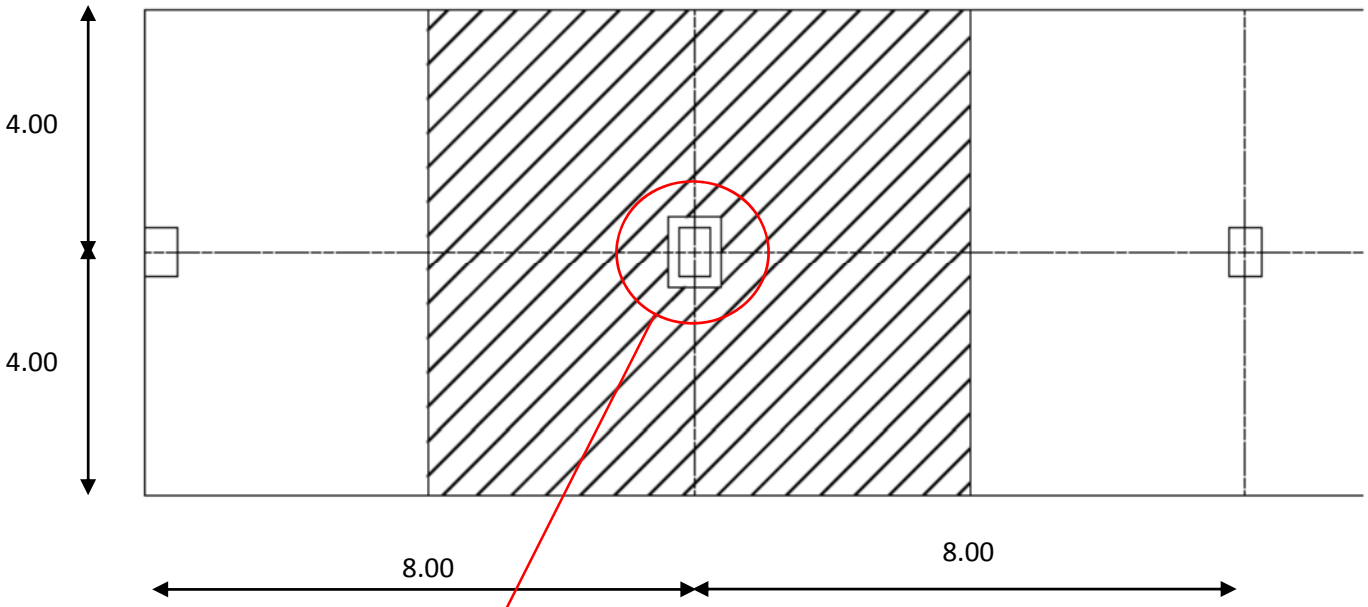
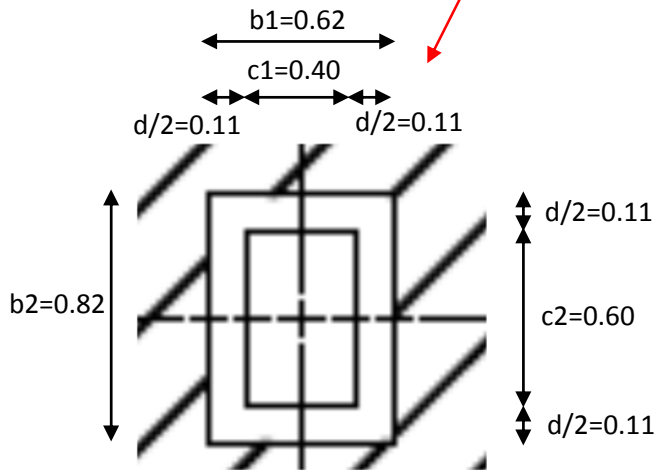
Example





SDL = 300 kg/m^2

LL = 400 kg/m^2

Column Height = 3.00m

b_o = 82x2 + 62x2 = 288cm

t = 0.25m

d = 0.22m (>0.8h = 0.20m)

fc' = 320 ksc, fy = 4,000 ksc

wd = 2400x0.25 + 300 = 900 kg/m^2

wl = 400 kg/m^2

w = wd + wl = 1300 kg/m^2

wu = 1.4wd +1.7 wl = 1940 kg/m^2

Vu = 1940 (8x8 – 0.82x0.62) = 123,174 kg

$\phi Vc = 0.85x1.06\sqrt{fc'}\ xb_oxd$ = 102,121 kg ACI สมการ 11-33

กำหนด Unbalanced moment = 5,530 kg-m

ตรวจสอบผลของอัตราส่วนระหว่างด้านยาวและด้านสั้นของเสา

$\phi Vc = \phi \left(0.53 + \frac{1.06}{\beta}\right)\lambda\sqrt{fc'}\, b_o \,.\, d$ ACI สมการ 11-31

β = 0.60/0.40 = 1.50

ϕVc = 119,141 kg -32

ตรวจสอบผลกระทบของค่าอัตราส่วนระหว่าง b_o/d

$\phi Vc = \phi \left(\frac{\alpha_s d}{b_o} + 0.53\right)\lambda\sqrt{fc'}\, b_o \,.\, d$ ACI สมการ 11-32

α_s = 40 สำหรับเสาภายใน

ϕVc = 129,070 kg

ดังนั้นสามารถสรุปค่าน้อยที่สุดคือ ϕVc = 102,121 kg

คำนวณแรงเฉือนเจาะทะลุรวมกับผลของ unbalanced moment

$\gamma_f = \frac{1}{1+\left(\frac{2}{3}\right)\sqrt{\frac{b_1}{b_2}}}$ = 0.633 ACI สมการ 13-1

$\gamma_f = 1 - \gamma_v$ = 0.367 ACI สมการ 11-37

$J/c = J/c' = \frac{b_1 d\,(b_1+3b_2)+d^3}{3}$ = 143,587 cm^3

$v_u = \frac{Vu}{b_o d} + \frac{\gamma_v Mu\, c}{J}$ = 20.85 ksc

$v_u = \frac{Vu}{b_o d} - \frac{\gamma_v Mu\, c}{J}$ = 18.03 ksc

Max. v_u =20.85 kg > $\phi 1.06\sqrt{fc'}$ = 16.12 ksc ต้องการเหล็กเสริมรับแรงเฉือน

- **การเพิ่มกำลังรับแรงเฉือนด้วยเหล็กเสริม**

ตรวจสอบกำลังรับแรงเฉือนมากที่สุดที่รับได้ เมื่อเพิ่มกำลังรับแรงเฉือนด้วยวิธีการเสริมเหล็ก

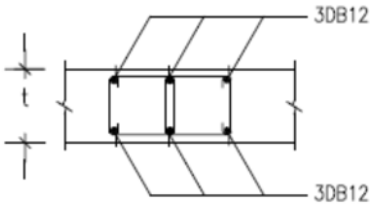
$\phi V_{max} = \phi 1.59\sqrt{f'_c} b_o.d$ = 153,181.5 kg

Vu = 20.85x288x22 = 132,128.4 kg < ϕV_{max} OK

ϕV_c ที่ d/2 จากขอบเสา = $\phi 0.53\sqrt{f'_c} b_o.d$ = 51,060 kg

ϕV_s = Vu - ϕV_c = $\phi \frac{nAvfyd}{s}$

กำหนดให้ใช้เหล็กปลอก DB12mm จำนวน 2 ปลอก และเหล็กปลอกยื่นกระจายไปทั้ง 4 ด้านของเสา ดังนั้น n = 4 ด้วย มี spacing = s



132,128.4 – 51,060 = 0.85x4x4x1.13x4000x22 / s

s = 25.47 cm (> d/2 = 11cm)

use spacing,s = 10cm

use DB12mm@0.10m กระจายออกไปในแต่ละทิศทางของเสา

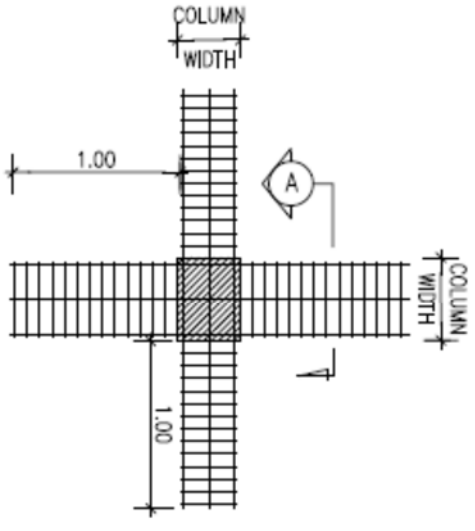
คำนวณระยะยื่นของเหล็กปลอก,lv กำหนดให้หน้าตัดวิกฤตินอกสุดที่ปลายแขนยื่นของเหล็กปลอกมีกำลังรับแรงเฉือนเจาะทะลุเท่ากับ $\phi 0.53\sqrt{f'_c} b_o.d$

Vu = $\phi 0.53\sqrt{f'_c} b_o.d$

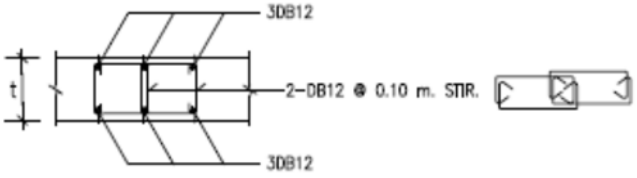
132,128.4 = $0.85x0.53\sqrt{f'_c}(4\sqrt{2}\ lv + 2x40 + 2x60)(22)$

lv = 96.4cm

use DB12mm@0.10m(4legs) length 1.00m



SHEAR STIRRUP TYPE "A"



SECTION (A)

- **การเพิ่มกำลังรับแรงเฉือนด้วย shearhead**

ตรวจสอบกำลังรับแรงเฉือนมากที่สุดที่รับได้ เมื่อเพิ่มกำลังรับแรงเฉือนด้วย shearhead

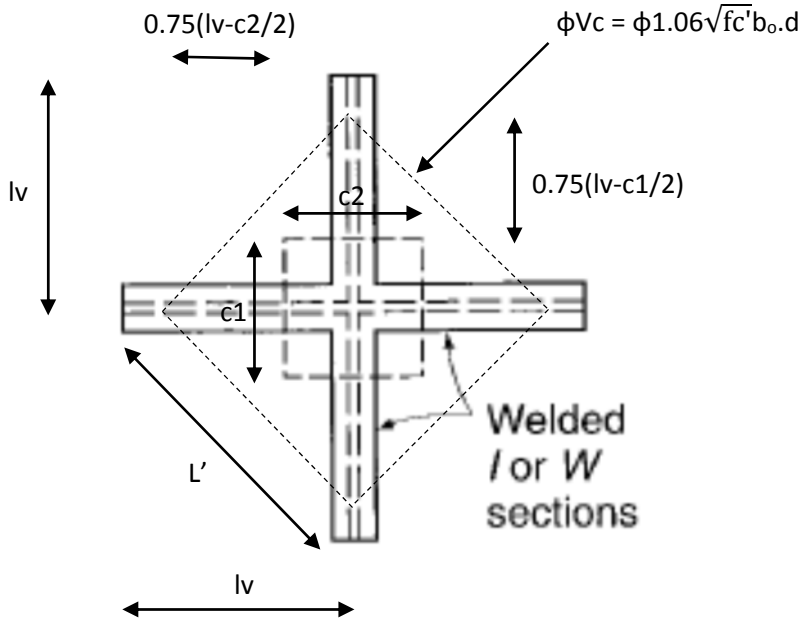
$\phi Vmax = \phi 1.855\sqrt{fc'}b_o.d$ = 178,711.7 kg

Vu = 20.85x288x22 = 132,128.4 kg < ϕVmax OK

ที่หน้าตัดวิกฤตินอกสุด กำลังรับแรงเฉือนจะต้องมีค่าเท่ากับ $\phi 1.06\sqrt{fc'}b_o.d$

$132{,}128.4 = 0.85x1.06\sqrt{fc'}.b_o.d$

b_o = 372.63cm



b_o = 4L'

L' = 93.16cm

$(L')^2 = [\ 0.75(lv-c2/2)+c2/2\ ]^2 + [\ 0.75(lv-c1/2)+c1/2\ ]^2$

$(93.16)^2 = [\ 0.75(lv-30)+30\ ]^2 + [\ 0.75(lv-20)+20\ ]^2$

lv = 79.48cm use lv = 80cm

Effective width = c2+d/2+d/2 = 60+22 = 82cm

Assume top reinforcement in effective width = 5-DB16mm = 10.05 cm^2

$n = Es/Ec = 2.04e6 / 15210\sqrt{fc'}$ = 7.5

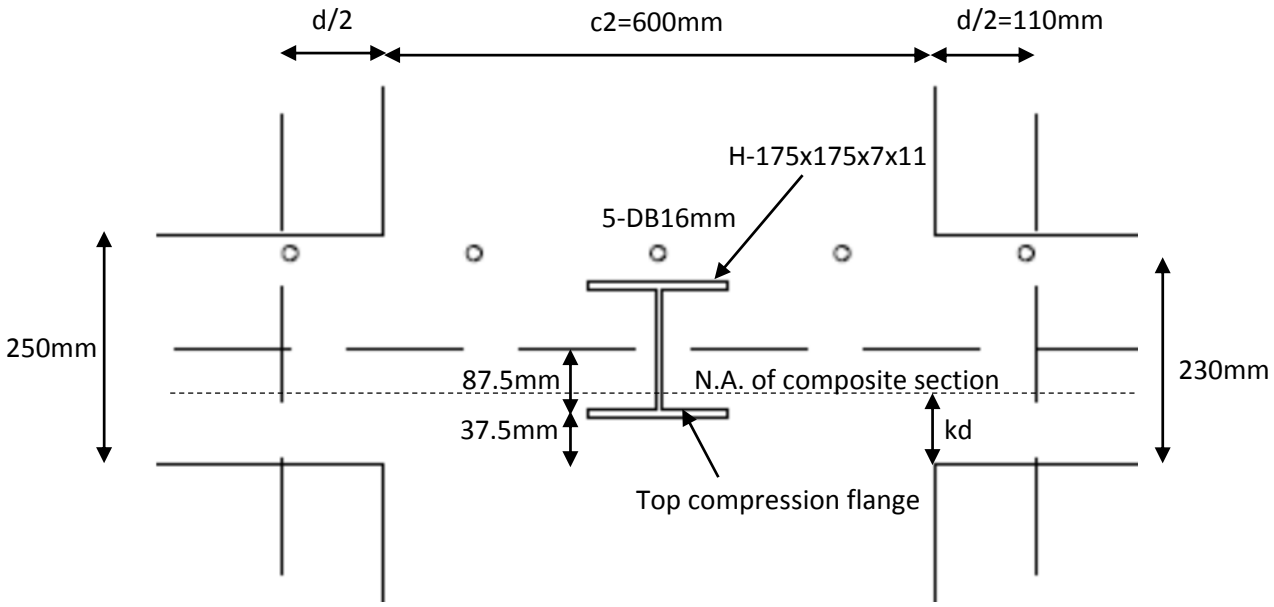
Try H-175x175x7.5x11 (w=40.2kg/m) hv=175mm < 70tw = 525mm OK

A = 51.21 cm^2

Ix = 2880 cm^4

Sx = 330 cm^3

*การเลือก H-175x175 สำหรับพื้นหนา 25cm จะทำงานติดตั้งได้ยาก ในตัวอย่างนี้เลือกใช้เพราะต้องการให้เห็นการเปรียบเทียบกับ shear reinforcement และ shear stud



0.30d = 0.30x220 = 66mm

Top compression flange = 37.5+11 = 48.5mm < 0.3d OK

Check neutral axis of composite section (N.A)

ผลรวมของโมเมนต์รอบ N.A. เท่ากับศูนย์

82 $(kd)^2$ /2 = n.As.(23 – kd) + n.Asteel. (12.5-kd)

41 $(kd)^2$ = (7.5)(10.05)(23-kd) + (7.5)(51.21)(12.5-kd)

kd = 8.21cm

คำนวณค่า Icomposite

Icomposite = (1/12) b $(kd)^3$ + A. $(kd)^2$ + n.Isteel + n.As.$(23-kd)^2$ + n.Asteel.$(12.5-kd)^2$

= (1/12)(82)$(8.21)^3$ + (82x8.21)$(8.21)^2$ + 7.5(10.05).$(23-8.21)^2$ + 7.5.(51.21).$(12.5-8.21)^2$

= 72,715.7 cm^4

คำนวณค่า αv = n.Is / Icomposite

= 7.5x2880/72715.7 = 0.297 > 0.15 OK

เพื่อที่จะแน่ใจว่ากำลังรับแรงดัดสามารถรับได้แน่ ต้องหาค่าพลาสติกโมเมนต์, Mp ของแต่ละแขนก่อน

$\phi Mp = \frac{Vu}{2n}[h_v + \alpha v\,(lv-0.5c1)] = \frac{132,128.4}{2x4}[0.175+0.297(0.80-0.4/2)] = 5833.47$ kg-m

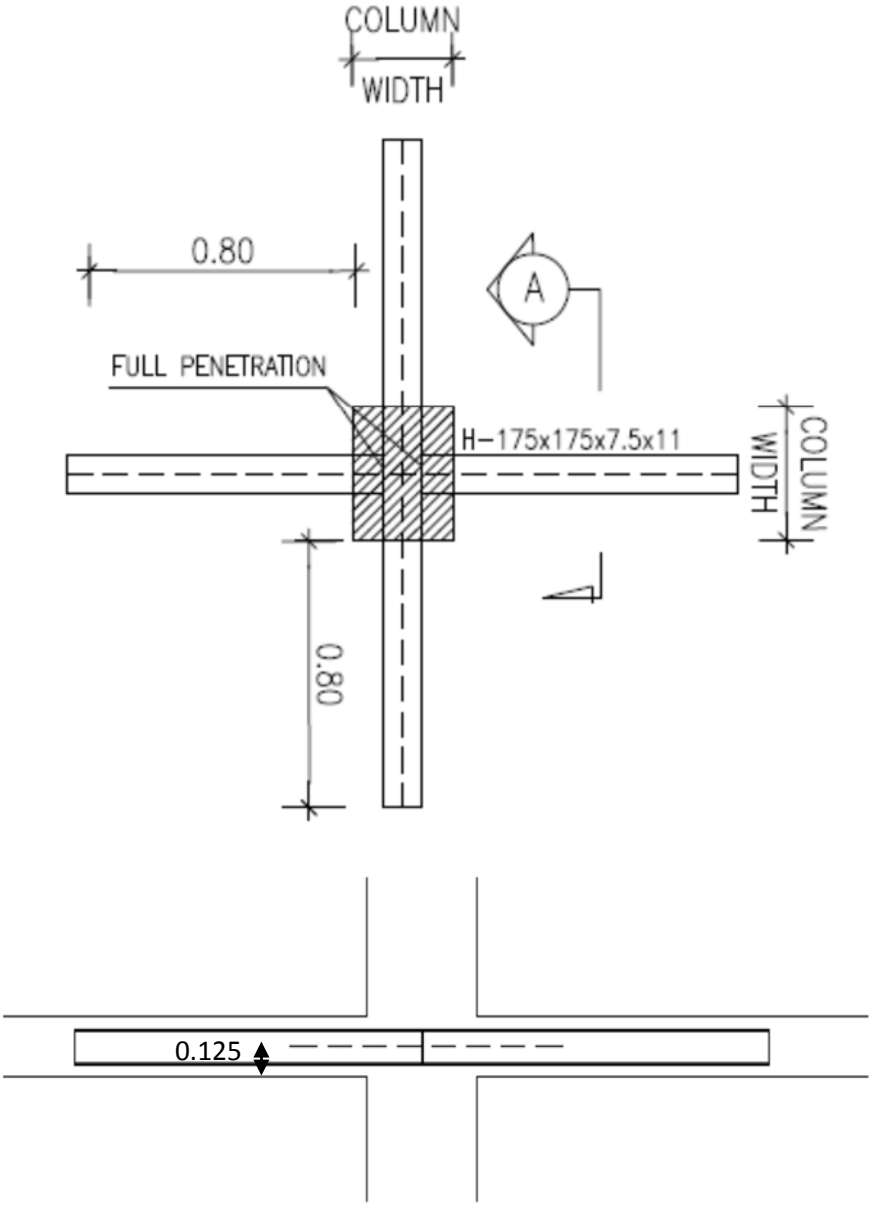
Mp = 6,862.9 kg-m

Sreq = 6,862.9x100/2500 =274.52 cm^3 < Sx = 330 cm^3 OK

คำนวณค่า $Mv = \frac{\phi \alpha v Vu}{2n}(l_v - 0.5c1)$

$Mv = \frac{0.90(0.297)(132,128.4)}{2x4}$ (0.80-0.5x0.4) =2648.84 kg-m

ดังนั้นค่า Mv เป็นค่าน้อยระหว่าง (Mv, 0.30Mu- , Mp) =2648.84 kg-m



- **การเพิ่มกำลังรับแรงเฉือนด้วย shear studs**

ตรวจสอบกำลังรับแรงเฉือนมากที่สุดที่รับได้ เมื่อเพิ่มกำลังรับแรงเฉือนด้วย shearhead

$\phi V_{max} = \phi 2.12\sqrt{f_c'}\, b_o.d$ = 204,242 kg

$V_u = 20.85 \times 288 \times 22$ = 132,128.4 kg < ϕV_{max} OK

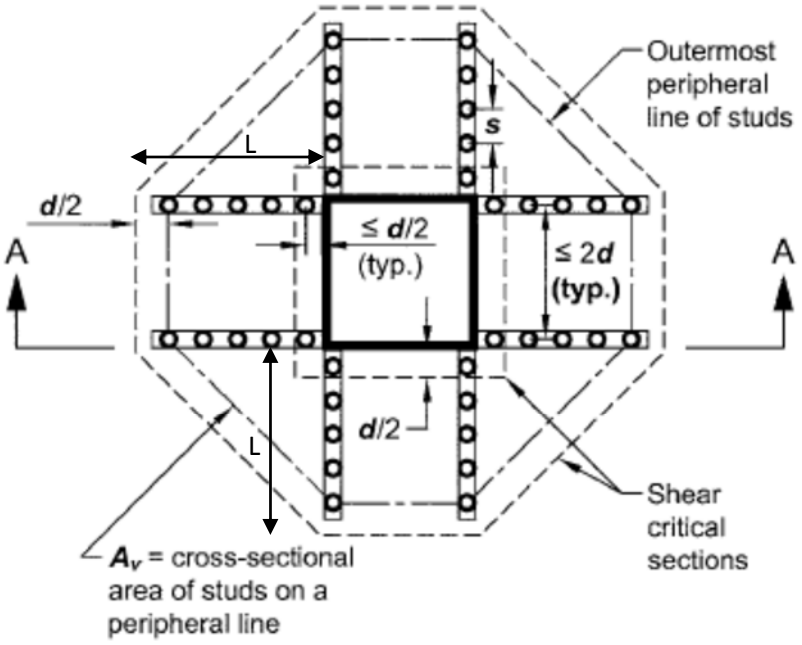
ที่หน้าตัดวิกฤติ d/2 จากขอบเสา ACI Code กำหนดให้ค่า ϕV_c มีค่าเท่ากับ $\phi 0.795 \lambda \sqrt{f_c'}\, b_o.d$

ϕV_c = 76,590 kg

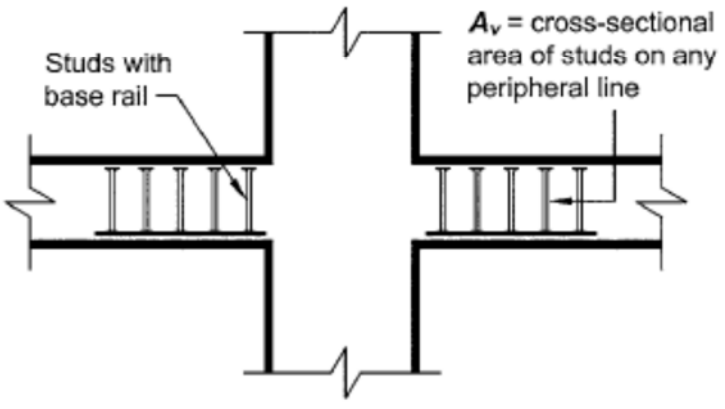
$\phi V_s = V_u - \phi V_c$ = 132,128.4 – 76,590 = 55,538.4 kg

Try stud dia. 12mm fy = 3500 ksc A = 1.13cm^2

เสริมยื่นออกไปทั้ง 4 ด้านของเสา ในแต่ละด้านเสริมระนาบละ 2 ตัว



Interior column



Section A-A

$\phi Vs = \phi \frac{nAvfyd}{s}$ = 55,538.4 kg

s = (0.85 x 4 x 2 x 1.13 x 3500 x 22) / 55,538.4 = 10.65cm

use spacing, s = 10cm

$\phi 1.59\sqrt{fc'}$ = 24.17 ksc

vu = 20.85 ksc < $1.59\sqrt{fc'}$ s,max = 0.75d = 16.5cm

use stud dia.12mm spacing 10cm

กำหนดให้ $Av.fy/(b_o s)$ จะต้องมีค่าน้อยกว่า$0.53\sqrt{fc'}$

$0.53\sqrt{fc'}$ = 9.48 ksc

$Av.fy/(b_o s)$ = (4 x 2 x 1.13 x 3500) / (288 x 10) = 10.99 ksc > 9.48 ksc OK

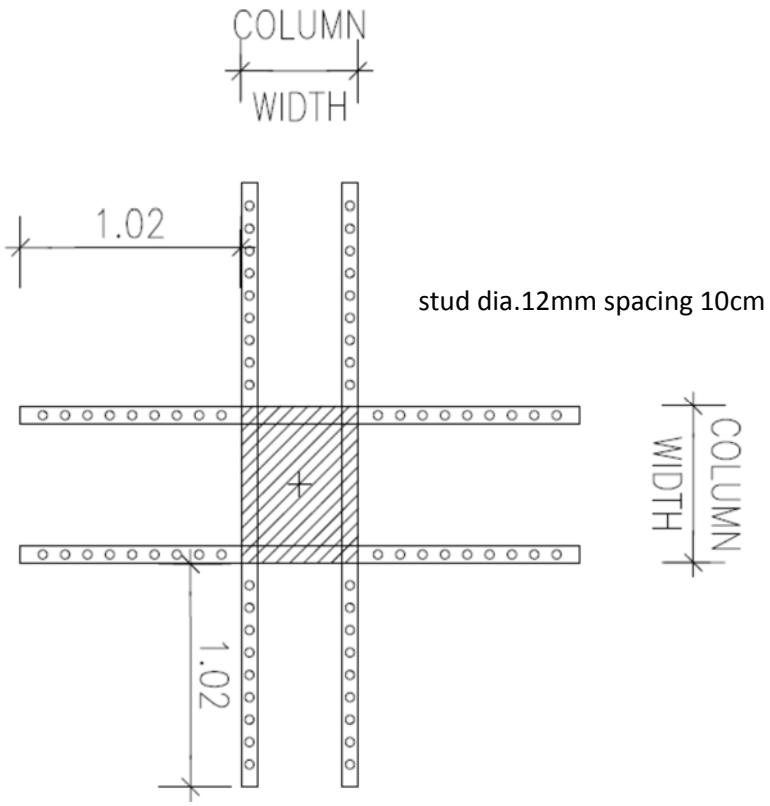
คำนวณหาระยะยื่นของแขน shear stud โดยจะยื่นไปจนกระทั่งหน้าตัดวิกฤตินอกสุดสามารถรับแรงเฉือนได้ไม่น้อยกว่า $\phi 0.53\sqrt{fc'}b_o.d$

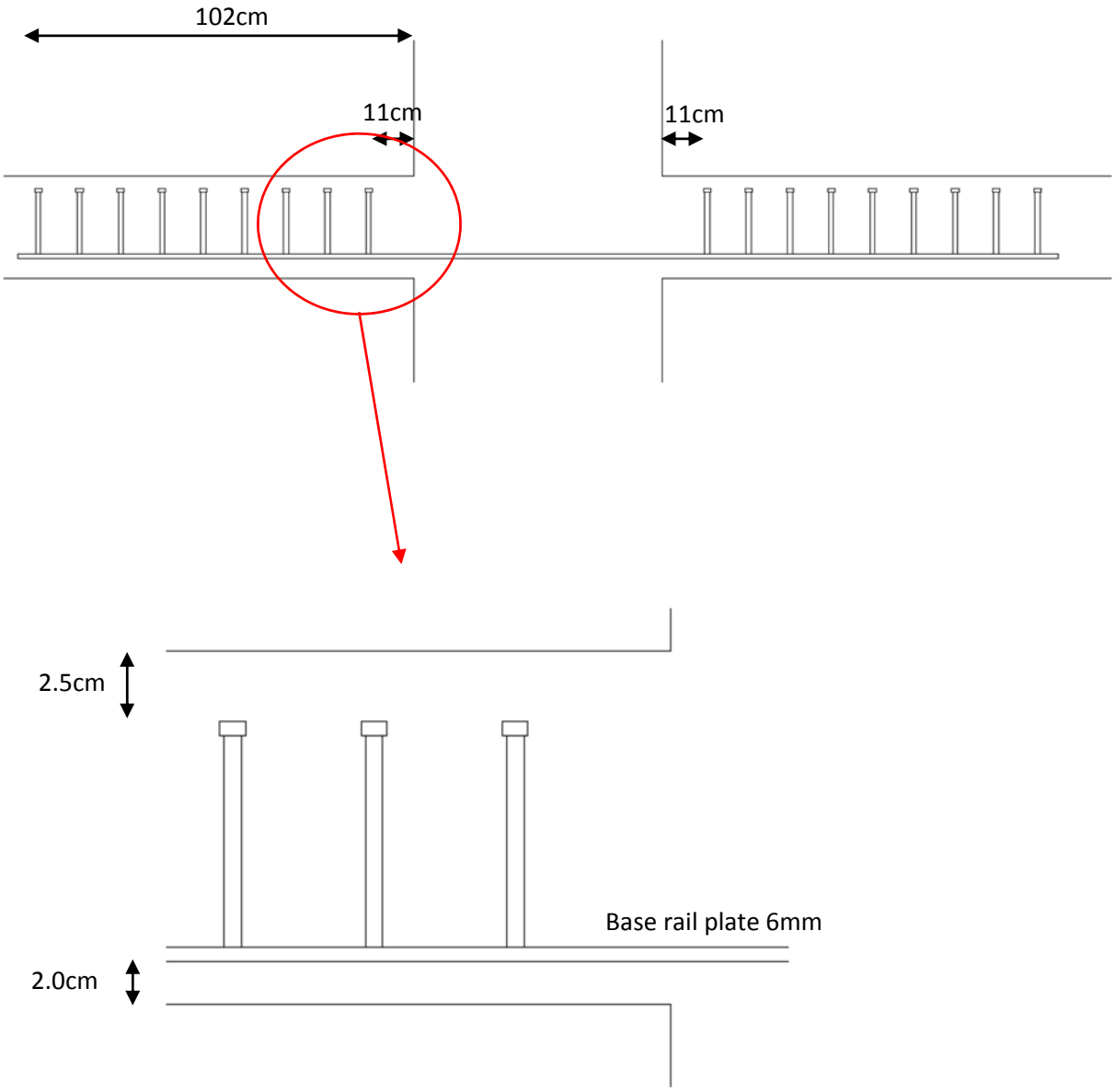
Vu	$= \phi 0.53\sqrt{fc'}b_o.d$
132,128.4	$= 0.85 \times 0.53\sqrt{fc'}\ (4\sqrt{2}\ L + 2c1 + 2c2\ )\ (22)$
L	= 96.39cm

คำนวณจำนวนของ shear stud = (L - d/2 - d/2)/s + 1 = (96.39-11-11)/10+1 = 8.439

Use 9 แถวของ stud dia.12mm spacing 10cm

ความยาวของ base rail = (9-1)x10 + d/2 + d/2 = 80+11+11 =102cm > 96.39cm OK




102cm
11cm
11cm
2.5cm
Base rail plate 6mm
2.0cm