

جامعة بوليتكنك فلسطين
كلية الهندسة والتكنولوجيا
دائرة الهندسة المدنية و المعمارية



كلية الهندسة والتكنولوجيا
دائرة الهندسة المدنية و المعمارية

مشروع التخرج

التصميم الإنشائي لـ "مبنى غرفة تجارة شمال الخليل" في مدينة حلحول .

فريق العمل

احمد جلال رجبى اياد حازم البكري

عيد جلال السلايمة محمود ماجد كسبة

إشراف :

د. بلال المصري

May/2017

جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة والتكنولوجيا

دائرة الهندسة المدنية و المعمارية



التصميم الإنشائي لـ "مبنى غرفة تجارة شمال الخليل" في مدينة حلحول .

فريق العمل

احمد جلال الرجبي

اياد حازم البكري

عيد جلا السلايمة

محمود ماجد كسبة

بناء على توجيهات الأستاذ المشرف على المشروع وبموافقة جميع أعضاء اللجنة الممتحنة، تم تقديم هذا المشروع إلى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في كلية الهندسة والتكنولوجيا للوفاء بمتطلبات الدائرة لدرجة البكالوريوس.

توقيع رئيس الدائرة

م . فيضي شبانة

.....

توقيع مشرف المشروع

د . بلال المصري

.....

May/2017

الإهداء

الى من طاعتهم واجب والإحسان اليهم عبادة والديننا الأعزاء
"وَقَضَىٰ رَبُّكَ أَلَّا تَعْبُدُوا إِلَّا إِيَّاهُ وَبِالْوَالِدَيْنِ إِحْسَانًا"

الى من فضلهم عظيم وشكرهم حق معلمينا واساتذتنا الكرام
"يَرْفَعُ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ"

الى قدس الاقداس ام العواصم وزهرة المدائن
"سُبْحَانَ الَّذِي أَسْرَىٰ بِعَبْدِهِ لَيْلًا مِنَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ إِلَى الْمَسْجِدِ الْأَقْصَىٰ"

الى وطننا الغالي

"رَبِّ اجْعَلْ هَذَا بَلَدًا آمِنًا وَارْزُقْ أَهْلَهُ مِنَ الثَّمَرَاتِ"

فريق العمل

الشكر والتقدير

إن الشكر والمنة لا تليق إلا لواهب العقول و منير الدروب لله عز وجل .

كما ونتقدم بجزيل الشكر والامنتان

إلى بانية الجيل الواعد...جامعة بوليتكنيك فلسطين .

إلى كلية الهندسة والتكنولوجيا.

إلى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية....بطاقتها التدريسي و الإداري.

إلى المشرف على هذا البحث الدكتور بلال المصري.

والشكر واصل لكل من ساهم في انجاز هذا البحث المتواضع .

فريق العمل

خلاصة المشروع

التصميم الإنشائي لـ "مبنى غرفة تجارة شمال الخليل" في مدينة حلحول.

فريق العمل

احمد جلال الرجبي ايباد حازم البكري

عيد جلال السلايمة محمود ماجد كسبة

إشراف :

د. بلال المصري .

يمكن تلخيص هدف المشروع في عمل التصميم الإنشائي لجميع العناصر الإنشائية التي يحتويها المشروع، من عقدات وجسور وأعمدة وأساسات وجدران و جملونات وغيرها من العناصر الإنشائية.

يتكون المشروع من مبنى خرساني يتكون من خمس طوابق , وهو عبارة عن مبنى ذو مرافق تتلائم مع احتياجات الغرفة التجارية وفق المتطلبات العصرية, التوزيع المعماري لهذه المرافق يتسم بالتنوع و الشمول مما أكسبنا المعرفة الواسعة في التصميم الإنشائي للأبنية الخرسانية.

ويتكون المشروع من عدة مراحل تتمثل بدايةً بالتدقيق المعماري للمخططات , وقد تم اختيار العناصر الإنشائية المختلفة من اعمدة وجسور وعقدات بشكل لا يتناقض مع المتطلبات المعمارية للمشروع. وبعد ذلك قمنا بمرحلة التصميم الإنشائي للعناصر الإنشائية بمساعدة بعض البرامج التصميمية الإنشائية وعرض نتائجها على شكل مخططات تنفيذية.

ومن الجدير بالذكر انه تم استخدام الكود الأردني لتحديد الأحمال الحية , ولتحديد أحمال الزلازل تم استخدام (U.B.C- 97) ، أما بالنسبة للتحليل الإنشائي وتصميم المقاطع فقد تم استخدام الكود الأمريكي (ACI_318- 08) , ولا بد من الإشارة إلى انه تم الاعتماد على بعض البرامج الحاسوبية مثل : Autocad2007, Office2010, Atir12, وغيرها.

والله ولي التوفيق.

Structural design for Chamber of commerce and industry

Prepared by

Ahmad Jalal Rajabi

Eid Jalal Salaymeh

Iyad Hazem Bakri

Mahmoud Majed Kusba

Palestine Polytechnic University -2016

Supervisor

Dr. Belal Almassri

Abstract

The Objective of the project can be summarized in the structural design of all structural elements contained in the project, slabs, beams, columns and foundations, walls and other structural elements.

The design will be based on the requirements of the American Code (ACI -318-08), and the Jordanian Code of loads and it must be pointed out that we were relying on some computer programs such as: Autocad2014, Office2010, Atir12.

We hope after the completion of the project to be able to provide structural design for all structural elements of the building.

After designing this project and the work of what has been said, it's expected to conclude a number of results and projections to link the information that has been studied in the different courses, analysis and design of all structural elements, the statement of the impact of each of the elements on the other, and then the work of structural plans, Full and detailed for each.

فهرس المحتويات

رقم الصفحة	
I	صفحة العنوان الرئيسية
II	شهادة تقييم مشروع التخرج
III	الاهداء
IV	الشكر والتقدير
V	ملخص المشروع باللغة العربية
VI	ملخص المشروع باللغة الانجليزية
XI - VII	فهرس المحتويات
XIII - XII	List of Abbreviation
3-1	الفصل الأول : المقدمة
2	1-1 المقدمة
2	1-2 أهداف المشروع
2	1-3 مشكلة المشروع
2	1-4 المسلمات
2	1-5 فصول المشروع
3	1-6 إجراءات المشروع
3	1-7 الجدول الزمني للمشروع
20-4	الفصل الثاني : الوصف المعماري
5	1-2 المقدمة
5	2-2 لمحة عن المشروع
5	2-3 موقع المشروع
12-8	2-4 وصف طوابق المشروع
8	2-4-2 الطابق التسوية
9	2-4-2 الطابق الارضي
10	2-4-2 الطابق الاول
11	2-4-2 الطابق الثاني
12	2-4-2 الطابق الثالث
16-13	2-5 وصف الواجهات
13	2-5-2 الواجهة الغربية
14	2-5-2 الواجهة الشرقية
15	2-5-2 الواجهة الجنوبية

16	4-5-2 الواجهة الجنوبيه
17	6-2 لقطات ثلاثية الابعاد
18	7-2 مبنى المسرح
19	8-2 القطاعات
20	9-2 وصف الحركة
20	10-2 المداخل
33 -21	الفصل الثالث : الوصف الإنشائي
21	1-3 المقدمة
21	2-3 هدف التصميم الإنشائي
21	3-3 مراحل التصميم الانشائي
22	4-3 الاحمال
22	1-4-3 الاحمال الميتة
22	2-4-3 الاحمال الحيه
25-23	3-4-3 الاحمال البيئيه
26	5-3 الاختبارات العملية
33-26	6-3 العناصر الإنشائية
26	1-6-3 العقدات
26	1-1-6-3 عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد
27	2-1-6-3 عقدات العصب ذات الاتجاهين
27	3-1-6-3 العقدات المصممة ذات الاتجاه الواحد
28	2-6-3 الادراج
29	3-6-3 الجسور
30	4-6-3 الاعمدة
31	5-6-3 جدران القص
31	6-6-3 جدران التسويه
32	7-6-3 الاساسات
33	7-3 النظام الميكانيكي للمبنى
33	8-3 برامج الحاسوب الذي تم استخدامها
90-34	Chapter 4 : Structural Design & Analysis
35	4.1 Introduction
35	4.2 Design method and requirements.
36	4.3 Check of minimum thickness of structural member
38-37	4.4 Design of topping.
49-39	4.5 Design of one way ribbed slab

52-50	4.6 Design of tow way ribbed slab
58-53	4.7 Desing of one way sold slab
67-59	4.8 Desing of Beam (B5)
70-68	4.9 Desing of Column
77-71	4.10 Desing of Stair
81-78	4.11 Desing of shear wall
84-82	4.12 Desing of Basement wall
90-85	4.13 Desing of Footing
93-91	الفصل الخامس : النتائج و التوصيات .
92	1-5 المقدمة
92	2-5 النتائج
93	3-5 التوصيات
93	4-5 المصادر والمراجع
فهرس الجداول	
3	جدول (1-1) الجدول الزمني للمشروع
21	جدول (3-1) الكثافة النوعية للمواد المستخدمة
21	جدول (3-2) قيمة أحمال الحية المبنى
22	جدول (3-3) سرعة وضغط الرياح اعتمادا على الكود الالمانى
24	جدول (3-4) احمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر
36	Table (4-1) Check of minimum thickness of structure members.
38	Table (4-2) Dead load calculation for topping.
41	Table (4-3) Calculation of the total dead load for one-way rib slab.
51	Table (4 – 4) Calculation of the total dead load for tow way rib slab.
54	Table (4 – 5) Calculation of the total dead load for sold slab.
فهرس الأشكال	
20-4	الفصل الثاني
6	شكل (1-2) خارطة الموقع الجغرافي لمدينة لحول
8	شكل (2-2) المسقط الافقي لطابق التسوية
9	شكل (3-2) المسقط الافقي للطابق الارضى
10	شكل (4-2) المسقط الافقي للطابق الاول

11	شكل (5-2) المسقط الافقي للطابق الثاني
12	شكل (6-2) المسقط الافقي للطابق الثالث
13	شكل (7-2) الواجهة الغربية
14	شكل (8-2) الواجهة الشرقية
15	شكل (9-2) الواجهة الجنوبية
16	شكل (10-2) الواجهة الشمالية
17	شكل (11-2) لقطات ثلاثية الابعاد
18	شكل (12-2) مخطط المسرح
19	شكل (13-2) المقطع الاول
19	شكل (14-2) المقطع الثاني
34-21	الفصل الثالث
25	شكل (1-3) تأثير اتجاه الرياح على قيمة الضغط الواقع على المبنى
27	شكل (2-3) عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد
28	شكل (3-3) عقدات العصب ذات الاتجاهين
28	شكل (4-3) العقدات المصممة ذات الاتجاه الواحد
29	شكل (5-3) الدرج
30	شكل (6-3) انواع الجسور المستخدمة في المشروع
31	شكل (7-3) انواع الاعمدة
32	شكل (8-3) جدار قص
33	شكل (9-3) اساس منفرد
92-35	Chapter 4
36	Figure (4-1) Topping Load and Moment Diagram
40	Figure (4-2) One Way Ribbed Slab
41	Figure (4-3) Load in Rib and Statically System
43	Figure (4-4) Shear and Moment Envelope Diagram
51	Figure (4-5) Section in Tow Way Rib
54	Figure (4-6) One Way Solid Slab(S2)
56	Figure (4.7) Shear and Moment Envelope Diagram of Solid Slab (S 2).
61	Figura (4.8) Beam 5
61	Figure (4.9) Statically System and Loads Distribution of B5
62	Figure (4-10) Shear Moment Envelope Diagram of B5

72	Figure (4-11) Tob View of Stair(1)
78	Figure (4-12) Reinforcement for stairs(1)
79	Figure (4-13) Moment and Shear Diagram of Shear wall
83	Figure (4-14) Basment Wall System
86	Figure (4-15) Foundation Section
91	Figure (4-16) Foundation Plan
92	Figure (4-17) Foundation Detail Section

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. (Kg/m^3).
- W = width of beam or rib.
- W_u = factored load per unit area.
- Φ = strength reduction factor.
- ϵ_c = compression strain of concrete = 0.003mm/mm .
- ϵ_s = strain of tension steel.
- ϵ'_s = strain of compression steel.
- ρ = ratio of steel area .

الفصل الأول

المقدمة

1

1-1 مقدمة .

2-1 أهداف المشروع.

3-1 مشكلة المشروع.

4-1 المسلمات .

1-1 مقدمة :

لقد شهد القرن الماضي تقدم و تطور في كافة مناحي الحياة وخاصة في مجال المنشآت ومن ضمنها المؤسسات والتي تتطلب النظر لعدة اعتبارات منها , مواكبة التطور , تلبية الخدمات , اظهار الجانب الثقافي واصالة الشعوب .

2-1 أهداف المشروع :

تقسم أهداف المشروع إلى الأهداف المعمارية و الأهداف الإنشائية.

1-2-1 أهداف المشروع المعمارية :

الهدف الرئيسي المعماري هو وضع تصميم مناسب متناسق مع الثقافة الفلسطينية, ويلبي احتياجات المواطنين بسهولة وسلاسة .

2-2-1 أهداف المشروع الإنشائية :

- تعزيز القدرة على اختيار النظام الإنشائي المناسب و المتوافق مع أهداف المبنى .
- ربط ما تم تعلمه بمساقات التصميم الإنشائي بالجانب العملي والتصميمي في المشروع
- اكتساب مهارات و خبرات جديدة في مواجهة المشاكل والعقبات التي لم يتم التطرق لها في الجانب الأكاديمي النظري من دراستنا الجامعية .

3-1 مشكلة المشروع :

تكمن مشكلة المشروع في ايجاد انسب نظام انشائي يحقق متطلبات المتانة و الخدماتية , بالإضافة الى تحليل و تصميم كافة العناصر الإنشائية المكونة للمشروع مثل العقدات و الجسور و الأعمدة و الجملونات و الأساسات ... الخ , بعد تحديد الأحمال لكل عنصر انشائي يمكننا تحديد الأبعاد المطلوبة لذلك العنصر بالإضافة الى التسليح المطلوب , بعد ذلك سيتم عرض النتائج على شكل مخططات و رسومات انشائية للانتقال من مرحلة التصميم النظري الى التطبيق العملي في الموقع .

4-1 المسلمات :

تهدف دراستنا الى اعداد المخططات الإنشائية اللازمة لكافة عناصر المشروع , و سوف يتم الاعتماد في المشروع على كل من الكود الأمريكي (ACI -318-08) و الكود الأردني للأحمال .

5-1 فصول المشروع :

- الفصل الأول : المقدمة .
- الفصل الثاني : الوصف المعماري .
- الفصل الثالث : الوصف الإنشائي .
- الفصل الرابع : التحليل و التصميم الإنشائي .
- الفصل الخامس : النتائج و التوصيات .

6-1 إجراءات المشروع :

- 1) دراسة المخططات المعمارية وذلك للتأكد من صحتها من النواحي المعمارية وتوافقها مع أهداف المشروع مع إجراء كافة التعديلات المعمارية اللازمة عليها، وإكمال النقص الموجود فيها إن وجد.
- 2) دراسة العناصر الإنشائية المكونة للمبنى والآلية الأنسب لتوزيع هذه العناصر كالأعمدة والجسور والأعصاب بشكل لا يصطدم مع التصميم المعماري الموضوع ويحقق الجانب الاقتصادي و عامل الأمان.
- 3) تحليل العناصر الإنشائية والأحمال المؤثرة عليها.
- 4) تصميم العناصر الإنشائية بناء على نتائج التحليل واستخدام البرامج التصميمية المختلفة.
- 5) إنجاز المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية التي تم تصميمها ليخرج المشروع بشكله النهائي المتكامل والقابل للتنفيذ.

7-1 الجدول الزمني للمشروع :

الأسبوع	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
المهمة																
اختيار المشروع	■															
دراسة الموقع		■														
جمع المعلومات			■													
دراسة المبنى معماریا				■												
دراسة المبنى إنشائيا					■											
إعداد مقدمة المشروع						■										
عرض مقدمة المشروع							■									
التحليل الإنشائي								■								
التصميم الإنشائي									■							
إعداد مخططات المشروع										■						
كتابة المشروع											■					
عرض المشروع												■				

جدول (1-1) : الجدول الزمني

الفصل الثاني الوصف المعماري

2

- 1-2 مقدمة .
- 2-2 لمحة عامة عن المشروع .
- 3-2 موقع المشروع .
- 4-2 وصف طوابق المشروع .
- 5-2 الواجهات .
- 6-2 وصف الحركة و المداخل .
- 7-2 المداخل .

1-2 مقدمة :

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

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

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

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

2-2 لمحة عامة عن المشروع :

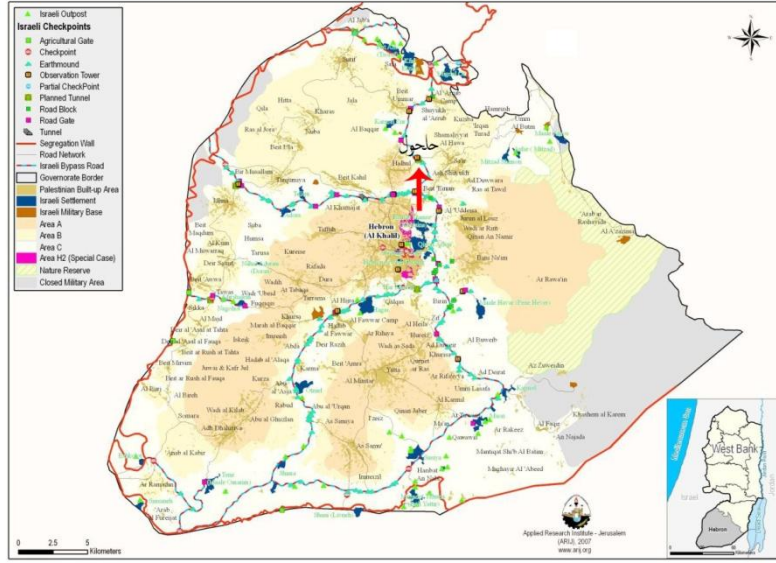
ان فكرة انشاء مبنى غرفة تجارية في مدينة حلحول تركز في اقامة مبنى متطور، يلبي احتياجات المواطنين، بالإضافة لاطهار الجانب الثقافي الفلسطيني. اضافه الى شكل معماري جميل ومتوافق مع فنون العمارة الحديثة، اما من الداخل فقد تم تصميم العديد من المكاتب والمسارح والقاعات والمرافق المتوافقة مع احتياجات الغرفة التجارية، اضافة الى ان المشروع يتناسب مع اهم توجهات الدولة في التنمية العقارية في فلسطين يلبي الاستخدامات المختلفة للمواطن الفلسطيني.

3-2 موقع المشروع :

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

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

الموقع المقترح للمشروع يقع في مدينة حلحول، جنوب الضفة الغربية كما هو مبين في الخارطة، ترتفع قطعة الأرض 1000م عن سطح البحر، وترتبط بطريق رئيسي هو شارع الخليل-حلحول.



الشكل (1-2) خارطة الموقع الجغرافي لمدينة حلحول.

1-3-2 أهمية الموقع :

الشروط العامة لاختيار الموقع :

إن عملية اختيار ارض لإقامة مبنى الغرفة التجارية لا تقم بشكل أساسي لتوفر قطعه الأرض بل تقم على أسس ومعايير تساعد في وضع قرار سليم يوجه المشروع إلى ذلك المسلك الذي يضيف على خدمات المشروع وأجزائه صبغه التكامل والتوافق مع النسيج الحضري العام . وفيما يلي عدة نقاط مهمة في عملية اختيار ارض للمبنى السكني التجاري :

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

2-3-2 حركة الشمس و الرياح :

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

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

3-3-2 الرطوبة:-

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

4-2 وصف طوابق المشروع :-

يتكون المشروع من قسمين

القسم الأول :

وهو مبنى الغرفة التجارية والمتكون من اربعة طوابق تبدأ من التسوية التي تم استخدامها كمواقف للسيارات ومن ثم بقية الطوابق .

1-4-2 طابق التسوية :-

(منسوب -2.80 م) بمساحة تقدر بـ 907 م².

تم استغلال طابق التسوية بشكل عام كمواقف للسيارات , غرفة كهرباء , الشكل (2-2) .

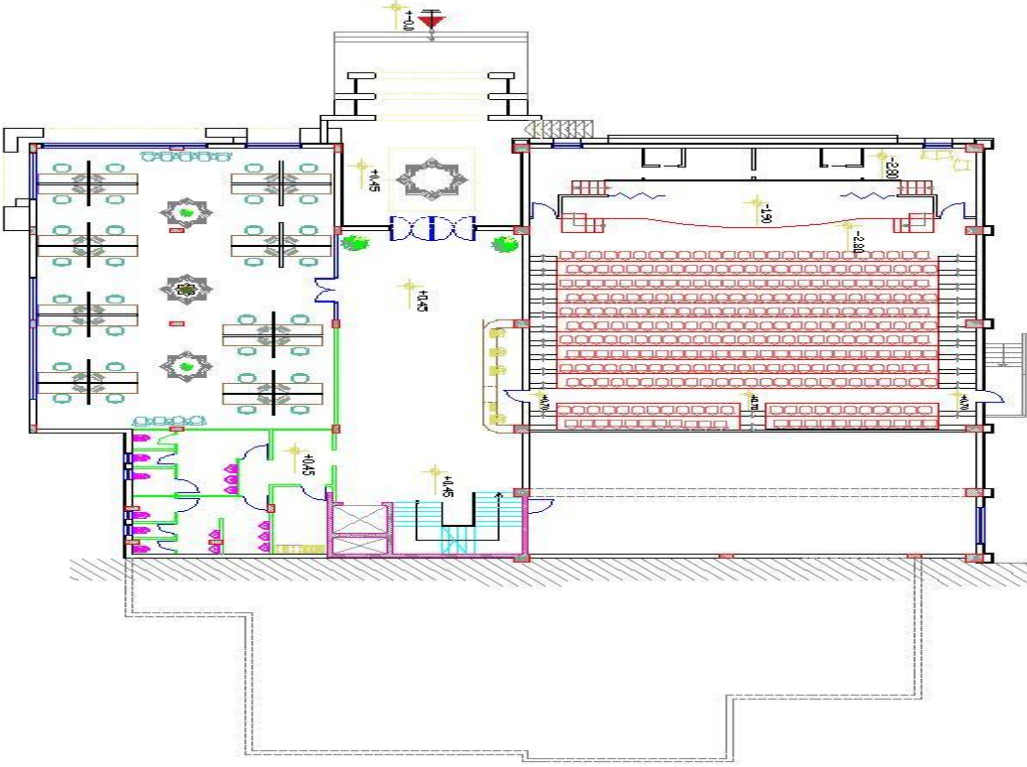


الشكل (2-2) : المسقط الافقي لطابق التسوية.

2-4-2 الطابق الأرضي:-

(منسوب 0.45 م) بمساحة تقدر ب 903 م².

يتكون الطابق الأرضي من بهو المدخل وقسم الاعمال المكتبية و حمامات ومطبخ ومخزن وارشيف, الشكل (2-3).



الشكل (2-3): المسقط الأفقي للطابق الأرضي.

3-4-2 الطابق الأول:-

(منسوب 4.20م) بمساحة تقدر 1176 م².

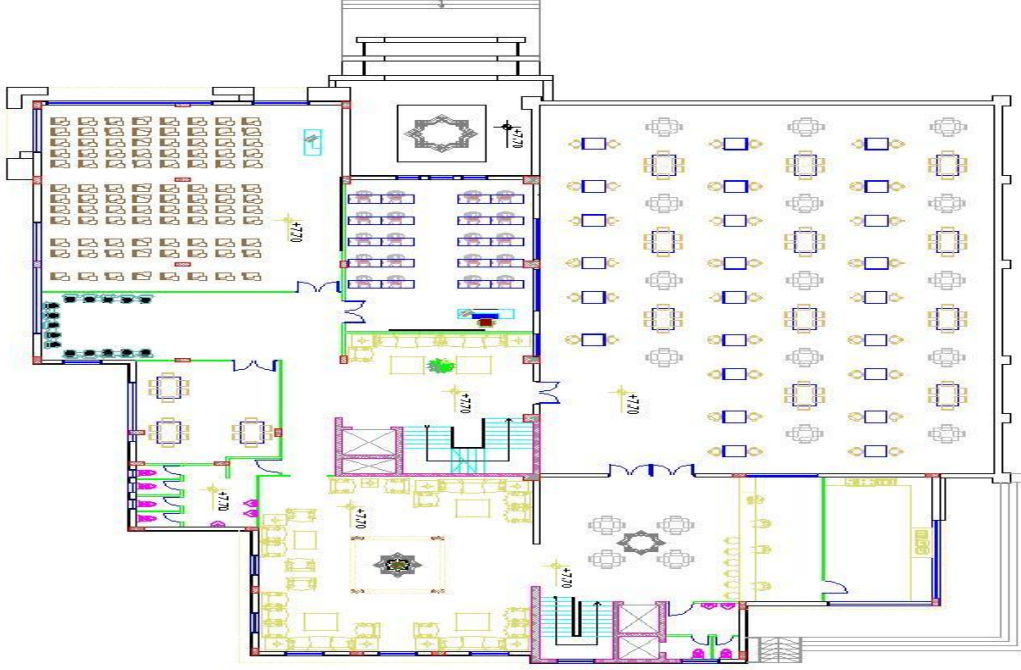
يتكون الطابق الأول من قسم الادارة وغرف خاصة بالاجتماعات وحمامات ومطبخ وصالة متعددة الاستخدامات ,
الشكل (4-2).



الشكل (4-2) : المسقط الأفقي للطابق الأول.

4-4-2 الطابق الثاني:-

(منسوب 7.70م) بمساحة تقدر 735 م².
قاعات تدريب وكمبيوتر ومطبخ وكنفتريا وصالة جلوس متعددة الاستخدامات , الشكل (4-2).



الشكل (2-5): المسقط الأفقي للطابق الثاني.

5-4-3 الطابق الثالث:-

(منسوب 11.2م) بمساحة تقدر 303م².
يتكون من غرفة للبوليلر وغرف نوم حمامات وصالة العاب , الشكل (4-2).

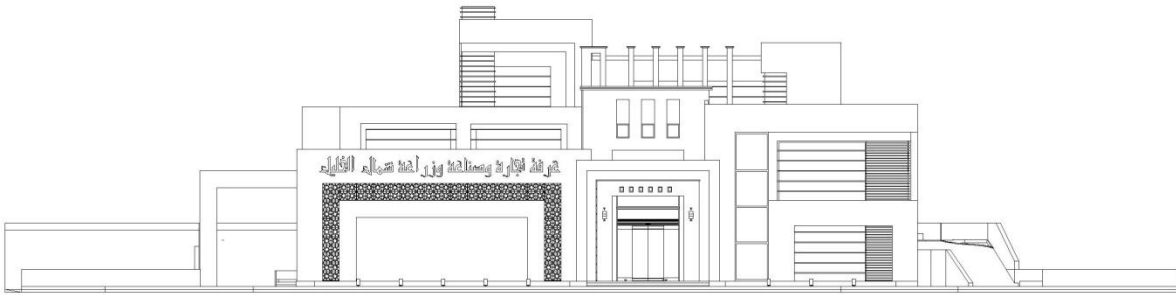


الشكل (2-6): المسقط الأفقي للطابق الثالث.

5-2 وصف الواجهات :

1-5-2 الواجهة الغربية :

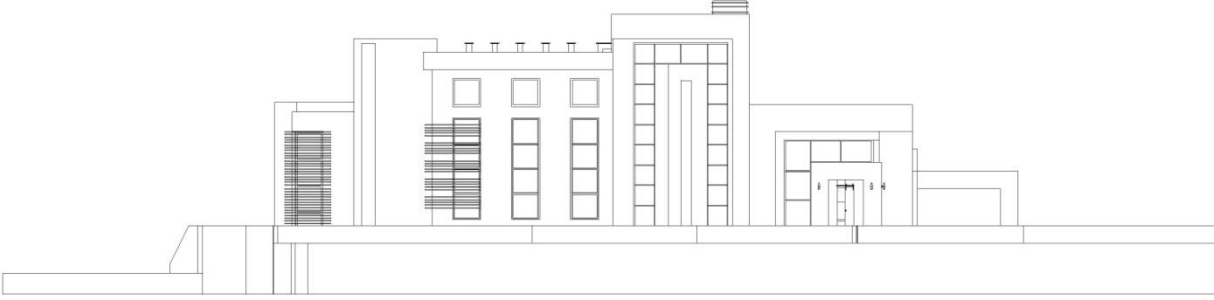
ويظهر فيها المدخل الرئيسي للمبنى , وجمالية توزيع الكتل المعمارية .



الشكل (2-7): الواجهة الغربية .

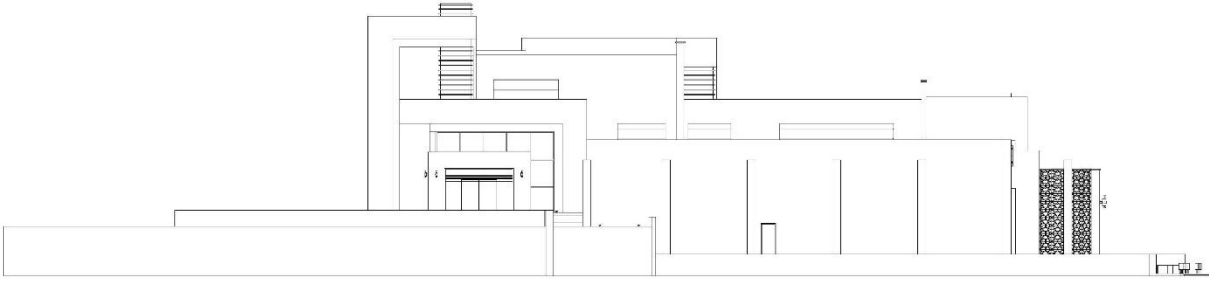
2-5-2 الواجهة الشرقية:

و يظهر فيها المدخل الخلفي كما تظهر الكتل المعمارية بشكل أوضح.



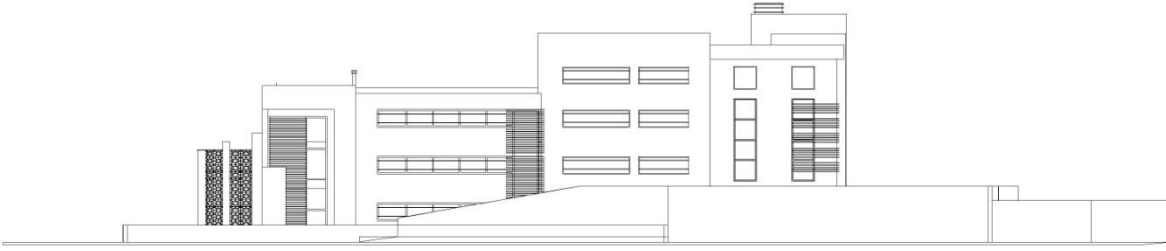
الشكل (2-8): الواجهة الشرقية.

3-5-2 الواجهة الجنوبية:



الشكل (9-2): الواجهة الجنوبية.

4-5-2 الواجهة الشمالية:



الشكل (10-2): الواجهة الشمالية.

6-2 نقاط ثلاثية الأبعاد :

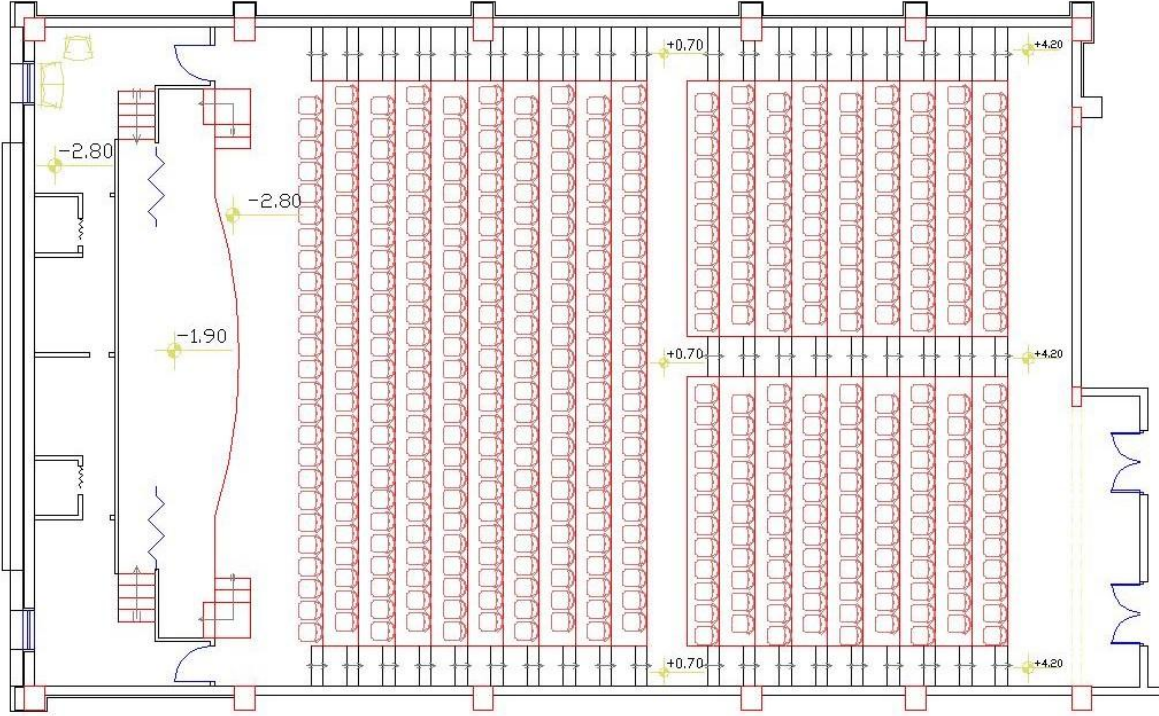


الشكل (11-2) : نقطة ثلاثية الأبعاد .

7-2 مبنى المسرح :-

القسم الثاني :

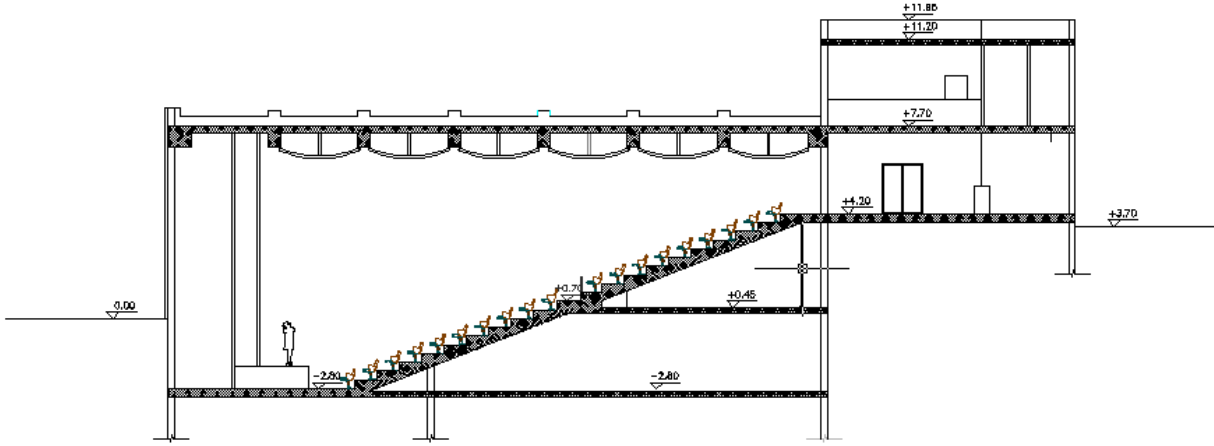
وهو المسرح والذي يعتبر جزء من المبنى من الناحية المعمارية ولكن يختلف من الناحية الانشائية لكونه يعتمد على نظام الاطارات الحاملة (Frames) نظرا لاحتوائه على فضاء واسع بالاضافة لارتفاع كبير ممتد من الطابق الارضي (التسوية) وحتى الطابق الاول مرورا بالارضي.



الشكل (12-2) : مخطط المسرح

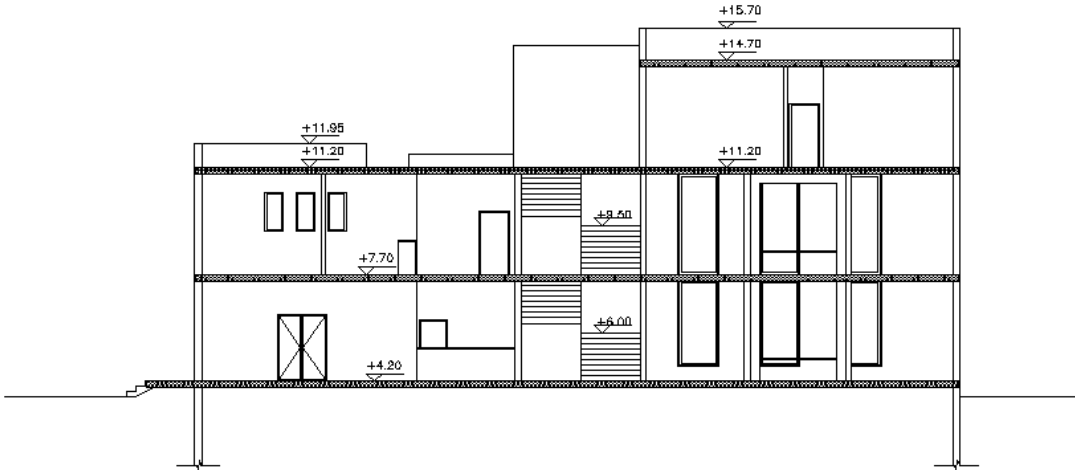
8-2 المقاطعات:-

***المقطع الاول:**



الشكل (13-2) : المقطع الاول.

***المقطع الثاني:**



الشكل (14-2) : المقطع الثاني.

2-9 وصف الحركة:-

تم تصميم المنشأة بحيث تتيح حرية و سهولة التنقل بين أجزاء المبنى و طوابقه من خلال المصعد الكهربائي و وجد Ramp في طابق التسوية لتسهيل عملية التنقل . و يوفر التصميم انتظام في توزيع الفراغات مما يوفر راحة في التنقل .

2-10 المداخل :-

يحتوي المشروع على مدخلين أساسيين:

1. المدخل الغربي : و هو المدخل الرئيسي.

2. المدخل الشرقي: و هو مدخل لمواقف السيارات .

3

الفصل الثالث
الوصف الإنشائي

- 1-3 مقدمة .
- 2-3 الهدف من التصميم الإنشائي .
- 3-3 مراحل التصميم الإنشائي .
- 4-3 الأحمال.
- 5-3 الاختبارات العملية .
- 6-3 العناصر الإنشائية المكونة للمبنى.
- 7_3 النظام الميكانيكي.
- 8-3 برامج الحاسوب.

3-1 مقدمة :-

بعد دراسة المشروع من الناحية المعمارية لا بد من الانتقال للجانب الإنشائي لدراسة العناصر الإنشائية ووصفها وصفا دقيقا، حيث يتم دراسة طبيعة الأحمال المسلطة على المبنى وكيفية التعامل معها للخروج بتصميم إنشائي يلبي جميع متطلبات الأمان وبراعي الجانب الاقتصادي للمشروع .

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

3-2 الهدف من التصميم الإنشائي:-

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

- 1- الأمان (Safety) : حيث يكون المبنى آمناً في جميع الأحوال ومقاوم للتغيرات الطبيعية المختلفة.
- 2- والتكلفة الاقتصادية (Economical): وهي تحقيق أكبر قدر من الأمان للمنشأ بأقل تكلفة اقتصادية.
- 3- ضمان كفاءة الاستخدام (Serviceability): تجنب أي خلل في المنشأ كوجود بعض التشققات وبعض أنواع الهبوط التي من شأنها أن تضايق مستخدمي المبنى.
- 4- الحفاظ على التصميم المعماري للمنشأ.

3-3 مراحل التصميم الإنشائي:-

يمكن تقسيم مراحل التصميم الإنشائي إلى مرحلتين رئيسيتين:

1. المرحلة الأولى :-

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

2. المرحلة الثانية:

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

4-3 الأحمال:-

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

1-4-3 الأحمال الميتة :-

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

الرقم المتسلسل	المادة المستخدمة	الكثافة المستخدمة (kN/m ³)
1	المونة والقصارة	22
2	الرمل	16
3	الخرسانة	25
4	الطوب	11
5	البلاط	23

جدول (1-3) الكثافة النوعية للمواد المستخدمة .

أحمال القواطع (Partition) = 2.3 kN/m²

2-4-3 الأحمال الحية:-

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

الرقم المتسلسل	طبيعة الاستخدام	الحمل الحي (kN/m ²)
1	المؤسسات الخدمائية	3
2	الأدراج	3
3	مباني التخزين	5
4	مواقف السيارات	5

جدول (2-3) الأحمال الحية للمبنى.

3-4-3 الأحمال البيئية:

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

1-3-4-3 أحمال الرياح :

أحمال الرياح تؤثر بقوة أفقية على المبنى، ولتحديد احمال الرياح تم الاعتماد على سرعة الرياح القصوى التي تتغير بتغير ارتفاع المنشأ عن سطح الأرض وموقعه من حيث احاطته بمباني مرتفعة أو وجود المنشأ نفسه في موقع مرتفع أو منخفض والعديد من المتغيرات الأخرى .

وسيتم اعتماد الكود الألماني (DIN 1055-5) للحصول على قيم قوى الرياح الأفقية ، وهذا يظهر جلياً في المعادلة التالية ، وباستخدام الجدول رقم (3-3) الموضح فيما يلي :-

Height Above the surface(m)	0 to 8	>8 to 20	>20 to 100	>100
Wind Speed (m/sec)	28.3	35.8	42	45.6
Wind velocity Pressure (KN/ m ²)	0.50	0.80	1.1	1.30

جدول (3 - 3) سرعة وضغط الرياح اعتماداً على الكود الألماني DIN 1055-5.

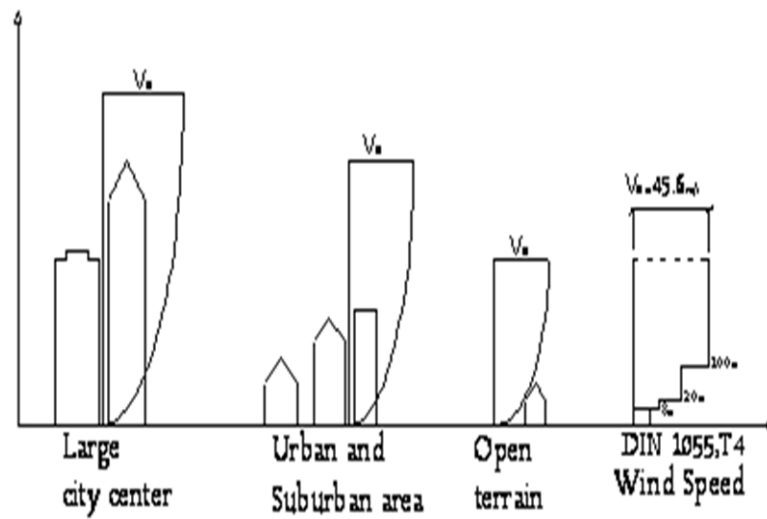
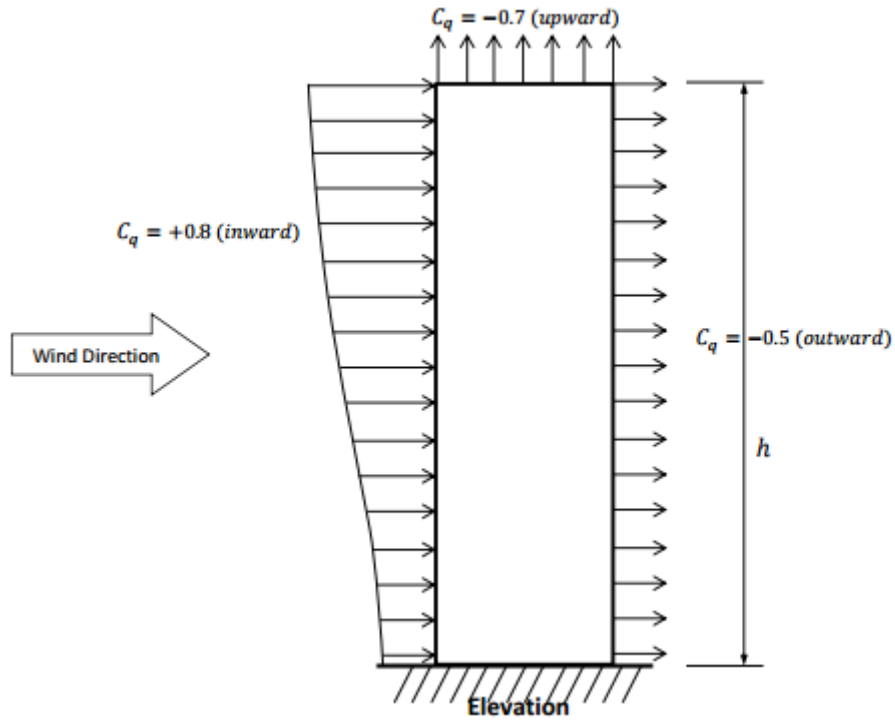
$$q = v^2 / 1600$$

حيث أن :

q : (wind velocity pressure) الضغط الديناميكي للرياح على ارتفاع محدد من منسوب سطح الأرض المحيطة (KN/ m²).

V : السرعة التصميمية للرياح (m/sec) .

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



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

3-4-3-2 أحمال الثلوج:

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

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

أحمال الثلوج (KN /M ²)	علو المنشأ عن سطح البحر (H) (بالمتر)
0	h < 250
(h-250) /1000	500 > h > 250
(h-400) / 400	1500 > h > 500
(h – 812.5)/ 250	2500 > h > 1500

جدول (3 – 4) احمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر .

استناداً إلى جدول أحمال الثلوج السابق وبعد تحديد ارتفاع المبنى عن سطح البحر، و الذي يساوي (1000 م) وتبعاً للبيد الثالث تم حساب أحمال الثلوج كالآتي:

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

$$s_L = \frac{1000 - 400}{400}$$

$$s_L = 1.5(\text{KN} / \text{m}^2)$$

3-4-3-3 أحمال الزلازل:

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

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

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

5-3 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 التربة عند البناء عليها , وأكثر ما يهتم به المهندس الإنشائي هو الحصول على قوة تحمل التربة (Bearing Capacity) اللازمة لتصميم أساسات المبنى.

6-3 العناصر الإنشائية المكونة للمبنى:

تتكون المباني عادةً من مجموعة عناصر إنشائية تتقاطع مع بعضها لتقاوم الأحمال الواقعة على البناء, وتشمل: العقدات, والجسور, والأعمدة, وجدران القص, والأدراج, والأساسات. و يحتوي المشروع العناصر التالية :

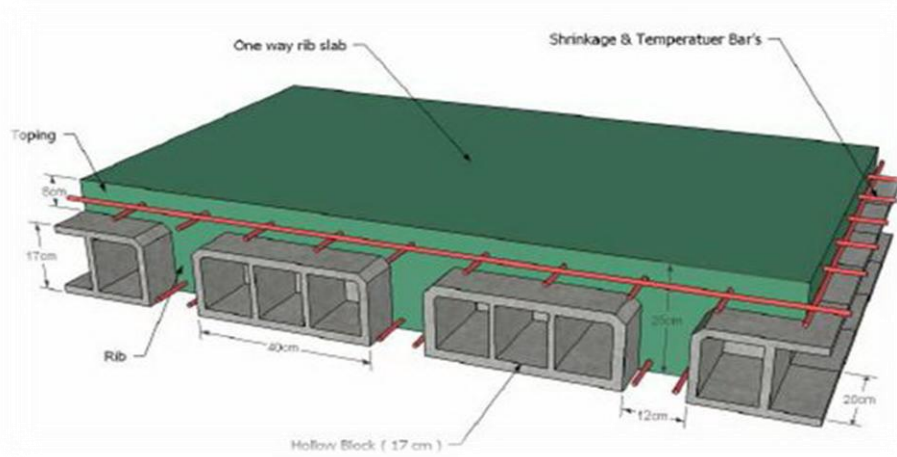
1-6-3 العقدات:

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

1. عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد (One way ribbed slab).
2. العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد (one way solid slab).

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

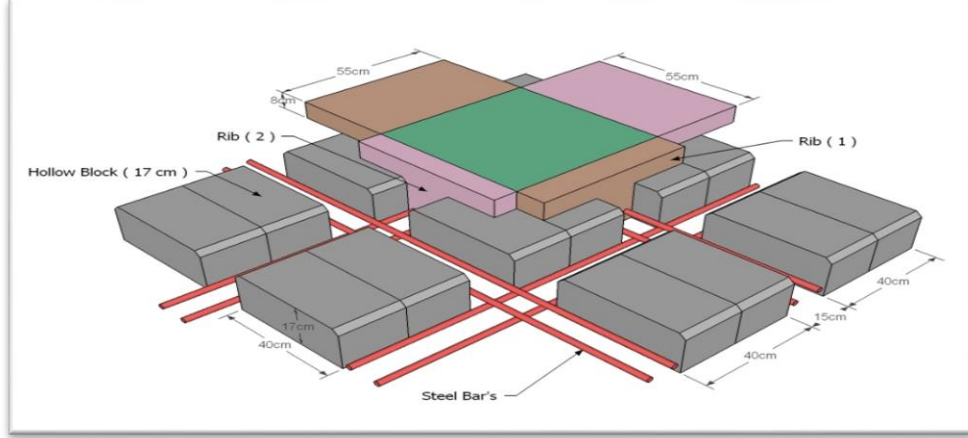
إحدى أشهر الطرق المستخدمة في تصميم العقدات في هذه البلاد وتتكون من صف من الطوب يليها العصب, ويكون التسليح باتجاه واحد كما هو مبين في الشكل (2-3)



الشكل (3 – 2) العقدات ذات العصب الواحد

2-1-6-3 عتدات العصب ذات الإتجاهين (Two way ribbed slab)

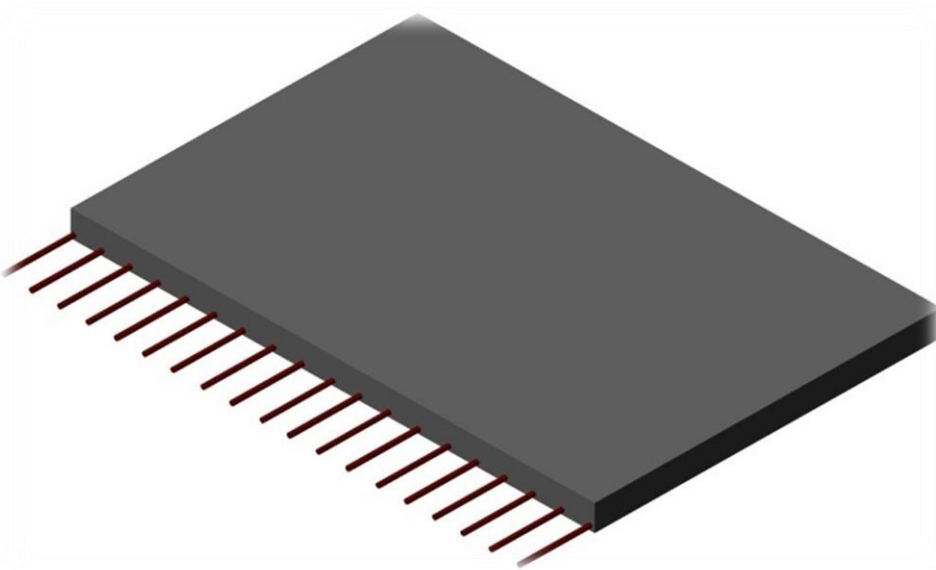
تشبه السابقة من حيث المكونات ولكن تختلف من حيث كون التسليح بإتجاهين، ويتم توزيع الحمل في جميع الإتجاهات ويراعى عند حساب وزنها طوبيتين و عصب في الإتجاهين، كما يظهر في الشكل (3-3).



الشكل (3-3) : عتدات العصب ذات الإتجاهين.

3-1-6-3 العتدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد (One way solid slab):

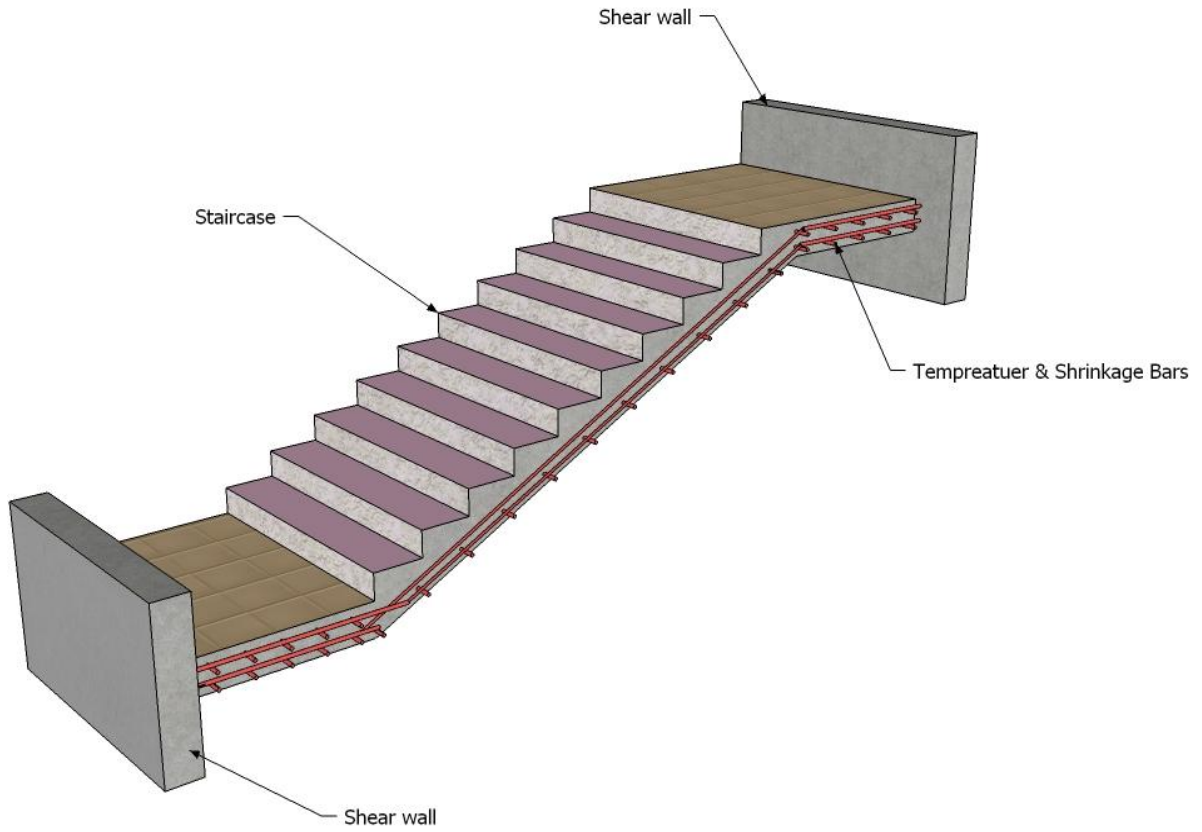
تستخدم في المناطق التي تتعرض كثيرا للأحمال الحية، كما في الشكل (4-3):-



الشكل (4 - 3) العتدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد .

2-6-3 الأدرج:

الأدرج عنصر معماري يوجد في المباني للانتقال بين مستويين في نفس الطابق أو بين عدد من طوابق المبنى، كما يظهر في الشكل (3-5).

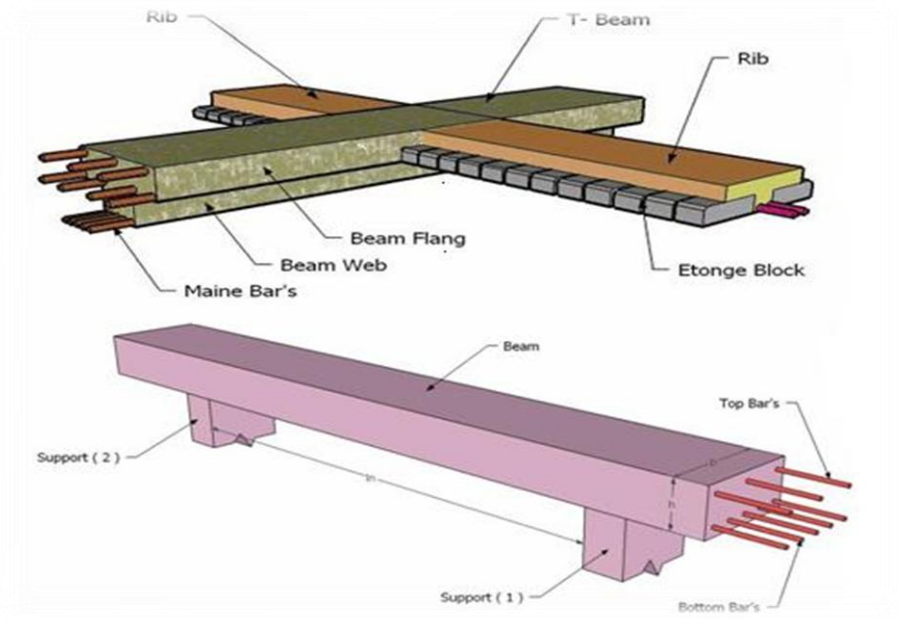


الشكل (3 - 5) :- الدرج

3-6-3 الجسور:-

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

- 1- جسور (Rectangular)
 - 2- وجسور (T-section) .
 - 3- جسور (L-section).
- ويكون التسليح بقضبان الحديد الأفقية لمقاومة العزم الواقع على الجسر, و بالكانات لمقاومة قوى القص, والشكل (3-6) يبين أنواع الجسور التي تم استخدامها في المشروع.



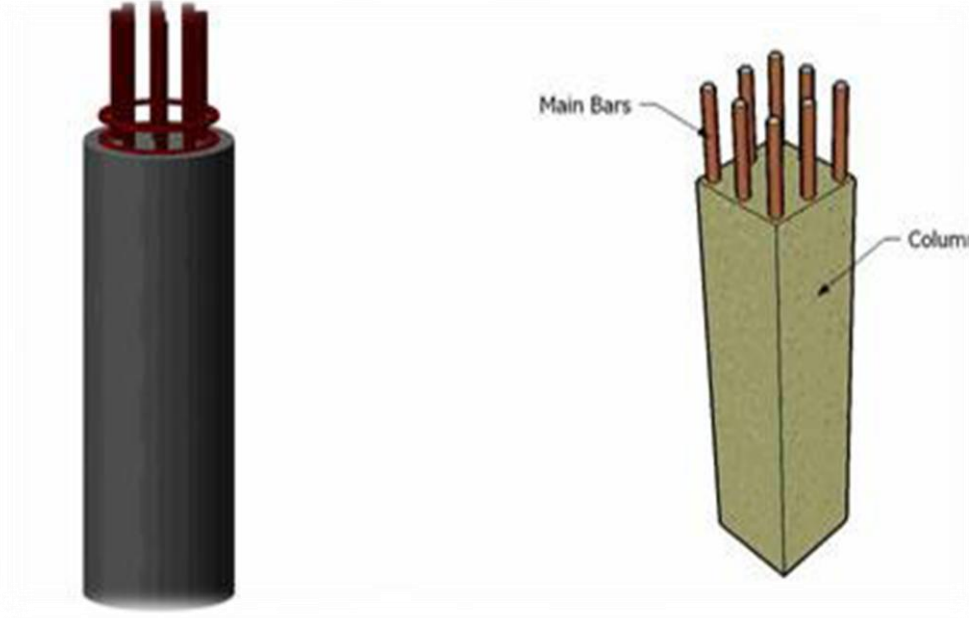
الشكل (3 - 6) : - أنواع الجسور المستخدمة في المشروع .

4-6-3 الأعمدة:

هي عنصر أساسي ورئيسي في المنشأ , حيث تنتقل الأحمال من العقدة إلى الجسور , وتنقلها الجسور بدورها إلى الأعمدة , ثم إلى أساسات المبنى، لذلك فهي عنصر وسطي وأساسي. فيجب تصميمها بحرص لتكون قادرة على نقل وتوزيع الأحمال الواقعة عليها، والأعمدة نوعين من حيث التعامل معها في التصميم الإنشائي:

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

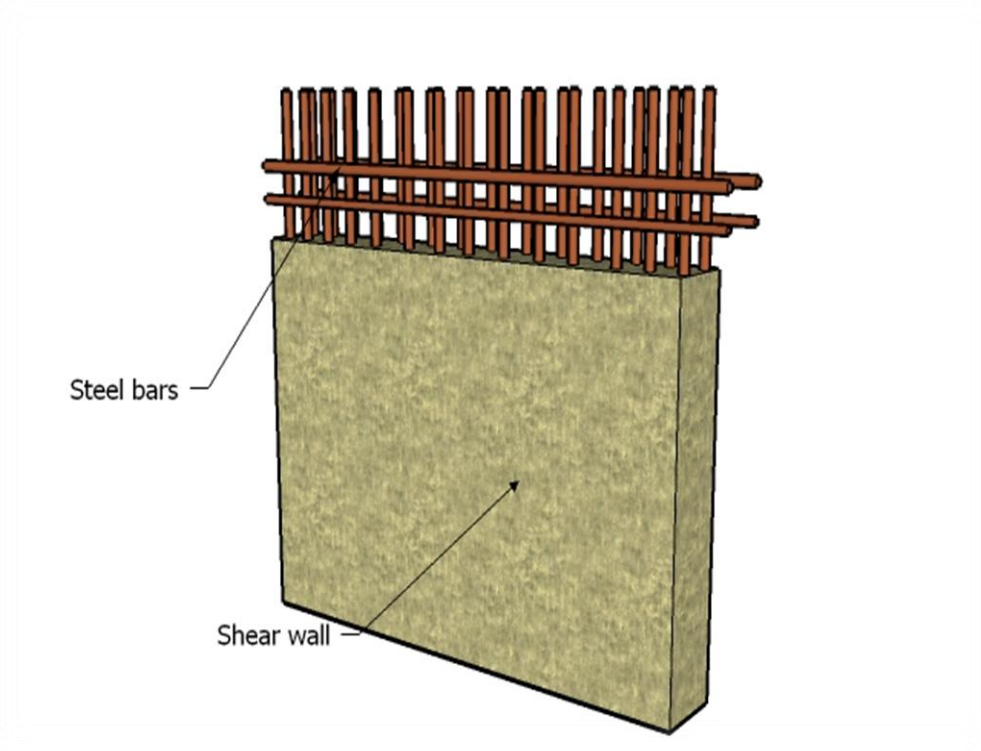
أما من حيث الشكل المعماري أو المقطع الهندسي فهي تقسم إلى ثلاثة أنواع: هي المستطيلة والدائرية والمربعة كما في الشكل (7-3).



الشكل (7 - 3) : - أنواع الأعمدة .

5-6-3 جدران القص:

هي الجدران التي تحيط ببيت الدرج، وجدران المصاعد، وأحياناً في بعض المناطق في المبنى حسب ما تقتضي الحاجة، ووظيفة جدران القص مقاومة قوى القص الأفقية التي قد يتعرض لها المنشأ نتيجة لأحمال الزلازل والرياح إضافة إلى كونها جدران حاملة، ويراعى توفرها في اتجاهين متعامدين في المبنى لتوفير ثبات كامل للمبنى والشكل التالي يبين جدار قص مسلح الشكل (8-3).



الشكل (8-3) جدار قص .

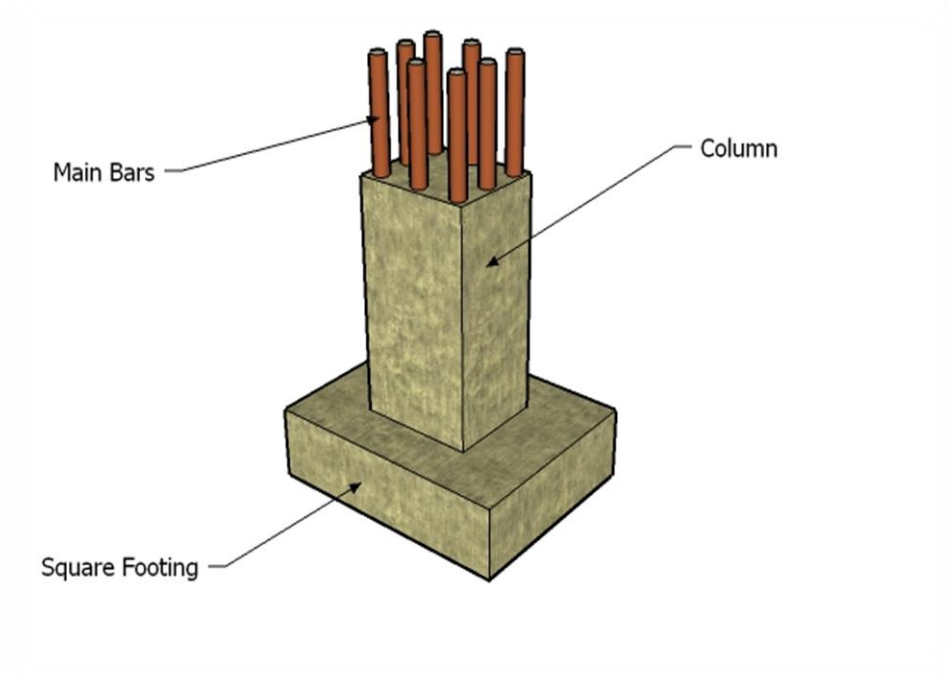
6-6-3 جدران التسوية:

بسبب الاختلاف في مناسيب قطعة أرض المشروع، كان لا بد من استخدام جدران استنادية لمنع التربة من الانهيار أو الانزلاق. وتنفذ الجدران الإستنادية من الخرسانة المسلحة.

7-6-3 الأساسات:

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

- 1- أساسات منفصلة (Isolated footing)
 - 2- أساسات مزدوجة (Compound footing)
 - 3- أساسات شريطية (Strip footing)
- وسوف يتم استخدام أساسات من أنواع مختلفة وذلك تبعاً لنوع التربة وقوة تحملها والأحمال الواقعة عليها.



الشكل (3-9) أساس مفرد .

7-3 النظام الميكانيكي للمبنى:

تم تزويد المبنى بفتحة تهوية (Duct) داخلية , لأهداف عديدة منها :

1. التهوية (Ventilation) .
2. نظام التكييف (HVAC) : ويتم من خلاله توزيع الهواء البارد والتدفئة لجميع أرجاء المبنى .
3. التمديدات الكهربائية والميكانيكية (MEP Sheft).
4. الصرف الصحي (Drainage) .

8-3 برامج الحاسوب التي تم استخدامها:

1. AutoCAD (2007+2015) for Drawings Structural and Architectural .
2. Microsoft Office (2010) For Text Edition .
3. Excel .
4. Atir 12 .
5. Etabs, Safe .
6. Google SketchUP 2015 .

Chapter 4
Structural Analysis And Design

4

- 4.1 Introduction.**
- 4.2 Design method and requirements.**
- 4.3 Comparison Between the thickness of one way Rib slab and one way Solid slab**
- 4.4 Design of topping.**
- 4.5 Design of One Way-ribbed Slab (R1).**
- 4.6 Design of Two Way-ribbed Slab (R13).**
- 4.7 Design of Solid Slab.**
- 4.8 Design of Beam(B5).**
- 4.9 Design of Column.**
- 4.10 Design of Stairs.**
- 4.11 Design of Shear Wall.**
- 4.12 Design of Basement Wall.**
- 4.13 Design of Footing.**

4.1 Introduction:

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

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

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

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

Structural concrete can be classified into:

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

4.2 Design method and requirements:

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

✓ **Strength design method:**

In ultimate strength design method, the service loads are increased by factors to obtain the load at which failure is considered to be occurring.

This load called factored load or factored service load. The structure or structural element is then proportioned such that the strength is reached when factored load is acting. The computation of this strength takes into account the nonlinear stress-strain behavior of concrete.

The strength design method is expressed by the following,

$$\text{Strength provided} \geq \text{strength required to carry factored loads.}$$

NOTE:

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

- ✓ **Code :** ACI 2008
UBC

Chapter 4

Structural Analysis And Design

✓ **Material :**

Concrete: B300.... $f_{cu} = 30 \text{ N/mm}^2 \text{ (MPa)}$ For circular section
but for rectangular section ($f_c' = 30 * 0.8 = 24 \text{ MPa}$).

Reinforcement steel : The specified yield strength of the reinforcement { $f_y = 420 \text{ N/mm}^2$ (MPa)}

✓ **Factored loads:**

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

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

4.3 Check of Minimum Thickness of Structural Member:

TABLE (4.1) — MINIMUM THICKNESS OF NONPRESTRESSED BEAMS OR ONE-WAY SLABS UNLESS DEFLECTIONS ARE CALCULATED. (ACI 318M-11)

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

FOR RIB :

$$h_{\min} \text{for (one end)} = L/18.5 = 6.58/18.5 = 35 \text{ cm}$$

$$h_{\min} \text{for (both end continuous)} = L/21 = 5.96/21 = 28.4 \text{ cm}$$

FOR BEAM :

$$h_{\min} \text{for (both end continuous)} = L/21 = 6.3/21 = 30 \text{ cm}$$

$$h_{\min} \text{for (Cantilever)} = L/8 = 2.1/8 = 27 \text{ cm}$$

$$h_{\min} \text{for (one end)} = L/18.5 = 6.1/18.5 = 33 \text{ cm}$$

Chapter 4

Structural Analysis And Design

FOR SOLID SLABS :

$$h_{\min} \text{for (one end continuous)} = L/24 = 4.2/24 = 17.5 \text{ cm}$$

$$h_{\min} \text{for (both end continuous)} = L/28 = 4.05/28 = 14.5 \text{ cm}$$

select $(27+8)=35 \text{ cm}$ for rib slab with hidden beam

select (20 cm) for solid slab with 20 cm drop beam.

4.4 Design of topping:

✓ Statically system for topping :

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

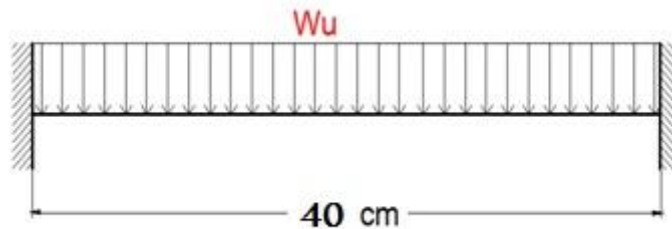


Fig 4.1: topping load.

✓ Load calculations:

Dead load calculations:

Dead load from:	$\delta \times \gamma \times 1$	KN/m
Tiles	$0.03 \times 23 \times 1$	0.69
Mortar	$.03 \times 23$	0.66
Coarse sand	$0.07 \times 16 \times 1$	1.19
Topping	$0.08 \times 25 \times 1$	2
Interior partitions	2.3	2.3
	Σ	6.84

Table (4.2) : Dead load calculation Topping

Live load :

$$L_L = 3 \text{ KN/m}^2$$

$$L_L = 3 \text{ KN/m}^2 \times 1 \text{ m} = 3 \text{ KN/m}$$

Chapter 4
Structural Analysis And Design

Factored load :

$$W_U = 1.2 \times 6.84 + 1.6 \times 3 = 13 \text{ KN/m.}$$

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

$$M_n = 0.42 \lambda \sqrt{f'_c} S_m \quad (\text{ACI 22.5.1, equation 22-2})$$

$$S_m = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{1000 \cdot 80^2}{6} = 1066666.67 \text{ mm}^2.$$

$$\phi M_n = 0.55 \times 1 \times \sqrt{24} \times 1066666.67 \times 10^{-6} = 1.21 \text{ KN.m}$$

$$M_u = \frac{W_u L^2}{12} = 0.173 \text{ KN.m} \quad (\text{negative moment}).$$

$$M_u = \frac{W_u L^2}{24} = 0.086 \text{ KN.m} \quad (\text{positive moment}).$$

$$\phi M_n \gg M_u = 0.173 \text{ KN.m}$$

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

$$\rho_{\text{shrinkage}} = 0.0018 \quad \text{ACI 7.12.2.1}$$

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

Step (s) is the smallest of:

1. $3h = 3 \times 80 = 240 \text{ mm.} \quad \text{control ACI 10.5.4}$

2. 450mm.

3. $S = 380 \left(\frac{280}{f_s} \right) - 2.5 C_c = 380 \left(\frac{280}{\frac{2}{3} \cdot 420} \right) - 2.5 \cdot 20 = 330 \text{ mm}$ but

$$S \leq 300 \left(\frac{280}{f_s} \right) = 300 \left(\frac{280}{\frac{2}{3} \cdot 420} \right) = 300 \text{ mm ACI 10.6.4}$$

Take $\phi 8 @ 200 \text{ mm}$ in both direction , $S = 200 \text{ mm} < S_{\max} = 240 \text{ mm} \dots \text{OK}$

4.5 Design of One-Way Ribbed Slab(R1) :

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

$bw \geq 10\text{cm}$ACI(8.13.2)

Select $bw=12\text{cm}$

$h \leq 3.5*bw$ ACI(8.13.2)

Select $h=32\text{cm} < 3.5*12=42\text{ cm}$

$tf \geq Ln/12 \geq 50\text{mm}$ ACI(8.13.6.1)

Select $tf=8\text{cm}$

✓ **Statically system and Dimensions.**

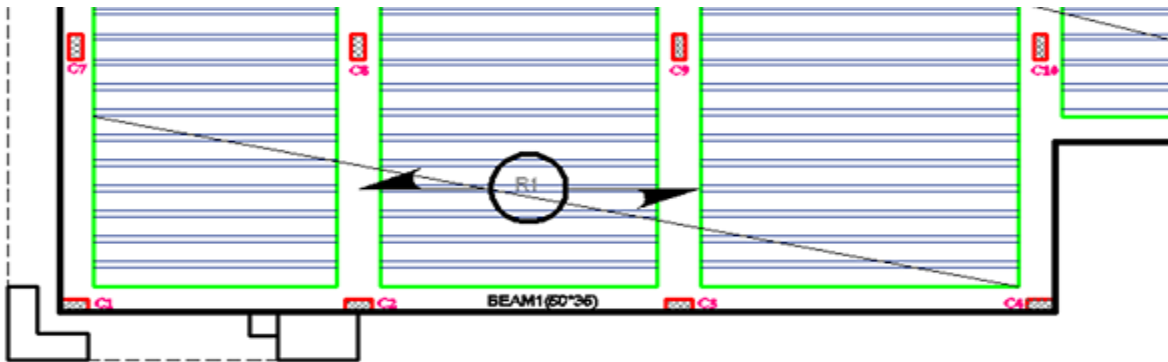


Fig 4.2: One Way Rib slab (R 1)

Chapter 4
Structural Analysis And Design

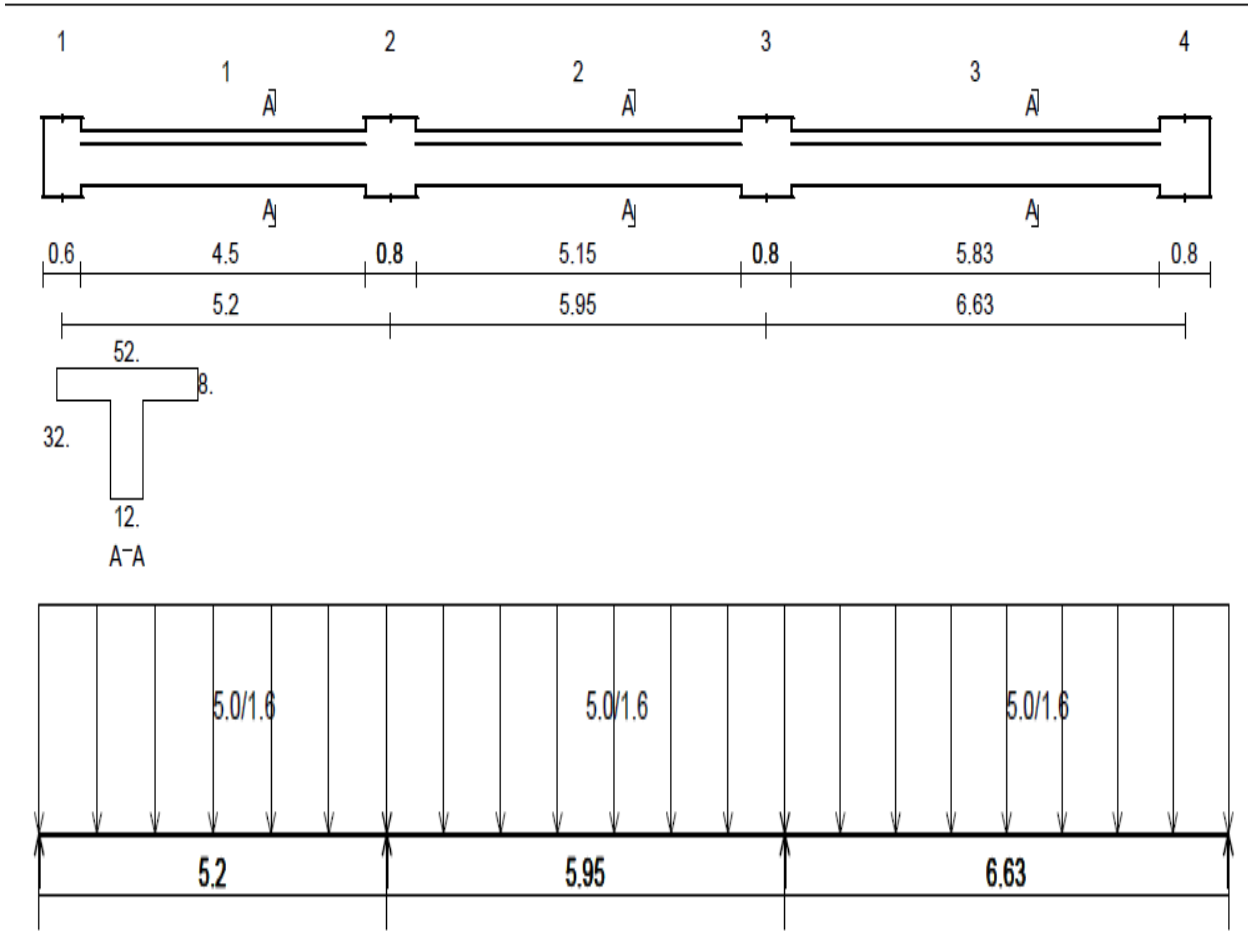
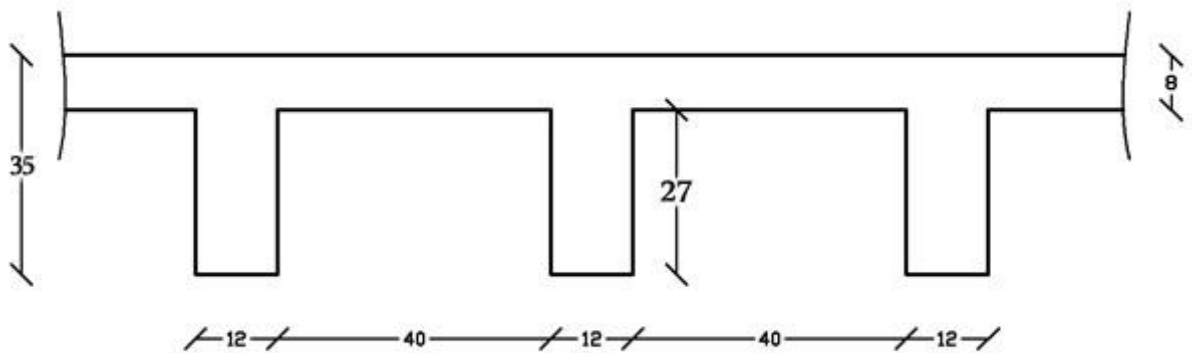


Fig 4.3: loads of rib and its statically system (R 1)



Chapter 4
Structural Analysis And Design

Load calculations :

*Dead load:

Material	$W = \delta \cdot \gamma \cdot b \text{ (KN/M)}$
Tiles	$0.03 * 23 * 0.52 = 0.359$
Mortar	$0.03 * 22 * 0.52 = 0.343$
Course sand	$0.07 * 17 * 0.52 = 0.619$
Topping	$0.08 * 25 * 0.52 = 1.04$
R.c rib	$0.20 * 25 * 0.12 = 0.72$
Hollow block	$0.24 * 10 * 0.4 = 0.96$
Plaster	$0.03 * 22 * 0.52 = 0.3432$
Interior partition	$2.3 * 0.52 = 0.119$
Total dead load	5.58 KN/m

Table (4.3): Dead load calculation Topping

Dead load /rib = 5.58KN/m

*Live load = 3KN/M²

Live load /rib = 3KN/m² × 0.52m = 1.56 KN/m.

*The effective flange (be) :

1) $be \leq \frac{L}{4} = \frac{3500}{4} = 875\text{mm}$

2) $be \leq bw + 16hf = 120 + 16 * 80 = 1400\text{mm}$

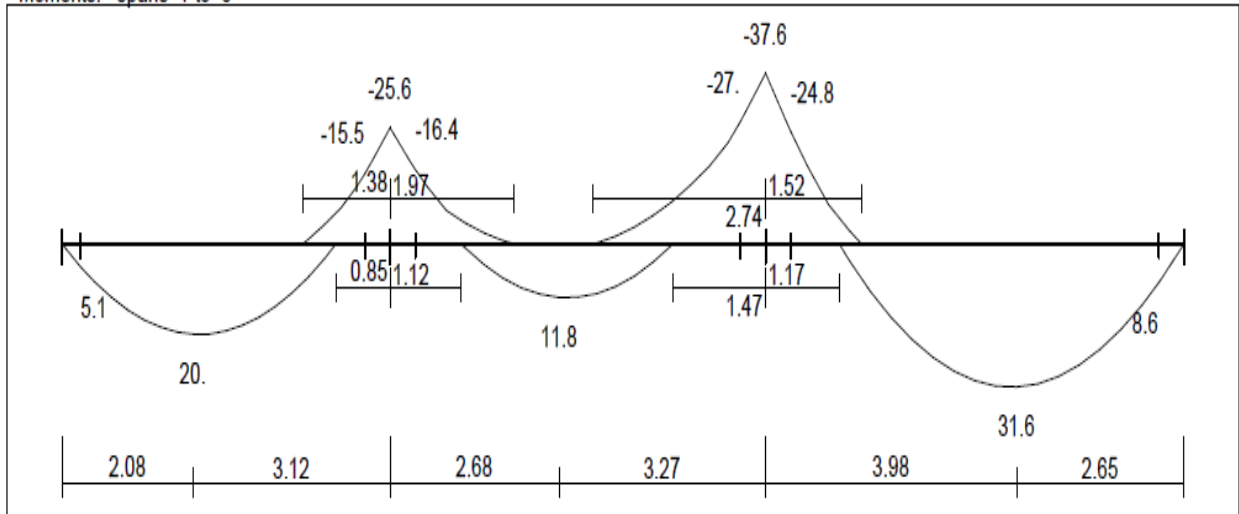
3) $be \leq \text{center to center spacing between adjacent beam} = \frac{400}{2} + \frac{400}{2} + 120 = 520\text{mm}$

Take be=520 mm

Chapter 4

Structural Analysis And Design

Moments: spans 1 to 3



Shear

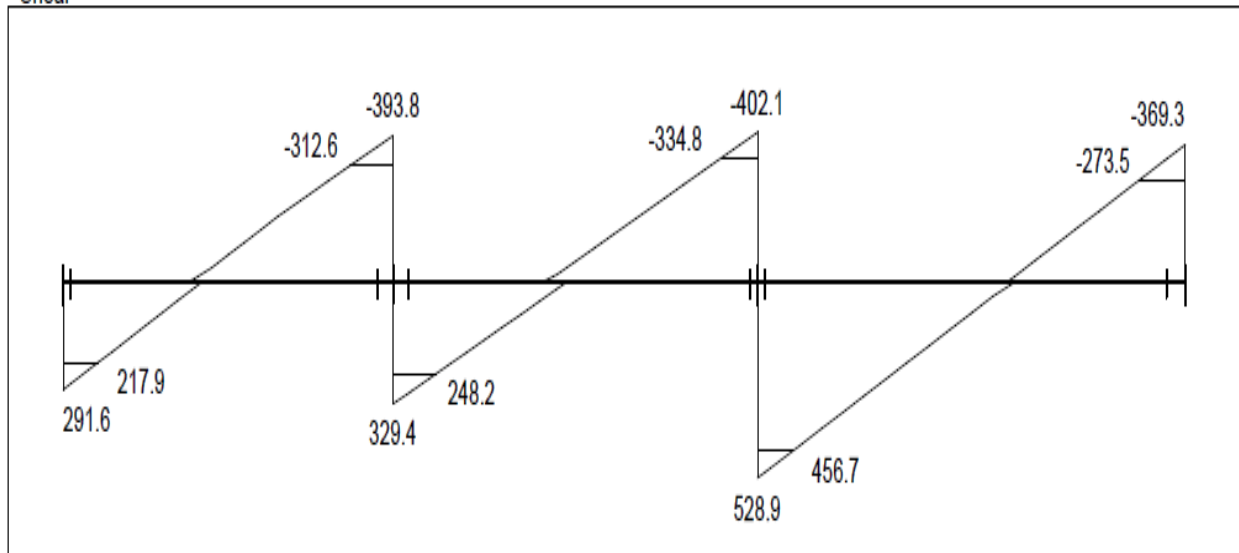


Fig 4.4: Shear & Moment Envelope Diagram (R 1)

***Design of positive momen:**

$$M_u = 20 \text{KN.m.}$$

Assume bar diameter ϕ 12 for main positive reinforcement.

$$d = h - \text{cover} - d_{\text{stirrups}} - \frac{d_b}{2} = 350 - 20 - 8 - \frac{12}{2} = 286 \text{ mm.}$$

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

$$M_{nf} = 0.85 \cdot f'_c \cdot b_e \cdot h_f \cdot \left(d - \frac{h_f}{2}\right)$$

$$= 0.85 \times 24 \times 520 \times 80 \times \left(286 - \frac{80}{2}\right) \times 10^{-6} = 208 \text{KN.m}$$

$M_{nf} \gg \frac{M_u}{\phi} = \frac{20}{0.9} = 22.22 \text{ KN.m}$, the section will be designed as **rectangular section** with $b_e = b = 520 \text{ mm}$.

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{20 \times 10^6}{0.9 \times 520 \times 286^2} = 0.522 \text{ Mpa.}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f'_c} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.522}{420}}\right) = 0.00126$$

$$A_{s,req} = \rho.b.d = 0.00126 \times 520 \times 286 = 187.2 \text{ mm}^2$$

*Check for $A_{s,min}$.

$A_{s,min}$ is the maximum of :-

$$A_{s,min} = 0.25 \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y} b_w \cdot d \geq \frac{1.4}{f_y} b_w \cdot d$$

$$1. A_{s,min} = 0.25 \frac{\sqrt{24}}{420} 120 \times 286 = 114.4 \text{ mm}^2$$

$$2. A_{s,min} = \frac{.25}{420} 120 \times 286 = 100 \text{ mm}^2 \text{ Control}$$

$$A_{s,required} = 187.2 \text{ mm}^2.$$

Use 2 $\phi 12$, $A_{s,provided} = 244 \text{ mm}^2 > A_{s,required} = 187.2 \text{ mm}^2$. **Ok**

$$S = \frac{120 - 40 - 20 - (2 \times 12)}{1} = 36 \text{ mm} > d_b = 10 > 25 \text{ mm} \quad OK$$

Check for strain:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{244 \times 420}{0.85 \times 520 \times 24} = 9.66 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{B_1} = \frac{9.66}{0.85} = 11.4 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c}\right) = 0.003 \left(\frac{286 - 11.4}{11.4}\right) = 0.07 > 0.005 \quad Ok$$

***Design of positive moment:**

$$M_u = 11.8 \text{ KN.m.}$$

Assume bar diameter ϕ 12 for main positive reinforcement.

$$d = h - \text{cover} - d_{\text{stirrups}} - \frac{d_b}{2} = 320 - 20 - 8 - \frac{12}{2} = 286 \text{ mm.}$$

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

$$\begin{aligned} M_{nf} &= 0.85 \cdot f'_c \cdot b_e \cdot h_f \cdot \left(d - \frac{h_f}{2}\right) \\ &= 0.85 \times 24 \times 520 \times 80 \times \left(286 - \frac{80}{2}\right) \times 10^{-6} = 208 \text{ KN.m} \end{aligned}$$

$$M_{nf} \gg \frac{M_u}{\phi} = \frac{11.8}{0.9} = 13.11 \text{ KN.m, the section will be designed as rectangular section with } b_e = b = 520 \text{ mm.}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{11.8 \times 10^6}{0.9 \times 520 \times 286^2} = 0.306 \text{ Mpa.}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f'_c} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.306}{420}}\right) = 0.000734$$

$$A_{s, \text{req}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.000734 \times 520 \times 286 = 109 \text{ mm}^2$$

*Check for $A_{s, \text{min}}$.

$A_{s, \text{min}}$ is the maximum of :-

$$A_{s, \text{min}} = 0.25 \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y} b_w \cdot d \geq \frac{1.4}{f_y} b_w \cdot d$$

$$3. A_{s, \text{min}} = 0.25 \frac{\sqrt{24}}{420} 120 \times 286 = 114.4 \text{ mm}^2$$

$$4. A_{s, \text{min}} = \frac{.25}{420} 120 \times 286 = 100 \text{ mm}^2 \text{ Control}$$

$$A_{s, \text{required}} = 109.1 \text{ mm}^2.$$

$$A_{s, \text{min}} = 114.4 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 109.1 \text{ mm}^2$$

$$\text{Use } 2 \phi 10, A_{s, \text{required}} = 156 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 114.4 \text{ mm}^2. \text{ Ok}$$

$$S = \frac{120 - 40 - 20 - (2 \times 10)}{1} = 40 \text{ mm} > d_b = 10 > 25 \text{ mm} \quad \text{OK}$$

*Check for strain:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{156 \times 420}{0.85 \times 520 \times 24} = 6.17 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{6.17}{0.85} = 7.26 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{286 - 7.26}{7.26} \right) = 0.115 > 0.005 \quad Ok$$

*Design of positive moment:

$$M_u = 31.6 \text{ KN.m.}$$

Assume bar diameter ϕ 16 for main positive reinforcement.

$$d = h - \text{cover} - d_{\text{stirrups}} - \frac{d_b}{2} = 350 - 20 - 8 - \frac{16}{2} = 284 \text{ mm.}$$

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

$$\begin{aligned} M_{nf} &= 0.85 \cdot f'_c \cdot b_e \cdot h_f \cdot \left(d - \frac{h_f}{2} \right) \\ &= 0.85 \times 24 \times 520 \times 80 \times \left(284 - \frac{80}{2} \right) \times 10^{-6} = 208 \text{ KN.m} \end{aligned}$$

$$M_{nf} \gg \frac{M_u}{\phi} = \frac{31.6}{0.9} = 35.1 \text{ KN.m, the section will be designed as rectangular section with } b_e = b = 520 \text{ mm.}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{31.6 \times 10^6}{0.9 \times 520 \times 286^2} = 0.837 \text{ Mpa.}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f'_c} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.837}{420}} \right) = 0.00203$$

$$A_{s, \text{req}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.00203 \times 520 \times 286 = 300.66 \text{ mm}^2$$

***Check for $A_{s,min}$.**

$A_{s,min}$ is the maximum of :-

$$A_{s,min} = 0.25 \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y} b_w \cdot d \geq \frac{1.4}{f_y} b_w \cdot d$$

$$5. A_{s,min} = 0.25 \frac{\sqrt{24}}{420} 120 \times 286 = 114 \text{ mm}^2$$

$$6. A_{s,min} = \frac{.25}{420} 120 \times 286 = 100 \text{ mm}^2 \text{ Control}$$

$$A_{s,required} = 125.6 \text{ mm}^2.$$

Use 2 ϕ 14, $A_{s,provided} = 307 \text{ mm}^2 > A_{s,required} = 300.66 \text{ mm}^2$. **Ok**

$$S = \frac{120 - 40 - 20 - (2 \times 14)}{1} = 32 \text{ mm} > d_b = 10 > 25 \text{ mm} \quad OK$$

***Check for strain:**

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{300.6 \times 420}{0.85 \times 520 \times 24} = 12.15 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{12.15}{0.85} = 7.313 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{314 - 7.313}{7.313} \right) = 0.056 > 0.005 \quad Ok$$

***Design of negative moment:**

$$M_u = -16.4 \text{ KN.m.}$$

Assume bar diameter ϕ 12 for main positive reinforcement.

$$d = h - \text{cover} - d_{\text{stirrups}} - \frac{d_b}{2} = 320 - 20 - 10 - \frac{12}{2} = 286 \text{ mm.}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{16.4 \times 10^6}{0.9 \times 120 \times 286^2} = 1.85 \text{ Mpa.}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f'_c} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 1.85}{420}} \right) = 0.0046$$

$$A_{s,req} = \rho \cdot b \cdot d = 0.0046 \times 120 \times 286 = 158.7 \text{ mm}^2$$

*Check for $A_{s,min}$.

$A_{s,min}$ is the maximum of :-

$$A_{s,min} = 0.25 \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y} b_w \cdot d \geq \frac{1.4}{f_y} b_w \cdot d$$

$$1. A_{s,min} = 0.25 \frac{\sqrt{24}}{420} 120 \times 286 = 100 \text{ mm}^2$$

$$2. A_{s,min} = \frac{1.4}{420} 120 \times 314 = 114.4 \text{ mm}^2 \text{ Control}$$

$$A_{s,required} = 125.6 \text{ mm}^2.$$

Use 2 $\phi 12$, $A_{s,provided} = 158.7 \text{ mm}^2 > A_{s,required} = 125.6 \text{ mm}^2$. **Ok**

$$S = \frac{120 - 40 - 20 - (2 \times 12)}{1} = 36 \text{ mm} > d_b = 10 > 25 \text{ mm} \quad OK$$

Check for strain:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{226 \times 420}{0.85 \times 120 \times 24} = 38.77 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{B_1} = \frac{26.94}{0.85} = 45.6 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{286 - 45.6}{45.6} \right) = 0.0267 > 0.005 \quad Ok$$

***Design of negative moment:**

$$M_u = -27 \text{ KN.m.}$$

Assume bar diameter $\phi 16$ for main positive reinforcement.

$$d = h - \text{cover} - d_{\text{stirrups}} - \frac{d_b}{2} = 320 - 20 - 10 - \frac{16}{2} = 284 \text{ mm.}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{27 \times 10^6}{0.9 \times 120 \times 284^2} = 3.11 \text{ Mpa.}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f'_c} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 3.11}{420}} \right) = 0.00807$$

$$A_{s,req} = \rho \cdot b \cdot d = 0.00807 \times 120 \times 284 = 274.3 \text{ mm}^2$$

*Check for $A_{s,min}$.

$A_{s,min}$ is the maximum of :-

$$A_{s,min} = 0.25 \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y} b_w \cdot d \geq \frac{1.4}{f_y} b_w \cdot d$$

$$3. A_{s,min} = 0.25 \frac{\sqrt{24}}{420} 120 \times 286 = 100 \text{ mm}^2$$

$$4. A_{s,min} = \frac{1.4}{420} 120 \times 314 = 114 \text{ mm}^2 \text{ Control}$$

$$A_{s,required} = 274.3 \text{ mm}^2.$$

Use 2 $\phi 12$, $A_{s,provided} = 274.3 \text{ mm}^2 > A_{s,required} = 125.6 \text{ mm}^2$ **Ok**

$$S = \frac{120 - 40 - 20 - (2 \times 12)}{1} = 36 \text{ mm} > d_b = 10 > 25 \text{ mm} \quad OK$$

Check for strain:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{226 \times 420}{0.85 \times 120 \times 24} = 38.77 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{26.94}{0.85} = 45.6 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{286 - 45.6}{45.6} \right) = 0.0267 > 0.005 \quad Ok$$

✓ **Shear Design for (R 1):**

V_u at distance d from support = **28 KN**

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

$$V_c = \frac{1.1}{6} \lambda \sqrt{f'_c} b_w d = \frac{1.1}{6} \sqrt{24} \times 120 \times 286 \times 10^{-3} = 30.8 \text{ KN}$$

$$\phi V_c = 0.75 \times 30.8 = 23.11 \text{ KN.}$$

$$0.5 \phi V_c = 0.5 \times 23.11 = 11.55 \text{ KN}$$

$$0.5 \phi V_c < V_u > \phi V_c \quad \dots\dots\dots NO$$

$$v_{s,min} = \frac{1}{16} \sqrt{f'_c} b_w d = \frac{1}{16} \sqrt{24} * 120 * 286 = 11.4$$

$$v_{s,min} = \frac{1}{3} b_w d = \frac{1}{3} 120 * 286 = 10.6 \text{ KN control}$$

$$\phi v_c < v_u \leq \phi (v_c + v_{s,min})$$

$$23.11 < 28 \leq 0.75(30.8 + 11.44)$$

$$23.11 < 28 \leq 31.65 \dots \dots \text{OK}$$

shear reinforcement are required .

Use 2 leg Φ 8 .

$$A_v = 1005 \text{ mm}^2 .$$

$$\frac{A_{vmin}}{s} = \frac{1}{16 * f_y} \sqrt{f_c'} b_w = \frac{1}{16 * 420} \sqrt{24} * 120 = .089$$

$$\frac{A_{vmin}}{s} = \frac{b_w}{3 * f_y} = \frac{120}{3 * 420} = .095$$

$$\frac{A_{vmin}}{s} = \frac{100.53}{s} = .095$$

$$S = 1085.21 \text{ mm}$$

$$s_{max} \leq \frac{d}{2} = \frac{286}{2} = 143 \text{ mm}$$

$$\text{or } s_{max} \leq 600 \text{ mm}$$

Use 2 leg Φ 8 @ 140 mm .

4.6 Design of Two Way-ribbed Slab (R13).

4.13.1 Check if the minimum thickness of the slab.

$$I_{b1} = bh^3 \ / \ 12 = 80 * (35)^3 \ / \ 12 = 285833.3 \text{ cm}^4$$

$$I_{b2} = bh^3 \ / \ 12 = 80 * (65)^3 \ / \ 12 = 1830833.3 \text{ cm}^4$$

$$I_{b3} = bh^3 \ / \ 12 = 80 * (60)^3 \ / \ 12 = 1440000 \text{ cm}^4$$

$$I_{b4} = bh^3 \ / \ 12 = 80 * (55)^3 \ / \ 12 = 1109166.67 \text{ cm}^4$$

$$Y_c = \frac{52 * 8 * 4 + 12 * 27 * 21.5}{52 * 8 + 27 * 12} = 11.66 \text{ cm}^4$$

$$I_{rib} = \frac{52 * 11.66^3}{3} - \frac{40 * 3.66^3}{3} + \frac{12 * 23.34^3}{3}$$

$$= 77682 \text{ cm}^4$$

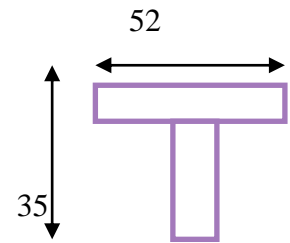


Fig (4-5): Section in Tow Way Rib

$$I_{s1} = \frac{77682 (690 * 0.5 + 80)}{52} = 634900.9 \text{ cm}^4$$

$$I_{s2} = \frac{77682 (790 * 0.5 + 80)}{52} = 709595.2 \text{ cm}^4$$

$$I_{s3} = \frac{77682 (690 + 80)}{52} = 1150291.2 \text{ cm}^4$$

$$\alpha_1 = \frac{I_b}{I_s} = 285833.3 \ / \ 634900.9 = 0.450$$

$$\alpha_2 = \frac{I_b}{I_s} = 1830833.3 \ / \ 1150291.2 = 1.60$$

$$\alpha_3 = \frac{I_b}{I_s} = 1440000 \ / \ 709595.2 = 2.03$$

$$\alpha_4 = \frac{I_b}{I_s} = 1109166.67 \ / \ 634900.9 = 1.75$$

$$a_{fm} = \sum \alpha f \ / \ 2 = (5.83) \ / \ 2 = 1.46 < 2$$

$$h = \frac{7900 (.8 + 420 \ / \ 1400)}{36 + 5 * 1.145 (1.46 - 0.2)} = 196.4 > 125$$

$$\beta = 7.9 \ / \ 6.9 = 1.46$$

Select h=35 cm > 19.64 OK.

4.13.2 Load calculation:

Chapter 4

Structural Analysis And Design

Table (4 – 4) Calculation of the total dead load for tow way rib slab.

Material	Quality Density KN\m ³	W = γ * V KN	
Tiles	23	23*0.03*0.52*0.52	0.187
Mortar	22	22*0.02*0.52*0.52	0.119
Sand	17	17*0.07*0.52*0.52	0.322
Topping	25	25*0.08*0.52*0.52	0.541
Rib	25	25*0.12*0.27*(0.52+0.4)	0.745
Concrete block	10	10*0.24*0.4*0.4	0.384
Plaster	22	22*0.24*0.52*0.52	0.119
Partition 2.3 KN\m ²		2.3*0.52*0.52	0.622
Total dead load , KN			3.04

Dead load of slab :

$$DL = 3.04 \times (.52 * .52) = 11.24 \text{ KN}\text{m}^2 .$$

$$WD = 1.2 * 11.24 = 13.49 \text{ KN}\text{m}^2 .$$

Live load of slab :

$$LL = 3.5 \text{ KN}\text{m}^2$$

$$WL = 1.6 * 3 = 4.8 \text{ KN}\text{m}^2$$

$$W = 13.49 + 4.8 = 18.29 \text{ KN}\text{m}^2 .$$

Moment calculation :

$$La \setminus Lb = 6.9 \setminus 7.9 = 0.873$$

Negative moments at continuous edge :

$$C_{aneg} = - 0.081$$

$$C_{a,dl} = 0.0405$$

$$C_{b,dl} = 0.019$$

$$W_a = 0.81$$

$$C_{a,ll} = 0.044$$

$$C_{b,ll} = 0.0235$$

$$W_b = 0.19$$

Positive moment :

$$M_{adpos} = (0.0405 * 13.49 * 6.9^2) + (0.044 * 4.8 * 6.9^2) = 36.06 \text{ KN.m} .$$

$$M_{bdpos} = (0.019 * 13.49 * 7.9^2) + (0.0235 * 4.8 * 7.9^2) = 23.04 \text{ KN.m} .$$

Negative moments :

$$Maneg = 0.081 * 13.49 * 6.9^2 = 52 \text{ KN.m} \setminus \text{m} .$$

✓ Design of slab :

negative moment :

$$d = 350 - 20 - 10 - 16/2 = 312 \text{ mm} .$$

$$Kn = \frac{Mn}{bd^2} = \frac{52 \cdot 10^6}{0.9 \cdot 120 \cdot 312^2} = 4.94 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{fy}{0.85 f'_c} = \frac{420}{0.85 \cdot 24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2Rnm}{fy}} \right) = 1 \setminus 20.6 \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 4.94 \cdot 20.6}{420}} \right) = 0.0137 .$$

$$As = \rho bd = 0.0137 \cdot 120 \cdot 312 = 512.7 \text{ mm}^2$$

Check for As, \min

$$0.25 \frac{\sqrt{f'_c}}{fy} b_w d \geq \frac{1.4}{fy} b_w d$$

$$As, \min = 0.25 \frac{\sqrt{24}}{420} 120 \cdot 312 = 109.2 \text{ mm}^2 .$$

$$= \frac{1.4}{420} 120 \cdot 312 = 124.8 \text{ mm}^2 .$$

Take $2\phi 16$.

Positive Moment :

$$d = 350 - 20 - 10 - 12/2 = 314 \text{ mm} .$$

$$As \text{ for } 2\phi 16 = (2 \cdot 3.14 \cdot 16^2) / 4 = 402 \text{ mm}^2$$

Check for As, \min

$$As \text{ min} = \frac{1.4}{fy} b_w d$$

$$As, \min = 0.25 \frac{\sqrt{24}}{420} 120 \cdot 314 = 109.9 \text{ mm}^2 .$$

$As > As_{\min}$

design as rectangular section

$$C = a/B_1$$

$$8.96/0.85 = 10.54 \text{ mm}$$

$$Mn = As \cdot fy \cdot (d - a/2)$$

$$= 402 \cdot 420 \cdot (314 - 10.54/2)$$

$$= 52.14$$

$$\phi Mn = 52.14 \cdot 0.9 = 46.9 \text{ kn.m} > Ma \text{ and } Mb$$

Take $2\phi 16$.

✓ Design of shear :

$W_a = 0.81$, in the short direction

The total load on the panel being $(13.49 \cdot 7.9 \cdot 6.9) = 735.34 \text{ KN}$.

The load per rib at face of the long beam is $(0.81 \cdot 735.34 \cdot 0.52 \setminus (2 \cdot 7.9)) = 19.6 \text{ KN}$.

$$V_u = 19.6 - 0.314 \cdot 0.52 \cdot 13.49 = 17.4 \text{ KN} .$$

$$\phi V_c = 0.750 \cdot 1.1 \times \frac{\sqrt{f'_c}}{6} \times b \times d = 0.75 \cdot 1.1 \times \frac{\sqrt{24}}{6} \times 120 \times 314 \times 10^{-3} = 124.34 \text{ KN} \text{ (.No Shear Req.)} .$$

4.7 Design of One Way Solid Slab.

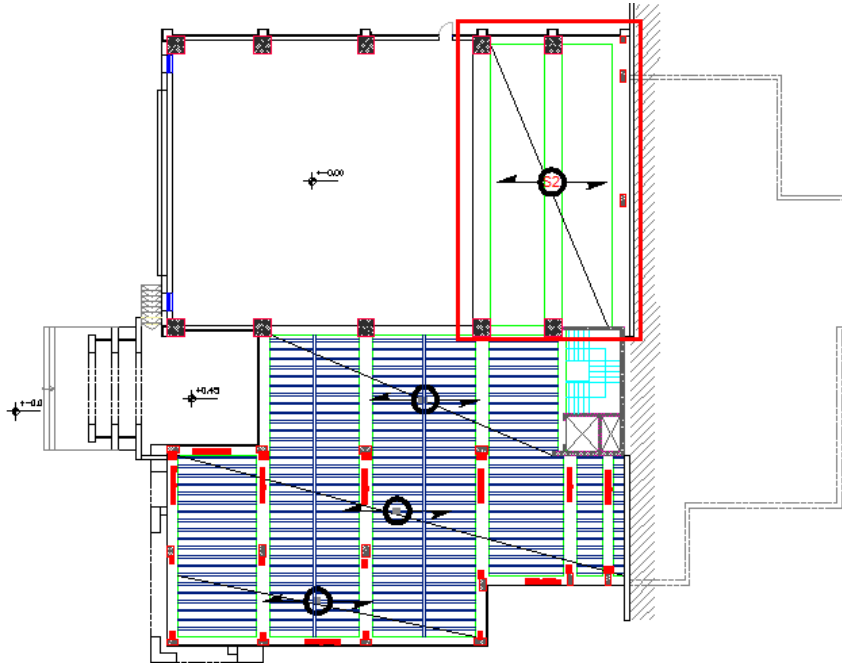


Fig 4.6 : One Way Solid Slab(S 2).

Material:-

concrete B300 $F_c' = 24 \text{ N/mm}^2$

Reinforcement Steel $F_y = 420 \text{ N/mm}^2$

Slab Thickness Calculation:-

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

Min h (deflection requirement) :-

-For One end continous:-

$$\frac{L}{24} = \frac{3.98}{24} = 0.18m$$

For One way solid slab, will use thickness of slab 30 cm.

Chapter 4

Structural Analysis And Design

Load Calculation:-

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

-Load Calculation For the Horizontal Slab:- (For one Meter Strip)

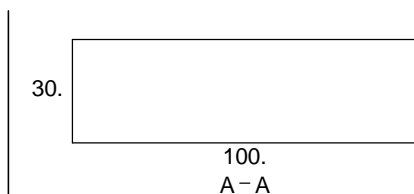
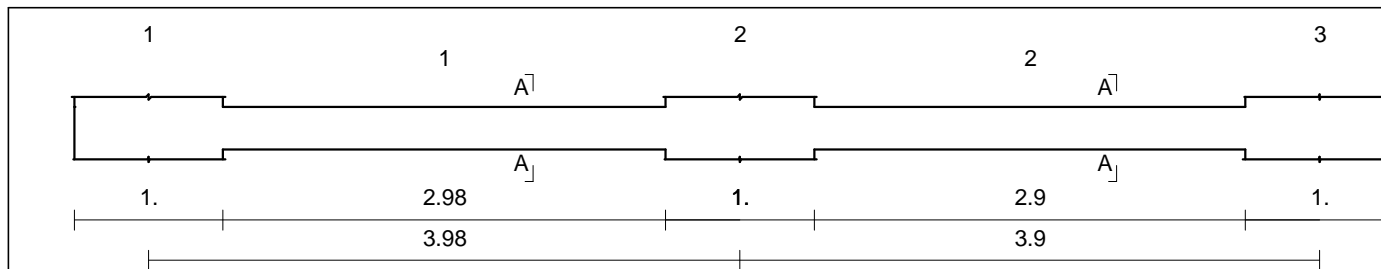
#	material	calculation
1	Tiles	$0.03 \times 23 = 0.69$
2	mortar	$0.03 \times 22 = 0.66$
3	Coarse sand	$.07 \times 17 = 1.19$
4	RC concrete	$0.3 \times 25 = 7.5$
5	Plaster	$0.02 \times 22 = 0.44$
	Sum	10.2

Table (4.4): Dead Load Calculation of Horizontal Solid Slab.

Live load = 5 Kn/m

LL = 5 KN\m

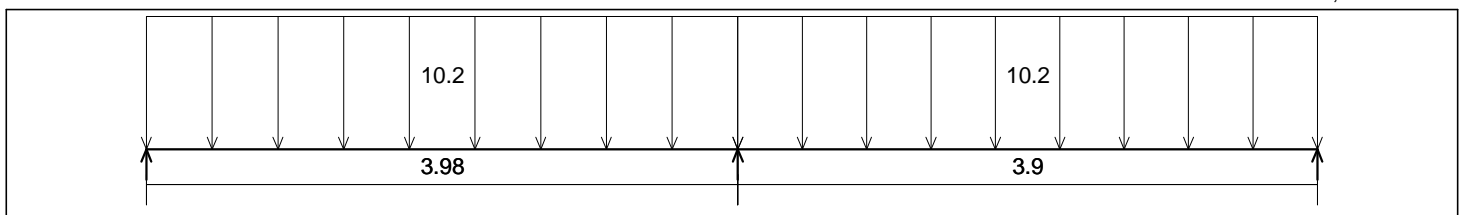
Geometry Units:meter,cm



Loading

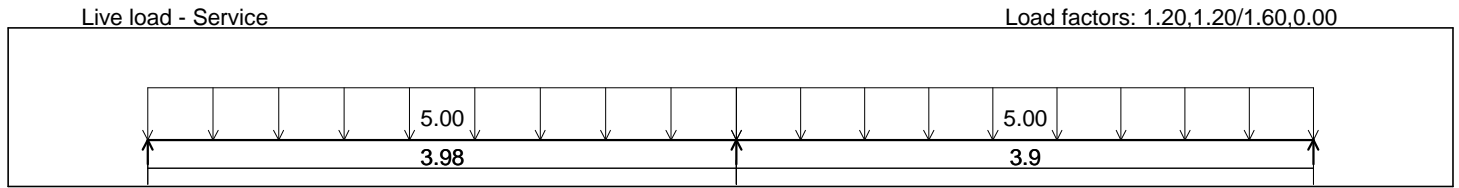
load group no. 1
Dead load - Service

Units:kN,meter



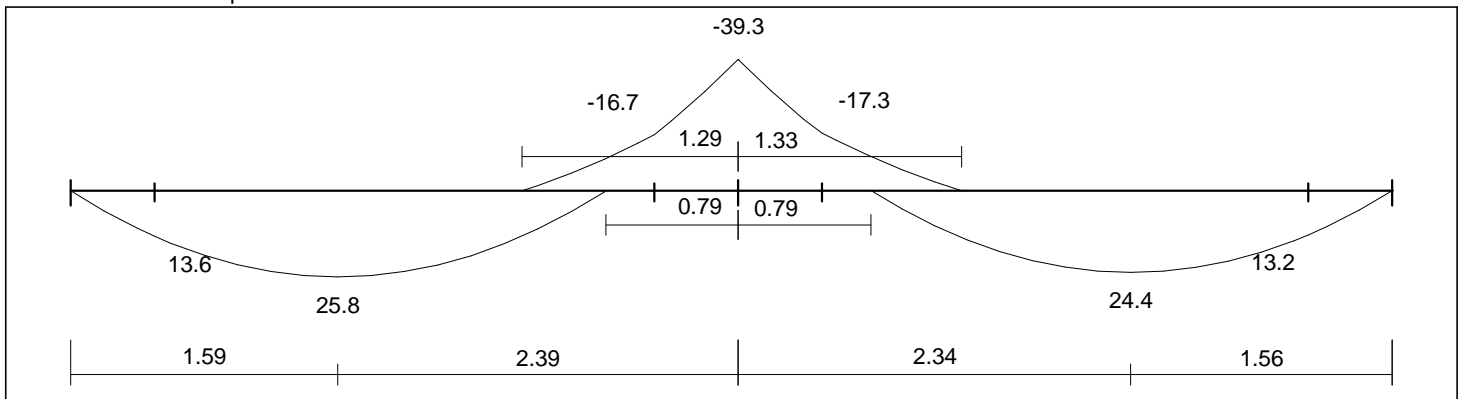
Chapter 4

Structural Analysis And Design



Moment/Shear Envelope (Factored) Units:kN, meter

Moments: spans 1 to 2



Shear

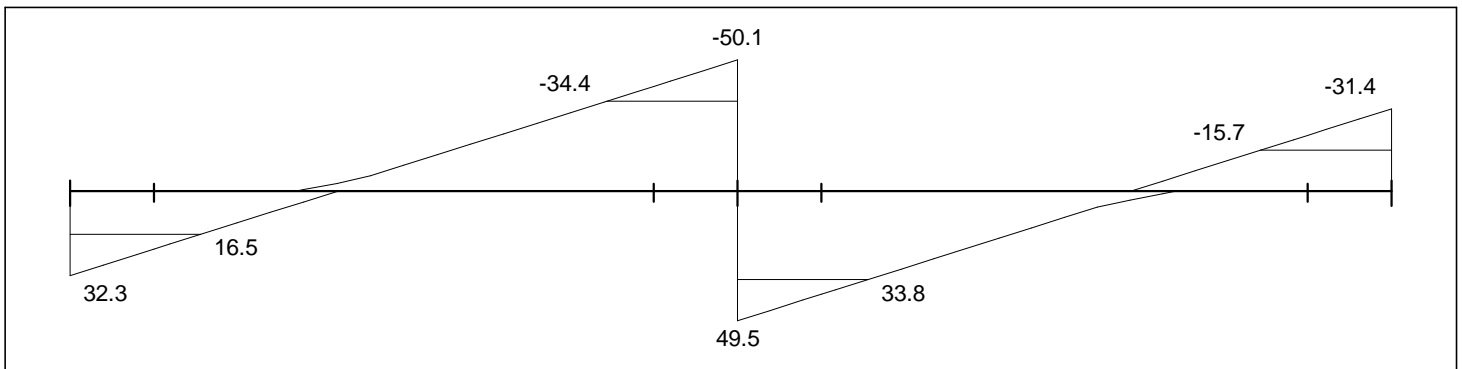


Fig 4.7: Shear and Moment Envelope Diagram of Solid Slab (S 2).

Shear Design for (S 2):-

Assume bar diameter $\Phi 14$ for main reinforcement

$$D=300-20-14/2=273\text{mm}$$

$V_u \text{ max} = 34.4 \text{ KN}$

$$V_c \phi = \frac{1}{6} * .75 * \sqrt{f_c'} b d = \frac{1}{6} \sqrt{24} * 300 * 273 = 167.17 > V_u \text{ max} = 34.4 \text{ KN}$$

No shear reinforcement is required

Moment Design for (S 2):-

Spacing Between Bars Is the Smallest of:-

$$\leq 380 \left(\frac{280}{f_s} \right) - 2.5 * C$$

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

$$\leq 300 \left(\frac{280}{f_s} \right) = 300 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3} f_y} \right) = 300 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3} * 420} \right) = 300 \text{ mm (control).....}$$

$$\leq 3 * h = 3 * 200 = 600 \text{ m}$$

$$\leq 450 \text{ mm}$$

Design of Positive Moment for (S 2):-($M_u=25.8 \text{ KN.m}$)

Assume bar diameter $\Phi 14$ for main reinforcement

$$m = \frac{f_y}{0.85 * f_c'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.59$$

$$R_n = \frac{M_u / \phi}{b * d^2}$$

$$R_n = \frac{25.8 * 10^6 / 0.9}{1000 * (273)^2} = 0.39 \text{ N/mm}^2 \text{ (Mpa)}$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.59} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.59)(.39)}{420}} \right) = 0.000937$$

$$A_s = \rho * b * d = 0.000937 * 100 * 273 = 2.55 \text{ cm}^2$$

Check for $A_s \text{ min}$:-

$$A_s \text{ min} = \rho_{\text{min}} * b * h = 0.0018 * 100 * 30 = 5.4 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{req}} = 2.55 \text{ cm}^2 < A_{s_{min}} = 5.4 \text{ cm}^2 \quad \text{OK}$$

Use ϕ 12/20cm, $A_{s,provided} = 5.65 \text{ cm}^2 > A_{s,required} = 5.4 \text{ cm}^2$ Ok

Check for strain:-

Tension = Compression

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

$$565 * 420 = 0.85 * 24 * 1000 * a$$

$$a = 11.6 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{11.6}{0.85} = 13.64 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = \frac{273 - 13.64}{13.64} * 0.003$$

$$\epsilon_s = 0.057 > 0.005 \longrightarrow \text{ok}$$

Design of Negative Moment for (S 2):- (Mu=-17.2 KN.m)

$$m = \frac{f_y}{0.85 * f_c'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.59$$

$$R_n = \frac{Mu / \phi}{b * d^2}$$

$$R_n = \frac{17.2 * 10^6 / 0.9}{1000 * (273)^2} = 0.26 \text{ N/mm}^2 \text{ (Mpa)}$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.59} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.59)(0.26)}{420}} \right) = .000623$$

$$A_{s\rho} = \rho * b * d = 0.000623 * 100 * 273 = 1.7 \text{ cm}^2$$

Check for As min:-

$$A_{s \text{ min}} = \rho_{\text{min}} * b * h = 0.0018 * 100 * 300 = 5.4 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{req}} = 1.7 \text{ cm}^2 < A_{s_{min}} = 5.4 \text{ cm}^2 \quad \text{OK}$$

Use ϕ 12/20cm, $A_{s,provided} = 5.65 \text{ cm}^2 > A_{s,required} = 5.4 \text{ cm}^2$ Ok

Check for strain:-

Tension = Compression

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

$$565 * 420 = 0.85 * 24 * 1000 * a$$

$$a = 11.6mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{11.6}{0.85} = 13.7mm$$

$$\varepsilon_s = \frac{173 - 13.7}{13.7} * 0.003$$

$$\varepsilon_s = 0.03 > 0.005 \longrightarrow ok$$

4.8 Design of Beam(B5) :

✓ Load calculations:

Load calculations for B5:

The distributed Dead and Live loads acting upon B5 can be defined from the support reactions of the R1 , R2 and R3 .

1. From Rib1

The maximum support reaction (factored) from Dead Loads for R1 upon B5 is 50.4 KN .

The distributed Dead Load from the R1 on B5:

$$DL = 50.4 / 0.52 = 96.92 \text{ KN/m}$$

Live Load calculations: The maximum support reaction (factored) from Live Loads for R1 upon B5 is 19.2 KN .

The distributed Live Load from the Rib 1 on B5:

$$LL = 19.2 / 0.52 = 36.92 \text{ KN/m}$$

2. From Rib 2 :

The maximum support reaction (factored) from Dead Loads for R2 upon B5 is 44.4 KN .

The distributed Dead Load from the R2 on B5:

$$DL = 44.4 / 0.52 = 85.4 \text{ KN/m}$$

Live Load calculations: The maximum support reaction (factored) from Live Loads for R2 upon B5 is 17.84KN .

The distributed Live Load from the R2 on B5:

$$LL = 17.84 / 0.52 = 43.4 \text{ KN/m}$$

3. From Rib 3 :

The maximum support reaction (factored) from Dead Loads for R3 upon B5 is 44.4 KN .

The distributed Dead Load from the R3 on B5:

$$DL = 44.4 / 0.52 = 85.4 \text{ KN/m}$$

Live Load calculations: The maximum support reaction (factored) from Live Loads for R2 upon B5 is 17.84KN .

The distributed Live Load from the R2 on B5:

$$LL = 17.84 / 0.52 = 43.4 \text{ KN/m}$$

Chapter 4

Structural Analysis And Design

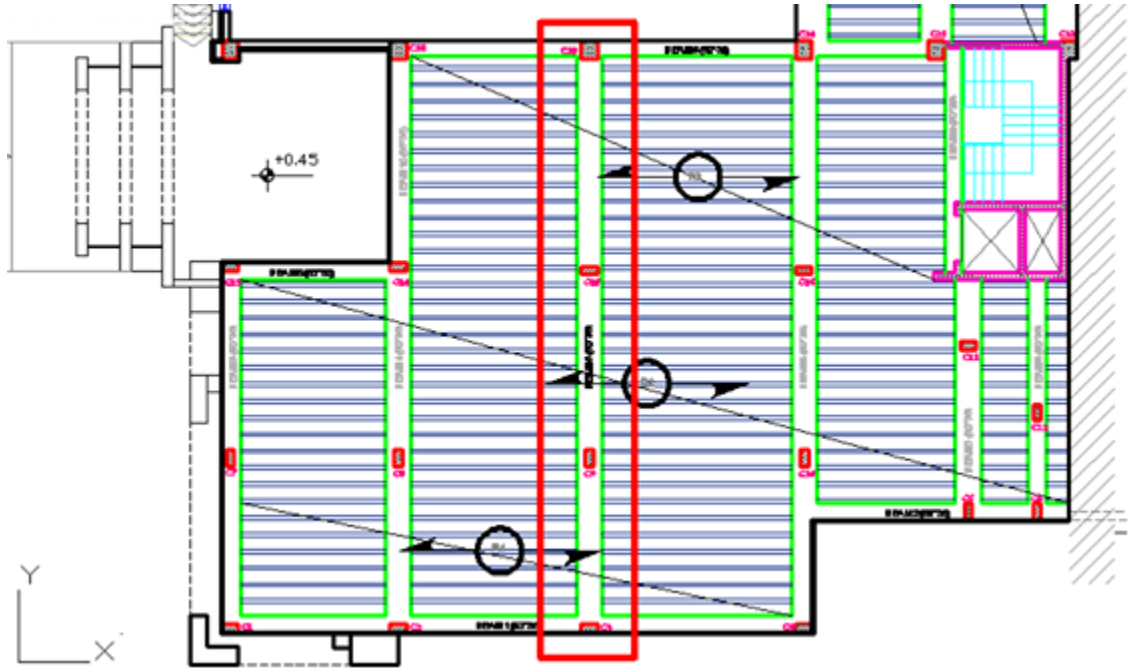


Fig 4.8: Beam5.

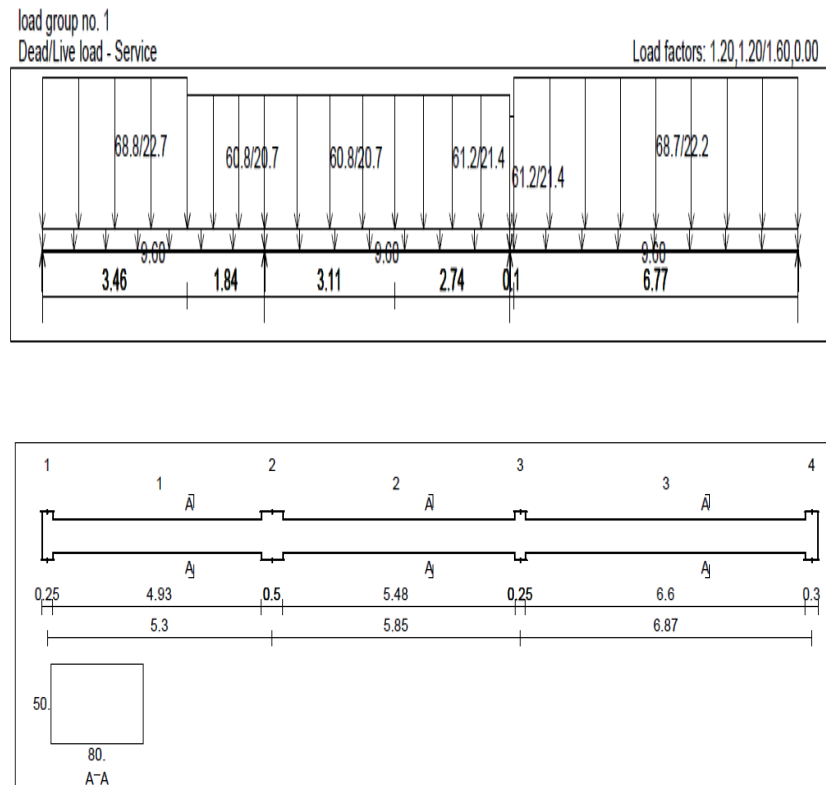


Fig 4.9: Statically System and Loads Distribution of B5

Chapter 4
Structural Analysis And Design

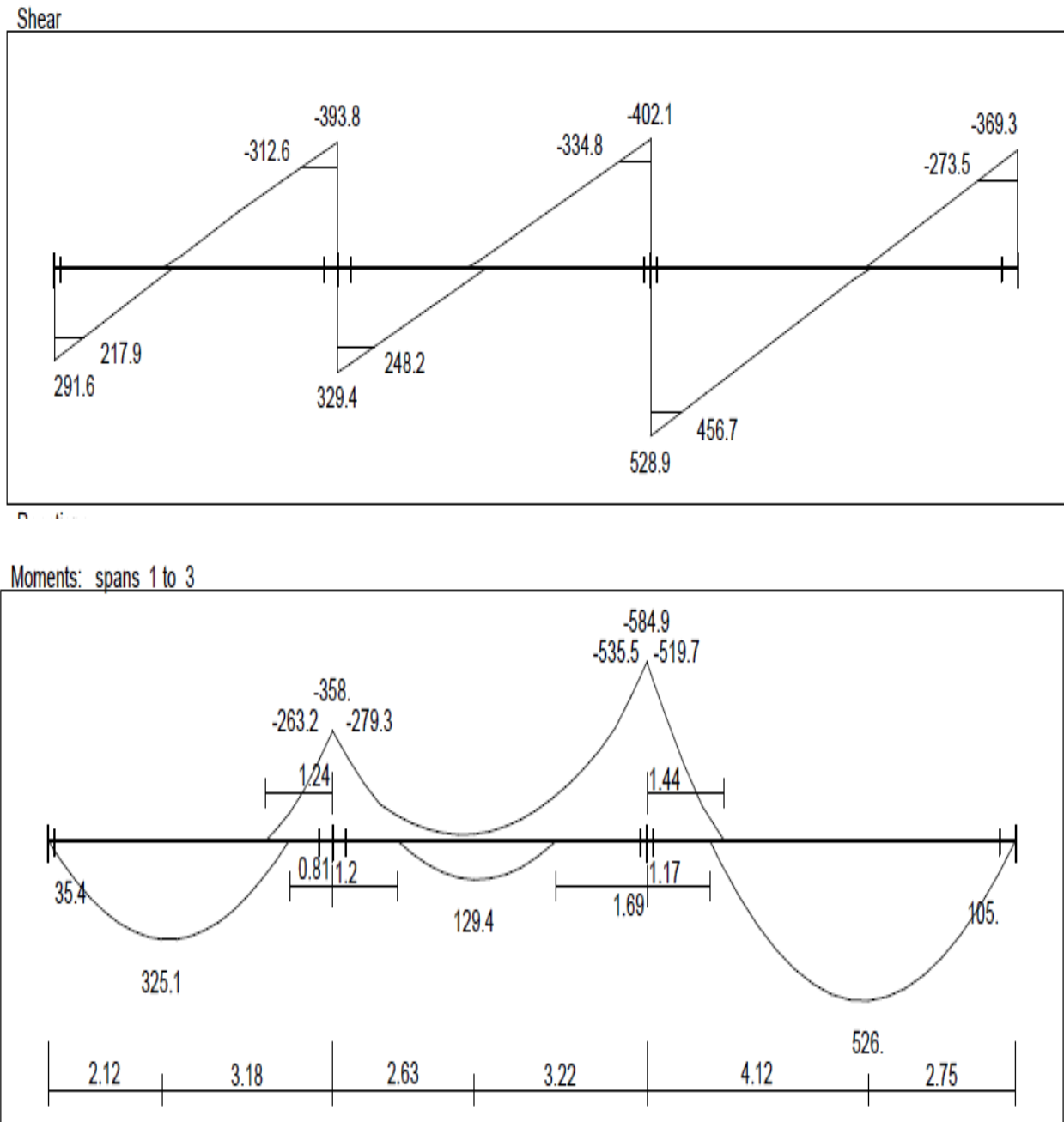


Fig 4.10: Shear Moment Envelope Diagram of B5

✓ **Flexural Design for (B5) :**

Determine of $M_{n,max}$:

$$d = 500 - 40 - 10 - 25\sqrt{2} = 437.5 \text{ mm}$$

$$c = \frac{3}{7}d = \frac{3}{7} \cdot 437.5 = 187.5 \text{ mm}$$

$$a = \beta \cdot c = 187.5 * 0.85 = 159.37 \text{ mm}$$

$$M_{n,max} = 0.85f'_c ab \left(d - \frac{a}{2} \right) = 0.85 * 24 * 159.37 * 800 * (437.5 - 159.37/2) * 10^{-6} = 930.23 \text{ KN.m}$$

$$\phi M_{n,max} = 0.82 * 306.69 = 251.5 \text{ KN.m} > 205.6$$

Design as singly reinforcement

Design for positive moment :

$$1) Mu = 325.1 \text{ M}$$

$$Rn = \frac{Mu}{\phi b d^2} = \frac{325.1 \times 10^6}{0.9 \times 800 \times 290^2} = 2.36 \text{ Mpa.}$$

$$m = \frac{fy}{0.85f'_c} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 2.36}{420}} \right) = 0.00598$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0.00598 \times 800 \times 437.5 = 2095 \text{ mm}^2.$$

Check for $A_{s,min}$.

$$A_{s,min} = 0.25 \frac{\sqrt{f'_c}}{fy} b_w \cdot d \geq \frac{1.4}{fy} b_w \cdot d$$

$$A_{s,min} = 0.25 \frac{\sqrt{24}}{420} 800 \times 437.5 = 1020 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,min} = \frac{1.4}{420} 800 \times 437.5 = 1166 \text{ mm}^2 \text{ Control.}$$

$$A_{s,min} < A_s$$

Use 9Ø 18 **Bottom**. $A_{s,provided} = 2286 \text{ mm}^2 > A_{s,required} = 2095 \text{ mm}^2$ Ok

Check spacing :

$$S = \frac{800 - 40 \cdot 2 - 20 - (7 \times 20)}{6} = 60 \text{ mm} > d_b = 20 > 25 \quad OK$$

Check for strain:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{2286 \times 420}{0.85 \times 800 \times 24} = 58.83 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{58.83}{0.85} = 69.21 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{437.5 - 69.21}{69.21} \right) = 0.0068 > 0.005 \quad Ok$$

2) $M_u = 129.4 \text{ KN.m}$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{129.4 \times 10^6}{0.9 \times 800 \times 437.5} = 93 \text{ Mpa.}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f'_c} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 93}{420}} \right) = 0.00226$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0.00226 \times 800 \times 437.5 = 793 \text{ mm}^2.$$

Check for $A_{s,\min}$.

$$A_{s,\min} = 0.25 \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y} b_w \cdot d \geq \frac{1.4}{f_y} b_w \cdot d$$

$$A_{s,\min} = 0.25 \frac{\sqrt{24}}{420} 800 \times 437.5 = 1020 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,\min} = \frac{1.4}{420} 600 \times 290 = 1166 \text{ mm}^2 \text{ control}$$

$$A_{s,\min} = 1166 \text{ mm}^2 > A_s = 793 \text{ mm}^2$$

Use 5 ϕ 18 Bottom, $A_{s,\text{provided}} = 1270 \text{ mm}^2 > A_{s,\text{required}} = 1166 \text{ mm}^2$. Ok

Check spacing :

$$S = \frac{800 - 40 \cdot 2 - 20 - (4 \times 18)}{4} = 142.67 \text{ mm} > d_b = 20 > 25 \quad OK$$

Chapter 4
Structural Analysis And Design

Check for strain:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{1270 \times 420}{0.85 \times 800 \times 24} = 32.68 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{32.68}{0.85} = 38.45 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{437.5 - 38.45}{38.45} \right) = 0.037 > 0.005 \quad \text{Ok}$$

3) $M_u = 526 \text{ KN.m}$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{526 \times 10^6}{0.9 \times 800 \times 437.5} = 3.81 \text{ Mpa.}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f'_c} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 m R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 526}{420}} \right) = 0.0101$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0.0101 \times 800 \times 437.5 = 3544 \text{ mm}^2.$$

Check for $A_{s,\min}$.

$$A_{s,\min} = 0.25 \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y} b_w \cdot d \geq \frac{1.4}{f_y} b_w \cdot d$$

$$A_{s,\min} = 0.25 \frac{\sqrt{24}}{420} 800 \times 437.5 = 1020 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,\min} = \frac{1.4}{420} 600 \times 290 = 1166 \text{ mm}^2 \text{ control}$$

$$A_{s,\min} < A_s$$

Use 14 ϕ 18 Bottom. $A_{s,\text{provided}} = 3556 \text{ mm}^2 > A_{s,\text{required}} = 3544 \text{ mm}^2$. Ok

Check spacing :

$$S = \frac{800 - 40 \cdot 2 - 20 - (4 \times 18)}{13} = 142.67 \text{ mm} > d_b = 20 > 25 \quad \text{OK}$$

Check for strain:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{3556 \times 420}{0.85 \times 800 \times 24} = 91.51 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{91.51}{0.85} = 107.66 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{437.5 - 107.66}{107.66} \right) = 0.009 > 0.005 \quad \text{Ok}$$

Design for Negative moment :

1) $M_u = -279.3 \text{ KN.m}$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{279.3 \times 10^6}{0.9 \times 800 \times 438.5^2} = 2.02 \text{ Mpa.}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f'_c} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 2.02}{420}} \right) = 0.00507$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0.00507 \times 800 \times 437.5 = 1776 \text{ mm}^2.$$

Check for $A_{s,\min}$.

$$A_{s,\min} = 0.25 \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y} b_w \cdot d \geq \frac{1.4}{f_y} b_w \cdot d$$

$$A_{s,\min} = 0.25 \frac{\sqrt{24}}{420} 800 \times 437.5 = 1022 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,\min} = \frac{1.4}{420} 800 \times 437.5 = 1166 \text{ mm}^2 \text{ Control.}$$

$$A_{s,\min} = 1166 \text{ mm}^2 < A_s = 1776 \text{ mm}^2$$

Use 7 ϕ 18 **Top**. $A_{s,\text{provided}} = 1778 \text{ mm}^2 > A_{s,\text{required}} = 1776 \text{ mm}^2$. Ok

Check spacing :

$$S = \frac{600 - 40 \cdot 2 - 20 - (7 \times 20)}{6} = 60 \text{ mm} > d_b = 20 > 25 \quad \text{OK}$$

Check for strain:

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{1178 \times 420}{0.85 \times 800 \times 24} = 45.75 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{45.75}{0.85} = 53.83 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{437.5 - 53.83}{53.83} \right) = 0.021 > 0.005 \quad Ok$$

2) $M_u = -535.5 \text{ KN.m}$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{535.5 \times 10^6}{0.9 \times 800 \times 438.5^2} = 3.88 \text{ Mpa.}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f'_c} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 3.88}{420}} \right) = 0.013$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0.013 \times 800 \times 437.5 = 3624 \text{ mm}^2.$$

Check for $A_{s,\min}$.

$$A_{s,\min} = 0.25 \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y} b_w \cdot d \geq \frac{1.4}{f_y} b_w \cdot d$$

$$A_{s,\min} = 0.25 \frac{\sqrt{24}}{420} 800 \times 437.5 = 1022 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,\min} = \frac{1.4}{420} 800 \times 437.5 = 1166 \text{ mm}^2 \text{ Control.}$$

$$A_{s,\min} = 1166 \text{ mm}^2 < A_s = 3624 \text{ mm}^2$$

Use 15Ø 18**Top**, $A_{s,\text{provided}} = 3810 \text{ mm}^2 > A_{s,\text{required}} = 3624 \text{ mm}^2$. Ok

Check spacing :

$$S = \frac{600 - 40 \times 2 - 20 - (7 \times 20)}{6} = 60 \text{ mm} > d_b = 20 > 25 \quad OK$$

Check for strain:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{3810 \times 420}{0.85 \times 800 \times 24} = 98.05 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{98.05}{0.85} = 115.35 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{437.5 - 115.35}{115.35} \right) = 0.021 > 0.005 \quad Ok$$

✓ Shear Design for (B 5):

1. $V_u = 456.7 \text{ KN}$

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} b_w d = \frac{1}{6} \sqrt{24} * 800 * 437.5 = 285.33 \text{ KN}$$

$$\Phi V_c = 0.75 * 283.33 = 214.33 \text{ KN}$$

$$v_{s,min} = \frac{1}{3} b_w d = \frac{1}{3} * 800 * 437.5 = 116.66 \text{ KN control}$$

$$v_{s,min} = \frac{1}{16} b_w d = \frac{1}{16} * 800 * 437.5 = 107.16 \text{ KN}$$

$$v_{s'} = \frac{1}{16} \sqrt{f_c'} b_w d = \frac{1}{16} \sqrt{24} * 800 * 437.5 = 571.5 \text{ KN}$$

$$\Phi(v_c + v_{s,min}) < v_u \leq \Phi(v_c + v_{s'})$$

shear reinforcement are required .

Use 2 leg $\Phi 8$.

$$A_v = 1005 \text{ mm}^2 .$$

$$V_s = V_u - V_c = \frac{456.7}{0.75} - 285.77 = 323.16 \text{ KN}$$

$$S = \frac{A_v f_{yt} d}{v_s} = \frac{100.5 * 420 * 437.5}{323.16 * 1000} = 57.1 \text{ mm} \quad (\text{control})$$

$$s_{max} \leq \frac{d}{2} = \frac{437.5}{2} = 218.7 \text{ mm} \quad \text{or } s_{max} \leq 600 \text{ mm}$$

Use 4 leg $\Phi 10$ @200 mm .

4.9 Design of Column.

Design of group 2 column, dimension 60*35 cm.

Material :-

concrete B300 $F_c' = 24 \text{ N/mm}^2$

ServiceLoad:-

Dead Load = 500KN

Live Load = 250 KN

FactoredLoad:-

$P_U = 1.2 \times 500 + 1.6 \times 250 = 1000 \text{ KN}$

- In 0.6m-Direction(about x axis)

$$\frac{klu}{r} < 34 - 12 \frac{M1}{M2} \dots\dots\dots ACI - (10.12.2)$$

Lu: Actual unsupported (unbraced) length.

K: effective length factor (K= 1 for braced frame).

R: radius of gyration = $\sqrt{\frac{I}{A}} \approx 0.3 \text{ h} \dots\dots\dots$ For rectangular section

Lu = 3 m

M1/M2 =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.

$$\frac{klu}{r} < 34 - 12 \frac{M1}{M2} \dots\dots\dots ACI - (10.12.2)$$

$$\frac{1 \times 3}{0.3 \times 0.6} = 18.88 < 22$$

\therefore short Column in 0.6m:direction

- In 0.35 m-Direction (about y axis)

$$\frac{klu}{r} < 34 - 12 \frac{M1}{M2} \dots\dots\dots ACI - (10.12.2)$$

Lu: Actual unsupported (unbraced) length.

K: effective length factor (**K= 1** for braced frame).

R: radius of gyration = $\sqrt{\frac{I}{A}} \approx 0.3 h$

Lu = 3 m

M1/M2 =1

K=1 , According to ACI 318-02 (10.10.6.3) The effective length factor, k, shall be permitted to be taken as 1.0.

$$\frac{klu}{r} < 34 - 12 \frac{M1}{M2} \dots\dots\dots ACI - (10.12.2)$$

$$\frac{1 \times 3}{0.3 \times 0.35} = 32.4 > 22$$

∴ long Coloumn in 0.35m:direction

$$EI = 0.4 \frac{E I_g}{1 + \beta_d} \dots\dots\dots [ACI318-05 (Eq. 10-15)]$$

$$E_c = 4700 \sqrt{f_c'} = 4700 \times \sqrt{24} = 23025 \text{Mpa}$$

$$\beta_d = \frac{1.2DL}{Pu} = \frac{1.2 * (500)}{1000} = 0.6 < 1$$

$$I_g = \frac{b \times h^3}{12} = \frac{0.6 \times 0.35^3}{12} = 0.00214 \text{m}^4$$

$$EI = \frac{0.4 \times 23025 \times 0.00214}{1 + 0.6} = 12.47 \text{N.m}^2$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(KLu)^2} \dots\dots\dots ACI318-05(Eq. 10-13)$$

$$P_c = \frac{3.14^2 \times 12.47}{(1.0 \times 3)^2} = 13.67 \text{MN}.$$

$$C_m = 0.6 + 0.4 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) \dots\dots\dots ACI318-05(Eq.10-16)$$

$$C_m = 1 \dots\dots \text{According to ACI318-05}(10.10.6.4)$$

$$\delta_{ns} = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{0.75P_c}} \geq 1.0 \dots\dots\dots ACI318-05(Eq. 10-12)$$

$$1 < \delta_{ns} = \frac{1}{1 - \frac{1000}{0.75 \times 13674}} = 1.108 < 1.4$$

$$e_{\min} = 15 + 0.03 \times h = 15 + 0.03 \times 350 = 25.5 \text{ mm} = 0.0255 \text{ m}$$

$$e = e_{\min} \times \delta_{ns} = 0.0255 \times 1.108 = 0.02825 \text{ m}$$

$$\frac{e}{h} = \frac{0.02825}{0.35} = 0.0876$$

$$\gamma/h = (350 - 2 \times 40 - 20) / 350 = .65$$

From the interaction diagram in chart: $\rho = 0.012$

Select the longitudinal bars:

$$A_s = \rho \times A_g = 0.012 \times 350 \times 600 = 2520 \text{ mm}^2$$

$$\therefore \text{use } 10 \text{ } \phi 18 \Rightarrow A_s = 2580 \text{ mm}^2$$

✓ Design of the Stirrups:

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

$$\text{spacing} \leq 16 \times d_b = 16 \times 1.8 = 28.8 \text{ cm}$$

$$\text{spacing} \leq 48 \times d_s = 48 \times 1.0 = 48 \text{ cm}$$

$$\text{spacing} \leq \text{least. dim.} = 40 \text{ cm}$$

Use $\phi 10 @ 20 \text{ cm}$

4.10 Design of stair.

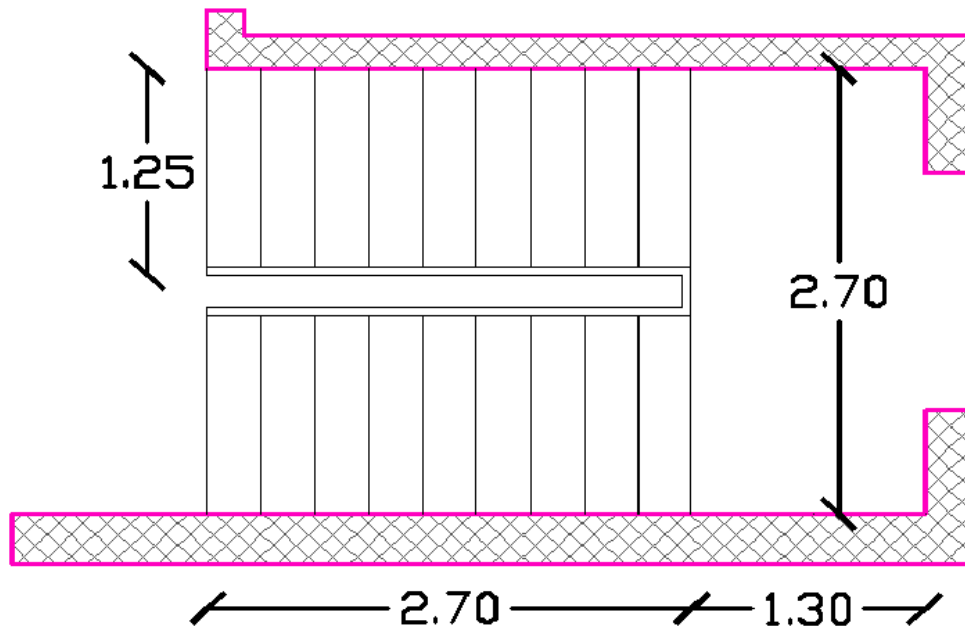


Figure (4-11): Top view of stair(1)

Determination of Slab Thickness:

$L = 4.10 \text{ m.}$

$$h_{\text{req}} = 410 / 20 = 20$$

Take $h = 20 \text{ cm.}$

\Rightarrow Use $h = 20 \text{ cm.}$

$$\theta = \tan^{-1}(17.5 / 30) = 30.25$$

$$\cos \theta = 0.889$$

* Load Calculations at section :

Load on Flight:-

Dead Load:

For 1m strip:

$$\text{Flight} = (25 * 0.2) / (\cos 30.25) = 4.32 \text{ KN/m.}$$

$$\text{Horizontal Mortar} = 0.03 * 22 * 1 = 0.66 \text{ KN/ m.}$$

$$\text{Plaster} = (0.02 * 22) / (\cos 30.25) = 0.4 \text{ KN/ m.}$$

$$\text{Horizontal tiles} = 23 * 0.04 * (33/30) = 1.01 \text{ KN / m.}$$

$$\text{Vertical tiles} = 22 * 0.03 * (17.5/30) = 0.385 \text{ KN/m}$$

$$\text{Triangle} = 25 * 0.155 * 1 * 0.5 = 1.94 \text{ KN/m}$$

Total dead load = 8.715 KN/ m.

Live load:

Live load for stairs =4 KN/ m².

Factor Loads:

$$Q_u = 1.2 * 8.715 + 1.6 * 4 = 16.9 \text{ KN/m.}$$

$$A_u = 16.9 * 3.3 * 0.5 = 27.9 \text{ KN}$$

$$\text{Max } V_u = 27.9 * \cos 30.25 = 24.1 \text{ KN}$$

$$\text{Max } M_u = 27.9 * (0.4 + 1.65) - 16.9 * 1.65 * (0.4 + 0.825) = 23 \text{ KN.m}$$

Design of Shear:

Assume Ø 12 for main reinforcement:-

$$\text{So, } d = 200 - 20 - 12 \sqrt{2} = 174 \text{ mm}$$

$$V_u = 24.1 \text{ KN.}$$

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

$$\phi V_c = \frac{0.75 * \sqrt{24} * 1000 * 174}{6} = 106.5 \text{ KN}$$

$$V_u = 24.1 \text{ KN} < \phi V_c = 106.5 \text{ KN.}$$

No shear Reinforcement is required. So the depth of the stair is OK.

Design of Bending Moment:

$$\text{Max } M_u = 32 \text{ kN.m}$$

$$M_n = M_u / 0.9 = 23 / 0.9 = 25.55 \text{ KN.m.}$$

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

$$K_n = \frac{25.55 * 10^6}{1000 * 174^2} = 0.85 \text{ MPa .}$$

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

$$m = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mk_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 20.6 * 0.85}{420}} \right) = 0.00207$$

$$A_{s_{req}} = 0.00207 * 1000 * 174 = 360 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{min}} = 0.0018 * b * h = 0.0018 * 1000 * 20 = 360 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{min}} = 360 \text{ mm}^2 \leq A_{s_{req}} = 360 \text{ mm}^2$$

Use $\Phi 12 @ 20 \text{ cm}$

As provided = 392.5 mm² > As req.

Check Strain:

$$T=C$$

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

$$420 * 392.5 = 0.85 * 24 * 1000 * a$$

$$a = 8.08 \text{ mm}$$

$$x = 9.51 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.05188 > 0.005$$

$$\text{So } \phi = 0.9$$

5 -Lateral reinforcement:

$$A_{s \text{ min}} = 3.6 \text{ cm}^2$$

Use $\Phi 10 @ 20 \text{ cm}$

$$A_s = 3.925 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Design of landing:

Load on landing:

Dead Load:

$$\text{Tiles} = 0.03 * 23 * 1 = 0.7 \text{ KN/m.}$$

$$\text{Mortar} = 0.02 * 22 * 1 = 0.4 \text{ KN/ m.}$$

$$\text{Plaster} = 0.02 * 22 * 1 = 0.4 \text{ KN/ m.}$$

$$\text{Slab} = 0.2 * 25 * 1 = 5.25 \text{ KN/ m.}$$

$$\text{Sand} = 16 * 0.07 * 1 = 1.1 \text{ KN/m}$$

$$\text{Total dead load} = 7.85 \text{ KN/ m.}$$

Live load:

$$\text{Live load for stairs} = 4 \text{ KN/ m.}$$

$$Q_u = 1.2 * 7.85 + 1.6 * 4 = 15 \text{ KN/m.}$$

A_u or B_u from Analysis=27.9KN

$V_u = 27.9 - 15 * 0.274 = 16.54$ KN

$M_u \text{ max} = 15 * 3.3 * 3.3 / 8 = 20.4$ KN.m

Design of Shear:

$V_u = 16.54$ KN.

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

$$\phi V_c = \frac{0.75 * \sqrt{24} * 1000 * 174}{6} = 106.5 \text{ KN}$$

$V_u = 16.54$ KN < $\phi V_c = 106.5$ KN.

No shear Reinforcement is required. So the depth of the stair is OK.

Design of Bending Moment:

$M_u = 20.4$ KN.m

$M_n = M_u / 0.9 = 20.4 / 0.9 = 22.67$ KN.m.

$d = 174$ mm.

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

$$K_n = \frac{22.67 * 10^6}{1000 * 174^2} = 0.75 \text{ MPa}$$

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

$$m = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mM_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 20.6 * 0.75}{420}} \right) = 0.00182$$

$$A_{s_{req}} = 0.00182 * 1000 * 174 = 316.6 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{min}} = 0.0018 * b * h = 0.0018 * 100 * 20 = 3.6 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{min}} = 3.6 \text{ cm}^2 \leq A_{s_{req}} = 3.16 \text{ cm}^2$$

Use $\Phi 10 \setminus 20\text{cm}$

$$A_s = 3.925 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

Check Strain:

$$T=C$$

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

$$420 \cdot 3.925 = 0.85 \cdot 24 \cdot 1000 \cdot a$$

$$a = 8.08 \text{ mm}$$

$$x = 9.51 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.05188 \geq 0.005$$

$$\text{So } \phi = 0.9$$

Design Region III (Landing):

$$A_u = 27.9 \text{ KN}$$

$$V_u = 15 + 27.9 = 42.9 \text{ KN}$$

$$M_u = 42.9 \cdot 3.3 \cdot 3.3 / 8 = 58.4 \text{ KN.m}$$

Design shear:

$$V_u = 42.9 \text{ KN.}$$

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

$$\phi V_c = \frac{0.75 \cdot \sqrt{24} \cdot 1000 \cdot 174}{6} = 106.5 \text{ KN}$$

$$V_u = 42.9 \text{ KN} < \phi V_c = 106.5 \text{ KN.}$$

Design bending moment:

$$M_u = 58.4 \text{ KN.m}$$

$$M_n = M_u / 0.9 = 58.4 / 0.9 = 65 \text{ KN.m.}$$

$$d = 174 \text{ mm.}$$

$$M_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2}$$

$$K_n = \frac{65 * 10^6}{1000 * 174^2} = 2.12 MPa .$$

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

$$m = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mM_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 20.6 * 2.12}{420}} \right) = 0.00543$$

$$A_{s_{req}} = 0.00543 * 1000 * 174 = 929.5 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{min}} = 0.0018 * b * h = 0.0018 * 100 * 20 = 3.6 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{min}} = 3.6 \text{ cm}^2 \leq A_{s_{req}} = 929.5 \text{ mm}^2$$

Use $\Phi 12 \setminus 10\text{cm}$

$$A_s = 11.3 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

Check Strain:

T=C

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

$$420 * 1130 = 0.85 * 24 * 1000 * a$$

$$a = 23.26 \text{ mm}$$

$$x = 27.4 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.016 \geq 0.005$$

So $\phi = 0.9$ OK

Chapter 4
Structural Analysis And Design

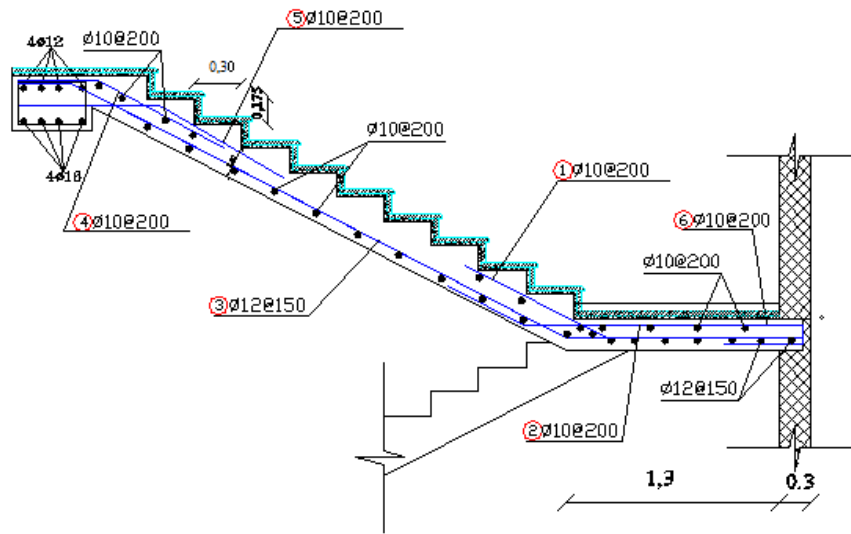
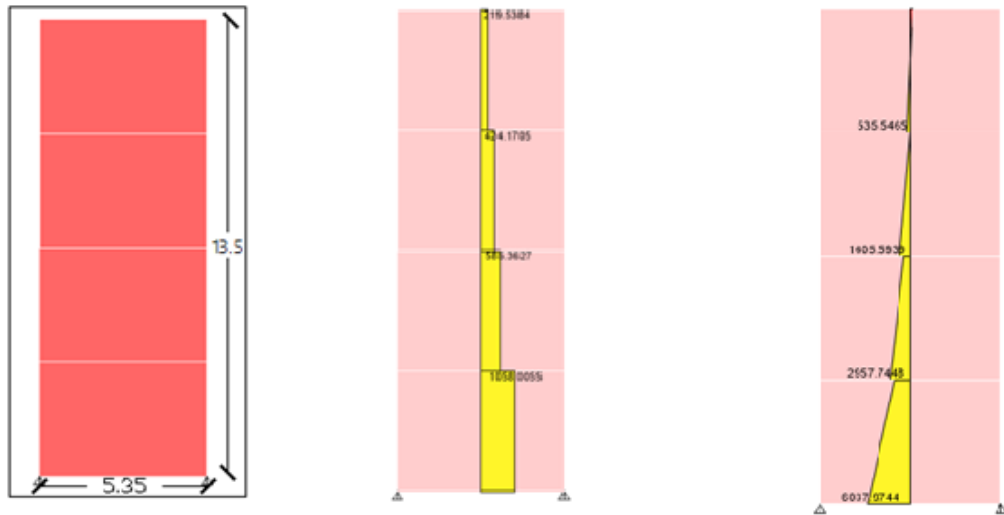


Figure (4-12): Reinforcement for stairs(1).

4.11: Design of shear wall.



(Figure 4- 13: Moment and shear diagram of shear wall)

- **Material and Sections:- (From Shear SW 7)**
 - concrete B300 $F_c' = 24 \text{ N/mm}^2$
 - Reinforcement Steel $F_y = 420 \text{ N/mm}^2$
 - Shear Wall Thickness $h = 30 \text{ cm}$
 - Shear Wall Width $L_w = 5.35 \text{ m}$
 - Shear Wall Height $h_w = 13.5$

Design of shear:

$$\sum Fx = Vu = 1058KN$$

Design of the Horizontal reinforcement:

The critical Section is the smaller of:

$$\frac{l_w}{2} = \frac{5.35}{2} = 2.675m$$

$$\frac{hw}{2} = \frac{13.5}{2} = 6.75m$$

$$d = 0.8 \times l_w = 0.8 \times 5.35 = 4.28m$$

Mu critical= 4841 KN

$$\begin{aligned} \phi V_{nmax} &= \phi \frac{5}{6} \sqrt{f_c'} hd \\ &= 0.75 * 0.83 * \sqrt{24} * 300 * 4280 = 3915.9 KN > Vu = 1058KN \end{aligned}$$

V_c is the smallest of :

$$1 - V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} hd = \frac{1}{6} \sqrt{24} * 300 * 4280 = 1048 KN \dots\dots \text{Control}$$

$$2 - V_c = 0.27 \sqrt{f_c'} hd + \frac{N_u d}{4l_w} = 0.27 \sqrt{24} * 300 * 4280 + 0 = 1572.67KN$$

$$\begin{aligned} 3 - V_c &= \left[0.05 \sqrt{f_c'} + \frac{l_w \left(0.1 \sqrt{f_c'} + 0.2 \frac{N_u}{l_w h} \right)}{\frac{M_u}{V_u} - \frac{l_w}{2}} \right] hd \\ &= \left[0.05 \sqrt{24} + \frac{5.35(0.1 \sqrt{24} + 0)}{.9} \right] 200 * 4280 = 4043.7KN \end{aligned}$$

$$\frac{M_u}{V_u} - \frac{l_w}{2} = \frac{3786.4}{1058} - \frac{5.35}{2} = .903$$

$$Vu = 422KN > 0.75 * 1048 = 786 KN \quad \text{need reinforcement}$$

$$\phi V_c + \phi V_s = Vu$$

$$\phi V_s = Vu - \phi V_c$$

$$Vs = \frac{Vu}{\phi} - Vc = \frac{1058}{.75} - 1048 = 362.67$$

$$\frac{Avh}{Sh} = \frac{VS}{Fy * d} = \frac{362.67}{420 * 4.28} = .21$$

Minimum shear reinforcement is required:

Take $\rho = 0.0025$

$$\frac{A_{vh}}{Sh_{min}} = 0.0025 * 300 = .75$$

$$\frac{A_{vh}}{Sh_{min}} > .21$$

Try $\phi 10$ ($A_s = 78.5 \text{ mm}^2$) for two layers

$$\rho = \frac{A_{vh}}{Sh} = \frac{2 * 78.5}{Sh} = 0.75$$

$Sh = 209 \text{ mm}$, $\phi 10 @ 200 \text{ mm}$

- Maximum spacing is the least of :

$$\frac{l_w}{5} = \frac{5350}{5} = 1783 \text{ mm}$$

$$3 * h = 3 * 300 = 900 \text{ mm}$$

450 mm Control

→ use $\phi 10 @ 200 \text{ mm}$ in tow layer

Design for Vertical reinforcement:-

$$\frac{A_{vv}}{S_v} = \left[0.0025 + 0.5 \left(2.5 - \frac{h_w}{L_w} \right) \left(\frac{A_{vh}}{S_h * h} - 0.0025 \right) \right] * 300$$

$$\frac{A_{vv}}{S_v} = \left[0.0025 + 0.5 \left(2.5 - \frac{13.5}{5.35} \right) \left(\frac{157}{200 * 300} - 0.0025 \right) \right] * 300$$

$$\frac{A_{vv}}{S_v} = 0.75$$

Select $\phi 14$ in Two Layer

$$A_{vh} = \frac{2 * \pi * 14^2}{4} = 154 \text{ mm}^2$$

$$\frac{154}{S_v} = 0.75$$

$S_v = 205 \text{ mm}$

Maximum spacing is the least of :

$$\frac{L_w}{3} = \frac{5350}{3} = 1783\text{mm}$$

$$3 \cdot h = 3 \cdot 300 = 900\text{mm}$$

450 mm **Control**

Use $\phi 14/200$ mm for two layers

Design of bending moment (uniformly distribution flexural reinforcement) :

$$A_{st} = \left(\frac{5350}{300} \right) * 2 * 154 = 5493\text{mm}^2$$

$$w = \left(\frac{A_{st}}{L_w h} \right) \frac{f_y}{f_c'} = \left(\frac{5493}{5350 * 300} \right) \frac{420}{24} = 0.06$$

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

$$\frac{c}{l_w} = \frac{0.06 + \alpha}{2w + 0.85\beta_1} = \frac{0.06 + 0}{2 * 0.06 + 0.85 * 0.85} = 0.0712$$

$$\begin{aligned} \phi M_n &= \phi \left[0.5 A_{st} f_y l_w \left(1 + \frac{P_u}{A_{st} f_y} \right) \left(1 - \frac{c}{l_w} \right) \right] \\ &= 0.9 [0.5 * 5493 * 420 * 5350 * (1 + 0) (1 - 0.0712)] = 5158.7\text{KN.m} \\ &> M_u \end{aligned}$$

not require Boundary

Select $\Phi 14 @200\text{mm}$ for vertical reinforcement .

4.12 Design of Basement Wall.

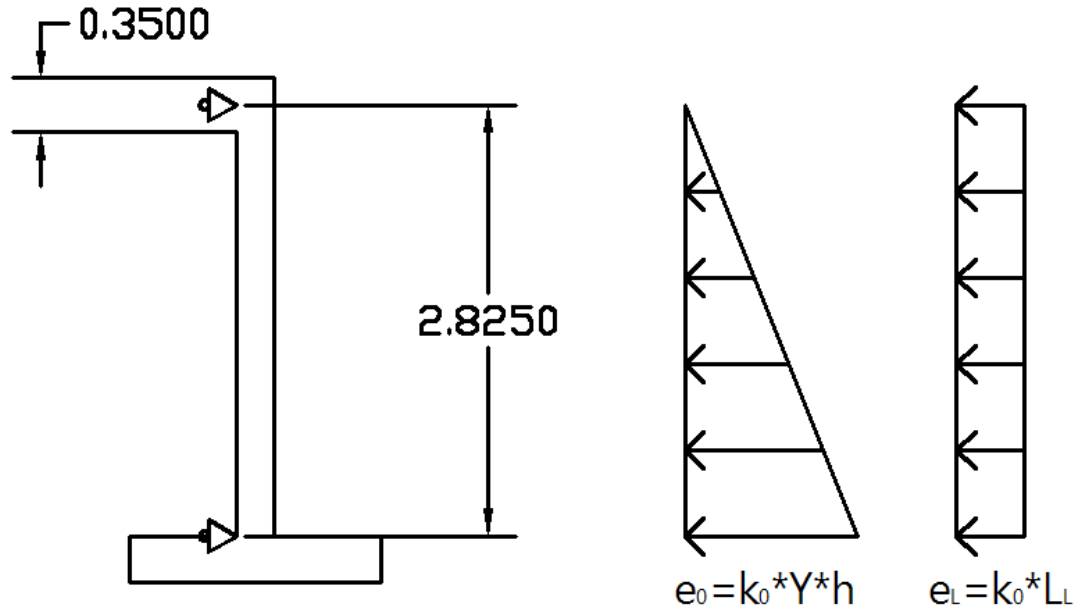


Figure (4-22): Geometry of basement.

$F_c' = 24 \text{ Mpa}$ $F_y = 420 \text{ Mpa}$
 $\phi = 30^\circ \gamma = 18.00 \text{ KN/m}^3$

$K_o = 1 - \sin \phi$
 $= 1 - \sin 30$
 $= 0.50$

*** Load on basement wall:**

For 1m length of wall:

*** Weight of backfill:**

$e_0 = K_o * \gamma * h$
 $= 0.50 * 18.0 * 2.825 = 25.4 \text{ KN/m}$

$E_0 = 0.5 * 25.4 * 2.825 = 36 \text{ KN}$

*** Load from live load:**

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

$e_L = K_o * LL$
 $= 0.50 * 5 = 2.50 \text{ KN/m}$

$E_L = 2.50 * 2.825 = 7.1 \text{ KN}$

$$V_u(\max) = 1.6 * 27 = 43.2 \text{ KN}$$

$$M(\max) = 15 * 1.57 - 18 * 1.57 / 2 * 2 / 3 - 2.52 * 1.57 * 1.57 / 2 = 11.02 \text{ KN.m}$$

$$M_u(\max) = 1.6 * 11.02 = 17.7 \text{ KN.m}$$

***Design of the shear force:**

Assume $h = 250 \text{ mm}$,

$$d = 250 - 20 - 14 = 216 \text{ mm}$$

$$V_{\max} = 56.86 \text{ KN}$$

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

$$\phi V_c = \frac{\phi \sqrt{24} * 1000 * 216}{6} = 132.3 \text{ KN} \gg V_u = 43.2 \text{ KN}$$

No shear Reinforcement is required.

*** Design of bending moment:**

$$M_u \max = 17.7 \text{ KN.m}$$

$$M_n = \frac{M_u}{0.9} = \frac{17.7}{0.9} = 19.67 \text{ KN.m}$$

$$K_n = \frac{M_n * 10^6}{b * d^2} = \frac{19.67 * 10^6}{1000 * 216^2} = 0.42 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{F_y}{0.85 * f_c'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.6$$

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

$$= \frac{1}{20.6} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 0.42 * 20.6}{420}} \right)$$

$$= 0.001014$$

$$A_{sreq} = \rho * b * d = 0.001014 * 1000 * 216 = 2.19 \text{ cm}^2/\text{m}$$

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

$$A_{req} \leq A_{min}$$

$$A_{req} = A_{min} = 3.6 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Select $\phi 10 @ 25 \text{ cm/m}$ in both direction.

***Design of the horizontal reinforcement:**

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

Select $\phi 10 @ 20 \text{ cm/m}$, in two layer.

4.13 Design of Footing.

Material :-

⇒ concrete B300 $F_c' = 24 \text{ N/mm}^2$

⇒ Reinforcement Steel $F_y = 420 \text{ N/mm}^2$

Load Calculations :-

Dead Load = 839 Kn , Live Load = 192 Kn

Total services load = 839 + 192 = 1031 Kn

Total Factored load = 1.2*839 + 1.6*192 = 1314 Kn

Column Dimensions (a*b) = 65*35 cm

Soil density = 18 Kg/cm³

Allowable Bearing Capacity = 300 Kn/m²

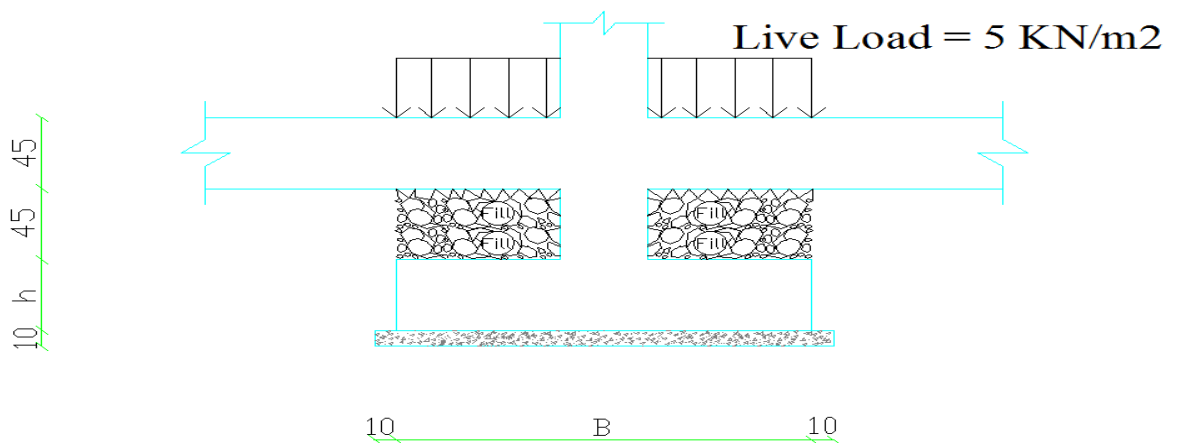


Fig 4.15 :Foundation Section.

Chapter 4

Structural Analysis And Design

Assume $h = 50\text{cm}$

$$q_{net-allow} = 300 - 25*0.50 - 18*0.50 - 25*0.50 - 5 = 261\text{kn/m}^2$$

Area of Footing :-

$$A = \frac{Pt}{q_{net-allow}} = \frac{1031}{261} = 3.95 \text{ m}^2$$

Assume Square Footing

Select $B = 2.0\text{m}$

Bearing Pressure :-

$$q_u = 1312/2.0*2.0 = 328\text{Kn/m}^2$$

Design of Footing :-

1- Design of One Way Shear Strength :-

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

Assume $h = 50\text{cm}$, bar diameter $\phi 14$ for main reinforcement and 7.5 cm Cover

$$d = 500 - 75 - 14 = 411 \text{ mm}$$

$$V_u = q_u * \left(\frac{2-0.35}{2} - d \right) * L$$

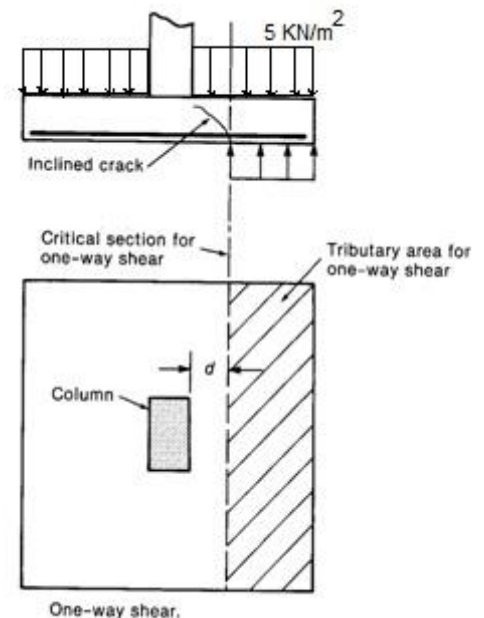
$$V_u = 328 * \left(\frac{2-0.35}{2} - 0.411 \right) * 2 = 271.6\text{Kn}$$

$$\phi.V_c = \phi * \frac{1}{6} * \sqrt{f_c'} * b_w * d$$

$$\phi.V_c = 0.75 * \frac{1}{6} * \sqrt{24} * 2000 * 411 = 503.4\text{Kn}$$

$$\phi.V_c = 503.4\text{KN} > V_u = 271.6\text{KN}$$

\therefore Safe



2- Design of Two Way Shear Strength :-

$$V_u = P_u - FR_b$$

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

$$V_u = 1312 - (328 * (1.061 * 0.761)) = 1047.2 \text{Kn}$$

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

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

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

$$\phi.V_c = \phi \cdot \frac{1}{3} \sqrt{f'_c} b_o d$$

Where:-

$$\beta_c = \frac{\text{Column Length (a)}}{\text{Column Width (b)}} = \frac{65}{35} = 1.857$$

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

$$b_o = 2 * (1.061 + 0.761) = 364.4 \text{cm}$$

$\alpha_s = 40$ for interior column

$$\phi.V_c = \phi \cdot \frac{1}{6} \left(1 + \frac{2}{\beta_c} \right) \sqrt{f'_c} b_o d = \frac{0.75}{6} * \left(1 + \frac{2}{1.857} \right) * \sqrt{24} * 3644 * 411 = 1905 \text{Kn}$$

$$\phi.V_c = \phi \cdot \frac{1}{12} \left(\frac{\alpha_s}{b_o/d} + 2 \right) \sqrt{f'_c} b_o d = \frac{0.75}{12} * \left(\frac{40 * 411}{3644} + 2 \right) * \sqrt{24} * 3644 * 411 = 2986 \text{Kn}$$

$$\phi.V_c = \phi \cdot \frac{1}{3} \sqrt{f'_c} b_o d = \frac{0.75}{3} * \sqrt{24} * 3644 * 411 = 1834.3 \text{Kn}$$

$$\Phi V_c = 1834.3 \text{Kn} > V_u = 1047.2 \text{Kn}$$

3- Design of Bending Moment :-

Critical Section at the Face of Column

$$FR = q_u * \left(\frac{B-a}{2}\right) * L = 328 * \left(\frac{2.0-0.35}{2}\right) * 2.0 = 541.2 \text{Kn}$$

$$M_u = 512.33 * 0.5 = 256.165 \text{Kn.m}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{256.165 \times 10^6}{0.9 \times 2000 \times 411^2} = \mathbf{0.842 \text{ Mpa}}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f'_c} = \frac{420}{0.85 \times 24} = \mathbf{20.6}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.842}{420}} \right) = \mathbf{0.002048}$$

$$A_{s,req} = \rho \cdot b \cdot d = 0.002048 \times 2000 \times 411 = 1683.4 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,min} = 0.0018 * 2000 * 500 = 1800 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,req} = A_{s,min} = 1800 \text{ mm}^2 \text{ is control}$$

Check for Spacing :-

$$S = 3h = 3 * 500 = 150 \text{ mm}$$

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

$$S = 450 \text{ mm}$$

$$S = 450 \text{ mm} \text{ is control}$$

Use 12Ø14 in Both Direction, $A_{s,provided} = 1846.3 \text{ mm}^2 > A_{s,required} = 1800 \text{ mm}^2 \dots \text{ Ok}$

Check for strain:-

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{1846.3 \times 420}{0.85 \times 2000 \times 24} = \mathbf{19.0 \text{ mm}}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{19.0}{0.85} = \mathbf{22.36 \text{ mm}}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{411 - 22.36}{22.36} \right) = \mathbf{0.0521 > 0.005 \dots \text{ Ok}}$$

4- Design of Dowels :-

Load Transfer In Footing :-

$$\Phi P_{nb} = \Phi(0.85 f_c' A_1 \times \sqrt{\frac{A_2}{A_1}})$$

$$A_1 = 65 * 35 = 0.2275 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 200 * 200 = 4.0 \text{ m}^2$$

$$\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = \sqrt{4 / 0.2275} = 4.2 > 2 \dots\dots\dots \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = 2$$

$$\Phi P_{nb} = 0.65 \times (0.85 \times 24 \times 227.5 \times 2) = 6033.3 \text{ Kn}$$

$$\Phi P_n = 6033.3 > P_u = 1312 \text{ Kn} \dots\dots\dots \text{ok}$$

No Need For Dowels

Load Transfer In Column :-

$$\Phi P_{nb} = 0.65 \times (0.85 \times 24 \times 227.5) = 3016.65 \text{ Kn}$$

$$\Phi P_n = 3016.65 > P_u = 1312 \text{ Kn} \dots\dots\dots \text{ok}$$

No Need For Dowels

$$A_{s, \min} = 0.005 * A_c = 0.005 * 650 * 350 = 1137.5 \text{ mm}^2$$

Use 10Ø18, $A_{s, \text{provided}} = 2543.4 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 600 \text{ mm}^2 \dots \text{Ok}$

5- Development Length In Footing :-

Tension Development Length In Footing :-

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

$$ktr = 0 \text{ (No stripes)} \quad cb = 75 + \frac{16}{2} = 83 \text{ mm} \quad \text{Or } cb = \frac{200}{2} = 100 \text{ mm}$$

$$\frac{ktr + cb}{db} = \frac{0 + 83}{16} = 5.19 > 2.5$$

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

$$Ld_{T req} = \frac{9}{10} * \frac{420}{1*\sqrt{24}} * \frac{1*1*0.8}{2.5} * 16 = 395.054 \text{ mm} > 300\text{mm}$$

$$Ld_{T available} = \frac{2000-350}{2} - 75 = 1575 \text{ mm}$$

$$Ld_{T available} = 1575 \text{ mm} > Ld_{req} = 395.054 \text{ mm} \dots\dots \text{OK}$$

Compression Development Length In Footing :-

$$Ld_{Creq} = \frac{0.24*Fy*dB}{\sqrt{24}} > 0.043*Fy*dB > 200\text{mm}$$

$$Ld_{Creq} = \frac{0.24*420*18}{\sqrt{24}} = 370.4 > 0.043*420*18 = 325.1 > 200\text{mm}$$

$$Ld_{Creq} = 325.1 \text{ mm}$$

$$Ldc_{available} = 500 - 75 - 16 - 16 = 393 \text{ mm} > Ld_{Creq} = 325.1 \text{ mm} \dots\dots \text{Ok}$$

Lap Splice of Dowels In Column :-

$$Lsc = 0.071 \times fy \times db = 0.071 \times 420 \times 18 = 536.76 \text{ mm} > 300 \text{ mm} \text{ Select } Lsc = 550 \text{ mm.}$$

Chapter 4
Structural Analysis And Design

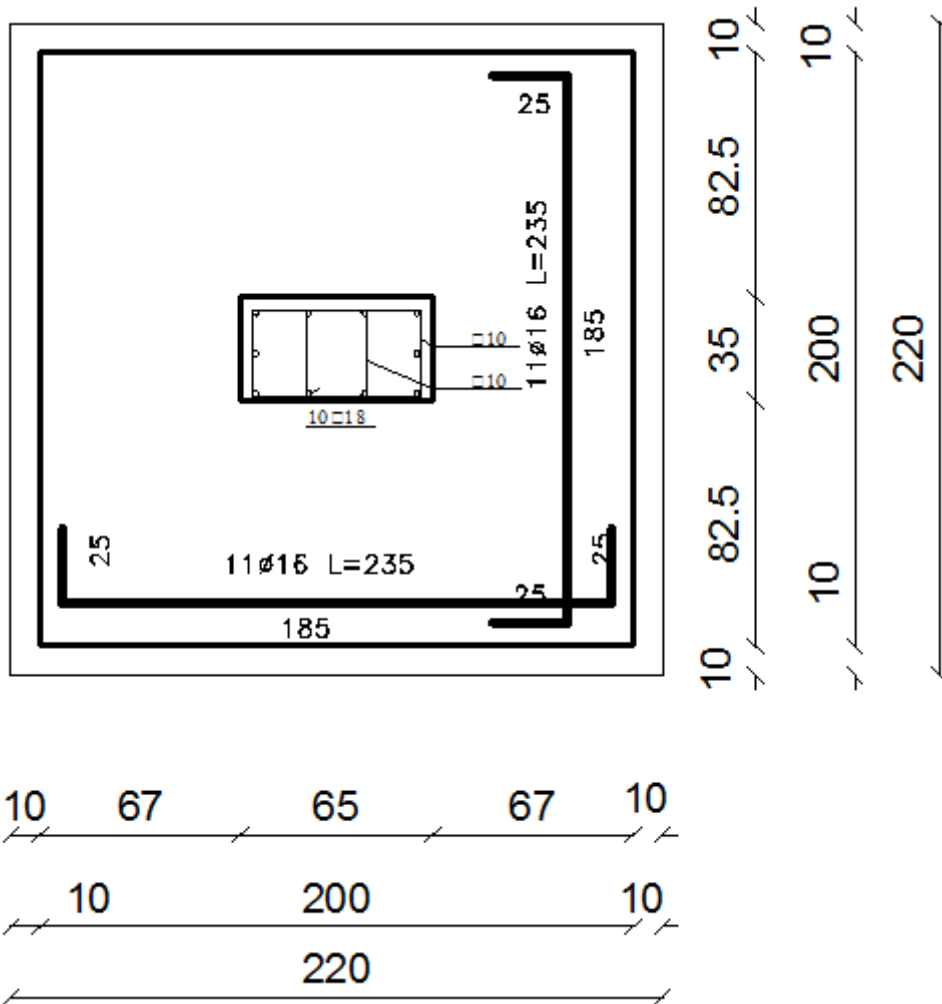


Fig 4.16 :Foundation Plan.

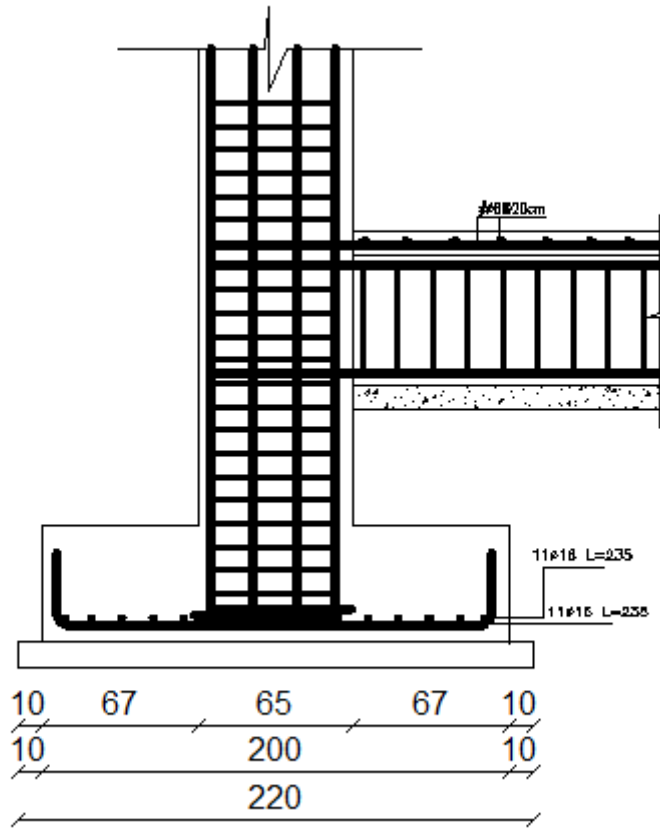


Fig 4.17 :Foundation Detail Section.

الفصل الخامس
النتائج و التوصيات

5

- 1-5 مقدمة.
- 2-5 النتائج.
- 3-5 التوصيات.

1-5 المقدمة:

في هذا المشروع تم الحصول على مخططات معمارية تفتقد الى الكثير من الامور، بعد دراسة جميع المتطلبات تم اعداد المخططات المعمارية والمخططات الإنشائية الشاملة للمبنى المقترح بناءه في مدينة دورا . وتم اعداد المخططات الإنشائية بشكل مفصل ودقيق وواضح لتسهيل عملية البناء، ويقدم هذا التقرير شرحا لجميع خطوات التصميم المعمارية والإنشائية للمبنى.

2-5 النتائج:

1. يجب على كل طالب أو مصمم إنشائي أن يكون قادراً على التصميم بشكل يدوي حتى يستطيع امتلاك الخبرة والمعرفة في استخدام البرامج التصميمية المحوسبة.
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 400KN/m^2 .
5. لقد تم استخدام نظام عقدات (One-Way Ribbed Slab) ونظام عقدات (Tow-Way Ribbed Slab) و ذلك نظراً لطبيعة وشكل المنشأ ، ، كما تم استخدام نظام العقدات المصمتة (Solid Slab) في مناطق بيت الدرج و المسرح، نظراً لكونها أكثر فاعلية من عقدات الأعصاب في تحمل ومقاومة الأحمال المركزة.
6. برامج الحاسوب المستخدمة:
هناك عدة برامج حاسوب تم استخدامها في هذا المشروع وهي:
(a) AUTOCAD 2007 : و ذلك لعمل الرسومات المفصلة للعناصر الإنشائية.
(b) ATIR: للتصميم والتحليل الإنشائي للعناصر الإنشائية.
(c) (Microsoft Office XP): تم استخدامه في أجزاء مختلفة من المشروع مثل الكتابة النصوص والتنسيق وإخراج المشروع ، واعداد الجداول المرافقة للتصميم
(d) Google SketchUp : تم استخدام هذا البرنامج لعمل عرض فيديو لمراحل البناء .
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.

3-5 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، نأمل بأن تعود بالفائدة والنصح لمن يخطط لاختيار مشاريع ذات طابع إنشائي.

لقد حرصت الجامعة ومن خلال خططها الأكاديمية على تهيئة الطالب بشتى المجالات المطلوبة بسوق العمل فكان تخصصنا لا يخلو من مواد ادارة المشاريع الانشائية وعليه سيكون جزء من خطة العمل للمشروع هو تصميم جداول الكميات اللازمة للمشروع .

ففي البداية، يجب أن يتم تنسيق وتجهيز كافة المخططات المعمارية، بحيث يتم إختيار مواد البناء مع تحديد النظام الإنشائي للمبنى. ولا بد في هذه المرحلة من توفر معلومات شاملة عن الموقع وترتيبه وقوة تحمل 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 كافة أنحاء المبنى؛ ليتم استخدامها فيما بعد في مقاومة أحمال الزلازل وغيرها من القوى الأفقية.

4-5 المصادر والمراجع:

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

2. ملاحظات الأستاذ المشرف.

3. ACI Committee 318 (2014), ACI 318-14: Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary, American Concrete Institute, ISBN 0-87031-264-2.