بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة والتكنولوجيا

دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

هندسة مباني

مشروع التخرج

التصميم الإنشائي لـِ "مول تجاري" غرناطة مول"

فلسطين-الخليل

فـريــق الـعـمـل

إبراهيم ديرية **جمانة الشراونة**

جعفر أبو زينة **سلسبيل محمد**

فراس عوض

إشـراف :

د.فايز الحجوج .

تموز–2018م

بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة والتكنولوجيا

هندسة مباني

التصميم الإنشائي لـِ "مول تجاري" بجامعة بوليتكنك فلسطين

فلسطين-الخليل

فـريــق الـعـمـل

إبراهيم ديرية	**جمانة الشراونة**
جعفر أبو زينة	**سلسبيل محمد**

فراس عوض

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**
د.فايز الحجوج	م. فيضي شبانة
.....	.....

أيار–2018م

الإهـــــــداء

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

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

فـريـق الـعـمـل

شـــكـــر وتـــقـــديـــر

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

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

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

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

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

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

فـريـق الـعـمـل

ملخص المشروع

التصميم الإنشائي لـِ "مول تجاري" بجامعة بوليتكنك فلسطين

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

يتكون المبنى من سبعة طوابق , وتبلغ المساحة الإجمالية (17123)متر مربع , ويتميز التصميم من الناحية المعمارية للمشروع بأنه تم بأسلوب يقوم على تعدد الكتل الفراغية وتوزيعها بشكل متناسق من الناحية الجمالية والوظيفية , إضافةإلى أنه تم الاهتمام عند توزيع الكتل بتوفير الراحة والسهولة وسرعة الوصول للمستخدمين.

تكمن أهمية المشروع في تنوع العناصر الإنشائية في المبنى مثل الجسور والأعمدة والبلاطات الخرسانية , وتعدد الكتل ووجود تراجعات في المساحات الطابقية .

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

Autocad (2014), Atir, Google Sketch Up, Microsoft Office XP,Etabs 2016 ,Safe 2016 .

وتضمن 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 ، ومن المتوقع بعد إتمام المشروع أن نكون قادرين على تقديم التصميم الإنشائي لجميع العناصر الإنشائية بإذن الله.

والله ولي التوفيق

Abstract

Structural Design For "Commercial mall "In Hebron City

The idea of this project can be summarized by preparing Commercial mall. Which consists of all facilities that should be available in any Mall.

The project is consists of seven floors, and the total area of the building is 17123 meter square, the design of the project is based on the multiplicity of spatial cluster and distributed consistently aesthetically and functional .

We used ACI-318 code and structural designing programs such, ATIR, AutoCAD (2014), and we studied some old graduation projects, and the project will include detailed structural study of identified and analysis of the construction elements and the expected various loads, and then the structural design of elements and the preparation of shop drawings based on the prepared design

God grants success

فهرس المحتويات Table of Contents

الصفحات الابتدائية	رقم الصفحة
تقرير مقدمة مشروع التخرج	I
تقييم 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	XII
List of Abbreviations	XIII

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

الفصل الثاني	الوصف المعماري	**6**
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	10
4-3-2	العناصر المعمارية	10
4-2	وصف طوابق المشروع	10
1-4-2	الطابق الأرضي	10
2-4-2	الطابق الأول	11
3-4-2	الطابق الثاني	12
5-2	وصف واجهات المشروع	13
1-5-2	الواجهة الشرقية	13
2-5-2	الواجهة الغربية	14
3-5-2	الواجهة الشمالية	14
4-5-2	الواجهة الجنوبية	15
6-2	وصف الحركة	15
7-2	وصف المداخل	16

الفصل الثالث	**الوصف الانشائي**	**17**
1-3	مقدمة	18
2-3	الهدف من التصميم الانشائي	18
3-3	مراحل التصميم الانشائي	18
4-3	الأحمال	19
1-4-3	الأحمال الميتة	19
2-4-3	الأحمال الحية	20
3-4-3	الأحمال البيئية	20
1-3-4-3	أحمال الرياح	20
2-3-4-3	أحمال الثلوج	22
3-3-4-3	أحمال الزلازل	22
5-3	الاختبارات العملية	23
6-3	العناصر الانشائية	23
1-6-3	العقدات	24
1-1-6-3	عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد	25
2-1-6-3	عقدات العصب ذات الاتجاهين	25

3-1-6-3	العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد	26
4-1-6-3	العقدات المصمتة ذات الاتجاهين	26
2-6-3	الأدراج	27
3-6-3	الجسور	27
4-6-3	الأعمدة	28
5-6-3	جدران القص	29
6-6-3	الأساسات	30
7-3	فواصل التمدد	31
8-3	برامج الحاسوب التي تم استخدامها	32

Chapter 4	**Structural Analysis and Design**	33
4-1	Introduction	34
4-2	Design Method and Requirements	35
4-3	Check of Minimum Thickness of Structural Member	36
4-4	Design of Topping	37
4-5	Design of One Way Rib Slab	39
4-6	Design of Beam	50
4-7	Design of Two Way Solid Slab	53
4-8	Design of Stair	66
4-9	Design of Column	81
4-10	Design of Basement Wall	86
4-11	Design of Footing	91

فهرس الجداول

رقم الجدول	اسم الجدول	رقم الصفحة
جدول (1-1)	الجدول الزمني للمشروع	4
جدول (3-1)	الكثافة النوعية للمواد المستخدمة	19
جدول (3-2)	الأحمال الحية لعناصر المبنى	20
جدول (3-3)	سرعة وضغط الرياح اعتماداً على الكود الألماني DIN 1055-5	20
جدول (3-4)	أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر	22
جدول (4-1)	Check of Minimum Thickness of Structural Member	36
جدول (4-2)	Dead Load Calculation of Topping	37
جدول (4-3)	Dead Load Calculation of Rib (R 1)	41
جدول (4-4)	Dead Load Calculation of beam	50
جدول (4-5)	Dead Load Calculation of One way solid slab	50
جدول (4-6)	Dead Load Calculation of Flight	67
جدول (4-7)	Dead Load Calculation of Middle Landing	71

فهرس الأشكال

رقم الشكل	اسم الشكل	رقم الصفحة
الشكل (2-1)	الموقع العام لقطعة الأرض	7
الشكل (2-2)	مسقط الطابق الأرضي	9
الشكل (2-3)	مسقط الطابق الأول	10
الشكل (2-4)	مسقط الطابق الثاني	11
الشكل (2-5)	مسقط الطابق الثالث	12
الشكل (2-6)	مسقط الطابق الرابع	13

الشكل (2-7)	الواجهة الشمالية	14
الشكل (2-8)	الواجهة الجنوبية	14
الشكل (2-9)	الواجهة الغربية	14
الشكل (2-10)	الواجهة الشرقية	15
الشكل (2-11)	مقطع A-A	15
الشكل (2-12)	مقطع B-B	15
الشكل (3-1)	تأثير الرياح على المباني من حيث ارتفاع المبني والبيئة المحيطة به	21
الشكل (3-2)	توضيح لبعض العناصر الانشائية للمبنى	23
الشكل (3-3)	عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد	25
الشكل (3-4)	عقدات العصب ذات الاتجاهين	25
الشكل (3-5)	العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد	26
الشكل (3-6)	العقدات المصمتة ذات الاتجاهين	26
الشكل (3-7)	الدرج	27
الشكل (3-8)	أنواع الجسور المستخدمة في المشروع	28
الشكل (3-9)	أنواع الأعمدة المستخدمة في المشروع	29
الشكل (3-10)	جدار قص	30
الشكل (3-11)	الأساسات	31

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 tensionreinforcement.

- **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

1-1مقدمة .

1-2وصف عام للمشروع .

1-3أسباب اختيار المشروع .

1-4أهداف المشروع .

1-5مشكلة المشروع .

1-6المسلمات .

1-7فصول المشروع .

1-8الجدول الزمني للمشروع.

1-1مقدمة

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

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

ومع تطور الإنسان وتطور حياته ومع الإنفتاح 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 مول تجاري في مدينة الخليل.

1-2وصف عام للمشروع

المشروع عبارة عن مول تجاري يقع في مدينة الخليل، يتكون المبنى من سبعة طوابق، على مساحة قطعة أرض 10000متر مربع، ومساحة البناء الكلية لجميع الطوابق حوالي 15000متر مربع ,قائمة على كتلة واحدة على النحو التالي-:

- **طابقين تسوية بمساحة 5366.9متر مربع .**
- **الطوابق الأرضي والأول والثاني والثالث بمساحة 9324.32متر مربع.**
- **الطابق الرابع)الرووف (بمساحة 2331.08متر مربع**

1-3أسباب 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 -:

- توفر قطعة أرض بمساحة تستوعب حجم المشروع.
- حيوية المنطقة.
- سهولة الوصول إلى الموقع.
- احتفاظ الموقع بمميزات طبيعية تؤهله لاحتواء المشروع.

الأسباب الشخصية -:

.1رغبة فريق المشروع بأن يكون المشروع إنشائياً.

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

4-1أهداف المشروع

- **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 للمباني العامة طابع معماري خاص بها يدل على تطور الذوق المعماري،وهذا يدل على تطور المدينة وحضارتها.

- **أهداف إنشائية:-**

- القدرة على اختيار النظام الإنشائي المناسب للمشاريع المختلفة وتوزيع عناصره الإنشائية على المخططات مع مراعاة الحفاظ على الطابع المعماري.
- العمل على توظيف كافة المعلومات التي إكتسبناها أثناء حياتنا الدراسية من خلال المساقات المختلفة من أجل الوصول إلى مشروع متكامل.
- التعرف على نماذج وطرق إنشائية جديدة لم نكتسبها خلال دراستنا ومعرفة كيفية التعامل معها حسب الحاجة.
- و بذلك يمكن أن يعد المشروع بمثابة مرجع متكامل في مجال التحليل والتصميم لمختلف العناصر الإنشائية في المباني لما يحويه من أمثلة وتطبيقات على هذه الموضوعات.

1-5مشكلة المشروع

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

1-6المسلمات

تهدف دراستنا إلى إعداد المخططات الإنشائية اللازمة لكافة عناصر المشروع، وتم الاعتماد في المشروع على كل من الكود الأمريكي (ACI -318-08) و الكود الأردني للأحمال الحية .

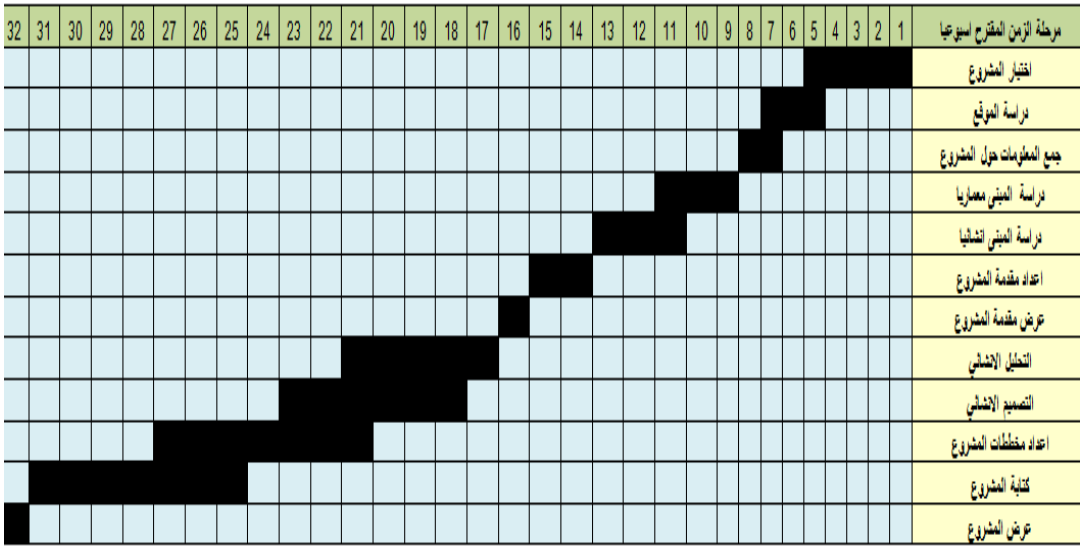
1-7فصول المشروع

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.

1-8الجدول الزمني للمشروع

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



جدول :(1-1)الجدول الزمني للمشروع.

2

الفصل الثاني

الوصف المِعمَـاري

2-1 مقدمة .

2-2 لمحة عامة عن المشروع .

2-3 موقع المشروع.

2-4 وصف طوابق المشروع.

2-5 الواجهات .

2-6 وصف الحركة و المداخل.

2-7 المداخل.

2-1 مقدمة :

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

وبهذا أصبحت العمارة فن وموهبة وأفكار، تستمد وقودها مما وهبه الله للمعماري من مواهب الجمال. وإذا كان لكل فن أو علم ضوابط وحدود يقف عندها فإن العمارة لا تخضع لأي حد أو قيد، فهي تتأرجح مابين الخيال والواقع؛ والنتيجة قد تكون أبنية متناهية البساطة والصراحة تثير فينا بعض الفضول رغم أنها قد تخبئ لنا العديد من المفاجآت عندما ندخلها ونتفاعل مع تفاصيلها.
وقد يبدو المبنى بسيطاً من الخارج، وكأنه مفكك إلى عدة قطع ضخمة دون الشعور بالاتصال بين هذه القطع؛ مع أنها في حقيقة الأمر متصلة ومترابطة عبر عدة فراغات وجسور. وقد يعتمد المبنى في تركيبته الهندسية اعتماداً كلياً على شكل هندسي منتظم كوحدة متكررة في كل أجزاء المبنى، وإن كانت أحياناً تحّرف وتقطع لتخرج بتركيبة بصرية لا توحي بارتباطها بالشكل المنتظم.

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

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

2-2 لمحة عامة عن المشروع :

إن فكرة تصميم مول غرناطة التجاري 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 أخرى، كل ذلك وغيره من الأسباب دفع إلى التفكير الفعلي في هذا التصميم لهذا المول التجاري في المدينة.
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 بالموازاةمع 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 وتبلغ المساحة الإجمالية للمبنى حوالي 15000 متر مربع، موزعة على كتلة واحدة مكونة من سبعة طوابق على النحو التالي: -

1- طابقين تسوية بمساحة 5366.9 متر مربع.
2- الطوابق الأرضي والأول والثاني والثالث بمساحة 9324.32 متر مربع.
3- الطابق الرابع (الرووف) بمساحة 2331.08 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 المنطقةبحيث تصان العناصر القائمةوتتألف 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 واد الهرية دوار العجوري 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 للمشروع.

2-3-1 أهمية الموقع:

الشروط العامة لاختيار 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 و الرياح:

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 إلى 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 الأرض وموقعها في وسط المدينة وتبلغ مساحة البناء 15000 متر مربع،والتوزيع المعماري لهذه المرافق يتسم بالتنوع مما أدى إلى التنوع في التصميم الإنشائي،وهي موزعة على النحو التالي: -

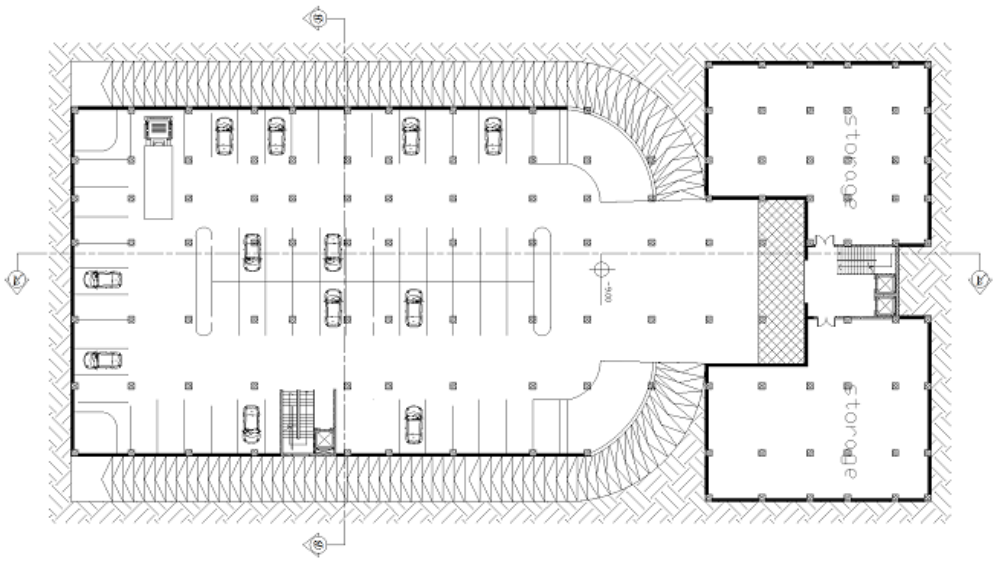
2-4-1طابق التسوية الثاني:-

منسوب (9.00-) بمساحة تقدر 2683.45 متر مربع.

استعمالات الطابق:-

1- مواقف سيارات.

2- المصاعد والأدراج.



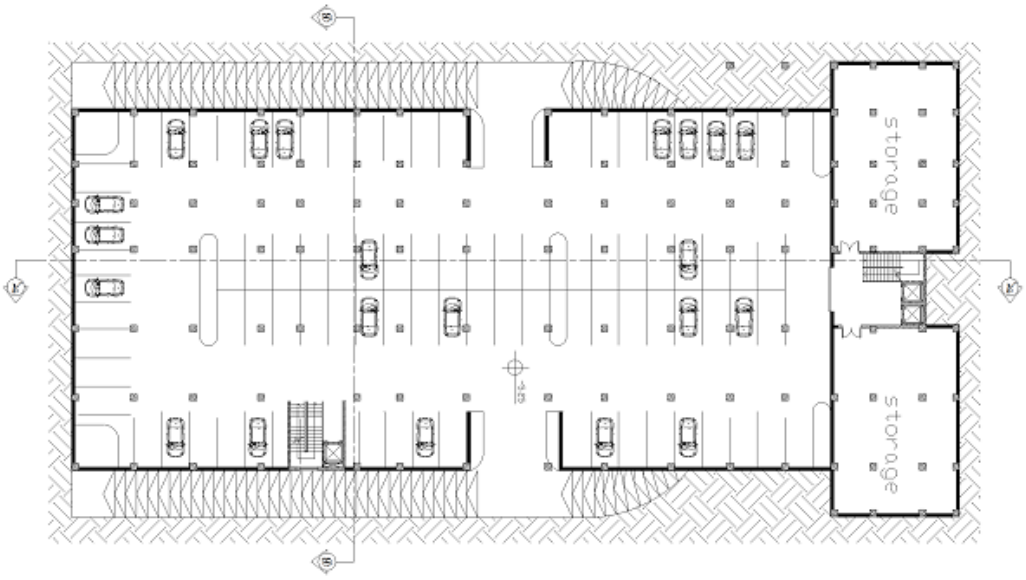
الشكل (2-2):المسقط الأفقي للطابق الأرضي.

2-4-2 طابق التسوية الأول:-

منسوب (-5.25) بمساحة تقدر ب2683.45 متر مربع.

استعمالات الطابق:-

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

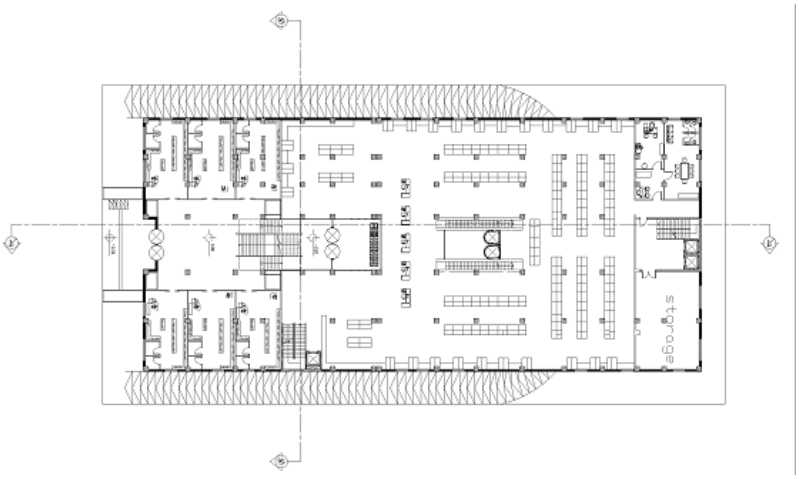


2-4-3الطابق الأرضي:-

منسوب (-1.50) بمساحة تقدر ب2331.08 متر مربع.

استعمالات الطابق:-

1- **المدخل الرئيسي للمبنى.**
2- **المحلات التجارية.**
3- **المخازن.**
4- **المصاعد والأدراج.**
5- **المكاتب**

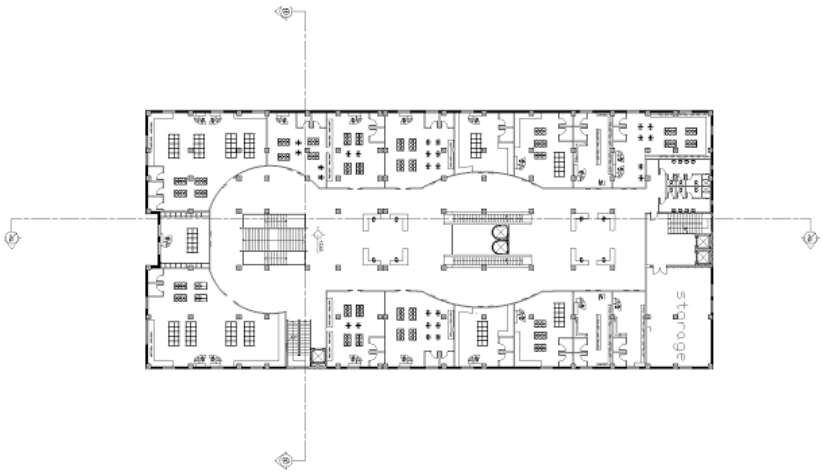


2-4-4الطابق الأول , الطابق الثاني , الطابق الثالث :-

منسوب (3.60+ , 8.10+ , 12.60+) بمساحة تقدر ب2331.08 متر مربع.

استعمالات الطابق:-

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

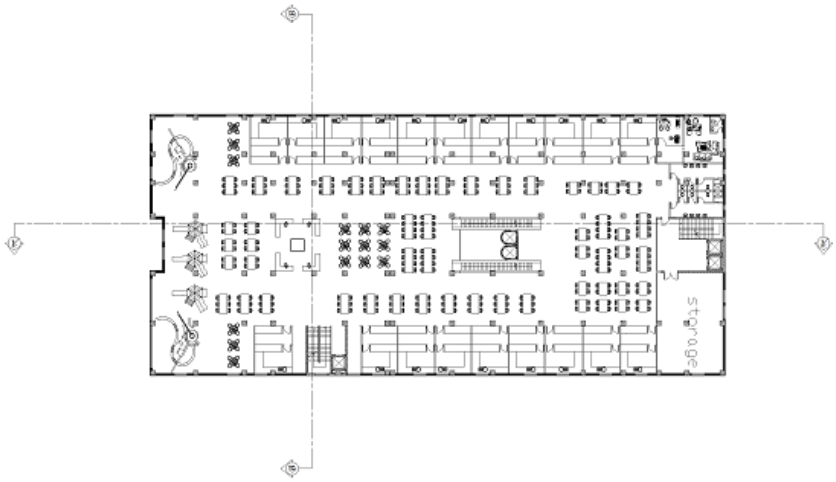


2-4-5الطابق الرابع:-

منسوب (17.10+) بمساحة تقدر ب2331.08 متر مربع.

استعمالات الطابق:-

1- **صالة الألعاب والتمارين الرياضية.**
2- **المصاعد والأدراج.**
3- **الوحدات الصحية .**
4- **قسم المطاعم .**
5- **المخازن .**
6- **محلات تجارية .**

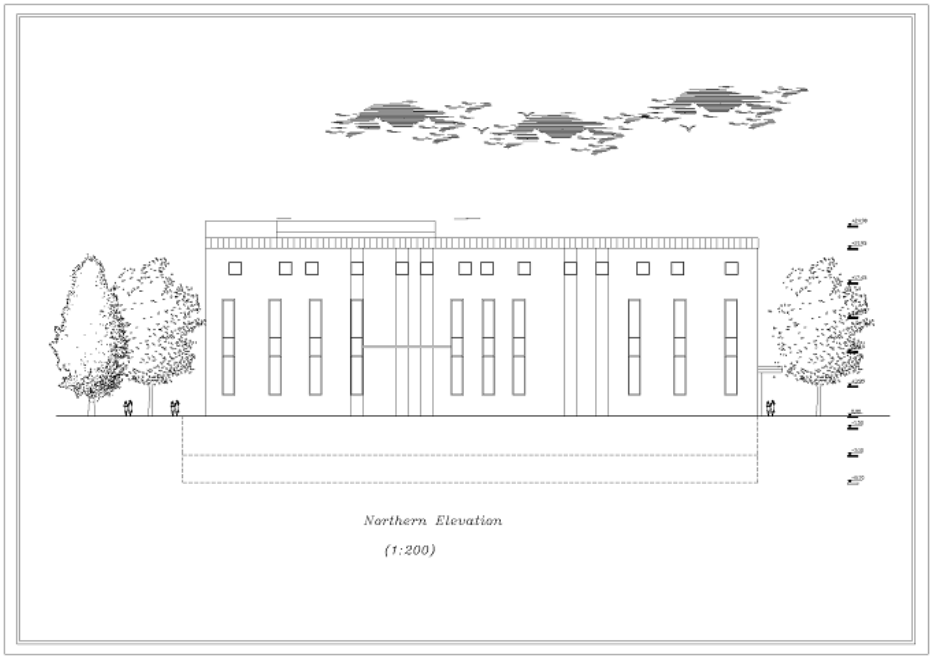


5-2 الواجهات :-

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 الشمالية:

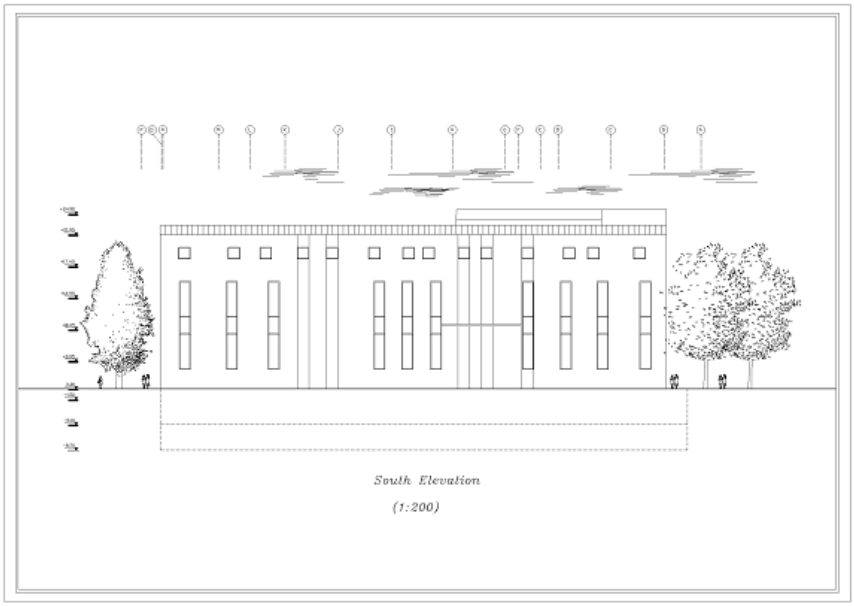
تحتوي هذه الواجهة على شبابيك طويلة وكتل حجرية، وهذه الكتل تعطي منظرا معماريا جميلاً للمبنى.



الشكل (2-7): الواجهة الشمالية.

2-5-2الواجهةالجنوبية:

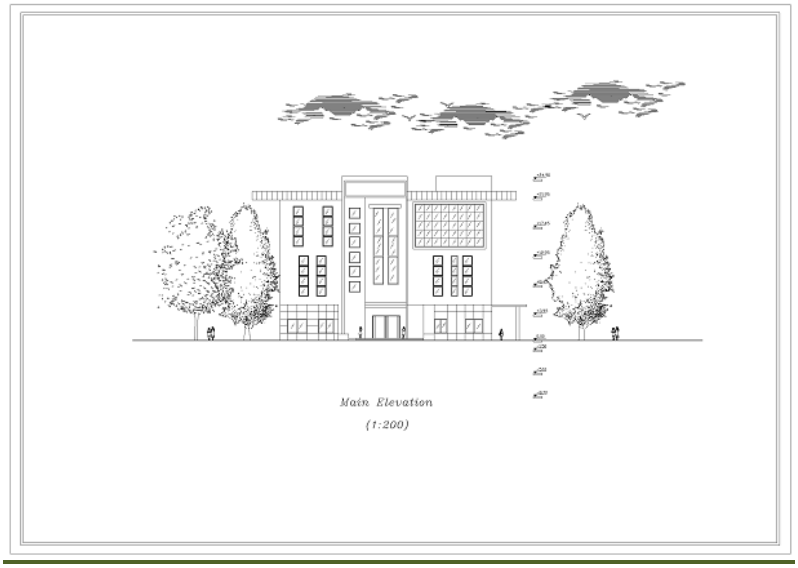
تحتوي هذه الواجهة على شبابيك طويلة وكتل حجرية، وهذه الكتل تعطي منظرا معماريا جميلاً للمبنى.



الشكل (2-8) :الواجهة الجنوبية.

2-5-3الواجهةالغربية:

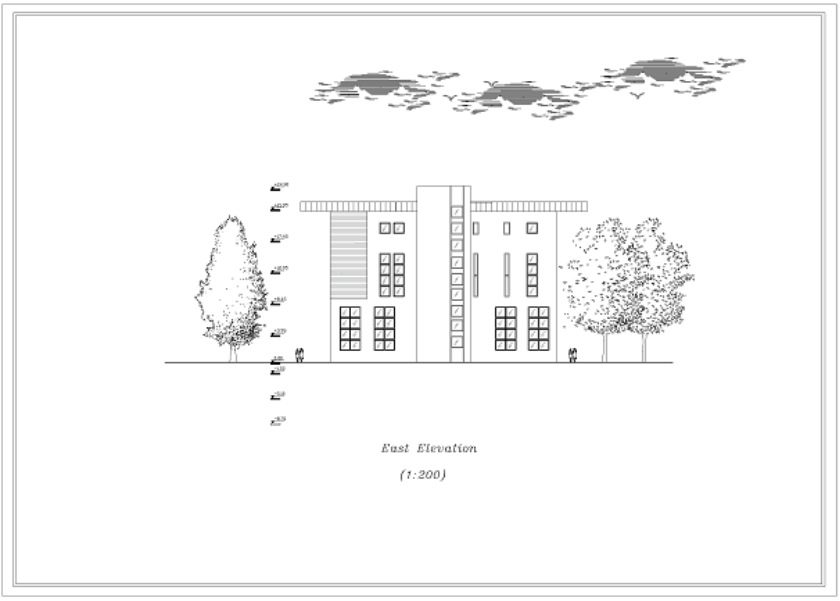
هي الواجهة الرئيسة للمشروع حيث تمتلك الإطلالة الكاملة للمبنى ومدخله الرئيسي، وتضم هذه الواجهة تصوراً جيداً عن حجم المشروع للناظر كما أنها تبرز المدخل الرئيسي الذي يدفع المقبل على المبنى إلى التوجه إليه دون الحاجة إلى إشارة أو دليل.



الشكل (2-9):الواجهة الغربية.

2-5-4الواجهة الشرقية:

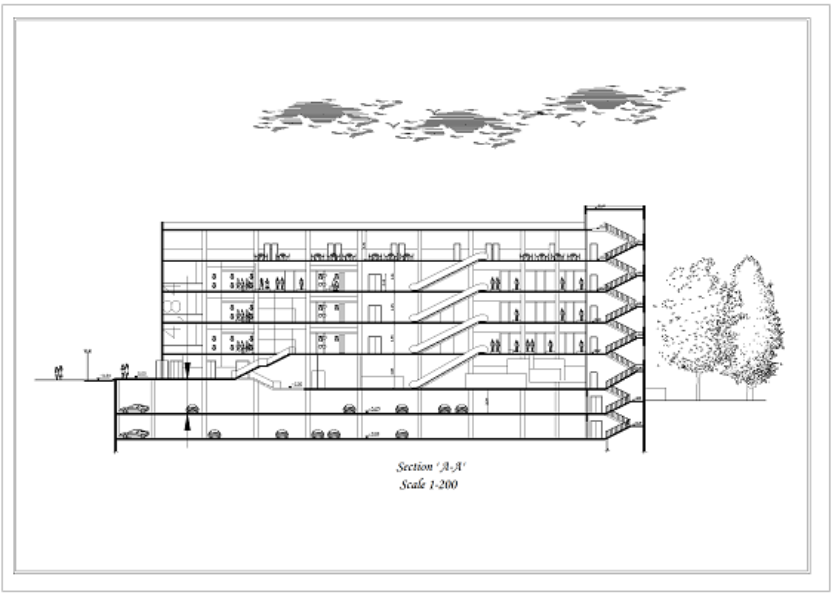
وتحتوي هذه الواجهة على نوافذ كبيرة ومستمرة والواجهة زجاجية وحجرية كما في الشكل التالي:



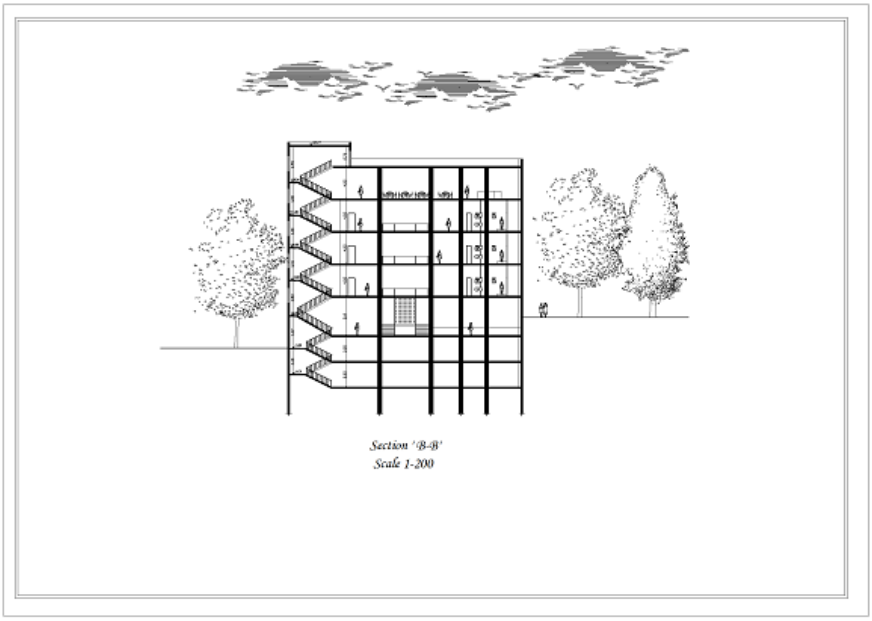
الشكل (2-10):الواجهة الشرقية.

2-7 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 (2-11):المقطعA-A.



الشكل (2-12):المقطعB-B

2-8 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

1-3 مقدمة .

2-3 الهدف من التصميم الإنشائي.

3-3 مراحل التصميم الإنشائي.

4-3 الأحمال.

5-3 الاختبارات العملية .

6-3 العناصر الإنشائية المكونة للمشروع .

7-3 فواصل التمدد.

8-3برامج الحاسوب.

3-1 مقدمة

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

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

3-2 الهدف من التصميم الإنشائي

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

- الأمان(Safety):- حيث يكون المبنى آمن في جميع الأحوال ومقاوم للتغيرات الطبيعية المختلفة.
- والتكلفة 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 الإنشائي

يمكن تقسيم مراحل التصميم الإنشائي إلى مرحلتين رئيسيتين:-

1. المرحلة الأولى :-

وهي الدراسة الأولية للمشروع من حيث طبيعة المشروع وحجمه، بالإضافة لفهم المشروع من جميع جوانبه المختلفة وتحديد مواد البناء التي تم اعتمادها للمشروع، وثم 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

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

1-4-3 الأحمال الميتة:-

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

الرقم	المادة المستخدمة	الكثافة (KN/m^3)
1	البلاط	22
2	الخرسانة المسلحة	25
3	الطوب	9
4	القصارة	22
5	الرمل	16
6	المونة	22

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

2-4-3 الأحمال الحية:-

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

الرقم المتسلسل	طبيعة الاستخدام	الحمل الحي (KN/m^2)
1	الادراج الكهربائية	5.0
2	مراحيض	5.0
3	الأدراج	5.0
4	قاعة المولد	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، و يمكن إعتبارها 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 الأخرى.

وتم اعتماد الكود الألماني (DIN 1055-5)للحصول على قيم قوى الرياح الأفقية، 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 اعتمادا على الكود الألمانيDIN 1055-5

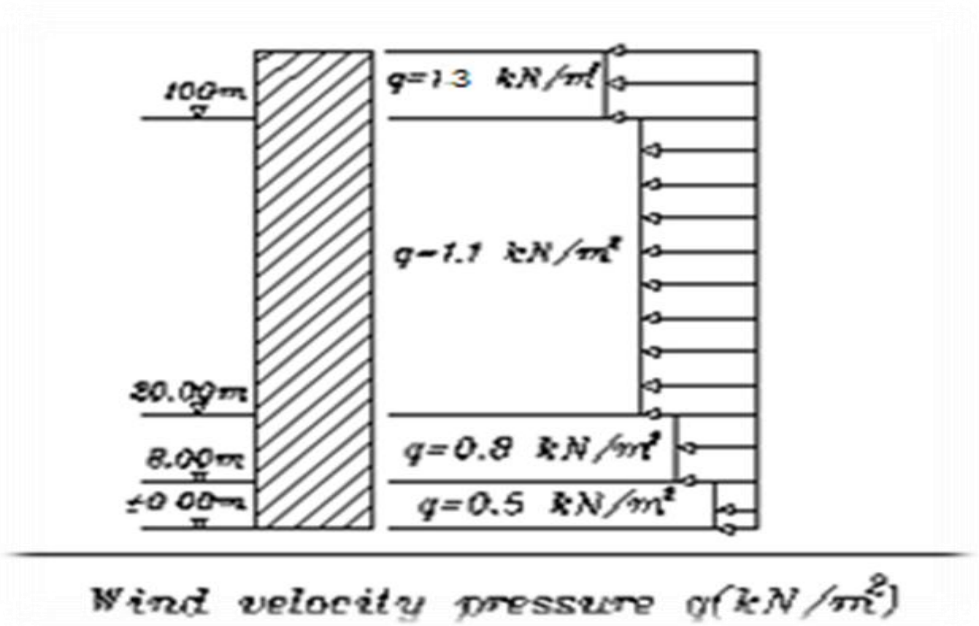
$$q = v^2 / 1600$$

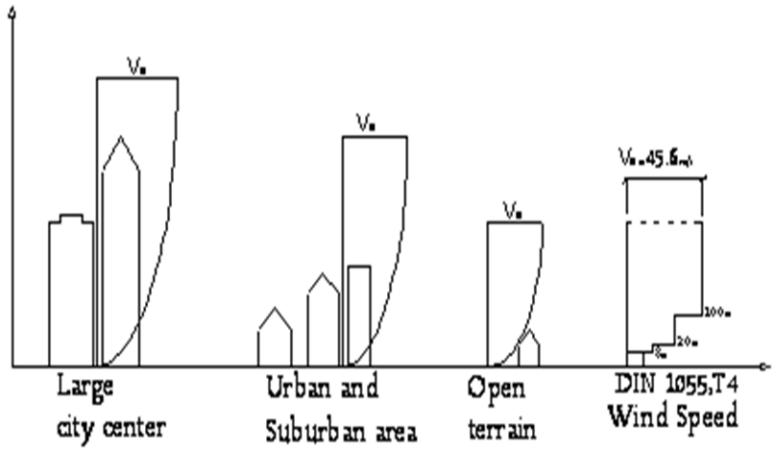
حيث أن :

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

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

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.

3-4-3-2أحمال الثلوج :

تعتمد أحمال الثلوج على إرتفاع المنطقة عن سطح البحر، وعلى شكل السقف، ويتم تحديدها باستخدام كودات 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:-

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

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

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

3-4-3- 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.

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

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

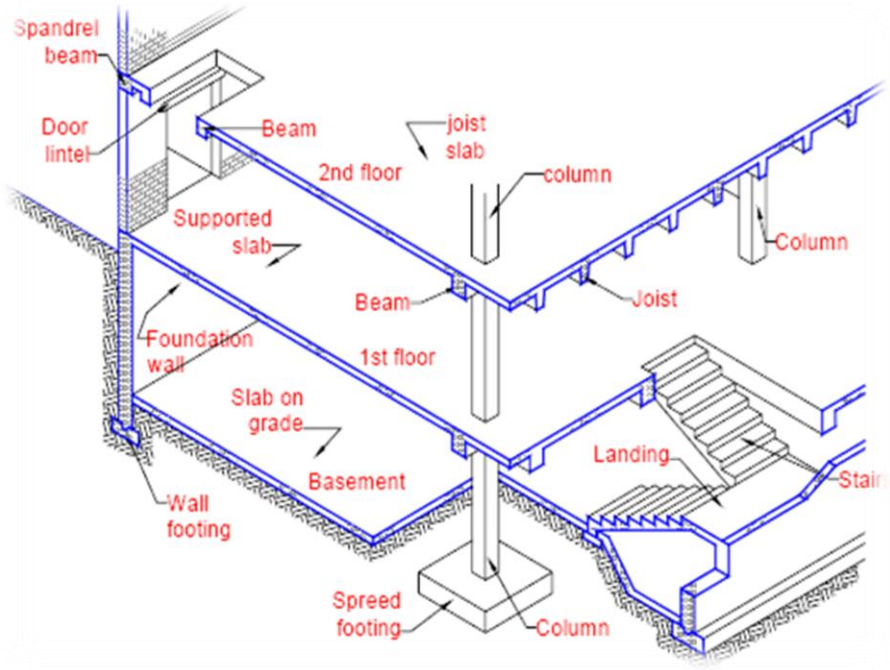
3-5الإختبارات العملية

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

3-6العناصر الإنشائية

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:-

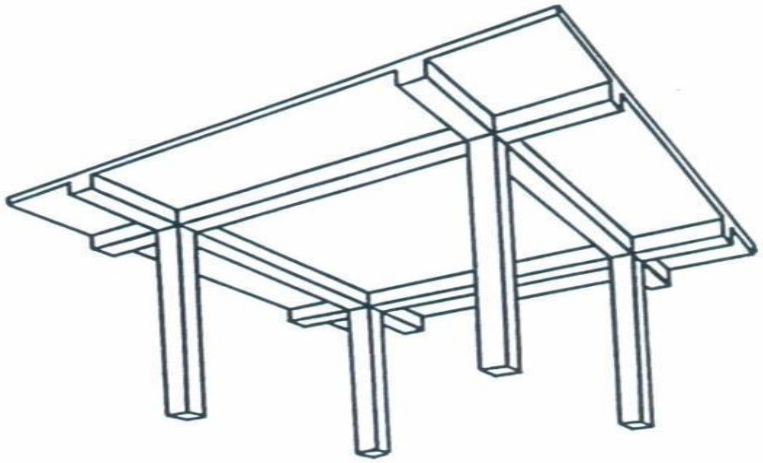
3-6-1العقدات :-

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

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

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

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



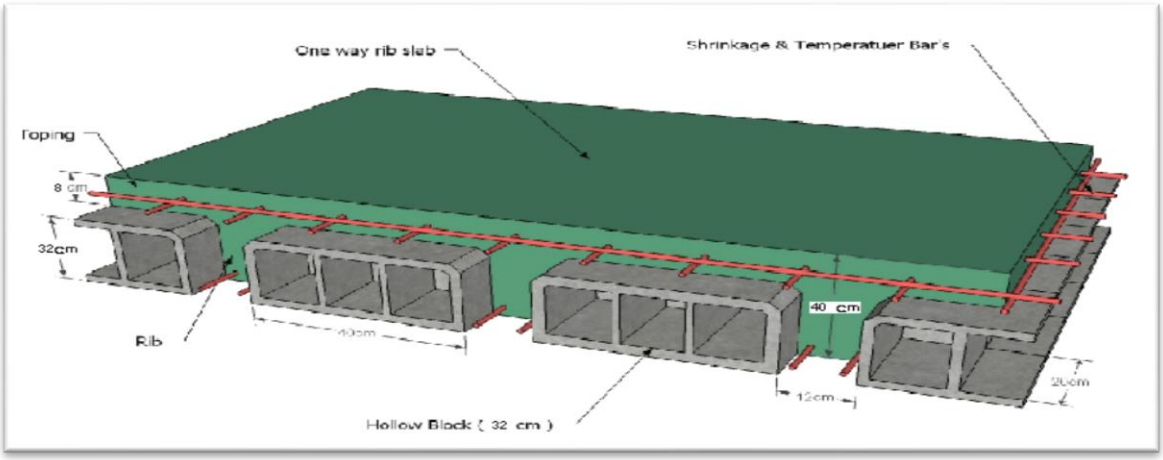
2. البلاطات المفرغة (Ribbed Slabs) وتقسم إلى :-

- 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 7.5 متر،أما عقدات العصب ذات الإتجاهين فتستخدم في حالة المساحات الكبيرة نسبياً، و في التصميم الانشائي لهذا المشروع تم استخدام عقدات العصب باتجاه واحد فقط وذلك لطبيعة المبنى.

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

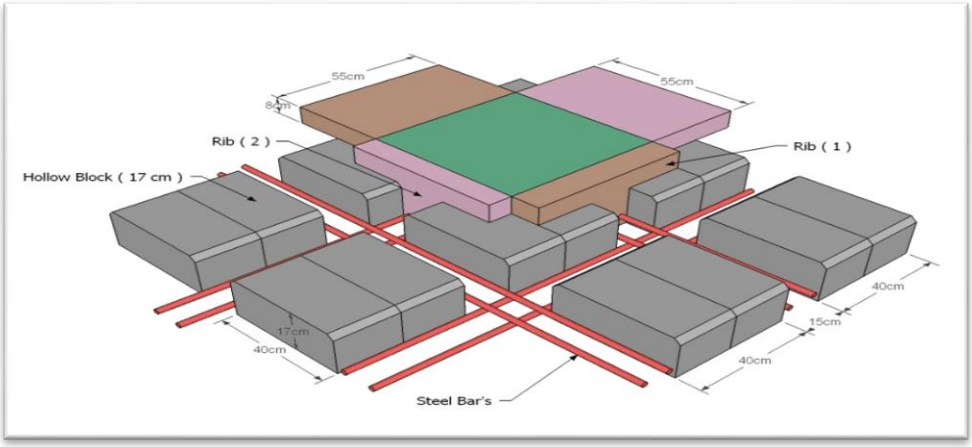
إحدى أشهر الطرق المستخدمة في تصميم العقدات في هذه البلاد وتتكون من صف من الطوب يليها العصب، ويكون التسليح بإتجاه واحد كما هو مبين في الشكل (3-3).



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

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

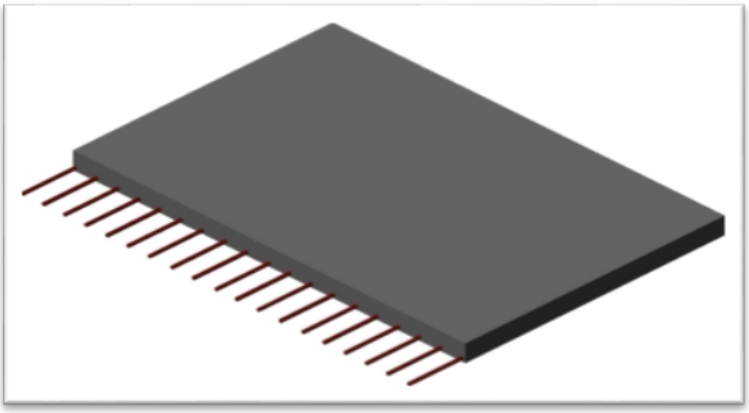
تشبه السابقة من حيث المكونات ولكن تختلف من حيث كون التسليح بإتجاهين، ويتم توزيع الحمل في جميع الإتجاهات ويراعى عند حساب وزنها طوبتين و عصب في الإتجاهين، كما يظهر في الشكل (3-4).



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

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

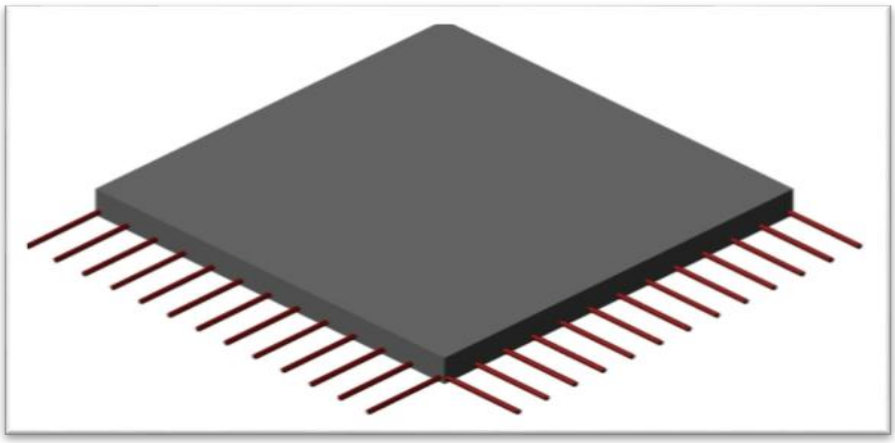
تستخدم في المناطق التي تتعرض كثيرا للأحمال الحية، وذلك تجنباً لحدوث إهتزاز نظراً للسماكة المنخفضة وتستخدم عادة في عقدات بيت الدرج ، كما في الشكل (3-5) .



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

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

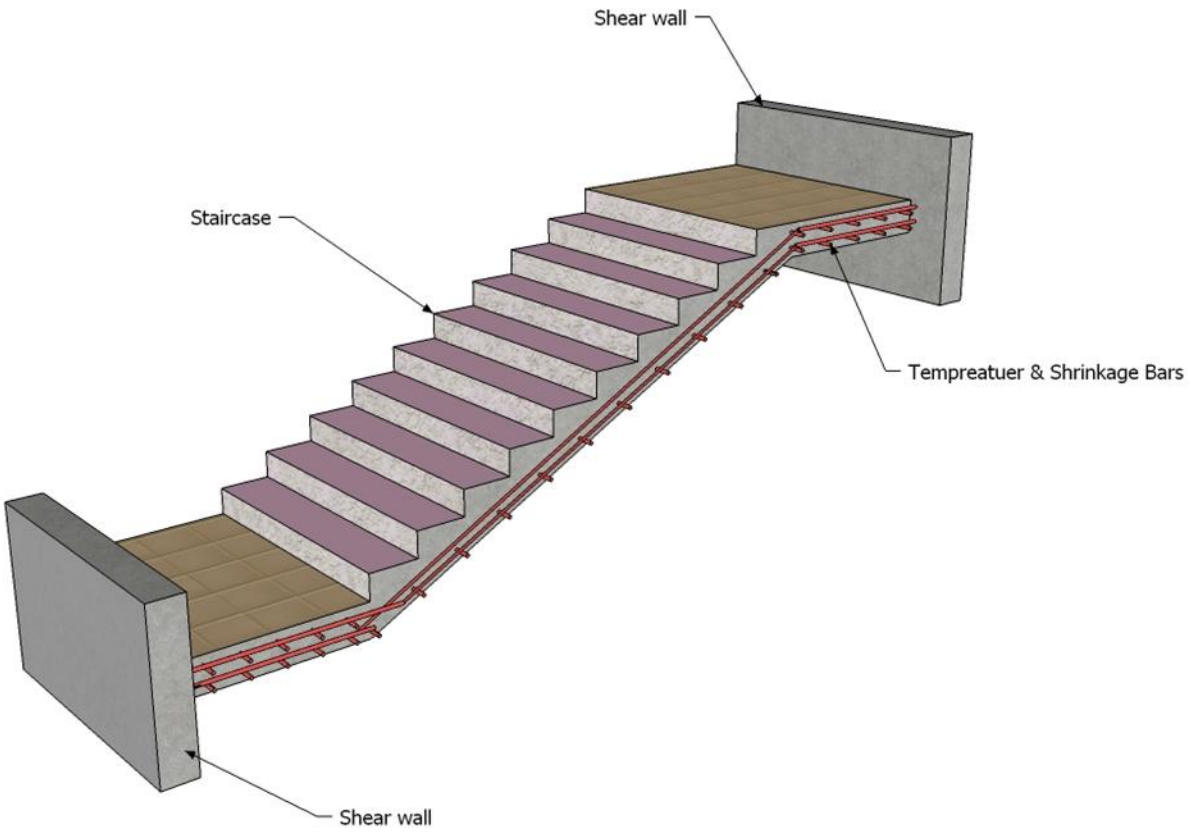
تستخدم في حال كانت الأحمال المؤثرة أكبر من المقدار الذي تستطيع العقدة المصمتة ذات الإتجاه الواحد مقاومتها، وعند ذلك يتم اللجوء إلى تصميم هذا النوع من العقدات و ذلك لأنها تستطيع مقاومة الأحمال بشكل أكبر حيث يوزع التسليح الرئيسي فيها بإتجاهين,كما هو موضح في الشكل (3-6).



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.

3-6-3الجسور :-

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

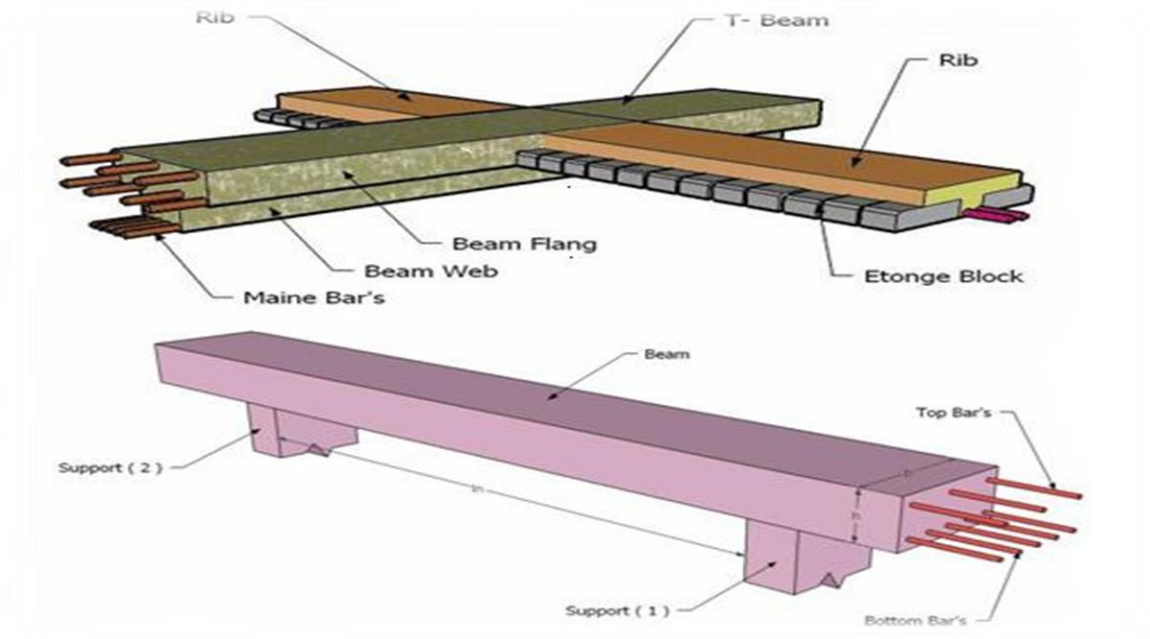
1- جسور مسحورة (Hidden Beam).

وهي التي يكون إرتفاعها مساوي لإرتفاع العقدة.

2- جسور ساقطة (Dropped Beam).

وهي التي يكون إرتفاعها اكبر من إرتفاع العقدة, ويتم إبراز الجزء الزائد من الجسر في أحد الإتجاهين السفلي أوالعلوي وتسمىL-sectionأوT-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.



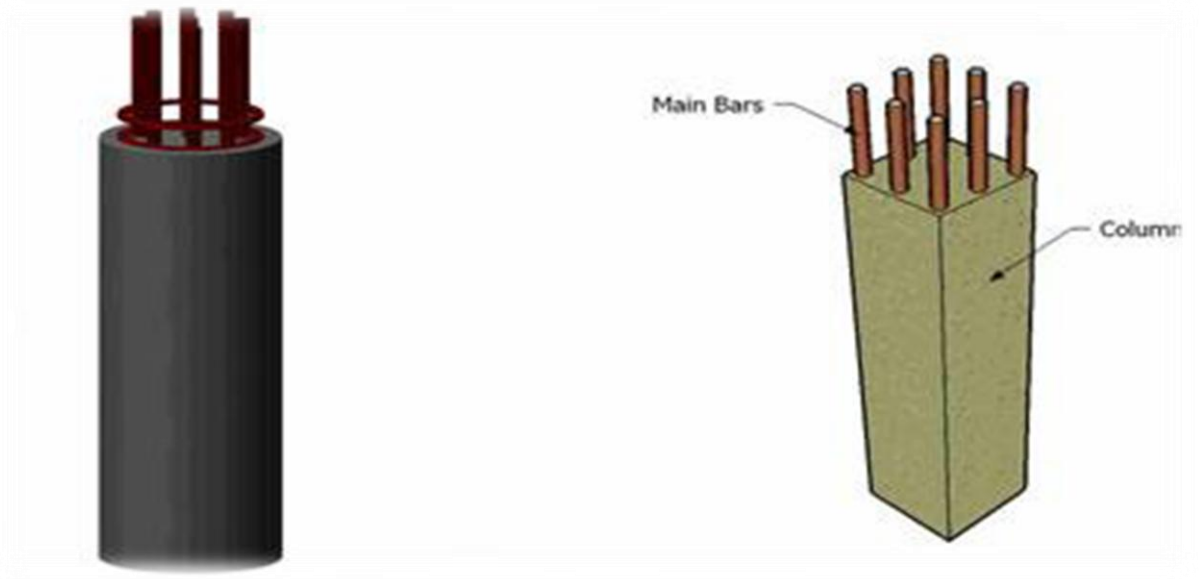
الشكل (3-8) : أنواع الجسور المستخدمة في المشروع.

3-6-4الأعمدة:-

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).

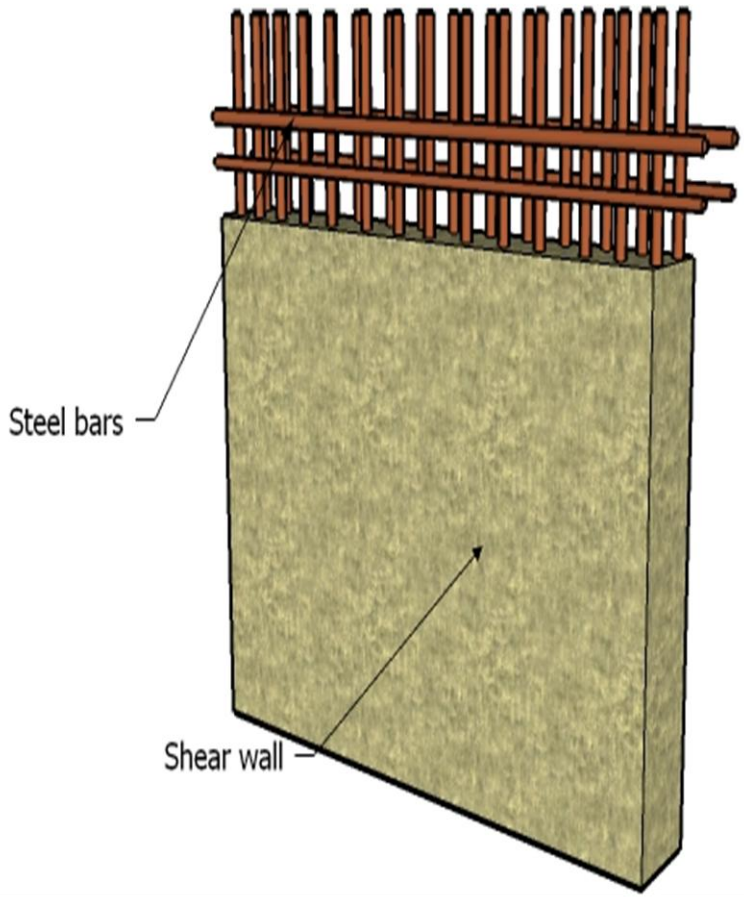
أما من حيث الشكل المعماري أو المقطع الهندسي فهي تقسم الى ثلاث انواع وهي :- المستطيلية والدائرية والمربعة, وفي هذا المشروع تم إستخدام النوعين المستطيلي و الدائري كما هو مبين في الشكل (3-9).



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

3-6-5جدران 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.



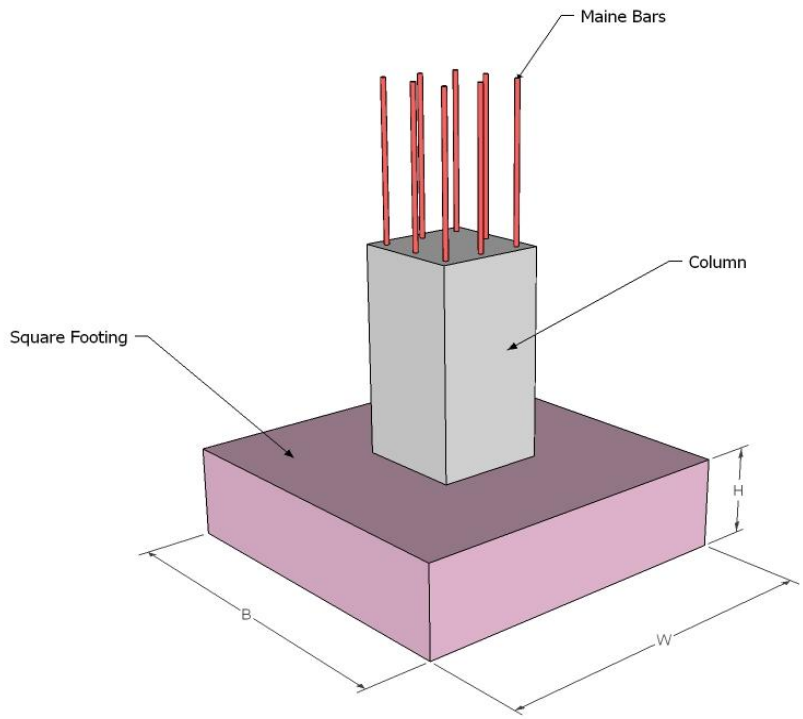
الشكل (3-10) : جدار قص.

3-6-6الأساسات:-

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).

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



الشكل (3-11) : الأساسات

7-3 فواصل التمدد

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

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

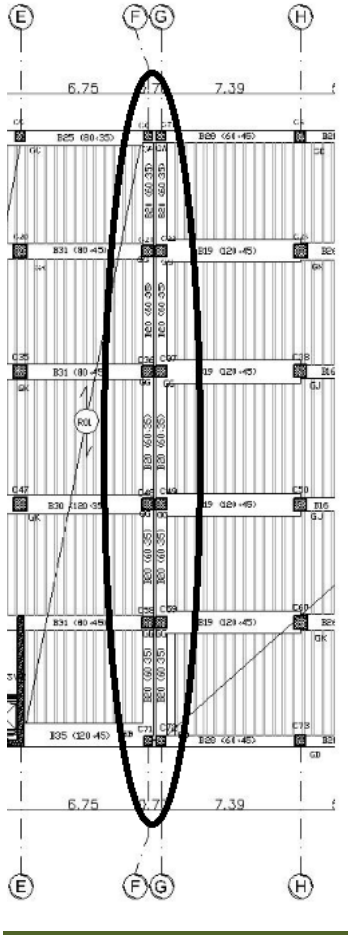
5) و يمكن زيادة هذه المسافات بشرط الأخذ بعين الاعتبار تأثير عوامل الانكماش و التمدد و الزحف .

6) و في حالة أعمال الخرسانة الكتلية كالحوائط الأستنادية و الأسوار يجب تقليل المسافات بين الفواصل و اخذ الاحتياطات اللازمة لمنع تسرب المياه من خلال فواصل التمدد .

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

الشكل (3-12) : فاصل تمدد .

وفي هذا المبنى تم استخدام فاصل تمدد واحد لان ابعاد المبنى 70*32



الشكل (3-13) فاصل تمدد بالمبنى.

3-8برامج الحاسوب التي تم استخدامها

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

6. ETABS 2015.
7. SAP 2000.

Chapter 4

4

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.

4.5Design of One Way-ribbed Slab (R1).

4.6Design of Beam(B16).

4.7 Design of Two way Solid Slab .

4.8 Design of Stair.

4.9 Design of Column .

4.10 Design of Basement wall

4.11 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/m^3.
- Normal weight concrete with unit weight from about 1800 to 2400 kg/m^3.
- Heavyweight concrete with unit weight from about 3200 to 5600 kg/m^3.

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…. $Fcu = 30 N/mm^2 (MPa)$ For circular section

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

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

- ✓ **Factored loads:**

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

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

4.3 Check of Minimum Thickness of Structural Member:

Table (4. 1) MINIMUM THICKNESS OF NONPRESTRESSED BEAMSOR ONE-WAY SLABS UNLESS DEFLECTIONS ARE CALCULATED. (ACI 318M-11)

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

- **For Rib :**

  $h_{min}$for (one end continuous)=L/18.5=625/18.5=33.8cm

  $h_{min}$for (both end continuous)=L/18.5=703/21=33.5cm

- **ForBeam :**

  h_{min} for(one end continuous)=L/18.5=507/18.5= 27.4cm

  $h_{min}$for(both end continuous)=L/21=600/21=28.6cm

The minimum thickness will be h_{min}=35cm

select 35cm for rib slab with hidden beam

h=35cm (27 cm Hollow Block+8 cm Topping)

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.

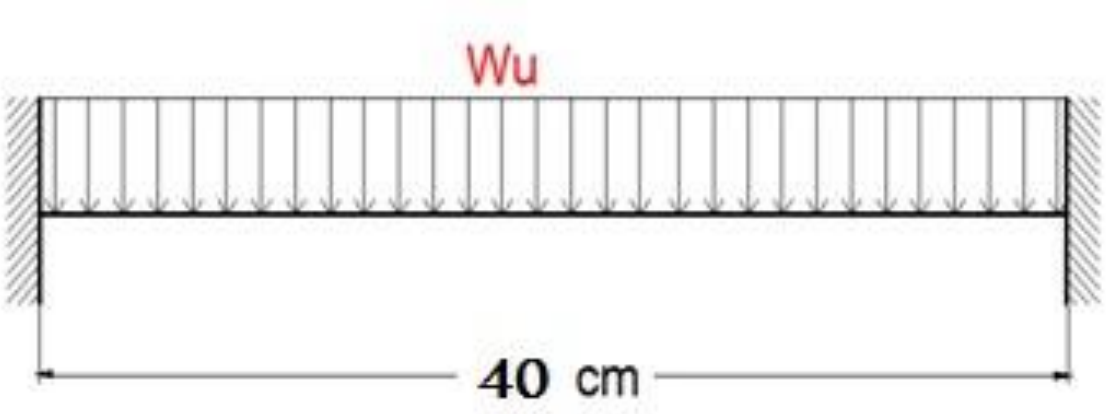


Figure 4. 1 topping load.

✓ Load calculations:

Dead load calculations:

Table (4. 2) Dead load calculation Topping

Dead load from:	δ×γ×1	KN/m
Tiles	0.03×23×1	0.69
Mortar	0.02×22×1	0.44
Coarse sand	0.07×17×1	1.19
Topping	0.08×25×1	2
Interior partitions	2.3×1	2.3
	∑	6.62KN/m

- **Live Load :**

L_L =4 KN/m^2

L_L =4 KN/m^2×1m=4KN/m

- **Factored Load :**

W_U = 1.2 ×6.62 + 1.6×4 =14.344 KN/m

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

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

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

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

$M_u = \frac{W_u L^2}{12} = 0.191$ KN. m (negative moment)

$M_u = \frac{W_u L^2}{24} = 0.0956$KN. m (positive moment)

øM_n>> M_u = 0.191 KN. m

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

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

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

Step (s) is the smallest of:

1. 3h = 3×80 =240 mm control by ACI 10.5.4
2. 450mm.
3. S =$380\left(\frac{280}{f_s}\right) - 2.5C_c = 380\left(\frac{280}{\frac{2}{3}420}\right) - 2.5.20 = 330mm$ ACI 10.6.4 OR

S ≤$300\left(\frac{280}{f_s}\right)$=300 mm

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

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

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=35cm<3.5*12=42 cm

tf ≥ Ln/12≥50mm …….ACI(8.13.6.1)

Select tf=8cm

- ✓ **Statically system and Dimensions**

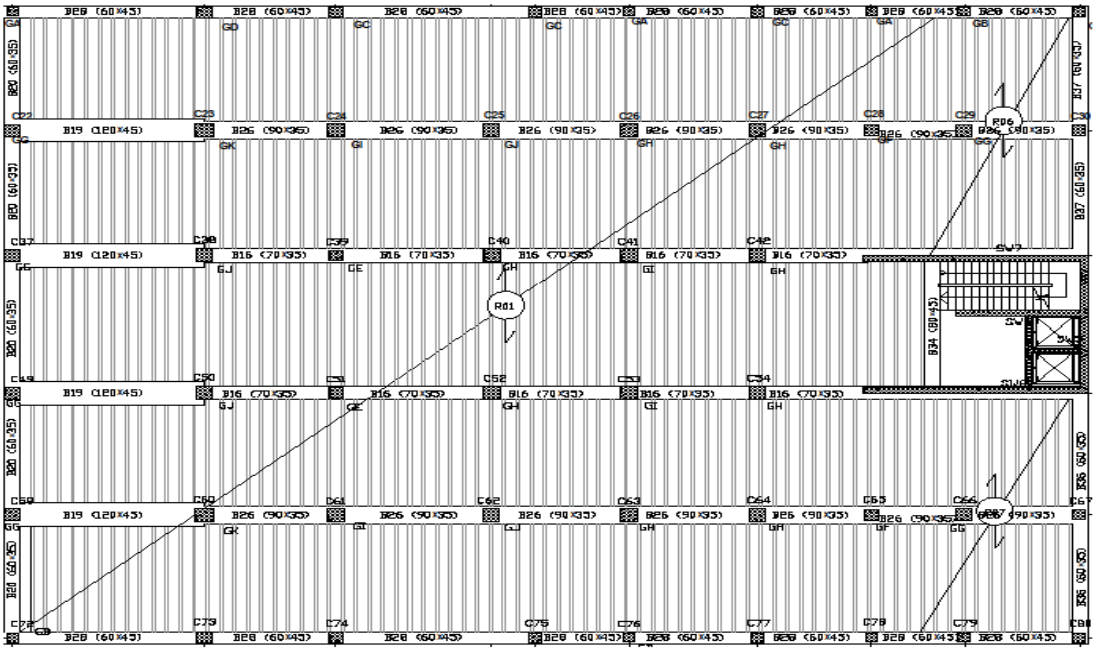


Figure 4. 2 One Way Rib slab (R1)

Load calculations :

- **Dead load:**

Table (4. 3) Dead load calculation Topping of ribS

Dead load from:	**h×γ×b**	**KN/m**
Tiles	0.03×23×0.52	0.359
Mortar	0.03×22×0.52	0.343
Coarse sand	0.07×17×0.52	0.619
Topping	0.08×25×0.52	1.04
R.c rib	0.27×25×0.12	0.81
Hollow block	0.27×10×0.4	1.08
Plaster	0.03×22×0.52	0.343
Interior partitions	2.3×0.52	1.196
	∑	5.79 KN/m

Dead load /rib = 5.79 KN/m

- **Live load =4KN/M^2**

Live load /rib = 4KN/m^2 × 0.52m = 2.08 KN/m.

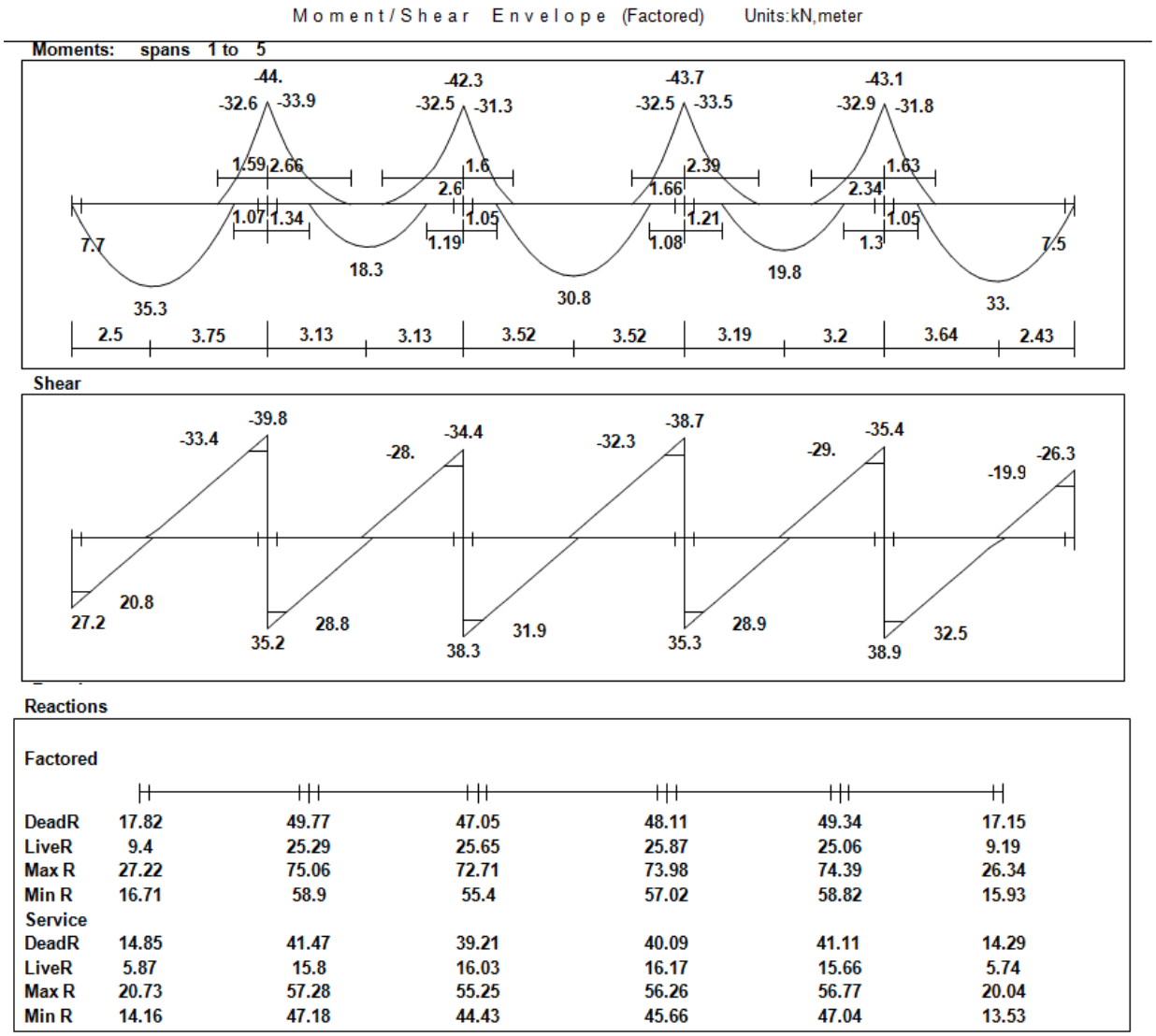
- **<u>The effective flange (be) :</u>**

1) be $\leq \frac{L}{4} = \frac{5400}{4} = 1350$ mm

2) be≤ bw +16hf=120+16*80=1400mm

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

Take be=520 mm



Reactions

Factored

DeadR	17.82	49.77	47.05	48.11	49.34	17.15
LiveR	9.4	25.29	25.65	25.87	25.06	9.19
Max R	27.22	75.06	72.71	73.98	74.39	26.34
Min R	16.71	58.9	55.4	57.02	58.82	15.93
Service						
DeadR	14.85	41.47	39.21	40.09	41.11	14.29
LiveR	5.87	15.8	16.03	16.17	15.66	5.74
Max R	20.73	57.28	55.25	56.26	56.77	20.04
Min R	14.16	47.18	44.43	45.66	47.04	13.53

Figure 4. 3 Shear & Moment Envelope Diagram (R1)

✓ Design of positive moment:

1) M_u = 35.3 , 30.8 , 33 KN.m.

Assume bar diameter ø 14 for main positive reinforcement.

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

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

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

$= 0.85 \times 24 \times 520 \times 80 \times \left(315\ - \frac{80}{2}\right) \times 10^{-6} = 233.37\ KN.m$

$M_{nf} \gg \frac{M_u}{\varphi} = \frac{35.3}{0.9} =$ 39.2 KN.m

the section will be designed as rectangular section with b_e =520 mm.

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{35.4 \times 10^6}{0.9 \times 520 \times 315^2} = 0.76\ Mpa.$

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

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.76}{420}}\right) = .001844$

$A_{s,req} = \rho.b.d = 0.001844 \times 520 \times 315 = 302.14 mm^2$

- **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. $A_{s,min} = 0.25 \frac{\sqrt{24}}{420}\ 120 \times 315 = 110.23\ mm^2$
2. $A_{s,min} = \frac{1.4}{420} 120 \times 315 = 126\ mm^2\ \ Control$

A_s = 302.14 mm^2>$A_{s,min}$ = 126 mm^2

Use 2ø14 ,$A_{s,provided}$= 307.87 mm^2>$A_{s,required}$= 302.14 mm^2. Ok

Check for strain:

a =$\frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f_c'} = \frac{307.87\times420}{0.85\times520\times24} = 12.19\ mm$

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

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{315-14.34}{14.34}\right) = 0.94 > 0.005 \quad 0k$$

2) M_u = 19.8 , 18.3 KN.m.

Assume bar diameter ø 14 for main positive reinforcement.

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

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

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

$= 0.85\times24\times520\times80\times\left(316\ -\frac{80}{2}\right)\times10^{-6} = 234.22\ KN.m$

$M_{nf} \gg \frac{M_u}{\varphi} = \frac{19.8}{0.9}$= 22 KN.m

the section will be designed as rectangular section with b_e =520 mm.

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{19.8\times10^6}{0.9\times520\times316^2} = 0.424\ Mpa.$

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

ρ= $\frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times20.6\times0.424}{420}}\right) = 0.00102$

$A_{s,req}$ = ρ.b.d = 0.00102×520×316 = 167.65mm^2

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

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

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

3. $A_{s,min}$ =$0.25\frac{\sqrt{24}}{420}\ 120 \times 315 = 110.227\ mm^2$
4. $A_{s,min}$ =$\frac{1.4}{420}120 \times 315 = 126mm^2\ \ Control$

A_s = 167.65 mm^2>$A_{s,min}$ = 126.4mm^2

Use 2ø12 ,$A_{s,provided}$= 226.19 mm^2>$A_{s,required}$= 167.65mm^2. Ok

- **Check for strain:**

a =$\frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f'_c} = \frac{226.19\times420}{0.85\times520\times24} = 8.95\ mm$

c= $\frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{8.95}{0.85} = 10.53\ mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{316-10.53}{10.53}\right) = 0.087\ > 0.005 \quad 0k$$

✓ **<u>Design of negative moment for face of support :</u>**

1. **M_u = -33.9 , 33.5 KN.m.**

Assume bar diameter ø 16 for main positive reinforcement.

d =h- cover - $d_{stirrups}$$-\frac{d_b}{2} = 350 - 20 - 8 - \frac{16}{2} = 314\ mm.$

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{33.9\times10^6}{0.9\times120\times314^2} = 3.18\ Mpa.$

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

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times20.6\times3.18}{420}}\right) = 0.00828$

$A_{s,req} = \rho.b.d = 0.00828 \times120\times314 = 311.88 mm^2$

- **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. $A_{s,min} = 0.25\frac{\sqrt{24}}{420}\ 120\times314 = 109.8\ mm^2$
2. $A_{s,min} = \frac{1.4}{420} 120\times314 = 125.6\ mm^2\ Control$

$A_s = 311.88\ mm^2 > A_{s,min} = 125.6 mm^2$

Use 2ø16 , $A_{s,provided} = 402\ mm^2 > A_{s,required} = 311.88\ mm^2$. Ok

- **Check for strain:**

$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85 b\ f_c'} = \frac{402\times420}{0.85\times120\times24} = 68.97\ mm$

$c = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{68.97}{0.85} = 81.14\ mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{314-81.14}{81.14}\right) = 0.0086 > 0.005 \qquad 0k$$

2. **M_u = -32.9 , 32.5 KN.m.**

Assume bar diameter ø 14 for main positive reinforcement.

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

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{32.9 \times 10^6}{0.9 \times 120 \times 315^2} = 3.07\ Mpa.$

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

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 3.07}{420}}\right) = 0.00796$

$A_{s,req} = \rho.b.d = 0.00796 \times 120 \times 315 = 300.98 mm^2$

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

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

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

3. $A_{s,min} = 0.25 \frac{\sqrt{24}}{420}\ 120 \times 315 = 110.2\ mm^2$
4. $A_{s,min} = \frac{1.4}{420} 120 \times 315 = 126\ mm^2\ Control$

$A_s = 300.98\ mm^2 \geq A_{s,min} = 126\ mm^2$

Use 2ø14 ,$A_{s,provided} = 307.88\ mm^2 > A_{s,required} = 300.98\ mm^2$. Ok

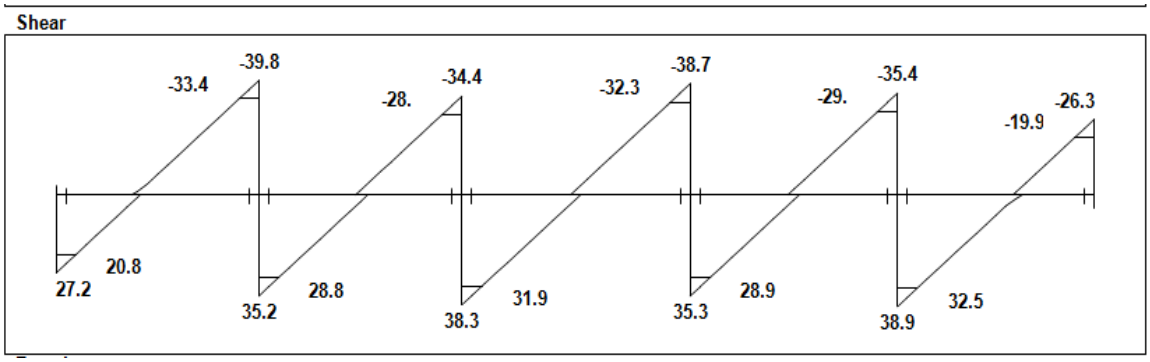
- **Check for strain:**

$a = \frac{A_s . f_y}{0.85 b\ f_c'} = \frac{307.88 \times 420}{0.85 \times 120 \times 24} = 52.82\ mm$

$c = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{52.82}{0.85} = 62.14\ mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{315 - 62.14}{62.14}\right) = 0.0122 > 0.005 \qquad 0k$$

✓ Shear Design for (R1):



V_u at distance d from support= 33.4 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).

$V_c = \frac{1.1}{6} \lambda \sqrt{f_c'} b_w d = \frac{1.1}{6}\sqrt{24} \times 120 \times 316 \times 10^{-3} = 34.05KN$

øV_c =0.75×34.05 =25.5 KN.

0.5 ø V_c =0.5×25.5=12.77 KN

0.5 ø V_c< V_u< ø V_c …… NOT OK

✓ <u>Shear Design for (R1)</u>:

$V_{u,max}$ = 33.4 KN.

d= $h - cover - d_{stirrup} - \frac{d_b}{2}$ = $350 - 40 - 10 - \frac{14}{2} = 286\ mm$.

$V_c = \frac{1}{6}\sqrt{f_c'} b.d = \frac{1}{6}\sqrt{24} \times 120 \times 286 \times 10^{-3} = 28.022\ KN$

Check for section dimensions:

$V_s = \frac{V_u}{\emptyset} - V_c = \frac{33.4}{0.75} - 28.022 = 16.5KN$

$V_{s,max} = \frac{2}{3}\sqrt{f_c'} b.d = \frac{2}{3}\sqrt{24} \times 120 \times 286 \times 10^{-3} = 112.08\ KN$

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

Check for the case of shear:

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

$V_{s,min} = \frac{1}{16}\sqrt{24} \times 120 \times 286 \times 10^{-3} \; = 10.5\ KN$

$V_{s,min} = \frac{1}{3} \times 120 \times 286 \times 10^{-3} = 11.44 \quad \boldsymbol{cont.}$

$Ø(V_{smin} + V_c) = 0.75(11.44 + 28.022) = 29.6$ KN.

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

$S_{max} \leq \frac{d}{2} = \frac{286}{2} = 143$ mm OR $S_{max} \leq 600mm$

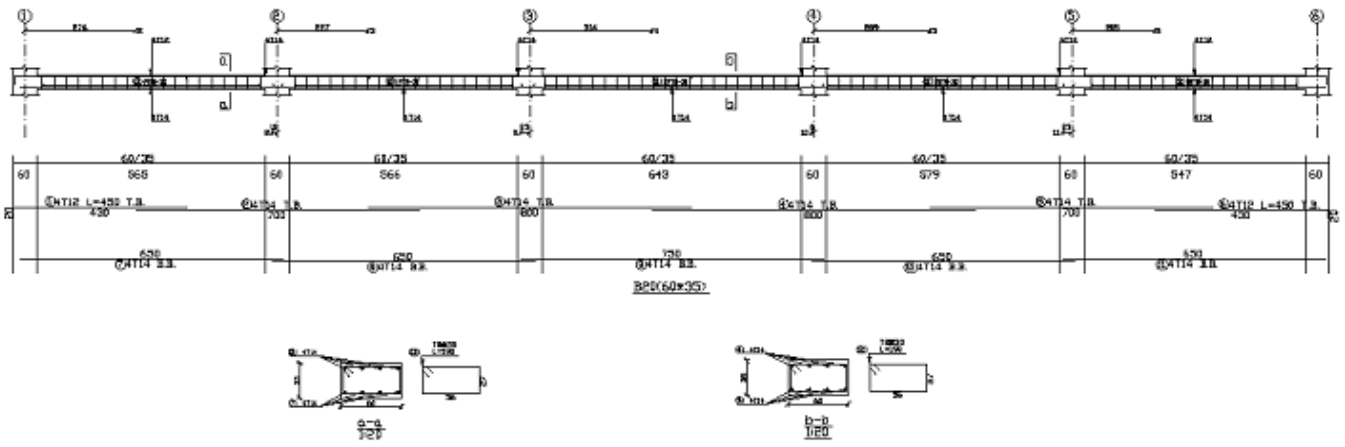
$S_{max} = 143$ mm cont.

By using ϕ 10 double legs stirrups, $A_v = 157.1\ mm^2$

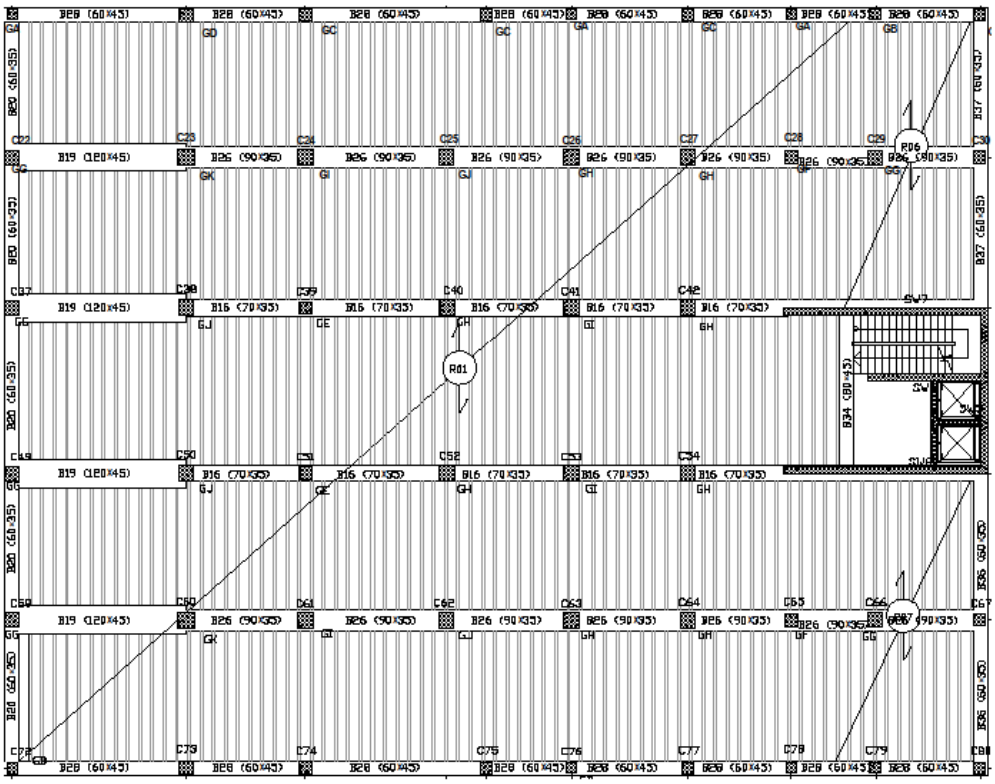
$$s = \frac{A_v f_{yt}}{V_s} d = \frac{157.1 \times 420 \times 286}{112.08 \times 1000} = 168.4\ mm$$

Use 2 leg ϕ10 @150mm

For all spans 2 leg ϕ10 @150mm will be used for stirrups.



4.6 Design of Beam(B16) :



Load calculations:

Load calculations for B16:

Dead Load Calculations for Beam(B16):-

Table (4. 4)Dead Load Calculations for Beam(B16)

Dead load from:	h×γ×1	KN/m
Tiles	0.03×23×1	0.69
Mortar	0.03×22×1	0.66
Coarse sand	0.07×17×1	1.19
Reinforced concrete	0.35×25×1	8.75
Plaster	00.2×22×1	0.44
	∑	11.7 KN/m

The distributed Dead and Live loads acting upon B1 can be defined from the support reactions of the R1

From R1

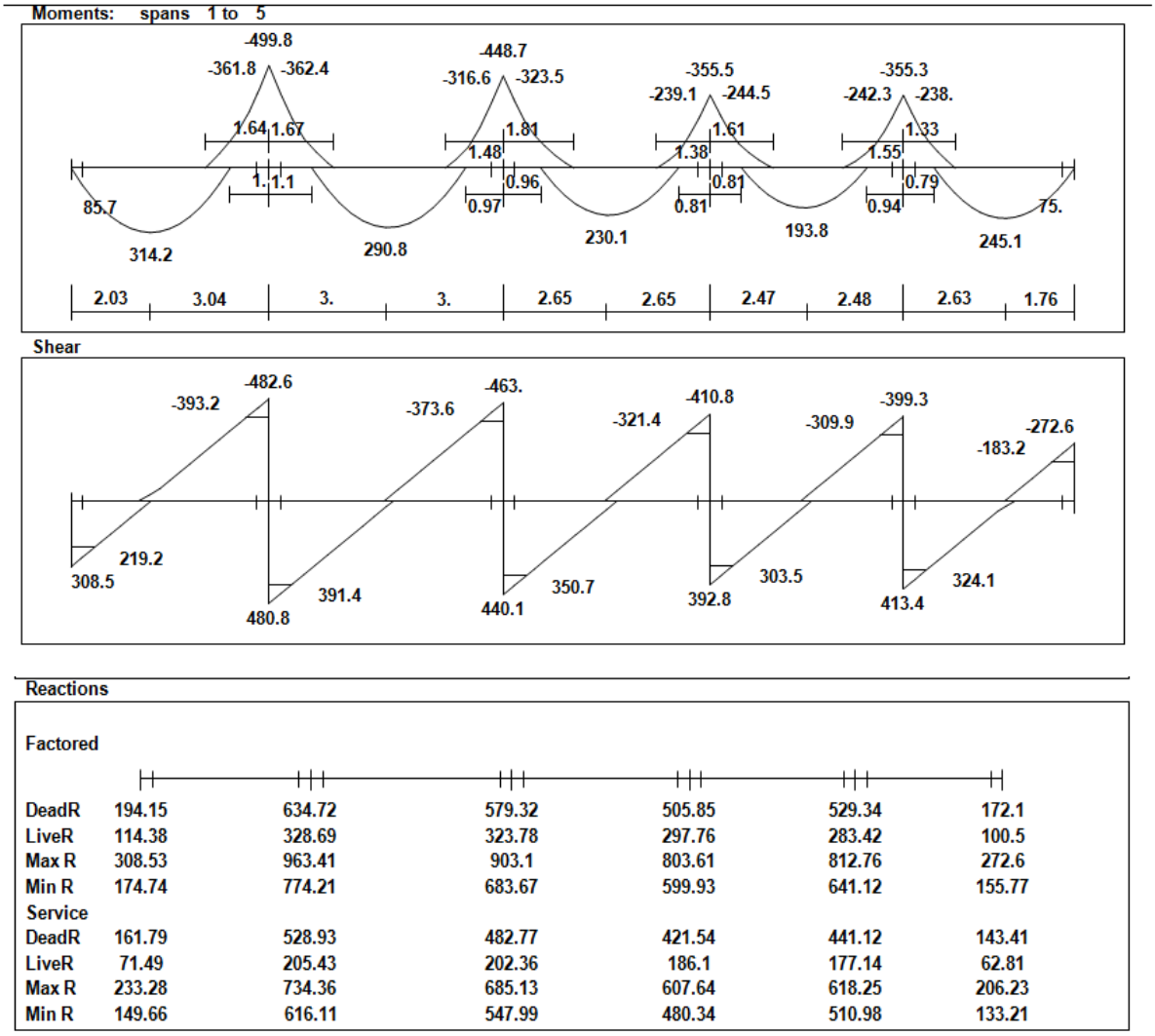
The maximum support reaction (Service) from Dead Loads for R1 upon B1 is 40.09 KN . The distributed Dead Load from the R1,1BF on B1,1BF:

DL =40.09/ 0.52= 78.65 KN/m

Live Load calculations: The maximum support reaction (Service) from Live Loads for R1,1BF upon B1,1BF is 16.17 KN .

The distributed Live Load from the R1,1BF on B1,1BF :

LL =16.17/ 0.52= 31.09KN/m



Reactions

Factored

DeadR	194.15	634.72	579.32	505.85	529.34	172.1
LiveR	114.38	328.69	323.78	297.76	283.42	100.5
Max R	308.53	963.41	903.1	803.61	812.76	272.6
Min R	174.74	774.21	683.67	599.93	641.12	155.77
Service						
DeadR	161.79	528.93	482.77	421.54	441.12	143.41
LiveR	71.49	205.43	202.36	186.1	177.14	62.81
Max R	233.28	734.36	685.13	607.64	618.25	206.23
Min R	149.66	616.11	547.99	480.34	510.98	133.21

Figure 4. 4Loading and Moment /Shear Envelope.

✓ Flexural Design for (B16) :

Determine of $M_{n,max}$:

$$d = 350 - 40 - 8 - \frac{25}{2} = 289.5\ mm$$

$$c = \frac{3}{7}d = \frac{3}{7} \times 289.5 = 124.07\ mm$$

$$a = \mathcal{B}.c = 124.07 \times 0.85 = 105.5mm$$

$Mn_{max} = 0.85f'_c ab(d - \frac{a}{2}) = 0.85\times24\times105.5\times1000\times(289.5-105.5/2) \times10^{-6} = 509.53$ KN.m

$\emptyset Mn_{max} = 0.82\times 509.53 = 417.8$ KN.m

Design as singly reinforcement

Design for positive moment :

1) $\boldsymbol{Mu = 314.2, 290.9\ KN.m}$

$$Rn = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{314.2 \times 10^6}{0.9 \times 1000 \times 289.5^2} = 4.16\ Mpa.$$

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

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times20.6\times4.16}{420}}\right) = 0.0112$$

$A_s = \rho.b.d = 0.0112\times1000\times289.5 = 3242.4 mm^2$

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

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

$$A_{s,min} = 0.25\frac{\sqrt{24}}{420}\ 1000 \times 289.5 = 844.19\ mm^2$$

$$A_{s,min} = \frac{1.4}{420} 1000 \times 289.5 = 965\ mm^2\ Control.$$

A_s= 3242.4 > $A_{s,min}$=965 mm^2

Use7ø 25 Bottom, $A_{s,provided}$= 3436.1mm^2>$A_{s,required}$= 3242.4 mm^2. Ok

- **Check spacing :**

$S_{max}= 380\left(\frac{280}{f_y}\right) - 2.5C_c = 203.33\ control \quad OR \quad S = 300\left(\frac{280}{f_s}\right) = 200$

$S = \frac{1000-40\times2-10\times2-(25\times7)}{6} = 120.8\ mm > 25 > 20.33 \ldots\ OK$

- **Check for strain:**

$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f'_c} = \frac{3436.1\times420}{0.85\times1000\times24} = 70.7mm$

$c= \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{70.7}{0.85} = 83.22mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{289.5-83.22}{83.22}\right) = 0.007 > 0.005 \qquad 0k$$

2) $Mu = 230.1, 245.1\ KN.m$

$$Rn = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{245.1\times10^6}{0.9\times1000\times289.5^2} = 3.25\ Mpa.$$

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

$\rho= \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times20.6\times3.25}{420}}\right) = 0.00847$

A_s = ρ.b.d = 0.00847×1000×289.5 =2452.07 mm^2

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

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

$A_{s,min}$ =$0.25\frac{\sqrt{24}}{420}\ 1000\times289.5 = 844.19\ mm^2$

$A_{s,min}$ =$\frac{1.4}{420}1000\times289.5 = 965\ mm^2\ Control.$

A_s= 2452.07 > $A_{s,min}$=965 mm^2

Use 5ø 25 Bottom, $A_{s,provided}$= 2453.12mm^2>$A_{s,required}$= 2452.07 mm^2. Ok

- **Check spacing :**

$S_{max}= 380\left(\frac{280}{f_y}\right) - 2.5C_c = 203.33\ control \quad OR \quad S = 300\left(\frac{280}{f_s}\right) = 200$

$S = \frac{1000-40\times2-10\times2-(25\times5)}{4} = 193.75\ mm > 25 > 20.33 \ldots\ OK$

- **Check for strain:**

$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f'_c} = \frac{2453.12\times420}{0.85\times1000\times24} = 50.5mm$

$c= \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{50.5}{0.85} = 59.4mm$

$$\boldsymbol{\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{289.5-59.4}{59.4}\right) = 0.0116 > 0.005 \qquad 0k}$$

3) $Mu = 193.8\ KN.m$

$$Rn = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{193.8\times10^6}{0.9\times1000\times289.5^2} = 2.57\ Mpa.$$

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

$\rho= \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times20.6\times2.57}{420}}\right) = 0.00656$

A_s = ρ.b.d = 0.00656×1000×289.5 =1899.9 mm^2

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

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

$A_{s,min}$ =$0.25\frac{\sqrt{24}}{420}\ 1000\times289.5 = 844.19\ mm^2$

$A_{s,min}$ =$\frac{1.4}{420}1000\times289.5 = 965\ mm^2\ Control.$

A_s= 1899.9 > $A_{s,min}$=965 mm^2

Use 4ø25 Bottom, $A_{s,provided}$= 1962.5 mm^2>$A_{s,required}$= 1899.9 mm^2. Ok

- **Check spacing :**

$S_{max}= 380\left(\frac{280}{f_y}\right) - 2.5C_c = 203.33\ control \quad OR \quad S = 300\left(\frac{280}{f_s}\right) = 200$

$S = \frac{1000-40\times2-10\times2-(4\times25)}{3} = 266.6\ mm > 25 > 20.33 \ldots\ OK$

- **Check for strain:**

$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f'_c} = \frac{1962.5\times420}{0.85\times1000\times24} = 40.4\ mm$

$c= \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{40.4}{0.85} = 47.53mm$

$$\boldsymbol{\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{289.5-47.53}{47.53}\right) = 0.0153 > 0.005 \qquad 0k}$$

Design for Negative moment :

1) **M_u = 362.4 KN.m**

$R_n= \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{362.4\times10^6}{0.9\times1000\times289.5^2} = 4.8Mpa.$

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

$\rho= \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times20.6\times4.8}{420}}\right) = 0.0132$

A_s = ρ.b.d = 0.0132×1000×289.5= 3821.4mm^2.

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

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

$A_{s,min}$ =$0.25\frac{\sqrt{24}}{420}\ 1000\times289.5 = 844.19\ mm^2$

$A_{s,min}$ =$\frac{1.4}{420}1000\times289.5 = 965\ mm^2\ Control.$

A_s= 3821.4 mm^2> $A_{s,min}$ = 965mm^2

Use 8ø 25 Top ,$A_{s,provided}$= 3925 mm^2>$A_{s,required}$= 3821.4 mm^2. Ok

- **Check spacing :**

$$S = \frac{1000-40*2-2*10-(8\times25)}{7} = 100\ mm > 25 > S_{max} \quad OK$$

- **Check for strain:**

$$a = \frac{A_s.f_y}{0.85b\ f_c'} = \frac{3925\times420}{0.85\times1000\times24} = 80.8mm$$

$$c = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{80.8}{0.85} = 95.06mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{289.5-95.06}{95.06}\right) = 0.006 > 0.005 \qquad 0k$$

2) M_u = -323.5 KN.m

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{323.5\times10^6}{0.9\times1000\times289.5^2} = 4.3Mpa.$$

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

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times20.6\times4.3}{420}}\right) = 0.0116$$

A_s = ρ.b.d = 0.0116×1000×289.5= 3358.2 mm^2.

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

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

$$A_{s,min} = 0.25\frac{\sqrt{24}}{420}\ 1000\times289.5 = 844.19\ mm^2$$

$$A_{s,min} = \frac{1.4}{420}1000\times289.5 = 965\ mm^2\ Control.$$

A_s= 3358.2 mm^2> $A_{s,min}$ = 965 mm^2

Use7 ø 25Top ,$A_{s,provided}$= 3434.37 mm^2>$A_{s,required}$= 3358.2 mm^2. Ok

- **Check spacing :**

$S = \frac{1000-40*2-2*10-(25\times7)}{6} = 120.8\,mm > 25 > S_{max} \quad OK$

- **Check for strain:**

$a = \frac{A_s.f_y}{0.85b\,f_c'} = \frac{3434.37\times420}{0.85\times1000\times24} = 70.7mm$

$c = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{70.7}{0.85} = 83.18mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{289.5-83.18}{83.18}\right) = 0.007 > 0.005 \qquad OK$$

3) M_u = -244.5 , -242.3 KN.m

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{244.5\times10^6}{0.9\times1000\times289.5^2} = 3.4\ Mpa.$

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

$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times20.6\times3.4}{420}}\right) = 0.0089$

$A_s = \rho.b.d = 0.0089\times1000\times289.5 = 2576.5\ mm^2.$

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

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

$A_{s,min} = 0.25\frac{\sqrt{24}}{420}\ 1000\times289.5 = 844.19mm^2$

$A_{s,min} = \frac{1.4}{420}1000\times289.5 = 965\ mm^2\ Control.$

$A_s = 2576.5mm^2 > A_{s,min} = 965mm^2$

Use 6 ø 25Top ,$A_{s,provided} = 2943.75mm^2 > A_{s,required} = 2576.5\ mm^2$. Ok

- **Check spacing :**

$S = \frac{1000-40*2-2*10-(25\times6)}{5} = 150\ mm > 25 > S_{max} \quad OK$

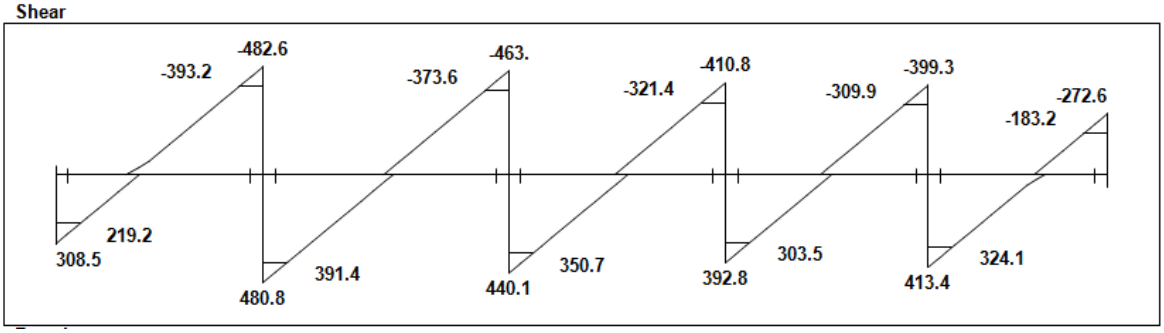
- **Check for strain:**

$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f'_c} = \frac{2943.75 \times 420}{0.85\times1000\times24} = 60.6mm$

$c = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{60.6}{0.85} = 71.3\ mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{289.5-71.3}{71.3}\right) = 0.009 > 0.005$$

✓ **Shear Design for (B16):**



1. Vu = 393.2 KN

$V_c = \frac{1}{6}\sqrt{fc'}b\ d = = \frac{1}{6}\sqrt{24} * 700 * 289.5 * 10^{-3} = 165.46\text{KN}$

$\Phi\ V_c = 0.75*165.46 = 124.1\text{KN}$

$V_{s,min} = \frac{1}{3}b\ d = = \frac{1}{3}\ 700 *\ 289.5 * 10^{-3} =\ 67.48\ KN\text{control}$

$V_{\ s,min} = \frac{1}{16}\sqrt{fc'}b_w\ d = \frac{1}{16} * \sqrt{24} * 700 * 289.5 * 10^{-3} = 62.04KN$

$V_{s'} = \frac{1}{3}\sqrt{fc'}b_w\ d = \frac{1}{3}\sqrt{24} * 700 * 289.5 * 10^{-3} = 330.9\ \text{KN}$

$$\emptyset V_c < V_u \quad \leq \quad \emptyset(V_c + V_{s,\min})$$

$$124.1 \ < \ 393.2 \ < \ 0.75(165.46 + 62.04)$$

$124.1 < 393.2 < 170.67$ … Not ok

$V_{u,max}$ =393.2KN.

d= $h - cover - d_{stirrup} - \frac{d_b}{2} = 350 - 40 - 10 - \frac{25}{2} = 287.5\ mm.$

$V_c = \frac{1}{6}\sqrt{f_c'}b.d = \frac{1}{6}\sqrt{24} \times 700 \times 287.5 \times 10^{-3} = 164.3\ KN$

Check for section dimensions:

$V_s = \frac{V_u}{\emptyset} - V_c = \frac{393.2}{0.75} - 164.3 = 359.9\ KN$

$V_{s,max} = \frac{2}{3}\sqrt{f_c'}b.d = \frac{2}{3}\sqrt{24} \times 700 \times 289.5 \times 10^{-3} = 657.27\ KN$

$V_s < V_{smax}$ so the section is not large enough.

Check for the case of shear:

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

$V_{s,min} = \frac{1}{16}\sqrt{24} \times 700 \times 289.5 \times 10^{-3} = 62.04KN$

$V_{s,min} = \frac{1}{3} \times 700 \times 289.5 \times 10^{-3} = 67.55$ ***cont.***

Ø(V_{smin} +V_c) = 0.75(67.55+164.3) =173.6 KN.

$V_u > Ø(V_{smin} + V_c)$ ok

case(III) for shear design.

$S_{max} \leq \frac{d}{2} = \frac{289.5}{2} = 144.75$ mm OR $S_{max} \leq 600mm$

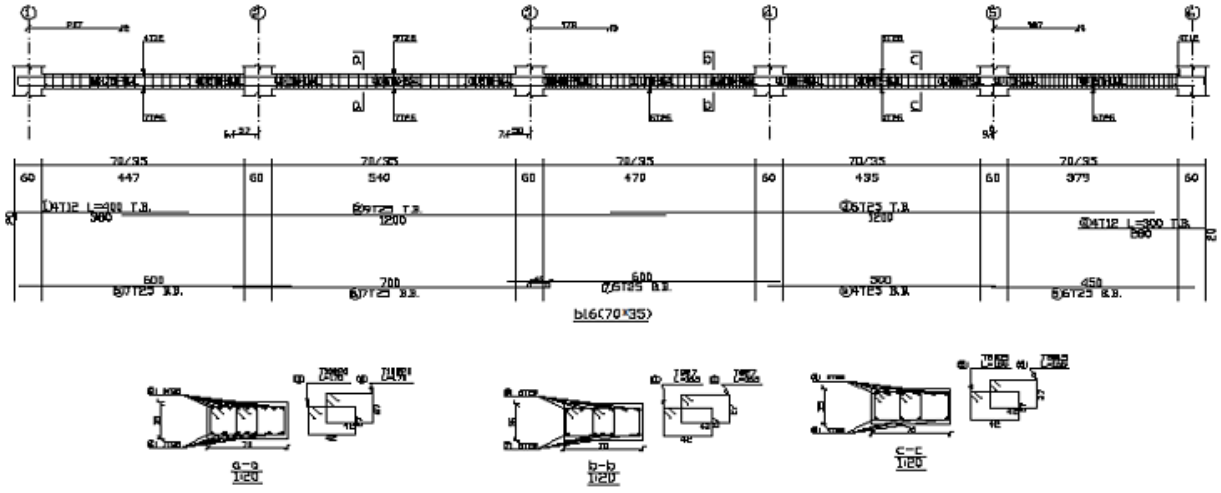
S_{max} =144.75 mm cont.

By using ϕ 10 double legs stirrups, A_v = 157.1 mm^2

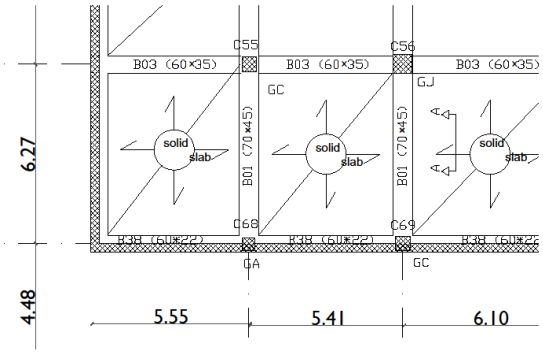
$$s = \frac{A_v f_{yt}}{V_s} d = \frac{157.1 \times 420 \times 289.5}{67.55 \times 700} = 403.97\ mm$$

Use 2 leg ϕ10 @200mm

For all spans 2 leg ϕ10 @200mm will be used for stirrups.



4.7 Design of Two Way Solid Slab:



- ✓ **Calculate the minimum thickness slab :**

$$\boldsymbol{hmin = 22\ cm}$$

$$\mathbf{Y} = \frac{\sum A\boldsymbol{Y^3}}{\sum A}$$

$$\boldsymbol{y(B38)} = \frac{\boldsymbol{22 * (60 + 38) * (22\backslash 2 + 38) + 60 * 38 * (38\backslash 2)}}{\boldsymbol{60 * 38 + (60 + 38) * 22}} = \boldsymbol{33.58cm}$$

$$\mathbf{Ib} = \sum I + \sum A\boldsymbol{y^2}$$

$$\boldsymbol{Ib(B38)} = \frac{\boldsymbol{98 * 22^3}}{\boldsymbol{12}} + \boldsymbol{98 * 22 * 15.42^2} + \frac{\boldsymbol{60 * 38^3}}{\boldsymbol{12}} + \boldsymbol{60 * 38 * 14.58^2}$$
$$= \boldsymbol{1358638.78cm^4}$$

$$\mathbf{Y} = \frac{\sum A\boldsymbol{Y^3}}{\sum A}$$

$$\boldsymbol{y(B38)} = \frac{\boldsymbol{22 * 136 * (22\backslash 2 + 38) + 60 * 38 * (38\backslash 2)}}{\boldsymbol{136 * 22 + 38 * 60}} = \boldsymbol{36cm}$$

$$\mathbf{Ib} = \sum I + \sum A\boldsymbol{y^2}$$

$$\boldsymbol{Ib(B38)} = \frac{\boldsymbol{136 * 22^3}}{\boldsymbol{12}} + \boldsymbol{136 * 22 * 13^2} + \frac{\boldsymbol{60 * 38^3}}{\boldsymbol{12}} + \boldsymbol{38 * 60 * 17^2}$$
$$= \boldsymbol{1296037.33cm^4}$$

$$Is1 = \frac{(481\backslash 2 + 60) * 22\hat{}3}{12} = 266643.67cm^4$$

$$Is2 = \frac{(567\backslash 2 + 60) * 22\hat{}3}{12} = 304799cm^4$$

$$Is3 = \frac{(283.5 + 282 + 60) * 22\hat{}3}{12} = 555027cm^4$$

$$Is4 = \frac{(240.5 + 275 + 60) * 22\hat{}3}{12} = 510660.33cm^4$$

$$\propto f1 = \propto f2 = \frac{Ib01}{Is3} = \frac{1296037.33}{555027} = 2.34$$

$$\propto f3 = \frac{Ib38}{Is4} = \frac{1296037.33}{510660.33} = 2.5$$

$$\propto f4 = \frac{Ib03}{Is2} = \frac{1358638.78}{266643.67} = 5.09$$

$$\propto fm = \frac{\sum \propto}{4} = \frac{2 * 2.34 + 2.5 + 5.09}{4} = 3.067 > 2$$

$$for \propto fm > 2$$

$$hmin = \frac{ln * \left(0.8 + \frac{Fy}{1400}\right)}{36 + 9B} = \frac{5670 * \left(0.8 + \frac{420}{1400}\right)}{36 + 9 * 1.18} = 133.7cm > 90mm$$

h=13.37<hmin=22 ok

take hslab=22cm

- ✓ **Dead load calculations:**

Table(4.7) 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	**0.22×25×1**	**5.5**
Plaster	**0.02×22×1**	**0.44**
Partitions	**2.3*1**	**2.3**
		10.49

Dead load =10.49 KN/m^2.

Live load = 5 KN/m^2.

WuD = 1.2*Dead load = 1.2*10.49= 12.59 KN/m^2.

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

Wu = 12.59+8 = 20.59 KN/m^2

✓ **Shear Design :**

l_a/l_b=0.85

W_a = 0.49

Wb = 0.51

- **The total load on the panel being (4.81*5.67*20.59) = 561.5 KN\m**
- **The load at face of the long beam is (0.70×561.5/(2*5.67))=34.7 KN\m**
- **The load at face of the long beam is (0.30×561.5/(2*4.81))=17.5 KN\m**

Assume the Φ 14

d=220-20-14\2=193mm

- **V_c =(√24 *1000*193*10^-3)\6 =157.6KN**

øV_c = 0.75*157.6 = 118.18KN

V_u< øV_c.

The thickness of the slab is adequate enough

- ✓ **Flexural Design:**

(l_a/l_b=0.85)

Positive moments :

Dead load :

Ca=0.029

Cb=0.017

Live load :

Ca=0.040

Cb=0.022

$M_{a+ve,Dl}=C_a*W*L_a^2$ =0.029*12.59*4.81 ^{2}= 8.45KN.m\m

$M_{a+ve,Ll}=C_a*W*L_a^2$ =0.040*8*4.81^2= 7.4KN.m\m

M_{a+ve} = $M_{a+ve,L}$ + $M_{a+ve,D}$ = 15.85KN.m\m

$M_{b+ve,D}=C_b*W*L_b^2$ =0.017*12.59*5.67^2= 6.88KN.m\m

$M_{b+ve,L}=C_b*W*L_b^2*b$ =0.022*8*5.67 ^{2}= 5.66KN.m\m

M_{b+ve} = $M_{b+ve,L}$ + $M_{b+ve,D}$ = 12.54KN.m/m

- ✓ **Positive Moment:**

***Mua= 15.85KN.m/m**

Assume the d_{Bar} =16 mm

d =h- cover - (d_{Bar}\2) =220-20-14\2=193mm

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{15.85 \times 10^6}{0.9 \times 1000 \times 193^2} = 0.47 Mpa.$

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

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.47}{420}}\right) = 0.001132$

$A_s = \rho.b.d = 0.001132 \times 1000 \times 193 = 218.5\ mm^2.$

$As_{min} = 0.0018 * b * h = 0.0018 * 1000 * 193 = 347.4$

$A_s = 218.5 mm^2 < A_{s,min} = 347.4 mm^2$

Use3 ø 14 ,$A_{s,provided} = 461.8\ mm^2 > A_{s,required} = 347.4\ mm^2$. Ok

***Mub= 12.54KN.m/m**

Assume the d_{Bar} =14 mm

d =h- cover - (d_{Bar}\2) =220-20-14\2=193mm

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{12.54 \times 10^6}{0.9 \times 1000 \times 193^2} = 0.37 Mpa.$

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

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.37}{420}}\right) = 0.000899$

$A_s = \rho.b.d = 0.000899 \times 1000 \times 193 = 173.5 mm^2.$

$As_{min} = 0.0018 * b * h = 0.0018 * 1000 * 193 = 347.4$

$A_s = 173.5 mm^2 < A_{s,min} = 347.4 mm^2$

Use3 ø 14 ,$A_{s,provided} = 461.8\ mm^2 > A_{s,required} = 347.4\ mm^2$. Ok

- ✓ **Negative Moment:**

Ca = 0.049

Cb = 0.046

Ma = Ca * W * la^2 = 0.049*20.59*4.81^2=23.3

Mb = Cb * W * lb^2 = 0.046*20.59*5.67^2=30.45

Mua= 23.3N.m/m

Assume the d_{Bar} =16 mm

d =h- cover - (d_{Bar}\2) =220-20-16\2=192mm

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{23.3 \times 10^6}{0.9 \times 1000 \times 192^2} = 0.702 Mpa.$

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

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.702}{420}}\right) = 0.0017$

A_s = ρ.b.d = 0.0017×1000×192= 326.77mm^2.

As_{min}=0.0018 * b * h = 0.0018*1000*192=345.6

A_s=326.77mm^2 <$A_{s,min}$ = 345.6mm^2

Use2 ø 16 ,$A_{s,provided}$= 402.12 mm^2>$A_{s,required}$= 345.6 mm^2. Ok

Mua= 30.45N.m/m

Assume the d_{Bar} =16 mm

d =h- cover - (d_{Bar}\2) =220-20-16\2=192mm

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{30.45 \times 10^6}{0.9 \times 1000 \times 192^2} = 0.92 Mpa.$

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

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times20.6\times0.92}{420}}\right) = 0.00224$$

$A_s = \rho.b.d = 0.00224\times1000\times192 = 430.5mm^2$.

$As_{min} = 0.0018 * b * h = 0.0018*1000*192 = 345.6$

$A_s = 430.5mm^2 > A_{s,min} = 345.6mm^2$

Use3 ø 16 ,$A_{s,provided} = 603.18\ mm^2 > A_{s,required} = 430.5\ mm^2$. Ok

4.8 Design of Stair:

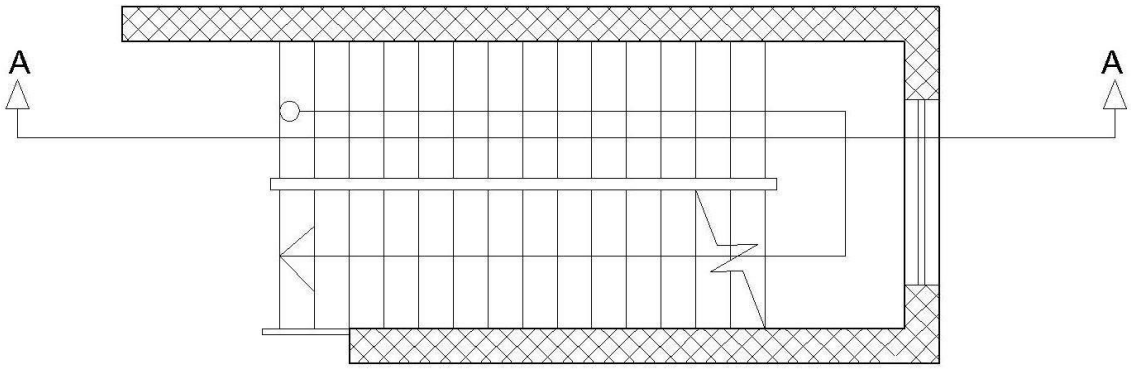


Figure4.6: Stair Plan.

✓ Material :-

⇒ concrete B300 Fc' = 24 N/mm^2

⇒ Reinforcement Steel Fy = 420 N/mm^2

✓ Design of Flight :-

✓ Determination of Thickness:-

$h_{min} = L/20$

$h_{min} = 5.83/20 = 29.15$ cm

Take h = 30cm

The Stair Slope by $\theta = \tan^{-1}(170/300) = 29.54^{o}$

✓ Load Calculation:-

Dead Load For Flight For 1m Strip:-

Table1-8:Dead Load Calculation of Flight.

No.	Parts of Flight	Calculation	
1	Tiles	27*0.03*1*(0.3+0.170)/0.3 = 1.269 KN/m	
2	Mortar	22*0.02*1*(0.3+0.170)/0.3 = 0.689 KN/m	
3	Stair	25*1*(0.3*0.170*0.5)/0.3 = 2.125 KN/m	
4	Slab	25*0.30*1 / COS 29.54 = 8.62 KN/m	
5	Plaster	22*0.03*1 / COS 29.54= 0.759KN/m	
		Sum	13.462 KN/m

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

Factored Load For Flight :-

W_U = 1.2 ×13.462+ 1.6×5 =24.15KN/m

✓ Design of Landing :

✓ Load Calculation:-

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	
4	concreat	25*0.25*1= 6.25 KN/m	
5	Plaster	22*0.03*1= 0.66 KN/m	
		Sum	8.01 KN/m

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

Factored Load For Landing :-

W_U = 1.2 ×8.01+ 1.6×5=17.6KN/m

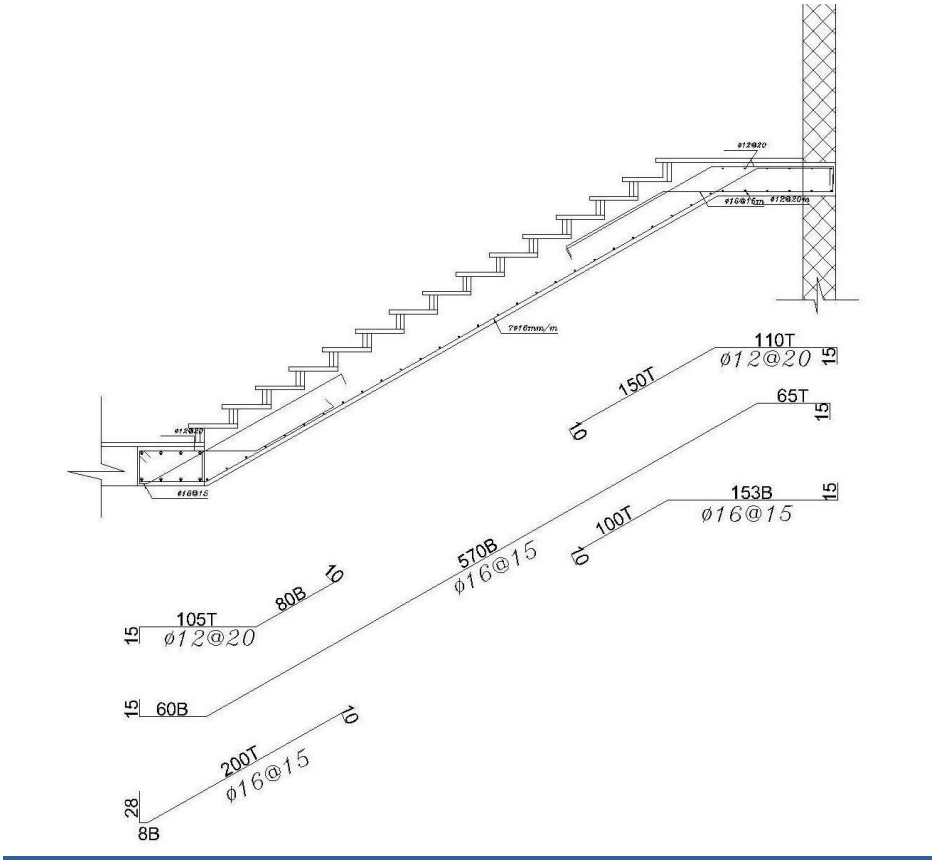
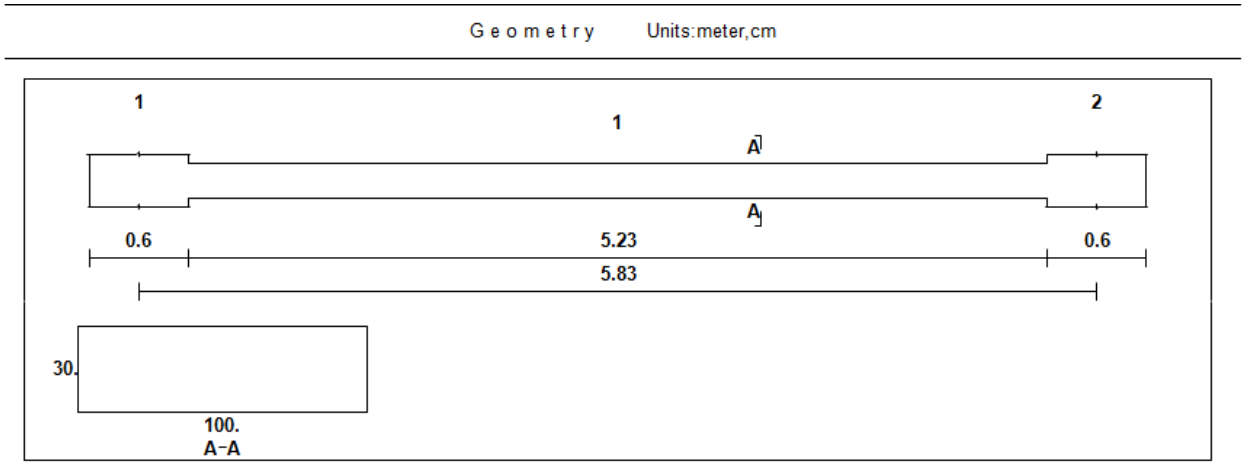


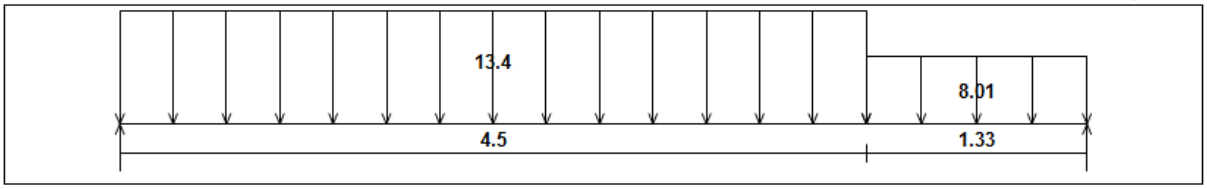
Fig 4.7: Stair Section.



Loading

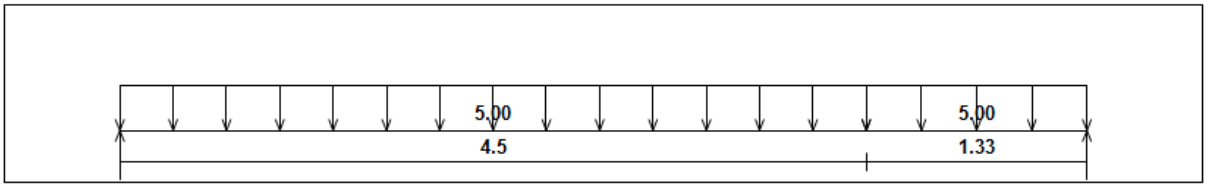
load group no. 1
Dead load - Service

Units:kN,meter



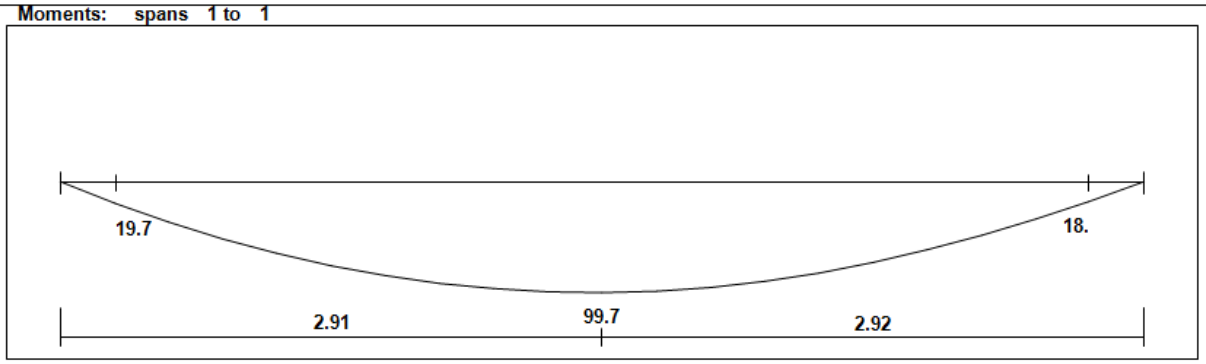
Live load - Service

Load factors: 1.20,1.20/1.60,0.00

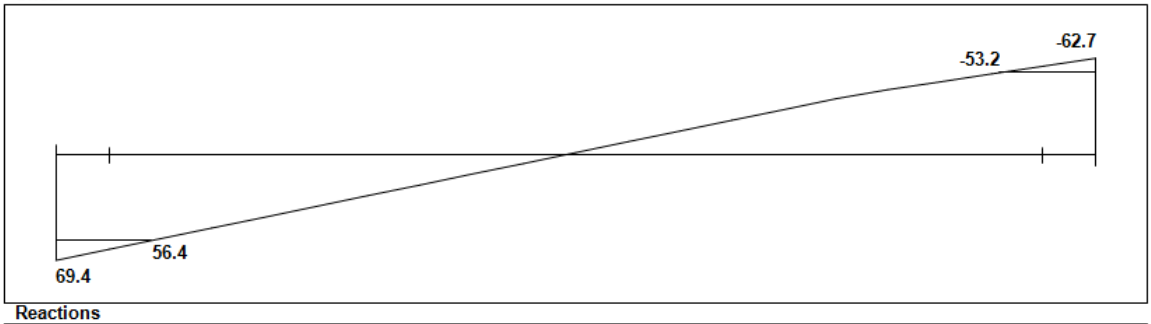


Moment/Shear Envelope (Factored) Units:kN,meter

Moments: spans 1 to 1



Shear



Reactions

Factored

DeadR	46.1	39.38
LiveR	23.32	23.32
Max R	69.42	62.7
Min R	69.42	62.7
Service		
DeadR	38.41	32.82
LiveR	14.58	14.57
Max R	52.99	47.39
Min R	52.99	47.39

1- **Design of Shear for Flight :- (Vu=56.4 KN)**

Assume bar diameter ø 12 for main reinforcement

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

Vu = 56.4KN

$V_c = \frac{1}{6}\sqrt{fc'}b_w\ d = \frac{1}{6}\sqrt{24} * 1000 * 274 = 223.7\text{KN}/m$

$\Phi\ V_{c\,=}$ 0.75* 223.7 = 167.7 KN /m

Vu = 56.4 $<\Phi\ V_{C\,=}$ 167.7 KN /m

2- **Design of Bending Moment for Flight :- (Mu=99.7KN.m)**

d =h- cover $-\frac{d_b}{2} = 300 - 20 - \frac{16}{2} = 272mm$

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{99.7\times10^6}{0.9\times1000\times272^2} = 1.49\ Mpa$

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

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times20.6\times1.49}{420}}\right) = 0.00368$

$A_{s,req}$ = ρ.b.d = 0.00368 ×1000×272 = 1003.1mm^2

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

$A_{s,min} = 0.25\frac{\sqrt{24}}{420}\ 1000 \times 272 = 793.17mm^2$

$A_{s,min} = \frac{1.4}{420}1000 \times 272 = 906.67\ mm^2\ Control.$

A_s=1003.1mm^2 >$A_{s,min}$ = 906.67mm^2 ok .

Use 5ø16 ,$A_{s,provided}$= 1005.3 mm^2>$A_{s,required}$= 1003.1mm^2. Ok

Use 1ø16@20cm

Check for Spacing :-

1) **S = 3h = 3*300 =900 mm**
2) **S = 380*(280/(2/3 * 420)) – 2.5*20 = 330 ≤ S = 300*(280/(2/3 * 420)) = 250mm**
3) **S = 450 mm**

S = 250 mm **…… is control**

Use ø16@ 200 mm

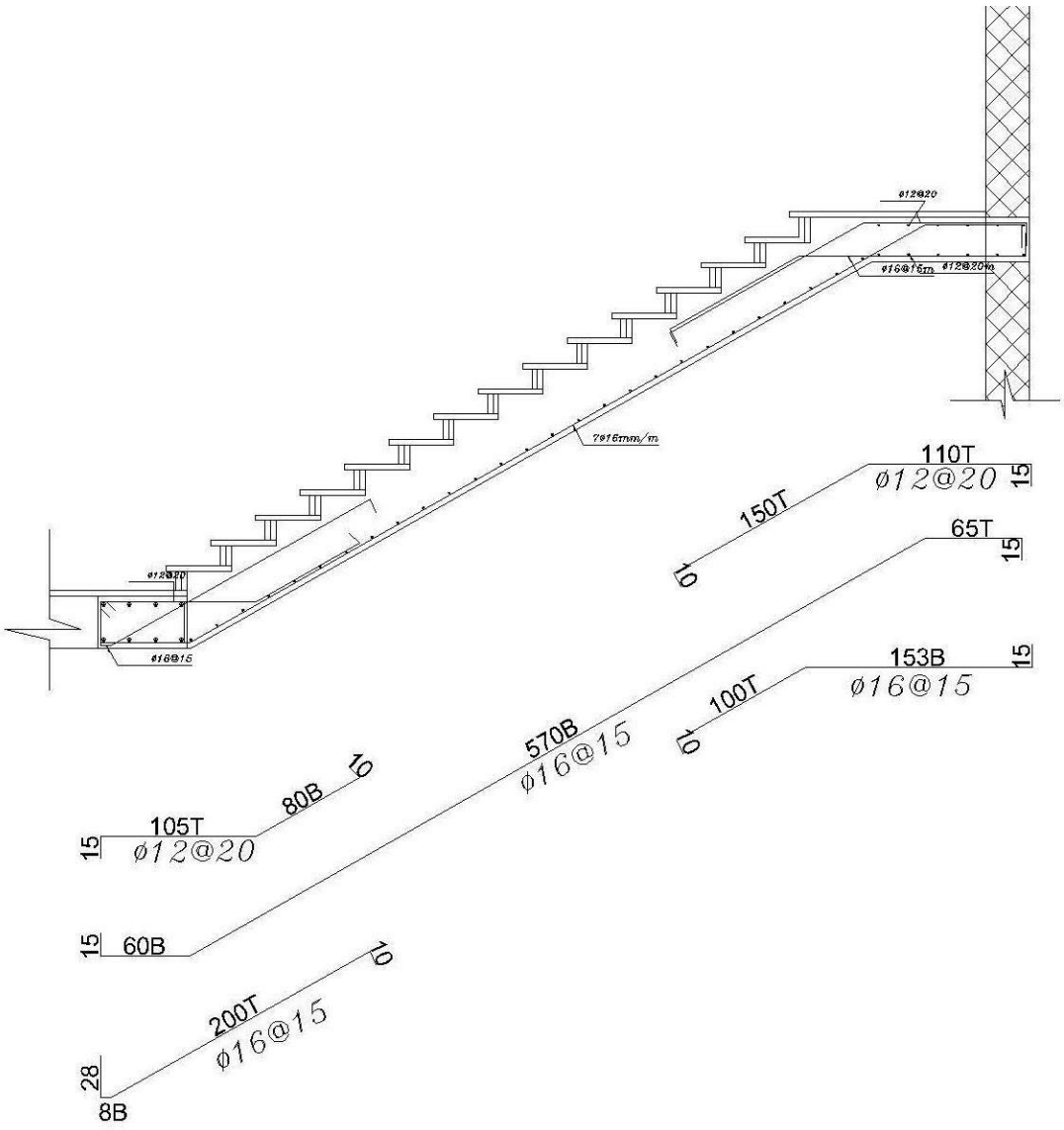


Fig 4.7: Stair Reinforcement.

4.9 Design of Column

✓ **Material :-**

⇒ concrete B350 Fc' = 24 N/mm^2

⇒ Reinforcement Steel Fy = 420 N/mm^2

✓ Load Calculation:-

Service Load:-

Dead Load =3000 KN
Live Load =810 KN

Factored Load:-

P_U = 1.2 ×3000 + 1.6×810 =4896 KN

✓ Dimensions of Column:-

$Assume \rho g = 0.01$

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

4896*1000 = 0.65*0.8*Ag(28.39)
Ag= 331621.04 mm2
Assume square tied Section
Ag = a*a
a = 550mm
Ag = 550*550 =302500mm2

Selecting Longitudinal Bars:
4896*1000 = .65*.8{.85*24(302500-Ast)+Ast*420}
Ast=8119.08 mm2
Use20 ϕ 25 ,Ast,prov=9812.5 mm2>Ast=8119.08 mm2
ρg =Ast/Ag= 0.03

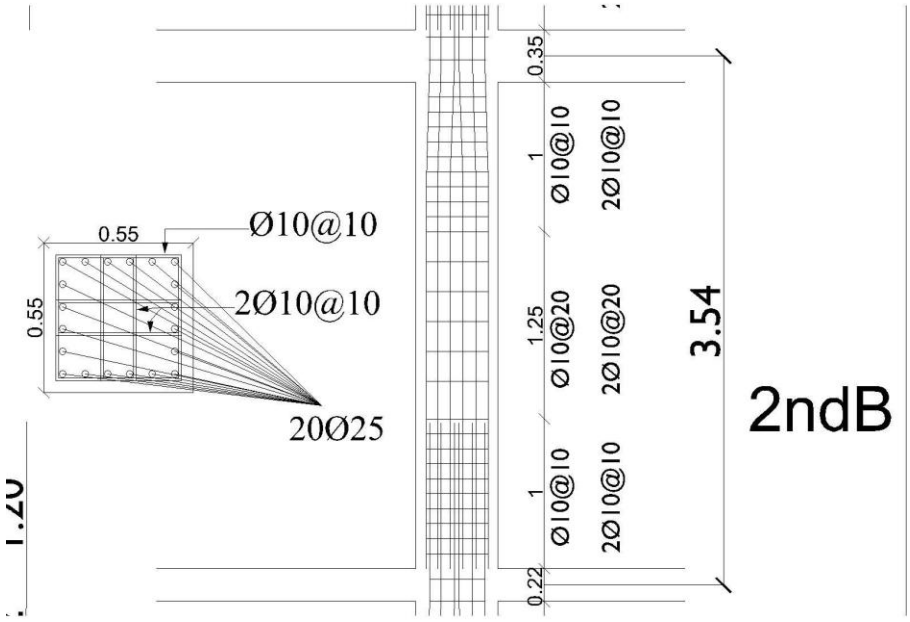


Fig 4.9:Column section and reinforcement.

✓ Design of the tie reinforcement :

S ≤16 db (longitudinal bar diameter)

S≤ 48dt (tie bar diameter).

S ≤ Least dimension.

spacing ≤16×d_b=16×25=400mmcontrol….

spacing ≤48×dt=48×10 = 480mm

spacing ≤least.dim=550 mm

Use2ϕ10@200 mm

4.10 Design of Basement wall

4.10.1 Load Calculation:-

$\gamma = soildensity = 18KN/m^3$.

$\emptyset = angleofinternalfriction = 30°$.

LL=5 KN/m^2 .

Thickness = 30cm, cover = 4cm .

The design will be for 1m width .

Neglect the axial load, since its low value

$q1 = soilpressure = Ko * \gamma * h$.

$q2 = surchargepressure = Ko * LL$.

$Ko = soilpressurecoefficientatrest = 1 - \sin\emptyset$.

So ,

$Ko = 1 - \sin\emptyset = 0.5$.

$q1 = 0.5 * 18 * 3.50 = 31.5\frac{KN}{m^2}$.

$q2 = 0.5 * 5 = 2.5\frac{KN}{m^2}$.

Factored Load :-

$q1u = 31.5 * 1.6 = 50.4\ KN/m^2$

$q2u = 2.5 * 1.2 = 3\ KN/m^2$

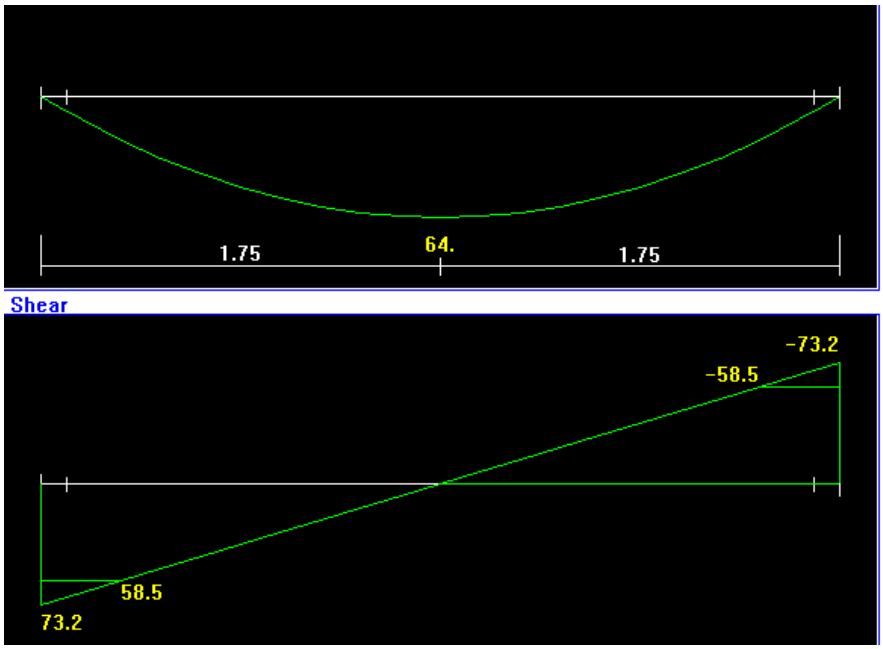


Figure 4. 10 Moment /Shear Envelope

4.10.2 Design of bending moment of wall :-

Design for positive moment Mu =64 KN.m .

$$d = 300 - 40 - \frac{16}{2} = 252\ mm.$$

$$Mn = \frac{Mu}{0.9} = \frac{64}{0.9} = 71.11\ KN.m$$

$$Rn = \frac{Mn * 10^6}{b * d^2} = \frac{45.56 * 10^6}{1000 * 252^2} = 1.12\ Mpa.$$

$$m = \frac{Fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 25} = 19.76$$

$$\rho = \frac{1}{m} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * Rn * m}{Fy}}\right) = \frac{1}{19.76} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 1.12 * 19.76}{420}}\right)$$

$$= 1.21 * 10^{-3}$$

$$Asreq = \rho * b * d = 1.74 * 10^{-3} * 1000 * 252 = 304.92\ mm^2/m.$$

$$Asminv = 0.0012 * b * h = 0.0012 * 1000 * 300 = 360\ mm^2/m. \ldots . control.$$

$$Asminforflexture = 0.25 * \frac{\sqrt{fc'}}{fy} * bw * d = 0.25 * \frac{\sqrt{25}}{420} * 1000 * 252$$

$$= 750\ mm^2/m.$$

$$Asminforflexture = \frac{1.4}{fy} * bw * d = \frac{1.4}{420} * 1000 * 252 = 840mm^2/m \ldots . control.$$

For inside wall Select $\emptyset 12@25cm = 452.4\ mm^2 > 437.71mm^2$.

For outside wall Select $\emptyset 12@12.5cm = 904mm^2 > 840mm^2$.

4.10.3 Design of shear force :-

$d = 300 - 40 - 8 = 252mm$

$$\emptyset Vc = 0.75 * \frac{1}{6} * \sqrt{fc'} * b * d = 0.75 * \frac{1}{6} * \sqrt{25} * 1000 * 252 * 10^{-3} = 157.5\ KN.$$

$(\emptyset Vc = 157.5) > (Vu = 58.8)$.

No shear Reinforcement is required and thickness of wall is adequate enough.

But horizontal Reinforcement due to Cracking:

$Asreqh = 0.002 * b * h = 0.002 * 1000 * 300 = 600mm^2/m.$

For one side $As = 300\ mm^2/m.$

Select for one side horizontal reinforcement $\emptyset 10@25cm = 314.16\ mm^2 > 300\ mm^2$

4.11 Design of Footing: Design of Group (2) – 6232 KN Factored Load

✓ **Material :**

⇒ concrete B350 Fc' = 24 N/mm^2

⇒ Reinforcement Steel Fy = 420 N/mm^2

✓ **Load Calculations :(From Column Group 4)**

Dead Load = 3450KN , Live Load = 1100KN

Total services load = 3450+ 1100 = 4550 KN

Total Factored load = 1.2*3450 + 1.6*1100= 5900KN

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

Soil density = 18 Kg/cm^3

Allowable Bearing Capacity$Q_{allawable}$ = 350 KN/m2

Assume h = 90cm

= 350 – 25*0.9 – 18*0.5= 318.5kn/m^2 $q_{net-allow}$

✓ Area of Footing :

$$A = \frac{Pt}{q_{net-allow}} = \frac{4550}{318.5} = 14.07\ m^2$$

Assume Square Footing

B = $\sqrt{14.07}$ =3.73 m

Select B =3.75

L= B = 3.75 m

✓ Bearing Pressure :

q_u = 5900/(3.75*3.75) = 419.6 KN/m^2

✓ Design of Footing :

1- Design of One Way Shear Strength :

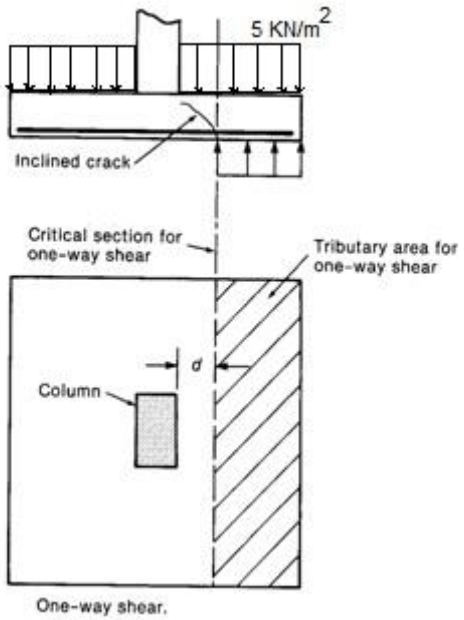
Critical Section at Distance (d) From The Face of Column

Assume h = 90cm, bar diameter ø 14 for main reinforcement and 7.5 cm Cover

d = 900 – 75 – 14 = 811 mm

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

$$Vu = 419.6_{*}\left(\frac{3.75}{2} - \frac{0.65}{2} - 0.811\right) * 3.75 = 1165\ KN$$



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

$$\phi.Vc = 0.75 * \frac{1}{6} * \sqrt{28} * 3750 * 811 = 2010Kn$$

$$\phi.Vc = 2010KN > Vu = 1165$$

2- Design of Two Way Shear Strength :

$Vu = Pu - FR_b$

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

$Vu = 5900 - 419.6 * [(0.65 + 0.811) * (0.65 + 0.811)] = 5000Kn$

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:

$$\beta_C = \frac{Column\ Length\ (a)}{Column\ Width\ (b)} = \frac{65}{65} = 1.0$$

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

$b_o = 4 * (811 + 650) = 5844\ mm$

α_s = 40 for interior column

$$\phi.V_C = \phi.\frac{1}{6}\left(1 + \frac{2}{\beta_c}\right)\sqrt{f_c'}\, b_o d = \frac{0.75}{6} * \left(1 + \frac{2}{1}\right) * \sqrt{28} * 5844 * 811 = 9400Kn$$

$$\phi.V_C = \phi.\frac{1}{12}\left(\frac{\alpha_s}{b_o / d} + 2\right)\sqrt{f_c'}\, b_o d = \frac{0.75}{12} * \left(\frac{40 * 811}{5844} + 2\right) * \sqrt{28} * 5844 * 811 = 11835Kn$$

$$\phi.V_C = \phi.\frac{1}{3}\sqrt{f_c'}\, b_o d = \frac{0.75}{3} * \sqrt{28} * 5844 * 811 = 6270Kn$$

Vu=5000 KN>ΦVc =6270 KN

3- **Design of Bending Moment :**

Critical Section at the Face of Column

FR = $q_{u*}\left(\frac{B-a}{2}\right) * L$ = 419.6 * $\left(\frac{3.75-0.65}{2}\right)$ *3.75 =2439 KN

= 1891 KN.m/2M_u = 2439* $\left(\frac{3.75}{2}-\frac{0.65}{2}\right)$

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{1891\times10^6}{0.9\times3750\times811^2} = 0.85\ Mpa$

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

$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{17.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times17.65\times0.85}{420}}\right) = 0.00206$

$A_{s,req}$ = ρ.b.d = 0.00206×3750×811 = 6265 mm^2

$A_{s,min}$ = 0.0018*3750*900 = 6075 mm^2

$A_{s,req}$ =6265 mm^2 **…… is control**

Check for Spacing:

S = 45 cm

S = 3h = 3*90 = 270cm

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

S = 45 cm **…… is control**

Use 32ø16 in Both Direction, $A_{s,provided}$= 6432mm^2>$A_{s,required}$= 6265 mm^2… Ok

Check for strain:

a = $\frac{A_s.f_y}{0.85b\ f_c'} = \frac{6432\times420}{0.85\times3750\times28} = 30.26\ mm$

c = $\frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{30.26}{0.85} = 35.61\ mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{811-35.61}{35.61}\right) = 0.065 > 0.005 \ \ldots\ldots \boldsymbol{0k}$$

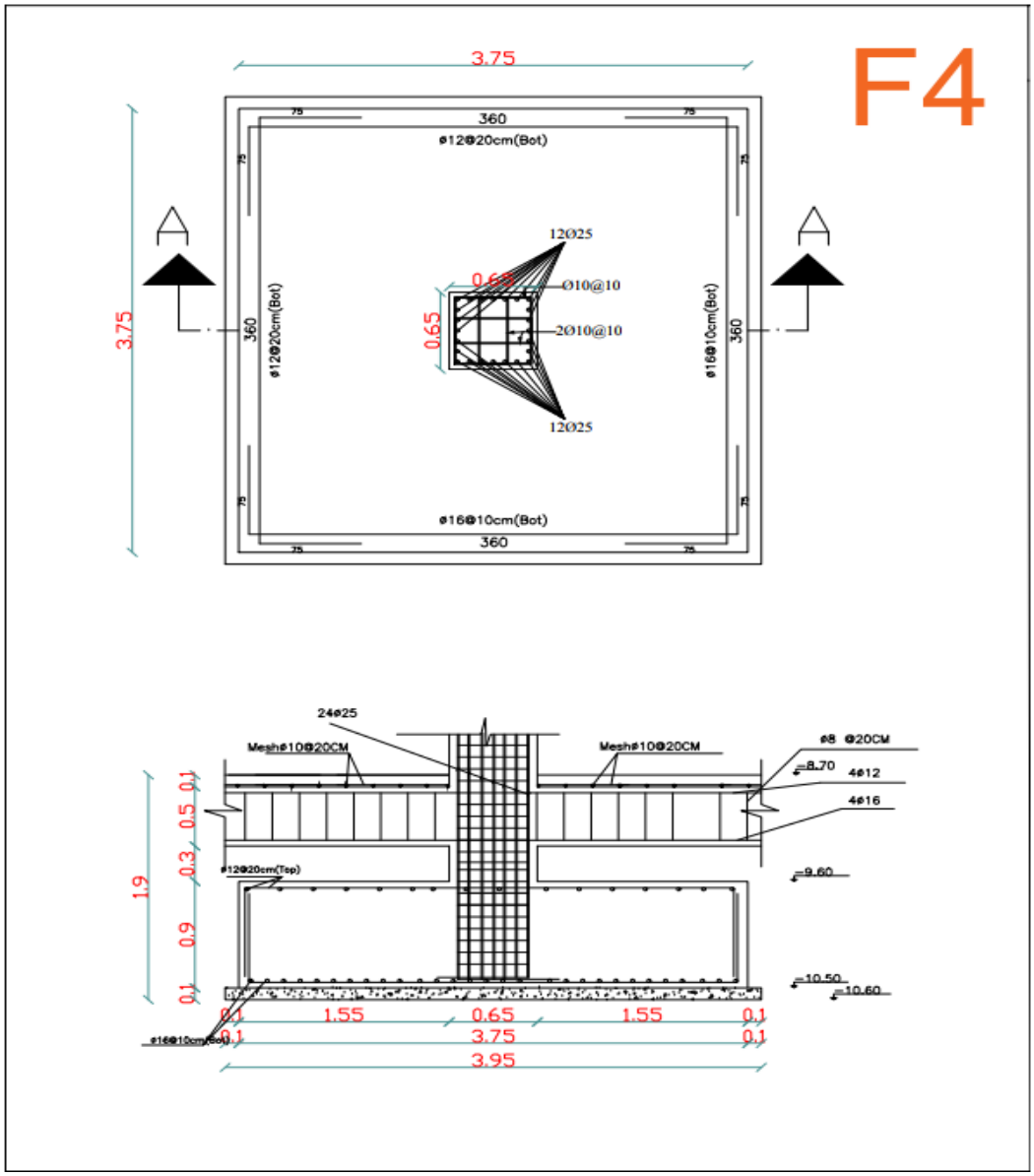


Fig 4.19:Foot Reinforcement Details.

5

الفصـــــــــل الخامس

النتائج والتوصيات

1-5 مقدمة .

2-5 النتائج.

3-5 التوصيات.

5-1 مقدمة

في هذا المشروع تم الحصول على مخططات معمارية تفتقد إلى الكثير من الأمور، بعد دراسة جميع المتطلبات تم إعداد المخططات المعمارية والمخططات الإنشائية الشاملة لمبنى المول التجاري المقترح بناءه في مدينة الخليل.
وتم إعداد المخططات الانشائية بشكل مفصل ودقيق وواضح لتسهيل عملية البناء، ويقدم هذا التقرير شرحا لجميع خطوات التصميم المعمارية والانشائية للمبنى.

5-2النتائج

1. يجب على كل طالب أو مصمم إنشائي أن يكون قادراً على التصميم بشكل يدوي حتى يستطيع إمتلاك الخبرة والمعرفة في إستخدام البرامج التصميمية المحوسبة.
2. من العوامل التي يجب أخذها بعين الإعتبار، العوامل الطبيعية المحيطة بالمبنى وطبيعة الموقع وتأثير القوى الطبيعية على الموقع.
3. من أهم خطوات التصميم الإنشائي، كيفية الربط بين العناصر الإنشائية المختلفة من خلال النظرة الشمولية للمبنى ومن ثم تجزئة هذه العناصر لتصميمها بشكل منفرد ومعرفة كيفية التصميم، مع أخذ الظروف المحيطة بالمبنى بعين الإعتبار.
4. القيمة الخاصة بقوة تحمل التربة هي: $\mathbf{350}$ KN/m^2.
5. لقد تم إستخدام نظام عقدات المفرغة(Ribbed Slab) في كثير من العقدات نظراً لطبيعة وشكل المنشأ، كما تم إستخدام نظام العقداة المصمتة (Solid Slab) في مناطق بيت الدرج,والمواقف ، نظراً لكونها أكثر فاعلية من عقدات الأعصاب في تحمل ومقاومة الأحمال المركزة.
6. برامج الحاسوب المستخدمة:-

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

a. AUTOCAD (2007+2017) :- و ذلك لعمل الرسومات المفصلة للعناصر الإنشائية.
b. ATIR2018, SAFE2014, ETABS 2016:- للتحليل والتصميم الإنشائي للعناصر الإنشائية.
c. Microsoft Office XP:- تم إستخدامه في أجزاء مختلفة من المشروع مثل كتابة النصوص والتنسيق وإخراج المشروع، وإعداد الجداول المرافقة للتصميم.

7. الأحمال الحية المستخدمة في هذا المشروع كانت من كود الأحمال الأردني.
8. من الصفات التي يجب أن يتصف بها المصمم، صفة الحس الهندسي التي يقوم من خلالها بتجاوز أية مشكلة ممكن أن تعترضه في المشروع وبشكل مقنع ومدروس.

2-5 التوصيات

كلمة حق لا بد من الاشارة لها هنا ونحن على اعتاب نهاية مشروعنا هذا لقد كان لهذا العمل قيمة حقيقية لتوسيع مداركنا وفهمنا 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 لإختيار مشاريع ذات طابع إنشائي.

يجب أن يتم تنسيق وتجهيز كافة المخططات المعمارية الجيدة مع مراعاة تحليل الموقع واتجاه الرياح والشمس ، بحيث يتم إختيار مواد البناء مع تحديد النظام الإنشائي للمبنى، ولابد في هذه المرحلة من توفر معلومات شاملة عن الموقع وتربته وقوة تحمل تربة الموقع ، من خلال تقرير جيوتقني خاص بتلك المنطقة، بعد ذلك يتم تحديد مواقع الجدران الحاملة والأعمدة بالتوافق والتنسيق التام مع الفريق الهندسي المعماري ويحاول المهندس الإنشائي في هذه المرحلة الحصول على أكبر قدر ممكن من الجدران الخرسانية المسلحة، بحيث تكون موزعة بشكل منتظم أو شبه منتظم في كافة أنحاء المبنى؛ ليتم إستخدامها فيما بعد في مقاومة أحمال الزلازل وغيرها من القوى الأفقية ونظرا لطبيعة الاحمال الموجودة بالمشروع ونظرا لطبيعة التغييرات الحديثة التي أدلى بها نقيب المهندسين الفلسطينين بخصوص الزلازل لا بد من تصميم هذا المبنى تصميما يراعى به متطلبات الزلازل .

تم بحمد الله