

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

สอบปลายภาค ประจำภาคการศึกษา 1

วันที่ 11 ธันวาคม 2558

วิชา Timber and Steel Design (220-412,221-412)

ปีการศึกษา 2558

เวลา 9.00-12.00 น.

ห้องสอบ R201, S124

ผู้สอน ผศ.เอกรัฐ สมัครัฐกิจ

ชื่อ-สกุล.....

รหัส.....

คำชี้แจง

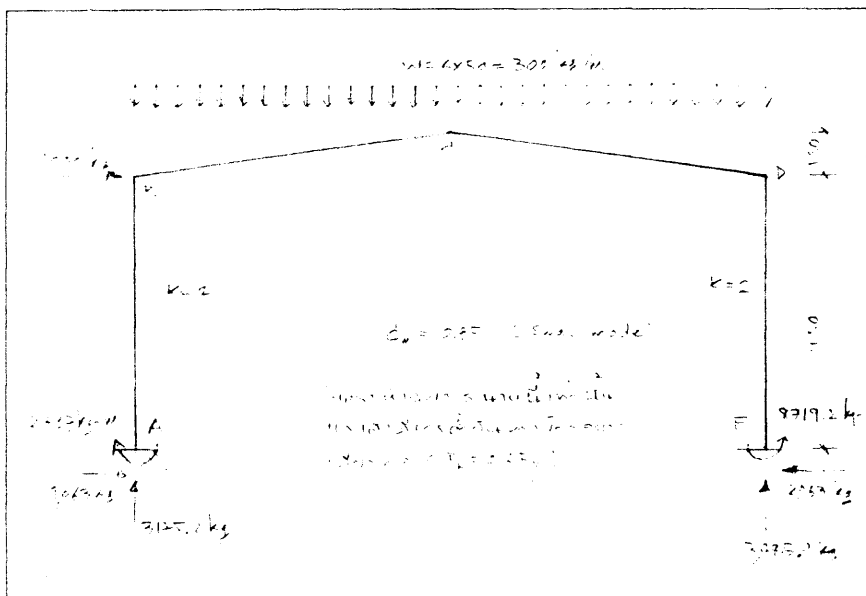
1. ข้อสอบทั้งหมดมี 4 ข้อ คะแนนรวม 40 คะแนน ดังแสดงในตารางข้างล่าง
2. ข้อสอบมีทั้งหมด 11 หน้า (ไม่รวมปก) ผู้สอบต้องตรวจสอบว่ามีครบทุกหน้าหรือไม่ (ก่อนลงมือทำ) และห้ามแกะหรือฉีกข้อสอบออกจากเล่ม
3. ให้ทำหมดทุกข้อลงในสมุดคำตอบที่แนบ
4. ห้ามนำเอกสารใดๆ เข้าห้องสอบ ทุกจริตจะได้ E
5. อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลขได้ทุกชนิด
6. ให้เขียนรหัสในสมุดคำถามทุกหน้า
7. กระดาษทดที่แจกให้ไม่ต้องส่งคืน ถ้าไม่พอขอเพิ่มที่อาจารย์คุมสอบ
8. ห้ามหยิบ หรือยืมสิ่งของใดๆ ของผู้อื่นในห้องสอบ
9. นักศึกษาสามารถเพิ่มเติมข้อมูลได้ในกรณีที่คิดว่าข้อมูลที่ให้มาไม่เพียงพอ

ตารางคะแนน

ข้อที่	คะแนนเต็ม	ได้
1	10	
2	10	
3	10	
4	10	
รวม	40	

ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำ คือ พักการเรียน 2 ภาคการศึกษา และปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต

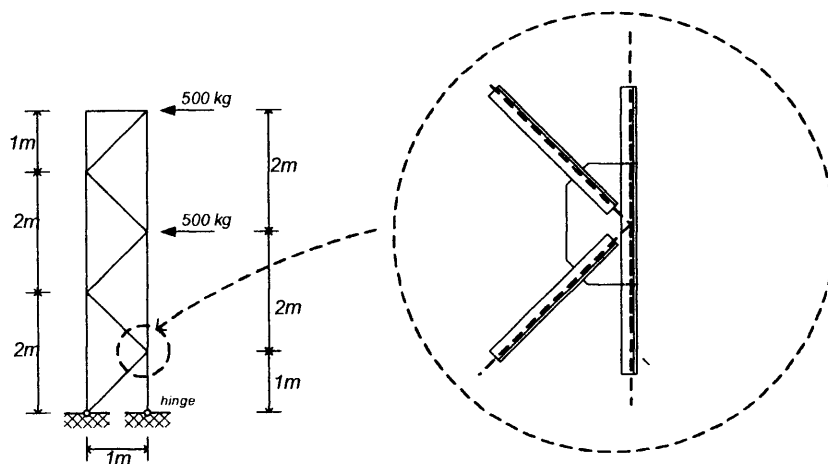
ข้อที่ 1 โครงข้อแข็งที่รับแรงดังแสดงในรูป กระจกแบบเสา-คานเหล็ก AB และ DE มีความยาว 9.5 เมตร กำหนดให้ใช้เหล็ก WF ที่มีคุณสมบัติของเหล็กคือ F_y เท่ากับ 2500 ksc และ E_s เท่ากับ $2.04 \cdot 10^6$ ksc

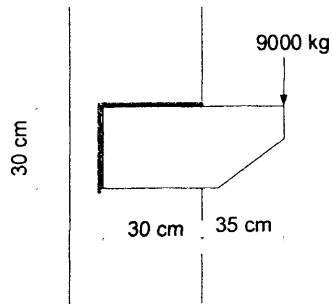


ข้อที่ 2 กระจกแบบจุดต่อยึดสลักเกลียวชนิด A307 ที่จุดต่อในโครงถักดังแสดงในรูป กำหนดคุณสมบัติของสลักเกลียวดังแสดงในตาราง และกำหนดให้โครงข้อแข็งใช้เหล็กฉากขาเท่ากัน ขนาด $65 \times 65 \times 5$ mm (5.0 kg/m) และสลักเกลียวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มม. ทั้งหมดพร้อมทั้งสเก็ตช์รูปที่จุดดังกล่าว

ค่าหน่วยแรงที่ยอมให้ของอุปกรณ์ต่อยึดแบบมีแรงแบกทาน

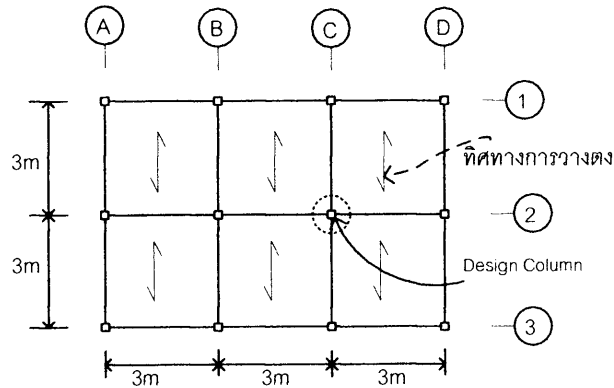
อุปกรณ์ต่อยึด	Tensile Stress, Ft (ksc)	Shear stress, Fv (ksc)	Tensile Stress (มีแรงเฉือนร่วม), F_t' (ksc)
A307	1615	1230	$1960 - 1.6 f_v < 1615$





ข้อที่ 3 จงออกแบบขนาดของรอยเชื่อมที่ใช้ลวดเชื่อมชนิด E70 ของรอยต่อหูช้าง (Corbel) รอยเชื่อมมีความยาว 60 cm และรับแรงขนาด 9000 kg ดังแสดงในรูป กำหนดคุณสมบัติหน่วยแรงเฉือนที่ยอมให้ของลวดเชื่อม E70 คือ F_v เท่ากับ 1470 ksc

ข้อที่ 4 จงออกแบบคานไม้ (Line 1) และเสาไม้ต้นความสูง 3 เมตร ดังแสดงในรูป โดยที่รับน้ำหนักรวม (LL+DL) เท่ากับ 50 กก/ตร.ม กำหนดให้ใช้ไม้เนื้อแข็งมากแบบไสแล้ว และการโก่งตัวที่ยอมให้ $L/200$



ตารางแสดงค่าหน่วยแรงที่ยอมให้ของไม้ ตามมาตรฐาน วสท. และข้อบัญญัติ กทม.

ประเภทไม้	หน่วยแรงดัด หรือหน่วยแรง ดิ่ง (ksc)	หน่วยแรงอัด (ksc)		หน่วยแรงเฉือน ขนานเสี้ยน (ksc)	โมดูลัสแห่ง ความยืดหยุ่น (ksc)
		ขนาน	ตั้งฉาก		
ไม้เนื้ออ่อนมาก	60	45	12	6	78900
ไม้เนื้ออ่อน	80	60	16	8	94100
ไม้เนื้อปานกลาง	100	75	22	10	112300
ไม้เนื้อแข็ง	120	90	30	12	136300
ไม้เนื้อแข็งมาก	150	110	40	15	189000

การออกแบบคานให้พิจารณาเป็น Simple Beam และการออกแบบเสาเดี่ยวต้น (ข้อบัญญัติ กทม.)

$$L/d \leq 12 \quad f_c \leq F_c$$

$$L/d > 12 \quad f_c \leq F_c \left(1.33 - \frac{L/d}{35} \right)$$

โดยที่ F_c คือ หน่วยแรงอัดที่ยอมให้ตามข้อบัญญัติ กทม

กรณี $KL/r < C_c$

$$F_{cr} = F_y \left[1 - \frac{1}{2} \left(\frac{KL/r}{C_c} \right)^2 \right]$$

$$F.S = \frac{5}{3} + \frac{3}{8} \left(\frac{KL/r}{C_c} \right) - \frac{1}{8} \left(\frac{KL/r}{C_c} \right)^3$$

$$F_a = F_{cr} / FS$$

กรณี $KL/r \geq C_c$

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 E}{(KL/r)^2}$$

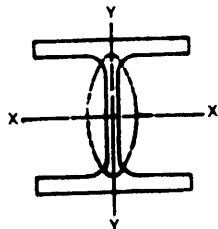
$$F.S = 1.92$$

$$F_a = F_{cr} / FS$$

Allowable Compressive Strength for Design

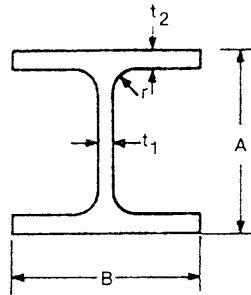
F _y = 2500 ksc		E _s = 2040000 ksc				C _c = 126.9	
KL/r	F _a	KL/r	F _a	KL/r	F _a	KL/r	F _a
1	1497.3	51	1270.2	101	898.1	151	459.9
2	1494.5	52	1264.1	102	889.4	152	453.9
3	1491.6	53	1257.9	103	880.5	153	448.0
4	1488.7	54	1251.6	104	871.6	154	442.2
5	1485.7	55	1245.3	105	862.7	155	436.5
6	1482.6	56	1239.0	106	853.7	156	430.9
7	1479.4	57	1232.5	107	844.6	157	425.4
8	1476.1	58	1226.1	108	835.5	158	420.1
9	1472.8	59	1219.5	109	826.4	159	414.8
10	1469.3	60	1213.0	110	817.1	160	409.6
11	1465.9	61	1206.3	111	807.9	161	404.6
12	1462.3	62	1199.6	112	798.5	162	399.6
13	1458.6	63	1192.9	113	789.1	163	394.7
14	1454.9	64	1186.1	114	779.7	164	389.9
15	1451.1	65	1179.3	115	770.2	165	385.2
16	1447.2	66	1172.4	116	760.6	166	380.6
17	1443.3	67	1165.4	117	751.0	167	376.0
18	1439.3	68	1158.4	118	741.3	168	371.5
19	1435.2	69	1151.3	119	731.5	169	367.2
20	1431.1	70	1144.2	120	721.7	170	362.9
21	1426.8	71	1137.1	121	711.8	171	358.6
22	1422.5	72	1129.9	122	701.9	172	354.5
23	1418.2	73	1122.6	123	691.9	173	350.4
24	1413.7	74	1115.3	124	681.8	174	346.4
25	1409.2	75	1107.9	125	671.7	175	342.4
26	1404.7	76	1100.5	126	661.5	176	338.5
27	1400.1	77	1093.0	127	650.2	177	334.7
28	1395.4	78	1085.5	128	640.0	178	331.0
29	1390.6	79	1077.9	129	630.2	179	327.3
30	1385.8	80	1070.3	130	620.5	180	323.7
31	1380.9	81	1062.6	131	611.1	181	320.1
32	1375.9	82	1054.9	132	601.8	182	316.6
33	1370.9	83	1047.1	133	592.8	183	313.1
34	1365.8	84	1039.3	134	584.0	184	309.7
35	1360.7	85	1031.4	135	575.4	185	306.4
36	1355.5	86	1023.5	136	567.0	186	303.1
37	1350.2	87	1015.5	137	558.7	187	299.9
38	1344.9	88	1007.4	138	550.6	188	296.7
39	1339.5	89	999.3	139	542.7	189	293.6
40	1334.0	90	991.2	140	535.0	190	290.5
41	1328.5	91	983.0	141	527.5	191	287.4
42	1323.0	92	974.8	142	520.1	192	284.5
43	1317.3	93	966.5	143	512.8	193	281.5
44	1311.6	94	958.1	144	505.7	194	278.6
45	1305.9	95	949.7	145	498.8	195	275.8
46	1300.1	96	941.2	146	492.0	196	273.0
47	1294.2	97	932.7	147	485.3	197	270.2
48	1288.3	98	924.2	148	478.7	198	267.5
49	1282.3	99	915.5	149	472.3	199	264.8
50	1276.3	100	906.9	150	466.1	200	262.2

ภาคผนวก ข (ต่อ)



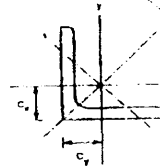
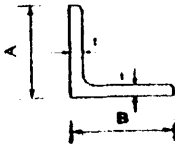
ขนาด	น้ำหนัก กก/ม.	A มม.	B มม.	ความหนา		ระยะ r มม.	f มม. ²	I _x มม. ⁴	I _y มม. ⁴	r _x มม.	r _y มม.	S _x มม. ³	S _y มม. ³
				t ₁ มม.	t ₂ มม.								
400 x 400	200	408	403	18	24	22	254.9	78,000	28,200	17.5	10.1	3,840	1,300
	197	400	408	21	21	22	250.7	70,900	23,800	16.8	9.75	3,540	1,170
	172	400	400	13	21	22	218.7	66,800	22,400	17.5	10.1	3,330	1,120
	168	394	405	18	18	22	214.4	59,700	20,000	16.7	9.65	3,030	985
	147	394	398	11	18	22	188.8	56,100	18,900	17.3	10.1	2,850	951
	140	388	402	15	15	22	178.5	49,000	16,300	16.6	9.54	2,520	809
400 x 300	107	390	300	10	16	22	136.0	38,700	7,210	16.9	7.26	1,980	481
	94.3	386	299	9	14	22	120.1	33,700	6,240	16.7	7.21	1,740	418
400 x 200	66.0	400	200	6	13	16	84.12	23,700	1,740	16.8	4.54	1,190	174
	56.6	396	199	7	11	16	72.16	20,000	1,450	16.7	4.48	1,010	145
350 x 350	159	356	352	14	22	20	202.0	47,800	16,000	15.3	8.90	2,670	909
	156	350	357	19	19	20	198.4	42,800	14,400	14.7	8.53	2,450	809
	137	350	350	12	19	20	173.9	40,300	13,600	15.2	8.84	2,300	776
	131	344	354	16	16	20	166.6	35,300	11,800	14.6	8.43	2,050	689
	115	344	348	10	16	20	148.0	33,300	11,200	15.1	8.78	1,940	646
	106	336	351	13	13	20	135.3	28,200	9,380	14.4	8.33	1,670	534
350 x 250	79.7	340	250	9	14	20	101.5	21,700	3,650	14.6	6.00	1,280	292
	69.2	336	249	8	12	20	88.15	18,500	3,090	14.5	5.92	1,100	248
350 x 175	49.6	350	175	7	11	14	63.14	13,600	984	14.7	3.95	775	112
	41.4	346	174	6	9	14	52.66	11,100	792	14.5	3.86	641	91.0
300 x 300	106	304	301	11	17	18	134.8	23,400	7,730	13.2	7.57	1,540	514
	106	300	305	15	15	18	134.8	21,500	7,100	12.6	7.26	1,440	466
	94.0	300	300	10	15	18	119.8	20,400	6,750	13.1	7.51	1,360	450
	67.0	298	299	9	14	18	110.8	18,800	6,240	13.0	7.51	1,270	417
	64.5	294	302	12	12	18	107.7	16,900	5,520	12.5	7.18	1,150	385
300 x 200	65.4	298	201	9	14	18	83.36	13,300	1,900	12.6	4.77	893	189
	56.8	294	200	8	12	18	72.36	11,300	1,600	12.5	4.71	771	160
300 x 150	36.7	300	150	6.5	9	13	46.78	7,210	508	12.4	3.29	481	67.7
	32.0	298	149	5.5	8	13	43.89	6,320	442	12.4	3.29	424	59.3

ภาคผนวก ข (ต่อ)



ขนาด	น้ำหนัก	A	B	ความหนา		ระยะ r	เนื้อที่	I _x	I _y	r _x	r _y	S _x	S _y
				t ₁	t ₂								
	กก/ม.	มม.	มม.	มม.	มม.	มม.	ซม. ²	ซม. ⁴	ซม. ⁴	ซม.	ซม.	ซม. ³	ซม. ³
250 × 250	82.2	250	255	14	14	16	104.7	11,500	3,880	10.5	6.09	919	304
	72.4	250	250	9	14	16	92.18	10,800	3,650	10.8	6.29	867	292
	66.5	248	249	8	13	16	84.70	9,930	3,350	10.8	6.29	801	269
	64.4	244	252	11	11	16	82.06	8,790	2,940	10.3	5.98	720	233
250 × 175	44.1	244	175	7	11	16	56.24	6,120	984	10.4	4.18	502	113
250 × 125	29.6	250	125	6	9	12	37.66	4,050	294	10.4	2.79	324	47.0
	25.7	248	124	5	8	12	32.68	3,540	255	10.4	2.79	285	41.1
200 × 200	65.7	208	202	10	16	13	83.69	6,530	2,200	8.83	5.13	628	218
	56.2	200	204	12	12	13	71.53	4,980	1,700	8.35	4.88	498	167
	49.9	200	200	8	12	13	63.53	4,720	1,600	8.62	5.02	472	160
200 × 150	30.6	194	150	6	9	13	39.01	2,690	507	8.30	3.61	277	67.6
200 × 100	21.3	200	100	5.5	8	11	27.16	1,840	134	8.24	2.22	184	26.8
	18.2	198	99	4.5	7	11	23.18	1,580	114	8.26	2.21	160	23.0
175 × 175	40.2	175	175	7.5	11	12	51.21	2,880	984	7.50	4.38	330	112
175 × 125	23.3	169	125	5.5	8	12	29.65	1,530	261	7.18	2.97	181	41.8
175 × 90	18.1	175	90	5	8	9	23.04	1,210	97.5	7.26	2.06	139	21.7
150 × 150	31.5	150	150	7	10	11	40.14	1,640	563	6.39	3.75	219	75.1
150 × 100	21.1	148	100	6	9	11	26.84	1,020	151	6.71	2.37	138	30.1
150 × 75	14.0	150	75	5	7	8	17.85	666	49.5	6.11	1.66	88.8	13.2
125 × 125	23.8	125	125	6.5	9	10	30.31	847	293	5.29	3.11	136	47.0
125 × 60	13.2	125	60	6	8	9	16.84	413	29.2	4.95	1.32	66.1	9.73
100 × 100	17.2	100	100	6	8	10	21.90	383	134	4.18	2.47	76.5	26.7
100 × 50	9.30	100	50	5	7	8	11.85	187	14.8	3.98	1.12	37.5	5.91

Equal Angle JIS G 3192



Size A x B mm	Section t mm	Area cm ²	Unit Weight kg/m	Center of Gravity, cm		Geometrical moment of inertia cm ⁴				Radius of Gyration of Area cm				Modulus of Section cm ³	
				C _x	C _y	I _x	I _y	Max. I _x	Min. I _y	r _x	r _y	Max. r _x	Min. r _y	Z _x	Z _y
25 x 25	3	1.427	1.12	0.719	0.719	0.797	0.797	1.26	0.332	0.75	0.75	0.94	0.48	0.45	0.45
30 x 30	3	1.727	1.36	0.844	0.844	1.42	1.42	2.76	0.590	0.91	0.91	1.14	0.59	0.68	0.68
40 x 40	3	2.336	1.83	1.09	1.09	3.53	3.53	5.60	1.46	1.23	1.23	1.55	0.79	1.21	1.21
40 x 40	5	3.755	2.95	1.17	1.17	5.42	5.42	8.59	2.25	1.20	1.20	1.51	0.77	1.91	1.91
45 x 45	4	3.492	2.74	1.24	1.24	6.50	6.50	10.3	2.70	1.36	1.36	1.72	0.88	2.00	2.00
45 x 45	5	4.302	3.38	1.28	1.28	7.91	7.91	12.5	3.29	1.36	1.36	1.71	0.87	2.46	2.46
50 x 50	4	3.892	3.06	1.37	1.37	9.06	9.06	14.4	3.76	1.53	1.53	1.92	0.98	2.49	2.49
50 x 50	5	4.802	3.77	1.41	1.41	11.1	11.1	17.5	4.58	1.52	1.52	1.91	0.98	3.08	3.08
50 x 50	6	5.644	4.43	1.44	1.44	12.6	12.6	20.0	5.23	1.50	1.50	1.88	0.96	3.55	3.55
60 x 60	4	4.692	3.68	1.61	1.61	16	16	25.4	6.62	1.85	1.85	2.33	1.18	3.66	3.66
60 x 60	5	5.802	4.55	1.66	1.66	19.6	19.6	31.2	8.09	1.84	1.84	2.32	1.18	4.52	4.52
65 x 65	5	6.367	5.00	1.77	1.77	25.3	25.3	40.1	10.5	1.99	1.99	2.51	1.28	5.35	5.35
65 x 65	6	7.527	5.91	1.81	1.81	29.4	29.4	46.6	12.2	1.98	1.98	2.49	1.27	6.26	6.26
65 x 65	8	9.761	7.66	1.88	1.88	36.8	36.8	58.3	15.3	1.94	1.94	2.44	1.25	7.96	7.96
70 x 70	6	8.127	6.38	1.93	1.93	37.1	37.1	58.9	15.3	2.14	2.14	2.69	1.37	7.33	7.33
75 x 75	6	8.727	6.85	2.06	2.06	46.1	46.1	73.2	19.0	2.30	2.30	2.90	1.48	8.47	8.47
75 x 75	9	12.89	9.96	2.17	2.17	64.4	64.4	102	26.7	2.25	2.25	2.84	1.45	12.1	12.1
75 x 75	12	16.56	13.0	2.29	2.29	81.9	81.9	129	34.5	2.22	2.22	2.79	1.44	15.7	15.7
80 x 80	6	9.327	7.32	2.18	2.18	56.4	56.4	89.6	23.2	2.46	2.46	3.10	1.58	9.7	9.7
80 x 80	6	10.55	8.28	2.42	2.42	80.7	80.7	128	33.4	2.77	2.77	3.48	1.78	12.3	12.3
80 x 80	7	12.22	9.59	2.46	2.46	93	93.0	148	38.3	2.78	2.78	3.48	1.77	14.2	14.2
80 x 80	10	17.00	13.3	2.57	2.57	125	125	199	51.7	2.71	2.71	3.42	1.74	19.5	19.5
80 x 80	13	21.71	17.0	2.69	2.69	156	156	248	65.3	2.68	2.68	3.38	1.73	24.8	24.8
100 x 100	7	13.62	10.7	2.71	2.71	129	129	205	53.2	3.08	3.08	3.88	1.98	17.7	17.7
100 x 100	10	18.00	14.9	2.82	2.82	175	175	278	72.0	3.04	3.04	3.83	1.95	24.4	24.4
100 x 100	13	24.31	19.1	2.94	2.94	220	220	348	91.1	3.00	3.00	3.78	1.94	31.1	31.1
120 x 120	8	16.76	14.7	3.24	3.24	258	258	410	106	3.71	3.71	4.67	2.38	29.5	29.5
130 x 130	9	22.74	17.9	3.53	3.53	366	366	583	150	4.01	4.01	5.06	2.57	38.7	38.7
130 x 130	12	29.76	23.4	3.64	3.64	467	467	743	197	3.96	3.96	5.00	2.54	49.9	49.9
130 x 130	15	36.75	28.6	3.76	3.76	568	568	902	234	3.93	3.93	4.95	2.53	61.5	61.5
150 x 150	12	34.77	27.3	4.14	4.14	740	740	1,180	304	4.61	4.61	5.82	2.96	68.1	68.1
150 x 150	15	42.74	33.8	4.24	4.24	888	888	1,410	365	4.56	4.56	5.75	2.92	82.5	82.5
150 x 150	19	53.38	41.9	4.40	4.40	1,090	1,090	1,730	451	4.52	4.52	5.69	2.91	103	103
175 x 175	12	40.52	31.8	4.73	4.73	1,170	1,170	1,860	480	5.38	5.38	6.78	3.44	92	92
175 x 175	15	50.21	39.4	4.85	4.85	1,440	1,440	2,290	589	5.35	5.35	6.75	3.42	114	114
200 x 200	15	57.75	45.3	5.46	5.46	2,180	2,180	3,470	891	6.14	6.14	7.75	3.93	150	150
200 x 200	20	76.00	59.7	5.67	5.67	2,820	2,820	4,490	1,180	6.09	6.09	7.68	3.90	197	197
200 x 200	25	93.75	73.8	5.86	5.86	3,420	3,420	5,420	1,410	6.04	6.04	7.61	3.88	242	242
250 x 250	25	119.4	93.7	7.10	7.10	6,950	6,950	11,000	2,860	7.63	7.63	9.62	4.90	388	388
250 x 250	35	162.6	128.0	7.45	7.45	9,110	9,110	14,400	3,790	7.49	7.49	9.42	4.83	519	519

ขั้นตอนในการออกแบบคาน

4. คำนวณหน่วยแรงดัดที่ยอมให้

4.1 ตรวจสอบการค้ำยัน (l) เป็นการผลการโก่งเดาะทางด้านข้าง

$$l_1 = \frac{637.2 b_f}{\sqrt{F_y}} \quad l_2 = \frac{1.406 \times 10^6}{\left(\frac{d}{A_f}\right) F_y} \quad \text{และ} \quad l_3 = \sqrt{\frac{7.17 \times 10^6}{F_y}} r_T$$

โดยที่ $A_f = b_f t_f$ $A_w = (d - 2t_f) t_w$ $r_T = \sqrt{\frac{I_y/2}{\left(A_f + \frac{A_w}{6}\right)}}$

กำหนดให้ค่าต่ำสุด และสูงสุดดังนี้

$$l_c = l_{\min} \quad \text{และ} \quad l_u = l_{\max}$$

ในกรณี $l < l_c$ $F_b = 0.66 F_y$

ในกรณี $l_c < l < l_u$ $F_b = 0.60 F_y$

ในกรณี $l > l_u$ แยกพิจารณาได้ดังนี้

ก. $\sqrt{\frac{7.17 \times 10^6 C_b}{F_y}} < \frac{l}{r_T} < \sqrt{\frac{35.85 \times 10^6 C_b}{F_y}}$

$$F_b = \left[\frac{2}{3} - \frac{F_y (l/r_T)^2}{107.56 \times 10^6 C_b} \right] F_y$$

$$F_b = \frac{843.6 \times 10^3 C_b}{ld/A_f}$$

เลือกค่าสูงสุดแต่ต้องไม่เกิน $0.60 F_y$

ข. $\frac{l}{r_T} > \sqrt{\frac{35.85 \times 10^6 C_b}{F_y}}$

$$F_b = \frac{11.95 \times 10^6 C_b}{(l/r_T)^2}$$

$$F_b = \frac{843.6 \times 10^3 C_b}{ld/A_f}$$

เลือกค่าสูงสุดแต่ต้องไม่เกิน $0.60 F_y$

กรณีโมเมนต์กระทำที่ปลาย $C_b = 1.75 + 1.05 \left(\frac{M_1}{M_2}\right) + 0.3 \left(\frac{M_1}{M_2}\right)^2 < 2.3$

โดยที่ $\left(\frac{M_1}{M_2}\right)$ มีค่าเป็นบวกเมื่อ M_1 และ M_2 มีเครื่องหมายเหมือนกัน (Double curve)

กรณีคานแบบง่ายรับแรงกระจาย $C_b = 1.13$

4.2 ตรวจสอบการโก่งเดาะ (Local Buckling) เป็นการพิจารณาการโก่งเดาะเฉพาะที่ (ไม่ต้องพิจารณาการโก่งเดาะเฉพาะที่ในกรณีทีเลือกเหล็กจากตารางเหล็ก)

ก. ตรวจสอบเวบ (Web)

$$\frac{d}{t_w} < \frac{5366}{\sqrt{F_y}} \text{ ตรวจสอบการโก่งเดาะของปีกต่อไป}$$

$$\frac{d}{t_w} > \frac{5366}{\sqrt{F_y}} \text{ ต้องปรับแต่งหน้าตัดใหม่ (ยังไม่ได้ศึกษาละเอียดในส่วนนี้)}$$

ข. ตรวจสอบปีก (Flange)

$$\begin{aligned} \text{Compact section} \quad \frac{b_f}{2t_f} &< \frac{545}{\sqrt{F_y}} \\ F_b &= 0.66 F_y \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Noncompact section} \quad \frac{545}{\sqrt{F_y}} &< \frac{b_f}{2t_f} < \frac{796}{\sqrt{F_y}} \\ F_b &= F_y \left(0.79 - 0.000238 \frac{b_f}{2t_f} \sqrt{F_y} \right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Thin section} \quad \frac{796}{\sqrt{F_y}} &< \frac{b_f}{2t_f} \\ F_b &= 0.6 F_y Q_s \end{aligned}$$

$$\text{โดยที่} \quad \frac{796}{\sqrt{F_y}} < \frac{b_f}{2t_f} < \frac{1476}{\sqrt{F_y}} \quad \text{จะได้} \quad Q_s = 1.415 - 0.000521 \frac{b_f}{2t_f} \sqrt{F_y}$$

$$\frac{1476}{\sqrt{F_y}} < \frac{b_f}{2t_f} \quad \text{จะได้} \quad Q_s = \frac{1.406 \times 10^6}{F_y \left(\frac{b_f}{2t_f} \right)^2}$$

ขั้นตอนในการออกแบบคาน-เสาเหล็ก (WF)

1. กรณี $\frac{f_a}{F_a} \leq 0.15$ ถือว่าแรงแนวแกนมีค่าน้อย แรงแนวแกนไม่มีผลต่อโมเมนต์ จะได้สมการหน่วยแรงที่ยอมให้คือ

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_b}{F_b} \leq 1.0$$

2. กรณี $\frac{f_a}{F_a} \geq 0.15$ ถือว่าแรงแนวแกนมีผลต่อโมเมนต์ จะได้สมการหน่วยแรงที่ยอมให้แบ่งได้เป็น 2 กรณีตามลักษณะการเกิดโมเมนต์คือ

กรณีที่ 1 โมเมนต์ดัดสูงสุดเกิดขึ้นที่ปลายชิ้นส่วน

$$\frac{f_a}{0.6F_y} + \frac{f_b}{F_b} \leq 1.0$$

กรณีที่ 2 โมเมนต์ดัดสูงสุดเกิดขึ้นภายในชิ้นส่วน

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_b}{F_b} \frac{C_m}{1 - \frac{f_a}{F'_c}} \leq 1.0$$

โดยที่ F_a คือ Allowable axial stress
 F_b คือ Allowable bending stress
 F'_c คือ Allowable euler stress = $\frac{\pi^2 E}{(KL/r)^2} \frac{12}{23}$
 C_m คือ Coefficient factor ที่ขึ้นอยู่กับารเคลื่อนที่ของ joint และลักษณะการเกิดโมเมนต์

สำหรับชิ้นส่วนที่อยู่เป็นส่วนหนึ่งของโครงข้อแข็ง ค่า C_m สรุปได้ดังนี้

Case 1 ไม่มีการเคลื่อนที่ที่ ปลายชิ้นส่วน (No-sway)

มีเฉพาะโมเมนต์กระทำที่ปลาย

$$C_m = 0.6 + 0.4 \frac{M_1}{M_2} \geq 0.4$$

$\frac{M_1}{M_2}$ เป็นบวก เมื่อทำชิ้นส่วนดัดเป็นโค้งเดียว

มีแรงทงขวางกระทำอยู่ภายในชิ้นส่วน


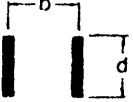
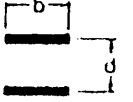
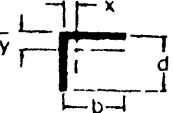
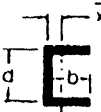

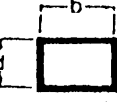
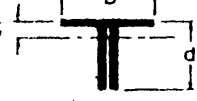
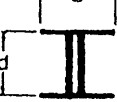

$C_m = 0.85$ กรณีปลายยึดแน่น

$C_m = 1.00$ กรณีปลายแบบหลุด

Case 2 มีการเคลื่อนที่ที่ ปลายชิ้นส่วน (Sway)

$C_m = 0.85$ กรณีปลายยึดแน่นและแบบหลุด

ตารางที่ 7.10 คุณสมบัติของรอยเชื่อมในลักษณะเป็นเส้น

หน้าตัด	โมเมนต์หน้าตัด I_x/\bar{y}	I_p รอบจุดศูนย์กลาง
1. 	$S = \frac{d^2}{6}$	$I_p = \frac{d^3}{12}$
2. 	$S = \frac{d^2}{3}$	$I_p = \frac{d(3b^2 + d^2)}{6}$
3. 	$S = bd$	$I_p = \frac{b(3d^2 + b^2)}{6}$
4.  $\bar{y} = \frac{d^2}{2(b+d)}$ $\bar{x} = \frac{b^2}{2(b+d)}$	$S = \frac{4bd + d^2}{6}$	$I_p = \frac{(b+d)^4 - 6b^2d^2}{12(b+d)}$
5.  $\bar{x} = \frac{b^2}{2b+d}$	$S = bd + \frac{d^2}{6}$	$I_p = \frac{8b^3 + 6bd^2 + d^3}{12} - \frac{b^4}{2b+d}$
6.  $\bar{y} = \frac{d^2}{2b+d}$	$S = \frac{2bd + d^2}{3}$	$I_p = \frac{b^3 + 6b^2d + 8d^3}{12} - \frac{d^4}{2d+b}$
7. 	$S = bd + \frac{d^2}{3}$	$I_p = \frac{(b+d)^3}{6}$
8.  $\bar{y} = \frac{d^2}{b+2d}$	$S = \frac{2bd + d^2}{3}$	$I_p = \frac{b^3 + 8d^3}{12} - \frac{d^4}{b+2d}$
9. 	$S = bd + \frac{d^2}{3}$	$I_p = \frac{b^3 + 3b^2 + d^3}{6}$
10. 	$S = \pi r^2$	$I_p = 2\pi r^3$

ขนาดเส้น	ขนาดบรรจุ มม.	ขนาดเสา มม.	พ. หน้าตัดไม้บรรจุ (ซม ²)	พ. หน้าตัดไม้เสา (ซม ²)	I ของ ไม้บรรจุ ซม ⁴	I ของ ไม้เสา ซม ⁴
5. 9						
1 1/2"x3"	3.61x7.32	3.41x7.02	26.43	23.94	117.99	98.31
1 1/2"x4"	3.61x9.86	3.41x9.56	35.59	32.64	288.37	248.28
1 1/2"x5"	3.61x12.40	3.41x12.10	44.76	41.26	537.57	503.42
1 1/2"x6"	3.61x14.94	3.41x14.64	53.93	49.92	1003.18	891.65
2" X 4"	4.78x9.86	4.48x9.56	47.13	42.83	381.48	326.19
2" X 5"	4.78x12.40	4.48x12.10	59.27	54.21	759.47	661.38
2" X 6"	4.78x14.94	4.48x14.64	71.41	65.59	1328.31	1171.44
2" X 8"	4.78x19.92	4.48x19.52	95.22	87.45	3148.58	2776.75
4" X 4"	9.86x9.86	9.56x9.56	97.22	91.39	787.64	696.07
5" X 5"	12.40x12.40	12.10x12.10	153.76	146.41	1970.18	1786.32
6" X 6"	14.94x14.94	14.64x14.64	223.20	214.33	4151.85	3828.10
8" X 8"	19.92x19.92	19.52x19.52	396.80	381.03	13121.28	12098.68
10" X 10"						