

Lecture 16 Welded Connections II

- Fillet Weld of Truss Members
- Shear and Torsion
- Shear and Bending

Mongkol JIRAVACHARADET

SURANAREE

INSTITUTE OF ENGINEERING

UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING

Effective Net Area

เมื่อแรงถูกส่งผ่าน โดย รอยเชื่อม ผ่านเพียงบางส่วนของหน้าตัด

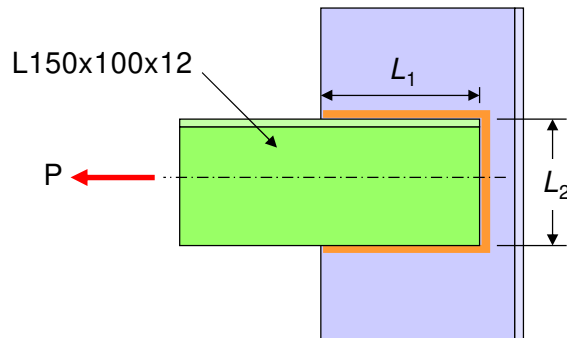
ให้คำนวณพื้นที่สุทธิประสิทธิผล:

$$A_e = U A_g$$

แฟกเตอร์ U ที่ใช้จะเหมือนกับในจุดต่อสลักเกลียว กรณีที่ 1 และ 2

กรณีที่ 1	W, M, S หรือหน้าตัดที่ เชื่อมต่อที่ปีก ซึ่งมีความกว้างไม่น้อยกว่า 2/3 เท่าของความลึก	$U = 0.90$
กรณีที่ 2	หน้าตัดอื่นและหน้าตัดประกอบที่ไม่เป็นไปตามกรณีที่ 1	$U = 0.85$

ตัวอย่างที่ 16-1 โดยใช้เหล็ก A36 และลวดเชื่อม E70 จงออกแบบรอยเชื่อมแบบพอกที่ด้านข้างและที่ปลายสำหรับกำลังเต็มของหน้าตัดฉาก L150×100×12 รับแรงดึงซึ่งมีการต่อเชื่อมที่ขายาว



วิธีทำ กำลังรับแรงดึงของเหล็กฉาก คัดจากพื้นที่ทั้งหมด A_g

$$P = 0.60 F_y A_g = 0.60 (2.5) (28.56) = 42.8 \text{ ตัน} \quad \leftarrow \text{Control}$$

คัดจากพื้นที่สุทธิประสิทธิภาพ A_e , กรณีที่ 2 : $U = 0.85$

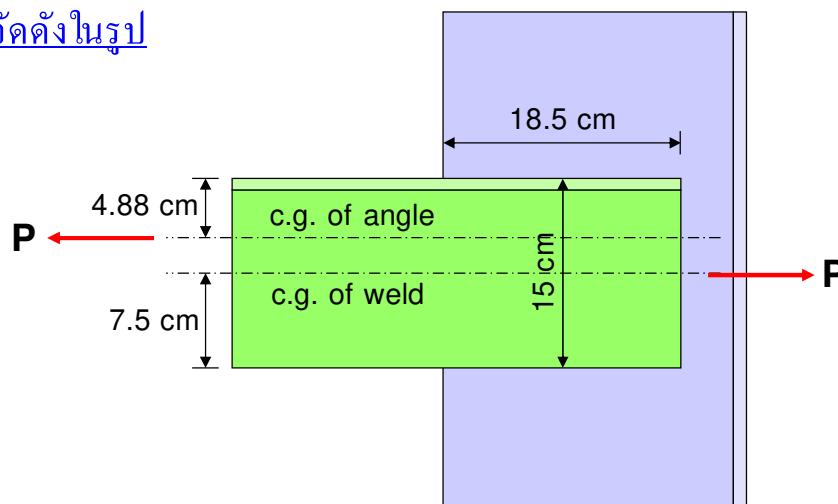
$$P = 0.50 F_u A_e = 0.50 (4.0) (0.85) (28.56) = 48.6 \text{ ตัน}$$

ขนาดรอยเชื่อมใหญ่สุด = $12 - 2 = 10$ มม., ขนาดรอยเชื่อมเล็กสุด = 5 มม.

ใช้รอยเชื่อมขนาด 8 มม. กำลังรอยเชื่อมขนาด 8 มม. = 830 กก./ซม.

ความยาวที่ต้องการ = $42.8 / 0.83 = 51.6$ ซม. (ใช้ 52 ซม.)

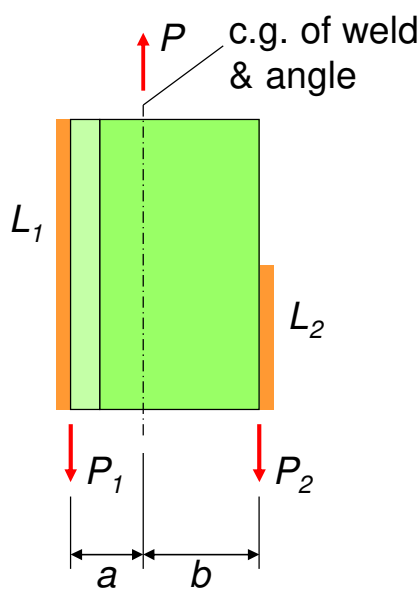
รอยเชื่อมถูกจัดตั้งในรูป



c.g. of weld is not the same as c.g. of angle
ECCENTRICITY

C.G. coincide of weld and member

การออกแบบรอยเชื่อมต้องพยายามให้จุดศูนย์กลางถ่วงของการเชื่อมอยู่ในแนวเดียวกับจุดศูนย์กลางถ่วงของเหล็กที่จะเชื่อม เพื่อหลีกเลี่ยงการเยื้องศูนย์



$$(\Sigma M)_{L_1} = 0$$

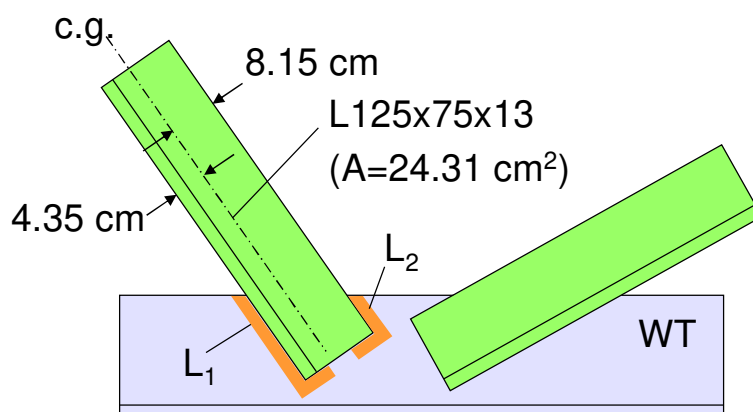
$$Pa - P_2(a + b) = 0$$

$$P_2 = \frac{Pa}{(a + b)}, \quad L_2 = \frac{P_2}{P_w}$$

$$P_1 = \frac{Pb}{(a + b)}, \quad L_1 = \frac{P_1}{P_w}$$

P_w = กำลังของการเชื่อมต่อหนึ่งหน่วยความยาว

ตัวอย่างที่ 16-2 โดยใช้เหล็ก A36 และลวดเชื่อม E70, จงออกแบบรอยเชื่อมแบบฟิลเลต ด้านข้างสำหรับกำลังเต็มทีของหน้าตัดฉาก L125x75x13 มม.รับแรงดึงดังแสดงในรูป โดยไม่มีการเยื้องศูนย์



วิธีทำ กำลังรับแรงดึงเหล็กฉาก

$$P = 0.60 F_y A_g = 0.60 (2.50) (24.31) = 36.5 \text{ ตัน} \quad \leftarrow \text{Control}$$

$$P = 0.50 F_u A_e = 0.50 (4.00) (0.85) (24.31) = 41.3 \text{ ตัน}$$

ขนาดรอยเชื่อมใหญ่ที่สุด = $13 - 2 = 11$ มม. [ใช้รอยเชื่อมขนาด 8 มม.](#)

กำลังรอยเชื่อม = 830 กก./ซม.

ความยาวรอยเชื่อมที่ต้องการ = $36.5 / 830 = 44.0$ ซม.

คำนวณ โมเมนต์รอบ L_1 เพื่อพิจารณา P_2 :

$$(36.5)(4.35) - 12.5 P_2 = 0 \rightarrow P_2 = 12.7 \text{ ตัน}$$

$$P_1 = P - P_2 = 36.5 - 12.7 = 23.8 \text{ ตัน}$$

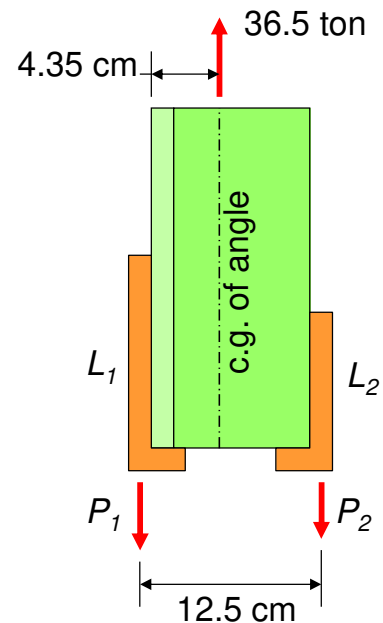
$$L_1 = 23.8 / 83 = 28.7 \text{ ซม. (ใช้ 29 ซม.)}$$

$$L_2 = 12.7 / 83 = 15.3 \text{ ซม. (ใช้ 16 ซม.)}$$

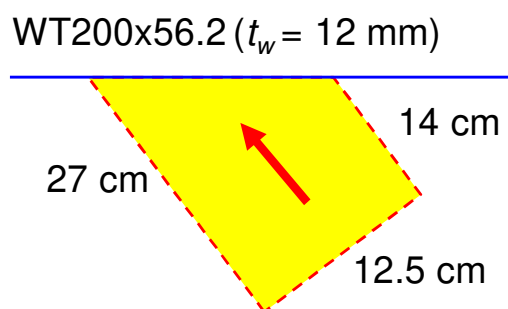
ใช้การเชื่อมอ้อมปลาย 2 (0.8) = 1.6 [\(ใช้ 2 ซม.\)](#)

เมื่อหักความยาวของการเชื่อมอ้อมปลายออก

รอยเชื่อมด้านข้างจะเหลือความยาว [27 ซม.](#) และ [14 ซม.](#)



ตรวจสอบบล็อกแรงเฉือน โดยสมมุติขนาดดังแสดงในรูป



$$T_{bs} = 0.30F_u A_v + 0.50F_u A_t$$

$$= 0.3 (4.0) (27 + 14) (1.2) + 0.5 (4.0) (12.5) (1.2)$$

$$= 89 \text{ ตัน} > 36.5 \text{ ตัน}$$

OK

ตัวอย่างที่ 16-3 ทำตัวอย่างที่ 16-2 อีกครั้งโดยใช้รอยเชื่อมแบบพอกด้านข้างและด้านปลายของหน้าตัดฉาก

วิธีทำ ใช้รอยเชื่อมขนาด 8 มม. มีกำลัง = 830 กก./ชม.

กำลังของรอยเชื่อมที่ปลาย = (12.5) (0.83) = 10.4 ตัน

คำนวณโมเมนต์รอบ L_1 เพื่อพิจารณาแรง P_2 :

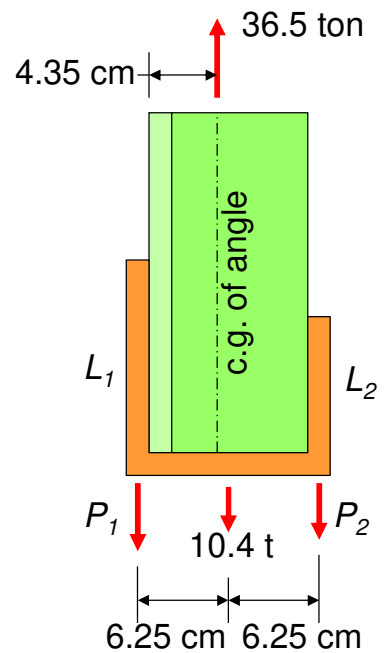
$$(36.5) (4.35) - (6.25) (10.4) - 12.5 P_2 = 0$$

$$P_2 = 7.5 \text{ ตัน}$$

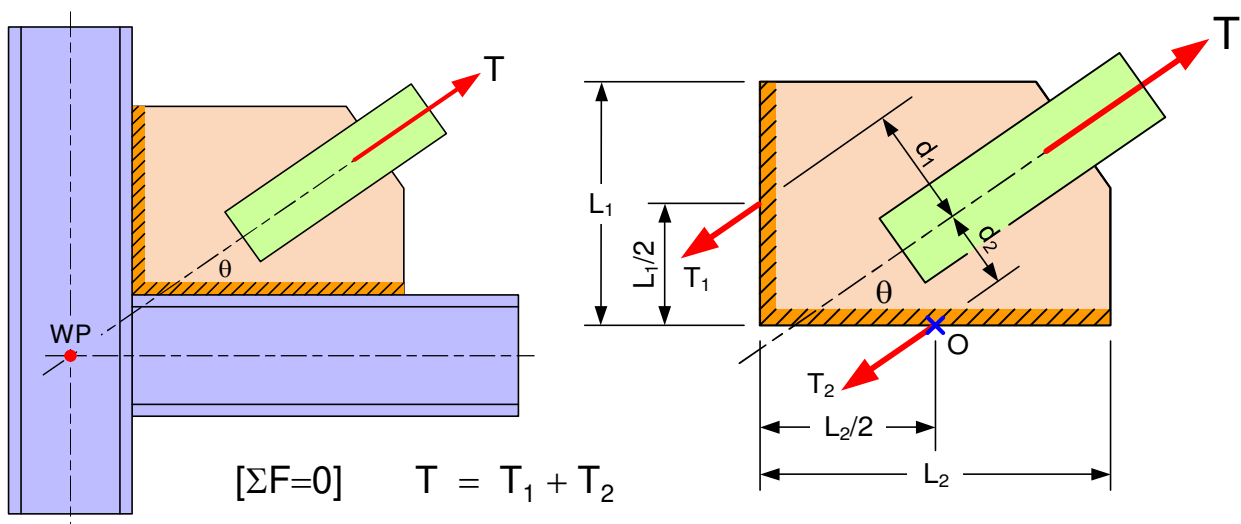
$$P_1 = 36.5 - 10.4 - 7.5 = 18.6 \text{ ตัน}$$

$$L_1 = 18.6 / 0.830 = 22.4 \text{ ชม. (ใช้ 23 ชม.)}$$

$$L_2 = 7.5 / 0.830 = 9.04 \text{ ชม. (ใช้ 10 ชม.)}$$



Gusset Plate Corner Weld Connection



$$[\Sigma F=0] \quad T = T_1 + T_2$$

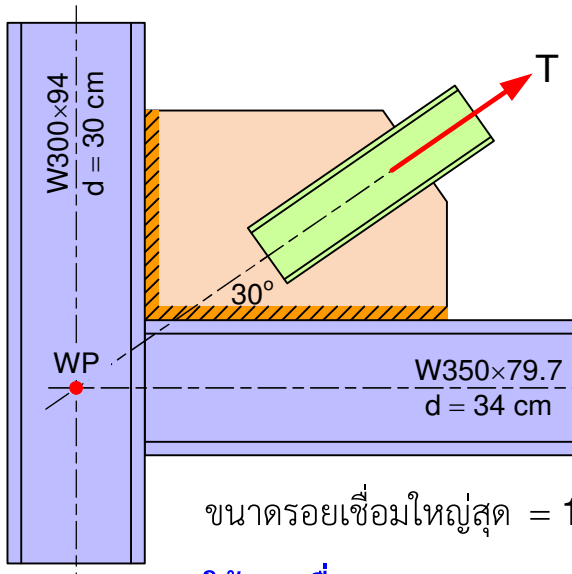
$$[\Sigma M_O=0] \quad Td_2 - T_1(d_1+d_2) = 0$$

$$T_1 = \frac{d_2}{(d_1+d_2)} T, \quad L_1 = \frac{T_1}{P_w}$$

$$T_2 = \frac{d_1}{(d_1+d_2)} T, \quad L_2 = \frac{T_2}{P_w}$$

P_w = กำลังของการเชื่อมต่อหนึ่งหน่วยความยาว

ตัวอย่างที่ 16-4 โดยใช้เหล็ก A36 และลวดเชื่อม E70, จงออกแบบรอยเชื่อมแบบฟิลเลตทั้งสองด้านของแผ่นประกบหนา 1 ซม. เชื่อมติดเสาและคานสำหรับกำลังเต็มที่ของหน้าตัดรางม้าฉาก CH300x90x43.8 รับแรงดึงเอียงทำมุม 30° ดังแสดงในรูป โดยไม่มีการเยื้องศูนย์



วิธีทำ กำลังรับแรงดึงของพื้นที่ทั้งหมด A_g

$$T = 0.60 F_y A_g = 0.60(2.5)(55.74) = 83.6 \text{ ton } \textbf{CONTROL}$$

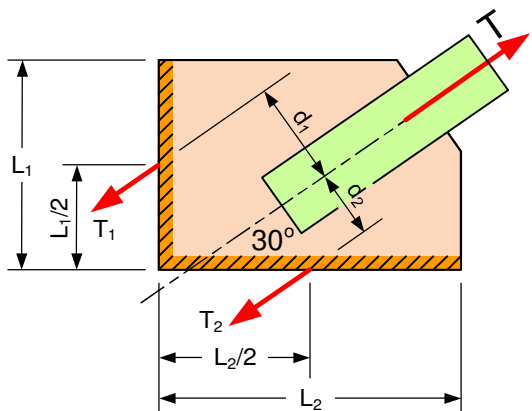
คิดจากพื้นที่สุทธิประสิทธิภาพ A_e ใช้ค่า $U = 0.85$

$$T = 0.50 F_u A_e = 0.50(4.0)(0.85)(55.74) = 94.8 \text{ ton}$$

ขนาดรอยเชื่อมใหญ่สุด = $10 - 2 = 8$ มม., ขนาดรอยเชื่อมเล็กสุด = 5 มม.

ใช้รอยเชื่อมขนาด 8 มม. กำลังรอยเชื่อมขนาด 8 มม. = 830 กก./ซม.

ความยาวรอยเชื่อมที่ต้องการ = $83.6/830 = 100.72$ ซม. (รวมสองด้าน)



$$\therefore L_1 + L_2 = 100.72/2 = 50.36 \text{ cm}$$

$$T_1 = \frac{d_2}{(d_1 + d_2)} T, \quad L_1 = \frac{T_1}{P_w}$$

$$T_2 = \frac{d_1}{(d_1 + d_2)} T, \quad L_2 = \frac{T_2}{P_w}$$

T_1, T_2, d_1, d_2 are unknowns ???

เพื่อไม่ให้เกิดโมเมนต์ในจุดต่อ L_1 และ L_2 ต้องเป็นตามความสัมพันธ์ดังนี้

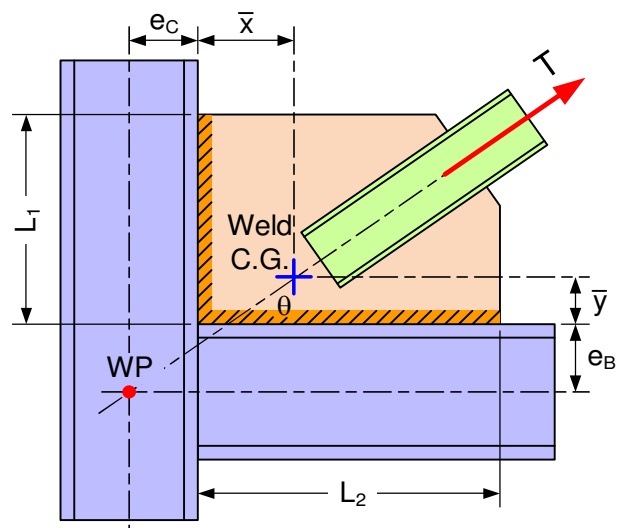
$$L_1^2 - L_2^2 \tan \theta = 2(L_1 + L_2)(e_c \tan \theta - e_B)$$

$$L_1^2 - (50.36 - L_1)^2 \tan 30^\circ = 2(50.36)(15 \tan 30^\circ - 17)$$

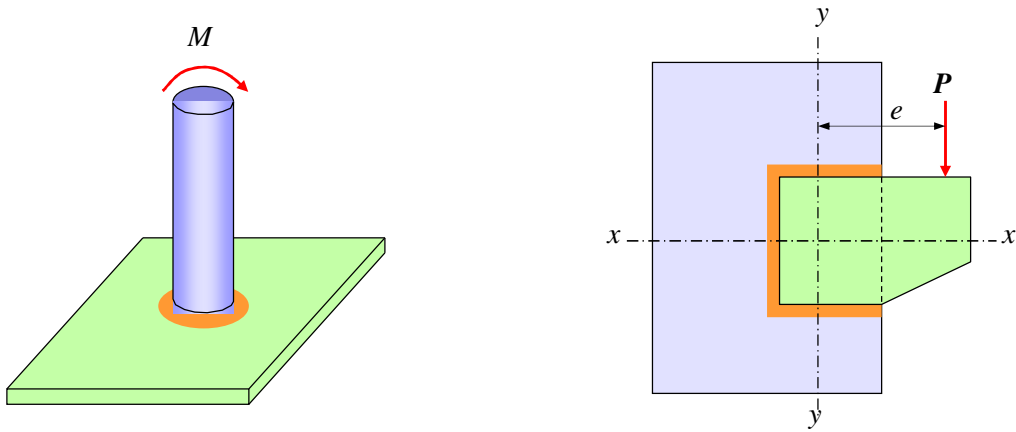
$$0.423 L_1^2 + 58.15 L_1 - 624 = 0$$

$$L_1^2 + 137.5 L_1 - 1475 = 0$$

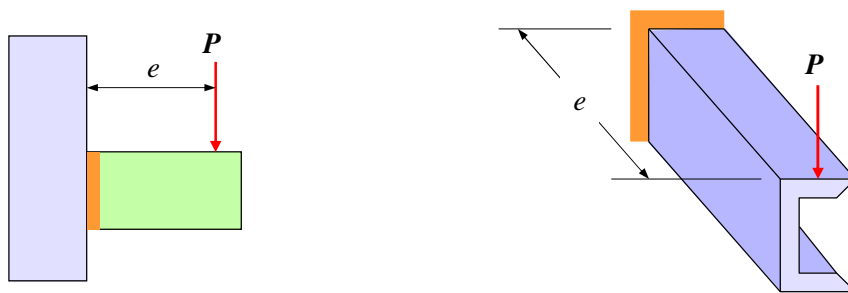
$$L_1 = 10 \text{ cm} \rightarrow L_2 = 50.36 - 10 = 40.36 \text{ cm}$$



Welds subjected to shear and torsion



Welds subjected to shear and bending



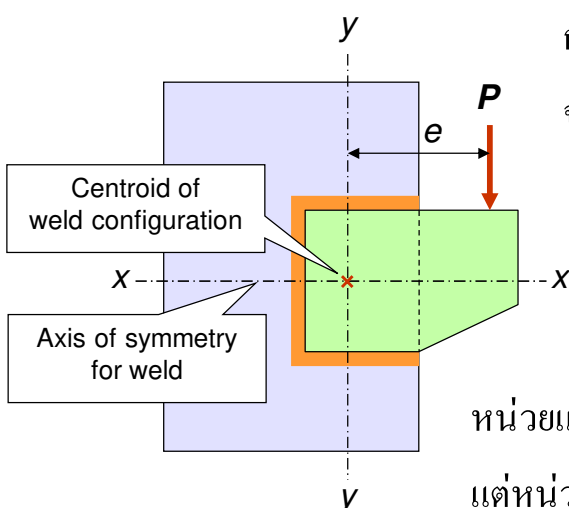
Eccentric Shear Welded Connection

Type	Configuration	Forces
Bracket Connection	<p>The side view shows a green bracket on a blue base with a vertical force P at eccentricity e and a center of gravity $C.G.$ marked with a blue cross. The plan view shows an I-beam on a blue base with a vertical force P at eccentricity e.</p> <p style="text-align: center;">PLAN VIEW</p>	$V = P/2$ $M_t = Pe/2$
Beam to Column Simple Connection	<p>The side view shows a beam on a column with a vertical force R at eccentricity e_1 and a center of gravity $C.G.$ marked with a blue cross. The front view shows the beam on the column with a vertical force R at eccentricity e_2.</p>	$V = R$ $M_{t1} = Re_1$ $M_{t2} = Re_2$

Eccentric Shear Welded Connection

Type	Configuration	Forces
Beam to Beam Simple Connection		$V = P/2$ $M_t = Pe/2$
Splice of Beam's or Column's Web		$V = V$ $M_t = M + Ve$

Eccentrically Loaded Welded Connections



การวิเคราะห์และออกแบบรอยเชื่อมเยื้องศูนย์กลาง
จะเหมือนกับของสลักเกลียวคือ แยกแรง P ออกเป็น:

แรงผ่านศูนย์กลางรอยเชื่อม = P

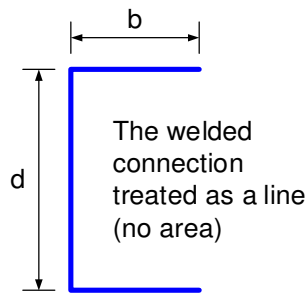
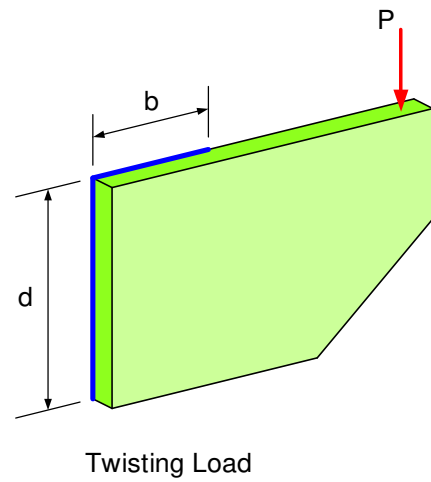
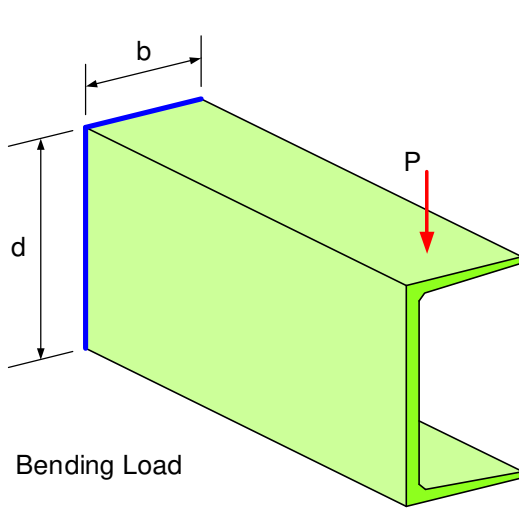
โมเมนต์บิด $T = P e$

หน่วยแรงจากแรงผ่านศูนย์กลาง P จะเท่ากันทุกจุดในรอยเชื่อม
แต่หน่วยแรงจากโมเมนต์บิด T จะแปรตามระยะทาง

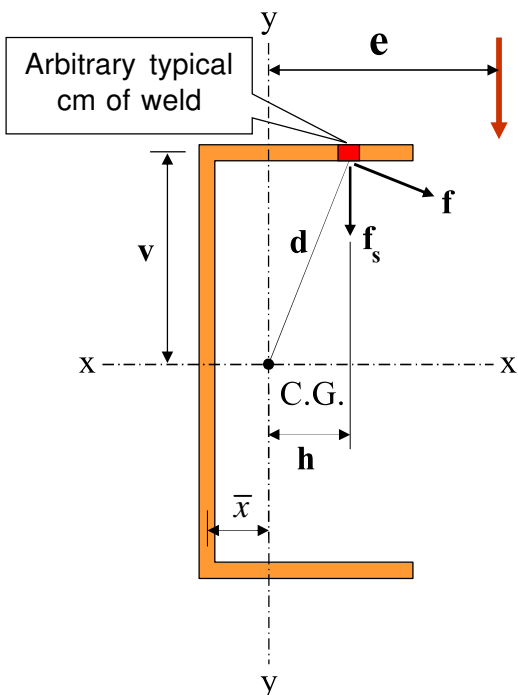
Elastic Method

- No friction between connected parts
- Connected parts are assumed to be rigid
- All deformation occurs in the weld

Treating the weld as a line



Stresses in Welded Connections



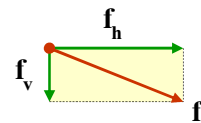
หน่วยแรง ฉ. จุดใดๆบนรอยเชื่อมกว้าง 1 ซม.

Torsional Stress:

$$f = \frac{Td}{J}$$

$$f_h = \frac{Tv}{J}, f_v = \frac{Th}{J}$$

J = Polar moment of inertia of the weld

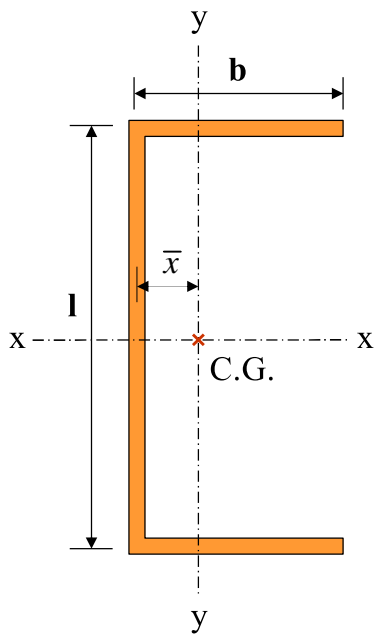


Shear Stress:

$$f_s = \frac{P}{\Sigma L}$$

Resultant Stress: $f_r = \Sigma f$

Welded Geometry



สมมุติรอยเชื่อมเป็นเส้น ศูนย์ถ่วงของรอยเชื่อม
คำนวณโดยการหาผลรวมโมเมนต์ของแต่ละเส้น
รวมค่านยาว I :

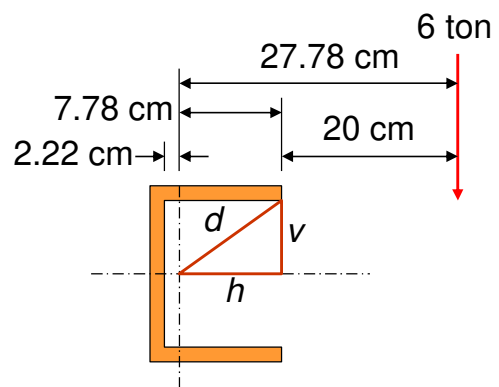
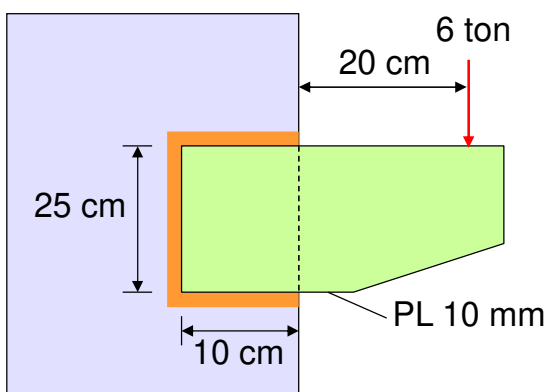
$$2b(b/2) + l(0) = (b + b + l)\bar{x}$$

Polar moment of inertia: $J = I_x + I_y$

$$I_x = \frac{1}{12}l^3 + 2b(l/2)^2$$

$$I_y = \frac{2}{12}b^3 + 2b(b/2 - \bar{x}) + l\bar{x}^2$$

ตัวอย่างที่ 16-5 สำหรับหูช้างในรูป, จงพิจารณาขนาดของรอยเชื่อมแบบพอกที่ต้องการโดยใช้ลวดเชื่อม E70



วิธีทำ สมมุติให้รอยเชื่อมมีขนาด 1 ซม.

$$\bar{x} = \frac{10(2)(5)}{45} = 2.22 \text{ ซม.}$$

$$I_x = (1/12)(1)(25)^3 + (2)(10)(12.5)^2 = 4,427 \text{ ซม.}^4$$

$$I_y = (2)(1/3)(2.22^3 + 7.78^3) + (25)(2.22)^2 = 444 \text{ ซม.}^4$$

$$J = I_x + I_y = 4,427 + 444 = 4,871 \text{ ซม.}^4$$

คำนวณหาหน่วยแรงมากที่สุดซึ่งจะเกิดที่จุดซึ่งอยู่ห่างศูนย์กลางของรอยเชื่อมมากที่สุด

$$f_h = \frac{T_v}{J} = \frac{(6,000 \times 27.78)(12.5)}{4,871} = 428 \text{ ksc}$$

$$f_v = \frac{T_h}{J} = \frac{(6,000 \times 27.78)(7.78)}{4,871} = 266 \text{ ksc}$$

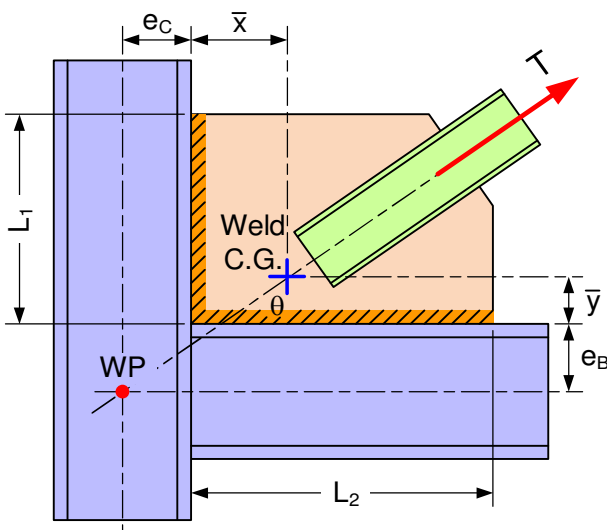
$$f_s = f_{\text{shear}} = 6,000/45 = 133 \text{ ksc}$$

$$f_r = \sqrt{(266+133)^2 + 428^2} = 586 \text{ ksc}$$

กำลังของลวดเชื่อม E70 ขนาด 10 มม. = 1,040 กก./ตร.ซม.

ขนาดของรอยเชื่อมที่ต้องการ = $586/1,040 = 0.56$ ซม. (ใช้ 6 มม.)

C.G. of Weld and Member



ไม่มีการเอียงศูนย์ = ไม่มีโมเมนต์

$$M = T \cos \theta (\bar{y} + e_B) - T \sin \theta (\bar{x} + e_C) = 0$$

$$\bar{y} + e_B = \tan \theta (\bar{x} + e_C)$$

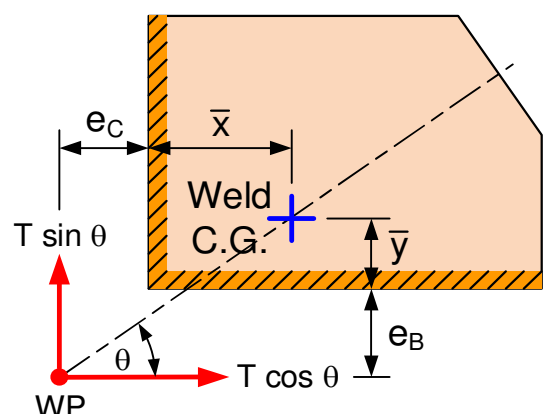
$$\bar{y} - \bar{x} \tan \theta = e_C \tan \theta - e_B$$

C.G. of Weld :

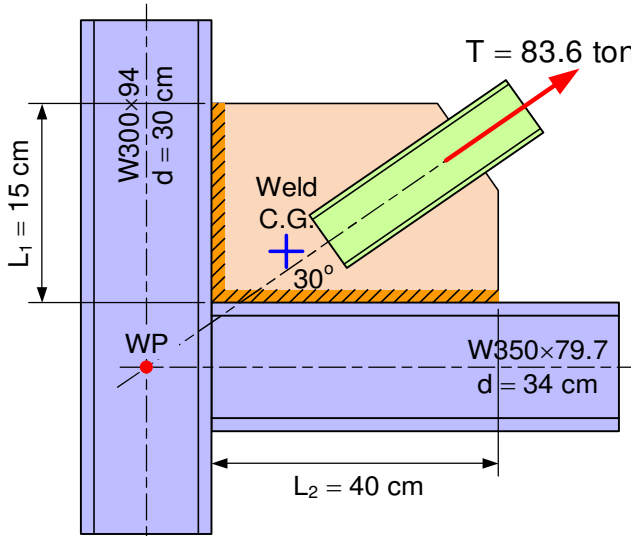
$$\bar{x} = \frac{L_2 \times (L_2 / 2)}{L_1 + L_2} = \frac{L_2^2 / 2}{L_1 + L_2}$$

$$\bar{y} = \frac{L_1 \times (L_1 / 2)}{L_1 + L_2} = \frac{L_1^2 / 2}{L_1 + L_2}$$

คำนวณโมเมนต์บิดโดยแรงกระทำที่จุด WP โดยแตกแรงในแนวตั้งและแนวนอน



ตัวอย่างที่ 16-6 จากตัวอย่างที่ 16-4 ใช้ความยาวรอยเชื่อม $L_1 = 15$ ซม. และ $L_2 = 40$ ซม. จงออกแบบรอยเชื่อมแบบฟิลเลตลวดเชื่อม E70

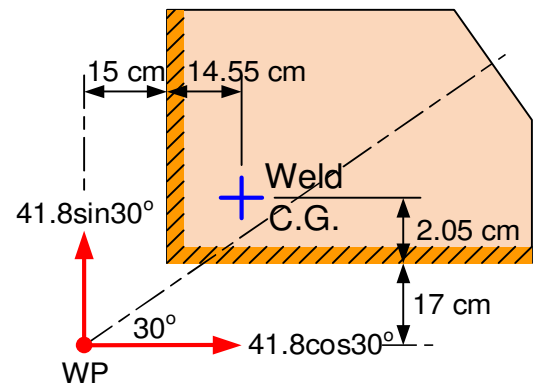


วิธีทำ สมมติให้รอยเชื่อมมีขนาด 1 ซม.

พิจารณารอยเชื่อมด้านเดียว $T/2 = 41.8$ ตัน

$$\bar{x} = \frac{40 \times 20}{40 + 15} = 14.55 \text{ cm}$$

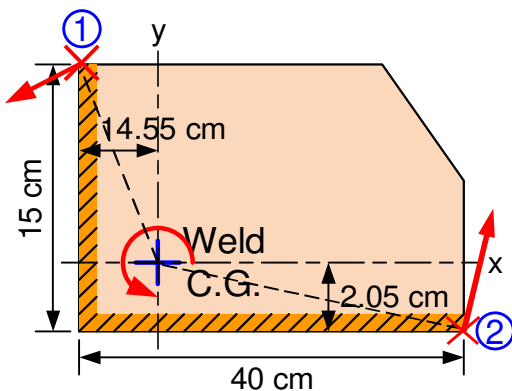
$$\bar{y} = \frac{15 \times 7.5}{40 + 15} = 2.05 \text{ cm}$$



คำนวณโมเมนต์บิดโดยแรงกระทำที่จุด WP โดยแตกแรงในแนวตั้งและแนวนอน

$$T = 41.8 \cos 30^\circ (17 + 2.05) - 41.8 \sin 30^\circ (15 + 14.55)$$

$$= 72.0 \text{ t-cm} \quad \curvearrowright +$$



$$I_x = \frac{1}{12} \times 15^3 + 15(7.5 - 2.05)^2 + 40 \times 2.05^2$$

$$= 895 \text{ cm}^4$$

$$I_y = \frac{1}{12} \times 40^3 + 40(20 - 14.55)^2 + 15 \times 14.55^2$$

$$= 9,697 \text{ cm}^4$$

$$J = 895 + 9,697 = 10,592 \text{ cm}^4$$

คำนวณหาหน่วยแรงมากที่สุดซึ่งจะเกิดที่จุด ②

$$f_h = \frac{Tv}{J} = \frac{72,000 \times 2.05}{10,592} = 13.9 \text{ kg/cm}^2 \quad \rightarrow$$

$$f_v = \frac{Th}{J} = \frac{72,000(40 - 14.55)}{10,592} = 173 \text{ kg/cm}^2 \quad \uparrow$$

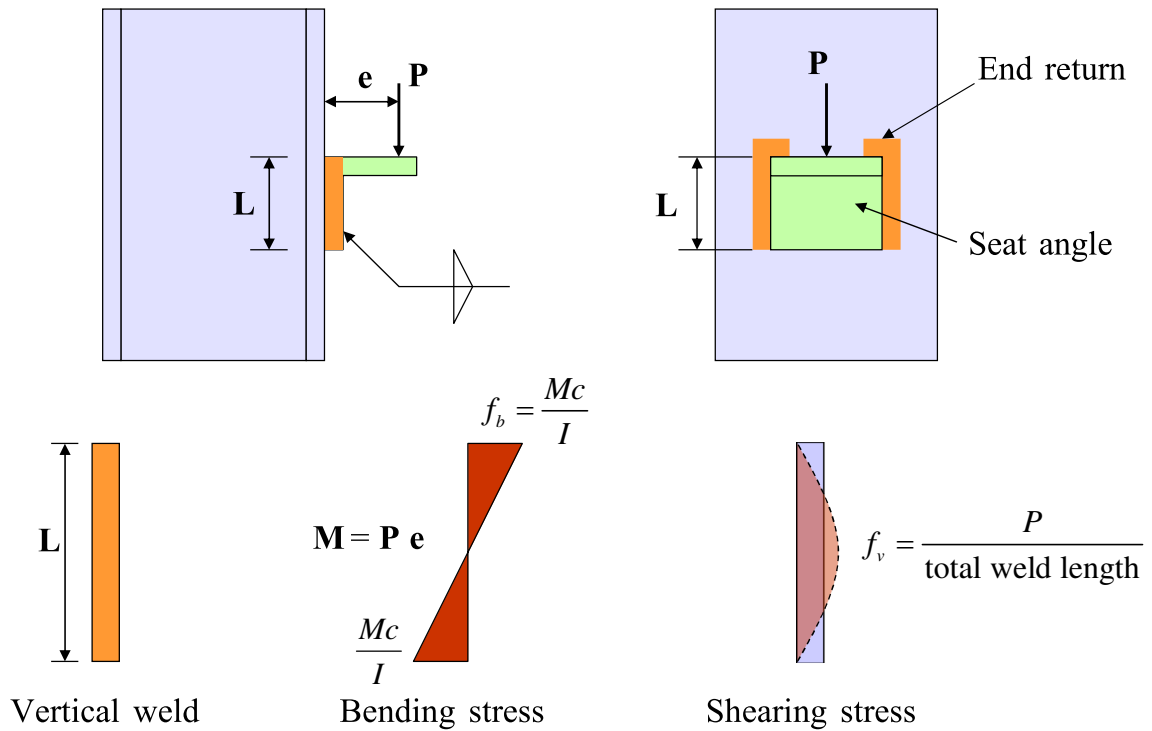
$$f_s = f_{\text{shear}} = 41,800 / 55 = 760 \text{ kg/cm}^2 \quad \nearrow$$

$$f_r = \sqrt{(760 \cos 30^\circ + 13.9)^2 + (760 \sin 30^\circ + 173)^2} = 870 \text{ kg/cm}^2$$

กำลังของลวดเชื่อม E70 ขนาด 10 มม. = 1,040 กก./ตร.ซม.

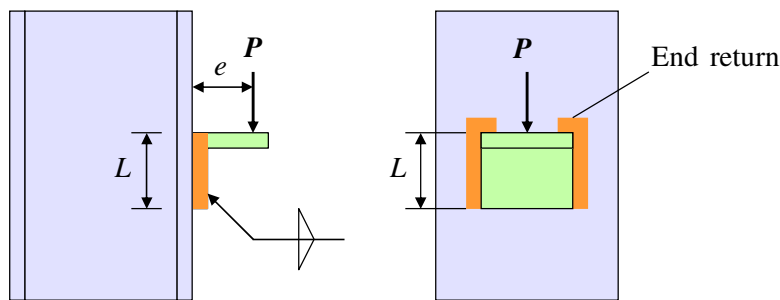
ขนาดของรอยเชื่อมที่ต้องการ = $870 / 1,040 = 0.84$ ซม. (ใช้ 9 มม.)

Shear and Bending



Resultant stress $f_r = \sqrt{f_b^2 + f_v^2}$

ตัวอย่างที่ 16-7 โดยใช้ลวดเชื่อม E70, จงพิจารณาขนาดรอยเชื่อมที่ต้องการสำหรับรอยต่อในรูป ถ้า $P = 12$ ตัน, $e = 6$ ซม., และ $L = 20$ ซม. สมมติให้ความหนาขององค์อาคารไม่ควบคุมขนาดรอยเชื่อม



วิธีทำ สมมุติรอยเชื่อมมีขนาด 10 มม., กำลังรอยเชื่อม = 1,040 กก./ซม.

$$f_s = \frac{12,000}{2(20)} = 300 \text{ kg/cm}$$

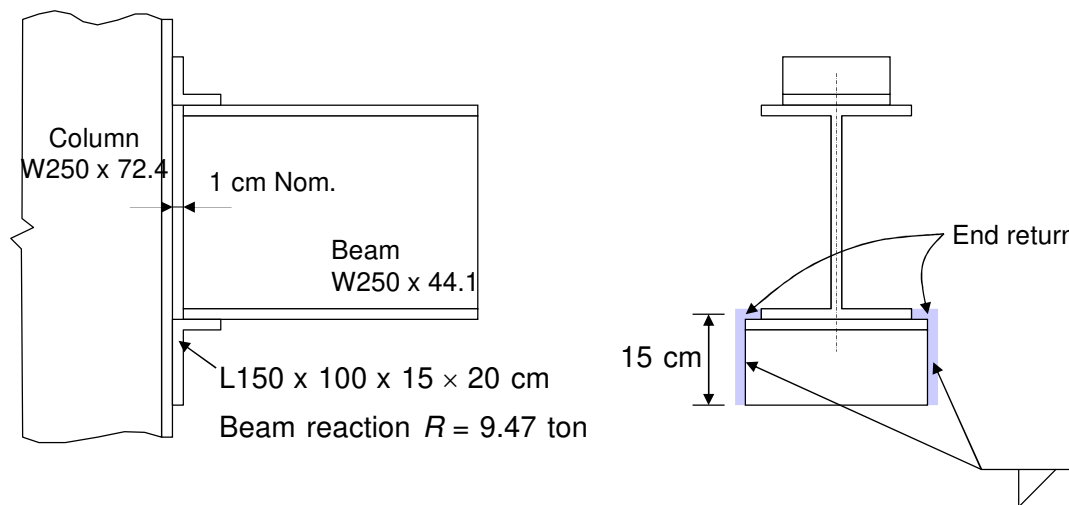
$$f_b = \frac{(12,000 \times 6)(10)}{\left(\frac{1}{12}\right)(1)(20)^3(2)} = 540 \text{ kg/cm}$$

$$f_r = \sqrt{300^2 + 540^2} = 618 \text{ kg/cm}$$

ขนาดรอยเชื่อมที่ต้องการ = $618/1,040 = 0.594$ ซม. (ใช้ 6 มม.)

Unstiffened Welded Seated Beam Connections

Example 16-6: Calculate the allowable load for the seat angle-beam combination shown. All steel is A36. Assume an E70 electrode (SMAW). (From Ex.12-6)



Bending moment with respect to the face of column flange is

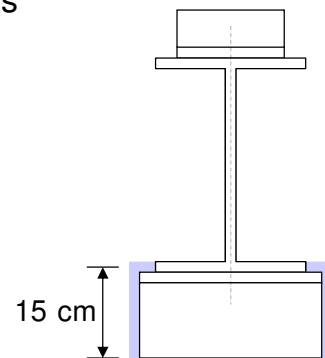
$$M = R \left(2 + \frac{b}{2} \right) = 9.47 \left(2 + 3.88 / 2 \right) = 37.31 \text{ t-cm}$$

Since there is 2 vertical lines, bending moment per line is

$$56.25 / 2 = 28.13 \text{ t-cm}$$

Max. bending stress:

$$f_b = \frac{Mc}{I} = \frac{28.13 \times 1,000 \times 8}{16^3 / 12} = 659.3 \text{ kg/cm}$$



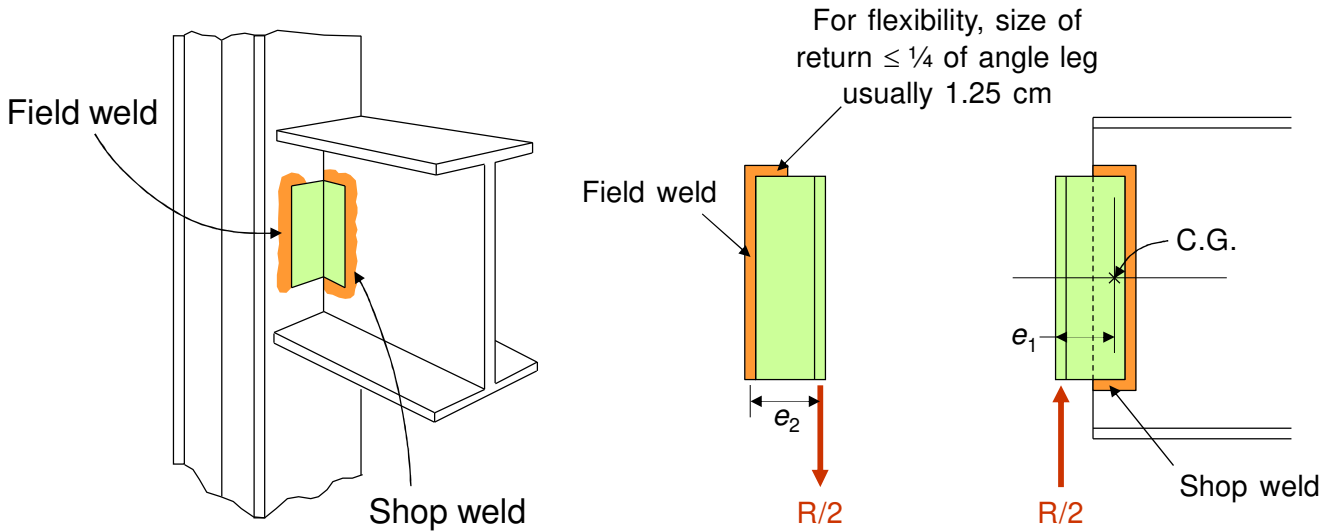
Vertical shear stress:

$$f_v = \frac{5 \times 1,000}{16} = 312.5 \text{ kg/cm}$$

Resultant stress: $f_r = \sqrt{659.3^2 + 312.5^2} = 730 \text{ kg/cm}$

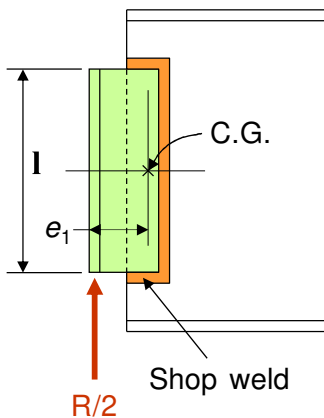
ใช้รอยเชื่อมมีขนาด 8 ม.ม., กำลังรอยเชื่อม = 830 กก./ซม.

Welded Framed Beam Connections



ในจุดต่อเชื่อมแบบโครงระหว่างคานและเสา ต้องคำนึงถึงการเยื้องศูนย์กลางของแรงปฏิกิริยาที่ปลาย เมื่อเทียบกับรอยเชื่อม

เหล็กฉากแต่ละตัวรับแรง $R/2$ เยื้องศูนย์กลางจากรอยเชื่อมเกิดโมเมนต์ = $(R/2)(e)$



สำหรับ Shop weld คำนวณหน่วยแรงเฉือนและบิดร่วมกระทำเหมือนเดิม

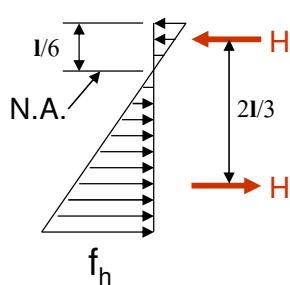
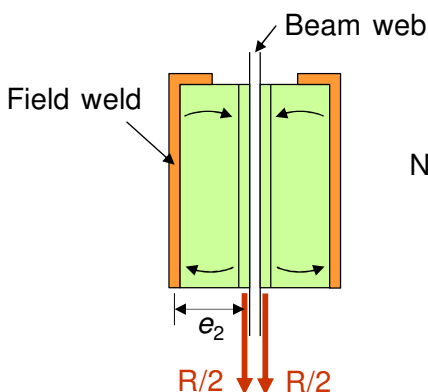
แต่สำหรับ Field weld จะต้านทานการหมุนโดยส่วนบนหมุนเข้าชนเอวคานและส่วนล่างถูกผลักแยกออก

ดังนั้นกำลังจะได้จากการกดแบกทานบนเอวคานและหน่วยแรงเฉือนในแนวราบใน Field weld โดยแกนสะเทินอยู่ที่ $l/6$

applied moment
 $(R/2)(e_2)$

=

resisting moment
 $H(2l/3)$



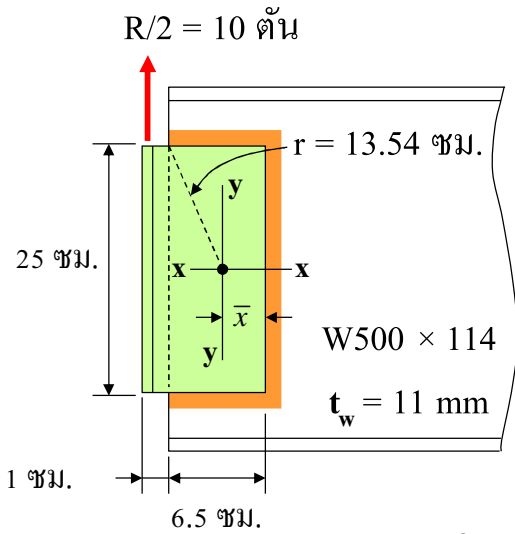
$$\frac{R}{2}(e_2) = \frac{1}{2}(f_h)\left(\frac{5}{6}l\right)\left(\frac{2}{3}l\right)$$

$$f_h = \frac{R(e_2)}{0.56l^2}$$

$$f_v = \frac{R/2}{\text{weld length}}$$

$$f_r = \sqrt{f_h^2 + f_v^2}$$

ตัวอย่างที่ 16-8 ออกแบบ Shop weld และ Field weld สำหรับ W500 × 114 ในจุดต่อดัง
แสดงในรูป กำหนด $F_y = 2,500$ กก./ชม.² ให้ใช้ลวดเชื่อมชนิด E70 ใช้เหล็กฉาก L75×75×
10×25 ชม. แรงปฏิกิริยาปลายคาน 20 ตัน



วิธีทำ 1) หาคำแหน่งศูนย์กลางถ่วง

$$\bar{x} = \frac{\sum lx}{\sum x} = \frac{2(6.5)(3.25) + 25(0)}{25 + 6.5 + 6.5}$$

$$= 1.11 \text{ cm}$$

2) คำนวณ Polar moment of inertia

$$I_x = \frac{1}{12}(25)^3 + 2(6.5)(12.5)^2 = 3,333 \text{ cm}^3$$

$$I_y = \frac{2}{12}(6.5)^3 + 2(6.5)(6.5/2 - 1.11)^2 + 25(1.11)^2 = 136 \text{ cm}^3$$

$$J = I_x + I_y = 3,333 + 136 = 3,469 \text{ cm}^3$$

3) คำนวณ โมเมนต์บิด: $T = (R/2)(e) = 10(7.5 - 1.11)$

$$= 63.9 \text{ t-cm}$$

ระยะจาก C.G. ถึงจุดไกลสุด

$$r = \sqrt{(6.5 - 1.11)^2 + 12.5^2} = 13.6 \text{ cm}$$

$$f_h = \frac{Tv}{J} = \frac{(63.9 \times 1,000)(12.5)}{3,469} = 230 \text{ ksc} \rightarrow$$

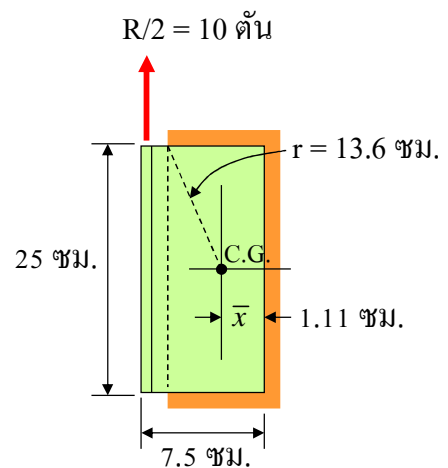
$$f_v = \frac{Th}{J} = \frac{(63.9 \times 1,000)(5.39)}{3,469} = 69 \text{ ksc} \uparrow$$

$$f_s = f_{\text{shear}} = 10,000 / (25 + 6.5 + 6.5) = 263 \text{ ksc} \uparrow$$

$$f_r = \sqrt{230^2 + (69 + 263)^2} = 429 \text{ ksc}$$

ขนาดรอยเชื่อมที่ต้องการ = $429 / 1,040 = 0.413$ ชม.

ใช้รอยเชื่อมฟิลเลต 5 ม.ม.



4) ออกแบบ Field weld โดยไม่คิดอ้อมปลาย

หน่วยแรงเฉือนในแนวราบเนื่องจากผลของการหมุน:

$$f_h = \frac{Re}{0.56l^2} = \frac{(20,000)(7.5)}{0.56(25)^2} = 429 \text{ ksc} \rightarrow$$

หน่วยแรงเฉือนในแนวตั้ง: $f_v = \frac{10,000}{25} = 400 \text{ ksc}$

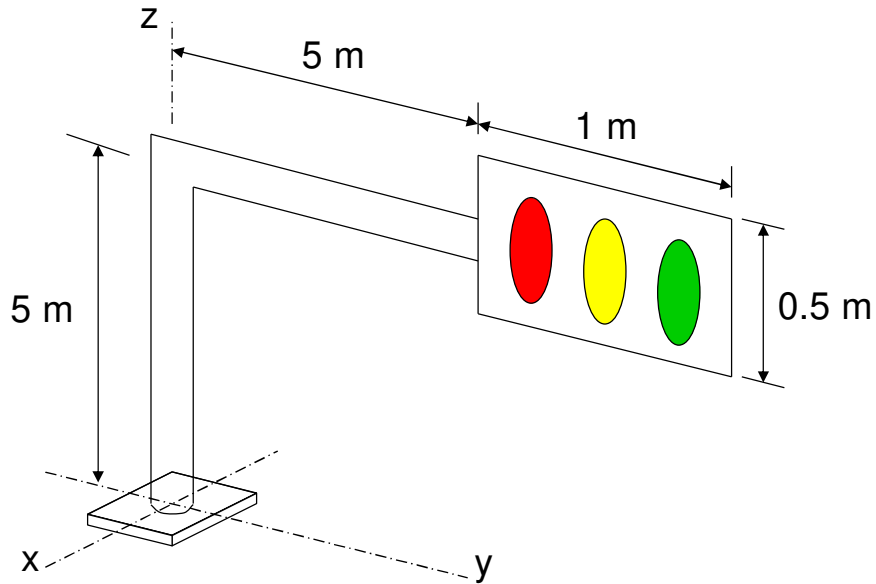
$$f_r = \sqrt{429^2 + 400^2} = 587 \text{ ksc}$$

ขนาดรอยเชื่อมที่ต้องการ = $587 / 1,040 = 0.56$ ซม.

ใช้รอยเชื่อมฟิลเลต 6 ม.ม.



ตัวอย่างที่ 16-9 ออกแบบรอยเชื่อมเสาสัญญาณไฟจราจรดังในรูป ตัวเสามีเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 114.3 มม. หนัก 12.2 กก./ม. ระบบสัญญาณไฟหนัก 50 กก. คัดแรงลมบนแผ่นป้ายสัญญาณไฟขนาด 0.5 x 1.0 ม.² และน้ำหนักของโครงสร้าง กำหนด $F_y = 2,500$ กก./ชม.² ให้ใช้ลวดเชื่อมชนิด E70



วิธีทำ ที่ระดับความสูง 0-10 ม.

หน่วยแรงลมเท่ากับ 50 กก./ตรม.

แรงลมที่กระทำกับแผ่นป้าย = $50(0.5)(1.0) = 25$ กก.

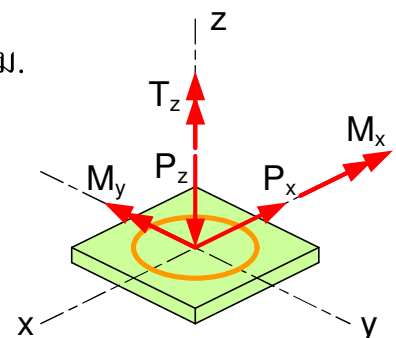
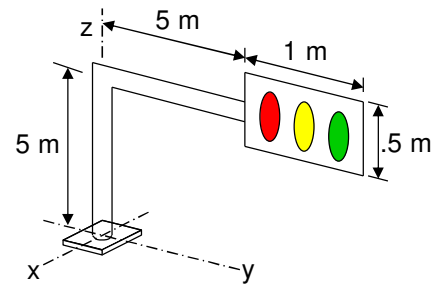
แรงลัพธ์ในแนวตั้ง $P_z = 50 + 12.2(10) = 172$ กก.

แรงลัพธ์ในแนวตั้งฉาก $P_x = 25$ กก.

โมเมนต์บิดรอบแกนตั้ง $T_z = 25(5+0.5) = 137.5$ กก.-ม.

โมเมนต์รอบแกนขนาน $M_y = 25(5) = 125$ กก.-ม.

โมเมนต์รอบแกนตั้งฉาก
 $M_x = 50(5.5) + 12.2(5)(2.5)$
 $= 427.5$ กก.-ม.

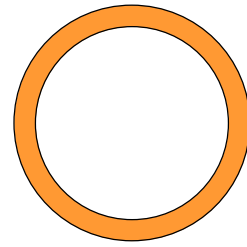


คุณสมบัติรอยเชื่อม สมมุติรอยเชื่อมมีขนาด 1 ซม.

$$I = \pi r^3 = (3.1416)(11.43/2)^3 = 586.4 \text{ ซม.}^3$$

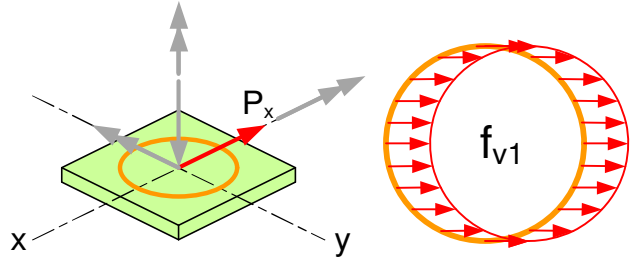
$$J = 2 \pi r^3 = 2(3.1416)(11.43/2)^3 = 1,173 \text{ ซม.}^3$$

$$A = 2 \pi r t = 2(3.1416)(11.43/2)(1.0) = 35.9 \text{ ซม.}^2$$



หน่วยแรงเฉือนโดยตรง:

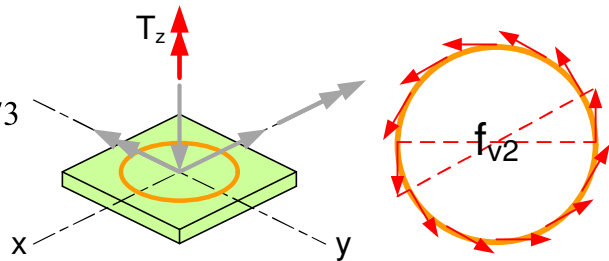
$$f_{v1} = P_x / A = 25/35.9 = 0.7 \text{ กก./ซม.}^2$$



หน่วยแรงเฉือนจากการบิด:

$$f_{v2} = T_z r / J = (137.5)(100)(11.43/2)/1,173$$

$$= 67 \text{ กก./ซม.}^2$$



หน่วยแรงดึงจากโมเมนต์คัต:

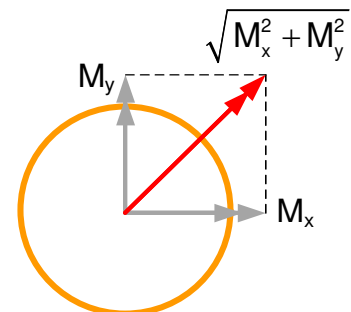
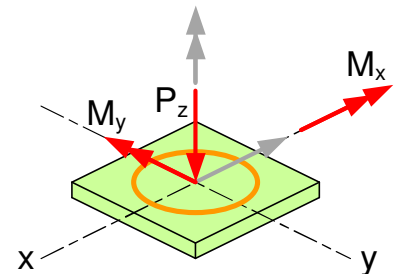
$$\text{ผลรวมโมเมนต์คัต } M = \sqrt{M_x^2 + M_y^2} = \sqrt{427.5^2 + 125^2}$$

$$= 445.4 \text{ kg-m}$$

$$f_t = -P_z/A + Mr/I$$

$$= -172/35.9 + 445.4(100)(11.43/2)/586.4$$

$$= 429.3 \text{ กก./ซม.}^2$$



หน่วยแรงลัพธ์รวม:

$$f_r = \sqrt{f_t^2 + (f_{v1} + f_{v2})^2} = 434.6 \text{ กก./ซม.}^2$$

ลวดเชื่อม E70 ขนาด 1 ซม. มีกำลัง 1,040 กก./ซม.

ขนาดรอยเชื่อมที่ต้องการ = 434.6/1,040 = 0.435 ซม. (ใช้ 5 มม.)



Traffic sign base plate

22 2 2003