

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

สอบกลางภาค ประจำปีภาคการศึกษา 1
วันที่ 20 ธันวาคม 2551
วิชา Timber and Steel Design
220-412 และ 221-412

ปีการศึกษา 2551
เวลา 9.00-12.00 น.
ห้องสอบ A401
ผู้สอน ผศ.เอกรัฐ สมัคร์รัฐกิจ

ทฤษฎีในการสอบ โทษขั้นต่ำ คือ พักการเรียน 1 ภาคการศึกษา และปรับตกในรายวิชาที่ทฤษฎี

ชื่อ-สกุล.....

รหัส.....

คำชี้แจง

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

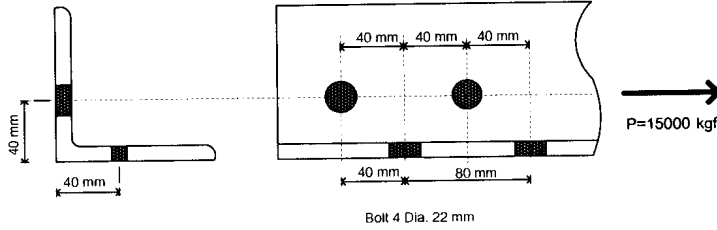
ตารางคะแนน

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

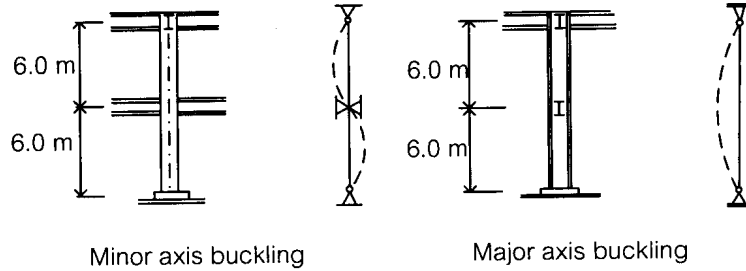
ข้อที่ 1 จงออกแบบชิ้นส่วนรับแรงดึงที่อยู่ในแนวนอนที่มีความยาว 5 เมตร มีการยึดรั้งที่ปลายด้วยสลักเกลียวโดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มม. จำนวน 4 รู เรียงตัวเป็น 2 แถว รับแรงขนาด 15 ton กำหนดให้เลือกเหล็กฉากขาเท่ากัน (Equal Angle)

กำหนด อัตราส่วนความชะลุดขององค์อาคารต้องไม่เกิน 300 $F_y = 2500$ ksc และ $F_u = 4000$ ksc

$A_e = 0.85A_n$ และความกว้างรูเจาะ $D = d + 4$ mm



ข้อที่ 2 จงออกแบบเสาเหล็ก WF ที่ต้องรับแรงแนวแกนขนาด 185 ton กำหนดให้ทำจากเหล็ก A36 ($F_y = 2500 \text{ ksc}$, $E = 2.04 \cdot 10^6 \text{ ksc}$) โดยมีปลายทั้งสองข้างเป็นแบบหมุด (Pinned joint) และมีค้ำยันที่กึ่งกลางเสา ดังแสดงในรูป



กำหนดสูตรที่ใช้คำนวณ เมื่อ $KL/r \leq C_c$: $F_c = \frac{1 - \frac{1}{2} \left(\frac{KL/r}{C_c} \right)^2}{\frac{5}{3} + \frac{3}{8} \left(\frac{KL/r}{C_c} \right) - \frac{1}{8} \left(\frac{KL/r}{C_c} \right)^2} F_y$

เมื่อ $KL/r > C_c$: $F_c = \frac{12\pi^2 E}{23 KL/r^2}$

ในที่นี้ $C_c = \sqrt{2\pi^2 E / F_y}$

ข้อที่ 3 จากระบบโครงข้อแข็งที่กำหนด จงวิเคราะห์แรงสูงสุดที่เสา AB สามารถรับได้ โดยกำหนดให้
 ทำจากเหล็ก A36 ($F_y = 2500$ ksc และ $E = 2.04 \times 10^6$ ksc) ขนาดของเสา คือ WF400*283
 kg/m และขนาดของคาน คือ WF400*56.6 kg/m

หมายเหตุ การปรับแก้ค่าสติเฟนของคานให้สอดคล้องกับการยึดรั้งที่ปลายไกล

โครงข้อแข็งที่ไม่มีการเคลื่อนที่ด้านข้าง

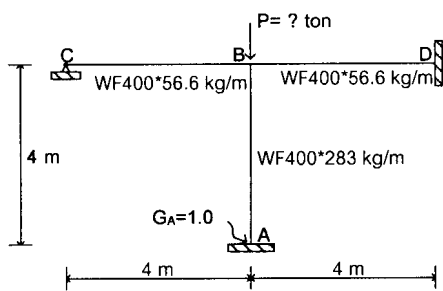
ปลายคานด้านไกลมีจุดรองรับแบบขรรคมดา คูณ $(I/L)_b$ ด้วย 1.5

ปลายคานด้านไกลมีจุดรองรับแบบยึดแน่น คูณ $(I/L)_b$ ด้วย 2.0

โครงข้อแข็งที่มีการเคลื่อนที่ด้านข้าง

ปลายคานด้านไกลมีจุดรองรับแบบขรรคมดา คูณ $(I/L)_b$ ด้วย 0.5

ปลายคานด้านไกลมีจุดรองรับแบบยึดแน่น คูณ $(I/L)_b$ ด้วย 2/3



พิจารณาการโก่งเดาะเฉพาะในระนาบที่แสดงใน
รูปเท่านั้น

ข้อที่ 4 จงออกแบบคาน B1 ช่วงความยาว 5 ม.และยื่น 1.5 ม. ดังแสดงในรูปแปลน ที่ทำจากเหล็ก รางน้ำประกบดังแสดงในรูป b ที่รองรับพื้นสำเร็จรูปรวมคอนกรีตทับหน้าหนา 10 cm. (2400 kg/m^3) และน้ำหนักจร 150 kg/m^2 กำหนดคุณสมบัติของเหล็กคือ F_y เท่ากับ 2500 ksc และ E เท่ากับ $2.04 \cdot 10^6 \text{ ksc}$ กำหนดให้มีการค้ำยันอย่างเพียงพอ และหน้าตัดเป็น หน้าตัดแบบอัดแน่น ($F_b = 0.66 F_y$) (10 คะแนน)

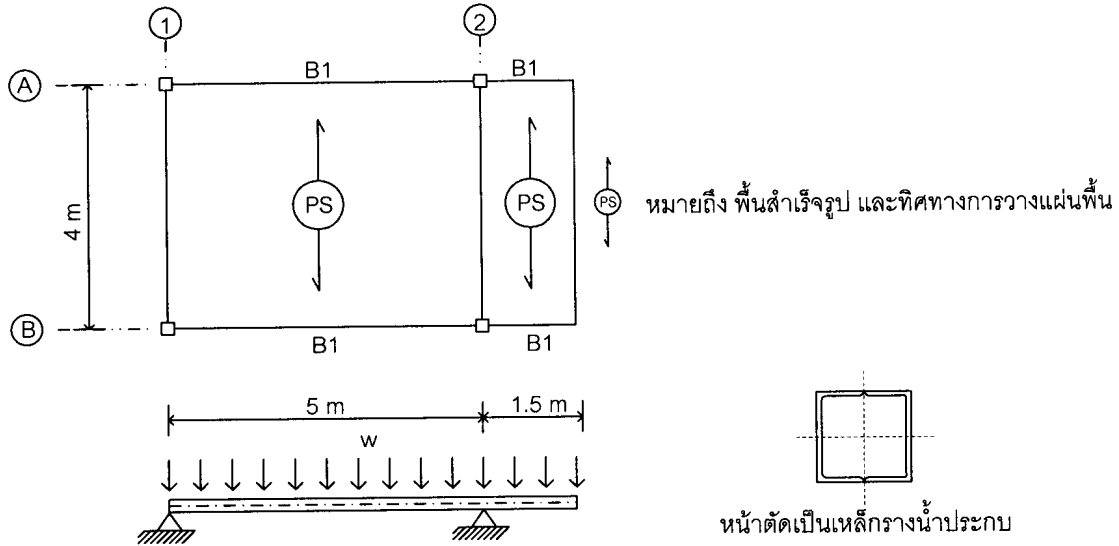
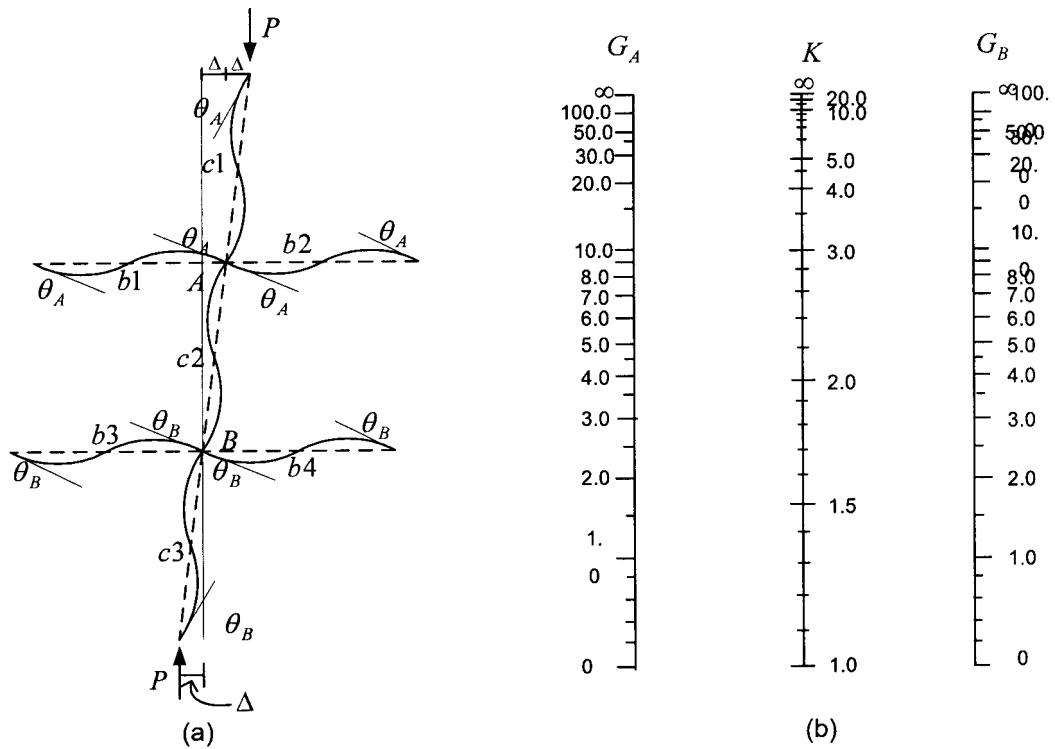


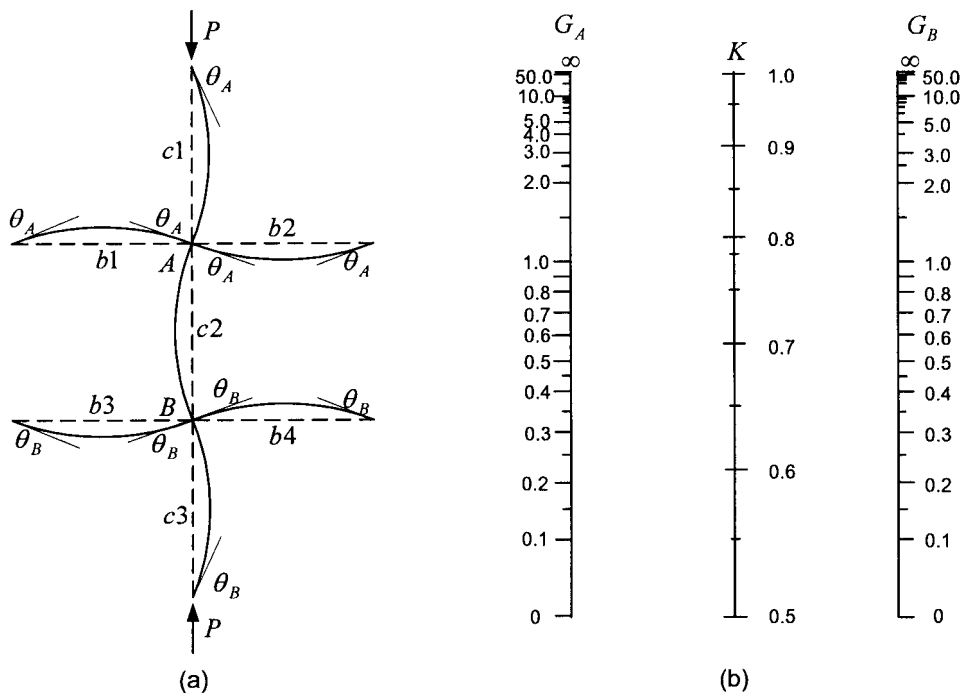
Fig. a

Fig. b

กำหนดให้การโก่งตัวสูงสุดของคาน B1 อยู่ในช่วง 1-2 ประมาณ $\delta_{\max} = \frac{5wL^4}{384EI}$



แบบจำลองของเสาในโครงข้อแข็งไม่มีการยึดรั้งด้านข้าง และแผนภาพ Alignment



แบบจำลองของเสาในโครงข้อแข็งที่ยึดรั้งด้านข้าง และแผนภาพ Alignment

Allowable Compressive Strength for Design

Fy = 2500 ksc		Es = 2040000 ksc				Cc = 126.9	
KL/r	Fa	KL/r	Fa	KL/r	Fa	KL/r	Fa
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

กรณี $KL/r < C_c$

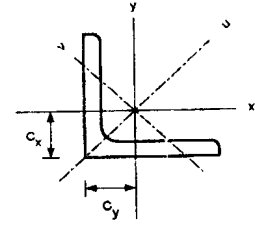
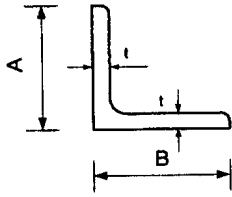
$$F_a = \frac{\left[1 - \frac{1}{2} \left(\frac{KL/r}{C_c} \right)^2 \right]}{\frac{5}{3} + \frac{3}{8} \left(\frac{KL/r}{C_c} \right) - \frac{1}{8} \left(\frac{KL/r}{C_c} \right)^3} F_y$$

กรณี $KL/r \geq C_c$

$$F_a = \frac{12 \pi^2 E}{23 (KL/r)^2}$$

$$\text{โดยที่ } C_c = \sqrt{\frac{2 \pi^2 E}{F_y}}$$

Equal Angle JIS G 3192



Size		Section 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	
A x B mm	t mm			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	2.26	0.590	0.91	0.91	1.14	0.59	0.66	0.66
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	1.19	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	12.69	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
90 x 90	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
90 x 90	7	12.22	9.59	2.46	2.46	93	93.0	148	38.3	2.76	2.76	3.48	1.77	14.2	14.2
90 x 90	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
90 x 90	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	19.00	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	18.76	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	192	3.96	3.96	5.00	2.54	49.9	49.9
130 x 130	15	36.75	28.8	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	33.6	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	1090	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	1170	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	1440	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	2180	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	2820	2,820	4,490	1160	6.09	6.09	7.68	3.90	197	197
200 x 200	25	93.75	73.6	5.86	5.86	3420	3,420	5,420	1410	6.04	6.04	7.61	3.88	242	242
250 x 250	25	119.4	93.7	7.10	7.10	6950	6,950	11,000	2860	7.63	7.63	9.62	4.90	388	388
250 x 250	35	162.6	128.0	7.45	7.45	9110	9,110	14,400	3790	7.49	7.49	9.42	4.83	519	519