



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
การสอบปลายภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555

วิชา CTE 327 Steel & Timber Design

ภาควิชาครุศาสตร์โยธา

สอบวันจันทร์ที่ 3 ธันวาคม พ.ศ. 2555

เวลา 09.00 – 12.00 น.

กาเตือน

1. ข้อสอบวิชานี้มี 4 ข้อ 16 หน้า (รวมใบปะหน้า)
2. อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณได้
3. อนุญาตให้นำเอกสารเข้าห้องสอบได้
4. ให้ทำในข้อสอบเท่านั้น
5. ในกรณีที่โจทย์ข้อสอบมีข้อมูลที่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ให้สมมติค่าที่ต้องใช้ได้ตามความจำเป็น

ห้ามนักศึกษานำข้อสอบและกระดาษคำตอบออกนอกห้องสอบ

นักศึกษาซึ่งทุจริตในการสอบ อาจถูกพิจารณาโทษสูงสุดให้พ้นสภาพการเป็นนักศึกษา

ดร. อีระวุฒิ มุขอำมหัด

ผู้ออกข้อสอบ

โทร. 081-649-4687

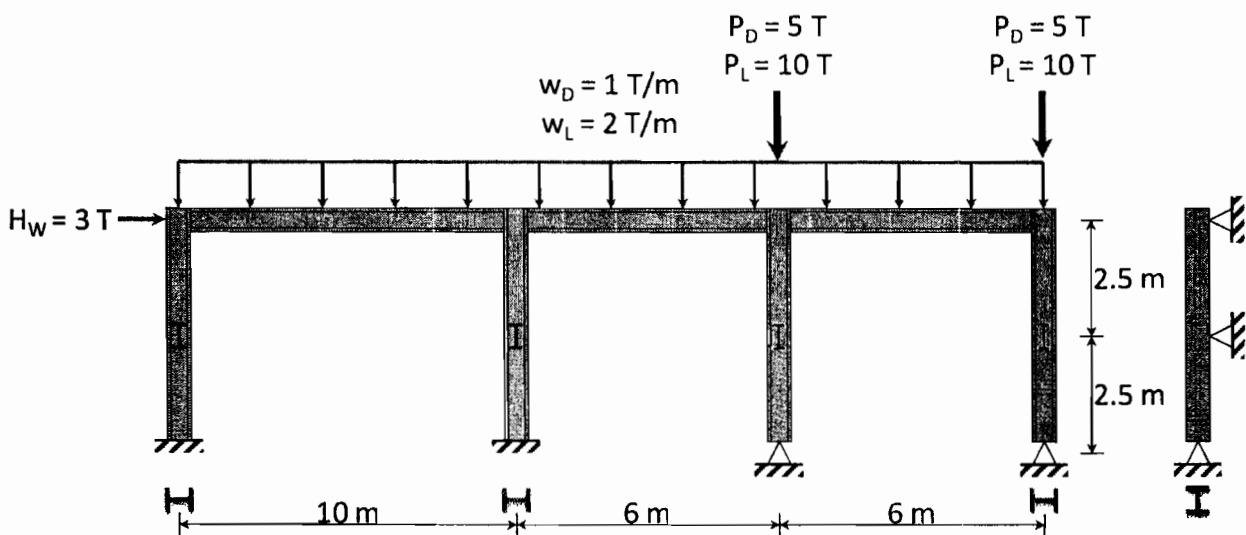
Problem 1 - Design of Beam – Column (20 points)

โครงสร้างในรูปที่ 1 เป็นโครงสร้างเหล็กที่มีแรงกระทำดังรูป ผลการวิเคราะห์หาแรงภายในของเสาต้นแรกที่อยู่ด้านซ้ายมือสุด เนื่องจาก

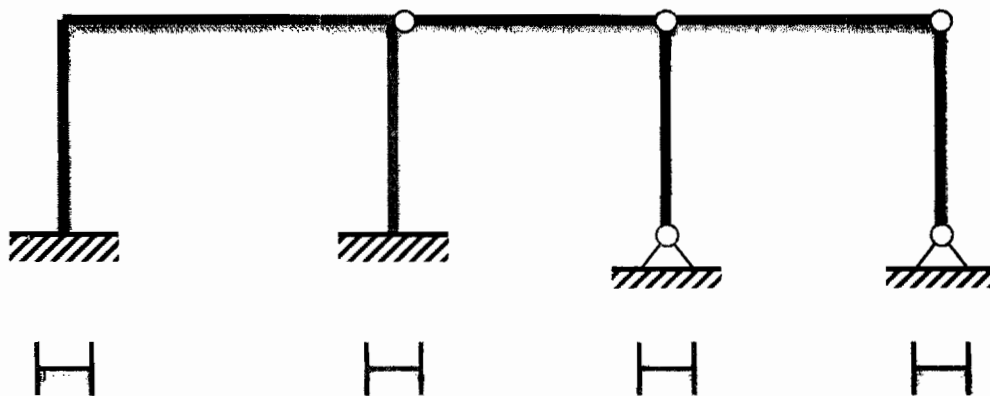
- Dead Load และ Live Load ได้แสดงไว้ในรูปที่ 2
- Wind Load ได้แสดงไว้ในรูปที่ 3

เลือกรูปพรรณที่ใช้เป็นชั้นคุณภาพ มอก. SS400 โดยมีขนาดหน้าตัดของโครงสร้าง ดังนี้

- เสาใช้หน้าตัด W200x200x49.9
- คานใช้หน้าตัด 600x200x106

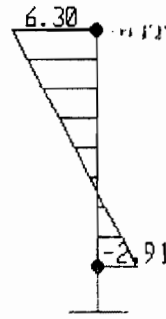
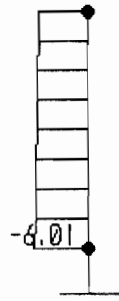


(ก) Structural Geometry and Loading



(ข) Model

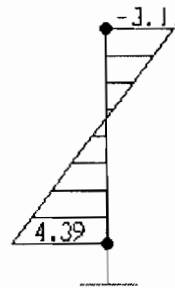
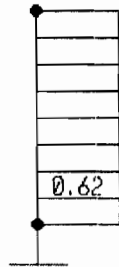
รูปที่ 1 โครงสร้างและโมเดล



(ก) Axial Force (ton)

(ข) Bending Moment (ton-m)

รูปที่ 2 แรงภายในเนื่องจาก Dead Load & Live Load



(ก) Axial Force (ton)

(ข) Bending Moment (ton-m)

รูปที่ 3 แรงภายในเนื่องจาก Wind Load

ชื่อ _____ รหัสนักศึกษา _____ เลขที่นั่งสอบ _____

- 1.1 จงคำนวณหาค่าแรงภายใน N และ M รวมทั้งเขียน Bending Moment Diagram (BMD) ของเสา เนื่องจาก Load Combination ที่พิจารณา Dead, Live และ Wind Loads รวมกัน $\rightarrow (1.0D + 1.0L) + 1.0W$ ภาระลม

	สูตรและการแทนค่า	คำตอบพร้อมหน่วย
N	= =	
M	= =	

- 1.2 จงคำนวณหาค่า f_a และ f_b ของเสา

	สูตรและการแทนค่า	คำตอบพร้อมหน่วย
f_a	= =	
f_b	= =	

- 1.3 จงคำนวณหาค่า F_a ของเสา เมื่อโครงสร้างเสามีการค้ำยันทางข้าง (Lateral bracing) ที่ปลายด้านบน ด้านล่าง และกึ่งกลางของเสาดังแสดงในรูปที่ 1 (ก)

	สูตรและการแทนค่า	คำตอบพร้อมหน่วย
G_{top}	= =	
G_{bot}		
K_x	= =	
K_y		

1.4 คำนวณหาค่า F_a เมื่อสมมติให้ $K_x = K_y = 1.5$

	สูตรและการแทนค่า	คำตอบพร้อมหน่วย
$\frac{KL}{r}$	= =	
$\frac{KL/r}{C_c}$	= =	
F_a	= =	
	กราฟ F_a vs. $\frac{KL}{r}$	

1.5 จงคำนวณหาค่า F_b ของเสา เมื่อกำหนดให้

- $C_b = 1.5$ และ $r_T = 5.51$ cm
- $L_{c1} = 2.54$ m, $L_{c2} = 6.72$ m, $L_{u1} = 3.61$ m, $L_{u2} = 10.08$ m, และ $L_v = 8.08$ m
- คำนวณหาค่า F_b ของเสา สำหรับการวิบัติแบบ LTB เท่านั้น

	สูตรและการแทนค่า	คำตอบพร้อมหน่วย
F_b	= =	
	กราฟ $F_{b,LTB}$ vs. L_b	

1.6 จงตรวจสอบ P-M Interaction ของเสา

- สมมติให้ $K_x = 1.7$ และ $K_y = 1.5$

ค่าคงที่ของเสา

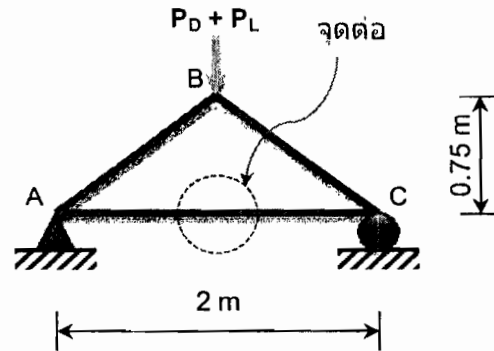
- สมมติให้ $F_a = F_b = 0.4F_y$

ค่าคงที่ของเสาที่ใช้ในการคำนวณ

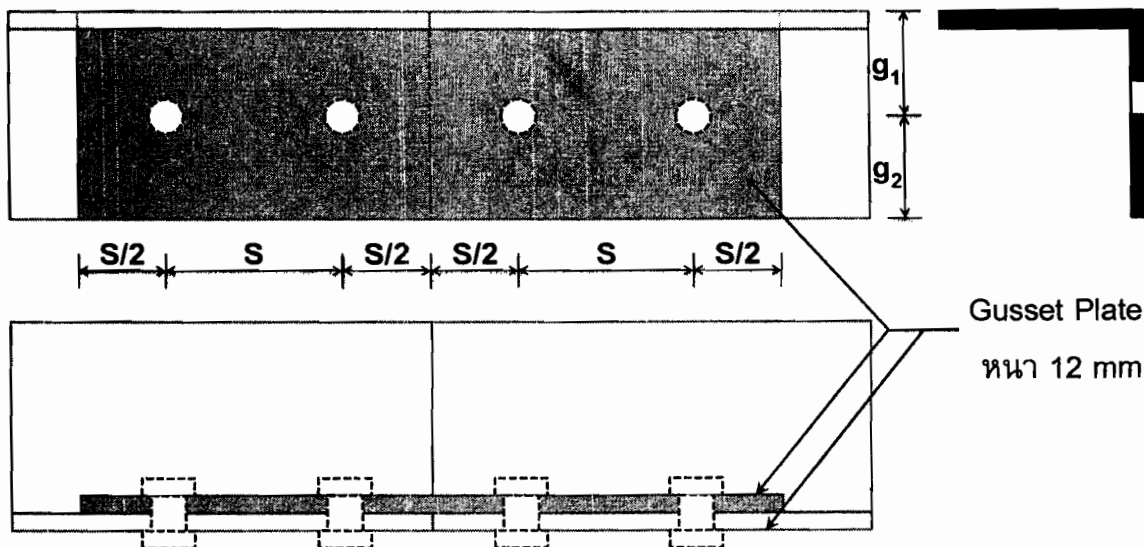
	สูตรและการแทนค่า	คำตอบพร้อมหน่วย
C_m	กรณี Braced Frame = =	
	กรณี Unbraced Frame = =	
		Use $C_m =$
$(KL/r)_b$	= =	
F'_e	= =	
B	= =	
P-M	@ Ends @ Midspan	

Problem 2 - Design of Tension Member (10 points)

Member AC ของโครงสร้าง Truss ในรูปที่ 4 เป็นเหล็กชั้นคุณภาพ มอก. SS400 ที่ใช้หน้าตัดเป็น Angle ขนาด L75x75x12 (ดูคุณสมบัติของหน้าตัดจากตารางที่ 1 ในหน้า 16) กำหนดให้ใช้สลักเกลียว A490 จำนวน 2 ตัว ที่มี d_{bolt} ขนาด 27 mm ยึดที่ปลายแต่ละด้านของ Member เพื่อทำจุดต่อแบบ Lap Joint โดยมีการเจาะรูบนขาข้างเดียวดังแสดงในรูปที่ 5 (ระยะ $g_1 = 4$ cm)



รูปที่ 4 โครงสร้าง Truss และตำแหน่งของจุดต่อในโครงสร้าง



รูปที่ 5 จุดต่อแบบ Lap Joint ของ Tension Member

2.1 จงคำนวณหา P_D และ P_L ที่ Member AC จะรับได้ ถ้า Dead Load มีค่าเป็น 2 เท่าของ Live Load ($P_D = 2 P_L$) และพิจารณาการวิบัติแบบ Yielding ของ Angle ($N_{AC} < T_y$) เท่านั้น

	สูตรและการแทนค่า	คำตอบพร้อมหน่วย
T_y	=	
	=	

ชื่อ _____ รหัสนักศึกษา _____ เลขที่นั่งสอบ _____

Hint:

- กำหนดให้ $P = P_D + P_L$ จงคำนวณหา support reactions (โครงสร้างมีความสมดุล)

- จาก support reactions ที่ได้ จงคำนวณหา axial force ใน Member AC (N_{AC})

- จากเงื่อนไข $N_{AC} < T_y$ จงคำนวณหา P

- จาก P ที่ได้ จงคำนวณหา P_D และ P_L

Problem 2 - Design of Tension Member (continued)

2.2 จงออกแบบระยะ Pitch (s) เพื่อป้องกันการวิบัติแบบ Block Shear ของ Angle (165x10x10) กำหนดให้ $T_y < T_{bs}$

Hint:

- กำหนดให้ระยะ Pitch = s จงวาดรูปรอยขาดของ Block shear

- จงคำนวณหา A_{nv} (โดยติดค่า s เอาไว้)

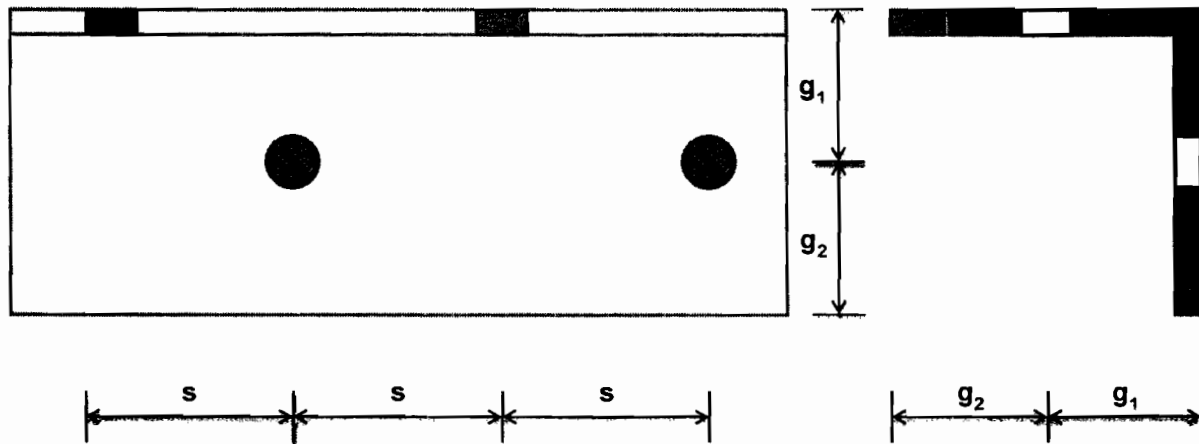
- จงคำนวณหา A_{nt}

- จาก A_{nv} และ A_{nt} ที่ได้ จงคำนวณหา T_{bs}

- จาก $T_y < T_{bs}$ จงคำนวณหา s_{req} และเลือกระยะ s ที่จะใช้

Problem 3 - Design of Tension Member (10 points)

Tension Member ในโครงสร้างหนึ่งเป็นเหล็กชั้นคุณภาพ มอก. SS400 ที่มีหน้าตัดเป็นเหล็กฉากขนาด L75x75x12 (ดูคุณสมบัติของหน้าตัดจากตารางที่ 1 ในหน้า 16) และมีการเจาะรูไว้สำหรับสลักเกลียว A490 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (d_{bolt}) 24 mm บนขาทั้ง 2 ด้านๆ ละ 2 รู เพื่อยึดต่อกับเหล็กประกบ (Gusset plate) ดังแสดงในรูปที่ 6 (ระยะ $g_1 = 4$ cm)



รูปที่ 6 เหล็กฉากที่มีการเจาะรูไว้สำหรับสลักเกลียวบนขาทั้ง 2 ด้าน

3.1 จงออกแบบระยะ Pitch (s) ที่ทำให้การวิบัติแบบ Fracture (T_f) เกิดขึ้นโดยมีรอยขาดผ่านรูเจาะ 1 รูเท่านั้น

Hint:

- จงวาดรูปคลี่ของ Angle และวาดรูปรอยขาดของ Fracture แต่ละรอยที่เป็นไปได้
- จงคำนวณหาระยะ g ของ Angle ที่คลี่แล้ว

Problem 3 - Design of Tension Member (continued)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

- จงคำนวณหา A_n ของแต่ละรอยขาด (เช่น A_{n1} , A_{n2} , A_{n3} , ...)

- จงคำนวณหาระยะ s_{req} โดยกำหนดให้ $A_{n1} < A_{n2} < A_{n3} < \dots$ เมื่อ A_{n1} คือพื้นที่ของรอยขาดที่ผ่านรูเจาะ 1 รู เท่านั้น และออกแบบระยะ s ที่จะใช้

3.2 จากระยะ Pitch (s) ที่ออกแบบไว้ จงตรวจสอบว่า Member นี้จะเกิดการบิดแบบ Yielding (T_y) หรือ

Fracture (T_f)

	สูตรและการแทนค่า	คำตอบพร้อมหน่วย
A_n	= =	
\bar{x}	= =	
L_{conn}	= =	
U	= =	
T_f	= =	
T_y	= =	
สรุป		

Problem 4 - Design of Connection (10 points)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

จงออกแบบรอยต่อแบบ Lap Joint ของเหล็กหน้าตัด L75x75x12 (ดูคุณสมบัติของหน้าตัดจากตารางที่ 1 ใน หน้า 16) ที่เป็นชั้นคุณภาพ มอก. SS400 และมีเหล็กแผ่นหนา 15 mm เป็นเหล็กประกบ (Gusset Plates) โดยไม่ต้อง ตรวจสอบการวิบัติแบบ Fracture และ Block Shear

4.1 เมื่อทำรอยต่อโดยใช้สลักเกลียว A490N ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (d_{bolt}) 24 mm (ใช้ระยะ $g_1 = 4$ cm)

	สูตรและการแทนค่า	คำตอบพร้อมหน่วย
m		
A_{bolt}	= =	
F_u		
t		
$n_{bolt, req1}$	= =	
$n_{bolt, req2}$	= =	
$n_{bolt, req}$		

รูปรอยต่อ

4.2 เมื่อทำรอยต่อโดยการเชื่อมแบบ Fillet welds ด้วยลวดเชื่อม E80 จ.มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

	สูตรและการแทนค่า	คำตอบพร้อมหน่วย
a_{min}		
a_{max}	= =	
a		
t_e	= =	
t	= =	
F_{E80}		
F_u		
$L_{weld, req1}$	= =	
$L_{weld, req2}$	= =	
$L_{weld, req}$		

L_{weld1}	=	วิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ นนทบุรี
	=	
L_{weld2}	=	
	=	
End return	=	

รูปรอยต่อ

ชื่อ _____ รหัสนักศึกษา _____ เลขที่นั่งสอบ _____

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของเหล็กฉาก (Angle หรือ L-shape)

ขนาด (mm.)	พื้นที่ หน้าตัด (cm ²)	น้ำหนัก (kg/m.)	ระยะจุด ศูนย์กลาง (cm)		โมเมนต์อินเนอร์เซีย (cm ⁴)				รัศมีไจเรชัน (cm)			
			C _x	C _y	I _x	I _y	max I _u	min I _u	r _x	r _y	max r _u	min r _u
A & B	t											
25	3	1.427	0.719	0.719	0.797	0.797	1.26	0.332	0.747	0.747	0.94	0.483
40	3	2.336	1.09	1.09	3.53	3.53	5.6	1.46	1.23	1.23	1.55	0.79
45	4	3.492	1.27	1.24	6.5	6.5	10.3	2.7	1.36	1.36	1.72	0.88
50	4	3.892	1.37	1.37	9.06	9.06	14.4	3.76	1.53	1.53	1.92	0.983
60	5	5.802	1.66	1.66	19.6	19.6	31.2	8.09	1.84	1.84	2.32	1.18
65	5	6.367	1.77	1.77	25.3	25.3	40.1	10.5	1.99	1.99	2.51	1.28
70	6	8.127	1.93	1.93	37.1	37.1	58.9	15.3	2.14	2.14	2.69	1.37
75	6	8.727	2.06	2.06	46.1	46.1	73.2	19	2.3	2.3	2.9	1.48
75	12	16.56	2.29	81.9	81.9	129	34.5	2.22	2.22	2.79	1.44	75
80	6	9.327	2.18	2.18	56.4	56.4	89.6	23.2	2.46	2.46	3.1	1.58
90	6	10.55	2.42	2.42	80.7	80.7	128	33.4	2.77	2.77	3.48	1.78
100	10	19	2.82	2.82	175	175	278	72	3.04	3.04	3.83	1.95
130	12	29.76	3.64	3.64	467	467	743	192	3.96	3.96	5	2.54
150	12	34.77	4.14	4.14	740	740	1180	304	4.61	4.61	5.82	2.96
150	15	42.74	4.24	4.24	888	888	1410	365	4.56	4.56	5.75	2.92

