(١٨) 3.5 | $B_{P.C.} = 3.X\ m$ | السؤال الأول | أساسات ١ | $B_{R.C} = 2.9\ m$

② Design the critical sections For Moment. (depth of R.C

* Actual Normal stress on R.C. Footing (U.L)

$$F_{act} = \frac{P_{U.L}}{Area_{R.C}} = \frac{525\ KN}{B_{R.C} \times (1m)} = \frac{525\ KN}{2.9 \times 1} = 181.03\ KN/m$$

↑ ١ متر

$$\left(P_{U.L} = 525\ KN/m \xrightarrow[\text{١ متر}]{\text{تأثير الحمل}} 525 \times 1 = 525\ KN \right.$$

* critical section of bending

$$Z = \frac{2.9 - .25}{2} = 1.325$$

$$= \frac{B_{R.C.} - b_w}{2} = 1.325$$

* B.M = Force x distance

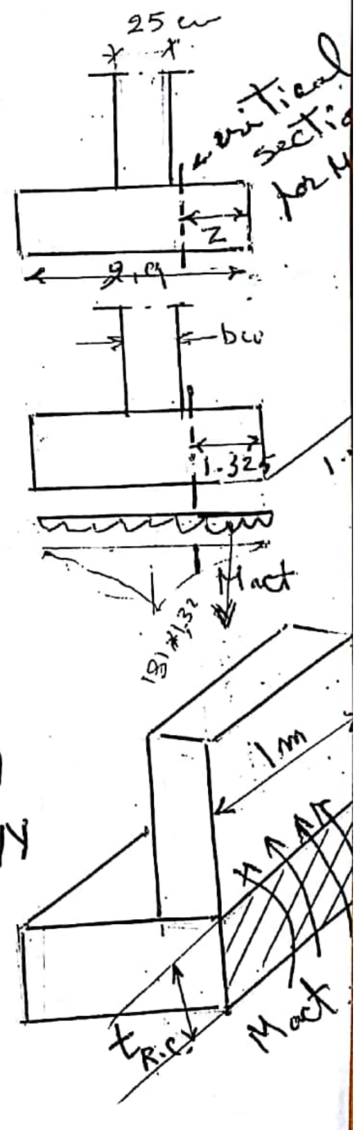
stress = Force / Area

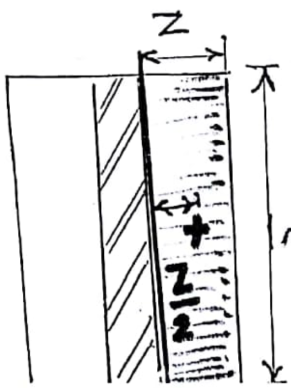
$$Force = stress \times Area$$

$$= F_{act} \times (Z \times 1)$$

$$= 181.03 \times (1.32 \times 1m)$$

$$= 181.03 \times 1.32\ KN$$





(14)

B.M = Force x distance

$= (181,03 \times 1,325) \times \frac{Z}{2}$

$M_{act} = (181,03 \times 1,325) \times \frac{1,325}{2} = 158,9 \text{ KN.m}$

* $\therefore d_{R.c} = c_1 \sqrt{\frac{M_{act}}{F_{cu} \times b}}$ → $c = 3-5$

$\therefore = 5 \sqrt{\frac{158,9 \times 10^6}{25 \times 1000}}$ ← $\frac{Z}{2}$ x عرض الجزء

$= 398,6 \text{ mm}$

$\therefore t_{R.c} = d + 70 \text{ cm}$

$= 398,6 + 70 = 468,6 \text{ mm}$

$\therefore$ $t_{R.c} = 500 \text{ mm}$ | $d = 430 \text{ mm}$

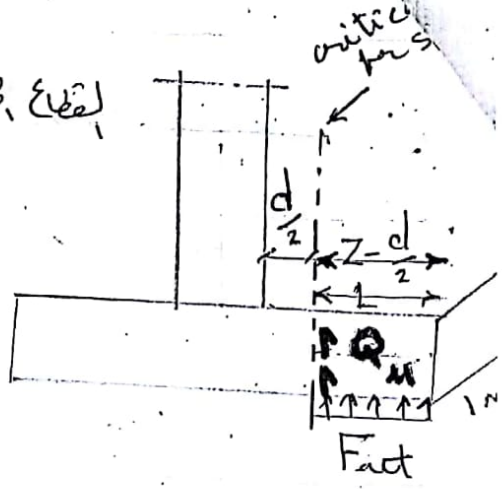
③ check shear

$q_{act} < q_{all}$ ← لازم يكون

* critical section for shear

$$L = z - \frac{d}{2}$$

$$= 1.325 - \frac{.43}{2} = 1.11\ m$$



* Actual shear Force (Q_u)

$$Q_u = F_{act} \times L \times 1m = 181.03 \times 1.11 \times 1 = 200.94\ KN$$

* Actual shear Stress (q_u)

$$q_u = \frac{Q_u}{b \times d}$$

$$= \frac{200.94 \times 10^3}{1000 \times 430} = .467\ N/mm^2$$

(N / 1000 = KN)

* Allowable shear stress (q_{su})

$$q_{su} = .16\sqrt{\frac{F_{cu}}{\gamma_c}}$$

$$= .16\sqrt{\frac{25}{1.5}} = .653\ N/mm^2$$

مثل

$q_u < q_{su}$ → Safe

actual shear stress < allowable s.s.

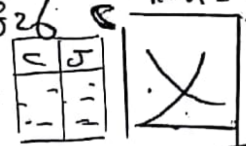
وده معناه زيادة القطاع

(4) Reinforcement of the Footing

"check of punching لا يوجد"

From step (2) → we choose $C_1 = 5$

From chart (2-3) مساعدات التصميم → $J = .826$ (chart 2-)



كتاب مساعدات التصميم ص 2-21

$$A_s = \frac{M_{act}}{J\, F_y\, d}$$

$$= \frac{158.9 \times 10^6}{.826 \times 360 \times 430} = 1242.7\ mm^2$$

(K.m ← للتحويل إلى N.mm)

$=$

check As_{min}

$$As_{min} = \begin{cases} 1.5\, d = 1.5 \times 430 = 645\ mm^2 \\ 5\#12 = 565\ mm^2 \end{cases} \quad \text{الأكبر } 645\ mm^2$$

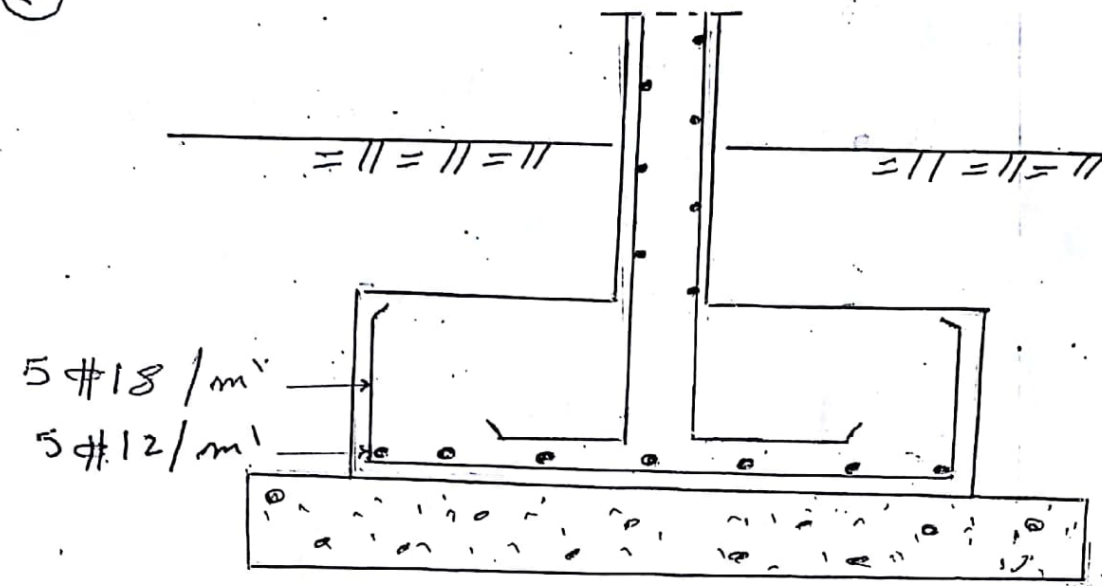
$\therefore A_s > As_{min} \longrightarrow OK$

$\therefore A_s = 1242.7\ mm^2 \rightarrow 12.43\ cm^2$

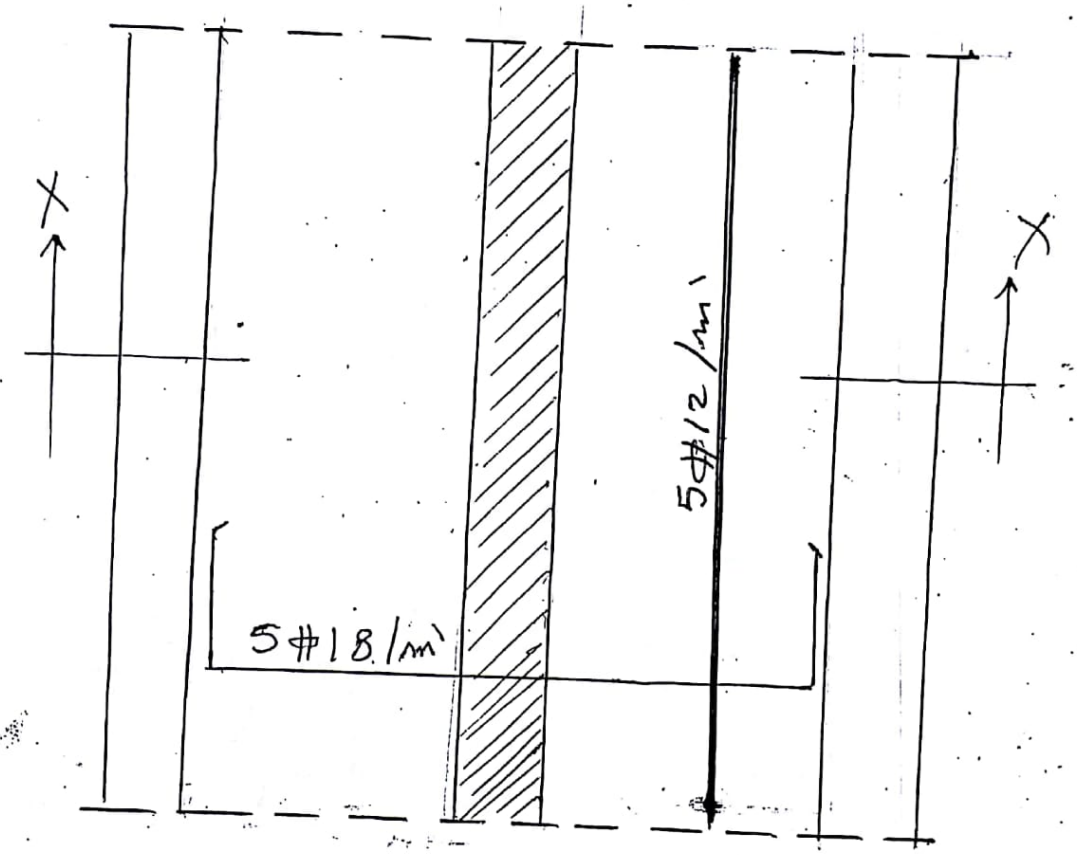
هنا هو التسليح بالعرض → | 5 #18 /m' |

5 #12 : الحديد العلوي

(22)

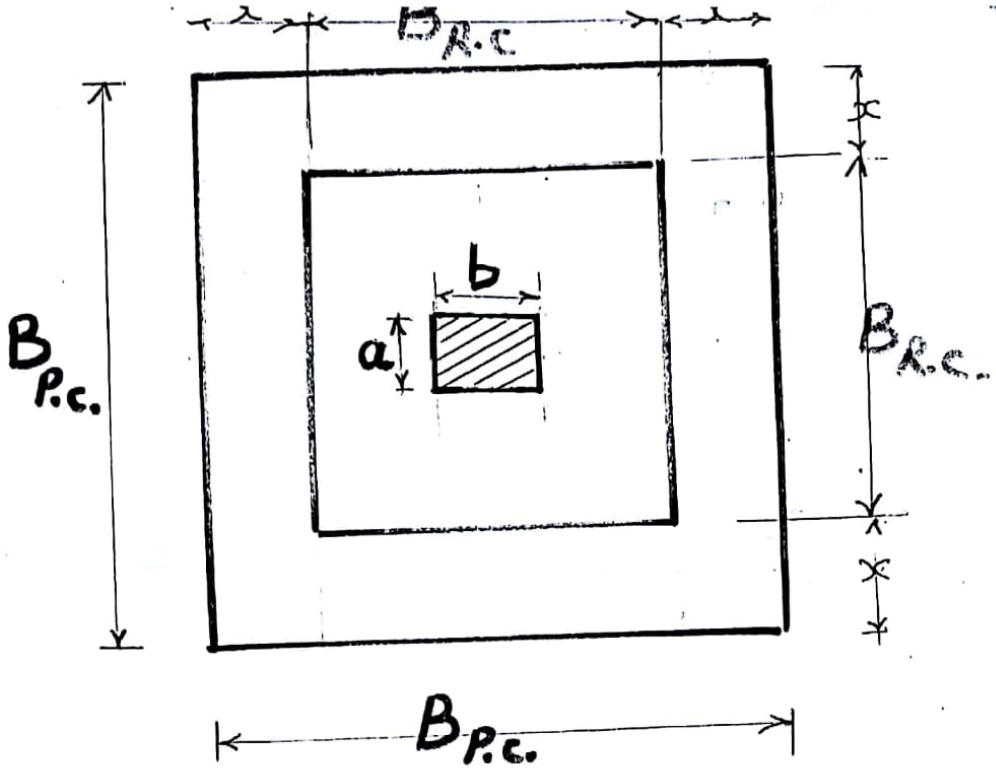


section X-X



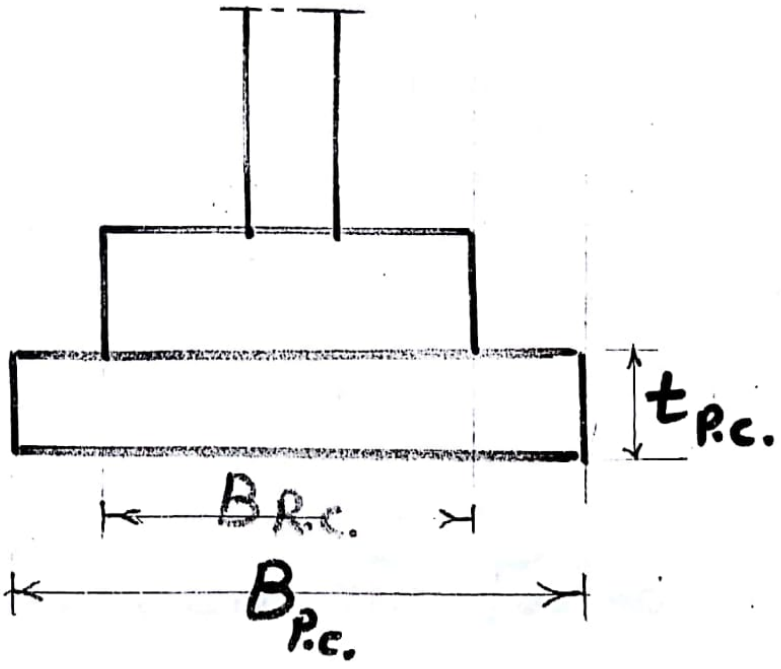
(٤٥)

أسئلة الباب



Square Footing

قاعدة مربعة



(1)

$\because$ stress $= \frac{\text{Force}}{\text{Area}}$

$\therefore$ Area $= \frac{\text{Force}}{\text{stress}}$

$$A_{p.c} = \frac{P_w}{q_{all}}$$

$$= \frac{1450 \ \text{KN}}{150 \ \text{KN/m}^2} = 9.67 \ m^2$$

$$A_{p.c} = B_{p.c} \times B_{p.c} = 9.67 \ m^2$$

$$\therefore B_{p.c} = \sqrt{9.67} = 3.1 \ m$$

$$B_{R.c} = B_{p.c} - 2\,t_{p.c.}$$

$$= 3.1 - 2 \times 0.4 = 2.3 \ m$$

$B_{p.c} = 3.1 \ m$

$B_{R.c} = 2.3 \ m$

(2) Design the critical sections For Moment

(Depth of R.C. Footing)

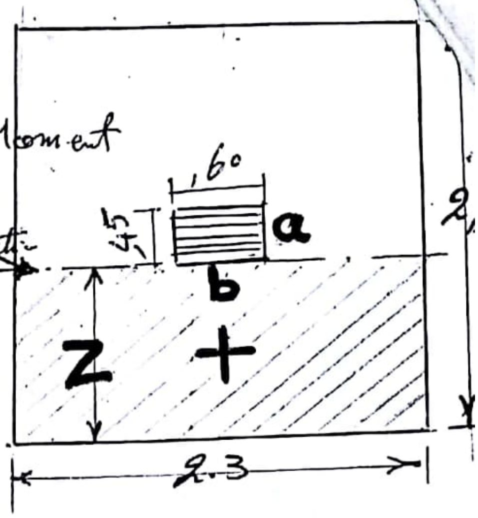
- **Actual Normal stress on R.C. Footing** (U.L)

$$F_{act} = \frac{P_{U.L}}{B_{R.c} \times B_{R.c}} = \frac{2175}{2.3 \times 2.3} = 411.1 \ \text{KN/}$$

(2)

$$Z = \frac{B_{R.C} - a}{2} = \frac{2.30 - .45}{2}$$

$= .925$ m



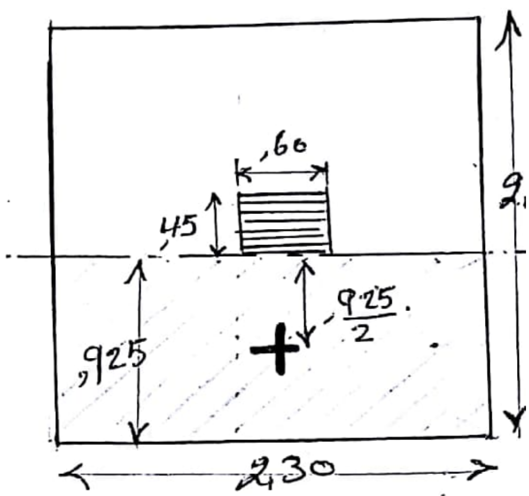
$$\text{stress} = \frac{\text{Force}}{\text{Area}}$$

$\therefore$ Force = stress x Area

$= F_{act} \times (Z * B)$

$= 411.1 \times (.925 \times 2.3)$

$= 874.6$ KN



* B.M. = Force x distance

critical Moment section

$M_{act} = 874.6 \times \frac{Z}{2}$

$= 874.6 \times \frac{.925}{2} = 404.5$ KN.m

$\therefore d = C_1 \sqrt{\frac{M_{act}}{F_{cu} \times b}}$

$\therefore d = 5 \sqrt{\frac{404.5 \times 10^6 \text{ N.mm}}{25 \times 2300}}$ (N/mm^2, mm)

من كتاب مساعدات التصميم design aids ص 2-3 تؤخذ $C_1 \rightarrow 3 - 5$

- يفضل أن نأخذها قد أكبر الكبير للحصول ع depth كبير

للتحويل لنيوتن: KN . m → 1000 x 10...

للتحويل إلى مللي → 10^6

للتحويل إلى مللي

$\therefore d = 419.36$ mm

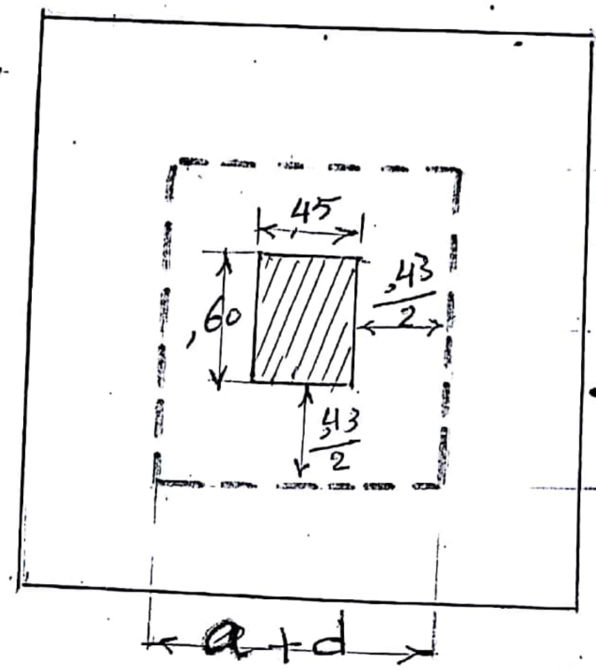
$t = d + 70$ mm (Cover) $= 419.36 + 70$

$= 489.3$ mm

(٢)

$t = 500$ mm	$d = 430$ mm

③ check shear



• القطاع الحرج الذي يقع عليه أكبر إجهاد قص (shear stress)

يقع على بعد ← $\frac{d}{2}$ من وش العمود

← من جميع الجهات .

• لذلك يجب التحقق من أن إجهاد القص

على جانب السطح المعرض للإنفصال

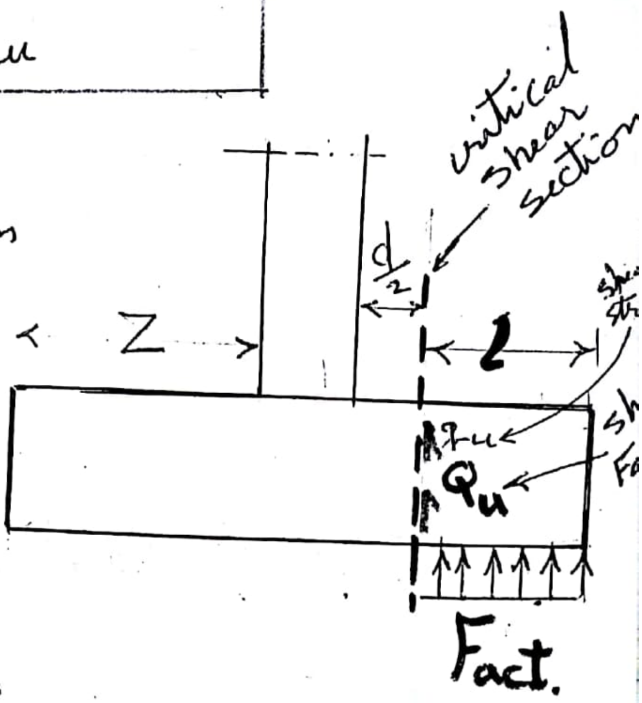
لا يتعدى قدرة الخرسانة على القص

Actual shear stress ≤ ALLowable shear stress
$q_{ru} \le q_{rsu}$

أبعاد

$a + d = .45 + .43 = .88$ m

$b + d = .60 + .43 = 1.03$ m



* critical section For Shear ...

$L = Z - \frac{d}{2}$

$= .925 - \frac{.43}{2} = .71$ m

(4)

* Actual shear Force Q_u

$$Q_u = F_{act} * (L * B_{R.C})$$

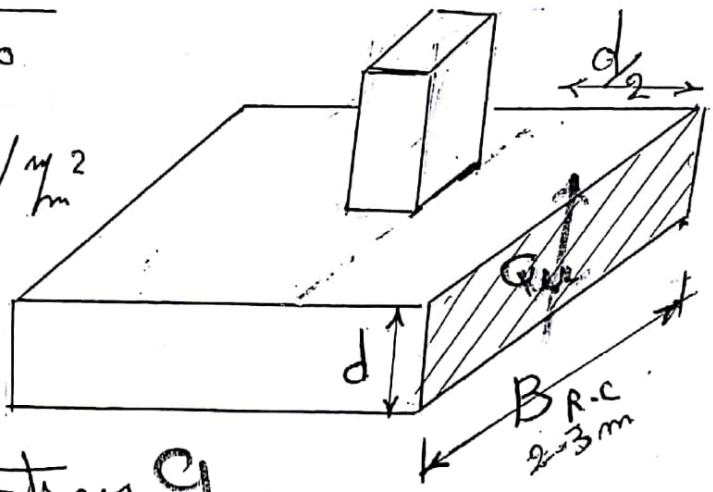
$$= 411.1 * 1.71 * 2.3 = 671.3 \text{ KN}$$

* Calculate Actual shear stress q_u

$$q_u = \frac{Q_u}{b * d}$$

$$= \frac{671.3 * 10^3}{2300 \times 430}$$

$$= 0.678 \text{ N/mm}^2$$



* Allowable shear stress q_{su}

$$q_{su} = 0.16 \sqrt{\frac{F_{cu}}{\gamma_c}}$$

$$= 0.16 \sqrt{\frac{25}{1.5}} = 0.653 \text{ N/mm}^2$$

$\therefore$ $q_u > q_{su}$ → Unsafe

$\therefore$ we have to increase dimensions

(٢٠١)

③ Re-check Shear التحقق من القص

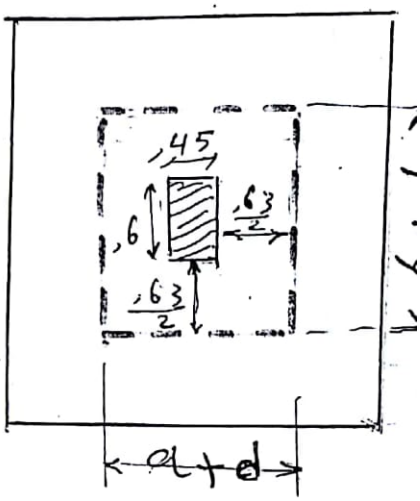
$a + d = ,45 + ,63 = 1,08\ m$

$b + d = ,60 + ,63 = 1,23\ m$

* critical section for shear

$L = Z - \frac{d}{2}$

$= ,925 - \frac{,63}{2} = ,61\ m$



* Actual shear Force (q_u)

$q_u = F_{act.} * L * B_{R.C}$

$= 411.1 * ,61 * 2,30 = 576,8\ KN$

* calculate Actual shear stress (q_u)

$q_u = \frac{q_u}{b * d} = \frac{576.8 \times 1000}{2300 \times 630} = ,399\ N/mm^2$

* Allowable shear stress (q_{su})

الجدول ٤-١١ $q_{su} = ,16\sqrt{\frac{F_{cu}}{\sigma}} = ,16\sqrt{\frac{25}{1,5}} = ,653\ N/mm^2$

$\therefore$ $q_u < q_{su}$ → Safe actual shear < allow. shear

④ check Punching Shear

(٣١)

* يجب التأكد من أن العمود لن يخترق القاعدة

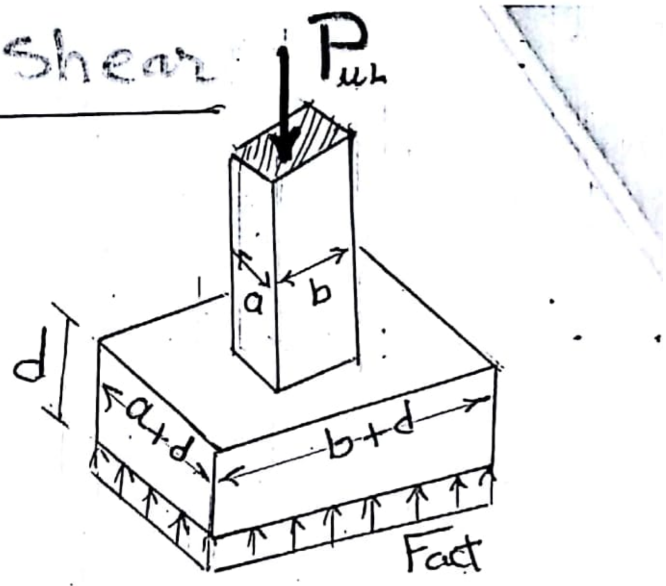
نحسب

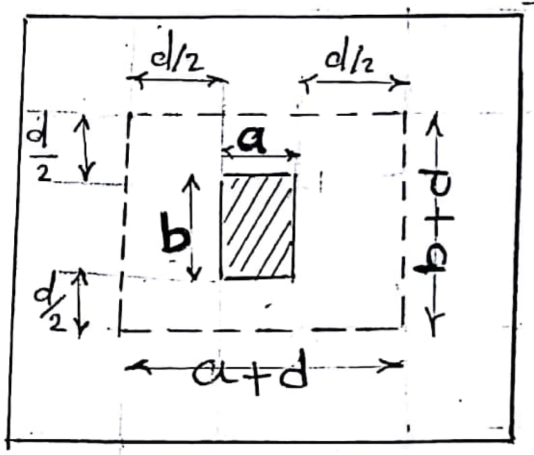
q_{pu} : اجهاد القص الذي سينتج من ثقب العمود للقاعدة.

q_{cu} : هو مقاومة الخرسانة للقص

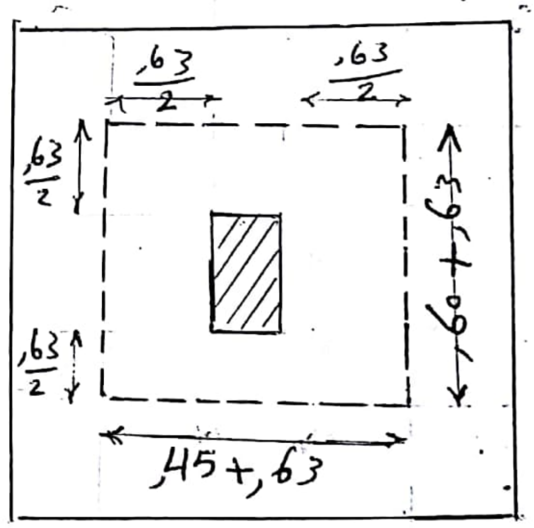
فلو كان

مقاومة الخرسانة للقص > اجهاد القص الناتج من الثقب → Safe





* القطاع الحرج في القص الثاقب عبارة عن محيط يحيط بالعمود على مسافة $\frac{d}{2}$ من وش العمود من كل جهة.



(٢٤)

* Punching Force "φ_p"

حمل العمود P_u

$a+d = ,45 + ,63 = 1,08$ m

$b+d = ,60 + ,63 = 1,23$ m

مقاومة خرسانة التحامل $F_{act} = 5$

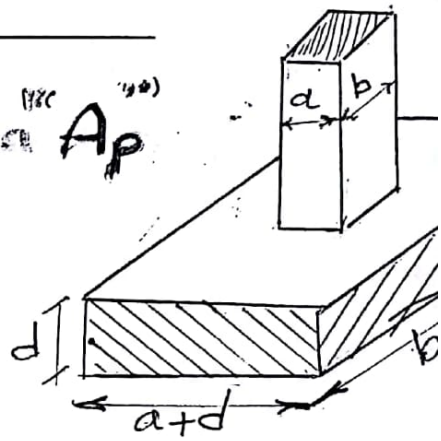
$$\varphi_p = P_{u.L} - (F_{act}^{stress})\,[(a+d)(b+d)]$$

$$= 2175 - 411,1\,[(1,08)(1,23)]$$

$$\varphi_p = 2175 - 546,1 = 1628,9 \text{ KN}$$

---

* Punching Shear area "A_p"



A_p = محيط × ارتفاع

$$= [2(a+d) + 2(b+d)] * d$$

$$= [2(1.08) + 2(1.23)] * ,63$$

$$= 2,91 \text{ m}^2 = 2,91 \times 1000 \times 1000 = 291 \text{ o}$$

Actual

* Punching Shear stress "q_{pu}" → Σ-C

$$q_{pu} = \frac{\varphi_p}{[\text{محيط}] \times \text{ارتفاع}}$$

$$= \frac{1628,9 \times 10^3 \text{ KN}}{291000000 \text{ mm}^2} = ,560 \text{ N/mm}$$

الكود صـ ٣٣-٤

* Allowable punching shear stress "q_{pcu}"

. تؤخذ مقاومة الخرسانة للقص الثاقب ← القيمة الأقل من الأربع قيم الآتية: الكود صـ ٣٣-٤

$$q_{pcu} = 0.8\left(\frac{\alpha d}{b_o} + 0.2\right)\sqrt{\frac{F_{cu}}{\gamma_c}} \quad (1)$$

الكود صـ ٣٣-٤

الكود صـ ٣٤-٤: $\alpha = 2 \rightarrow$ Corner Col, $\alpha = 3 \rightarrow$ Edge Col

$\rightarrow \alpha = 4$ interior Col

$\rightarrow b_o$ = محيط جزء الـ punching

$$b_o = 2(a+d) + 2(b+d)$$

$$= 2(1.08) + 2(1.23)$$

$$= 4.62\ m = 462\ cm = 4620\ mm$$

$\gamma_c = 1.5$ الكود صـ ٣-٧

معامل خفض مقاوم للخرسانة strength reduction factor for Concrete الكود صـ ٣-٧

$$q_{pcu} = 0.8\left(\frac{4 \times 630}{4620} + 0.2\right)\sqrt{\frac{25}{1.5}} \quad 4.08$$

$$= 2.43\ N/mm^2 \text{ ------- } (1)$$

$$q_{pcu} = 0.316\left(0.5 + \frac{a}{b}\right)\sqrt{\frac{F_{cu}}{\gamma_c}} \quad (2)$$

$a = 0.45\ m$

$b = 0.60\ m$

$$q_{pcu} = 0.316\left(0.5 + \frac{0.45}{0.60}\right)\sqrt{\frac{25}{1.5}}$$

$$= 1.61\ N/mm^2 \text{ ------- } (2)$$

(3)

$$q_{pcu} = 0.316 \sqrt{\frac{F_{cu}}{\gamma_c}}$$

$$= 0.316 \sqrt{\frac{25}{1.5}} = 1.29 \ N/mm^2 \quad \text{------ (3)}$$

(4)

$$q_{pcu} = 1.6 \ N/mm^2 \quad \text{------ (4)}$$

نأخذ القيمة الأقل من الأربع قيم السابقة :

$$\therefore q_{pcu} = 1.29 \ N/mm^2 \rightarrow \text{allowable punching stress}$$

$$q_{pu} = 0.560 \ N/mm^2 \rightarrow \text{actual punching stress}$$

إذن

$$q_{pu}^{actual} < q_{pcu}^{allowable} \longrightarrow \text{safe}$$

No need to increase dimensions

<u>الكود ص ٤٤ ـ ٤</u>

* تحدد سمك القواعد أو الحوائط اللازمة لمقاومة القص الثاقب على أساس أن القص الثاقب (Punching) يقاوم بواسطة الخرسانة فقط دون مشاركة من حديد التسليح أي أن $q_{pcu} > q_{pu}$

* يجب ألا تؤخذ فيه f_y أكبر من ٤٠٠ ن/مم٢

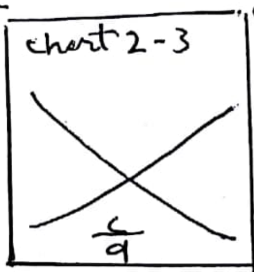
(٢٥) check Punching

⑤ Reinforcement of the Footing

From step ② → we choose $C_1 = 5$

From CHART (2-3) مساعدات التصميم

c	J
4.85	.826
-	-
-	-
-	-
...	-



كتاب مساعدات التصميم ص 2-21

∴ $C_1 = 5 \longrightarrow \therefore J = .826$

من الجدول المرفق بالتخيلات

(من الخطوة ②)

$$A_s = \frac{M_{act}}{J\, F_y\, d}$$

$$= \frac{404.5\ (KN.m)}{J\ F_y\ d} = \frac{404.5 \times 10^6}{.826 \times 360 \times 630}$$

للتحويل إلى N-mm

N/mm^2 ← يعني H.G.S.

$$A_s = 2159.2\ mm^2$$

$$A_s\ (mm^2/m) = \frac{A_s}{B_{RC}} = \frac{2159.2}{2.3} = 938.8\ mm^2/m$$

9.39 cm^2/m

→ 5 # 16/m = 1010 mm^2/m

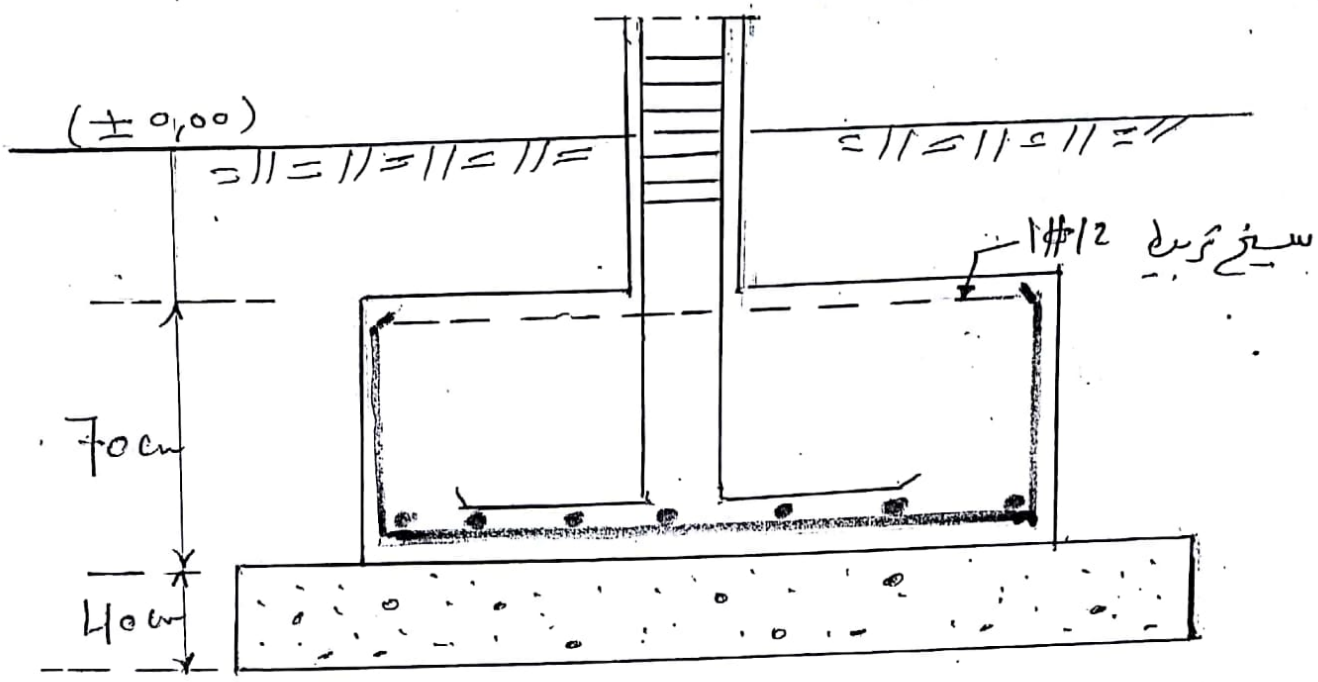
check $A_{s\,min}$

$$A_{s\,min} = \begin{cases} 1.5\,d = 1.5 \times 630 = 945\ mm^2 \\ 5 \# 12 \longrightarrow 5.65\ cm^2 = 565\ mm^2 \end{cases} \quad 945\ mm^2$$

∴ A_s (5#16 بعد اختيار) > $A_{s\,min}$ → oK

| A_s → 5#16/m | تنفذها → 6 #16/m

(6) Details of Reinforcement



Sec X-X