

بسم الله الرحمن الرحيم  
جامعة بوليتكنيك فلسطين



كلية الهندسة والتكنولوجيا  
دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

مشروع التخرج

التصميم الإنشائي لمدرسه في مدينه الخليل

فريق العمل

فادي بسام مسودة    محمود نايف جابر    فتحي شعبان حمو

إشراف

د. هيثم عياد

الخليل- فلسطين

بسم الله الرحمن الرحيم  
**جامعة بوليتكنيك فلسطين**



**كلية الهندسة والتكنولوجيا**  
**دائرة الهندسة المدنية والمعمارية**

مشروع التخرج

التصميم الإنشائي لمدرسه في مدينه الخليل

فريق العمل

فادي بسام مسودة    محمود نايف جابر    فتحي شعبان حمو

إشراف

د. هيثم عياد

الخليل- فلسطين

جامعة بوليتيكنك فلسطين  
الخليل-فلسطين  
كلية الهندسة و التكنولوجيا  
دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

اسم المشروع  
التصميم الإنشائي لمدرسه في مدينة الخليل

أسماء الطلبة  
فادي بسام مسودة محمود نايف جابر فتحي شعبان حمو

بناء على نظام كلية الهندسة والتكنولوجيا وإشراف ومتابعة المشرف المباشر على المشروع وموافقة أعضاء اللجنة الممتحنة تم تقديم هذا المشروع إلى دائرة الهندسة المدنية و المعمارية وذلك للوفاء بمتطلبات درجة البكالوريوس في الهندسة تخصص هندسة المباني.

توقيع المشرف

.....

توقيع اللجنة الممتحنة

.....

توقيع رئيس الدائرة

.....

إلى .....  
الكريم سيد البشرية محمد بن عبدا لله  
إلى ..... من هم أحق منا بالحياة  
إلى ..... إلى .....  
إلى .....

إلى ..... إلى من كسروا قيد

إلى .....  
إلى ..... أنشودة الصغر وقدوة الكبر  
إلى ..... أبي العزيز .  
إلى ..... نبع العطاء وسيل الحنان  
إلى ..... أمي العزيزة .  
إلى .....  
إلى .....  
إلى ..... إلى .....

الأوفياء .  
إلى ..... الشموع التي احترقت لتنير  
إلى ..... إلى .....  
إلى ..... من عرفتهم في هذا الصرح  
إلى ..... زملائي وزميلاتي .

إلى...منهل العلم إلى...جامعتي

إلى...من أحبني وأحبته.

فريق

الشكر والتقدير

إن الشكر والمنة لله وحدة كما يليق  
بجلال وجهه وعظيم سلطانه أولا وأخيرا

نتقدم بجزيل الشكر والامتنان

إلى جامعتنا العزيزة ...  
بولتيكنيك فلسطين .  
إلى كلية الهندسة والتكنولوجيا .  
إلى دائرة الهندسة المدنية  
والمعمارية ... بطاقتها التدريسي  
. .  
إلى المشرف على هذا البحث الدكتور  
... هيثم عياد .  
إلى كل من ساهم في انجاز هذا البحث  
.

فريق العمل

## التصميم الإد لمدرسه في مدينة الخليل

فريق :

فادي بسام مسودة محمود نايف جابر فتحي شعبان حمو

### جامعة بوليتكنك فلسطين-

:

.هيثم عياد

تتلخص فكرة هذا المشروع في التصميم الإنشائي لأحدى مدارس الذكور في مدينة الخليل والمقترح بناؤه على أرض في منطقة نمره - مدينة الخليل بحيث يشمل المشروع تصميم كافة التفاصيل الإنشائية اللازمة.

يتكون المبنى من ثلاث طوابق، ويتميز التصميم المعماري للمشروع بأنه تم بأسلوب يقوم على تعدد الكتل الفراغية وتوزيعها بشكل متناسق من الناحية الجمالية والوظيفية ، إضافة إلى أنه تم الاهتمام من قبل المصمم المعماري عند توزيع الكتل بتوفير الراحة وسهولة وسرعة الوصول للمستخدمين ، وتكمن أهمية المشروع في تنوع العناصر الإنشائية في المبنى مثل الجسور والأعمدة والجسور المدلى والبلاطات الخرسانية وغيرها.

سيتم التصميم - إن شاء الله - بناء على متطلبات كود الخرسانة الأمريكي (ACI\_318) وستتم الاستعانة ببعض برامج التصميم الإنشائي مثل Autocad2007, Staad Pro, Office2007, Safe , Etabs , Atir ، ومن الجدير بالذكر انه تم استخدام الكود الاردني لتحديد الاحمال الحية وسيتم الاطلاع على بعض مشاريع التخرج السابقة، و سيتضمن المشروع دراسة إنشائية تفصيلية من تحديد و تحليل للعناصر الإنشائية والأحمال المختلفة المتوقعة ومن ثم التصميم الإنشائي للعناصر و إعداد المخططات التنفيذية لجميع العناصر الإنشائية التي تكوّن الهياكل الإنشائية للمبنى.

والله ولي التوفيق

## **The Structural Design of a School Building in Hebron**

### **WORKING TEAM:**

**Fadi Masswadh**

**Mahmoud Jaber**

**Fathi Hmmo**

## **Palestine Polytechnic University -2010**

### **SUPERVISOR:**

**DR.HAYTHM AYYAD.**

## **Project Abstract**

The main aim of this project is to prepare detailed structural planes and shop drawings For all structural elements. The project is a three stories male School in Hebron city.

The building has a unique architectural design. Functional , Aesthetic , and Practical use is considered in the building design.

Miscellaneous structural elements will be used accommodated with the architectural functional purposes of the building.

Autocade , Staad pro , Safe and Etabs software are used for the structural analysis and design process.



The ACL\_318 , UBC , and the Jordanians code are used For the structural design.

## فهرس المحتويات

i	صفحة العنوان الرئيسية
ii	نسخة عن صفحة العنوان
iii	شهادة تقييم مقدمة مشروع التخرج
iv	الإهداء
v	الشكر و التقدير
vi	ملخص المشروع باللغة العربية
vii	ملخص المشروع باللغة الإنجليزية
viii	فهرس المحتويات
1	:
2	١.١ المقدمة
3	١.٢ أهداف المشروع
3	١.٣ مشكلة المشروع
3	١.٤ حدود مشكلة المشروع
3	١.٥ المسلمات
4	١.٦ فصول المشروع
4	١.٧ اجراءات المشروع
6	:
7	٢.١ مقدمة
7	٢.٢ لمحة عن المشروع
8	٢.٣ موقع المشروع
9	٢.٣.١ أهمية الموقع
10	٢.٣.٢ حركة الشمس والرياح
11	٢.٣.٣ العناصر المعمارية
11	٢.٤ وصف المساقط الأفقية
11	٢.٤.١ طابق التسوية
12	٢.٤.٢ الطابق الأرضي
13	٢.٤.٣ الطابق الأول
15	٢.٤.٤ الطابق الثاني
16	٢.٥ وصف الواجهات
16	٢.٥.١ الواجهة الغربية
17	٢.٥.٢ الواجهة الشماليه
17	٢.٥.٣ الواجهة الشرقيه
18	٢.٥.٤ الواجهه الجنوبيه
18	٢.٦ وصف الحركة
20	:
21	٣.١ مقدمة

21	3.2 هدف التصميم الإنشائي
22	3.3 الدراسات النظرية للعناصر الإنشائية في المبنى
22	3.3.1 الأحمال
22	3.3.2 الأحمال الميتة
23	3.3.3 الأحمال الحية
24	3.3.4 الأحمال البيئية
24	3.3.4.1 الرياح
24	3.3.4.2 الثلوج
25	3.3.4.3 الزلازل
26	3.4 الاختبارات العملية
26	3.5 العناصر الإنشائية
27	3.5.1 العقدات
27	3.5.1.1 عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد
28	3.5.1.2 عقدات العصب ذات الاتجاهين
29	3.5.1.3 العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد
29	3.5.1.4 العقدات المصمتة ذات الاتجاهين
30	3.5.2 الجسور
31	3.5.3 الأعمدة
31	3.5.4 الجدران الحاملة (جدران القص)
33	3.5.5 الأساسات
34	3.5.6 الأدراج
35	3.5.7 الجدران الاستنادية
36	3.6 فواصل التمدد
37	Chapter 4 : Structural Design & Analysis
38	4.1 Introduction
38	4.2 Determination of Slab thickness
41	4.3 Determination of factored load
41	4.3.1 Determination of dead load
42	4.3.2 Determination of factored dead & live loads
43	4.4 Design of topping
44	4.5 Design of rib 1
46	4.5.1 Design of positive moment of rib 1
46	4.5.1.1 Design of Span 1
48	4.5.1.2 Design of Span 2
49	4.5.2 Design of negative moment of rib 1
49	4.5.2.1 Design of support 2
51	4.5.3 Design of shear of rib 1
53	4.6 Design of Tow way Ribbed slab
60	4.7 Design of Tow way Solid slab
65	4.8 Design of beam 31
67	4.8.1 Design of positive moment
67	4.8.1.1 Design of Span 1
69	4.8.1.2 Design of Span 2
71	4.8.1.3 Design of Span 3
73	4.8.1.4 Design of Span 4

75	4.8.1.5 Design of Span 5
77	4.8.1.6 Design of Span 6
79	4.8.2 Design of negative moment
79	4.8.2.1 Design of support 2
81	4.8.2.2 Design of support 3
83	4.8.2.3 Design of support 4
85	4.8.2.4 Design of support 5
87	4.8.2.5 Design of support 6
89	4.8.3 Design of shear
89	4.8.3.1 Design of Span 1
91	4.8.3.2 Design of Span 2
92	4.8.3.3 Design of Span 3
94	4.8.3.4 Design of Span 4
95	4.8.3.5 Design of Span 5
97	4.8.3.6 Design of Span 6
98	4.9 Design of beam 43
102	4.10 Design of truss
110	4.11 Design of Long Column C6
113	4.12 Design of Isolated Footing F6
120	4.13 Design of strip Footing
123	4.14 Design of Mat Foundation For Well
128	4.15 Design of Basement Wall
131	4.16 Design of Stairs
138	4.17 Design of Shear wall

#### فهرس الجداول

5	جدول (١-١) الجدول الزمني للمشروع خلال السنة الدراسية ٢٠١٠\٢٠١١
22	جدول (١-٣) الكثافة النوعية للمواد المستخدمة
23	جدول (٢-٣) الأحمال الحية
25	جدول (٣-٣) قيمة أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر

#### فهرس الأشكال

8	شكل (١-٢) مخطط قطعة الأرض والبناء
9	شكل (٢-٢) صورة جوية للموقع
10	شكل (٣-٢) حركة الشمس والرياح
11	شكل (٤-٢) مخطط الطابق التسويه
12	شكل (٥-٢) مخطط الطابق الارضي
14	شكل (٦-٢) مخطط الطابق الاول
15	شكل (٧-٢) مخطط الطابق الثاني

16	شكل (٨-٢) الواجهة الغربية
17	شكل (٩-٢) الواجهة الشماليه
17	شكل (٩-٢) الواجهة الشرقيه
18	شكل (٩-٢) الواجهة الجنوبيه
19	شكل (٩-٢) قطاعات الدرج
26	شكل (١-٣) يوضح بعض العناصر الإنشائية في المبنى
28	شكل (٢-٣) عقدة العصب ذات الاتجاه الواحد
28	شكل (٣-٣) عقدة العصب ذات الاتجاهين
29	شكل (٤-٣): عقده المصمتة ذات الاتجاه الواحد.
29	شكل (٥-٣): عقده المصمتة ذات الاتجاهين.
30	شكل (٦-٣) اشكال الجسور المدلاة والمسحورة
31	شكل (٧-٣) احد أشكال الأعمدة
32	شكل (٨-٣) جدار القص
33	شكل (٩-٣) الأساس المنفرد
34	شكل (١٠-٣) الدرج
35	شكل (١١-٣) جدار استنادي
38	Figure (4-1): First Floor Slab.
39	Figure (4-2): two way rib slab.
44	Figure (4-3): Structural Plane.
44	Figure (4-4) : Rib 1 geometry.
44	Figure (4-5) : Rib Section
45	Figure (4-6) : loading of Rib 1.
45	Figure (4-7) : Moment Envelop of rib 1.
45	Figure (4-8) : Shear Envelop of rib 1.
54	Figure (4-9) : two way rib slab.
61	Figure (4-10): two way solid slab.
65	Figure (4-11): Beam (31) Geometry.
66	Figure (4-12): loading of Beam (31).
66	Figure (4-13): Moment Envelop for Beam (31).
66	Figure (4-14): Shear Envelop for Beam (31).
98	Figure (4-15): Beam (43) Geometry.
98	Figure (4-16): loading of Beam (43).
99	Figure (4-17): Moment Envelop for Beam (43).
99	Figure (4-18): Shear Envelop for Beam (43).
102	Figure (4-19): Frame Geometry.
113	Figure (4-20): Long Column Detail.
116	Figure (4-21): Isolated Footing.
119	Figure (4-22): Isolated Footing Detail.
120	Figure (4-23): location strip footing.
123	Figure (4-24): Strip Footing Detail.
123	Figure (4-25): Mat footing.
124	Figure (4-26): shear in X-direction.
124	Figure (4-27): shear in Y-direction.
125	Figure (4-28): Moment in X-direction.
126	Figure (4-29): Moment in Y-direction.
128	Figure (4-30): Load on Basement Wall.

129	Figure (4-31): Loads & Shear/Moment envelope for basement wall.
132	Figure (4-32): Stairs plan.
133	Figure (4-33): Loads on stairs.
134	Figure (4-34): Shear Envelope.
135	Figure (4-35): Moment Envelope.
137	Figure (4-36): Stair Section.
140	Figure (4-37): Fx-Diagram.
140	Figure (4-38): Moment & Shear-Diagram for Shear Wall.

## List of Abbreviations

- $A_c$  = area of concrete section resisting shear transfer.
- $A_s$  = area of non-prestressed tension reinforcement.
- $A_s$  = area of non-prestressed compression reinforcement.
- $A_g$  = gross area of section.
- $A_v$  = area of shear reinforcement within a distance (S).
- $A_t$  = area of one leg of a closed stirrup resisting tension within a (S).
- $b$  = width of compression face of member.
- $b_w$  = 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.
- $E_c$  = modulus of elasticity of concrete.
- $f_c'$  = compression strength of concrete .
- $f_y$  = specified yield strength of non-prestressed reinforcement.
- $h$  = overall thickness of member.
- $L_n$  = 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.
- $L_w$  = length of wall.
- $M$  = bending moment.
- $M_u$  = factored moment at section.
- $M_n$  = nominal moment.
- $P_n$  = nominal axial load.
- $P_u$  = factored axial load
- $S$  = Spacing of shear or in direction parallel to longitudinal reinforcement.
- $V_c$  = nominal shear strength provided by concrete.
- $V_n$  = nominal shear stress.
- $V_s$  = nominal shear strength provided by shear reinforcement.
- $V_u$  = factored shear force at section.
- $W_c$  = weight of concrete. ( $\text{Kg/m}^3$ ).
- $W$  = width of beam or rib.
- $W_u$  = factored load per unit area.
- $\Phi$  = strength reduction factor.
- $\epsilon_c$  = compression strain of concrete =  $0.003\text{mm/mm}$ .
- $\epsilon_s$  = strain of tension steel.
- $\epsilon'_s$  = strain of compression steel.
- $\rho$  = ratio of steel area .

أهداف

بدأت حياة الإنسان في القدم كحياة بسيطة و يسيرة بكافة ملامحها و أشكالها حيث كان الإنسان يحصل على ما يريد من البيئة المحيطة إما بالصدفة أو عن طريق التسلسل لوصوله إلى مبتغاه إذ انه اتخذ من الكهوف بيوتا الحيوان ثيابا ومن الشعلة ضوءا يستنير به من الظلام وكان الإنسان القديم في صراع دائم مع الحياة وما فيها من معوقات

بعد هذه الحياة البسيطة التي مر فيها الإنسان أخذت حياته بالرقي و التطور شيئا فشيئا وذلك حسب احتياجاته الضرورية في كافة مظاهر الحياة وما يستجد من أمور مختلفة ومن اجل هذه الاحتياجات والمتطلبات سعى بدون كلل أو ملل لتحقيق كل ما يحتاج إليه للتأقلم مع ضروريات الحياة الجديدة.

وكان الإنسان منذ القدم وهو يسعى إلى التعلم والتطور من حين لآخر و قد حظي العلم بمكانة عالية وعناية فائقة عند العرب والمسلمين منذ بزوغ شمس الإسلام حيث كان العلم يختصر على الجلسات التعليمية في المساجد وبعد ذلك اتسعت هذه المجالس لتتطور إلى ما يسمى وهي أماكن كان يتم بناؤها ليتم مزاوله التعليم فيه وتكون مخصصة للتعلم فقط التي أصبحت في أيامنا هذه الأساس الذي تبنى عليه الدراسات الجامعية والعليا .

يتضمن المشروع تصميم النظام الإنشائي لمدرسه تتكون من طابق أرضي و وطابق أول وآخر ثاني وهو مشروع اعتيادي حيث توزيع العناصر الإنشائية كالأعمدة والجسور بما يتلائم مع المخططات المعمارية ومن ثم تصميم هذه العناصر ابتداء من وانتهاء بالقواعد و الأساسات ومن ثم تجهيز المخططات الإنشائية التنفيذية وذلك من أجل الخروج بمشروع متكامل وقابل للتنفيذ.



## . أهداف

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

- . اكتساب المهارة في القدرة على اختيار النظام الإنشائي المناسب للمشاريع المختلفة وتوزيع عناصره الإنشائية على المخططات، بما يتناسب مع التخطيط المعماري له.
- . القدرة على تصميم العناصر الإنشائية .
- . تطبيق وربط المعلومات التي تم دراستها في المساقات الم .
- . اتقان استخدام برامج التصميم الإنشائي.

يدور البحث حول تصميم العناصر الإنشائية لمدرسه للذكور في مدينة الخليل ، حيث يتضمن التصميم الإنشائي مختلف و الأساسات بما يتلائم مع التوزيع الإنشائي لهذه العناصر وما لا يتعارض مع

التصميم المعماري..

يقتصر العمل لهذا المشروع على الناحية الإنشائية فقط، حيث سيتم العمل خلال الفصلين الأول والثاني من السنة الدراسية

يقع المبنى التعليمي الذي اختير لتصميم عناصره الإنشائية في مدينة الخليل.

. اعتماد الكود الأمريكي في التصاميم الإنشائية المختلفة (ACI-318-05) .

. استخدام برامج التحليل والتصميم الإنشائي مثل (Atir, STAAD pro. 2008)

.Microsoft office Word & Power Point .

يحتوي هذا المشروع على فصول وهي:

- يشمل المقدمة العامة ومشكلة البحث و أهدافه....
- يشمل الوصف المعماري للمشروع.
- يشمل وصف العناصر الإنشائية للمبنى.
- التحليل والتصميم الإنشائي للعناصر الإنشائية.
- النتائج و التوصيات.

( دراسة المخططات المعمارية وذلك للتأكد من صحتها من النواحي المعمارية وتوافقها مع أهداف كافة التعديلات المعمارية اللازمة عليها، وإكمال النقص الموجود فيها إن وجد.

( دراسة العناصر الإنشائية المكونة لية الأنسب لتوزيع هذه العناصر كالأعمدة والجسور لا يصطدم مع التصميم المعماري الموضوع ويحقق الجانب الاقتصادي و عامل الأمان.

( تحليل العناصر الإنشائية والأحمال المؤثرة عليها.

( تصميم العناصر الإنشائية بنا على نتائج التحليل.

(5) التصميم عن طريق برامج التصميم المختلفة.

( إنجاز المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية التي تم تصميمها ليخرج المشروع بشكله النهائي المتكامل

والقابل للتنفيذ.

والجدول التالي يوضح تسلسل أعمال المشروع والزمن .

( - ) الجدول الزمني للمشروع خلال السنة الدراسية ( \ )

المرحلة / الزمن المقترح (أسبوعيا)	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩	٢٠	٢١	٢٢	٢٣	٢٤	٢٥	٢٦	٢٧	٢٨	٢٩	٣٠	٣١	٣٢				
اختيار المشروع																																				
دراسة المرفق																																				
جمع المعلومات حول المشروع																																				
دراسة المعايير المعماريه																																				
دراسة المبنى تشالبا																																				
اعداد ملحة المشروع																																				
عرض مقعة لمشروع																																				
لتحليل الإنشائي																																				
التصميم الإنشائي																																				
اعداد مخططات المشروع																																				
كتابة المشروع																																				
عرض المشروع																																				

---

---

. .

. .

. .

. وصف المساقط الأفقية للمبنى.

. وصف الواجهات.

. الحركة.

مبنى حاجة ماسة لنجاحه إذ يساعد في فهم وتحليل كافة الوظائف والفعاليات والحركات داخل المبنى حسب اختلاف نوعه والحاجة التي أنشأ لأجلها . ومن أهم ميزات المباني التعليمية توفير الراحة النفسية لدى الطلاب بالإضافة إلى توفير عدد من الخدمات الرئيسية مثل توفير القاعات الدراسية ومختبرات الحاسوب ذات المساحات الكافية والخالية من الأعمدة الداخلية في منتصف الفراغ الإنشائي وهي بحاجة إلى توفير التهوية والإضاءة

لأداء أي عمل لا بد أن يتم بمراحل عدة حتى يتم انجازه على أكمل وجه . يتم تصميمه على ناحيتين ( الناحية المعمارية والناحية الإنشائية ) ويبدأ ذلك بالتصميم المعماري الذي يحدد شكل المنشأ ، ويأخذ بعين الاعتبار تحقيق الوظائف والمتطلبات المختلفة إذ يجري التوزيع الأولي لمرافقه بهدف تحقيق الفراغات والأبعاد المطلوبة ويتم في هذه العملية دراسة الإنارة والعزل والتهوية والتنقل والحركة وغيرها من المتطلبات الوظيفية .

وبعد الانتهاء من عملية التصميم المعماري تبدأ عملية التصميم الإنشائي والتي تهدف إلى تحديد أبعاد العناصر الإنشائية وخصائصها ، وذلك اعتماد على الأحمال المختلفة التي تتعرض لها هذه العناصر التي تقوم بدورها بنقل

"نمرة في الخليل" تحقق الأهداف التي ذُكرت آنفاً

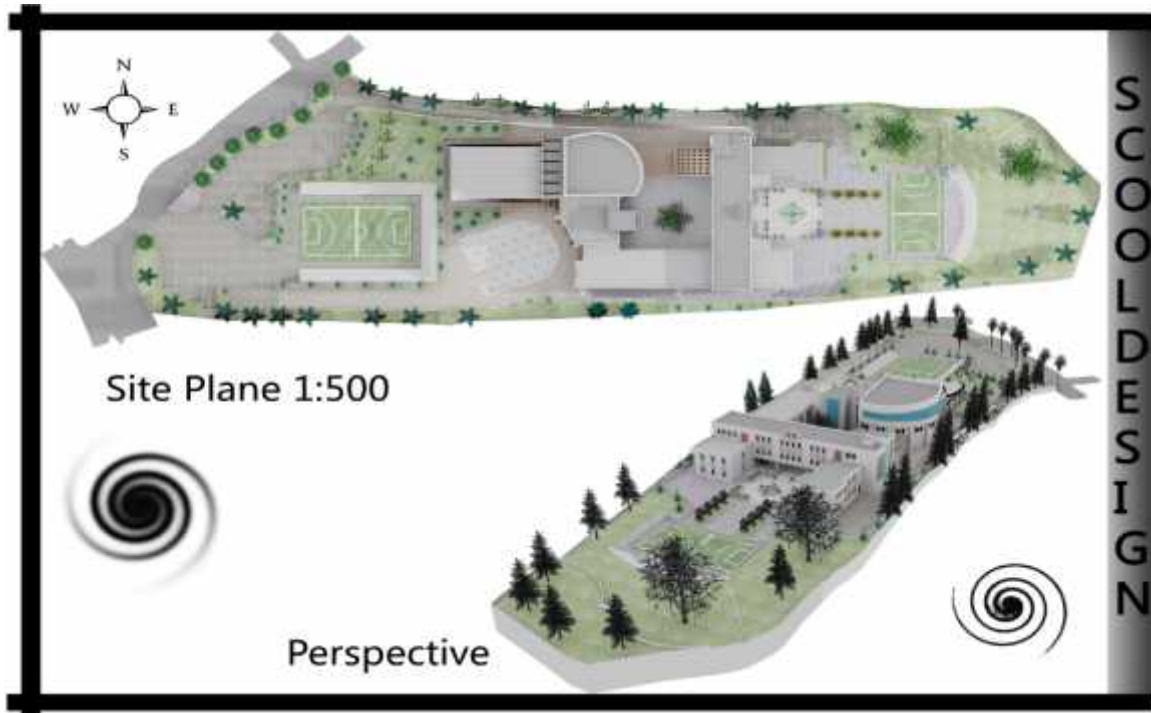
وتلبي جميع الخدمات التي توفرها المدارس الحديثة؛ فهي تشتمل على قاعات للتدريس و مدرج وصالة رياضية ومكاتب ومختبرات وغيرها من الخدمات. إذ تم الحصول على المخططات المعمارية للمشروع من قبل دائرة الهندسة المدنية والمعمارية ليتسنى عمل التصميم الإنشائي وإعداد المخططات التنفيذية لجميع العناصر الإنشائية التي تشملها بإشراف الدكتور غسان دويك .

يتكون المبنى من ثلاثة طوابق بالإضافة إلى طابق تسوية على قطعة أرض مساحتها

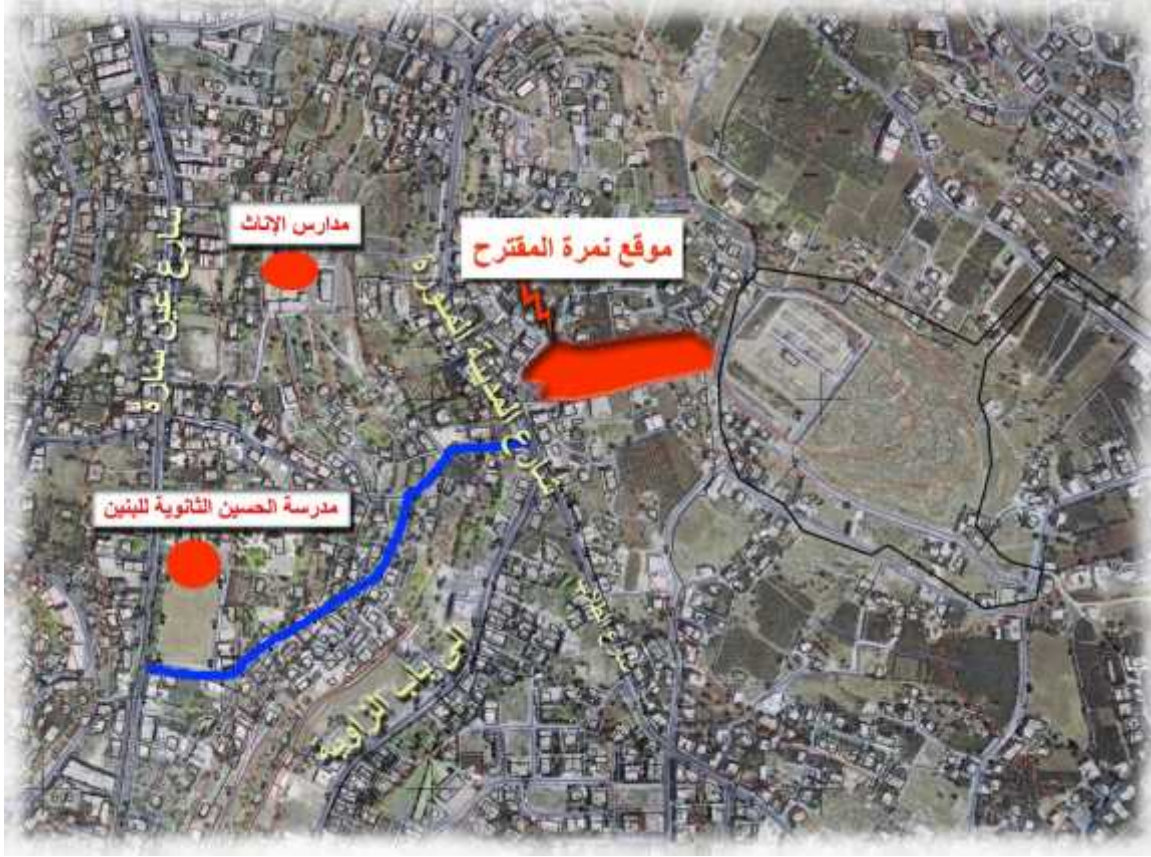
لتصميم أي مشروع فإنه ينبغي دراسة الموقع المراد تشييد المبنى فيه بعناية فائقة سواء تعلق ذلك بالموقع الجغرافي أم بتأثير القوى المناخية السائدة في المنطقة. بحيث تصان العناصر القائمة و علاقاتها بالتصميم المقترح في لف وتناغم لتحقيق التصميم الأمثل.

يجب إعطاء فكرة عامة عن عناصر الموقع، من توضيح بالشوارع والخدمات المحيطة، ارتفاع المباني المحيطة، واتجاه الرياح السائدة والضجيج ومسار الشمس.

قطعة الأرض غير منتظمة الشكل، يبلغ مساحتها تقريبا الواقعة إلى الشمال الشرقي من مدينة الخليل؛ هنا سوف تجثم المدرسة المراد إنشاؤها، وقد تم ملائمة المشروع مع الموقع الذي تم اختياره، والذي سوف يأخذ شكلا يميل إلى الاستطالة متماشياً مع شكل الأرض، وكذلك مراعاة تحقيق الوظيفة للمبنى وتحقيق شروط الجمال، وتم مراعاة اختيار مكان مناسب من حيث التوجيه والتهوية، وطرق الاتصال



( - ) يوضح قطعة الأرض التي تم اختيارها.



( - ) : صورة جوية للموقع .

### .. أهمية

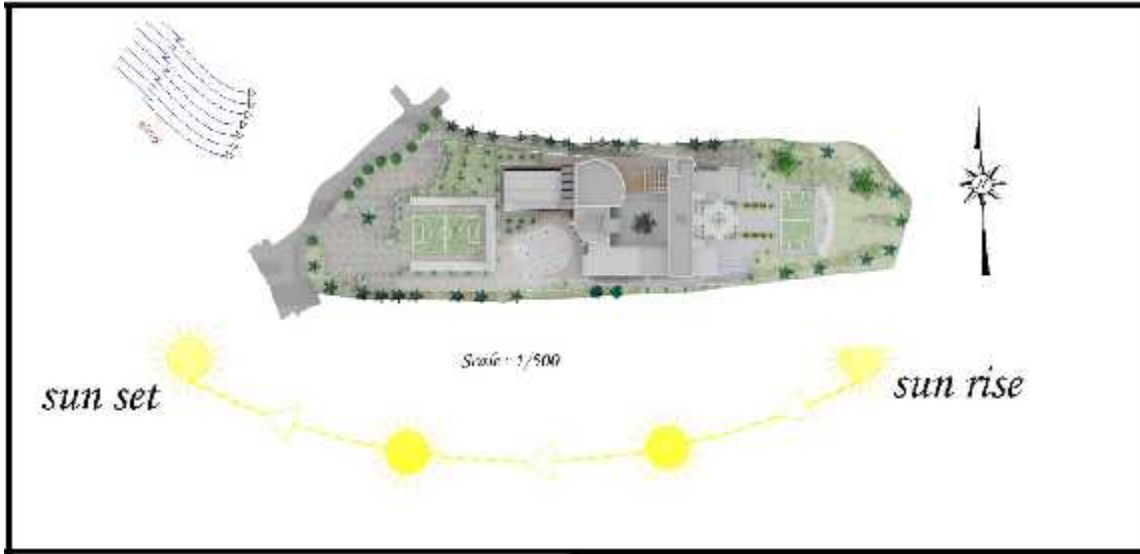
تقع قطعة الأرض على جانب شارع المدينة المنورة ( ) الذي يصلها بشارع عين سارة كما يحيط بموقع المشروع أبنية سكنية ، وتتراوح هذه الأبنية في الارتفاع، وتكون في الغالب طابقين أو ثلاثة ، والمسافات بين الأبنية تزيد عن ستة أمتار وقد تم مراعاة التالي في اختيار الموقع:

- تمت مراعاة إن تكون المدرسة في مكان وسطي في قطعة الأرض وفي منطقة تحتاج أصلا الى هذه المدرسة و التي يمكن أن تخدم المنطقة المحيطة.
  - القدرة على توفير المساحات المطلوبة للفعاليات المقترحة في المبنى.
  - تواجد الموقع ضمن مناطق التنظيم ،حيث تتوفر الخدمات العامة مثل الكهرباء و الماء والهاتف.
  - توفر الساحات التي تفي بالغرض من أجل الترفيه.
- توفر مواصلات نشطة مقارنة بمناطق أخرى في نفس المدينة.

## .. حركة الشمس والرياح

تعتبر دراسة حركة الرياح و الشمس من العوامل المهمة في تحليل المبنى، فيجب معرفة تأثير كل من الرياح والشمس على المبنى ليتسنى تقسيمه إلى فراغات تتناسب وتوجيهه المناخي بحيث يلبي شروط التصميم المتعلقة بالتهوية والإضاءة الطبيعية.

الشكل ( - ) يوضح تأثير هذه العوامل:



الشكل ( - ) توجيه المبنى



## . . العناصر المعمارية

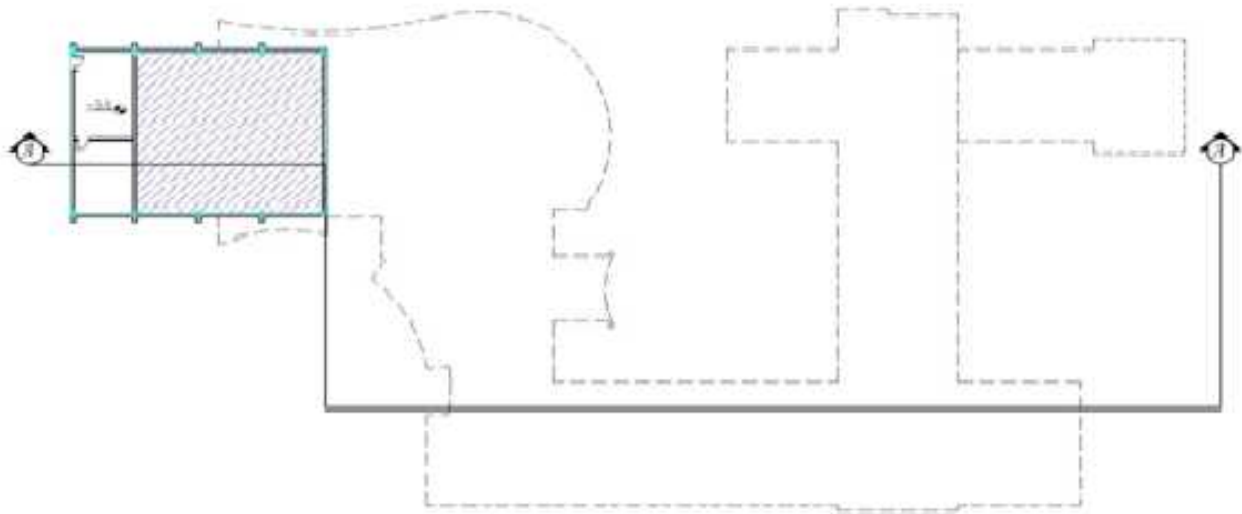
تجثم مدينة الخليل في بطن وادي الخليل، حيث تحصنت خلف تلال الوادي مما أكسبها مقومات دفاعية خاصة جعلتها تتحكم بالبوابة الطبيعية المؤدية إلى سقف مرتفعات القدس وما يليها شمالاً و صحراء النقب جنوباً، هذا الموقع المتميز يضيف على الطرز المعمارية السائدة فيها جمالاً ورونقاً خاصاً، وبدأت المدينة شيئاً فشيئاً باكتساب حلة معمارية جديدة ظهرت من خلال الأبنية التي نلاحظها عبر أطراف المدينة المترامية والتي تظهر تغيراً ملحوظاً في الطرز المعمارية التي سيطرت على المدينة في أوج ثورتها المعمارية.

## . وصف المساقط الأفقية

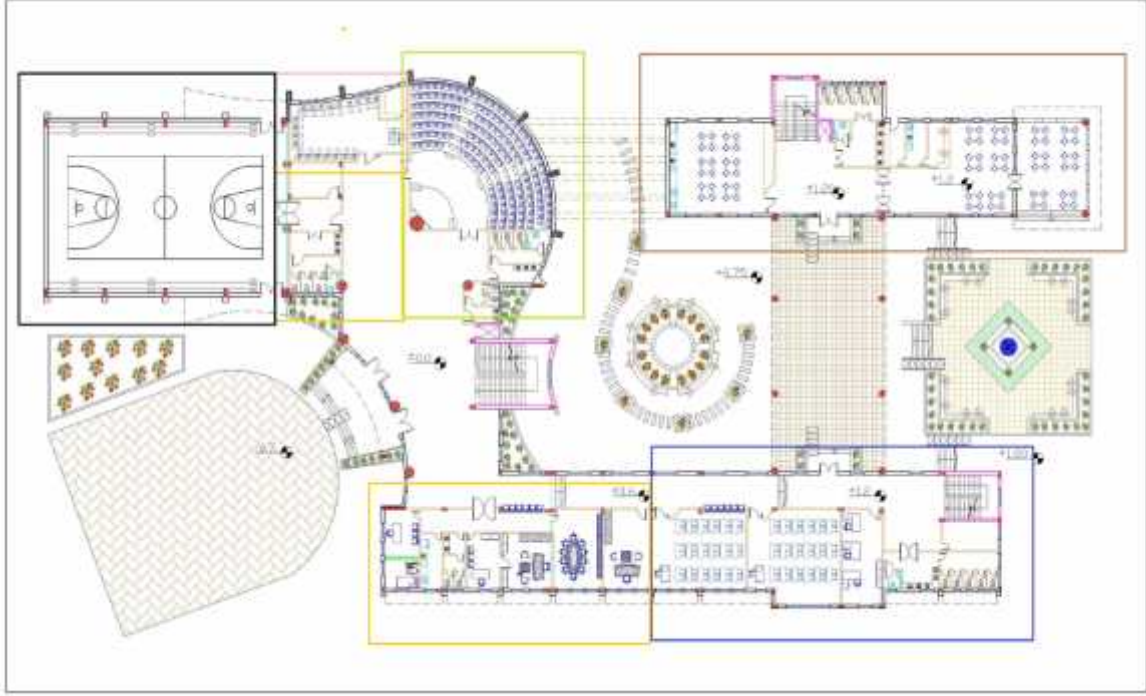
المبنى في تركيبته الهندسية يعتمد اعتماداً كلياً على الشكل المستطيل والشكل الدائري نظراً لطبيعة الأرض وتبلغ المساحة الطابقية لهذا المبنى طوابق التسوية والارضى والاول والثاني :

## . . طابق التسوية :

مساحة هذا الطابق هي هذا الطابق على الجهة الغربية، و استخدامات هذا غرفه للمعدات و بئر مياه كما هو موضح في مخطط الطابق التالي، هذا الطابق - .



ال ( - ) مسقط الطابق التسوية



الف ( - ) مسقط الطابق الارضي

### توزيع الفعاليات

الداخل لهذا الطابق لا يجد صعوبة في قراءته فالتقسيم الفراغي الذي يتضمنه يشتمل على ممرات سهلة الحركة تتميز بطولها. وتبلغ المساحة المقترحة لهذا الطابق ( ) الطابق مختلف المناسيب وتتوزع هذه المساحة على الفراغات التالية:

#### • كافتيريا:

تحتوي الكافتيريا على مطبخ صغير وآخر كبير وعلى مخزن حيث يوجد مدخل خارجي للمخزن في الجهة الشمالية كما أنها متصلة بتراس خارجي بالاتجاه الشرقي. حيث يمكن الوصول لها من عدة اماكن .

• :

يوجد في هذا الطابق مختبر للحاسوب ذو سعة .

• :

يحتوي هذا الطابق على قاعتي صف كبيرتين تتسع ل طالب تقريبا .

• مكاتب مدرسين:

يحتوي هذا الطابق على مكاتب موظفين.

• دورات المياه:

إذا نظرنا إلى توزيع المراحيض نجد ان كل قسم يحتوي على عدد من المراحيض .

• :

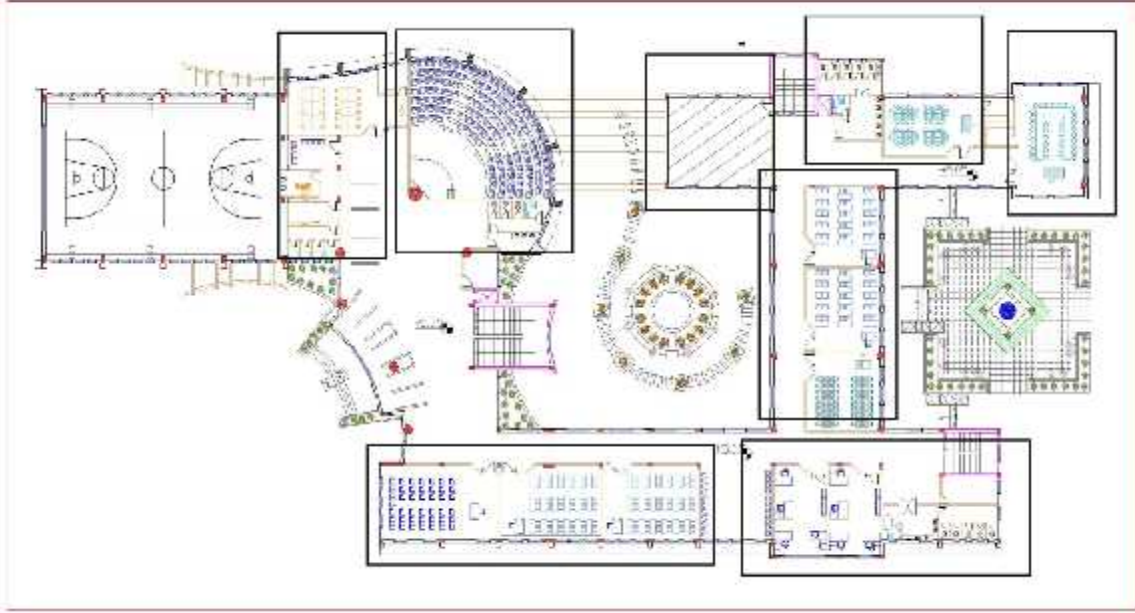
ويستخدم لإجراء معارض وفعاليات مختلفة، وله مدخلان داخليين وقد صمم بحيث تكون الحركة فيه بسلاسة وبشكل يتسع لأكثر عدد من الأفراد حيث يبلغ ارتفاعه . م وهو على شكل قوس دائري ذو قطر .

• الصالة الرياضية :

تتسع هذه الصالة للعديد من الأنشطة الرياضية مثل التنس والبياردو ، مع وجود غرفة للمشرف ومدخل جانبي يؤدي إلى الملاعب الرياضية المجاورة للمبنى .

• • :

يتم الوصول إلى هذا الطابق عن طريق الدرج ومصاعد الكهرباء في أكثر من موقع.

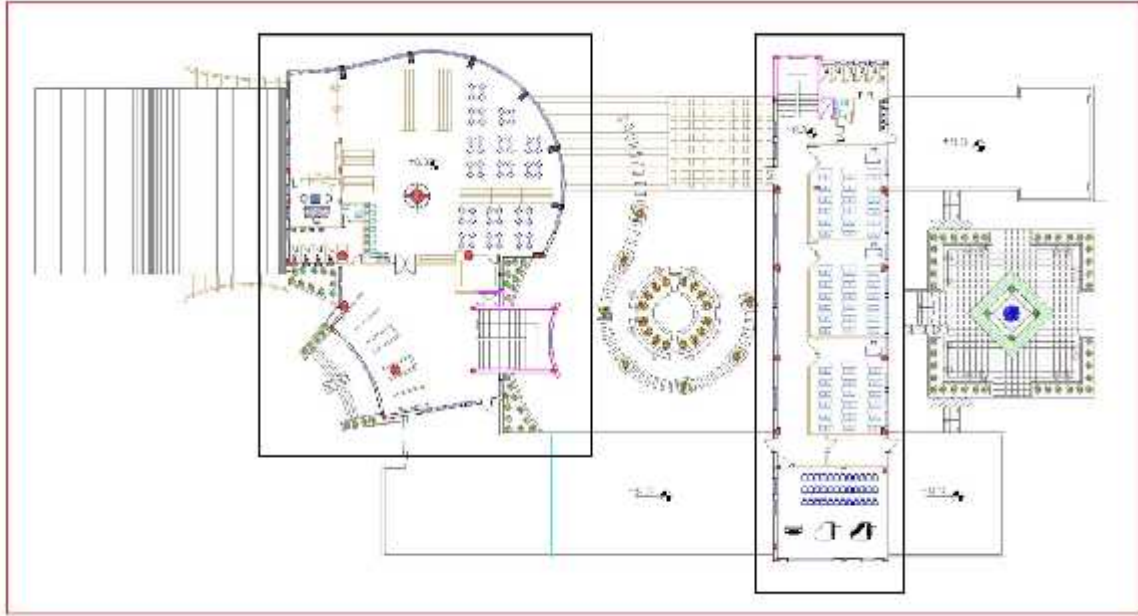


( - )

وتتميز كسابقه بسهولة  
 تبلغ مساحة هذا الطابق  
 الحركة بين فراغاته المختلفة، فضلاً عن الملائمة بين وظائف الفراغات الموجودة في هذا الطابق والموزعة  
 بشكل يضمن سهولة الحركة بين هذه الفراغات والتي تشمل الآتي:

- :  
 يحتوي هذا الطابق على قاعات محاضرات كبيرة .
- :  
 يحتوي المبنى على ثلاث مختبرات كبيرة وموقعها مناسب .
- مكاتب مدرسين:  
 ويتكون من مكتب يضم عدد كبير من المدرسين .
- دورات المياه:  
 يوجد مراحيض خاصة بالطلاب وكذلك بالمدرسين .

تبلغ المساحة المقترحة لهذا الطابق وهذا الطابق ويمتاز  
كسابقه بسهولة الحركة بين فراغاته المختلفة، فضلاً عن الملائمة بين وظائف الفراغات الموجودة في هذا  
الطابق والموزعة بشكل يضمن سهولة الحركة بين هذه الفراغات والتي تشمل الآتي:



( - )

•  
: يحتوي هذا الطابق على قاعات محاضرات كبيرة .

• قاعة موسيقى:

• يحتوي هذا الطابق على قاعة للتدريب على الآلات الموسيقية المختلفة .

•  
: شخص و تحتوي على مكتب لأمين المكتبة.

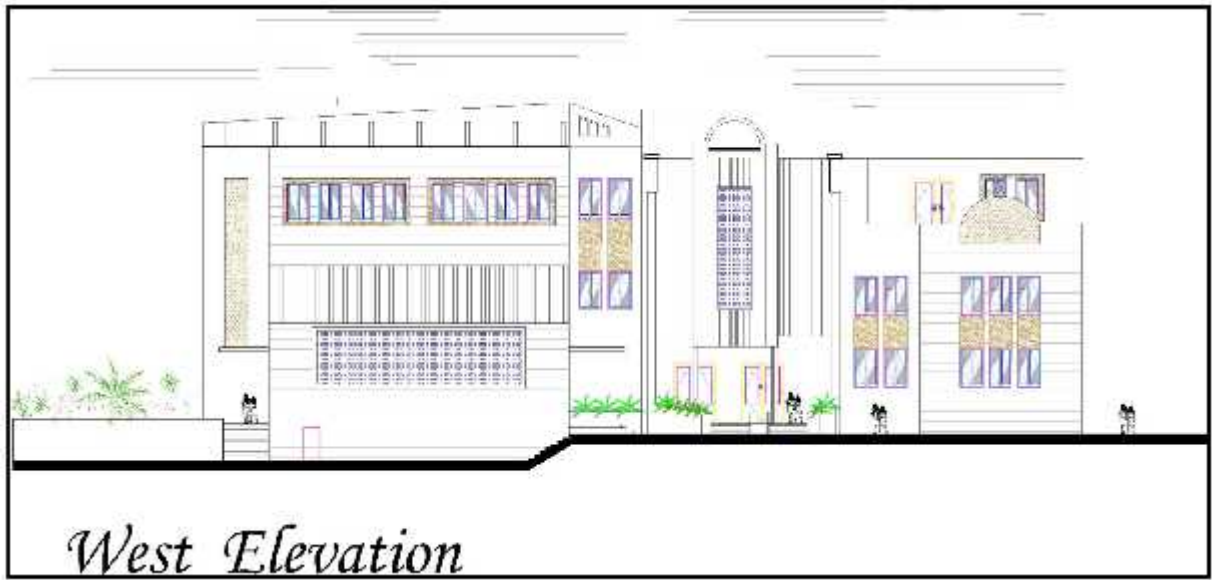
• دورات المياه:

• يوجد مراحيض خاصة بالطلاب وكذلك المدرسين .

## الواجهات :

لا شك في أن الواجهات المنبثقة من أي تصميم تعطي الانطباع الأول عن المبنى ومدى علاقته مع البيئة المحيطة بل إنها تظهر اختلاف الوظيفة التي تؤديها الفراغات والتي تعكسها الواجهة؛ وهذا يتأتى من خلال نظام الفتحات التي تظهرها الواجهة والتي لا بد وأن تتناسب مع وظيفة هذا الفراغ، أو من خلال المناسيب وتفاوتها .

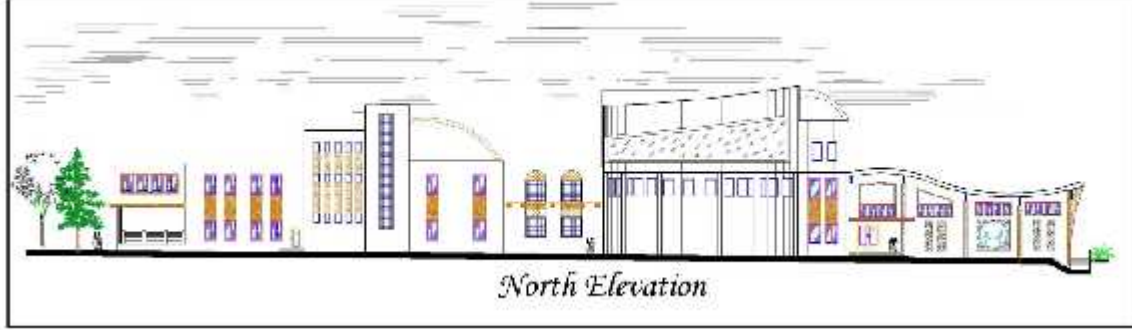
## .. الواجهة الغربية:



الشكل ( - ) الواجهة الغربية

تعد هذه الواجهة هي الواجهة الرئيسية وفيها يظهر المدخل الرئيسي للمبنى . والناظر لهذه الواجهة يرى تعدد أنظمة الفتحات المستخدمة وهذا بدوره يعكس اختلاف الوظيفة التي تحويها فراغات المبنى. وفي هذا المشروع يظهر من خلال التصميم المعماري للواجهات وجود التداخل في الكتل الأفقية والرأسية كما يلاحظ استخدام نوعين من الحجر لتمييز موقع الفتحات من جهة وقطع الملل من جهة أخرى.. ومما يزيد في حداثة المبنى استخدام الكتل الزجاجية المكونة من الزجاج والألمنيوم حيث أضفى على هذه الواجهة جمالاً من جهة ومن جهة أخرى فإن مثل هذه الفتحات تسهم في توفير إضاءة طبيعية لهذا الجانب من المبنى كونه يتعرض لأشعة الشمس فترة قصيرة.

## .. . الواجهة الشمالية:



الشكل ( - ) الواجهة الشمالية

يلاحظ الناظر لهذه الواجهة عدم اختلاف المناسيب تبعاً للوظيفة التي تؤديها . يظهر تداخل الكتل الأفقية والرأسية والذي يعطي المبنى المنظر الجمالي الرائع فضلاً عن تعدد أنظمة الفتحات المستخدمة و استخدام نوعين من الحجر لتمييز موقع الفتحات من جهة وقطع الرتابة من جهة أخرى. كما تم استخدام البروزات التي تظهر المبنى بامتداد رأسي للتغلب على الامتداد الأفقي المنسجم مع طبيعة الأرض.

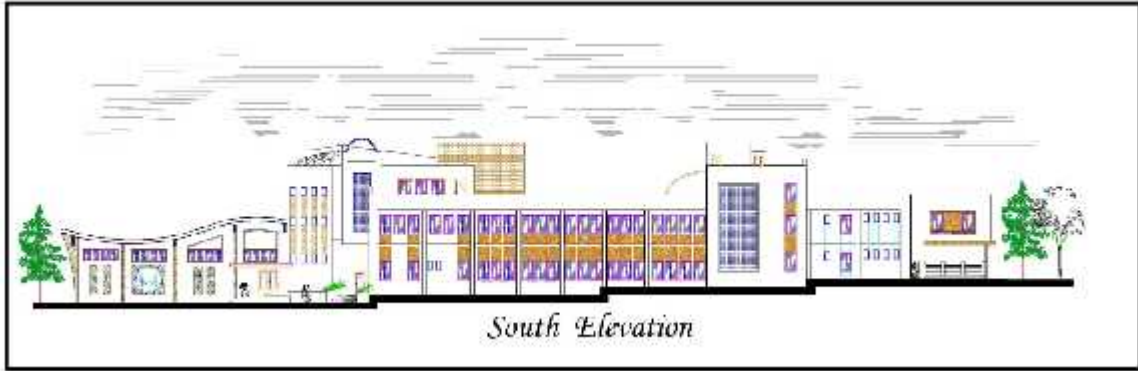
## .. . الواجهة الشرقية:



الشكل ( - ) الواجهة الشرقية

تناظر هذه الواجهة ما أشرنا إليه في الواجهة الغربية مع توحد في المناسيب واختلاف أنظمة الفتحات المستخدمة يظهر مدخل الكافتيريا في هذه الواجهه وتطل هذه الواجهة على الملعب وهذا بدوره يعطيها إطلالة مميزة.

### . . . الواجهة الجنوبية:



الشكل ( - ) الواجهة الجنوبية

تبدو هذه الواجهة وكأنها تتحرك لأعلى من خلال اختلاف المناسيب كما تظهر القوة في التنوع ما بين المواد فضلاً على التنوع في نظام الفتحات في محاولة للتغلب على الرتابة وقطع الملل. يظهر في هذه الواجهة الرياضية والتي تتميز بانها على شكل قوسين الأول للأعلى والآخر للأسفل بشكل يوحي باختلاف الوظيفة لهذا التركيب .

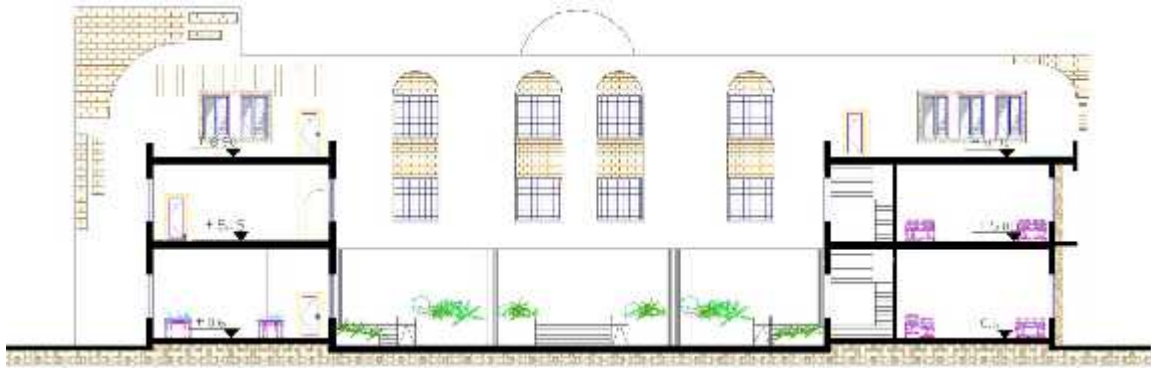
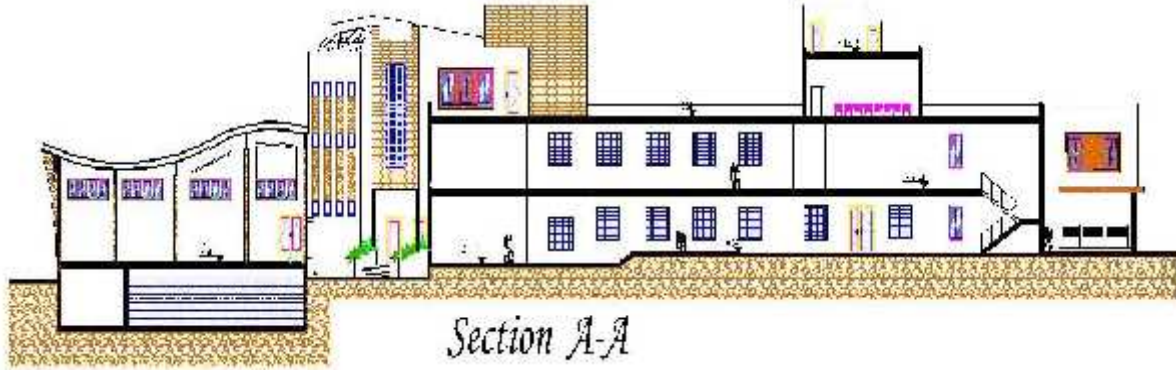
• :

تأخذ الحركة أشكالاً عدة سواءً من خارج المبنى باتجاه الداخل، أو الحركة داخل المدرسة نفسها؛ فالحركة من خارج المدرسة إلى داخلها تتم بشكل سلس نظراً لعدم وجود فرق كبير في المنسوب الخارجي للمبنى ومنسوبة الداخلي . يمكن الدخول للمبنى من ثلاث أماكن وهذا بدوره يتيح حرية الدخول والخروج من وإلى المبنى . داخل المبنى فنقسم إلى حركة أفقية وداخل الطابق الواحد وحركة رأسية ما بين الطوابق المختلفة.

فالحركة في الطابق الأرضي تأخذ شكل خطي في الممرات ولكن يوجد في هذا الطابق حركة عمودية تماشياً مع وهذا يتناسب مع وظيفة هذا الجزء كونه معد للكافتيريا والمكاتب وقاعات التدريس. وتظهر الحركة الخطية في باقي الطوابق لتتم بشكل سهل بين الفراغات المختلفة في هذه الطوابق.



وفيما يتعلق بالحركة الرأسية بين الطوابق فإنها تتم من خلال الأدرج والمصاعد الكهربائية حيث أنها تأخذ أماكن متعددة في المبنى وهذا بدوره يسهل الحركة الأفقية داخل الطوابق والحركة الرأسية بينها . وهذا ما يوضحه ( - ) .



الشكل ( - ) تَطَاعَات الدَرَج في عِدَّة أَمَاكِن في المَبْنَى

- 
- 
- . .
  - . هدف التصميم الإنشائي .
  - . الدراسات النظرية للعناصر الإنشائية .
  - . الاختبارات العملية .
  - . العناصر الإنشائية .
  - . .

من خلال الوصف المعماري الكامل للمبنى لا بد من تطبيق الأفكار و المقترحات الموجودة في التحليل المعماري التصميم الإنشائي الذي يتماشى مع المتطلبات المعمارية والقوانين الهندسية إذ يعتمد التصميم الإنشائي بشكل أساسي على تصميم كافة العناصر الإنشائية بحيث تقاوم كافة الأحمال التي تؤثر عليها و بالتالي يجب وصف كافة هذه العناصر وصفاً دقيقاً يلبي متطلبات الحسابات الهندسية لهذا المشروع بالإضافة للحفاظ على التصميم المعماري وعدم تغييره .

### • هدف التصميم الإنشائي

يهدف التصميم الإنشائي بشكل أساسي الى إنتاج منشأ متقن و متزن من جميع النواحي الهندسية والإنشائية ومقاوم لجميع المؤثرات الخارجية من أحمال مبيتة و حية وأيضا أحمال بيئية من تأثير الـ . ياح . يتم تحديد العناصر الإنشائية بناء على:

- ( Safety ): يتم تحقيقه عبر اختيار مقاطع للعناصر الإنشائية قادرة على تحمل القوى و الإجهادات الناتجة عنها.
- (Cost): يتم تحقيقها عن طريق مواد البناء و مقاطع مناسبة التكلفة و كافية للغرض الذي ستستخدم من أجله.
- حدود صلاحية المبنى للتشغيل (Serviceability) من حيث تجنب أي هبوط زائد (Deflection) (Cracks)
- الشكل و النواحي الجمالية للمنشأ.

## . الدراسات النظرية للعناصر الإنشائية

تعتبر الدراسة النظرية جزء رئيسي ومهم يجب القيام به لإتمام عملية التحليل والتصميم، حيث أنه من خلالها يمكن الوصول إلى أفضل ما يكون من عمليات التحليل، لذلك يجب دراسة العناصر الإنشائية بشكل جيد وتحديد الأحمال الواقعة على كل عنصر للوصول إلى التصميم المتين والأمن وطريقة العمل المناسبة.

..

لابد للعناصر الإنشائية التي يتم تصميمها أن تكون قادرة على تحمل الأحمال الواقعة عليها دون حدوث إنهيار للمنشأة ومن هذه الأحمال: الأحمال الميتة، الأحمال الحية، والأحمال البيئية.

### .. الأحمال الميتة

هي أحمال تنجم عن وزن المبنى الذاتي الذي يتكون من أوزان مواد البناء المستخدمة حيث تتضمن جميع العناصر الإنشائية و التجهيزات الثابتة فهي أحمال تلازم المبنى بشكل دائم، ثابتة المقدار والإتجاه. وفيما يتعلق بالكثافة النوعية للمواد المستخدمة فهي كالتالي:

( - ) الكثافة النوعية للمواد المستخدمة

(KN/m <sup>3</sup> )		
		1
		2
	المسلحه	3
		4
		5

## .. الأحمال الحية

وهي الأحمال التي تتعرض لها الأبنية والإنشاءات بحكم استعمالها المختلفة او استعمالات جزء منها وهي تشمل :

الديناميكية كالأجهزة التي ينشأ عنها اهتزازات تؤثر على المنشأ .  
والتي يمكن تغيير أماكنها من وقت لآخر كأثاث البيوت والأجهزة والآلات الاستاتيكية غير المثبتة الأثاث والأجهزة والمعدات، و ( - ) يبين قيمة الأحمال الحية اعتمادا على نوعية

### ( - ) الأحمال الحية

(KN/m <sup>2</sup> )	طبيعة الاستخدام	
5.0		1
5.0	المستشفيات	2
2.5		3
5.0		4
2.5	المباني السكنية	5

## . . . الأحمال البيئية

هي ثالث من الأحمال التي يجب أخذها بعين الاعتبار عند التصميم، وهذه الأحمال تتمثل في:

### . . . الرياح

عبارة عن قوى أفقية تؤثر على المبنى ويظهر تأثيرها في المباني وهي القوى التي تؤثر بها الرياح على الأبنية أو المنشآت أو أجزائها، وتكون موجبة إذا كانت ناتجة عن ضغط وسالبة إذا كانت ناتجة عن شد، وتقاس بالكيلو نيوتن. وتحدد أحمال الرياح حسب الكود الأمريكي (UBC) والموقع من حيث الإحاطة من مباني سواء كانت مر

. . .

هي الأحمال التي يمكن أن يتعرض لها المنشأ بفعل تراكم الثلوج، ويمكن تقييم أحمال الثلوج اعتماداً على الأسس التالية:

- ميلان السطح المعرض لتساقط الثلوج.
- و الجدول التالي يبين قيمة أحمال الثلوج حسب

( - ) : قيمة أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر.

(KN /M <sup>2</sup> )	(H) ( )
0	H < 250
(h-250) /1000	500 > h > 250
(h-400) / 400	1500 > h > 500
(h – 812.5)/ 250	2500 > h > 1500

استناداً إلى جدول أحمال الثلوج السابق وبعد تحديد ارتفاع المبنى عن سطح البحر و الذي يساوي ( ) :

$$s_L = \frac{h - 400}{400}$$

$$s_L = \frac{970 - 400}{400} = 1.43 \text{ kN / m}^2$$

...

من أهم الأحمال البيئية التي تؤثر على المبنى و هي عبارة عن قوى أفقية و رأسية يتولد عنها عزوم منها عزم ويمكن مقاومتها باستخدام جدران القص المصممة بسماكات و تسليح كافي يضمن سلامة المبنى عند تعرضه لمثل هذه الأحمال التي يجب مراعاتها في عملية التصميم لتقليل الخطورة والمحافظة على أداء المبنى لوظيفته أثناء الزلازل، ويتم تحديد أحمال الزلازل وقوى القص اعتماداً ورجوعاً إلى الكود الأمريكي (UBC).

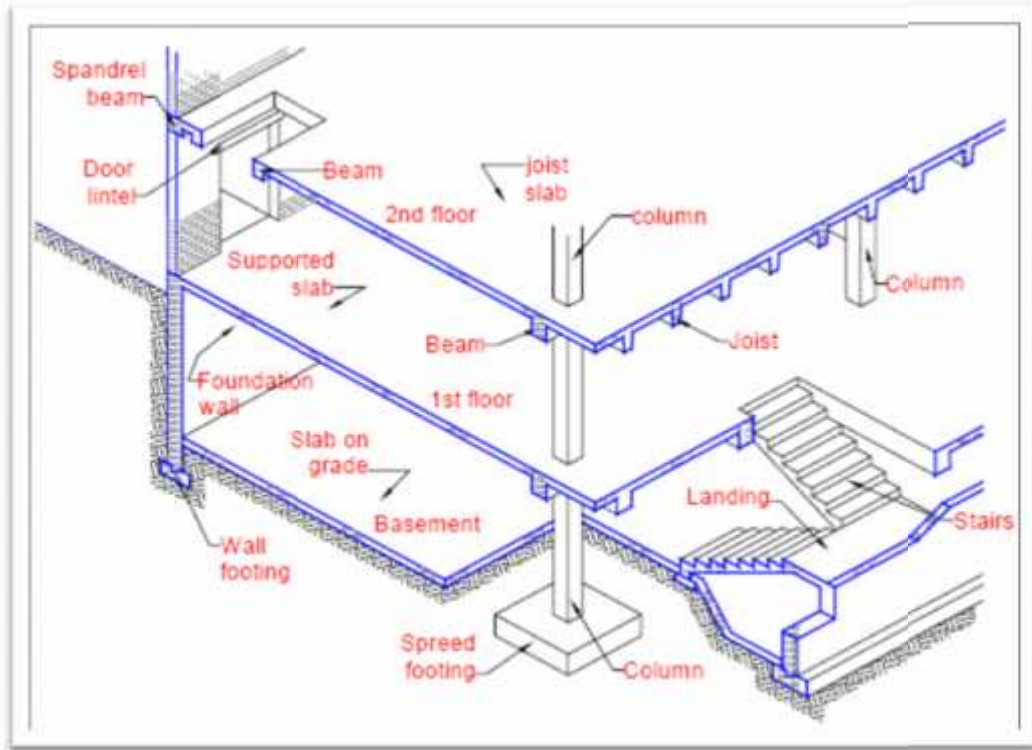
## . الاختبارات العملية:

يسبق الدراسة الإنشائية لأي مبنى عمل الدراسات الجيوتقنية للموقع، ويعنى بها جميع الأعمال التي لها علاقة باستكشاف الموقع ودراسة التربة والصخور والمياه الجوفية وتحليل المعلومات وترجمتها للتنبؤ بطريقة تصرف عند البناء عليها وأكثر ما يهتم به المهندس الإنشائي هو الحصول على قوة تحمل التربة ( Bearing Capacity) اللازمة لتصميم أساسات المبنى وكانت قوة تحمل التربة للموقع تساوي كيلو نيوتن لكل متر

## . العناصر الإنشائية المكونة للمبنى:

تتكون جميع المباني عادة من مجموعة من العناصر الإنشائية التي تتكاتف لكي تحافظ على استمرارية وجود المبنى وصلاحيته للاستخدام البشري، ومن أهم هذه العناصر، العقدات والجسور والأعمدة والجدران الحاملة والأساسات وغيرها.

( - ) يوضح بعض العناصر الإنشائية في الـ





و يحتوي المشروع العناصر التالية :

• •

هي عبارة عن العناصر الإنشائية القادرة على نقل القوى الرأسية بسبب الأحمال المؤثرة عليها إلى العناصر الإنشائية الحاملة في المبنى مثل الجسور والجدران والأعمدة، دون تعرضها إلى تشوهات.

توجد أنواع مختلفة وعديدة شائعة الاستعمال من الخرسانية المسلحة ، منها ما يلي :

• (Ribbed Slabs) :

• (One way ribbed slab) .

• عقدات العصب ذات الاتجاهين (Two way ribbed slab).

• (Solid Slabs) :

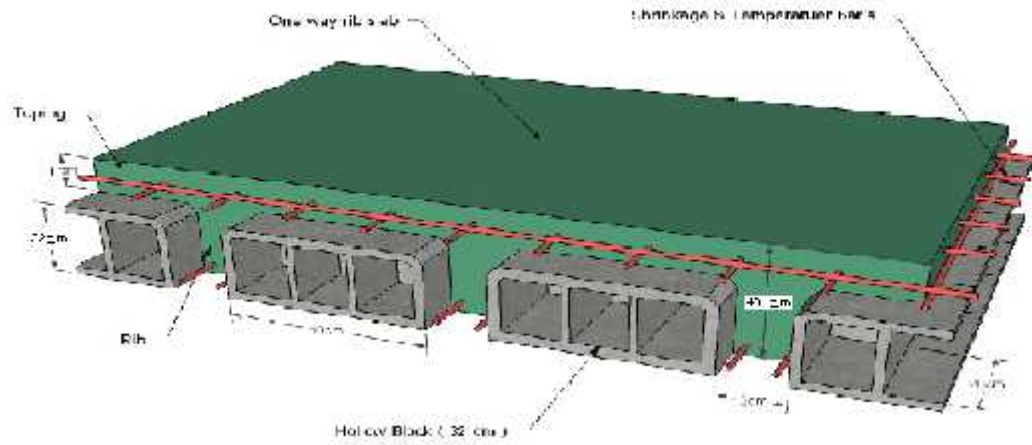
• (One way solid slab) .

• العقدات المصمتة ذات الاتجاهين (Two way solid slab).

• • • (One way ribbed slab) :

إحدى أشهر الطرق المستخدمة في تصميم العقدات في هذه البلاد وتتكون من صف من الطوب يليه

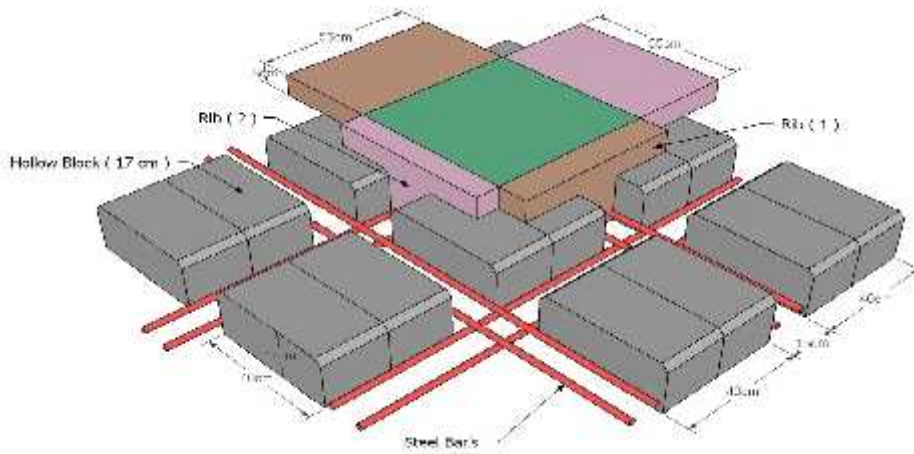
ويكون التسليح باتجاه واحد كما هو مبين في الشكل ( - ).



( - ) :

... عتدات العصب ذات الاتجاهين (Two way ribbed slab):

تشبه السابقة من حيث المكونات ولكنها تختلف من حيث كون التسليح باتجاهين ويتم توزيع الحمل في جميع اتجاهات ويراعى عند حساب وزنها طوبتين وعصب في الاتجاهين كما يظهر في الشكل ( - ) :



( - ) : عتدات العصب ذات الاتجاهين .

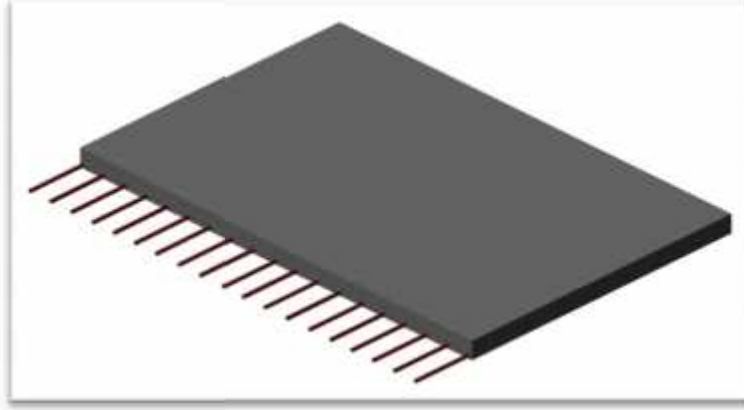
### :(One way solid slab)

...

تتعرض كثيرا للأحمال الحية، وذلك تجنباً لحدوث اهتزاز نظراً للسماكة المنخفضة

:( - )

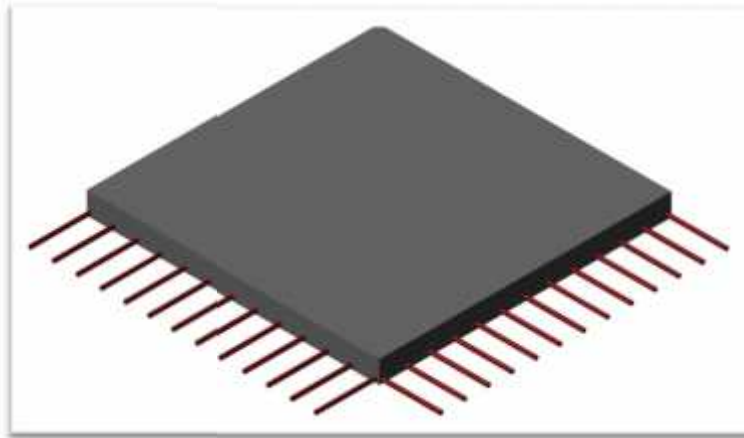
وتم استخدامها في عقده البير



:( - )

### : (Two way solid slab) العتقات المصمتة ذات الاتجاهين

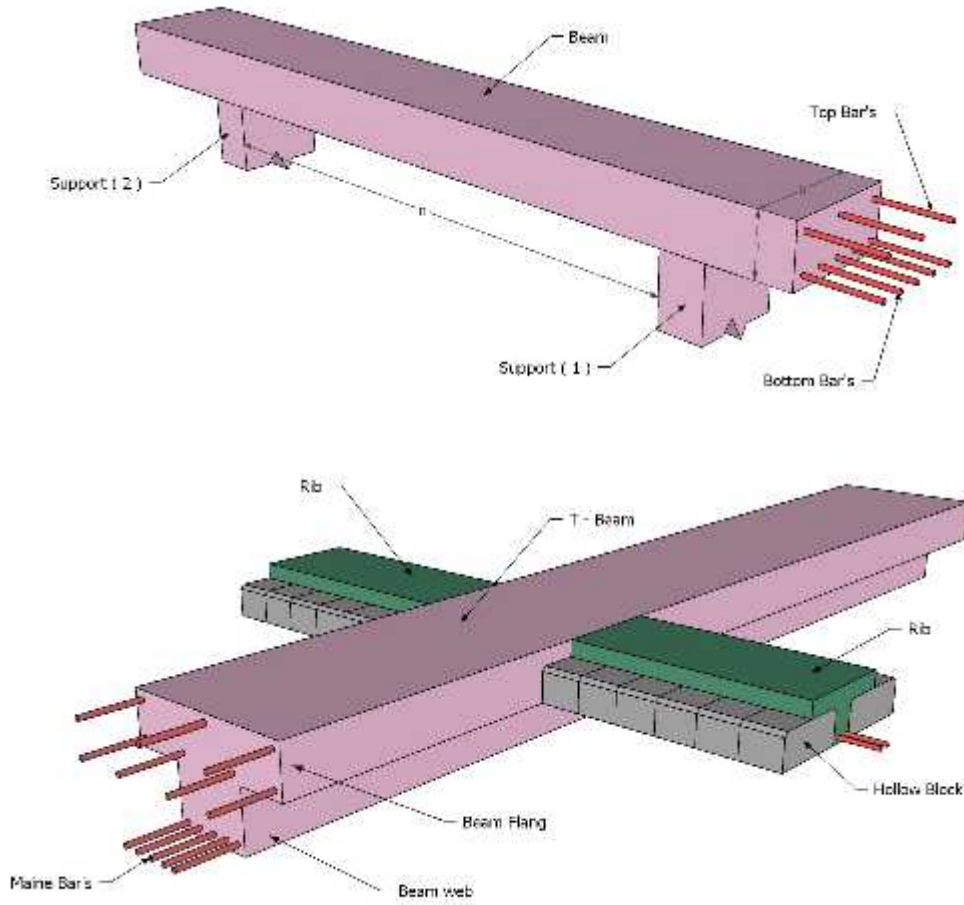
تستخدم في حال كانت الأحمال المؤثرة أكبر من المقدار الذي تستطيع العتدة المصمتة ذات الاتجاه الواحد مقاومتها، وعند ذلك يتم اللجوء إلى تصميم هذا النوع من العتقات و ذلك لأنها تستطيع مقاومة الأحمال بشكل أكبر حيث يوزع التسليح الرئيسي فيها باتجاهين وضح في الشكل ( - ).



الاتجاهين.

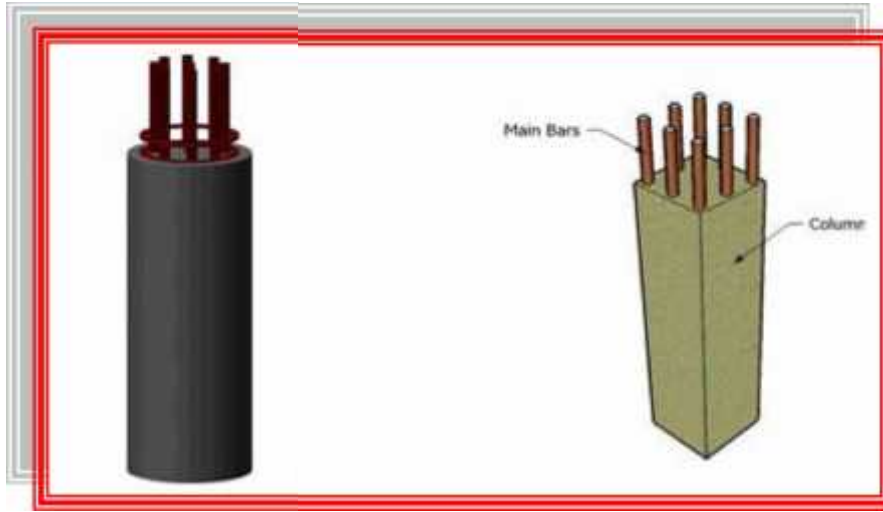
:( - )

وهي عناصر إنشائية أساسية في نقل الأحمال من الأعصاب داخل العقدة إلى الأعمدة ،وهي نوعين  
 ( مخفية داخل العقدات ) "Dropped Beams" وهي التي تبرز عن العقدة من الأسفل،  
 المختلفة بين الأعمدة في المبنى المراد تصميمه في هذا المشروع ،فضلاً عن الأحمال  
 تقوم بنقل أحمال الأعصاب إليها.



( - )

تعتبر الأعمدة العضو الرئيس في نقل الأحمال من العقدات والجسور إلى الأساسات، وبذلك فهي عنصر إنشائي  
لذلك يجب تصميمها بحيث تكون قادرة على حمل وتوزيع الأحمال الواقعة  
عليها ، هي متنوعة من حيث المقطع وطريقة العمل.

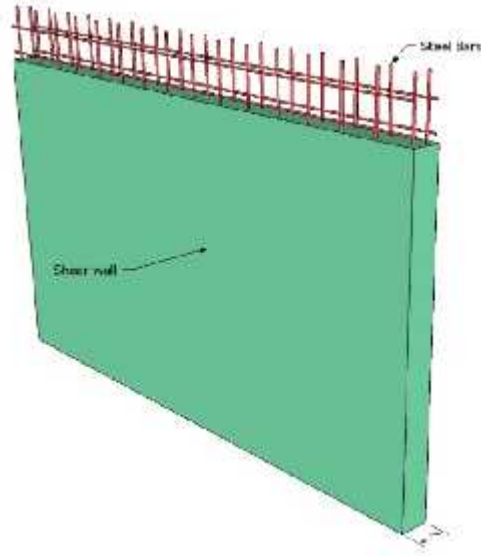


( - ) :

( ) :

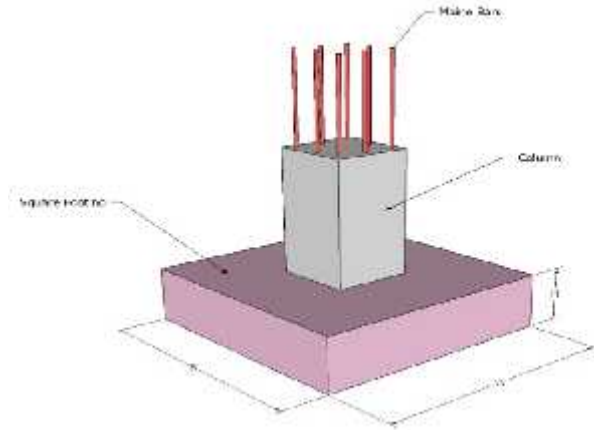
وهي عناصر إنشائية حاملة تقاوم القوى العمودية والأفقية الواقعة عليها وتستخدم بشكل أساسي لمقاومة  
الأحمال الأفقية مثل قوى الرياح والزلازل (shear wall) وهذه الجدران تسلك بطبقتين  
من الحديد حتى تزيد من كفاءتها على مقاومة القوى الأفقية. وقد تم تحديد الجدران الحاملة في المبنى وتوزيعها  
المبنى ، وتتمثل الجدران الحاملة بجدران بيت الدرج، وجدران المصاعد، والجدران الأخرى التي تبدأ من  
ساسات المبنى، وتعمل على تحمل الأوزان الرأسية المنقولة إليها كما تعمل كجدران قص تقاوم القوى الأفقية  
التي يتعرض لها المنشأ، ويجب توفرها في الاتجاهين مع مراعاة أن تكون المسافة بين مركز المقاومة الذي

تشكله جدران القص في كل اتجاه ومركز الثقل للمبنى أقل ما يمكن. وان تكون هذه الجدران كافية لمنع أو تقليل تولد عزوم اللي وأثاره على جدران المبنى المقاومة للقوى الأفقية .



. ( - ) :

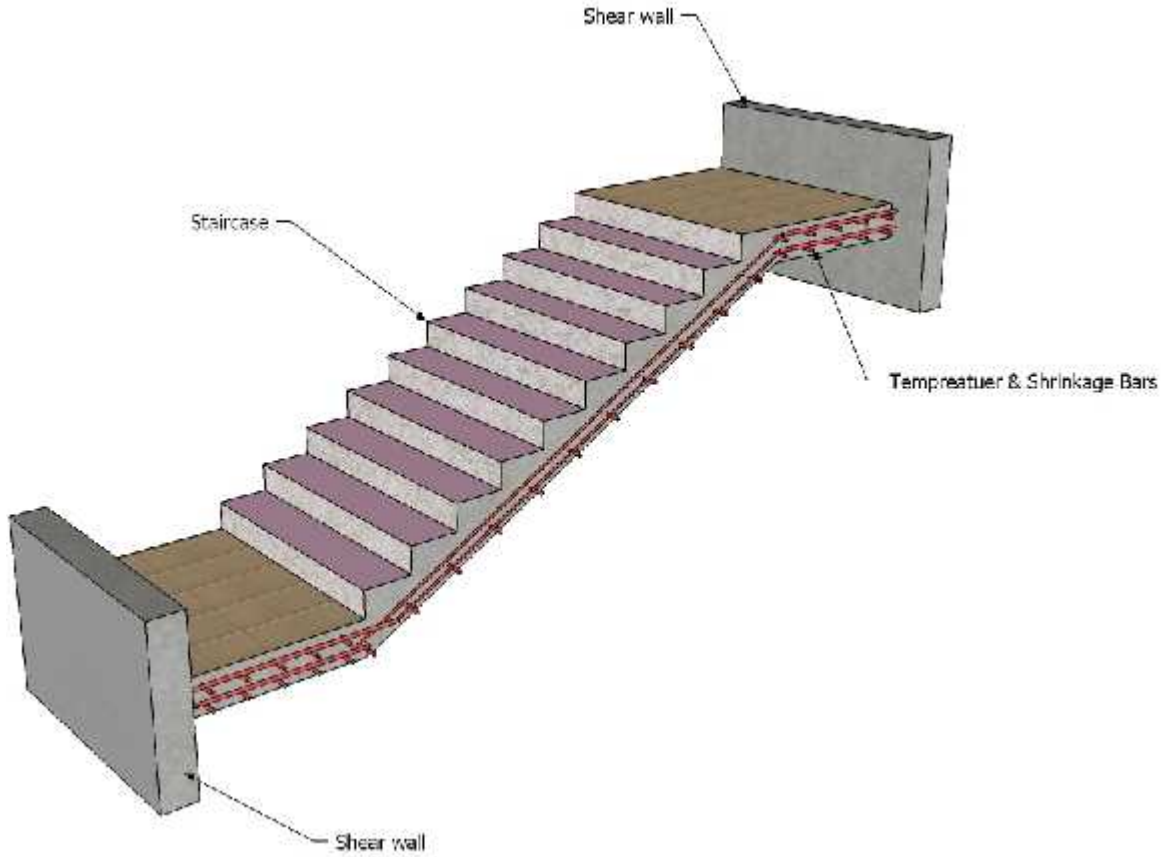
بالرغم من أن الأساسات هي أول ما يبدأ بتنفيذها عند بناء المنشأ، إلا أن تصميمها يتم بعد الإنتهاء  
تصميم كافة العناصر الإنشائية في المبنى.



: ( - )

ولمعرفة الأوزان والأحمال الواقعة عليها، فإن الأحمال الواقعة على العدة تنتقل إلى الجسور ثم إلى الأعمدة وأخيرا إلى الأساسات، وتكون هذه الأحمال هي الأحمال التصميمية للأساسات، و  
عليها وطبيعة الموقع يتم تحديد نوع الأساسات المستخدمة، ومن المتوقع استخدام أساسات من أنواع مختلفة وذلك تبعا لقوة تحمل التربة والأحمال الواقعة على كل أساس و نظرا لما يتخذه هيكل المنشأ من شكل متدرج ليتلاءم وطبوغرافية الأرض.

عبارة عن عناصر معمارية تستخدم للانتقال الرأسى بين المستويات المختلفة المناسب وتم استخدامها في  
( - ) يبين

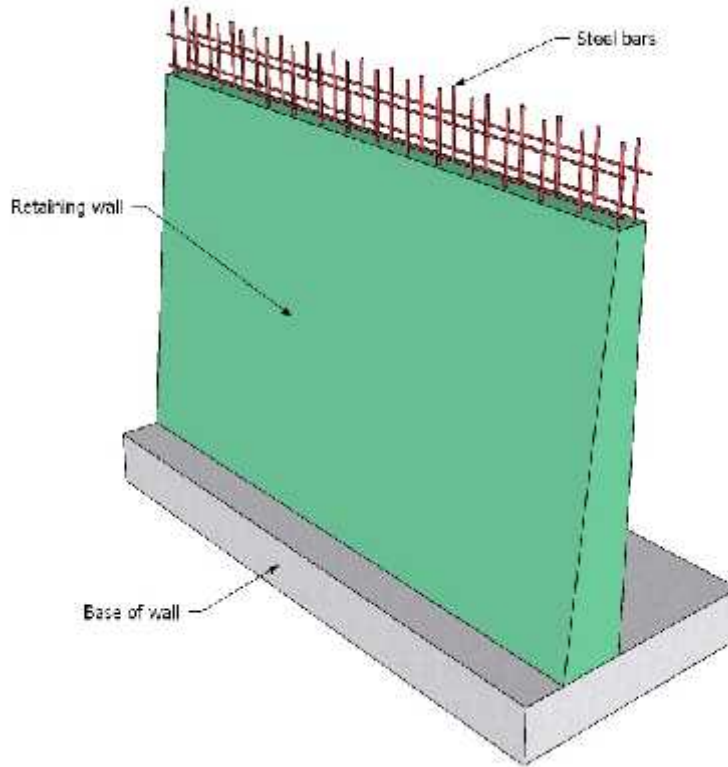


( - ) :



## .. الجدران الاستنادية:

بسبب الاختلاف الواضح في مناسيب قطعة أرض المشروع، كان لا بد من استخدام جدران استنادية لتحمي ن الانهيار أو الانزلاق. تنفذ الجدران الإستنادية من الخرسانة .

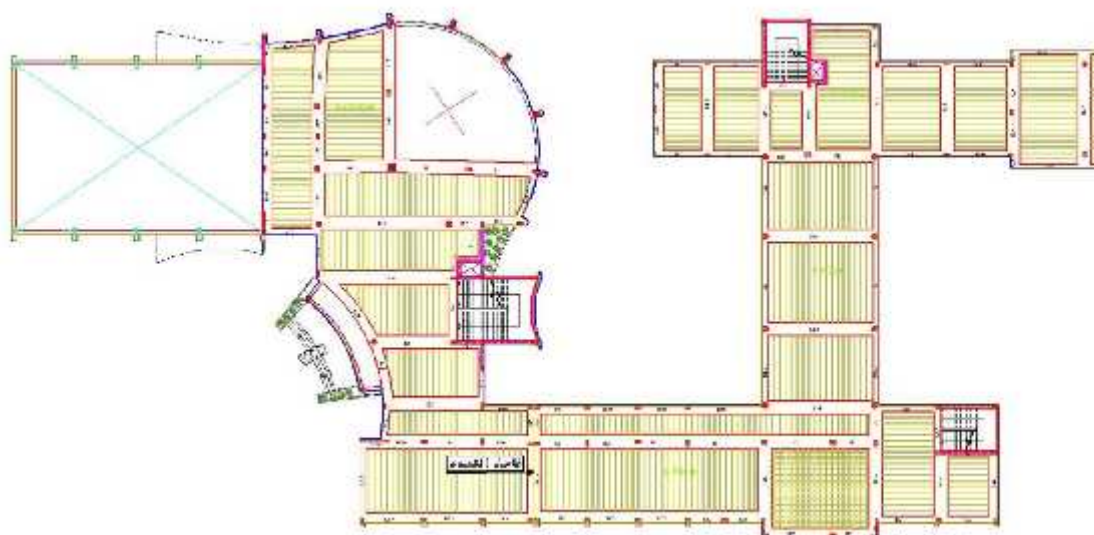


. ( - )

## (Expansions Joints)

يمكن تحديد المسافة القصوى بين فواصل التمدد للمنشآت العادية كما يلي :

- م في المناطق المعتدلة كما هو الحال في فلسطين .
  - و يمكن زيادة هذه المسافات بشرط الأخذ بعين الاعتبار تأثير عوامل الانكماش و التمدد
  - لة أعمال الخرسانة الكتلية كالحوائط الأستنادية و الأسوار يجب تقليل المسافات بين الفواصل و اخذ الاحتياطات اللازمة لمنع تسرب المياه من خلال فواصل التمدد .
- في هذا المشروع .



( - )

**Chapter 4****Structural Analysis & Design****4**

---

- 4.1 Introduction.**
- 4.2 Determination of Slab Thickness.**
- 4.3 Determination of Factored Load.**
- 4.4 Design of Topping.**
- 4.5 Design of Rib 1.**
- 4.6 Design of Tow way Ribbed slab.**
- 4.7 Design of Tow way Solid slab.**
- 4.8 Design of Beam (31).**
- 4.9 Design of Beam (43) .**
- 4.10 Design of Truss .**
- 4.11 Design of Long Column.**
- 4.12 Design of Isolated Footing.**
- 4.13 Design of strip Footing.**
- 4.14 Design of Mat Foundation.**
- 4.15 Design of Basement Wall.**
- 4.16 Design of Stairs .**
- 4.17 Design of Shear wall.**

### 4.1 Introduction

The project consists of several structural elements that will be designed according to the ACI code and by using the finite element method using much computer software such as “ATIR” and “STAAD pro” to find the internal forces, deflections and moments for the all structural element in order to design it.

### 4.2 Determination of Slab Thickness

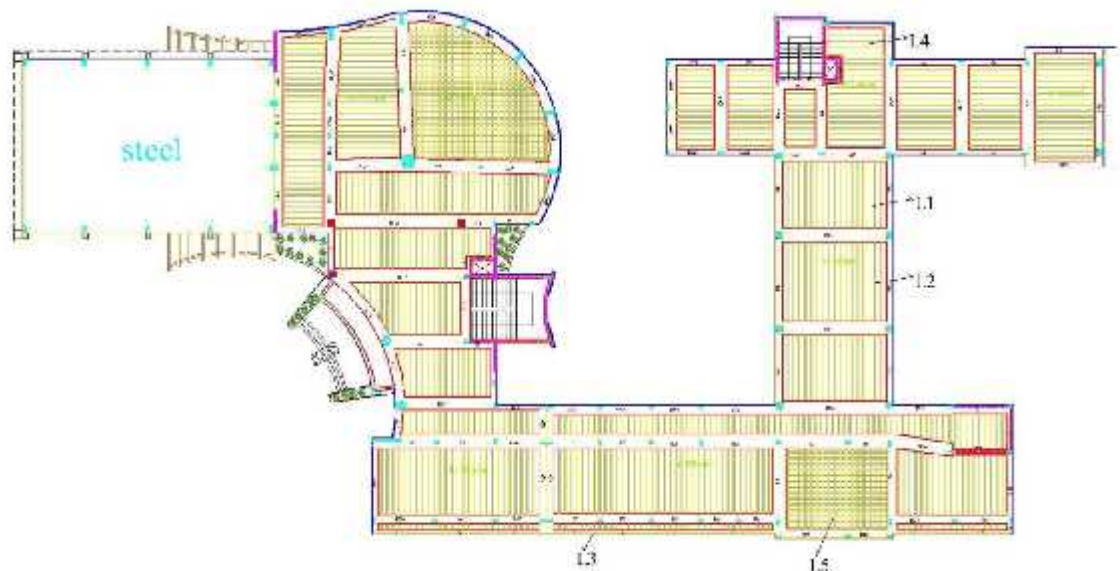


Figure (4-1): First Floor Slab.

According to ACI-Code-318-05, the minimum thickness of non prestressed beams or one way slabs unless deflections are computed, given in table (9.5-a), as follows:

$$\begin{aligned}h_{\min} \text{ for one-end continuous} &= L/18.5 \\ &= 599 / 18.5 = 32.4 \text{ cm.}\end{aligned}$$

$h_{\min}$  for both-end continuous =  $L/21$

$$= 711/21 = 33.9 \text{ cm}$$

$h_{\min}$  for Cantilever =  $L/8$

$$= 80/8 = 10 \text{ cm.}$$

$h_{\min}$  for Simply supported =  $L/16$

$$= 536/16 = 33.5 \text{ cm}$$

We selected  $h = 35\text{cm}$ ..... For simply support is control.

#### Determination of Thickness for Two Way Rib Slab:

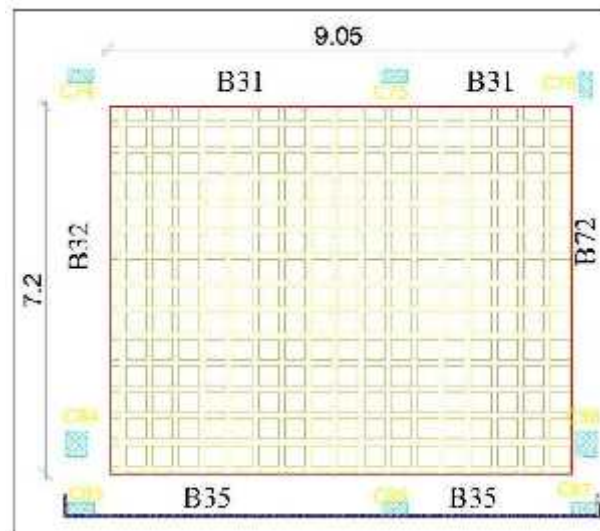
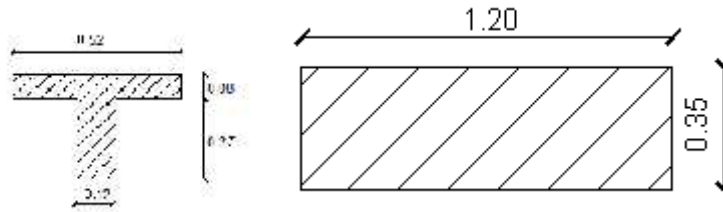


Figure (4-2): two way rib slab.



$$\bar{Y} = \frac{\sum AY}{\sum A}$$

$$\bar{Y} = \frac{2 * 0.2 * 0.08 * 0.04 + 0.12 * 0.35 * 0.175}{2 * 0.2 * 0.08 + 0.12 * 0.35} = 0.117 \text{ m}$$

$$I_{rib} = \frac{0.52 \times (0.117)^3}{3} - \frac{(0.52 - 0.12) \times (0.037)^3}{3} + \frac{0.12 \times (0.233)^3}{3}$$

$$I_{rib} = 7.77 \times 10^{-4} \text{ m}^4 / b$$

$$I_{b1} = \frac{1}{12} bh^3 = \frac{1}{12} * 1.2 * (0.35)^3 = 4.29 * 10^{-3}$$

$$I_{s1} = \frac{7.77 \times 10^{-4}}{0.52} \times 9.05 = 135.23 \times 10^{-4} \text{ m}^4$$

$$I_{s2} = \frac{7.77 \times 10^{-4}}{0.52} \times 7.2 = 107.58 \times 10^{-4} \text{ m}^4$$

$$r_1 = \frac{I_b}{I_{s1}} = \frac{4.29 \times 10^{-3}}{135.23 \times 10^{-4}} = 0.32$$

$$r_2 = \frac{I_b}{I_{s1}} = \frac{4.29 \times 10^{-3}}{107.58 \times 10^{-4}} = 0.4$$

$$r_{fm} = \frac{r_1 + r_2}{2} = \frac{0.32 + 0.4}{2} = 0.36$$

$$0.2 < r < 2 \implies 0.2 < 0.36 < 2$$

According to ACI-code:

$$h_m = \frac{\ln(0.8 + f_y/1400)}{36 + 5s(r_{fm} - 0.2)} \quad \text{ACI-318-02 (Eq: 9-12)}$$

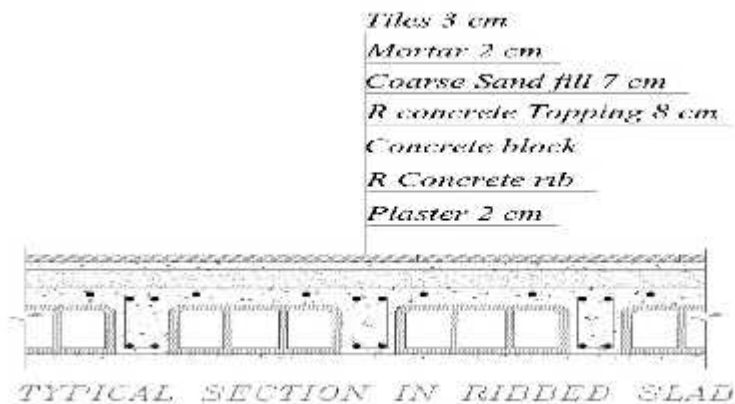
$$s = \frac{L_a}{L_b} = \frac{9.05}{7.2} = 1.257$$

$$h_m = \frac{9.05 * (0.8 + 420/1400)}{36 + 5 * 1.257(0.36 - 0.2)} = 0.27m < 0.35m$$

We select from one & two way rib slab, The Thickness Rib Slab = 32 cm with block 27cm & Topping 8cm.

### 4.3 Determination of factored Load

#### 4.3.1 Determination of Dead load



Tiles	$0.03 \times 0.52 \times 22 = 0.3432 \text{ kN/m / rib}$
Mortar	$0.02 \times 0.52 \times 23 = 0.2392 \text{ kN/m / rib}$
Coarse Sand Fill	$0.07 \times 0.52 \times 17 = 0.6188 \text{ kN/m / rib}$
Topping	$0.08 \times 0.52 \times 25 = 1.04 \text{ kN/m./rib}$
Block	$0.27 \times 0.40 \times 9 = 0.972 \text{ kN/m / rib}$
Concrete Rib	$0.24 \times 0.12 \times 25 = 0.81 \text{ kN/m / rib}$
Plaster	$0.02 \times 0.52 \times 23 = 0.2392 \text{ kN/m / rib}$
partitions	$1.25 \times 0.52 = 0.65 \text{ kN/m / rib}$

Nominal Total Dead Load =

$$0.3432 + 0.2392 + 0.6188 + 1.04 + 1.04 + 0.972 + 0.81 + 0.2392 + 0.65 \\ = 4.9124 \text{ kN/m of rib}$$

Nominal Total live load =  $5 * 0.52 = 2.6 \text{ kN/m of rib}$

Total Dead Lad (service) =  $4.9124/0.52 = 9.447 \text{ kN/m}^2$

Total live load =  $5 \text{ kN/m}^2$

### **4.3.2 Determination of factored dead & live load**

Factored dead load =  $1.2 * \text{Dead load} = 1.2 * 4.9124 = 5.89488 \text{ KN/m of rib.}$

Factored Live load =  $1.6 * \text{live load} = 1.6 * 2.6 = 4.16 \text{ KN/m of rib.}$



#### 4.4 Design of Topping:

Used  $f_y = 420 \text{ MPa}$  &  $f_c' = 24 \text{ MPa}$

Dead load of topping =  $W_{\text{topping}} + W_{\text{tiles}} + W_{\text{sand}} + W_{\text{mortor}} + W_{\text{partiones}}$

$$= 1.04 + 0.3432 + 0.6188 + 0.2392 + 0.65 = 2.8912 \text{ KN/m}$$

Total Dead Load =  $2.8912/0.52 = 5.56 \text{ KN/m}^2$ .

Live Load =  $5 \text{ KN/m}^2$ . (for Stores)

$q_u = 1.2 \text{ DL} + 1.6 \text{ LL}$

$$= 1.2 * 5.56 + 1.6 * 5 = 14.672 \text{ KN/m}^2. \text{ (Total Factored Load)}$$

$$M_u = \frac{q_u \times l^2}{12} = \frac{14.672 \times (0.4)^2}{12} = 0.1956 \text{ kN.m}$$

$$M_n = 0.42 \sqrt{f_c'} \times \frac{b \times h^2}{6}$$

$$= 0.42 \sqrt{24} \times \frac{1000 * 80^2}{6} = 2.19 \text{ kN.m}$$

$$w \times M_n = 0.55 * 2.37 = 1.205 \text{ kN.m.}$$

$$w \times M_n = 1.205 \text{ kN.m} > M_u = 0.1956 \text{ kN.m.}$$

No structural reinforcement is required.

Therefore, shrinkage and temperature reinforcement must be provided

$$\dots = 0.0018 \quad \text{ACI-318-02 (7.12.2)}$$

$$A_{s_{\min}} = \dots \times b \times h = 0.0018 \times 100 \times 8 = 1.44 \text{ cm}^2 / \text{m.}$$

Use 1  $\varnothing 8/25 \text{ cm}$  (4  $\varnothing 8/1\text{m}$ ), with  $A_s = 200 \text{ mm}^2/1\text{m}$  in both directions.

$$A_s = 2.0 \text{ cm}^2 / \text{m} > A_{s_{\min}} = 1.44 \text{ cm}^2 \quad \text{Ok}$$

4.5 Design of Rib (R1) at ground slab:

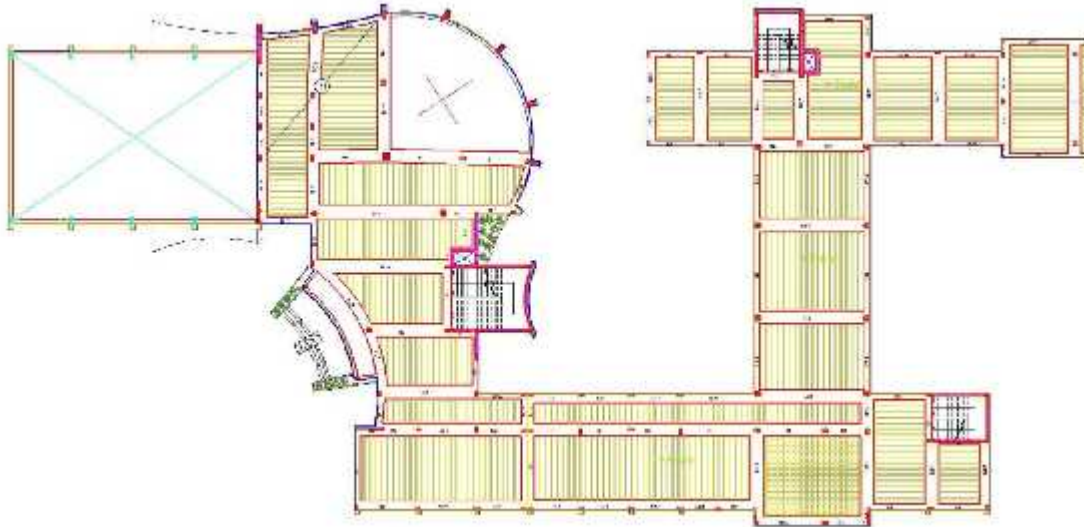


Figure (4-3): Structural Plane

Using "Atir" software for the following values of the envelope moment and shear diagram:

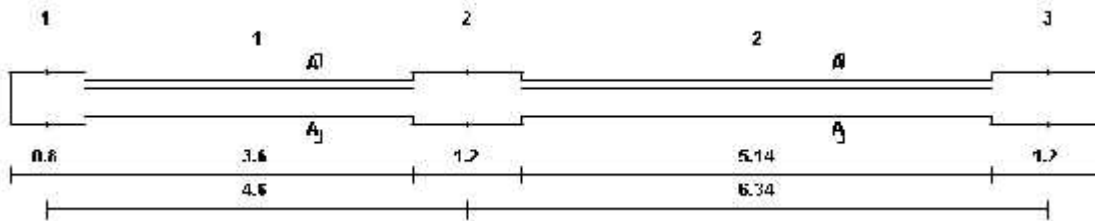


Figure (4-4): Rib 1 geometry.

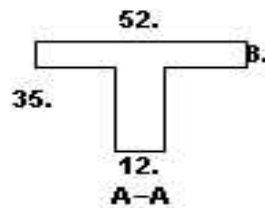


Figure (4-5) : Rib Section

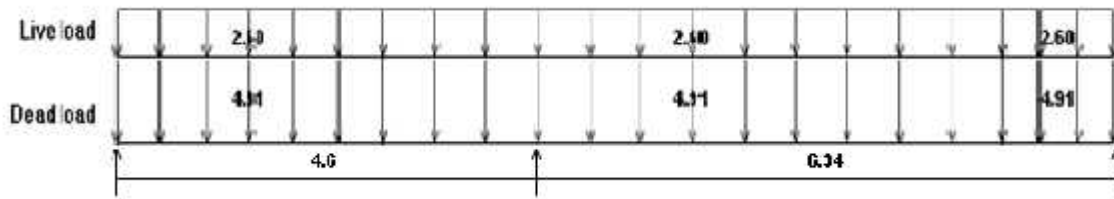


Figure (4-6) : loading of Rib 1

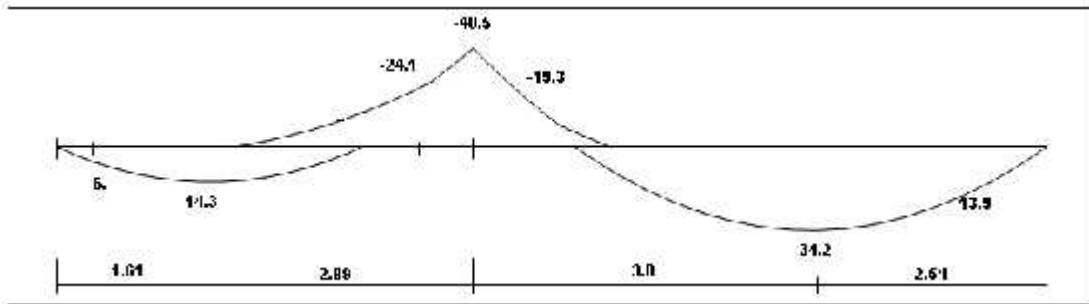


Figure (4-7) : Moment Envelop of rib 1.

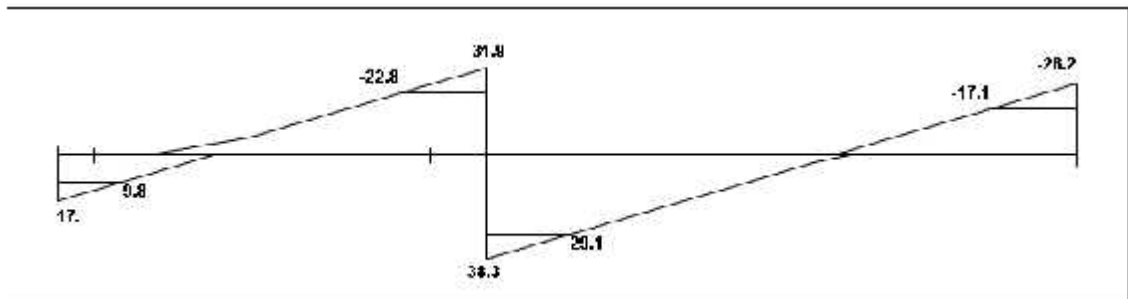


Figure (4-8) : Shear Envelop of rib 1.

- **Effective Flange width (  $b_E$  )** .....ACI-318-02 (8.10.2)

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

$$b_E = L / 4 = 5.95 / 4 = 149 \text{ cm}$$

$$b_E = 12 + 16 t = 12 + 16 (8) = 140 \text{ cm}$$

$$b_E \leq \text{center to center between rib} = 52 \text{ cm}$$

Control ..... 52cm

▪ **Check rectangular section or T-section**

$$bw = 12\text{cm}, h = 35\text{cm}$$

$$d = 350 - 20 - 8 - 7 = 315\text{mm}$$

$$Mu_{\max} = 35.9 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$Mn_f = 0.85 * fc * bf * tf * d - \frac{tf^2}{2}$$

$$Mn_f = 0.85 * 24 * 0.52 * 0.08 * \left( 0.315 - \frac{0.08}{2} \right) * 10^3 = 233.376 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$\Phi Mn_f = 0.9 * 233.376 = 210 \text{ KN} \cdot \text{m} \gg Mu_{\max}$$

rectangular section

## 4.5.1 Design of Positive moment of rib 1:

### 4.5.1.1 Design of Span 1

$$Mu = 14.3 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{14.3}{0.9} = 15.89 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)} (bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy} (bw)(d) \dots \dots \dots (ACI - 10.5.1)$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)} (12)(31.5) \geq \frac{1.4}{420} (12)(31.5)$$

$$As_{\min} = 1.1 < 1.26 \dots \dots \dots \text{the larger is control}$$

$$A_{s_{\min}} = 1.26 \text{ cm}^2$$

$$K_n = \frac{M_n}{b * d^2}$$

$$K_n = \frac{15.89 * 10^{-3}}{0.52 * (0.315)^2} = 0.308 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 * f_c'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.588$$

$$= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2mK_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{20.588} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.588)(0.308)}{420}} \right) = 7.3881 * 10^{-4}$$

$$A_{\text{req}} = m * b * d = 7.3881 * 10^{-4} * 52 * 31.5 = 1.21 \text{ cm}^2$$

$$1.21 \text{ cm}^2 < A_{s_{\min}} = 1.26 \text{ cm}^2$$

$$\text{Use } 10 \gg \# \text{ of bar} = \frac{1.26}{1.54} = 1.61$$

\* Note  $A_{10} = 0.785 \text{ cm}^2$

Then we select (2) bars  $10 \quad A_{s_{\text{provided}}} = 2 * 0.785 = 1.57 \text{ cm}^2$

- **Check for yielding**

Tension = compression

$$A_s * f_y = 0.85 * f_c' * b * a$$

$$157 * 420 = 0.85 * 24 * 520 * a$$

$$a = 6.22 \text{ mm}$$

$$x = \frac{a}{\rho_1} = \frac{6.22}{0.85} = 7.32 \text{ mm}$$

$$v_s = \frac{315 - 7.32}{7.32} \times 0.003$$

$$v_s = 0.126 > 0.005$$

⇒ Ok

#### 4.5.1.2 Design of Span 2

$$Mu = 34.2 \text{ KN.m}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{34.2}{0.9} = 38 \text{ KN.m}$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{f'c'}}{4(fy)} (bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy} (bw)(d) \dots \dots \dots (ACI - 10.5.1)$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)} (12)(31.5) \geq \frac{1.4}{420} (12)(31.5)$$

$$As_{\min} = 1.1 < 1.26 \dots \dots \dots \text{the larger is control}$$

$$As_{\min} = 1.26 \text{ cm}^2$$

$$Kn = \frac{Mn}{b * d^2}$$

$$Kn = \frac{38 * 10^{-3}}{0.52 * (0.315)^2} = 0.736 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * f'c'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.588$$

$$= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2mKn}{fy}} \right)$$

$$= \frac{1}{20.588} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.588)(0.736)}{420}} \right) = 1.7864 * 10^{-3}$$

$$A_{req} = * b * d = 1.7864 * 10^{-3} * 52 * 31.5 = 2.93 \text{ cm}^2$$

$$2.93 \text{ cm}^2 > A_{s_{min}} = 1.26 \text{ cm}^2$$

$$\text{Use } 14 \gg \# \text{ of bar} = \frac{2.93}{1.54} = 1.9$$

$$* \text{ Note } A_{14} = 1.54 \text{ cm}^2$$

Then we select (2) bars 14  $A_s \text{ provided} = 2 * 1.54 = 3.08 \text{ cm}^2$

- **Check for yielding**

Tension = compression

$$A_s * f_y = 0.85 * f_c * b * a$$

$$308 * 420 = 0.85 * 24 * 520 * a$$

$$a = 12.19 \text{ mm}$$

$$x = \frac{a}{S_1} = \frac{12.19}{0.85} = 14.34 \text{ mm}$$

$$V_s = \frac{315 - 14.34}{14.34} * 0.003$$

$$V_s = 0.0629 > 0.005$$

⇒ Ok

## 4.5.2 Design of Negative moment

### 4.5.2.1 Design of support (2)

$$M_u = 24.1 \text{ KN.m}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{24.1}{0.9} = 26.78 \text{ KN.m}$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy}(bw)(d) \dots \dots \dots (ACI - 10.5.1)$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(12)(31.5) \geq \frac{1.4}{420}(12)(31.5)$$

$$As_{\min} = 1.1 < 1.26 \dots \dots \dots \text{the larger is control}$$

$$As_{\min} = 1.26 \text{ cm}^2$$

$$Kn = \frac{Mn}{b * d^2}$$

$$Kn = \frac{26.78 * 10^{-3}}{0.12 * (0.315)^2} = 2.249 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.588$$

$$= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2mKn}{fy}} \right)$$

$$= \frac{1}{20.588} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.588)(2.249)}{420}} \right) = 5.6878 * 10^{-3}$$

$$A_{\text{req}} = m * b * d = 5.6878 * 10^{-3} * 12 * 31.5 = 2.15 \text{ cm}^2$$

$$2.15 \text{ cm}^2 > As_{\min} = 1.26 \text{ cm}^2$$

$$\text{Use } 14 \gg \# \text{ of bar} = \frac{2.15}{1.54} = 1.4$$

\* Note  $A_{14} = 1.54 \text{ cm}^2$

Then we select (2) bars 14  $A_s \text{ provided} = 2 * 1.54 = 3.08 \text{ cm}^2$



- Check for yielding

Tension = compression

$$A_s * f_y = 0.85 * f_c * b * a$$

$$308 * 420 = 0.85 * 24 * 120 * a$$

$$a = 52.84 \text{ mm}$$

$$x = \frac{a}{S_1} = \frac{52.84}{0.85} = 62.17 \text{ mm}$$

$$V_s = \frac{315 - 62.17}{62.17} \times 0.003$$

$$V_s = 0.0122 > 0.005$$

⇒ Ok

### 4.5.3 Design of shear for Rib (R1):

ACI – 318 – Categories for shear design:

$$V_u = 29.1 \text{ kN}$$

Use 8 with two legs

$$A_v = 2 \times 50 = 100 \text{ mm}^2$$

1. Item1:  $\Phi V_c \geq V_u$

$$\Phi V_c = \Phi \frac{\sqrt{f_c'}}{6} \times b_w \times d$$

$$= \Phi V_c = 0.75 \times \frac{\sqrt{24}}{6} \times 120 \times 315$$

$$= 23.14 \text{ kN}$$

Since  $\Phi V_c \leq V_u$

Not control

## 2. Item 2

$$\frac{1}{2}\Phi V_c \leq V_u \leq \Phi V_c$$

$$\Phi V_c = 23.14 \text{ kn}$$

$$\frac{1}{2}\Phi V_c = \frac{23.14}{2} = 11.57 \text{ Kn}$$

Not control

## 3. Item 3

$$\Phi V_c \leq V_u \leq \Phi V_c + \Phi V_{s_{\min}}$$

$$\Phi V_{s_{\min}} \geq \frac{\Phi}{3} \times bw \times d$$

$$\Phi V_{s_{\min}} = 0.75 \left(\frac{1}{3}\right) \times 0.12 \times 0.315 \times 10^3 = 9.45 \text{ kN}$$

$$\Phi V_{s_{\min}} \geq \frac{1}{16} \times \sqrt{f_c'} \times bw \times d$$

$$\Phi V_{s_{\min}} = \frac{1}{16} \times \sqrt{24} \times 0.12 \times 0.315 \times 10^3 = 11.57 \text{ KN control}$$

$$\Phi V_c + \Phi V_{s_{\min}} = 11.57 + 23.14 = 34.71 \text{ kN}$$

$$V_u = 29.1 \text{ kN} < \Phi V_c + \Phi V_{s_{\min}} = 34.7 \text{ kN control}$$

Minimum shear reinforcement is required

$$\frac{A_v}{S_{req}} \geq \frac{1}{3} \frac{bw}{fy}$$

$$\frac{A_v}{S_{req}} \geq \frac{1}{16} \frac{\sqrt{fc'}}{fy} \times bw$$

$$S_{max} \leq \frac{d}{2} \leq 600$$

$$\frac{A_v}{S_{req}} \geq \frac{1}{3} \frac{bw}{fy} \Rightarrow S_{req} = \frac{3 \times 2 \times 50 \times 10^{-6} \times 420}{0.12} = 1.05m$$

$$\frac{A_v}{S_{req}} \geq \frac{1}{16} \frac{\sqrt{fc'}}{fy} \times bw \Rightarrow S_{req} = \frac{2 \times 50 \times 10^{-6} \times 16 \times 420}{\sqrt{24} \times 0.12} = 1.14m$$

$$S_{max} \leq \frac{d}{2} \leq 600 \Rightarrow S_{max} = \frac{31.5}{2} = 15.75cm$$

Then Select  $S = 15cm < \frac{d}{2}$  .....ok

Select 2 leg 8 / 15 cm c/c

#### 4-6 Design of Tow way Ribbed slab:

##### 4-6-1 Dead Load Calculation :

Tiles	$0.03 \times 0.52 \times 0.52 \times 22 = 0.1785$ kN/0.52*0.52of rib
Mortar	$0.02 \times 0.52 \times 0.52 \times 23 = 0.1244$ kN/0.52*0.52of rib
Sand	$0.07 \times 0.52 \times 0.52 \times 17 = 0. K3218N/0.52*0.52of rib$
Topping	$0.08 \times 0.52 \times 0.52 \times 25 = 0.5408$ kN/0.52*0.52of rib
Block	$0.4 \times 0.27 \times 0.4 \times 9 = 0.3888$ kN/0.52*0.52of rib

$$\text{Rib} \quad 0.27 * 0.12 * (0.55 + 0.4) * 25 = 0.7452 \text{ kN}/0.52 * 0.52 \text{ of rib}$$

$$\text{Plaster} \quad 0.02 * 0.52 * 0.52 * 23 = 0.1244 \text{ kN}/0.52 * 0.52 \text{ of rib}$$

$$\text{partition} \quad (1.25) (0.52) * 0.52 = 0.338 \text{ kN}/0.52 * 0.52 \text{ of rib}$$

$$\text{Dead Load} = 2.7619 \text{ kN}/0.52 * 0.52 \text{ of rib}$$

$$\text{Dead Load per unit area} = 2.7619 / 0.52 * 0.52 = 10.214 \text{ KN}/\text{m}^2$$

$$\text{Live Load} = 5 \text{ KN}/\text{m}^2$$

$$q_{uD} = 1.2 D = 10.214 * 1.2 = 12.26 \text{ kN}/\text{m}^2$$

$$q_{uL} = 1.6 L = 5 * 1.6 = 8 \text{ KN}/\text{m}^2$$

$$q_u = 20.26 \text{ KN}/\text{m}^2$$

$$bw = 12 \text{ cm}, h = 35 \text{ cm}$$

$$d = 350 - 20 - 8 - 7 = 315 \text{ mm}$$

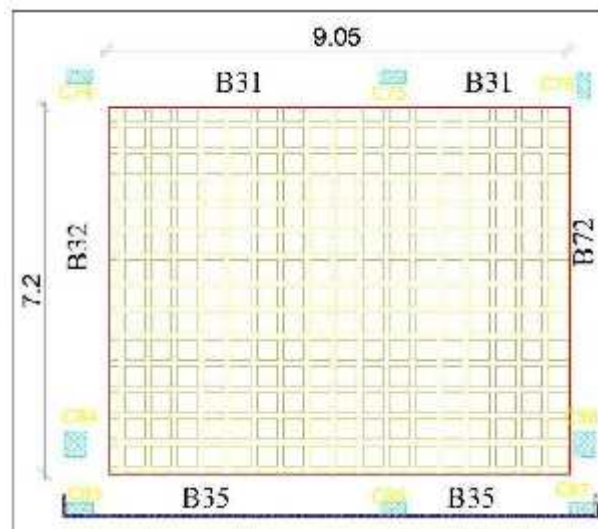


Figure (4-9): two way rib slab.

**4-6-2 Designs of moment:**

⇒ **Design of positive moment:**

$$L_a / L_b = 7.2 / 9.05 = 0.8$$

From table (12-4)

Assume Case (1)

$$C_{a,dL} = 0.056$$

$$C_{b,dL} = 0.023$$

$$M_{a,dL} = C_{a,dL} * q_{uD} * (L_a)^2$$

$$M_{b,dL} = C_{b,dL} * q_{uD} * (L_b)^2$$

From table (12-5)

$$C_{a,LL} = 0.056$$

$$C_{b,LL} = 0.023$$

$$M_{a,LL} = C_{a,LL} * q_{uL} * (L_a)^2$$

$$M_{b,LL} = C_{b,LL} * q_{uL} * (L_b)^2$$

$$M_{a,pos} = (M_{a,dL} + M_{a,LL}) * 0.52 =$$

$$\{(0.056 * 12.26 * (7.2)^2) + (0.056 * 8 * (7.2)^2)\} * 0.52 = 30.6 \text{ KN.m / rib}$$

$$M_{b,pos} = (M_{b,dL} + M_{b,LL}) * 0.52 =$$

$$\{(0.023 * 12.26 * (9.05)^2) + (0.023 * 8 * (9.05)^2)\} * 0.52 = 19.85 \text{ KN.m / rib}$$

$$M_{a, \text{pos}} = 30.6 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$Mn_f = 0.85 * f_c * bf * tf * d - \frac{tf}{2}$$

$$Mn_f = 0.85 * 24 * 0.52 * 0.08 * \left( 0.315 - \frac{0.08}{2} \right) * 10^3 = 233.376 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$\Phi Mn_f = 0.9 * 233.376 = 210 \text{ KN} \cdot \text{m} \gg M_{a, \text{pos}}$$

rectangular section

Design as a rectangular with  $b_E = 52 \text{ cm}$

$$Mn = \frac{M_{a, \text{pos}}}{\Phi} = \frac{30.6}{0.9} = 34 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4(f_y)} (bw)(d) \geq \frac{1.4}{f_y} (bw)(d) \dots \dots \dots (ACI - 10.5.1)$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)} (12)(31.5) \geq \frac{1.4}{420} (12)(31.5)$$

$$As_{\min} = 1.1 < 1.26 \dots \dots \dots \text{the larger is control}$$

$$As_{\min} = 1.26 \text{ cm}^2$$

$$Kn = \frac{Mn}{b * d^2}$$

$$Kn = \frac{34 * 10^{-3}}{0.52 * (0.315)^2} = 0.659 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 * f_c'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.588$$

$$= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2mKn}{fy}} \right)$$

$$= \frac{1}{20.588} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.588)(0.659)}{420}} \right) = 1.595 * 10^{-3}$$

$$A_{req} = * b * d = 1.595 * 10^{-3} * 52 * 31.5 = 2.61 \text{ cm}^2$$

$$2.61 \text{ cm}^2 > A_{s_{min}} = 1.26 \text{ cm}^2$$

$$\text{Use } 12 \gg \# \text{ of bar} = \frac{2.61}{1.54} = 1.7$$

$$* \text{ Note } A_{14} = 1.54 \text{ cm}^2$$

Then we select (2) bars 14  $A_s \text{ provided} = 2 * 1.54 = 3.08 \text{ cm}^2$

- **Check for yielding**

Tension = compression

$$A_s * f_y = 0.85 * f_c * b * a$$

$$308 * 420 = 0.85 * 24 * 520 * a$$

$$a = 12.2 \text{ mm}$$

$$x = \frac{a}{s_1} = \frac{12.2}{0.85} = 14.35 \text{ mm}$$

$$v_s = \frac{315 - 14.35}{14.35} * 0.003$$

$$v_s = 0.063 > 0.005$$

⇒ Ok

Use 2 14 mm ,  $A_s = 308 \text{ mm}^2$  in y direction

Use 2 12 mm ,  $A_s = 226 \text{ mm}^2$  in x direction

⇒ Design of negative moment:

$$A_{s_{neg}} \geq \frac{1}{3} A_{s_{pos}}$$

Use 2 10 mm ,  $A_s = 157 \text{ mm}^2$  in y direction

Use 2 10 mm ,  $A_s = 157 \text{ mm}^2$  in x direction

### 4.6.3 Design of shear:

$$L_a / L_b = 7.2 / 9.05 = 0.8$$

From Table (12-6) :

Case (1)

$$W_a = 0.71$$

$$W_b = 0.29$$

$$V_{ua} = q_u * L_a * W_a * (0.52/2)$$

$$V_{ua} = 20.26 * 7.2 * 0.71 * (0.52/2) = 26.93 \text{ KN} \quad \text{control}$$

$$V_{ub} = 20.26 * 9.05 * 0.29 * (0.52/2) = 13.83 \text{ KN}$$

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

$$= \frac{\sqrt{24}}{6} * 120 * 0.315 = 30.86 \text{ KN}$$

$$V_c = 0.75 * 30.96 = 23.14 \text{ KN}$$

$$\Phi V_c \leq V_u$$



Item 1 & 2 is not suitable .

- Item 3

$$\Phi V_c \leq V_u \leq \Phi V_c + \Phi V_{s_{\min}}$$

$$\Phi V_{s_{\min}} \geq \frac{\Phi}{3} \times bw \times d$$

$$\Phi V_{s_{\min}} = 0.75 \left(\frac{1}{3}\right) \times 0.12 \times 0.315 \times 10^3 = 9.45 \text{ kN}$$

$$\Phi V_{s_{\min}} \geq \frac{1}{16} \times \sqrt{f_c'} \times bw \times d$$

$$\Phi V_{s_{\min}} = \frac{1}{16} \times \sqrt{24} \times 0.12 \times 0.315 \times 10^3 = 11.57 \text{ KN} \quad \text{control}$$

$$\Phi V_c + \Phi V_{s_{\min}} = 23.14 + 11.57 = 34.71 \text{ kN}$$

$$V_u = 26.93 \text{ kN} < \Phi V_c + \Phi V_{s_{\min}} = 34.7 \text{ kN} \quad \text{control}$$

Minimum shear reinforcement is required

$$\frac{A_v}{S_{\text{req}}} \geq \frac{1}{3} \frac{bw}{f_y}$$

$$\frac{A_v}{S_{\text{req}}} \geq \frac{1}{16} \frac{\sqrt{f_c'}}{f_y} \times bw$$

$$S_{\text{max}} \leq \frac{d}{2} \leq 600$$

$$\frac{A_v}{S_{\text{req}}} \geq \frac{1}{3} \frac{bw}{fy} \Rightarrow S_{\text{req}} = \frac{3 \times 2 \times 50 \times 10^{-6} \times 420}{0.12} = 1.05m$$

$$\frac{A_v}{S_{\text{req}}} \geq \frac{1}{16} \frac{\sqrt{fc'}}{fy} \times bw \Rightarrow S_{\text{req}} = \frac{2 \times 50 \times 10^{-6} \times 16 \times 420}{\sqrt{24} \times 0.12} = 1.14m$$

$$S_{\text{max}} \leq \frac{d}{2} \leq 600 \Rightarrow S_{\text{max}} = \frac{31.5}{2} = 15.75cm$$

Then Select  $S = 15cm < \frac{d}{2} \dots\dots\dots ok$

leg 8 / 15 cm c/c Select 2

#### 4-7 Design of Tow way Solid slab:

##### 4-7-1 Determination of Loads :

$$\text{Plaster} = 0.02 \times 23 = 0.46 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Slab} = 0.15 \times 25 = 3.75 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{D.L} = 4.21 \text{ kN / m}^2$$

$$\text{From TANK L.L} = 10 \text{ kN / m}^2$$

$$q_{uD} = 1.2 \text{ D.L} = 1.2 \times 4.21 = 5 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{uL} = 1.6 \text{ L.L} = 1.6 \times 10 = 16 \text{ kN/m}^2$$

$$qu = 21 \text{ kN / m}^2$$

For 1m Strip in X & Y direction  $qu = 21 \text{ kN / m}$

$$L_b = 6.1m$$

$$L_a = 4.4m$$

$$\frac{L_b}{L_a} = \frac{6.1}{4.4} = 1.4 < 2.0$$

$\therefore$  Two way

$$h_{\min} = 125 \text{ mm}$$

$$\text{select } h = 150 \text{ mm} > h_{\min} = 125 \text{ mm}$$

$$b = 100\text{cm}, h = 15\text{cm}$$

$$d = 150 - 20 - 12 = 118\text{mm}$$



Figure (4-10): two way solid slab.

## 4-7-2 Designs of moment

⇒ Design of positive moment:

$$L_a / L_b = 4.4 / 6.1 = 0.7$$

From table (12-4)

Case (1)

$$C_{a,dL} = 0.068$$

$$C_{b,dL} = 0.016$$

$$M_{a,dL} = C_{a,dL} * q_{uD} * (L_a)^2$$

$$M_{b,dL} = C_{b,dL} * q_{uD} * (L_b)^2$$

From table (12-5)

$$C_{a,LL} = 0.068$$

$$C_{b,LL} = 0.016$$

$$M_{a,LL} = C_{a,LL} * q_{uL} * (L_a)^2$$

$$M_{b,LL} = C_{b,LL} * q_{uL} * (L_b)^2$$

$$M_{a,pos} = (M_{a,dL} + M_{a,LL}) =$$

$$\{(0.068 * 5 * (4.4)^2) + (0.068 * 16 * (4.4)^2)\} = 27.65 \text{ KN.m / rib}$$

$$M_{b,pos} = (M_{b,dL} + M_{b,LL}) =$$

$$\{(0.016 * 5 * (6.1)^2) + (0.016 * 16 * (6.1)^2)\} * 0.52 = 12.5 \text{ KN.m / rib}$$

$$M_{a, \text{pos}} = 27.65 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$M_n = \frac{M_{a, \text{pos}}}{\Phi} = \frac{27.65}{0.9} = 30.7 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4(f_y)}(b)(d) \geq \frac{1.4}{f_y}(b)(d) \dots \dots \dots (ACI - 10.5.1)$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(100)(11.8) \geq \frac{1.4}{420}(100)(11.8)$$

$$A_{s_{\min}} = 3.44 < 3.93 \dots \dots \dots \text{the larger is control}$$

$$A_{s_{\min}} = 3.93 \text{ cm}^2$$

$$K_n = \frac{M_n}{b * d^2}$$

$$K_n = \frac{30.7 * 10^{-3}}{1 * (0.118)^2} = 2.2 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 * f_c'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.588$$

$$= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2mK_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{20.588} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.588)(2.2)}{420}} \right) = 5.556 * 10^{-3}$$

$$A_s \text{ req} = m * b * d = 5.556 * 10^{-3} * 100 * 11.8 = 6.56 \text{ cm}^2$$

$$6.56 \text{ cm}^2 > A_{s_{\min}} = 3.93 \text{ cm}^2$$

$$\text{Use } 12 \gg \gg 6.56/1.13 = 5.66$$

$$* \text{ Note A}_{12} = 1.13 \text{ cm}^2$$

$$\text{Use } 1 \quad 12 @ 15 \text{ cm c/c} \dots \dots \dots \text{ with } A_s = (100 / 15) * 1.13 = 7.53 \text{ cm}^2.$$

As provided = 7.53 > As req.....OK.

- **Check for strain**

Tension = compression

$$A_s * f_y = 0.85 * f_c * b * a$$

$$753 * 420 = 0.85 * 24 * 520 * a$$

$$a = 30mm$$

$$x = \frac{a}{s_1} = \frac{30}{0.85} = 35.3mm$$

$$v_s = \frac{118 - 35.3}{35.3} \times 0.003$$

$$v_s = 0.007 > 0.005$$

⇒ Ok

Use 1 12 @ 15 cm c/c ..... in x direction

Use 1 10 @ 17.5 cm c/c ..... in y direction

⇒ **Design of negative moment:**

$$A_{s_{shrinkage}} = 0.0018 \times b \times h = 0.0018 \times 100 \times 15 = 2.7cm^2$$

Use 1 8 @ 17.5 cm ..... With  $A_s = (100 / 17.5) * 0.5024 = 2.87 cm^2$ .

### 4.7.3 Design of shear:

$$L_a / L_b = 4.4 / 6.1 = 0.7$$

From Table (12-6) :

Case (1)

$$W_a = 0.81$$

$$W_b = 0.19$$

$$V_{ua} = q_u * L_a * W_a$$

$$V_{ua} = 21 * 4.4 * 0.81 = 72.84 \text{ KN} \quad \text{control}$$

$$V_{ub} = 21 * 6.1 * 0.19 = 24.34 \text{ KN}$$

$$V_c = \frac{\sqrt{f_c'}}{6} b * d$$

$$= \frac{\sqrt{24}}{6} * 1000 * 0.118 = 99.34 \text{ KN}$$

$$V_c = 0.75 * 99.34 = 74.5 \text{ KN}$$

$$\Phi V_c \geq V_u$$

∴ No Shear Reinforcement Required

**4.8 Design of Beam (31) :**

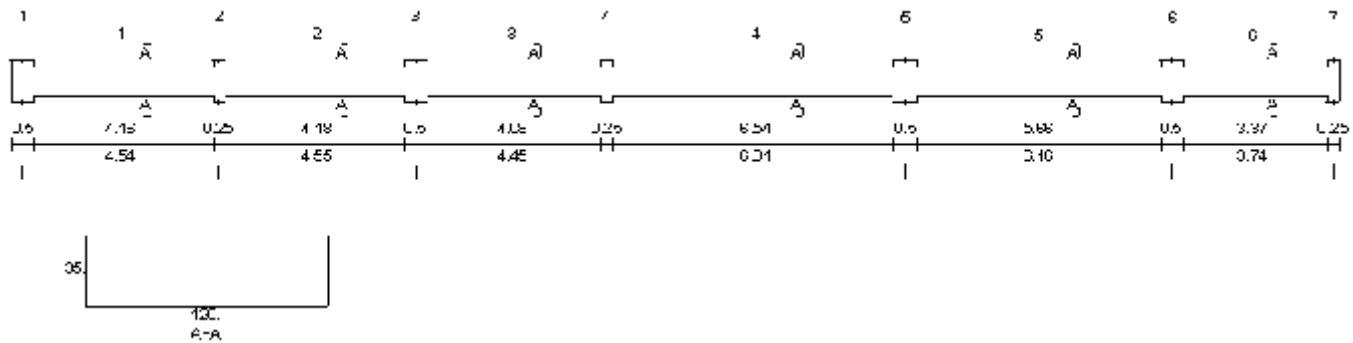


Figure (4-11) : Beam (31) Geometry.





$$Mn_f = 0.85 * f_c * bf * tf * d - \frac{tf}{2}$$

$$Mn_f = 0.85 * 24 * 1.2 * 0.35 * 0.29 - \frac{0.35}{2} * 10^3 = 985.32 \text{ KN .m}$$

$$\Phi Mn_f = 0.9 * 985.32 = 886.788 \text{ KN .m} \gg Mu_{\max}$$

❖ rectangular section

▪ Check single section or Doubly section

$$Mn_{\max} = 0.85 * f_c * b * a * d - \frac{a}{2}$$

$$C = 3/7 * d = 3/7 * 290 = 124.29 \text{ mm}$$

$$a = 124.29 * 0.85 = 105.64 \text{ mm}$$

$$Mn_{\max} = 0.85 * 24 * 1.2 * 0.10564 * 0.29 - \frac{0.10564}{2} * 10^3 = 613.36 \text{ KN .m}$$

$$\phi = 0.65 * \frac{250}{3} * 0.004 - 0.002 = 0.817$$

$$\Phi Mn_{\max} = 0.817 * 613.36 = 500.9 \text{ KN .m} \gg Mu_{\max} = 353.4 \text{ KN .m}$$

❖ Singly section

## 4.8.1 Design of Positive Moment

### 4.8.1.1 Design of Span 1

$$bw = 120\text{cm}, h = 35\text{cm}$$

$$d = 350 - 40 - 10 - 10 = 290\text{mm}$$

$$Mu = 189 \text{ KN .m}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{189}{0.9} = 210 \text{ KN .m}$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4(f_y)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{f_y}(bw)(d) \dots \dots \dots (ACI - 10.5.1)$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(29) \geq \frac{1.4}{420}(120)(29)$$

$$A_{s_{\min}} = 10.15 < 11.6 \dots \dots \dots \text{the larger is control}$$

$$A_{s_{\min}} = 11.6 \text{ cm}^2$$

$$K_n = \frac{M_n}{b * d^2}$$

$$K_n = \frac{210 * 10^{-3}}{1.2 * (0.29)^2} = 2.081 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 * f_c'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.588$$

$$= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2mK_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{20.588} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.588)(2.081)}{420}} \right) = 5.2371 * 10^{-3}$$

$$A_{\text{req}} = m * b * d = 5.2371 * 10^{-3} * 120 * 29 = 18.23 \text{ cm}^2$$

$$18.23 \text{ cm}^2 > A_{s_{\min}} = 11.6 \text{ cm}^2$$

$$\text{Use } 20 \gg \# \text{ of bar} = \frac{18.23}{3.14} = 5.8$$

Then we select (6) bars    20     $A_s \text{ provided} = 6 * 3.14 = 18.84 \text{ cm}^2$

- **Check for yielding**

Tension = compression

$$A_s \cdot f_y = 0.85 \cdot f_c \cdot b \cdot a$$

$$1884 \cdot 420 = 0.85 \cdot 24 \cdot 1200 \cdot a$$

$$a = 32.32 \text{ mm}$$

$$x = \frac{a}{\rho_1} = \frac{32.32}{0.85} = 38 \text{ mm}$$

$$v_s = \frac{290 - 38}{38} \times 0.003$$

$$v_s = 0.0199 > 0.005$$

- **Check for spacing between the bar**

$$S = \frac{1200 - 2 \cdot 40 - 2 \cdot 10 - 2 \cdot 20 - 5 \cdot 20}{5}$$

$$S = 192 \text{ mm} \quad \frac{4}{3} \text{ M.A.S}$$

$$25 \text{ mm}$$

$$d_b = 20 \text{ mm}$$

**4.8.1.2 Design of Span 2**

$$M_u = 134.5 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\Phi} = \frac{134.5}{0.9} = 149.44 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4(f_y)} (b_w)(d) \geq \frac{1.4}{f_y} (b_w)(d) \dots\dots\dots (ACI - 10.5.1)$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)} (120)(29) \geq \frac{1.4}{420} (120)(29)$$

$$A_{s_{\min}} = 10.15 < 11.6 \dots\dots\dots \text{the larger is control}$$

$$A_{s_{\min}} = 11.6 \text{ cm}^2$$

$$K_n = \frac{M_n}{b * d^2}$$

$$K_n = \frac{149.44 * 10^{-3}}{1.2 * (0.29)^2} = 1.4808 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 * f_c'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.588$$

$$= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2mK_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{20.588} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.588)(1.4808)}{420}} \right) = 3.664 * 10^{-3}$$

$$A_{\text{req}} = m * b * d = 3.664 * 10^{-3} * 120 * 29 = 12.75 \text{ cm}^2$$

$$12.75 \text{ cm}^2 > A_{s_{\min}} = 11.6 \text{ cm}^2$$

$$\text{Use } 16 \gg \# \text{ of bar} = \frac{12.75}{2.01} = 6.35$$

Then we select (7) bars    16     $A_s \text{ provided} = 7 * 2.01 = 14.07 \text{ cm}^2$

- **Check for yielding**

Tension = compression

$$A_s * f_y = 0.85 * f_c' * b * a$$

$$1407 * 420 = 0.85 * 24 * 1200 * a$$

$$a = 24.14 \text{ mm}$$

$$x = \frac{a}{s_1} = \frac{24.14}{0.85} = 28.4 \text{ mm}$$

$$v_s = \frac{290 - 28.4}{31.7} \times 0.003$$

$$v_s = 0.0276 > 0.005$$

- Check for spacing between the bar

$$S = \frac{1200 - 2 * 40 - 2 * 10 - 2 * 20 - 6 * 16}{6}$$

$$S = 160.67 \text{ mm} \quad \frac{4}{3} \text{ M.A.S}$$

$$25 \text{ mm}$$

$$d_b = 16 \text{ mm}$$

#### 4.8.1.3 Design of Span 3

$$Mu = 98.8 \text{ KN .m}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{98.8}{0.9} = 109.78 \text{ KN .m}$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4(f_y)} (b_w)(d) \geq \frac{1.4}{f_y} (b_w)(d) \dots \dots \dots (ACI - 10.5.1)$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)} (120)(29) \geq \frac{1.4}{420} (120)(29)$$

$$A_{s_{\min}} = 10.15 < 11.6 \dots \dots \dots \text{the larger is control}$$

$$A_{s_{\min}} = 11.6 \text{ cm}^2$$

$$K_n = \frac{Mn}{b * d^2}$$

$$K_n = \frac{109.78 * 10^{-3}}{1.2 * (0.29)^2} = 1.0878 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 * f_c'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.588$$

$$= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2mK_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{20.588} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.588)(1.0878)}{420}} \right) = 2.6629 * 10^{-3}$$

$$A_{req} = m * b * d = 2.6629 * 10^{-3} * 120 * 29 = 9.267 \text{ cm}^2$$

$$9.267 \text{ cm}^2 < A_{s_{min}} = 11.6 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{min}} = 11.6 \text{ cm}^2 \text{ is control}$$

$$\text{Use } 16 \gg \# \text{ of bar} = \frac{11.6}{2.01} = 5.77$$

Then we select (6) bars    16     $A_s \text{ provided} = 6 * 2.01 = 11.6 \text{ cm}^2$

- **Check for yielding**

Tension = compression

$$A_s * f_y = 0.85 * f_c' * b * a$$

$$1160 * 420 = 0.85 * 24 * 1200 * a$$

$$a = 19.9mm$$

$$x = \frac{a}{s_1} = \frac{19.9}{0.85} = 23.41mm$$

$$v_s = \frac{290 - 23.41}{31.7} * 0.003$$

$$v_s = 0.0342 > 0.005$$

- Check for spacing between the bar

$$S = \frac{1200 - 2 * 40 - 2 * 10 - 2 * 20 - 5 * 16}{5}$$

$$S = 196mm \quad \frac{4}{3} M.A.S$$

$$25mm$$

$$db = 16mm$$

**4.8.1.4 Design of Span 4**

$$Mu = 296.6 \text{ KN .m}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{296.6}{0.9} = 329.56 \text{ KN .m}$$

$$As_{min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy}(bw)(d) \dots\dots\dots (ACI - 10.5.1)$$

$$As_{min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(29) \geq \frac{1.4}{420}(120)(29)$$

$$As_{min} = 10.15 < 11.6 \dots\dots\dots \text{the larger is control}$$

$$As_{min} = 11.6cm^2$$

$$K_n = \frac{Mn}{b * d^2}$$

$$K_n = \frac{329.56 * 10^{-3}}{1.2 * (0.29)^2} = 3.2655 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 * f_c'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.588$$

$$= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2mK_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{20.588} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.588)(3.2655)}{420}} \right) = 8.5227 * 10^{-3}$$

$$A_{req} = m * b * d = 8.5227 * 10^{-3} * 120 * 29 = 29.66 \text{ cm}^2$$

$$29.66 \text{ cm}^2 > A_{s_{min}} = 11.6 \text{ cm}^2$$

$$\text{Use } 20 \gg \# \text{ of bar} = \frac{29.66}{3.14} = 9.45$$

Then we select (10) bars    20     $A_s \text{ provided} = 10 * 3.14 = 31.4 \text{ cm}^2$

- **Check for yielding**

Tension = compression

$$A_s * f_y = 0.85 * f_c' * b * a$$



$$3140 * 420 = 0.85 * 24 * 1200 * a$$

$$a = 53.87 \text{ mm}$$

$$x = \frac{a}{s_1} = \frac{59.26}{0.85} = 63.38 \text{ mm}$$

$$v_s = \frac{290 - 63.38}{63.38} \times 0.003$$

$$v_s = 0.011 > 0.005$$

- Check for spacing between the bar

$$S = \frac{1200 - 2 * 40 - 2 * 10 - 2 * 20 - 9 * 20}{9}$$

$$S = 98 \text{ mm} \quad \frac{4}{3} \text{ M.A.S}$$

$$25 \text{ mm}$$

$$d_b = 20 \text{ mm}$$

#### 4.8.1.5 Design of Span 5

$$Mu = 208.5 \text{ KN .m}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{208.5}{0.9} = 231.67 \text{ KN .m}$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4(f_y)} (bw)(d) \geq \frac{1.4}{f_y} (bw)(d) \dots \dots \dots (ACI - 10.5.1)$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)} (120)(29) \geq \frac{1.4}{420} (120)(29)$$

$$A_{s_{\min}} = 10.15 < 11.6 \dots \dots \dots \text{the larger is control}$$

$$A_{s_{\min}} = 11.6 \text{ cm}^2$$

$$K_n = \frac{Mn}{b * d^2}$$

$$K_n = \frac{231.67 * 10^{-3}}{1.2 * (0.29)^2} = 2.2955 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 * f_c'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.588$$

$$= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2mK_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{20.588} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.588)(2.2955)}{420}} \right) = 5.8135 * 10^{-3}$$

$$A_{req} = * b * d = 5.8135 * 10^{-3} * 120 * 29 = 20.231 \text{ cm}^2$$

$$20.23 \text{ cm}^2 > A_{s_{min}} = 11.6 \text{ cm}^2$$

$$\text{Use } 20 \gg \# \text{ of bar} = \frac{20.23}{3.14} = 6.44$$

Then we select (7) bars    20     $A_s \text{ provided} = 7 * 3.14 = 21.98 \text{ cm}^2$

- **Check for yielding**

Tension = compression

$$A_s * f_y = 0.85 * f_c' * b * a$$

$$2198 * 420 = 0.85 * 24 * 1200 * a$$

$$a = 37.7 \text{ mm}$$

$$x = \frac{a}{s_1} = \frac{37.7}{0.85} = 44.37 \text{ mm}$$

$$v_s = \frac{290 - 44.37}{44.37} \times 0.003$$

$$v_s = 0.017 > 0.005$$

- Check for spacing between the bar

$$S = \frac{1200 - 2 * 40 - 2 * 10 - 2 * 20 - 6 * 20}{6}$$

$$S = 156.67 \text{ mm} \quad \frac{4}{3} \text{ M.A.S}$$

$$25 \text{ mm}$$

$$d_b = 20 \text{ mm}$$

#### 4.8.1.6 Design of Span 6

$$Mu = 74.1 \text{ KN .m}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{74.1}{0.9} = 82.33 \text{ KN .m}$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4(f_y)} (bw)(d) \geq \frac{1.4}{f_y} (bw)(d) \dots \dots \dots (ACI - 10.5.1)$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)} (120)(29) \geq \frac{1.4}{420} (120)(29)$$

$$A_{s_{\min}} = 10.15 < 11.6 \dots \dots \dots \text{the larger is control}$$

$$A_{s_{\min}} = 11.6 \text{ cm}^2$$

$$K_n = \frac{Mn}{b * d^2}$$

$$K_n = \frac{82.33 * 10^{-3}}{1.2 * (0.29)^2} = 0.8158 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 * f_c'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.588$$

$$= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2mK_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{20.588} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.588)(0.8158)}{420}} \right) = 1.9829 * 10^{-3}$$

$$A_{req} = m * b * d = 1.9829 * 10^{-3} * 120 * 29 = 6.9 \text{ cm}^2$$

$$6.9 \text{ cm}^2 < A_{s_{min}} = 11.6 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{min}} = 11.6 \text{ cm}^2 \text{ is control}$$

$$\text{Use } 16 \gg \# \text{ of bar} = \frac{11.6}{2.01} = 5.77$$

Then we select (6) bars    16     $A_s \text{ provided} = 6 * 2.01 = 11.6 \text{ cm}^2$

- **Check for yielding**

Tension = compression

$$A_s * f_y = 0.85 * f_c' * b * a$$

$$1160 * 420 = 0.85 * 24 * 1200 * a$$

$$a = 19.9 \text{ mm}$$

$$x = \frac{a}{s_1} = \frac{19.9}{0.85} = 23.41 \text{ mm}$$

$$v_s = \frac{290 - 23.41}{31.7} \times 0.003$$

$$v_s = 0.0342 > 0.005$$

- Check for spacing between the bar

$$S = \frac{1200 - 2 * 40 - 2 * 10 - 2 * 20 - 5 * 16}{5}$$

$$S = 196 \text{ mm} \quad \frac{4}{3} \text{ M.A.S}$$

$$25 \text{ mm}$$

$$d_b = 16 \text{ mm}$$

## 4.8.2 Design of Negative moment

### 4.8.2.1 Design of support (2)

$$Mu = 224.9 \text{ KN .m}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{224.9}{0.9} = 249.89 \text{ KN .m}$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{f'c'}}{4(fy)} (bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy} (bw)(d) \dots \dots \dots (ACI - 10.5.1)$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)} (120)(29) \geq \frac{1.4}{420} (120)(29)$$

$$As_{\min} = 10.15 < 11.6 \dots \dots \dots \text{the larger is control}$$

$$A_{s_{\min}} = 11.6 \text{ cm}^2$$

$$K_n = \frac{M_n}{b * d^2}$$

$$K_n = \frac{249.89 * 10^{-3}}{1.2 * (0.29)^2} = 2.4761 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 * f_c'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.588$$

$$= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2mK_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{20.588} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.588)(2.4761)}{420}} \right) = 6.3047 * 10^{-3}$$

$$A_{\text{req}} = m * b * d = 6.3047 * 10^{-3} * 120 * 29 = 21.94 \text{ cm}^2$$

$$21.94 \text{ cm}^2 > A_{s_{\min}} = 11.6 \text{ cm}^2$$

$$\text{Use } 20 \gg \# \text{ of bar} = \frac{21.94}{3.14} = 6.98$$

Then we select (7) bars  $20 \quad A_s \text{ provided} = 7 * 3.14 = 21.98 \text{ cm}^2$

- **Check for yielding**

Tension = compression

$$A_s * f_y = 0.85 * f_c' * b * a$$

$$2198 * 420 = 0.85 * 24 * 1200 * a$$

$$a = 37.7 \text{ mm}$$

$$x = \frac{a}{s_1} = \frac{37.7}{0.85} = 44.4 \text{ mm}$$

$$v_s = \frac{290 - 44.4}{44.4} \times 0.003$$

$$v_s = 0.0166 > 0.005$$

- Check for spacing between the bar

$$S = \frac{1200 - 2 * 40 - 2 * 10 - 2 * 20 - 6 * 20}{6}$$

$$S = 156.67 \text{ mm} \quad \frac{4}{3} \text{ M.A.S}$$

$$25 \text{ mm}$$

$$d_b = 20 \text{ mm}$$

#### 4.8.2.2 Design of support (3)

$$Mu = 119.3 \text{ KN .m}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{119.3}{0.9} = 132.89 \text{ KN .m}$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4(f_y)} (bw)(d) \geq \frac{1.4}{f_y} (bw)(d) \dots \dots \dots (ACI - 10.5.1)$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)} (120)(29) \geq \frac{1.4}{420} (120)(29)$$

$$A_{s_{\min}} = 10.15 < 11.6 \dots \dots \dots \text{the larger is control}$$

$$A_{s_{\min}} = 11.6 \text{ cm}^2$$

$$K_n = \frac{Mn}{b * d^2}$$

$$K_n = \frac{132.89 * 10^{-3}}{1.2 * (0.29)^2} = 1.3168 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 * f_c'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.588$$

$$= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2mK_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{20.588} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.588)(1.3168)}{420}} \right) = 3.2435 * 10^{-3}$$

$$A_{req} = * b * d = 3.2435 * 10^{-3} * 120 * 29 = 11.29 \text{ cm}^2$$

$$11.29 \text{ cm}^2 < A_{s_{min}} = 11.6 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{min}} = 11.6 \text{ cm}^2 \text{ is control}$$

$$\text{Use } 16 \gg \# \text{ of bar} = \frac{11.6}{2.01} = 5.77$$

Then we select (6) bars    16     $A_s \text{ provided} = 6 * 2.01 = 11.6 \text{ cm}^2$

- **Check for yielding**

Tension = compression

$$A_s * f_y = 0.85 * f_c' * b * a$$



$$1160 * 420 = 0.85 * 24 * 1200 * a$$

$$a = 19.9mm$$

$$x = \frac{a}{s_1} = \frac{19.9}{0.85} = 23.41mm$$

$$v_s = \frac{290 - 23.41}{31.7} * 0.003$$

$$v_s = 0.0342 > 0.005$$

- **Check for spacing between the bar**

$$S = \frac{1200 - 2 * 40 - 2 * 10 - 2 * 20 - 5 * 16}{5}$$

$$S = 196mm \quad \frac{4}{3} M.A.S$$

$$25mm$$

$$db = 16mm$$

**4.8.2.3 Design of support (4)**

$$Mu = 336.5 \text{ KN .m}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{336.5}{0.9} = 373.89 \text{ KN .m}$$

$$As_{min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy}(bw)(d) \dots\dots\dots(ACI - 10.5.1)$$

$$As_{min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(29) \geq \frac{1.4}{420}(120)(29)$$

$$As_{min} = 10.15 < 11.6 \dots\dots\dots\text{the larger is control}$$

$$As_{min} = 11.6cm^2$$

$$K_n = \frac{Mn}{b * d^2}$$

$$K_n = \frac{373.89 * 10^{-3}}{1.2 * (0.29)^2} = 3.7048 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 * f_c'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.588$$

$$= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2mK_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{20.588} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.588)(3.7048)}{420}} \right) = 9.812 * 10^{-3}$$

$$A_{req} = m * b * d = 9.812 * 10^{-3} * 120 * 29 = 34.15 \text{ cm}^2$$

$$34.15 \text{ cm}^2 > A_{s_{min}} = 11.6 \text{ cm}^2$$

$$\text{Use } 20 \gg \# \text{ of bar} = \frac{34.15}{3.14} = 10.87$$

Then we select (11) bars    20     $A_s \text{ provided} = 11 * 3.14 = 34.54 \text{ cm}^2$

- **Check for yielding**

Tension = compression

$$A_s * f_y = 0.85 * f_c' * b * a$$

$$3454 * 420 = 0.85 * 24 * 1200 * a$$

$$a = 59.3 \text{ mm}$$

$$x = \frac{a}{s_1} = \frac{59.3}{0.85} = 69.7 \text{ mm}$$

$$v_s = \frac{290 - 69.7}{69.7} \times 0.003$$

$$v_s = 0.0095 > 0.005$$

- Check for spacing between the bar

$$S = \frac{1200 - 2 * 40 - 2 * 10 - 2 * 20 - 10 * 20}{10}$$

$$S = 86 \text{ mm} \quad \frac{4}{3} \text{ M.A.S}$$

$$25 \text{ mm}$$

$$db = 20 \text{ mm}$$

#### 4.8.2.4 Design of support (5)

$$Mu = 353.4 \text{ KN .m}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{353.4}{0.9} = 392.67 \text{ KN .m}$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy}(bw)(d) \dots \dots \dots (ACI - 10.5.1)$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(29) \geq \frac{1.4}{420}(120)(29)$$

$$As_{\min} = 10.15 < 11.6 \dots \dots \dots \text{the larger is control}$$

$$As_{\min} = 11.6 \text{ cm}^2$$

$$K_n = \frac{Mn}{b * d^2}$$

$$K_n = \frac{392.67 * 10^{-3}}{1.2 * (0.29)^2} = 3.8909 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 * f_c'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.588$$

$$= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2mK_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{20.588} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.588)(3.8909)}{420}} \right) = 0.0104$$

$$A_{req} = * b * d = 0.0104 * 120 * 29 = 36.09 \text{ cm}^2$$

$$36.09 \text{ cm}^2 > A_{s_{min}} = 11.6 \text{ cm}^2$$

$$\text{Use } 20 \gg \# \text{ of bar} = \frac{36.09}{3.14} = 11.5$$

Then we select (12) bars    20     $A_s \text{ provided} = 12 * 3.14 = 37.68 \text{ cm}^2$

- **Check for yielding**

Tension = compression

$$A_s * f_y = 0.85 * f_c' * b * a$$

$$3768 * 420 = 0.85 * 24 * 1200 * a$$

$$a = 64.65mm$$

$$x = \frac{a}{s_1} = \frac{65.65}{0.85} = 76.06mm$$

$$v_s = \frac{290 - 76.06}{76.06} * 0.003$$

$$v_s = 0.0084 > 0.005$$

- **Check for spacing between the bar**

$$S = \frac{1200 - 2 * 40 - 2 * 10 - 2 * 20 - 11 * 20}{11}$$

$$S = 76.4 mm \quad \frac{4}{3} \text{ M.A.S}$$

$$25 mm$$

$$db = 20 mm$$

**4.8.2.5 Design of support (6)**

$$Mu = 207.2 \text{ KN .m}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{207.2}{0.9} = 230.22 \text{ KN .m}$$

$$As_{min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy}(bw)(d) \dots\dots\dots(ACI - 10.5.1)$$

$$As_{min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(29) \geq \frac{1.4}{420}(120)(29)$$

$$As_{min} = 10.15 < 11.6 \dots\dots\dots\text{the larger is control}$$

$$As_{min} = 11.6cm^2$$

$$K_n = \frac{Mn}{b * d^2}$$

$$K_n = \frac{230.22 * 10^{-3}}{1.2 * (0.29)^2} = 2.2812 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 * f_c'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.588$$

$$= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2mK_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{20.588} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.588)(2.2812)}{420}} \right) = 5.7748 * 10^{-3}$$

$$A_{req} = m * b * d = 5.7748 * 10^{-3} * 120 * 29 = 20.1 \text{ cm}^2$$

$$20.1 \text{ cm}^2 > A_{s_{min}} = 11.6 \text{ cm}^2$$

$$\text{Use } 20 \gg \# \text{ of bar} = \frac{20.1}{3.14} = 6.4$$

Then we select (7) bars    20     $A_s \text{ provided} = 7 * 3.14 = 21.98 \text{ cm}^2$

- **Check for yielding**

Tension = compression

$$A_s * f_y = 0.85 * f_c' * b * a$$

$$2198 * 420 = 0.85 * 24 * 1200 * a$$

$$a = 37.7 \text{ mm}$$

$$x = \frac{a}{s_1} = \frac{37.7}{0.85} = 44.4 \text{ mm}$$

$$v_s = \frac{290 - 44.4}{44.4} \times 0.003$$

$$v_s = 0.0166 > 0.005$$

- Check for spacing between the bar

$$S = \frac{1200 - 2 * 40 - 2 * 10 - 2 * 20 - 6 * 20}{6}$$

$$S = 156.67 \text{ mm} \quad \frac{4}{3} \text{ M.A.S}$$

$$25 \text{ mm}$$

$$d_b = 20 \text{ mm}$$

### 4.8.3 Design of shear

#### 4.8.3.1 Design of Span 1

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

$$= \frac{\sqrt{24}}{6} * 1200 * 0.29$$

$$= 284.141 \text{ KN}$$

$$V_c = 0.75 * 284.141 = 213.11 \text{ KN}$$

$$V_{smin} = 0.75 \left(\frac{1}{3}\right) * b_w * d = 0.75 * \left(\frac{1}{3}\right) * 1200 * 290 * 10^{-3} = 87 \text{ KN. control}$$

$$0.75 \left(\frac{\sqrt{f_c'}}{16}\right) * b_w * d = 0.75 \left(\frac{\sqrt{24}}{16}\right) * 1200 * 290 * 10^{-3} = 79.9 \text{ KN.}$$

$$V_{smin} = 87 \text{ KN.}$$

$$V_u = 259 \text{ KN} \quad (\text{From shear Envelope})$$

Item 1 & 2 is not suitable .

Item 3

$$V_c < V_u \quad V_c + V_{smin}$$

$$213.11 < 259 \quad (213.11 + 87)$$

So Item (3) satisfy.

Minimum shear reinforcement required, so;

$$\frac{A_v}{S} \frac{b_w}{3 * f_y} = 9.524 * 10^{-4} \quad \text{control}$$

$$\frac{\sqrt{f_c'} b_w}{16 * f_y} = 9.524 * 10^{-4}$$

Try 4 leg 8

$$8 = 50.24 \text{ mm}^2$$

$$\frac{A_v}{S} = \frac{4 * 50.24 * 10^{-6}}{S} = 9.524 * 10^{-4}$$

$$S = 211 \text{ mm}$$

$$600 \text{ mm}$$

$$d/2 = 290/2 = 145 \text{ mm} \quad \text{control}$$



Use S = 12.5 cm

Use 4 leg 8 at 12.5 cm c/c

### 4.8.3.2 Design of Span 2

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

$$= \frac{\sqrt{24}}{6} * 1200 * 0.29$$

$$= 284.141 \text{ KN}$$

$$V_c = 0.75 * 284.141 = 213.11 \text{ KN}$$

$$V_{smin} = 0.75 \left(\frac{1}{3}\right) * b_w * d = 0.75 * \left(\frac{1}{3}\right) * 1200 * 290 * 10^{-3} = 87 \text{ KN. control}$$

$$0.75 \left(\frac{\sqrt{f_c'}}{16}\right) * b_w * d = 0.75 \left(\frac{\sqrt{24}}{16}\right) * 1200 * 290 * 10^{-3} = 79.9 \text{ KN.}$$

$$V_{smin} = 87 \text{ KN.}$$

$$V_u = 240.9 \text{ KN} \quad (\text{From shear Envelope})$$

Item 1 & 2 is not suitable .

Item 3

$$V_c < V_u \quad V_c + V_{smin}$$

$$213.11 < 240.9 \quad (213.11 + 87)$$

So Item (3) satisfy.

Minimum shear reinforcement required, so;

$$\frac{A_v}{S} \frac{b_w}{3 * f_y} = 9.524 * 10^{-4} \quad \text{control}$$

$$\frac{\sqrt{f_c'} b_w}{16 * f_y} = 9.524 * 10^{-4}$$

Try 4 leg 8

$$8 = 50.24 \text{ mm}^2$$

$$\frac{A_v}{S} = \frac{4 * 50.24 * 10^{-6}}{S} = 9.524 * 10^{-4}$$

$$S = 211 \text{ mm}$$

$$600 \text{ mm}$$

$$d/2 = 290/2 = 145 \text{ mm} \quad \text{control}$$

Use S = 12.5 cm

Use 4 leg 8 at 12.5 cm c/c

### 4.8.3.3 Design of Span 3

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

$$= \frac{\sqrt{24}}{6} * 1200 * 0.29$$

$$= 284.141 \text{ KN}$$

$$V_c = 0.75 * 284.141 = 213.11 \text{ KN}$$

$$V_{smin} = 0.75 \left(\frac{1}{3}\right) * b_w * d = 0.75 * \left(\frac{1}{3}\right) * 1200 * 290 * 10^{-3} = 87 \text{ KN.} \quad \text{control}$$

$$0.75 \left( \frac{\sqrt{f_c'}}{16} \right) * b_w * d = 0.75 \left( \frac{\sqrt{24}}{16} \right) * 1200 * 290 * 10^{-3} = 79.9 \text{ KN}.$$

$$V_{smin} = 87 \text{ KN}.$$

$$V_u = 263.8 \text{ KN} \quad (\text{From shear Envelope})$$

Item 1 & 2 is not suitable .

Item 3

$$V_c < V_u \quad V_c + V_{smin}$$

$$213.11 < 263.8 \quad (213.11 + 87)$$

So Item (3) satisfy.

Minimum shear reinforcement required, so;

$$\frac{A_v}{S} \frac{b_w}{3 * f_y} = 9.524 * 10^{-4} \quad \text{control}$$

$$\frac{\sqrt{f_c'} b_w}{16 * f_y} = 9.524 * 10^{-4}$$

$$\text{Try 4 leg } 8 \quad 8 = 50.24 \text{ mm}^2$$

$$\frac{A_v}{S} = \frac{4 * 50.24 * 10^{-6}}{S} = 9.524 * 10^{-4}$$

$$S = 211 \text{ mm}$$

$$600 \text{ mm}$$

$$d/2 = 290/2 = 145 \text{ mm} \quad \text{control}$$

Use S = 12.5 cm

Use 4 leg 8 at 12.5 cm c/c

## 4.8.3.4 Design of Span 4

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

$$= \frac{\sqrt{24}}{6} * 1200 * 0.29$$

$$= 284.141 \text{ KN}$$

$$V_c = 0.75 * 284.141 = 213.11 \text{ KN}$$

$$V_{smin} = 0.75 \left(\frac{1}{3}\right) * b_w * d = 0.75 * \left(\frac{1}{3}\right) * 1200 * 290 * 10^{-3} = 87 \text{ KN. control}$$

$$0.75 \left(\frac{\sqrt{f_c'}}{16}\right) * b_w * d = 0.75 \left(\frac{\sqrt{24}}{16}\right) * 1200 * 290 * 10^{-3} = 79.9 \text{ KN.}$$

$$V_{smin} = 87 \text{ KN.}$$

$$V_u = 332.2 \text{ KN} \quad (\text{From shear Envelope})$$

Item 1 & 2 & 3 is not suitable .

Item 4

$$V_c + V_{smin} < V_u \quad V_c + \frac{\sqrt{f_c'}}{3} b_w * d$$

$$(213.11 + 87) < 332.2 \quad (213.11 + 426.21)$$

So Item (4) satisfy.

$$V_s = \frac{V_u}{\Phi} - V_c = \frac{332.2}{0.75} - 284.141 = 158.8 \text{ KN}$$

$$\text{Try 4 leg } 8$$

$$8 = 50.24 \text{ mm}^2$$

$$\frac{A_v}{S} = \frac{V_s}{f_y * d}$$

$$\frac{4 * 50.24 * 10^{-6}}{S} = \frac{158.8 * 10^{-3}}{420 * 0.29}$$

$$S = 154 \text{ mm}$$

$$600 \text{ mm}$$

$$d/2 = 290/2 = 145 \text{ mm} \quad \text{control}$$

Use S = 12.5 cm

Use 4 leg 8 at 12.5 cm c/c

#### 4.8.3.5 Design of Span 5

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

$$= \frac{\sqrt{24}}{6} * 1200 * 0.29$$

$$= 284.141 \text{ KN}$$

$$V_c = 0.75 * 284.141 = 213.11 \text{ KN}$$

$$V_{smin} = 0.75 \left(\frac{1}{3}\right) * b_w * d = 0.75 * \left(\frac{1}{3}\right) * 1200 * 290 * 10^{-3} = 87 \text{ KN.} \quad \text{control}$$

$$0.75 \left(\frac{\sqrt{f_c'}}{16}\right) * b_w * d = 0.75 \left(\frac{\sqrt{24}}{16}\right) * 1200 * 290 * 10^{-3} = 79.9 \text{ KN.}$$

$$V_{smin} = 87 \text{ KN.}$$

$$V_u = 273.4 \text{ KN} \quad (\text{From shear Envelope})$$

Item 1 & 2 is not suitable .

Item 3

$$V_c < V_u \quad V_c + V_{smin}$$

$$213.11 < 273.4 \quad (213.11+87)$$

So Item (3) satisfy.

Minimum shear reinforcement required, so;

$$\frac{A_v}{S} \frac{b_w}{3 * f_y} = 9.524 * 10^{-4} \quad \text{control}$$

$$\frac{\sqrt{f_c' b_w}}{16 * f_y} = 9.524 * 10^{-4}$$

Try 4 leg 8

$$8 = 50.24 \text{ mm}^2$$

$$\frac{A_v}{S} = \frac{4 * 50.24 * 10^{-6}}{S} = 9.524 * 10^{-4}$$

$$S = 211 \text{ mm}$$

$$600 \text{ mm}$$

$$d/2 = 290/2 = 145 \text{ mm} \quad \text{control}$$

Use S = 12.5 cm

Use 4 leg 8 at 12.5 cm c/c

## 4.8.3.6 Design of Span 6

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

$$= \frac{\sqrt{24}}{6} * 1200 * 0.29$$

$$= 284.141 \text{ KN}$$

$$V_c = 0.75 * 284.141 = 213.11 \text{ KN}$$

$$V_u = 164.9 \text{ KN} \quad (\text{From shear Envelope})$$

Item (1) is not suitable .

Item (2)

$$V_c / 2 < V_u \quad V_c$$

$$106.56 < 182.1 \quad 213.11$$

So Item (2) satisfy.

Minimum shear reinforcement required, so;

$$\frac{A_v}{S} \frac{b_w}{3 * f_y} = 9.524 * 10^{-4} \quad \text{control}$$

$$\frac{\sqrt{f_c'} b_w}{16 * f_y} = 9.524 * 10^{-4}$$

Try 4 leg 8

$$8 = 50.24 \text{ mm}^2$$

$$\frac{A_v}{S} = \frac{4 * 50.24 * 10^{-6}}{S} = 9.524 * 10^{-4}$$

$$S = 211 \text{ mm}$$

600 mm

$d/2 = 290/2 = 145 \text{ mm}$     **control**

Use S = 12.5 cm

Use 4 leg 8 at 12.5 cm c/c

**4.9 Design of Beam (43) :**

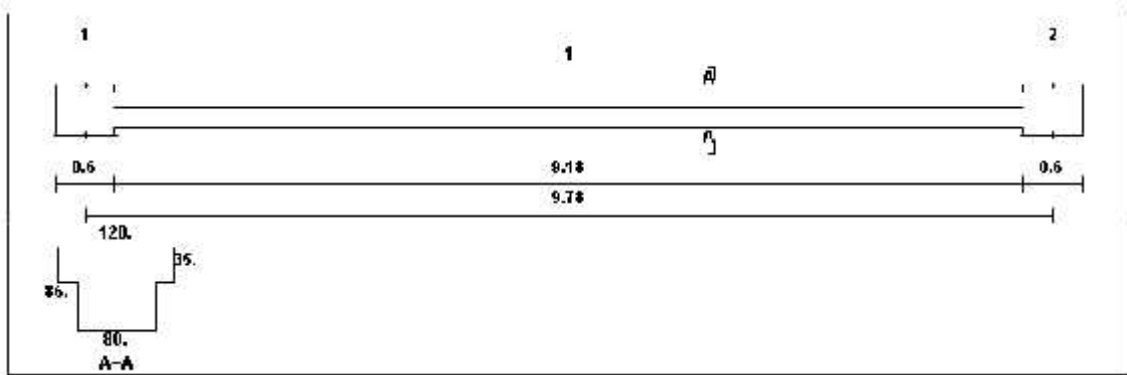


Figure (4-15) : Beam (43) Geometry.

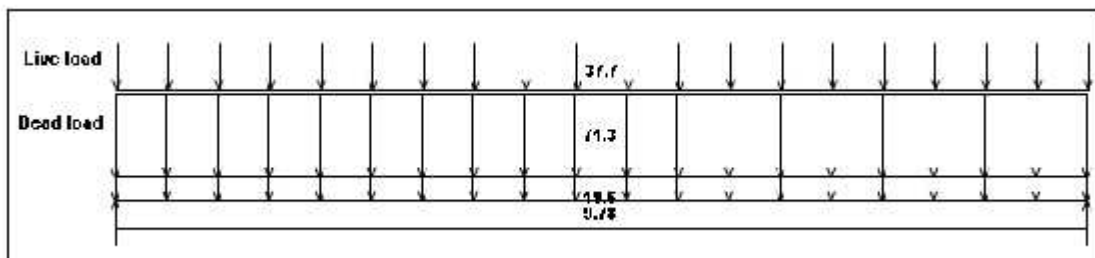


Figure (4-16) : loading of Beam (43)



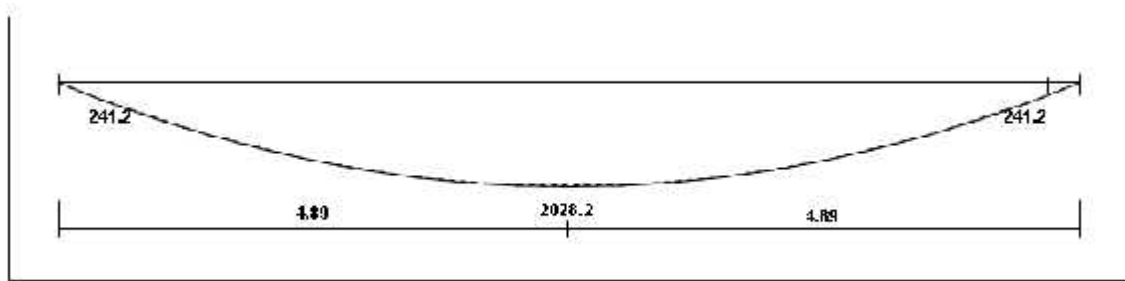


Figure (4-17) : Moment Envelop for Beam (43).

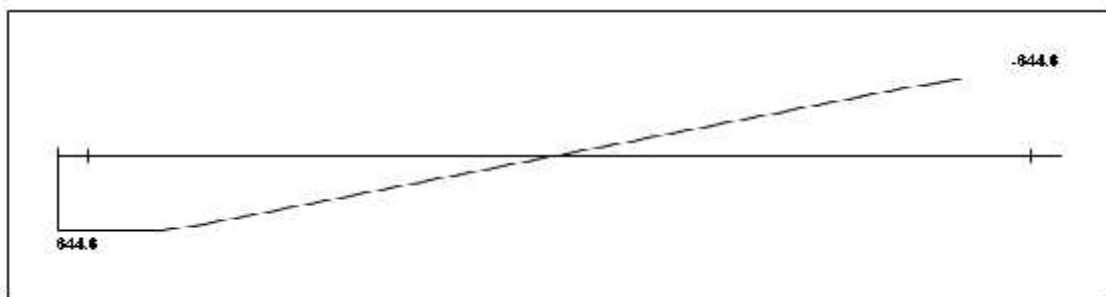


Figure (4-18) : Shear Envelop for Beam (43).

- **Check rectangular section or T-section**

$$bw = 120\text{cm}, h = 35\text{cm}$$

$$d = 350 - 40 - 10 - 10 = 290\text{mm}$$

$$Mu_{\max} = 2028.2 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$Mn_f = 0.85 * f_c * bf * tf * d - \frac{tf}{2}$$

$$Mn_f = 0.85 * 24 * 1.2 * 0.35 * \left( 0.29 - \frac{0.35}{2} \right) * 10^3 = 985.32 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$\Phi Mn_f = 0.9 * 985.32 = 886.788 \text{ KN} \cdot \text{m} \lll Mu_{\max}$$

- **T-section**

$$A_s = A_{sf} + A_{sw}$$

$$\Rightarrow A_{sf}$$

$$T_F = C_F$$

$$A_{sf} * f_y = 0.85 * f_c * bf - bw * tf$$

$$A_{sf} * 420 = 0.85 * 24 * 120 - 80 * 35$$

$$A_{sf} = 68 \text{ cm}^2$$

$$\Rightarrow A_{sw}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\Phi} = Mn_w + Mn_f$$

$$Mn_f = 0.85 * f_c * bf - bw * tf * d - \frac{tf}{2}$$

$$Mn_f = 0.85 * 24 * (1.2 - 0.8) * 0.35 * 0.79 - \frac{0.35}{2} * 10^3 = 1756.44 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$Mn_w = (2028.2/0.9) - 1756.44 = 497 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$Kn = \frac{Mn_w}{bw * d^2}$$

$$Kn = \frac{497 * 10^{-3}}{1.2 * (0.79)^2} = 0.6636 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 * f_c} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.588$$

$$= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2mKn}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{20.588} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.588)(0.6636)}{420}} \right) = 1.6067 * 10^{-3}$$

$$A_{sw} = \rho * bw * d = 1.6067 * 10^{-3} * 80 * 79 = 10.15 \text{ cm}^2$$

$$A_s = A_{sf} + A_{sw} = 68 + 10.15 = 78.15 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4(f_y)} (bw)(d) \geq \frac{1.4}{f_y} (bw)(d) \dots \dots \dots (ACI - 10.5.1)$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)} (80)(79) \geq \frac{1.4}{420} (80)(79)$$

$$A_{s_{\min}} = 18.43 < 21.1 \dots \dots \dots \text{the larger is control}$$

$$A_{s_{\min}} = 21.1 \text{ cm}^2$$

$$78.15 \text{ cm}^2 > A_{s_{\min}} = 21.1 \text{ cm}^2$$

$$\text{Use } 25 \gg \# \text{ of bar} = \frac{78.15}{4.91} = 15.93$$

Then we select (16) bars  $25 \quad A_s \text{ provided} = 16 * 4.91 = 78.56 \text{ cm}^2$

- **Check for yielding**

Tension = compression

$$A_{sw} * f_y = 0.85 * f_c * bw * a$$

$$1015 * 420 = 0.85 * 24 * 800 * a$$

$$a = 26.12 \text{ mm}$$

$$x = \frac{a}{S_1} = \frac{26.12}{0.85} = 30.7 \text{ mm}$$

$$v_s = \frac{790 - 30.7}{30.7} * 0.003$$

$$v_s = 0.074 > 0.005$$

**4.10 Design of truss:**

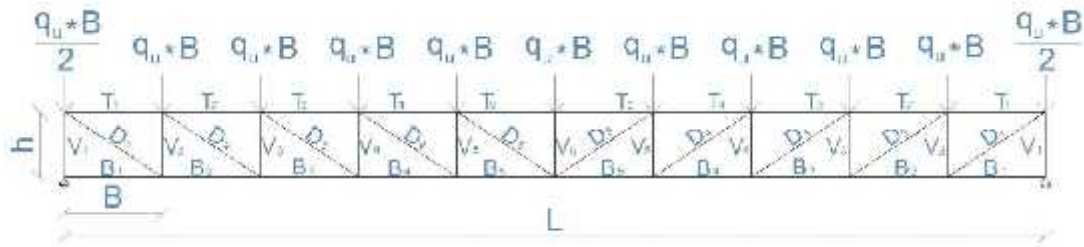


Figure (4-19) : Truse Geometry

Space between truss and anther = 5.6 m

L = 15m

B = 1.5m

h = 1 m

**4.10.1 Load Calculations:**

1. Dead load :

dead load of corrugate sheets = 0.15 KN/m<sup>2</sup>.

dead load of purlins = 0.25 KN/m<sup>2</sup>.

dead load of installation = 0.1 KN/m<sup>2</sup>.

dead load of truss = 1.5 KN/m.

D.L = 0.5 \* 5.6 + 1.5 = 4.3KN/m .

D.L = 4.3 \* 0.06852 \* 10<sup>3</sup> = 294.6 Ib/ft.

2. Wind load :

W.L = C<sub>e</sub> \* C<sub>q</sub> \* q<sub>s</sub> \* I<sub>w</sub>

C<sub>e</sub> = 1.54

C<sub>q</sub> = 0.7 .....outward

q<sub>s</sub> = 20.8 Psf

$$I_w = 1$$

$$W.L = 1.54 * 0.7 * 20.8 * 1 = 22.4224 \text{ Psf}$$

$$W.L = 22.4224 * 5.6 * 3.281 = 412 \text{ Ib/ft.}$$

3. Snow load :

$$S.L = 1.43 \text{ KN/m}^2 = 29.87 \text{ Psf.}$$

$$S.L = 29.87 * 5.6 * 3.281 = 548.8 \text{ Ib/ft.}$$

$$q_u = 1.2D.L + 1.6S.L + 0.8W.L$$

$$q_u = 1.2 * 294.6 + 1.6 * 548.8 + 0.8 * (-412) = 902 \text{ Ib/ft} = 13.16 \text{ KN/m.}$$

### 4.10.2 Analysis:

$$D_1 = 159.6 \text{ KN}$$

$$V_1 = -98.6 \text{ KN}$$

$$T_5 = -365.4 \text{ KN}$$

$$B_5 = 355 \text{ KN}$$

### 4.10.3 Design:

The Diagonal and vertical member the same section .

The top and bottom member the same section .

Use A<sub>36</sub> steel.

#### 4.10.3.1 Design of Diagonal member:

- $D_1 = 159.6 \text{ KN} = 35.88 \text{ Kip}$

Yielding limit state :

$$T_n \geq T_u$$

$$*F_y * A_g \geq T_u$$

$$0.9 * 36 * A_g \geq 35.88$$

$$A_{g_{reg}} = 1.11 \text{ in}^2$$

Stiffness limit state :

$$\frac{L}{r} \leq 300 \quad L = 1.8\text{m} = 5.9\text{ft}$$

$$\frac{5.9 * 12}{r} \leq 300$$

$$r \geq 0.236\text{in}$$

From  $A_{g_{req}} = 1.11 \text{ in}^2$  and  $r = 0.236\text{in}$

Select tube  $2 \times 2 \times \frac{3}{16}$

$$A_g = 1.27 \text{ in}^2 \quad r = 0.726 \text{ in}$$

#### 4.10.3.2 Design of Vertical member:

$$V_1 = -98.6 \text{ KN} = 22.17 \text{ Kip}$$

Effective length :

For buckling about x-x & y-y

$$K_x = K_y = 1$$

$$L_x = L_y = 1 * 3.281 * 12 = 39.37 \text{ in}$$

Critical stress  $F_{cr}$

$$\text{Assume a middle value of } \frac{K_x * L_x}{r_x} = 100$$

From curve of A36 steel  $F_{cr} = 22 \text{ Ksi}$

Required  $A_g$

$$c * P_{cr} \geq P_u$$

$$c * F_{cr} * A_g \geq P_u$$

$$0.85 * 22 * A_g \geq 22.17$$

$$A_{g_{req}} = 1.19 \text{ in}^2$$

Select tube  $3 \times 3 \times \frac{3}{16}$

$$A_g = 1.27 \text{ in}^2 \quad r = 0.726 \text{ in}$$

Effective length ratio :

$$\frac{K_x * L_x}{r_x} = \frac{K_y * L_y}{r_y} = \frac{39.37}{1.1} = 35.8$$

From curve of A36 steel  $F_{cr} = 31 \text{ Ksi}$

Design strength:

$$c * P_{cr} \geq P_u$$

$$c * F_{cr} * A_g \geq P_u$$

$$0.85 * 31 * 1.27 \geq 22.17$$

$$33.46 \geq 22.17$$

$\Rightarrow$  Ok

Select tube  $2 \times 2 \times \frac{3}{16}$  for the Diagonal and vertical member.

#### 4.10.3.3 Design of Top member:

$$T_5 = -365.4 \text{ KN} = 82.15 \text{ Kip}$$

Effective length :

For buckling about x-x & y-y

$$K_x = K_y = 1$$

$$L_x = L_y = 1.5 * 3.281 * 12 = 59.06 \text{ in}$$

Critical stress  $F_{cr}$

$$\text{Assume a middle value of } \frac{K_x * L_x}{r_x} = 100$$

From curve of A36 steel  $F_{cr} = 22 \text{ Ksi}$

Required  $A_g$

$$c * P_{cr} \geq P_u$$

$$c * F_{cr} * A_g \geq P_u$$

$$0.85 * 22 * A_g \geq 82.15$$

$$A_{g_{req}} = 4.4 \text{ in}^2$$

Select tube  $4 \times 4 \times \frac{3}{8}$

$$A_g = 5.08 \text{ in}^2 \quad r = 1.45 \text{ in}$$

Effective length ratio :

$$\frac{K_x * L_x}{r_x} = \frac{K_y * L_y}{r_y} = \frac{59.06}{1.45} = 40.73$$

From curve of A36 steel  $F_{cr} = 33.5 \text{ Ksi}$

Design strength:

$$c * P_{cr} \geq P_u$$

$$c * F_{cr} * A_g \geq P_u$$

$$0.85 * 33.5 * 5.08 \geq 82.15$$

$$144.65 > 82.15$$

Smaller profile must be select

Select tube  $4 \times 4 \times \frac{1}{4}$

$$A_g = 3.59 \text{ in}^2 \quad r = 1.51 \text{ in}$$

Effective length ratio :

$$\frac{K_x * L_x}{r_x} = \frac{K_y * L_y}{r_y} = \frac{59.06}{1.51} = 39.11$$

From curve of A36 steel  $F_{cr} = 33.6 \text{ Ksi}$

Design strength:



$$c * P_{cr} \geq P_u$$

$$c * F_{cr} * A_g \geq P_u$$

$$0.85 * 33.6 * 3.59 \geq 82.15$$

$$102.53 \geq 82.15$$

⇒ Ok

#### 4.10.3.4 Design of bottom member:

- $B_5 = 355 \text{ KN} = 79.8 \text{ Kip}$

Yielding limit state :

$$T_n \geq T_u$$

$$*F_y * A_g \geq T_u$$

$$0.9 * 36 * A_g \geq 79.8$$

$$A_{g_{req}} = 2.46 \text{ in}^2$$

Stiffens limit state :

$$\frac{L}{r} \leq 300 \quad L = 1.5 \text{ m} = 4.92 \text{ ft}$$

$$\frac{4.92 * 12}{r} \leq 300$$

$$r \geq 0.2 \text{ in}$$

From  $A_{g_{req}} = 2.46 \text{ in}^2$  and  $r = 0.2 \text{ in}$

Select tube  $4 \times 4 \times \frac{1}{4}$

$$A_g = 3.59 \text{ in}^2 \quad r = 1.51 \text{ in}$$

Select tube  $4 \times 4 \times \frac{1}{4}$  for the Top and bottom member.

**4.10.4 Design of fillet welded :**

Use (SMAW) .....  $F_u = 60$  Ksi

$$T_u = 159.6 \text{ KN} = 35.88 \text{ Kip}$$

$$a_{\min} = \frac{1}{8} \text{ from table 5.11.1}$$

$$a_{\max} = \frac{3}{16} \text{ ..... select } a = \frac{3}{16}$$

$$a = \frac{3}{16} \quad \frac{3}{8} \quad \text{so} \quad t_e = a = \frac{3}{16}$$

Shear fracture of base metal :

$$R_{nw} \geq R_u$$

$$0.75 * t * 0.6 * F_u \geq R_u$$

$$0.75 * \frac{3}{16} * 0.6 * 58 = 4.894 \text{ Kip/in} \text{ .....Control}$$

Shear fracture of weld metal :

$$R_{nw} \geq R_u$$

$$0.75 * t_e * 0.6 * F_{uw} \geq R_u$$

$$0.75 * \frac{3}{16} * 0.6 * 60 = 5.06 \text{ Kip/in}$$

$$L_{w \text{ req}} = \frac{T_u}{R_{nw}} = \frac{35.88}{4.894} = 7.33 \text{ in}$$

$$L_{w \text{ min}} = 4 * a = 0.75 \text{ in}$$

$$\text{Use } L = 4 * 2 = 8 \text{ in} > 7.33 \text{ in}$$

**4.10.4 Design of purlins :**

$$q_u = \frac{13.16 - 1.2 * 1.5}{5.6} * 1.5 = 3.04 \text{ KN/m}$$

$$M_{u \text{ max}} = 10.4 \text{ KN.m} = 7.67 \text{ Kip. Ft} = 92 \text{ Kip. in}$$

$$V_{u_{\max}} = 10.5 \text{ KN} = 2.36 \text{ Kip}$$

Design of bending moment :

$$* M_n \geq M_u$$

$$0.9 * F_y * Z_{x_{\text{req}}} \geq M_u$$

$$Z_{x_{\text{req}}} = \frac{92}{0.9 * 36} = 2.84 \text{ in}^3$$

$$\text{Select tube } 3 \frac{1}{2} \times 3 \frac{1}{2} \times \frac{3}{16}$$

$$Z_x = 2.93 \text{ in}^3 > Z_{x_{\text{req}}}$$

⇒ Ok

Design of shear force :

$$. V_n \geq V_u$$

$$0.9 * F_y * t_w * d * 0.6 \geq V_u$$

$$0.9 * 36 * 0.1875 * 3.5 * 0.6 \geq V_u$$

$$12.76 \geq 2.36$$

⇒ Ok

### 4.11 Design of Long Column (C6) :

#### 4.11.1 Design of Longitudinal Reinforcement :

Select column (C6) for design

$$P_u = 3300 \text{ KN}$$

$$P_n = 3300 / (0.65) = 5077 \text{ KN}$$

$$\dots g = 1.5\%$$

$$P_n = 0.8 * A_g \{0.85 * f_c' + \dots g (f_y - 0.85 f_c')\}$$

$$5077 * 10^{-3} = 0.8 * A_g [0.85 * 24 + 0.015 * (420 - 0.85 * 24)]$$

$$A_g = 0.24 \text{ m}^2$$

$$X = \sqrt{0.24} = 0.49 \text{ m}$$

Use 50\*50cm with  $A_g = 2500 \text{ cm}^2 > A_{g \text{ req}} = 2400 \text{ cm}^2$

#### 4.11.2 Check Slenderness Effect :

$$\frac{klu}{r} < 34 - 12 \frac{M_1}{M_2} \quad \dots \text{ACI} - (10.12.2)$$

Lu: Actual unsupported (unbraced) length.

K: effective length factor (K= 1 for braced frame).

$$R: \text{radius of gyration} = 0.3 h = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

$$Lu = 3.5 \text{ m}$$

$$M_1 \& M_2 = 1$$

K=1 , According to ACI 318-2002 (10.10.6.3) The effective length factor,  $k$ , shall be permitted to be taken as 1.0.

$$\left( \frac{Klu}{r} \right) \leq \left( 34 - 12 \left( \frac{M_1}{M_2} \right) \right) \leq 40 \dots \text{ACI} 10-12-2$$

$$\frac{1 * 3.5}{0.3 * 0.5} = 23.3 > 22$$

$\therefore$  long Column

$$EI = 0.4 \frac{E_c I_g}{1 + S_d} \dots\dots\dots [ACI318-2002 (Eq. 10-15)]$$

$$E_c = 4750 \sqrt{f_c'} = 4750 * \sqrt{24} = 23270.15 \text{ Mpa}$$

$$S_d = \frac{1.2DL}{P_u} = \frac{2385}{3300} = 0.723$$

$$I_g = \frac{b * h^3}{12} = \frac{0.5 * 0.5^3}{12} = 5.21 * 10^{-3} \text{ m}^4$$

$$EI = \frac{0.4 * 23270.15 * 5.21 * 10^{-3}}{1 + 0.723} = 28.15 \text{ MN.m}^2$$

$$P_{cr} = \frac{f^2 EI}{(KLu)^2} \dots\dots\dots ACI318-2002 (Eq. 10-13)$$

$$P_c = \frac{3.14^2 * 28.15}{(1.0 * 3.5)^2} = 22.657 \text{ MN.}$$

$$C_m = 0.6 + 0.4 \left( \frac{M_1}{M_2} \right) \dots\dots\dots ACI318-2002 (Eq. 10-16)$$

$$C_m = 1 \dots\dots \text{According to ACI318-2002 (10.10.6.4)}$$

$$u_{ns} = \frac{C_m}{1 - (P_u / 0.75 P_c)} \geq 1.0 \dots\dots\dots ACI318-2002 (Eq. 10-12)$$

$$u_{ns} = \frac{1}{1 - (3300 / 0.75 * 22.657 * 10^3)} = 1.241 > 1$$

$$e_{\min} = 15 + 0.03 * h = 15 + 0.03 * 500 = 30 \text{ mm} = 0.03 \text{ m}$$

$$e = e_{\min} * u_{ns} = 0.03 * 1.241 = 0.03723 \text{ m}$$

$$\frac{e}{h} = \frac{0.03723}{0.5} = 0.075$$

From Interaction Diagram

$$\frac{wP_n}{A_g} = \frac{3300}{0.5 * 0.5} * \frac{145}{1000} = 1914 \text{ Psi}$$

$$\dots_g = 0.0125$$

$$A_s = \dots_g * A_g = 0.0125 * 50 * 50 = 31.25 \text{ cm}^2$$

$$\text{Use } 16 \gg \# \text{ of bar} = \frac{31.25}{2.01} = 15.55$$

Use 16 16 with  $A_s = 32.16 \text{ cm}^2 > A_{s \text{ req}} = 31.25 \text{ cm}^2$

- Check for spacing between the bar

$$S = \frac{500 - 2*40 - 2*10 - 2*20 - 4*16}{4}$$

$$S = 74 \text{ mm} \quad \frac{4}{3} \text{ M.A.S}$$

$$40 \text{ mm}$$

$$1.5d_b = 24 \text{ mm}$$

#### 4.11.3 Design of the Tie Reinforcement :

$S \leq 16 d_b$  (longitudinal bar diameter).....ACI - 7.10.5.2

$S \leq 48 d_t$  (tie bar diameter).

$S \leq$  Least dimension.

$\text{Spacing} \leq 16 \times d_b$  (Longitudinal.bar.diameter) =  $16 \times 1.6 = 25.6 \text{ cm}$ .

$\text{Spacing} \leq 48 \times d_t$  (tie.bar.diameter) =  $48 \times 1.0 = 48 \text{ cm}$ .

$\text{Spacing} \leq$  Least.dimension =  $30 \text{ cm}$

$\therefore$  Use 1w10 @ 25cm

## 4.11.4 Detail of column 6:

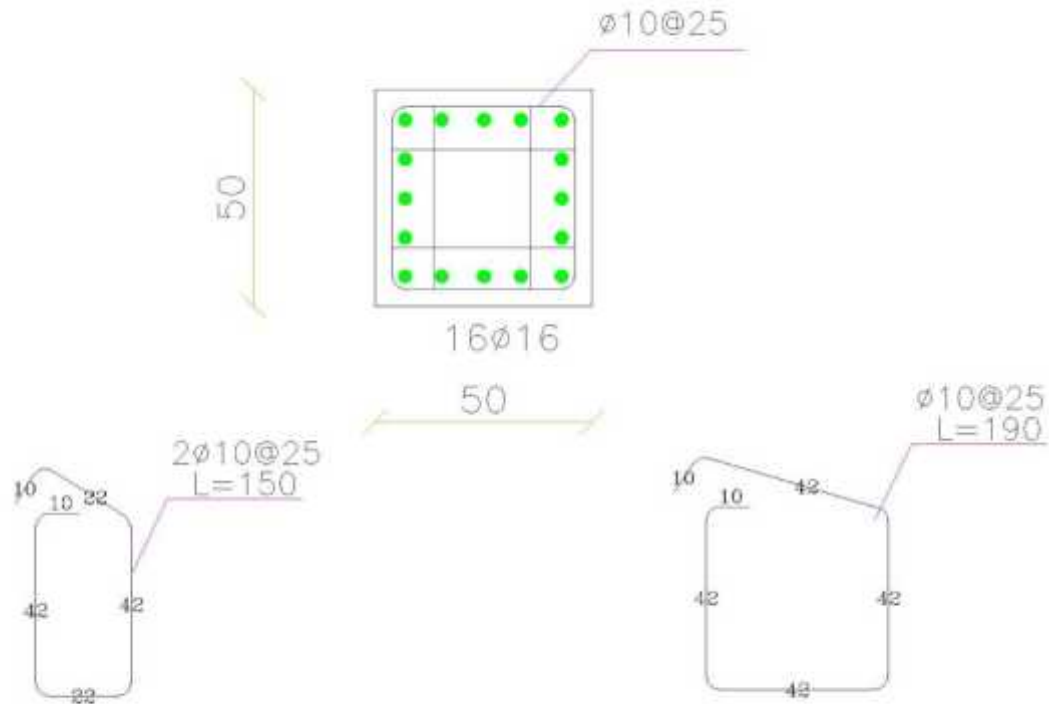


Figure (4-20) : Long Column Detail

## 4.12 Design of Isolated Footing (F6) :

## 4.12.1 Load Calculation :

Total factored load = 3300 KN.

Total services load = 2550 KN.

Column Dimensions = 50\*50 cm.

Soil density = 18 Kg/cm<sup>3</sup>.

Allowable soil Pressure = 400 KN/m<sup>2</sup>.

Assume footing to be about (65 cm) thick.

live load = 5 KN/m<sup>2</sup>.

$$q_{allow} = 400 - 5 - 0.6 * 18 - 0.65 * 25 = 368 \text{ kN/m}^2$$

#### 4.12.2 Determination of Footing Area :

$$A = \frac{2550}{368} = 6.93 \text{ m}^2$$

→ L = 2.63 m

Try 2.65 \* 2.65 m with area = 7m<sup>2</sup> > A<sub>req</sub> = 6.93m<sup>2</sup>

Determine  $q_u = 3300/7 = 471.4 \text{ KN/m}^2$

#### 4.12.3 Determine the depth of footing based on shear strength:

Assume h = 65 cm ..... d = 650-75-20 = 555 mm

- Check for one way shear strength

Critical Section at  $\frac{a}{2} + d$

$$\frac{a}{2} + d = \frac{0.5}{2} + 0.555 = 0.805 \text{ m}$$

$$V_u = 471.4 * \left( \frac{2.65}{2} - 0.805 \right) * 2.65 = 650 \text{ KN}$$

$$w.V_c = w * \left( \frac{1}{6} * \sqrt{f_c'} * b_w * d \right)$$

$$w.V_c = 0.75 * \frac{1}{6} * \sqrt{24} * 2650 * 0.555 = 900 \text{ KN}$$

$$w.V_c = 900 \text{ KN} > V_u = 650 \text{ KN}$$

∴ Safe

- Check for two way shear action (punching)

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



$$w.V_c = w \cdot \frac{1}{6} \left( 1 + \frac{2}{S_c} \right) \sqrt{f'_c} b_o d$$

$$w.V_c = w \cdot \frac{1}{12} \left( \frac{r_s}{b_o/d} + 2 \right) \sqrt{f'_c} b_o d$$

$$w.V_c = w \cdot \frac{1}{3} \sqrt{f'_c} b_o d$$

Where:

$$S_c = \frac{\text{Column Length (a)}}{\text{Column Width (b)}} = \frac{50}{50} = 1.0$$

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

$$b_o = 4(d + a) = 4(50 + 55.5) = 422 \text{ cm}$$

$$r_s = 40 \quad \text{for interior column}$$

$$w.V_c = w \cdot \frac{1}{6} \left( 1 + \frac{2}{S_c} \right) \sqrt{f'_c} b_o d = \frac{0.75}{6} * \left( 1 + \frac{2}{1.0} \right) * \sqrt{24} * 4220 * 0.555 = 4303 \text{ KN}$$

$$w.V_c = w \cdot \frac{1}{12} \left( \frac{r_s}{b_o/d} + 2 \right) \sqrt{f'_c} b_o d = \frac{0.75}{12} * \left( \frac{40 * 0.555}{4.22} + 2 \right) * \sqrt{24} * 4220 * 0.555 = 5207 \text{ KN}$$

$$w.V_c = w \cdot \frac{1}{3} \sqrt{f'_c} b_o d = \frac{0.75}{3} * \sqrt{24} * 4220 * 0.555 = 2868.5 \text{ KN}$$

$w.V_c = 2868.5KN \dots \text{Control}$

$Vu_c = Pu - FR_b$

$FR_b = \dagger_{bu} * \text{area of critical section}$

$Vu_c = 3300 - [471.4 * (0.5 + 0.0.555) * (0.5 + 0.0.555)] = 2775.3KN$

$w.Vc = 2868.5KN > Vu_c = 2775.3KN \dots \dots \text{satisfied}$

**4.12.4 Design for Bending Moment:**

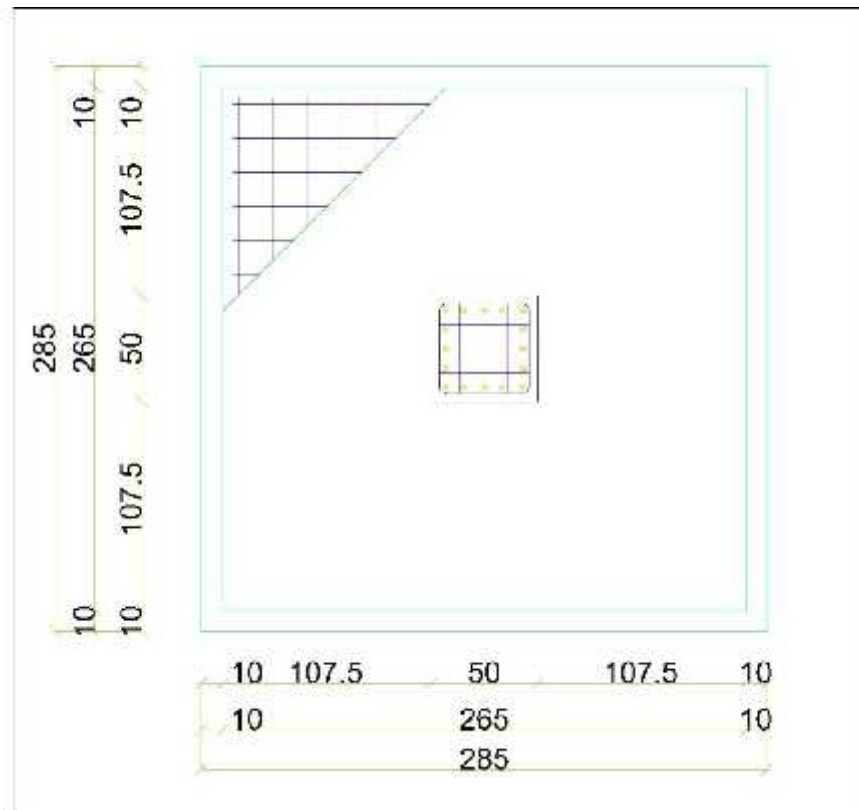


Figure (4-21): Isolated Footing

$Mu = 471.4 * 2.65 * \frac{1.075^2}{2} = 721.8KN.m$

Mu =721.8 KN.m for both side

Using Reinforced Concrete.

$$Mn = \frac{721.8}{0.9} = 802 \text{ KN.m}$$

$$Kn = \frac{Mn}{bd^2} = \frac{802 \times 10^{-3}}{2.65 \times 0.555^2} = 0.983 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.588$$

$$\dots = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times Rn}{fy}} \right)$$

$$\dots = \frac{1}{20.588} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.588 \times 0.983}{420}} \right) = 2.34 * 10^{-3}$$

$$As_{Req.} = \dots * b * d = 2.34 * 10^{-3} * 265 * 55.5 = 35.28 \text{ cm}^2$$

$$As_{Shrinkage} = 0.0018 * b * h = 0.0018 * 265 * 65 = 31 \text{ cm}^2$$

$$As_{Req.} = 35.28 > As_{Shrinkage} = 31 \text{ cm}^2$$

$$\text{Select } 14W18 \dots As_{Provided} = 35.56 \text{ cm}^2 > 35.28 \text{ cm}^2 \dots \text{ok}$$

$$\text{Select } 14W18 \dots As_{Provided} = 35.56 \text{ cm}^2 > 35.28 \text{ cm}^2 \dots \text{ok}$$

**Check of strain:**

$$As * fy = 0.85 * fc' * b * a$$

$$3556 * 420 = 0.85 * 24 * 2650 * a$$

$$a = 27.63 \text{ mm}$$

$$x = \frac{a}{s_1} = \frac{27.63}{0.85} = 32.5 \text{ mm}$$

$$v_s = \frac{555 - 32.5}{32.5} \times 0.003$$

$$v_s = 0.0482 > 0.005$$

⇒ OK

#### 4.12.5 Development Length of main Reinforcement for Mu1 :

$$l_{d_{req}} = \frac{9}{10} * \frac{F_y}{\lambda f_c} * \frac{\psi_e \psi_s \psi_t}{\frac{ktr + cb}{db}} * db$$

$$ktr = 0 \text{ No stripes}$$

$$cb = 75 + 18 = 93cm$$

$$\frac{ktr + cb}{db} = \frac{0 + 93}{18} = 5.17 > 2.5$$

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

$$l_{d_{req}} = \frac{9}{10} * \frac{420}{1 * 24} * \frac{1 * 1 * 0.8}{2.5} * 18 = 444.4 \text{ mm}$$

$$L_{d_{available}} = 1075 - 75 = 1000mm$$

$$L_{d_{available}} = 1000 \text{ mm} > l_{d_{req}} = 444.4mm$$

- not required hook

#### 4.12.6 Design of dowels :

$$P_u = 3300 \text{ KN}$$

$$w.P_n = w.(0.85 f_c' A_g)$$

$$w.P_n = 0.65 * [0.85 * 24 * (500 * 500)] / 1000 = 3315 \text{ KN}$$

$$\text{But } P_u = 3300 < w.P_n = 3315 \text{ KN}$$

Dowels are not required for load transfer.

But use the minimum reinforcement of dowels:

$$A_{s_{min}} = 0.005 * A_g = 0.005 * 50 * 50 = 12.5 \text{ cm}^2$$

Use the column bars as a dowels

Select 16Φ16

$$A_{s_{Provided}} = 32.2 \text{ cm}^2 > A_{s_{Req.}} = 12.5 \text{ cm}^2$$

$$Ld_{(1)req} = \frac{0.24 f_y}{\sqrt{f_c}} db = \frac{0.24 * 420}{\sqrt{24}} 1.8 = 37 \text{ cm .}$$

$$Ld_{(2)req} = 0.043 \times f_y \times db = 0.043 \times 420 \times 1.8 = 32.5 \text{ cm}$$

$$Ld_{(2)req} = 32.5 \text{ cm} < Ld_{(1)req} = 37 \text{ cm} \rightarrow \text{control}$$

$$L_s = 0.071 \times f_y \times db = 0.071 \times 420 \times 1.6 = 47.7 \text{ cm} > 37 \text{ cm}$$

$$L_s = 47.7 \text{ cm}$$

$$\text{Available } L_d = 65 - 7.5 - 2 * 1.8 = 53.9 \text{ cm.}$$

$$\text{Available } L_d = 53.9 \text{ cm} > L_s = 47.7 \text{ cm}$$

Using hook  $\geq 16 * w$

Required length of hook  $\geq 16 * w \geq 16 * 1.6 = 25.6 \text{ cm}$

Use Hooks = 30 cm  $> 25.6 \text{ cm}$

#### 4.12.7 Isolated Footing Detail:

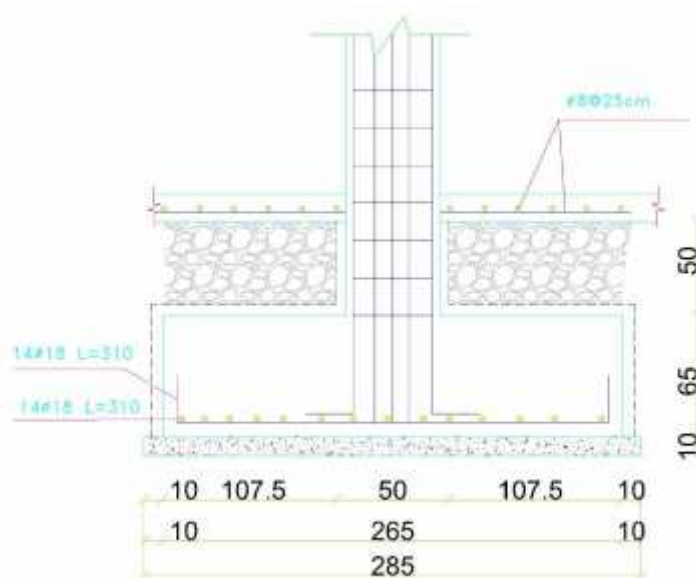


Figure (4-22): Isolated Footing Detail

## 4.13 Design of strip Footing:

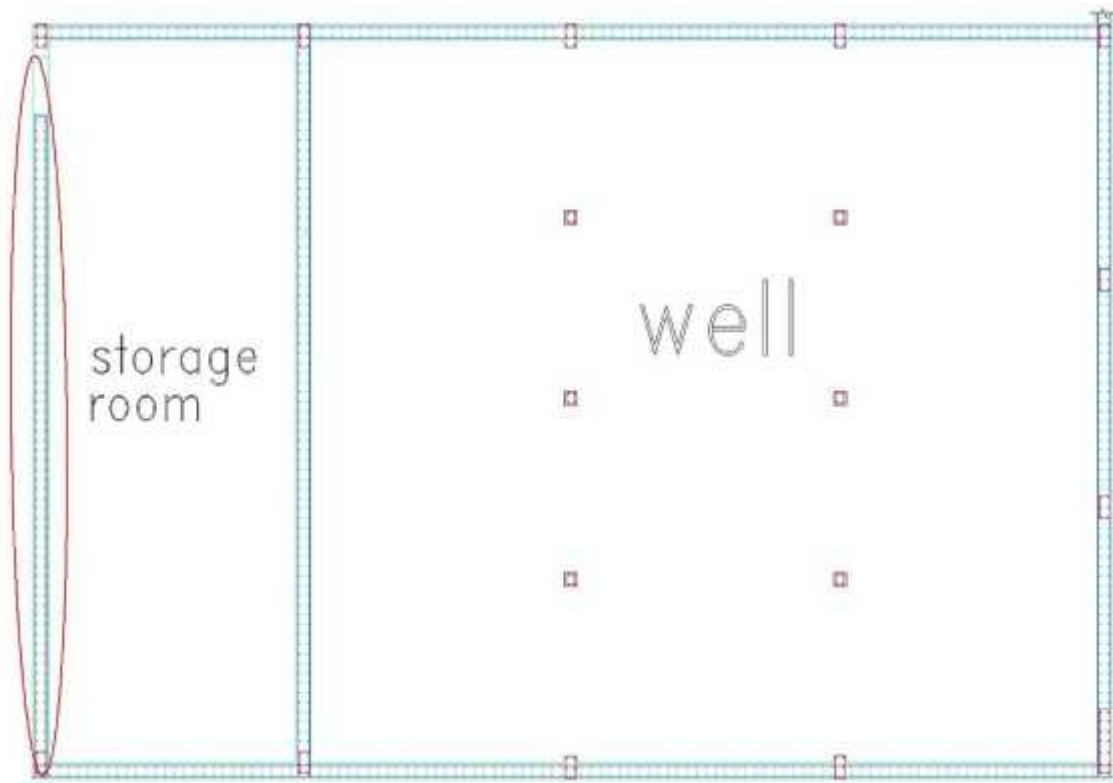


Figure (4-23): location strip footing

## 4.13.1 Determination of load:

**From slab and Wight wall**

Total factored load = 150 KN/m.

Soil density = 18 Kg/cm<sup>3</sup>.

Allowable soil Pressure = 400 KN/m<sup>2</sup>.

Assume footing to be about (30 cm) thick.

live load = 5 kN/m<sup>2</sup>

$$q_{\text{allow}} = 400 - 5 - 2.6 \cdot 18 - 0.3 \cdot 25 = 345.9 \text{ kN/m}^2$$

⇒ For one meter strip

$$A = \frac{150}{345.9} = 0.44 \text{ m}^2$$

$$B = 0.8 \text{ m}, h = 30 \text{ cm}$$

$$d = 300 - 75 - 20 = 205 \text{ mm}$$

$$q_{ult} = 150 / 0.8 * 1 = 187.5 \text{ kN/m}^2.$$

#### 4.13.2 Check of One Way Shear:

$$V_u = 1 * (0.275 - 0.205) * 187.5 = 13.125 \text{ kN}$$

$$\phi V_c = \frac{\phi}{6} \bar{f}_c * d * b$$

$$\phi V_c = \frac{0.75}{6} * 24 * 0.205 * 1 = 125.5 \text{ kN}$$

$$\phi V_c > V_u$$

#### 4.13.3 Design of Bending Moment:

*In longitudinal direction*

$$M_u = 187.5 * 0.275^2 / 2 = 7.1 \text{ kN.m}$$

$$M_n = \frac{7.1}{0.9} = 7.88 \text{ kN.m}$$

$$K_n = \frac{M_n}{b d^2} = \frac{7.88 * 10^{-3}}{1 * 0.205^2} = 0.187 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 * f_c'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.588$$

$$\dots = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * m * K_n}{f_y}} \right)$$

$$\dots = \frac{1}{20.588} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 20.588 * 0.187}{420}} \right) = 3.567 * 10^{-3}$$

$$A_{s_{Req.}} = \dots * b * d = 0.000144 * 205 * 1000 = 731.22 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{Shrinkage}} = 0.0018 * b * h = 0.0018 * 300 * 1000 = 540 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{Req.}} = 731.22 > A_{s_{Shrinkage}} = 540 \text{ mm}^2$$

**Use w 14**

$$\text{No.} = 731.22 / 154 = 4.75 \quad , \text{ Use 5 bars}$$

w 14 at 20 cm c/c

**Check of strain:**

$$A_s * f_y = 0.85 * f_c * b * a$$

$$770 * 420 = 0.85 * 24 * 1000 * a$$

$$a = 15.85 \text{ mm}$$

$$x = \frac{a}{S_1} = \frac{15.85}{0.85} = 18.65 \text{ mm}$$

$$V_s = \frac{205 - 18.65}{18.65} \times 0.003$$

$$V_s = 0.03 > 0.005$$

⇒ OK

***In transverse direction :***

$$A_{smin} = 0.0018 * B * h$$

$$A_{smin} = 0.0018 * 800 * 300 = 432 \text{ mm}^2$$

Use w 12

$$\text{No.} = 432/113 = 3.82 \quad , \text{ Use 4 bars}$$

Use 4w 12

**4.13.4 Development Length of main Reinforcement**

$$l_{dreq} = \frac{9}{10} * \frac{F_y}{\lambda f_c} * \frac{\psi_e \psi_s \psi_t}{\frac{ktr+cb}{db}} * db$$

$$l_{dreq} = \frac{9}{10} * \frac{420}{1 * 24} * \frac{1 * 1 * 0.8}{2.5} * 14 = 346 \text{ mm}$$

$$Ld_{available} = 400 - (250/2) - 75 = 200 \text{ mm}$$

$$Ld_{available} = 200 \text{ mm} < l_{dreq} = 346 \text{ mm}$$

Use Using hook  $\geq 16 * w$

$$\text{Required length of hook} \geq 16 * w \geq 16 * 1.4 = 22.4 \text{ cm}$$

$$\text{Use Hooksel.} = 25 \text{ cm} > \text{Hookreq} = 22.4 \text{ cm}$$



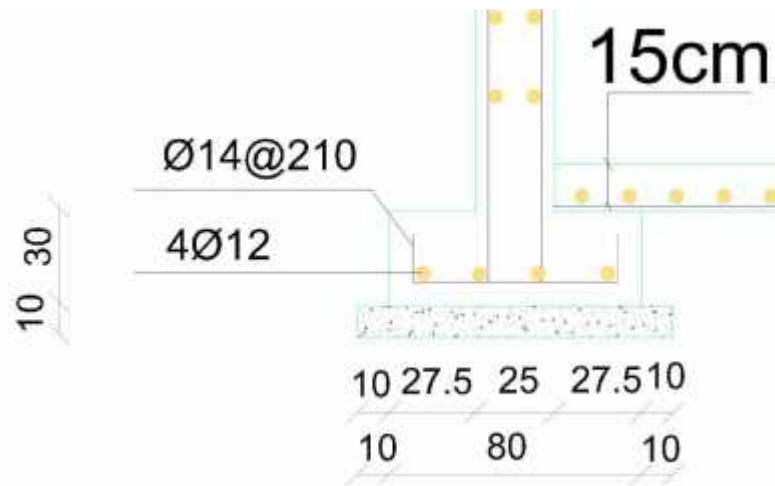


Figure (4-24) Strip Footing Detail

4.14 Design of Mat Foundation For Well:

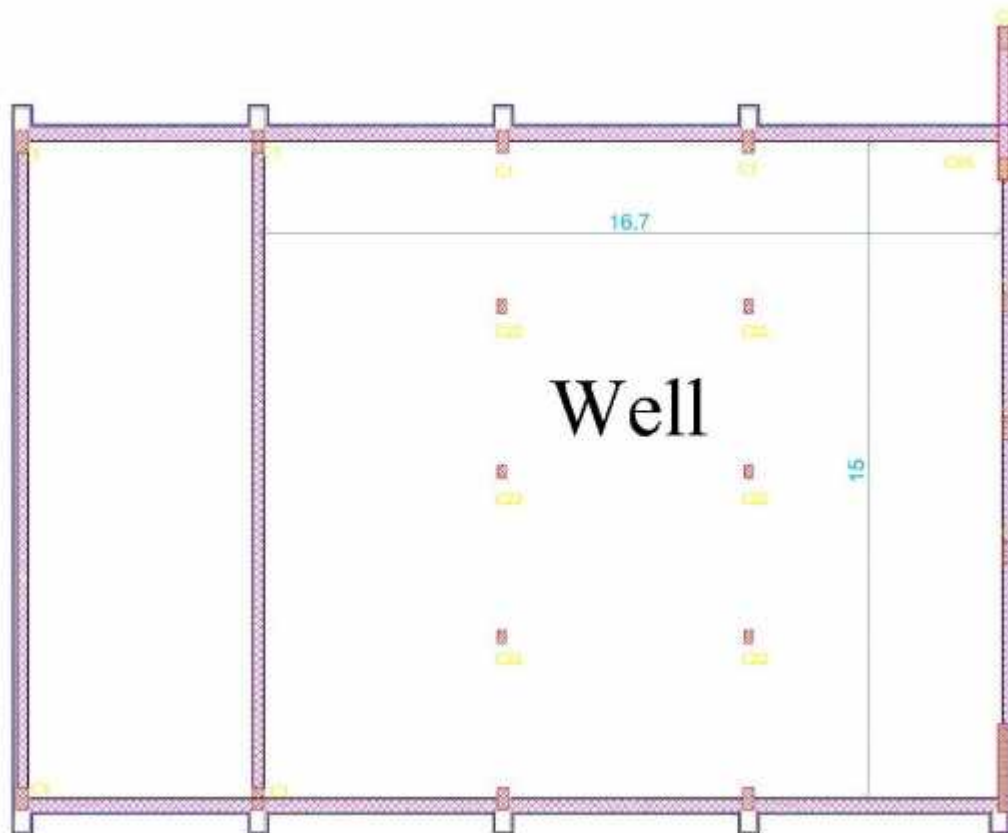


Fig.(4.25) Mat footing

4.14.1 Design of shear :

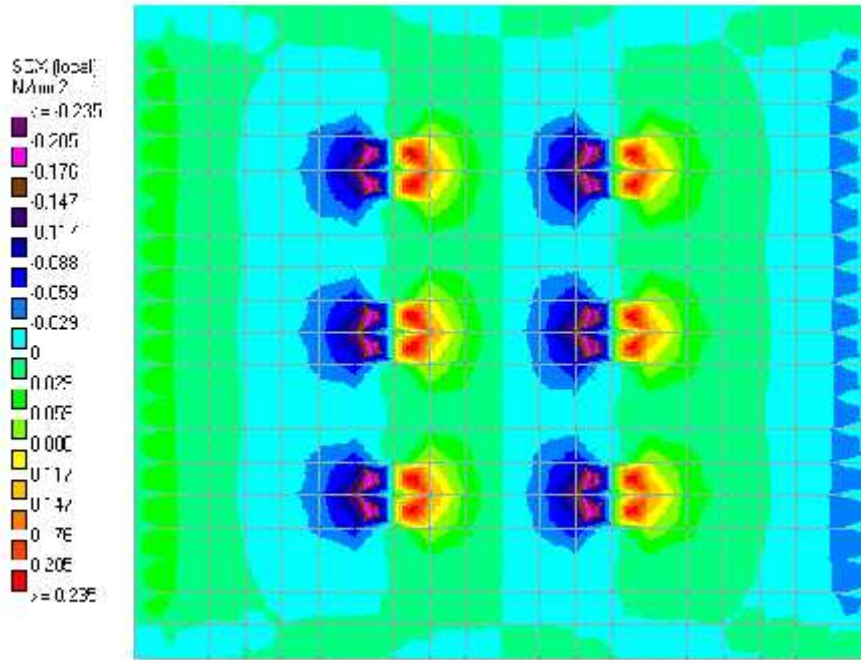


Fig.(4.26) shear in X-direction

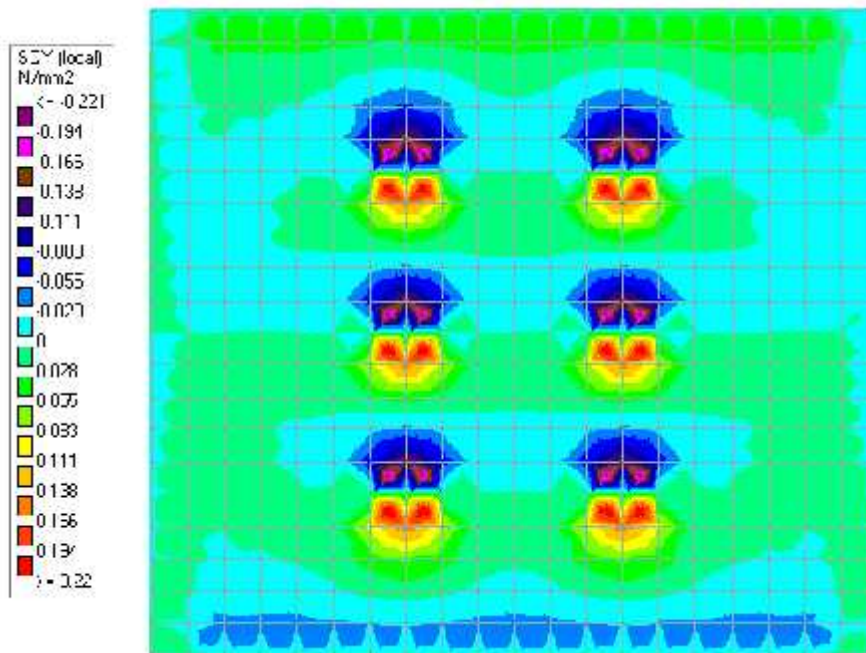


Fig.(4.27) shear in Y-direction

$$d = 50 - 7.5 - 1.4 = 41.1\text{cm}$$

$$w.Vc = 0.75 * \frac{1}{6} * \sqrt{f_c'} * b_w * d$$

$$w.Vc = 0.75 * \frac{1}{6} * \sqrt{24} * 1000 * 411 * 10^{-3} = 251.7\text{KN}$$

$$P_{u_{max}} = 235\text{KN} / m = 235 * 1 = 235\text{KN}$$

$$w.Vc = 251.7\text{KN} > P_u = 235\text{KN} \dots\dots\dots \text{OK}$$

**4.14.2 Design of bending moment**

By using the StaadPro.2007 software to analyze the foundation, the moment result is as in the following chart:

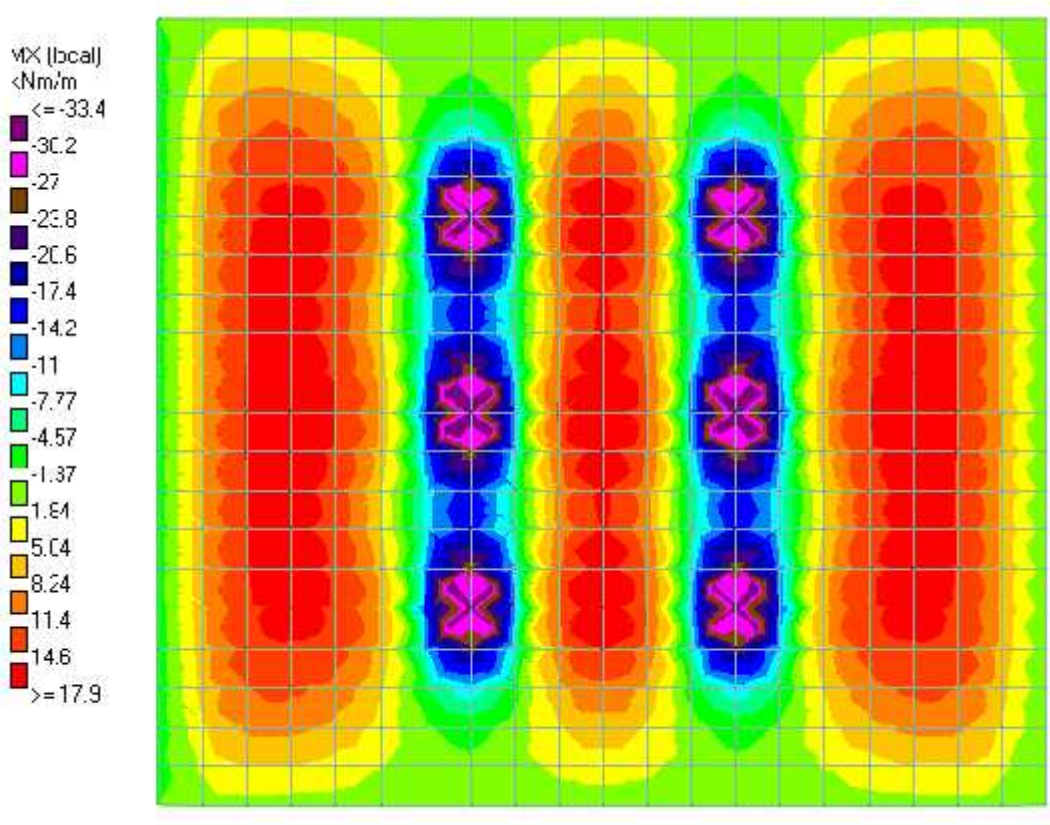


Fig.(4.28) Moment in X-direction

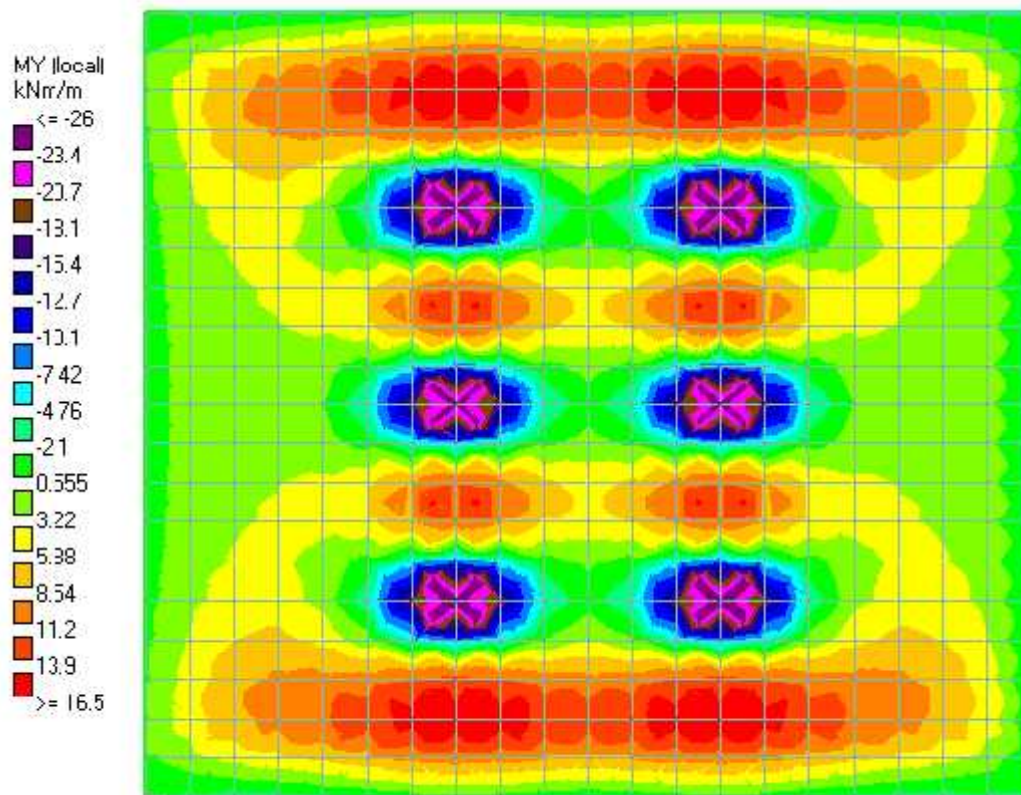


Fig.(4.29) Moment in Y-direction

**Design In X-directions:**

$$h = 50 \text{ cm}$$

$$d = 50 - 7.5 - 1.4 = 41.1 \text{ cm}.$$

$$F_y = 420 \text{ Mpa.}$$

$$F_c' = 24 \text{ Mpa}$$

**Design of Negative Moment**

$$-ve \ Mu_x = 33.4 \text{ KN.m}$$

$$M_n = \frac{Mu}{w} = \frac{33.4}{0.9} = 37.1 \text{ KN.m}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b.d^2} = \frac{37.1 * 10^6}{1000 * 411^2} = 0.22 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = 20.588$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.Kn}{f_y}} \right) = \frac{1}{20.588} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 20.588 * 0.22}{420}} \right) = 5.2593 * 10^{-4}$$

$$A_{s_{req}} = \rho * b * d = 5.2593 * 10^{-4} * 100 * 41.1 = 2.16 \text{ cm}^2$$

$$\text{Shrinkage \& temperatur } e = 0.0018 * b * h = 0.0018 * 100 * 50 = 9 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{min}} = 9 \text{ cm}^2 \dots\dots\dots \text{Control}$$

$$\text{Select } w14 @ 15 \text{ cm} \Rightarrow A_s = \frac{100}{15} * \left( \frac{f * 1.4^2}{4} \right) = 10.26 \text{ cm}^2 > A_{s_{min}} = 9 \text{ cm}^2$$

**Design of Positive moment**

$$\text{Select } w14 @ 15 \text{ cm} \Rightarrow A_s = \frac{100}{15} * \left( \frac{f * 1.4^2}{4} \right) = 10.26 \text{ cm}^2 > A_{s_{min}} = 9 \text{ cm}^2$$

**Design In Y-directions:****Design of negative moment**

$$\text{Select } w14 @ 15 \text{ cm} \Rightarrow A_s = \frac{100}{15} * \left( \frac{f * 1.4^2}{4} \right) = 10.26 \text{ cm}^2 > A_{s_{min}} = 9 \text{ cm}^2$$

**Design of positive moment**

$$\text{Select } w14 @ 15 \text{ cm} \Rightarrow A_s = \frac{100}{15} * \left( \frac{f * 1.4^2}{4} \right) = 10.26 \text{ cm}^2 > A_{s_{min}} = 9 \text{ cm}^2$$

## 4.15 Design of Basement Wall :

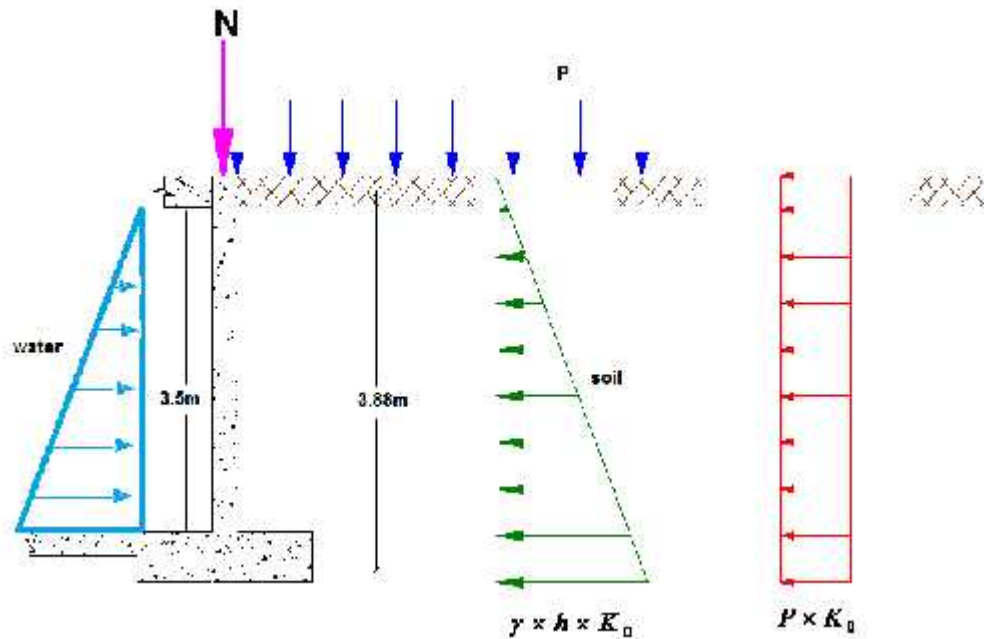


Figure (4-30) : Load on Basement Wall

⇒ **Loading :**

- **Self weight of earth :**

$$q_1 = \gamma \times h \times K_0$$

Assume that :

$$\gamma_{\text{soil}} = 18 \text{ KN/m}^3$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$K = 0.5$$

$$q_1 = 18 \times 3.88 \times 0.5 = 34.92 \text{ KN/m}^2$$

- **Load from live load:**

$$q_2 = P \times K_0$$

$$q_2 = 5 \times 0.5 = 2.5 \text{ KN/m}^2$$

Eee m<sup>3</sup>

soil

**Normal Load :**

Is very small , it will be neglected ( safe side ) .

- **water load :**

$$q_1 = x \times h$$

Assume that :

$$x_{\text{water}} = 10 \text{ Kn} / \text{m}^3$$

$$q_{\text{water}} = 10 \times 3.5 = 35 \text{ KN/m}^2$$

$$W_{\text{min}} = 2.5 \times 1 = 2.5 \text{ kN/m}$$

$$W_{\text{max}} = 2.5 \times 1 + 34.92 \times 1 = 37.42 \text{ kN/m}$$

$$W_{\text{min(factored)}} = 1.6 \times 2.5 = 4 \text{ kN/m}$$

$$W_{\text{max(factored)}} = 1.6 \times 37.42 = 59.87 \text{ kN/m}$$

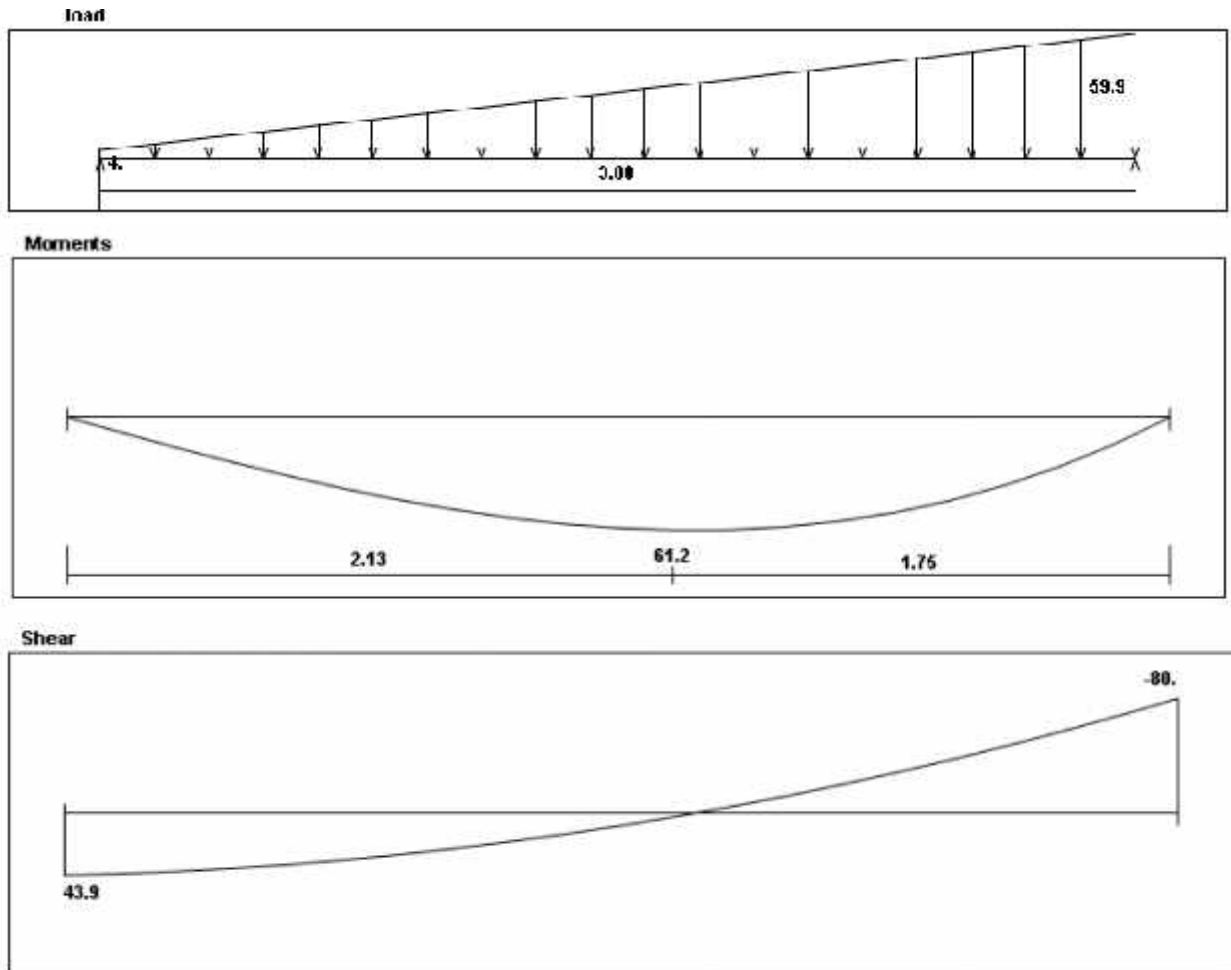


Figure (4-31) : Loads & Shear/Moment envelope for basement wall

⇒ **Design :**

Thickness Calculation :

Assume  $\gamma = 0.01$

$M_u = 61.2 \text{ kN.m}$

$M_n = 61.2 / 0.9 = 68 \text{ kN.m}$



$$m = \frac{F_y}{0.85 f_c'} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.588$$

$$K_n = \dots \times f_y \times (1 - 0.5m \dots) = 0.01 \times 420 \times (1 - 0.5 \times 20.588 \times 0.01) = 3.77 \text{ Mpa}$$

$$K_n = \frac{M_n}{b d^2} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{68 \times 10^6}{1000 \times 3.77}} = 134 \text{ mm}$$

$$h = 134 + 20 + 7 = 161 \text{ mm}$$

*select*  $h = 250 \text{ mm}$

#### Design of the Vertical reinforcement:

$$d = 250 - 20 - 14/2 = 223 \text{ mm}$$

$$K_n = \frac{M_n}{b * d^2} = \frac{68 \times 10^6}{1000 \times 223^2} = 1.37 \text{ Mpa}$$

$$\dots = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2mK_n}{f_y}} \right)$$

$$\dots = \frac{1}{20.588} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.588 \times 1.37}{420}} \right) = 3.373 \times 10^{-3}$$

$$A_{s_{req}} = 3.373 \times 10^{-3} \times 1000 \times 223 = 752 \text{ mm}^2 / m$$

$$A_{s_{min}} = 0.0012 * 1000 * 250 = 300 \text{ mm}^2 / m$$

$$A_{s_{min}} = 300 \text{ mm}^2 / m < A_{s_{req}} = 752 \text{ mm}^2 / m$$

$$\# \text{ of bar in on meter} = \frac{752}{154} = 5$$

Select  $\Phi 14 @ 20 \text{ cm c/c}$

#### Design of the Horizontal reinforcement:

Select the greater of:

$$A_{s_{horizontal}} = 0.002 * 1000 * 250 = 500 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

$$\# \text{ of bar in on meter} = \frac{500}{50.24} = 9.95$$

Select  $\Phi 8 @ 20 \text{ cm c/c}$ , In tow layer

**Check for Shear :**

$$V_u = 80 - \frac{(59.87 + 54.5)}{2} \times (0.15 + 0.223) = 58.67 \text{ KN.m}$$

$$w \times V_c \geq V_u$$

$$w \times V_c = \frac{0.75}{6} \sqrt{f_c'} \times b \times d = \frac{0.75}{6} \sqrt{24} \times 1000 \times 223$$

$$w.V_c = 136.56 \gg V_u = 58.67 \text{ kN}$$

$\therefore$  No Shear Re iforcement Re quired

#### 4.16 Design of Stairs :

##### 4.16.1 Determination of Slab Thickness:

$$L = 0.4 + 3.3 + 0.8 = 4.5 \text{ m.}$$

$$h_{req} = L / 20$$

$$h_{req} = 450 / 20 = 22.5 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{take } h = 25 \text{ cm.}$$

$\Rightarrow$  Use **h = 25cm.**

$$= \tan^{-1}(1.76 / 3.3) = 28.1^\circ$$

$$\text{Cos} = 0.88$$

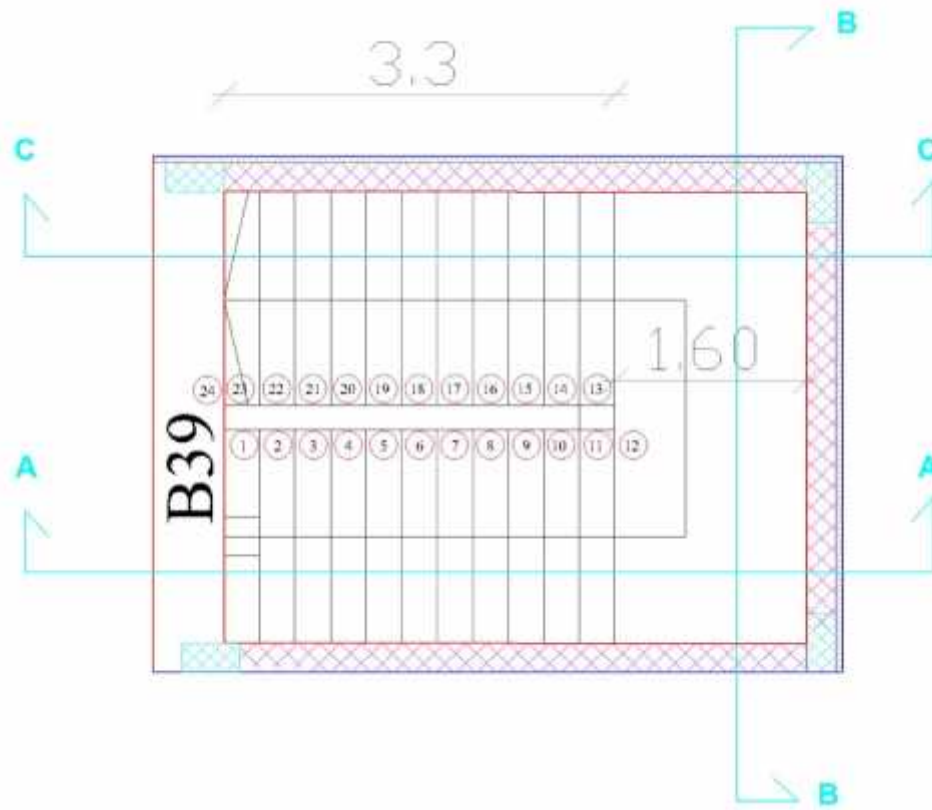


Figure (4-32) : Stairs plan

#### 4.16.2 Load Calculations at section (A-A):

##### 4.16.2.1 Load on Stringer:

###### Dead Load:

$$\text{Tiles} = 0.03 * 22 * ((0.33 + 0.16) / 0.30) = \mathbf{1.078 \text{ KN/m.}}$$

$$\text{mortar} = 0.02 * 23 * ((0.16 + 0.33) / 0.3) = \mathbf{0.751 \text{ KN/ m.}}$$

$$\text{Plaster} = (0.03 * 23) / (\text{Cos } 28.1) = \mathbf{0.782 \text{ KN/ m.}}$$

$$\text{Steps} = ((0.16 * 0.3) / 2) * 25 / 0.3 = \mathbf{2 \text{ KN / m.}}$$

$$\text{Slab} = 0.25 * 25 / \text{Cos } 28.1 = \mathbf{7.085 \text{ KN/ m.}}$$

$$\text{Total dead load} = \mathbf{11.7 \text{ KN/ m.}}$$

**Live load:**

Live load for stairs = 5 KN/ m<sup>2</sup>.

**Factored load**

$$q_u = 1.2 * 11.696 + 1.6 * 5 = 22 \text{ KN/ m}^2.$$

For one meter Strip,  $q_u = 22 \text{ KN/ m}$ .

**4.16.2.2 Load on landing :****Dead Load:**

$$\text{Tiles} = 0.03 * 22 = 0.66 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Mortar} = 0.02 * 23 = 0.46 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Slab} = 0.25 * 25 = 6.25 \text{ KN/m}^2.$$

$$\text{Plaster} = 0.03 * 23 = 0.66 \text{ KN/m}^2.$$

$$\text{Total dead load} = 8.03 \text{ KN/m}^2.$$

**Live load:**

Live load for stairs = 5 KN/ m<sup>2</sup>.

**Factored load**

$$q_u = 1.2 * 8.03 + 1.6 * 5 = 17.64 \text{ KN/ m}^2.$$

For one meter Strip,  $q_u = 17.64 \text{ KN/ m}$ .

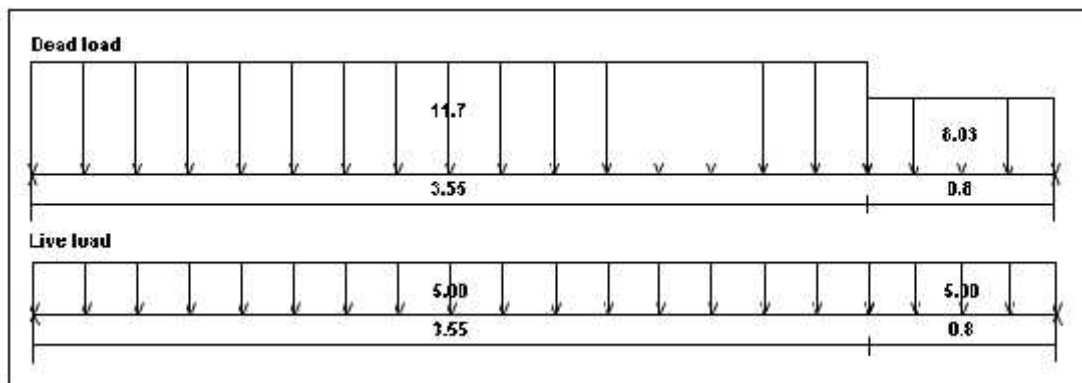


Figure (4-33) : Loads on stairs

### 4.16.3 Design of Shear :

- Assume  $\emptyset 12$  for main reinforcement:-

So,  $d = 250 - 20 - 12 = 218 \text{ mm} = 21.8 \text{ cm}$

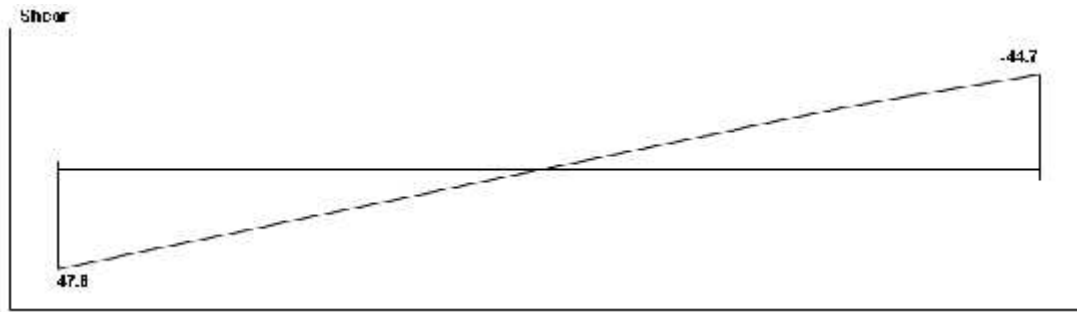


Figure (4-34) : Shear Envelope

$$V_u = 42.9 \text{ KN .}$$

$$wV_c = \frac{w\sqrt{f_c'} * b_w * d}{6}$$

$$wV_c = \frac{0.75 * \sqrt{24} * 1000 * 218}{6} = 133.5 \text{ KN}$$

$$V_u = 42.9 \text{ KN} < wV_c = 133.5 \text{ KN .}$$

>>>>No shear Reinforcement is required. So the depth of the stair is OK.

### 4.16.4 Design of Bending Moment :

The Following figure shows the Moment Envelope acting on the stair

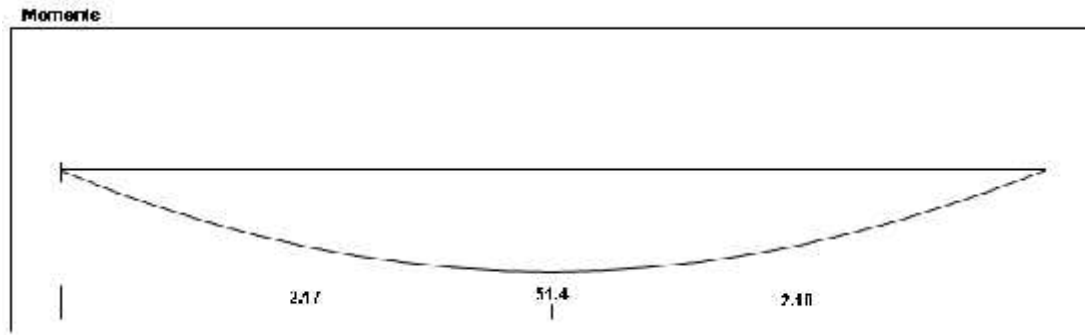


Figure (4-35) : Moment Envelope

$M_u = 51.4 \text{ kN.m}$

$M_n = M_u / 0.9 = 51.4 / 0.9 = 57.1 \text{ KN.m.}$

$d = 21.8 \text{ cm.}$

$$K_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2}$$

$$K_n = \frac{57.1 * 10^6}{1000 * 218^2} = 1.2 \text{ MPa .}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 * f_c'}$$

$$m = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.588$$

$$\dots = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2mK_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{20.588} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 20.588 * 1.2}{420}} \right) = 2.947 * 10^{-3}$$

$A_{s_{req}} = 2.947 * 10^{-3} * 100 * 21.8 = 6.4 \text{ cm}^2.$

$A_{s_{min}} = 0.0018 * b * h = 0.0018 * 100 * 25 = 4.5 \text{ cm}^2$

$A_{s_{min}} = 4.5 \text{ cm}^2 \quad A_{s_{req}} = 6.4 \text{ cm}^2$

Use 12 >>>  $640/113 = 5.66$

Use 1 12 @ 17.5 cm c/c ..... with  $A_s = (100 / 17.5) * 1.13 = 6.46 \text{ cm}^2.$

As provided = 6.46 > As req.....**OK.**

**Check for strain:**

Tension = Compression

$$A_s * f_y = 0.85 * f_c' * b * a$$

$$646 * 420 = 0.85 * 24 * 1000 * a$$

$$a = 13.3mm$$

$$x = \frac{a}{s_1} = \frac{13.3}{0.85} = 15.6mm$$

$$v_s = \frac{218 - 15.6}{15.6} * 0.003$$

$$v_s = 0.0389 > 0.005 \longrightarrow ok$$

**4.16.5 Secondary reinforcement:**

$$A_{s_{Shrinkage}} = 0.0018 \times b \times h = 0.0018 \times 100 \times 25 = 4.5cm^2$$

Use 10 @ 15 cm ..... With  $A_s = (100 / 15) * 0.79 = 5.27 cm^2$ .

4.16.6 Stairs at section (A-A) Details:

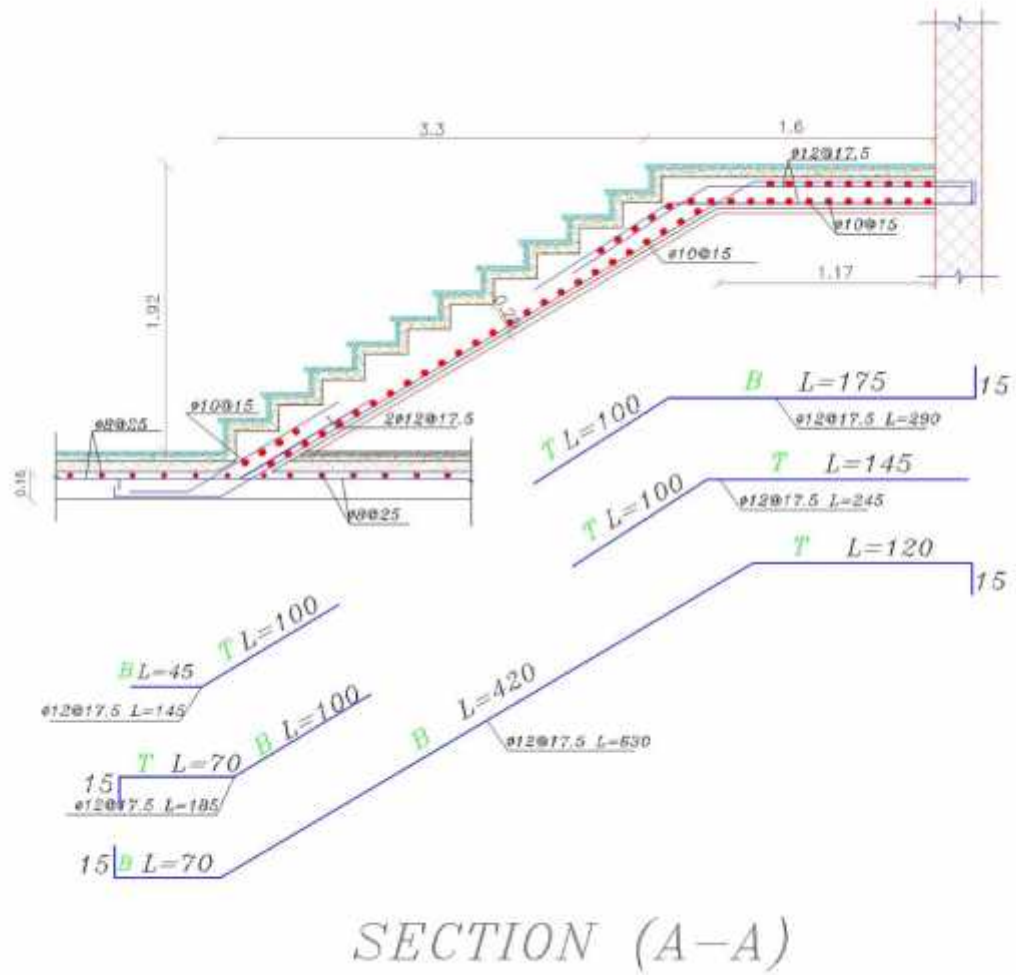


Figure (4-36) : Stair Section



### 4.17 Design of Shear wall:

#### Calculation of loads:

$$W_{\text{Ground Floor}} = \text{Weight of slab} + \text{Weight of stairs} + 0.5 * (\text{Weight of upper columns \& walls}) = 10692\text{KN}$$

$$W_{\text{First Floor}} = \text{Weight of slab} + \text{Weight of stairs} + 0.5 * (\text{Weight of upper columns \& walls} + \text{Weight of lower columns \& walls}) = 13391\text{KN}$$

$$W_{\text{Second Floor}} = \text{Weight of slab} + \text{Weight of stairs} + ( . \text{ Weight of lower columns \& walls}) = 8376\text{KN}$$

$$W_{\text{Total}} = W_{\text{Ground}} + W_{\text{First}} + W_{\text{Second}}$$

$$W_{\text{Total}} = 32459\text{KN}$$

#### Calculation of shear force on shear walls:

From Uniform Building Code 1997 (UBC):

$$Z=0.3 \quad \text{zone "3"}$$

$$R= 5.5$$

$$I=1$$

$$C_a = 0.24$$

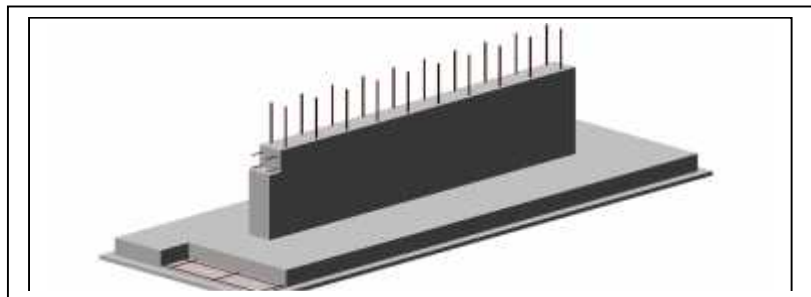
$$C_v = 0.24$$

$$h_n = 12.2$$

$$C_t = 0.0488$$

**Where:**

**Z**=Seismic zone factor as given in table 16-1.



$R$  = numerical coefficient representative of the inherent over strength and global ductility capacity of lateral force resisting systems, as set in Table 16-N or 16-P.

$I$  = importance factor given in table 16-K.

$C_a$  = seismic coefficient, as set forth in Table 16-Q.

$C_t$  = numerical coefficient given in section 1630.2.2.

$C_v$  = seismic coefficient, as set forth in Table 16-R.

$h_i, h_n, h_x$  = height in feet (m) above the base to level  $i, n$  or  $x$ , respectively.

$$T = C_t (h_n)^{3/4} \quad \text{Eq.... 30-8 (UBC)}$$

$$T = 0.0488(12.2)^{3/4} = 0.32$$

$$V_1 = \frac{C_v I}{R T} W = \frac{0.24 * 1}{5.5 * 0.33} * w = 0.137w$$

$$V \leq 0.11 * WKN \dots \text{control}$$

$$V \geq 0.03 * WKN$$

$$F_t = 0.07 * T * V = 0.07 * 0.32 * 3571 = 82.5 KN$$

Table (4 – 1) Calculation of the total  $F_x$ .

floor	W (KN)	V (KN)	H (m)	Ft (KN)	(V-Ft)	(W*h)	F <sub>x</sub>	FX
Secand	10692	3571	12.2	82.5	3488.5	130442	1708	1708
First	13391	3571	8.35	82.5	3488.5	111815	1393	3101
Ground	8376	3571	4.5	82.5	3488.5	37692	470	3571
	32459					279949		

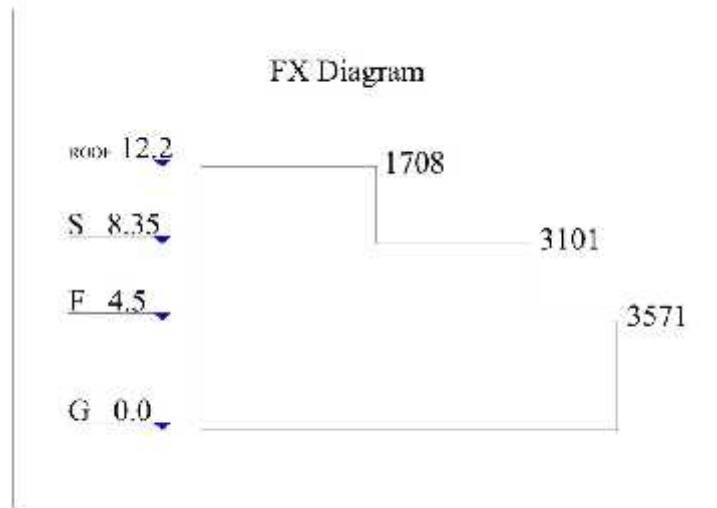


Figure (4-37) : Fx-Diagram

By using the software (ATEER.) to Analysis the shear wall it was get result as the following:

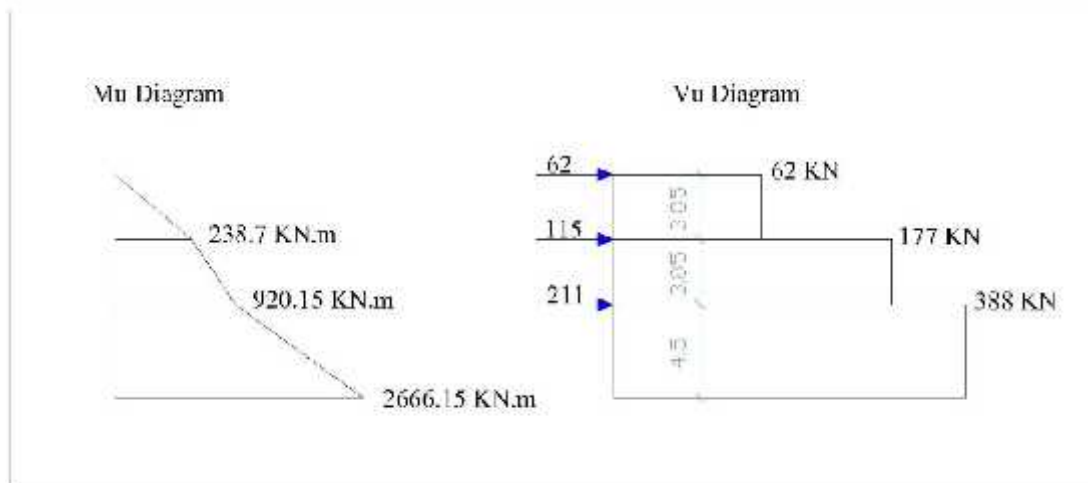


Figure (4-38) : Moment & Shear-Diagram for Shear Wall.

**Shear Wall Design Parameters:**

$$f_c' = 24 \text{ MPa}$$

$$f_y = 420 \text{ MPa.}$$

$h = 25$  cm. Shear wall thickness.

$L_w = 2.75$  m. shear wall width

$H_w = 12.2$  m. Story height.

**Design of the Horizontal reinforcement:****Internal forces & moments:**

$$\sum F_x = V_u = 388 \text{ KN}$$

Critical Section

$$\frac{L_w}{2} = \frac{2.75}{2} = 1.375 \text{ m (Control)}$$

$$\frac{h_w}{2} = \frac{12.2}{2} = 6.1 \text{ m}$$

$$M_u = 2132.65 \text{ KN}$$

**Design it by using Reinforced concrete:**

$$V_u = 388 \text{ KN}$$

$$V_n = V_u / 0.75 = 517 \text{ KN}$$

**Design of shear**

$$d = 0.8 * L_w = 0.8 * 2.75 = 2.2m$$

$$V_{c1} = \frac{1}{6} * \sqrt{f_c'} * h * d = \frac{1}{6} * \sqrt{24} * 0.25 * 2.2 = 449 \text{ KN (Control)}$$

$$V_{c2} = \frac{\sqrt{f_c'} * h * d}{4} + \frac{N_u * d}{4 * I_w} = \frac{\sqrt{24} * 0.25 * 2.2}{4} + \frac{1 * 2.2}{4 * 2.75} = 873.6 \text{ KN}$$

$$V_{c3} = \left( \frac{\sqrt{f_c'}}{2} + \frac{I_w \left( \sqrt{f_c'} + \frac{2 * N_u}{I_w * h} \right)}{\frac{M_u}{V_u} - \frac{I_w}{2}} \right) * \frac{h * d}{10} = \left( \frac{\sqrt{24}}{2} + \frac{2.75 \left( \sqrt{24} + \frac{2 * 1}{2.75 * 0.25} \right)}{\frac{2132.65}{388} - \frac{2.75}{2}} \right) * \frac{0.25 * 2.2}{10} = 521 \text{ KN}$$

$$V_s = V_n - V_{c1}$$

$$V_s = 517 - 449 = 68 \text{ KN}$$

$$\left( \frac{A_{v_h}}{S2} \right) = \frac{V_s}{F_y * d} = \frac{68 * 10^{-3}}{420 * 2.2} = 0.0736 * 10^{-3} m$$

$$\left( \frac{A_{v_{h_{min}}}}{S2} \right) = 0.0025 * h = 0.0025 * 0.25 = 0.625 * 10^{-3} m \text{ (Control)}$$

$$S2 = \frac{L_w}{5} = 2750 / 5 = 550 \text{ mm}$$

$$S2 = 3 * h = 3 * 250 = 750 \text{ mm}$$

select  $\longrightarrow$  2W10  $\longrightarrow$   $A_s = 1.58 \text{ cm}^2$

$$\frac{A_v}{S2} = 0.625 \text{ mm}$$

$$\frac{158}{S2} = 0.625 \rightarrow S2 = 252.8 \text{ mm (Control)}$$

Select .....  $S2 = 25 \text{ cm} < S_{req.} = 25.28 \text{ cm}$

$S2_{selected} = 25 \text{ cm} < 75 \text{ cm} < 70 \text{ cm}$

use .... 2W10 @ 25cm (c / c) in 2 layer

Select 2 10 / 25cm. In tow layer

**Design of the Vertical reinforcement:**

$$\dots_{\min} = (0.0025 + 0.5(2.5 - \frac{h_w}{l_w})(\frac{A_v h}{S_2 h} - 0.0025)) S_1 h_1$$

$$\frac{h_w}{L_w} = \frac{12.2}{2.75} = 4.44 > 2.5$$

$$A_{vn} = 0.0025 \times S_1 \times h_1$$

$$S_1 = \frac{1}{3} L_w = \frac{1}{3} \times 2.75 = 917 \text{ mm}$$

$$S_1 = 3 \times h = 3 \times 250 = 750 \text{ mm}$$

Select 2W10 With area  $A_s = 158 \text{ mm}^2$

$$158 = 0.0025 \times S_1 \times 250$$

$$\therefore S_1 = 252.8 \text{ mm (Control)}$$

Select  $S_1 = 25 \text{ cm} < 25.28 \text{ cm}$

$$S = 25 \text{ cm}$$

→ Select 2W10 / 25cm c / c

Select 2 10 / 25cm. In tow layer

**Design of bending moment:**

$$M_u = 2666.15 \text{ KN.m}$$

$$\text{Assume } S_n/h_w = 0.007$$

$$C_w = C - 0.1 \times L_w$$

$$C_w = 0.65 - 0.1 \times 2.75 = 0.38 \text{ m}$$

$$C_w = \frac{C}{2.0} = \frac{0.65}{2.0} = 0.325 \text{ m}$$

$$C \geq \frac{l_w}{600 * (S_n/h_w)}$$

$$C \geq \frac{2.75}{600 * 0.007}$$

Select The boundary element = 50cm > 38cm

$$A_{s_t} = \frac{Lw}{s1} \times A_{s_v} \longrightarrow = \frac{2.75}{0.25} \times 158 = 1738 \text{mm}^2$$

$$\frac{Z}{Lw} = \frac{1}{2 + (0.85 * S * f_c * Lw * h) / (A_{s_t} * F_y)}$$

$$\frac{Z}{Lw} = \frac{1}{2 + (0.85 \times 0.85 \times 24 \times 2.75 \times 0.25) / (1738 \times 10^{-6} \times 420)} = 0.05455$$

$$Mu = 0.9 \times F_y \times 0.5 \times A_{s_t} \times Lw \times \left( 1 - \left( \frac{Z}{Lw} / 2 \right) \right) =$$

$$0.9 * 420 * 0.5 * 1738 \times 10^{-3} \times 2.75 * \left( 1 - \frac{0.05455}{2} \right) = 878.7 \text{ kN.m}$$

$$Mu_{\text{Design}} = 2666.15 - 878.7 = 1787.45 \text{ kN.m}$$

$$A_{s_t} = \frac{Mu / w}{f_y \times (Lw - Cw)} = \frac{1787.45 \times 10^6 / 0.9}{420 \times (2750 - 500)} = 2102 \text{mm}^2$$

$$A_s = 2102 + (4 \times 79) = 2418 \text{mm}^2$$

$$\therefore \text{Use } w20 \longrightarrow \text{Select } 8w20 \rightarrow A_s = 2512 \text{mm}^2$$

النتائج والتوصيات

---

. .  
. .  
التوصيات .



### - المقدمة :

في هذا المشروع تم الحصول على مخططات معمارية تفتقد الى الكثير من الامور بعد دراسة جميع متطلبات تم اعداد المخططات المعمارية والمخططات الإنشائية الشاملة لمدرسه للذكور المقترح بناءها في مدينة الخليل .

وتم اعداد المخططات الانشائية بشكل مفصل ودقيق وواضح لتسهيل عملية . ويقدم هذا التقرير شرحا لجميع خطوات التصميم المعمارية والانشائية لل .

### - النتائج :

1. يجب على كل طالب أو مصمم إنشائي أن يكون قادرا على التصميم بشكل يدوي حتى يستطيع امتلاك الخبرة والمعرفة في استخدام البرامج التصميمية المحوسب .

2. من العوامل التي يجب أخذها بعين الاعتبار ، العوامل الطبيعية المحيطة بالمبنى وطبيعة الموقع وتأثير القوى الطبيعية على الموقع.

3. من أهم خطوات التصميم الإنشائي، كيفية الربط بين العناصر الإنشائية المختلفة من خلال النظرة الشمولية للمبنى، ومن ثم تجزئة هذه العناصر لتصميمها بشكل منفرد ومعرفة كيفية التصميم، مع أخذ الظروف المحيطة بالمبنى بعين الاعتبار .

4. القيمة الخاصة بقوة تحمل التربة هي كغم/سم .

5. لقد تم استخدام نظام عقدات (One-Way Ribbed Slab) في جميع العقدات نظرا لطبيعة وشكل المنشأ. كما تم استخدام نظام عقدات ( Two-Way Ribbed Slab ) في اجزاء معينة من الطوابق، كما تم استخدام نظام العقدات المصممة ( Solid Slab ) لبيوت الدرج والمصاعد، نظرا لكونها أكثر فاعلية من عقدات الأعصاب في تحمل ومقاومة الأحمال المركزة.

6. :

هناك عدة برامج حاسوب سيتم استخدامها في هذا المشروع وهي:

(a) : AUTOCAD 2010/2007 : لة للعناصر الإنشائية.

(b) : 3D studio Max & Sketch up5 .

(c) :STAAD PRO: وذلك لإجراء التحاليل الإنشائية لبعض العناصر الإنشائية.

(d) :ATIR: للتصميم والتحليل الإنشائي للعناصر الإنشائية.

(e) Prokon: لتصميم بعض العناصر الإنشائية.  
(f) Office XP): تم استخدامه في أجزاء مختلفة من المشروع مثل الكتابة النصوص والتنسيق

(g) Sap: لتحليل وتصميم الترس.

7. الأحمال الحية المستخدمة في هذا المشروع كانت من كود الأحمال الأردني.

8. من الصفات التي يجب أن يتصف بها المصمم، صفة الحس الهندسي التي يقوم من خلالها بتجاوز أية مشكلة ممكن أن تعترضه في المشروع وبشكل مقنع ومدروس.

### - التوصيات :

لقد كان لهذا المشروع دور كبير في توسيع وتعميق فهمنا لطبيعة المشاريع الإنشائية بكل ما فيها من تفاصيل وتحاليل وتصاميم. حيث نود هنا - من خلال هذه التجربة - أن نقدم مجموعة من التوصيات أن تعود بالفائدة والنصح لمن يخطط اختيار مشاريع ذات طابع إ  
نفي البداية، يجب أن يتم تنسيق وتجهيز المخططات المعمارية بحيث يتم إختيار مواد البناء ،  
تحديد النظام الإنشائي للمبنى. ولابد في هذه المرحلة من توفر معلومات شاملة عن الموقع وتربته وقوة  
تربة الموقع، من خلال تقرير جيوتقني خاص بتلك المنطقة، بعد ذلك يتم تحديد مواقع الجدران  
الحاملة والأعمدة بالتوافق والتنسيق التام مع الفريق الهندسي المعماري. ويحاول المهندس الإنشائي في هذه  
المرحلة الحصول على أكبر قدر ممكن من الجدران الخرسانية المسلحة بحيث تكون موزعة بشكل منتظم  
أو شبه منتظم في أنحاء المبنى ليتم استخدامها فيما بعد في مقاومة أحمال الزلازل وغيرها من القوى  
الأفقية.



## قائمة المصادر والمراجع

---

. كودات البناء الوطني الأردني، كود الأحمال والقوى، مجلس البناء الوطني الأردني، عمان، الأردن، م.

. تلخيص الأستاذ المشرف.

3. Building Code Requirements for Structural Concrete )ACI 318M-05 (and Commentary, USA, 2005.
4. Uniform Building Code ( UBC).

# **APPENDIX (A)**

## **ARCHITECTURAL DRAWINGS**

This appendix is an attachment with this project

# **APPENDIX (S)**

## **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  $w_c = 2320 \text{ kg/m}^3$ ) 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  $1440\text{--}1920 \text{ kg/m}^3$ , 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  $(0.4 + f_y/700)$ .

**Table (MINIMUM THICKNESS OF NONPRESTRESSED BEAMS OR  
ONE-WAY SLABS UNLESS DEFLECTIONS ARE CALCULATED**



الأحمال الحية للأرضيات و العتدات

الحمل المركز البديل	الحمل الموزع	الاستعمال (الاشغال)	نوع المبنى	
			خاص	عام
كن	كن/م <sup>٢</sup>			
1.400	2.000	جميع الغرف بما في ذلك غرف النوم والمطابخ وغرف الغسيل وما شابه ذلك	المنازل والبيوت والشقق السكنية والأبنية ذات الطابق الواحد.	المباني السكنية والخاصة
1.800	2.000	غرف النوم	الفنادق والموتيلات والمستشفيات	
1.800	2.000	غرف وقاعات النوم	منازل الطلبة وما شابهها	
-	4.000	مقاعد ثابتة	القاعات العامة وقاعات التجمع والمساجد والكنائس وقاعات التدريس والمسارح ودور السينما وقاعات التجمع في المدارس والكليات والنوادي والمدرجات المسقوفة والقاعات الرياضية المغلقة	المباني العامة
3.600	5.000	مقاعد غير ثابتة		
-	5.000	-	نادي رياضي	
4.500	2.500	من دون مستودع كتب	غرف المطالعة في المكتبات	
4.500	4.000	مع مستودع كتب		

—

—