

## ข้อกำหนดในการออกแบบโครงสร้าง

### (DESIGN CRITERIA)

รายการคำนวณนี้อ้างอิงตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 และ พ.ศ. 2535 (ฉบับที่ 2) และกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) ส่วนอื่น ๆ ไม่ได้กำหนดไว้อ้างอิงตามมาตรฐานอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก พ.ศ. 2517 ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ และข้อกำหนดมาตรฐานของ AISC

#### คอนกรีต

กำลังประลัยของแท่งคอนกรีต	$f_c' =$	173.33 ksc.
หน่วยแรงที่ยอมให้ของคอนกรีต	$f_c = 0.375 f_c' =$	65.00 ksc.
หน่วยแรงเฉือนแบบคาน	$V_{c1} = 0.29 \sqrt{f_c'} =$	3.82 ksc.
หน่วยแรงเฉือนแบบทะลุ	$V_{c2} = 0.53 \sqrt{f_c'} =$	6.98 ksc.
หน่วยแรงเฉือนจากโมเมนต์บิด	$V_{c3} = 1.32 \sqrt{f_c'} =$	17.38 ksc.
โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต	$E_s =$	199,064.05 ksc.
หน่วยน้ำหนัก		2,400.00 kg./Cu.m.

#### เหล็กรูปพรรณ และเหล็กตามท้องตลาด SS400,SSC400

$F_y =$	2,400.00 ksc.
$E_s =$	2,040,000.00 ksc.
หน่วยแรงดึง	1,440.00 ksc.
หน่วยแรงอัด	1,440.00 ksc.
หน่วยแรงคัด	1,440.00 ksc.
หน่วยแรงเฉือน	960.00 ksc.

#### หน่วยแรงลม (กฎกระทรวง ฉบับที่ 6 พ.ศ.2527 ข้อ 17)

(1) ส่วนของอาคารที่สูงไม่เกิน 10 เมตร	50.00 kg.
(2) ส่วนของอาคารที่สูงกว่า 10 เมตร แต่ไม่เกิน 20 เมตร	80.00 kg.
(3) ส่วนของอาคารที่สูงกว่า 20 เมตร แต่ไม่เกิน 40 เมตร	120.00 kg.
(4) ส่วนของอาคารที่สูงกว่า 40 เมตร	160.00 kg.

#### น้ำหนักบรรทุกจร

2 Men + 40 kg./sq.m. (Medium Duty) 240.00 กก./ตร.ม.

หมายเหตุ: 1) เนื่องจากการทดสอบคอนกรีตตามสภาพจริง จะมีแรงกระทำจากการตกกระทบหรือสั่นสะเทือน จึงจะทำการเพิ่มน้ำหนักบรรทุกดังกล่าว อีก 100% จาก น้ำหนักบรรทุกคงที่ (DEAD LOAD)

2) กำลังรับแรงแบกทานของดินหรือพื้นที่รองรับปลอดภัย ไม่น้อยกว่า 8 ตัน/ตร.ม.(F.S. = 2.5)

ออกแบบโครงสร้างคานเหล็ก

โครงการ : นั่งร้านรับน้ำหนักบรรทุกเพื่อใช้ทำการเทคอนกรีตพื้นอาคาร หนา 25 ซม.

วิศวกร :

ออกแบบ : ตงเหล็ก

วันที่ : 10 ธันวาคม 2561

น.บรรทุก  $((0.25 \times 2400) + 15) \times 2 + 240 = 1,470.00 \text{ ksm. @ } 0.25 \text{ m.} = 367.50 \text{ kg./m.}$

ใช้เหล็กชั้นคุณภาพ HS41  $F_y = \text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2,400.00 ksc.$

น้ำหนักบรรทุก ระยะห่างของจตุรรองรับ 1.50 m.  $E_s = \text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2,040,000.00 ksc.$

กระจายแรงลงแต่ละแกน

w = 367.50 kg/m

แรงตามแนวแกน - kg.

โมเมนต์

Mx 103.36 kg-m.

หาขนาดจากการพิจารณาการโก่งตัว การโก่งตัวสูงสุดเกิดที่จุด Mmax

เพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณให้การโก่งตัวที่จุดโมเมนต์สูงสุดเป็นยานยื่น จะให้ค่าโก่งตัวมากกว่าความเป็นจริงที่เป็นคานยื่นต่อเนื่องช่วงใน

การโก่งตัวที่ยอมให้ =  $1/360 = 0.42 \text{ Cm.}$

Ix ที่น้อยที่สุด =  $14.25 \text{ Cm}^5$

ลองใช้ขนาด	กล่อง Square Tube 50x50x3.2 มม. x 4.50 กก./ม.	bf	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">5.00</span> cm.
Ix =	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">20.40</span>	Cm <sup>4</sup>	h <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">5.00</span> cm.
Iy =	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">20.40</span>	Cm <sup>4</sup>	tw <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0.32</span> cm.
Sx =	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">8.16</span>	Cm <sup>3</sup>	tf <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0.32</span> cm.
Sy =	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">8.16</span>	Cm <sup>3</sup>	A = <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">5.730</span> Sq.cm.
มวลต่อเมตร	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">4.50</span>	kg/m.	rx = <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1.89</span> cm.
ใช้ทั้งหมด	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1.00</span>	ท่อน	ry = <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1.89</span> cm.

ตรวจสอบแรงดัด

หน่วยแรงดัดที่เกิดขึ้นจริง  $f_b = M/S_x = 1,266.66 \text{ ksc.}$

หน่วยแรงอัด  $f_a = P/A = - \text{ ksc.}$

1 แรงอัด

KL/r = 79.37 K = 1.00

Fa = 1,043.81  $\lambda_c = \text{sqrt}(2 \sqrt{E/F_y}) = 129.53 \text{ KL/r} < \lambda_c$

fa/Fa = -  $(KL/r)/\lambda_c = (KL/r)/\lambda_c = 0.61$

2 แรงดัด

2.1 การโค้งงอเนื่องจากการบิด ( Torsional Buckling )

ระยะที่ไม่มีการค้ำยัน  $L_x = \text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">150.00 Cm.$

$L_{bx} = 637.2bf / \text{sqrt } F_y = 65.03 \text{ Cm.}$

L/rtx = 115.38

$\text{sqrt}(717 \times 10^4 Cb/F_y) = 54.66$

$\text{sqrt}(3585 \times 10^4 Cb/F_y) = 122.22$

< L ค้ำยันไม่เพียงพอ L ไม่สอดคล้องกับสมการ  $L_b < 637.2bf / \text{sqrt } F_y$   
ให้เทียบสมการ  $L/rt < \text{sqrt}(717 \times 10^4 Cb/F_y)$  ถ้าเป็นตามนี้  
 $F_b = 0.60 F_y$   
 $F_b = [ 2/3 - (F_y(L/rt)^2 / (10756 \times 10^4 Cb)) ] F_y < 0.60 F_y$

$F_{bx} = [ 2/3 - (F_y(L/rt)^2)/(10756 \times 10^4 C_b) ] F_y =$	887.04 ksc.	ค่า $C_b =$ <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1.00</span>
2.2 การโค้งงอเนื่องจากแรงอัด ( Local Buckling )		( $C_b = 1.75$ โมเมนต์ที่ปลายข้างหนึ่งเท่ากับศูนย์)
$b_f/2t_f =$	7.81	( $C_b$ อื่นๆ = $1.75 + 1.05(M_1/M_2) + 0.30 (M_1/M_2)^2 < 2.3$ )
$437.7/\sqrt{F_y} =$	8.93	( $rt$ มีค่าประมาณ 0.26 bf)
$796.5/\sqrt{F_y} =$	16.26	$M_1, M_2 =$ โมเมนต์แรงคดที่ปลายระยะที่มีการค้ำยันทางด้านข้าง
		ซึ่ง $M_1 < M_2$ มีค่าเป็นลบ
		ถ้า $M_1$ และ $M_2$ มีเครื่องหมายต่างกัน และจะมีค่าเป็นบวกเมื่อ
		เครื่องหมายต่างกัน
$F_{bx} = 0.66F_y =$	1,584.00 ksc.	
หน่วยแรงคดที่ยอมให้สูงสุด $F_{bx} =$	887.04 ksc.	$M_1 =$ 0
$f_b =$	1,266.66 ksc.	$M_2 =$ 103.36
$F'e = 12 \pi^2 E/23(KL/r_x)^2 =$	1,667.72 ksc.	1.75
$C_m = 0.60 - 0.40 M_1/M_2 =$	0.60	
$f_a/F_a + C_m f_b x / (1 - f_a/F'e) F_{bx} + C_m f_b x / (1 - f_a/F'e) F_{bx} =$	0.86	< 1.00 OK
ตรวจสอบแรงเฉือน		
$V =$	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">275.63</span> kg.	
$f_v =$	197.55 ksc.	
$F_v = 0.4F_y$	960.00 ksc.	> $f_v$ OK

ออกแบบโครงสร้างคานหลัก

โครงการ : นั่งร้านรับน้ำหนักบรรทุกเพื่อใช้ทำการเทคอนกรีตพื้นอาคาร หนา 25 ซม.

วิศวกร :

ออกแบบ : คานหลักรับตง

วันที่ : 10 ธันวาคม 2561

น.บรรทุก (367.5\*1.5)\*5 = 2,756.25 kg./m. @ 1.50 m.

ใช้เหล็กชั้นคุณภาพ HS41  $F_y = 2,400.00$  ksc.

น้ำหนักบรรทุก ระยะห่างของจุดรองรับ 1.50 m.  $E_s = 2,040,000.00$  ksc.

กระจายแรงลงแต่ละแกน

w = 2,756.25 kg/m

แรงตามแนวแกน 137.81 kg.

โมเมนต์

Mx 775.20 kg-m.

หาขนาดจากการพิจารณาการโก่งตัว การโก่งตัวสูงสุดเกิดที่จุด Mmax

เพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณให้การโก่งตัวที่จุดโมเมนต์สูงสุดเป็นยานยื่น จะให้ค่าโก่งตัวมากกว่าความเป็นจริงที่เป็นคานยื่นต่อเนื่องช่วงในการโก่งตัวที่ยอมให้ = 1/360 =

0.42 Cm.

$I_x$  ที่น้อยที่สุด = 106.87 Cm<sup>5</sup>

ลองใช้ขนาด ก่อ่ง 100x100x3.2 มม. x 9.52 กก./ม. bf 10.00 cm.

$I_x = 187.00$  Cm<sup>4</sup> h 10.00 cm.

$I_y = 187.00$  Cm<sup>4</sup> tw 0.32 cm.

$S_x = 37.50$  Cm<sup>3</sup> tf 0.32 cm.

$S_y = 37.50$  Cm<sup>3</sup> A = 12.13 Sq.cm.

มวลต่อเมตร 9.52 kg/m. rx = 3.93 cm.

ใช้ทั้งหมด 1.00 ทัอน ry = 3.93 cm.

ตรวจสอบแรงดัด

หน่วยแรงดัดที่เกิดขึ้นจริง fb = M/Sx = 2,067.19 ksc.

หน่วยแรงอัด fa = P/A = 11.36 ksc.

1 แรงอัด

KL/r = 38.17 K = 1.00

Fa = 1,294.17  $\lambda_c = \text{Sqrt}(2 \pi^2 E/F_y) = 129.53$  KL/r <  $\lambda_c$

fa/Fa = 0.01 (KL/r)/ $\lambda_c = (KL/r) / \lambda_c = 0.29$

2 แรงดัด

2.1 การโค้งงอเนื่องจากการบิด ( Torsional Buckling )

ระยะที่ไม่มีการค้ำยัน Lx = 25.00 Cm.

Lbx = 637.2bf / Sqrt Fy = 130.07 Cm.

L/rtx = 9.62

$\text{sqrt}(717 \times 10^4 Cb/F_y) = 54.66$

$\text{sqrt}(3585 \times 10^4 Cb/F_y) = 122.22$

Fbx = 0.60Fy = 1,584.00 ksc.

> L ค้ำยันเพียงพอใช้  $F_b = 0.66 F_y$   
ถ้า  $\text{sqrt}(717 \times 10^4 Cb/F_y) < L/rt < \text{sqrt}(3585 \times 10^4 Cb/F_y)$  ถ้า  
เป็นตามนี้

ค่า Cb = 1.00

2.2 การโค้งงอเนื่องจากรงอัด ( Local Buckling )

(Cb = 1.75 โมเมนต์ที่ปลายข้างหนึ่งเท่ากับศูนย์)

$bf/2tf =$	15.63	(Cb อื่นๆ = 1.75 + 1.05(M1/M2) + 0.30 (M1/M2)^2 < 2.3)
$437.7/\sqrt{F_y} =$	8.93	(rt มีค่าประมาณ 0.26 bf)
$796.5/\sqrt{F_y} =$	16.26	M1, M2 = โมเมนต์แรงคัตที่ปลายระยะที่มีการค้ำยันทาง ด้านข้างซึ่ง M1 < M2 มีค่าเป็นลบ ถ้า M1 และ M2 มีเครื่องหมายต่างกัน และจะมีค่าเป็นบวกเมื่อ
$F_{bx} = 0.60F_y =$	<b>1,440.00</b> ksc.	เครื่องหมายต่างกัน
หน่วยแรงคัตที่ยอมให้สูงสุด $F_{bx} =$	1,440.00 ksc.	M1 = 0
$f_b =$	2,067.19 ksc.	M2 = 775.20
$F_e = 12\pi^2 E / 23 (KL/r_x)^2 =$	7,210.84 ksc.	1.75
$C_m = 0.60 - 0.40 M1/M2 =$	0.60	
$f_a/F_a + C_m f_{bx} / (1 - f_a/F_e) F_{bx} + C_m f_{bx} / (1 - f_a/F_e) F_{bx} =$	0.87	< 1.00 OK
<b>ตรวจสอบแรงเฉือน</b>		
$V =$	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2,067.19</span> kg.	
$f_v =$	690.17 ksc.	
$F_v = 0.4F_y$	960.00 ksc.	> f_v OK

**ออกแบบโครงสร้างเสาเหล็ก**

โครงการ : **นั่งร้านรับน้ำหนักบรรทุกเพื่อใช้ในการเทคอนกรีตพื้นอาคาร หนา 25 ซม.**

วิศวกร :

ออกแบบ : **เสาเหล็ก**

วันที่ :

**10 ธันวาคม 2561**

น.บรรทุก (1470\*1.5\*1.5)+(4\*9)+(10\*1.5\*5)+(4.5\*1.5\*5) =

3,452.25 kg.

ใช้เหล็กชั้นคุณภาพ

**SS400**

Fy =

**2,400.00** ksc.

น้ำหนักบรรทุก

ระยะห่างของจตุรรองรับ

**1.50** m.

Es =

**2,040,000.00** ksc.

กระจายแรงลงแต่ละแกน

w =

**1.25** kg/m

แรงตามแนวแกน

**3,452.25** kg.

โมเมนต์

Mx

**1.25** kg-m.

หาขนาดจากการพิจารณาการโก่งตัว การโก่งตัวสูงสุดเกิดที่จุด **Mmax**

เพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณให้การโก่งตัวที่จุดโมเมนต์สูงสุดเป็นนัยอื่น จะให้ค่าโก่งตัวมากกว่าความเป็นจริงที่เป็นนัยอื่นต่อหนึ่งช่วงใน

การโก่งตัวที่ยอมให้ =  $1/360 =$

0.42 Cm.

Ix ที่น้อยที่สุด =

**0.05** Cm<sup>5</sup>

ลองใช้ขนาด

**Carbon Steel Pipe 48.6x3.2 มม. x 3.58 กก./ม.**

bf

**4.86** cm.

Ix =

**11.80**

Cm<sup>4</sup>

h

**4.86** cm.

Iy =

**11.80**

Cm<sup>4</sup>

tw

**0.32** cm.

Sx =

**4.86**

Cm<sup>3</sup>

tf

**0.32** cm.

Sy =

**4.86**

Cm<sup>3</sup>

A =

**4.56** Sq.cm.

มวลต่อเมตร

**3.58**

kg/m.

rx =

**1.61** cm.

ใช้ทั้งหมด

**1.00**

ท่อน

ry =

**1.61** cm.

ตรวจสอบแรงคัต

หน่วยแรงคัตที่เกิดขึ้นจริง  $\phi_b = M/S_x =$

25.72 ksc.

หน่วยแรงอัด  $f_a = P/A =$

757.07 ksc.

1 แรงอัด

$KL/r =$

93.17

K =

**1.00**

$F_a =$

941.43

$\lambda_c = \text{Sqrt}(2\pi^2 E/F_y) =$

129.53  $KL/r < \lambda_c$

$f_a/F_a =$

0.80 > 0.15

$(KL/r)/\lambda_c = (KL/r)/\lambda_c =$

0.72

2 แรงคัต

2.1 การโค้งงอเนื่องจากการบิด ( Torsional Buckling )

ระยะที่ไม่มีการค้ำยัน  $L_x =$

**200.00** Cm.

$L_{bx} = 637.2bf/\text{Sqrt } F_y =$

63.21 Cm.

$L/rt_x =$

158.28

$\text{sqrt}(717 \times 10^4 C_b/F_y) =$

54.66

$\text{sqrt}(3585 \times 10^4 C_b/F_y) =$

122.22

$F_{bx} = [ 2/3 - (F_y(L/rt)^2)/(10756 \times 10^4 C_b) ] F_y =$

477.01 ksc.

ค่า  $C_b =$

**1.00**

2.2 การโค้งงอเนื่องจากแรงอัด ( Local Buckling )

$bf/2tf =$

7.59

( $C_b = 1.75$  โมเมนต์ที่ปลายข้างหนึ่งเท่ากับศูนย์)

$437.7/\text{sqrt}(F_y) =$

8.93

( $C_b$  อื่นๆ =  $1.75 + 1.05(M1/M2) + 0.30 (M1/M2)^2 < 2.3$ )

$796.5/\text{sqrt}(F_y) =$

16.26

( $\tau$  มีค่าประมาณ 0.26 bf)

$M1, M2 =$  โมเมนต์แรงคัตที่ปลายระยะที่มีการค้ำยันทางด้านข้างซึ่ง  $M1 < M2$  มีค่าเป็นลบ

**< L ค้ำยันไม่เพียงพอ L ไม่สอดคล้องกับสมการ  $L_b < 637.2bf/\text{Sqrt } F_y$   
ให้เทียบสมการ  $L/rt < \text{sqrt}(717 \times 10^4 C_b/F_y)$  ถ้าเป็นตามนี้  $F_b = 0.60 F_y$   
 $F_{bx} = [ 2/3 - (F_y(L/rt)^2)/(10756 \times 10^4 C_b) ] F_y < 0.60 F_y$**

$F_{bx} = 0.66F_y =$	1,584.00 ksc.		ถ้า M1 และ M2 มีเครื่องหมายต่างกัน และจะมีค่าเป็นบวกเมื่อเครื่องหมายต่างกัน
หน่วยแรงคดที่ยอมให้สูงสุด $F_{bx} =$	477.01 ksc.	M1=	0
$f_b =$	25.72 ksc.	M2=	1.25
$F'e = 12 \pi^2 E / 23 (KL/r_x)^2 =$	1,210.19 ksc.		1.75
$C_m = 0.60 - 0.40 M_1/M_2 =$	0.60		
$f_a/F_a + C_m f_{bx} / (1 - f_a/F'e) F_{bx} + C_m f_{bx} / (1 - f_a/F'e) F_{bx} =$	0.89		< 1.00 OK
ตรวจสอบแรงเค้น			
$V =$	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">300.00</span> kg.		
$f_v =$	222.16 ksc.		
$F_v = 0.4F_y$	960.00 ksc.		> $f_v$ OK

ออกแบบโครงสร้างเสาหลัก

โครงการ : นั่งร้านรับน้ำหนักบรรทุกทุกเพื่อใช้ทำการเทคอนกรีตพื้นอาคาร หน้า 25 ซม.

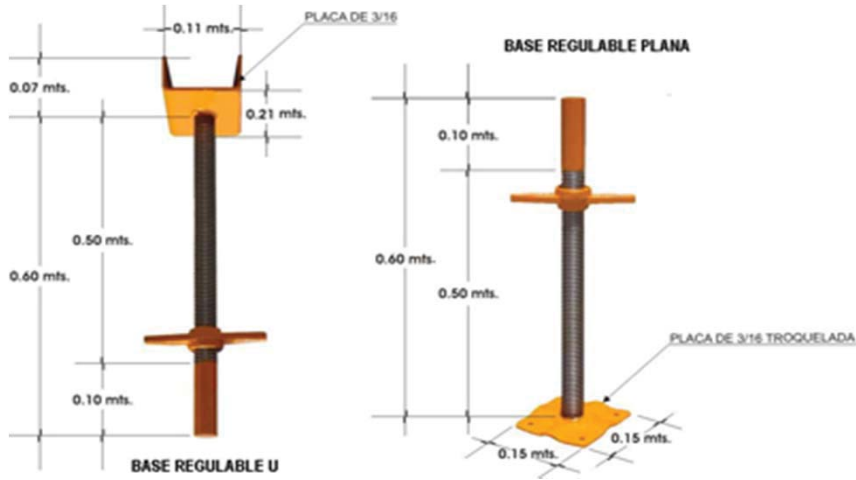
ออกแบบ : U-Head Jack & Jack Base

วิศวกร :

วันที่ :

10 ธันวาคม 2561

รายละเอียด



Physical of U-Head Jack and Jack Base

Consider U-Head Jack (Critical failare)

U-plate thickness is 3/16 inch = 0.476 cm.

$$\begin{aligned} \text{Shearing check} &= (0.476 * 21.0 * 960) \\ &= 9,596.16 \text{ kg. (Single Shear Case)} > 3,452.25 \text{ kg. Pass.} \\ \text{F.S.} &= 2.78 \end{aligned}$$

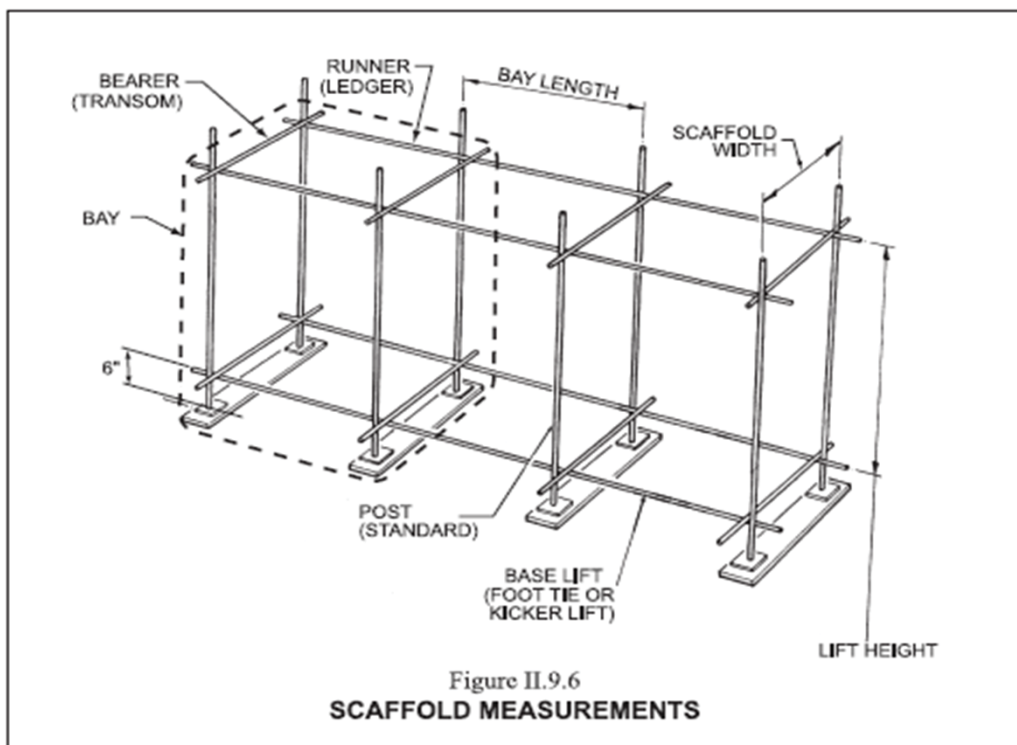
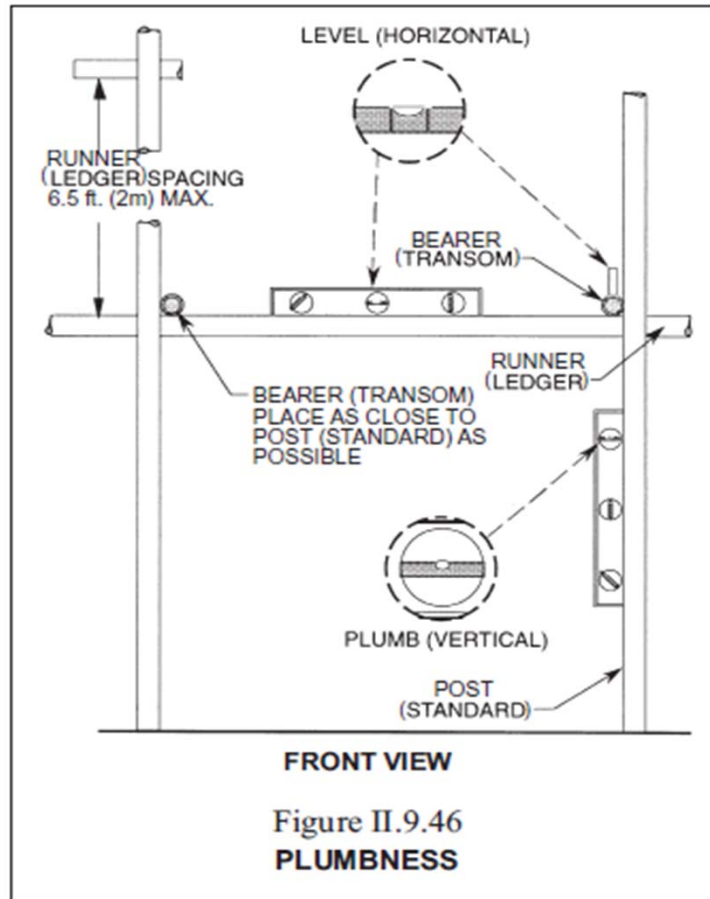
Consider Jack Base (Critical failare)

U-plate thickness is 3/16 inch = 0.476 cm.

$$\begin{aligned} \text{Shearing check} &= (2 * (22/7) * (3.8/2) * 0.476 * 960) \\ &= 5,457.41 \text{ kg. (Punching Single Shear Case)} > 3,452.25 \text{ kg. Pass.} \\ \text{F.S.} &= 1.58 \end{aligned}$$



รายละเอียดนำเสนอเพื่อการติดตั้ง



:ระยะห่าง เสา-เสา ทุกทิศทาง ไม่มากกว่า 1.50 เมตร

:ความสูงของช่องโครง(Lift Height)ที่มีคาน(Ledger & Transom) รััดทั้งสองทิศทาง ไม่มากกว่า 2.00 ม.