มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สอบปลายภาค ประจำภาคการศึกษา 2 ปีการศึกษา 2552

วันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2553 เวลา 13.30-16.30 น.

วิชา Intro to Theory of elastic stability ห้องสอบ R300

รหัสวิชา 221-402 & 220-506 ผู้สอน ผศ.เอกรัฐ สมัครัฐกิจ

ชื่อ-สกุล..... รหัส.....

คำชี้แจง

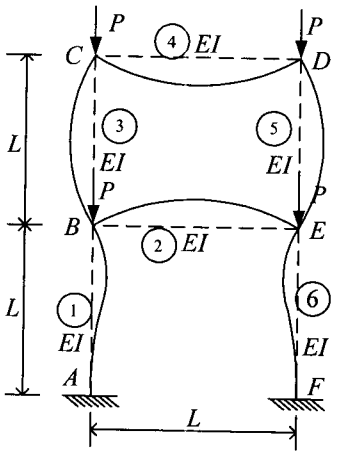
1. ข้อสอบทั้งหมดมี 4 ข้อ คะแนนรวม 100 คะแนน ดังแสดงในตารางข้างล่าง
2. ข้อสอบมีทั้งหมด 13 หน้า (ไม่รวมปก) ผู้สอบต้องตรวจสอบว่ามีครบทุกหน้าหรือไม่ (ก่อนลงมือทำ) และห้ามแกะหรือฉีกข้อสอบออกจากเล่ม
3. ให้ทำหมดทุกข้อลงในกระดาษคำถาม
4. ห้ามนำเอกสารใดๆ เข้าห้องสอบ ทุจริตจะได้ E
5. อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลขได้ทุกชนิด
6. ให้เขียนรหัสในสมุดคำถามทุกหน้า
7. กระดาษทดที่แจกให้ไม่ต้องส่งคืน ถ้าไม่พอขอเพิ่มที่อาจารย์คุมสอบ
8. ห้ามหยิบ หรือยืมสิ่งของใดๆ ของผู้อื่นในห้องสอบ

ตารางคะแนน

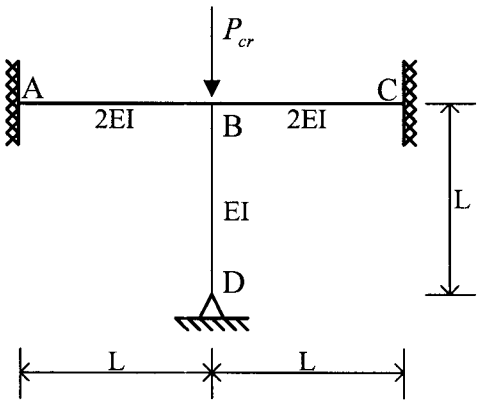
ข้อที่	คะแนนเต็ม	ได้
1	25	
2	25	
3	25	
4	25	
รวม	100	

ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำ คือ พักการเรียน 1 ภาคการศึกษา และปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต

ข้อที่ 1 จงวิเคราะห์แรงวิกฤตของโครงข้อแข็ง 2 ชั้น ดังแสดงในรูป โดยวิธีสมการความลาดชัน-การโก่งตัว (Slope Deflection Method) สมมติให้การเคลื่อนที่ด้านข้างถูกรั้งไว้ (การโก่งเดาะแบบแบบสมมาตร) และมีสติฟเนสการดัด $K = EI/L$ เท่ากันทุกชิ้นส่วน



ข้อที่ 2 จงวิเคราะห์แรงวิกฤตของเสาในโครงข้อแข็งดังแสดงในในรูปโดยวิธีเมตริกซ์



ข้อที่ 3 สมการที่ a เป็นสมการกำลังสามของแรง P (แรงอัดตามแนวแกน) ซึ่งรากของสมการคือแรงวิกฤตของชิ้นส่วนสำหรับกรณีที่หน้าตัดใดๆ ที่คำนึงผลของการบิดด้วย จงวิเคราะห์แรงวิกฤต และรูปแบบการวิบัติของเสารูปรางน้ำ (Channel) ขนาด C200*75*4 mm กำหนดให้เสายาว 3 m $E=2.1*10^6$ ksc และ $G=0.8*10^6$ ksc

$$(P_y - P)(P_x - P)(P_\phi - P) - (P_y - P)\frac{P^2 x_0^2}{r_0^2} - (P_x - P)\frac{P^2 y_0^2}{r_0^2} = 0 \qquad \text{(a)}$$

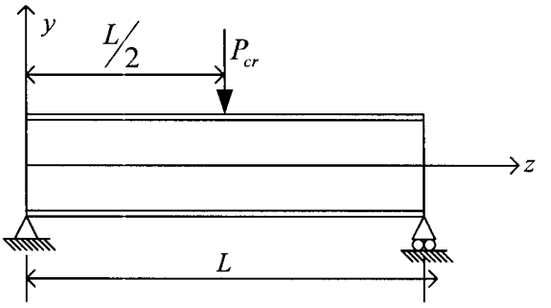
โดยที่ $P_y = \frac{\pi^2 EI_y}{L^2}$ $P_x = \frac{\pi^2 EI_x}{L^2}$ $P_\phi = \frac{1}{r_0^2}\left[GJ + \frac{\pi^2 EC_w}{L^2}\right]$

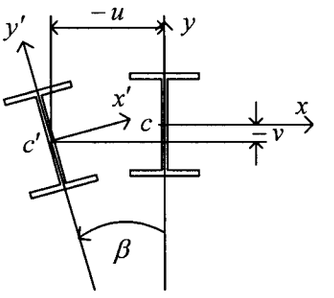
$$r_0^2 A = \int_A (x^2 + y^2)dA = I_x + I_y$$

ข้อที่ 4 จงวิเคราะห์แรงวิกฤตของคานแบบง่ายที่มีหน้าตัดรูปตัวไอมีความยาว L ดังแสดงในรูป โดยวิธีเรย์ลี-ริตซ์ สมมติฟังก์ชันการเปลี่ยนรูปคือ $u = A\sin(\pi z/L)$ และ $\beta = B\sin(\pi z/L)$ กำหนดให้

$$U = \frac{1}{2}EI_y\int_0^L(\frac{d^2u}{dz^2})^2\,dz + \frac{1}{2}GJ\int_0^L(\frac{d\beta}{dz})^2\,dz + \frac{1}{2}EC_w\int_0^L(\frac{d^2\beta}{dz^2})^2\,dz$$

$$V = -P\,w_0 \quad \text{โดยที่} \quad w_0 = \int_0^{L/2}\frac{M_{y'}}{EI_y}\beta z\,dz \qquad \text{และ} \qquad M_{y'} = M_x\,\beta$$





(c)

ตารางที่ A4 สัมประสิทธิ์ความลาดชัน-การโก่งตัวของชิ้นส่วนรับแรงอัดแนวแกน

(Slope-deflection coefficients for uniform members under axial loads)

$\frac{P}{P_{cr}}$	kL	ϕ_n	ϕ_f	α_n	α_f	$\alpha_n+\alpha_f$	$\alpha_n-\frac{\alpha_f^2}{\alpha_n}$
3.9	6.2041	2.0611	-2.0674	-78.3349	78.5771	0.2422	0.4852
3.8	6.1241	1.0444	-1.0574	-38.1745	38.6503	0.4758	0.9575
3.7	6.0430	0.7030	-0.7230	-24.6852	25.3865	0.7013	1.4225
3.6	5.9608	0.5303	-0.5576	-17.8668	18.7860	0.9192	1.8857
3.5	5.8774	0.4250	-0.4600	-13.7190	14.8490	1.1301	2.3532
3.4	5.7928	0.3532	-0.3963	-10.9082	12.2425	1.3342	2.8316
3.3	5.7070	0.3004	-0.3523	-8.8629	10.3950	1.5321	3.3291
3.2	5.6199	0.2594	-0.3206	-7.2971	9.0212	1.7241	3.8556
3.1	5.5313	0.2260	-0.2974	-6.0519	7.9625	1.9105	4.4242
3.0	5.4414	0.1979	-0.2802	-5.0320	7.1236	2.0917	5.0528
2.9	5.3499	0.1734	-0.2676	-4.1765	6.4443	2.2678	5.7671
2.8	5.2569	0.1514	-0.2586	-3.4449	5.8842	2.4393	6.6059
2.7	5.1622	0.1310	-0.2526	-2.8091	5.4154	2.6063	7.6308
2.6	5.0657	0.1118	-0.2494	-2.2490	5.0180	2.7691	8.9475
2.5	4.9673	0.0930	-0.2486	-1.7499	4.6777	2.9278	10.7543
2.4	4.8669	0.0742	-0.2502	-1.3006	4.3833	3.0827	13.4723
2.3	4.7645	0.0550	-0.2542	-0.8926	4.1266	3.2340	18.1845
2.2	4.6597	0.0347	-0.2610	-0.5194	3.9012	3.3818	28.7813
2.1	4.5526	0.0128	-0.2707	-0.1757	3.7020	3.5263	77.8328
2.0	4.4429	-0.0115	-0.2842	0.1428	3.5248	3.6676	-86.8644
1.9	4.3304	-0.0394	-0.3022	0.4394	3.3665	3.8059	-25.3521
1.8	4.2149	-0.0726	-0.3263	0.7170	3.2244	3.9414	-13.7828
1.7	4.0961	-0.1133	-0.3588	0.9779	3.0962	4.0741	-8.8253
1.6	3.9738	-0.1658	-0.4036	1.2240	2.9801	4.2041	-6.0320
1.5	3.8476	-0.2372	-0.4681	1.4570	2.8747	4.3317	-4.2150

ตารางที่ A4 (ต่อ) สัมประสิทธิ์ความลาดชัน-การโก่งตัวของชิ้นส่วนรับแรงอัดแนวแกน

(Slope-deflection coefficients for uniform members under axial loads)

$\frac{P}{P_{cr}}$	kL	ϕ_n	ϕ_f	α_n	α_f	$\alpha_n+\alpha_f$	$\alpha_n-\frac{\alpha_f{}^2}{\alpha_n}$
1.4	3.7172	-0.3422	-0.5666	1.6782	2.7785	4.4568	-2.9221
1.3	3.5820	-0.5145	-0.7329	1.8889	2.6906	4.5795	-1.9437
1.2	3.4414	-0.8554	-1.0682	2.0901	2.6100	4.7001	-1.1690
1.1	3.2949	-1.8716	-2.0792	2.2827	2.5358	4.8185	-0.5343
1.0	3.1414	2026.5757	2026.3730	2.4676	2.4673	4.9349	0.0005
0.9	2.9802	2.1737	1.9757	2.6451	2.4041	5.0493	0.4600
0.8	2.8098	1.1595	0.9658	2.8161	2.3456	5.1617	0.8624
0.7	2.6283	0.8197	0.6300	2.9810	2.2912	5.2723	1.2200
0.6	2.4333	0.6487	0.4628	3.1404	2.2407	5.3811	1.5417
0.5	2.2212	0.5452	0.3630	3.2946	2.1936	5.4882	1.8341
0.4	1.9867	0.4757	0.2969	3.4440	2.1496	5.5937	2.1023
0.3	1.7204	0.4255	0.2500	3.5890	2.1085	5.6975	2.3503
0.2	1.4046	0.3874	0.2150	3.7298	2.0700	5.7999	2.5810
0.1	0.9930	0.3575	0.1881	3.8668	2.0339	5.9007	2.7970
0.0	0.0000	0.3333	0.1667	4.0000	2.0000	6.0000	3.0000

โดยที่

$$kL = L\sqrt{\frac{P}{EI}} = \pi\sqrt{\frac{PL^2}{\pi EI}} = \pi\sqrt{\frac{P}{P_{cr}}}$$

$$\phi_n = \frac{1}{(kL)^2}(1 - kL\cot kL)$$

$$\phi_f = \frac{1}{(kL)^2}(kL\csc kL - 1)$$

$$\alpha_n = \frac{\phi_n}{\phi_n^2 - \phi_f^2}$$

$$\alpha_f = \frac{\phi_f}{\phi_n^2 - \phi_f^2}$$

$$\sin^2\theta = \frac{1-\cos 2\theta}{2}$$

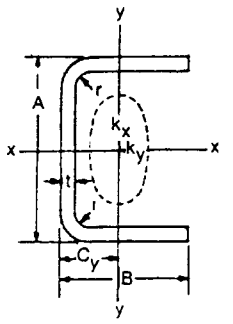
$$\cos^2\theta = \frac{1+\cos 2\theta}{2}$$

ขนาดระบุของเหล็กรูปรางน้ำชนิดผลิตเย็น (light channels)

โมเมนต์อินเนอร์เชีย $I = ak^2$

รัศมีไจเรชัน $k = \sqrt{\frac{I}{a}}$

เซ็คชั่นโมดูลัส $S = \frac{I}{c}$

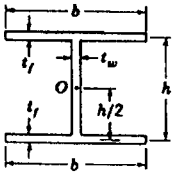
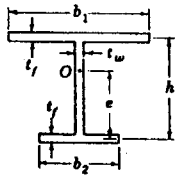
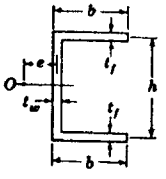
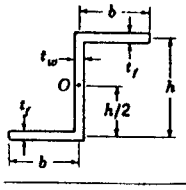
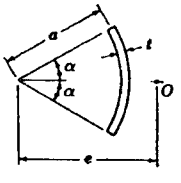


ขนาด A × B × t มิลลิเมตร	น้ำหนัก กิโลกรัม ต่อเมตร	พื้นที่หน้าตัด a ตาราง เซนติเมตร	ความยาวด้าน มิลลิเมตร		ความหนา t มิลลิเมตร	รัศมีส่วนโค้ง r มิลลิเมตร	ระยะห่างจากศูนย์ถ่วง C_y เซนติเมตร	โมเมนต์อินเนอร์เชีย (เซนติเมตร)^4		รัศมีไจเรชัน เซนติเมตร		เซ็กชั่นโมดูลัส (เซนติเมตร)^3	
			A	B				I_x	I_y	k_x	k_y	S_x	S_y
60 × 30 × 2.3	2.03	2.59	60	30	2.3	2.3	0.86	14.2	2.26	2.34	0.94	4.72	1.06
80 × 40 × 4	2.03	5.87	80	40	4.0	4.0	1.18	55.4	8.91	3.07	1.23	13.9	3.16
100 × 50 × 4	2.03	7.47	100	50	4.0	4.0	1.41	113	18.2	3.89	1.56	22.6	5.09
125 × 65 × 4	2.03	9.67	125	65	4.0	4.0	1.84	236	40.6	4.94	2.05	37.7	8.71
150 × 75 × 4	2.03	11.5	150	75	4.0	4.0	2.06	404	64.2	5.93	2.36	53.8	11.8
200 × 75 × 4	2.03	13.5	200	75	4.0	4.0	1.78	792	69.9	7.67	2.28	79.2	12.2

รหัส.....

TABLE A-3. PROPERTIES OF SECTIONS

O = shear center J = torsion constant C_w = warping constant

	$J = \frac{2bt_f^3 + ht_w^3}{3}$ $C_w = \frac{t_f h^2 b^3}{24}$	If $t_f = t_w = t$: $J = \frac{t^4}{3}(2b + h)$
	$e = h\frac{b_1^3}{b_1^3 + b_2^3}$ $J = \frac{(b_1 + b_2)t_f^3 + ht_w^3}{3}$ $C_w = \frac{t_f h^2}{12}\frac{b_1^3 b_2^3}{b_1^3 + b_2^3}$	If $t_f = t_w = t$: $J = \frac{t^4}{3}(b_1 + b_2 + h)$
	$e = \frac{3b^2 t_f}{6bt_f + ht_w}$ $J = \frac{2bt_f^3 + ht_w^3}{3}$ $C_w = \frac{t_f b^3 h^2}{12}\frac{3bt_f + 2ht_w}{6bt_f + ht_w}$	If $t_f = t_w = t$: $e = \frac{3b^2}{6b + h}$ $J = \frac{t^4}{3}(2b + h)$ $C_w = \frac{tb^3h^2}{12}\frac{3b + 2h}{6b + h}$
	$J = \frac{2bt_f^3 + ht_w^3}{3}$ $C_w = \frac{b^3h^3}{12(2b + h)^2}$ $\times [2t_f(b^2 + bh + h^2) + 3t_w bh]$	If $t_f = t_w = t$: $J = \frac{t^4}{3}(2b + h)$ $C_w = \frac{tb^3h^2}{12}\frac{b + 2h}{2b + h}$
	$e = 2a\frac{\sin\alpha - \alpha\cos\alpha}{\alpha - \sin\alpha\cos\alpha}$ $J = \frac{2a\alpha t^3}{3}$ $C_w = \frac{2ta^5}{3}$ $\times\left[\alpha^3 - \frac{6(\sin\alpha - \alpha\cos\alpha)^2}{\alpha - \sin\alpha\cos\alpha}\right]$	If $2\alpha = \pi$: $e = \frac{4a}{\pi}$ $J = \frac{\pi a t^3}{3}$ $C_w = \frac{2ta^5}{3}\left(\frac{\pi^3}{8} - \frac{12}{\pi}\right)$ $= 0.0374ta^5$