بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة والتكنولوجيا

دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

هندسة مباني

مشروع التخرج

التصميم الإنشائي ل" مول السلام " بمدينة الخليل

فلسطين-الخليل

فـريــق الـعـمـل

نمر أبو عكر مؤيد الوحيدي

أحلام عيسى لما قباجة

يوسف خضور

إشـراف :

م. حمدي ادعيس

تشرين الثاني – 2017 م

بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة والتكنولوجيا

هندسة مباني

التصميم الإنشائي لـِ " مول السلام " بمدينة الخليل

فلسطين-الخليل

فـريـق الـعمـل

نمر أبو عكر مؤيد الوحيدي

أحلام عيسى لما قباجة

يوسف خضور

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 مشرف المشروع	**توقيع رئيس الدائرة**
م. **حمدي ادعيس**	م. فيضي شبانة
.....	.....

تشرين الثاني – 2017م

الإهـــــــداء

بدايةً ، علينا أن نتحدث وراء كل كلمة عن كمية الحب التي استنزفناها معهم طيلة حياتنا، وكيف كنا نتعب على أكتافهم ، ثم نعود مرة أخرى متحمسين لمرحلة تعب جديدة، داخل هذه اللوحة الرائعة.

هم كثيرون على هذا العالم، أكثر من أي شيء لشيء، ليضحوا الى هذا الحد، كل هذا العمر، الى آبائنا وأمهاتنا العظماء.

الى الكادحين ليل نهار، الى الذين يشقون الليل باحثين عن الرغيف.

الى المظلومين والمقهورين في غزة، الذين يقولون أغلقوا علينا أبواب السماء ان استطعتم.

الى أبطال معركة الأمعاء الخاوية الذين يشبعونا كرامة، الى أمهاتهم.

الى الذين دفعوا أرواحهم ضريبة لكرامة هذا الوطن وليحيا هذا الوطن، ولنحيا نحن.

إلى الثكالى والارامل.

إلى الجرحى والمصابين.

إلى الفقراء ومن يلتحفون بجانب الطريق ليلا .

إلى كل الذين تصر هذه الحياة على أكل السعادة من على وجوههم .

إلى القدس ، سيّدة العالم و عاصمة فلسطين الأبدية والتاريخيّة .

شـــكـــر وتـــقـــديـــر

إلهي لك الحمد الذي أنت أهله .. على نعم ما كنت قطا لها أهلاً .. متى ازددت تقصيرا تزدني تفضلا .. كأني بالتقصير أستوجب الفضلا.

ما توفيقنا إلا بالله، وما من خطوة سرناها إلا برعايته، اللهم لك الحمد والشكر كما ينبغي لجلال وجهك وعظيم سلطانك.

وكل الشكر من بعد الله، إلى آبائنا وأمهاتنا فمن أي أبواب الثناء سندخل، وبأي أبيات القصيد نعبر، وفي كل لمسة جودكم وأكفكم للمكرمات أسطر، كنتم كسحابة معطاءة، سقت الأرض فاخضرت.

ونخص بالشكر، أستاذنا الفاضل، المهندس حمدي ادعيس المشرف والموجه، تتسابق الكلمات وتتزاحم العبارات لتنظم عقد الشكر الذي تستحقه على ما بذلت من مجهودات جمة لنكون على ما نحن عليه اليوم.

ونشكر هذا الصرح التعليمي العظيم، جامعة بوليتكنك فلسطين، ونخص بهذا الشكر دائرة الهندسة المدنية والمعمارية بكل طاقمها العظيم الذي لم يتوانى يوما عن دفعنا للأمام بكل ما أوتي من علم.

ونشكر زملاءنا وزميلاتنا، اخوتنا ورفاق دربنا، شكرا لكل من سمح لنا أن نستند عليه، لكا من ساهم في وصولنا لهذه الوقفه أمامكم.

شكرا لأمنا جميعا، حافزنا الأوحد نحو النجاح، شكرا فلسطين.

فـريـق الـعـمـل

ملخص المشروع

التصميم الإنشائي ل " مول السلام " بمدينة الخليل

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

سنقوم في هذا المشروع بالتصميم الإنشائي لمول السلام بمدينة الخليل حيث يتكون من كتلة واحدة مكونة من سبعة طوابق موزعة على النحو التالي: طابقين تسوية وطابق ارضي بالإضافة الى أربعة طوابق، حيث تبلغ مساحة المشروع الإجمالية 12000 م^2.

حيث صُمّم المشروع بحيث يلبي الغاية التي يسعى المشروع إلى تحقيقها وهي توفير مبنى مول تجاري، ونحن بحاجة لوجود هذا المشروع في فلسطين لأهميته في تحسين الوضع الاقتصادي وتلبية حاجيات المواطنين.

من الجدير بالذكر أنه سيتم استخدام الكود الأردني لتحديد الأحمال الحية، ولتحديد أحمال الزلازل، أما بالنسبة للتحليل الإنشائي وتصميم المقاطع فسيتم استخدام الكود الأمريكي(ACI_318_08) ، ولا بد من الإشارة إلى أنه سيتم الاعتماد على بعض برامج الحاسوب مثل: -

AutoCAD (2007+2010), ATIR, ETABS 2016, SAFE 2014
SAP 2000, Google SketchUp, Microsoft Office XP.

ويتضمن المشروع دراسة إنشائية تفصيلية من تحديد وتحليل للعناصر الإنشائية والأحمال المختلفة المتوقعة ومن ثم التصميم الإنشائي للعناصر وإعداد المخططات التنفيذية بناء على التصميم المعد لجميع العناصر الإنشائية التي تكوّن الهياكل الإنشائية للمبنى.

والله ولي التوفيق

Abstract

Structural Design for "Al-Salam Mall" In Hebron city

Structural design is the most important designs necessary to the building after the architectural design, distribution of columns and the highest level of security and safety is the responsibility of the structural designer.

We will in this project, the structural design of "Al-Salam Mall" in Hebron city, which consists of a single block consisting of seven floors as follows:-

Two basement floors and other five floors ground, first, second, third and roof floor, with a total project area about 12000 m^2.

The project is designed to meet the purpose for which the project is designed to achieve a special Mall building trade, we need the presence of the project in Palestine because of its importance in improving the economic situation and meet the needs of citizens.

It is noteworthy that Jordan's code will be used to determine the live loads, and to determine the seismic loads, but for structural analysis and design section the US Code (ACI_318_08). It must be noted that it will rely on some computer programs such as-

AutoCAD (2007+2010), Atir**,** ETABS 2016, SAFE 2014, SAP 2000 Google SketchUp, Microsoft Office XP.

The project will include a detailed structural study of the identification and analysis of the elements of construction and different loads expected and then the structural design of the elements and the preparation of design drawings based on the prepared design for all the structural elements that form structural frames of the building.

God grants success

فهرس المحتويات Table of Contents

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

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

الفصل الثاني	الوصف المعماري	5
1-2	مقدمة	6
2-2	لمحة عامة عن المشروع	6
3-2	موقع المشروع	7
1-3-2	أهمية الموقع	8
2-3-2	حركة الشمس والرياح	8

3-3-2	الرطوبة	8
4-3-2	العناصر المعمارية	9
4-2	وصف طوابق المشروع	9
1-4-2	طابق التسوية الثاني	9
2-4-2	طابق التسوية الأول	10
3-4-2	الطابق الأرضي	11
4-4-2	الطابق الأول	12
5-4-2	الطابق الثاني	13
6-4-2	الطابق الثالث	14
7-4-2	الطابق الرابع	15
5-2	وصف واجهات المشروع	16
1-5-2	الواجهة الشرقية	16
2-5-2	الواجهة الغربية	17
3-5-2	الواجهة الشمالية	18
4-5-2	الواجهة الجنوبية	19
6-2	وصف الحركة	19
7-2	وصف المداخل	21

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

3-6-1	العقدات	29
3-1-6-1	عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد	30
3-1-6-2	عقدات العصب ذات الاتجاهين	30
3-1-6-3	العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد	31
3-1-6-4	العقدات المصمتة ذات الاتجاهين	32
3-6-2	الأدراج	32
3-6-3	الجسور	33
3-6-4	الأعمدة	34
3-6-5	جدران القص	35
3-6-6	الأساسات	36
3-7	فواصل التمدد	38
3-8	النظام الميكانيكي للمبنى	39
3-9	برامج الحاسوب التي تم استخدامها	39

Chapter 4	**Structural Analysis and Design**	40
4-1	Introduction	41
4-2	Design Method and Requirements	42
4-3	Check of Minimum Thickness of Structural Member	43
4-4	Design of Topping	44
4-5	Design of One Way-ribbed Slab (RG25).	46
4-6	Design of Beam(BG28).	55
4-7	Design of Two Way Ribbed Slab	66
4-8	Design of One Way Solid Slab	78
4-9	Design of Two way Solid Slab	82
4-10	Design of Stair	88
4-11	Design of Column	95
4-12	Design of shear wall	97
4-13	Design of footing	101

الفصل الخامس	النتائج والتوصيات	108
1-5	مقدمة	109
2-5	النتائج	109
3-5	التوصيات	110
4-5	المصادر والمراجع	110

فهرس الجداول

رقم الجدول	اسم الجدول	رقم الصفحة
جدول (1-1)	الجدول الزمني للمشروع	4
جدول (1-3)	الكثافة النوعية للمواد المستخدمة	24
جدول (2-3)	الأحمال الحية لعناصر المبنى	25
جدول (3-3)	سرعة وضغط الرياح اعتماداً على الكود الاردني	26
جدول (4-3)	أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر	27
جدول (1-4)	Check of Minimum Thickness of Structural Member	43
جدول (2-4)	Dead Load Calculation of Topping	44
جدول (3-4)	Dead Load Calculation of Rib (RG25)	48
جدول (4-4)	Dead Load Calculation of Beam (109Gf)	55
جدول(4-5)	Dead Load Calculation of Two way Rib(125)	66
جدول (6-4)	Dead Load Calculation of Two way Solid (S6)	84
جدول (7-4)	Dead Load Calculation of Flight	89
جدول (8-4)	Dead Load Calculation of landing (1m strip)	92

فهرس الأشكال

رقم الشكل	اسم الشكل	رقم الصفحة
الشكل (2-1)	الموقع العام لقطعة الأرض	7
الشكل (2-2)	اتجاه الرياح على قطعة الأرض	9
الشكل (2-3)	حركة الشمس على قطعة الأرض	10
الشكل (2-4)	مسقط طابق التسوية الاول	11
الشكل (2-5)	مسقط طابق التسوية الثاني	12
الشكل (2-6)	مسقط الطابق الأرضي	13
الشكل (2-7)	مسقط الطابق الأول	14
الشكل (2-8)	مسقط الطابق الثاني	15
الشكل (2-9)	مسقط الطابق الثالث	16
الشكل (2-10)	مسقط الطابق الرابع	17
الشكل (2-11)	الواجهة الشرقية	18
الشكل (2-12)	الواجهة الغربية	19
الشكل (2-13)	الواجهة الشمالية	20
الشكل (2-14)	الواجهة الجنوبية	20
الشكل (2-15)	مقطع A-A	16
الشكل (2-16)	مقطع B-B	16
الشكل (3-1)	تأثير الرياح على المباني من حيث ارتفاع المبني والبينة المحيطة به	26
الشكل (3-2)	توضيح لبعض العناصر الانشائية للمبنى	28
الشكل (3-3)	عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد	30
الشكل (3-4)	عقدات العصب ذات الاتجاهين	31
الشكل (3-5)	العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد	31
الشكل (3-6)	العقدات المصمتة ذات الاتجاهين	32
الشكل (3-7)	الدرج	33
الشكل (3-8)	أنواع الجسور المستخدمة في المشروع	34
الشكل (3-9)	أنواع الأعمدة المستخدمة في المشروع	35

الشكل (3-10)	جدار قص	36
الشكل (3-11)	الأساسات	37
الشكل (3-12)	فاصل التمدد	38

List of Figures

Figure #	Description	Page #
4-1	Topping Load	44
4-2	One Way Rib Slab Plan (R25)	47
4-3	Loading and Shear and Moment Envelope Diagram of Rib (R 25)	48
4-4	Dead Load Calculation of Beam (Gf109)	55
4-5	Beam Plan (B109)	56
4-6	Twa way rib slab plan (R125)	66
4-7	One way Solid Slab plan (S1)	78
4-8	Two way Solid slab plan (S6)	82
4-9	Stair Plan	88
4-10	Stair Section	90
4-11	Stair Section (c–c)	94
4-12	Coliumn Section and Reinforcement	95
4-13	Shear and Moment nvelope Diagram of Shear Wall	97
4-14	Foot Plan	101
4-15	Foot Reinforcment and Details	107

List of Abbreviations

- **Ac** = area of concrete section resisting shear transfer.
- **As** = area of non-prestressed tension reinforcement.
- **A_s' =** area of non-prestressed compression reinforcement.

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

- **Pu** = factored axial load.
- **S** = Spacing of shear in direction parallel to longitudinal reinforcement.
- **Vc** = nominal shear strength provided by concrete.
- **Vn** = nominal shear stress.
- **Vs** = nominal shear strength provided by shear reinforcement.
- **Vu** = factored shear force at section.
- **Wc** = weight of concrete.
- **W** = width of beam or rib.
- **Wu** = factored load per unit area.
- **Φ** = strength reduction factor.
- ε_c **=** compression strain of concrete = 0.003.
- ε_s **=** strain of tension steel**.**
- $\acute{\varepsilon}_s$ **=** strain of compression steel.
- **ρ** = ratio of steel area.

1

الفصـــــــــل 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 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 اجتهد لتطوير مسكنه، فاستخدم المواد المحيطة به لإنشاء هذا المأوى من أخشاب وجلود الحيوانات والحجارة والطين، وصولاً إلى استخدامه الحديد والاسمنت المستخدم حالياً في البناء.

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

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

محور الدراسة في هذا المشروع هو القيام بإجراء التصميم الإنشائي لمبنى متعدد الطوابق وهو تصميم إنشائي لمبنى سوق تجاري في مدينة الخليل.

2-1 وصف عام للمشروع

المشروع عبارة عن مبنى مول تجاري يقع في مدينة الخليل، يتكون المبنى من سبعة طوابق، على مساحة قطعة أرض 2556 متر مربع، ومساحة البناء الكلية لجميع الطوابق 12000 متر مربع، موزعة على كتلة واحدة مكونة من سبعة طوابق على النحو التالي: -

1. طابقين تسوية بمساحة 4596 متر مربع.
2. الطوابق الارضي والأول والثاني والثالث بمساحة 6105 متر مربع.
3. الطابق الرابع (الرووف) بمساحة 1302 متر مربع.

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. الحاجة الملحة إلى مثل هذا المشروع.
2. توفر قطعة أرض بمساحة تستوعب حجم المشروع.
3. حيوية المنطقة.
4. سهولة الوصول إلى الموقع.
5. 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 اكتسابها من المساقات المدروسة وتطبيق ذلك فعلياً في هذا المشروع وما يحتويه من عناصر إنشائية مختلفة، وتصميم هذه العناصر بحيث تتناسب مع الأحمال الواقعة عليها، مع مراعاة توفير عاملي المتانة والاقتصاد.

4-1 أهداف المشروع

1- أهداف معمارية: -

مثل هذه المشاريع الكبيرة تلفت نظر وانتباه المواطنين والزوار والسياح، لذلك يجب التركيز الجيد على النواحي المعمارية، فمن خلال هذه المشاريع يستطيع المعماري أن يجعل منها حدثا تاريخيا من خلال الكتل المتناسقة والعناصر المستعملة في الواجهات، ويكون للمراكز الصحية طابع معماري خاص بها يدل على تطور الذوق المعماري، وهذا يدل على تطور المدينة وحضارتها.

2- أهداف انشائية:-

1. القدرة على اختيار النظام الإنشائي المناسب للمشاريع المختلفة وتوزيع عناصره الإنشائية على المخططات مع مراعاة الحفاظ على الطابع المعماري.
2. العمل على توظيف كافة المعلومات التي اكتسبناها 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 سيتم تحليل كل عنصر من العناصر الإنشائية مثل البلاطات والأعصاب والجسور والأعمدة والجدران والاساسات .... الخ، وذلك بتحديد الأحمال الواقعة عليه ومن ثم تحديد أبعاده وتصميم التسليح اللازم له مع الأخذ بعين الاعتبار عامل الأمان للمنشأ، ومن ثم تم عمل المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية التي تم تصميمها، لإخراج هذا المشروع من حيز الاقتراح إلى حيز التنفيذ.

6-1 المسلمات

تهدف دراستنا الى اعداد المخططات الإنشائية اللازمة لكافة عناصر المشروع، وسوف يتم الاعتماد في المشروع على كل من الكود الأمريكي (ACI -318-08) والكود الأردني للأحمال الحية.

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 الجدول الزمني للمشروع

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

المرحلة / الزمن المقترح/ أسبوعياً	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
إختيار المشروع																
دراسة الموقع																
جمع المعلومات حول المشروع																
دراسة المبنى معمارياً																
دراسة المبنى انشائياً																
توزيع الاعمدة																
التحليل الإنشائي																
التصميم الإنشائي																
إعداد مخططات المشروع																
كتابة المشروع																
عرض المشروع																

جدول (1-1): الجدول الزمني للمشروع.

2

الفصـــــــــل الثاني

الوصف المعماري

2-1 المقدمة.

2-2 لمحة عامة عن المشروع.

2-3 موقع المشروع.

2-4 وصف طوابق المشروع.

2-5 وصف واجهات المشروع.

2-6 وصف الحركة.

2-7 المداخل.

2-1 مقدمة

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

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.

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 أيضا دراسة الإنارة والتهوية والحركة والتنقل وغيرها من المتطلبات الوظيفية.

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

إن فكرة تصميم مول السلام في الخليل كانت وليدة الواقع في المدينة التي تحتاج إلى مثل هذه المشاريع نظراً للمردود المادي من ناحية وتخفيف الاكتظاظ في سوق المدينة من ناحية اخرى، كل ذلك وغيره من الأسباب دفع إلى التفكير الفعلي في هذا التصميم لهذا المول التجاري في المدينة.

2-2 لمحة عامة عن المشروع

تتلخص فكرة المشروع في إنشاء مبنى مول تجاري في مدينة الخليل يتمتع بجميع المرافق والأقسام اللازمة كما أنه يتمتع بشكل معماري جميل جداً، أضف إلى ذلك كله أنه يحافظ على أداء الوظيفة المرجوة منه بالموازاة مع كل ما يحويه من اللمسات المعمارية لإبرازها في كثير من المنشآت.

ولقد حصلنا على المخططات المعمارية للمشروع من طالبة كلية الهندسة -تخصص هندسة معمارية في جامعة بوليتكنك فلسطين، وذلك كي نشرع في أعمال التصميم الإنشائي بعد دراسة تحليلية ومفصلة لتلك المخططات المعمارية من إعداد الطالبة (بيان عادي) وتحت إشراف الدكتور (غسان دويك)، وتبلغ المساحة الإجمالية للمبنى حوالي 12000 متر مربع، موزعة على كتلة واحدة مكونة من سبعة طوابق على النحو التالي: -

1- طابقين تسوية بمساحة 4596 متر مربع.
2- الطوابق الارضي والأول والثاني والثالث بمساحة 6105 متر مربع.
3- الطابق الرابع (الرووف) بمساحة 1302 متر مربع.

وتتنوع فيه الخدمات الوظيفية بشكل مناسب مع الحاجة المرجوة من التصميم.

3-2 موقع المشروع

لتصميم أي مشروع فإنه ينبغي دراسة الموقع المراد الإنشاء فيه بعناية فائقة، مراعياً بذلك الموقع الجغرافي وتأثير الظروف المناخية السائدة في المنطقة بحيث تصان العناصر القائمة وتتألف وتتناغم مع التصميم المقترح.

فلذلك 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 على أرض في منطقة شارع السلام بمدينة الخليل، كما هو موضح في الشكل (2-1)، وترتفع قطعة الأرض 880 متر عن سطح البحر، ويجب القول أن البنية التحتية من طرق وكهرباء واتصالات تصل إلى ذلك الموقع وتلبي ما يحتاجه المشروع.

الشكل (2-1): الموقع العام لقطعة الأرض.

2-3-1 أهمية الموقع: -

تتمتع مدينة الخليل بموقع مميز بين مدن فلسطين، بسبب المستوى الجغرافي والاقتصادي، وكانت هناك مجموعة من الأسباب التي أدت إلى اختيار هذه المنطقة لإنشاء المول التجاري إلى جانب حيوية المنطقة والمتطلبات الأخرى اللازمة لاختيار الموقع المناسب والمميزات التي توافرت في موقع هذا المشروع وتم مراعاتها وهي على النحو الآتي: -

1- حاجة المدينة إلى مثل هذا المشروع.
2- توفر قطعة أرض بمساحة تستوعب حجم المشروع.
3- حيوية المنطقة.
4- سهولة الوصول إلى الموقع.
5- 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 وتصطدم بتيارات دافئة، وتلتقي تلك القادمة من الشرق بالرياح القادمة من الغرب فتقلل من رطوبتها وتجعلها أكثر انسجاماً، 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، لذلك فيجب مراعاة تأثير الشمس والرياح على المبنى ليتسنى تقسيمه إلى فراغات تتناسب وتوجيهه المناخي بحيث يلبي شروط التصميم المتعلقة بالتهوية والإضاءة الطبيعي

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 والمسطحات 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.

4-3-2 العناصر المعمارية: -

مدينة الخليل تقع الى الجنوب من الضفة الغربية محاطة بقمم الجبال العالية، وهذا ما أكسبها مقومات معينة جعلها تتحكم بالبوابة الطبيعية من النقب جنوبا إلى مرتفعات القدس شمالاً، وشهدت مدينة الخليل في العقود الأخيرة تزايدا في عدد السكان وفي عدد الأبنية والمنشآت، وهذا بالإضافة إلى طبيعة نشاطها الاقتصادي الذي هو في معظمه تجاري وصناعي، مما أكسب طرازها المعماري طرازاً فريداً يتماشى مع طبيعتها.

4-2 وصف طوابق المشروع

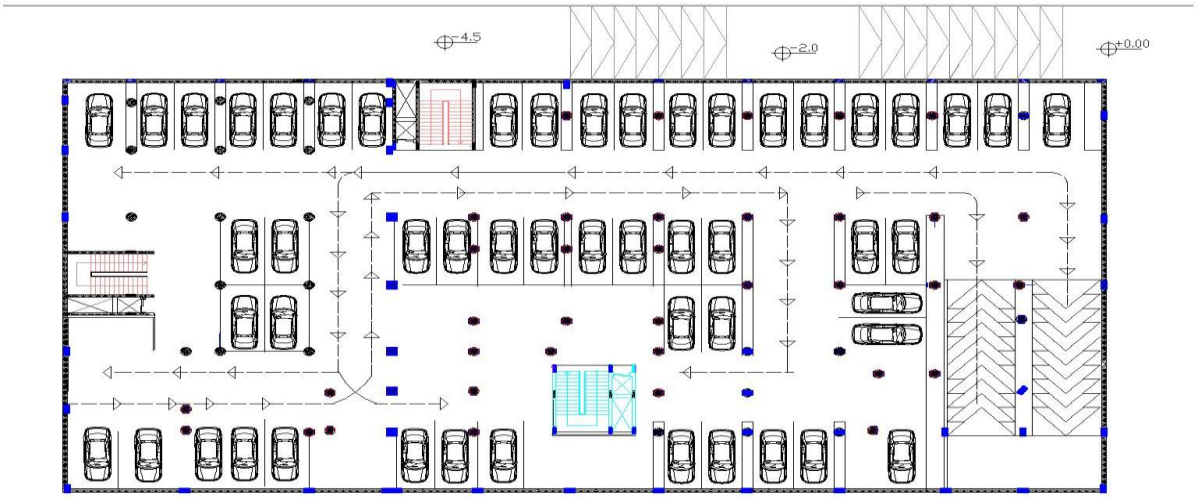
المبنى في تركيبته الهندسية يعتمد على الشكل المستطيل وهذا محكوم بطبيعة قطعة الارض وموقعها في وسط المدينة وتبلغ مساحة البناء 12000 متر مربع، والتوزيع المعماري لهذه المرافق يتسم بالتنوع مما أدى إلى التنوع في التصميم الإنشائي، وهي موزعة على النحو التالي: -

4-2-1 طابق التسوية الثاني: -

(منسوب 8.50-) بمساحة تقدر ب 2298 متر مربع.

استعمالات الطابق: -

1- مواقف سيارات.
2- المصاعد والأدراج.



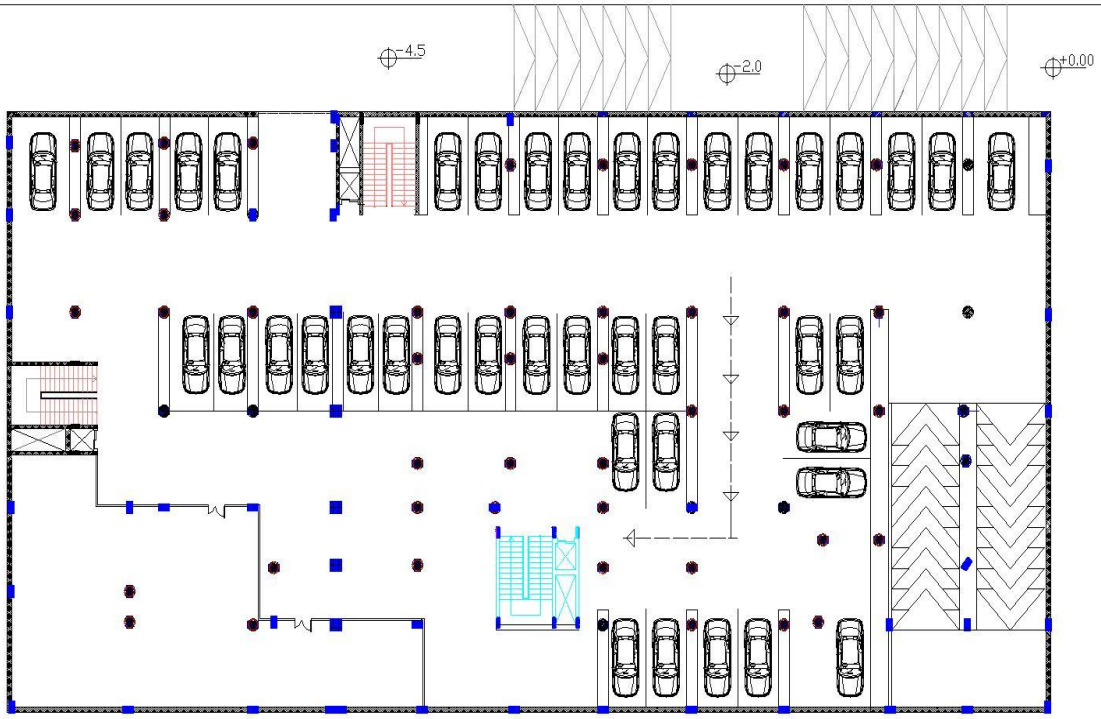
الشكل (2-2): مسقط طابق التسوية الثاني.

2-4-2 طابق التسوية الأول: -

(منسوب 4.5 -) بمساحة تقدر ب 2298 متر مربع.

استعمالات الطابق: -

1- مواقف سيارات.
2- المخازن.
3- المصاعد والأدراج.
4- المدخل الرئيسي للسيارات.



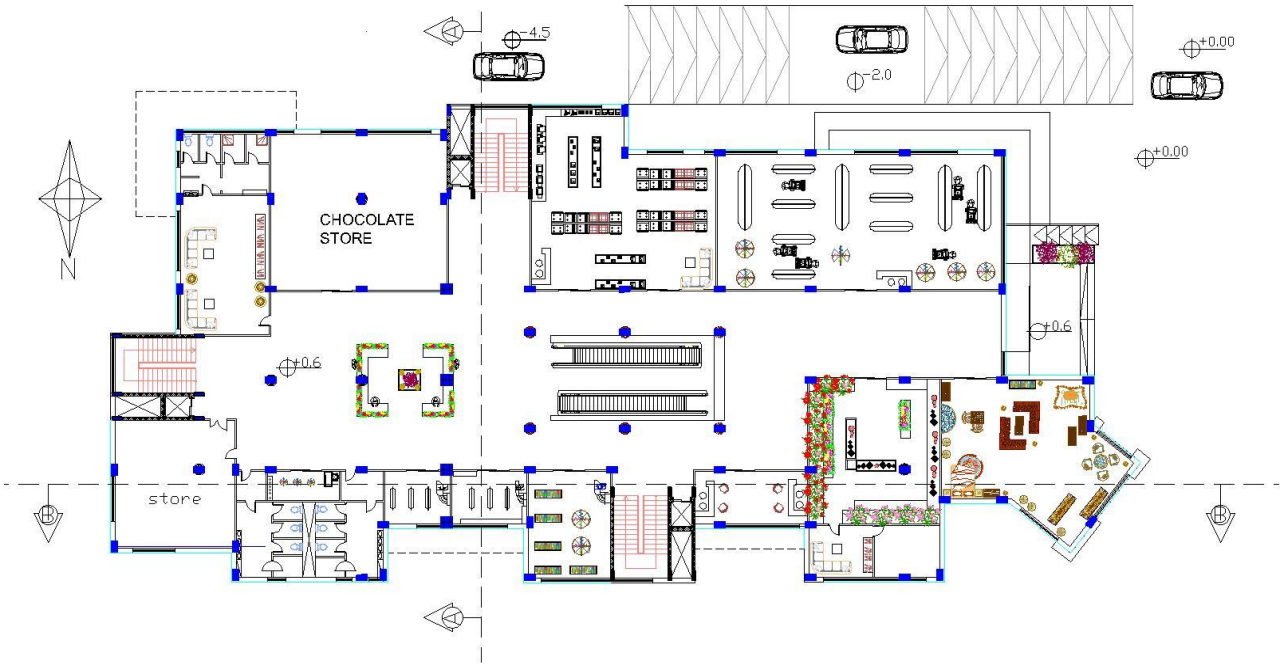
الشكل (2-3): مسقط طابق التسوية الأول.

3-4-2 الطابق الأرضي: -

(منسوب 0.6+) بمساحة تقدر ب 1496 متر مربع.

استعمالات الطابق: -

1- المدخل الرئيسي للمبنى.
2- المحلات التجارية.
3- المخازن.
4- المكاتب الخدماتية.
5- المصاعد والأدراج.
6- الوحدات الصحية.



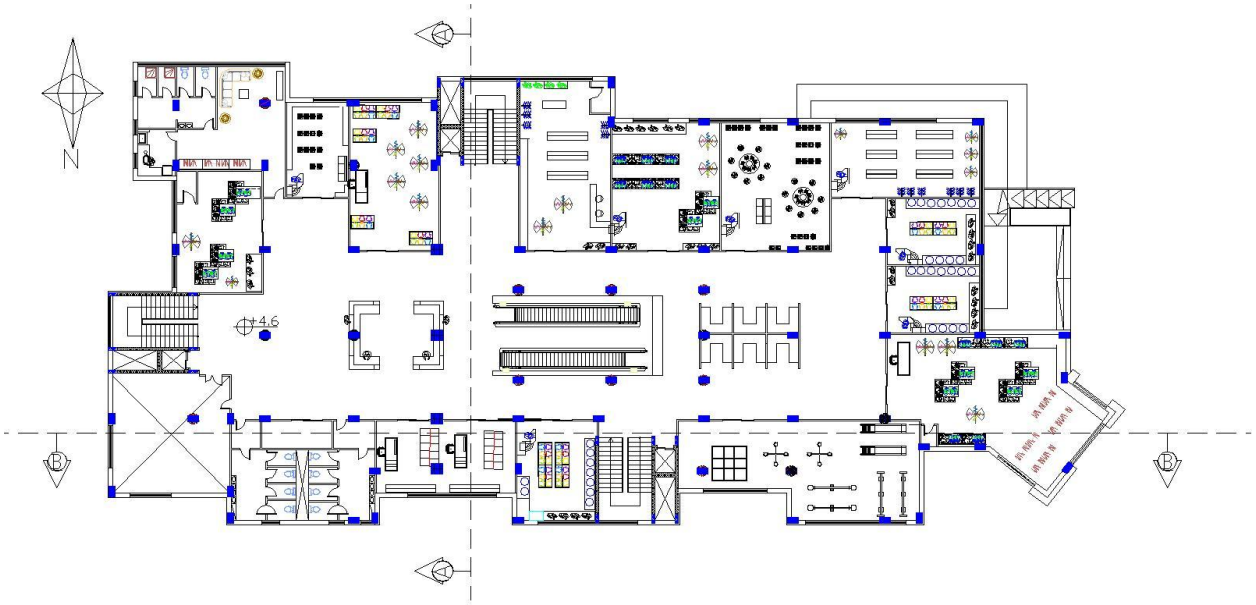
الشكل (2-4): مسقط الطابق الأرضي.

2-4-4 الطابق الأول: -

(منسوب 4.6+) بمساحة تقدر ب 1555 متر مربع.

استعمالات الطابق: -

1- المحلات التجارية.
2- المكاتب الخدماتية.
3- المخازن.
4- قسم العاب أطفال.
5- المصاعد والأدراج.
6- الوحدات الصحية.



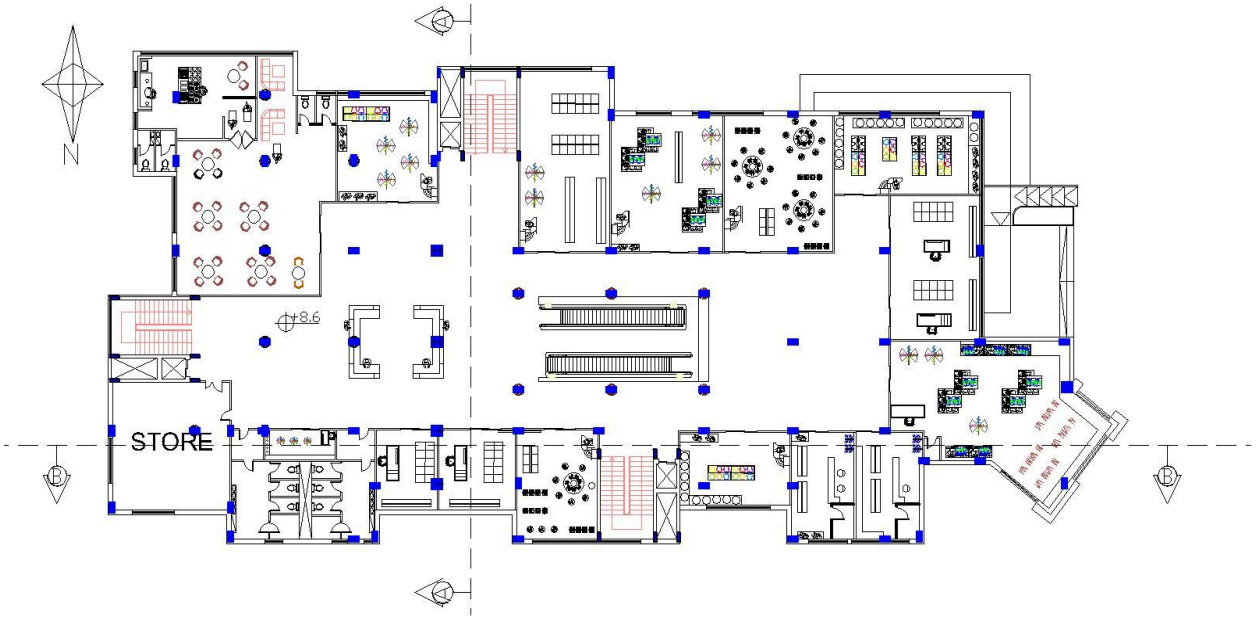
الشكل (2-5): مسقط الطابق الأول.

2-4-5 الطابق الثاني: -

(منسوب 8.6+) بمساحة تقدر ب 1555 متر مربع.

استعمالات الطابق: -

1- المحلات التجارية.
2- المخازن.
3- المصاعد والأدراج.
4- الوحدات الصحية.



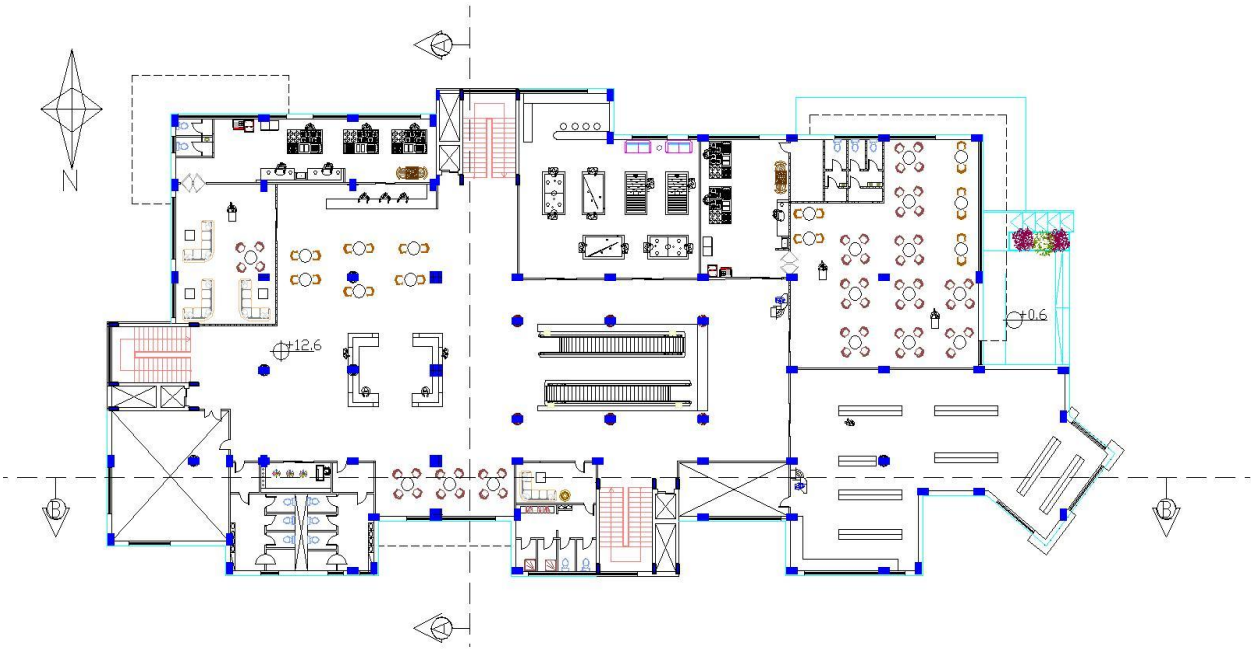
الشكل (2-6): مسقط الطابق الثاني

6-4-2 الطابق الثالث: -

(منسوب 12.6+) بمساحة تقدر ب 1499 متر مربع.

استعمالات الطابق: -

1- المحلات التجارية.
2- قسم المطاعم
3- قسم العاب شبابية ترفيهية.
4- المصاعد والأدراج.
5- الوحدات الصحية.



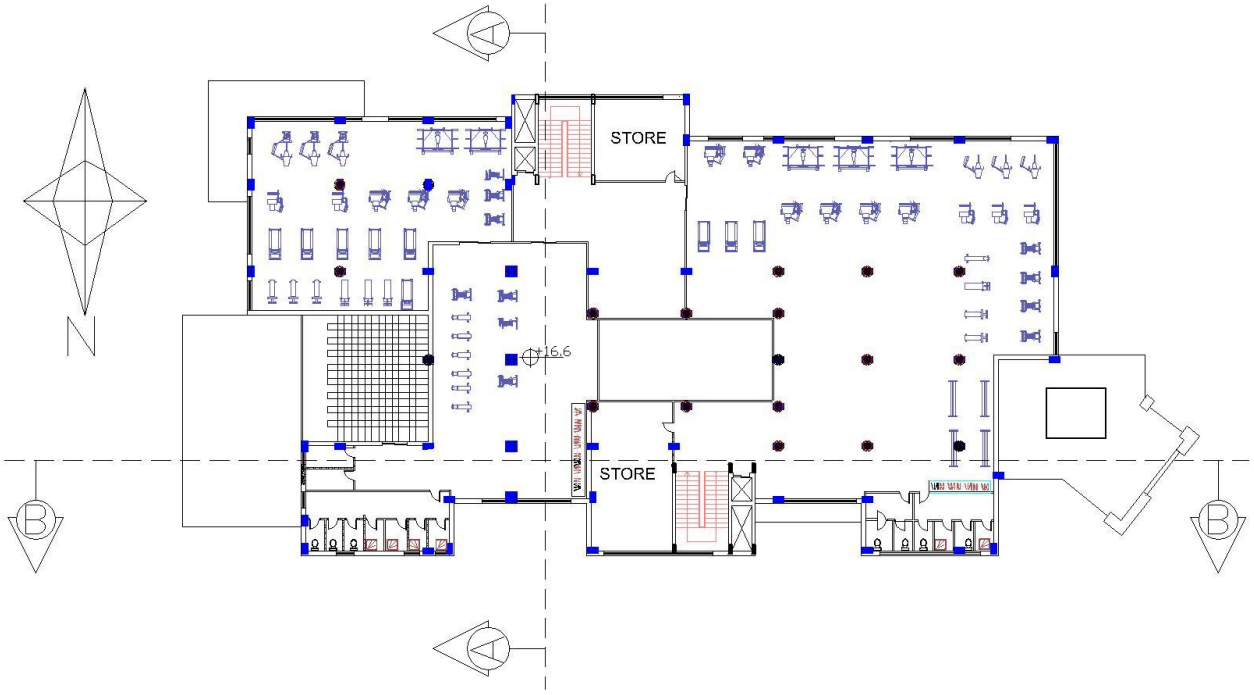
الشكل (2-7): مسقط الطابق الثالث.

7-4-2 الطابق الرابع: -

(منسوب 16.6+) بمساحة تقدر ب 1302 متر مربع.

استعمالات الطابق: -

1- صالة الألعاب والتمارين الرياضية.
2- المصاعد والأدراج.
3- الوحدات الصحية.



الشكل (2-8): مسقط الطابق الرابع.

5-2 وصف واجهات المشروع

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

1-5-2 الواجهة الشرقية: -

وتحتوي هذه الواجهة على نوافذ كبيرة ومستمرة والواجهة زجاجية وحجرية كما في الشكل التالي:

الشكل (2-9): الواجهة الشرقية.

2-5-2 الواجهة الغربية: -

هي الواجهة الرئيسة للمشروع حيث تمتلك الإطلالة الكاملة للمبنى ومدخله الرئيسي، وتضم هذه الواجهة تصوراً جيداً عن حجم المشروع للناظر كما أنها تبرز المدخل الرئيسي الذي يدفع المقبل على المبنى إلى التوجه إليه دون الحاجة إلى إشارة أو دليل.

الشكل (2-10): الواجهة الغربية.

3-5-2 الواجهة الشمالية: -

تحتوي هذه الواجهة على شبابيك طويلة وكتل حجرية، وهذه الكتل تعطي منظرا معماريا جميلاً للمبنى.

الشكل (2-11): الواجهة الشمالية.

4-5-2 الواجهة الجنوبية: -

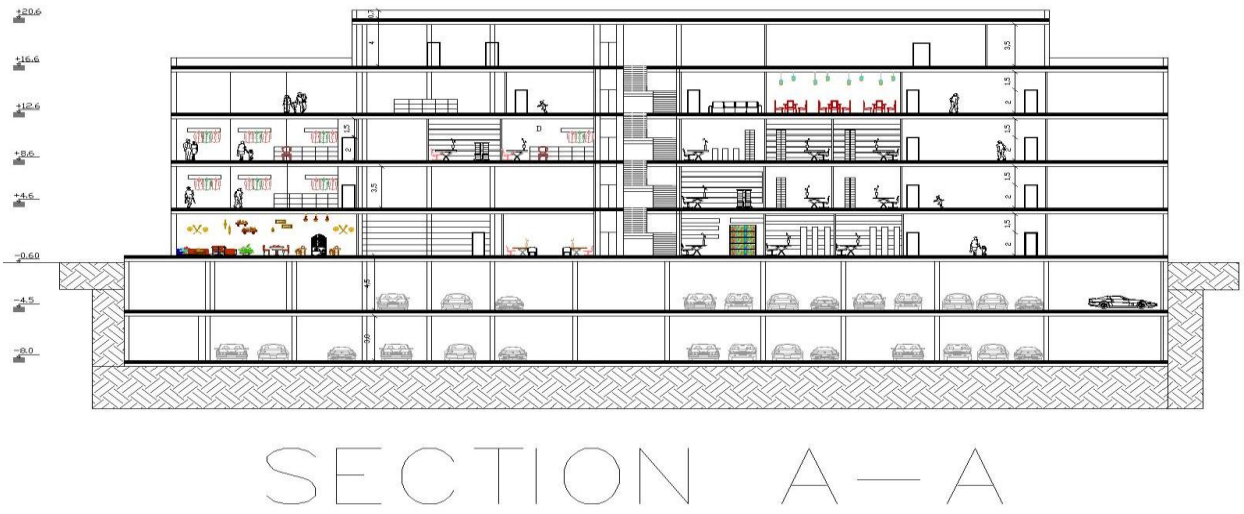
وفي هذه الواجهة تظهر بعض التداخلات في الكتل كما يظهر التباين في إرتفاعاتها، بحيث تضفي عليها بشكل واضح نوع من الجمال والحيوية، ويجعل لها طابعاً مميزاً ولمسة معمارية رائعة .

SOUTH ELEVATION

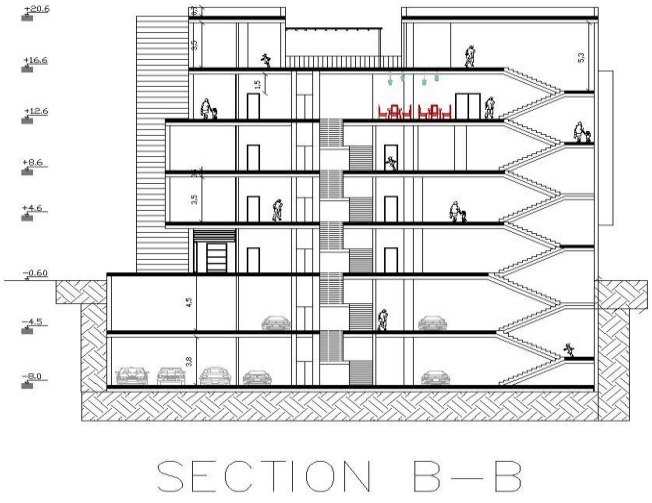
الشكل (2-12): الواجهة الجنوبية.

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 خطية وحركة رأسية، الحركة الخطية تكون في الممرات داخل الطوابق، على عكس الحركة الراسية التي تكون بين الطوابق من خلال الأدراج والمصاعد الكهربائية حيث أنها تأخذ أماكن متعددة في المبنى وهذا بدوره يسهل الحركة الأفقية داخل الطوابق والحركة الرأسية بينها، وهذا ما يوضحه الشكلان (2-15) , (2-16).



الشكل (2-13): مقطع A-A.



الشكل (2-14): مقطع B-B.

7-2 وصف المداخل

يحتوي المشروع على مدخل رئيسي ومدخل خاص بالسيارات، هما: -

1- المدخل الغربي وهو المدخل الرئيسي للمبنى.
2- المدخل الجنوبي وهو المدخل الخاص بالسيارات.

3

الفصـــــــــل الثالث

الوصف الإنشائي

3-1 مقدمة.

3-2 الهدف من التصميم الإنشائي.

3-3 مراحل التصميم الإنشائي.

3-4 الأحمال.

3-5 الاختبارات العملية.

3-6 العناصر الإنشائية المكونة للمشروع.

3-7 فواصل التمدد.

3-8 النظام الميكانيكي للمبنى.

3-9 برامج الحاسوب التي تم استخدامها.

1-3 مقدمة

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

2-3 الهدف من التصميم الانشائي

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

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

3-3 مراحل التصميم الانشائي

يمكن تقسيم مراحل التصميم الإنشائي إلى مرحلتين رئيسيتين: -

1. **المرحلة الأولى: -**

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

2. **المرحلة الثانية:-**

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

4-3 الأحمال

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

3-4-1 الأحمال الميتة :-

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

الرقم	المادة المستخدمة	الكثافة (KN/m^3)
1	البلاط	23
2	الخرسانة المسلحة	25
3	الطوب	10
4	القصارة والمونة	22
5	الرمل	17
6	الفولاذ	78

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

3-4-2 الأحمال الحية: -

وهي الأحمال التي تتعرض لها الأبنية والإنشاءات بحكم استعمالاتها المختلفة، أو استعمالات جزء منها، بما في ذلك الأحمال الموزعة والمركزة، وهي تشمل:

1. أوزان الأشخاص مستعملي المنشأة.
2. الأحمال الديناميكية، كالأجهزة التي ينشأ عنها اهتزازات تؤثر على المنشأة.

3. الأحمال الساكنة، والتي يمكن تغيير أماكنها من وقت لآخر، مثل الاثاث، والأجهزة والآلات الاستاتيكية غير المثبتة، والمواد المخزنة والأثاث والأجهزة والمعدات، والجدول (3-2) يبين قيمة الأحمال الحية اعتمادا على نوعية استخدام المبنى حسب الكود الأردني.

طبيعة الاستخدام	الحمل الحي (KN/m^2)
المخازن	5.0-10.0
مراحيض	5.0
الأدراج	5.0
المكاتب	3.0
قاعة المدرج	5.0
كافتيريا	2.0
مكاتب الاستعلام	5.0
قاعات	5.0

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

3-4-3 الأحمال البيئية: -

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

1-3-4-3 أحمال الرياح:

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

وسيتم اعتماد الكود الاردني للحصول على قيم قوى الرياح الافقية، وهذا يظهر جليا 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 إعتماداً على الكود الاردني

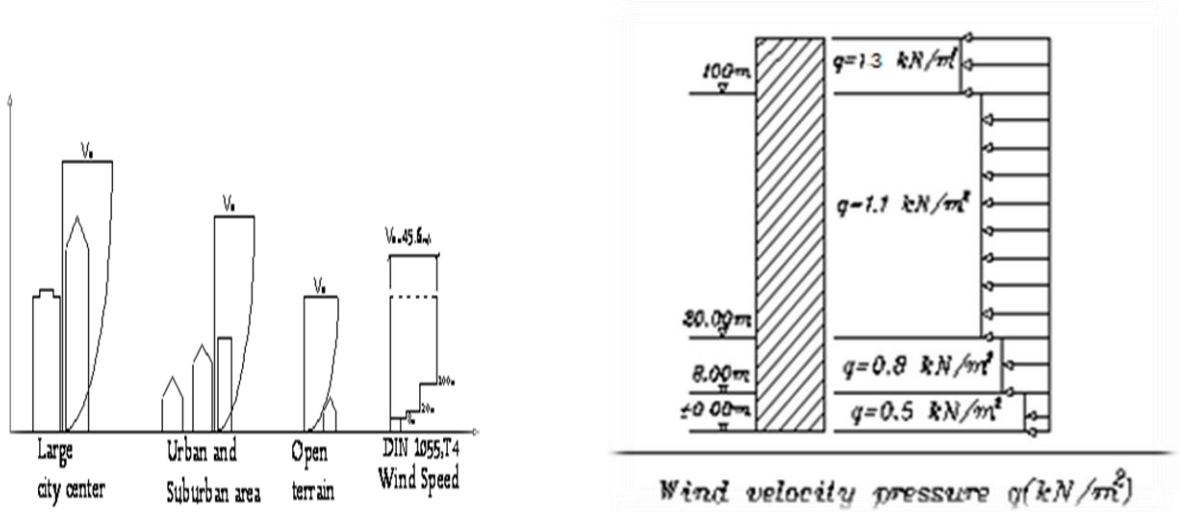
$$q = v^2 / 1600$$

حيث أن :

q :- (wind velocity pressure)الضغط الديناميكي للرياح على ارتفاع محدد من منسوب سطح الأرض المحيطة .(KN/ m^2)

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

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



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

2-3-4-3 أحمال الثلوج :

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

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

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

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

إستناداً إلى جدول أحمال الثلوج السابق وبعد تحديد إرتفاع المبنى عن سطح البحر، و الذي يساوي (920م) وتبعاً للبند الثالث تم حساب أحمال الثلوج كالأتي:-

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

$$s_L = \frac{920 - 400}{400}$$

$$s_L = 1.3(KN/m^2)$$

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 الزلزال.

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

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

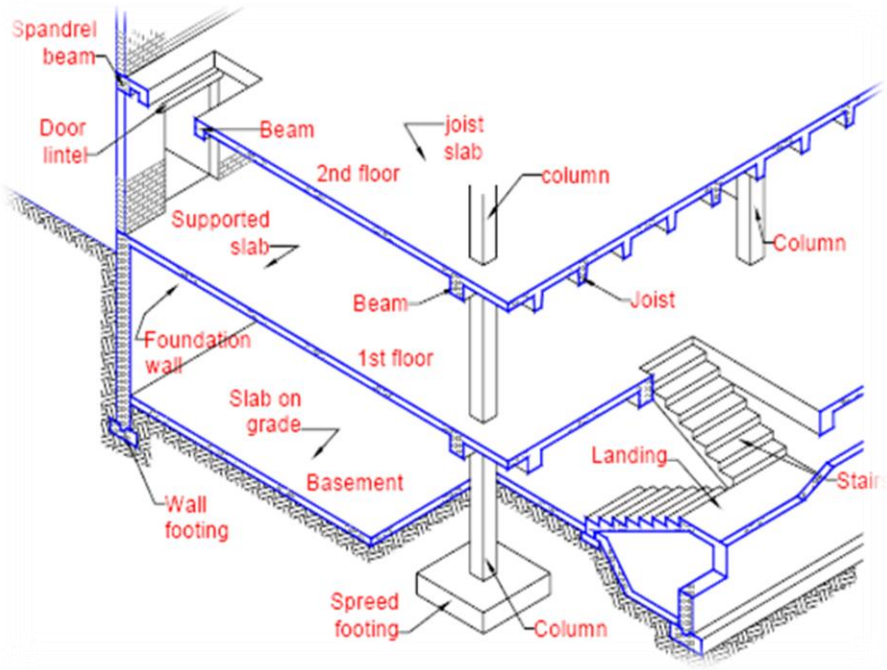
5-3 الإختبارات العملية

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.

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.



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

ويحتوي المشروع العناصر التالية:-

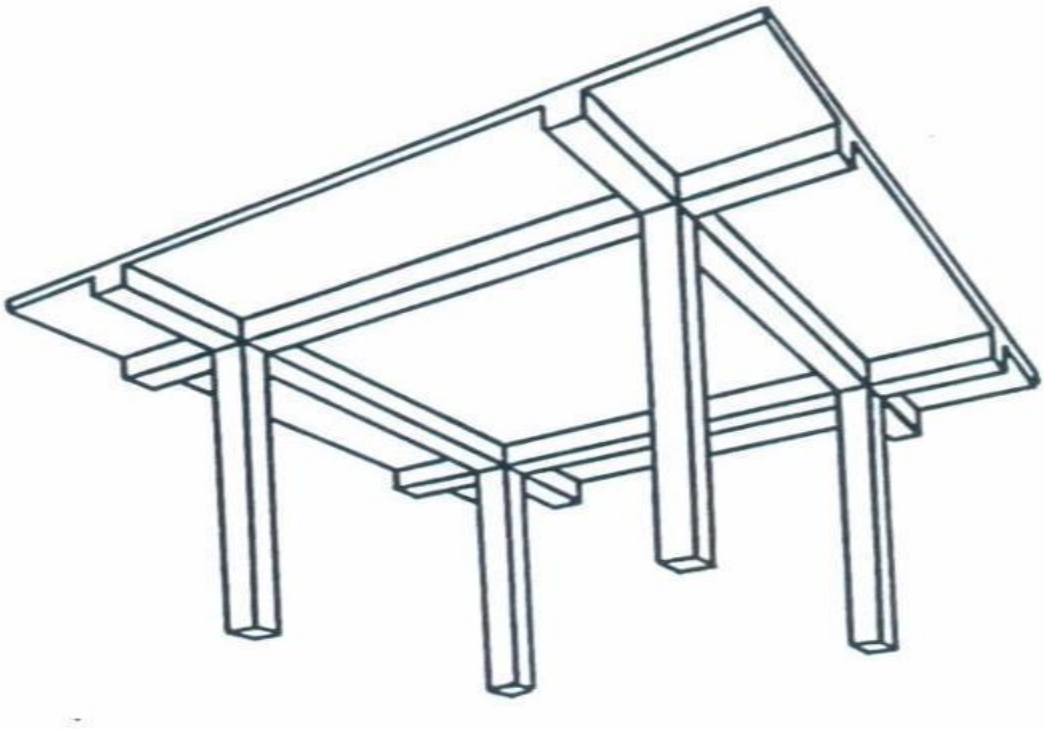
1-6-3 العقدات :-

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

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

1. البلاطات المصمتة (Solid Slabs) وتقسم إلى :-

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



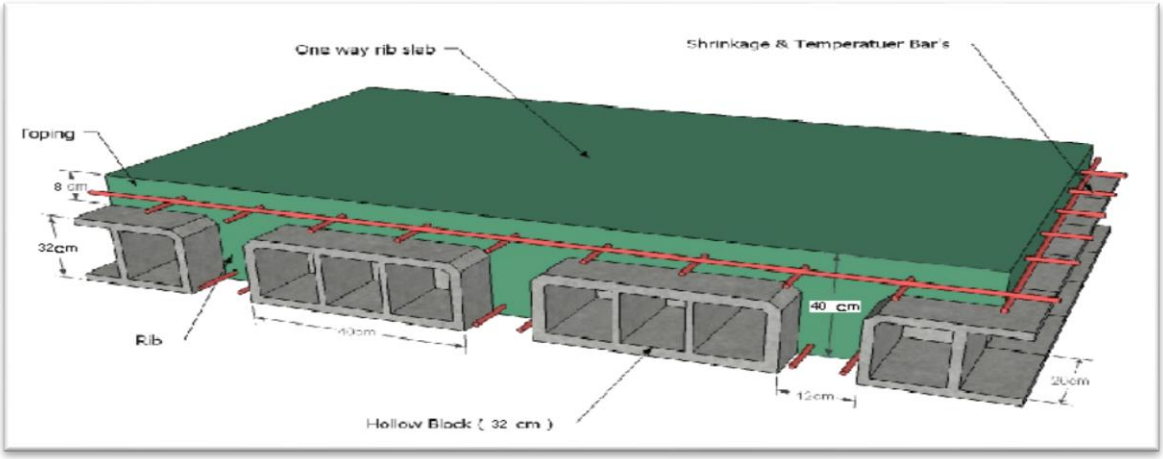
2. البلاطات المفرغة (Ribbed Slabs) وتقسم إلى :-

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

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

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

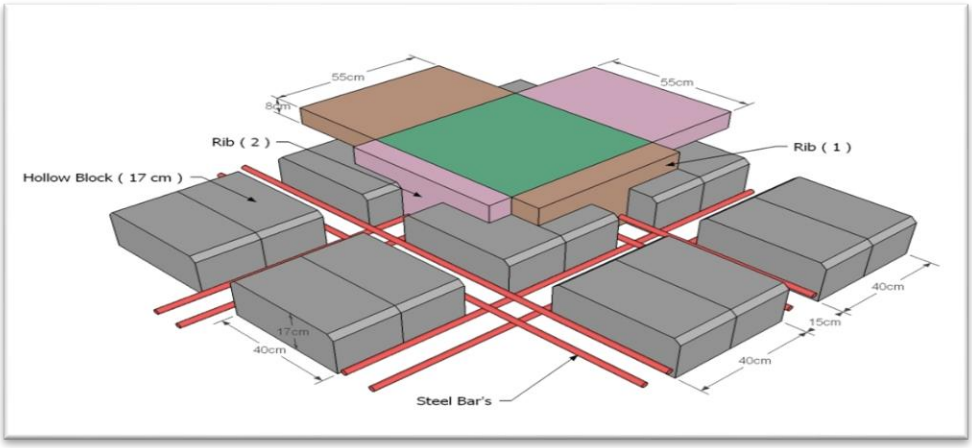
إحدى أشهر الطرق المستخدمة في تصميم العقدات في هذه البلاد وتتكون من صف من الطوب يليها العصب، ويكون التسليح بإتجاه واحد كما هو مبين في الشكل (3-3).



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

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

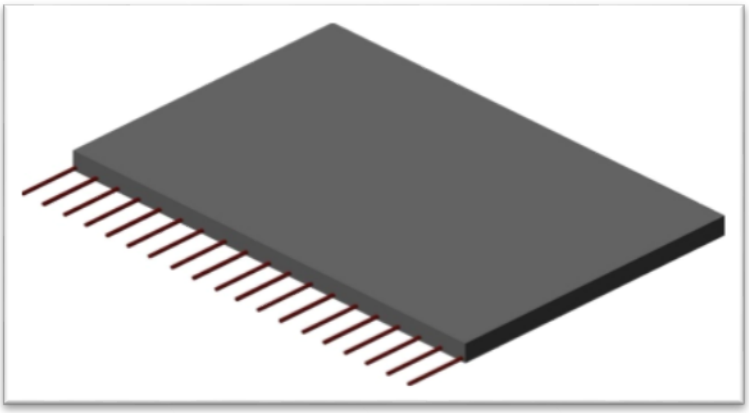
تشبه السابقة من حيث المكونات ولكن تختلف من حيث كون التسليح بإتجاهين، ويتم توزيع الحمل في جميع الإتجاهات ويراعى عند حساب وزنها طوبتين و عصب في الإتجاهين، كما يظهر في الشكل (3-4).



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

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

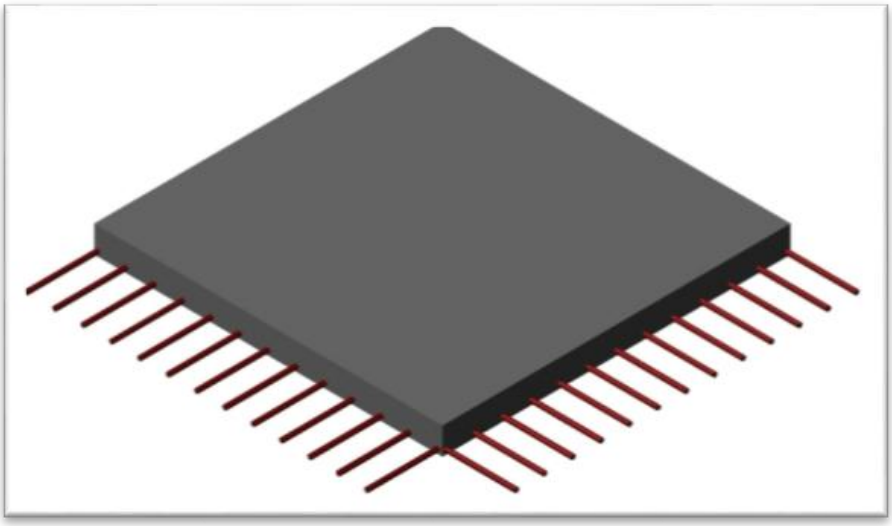
تستخدم في المناطق التي تتعرض كثيرا للأحمال الحية، وذلك تجنباً لحدوث إهتزاز نظراً للسماكة المنخفضة وتستخدم عادة في عقدات بيت الدرج ، كما في الشكل (3-5) .



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

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

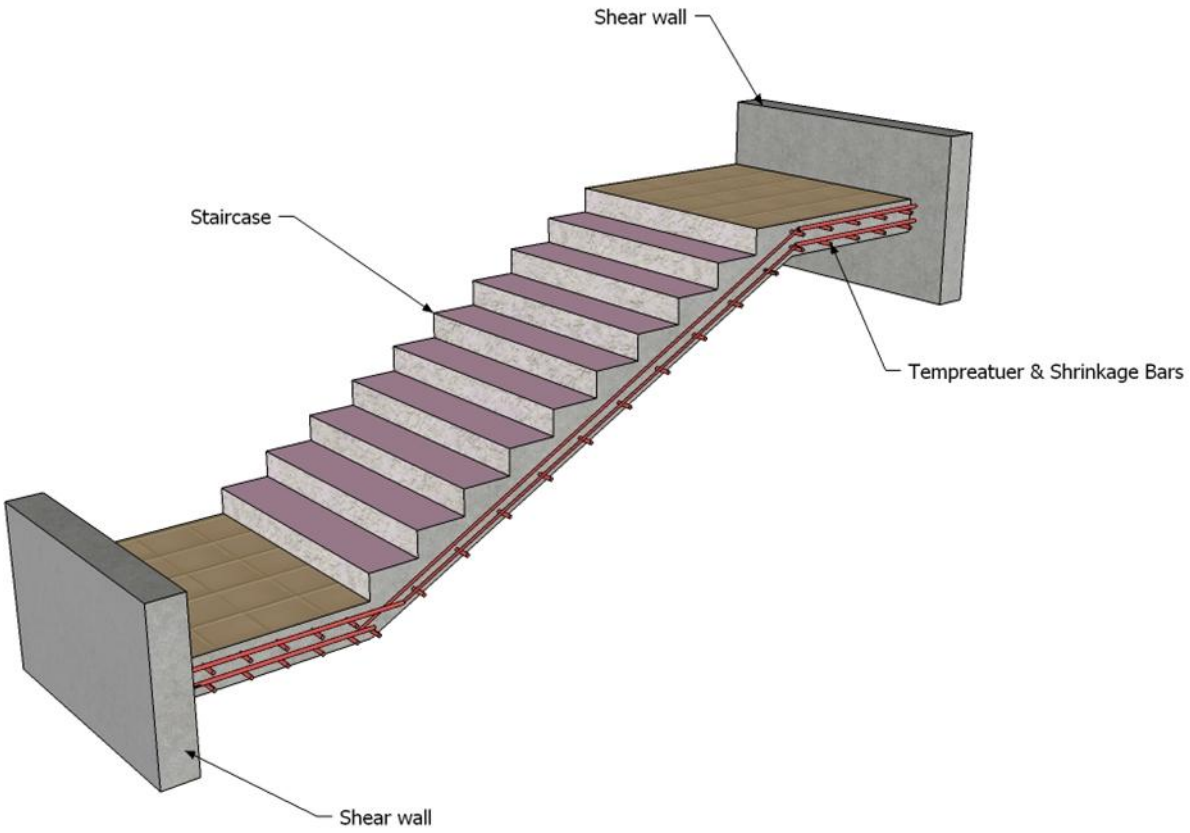
تستخدم في حال كانت الأحمال المؤثرة أكبر من المقدار الذي تستطيع العقدة المصمتة ذات الإتجاه الواحد مقاومتها، وعند ذلك يتم اللجوء إلى تصميم هذا النوع من العقدات و ذلك لأنها تستطيع مقاومة الأحمال بشكل أكبر حيث يوزع التسليح الرئيسي فيها بإتجاهين موضحه في الشكل (3-6).



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

2-6-3 الأدراج :-

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



الشكل (3-7) : الدرج.

3-6-3 الجسور :-

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

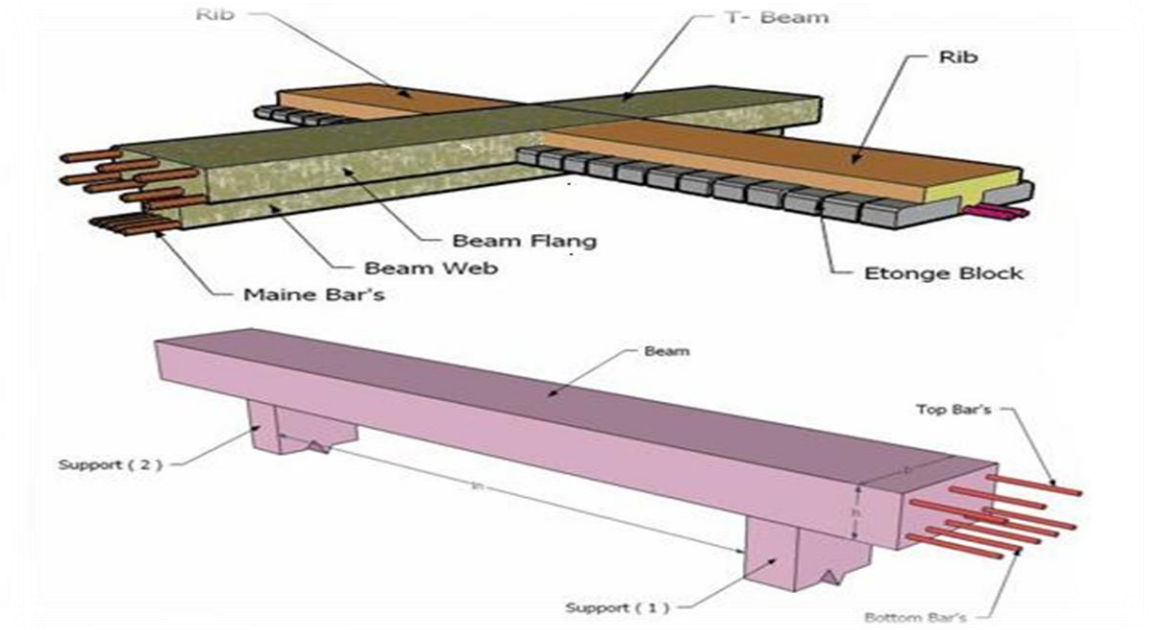
1- جسور مسحورة (Hidden Beam).

وهي التي يكون 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 أوالعلوي 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.



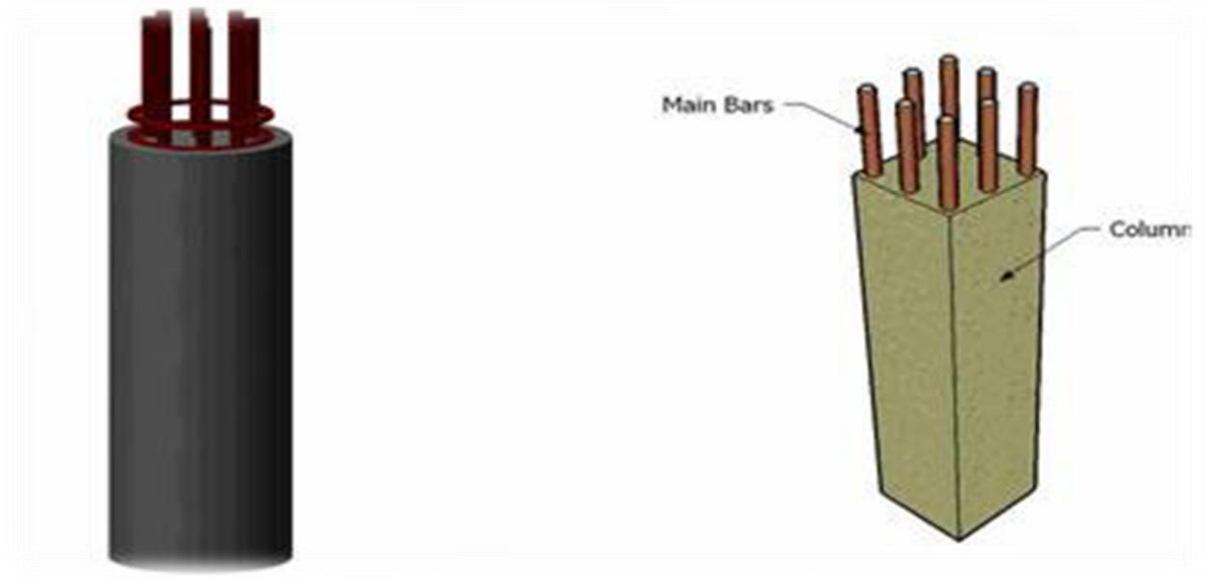
الشكل (3-8) : أنواع الجسور المستخدمة في المشروع.

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).

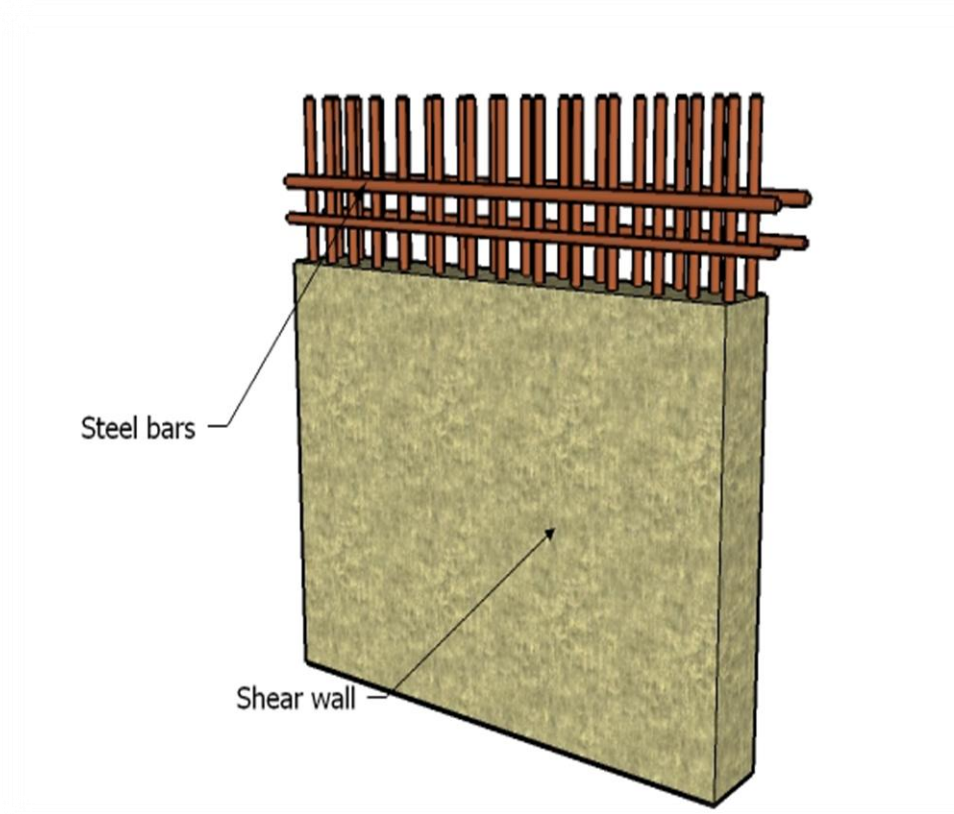
أما من حيث الشكل المعماري أو المقطع الهندسي فهي تقسم الى ثلاث انواع وهي: -المستطيلة والدائرية والمربعة وفي هذا المشروع تم استخدام النوعين المستطيل والدائري كما هو مبين في الشكل (3-9).



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

3-6-5 جدران القص :-

هي الجدران التي تحيط بيت الدرج، وجدران المصاعد، وأحيانا في بعض المناطق في المبنى حسب ما تقتضي الحاجة ووظيفة جدران القص مقاومة قوى القص الأفقية التي قد يتعرض لها المنشأ نتيجة لأحمال الزلازل والرياح إضافة إلى كونها جدران حاملة، ويراعى توفرها في إتجاهين متعامدين في المبنى لتوفير ثبات كامل للمبنى والشكل (3-10) يبين جدار قص مسلح الشكل.



الشكل (3-10) : جدار قص.

6-6-3 الأساسات :-

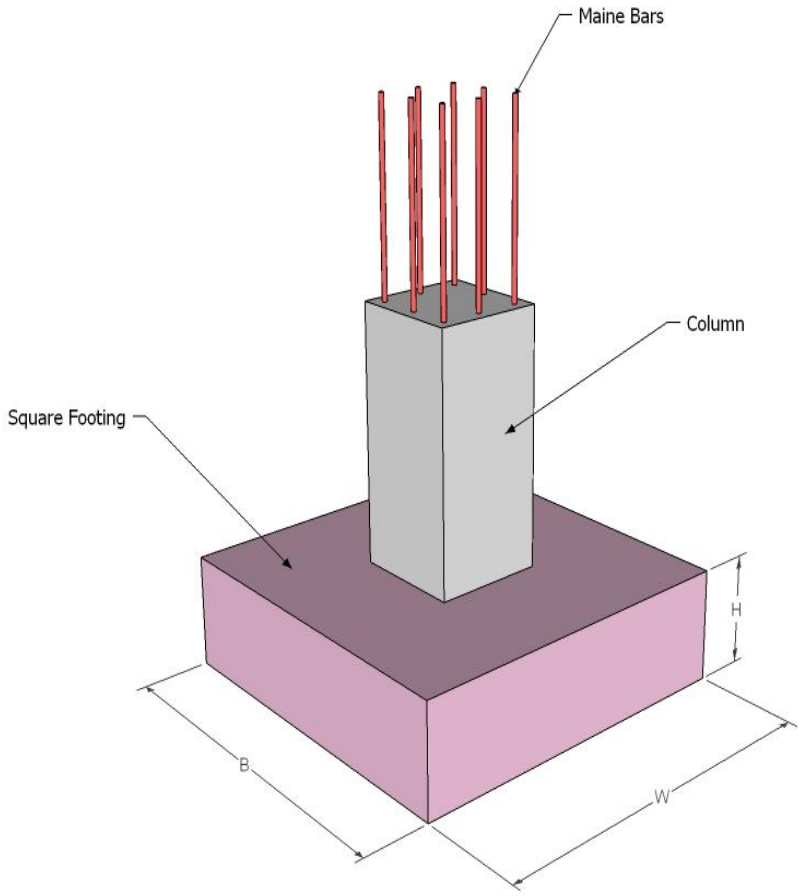
الأساسات هي أول ما يبدأ بتنفيذها عند بناء المنشأ، إلا أن تصميمها يتم بعد الإنتهاء من تصميم كافة العناصر الإنشائية في المبنى، حيث تقوم الأساسات بنقل الأحمال من الأعمدة والجدران الحاملة إلى التربة على شكل قوة ضغط، وهي على عدة أنواع كما يلي:-

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

3- أساسات شريطية (Strip Foundation).

4- أساسات البلاطة (Mat Foundation).

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



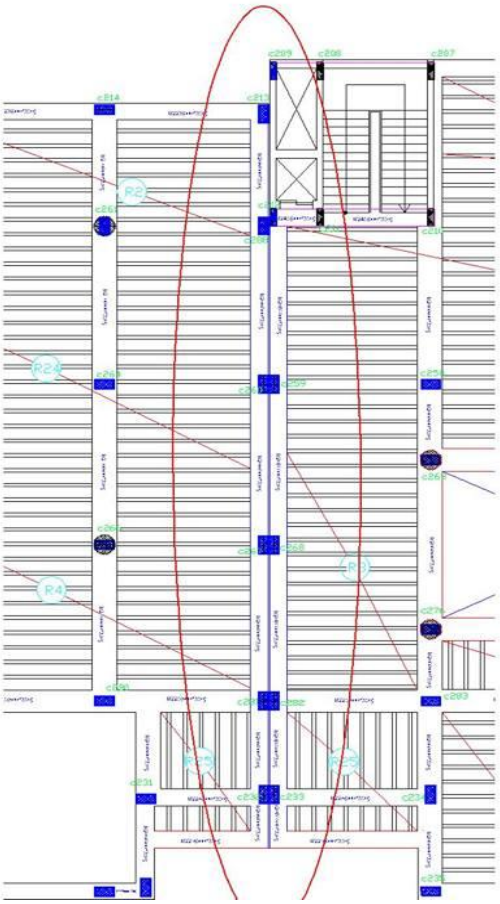
الشكل (3-11) : الأساسات.

7-3 فواصل التمدد

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

- من 40 إل 45 م في المناطق المعتدلة كما هو الحال في فلسطين .
- من 30 إل 35 م في المناطق الحارة .
- و يمكن زيادة هذه المسافات بشرط الأخذ بعين الاعتبار تأثير عوامل الانكماش و التمدد و الزحف .
- 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 .

وتم استخدام فاصل تمدد واحد وذلك لان ابعاد المبنى (65*30) متر في هذا المشروع.



الشكل (3-12): فاصل تمدد.

8-3 النظام الميكانيكي للمبنى

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

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

9-3 برامج الحاسوب التي تم استخدامها

1. AutoCAD (2007+2015) for Drawings Structural and Architectural.
2. For Text Edition)Microsoft Office (2010.
3. Microsoft Excel XP
4. ATIR
5. .SAFA 2014
6. .ETABS 2015
7. .SAP 2000
8. Google SketchUp 2015.

4

Chapter Four

Structural Analysis and Design

4.1 Introduction.

4.2 Design method and requirements.

4.3 Check of Minimum Thickness of Structural Member.

4.4 Design of topping.

4.5 Design of One Way-ribbed Slab (RG25).

4.6Design of Beam(BG28).

4.7 Design of Two Way Ribbed Slab(R125).

4.8 Design of One Way Solid Slab(S1).

4.9 Design of Two way Solid Slab(S6).

4.10 Design of Stair.

4.11 Design of Column.

4.12 Design of shear 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.

The project consists of several structural elements that will be designed according to the ACI code and by using the finite element method using much of computer software such as "ATIR, STAADpro, Safe and Etabs to find the internal forces, deflections, Shear and moments for all-structural element in order to design them.

4-2 Design Method and Requirements

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

✓ **Strength design method:-**

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

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

Strength provided ≥ strength required to carry factored loads.

NOTE:-

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

- Code:-

ACI 2008
UBC

- Material:-

Concrete: - B300

$fc' = 30\,N/mm^2\,(MPa)$ For circular section

but for rectangular section ($fc' = 30 * 0.8 = 24MPa$).

Reinforcement steel:-

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

✓ **Factored loads:-**

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

$\mathbf{W_u = 1.2\,D_L + 1.6\,L_L}$ **ACI-code-318-08(9.2.1)**

4.3 Check of Minimum Thickness of Structural Member

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

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

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

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

For Solid Slab :

h_{min} for (one end continuous)=L/24=590/24=24.5cm

h_{min} for (both end continuous) =L/28=602/28=21.5cm

h_{min} for (simply supported)=L/20=501/20=25.1cm

The controller slab thickness is 25 cm.

Select Solid Slab thickness **h= 25cm** with block 32cm & Topping 8cm.

For Ribs :

$h_{min}$for(one end)=L/18.5=589/18.5= 31.8cm

$h_{min}$for(both end continuous)=L/21=616/21=29.3cm

Select Rib Slab thickness **h= 32cm** with block 24cm & Topping 8cm for Basement -1 .

$h_{min}$for(one end)=L/18.5=6.4/18.5=34.5cm

$h_{min}$for(both end continuous)=L/21=5.6/21=26.7cm

Select Rib Slab thickness **h= 35cm** with block 27cm & Topping 8cm for up floor .

4.4 Design of Topping

✓ Statically System For Topping :-

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

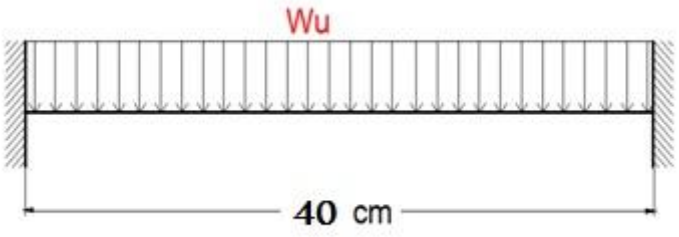


Fig 4.1: Topping Load.

✓ Load Calculations:-

Dead Load:-

No.	Parts of Rib	Calculation	
1	Tiles	0.03*23*1 = 0.69 KN/m	
2	Mortar	0.03*22*1 = 0.66 KN/m	
3	Coarse Sand	0.07*17*1 = 1.19 KN/m	
4	Topping	0.08*25*1 = 2.0 KN/m	
		Sum =	4.54 KN/m

Table (4-2): Dead Load Calculation of Topping.

Live Load :-

L_L =5 KN/m^2

L_L =5 KN/m^2×1m=5KN/m

Factored Load :-

W_U = 1.2 ×4.54 + 1.6×5 =13.448 KN/m

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

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

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

øM_n =0.55×1×$\sqrt{24}$ ×1066666.67 ×10^{-6} =1.2 KN.m

$M_u = \frac{W_u L^2}{12} = 0.1579$ KN. m (negative moment)

øM_n >> M_u = 0.1579 KN. m

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

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

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

Step (s) is the smallest of:

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

   but $S \leq 300\left(\frac{280}{fs}\right) = 300\left(\frac{280}{\frac{2}{3}420}\right) = 300mm$ **ACI 10.6.4**

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

4.5 Design of One Way Rib Slab (RG25)

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

bw ≥ 10cm……**ACI (8.13.2)**

Select bw=12cm

h ≤ 3.5*bw ……..…**ACI(8.13.2)**

Select h=40cm<3.5*12= 42 cm

tf ≥ Ln/12≥50mm ……..**ACI(8.13.6.1)**

Select tf=8cm

❖ **Material :-**

⇒ concrete B300 Fc' = 24 N/mm^2
⇒ Reinforcement Steel fy = 420 N/mm^2

❖ **Section :-**

⇒ B = 520 mm
⇒ Bw= 120 mm
⇒ h= 400 mm
⇒ t= 80 mm
⇒ d=400-20-8-12/2= 366 mm

✓ **Statically System and Dimensions:-**

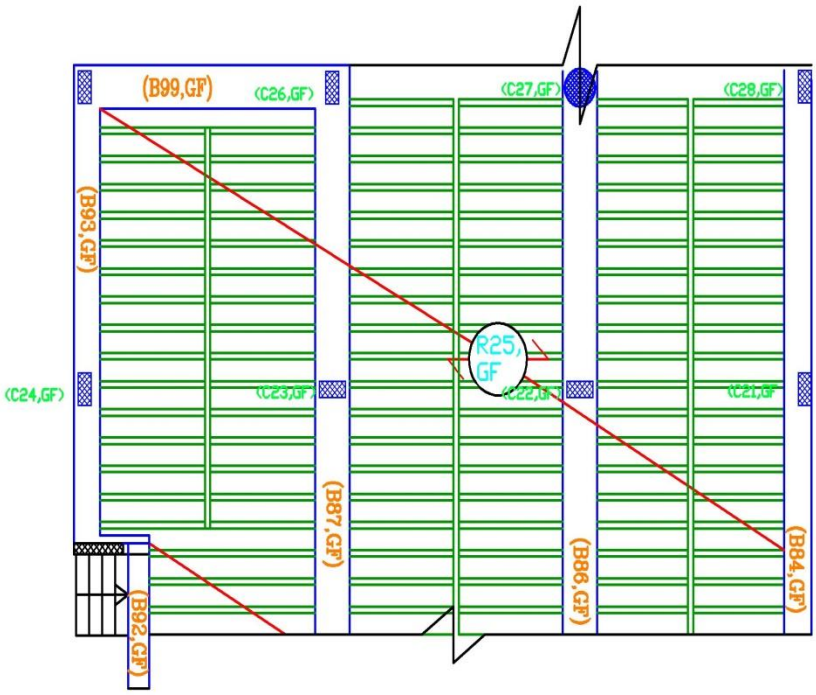


Fig 4.2: One Way Rib Slab (RG25).

✓ Load Calculation:-

Dead Load:-

Type	γ b h	KN/m
Tiles	0.03*0.52*23	0.35
Mortar	0.03*0.52*22	0.343
Sand	0.07*0.52*17	0.619
Topping	0.08*0.52*25	1.04
Hollow block	0.27*0.4*10	1.08
Plaster	0.03*0.52*22	0.343
R.C rib	0.27*0.32*25	0.81
Sum		**4.558**

Table (4-3): Dead Load Calculation of Rib (RG25).

Dead Load /rib = 4.558 KN/m

Live Load:-

Live load = 5 KN/M^2

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

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

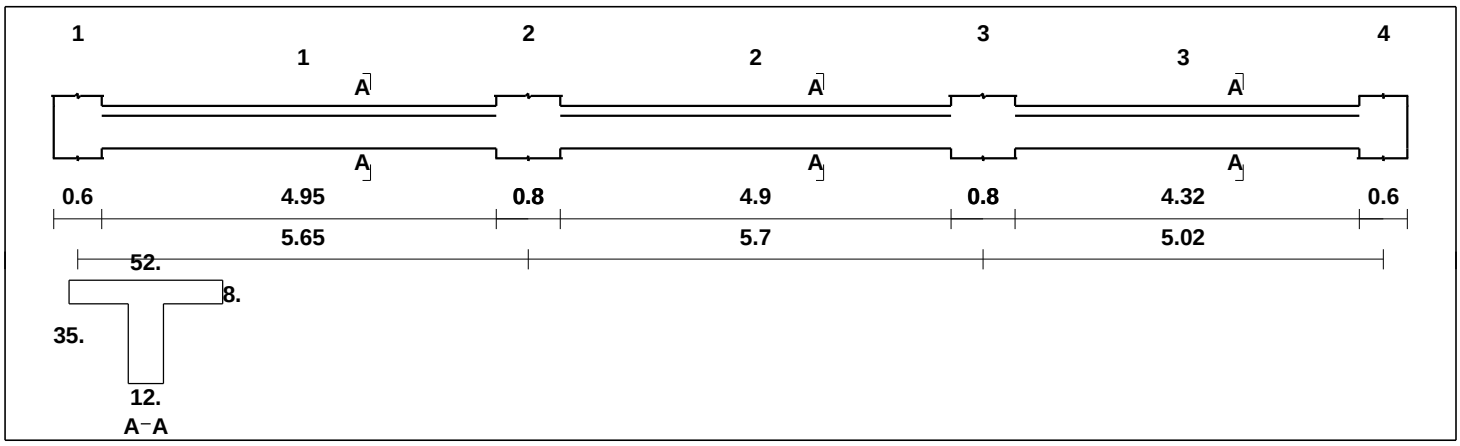
b_E For T- section is the smallest of the following:-

b_E = L / 4 = 4200/ 4 =1050 mm

b_E = 12 + 16 t = 120 + 16 (80) = 1400 mm

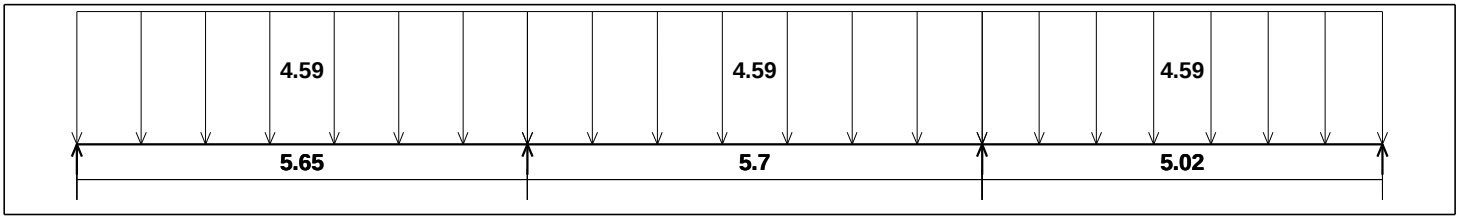
b_E = b_e ≤ center to center spacing between adjacent beams = 520 mm. ***Control***

G e o m e t r y Units:meter,cm

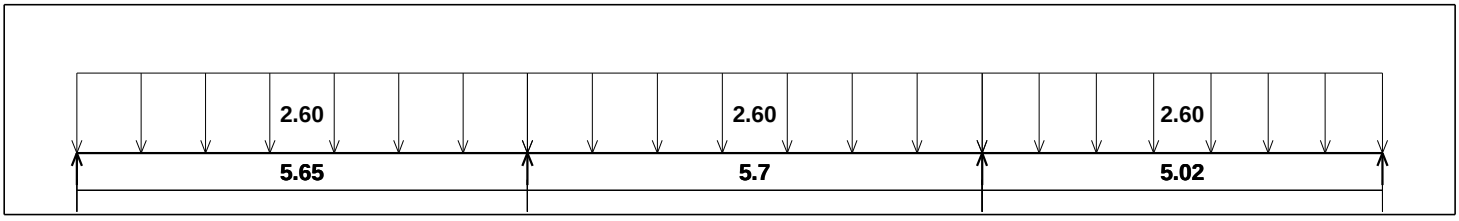


L o a d i n g

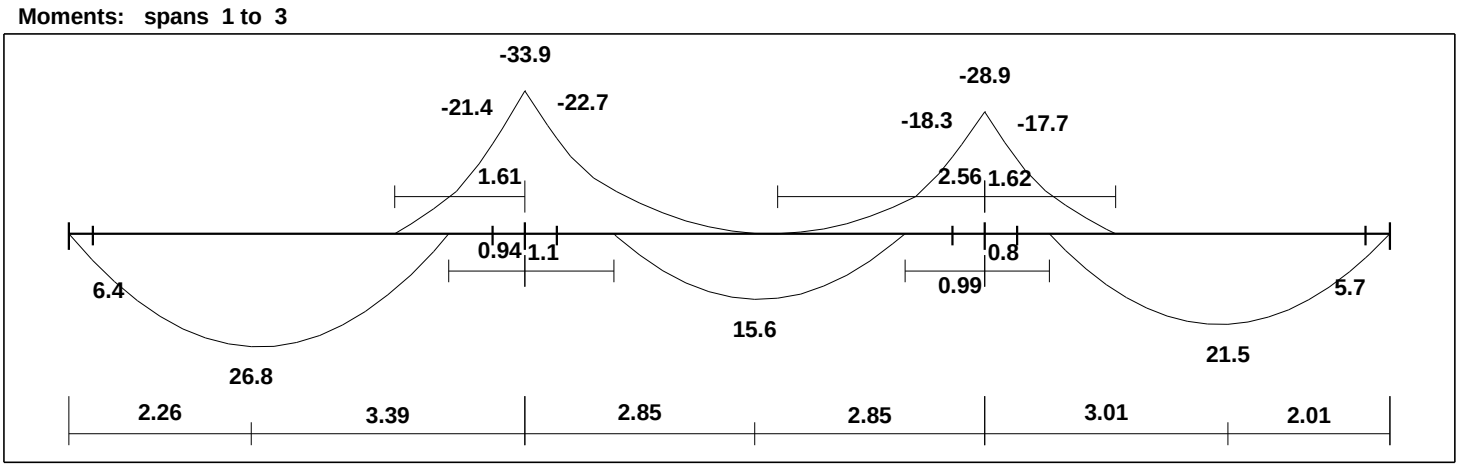
load group no. 1
Dead load - Service **Units:kN,meter**

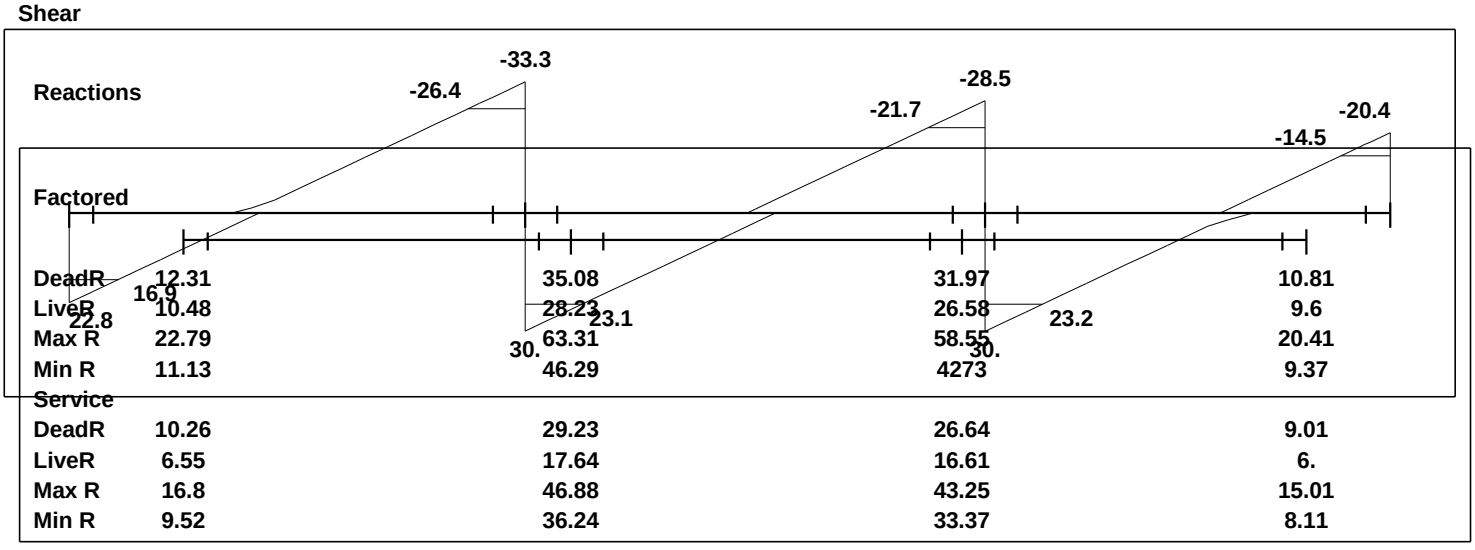


Live load - Service **Load factors: 1.20,1.20/1.60,0.00**



M o m e n t / S h e a r E n v e l o p e (Factored) Units:kN,meter





DeadR	12.31	35.08	31.97	10.81
LiveR	10.48	28.23	26.58	9.6
Max R	22.79	63.31	58.55	20.41
Min R	11.13	46.29	4273	9.37
Service				
DeadR	10.26	29.23	26.64	9.01
LiveR	6.55	17.64	16.61	6.
Max R	16.8	46.88	43.25	15.01
Min R	9.52	36.24	33.37	8.11

Fig 4.3: Shear and Moment Envelope Diagram of Rib (RG25).

✓ **Moment Design for (RG25):-**

4.5.1 Design of Positive Moment for (Rib G25):-(Mu=26.8 KN.m)

Assume bar diameter ø 12 for main positive reinforcement.

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

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

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

$= 0.85 \times 24 \times 520 \times 80 \times \left(314 - \frac{80}{2}\right) \times 10^{-6} = 232.52KN.m$

$M_{nf} \gg \frac{M_u}{\varphi} = \frac{26.8}{0.9}$= 29.78 KN.m , the section will be designed as **rectangular section** with b_e =520 mm.

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{26.8\times10^6}{0.9\times520\times314^2} = 0.58Mpa$.

$m = \frac{f_y}{0.85f'_c} = \frac{420}{0.85\times24} = 20.59$

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times20.59\times0.58}{420}}\right) = 0.001401$

$A_{s,req}$ = ρ.b.d = 0.001401×520×314= 228.78mm^2

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

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

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

1. $A_{s,min} = 0.25\frac{\sqrt{24}}{420}\ 120 \times 314 = 109.88mm^2$
2. $A_{s,min} = \frac{1.4}{420}120 \times 314 = 125.6mm^2$ *Control*

A_s = 228.78mm^2 ≥ $A_{s,min}$ = 125.6mm^2

Use 2ø14 , $A_{s,provided}$ = 307.9 mm^2> $A_{s,required}$ = 228.78 mm^2. **Ok**

Check for strain:

a = $\frac{A_{s.f_y}}{0.85b\,f'_c} = \frac{307.9\times420}{0.85\times520\times24} = 12.19mm$

c= $\frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{12.19}{0.85} = 14.34\,mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{314-14.34}{14.34}\right) = 0.0626 > 0.005 \qquad 0k$$

4.5.2 Design of Negative Moment for (Rib 14):- (Mu=-33.9 KN.m)

Assume bar diameter ø 12 for main positive reinforcement.

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

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{33.9\times10^6}{0.9\times120\times314^2} = 3.183Mpa$.

m= $\frac{f_y}{0.85f'_c} = \frac{420}{0.85\times24} = 20.59$

ρ= $\frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times20.59\times3.183}{420}}\right) = 0.00828$

$A_{s,req}$ = ρ.b.d = 0.008166 ×120×314 = 307.73 mm^2

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

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

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

1. $A_{s,min} = 0.25\frac{\sqrt{24}}{420}\,120\times314 = 109.88\,mm^2$
2. $A_{s,min} = \frac{1.4}{420}120\times314 = 125.6\,mm^2\ Control$

$A_{s,required}$ =307.73mm^2.

Use 2 ø14 , $A_{s,provided}$ = 307.9 mm^2> $A_{s,required}$ = 307.73mm^2. **Ok**

Check for strain:

a $= \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\,f'_c} = \frac{307.9\times420}{0.85\times120\times24} = \mathbf{52.83\ mm}$

c$= \frac{a}{B_1} = \frac{45.29}{0.85} = \mathbf{62.15\ mm}$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{314-62.15}{62.15}\right) = 0.012 > 0.005 \qquad 0k$$

4.5.3 Design of Negative Moment for (Rib 14):- (Mu=-25.1 KN.m)

Assume bar diameter ø 12 for main positive reinforcement

d =h- cover - $d_{stirrups} - \frac{d_b}{2} = 400 - 20 - 10 - \frac{12}{2} = 366\ mm$

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{25.1\times10^6}{0.9\times120\times366^2} = 1.734\ Mpa$

$m = \frac{f_y}{0.85f'_c} = \frac{420}{0.85\times24} = 20.6$

$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times20.6\times1.734}{420}}\right) = 0.00432$

$A_{s,req} = \rho.b.d = 0.00432\times120\times366 = 189.76\ mm^2$

Check for As min:-

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

$$A_s\ min = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(140)(284) = 115.94mm^2$$

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

$$A_s\ min = \frac{1.4}{420}(120)(366) = 146.4mm^2 \qquad \textbf{controls}$$

As_{req} = 189.76 mm^2 > As_{min}= 146.4 mm^2 **OK**

Use 2 ø 12 , $A_{s,provided}$ = 226.19 mm^2 > $A_{s,required}$ = 189.76 mm^2 … Ok

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

Check for strain:-

$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f'_c} = \frac{226.19\times420}{0.85\times120\times24} = 38.8\ mm$

$c = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{38.8}{0.85} = 45.64mm$

$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{366-45.64}{45.64}\right) = 0.0210 > 0.005$ ***0k***

✓ Shear Design for (RG25):-

V_u at distance d from support = 26.4 KN

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

$V_c = \frac{1.1}{6}\ \lambda\sqrt{f'_c}b_w d = \frac{1.1}{6}\sqrt{24}\ \times 120\times314\times10^{-3} = 33.84KN$

ø V_c =0.75×33.84 =25.38 KN.

0.5 ø V_c =0.5×25.38 =12.69 KN

0.5 ø V_c< V_u< ø V_c …… **NO**

Minimum shear reinforcement is required except for concrete joist construction . So No need shear Reinforcement is provided .

4.6 Design of Beam (B GF109)

✓ Load calculations:

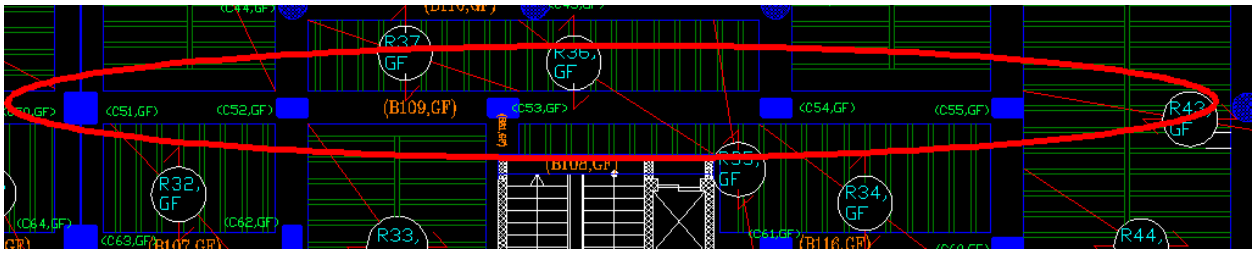
Load calculations for BG28:

Type	b γ h	KN/m
Tiles	0.03*1*23	0.69
Mortar	0.03*1*22	0.66
Sand	0.07*1*17	1.19
Reinforced concrete	0.35*1*25	8.75
Plaster	0.02*1*22	0.44
Sum		11.7

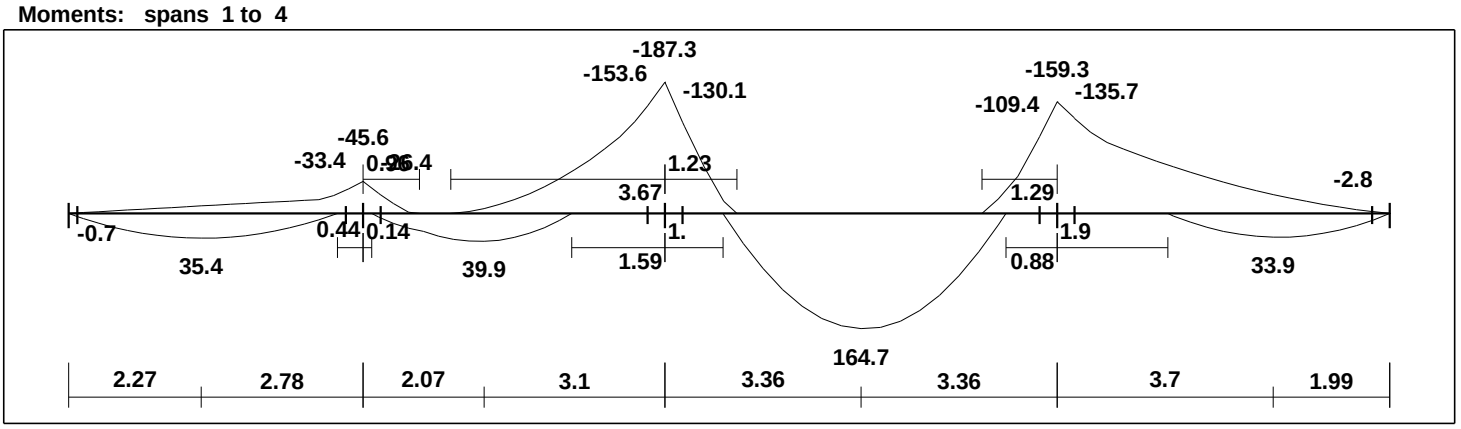
Table(4-4) Dead Load Calculations for Beam(B109GF:-

The distributed Dead and Live loads acting upon BG28 can be defined from the support reactions of the RG14.

1. **From R32 : DL : 7.1 LL : 8.4**
2. **From R37 : DL : 11.1 LL : 6.3**
3. **From R36 : DL : 23.2 LL : 13.2**
4. **From R35 : DL : 3.4 LL : 18.8**
5. **From R34 : DL : 2.7 LL : 8.5**



Fig(4-4): B109GF



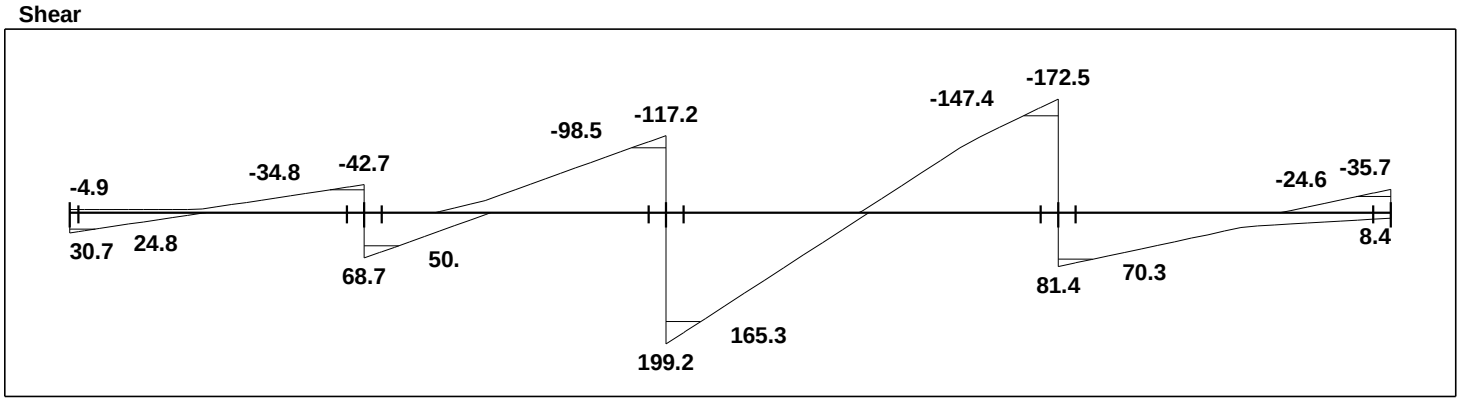


Fig (4-5) Loading and Moment /Shear Envelop for beeam (109Gf).

✓ Flexural Design for (B109 GF) :

Determine of $M_{n,max}$:

$$\boldsymbol{d} = 350 - \mathbf{40} - \mathbf{8} - \frac{\mathbf{18}}{\mathbf{2}} = \mathbf{293}\boldsymbol{mm}$$

$$\boldsymbol{c} = \frac{\mathbf{3}}{\mathbf{7}}\boldsymbol{d} = \frac{\mathbf{3}}{\mathbf{7}} * \mathbf{293} = \mathbf{125.57}\ \boldsymbol{mm}$$

$$\mathrm{a} = \boldsymbol{\mathcal{B}}.\boldsymbol{c} = \mathbf{125.57} * \mathbf{0.85} = \mathbf{106.73}\boldsymbol{mm}$$

Mn_{max} = $0.85\mathbf{f'_c}ab(d - \frac{a}{2}) = 0.85*24*106.73*800*(293-106.73/2) *10^{-6}$= 417.4 KN.m

Ø Mn_{max} **= 0.82* 417.4 = 342.27KN.m> 164.7**

Design as singly reinforcement

Design for positive moment :

1) $\boldsymbol{Mu = 35.4\ KN}$

$$\boldsymbol{Rn = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{35.4\times10^6}{0.9\times800\times293^2} = 0.572Mpa.}$$

$$\text{m}= \frac{f_y}{0.85f'_c} = \frac{420}{0.85\times24} = 20.58$$

$$\rho= \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.58}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times20.58\times0.572}{420}}\right) = 0.00138$$

A_s = ρ.b.d = 0.00138×800×293 = 323.834mm^2.

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

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

$$\mathbf{A_{s,min}} = 0.25\frac{\sqrt{24}}{420}\ 800\times293 = 683.52\ mm^2$$

$$\mathbf{A_{s,min}} = \frac{1.4}{420}800\times293 = 781.33\ mm^2\ Control.$$

$\mathbf{A_{s,min=781.33}}$ mm^2**>** $\mathbf{A_{s\ =323.83}}$ mm^2

Use5ø 14**Bottom**,

Check spacing :

$$\text{S} = \frac{800-40*2-10*2-(5\times14)}{4} = 157.5mm > 25 \quad \ldots \quad OK$$

Check for strain:

a = $\frac{A_{s.f_y}}{0.85b\,f'_c} = \frac{781.33\times420}{0.85\times800\times24} = \mathbf{19.8\ mm}$

c= $\frac{a}{B_1} = \frac{19.8}{0.85} = \mathbf{23.3\ mm}$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{293-23.3}{23.3}\right) = 0.03 > 0.005 \qquad 0k$$

2) $M_u = 39.9$KN.m

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{39.9\times10^6}{0.9\times800\times293^2} = 0.645Mpa.$

m= $\frac{f_y}{0.85f'_c} = \frac{420}{0.85\times24} = 20.58$

ρ= $\frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.58}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times20.58\times0.645}{420}}\right) = 0.00156$

A_s = ρ.b.d = 0.00156 ×800×293= 365.84 mm^2.

Check for $A_{s,min}$.

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

$A_{s,min}$ =$0.25\frac{\sqrt{24}}{420}\ 800\times293 = 683.5\ mm^2$

$A_{s,min}$ =$\frac{1.4}{420}800\times293 = 781.33\ mm^2\ Control.$

$A_{s,min}$ =781.33mm^2>A_s = 365.84 mm^2

Use 5ø 14 **Bottom**,

Check spacing :

S = $\frac{800-40*2-2*10-(5\times14)}{4} = 157.7\ mm > 25$ …. OK

Check for strain:

a = $\frac{A_{s.f_y}}{0.85b\,f'_c} = \frac{781.33 \times 420}{0.85 \times 800 \times 24} = 19.8\ mm$

c= $\frac{a}{B_1} = \frac{47.15}{0.85} = 23.3\ mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{293-23.3}{23.3}\right) = 0.034 > 0.005 \qquad 0k$$

3) $M_u = 164.7$KN.m

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{164.7 \times 10^6}{0.9 \times 800 \times 293^2} = 2.71 Mpa.$

$m = \frac{f_y}{0.85 f'_c} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.58$

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.58}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.58 \times 2.71}{420}}\right) = 0.00695$

$A_s = \rho.b.d = 0.00695 \times 800 \times 293 = 1630.9\ mm^2$. control

Check for $A_{s,min}$.

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

$A_{s,min} = 0.25\frac{\sqrt{24}}{420}\ 800 \times 293 = 683.22$

$A_{s,min} = \frac{1.4}{420} 800 \times 293 = 781.33\ mm^2\ Control.$

$A_{s,min=781.33}\ mm^2 < A_{s=1630.9}\ mm^2$

Use5ø 22 **Bottom**

Check spacing :

$S = \frac{800 - 40*2 - 2*10 - (5 \times 22)}{4} = 147.5\ mm > 25$ …… OK

Check for strain:

a = $\frac{A_{s.f_y}}{0.85b\,f'_c} = \frac{1630.9 \times 420}{0.85 \times 800 \times 24} = 41.97\ mm$

c= $\frac{a}{B_1} = \frac{41.97}{0.85} = 49.38\ mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{293-49.38}{49.38}\right) = 0.010 > 0.005 \qquad 0k$$

4) $M_u = 33.9$KN.m

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{33.9 \times 10^6}{0.9 \times 800 \times 293^2} = 0.548 Mpa.$

m= $\frac{f_y}{0.85f'_c} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.58$

ρ= $\frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.58}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.58 \times 0.548}{420}}\right) = 0.00132$

A_s = ρ.b.d = 0.00132 ×800×293= 310.31 mm^2.

Check for $A_{s,min}$.

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

$A_{s,min} = 0.25\frac{\sqrt{24}}{420}\ 800 \times 293 = 683.22$

$A_{s,min} = \frac{1.4}{420} 800 \times 293 = 781.33\ mm^2\ Control.$

$A_{s,min=781.33}\ mm^2 > A_{s=310.31}\ mm^2$

Use5ø 14 **Bottom**

Check spacing :

S = $\frac{800-40*2-2*10-(5\times14)}{4} = 157.7\ mm > 25$ …… OK

Check for strain:

a = $\frac{A_{s.f_y}}{0.85b\,f'_c} = \frac{781.33 \times 420}{0.85 \times 800 \times 24} = 20.1\ mm$

c= $\frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{20.1}{0.85} = 23.65\ mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{293-23.65}{23.65}\right) = 0.03 > 0.005 \qquad 0k$$

Design for Negative moment :

1) M_u = -33.4 KN.m

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{33.4 \times 10^6}{0.9 * 800 \times 293^2} = 0.54 Mpa.$

m= $\frac{f_y}{0.85 f'_c} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.58$

ρ= $\frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.58}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.58 \times 0.54}{420}}\right) = 0.0013$

A_s = ρ.b.d = 0.0013×800×293= 305.6 mm^2.

Check for $A_{s,min}$.

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

$A_{s,min} = 0.25\frac{\sqrt{24}}{420}\ 800 \times 293 = 683.22$

$A_{s,min} = \frac{1.4}{420} 800 \times 293 = 781.33\ mm^2\ Control.$

$A_{s,min}$ = 781.33 mm^2> A_s = 305.6 mm^2

Use 5 ø 14**Top**

Check spacing :

$S = \frac{800-40*2-2*10-(5\times14)}{4} = \mathbf{157.5mm} > 25$ …. OK

Check for strain:

$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\,f'_c} = \frac{781.33\times420}{0.85\times800\times24} = \mathbf{20.1mm}$

$c = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{20.1}{0.85} = \mathbf{23.65\,mm}$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{293-23.65}{23.65}\right) = 0.03 > 0.005 \qquad 0k$$

2) M_u = -153.6KN.m

$$Rn = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{153.6\times10^6}{0.9\times800\times293^2} = 2.48\,Mpa.$$

$m = \frac{f_y}{0.85f'_c} = \frac{420}{0.85\times24} = 20.58$

$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.58}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times20.58\times2.48}{420}}\right) = 0.00632$

$A_s = \rho.b.d = 0.00632\times800\times293 = 1483.46\ mm^2$. control

Check for $A_{s,min}$.

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

$A_{s,min} = 0.25\frac{\sqrt{24}}{420}\,800\times293 = 683.52$

$A_{s,min} = \frac{1.4}{420}800\times293 = 781.33\,mm^2\ Control.$

$A_{s,min} = 781.33\ mm^2 < A_s = 1483.46\ mm^2$

Use 5ø 20**Top**

Check spacing :

$S = \frac{800-40*2-2*10-(5\times20)}{4} = \mathbf{150}\ \boldsymbol{mm} > 25$ ... OK

Check for strain:

$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\,f'_c} = \frac{1483.46\times420}{0.85\times800\times24} = \mathbf{38.17}\boldsymbol{mm}$

$c = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{38.17}{0.85} = \mathbf{44.9}\ \boldsymbol{mm}$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{293-4439}{44.9}\right) = 0.016 > 0.005 \qquad 0k$$

3) M_u = -135.7KN.m

$$Rn = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{135.7\times10^6}{0.9\times800\times293^2} = 2.19\ Mpa.$$

$m = \frac{f_y}{0.85f'_c} = \frac{420}{0.85\times24} = 20.58$

$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.58}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times20.58\times2.19}{420}}\right) = 0.00554$

$A_s = \rho.b.d = 0.00554\times800\times293 = 1295.95\ mm^2$. control

Check for $A_{s,min}$.

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

$A_{s,min} = 0.25\frac{\sqrt{24}}{420}\ 800\times293 = 683.52$

$A_{s,min} = \frac{1.4}{420}800\times293 = 781.33\ mm^2\ Control.$

$A_{s,min} = 781.33\ mm^2 < A_s = 1295.95\ mm^2$

Use 5ø 20**Top**

Check spacing :

$S = \frac{800-40*2-2*10-(5\times20)}{4} = \mathbf{150\ mm} > 25$ ... OK

Check for strain:

$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f'_c} = \frac{1295.95\times420}{0.85\times800\times24} = \mathbf{33.35mm}$

$c = \frac{a}{B_1} = \frac{33.35}{0.85} = \mathbf{39.2\ mm}$

$$\varepsilon_s = \mathbf{0.003}\left(\frac{\boldsymbol{d-c}}{\boldsymbol{c}}\right) = \mathbf{0.003}\left(\frac{\mathbf{293-39.2}}{\mathbf{39.2}}\right) = \mathbf{0.019} > 0.005 \qquad 0k$$

- ✓ **Shear Design for (B109GF):**

1. **V_u = 24.8 KN**

$V_c = \frac{1}{6}\sqrt{fc'}\,b_w\,d = = \frac{1}{6}\sqrt{24} * 800 * 293 * 10^{-3} = 191.3\text{KN}$

ΦV_c= 0.75*191.3 =143.54 KN

$V_u < 0.5\ \Phi\ V_c$

no shear reinforcement is required .

2. V_u = 50 KN

$V_c = \frac{1}{6}\sqrt{f'_c}\, b_w\, d = = \frac{1}{6}\sqrt{24} * 800 * 293 * 10^{-3} = 191.3KN$

Φ V_c= 0.75*191.3 =143.54 KN

$V_u <$ 0.5 Φ V_c

no shear reinforcement is required .

3. V_u = 165.3 KN

$V_c = \frac{1}{6}\sqrt{f'_c}\, b_w\, d = = \frac{1}{6}\sqrt{24} * 800 * 293 * 10^{-3} = 191.3KN$

Φ V_c= 0.75*191.3 =143.54 KN

$v_{s,min} = \frac{1}{3} b_w\, d = = \frac{1}{3}\ 800 *\ 293 * 10^{-3} =\ 78.13KN$control

$v_{s,min} = \frac{1}{16}\sqrt{f'_c}\, b_w\, d = \frac{1}{16} * \sqrt{24} * 800 * 293 * 10^{-3} = 71.77KN$

$v_{s'} = \frac{1}{3}\sqrt{f'_c}\, b_w\, d = \frac{1}{3}\sqrt{24} * 1000 * 293 * 10^{-3} = 478.46$

Φ Vc $< v_u \leq \emptyset(v_c + v_{s,min})$

Min shear reinforcement are required .

Use 2 leg Φ 8.

Av =85.44 mm^2 .

$V_s = V_n - V_c = \frac{272.7}{0.75} - 239.22 = 124.4$ KN

$s_{max} \leq \frac{d}{2} = \frac{293}{2} = 146.5\ mm$ $(control)$ $or\ s_{max} \leq 600\ mm$

Use 2 leg Φ 8 @75 mm .

4. **Vu = 147.4**

Same as 3 (Use 2 leg Φ 8 @75 mm .)

4.7 Design of Two Way Rib Slab (R12

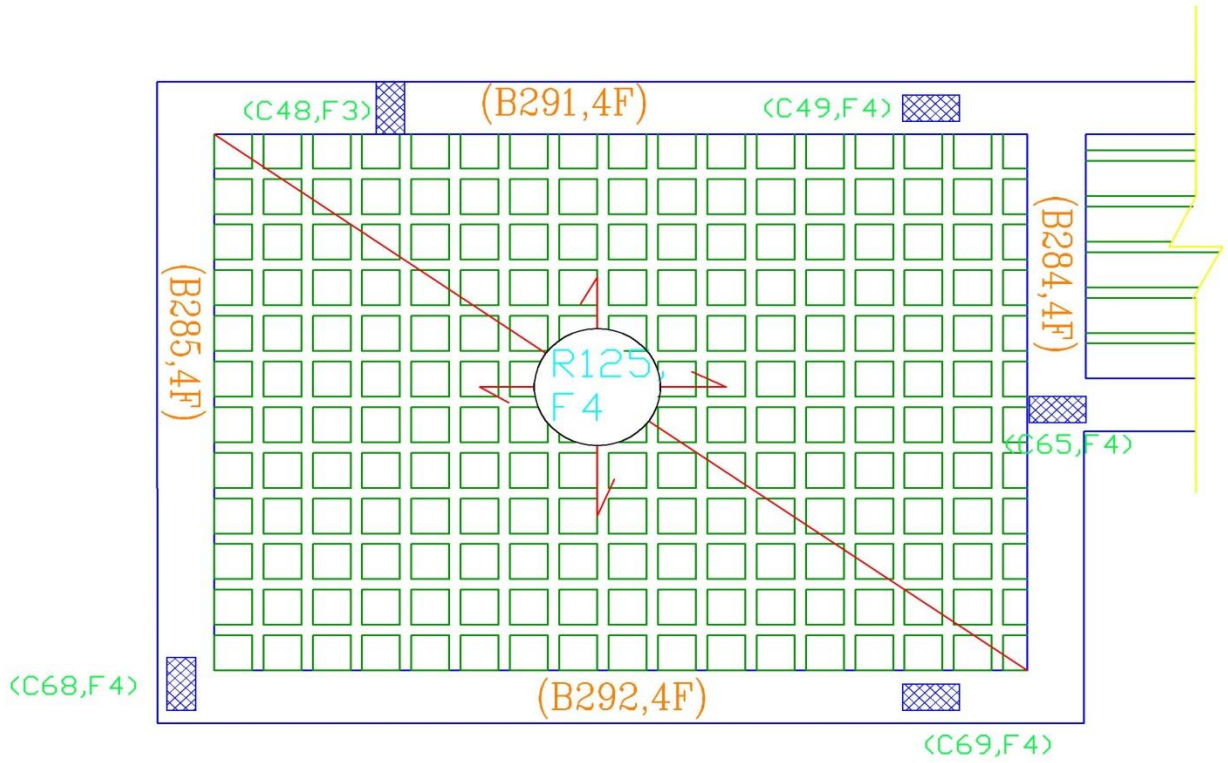


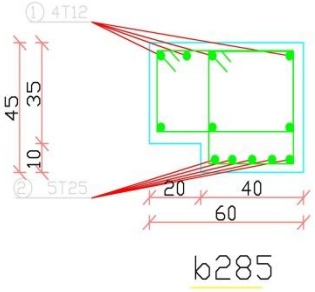
Fig (4-6) Two way Rib slab (R125).

Determination of Thickness for Two Way Ribbed Slab:

Assume H =35cm

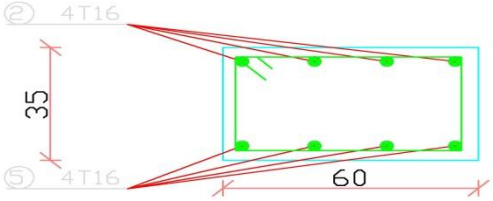
$Y_c = \frac{30*60*27.5+40*10*5}{35*60+40*10} = 23.9$

$I_{b285} = \frac{60*21.2^3}{12} + \frac{60*13.9^3}{12} + \frac{40*10^3}{12} = 61036.433\ cm^4$



b285

$I_{b284} = \frac{60*35^3}{12} = 214375\ cm^4$

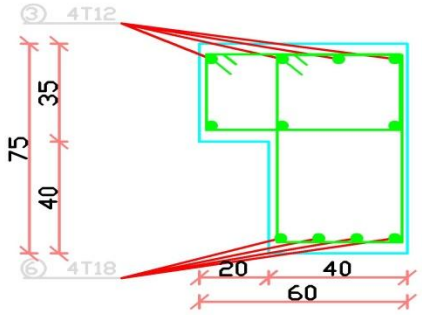


b284

$Y_c =$

$\frac{35*60*57.5+40*40*20}{35*60+40*40} = 41.283$

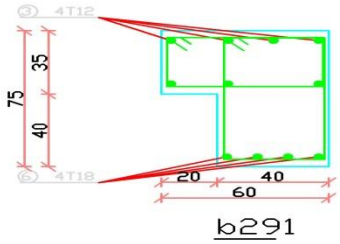
$I_{b291} = \frac{60*33.717^3}{12} + \frac{60*1.283^3}{12} + \frac{40*40^3}{12} = 404997.405\ cm^4$



b291

$$Y_c = \frac{35*60*47.5+40*30*15}{35*60+40*30} = 54.77$$

$$I_{b292} = \frac{60*10.23^3}{12} + \frac{60*24.77^3}{12} + \frac{40*30^3}{12} = 171341.5225\ cm^4$$



b291

For Rib :-

$$Y_c = \frac{40*8*4+35*12*17.5}{40*8+35*12} = 11.66\ cm$$

$I_r = \frac{52*11.66^3}{3} - \frac{40*3.66^3}{3} + \frac{21*23.34^3}{3}$ =77682.21 cm^4

For Exterior slab :-

$I_{s\text{-}Short1} = \frac{77982.21*(\frac{596}{2}+60)}{52}$ = 534812.14 cm^4

$I_{s\text{-}Long\ 2} = \frac{77682.21*(\frac{879}{2}+60)}{52}$ = 746197.38 cm^4

For Interior slab :-

$I_{s\text{-}short\ 3} = \frac{77682.21*(596+60)}{52}$ = 979990.95 cm^4

$I_{s\text{-}long4} = \frac{77682.21*(879+60)}{52}$ =1402761.446 cm^4

$\alpha_1 = \frac{404997.4051}{534812.14}$ = 0.76

$\alpha_2 = \frac{61036.433}{746197.38}$ = 0.081

$\alpha_3 = \frac{171341.5225}{534812.14}$ = 0.32

$\alpha_4 = \frac{214375}{1402761.446}$ = 0.152

$\alpha_{fm} = \frac{0.76+0.081+0.32+0.152}{4}$ = 0.32 >0.2

$\beta = \frac{8.79}{5.96}$ =1.47

$h_{min} = \frac{8790*(0.8+\left(\frac{420}{1400}\right))}{36+1.47*5*(1.2-0.2)}$ =23.08 cm

h= 35 cm > h_{min}= 23.08cm .

✓ Load Calculation:

No.	Parts of Flight	Calculation	
1	Tiles	22*0.03*0.52*0.52 = 0.178 KN	
2	Mortar	22*0.02*0.52*0.52 = 0.119KN	
3	Sand	16*0.07*0.52*0.52 = 0.303 KN	
4	Topping	25*0.08*0.52*0.52 = 0.541 KN	
5	Rib	25*0.27*0.12*(0.52+0.4) = 0.745 KN	
6	Block	9*0.27*0.4*0.4 = 0.389 KN	
7	Plaster	22*0.02*0.52*0.52 = 0.119 KN	
		Sum	2.80 KN

Table(4-5): Dead Load Calculation for rib (R125).

Dead Load of slab:

DL = $\frac{2.80}{0.52*0.52}$ =10.36 KN/m^2

W_D =1.2*10.36 =12.432 KN/m^2

LL=5 KN/m^2

W_L =1.6*5=8 KN/m^2

W = 12.432+8=20.432 KN/ m^2

- ✓ Moments Calculations:

From tables use Case (7):

*C*a ,dL =0.611 , , *C*b ,dL =0.0156

*C*a ,LL =0.066 , , *C*b ,LL =0.0156 BY Interpolation.

$M^+_{a,d}$ = Ca dl × Wud × $(La)^2$ = 0.061× 12.432 × $(5.96)^2$ × 0.52= 14 KN .m / rib.

$M^+_{a\ L}$ = Ca ll × Wul ×$(La)^2$ = 0.066 × 8 × $(5.96)^2$× 0.52= 9.75 KN .m /rib.

Ma positive = 14+ 9.75 = 23.75 KN .m / rib.

Negative moment at discontinuous edges = 1/3 positive

Ma neg =(1/3) × 23.75 = 7.91 KN .m / rib.

$M^+_{b,d}$ = Cb dl × Wud × $(Lb)^2$ = 0.0156× 12.432 × $(8.79)^2$ × 0.52= 7.79 KN .m / rib.

$M^+_{b\ L}$ = Cb ll × Wul ×$(Lb)^2$ = 0.0156 × 8 × $(8.79)^2$ × 0.52= 5.01 KN .m / rib.

Mb positive = 7.79+5.01 = 12.85 KN .m / rib.

Negative moment at discontinuous edges = 1/3 positive.

Mb neg = (1/3) × 12.85 = 4.26 KN.m / rib.

4.7.1 Design of Positive Moment for (Rib 125):- (Mu=23.75 KN.m)

Assume bar diameter ø 14 for main positive reinforcement

d =h- cover - $d_{stirrups} - \frac{d_b}{2} = 350 - 20 - 8 - \frac{14}{2} = 315\ mm$

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{23.75\times10^6}{0.9\times520\times315^2} = 0.511 Mpa$

$m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{420}{0.85\times24} = 20.6$

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times20.6\times.511}{420}}\right) = 0.00123$

$A_{s,\ req}$ = ρ.b.d = 0.00123 ×520×315 = 201.474 mm^2

Check for As min:-

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

$A_s\ \min = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(315) = 110.22 mm^2$

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

$A_s\ \min = \frac{1.4}{420}(120)(315) = 126 mm^2$ **controls**

As_{req} = 201.474mm^2 >As_{min}= 126 mm^2 **OK**

Use 2 ø12, As, provided= 226.2 mm^2>$A_{s,\ required}$= 201.474… Ok

Check for strain:-

$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85 b\ f_c'} = \frac{226.2\times420}{0.85\times520\times24} = 8.96\ mm$

$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{8.96}{0.85} = 10.54mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{315-10.54}{10.54}\right) = 0.086 > 0.005 \qquad \boldsymbol{0k}$$

Check for strain:-

$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f'_c} = \frac{226.2\times420}{0.85\times520\times24} = 8.96\ mm$

$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{8.96}{0.85} = 10.54mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{315-10.54}{10.54}\right) = 0.086 > 0.005 \qquad \boldsymbol{0k}$$

4.7.2 Design of Negative Moment for (Rib 125):- (Mu=-12.85 KN.m)

$d = h - \text{cover} - d_{stirrups} - \frac{d_b}{2} = 350 - 20 - 8 - \frac{14}{2} = 315\ mm$

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{12.85\times10^6}{0.9\times520\times315^2} = 0.277Mpa$

$m = \frac{f_y}{0.85f'_c} = \frac{420}{0.85\times24} = 20.6$

$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times20.6\times0.277}{420}}\right) = 0.0006$

$A_{s,\,req} = \rho.b.d = 0.0006\times520\times315 = 98.28\ mm^2$

Check for As min:-

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

$$A_{s\ min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(315) = 110.22 mm^2$$

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

$$A_{s\ min} = \frac{1.4}{420}(120)(315) = 126 mm^2$$ **controls**

As_{req} = 98.28mm^2< As_{min}= 126 mm^2 **OK**

Use 2 ø10, $As_{, provided}$= 157.08 mm^2>$A_{s, required}$= 126.4mm^2… Ok

Check for strain:-

$$a = \frac{A_{s.fy}}{0.85b\ f_c'} = \frac{157.08\times420}{0.85\times120\times24} = 26.95\ mm$$

$$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{26.95}{0.85} = 31.7\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{316-31.7}{31.7}\right) = 0.026 > 0.005$$ **0k**

4.7.3 Design of Negative Moment for (Rib 125):- (Mu=-4.26 KN.m)

Assume bar diameter ø 12 for negative reinforcement

d =h- cover - $d_{stirrups} - \frac{d_b}{2} = 350 - 20 - 8 - \frac{12}{2} = 316\ mm$

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{4.26 \times 10^6}{0.9 \times 120 \times 316^2} = 0.39\ Mpa$

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

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.39}{420}}\right) = 0.0093$

$A_{s,\,req} = \rho.b.d = 0.0093 \times 120 \times 316 = 352.62\ mm^2$

Check for As min:-

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

$A_s\ \min = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(316) = 110.5 mm^2$

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

$A_s\ \min = \frac{1.4}{420}(120)(316) = 126.4 mm^2$ **controls**

$As_{req} = 352.62 > As_{min} = 126.4 mm^2$ **OK**

Use 2 ø16, $As_{,\,provided} = 402.2\ mm^2 > A_{s,\,required} = 352.62 mm^2$… Ok

Check for strain:-

a $= \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\,f_c'} = \frac{402.2\times420}{0.85\times120\times24} = 69\ mm$

x$= \frac{a}{\beta_1} = \frac{69}{0.85} = 81\ mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{316-81}{81}\right) = 0.087 > 0.005 \qquad \boldsymbol{0k}$$

4.7.4 Design of Negative Moment for (Rib 125):- (Mu=-7.91 KN.m)

Assume bar diameter ø 12 for negative reinforcement

d =h- cover - $d_{stirrups} - \frac{d_b}{2} = 350 - 20 - 8 - \frac{12}{2} = 316\ mm$

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{7.91\times10^6}{0.9\times120\times316^2} = 0.73\ Mpa$

m$= \frac{f_y}{0.85f_c'} = \frac{420}{0.85\times24} = 20.6$

ρ$= \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times20.6\times0.73}{420}}\right) = 0.00176$

$A_{s,\,req}$ = ρ.b.d = 0.00176 ×120×316 = 66.73 mm^2

Check for As min:-

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

$$A_s\ \min = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(316) = 110.57mm^2$$

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

$A_{s\ min} = \frac{1.4}{420}(120)(316) = 126.4mm^2$ **controls**

As_{req} = 66.73 < As_{min}= 126.4mm^2 **OK**

Use 2 ø10, $As_{,\ provided}$= 157.08 mm^2>$A_{s,\ required}$= 126.4mm^2… Ok

Check for strain:-

$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f_c'} = \frac{157.08\times420}{0.85\times120\times24} = 26.95\ mm$

$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{26.95}{0.85} = 31.7\ mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{316-31.7}{31.7}\right) = 0.026 > 0.005 \qquad \boldsymbol{0k}$$

✓ **design of shear for rib:**

Maximum shear coefficient in short direction as in case (7)

W_a = 0.656

The total load on the panel =8.79*5.96*20.432= 1070.39 KN

The load per rib at the face of long beam =0.656*1070.39*0.52/(2*8.79)= 20.77 KN

$V_{ud} = V_{uface}$ - Wu*b_f*d = 20.77 – 20.432*0.52*0.315= 17.42 KN

The shear strength of one rib:

$V_c = \frac{1.1}{6}\sqrt{f_c'}b_w d = \frac{1.1}{6}\sqrt{24} \times 120 \times 315 \times 10^{-3} = 34\ KN$

øV_c =0.75×34 =25.5KN

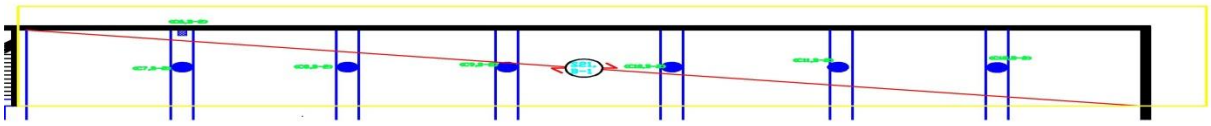
0.5 ø V_c =0.5×25.5=12.77KN

$0.5\ \phi V_c < V_{ud} < \phi V_c$

12.77<17.42<25.5

Minimum shear reinforcement is required .

4.8 Design of one Way solid Slab (S6)



❖ Material:-

⇒ concrete B300 $Fc' = 24\ N/mm^2$

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

✓ Slab Thickness Calculation:-

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

Min H (deflection requirement):-

-For bothend continuous:-

$$\frac{L}{28} = \frac{5.73}{28} = 0.204$$

For One way solid slab, will use thickness of slab 25 cm.

✓ 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)

Live load =5 KN/m

Dead load = 25*0.224*1=5.625 kN/m

4.8.1 Design of Positive Moment for (S 6):-

(Mu=35.8 KN.m)

Assume bar diameter Φ12for main reinforcement

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85*24} = 20.59$$

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

$$Rn = \frac{35.8*10^{6}/0.9}{1000*(224)^2} = 0.792(Mpa)$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.59}\left(1 - \sqrt{1-\frac{2(20.59)(0.792)}{420}}\right) = 0.00377$$

As=ρ * b * d = 0.00377* 1000 *224= 844.48mm²

Check for As min:-

$A_s\ min = \rho_{min} * b * h = 0.0018*1000*25 = 450mm^2$

$As_{req} = 884.48mm^2 > As_{min} = 450mm^2$ **OK**

Useø12/20cm, $A_{s,\ provided} = 904.72mm^2 > A_{s,\ required} = 884.48\ mm^2$ …. Ok

4.8.2 Design of Negative Moment for (S 6):-

(Mu=-31.8 KN.m)

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85*24} = 20.59$$

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

$$Rn = \frac{31.8*10^6/0.9}{1000*(224)^2} = 0.704(Mpa)$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.59}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.59)(0.704)}{420}}\right) = 0.0017$$

$As = \rho * b * d = 0.0017* 1000 *224 = 382.2\ mm^2$

Check for As min:-

$A_s\ min = \rho_{min} * b * h = 0.0018*1000*25 = 450mm^2$

$As_{req} = 382.2mm^2 < As_{.min} = 450mm^2$ **OK**

Use ø 12/15cm , $A_{s,\ provided} = 450mm^2 \geq A_{s,required} = 382.2mm^2$ …. Ok

Shrinkage and Temperature:-

$\rightarrow \rho = 0.0018$

A_s min = $\rho_{min} * b * h$ $= 0.0018 * 1000 * 25 = 450 mm^2$ (control)

Use Φ12 @ 250 mm

❖ Shear Design:-

Check Whether Thickness Is Adequate For Shear:-

$V_{u,max}$ 39.5KN/ 1m strip

d = h – 20 – db = 200 – 20 – (14 /2) = 173 mm

ΦVc= $\frac{1}{6} * \Phi * \sqrt{fc'} * bw * d$

= $\frac{1}{6} * 0.75 * \sqrt{24} * 1000 * 224$ = 137.17 KN / 1 m strip

0.5ΦVc= 68.6 KN > $V_{u,max}$ = 39.5 KN/ 1m strip

The thickness of the slab is adequate enough

(4.9) Design of Two Way solid Slab (s6)

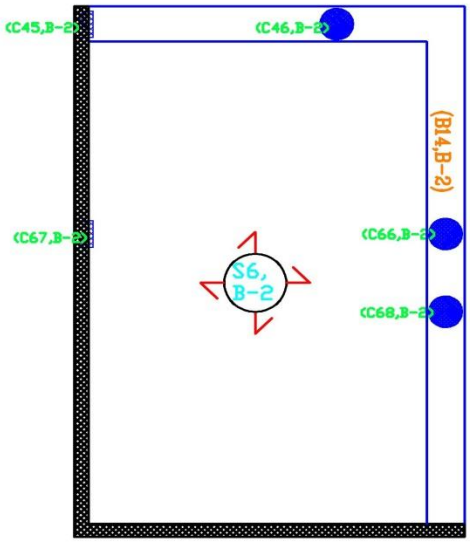


Fig (4-8) two way Solid slab (S6).

Calculate the minimum thickness slab :

$$hmin = 25\ cm$$

$$y(CB6) = \frac{25*50*32.5+30*20*10}{25*(30+20)+30*20} = 25.2cm$$

$$Ib(CB6) = \frac{50 * 19.8^3}{3} + \frac{30 * 25.2^3}{3} + \frac{20 * 5.2^3}{3} = 1552676cm$$

$$y(CB6) = \frac{25*100*32.5+80*20*10}{25*(80+20)+80*20} = 23.7cm$$

$$Ib(CB6) = \frac{100 * 21.3^3}{3} + \frac{80 * 23.7^3}{3} + \frac{20 * 1.7^3}{3} = 677446cm$$

$$y(CB5) = \frac{25(80+40)*32.5+80*20*10}{25*(80+40)+20*80} = 24.7cm$$

$$Ib(CB5) = \frac{120*4.67^3}{3} + \frac{80*20^3}{3} + \frac{120*20.33^3}{3} = 737847cm$$

$$Is1 = \frac{(718/2+30)*25\text{^}3}{12} = 506510.41cm^4$$

$$Is2 = \frac{(1100/2+30)*25\text{^}3}{12} = 755208.33cm^4$$

$$Is3 = \frac{(718+80)*25\text{^}3}{12} = 1046875cm^4$$

$$Is4 = \frac{\left(\frac{1100}{2}+0+80\right)*25\text{^}3}{12} = 820312.5cm^4$$

$$\propto f1 = \frac{677446}{820312.5} = 0.826$$

$$\propto f2 = \frac{1552676}{506510} = 3.07$$

$$\propto f3 = \frac{1552676}{755208} = 2.06$$

$$\propto f4 = \frac{737847}{1046875} = 0.705$$

$$\propto fm = \frac{\in\propto}{4} = \frac{0.705+2.06+3.07+0.826}{4} = 1.67$$

$$for \propto fm \leq 0.2\beta = \frac{lnlong}{lnshort} = 6.8/6.3 = 1.07$$

$$hmin = \frac{ln*(0.8+Fy/1400)}{36+9B} = \frac{11000*(0.8+420/1400)}{36+5*1.51(1.67-.2)} = 249.69mm$$

but we will select 25cm slab thickness.

✓ Dead load calculations:

Table(4-6) calculation of the two way solid Dead load

Dead load from:	δ×γ	KN/m
Tiles	0.03×23×1	0.69
Mortar	0.02×22×1	0.44
Coarse sand	0.07×16×1	1.12
Slab	0.25×25×1	6.25
Plaster	0.02×22×1	0.44
		8.94

Dead load =8.94 KN/m^2.

Live load = 5 KN/m^2.

WuD = 1.2*Dead load = 1.2*8.94= 10.728 KN/m^2.

WuL = 1.6*live load = 1.6*5 = 8 KN/m^2.

Wu = 10.728+8 = 18.728 KN/m^2

❖ Shear Design :

l_a/l_b=0.65

W_a=0.69

Wb=0.31

- **The total load on the panel being (7.18*11*18.728) = 1479.14 KN**
- **The load at face of the long beam is (0.69×1479.14/(2*11))=46.39 KN**

Assume the Φ 12

d=250-20-12\2=224mm

- **V_c =(√24 *1000*224*10^-3)\6 =182.9KN**

ø$V_{c = 0.75}$ × 182.9137.17 KN

V_u< ø V_c.

The thickness of the slab is adequate enough

- ✓ Flexural Design:

(l_a/l_b=0.65)

Positive moments :

CaD=0.065

CbD=.014

CaL=.07

CbL=.014

$M_{a+ve,Dl}=C_a*W*L_a^2$ =0.065*10.728*7.18 ^{2}= 35.95 KN.m\m

$M_{a+ve,Ll}=C_a*W*L_a^2$ =.07*8*7.18 ^{2}= 28.86KN.m\m

$M_{a+ve} = M_{a+ve,L} + M_{a+ve,D}$ = 64.81KN.m\m

$M_{b+ve,D}=C_b*W*L_b^2$ =0.014*10.728*11^2= 18.17 KN.m\m

$M_{b+ve,L}=C_b*W*L_b^2*b$ =0.014*8*11 ^{2}= 13.552KN.m\m

$M_{b+ve} = M_{b+ve,L} + M_{b+ve,D}$ = 31.722KN.m/m

4.9.1 Design of Positive Moment for (S 6):-

(Mub=64.81 KN.m/m)

Assume the d_{Bar} =14 mm

d =h- cover - (d_{Bar}\2) =200-20-6=225mm

$$R_n = \frac{Mu}{b \cdot d^2} = \frac{64.81 * 10^6 / 0.9}{1000 * 225^2} = 1.42\,MPa \ .$$

$$m = \frac{fy}{0.85 \times fc'} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.59$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mK_n}{f_y}}\right) = \frac{1}{20.59}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*20.59*1.42}{420}}\right) = 0.003507$$

$$As_{req} = 0.003507*1000*225 = 789.07 mm2/m$$

$$As_{min} = 0.0018*b*h = 0.0018*1000*250 = 450 mm2/m$$

$$As = 789.07 mm2 \geq As_{min} = 450 mm2/m$$

Use Φ 14 \ 15cm with As=923.628mm^2/m

4.9.2 Design of Positive Moment for (S 6):-

(Mub=31.72 KN.m/m)

Assume the d_{Bar} =14 mm

d =h- cover - (d_{Bar}\2) =200-20-6=225mm

$$K_n = \frac{Mu}{b \cdot d^2} = \frac{31.72 * 10^6 / 0.9}{1000 * 225^2} = 0.7 MPa \ .$$

$$m = \frac{fy}{0.85 \times fc'} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.59$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mK_n}{f_y}}\right) = \frac{1}{20.59}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*20.59*0.7}{420}}\right) = 0.0017$$

$$As_{req} = 0.0017*1000*225 = 381.67 mm2/m$$

$$As_{min} = 0.0018*b*h = 0.0018*1000*250 = 450 mm2/m$$

$As = 381.67mm2 < As_{min} = 450mm2/m$

Use Φ 12 \ 20cm with As=565.5 mm^2/m

✓ Negative Moment:

Ca=0.0

Cb=0.031

Mub=0.031*11*11*18.728=70.24

4.9.3 Design of Positive Moment for (S 6):-

(Mub=70.24 KN.m/m)

Assume the d_{Bar} =14 mm

d =h- cover - (d_{Bar}\2) =200-20-7=225mm

$$K_n = \frac{Mu}{b \cdot d^2} = \frac{70.24 * 10^6 / 0.9}{1000 * 225^2} = 1.54 MPa \ .$$

$$m = \frac{fy}{0.85 \times fc'} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.59$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mK_n}{f_y}}\right) = \frac{1}{20.59}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 20.59 * 1.54}{420}}\right) = 0.00382$$

As_{req} = 0.00382***1000*225 =858.74mm^2/m**

$As_{min} = 0.0018 * b * h = 0.0018 * 1000 * 250 = 450mm2/m$

$As = 858.74mm2/\geq As_{min} = 450mm2/m$

Use Φ 14 \ 15cm with As=923.62mm^2/m

4.10 Design of Stair :

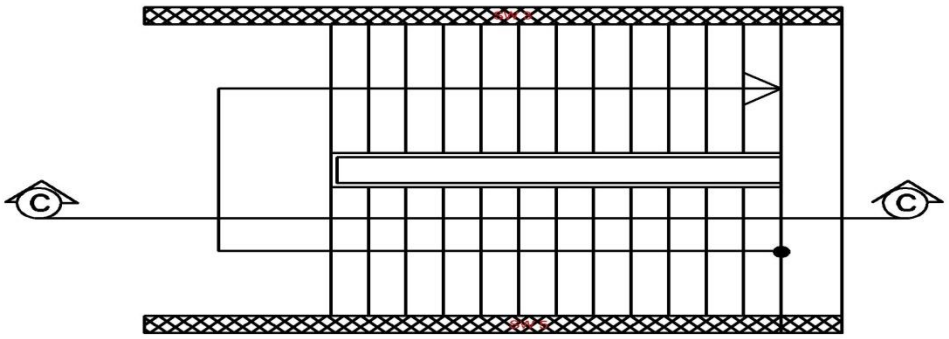


Fig (4-9): Stair Plan.

❖ Material :-

⇒ concrete B300 Fc' = 24 N/mm^2

⇒ Reinforcement Steel Fy = 420 N/mm^2

✓ Design of Flight :-

✓ Determination of Thickness:-

$h_{min} = L/20$

$h_{min} = 3.4/20 = 17$ cm

Take h = 20cm

The Stair Slope by $\theta = \tan^{-1}(15/27) = 29.05^{o}$

✓ Load Calculation:-

Dead Load For Flight For 1m Strip:-

Table 1-7: Dead Load Calculation of Flight.

No.	Parts of Flight	Calculation	
1	Tiles	27*0.03*1*(0.35+0.15/0.27) = 1.269 KN/m	
2	Mortar	22*0.02*1*(0.3+0.15/0..27) = 0.616 KN/m	
3	Stair	25*1*(0.3+0.15/2)/0.3 = 1.875 KN/m	
4	Slab	25*0.20*1 / COS 29.05 = 5.72 KN/m	
5	Plaster	22*0.03*1 / COS 29.05 = 0.764 KN/m	
		Sum	10.24 KN/m

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

Factored Load For Flight :-

$W_U = 1.2 \times 10.24 + 1.6 \times 5 = 20.06 KN/m$

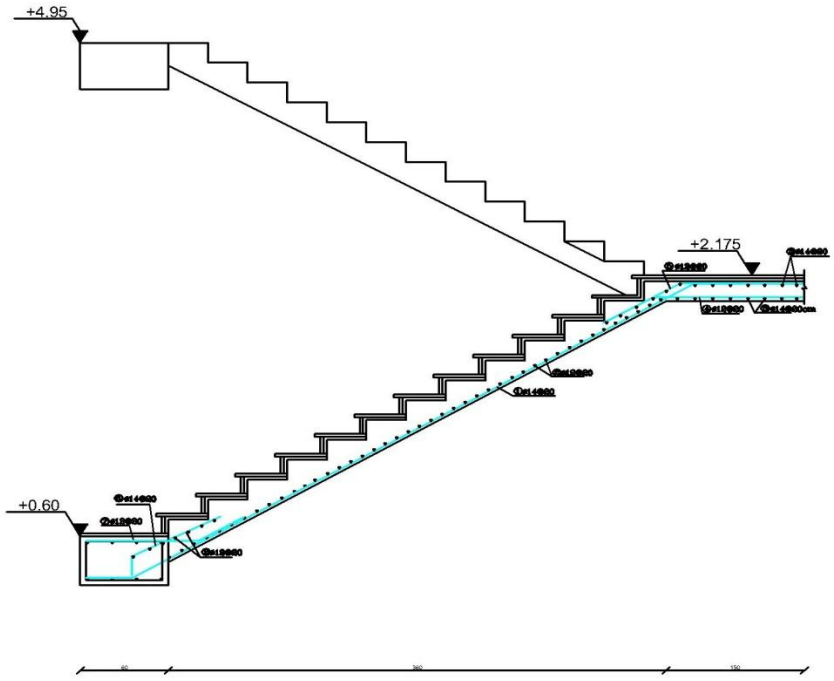


Fig (4-10): Stair Section.

R = (W*L)/2=20.06*3.4/2=37.9 KN

1- Design of Shear for Flight :- (Vu=37.9 KN)

Assume bar diameter ø 14 for main reinforcement

d =h- cover $-\frac{d_b}{2} = 200 - 20 - \frac{14}{2} = 173mm$

Vu = 42.3KN

$V_c = \frac{1}{6}\sqrt{fc'}b_w\ d = \frac{1}{6}\sqrt{24} * 1000 * 173 = 141.25\text{KN}/m$

$\Phi\ V_{c=} 0.75* 141.25 = 105.94\text{KN /m}$

$Vu = 37.9 < \Phi\ V_{C=} 105.94\text{KN /m}$

The thickness is enough .

2- Design of Bending Moment for Flight :-

$$\text{Mu}= \mathbf{37.9} * \left(\mathbf{.3} + \mathbf{3}.\frac{\mathbf{4}}{\mathbf{2}}\right) - \frac{\mathbf{20.06}*\mathbf{3.4^2}}{\mathbf{2}} = \mathbf{40.15}.\boldsymbol{m\ KN}$$

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{40.15\times10^6}{0.9\times1000\times173^2} = 1.49\ Mpa$

$m = \frac{f_y}{0.85f_c'} = \frac{420}{0.85\times24} = 20.59$

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.59}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times20.59\times1.49}{420}}\right) = 0.00369$

$A_{s,req} = \rho.b.d = 0.00369 \times1000\times173 = 637.96\text{mm}^2$

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

$As_{req} > A_{s,min} = 540\ \text{mm}^2$

$As_{req} = 769.69\ \text{mm}^2$

Check for Spacing :-

1) S = 3h = 3*200 =600 mm
2) S = 380*(280/(2/3 * 420)) – 2.5*20 = 330 ≤ S = 300*(280/(2/3 * 420)) = 300mm
3) S = 450 mm

S = 300 mm **…… is control**

Use ø14 @ 200 mm

3- Lateral or Secondary Reinforcement For Flight :-

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

Use ø14@ 300 mm , $A_{s,provided} = 461.81\ mm^2 > A_{s,required} = 360mm^2$… Ok

✓ Design of Landing :

✓ **Load Calculation:-**

Table (4-8): Dead Load For Landing For 1m Strip:-

No.	Parts of Flight	Calculation
1	Tiles	22*0.03*1= 0.66 KN/m
2	Mortar	22*0.02*1= 0.44 KN/m
3	Slab	25*0.20*1= 5 KN/m
4	Plaster	22*0.03*1= 0.66 KN/m
Total Dead Load		6.76

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

Factored Load For Landing :-

$W_U = 1.2 \times 6.76 + 1.6 \times 5 = 16.11 KN/m$

✓ **System of Landing :-**

R= **47.35**

1- Design of Shear:- (Vu=47.35 KN)

Assume bar diameter ø 14 for main reinforcement

d =h- cover $-\frac{d_b}{2} = 200 - 20 - \frac{14}{2} = 173mm$

$V_c = \frac{1}{6}\sqrt{fc'}b_w\ d = = \ \frac{1}{6}\sqrt{24} * 1000 * 173 = 141.25$KN

$\Phi * V_c = 0.75 * 141.25 = 105.94$ KN> Vu = 47.35 KN**…... Thickness of slab is enough**

2- Design of Bending Moment :- (Mu=37.217KN.m)

Assume bar diameter ø 14 for main reinforcement

d =h- cover $-\frac{d_b}{2} = 200 - 20 - \frac{14}{2} = 173mm$

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{37.217\times10^6}{0.9\times1000\times173^2} = 1.38\ Mpa$

$m = \frac{f_y}{0.85f_c'} = \frac{420}{0.85\times24} = 20.59$

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.59}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times20.59\times1.38}{420}}\right) = 0.003405$

$A_{s,req} = \rho.b.d = 0.003405\times1000\times173 = 589.08\ mm^2$

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

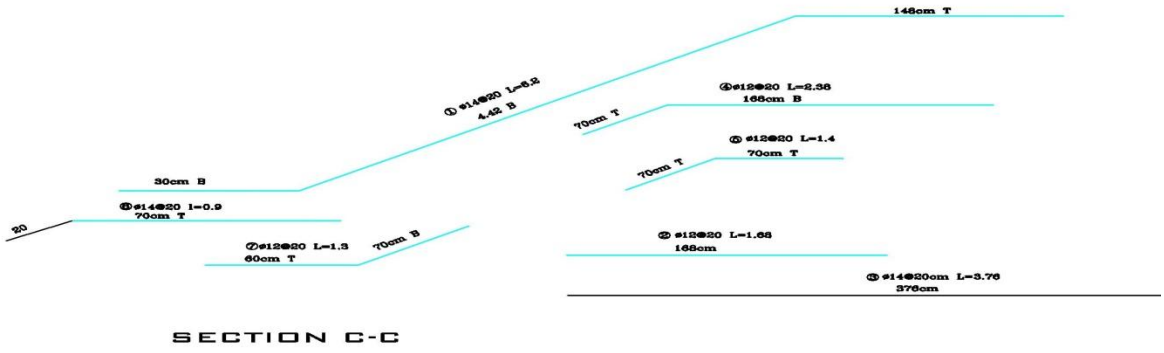
$A_{s,req} = 589.08\ mm^2$**…… is control**

Check for Spacing:-

4) S = 3h = 3*200 =600mm
5) S = 380*(280/(2/3 * 420)) – 2.5*20 = 330 ≤ S = 300*(280/(2/3 * 420)) = 300mm
6) S = 450 mm

S = 300 mm **…… is control**

Use ø12 @ 200 mm



Fig(4-11) Stair Seaction (c-c) .

4.11 Design of Column :

❖ **Material :-**

⇒ concrete B300 Fc' = 24 N/mm^2

⇒ Reinforcement Steel Fy = 420 N/mm^2

✓ Load Calculation:-

Service Load:-

Dead Load =2100KN
Live Load =1325 KN

Factored Load:-

P_U = 1.2 ×2100+ 1.6×1325 =4640 KN

✓ Dimensions of Column:-

$$Assume \rho g = 0.01$$

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

$$4640*1000 = 0.65 \text{ x } 0.8 \times Ag\{0.85*24(1-0.01) + 0.01*420\}$$

Ag= 365849.81 mm2

Assume Rectangular Section

Try h = 550mm

b = 500

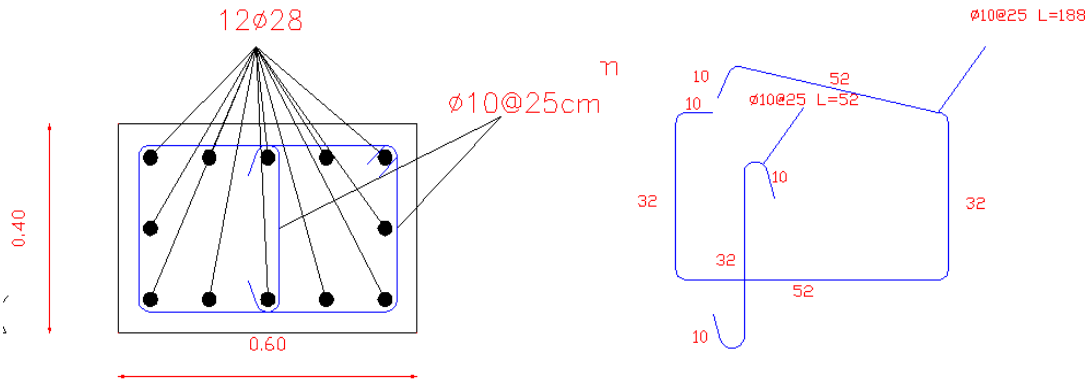


Fig (4-12):Column section and reinforcement.

✓ Design of the tie reinforcement :

S ≤16 db (longitudinal bar diameter)

S≤ 48dt (tie bar diameter).

S ≤ Least dimension.

spacing ≤16×d_b=16×2.5 =40cm …. control

spacing ≤48×dt=48×1.0 = 48 cm

spacing ≤ least.dim =50 cm

Useϕ10@25 cm

For Using Column We have using 20ν25 .

4.12 Design of Shear Wall

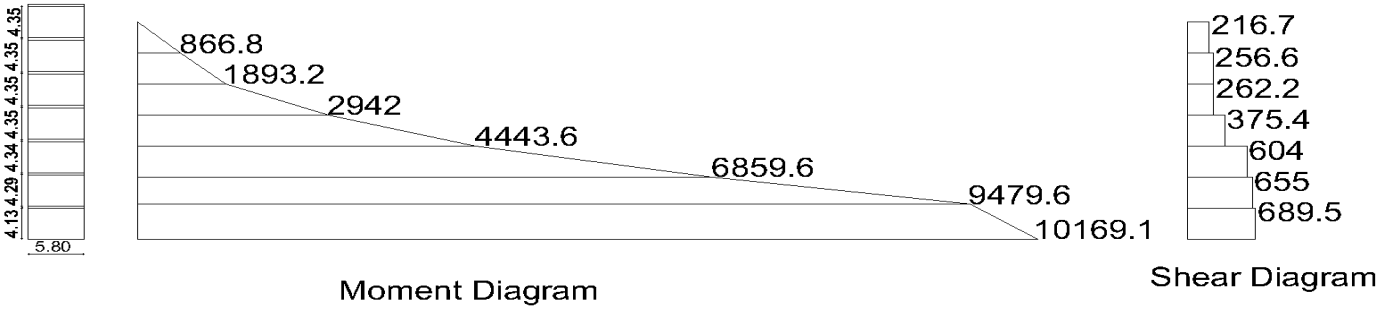


Fig (4-13): Shear and Moment Diagram of Shear Wall.

❖ Material and Sections:- (From Shear Wall 6)

⇒ concrete B300 Fc' = 24 N/mm^2

⇒ Reinforcement Steel Fy = 420 N/mm^2

⇒ Shear Wall Thickness h = 20 cm

⇒ Shear Wall Width Lw = 5.8 m

⇒ Shear Wall Height Hw = 30.3 m

✓ Design of Horizontal Reinforcement:-

$$\sum Fx = Vu = 689.5KN$$

The critical Section is the smaller of:

$$\frac{lw}{2} = \frac{5.8}{2} = 2.9m\ldots\ldots Control$$
$$\frac{hw}{2} = \frac{30.3}{2} = 15.15m$$
$$storyheigh(Hw) = 4.35m$$

$$d = 0.8 \times Lw = 0.8 \times 5.8 = 4.64m$$

$$\emptyset V_{nmax} = \emptyset \frac{5}{6}\sqrt{f_c'}hd$$
$$= 0.75 * 0.83 * \sqrt{24} * 200 * 4640 = 2830.04\ KN > V_u = 689.5\ KN$$

V_c is the smallest of :

$$1 - V_c = \frac{1}{6}\sqrt{f_c'}hd = \frac{1}{6}\sqrt{24} * 200 * 4640 * 10^{-3} = 757.7\ KN$$
$$2 - V_c = 0.27\sqrt{f_c'}hd + \frac{N_u d}{4l_w} = 0.27\sqrt{24} * 200 * 4640 + 0 = 1227.5\ KN$$
$$3 - V_c = \left[0.05\sqrt{f_c} + \frac{l_w\left(0.1\sqrt{f_c'} + 0.2\frac{N_u}{l_w h}\right)}{\frac{M_u}{V_u} - \frac{l_w}{2}}\right]hd$$

$$Mu = 9479.6 + 689.5(3.14 - 2.9) = 9645.08\ KN.m$$
$$\frac{M_u}{V_u} - \frac{l_w}{2} = \frac{9645.08}{689.5} - \frac{5.8}{2} = 11.08 > 0 \text{ (+ve value)}$$
$$V_c = \left[0.05\sqrt{24} + \frac{5.8(0.1\sqrt{24}+0)}{11.08}\right]200 * 4640 * 10^{-3} = 465.3\ KN\ldots\ldots\ldots \text{ Control}$$

Ø*Vc = 0.75*465.3 = 348.97 KN

$$Vs,min = \frac{\sqrt{fc'}}{16} * bw * d = \frac{\sqrt{24}}{16} * 200 * 4640 = 284.14\ KN$$
$$Vs,min = \frac{1}{3} * bw * d = \frac{1}{3} * 200 * 4640 = 309.33\ KN\ldots\ldots\ldots \text{ Control}$$

Ø ∗(Vc + Vs,min) = 0.75*(465.3 + 309.33) = 774.63 KN

Case 3 :-

Ø*Vc = 348.97 KN ≤ Vu = 689.5 KN ≤ Ø ∗(Vc + Vs,min) = 774.63 KN

$$\frac{A_{vh}}{S_h} = \frac{V_{s,min}}{Fy * d} = \frac{309.33 * 10^3}{420 * 4640} = 0.1587$$

Min ($\frac{A_{vh}}{S_h}$) = 0.0025*h = 0.0025*200 = 0.5 ……. Control

Select Ø 10 in Two Layer

$A_{vh} = \frac{2*\pi*10^2}{4}$ = 157.1 mm2

$$\frac{157.1}{S_h} = 0.5$$

S_h= 314.2 mm

- Maximum spacing is the least of :

$\frac{Lw}{5} = \frac{5800}{5}$ = 1160 mm
3*h = 3*200 = 600mm
450 mm ……. Control

Use ϕ10/200 mm for two layers

✓ Design of Vertical Reinforcement:-

$$\frac{A_{vv}}{S_v} = \left[0.0025 + 0.5\left(2.5 - \frac{h_w}{Lw}\right)\left(\frac{A_{vh}}{S_h * h} - 0.0025\right)\right] * 100$$

$$\frac{A_{vv}}{S_v} = \left[0.0025 + 0.5\left(2.5 - \frac{30.3}{5.8}\right)\left(\frac{157.1}{200*200} - 0.0025\right)\right] * 100$$

$$\frac{A_{vv}}{S_v} = 0.0828$$

Select Ø 14 in Two Layer

$A_{vh} = \frac{2*\pi*14^2}{4}$ = 307.87 mm2

$\frac{307.87}{S_v} = 0.0828$

S_v= 371.8 mm

- Maximum spacing is the least of :

$\frac{Lw}{3} = \frac{5800}{3}$ = 1933.33 mm

3*h = 3*200 = 600 mm

450 mm ……. Control

Use ϕ14/200 mm for two layers

✓ Design of Bending Moment:-

$$A_{st} = \left(\frac{5800}{200}\right) * 2 * 308 = 17864 \ mm^2$$

$$w = \left(\frac{A_{st}}{L_w h}\right)\frac{f_y}{f_c'} = \left(\frac{17864}{5800 * 200}\right)\frac{420}{24} = 0.2695$$

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

$$\frac{C}{l_w} = \frac{w + \alpha}{2w + 0.85\beta_1} = \frac{0.2695 + 0}{2 * 0.2695 + 0.85 * 0.85} = 0.2136$$

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

$$= 0.9[0.5 * 17864 * 420 * 5800(1 + 0)(1 - 0.2136)] = 15399.7 KN.m$$

$$\geq 10434.3 KN.m$$

Use ϕ16/150 mm for two layers

4.13 Design of Footing

❖ **Material :-**

⇒ concrete B350 Fc' = 28 N/mm^2

⇒ Reinforcement Steel Fy = 420 N/mm^2

✓ Load Calculations :-

Dead Load = 700 Kn , Live Load = 935 Kn

Total services load = 700+ 935 = 1635 Kn

Total Factored load = 1.2*700 + 1.6*935 = 2336 Kn

Column Dimensions (a*b) = 50*45 cm

Soil density = 20 Kg/cm3

Allowable Bearing Capacity = 400 Kn/m2

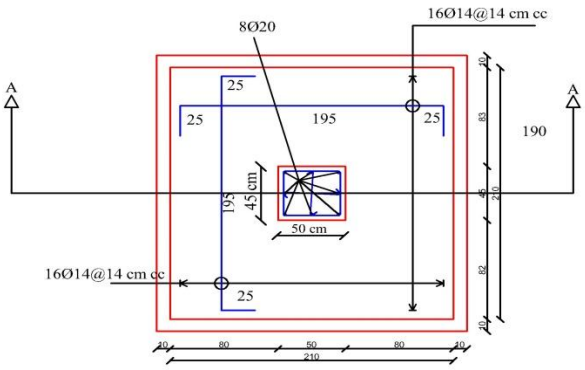


Fig (4-14) :Foot plan.

Assume h = 50cm

$q_{net-allow}$ = 400 – 25*0.5 – 20*1.4 – 25*0.5 = 347 kn/m2

✓ Area of Footing :-

$$A = \frac{Pt}{q_{net-allow}} = \frac{1635}{347} = 4.71\ m^2$$

Assume Square Footing

B required = 2.14 m

Select B = 2.1m

✓ Bearing Pressure :-

q_u = 2336/2.1*2.1 = 530 Kn/m^2

✓ Design of Footing :-

✓ Design of One Way Shear Strength :-

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

Assume h = 50cm , bar diameter ø 14 for main reinforcement and 7.5 cm Cover

d = 500 – 75 – 14 = 411 mm

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

$Vu = 530 * \left(\frac{2.1-0.5}{2} - 0.411\right) * 2.1 = 433Kn$

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

$$\phi.Vc = 0.75 * \frac{1}{6} * \sqrt{28} * 2100 * 411 = 570Kn$$

$$\phi.Vc = 570KN > Vu = 433Kn$$

$$\therefore \ Safe$$

- ✓ Design of Two Way Shear Strength :-

$$Vu = Pu - FR_b$$

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

$$Vu = 2336 - 530\left[(0.5 + 0.411) * (0.45 + 0.411)\right] = 1920.28Kn$$

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

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

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

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

Where:-

$$\beta_C = \frac{Column \ Length \ (a)}{Column \ Width \ (b)} = \frac{50}{45} = 1.11$$

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

$$b_o = 2 * (41.1 + 50) + 2 * (41.1 + 45) = 354.4cm$$

α_s = 40 for interior column

$$\phi.V_C = \phi.\frac{1}{6}\left(1+\frac{2}{\beta_c}\right)\sqrt{f_c'}\,b_o d = \frac{0.75}{6}*\left(1+\frac{2}{1.11}\right)*\sqrt{28}*3544*411 = 2699.3Kn$$

$$\phi.V_C = \phi.\frac{1}{12}\left(\frac{\alpha_s}{b_o/d}+2\right)\sqrt{f_c'}\,b_o d = \frac{0.75}{12}*\left(\frac{40*411}{3544}+2\right)*\sqrt{28}*3544*411 = 3198Kn$$

$$\phi.V_C = \phi.\frac{1}{3}\sqrt{f_c'}\,b_o d = \frac{0.75}{3}*\sqrt{28}*3544*411 = 1926.8Kn$$

ΦVc =1926.8 Kn>Vu=1920.28Kn

✓ Design of Bending Moment :-

Critical Section at the Face of Column

FR = $q_{u*}\left(\frac{B-a}{2}\right)*L$ = 530 * $\left(\frac{2.1-0.50}{2}\right)$ *2.1 =890.4Kn

Mu = 890.4* 0.4=356.16Kn.m

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{356.16\times10^6}{0.9\times2100\times411^2} = 1.12Mpa$

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

$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{17.65}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times17.65\times1.12}{420}}\right) = 0.00274$

$A_{s,req}$ = ρ.b.d = 0.00274×2100×411 = 2364.9mm^2

$A_{s,min}$ = 0.0018*2100*500 = 1890 mm^2

$A_{s,req} > A_{s,min.}$ - A_s = 2364.9 mm^2 **…… is control**

Check for Spacing :-

S = 3h = 3*50 = 150cm

S = 45 cm **…… is control**

Use 16ø14 in Both Direction, $A_{s,provided}$= 2462.4mm^2>$A_{s,required}$= 2364.9 mm^2… Ok

✓ Design of Dowels :-

Load Transfer In Footing :-

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

$A_1 = 50 * 45 = 0.225\ m^2$

$A_2 = 210* 210 = 4.41\ m^2$

$$\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = \sqrt{\frac{4.41}{0.225}} = 4.43 > 2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = 2$$

$$\Phi Pn.b = 0.65 \times (0.85 \times 28 \times 225 \times 2) = 6961.5Kn$$

$$\Phi Pn = 3729.3 > Pu = 2336 \ldots\ldots ok$$

No Need For Dowels

Load Transfer In Column :-

$$\Phi Pn.b = 0.65 \times (0.85 \times 24 \times 225) = 2983.5Kn$$

$$\Phi Pn = 2983.5 > Pu = 2336kn \ldots\ldots\ldots ok$$

No Need For Dowels

As,min = 0.005 * Ac = 0.005 * 500 * 450 = 1125 mm2

Use 8ø14, $A_{s,provided}$= 1231.2 mm^2>$A_{s,required}$= 625mm^2… Ok

✓ Development Length In Footing :-

Tension Development Length In Footing :-

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

$Ktr = 0\ (Nostripes)$

$cb = 75 + \frac{14}{2} = 82mm \;\; Or \; cb = \frac{150}{2} = 75\; mm$

$\frac{ktr + cb}{db} = \frac{0 + 75}{14} = 5.3 > 2.5$

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

$Ld_{T\,req} = \frac{9}{10} * \frac{420}{1*\sqrt{28}} * \frac{1*1*0.8}{2.5} * 16 = 366.4\; mm$ >300mm

$Ld_{T\ available} = \frac{2100-500}{2}$ -75= 725 mm

$Ld_{T\ available}$ = 725 mm >$ld_{req} = 366.4\; mm$**…….. OK**

Compression Development Length In Footing :-

$Ld_{Creq} = \frac{0.24*Fy*dB}{\sqrt{28}}$ >0.043*Fy*dB >200mm

$Ld_{Creq} = \frac{0.24*420*14}{\sqrt{28}}$ = 266.69 >0.043*420*14 = 252.84>200mm

Ld_{Creq}= 266.69mm

$Ldc_{available}$ = 500 – 75 – 14 – 14 = 397mm >Ld_{Creq}= 266.69 mm **…….. Ok**

Lap Splice of Dowels In Column :-

Lsc = 0.071 × fy × db = 0.071 × 420 × 14 = 477.48 mm > 300 mm

Select Lsc = 500 mm

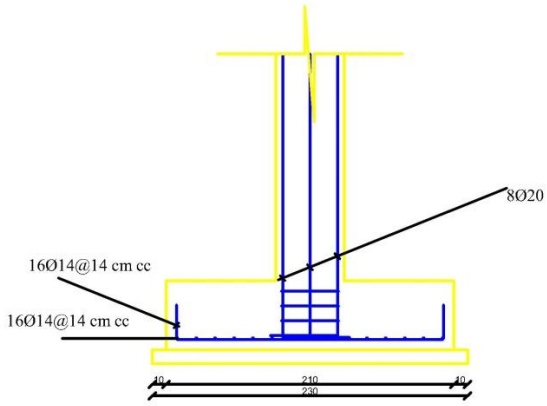


Fig (4-15) :Foot Reinforcement Details.

5

الفصـــــــــل الخامس

النتائج والتوصيات

5-1 مقدمة.

5-2 النتائج.

5-3 لتوصيات.

5-4 المصادر والمراجع.

1-5 المقدمة

في هذا المشروع تم الحصول على مخططات معمارية تفتقد إلى الكثير من الأمور، بعد دراسة جميع المتطلبات تم إعداد المخططات المعمارية والمخططات الإنشائية الشاملة لمول السلام المقترح بناءه في مدينة الخليل.

وتم إعداد المخططات الانشائية 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 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 المفرغة (Ribbed Slab) في كثير من العقدات نظراً لطبيعة وشكل المنشأ، كما تم استخدام نظام العقدة المصمتة (Solid Slab)في مناطق بيت الدرج، نظراً لكونها أكثر فاعلية من عقدات الأعصاب في تحمل ومقاومة الأحمال المركزة.
6. برامج الحاسوب المستخدمة: -

هناك عدة برامج حاسوب تم استخدمها في هذا المشروع وهي: -

a. AUTOCAD (2007+2010) :- و ذلك لعمل الرسومات المفصلة للعناصر الإنشائية.
b. ATIR, SAFE2014, ETABS 2016 :- للتحليل والتصميم الإنشائي للعناصر الإنشائية.
c. SAP 2000 :- للتحليل والتصميم الإنشائي للعناصر الإنشائية المكونة للمنشأ المعدني.
d. Microsoft Office XP: - تم استخدامه في أجزاء مختلفة من المشروع مثل كتابة النصوص والتنسيق وإخراج المشروع، وإعداد الجداول المرافقة للتصميم.
e. 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 ـ من خلال هذه التجربة ـ أن نقدم مجموعة من التوصيات، نأمل بأن تعود بالفائدة والنصح لمن يخطط لاختيار مشاريع ذات طابع إنشائي.

ففي البداية، يجب أن يتم تنسيق وتجهيز كافة المخططات المعمارية، بحيث يتم اختيار 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 استخدامها فيما بعد في مقاومة أحمال الزلازل وغيرها من القوى الأفقية.

4-5 المصادر والمراجع

1. American Concrete Institute (A.C.I), **Building code Requirement for structural concrete** (ACI-318M-08).
2. كودات البناء الوطني الأردني، كود الأحمال والقوى، مجلس البناء الوطني الأردني، عمان، الأردن، 2006م.