

بسم الله الرحمن الرحيم



جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة والتكنولوجيا

دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

هندسة مباني

مشروع التخرج

التصميم الإنشائي لـ "مبنى كلية طب" في مدينة الخليل .

فلسطين-الخليل

فريق العمل

هشام عبد العزيز

فراس سلامة

صلاح أبو ريان

ضياء بطران

هداية غياضة

إشراف :

م. خليل كرامة

كانون أول – 2017م

بسم الله الرحمن الرحيم



جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة والتكنولوجيا

هندسة مباني

التصميم الإنشائي لـ "مبنى كلية طب" في مدينة الخليل .

فلسطين-الخليل

فريق العمل

هشام عبد العزيز

فراس سلامة

صلاح أبو ريان

ضياء بطران

هداية غياضة

بناء على توجيهات الدكتور 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

توقيع مشرف المشروع

م. فيضي شبانة

د. خليل كرامة

كانون أول – 2017م

الإهداء

إلى من جعلوا من أنفسهم جسراً تعبره نجاحاتنا، إلى من سهروا ليلاً لتشرق شمسنا، إلى من عرقت جباههم وما جفت وتعبت جوارحهم وما كُنت وما أُنْتُ، إلى من وهبوا أنفسهم وما ملكت أيديهم شموعاً تحترق لتنير لنا الدرب، إلى من غرسوا بذور العطاء والبر والتقوى والمحبة في أراضينا القاحلة، وعصروا من قلوبهم ترياقاً لهمومنا وبلسماً لحياتنا، إلى من آثروا الحرمان لنكتفي نحن فيكتفون ونرتفع نحن فيرتفعون، إلى آبائنا وأمهاتنا العظام الذين لا يجازي رضاهم مداد البحر من الكلمات، ولا يوفيهم حقهم مدى الدهر من الوفاء والطاعات، إليكم نهدي هذا العمل المتواضع.

كما ونهدي هذا العمل إلى كل الأساتذة والأخوة والأصدقاء الذين وقفوا وما يزالون إلى جانبنا في السراء والضراء، وبوجودهم تذوقنا طعم الحياة وحلاوة الأوقات وبمحببتهم وعطائهم تجاوزنا الصعاب وبلغنا الأهداف.

فريق العمل

شكر وتقدير

لا فضل علينا إلا فضله، وما من نعمةٍ نحن بها إلا من عنده، وما توفيقنا إلا به فله الحمد والشكر عدد الأوراق والأشجار، وعدد ما ذكره الذاكرون الأبرار، وعدد ما سبح الطير وطار وما تعاقب الليل والنهار، حمداً كثيراً طيباً مباركاً لا إنقضاء له في السعد والحزن، والسر والعلن.

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

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

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

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

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

فريق العمل

ملخص المشروع

التصميم الإنشائي لـ "مبنى كلية طب " في مدينة الخليل .

التصميم الإنشائي هو أهم التصميمات اللازمة للمبنى بعد التصميم المعماري فتوزيع الأعمدة وحساب الأحمال والحفاظ على المتانة وبأفضل طريقة اقتصادية وأعلى درجات الأمان والسلامة يقع على عاتق الإنشائي.

سنقوم في هذا المشروع بالتصميم الإنشائي لمبنى كلية طب بمساحة اجمالية 17800 متر مربع مكون من ثمانية طوابق يحتوي طابق التسوية على مواقف سيارات ، الطابق الأرضي يحتوي على مختبرات ومكاتب وقاعات محاضرات ، كافيتيريا ، مرافق ومسرح، أما الطوابق من الأول وحتى الخمس فتحتوي على قاعات محاضرات ، مرافق، مكاتب، مختبرات، الطابق السادس : ويحتوي على مكاتب ادارية ومكتبة.

من الجدير بالذكر أنه تم استخدام الكود الأردني لتحديد الأحمال الحية، ولتحديد أحمال الزلازل ، أما بالنسبة للتحليل الإنشائي وتصميم المقاطع فتم استخدام الكود الأمريكي (ACI_318_11) ، ولا بد من الإشارة إلى أنه تم الإعتماد على بعض برامج الحاسوب مثل :-

Autocad (2007+2015), ATIR, ETABS 2015, Microsof Office.

بعد الانتهاء من المشروع من المتوقع أن نكون قادرين على تحليل وتصميم العناصر الانشائية كافة بالمشروع ان شاء الله.

والله ولي التوفيق

Abstract

Structural Design of College of Medicine

Supervision : Eng . khalil karameh

Team:

Firas Salameh , Dyaa Batran, Salah Abu Rayyan, Hisham Abdelaziz and Hedaya Ghayadah

Structural design is the most important design of the building after the necessary of architectural design, the distribution of columns, loads, offer durability, the best prices and the highest degree of safety are the responsibility of the structural designer. In this project we will do the structural design of the " College of Medicine ".With total area 17800m². The college contain eight floors, the basement floor, contains parking, the ground floor contains scientific labs, store services and cafeteria. The first, second, third, fourth and fifth contain labs, class rooms, offices and bathrooms , and the sixth floor contains libraries, offices, and bathrooms.

This project was selected because of the importance to know how to design these buildings, which have a design requirements higher than other projects with long spans and big theaters and diversity in the form of the building by the architectural design, also it has been chosen for the importance of having this college because of the lack of this kind of colleges in this area.

It is important mentioning that we will use the Jordanian Code to determine the live loads, and to determine the loads of earthquakes, for the analysis of the structural and design sections we will use the US Code (ACI_318_11), it must be noted that we will be relying on some computer programs such as: AutoCAD, Office, Attir, and Etabs.

After completion of the project we expect to be able to provide structural design of all the structural elements of the project accordance to the requirements of the code.

رقم الصفحة	الصفحات الابتدائية
I	اسم مشروع التخرج
II	أسماء فريق العمل ومشرف مشروع التخرج
III	الإهداء
IV	الشكر والتقدير
V	الملخص باللغة العربية
VI	الملخص باللغة الانجليزية
VII	فهرس المحتويات
X	فهرس الجداول
XI	فهرس الاشكال
XII	List of Figures
XIII	List of Abbreviations

1	المقدمة	الفصل الاول
2	مقدمة	1-1
2	وصف عام للمشروع	2-1
3	سبب اختيار المشروع	3-1
3	أهداف المشروع	4-1
4	مشكلة المشروع	5-1
4	المسلمات	6-1
4	فصول المشروع	7-1
4	اجراءات المشروع	8-1
5	الجدول الزمني للمشروع	9-1

6	الوصف المعماري	الفصل الثاني
7	مقدمة	1-2
8	لمحة عامة عن المشروع	2-2
9	موقع المشروع	3-2
10	أهمية الموقع	1-3-2

10	حركة الشمس والرياح	2-3-2
11	الرطوبة	3-3-2
11	وصف طوابق المشروع	4-2
11	طابق التسوية	1-4-2
12	الطابق الارضي	2-4-2
13	الطابق الاول	3-4-2
14	الطابق الثاني	4-4-2
15	الطابق الثالث والرابع والخامس	5-4-2
16	الطابق السادس	6-4-2
17	وصف واجهات المشروع	5-2
17	الواجهة الغربية	1-5-2
17	الواجهة الشرقية	2-5-2
18	الواجهة الجنوبية	3-5-2
19	الواجهة الشمالية	4-5-2
20	وصف الحركة	6-2

21	الوصف الانشائي	الفصل الثالث
22	مقدمة	1-3
22	الهدف من التصميم الانشائي	2-3
22	مراحل التصميم الانشائي	3-3
23	الأحمال	4-3
23	الأحمال الميتة	1-4-3
24	الأحمال الحية	2-4-3
25	الأحمال البيئية	3-4-3
25	أحمال الرياح	1-3-4-3
26	أحمال الثلوج	2-3-4-3
27	أحمال الزلازل	3-3-4-3
28	الاختبارات العملية	5-3
28	العناصر الانشائية	6-3
29	العقدات	1-6-3
29	العقدات المصمته	1-1-6-3

30	عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد	2-1-6-3
31	العقدات المصمتة ذات الاتجاهين	3-1-6-3
31	الأدراج	2-6-3
32	الجسور	3-6-3
33	الأعمدة	4-6-3
34	جدران القص	5-6-3
35	الأساسات	6-6-3
35	الهياكل الاطارية " فريمات "	7-6-3
36	فواصل التمدد	7-3
37	برامج الحاسوب التي تم استخدامها	8-3

Chapter 4	Structural Analysis and Design	38
4-1	Introduction	39
4-2	Factored load	40
4-3	Determination of thickness	40
4-4	Load calculation	42
4-5	Design of topping	44
4-6	Design of One Way Rib Slab	47
4-7	Design of Two Way Rib Slab	55
4-8	Design of Beam	59
4-9	Design of Column	66
4-10	Design of footing	69
4-11	Design of stair	75
4-12	Design of solid slab of stair roof	80
4-13	Design of shear wall	82

86	النتائج والتوصيات	الفصل الخامس
87	مقدمة	1-5
87	النتائج	2-5
88	التوصيات	3-5

رقم الصفحة	اسم الجدول	رقم الجدول
5	الجدول الزمني للمشروع	جدول (1-1)
24	الكثافة النوعية للمواد المستخدمة	جدول (1-3)
25	الأحمال الحية لعناصر المبنى	جدول (2-3)
26	سرعة وضغط الرياح اعتماداً على الكود الألماني DIN 1055-5	جدول (3-3)
27	أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر	جدول (4-3)
40	Check of Minimum Thickness of Structural Member	جدول (1-4)
43	Calculation of the total dead load for one way	جدول (2-4)
44	Calculation of the total dead load for two way	جدول (3-4)
44	Calculation of the total dead load for topping	جدول (4-4)
76	Dead Load Calculation of Flight	جدول (5-4)
77	Dead Load Calculation of Landing	جدول (6-4)

رقم الصفحة	اسم الشكل	رقم الشكل
9	موقع المشروع المقترح "منطقة نمرة - الخليل"	الشكل (1-2)
11	مخطط طابق التسوية	الشكل (2-2)
12	مخطط الطابق الارضي	الشكل (3-2)
13	مخطط الطابق الاول	الشكل (4-2)
14	مخطط الطابق الثاني	الشكل (5-2)
15	مخطط الطابق الثالث والرابع والخامس	الشكل (6-2)
16	مخطط الطابق السادس	الشكل (7-2)
17	الواجهة الغربية	الشكل (8-2)
18	الواجهة الشرقية	الشكل (9-2)
18	الواجهة الجنوبية	الشكل (10-2)
19	الواجهة الشمالية	الشكل (11-2)
20	الحركة في المبنى	الشكل (12-2)
23	الأحمال الميتة	الشكل (1-3)
24	الاحمال الحية	الشكل (2-3)
26	أحمال الرياح	الشكل (3-3)
27	أحمال الثلوج	الشكل (4-3)
28	أحمال الزلازل	الشكل (5-3)
29	توضيح لبعض العناصر الانشائية للمبنى	الشكل (6-3)
30	العقدات المصمته ذات الاتجاه الواحد	الشكل (7-3)
30	عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد	الشكل (8-3)
31	عقدات العصب ذات الاتجاهين	الشكل (9-3)
32	الدرج	الشكل (10-3)
33	أنواع الجسور المستخدمة في المشروع	الشكل (11-3)
34	أنواع الاعمدة المستخدمة في المشروع	الشكل (12-3)
34	جدار قص	الشكل (13-3)
35	اساس منفصل	الشكل (14-3)
36	فاصل تمدد	الشكل (15-3)
37	فاصل التمدد بالمبنى	الشكل (16-3)

List of Figures

Figure #	Description	Page #
4-1	One Way Rib Slab	42
4-2	Topping of slab	45
4-3	Topping load and moment digram	45
4-4	Rib 26	47
4-5	Rib geometry	48
4-6	Rib section	48
4-7	Loading of rib 26	49
4-8	Moment envelope of rib 26	49
4-9	Shear envelope of rib 26	50
4-10	Two way rib slab	55
4-11	Two way rib slab renforcement	58
4-12	Beam 78	60
4-13	Beam geometry	60
4-14	Load of beam	60
4-15	Moment envelope of beam	61
4-16	Shear envelope of beam	61
4-17	Column section	69
4-18	Foundation reinforcement	74
4-19	Stair plan	75
4-20	Stair section	76
4-21	Load distribution on stair	78

List of Abbreviations

- **Ac** = area of concrete section resisting shear transfer.
- **As** = area of non-prestressed tension reinforcement.
- **A_s[~]** = area of non-prestressed compression reinforcement.
- **Ag** = gross area of section.
- **Av** = area of shear reinforcement within a distance (S).
- **At** = area of one leg of a closed stirrup resisting tension within a (S).
- **b** = width of compression face of member.
- **bw** = web width, or diameter of circular section.
- **C_c** = compression resultant of concrete section.
- **C_s** = compression resultant of compression steel.
- **DL** = dead loads.
- **d** = distance from extreme compression fiber to centroid of tension reinforcement.
- **Ec** = modulus of elasticity of concrete.
- **f_c[~]** = compression strength of concrete .
- **fy** = specified yield strength of non-prestressed reinforcement.
- **h** = overall thickness of member.
- **Ln** = length of clear span in long direction of two- way construction, measured face-to-face of supports in slabs without beams and face to face of beam or other supports in other cases.
- **LL** = live loads.

- **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 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.
- **W** = width of beam or rib.
- **W_u** = factored load per unit area.
- **Φ** = strength reduction factor.
- **ε_c** = compression strain of concrete = 0.003.
- **ε_s** = strain of tension steel.
- **ε_s'** = strain of compression steel.
- **ρ** = ratio of steel area.

الفصل الأول

المقدمة

- 1-1 مقدمة .
- 2-1 وصف عام للمشروع .
- 3-1 أسباب اختيار المشروع .
- 4-1 أهداف المشروع .
- 5-1 مشكلة المشروع .
- 6-1 المسلمات .
- 7-1 فصول المشروع .
- 8-1 اجراءات المشروع .
- 9-1 الجدول الزمني للمشروع .

1-1- مقدمة

دأب الإنسان منذ بداياته إلى البحث عن المسكن فالتجأ إلى الكهوف والتجاويف الصخرية المحيطة به ومع محاولاته لتطوير أساليب الحياة لديه، والتكيف مع بيئته أجتهد لتطوير مسكنه، فأستخدم المواد المحيطة به لإنشاء هذا المأوى من أخشاب وجلود الحيوانات والحجارة والطين، وصولاً إلى إستخدامه الحديد والاسمنت المستخدم حالياً في البناء.

واستجابة لمتطلبات التقدم والتطور بدأ بالاتجاه إلى الأبنية المتخصصة في مجالات حياته العامة والخاصة فجعل لكل إحتياج مبناه الخاص مثل الجامعات و المدارس والمستشفيات والشقق السكنية والمراكز الصحية والمجمعات التجارية... الخ.

ومع تطور الإنسان وتطور حياته ومع الإفتتاح الصناعي المستمر كان لا بد من مواكبة الأحداث لتلبية إحتياجات الناس بمختلف فئاتهم وأشغالهم، من هنا يأتي دور المهندس الذي يضع أفكاره وحلوله من أجل المضي قدماً في ركب الثورة البشرية.

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

محور الدراسة في هذا المشروع هو القيام بإجراء التصميم الإنشائي لمبنى متعدد الطوابق وهو تصميم إنشائي لمبنى كلية طب تقع في مدينة الخليل.

2-1- وصف عام للمشروع

المشروع عبارة عن التصميم الإنشائي لمبنى كلية طب تابعة لجامعة بوليتكنك فلسطين، تتمتع بجميع المرافق والأقسام اللازمة، أضف إلى ذلك كله أنه يحافظ على أداء الوظيفة المرجوة منه، كما ويقوم المشروع على فكرة استغلال كافة الفراغات لتعمل على خدمة المستخدمين بشكل جيد.

بعد دراسة تحليلية ومفصلة لمخططات المشروع المعمارية، تبلغ المساحة الإجمالية للمبنى حوالي 17800 متر مربع، موزعة على ثمانية طوابق كالتالي:

- طابق التسوية: يحتوي على موقف سيارات تابع للكلية يتسع لحوالي 195 سيارة.
- الطابق الأرضي: ويحتوي على كافيتيريا بمساحة 274 متر مربع، المسرح بمساحة 314 متر مربع، غرف خدمات ومختبرات علمية.
- الطابق الأول: يحتوي على قاعات محاضرات ومسرح.

- الطابق الثاني والثالث والرابع والخامس: تحتوي على قاعات مختبرات، مكاتب، قاعات محاضرات، غرفة الصلاة والمسرح.
- الطابق الخامس: ويضم المكتبة.

3-1- أسباب اختيار المشروع

تعود أهمية اختيار المشروع إلى عدة أمور من أهمها اكتساب المهارة في التصميم للعناصر الإنشائية في المباني، وخاصة المباني الضخمة مثل المشروع الذي نعرضه في هذا البحث، بالإضافة إلى زيادة المعرفة للنظم الإنشائية المتبعة في بلادنا وكذلك اكتساب المعرفة العلمية والعملية المتبعة في تصميم وتنفيذ المشاريع الإنشائية والتي ستواجهنا بعد التخرج في سوق العمل إن شاء الله.

هناك عدة أسباب دفعت إلى اختيار هذا المشروع؛ منها أسباب تتعلق بطبيعة المشروع، وأخرى تعود إلى أسباب شخصية يمكن تلخيصها على النحو التالي:-

الأسباب المتعلقة بطبيعة المشروع :-

1. توفر قطعة أرض بمساحة تستوعب حجم المشروع.
2. نظرا لارتفاع مستوى التعليم في الاونة الاخيرة وحاجة طلبة الطب من مدينة الخليل وقراها للتعلم في الجامعات المجاورة نظرا لعدم احتواء المدينة على كلية طب.
3. سهولة الوصول إلى الموقع وقربه من أكبر عدد ممكن من مستشفيات المدينة نظرا لحاجة الطلبة اليها اثناء مرحلة الدراسة مما يسهل ذلك عليهم .
4. احتفاظ الموقع بمميزات طبيعية تؤهله لاحتواء المشروع.

الأسباب الشخصية :-

1. رغبة فريق المشروع بأن يكون المشروع إنشائياً.
2. الرغبة في اكتساب مهارة التصميم الإنشائي من خلال الربط بين النواحي النظرية التي تم إكسابها من المساقات المدروسة وتطبيق ذلك فعلياً في هذا المشروع وما يحتويه من عناصر إنشائية مختلفة، وتصميم هذه العناصر بحيث تتناسب مع الأحوال الواقعة عليها، مع مراعاة توفير عاملي المتانة و الاقتصاد.

4-1- أهداف المشروع

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

1. القدرة على اختيار النظام الإنشائي المناسب للمشاريع المختلفة وتوزيع عناصره الإنشائية على المخططات مع مراعاة الحفاظ على الطابع المعماري.

الفصل الاول المقدمة

2. العمل على توظيف كافة المعلومات التي إكتسبناها أثناء حياتنا الدراسية من خلال المساقات المختلفة من أجل الوصول إلى مشروع متكامل.
3. التعرف على نماذج وطرق إنشائية جديدة لم نكتسبها خلال دراستنا ومعرفة كيفية التعامل معها حسب الحاجة.
4. وبذلك يمكن أن يعد المشروع بمثابة مرجع متكامل في مجال التحليل والتصميم لمختلف العناصر الإنشائية في المباني لما يحويه من أمثلة وتطبيقات على هذه الموضوعات.

5-1- مشكلة المشروع

تتمثل مشكلة هذا المشروع في التحليل والتصميم الإنشائي لجميع العناصر الإنشائية المكونة للمبنى، وفي هذا المجال تم تحليل كل عنصر من العناصر الإنشائية مثل البلاطات والأعصاب والجسور والأعمدة والجدران والأساسات... الخ، وذلك بتحديد الأحمال الواقعة عليها من ثم تحديد أبعاده وتصميم التسليح اللازم له مع الأخذ بعين الاعتبار عامل الأمان للمنشأ، ومن ثم عمل المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية التي تم تصميمها، لإخراج هذا المشروع من حيز الاقتراح إلى حيز التنفيذ.

6-1- المسلمات

1. اعتماد الكود الأمريكي في التصاميم الإنشائية المختلفة (ACI-318-11) .
2. اعتماد الكود الأردني للأحمال الحية.
3. استخدام برامج التحليل والتصميم الإنشائي مثل (Atir,)
4. برامج أخرى مثل *Microsoft office Word & Power Point*

7-1- فصول المشروع

يتكون المشروع من خمس فصول على النحو التالي:-

- الفصل الأول :-المقدمة.
- الفصل الثاني :- الوصف المعماري.
- الفصل الثالث :-الوصف الإنشائي.
- الفصل الرابع :-التحليل والتصميم الإنشائي.
- الفصل الخامس :-النتائج والتوصيات.

8-1- اجراءات 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.
- (5) التصميم عن طريق برامج التصميم المختلفة.
- (6) إنجاز المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية التي تم تصميمها ليخرج المشروع بشكله النهائي المتكامل والقابل للتنفيذ.

9-1- الجدول الزمني للمشروع

يبين الجدول رقم (1-1) المخطط الزمني لمراحل العمل بالمشروع وفق الخطوات المقترحة للعمل خلال فصلين دراسيين.

مرحلة الزمن المقترح اسبوعيا	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1			
اختبار المشروع																																			
دراسة الموقع																																			
جمع المعلومات حول المشروع																																			
دراسة المنفى معمليا																																			
دراسة المنفى تشالبا																																			
اعداد مقدمة المشروع																																			
عرض مقدمة المشروع																																			
التحليل الإنشائي																																			
التصميم الإنشائي																																			
اعداد مخططات المشروع																																			
كتابة المشروع																																			
عرض المشروع																																			

جدول (1-1): الجدول الزمني للمشروع.

الفصل الثاني

الوصف المعماري

- 1-2 المقدمة.
- 2-2 لمحة عامة عن المشروع .
- 3-2 موقع المشروع.
- 4-2 وصف طوابق المشروع .
- 5-2 وصف واجهات المشروع .
- 6-2 وصف الحركة.

2-1- مقدمة

في النفس البشرية حاجة ماسة للإبداع – كانت ولا زالت – رفعت من خلالها حضارات وأطاحت بأخرى , وكان سعي الإنسان لتحقيق هذه الغاية كبيراً , ولم تكف تقضي أجيال حتى جاءت غيرها لتكمل مسيرة الإبداع البشرية المستمرة . وهذا ما يتمثل في يومنا هذا وشاهدة للعيان , فأبدع الفرعوني بأهراماته والإغريقي بتمائيله ومتاحفه ولحقهم الصيني بسوره العظيم وأكمل غيرهم المشوار .

إن بساطة المبنى ليست دليلاً على بساطة العمل المعماري، بل إن المبنى على الرغم من البساطة قد يخبئ لنا بين ثناياه من الجمال والفن المعماري في أجزاءه الداخلية ما يجعله يتفوق على الكثير من الأبنية الأخرى، فالمبنى مهما كانت وظيفته يكون قد حقق الشروط المعمارية تماماً عندما يمزج بين الجمال الحقيقي في واجهات وشكل المبنى والوظيفة التي سيؤديها ذلك المبنى وبذلك يكون قد نجح معمارياً، لأن المفهوم المعماري لا يقتصر على الشكل فحسب كما يظن البعض؛ وإنما يحقق الوظيفة أيضاً.

ومن هنا تكمن أهمية التصميم لأي منشأ أو مبنى و الذي يمر بعدة مراحل , بحيث تتمثل محطاتها الأولى 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 والعزل والحركة والتنقل وغيرها من المتطلبات الوظيفية.

وبعد الانتهاء من عملية التصميم المعماري تبدأ عملية التصميم الإنشائي والتي تهدف إلى تحديد أبعاد العناصر الإنشائية وخصائصها , وذلك اعتماداً على الأحمال المختلفة التي تتعرض لها هذه العناصر التي تقوم بدورها بنقل الأحمال إلى الأساسات التي تنقل الأحمال بشكل كامل إلى التربة .

2-2- لمحة عامة عن المشروع

تتلخص فكرة المشروع في التصميم الانشائي لمبنى كلية طب تابعة لجامعة بوليتكنك فلسطين، يتمتع بجميع المرافق والأقسام اللازمة كما أنه يتمتع بشكل معماري جميل جداً، أضيف إلى ذلك كله أنه يحافظ على أداء الوظيفة المرجوة منه بالموازاة مع كل ما يحويه من اللمسات المعمارية لإبرازها في كثير من المنشآت. وكما يقوم المشروع على فكرة استغلال كافة الفراغات لتعمل على خدمة المستخدمين بشكل جيد.

وقد كانت هذه الأفكار تركز بشكل أساسي على استعمالات المبنى وعلى العوامل المحلية التي تؤثر في التصميم مثل مدخل المبنى و أشعة الشمس واتجاه الرياح والمناخ وكغيرها .

بعد دراسة تحليلية ومفصلة لمخططات المشروع المعمارية ، وتبلغ المساحة الإجمالية للمبنى حوالي 17800 متر مربع، موزعة على ثمانية طوابق كالتالي :

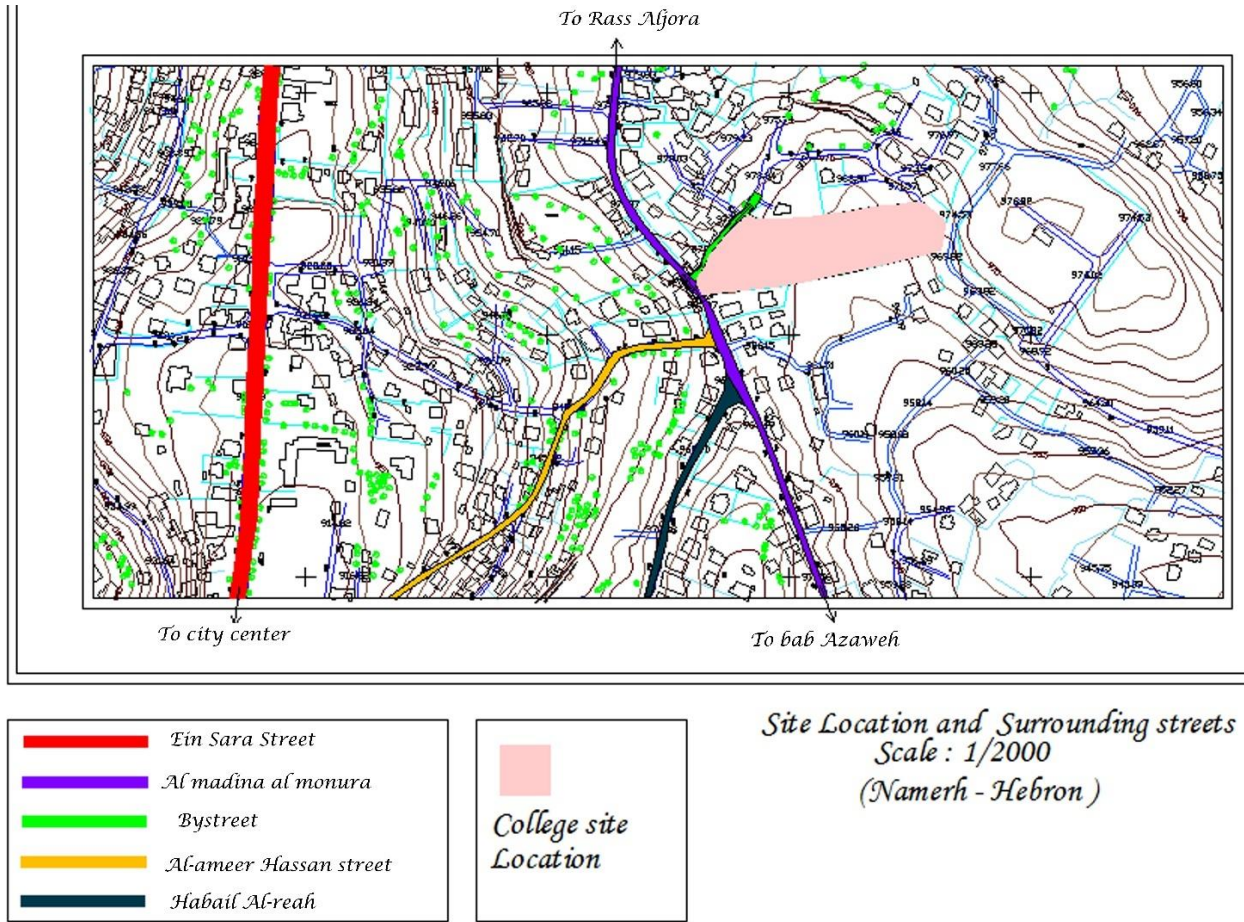
- طابق التسوية : موقف سيارات تابع للكلية .
- الطابق الارضي : ويحتوي على مختبرات علمية، المسرح، غرف خدمات وكافتيريا.
- الطابق الأول: يحتوي على قاعات محاضرات ومسرح .
- الطابق الثاني والثالث والرابع والخامس: تحتوي على قاعات مختبرات، مكاتب، قاعات محاضرات، غرفة الصلاة والمسرح.
- الطابق السادس : ويضم المكتبة.

حيث تتنوع فيها الخدمات الوظيفية بشكل مناسب مع الحاجة المبتغية من التصميم.

2-3- موقع المشروع

لتصميم أي مشروع فإنه ينبغي دراسة الموقع المراد الإنشاء فيه بعناية فائقة، مراعيًا بذلك الموقع الجغرافي وتأثير الظروف المناخية السائدة في المنطقة بحيث تصان العناصر القائمة وتتألف وتتناغم مع التصميم المقترح. فذلك يجب إعطاء فكرة عامة عن عناصر الموقع من توضيح لمقاسات الأرض المقترحة للبناء، وعلاقة الموقع بالشوارع والخدمات المحيطة، وارتفاع المباني المحيطة، واتجاه الرياح السائدة والضجيج ومسار الشمس.

يقع هذا المشروع المقترح شمال مدينة الخليل في منطقة نمره، يمتاز الموقع بأنه يقع بالقرب من مدخل المدينة الشمالي، إذ يسهل الوصول إليه من خلال الطرق المفتوحة على مدخل المدينة، بالإضافة إلى سهولة الوصول إليه من كافة أرجاء المدينة، كما هو موضح في الشكل (1-2)



شكل (1-2) موقع المشروع المقترح "منطقة نمره- الخليل"

2-3-1- أهمية الموقع:-

كانت هناك مجموعة من الأسباب التي أدت إلى اختيار هذه المنطقة لإنشاء مبنى كلية طب إلى جانب حيوية المنطقة والمتطلبات الأخرى اللازمة لاختيار الموقع المناسب والمميزات التي توافرت في موقع هذا المشروع وتم مراعاتها و هي على النحو الآتي:-

1. توفر قطعة أرض بمساحة تستوعب حجم المشروع.
2. نظرا لارتفاع مستوى التعليم في الاونة الاخيرة وحاجة طلبة الطب من مدينة الخليل وقرائها للتعلم في الجامعات المجاورة نظرا لعدم احتواء المدينة على كلية طب.
3. سهولة الوصول إلى الموقع وقربه من أكبر عدد ممكن من مستشفيات المدينة نظرا لحاجة الطلبة إليها اثناء مرحلة الدراسة مما يسهل ذلك عليهم .
4. احتفاظ الموقع بمميزات طبيعية تؤهله لاحتواء المشروع.

2-3-2- حركة الشمس والرياح:-

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

إن دراسة حركة الشمس والرياح من العوامل المهمة في تحليل المبنى، فالشمس طاقة مرغوب فيها، وتوجيه المبنى تجاه الشمس مع حمايته من السطوع الواقع عليه من المنطقة الغربية هي وسيلة ناجحة في الحصول على أكبر قدر ممكن من الطاقة الشمسية في أيام البرد، والتقليل من كمية الطاقة المستهلكة للتدفئة، وللرياح تأثير كبير على المباني، فهي تعد حمل أفقي يؤثر على جدران المبنى وبالتالي على الهيكل الإنشائي له، لذلك فيجب مراعاة تأثير الشمس والرياح على المبنى ليتسنى تقسيمه إلى فراغات تتناسب وتوجيهه المناخي بحيث يلبي شروط التصميم المتعلقة بالتهوية والإضاءة الطبيعية.

2-3-3- الرطوبة :-

مناخ مدينة الخليل يتأثر بمناخ فلسطين الذي يعرف بأنه جاف وحار صيفاً ومعتدل وماطر شتاءً، ومناخ الخليل 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 الخليل تتراوح ما بين (400-600 ملم) سنوياً.

2-4- وصف طوابق المشروع

المبنى مكون من ثمانية طوابق بمساحة اجمالية 17800 متراً مربعاً، تتوزع فيها المرافق بحيث تلبى كافة المتطلبات اللازمة للمبنى وذلك على النحو التالي:

2-4-1- طابق التسوية:

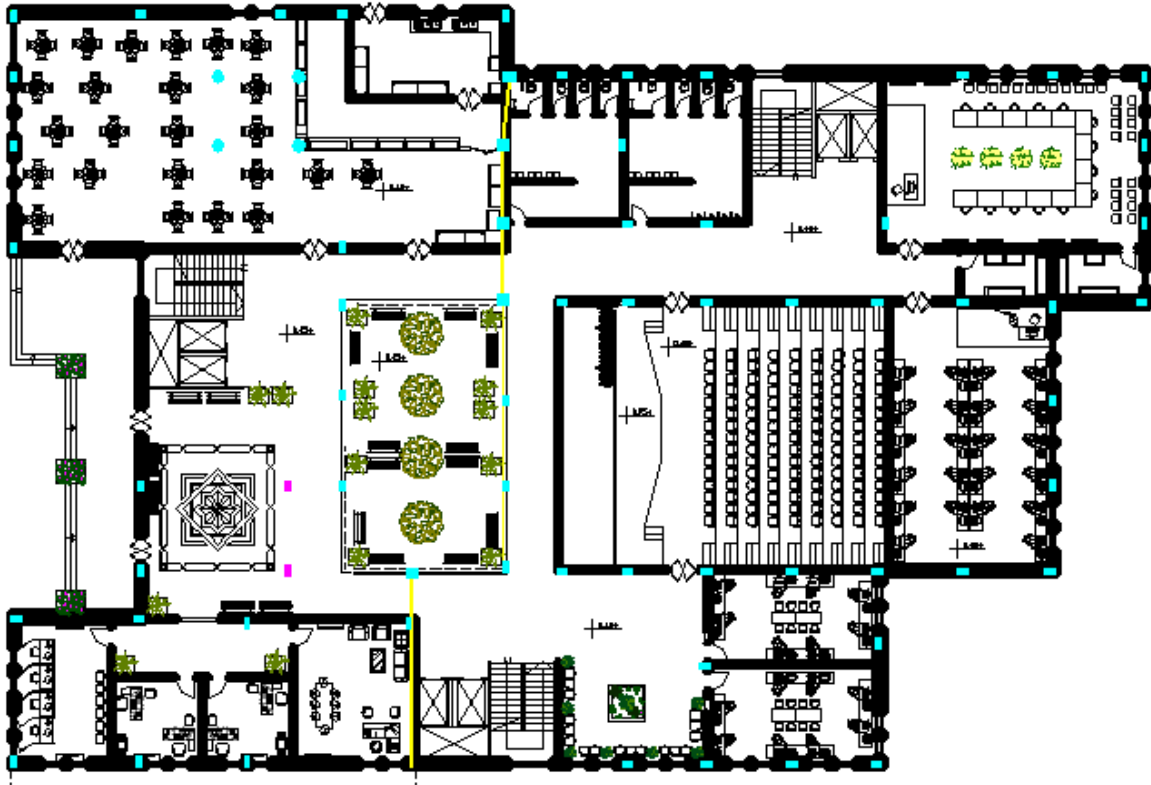
تبلغ مساحة هذا الطابق 5870 متر مربع، يحتوي على موقف سيارات ويتسع لحوالي 195 موقف، بالإضافة إلى عناصر الحركة الرأسية المتمثلة بالأدراج والمصاعد.



شكل (2-2): مخطط طابق التسوية.

2-4-2 الطابق الأرضي:

تبلغ مساحة الطابق الأرضي 1704 مترا مربعا ، ويتكون هذا الطابق من مختبرات وقاعات استقبال وقاعة مدرج ، كافيتيريا، مكاتب مدرسين ، بالإضافة إلى المراحيض والممرات ويتم الوصول إليه بطريقة مباشرة من منسوب مستوى الأرض عبر ثلاث درجات ويحتوي هذا الطابق على المدخل الرئيسي للمبنى ومصاعد وإدراج .



شكل (2-3): مخطط الطابق الأرضي.

4-2-3- الطابق الأول:

يتكون هذا الطابق من قاعات محاضرات، قاعات مختبرات، ومكاتب وإدراج وممرات ومختبر ومراحيض ويتم الوصول إليه بطريقة مباشرة من الدرج الواصل بين الطابق الأرضي والأول أو عن طريق المصعد، حيث يبلغ مساحة الطابق الأول 1744 مترا مربعا .



شكل (4-2): مخطط الطابق الأول.

4-4-2- الطابق الثاني:

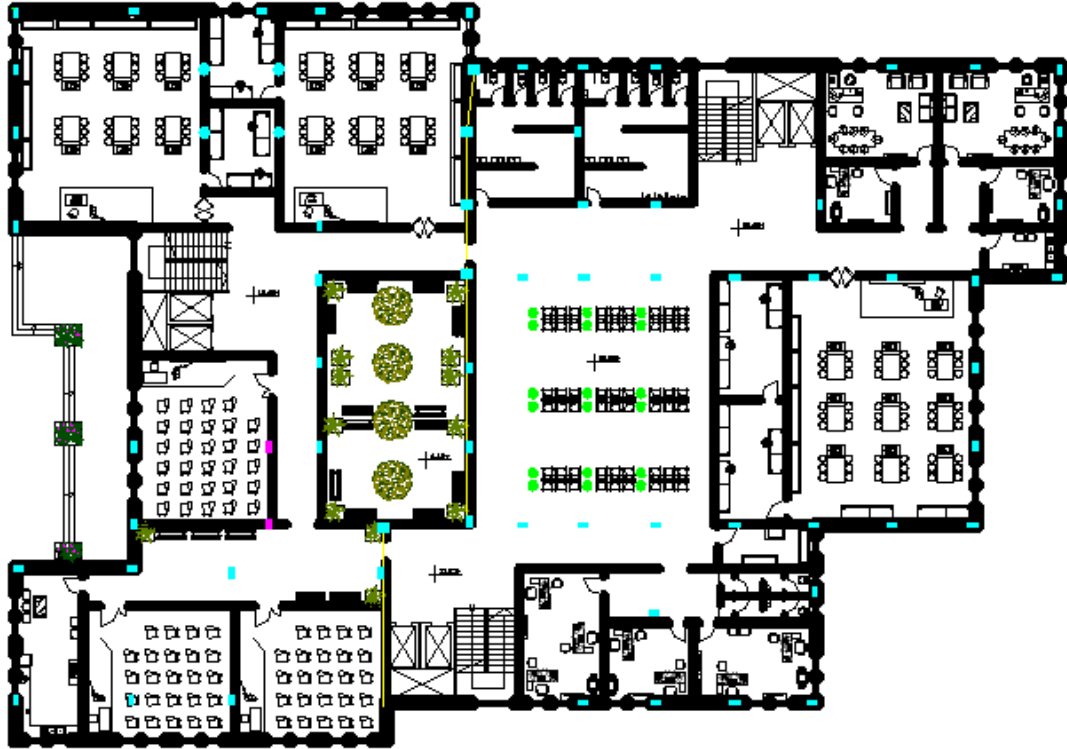
يتكون هذا الطابق من قاعات محاضرات، وقاعات مختبرات، مكاتب مدرسين، قاعات انتظار وترفيه، وقاعات خدمة وممرات وإدراج ومصاعد ومراحيض. ويبلغ مساحة هذا الطابق 1744 متر مربع .



شكل (2-5): مخطط الطابق الثاني .

5-4-2- الطابق الثالث والرابع والخامس:

ويتكون كل من هذه الطوابق من قاعات محاضرات، مكاتب ادارية ومصاعد وأدراج ومراحيض. ويبلغ مساحة هذا الطابق 1744 متر مربع .



شكل (6-2): مخطط الطابق الثالث والرابع .

2-4-6- الطابق السادس:

ويتكون من مكاتب ادارية ومكتبة بالاضافة الى غرفة اجتماعات ومصاعد وأدراج ومرحاض, ويبلغ مساحة هذا الطابق 1507 متر مربع .



شكل (2-7): مخطط الطابق السادس .

5-2 وصف الواجهات:

1- الواجهة الغربية :

تعتبر الواجهة الغربية هي الواجهة الرئيسية وتحتوي على المدخل الرئيسي ، تمتاز الواجهة الغربية باحتوائها على الحجر بالإضافة الى الزجاج مما يعطي جمالا معماريا يعكس رونق المبنى.



شكل(2-8) الواجهة الغربية

2-الواجهة الشرقية :

وتحتوي هذه الواجهة على نوافذ زجاجية بالإضافة الى الجدران الحجرية ، كما وتوضح التراجعات التي تحدث في طوابق المبنى كما في الشكل التالي:



شكل(2-9): الواجهة الشرقية .

3-الواجهة الجنوبية :

من خلال هذه الواجهة يمكن رؤية جزء من طابق التسوية كما هو موضح في الشكل التالي:



شكل(2-10) : الواجهة الجنوبية.

4-الواجهة الشمالية :

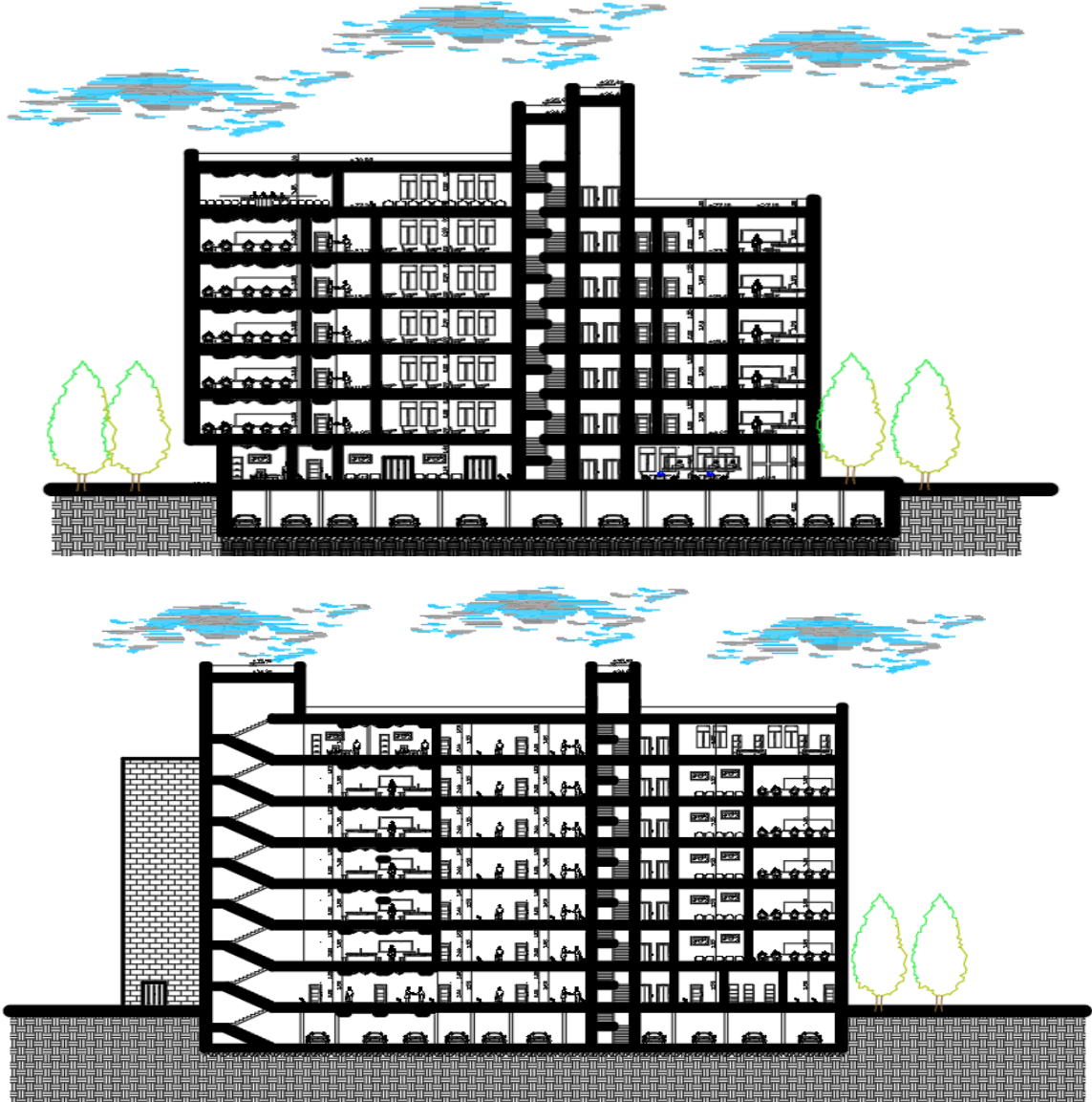
توضح هذه الواجهة طابق التسوية على كامل ارتفاعه كما وتبين مدخل التسوية ، اضافة الى النوافذ الزجاجية والجدران الحجرية .



شكل(2-11): الواجهة الشمالية.

6-2 وصف الحركة

تأخذ الحركة أشكالاً عدة، سواء من خارج المبنى باتجاه الداخل أو الحركة داخل المبنى نفسها، فالحركة من خارج المبنى إلى داخلها تتم بشكل سلس نظراً لعدم وجود فرق بين المنسوب الخارجي والداخلي، أما بالنسبة للحركة داخل المبنى فتقسم إلى حركة أفقية وحركة رأسية، الحركة الأفقية ممثلة في الممرات داخل الطوابق، على عكس الحركة الرأسية التي تكون بين الطوابق من خلال الأدراج والمصاعد الكهربائية حيث تأخذ أماكن متعددة في المبنى وهذا بدوره يسهل الحركة الأفقية داخل الطوابق والحركة الرأسية بينها، وخاصة في حالات الطوارئ وهذا ما يوضحه الشكل (2-13).



شكل (2-12): الحركة في المبنى

الفصل الثالث

الوصف الإنشائي

- 1-3 مقدمة .
- 2-3 الهدف من التصميم الإنشائي.
- 3-3 مراحل التصميم الإنشائي.
- 4-3 الأحمال.
- 5-3 الاختبارات العملية .
- 6-3 العناصر الإنشائية المكونة للمشروع .
- 7-3 فواصل التمدد.
- 8-3 برامج الحاسوب.

1-3 مقدمة

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

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

2-3 الهدف من التصميم الإنشائي

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

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

3-3 مراحل التصميم الإنشائي

يمكن تقسيم مراحل التصميم الإنشائي إلى مرحلتين رئيسيتين:-

1. المرحلة الأولى :-

وهي الدراسة الأولية للمشروع من حيث طبيعة المشروع وحجمه، بالإضافة لفهم المشروع من جميع جوانبه المختلفة وتحديد مواد البناء التي تم اعتمادها للمشروع، و 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 إختياره وعمل التفاصيل الإنشائية اللازمة له من حيث رسم المساقط الأفقية والقطاعات الرأسية وتفاصيل تفريد حديد التسليح.

4-3 الأحمال

هي مجموعة القوى التي تصمم المنشأة على أساس أن تتحملها ومع استمرار وجودها حتى عمر معين دون أن تنهار المنشأة بتأثير هذه القوى ، حيث تقسم الأحمال بصورة مباشرة على حسب طريقة تأثيرها في المنشأ إلى :-

1- الأحمال الرئيسية (المباشرة) : وهذه الأحمال تتضمن الأحمال الميتة والأحمال الحية والأحمال البيئية والأحمال الإضافية سواء الديناميكية او الغير ديناميكية.

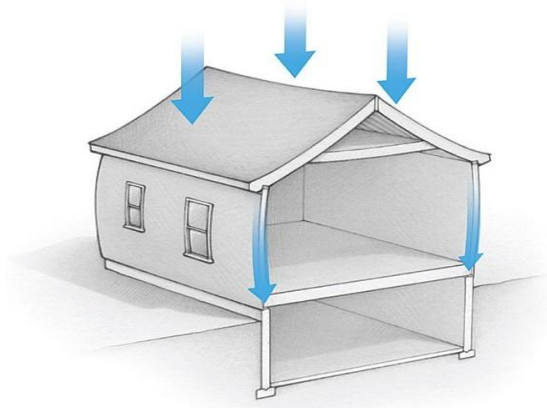
2- الأحمال الثانوية (غير المباشرة) : وهي الأفعال التي قد يتعرض لها المنشأ كالقوى الناتجة عن الحرارة والانكماش والزحف والإجهاد المسبق وتحركات الركائز و حدوث التشقق والتأثير الحراري وهبوط الأساس.

لذا في جانب الحساب الإنشائي يجب مراعاة الدقة المتناهية في عملية تمثيل الأحمال على العناصر الإنشائية على حسب التصنيف السابق ، فالخرسانة مثلا تمتلك معدل تمدد و انكماش مخالف تماما للحديد الذي يكون فيه.

لذا لابد للعناصر الإنشائية التي يتم تصميمها أن تكون قادرة على تحمل الأحمال الواقعة عليها دون حدوث انهيار للمنشأة وهذه الأحمال هي: (1) الأحمال الميتة، (2) الأحمال الحية، (3) الأحمال البيئية.

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.



الشكل (3-1) : الأحمال الميتة .

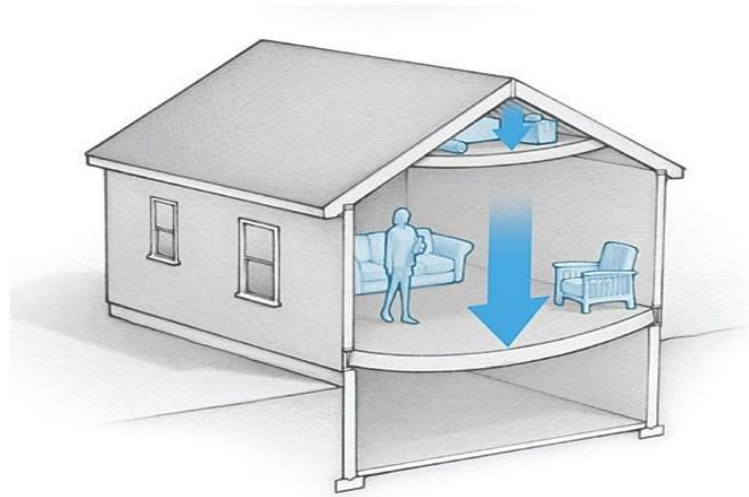
والجدول (1-3) يبين الكثافات النوعية للمواد المستخدمة في المشروع.

الرقم	المادة المستخدمة	الكثافة (KN/m^3)
1	البلاط	23
2	الخرسانة المسلحة	25
3	الطوب	15
4	القضارة	22
5	الرمل	16
6	المونة	22

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

2-4-3 الأحمال الحية:-

وهي الأحمال التي تتغير من حيث المقدار والموقع بصورة مستمرة كالأشخاص، الأثاث، الأجهزة، والمعدات وأحمال التنفيذ كالخشب والمعدات وتعتمد قيمة هذه الأحمال على طبيعة الاستخدام للمنشأ، و يؤخذ عادة مقدارها من جداول خاصة في الكودات المختلفة.



الشكل (2-3): الأحمال الحية .

والجدول (2-3) يبين الأحمال الحية في المشروع والمحددة بالرجوع إلى الكود الأردني.

الحمل الحي (KN/m ²)	طبيعة الاستخدام	الرقم المتسلسل
5.0	موقف السيارات	1
5.0	المخزن	2
5.0	المسرح	3
4.0	الأدراج	4
3.0	المكاتب الإدارية	5
5.0	قاعات المختبرات	7
5.0	قاعات تدريسية	9

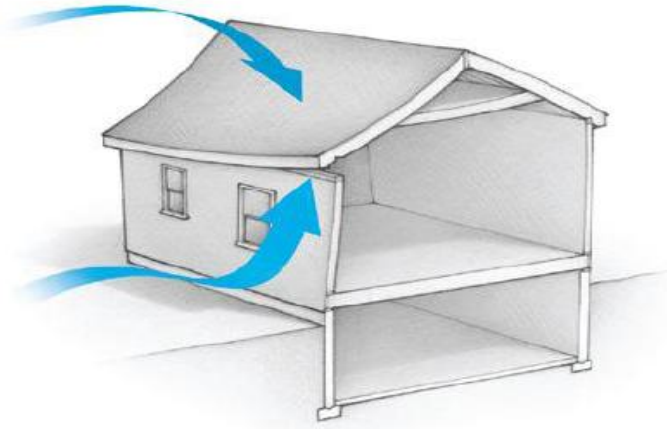
جدول (2-3) : الأحمال الحية لعناصر المبنى.

3-4-3 الأحمال البيئية :-

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

1-3-4-3 أحمال الرياح :

عبارة عن قوى أفقية تؤثر على المبنى ويظهر تأثيرها في المباني المرتفعة وهي القوى التي تؤثر بها الرياح على الأبنية أو المنشآت أو أجزائها، وتكون موجبة إذا كانت ناتجة عن ضغط وسالبة إذا كانت ناتجة عن شد، وتقاس بالكيلو نيوتن. وتحدد أحمال الرياح اعتماداً على ارتفاع المبنى عن سطح الأرض، والموقع من حيث الإحاطة من مباني سواء كانت مرتفعة أو منخفضة.



الشكل (3-3) : أحمال الرياح .

وتم اعتماد الكود الألماني (DIN 1055-5) للحصول على قيم قوى الرياح الأفقية، وهذا يظهر جليا في المعادلة التالية وباستخدام الجدول الموضح أدناه:-

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 اعتمادا على الكود الألماني DIN 1055-5

$$q = v^2 / 1600$$

حيث أن :

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

V :- السرعة التصميمية للرياح (m/sec) .

2-3-4-3 أحمال الثلوج :

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

- ارتفاع المنشأة عن سطح البحر.
- ميلان السطح المعرض لتساقط الثلوج.



الشكل (3-4) : أحمال الثلوج .

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

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

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

3-3-4-3 أحمال الزلازل :

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



الشكل (3-5) : أحمال الزلازل .

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

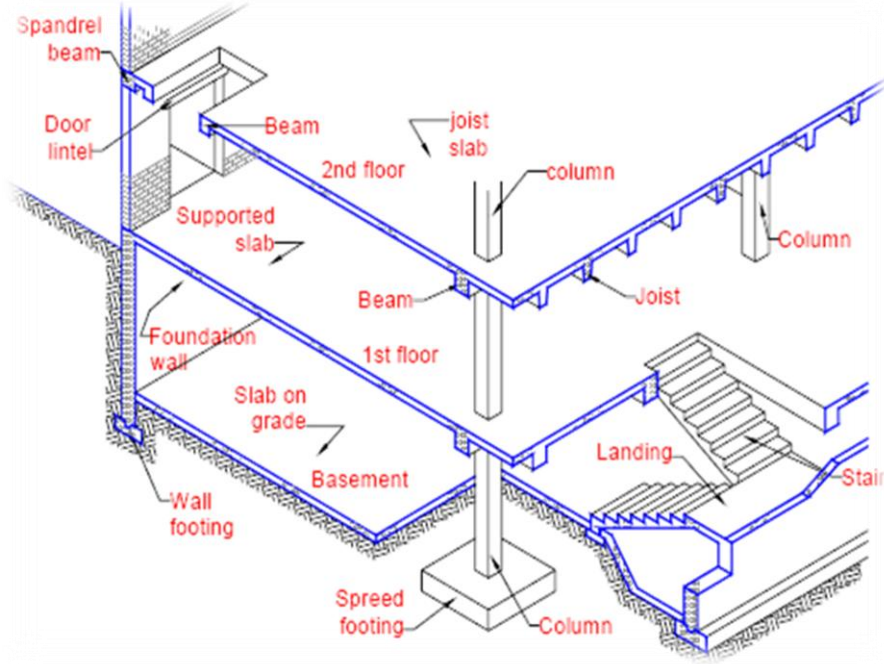
- حدود صلاحية المبنى للتشغيل (Serviceability)، من حيث تجنب أي هبوط زائد (Deflection)
- (Cracks) التي تؤثر سلباً على المنظر المعماري المطلوب.
- الشكل والنواحي الجمالية للمنشأ.

3-5 الإختبارات العملية

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

3-6 العناصر الإنشائية

المبنى هو عبارة عن محصلة التحام العناصر الإنشائية مع بعضها البعض ، لتصبح كتلة واحدة متكاملة لا يعتريه أي شائبة ، منتصباً أمام الأحمال التي يتعرض لها ، ومن أهم هذه العناصر، العقدات والجسور والأعمدة والجدران الحاملة والأساسات وغيرها.



الشكل (3-6) : توضيح لبعض العناصر الإنشائية للمبنى.

ويحتوي المشروع العناصر التالية:-

1-6-3-1-العقدات :-

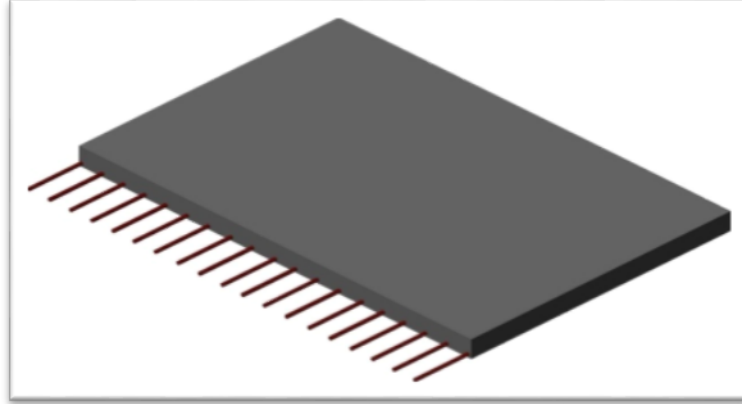
هي عبارة عن العناصر الإنشائية القادرة على نقل القوى الرأسية بسبب الأحمال المؤثرة عليها إلى العناصر الإنشائية الحاملة في المبنى مثل الجسور و الأعمدة و الجدران و الدراج و الأساسات، دون تعرضها إلى تشوهات.

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

1-1-6-3-1-البلاطات المصمتة (Solid Slabs) وتقسم إلى :-

- العقدات المصمتة ذات الإتجاه الواحد (One way solid slab).

تم استخدام هذا النوع من العقدات في تصميم عقدة بيت الدرج .



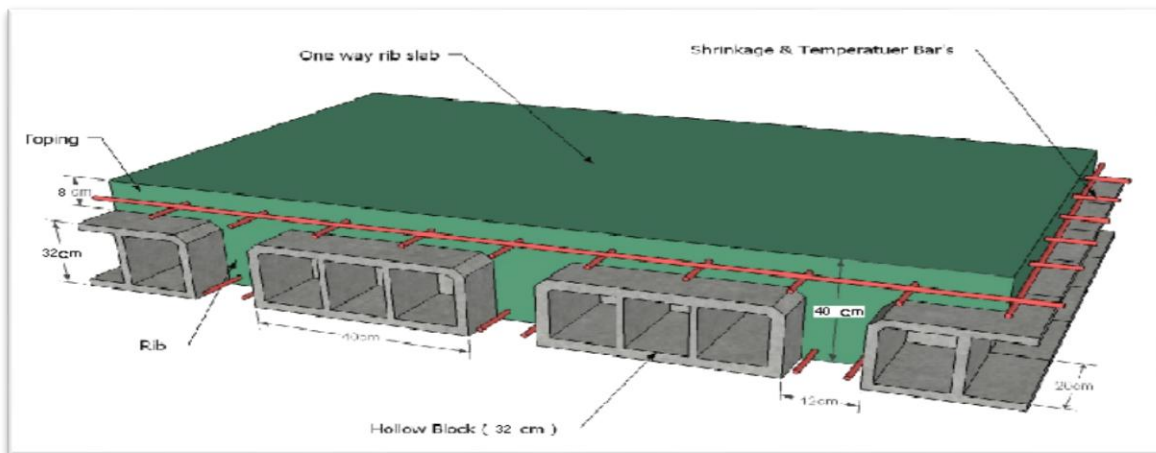
الشكل (3-7) : العقدات المصممة ذات الإتجاه الواحد.

1. البلاطات المفرغة (Ribbed Slabs) وتقسم إلى :-

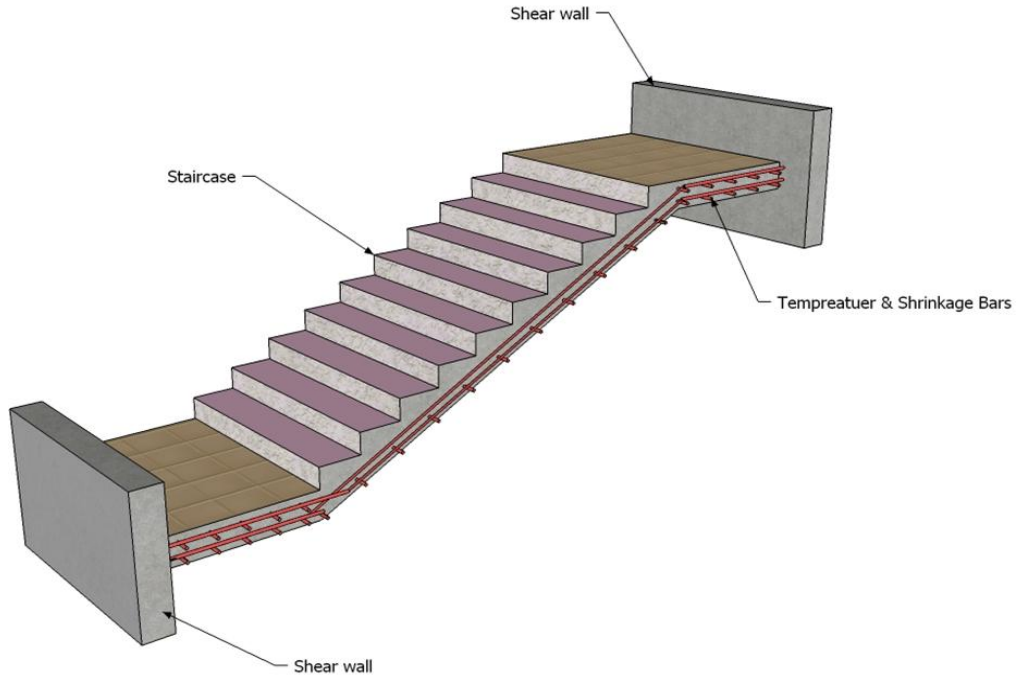
- عقدات العصب ذات الإتجاه الواحد (One way ribbed slab).
- عقدات العصب ذات الإتجاهين (Two way ribbed slab).

3-6-1-2 عقدات العصب ذات الإتجاه الواحد (One way ribbed slabs) :

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



الشكل (3-8) : عقدات العصب ذات الإتجاه الواحد.



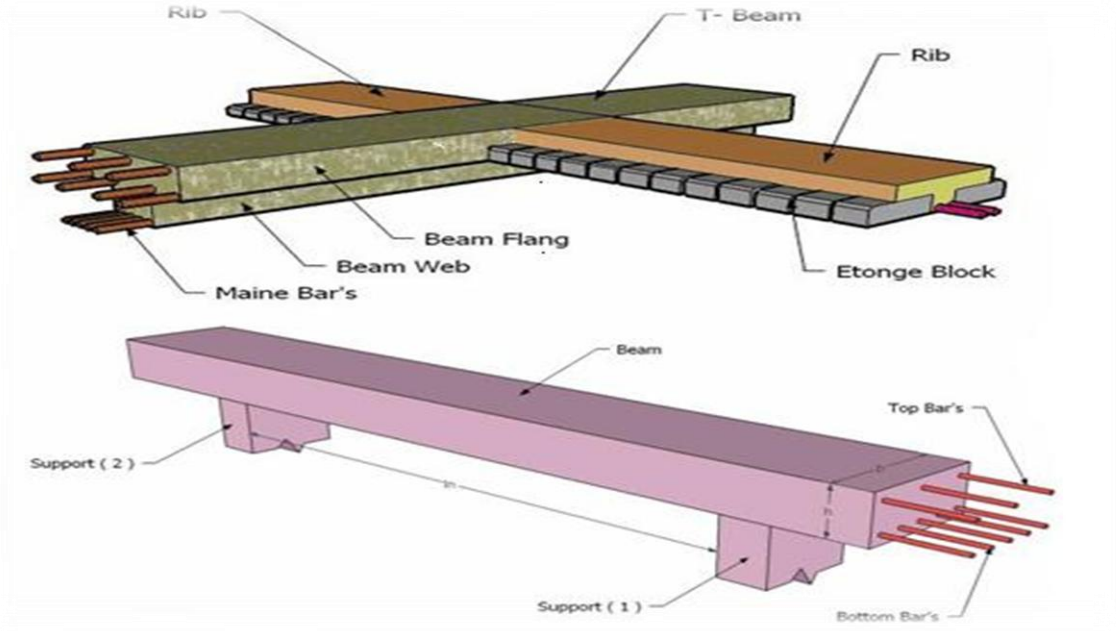
الشكل (10-3) : الدرج.

3-6-3 الجسور :-

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

- 1- جسور مسحورة (Hidden Beam).
وهي التي يكون إرتفاعها مساوي لإرتفاع العقدة.
- 2- جسور ساقطة (Dropped Beam).
وهي التي يكون إرتفاعها اكبر من إرتفاع العقدة. ويتم إبراز الجزء الزائد من الجسر في أحد الإتجاهين السفلي أو العلوي وتسمى L-section أو T-section.

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



الشكل (3-11) : أنواع الجسور المستخدمة في المشروع.

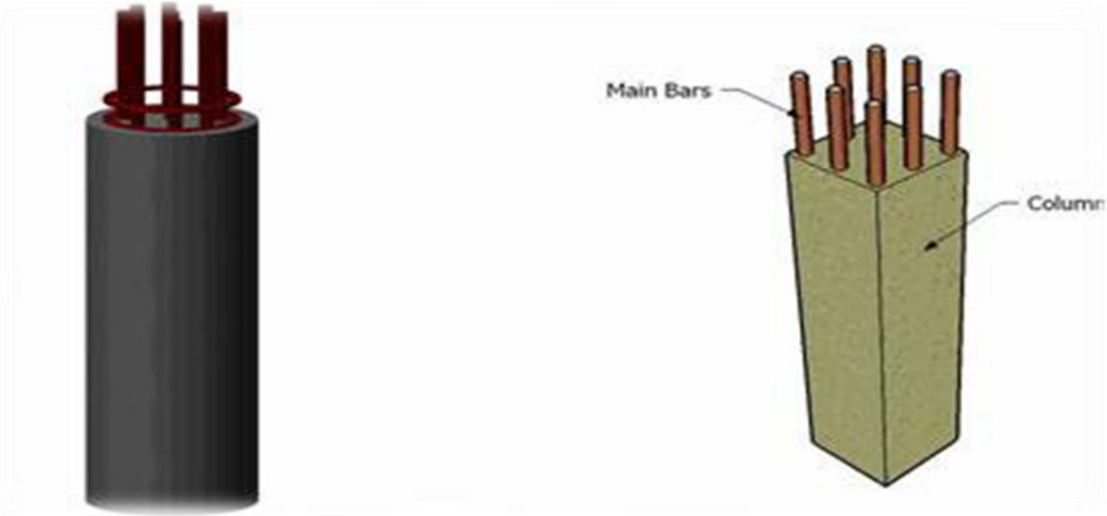
3-6-4 الأعمدة:-

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

1- الأعمدة القصيرة (short column).

2- الأعمدة الطويلة (long column).

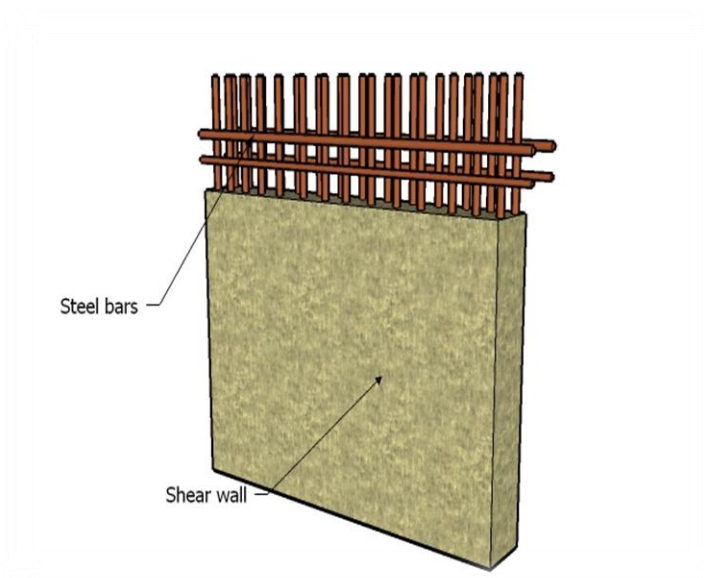
أما من حيث الشكل المعماري أو المقطع الهندسي فهي تقسم إلى ثلاث أنواع وهي :- المستطيلة والدائرية والمربعة، وفي هذا المشروع تم استخدام النوعين المستطيلي والدائري كما هو مبين في الشكل (3-9).



الشكل (12-3) : أنواع الأعمدة المستخدمة في المشروع.

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 إتجاهين متعامدين في المبنى لتوفير ثبات كامل للمبنى، والشكل (10-3) يبين جدار قص مسلح الشكل.

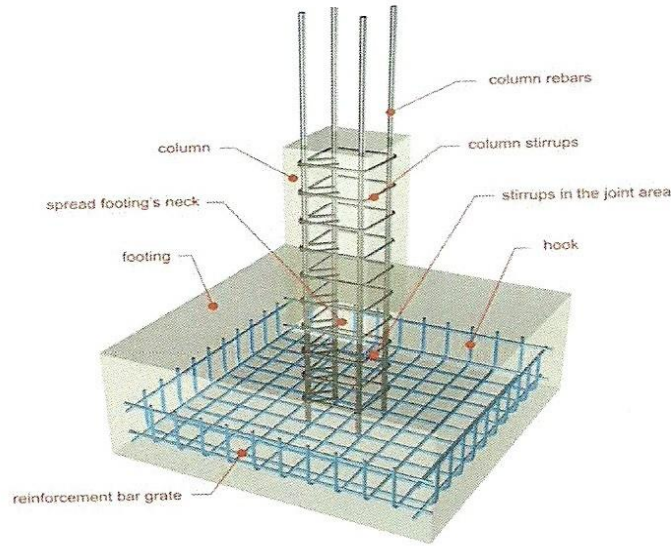


الشكل (13-3) : جدار قص.

6-6-3- الأساسات:-

الأساسات هي أول ما يبدأ بتنفيذها عند بناء المنشأ، إلا أن تصميمها يتم بعد الإنتهاء من تصميم كافة العناصر الإنشائية في المبنى، حيث تقوم الأساسات بنقل الأحمال من الأعمدة والجدران الحاملة إلى التربة على شكل قوة ضغط، وتم استخدام عدة انواع من الاساسات في المشروع وهي كالتالي:-

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



الشكل (3-14) : أساس منفصل.

7-6-3 الهياكل الاطارية (فريمات)

حيث تم استخدام هذا النوع من العناصر الانشائية في المدرج وذلك لكبير مساحته ، وعدم الرغبه بوجود أعمدة وسطية في المدرج.

7-3 فواصل التمدد

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

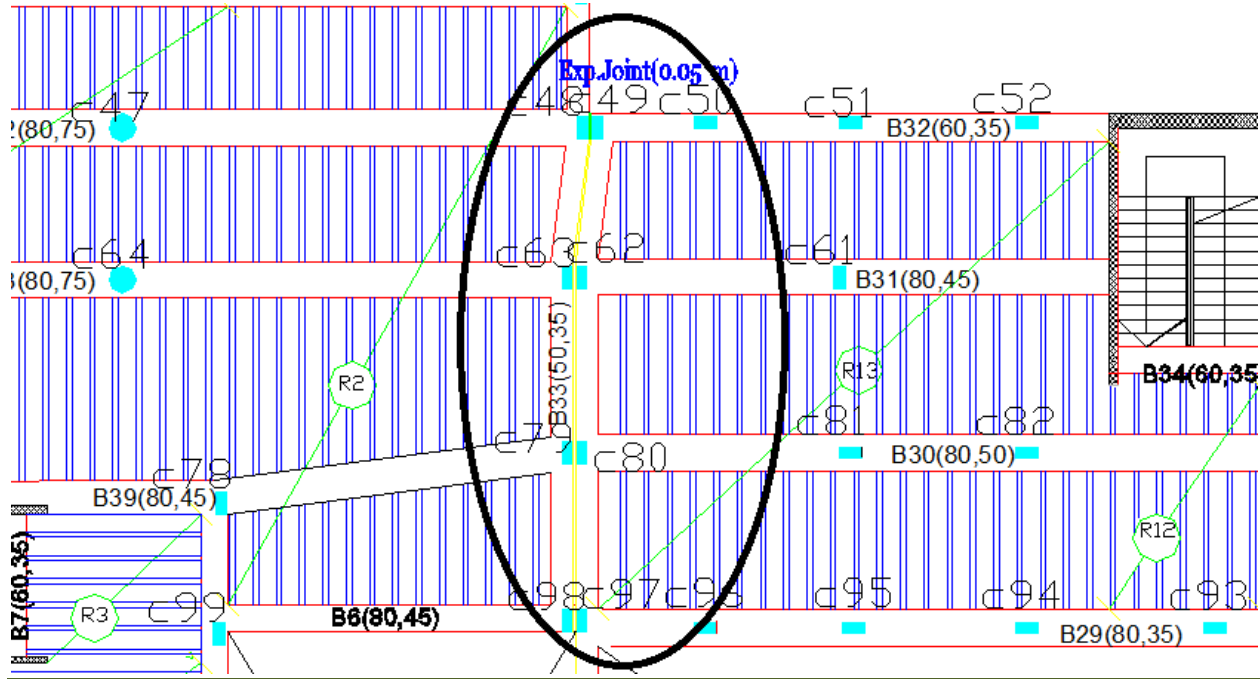
- (1) (40m) في المناطق ذات الرطوبة العالية.
- (2) (36m) في المناطق ذات الرطوبة العادية.
- (3) (32m) في المناطق ذات الرطوبة المتوسطة.
- (4) (28m) في المناطق الجافة.
- (5) و يمكن زيادة هذه المسافات بشرط الأخذ بعين الاعتبار تأثير عوامل الانكماش و التمدد و الزحف .
- (6) و في حالة أعمال الخرسانة الكتلية كالحوائط الأستنادية و الأسوار يجب تقليل المسافات بين الفواصل و اخذ الاحتياطات اللازمة لمنع تسرب المياه من خلال فواصل التمدد .

كما يجب أن لا يقل عرض الفاصل عن (3 سم)، ويظهر الشكل (3-12) صورة لفاصل التمدد.



الشكل (3-15) : فاصل تمدد .

وتم استخدام فاصل تمدد وذلك لان ابعاد المبنى في هذا المشروع تجاوزت الابعاد المسموح بها.



الشكل (3-16) فاصل تمدد بالمبنى.

8-3 برامج الحاسوب التي تم استخدامها

1. AutoCAD (2007) for Drawings Structural and Architectural
2. Microsoft Office (2010) For Text Edition
3. Microsoft Excel XP
4. ATIR
5. SAFA 2014
6. ETABS 2015

4

Chapter Four

Structural Analysis and Design

4-1 Introduction.

4-2 Factored Load.

4-3 Determination of thickness.

4-4 Load Calculation.

4-5 Design of Topping.

4-6 Design of One Way Rib Slab.

4-7 Design of Two Way Rib Slab.

4-8 Design of Beam.

4-9 Design of Column.

4-10 Design of Footing.

4-11 Design of Stair.

4-12 Design of Solid Slab of the stair roof.

4.13 Design of Shear Wall.

4-1 Introduction

Concrete is a construction material composed of cement (commonly Portland cement) as well as other cementations materials such as fly ash and slag cement, aggregate (generally a coarse aggregate such as gravel, limestone, or granite, plus a fine aggregate such as sand), water, and chemical admixtures. The word concrete comes from the Latin word "concretus", which means "hardened" or "hard".

Concrete solidifies and hardens after mixing with water and placement due to a chemical process known as hydration. The water reacts with the cement, which bonds the other components together, eventually creating a stone-like material. Concrete is used to make pavements, architectural structures, foundations, motorways/roads, bridges/overpasses, parking structures, brick/block walls and footings for gates.

In This Project, there are three types of slabs: solid slabs, one-way ribbed and two-way ribbed slabs. They would be analyzed and designed by using finite element method of design, with aid of a computer Program called " ATIR- Software" to find the internal forces, deflections and moments for ribbed slabs, and then hand calculation would be made to find the required steel for some members.

The design strength provided by a member, its connections to other members, and its cross-sections in terms of flexure, and load, shear, and torsion is taken as the nominal strength calculated in accordance with the requirements and assumptions of ACI-code.

In this project we use concrete type B300 with compressive strength $f_c' = 30 \text{ N/mm}^2 \text{ (MPa)}$ for circular section and $f_c' = 30 * 0.8 = 24 \text{ MPa}$ for rectangular section, and reinforcement steel with specified yield strength $\{f_y = 420 \text{ N/mm}^2 \text{ (MPa)}\}$.

4.2 Factored Loads :-

According to ACI-Code-318-11, the minimum thickness of nonprestressed beams or one way slabs unless deflections are computed as follow:

$$W_u = 1.2 D_L + 1.6 L_L \quad \text{ACI-code-318-11(9.2.1)}$$

4.3 Determination of Thickness

4.3.1 Determination of Thickness for One Way Rib Slab:

According to ACI-Code-318-05, the minimum thickness of nonprestressed beams or one way slabs unless deflections are computed as follow:

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

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

-The maximum span length for one- end continuous (for ribs):

$$h_{\min} = \frac{L}{18.5} = \frac{680}{18.5} = 36.75 \text{ cm}$$

-The maximum span length for both -end continuous (for ribs):

$$h_{\min} = \frac{L}{21} = \frac{500}{21} = 23.8 \text{ cm}$$

-The maximum span length for cantilever (for ribs):

$$h_{\min} = \frac{L}{8} = \frac{210}{8} = 26.25 \text{ cm}$$

Take slab thickness $h=35$ cm. (deflection will be checked)

$h=35$ cm (27cm Hollow block + 8cm Topping).

4.3.2 Determination of Thickness for Two Way Rib Slab:

****In Two way rib we use kalkal block instead of concrete block with dimension (50*20) cm.**

$$I_b = \frac{bh^3}{12} = \frac{80(40)^3}{12} = 426667$$

$$I_{rib} = 136533$$

$$I_{s_1} = \frac{136533}{64} \times (1040/2 + 80) = 1279997$$

$$\alpha_1 = \frac{I_b}{I_s} = \frac{426667}{1279997} = 0.33$$

$$I_{s_2} = \frac{136533}{64} \times (1170/2 + 80) = 1418663$$

$$\alpha_2 = \frac{I_b}{I_s} = \frac{426667}{1418663} = 0.3$$

$$\alpha_{fm} = 0.315$$

$$0.2 < \alpha_{fm} < 2$$

$$h_{\min} = \frac{Ln(0.8 + f_y/1400)}{36 + 5\beta(\alpha_{f_m} - 0.2)}$$

$$\beta = \frac{11.7}{10.4} = 1.125$$

$$h_{\min} = \frac{Ln(0.8 + f_y/1400)}{36 + 5\beta(\alpha_{f_m} - 0.2)} = \frac{11700(0.8 + \frac{412}{1400})}{36 + 5 \times 1.125 \times (0.315 - 0.2)} = 34.94 \text{ cm}$$

Select $h_{\min} = 40 \text{ cm}$

4-4 –Load Calculation

4.4.1: One - way ribbed slab.

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

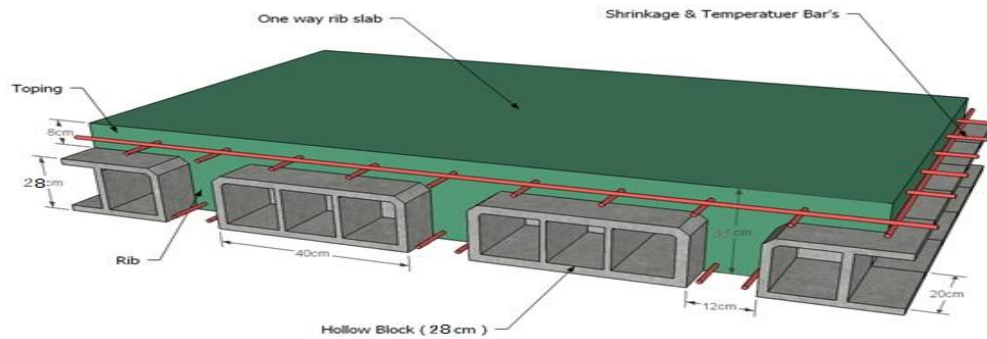


Fig. (4-1) One way rib slab

Calculation of the total dead load for one way rib slab is shown in the following table:

No.	Parts of Rib	Density	Calculation
1	Rib	25	$0.12 \times 0.27 \times 25 = 0.81 \text{ KN/m}$
2	Top Slab	25	$0.08 \times 0.52 \times 25 = 1.04 \text{ KN/m}$
3	Plaster	22	$0.03 \times 0.52 \times 22 = 0.3432 \text{ KN/m}$
4	Block	10	$0.27 \times 0.4 \times 10 = 1.08 \text{ KN/m}$
5	Sand Fill	17	$0.07 \times 0.52 \times 17 = 0.6188 \text{ KN/m}$
6	Tile	23	$0.03 \times 0.52 \times 23 = 0.3588 \text{ KN/m}$
7	Mortar	22	$0.03 \times 0.52 \times 22 = 0.3432 \text{ KN/m}$
8	partition		$2.3 \times 0.52 = 1.196 \text{ KN/m}$
			5.79 KN/m

Table (4 – 2) Calculation of the total dead load for one way rib slab.

Nominal Total Dead Load:

$$D.L._{\text{total}} = 0.81 + 1.04 + 0.3432 + 1.08 + 0.6188 + 0.3588 + 0.3432 + 1.196 = 5.79 \text{ KN/m of rib}$$

$$\text{Live load} = 5 \times 0.52 = 2.6 \text{ KN/m of rib}$$

4.4.2: Two-way ribbed slab :

Calculation of the total dead load for two way rib slab "Kalkal (50*20)" is shown in the following table:

Dead load:

No.	Parts of Rib	Density	Calculation
1	Tiles	22	$0.03 \times 0.54 \times 0.64 \times 22 = 0.2281$
2	Mortar	22	$0.02 \times 0.54 \times 0.64 \times 22 = 0.1521$
3	Coarse Sand fill	16	$0.07 \times 0.54 \times 0.64 \times 16 = 0.3871$
4	Topping	25	$0.08 \times 0.54 \times 0.64 \times 25 = 0.6912$
5	Concrete Rib	25	$0.32 \times (0.4 + 0.64) \times 0.14 \times 25 = 1.1648$
6	Block	9	$0.06 \times 0.5 \times 0.4 \times 9 = 0.108$

7	Kalkal	0.15	$0.15 \times 0.26 \times 0.5 \times 0.4 = 0.0078$
8	Plaster	22	$0.02 \times 0.64 \times 0.54 \times 22 = 0.1521$
9	partition		$0.54 \times 0.64 \times 1.5 = 0.5184$
			3.4096 kN/m

Table (4 – 3) Calculation of the total dead load for two way rib slab.

Nominal Total Dead Load = 3.4096 kN/rib

$WuD = 1.2 \times 3.4096 / (0.54 \times 0.64) = 11.84$ KN

$WuL = 1.6 \times 5 = 8$ kN/m²

4.5 Design of Topping

Dead load calculation:

No.	Material	Calculation
1	Tile	$0.03 \times 23 \times 1 = 0.69$ KN/m
2	mortar	$0.03 \times 22 \times 1 = 0.66$ KN/m
3	Coarse sand	$0.07 \times 17 \times 1 = 1.19$ KN/m
4	topping	$0.08 \times 25 \times 1 = 2.0$ KN/m
5	Interior partitions	$2 \times 1 = 2$ KN/m
Sum		6.84 KN/m

Table (4 – 4) Calculation of the total dead load on topping

Live load = 5 *1 KN/m

$$W_u = 1.2DL + 1.6L = (1.2 * 6.84) + (1.6 * 5) = 16.808 \text{ KN/m. (Total Factored load)}$$

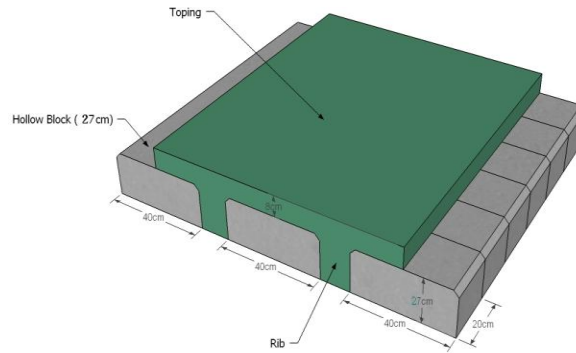


Fig. (4-2) Topping of slab

Assume slab fixed at supported points (ribs):

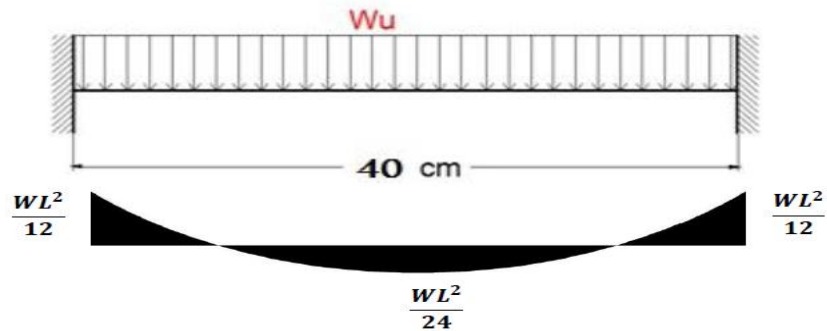


Fig 4.3: Topping load and moment diagram.

$$M_u = \frac{W_u * l^2}{12}$$

$$= \frac{16.208 * 0.4^2}{12} = 0.216 \text{ KN.m /m of strip width .}$$

$(\Phi M)_n > M_u$ [Strength Condition, where $\Phi = 0.55$] for plane concrete

$$M_n = 0.42 \times \sqrt{f_c'} S m \quad \text{ACI-318-14 (22-5.1)}$$

$$S_m = \frac{b * h^2}{6} = \frac{1000 * 80^2}{6} = 1066666.67 \text{ mm}^3$$

$$M_n = 0.42 \times \sqrt{24} * 1066666.67 = 2.194 \text{ KN.m}$$

$$\Phi M_n = 0.55 * 2.194 = 1.2 \text{ KN.m}$$

$$\Phi M_n = 1.2 \text{ KN.m} > M_u = 0.216 \text{ KN.m}$$

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

According to ACI 7.12.2.1, ρ shrinkage = 0.0018

$$A_{s_{\text{min}}} = \rho * b * h = 0.0018 * 1000 * 80 = 144 \text{ mm}^2 / 1 \text{ m}$$

Try bars $\Phi 8$ with $A_s = 50.26 \text{ mm}^2$

$$\text{No. of } \Phi 8 = \frac{A_{s_{\text{req}}}}{A_{\text{bar}}} = \frac{144}{50.26} = 2.86 \rightarrow \text{Spacing}(S) = \frac{1}{2.86} = 0.348 \text{ m} = 348 \text{ mm}$$

$$\leq 380 \left(\frac{280}{f_s} \right) - 2.5 * C_c \leq 300 \left(\frac{280}{f_s} \right)$$

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

$$s = 300 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3} * 420} \right) = 300 \text{ mm}$$

Not more than: $S_{\text{max}} = 450 \text{ mm}$

Use $\Phi 8 / 20 \text{ cm}$, with $A_s \text{ provided} = 251\text{mm}^2/\text{1m}$ both directions.

4.6 Design of One Way Rib Slab

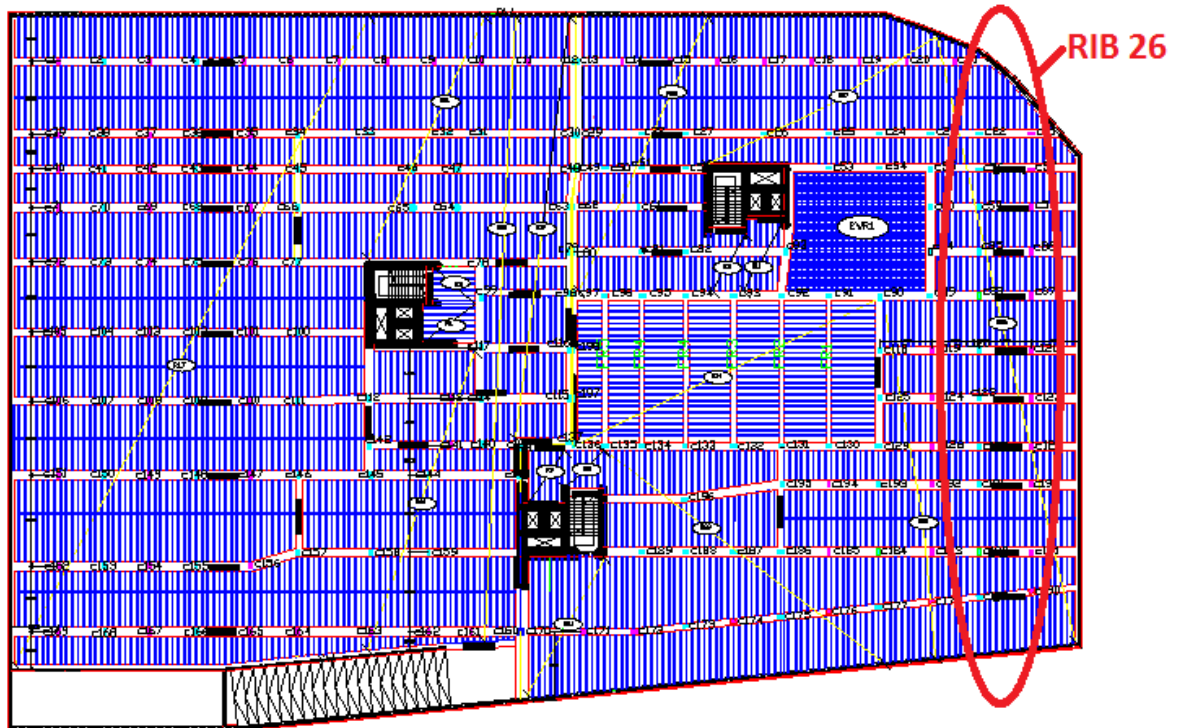


Fig. (4 – 4) Rib 26

❖ /Material :-

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

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

⇒

By using **ATIR** program we get the envelope moment and shear diagram as the follows:-

Geometry Units: meter, cm

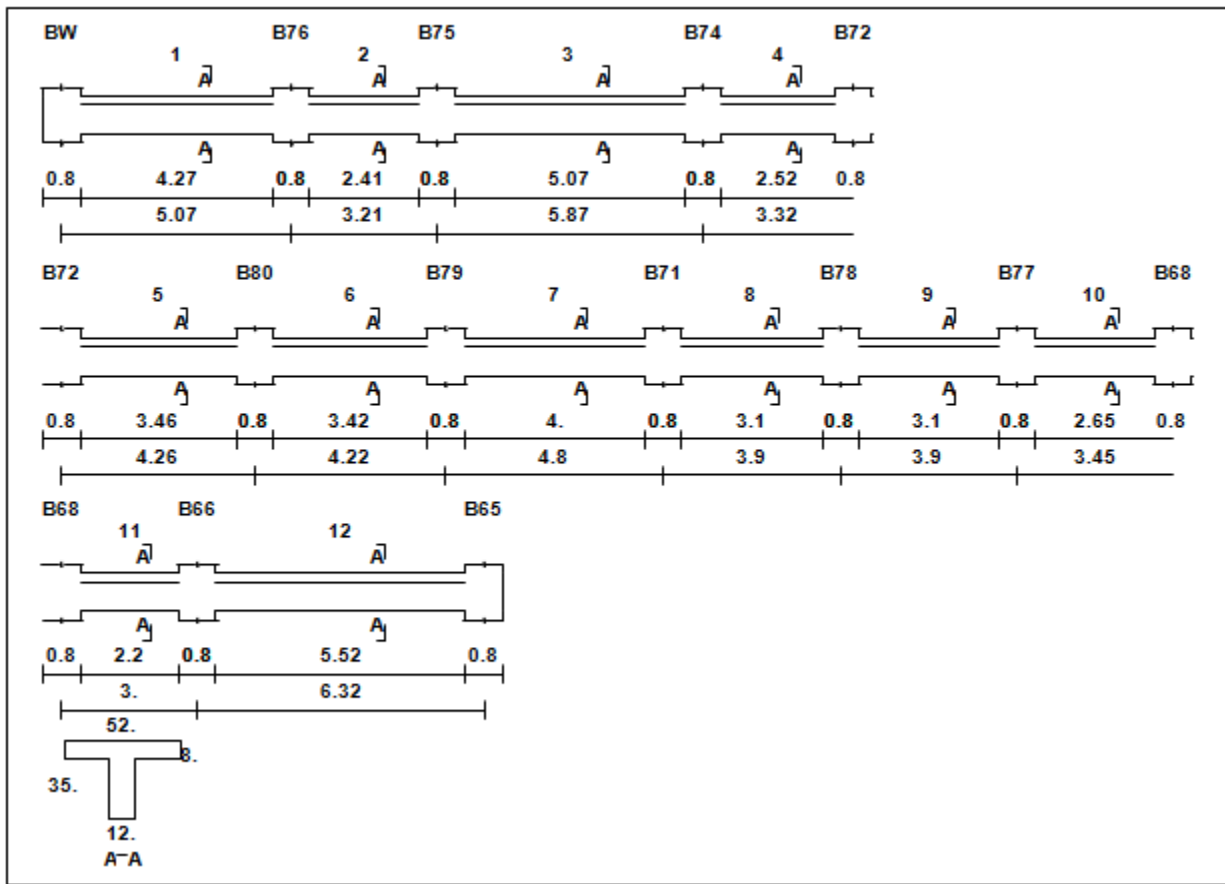


Figure (4-5): Rib geometry.

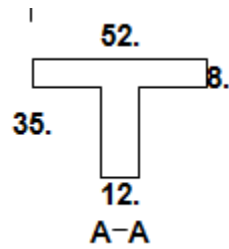


Figure (4-6) : Rib Section

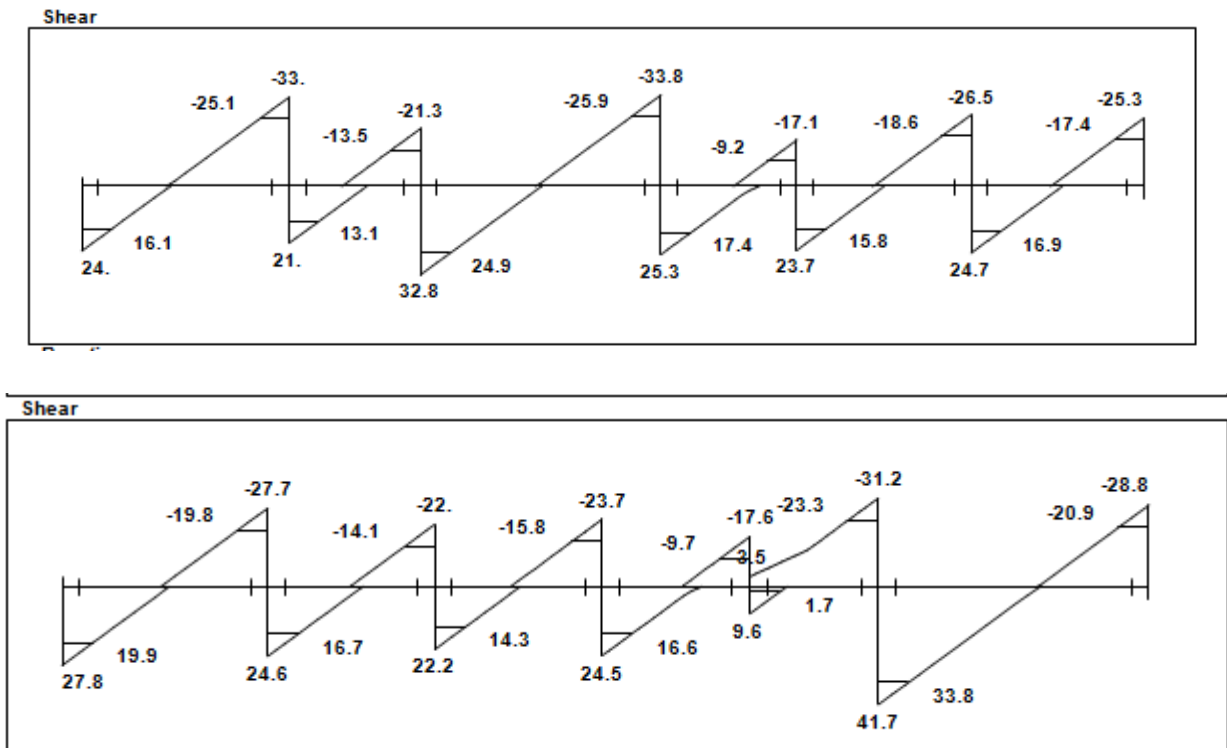


Figure (4-9) : Shear Envelop of rib26.

Design of flexure :-

$$d = h - \text{cover} - (db/2) = 350 - 20 - 8 = 322 \text{ mm}$$

$$M_u(+) = 37.2 \text{ kN.m}$$

Check if $a > hf$

$$M_n f = 0.85 f_c' b h_f (d - hf/2) = 0.85 * 24 * 520 * 80 (322 - 80/2) * 10^{-6} = 239.3 \text{ KN.m}$$

$$\phi * M_n > m_u$$

$$215.37 > 37.2$$

→The section will be designed as rectangular section with $b = 520 \text{ mm}$.

Design of Negative moment of rib 18:

Maximum negative moment $M_u = 31.2$ kN.m

$$M_n = 31.2 / 0.9 = 34.7 \text{ kN.m}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 * f_c'} = \frac{412}{0.85 * 24} = 20.2$$

$$R_n = \frac{M_n}{b * d^2} = \frac{34.7 * 10^{-3}}{0.12 * (0.322)^2} = 2.79 \text{ Mpa}$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.2} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.2)(2.79)}{412}} \right) = 0.007312$$

$$A_s = 0.007312 (120) (322) = 282.5 \text{ mm}^2$$

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

$$A_{s_{\min}} = \frac{\sqrt{24}}{4(412)} (120)(322) \geq \frac{1.4}{412} (120)(322)$$

$$A_{s_{\min}} = 114.86 < 131.3 \dots \dots \dots \text{the larger is control}$$

$$A_{s_{\min}} = 131.30 \text{ mm}^2$$

$$282.5 \text{ mm}^2 > A_{s_{\min}} = 131.30 \text{ mm}^2$$

$$\# \text{ of bars} = A_s / A_{s_{\text{bar}}} = 282.5 / 153.93 = 2 \text{ bars}$$

$$* \text{ Note } A_{\Phi 14} = 153.93 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ provided} = 307.87 \text{ mm}^2$$

Select 2 Φ 14mm .

- *Check for yielding*

Tension = compression

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

$$307.87 * 412 = 0.85 * 120 * 24 * a$$

$$a = 51.8 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{51.8}{0.85} = 60.95 \text{ mm} \quad \text{OK}$$

$$\varepsilon_s = \frac{322 - 60.95}{60.95} \times 0.003$$

$$\varepsilon_s = 0.0128 > 0.005$$

Design of Positive moment of rib 18

Maximum positive moment is $M_u = 37.2 \text{ kN.m}$

$$M_n = 37.2 / 0.9 = 41.3 \text{ kN.m}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 * f_c'} = \frac{412}{0.85 * 24} = 20.2$$

$$R_n = \frac{M_n}{b * d^2} = \frac{41.3 * 10^{-3}}{0.52 * (0.322)^2} = 0.766 \text{ Mpa}$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.2} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(0.766)(20.2)}{412}} \right) = 0.0019$$

$$A_s = 0.0019 (520) (322) = 317.38 \text{ mm}^2$$

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

$$A_{s_{\min}} = \frac{\sqrt{24}}{4(412)} (120)(322) \geq \frac{1.4}{412} (120)(322)$$

$$A_{s_{\min}} = 114.86 < 131.30$$

$$A_{s_{\min}} = 131.30 \text{ mm}^2$$

$$317.38 \text{ mm}^2 > A_{s_{\min}} = 131.30 \text{ mm}^2$$

$$\# \text{ of bars} = A_s / A_{s_{\text{bar}}} = 317.38 / 201.06 = 2 \text{ bars}$$

$$* \text{ Note } A_{\Phi 16} = 201.06 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ providing} = 402.12 \text{ mm}^2$$

Select 2 Φ 12mm .

- Check for yielding

Tension = compression

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

$$402.12 * 412 = 0.85 * 520 * 24 * a$$

$$a = 15.62 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{15.62}{0.85} = 18.38 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = \frac{322 - 18.38}{18.38} \times 0.003$$

$$\epsilon_s = 0.0496 > 0.005 \text{ OK}$$

Design of shear:

$$V_u = 25.9$$

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

$$= 0.75 * \frac{\sqrt{24}}{6} * 0.12 * 0.322 * 1000$$

$$= 23.66 \text{ KN}$$

$$1.1 * \Phi V_c = 1.1 * 23.66 = 26.026 \text{ KN.}$$

Check for items:-

$$1/ \quad V_u \leq \Phi V_c / 2$$

$$25.9 \leq 13.013 \quad (\text{ X })$$

$$2/ \quad \Phi V_c / 2 \leq V_u \leq \Phi V_c$$

$$13.013 \leq 25.9 \leq 23.66 \quad (\text{ X })$$

$$3/ \quad \Phi V_c \leq V_u \leq \Phi V_c + \Phi V_{smin}$$

$$23.66 \leq 25.9 \leq 33.32 \quad (\checkmark)$$

$$\Phi V_{smin} \geq 0.75 \left(\frac{1}{3} \right) * b_w * d = 0.75 * \left(\frac{1}{3} \right) * 0.12 * 0.322 * 1000 = \mathbf{9.66 \text{ KN.}} \quad (\text{control})$$

$$\geq 0.75 \left(\frac{\sqrt{24}}{16} \right) * b_w * d = 0.75 * \frac{\sqrt{24}}{16} * 0.12 * 0.322 * 1000 = 8.87 \text{ kn.}$$

$$\Phi V_{smin} = 9.4 \text{ KN.}$$

So Case (3) satisfy

$$\text{Take } A_v = 2 \Phi 8 = 2 * 50$$

$$A_v / s = V_s / f_y * d$$

$$2 * 50 / s = 2.98 / 322 * 412 \quad \rightarrow s = 445 \text{ mm}$$

$$S \leq d / 2 = 161 \text{ mm}$$

$$\leq 600 \text{ m.}$$

Use $\Phi 8 @ 15 \text{ cm c/c}$

4-7 - Design of Two way rib slab :-

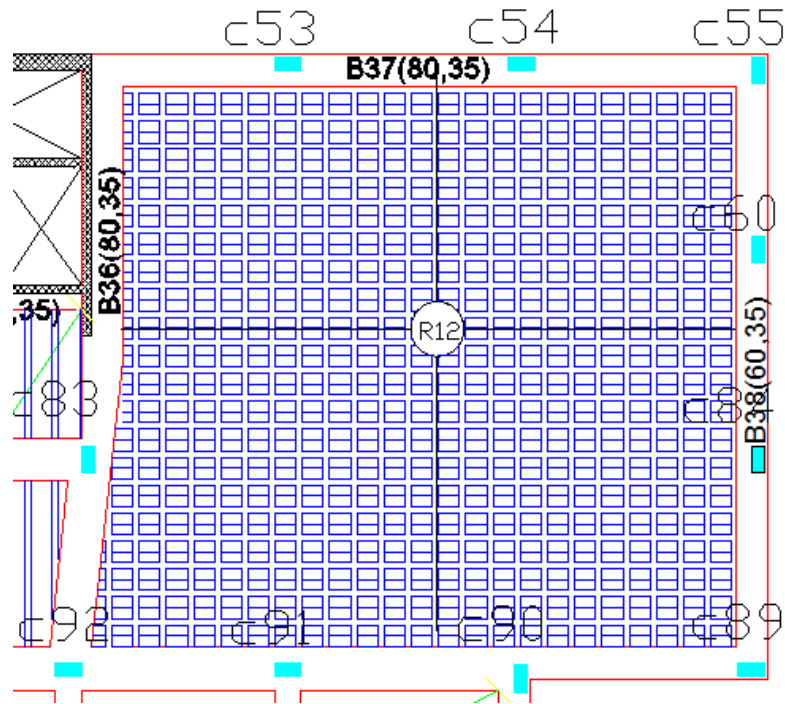


Figure (4-10): Two way ribbed slab

❖ Material :-

- ⇒ concrete B300 $F_c' = 24 \text{ N/mm}^2$
- ⇒ Reinforcement Steel $f_y = 420 \text{ N/mm}^2$
- ⇒ **Dead Load** $DL = 3.4096 \text{ kN/rib} = 9.9 \text{ KN/m}^2$ $WD = 1.2 * 9.9 = 11.88 \text{ KN/m}^2$
- ⇒ **Live load** $LL = 5 \text{ KN/m}^2$ $WL = 1.6 * 5 = 8 \text{ KN/m}^2$
- ⇒ $W = DL + LL = 11.88 + 8 = 19.88 \text{ KN/m}^2$.

Design of two way ribbed slab:

Design for shear :

Case 1 : discontinuous

La = 10.4 m – short direction .

Lb = 11.7 m – long direction .

$$m = l_a / l_b = 10.4/11.7 = 0.89$$

$$W_a = 0.612 - \text{max}$$

$$W_b = 0.388$$

$$\text{Total Load} = 10.4 * 11.7 * 19.88 = 2419 \text{ KN.}$$

$$\text{Load at short beam} = \frac{0.612 \times 2419 \times 0.52}{2 \times 10.4} = 37.0 \text{ KN}$$

$$V_{ud} = 37.0 - 19.88 \times 0.52 \times 0.362 = 33.26 \text{ KN}$$

$$\phi V_c = 1.1 \times \frac{0.75}{6} \times \sqrt{24} \times 140 \times 362 \times 10^{-3} = 34.14$$

$$\frac{1}{2} \phi V_c = 17.1 < V_u < \phi V_c$$

No Need Shear reinforcement .

Design for positive moment :

Case 1

$$L_a / L_b = 10.4/11.7 = 0.89$$

$$C_{aD} = 0.0498$$

$$C_{aL} = 0.0498$$

$$C_{bD} = 0.0284$$

$$C_b L = 0.0284$$

$$M_{a+ve} = [C_b d l W L a^2]$$

At short direction:

$$M_{a+ve} = [0.0498 \times 11.88 \times 10.4^2 + 0.0498 \times 8 \times 10.4^2] \times 0.54 = 57.82 \text{ KN.m}$$

At Long direction:

$$M_{b+ve} = [0.0284 \times 11.88 \times 11.7^2 + 0.0284 \times 8 \times 11.7^2] \times 0.64 = 49.46 \text{ KN.m}$$

Design of positive moment at short direction:

$$d = 400 - 20 - 8 - 20/2 = 362 \text{ mm}$$

$$M_u = 57.82 \text{ Kn.m}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \times b \times d^2} = \frac{57.82}{0.9 \times 540 \times 362^2} = 0.91$$

$$M = \frac{412}{0.85 \times 24} = 20.20$$

$$\rho = \frac{1}{20.20} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0.91 \times 20.20}{412}} \right) = 2.26 \times 10^{-3}$$

$$A_s = 540 \times 362 \times 2.26 \times 10^{-3} = 441.8 \text{ mm}^2$$

So use 2Φ20.

Design of positive moment at long direction:

$$d = 400 - 20 - 8 - 20/2 = 362 \text{ mm}$$

$$M_u = 49.46 \text{ Kn.m}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \times b \times d^2} = \frac{49.46}{0.9 \times 640 \times 362^2} = 0.66$$

$$M = \frac{412}{0.85 \times 24} = 20.20$$

$$\rho = \frac{1}{20.20} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0.66 \times 20.20}{412}} \right) = 1.6 \times 10^{-3}$$

$$A_s = 640 \times 362 \times 1.6 \times 10^{-3} = 370.688 \text{ mm}^2$$

So use 2Φ18.

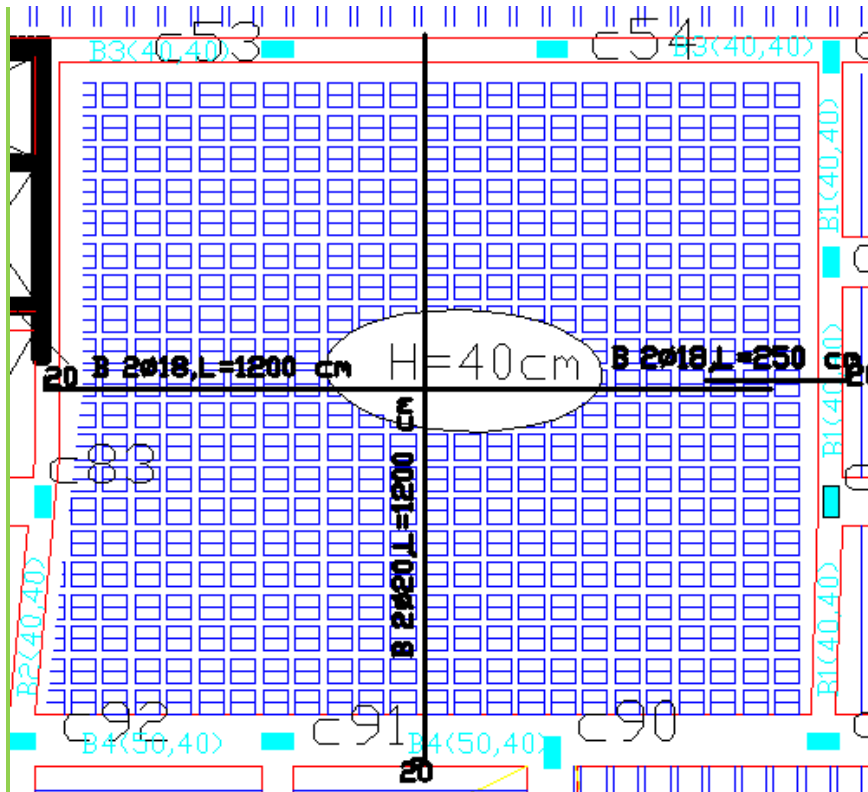


Figure (4-11): Two way ribbed slab reinforcement

4.8 Design of Beam

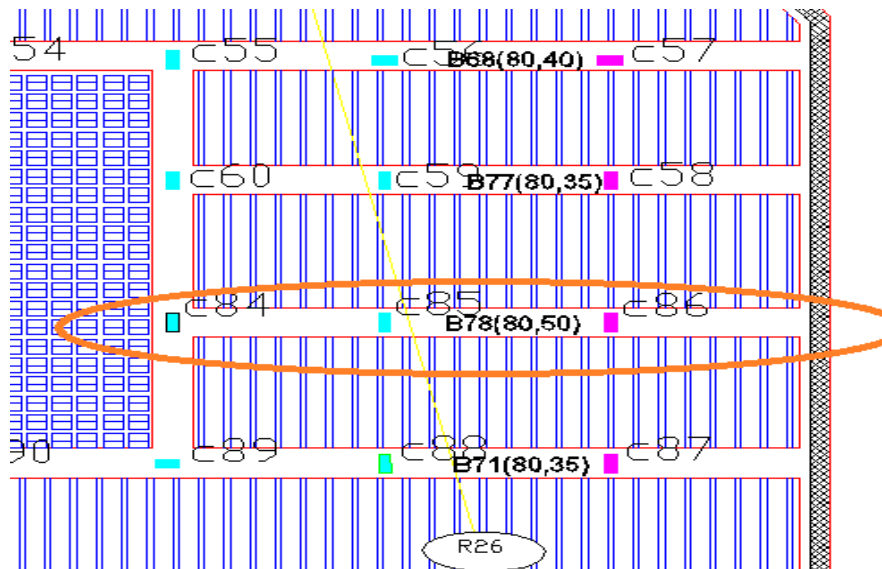


Fig. (4 – 12) Beam 78 .

❖ Material :-

- ⇒ concrete B300 $F_c' = 24 \text{ N/mm}^2$
- ⇒ Reinforcement Steel $f_y = 420 \text{ N/mm}^2$

✓ Load Calculations:-

Dead Load Calculations for Beam(B 78):-

The distributed Dead and Live loads acting upon B0-3 can be defined from the support reactions of the R26.

The maximum support reaction from Dead Loads for R26 upon B0-3 is 21.33 KN,

The distributed Dead Load from the R26 on B78

$$DL = (21.33 / 0.52) = 41.02 \text{ KN / m}$$

$$\text{Self weight of beam} = 6.72 \text{ KN / m}$$

Live Load calculations for Beam (B78):-

The maximum support reaction from Live Loads for R26 upon B 78 is 11.61KN .

The distributed Live Load from the Rib 26 on B78.

$$LL = 11.61 / 0.52 = 22.33 \text{ KN/m.}$$

⇒

By using **ATIR** program we get the envelope moment and shear diagram as the follows:-

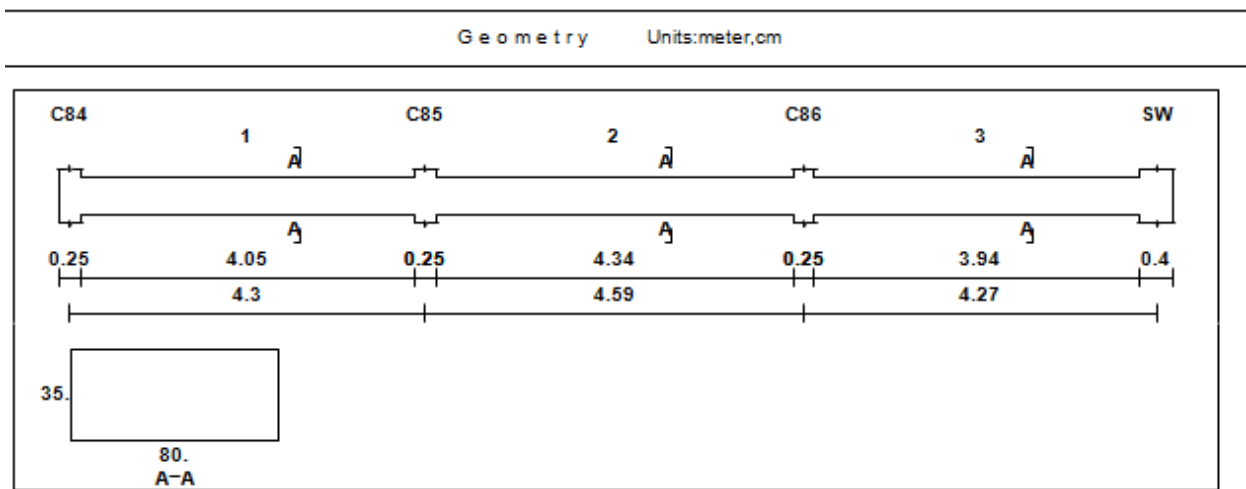


Figure (4-13) : Beam Geometry

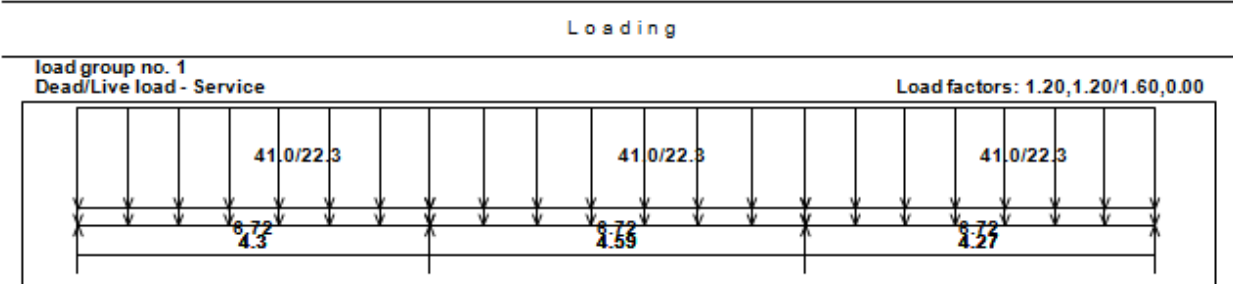


Figure (4-14) : Load of beam

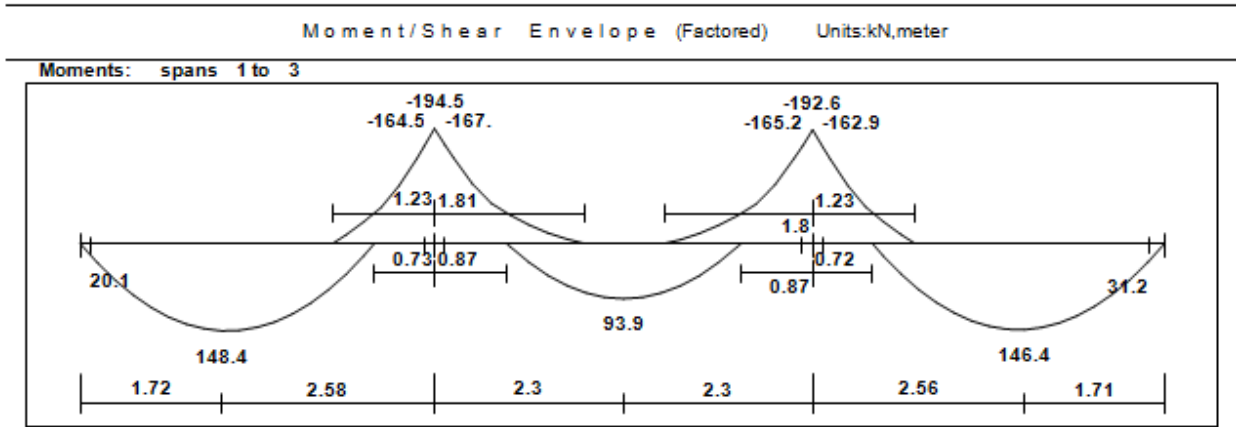


Figure (4-15) : Moment Envelop for Beam

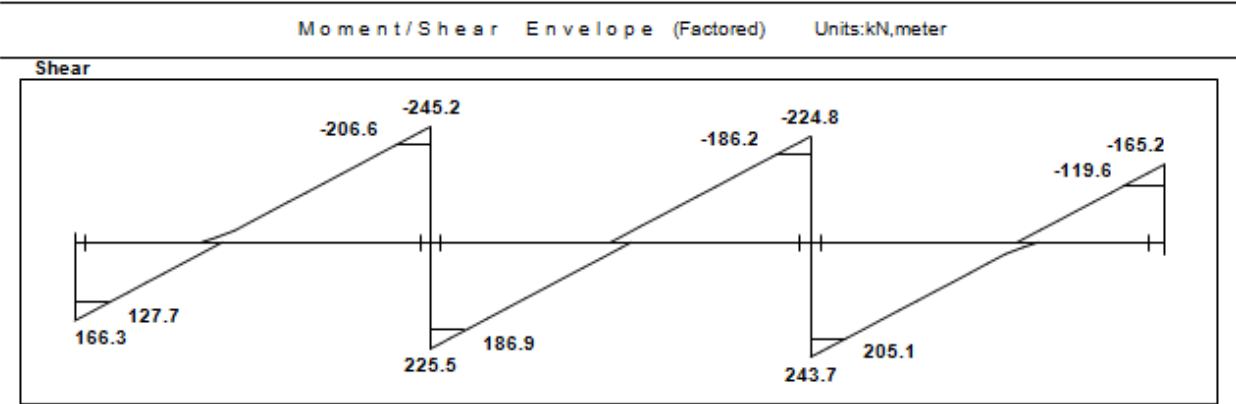


Figure (4-16) : Shear Envelop for Beam

Design of flexure:-

4.8.1. Design of Positive moment:-

$$b_w = 80cm, h = 35cm$$

$$d = 350 - 40 - 10 - 10 = 290mm$$

$$M_u = 148.4 \text{ KN .m}$$

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

$$a = B * c = 0.85 * 124.29 = 105.65 \text{ mm .}$$

$$M_{n\max} = 0.85 * f_c * a * b * (d - a/2)$$

$$= 0.85 * 24 * 0.10565 * 0.8 * (0.290 - 0.10565/2) = 409.0 \text{ kn.m}$$

$$\Phi M_n = 0.82 * 409.0 = 335.38 \text{ kn.m}$$

$$\Phi M_n \geq 148.4 \text{ kn.m}$$

The section is singly

$$M_n = 148.4 / 0.9 = 164.9 \text{ kN.m}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 * f_c'} = \frac{412}{0.85 * 24} = 20.2$$

$$R_n = \frac{M_n}{b * d^2} = \frac{164.9 * 10^{-3}}{0.8 * (0.290)^2} = 2.45 \text{ Mpa}$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.2} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(2.45)(20.2)}{412}} \right) = 0.00635$$

$$A_s = 0.00635 (800) (290) = 1474.23 \text{ mm}^2$$

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

$$A_{s_{\min}} = \frac{\sqrt{24}}{4(412)} (800)(290) \geq \frac{1.4}{412} (800)(290)$$

$$A_{s_{\min}} = 689.7 < 788.35$$

$$A_{s_{\min}} = 788.35 \text{ mm}^2$$

$$1474.23 \text{ mm}^2 > A_{s_{\min}} = 788.35 \text{ mm}^2$$

$$\# \text{ of bars} = A_s / A_{s_{\text{bar}}} = 1474.23 / 254.5 = 6 \text{ bars}$$

$$* \text{ Note } A_{\Phi 18} = 254.5 \text{ mm}^2$$

As providing = 1527 mm²

Select 6Φ 18mm .

• Check for yielding

Tension = compression

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

$$1527 * 412 = 0.85 * 800 * 24 * a$$

$$a = 38.55 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{38.55}{0.85} = 35.45 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = \frac{290 - 35.45}{35.45} \times 0.003$$

$$\epsilon_s = 0.0215 > 0.005$$

ok

4.8.2. Design of negative moment:-

$$b_w = 80 \text{ cm}, h = 35 \text{ cm}$$

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

$$M_u = 167 \text{ KN.m}$$

$$M_n = 167 / 0.9 = 185.6 \text{ kN.m}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 * f_c} = \frac{412}{0.85 * 24} = 20.2$$

$$R_n = \frac{M_n}{b * d^2} = \frac{185.6 * 10^{-3}}{0.8 * (0.290)^2} = 2.76 \text{ Mpa}$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.2} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(2.76)(20.2)}{412}} \right) = 0.00723$$

$$A_s = 0.00723(800)(290) = 1676.5 \text{ mm}^2$$

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

$$A_{s_{\min}} = \frac{\sqrt{24}}{4(412)} (800)(290) \geq \frac{1.4}{412} (800)(290)$$

$$A_{s_{\min}} = 689.7 < 788.35$$

$$A_{s_{\min}} = 788.35 \text{ mm}^2$$

$$1676.5 \text{ mm}^2 > A_{s_{\min}} = 788.35 \text{ mm}^2$$

$$\# \text{ of bars} = A_s / A_{s_{\text{bar}}} = 1676.5 / 254.5 = 7 \text{ bars}$$

$$* \text{ Note } A_{\Phi 18} = 254.5 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ providing} = 1781.5 \text{ mm}^2$$

Select 7 Φ 18 mm .

- **Check for yielding**

Tension = compression

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

$$1781.5 * 412 = 0.85 * 800 * 24 * a$$

$$a = 44.97 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{44.97}{0.85} = 52.91 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = \frac{290 - 52.91}{52.91} \times 0.003$$

$$\epsilon_s = 0.0134 > 0.005$$

Ok

4.8.3.Design of shear

$$V_u = 206.6 \text{ KN}$$

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

$$= 0.75 * \frac{\sqrt{24}}{6} * 1 * 800 * 290$$

$$= 142.1 \text{ KN}$$

$$\Phi V_c + (2/3) \Phi * \frac{\sqrt{f_c'}}{6} b_w * d = 142.1 + 94.7 = 236.8 \text{ KN} .$$

236.8 > $v_u = 206.6 \text{ KN}$. → the dimension is big enough .

Check for items:-

$$1/ V_u \leq \Phi V_c / 2 \quad (X)$$

$$2/ \Phi V_c / 2 \leq V_u \leq \Phi V_c \quad (X)$$

$$3/ \Phi V_c \leq V_u \leq \Phi V_c + \Phi V_{smin} \quad (\checkmark)$$

$$\Phi V_{smin} \geq 0.75 \left(\frac{1}{3} \right) * b_w * d = 0.75 * \left(\frac{1}{3} \right) * 800 * 290 = 58 \text{ KN} . \quad (\text{control})$$

$$\geq 0.75 \left(\frac{\sqrt{24}}{16} \right) * b_w * d = 0.75 * \frac{\sqrt{24}}{16} * 290 * 800 = 53.3 \text{ kn} .$$

$$\Phi V_{smin} = 58 \text{ KN} .$$

So item (3) satisfy

$$\text{Take } A_v = 4 \Phi 10 = 4 * 78.5$$

$$A_v/s = V_s/f_y * d$$

$$4*78.5/s = 58/290*412$$

$$S \leq d/2 = 145 \text{ mm}$$

$$\leq 600 \text{ mm.}$$

Select S= 10.0 cm

Use Φ 10 (4legs) @ 10.0cm c/c

4.9 Design of column

Select column (C85) for design in basement floor.

$$p_u = 470.66 \text{ KN}$$

$$P_{nreq} = \frac{470.66}{0.65} = 724.1 \text{ KN}$$

$$\text{Use } \rho = \rho_g = 1\%$$

$$P_n = 0.8 * A_g \{0.85 * f_c' + \rho_g (f_y - 0.85 f_c')\}$$

$$0.7241 = 0.8 * A_g [0.85 * 24 + 0.01 * (412 - 0.85 * 24)]$$

$$A_g = 0.0372 \text{ m}^2$$

Use 0.25 × 0.5 cm with $A_g = 0.125 \text{ m}^2 > A_{greq} = 0.0372 \text{ m}^2$

Check Slenderness Effect:

- In 0.25m-Dirction

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

Lu: Actual unsupported (un braced) length.

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

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

$$L_u = 3.8 \text{ m}$$

$$M_1/M_2 = 1$$

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

$$\frac{klu}{r} < 34 - 12 \frac{M_1}{M_2} \quad \dots\dots\dots \text{ACI} - (10.12.2)$$

$$\frac{1 \times 3.80}{0.3 \times 0.25} = 50.67 < 22$$

\therefore Long Column in 0.25m: direction

- In 0.5m-Dirction

$$\frac{klu}{r} < 34 - 12 \frac{M_1}{M_2} \quad \dots\dots\dots \text{ACI} - (10.12.2)$$

$$\frac{1 \times 3.80}{0.3 \times 0.5} = 25.33 < 22$$

\therefore long Column in 0.5m: direction

$$EI = 0.4 \frac{E_c I_g}{1 + \beta_d} \quad \dots\dots\dots [\text{ACI 318} - 2002(\text{Eq. 10} - 15)]$$

$$E_c = 4700 \sqrt{f'c'} = 4700 \sqrt{24} = 23025.20 \text{ Mpa}$$

$$\beta_d = \frac{1.2DL}{P_u} = \frac{281.22}{470.66} = .598$$

$$I_g = \frac{b \times h^3}{12} = \frac{0.5 \times 0.25^3}{12} = 0.000651$$

$$EI = \frac{0.4 \times 23025.20 \times 0.000651}{1 + .598} = 3.75 \text{ Mpa}$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(KLu)^2} = \frac{3.14^2 \times 3.75}{(1 \times 3.8)^2} = 2.56 \text{ KN}$$

$$\delta_{ns} = \frac{Cm}{1 - \frac{Pu}{0.75P_c}} = \frac{1}{1 - \frac{470.66}{0.75 \times 2.56 \times 1000}} = 1.32 > 1$$

$$e_{\min} = 15 + 0.03 \times h = 15 + 0.03 \times 250 = 22.5 \text{ mm} = 0.0225 \text{ m}$$

$$e = e_{\min} \times \delta_{ns} = 0.0225 \times 1.32 = 0.0297 \text{ mm}$$

$$\frac{e}{h} = \frac{0.0297}{0.25} = 0.1188$$

From Interaction Diagram

$$\frac{\phi P_n}{A_g} = \frac{470.66}{0.25 \times 0.5} \times \frac{145}{1000} = 0.55 \text{ Ksi}$$

$$\rho_g = 0.01$$

$$A_s = \rho \times A_g = 0.01 \times 500 \times 250 = 1250 \text{ mm}^2$$

\therefore use 12 ϕ 12

Design of the Reinforcement:

$S \leq 16 \text{ db}$ (longitudinal bar diameter).....ACI - 7.10.5.2

$S \leq 48 \text{ dt}$ (tie bar diameter).

$S \leq \text{Least dimension.}$

$$\text{spacing} \leq 16 \times d_b = 16 \times 1.6 = 25.6 \text{ cm}$$

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

$$\text{spacing} \leq \text{least.dim.} = 30 \text{ cm}$$

Use ϕ 10 @ 30 cm

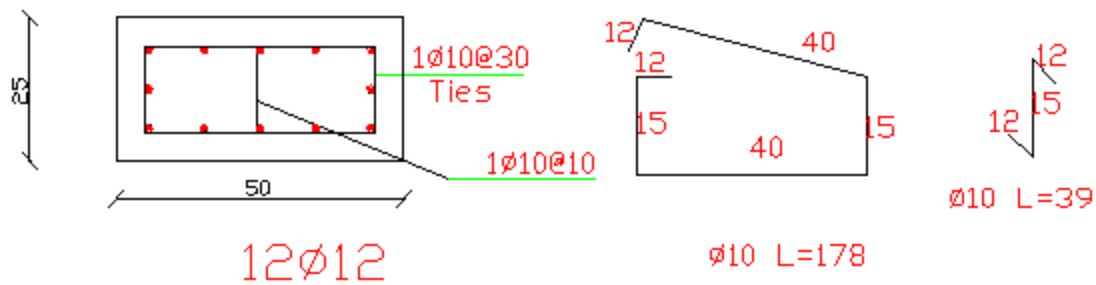


Figure (4-17) : columns section

4.10 Design of Footing

❖ Material :-

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

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

✓ Load Calculations :- (From Column Group 2)

Dead Load = 234.35Kn , Live Load = 118.4Kn

Total services load = 234.35+118.4 = 352.75Kn

Total Factored load = 1.2*234.35+ 1.6*118.4 = 470.66Kn

Column Dimensions (a*b) = 50*25 cm

Soil density = 18 Kg/cm³

Allowable Bearing Capacity = 400Kn/m²

Assume $h = 50\text{cm}$

$$q_{net-allow} = 400 - 18*0.40 - 25*0.5 - 5 = 375.3\text{kn/m}^2$$

✓ Area of Footing :-

$$A = \frac{Pt}{q_{net-allow}} = \frac{352.75}{375.3} = 0.94 \text{ m}^2$$

Assume Square Footing

Select $B = 1.10\text{m}$

✓ Bearing Pressure :-

$$q_u = 470.66/1.10*1.10 = 389\text{Kn/m}^2$$

✓ Design of Footing :-

1- Design of One Way Shear Strength :-

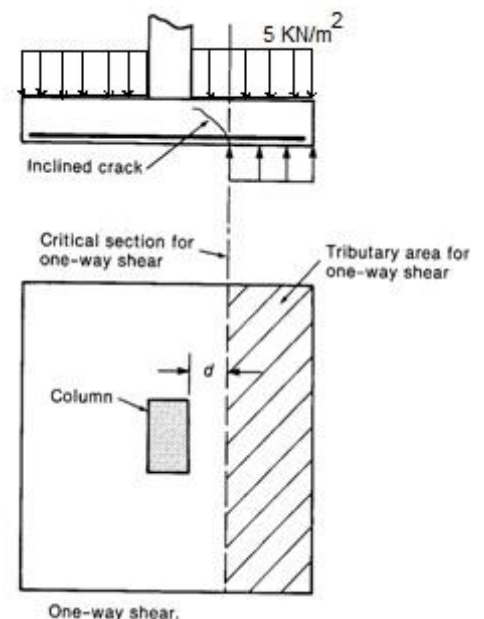
Critical Section at Distance (d) From The Face of Column

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

$$d = 500 - 75 - 20 = 405 \text{ mm}$$

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

$$V_u = 389 * \left(\frac{1.1-0.25}{2} - 0.405 \right) * 1.1 = 8.558\text{Kn}$$



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

$$\phi.V_c = 0.75 * \frac{1}{6} * \sqrt{24} * 1100 * 405 = 272.8Kn$$

$$\phi.V_c = 272.8KN > V_u = 8.558Kn$$

∴ Safe

2- Design of Two Way Shear Strength :-

$$V_u = P_u - FR_b$$

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

$$V_u = 389[(0.025 + 0.405) * (0.5 + 0.405)] = 462.7Kn$$

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:-

$$\beta_c = \frac{\text{Column Length (a)}}{\text{Column Width (b)}} = \frac{50}{25} = 2$$

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

$$b_o = 2 * (0.25 + 0.405) + 2 * (0.5 + 0.405) = 3.12m$$

$$\alpha_s = 40 \text{ for interior column}$$

$$\phi.V_c = \phi \cdot \frac{1}{6} \left(1 + \frac{2}{\beta_c} \right) \sqrt{f'_c} b_o d = \frac{0.75}{6} * \left(1 + \frac{2}{2} \right) * \sqrt{24} * 3120 * 405 = 1547.6 Kn$$

$$\phi.V_c = \phi \cdot \frac{1}{12} \left(\frac{\alpha_s}{b_o/d} + 2 \right) \sqrt{f'_c} b_o d = \frac{0.75}{12} * \left(\frac{40 * 405}{3120} + 2 \right) * \sqrt{24} * 3120 * 405 = 2782.7 Kn$$

$$\phi.V_c = \phi \cdot \frac{1}{3} \sqrt{f'_c} b_o d = \frac{0.75}{3} * \sqrt{24} * 3120 * 405 = 1547.6 Kn$$

$$\Phi V_c = 1547.6 \text{ KN} > V_u = 462.7 \text{ KN}$$

3- Design of Bending Moment :-

Critical Section at the Face of Column

$$M_u = 389 * 1.1 * 0.425 * 0.425 / 2 = 38.6 \text{ Kn.m}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{38.6 * 10^6}{0.9 * 1100 * 405^2} = 0.24 \text{ Mpa}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * m * R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 20.6 * 0.24}{420}} \right) = 0.00057$$

$$A_{s,req} = \rho \cdot b \cdot d = 0.00057 * 1100 * 405 = 256.1 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,min} = 0.0018 * 1100 * 500 = 990 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,req} = A_{s,min} = 990 \text{ mm}^2 \text{ is control}$$

Check for Spacing :-

$$S = 3h = 3 * 500 = 1500 \text{ mm}$$

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

$$S = 500 \text{ mm}$$

$$S = 500 \text{ mm} \text{ is control}$$

Use 7Ø14 in Both Direction, $A_{s,provided} = 1077.6 \text{ mm}^2 > A_{s,required} = 990 \text{ mm}^2 \dots$ Ok

Check for strain:-

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{1077.6 \times 420}{0.85 \times 1100 \times 24} = 20.17 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{20.17}{0.85} = 23.73 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{405 - 23.73}{23.73} \right) = 0.048 > 0.005 \dots \dots \mathbf{Ok}$$

4- Design of Dowels :-

Load Transfer In Footing :-

$$\Phi P n_b = \Phi (0.85 f'_c A_1 \times \sqrt{\frac{A_2}{A_1}})$$

$$A_1 = 0.5 \times 0.25 = 0.125 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 1.1 \times 1.1 = 1.21 \text{ m}^2$$

$$\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = \sqrt{\frac{1.21}{0.125}} = 9.68 > 2 \dots \dots \dots \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = 2$$

$$\Phi P n_b = 0.65 \times (0.85 \times 24 \times 110 \times 2) = 2917.2 \text{ Kn}$$

$$\Phi P n = 2917.2 > P u = 470.66 \dots \dots \dots \mathbf{ok}$$

No Need For Dowels

$$A_{s, \min} = 0.005 * A_c = 0.005 * 500 * 250 = 625 \text{ mm}^2$$

Use 8 ϕ 20, $A_{s, \text{provided}} = 2512 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 600 \text{ mm}^2 \dots \mathbf{Ok}$

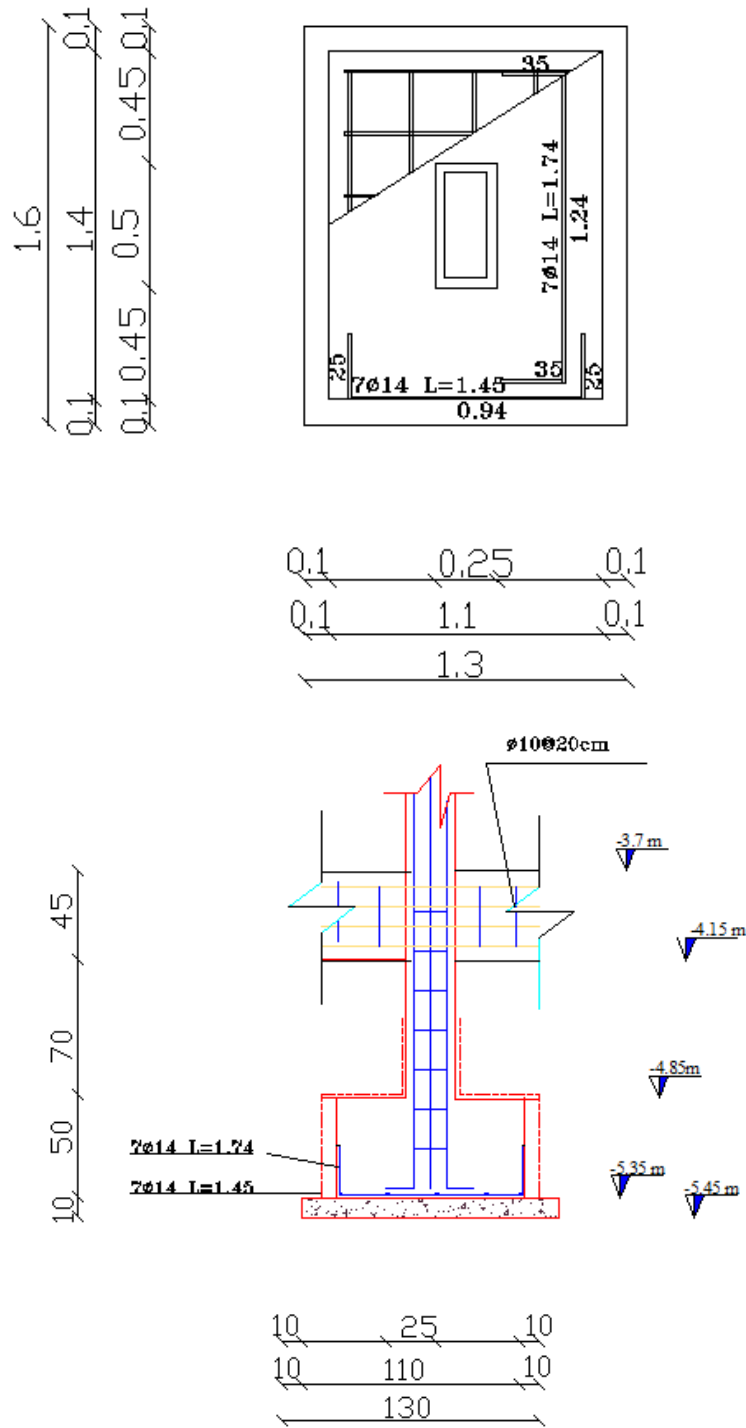


Fig 4.18 : Foundation Reinforcement.

4.11 Design of Stair

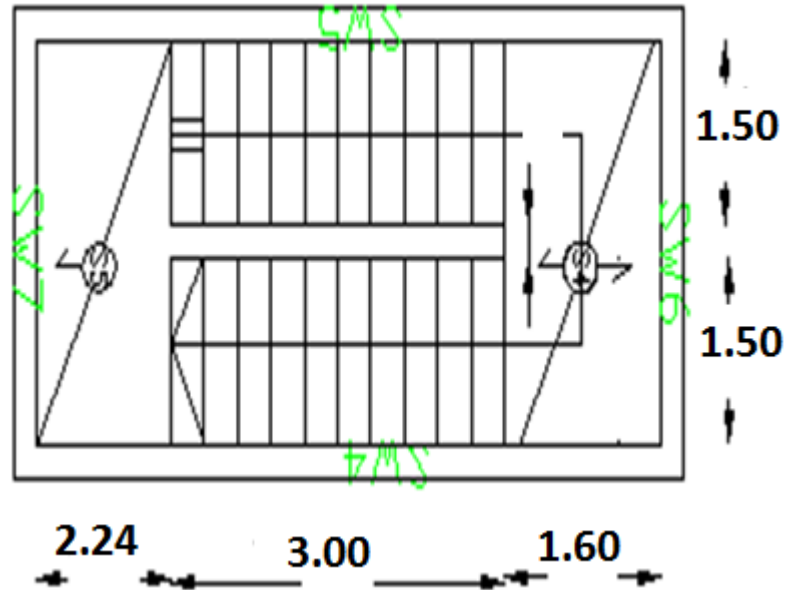


Fig 4.19: Stair Plan.

❖ Material :-

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

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

Load Calculation & Design of stair :-

$$h_{\min} = L/28$$

$$h_{\min} = 6.84/28 = 24.4 \text{ cm}$$

Take $h = 25 \text{ cm}$

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

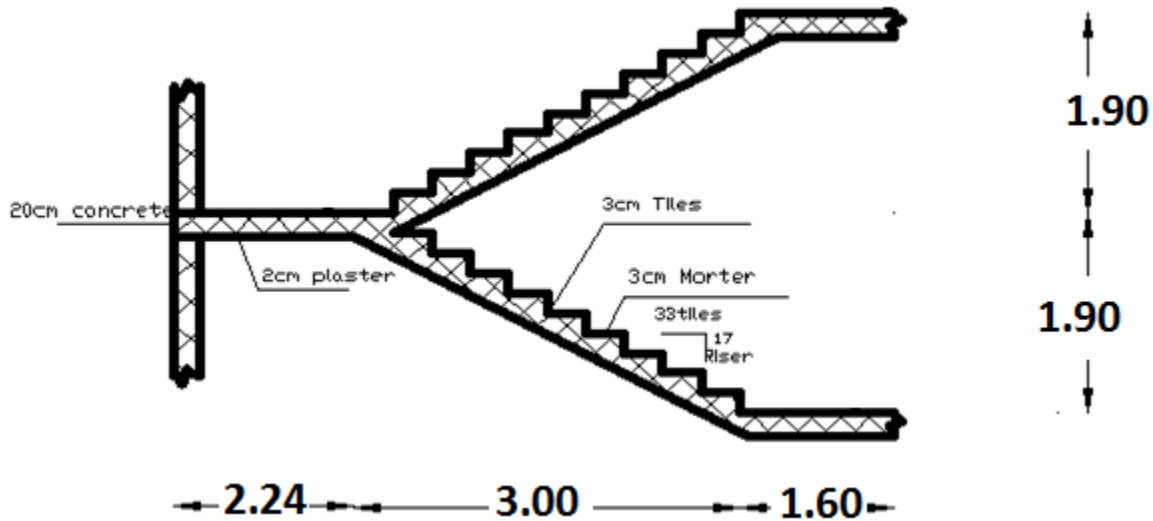


Fig 4.20: Stair Section.

Dead Load For Flight For 1m Strip:-

No.	Parts of Flight	Calculation
1	Tiles	$23 \times 0.03 \times 1 \times (0.33 + 0.17/0.3) = 1.15 \text{ KN/m}$
2	Mortar	$22 \times 0.03 \times 1 \times (0.3 + 0.17/0.3) = 1.04 \text{ KN/m}$
3	Stair	$25 \times 0.5 \times 0.17 \times 1 = 2.13 \text{ KN/m}$
4	R.C	$25 \times 0.25 \times 1 / \cos 29.56 = 7.19 \text{ KN/m}$
5	Plaster	$22 \times 0.02 \times 1 / \cos 29.56^\circ = 0.51 \text{ KN/m}$
Sum		12.02 KN/m

Table (4.5): Dead Load Calculation of Flight.

Live Load For Landing For 1m Strip = $5 \times 1 = 5 \text{ KN/m}$

Factored Load For Flight :-

$$W_U = 1.2 \times 12.02 + 1.6 \times 5 = 22.42 \text{ KN/m}$$

Dead Load For landing For 1m Strip:-

No.	Parts of Landing	Calculation
1	Tiles	$22 \times 0.03 \times 1 = 0.66 \text{ KN/m}$
2	Mortar	$22 \times 0.03 \times 1 = 0.66 \text{ KN/m}$
4	R.C	$25 \times 0.25 \times 1 = 6.25 \text{ KN/m}$
5	Plaster	$22 \times 0.02 \times 1 = 0.44 \text{ KN/m}$
Sum		8.01 KN/m

Table (4.6): Dead Load Calculation of landing.

✓ Load Calculation:-

Dead Load For Landing For 1m Strip = 8.01 KN/m

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

Stair reinforcement Design of one meter strip :- (for flight)

The value of V_u at the center of support = $(22.42 \times 3)/2 = 33.63 \text{ KN}$.

$$d = 250 - 20 - 7 = 223 \text{ mm} .$$

$$\varnothing v_c = (0.75/6) * \sqrt{24} * 1000 * 223 = 136.56 \text{ KN} > 33.63 \text{ KN} \dots\dots \text{ok} .$$

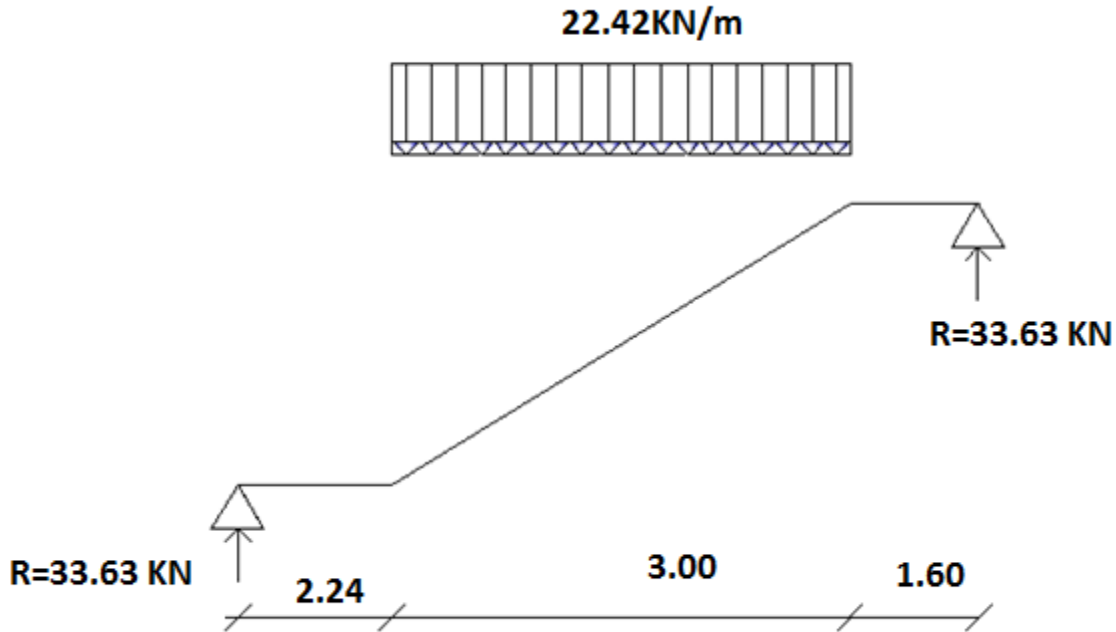


Figure (4-21): Load distribution on stairs

$$M_u \max = (33.63 * (6.84/2)) - (8.81 * 1.6 * (1.6+3/2)) - (22.42 * 3/2 * 3/4) = 57.37 \text{ KN.m}$$

$$d = 250 - 20 - 7 = 223 \text{ mm}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{420}{0.85(24)} = 20.6$$

$$R_n = \frac{M_n}{b d^2} = \frac{57.37 * (10)^6}{(0.9)(1000)(223)^2} = 1.28 \text{ Mpa}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 20.6 * 1.28}{420}} \right) = 0.00315$$

$$A_s = 0.00315 * (100) * (22.3) = 7.024 \text{ cm}^2$$

Use 5Φ 14 @ 25 cm c/c with $A_s = 7.696 \text{ cm}^2 > 7.024 \text{ cm}^2$

Min reinforcement :-

$$A_s \text{ min} = 0.0018 * 1000 * 250 = 4.5 \text{ cm}^2 \quad \text{Use 4 } \Phi \text{ 12 @ 20 cm c/c}$$

$$A_s 7,648 > 4.5 \text{ cm}^2$$

Design of landing:-

Design of S2:-

$$M_u = (18.5 * (3.6/2)) - (8.81 * 1.5 / (1.5 + 0.6/2)) * 17.61 * 0.6/2 * 0.6/4 = 18.63 \text{ KN.m}$$

$$d = 250 - 20 - 7 = 223 \text{ mm}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{420}{0.85(24)} = 20.6$$

$$R_n = \frac{M_n}{b d^2} = \frac{18.63 * (10)^6}{(0.9)(1000)(0.223)^2} = 0.416 \text{ Mpa}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 20.6 * 0.416}{420}} \right) = 0.001$$

$$A_s = 0.001 * (100) * (22.3) = 2.23 \text{ cm}^2$$

Use 4Φ 14 @ 25 cm c/c with $A_s = 6.16 \text{ cm}^2 > 4.91 \text{ cm}^2$

Min reinforcement :-

$$A_{s \text{ min}} = 0.0018 * 1000 * 250 = 4.5 \text{ cm}^2 \quad \text{Use 4 } \Phi \text{ 12 @ 25 cm c/c}$$

$$A_s = 4.91 > 4.5 \text{ cm}^2$$

4-12-Design of solid slab of the stair roof :-**Determination of load:**

$$\text{Dead load} = 1.2 * 25 * 1 = 5 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{Live load} = 1.5 \text{ KN/m}^2$$

$$q_u = (1.2 * 5) + (1.6 * 1.5) = 8.4 \text{ KN/m}$$

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

$$d = h - 2 * 0.5 = 20 - 2 * 0.5 = 17.5 \text{ cm}$$

$$M_u = (q_u * l^2) / 8 = 8.4 * 6.2^2 / 8 = 40.36 \text{ KN.m}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{420}{0.85(24)} = 20.6$$

$$R_n = \frac{M_n}{b d^2} = \frac{40.36 * (10)^{-3}}{(0.9)(1)(0.175)^2} = 1.46 \text{ Mpa}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 20.6 * 1.46}{420}} \right) = 0.0036$$

$$A_s = 0.0036 * (100) * (17.5) = 6.3 \text{ cm}^2$$

Min reinforcement:

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

$$\text{Select } A_s = 3.6 \text{ cm}^2$$

$$\text{Use } \Phi 14 @ 20 \text{ cm c/c with } A_s = 7.7 \text{ cm}^2 > 6.3 \text{ cm}^2$$

Longlir reinforcement for one meter strip:

$$A_s = 0.0018 * 100 * 20 = 3.6 \text{ cm}^2$$

Use $\Phi 12 @ 25 \text{ cm}$ with $A_s = 4.52 \text{ cm}^2 > 3.6 \text{ cm}^2$

Top reinforcement :

Use $\Phi 8 @ 15 \text{ cm}$ in both direction

Design of shear reinforcement :

$$V_u \text{ max} = q_u * L / 2 = (8.4 * 6.2) / 2 = 26.04 \text{ KN}$$

$$\Phi V_c \geq V_u \text{ max}$$

$$\Phi V_c = \frac{0.75 \sqrt{f_c'}}{6} (b_w)(d)$$

$$\Phi V_c = \frac{0.75 \sqrt{24}}{6} (1000)(175) = 107.165 \text{ KN}$$

$$107.1 > 26.04 \text{ KN/m}$$

No Shear reinforcement is required .

4.13 Design of Shear Wall

❖ Material and Sections:- (From Shear Wall 1)

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

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

⇒ Shear Wall Thickness $h = 15 \text{ cm}$

⇒ Shear Wall Width $L_w = 3.6 \text{ m}$

⇒ Shear Wall Height $H_w = 26.4 \text{ m}$

⇒

✓ Design of Horizontal Reinforcement:-

$$\sum F_x = V_u = 700 \text{ KN}$$

The critical Section is the smaller of:

$$\frac{l_w}{2} = \frac{3.6}{2} = 1.8 \text{ m}$$

$$\frac{h_w}{2} = \frac{26.4}{2} = 13.2 \text{ m}$$

storey height (H_w) = 3.4 m.....Control

$$d = 0.8 \times L_w = 0.8 \times 3.6 = 2.88 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \phi V_{nmax} &= \phi \frac{5}{6} \sqrt{f_c'} h d \\ &= 0.75 * 0.83 * \sqrt{24} * 150 * 2880 = 1317.4 \text{ KN} > V_u = 700 \text{ KN} \end{aligned}$$

V_c is the smallest of :

$$1 - V_c = \frac{1}{6}\sqrt{f_c'}hd = \frac{1}{6}\sqrt{24} * 150 * 2880 = 352.7 \text{ KN} \dots\dots \text{Control}$$

$$2 - V_c = 0.27\sqrt{f_c'}hd + \frac{N_u d}{4l_w} = 0.27\sqrt{24} * 150 * 2880 + 0 = 571.4 \text{ KN}$$

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

$$\frac{21099.6 - 16339.4}{3.95} = \frac{M_u - 16339.4}{3.95 - 3.4} \Rightarrow M_u = 16.881 \text{ KN.m}$$

$$\frac{M_u}{V_u} - \frac{l_w}{2} = \frac{16.88}{1205.1} - \frac{3.6}{2} = -1.78 \leq 0.00 \dots\dots \text{Neglected}$$

$$V_u = 700 \text{ KN}$$

$$\emptyset * V_c = 0.75 * 352.7 = 264.5 \text{ KN}$$

$$V_{s,\min} = \frac{\sqrt{f_c'}}{16} * b_w * d = \frac{\sqrt{24}}{16} * 150 * 2880 = 232.3 \text{ KN} \dots\dots \text{Control}$$

$$V_{s,\min} = \frac{1}{3} * b_w * d = \frac{1}{3} * 150 * 2880 = 244 \text{ KN}$$

$$\emptyset * (V_c + V_{s,\min}) = 0.75 * (352.7 + 232.3) = 740.75 \text{ KN}$$

$$A_{vh} = \frac{2 * \pi * 10^2}{4} = 157.1 \text{ mm}^2$$

$$\frac{157.1}{S_h} = 0.75$$

$$S_h = 200 \text{ mm}$$

- Maximum spacing is the least of :

$$\frac{L_w}{5} = 3600/5 = 720 \text{ mm}$$

$$3 * h = 3 * 150 = 450 \text{ mm}$$

$$360 \text{ mm} \dots\dots \text{Control}$$

Use $\phi 10/150 \text{ mm}$ for two layers

✓ Design of Vertical Reinforcement:-

$$\frac{A_{vv}}{S_v} = \left[0.0025 + 0.5 \left(2.5 - \frac{h_w}{Lw} \right) \left(\frac{A_{vh}}{S_h * h} - 0.0025 \right) \right] * 150$$

$$\frac{A_{vv}}{S_v} = \left[0.0025 + 0.5 \left(2.5 - \frac{26.4}{3.6} \right) \left(\frac{157.1}{150 * 150} - 0.0025 \right) \right] * 150$$

$$\frac{A_{vv}}{S_v} = 0.350$$

Select Ø 16 in Two Layer

$$A_{vh} = \frac{2 * \pi * 16^2}{4} = 402 \text{ mm}^2$$

$$\frac{402}{S_v} = 0.350$$

$$S_v = 401 \text{ mm}$$

- Maximum spacing is the least of :

$$\frac{Lw}{3} = 3600/3 = 1200 \text{ mm}$$

$$3 * h = 3 * 150 = 450 \text{ mm}$$

450 mm Control

Use Ø 16/150 mm for two layers

الفصل الخامس

النتائج والتوصيات

1-5 مقدمة .

2-5 النتائج.

3-5 التوصيات.

1-5 مقدمة

في هذا المشروع تم الحصول على مخططات معمارية تفتقد إلى الكثير من الأمور، بعد دراسة جميع المتطلبات تم تعديل المخططات المعمارية وإعداد المخططات الإنشائية الشاملة لمبنى كلية الطب المقترح بناءها في مدينة الخليل. وتم إعداد المخططات الإنشائية بشكل مفصل ودقيق وواضح لتسهيل عملية البناء، ويقدم هذا التقرير شرحاً 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 إمتلاك الخبرة والمعرفة في استخدام البرامج التصميمية المحوسبة.
2. من العوامل التي يجب أخذها بعين الإعتبار، العوامل الطبيعية المحيطة بالمبنى وطبيعة الموقع وتأثير القوى الطبيعية على الموقع.
3. من أهم خطوات التصميم الإنشائي، كيفية الربط بين العناصر الإنشائية المختلفة وكيفية توزيع النظام الإنشائي من خلال النظرة الشمولية للمبنى ومن ثم تجزئة هذه العناصر لتصميمها بشكل منفرد ومعرفة كيفية التصميم، مع أخذ الظروف المحيطة بالمبنى بعين الإعتبار.
4. القيمة الخاصة بقوة تحمل التربة هي: 400 KN/m^2 .
5. لقد تم استخدام نظام عقدات المفرغة (Ribbed Slab) في كثير من العقدات نظراً لطبيعة وشكل المنشأ سواء باتجاه واحد أو اتجاهين، كما تم استخدام نظام العقدة المصمتة (Solid Slab) في مناطق بيت الدرج .
6. برامج الحاسوب المستخدمة:-
هناك عدة برامج حاسوب تم استخدامها في هذا المشروع وهي:-
a. AUTOCAD :- و ذلك لعمل الرسومات المفصلة للعناصر الإنشائية.
b. ATIR, ETABS :- للتحليل والتصميم الإنشائي للعناصر الإنشائية.
c. Microsoft Office XP :- تم استخدامه في أجزاء مختلفة من المشروع مثل كتابة النصوص والتنسيق وإخراج المشروع، وإعداد الجداول المرافقة للتصميم.
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.

2-5 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 لإختيار مشاريع ذات طابع إنشائي.

ففي البداية، يجب أن يتم تنسيق وتجهيز كافة المخططات المعمارية، بحيث يتم إختيار مواد البناء مع تحديد النظام الإنشائي للمبنى، ولابد في هذه المرحلة من توفر معلومات شاملة عن الموقع وتربته 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 إستخدامها فيما بعد في مقاومة أحمال الزلازل وغيرها من القوى الأفقية، ومن ثم تحليل وتصميم كافة العناصر الإنشائية التي تم توزيعها مسبقا واخراجها على شكل مخططات باستخدام برنامج الاتوكاد لتدخل حيز التنفيذ.