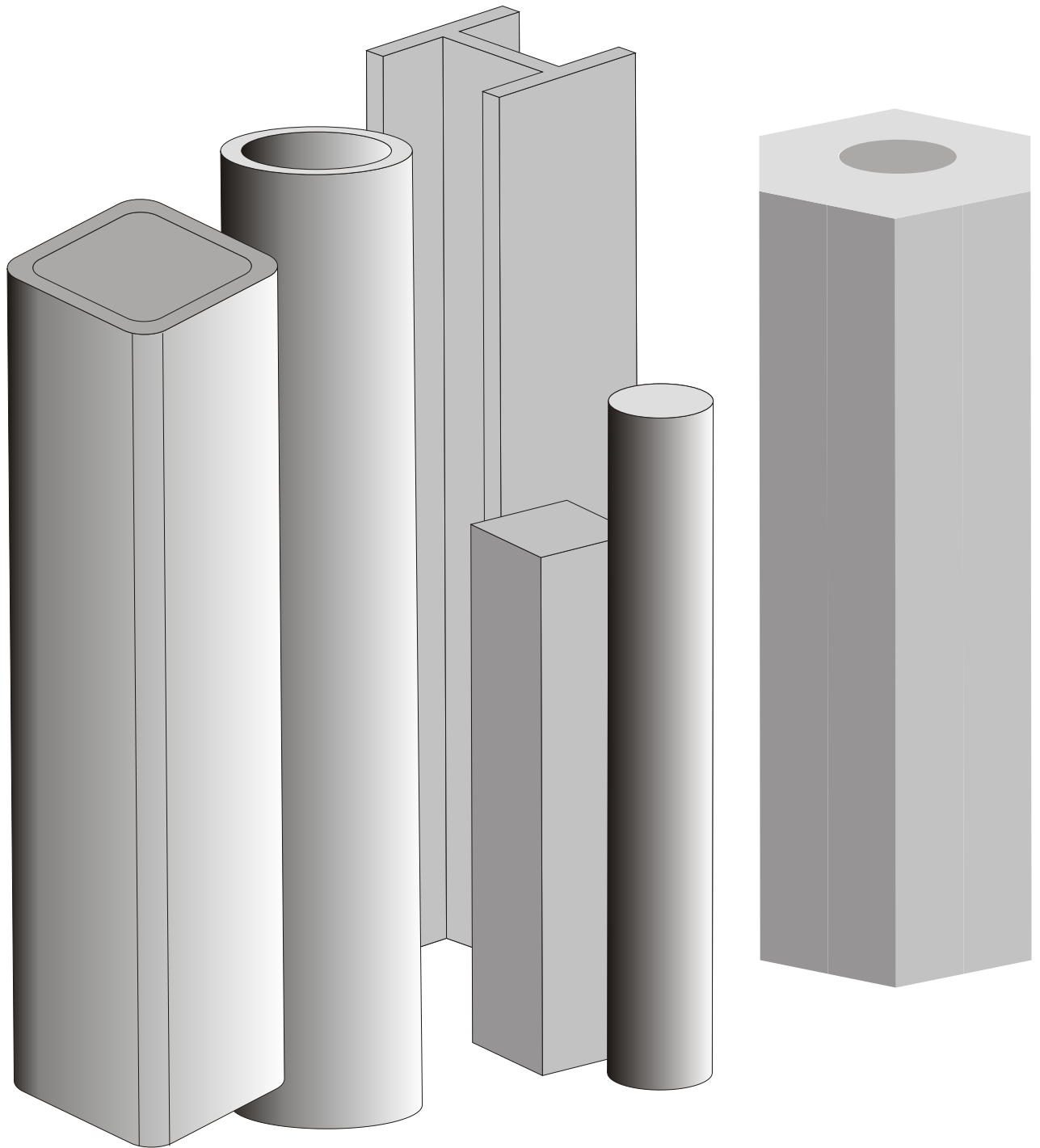


เสาเหล็กรูปพรรณ



อาร์มภบท

แต่ ภรรยาสุดที่รัก...

ซึ่งสูญเสียความทรงจำเนื่องจากเส้นเลือดในสมอง มาตั้งแต่ 1 ก.ค. 2550
ปัจจุบัน แม้ว่าเธอจะมีชีวิตอยู่แต่ก็ไม่สามารถช่วยเหลือตนเองได้ และผมยอมสละ
ทุกสิ่งทุกอย่าง ทั้งหน้าที่ การงาน ฯลฯ เพื่อดูแลเธอให้ดีที่สุด ตลอดช่วงชีวิตสุดท้าย
ที่เหลืออยู่ของผม

Gnem Rvc
September 2013

บทนำ

วิศวกรหลายท่านคงได้คำนวณและเลือกใช้เหล็กรูปพรรณในการออกแบบเสาของโครงสร้างมาก่อน และรู้ว่า ยิ่งเสา **สูงขลุ้ดมากขึ้น** เท่าใด กำลังรับแรงกดของ ก็ **จะลดลงมากขึ้น** เท่านั้น *เลออนฮาร์ด ออยเลอร์* เขาก็คิดเช่นนั้น เขาได้พยายามทดลอง ทดสอบ และนำเอาผลทดสอบ มาเขียนเป็นสูตรทางคณิตศาสตร์ หรือที่เรา รู้จักกันดีว่า ****สูตรของออยเลอร์**** ซึ่งทำให้เขามีชื่อเสียงและเป็นที่ยอมรับไปทั่วโลก แต่สูตรของออยเลอร์สามารถใช้ได้โดยมีข้อจำกัดกรณีที่เสาสูงขลุ้ดมาก ๆ ค่าที่ได้ อาจมีข้อผิดพลาด จึงมีการพัฒนาสูตรต่างๆเพิ่มขึ้น เพื่อปรับปรุงข้อผิดพลาด เช่น ทางสหรัฐอเมริกา ก็จะพัฒนา ASTM, อังกฤษ ก็จะใช้ BS. และอื่นๆ (ยุโรป-เยอรมัน-ฝรั่งเศส-รัสเซีย ฯลฯ) แต่บ้านเรานิยมใช้ ASTM โดย วสท.มักใช้ของสหรัฐอเมริกา เป็นมาตรฐาน อย่างไรก็ตาม ไม่ว่าจะ Code มาตรฐานใด ๆ ก็ตาม ผลลัพธ์ที่ออกมาอาจมีข้อแตกต่างกันบ้าง (เพียงเล็กน้อย) และเป็นที่ยอมรับกันได้เสมอ

บทความนี้ใช้มาตรฐานอ้างอิงมาจากอังกฤษ BS.code ซึ่งวิศวกรรุ่นเก่าๆ บางท่านอาจได้เคยจำเรียนมาบ้าง บางท่านอาจไม่เคยเห็นมาก่อน แต่ก็ เป็นวิธีคิดคำนวณที่ง่าย และได้ผลเช่นเดียวกัน

วิธีคิดคำนวณการรับน้ำหนักกดของเสา

ตัวอย่าง 1

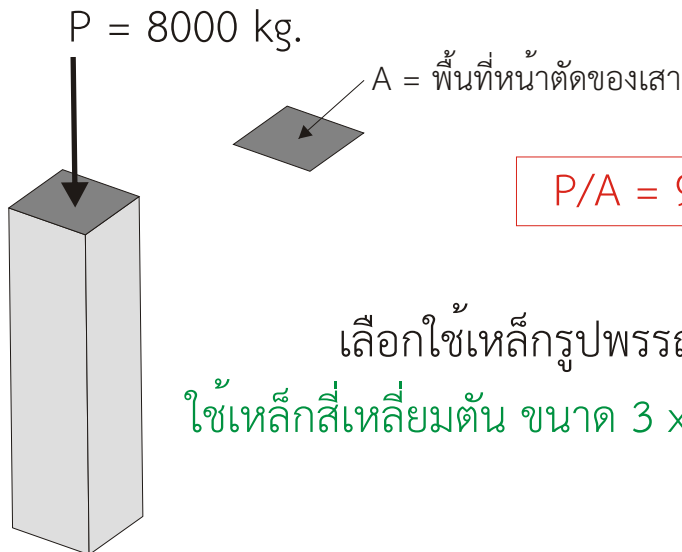
คำนวณหาพื้นที่หน้าตัด-ขนาดของเสาเหล็กรูปพรรณ สี่เหลี่ยมตัน

$P =$ แรงกดที่กระทำลงบนเสา = 8000 kg.

$A =$ พื้นที่หน้าตัดของเสา

Allowble Stress ของเหล็กรูปพรรณ = $0.40 f_y$ ($f_y=2400$ ksc.)

$$= 0.40 \times 2400 = \boxed{960} \text{ kg./sq.cm.}$$



$$A = 8000/960 = 8.34 \text{ sq.cm.}$$

เลือกใช้เหล็กรูปพรรณสี่เหลี่ยมตัน ขนาด $= \sqrt{8.34} = 2.89$ cm.

ใช้เหล็กสี่เหลี่ยมตัน ขนาด 3×3 cm. $A = 9$ sq.cm. > 8.34 sq.cm. OK

สรุปในกรณีที่ยังไม่ได้มีพฤติกรรมความสูงของเสามาเกี่ยวข้อง

เสาเหล็กสี่เหลี่ยมตัน ขนาด $A = 9$ sq.cm. รับน้ำหนักกดสูงสุด $= 9 \times 960 = 8640$ kg.

แต่ในโครงสร้างจริงๆหาเป็นเช่นนี้ไม่?

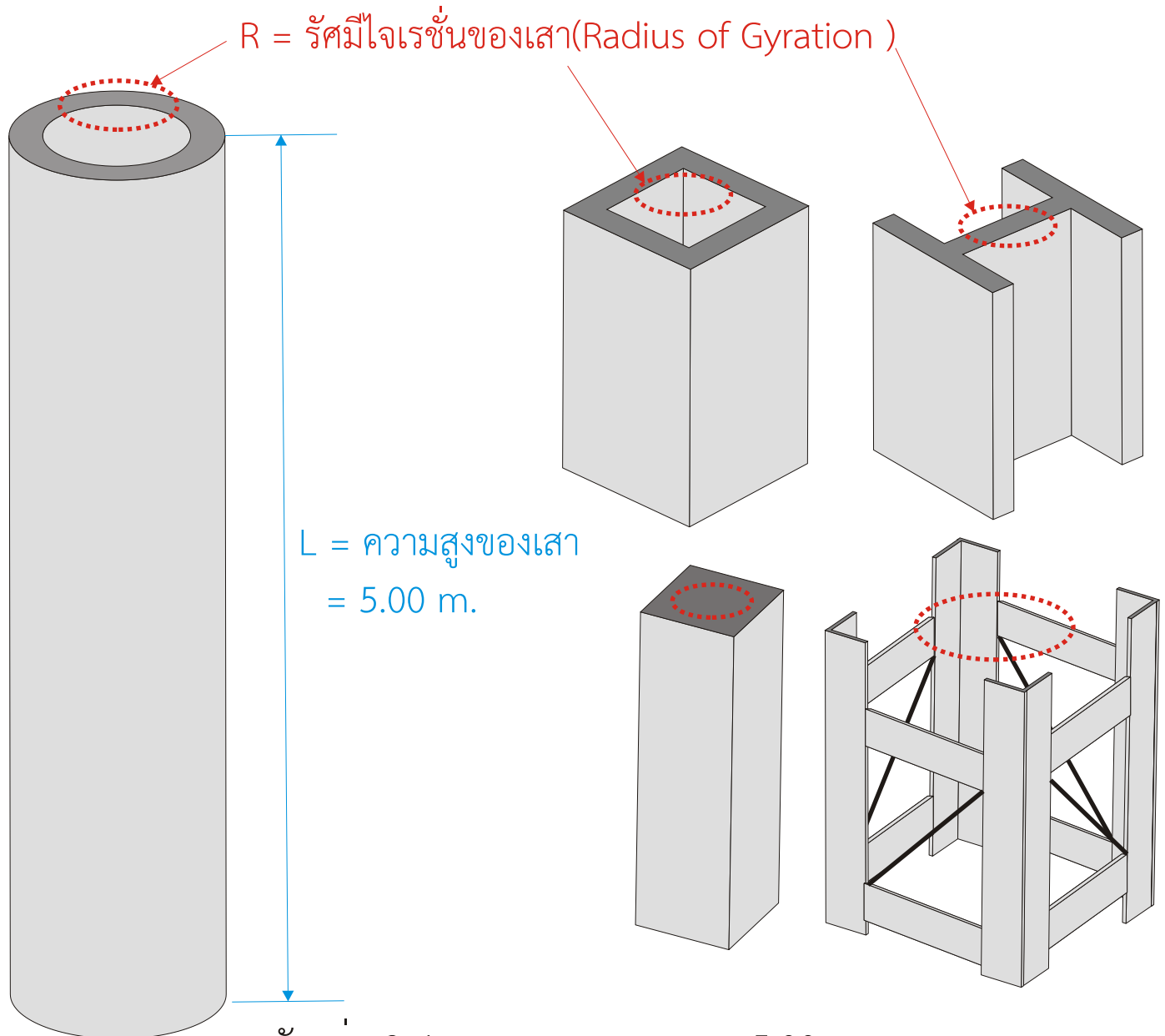
ในตัวอย่างนี้เป็นเพียงบทเริ่มต้น สอนให้เราทราบว่าขนาดเสาเหล็กรูปพรรณนี้รับน้ำหนักกดสูงสุด มากที่สุดได้เท่านี้ แต่ถ้ามันสูงหลุดขึ้นไปมากเท่าใด การรับน้ำหนักก็ยิ่งลดลง

อัตราส่วน ความสูงของเสา / รัศมีจายเรชั่น
หรืออัตราส่วนความขะลุด L / R

L = ความสูงของเสา

R = รัศมีจายเรชั่นของเสา(Radius of Gyration)

ในตารางเหล็กมี 2 ค่า คือ R_x และ R_y ถ้าเป็นเสากลม หรือสี่เหลี่ยมด้านเท่า $R_x = R_y$



ตัวอย่าง 2 L = ความสูงของเสา = 5.00 m.

R = Radius of Gyration = 3

$L / R = 500/3 = 166.6$

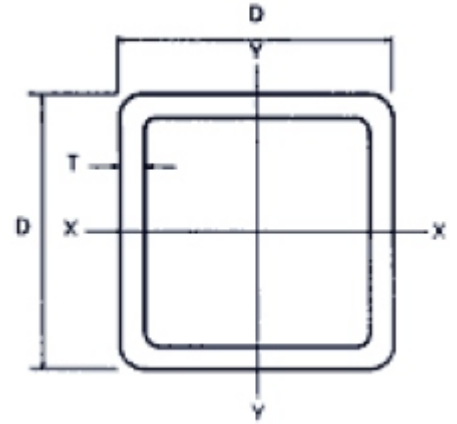
อัตราส่วน ความสูงของเสา / รัศมีใจเรซัน

ตัวอย่าง3 หาค่า L / R

เสาเหล็กกล่องสี่เหลี่ยมกลวงขนาด 150 x 150 mm.

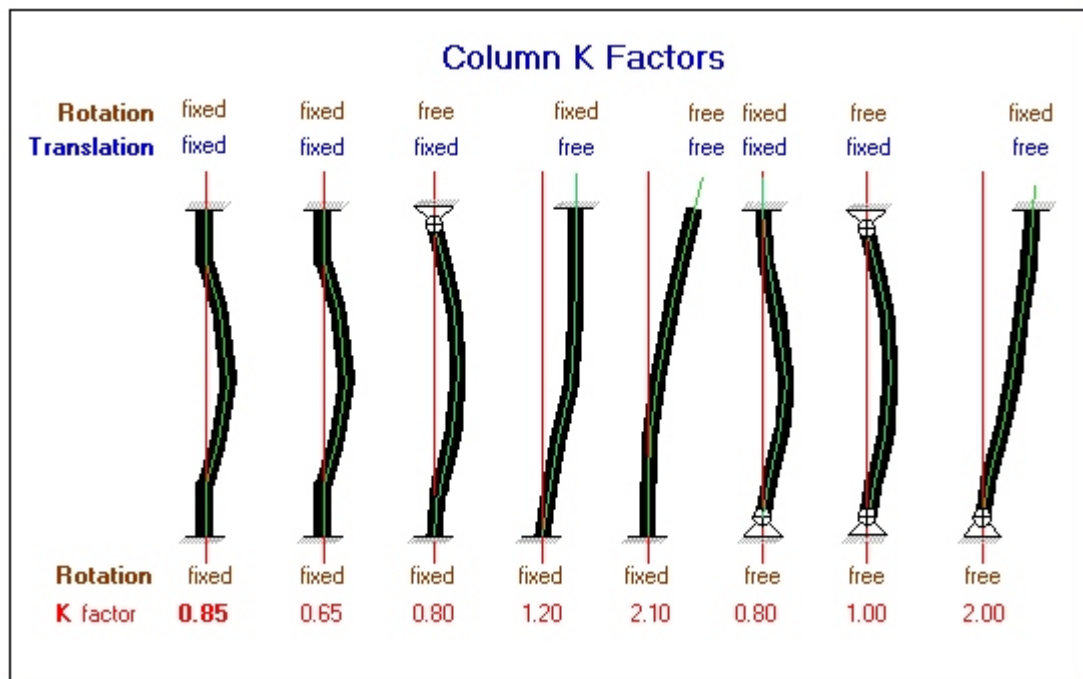
หนา 6.0 มม. สูง 3.90 เมตร ค่า L / R = ?

$$L / R = 390 / 5.84 = 66.7$$



Side Length		Thickness	Calculate Weight	Cross Sectional Area	Geometrical Moment of Inertia	Modulus of Section	Radius of Gyration
D x D		T	W	A	I _x , I _y	Z _x , Z _y	R _x , R _y
in.	mm.	mm.	kg./m.	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm.
4x4	100x100	2.3	6.95	8.85	140.00	27.90	3.97
		3.2	9.52	12.13	187.00	37.50	3.93
		4.0	11.70	14.95	226.00	45.30	3.89
		4.5	13.10	16.67	249.00	49.90	3.87
		6.0	17.00	21.63	311.00	62.30	3.79
5x5	125x125	3.2	12.00	15.33	376.00	60.10	4.95
		4.5	16.60	21.17	506.00	80.90	4.89
		5.0	18.30	23.36	553.00	88.40	4.86
		6.0	21.70	27.63	641.00	103.00	4.82
6x6	150x150	4.5	20.10	25.67	896.00	120.00	5.91
		5.0	22.30	28.36	982.00	131.00	5.89
		6.0	26.40	33.63	1,150.00	153.00	5.84
		6.3	27.40	34.80	1,174.00	156.00	5.80

การกำหนดค่า K ในการออกแบบเสาเหล็กรูปพรรณ



การคำนวณขนาด-การรับน้ำหนักสูงสุดของเสาเหล็ก

ตัวอย่าง 4

เสาเหล็กรูปพรรณสี่เหลี่ยมกลวง ขนาด 125 x 125 mm. หนา 4.5 mm.
พื้นที่หน้าตัด = 21.17 sq.cm. สูง 6 เมตร ค่า R = 4.89 cm.

กำหนดค่า K ในการออกแบบ = 0.85

กำหนดค่า E = Modulus of elasticity of steel = 2.1×10^5 (MPa)

กำหนดค่า $F_y = 2400$ kg./sq.cm. = 240 (MPa)

ขั้นตอนที่ 1 ตรวจสอบรัศมีไจเรชั่นว่าเพียงพอหรือไม่ ?

Value of Effective Length = $(K \times L) / 180$

$$= (0.85 \times 600) / 180 = 2.83 < 4.89 \quad \text{OK}$$

หน้าตัดเสานี้มีรัศมีไจเรชั่นเพียงพอในการรับแรงกด

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณหาน้ำหนักสูงสุดที่เสาต้นนี้รับได้

$$AE = L / R$$

$$F_{cc} = \text{Elastic critical stress in compression} = \frac{\pi^2 E}{AE^2} = \frac{\left(\frac{22}{7}\right)^2 (210000)}{(600 / 4.89)^2} = 134.42$$

$$\text{สูตร } Q_{ac}(\text{MPa}) = 0.6 \frac{F_{cc} \cdot F_y}{\left[(F_{cc})^N + (F_y)^N \right]^{1/N}} \quad N = \text{a Factor} = 1.4$$

$$Q_{ac} = 0.6 \frac{134.42 \times 240}{\left[134.42^{1.4} + 240^{1.4} \right]^{1/1.4}} = 62.84 \text{ MPa}$$

$$= 62.84 \times 10 = 628.4 \text{ kg./sq.cm.}$$

เสาต้นนี้รับน้ำหนักได้ = $628.4 \times 21.17 = 13303$ kg.

สรุปเสาต้นนี้รับน้ำหนักได้ = 13303 kg. หรือ 13.3 ตัน



การคำนวณขนาด-การรับน้ำหนักสูงสุดของเสาเหล็ก

ตัวอย่าง 5 เหมือนตัวอย่าง 4 แต่พฤติกรรมค่า K ในการออกแบบไม่เหมือนกัน

เสาเหล็กรูปพรรณสี่เหลี่ยมกลวง ขนาด 125 x 125 mm. หนา 4.5 mm.
พื้นที่หน้าตัด = 21.17 sq.cm. สูง 6 เมตร ค่า R = 4.89 cm.

กำหนดค่า K ในการออกแบบ = 2.0

กำหนดค่า E = Modulus of elasticity of steel = 2.1×10^5 (MPa)

กำหนดค่า Fy = 2400 kg./sq.cm. = 240 (MPa)

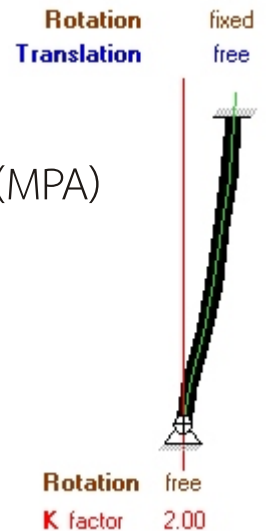
ขั้นตอนที่ 1 ตรวจสอบรัศมีใจเรชั่นว่าเพียงพอหรือไม่ ?

Value of Effective Length = $(K \times L) / 180$

$$= (2.0 \times 600) / 180 = 6.67 > 4.89 \quad \text{No. Use}$$

หน้าตัดเสานี้มีรัศมีใจเรชั่นไม่เพียงพอในการรับแรงกด ใช้ไม่ได้

ขั้นตอนที่ 2 ไม่ต้องคำนวณ เลือกขนาดใหม่



การคำนวณขนาด-การรับน้ำหนักสูงสุดของเสาเหล็ก

ตัวอย่าง 6 เหมือนตัวอย่าง 4 แต่พฤติกรรมค่า K ในการออกแบบไม่เหมือนกัน

เสาเหล็กรูปพรรณสี่เหลี่ยมกลวง ขนาด 125 x 125 mm. หนา 4.5 mm.
พื้นที่หน้าตัด = 21.17 sq.cm. สูง 6 เมตร ค่า R = 4.89 cm.

กำหนดค่า K ในการออกแบบ = 1.20

กำหนดค่า E = Modulus of elasticity of steel = 2.1×10^5 (MPa)

กำหนดค่า $F_y = 2400$ kg./sq.cm. = 240 (MPa)

ขั้นตอนที่ 1 ตรวจสอบรัศมีใจเรชั่นว่าเพียงพอหรือไม่ ?

Value of Effective Length = $(K \times L) / 180$

$$= (1.20 \times 600) / 180 = 4.0 < 4.89 \quad \text{OK}$$

หน้าตัดเสานี้มีรัศมีใจเรชั่นเพียงพอในการรับแรงกด

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณหาน้ำหนักสูงสุดที่เสาต้นนี้รับได้

$$AE = L / R$$

$$F_{cc} = \text{Elastic critical stress in compression} = \frac{\pi^2 E}{AE^2} = \frac{\left(\frac{22}{7}\right)^2 (210000)}{(600 / 4.89)^2} = 134.42$$

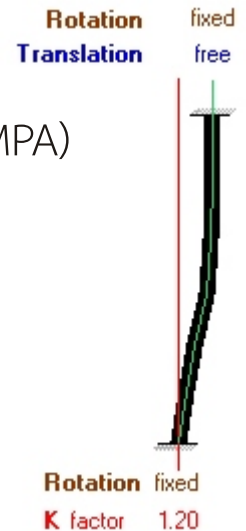
$$\text{สูตร } Q_{ac}(\text{MPa}) = 0.6 \frac{F_{cc} \cdot F_y}{\left[(F_{cc})^N + (F_y)^N \right]^{1/N}} \quad N = \text{a Factor} = 1.4$$

$$Q_{ac} = 0.6 \frac{134.42 \times 240}{\left[134.42^{1.4} + 240^{1.4} \right]^{1/1.4}} = 62.84 \text{ MPa}$$

$$= 62.84 \times 10 = 628.4 \text{ kg./sq.cm.}$$

เสาต้นนี้รับน้ำหนักได้ = $628.4 \times 21.17 = 13303$ kg.

สรุปเสาต้นนี้รับน้ำหนักได้ = 13303 kg. หรือ 13.3 ตัน



สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$F_{cc} = \text{Elastic critical stress in compression} = \frac{\pi^2 E}{AE^2}$$

$$\text{สูตร } Q_{ac}(\text{MPa}) = 0.6 \frac{F_{cc} \cdot F_y}{\left[(F_{cc})^N + (F_y)^N \right]^{1/N}}$$

Q_{ac} = Permissible stress of steel มีหน่วยเป็น MPa

N = a Factor = 1.4

$AE = L / R$

ประวัติเลออนฮาร์ด ออยเลอร์



เลออนฮาร์ด ออยเลอร์ โดย เอ็มมานูเอล แฮนด์มันน์ (Emanuel Handmann)

เลออนฮาร์ด ออยเลอร์

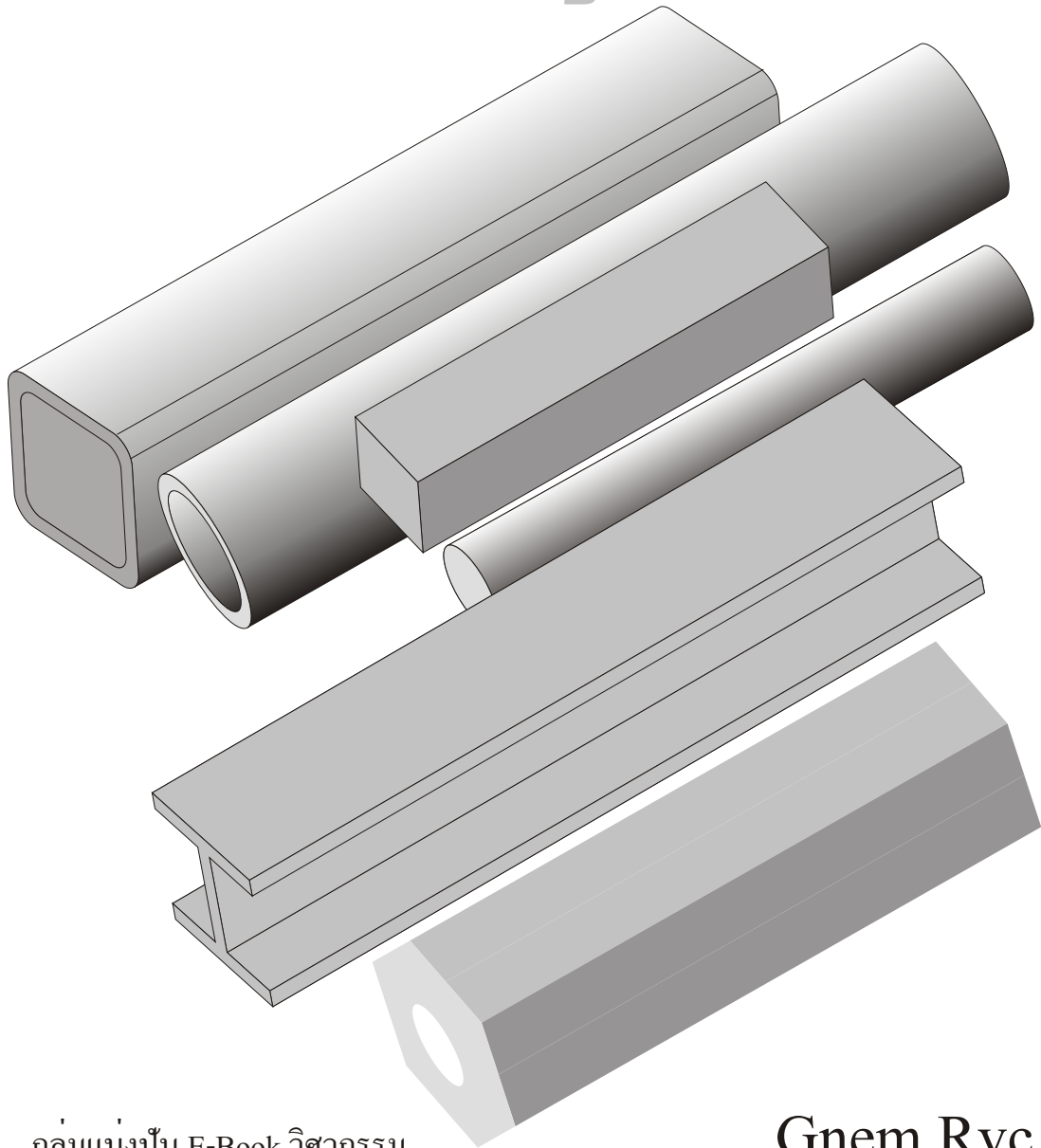
เลออนฮาร์ด ออยเลอร์ (Leonhard Euler) (15 เมษายน พ.ศ. 2250 - 18 กันยายน พ.ศ. 2326) เป็นนักคณิตศาสตร์และนักฟิสิกส์ชาวสวิส เขาได้ชื่อว่าเป็นนักคณิตศาสตร์ที่ยิ่งใหญ่ที่สุดคนหนึ่งเท่าที่เคยมี เลออนฮาร์ด ออยเลอร์ เป็นคนแรกที่ใช้คำว่า "ฟังก์ชัน" (ตามคำนิยามของไลบ์นิซ ใน ค.ศ. 1694) ในการบรรยายถึงความสัมพันธ์ ที่เกี่ยวข้องกับตัวแปร เช่น $y = F(x)$ เขายังได้ชื่อว่าเป็นคนแรกที่ประยุกต์แคลคูลัสเข้าไปยังวิชาฟิสิกส์

ออยเลอร์เกิดและโตในเมืองบาเซิล เขาเป็นเด็กที่มีความเป็นอัจฉริยะทางคณิตศาสตร์ เขาเป็นศาสตราจารย์สอนวิชาคณิตศาสตร์ที่เซนต์ปีเตอส์เบิร์ก และต่อมาก็สอนที่เบอร์ลิน และได้ย้อนกลับไปยังเซนต์ปีเตอส์เบิร์กอีกครั้ง เขาเป็นนักคณิตศาสตร์มีผลงานมากมายที่สุดคนหนึ่ง ผลงานทั้งหมดของเขารวบรวมได้ถึง 75 เล่ม ผลงานของเขามีอิทธิพลอย่างมากต่อผลงานทางคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 18 เขาต้องสูญเสียการมองเห็น และตาบอดสนิทตลอด 17 ปีสุดท้ายในชีวิตของเขา ซึ่งในช่วงนี้เองที่เขาสามารถผลิตผลงานได้ถึงเกือบครึ่งหนึ่งของผลงานทั้งหมดของเขา

โปรดคอยติดตาม

วิธีคำนวณ--การเลือกขนาด

คานเหล็กรูปพรรณ



กลุ่มแบ่งปัน E-Book วิศวกรรม
Tumcivil.com

Gnem Rvc
September 2013

เขียนเมื่อยามเป็นไม้ไผ่ไถ้ฝั่่ง

Gnem Rvc
September 2013