بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة والتكنولوجيا

دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

هندسة مباني

مقدمة مشروع التخرج

التصميم الإنشائي لـِ "المدرسة النموذجية الحديثة في الامارات" بجامعة بوليتكنك فلسطين

فلسطين-الخليل

فـريـق الـعـمـل

محمود إسماعيل عمريه — محمد عبد الهادي جبرين

رائف عيسى الشيوخي — يوسف محمد علقم

إشـراف :

د. نافذ نصر الدين

حزيران – 2019 م

بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة والتكنولوجيا

هندسة مباني

التصميم الإنشائي لـِ " المدرسة النموذجية الحديثة في الامارات " بجامعة بوليتكنك فلسطين

فلسطين-الخليل

فـريـق الـعمـل

محمود إسماعيل عمريه	محمد عبد الهادي جبرين
رائف عيسى الشيوخي	يوسف محمد علقم

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

توقيع مشرف المشروع	**توقيع رئيس الدائرة**
د. نافذ نصر الدين	م. فيضي شبانة
.....	.....

حزيران – 2019 م

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 و الأهل والأخوة والأصدقاء الذين وقفوا وما يزالون إلى جانبنا في السراء والضراء، وبوجودهم تذوقنا طعم الحياة وحلاوة الأوقات وبمحبتهم وعطائهم تجاوزنا الصعاب وبلغنا الأهداف.

فريق العمل

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 نافذ ناصر الدين المشرف والموجة، 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 "مدرسه نموذجيه في الامارات" 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 طابقين , وتبلغ المساحة الإجمالية (9452) متر مربع , ويتميز التصميم من الناحية المعمارية للمشروع بأنه تم بأسلوب يقوم على تعدد الكتل الفراغية وتوزيعها بشكل متناسق من الناحية الجمالية والوظيفية , إضافة إلى 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 الخراسانية , وتعدد الكتل ووجود تراجعات في المساحات الطابقية .

من الجدير بالذكر أنه تم استخدام الكود الأردني لتحديد الأحمال الحية، و لتحديد أحمال الزلازل تم استحدام (UBC-97) ، أما بالنسبة للتحليل الإنشائي وتصميم المقاطع فقد تم استخدام الكود الأمريكي (ACI_318_14) ، ولا بد من الإشارة إلى أنه اعتمدنا على بعض برامج الحاسوب مثل :-

Autocad (2018), Atir 2018, Google Sketch Up, Microsoft Office 2016,Etabs 2017 ,Safe 2016 , Sp column .

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 " Modern Model School " **In the UAE** The aim of this project is to design the structural elements of all buildings. These buildings consist of concrete and steel works that contains .slabs, beams, columns and foundations walls

The project consists of one concrete building. This concrete building consists of a two-story. The building contain facilities that is designed to suit the needs of the students according to the .appropriate modern requirements

Moreover, the designing of the project consists of many stages, which is represented by examining the architectural sketches, choosing different kinds of structural elements such as columns, beams and slabs that is not in contraction with the architectural design. After that comes the stage of designing the structural elements by using computer programs and then displaying the .results as executive sketches

There are many codes used in this project. Jordanian Building Code is used to determine live loads. Uniform Building Code (UBC-97) is used to determine seismic loads. In Addition, the American Concrete Institute's code (ACI 318-14) is used for .structural analysis and designing sections

The computer programs that has been used in designing the project are AutoCAD 2018, Atir 2018, ETABS 2016, office 2016 and others.

God grants success

فهرس المحتويات Table of Contents

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

الفصل الاول	المقدمة	1
1-1	مقدمة	2
2-1	أهداف المشروع	2
3-1	مشكلة المشروع	2
4-1	أسباب اختيار المشروع	3
5-1	حدود مشكلة المشروع	4
6-1	المسلمات	4
7-1	فصول المشروع	4
8-1	إجراءات المشروع	4
9-1	الجدول الزمني للمشروع	5

الفصل الثاني	الوصف المعماري	5
1-2	مقدمة	7
2-2	لمحة عامة عن المشروع	7
3-2	موقع المشروع	8
1-3-2	أهمية الموقع	9
2-3-2	حركة الشمس والرياح	9
3-3-2	الرطوبة	10
4-2	وصف طوابق المشروع	10
1-4-2	الطابق الأرضي	10
2-4-2	الطابق الأول	11

5-2	وصف واجهات المشروع	12
1-5-2	الواجهة الجنوبية	12
2-5-2	الواجهة الشمالية	12
3-5-2	الواجهة الغربية	13
4-5-2	الواجهة الشرقية	13
6-2	المقاطع	14
1-6-2	سكشن A-A	14
2-6-2	سكشن B-B	14
3-6-2	سكشن C-C	15
4-6-2	سكشن D-D	15
7-2	وصف الحركة	16
8-2	المداخل	16

الفصل الثالث	**الوصف الانشائي**	**15**
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	19
3-4-3	الأحمال البيئية	20
1-3-4-3	أحمال الرياح	20
2-3-4-3	أحمال الثلوج	21
3-3-4-3	أحمال الزلازل	22
5-3	الاختبارات العملية	22
6-3	العناصر الانشائية	22
1-6-3	العقدات	23
1-1-6-3	عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد	24
2-1-6-3	عقدات العصب ذات الاتجاهين	25
3-1-6-3	العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد	25
4-1-6-3	العقدات المصمتة ذات الاتجاهين	26
2-6-3	الأدراج	27

3-6-3	الجسور	27
4-6-3	الأعمدة	29
5-6-3	جدران القص	30
6-6-3	الأساسات	31
7-3	فواصل التمدد	32
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	34
4-3	Check of Minimum Thickness of Structural Member	36
4-4	Design of Topping	36
4-5	Design of One Way Rib Slab	38
4-6	Design of Beam	45
4-7	Design of Column	51
4-8	Design of Footing	55
4-9	Design of One Way Solid Slab	59
4-10	Design of Stair	62

الفصل الخامس	**النتائج والتوصيات**	71
1-5	مقدمة	72
2-5	النتائج	72
3-5	التوصيات	73

رقم الجدول	اسم الجدول	رقم الصفحة
جدول (1-1)	الجدول الزمني للمشروع	5
جدول (1)	الكثافة النوعية للمواد المستخدمة	19
جدول (2-3)	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	21
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 2).	41
جدول (4-4)	Check of Minimum Thickness	59
جدول (4-5)	Dead load for solid slab for 1m strip	59
جدول (4-6)	Dead load Calculation of Flight .	63
جدول (4-7)	Dead load Calculation of Landing	66

فهرس الأشكال

رقم الشكل	اسم الشكل	رقم الصفحة
الشكل (2-1)	خارطة الموقع الجغرافي للمنطقة التي يقع فيها المشروع	8
الشكل (2-2)	مسقط الطابق الأرضي	10
الشكل (2-3)	مسقط الطابق الأول	11
الشكل (2-4)	الواجهة الجنوبية	11
الشكل (2-5)	الواجهة الشمالية	11
الشكل (2-6)	الواجهة الغربية	12
الشكل (2-7)	الواجهة الشرقية	12
الشكل (2-8)	مقطع A-A	13
الشكل (2-9)	مقطع B-B	13
الشكل (2-10)	مقطع C-C	13
الشكل (2-11)	مقطع D-D	13
الشكل (3-1)	تأثير الرياح على المباني من حيث ارتفاع المبنى	21
الشكل (3-2)	تأثير الرياح على المباني من حيث ارتفاع البيئة المحيطة بالمبنى	21
الشكل (3-3)	توضيح لبعض العناصر الانشائية للمبنى	23

الشكل (3-4)	عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد	24
الشكل (3-5)	عقدات العصب ذات الاتجاهين	25
الشكل (3-6)	العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد	25
الشكل (3-7)	العقدات المصمتة ذات الاتجاهين	26
الشكل(3-8)	الدرج	27
الشكل (3-9)	أشكال الجسور	28
الشكل (3-10)	أنواع الأعمدة	29
الشكل (3-11)	جدار قص	30
الشكل (3-12)	الأساسات	29

List of Figures

Figure #	Description	Page #
4-1	Beams and Ribs.	36
4-2	Topping Load.	36
4-3	One-Way Rib Slab (R 2).	39
4-4	Geometry of Rib (R2).	40
4-5	Loading of Rib (R2).	40
4-6	Shear and Moment Envelope Diagram of Rib (R2).	40
4-7	Geometry of Beam (B16).	45
4-8	Loads Distribution of Beam (B 16).	46
4-9	Shear and Moment Envelope Diagram of Beam (B 16).	46
4-10	Reactions of Beam (B 16).	47
4-11	Column Section.	51
4-12	Column Reinforcement.	54
4-13	Foot Section.	55
4-14	One way shear (beam shear for isolated footing).	56
4-15	Tow- way shear (punching shear).	56
4-16	Foot Reinforcement Details .	58

4-17	Moment & Shear diagram for solid slab .	60
4-18	One Way Solid Slab Reinforcement Details .	61
4-19	Stair Plan	62
4-20	Section of Stair	62
4-21	Statically system and load distribution of flight	63
4-22	Moment & Shear diagram for flight .	64
4-23	Statically system and load distribution of middle landing.	67
4-24	Moment & Shear diagram envelope diagram of middle landing.	67
4-25	Stair reinforcement details.	70

List of Abbreviations

- **Ac** = area of concrete section resisting shear transfer.
- **As** = area of non-prestressed tension reinforcement.
- **A_sõ =** area of non-prestressed compression reinforcement.
- **Ag** = gross area of section.
- **Av** = area of shear reinforcement within a distance (S).
- **At** = area of one leg of a closed stirrup resisting tension within a (S).
- **b** = width of compression face of member.
- **bw** = web width, or diameter of circular section.
- **C_c =** compression resultant of concrete section.
- **C_s**= compression resultant of compression steel.
- **DL** = dead loads.
- **d** = distance from extreme compression fiber to centroid of tension reinforcement.

- **Ec** = modulus of elasticity of concrete.
- $\mathbf{f_c}$ = 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

الفصل الأول

المُـقَـدِمَة

1-1 المقدمة.

2-1 أهداف المشروع.

3-1 مشكلة المشروع.

4-1 أسباب اختيار المشروع

5-1 حدود مشكلة المشروع.

6-1 المسلمات.

7-1 فصول المشروع.

1 -8 إجراءات المشروع

9-1 الجدول الزمني للمشروع.

1-1 المقدمة :

الهندسة بصفة عامة هي الجسد الذي يجمع بين الأدوات التقنية المتاحة والأنشطة والمعرفة , فهي النشاط الاحترافي الذي يستخدم التخيل والحكمة والذكاء في تطبيق العلوم والتكنولوجيا والرياضيات و الخبرة العملية لكي تستطيع أن تصمم وتنتج وتدير العمليات التي تتناسب واحتياجات البشرية .

فالهندسة المدنية عموما هي الوسيلة الوحيدة التي تجعل من العالم مكانا انسب وأصلح للعيش فيه .

وهندسة المباني خصوصاً هي الهندسة التي تعتني بجانب توفير المسكن المطلوب بالمواصفات المطلوبة وبالجودة المطلوبة وبالموارد المتاحة لكل فرد في المجتمع.

والمهندس المدني هو الذي يقوم بالتصميم والتنفيذ والإشراف على التنفيذ للمشروعات المختلفة ,ويكمن دوره الفعال في ارتباط عمله ارتباطاً وثيقاً بأرواح البشر .

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

1- 2 أهداف المشروع :

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

1. القدرة على اختيار النظام الإنشائي المناسب للمشروع وتوزيع عناصره الإنشائية على المخططات، مع مراعاة الحفاظ على الطابع المعماري.
2. القدرة على تصميم العناصر الإنشائية المختلفة.
3. تطبيق وربط المعلومات التي تم دراستها في المساقات المختلفة .
4. إتقان استخدام برامج التصميم الإنشائي ومقارنتها مع الحل اليدوي.

1-3 مشكلة المشروع :

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

4-1 أسباب اختيار المشروع :

تعود أهمية اختيار المشروع إلى عدة أمور من أهمها اكتساب المهارة في التصميم الإنشائي لمختلف العناصر في المباني ، وخاصة المباني المهمة 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 كونه مدرسة نموذجية ، وأخرى تعود إلى أسباب شخصية يمكن تلخيصها على النحو التالي : -

الأسباب المتعلقة بطبيعة المشروع : -

1. التأكيد على أهمية و دور المدارس في بناء المجتمعات من خلال ما تقدمه من خدمات لطلابها .
2. الحاجة لتوفير بناء متكامل تتوفر فيه كافة الاحتياجات التي يستحقها المواطن ، و تخدمه في جميع نواحي حياته .

الأسباب الشخصية :-

1. رغبة فريق العمل في أن يكون المشروع إنشائيا .
2. الرغبة في اكتساب مهارة التصميم الإنشائي من خلال الربط بين النواحي النظرية التي تم اكتسابها من المساقات المدروسة ، و تطبيق ذلك فعليا على هذا المشروع و ما يحتويه من عناصر إنشائية مختلفة ، و تصميم هذه العناصر بحيث تتناسب مع الأحمال الواقعة عليها ، مع مراعاة توفير عاملي النتانة و الاقتصاد .
3. اكتساب الخبرة و المهارة في إعداد المخططات التنفيذية المختلفة مع مراعاة متطلبات السوق المحلي .

1-5 حدود مشكلة المشروع :

تكمن حدود المشروع في تصميم العناصر الإنشائية المختلفة، حيث تم عمل تصميم متكامل لهذه العناصر من جسور، أعمدة ، أساسات، جدران القص ، وعمل المخططات الإنشائية المتكاملة بجميع تفاصيلها.

1-6 المسلمات :

1. اعتماد الكود الأمريكي في التصاميم الإنشائية المختلفة (ACI-318-14) .
2. استخدام برامج التحليل والتصميم الإنشائي مثل (Atir18, Safe 16, Etabs17, Sp Column)
3. برامج أخرى مثل Microsoft office Word, Power Point, Excel, AutoCAD

1- 7 فصول المشروع :

يحتوي هذا المشروع على خمسة فصول وهي:

1- الفصل الأول: يشمل المقدمة العامة.
2- الفصل الثاني: يشمل الوصف المعماري للمشروع.
3- الفصل الثالث: يشمل وصف العناصر الإنشائية للمبنى.
4- الفصل الرابع: التحليل والتصميم الإنشائي لبعض العناصر الإنشائية.
5- الفصل الخامس: النتائج و التوصيات.

1 - 8 إجراءات المشروع

1. دراسة المخططات المعمارية وذلك للتأكد من صحتها من النواحي المعمارية وتوافقها مع أهداف المشروع مع إجراء كافة التعديلات المعمارية اللازمة عليها، وإكمال النقص الموجود فيها إن وجد .
2. دراسة العناصر الإنشائية المكونة للبلدية والآلية الأنسب لتوزيع هذه العناصر كالأعمدة والجسور والأعصاب بشكل لا يصطدم مع ال تصميم المعماري الموضوع ويحقق الجانب الاقتصادي و عامل الأمان .
3. تحليل العناصر الإنشائية والأحمال المؤثرة عليها ومن ثم تحديد النظام الإنشائي المناسب .
4. تصميم العناصر الإنشائية بناءا على نتائج التحليل .
5. التأكد من صحة التصميم وذلك عن طريق برامج التصميم المختلفة .

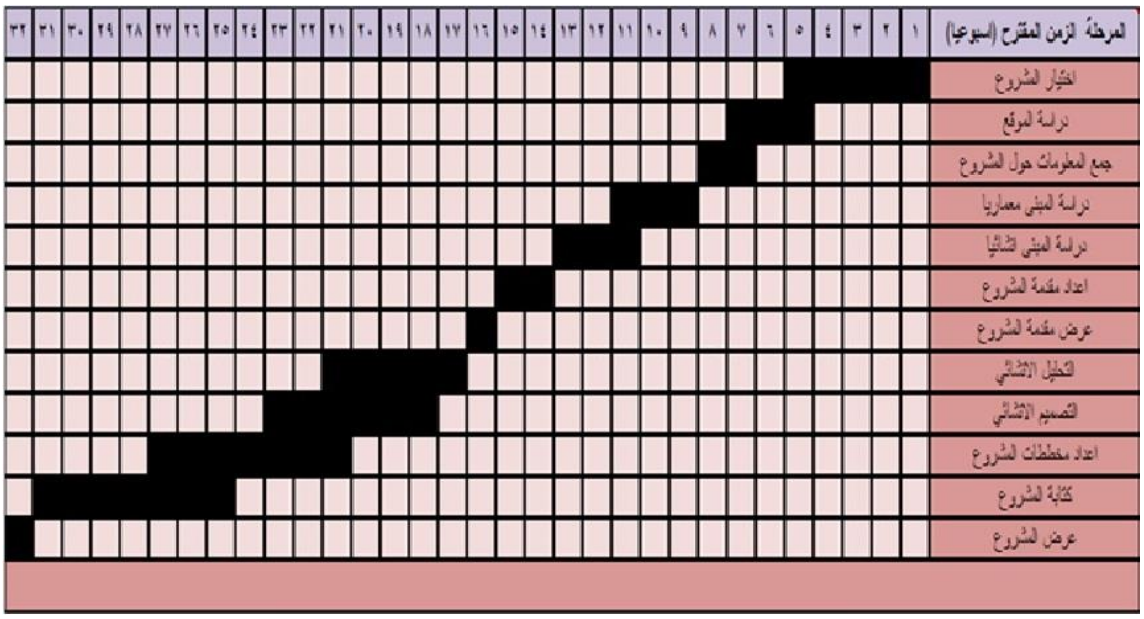
6. إنجاز المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية التي تم تصميمها ليخرج المشروع بالشكل النهائي المتكامل والقابل للتنفيذ .

7. عرض المشروع للمناقشة .

1-9 الجدول الزمني للمشروع :

والجدول التالي يوضح تسلسل أعمال المشروع والزمن اللازم لكل نشاط.

جدول (1-1): الجدول الزمني للمشروع.



2

الفصل الثاني

الوصف المِعمَاري

2-1 المقدمة .

2-2 لمحة عامة عن المشروع.

2-3 موقع المشروع .

2-4 وصف طوابق المشروع .

2-5 وصف واجهات المشروع .

2-6 المقاطع .

2-7 وصف الحركة .

2-8 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 :

تقام فكرة المشروع على أساس تصميم متكامل مع مراعاة جميع المعايير المعمارية النموذجية في تصميم المدرسة و توفير جميع العناصر التي سوف تجعل المدرسة مميزة من ناحية وظيفية واجتماعية ومعمارية وأن تكون تواكب التطور العلمي المتجدد و التخصصات الجديدة في مجال التدريس وأن يكون التخطيط العام مرناً وقابلاً للتمديد المستقبلي.

وهي تشمل على عدة عناصر رئيسية :

1.الإدارة العامة : وتتكون هذه الإدارة من الهيئة المسئولة عن شؤون المدرسة وهي تتولى الاشراف وتسيير العمل وهي قريبة عن المدخل الرئيسي و الاشراف على جميع الانشطة المختلفة لتنظيم شؤون رواد هذا المشروع .

2. القسم التعليمي : ويشمل على قاعات تدريس و مختبرات و قاعات مشرفين و مختبرات الحاسوب و الكيمياء والفيزياء ومختبرات علمية وجيولوجية و غرف انشطة بالإضافة الى غرف متعددة الاغراض .

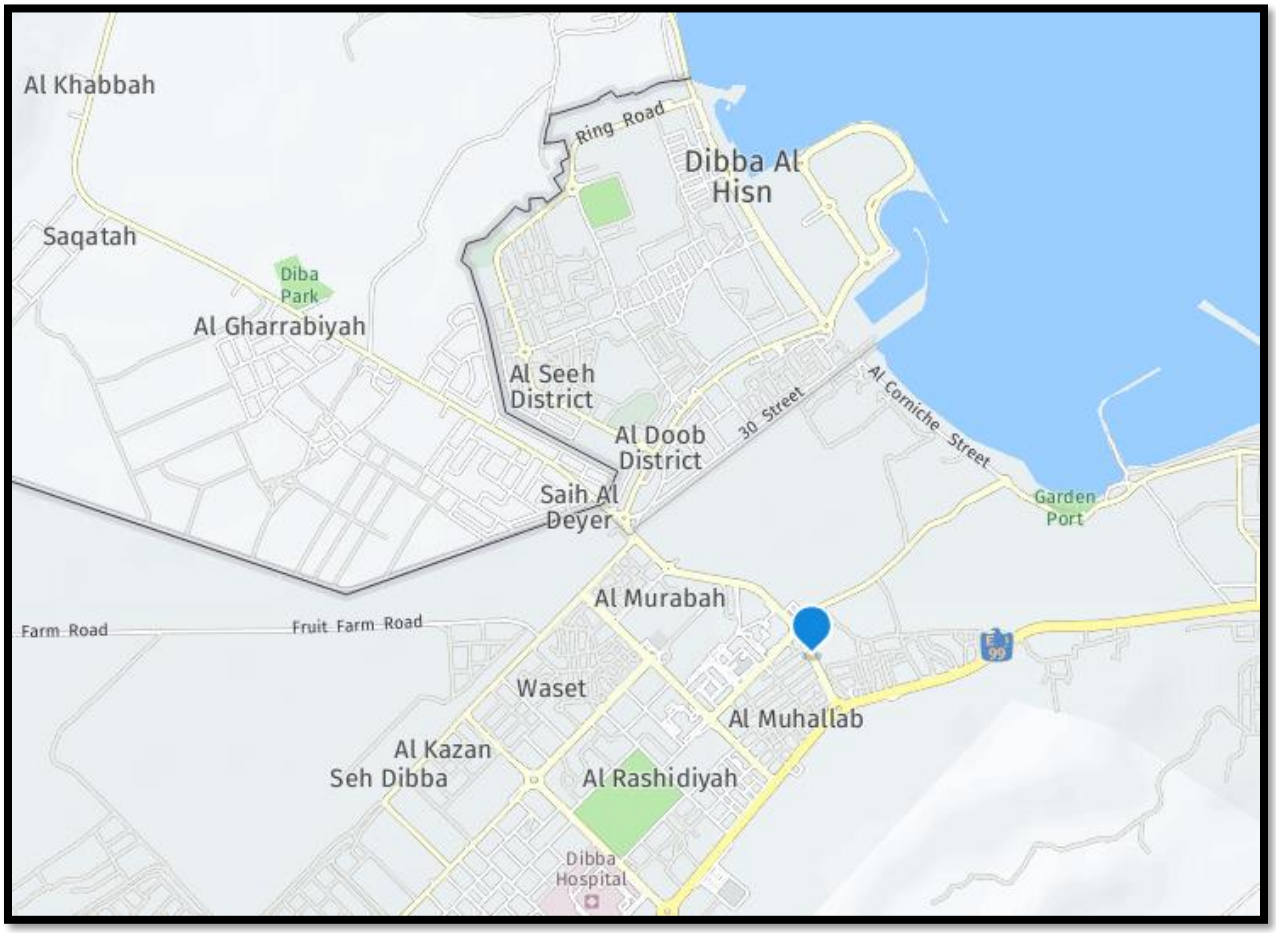
3.الخدمة العامة : وتشمل على المرافق الصحية و غرف انتظار و مواقف للسيارات .

3-2 موقع المشروع :

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

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

يقع المشروع في دوله الامارات العربيه المتحده في منطقه الفجيرة – دبا الفجيره-سيح دبا بمساحه تقدر ب 12227.43متر مربع .



الشكل (1-2)خارطة الموقع الجغرافي للمنطقة التي يقع فيها المشروع .

2-3-1 أهمية الموقع:

الشروط العامة لاختيار الموقع :

إن عمليه اختيار ارض لإقامة مدرسه نموذجيه لا تقيم بشكل أساسي لتوفر قطعه الأرض بل تقيم على أسس ومعايير تساعد في وضع قرار سليم يوجه المشروع إلى ذلك المسلك الذي يضفي على خدمات المشروع وأجزائه صبغه التكامل والتوافق مع النسيج الحضري العام . وفيما يلي عدة نقاط مهمة في عملية اختيار الارض التي سوف تقام عليها المدرسه النموذجيه :

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

وإن من أهم الأمور التي تميز موقع هذا المشروع وتم مراعاتها في اختيار هذا الموقع هي في النقاط التالية :

- توفر قطعة أرض بمساحة تستوعب حجم المشروع .
- حاجة المنطقة إلى مثل هذا المشروع .
- حيوية المنطقة .
- سهولة الوصول إلى الموقع .
- احتفاظ الموقع بمميزات طبيعية .

2-3-2 حركة الشمس و الرياح:

تتعرض منطقة دبا الفجيره الواقعة في الامارات إلى الرياح من الجنوب الغربي الى الشمال الشرقي وهي رياح باردة جدا باليل جافة في النهار نظرا لوقوعها في ارض صحراوية شديدة الحرارة , واليها يعود انخفاض الحرارة في المناطق المرتفعة ويكثر الهطل المطري في امارتي الفجيرة ورأس الخيمة نظرا لموقهما الجغرفي وقربهما من السلاسل الجبلية ، كما تتعرض إلى الرياح الجنوبية الغربية 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 انسجاما ، إذ تجعل الهواء معتدلا جافا،كما تهب على المدينة رياح جافة كرياح الخماسين في أواخر فصل الربيع.

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

2-3-3 الرطوبة:-

يتعرض مناخ الامارات بشكل عام ومنطقة دبا الفجيره بشكل خاص لتأثيرات من المحيط الهندي عير خليج عمان وأعلى دراجات الحرارة تصل الى 47 درجة مئوية تسجل في الصيف أما في فصل الشتاء فهو أقصر ويمتد من ديسمبر الى فيبراير وتنخفض فيه دراجات الحرارة لا سيما في المناطق الداخلية ولاأمطار قليلة التساقط فيه وعادة ما تكون مسحوبة بعواصف رعدية في شهري ديسمبر ويانير في كل عام يتأثر برطوبة تتراوح نسبتها خلال الصيف بين 60-100% لا سيما على الساحل المؤهول وتنخفض في المناطق الداخلية .

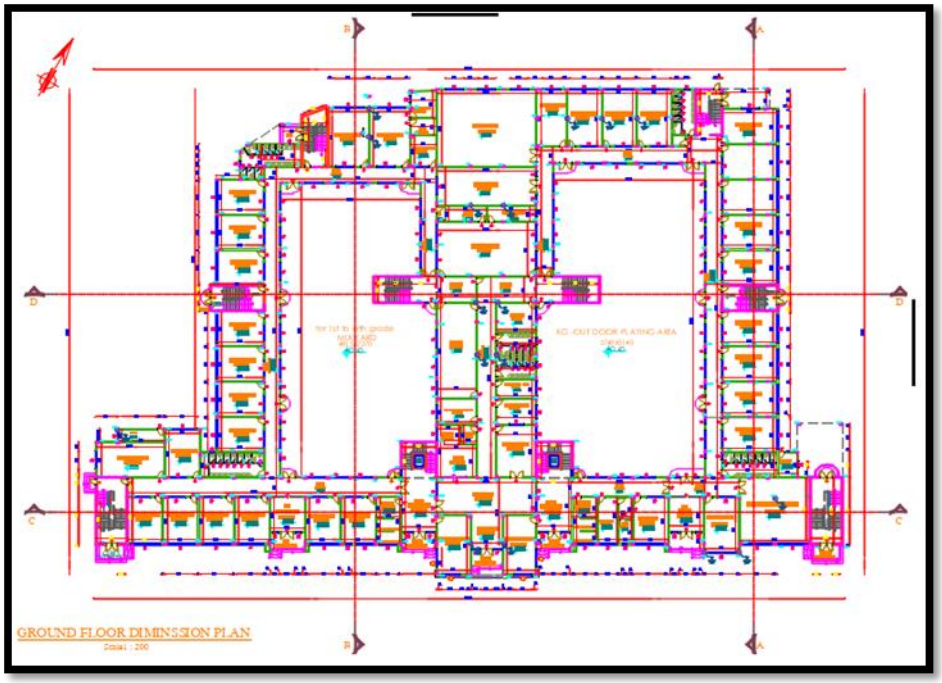
2-4 وصف طوابق المشروع :-

يتكون المشروع من طابقين ذات تنوع خدماتي بمساحة اجمالية وقدرها 9452 متر مربع, وهو عبارة عن مؤسسة معقدة ذات مرافق متعددة, التوزيع المعماري لهذه المرافق يتسم بالوضوح و التماثل بين الطوابق وهذا أدى إلى تيسير التصميم الإنشائي للمشروع .

2-4-1 الطابق الأرضي:-

(منسوب 0.60 m) بمساحة تقدر ب 4627م^2.

يتكون الطابق الأرضي من مدخلين للذكور من جهه اليمين ومدخلين للاناث من جهه اليسار بالاضافه الى وجود مدخل في الوسط رئيسي, ويوجد أيضا مام المدرسه مواقف سيارات وايضا للباصات قسم صفوف تعليميه, ملاعب كره قدم, غرف للطعام, قسم للمختبرات العمليه, غرف نشاطات وغرف للمعلمين , قسم مرافق صحيه وغرف للتنظيف بالاضافه الى مصلى ومكتبه , يوجد أيضا مداخل درج للتنقل بين الطابقين, وأيضا مصاعد.

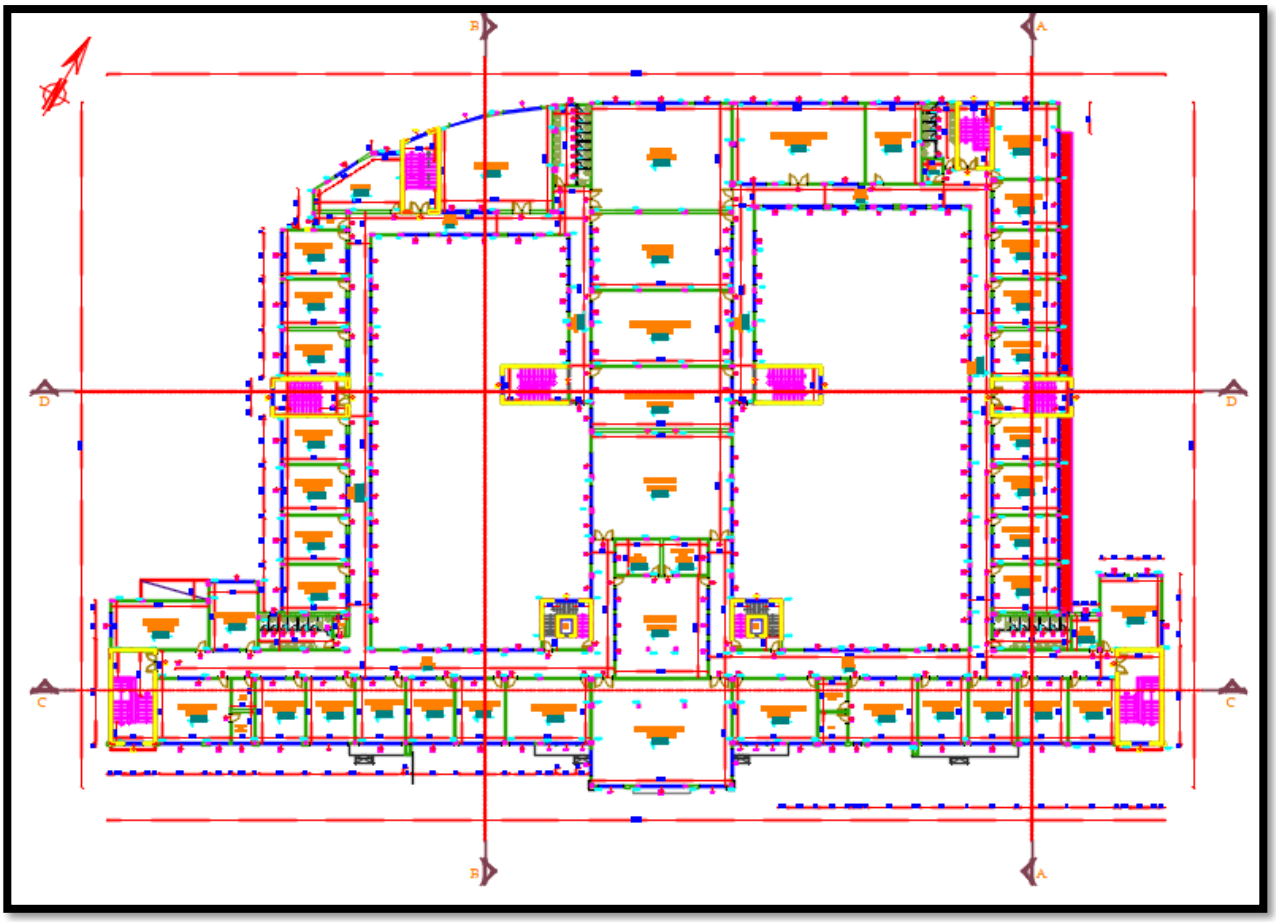


الشكل (2-2):المسقط الأفقي للطابق الأرضي.

2-4-2 الطابق الأول:-

(منسوب 4.8m) بمساحة اجمالية 4762 م^2.

يتكون الطابق الأول من : غرف للمعلمين.وصفوف تعليميه ,ومختبرات عمليه تشمل مختبر فيزياء ,كيمياء,حاسوب, جيولوجيا,ومختبر صحي وايضا مختبرات علميه عامه ., وغرف نشاطات وأيضا يوجد مرافق صحيه لكلا الجنسيين الذكور والاناث

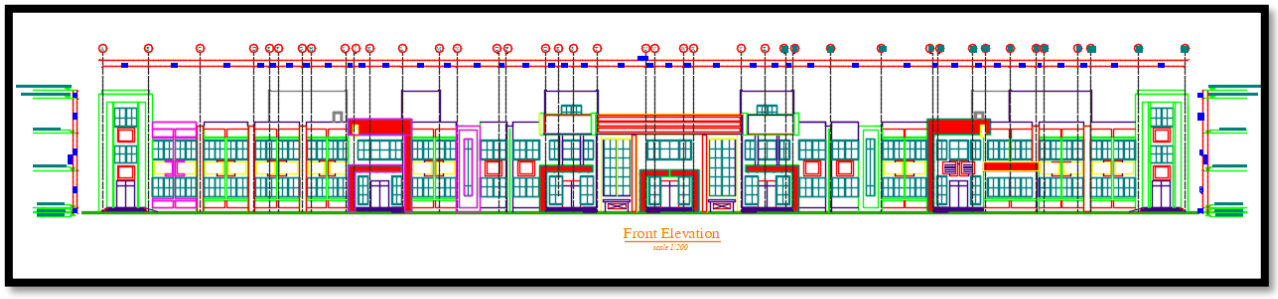


الشكل (3-2) : المسقط الأفقي للطابق الأول.

5-2 الواجهات :-

1-5-2 الواجهة الجنوبيه:

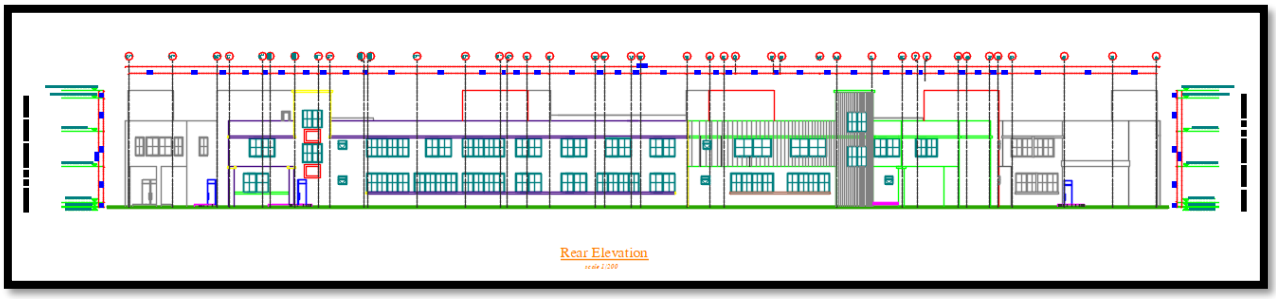
هي الواجهه الرئيسه للمدرسه و يظهر فيها مداخل المدرسه الرئيسي ومخارجها مدخل رئيسي للذكور وأيضا مدخل رئيسي للاناث وتظهر في الواجهه عده بروزات في الحجر تبين الجمال المعماري.



الشكل (2-4): الواجهة الجنوبيه.

2-5-2 الواجهة الشماليه:.

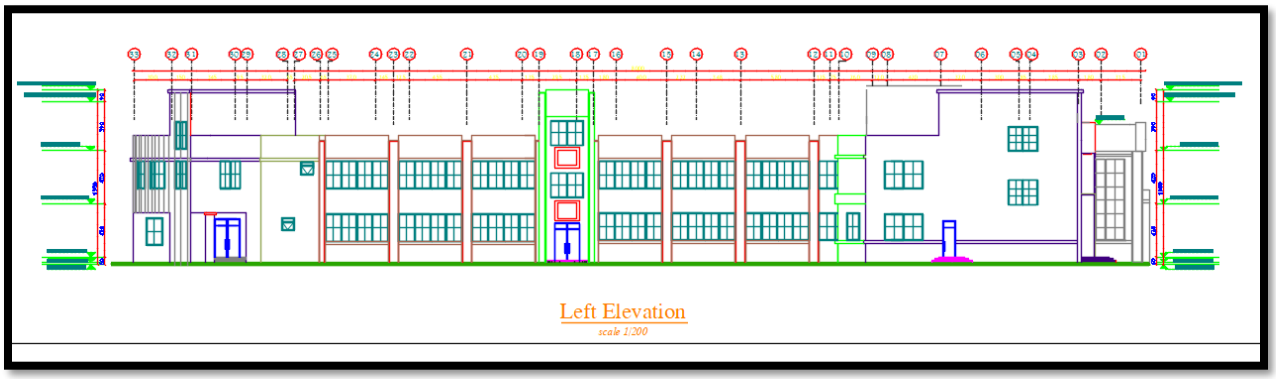
بدايةً يظهر في هذه الواجهة التراجعات واختلاف المناسيب ، بالإضافة إلى مجموعة من العناصر تظهر فيها بشكل متناغم ومتناسق لتبرز الجمال المعماري .



الشكل (2-5) :الواجهة الشماليه.

3-5-2 الواجهة الغربية:

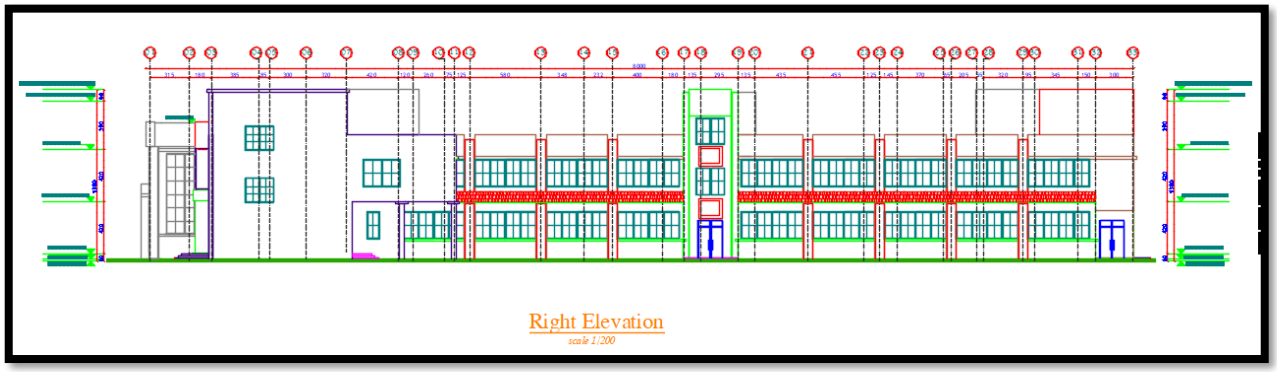
بدايةً يظهر في هذه الواجهة التراجعات واختلاف المناسيب ، بالإضافة إلى مجموعة من العناصر تظهر فيها بشكل متناغم ومتناسق لتبرز الجمال المعماري .ومدخل للمدرسه وأيضا بيت درج



الشكل (2-6):الواجهة الغربية.

4-5-2 الواجهة الشرقية:

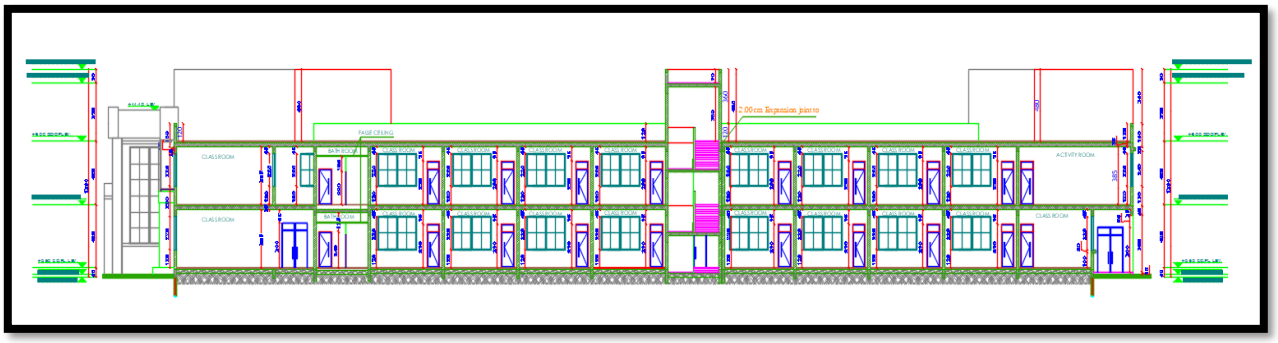
مجد الابداع المعماري في هذه الواجهه من الكتل ذات التراجعات الظاهره والتي اضافه بدورها طابعا جماليا للواجهه ايضا تنوع المواد المستخدمه وطريقه الدمج بينها ويظهر بها مدخل بيت درج



الشكل (2-7):الواجهة الشرقية.

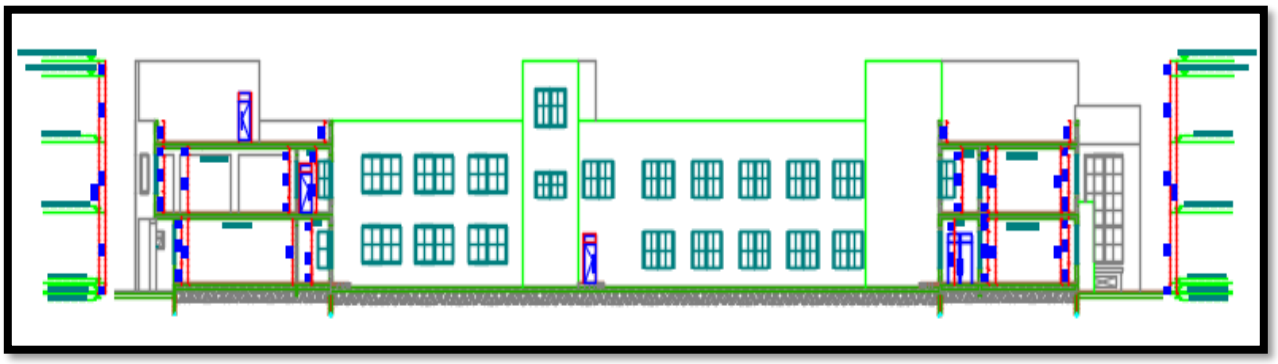
6-2 المقاطع:-

1-6-2 المقطع A-A:-



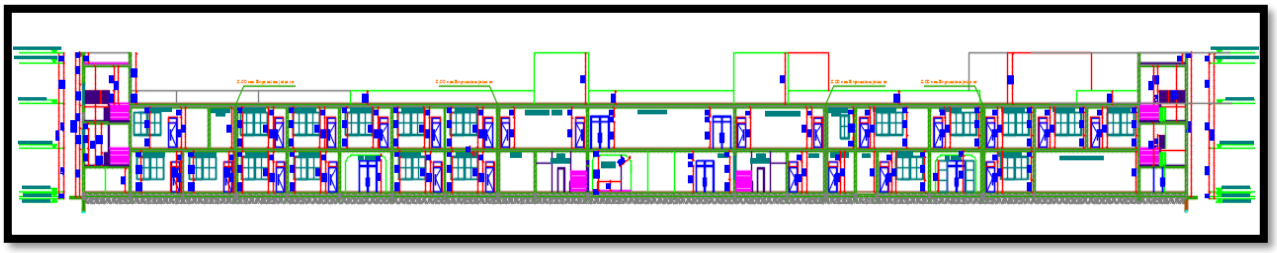
الشكل (2-8):المقطع A-A.

2-6-2 المقطع B-B:-



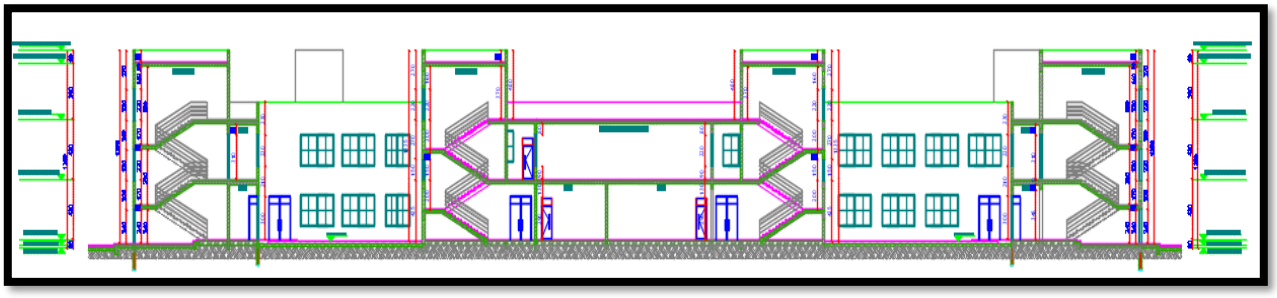
الشكل (2-9):المقطع B-B.

3-6-2 المقطع C-C:-



الشكل (2-10):المقطع C-C .

4-6-2 المقطع D-D:-



الشكل (2-11):المقطع D-D.

7-2 وصف الحركة :-

تم تصميم المنشأة بحيث تتيح حرية و سهولة التنقل بين أجزاء المبنى و طوابقه من خلال المصاعد و الادراج الموزعة على كافة أجزاء المبنى. و يوفر التصميم انتظام في توزيع الفراغات مما يوفر راحة في التنقل .
تاخذ الحركه اشكالا عده سواء من خارج المبنى باتجاه الداخل,او الحركه داخل المدرسه نفسها فالحركه من خارج المدرسه الى داخلها تتم بشكل سلس نظرا لعدم وجود فرق كبير في المنسوب الخارجي للمبنى والمنسوب الداخلي.
اذ يمكن الدخول للمبنى من عده اماكن وهذا بدوره يتيح حريه الدخول من والى المبنى اما بالنسبه للحركه داخل المبنى تقسم الى حركه افقيه داخل الطابق الواحد وحركه راسيه ما بين الطابقين.
فالحركه في الطابق الارضي تاخذ شكل خطي في الممرات ولكن يوجد في هذا الطابق حركه عموديه تماشيا مع منسوب الارض وتظهر الحركه في الطابق الاخر لتتم بشكل سهل بين الفراغات المختلفه في هذا البناء.

8-2 المداخل :-

يحتوي المشروع على مجموعه من المداخل موزعه على الجهات الاربعه:
1.المدخل الجنوبي وهو المدخل الرئيسي ومدخلين للذكور ومدخلين للاناث .
2.المدخل الغربي وهو مدخلين ومخرج ومدخل بيت درج .
3.المدخل الشرقي هو مدخل بيت درج .
4.المدخل الشمالي هو مدخلين بيت درج.

3

الفصـل الثالث

الوصف الإنشائي

3-1 مقدمة .

3-2 الهدف من التصميم الإنشائي.

3-3 مراحل التصميم الإنشائي.

3-4 الأحمال.

3-5 الاختبارات العملية.

3-6 العناصر الإنشائية المكونة للمشروع.

3-7 فواصل التمدد.

3-8 برامج الحاسوب.

3-1 مقدمة

بعد دراسة المشروع من الناحية المعمارية لابد من الإنتقال 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.

إن الغرض من عملية تصميم المنشآت هو ضمان وجود مزايا التشغيل الضروري فيها ، مع احتواء العناصر الإنشائية على أبعاد أكثر ملائمة من الناحية الاقتصادية ، بالإضافة إلى توفير عامل مهم وهو الأمان.

لذا لا بد من تحديد الهياكل الإنشائية التي يشتمل عليها المشروع لأجل اختيار العناصر الأنسب وذلك لعمل مقارنات بين الأنواع المختلفة لهذه العناصر بحيث تحقق العاملين السابقين إضافة إلى عدم التضارب مع المخططات المعمارية الموضوعة ، ولذلك فأن هذا يتطلب وصفا شاملاً للعناصر الإنشائية المكونة للمشروع التي سيتم التعامل معها وتصميمها لاحقا في بنود هذا المشروع من أجل الوصول إلى تصميم إنشائي كامل.

وفي هذا الفصل سوف يتم وصف العناصر الإنشائية المكونة للمشروع.

3-2 الهدف من التصميم الانشائي

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

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

3-3 مراحل التصميم الانشائي

يمكن تقسيم مراحل التصميم الإنشائي إلى مرحلتين رئيسيتين:-

1. المرحلة الأولى :-

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

2. المرحلة الثانية:-

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

3-4 الأحمال

الأحمال هي مجموعة القوى التي تؤثر على المنشأ و يتم تصميم المنشأ ليتحملها . إن أي مبنى يتعرض لعدة أنواع من الأحمال يجب حسابها بدقة عالية لان أي خطأ في عملية حساب الأحمال ينعكس سلباً على التصميم الإنشائي للعناصر الإنشائية المختلفة ، وفي هذا الفصل سوف نتطرق إلى كل حمل من هذه الأحمال على حدة لنبين تأثيره على المنشأ وكيفية التعامل معه .

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

3-4-1 الأحمال الميتة:-

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

الرقم	المادة المستخدمة	الكثافة (KN/m^3)
1	البلاط	23
2	الخرسانة المسلحة	25
3	الطوب	15
4	القصارة والمونة	22
5	الرمل	17
6	القواطع	2

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

3-4-2 الأحمال الحية:-

وهي الأحمال التي تتغير من حيث المقدار والموقع بصورة مستمرة كالأشخاص، الأثاث، الأجهزة ، والمعدات واحمال التنفيذ كالخشب والمعدات وتعتمد قيمة هذه الأحمال على طبيعة الاستخدام 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	الاستخدام	الحمل الحي(KN/m^2)
1	الجامعات والمدارس	5
5	الأدراج	3

جدول (2-3) : 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, وكما يلي:-

1-3-4-3 أحمال الرياح :

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

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

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

جدول (3- 3) : سرعة وضغط الرياح اعتمادا على الكود الألماني (DIN 1055-5)

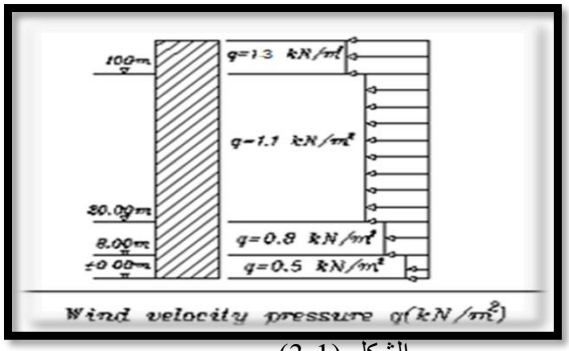
$$q = v^2 / 1600$$

حيث أن :

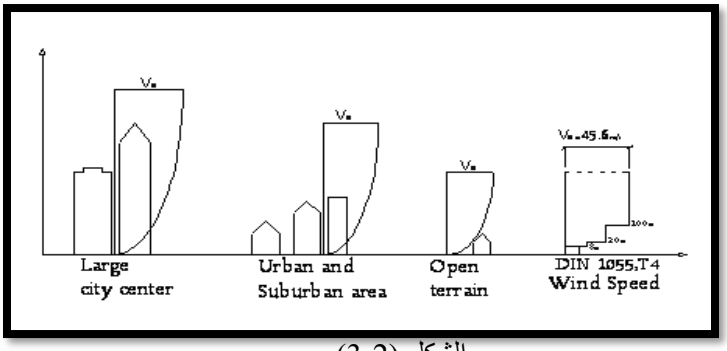
q:- (wind velocity pressure) الضغط الديناميكي للرياح على ارتفاع محدد من منسوب سطح الأرض المحيطة (KN/ m^2).

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

ويبين الشكل التالي تأثير الرياح على المباني من حيث ارتفاع المبنى والبيئة المحيطة به.



الشكل (3-1)



الشكل (3-2)

الشكل (3-1) : تأثير الرياح على المباني من حيث ارتفاع المبنى

الشكل (3-2) : تأثير الرياح على المباني من حيث ارتفاع البيئة المحيطة بالمبنى

3-4-3-2أحمال الثلوج :

تعتمد أحمال الثلوج على ارتفاع المنطقة عن سطح البحر، وعلى شكل السقف , ويتم تحديدها باستخدام كودات البناء المختلفة ، من خلال جداول تأخذ ارتفاع 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 الارتفاع 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 الارتفاع عن سطح البحر.

استنادا إلى جدول أحمال الثلوج السابق وبعد اقتراح تحديد ارتفاع المبنى عن سطح البحر, و الذي يساوي (920م) وتبعاً للبند الثالث تم حساب أحمال الثلوج كالاتي:-

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

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

$$s_L = 1.3(\text{KN}/\text{m}^2)$$

3-4-3-3أحمال الزلازل :

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

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

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

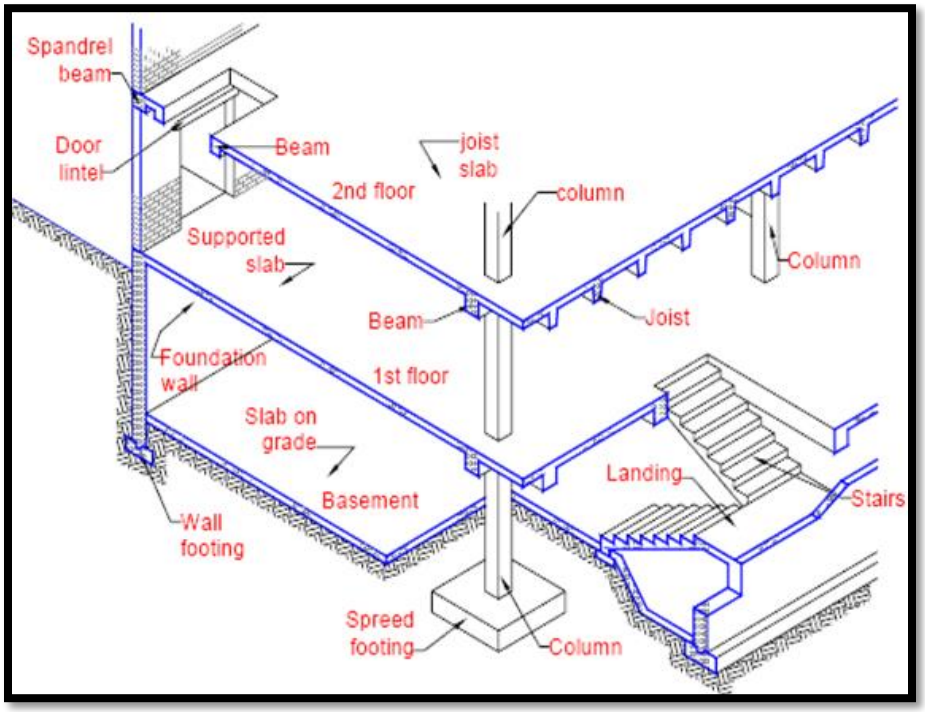
5-3 الاختبارات العملية

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

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

ويحتوي المشروع العناصر التالية:-

3-6-1العقدات (Slabs) :-

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

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

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

- العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد (One way solid slab).
- العقدات المصمتة ذات الاتجاهين (Tow way solid slab).

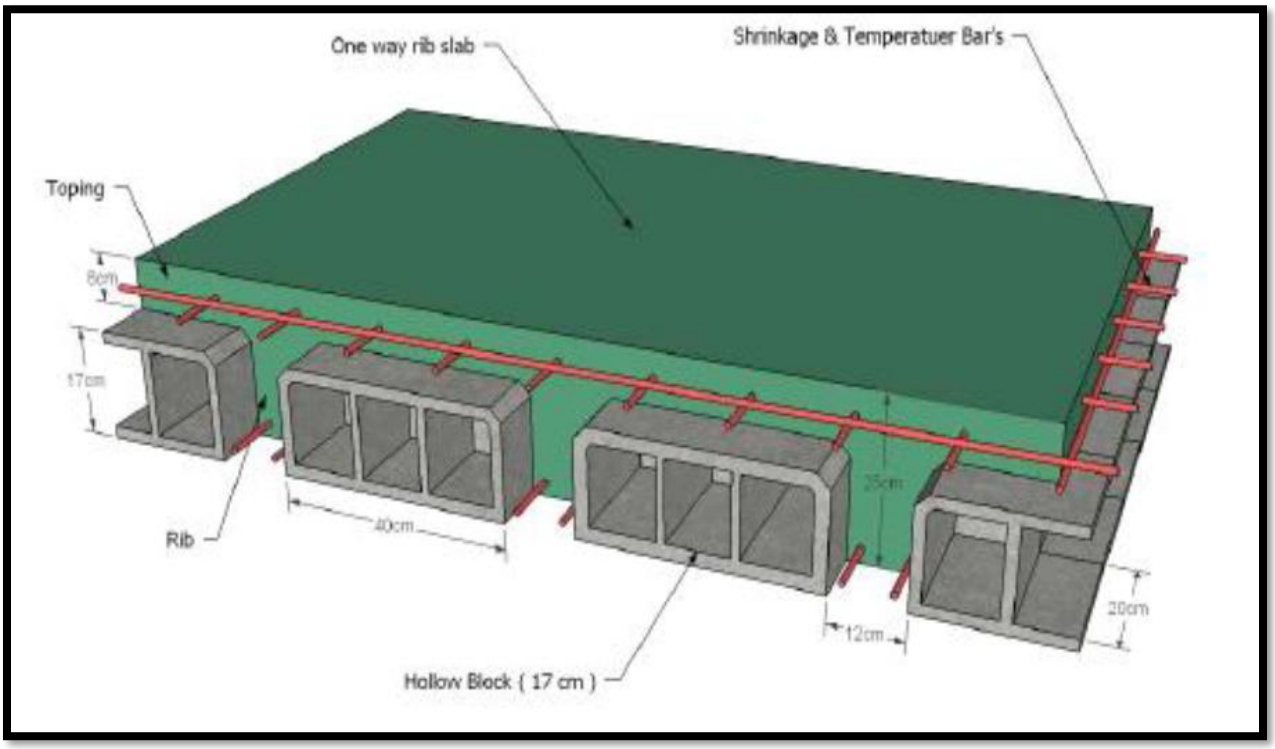
2. البلاطات المفرغة (Ribbed Slabs) وتقسم إلى :-

- عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد (One way ribbed slab).
- عقدات العصب ذات الاتجاهين (Two way ribbed slab).

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

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

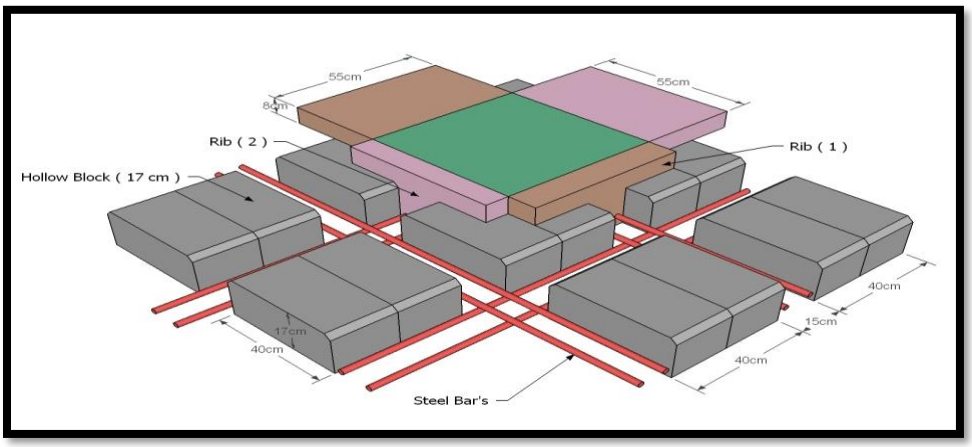
إحدى أشهر الطرق المستخدمة في تصميم العقدات في هذه البلاد وتتكون من صف من الطوب يليها العصب, ويكون التسليح باتجاه واحد كما هو مبين في الشكل (4-3).



الشكل(4-3) : عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد.

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

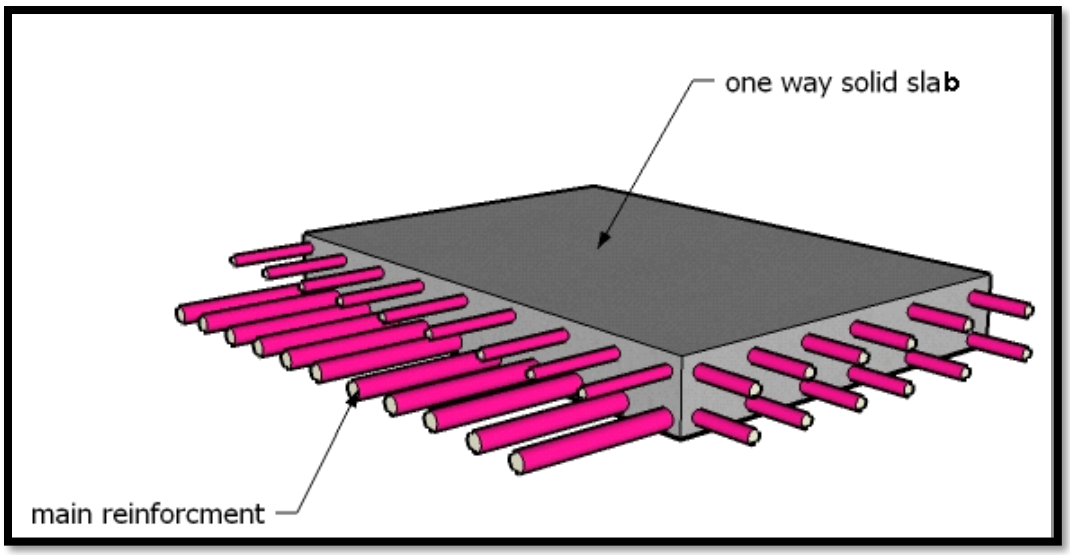
تشبه السابقة من حيث المكونات ولكن تختلف من حيث كون التسليح باتجاهين, ويتم توزيع الحمل في جميع الاتجاهات ويراعى عند حساب وزنها طوبتين و عصب في الاتجاهين, كما يظهر في الشكل (3-5).



الشكل(3-5) : عقدات العصب ذات الاتجاهين.

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

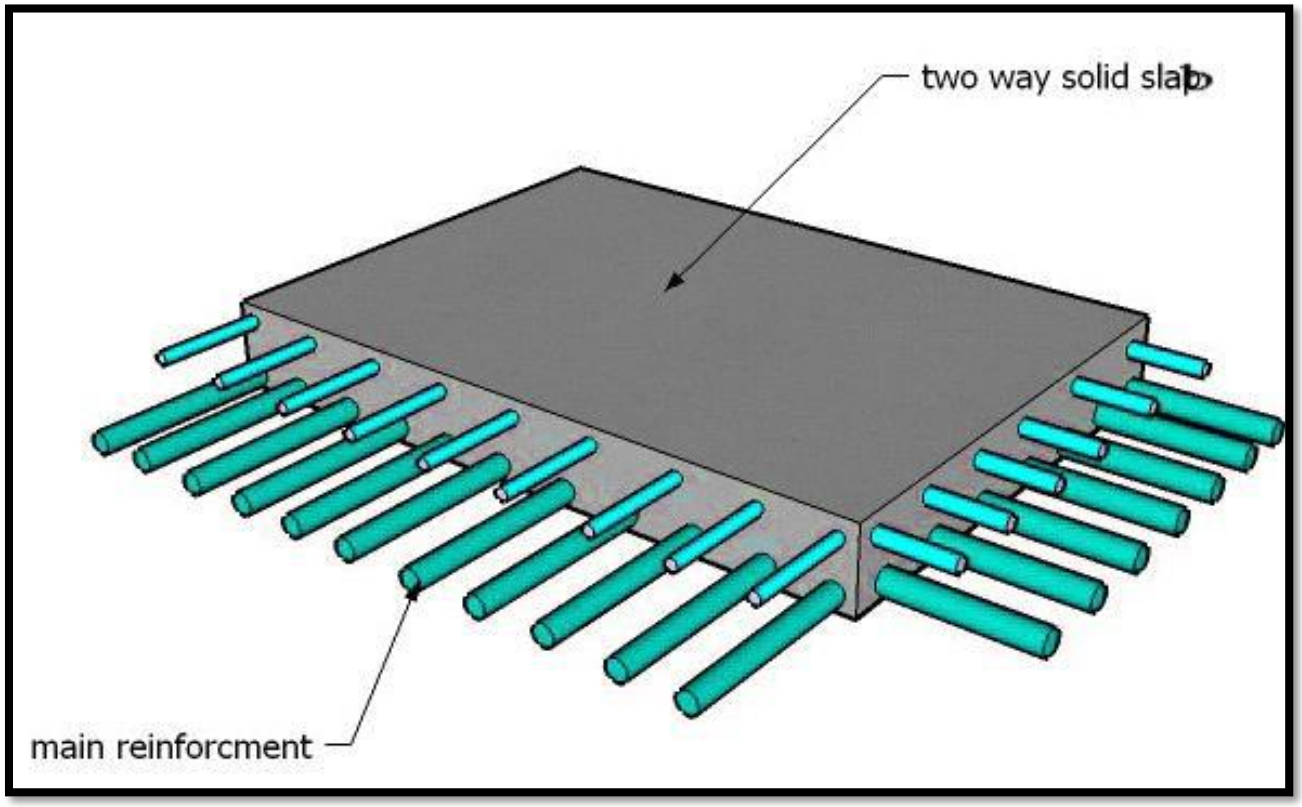
تستخدم في المناطق التي تتعرض كثيرا للأحمال الحية، وذلك تجنباً لحدوث اهتزاز نظراً للسماكة المنخفضة وتستخدم عادة في عقدات بيت الدرج ، كما في الشكل (3-6).



الشكل (3-6) : العقدات المصمتة ذات الإتجاه الواحد.

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

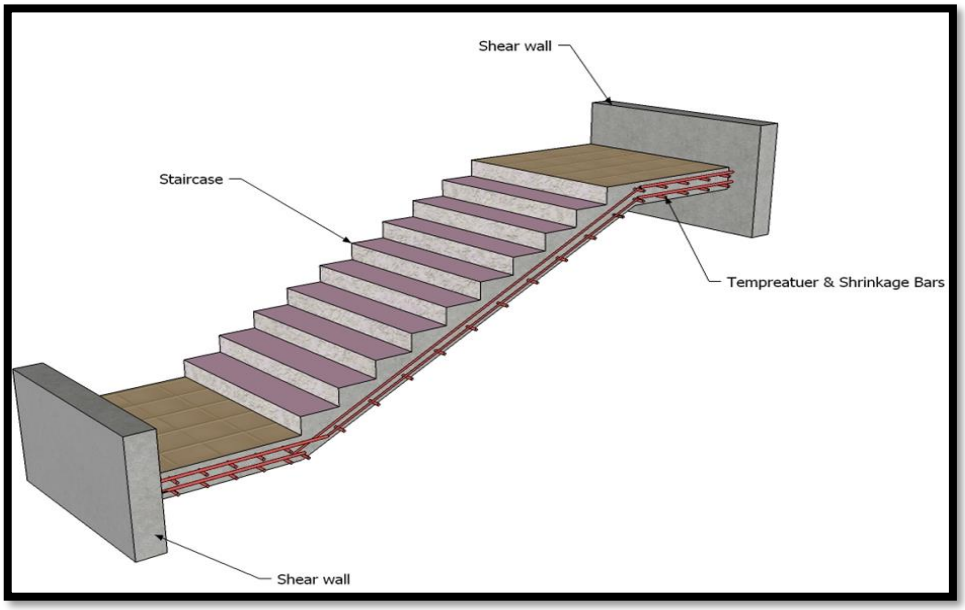
تستخدم في حال كانت الأحمال المؤثرة أكبر من المقدار الذي تستطيع العقدة المصمتة ذات الاتجاه الواحد مقاومتها، وعند ذلك يتم اللجوء إلى تصميم هذا النوع من العقدات و ذلك لأنها تستطيع مقاومة الأحمال بشكل أكبر حيث يوزع التسليح الرئيسي فيها باتجاهين موضحه في الشكل (3-7).



الشكل (3-7) : العقدات المصمتة ذات الاتجاهين.

3-6-2 الأدراج(Stairs) :-

الأدراج عبارة عن العنصر المعماري و الإنشائي المسؤول عن الانتقال الراسي بين الطبقات في المبنى ، حيث يتم تقسيم ارتفاع الطابق إلى ارتفاعات صغيرة تمثل ارتفاع الدرجة الواحدة . ويتم تصميم الدرج إنشائيا باعتباره عقدة مصمتة في اتجاه واحد ، وتم استخدامها في مشروعنا بشكل واضح موزعة على أرجاء المشروع ، ويتم عادةً تصميم الدرج إنشائيا باعتباره عقدة مصمتة في اتجاه واحد كما في الشكل (8-3).



الشكل (8-3): الدرج.

3-6-3الجسور(Beams) :-

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

1- جسور مسحورة (Hidden Beam).

وهي عبارة عن الجسور المخفية داخل العقدات بحيث يكون ارتفاعها مساوي لارتفاع العقدة.

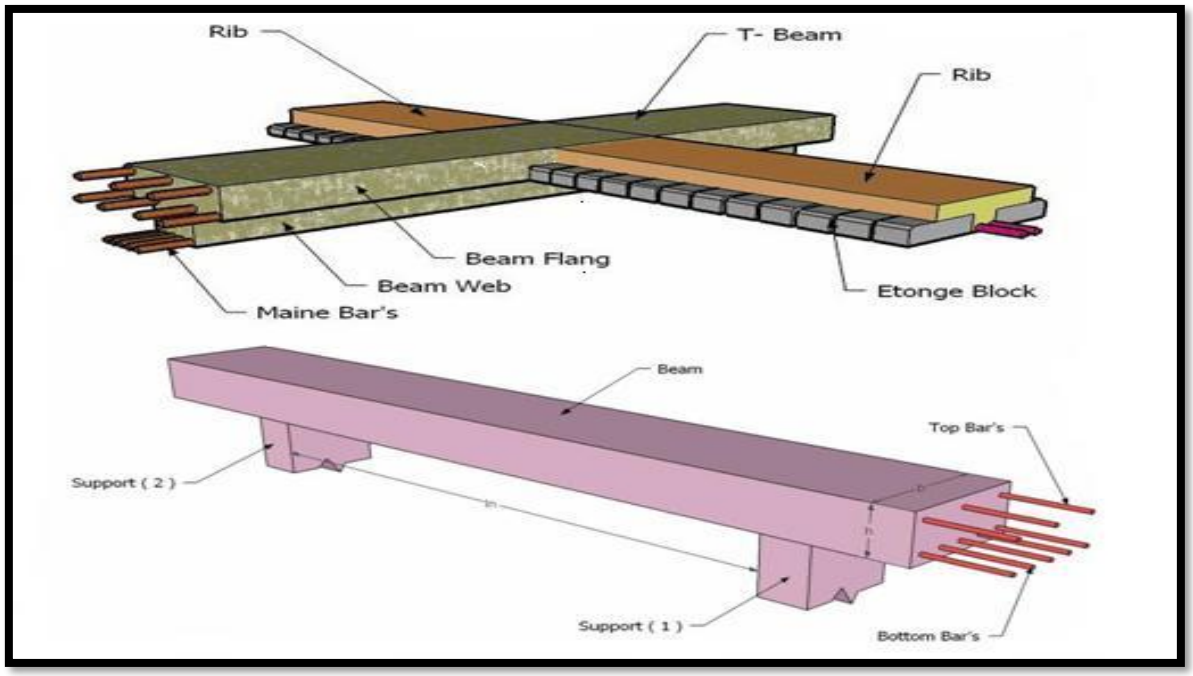
2- جسور ساقطة (Dropped Beam).

وهي التي يكون ارتفاعها اكبر من ارتفاع العقدة, ويتم إبراز الجزء الزائد من الجسر في أحد الاتجاهين السفلي أو العلوي وتسمى L-section أو T-section.

3- جسور (Frame).

وهي جسور تستخدم في حالة المسافات الطويلة الاحمال العالية من خلال صب الجسر و العمود في نفس الوقت .

ويكون التسليح بقضبان الحديد الأفقية لمقاومة العزم الواقع على الجسر, وبالكانات لمقاومة قوى القص والشكل (9-3) يبين أنواع الجسور التي استخدمت في المشروع.



الشكل (9-3): أشكال الجسور.

تستخدم الجسور في المباني للأغراض التالية:

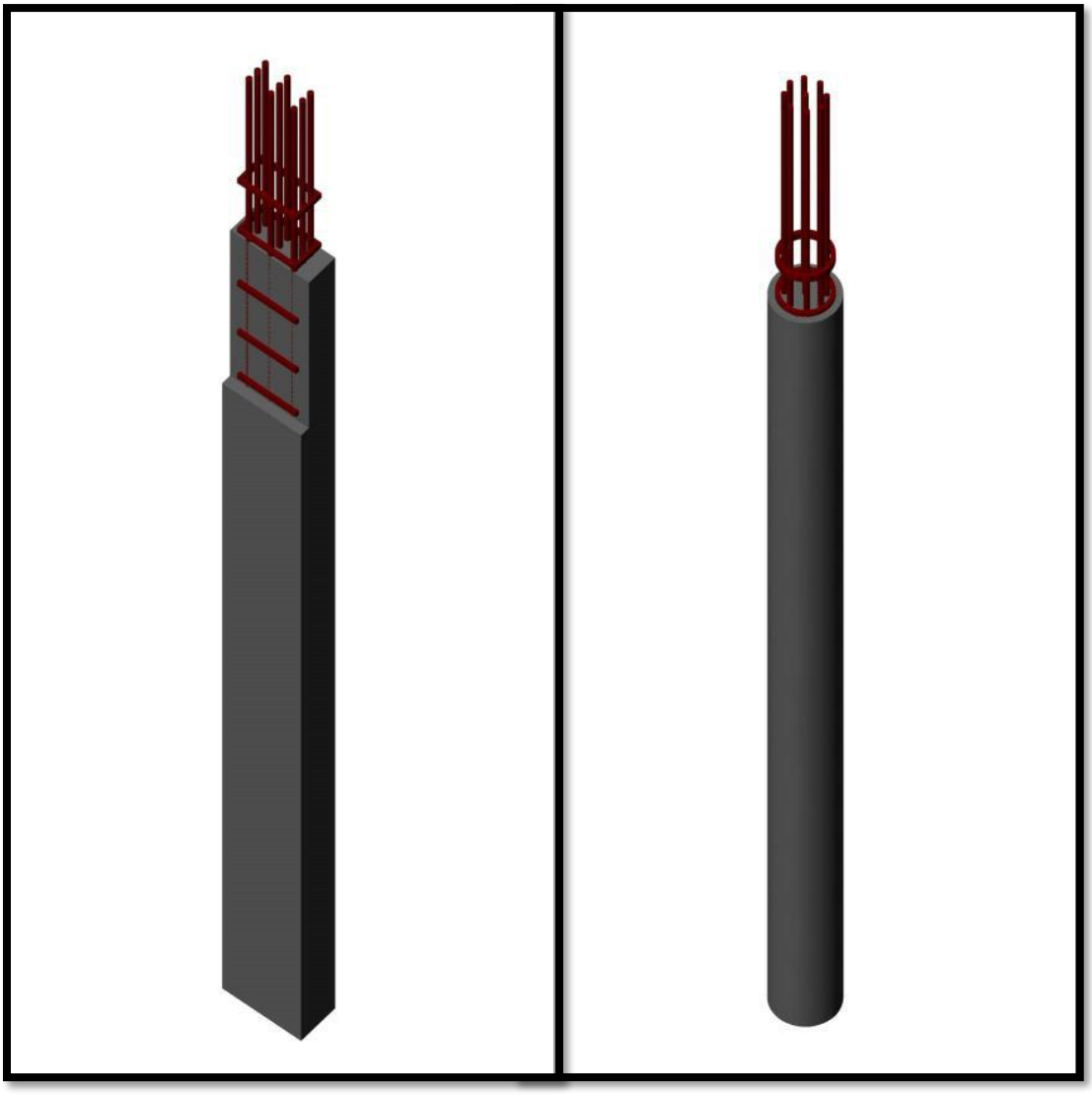
- توضع الجسور تحت الحوائط لتحميل الحائط عليها تجنبا لتحميله مباشر على البلاطة الخراسانية الضعيفة.
- توضع الجسور أعلى الحوائط للتعتيب عليها وفي هذه الحالة يكون عمق الجسر كاف للنزول حتى منسوب الأعتاب ويمكن أن تكون مساوية أو اكبر من سمك الحائط.
- تقليل طول الانبعاج للأعمدة .
- تقسيم البلاطات الخرسانية ذات المساحات الواسعة إلى أجزاء كل جزء منها بمساحة يمكن تصميمها لتصبح بسمك وتسليح اقتصادي.
- تربيط الأعمدة مع بعضها وذلك لعمل مفعول الإطارات (Frames)

3-6-4الأعمدة(Columns):-

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

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

أما من حيث الشكل المعماري أو المقطع الهندسي فهي تقسم الى ثلاث انواع وهي :- المستطيلة والدائرية والمربعة وفي هذا المشروع تم استخدام الاعمدة المستطيلة ، انظر الى الشكل (3-10).

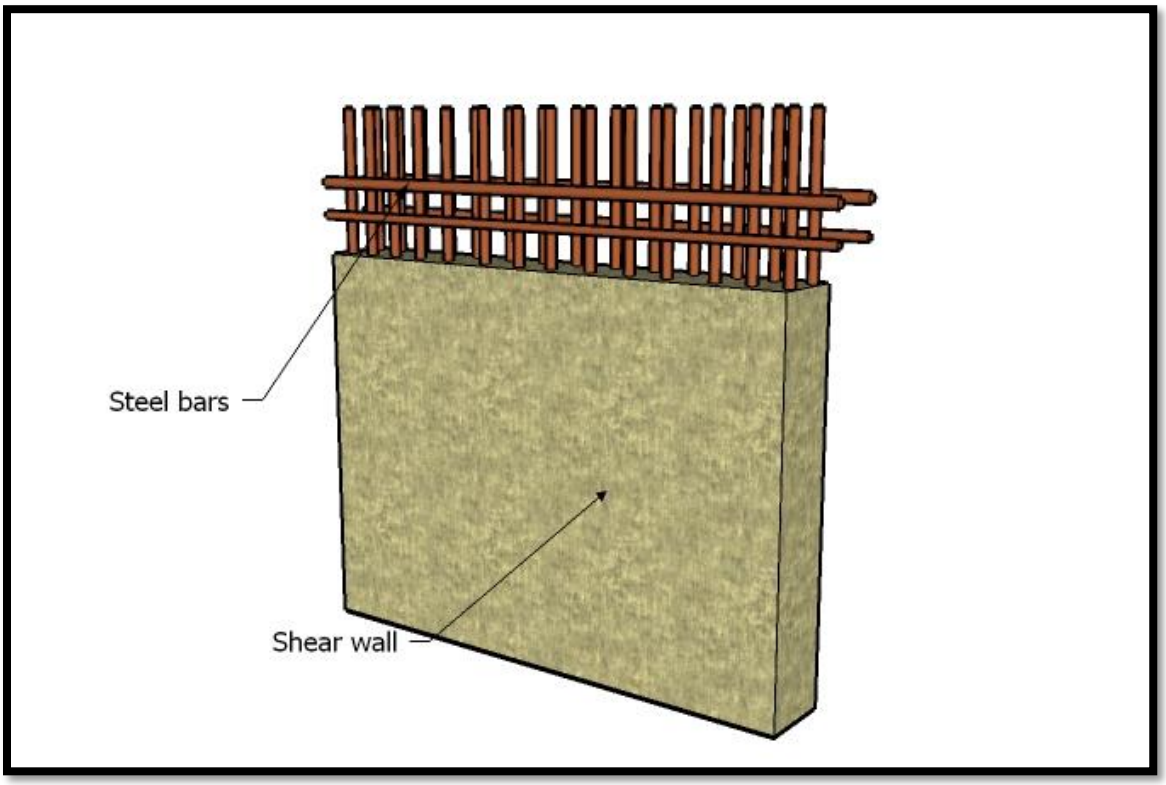


الشكل (3-10) : أنواع الأعمدة.

3-6-5جدران القص(Shear walls) :-

وهي عناصر إنشائية حاملة تقاوم القوى العمودية والأفقية الواقعة عليها وتستخدم بشكل أساسي لمقاومة الأحمال الأفقية مثل قوى الرياح والزلازل وتسمى جدران القص (shear walls)، وهذه الجدران تسلح بطبقتين من الحديد حتى تزيد من كفاءتها على مقاومة القوى الأفقية.
وتعمل هذه الجدران على تحمل الأوزان الرأسية المنقولة إليها ، كما تعمل على مقاومة القوى الأفقية التي يتعرض لها المنشأ ، ويجب توفرها في اتجاهين متعامدين مع مراعاة أن تكون المسافة بين مركز المقاومة الذي تشكله جدران القص في كل اتجاه ومركز الثقل للمبنى أقل ما يمكن ، وان تكون هذه الجدران كافية لمنع أو تقليل تولد العزوم وآثارها على جدران المبنى المقاومة للقوى الأفقية .

والشكل (3-11) يبين جدار قص مسلح الشكل.



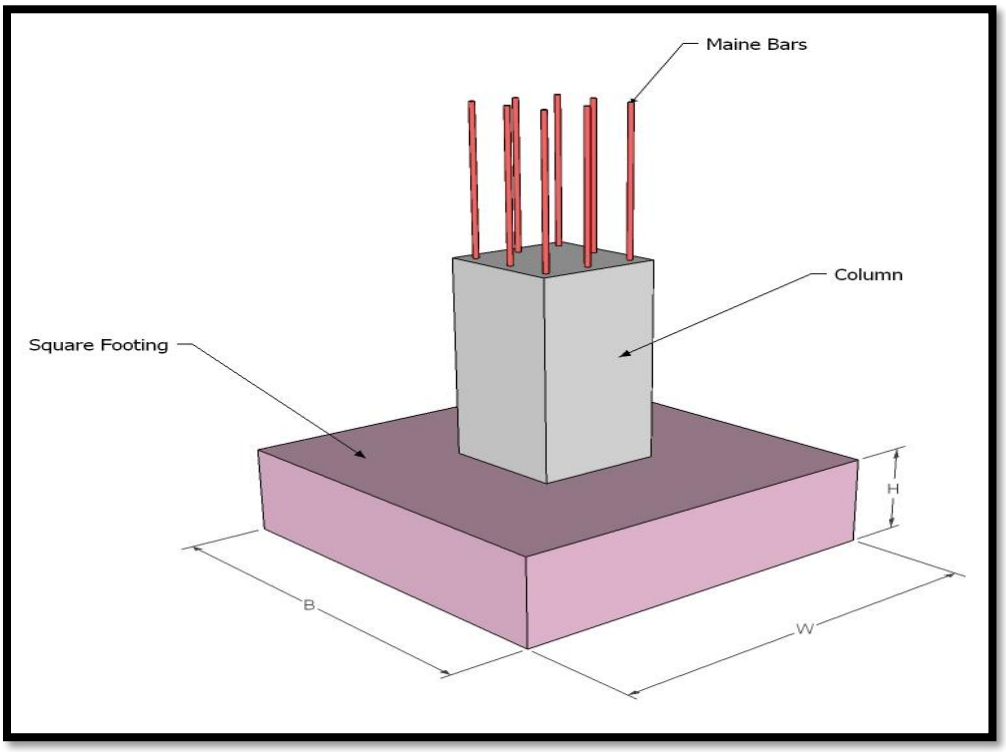
الشكل (3-11) : جدار قص.

3-6-6الأساسات (Foundations):-

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

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

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



الشكل (3-12): الأساسات.

3-7 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 الاشتراطات والتوصيات الخاصة بها, وينبغي استخدام 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.

كما يجب أن لا يقل عرض الفاصل عن (3 سم) ، ويمكن زيادة هذه المسافات بشرط الاخذ بعين الاعتبار تأثير عوامل الانكماش و التمدد و الزحف .

وفي حالة أعمال الخرسانة الكتلية كالحوائط الاستنادية و الاسوار يجب تقليل المسافات بين الفواصل واخذ الاحتياطات اللازمة لمنع تسرب المياه من خلال فواصل التمدد .

3- 8برامج الحاسوب التي تم استخدامها

1. AutoCAD (2019) for Drawings Structural and Architectural.
2. For Text Edition Microsoft Office(2016) .
3. Microsoft Excel (2016) .
4. Atir 18
5. 2018Google Sketch UP.

4

Chapter Four

Structural Analysis and Design

4-1 Introduction.

4-2 Design Method and Requirements.

4-3 Check of Minimum Thickness of Structural Member.

4-4 Design of Topping.

4-5 Design of One Way Rib Slab.

4-6 Design of Beam.

4 -7 Design of Column.

4-8 Design of Footing.

4-9 Design of One Way Solid Slab.

4-10 Design of Stairs.

4-11 Design of Shear Wall.

4-1 **Introduction**

4.1 Introduction

Concrete is the only major building material that can be delivered to the job site in a plastic state. This unique quality makes concrete desirable as a building material because it can be molded to virtually any form or shape.

Concrete used in most construction work is reinforced with steel. When concrete structure members must resist extreme tensile stresses, steel supplies the necessary strength. Steel is embedded in the concrete in the form of a mesh, or roughened or twisted bars. A bond forms between the steel and the concrete, and stresses can be transferred between both components.

In this project, all of design calculation for all structural members would be made upon the structural system which was chosen in the previous chapter.

So, in this project, there are Two types of slabs: One way solid slab, one way ribbed slab. They would be analyzed and designed by using finite element method of design, with aid of a computer program called "ATIR- Soft ware " to find the internal forces, deflections and moments for ribbed slabs and by using the previous program and Etabs, Safe, to find the internal forces, deflections and moments for the all structural element in order to design it. And programs to find the internal forces, deflections and moments for One way solid slab, and then handle calculation would be made to find the required steel for all members.

The design strength provided by a member, its connections to other members, and its cross – sections in terms of flexure, and load, shear, and torsion is taken as the nominal strength calculated in accordance with the requirements and assumptions of **ACI-318-14 code.**

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_14)**.

4-2-1 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.

4-2-2 NOTE:-

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

- Code: -

  ACI 2014
  UBC 97

- Material: -

  Concrete: - B300
  $fc' = 30N/mm^2(MPa)$ For circular section
  but for rectangular section ($fc' = 30 * 0.8 = 24MPa$).

  Reinforcement steel :-

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

4-2-3Factored loads :-

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

W_u = 1.2 D_L + 1.6 L_L **ACI-code-318-14**

4.3 Check of Minimum Thickness of Structural Member.

Table 4-1 :- Minimum Thickness of Nonprestressed Beam or One-Way Slabs Unless Deflections are Calculated. **(ACI 318M-14)**.

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

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

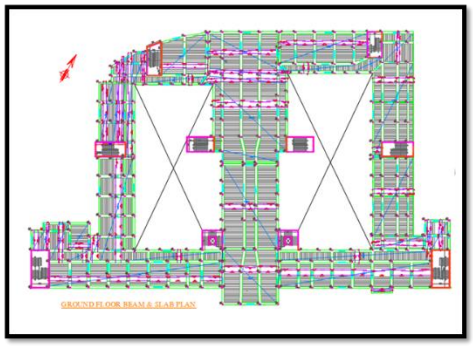
For Beam :-

$h_{min}$for(one end continuous)=L/18.5=5.4/18.5=29.2cm

$h_{min}$for(both end continuous)=L/21=7.2/21=34cm

$h_{min}$for(Simply supported)=L/16=5.6/16=35cm

Take h = 35 cm (27 cm block + 8 cm topping)



.Fig 4.1: Beams and Ribs.

4.4 Design of Topping.

4-4-1 Statically System For Topping :-

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

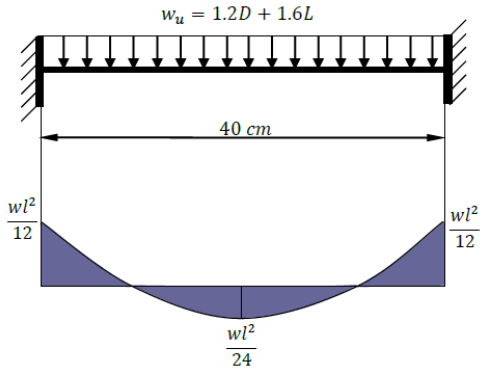


Fig 4.2: Topping Load.

4-4-2Load Calculations:-

4-4-2-1 Dead Load :-

Table (4.2): Dead Load Calculation of Topping.

No.	Parts of Rib	Calculation	
1	Tiles	0.03*23*1 = 0.69 KN/m	
2	Mortar	0.03*22*1 = 0.66 KN/m	
3	Coarse Sand	0.07*17*1 = 1.19 KN/m	
4	Topping	0.08*25*1 = 2.0 KN/m	
5	Interior partions	2*1=1KN/m	
		Sum =	6.54 KN/m

4-4-2-2 Live Load :-

L_L =5 KN/m^2

L_L =5 KN/m^2×1m=5KN/m

4-4-2-3 Factored Load :-

W_U = 1.2 ×6.54 + 1.6×5 =15.35 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} = 1.21 KN.m

$M_u = \frac{W_u L^2}{12} = \frac{15.35*.4^2}{12} = 0.2$ KN. m (negative moment)

$M_u = \frac{W_u L^2}{24} = \frac{15.35*.4^2}{24}$ 0.097 KN. m (positive moment)

$\phi M_n >> M_u = 1.21 >> 0.2$ 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**

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

Step (s) is the smallest of:

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

Take ø 8 @ 200 mm in both direction , S = 200 mm < Smax = 240 mm … OK

4.5 Design of One Way Rib Slab

4-5-1 Requirements For Ribbed Slab Floor According to *ACI- (318-08)* .

bw ≥ 10cm……**ACI(8.13.2)**

Select bw=12 cm

h ≤ 3.5*bw ……..…**ACI(8.13.2)**

Select h=35cm<3.5*12= 42cm

tf ≥ Ln/12≥50mm ……..**ACI(8.13.6.1)**

Select tf=8cm

4-5-2 Material :-

⇒ concrete B300 Fc' = 24 N/mm^2

⇒ Reinforcement Steel fy = 420 N/mm^2

4-5-3 Section :-

⇒ B = 520 mm

⇒ Bw= 120 mm

⇒ h= 350 mm

⇒ t= 80 mm

⇒ d=350-20-10-12/2= 314 mm

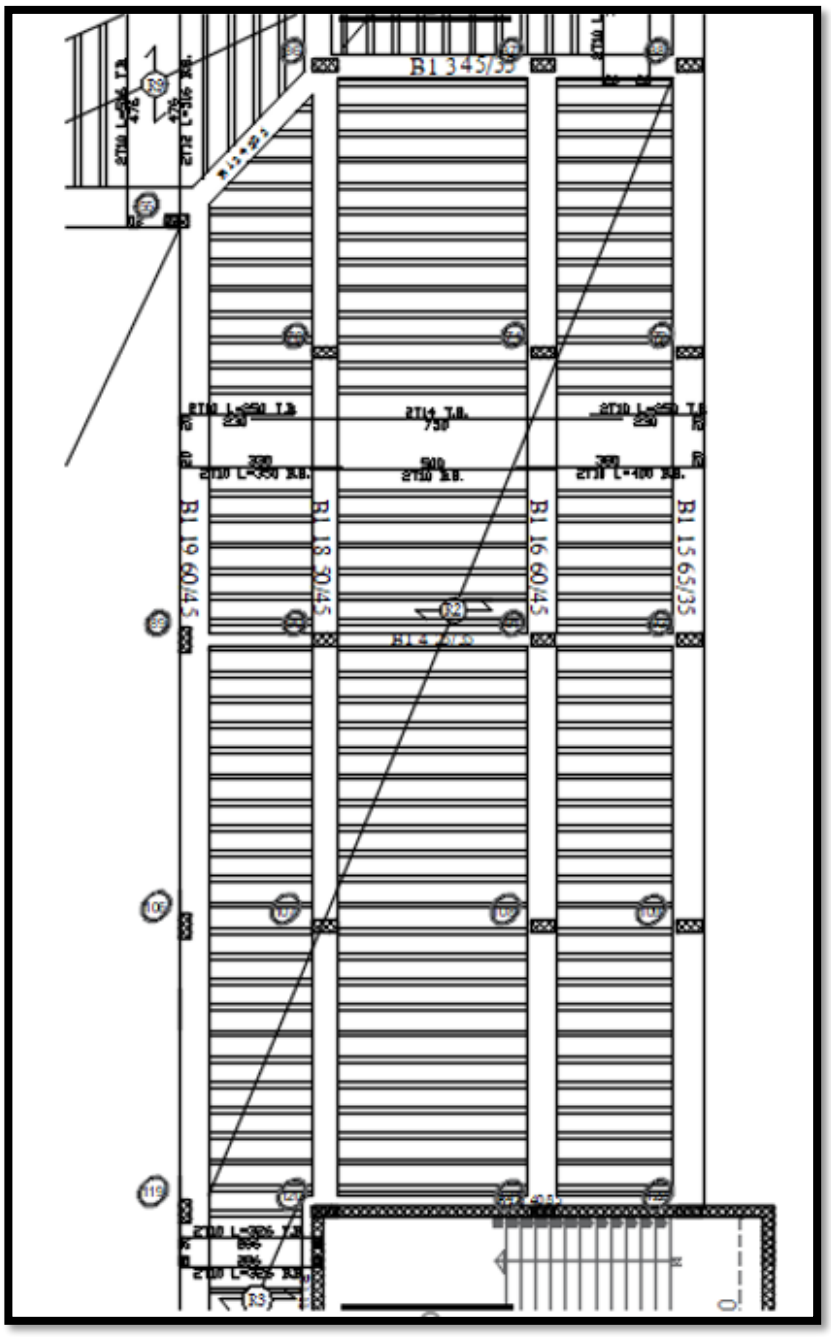


Fig 4.3: One-Way Rib Slab (R 2).

4-5-4Statically System and Dimensions:-

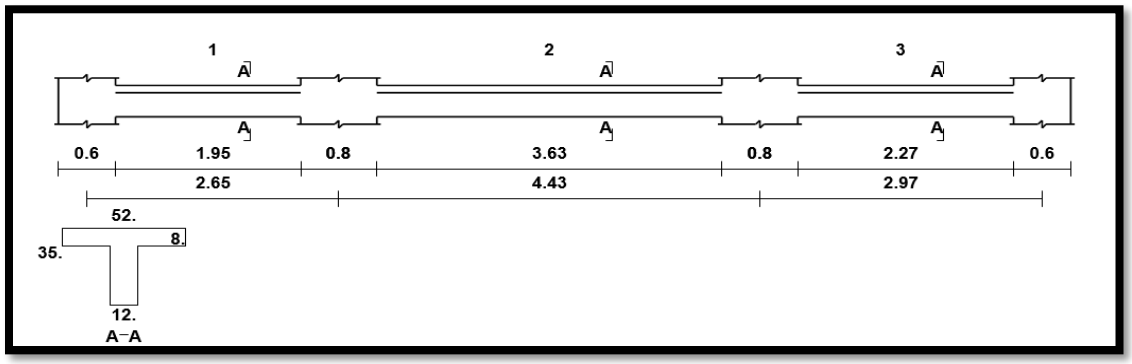


Fig 4.4: Geometry of Rib (R2).

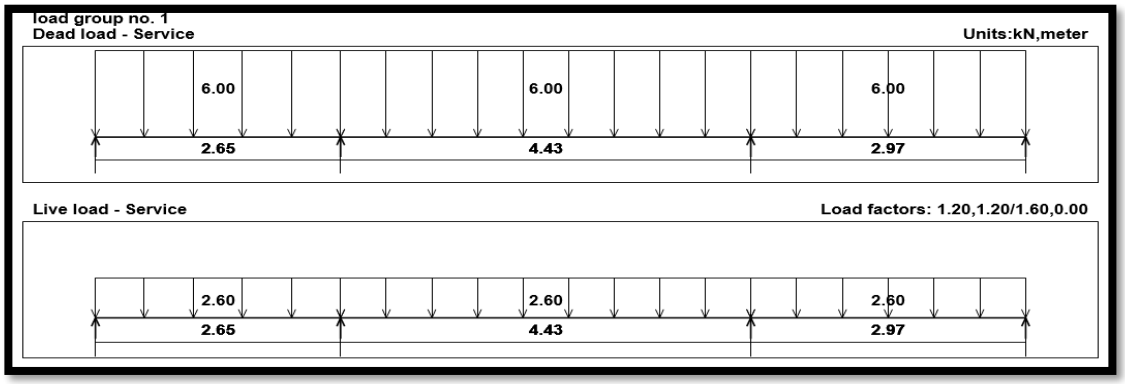


Fig 4.5: Loading of Rib (R2).

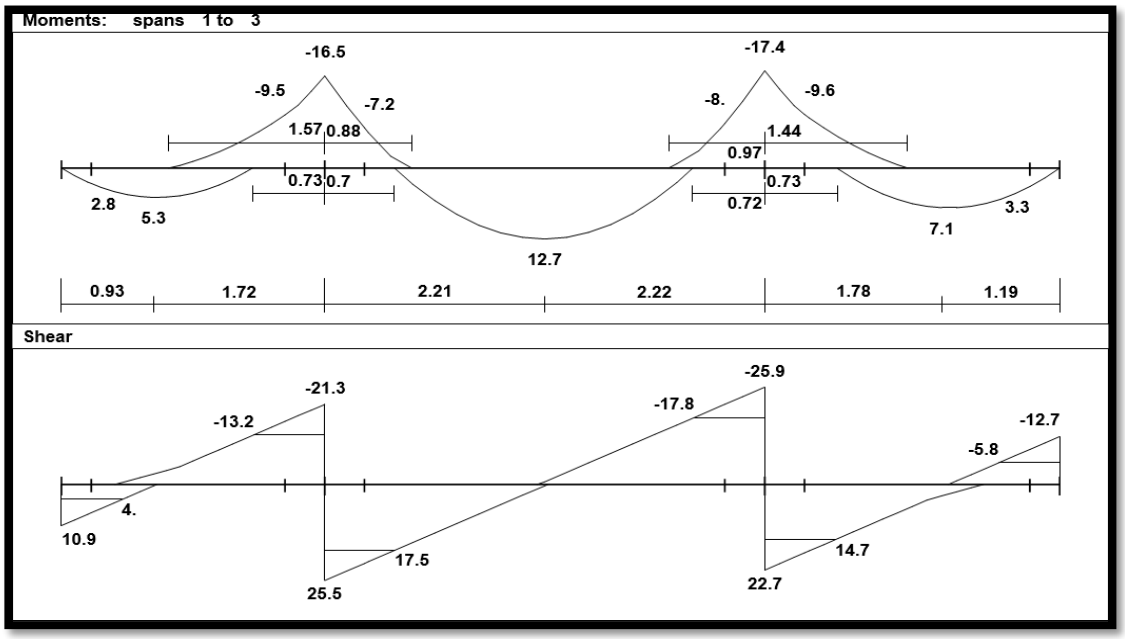


Fig 4.6: Shear and Moment Envelope Diagram of Rib (R2).

4-5-5 Load Calculation:-

4-5-5-1 Dead Load :-

No.	Parts of Rib	Calculation
1	**Tiles**	0.03*23*0.52 = 0.36 KN/m/rib
2	**Mortar**	0.03*22*0.52 = 0.34KN/m/rib
3	**Coarse Sand**	0.07*17*0.52 = 0.62 KN/m/rib
4	**Topping**	0.08*25*0.52 = 1.04 KN/m/rib
5	**RC. Rib**	0.27*25*0.12= 0.81 KN/m/rib
6	**Hollow Block**	0.27*15*0.4 = 1.62 KN/m/rib
7	**plaster**	0.02*22*.52= 0.23/rib
	Interior partitions	2*0.52=1.04
		Sum = 6 KN/m/rib

Table(4-3): Dead Load Calculation of Rib (R 2).

- **Dead Load /rib = 6 KN/m**

4-5-5-2 Live Load:-

Live load = 5 KN/M^2

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

4-5-5-3 Effective Flange Width (b_E) :- **ACI-318-11 (8.10.2)**

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

b_E = L / 4 = 380/ 4 =95 cm

b_E = 12 + 16 t = 12 + 16 (8) = 140 cm

b_E= $b_e \leq$ center to center spacing between adjacent beams = 520 mm. ***Control***

b_E **For T-section = 52 cm .**

4-5-6 Moment Design for (R 2):-

4-5-6-1 Design of Positive Moment for (Rib 2):-(Mu=12.7 KN.m)

Assume bar diameter ø 12 for main positive reinforcement

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

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

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

$= 0.85 \times 24 \times 520 \times 80 \times \left(314 - \frac{80}{2}\right) \times 10^{-6} = 232.53$ KN. m

$M_{nf} \gg \frac{M_u}{\varphi} = \frac{12.7}{0.9} = 14.11$ KN.m , the section will be designed as rectangular section with b_e =520 mm.

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{12.7 \times 10^6}{0.9 \times 520 \times 314^2} = 0.275\ Mpa$

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

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.275}{420}}\right) = 0.00065924$

$A_{s,req}$ = ρ.b.d = 0.00065924 ×520×314 = 107.64 mm^2

Check for As min:-

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

$Asmin = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(314) = 109.877 mm^2$

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

$Asmin = \frac{1.4}{420}(120)(314) = 125.6 mm^2$ **controls**

As_{req}= 107.64 mm^2 < As_{min}= 125.6 mm^2 **OK**

Use 2 ø 10 , As,provided = 157.078mm2 > As,required 125.6 mm2 …. Ok

$S = \frac{120-40-20-(2\times10)}{1} = 40\ mm > d_b = 10 > 25\ mm$ **OK**

Check for strain:-

$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f_c'} = \frac{157.078\times420}{0.85\times520\times24} = 6.21915\ mm$

$c = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{6.21915}{0.85} = 7.31664mm$

$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{314-7.31664}{7.31664}\right) = 0.125747 > 0.005$ **0k**

4-5-6-2 Design of Negative Moment for (Rib 2):- (Mu=-17.4 KN.m)

Assume bar diameter ø 12 for main Negative reinforcement

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

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{17.4\times10^6}{0.9\times120\times314^2} = 1.63\ Mpa$

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

$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times20.6\times1.63}{420}}\right) = 0.00410923323$

$A_{s,req} = \rho.b.d = 0.00410923323 \times120\times314 = 154.84\ mm^2$

Check for As min:-

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

$Asmin = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(314) = 109.877mm^2$

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

$As min = \frac{1.4}{420}(120)(314) = 125.6 mm^2$ **controls**

As_{req} = 154.84 mm^2 > As_{min}= 125.6 mm^2

Use 2 ø 14 , As,provided = 308 mm2 > As,required = 154.84 mm2 … Ok

$S = \frac{120-40-20-(2\times14)}{1} = 32\ mm > d_b = 14 > 25\ mm$ ***OK***

Check for strain:-

$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f'_c} = \frac{307.72\times420}{0.85\times520\times24} = 12.18\ mm$

$c = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{12.18}{0.85} = 14.33 mm$

$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{314-14.33}{14.33}\right) = 0.0627 > 0.005$ ***0k***

4-5-6-3 Shear Design for (R 2):-

V_u at distance d from support = 17.8 KN

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

$V_c = \frac{1.1}{6}\ \lambda\sqrt{f'_c}\ b_w d = \frac{1.1}{6}\sqrt{24}\ \times 120 \times 314 \times 10^{-3} = 33.842\ KN$

ø V_c =0.75×33.842 =25.382 KN

0.5 ø V_c =0.5×25.382 =12.69 KN

Check for items:

1. V_u < 0.5 ø V_c
   17.8 > 12.69 (Not Ok)

2. 0.5 ø V_c < V_u < ø V_c ..... Case (II) for shear design.
   12.69 < 17.8 < 25.4 (Ok), minimum shear reinforcement is required.

S_{max} is the min of :

$S_{max} \leq \frac{d}{2} = \frac{314}{2} = 157\ mm$ **OR** $S_{max} \leq 600\ mm$

S_{max} = 157 mm control.

By using Ø8 double legs stirrups, A_v = 100.6 mm^2

$$V_s = \frac{F_y A_v}{s} d = \frac{420 * 100.6 * 314}{157 * 1000} = 84.5\ KN$$

$Use\ 2\ leg\ Ø8\ @\ 100\ mm$

for all spans 2 $leg\ Ø8\ @\ 100\ mm$ will be used for stirrups.

4.6 Design of Beam

4-6-1 Material :-

⇒ concrete B300 Fc' = 24 N/mm^2

⇒ Reinforcement Steel fy = 420 N/mm^2

4-6-2 Section :-

⇒ B = 800mm

⇒ h= 350 mm

⇒ d=350-40-10-20/2= 290 mm

4-6-3 Statically System and Dimensions:-

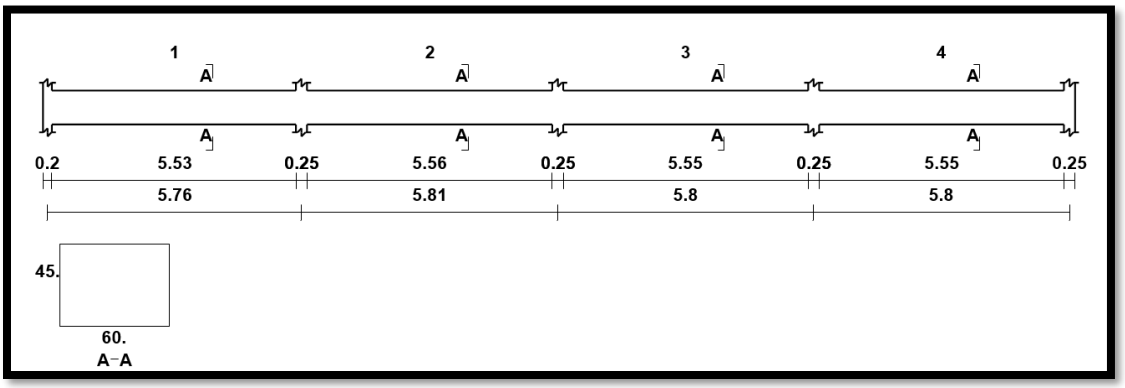


Fig 4.7: Geometry of Beam (B16).

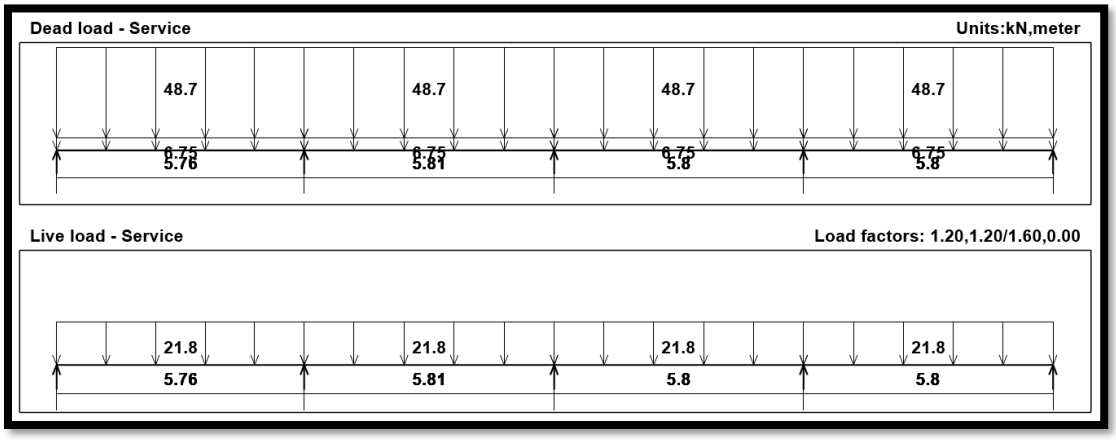


Fig 4.8: Loads Distribution of Beam (B 16).

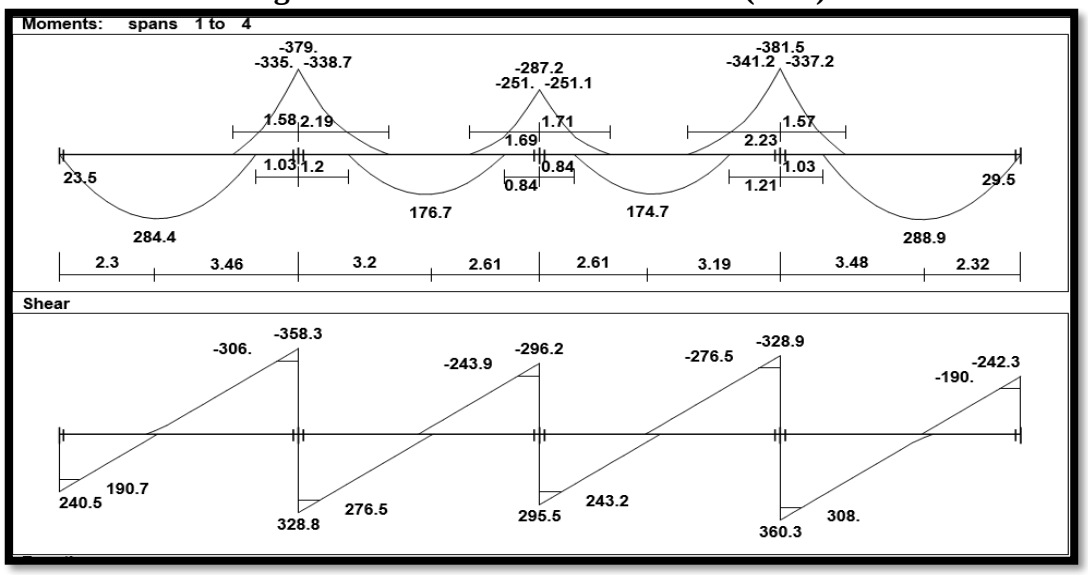


Fig 4.9: Shear and Moment Envelope Diagram of Beam (B 16).

4-6-4 Load Calculations:-

4-6-4-1 Dead Load Calculations for Beam (B 16):-

The distributed Dead and Live loads acting upon B 16 can be defined from the support reactions of the R2.

Self weight of beam = 6.75 KN

DL_{Total} = (25.35/ 0.52) + 6.75 = 48.75+6.75 = 55.5 KN/m

4-6-4-2 Live Load calculations for Beam (B 16):-

The maximum support reaction from Live Loads for R2 upon B 16 is 11.36 KN The distributed Live Load from the Rib 2 on B 16 .

LL =11.36/ 0.52 = 22 KN/m

Reactions

Factored

DeadR	150.46	439.91	359.76	441.2	151.8
LiveR	90.	247.22	231.88	247.94	90.53
MaxR	240.45	687.14	591.64	689.14	242.33
MinR	139.44	534.41	432.56	535.3	140.95
Service					
DeadR	125.38	366.59	299.8	367.67	126.5
LiveR	56.25	154.52	144.93	154.96	56.58
MaxR	181.63	521.11	444.72	522.63	183.08
MinR	118.49	425.66	345.3	426.48	119.72

Fig 4.10: Reactions of Beam (B 16).

4-6-5 Moment Design for (B 16):-

4-6-5-1 Flexural Design of Positive Moment for (B 16):-(Mu=288.9 KN.m)

Determine of $M_{n,max}$

d =450 – 40 -10 – 20\2 = 390 mm

$$c = \frac{3}{7}d = \frac{3}{7} * 390 = 167.142\ mm$$

$$a = \mathcal{B}.c = 0.85 * 167.142 = 142.07\ mm$$

Mn_{max} = $0.85 * f'_c * a*b*(d - \frac{a}{2}) = 0.85*24*142.07*600*(390 - \frac{142.07}{2}) *10^{-6} =$ 554.66 KN.m

$\emptyset\ Mn_{max}$ = 0.82* 554.66 = 454.82 KN.m >288.9 KN.m

Design as singly reinforcement

$$Rn = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{288.9 \times 10^6}{0.9 \times 600 \times 390^2} = 3.52 Mpa$$

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

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 3.52}{420}}\right) = 0.009265$

As = ρ.b.d = 0.009265×600×390 = 2168.04 mm2

Check for $A_{s,min}$:-

$As_{min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) = \frac{\sqrt{24}}{4*420} * 600 * 390 = 682.357\ mm^2$

$As_{min} = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d) = \frac{1.4}{420} * 600 * 390 = 780\ mm^2$ **Controls**

$A_{s,req} = 2168.04\ mm^2 > A_{s\ min} = 780\ mm^2$

Use 6 ø 22 Bottom, $A_{s,provided} = 2280.79\ mm^2 > A_{s,required} = 2168.04\ mm^2$ … Ok

Check spacing :-

$S = \frac{600 - 40*2 - 22 - (6*22)}{5} = 73.2\ mm > d_b = 22 > 25mm$ ***OK***

Check for strain:-

$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85 b\ f_c'} = \frac{2168.04 \times 420}{0.85 \times 600 \times 24} = 74.4mm$

$c = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{74.4}{0.85} = 87.522mm$

$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{390 - 87.522}{87.522}\right) = 0..0103 > 0.005$ ***0k***

4-6-5-2 Flexural Design of Negative Moment for (B 12):-(Mu=-381.5KN.m)

$Rn = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{381.5 \times 10^6}{0.9 \times 600 \times 390^2} = 4.645Mpa$

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

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 4.645}{420}}\right) = 0.01251$

A_s = ρ.b.d = 0.01251 ×**6**00×**3**90 = **2927.34** mm^2

Check for $A_{s,min}$:-

$As_{min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) = \frac{\sqrt{24}}{4*420} * 600 * 390 = 682.358\ mm^2$

$As_{min} = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d) = \frac{1.4}{420} * 600 * 390 = 780\ mm^2$ **Controls**

$A_{s,min} = 780\ mm^2 < A_s = 2927.34\ mm^2$

Use 6ø 25 Top , $A_{s,provided}$ = 2945.24 mm² > $A_{s,required}$ = 2927.34 mm² … Ok

Check spacing :-

$S = \frac{600-40*2-20-(6\times25)}{5} = 70\ mm > d_b = 25 > 25mm$ ***OK***

Check for strain:-

$a = \frac{A_{s.fy}}{0.85b\ f_c'} = \frac{2945.24\times420}{0.85\times600\times24} = 101.062\ mm$

$c = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{101.062}{0.85} = 118.897\ mm$

$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{390-118.897}{118.897}\right) = 0.006840 > 0.005$ ***0k***

4-6-6 Shear Design for (B 16):- (V_u = - 308 KN)

- $V_c = \frac{1}{6}\sqrt{fc'}b_w\ d = = \frac{1}{6}\sqrt{24} * 600 * 390 * 10^{-3} = 191.06$ KN
- ΦV_c= 0.75*191.06=143.3 KN
- 0.5 ΦV_c = 71.63 KN

Check the items:

1. **$Vu < 0.5\ \emptyset Vc$**
   308 > 71.63 (Not Ok)

2. **$0.5\ \emptyset Vc < Vu < \emptyset Vc$**
   71.63 < 308 > 143.3 (Not Ok)

3. **$0.5\ \emptyset Vc < Vu < \emptyset(Vc + V_{s.min})$**

Vs.min is the max of :

- Vsmin $\geq (\frac{1}{3})$ * bw * d = $(\frac{1}{3})$*600*390*10^{-3} = 78KN **Controls**
- Vsmin $\geq (\frac{\sqrt{fc'}}{16})$ * bw * d = $(\frac{\sqrt{24}}{16})$ * 600 * 390*10^{-3} = 71.65 KN

$$\mathbf{0.5\ \emptyset Vc < Vu < \emptyset(Vc + V_{s.min})}$$

$71.63 < 308 > 201.8$ (Not Ok)

4. $\mathbf{\emptyset(Vc + V_{s.min}) < Vu < 3\ \emptyset Vc}$

201.8 < 308 <429.9 (Ok)

S_{max} is the min of :

$\frac{d}{2} = \frac{390}{2} = 195mm$ ….control OR S_{max} = 600mm

$$V_s = \frac{V_u}{\emptyset} - V_C = \frac{308}{0.75} - 143.3 = 267.37\ KN$$

$$Av = \frac{S * Vs}{fy * d} = \frac{195 * 267.37}{420 * 390} * 10^3 = 308.3\ mm^2$$

Use 4 leg Φ 10, Av = 4 * 78.5 = 314.16 mm^2

$$S = \frac{Av*Fy*d}{Vs} = \frac{314.16*420*390}{267.37} * 10^{-3} = 192.46\ mm$$

Use (4 leg stirrups) Φ 10@15mm

4.7 Design of Column (108)

4-7-1 Material :-

⇒ concrete B350 Fc' = 28 N/mm^2

⇒ Reinforcement Steel Fy = 420 N/mm^2

4-7-2 Load Calculation:- (From Column Group C2)

4-7-2-1 Service Load:- from B 16

Dead Load =366.59 KN
Live Load = 154.52 KN

4-7-2-2 Factored Load:-

P_U = 1.2×(366.59)+ 1.6×(154.52)= 687.15 KN

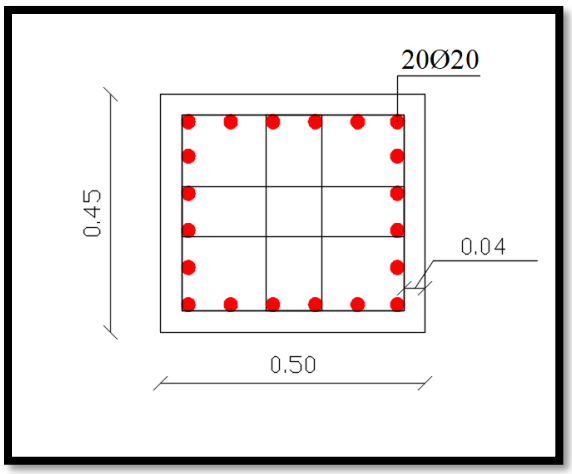


Fig 4.11: Column Section

4-7-3 Dimensions of Column:-

Assume $\rho_g = 0.01$ and Designed for 4 floors

Ø* Pn =0.65 × 0.8 × Ag $\{0.85\, fc'(1-\rho_g)+\rho_g * Fy\}$

4 * 687.15 * 10^3=0.65 × 0.8 × Ag $\{0.85 * 24\,(1-0.01)+0.01*420\}$

Ag= 216666.035 mm2

Assume Rec Section

b=500mm , h≈45 cm

4-7-4 Check Slenderness Parameter:-

$$\frac{klu}{r} < 34 - 12\frac{M1}{M2} \leq 40$$

Lu: Actual unsupported (Unbraced) length.

K: effective length factor.

R: radius of gyration = $\sqrt{\frac{I}{A}}$ ≈0.3 h …….For rectangular section

Lu = 3.65 m
M1/M2 =1
K=1 for braced frame.

- **about X-axis (b= 0.5m)**

$$\frac{klu}{r} < 34 - 12\frac{M1}{M2} \quad \leq 40$$
$$\frac{1 \times 3.65}{0.3 \times 0.5} = 24.33 > 22$$

Column Is Long About X-axis

- **about Y-axis (h= 0.45m)**

$$\frac{klu}{r} < 34 - 12\frac{M1}{M2} \quad \leq 40$$
$$\frac{1 \times 3.65}{0.3 \times 0.45} = 27.04 > 22$$

Column Is Long About Y-axis

4-7-5 Minimum Eccentricity:-

$$ex = ey = \frac{Mux}{Pu} = 0$$
$$min\, e\, x = min\, e\, y = 15 + 0.03 \times h = 15 + 0.03 \times 450 = 28.5mm = 0.0285m$$
$$ex = ey = 0.0285m$$

4-7-6 Magnification Factor:-

$$\delta_{ns} = \frac{Cm}{1 - \frac{Pu}{0.75P_c}} \geq 1.0 and \leq 1.4$$

$$Cm = 0.6 + 0.4\left(\frac{M1}{M2}\right) \geq 0.4$$
$$Cm = 0.6 + 0.4 * 1 = 1 \geq 0.4$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(KLu)^2}$$

$$EI = 0.4\frac{E_c I_g}{1+\beta_d}$$
$$E_c = 4700\sqrt{fc'} = 4700 \times \sqrt{28} = 24870.06Mpa$$
$$\beta_d = \frac{1.2DL}{Pu} = \frac{1.2 * (366.59)}{687.15} = 0.64 < 1$$
$$I_g = \frac{b \times h^3}{12} = \frac{0.5 \times 0.45^3}{12} = 0.003797m^4$$
$$EI = \frac{0.4 \times 24870.06 \times 0.003797}{1 + 0.64} = 23.03\ MN.m^2$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * 23.03}{(1 * 3.65)^2} = 17.06213MN$$

$$\delta_{ns} = \frac{1}{1 - \frac{687.15}{0.75*17062.13}} = 1.05 \geq 1.0 and \leq 1.4$$

4-7-7 Interaction Diagram:-

$Assume \rho g = 0.01$
$ex = ey = ens_{min}$
$$\frac{ex}{b} = \frac{0.0285}{0.5} = 0.057$$
$$\frac{ey}{h} = \frac{0.0285}{0.45} = 0.0633$$
$$\frac{\gamma}{b} = \frac{500 - 2 * 40 - 2 * 10 - 20}{500} = 0.76$$
$$\frac{\gamma}{h} = \frac{450 - 2 * 40 - 2 * 10 - 20}{450} = 0.511$$

$For \frac{\gamma}{h} = 0.511\ and\ \rho g = 0.025$
Ast = $\rho_g \times A_g = 0.025 \times 450 \times 500 = 5625\ mm^2$

Select $20\emptyset 20\ with\ As = 6283.185mm^2 > A_{st} = 5625\ mm^2$

4-7-8 Design of the Stirrups:-

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

$$spacing \leq 16 \times d_b = 16 \times 2.0 = 32\ cm$$
$$spacing \leq 48 \times d_s = 48 \times 1.0 = 48\ cm$$
$$spacing \leq least\ dim = 45\ cm$$

$$\boldsymbol{Use\varphi 10@20\ cm}$$

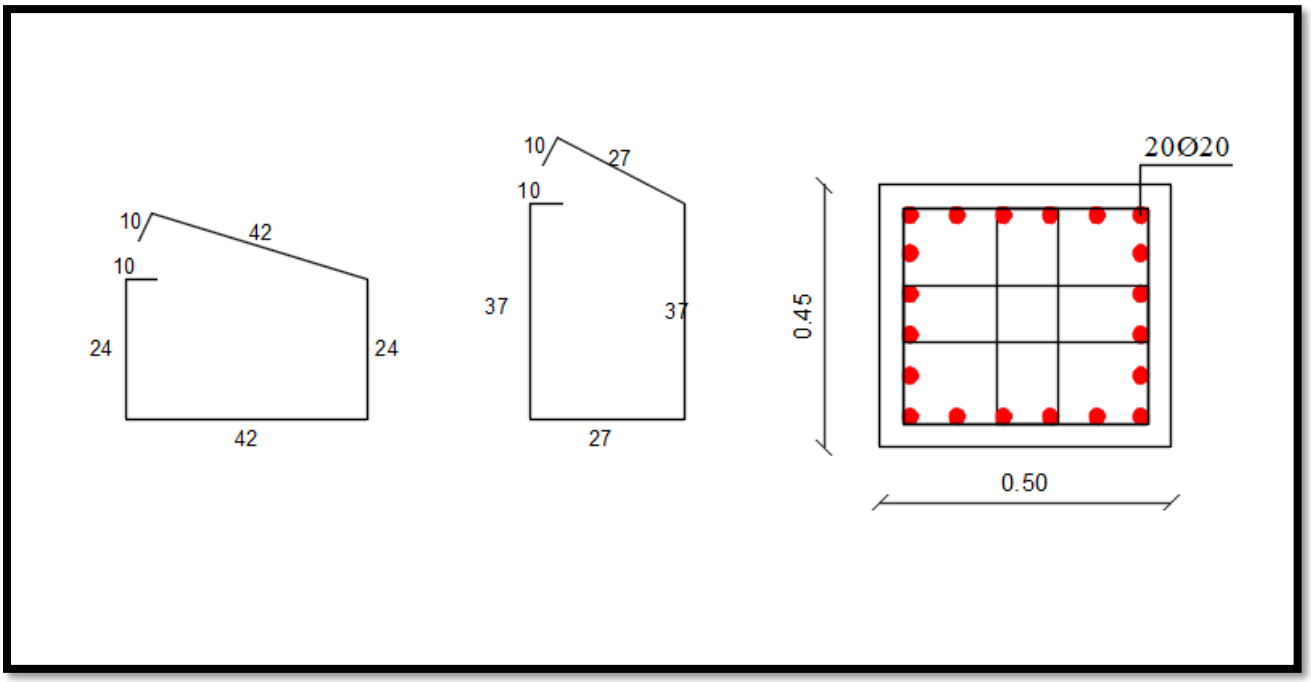


Fig 4.12: Column Reinforcement

4 .8 Design of Isolated footing.(F2).

4-8-1 Some informations :

Soil density =17KN/m^3 soil depth = 1.6 m Allowable soil pressure =350 KN/m^2

concrete B350 Fc' = 28 N/mm^2 Fy = 420 N/mm^2

4-8-2 Design of Bearing Pressure:

Assume footing to be about (50cm) thick

A) Weight of the soil over the footing =17*1 =17 KN/m^2
B) Weight of footing= 0.65*25=16.25 KN/m^2

Net allowable bearing capacity ($\sigma_{b\ allowabl}$)=350-17-16.25=316.75 KN/m^2

4-8-3 Load Calculations :- (From column 108)

- PD = 366.59 + (25*0.5*.45*4.2) = 390.225 KN ⟹ 4*390.225 = 1560.9 KN
- PL= 154.52 KN ⟹ 4*154.52 = 618.08KN
- Pn = 1560.9 + 618.08 = 2178.98 KN

- Factored load
  Pu =1.2*Pd+1.6*Pl ⟹ Pu=1.2*1560.9 +1.6*618.08 = 2862.01KN

$\sigma_{bu} \leq 1.4 * \sigma_{b\ allowabl}$

$\sigma_{bu} = \frac{pu}{A_{req}} = \frac{2862.01}{A_{req}} \leq 1.4*316.75$

A_{req}=6.454m^2

Area= a*a …. a=$\sqrt{A_{req}}$

a= 2.54 ….. selected a=2.8m

factor bearing presser :-

$\sigma_{bu} = \frac{2862.01}{2.8*2.8}$ =365.05 KN/m^2

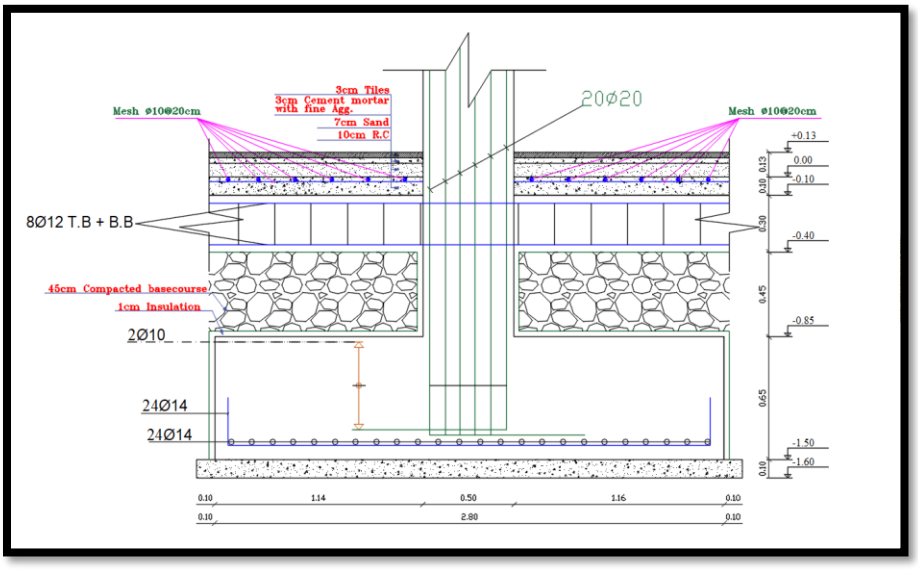


Fig 4.13: Foot Section.

4-8-4 Design of one way shear :

No ,shear reinforcement is required if **($\Phi * v_c \geq v_u$)**

Vu:factored shera force at the critical section at

adistance d from the face of column.

Assume h= 65cm , bar diameter Ø14 for main reinforcement and 7.5 cover .

d= 650 – 75 – 14 = 561 mm

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

$$Vu = 365.05\left(\frac{2.8-.5}{2} - 0.561\right) * 2.8 = 602.04KN$$

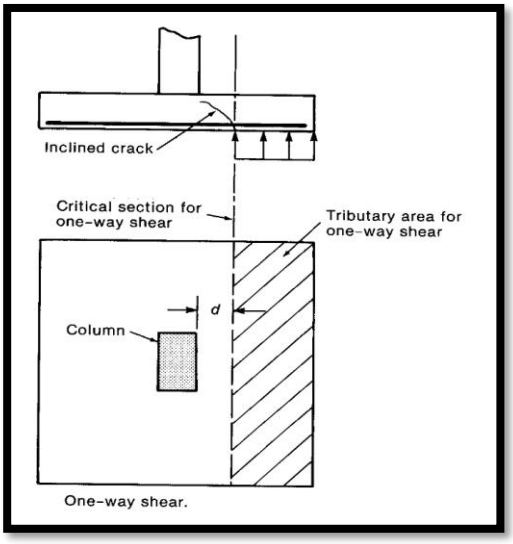


Figure (4-14): one way shear (beam shear for isolated footing)

$$\emptyset.Vc = \emptyset.\frac{1}{6} * \sqrt{fc'} * b_w * d = 0.75 * \frac{1}{6} * \sqrt{28} * 2800 * 561 * 10^{-3} = 1038.99\ KN$$

$\emptyset.Vc = 1038.99\ KN > Vu = 755.36KN$……. Safe

4-8-5 Design of two way shear (punching shear):

Vu= Pu-FR_b

$FR_b = q_u$ * area of critical section

Vu= 2862.01-(365.05*1.011*1.061) = 2469.95 KN

$$\beta_c = \frac{Column\ Length}{Column\ Width} = \frac{500}{450} = 1.11$$

b_0 = 2*(561+450) + 2* (561+500) = 4144 mm

$\propto_s = 40\ for\ interior\ column$

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

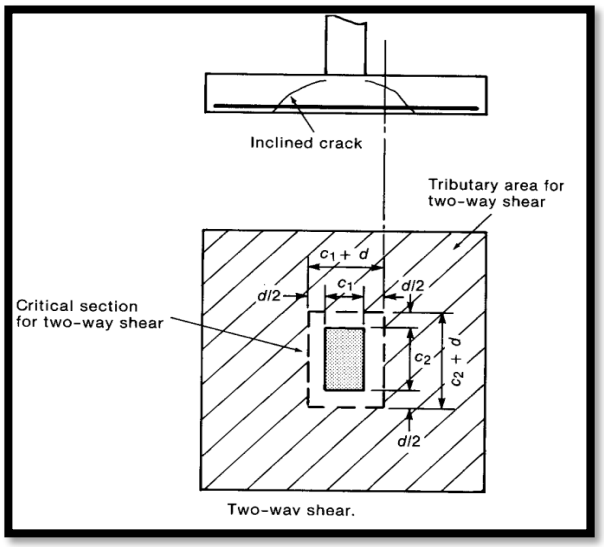


Figure (4-15): Tow- way shear (punching shear)

$\Phi * Vc \geq vu$.

$\Phi * Vc = 0.75 * \left(\frac{1}{6}\right)\left(1+\frac{2}{\beta}\right)\sqrt{fc'} * b_0 * d$ ……. where $\left(\frac{1}{6}\right)\left(1 + \frac{2}{1.11}\right) = 0.47$

Φ*Vc=0.75* ($\frac{1}{12}$)*($\frac{\propto_s * d}{bo}$ + 2) $\sqrt{fc'}$ * b_0 *d ……. where ($\frac{1}{12}$)*(($\frac{40*0.411}{3.54}$) + 2) = 0.55

Φ*Vc= 0.75* ($\frac{1}{3}$) $\sqrt{fc'}$ * b_0 * d ……. where ($\frac{1}{3}$) = 0.333 …. Control

Φ*Vc= 0.3 * $\sqrt{28}$ * 4144 * 561 * 10^{-3} = 3690.48 KN

ΦVc = 3690.48 > Vu=1361.58 KN….. ok

The thick of footing = 65 cm

4-8-6 Design of Bending Moment :-

Critical section at the face of column

$$FR = q_u * \left(\frac{B-a}{2}\right) * L = 365.05 * \left(\frac{2.8-.5}{2}\right) * 2.8 = 1175.46\ KN$$

$$Mu = q_u * B * x * \frac{x}{2} = 365.05 * 2.8 * 1.175 * \frac{1.175}{2} = 705.6\ KN.m$$

$$Rn = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{705.6 * 10^6}{0.9*2800*561^2} = 0.889\ Mpa$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{420}{0.85 \times 28} = 17.65$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{17.65}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 17.65 \times 0.889}{420}}\right) = 0.0021594$$

$A_{s,\ req}$ = ρ.b.d = 0.0021594 ×2800×561 = 3392.014 mm^2

$A_{s,min}$ = 0.0018 * 2800 * 650 = 3276 mm^2

$A_{s,req}$ > $A_{s,min}$ …. Ok ⟹ $A_{s,req}$ = 3392.014 mm^2 **……. is control**

4-8-7 Check for Spacing :-

S = 3h = 3* 50 = 150 mm**……. is control**

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

S = 450 mm

Use 24Ø14 in Both Direction , $A_{s,\ provided}$ = 3694.51 mm^2 > $A_{s,\ required}$ =3392.014 mm^2

4-8-8 Check for Strain:-

$$a = \frac{A_s . f_y}{0.85 * b * f_c'} = \frac{3694.51 * 420}{0.85 * 2800 * 28} = 23.3\ mm$$

$$c = \frac{a}{B_1} = \frac{23.3}{0.85} = 27.4\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{561-27.4}{27.4}\right) = 0.058 > 0.005 \dots\dots OK$$

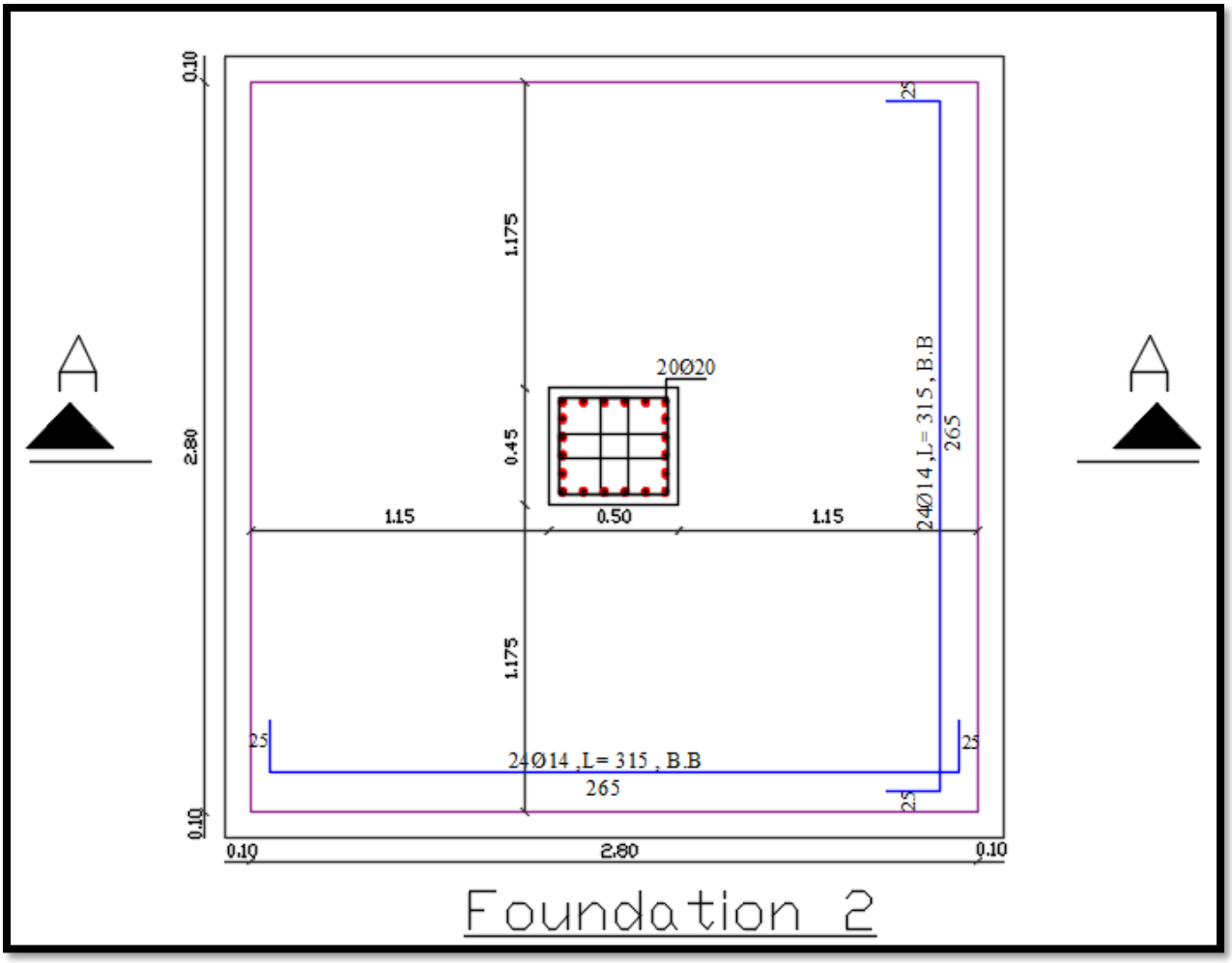


Fig 4.16: Foot Reinforcement Details .

4.9 Design of One Way Solid Slab:

4-9-1Calculate the minimum thickness slab :-

Table 4-111111 :- Minimum Thickness of Nonprestressed Beam or One-Way Slabs Unless Deflections are Calculated. **(ACI 318M-14)**.

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

Table (4.4): Check of Minimum Thickness

L_{min} = L/20 = 4.1/20 = 20.5 cm " Simply supported "

4-9-2 Load Calculations :-

4-9-2-1 Dead load for solid slab for 1m strip:-

No.	Parts of Rib	Calculation	
1	R.C	0.21*25*1 = 5.25 KN/m	
5	Plaster	22*0.02*1=0.44KN/m	
		Sum =	5.69 KN/m

Table (4.5): Dead load for solid slab for 1m strip

4-9-2-2 Live load for solid slab for 1m strip = 1*2 = 2 KN/m

Factored load for solid slab :-

W_u = 1.2 *5.69 + 1.6 * 2 = 10.03 KN/m

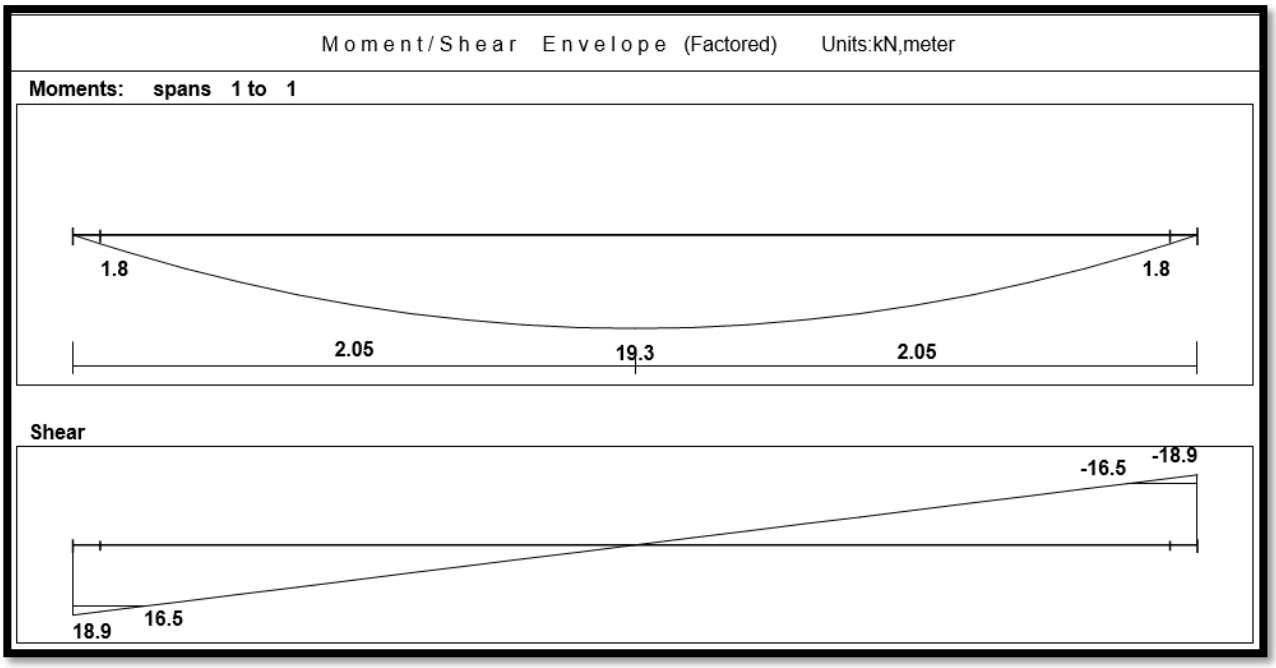


Fig 4.17: Moment & Shear diagram for solid slab .

4-9-3 Design of Shear :- (Vu = 16.5 KN)

Assume bar diameter ∅12 for main reinforcement

d=h – cover - $\frac{d_b}{2}$ = 210 – 20 - $\frac{12}{2}$ = 184 mm

$$Vc = \frac{1}{6} * \sqrt{fc'} * b_w * d = \frac{1}{6} * \sqrt{24} * 1000 * 184 * 10^{-3} = 150.25\ KN$$

$$\emptyset Vc = 0.75 * 150.24 = 112.68\ KN > V_u = 16.5\ KN$$

No shear reinforcement are required

4-9-4 Design of Bending Moment :- (19.3 KN.m)

Assume bar diameter ∅12 for main reinforcement

d=h – cover - $\frac{d_b}{2}$ = 210 – 20 - $\frac{12}{2}$ = 184 mm

$$Rn = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{19.3 * 10^6}{0.9 * 1000 * 174^2} = 0.708\ Mpa$$

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

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.708}{420}}\right) = 0.001716$$

$A_{s,\,req} = \rho.b.d = 0.001716 \times 1000 \times 184 = 315.75\ mm^2$

$A_{s,min}$ = 0.0018 * 1000 * 210 = 378 mm^2 > $A_{s,\ req}$ = 315.75mm^2

As = 378 mm^2 …… control

4-9-5 Check for Spacing :-

S = 3h = 3* 210 = 630 mm

$$S = 380 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3}*420}\right) - 2.5 * 20 = 330\ mm$$ **……. is control**

Use∅12@25*cm*, $A_{s,\ provided}$ = 452.39 mm^2 > $A_{s,\ required}$ =378 mm^2 …. OK

4-9-6 Check for Strain :-

$$a = \frac{A_s . f_y}{0.85 * b * f_c'} = \frac{452.39 * 420}{0.85 * 1000 * 24} = 9.31\ mm$$

$$c = \frac{a}{B_1} = \frac{9.31}{0.85} = 10.96\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{184-10.96}{10.96}\right) = 0.047 > 0.005 \ldots\ldots OK$$

4-9-7 Secondary Reinforcement For solid slab :-

$A_{s,req}$ =$A_{s,min}$ = 0.0018 * 1000 * 210 = 378 mm^2

Use∅10@20*cm*, $A_{s,\ provided}$ = 392.7 mm^2 > $A_{s,\ required}$ =378 mm^2 …. OK

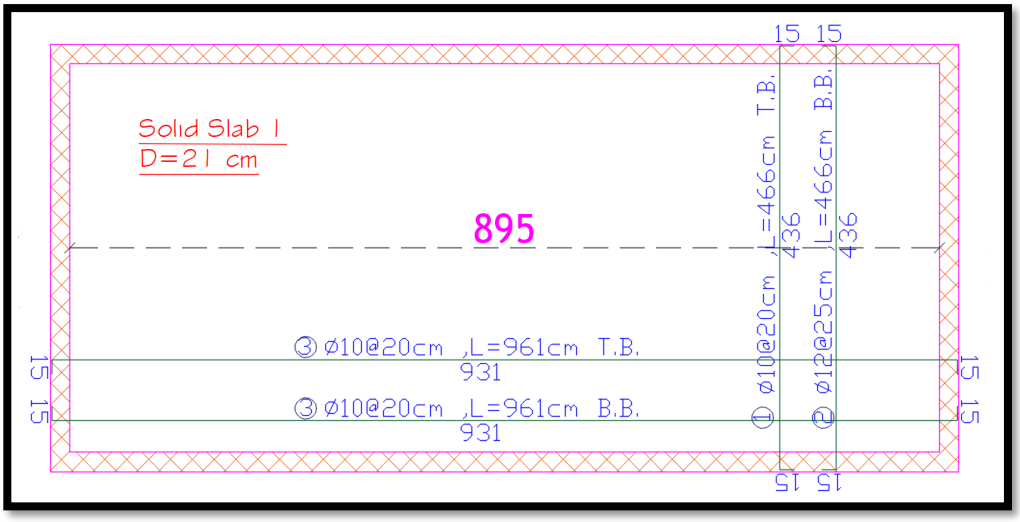


Fig 4.18: One Way Solid Slab Reinforcement Details .

4-10 Design of Stair

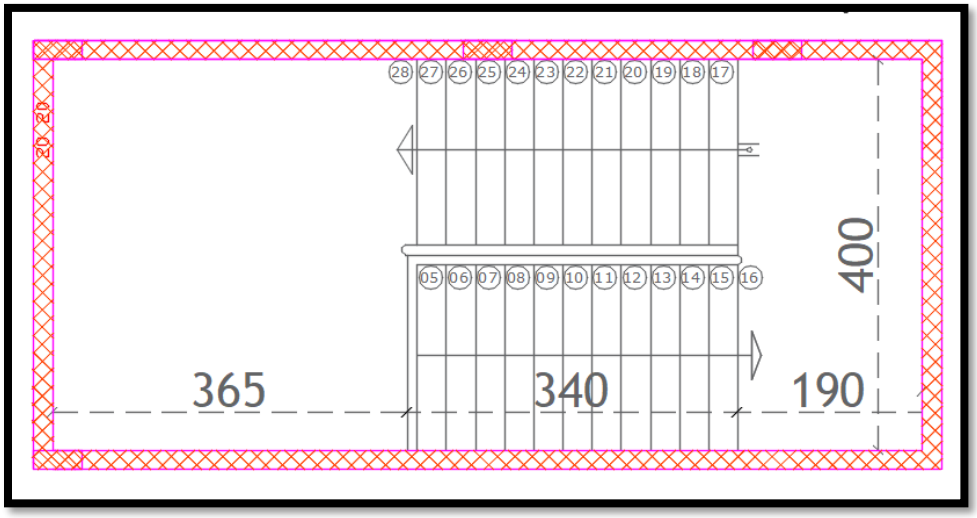


Fig 4.19: Stair Plan

4-10-1 Material :-

⇒ concrete B300 $Fc' = 24\ N/mm^2$

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

4-10-2 Design of Flight :-

4-10-2-1 Determination of thickness :-

$h_{min} = L/20 = 340/20 = 17\ cm$

Take h = 20 cm

The Stair Slope by $\theta = \tan^{-1}(15/30) = 26.57^{o}$

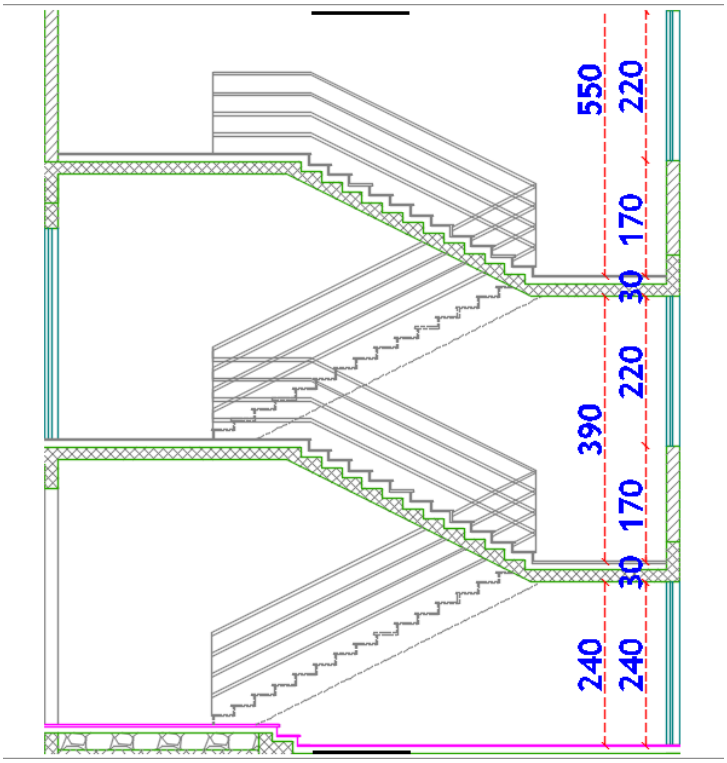


Fig 4.20: Section of Stair

4-10-2-2 Load Calculations :-

4-10-2-2-1 Dead Load for Flight For 1m Strip :-

Table (4.6): Dead load Calculation of Flight .

No.	Parts of Rib	Calculation
1	**Tiles**	0.03*23*1*((0.3+0.15)/0.3) = 1.04 KN/m
2	**Mortar**	0.03*22*1*((0.3+0.15)/0.3) = 0.99 KN/m
3	**Stair steps**	$\frac{25}{0.3} * \left(\frac{0.15*0.3}{2}\right) * 1 = 1.875$ KN/m
4	**R.C**	$\frac{25*0.20*1}{cos26.57} = 5.59$ KN/m
5	**plaster**	$\frac{22*0.03*1}{cos26.57} = 0.738$ KN/m
		Sum = 10.408 KN/m

4-10-2-2-2 Live Load for Flight For 1m Strip = 5*1 = 5 KN/m

- **System of Flight:-**

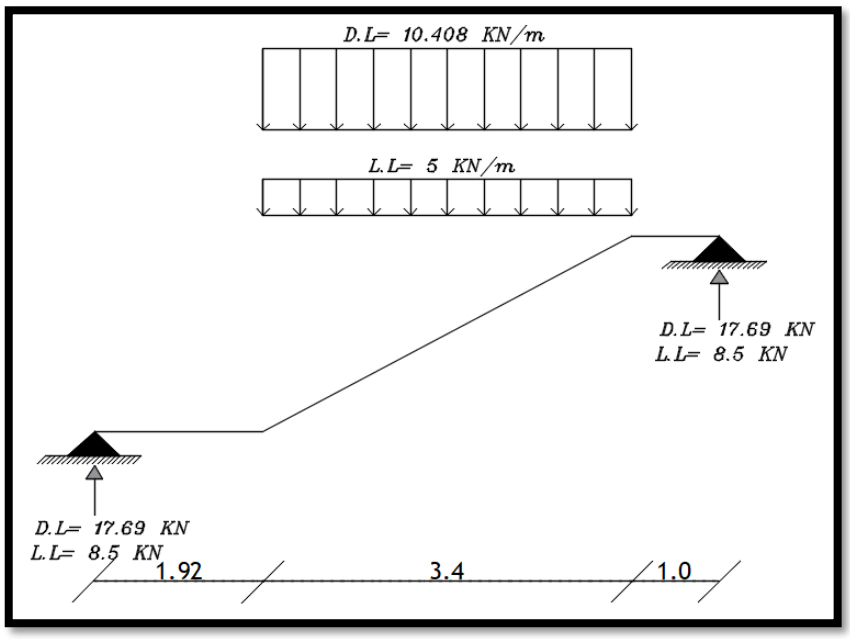


Fig 4.21: Statically system and load distribution of flight

*Factored Load for Flight :-

W_u = 1.2*10.408 + 1.6 * 5 = 20.5 KN/m

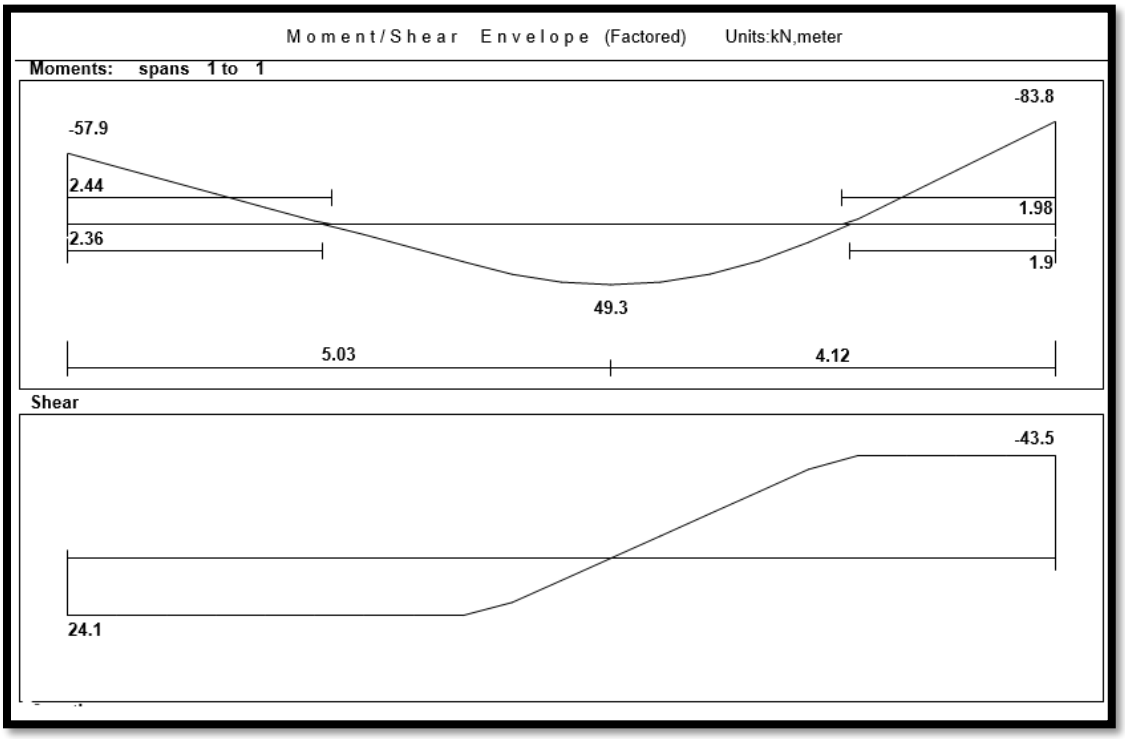


Fig 4.22: Moment & Shear diagram for flight .

4-10-2-3 Design of Shear for flight :- (Vu = 43.5 KN)

Assume bar diameter ∅16 for main reinforcement

$$d = h - cover - \frac{d_b}{2} = 200 - 20 - \frac{16}{2} = 172\ mm$$

$$\emptyset.Vc = \emptyset.\frac{1}{6} * \sqrt{fc'} * b_w * d = 0.75 * \frac{1}{6} * \sqrt{24} * 1000 * 172 * 10^{-3} = 105.33KN$$

$\emptyset Vc = 105.33KN > Vu = 43.5KN$ … No shear reinforcement are required.

4-10-2-4 Design of Bending Moment for flight:-(Mu = 39.3 KN)

$$Rn = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{39.3 * 10^6}{0.9*1000*172^2} = 1.48\ Mpa$$

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

$$\rho=\frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{420}}\right)=\frac{1}{20.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times20.6\times1.48}{420}}\right)=0.003652$$

$A_{s,\,req}=\rho.b.d=0.003652\times1000\times172=628.09\ mm^2/m$

$A_{s,min}=0.0018*1000*200=360\ mm^2 < A_{s,\,req}=628.09\ mm^2/m$

4-10-2-5 Check for Spacing :-

- S = 3h = 3* 200 = 600 mm
- $S=380*\left(\frac{280}{\frac{2}{3}*420}\right)-2.5*20=330\ mm$ **……. is control**
- $S=450$ mm

Use Ø16@25cm, As, provided = 804.25 mm2 > As, required =628.09 mm2 …. OK

4-10-2-6 Check for Strain:-

$$a=\frac{A_s.f_y}{0.85*b*f_c'}=\frac{804.25\ *420}{0.85*1000*24}=16.56\ mm$$

$$c=\frac{a}{B_1}=\frac{16.56}{0.85}=19.48\ mm$$

$$\varepsilon_s=\ 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right)=\ 0.003\left(\frac{172-19.48}{19.48}\right)=0.023>0.005\ \ldots\ldots\ \boldsymbol{OK}$$

4-10-2-7 Lateral or Secondary reinforcement for flight :-

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

Use Ø10@20cm, As, provided = 392.7 mm2 > As, required = 360 mm2 …. OK

4-10-3 Design of Middle Landing :-

4-10-3-1 Determination of thickness :-

h_{min} =L/ 20 = 200 / 20 = 10 cm

Take h = 20 cm

4-10-3-2 Load Calculations :-

4-10-3-2-1 Dead Load for Landing For 1m Strip :-

Table (4.7): Dead load Calculation of Landing :-

No.	Parts of Rib	Calculation
1	**Tiles**	0.03*23*1= 0.69 KN/m
2	**Mortar**	0.03*22*1 = 0.66 KN/m
4	**R.C**	$25 * 0.20 * 1 = 5.00$ KN/m
5	**plaster**	$22 * 0.03 * 1 = 0.66$ KN/m
		Sum = 7.01 KN/m

4-10-3-2-2 Live Load for Landing For 1m Strip = 5*1 = 5 KN/m

4-10-3-2-3 Factored Load for Landing :-

W_u = 1.2*7.01 + 1.6 * 5 = 16.412 KN/m

$$W_u = \frac{W_{FL1}}{L} = \frac{1.2 * 10.408 + 1.6 * 5}{2} = 10.245 \text{ KN/m}$$

4-10-3-3 System of Landing :-

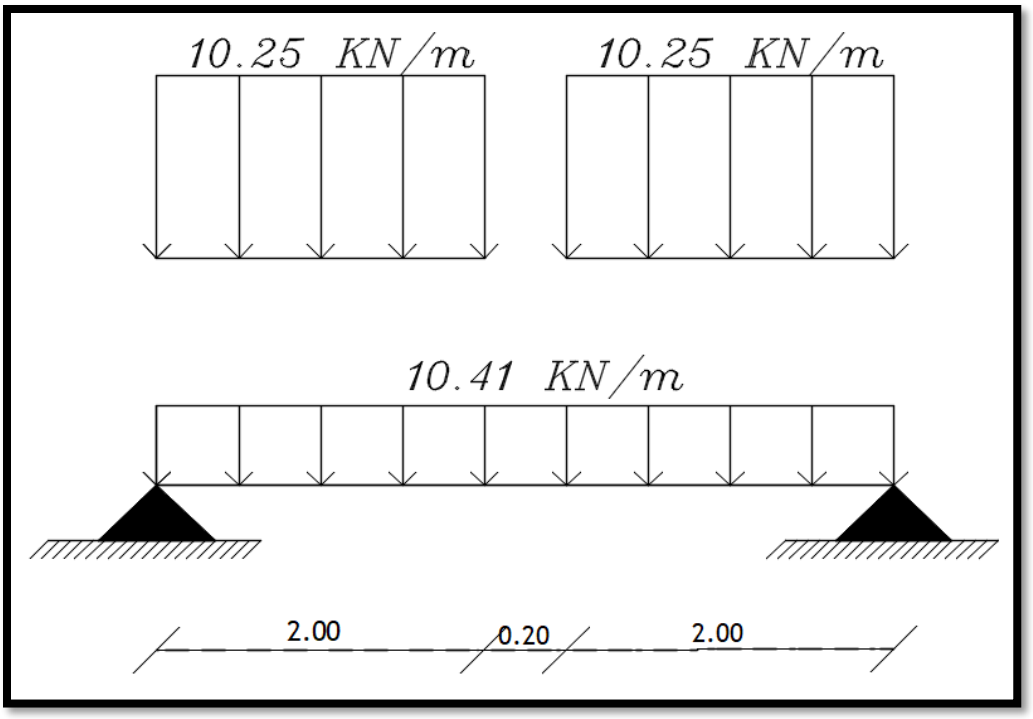


Fig 4.23: Statically system and load distribution of middle landing.

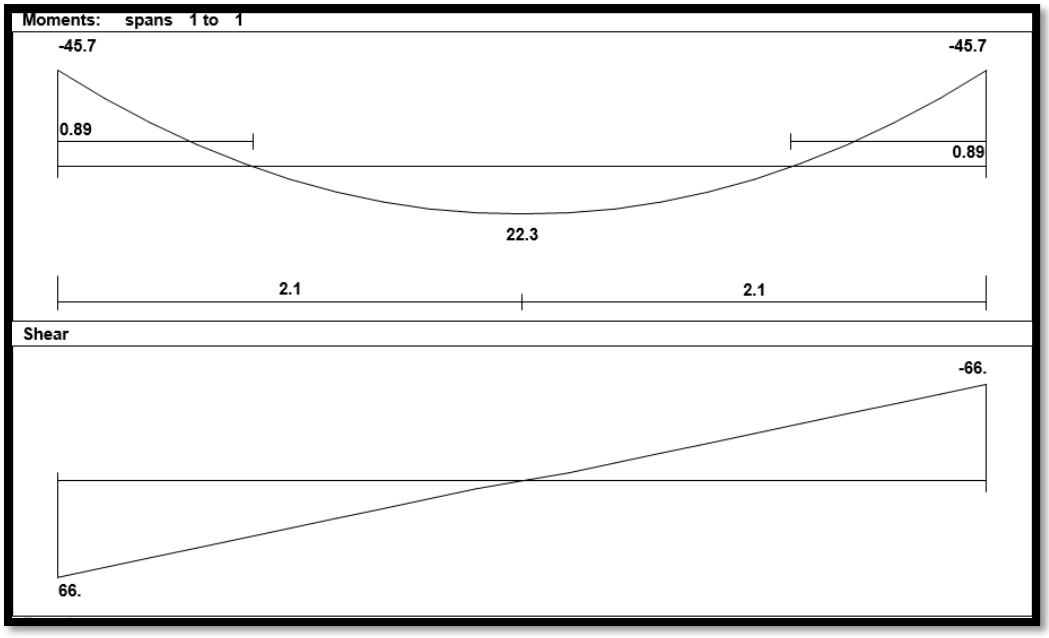


Fig 4.24: Moment & Shear diagram envelope diagram of middle landing.

4-10-3-4 Design of Shear :- (V_u = 66 KN)

Assume bar diameter Ø16 for main reinforcement

$$d = h - cover - \frac{d_b}{2} = 200 - 20 - \frac{16}{2} = 172\ mm$$

$$\emptyset.Vc = \emptyset.\frac{1}{6} * \sqrt{fc'} * b_w * d = 0.75 * \frac{1}{6} * \sqrt{24} * 1000 * 172 * 10^{-3} = 105.33KN$$

$\emptyset Vc = 105.33KN > Vu = 66\ KN$ … No shear reinforcement are required.

4-10-3-5-1 Design of Bending Moment for landing :-(Mu = 45.7 KN)

$$Rn = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{45.7 * 10^6}{0.9*1000*172^2} = 1.72\ Mpa$$

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

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times 20.6 \times 1.72}{420}}\right) = 0.004275$$

$A_{s,\ req} = \rho.b.d = 0.004275 \times 1000 \times 172 = 735.28\ mm^2/m$

$A_{s,min} = 0.0018 * 1000 * 200 = 360\ mm^2 < A_{s,\ req} = 735.28\ mm^2/m$

- **Check for Spacing :-**

  S = 3h = 3* 200 = 600 mm

  $S = 380 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3}*420}\right) - 2.5 * 20 = 330\ mm$ **…….. is control**

  S = 450 mm

Use Ø16@25cm, As, provided = 804.25 mm2 > As, required = 735.28 mm2 …. OK

- **4-10-3-7 Check for Strain:-**

$$a = \frac{A_s.f_y}{0.85 * b * f_c'} = \frac{804.25 * 420}{0.85 * 1000 * 24} = 16.56\ mm$$

$$c = \frac{a}{B_1} = \frac{16.56}{0.85} = 19.48\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{172-19.48}{19.48}\right) = 0.023 > 0.005 \ldots\ldots \boldsymbol{OK}$$

4-10-3-5-2 Design of Bending Moment for landing :-(Mu = 22.3 KN)

$Rn = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{22.3 * 10^6}{0.9*1000*172^2} = 0.84\ Mpa$

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

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times 20.6 \times 0.84}{420}}\right) = 0.0020368$

$A_{s,\ req} = \rho.b.d = 0.0020368 \times 1000 \times 172 = 350.34\ mm^2/m$

$A_{s,min} = 0.0018 * 1000 * 200 = 360\ mm^2 > A_{s,\ req} = 350.34\ mm^2/m$

$As,_{\ required} = 360\ mm^2/m$

- **Check for Spacing :-**

  $S = 3h = 3* 200 = 600\ mm$

  $S = 380 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3}*420}\right) - 2.5 * 20 = 330\ mm$ **…….. is control**

  $S = 450\ mm$

Use Ø16@30cm, As, provided = 603.19 mm2 > As, required = 360 mm2 …. OK

- **4-10-3-7 Check for Strain:-**

$$a = \frac{A_s.f_y}{0.85 * b * f_c'} = \frac{603.19 * 420}{0.85 * 1000 * 24} = 12.42\ mm$$

$$c = \frac{a}{B_1} = \frac{12.42}{0.85} = 14.61\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{172-14.61}{14.61}\right) = 0.032 > 0.005 \ldots\ldots \boldsymbol{OK}$$

4-10-3-8 Lateral or Secondary reinforcement for flight :-

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

Use Ø10@20cm, As, provided = 392.7 mm2 > As, required = 360 mm2 …. OK

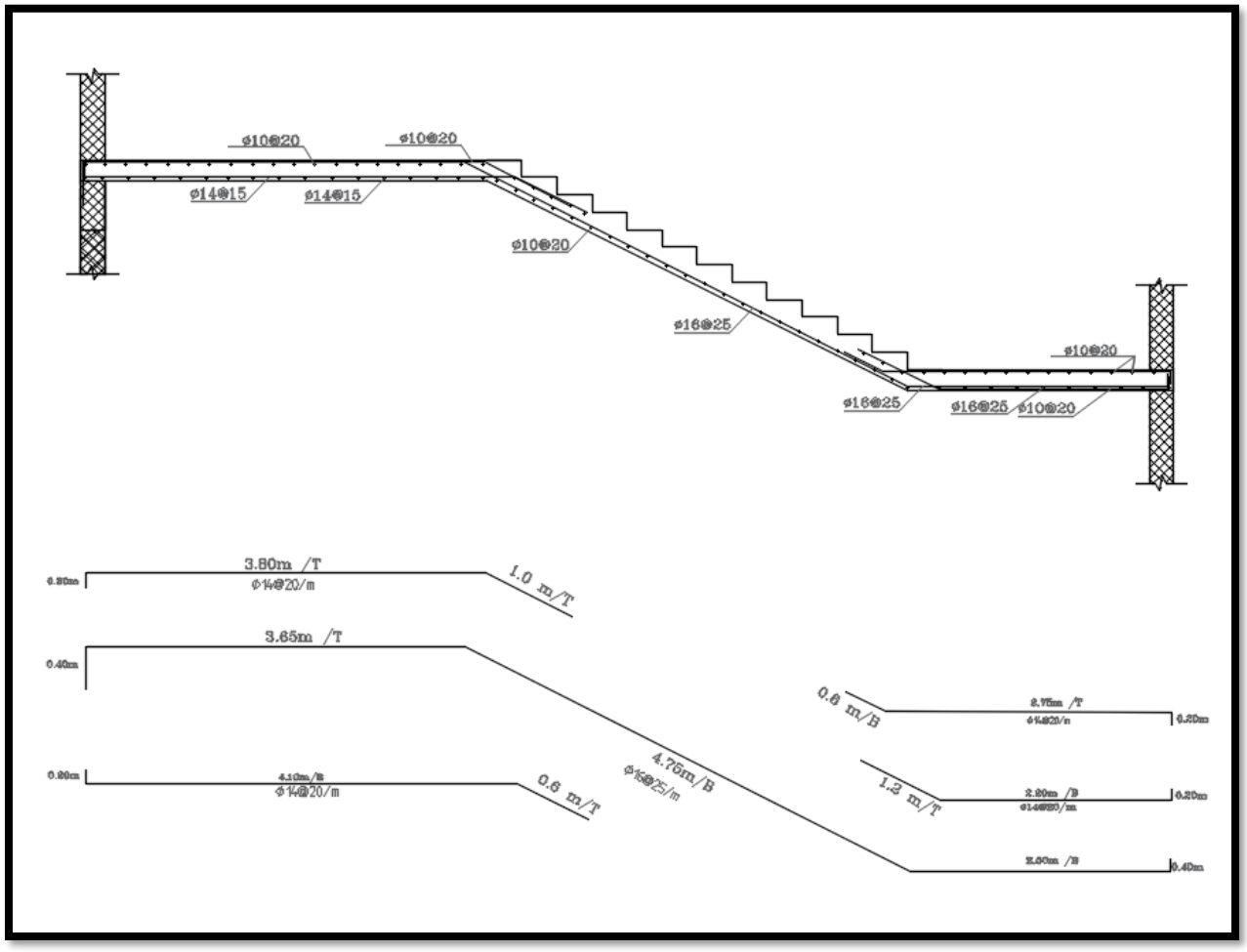


Fig 4.25: Stair reinforcement details.

5

الفصـــــــــل الخامس

النتائج والتوصيات

1-5 مقدمة .

2-5 النتائج.

3-5 التوصيات.

1-5 مقدمة

في هذا المشـــروع تم الحصـــول على مخططات معمارية تفتقد إلى الكثير من الأمور, بعد دراســـة جميع المتطلبات تم إعداد المخططات المعمارية والمخططات الإنشائية الشاملة للمدرسه النموذجيه في الامارات.

وتم إعداد المخططات الانشـائية بشـكل مفصـل ودقيق وواضـح لتسـهيل عملية البناء, ويقدم هذا التقرير شـرحا لجميع خطوات التصميم المعمارية والانشائية للمبنى.

2-5النتائج

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

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

a. AUTOCAD (2019+2014) :- و ذلك لعمل الرسومات المفصلة للعناصر الإنشائية.
b. ATIR (2018):- للتصميم والتحليل الإنشائي للعناصر الإنشائية.
c. Microsoft Office (2016):- تم استخدامه في أجزاء مختلفة من المشروع مثل كتابة النصوص والتنسيق وإخراج المشروع, وإعداد الجداول المرافقة للتصميم.
d. Google SketchUp (2019) :- تم استخدام هذا البرنامج لعمل مجسمات ثلاثية الأبعاد للمدرسه.

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

3-5 التوصيات

لقد كان لهذا المشروع دور كبير في توسيع وتعميق فهمنا لطبيعة المشاريع الإنشائية بكل ما فيها من تفاصيل وتحاليل وتصاميم, حيث نود هنا ـ من خلال هذه التجربة ـ أن نقدم مجموعة من التوصيات، نأمل بأن تعود بالفائدة والنصح لمن يخطط لاختيار مشاريع ذات طابع إنشائي.

ففي البداية، يجب أن يتم تنسيق وتجهيز كافة المخططات المعمارية، بحيث يتم اختيار مواد البناء مع تحديد النظام الإنشائي للمبنى, ولابد في هذه المرحلة من توفر معلومات شاملة عن الموقع وتربته وقوة تحمل تربة الموقع، من خلال تقرير جيوتقني خاص بتلك المنطقة، بعد ذلك يتم تحديد مواقع الجدران الحاملة والأعمدة بالتوافق والتنسيق التام مع الفريق الهندسي المعماري ويحاول المهندس الإنشائي في هذه المرحلة الحصول على أكبر قدر ممكن من الجدران الخرسانية المسلحة، بحيث تكون موزعة بشكل منتظم أو شبه منتظم في كافة أنحاء المبنى؛ ليتم استخدامها فيما بعد في مقاومة أحمال الزلازل وغيرها من القوى الأفقية.
لذلك نحن نوصي بعدة أمور:-

- يجب أن يكون هنالك تنسيق بين المصمم المعماري والإنشائي خلال عملية التصميم حتى ينتج مبنى متكاملاً إنشائيا ومعماريا.
- يوصى بتنفيذ المشروع حسب المخططات المرفقة بالمشروع بأقل تغييرات ممكنة .
- ينصح بوجود مهندس مشرف للإشراف على التنفيذ وأن يلتزم بالمخططات والشروط لضمان التنفيذ الأفضل للمشروع.
- إذا تبين أن قوة تحمل التربة أقل من القوة التي تم تصميم المشروع بناءً عليها ؛ فإنه يجب إعادة تصميم الأساسات وفقا للقيمة الجديدة.
- بعد المراجعة الشاملة للمخططات التنفيذية فإن هذا المشروع يعتبر جاهزاً للتنفيذ إنشائيا ومعماريا .
- يجب استكمال التصميم الكهربائي و الميكانيكي للمشروع قبل المباشرة في التنفيذ لإدخال أي تعديلات محتملة عليه من الناحية الإنشائية .

تم بحمد الله