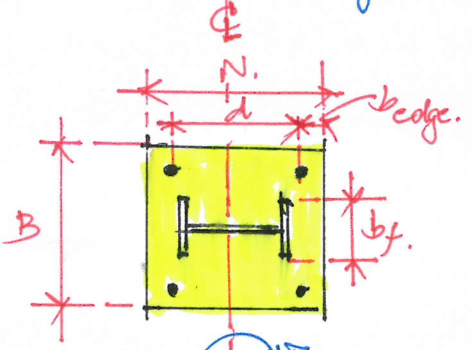
Theory "แผ่นเหล็กรองใต้เสารับแรงเยื้องศูนย์มาก"
"Very Large Eccentricity"



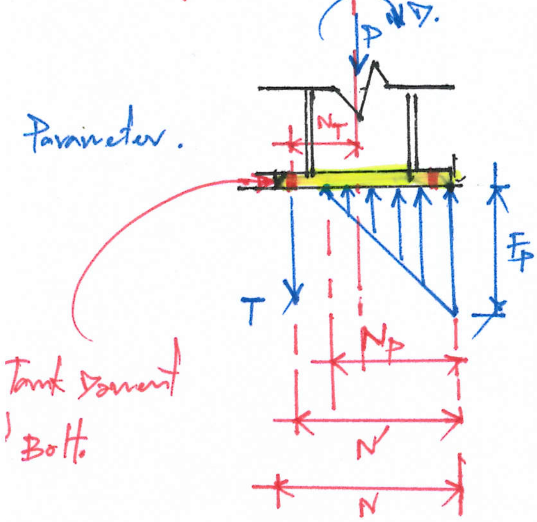
Concept => Eccentricity Limit.

$$\frac{N}{6} \le e \le \frac{N}{2}$$ or. $$\frac{1}{6} \le \frac{e}{N} \le \frac{1}{2}$$

เอาไปใช้ได้ง่าย

หลักการ => ใช้สมการสมดุล.

Parameter.



$\Sigma F_y = 0$

$T + P = \frac{1}{2} \times N_p \times F_p \times B$. (สามเหลี่ยมหน่วยแรง)

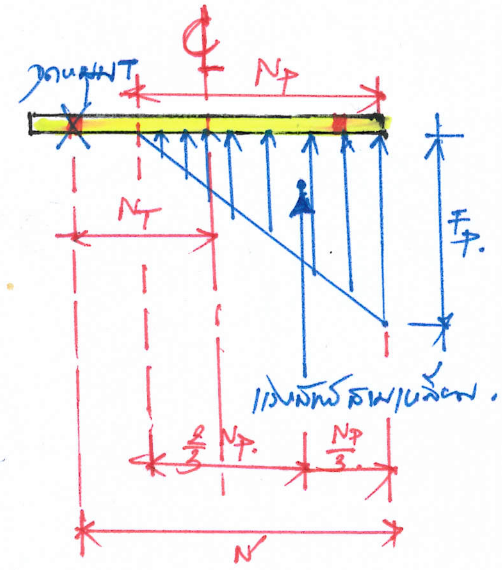
$$T + P = \frac{N_p F_p B}{2}$$ สมการที่ 1.

Take Moment ที่ Bolt

$\Sigma M_T = 0.$

$P(N_T) + M_{ที่เกิดขึ้น} = \frac{1}{2}(N_p)(F_p)(B)\left(N' - \frac{N_p}{3}\right)$ (แรงสามเหลี่ยม) (แขนโมเมนต์)

$$PN_T + M = \frac{N_p F_p B}{2}\left(N' - \frac{N_p}{3}\right)$$ สมการที่ 2.



* สิ่งที่ต้องการคือ. ระยะ N_p (Pressure Load) ว่าอยู่ที่ใด. และ T (Tensile force) สมการที่มีอยู่ มี 2 สมการ คือ 2 สมการแรก

พิสูจน์สูตร.

สมการที่ 1 → $T + P = \frac{N_p F_p B}{2}$.

$$\therefore T = \frac{N_p F_p B}{2} - P.$$ *สมการหาแรงดึง Tensile force.

สมการที่ 2 → $PN_T + M = \frac{N_p F_p B}{2}\left(N' - \frac{N_p}{3}\right)$

$PN_T + M = \frac{N_p F_p B}{2}(N') - \frac{N_p F_p B}{2}\left(\frac{+N_p}{3}\right)$

$PN_T + M = \frac{N_p F_p B (N')}{2} - \frac{N_p^2 F_p B}{6}$; ทำการกำหนดตัวแปรเพื่อลดขนาดของสมการ สมมติ $f' = \frac{F_p B N'}{2}$

จะได้ $PN_T + M = f'(N_p) - \frac{F_p B N_p^2}{6}$

→ NEXT

จาก. $PN_T + M = f'(N_p) - \dfrac{F_p B N_p^2}{6}$ ⇒ อาจเป็นไปได้ทั้งนั้น

จัดรูปสมการให้ดูง่าย.

$$\frac{F_p B N_p^2}{6} - f' N_p + PN_p + M = 0$$

จากสมการกำลังสองสมบูรณ์. ⇒ $ax^2 + bx + c = 0.$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}.$$

ผลลัพธ์จากสมการที่ดูง่าย.

$$\underbrace{\frac{F_p B N_p^2}{6}}_{a} - \underbrace{f'(N_p)}_{b} + \underbrace{P(N_T) + M}_{c} = 0.$$

$$N_p = \frac{+f' \pm \sqrt{f'^2 - 4\left(\frac{F_p \cdot B}{6}\right)\left(P(N_T) + M\right)}}{2\left(\frac{F_p B}{6}\right)}$$

ผลลัพธ์จะได้สูตรที่เรียกว่า ⇒

$$\boxed{N_p = \frac{f' \pm \sqrt{f'^2 - 4\left(\frac{F_p \cdot B}{6}\right)\left(PN_T + M\right)}}{\frac{F_p B}{3}}}$$ *.

* Summary : เป็น concept ~~[illegible]~~ หาแรงดึงใน Bolt และรูปแบบแรงกด ที่ไม่เป็น Uniform (เป็น ▲) ในกรณี แผ่นเหล็กรับแรงเยื้องศูนย์มาก (Very Large Eccentricity).

ANALYSIS AND DESIGN OF STEEL STRUCTURE, BASE PLATE VERY ECCENTRICITY (ASD)

Project :	^^	***Col. No. :***	
Building:	><"	***Location :***	
By :	***MR. KITTIKUN PHONSUWAN***	***Date :***	***3 AUGUST 2014***

A. Material Properties

#REF!	:	2450	ksc
Tensile Strength, Fu	:	4000	ksc
Modulus of Elasticity, Es	:	2.04E+06	ksc
Ultimate Compressive Strength, fc' (0.15x0.30 m ,Cylinder)	:	240	ksc

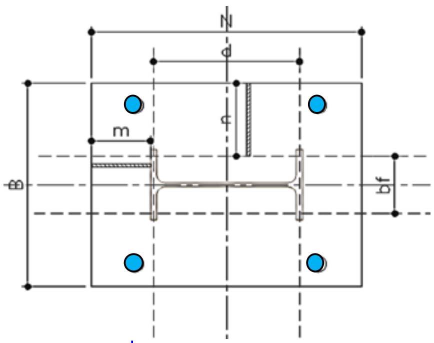
B. Load Design

:	Point Load (P)	:	50000	kg
:	Moment (M)	:	10000	kg-m

C. Structural Design

Try Steel	As	W	Ix	Iy	rx	ry	Sx	Sy	d	bf	tf	tw	r,corn
	cm^2	kg/m	cm^4	cm^4	cm	cm	cm^3	cm^3	mm	mm	mm	mm	mm
WF 350*175*7*11	63.14	49.6	13600	984	14.7	3.95	775	112	350	175	11	7	14

Check eccentricity	:	(e)	:	M/P	20.0	cm
Length end Plate (flank column to End Plate)		n , m	:	Assume	8.0	cm
Length of Plate N	:	N	:		51.0	cm
Length of Plate B	:	B	:		33.5	cm
Asume Size Base Plate (N x B)		N =	52	cm. B =	52.0	cm
Concept Very Eccentricity 1/6 < e/N < 1/2	:		:	**Very Eccentricity**		



Use Size Base Plate N	:	52.0	B	:	52.0	cm
Select Support Bearing Plate	:				3	
Allowable Bearing Strees ; Fp	:				84.0	ksc
Length of Bolt to End Plate	:		N'	:	48.0	cm
$f' = \frac{F_p B N'}{2}$	:		f'		104832	kg
Length of Bolt to Center Column	:		Nt	:	22	cm
$N_p = \frac{f \pm \sqrt{f'^2 - 4(F_p B/6)(P x N_T + M)}}{F_p B/3}$	:		Np	:	**24.0**	cm

Consider tension of Bolt

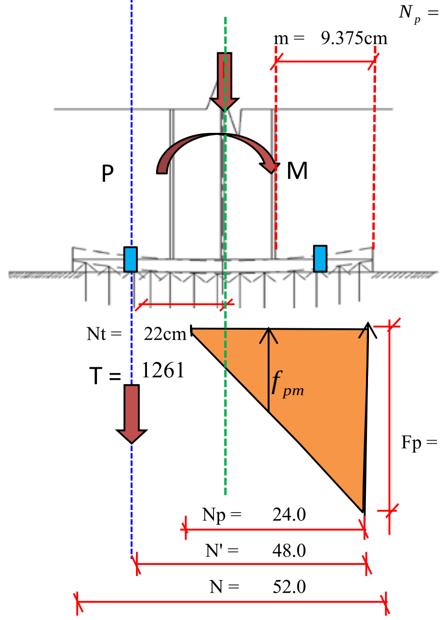
$T = \frac{F_p N_p B}{2} - P$	:	T	:	2521.1	kg/side
So	:	Trod	:	1260.5	kg/bolt

Consider Plate

Cantilever of plate	m = (N-0.95d)/2	m	:	9.4	cm
	n = (B-0.8bf)/2	n	:	19.0	cm
		So Use	:	9.375	cm

Tenet Similar Triangles

$$\frac{f_{pm}}{N_p - M} = \frac{Fp}{N_p}$$: f_{pm} : 51.3 ksc

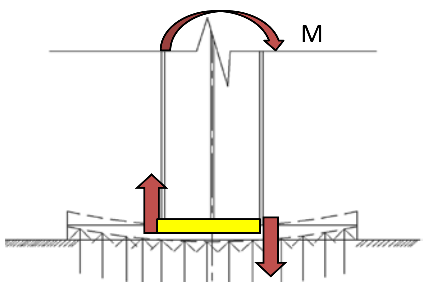


ANALYSIS AND DESIGN OF STEEL STRUCTURE, BASE PLATE VERY ECCENTRICITY (ASD)			
Project :	^^	***Col. No. :***	
Building:	><"	***Location :***	
By :	***MR. KITTIKUN PHONSUWAN***	***Date :***	***3 AUGUST 2014***

Moment of Plate $M = \frac{m^2 f_{pm}}{6} + \frac{m^2 f_{max}}{3}$: (m or n) M : 3212 kg-cm

Thickness of Plate $T = \sqrt{\frac{6M}{0.75Fy}}$: T : 32.38 mm

Use Thickness of Plate : **33.00** mm



D. Welding Design

Length Welding Design (Around flange)				:	34.3	cm
Tensile at Flange			T	:	29499	kg
Welding Type E60 ; E70 ; E80	:	USE	E70	Fv	1470	ksc
Stress of welding	:	P	= (0.707 * a * L * Fv)			
Leg size (3-8 mm.)	:	a		:	0.83	cm
		Use Leg Size		:	**10.00**	mm

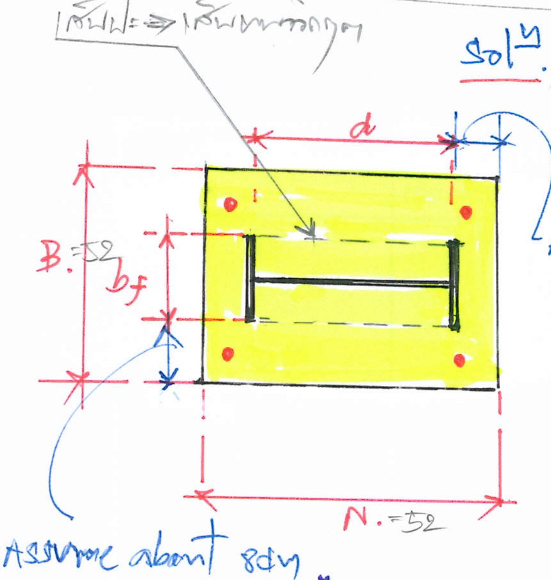
Ex. Very Large 1/3

Example : "แผ่นเหล็กรองใต้เสารับแรงเยื้องศูนย์มาก". (อ้างอิง อ. มงคล)

(Design Base Plate Very Large Eccentricity).

NF-350X159 Point Load 50 Ton. Moment 10 T-M.
ฐานรองรับมีขนาดเท่ากับแผ่น Plate. (f'_c = 240 ksc.)

($NF-350X159$, d = 35.6 cm, t_w = 14 mm, b_f = 35.2 cm. t_f = 22 mm) ← ขนาดนี้ไม่มีในตาราง(ตารางเหล็ก)



Sol^n. 1. กำหนดขนาดแผ่นเหล็ก.

โดยเผื่อระยะเหลือ → ขนาดเสา + ระยะขอบ Bolt. (Try เผื่อ. about)

Assume about 8cm. ดังนั้น Try ขนาดแผ่นเหล็ก.

ด้าน N. → d + 8cm + 8cm = 51.6cm. (d = 35.6)

B → b_f + 8cm + 8cm = 51.2cm. (b_f = 35.2)

Assume steel Plate. 52X52 cm.

2. Check ระยะเยื้องศูนย์ว่าเท่าไร. $e = \frac{M}{P} = \frac{10\ T\text{-}M}{50\ T} = 20\ cm.$

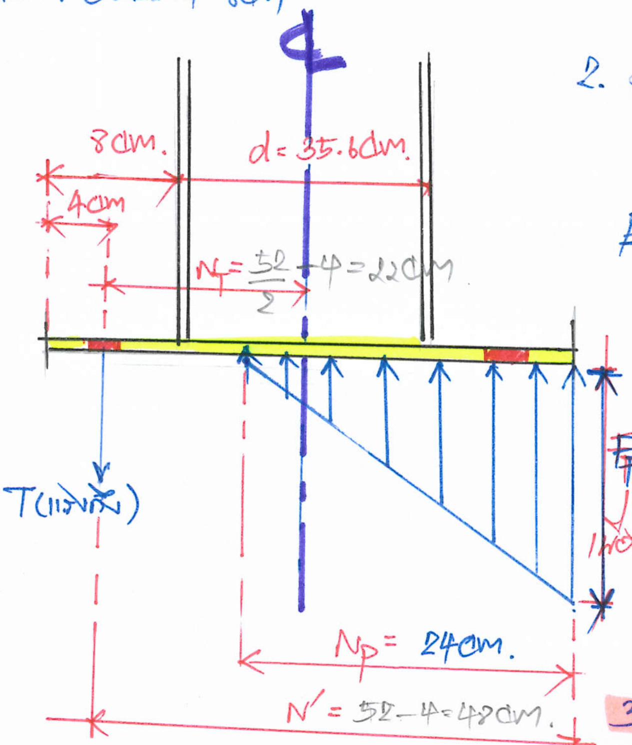
Eccentricity Limit. $\frac{N}{6} \leq e \leq \frac{N}{2}$

or

$\frac{1}{6} \leq \frac{e}{N} \leq \frac{1}{2}$

ดังนั้น. $\frac{1}{6} < \frac{20}{52} < \frac{1}{2}$ (0.16, 0.38, 0.5) Ok เกิดกรณี Very Large Ecc.

เนื่องจากเกิดการเยื้องศูนย์มาก. ทำให้เกิดแรงดึงใน Bolt.
(Tensile force in anchor rod).



3. หาระยะความยาวแบกทาน, N_p (Bearing Length)

โดยกำหนด ฐานรองรับมีขนาดเท่ากับแผ่น Plate.

ดังนั้น Allowable Bearing stress. (ดังที่ทราบ)

$F_p = 0.35 f'_c = 84\ ksc.$

จากสมการ. $N_p = \frac{f' \pm \sqrt{f'^2 - 4\left(\frac{F_p \cdot B}{6}\right)(PN_1 + M)}}{\frac{F_p B}{3}}$; เมื่อ. $f' = \frac{F_p B N'}{2}$.

จากสมการ $f' = \frac{F_p \cdot B \cdot N}{2} = \frac{(84\,ksc)(52\,cm)(48\,cm)}{2}$

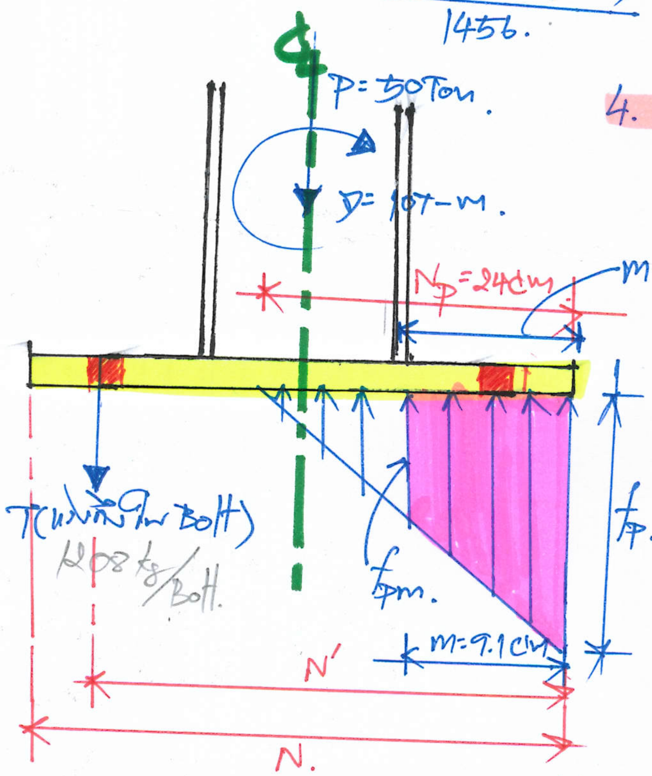
$f' = 104,832$ kg.

แก้ไขหาค่าในสมการ $N_p = \frac{f' \pm \sqrt{f'^2 - 4\left(\frac{F_p \cdot B}{6}\right)(P \cdot N_T + M)}}{\frac{F_p \cdot B}{3}}$

ทำการเปลี่ยนหน่วย $10T\text{-}M \Rightarrow 10 \times 1000 \times 100$

$N_p = \frac{(104,832) \pm \sqrt{(104,832)^2 - 4\left(\frac{(84)(52\,cm)}{6}\right)\left[50000\,kg\,(22\,cm) + 1,000,000\right]}}{\frac{(84\,ksc)(52\,cm)}{3}}$

$= \frac{(104,832) \pm (69,818)}{1456} = 24$ cm, 119 cm.



4. พิจารณาแรงดึงใน Bolt; T (Tensile force in anchor rod).

จากสมการ $T = \frac{F_p \cdot N_p \cdot B}{2} - P$

$= \frac{(84\,ksc)(24\,cm)(52\,cm)}{2} - (50,000\,kg)$

$T = 2,416$ kg.

ดังนั้น $T_{rod} = T/2 = \frac{2416}{2} = 1208$ kg/bolt.

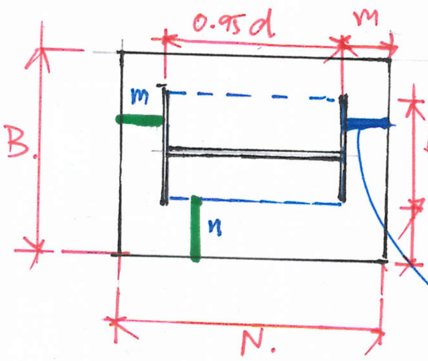
5. พิจารณาความหนาของแผ่นเหล็ก

ปกติการพิจารณาที่เกิดโมเมนต์มากที่สุด

ด้านที่มีความยาวยื่นออกมามากที่สุดคือด้าน B. ⇒ $\frac{(B - 0.85 b_f)}{2} = n$

จะได้ 11.4 cm.

* แต่ของอาจารย์มงคล แก้ ปรับ ถือว่าด้านยาวคือ N
ด้านที่ถือว่าเลือกตามไม่ก่อนเพื่อความปลอดภัย

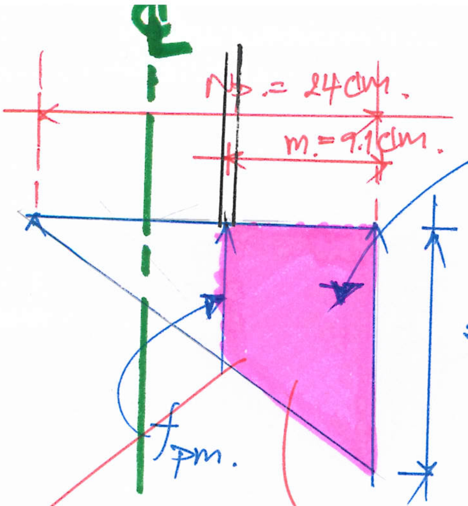


ด้านพิจารณาคือ N.

กำหนดค่า m จะได้ $m = \frac{(N - 0.95d)}{2}$

$= \frac{52 - 0.95(35.6)}{2}$

$= 9.1$ cm.



Bearing ที่กระทำกับแผ่นเหล็กที่ยื่นออกมา.

ทำการหา f_{pm} โดยใช้สามเหลี่ยมคล้าย.

Δ คล้าย → $\frac{84}{N_p} = \frac{f_{pm}}{N_p - m}$.

จัดรูปสมการใหม่ $f_{pm} = \frac{84}{N_p}(N_p - m)$

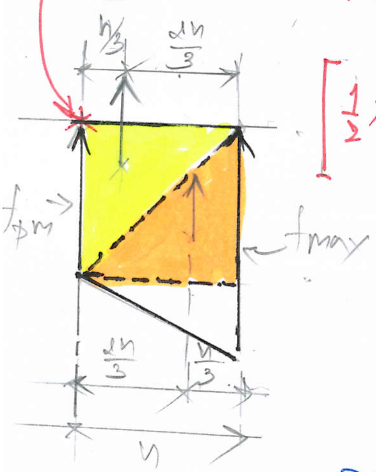
$f_{pm} = \frac{84\,ksc\,(24 - 9.1\,cm)}{24\,cm.}$

$f_{pm} = 52.5\,ksc.$

ดังนั้นโมเมนต์ที่เกิดขึ้นกับแผ่นเหล็ก.

จากสูตร $M = \frac{m^2 f_{pm}}{6} + \frac{m^2 f_{max}}{3.}$

ทำการพิสูจน์สูตร (หาโมเมนต์)



$\left[\frac{1}{2} \times m \times f_{pm} \times \frac{m}{3}\right] + \left[\frac{1}{2}(f_{max})(m)\left(\frac{2m}{3}\right)\right]$

ดังนั้น $\boxed{\frac{f_{pm}(m)^2}{6} + \frac{f_{max}(m)^2}{3.}}$; norm. ก็ได้ มีหลายวิธีพิสูจน์อะไร.

ดังนั้นแทนค่าลงไปในสูตร $\frac{(52.5\,ksc)(9.1\,cm)^2}{6} + \frac{(84\,ksc)(9.1\,cm)^2}{3.}$

$M = 720 + 2318$

$M = 3{,}040\,kg\text{-}cm.$

ดังนั้น แทนค่าลงในสูตรหาความหนาแผ่นเหล็ก.

$t = \sqrt{\frac{6M}{0.75 f_y}} = \sqrt{\frac{6 \times 3040}{(0.75)(2450)}} = 3.15\,cm.$

Summary : ใช้ Steel Plate. 520×520×32 mm.