4.7 Design of One Way Solid Slab:

Fig 4.11: One Way Solid Slab (1).

❖ Material:

⇒ concrete B350 Fc' = 28 N/mm^2

⇒ Reinforcement Steel Fy = 420 N/mm^2

✓ Slab Thickness Calculation:

The overall depth must satisfy ACI Table (9.5.a):

Min H (deflection requirement):

$$h = \frac{l}{24} = \frac{7.30}{24} = 0.3042\ m$$

For One way solid slab, will use thickness of slab 35 cm.

✓ Load Calculation:

Dead Load For Solid slab:

No.	Parts of Rib	Calculation
1	**Tiles**	0.03*22 = 0.66 KN/m^2
2	**mortar**	0.02*22= 0.44KN/m^2
3	**Coarse Sand**	0.07*16 = 1.12 KN/m^2
4	**RC. Solid slab**	0.35*25 = 8.75KN/m^2
7	**plaster**	0.02*22= 0.44KN/m^2
8	**partions**	2 KN/m^2
		Sum = 13.41 KN/m^2

Table (4.4): Dead Load Calculation of Solid slab.

Live Load For Solid slab = 5*1 =5Kn/m

✓ System of Landing:

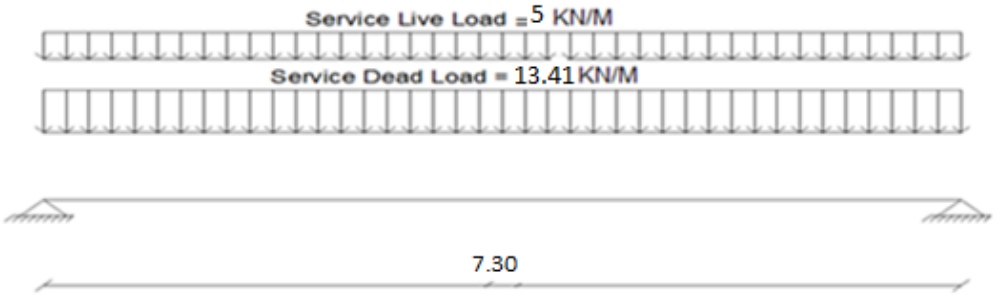


Fig 4.12 : Statically System and Loads Distribution of Solid slab .

✓ Design of Shear:

(Vu=48.94Kn)

Assume bar diameter ø 10 for main reinforcement

d =h- cover $-\frac{d_b}{2} = 350 - 20 - \frac{10}{2} = 324\ mm$

$V_c = \frac{1}{6}\sqrt{fc'}b_w\ d = = \ \frac{1}{6}\sqrt{28} * 1000 * 324 = 285.74$Kn

$\Phi * V_c$ = 0.75* 285.74 = 214.35Kn > Vu = 48.9Kn**….. No shear reinforcement are required**

✓ Design of Bending Moment : (Mu=141.31Kn.m/m)

Assume bar diameter ø 12 for main reinforcement

d = h- cover $-\frac{d_b}{2} = 350 - 20 - \frac{12}{2} = \ 324mm$

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{141.31\times10^6}{0.9\times1000\times175324^2} = 1.209\ Mpa$

$m = \frac{f_y}{0.85f_c'} = \frac{420}{0.85\times28} = 17.65$

$$\rho=\frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{420}}\right)=\frac{1}{17.65}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times17.65\times1.209}{420}}\right)=0.002955$$

Determined $A_{S\ required}=\rho\times b\times d$ =$0.002955\times1000\times324=957.42mm^2$

Determine $A_{S\ min}$ =$0.0018\times b\times h=0.0018\times1000\times350=630\ mm$^2

$$A_{S\ required}>A_{S\ min}$$

Use $A_S=957.42\ mm$^2

Determine the spacing between reinforcement:

Using ∅ 14 bars with $A_S=154\ mm^2$

$$Number\ of\ bar\ reuired\ =\frac{957.42}{154}=6.22$$

$$spacing\ between\ bars\ =\frac{100}{7}=14.3$$

Then use 7∅14@ 150 mm

Check for spacing:

1-Maximum spacing for primary reinforcement= 3h= $3*350=1050mm$

2-450mm control

3-S=380 *(280/(2/3*420))-2.5*20=330mm

S=300*(280/280)=300-control

S=150mm < Smax =300mm ……OK

Check for Spacing :

S = 3h = 3*300 =900 mm

S = 380*($\frac{280}{\frac{2}{3}*420}$) – 2.5*20 = 330

S = 450 mm

S = 330mm **…… is control**

Use ø14@150 mm ,$A_{s,provided}$= 1077.5mm^2>$A_{s,required}$= 957mm^2… Ok

Check for strain:

a =$\frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f_c^{'}}=\frac{1077.5\times420}{0.85\times1000\times28}=19\ mm$

c= $\frac{a}{\mathscr{B}_1}=\frac{19}{0.85}=22.3mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{324-22.3}{22.3}\right) = 0.0$$

$$4 > 0.005 \ \ldots\ldots \boldsymbol{0k}$$

✓ lateral or Secondary Reinforcement of Solid slab :

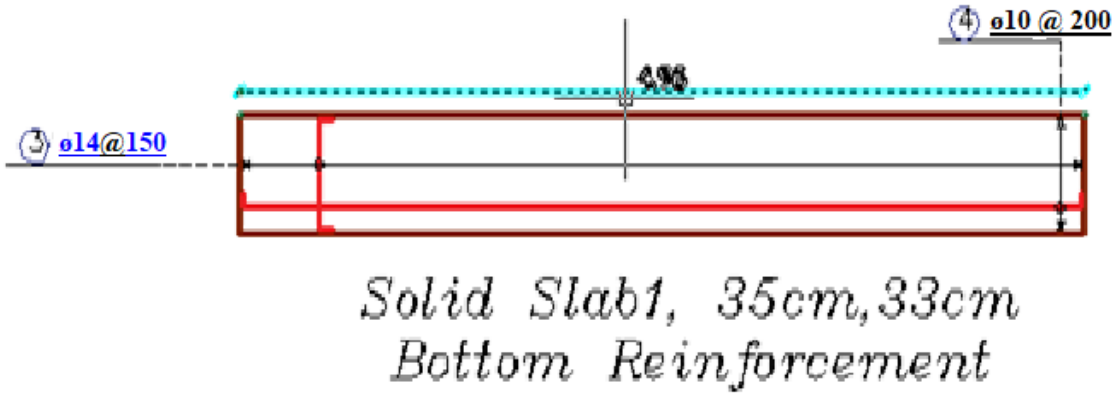
$A_{s,req} = A_{s,min}$ =0.0018*1000*200 = 360 mm^2

Use ø10 @ 200 mm ,$A_{s,provided}$= 395 mm^2 > $A_{s,required}$= 360 mm^2… Ok

✓ Top Reinforcement :

$A_{s,min}$ =0.0018*1000*200 = 360 mm^2

Use mesh ø10 @ 200 mm .



Solid Slab1, 35cm,33cm
Bottom Reinforcement

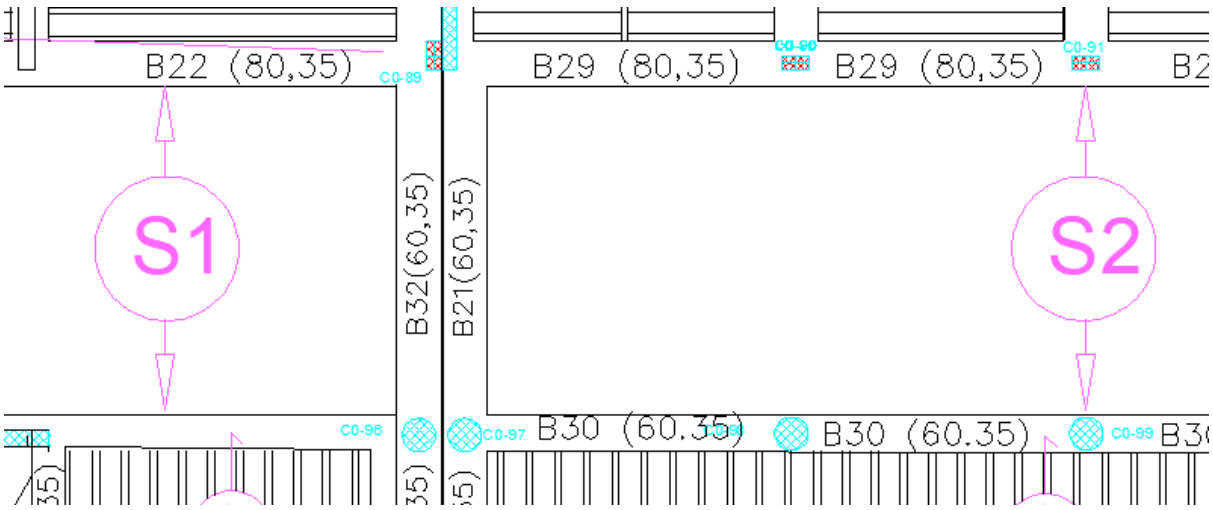


Fig4.13: Flexural Design of Solid Slab (1).

4.8 Design of Two Way Rib Slab:

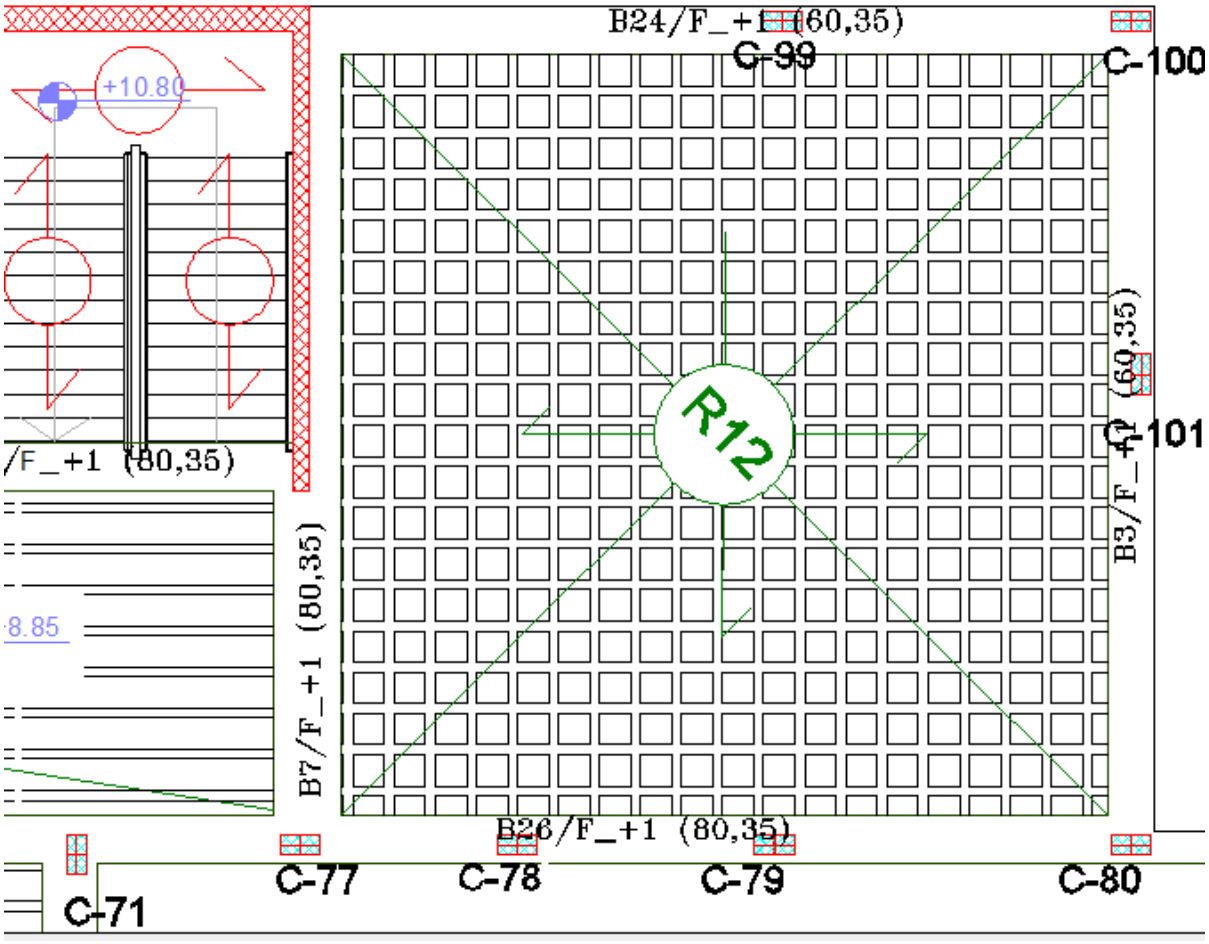


Fig 4.14:Two Way Rib Slab (R12).

✓ 4-8-1 Minimum thickness for ribbed slab :

h= 35 cm

Check for the minimum thickness of the slab:

- All Exterior and interior beams have a rectangular section of 60 or 80 cm width and 60 cm depth:

$$I_b = \frac{b * h^3}{12} = \frac{0.8 * 0.35^3}{12} = 28.58 * 10^{-4}\ m^4$$

$$I_b = \frac{b * h^3}{12} = \frac{0.6 * 0.35^3}{12} = 21.43 * 10^{-4}\ m^4$$

- The moment of inertia for the ribbed slab:
-

$$y_c = \frac{52 * 8 * (4 + 27) + 27 * 12 * 13.5}{52 * 8 + 27 * 12} = 23.33\ cm$$

$$I_{rib} = 52 * \frac{(11.67)^3}{3} + 12 * \frac{23.33^3}{3} - 20 * \frac{2(3.67)^3}{3} = 77682.25 cm^4$$

$$= 7.768 * 10^{-4}\ m^4$$

$Short\ direction\ l = 10\ m = 1000\ cm$

$Long\ direction\ l = 10\ m = 1000\ cm$

$$I_{s1} = \frac{I_{rib} * (b_w + \frac{l2}{2})}{b_f} = \frac{7.768 * 10^{-4}(0.6 + 5)}{0.52} = 83.65 * 10^{-4}$$

$$\alpha_{f1} = \frac{I_b}{I_s} = \frac{21.43}{83.65} = 0.256$$

$$I_{s2} = \frac{I_{rib} * (b_w + \frac{l2}{2})}{b_f} = \frac{7.768 * 10^{-4} * (0.8 + 5)}{0.52} = 86.64 * 10^{-4}$$

$$\alpha_{f2} = \frac{I_b}{I_s} = \frac{28.58}{86.64} = 0.329$$

$$\alpha_{f3} = \frac{I_b}{I_s} = \frac{21.43}{86.64} = 0.247$$

$$\alpha_{f2} = \frac{I_b}{I_s} = \frac{28.58}{83.65} = 0.341$$

$$\alpha_m = \frac{(0.256 + 0.329 + 0.247 + 0.341)}{4} = 0.293$$

$$0.2 < 0.293 < 2.0$$

The minimum slab thickness will be:

$$h = \frac{L_n(0.8 + \frac{f_y}{1400})}{36 + 5\beta(\alpha_m - 0.2)} = \frac{9.3 * (0.8 + \frac{420}{1400})}{36 + 5 * \frac{10}{10} * (0.293 - 0.2)} = 0.28\, m$$

$h = 35\ cm > 28\ cm\ - OK$

Take slab thickness 35 cm

$b_{eff.}$= 520 mm b_w = 120 mm h_f= 80 mm

h = 350 mm h etolit block = 270 mm

✓ 4-8-2 Load calculation:

For the two-way ribbed slabs, the total dead load to be used in the analysis and design is calculated as follows:

No.	Parts of Flight	Calculation	
1	Tiles	22*0.03*0.52*0.52 = 0.178 KN	
2	Mortar	22*0.02*0.52*0.52 = 0.119KN	
3	Sand	16*0.07*0.52*0.52 = 0.303 KN	
4	Topping	25*0.08*0.52*0.52 = 0.541 KN	
5	Rib	25*0.27*0.12*(0.52+0.4) = 0.745KN	
6	Block	9*0.27*0.4*0.4 = 0.389KN	
7	Plaster	22*0.02*0.52*0.52 = 0.119 KN	
8	Partitions	1.5*0.52*0.52 =0.406	
		Sum	2.8 KN

Table (4-5):Calculation of the total dead load for two way rib slab (12).

$$DL = \frac{\mathbf{2.8}}{0.52 * 0.52} = 10.3\ KN/m^2$$

$$w_D = 1.2 * 10.3 = 12.36 KN/m^2$$

$$LL = 5\ KN/m^2$$

$$w_L = 1.6 * 5 = 8\ KN/m^2$$

$$w = 12.36 + 8 = 20.36\ KN/m^2$$

✓ 4-8-3 Moments calculations:

Ratio=10/10=1

$$Ma = Cawla^2 bf and Mb = Cbwlb^2 bf$$

-Positive moment

$C_{aD,pos} = 0.036$

$C_{bD,pos} = 0.036$

$C_{aL,pos} = 0.036$

$C_{bL,pos} = 0.036$

$$\boldsymbol{M_{a,pos,(dl+ll)} = (0.036 * 12.36 * 9.3^2 + 0.036 * 8 * 9.3^2) * 0.52 = 32.96\ KN.m}$$

Design of positive moment :

- **Short direction ($\boldsymbol{Mu = 32.96 KN.m}$)**

$$\boldsymbol{bf = 520mm}$$

Assume bar diameter $\phi 14$ for main positive reinforcement.

$$d = h - cover - dstirrups - \frac{d_b}{2} = 350 - 20 - 10 - \frac{14}{2} = 313\ mm.$$

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{32.96 \times 10^6}{0.9 \times 120 \times 313^2} = 3.11MPa$$

$$m = \frac{fy}{0.85\, fc'} = \frac{420}{0.85 * 28} = 17.65$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{17.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times17.6\times3.11}{420}}\right) = 0.00796$$

$$As = \rho.b.d = 0.00796 \times 120 \times 313 = 298.97\, mm^2$$

- $Check for As, min$:

$$As, min = 0.25\frac{\sqrt{f'_c}}{f_y} b_w * d \geq \frac{1.4}{f_y} b_w * d$$

$$As, min = 0.25 * \frac{\sqrt{28}}{420}\ 120 \times 313 = 118.30\, mm^2$$

$$As, min = \frac{1.4}{420} * 120 \times 313 = 125.2\, mm^2 \ldots\ldots \textbf{\textit{Control}}.$$

- $As, required = 298.97\, mm^2 > As, min = 146.07\, mm^2 \quad (OK)$

Use 2Ø14, with As =307.87 mm^2>$As, required = 274.188 mm^2$

For both dirction

Check for strain: ($\varepsilon_s \geq 0.005$)

Tension = Compression

$$As * fy = 0.85 * f'_c * b * a$$

$$307.87 * 420 = 0.85 * 28 * 120 * a$$

$$a = 45.2\, mm$$

$$x = \frac{a}{\beta_1} = = \frac{10.44}{0.85} = 53.2\, mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003 * (\frac{d - x}{x})$$

$$= 0.003 * \left(\frac{313-53.2}{53.2}\right) = 0.0146 > 0.005 \quad \therefore \phi = 0.9 \ldots OK.$$

Design of negative moment :

$\frac{1}{3}$ positive moment

$\frac{1}{3}$ *298.97 = 99.65

Use 2Ø10 with As 157.07 mm^2>$As, required = 99.69\ mm^2$

✓ 4-8-4 Check shear strength:

$W_a = 0.5$

$W_b = 0.5$

Short direction

$$Au_a = 0.5 * 20.36 * 9.3 * 9.3 * \frac{0.52}{2 * 10} = 22.89KN$$

$$Vu = Au_a - W * 0.52 * Wa = 45.7 - 20.36 * 0.52 * 0.313 = 22.8\ KN$$

$$\emptyset * V_c = 1.1 * \frac{0.75}{6} * \sqrt{fc'} * bw * d = 1.1 * \frac{0.75}{6} * \sqrt{28} * 120 * 313 = 27.32\ KN$$

$$Case\ 1$$

$$V_u < \frac{1}{2} * \phi * V_c$$

$$V_u = 22.8KN > \frac{1}{2} * \phi * V_c = 13.66\ KN \ \ldots\ \boldsymbol{Not\ OK}$$

$$Case\ 2$$

$$\frac{1}{2} * \phi * V_c < V_u < \phi * V_c$$

$$\frac{1}{2} * \phi * V_c = 13.66\ KN < V_u = 22.8KN < \phi * V_c = 27.323\ KN - \boldsymbol{OK}$$

Provide minimum shear reinforcement

$Vs_{min} \geq \frac{1}{16} * \sqrt{f'_c} * bw * d = \frac{1}{16} * \sqrt{28} * 120 * 313 * 10^{-3} = 12.42$ KN.

$\phi Vs\ min = 9.15$

$\leq \frac{1}{3} * b_w * d = \frac{1}{3} * 0.12 * 0.313 * 10^3 = 12.52$ KN

$\phi Vs,min = 9.39$ …….. control

$\phi Vc = 27.32$ KN < Vu=22.8 KN ≤ $\phi(Vc+Vs_{min}) = 36.91$ KN …… satisfy

∴Case (3) is satisfy shear reinforcement is required.

Use 2 Legϕ8 for stirrups with Av = 100.53mm2

$$Vsmin = \frac{\phi Vsmin}{\phi} = \frac{9.39}{0.75} = 12.52$$

$$s = \frac{Av * fy * d}{Vsmin} = \frac{100.53 * 420 * 313}{12.52} * 10^{-3} = 1055.5mm$$

$S_{max} \leq \frac{d}{2} = \frac{313}{2} = 157$ mm.

$\leq$ 600 mm.

Select 2 leg ϕ8 @ 15cm

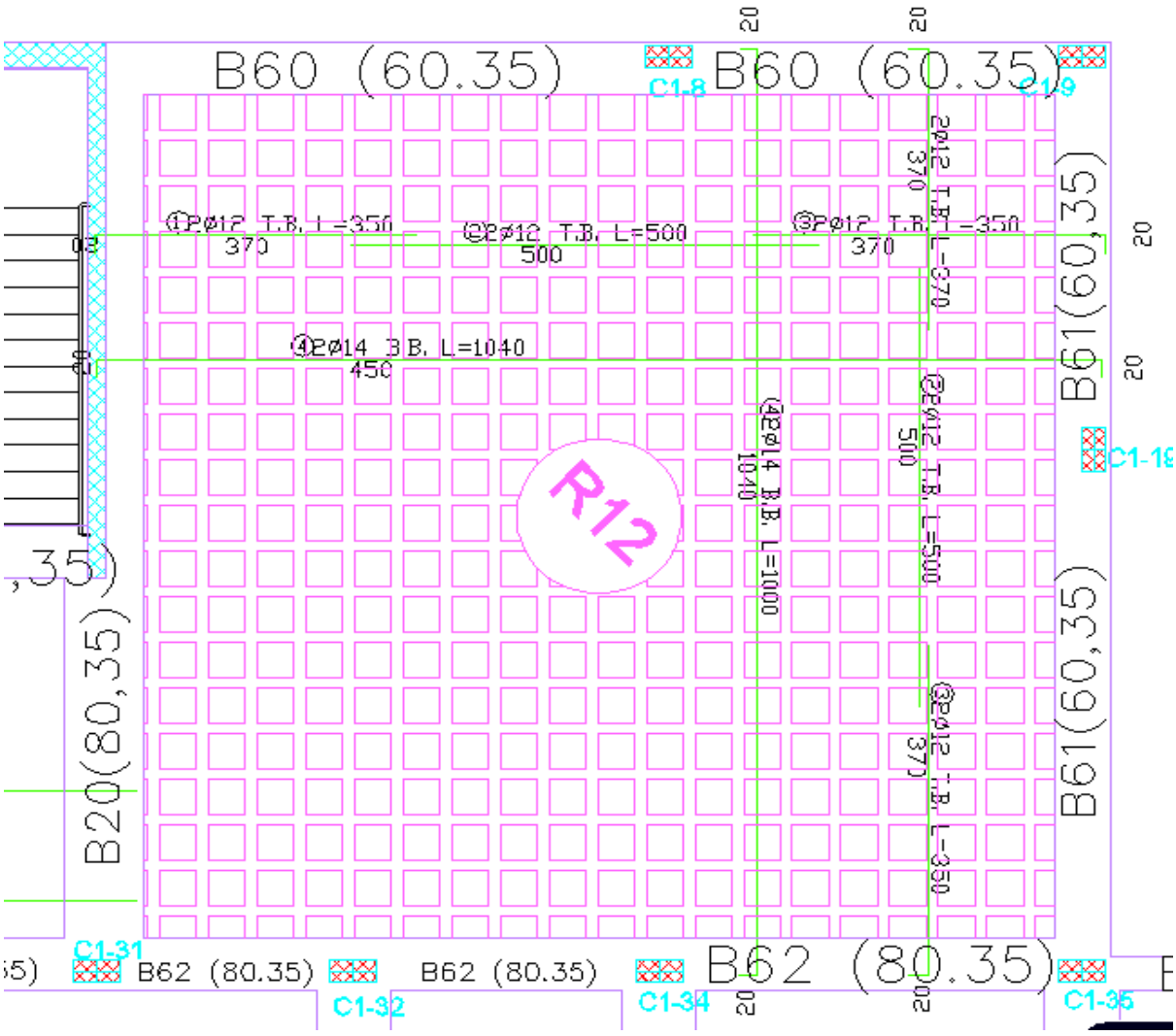


Fig4.15: Flexural Design of Two Way Rib Slab (R12).

4.9 Design of Column:

❖ **Material :**

⇒ concrete B350 Fc' = 28 N/mm^2

⇒ Reinforcement Steel Fy = 420 N/mm^2

✓ 4-9-1 Load Calculation: (From Column Group)

Service Load:

Dead Load = 2214.9 KN
Live Load = 1110 KN

Factored Load:

$P_U = 1.2 \times 2214.9 + 1.6 \times 1110 = 4433.88$ KN

✓ 4-9-2 Dimensions of Column:

$Assume \rho g = 0.01$

$\phi * Pn = 0.65 \text{ x } 0.8 \times Ag \{0.85\ fc'(1-\rho g) + \rho g * Fy\}$

$4433.88*1000 = 0.65 \text{ x } 0.8 \times Ag \{0.85*28(1-0.015) + 0.015*420\}$

Ag= 307135.37 mm2

Take a = 600mm ,

b = Ag/600 = 511.89

Take b = 500 mm

Ag = 500 * 600 = 300000

* selection longitudinal bars

4433.88* 1000 = 0 .65*0.8* { 0.85 *28 *(300000 – Ast) + Ast * 420) }

Ast = 3499.98

Use 14 Φ 18 with Ast = 3562.5 > 3499.98

$\rho g = As / Ag = 0.015 \geq \rho = 0.01 OK$

✓ 4-9-3 Design of the Stirrups:

The spacing of ties shall not exceed the smallest of :-

$spacing \le 16 \times d_b = 16 \times 1.8 = 28.8\ cm$

$spacing \le 48 \times d_s = 48 \times 1.0 = 48\ cm$

$spacing \le least\dim = 50cm$

$Use\phi 10@20\ cm$

*** check for code requirement :**

1. **clear spacing between longitudinal bars :**

Clear space = 500 – 40*2 -10*2 – 5*18 / 4 = 80mm > 40mm

> 1.5dp = 24 ok

2. Gross reinforcement ratio : .01 < $\rho g = As / Ag = 0.015$ **< .08 ok**

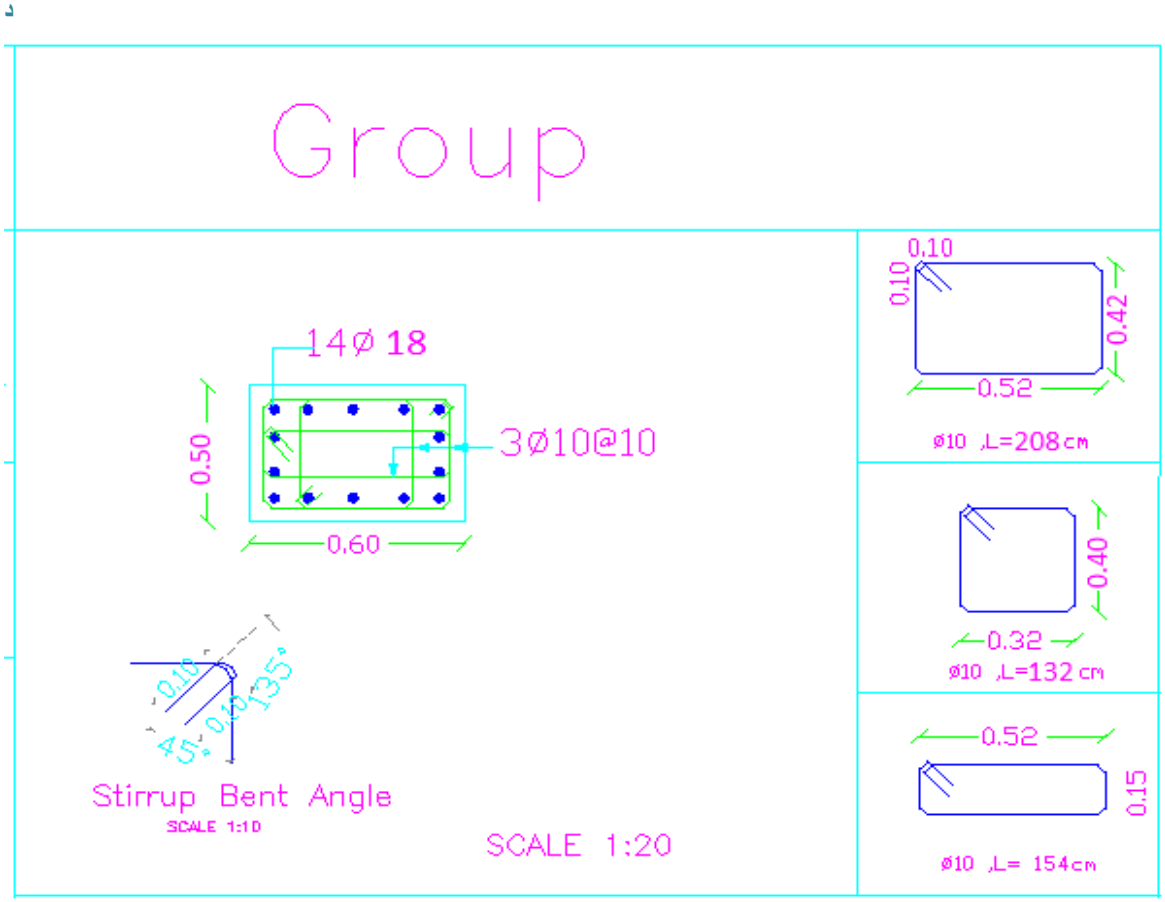


Fig 4.16:Column Reinforcement Details.

4.10 Design of Footing:

❖ **Material :**

⇒ concrete B350 Fc' = 28 N/mm^2

⇒ Reinforcement Steel Fy = 420 N/mm^2

✓ 4-10-1 Load Calculations :(From Column Group F1)

Dead Load = 2432.4 Kn , Live Load = 817.6 Kn

Total services load = 2432.4 +817.6 = 3250 Kn

Total Factored load = 1.2*2432.4 + 1.6*817.6 = 4227.04 Kn

Column Dimensions (a*b) = 50*60 cm

Soil density = 18 Kg/cm3

Allowable Bearing Capacity = 500 Kn/m2

Assume footing to be about (75 cm) thick.

Footing weight = 25*0.75= 18.75 KN/m2

. Soil weight above the footing = 0.5 *18 = 9KN/m2.

$q_{net-allow}$ =500 – 9– 18.75 -25*0.6 = 459.75 KN/m2

✓ 4-10-2 Area of Footing :

$$A = \frac{Pt}{q_{net-allow}} = \frac{3542}{459.75} = 7.07m^2$$

Try 2.8*2.8 m with area = 7.84 m2 ≥ Areq = 7.07 ,,,,,OK.

Take B=2.8 m.

Pu=4227.04 KN.

✓ **Bearing Pressure :**

q_u = 4227.04/7.84= 536.1 KN/m

✓ **Design of Footing :**

4-10-3

1- Design of One Way Shear Strength :

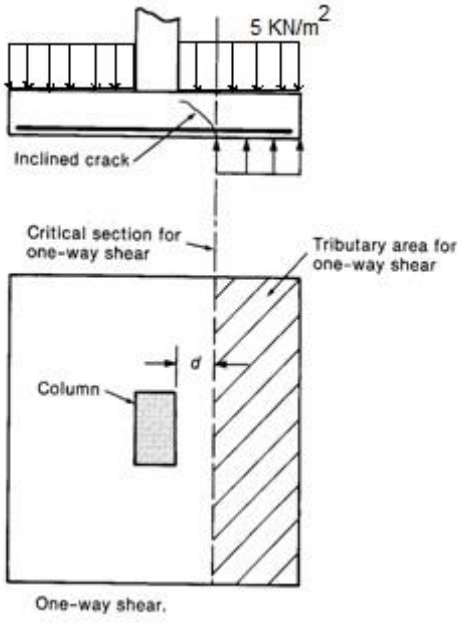
Critical Section at Distance (d) From The Face of Column

Assume h = 75cm , bar diameter ø 20for main reinforcement and 7.5 cm Cover

d = 750 – 75 – 20= 655 mm

Vu = $q_{u*}\left(\frac{B-a}{2} - d\right) * L$

Vu = $539.1 * \left(\frac{2.8-0.6}{2} - 0.655\right) * 2.8$ = 661.12 Kn



4-17

$$\phi.Vc = \phi.\frac{1}{6} * \sqrt{fc'} * b_w * d$$

$$\phi.Vc = 0.75 * \frac{1}{6} * \sqrt{28} * 2800 * 655 = 1123.09Kn$$

$$\phi.Vc = 1123.09KN > Vu = 661.12Kn$$

$\therefore$ *Safe*

4-10-4

2- Design of Two Way Shear Strength :

$Vu = Pu - FR_b$

$FR_b = q_u * area\ of\ critical\ \text{sec}tion$

$Vu = 4227.04 - 536.1[(0.6 + 0.655) * (0.5 + 0.655)] = 4158.04Kn$

The punching shear strength is the smallest value of the following equations:

$$\phi.V_c = \phi.\frac{1}{6}\left(1 + \frac{2}{\beta_c}\right)\sqrt{f_c'}\, b_o d$$

$$\phi.V_c = \phi.\frac{1}{12}\left(\frac{\alpha_s}{b_o / d} + 2\right)\sqrt{f_c'}\, b_o d$$

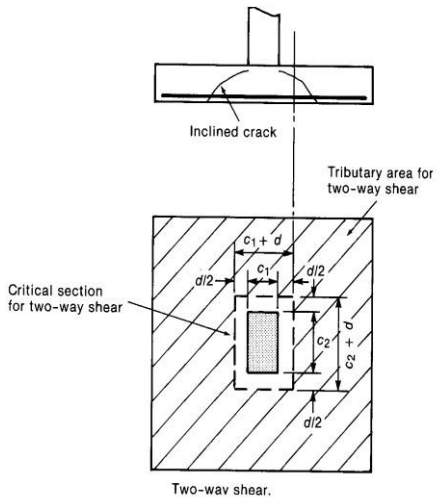
$$\phi.V_c = \phi.\frac{1}{3}\sqrt{f_c'}\, b_o d$$

Where:

$$\beta_C = \frac{Column\ Length\ (a)}{Column\ Width\ (b)} = \frac{60}{50} = 1.2$$

b_o = Perimeter of critical section taken at (d/2) from the loaded area

$b_o = 2 * (0.655 + 0.6) + 2 * (0.655 + 0.5) = 4.82m$



Two-way shear.

α_s = 40 for interior column

$$\phi.V_C = \phi.\frac{1}{6}\left(1+\frac{2}{\beta_c}\right)\sqrt{f_c'}\,b_o d = \frac{0.75}{6}*\left(1+\frac{2}{1.2}\right) = 0.33$$

$$\phi.V_C = \phi.\frac{1}{12}\left(\frac{\alpha_s}{b_o/d}+2\right)\sqrt{f_c'}\,b_o d = \frac{0.75}{12}*\left(\frac{40*0.655}{4820}+2\right) = 0..2506$$

$$\phi.V_C = \phi.\frac{1}{3}\sqrt{f_c'}\,b_o d = \frac{0.75}{3} = 0.25.....control$$

$$\phi.V_C = \phi.\frac{1}{3}\sqrt{f_c'}\,b_o d = \frac{0.75}{3}*\sqrt{28}*4820*655*10\text{^}{-3} = 4176.4Kn$$

$Vu = 4158.04Kn$

ΦVc =4176.4 Kn>Vu=4158.0473Kn..... satisfied

4-10-5

3- Design of Bending Moment :

Critical Section at the Face of Column

Mu = 536.1*2.8 *$\frac{1.1}{2}$*1.1= 908.1Kn.m

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{908\times10^6}{0.9\times2800\times655^2} = 0.839Mpa$

$m = \frac{f_y}{0.85f_c'} = \frac{420}{0.85\times28} = 17.65$

$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{17.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times17.65\times0.839}{420}}\right) = 0.00203$

$A_{s,req} = \rho.b.d = 0.00203\times2800\times655 = 3723.02\ mm^2$

$A_{s,min} = 0.0018*2800*750 = 3780\ mm^2$

$A_{s,req} = A_{s,min} = 3780\ mm^2$ **…… is control**

Check for Spacing :

S = 45 cm

S = 3h = 3*75 = 225cm

S = 380*$\left(\frac{280}{\frac{2}{3}*420}\right)$ – 2.5*75 = 192.5 cm

S = 45 cm **…… is control**

Use 14ø20 in Both Direction, $A_{s,provided}$= 4398mm^2>$A_{s,required}$= 3780 mm^2… Ok

Check for strain:

a =$\frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f_c'} = \frac{4398\times420}{0.85\times2800\times28} = 32.33\ mm$

c = $\frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{32.33}{0.85} = 38.04\ mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{655-38.04}{38.04}\right) = 0.0486 > 0.005\ \ldots\ldots \mathbf{0k}$$

4-10-6

4- Design of Dowels :

Load Transfer In Footing :

$\Phi Pn.b = \Phi(0.85\,fc'A_1 \times \sqrt{\frac{A_2}{A_1}})$

A_1 = 060 *0. 50 = 0.3 m^2

A_2 = 2.8* 2.8 = 7.84 m^2

$\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = \sqrt{\frac{7.84}{.3}} = 5.11 > 2$ …… $\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = 2$

$\Phi Pn.b = 0.65\times(0.85\times28\times300\times2) = 9282Kn$

$\Phi Pn = 9282 > Pu.....ok$

No Need For Dowels

Load Transfer In Column :-

$\Phi Pn.b = 0.65\times(0.85\times28\times300) = 4641Kn$

$\Phi Pn = 4641 > Pu = 4227.04\ kn.....ok$

No Need For Dowels

As dowels =As coiumn

Use18 ø20, $A_{s,provided}$= 5652 mm^2 … Ok

4-10-7

5- Development Length In Footing :

Tension Development Length In Footing :

$Ld_{T\,req} = \frac{9}{10} * \frac{F_y}{\lambda\sqrt{f_c}} * \frac{\psi_e\psi_s\psi_t}{\frac{ktr+cb}{db}} * db >$ 300mm

$Ktr = 0\ (Nostripes)$

$cb = 75 + \frac{20}{2} = 85mm\ \ Or\ cb = \frac{200}{2} = 100\ mm$

$\frac{ktr + cb}{db} = \frac{0 + 85}{20} = 4.25 > 2.5$

$\frac{ktr+cb}{db} = 2.5$

$Ld_{T\,req} = \frac{9}{10} * \frac{420}{1*\sqrt{28}} * \frac{1*1*0.8}{2.5} * 20 = 502.8\ mm >$ 300mm

$Ld_{T\ available} = \frac{2800-600}{2}$ -75= 1025 mm

$Ld_{T\ available}$ = 1025 mm >$ld_{req} = 502.8\ mm$**…….. OK**

Compression Development Length In Footing :

$Ld_{Creq} = \frac{0.24*Fy*dB}{\sqrt{fc}}$> 0.043*Fy*dB >200mm

$Ld_{Creq} = \frac{0.24*420*20}{\sqrt{28}}$ = 380.8> 0.043*420*20 = 361.2>200mm

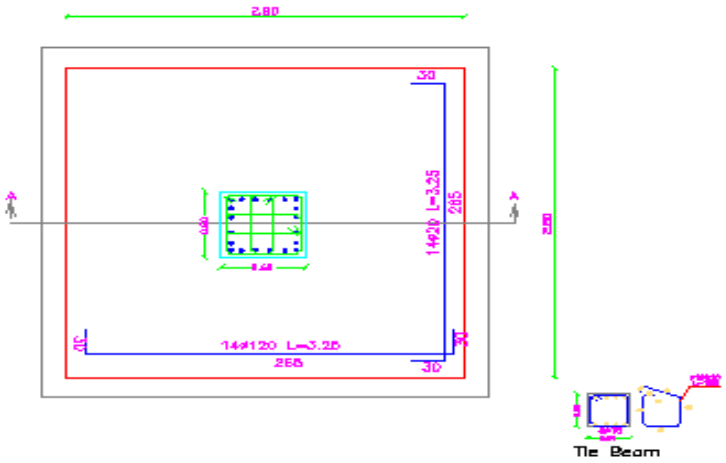
Ld_{Creq}= 380.8 mm

$Ldc_{available}$ = 750 – 75 – 20 – 20 = 635mm >Ld_{Creq}= 380.8 mm **…….. Ok**

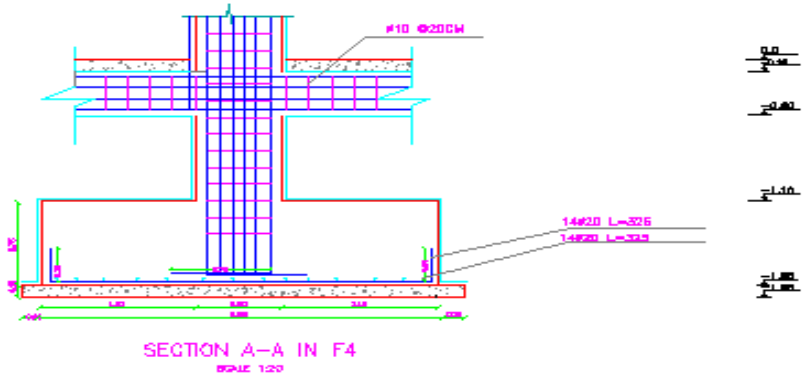
Lap Splice of Dowels In Column :

Lsc = 0.071 × fy × db = 0.071 × 420 × 20 = 596.4 mm > 300 mm

Select Lsc = 600 mm



Sec .A—A



]Fig 4.19:Foot Reinforcement Details.

4.11 Design of Stair:

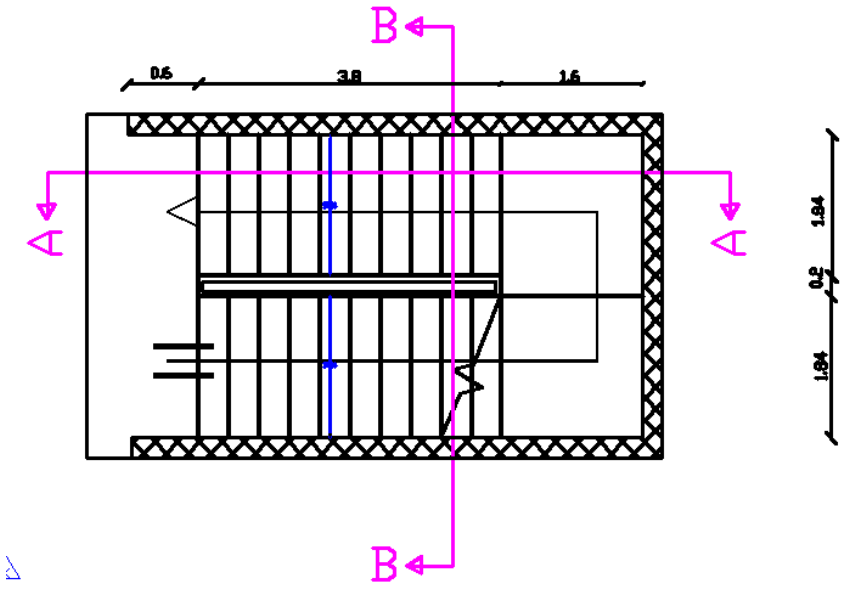


Fig 4.20 :Stair Plan.

❖ **Material :**

⇒ concrete B350 $Fc' = 28N/mm^2$

⇒ Reinforcement Steel $Fy = 420\ N/mm^2$

➢ Design of Flight :

✓ Determination of Thickness:

$h_{min} = L/20$

$h_{min} = 600/20 = 30$ cm

Take h = 30 cm

The Stair Slope by $\theta = \tan^{-1}(17/30) = 29.56^o$

✓ Load Calculation:

Dead Load For Flight For 1m Strip:

No.	Parts of Flight	Calculation	
1	Tiles	**23*0.03*1*(0.33+0.17/0.3) = 1.15 KN/m**	
2	Mortar	**22*0.03*1*(0.3+0.17/0.3) = 1.04 KN/m**	
3	Stair	**25*0.5*0.17*1 = 2.13 KN/m**	
4	R.C	**25*0.3*1 / cos** 29.56 **= 8.62 KN/m**	
5	Plaster	**22*0.02*1 / cos** 29.56^o **= 0.51 KN/m**	
		Sum	**13.47 KN/m**

Table (4.6): Dead Load Calculation of Flight.

Live Load For Landing For 1m Strip = 5*1 = 5 KN/m

Factored Load For Flight :

$W_U = 1.2 \times 13.47 + 1.6 \times 5 = 24.164$ KN/m

✓ **System of Flight:**

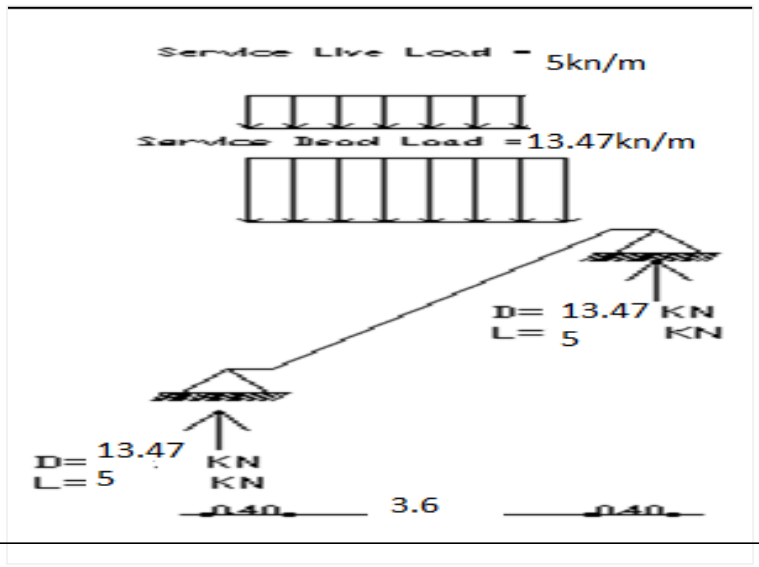


Fig 4.21: Statically System and Loads Distribution of Flight.

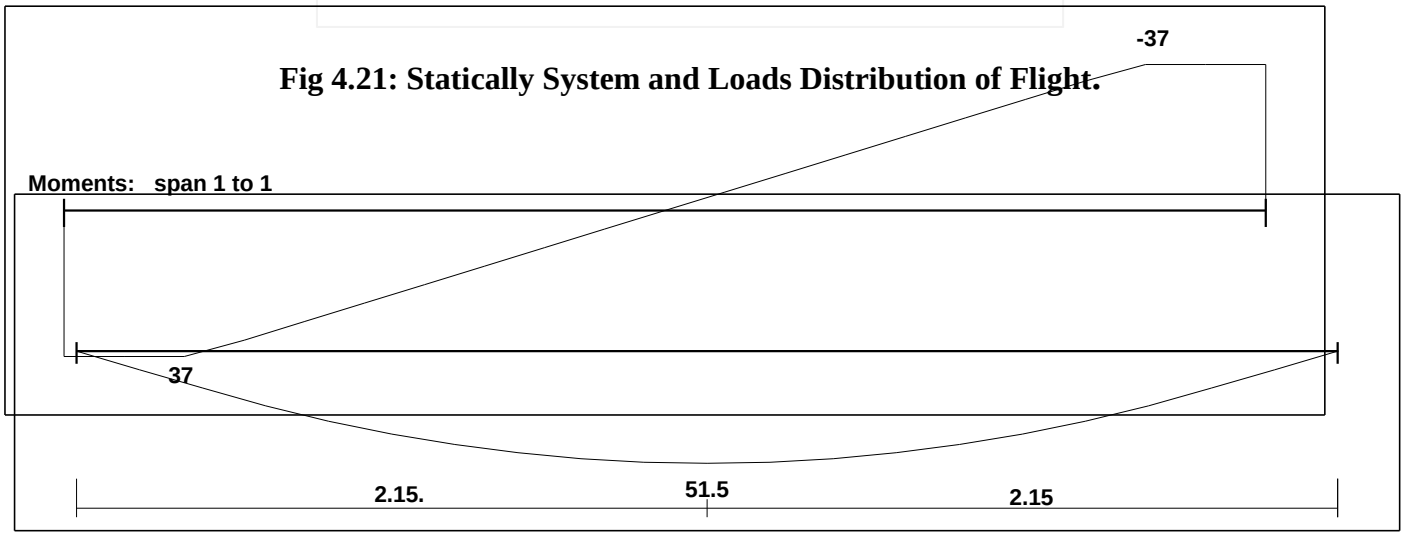


Fig 4.22: Shear and Moment Envelope Diagram of Flight.

Design of Shear for Flight :

(Vu=37.0 Kn)

Assume bar diameter ø 14 for main reinforcement

d = h- cover $-\frac{d_b}{2} = 250 - 20 - \frac{14}{2} = 223\ mm$

$V_c = \frac{1}{6}\sqrt{fc'}b_w\ d = = \ \frac{1}{6}\sqrt{28} * 1000 * 223 = 182.1$ Kn

ΦV_c = 0.75* 182.1 = 136.6 KN > Vu = 37Kn**…… No shear reinforcement are required**

Design of Bending Moment for Flight :

(Mu=51.5 Kn.m)

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{51.5\times10^6}{0.9\times1000\times223^2} = 1.15\ Mpa$

$m = \frac{f_y}{0.85f_c'} = \frac{420}{0.85\times28} = 20.6$

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times20.6\times1.15}{420}}\right) = 0.00282$

$A_{s,req}$ = ρ.b.d = 0.00282 ×1000×223 = 630 mm^2/m

$A_{s,min}$= 0.0018*1000*250 = 450mm^2/m

As_{req} = 630 mm^2>$A_{s,min}$= 450mm^2/m

Check for Spacing :

S = 3h = 3*300 =900 mm

$S = 380*\left(\frac{280}{\frac{2}{3} * 420}\right) - 2.5*20 = 330$

S = 450 mm

S = 330mm **…… is control**

Use ø14 @ 200 mm ,$A_{s,provided}$ 770 mm^2> $A_{s,required}$= 630mm^2… Ok

Check for strain:

a =$\frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f_c'} = \frac{770\times420}{0.85\times1000\times28} = 15.85\ mm$

c= $\frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{15.85}{0.85} = 18.65\ mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{173-18.65}{18.65}\right) = 0.025 > 0.005 \quad \ldots\ldots \boldsymbol{0k}$$

Lateral or Secondary Reinforcement For Flight :

$A_{s,req}$= $A_{s,min}$ =0.0018*1000*250 = 450mm^2

Use ø12@ 200mm ,$A_{s,provided}$= 565 mm^2>$A_{s,required}$= 450mm^2… Ok

➢ Design of Landing : (For First One Meter)

✓ Determination of Thickness:

h_{min} = L/20

h_{min} = 3.88/20 = 19.4 cm

Take h = 30 cm

✓ Load Calculation:

No.	Parts of Landing	Calculation
1	Tiles	22*0.03*1= 0.66 KN/m
2	Mortar	22*0.03*1= 0.66 KN/m
4	R.C	25*0.3*1= 7.5KN/m
5	Plaster	22*0.02*1= 0.44 KN/m
	Sum	10.5KN/m

Table (4.7): Dead Load Calculation of Landing.

Dead Load For Landing For 1m Strip = 10.5 KN/m
Live Load For Landing For 1m Strip = 5*1 = 5 KN/m

Reaction From Flight:

DL = 19.7 Kn/m
LL = 8.25 Kn/m

Total Dead Load = 10.54 + 19.7 = 30.24 Kn/m

Total Live Load = 5 + 8.25 = 13.25 Kn/m

Factored Load For Landing :

W_U = 1.2 ×30.24 + 1.6×13.25 = 67.12Kn/m

- ✓ **System of Landing:**

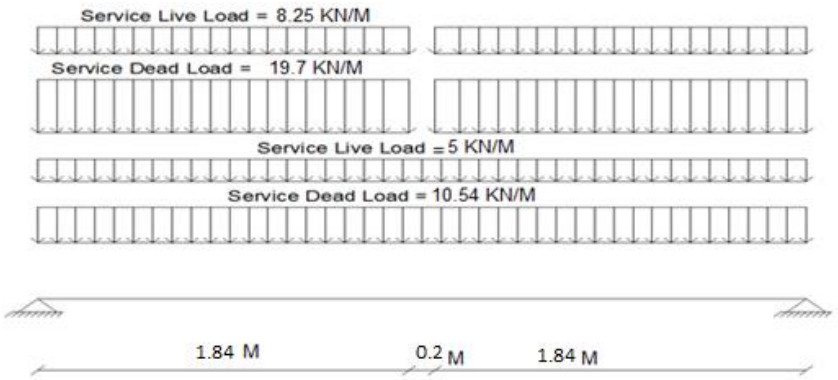


Fig 4.23 : Statically System and Loads Distribution of Main Landing.

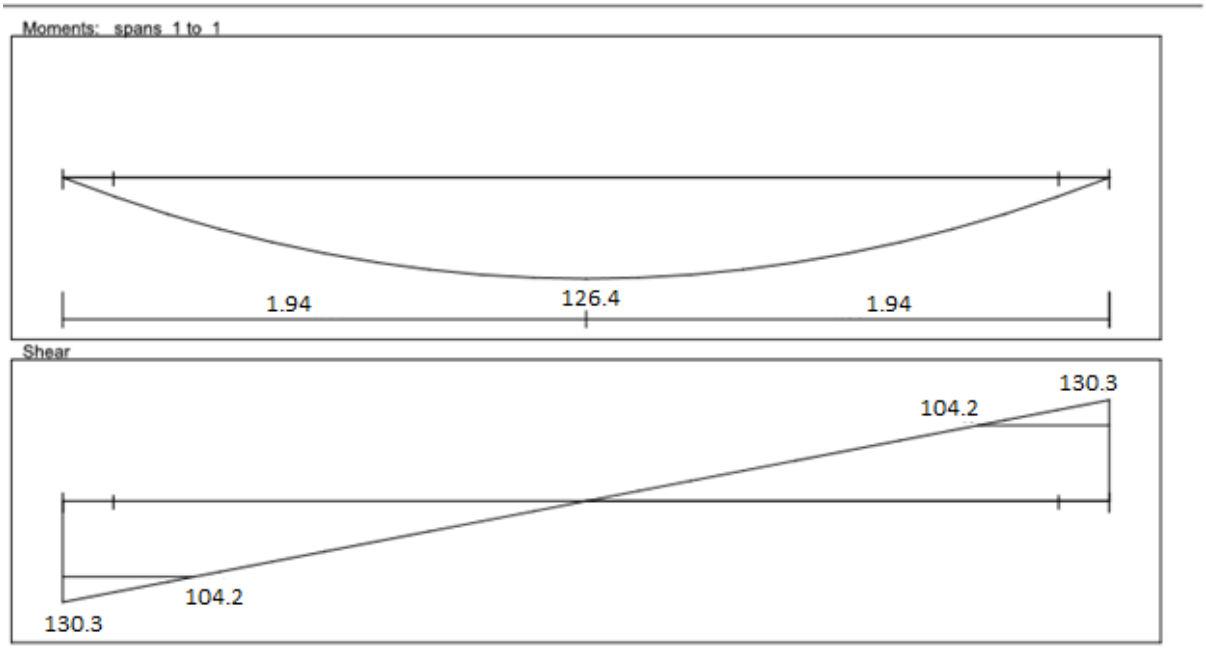


Fig 4.24: Shear and Moment Envelope Diagram At First 1m of Landing.

Design of Shear:
(Vu=104.2 KN)

Assume bar diameter ø 12 for main reinforcement

d =h- cover $-\frac{d_b}{2} = 300 - 20 - \frac{12}{2} = 274\ mm$

$V_c = \frac{1}{6}\sqrt{fc'}b_w\ d = = \ \frac{1}{6}\sqrt{28} * 1000 * 274 = 242$ KN

Φ* V_c = 0.75* 242 = 181.5 KN> Vu = 104.2 KN**….. No shear reinforcement are required**

Design of Bending Moment :
(Mu=126.4 KN.m)

Assume bar diameter ø 12 for main reinforcement

d =h- cover $-\frac{d_b}{2} = 300 - 20 - \frac{12}{2} = 274\ mm$

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{126.4\times10^6}{0.9\times1000\times274^2} = 1.87\ Mpa$

$m = \frac{f_y}{0.85f_c'} = \frac{420}{0.85\times28} = 17.65$

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{17.65}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times17.65\times1.87}{420}}\right) = 0.00464$

$A_{s,req}$ = ρ.b.d = 0.00464×1000×274 = 1271.36 mm^2

$A_{s,min}$ =0.0018*1000*300 = 540 mm^2

$A_{s,req}$ = 1271.36 mm^2

Check for Spacing :

S = 3h = 3*300 =900 mm

S = 450 mm**…… is control**

Use ø14@ 120 mm ,$A_{s,provided}$ = 1282.5 mm^2> $A_{s,required}$ = 1271.36 mm^2… Ok

Check for strain:

a =$\frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f_c'} = \frac{1282.5\times420}{0.85\times1000\times28} = 22.4\ mm$

c= $\frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{22.4}{0.85} = 26.3mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{274-26.3}{26.3}\right) = 0.028\ > 0.005\ \ldots\ldots \boldsymbol{0k}$$

Lateral or Secondary Reinforcement For Landing :

$A_{s,req}$= $A_{s,min}$ = 0.0018*1000*300 = 540mm^2

Use ø12@ 200 mm ,$A_{s,provided}$= 565mm^2>$A_{s,required}$ = 540mm^2… Ok

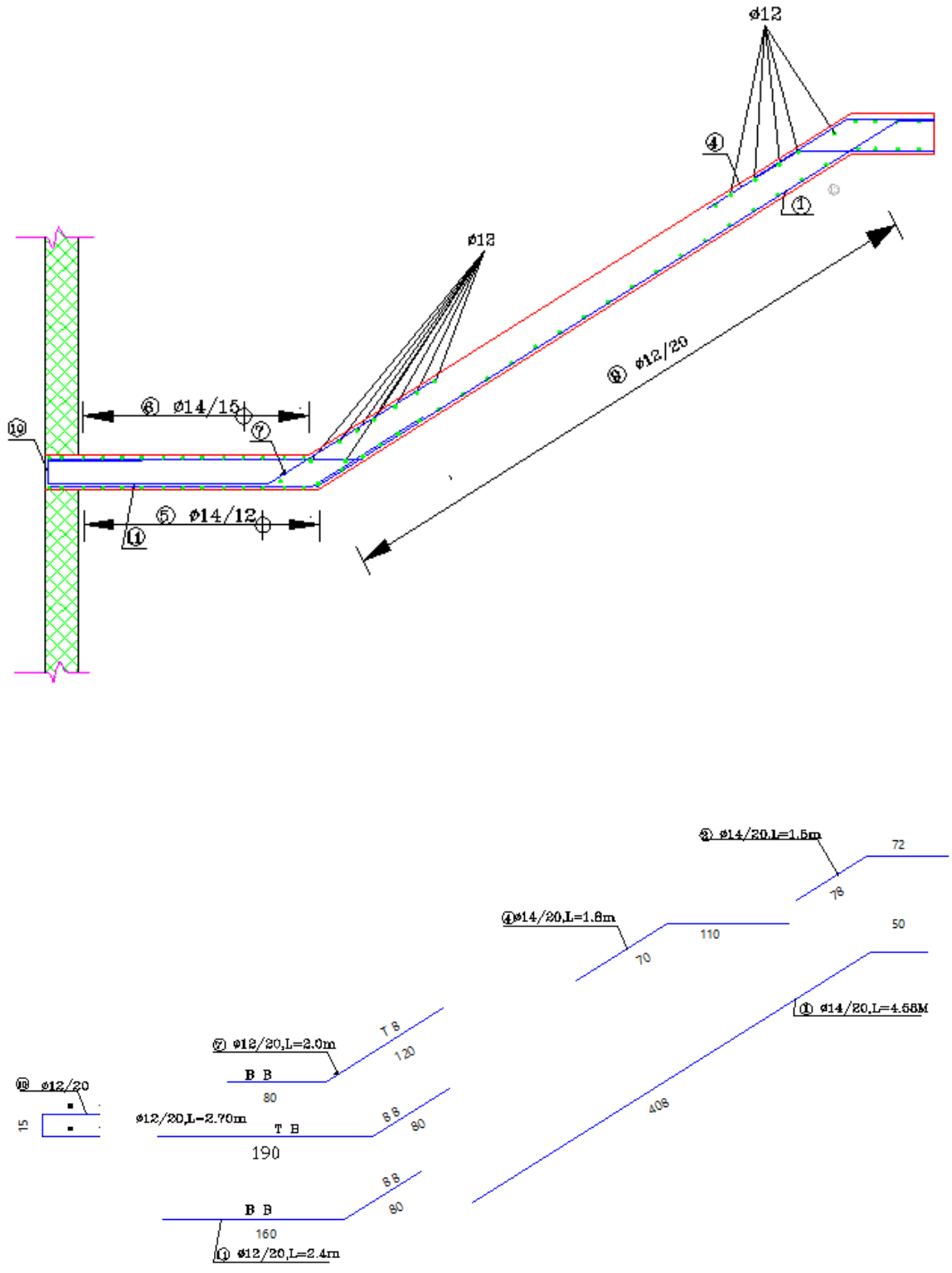


Fig 4.25: Stair Reinforcement Details.

4.12 Design of Shear Wall:

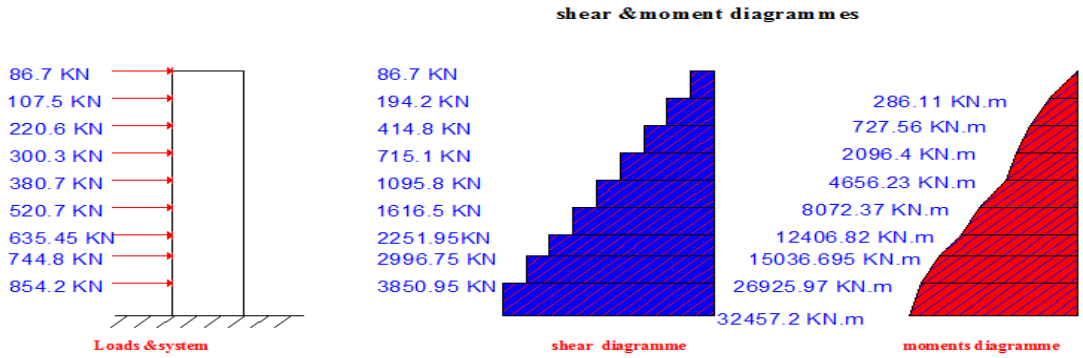


Fig 4.26: Shear force and moment diagrmmes on the wall from ETABS.

❖ **Material and Sections: (From Shear Wall 2)**

⇒ concrete B350 Fc' = 28 N/mm^2

⇒ Reinforcement Steel Fy = 420 N/mm^2

⇒ Shear Wall Thickness h = 30 cm

⇒ Shear Wall Width Lw = 6 m

⇒ Shear Wall Height Hw = 28 m

✓ **<u>Design of Horizontal Reinforcement</u>:**

$\sum Fx = Vu = 3850.8\ KN$

The critical Section is the smaller of:

$\frac{lw}{2} = \frac{6}{2} = 3m$

$\frac{hw}{2} = \frac{28}{2} = 14.m$

$storyheigh(Hw) = 28m.....Control$

$d = 0.8 \times Lw = 0.8 \times 6 = 4.8m$

$$\emptyset V_{nmax} = \emptyset \frac{5}{6}\sqrt{f_c'}hd$$
$$= 0.75 * 0.83 * \sqrt{28} * 300 * 4800 \ = 4743.3\ KN > V_u \ = 3850.8KN$$

V_c is the smallest of :

$1 - \ V_c = \frac{1}{6}\sqrt{f_c'}hd = \frac{1}{6}\sqrt{28} * 300 * 4800 = 1269.9$ …….. Control

$2 - \ V_c = 0.27\sqrt{f_c'}hd + \frac{N_u d}{4l_w} = 0.27\sqrt{28} * 300 * 4800 + 30.4 = 2057.36KN$

$$3 - \ V_c = \left[0.05\sqrt{f_c} + \frac{l_w\left(0.1\sqrt{f_c'} + 0.2\frac{N_u}{l_w h}\right)}{\frac{M_u}{V_u} - \frac{l_w}{2}}\right] hd = 3239.41KN$$

$$\frac{6123.1 - 3637.3}{3.6} = \frac{M_u - 3637.3}{0.28} \Longrightarrow M_u = 3830.4KN.m$$

$$\frac{M_u}{V_u} - \frac{l_w}{2} = \frac{32457.2 * 10\text{^}3}{3850.8} - \frac{6000}{2} = 5428.69\ mm$$

Vc =$1269.9KN$
$\emptyset * vc + \emptyset vs = vu$
$\emptyset * vs$=vu-$\emptyset * vc$
Vs=vu/$\emptyset - vc$
Vs=3850.8/0.75-1269.9= 3864.6kn **No need reinforcement**

Minimum shear reinforcementis required:
Min(Avh/Sh)=0.0025*h
=0.0025*300=0.75

Select $\emptyset 10$,tow layers
Avh=2*π*10^2/4=157 mm^2
157/Sh=0.75

Sh=157/0.75=209.3

Select Sh=200mm≤Smax=Lw/5=600/5=120 cm.

=3*h =3*30=90 cm.

✓ Design of Vertical Reinforcement:

$$\frac{A_{vv}}{S_v} = \left[0.0025 + 0.5\left(2.5 - \frac{h_w}{Lw}\right)\left(\frac{A_{vh}}{S_h * h} - 0.0025\right)\right] * 250$$

$$\frac{A_{vv}}{S_v} = \left[0.0025 + 0.5\left(2.5 - \frac{28}{6}\right)\left(\frac{157}{200*300} - 0.0025\right)\right] * 250$$

$$\frac{A_{vv}}{S_v} = 0.795$$

Select ∅10 in Two Layer

$A_{vh} = \frac{2*\pi*10^2}{4}$ = 157 mm2

$$\frac{157}{S_v} = 0.795$$

S_v= 197.4 mm

Maximum spacing is the least of :

$\frac{Lw}{3} = \frac{6000}{3}$ = 2000 mm

3*h = 3*300 = 900mm

450 mm ……. Control

Use ϕ10/200 mm for two layers

✓ Design of Bending Moment:

$$A_{st} = \left(\frac{6000}{200}\right) * 2 * 79 = 4710\ mm^2$$

$$w = \left(\frac{A_{st}}{L_w h}\right)\frac{f_y}{f_c'} = \left(\frac{4710}{6000 * 300}\right)\frac{420}{28} = 0.0392$$

$$\alpha = \frac{P_u}{l_w h f_c'} = 0$$

$$\frac{C}{l_w} = \frac{w + \alpha}{2w + 0.85\beta_1} = \frac{0.0392 + 0}{2 * 0.0392 + 0.85 * 0.85} = 0.0489$$

$$\emptyset M_n = \emptyset\left[0.5 A_{st} f_y l_w (1 + \frac{P_u}{A_{st} f_y})(1 - \frac{c}{2l_w})\right]$$

$$= 0.9[0.5 * 4710 * 420 * 6000(1 + 0)(1 - 0.0489/2)] = 5210.55\ KN$$

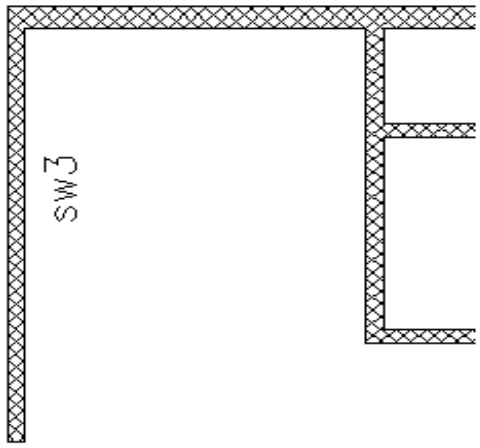
$$\geqq 32457.2 KN.m$$

Mub = Mu-ØMn = $32457.2 - 5210.55 = 27246.65\ KN.m$

$X \geq \frac{lw}{600*\frac{\Delta h}{hw}} = \frac{6000}{600*.007} = 1428.57\ mm$

Lb$\geq \frac{X}{2} = 714\ mm$

Since Smallest value of Lb & Mub not require Boundary .



Fig(4-27) : Plan of the shear wall

4.13 Design of Basement Wall:

❖ **Material :**

⇒ concrete B350 Fc' = 28N/mm^2

⇒ Reinforcement Steel Fy = 420 N/mm^2

$\emptyset = 30°$ $\gamma = 19.00 \text{KN/m}^3$

$Ko = 1 - \sin \emptyset$
$= 1 - \sin 30$
$= 0.50$

✓ **Load on basement wall:**

For 1m length of wall:

* **Weight of backfill:**

$q1 = Ko * \gamma * h$

$= 0.50*19.0*3.9 = 37.05$ KN/m

$q_{1\ (Factored)} = 1.6 * 37.05 = 59.28$ KN/m

*** Load from live load:**

LL=5 KN/m2

$q2 = Ko * LL$

$= 0.50 * 5 = 2.50$ KN/m

$q_{2\ (Factored)} = 1.6 * 2.50 = 4.0$ KN/m

✓ Design of the shear force:

Assume h = 300 mm,

$d = 300 - 20 - 14 = 266$ mm

Vmax =46.4 KN

$$\phi Vc = \frac{\phi\sqrt{f_c'} * b_w * d}{6}$$

$$\phi Vc = \frac{\phi\sqrt{28} * 1000 * 266}{6} = 175.94 \text{KN}$$

$Vu < \phi Vc$

No shear Reinforcement is required.

✓ Design of bending moment:

Mu max =66.66KN.m

$$Mn = \frac{Mu}{0.9} = \frac{66.66}{0.9} = 74.066 \text{ KN.m}$$

$$Kn = \frac{Mn * 10^6}{b * d^2} = \frac{74.06 * 10^6}{1000 * 266^2} = 1.0468 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{Fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 28} = 17.65$$

$$\rho = \frac{1}{m} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * kn * m}{Fy}}\right)$$

$$= \frac{1}{17.65} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 1.0468 * 17.65}{420}}\right)$$

$$= 2.55 * 10^{-3}$$

$\text{Asreq} = \rho * b * d = 2.55 * 10^{-3} * 1000 * 266 = \mathbf{6.783\ cm^2/m}$

$\text{Asmin} = 0.0012 * b * h = 0.0012 * 1000 * 300 = 3.60\ cm^2/m$

$\text{Amin} \leq Areq$

Select ∅12@15cm/m

Vertical reinforcement at compression face:

$\text{As req} = \text{As min} = 3.60\ cm^2/m$

∅10@15cm/m

- ✓ **Design of the horizontal reinforcement:**

$\text{Asmin} = 0.0012 * b * h = 0.002 * 1000 * 300 = 360 cm^2/m$

Select**∅10@20cm/m**, in two layer.

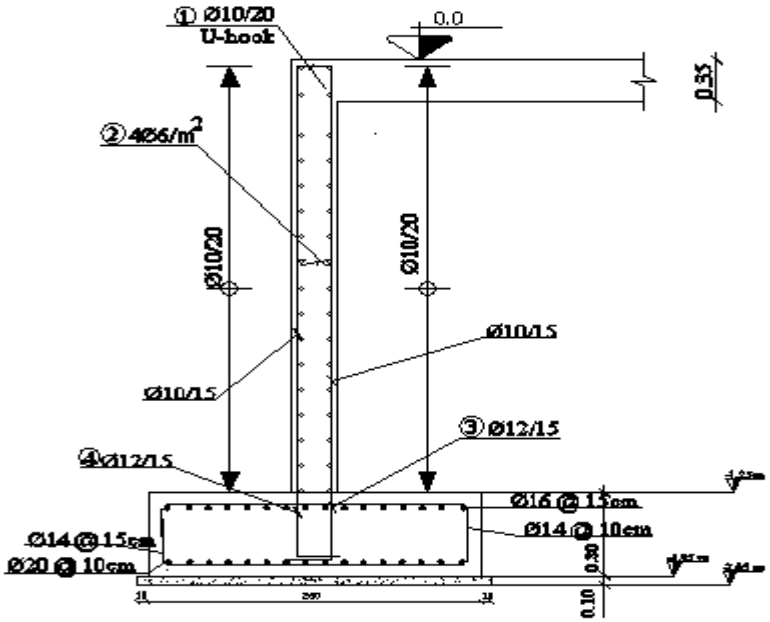


Fig 4.28: Basement Wall Reinforcement Details.

4

Chapter Four

Structural Analysis and Design

4.1 Introduction.

4.2 Design method and requirements.

4.3 Check of minimum thicknesses of structural members.

4.4 Design of topping.

4.5 Design of rib (2).

4.6 Design of Beam (Beam 10)

4.7 Design of One Way Solid Slab.

4.8 . Design of Two Way rib Slab.

4.9 Design of Column .

4.10 Design of Isolated Footing .

4.11 Design of stairs

4.12 Design of Shear Wall (SW1).

4.13 Design of Basement Wall

4-1 **Introduction:**

Many structures are built of reinforced concrete: bridges, buildings, retaining walls, tunnels and others.

Reinforced concrete is logical union of two materials: plain concrete, which possesses high compressive strength but little tensile strength, and steel bars embedded in the concrete, which can provide the needed strength in tension.

Plain concrete is made by mixing cement, fine aggregate, coarse aggregate, water, and frequently admixtures.

Understanding of reinforced concrete behavior is still far from complete, building codes and specifications that give design procedures are continually changing to reflect latest knowledge.

Structural concrete can be classified into:

- Lightweight concrete with unit weight from about 1350 to 1850 kg/m3.
- Normal weight concrete with unit weight from about 1800 to 2400 kg/m3.
- Heavyweight concrete with unit weight from about 3200 to 5600 kg/m3.

4-2 Design Method and Requirements:

The design strength provided by a member is calculated in accordance with the requirements and assumptions of **ACI_code (318_08)**.

- **Strength design method:**

In ultimate strength design method, the service loads are increased by factors to obtain the load at which failure is considered to be occurring.
This load called factored load or factored service load. The structure or structural element is then proportioned such that the strength is reached when factored load is acting. The computation of this strength takes into account the nonlinear stress-strain behavior of concrete.
The strength design method is expressed by the following,

Strength provided ≥ strength required to carry factored loads.

NOTE:

The statically calculation and the key plans dependent on the architectural plans.

- Code:
  ACI 2008
  UBC
- Material:
  Concrete -B350
  $fc' = 35N/mm^2 (MPa)$ For circular section

but for rectangular section ($fc' = 35 * 0.8 = 28MPa$).

Reinforcement steel:

The specified yield strength of the reinforcement {fy = 420 N/mm² (MPa)}.

✓ **Factored loads:**

The factored loads for members in our project are determined by:

$W_u = 1.2\ D_L + 1.6\ L_L$ ACI-code-318-08(9.2.1).

4.3 Check of Minimum Thickness of Structural Member:

Table (4-1): Minimum Thickness of Non prestressed Beam or One-Way Slabs Unless Deflections are Calculated. **(ACI- 318M-11)**.

Minimum thickness (h)				
Member	Simply supported	One end continuous	Both end continuous	Cantilever
solid one way slabs	L/20	L/24	L/28	L/10
Beams or ribbed one way slabs	L/16	L/18.5	L/21	L/8

Table (4.1): Check of Minimum Thickness of Structural Member.

- **For Rib :**

$h_{min}$for(both end continuous)=L/21= 645/21=31cm

$h_{min}$for(one endcontinuous)=L/18.5= 645/18.5=35cm

Take h = 35 cm

27 cm block + 8 cm topping = 35cm

- **ForBeam :**
- $h_{min}$for(both end continuous)=L/21= 645/21=31cm
- $h_{min}$for(one endcontinuous)=L/18.5= 645/18.5=35cm

Take h = 35 cm with no drobs.

4.4 Design of Topping:

✓ **Statically System For Topping :**

Consider the topping as strip of (1m) width, and span of mold length with both end fixed in the ribs.

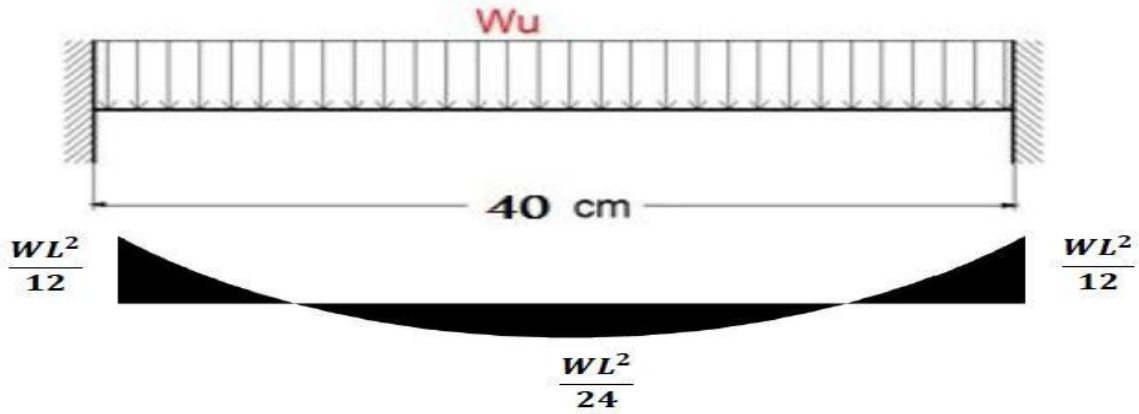


Fig 4.1: Topping Load.

✓ **Load Calculations:**

For the topping, the total dead load to be used in the analysis and design is calculated as follows:

Dead Load:

No.	Parts of Rib	Calculation	
1	Tiles	0.03*23*1 = 0.69 KN/m	
2	Mortar	0.02*22*1 = 0.44 KN/m	
3	Coarse Sand	0.07*17*1 = 1.19 KN/m	
4	Topping	0.08*25*1 = 2.0 KN/m	
5	Partitions	1.5*1 = 1.5 KN/m	
		Sum =	5.82KN/m

Table (4.2): Dead Load Calculation of Topping.

Nominal total dead load = 5.82 KN/m

Nominal total live load = 5KN/m^2.

Live Load :

L_L =5 KN/m^2

L_L =5 KN/m^2×1m=5KN/m

Design of topping for ribbed slab as a plain concrete section:- (i)

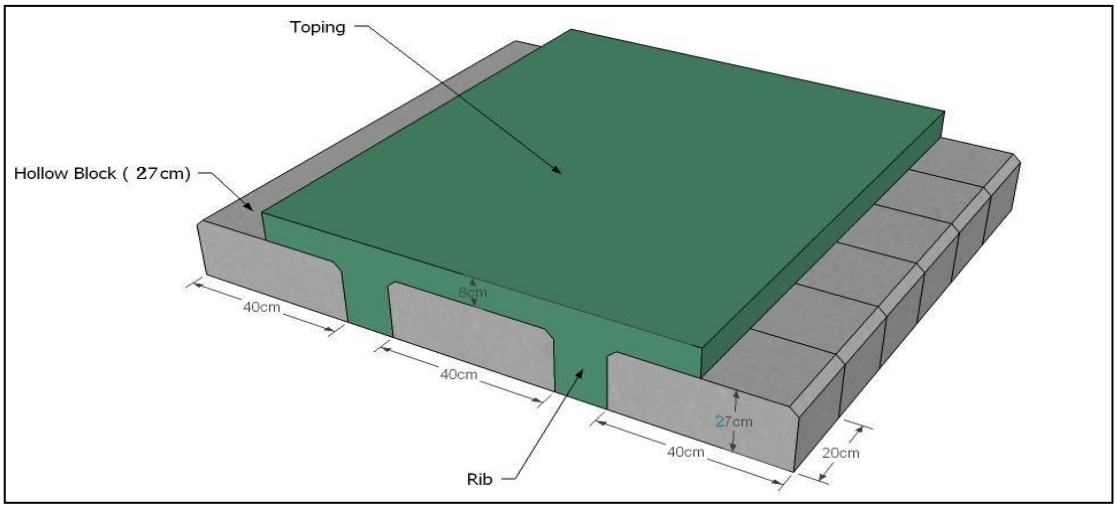


Fig. (4-2): Topping of one way rib slab

Factored Load :

W_U = 1.2 ×5.82 + 1.6×5 =11.984 KN/m

Check the strength condition for plain concrete, ø$M_n \geq M_u$, where ø = 0.55

$M_n = 0.42\ \lambda \sqrt{f_c'}\ S_m$ **(ACI 22.5.1, equation 22-2)**

$$S_m = \frac{b.h^2}{6} = \frac{1000.80^2}{6} = 1066666.67\ mm^2$$

øM_n =0.55×0.42×1×$\sqrt{24}$ ×1066666.67 ×10^{-6} =1.21KN.m

$M_u = \frac{W_u L^2}{12} = 0.1597$ KN. m (negative moment)

$M_u = \frac{W_u L^2}{24} = 0.0798$ KN. m (positive moment)

øM_n>> M_u = 0.1597 KN. m

No reinforcement is required by analysis. **According to ACI 10.5.4**, provide$A_{s,min}$for slabs as shrinkage and temperature reinforcement.

$\rho_{shrinkage}$= 0.0018 **ACI 7.12.2.1**

$A_s = \rho \times b \times h_{topping}$ =0.0018 ×1000×80 = 144 mm^2/m

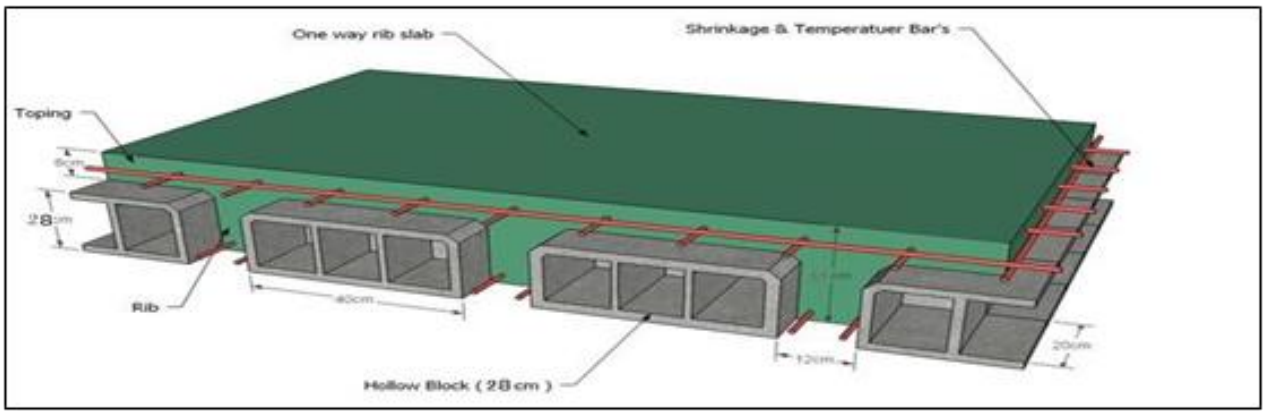
Step (s) is the smallest of:

1. 3h = 3×80 =240 mm ***control by*** **ACI 10.5.4**
2. 450mm.
3. S =$380\left(\frac{280}{f_s}\right) - 2.5C_c = 380\left(\frac{280}{\frac{2}{3}420}\right) - 2.5 .20 = 330$mm **ACI 10.6.4 OR**
   S ≤$300\left(\frac{280}{f_s}\right)$=300 mm

Take ø 8 @ 200 mm in both direction , S = 200 mm <S_{max} = 240 mm … OK

4-5 Design of rib:

For the one-way ribbed slabs, the total dead load to be used in the analysis and design is calculated as follows**:**



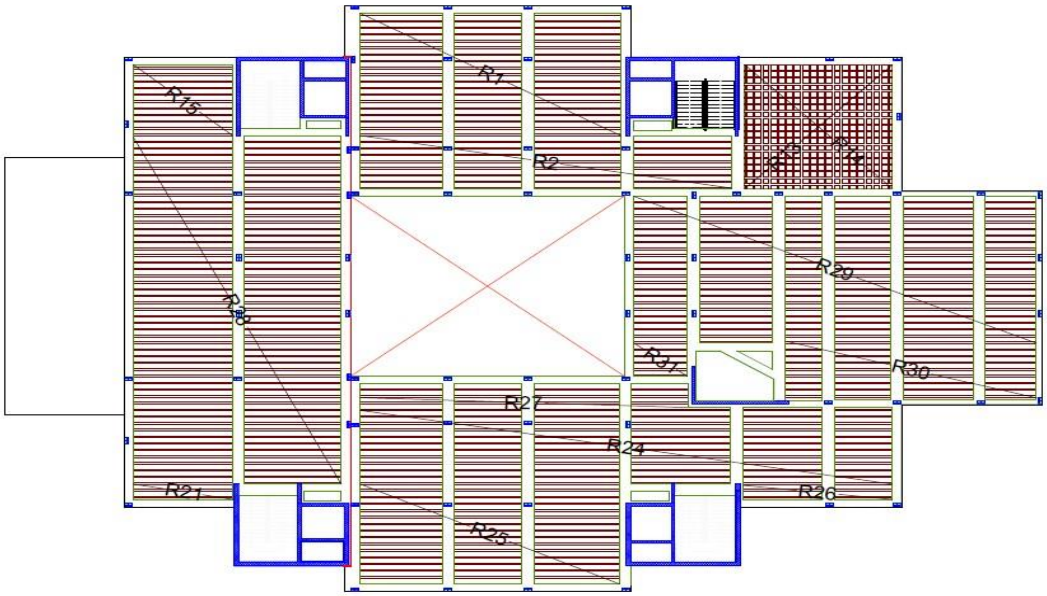


Fig 4.3: One Way Rib Slab (R2).

Requirements For Ribbed Slab Floor According to *ACI- (318-08)* .

bw ≥ 10cm……**ACI(8.13.2)**

Select bw=12 cm

h ≤ 3.5*bw ……..…**ACI(8.13.2)**

Select h=35cm<3.5*12= 49 cm

tf≥ Ln/12≥50mm ……..**ACI(8.13.6.1)**

Select tf=8cm

❖ **Material:**

⇒ concrete B350 Fc' = 28 N/mm^2

⇒ Reinforcement Steel fy = 420 N/mm^2

❖ **Section:**

⇒ B = 520 mm

⇒ B_w= 120 mm

⇒ h= 350 mm

⇒ t= 80 mm

⇒ d=350-20-10-14/2= 313 mm

Statically System and Dimensions: ✓

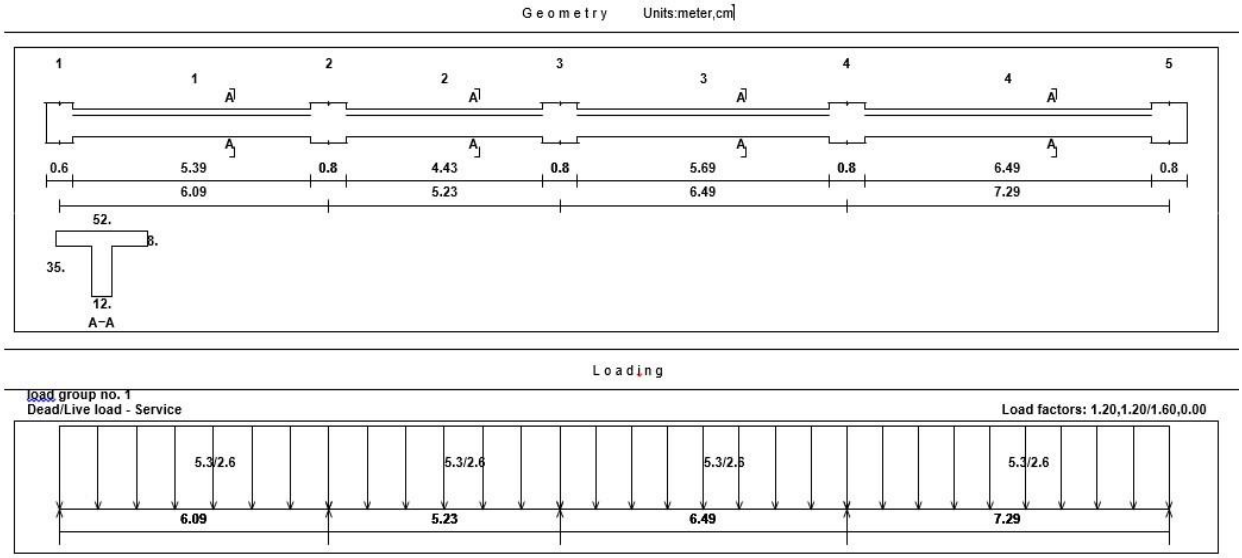


Fig 4.4: Statically System and Loads Distribution of Rib (R2).

✓ Load Calculation:

Dead Load:

No.	Parts of Rib	Calculation
1	**Tiles**	0.03*23*0.52 = 0.359 KN/m/rib

2	**Mortar**	0.03*22*0.52 = 0.229 KN/m/rib
3	**Coarse Sand**	0.07*17*0.52 = 0.620 KN/m/rib
4	**Topping**	0.08*25*0.52 = 1.04 KN/m/rib
5	**RC. Rib**	0.27*25*0.12 = 0.81 KN/m/rib
6	**Hollow Block**	0.27*10*0.4 = 1.08 KN/m/rib
7	**plaster**	0.03*22*0.52= 0.3432KN/m/rib
8	**partions**	1.5*0.52= 0.78 KN/m/rib
		Sum = 5.4744 KN/m/rib

Table (4.3): Dead Load Calculation of Rib(R2).

Dead Load /rib = 5.5 KN/m

Live Load:

Live load = 5 KN/M^2

Live load /rib = 5 KN/m^2 × 0.52m = 2.6 KN/m.

- Effective Flange Width (b_E):**ACI-318-11 (8.10.2)**

b_E For T- section is the smallest of the following:

b_E = L / 4 = 523/ 4 =128cm

b_E = 12 + 16 t = 12 + 16 (8) = 140 cm

b_E = b_e ≤ center to center spacing between adjacent beams = 52 cm. ***Control***

b_E **For T-section = 52cm .**

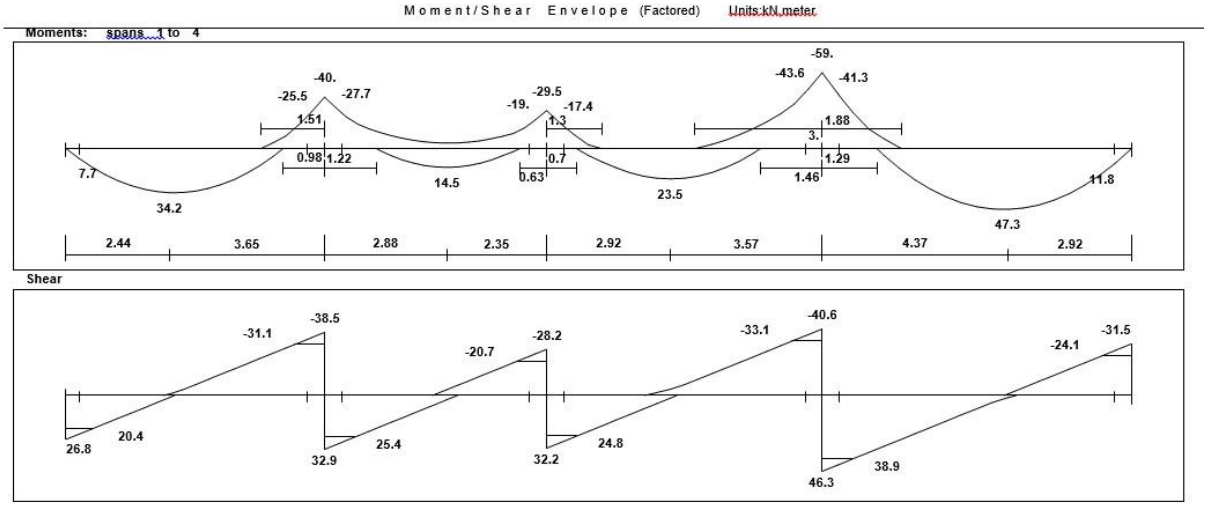


Fig 4.5: Shear and Moment Envelope Diagram of Rib (R2).

Design of Rib (2):-

4-5-1 Moment Design for (R2):

Design of Positive Moment for (Rib2) for (Span1):(Mu=34.2KN.m)

Assume bar diameter ø 14 for main positive reinforcement

d =h- cover - $d_{stirrups} - \frac{d_b}{2} = 350 - 20 - 10 - \frac{14}{2} = 313\ mm$

Check if a>h_f to determine whether the section will act as rectangular or T- section.

$M_{nf} = 0.85.\ f_c'.\ b_e.\ h_f.\ (d - \frac{h_f}{2})$

$= 0.85 \times 28 \times 520 \times 80 \times \left(313 - \frac{80}{2}\right) \times 10^{-6} = 270.29$ KN. m

$M_{nf} \gg \frac{M_u}{\varphi} = \frac{34.2}{0.9} = 38$KN.m , the section will be designed as rectangular section with $_{be}$ =520 mm.

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{34.2 \times 10^6}{0.9 \times 520 \times 313^2} = 0.74\ Mpa$

$m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{420}{0.85 \times 28} = 17.6$

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{17.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 17.6 \times 0.74}{420}}\right) = 0.00179$

$A_{s,req} = \rho.b.d = 0.00179 \times 520 \times 313 = 291.34\ mm^2$

Check for As min:

$A_s\ min = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d)$ **ACI-318 (10.5.1)**

$A_s\ min = \frac{\sqrt{28}}{4(420)}(120)(313) = 118.3 mm^2$

$A_s\ min = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d)$

$A_s\ min = \frac{1.4}{420}(120)(313) = 125.2 mm^2$ **controls**

$As_{req} = 291.34 mm^2 > As_{min} = 125.2\ mm^2$ **OK**

Use 2 ø 14 ,$A_{s,provided} = 307.87 mm^2 > A_{s,required} = 291.34\ mm^2$ …. Ok

$S = \frac{120-40-20-(2\times14)}{1} = 32\ mm > d_b = 14 > 25\ mm$ ***OK***

Check for strain:

$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85 b\ f_c'} = \frac{307.87 \times 420}{0.85 \times 520 \times 28} = 10.44\ mm$

$x = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{10.44}{0.85} = 12.29\ mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{313 - 12.29}{12.29}\right) = .0734 > 0.005$$ ***0k***

4-5-2 Design of Positive Moment for(Rib2) for (Span2): (Mu=14.5 KN.m)

$d = h - cover - d_{stirrups} - \frac{d_b}{2} = 350 - 20 - 10 - \frac{14}{2} = 313\ mm$

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{14.5 \times 10^6}{0.9 \times 520 \times 313^2} = 0.6\ Mpa$

$m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{420}{0.85 \times 28} = 17.6$

$$\rho=\frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{420}}\right)=\frac{1}{17.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times17.6\times0.60}{420}}\right)=0.00145$$

$A_{s,req}$ = ρ.b.d = 0.00145×520×313 = 236 mm^2

Check for As min:

$$A_s\ \min=\frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d)$$ **ACI-318 (10.5.1)**

$$A_s\ \min=\frac{\sqrt{28}}{4(420)}(120)(313)=118mm^2$$

$$A_s\ \min=\frac{1.4}{(fy)}(bw)(d)$$

$$A_s\ \min=\frac{1.4}{420}(120)(313)=125.2mm^2$$ **controls**

As_{req}= 236mm^2 >As_{min}= 125.2 mm^2 **OK**

Use 2 ø 14 ,$A_{s.provided}$= 307.87mm^2>$A_{s.required}$= 236mm^2 …. Ok

$$S=\frac{120-40-20-(2\times14)}{1}=32\ mm>d_b=14>25\ mm$$ ***OK***

Check for strain:

$$a=\frac{A_{s.fy}}{0.85b\ f_c'}=\frac{307.87\times420}{0.85\times520\times28}=10.44\ mm$$

$$x=\frac{a}{\mathcal{B}_1}=\frac{10.44}{0.85}=12.29\ mm$$

$$\varepsilon_s=0.003\left(\frac{d-x}{x}\right)=0.003\left(\frac{313\ -12.29}{12.29}\right)=0.0554>0.005$$ ***0k***

4-5-3 Design of Positive Moment for(Rib2) for (Span3): (Mu=47.5 KN.m)

$$d=h-\text{cover}-d_{stirrups}-\frac{d_b}{2}=350-20-10-\frac{14}{2}=313\ mm$$

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{47.5\times10^6}{0.9\times520\times313^2} = 1\ Mpa$

$m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{420}{0.85\times28} = 17.6$

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{17.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times17.6\times1}{420}}\right) = 0.00244$

$A_{s,req} = \rho.b.d = 0.00244\times520\times313 = 397\ mm^2$

Check for As min:

$A_s\ min = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d)$ **ACI-318 (10.5.1)**

$A_s\ min = \frac{\sqrt{28}}{4(420)}(120)(313) = 118 mm^2$

$A_s\ min = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d)$

$A_s\ min = \frac{1.4}{420}(120)(313) = 125.2 mm^2$ **controls**

$As_{req} = 397mm^2 > As_{min} = 125.2\ mm^2$ **OK**

Use 2 ø 16 ,$A_{s.provided} = 402.12mm^2 > A_{s.required} = 397mm^2$ …. Ok

$S = \frac{120-40-20-(2\times28)}{1} = 28\ mm > d_b = 16 > 25\ mm$ ***OK***

Check for strain:

$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f_c'} = \frac{\mathbf{402.12}\times420}{0.85\times520\times28} = 13.64\ mm$

$x = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{1013.64\ .44}{0.85} = 12.29\ mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{313\ -12.29}{12.29}\right) = 0.0554 > 0.005 \qquad \mathbf{0k}$$

4-5-4 Design of Negative Moment for (Rib 2) (Support1): (Mu=-43.6KN.m)

Assume bar diameter ø 14 for main positive reinforcement

d =h- cover - $d_{stirrups} - \frac{d_b}{2} = 350 - 20 - 10 - \frac{18}{2} = 311\ mm$

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{43.6\times10^6}{0.9\times120\times313^2} = 4.12 Mpa$

$m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{420}{0.85\times28} = 17.6$

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{17.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times17.6\times4.12}{420}}\right) = 0.0108$

$A_{s,req} = \rho.b.d = 0.0108 \times120\times313 = 405.6\ mm^2$

Check for As min:

$A_s\ min = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d)$ **ACI-318 (10.5.1)**

$A_s\ min = \frac{\sqrt{28}}{4(420)}(120)(313) = 109.52 mm^2$

$A_s\ min = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d)$

$A_s\ min = \frac{1.4}{420}(120)(313) = 125.2 mm^2$ **controls**

$As_{req} = 405.6 mm^2 > As_{min} = 125.2\ mm^2$ **OK**

Use 2 ø 18 ,$A_{s,provided} = 508 mm^2 > A_{s,required} = 405.6 mm^2$ …. Ok

$S = \frac{120-40-20-(2\times18)}{1} = 24\ mm > d_b = 24 > 25\ mm$ ***OK***

Check for strain:

$a = \frac{A_s.f_y}{0.85 b\ f_c'} = \frac{508\times420}{0.85\times120\times28} = 74.7\ mm$

$x = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{74.7}{0.85} = 87.9\ mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{311-87.9}{87.9}\right) = 0.007614 > 0.005 \qquad \boldsymbol{0k}$$

4-5-5 Design of Negative Moment for (Rib2) (Support2): (Mu=-27.7 KN.m)

Assume bar diameter ø 14 for main positive reinforcement

d =h- cover - $d_{stirrups} - \frac{d_b}{2} = 350 - 20 - 10 - \frac{14}{2} = 313\ mm$

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{27.7\times10^6}{0.9\times120\times313^2} = 2.6\ Mpa$

$m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{420}{0.85\times28} = 17.6$

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{17.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times17.6\times2.6}{420}}\right) = 0.00657$

$A_{s,req} = \rho.b.d = 0.00657 \times120\times313 = 246.77\ mm^2$

Check for As min:

$$A_s\ min = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d)$$ **ACI-318 (10.5.1)**

$$A_s\ min = \frac{\sqrt{28}}{4(420)}(120)(313) = 109.52 mm^2$$

$$A_s\ min = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d)$$

$$A_s\ min = \frac{1.4}{420}(120)(313) = 125.2 mm^2$$ **controls**

$As_{req}= 246.77mm^2 > As_{min}= 125.2\ mm^2$ **OK**

Use 2 ø 14 ,$A_{s,provided}= 307.87mm^2 > A_{s,required}= 246.77\ mm^2$ …. Ok

$S = \frac{120-40-20-(2\times14)}{1} = 32\ mm > d_b = 14 > 25\ mm$ ***OK***

Check for strain:

$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85 b\ f_c'} = \frac{\mathbf{307.87}\times420}{0.85\times120\times28} = 45.275\ mm$

$x = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{45.275}{0.85} = 53.26mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{313 - 53.26}{53.26}\right) = 0.0146 > 0.005 \qquad \boldsymbol{0k}$$

4-5-6 Design of Negative Moment for (Rib2) (Support3): (Mu=-19 KN.m)

Assume bar diameter ø 14 for main positive reinforcement

$d = h - \text{cover} - d_{stirrups} - \frac{d_b}{2} = 350 - 20 - 10 - \frac{12}{2} = 314\ mm$

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{19\times10^6}{0.9\times120\times313^2} = 1.796\ Mpa$

$m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{420}{0.85\times28} = 17.6$

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{17.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times17.6\times1.796}{420}}\right) = 0.00445$

$A_{s,req} = \rho.b.d = 0.00657 \times120\times313 = 167.142\ mm^2$

Check for As min:

$A_s\ min = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d)$ **ACI-318 (10.5.1)**

$A_s\ min = \frac{\sqrt{28}}{4(420)}(120)(313) = 109.52mm^2$

$A_s\ min = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d)$

$A_s\ min = \frac{1.4}{420}(120)(313) = 125.2mm^2$ **controls**

$As_{req} = 167.142mm^2 > As_{min} = 125.2\ mm^2$ **OK**

Use 2 ø 12 ,$A_{s,provided} = 226mm^2 > A_{s,required} = 167.142\ mm^2$ …. Ok

$S = \frac{120-40-20-(2\times12)}{1} = 36\ mm > d_b = 12 > 25\ mm$ ***OK***

Check for strain:

a $= \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\, f_c'} = \frac{\mathbf{226}\times 420}{0.85\times 120\times 28} = 33.23\ mm$

x$= \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{33.23}{0.85} = 39mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{314\ -39}{39}\right) = 0.02 > 0.005 \qquad \mathbf{0}\boldsymbol{k}$$

✓ 4-5-7 Shear Design for (R2):

V_u at distance d from support= 38.6 KN

Shear strength V_c, provided by concrete for the joists may be taken 10% greater than for beams. This is mainly due to the interaction between the slab and closely spaced ribs.**(ACI, 8.13.8).**

$V_c = \frac{1.1}{6}\sqrt{f_c'}b_w d = \frac{1.1}{6}\sqrt{28}\ \times 120 \times 313 \times 10^{-3} = 36.43\ KN$

øV_c =0.75×36.43 =27.32 KN

0.5 ø V_c =0.5×27.32=13.65 KN

0.5 ø V_c< V_u< ø V_c

V_u> ø V_c

for shear design, shear reinforcement is required ($A_{v,}$),

$Vs_{min} = \frac{1}{16}\sqrt{f_c'}bw\ d \geq \frac{1}{3}\ bw\ d$

Vs min$= \frac{1}{16}\sqrt{28} * 120 * 313 * 10^{-3} = 12.42KN$

$Vs_{min} = \frac{1}{3}\ bw\ d = \frac{1}{3} * 120 * 313 = 12.52KN$

ø(V_c+Vs_{min})= 0.75(36.43+12.52)=36.7 *KN*

øV_c<Vu <ø (V_c+Vs_{min})

27.32<33.2<36.71

for shear design, minimum shear reinforcement is required ($A_{v,min}$), Reinforcement.

Use stirrups (2 leg stirrups) ø 8@150 mm , A_v = 2 × 50.26 = 100.53 mm^2

$Av_{min} = \frac{1}{16}\sqrt{f_c'}\frac{b_w s}{fyt} \geq \frac{1}{3}\frac{b_w s}{fyt}$

$Av_{min}=100.53 = \frac{1}{16}\sqrt{28}\frac{120s}{420} \rightarrow s = 1.145m$

$100.53 = \frac{1}{3}\frac{120s}{420} \rightarrow s = 1.055m$

S max$\rightarrow \frac{d}{2} = 157mm$

S max $\rightarrow \leq$600mm

Take (2 leg stirrups) ø 8 @ 150 mm

$A_v = \frac{2*50.26}{0.15} = 670.133$ mm^2/m$_{strip}$

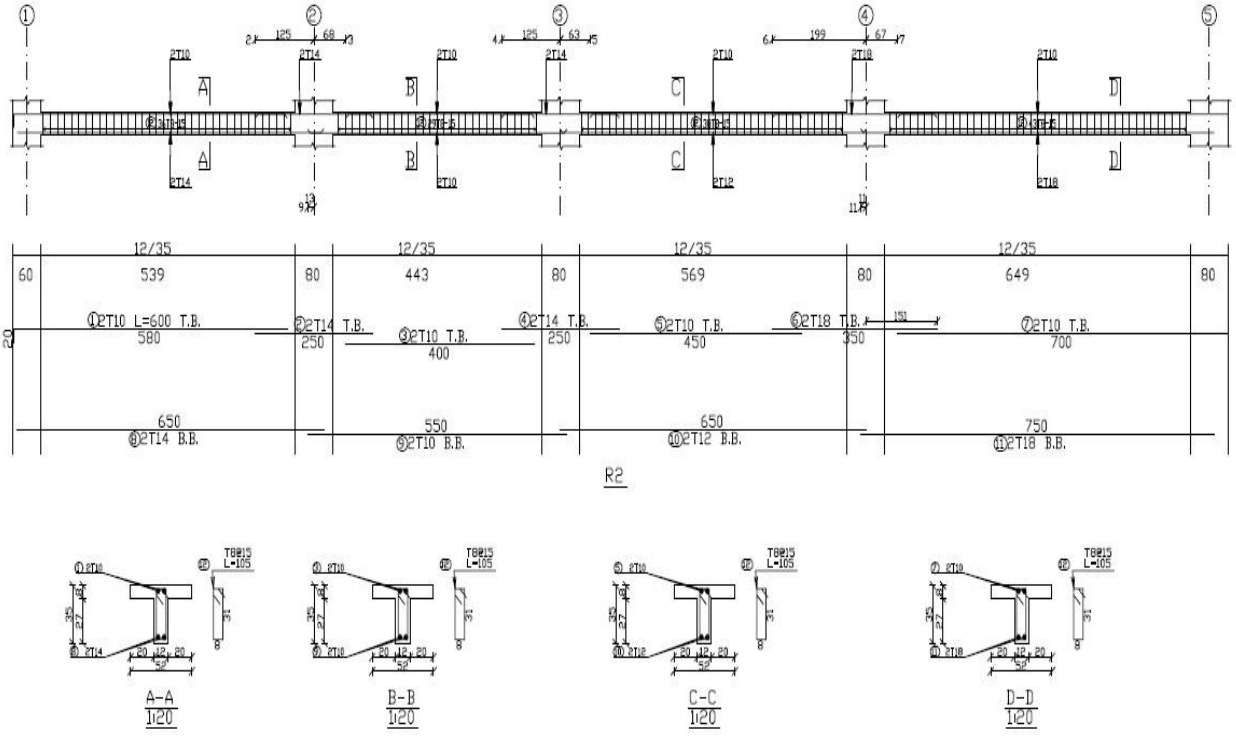


Fig4.6: Flexural Design of Rib (2).

4.6 Design of Beam :

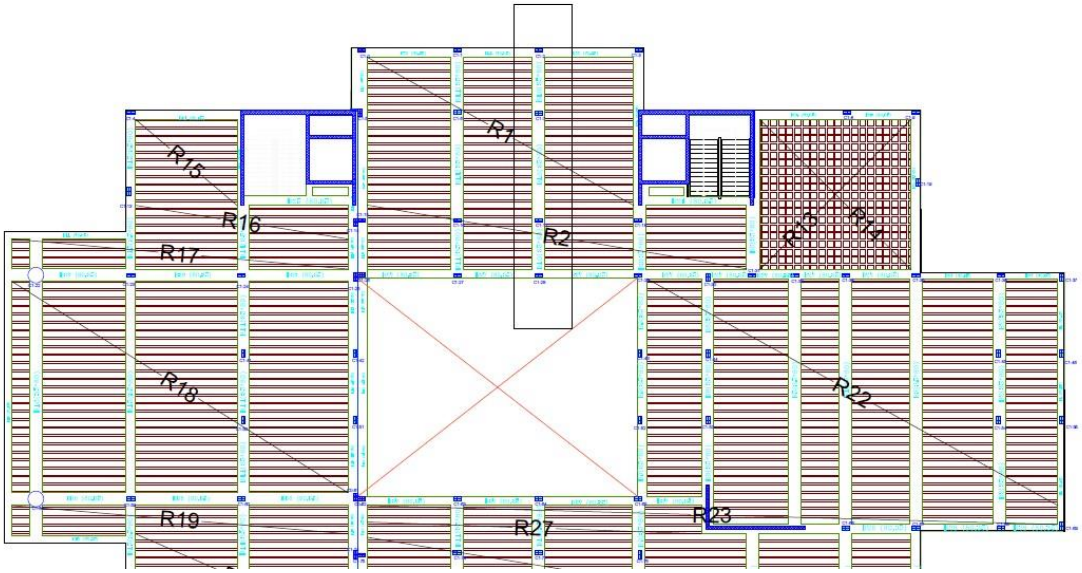


Fig 4.7: Design of Beam (10).

❖ **Material :**

⇒ concrete B350 Fc' = 28 N/mm^2

⇒ Reinforcement Steel fy = 420 N/mm^2

❖ **Section :**

⇒ B = 100 cm

⇒ h= 35 cm

⇒ d=350-40-10-20/2= 290 mm

✓ Statically System and Dimensions:

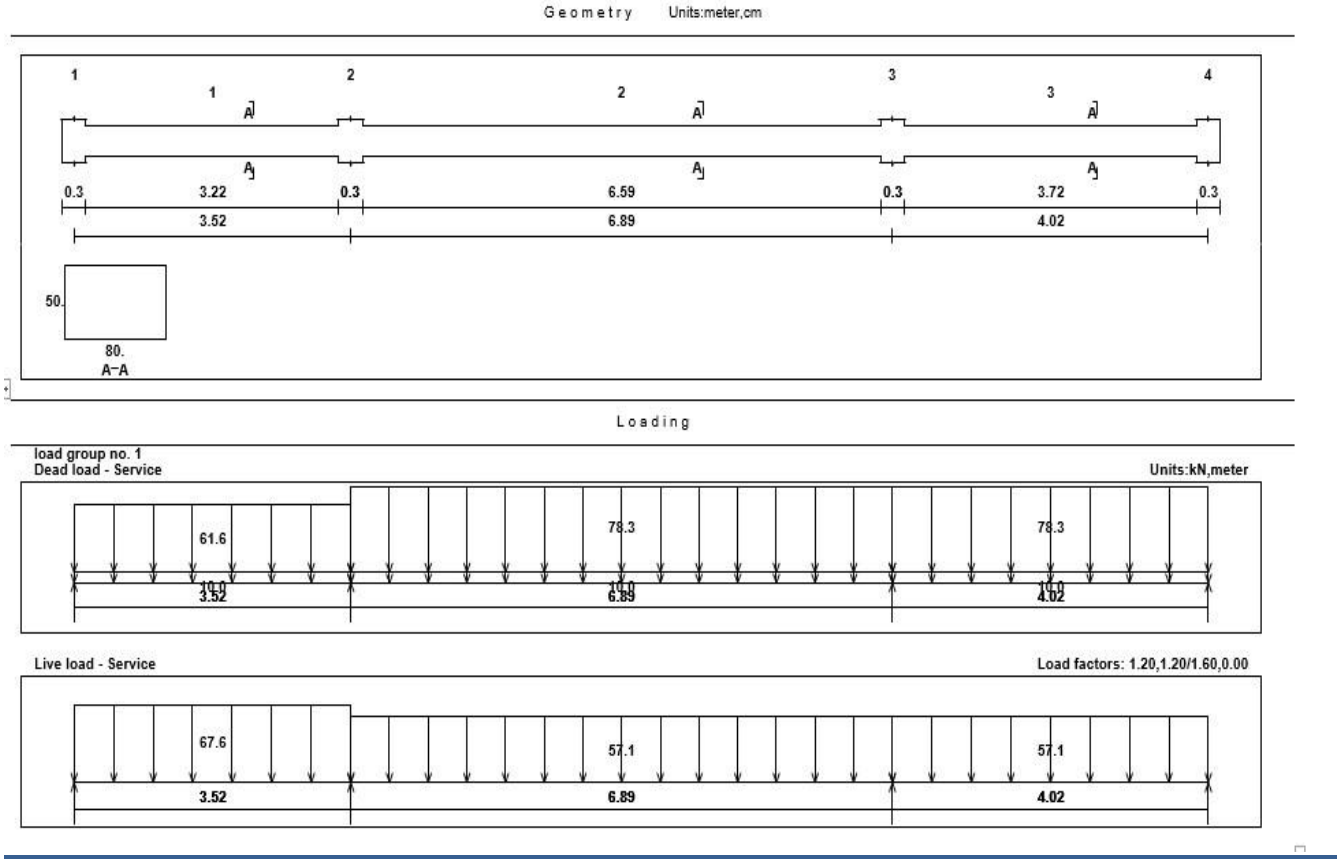


Fig 4.8: Statically System and Loads Distribution of Beam (B 10).

✓ Load Calculations:

Dead Load Calculations for Beam(B 10):

The distributed Dead and Live loads acting upon B10 can be defined from the support reactions of the R2, R3 and R4.

From Rib2

The maximum support reaction from Dead Loads for R2 upon B10 is 32.06 KN ,The distributed Dead Load from the R2 on B10.

DL =(32.06 / 0.52) = 61.65 KN / m

Self weight of beam 7 KN / m
DL =61.65 +10= 71.65 KN / m

From Rib1

The maximum support reaction from Dead Loads for R3 upon B10 is 40.75 KN ,The distributed Dead Load from the R3 on B10.
DL =(40.75 / 0.52) = 78.36 KN / m

Self weight of beam7KN / m
DL =78.36+10= 88.36 KN / m

Live Load calculations for Beam (B10):

From Rib2

The maximum support reaction from Live Loads for R3 upon B10 is 35.19KN The distributed Live Load from the Rib2 on B10.

LL =35.19/ 0.52= 67.67KN/m.

from Rib1

The maximum support reaction from Live Loads for R3 upon B10 is 29.71KN The distributed Live Load from the Rib1 on B10.

LL =27.71/ 0.52= 57.13 KN/m.

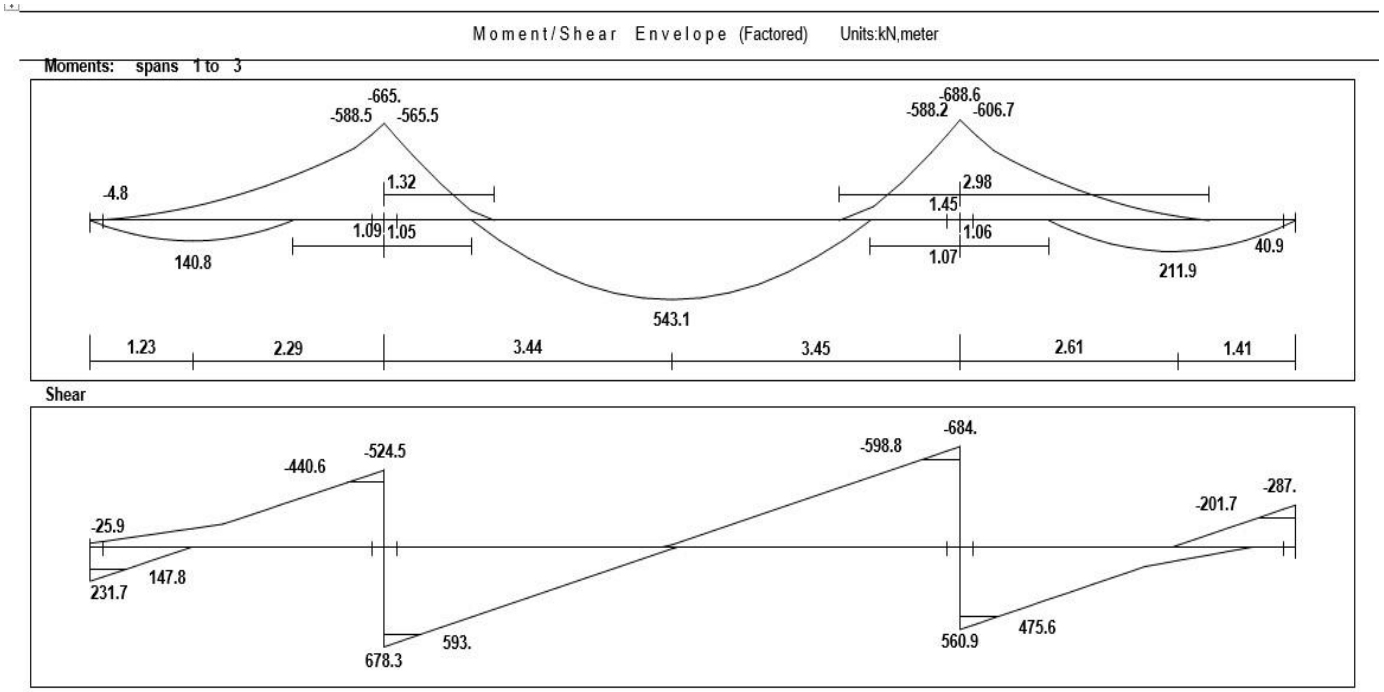


Fig 4.9: Shear and Moment Envelope Diagram of Beam (B10).

✓ **Moment Design for (B10):**

4-6-1 Flexural Design of Positive Moment for (B10):(Mu=543.1 KN.m)(span 1)

Determine of $M_{n,max}$

d=400-40-10-20/2= 340 mm

$x = \frac{3}{7}d = \frac{3}{7}.290 = 145.7\ mm$

$a = \mathcal{B}.x = 124.28 * 0.85 = 123.86\ mm$

Mn_{max}= 0.85∗ f'_c ∗a *b(d - $\frac{a}{2}$) = 0.85*28*123.86*1000*(340-123.86\2) *10^{-6}= 819.7KN.m

Ø Mn_{max} = 0.9* 819.7= 737.74 KN.m> 543.1 KN.m .

Design as singly reinforcement

$$Rn = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{543.1 \times 10^6}{0.9 \times 1000 \times 340^2} = 5.22Mpa$$

$$m = \frac{f_y}{0.85f'_c} = \frac{420}{0.85 \times 28} = 17.6$$

$$\rho=\frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{420}}\right)=\frac{1}{17.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times17.6\times5.22}{420}}\right)=0.0142$$

$A_s = \rho.b.d = 0.0142\times1000\times\mathbf{340} = \mathbf{4828}$ mm^2

Check for $A_{s,min}$:

$$As_{min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) = \frac{\sqrt{28}}{4*420}*1000*340 = 1070.9 \text{ mm}^2$$

$$As_{min} = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d) = \frac{1.4}{420}*1000*340 = 1133.33 \text{ mm}^2$$ **Controls**

$A_s = 4828\text{mm}^2$

Use 10ø 25 Bottom, $A_{s,provided}= 4910\text{mm}^2 > A_{s,required}= 4828\text{ mm}^2$… Ok

Check spacing :

$$S=\frac{800-40*2-20-(10\times25)}{9}=50\ mm>d_b=25\ >25\ mm \quad \boldsymbol{OK}$$

Check for strain:

$$a=\frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f_c'}=\frac{\mathbf{4910}\times420}{0.85\times1000\times28}=86.65mm$$

$$x=\frac{a}{\mathcal{B}_1}=\frac{86.65}{0.85}=101.9mm$$

$$\varepsilon_s=0.003\left(\frac{d-x}{x}\right)=0.003\left(\frac{297.5-101.9}{101.9}\right)=0.00576>0.005 \qquad \boldsymbol{0k}$$

4-6-2 Flexural Design of Positive Moment for(B10):(Mu= 211.9KN.m)(span 2)

$$Rn = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{211.9 \times 10^6}{0.9 \times 1000 \times 340^2} = 2.04Mpa$$

$$m = \frac{f_y}{0.85f_c'} = \frac{420}{0.85\times28} = 17.6$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{17.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times2.04\times17.6}{420}}\right) = 0.00508$$

$A_s = \rho.b.d = 0.00508\times1000\times$**340** = **1702.7** mm^2

Check for $A_{s,min}$:

$$As_{min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) = \frac{\sqrt{28}}{4*420}*1000*340 = 1070.9\ mm^2$$

$$As_{min} = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d) = \frac{1.4}{420}*1000*340 = 1133.33\ mm^2$$ **Controls**

$A_s =$ **1702.7**mm^2

Use 6ø 20Bottom, $A_{s,provided}$= 1884 mm^2>$A_{s,required}$= 1702 mm^2… Ok

Check spacing :

$$S = \frac{800-40*2-20-(6\times20)}{5} = 137.6\ mm > d_b = 16\ > 25\ mm \quad \boldsymbol{OK}$$

Check for strain:

$$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f_c'} = \frac{1884\times420}{0.85\times1000\times28} = 33.2mm$$

$$x = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{33.2}{0.85} = 39.11mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{340-39.11}{39.11}\right) = 0.023 > 0.005 \qquad \boldsymbol{0k}$$

4-6-3 Flexural Design of Positive Moment for (B10):(Mu=140.8 KN.m)(span 3)

$$Rn = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{140.8 \times 10^6}{0.9 \times 1000 \times 340^2} = 1.522\ Mpa$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{420}{0.85 \times 28} = 17.6$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{17.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 17.6 \times 1.522}{420}}\right) = 0.00375$$

$A_s = \rho.b.d = 0.00375 \times 1000 \times \mathbf{340} = \mathbf{1275}\ mm^2$

Check for $A_{s,min}$:

$$As_{min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) = \frac{\sqrt{28}}{4*420} * 1000 * 340 = 1070.9\ mm^2$$

$$As_{min} = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d) = \frac{1.4}{420} * 1000 * 340 = 1133.33\ mm^2$$ **Controls**

$A_s = \mathbf{1275} mm^2$

Use 4ø 20 Bottom, $A_{s,provided} = 1256\ mm^2 > A_{s,required} = 1275\ mm^2$… Ok

Check spacing :

$$S = \frac{800 - 40*2 - 20 - (4 \times 20)}{3} = 206.7\ mm > d_b = 20 \geq 25\ mm \quad \boldsymbol{OK}$$

Check for strain:

$$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85 b\ f_c'} = \frac{\mathbf{1275} \times 420}{0.85 \times 1000 \times 28} = 22.5\ mm$$

$$x = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{22.5}{0.85} = 26.47\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d - x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{340 - 26.47}{36.47}\right) = 0.0355 > 0.005 \qquad \boldsymbol{0k}$$

4-6-4 Flexural Design of Negative Moment for (B10): (Mu=-606.7KN.m)(support 1)

$$Rn = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{606.7 \times 10^6}{0.9 \times 1000 \times 340^2} = 5.8Mpa$$

$$m = \frac{f_y}{0.85f_c'} = \frac{420}{0.85\times28} = 17.6$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{17.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times17.6\times5.8}{420}}\right) = 0.01609$$

$A_s = \rho.b.d = 0.01609\times1000\times$**340** = **5469.5** mm^2

Check for $A_{s,min}$:

$$As_{min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) = \frac{\sqrt{28}}{4*420}*1000*340 = 1070.9 \text{ mm}^2$$

$$As_{min} = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d) = \frac{1.4}{420}*1000*340 = 1133.33 \text{ mm}^2$$ **Controls**

A_s= **5469.5** mm^2

Use 12ø 25 Bottom, $A_{s,provided}$= 5892mm^2>$A_{s,required}$= 5469.5 mm^2… Ok

Check spacing :

$$S = \frac{800-40*2-20-(12\times25)}{11} = 36.36\,mm > d_b = 25 > 25\,mm \quad \boldsymbol{OK}$$

Check for strain:

$$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\,f_c'} = \frac{5892\times420}{0.85\times1000\times28} = 103.9\,mm$$

$x = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{103.9}{0.85} = 122.3\ mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{337.5-122.3}{122.3}\right) = 0.00528 > 0.005 \qquad \boldsymbol{0k}$$

4-6-5Flexural Design of Negative Moment for (B10):(Mu=-558.5 KN.m)(support 2)

$$Rn = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{558.5 \times 10^6}{0.9 \times 1000 \times 340^2} = 5.37Mpa$$

$m = \frac{f_y}{0.85f_c'} = \frac{420}{0.85\times28} = 17.6$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{17.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times17.6\times5.37}{420}}\right) = 0.01468$$

$A_s = \rho.b.d = 0.01468\times1000\times$**340** = **4991.2** mm^2

Check for $A_{s,min}$:

$As_{min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) = \frac{\sqrt{28}}{4*420}*1000*340 = 1070.9\ mm^2$

$As_{min} = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d) = \frac{1.4}{420}*1000*340 = 1133.33\ mm^2$ **Controls**

A_s= **4991.2** mm^2

Use 11ø 25 Bottom, $A_{s,provided}$= 5401mm^2>$A_{s,required}$= 4991.2 mm^2… Ok

Check spacing :

$S = \frac{800-40*2-20-(11\times25)}{10} = 42.5\ mm > d_b = 25\ > 25\ mm$ ***OK***

Check for strain:

a $= \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f_c'} = \frac{5401\times420}{0.85\times1000\times28} = 95.3\ mm$

x$= \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{95.3}{0.85} = 112.13\ mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{337.5-112.13}{112.13}\right) = 0.00603 > 0.005 \qquad \boldsymbol{0k}$$

✓ 4-6-6 Shear Design for (B 10):

$V_{u,max}$ = 598.8 KN.

d= $h - cover - d_{stirrup} - \frac{d_b}{2}$ = $400 - 40 - 10 - \frac{25}{2} = 337.5\ mm.$

$V_c = \frac{1}{6}\sqrt{f_c'}b.d = \frac{1}{6}\sqrt{28}\times1000\times337.5\times10^{-3} = 297.65\ KN$

Check for section dimensions:

$V_s = \frac{V_u}{\emptyset} - V_c = \frac{598.8}{0.75} - 297.65 = 500.75\ KN$

$V_{s,max} = \frac{2}{3}\sqrt{f_c'}b.d = \frac{2}{3}\sqrt{28}\times1000\times337.5\times10^{-3} = 1190.59\ KN$

$V_s < V_{smax}$ so the section is large enough.

Check for the case of shear:

$V_{s,min} = \frac{1}{16}\sqrt{f_c'}b.d \qquad OR = \frac{1}{3}\ b.d \qquad which\ is\ larger.$

$V_{s,min} = \frac{1}{16}\sqrt{28}\times1000\times337.5\times10^{-3} = 111.62\ KN$

$V_{s,min} = \frac{1}{3}\times1000\times337.5\times10^{-3} = 112.5 \qquad \boldsymbol{cont.}$

$\emptyset(V_{smin} + V_c) = 0.75(112.5 + 500.75) = 460KN.$

$V_u > \emptyset(V_{smin} + V_c)$ **case(III) for shear design.**

$S_{max} \leq \frac{d}{2} = \frac{337.5}{2} = 143.75$ mm OR $S_{max} \leq 600mm$

S_{max} =168.75 mm cont.

By using ϕ 10 , 4legs stirrups, A_v = 314.7 mm^2

$$s = \frac{A_v f_{yt}}{V_s} d = \frac{314.7 \times 420 \times 337.5}{500.75 \times 1000} = 88.94\ mm$$

Use 4 leg ϕ10 @80mm

For all spans 4 leg ϕ10 @100mm will be used for stirrups.

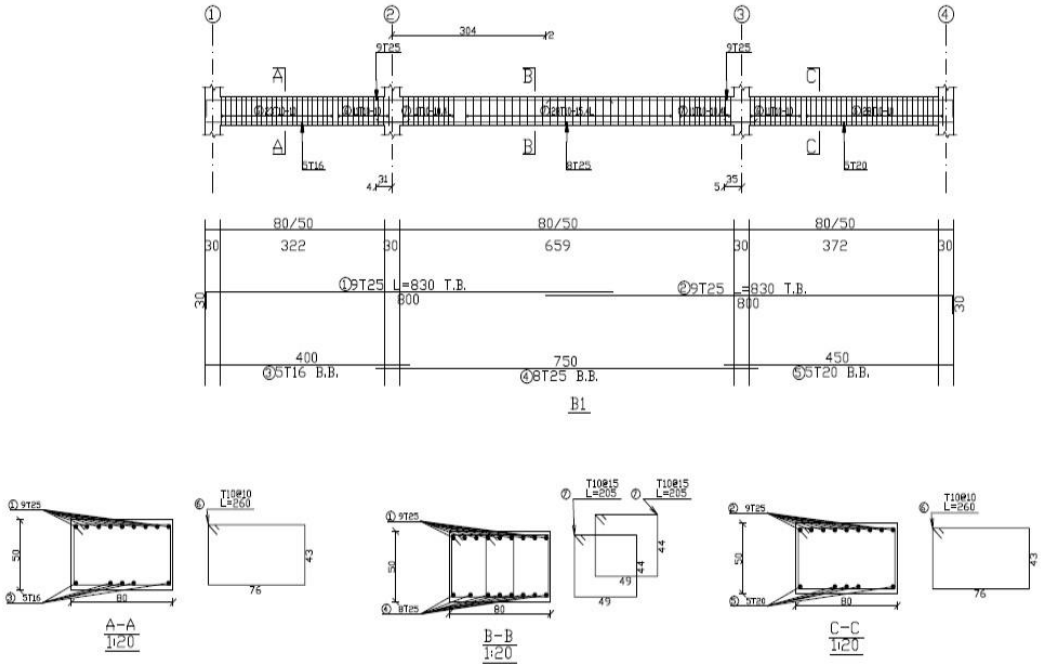


Fig 4.10: Flexural Design Of Beam (10)

بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة والتكنولوجيا

دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

هندسة مباني

مقدمة مشروع التخرج

التصميم الإنشائي لـ "كلية العلوم التطبيقية" في مدينة الخليل

فلسطين-الخليل

فـريـق الـعـمـل

لميس دودين

سامح محاريق

ايه السعده

نضال روحي حماد

إشـراف

م .خليل كرامه

٢٠١٨

جامعة بوليتكنك فلسطين
Palestine Polytechnic University
(PPU)
The Library المكتبة
Acc. ..... الرقم التسلسل
Class. ..... رقم التصنيف

بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة والتكنولوجيا

دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

هندسة مباني

مقدمة مشروع التخرج

التصميم الإنشائي لـِ "كلية العلوم التطبيقية" في مدينة الخليل

فلسطين-الخليل

فـريـق الـعـمـل

لميس دودين

سامح محاريق

ايه السعده

نضال روحي حماد

توقيع رئيس الدائرة

توقيع المشرف

٢٠١٨

الإهـــــداء

بسم الله الرحمن الرحيم والصلاة والسلام على نبينا محمد وعلى اله وصحبه أجمعين، الحمد لله الذي جعل أولى كلماته "اقرأ باسم ربك الذي خلق".

الحمد لله حمدا يليق بمقامه عز وجل الذي أوصلنا إلى هذا المستوى العلمي ليتسنى لنا أن نهدي هذا العمل لمن قال الحق فيهما: "وقضى ربك أن لا تعبدوا إلا إياه وبالوالدين إحسانا".

فكيف لا يكون الإهداء إلى القلب الحنون، من كانت بجانبنا بكل المراحل التي مضت من تلذذت بالمعاناة وكانت شمعه تحترق لتنير دربنا، ومن كان دعائها سر نجاحي .....إلى أمهاتنا الحبيبات.

وإلى من علمنا أن نقف وكيف نبدأ الألف ميل بخطوة إلى يدنا اليمنى إلى من علمنا الصعود وعيناه تراقبنا ....والدنا.

إلى من لهم الفضل بإرشادنا إلى طريق العلم والمعرفة إلى أساتذتنا الأفاضل كم نحن فخورون بكم.

أصدقائنا، أخوتنا وأحبتنا ومن سهروا معنا في مسيرتنا العلمية إلى من مدوا أياديهم البيضاء في ظلام الليل وكانوا عونا لنا وبمحبتهم وعطائهم تجاوزنا الصعاب وبلغنا الأهداف.

ولن ننسى وطننا المعبق بأريج الحب لن ننساه وسنقدم كل ما بوسعنا له وسنجعل كل ركن به يشهد بما سنقدم وسنكون كالمطر ولن نبخل بما تعلمن.

شـــكـــر وتـــقـــديـــر

أحلى ما سجعت به بلابل الأقلام وأشهى ما نظم من لفظ وكلام والصلاة والسلام على سيد الخلق والأنام .

لا فضل علينا إلا فضله، وما من نعمةٍ نحن بها إلا من عنده، وما توفيقنا إلا به فله الحمد والشكر.

لابد لنا ونحن نخطو خطواتنا الأخيرة في الحياة الجامعية من وقفة نعود إلى أعوام قضيناها في رحاب الجامعة مع أساتذتنا الكرام الذين قدموا لنا الكثير باذلين بذلك جهودا كبيرة في بناء جيل الغد.

كما ونتقدم بجزيل شكرنا، وعظيم امتناننا وتقديرنا وعرفاننا إلى كل من ساهم في إنجاز مشروعنا هذا، متحدين كل الظروف والعقبات.

ونخص بالشكر أستاذنا الفاضل المهندس خليل كرامه المشرف والموجه، الذي لم يتوان ولم يتأخر عن تقديم ما آتاه الله من علم لنا وبكل سعة صدر، ولم يدخر جهدا في توجيهنا والأخذ بأيدينا إلى طريق النجاح.

ونشكر طاقم دائرة الهندسة المدنية والمعمارية كلٌ بمكانه، فقد كرّسوا وقتهم وجهدهم لمساعدتنا ومساعدة زملائنا طوال فترة الدراسة.

ونشكر زملائنا وزميلاتنا الأعزاء الذين لولا وجودهم لما تذوقنا حلاوة العلم، ولا شعرنا بمتعة المنافسة الإيجابية.

وختام القول مسك، فكل الشكر لآبائنا وأمهاتنا أصحاب الدور الأبرز في الوصول إلى ما وصلنا إليه.

ملخص المشروع :

يمكن تحديد هدف المشروع في عمل التصميم الإنشائي الكامل لجميع العناصر الانشائية التي يحتويها المشروع من العقدات والجسور وأعمدة وأساسات والجدران وغيرها من العناصر الإنشائية المختلفة .

تتلخص فكرة هذا المشروع في التصميم الإنشائي لمبنى " كلية علوم تطبيقية " المشروع عبارة عن مبنى بمساحة إجمالية كلية 19901.3329 مترا مربعا ، وهو تابع لأشخاص مستثمرين والذي سوف يقام على قطعة ارض تبلغ مساحتها حوالي ١٤ دونماً في منطقة نمرة فالخليل.

ويمثل المشروع دوراً مهما في تطور العملية التعليمية في المدينة والمنطقة التي سوف يقام فيها، كون المنطقة التي سيقام فيها تخلو من النشاطات التعليمية والترفيهية، وسوف يكون عليه إقبال من كثير من سكان المنطقة خاصة والمدينة عامة، و سيتم مراعاة التدرج في منسوب الارض التي يقع عليها المشروع في التصميم و وضع الحل الامثل لمواجهة ذلك .

المشروع عبارة عن ٨ طوابق ، الطابق تحت الأرض تبلغ مساحته 4667.4071 مترا مربعا ويتألف من موقف سيارات ومخزن خدماتي . أما الطابق الأرضي فتبلغ مساحته 2199.0599 مترا مربعا ويتألف من مدرج وكفتيريا ومكتب التسجيل. الطابق الأول تبلغ مساحته ٢٣٥٥.٩١٤٥ ويتالف من ملعب رياضي وقاعات تدريس،الطابق الثاني تبلغ مساحته ٢٣٥٥.٩١٤٥ ويتالف من قاعات تدريس ، الطابق الثالث تبلغ مساحته ٢٣٥٥.٩١٤٥ ويتالف من قاعات تدريس، الطابق الرابع تبلغ مساحته ٢٣٥٥.٩١٤٥ ويتالف من مكتبة ،الطابق الخامس تبلغ مساحته ٢٣٥٥.٩١٤٥ ، الطابق السادس مساحته ١٢٥٥.٢٩٣٤ وتبغ مساحته ويتألف من قاعة لاهداف عدة

وسيتم الاعتماد في التصميم على متطلبات كود الخرسانة الأمريكي (ACI-318)، وسيتم استخدام بعض برامج التصميم الانشائية وبرامج الرسم مثل : /ATIR/اوتوكاد وغيرها من البرامج . وسوف نقوم بالإطلاع على بعض مشاريع التخرج السابقة ، والاستفادة من الخبرات السابقة من المشرف والمدرسين ، وسيتضمن المشروع دراسة إنشائية تفصيلية من تحديد وتحليل للعناصر الانشائية والأحمال المختلفة المتوقعة ومن ثم التصميم الانشائي للعناصر وإعداد المخططات التنفيذية بناء على التصميم المعد لجميع العناصر الانشائية التي تكون الهياكل الانشائية للمبنى .

والله ولي التوفيق

Abstract

Structural Design For "Applied Sciences College"

The idea of this project can be summarized by preparing Applied Sciences College. Which consist of all facilities that should be available in any college.

The project consist of spatial cluster seven floors, and the total area of the building is 19901.3329 square meter. The design of the project is based on the multiplicity that distributed consistently to achieve aesthetically and functional elements.

We used (ACI_318_08) code and structural designing programs such as ATIR and AutoCAD (2016), and we also studied some old graduation. The project will include detailed structural study and analysis of identified construction elements subjected to various loads followed by the structural design of these elements and the preparation of all design drawings according on the prepared design.

God grants success

فهرس المحتويات Table of Contents

الصفحات الابتدائية	رقم الصفحة
تقرير مشروع مقدمة التخرج	I
الإهداء	II
الشكر والتقدير	III
الملخص باللغة العربية	IV
الملخص باللغة الانجليزية	V
فهرس المحتويات	VI
فهرس الجداول	VII
فهرس الأشكال	X
List of Figures	XI
List of Abbreviations	XII
	XIII

الفصل الأول	المقدمة	١
١-١	مقدمة	٢
١-٢	أهداف المشروع	٢
١-٣	مشكلة المشروع	٣
١-٤	حدود مشكلة المشروع	٣
١-٥	المسلمات	٣
١-٦	فصول المشروع	3
١-٧	الجدول الزمني للمشروع	٤
الفصل الثاني	**الوصف المعماري**	**٥**
٢-١	مقدمة	٦
٢-٢	لمحة عامة عن المشروع	٦
٢-٣	موقع المشروع	٧
٢-٣-١	أهمية الموقع	٨
٢-٣-٢	حركة الشمس والرياح	٨

٢-٣-٣	الرطوبة	٨
٢-٤	وصف الحركة	٩
٢-٥	وصف المداخل	٩
٢-٦	وصف طوابق المشروع	٩
٢-٦-١	طابق التسوية	١٠
٢-٦-٢	الطابق الأرضي	١٠
٢-٦-٣	الطابق الاول	١١
٢-٦-٤	الطابق الثاني	١١
٢-٦-٥	الطابق الثالث	١٢
٢-٦-٦	الطابق الرابع	١٢
٢-٦-٧	الطابق الخامس	١٣
٢-٦-٨	الطابق السادس	١٣
٢-٧	واجهات المشروع	١٤
٢-٧-١	الواجهة الشمالية	١٤
٢-٧-٢	الواجهة الجنوبية	١٥
٢-٧-٣	الواجهة الغربية	١٥
٢-٧-٤	الواجهة الشرقية	١٦
٢-٨	مقاطع المشروع	١٧
٢-٨-١	المقطع (A-A)	١٧
٢-٨-٢	المقطع (B-B)	١٧

الفصل الثالث	الوصف الانشائي	١٨
٣-١	مقدمة	١٩
٣-٢	الهدف من التصميم الانشائي	١٩
٣-٣	مراحل التصميم الانشائي	١٩
٣-٤	الأحمال	٢٠
٣-٤-١	الأحمال الميتة	٢٠
٣-٤-٢	الأحمال الحية	٢٠
٣-٤-٣	الأحمال البيئية	٢١
٣-٤-٣-١	أحمال الرياح	٢١

٣-٤-٣-٢	أحمال الثلوج	٢٣
٣-٤-٣-٣	أحمال الزلازل	٢٣
٣-٥	الاختبارات العملية	٢٤
٣-٦	العناصر الانشائية المكونه للمشروع	٢٤
٣-٦-١	العقدات	٢٥
٣-٦-١-١	عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد	٢٦
٣-٦-١-٢	عقدات العصب ذات الاتجاهين	٢٦
٣-٦-١-٣	العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد	٢٧
٣-٦-١-٤	العقدات المصمتة ذات الاتجاهين	٢٧
٣-٦-٢	الأدراج	٢٨
٣-٦-٣	الجسور	٢٩
٣-٦-٤	الأعمدة	٣٠
٣-٦-٥	جدران القص	٣١
٣-٦-٦	الأساسات	٣١
٣-٧	فواصل التمدد	٣٢
٣-٨	برامج الحاسوب التي تم استخدامها	٣٣

Chapter 4	**Structural Analysis and Design**	٣٤
4-1	Introduction	٣٥
4-2	Design Method and Requirements	٣٥
4-3	Check of Minimum Thickness of Structural Member	٣٦
4-4	Design of Topping	٣٧
4-4-1	Design of One Way Rib Slab	42
4-5	Design of Beam	51

الفصل الخامس	النتائج والتوصيات	61
٥-١	مقدمة	62
٥-٢	النتائج	62
٥-٣	التوصيات	63

فهرس الجداول

رقم الجدول	اسم الجدول	رقم الصفحة
جدول (١-١)	الجدول الزمني للمشروع	٤
جدول (٣-١)	الكثافة النوعية للمواد المستخدمة	20
جدول (٣-٢)	الأحمال الحية لعناصر المبنى	٢١
جدول (٣-٣)	سرعة وضغط الرياح اعتماداً على الكود الألماني DIN 1055-5	21
جدول (٣-٤)	أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر	23
جدول (٤-١)	Check of Minimum Thickness of Structural Member	٣٦
جدول (٤-٢)	Dead Load Calculation of Topping	٣٨
جدول (٤-٣)	Dead Load Calculation of Rib (R2)	41

فهرس الأشكال

رقم الشكل	اسم الشكل	رقم الصفحة
الشكل (٢-١)	الموقع العام لقطعة الأرض	٧
الشكل (٢-٢)	طابق التسوية	١٠
الشكل (٢-٣)	الطابق الأرضي	11
الشكل (٢-٤)	الطابق الأول	11
الشكل (٢-٥)	الطابق الثاني	١٢
الشكل (٢-٦)	الطابق الثالث	١٢
الشكل (٢-٧)	الطابق الرابع	١٣
الشكل (٢-٨)	الطابق الخامس	١٣
الشكل (٢-٩)	الطابق السادس	١٤
الشكل (٢-١٠)	الواجهة الشمالية	١٤
الشكل (٢-١١)	الواجهة الجنوبية	١٥
الشكل (٢-١٢)	الواجهة الغربية	١٤
الشكل (٢-١٣)	الواجهة الشرقية	١٦
الشكل (٢-١٤)	مقطع A-A	١٧
الشكل (٢-١٥)	مقطع B-B	١٧
الشكل (٣-١)	تأثير الرياح على المباني من حيث ارتفاع المبني والبيئة المحيطة به	٢٢
الشكل (٣-٢)	توضيح لبعض العناصر الانشائية للمبنى	٢٤
الشكل (٣-٣)	عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد	٢٦
الشكل (٣-٤)	عقدات العصب ذات الاتجاهين	26
الشكل (٣-٥)	العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد	27
الشكل (٣-٦)	العقدات المصمتة ذات الاتجاهين	27
الشكل (٣-٧)	الدرج	28
الشكل (٣-٨)	أنواع الجسور المستخدمة في المشروع	29
الشكل (٣-٩)	أنواع الأعمدة المستخدمة في المشروع	30
الشكل (٣-١٠)	جدار قص	31
الشكل (٣-١١)	الأساسات	32

List of Figures

Figure #	Description	Page #
4-1	Topping Load	٢٧
4-2	One Way Rib Slab (R2)	39
4-3	Statically System and Loads of Rib (R 2)	40
4-4	Shear and Moment Envelope Diagram of Rib (R2)	42
4-5	Flexural Design of Rib(2)	50
4-6	Design of Beam (10)	51
4-7	Statically System and Loads Distribution of Beam(B10)	52
4-8	Shear and Moment Envelope Diagram of Beam (B 10)	53
4-9	Flexural Design of Beam(10)	60

List of Abbreviations

- **Ac** = area of concrete section resisting shear transfer.
- **As** = area of non-prestressed tension reinforcement.
- **A_s'** = area of non-prestressed compression reinforcement.
- **Ag** = gross area of section.
- **Av** = area of shear reinforcement within a distance (S).
- **At** = area of one leg of a closed stirrup resisting tension within a (S).
- **b** = width of compression face of member.
- **bw** = web width، or diameter of circular section.
- **C_c** = compression resultant of concrete section.
- **C_s**= compression resultant of compression steel.
- **DL** = dead loads.
- **d** = distance from extreme compression fiber to centroid of tension

reinforcement.

- **Ec** = modulus of elasticity of concrete.
- **f_c'** = compression strength of concrete .
- **fy** = specified yield strength of non-prestressed reinforcement.
- **h** = overall thickness of member.
- **Ln** = length of clear span in long direction of two- way construction، measured face-to-face of supports in slabs without beams and face to face of beam or other supports in other cases.
- **LL** = live loads.
- **Lw** = length of wall.
- **M** = bending moment.
- **Mu** = factored moment at section.
- **Mn** = nominal moment.
- **Pn** = nominal axial load.
- **Pu** = factored axial load.
- **S** = Spacing of shear in direction parallel to longitudinal reinforcement.
- **Vc** = nominal shear strength provided by concrete.
- **Vn** = nominal shear stress.
- **Vs** = nominal shear strength provided by shear reinforcement.
- **Vu** = factored shear force at section.
- **Wc** = weight of concrete.

- **W** = width of beam or rib.
- **Wu** = factored load per unit area.
- **Φ** = strength reduction factor.
- ε_c = compression strain of concrete = 0.003.
- ε_s = strain of tension steel.
- $\acute{\varepsilon}_s$ = strain of compression steel.
- **ρ** = ratio of steel area.

1

الفصل الأول

المُـقَـدِمَة

1-1 المقدمة.

2-1 أهداف المشروع.

3-1 مشكلة المشروع.

4-1 حدود مشكلة المشروع.

5-1 المسلمات.

6-1 فصول المشروع.

7-1 إجراءات المشروع

8-1 الجدول الزمني للمشروع.

1-1 المقدمة :

الهندسة بصفة عامة هي الجسد الذي يجمع بين الأدوات التقنية المتاحة والأنشطة والمعرفة، فهي النشاط الاحترافي الذي يستخدم التخيل والحكمة والذكاء في تطبيق العلوم والتكنولوجيا والرياضيات و الخبرة العملية لكي تستطيع أن تصمم وتنتج وتدير العمليات التي تتناسب واحتياجات البشرية، فالهندسة المدنية عموما هي الوسيلة الوحيدة التي تجعل من العالم مكانا انسب وأصلح للعيش فيه .

وهندسة المباني خصوصاً هي الهندسة التي تعتني بجانب توفير المسكن المطلوب بالمواصفات المطلوبة وبالجودة المطلوبة وبالموارد المتاحة لكل فرد في المجتمع.

والمهندس المدني هو الذي يقوم بالتصميم والتنفيذ والإشراف على التنفيذ للمشروعات المختلفة، ويكمن دوره الفعال في ارتباط عمله ارتباطاً وثيقاً بأرواح البشر .

والمهندس هو من يصمم وينشئ الملاذ الآمن لرجل عائد إلى بيته بعد يوم طويل مرهق ومتعب وهو ذاته من يجمع الناس تحت سقف واحد في حدث موسيقي هنا وأخر رياضي هناك، بكل اختصار المهندس هو من يظهر أو على الأقل من يحاول أن يظهر الجمال المدفون وراء وجه الطبيعة.

2-1 أهداف المشروع :

نأمل من هذا المشروع بعد إكماله أن نكون قد وصلنا إلى الأهداف التالية:

1. القدرة على اختيار النظام الإنشائي المناسب للمشروع وتوزيع عناصره الإنشائية على المخططات، مع مراعاة الحفاظ على الطابع المعماري.
2. القدرة على تصميم العناصر الإنشائية المختلفة.
3. تطبيق وربط المعلومات التي تم دراستها في المساقات المختلفة .
4. إتقان استخدام برامج التصميم الإنشائي ومقارنتها مع الحل اليدوي.

3-1 مشكلة المشروع :

تتمثل مشكلة هذا المشروع في التحليل والتصميم الإنشائي لجميع العناصر الإنشائية المكونة للمبنى، وفي هذا المجال سيتم تحليل كل عنصر من العناصر الإنشائية مثل البلاطات والأعصاب والأعمدة والجسور....الخ.

وذلك بتحديد الأحمال الواقعة عليه ومن ثم تحديد أبعاده وتصميم التسليح اللازم له مع الأخذ بعين الاعتبار عامل الأمان للمنشأ، ومن ثم سيتم عمل المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية التي تم تصميمها، لإخراج هذا المشروع من حيز الاقتراح إلى حيز التنفيذ.

4-1 حدود مشكلة المشروع :

يقتصر العمل لهذا المشروع على الناحية الإنشائية فقط، حيث بدأنا العمل على ذلك في هذا الفصل من خلال مقدمة مشروع التخرج، وسنقوم باستكمال العمل خلال مساق مشروع التخرج في الفصل القادم.

5-1 المسلمات :

1. اعتماد الكود الأمريكي في التصاميم الإنشائية المختلفة (ACI-318-08) .
2. استخدام برامج التحليل والتصميم الإنشائي مثل (Atir12) .
3. برامج أخرى مثل Microsoft office Word, Power Point, Excel, AutoCAD .

6-1 فصول المشروع :

يحتوي هذا المشروع على خمسة فصول وهي:

1- الفصل الأول: يشمل المقدمة العامة.
2- الفصل الثاني: يشمل الوصف المعماري للمشروع.
3- الفصل الثالث: يشمل وصف العناصر الإنشائية للمبنى.
4- الفصل الرابع: التحليل والتصميم الإنشائي لبعض العناصر الإنشائية.
5- الفصل الخامس: النتائج و التوصيات.

7-1 إجراءات المشروع

1- دراسة المخططات المعمارية وذلك لفهمها من النواحي المعمارية وتوافقها مع أهداف المشروع و اختيار النظام الإنشائي الملائم.

2- دراسة العناصر الإنشائية المكونة للمبنى وكيفية توزيع هذه العناصر كالأعمدة والجسور بلاطات الأسقف بشكل يتعارض مع التصميم المعماري الموضوع ويحقق الجانب الاقتصادي و عامل الأمان

3-تحديد الأحمال المؤثرة على المبنى وتحليل العناصر الإنشائية تحت تأثير هذه الأحمال.

4 - تصميم العناصر الإنشائي بناء على نتائج التحليل.

5-إنجاز المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية التي سيتم تصميمها ليخرج المشروع بشكله النهائي المتكامل والقابل للتنفيذ.

8-1 الجدول الزمني للمشروع :

والجدول التالي يوضح تسلسل أعمال المشروع والزمن اللازم لكل نشاط.

المرحلة الزمنية المقترحة (بالإسبوع)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
اختيار المشروع																
دراسة الموقع																
جمع المعلومات حول المشروع																
دراسة المشروع معماريا																
دراسة المشروع إنشائيا																
توزيع الأعمدة																
تصميم الجسور																
العقدات والأحمال																
إعداد المخططات																
إعداد مقدمة المشروع																
عرض مقدمة المشروع																

جدول (1-1): الجدول الزمني للمشروع.

3

الفصل الثالث

الوصف الإنشائي

1-3 مقدمة.

2-3 الهدف من التصميم الإنشائي.

3-3 مراحل التصميم الإنشائي.

4-3 الأحمال.

5-3 الاختبارات العملية.

6-3 العناصر الإنشائية المكونة للمشروع.

7-3 فواصل التمدد.

8-3 برامج الحاسوب.

3-1 مقدمة:

بعد دراسة المشروع من الناحية المعمارية لابد من الانتقال للجانب الإنشائي لدراسة العناصر الإنشائية ووصفها وصفاً دقيقاً حيث يتم دراسة طبيعة الأحمال المسلطة على المبنى وكيفية التعامل معها للخروج بتصميم إنشائي يلبي جميع متطلبات الأمان ويراعي الجانب الاقتصادي للمشروع.

كما يتطلب التصميم الإنشائي اختيار العناصر الإنشائية المناسبة للمشروع المراد إنشاؤه ومراعاة قابلية تنفيذها على أرض الواقع بحيث يكون المبنى آمناً، ونحافظ على التصاميم المعمارية.

3-2 الهدف من التصميم الإنشائي:

التصميم الإنشائي عبارة عن عملية متكاملة تعتمد على بعضها البعض حيث تلبي مجموعة من الأهداف والعوامل التي من شأنها الخروج بمنشأ يحقق الهدف المرجو منه، وهذه الأهداف هي على النحو التالي:

- الأمان(Safety): حيث يكون المبنى آمن في جميع الأحوال ومقاوم للتغيرات الطبيعية المختلفة.
- التكلفة الاقتصادية(Economical): وهي تحقيق اكبر قدر من الأمان للمنشأ بأقل تكلفة اقتصادية.
- ضمان كفاءة الاستخدام (Serviceability): تجنب أي خلل في المنشأ كوجود بعض التشققات وبعض أنواع الهبوط التي من شأنها أن تضر بمستخدمي المبنى.
- الحفاظ على التصميم المعماري للمنشأ.

3-3 مراحل التصميم الإنشائي:

يمكن تقسيم مراحل التصميم الإنشائي إلى مرحلتين رئيسيتين:

1. المرحلة الأولى :

وهي الدراسة الأولية للمشروع من حيث طبيعة المشروع وحجمه، بالإضافة لفهم المشروع من جميع جوانبه المختلفة وتحديد مواد البناء التي سوف يتم اعتمادها للمشروع، ثم عمل التحاليل الإنشائية الأساسية لهذا النظام، والأبعاد الأولية المتوقعة منه.

2. المرحلة الثانية:

تتمثل في التصميم الإنشائي لكل جزء من أجزاء المنشأ، بشكل مفصل ودقيق وفقاً للنظام الإنشائي الذي تمّ اختياره وعمل التفاصيل الإنشائية اللازمة له من حيث رسم المساقط الأفقية والقطاعات الرأسية وتفاصيل تفريد حديد التسليح.

4-3 الأحمال:

تقسم الأحمال التي يتعرض لها المبنى إلى أنواع مختلفة وهي كما يلي:

1-4-3 الأحمال الميتة:

هي الأحمال الناتجة عن الوزن الذاتي للعناصر الرئيسة التي يتكون منها المنشأ، بصورة دائمة وثابتة، من حيث المقدار والموقع، بالإضافة لأجزاء إضافية كالقواطع الداخلية باختلافها وأي أعمال ميكانيكية أو إضافات تنفذ بشكل دائم وثابت في المبنى، ويمكن حسابها من خلال تحديد أبعاد العنصر الإنشائي، وكثافات المواد المكونة له، والجدول (1-3) يبين الكثافات النوعية للمواد المستخدمة في المشروع بالإضافة لأحمال القواطع.

(Partition load) =1.5kN/m²

الرقم	المادة المستخدمة	الكثافة (KN/m^3)
1	**البلاط**	23
2	**الخرسانة المسلحة**	25
3	**الطوب**	10
4	**القصارة والمونة**	22
5	**الرمل**	17

جدول (1-3) : الكثافة النوعية للمواد المستخدمة.

2-4-3 الأحمال الحية:

وهي الأحمال التي تتغير من حيث المقدار والموقع بصورة مستمرة كالأشخاص، الأثاث، الأجهزة، والمعدات وأحمال التنفيذ كالخشب والمعدات وتعتمد قيمة هذه الأحمال على طبيعة الاستخدام للمنشأة و يؤخذ عادة مقدارها من جداول خاصة في الكودات المختلفة، والجدول (2-3) يبين الأحمال الحية في المشروع والمحددة بالرجوع إلى الكود الأردني.

الرقم	الاستخدام	الحمل الحي(KN/m^2)
1	**الفنادق**	**5**
2	**القاعات والمداخل**	**5**
3	**غرف النوم والمكاتب**	**2.5**

4	ممرات	4
5	ساحة خارجية	4
6	مطابخ	3
7	حمامات	2
8	شرفات	4
9	مطاعم	3
10	غرف الأجهزة	5
11	غرف الخدمات	3
12	الأدراج والبسطات	4

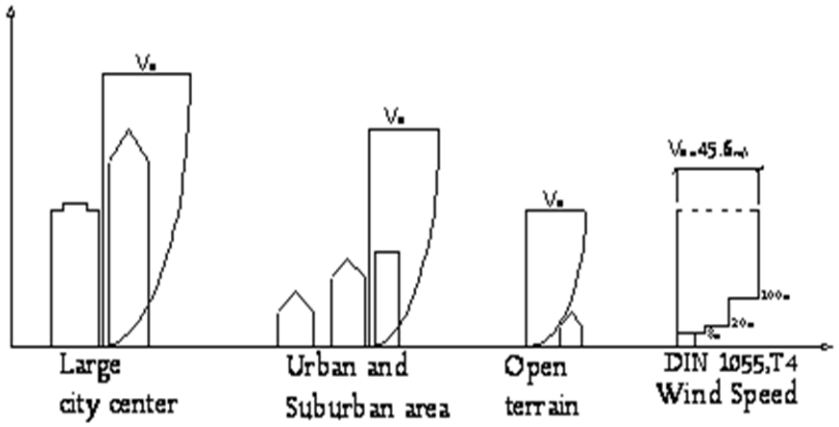
جدول (2-3) : الأحمال الحية لعناصر المبنى.

3-4-3 الأحمال البيئية :

وتشمل الأحمال التي تنتج بسبب التغيرات الطبيعية التي تمر على المنشأ كالثلوج والرياح وأحمال الهزات الأرضية والأحمال الناتجة عن ضغط التربة، وهي تختلف من حيث المقدار والاتجاه ومن منطقة لأخرى، و يمكن اعتبارها جزءاً من الأحمال الحية وهي كما يلي:

1-3-4-3 أحمال الرياح:

عبارة عن قوى أفقية تؤثر على المبنى ويظهر تأثيرها في المباني المرتفعة وهي القوى التي تؤثر بها الرياح على الأبنية أو المنشآت أو أجزاءها وتكون موجبة إذا كانت ناتجة عن ضغط وسالبة إذا كانت ناتجة عن شد، وتقاس بالكيلو نيوتن لكل متر مربع (KN/m^2). وتحدد أحمال الرياح اعتمادا على ارتفاع المبنى عن سطح الأرض ، والموقع من حيث الإحاطة من مباني سواء كانت مرتفعة أو منخفضة.



الشكل (3-1) : تأثير الرياح على المباني من حيث ارتفاع المبنى والبيئة المحيطة به.

3-4-3-2 أحمال الثلوج:

تعتمد أحمال الثلوج على ارتفاع المنطقة عن سطح البحر، وعلى شكل السقف، ويتم تحديدها باستخدام كودات البناء المختلفة، من خلال جداول تأخذ ارتفاع المُنشأ عن سطح البحر و زاوية ميل السقف كأساس لتحديد قيمة القوى التي تؤثر بها على المنشأ.

و الجدول التالي يبين قيم أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر مأخوذا من كود البناء الأردني.

الارتفاع عن سطح البحر(h)(المتر)	احمال الثلوج(KN/m^2)
h < 250	0
500 > h > 250	(h-250)/1000
1500 > h > 500	(h-400) / 400
2500 > h > 1500	(h – 812.5)/ 250

جدول (3-4) : أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر.

استنادا إلى جدول أحمال الثلوج السابق وبعد تحديد ارتفاع المبنى عن سطح البحر،و الذي يساوي (970 م) وتبعاً للبند الثالث تم حساب أحمال الثلوج كالأتي:

$$s_L = \frac{h - 400}{400}$$
$$s_L = \frac{920 - 400}{400}$$
$$s_L = 1.3(\text{KN}/\text{m}^2)$$

3-4-3-3 أحمال الزلازل:

تنتج الزلازل عن اهتزازات أفقية ورأسية، بسبب الحركة النسبية لطبقات الأرض الصخرية فتنتج عنها قوى قص تؤثر على المنشأة، ويجب أن تؤخذ هذه الأحمال بعين الاعتبار عند التصميم وذلك لضمان مقاومة المبنى للزلازل في حال حدثت وبالتالي التقليل من الأضرار المحتملة نتيجة حدوث الزلزال.

وسيتم مقاومتها في هذا المشروع عن طريق جدران القص الموزعة في المبنى بناءً على الحسابات الإنشائية لها، والتي ستستخدم من أجله، لتجنب الآثار الناتجة عن الزلازل مثل:

- حدود صلاحية المبنى للتشغيل (Serviceability) من حيث تجنب أي هبوط زائد (Deflection).
- تجنب التشققات (Cracks) التي تؤثر سلباً على المنظر المعماري المطلوب.
- الشكل والنواحي الجمالية للمنشأ.

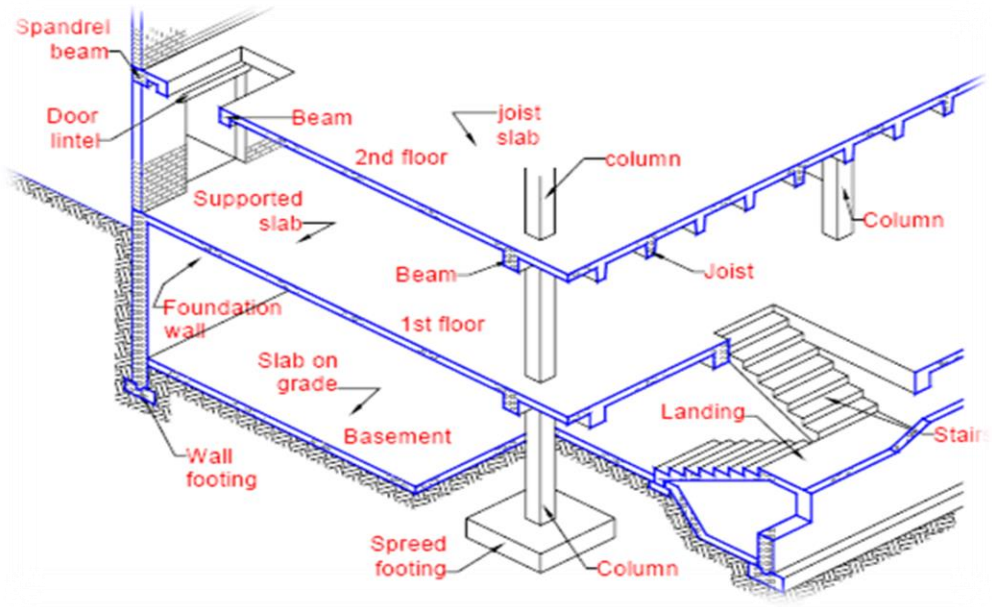
5-3 الاختبارات العملية:

يسبق الدراسة الإنشائية لأي مبنى، عمل الدراسات الجيوتقنية للموقع، ويقصد بها جميع الأعمال التي لها علاقة باستكشاف الموقع ودراسة التربة والصخور والمياه الجوفية، وتحليل المعلومات وترجمتها للتنبؤ بطريقة تصرف التربة عند البناء عليها، وأكثر ما يهتم به المهندس الإنشائي هو الحصول على قوة تحمل التربة اللازمة لتصميم أساسات المبنى.

6-3 العناصر الإنشائية:

تتكون المباني عادةً من مجموعة عناصر إنشائية تتقاطع مع بعضها لتقاوم الأحمال الواقعة على البناء وتشمل:

العقدات، الجسور، الأعمدة، جدران القص، الأدراج والأساسات.



الشكل (2-3): توضيح لبعض العناصر الإنشائية للمبنى.

ويحتوي المشروع العناصر التالية:

1-6-3 العقدات :

هي عبارة عن العناصر الإنشائية القادرة على نقل القوى الرأسية بسبب الأحمال المؤثرة عليها إلى العناصر الإنشائية الحاملة في المبنى مثل الجسور، الأعمدة، الجدران، الدرج و الأساسات دون تعرضها إلى تشوهات.

ونظراً لوجود العديد من الفعاليات المختلفة في المبنى ومراعاة للمتطلبات المعمارية فإنه سيتم استخدام أنواع العقدات التالية في المشروع:

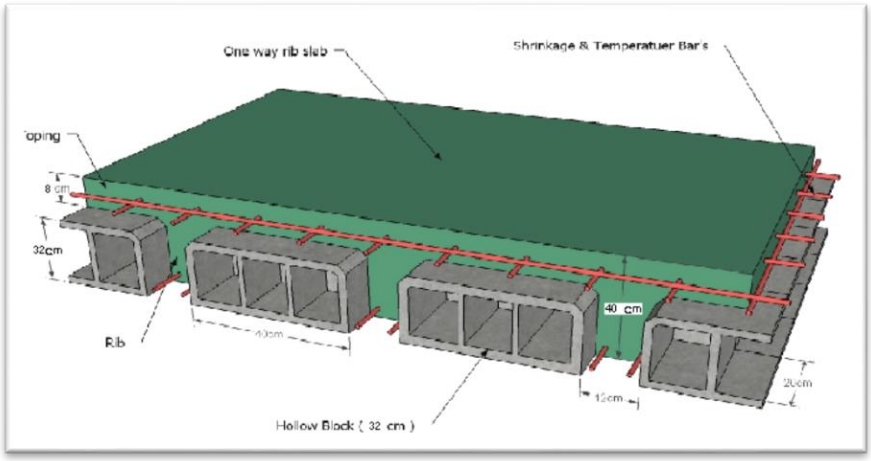
1. البلاطات المصمتة (Solid Slabs) وتقسم إلى :
   - العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد (One way solid slab).
   - العقدات المصمتة ذات الاتجاهين (Two way solid slab).

2. البلاطات المفرغة (Ribbed Slabs) وتقسم إلى :
   - عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد (One way ribbed slab).
   - عقدات العصب ذات الاتجاهين (Two way ribbed slab).

هذا وتستخدم عقدات الأعصاب ذات الاتجاه الواحد في تغطية المساحات التي تتراوح فيها الأبعاد بين الأعمدة من 5 الى 6 متر ، أما عقدات العصب ذات الاتجاهين فتستخدم في حالة المساحات الكبيرة نسبياً، و في التصميم الانشائي لهذا المشروع سنستخدم كلا النوعين

3-1-6-1 عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد (One way ribbed slabs) :

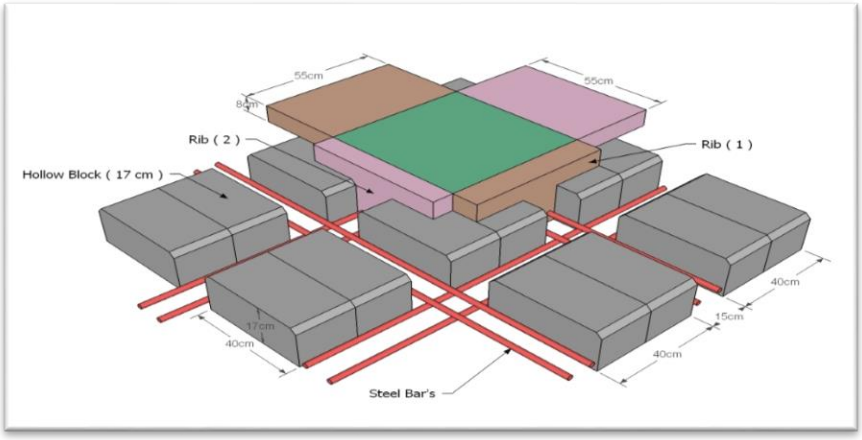
إحدى أشهر الطرق المستخدمة في تصميم العقدات في هذه البلاد وتتكون من صف من الطوب يليها العصب، ويكون التسليح باتجاه واحد كما هو مبين في الشكل (3-3).



الشكل(3-3) : عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد.

3-1-6-2 عقدات العصب ذات الاتجاهين (Two way ribbed slabs) :

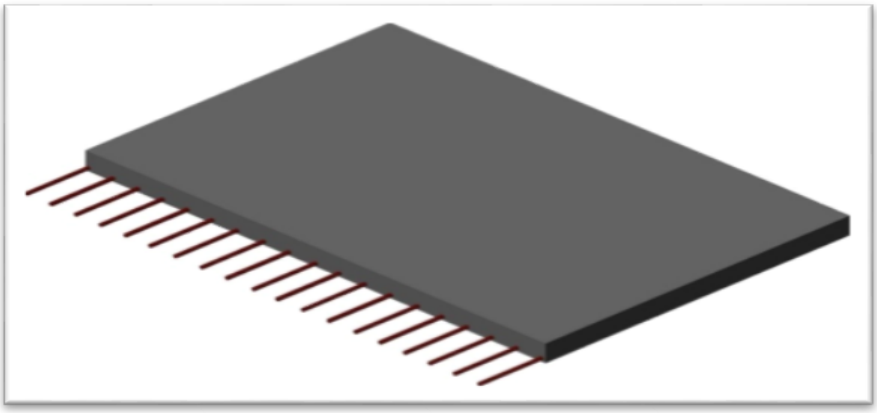
تشبه السابقة من حيث المكونات ولكن تختلف من حيث كون التسليح باتجاهين، ويتم توزيع الحمل في جميع الاتجاهات ويراعى عند حساب وزنها طوبتين و عصب في الاتجاهين، كما يظهر في الشكل (3-4).



الشكل(4-3) : عقدات العصب ذات الاتجاهين.

3-1-6-3 العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد (One way solid slabs) :

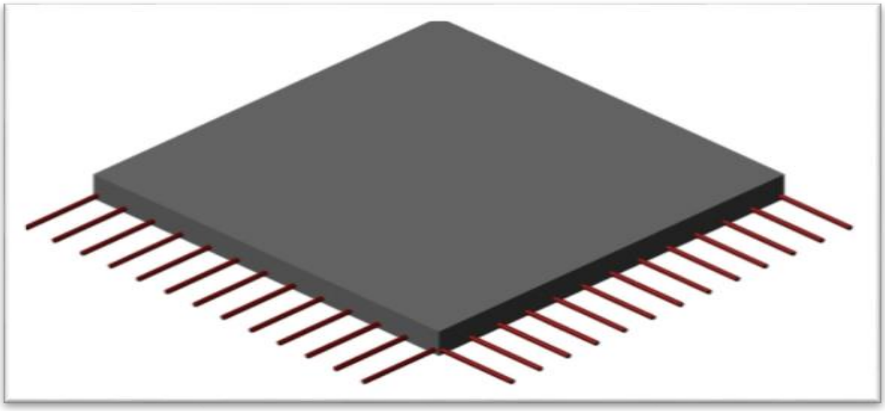
تستخدم في المناطق التي تتعرض للأحمال الحية كثيرا، وذلك تجنباً لحدوث اهتزاز نظراً للسماكة المنخفضة وتستخدم عادة في عقدات بيت الدرج، كما في الشكل (5-3) .



الشكل (3-5) : العقدات المصمتة ذات الإتجاه الواحد.

3-1-6-4 العقدات المصمتة ذات الاتجاهين (Two way solid slabs) :

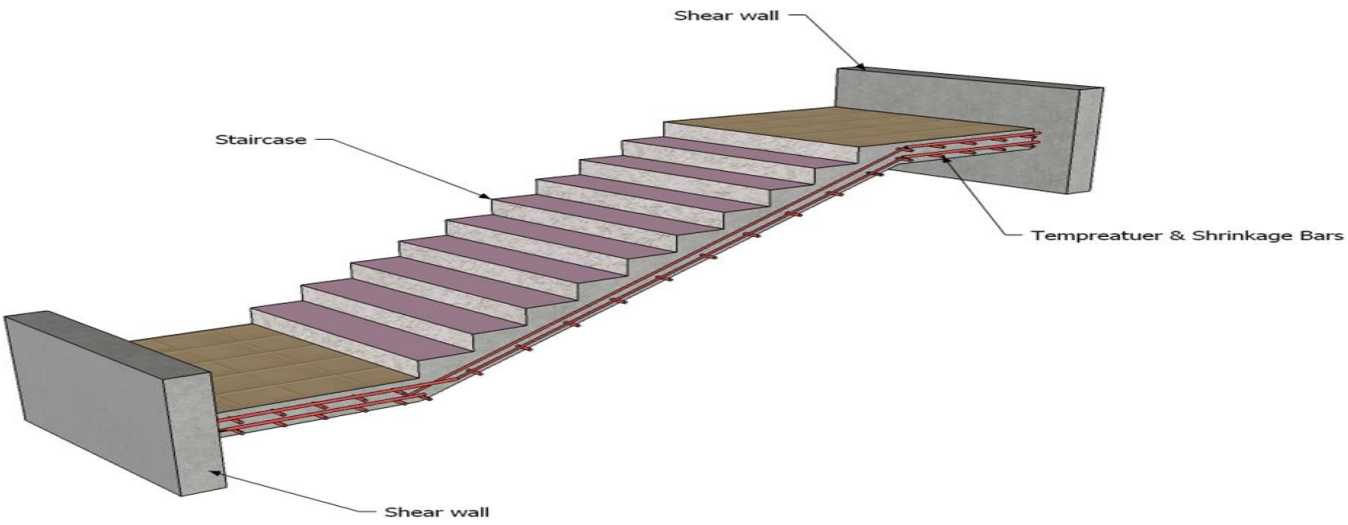
تستخدم في حال كانت الأحمال المؤثرة أكبر من المقدار الذي تستطيع العقدة المصمتة ذات الاتجاه الواحد مقاومتها، وعند ذلك يتم اللجوء إلى تصميم هذا النوع من العقدات و ذلك لأنها تستطيع مقاومة الأحمال بشكل أكبر حيث يوزع التسليح الرئيسي فيها باتجاهين موضحه في الشكل (6-3).



الشكل (3-6) : العقدات المصمتة ذات الاتجاهين.

3-6-2 الأدراج :

الأدراج عنصر معماري يوجد في المباني للانتقال بين مستويين في نفس الطابق أو بين عدد من الطوابق عبر المبنى، ويتم عادةً تصميم الدرج إنشائيا باعتباره عقدة مصمتة في اتجاه واحد كما في الشكل (7-3).



الشكل (7-3): الدرج.

3-6-3 الجسور :

وهي عناصر إنشائية أساسية في المبنى تقوم بنقل الأحمال الواقعة على الأعصاب إلى الأعمدة، حيث تقسم الى:

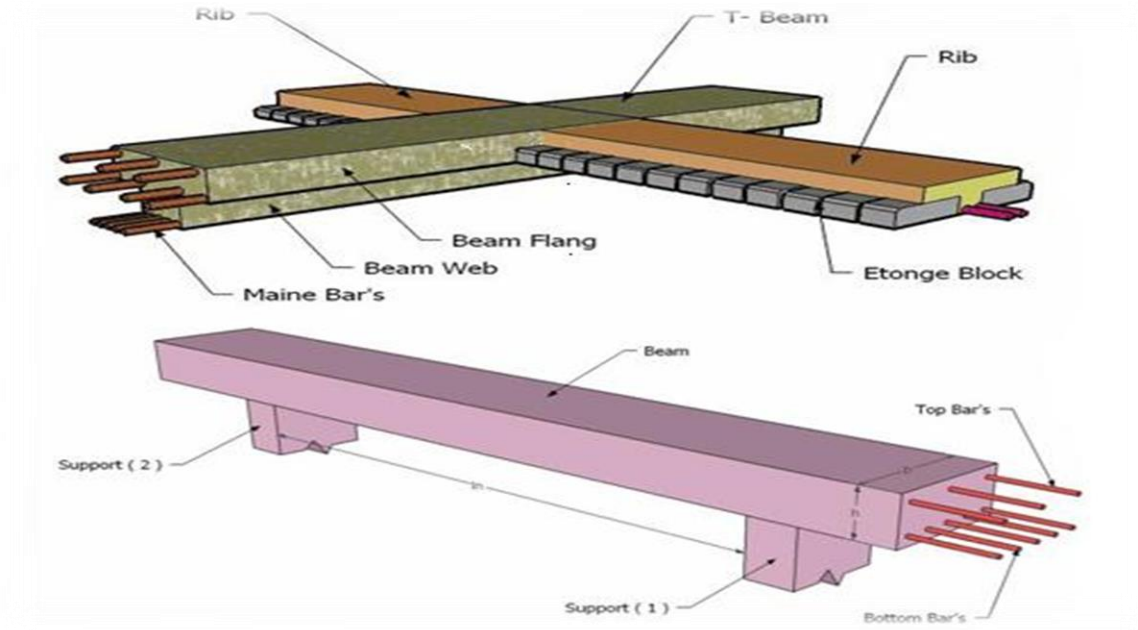
1- جسور مسحورة (Hidden Beam).

وهي التي يكون ارتفاعها مساوي لارتفاع العقدة.

2- جسور ساقطة (Dropped Beam).

وهي التي يكون ارتفاعها اكبر من ارتفاع العقدة، ويتم إبراز الجزء الزائد من الجسر في أحد الاتجاهين السفلي أو العلوي وتسمىL-sectionأوT-section.

ويكون التسليح بقضبان الحديد الأفقية لمقاومة العزم الواقع على الجسر، وبالكانات لمقاومة قوى القص والشكل (8-3) يبين أنواع الجسور التي استخدمت في المشروع.



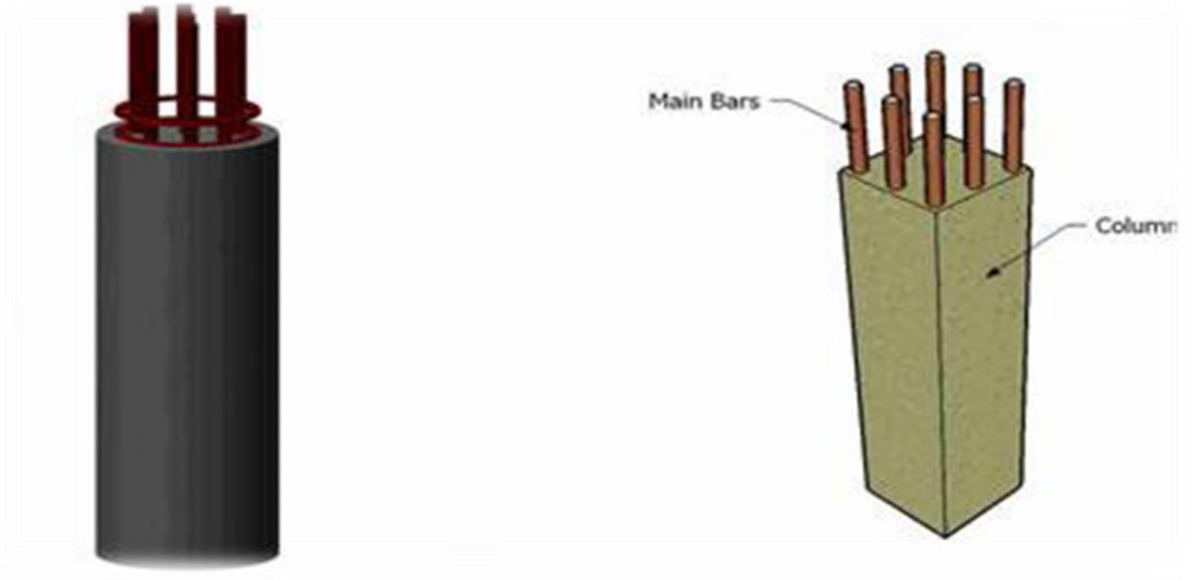
الشكل (8-3):أنواع الجسور المستخدمة في المشروع.

4-6-3 الأعمدة:

هي عناصر إنشائية أساسية ورئيسية في المنشأ، حيث تنتقل الأحمال من العقدة إلى الجسور، وتنقلها الجسور بدورها إلى الأعمدة، ثم إلى أساسات المبنى، لذلك فهي عنصر وسطي أساسي، ويجب تصميمها بحرص لتكون قادرة على نقل وتوزيع الأحمال الواقعة عليها والأعمدة نوعين من حيث التعامل معها في التصميم الإنشائي:

1- الأعمدة القصيرة (short column).
2- الأعمدة الطويلة (long column).

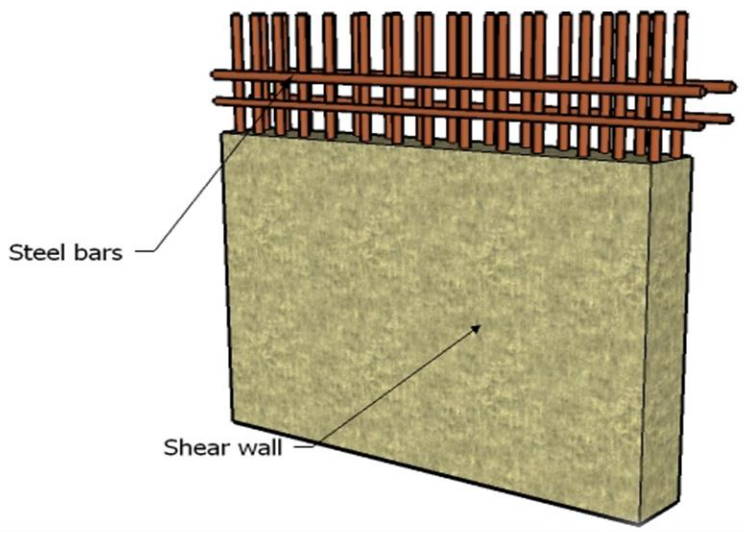
أما من حيث الشكل المعماري أو المقطع الهندسي فهي تقسم إلى ثلاث انواع وهي :- المستطيلة،الدائرية، والمربعة وفي هذا المشروع تم استخدام النوعين المستطيلي و الدائري كما هو مبين في الشكل (9-3).



الشكل (3-9) : أنواع الأعمدة المستخدمة في المشروع.

3-6-5 جدران القص:

هي الجدران التي تحيط بيت الدرج، وجدران المصاعد، وأحيانا في بعض المناطق في المبنى حسب ما تقتضي الحاجة ووظيفة جدران القص مقاومة قوى القص الأفقية التي قد يتعرض لها المنشأ نتيجة لأحمال الزلازل والرياح إضافة إلى كونها جدران حاملة، ويراعى توفرها في اتجاهين متعامدين في المبنى لتوفير ثبات كامل للمبنى.



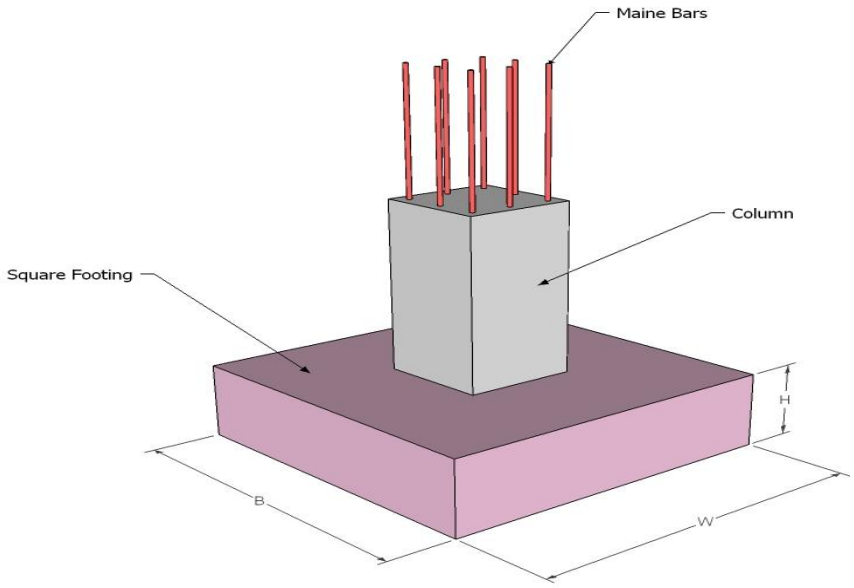
الشكل (10-3): يبين جدار قص مسلح.

6-6-3 الأساسات:

الأساسات هي أول ما يبدأ بتنفيذها عند بناء المنشأ، إلا أن تصميمها يتم بعد الانتهاء من تصميم كافة العناصر الإنشائية في المبنى، حيث تقوم الأساسات بنقل الأحمال من الأعمدة والجدران الحاملة إلى التربة على شكل قوة ضغط، وهي على عدة أنواع كما يلي:

1- أساسات منفصلة (Isolated Foundation).
2- أساسات مزدوجة (Combined Foundation).
3- أساسات شريطية (Strip Foundation).
4- أساسات البلاطة (Mat Foundation).

وسوف يتم استخدام أساسات من أنواع مختلفة وذلك تبعا لنوع التربة وقوة تحملها والأحمال الواقعة عليها.



الشكل (11-3): الأساسات.

7-3 فواصل التمدد:

تنفذ في كتل المباني ذات الأبعاد الأفقية الكبيرة أو ذات الأشكال والأوضاع الخاصة فواصل تمدد حراري أو فواصل هبوط، وقد تكون الفواصل للغرضين معاً، وعند تحليل المنشآت لدراستها كمقاومة لأفعال الزلازل تدعى هذه الفواصل بالفواصل الزلزالية، ولهذه الفواصل بعض الاشتراطات والتوصيات الخاصة بها، وينبغي استخدام فواصل تمدد حراري في كتلة المنشأ حسب الكود المعتمد، على أن تصل هذه الفواصل إلى وجه الأساسات العلوي دون اختراقها، وتعتبر المسافات العظمى لأبعاد كتلة المبنى كما يلي:

1) (40m) في المناطق ذات الرطوبة العالية.
2) (36m) في المناطق ذات الرطوبة العادية.
3) (32m) في المناطق ذات الرطوبة المتوسطة.
4) (28m) في المناطق الجافة.

كما يجب أن لا يقل عرض الفاصل عن (3 سم).

8-3 برامج الحاسوب التي تم استخدامها:

1. AutoCAD (2017) for Drawings Structural and Architectural.
2. Microsoft Office (2010) For Text Edition.
3. Microsoft Excel XP
4. Atir 12.

2

الفصل الثاني

الوصف المِعمَـاري

2-1 مقدمة .

2-2 لمحة عامة عن المشروع .

2-3 موقع المشروع .

2-4 وصف الحركة .

2-5 المداخل .

2-6 وصف طوابق المشروع .

2-7 الواجهات .

2-8 المقاطع .

1-2 مقدمة :

تعتبر العمارة أم العلوم الهندسية، وهي ليست وليدة هذا العصر؛ بل هي منذ أن خلق الله تعالى الإنسان الذي أطلق العنان لمواهبه و خواطره، فانتقل بهذه المواهب من حياة الكهوف إلى أفضل صورة من صور الرفاهية، مستغلاً ما وهبه الله من جمال لهذه الطبيعة الخلابة.

وبهذا أصبحت العمارة فن وموهبة وأفكار، تستمد وقودها مما وهبه الله للمعماري من مواهب الجمال. وإذا كان لكل فن أو علم ضوابط وحدود يقف عندها فإن العمارة لا تخضع لأي حد أو قيد، فهي تتأرجح مابين الخيال والواقع؛ والنتيجة قد تكون أبنية متناهية البساطة والصراحة تثير فينا بعض الفضول رغم أنها قد تخبئ لنا العديد من المفاجآت عندما ندخلها ونتفاعل مع تفاصيلها.

و يبدو المبنى فخماً من الخارج، يجمع ما بين عمارة القرن الماضي العريق وأناقة المعمار الحديث؛ وقد امتزج الاثنين ليوفر الفندق نمط جديد فوق العادة. ويتميز التصميم بوجود تراجعات معمارية بين الطوابق أعطى شكلا جماليا للمبنى.

إن عملية التصميم لأي منشأ أو مبنى تتم عبر عدة مراحل حتى يتم إنجازه على أكمل وجه، تبدأ أولا بمرحلة التصميم المعماري حيث يتم في هذه المرحلة تحديد شكل المنشأ ويؤخذ بعين الاعتبار تحقيق الوظائف والمتطلبات المختلفة التي من أجلها سيتم إنشاء هذا المبنى، حيث يجري توزيع أولي لمرافقه، بهدف تحقيق الفراغات والأبعاد المطلوبة وتحديد مواقع الأعمدة والمحاور، وتتم في هذه العملية أيضا دراسة الإنارة والتهوية والحركة والتنقل وغيرها من المتطلبات الوظيفية.

وبعد الانتهاء من مرحلة التصميم المعماري وإخراجها بصورتها النهائية تبدأ عملية التصميم الإنشائي التي تهدف إلى تحديد أبعاد العناصر الإنشائية وخصائصها اعتمادا على الأحمال المختلفة الواقعة عليها والتي يتم نقلها عبر هذه العناصر إلى الأساسات ومن ثم إلى التربة.

2-2 لمحة عامة عن المشروع :

المشروع عبارة عن مبنى كلية علوم تطبيقية ,ويقوم المشروع على فكرة جعل المبنى جزء لا يتجزأ من البيئة المحيطة وقد كانت هذه الأفكار ترتكز بشكل أساسي على محاكاة الطبيعة من خلال احترام طبوغرافية الأرض , لإنتاج بيئةَ، تتصل فيها التكنولوجيا مع البيئة. اتصالا جوهريا , وتهدف هذه الفكرة أيضا إلى تحقيق أقصى قدر من التكامل بين المبنى والمناظر الطبيعية في الخارج لذلك تم استخدام الواجهات الزجاجية الواسعة والمسطحات الخضراء . ،.وكما تم التركيز على توفير الراحة وسهولة الوصول واستعمال المبنى وعلى العوامل المحلية التي تؤثر في التصميم مثل مدخل المبنى و أشعة الشمس واتجاه الرياح والمناخ وغيرها .

يتكون المبنى من ثمانية طوابق من ضمنها طابق التسوية والأرضي ، وقطعة أرض مخصصة للبناء بمساحة تقدر بـ(15600 م.)2 .

3-2 موقع المشروع :

لتصميم أي مشروع فإنه ينبغي دراسة الموقع المراد تشييد المبنى فيه بعناية فائقة سواء تعلق ذلك بالموقع الجغرافي أم بتأثير القوى المناخية السائدة في المنطقة، بحيث تصان العناصر القائمة و علاقاتها بالتصميم المقترح في تآلف وتناغم لتحقيق التصميم الأمثل.

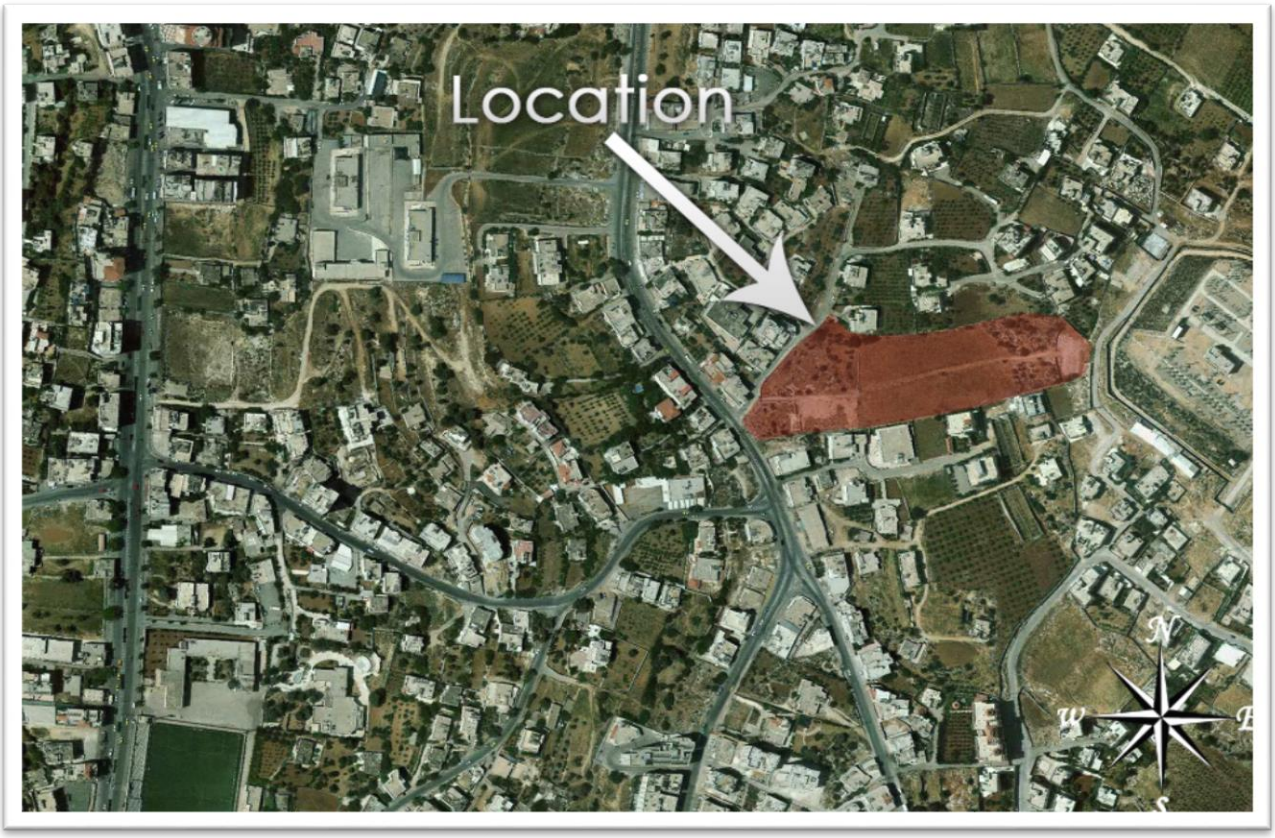
لذلك يجب إعطاء فكرة عامة عن عناصر الموقع، من توضيح لمقاسات الأرض المقترحة للبناء، علاقة الموقع بالشوارع والخدمات المحيطة، ارتفاع المباني المحيطة، واتجاه الرياح السائدة والضجيج ومسار الشمس.

تقع قطعة الأرض المقترحة في منطقة نمرا في مدينة الخليل في شارع حبايل الرياح المنشأ حديثا من بلدية الخليل وعرض الشارع
حوالي 16(مترا) ، ومتوسط ارتفاع المدينة عن مستوى سطح البحر هو 970 مترا مع تفاوت الارتفاعات في المدينة نظرا لتساع
مساحة أراضيها، حيث تعتبر أكبر مدن الضفة الغربية. الشكل (2-2) يبين موقع قطعة الأرض والشوارع القريبة منها.

وقد تم مراعاة التالي في اختيار موقع المبنى:

1.سهولة الوصول إليه من الشارع الرئيسي
2.توفر الخدمات العامة من كهرباء وماء وشبكة صرف صحي
3.أخذ الانحدار الطبيعي للأرض بعين الاعتبار في التصميم

وقد تم تصميم المبنى بما يتائم مع قطعة الأرض المخصصة له ،والشكل



الشكل (2-1) الموقع العام للمشروع.

2-3-1 أهمية الموقع:

الشروط العامة لاختيار الموقع:

إن عمليه اختيار أرض لإقامة كليه لا تقيم بشكل أساسي لتوفر قطعه الأرض بل تقيم على أسس ومعايير تساعد في وضع قرار سليم يوجه المشروع إلى ذلك المسلك الذي يضفي على خدمات المشروع وأجزائه صبغه التكامل والتوافق مع النسيج الحضري العام. وفيما يلي عدة نقاط مهمة في عملية اختيار أرض للفندق :

1.جغرافيه الموقع : هو الجانب الذي يختص في دراسة موقع الأرض بالنسبة للنسيج العمراني بشكل عام ، وتأثير الموقع على وظيفة المبنى ، ودراسة المناخ وطبوغرافية الأرض.
2.شبكه المواصلات : هو الجانب الذي يتم فيه دراسة الطرق الرئيسية والفرعية المؤدية للموقع.
3.الغطاء النباتي : هو الجانب الذي يتحدث عن طبيعة الأرض من حيث احتوائها على الغطاء النباتي من أشجار ونباتات.
4.أنماط المباني المحيطة : طبيعة المباني المحيطة بقطعة الأرض ونوعها ، تجارية ، صناعية ، سكنية ، أم خدماتية ...الخ. وكيفيه تأثير هذه المباني على قطعه الأرض وتأثيرها على المبنى المراد إنشاؤه ، ونوعية مواد البناء المستخدمة في المباني المحيطة وارتفاعاتها إن وجدت.

2-3-2 حركة الشمس و الرياح:

تتعرض مدينة الخليل إلى الرياح الشمالية الشرقية وهي رياح باردة جدا وجافة ، واليها يعود انخفاض الحرارة في المناطق المرتفعة ، كما تتعرض إلى الرياح الجنوبية الغربية وهي رياح محملة بالأمطار والرطوبة. ونظراً لموقعها الجغرافي فإن الرياح الغربية تهب عليها وتصطدم بتيارات دافئة ، وتلتقي تلك القادمة من الشرق بالرياح القادمة من الغرب فتقلل من رطوبتها وتجعلها أكثر انسجاما ، إذ تجعل الهواء معتدلاً جافاً ، كما تهب على المدينة رياح جافة كرياح الخماسين في أواخر فصل الربيع.

إن دراسة حركة الشمس والرياح من العوامل المهمة في تحليل المبنى ، فالشمس طاقة مرغوب فيها ، وتوجيه المبنى تجاه الشمس مع حمايته من السطوع الواقع عليه من المنطقة الغربية هي وسيلة ناجحة في الحصول على أكبر قدر ممكن من الطاقة الشمسية في أيام البرد ، والتقليل من كمية الطاقة المستهلكة للتدفئة ، وللرياح تأثير كبير على المباني ، فهي تعد حمل أفقي يؤثر على جدران المبنى ، وبالتالي على الهيكل الإنشائي له فيجب مراعاة تأثير الرياح والشمس على المبنى ليتم تصميمه بشكل يلبي شروط التصميم المتعلقة بالتهوية.

2-3-3 الرطوبة:

مناخ مدينة الخليل يتأثر بمناخ فلسطين الذي يعرف بأنه جاف وحار صيفاً ومعتدل وماطر شتاءً ، ومناخ مدينة الخليل رغم صغرها يتباين تبعاً للتضاريس والمسطحات المائية المجاورة والبعد عن الصحراء ، أما فيما يتعلق بالأمطار فإن معدلات التساقط متفاوتة تبعاً لتضاريس المنطقة الجغرافية والتي تعتبر جزء من محافظة الخليل حيث إن الأمطار في الخليل تتراوح ما بين (600-400 ملم) سنوياً.

4-2 وصف الحركة:

تأخذ الحركة أشكال عدة سواء من خارج المبنى باتجاه الداخل، او الحركة داخل المبنى نفسه؛ فالحركة من خارج المبنى الى داخله تم بشكل سلس نظرا لعدم وجود فرق كبير في المنسوب الخارجي للمبنى والمنسوب الداخلي
تم تصميم المنشأة بحيث تتيح حرية و سهولة التنقل بين أجزاء المبنى و طوابقه من خلال المصاعد الموزعة على كافة أجزاء المبنى ، و يوفر التصميم انتظام في توزيع الفراغات مما يوفر راحة في التنقل.
ما بالنسبة للحركة داخل المبنى فتقسم الى حركة افقية داخل الطابق الواحد وحركة راسية بين الطوابق المختلفة باستخدام المصاعد والدراج.

5-2 المداخل :

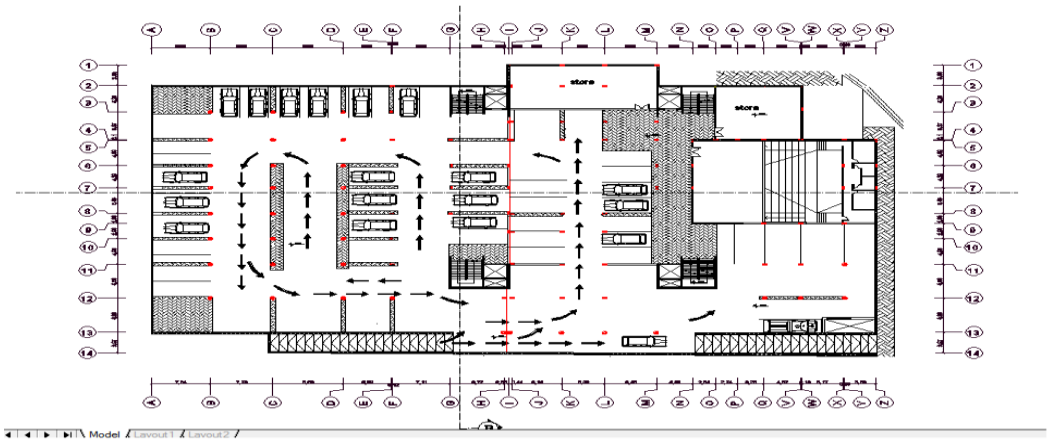
اذ يمكن الدخول للمبنى من مكانين:
مكان لدخول الطلاب و الموظفين الطابق الأرضي مباشرة ومكان من طابق التسوية لدخول السيارات ومن ثم الى الطابق الأرضي،
1. المدخل الجنوبي وهو المدخل الرئيسي للكلية.
2.المدخل الشرقي وهو مدخل آخر للكلية.

6-2 وصف طوابق المشروع :

يتكون المشروع من ثمانية طوابق ذات تنوع خدماتي بمساحة إجمالية وقدرها 19901.3329 م^2 ، وهو عبارة عن مبنى ذو مرافق متعددة ، والتوزيع المعماري لهذه المرافق يتسم بالوضوح و التماثل بين بعض الطوابق وهذا أدى إلى تيسير التصميم الإنشائي للمشروع.

2-6-1 طابق التسوية:

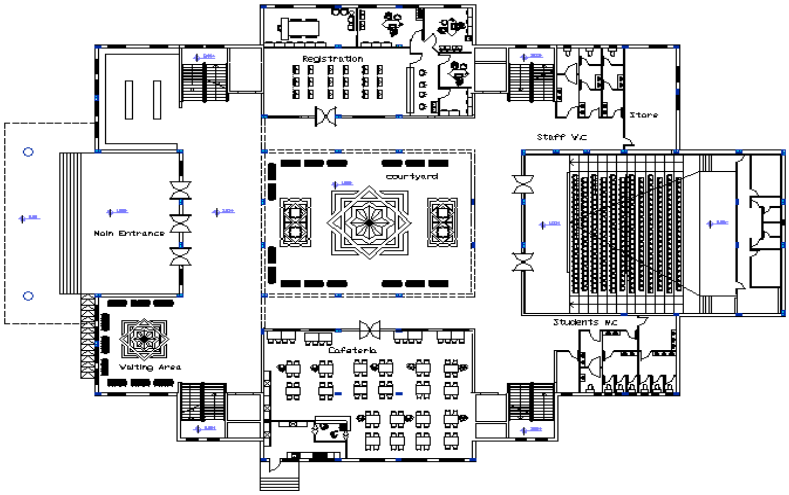
(منسوب -4.15 م) بمساحة إجمالية 4667.4071 م^2.
يتكون طابق التسوية من مواقف سيارات ، مسرح ، بئر ماء،مخزن. ، ويمتاز بسهولة حركة الموظفين والطلاب



الشكل (2-2) طابق التسوية .

2-6-2 الطابق الأرضي:

(منسوب 1.05 م) بمساحة تقدر ب 2199.0599 م^2.
وظائف الفراغات الموجودة في هذا الطابق و الموزعة بشكل يضمن سهولة الحركة بين هذه الفراغات
يتكون الطابق الأرضي من مدخل رئيسي كبير ، قسم الاستقبال ، مسرح ، قاعة المؤتمرات ، المطعم ومرافقه وممرات ووحدات صحيه.

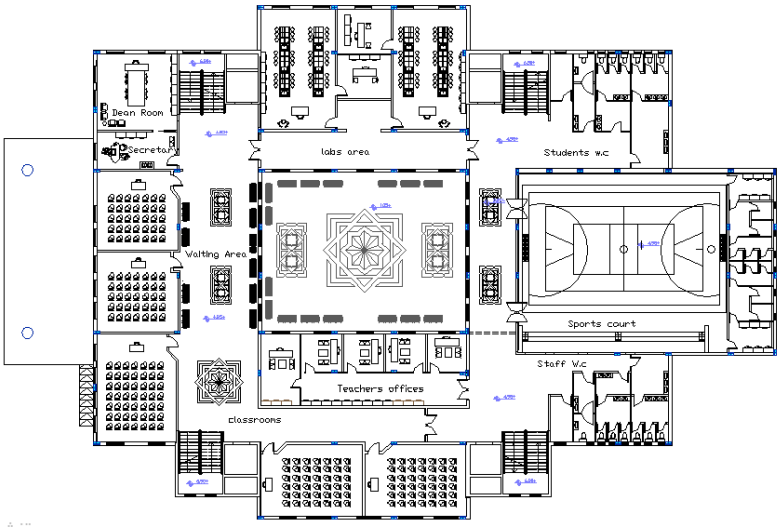


الشكل (2-3) الطابق الارضي .

3-6-2 الطابق الأول:

(منسوب 4.95 م) بمساحة إجمالية 2355.9145 م^2.

يتكون الطابق الأول من ملعب ، مكاتب مدرسين ، قاعات تدريس وحدات صحيه وممرات.

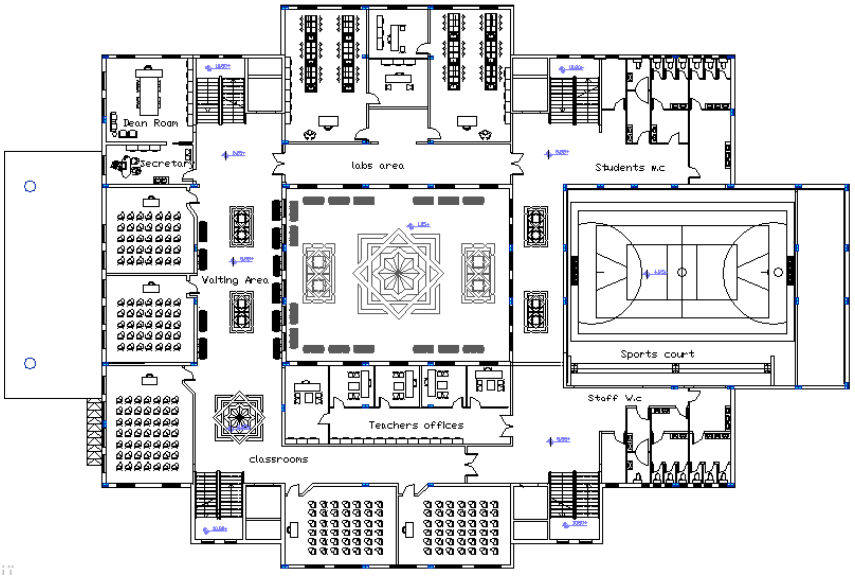


الشكل (2-4) الطابق الاول.

4-6-2 الطابق الثاني:

(منسوب 8.85 م) بمساحة إجمالية 2355.9145م^2.

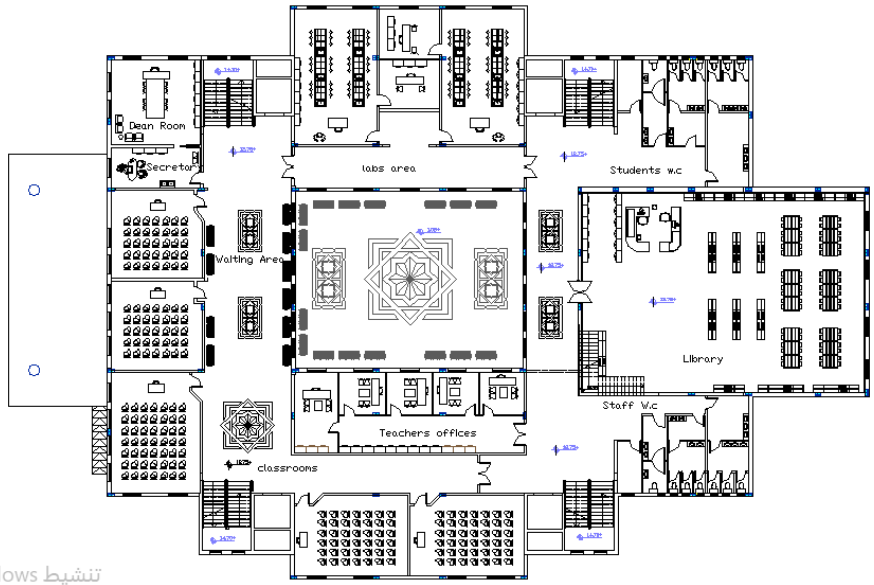
مكاتب مدرسين,قاعات تدريس,قاعة انتظار وحدات صحيه وممرات غرفة سكرتير.



الشكل (2-5) الطابق الثاني .

5-6-2 الطابق الثالث:

(منسوب12.75 م) بمساحة إجمالي2355.9145 م^2.
مكتبة,قاعات تدريس ,مختبرات,غرفة سكرتير وحدات صحيه,غرف للمدرسين وممرات.

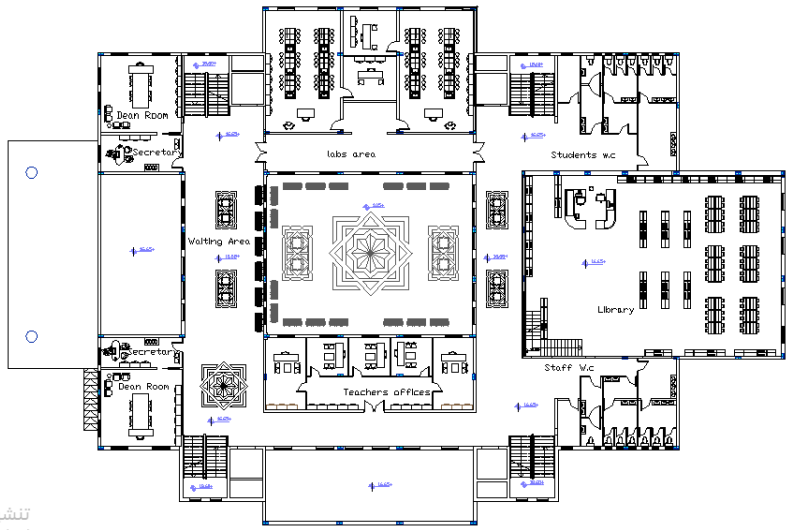


تنشيط Windows

الشكل (2-6) الطابق الثالث.

6-6-2 الطابق الرابع:

(منسوب16.65 م) بمساحة إجمالية 2355.9145 م^2.
مكتبة, ,مختبرات,غرف سكرتير وحدات صحيه,غرف للمدرسين وممرات

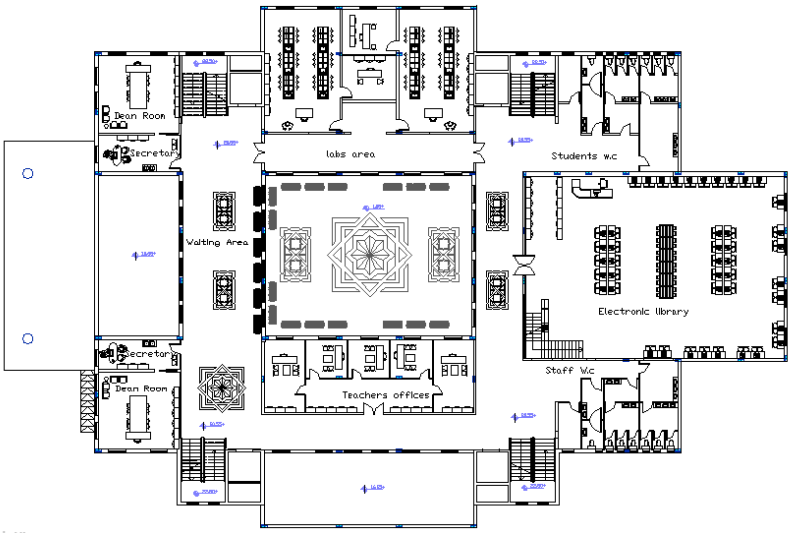


تنشيط dows

الشكل (2-7) الطابق الرابع

2-6-7 الطابق الخامس:

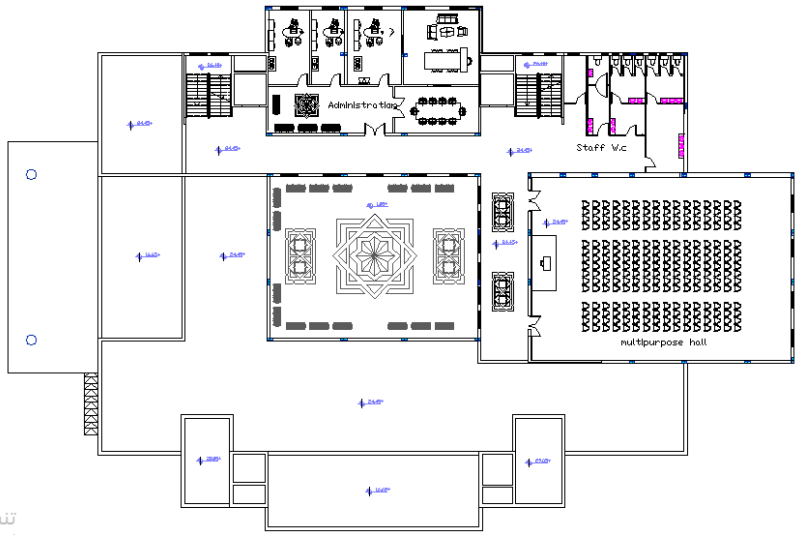
(منسوب20.55 م) بمساحة إجمالية 2355.9145 م^2.
مكتبة، مكاتب مدرسين,غرف سكرتير وحدات صحيه وممرات.



الشكل (2-8) الطابق الخامس.

2-6-8 الطابق السادس:

(منسوب 24.45 م) بمساحة إجمالية 1255.2934م^2.
يتكون الطابق السادس وهو الطابق الأخير في الكليه (الرووف) من مدرج، قاعات جلوس وحدات صحيه وممرات.

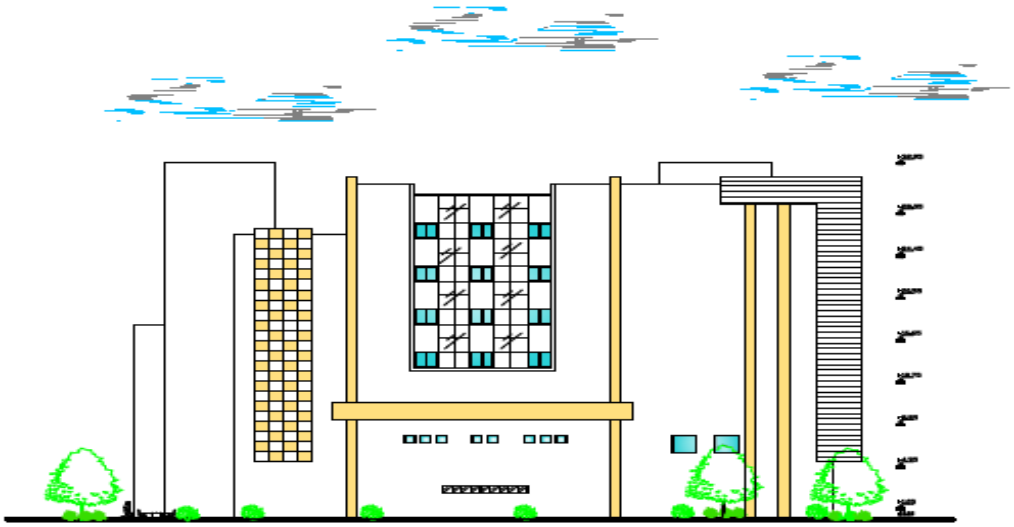


الشكل (2-9) الطابق السادس

7-2 الواجهات :

2-7-1 الواجهة الشمالية:

يظهر في هذه الواجهة الجانب الخلفي للمبنى ،ويلاحظ الناظر الى هذه الواجهة اختلاف المناسيب تبعا للوظيفة التي تؤديها ، و يظهر تداخل الكتل الأفقية و الراسية الآمر الذي يعطي المبنى المنظر الجمالي الرائع فضال عن تعدد أنظمة الفتحات المستخدمة و استخدام نوعين من الحجر لتمييز مواقع الفتحات و يظهر في الواجهة التراجعات للمبنى.



الشكل (2-10): الواجهة الشمالية.

2-7-2 الواجهة الجنوبية:

تعد هذه الواجهة هي الواجهة الرئيسية للمبنى و فيها يظهر المدخل الرئيسي للمبنى . والنظر لهذه الواجهة يرى تعدد أنظمة الفتحات المستخدمة و هذا بدوره يعكس اختلاف الوظيفة التي تحويها فراغات المبنى . كما يلاحظ استخدام نوعين من الحجر لتمييز مواقع الفتحات من جهة و قطع الملل من جهة أخرى. ومما يزيد في حداثة المبنى استخدام الكتل الزجاجية المكونة من الزجاج و الألمنيوم حيث اضفى على هذه الواجهة جمالا من جهة و من جهة أخرى فان مثل هذه الفتحات تسهم في توفير اضاءة طبيعية لهذا الجانب من المبنى.

الشكل (2-11) :الواجهة الجنوبية.

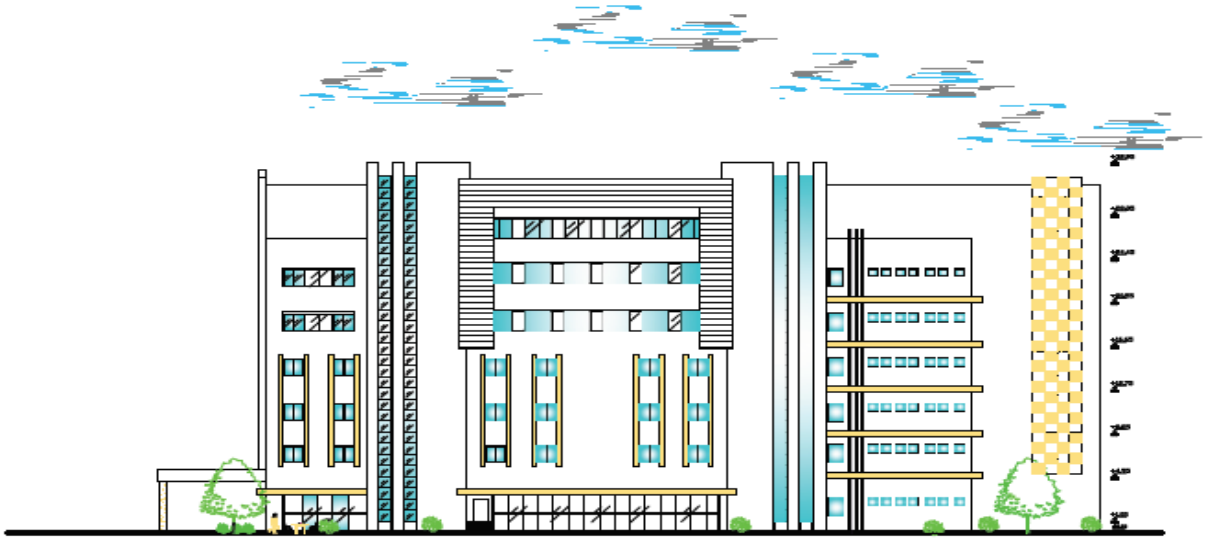
2-7-3 الواجهة الغربية:

يلاحظ الناظر الى هذه الواجهة اختلاف المناسيب تبعا للوظيفة التي تؤديها ، و يظهر تداخل الكتل الأفقية و الراسية الآمر الذي يعطي المبنى المنظر الجمالي الرائع فضال عن تعدد أنظمة الفتحات المستخدمة و استخدام نوعين من الحجر لتمييز مواقع الفتحات ويظهر في الواجهة التراجعات للمبنى

الشكل (2-12):الواجهة الغربية.

4-7-2 الواجهة الشرقية:

يظهر في هذه الواجهة المدخل الآخر للمبنى . والنظر لهذه الواجهة يرى تعدد أنظمة الفتحات المستخدمة و هذا بدوره يعكس اختلاف الوظيفة التي تحويها فراغات المبنى . كما يلاحظ استخدام نوعين من الحجر لتمييز مواقع الفتحات من جهة و قطع الملل من جهة أخرى. ومما يزيد في حداثة المبنى استخدام الكتل الزجاجية المكونة من الزجاج و الألمنيوم حيث اضفى على هذه الواجهة جمالا من جهة و من جهة أخرى فان مثل هذه الفتحات تسهم في توفير اضاءة طبيعية لهذا الجانب من المبنى.



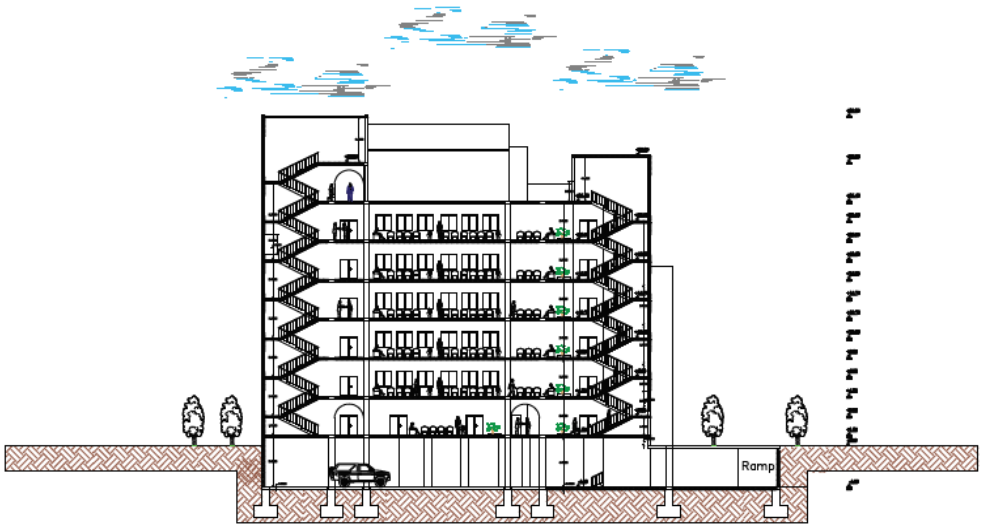
الشكل (2-13):الواجهة الشرقية.

2-8 المقاطع:

2-8-1 المقطع (A-A):

الشكل (2-14):المقطع A-A.

2-8-2 المقطع (B-B):



الشكل (2-15):المقطع B-B.

الفصـــــــــــل الخامس

النتائج و التوصيات

5

1.5 النتائج

2.5 التوصيات

3.5 المراجع

4.5 الملحقات

1.5النتائج

من خلال هذا التجوال في هذا البحث،و التعرف على معطياته و جوانبه ،تم الخروج بخلاصة هذا البحث من خلال نتائج تتمثل فيما يلي :-

1-إن فهم المخططات المعمارية له دور كبير في إيجاد الحلول الإنشائية الملائمة لنوع الاستخدام في المبنى .

2-إن القدرة على الحل اليدوي ضرورية للمصمم الإنشائي للتأكيد على حل البرامج المحسوبة وفهم طريقة عملها .

3- التعرف على العناصر الإنشائية ، وكيفية التعامل معها, ومع آلية عملها ،وذلك ليتم تصميمها تصميما جيدا يحقق الأمان و القوة الإنشائية .

2.5 التوصيات

1-يجب أن يكون هنالك تنسيق بين المصمم المعماري والإنشائي خلال عملية التصميم حتى ينتج مبنى متكاملاً إنشائياً ومعمارياً.

2-يوصى بتنفيذ المشروع حسب المخططات المرفقة بالمشروع بأقل تغييرات ممكنة.

3-ينصح بوجود مهندس مشرف للإشراف على التنفيذ وأن يلتزم بالمخططات والشروط لضمان التنفيذ الأفضل للمشروع.

4-يجب استكمال التصميم الكهربائي و الميكانيكي للمشروع قبل المباشرة في التنفيذ لإدخال أي تعديلات محتملة عليه من الناحية الإنشائية.

3.5 قائمة المصادر و المراجع

1-كودات البناء الوطني الأردني،***كود الأحمال والقوى***، مجلس البناء الوطني الأردني، عمان، الأردن، 1990م.

2-ملاحظات الأستاذ المشرف

3- ACI Committee 318 (2011),ACI 318-11: Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary, American Concrete Institute, ISBN 0-87031-264-2.

4.5 الملحقات

Appendix (A)

Architectural Drawings

This appendix is an attachment with this project

Appendix (B)

Structural Drawings

This appendix is an attachment with this project

Appendix (C)

TABLE 9.5(a)—MINIMUM THICKNESS OF NONPRESTRESSED BEAMS OR ONE-WAY SLABS UNLESS DEFLECTIONS ARE CALCULATED

	Minimum thickness, *h*			
	Simply supported	One end continuous	Both ends continuous	Cantilever
Member	Members not supporting or attached to partitions or other construction likely to be damaged by large deflections.			
Solid one-way slabs	$\ell/20$	$\ell/24$	$\ell/28$	$\ell/10$
Beams or ribbed one-way slabs	$\ell/16$	$\ell/18.5$	$\ell/21$	$\ell/8$

Notes:
Values given shall be used directly for members with normalweight concrete (density w_c = 2320 kg/m^3) and Grade 420 reinforcement. For other conditions, the values shall be modified as follows:
a) For structural lightweight concrete having unit density, w_c, in the range 1440-1920 kg/m^3, the values shall be multiplied by $(1.65 - 0.003w_c)$ but not less than 1.09.
b) For f_y other than 420 MPa, the values shall be multiplied by $(0.4 + f_y/700)$.

MINIMUM THICKNESS OF NONPRESTRESSED BEA`S OR ONE WAY SLABS UNLESS DEFLECTIONS ARE CALCULATED)

TABLE 9.5(b) — MAXIMUM PERMISSIBLE COMPUTED DEFLECTIONS

Type of member	Deflection to be considered	Deflection limitation
Flat roofs not supporting or attached to nonstructural elements likely to be damaged by large deflections	Immediate deflection due to live load L	$\ell/180^*$
Floors not supporting or attached to nonstructural elements likely to be damaged by large deflections	Immediate deflection due to live load L	$\ell/360$
Roof or floor construction supporting or attached to nonstructural elements likely to be damaged by large deflections	That part of the total deflection occurring after attachment of nonstructural elements (sum of the long-term deflection due to all sustained loads and the immediate deflection due to any additional live load)†	$\ell/480^‡$
Roof or floor construction supporting or attached to nonstructural elements not likely to be damaged by large deflections		$\ell/240^§$

* Limit not intended to safeguard against ponding. Ponding should be checked by suitable calculations of deflection, including added deflections due to ponded water, and considering long-term effects of all sustained loads, camber, construction tolerances, and reliability of provisions for drainage.

† Long-term deflection shall be determined in accordance with 9.5.2.5 or 9.5.4.3, but may be reduced by amount of deflection calculated to occur before attachment of nonstructural elements. This amount shall be determined on basis of accepted engineering data relating to time-deflection characteristics of members similar to those being considered.

‡ Limit may be exceeded if adequate measures are taken to prevent damage to supported or attached elements.

§ Limit shall not be greater than tolerance provided for nonstructural elements. Limit may be exceeded if camber is provided so that total deflection minus camber does not exceed limit.

MAXIMUM PERMISSIBLE COMPUTED DEFLECTIONS

الاحمال الحية للأرضيات والعقدات

نوع المبنى		الاستعمال	الحمل الموزع	الحمل المركز البديل
عام	خاص	الاشغال	كن/م^2	كن
تابع المباني التعليمية وماشابهها.	تابع السجون والمستشفيات والمدارس والكليات.	غرف التدريس.	3.0	2.7
		غرف المطالعة دون مستودع كتب.	2.5	4.5
		غرف المطالعة بمستودع كتب.	4.0	4.5
		قاعات المعدات.	2.0	1.8
		غرف الأشعة والعمليات والخدمات.	2.0	4.5
		غرف تبديل الملابس وغرف النوم في المستشفيات.	2.0	1.8
		المقصورات.	4.5 لكل متر طولي موزعا بانتظام على العرض.	-

المباني التعليمية وماشابهها	السجون والمستشفيات والمدارس والكليات.	غرف المراجل والمحركات والمراوح وغرف المشروبات والحمامات والشرفات والممرات وغرف الطعام وردهات الاستراحة والبلياردو.	كما ورد في النوع الثالث من المباني السكنية.
		الممرات والمداخل والأدراج وبسطات الأدراج والممرات المرتفعة الموصلة بين المباني.	كما ورد في النوع الثاني من المباني السكنية.