



UNIVERSITY OF JOHANNESBURG

JUNE EXAM 2019

COURSE: ENGINEERING

TIME: 3 HOURS

PAPER: STRUCTURAL ENGINEERING 4A12

MARKS: 100

EXAMINERS

1. Prof. M Dundu
2. Mr. H Sithole

(THIS PAPER CONSISTS OF 6 PAGES)

ANSWER ALL QUESTIONS.

QUESTION 1 (25)

- (a) With the aid of a sketch, explain why fracture (and not yielding), is the relevant limit states across the bolt-holes. How does the code account for this? (5)
- (b) The truss in Figure 1.1 shows the forces determined using Prokon software. The span of the truss is 30m, with equal spaced vertical members. The pitch of the truss is 22° . It was suggested that a PC 230 x 90 - channel (Grade 350W) would be the most appropriate member to carry the forces in the top chord. Check whether the member is adequate enough to carry the load. Lateral support is provided by the purlins at the top joints.

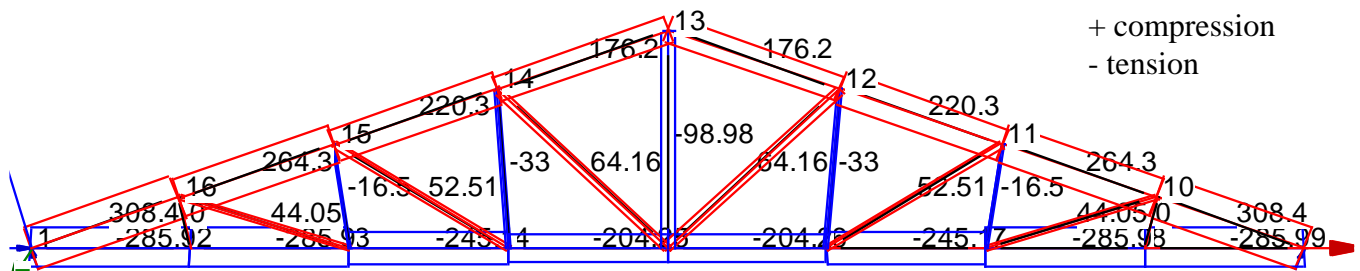


Figure 1.1

(20)

COURSE: ENGINEERING

PAPER: STRUCTURAL ENGINEERING 4A12

QUESTION 2 (25)

Figure 2.1 shows a simple supported beam spanning 12m. The beam carries a 40kN nominal dead load and 50kN nominal imposed load at the third points of the span. The top flange is restrained against lateral movement at the ends of the span (A and D) and at each load point (B and C). Calculate the ultimate load, and draw the bending moment and shear force diagrams for the beam. Hence check the adequacy of a 533 x 210 x 82 I-section, to resist the ultimate loading. The section is of Grade 350W steel, the limit of deflection is $L/300$ and the formula for the maximum deflection is $23PL^3/648EI$. If the section is not adequate suggest the smallest section that can carry the load. Ignore the self-weight of the beam.

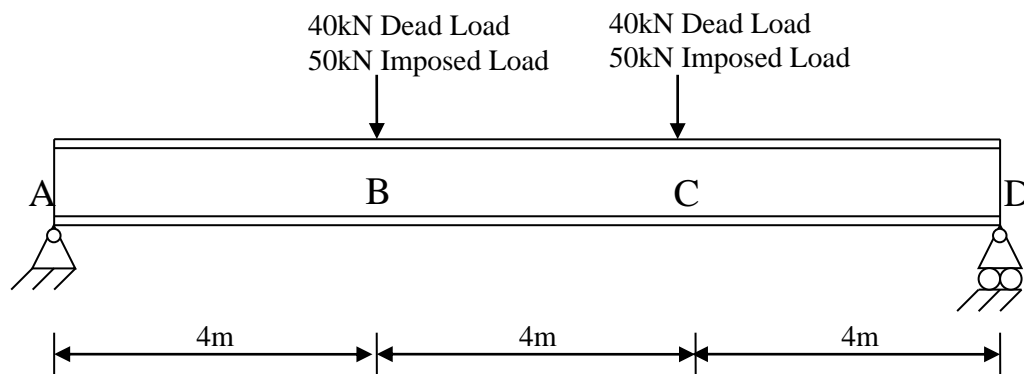


Figure 2.1

QUESTION 3 (35)

A braced column between floors of a multi-storey building frame is subjected to biaxial bending at the top and bottom. The design data is as follows:

Ultimate axial compression	= 2000 kN
Ultimate moments:	
Top - about major axis	= +100 kNm
- about minor axis	= +30 kNm
Bottom - about major axis	= -150 kNm
- about minor axis	= -60 kNm

Effective length of column = 3.5 m

- Sketch the bending moment diagrams of the moments above.
- If a 254 x 254 x 132 H-section (Grade 350W) is chosen as the initial trial section to carry the design loads, check the adequacy of the section.

COURSE: ENGINEERING

PAPER: STRUCTURAL ENGINEERING 3A

QUESTION 4 (15)

Figure 4.1 shows an eccentric loaded connection, with fillet welds on three sides of the bracket. If the ultimate load applied on the bracket is 200kN, find the maximum shear force in the weld. Hence calculate the required size of the fillet weld, if an E60XX electrode ($f_u = 410\text{MPa}$) is used to weld the bracket.

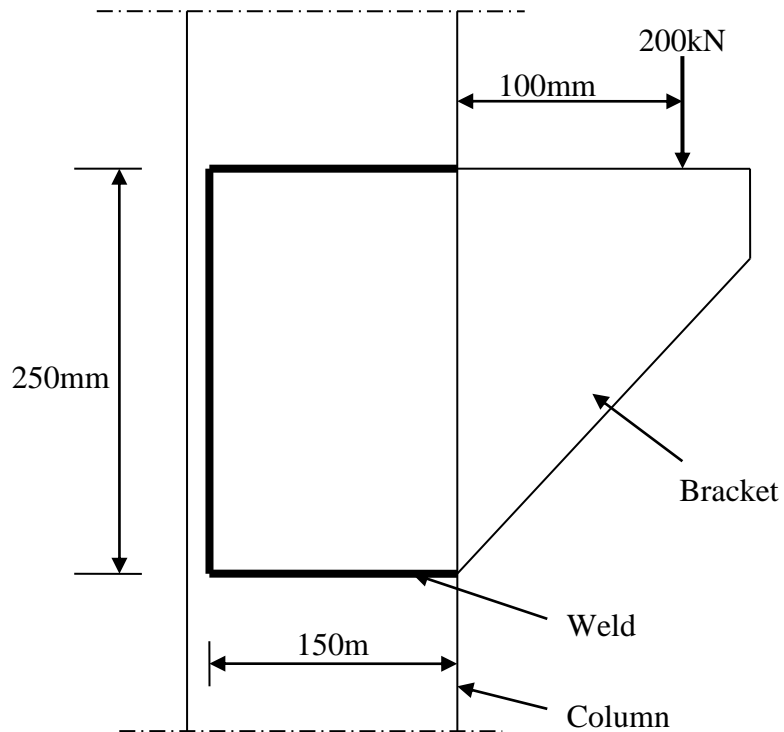
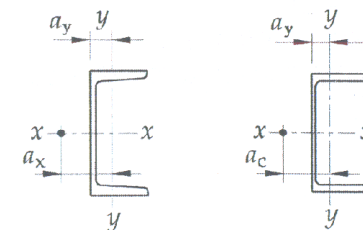
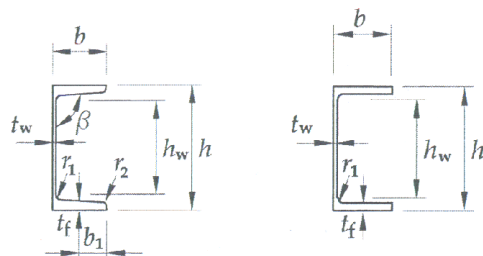


Figure 4.1

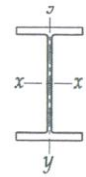
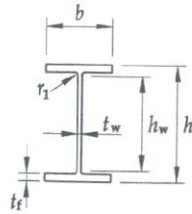
Table 2.12
CHANNELS
DIMENSIONS AND
PROPERTIES



Designation $h \times b$	m	h	b	t_w	t_f	r_1	r_2	b_1	h_w	β	A
	kg/m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	deg	10^3 mm^2
Taper flange channels											
C76 x 38	6,70	76,2	38,1	5,1	6,8	7,6	2,4	16,5	45,8	95	0,855
C100 x 50	10,7	100,0	50,0	6,0	8,5	8,5	4,5	25,6	66,0	95	1,34
C120 x 55	13,5	120,0	55,0	7,0	9,0	9,0	4,5	27,5	84,0	95	1,70
C127 x 64	14,9	127,0	63,5	6,4	9,2	10,7	2,4	28,5	84,0	95	1,90
C140 x 60	16,2	140,0	60,0	7,0	10,0	10,0	5,0	30,0	100	95	2,04
C152 x 76	17,9	152,4	76,2	6,4	9,0	12,2	2,4	34,9	106	95	2,28
C160 x 65	19,1	160,0	65,0	7,5	10,5	10,5	5,5	32,5	118	95	2,40
C178 x 54	14,5	177,8	54,0	5,8	8,3	8,3	3,2	24,1	143	92	1,85
C180 x 70	22,3	180	70,0	8,0	11,0	11,0	5,5	35,0	136	95	2,80
C200 x 75	25,3	200	75,0	8,5	11,5	11,5	6,0	37,5	154	95	3,22
Parallel flange channels											
PC100 x 50	10,1	100	50	5,0	8,4	8,4	—	—	66,4	—	1,29
PC180 x 70	21,1	180	70	7,0	10,9	10,9	—	—	136	—	2,68
PC200 x 75	24,3	200	75	7,5	11,4	11,4	—	—	154	—	3,09
PC230 x 90	32,2	230	90	7,5	14,0	12,0	—	—	178	—	4,10
PC260 x 90	34,8	260	90	8,0	14,0	12,0	—	—	208	—	4,44
PC300 x 100	45,4	300	100	9,0	16,5	12,0	—	—	243	—	5,76

About x-x				About y-y				J	C_w
a_c	a_y	I	Z_e	r	I	Z_e	r		
mm	mm	10^6 mm^4	10^3 mm^3	mm	10^8 mm^4	10^3 mm^3	mm	10^3 mm^4	10^9 mm^6
Taper flange channels									
23,3	11,9	0,743	19,5	29,5	0,107	4,09	11,2	12,0	0,085
31,7	15,5	2,05	40,9	39,1	0,290	8,40	14,7	26,8	0,372
32,7	16,1	3,64	60,7	46,3	0,431	11,1	15,9	39,7	0,826
40,2	19,4	4,83	76,0	50,4	0,672	15,2	18,8	47,2	1,49
36,4	17,6	6,05	86,4	54,5	0,625	14,7	17,5	54,8	1,64
47,8	22,1	8,51	112	61,1	1,14	21,0	22,3	56,9	3,62
38,5	18,4	9,25	116	62,1	0,851	18,3	18,8	71,2	2,95
29,3	14,2	8,60	96,8	68,1	0,461	11,6	15,8	32,8	2,29
40,6	19,3	13,5	150	69,6	1,14	22,4	20,1	91,1	5,06
42,7	20,1	19,1	191	77,1	1,48	26,9	21,4	115	8,19
Parallel flange channels									
34,1	17,3	2,05	41,1	40,0	0,320	9,79	15,8	24,2	0,490
43,5	21,5	13,5	150	71,0	1,27	26,2	21,8	82,3	6,52
45,7	22,5	19,1	191	78,6	1,67	31,8	23,2	104	10,6
60,0	29,2	35,2	306	92,7	3,34	55,0	28,6	193	27,9
56,6	27,4	47,3	364	103	3,53	56,3	28,2	206	38,0
63,1	30,6	81,7	545	119	5,67	81,7	31,4	358	81,0

Table 2.9 (continued)

I-SECTIONS (PARALLEL FLANGE) ('UNIVERSAL BEAMS')
DIMENSIONS AND PROPERTIES

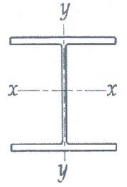
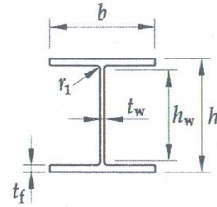
Designation $h \times b \times m$	m	h	b	t_w	t_f	r_1	h_w	A
	kg/m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	10^3 mm^2
305 x 165 x 40	40,3	303,8	165,1	6,1	10,2	8,9	266	5,16
46	46,1	307,1	165,7	6,7	11,8	8,9	266	5,88
54	54,0	310,9	166,8	7,7	13,7	8,9	266	6,82
356 x 171 x 45	45,0	352,0	171,0	6,9	9,7	10,2	312	5,70
51	51,0	355,6	171,5	7,3	11,5	10,2	312	6,46
57	57,0	358,6	172,1	8,0	13,0	10,2	312	7,22
67	67,1	364,0	173,2	9,1	15,7	10,2	312	8,55
406 x 140 x 39	39,0	397,3	141,8	6,3	8,6	10,2	360	4,92
46	46,0	402,3	142,4	6,9	11,2	10,2	359	5,90
406 x 178 x 54	54,1	402,6	177,6	7,6	10,9	10,2	360	6,86
60	60,1	406,4	177,8	7,8	12,8	10,2	360	7,61
67	67,1	409,4	178,8	8,8	14,3	10,2	360	8,55
74	74,2	412,8	179,7	9,7	16,0	10,2	360	9,53
457 x 191 x 67	67,1	453,6	189,9	8,5	12,7	10,2	408	8,55
74	74,3	457,2	190,5	9,1	14,5	10,2	408	9,51
82	82,0	460,2	191,3	9,9	16,0	10,2	408	10,5
89	89,3	463,6	192,0	10,6	17,7	10,2	408	11,4
98	98,3	467,6	192,8	11,4	19,6	10,2	408	12,5
533 x 210 x 82	82,2	528,3	208,7	9,6	13,2	12,7	476	10,5
92	92,1	533,1	209,3	10,2	15,6	12,7	476	11,8
101	101	536,7	210,1	10,9	17,4	12,7	476	12,9
109	109	539,5	210,7	11,6	18,8	12,7	476	13,9
122	122	544,6	211,9	12,8	21,3	12,7	477	15,6

About x-x				About y-y				J	C_w
I	Z_e	Z_{pl}	r	I	Z_e	Z_{pl}	r		
10^6 mm^4	10^3 mm^3	10^3 mm^3	mm	10^6 mm^4	10^3 mm^3	10^3 mm^3	mm	10^3 mm^4	10^9 mm^6
85,5	563	626	129	7,66	92,8	142	38,5	149	165
99,3	647	722	130	8,96	108	166	39,0	223	195
117	752	843	131	10,6	127	195	39,4	345	234
121	686	773	146	8,10	94,7	146	37,7	160	237
142	796	895	148	9,68	113	174	38,7	238	287
161	896	1 010	149	11,1	129	198	39,1	334	330
195	1 070	1 210	151	13,6	157	243	39,9	560	413
124	625	718	159	4,10	57,8	90,7	28,9	108	155
157	779	889	163	5,40	75,9	119	30,3	194	207
187	927	1 050	165	10,2	115	178	38,6	233	391
215	1 060	1 200	168	12,0	135	209	39,7	332	465
243	1 190	1 350	169	13,6	153	237	39,9	465	533
274	1 330	1 510	170	15,5	173	268	40,3	642	610
294	1 300	1 470	185	14,5	153	237	41,2	376	706
334	1 460	1 660	187	16,7	176	273	42,0	527	820
371	1 610	1 830	188	18,7	196	304	42,3	699	923
411	1 770	2 020	190	20,9	218	339	42,8	921	1 040
458	1 960	2 230	191	23,5	243	379	43,3	1 220	1 180
475	1 800	2 060	213	20,0	192	300	43,8	527	1 330
553	2 080	2 370	217	23,9	228	356	45,0	772	1 600
616	2 300	2 620	218	27,0	257	400	45,7	1 030	1 820
668	2 480	2 830	219	29,4	279	435	46,0	1 280	1 990
762	2 800	3 200	221	33,9	320	500	46,6	1 810	2 320

Table 2.10

H-SECTIONS ('UNIVERSAL COLUMNS')

DIMENSIONS AND PROPERTIES



Designation $h \times b \times m$	m	h	b	t_w	t_f	r_1	h_w	A
	kg/m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	10^3 mm^2
152 x 152 x 23	23,0	152,4	152,4	6,1	6,8	7,6	124	2,97
30	30,0	157,5	152,9	6,6	9,4	7,6	123	3,84
37	37,0	161,8	154,4	8,1	11,5	7,6	124	4,73
203 x 203 x 46	46,1	203,2	203,2	7,3	11	10,2	161	5,88
52	52,0	206,2	203,9	8	12,5	10,2	161	6,64
60	60,0	209,6	205,2	9,3	14,2	10,2	161	7,60
71	71,0	215,9	206,2	10,3	17,3	10,2	161	9,09
86	86,1	222,3	208,8	13	20,5	10,2	161	11,0
254 x 254 x 73	73,1	254,2	254,0	8,6	14,2	12,7	200	9,29
89	88,9	260,4	255,9	10,5	17,3	12,7	200	11,4
107	107	266,7	258,3	13	20,5	12,7	200	13,7
132	132	276,4	261,0	15,6	25,1	12,7	201	16,8
167	167	289,1	264,5	19,2	31,7	12,7	200	21,2
305 x 305 x 97	96,9	307,8	304,8	9,9	15,4	15,2	247	12,3
118	118	314,5	306,8	11,9	18,7	15,2	247	15,0
137	137	320,5	308,7	13,8	21,7	15,2	247	17,4
158	158	327,2	310,6	15,7	25	15,2	247	20,1

About x-x				About y-y				J	C_w
I	Z_e	Z_{pl}	r	I	Z_e	Z_{pl}	r		
10^6 mm^4	10^3 mm^3	10^3 mm^3	mm	10^6 mm^4	10^3 mm^3	10^3 mm^3	mm	10^3 mm^4	10^9 mm^6
12,6	165	184	65,1	4,02	52,7	80,5	36,8	51,1	21,3
17,5	222	248	67,5	5,60	73,3	112	38,2	108	30,7
22,1	274	309	68,4	7,06	91,5	140	38,7	197	39,9
45,6	449	497	88,1	15,4	151	230	51,2	225	142
52,5	510	567	89,0	17,7	173	263	51,6	322	166
61,0	582	654	89,6	20,5	199	303	51,9	475	195
76,3	707	801	91,6	25,3	245	373	52,8	817	249
94,6	851	978	92,7	31,1	298	455	53,2	1 400	317
114	896	990	111	38,8	306	463	64,6	578	559
143	1 100	1 230	112	48,3	378	574	65,2	1 040	714
175	1 310	1 480	113	58,9	456	695	65,7	1 750	893
224	1 620	1 860	116	74,5	571	870	66,6	3 180	1 180
299	2 070	2 420	119	97,9	740	1 130	67,9	6 340	1 620
222	1 440	1 590	134	72,7	477	724	76,8	919	1 550
276	1 760	1 950	136	90,1	587	892	77,6	1 620	1 970
328	2 040	2 290	137	106	690	1 050	78,2	2 510	2 380
387	2 360	2 670	139	125	805	1 230	78,9	3 810	2 850