**มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์**
**คณะวิศวกรรมศาสตร์**

| | |
|---|---|
| สอบปลายภาค ประจำภาคการศึกษา 2 | ปีการศึกษา 2551 |
| วันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2552 | เวลา 13.30 - 16.30 น. |
| วิชา Timber and Steel Design | ห้องสอบ R300 |
| 220-412 และ 221-412 | ผู้สอน ผศ.เอกรัฐ สมัครัฐกิจ |

ชื่อ-สกุล..... รหัส.....

**คำชี้แจง**

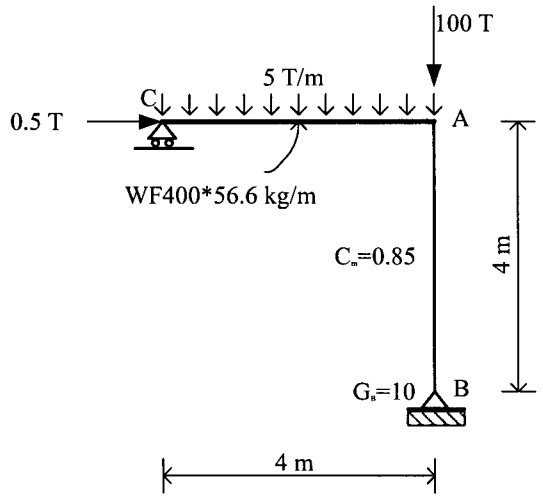
1. ข้อสอบทั้งหมดมี 4 ข้อ คะแนนรวม 40 คะแนน ดังแสดงในตารางข้างล่าง
2. ข้อสอบมีทั้งหมด 11 หน้า (ไม่รวมปก) ผู้สอบต้องตรวจสอบว่ามีครบทุกหน้าหรือไม่ (ก่อนลงมือทำ) และห้ามแกะหรือฉีกข้อสอบออกจากเล่ม
3. ให้ทำหมดทุกข้อลงในสมุดคำตอบที่แนบ
4. ห้ามนำเอกสารใดๆ เข้าห้องสอบ ทุจริตจะได้ E
5. อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลขได้ทุกชนิด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

**ตารางคะแนน**

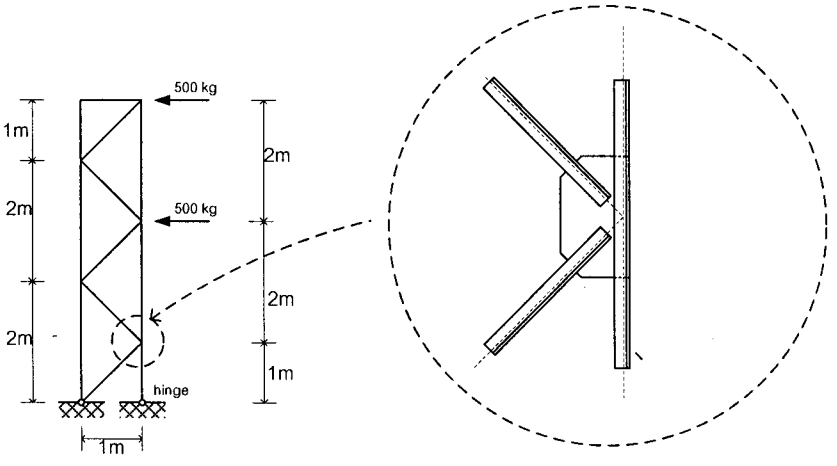
| ข้อที่ | คะแนนเต็ม | ได้ |
|---|---|---|
| 1 | 10 | |
| 2 | 10 | |
| 3 | 10 | |
| 4 | 10 | |
| รวม | 40 | |

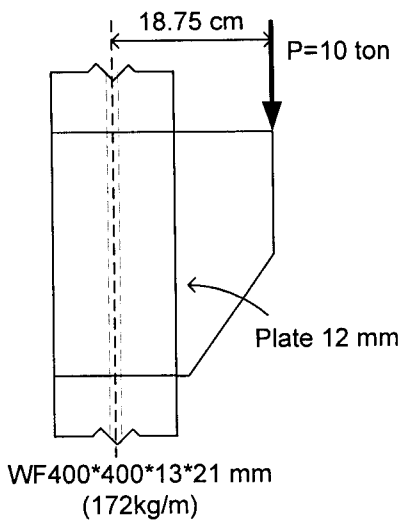
***ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำ คือ พักการเรียน 1 ภาคการศึกษา และปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต***

ข้อที่ 1 โครงข้อแข็งที่กำหนด จงออกแบบเสา-คานเหล็ก AB มีความยาว 4 เมตร ที่รับทั้งแรงแนวแกน และโมเมนต์ดัดดังแสดงในรูป (พิจารณาในระนาบที่มีการดัดเท่านั้น) กำหนดคุณสมบัติของเหล็กคือ $F_y$ เท่ากับ 2500 $ksc$ และ $E_s$ เท่ากับ 2.04*10$^6$ $ksc$



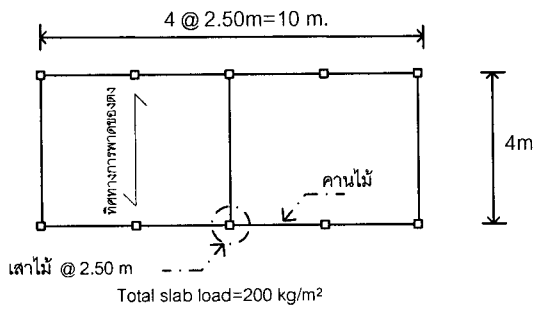

ข้อที่ 2 จงออกแบบรอยเชื่อมที่ใช้ลวดเชื่อมชนิด E70 กำหนดขนาดรอยเชื่อมเท่ากับ 6 mm ดังแสดงในรูป กำหนดคุณสมบัติหน่วยแรงเฉือนที่ยอมให้ของลวดเชื่อม E70 คือ $F_v$ เท่ากับ 1470 $ksc$ และกำหนดให้โครงข้อแข็งใช้เหล็กฉากขาเท่ากันขนาด 65*65*5 mm (5.0 kg/m) ทั้งหมด






ข้อที่ 3 รอยต่อหูช้าง (Corbel) ของโครงสร้างรับแรงในแนวดิ่งขนาด 10 ton โดยมีระยะเยื้องศูนย์เท่ากับ 18.75 ซม ดังแสดงในรูป จงคำนวณหาจำนวนสลักเกลียว ระหว่างเสากับแผ่นเหล็ก 12 mm พร้อมทั้งสเก็ตตำแหน่งของสลักเกลียวด้วย กำหนดให้ใช้สลักเกลียวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 22 มม. ($F_V$=1050 ksc))

ข้อที่ 4 จงออกแบบตง คาน และเสาไม้ตันความสูง 3 เมตรที่ตำแหน่ง B ดังแสดงในรูปโดยที่ระบบพื้นและตงรับน้ำหนัก 200 กก/ตร.ม. (LL+DL) กำหนดให้ใช้ไม้เนื้อแข็งแบบไสแล้ว หน่วยแรงแบกทานที่ยอมให้ (หน่วยแรงอัดตั้งฉาก) เท่ากับ 30 ksc และการโก่งตัวที่ยอมให้ $L/200$




การออกแบบเสาเดี่ยวตัน (ข้อบัญญัติ กทม.)

$$L/d \le 12 \qquad f_c \le F_c$$

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

โดยที่ $F_c$ คือ หน่วยแรงอัดที่ยอมให้ตามข้อบัญญัติ กทม

ตารางแสดงค่าหน่วยแรงที่ยอมให้ของไม้ ตามมาตรฐาน วสท. และข้อบัญญัติ กทม.

| ประเภทไม้ | หน่วยแรงดัดหรือหน่วยแรงดึง (ksc) | หน่วยแรงอัด (ksc) | | หน่วยแรงเฉือนขนานเสี้ยน (ksc) | โมดูลัสแห่งความยืดหยุ่น (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 |

## การออกแบบคาน

**4.1 ตรวจสอบการค้ำยัน ($l$) เป็นการผลการโก่งเดาะทางด้านข้าง**

$$l_1 = \frac{637.2\,b_f}{\sqrt{F_y}} \qquad l_2 = \frac{1.406\times10^6}{\left(\frac{d}{A_f}\right)F_y} \qquad \text{และ} \qquad l_3 = \sqrt{\frac{7.17\times10^6}{F_y}}\,r_T$$

**โดยที่**

**กำหนดให้ค่าต่ำสุด และสูงสุดดังนี้**

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

**ในกรณี** $l < l_c$ $\qquad F_b = 0.66\,F_y$

**ในกรณี** $l_c < l < l_u$ $\qquad F_b = 0.60\,F_y$

**ในกรณี** $l > l_u$ **แยกพิจารณาได้ดังนี้**

**ก.** $\sqrt{\frac{7.17\times10^6\,C_b}{F_y}} < \frac{l}{r_T} < \sqrt{\frac{35.85\times10^6\,C_b}{F_y}}$

$$F_b = \left[\frac{2}{3} - \frac{F_y(l/r_T)^2}{107.56\times10^6\,C_b}\right]F_y$$

$$F_b = \frac{843.6\times10^3\,C_b}{l\,d/A_f}$$

**เลือกค่าสูงสุดแต่ต้องไม่เกิน** $0.60\,F_y$

**ข.** $\frac{l}{r_T} > \sqrt{\frac{35.85\times10^6\,C_b}{F_y}}$

$$F_b = \frac{11.95\times10^6\,C_b}{(l/r_T)^2}$$

$$F_b = \frac{843.6\times10^3\,C_b}{l\,d/A_f}$$

**เลือกค่าสูงสุดแต่ต้องไม่เกิน** $0.60\,F_y$

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

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

**4 2 ตรวจสอบการโก่งเดาะ (Local Buckling) เป็นการพิจารณาการโก่งเดาะเฉพาะที่**

**ก. ตรวจสอบเอว (Web)**

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

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

**ข. ตรวจสอบปีก (Flange)**

Compact section $\frac{b_f}{2t_f} < \frac{545}{\sqrt{F_y}}$

$$F_b = 0.66F_y$$

Noncompact section $\frac{545}{\sqrt{F_y}} < \frac{b_f}{2t_f} < \frac{796}{\sqrt{F_y}}$

$$F_b = F_y\left(0.79 - 0.000238\frac{b_f}{2t_f}\sqrt{F_y}\right)$$

Thin section $\frac{796}{\sqrt{F_y}} < \frac{b_f}{2t_f}$

$$F_b = 0.6F_yQ_s$$

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

$\frac{1476}{\sqrt{F_y}} < \frac{b_f}{2t_f}$ **จะได้** $Q_s = \frac{1.406\times10^6}{F_y\left(\frac{b_f}{2t_f}\right)^2}$

## การออกแบบเสา

กรณี $KL/r < C_c$

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

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

กรณี $KL/r \geq C_c$

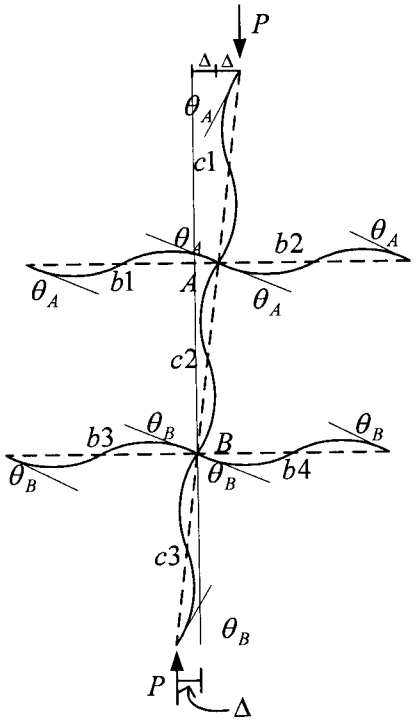
$$F_{cr} = \frac{\pi^2 E}{(KL/r)^2}$$

$$F.S = 1.92$$

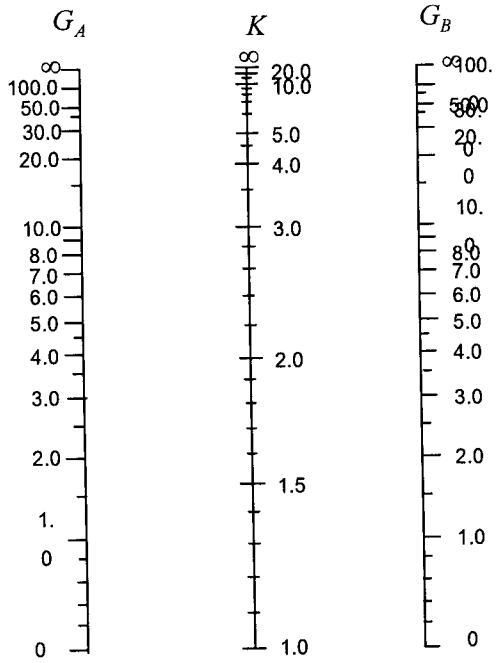
**Allowable Compressive Strength for Design**

| 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 |

**แบบจำลองของเสาในโครงข้อแข็งไม่มีการยึดรั้งด้านข้าง และแผนภาพ Alignment**

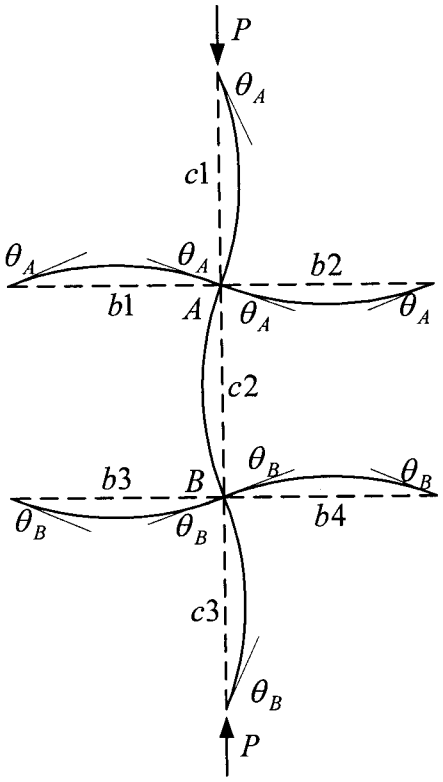



(a)

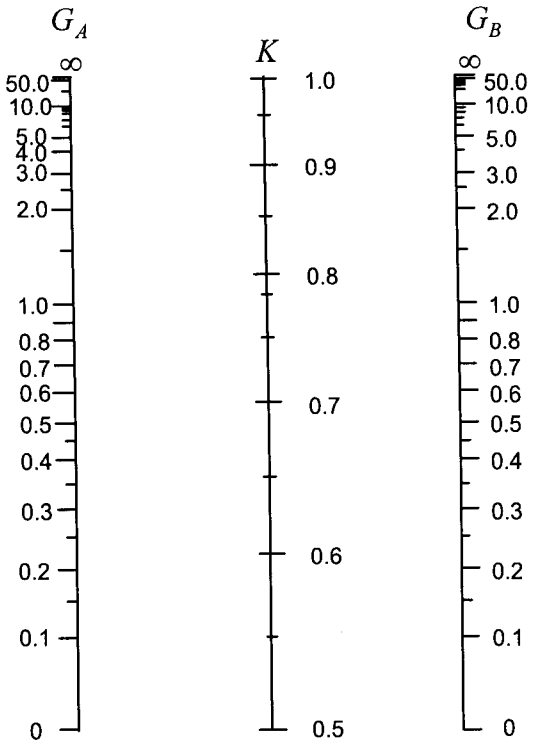



(b)

**แบบจำลองของเสาในโครงข้อแข็งที่ยึดรั้งด้านข้าง และแผนภาพ Alignment**




(a)




(b)

# 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

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

โดยที่ $F_a$ คือ Allowable axial stress

$F_b$ คือ Allowable bending stress

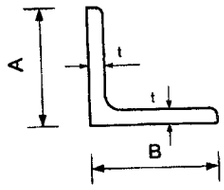
$F_e'$ คือ Allowable euler stress $= \frac{\pi^2 E}{(KL/r)^2}\frac{12}{23}$

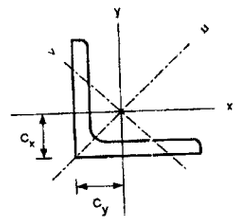
$C_m$ คือ Coefficient factor ที่ขึ้นอยู่การเคลื่อนที่ของ joint และลักษณะการเกิดโมเมนต์

# คุณสมบัติของหน้าตัดไม้แปรรูป

| ขนาดระบุ | ขนาดแปรรูป ซม. | ขนาดไสกบ ซม. | พท.หน้าตัดไม้แปรรูป $ซม^2$ | พท.หน้าตัดไม้ไสกบ $ซม^2$ | I ของหน้าตัดไม้แปรรูป $ซม^4$ | I ของหน้าตัดไม้ไสกบ $ซม^4$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 1/2" x 3" | 3.61 x 7.32 | 3.41 x 7.32 | 26.43 | 23.94 | 118.0 | 98.31 |
| 1 1/2" x 4" | 3.61 x 9.86 | 3.41 x 9.56 | 35.59 | 32.64 | 288.4 | 248.3 |
| 1 1/2" x 5" | 3.61 x 12.40 | 3.41 x 12.10 | 44.76 | 41.26 | 537.6 | 503.4 |
| 1 1/2" x 6" | 3.61 x 14.94 | 3.41 x 14.64 | 53.93 | 49.92 | 1,003 | 891.7 |
| 2" x 4" | 4.78 x 9.86 | 4.48 x 9.56 | 47.13 | 42.83 | 381.5 | 326.2 |
| 2" x 5" | 4.78 x 12.4 | 4.48 x 12.10 | 59.27 | 54.21 | 759.5 | 661.4 |
| 2" x 6" | 4.78 x 14.94 | 4.48 x 14.64 | 71.41 | 65.59 | 1,328 | 1,171 |
| 2" x 8" | 4.78 x 19.92 | 4.48 x 19.52 | 95.22 | 87.45 | 3,149 | 2,777 |
| 4" x 4" | 9.86 x 9.86 | 9.86 x 9.56 | 97.22 | 91.39 | 787.6 | 696.1 |
| 5" x 5" | 12.40 x 12.40 | 12.10 x 12.10 | 153.8 | 146.4 | 1,970 | 1,786 |
| 6" x 6" | 14.91 x 14.91 | 14.64 x 14.64 | 223.2 | 214.3 | 4,152 | 3,828 |
| 8" x 8" | 19.92 x 19.92 | 19.52 x 19.52 | 396.8 | 381.0 | 13,121 | 12,099 |

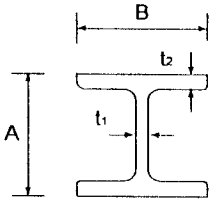
# Equal Angle JIS G 3192



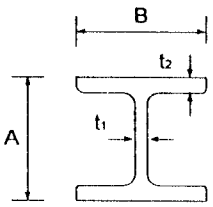

| Size | | Section | Unit | Center of | | Geometrical moment | | | | Radius of Gyration | | | | Modulus of | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A x B | t | Area | Weight | Gravity , cm | | of inertia cm4 | | | | of Area cm | | | | Section , $cm^3$ | |
| mm | mm | $cm^2$ | kg/m | $C_x$ | $C_y$ | Ix | Iy | Max. Ix | Min Iy | $r_x$ | $r_y$ | 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 |

# Wide Flange Shapes




| Nominal Size | Weight | Depth | Flange Width | Thickness | | Sectional Area | Moment of Inertia | | Radius of Gyration | | Section Modulus | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| mm | kg/m | mm. | mm | Web mm | Flange mm | $cm^2$ | $cm^4$ | | cm | cm | $cm^3$ | $cm^3$ |
| A x B | w | A | B | t1 | t2 | A | Ix | Iy | rx | ry | Sx | Sy |
| 250x250 | 82.2 | 250 | 255 | 14 | 14 | 104.7 | 11,500 | 3,880 | 10.5 | 6.09 | 919 | 304 |
| | 72.4 | 250 | 250 | 9 | 14 | 92.18 | 10,800 | 3,650 | 10.8 | 6.29 | 867 | 292 |
| | 66.5 | 248 | 249 | 8 | 13 | 84.70 | 9,930 | 3,350 | 10.8 | 6.29 | 801 | 269 |
| | 64.4 | 244 | 252 | 11 | 11 | 82.06 | 8,790 | 2,940 | 10.3 | 5.98 | 720 | 233 |
| 250x175 | 44.1 | 244 | 175 | 7 | 11 | 56.24 | 6,120 | 984 | 10.4 | 4.18 | 502 | 113 |
| 250x125 | 29.6 | 250 | 125 | 6 | 9 | 37.66 | 4,050 | 294 | 10.4 | 2.79 | 324 | 47.0 |
| | 25.7 | 248 | 124 | 5 | 8 | 32.68 | 3,540 | 255 | 10.4 | 2.79 | 285 | 41.1 |
| 200x200 | 65.7 | 208 | 202 | 10 | 16 | 83.69 | 6,530 | 2,200 | 8.83 | 5.13 | 628 | 218 |
| | 56.2 | 200 | 204 | 12 | 12 | 71.53 | 4,980 | 1,700 | 8.35 | 4.88 | 498 | 167 |
| | 49.9 | 200 | 200 | 8 | 12 | 63.53 | 4,720 | 1,600 | 8.62 | 5.02 | 472 | 160 |
| 200x150 | 30.6 | 194 | 150 | 6 | 9 | 39.01 | 2,690 | 507 | 8.30 | 3.61 | 277 | 67.6 |
| 200x100 | 21.3 | 200 | 100 | 5.5 | 8 | 27.16 | 1,840 | 134 | 8.24 | 2.22 | 184 | 26.8 |
| | 18.2 | 198 | 99 | 4.5 | 7 | 23.18 | 1,580 | 114 | 8.26 | 2.21 | 160 | 23.0 |
| 175x175 | 40.2 | 175 | 175 | 7.5 | 11 | 51.21 | 2,880 | 984 | 7.50 | 4.38 | 330 | 112 |
| 175x125 | 23.3 | 169 | 125 | 5.5 | 8 | 29.65 | 1,530 | 261 | 7.18 | 2.97 | 181 | 41.8 |
| 175x90 | 18.1 | 175 | 90 | 5 | 8 | 23.04 | 1,210 | 98 | 7.26 | 2.06 | 139 | 21.7 |
| 150x150 | 31.5 | 150 | 150 | 7 | 10 | 40.14 | 1,640 | 563 | 6.39 | 3.75 | 219 | 75.1 |
| 150x100 | 21.1 | 148 | 100 | 6 | 9 | 26.84 | 1,020 | 151 | 6.17 | 2.37 | 136 | 30.1 |
| 150x75 | 14.0 | 150 | 75 | 5 | 7 | 17.85 | 666 | 49.5 | 6.11 | 1.66 | 88.8 | 13.2 |
| 125x125 | 23.8 | 125 | 125 | 6.5 | 9 | 30.31 | 847 | 293 | 5.29 | 3.11 | 136 | 47.0 |
| 125x60 | 13.2 | 125 | 60 | 6 | 8 | 16.84 | 413 | 29.2 | 4.95 | 1.32 | 66 | 9.73 |
| 100x100 | 17.2 | 100 | 100 | 6 | 8 | 21.90 | 383 | 134 | 4.18 | 2.47 | 76.5 | 26.7 |
| 100x50 | 9.30 | 100 | 50 | 5 | 7 | 11.85 | 187 | 14.8 | 3.98 | 1.12 | 38 | 6 |

# Wide Flange Shapes




| Nominal Size | Weight | Depth | Flange Width | Thickness | | Sectional Area | Moment of Inertia | | Radius of Gyration | | Section Modulus | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Web | Flange | | | | | | | |
| mm | kg/m | mm. | mm | mm | mm | $cm^2$ | $cm^4$ | | cm | cm | $cm^3$ | $cm^3$ |
| A x B | w | A | B | t1 | t2 | A | Ix | Iy | rx | ry | Sx | Sy |
| 400 x 400 | 200 | 406 | 403 | 16 | 24 | 254.9 | 78,000 | 26,200 | 17.5 | 10.1 | 3,840 | 1,300 |
| | 197 | 400 | 408 | 21 | 21 | 250.7 | 70,900 | 23,800 | 16.8 | 9.75 | 3,540 | 1,170 |
| | 172 | 400 | 400 | 13 | 21 | 218.7 | 66,600 | 22,400 | 17.5 | 10.1 | 3,330 | 1,120 |
| | 168 | 394 | 405 | 18 | 18 | 214.4 | 59,700 | 20,000 | 16.7 | 9.65 | 3,030 | 985 |
| | 147 | 394 | 398 | 11 | 18 | 186.8 | 56,100 | 18,900 | 17.3 | 10.1 | 2,850 | 951 |
| | 140 | 388 | 402 | 15 | 15 | 178.5 | 49,000 | 16,300 | 16.6 | 9.54 | 2,520 | 809 |
| 400 x 300 | 107 | 390 | 300 | 10 | 16 | 136 | 38,700 | 7,210 | 16.9 | 7.28 | 1,980 | 481 |
| | 94.3 | 386 | 299 | 9 | 14 | 120.1 | 33,700 | 6,240 | 16.7 | 7.21 | 1,740 | 418 |
| 400 x 200 | 66.0 | 400 | 200 | 8 | 13 | 84.12 | 23,700 | 1,740 | 16.8 | 4.54 | 1,190 | 174 |
| | 56.6 | 396 | 199 | 7 | 11 | 72.16 | 20,000 | 1,450 | 16.7 | 4.48 | 1,010 | 145 |
| 350 x 350 | 159 | 356 | 352 | 14 | 22 | 202.0 | 47,600 | 16,000 | 15.3 | 8.90 | 2,670 | 909 |
| | 156 | 350 | 357 | 19 | 19 | 198.4 | 42,800 | 14,400 | 14.7 | 8.53 | 2,450 | 809 |
| | 137 | 350 | 350 | 12 | 19 | 173.9 | 40,300 | 13,600 | 15.2 | 8.84 | 2,300 | 776 |
| | 131 | 344 | 354 | 16 | 16 | 166.6 | 35,300 | 11,800 | 14.6 | 8.43 | 2,050 | 669 |
| | 115 | 344 | 348 | 10 | 16 | 146.0 | 33,300 | 11,200 | 15.1 | 8.78 | 1,940 | 646 |
| | 106 | 338 | 351 | 13 | 13 | 135.3 | 28,200 | 9,380 | 14.4 | 8.33 | 1,670 | 534 |
| 350 x 250 | 79.7 | 340 | 250 | 9 | 14 | 101.5 | 21,700 | 3,650 | 14.6 | 6.00 | 1,280 | 292 |
| | 69.2 | 336 | 249 | 8 | 12 | 88.15 | 18,500 | 3,090 | 14.5 | 5.92 | 1,100 | 248 |
| 350 x 175 | 49.6 | 350 | 175 | 7 | 11 | 63.14 | 13,600 | 984 | 14.7 | 3.95 | 775 | 112 |
| | 41.4 | 346 | 174 | 6 | 9 | 52.68 | 11,100 | 792 | 14.5 | 3.88 | 641 | 91 |
| 300 x 300 | 106 | 304 | 301 | 11 | 17 | 134.8 | 23,400 | 7,730 | 13.2 | 7.57 | 1,540 | 514 |
| | 106 | 300 | 305 | 15 | 15 | 134.8 | 21,500 | 7,100 | 12.6 | 7.26 | 1,440 | 566 |
| | 94.0 | 300 | 300 | 10 | 15 | 119.8 | 20,400 | 6,750 | 13.1 | 7.51 | 1,360 | 450 |
| | 87.0 | 298 | 299 | 9 | 14 | 110.8 | 18,800 | 6,240 | 13.0 | 7.51 | 1,270 | 417 |
| | 84.5 | 294 | 302 | 12 | 12 | 107.7 | 16,900 | 5,520 | 12.5 | 7.16 | 1,150 | 36 |
| 300 x 200 | 65.4 | 298 | 201 | 9 | 14 | 83.36 | 13,300 | 1,900 | 12.6 | 4.77 | 893 | 189 |
| | 56.8 | 294 | 200 | 8 | 12 | 72.38 | 11,300 | 1,600 | 12.5 | 4.71 | 771 | 160 |
| 300 x 150 | 36.7 | 300 | 150 | 6.5 | 9 | 46.78 | 7,210 | 508 | 12.4 | 3.29 | 481 | 67.7 |
| | 32.0 | 298 | 149 | 5.5 | 8 | 40.80 | 6,320 | 442 | 12.4 | 3.29 | 424 | 59.3 |