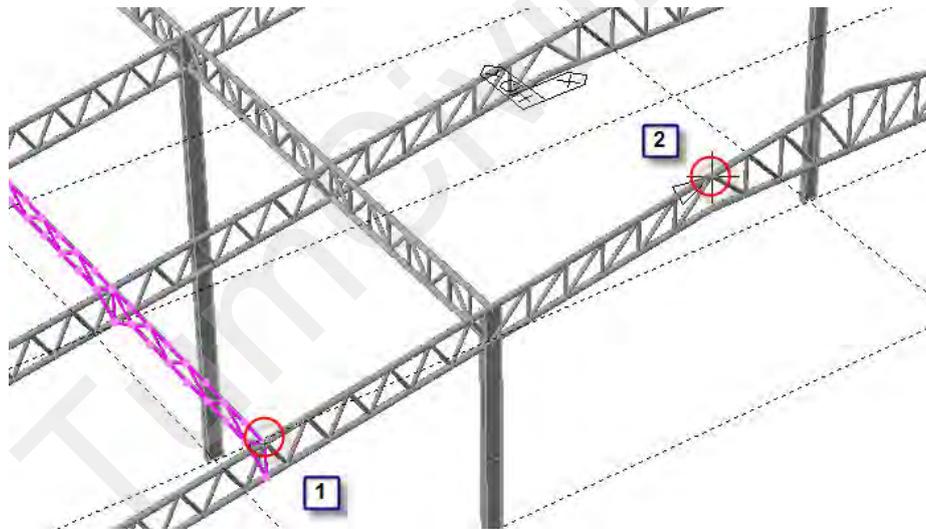


(ช่วงล่าง)

รูปที่ 4.12.5 ขั้นตอนการใช้คำสั่ง Translate Elements ในหน้าต่างของ Tree Menu



รูปที่ 4.12.6 Node เริ่มต้นไปยัง Node สิ้นสุด เพื่อวัดระยะที่ต้องการจะคัดลอก



รูปที่ 4.12.7 Node เริ่มต้นไปยัง Node สิ้นสุด เพื่อวัดระยะที่ต้องการจะคัดลอก

4.13) สร้างแบบจำลองโมเดล Truss T3 ด้วยคำสั่ง Mirror Elements

○ เลือกแสดงเฉพาะโมเดลของระนาบ YZ Plane

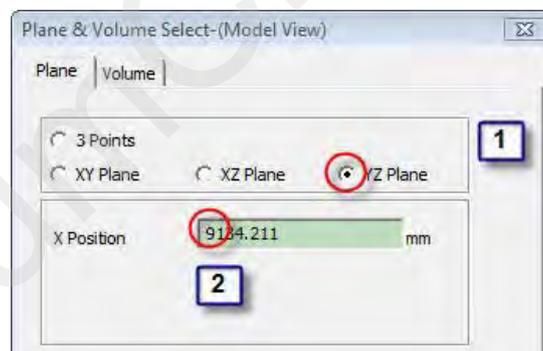
- คลิกที่คำสั่ง Select by Plane จากนั้นให้ไปยังหน้าต่างต่างของ Model View



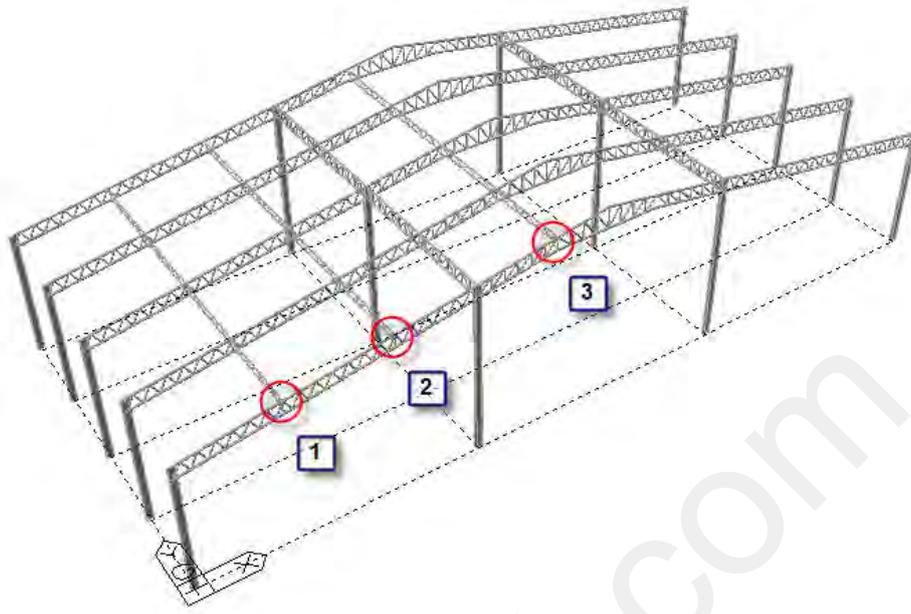
รูปที่ 4.13.1 คำสั่ง Select by Plane ในแถบเครื่องมือของ Selection

- จากนั้นทำการเลือกโมเดลในลักษณะระนาบ 2 มิติ (Plane) ซึ่งสามารถเลือกได้ 4 แบบคือ

- 1) คลิกเลือกที่ YZ Plane เพื่อกำหนดระนาบที่ต้องการจะเลือก
- 2) คลิกที่ช่อง Z Position เพื่อที่จะเลือก Node ของ Truss T3 ตำแหน่งใดก็ได้โดยเลือก Truss T3 ตามวงกลมสีแดงหมายเลข 1-3



รูปที่ 4.13.2 หน้าต่าง Plane & Volume Select ของคำสั่ง Select by Plane

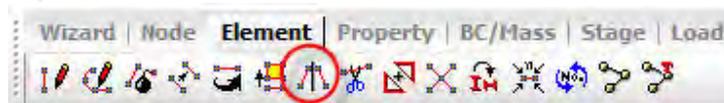


รูปที่ 4.13.3 เลือกเฉพาะ Truss T3 ตามรูปข้างต้น

○ สร้างแบบจำลองโมเดล Truss T3 ด้วยคำสั่ง Mirror Elements

แบบจำลองโมเดล Truss T3 อีกด้านของโรงงานต้องใช้คำสั่ง Mirror Elements ในการโมเดล ขั้นตอนของการโมเดลต้องกำหนดจุดกึ่งกลางในแกนที่ต้องการให้ Mirror สามารถกำหนดรูปแบบได้ 2 แบบคือ Copy หรือ Move ก็ได้

- คลิกที่คำสั่ง Mirror Elements จะปรากฏ ขั้นตอนการใช้คำสั่ง Mirror Elements ในหน้าต่างของ Tree Menu



รูปที่ 4.13.4 คำสั่ง Mirror Elements ในแถบเครื่องมือของ Element

- หน้าต่างของ Tree Menu ในส่วนของคำสั่ง Mirror Elements

1 ในกรอบของ Mode ให้เลือกเป็น Copy

2 ในกรอบของ Reflection ให้คลิกเลือก y-z plane X:

3 ในช่อง Intersect ให้คลิกเลือก Node และ Element

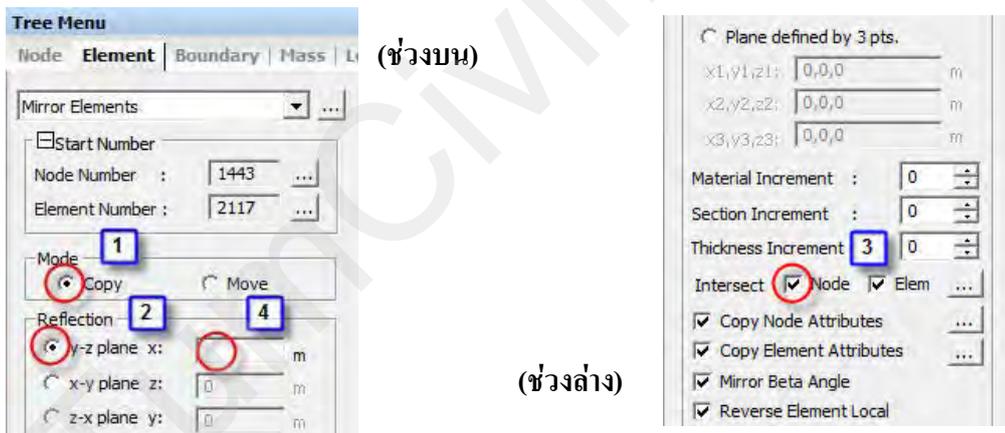
- คลิกเลือก Copy Node Attributes :

- คลิกเลือก Copy Element Attributes :

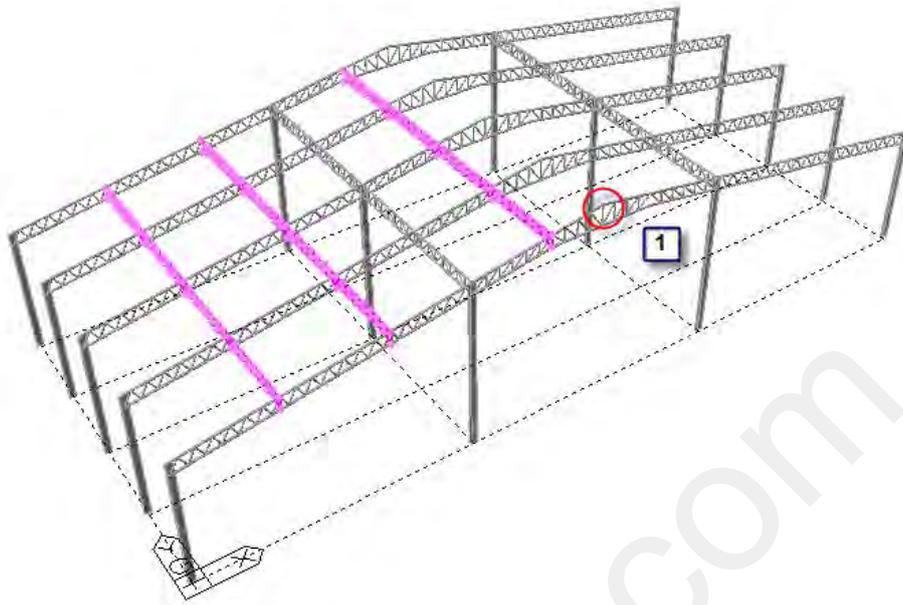
- คลิกเลือก Mirror Beta Angle :

- คลิกเลือก Reverse Element Local :

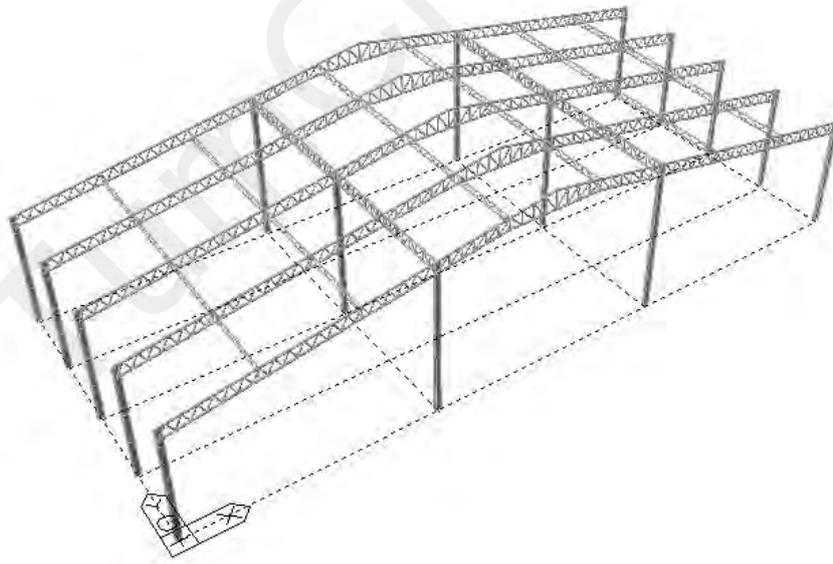
4 คลิกเลือกในช่องของ y-z plane X: จากนั้นให้ไปยังหน้าต่างของ Model View เพื่อคลิกที่ตำแหน่งกึ่งกลางของแกน X ในหน้าต่าง Model View จากนั้นคลิกปุ่ม Apply



รูปที่ 4.13.5 คำสั่ง Mirror Elements ในแถบเครื่องมือของ Element



รูปที่ 4.13.6 แสดงตำแหน่งกึ่งกลางของแกน X



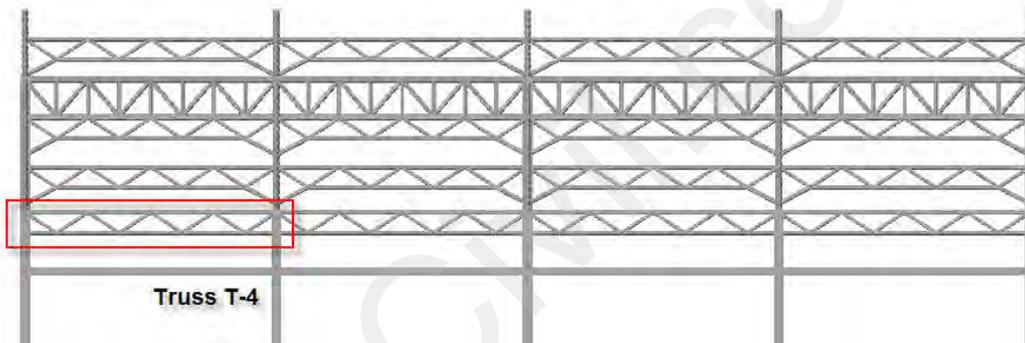
รูปที่ 4.13.7 แบบจำลองโมเดล Truss T3 อีกด้านของโรงงาน

4.14) สร้างแบบจำลอง Truss T4 ด้วยคำสั่ง Truss ในแถบเครื่องมือ Wizard

สามารถทำได้โดยการ คลิกที่ปุ่มคำสั่ง Truss ในแถบเครื่องมือของ Wizard ซึ่งมีรูปแบบให้เลือกหลากหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ออกแบบ



รูปที่ 4.14.1 คำสั่ง Truss ในแถบเครื่องมือของ Wizard



รูปที่ 4.14.2 การสร้างแบบจำลองโมเดลของ Truss T4

○ สร้างแบบจำลองโมเดล Truss T4 ด้วยคำสั่ง Truss

- หน้าต่างของ Input ในส่วนของคำสั่ง Truss Wizard

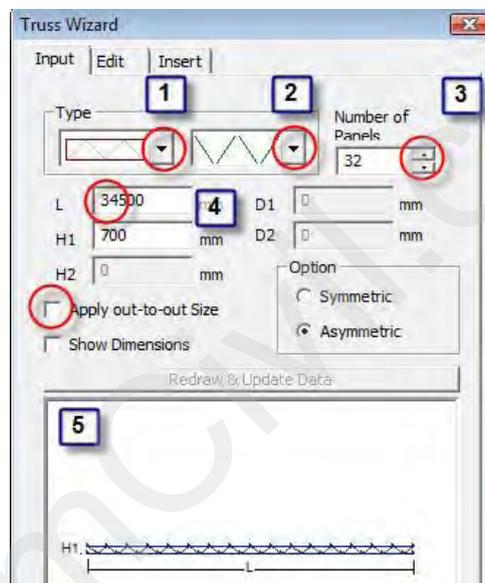
- 1 ในกรอบของ Type คลิกเลือกรูปแบบของ Truss ภายนอกตามรูป
- 2 ในกรอบของ Type คลิกเลือกรูปแบบของ Truss ภายในตามรูป
- 3 กำหนดจำนวนของ Truss ภายในให้พิมพ์ 32

4 ในการกำหนดขนาดของ Truss ให้สังเกตจากรูปภาพด้านล่าง ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับข้อมูล คือรูปภาพจะเปลี่ยนตามข้อมูลที่กำหนด

L ความกว้างของ Truss ให้พิมพ์ 34500

H1 ความสูงของ Truss ให้พิมพ์ 700

5 คลิกไม่เลือก Apply out-to-out Size เป็นคำสั่งที่ต้องการให้การกำหนดขนาดของ Truss เป็นการวัดระยะจากศูนย์กลางของหน้าตัดเหล็ก (ระยะเต็มไม่ต้องทอนด้วยหน้าตัดเหล็ก)



รูปที่ 4.14.3 หน้าต่างของ Input ในส่วนของคำสั่ง Truss Wizard

- หน้าต่างของ Edit ในส่วนของคำสั่ง Truss Wizard

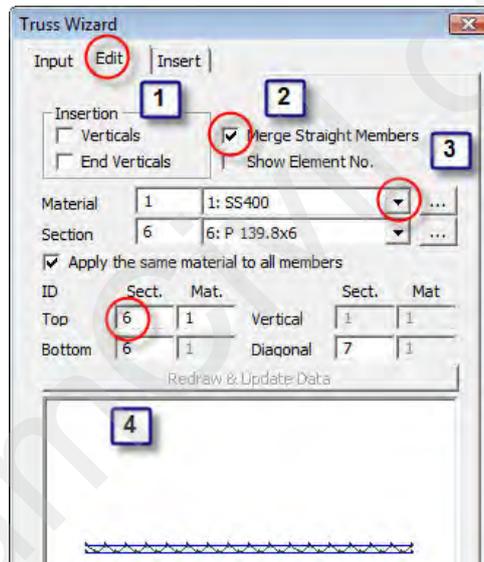
1 คลิกเลือกที่หน้าต่าง Edit

2 ในกรอบของ Insertion ให้คลิกเลือก End Vertical เพื่อ โมเดล Truss ภายนอกแนวตั้ง

3 คลิกเลือก Merge Straight Members เพื่อรวม Truss ในส่วนที่ไม่มี Truss ภายในแนวตั้ง

- 4** ในการกำหนดคุณสมบัติและหน้าตัดที่จะใช้ในการออกแบบ
ในกรอบของ Material คลิกเลือก 1:SS400
ในกรอบของ Section คลิกเลือก 6:P 139.8x6

- 5** เมื่อต้องการที่จะกำหนดคุณสมบัติและหน้าตัดที่จะใช้ในการออกแบบของ Truss ในรูปแบบที่ไม่เหมือนกันซึ่งสามารถแยกได้โดยกำหนดเป็นรหัส ID
Top คือกลุ่มของ Truss ภายนอกที่อยู่ด้านบนให้พิมพ์รหัส ID ของ Section เป็น 6
Bottom คือกลุ่มของ Truss ภายนอกที่อยู่ด้านล่างให้พิมพ์รหัส ID ของ Section เป็น 6
Diagonal คือกลุ่มของ Truss ภายในให้พิมพ์รหัส ID ของ Section เป็น 7



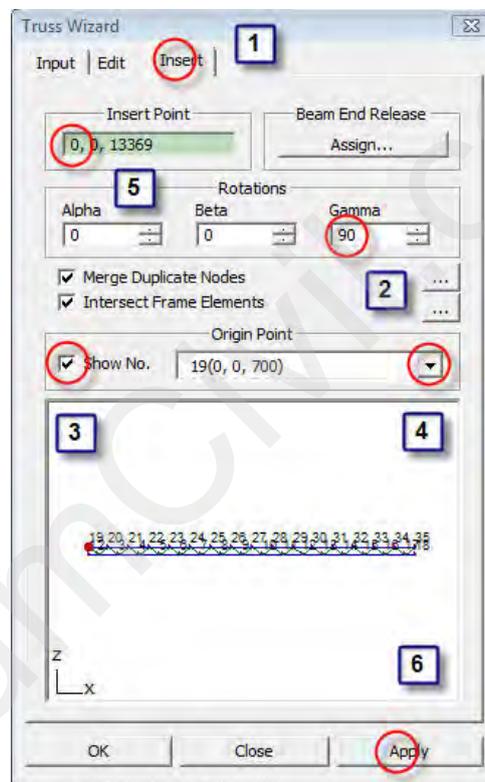
รูปที่ 4.14.4 หน้าต่างของ Edit ในส่วนของคำสั่ง Truss Wizard

- หน้าต่างของ Insert ในส่วนของคำสั่ง Truss Wizard

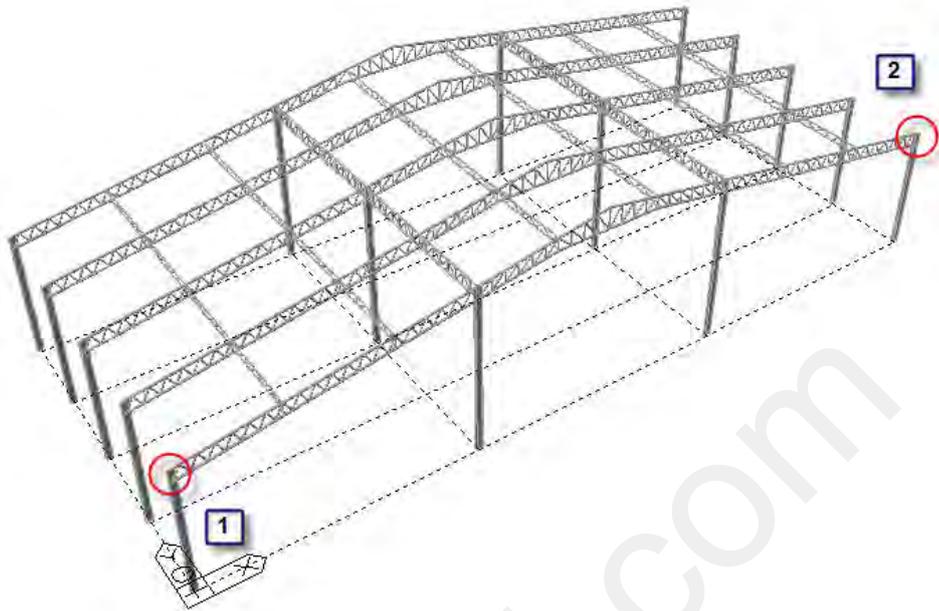
- 1** คลิกเลือกที่หน้าต่าง Insert

- 2** กำหนดการหมุนของ Truss โดยการกำหนด Gamma ให้มีค่าเท่ากับ 90 หมายความว่าให้ Truss หมุนรอบแกน Z เป็นมุม 90 องศา

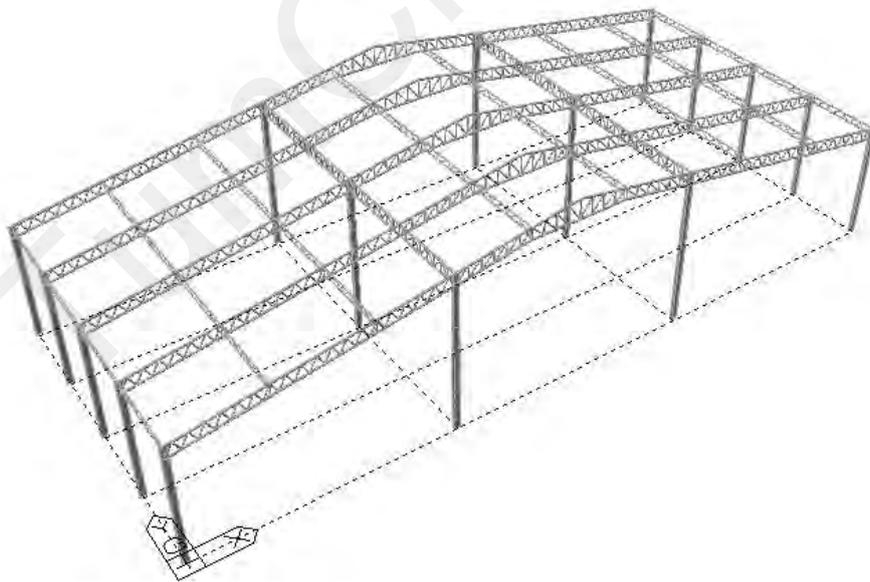
- 3 คลิกเลือก Show No เพื่อเลือกตำแหน่งของ Truss ที่ต้องการให้ไปวางบนแบบจำลอง
- 4 คลิกในรอบของ Origin Point ให้เลือกตำแหน่งที่ 19(0, 0, 700) มุมบนของ Truss
- 5 คลิกในรอบของ Insert Point เพื่อระบุตำแหน่งของจุดเชื่อมต่อบนแบบจำลองโมเดล
- 6 คลิกที่ปุ่ม Apply เพื่อสร้างแบบจำลองโมเดล Truss แต่ถ้าทิศทางของ Truss ไม่ถูกต้อง ให้กด Ctrl + Z บนแป้นพิมพ์เพื่อย้อนกลับ



รูปที่ 4.14.5 หน้าต่างของ Insert ในส่วนของคำสั่ง Truss Wizard

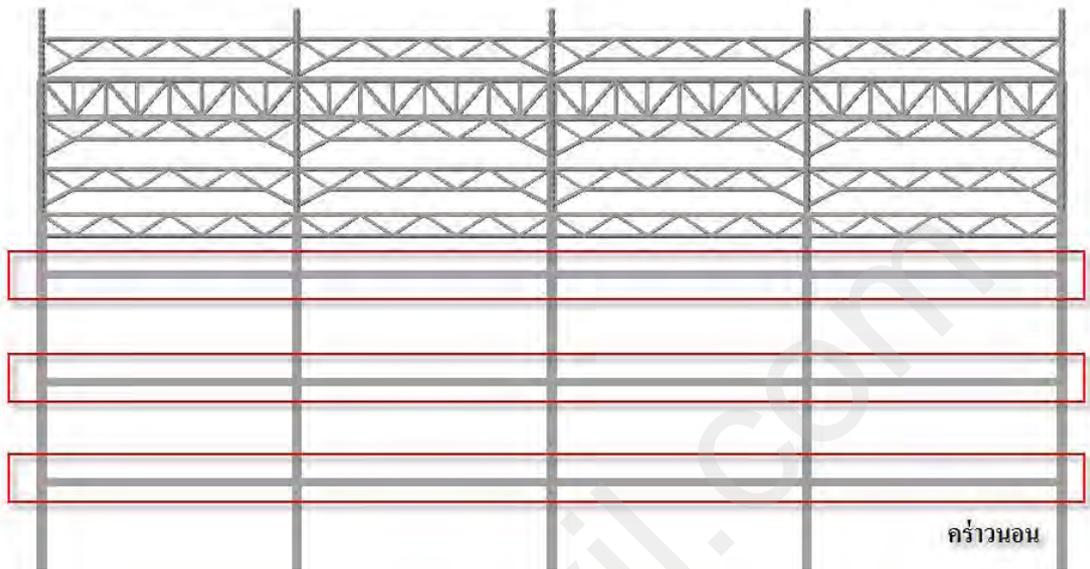


รูปที่ 4.14.6 ตำแหน่งของจุดเชื่อมต่อบนแบบจำลองโมเดล



รูปที่ 4.14.7 แบบจำลองโมเดลเมื่อแล้วเสร็จ

4.15) สร้างแบบจำลองโมเดลคร่าวๆ ด้วยคำสั่ง Create Element



รูปที่ 4.15.1 การสร้างแบบจำลองโมเดลของคร่าวๆ

- คลิกที่คำสั่ง Shrink Element ในแถบเครื่องมือของ View Control เพื่อแสดงตำแหน่งของจุดเชื่อมต่อ

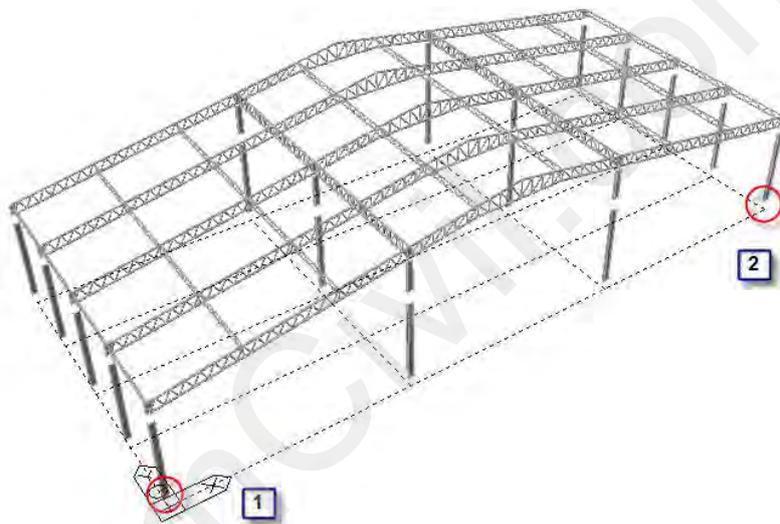


รูปที่ 4.15.2 คำสั่ง Shrink Element ในแถบเครื่องมือของ View Control

- คลิกที่คำสั่ง Select by Window จากนั้นให้ไปยังหน้าต่างต่างของ Model View เพื่อทำการคลิกซ้ายค้างไว้ที่มุมบนขวาของ Node จากนั้นให้เลือกกรอบ Node ในตำแหน่งหมายเลขที่ 1, 2



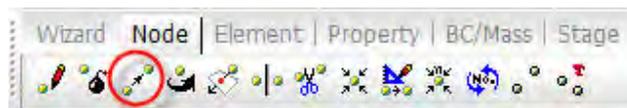
รูปที่ 4.15.3 คำสั่ง Select by Window ในแถบเครื่องมือของ Selection



รูปที่ 4.15.4 ตำแหน่ง Node ที่ต้องการเลือกเพื่อทำการตัดลอก

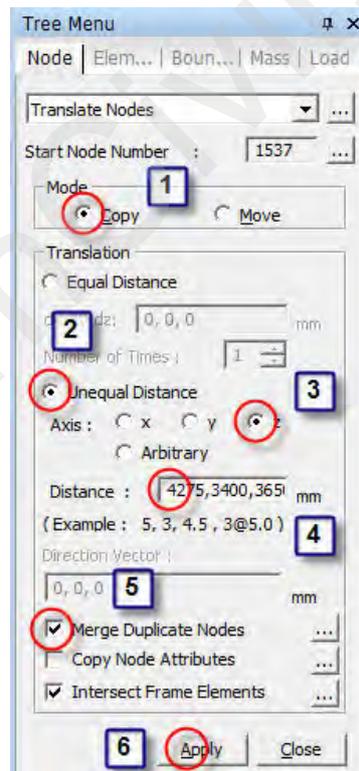
○ แบ่งช่วงของเสาด้วยคำสั่ง Translate Node

- คลิกที่คำสั่ง Translate Node จะปรากฏ ขั้นตอนการใช้คำสั่ง Translate Node

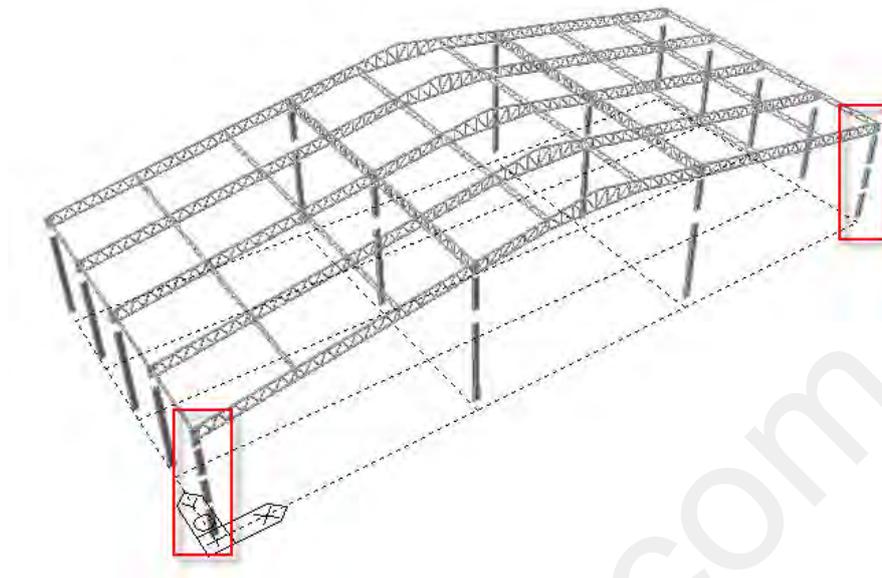


รูปที่ 4.15.5 คำสั่ง Translate Node ในแถบเครื่องมือของ Node

- หน้าต่างของ Tree Menu ในส่วนของคำสั่ง Translate Node (ช่วงบน)
 - 1 ในกรอบของ Mode ให้เลือกเป็น Copy
 - 2 คลิกเลือก Unequal Distance เพื่อเลือกแกนที่ต้องการจะคัดลอก Node
 - 3 ในกรอบของ Axis: คลิกเลือกในช่องของแกน Z
 - 4 ในกรอบของ Distance: คลิกพิมพ์ระยะทางดังนี้ 4275,3400,3650
 - 5
 - คลิกเลือก Merge Duplicate Nodes :
 - คลิกไม่เลือก Copy Node Attributes :
 - คลิกเลือก Intersect Frame Elements :
 - 6 คลิกที่ปุ่ม Apply เพื่อทำการคัดลอกโมเดลในหน้าต่างของ Model View



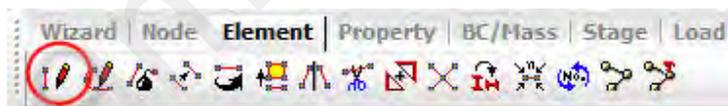
รูปที่ 4.15.6 ขั้นตอนการใช้คำสั่ง Translate Node ในหน้าต่างของ Tree Menu



รูปที่ 4.15.7 เสาหลักเมื่อถูกแบ่งด้วยคำสั่ง Translate Node

○ สร้างแบบจำลองโมเดลคร่าวๆ ด้วยคำสั่ง Create Element

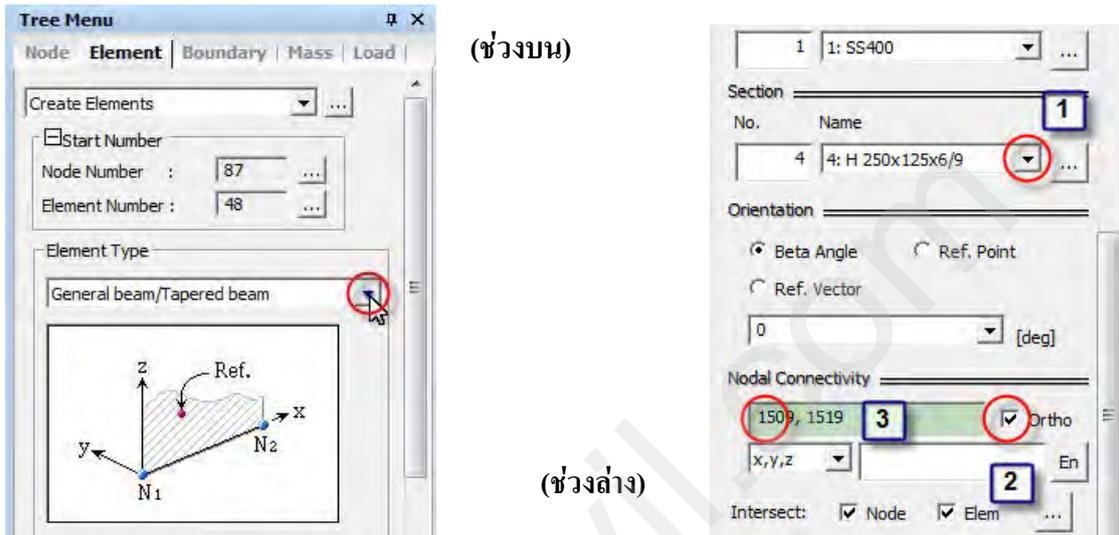
แบบจำลองโมเดลคร่าวๆ จะมีอยู่ 3 แถวที่ระยะ 4,275 มม, 3,400 มม และ 3,650 มม จากระดับพื้นชั้นล่างทั้งสองด้านของตัวอาคาร



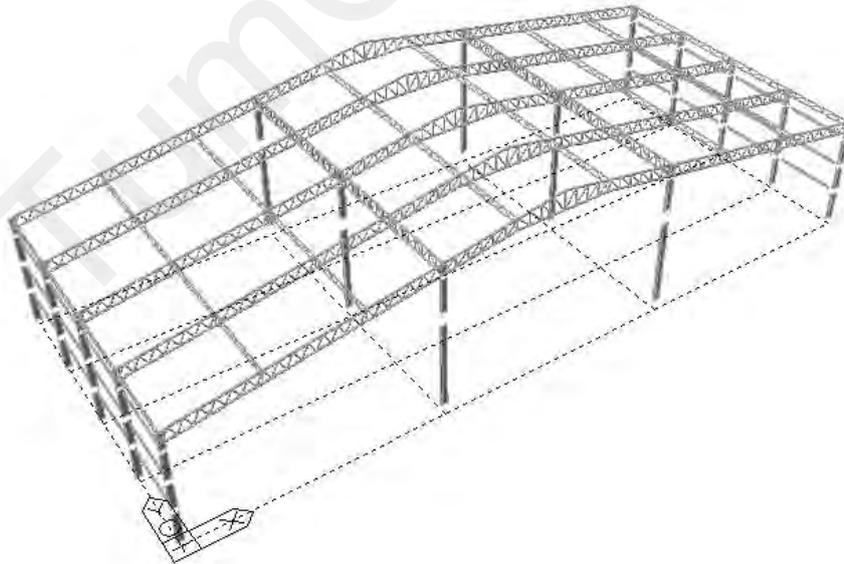
รูปที่ 4.15.8 คำสั่ง Create Element ในแถบเครื่องมือของ Element

- หน้าต่างของ Tree Menu ในส่วนของคำสั่ง Create Element (ช่วงบน)
 - 1 ในกรอบของ Element Type ให้คลิกเลือกเป็น General beam/Tapered beam
- หน้าต่างของ Tree Menu ในส่วนของคำสั่ง Create Element (ช่วงล่าง)
 - 1 ในกรอบของ Section ให้เลือกเป็น H 250x125x6/9 หรือจะระบุเป็นรหัส ID ก็ได้

- 2) คลิกเลือก Ortho หมายถึงให้ตอนสร้างให้ขนานกับแกนทั้งสาม (x ,y ,z)
- 3) คลิกเลือกในช่อง Nodal Connectivity เพื่อเริ่มต้นการจำลองโมเดล



รูปที่ 4.15.9 คำสั่ง Create Element ที่อยู่ใน Tree Menu



รูปที่ 4.15.10 แบบจำลองโมเดลของคร่าวนอนเมื่อแล้วเสร็จ

4.16) รวมแบบจำลองโมเดลที่ไม่มีการเชื่อมต่อกันด้วยคำสั่ง Merge Element

- ให้คลิกที่คำสั่ง Select All เพื่อเลือกโมเดลทั้งหมดที่ยังคงแสดงอยู่ในหน้าต่างของ Model View

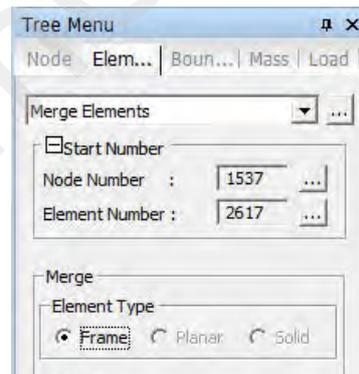


รูปที่ 4.16.1 คำสั่ง Select All ในแถบเครื่องมือของ Selection

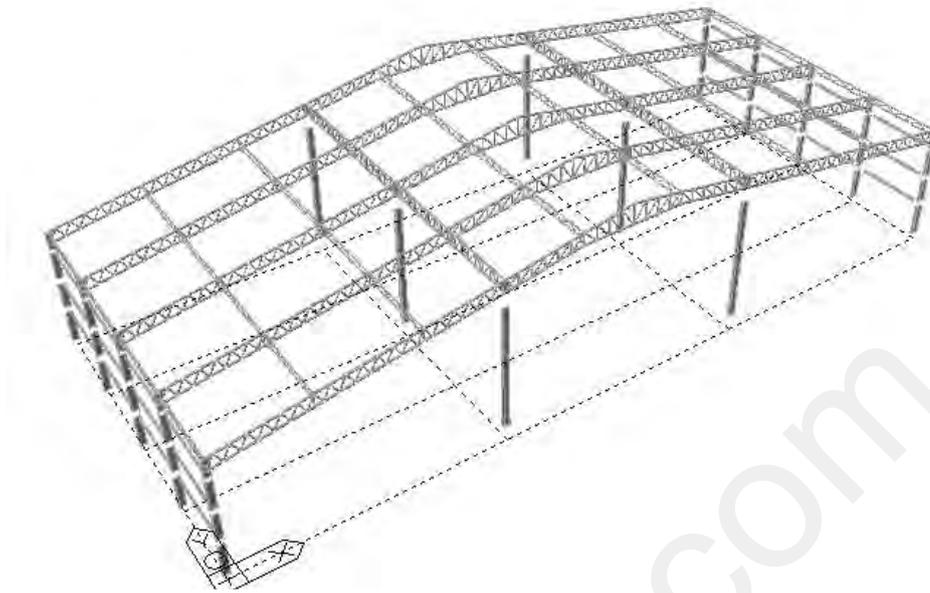
- ให้คลิกที่คำสั่ง Merge Element เพื่อรวม Element ที่ไม่มีการเชื่อมต่อของโครงสร้างเข้าด้วยกัน จากนั้นให้คลิกที่ปุ่ม Apply ในหน้าต่าง Tree Menu ในส่วนของคำสั่ง Merge Element ได้ทันที



รูปที่ 4.16.2 คำสั่ง Merge Element ในแถบเครื่องมือของ Element



รูปที่ 4.16.3 ขั้นตอนของคำสั่ง Merge Element ในหน้าต่าง Tree Menu

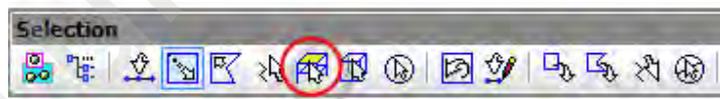


รูปที่ 4.16.4 แบบจำลองโมเดลเมื่อแล้วเสร็จ

4.17) สร้างแบบจำลองโมเดลของโครงสร้างช่วยรับ Truss T1

○ เลือกแสดงเฉพาะโมเดลของระนาบ XZ Plane

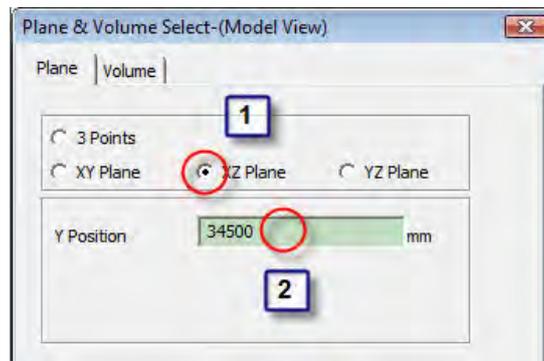
- คลิกที่คำสั่ง Select by Plane จากนั้นให้ไปยังหน้าต่างของ Model View



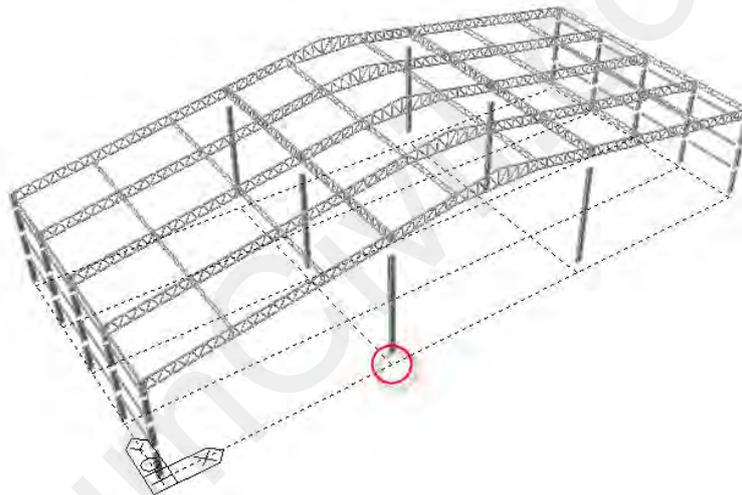
รูปที่ 4.17.1 คำสั่ง Select by Plane ในแถบเครื่องมือของ Selection

- จากนั้นทำการเลือกโมเดลในลักษณะระนาบ 2 มิติ (Plane) ซึ่งสามารถเลือกได้ 4 แบบคือ

1. คลิกเลือกที่ XZ Plane เพื่อกำหนดระนาบที่ต้องการจะเลือก
2. คลิกที่ช่อง Y Position เพื่อที่จะเลือก Node ของบริเวณที่ต้องการตามรูป



รูปที่ 4.17.2 หน้าต่าง Plane & Volume Select ของคำสั่ง Select by Plane



รูปที่ 4.17.3 ตำแหน่งที่ต้องการในระนาบ XZ Plane

- คลิกที่คำสั่ง Activate ในแถบเครื่องมือของ Activation ให้เลือกแสดงเฉพาะโมเดลของระนาบ XZ Plane เท่านั้น



รูปที่ 4.17.4 คำสั่ง Activate ในแถบเครื่องมือของ Activation

- คลิกที่คำสั่ง Front ในแถบเครื่องมือของ View Point เพื่อปรับมุมมองของการแสดงภาพให้อยู่ในลักษณะมองมาจากด้านหน้า



รูปที่ 4.17.5 คำสั่ง Front ในแถบเครื่องมือของ View Point

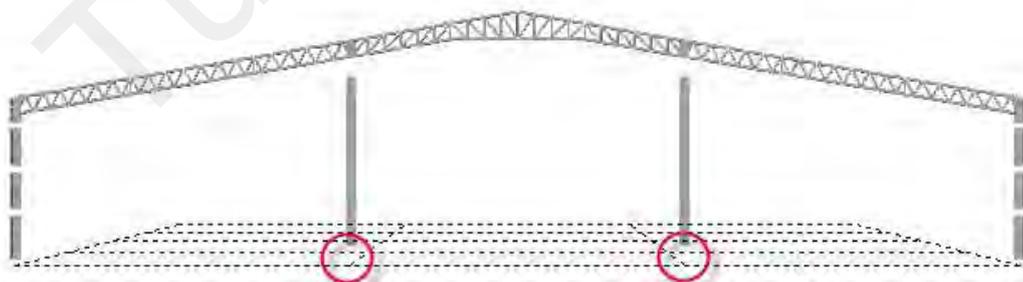
○ แบ่งช่วงของเสาด้วยคำสั่ง Translate Node เพื่อสร้างแบบจำลองของคานรับ Truss

ในการแบ่งช่วงของเสาสามารถทำได้โดยการคัดลอก Node ด้วยคำสั่ง Translate Node โดยสามารถกำหนดระยะทางตามแนวแกน (x, y, z) ได้

- คลิกที่คำสั่ง Select by Window จากนั้นให้ไปยังหน้าต่างต่างของ Model View เพื่อทำการคลิกเลือก Node ในวงกลมสีแดง

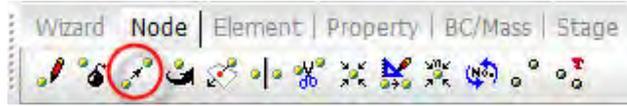


รูปที่ 4.17.6 คำสั่ง Select by Window ในแถบเครื่องมือของ Selection



รูปที่ 4.17.7 ตำแหน่งของ Node ที่ต้องการ

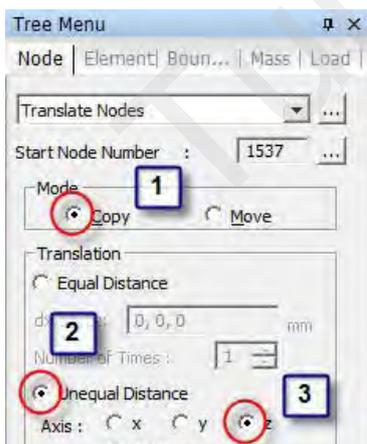
- คลิกที่คำสั่ง Translate Node จะปรากฏ ขั้นตอนการใช้คำสั่ง Translate Node



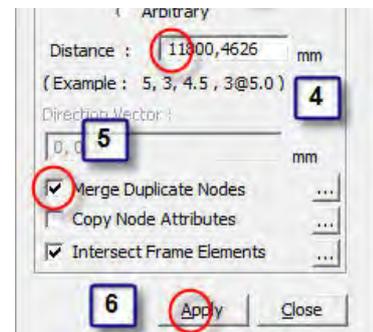
รูปที่ 4.17.8 คำสั่ง Translate Node ในแถบเครื่องมือของ Node

- หน้าต่างของ Tree Menu ในส่วนของคำสั่ง Translate Node

- 1 ในกรอบของ Mode ให้เลือกเป็น Copy
- 2 คลิกเลือก Unequal Distance เพื่อเลือกแกนที่ต้องการจะคัดลอก Node
- 3 ในกรอบของ Axis: คลิกเลือกในช่องของแกน Z
- 4 ในกรอบของ Distance: คลิกพิมพ์ระยะทางดังนี้ 11800, 4626
- 5
 - คลิกเลือก Merge Duplicate Nodes :
 - คลิกเลือก Intersect Frame Elements :
- 6 คลิกที่ปุ่ม Apply เพื่อทำการคัดลอกโมเดลในหน้าต่างของ Model View

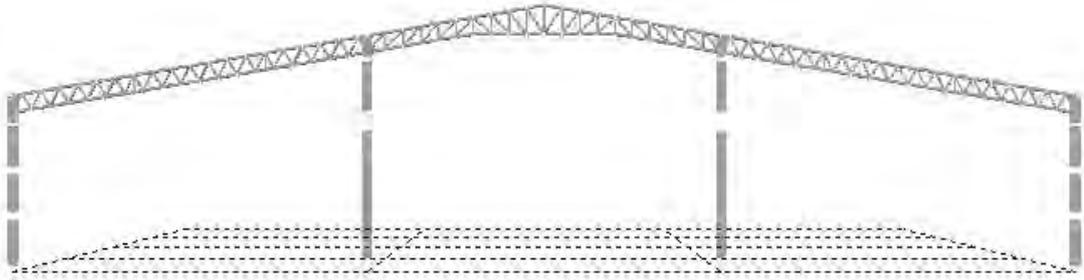


(ช่วงบน)



(ช่วงล่าง)

รูปที่ 4.17.9 ขั้นตอนการใช้คำสั่ง Translate Node ในหน้าต่างของ Tree Menu



รูปที่ 4.17.10 แบบจำลองโมเดลเมื่อดำเนินการแล้วเสร็จ

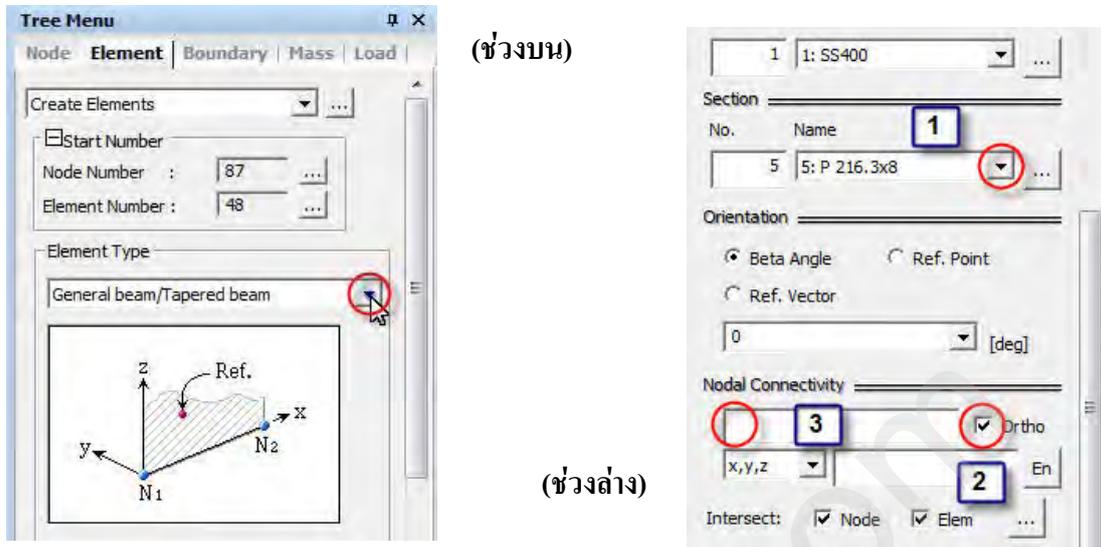
○ สร้างแบบจำลองโมเดลของคานรับ Truss ด้วยคำสั่ง Create Element

แบบจำลอง โมเดลของคานรับ Truss จะมีอยู่ 2 แถวที่ระยะ 11,800 มม และ 4,626 มม จากระดับพื้นชั้นล่างทั้งสองด้านของตัวอาคาร



รูปที่ 4.17.11 คำสั่ง Create Element ในแถบเครื่องมือของ Element

- หน้าต่างของ Tree Menu ในส่วนของคำสั่ง Create Element (ช่วงบน)
 - 1 ในกรอบของ Element Type ให้คลิกเลือกเป็น General beam/Tapered beam
- หน้าต่างของ Tree Menu ในส่วนของคำสั่ง Create Element (ช่วงล่าง)
 - 1 ในกรอบของ Section ให้เลือกเป็น 5: P 216.3x8 หรือจะระบุเป็นรหัส ID ก็ได้
 - 2 คลิกเลือก Ortho หมายถึงให้ตอนสร้างให้ขนานกับแกนทั้งสาม (x ,y ,z)
 - 3 คลิกเลือกในช่อง Nodal Connectivity เพื่อเริ่มต้นการจำลองโมเดล



รูปที่ 4.17.12 คำสั่ง Create Element ที่อยู่ใน Tree Menu



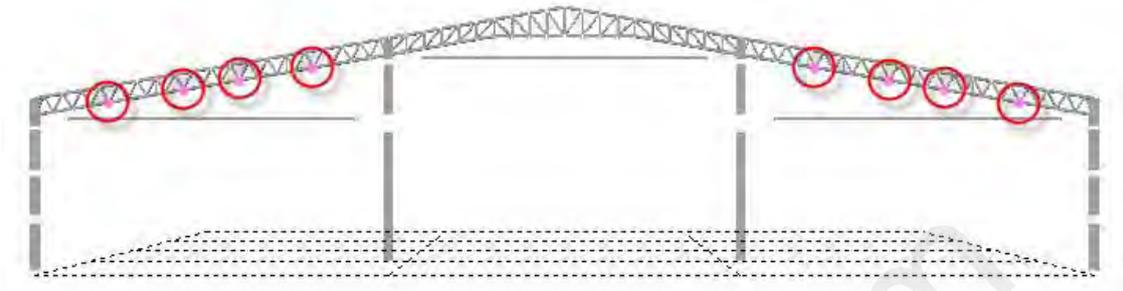
รูปที่ 4.17.13 แบบจำลองโมเดลเมื่อดำเนินการแล้วเสร็จ

- สร้างแบบจำลองโมเดลเสาช่วยรับ Truss T1 ด้วยคำสั่ง Extrude Element



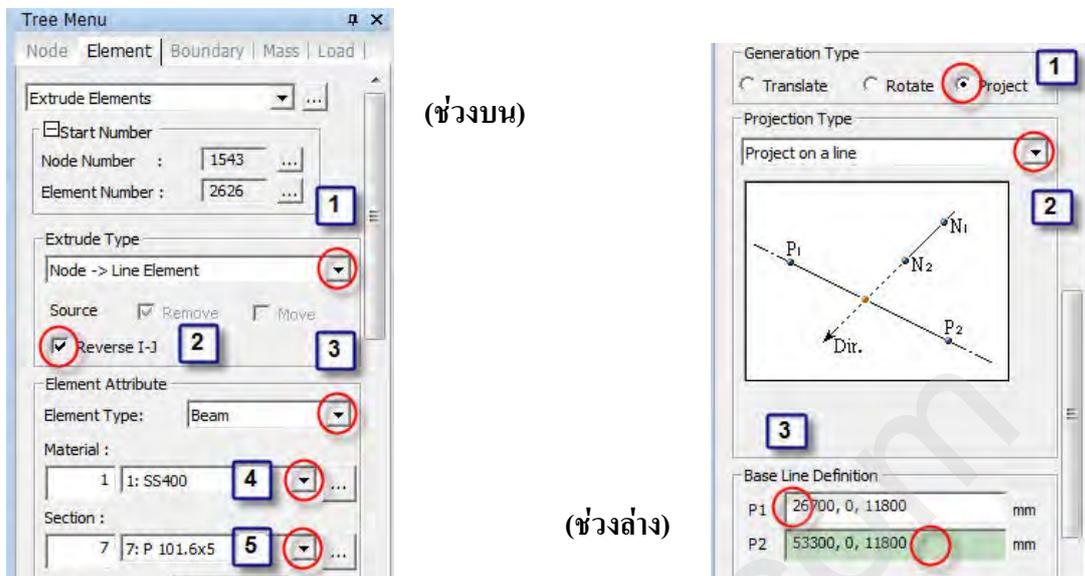
รูปที่ 4.17.14 คำสั่ง Extrude Element ในแถบเครื่องมือของ Element

- เลือก Node ภายในวงกลมสีแดงทั้งหมดเพื่อทำการ Extrude จาก Node ให้เป็น Element

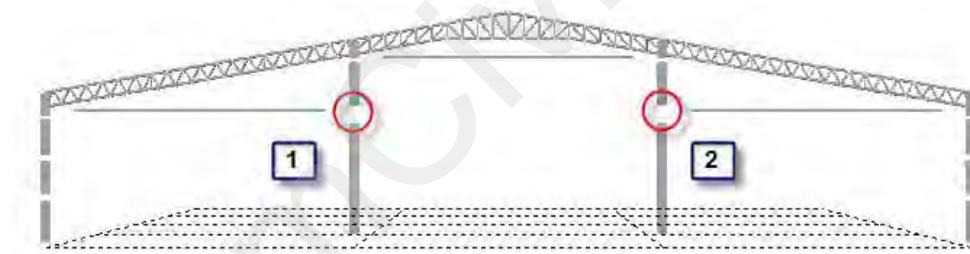


รูปที่ 4.17.15 แสดงตำแหน่งของ Node ที่จะใช้คำสั่ง Extrude Element

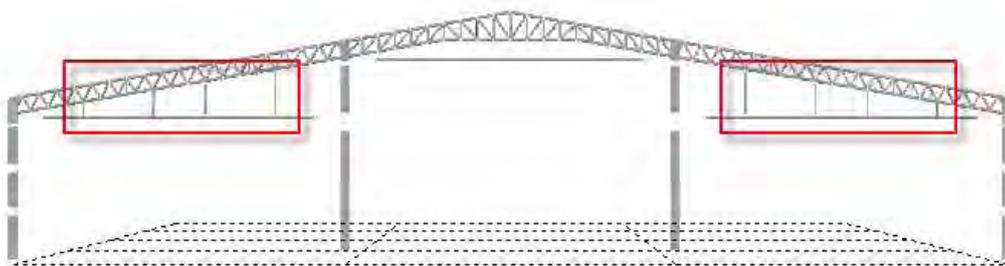
- หน้าต่างของ Tree Menu ในส่วนของคำสั่ง Extrude Element (ช่วงบน)
 - 1 ในกรอบของ Extrude Type ให้เลือกเป็น Node -> Line Elem.
 - 2 คลิกเลือก Reverse I-J ในกรณีที่ Extrude Element ไปในทิศทางแกนลบเท่านั้น
 - 3 ในกรอบของ Element Attribute ให้เลือก Element Type : เป็น Beam
 - 4 ในกรอบของ Material: ให้เลือกเป็น 1: SS400 หรือจะระบุเป็นรหัส ID ก็ได้
 - 5 ในกรอบของ Section: ให้เลือกเป็น 7: P 101.6x5 หรือจะระบุเป็นรหัส ID ก็ได้
- หน้าต่างของ Tree Menu ในส่วนของคำสั่ง Extrude Element (ช่วงล่าง)
 - 1 ในกรอบของ Generation Type คลิกเลือก Project
 - 2 ในกรอบของ Projection Type คลิกเลือก Project on a line
 - 3 ในกรอบของ Base Line Definition คลิกเลือก P1 และ P2 ในหน้าต่าง Model View เพื่อกำหนดขอบเขตที่ต้องการจะให้เสาวิ่งไปชนเส้นตรง P1 และ P2



รูปที่ 4.17.16 คำสั่ง Extrude Element เปลี่ยน Node เป็น Line Elem.

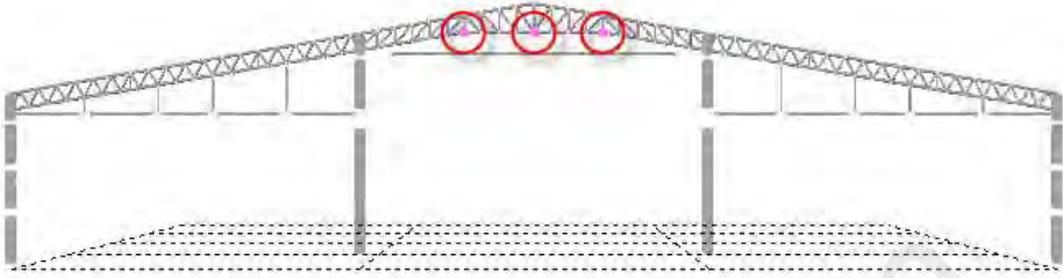


รูปที่ 4.17.17 แสดงตำแหน่งของ Base Line Definition



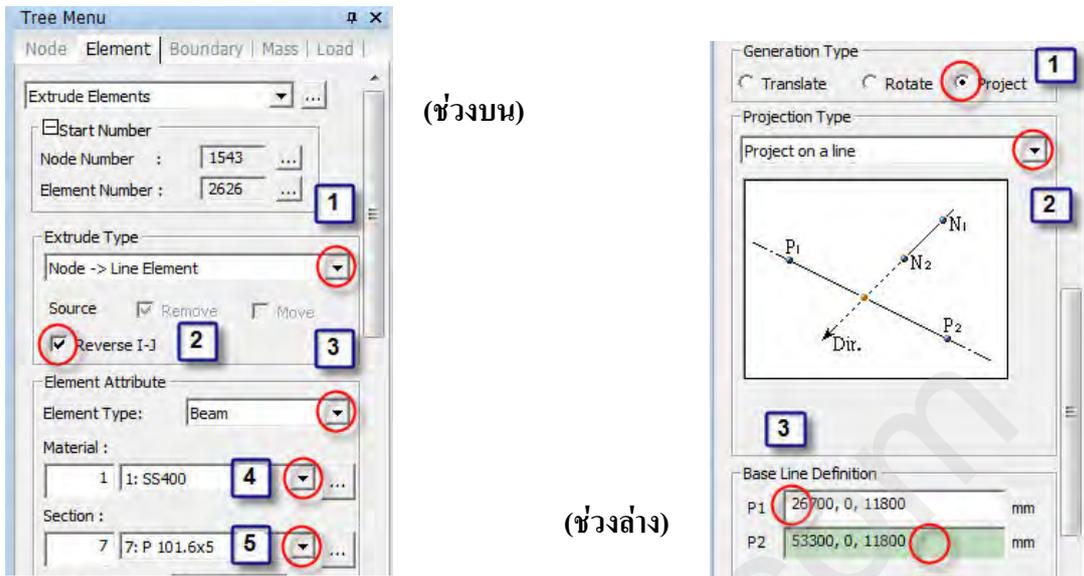
รูปที่ 4.17.18 แบบจำลองโมเดลเมื่อดำเนินการแล้วเสร็จ

- คลิกเลือก Node ภายในวงกลมสีแดงทั้งหมดเพื่อทำการ Extrude จาก Node ให้เป็น Element



รูปที่ 4.17.19 แสดงตำแหน่งของ Node ที่จะใช้คำสั่ง Extrude Element

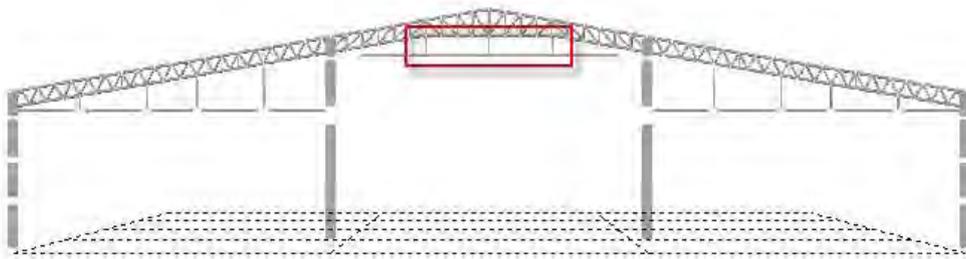
- หน้าต่างของ Tree Menu ในส่วนของคำสั่ง Extrude Element (ช่วงบน)
 - 1 ในกรอบของ Extrude Type ให้เลือกเป็น Node -> Line Elem.
 - 2 คลิกเลือก Reverse I-J ในกรณีที่ Extrude Element ไปในทิศทางแกนลบเท่านั้น
 - 3 ในกรอบของ Element Attribute ให้เลือก Element Type : เป็น Beam
 - 4 ในกรอบของ Material: ให้เลือกเป็น 1: SS400 หรือจะระบุเป็นรหัส ID ก็ได้
 - 5 ในกรอบของ Section: ให้เลือกเป็น 7: P 101.6x5 หรือจะระบุเป็นรหัส ID ก็ได้
- หน้าต่างของ Tree Menu ในส่วนของคำสั่ง Extrude Element (ช่วงล่าง)
 - 1 ในกรอบของ Generation Type คลิกเลือก Project
 - 2 ในกรอบของ Projection Type คลิกเลือก Project on a line
 - 3 ในกรอบของ Base Line Definition คลิกเลือก P1 และ P2 ในหน้าต่าง Model View เพื่อกำหนดขอบเขตที่ต้องการจะให้เสาวิ่งไปชนเส้นตรง P1 และ P2



รูปที่ 4.17.20 คำสั่ง Extrude Element เปลี่ยน Node เป็น Line Elem.



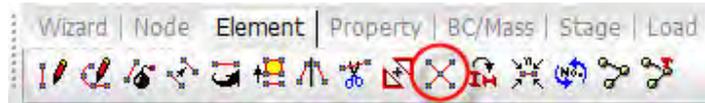
รูปที่ 4.17.21 แสดงตำแหน่งของ Base Line Definition



รูปที่ 4.17.22 แบบจำลองโมเดลเมื่อดำเนินการแล้วเสร็จ

4.18) สร้างการเชื่อมต่อของแบบจำลองโมเดล ด้วยคำสั่ง Intersect Element

- คำสั่ง Intersect Element ในแถบเครื่องมือของ Element เป็นเครื่องมือที่สามารถ

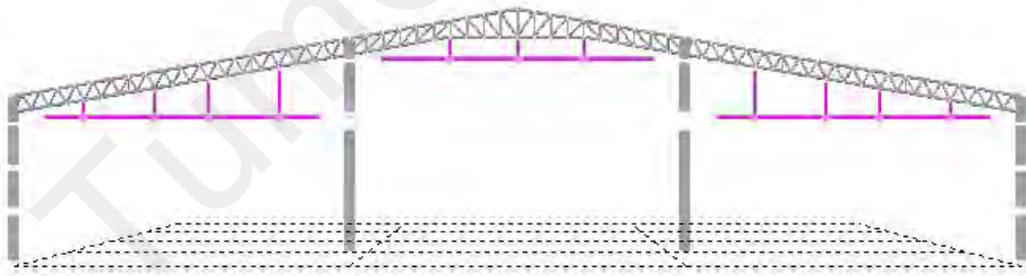


รูปที่ 4.18.1 คำสั่ง Intersect Element ในแถบเครื่องมือของ Element

- คลิกที่คำสั่ง Select by Window จากนั้นให้ไปยังหน้าต่างต่างของ Model View เพื่อเลือกแบบจำลองโมเดลตามรูป

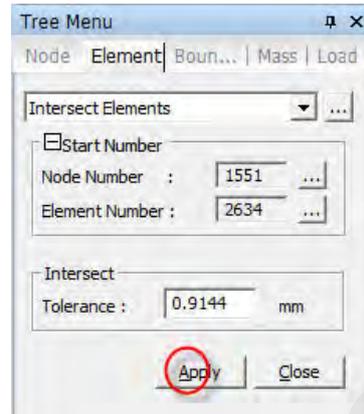


รูปที่ 4.18.2 คำสั่ง Select by Window ในแถบเครื่องมือของ Selection

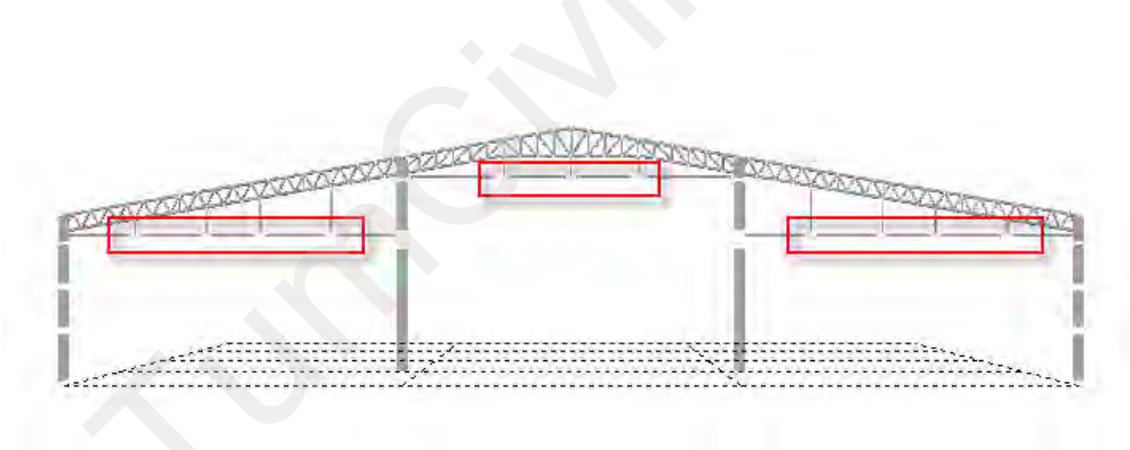


รูปที่ 4.18.3 แบบจำลองโมเดลที่ต้องการเลือก

- เมื่อเลือกแบบจำลองโมเดลตามรูปข้างต้นแล้วให้คลิก Apply ในคำสั่ง Intersect Element ในหน้าต่างของ Tree Menu



รูปที่ 4.18.4 คำสั่ง Intersect Element ในแถบเครื่องมือของ Element



รูปที่ 4.18.5 แบบจำลองโมเดลเมื่อดำเนินการแล้วเสร็จ

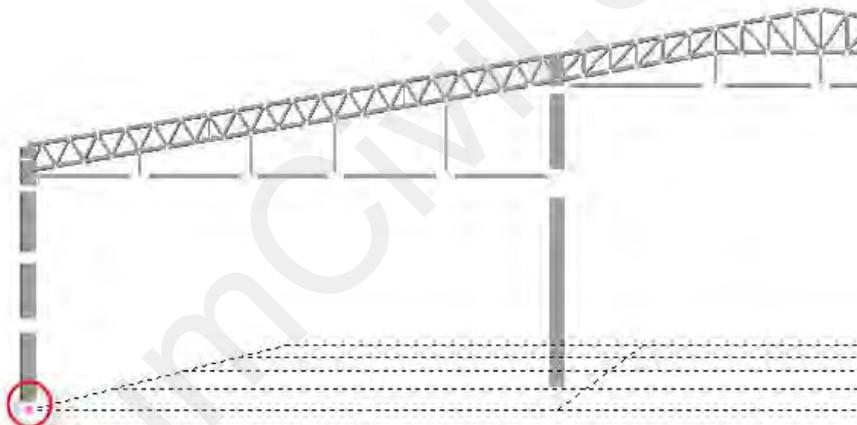
○ แบ่งช่วงของเสาด้วยคำสั่ง Translate Node เพื่อสร้างแบบจำลองของคานยื่น

ในการแบ่งช่วงของเสาสามารถทำได้โดยการคัดลอก Node ด้วยคำสั่ง Translate Node โดยสามารถกำหนดระยะทางตามแนวแกน (x, y, z) ได้

- คลิกที่คำสั่ง Select by Window จากนั้นให้ไปยังหน้าต่างต่างของ Model View เพื่อทำการคลิกเลือก Node ในวงกลมสีแดง



รูปที่ 4.18.6 คำสั่ง Select by Window ในแถบเครื่องมือของ Selection



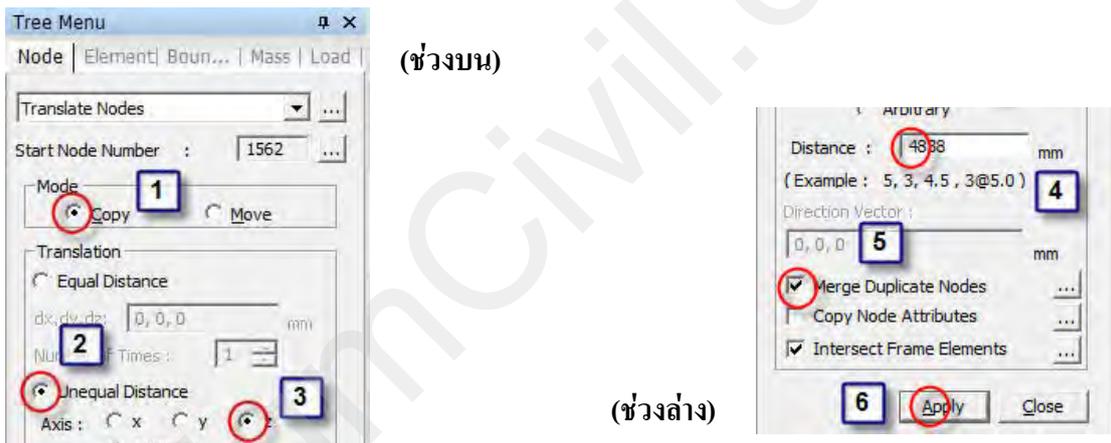
รูปที่ 4.18.7 ตำแหน่งของ Node ที่ต้องการ

- คลิกที่คำสั่ง Translate Node จะปรากฏ ขั้นตอนการใช้คำสั่ง Translate Node

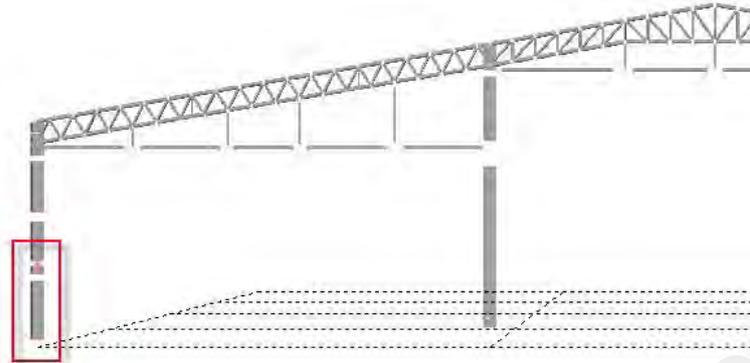


รูปที่ 4.18.8 คำสั่ง Translate Node ในแถบเครื่องมือของ Node

- หน้าต่างของ Tree Menu ในส่วนของคำสั่ง Translate Node
 - 1 ในกรอบของ Mode ให้เลือกเป็น Copy
 - 2 คลิกเลือก Unequal Distance เพื่อเลือกแกนที่ต้องการจะคัดลอก Node
 - 3 ในกรอบของ Axis: คลิกเลือกในช่องของแกน Z
 - 4 ในกรอบของ Distance: คลิกพิมพ์ระยะทางดังนี้ 4838
 - 5 - คลิกเลือก Merge Duplicate Nodes :
- คลิกเลือก Intersect Frame Elements :
 - 6 คลิกที่ปุ่ม Apply เพื่อทำการคัดลอกโมเดลในหน้าต่างของ Model View



รูปที่ 4.18.9 ขั้นตอนการใช้คำสั่ง Translate Node ในหน้าต่างของ Tree Menu



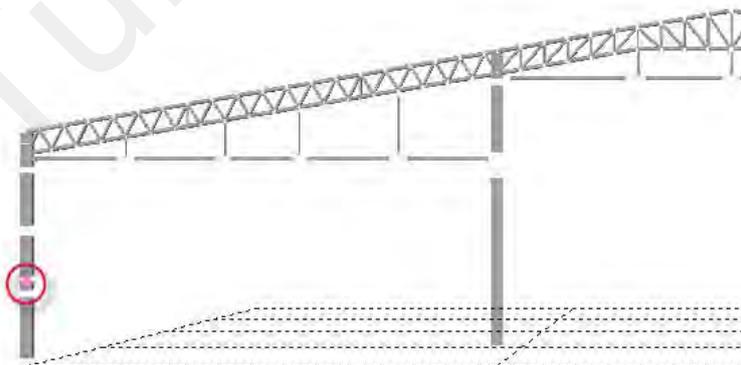
รูปที่ 4.18.10 แบบจำลองโมเดลเมื่อดำเนินการแล้วเสร็จ

- สร้างแบบจำลองโมเดลของคานยื่น ด้วยคำสั่ง Extrude Element



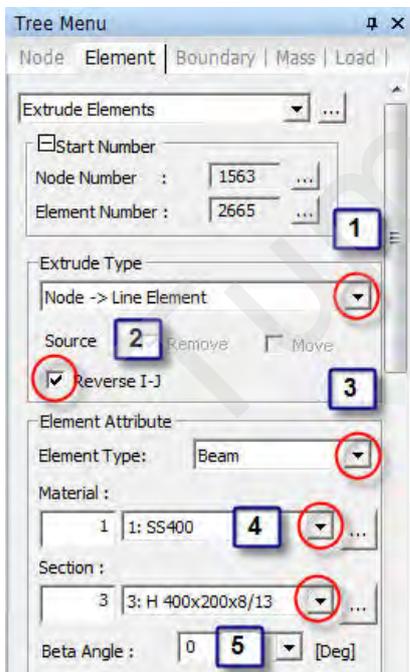
รูปที่ 4.18.11 คำสั่ง Extrude Element ในแถบเครื่องมือของ Element

- คลิกเลือก Node ภายในวงกลมสีแดงเพื่อทำการ Extrude จาก Node ให้เป็น Element

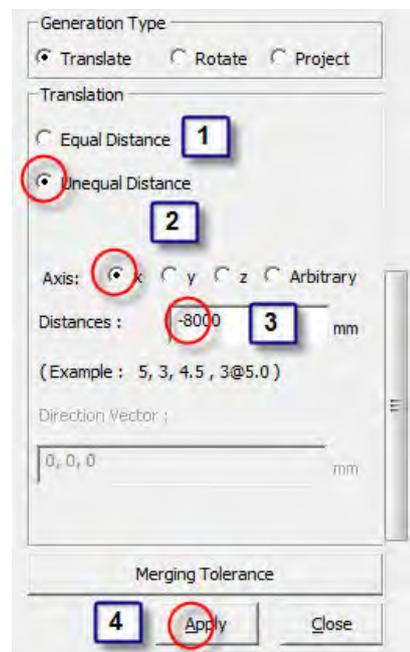


รูปที่ 4.18.12 ตำแหน่งของ Node ที่ต้องการ

- หน้าต่างของ Tree Menu ในส่วนของคำสั่ง Extrude Element (ช่วงบน)
 - 1 ในกรอบของ Extrude Type ให้เลือกเป็น Node -> Line Elem.
 - 2 คลิกเลือก Reverse I-J ในกรณีที่ Extrude Element ไปในทิศทางแกนลบเท่านั้น
 - 3 ในกรอบของ Element Attribute ให้เลือก Element Type : เป็น Beam
 - 4 ในกรอบของ Material: ให้เลือกเป็น 1: SS400 หรือจะระบุเป็นรหัส ID ก็ได้
 - 5 ในกรอบของ Section: ให้เลือกเป็น 3: H 400x200x8/13 หรือจะระบุเป็นรหัส ID ก็ได้
- หน้าต่างของ Tree Menu ในส่วนของคำสั่ง Extrude Element (ช่วงล่าง)
 - 1 ในกรอบของ Translate คลิกเลือก Unequal Distance
 - 2 ในช่องของ Axis : คลิกเลือกแกน X
 - 3 ในช่องของ Distance : พิมพ์ -8000 ต่อจากนั้นให้คลิกที่ปุ่ม Apply

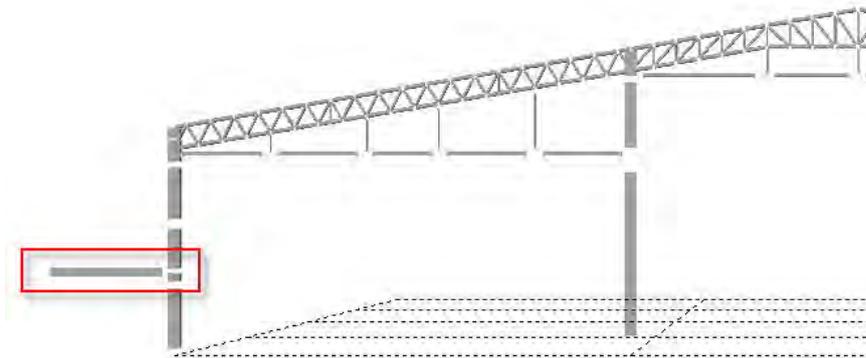


(ช่วงบน)



(ช่วงล่าง)

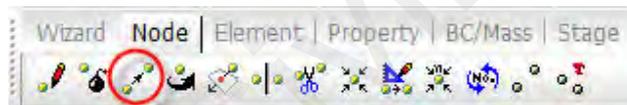
รูปที่ 4.18.13 คำสั่ง Extrude Element เปลี่ยน Line Elem. เป็น Planar Elem.



รูปที่ 4.18.14 แบบจำลองโมเดลเมื่อดำเนินการแล้วเสร็จ

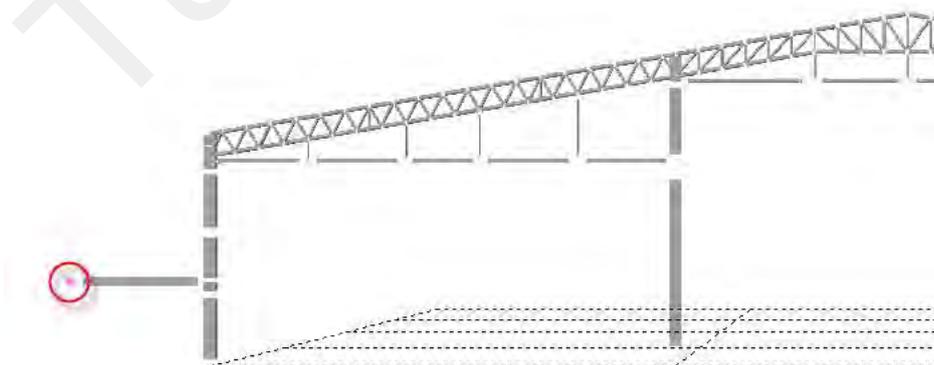
○ เคลื่อนย้ายตำแหน่งของ Node เพื่อให้คานยื่นทำมุมลงมาประมาณ 5 องศา

- คลิกที่คำสั่ง Translate Node จะปรากฏ ขั้นตอนการใช้คำสั่ง Translate Node



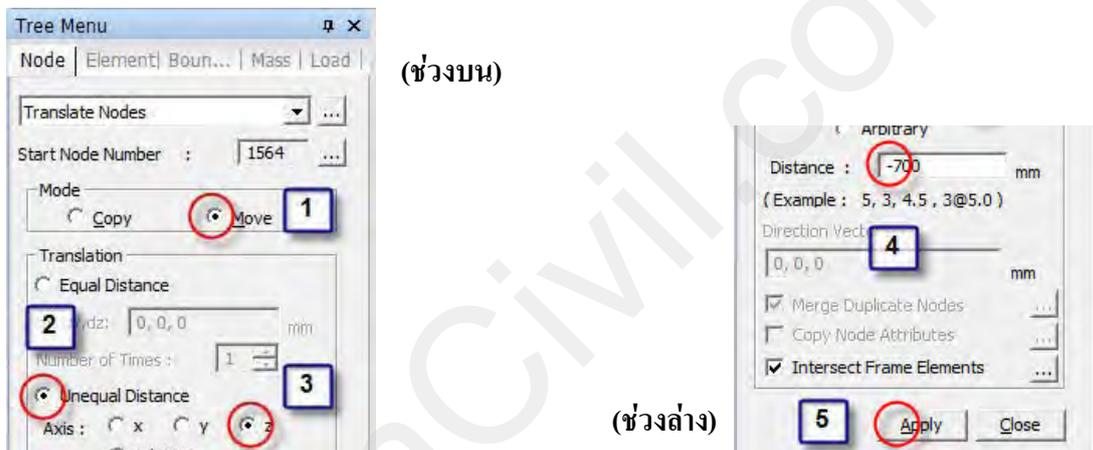
รูปที่ 4.18.15 คำสั่ง Translate Node ในแถบเครื่องมือของ Node

- คลิกเลือก Node ภายในวงกลมสีแดงเพื่อทำการ Translate Node

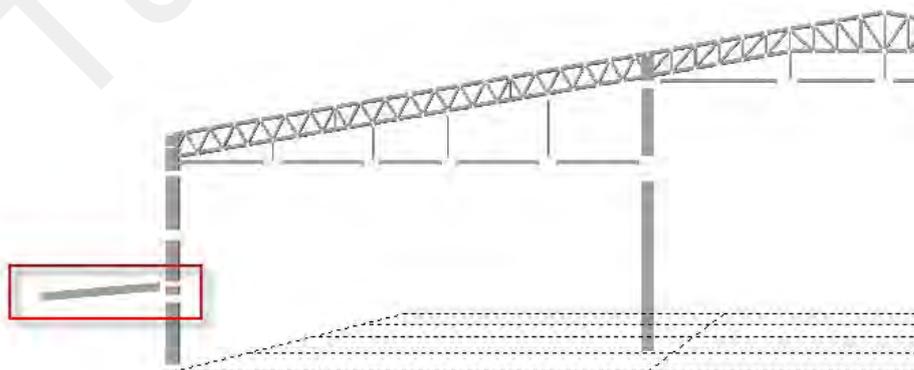


รูปที่ 4.18.16 ตำแหน่งของ Node ที่ต้องการ

- หน้าต่างของ Tree Menu ในส่วนของคำสั่ง Translate Node
 - 1 ในกรอบของ Mode ให้เลือกเป็น Move
 - 2 คลิกเลือก Unequal Distance เพื่อเลือกแกนที่ต้องการจะคัดลอก Node
 - 3 ในกรอบของ Axis: คลิกเลือกในช่องของแกน Z
 - 4 ในกรอบของ Distance: คลิกพิมพ์ระยะทางดังนี้ -700
 - 5 คลิกที่ปุ่ม Apply เพื่อทำการคัดลอกโมเดลในหน้าต่างของ Model View



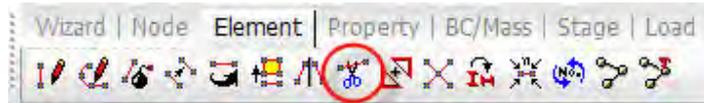
รูปที่ 4.18.17 ขั้นตอนการใช้คำสั่ง Translate Node ในหน้าต่างของ Tree Menu



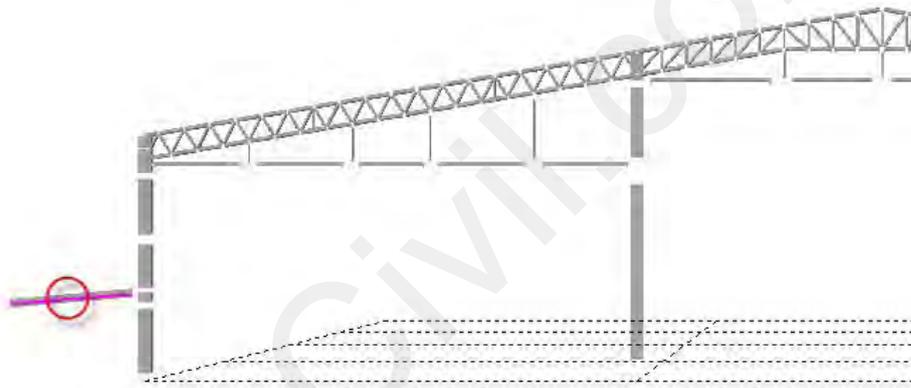
รูปที่ 4.18.18 แบบจำลองโมเดลเมื่อดำเนินการแล้วเสร็จ

4.19) แบ่งแยกแบบจำลองโมเดล ด้วยคำสั่ง Divide Element

- คลิกที่คำสั่ง Divide Element จะปรากฏ ขั้นตอนการใช้คำสั่ง Divide Elements ในหน้าต่างของ Tree Menu

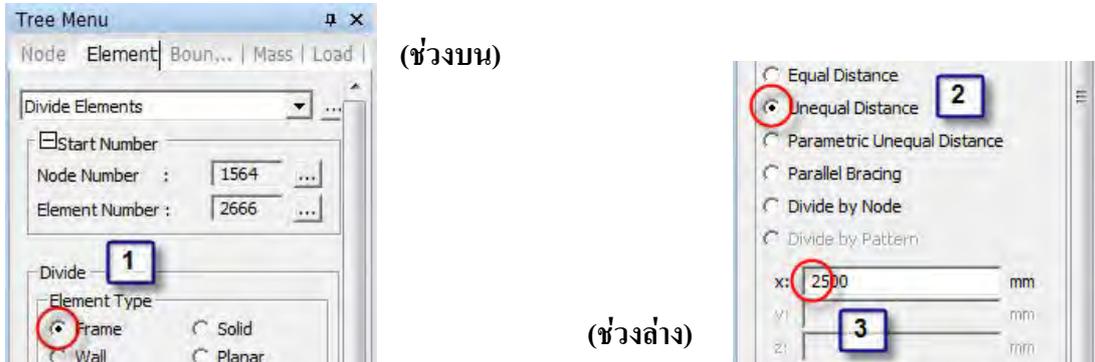


รูปที่ 4.19.1 คำสั่ง Divide Elements ในแถบเครื่องมือของ Element

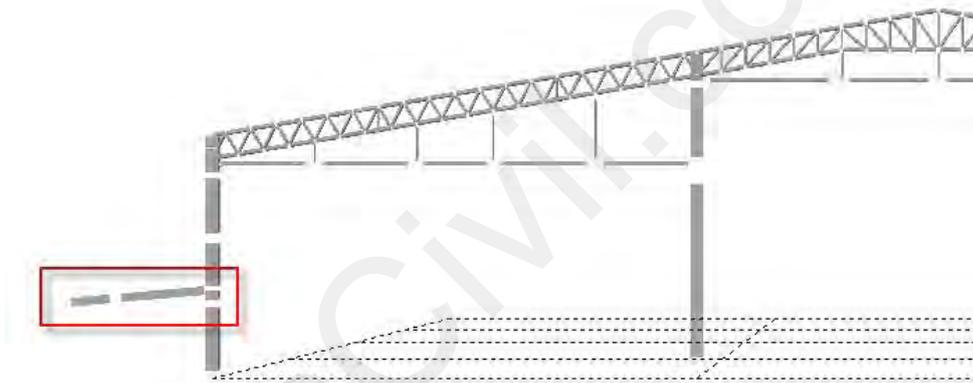


รูปที่ 4.19.2 ตำแหน่งของ Element ที่ต้องการ

- หน้าต่างของ Tree Menu ในส่วนของคำสั่ง Divide Element
 - 1 ในกรอบของ Element Type ให้เลือกเป็น Frame
 - 2 คลิกเลือก Unequal Distance เพื่อกำหนดระยะทางที่ต้องการแบ่งแยก Element
 - 3 ในกรอบของ X: ให้พิมพ์ระยะทางดังนี้ 2500 จากนั้นให้คลิกที่ปุ่ม Apply

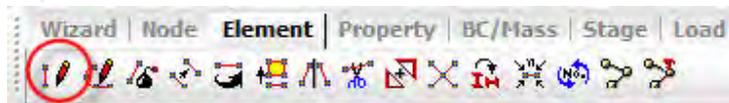


รูปที่ 4.19.3 ขั้นตอนการใช้คำสั่ง Divide Element ในหน้าต่างของ Tree Menu



รูปที่ 4.19.4 แบบจำลองโมเดลเมื่อดำเนินการแล้วเสร็จ

- สร้างแบบจำลองโมเดลของ Truss ที่ช่วยรับแรงดึงของคานยื่น

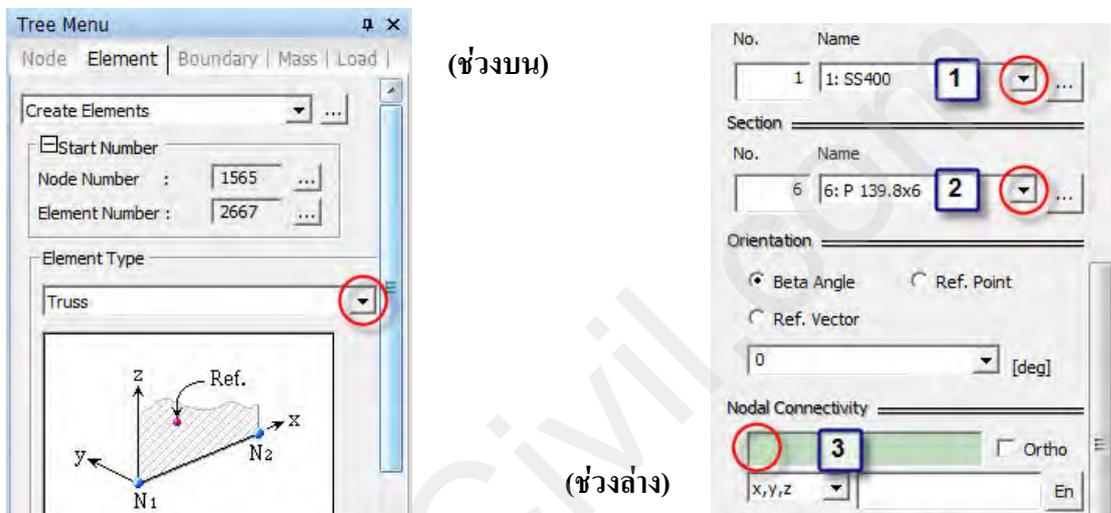


รูปที่ 4.19.5 คำสั่ง Create Element ในแถบเครื่องมือของ Element

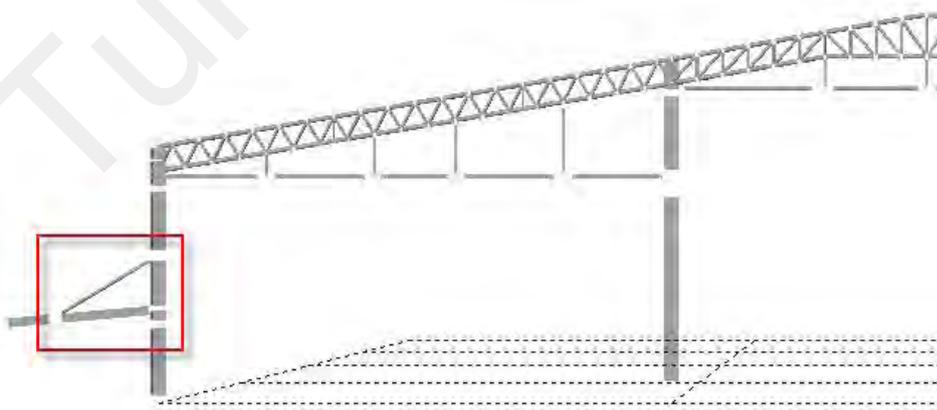
- หน้าต่างของ Tree Menu ในส่วนของคำสั่ง Create Element (ช่วงบน)

1 ในกรอบของ Element Type ให้คลิกเลือกเป็น Truss

- หน้าต่างของ Tree Menu ในส่วนของคำสั่ง Create Element (ช่วงล่าง)
 - 1 ในกรอบของ Material ให้เลือกเป็น 1: SS400 หรือจะระบุเป็นรหัส ID ก็ได้
 - 2 ในกรอบของ Section ให้เลือกเป็น 6: P 139.8x6 หรือจะระบุเป็นรหัส ID ก็ได้
 - 3 คลิกเลือกในช่อง Nodal Connectivity เพื่อเริ่มต้นการจำลองโมเดล



รูปที่ 4.19.6 คำสั่ง Create Element ที่อยู่ใน Tree Menu



รูปที่ 4.19.7 แบบจำลองโมเดลเมื่อดำเนินการแล้วเสร็จ

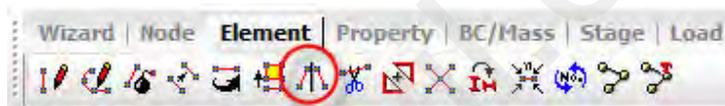
○ สร้างแบบจำลองโมเดลของคานยื่น ด้วยคำสั่ง Mirror Elements

- คลิกที่คำสั่ง Front ในแถบเครื่องมือของ View Point เพื่อปรับมุมมองของการแสดงภาพให้อยู่ในลักษณะมองมาจากด้านหน้า



รูปที่ 4.19.8 คำสั่ง Front ในแถบเครื่องมือของ View Point

- คลิกที่คำสั่ง Mirror Elements จะปรากฏ ขั้นตอนการใช้คำสั่ง Mirror Elements



รูปที่ 4.19.9 คำสั่ง Mirror Elements ในแถบเครื่องมือของ Element

- หน้าต่างของ Tree Menu ในส่วนของคำสั่ง Mirror Elements

1

ในกรอบของ Mode ให้เลือกเป็น Copy

2

ในกรอบของ Reflection ให้คลิกเลือก y-z plane X:

3

ในช่อง Intersect ให้คลิกเลือก Node และ Element

- คลิกเลือก Copy Node Attributes :

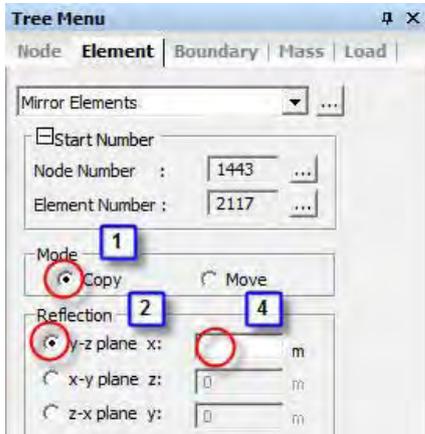
- คลิกเลือก Copy Element Attributes :

- คลิกเลือก Mirror Beta Angle :

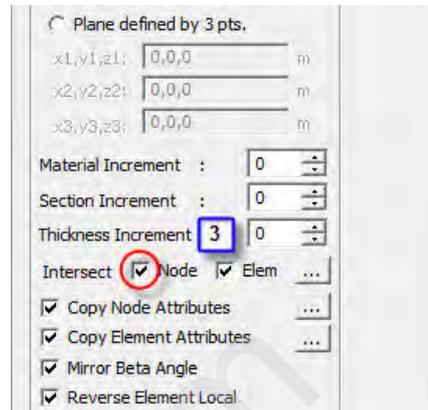
- คลิกเลือก Reverse Element Local :

4

คลิกเลือกในช่องของ y-z plane X: จากนั้นให้ไปยังหน้าต่างของ Model View เพื่อคลิกที่ตำแหน่งกึ่งกลางของแกน X ในหน้าต่าง Model View จากนั้นคลิกปุ่ม Apply

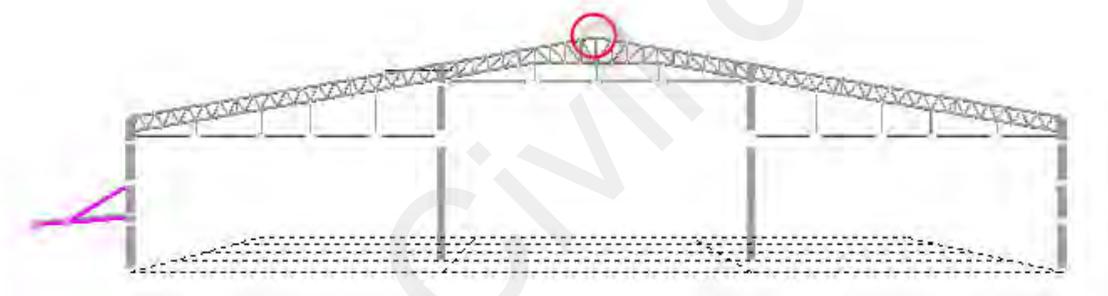


(ช่วงบน)

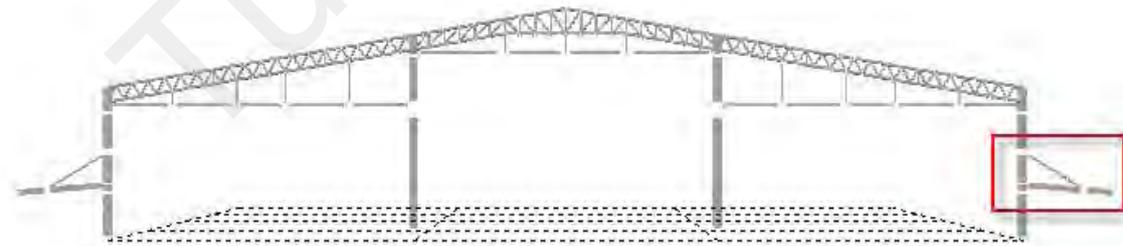


(ช่วงล่าง)

รูปที่ 4.19.10 คำสั่ง Mirror Elements ในแถบเครื่องมือของ Element



รูปที่ 4.19.11 ตำแหน่งของ Node ที่ใช้เป็นศูนย์กลางของการ Mirror



รูปที่ 4.19.12 แบบจำลองโมเดลเมื่อดำเนินการแล้วเสร็จ

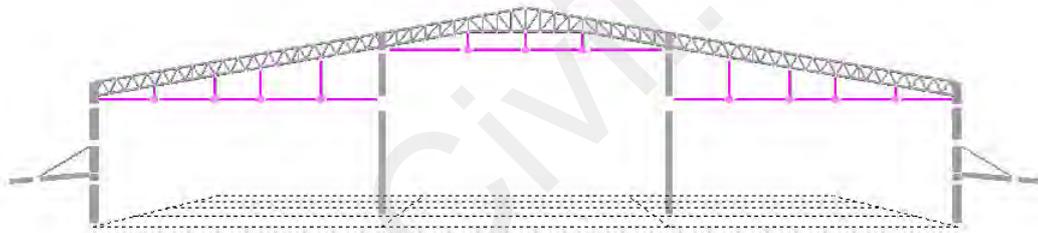
○ คัดลอกแบบจำลองของโครงสร้างช่วยรับ Truss T1 ด้วยคำสั่ง Translate Elements

- คลิกที่คำสั่ง Select by Window จากนั้นให้ไปยังหน้าต่างของ Model View เพื่อเลือก Element ที่ต้องการคัดลอก



รูปที่ 4.19.13 คำสั่ง Select by Window ในแถบเครื่องมือของ Selection

- ในหน้าต่าง Model View ให้คลิกเลือกไปตามตำแหน่ง Element ที่เป็นสีชมพู



รูปที่ 4.19.14 ตำแหน่งที่ต้องการเลือก

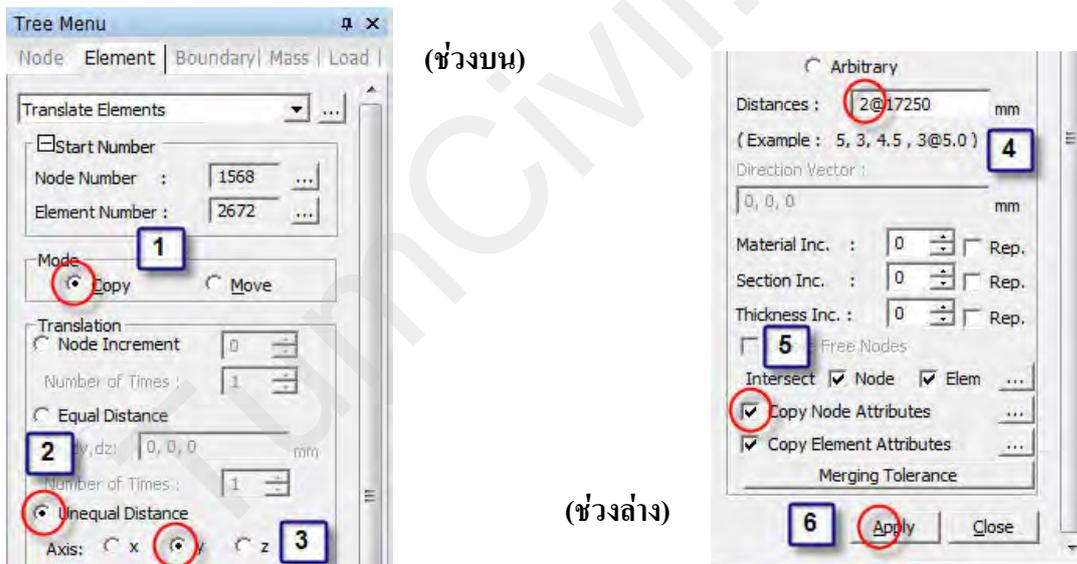
- คลิกที่คำสั่ง Translate Elements จะปรากฏ ขั้นตอนการใช้คำสั่ง Translate Elements ในหน้าต่างของ Tree Menu



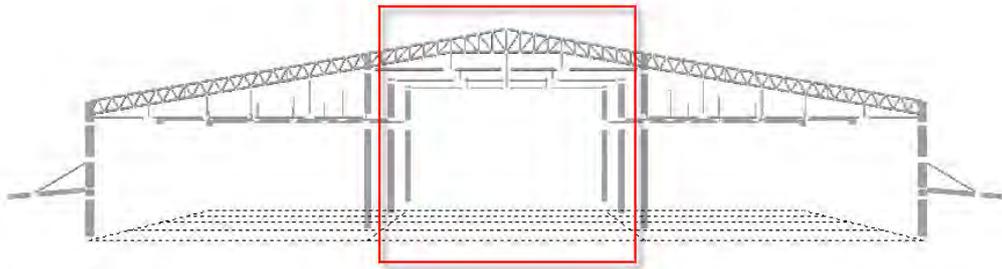
รูปที่ 4.19.15 คำสั่ง Translate Elements ในแถบเครื่องมือของ Element

- หน้าต่างของ Tree Menu ในส่วนของคำสั่ง Translate Elements

- 1 ในกรอบของ Mode ให้เลือกเป็น Copy
- 2 คลิกเลือก Unequal Distance
- 3 ในช่อง Axis : คลิกเลือกแกน Y
- 4 ในช่อง Distance : พิมพ์ 2@17250
- 5 ในช่อง Intersect ให้คลิกเลือก Node และ Element
 - คลิกเลือก Copy Node Attributes :
 - คลิกเลือก Copy Element Attributes :
- 6 คลิกที่ปุ่ม Apply เพื่อทำการคัดลอกโมเดลในหน้าต่างของ Model View



รูปที่ 4.19.16 ขั้นตอนการใช้คำสั่ง Translate Elements ในหน้าต่างของ Tree Menu



รูปที่ 4.19.17 แบบจำลองโมเดลหลังจากใช้คำสั่ง Translate Elements

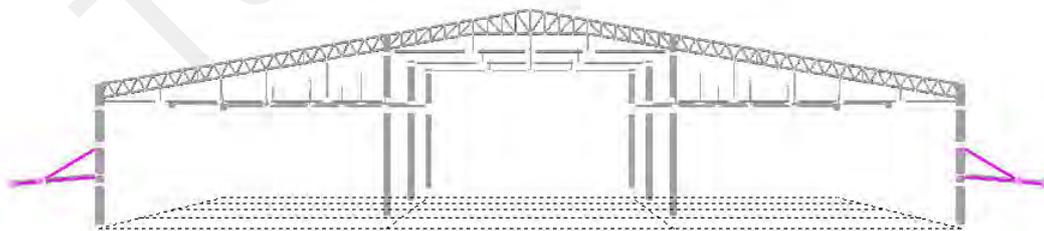
○ คัดลอกแบบจำลองของคานยื่นด้วยคำสั่ง Translate Elements

- คลิกที่คำสั่ง Select by Window จากนั้นให้ไปยังหน้าต่างของ Model View เพื่อเลือก Element ที่ต้องการคัดลอก



รูปที่ 4.19.18 คำสั่ง Select by Window ในแถบเครื่องมือของ Selection

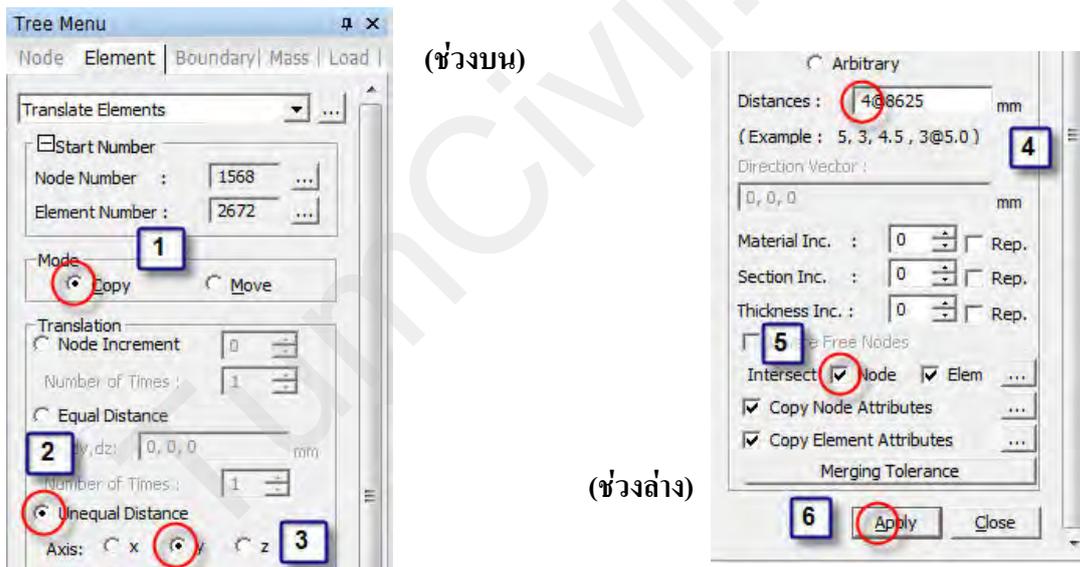
- ในหน้าต่าง Model View ให้คลิกเลือกไปตามตำแหน่ง Element ที่เป็นสีชมพู



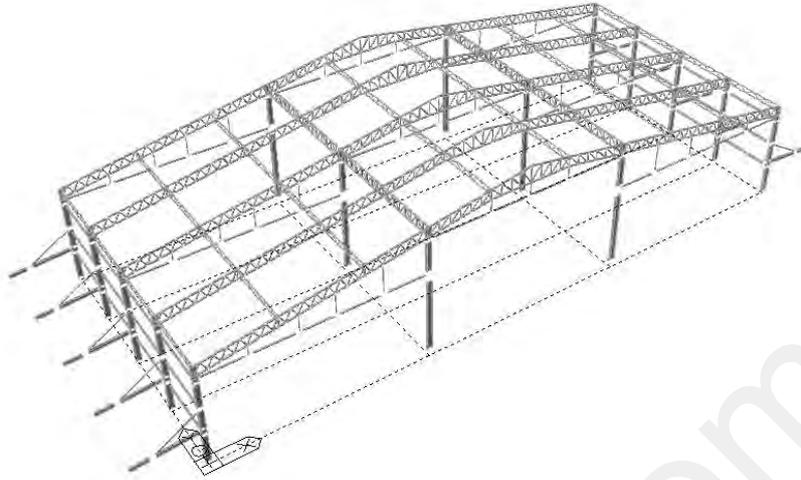
รูปที่ 4.19.14 ตำแหน่งที่ต้องการเลือก

- หน้าต่างของ Tree Menu ในส่วนของคำสั่ง Translate Elements

- 1 ในกรอบของ Mode ให้เลือกเป็น Copy
- 2 คลิกเลือก Unequal Distance
- 3 ในช่อง Axis : คลิกเลือกแกน Y
- 4 ในช่อง Distance : พิมพ์ 4@8625
- 5 ในช่อง Intersect ให้คลิกเลือก Node และ Element
 - คลิกเลือก Copy Node Attributes :
 - คลิกเลือก Copy Element Attributes :
- 6 คลิกที่ปุ่ม Apply เพื่อทำการคัดลอกโมเดลในหน้าต่างของ Model View



รูปที่ 4.19.20 ขั้นตอนการใช้คำสั่ง Translate Elements ในหน้าต่างของ Tree Menu



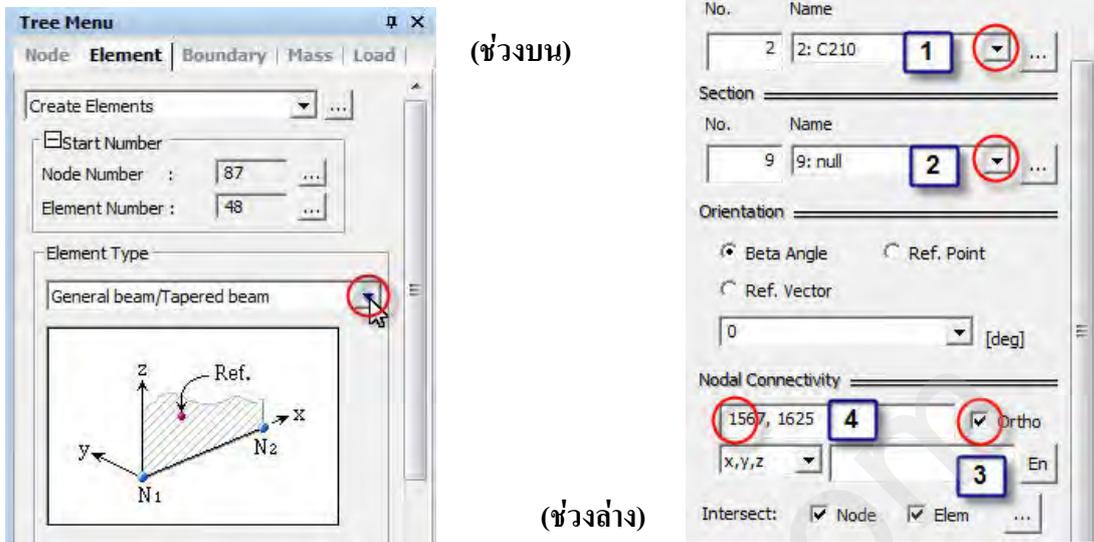
รูปที่ 4.19.21 แบบจำลองโมเดลหลังจากใช้คำสั่ง Translate Elements

○ สร้าง Element ปิดพื้นที่ๆ ต้องการให้ Floor Load ด้วยคำสั่ง Create Element



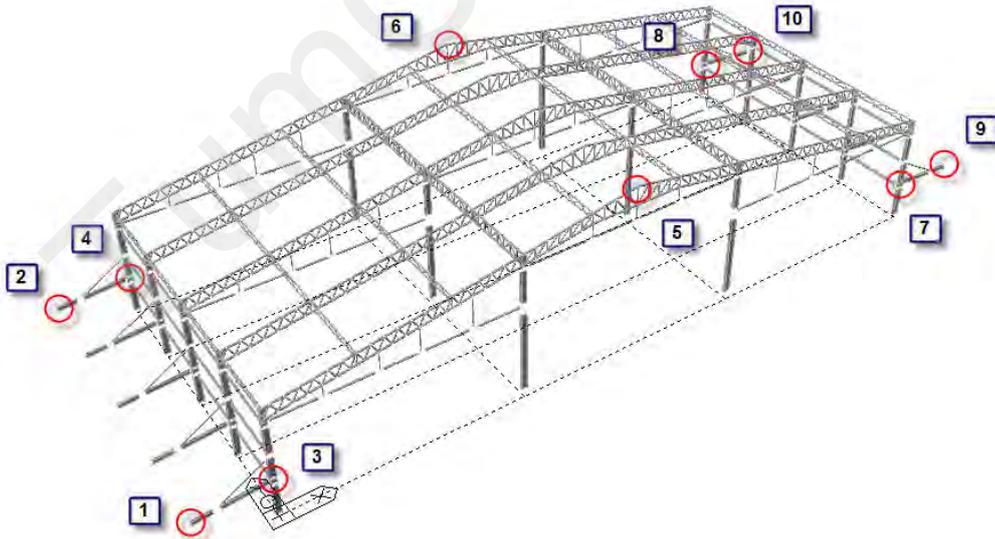
รูปที่ 4.19.22 คำสั่ง Create Element ในแถบเครื่องมือของ Element

- หน้าต่างของ Tree Menu ในส่วนของคำสั่ง Create Element (ช่วงบน)
 - 1 ในกรอบของ Element Type ให้คลิกเลือกเป็น General beam/Tapered beam
- หน้าต่างของ Tree Menu ในส่วนของคำสั่ง Create Element (ช่วงล่าง)
 - 1 ในกรอบของ Material ให้เลือกเป็น 2: C210 หรือจะระบุเป็นรหัส ID ก็ได้
 - 2 ในกรอบของ Section ให้เลือกเป็น 9: null หรือจะระบุเป็นรหัส ID ก็ได้
 - 3 คลิกเลือก Ortho หมายถึงให้ตอนสร้างให้ขนานกับแกนทั้งสาม (x ,y ,z)
 - 4 คลิกเลือกในช่อง Nodal Connectivity เพื่อเริ่มต้นการจำลองโมเดล

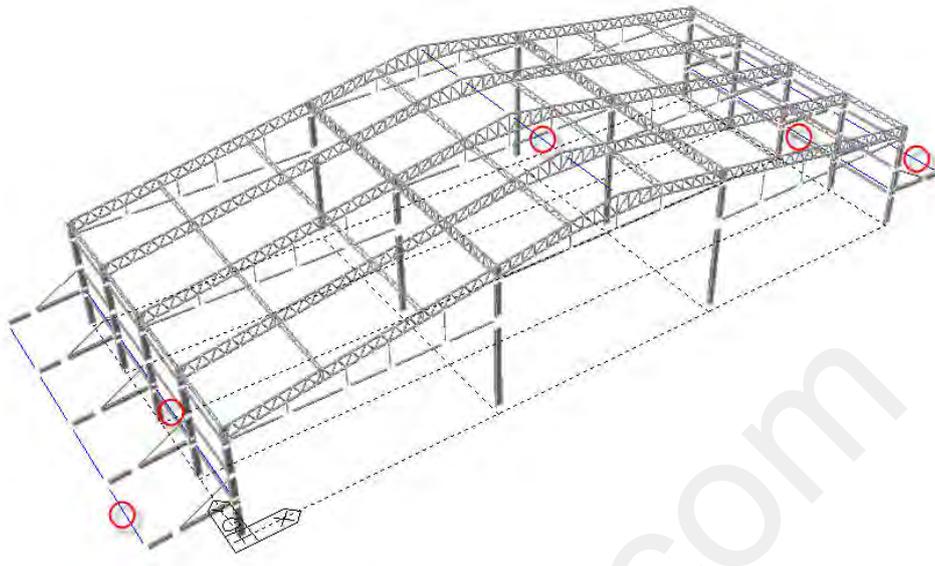


รูปที่ 4.19.23 คำสั่ง Create Element ที่อยู่ใน Tree Menu

- ให้เริ่มสร้าง Element ปิดพื้นที่ๆ ต้องการใช้ Floor Load ตามตำแหน่งของวงกลมสีแดง โดยลากจากหมายเลข 1-2, 3-4, 5-6, 7-8, 9-10 จำนวน 5 Element



รูปที่ 4.19.24 รูปภาพแสดงตำแหน่งที่ต้องสร้างเสาหลักเพิ่ม



รูปที่ 4.19.25 แบบจำลองโมเดลเมื่อแล้วเสร็จ

บทที่ 5

การวิเคราะห์และออกแบบโรงงานโครงสร้างเหล็ก

5.1) กำหนดลักษณะของฐานราก ด้วยคำสั่ง Support

○ เลือกแสดงเฉพาะโมเดลของระนาบ XY Plane

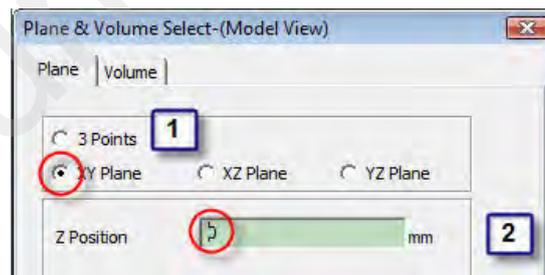
- คลิกที่คำสั่ง Select by Plane จากนั้นให้ไปยังหน้าต่างของ Model View



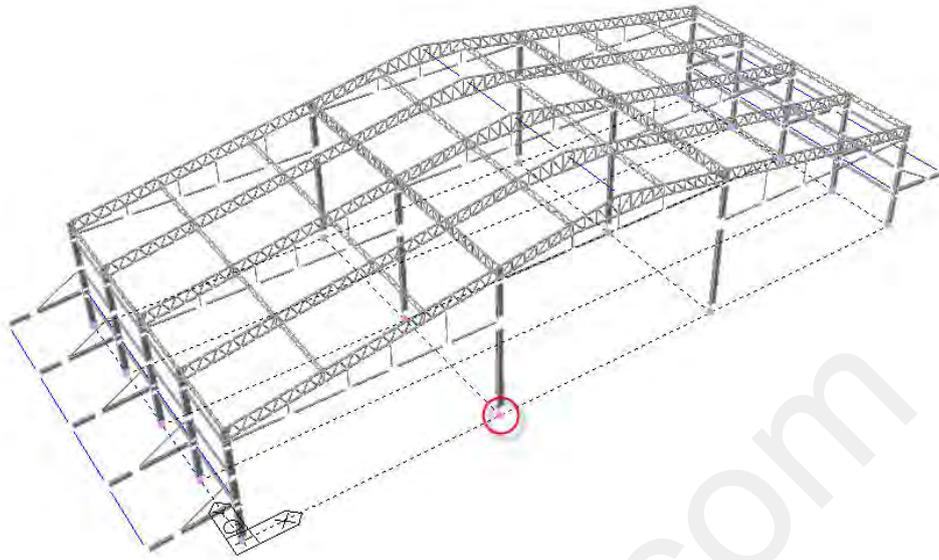
รูปที่ 5.1.1 คำสั่ง Select by Plane ในแถบเครื่องมือของ Selection

- จากนั้นทำการเลือกโมเดลในลักษณะระนาบ 2 มิติ (Plane) ซึ่งสามารถเลือกได้ 4 แบบคือ

1. คลิกเลือกที่ XY Plane เพื่อกำหนดระนาบที่ต้องการจะเลือก
2. คลิกที่ช่อง Z Position เพื่อที่จะเลือก Node ของบริเวณที่ต้องการตามรูป



รูปที่ 5.1.2 หน้าต่าง Plane & Volume Select ของคำสั่ง Select by Plane



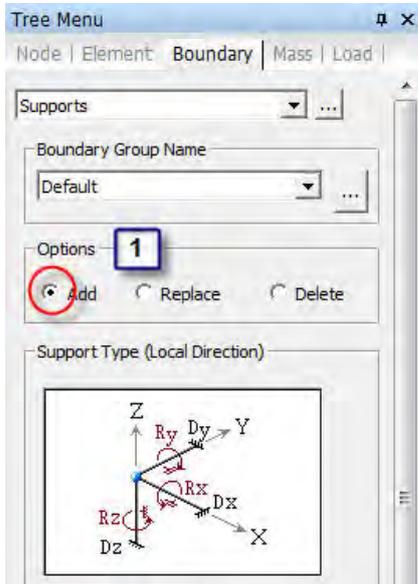
รูปที่ 5.1.3 ตำแหน่งที่ต้องการในระนาบ XY Plane

○ กำหนดลักษณะของฐานราก ด้วยคำสั่ง Support

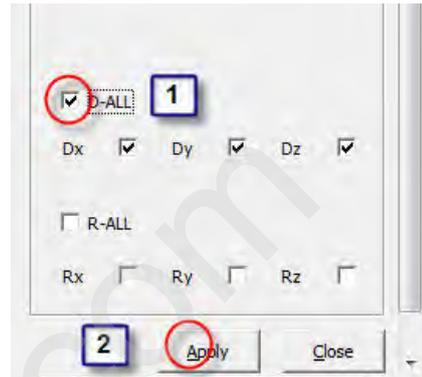


รูปที่ 5.1.4 คำสั่ง Support ในแถบเครื่องมือของ BC/Mass

- หน้าต่างของ Tree Menu ในส่วนของคำสั่ง Support (ช่วงบน)
 - 1 ในกรอบของ Option ให้คลิกเลือกเป็น Add
- หน้าต่างของ Tree Menu ในส่วนของคำสั่ง Support (ช่วงล่าง)
 - 1 คลิกเลือกที่ D-ALL แสดงว่าให้พิจารณาแรงกระทำทั้ง 3 แกนแต่ไม่พิจารณาโมเมนต์
 - 2 คลิกที่ปุ่ม Apply เพื่อทำการสร้างจุด Support ในหน้าต่างของ Model View

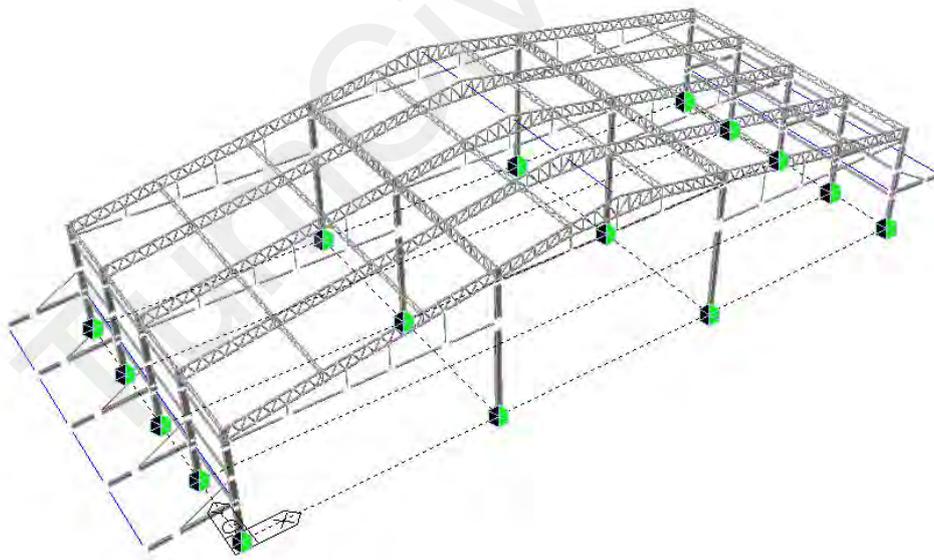


(ช่วงบน)



(ช่วงล่าง)

รูปที่ 5.1.5 คำสั่ง Support ที่อยู่ใน Boundary



รูปที่ 5.1.6 แบบจำลองโมเดลเมื่อแล้วเสร็จ

5.2) กำหนดลักษณะของน้ำหนักบรรทุกที่มากกระทำกับแบบจำลองโมเดล

○ จัดกลุ่มลักษณะของน้ำหนักบรรทุกที่มากกระทำ

- คลิกที่คำสั่ง Static Load Cases จากนั้นให้ไปยังหน้าต่างของ Static Load Cases



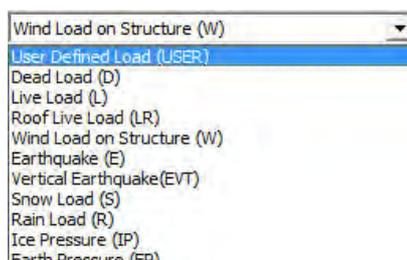
รูปที่ 5.2.1 คำสั่ง Static Load Cases ในแถบเครื่องมือของ Load

- ในหน้าต่างของ Static Load Cases สามารถกำหนดประเภทของน้ำหนักบรรทุกได้ หลากหลายตามประเภทของการใช้งานจริง ซึ่งจะส่งผลกับค่าตัวคูณเพิ่มกำลัง สามารถแบ่งได้ 3 ประเภท ดังนี้

Name:	Type:	Remark:
DL	Dead Load (D)	น้ำหนักบรรทุกคงที่
LL	Live Load (L)	น้ำหนักบรรทุกจร
WX	Wind Load on Structure(W)	แรงลมกระทำทางแกน X

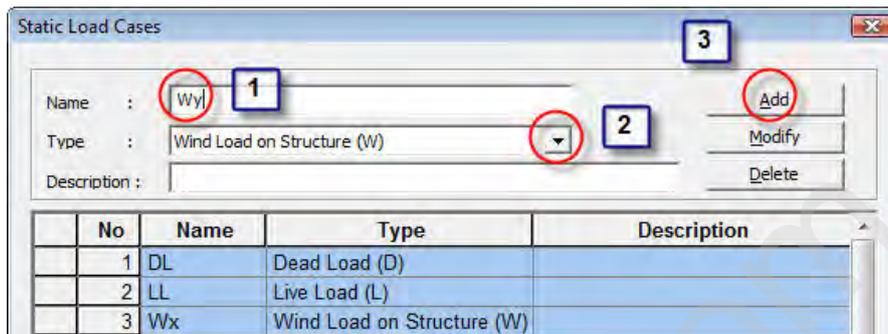
1) คลิกในช่องของ Name: เพื่อตั้งชื่อของประเภทของน้ำหนักบรรทุก

2) คลิกเลือก Type: ประเภทของน้ำหนักบรรทุกที่มากกระทำกับแบบจำลองโมเดล



รูปที่ 5.2.2 คำสั่ง Static Load Cases ในหมวดของ Type ที่สามารถเลือกได้

- 3 คลิกที่ปุ่ม Add เพื่อเพิ่มประเภทของน้ำหนักบรรทุก



รูปที่ 5.2.3 หน้าต่างของคำสั่ง Static Load Cases

- เพิ่มน้ำหนักบรรทุกคงที่ (น้ำหนักบรรทุกตัวเอง)
 - คลิกที่คำสั่ง Self Weight จากนั้นให้ไปยังหน้าต่างของของ Static Load Cases

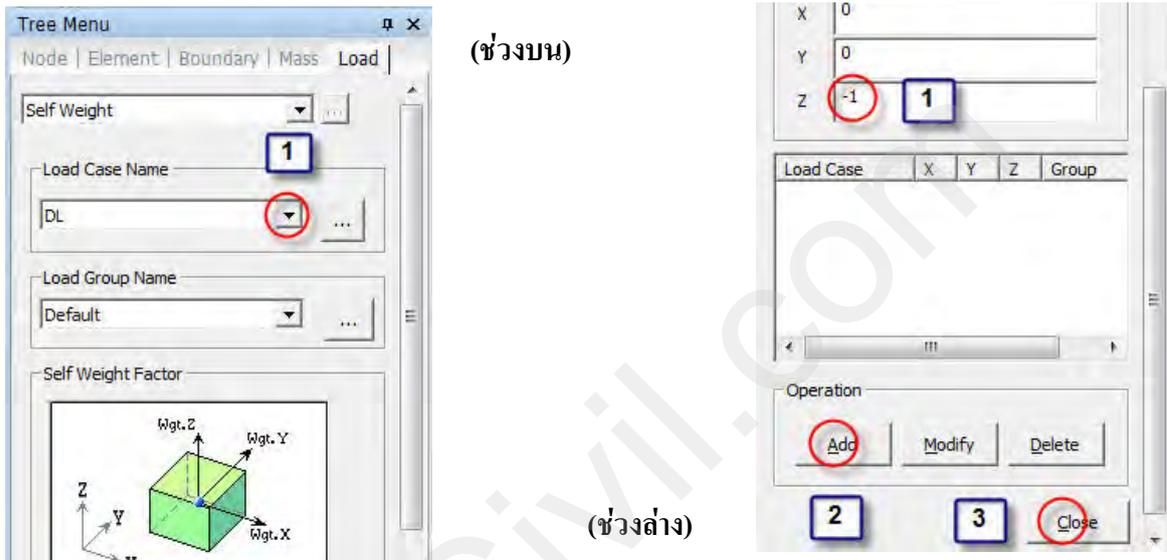


รูปที่ 5.2.4 คำสั่ง Self Weight ในแถบเครื่องมือของ Load

- หน้าต่างของ Tree Menu ในส่วนของคำสั่ง Self Weight (ช่วงบน)
 - 1 ในกรอบของ Load Case Name ให้คลิกเลือกเป็น DL เพราะต้องการให้น้ำหนักบรรทุกตัวเอง (Self Weight) ไปอยู่ในกลุ่มของน้ำหนักบรรทุกคงที่ (DL)
- หน้าต่างของ Tree Menu ในส่วนของคำสั่ง Self Weight (ช่วงล่าง)
 - 1 ในกรอบของ Z ให้พิมพ์ -1 หมายความว่าให้เพิ่มน้ำหนักบรรทุกตัวเอง (Self Weight) หนึ่งเท่าตามแรงโน้มถ่วงของโลก

2 คลิกที่ปุ่ม Add เพื่อเพิ่มน้ำหนักบรรทุกตัวเอง (Self Weight)

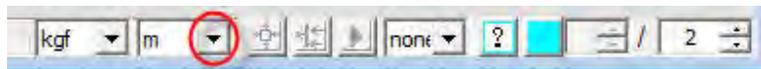
3 คลิกที่ปุ่ม Close เพื่อออกจากคำสั่ง Self Weight ในหน้าต่าง Tree Menu



รูปที่ 5.2.5 ขั้นตอนของคำสั่ง Self Weight ใน Tree Menu

○ เพิ่มน้ำหนักบรรทุกของหลังคาโรงงาน ด้วยคำสั่ง Assign Floor Loads

- เปลี่ยนหน่วยที่ใช้ในการออกแบบในส่วน of หน่วยของแรงเป็น kg และหน่วยวัดความยาวเป็น m



รูปที่ 5.2.6 การเปลี่ยนหน่วยที่ใช้ออกแบบ

- คลิกที่คำสั่ง Assign Floor Loads จากนั้นให้ไปยังหน้าต่างของ Tree Menu



รูปที่ 5.2.7 คำสั่ง Assign Floor Loads ในแถบเครื่องมือของ Load

- หน้าต่างของ Tree Menu ในส่วนของคำสั่ง Assign Floor Loads (ช่วงบน)

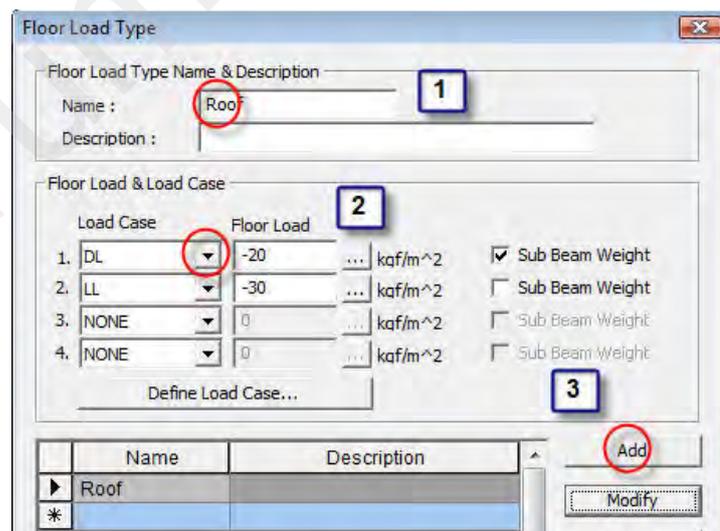
1 คลิกที่ Floor Load Type เพื่อกำหนดน้ำหนักบรรทุกแบบรวมทั้ง น้ำหนักบรรทุกคงที่ (DL) และ น้ำหนักบรรทุกจร (LL)

1 ตั้งชื่อน้ำหนักบรรทุกแบบในช่องของ Name: โดยพิมพ์ว่า Roof

2 ในกรอบของ Floor Load & Load Case ให้กำหนดค่าดังต่อไปนี้

Load Case	Floor Load	Remark
DL	-20	น้ำหนักบรรทุกคงที่ของโครงหลังคา
LL	-30	น้ำหนักบรรทุกจรของโครงหลังคา

3 คลิกที่ปุ่ม Add เพื่อเพิ่ม Floor Load Type



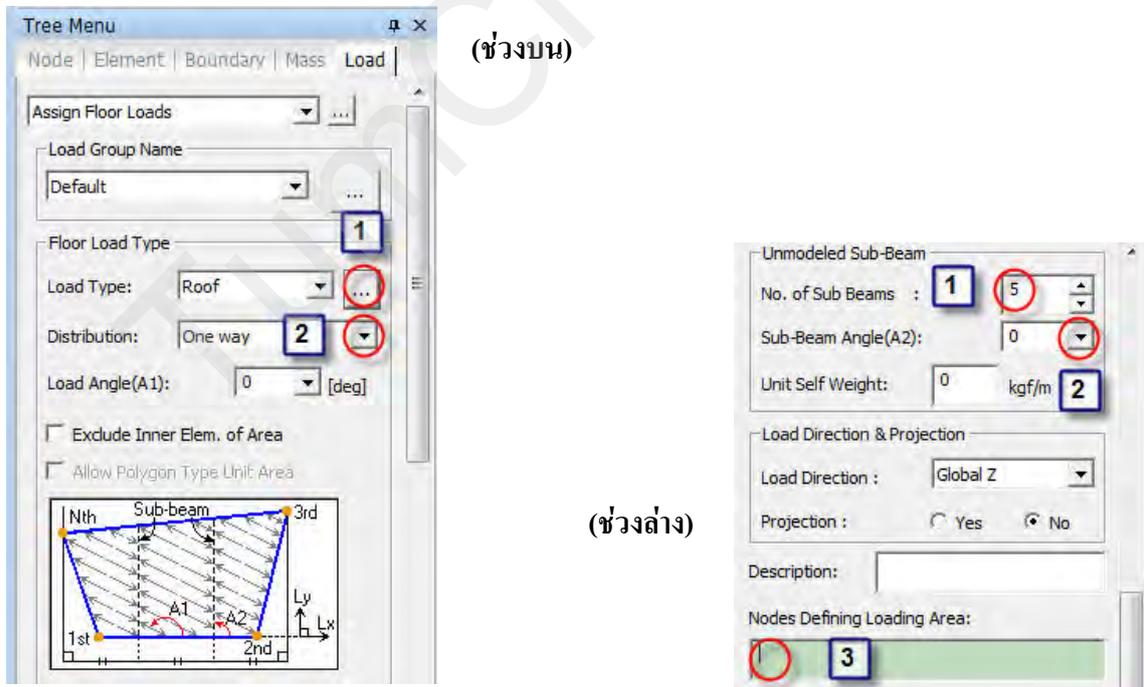
รูปที่ 5.2.8 ขั้นตอนของคำสั่ง Floor Load Type

- 2** ในกรอบของ Distribution: ให้คลิกเลือก One Way คือถ่ายน้ำหนักทางเดียว
- หน้าต่างของ Tree Menu ในส่วนของคำสั่ง Assign Floor Loads (ช่วงล่าง)

1 ในกรอบ No. of Sub Beams: ให้พิมพ์เลข 5 หมายความว่าต้องการให้มีจันทันในช่องของ Floor Load จำนวน 5 ท่อนเป็นลักษณะ Point Load

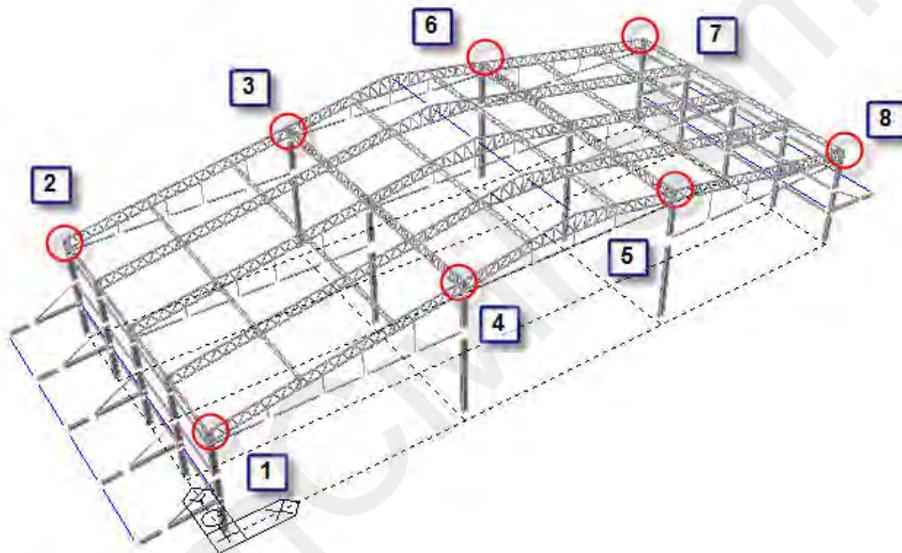
2 ในกรอบ Sub-Beam Angle(A2): หมายความว่าต้องการให้จันทันทำมุม 0 องศากับแนวการกำหนดขอบเขตของ Floor Load

3 คลิกที่ช่องของ Node Defining Loading Area ก็ต้องกำหนดพื้นที่ของ Floor Load โดยการคลิกที่ Node ในหน้าต่าง Model View

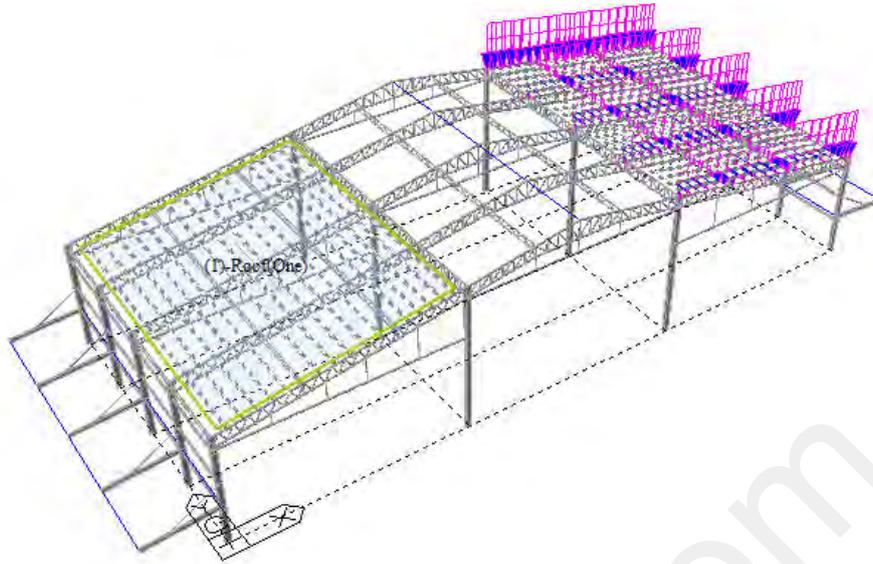


รูปที่ 5.2.9 ขั้นตอนของคำสั่ง Assign Floor Loads ใน Tree Menu

- ตำแหน่งที่ต้องคลิกเพื่อกำหนดพื้นที่ของคำสั่ง Assign Floor Loads คือ 1,2,3,4 และ 5,6,7,8 ตามลำดับ

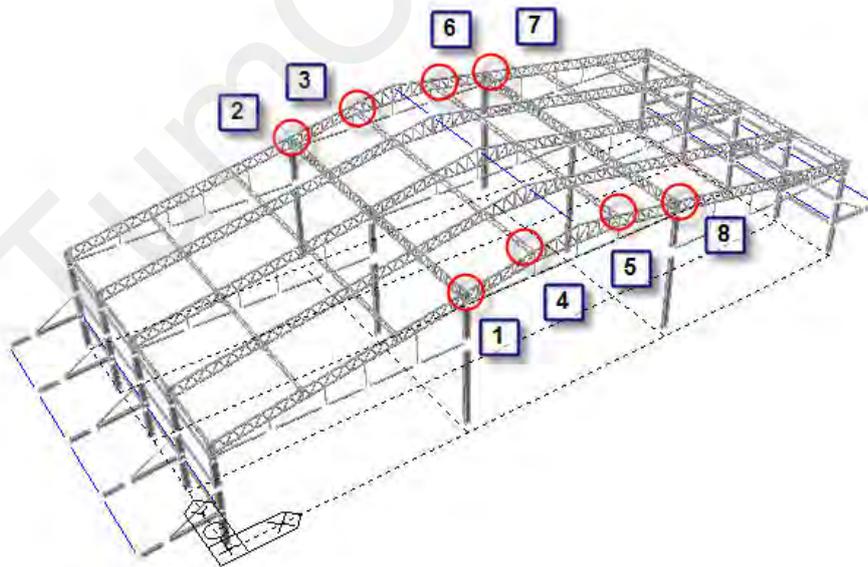


รูปที่ 5.2.10 แสดง Node พื้นที่ของคำสั่ง Assign Floor Loads

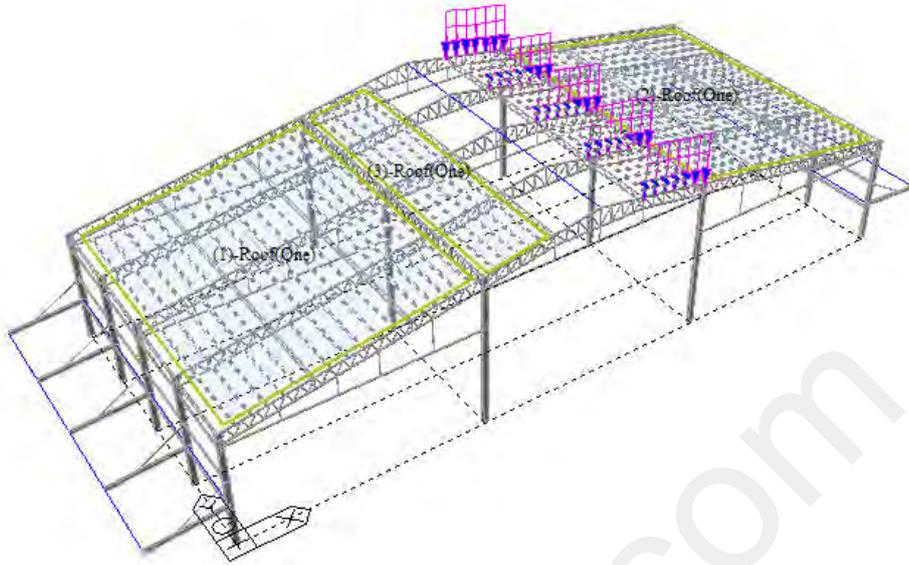


รูปที่ 5.2.11 การเพิ่มน้ำหนักบรรทุกแบบ Assign Floor Loads เมื่อแล้วเสร็จ

- ตำแหน่งที่ต้องคลิกเพื่อกำหนดพื้นที่ของคำสั่ง Assign Floor Loads คือ 1,2,3,4 และ 5,6,7,8 ตามลำดับ

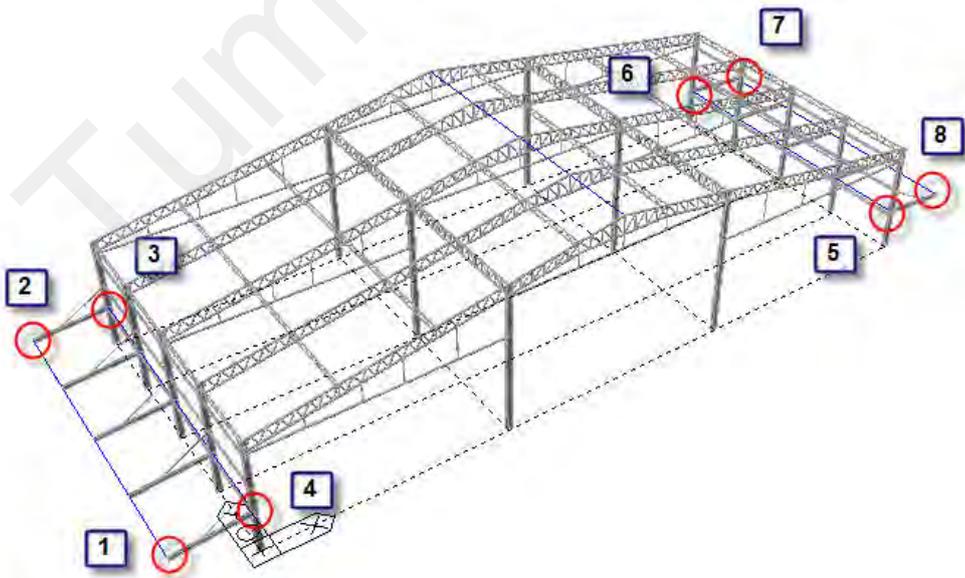


รูปที่ 5.2.12 แสดง Node พื้นที่ของคำสั่ง Assign Floor Loads

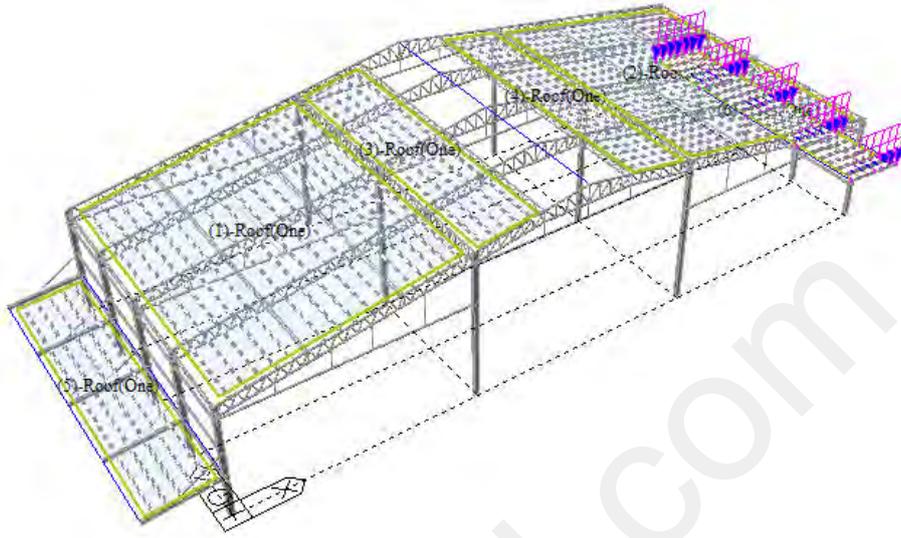


รูปที่ 5.2.13 การเพิ่มน้ำหนักบรรทุกแบบ Assign Floor Loads เมื่อแล้วเสร็จ

- ตำแหน่งที่ต้องคลิกเพื่อกำหนดพื้นที่ของคำสั่ง Assign Floor Loads คือ 1,2,3,4 และ 5,6,7,8 ตามลำดับ

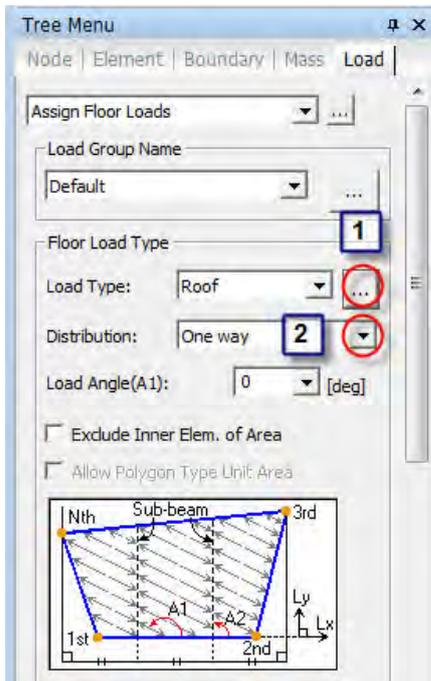


รูปที่ 5.2.14 แสดง Node พื้นทีของคำสั่ง Assign Floor Loads

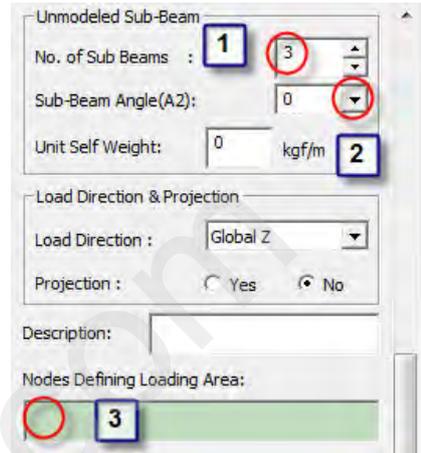


รูปที่ 5.2.15 การเพิ่มน้ำหนักบรรทุกทุกแบบ Assign Floor Loads เมื่อแล้วเสร็จ

- หน้าต่างของ Tree Menu ในส่วนของคำสั่ง Assign Floor Loads (ช่วงบน)
 - 1 ในกรอบของ Floor Load Type: ให้คลิกเลือก Roof
 - 2 ในกรอบของ Distribution: ให้คลิกเลือก One Way คือถ่ายน้ำหนักทางเดียว
- หน้าต่างของ Tree Menu ในส่วนของคำสั่ง Assign Floor Loads (ช่วงล่าง)
 - 1 ในกรอบ No. of Sub Beams: ให้พิมพ์เลข 3 หมายความว่าต้องการให้มีจันทันในช่องของ Floor Load จำนวน 3 ท่อนเป็นลักษณะ Point Load
 - 2 ในกรอบ Sub-Beam Angle (A2): หมายความว่าต้องการให้จันทันทำมุม 0 องศากับแนวการกำหนดขอบเขตของ Floor Load
 - 3 คลิกที่ช่องของ Node Defining Loading Area คือต้องกำหนดพื้นที่ของ Floor Load โดยการคลิกที่ Node ในหน้าต่าง Model View



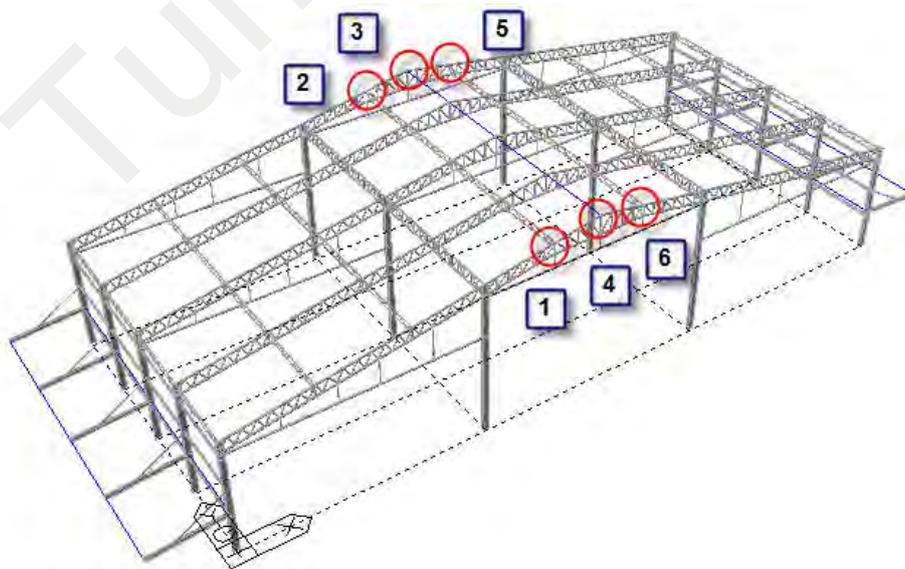
(ช่วงบน)



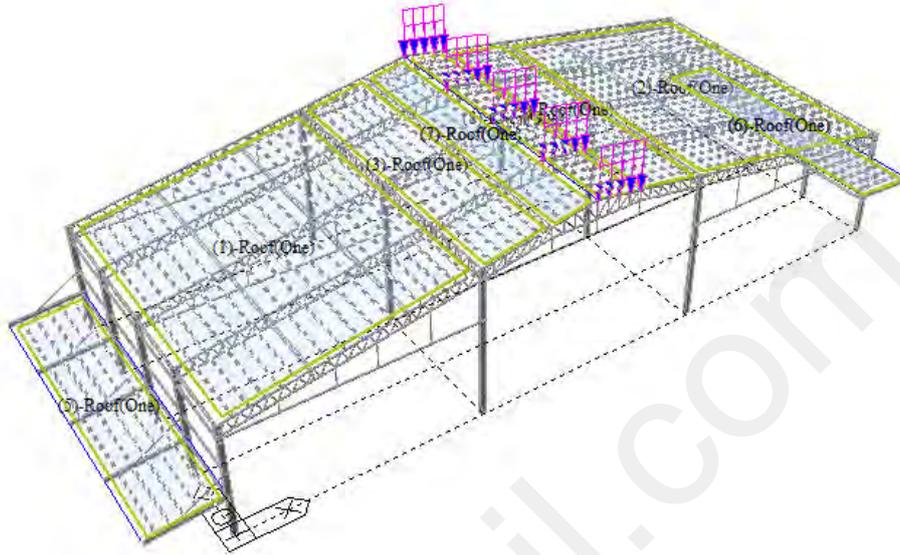
(ช่วงล่าง)

รูปที่ 5.2.16 ขั้นตอนของคำสั่ง Assign Floor Loads ใน Tree Menu

- ตำแหน่งที่ต้องคลิกเพื่อกำหนดพื้นที่ของคำสั่ง Assign Floor Loads คือ 1,2,3,4 และ 4,3,5,6 ตามลำดับ



รูปที่ 5.2.17 แสดง Node พื้นที่ของคำสั่ง Assign Floor Loads



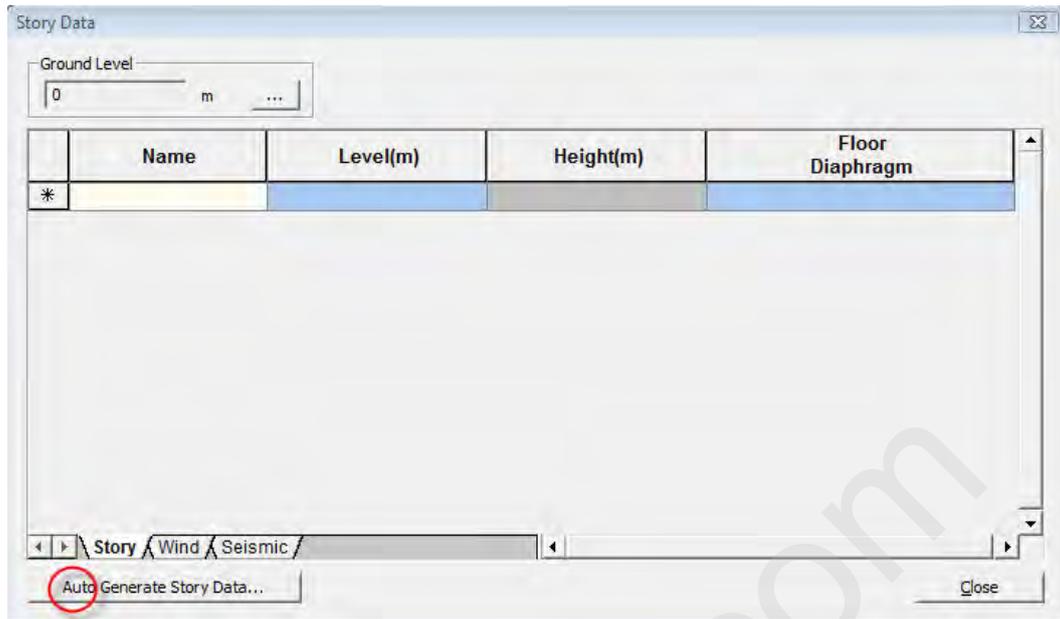
รูปที่ 5.2.18 การเพิ่มน้ำหนักบรรทุกแบบ Assign Floor Loads เมื่อแล้วเสร็จ

- กำหนดความสูงแต่ละชั้นของโรงงานด้วยคำสั่ง Story Data
 - คลิกที่คำสั่ง Story Data จากนั้นให้ไปยังหน้าต่างของ Story Data เพื่อกำหนดความสูงแต่ละชั้นของโรงงานที่จะพิจารณาแรงลม



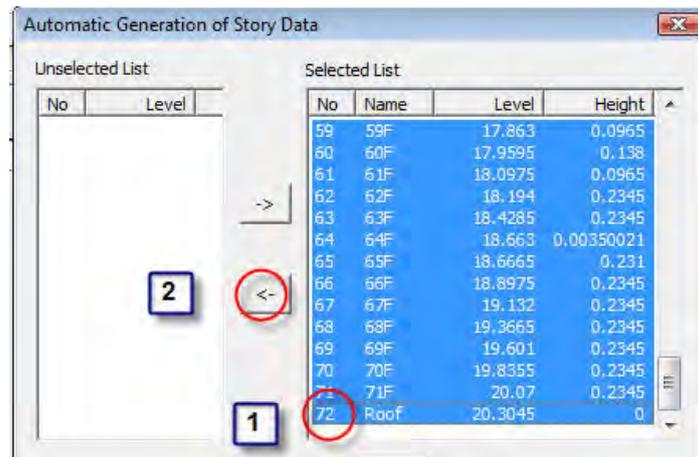
รูปที่ 5.2.19 คำสั่ง Story Data ในแถบเครื่องมือของ Building

- คลิกที่คำสั่ง Auto Generate Story Data... เพื่อกำหนดความสูงแต่ละชั้นของโรงงานแบบอัตโนมัติ



รูปที่ 5.2.20 ขั้นตอนของคำสั่ง Story Data

- หน้าต่างของ Auto Generate Story Data... ในส่วนของคำสั่ง Story Data
 - 1 ในช่อง Selected List ให้คลิกที่ No: 1 Name: 1F จากนั้นให้เลื่อน Scroll Bar ลงมากด Shift ที่เป็นพิมพ์หลังจากนั้นให้คลิกที่ No: 72 Name: Roof
 - 2 คลิกที่ปุ่มเพื่อส่งข้อมูลกลับไปยังช่องของ Unselected List เพื่อไม่เลือกทั้งหมด



รูปที่ 5.2.21 ขั้นตอนของคำสั่ง Auto Generate Story Data...

1 ในช่อง Unselected List ให้กด Ctrl ที่แป้นพิมพ์ค้างไว้จากนั้นคลิกที่ No: 1, 2, 5, 16 และ 72

2 คลิกที่ปุ่มเพื่อส่งข้อมูลไปยังช่องของ Selected List เพื่อเลือกเฉพาะบางส่วน



รูปที่ 5.2.22 ขั้นตอนของคำสั่ง Auto Generate Story Data...

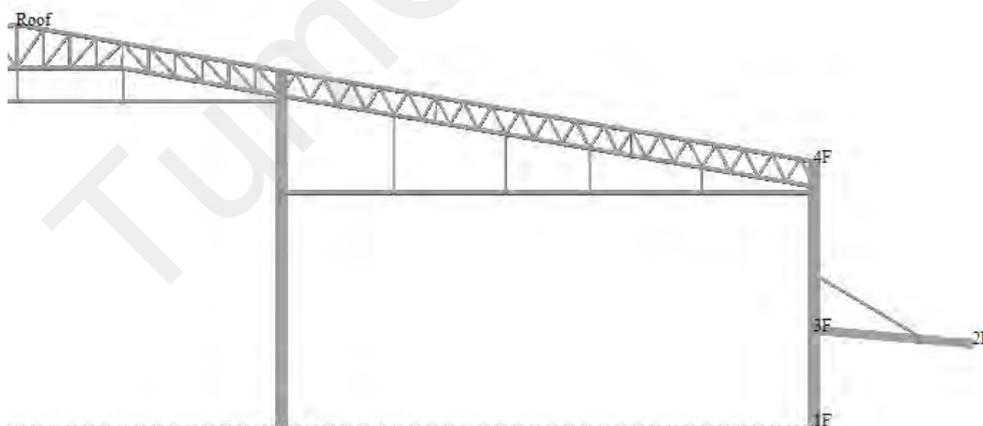
Story Data				
Ground Level: 0 m				
	Name	Level(m)	Height(m)	Floor Diaphragm
	Roof	20.30	0.00	Consider
	4F	13.37	6.94	Consider
	3F	4.84	8.53	Consider
	2F	4.14	0.70	Consider
	1F	0.00	4.14	Do not consider
*				

รูปที่ 5.2.23 ขั้นตอนของคำสั่ง Story Data เมื่อแล้วเสร็จ

- คลิกที่คำสั่ง Display Story Numbers เพื่อแสดงหมายเลขชั้นของโรงงาน



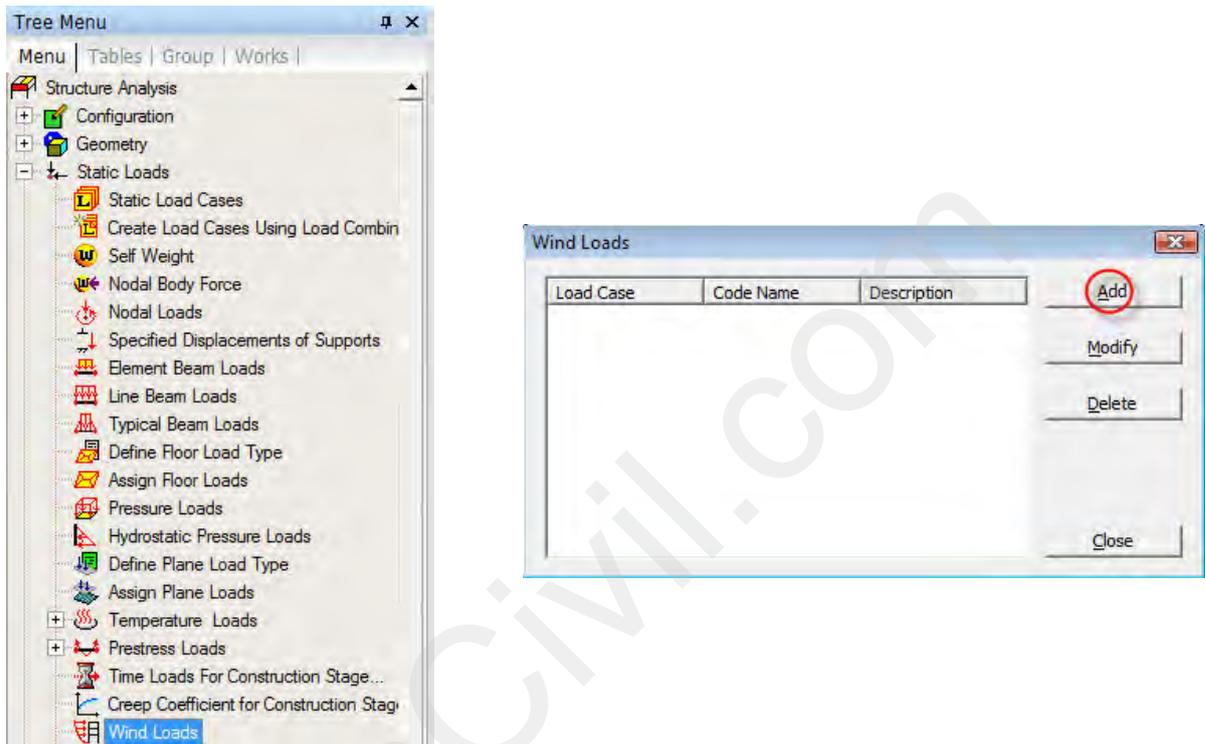
รูปที่ 5.2.24 คำสั่ง Display Story Numbers ในแถบเครื่องมือของ View Control



รูปที่ 5.2.25 หมายเลขชั้นของโรงงานที่แสดงด้วยคำสั่ง Display Story Numbers

○ เพิ่มแรงลมที่มากระทำกับแบบจำลองโมเดล

- หน้าต่างของ Tree Menu ในส่วนของแถบ Menu ดับเบิลคลิกที่ Static Loads และดับเบิลคลิกที่ Wind Load จากนั้นจะปรากฏหน้าต่างของ Wind Load ให้คลิกที่ปุ่ม Add



รูปที่ 5.2.26 คำสั่ง Wind Load ในหน้าต่าง Tree Menu

- หน้าต่าง Add/modify Wind Load Specification กำหนดแรงลมมากระทำทางด้านแกน X
 - 1 ในกรอบของ Load Case Name ให้คลิกเลือกเป็น WX
 - 2 ในกรอบของ Wind Load Code ให้คลิกเลือก UBC (1997)
 - 3 ในกรอบของ Wind Load Parameters
 - Exposure Category: ให้กำหนดลักษณะภูมิประเทศแบบที่ราบและทุ่ง โลงเลือก C
 - Basic Wind Speed: ให้กำหนดความเร็วลมที่ 80 mile/h

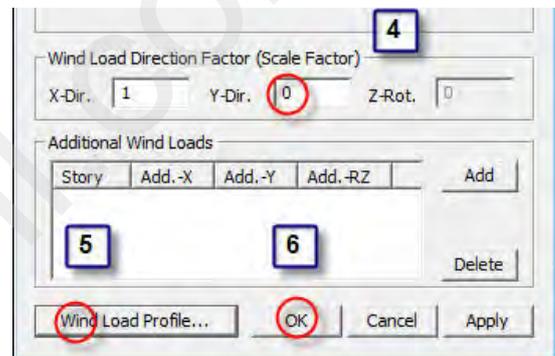
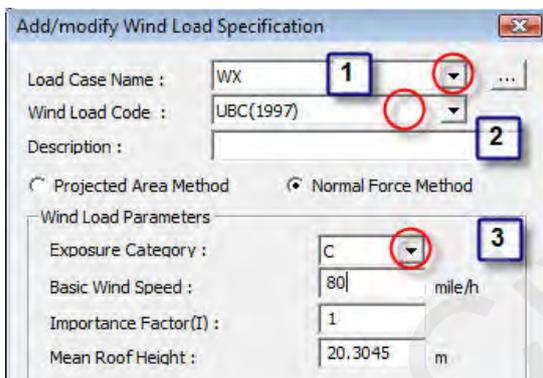
- Importance Factor(I): ให้กำหนดความสำคัญของอาคาร ใช้งานทั่วไปมีค่าเท่ากับ 1
- Mean Roof Height: ความสูงทั้งหมดของโรงงานจะได้จากค่าตั้ง Story Data

4 ในกรอบของ Wind Load Direction Factor (Scale Factor) เป็นการกำหนดทิศทางของแรงลมที่กระทำโดยต้องสัมพันธ์กับ Load Case Name คือ

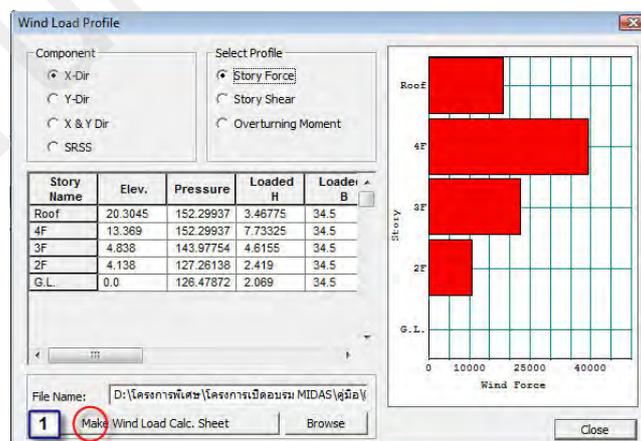
- WX จะกำหนดให้มีค่า X-Dir. เท่ากับ 1 และ ค่า Y-Dir. เท่ากับ 0

5 คลิกที่ปุ่ม Wind Load Profile... เพื่อแสดงค่าที่ได้จากการคำนวณของ Code UBC (1997)

6 คลิกที่ปุ่ม OK เมื่อการเพิ่มแรงลมแล้วเสร็จ



รูปที่ 5.2.27 ขั้นตอนของคำสั่ง Add/modify Wind Load Specification



รูปที่ 5.2.28 หน้าต่างแสดงค่าของ Wind Load Profile

- รายการคำนวณในส่วนของแรงลมที่แสดงด้วยคำสั่ง Make Wind Load Calc. Sheet

WIND LOADS BASED ON UBC1997 (Normal Force Method) [UNIT: kgf, m]

Design Wind Loads : $F = p \times \text{Area}$
 Design Wind Pressure : $p = Ce1 \times Cq1 \times qs \times Iw - Ce2 \times Cq2 \times qs \times Iw$

Exposure Category : C
 Basic Wind Speed [mph] : $V = 80.00$
 Importance Factor : $Iw = 1.00$
 Windward Pressure Coefficient : $Cq1 = 0.80$
 Leeward Pressure Coefficient : $Cq2 = -0.50$
 Wind Stagnation Pressure [psf] : $qs = 16.40$

Scale Factor for X-directional Wind Loads : $SFx = 1.00$
 Scale Factor for Y-directional Wind Loads : $SFy = 0.00$

Wind force of the specific story is calculated as the sum of the forces of the following two parts.
 1. Part I : Lower half part of the specific story
 2. Part II : Upper half part of the just below story of the specific story

The reference height for the calculation of the wind pressure related factors are, therefore, considered separately for the above mentioned two parts as follows.

Reference height for the wind pressure related factors (except topographic related factors)
 1. Part I : top level of the specific story
 2. Part II : top level of the just below story of the specific story

** Combined Height, Exposure and Gust Factor Coefficients at Windward and Leeward Walls (Ce1, Ce2)

STORY NAME	Ce1 (Windward)	Ce2 (Leeward)
Roof	1.463	1.463
4F	1.463	1.463
3F	1.333	1.463
2F	1.072	1.463
1F	1.060	1.463

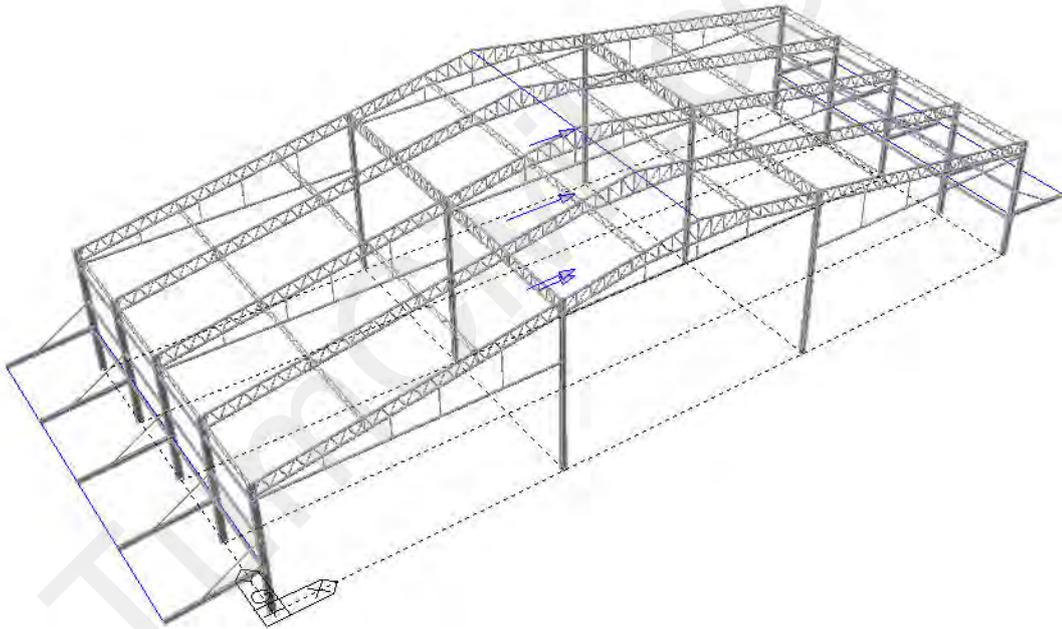
** Story Force = Wind Force x Scale Factor + Added Force
 ** Story Torsion = Wind Torsion x Scale Factor + Added Torsion

WIND LOAD GENERATION DATA X-DIRECTION

STORY NAME	PRESSURE	ELEV.	LOADED HEIGHT	LOADED BREADTH	WIND FORCE	ADDED FORCE	STORY FORCE	STORY SHEAR	OVERTURN'G MOMENT
Roof	152.2994	20.3045	3.46775	34.5	18220.697	0.0	18220.697	0.0	0.0
4F	152.2994	13.369	7.73325	34.5	39408.397	0.0	39408.397	18220.697	126369.65
3F	143.9775	4.838	4.6155	34.5	22724.381	0.0	22724.381	57629.094	618003.45
2F	127.2614	4.138	2.419	34.5	10564.796	0.0	10564.796	80353.475	674250.88
G.L.	126.4787	0.0	2.069	34.5	0.0	0.0	--	90918.27	1050470.7

WIND LOAD GENERATION DATA Y - DIRECTION										
STORY NAME	PRESSURE	ELEV.	LOADED HEIGHT	LOADED BREADTH	WIND FORCE	ADDED FORCE	STORY FORCE	STORY SHEAR	OVERTURN'G MOMENT	
Roof	152.2994	20.3045	3.46775	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4F	152.2994	13.369	7.73325	0.0	49130.897	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3F	143.9775	4.838	4.6155	80.0	52694.216	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2F	127.2614	4.138	2.419	80.0	24498.077	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
G.L.	126.4787	0.0	2.069	80.0	0.0	0.0	--	0.0	0.0	0.0

WIND LOAD GENERATION DATA RZ - DIRECTION									
STORY NAME	TORSIONAL PRESSURE	ELEV.	LOADED HEIGHT	LOADED BREADTH	WIND TORSION	ADDED TORSION	STORY TORSION	ACCUMULATED TORSION	
Roof	0.0	20.3045	3.46775	34.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4F	0.0	13.369	7.73325	34.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3F	0.0	4.838	4.6155	34.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2F	0.0	4.138	2.419	34.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
G.L.	0.0	0.0	2.069	34.5	0.0	0.0	--	0.0	0.0



รูปที่ 5.2.31 การเพิ่มแรงลมด้วยคำสั่ง Wind Load เมื่อแล้วเสร็จ

5.3) รวมนำหนักบรรทุกทั้งหมดตาม Code AISC-ASD89

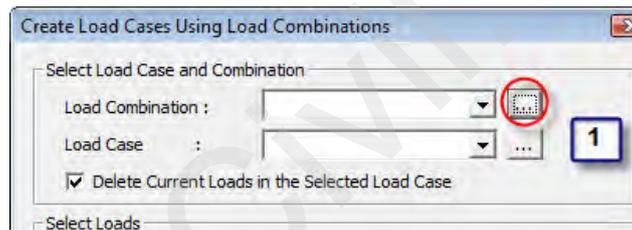
- คลิกที่คำสั่ง Create Load Cases Using Load Combinations ในแถบเครื่องมือ Load



รูปที่ 5.3.1 คำสั่ง Create Load Cases Using Load Combinations

- หน้าต่างของ Create Load Cases Using Load Combinations

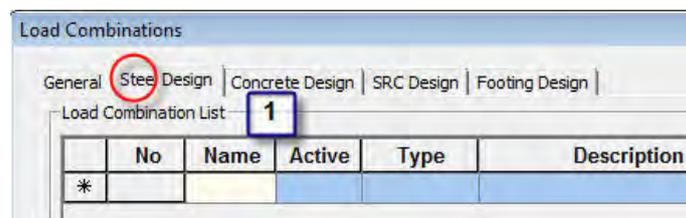
1 ในกรอบของ Load Combinations: ให้คลิกที่ปุ่มคำสั่ง



รูปที่ 5.3.2 หน้าต่างของคำสั่ง Create Load Cases Using Load Combinations

- หน้าต่างของ Load Combinations

1 ให้คลิกเลือกที่แถบหน้าต่างของ Steel Design



รูปที่ 5.3.3 หน้าต่างของคำสั่ง Load Combinations

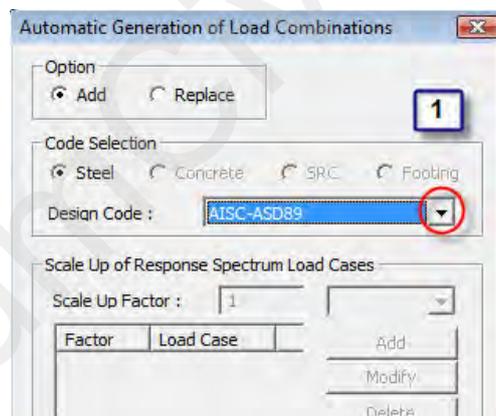
- 2** ให้คลิกที่ปุ่มคำสั่ง Auto Generation... เป็นการรวมน้ำหนักบรรทุกทุกแบบอัตโนมัติตาม Code



รูปที่ 5.3.4 หน้าต่างของคำสั่ง Load Combinations

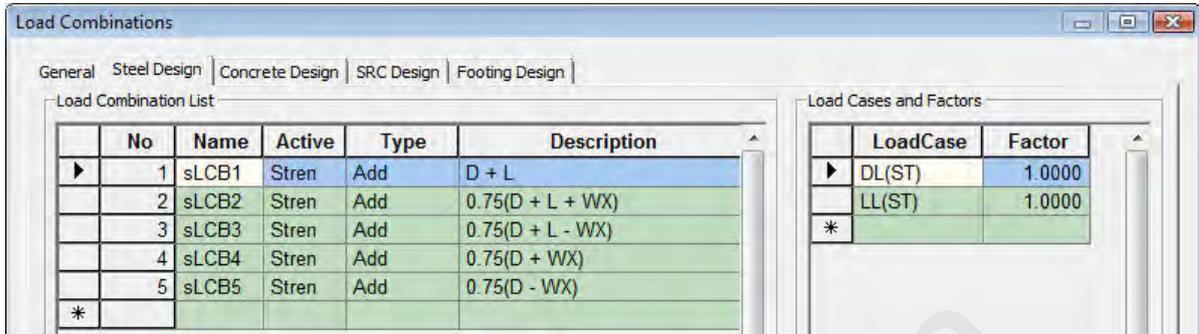
- หน้าต่างของ Automatic Generation of Load Combinations

- 1** ให้กรอบของ Design Code: ให้คลิกเลือก AISC-ASD89 จากนั้นคลิกที่ปุ่ม OK



รูปที่ 5.3.5 หน้าต่างของคำสั่ง Automatic Generation of Load Combinations

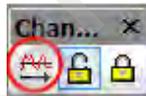
- หน้าต่างของ Load Combinations เมื่อรวมน้ำหนักบรรทุกทุกตาม Code ที่เลือกโปรแกรมสามารถกำหนดค่าตัวคูณเพิ่มให้อัตโนมัติ ทั้งยังสามารถแก้ไข Factor ตามที่ผู้ออกแบบต้องการได้ จากนั้นให้ Close หน้าต่าง Load Combinations และหน้าต่าง Create Load Cases Using Load Combinations



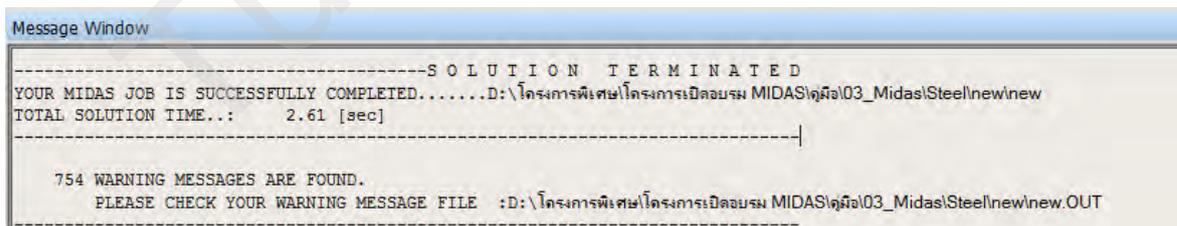
รูปที่ 5.3.6 หน้าต่างของคำสั่ง Load Combinations เมื่อแล้วเสร็จ

5.4) การวิเคราะห์โมเดลแบบจำลองโครงสร้างของโรงงาน

- คลิกที่คำสั่ง Analysis เพื่อทำการวิเคราะห์โมเดลแบบจำลองโครงสร้างของโรงงานให้สังเกตในหน้าต่างของ Message Window ซึ่งจะแสดงผลการวิเคราะห์ทั้งหมดให้ทราบโดยส่งค่าไปเก็บไว้ในไฟล์ (*.OUT)



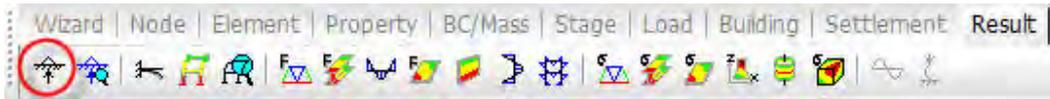
รูปที่ 5.4.1 คำสั่ง Analysis ในแถบเครื่องมือ Change Mode



รูปที่ 5.4.2 การแสดงผลการ Analysis ในหน้าต่าง Message Window

○ การนำเสนอพฤติกรรมของแรงและโมเมนต์ตามแนวแกนต่างๆที่กระทำต่อฐานราก

- คลิกที่คำสั่ง Reaction Forces ในแถบเครื่องมือ Result



รูปที่ 5.4.3 คำสั่ง Reaction Forces ในแถบเครื่องมือ Result

- หน้าต่าง Reaction Forces/Moment เป็นการนำเสนอลักษณะพฤติกรรมของแรงและโมเมนต์ที่เกิดขึ้นในโครงสร้างตามแนวแกนต่างๆ

1 ในกรอบของ Load Cases/Combinations สามารถเลือก Load Combinations ตามชื่อที่ได้สร้างไว้แล้วก่อนหน้า

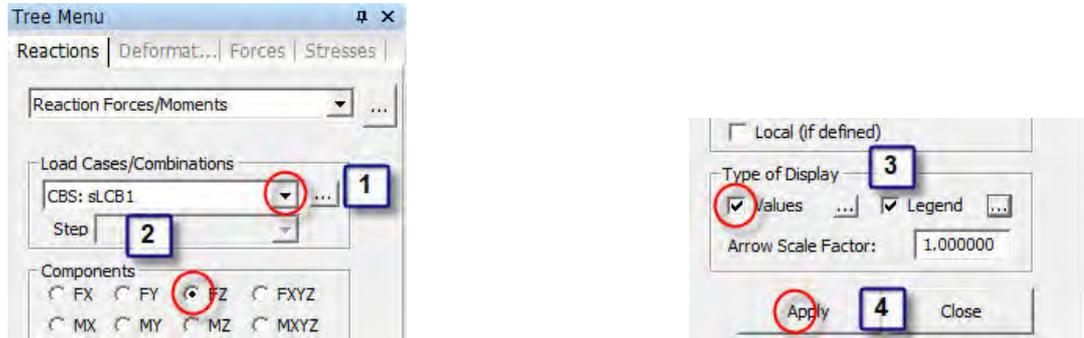
2 ในกรอบของ Components ให้คลิกเลือก FZ เป็นการแสดงแรงที่เกิดขึ้นในแกน Z

3 ในกรอบของ Type of Display เป็นการกำหนดรูปแบบการนำเสนอในหน้าต่าง Model View

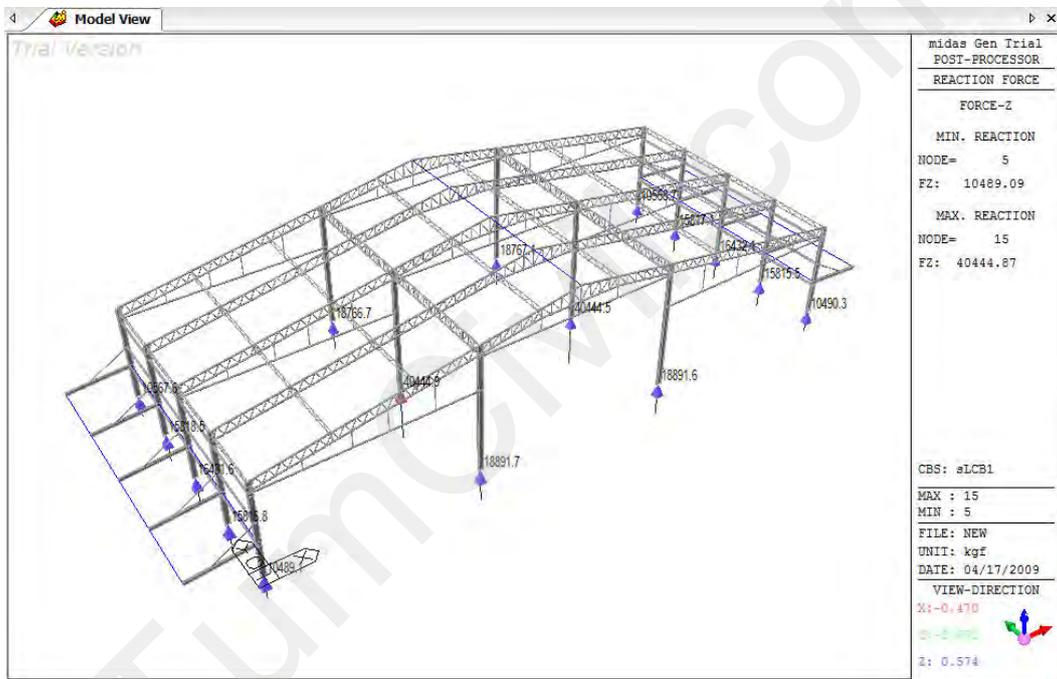
- คลิกเลือก Values เป็นการแสดงตัวเลขผลการวิเคราะห์ในหน้าต่าง Model View โดยตรง

- คลิกเลือก Legend เป็นการแสดงตัวเลขผลการวิเคราะห์ในหน้าต่าง Model View ในลักษณะของแถบสีที่จะแสดงอยู่ด้านข้าง

4 คลิกที่ปุ่ม Apply เพื่อแสดงค่าในหน้าต่าง Model View

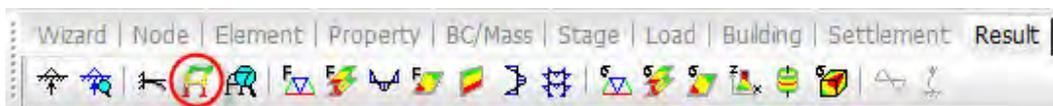


รูปที่ 5.4.4 ขั้นตอนของคำสั่ง Reaction Forces/Moment



รูปที่ 5.4.5 การแสดงผลการวิเคราะห์ด้วยคำสั่ง Reaction Forces/Moment

- การนำเสนอพฤติกรรมของการโก่งตัวตามแนวแกนต่างๆที่เกิดขึ้นในโครงสร้าง
 - คลิกที่คำสั่ง Displacement Contour ในแถบเครื่องมือ Result



รูปที่ 5.4.6 คำสั่ง Displacement Contour ในแถบเครื่องมือ Result

- หน้าต่าง Displacement Contour เป็นการนำเสนอลักษณะพฤติกรรมของการโก่งตัวที่เกิดในโครงสร้างตามแนวแกนต่างๆ

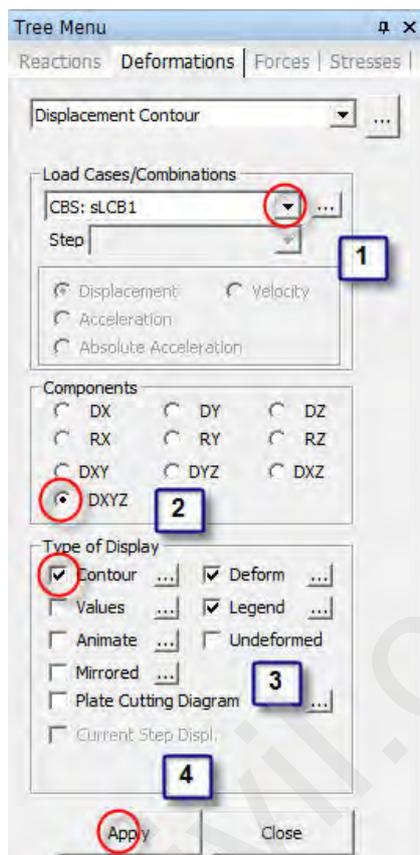
1 ในกรอบของ Load Cases/Combinations สามารถเลือก Load Combinations ตามชื่อที่ได้สร้างไว้แล้วก่อนหน้านี้

2 ในกรอบของ Components ให้คลิกเลือก DXYZ เป็นการแสดงการโก่งตัวที่เกิดขึ้นทั้ง 3 แกน

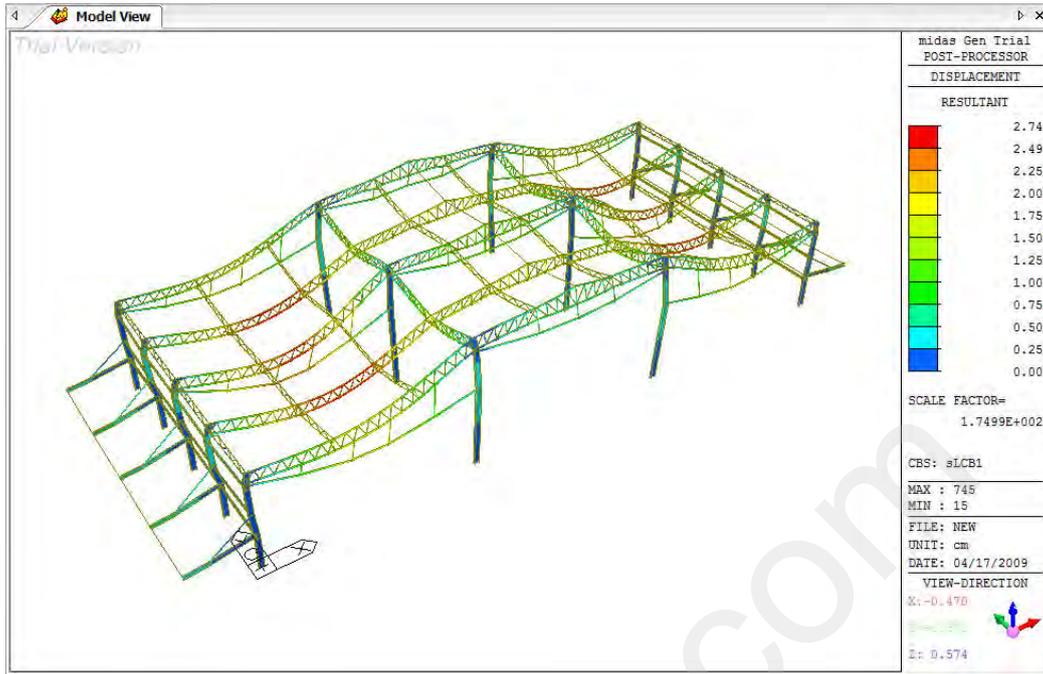
3 ในกรอบของ Type of Display เป็นการกำหนดรูปแบบการนำเสนอในหน้าต่าง Model View

- คลิกเลือก Contour เป็นการแสดงสีของผลการวิเคราะห์บนแบบจำลองโมเดลโดยตรง
- คลิกเลือก Deform เป็นการแสดงรูปร่างที่เปลี่ยนไปเมื่อถูกน้ำหนักบรรทุกทุกกระทำ
- คลิกเลือก Legend เป็นการแสดงตัวเลขผลการวิเคราะห์ในหน้าต่าง Model View ในลักษณะของแถบสีที่จะแสดงอยู่ด้านข้าง

4 คลิกที่ปุ่ม Apply เพื่อแสดงค่าในหน้าต่าง Model View

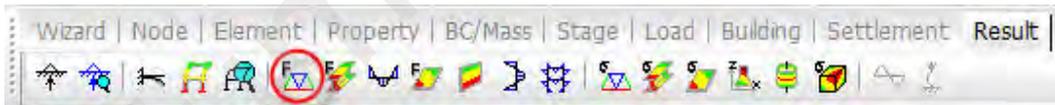


รูปที่ 5.4.7 ขั้นตอนของคำสั่ง Reaction Forces/Moment



รูปที่ 5.4.8 การแสดงผลการวิเคราะห์ด้วยคำสั่ง Displacement Contour

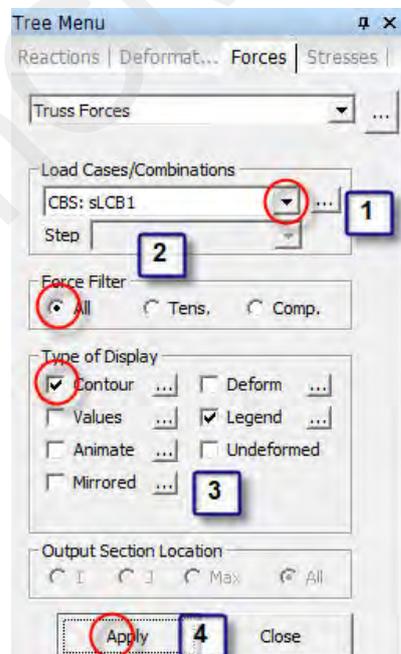
- การนำเสนอพฤติกรรมของ Truss ตามแนวแกนต่างๆที่เกิดขึ้นในโครงสร้าง
 - คลิกที่คำสั่ง Truss Forces ในแถบเครื่องมือ Result



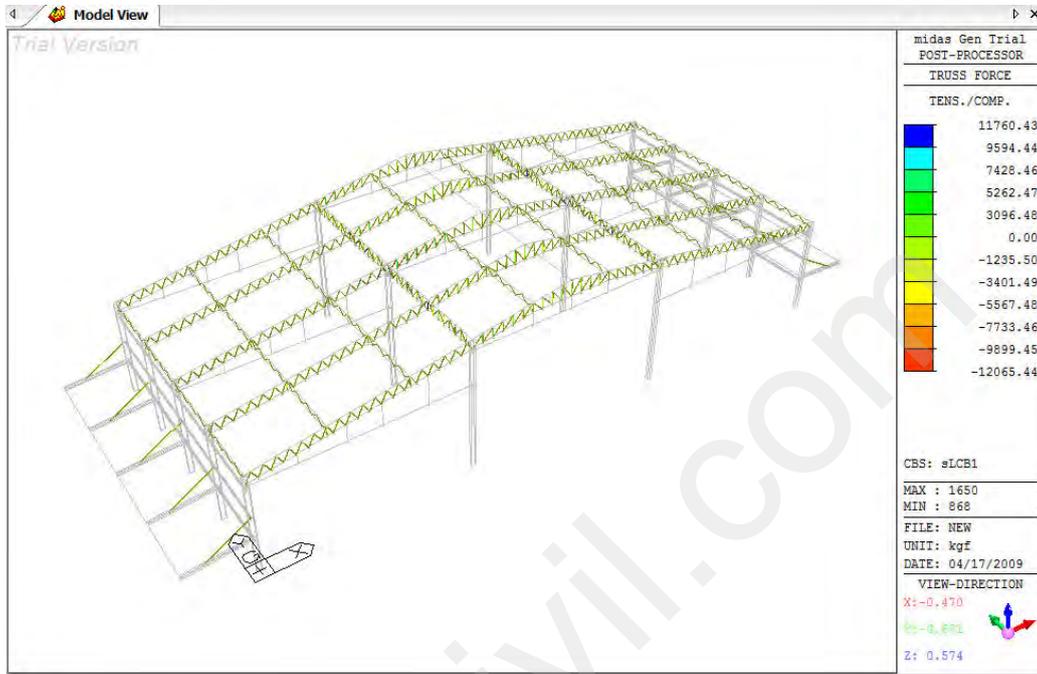
รูปที่ 5.4.9 คำสั่ง Truss Forces ในแถบเครื่องมือ Result

- หน้าต่าง Truss Forces เป็นการนำเสนอลักษณะพฤติกรรมของ Truss ที่เกิดในโครงสร้างตามแนวแกนต่างๆ

- 1 ในกรอบของ Load Cases/Combinations สามารถเลือก Load Combinations ตามชื่อที่ได้สร้างไว้แล้วก่อนหน้านี้
- 2 ในกรอบของ Force Filter ให้คลิกเลือก All เป็นการแสดงแรงที่เกิดขึ้นทั้งหมดในชิ้นส่วน
 - คลิก Tens. แสดงเฉพาะแรงดึงที่เกิดขึ้นในชิ้นส่วนของ Truss เท่านั้น
 - คลิก Comp. แสดงเฉพาะแรงอัดที่เกิดขึ้นในชิ้นส่วนของ Truss เท่านั้น
- 3 ในกรอบของ Type of Display เป็นการกำหนดรูปแบบการนำเสนอในหน้าต่าง Model View
 - คลิกเลือก Contour เป็นการแสดงสีของผลการวิเคราะห์บนแบบจำลองโมเดลโดยตรง
 - คลิกเลือก Legend เป็นการแสดงตัวเลขผลการวิเคราะห์ในหน้าต่าง Model View ในลักษณะของแถบสีที่จะแสดงอยู่ด้านข้าง
- 4 คลิกที่ปุ่ม Apply เพื่อแสดงค่าในหน้าต่าง Model View

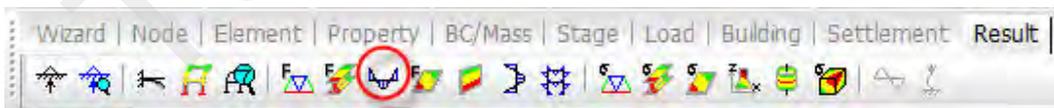


รูปที่ 5.4.10 ขั้นตอนของคำสั่ง Truss Forces



รูปที่ 5.4.11 การแสดงผลการวิเคราะห์ด้วยคำสั่ง Truss Forces

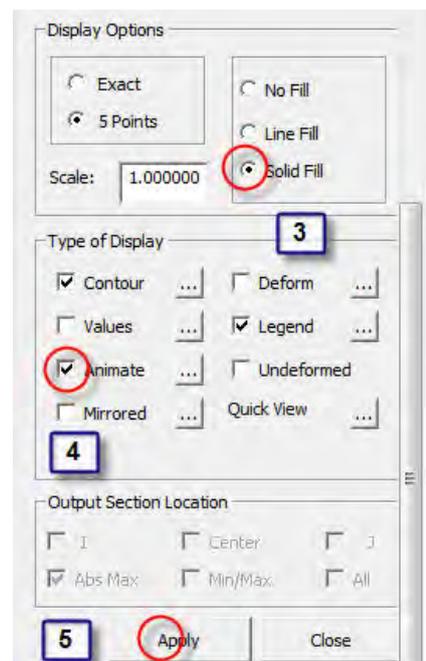
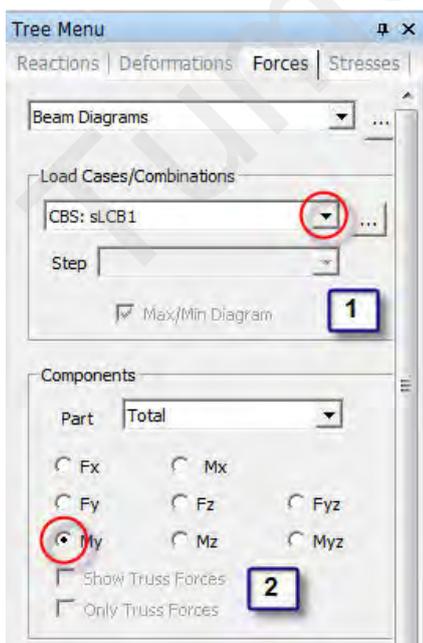
- การนำเสนอพฤติกรรมของแรงและโมเมนต์ตามแนวแกนต่างๆในรูปแบบ Diagram
 - คลิกที่คำสั่ง Beam Diagram ในแถบเครื่องมือ Result



รูปที่ 5.4.12 คำสั่ง Beam Diagram ในแถบเครื่องมือ Result

- หน้าต่าง Beam Diagram เป็นการนำเสนอลักษณะพฤติกรรมของแรงและ โมเมนต์ที่เกิดขึ้นในโครงสร้างตามแนวแกนต่างๆในรูปแบบ Diagram

- 1 ในกรอบของ Load Cases/Combinations สามารถเลือก Load Combinations ตามชื่อที่ได้สร้างไว้แล้วก่อนหน้านี้
- 2 ในกรอบของ Components ให้คลิกเลือก My เป็นการแสดงโมเมนต์ที่เกิดขึ้นในแกน Y
- 3 ในกรอบของ Display Options ให้คลิกเลือก Solid Fill เป็นการแสดง Diagram ในแบบเต็ม
- 4 ในกรอบของ Type of Display เป็นการกำหนดรูปแบบการนำเสนอในหน้าต่าง Model View
 - คลิกเลือก Contour เป็นการแสดงสีของผลการวิเคราะห์บนแบบจำลองโมเดลโดยตรง
 - คลิกเลือก Legend เป็นการแสดงตัวเลขผลการวิเคราะห์ในหน้าต่าง Model View ในลักษณะของแถบสีที่จะแสดงอยู่ด้านข้าง
 - คลิกเลือก Animate เป็นการแสดงภาพเคลื่อนไหวในหน้าต่างของ Model View
- 5 คลิกที่ปุ่ม Apply เพื่อแสดงค่าในหน้าต่าง Model View



รูปที่ 5.4.13 ขั้นตอนของคำสั่ง Beam Diagram

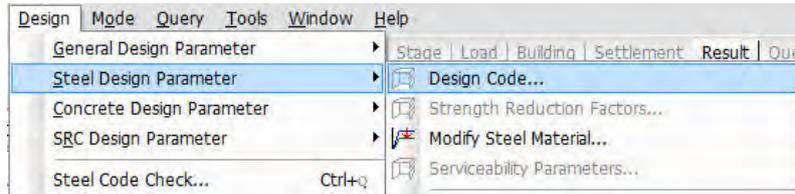
- คลิกที่วงกลมสีแดงเพื่อเริ่มต้นการนำเสนอภาพเคลื่อนไหว โดยจะมีปุ่มบังคับอยู่ด้านซ้ายมือ



รูปที่ 5.4.14 การแสดงผลการวิเคราะห์ด้วยคำสั่ง Beam Diagram

5.5) การออกแบบโมเดลแบบจำลองโครงสร้างของโรงงาน

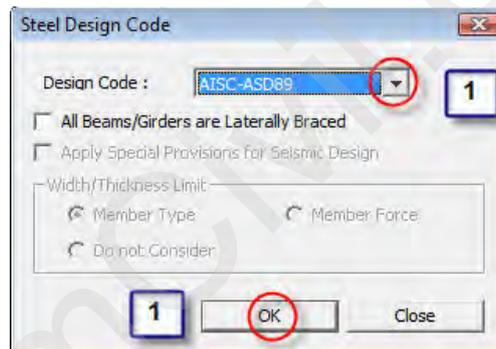
- คลิกเลือกที่เมนู Design เลือก Steel Design Parameter และเลือกคำสั่ง Design Code เป็นการกำหนด Code ที่จะใช้ในการออกแบบซึ่งต้องเลือกให้ตรงกับคำสั่ง Load Combinations



รูปที่ 5.5.1 คำสั่ง Design Code

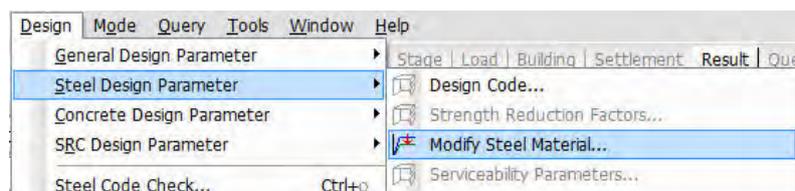
- หน้าต่าง Steel Design Code สำหรับกำหนด Code ที่ใช้ในการออกแบบ

- 1 ในกรอบของ Design Code: ให้คลิกเลือก Code ที่ใช้ในการออกแบบคือ AISC-ASD89
- 2 คลิกที่ปุ่ม OK เพื่อยืนยัน Code ที่ใช้ในการออกแบบ



รูปที่ 5.5.2 หน้าต่างของคำสั่ง Steel Design Code

- คลิกเลือกที่เมนู Design เลือก Steel Design Parameter และเลือกคำสั่ง Modify Steel Material เป็นการกำหนดคุณสมบัติของวัสดุที่จะนำมาออกแบบ



รูปที่ 5.5.3 คำสั่ง Modify Steel Material

- หน้าต่าง Modify Steel Material สำหรับกำหนดคุณสมบัติของวัสดุที่จะนำมาออกแบบในกรณีที่ต้องการเปลี่ยนค่าคุณสมบัติของวัสดุ

1

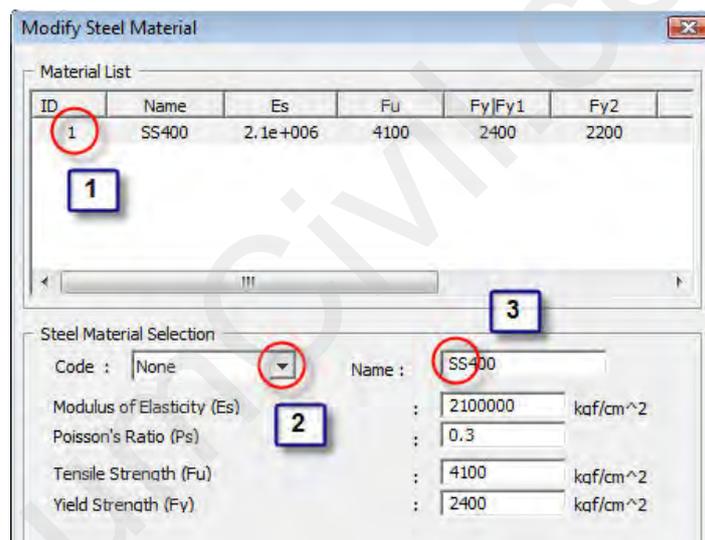
ให้คลิกที่ ID: 1 เพื่อให้เห็นค่าในตารางด้านล่างก่อน

2

ในกรอบของ Code: ให้คลิกเลือก None เพื่อกำหนดคุณสมบัติของวัสดุเอง

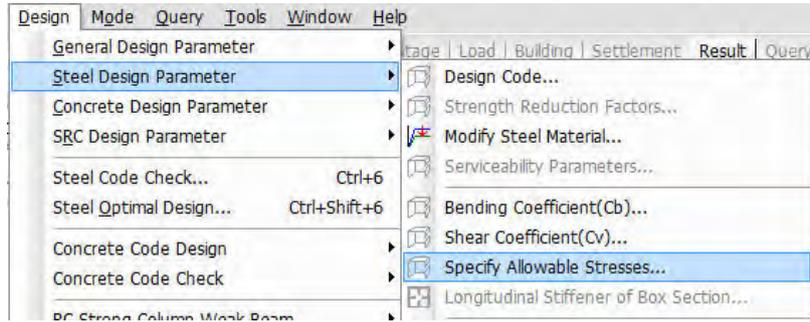
3

ในกรอบของ Name: ให้ตั้งชื่อใหม่จากนั้นให้ปรับแก้ค่าคุณสมบัติของวัสดุตามตารางได้
เลยเมื่อกำหนดคุณสมบัติของวัสดุเสร็จแล้วให้คลิกที่ปุ่ม Modify



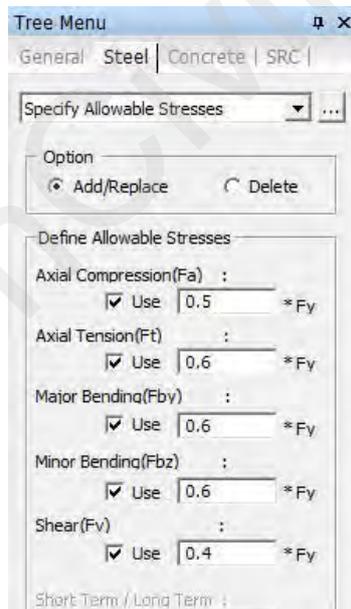
รูปที่ 5.5.4 หน้าต่างของคำสั่ง Modify Steel Material

- คลิกเลือกที่เมนู Design เลือก Steel Design Parameter และเลือกคำสั่ง Specify Allowable Stresses... เป็นการกำหนดค่าตัวคูณลดของหน่วยแรงที่ยอมรับให้



รูปที่ 5.5.5 คำสั่ง Specify Allowable Stresses...

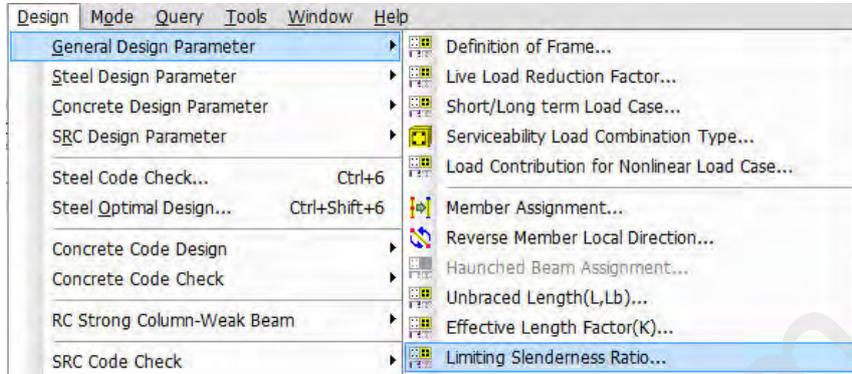
- คำสั่ง Specify Allowable Stresses... ในหน้าต่าง Tree Menu สำหรับกำหนดค่าตัวคูณลดของหน่วยแรงที่ยอมให้ โดยต้องเลือก Element ที่ต้องการก่อนจากนั้นให้คลิกที่ปุ่ม Apply



รูปที่ 5.5.6 หน้าต่างของคำสั่ง Specify Allowable Stresses...

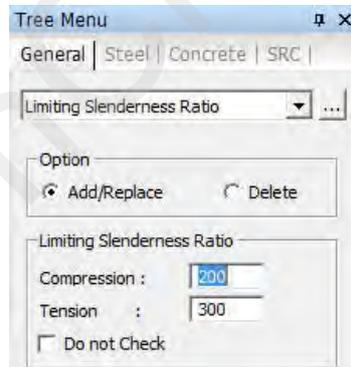
- คลิกเลือกที่เมนู Design เลือก General Design Parameter และเลือกคำสั่ง Limiting Slenderness Ratio

เป็นการกำหนดอัตราส่วนชะลูด



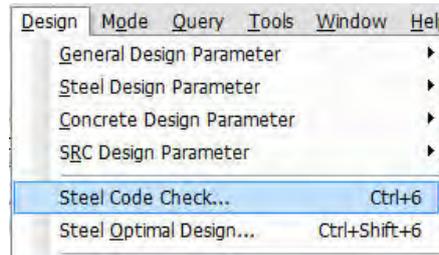
รูปที่ 5.5.7 คำสั่ง Limiting Slenderness Ratio ...

- คำสั่ง Limiting Slenderness Ratio... ในหน้าต่าง Tree Menu สำหรับกำหนดอัตราส่วนชะลูดในการออกแบบ ให้เลือก Section H 250x125x6/9 ทั้งหมดจากนั้นให้คลิกที่ Do not Check และคลิกที่ Apply เพื่อไม่ต้องตรวจสอบอัตราส่วนชะลูดของคร่าวนอน



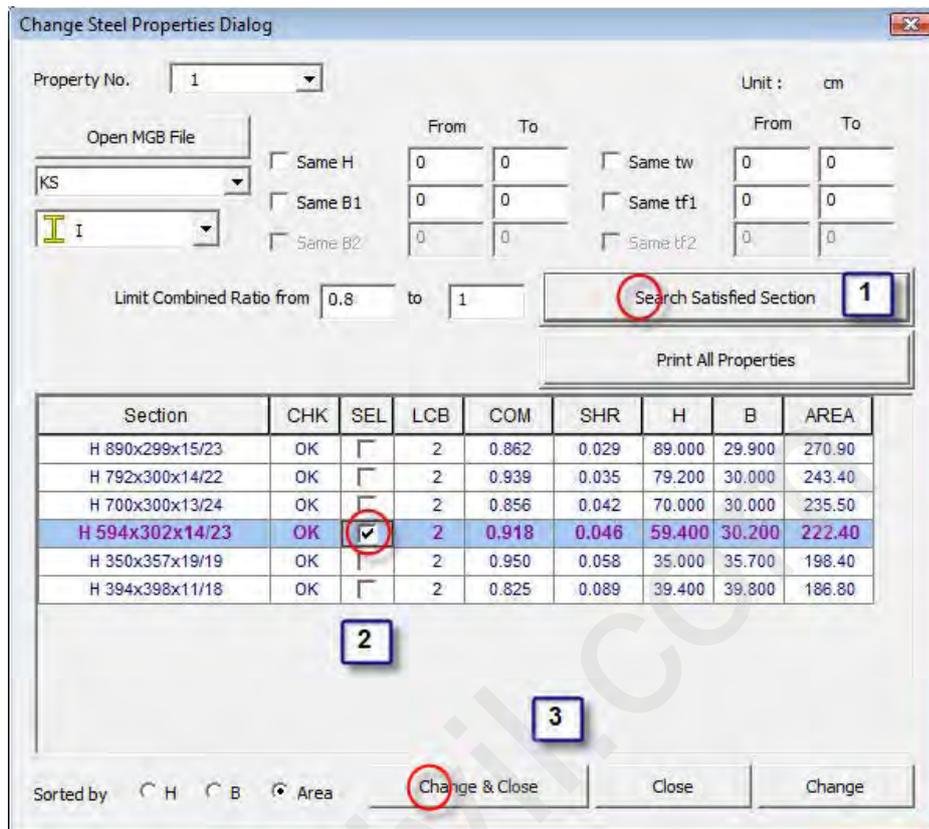
รูปที่ 5.5.8 หน้าต่างของคำสั่ง Limiting Slenderness Ratio ...

- คลิกเลือกที่เมนู Design เลือกคำสั่ง Steel Code Check หรือกด Ctrl+6 ที่เป็นพิมพ์ก็ได้ เป็นการออกแบบและตรวจสอบโครงสร้างเหล็ก



รูปที่ 5.5.9 คำสั่ง Steel Code Check

- หน้าต่าง AISC-ASD98 Code Checking Result Dialog สำหรับออกแบบและตรวจสอบโครงสร้างเหล็กโดยมีขั้นตอนดังนี้
 1. คลิกเลือก Section ที่ต้องการตรวจสอบและออกแบบให้คลิกเลือก H 594x302x14/23
 2. ในกรอบของ Sorted by: สามารถเลือกการแสดงผลข้อมูลได้ 2 รูปแบบคือ
 - Member คือแสดงข้อมูลทั้งหมดของชิ้นส่วนทุกชิ้น
 - Property คือแสดงข้อมูลเฉพาะกลุ่มใหญ่ๆของหน้าตัดเหล็กเท่านั้น
 3. คลิกที่ปุ่ม Change สำหรับตรวจสอบและออกแบบหน้าตัดเหล็กโดยให้สังเกตในช่องของ COM และ SHR จะต้องไม่เกิน 1 แปลว่าหน้าตัดที่ใช้ OK
 1. คลิกที่ปุ่ม Search Satisfied Section จะเลือกหน้าตัดเหล็กที่อยู่ในช่วง 0.8 ถึง 1
 2. เลือกหน้าตัดที่เหมาะสมคือมีค่า Limit Combined Ratio ใกล้เคียง 1
 3. คลิกที่ปุ่ม Change & Close คือนำหน้าตัดที่เลือกไปใช้และปิดหน้าต่างนี้ด้วย

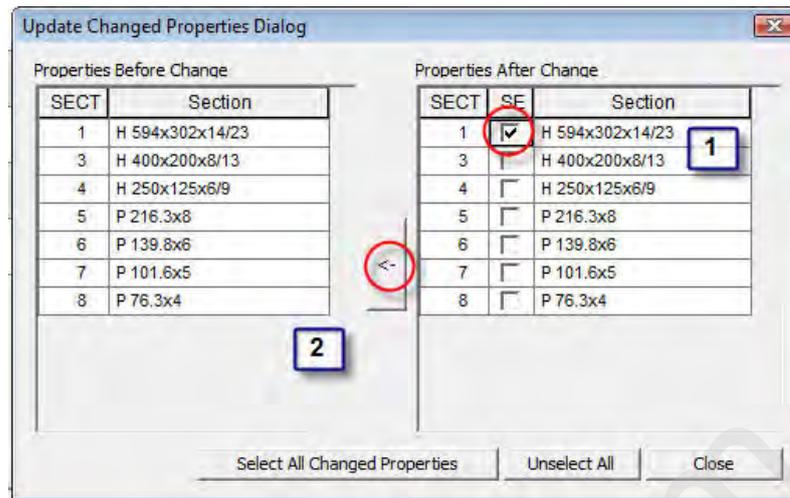


รูปที่ 5.5.10 หน้าต่างของคำสั่ง Change Steel Properties Dialog

4 คลิกที่ปุ่ม Update... สำหรับนำหน้าตัดเหล็กที่ได้เลือกใหม่ไปใช้กับแบบจำลองโมเดลจริงและทำการวิเคราะห์และออกแบบใหม่อีกครั้ง

1 คลิกเลือกหน้าตัดที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้กับแบบจำลองโมเดล

2 คลิกที่ปุ่มเพื่อปรับหน้าตัดเดิมให้เป็นหน้าตัดที่เหมาะสมและทำการวิเคราะห์และออกแบบใหม่อีกครั้ง



รูปที่ 5.5.11 หน้าต่างของคำสั่ง Update Changed Properties Dialog

- 5 คลิกที่ Connect Model View ในกรณีที่ต้องการให้เวลาคลิกในตารางแล้วให้เลือกแบบจำลองโมเดลในหน้าของ Model View ด้วย
- 6 คลิกที่ Graphic.... ในกรณีที่ต้องการตรวจสอบรายการคำนวณแบบสรุป
- 7 คลิกที่ Detail.... ในกรณีที่ต้องการตรวจสอบรายการคำนวณแบบละเอียด
- 8 คลิกเพื่อย่อหน้าต่างของ AISC-ASD98 Code Checking Result Dialog
- 9 ในกรอบของ Result View Option เป็นการแสดงผลการคำนวณว่าหน้าตัดไหน ผ่าน/ไม่ผ่าน

AISC-ASD89 Code Checking Result Dialog

Code : AISC-ASD89 Unit : kof , cm Primary Sorting Option

Sorted by Member Property Change... Update... SECT MEMB

CHK	MEMB	SECT	SE	Section		LCB	Len	Ly	Lz	Lb	Ky	Cmy	fa	fby	fbz
				Material	Fy										
OK	16	1	<input checked="" type="checkbox"/>	H 594x302x14/23		2	1180.00	1180.00	1180.00	1180.00	1.000	0.850	124.61	556.89	0.0173
	0.918	0.046		SS400	2400.00		-27713	2568807	-12.123	1.000	1.000	0.850	369.75	836.08	1800.0
OK	2751	3	<input type="checkbox"/>	H 400x200x8/13	2400.00	1	553.057	553.057	553.057	553.057	1.000	1.000	116.69	260.73	0.0000
	0.262	0.068		SS400	2400.00		9816.03	-308968	0.00000	1.000	1.000	1.000	1440.0	1014.6	1440.0
OK	2612	4	<input type="checkbox"/>	H 250x125x6/9		1	862.500	862.500	862.500	862.500	1.000	1.000	2.7423	56.753	14.615
	0.137	0.009		SS400	2400.00		103.273	-18388	-687.51	1.000	1.000	1.000	1440.0	440.18	1800.0
OK	703	5	<input type="checkbox"/>	P 216.3x8		1	71.2941	71.2941	71.2941	71.2941	1.000	1.000	640.95	11.263	0.2163
	0.452	0.003		SS400	2400.00		33554.0	2957.67	-56.799	1.000	1.000	1.000	1440.0	1584.0	1584.0
OK	2745	6	<input type="checkbox"/>	P 139.8x6		1	643.203	643.203	643.203	643.203	1.000	1.000	93.757	0.0000	0.0000
	0.065	0.000		SS400	2400.00		2364.55	0.00000	0.00000	1.000	1.000	1.000	1440.0	1584.0	1440.0
OK	868	7	<input type="checkbox"/>	P 101.6x5		1	200.734	200.734	200.734	200.734	1.000	1.000	795.35	0.0000	0.0000
	0.671	0.000		SS400	2400.00		-12065	0.00000	0.00000	1.000	1.000	1.000	1185.2	1584.0	1440.0
OK	2009	8	<input type="checkbox"/>	P 76.3x4		1	128.544	128.544	128.544	128.544	1.000	1.000	235.91	0.0000	0.0000
	0.164	0.000		SS400	2400.00		2143.24	0.00000	0.00000	1.000	1.000	1.000	1440.0	1584.0	1440.0

5 6 7 8 9

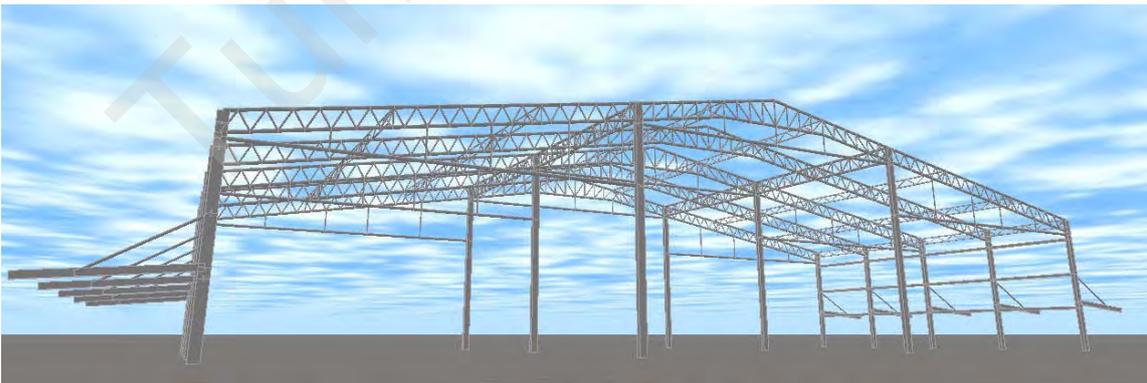
Connect Model View View Result Ratio... Result View Option

Select All Unselect All Re-calculation << All OK NG

Graphic... Detail... Summary... Close Summary by LCB... Copy Table

รูปที่ 5.5.12 หน้าต่างของคำสั่ง AISC-ASD98 Code Checking Result Dialog

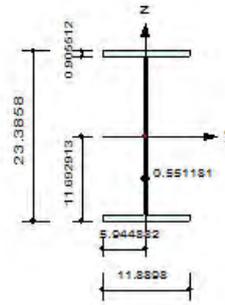
- กด F6 ที่แป้นพิมพ์เป็นการนำเสนอภาพในมุมมองของ Render View



รูปที่ 5.5.13 การนำเสนอภาพในมุมมองของ Render View

1. Design Information

Design Code - AISC-ASD89
 Unit System - kgf, cm
 Member No - 16
 Material - SS400 (No:1)
 (Fy = 2400.00, Es = 2100000)
 Section Name - H 594x302x14/23 (No:1)
 (Rolled : H 594x302x14/23).
 Member Length : 1180.00



2. Member Forces

Axial Force Fxx = -27713 (LCB: 2, POS:I)
 Bending Moments My = 2568807, Mz = -12.123
 End Moments Myi = 2568807, Myj = -1781806 (for Lb)
 Myi = 2568807, Myj = -1781806 (for Ly)
 Mzi = -12.123, Mzj = 0.00000 (for Lz)
 Shear Force Fyy = -0.1563 (LCB: 3, POS:I)
 Fyz = -0.696 (LCB: 2, POS:I)

Depth	23.3858	Web Thick	0.55118
Top F Width	11.8828	Top F Thick	0.00551
Bot.F Width	11.8828	Bot.F Thick	0.00551
Area	34.4721	Azz	12.8598
Qyb	277.740	Qzb	17.8708
Iyy	3201.44	Izz	254.000
Ybar	5.04483	Zbar	11.0029
Syy	281.930	Szz	42.7776
Iy	9.80315	ry	2.71054

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 1180.00, Lz = 1180.00, Lb = 1180.00
 Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
 Moment Factor / Bending Coefficient Cmy = 0.85, Cmz = 0.85, Cb = 1.00

4. Checking Results

Slenderness Ratio
 $KL/r = 171.0 < 200.0$ (Member, LCB: 2) O.K

Axial Stress
 $fa/Fa = 124.609/369.749 = 0.337 < 1.000$ O.K

Bending Stresses
 $fby/Fby = 556.887/836.076 = 0.666 < 1.000$ O.K
 $fbz/Fbz = 0.02/1800.00 = 0.000 < 1.000$ O.K

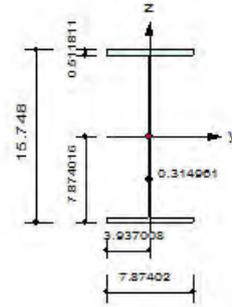
Combined Stress (Compression+Bending)
 $SFy = [Cmy/(1-fa/Fe)], SFz = [Cmz/(1-fa/Fez)]$
 $Rmax1 = fa/Fa + SFy*fby/Fby + SFz*fbz/Fbz$
 $Rmax2 = fa/0.60Fy + fby/Fby + fbz/Fbz$
 $Rmax = \text{Max}[Rmax1, Rmax2] = 0.918 < 1.000$ O.K

Shear Stresses
 $fvy/Fvy = 0.000 < 1.000$ O.K
 $fvz/Fvz = 0.046 < 1.000$ O.K

รูปที่ 5.5.14 แสดงรายการคำนวณแบบสรุปของหน้าตัด H 594x302x14/23

1. Design Information

Design Code - AISC-ASD89
 Unit System - kgf, cm
 Member No - 2751
 Material - SS400 (No:1)
 (Fy = 2400.00, Es = 2100000)
 Section Name - H 400x200x8/13 (No:3)
 (Rolled : H 400x200x8/13).
 Member Length : 553.057



2. Member Forces

Axial Force : Fxx = 9816.03 (LCB: 1, POS:J)
 Bending Moments : My = -308968, Mz = 0.00000
 End Moments : Myi = 94451.4, Myj = -308968 (for Lb)
 Myi = 94451.4, Myj = -308968 (for Ly)
 Mzi = 0.00000, Mzj = 0.00000 (for Lz)
 Shear Forces : Fyy = 0.00894 (LCB: 1, POS:I)
 Fzz = 99.33 (LCB: 1, POS:J)

Depth	15.7480	Web Thick	0.31496
Top F Width	7.87402	Top F Thick	0.51181
Bot.F Width	7.87402	Bot.F Thick	0.51181

Area	13.0380	Asz	4.90001
Qyb	124.877	Qzb	7.79002
Iy	569.395	Izz	41.8037
Ybar	3.93701	Zbar	7.87402
Syy	72.0183	Szz	10.0181
ry	0.51417	rz	1.78740

3. Design Parameters

Unbraced Lengths : Ly = 553.057, Lz = 553.057, Lb = 553.057
 Effective Length Factors : Ky = 1.00, Kz = 1.00
 Moment Factor / Bending Coefficient : Cmy = 1.00, Cnz = 1.00, Cb = 1.00

4. Checking Results

Slenderness Ratio
 L/r = 121.8 < 300.0 (Member 1, LCB: 1) O.K

Axial Stress
 ft/Ft = 116.69/1440.00 = 0.081 < 1.00 O.K

Bending Stresses
 fby/Fby = 260.73/1014.59 = 0.257 < 1.00 O.K
 fbz/Fbz = 0.00/1440.00 = 0.000 < 1.00 O.K

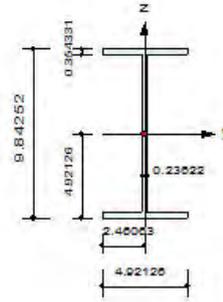
Combined Stress (Tension+Bending)
 Rmax = ft/Ft + fby/Fby + fbz/Fbz = 0.262 < 1.00 O.K

Shear Stresses
 fvy/Fvy = 0.000 < 1.000 O.K
 fvz/Fvz = 0.068 < 1.000 O.K

รูปที่ 5.5.15 แสดงรายการคำนวณแบบสรุปของหน้าตัด H 400x200x8/13

1. Design Information

Design Code - AISC-ASD89
 Unit System - kgf, cm
 Member No - 2612
 Material - SS400 (No:1)
 (Fy = 2400.00, Es = 2100000)
 Section Name - H 250x125x6/9 (No:4)
 (Rolled : H 250x125x6/9).
 Member Length : 862.500



2. Member Forces

Axial Force Fxx = 103.273 (LCB: 1, POS:J)
 Bending Moments My = -18388, Mz = -687.51
 End Moments Myi = -17995, Myj = -18388 (for Lb)
 Myi = -17995, Myj = -18388 (for Ly)
 Mzi = 604.339, Mzj = -687.51 (for Lz)
 Shear Forces Fyy = 1.49779 (LCB: 1, POS:I)
 Fzz = 0.947 (LCB: 1, POS:J)

Depth	9.84252	Web Thick	0.23522
Top F Width	4.92126	Top F Thick	0.35433
Bot.F Width	4.92126	Bot.F Thick	0.35433
Area	5.83731	Asz	2.32800
Oyp	45.4458	Ozb	3.02735
Iyy	97.3016	Izz	7.06338
Ybar	2.40063	Zbar	4.92126
Syy	19.7717	Szz	2.86812
Iy	4.09449	Iz	1.09843

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 862.500, Lz = 862.500, Lb = 862.500
 Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
 Moment Factor / Bending Coefficient Cmy = 1.00, Cnz = 1.00, Cb = 1.00

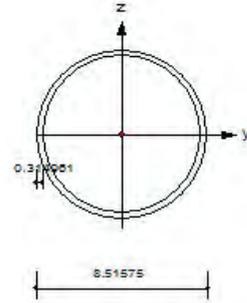
4. Checking Results

Axial Stress
 $f_t/F_t = 2.74/1440.00 = 0.001900 < 1.000$ O.K
 Bending Stresses
 $f_{by}/F_{by} = 56.753/440.183 = 0.129 < 1.000$ O.K
 $f_{bz}/F_{bz} = 14.62/1800.00 = 0.008 < 1.000$ O.K
 Combined Stress (Tension+Bending)
 $R_{max} = f_{by}/F_{by} + f_{bz}/F_{bz} = 0.137 < 1.000$ O.K
 Shear Stresses
 $f_{vy}/F_{vy} = 0.000 < 1.000$ O.K
 $f_{vz}/F_{vz} = 0.009 < 1.000$ O.K

รูปที่ 5.5.16 แสดงรายการคำนวณแบบสรุปของหน้าตัด H 250x125x6/9

1. Design Information

Design Code - AISC-ASD89
 Unit System - kgf, cm
 Member No - 703
 Material - SS400 (No:1)
 (Fy = 2400.00, Es = 2100000)
 Section Name - P 216.3x8 (No:5)
 (Rolled : P 216.3x8).
 Member Length : 71.2941



2. Member Forces

Axial Force Fxx = 33554.0 (LCB: 1, POS:1/2)
 Bending Moments My = 2957.67, Mz = -56.799
 End Moments Myi = 0.00000, Myj = 0.00000 (for Ly)
 Myi = 0.00000, Myj = 0.00000 (for Ly)
 Mzi = -53.583, Mzj = -60.014 (for Lz)
 Shear Forces Fyy = 0.09020 (LCB: 1, POS:J)
 Fzz = 0.942 (LCB: 1, POS:J)

Outer Dia. 8.51575		Wall Thick 0.31496	
Area	8.11427	Asx	4.05725
Qyb	10.8380	Qzb	10.8380
Iyy	68.2313	Izz	68.2313
Ybar	4.25787	Zbar	4.25787
Syy	10.0492	Szz	10.0492
ry	2.90157	rz	2.90157

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 71.2941, Lz = 71.2941, Lb = 71.2941
 Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
 Moment Factor / Bending Coefficient
 Cmy = 1.00, Cmz = 1.00, Cb = 1.00

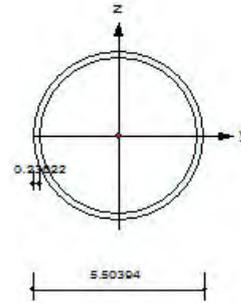
4. Checking Results

Slenderness Ratio
 $KL/r = 76.3 < 200.0$ (Mem 33, LCB: O.K
 Axial Stress
 $f_t/F_t = 640.95/1440.00 = 0.445 < 1.000$ O.K
 Bending Stresses
 $f_{by}/F_{by} = 11.26/1584.00 = 0.007 < 1.0$ O.K
 $f_{bz}/F_{bz} = 0.22/1584.00 = 0.000 < 1.000$ O.K
 Combined Stress (Tension+Bending)
 $R_{max} = f_t/F_t + \text{SQRT}[(f_{by}/F_{by})^2 + (f_{bz}/F_{bz})^2] = 0.45 < 1.0$ O.K
 Shear Stresses
 $f_v/F_v = 0.003 < 1.000$ O.K

รูปที่ 5.5.17 แสดงรายการคำนวณแบบสรุปของหน้าตัด P 216.3x8

1. Design Information

Design Code - AISC-ASD89
 Unit System - kgf, cm
 Member No - 2745
 Material - SS400 (No:1)
 (Fy = 2400.00, Es = 21000000)
 Section Name - P 139.8x6 (No:6)
 (Rolled : P 139.8x6).
 Member Length : 643.203



2. Member Forces

Axial Force Fxx = 2364.55 (LCB: 1, POS:I)
 Bending Moments My = 0.00000, Mz = 0.00000
 End Moments Myi = 0.00000, Myj = 0.00000 (for Lb)
 Myi = 0.00000, Myj = 0.00000 (for Ly)
 Mzi = 0.00000, Mzj = 0.00000 (for Lz)
 Shear Force Fyy = 0.00000 (LCB: 1, POS:I)
 Fzz = 0.00000 (LCB: 1, POS:I)

Outer Dia: 5.50394		Wall Thick: 0.23622	
Area	3.00911	Azz	1.05401
Cyb	0.05110	Czb	0.05110
Iyy	13.5982	Izz	13.5982
Ybar	2.75197	Zbar	2.75197
Syy	4.93682	Szz	4.93682
ry	1.86614	rz	1.86614

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 643.203, Lz = 643.203, Lb = 643.203
 Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
 Moment Factor / Bending Coefficient Cmy = 1.00, Cmrz = 1.00, Cb = 1.00

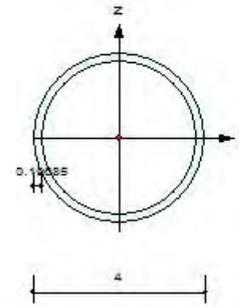
4. Checking Results

Slenderness Ratio
 $L/r = 135.7 < 300.0$ (Men = 15, LCB: O.K
 Axial Stress
 $f_t/F_t = 93.76/1440.00 = 0.065 < 1.000$ O.K
 Bending Stresses
 $f_{by}/F_{by} = 0.00/1584.00 = 0.000 < 1.000$ O.K
 $f_{bz}/F_{bz} = 0.00/1440.00 = 0.000 < 1.000$ O.K
 Combined Stress (Compression+Bending)
 $R_{max} = 0.065 < 1.000$
 Shear Stresses
 $f_v/F_v = 0.000 < 1.000$ O.K

รูปที่ 5.5.18 แสดงรายการคำนวณแบบสรุปของหน้าตัด P 139.8x6

1. Design Information

Design Code - AISC-ASD89
 Unit System - kgf, cm
 Member No - 868
 Material - SS400 (No:1)
 (Fy = 2400.00, Es = 2100000)
 Section Name - P 101.6x5 (No:7)
 (Rolled : P 101.6x5).
 Member Length : 200.734



2. Member Forces

Axial Force Fxx = -12065 (LCB: 1, POS:I)
 Bending Moments My = 0.00000, Mz = 0.00000
 End Moments Myi = 0.00000, Myj = 0.00000 (for Lb)
 Myi = 0.00000, Myj = 0.00000 (for Ly)
 Mzi = 0.00000, Mzj = 0.00000 (for Lz)
 Shear Force Fyy = 0.00000 (LCB: 1, POS:I)
 Fzz = 0.00000 (LCB: 1, POS:I)

Outer Dia. 4.00000		Wall Thick: 0.1055	
Area	2.35135	Asz	1.17598
Q _{yx}	3.62567	Q _{zy}	3.62567
I _{yy}	4.25244	I _{zz}	4.25244
Y _{bar}	2.00000	Z _{bar}	2.00000
S _{yy}	2.12673	S _{zz}	2.12673
r _y	1.34646	r _z	1.34646

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 200.734, Lz = 200.734, Lb = 200.734
 Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
 Moment Factor / Bending Coefficient C_{my} = 1.00, C_{mz} = 1.00, C_b = 1.00

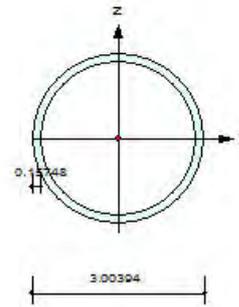
4. Checking Results

Slenderness Ratio
 $KL/r = 114.7 < 200.0$ (Member 52, LCB: 1) O.K
 Axial Stress
 $f_a/F_a = 795.35/1185.21 = 0.671 < 1.000$ O.K
 Bending Stresses
 $f_{by}/F_{by} = 0.00/1584.00 = 0.000 < 1.000$ O.K
 $f_{bz}/F_{bz} = 0.00/1440.00 = 0.000 < 1.000$ O.K
 Combined Stress (Compression+Bending)
 $R_{max} = 0.671 < 1.000$ O.K
 Shear Stresses
 $f_v/F_v = 0.000 < 1.000$ O.K

รูปที่ 5.5.19 แสดงรายการคำนวณแบบสรุปของหน้าตัด P 101.6x5

1. Design Information

Design Code - AISC-ASD89
 Unit System - kgf, cm
 Member No - 2009
 Material - SS400 (No:1)
 (Fy = 2400.00, Es = 2100000)
 Section Name - P 76.3x4 (No:8)
 (Rolled : P 76.3x4).
 Member Length : 128.544



2. Member Forces

Axial Force Fxx = 2143.24 (LCB: 1, POS:J)
 Bending Moments My = 0.00000, Mz = 0.00000
 End Moments Myi = 0.00000, Myj = 0.00000 (for Lb)
 Myi = 0.00000, Myj = 0.00000 (for Ly)
 Mzi = 0.00000, Mzj = 0.00000 (for Lz)
 Shear Forces Fyy = 0.00000 (LCB: 1, POS:I)
 Fzz = 0.00000 (LCB: 1, POS:I)

Outer Dia: 3.00394		Wall Thick: 0.15748	
Area	1.40818	Asz	0.70413
Qyb	2.03178	Qzb	2.03178
Iyy	1.42040	Izz	1.42040
Ybar	1.50197	Zbar	1.50197
Syy	0.05197	Szz	0.05197
ry	1.00787	rz	1.00787

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 128.544, Lz = 128.544, Lb = 128.544
 Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
 Moment Factor / Bending Coefficient Cmy = 1.00, Cmz = 1.00, Cb = 1.00

4. Checking Results

Slenderness Ratio
 $KL/r = 50.2 < 200.0$ (Member 35, LCB: O.K
 Axial Stress
 $f_t/F_t = 235.91/1440.00 = 0.164 < 1.000$ O.K
 Bending Stresses
 $f_{by}/F_{by} = 0.00/1584.00 = 0.000 < 1.000$ O.K
 $f_{bz}/F_{bz} = 0.00/1440.00 = 0.000 < 1.000$ O.K
 Combined Stress (Compression+Bending)
 $R_{max} = 0.164 < 1.000$ O.K
 Shear Stresses
 $f_v/F_v = 0.000 < 1.000$ O.K

รูปที่ 5.5.19 แสดงรายการคำนวณแบบสรุปของหน้าตัด P 76.3x4

TumCivil.com