بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة والتكنولوجيا

دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

هندسة مباني

مقدمة مشروع التخرج

التصميم الإنشائي لـِ "كلية جامعية في مدينة دورا" بجامعة بوليتكنك فلسطين

فلسطين-الخليل

فـريــق الـعـمـل

مالك يوسف الدراويش — حمزة طالب فقوسة

هاشم ابو هاشم — وسام جهاد مشارقة

عمر ابراهيم برادعية — ميساء العطاونة

إشـراف :

م. رياض عوض

٢٠١٧م

بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة والتكنولوجيا

هندسة مباني

التصميم الإنشائي لـِ "كلية جامعية في مدينة دورا" بجامعة بوليتكنك فلسطين

فلسطين-الخليل

فـريــق الـعـمـل

مالك يوسف الدراويش	حمزة طالب فقوسة
هاشم ابو هاشم	وسام جهاد مشارقة
عمر ابراهيم برادعية	ميساء العطاونة

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

توقيع مشرف المشروع	**توقيع رئيس الدائرة**
م. رياض عوض	م. فيضي شبانة
.....	.....

٢٠١٧م

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.

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 المهندس رياض عوض 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 الـمـشـروع

التصميم الإنشائي لـِ "كلية جامعية في مدينة دورا" 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 خمسة طوابق ، وتبلغ المساحة الإجمالية (١٣٥٨٣) 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 .

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

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

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.

والله ولي التوفيق

Abstract

Structural Design For " University College" InDora City

The idea of this project can be summarized by preparing " University College. Which consists of all facilities that should be available in any College.

The project is consists of five floors, and the total area of the building is 13583 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 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	X
فهرس الاشكال	X
List of Figures	XI
List of Abbreviations	XII

الفصل الاول	المقدمة	١
١-١	مقدمة	٢
١-٢	وصف عام للمشروع	٢
١-٣	أسباب اختيار المشروع	٢
١-٤	أهداف المشروع	٣
١-٥	مشكلة المشروع	٤
١-٦	المسلمات	٤
١-٧	فصول المشروع	٤
١-٨	الجدول الزمني للمشروع	٤

الفصل الثاني	الوصف المعماري	٥
٢-١	مقدمة	٦
٢-٢	لمحة عامة عن المشروع	٦

٢-٣	موقع المشروع	٧
٢-٣-١	أهمية الموقع	٨
٢-٣-٢	حركة الشمس والرياح	٨
٢-٣-٣	الرطوبة	١٠
٢-٣-٤	العناصر المعمارية	١٠
٢-٤	وصف طوابق المشروع	١٠
٢-٤-١	الطابق الأرضي	١٠
٢-٤-٢	الطابق الأول	١١
٢-٤-٣	الطابق الثاني	١٢
٢-٥	وصف واجهات المشروع	١٣
٢-٥-١	الواجهة الشرقية	١٣
٢-٥-٢	الواجهة الغربية	١٤
٢-٥-٣	الواجهة الشمالية	١٤
٢-٥-٤	الواجهة الجنوبية	١٥
٢-٦	وصف الحركة	١٥
٢-٧	وصف المداخل	١٦

الفصل الثالث	**الوصف الانشائي**	**١٧**
٣-١	مقدمة	١٨
٣-٢	الهدف من التصميم الانشائي	١٨
٣-٣	مراحل التصميم الانشائي	١٨
٣-٤	الأحمال	١٩
٣-٤-١	الأحمال الميتة	١٩
٣-٤-٢	الأحمال الحية	٢٠
٣-٤-٣	الأحمال البيئية	٢٠
٣-٤-٣-١	أحمال الرياح	٢٠
٣-٤-٣-٢	أحمال الثلوج	٢٢
٣-٤-٣-٣	أحمال الزلازل	٢٢
٣-٥	الاختبارات العملية	٢٣
٣-٦	العناصر الانشائية	٢٣

٣-٦-١	العقدات	٢٤
٣-٦-١-١	عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد	٢٥
٣-٦-١-٢	عقدات العصب ذات الاتجاهين	٢٥
٣-٦-١-٣	العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد	٢٦
٣-٦-١-٤	العقدات المصمتة ذات الاتجاهين	٢٦
٣-٦-٢	الأدراج	٢٧
٣-٦-٣	الجسور	٢٧
٣-٦-٤	الأعمدة	٢٨
٣-٦-٥	جدران القص	٢٩
٣-٦-٦	الأساسات	٣٠
٣-٧	فواصل التمدد	٣١
٣-٨	برامج الحاسوب التي تم استخدامها	٣٢

Chapter 4	**Structural Analysis and Design**	٣٣
4-1	Introduction	٣٤
4-2	Design Method and Requirements	٣٥
4-3	Check of Minimum Thickness of Structural Member	٣٦
4-4	Design of Topping	٣٧
4-5	Design of One Way Rib Slab	٣٩
4-6	Design of Beam	٥٠

الفصل الخامس	**النتائج والتوصيات**	٦٣
٥-١	مقدمة	٦٤
٥-٢	النتائج	٦٤
٥-٣	التوصيات	٦٥

فهرس الجداول

رقم الجدول	اسم الجدول	رقم الصفحة
جدول (١-١)	الجدول الزمني للمشروع	٤
جدول (٣-١)	الكثافة النوعية للمواد المستخدمة	١٩
جدول (٣-٢)	الأحمال الحية لعناصر المبنى	٢٠
جدول (٣-٣)	سرعة وضغط الرياح اعتماداً على الكود الألماني DIN 1055-5	٢٠
جدول (٣-٤)	أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر	٢٢
جدول (٤-١)	Check of Minimum Thickness of Structural Member	٣٩
جدول (٤-٢)	Dead Load Calculation of Topping	٤٠
جدول (٤-٣)	Dead Load Calculation of Rib (R 1)	٤٤

فهرس الأشكال

رقم الشكل	اسم الشكل	رقم الصفحة
الشكل (٢-١)	الموقع العام لقطعة الأرض	٧
الشكل (٢-٢)	مسقط الطابق الأرضي	٩
الشكل (٢-٣)	مسقط الطابق الأول	١٠
الشكل (٢-٤)	مسقط الطابق الثاني	١١
الشكل (٢-٥)	مسقط الطابق الثالث	١٢
الشكل (٢-٦)	مسقط الطابق الرابع	١٣
الشكل (٢-٧)	الواجهة الشمالية	١٤
الشكل (٢-٨)	الواجهة الجنوبية	١٤
الشكل (٢-٩)	الواجهة الغربية	١٤
الشكل (٢-١٠)	الواجهة الشرقية	١٥
الشكل (٢-١١)	مقطع A-A	١٥
الشكل (٢-١٢)	مقطع B-B	١٥

الشكل (٣-١)	تأثير الرياح على المباني من حيث ارتفاع المبني والبيئة المحيطة به	٢١
الشكل (٣-٢)	توضيح لبعض العناصر الانشائية للمبنى	٢٣
الشكل (٣-٣)	عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد	٢٥
الشكل (٣-٤)	عقدات العصب ذات الاتجاهين	٢٥
الشكل (٣-٥)	العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد	٢٦
الشكل (٣-٦)	العقدات المصمتة ذات الاتجاهين	٢٦
الشكل (٣-٧)	الدرج	٢٧
الشكل (٣-٨)	أنواع الجسور المستخدمة في المشروع	٢٨
الشكل (٣-٩)	أنواع الأعمدة المستخدمة في المشروع	٢٩
الشكل (٣-١٠)	جدار قص	٣٠
الشكل (٣-١١)	الأساسات	٣١

List of Figures

Figure #	Description	Page #
4-1	Topping Load	٣٧
4-2	One Way Rib Slab (1)	٤٠
4-3	Statically System and Loads of Rib (R 1)	٤٠
4-4	Shear and Moment Envelope Diagram of Rib (R 1)	٤٢
4-5	Statically System and Loads Distribution of Beam(B11)	٥١
4-6	Shear and Moment Envelope Diagram of Beam (B 11)	٥٣

List of Abbreviations

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

١

الفصل الأول

المُـقَـدِمَة

١-١ المقدمة.

١-٢ أهداف المشروع.

١-٣ مشكلة المشروع.

١-٤ حدود مشكلة المشروع.

١-٥ المسلمات.

١-٦ فصول المشروع.

١-٧ الجدول الزمني للمشروع.

١-١ 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.

١-٢ أهداف المشروع :

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

١-٣ مشكلة المشروع :

تتمثل مشكلة هذا المشروع في التحليل والتصميم الإنشائي لجميع العناصر الإنشائية المكونة للمبنى، وفي هذا المجال تم تحليل كل عنصر من العناصر الإنشائية مثل البلاطات والأعصاب والأعمدة والجسور....الخ وذلك بتحديد الأحمال الواقعة عليه ومن 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.

١-٤ حدود مشكلة المشروع :

يقتصر العمل لهذا المشروع على الناحية الإنشائية فقط، حيث بدأنا العمل على ذلك في الفصل الماضي من خلال مقدمة مشروع التخرج ، وقمنا باستكمال العمل خلال مساق مشروع التخرج.

١-٥ المسلمات :

١. اعتماد الكود الأمريكي في التصاميم الإنشائية المختلفة (ACI-318-08) .
٢. استخدام برامج التحليل والتصميم الإنشائي مثل (Atir12, Safe, Etabs, Stad pro)
٣. برامج أخرى مثل Microsoft office Word, Power Point, Excel, AutoCAD

١-٦ فصول المشروع :

يحتوي هذا المشروع على خمسة فصول وهي:

١- الفصل الأول: يشمل المقدمة العامة.
٢- الفصل الثاني: يشمل الوصف المعماري للمشروع.
٣- الفصل الثالث: يشمل وصف العناصر الإنشائية للمبنى.
٤- الفصل الرابع: التحليل والتصميم الإنشائي لبعض العناصر الإنشائية.
٥- الفصل الخامس: النتائج و التوصيات.

١-٧ الجدول الزمني للمشروع :

والجدول التالي يوضح تسلسل أعمال المشروع والزمن اللازم لكل نشاط.

الفعاليات / الاسابيع	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
اختيار المشروع																
دراسة المخططات المعمارية																
دراسة المبنى انشائيا																
توزيع الاعمدة																
التحليل الانشائي للمشروع																
التصميم الانشائي للمشروع																
اعداد المخططات																
كتابة المشروع																
عرض المشروع																

جدول (١-١): الجدول الزمني للمشروع.

٣

الفصـل الثالث

الوصف الإنشائي

٣-١ مقدمة .

٣-٢ الهدف من التصميم الإنشائي.

٣-٣ مراحل التصميم الإنشائي.

٣-٤ الأحمال.

٣-٥ الاختبارات العملية.

٣-٦ العناصر الإنشائية المكونة للمشروع.

٣-٧ فواصل التمدد.

٣-٨ برامج الحاسوب.

٣-١ 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.

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.

٣-٢ 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.

٣-٣ مراحل التصميم الانشائي

يمكن تقسيم مراحل التصميم الإنشائي إلى مرحلتين رئيسيتين:-

١. 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.

٢. 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.

٣-٤ الأحمال

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

٣-٤-١ 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 (٣-١) يبين الكثافات النوعية للمواد المستخدمة في المشروع.

الرقم	المادة المستخدمة	الكثافة (KN/m^3)
1	البلاط	23
2	الخرسانة المسلحة	25
3	الطوب	10
4	القصارة والمونة	22
5	الرمل	16

جدول (٣-١) : الكثافة النوعية للمواد المستخدمة.

(Partition load) = 1.5kN/m^2

٣-٤-٢ 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 (٣-٢) يبين الأحمال الحية في المشروع.

الرقم	الاستخدام	الحمل الحي(KN/m^2)
1	الجامعات والمستشفيات	5
5	الأدراج	3

جدول (٣-٢) : الأحمال الحية لعناصر المبنى.

٣-٤-٣ 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:-

٣-٤-٣ أحمال الزلازل :

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

في هذا المشروع تم التعامل معها 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.

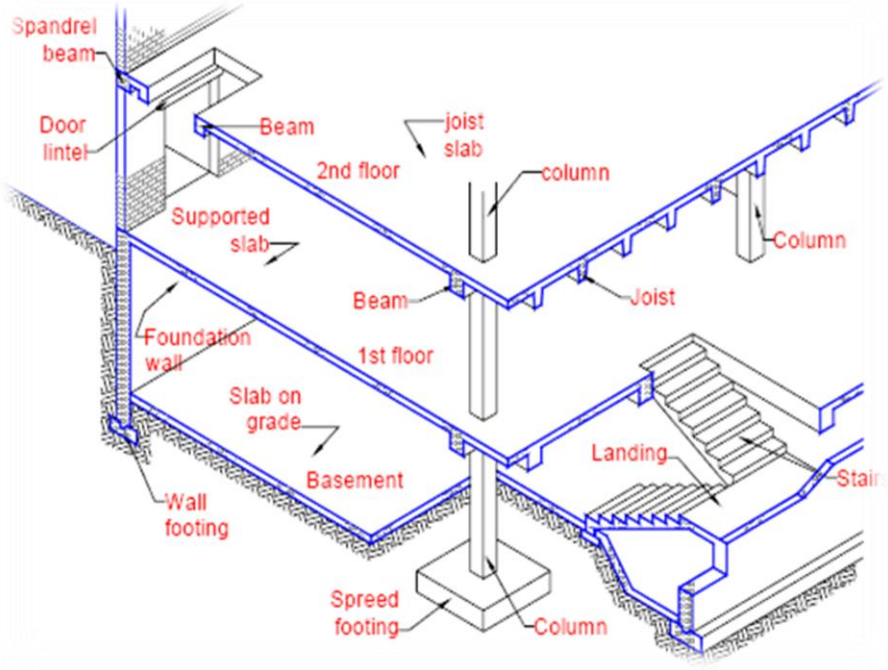
٣-٥ الاختبارات العملية

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.

٣-٦العناصر 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 (٣-٢): توضيح لبعض العناصر الإنشائية للمبنى.

ويحتوي المشروع العناصر التالية:-

٣-٦-١ العقدات :-

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

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

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

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

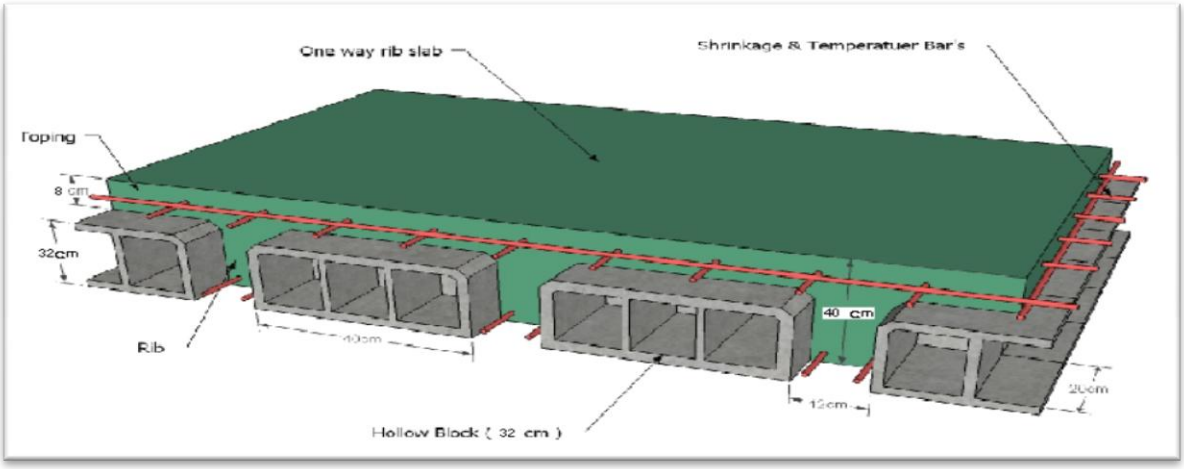
٢. البلاطات المفرغة (Ribbed Slabs) وتقسم إلى :-

- 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 ٥ الى ٦ متر ، أما عقدات العصب ذات الاتجاهين فتستخدم في حالة المساحات الكبيرة نسبياً، و في التصميم الانشائي لهذا المشروع استخدمنا عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد.

٣-٦-١-١عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد (One way ribbed slabs) :

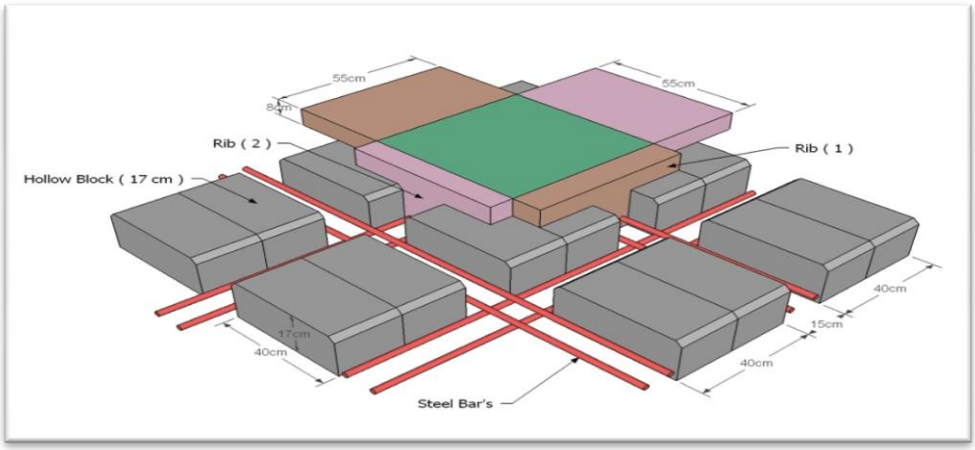
إحدى أشهر الطرق المستخدمة في تصميم العقدات في هذه البلاد وتتكون من صف من الطوب يليها العصب، ويكون التسليح باتجاه واحد كما هو مبين في الشكل (٣-٣).



الشكل(٣-٣) : عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد.

٣-٦-١-٢عقدات العصب ذات الاتجاهين (Two way ribbed slabs) :

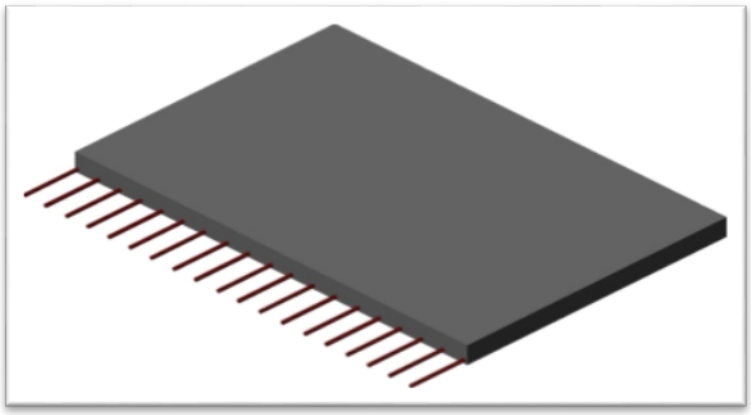
تشبه السابقة من حيث المكونات ولكن تختلف من حيث كون التسليح باتجاهين، ويتم توزيع الحمل في جميع الاتجاهات ويراعى عند حساب وزنها طوبتين و عصب في الاتجاهين، كما يظهر في الشكل (٣-٤).



الشكل(٣-٤) : عقدات العصب ذات الاتجاهين.

٣-٦-١-٣ العقدات المصمتة ذات الإتجاه الواحد (One way solid slabs) :

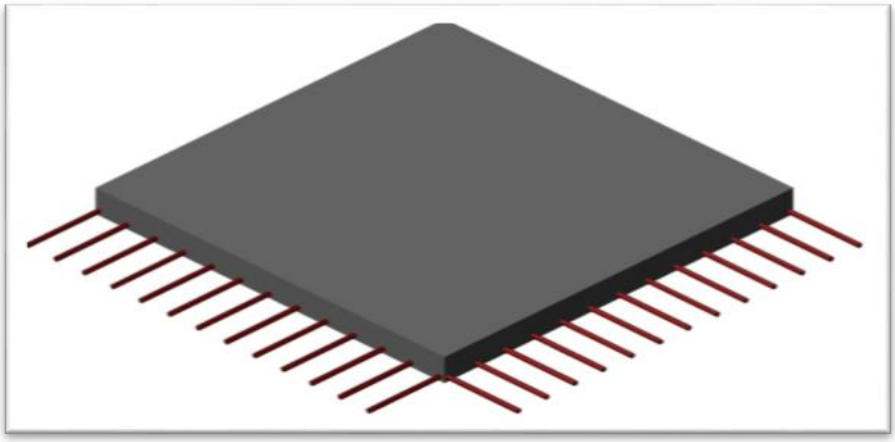
تستخدم في المناطق التي تتعرض كثيرا للأحمال الحية، وذلك تجنباً لحدوث اهتزاز نظراً للسماكة المنخفضة وتستخدم عادة في عقدات بيت الدرج ، كما في الشكل (٣-٥) .



الشكل (٣-٥) : العقدات المصمتة ذات الإتجاه الواحد.

٣-٦-١-٤ العقدات المصمتة ذات الاتجاهين (Two way solid slabs) :

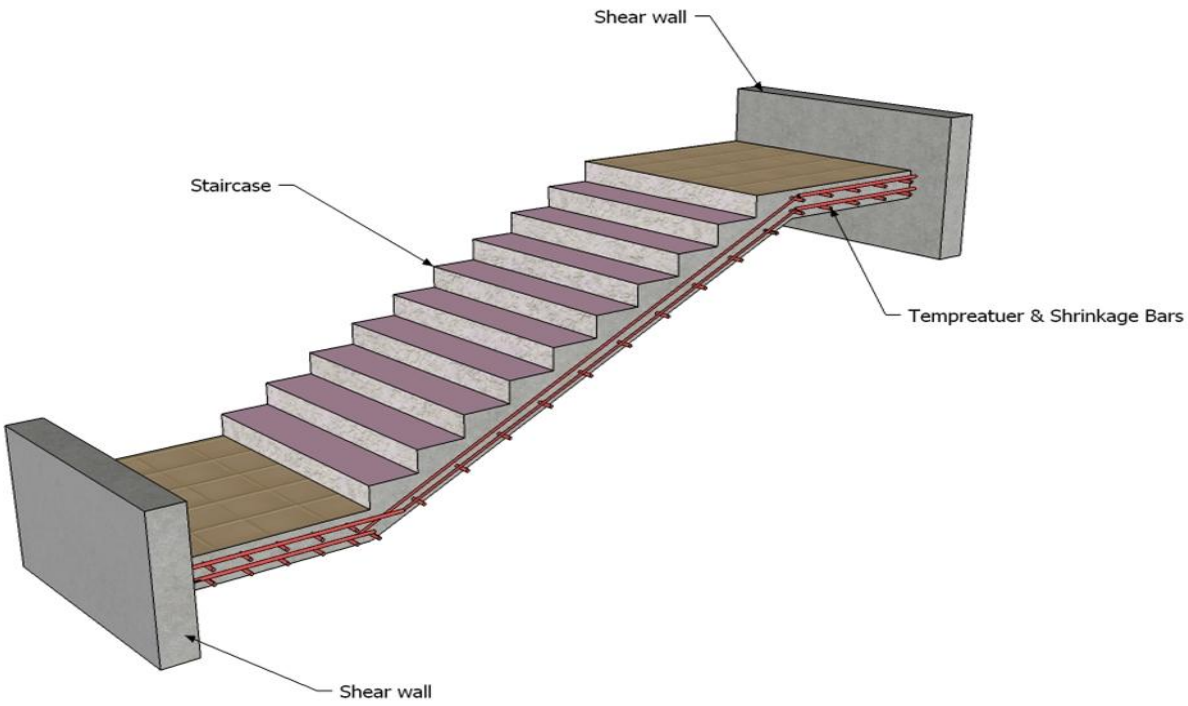
تستخدم في حال كانت الأحمال المؤثرة أكبر من المقدار الذي تستطيع العقدة المصمتة ذات الاتجاه الواحد مقاومتها، وعند ذلك يتم اللجوء إلى تصميم هذا النوع من العقدات و ذلك لأنها تستطيع مقاومة الأحمال بشكل أكبر حيث يوزع التسليح الرئيسي فيها باتجاهين موضحه في الشكل (٣-٦).



الشكل (٣-٦) : العقدات المصمتة ذات الاتجاهين.

٣-٦-٢ الأدراج :-

الأدراج عنصر معماري يوجد في المباني للانتقال بين مستويين في نفس الطابق أو بين عدد من الطوابق عبر المبنى، ويتم عادةً تصميم الدرج إنشائيا باعتباره عقدة مصمتة في اتجاه واحد كما في الشكل (٣-٧).



الشكل (٣-٧): الدرج.

٣-٦-٣الجسور :-

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

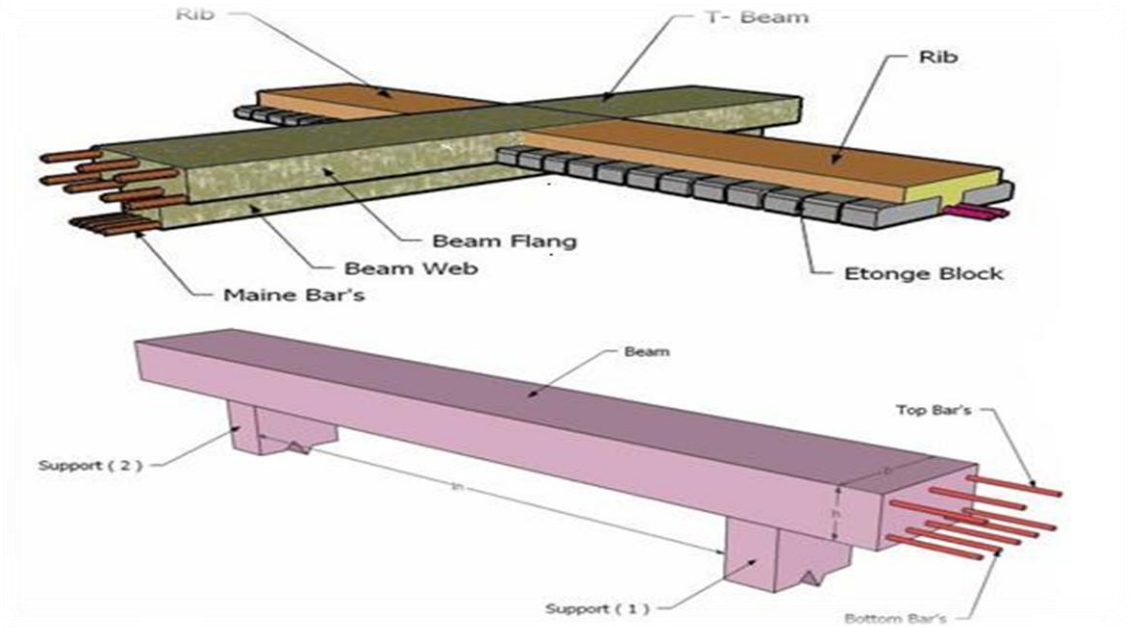
١- جسور مسحورة (Hidden Beam).

وهي التي يكون ارتفاعها مساوي لارتفاع العقدة.

٢- جسور ساقطة (Dropped Beam).

وهي التي يكون ارتفاعها اكبر من ارتفاع العقدة، ويتم إبراز الجزء الزائد من الجسر في أحد الاتجاهين السفلي أو العلوي وتسمىL-sectionأوT-section.

ويكون التسليح بقضبان الحديد الأفقية لمقاومة العزم الواقع على الجسر، وبالكانات لمقاومة قوى القص والشكل (٣-٨) يبين أنواع الجسور التي استخدمت في المشروع.



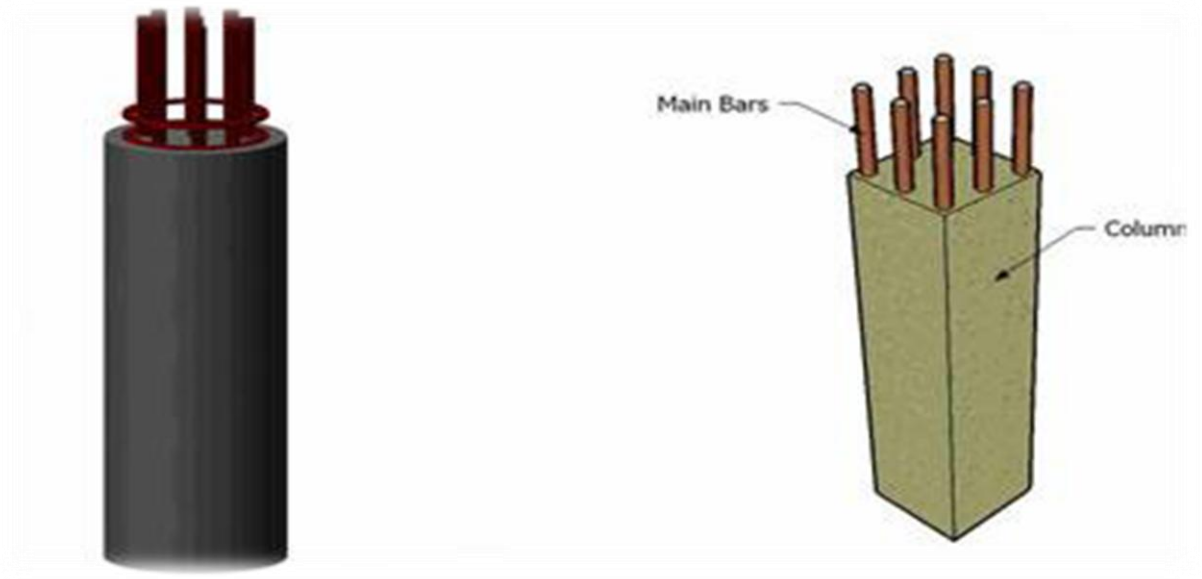
الشكل (٣-٨): أنواع الجسور المستخدمة في المشروع.

٣-٦-٤ الأعمدة:-

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

١- الأعمدة القصيرة (short column).
٢- الأعمدة الطويلة (long column).

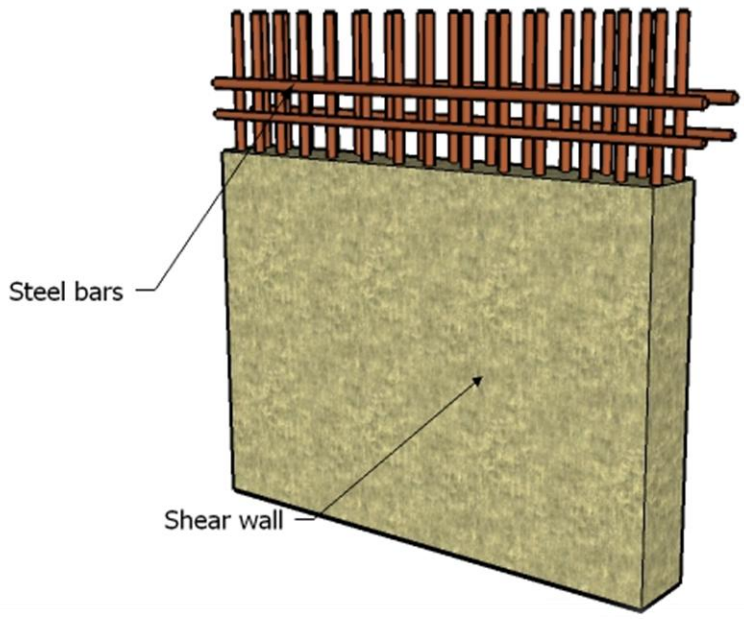
أما من حيث الشكل المعماري أو المقطع الهندسي فهي تقسم الى ثلاث انواع وهي :- المستطيلة والدائرية والمربعة وفي هذا المشروع تم استخدام المستطيلي كما هو مبين في الشكل (٣-٩).



الشكل (٣-٩) : أنواع الأعمدة المستخدمة في المشروع.

٣-٦-٥جدران 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 اتجاهين متعامدين في المبنى لتوفير ثبات كامل للمبنى والشكل (٣-١٠) يبين جدار قص مسلح الشكل.



الشكل (٣-١٠) : جدار قص.

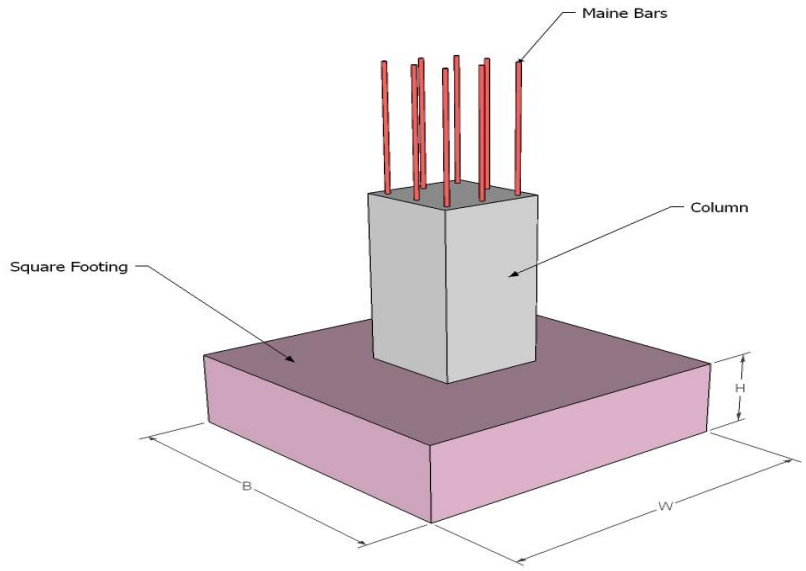
٣-٦-٦الأساسات:-

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:-

١- أساسات منفصلة(Isolated Foundation).
٢- أساسات مزدوجة(Combined Foundation).
٣- أساسات شريطية(Strip Foundation).

٤- أساسات البلاطة (Mat Foundation).

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



الشكل (٣-١١): الأساسات.

٣-٧ 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:-

١) (40m)في المناطق ذات الرطوبة العالية.
٢) (36m)في المناطق ذات الرطوبة العادية.
٣) (32m)في المناطق ذات الرطوبة المتوسطة.

٤) (28m)في المناطق الجافة.

كما يجب أن لا يقل عرض الفاصل عن (٣ سم)

٣ـ ٨برامج الحاسوب التي تم استخدامها

١. AutoCAD (2014) for Drawings Structural and Architectural.
٢. Microsoft Office (2010) For Text Edition.
٣. Microsoft Excel XP.
٤. Atir 12
٥. Google Sketch UP 2015.
٦. Beamed
٧. Etaps
٨. sp-column

٢

الفصل الثاني

الوصف المِعمَـاري

٢-١ مقدمة .

٢-٢ لمحة عامة عن المشروع .

٢-٣ موقع المشروع.

٢-٤ وصف طوابق المشروع.

٢-٥ الواجهات .

٢-٦ وصف الحركة و المداخل.

٢-٧ المداخل.

٢-١ مقدمة :

منذ بداية الخليقة والانسان في تطور مستمر وفي تجديد دائم لمواهبه العمرانية،فالعمارة من اهم العلوم الهندسية التي بدأت مع بداية الحياة على كوكبنا، فمنذ القدم وهو دائم التطوير في المظاهر العمرانية ابتداءا من العيش في الخيام والكهوف وصولا الى المباني والعمارات وناطحات السحاب،مطلقا العنان لعقله ليفكر ويطور ويبرز قدراته في تطوير هذا الفن من الناحية الجمالية والمتانة ايضا.

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.

٢-٢ لمحة عامة عن المشروع :

اشارت الاحصائيات الى انه بحلول العام ٢٠١٥ كانت نسبة الامية في فلسطين ٣,٣% اي ان نسبة المتعلمين وصلت الى ٩٦,٧% من اجمالي سكان فلسطين،وهذا يدل على التوجه الكبير بين ابناء الشعب الفلسطيني الى فكرة التعلم ، كما وانه اصبح راسخاً لدى ابناء الشعب الفلسطيني ان فكرة التعليم امر ضروري لانه سلاح قوي في كل المجالات.

الاهتمام بالتعلم واكمال الدراسة الجامعية ادى الى حدوث اكتظاظ في الجامعات الفلسطينية، وهو ما استوجب توفير المزيد من الكليات التعليمية والتدريسية في كل المجالات،وعليه تصميم منشأة تعليمية متينة ومطابقة لكافة المقاييس المطلوبة سواءا من الناحية الانشائية او التصميمية او الجمالية.

و مما لا شك فيه أن دور الجامعات في عصرنا الحالي لم يعد يقتصر على تقديم العلوم المختلفة فقط ، ولم يعد كذلك يعرف بأنه مكان لتلقين المعلومات، بل تطور مفهوم الجامعات والكليات الجامعية ليعرف بانه المكان الذي يضم طلاب العلم من كافة الاطياف والمجتمعات في مكان واحد لتبادل الافكار وتطويرها وابراز المهارات والقدرات بالاضافة الى اكتساب العلوم الهامة كلٌ حسب مجاله.

٢-٣ 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.

الموقع المقترح للمشروع هو جزء من ارض بالقرب من خط ٦٠، مدينة دورا، جنوب غرب مدينة الخليل، جنوب الضفة الغربية، ترتفع قطعة الأرض ٩٢٠متر عن مستوى سطح البحر .

الشكل (٢-١) الموقع العام للمشروع.

٢-٣-١ أهمية الموقع:

الشروط العامة لاختيار الموقع :

إن عمليه اختيار ارض لإقامة كلية جامعية 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 للكلية الجامعية:

١.جغرافيه الموقع : هو الجانب الذي يختص في دراسة موقع الأرض بالنسبة للنسيج العمراني بشكل عام ، وتأثير الموقع على وظيفة المبنى ، ودراسة المناخ وطبوغرافية الأرض .
٢.شبكه المواصلات : هو الجانب الذي يتم فيه دراسة الطرق الرئيسية والفرعية المؤدية للموقع.
٣.الغطاء النباتي: هو الجانب الذي يتحدث عن طبيعة الأرض من حيث احتوائها على الغطاء النباتي من أشجار ونباتات .
٤.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 .

٢-٣-٢ حركة الشمس و الرياح:

تتعرض مدينة دورا إلى الرياح الشمالية الشرقية وهي رياح باردة جدا وجافة، واليها يعود انخفاض الحرارة في المناطق المرتفعة، 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.

٢-٣-٣ الرطوبة:-

مناخ دورا يتأثر بمناخ فلسطين الذي يعرف بأنه جاف وحار صيفاً ومعتدل وماطر شتاءً، ومناخ دورا رغم صغرها يتباين تبعاً للتضاريس والمسطحات المائية المجاورة والبعد عن الصحراء، أما فيما يتعلق بالأمطار فإن معدلات التساقط متفاوتة تبعاً لتضاريس المنطقة الجغرافية والتي تعتبر جزء من محافظة الخليل حيث إن الأمطار في دورا تتراوح ما بين (٤٠٠-٦٠٠ ملم) سنوياً.

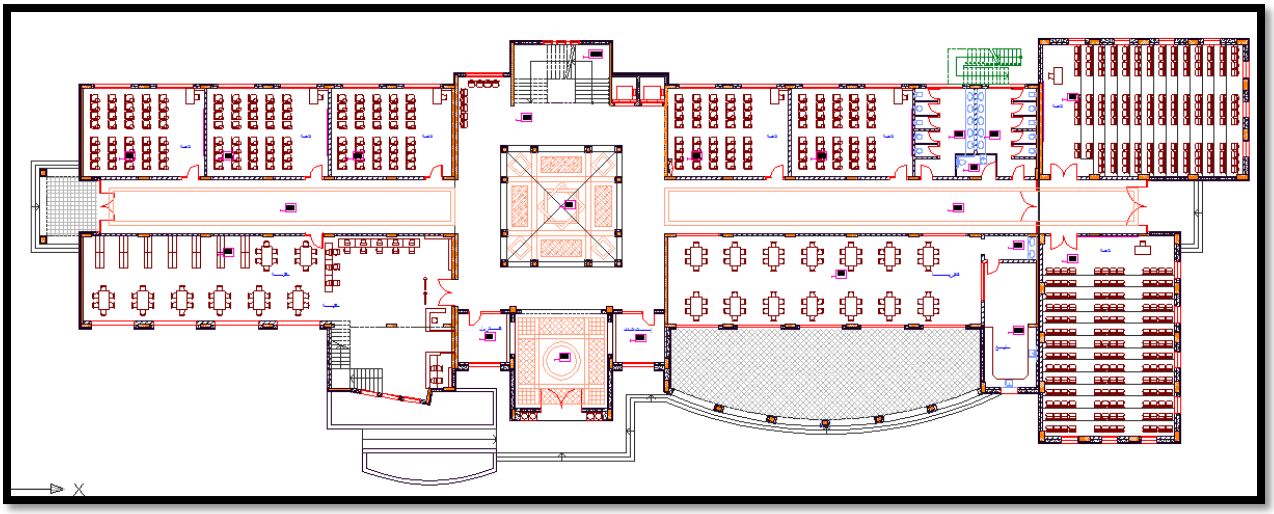
٢-٤ وصف طوابق المشروع :-

يتكون المشروع من خمسة طوابق بمساحة اجمالية وقدرها ١٣٥٨٣ متر مربع، وهو عبارة عن كلية جامعية ذات مرافق متعددة، التوزيع المعماري لهذه المرافق يتسم بالوضوح و التماثل بين الطوابق وهذا أدى إلى تيسير التصميم الإنشائي للمشروع .

٢-٤-١ الطابق الأرضي:-

(منسوب ٠,٠ م) بمساحة تقدر ب ١٩٤٨م٢.

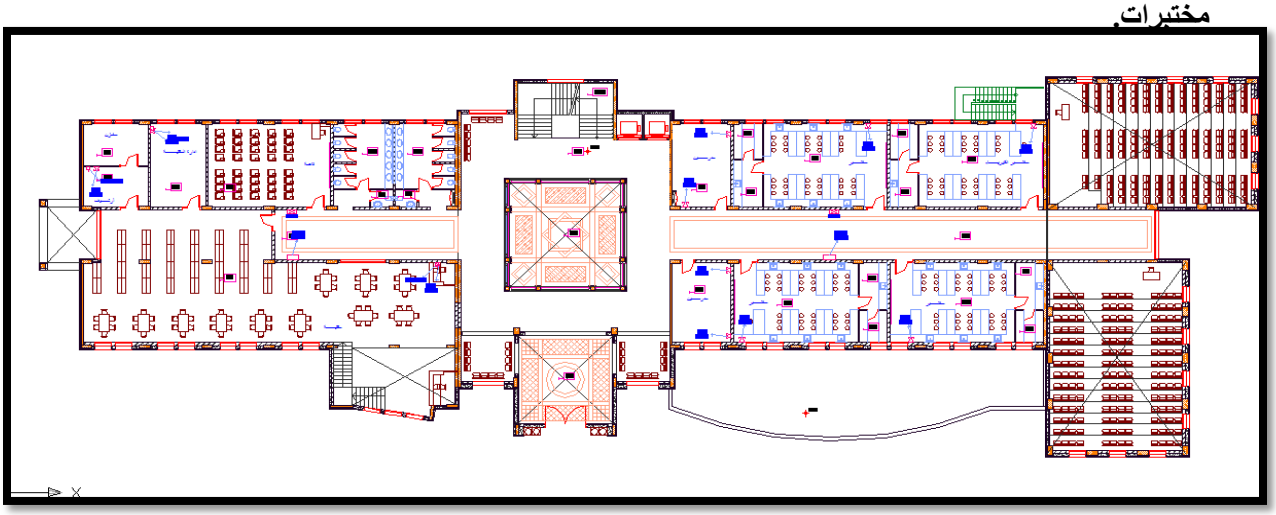
يتكون الطابق الأرضي من مدخل رئيسي كبير ،قسم استعلامات،قسم كنترول،مكتبة،٥ قاعات تدريس صغيرة (٤٠) طالب ،قاعة تدريس كبيرة (١٥٦) طالب،مدرج (١٦٤) طالب،مراحيض،كافتيريا ومطبخ.



٢-٤-٢ الطابق الأول:-

(منسوب ٣,٥م) بمساحة اجمالية ١٤٥٣ م٢.

يتكون الطابق الأول من : مكتبة،ارشيف،مخزن،ادارة المكتبة،قاعة تدريس،مرحاض،مكتبي مدرسين، و٤ مختبرات.

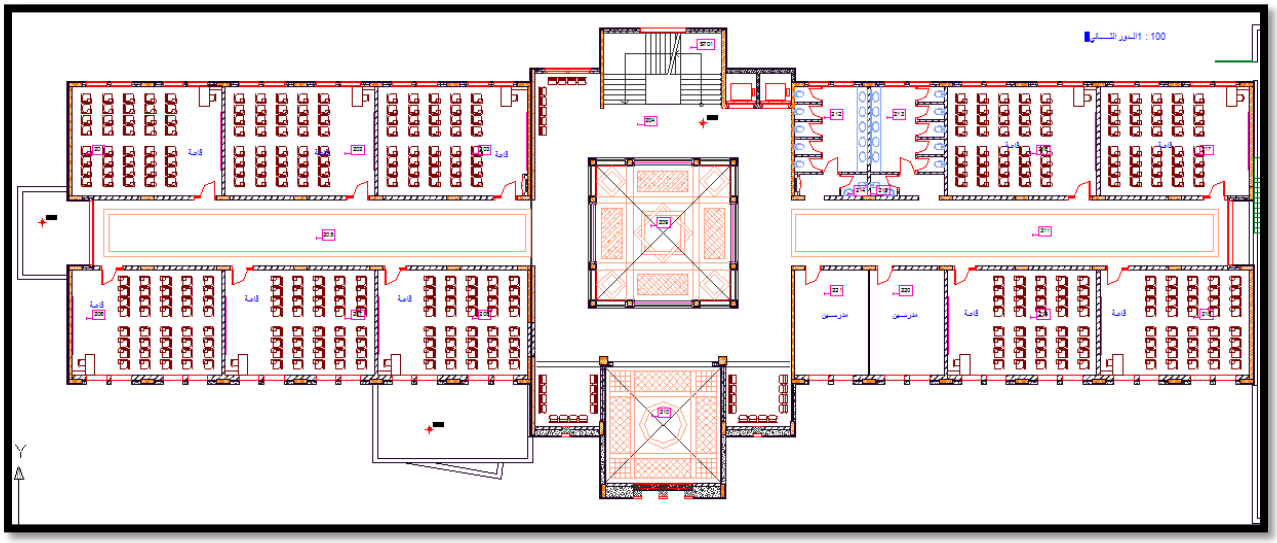


الشكل (٢-٣) : المسقط الأفقي للطابق الأول.

٢-٤-٣ الطابق الثاني:-

(منسوب ٧,٠ م) بمساحة اجمالية ١٨٨٣ م^2.

يتكون الطابق الثاني من :مكتبي مدرسين، ١٠ قاعات تدريس،مرحاض.

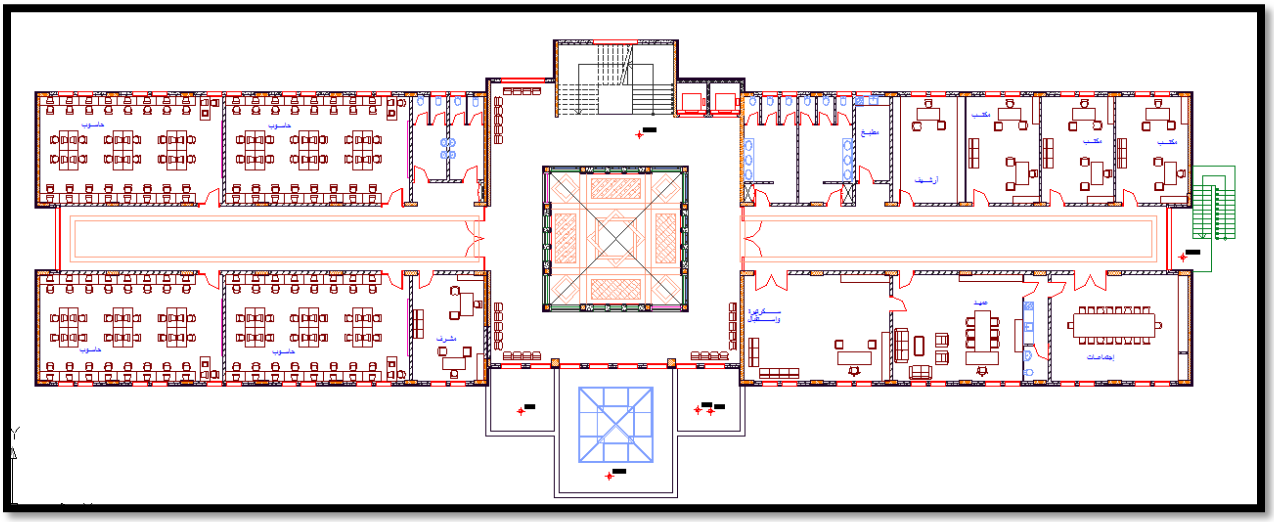


الشكل (٢- ٤):المسقط الأفقي للطابق الثاني.

٢-٤-٤ الطابق الثالث:-

(منسوب١٠,٥ م) بمساحة اجمالية١٢٨٩ م^2.

يتكون الطابق الثالث من :٤ قاعات حاسوب،مرحاضين،مكتب المشرف،مطبخ،غرفة الارشيف،٣ مكاتب مدرسين،مكتب السكرتارية والاستقبال،مكتب العميد،قاعة اجتماعات.

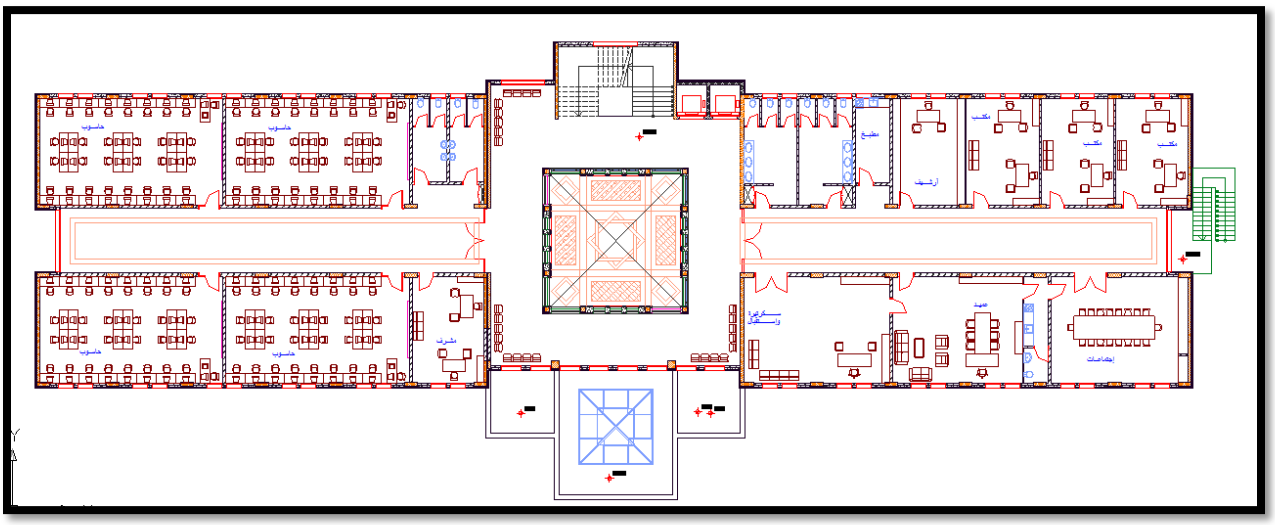


الشكل (٢-٥) : المسقط الأفقي للطابق الثالث.

٢-٤-٥ الطابق الرابع:-

(منسوب ١٤,٠م) بمساحة اجمالية١٢٨٩ م٢.

يتكون الطابق الرابع من: ٤ قاعات حاسوب،مرحاضين،مكتب المشرف،مطبخ،غرفة الارشيف،٣ مكاتب مدرسين،مكتب السكرتارية والاستقبال،مكتب العميد،قاعة اجتماعات.



الشكل (٢-٦):المسقط الأفقي للطابق الرابع.

واجهات المشروع

٢-٥ الواجهات :-

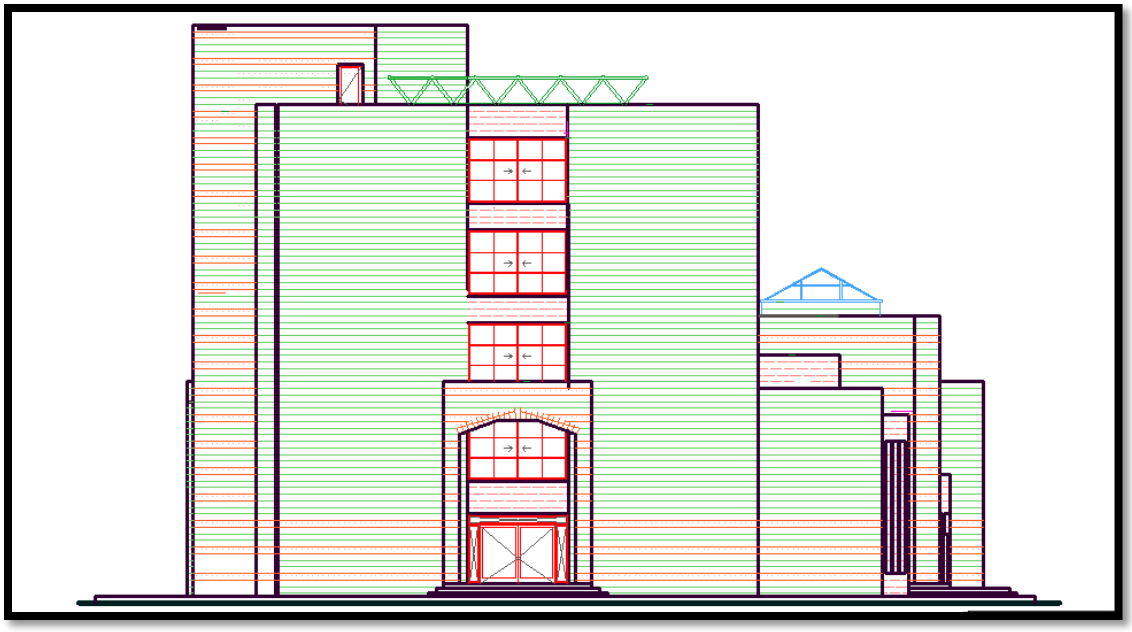
٢-٥-١ الواجهة الشمالية:ويظهر فيها مبنى الكلية من الخلف ومخرج الطواريء.

الشكل (٢-٧): الواجهة الشمالية.

٢-٥-٢ الواجهة الجنوبية:ويظهر فيها المدخل الرئيسي.

الشكل (٢-٨) :الواجهة الجنوبية.

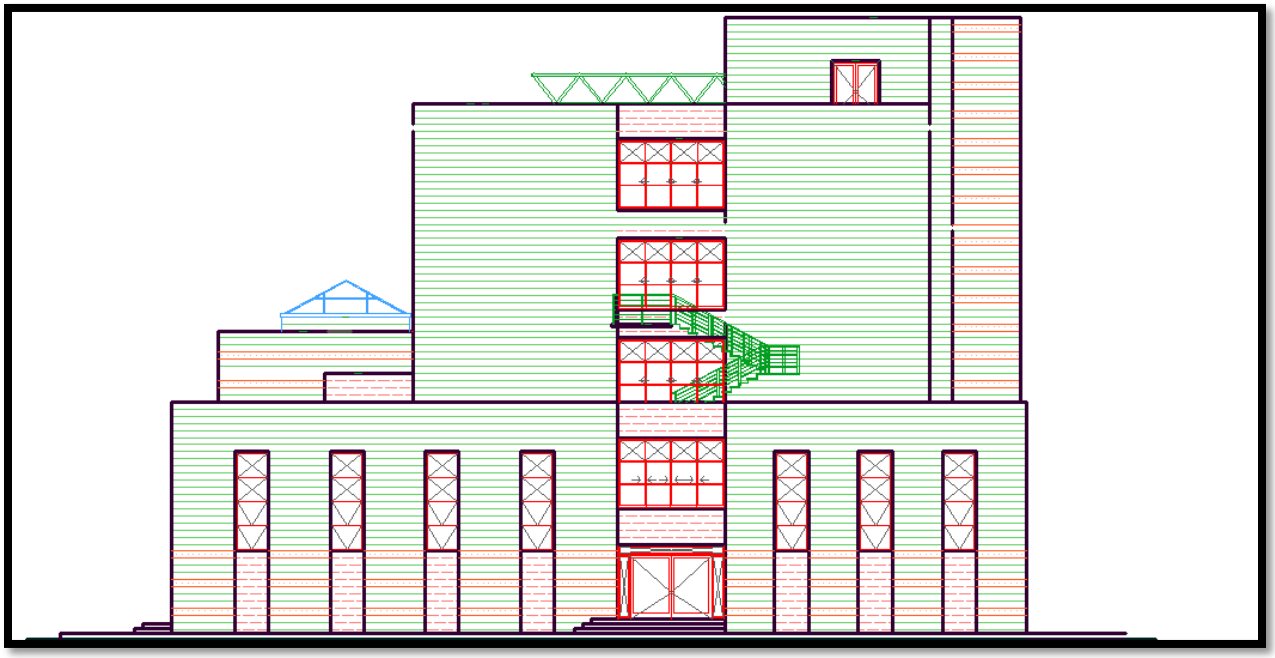
٢-٥-٣ الواجهة الغربية:ويظهر فيها المدخل الغربي للكلية الجامعية.



الشكل (٢-٩):الواجهة الغربية.

٢-٥-٤ الواجهة الشرقية:

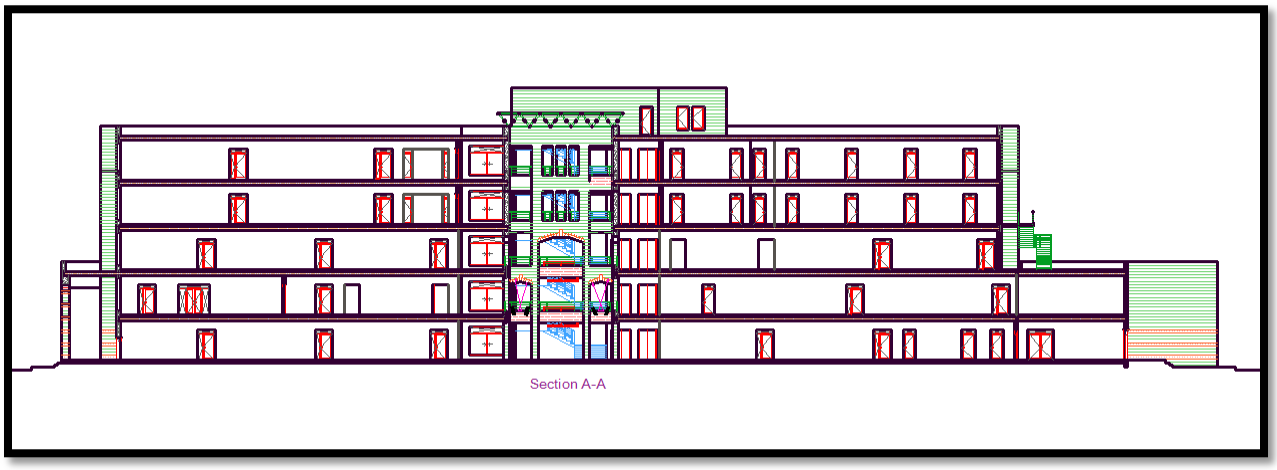
و يظهر فيها المدخل الشرقي للكلية الجامعية.



الشكل (٢-١٠):الواجهة الشرقية.

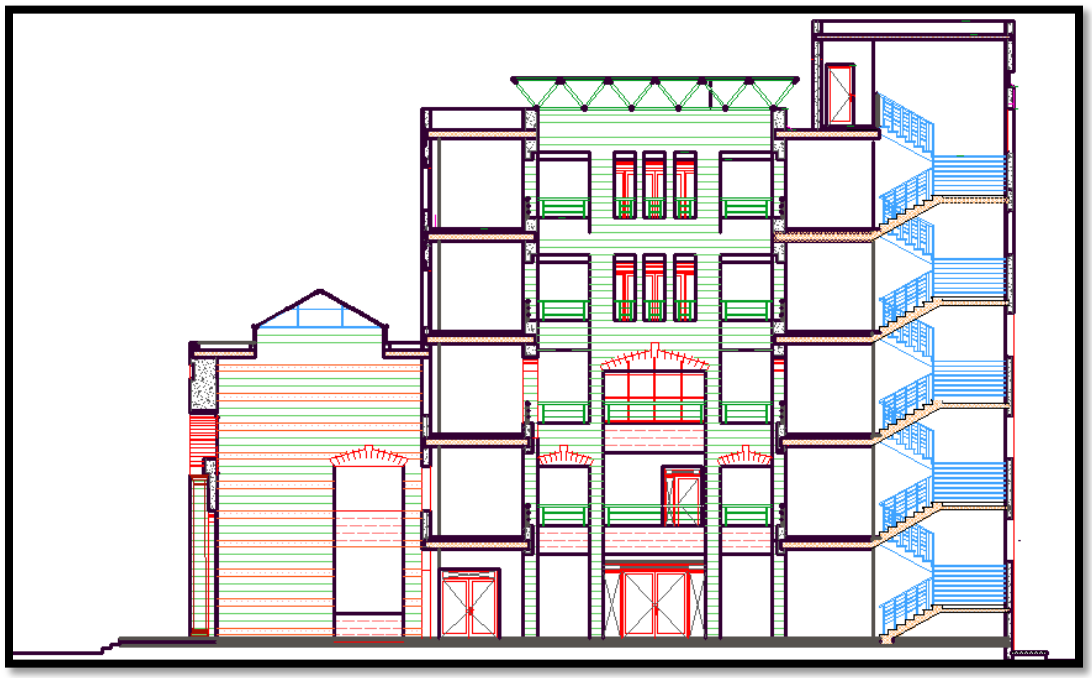
٢-٦ المقاطع:-

٢-٦-١ المقطع A-A:-



الشكل (٢-١١):المقطع A-A.

٢-٦-٢ المقطع B-B:-



الشكل (٢-١٢):المقطع B-B.

٢-٧ وصف الحركة :-

تم تصميم المنشأة بحيث تتيح حرية و سهولة التنقل بين أجزاء المبنى و طوابقه من خلال المصاعد المتواجدة في المبنى بالاضافة الى الادراج. و يوفر التصميم انتظام في توزيع الفراغات مما يوفر راحة في التنقل .

٢-٨ المداخل :-

تحتوي الكلية على ٣ مداخل ومخرج للطواريء:

١.المدخل الجنوبي وهو المدخل الرئيسي للكلية الجامعية بعرض ٣ امتار.

٢.المدخل الشرقي وهو المدخل الثاني للكلية الجامعية وبعرض ٢,٦ امتار.

٣.المدخل الغربي وهو المدخل الثالث للكلية الجامعية وبعرض ٢,٦ امتار.

٤.المدخل الشمالي وهو مخرج الطواريء.

٥

الفصـــــــــل الخامس

المراجع والنتائج والتوصيات

٥-١ مقدمة.

٥-٢ المصادر والمراجع.

٥-٣ النتائج.

٥-٤ التوصيات.

٥-١ 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 للكلية الجامعية المقترح بناؤها في مدينه دورا.

وتم إعداد المخططات الانشائية بشكل مفصل ودقيق وواضح لتسهيل عملية البناء، ويقدم هذا التقرير شرحا لجميع خطوات التصميم المعمارية والانشائية للمبنى.

٥-٢ المصادر والمراجع

٥-٣النتائج

١. يجب على كل طالب أو مصمم إنشائي أن يكون قادراً على التصميم بشكل يدوي حتى يستطيع امتلاك الخبرة والمعرفة في استخدام البرامج التصميمية المحوسبة.

٢. من العوامل التي يجب أخذها بعين الاعتبار، العوامل الطبيعية المحيطة بالمبنى وطبيعة الموقع وتأثير القوى الطبيعية على الموقع.

٣. 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.

٤. القيمة الخاصة بقوة تحمل التربة هي $400KN/m^2$.

٥. لقد تم استخدام نظام عقدات المفرغة(Ribbed Slab) في كثير من العقدات نظراً لطبيعة وشكل المنشأ، كما تم استخدام نظام العقدات المصمتة (Solid Slab) في مناطق بيت الدرج، نظراً لكونها أكثر فاعلية من عقدات الأعصاب في تحمل ومقاومة الأحمال المركزة.

٦.برامج الحاسوب المستخدمة:-

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

a. AUTOCAD (2007+2014+2017) :- و ذلك لعمل الرسومات المفصلة للعناصر الإنشائية.
b. ATIR:- للتصميم والتحليل الإنشائي للعناصر الإنشائية.
c. Microsoft Office:- تم استخدامه في أجزاء مختلفة من المشروع مثل كتابة النصوص والتنسيق وإخراج المشروع، وإعداد الجداول المرافقة للتصميم.
d. Google SketchUp :- تم استخدام هذا البرنامج لعمل مجسمات ثلاثية الأبعاد للمستشفى.

٧. الأحمال الحية المستخدمة في هذا المشروع كانت من كود الأحمال الأردني.

٨. 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.

٥-٤ التوصيات

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

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

4

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 One Way Solid Slab.

4-7 Design of Beam.

4-8 Design of Stair.

4-9 Design of Column.

4-10 Design of Shear 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/m3.
- Normal weight concrete with unit weight from about 1800 to 2400 kg/m3.
- Heavyweight concrete with unit weight from about 3200 to 5600 kg/m3.

4-2 Design Method and Requirements

The design strength provided by a member is calculated in accordance with the requirements and assumptions of **ACI-code (318- 08)**.

✓ **Strength design method:-**

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

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

NOTE:-

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

- Code:-

  ACI 2008
  UBC

- Material:-

  Concrete:-B300

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

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

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 Non-prestressed Beam or 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

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

4.4 Design of Topping

✓ Statically System For Topping :-

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

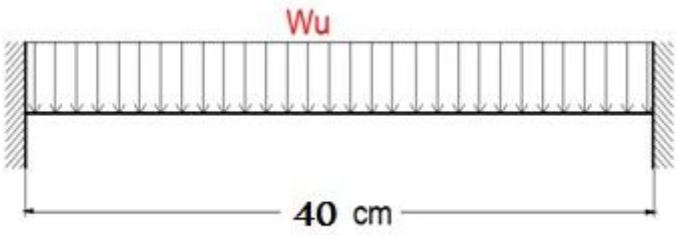


Fig 4.1: Topping Load.

✓ Load Calculations:-

Dead Load:-

No.	Parts of Rib	Calculation	
1	Tiles	0.03*23*1 = 0.69 KN/m	
2	Mortar	0.02*22*1 = 0.44 KN/m	
3	Coarse Sand	0.07*17*1 = 1.19 KN/m	
4	Topping	0.08*25*1 = 2.0 KN/m	
		Sum =	4.32KN/m

Table (4.2): Dead Load Calculation of Topping.

Live Load :-

L_L =5 KN/m^2

L_L =5 KN/m^2×1m=5KN/m

Factored Load :-

W_U = 1.2 ×4.32 + 1.6×5 =13.2 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)**

$ØM_n = 0.55\times0.42\times1\times\sqrt{24}\times1066666.67\times10^{-6}$ =1.21 KN.m

$M_u = \frac{W_u L^2}{12} = 0.176$ KN. m (negative moment)

$M_u = \frac{W_u L^2}{24} = 0.088$ KN. m (positive moment)

Ø M_n >> M_u = 0.18 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. $S = 380\left(\frac{280}{f_s}\right) - 2.5C_c = 380\left(\frac{280}{\frac{2}{3}420}\right) - 2.5 \times 20 = 330$mm **ACI 10.6.4**

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

4.5 Design of One Way Rib Slab

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= 49 cm

tf ≥ Ln/12≥50mm ……..**ACI(8.13.6.1)**

Select tf=8cm

❖ Material :-

⇒ concrete B300 Fc' = 24 N/mm^2

⇒ Reinforcement Steel fy = 420 N/mm^2

❖ Section :-

⇒ B = 520 mm

⇒ Bw= 120 mm

⇒ h= 350 mm

⇒ t= 80 mm

⇒ d=350-20-10-12/2= 314 mm

✓ Statically System and Dimensions:-

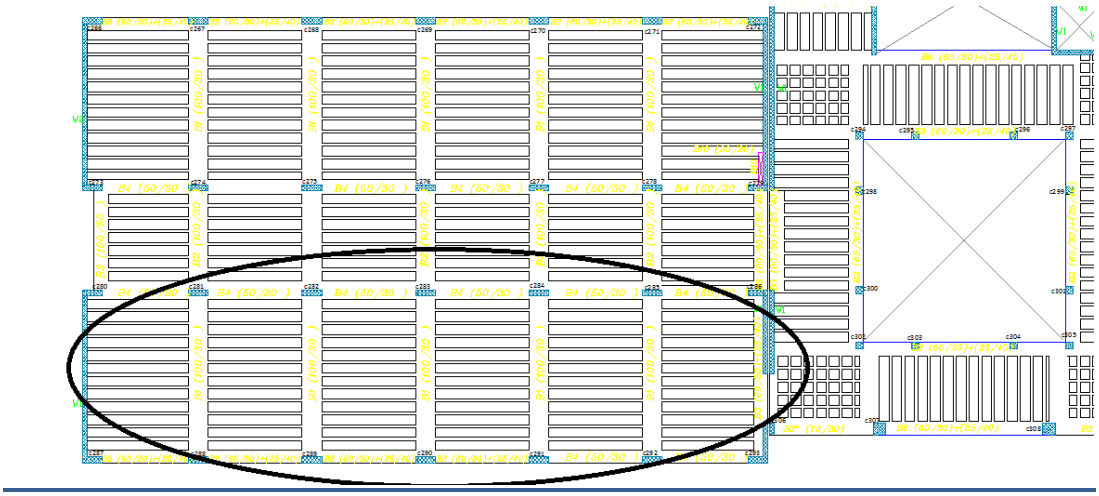


Fig 4.2: One Way Rib Slab (R3).

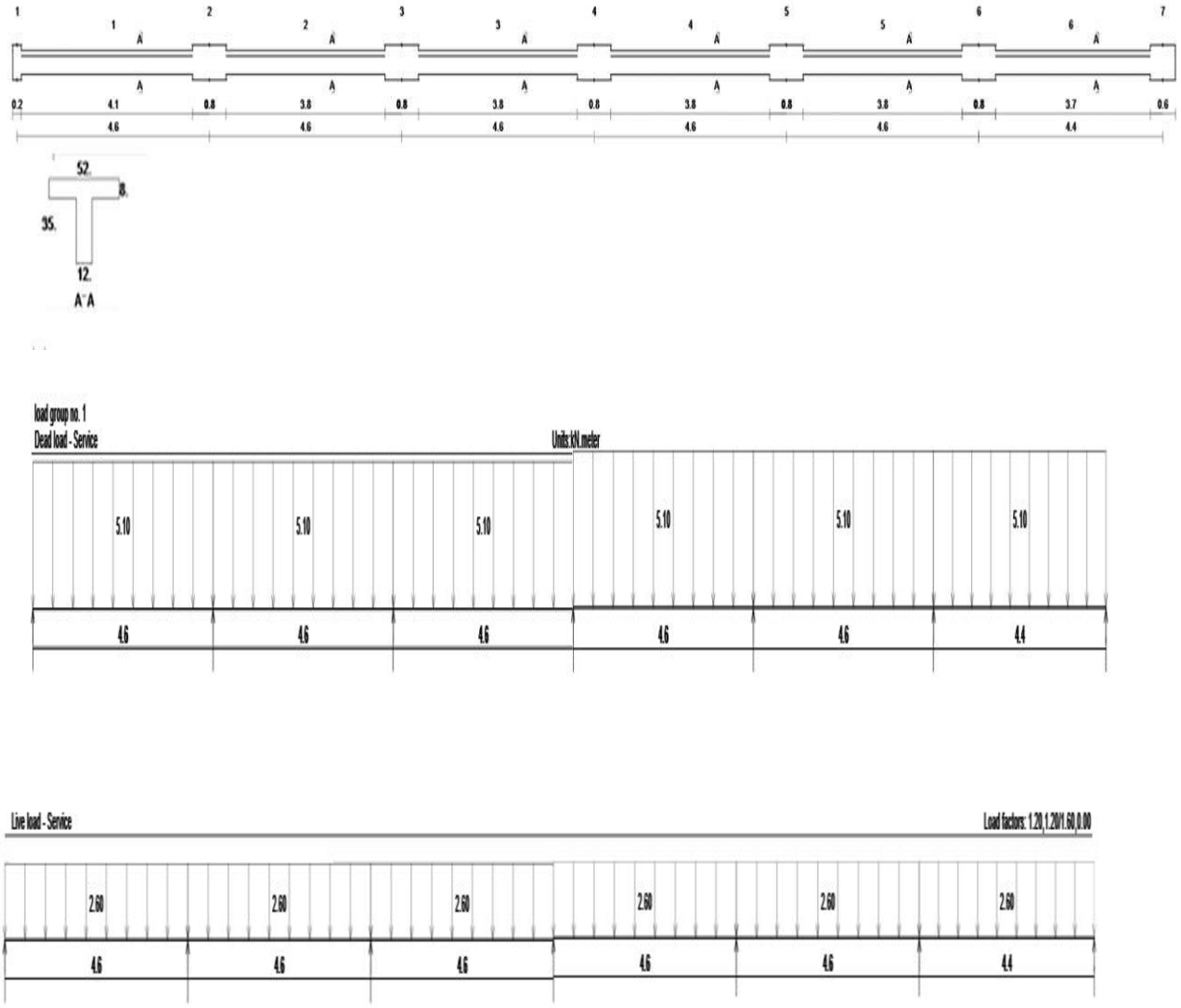


Fig 4.3: Statically System and Loads Distribution of Rib(R3).

✓ Load Calculation:-

Dead Load :-

No.	Parts of Rib	Calculation
1	**Tiles**	0.03*23*0.52 = 0.359 KN/m/rib

2	**Mortar**	0.03*22*0.52 = 0.229 KN/m/rib
3	**Coarse Sand**	0.07*17*0.52 = 0.620 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*10*0.4 = 1.08 KN/m/rib
7	**plaster**	0.02*22*.52= 0.229 KN/m/rib
8	**partions**	1*0.52= 0.52 KN/m/rib
		Sum = 5.1 KN/m/rib

Table (4.3): Dead Load Calculation of Rib(R3).

Dead Load /rib = 5.1 KN/m

Live Load:-

Live load = 5 KN/m^2

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

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

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

b_E = L / 4 = 550/ 4 =137.5cm

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

b_E = $b_e \leq$ center to center spacing between adjacent beams = 52 cm. ***Control***

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

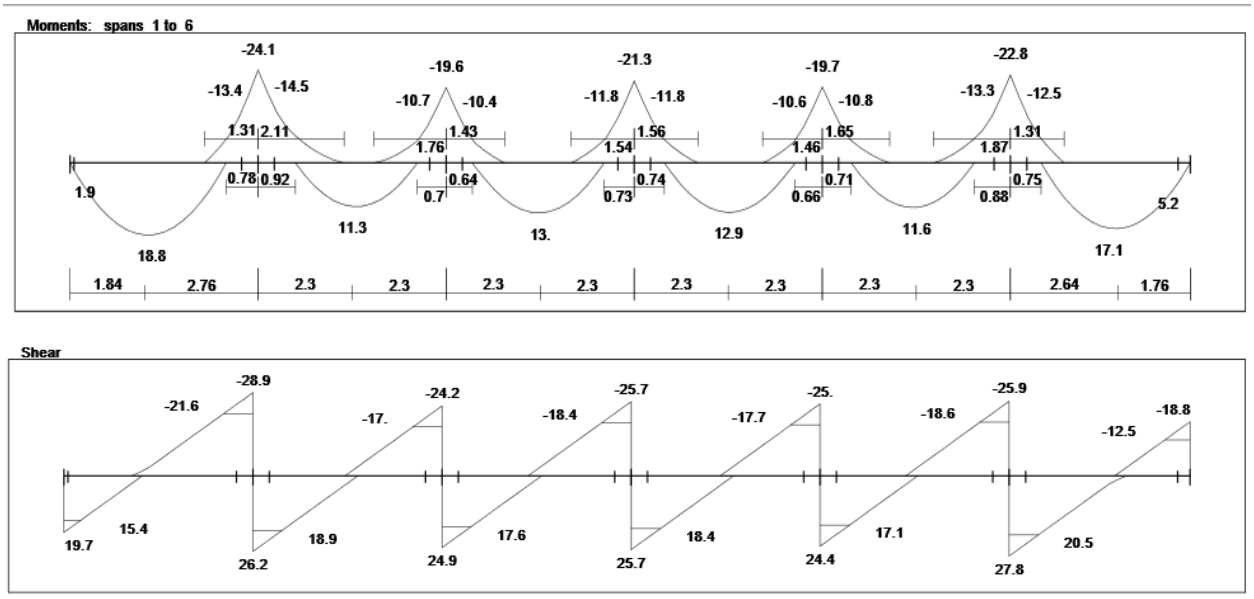


Fig 4.4: Moment and Shear Envelope Diagram of Rib (R3).

✓ Moment Design for (R 3):-

Design of Positive Moment for (Rib3):-(Mu=18.8 KN.m)

Assume bar diameter ø 12 for main positive reinforcement

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

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

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

$= 0.85 \times 24 \times 520 \times 80 \times \left(314 - \frac{80}{2}\right) \times 10^{-6} = 232.5$ KN. m

$M_n \gg \frac{M_u}{\varphi} = \frac{18.8}{0.9} = 20.88$ KN.m , the section will be designed as rectangular section with b_e =520 mm.

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{18.8 \times 10^6}{0.9 \times 520 \times 314^2} = 0.39\ Mpa$

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

$$\rho=\frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{420}}\right)=\frac{1}{20.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times20.6\times0.39}{420}}\right)=0.000937$$

$A_{s,req}$ = ρ.b.d = 0.000937 ×520×314 = 152.99 mm^2

Check for As min:-

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

$$A_s\ \min=\frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(314)=110mm^2$$

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

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

As_{req}= 152.99 mm^2 > As_{min}= 125.6 mm^2 **OK**

Use 2 ø 10 , $A_{s,provided}$ = 157.08 mm^2>$A_{s,required}$= 152.99 mm^2 …. Ok

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

Check for strain:-

$$a=\frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f_c'}=\frac{157.08\times420}{0.85\times520\times24}=6.22\ mm$$

$$x=\frac{a}{\mathcal{B}_1}=\frac{6.22}{0.85}=7.32\ mm$$

$$\varepsilon_s=0.003\left(\frac{d-x}{x}\right)=0.003\left(\frac{314\ -7.32}{7.32}\right)=0.125>0.005$$ ***0k***

Design of Positive Moment for(Rib3):- (Mu=11.3KN.m)

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

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{11.3\times10^6}{0.9\times520\times314^2} = 0.25\ Mpa$

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

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times20.6\times0.25}{420}}\right) = 0.00059$

$A_{s,req} = \rho.b.d = 0.00059\times520\times314 = 96.33\ mm^2$

Check for As min:-

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

$A_s\ min = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(314) = 110 mm^2$

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

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

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

Use 2 ø 10 ,$A_{s,provided} = 157.08\ mm^2 > A_{s,required} = 96.33\ mm^2$ … Ok

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

Check for strain:-

$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85 b\ f_c'} = \frac{157\times420}{0.85\times520\times24} = 6.22\ mm$

$x = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{6.22}{0.85} = 7.31 mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{314-7.31}{7.31}\right) = 0.125 > 0.005 \qquad \boldsymbol{0k}$$

Design of Positive Moment for(Rib3):- (Mu=13KN.m)

Assume bar diameter ø 12 for main positive reinforcement

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

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{13\times10^6}{0.9\times520\times314^2} = 0.282\ Mpa$

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

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times20.6\times0.282}{420}}\right) = 0.000676$

$A_{s,req} = \rho.b.d = 0.000676\times520\times314 = 110.39\ mm^2$

Check for As min:-

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

$A_s\ \min = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(314) = 110 mm^2$

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

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

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

Use 2 ø 10 ,$A_{s,provided} = 157.08\ mm^2 > A_{s,required} = 96.33\ mm^2$ … Ok

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

Check for strain:-

$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\, f'_c} = \frac{157\times420}{0.85\times520\times24} = 6.22\ mm$

$x = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{6.22}{0.85} = 7.31mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{314-7.31}{7.31}\right) = 0.125 > 0.005 \qquad \boldsymbol{0k}$$

Design of Negative Moment for(Rib3):- (Mu= -24.1 KN.m)

Assume bar diameter ø 12 for main positive reinforcement

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

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{24.1\times10^6}{0.9\times120\times314^2} = 2.26\ Mpa$

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

$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times20.6\times2.26}{420}}\right) = 0.00572$

$A_{s,req} = \rho.b.d = 0.00572\times120\times314 = 215.52\ mm^2$

Check for As min:-

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

$A_s\ min = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(314) = 110mm^2$

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

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

$As_{req} = 215.52\ mm^2 > As_{min} = 125.6\ mm^2$ **OK**

Use 2 ø 12 ,$A_{s,provided}$= 226 mm^2>$A_{s,required}$= 215.52 mm^2… Ok

$S = \frac{140-40-20-(2\times12)}{1} = 56\ mm > d_b = 12 > 25\ mm$ **OK**

Check for strain:-

$a = \frac{A_s.f_y}{0.85b\ f_c'} = \frac{226\times420}{0.85\times120\times24} = 38.77\ mm$

$x = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{38.77}{0.85} = 45.62\ mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{314-45.62}{45.62}\right) = 0.0176 > 0.005 \quad \textbf{0k}$$

Design of Negative Moment for(Rib3):- (Mu= -21.3 KN.m)

Assume bar diameter ø 12 for main positive reinforcement

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

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{21.3\times10^6}{0.9\times120\times314^2} = 2\ Mpa$

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

$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times20.6\times2}{420}}\right) = 0.00502$

$A_{s,req} = \rho.b.d = 0.00502\times120\times314 = 189.2\ mm^2$

Check for As min:-

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

$$A_s\ min = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(314) = 110m^2$$

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

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

As_{req} = 189.2mm^2 >As_{min}= 125.6 mm^2**OK**

Use 2 ø12 ,$A_{s,provided}$= 226 mm^2>$A_{s,required}$= 189.2mm^2… Ok

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

Check for strain:-

$a = \frac{A_s.f_y}{0.85b\ f_c'} = \frac{226\times420}{0.85\times120\times24} = 38.77\ mm$

$x = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{38.77}{0.85} = 45.62mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{284-45.62}{45.62}\right) = 0.0176 > 0.005 \qquad \boldsymbol{0k}$$

Design of Negative Moment for(Rib3):- (Mu= -19.6 KN.m)

Assume bar diameter ø 12 for main positive reinforcement

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

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{19.6\times10^6}{0.9\times120\times314^2} = 1.84\ Mpa$

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

$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times20.6\times1.84}{420}}\right) = 0.00459$

$A_{s,req} = \rho.b.d = 0.00459\times120\times314 = 173.28\ mm^2$

Check for As min:-

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

$$A_s\ \min = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(314) = 110 mm^2$$

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

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

As_{req} = 173.28 mm^2 >As_{min}= 125.6 mm^2 **OK**

Use 2 ø 12 ,$A_{s,provided}$= 226 mm^2>$A_{s,required}$= 173.28 mm^2… Ok

$$S = \frac{140-40-20-(2\times12)}{1} = 56\ mm > d_b = 12 > 25\ mm$$ ***OK***

Check for strain:-

$$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f_c'} = \frac{226\times420}{0.85\times120\times24} = 38.77\ mm$$

$$x = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{38.77}{0.85} = 45.62\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{314-45.62}{45.62}\right) = 0.0176 > 0.005$$ ***0k***

Design of Negative Moment for(Rib3):- (Mu= -22.8 KN.m)

Assume bar diameter ø 12 for main positive reinforcement

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

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{22.8\times10^6}{0.9\times120\times314^2} = 2.14\ Mpa$$

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

$$\rho=\frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{420}}\right)=\frac{1}{20.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times20.6\times2.14}{420}}\right)=0.00539$$

$A_{s,req} = \rho.b.d = 0.00539 \times 120 \times 314 = 203.28\ mm^2$

Check for As min:-

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

$$A\,s\ \min=\frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(314)=110m^2$$

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

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

$As_{req} = 203.28mm^2 > As_{min} = 125.6\ mm^2$ **OK**

Use 2 ø12 ,$A_{s,provided} = 226\ mm^2 > A_{s,required} = 203.28mm^2$… Ok

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

Check for strain:-

$$a=\frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f_c'}=\frac{226\times420}{0.85\times120\times24}=38.77\ mm$$

$$x=\frac{a}{\mathcal{B}_1}=\frac{38.77}{0.85}=45.62mm$$

$$\varepsilon_s=0.003\left(\frac{d-x}{x}\right)=0.003\left(\frac{284-45.62}{45.62}\right)=0.0176>0.005$$ **0k**

✓ Shear Design for (R 3):-

V_u at distance d from support= 21.6 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).**

$V_c = \frac{1.1}{6}\sqrt{f'_c} b_w d = \frac{1.1}{6}\sqrt{24} \times 120 \times 314 \times 10^{-3} = 33.84\ KN$

ϕV_c =0.75×33.84 =25.38 KN

0.5 ø V_c =0.5×25.38 =12.69 KN

0.5 ø V_c< V_u< ø V_c

$Vs_{min} = \frac{1}{16}\sqrt{f'_c} bw\ d \geq \frac{1}{3}\ bw\ d$

Vs min$= \frac{1}{16}\sqrt{24} * 120 * 314 = 11.54kn$

$Vs_{min} = \frac{1}{3}\ bw\ d = \frac{1}{3} * 120 * 314 = 12.56kn$

ø(V_c+Vs_{min})= 0.75(33.84+12.56)=34.8kn

for shear design, minimum shear reinforcement is required ($A_{v,min}$), Reinforcement.

Use stirrups (2 leg stirrups) ø 8@150 mm , A_v = 2 × 50.24 = 100.5 mm^2

$Av_{min} = \frac{1}{16}\sqrt{f'_c}\frac{b_w s}{fyt} \geq \frac{1}{3}\frac{b_w s}{fyt}$

Av_{min}=100.5 $= \frac{1}{16}\sqrt{24}\frac{120s}{420} \rightarrow s = 1.145m$

100.5 $= \frac{1}{3}\frac{120s}{420} \rightarrow s = 1.055m$

S max$\rightarrow \frac{d}{2} = 157mm$

S max $\rightarrow \leq$600mm

Take (2 leg stirrups) ø 8 @ 150 mm

$A_v = \frac{2*50.3}{0.15} = 670.67\ mm^2/m_{strip}$

4-7 Design of Beam

❖ Material :-

⇒ concrete B300 Fc' = 24 N/mm^2

⇒ Reinforcement Steel fy = 420 N/mm^2

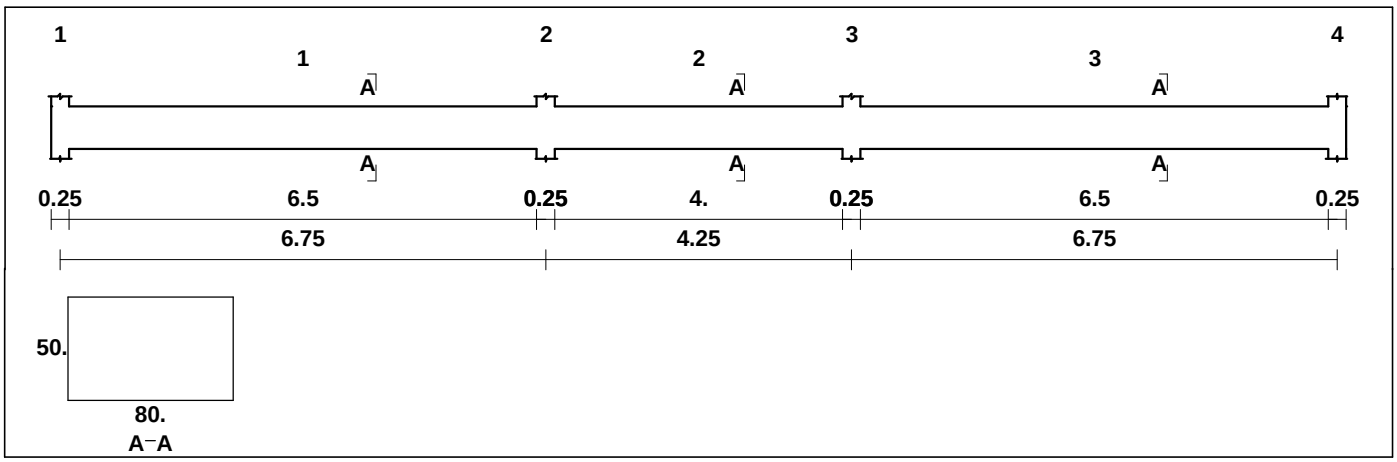
❖ Section :-

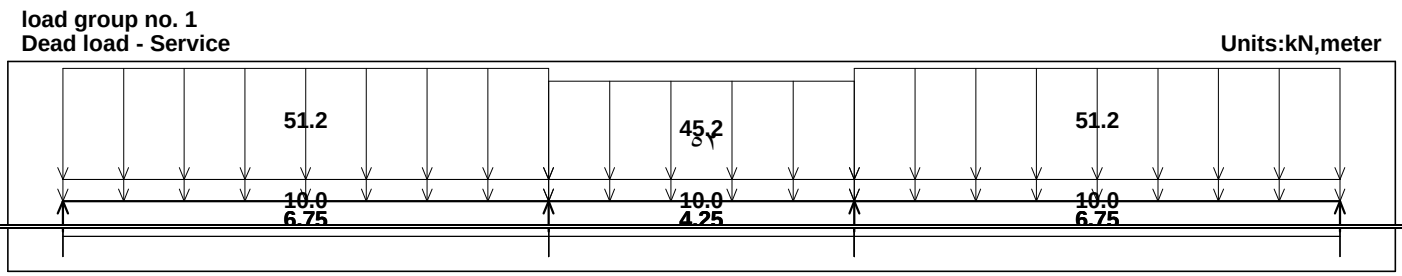
⇒ B = 80 cm

⇒ h= 50 cm

d=500-40-10-18/2= 441 mm

✓ Statically System and Dimensions:-





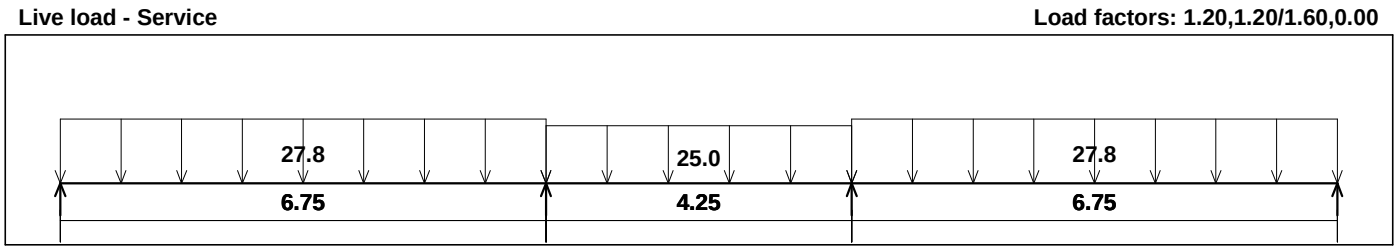


Fig 4.7: Statically System and Loads Distribution of Beam (BG,6).

✓ Load Calculations:-

Dead Load Calculations for Beam(BG,6):-

The distributed Dead and Live loads acting upon **BG,6** can be defined from the support reactions of the R1،R2 and R3.

From Rib1

The maximum support reaction from Dead Loads for R1 upon **BG,6** is 26.62 KN, The distributed Dead Load from the R1 on **BG,6** .

DL =(26.62 / 0.52) = 51.2 KN / m

Self weight of beam = 10 KN / m

DL =51.2 +10 = 61.2 KN / m

From Rib2

The maximum support reaction from Dead Loads for R2 upon **BG,6** is 23.5 KN, The distributed Dead Load from the R2 on **BG,6**

DL =(23.5/ 0.52) = 45.2 KN / m

Self weight of beam = 10 KN / m

DL = 45.2+10 = 55.2 KN /m

From Rib3

The maximum support reaction from Dead Loads for R3 upon **BG,6** is 26.62 KN, The distributed Dead Load from the R3 on **BG,6** .

DL =(26.62 / 0.52) = 51.2 KN / m

Self weight of beam = 10 KN / m

DL =51.2 +10 = 61.2 KN / m

Live Load calculations for Beam (BG,6):-

From Rib1

The maximum support reaction from Live Loads for R1 upon **BG,6** is 14.45 KN The distributed Live Load from the Rib 1 on **BG,6** .

LL = 14.45/ 0.52= 27.8 KN/m.

from Rib2

The maximum support reaction from Live Loads for R2 upon **BG,6** is 13 KN The distributed Live Load from the Rib 2 on **BG,6** .

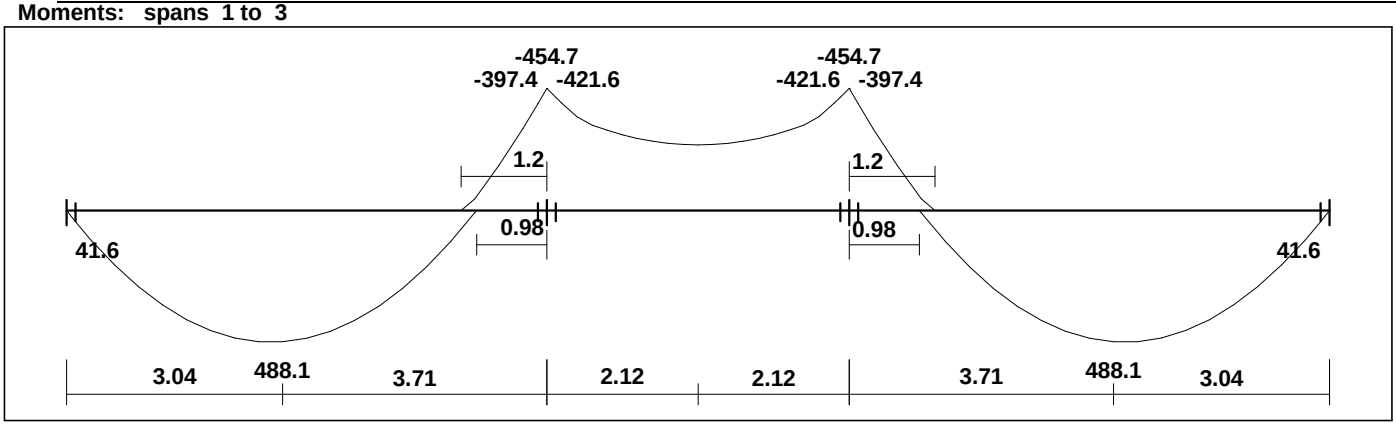
LL = 13/ 0.52= 25 KN/m.

From Rib3

The maximum support reaction from Live Loads for R3 upon **BG,6** is 14.45 KN The distributed Live Load from the Rib 3 on **BG,6** .

LL = 14.45/ 0.52= 27.8 KN/m.

Moments: spans 1 to 3



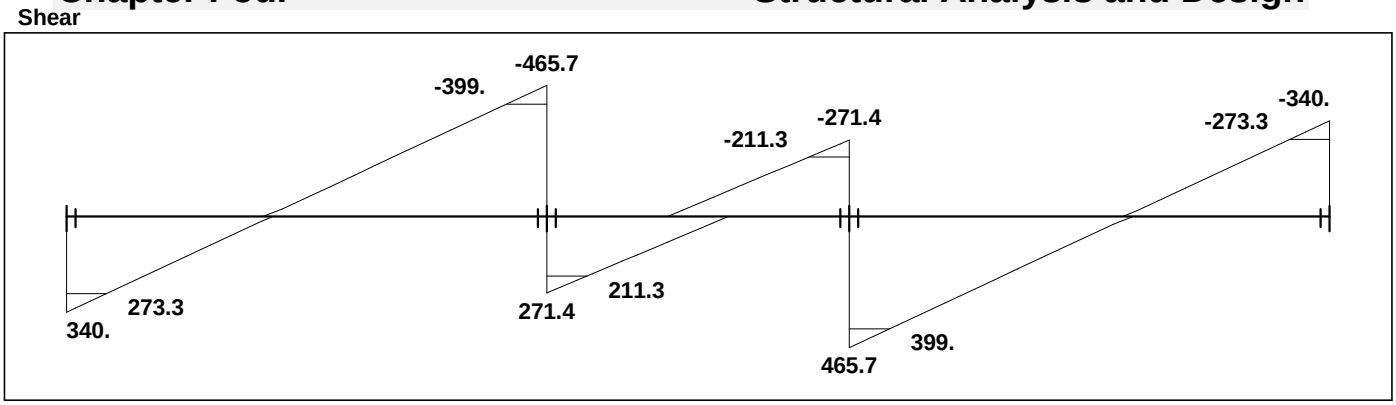


Fig 4.8: Shear and Moment Envelope Diagram of Beam (B11).

✓ Moment Design for (BG,6):-

Flexural Design of Positive Moment for(BG,6):-(Mu=488.1 KN.m)

Determine of $M_{n,max}$

d =500 – 40 -10 – 18\2 = 441 mm

$$x = \frac{3}{7}d = \frac{3}{7}.291 = 189\ mm$$

$$a = \mathcal{B}.x = 0.85 * 189 = 160.65\ mm$$

Mn_{max}= 0.85∗ f'_c ∗a *b(d - $\frac{a}{2}$) = 0.85*24*160.65*800*(441-160.65/2) *10^{-6}= 945.62 KN.m

∅ Mn_{max} = 0.82* 945.62 = 775.4 KN.m > 488.1 KN.m .

Design as singly reinforcement

$$Rn = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{488.1 \times 10^6}{0.9 \times 800 \times 441^2} = 3.48\ Mpa$$

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

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 3.48}{420}}\right) = 0.00915$$

A_s = ρ.b.d = 0.00915×800×441 = 3227.27 mm^2

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

$As_{min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) = \frac{\sqrt{24}}{4*420} * 800 * 441 = 1028.8\ mm^2$

$As_{min} = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d) = \frac{1.4}{420} * 800 * 441 = 1176\ mm^2$ **Controls**

Use 13ø 18 Bottom, $A_{s,provided} = 3302\ mm^2 > A_{s,required} = 3227.27\ mm^2$… Ok

Check spacing :-

$S = \frac{800-40*2-20-(13\times18)}{12} = 38.83\ mm > d_b = 18 > 25\ mm$ ***OK***

Check for strain:-

$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f'_c} = \frac{3302 \times 420}{0.85\times800\times24} = 84.98\ mm$

$x = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{84.98}{0.85} = 99.98\ mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{441-99.98}{99.98}\right) = 0.0102 > 0.005$$ ***0k***

Flexural Design of Negative Moment for(BG,6):-(Mu= -421.6 KN.m)

$Rn = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{421.6\times10^6}{0.9\times800\times441^2} = 3.01\ Mpa$

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

$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times20.6\times3.01}{420}}\right) = 0.0078$

$A_s = \rho.b.d = 0.0078\times800\times441 = 2751.84\ mm^2$

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

$As_{min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) = \frac{\sqrt{24}}{4*420} * 800 * 441 = 1028.8\ mm^2$

$As_{min} = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d) = \frac{1.4}{420} * 800 * 441 = 1176\ mm^2$ **Controls**

Use11ø 18 ,$A_{s,provided}$= 2794 mm^2 > $A_{s,required}$= 2751.84 mm^2… Ok

Check spacing :-

$S = \frac{800-40*2-20-(11*18)}{10} = 50.2\ mm > d_b = 18 > 25$ ***OK***

Check for strain:-

$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f_c'} = \frac{2794\times420}{0.85\times800\times24} = 71.9\ mm$

$x = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{71.9}{0.85} = 84.6\ mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{441-84.6}{84.6}\right) = 0.0126 > 0.005$$ ***0k***

✓ Shear Design for (BG,6):-

1. Case 3 :-

for shear design, minimum shear reinforcement is required ($A_{v,min}$), Reinforcement.

Use stirrups (4 leg stirrups) ø 10/ 200 mm , $A_v = 4 \times 78.54 = 314.16\ mm^2$

1. V_u = 399 KN

$V_c = \frac{1}{6}\sqrt{fc'}b_w\ d = = \frac{1}{6}\sqrt{24} * 800 * 441 = 288.06$ KN

Φ V_c= 0.75*288.06 = 216 KN

Φ Vsmin≥ $0.75\ (\frac{1}{3})$ * bw * d =0 .75* $(\frac{1}{3})$*800*441*10^{-3} = 88.2 KN **Controls**

Φ Vsmin $\geq 0.75\ (\frac{\sqrt{fc'}}{16})$ * bw * d = $0.75*(\frac{\sqrt{24}}{16})$ * 800 * 441*10^{-3} = 81 KN

Φ Vc<Vu $\leq \Phi$ Vc + Φ Vsmin

216 < 399 ≤ 304.2 …… not satisfied

Cases 1&2&3 is not suitable

Case 4 :-

$v_{s'} = \frac{1}{3}\sqrt{fc'}b_w\ d = \frac{1}{3}\sqrt{24} * 800 * 441$ = 576.12 KN

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

0.75(288.06+ 117.6)< 399 < 0.75(288.06 + 576.12)

304.24 < 399 < 648.13

shear reinforcement are required

Use 4 leg Φ 10

As =316 mm^2

$V_s = V_n - V_c = \frac{399}{0.75} - 288.06$ = 243.94 KN

$$S = \frac{A_v f_{yt}\ d}{v_s} = \frac{316 * 420 * 441}{243.94 * 1000} = 239.93\ mm$$

$$s_{max} \leq \frac{d}{2} = \frac{441}{2} = 220.5\ mm \qquad \boldsymbol{control}$$

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

Use 4 leg Φ 10 @ 200 mm

4-8 Design of Stair

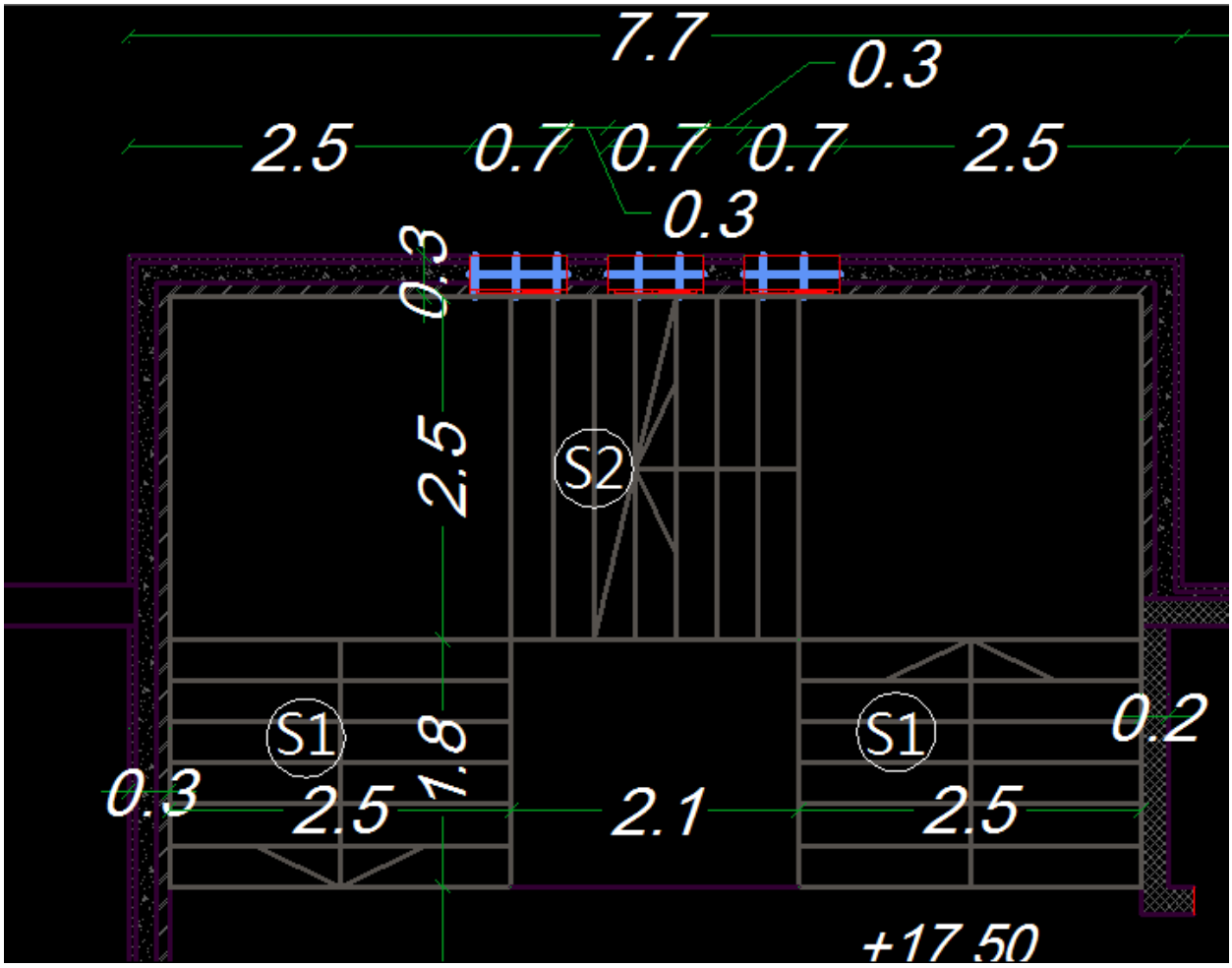


Fig 4.9: Stair Plan.

❖ **Material :-**

⇒ concrete B300 $Fc' = 24\ N/mm^2$

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

1- Design of Flight :-

✓ Determination of Thickness:-

$h_{min} = L/20$

$h_{min} = 4.5/20 = 22.5$ cm

Take h = 25 cm

The Stair Slope by $\theta = \tan^{-1}(16.7 / 30) = 29.1^{o}$

✓ Load Calculation:-

Dead Load For Flight For 1m Strip:-

No.	Parts of Flight	Calculation	
1	Tiles	23*0.03*1*((0.35+0.167)/0.3) = 1.19 Kn/m	
2	Mortar	22*0.03*1*((0.3+0.167)/0.3) = 1.03Kn/m	
3	Stair	25*0.5*0.167*1 = 2.09Kn/m	
4	R.C	25*0.25*1 / cos 29.1 ^{o} = 7.15 Kn/m	
5	Plaster	22*0.02*1 / cos 29.1^{o} = 0.5 Kn/m	
		Sum	11.96 Kn/m

Table (4.6): Dead Load Calculation of Flight.

Dead Load For Landing :-

No.	Parts of Landing	Calculation	
1	R.C	25*0.25*1= 6.25 KN/m	
2	Plaster	22*0.02*1= 0.44 KN/m	
		Sum	6.96 Kn/m

Table (4.7): Dead Load Calculation of Landing .

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

Factored Load For Flight :-

W_U = 1.2 ×11.96 + 1.6×5 =22.35 Kn/m

Factored Load For Landing :-

W_U = 1.2 ×6.96 + 1.6×5 =16.35 Kn/m

1- Design of slab S1

✓ Check of shear for Flight :- (Vu= 44.64 Kn)

Assume bar diameter ø 14 for main reinforcement

d =h- cover $-\frac{d_b}{2} = 250 - 20 - \frac{14}{2} = 223\ mm$

$V_c = \frac{1}{6}\sqrt{fc'}b_w\ d = = \frac{1}{6}\sqrt{24} * 1000 * 223 = 182$ Kn

ΦV_c = 0.75* 182 = 136.5 KN > Vu = 44.64 Kn**…… No shear reinforcement are required**

✓ Calculate the maximum bending moment and steel reinforcement :

M_U (max) = 65 KN/m

$M_n = = \frac{M_u}{\emptyset} = \frac{65}{0.9} = 72.2\ Mpa$

Assume bar diameter Ø 14 for main reinforcement .

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{65}{0.9\times1000\times223^2} = 1.45\ Mpa$

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

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times20.6\times1.45}{420}}\right) = 0.0036$

$A_{s,req} = \rho.b.d = 0.0036 \times1000\times223 = 803\ mm^2/m$

$A_{s,min} = 0.0018*1000*250 = 401 mm^2/m$

$As_{req} = 803\ mm^2 > A_{s,min} = 401\ mm^2/m$

Check for Spacing :-

S = 3h = 3*250 = 750 mm

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

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

S = 450 mm

S = 300mm **…… is control**

Use ø14@ 150 mm ,$A_{s,provided}$= 1027 mm^2>$A_{s,required}$= 803 mm^2… Ok

Check for strain:-

$a = \frac{A_s.f_y}{0.85 b\ f_c'} = \frac{1027\times420}{0.85\times1000\times24} = 21.14\ mm$

$c = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{21.14}{0.85} = 24.9\ mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{223-24.9}{24.9}\right) = 0.0238 > 0.005 \quad \ldots\ldots \mathbf{0k}$$

2- Lateral or Secondary Reinforcement For Flight :-

$A_{s,req} = A_{s,min} = 0.0018*1000*250 = 450\ mm^2$

Use ø10@ 150 mm ,$A_{s,provided}$= 527 mm^2>$A_{s,required}$= 450 mm^2… Ok

2- Design of slab S2 :-

✓ Determination of Thickness:-

$h_{min} = L/20$

$h_{min} = 4.6/20 = 23\ cm$

Take h = 25 cm

The Stair Slope by $\theta = \tan^{-1}(16.7 / 30) = 29.1^o$

1- Design of Shear:- (Vu=43.9 Kn)

Assume bar diameter ø 14 for main reinforcement

d =h- cover $-\frac{d_b}{2} = 250 - 20 - \frac{14}{2} = 223\ mm$

$V_c = \frac{1}{6}\sqrt{fc'}b_w\ d = = \frac{1}{6}\sqrt{24} * 1000 * 223 = 182$ Kn

$\Phi * V_c = 0.75 * 182 = 136.5$ Kn > Vu = 43.9Kn**….. No shear reinforcement are required**

2- Design of Bending Moment :- (Mu=54.4 Kn.m)

Assume bar diameter ø 14 for main reinforcement

d =h- cover $-\frac{d_b}{2} = 250 - 20 - \frac{14}{2} = 223\ mm$

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{54.4\times10^6}{0.9\times1000\times223^2} = 1.2\ Mpa$

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

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 1.2}{420}}\right) = 0.003$

$A_{s,req} = \rho.b.d = 0.003 \times 1000 \times 223 = 670\ mm^2$

$A_{s,min} = 0.0018*1000*250 = 450 mm^2$

$A_{s,req} = 670\ mm^2$ **…… is control**

Check for Spacing :-

S = 3h = 3*250 =750 mm

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

S = 450 mm

S = 330mm **…… is control**

Use ø14@ 20mm ,$A_{s,provided}$= 770 mm^2>$A_{s,required}$= 670 mm^2… Ok

Check for strain:-

$a = \frac{A_s.f_y}{0.85 b\ f_c'} = \frac{770 \times 420}{0.85 \times 1000 \times 24} = 15.85\ mm$

$c = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{15.85}{0.85} = 18.65\ mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{223 - 18.65}{18.65}\right) = 0.033 > 0.005 \ \ldots\ldots \boldsymbol{0k}$$

lateral or Secondary Reinforcement For Landing :-

$A_{s,req} = A_{s,min} = 0.0018*1000*250 = 450\ mm^2$

Use ø10 @ 150 mm ,$A_{s,provided}$= 523 mm^2>$A_{s,required}$= 450 mm^2… Ok

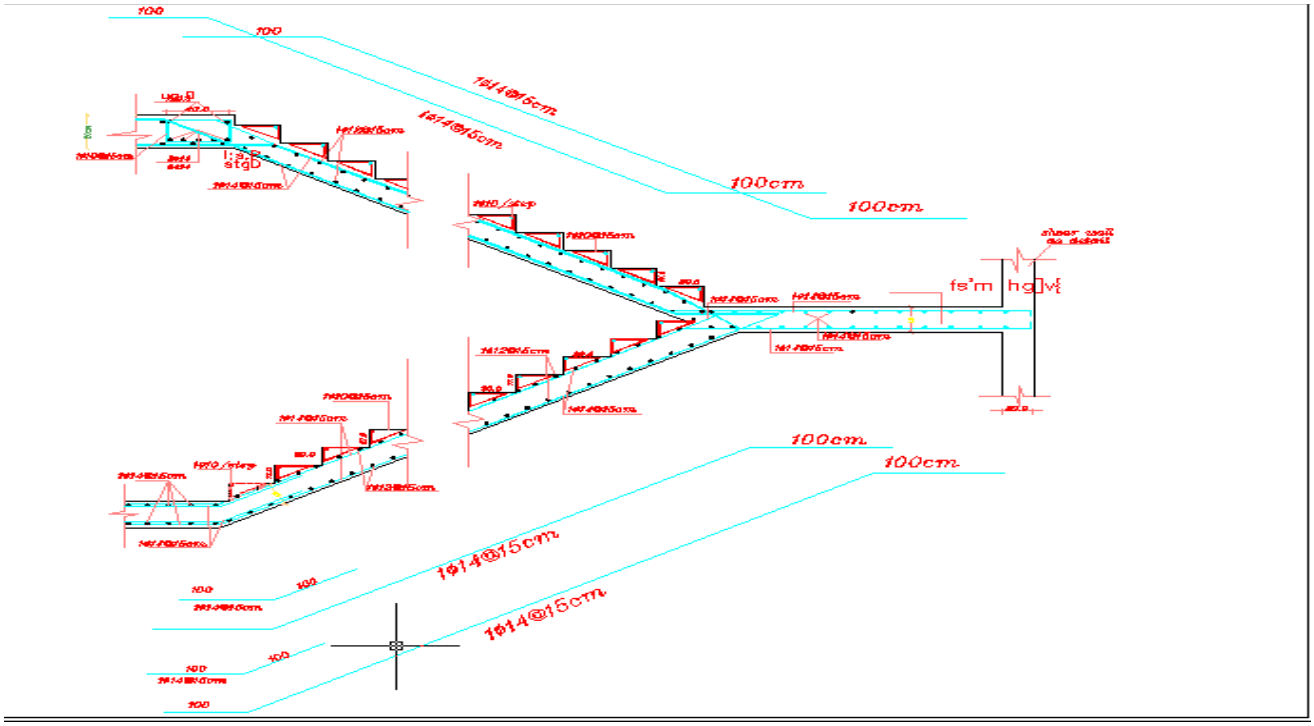


Fig 4.17:Stair Reinforcement Details.

4.9 Design of Column

❖ **Material :-**

⇒ concrete B350 Fc' = 24 N/mm^2

⇒ Reinforcement Steel Fy = 420 N/mm^2

✓ **Load Calculation:- (From Column Group B)**

Service Load:

LL=992KN DL=2092 KN

Fc = 24Mpa fy =420Mpa

Factored Load:-

$P_U = 1.2 \times 2092 + 1.6 \times 992 = 4098KN$

✓ Dimensions of Column:-

$Assume \rho g = 0.01$

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

$4098 = 0.65 \text{ x } 0.8 \times Ag\{0.85 * 24(1-0.01) + 0.01 * 420\}$

Ag= 323035 mm2

Assume Rectangular Section

h = 400mm

b = 323035 /400 = 800 mm

select b = 800 mm

✓ Check Slenderness Parameter:-

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

Lu: Actual unsupported (Unbraced) length.

K: effective length factor. According to ACI 318-2002 (10.10.6.3) The effective length factor k, shall be permitted to be taken as 1.0.

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

Lu = 3.5

M1/M2 =1

K=1 for braced frame.

- **about Y-axis (b= 0.80 m)**

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

- $\frac{1\times 3.5}{0.3\times 0.8} = 14.6 < 22$

Column Is Short About Y-axis

- **about X-axis (h= 0.4m)**

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

$$\frac{1\times 3.5}{0.3\times 0.4} = 29.2 > 22$$

Column Is Long About X-axis

✓ **Minimum Eccentricity:-**

$$ey = \frac{Mux}{Pu} = 0$$
$$\min ey = 15 + 0.03\times h = 15 + 0.03\times 400 = 27mm = 0.027m$$
$$ey = 0.027m$$

✓ **Magnification Factor:-**

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

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

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

$$EI = 0.4\frac{E_c I_g}{1+\beta_d}$$

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

$$\beta_d = \frac{1.2DL}{Pu} = \frac{1.2*(2092)}{4098} = 0.612 < 1$$

$$I_g = \frac{b\times h^3}{12} = \frac{0.80\times 0.4^3}{12} = 0.00427m^4$$

$$EI = \frac{0.4\times 23025\times 0.00427}{1+0.612} = 24.4MN.m^2$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * 24.4}{(1*3.5)^2} = 19.66MN$$

$$\delta_{ns} = \frac{1}{1-\frac{4098}{0.75*19660}} = 1.38 \geq 1.0 and \leq 1.4$$

✓ **Interaction Diagram:-**

$$ey = e_{\min} \times \delta_{ns} = 0.027 \times 1.38 = 0.03726m$$

$$\frac{ey}{h} = \frac{0.03726}{0.8} = 0.0466$$

$$\frac{\gamma}{h} = \frac{400 - 2*40 - 2*10 - 25}{400} = 0.6875$$

From the interaction diagram chart

from chart A9-a for $\frac{\gamma}{h} = 0.6 \rightarrow \rho g = 0.01$

from chart A9-b for $\frac{\gamma}{h} = 0.75 \rightarrow \rho g = 0.01$

then for $\frac{\gamma}{h} = 0.8753 \rightarrow \rho g = 0.01$

Select reinforcement

$$\text{Ast} = \rho g \times Ag = 0.01 \times 4000 * 800 = 3200mm^2$$

Select $12\phi 20$ *with* $As = 3768mm^2 > \text{Ast} = 3200mm^2$.

✓ Design of the Stirrups:-

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

$$spacing \le 16 \times d_b = 16 \times 2.0 = 32\ cm$$

$$spacing \le 48 \times d_s = 48 \times 1.0 = 48\ cm$$

$$spacing \le least\ \text{dim} = 35\ cm$$

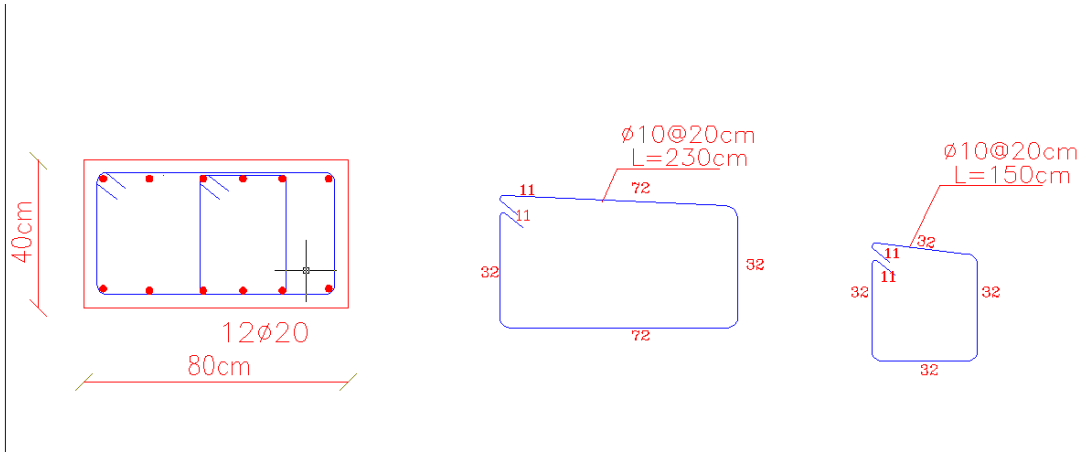


Fig 4.19:Column Reinforcement Details.

4.10 Design of Shear Wall

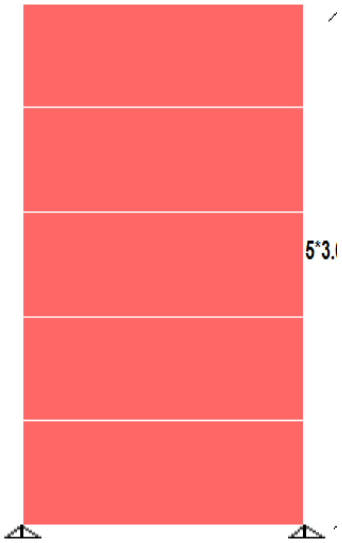


Fig 4.20:Shear Wall.

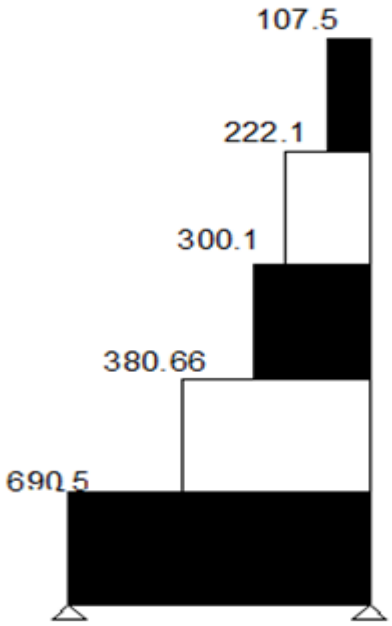


Fig 4.21:Shear Diagram of Shear Wall.

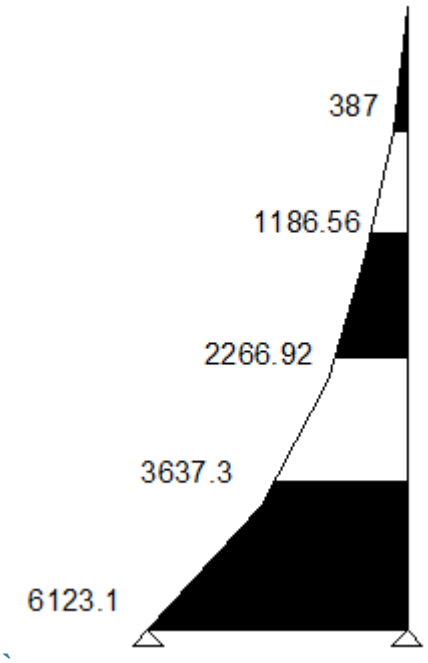


Fig 4.22:Moment Diagram of Shear Wall.

❖ **Material and Sections:- (From Shear Wall 2)**

⇒ concrete B300 Fc' = 24 N/mm^2

⇒ Reinforcement Steel Fy = 420 N/mm^2

⇒ Shear Wall Thickness h = 20 cm

⇒ Shear Wall Width Lw = 6.5 m

⇒ Shear Wall Height Hw = 3.5 m

✓ **Design of Horizontal Reinforcement:-**

$$\sum Fx = Vu = 690.5 \ KN$$

The critical Section is the smaller of:

$$\frac{lw}{2} = \frac{6.5}{2} = 3.25m$$
$$\frac{hw}{2} = \frac{17.5}{2} = 8.75m$$
$$storyheigh(Hw) = 3.5m.....Control$$

$$d = 0.8 \times Lw = 0.86.55 = 5.2m$$

$$\emptyset V_{nmax} = \emptyset \frac{5}{6}\sqrt{f_c'}hd$$
$$= 0.75 * 0.83 * \sqrt{24} * 200 * 5200 \ = 3171 \ KN > V_u \ = 895.9954KN$$

$V_c$is the smallest of :

$$1 - \ V_c = \tfrac{1}{6}\sqrt{f_c'}hd = \tfrac{1}{6}\sqrt{24} * 200 * 5200 = 849KN \ \text{…….. Control}$$
$$2 - \ V_c = 0.27\sqrt{f_c'}hd + \frac{N_u d}{4l_w} = 0.27\sqrt{24} * 200 * 5200 + 0 = 1375KN$$
$$3 - \ V_c = \left[0.05\sqrt{f_c} + \frac{l_w\left(0.1\sqrt{f_c'} + 0.2\frac{N_u}{l_w h}\right)}{\frac{M_u}{V_u} - \frac{l_w}{2}}\right]hd = 1100.2KN$$

$$\frac{6123.1 - 3637.3}{3.6} = \frac{M_u - 3637.3}{3.6 - 2.75} \Longrightarrow M_u = 4224.22KN.m$$

$$\frac{M_u}{V_u} - \frac{l_w}{2} = \frac{4224.22}{690.5} - \frac{6.5}{2} = 3.25$$

Vc =849KN

$\emptyset * vc + \emptyset vs = vu$
$\emptyset * vs$=vu-$\emptyset * vc$
Vs=vu/$\emptyset - vc$
Vs=690.5/0.75 - 849= -0.81kn **No need reinforcement**

Minimum shear reinforcementis required:

Min(Avh/Sh)=0.0025*h

=0.0025*200=0.5

Select Ø10 ,tow layers

Avh=2* π *10^2/4=157 mm^2

157/Sh=0.5

Sh=157/0.5=314

Select Sh=250mm≤Smax=Lw/5=650/5=130 cm.

=3*h =3*2=90 cm.

✓ Design of Vertical Reinforcement:-

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

$$\frac{A_{vv}}{S_v} = \left[0.0025 + 0.5\left(2.5 - \frac{17.5}{6.5}\right)\left(\frac{157}{250*200} - 0.0025\right)\right] * 300$$

$$\frac{A_{vv}}{S_v} = 0.731$$

Select Ø10 in Two Layer

$A_{vh} = \frac{2*\pi*10^2}{4}$ = 157 mm2

$$\frac{157}{S_v} = 0.731$$

S_v= 214 mm

- Maximum spacing is the least of :

$\frac{Lw}{3} = \frac{6500}{3}$ = 2166 mm

3*h = 3*200 = 600mm

450 mm ……. Control

Use ϕ10/200 mm for two layers

✓ **Design of Bending Moment:-**

$$A_{st} = \left(\frac{6500}{200}\right) * 2 * 79 = 5135\ mm^2$$

$$w = \left(\frac{A_{st}}{L_w h}\right)\frac{f_y}{f_c'} = \left(\frac{5135}{6500 * 200}\right)\frac{420}{24} = 0.069$$

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

$$\frac{C}{l_w} = \frac{w + \alpha}{2w + 0.85\beta_1} = \frac{0.069 + 0}{2 * 0.069 + 0.85 * 0.85} = 0.08$$

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

$$= 0.9[0.5 * 5135 * 420 * 6500(1 + 0)(1 - 0.069)] = 5873\ KN.m \geqq 4224.22 KN.m$$

Mub=Mu-ØMn=4224.22-5873= -1649 KN.m

X≥ $\frac{lw}{600*\frac{\Delta h}{hw}}$=$\frac{6500}{600*.1}$=108.33 mm

Lb≥ $\frac{X}{2} = 54.165\ mm$

Since Smallest value of Lb & Mub not require Boundary .

4.11 Design of Footing

❖ **Material :-**

4.8 Design of Mat Footing:

After we tried the isolated footings under all columns the relative area of the footing to the building area was more than 70% so we decided to use strip footing under the theater and mat footing for the rest of the building as detailed in the attached drawings

Procedure to design Mat Footing:

Basically, the design is done based on the following equation:

$$P = \sum_i P_i = P_1 + P_2 + \cdots$$

$$q = \frac{P}{A} + \frac{M_x}{I_x} y + \frac{M_y}{I_y} x \leq q_{allow,net}$$

Where

$A -$ area of the raft $(B \times L)$

$I_x -$ moment of inertia of the raft about $x -$axis $I_x = \frac{BL^3}{12}$

$I_y -$ moment of inertia of the raft about $y -$axis $I_y = \frac{LB^3}{12}$

$M_x -$ moment of the applied loads about the $x -$axis, $M_x = Pe_y + M_{x(lateral\ load)}$

$M_y -$ moment of the applied loads about the $y -$axis, $M_y = Pe_x + M_{y(lateral\ load)}$

Where e_x and e_y, are the eccentricities of the resultant from the center of gravity of the raft.

The coordinates of the eccentricities are given by:

$$X' = \frac{P_1 x_1 + P_2 x_2 + P_3 x_3 + \cdots}{P}, \qquad Y' = \frac{P_1 y_1 + P_2 y_2 + P_3 y_3 + \cdots}{P}$$

Where $x_1,\ x_2, \ldots$ are the $x -$ coordinates of $P_1,\ P_2, \ldots$

$$e_x = X' - \frac{B}{2}$$

Where $y_1,\ y_2, \ldots$ are the $y -$ coordinates of $P_1,\ P_2, \ldots$

$$e_y = Y' - \frac{L}{2}$$

To draw the shear and moment diagrams we can divide the raft into several strips in the x-direction and in y-direction. The soil pressure at the center-line of the strip is assumed constant along the width of the strip.

Design each strip for shear and flexure as in the continuous footing design.

For the reinforcement details see the attached architectural drawings.