جـامـعـة بولـيـتـكـنـك فلـسـطـيـن

كـلـيـة الـهـنـدسـة

دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

هندسة مباني

الخليل- فلسطين

مشروع التخرج

التصميم الإنشائي لـِ " مستشفى تخصصي" في مدينه دورا.

فـريـق الـعـمـل

أحمد عماد الدويك

خليل يوسف عابد

حسين سمير الحيح

أحمد عادل شاهين

إشـراف :

م. سفيان الترك .

كانون الأول – ٢٠١٧م

جـامـعـة بولـيـتـكـنـك فلـسـطـيـن

كـلـيـة الـهـنـدسـة

دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

هندسة مباني

الخليل- فلسطين

التصميم الإنشائي لـِ " مستشفى تخصصي" في مدينه دورا.

فريق العمل

أحمد عماد الدويك	**خليل يوسف عابد**
حسين سمير الحيح	**أحمد عادل شاهين**

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

توقيع مشرف المشروع	**توقيع رئيس الدائرة**
م. سفيان الترك	م. فيضي شبانة
.....	.....

كانون الأول - ٢٠١٧م

الإهـــداء

إلى الشموع التي استطاعت قهر الظلام بقوة إرادة نورهما... الذين كلما مر الوقت أكثر

نفهم كم هو صعب أن نحاول سداد ديوننا لهم....خاصة عندما يكون "الثبات"

على ما نؤمن به...هو من بعض غرسهم

أمهاتنا وآبائنا أدام الله نورهم..

إلى العلم، والتربية، والوقار، والإخلاص، والتواضع

أساتذتنا الكرام..

إلى دعائم قوتنا وطموحنا....بلسم عّلتنا وجروحنا

إخواننا وأخواتنا..

إلى كل الوفيات المخلصات اللواتي جعلن من الوفاء شمعة تنير دربهن

إلى من يجسدن الوفاء في أرقى صوره

صديقاتنا ورفيقات دربنا ..

وإلى كل من أخذ ويأخذ بأيدينا إلى قمة المجد

نُهدي هذا المشروع ..

فـريـق الـعـمـل

شـكـر وتـقـديـر

ليس هناك شكر أعظم من الاعتراف بالجميل، وليس هناك مشكور أعظم من صاحب الفضل الذي لا ينقطع فضله ولا تنحصر نعمه، فحمدًا لله حمداً لا ينتهي عند حد ولا ينقطع عند أجل.

وفي هذا المقام لا يسعنا إلا أن نتقدم بجزيل شكرنا، وعظيم امتناننا وتقديرنا وعرفاننا؛إلى كل من ساهم في إنجاز بحثنا هذا، مّتحدين معنا كل الصعاب فلهم جميعًا الشكر والتقدير كله.

ونخص بشكرنا وتقديرنا أستاذنا الفاضل المهندس سفيان الترك المشرف والموجه والمعلم، الذي لم يتوان، ولم يتأخر عن تقديم ما آتاه الله من علم وحلم لنا، ونشكر طاقم دائرة الهندسة المدنية والمعمارية كل بمكانه الذين كرسوا وقتهم وجهدهم لمساعدتنا ومساعدة زملائنا طوال سنوات الدراسة.

كما نتقدم بشكرنا الى زملائنا وزميلاتنا الأعزاء الذين لولا وجودهم لما أحسسنا بمتعة البحث ، ولا حلاوة المنافسة الإيجابية.

وختام القول مسك، فالشكر كل الشكر إلى أبآئنا وأمهاتنا وإخواننا الذين كان لهم الدور الأكبر في الوصول إلى ما وصلنا إليه، ولعلنا نوفيهم حقهم ببلوغنا رضاهم جميعاً.

فـريـق الـعـمـل

خـلاصـة الـمـشروع

التصميم الإنشائي لـِ " مستشفى تخصصي " في مدينه دورا.

فريق العمل

أحمد عماد الدويك **خليل يوسف عابد**

حسين سمير الحيح **أحمد عادل شاهين**

إشراف :

م. سفيان الترك .

كانون الأول –٢٠١٧ م

يمكن تلخيص هدف المشروع في عمل التصميم الإنشائي لجميع العناصر الإنشائية التي يحتويها المشروع، من عقدات وجسور وأعمدة وأساسات وجدران وغيرها من العناصر الإنشائية.

يتكون المبنى من ثلاثة طوابق ، وتبلغ المساحة الإجمالية (١٥٢٩١)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 سيتم استخدام الكود الأردني لتحديد الأحمال الحية، ولتحديد أحمال الزلازل ، أما بالنسبة للتحليل الإنشائي وتصميم المقاطع فسيتم استخدام الكود الأمريكي (ACI_318_08) ، ولا بد من الإشارة إلى أنه سيتم الاعتماد على بعض برامج الحاسوب مثل :-

Autocad (2014), Atir, Microsoft Office.

وسيتضمن 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 .

Structural Design For Specialist Hospital In Dura

Prepared by

Ahmad Emad Dweik **Khaleel Yousef Abed**

Hussein Sameer Heeh **Ahmad Adel Shaheen**

Palestine Polytechnic University -2017

Supervisor

Eng .Sufian Al-Turk

Abstract

The idea of this project can be summarized by preparing Specialist Hospital In Dura. Which consists of all facilities that should be available in any Hospital.

The project is consists of three floors, and the total area of the building is 15291 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

الموضوع	رقم الصفحة
تقرير مقدمة المشروع	I
تقييم مقدمة مشروع التخرج	II
الإهداء	III
الشكر والتقدير	IV
الملخص باللغة العربية	V
الملخص باللغة الانجليزية	VI
فهرس المحتويات	VII
List of abbreviations	X
فهرس الجداول	XII
فهرس الأشكال	XIII
الفصل الأول : المقدمة	١
١-١ المقدمة	٢
١-٢ أهداف المشروع	٢
١-٣ مشكلة المشروع	٣
١-٤ حدود مشكلة المشروع	٣
١-٥ المسلمات	٣
١-٦ فصول المشروع	٣
١-٧ إجراءات المشروع	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	٨
٢-٤ وصف طوابق المشروع	٩
٢-٤-١ الطابق الارضي	٩
٢-٤-٢ الطابق الأول	١٠
٢-٤-٣ الطابق الثاني	١١
٢-٥ الواجهات	١٢
٢-٥-١ الواجهة الرئيسة (الشمالية الشرقية)	١٢
٢-٥-٢ الواجهة الشمالية الغربية	١٢
٢-٥-٣ الواجهة الجنوبية الغربية	١٣
٢-٥-٤ الواجهة الجنوبية الشرقية	١٣
٢-٦ وصف الحركة والمداخل	١٣
٢-٧ المداخل	١٤
الفصل الثالث : الوصف الإنشائي	١٥
٣-١ مقدمة	١٦
٣-٢ هدف من التصميم الإنشائي	١٦
٣-٣ مراحل التصميم الإنشائي	١٦
٣-٤ الأحمال	١٧
٣-٤-١ الأحمال الميتة	١٧

٣-٤-٢ الأحمال الحية ١٧
٣-٤-٣ الأحمال البيئية ١٨
٣-٤-٣-١ أحمال الرياح ١٨
٣-٤-٣-٢ أحمال الثلوج ١٩
٣-٤-٣-٣ أحمال الزلازل ٢٠
٣-٥ الاختبارات العملية ٢٠
٣-٦ العناصر الإنشائية المكونة للمبنى ٢٠
٣-٦-١ العقدات ٢١
٣-٦-١-١ عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد ٢١
٣-٦-١-٢ عقدات العصب ذات الاتجاهين ٢٢
٣-٦-١-٣ العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد ٢٢
٣-٦-١-٤ العقدات المصمتة ذات الاتجاهين ٢٣
٣-٦-١-٥ العقدات (Flat Plate) ٢٣
٣-٦-٢ الأدراج ٢٤
٣-٦-٣ الجسور ٢٤
٣-٦-٤ الأعمدة ٢٥
٣-٦-٥ جدران القص ٢٦
٣-٦-٦ الأساسات ٢٧
٣-٧ فواصل التمدد (Expansion Joints) ٢٧
٣-٨ برامج الحاسوب ٢٨

الفصل الخامس : النتائج والتوصيات ٨٧

٥-١ المقدمة ٨٨
٥-٢ النتائج ٨٨
٥-٣ التوصيات ٨٩

Subject

	Page
Chapter 4 : Structural Analysis and Design	**29**
4-1 Introduction	30
4-2 Design method and requirements.	30
4-3 Check of Minimum Thickness of Structural Member	31
4-4 Design of Topping	32
4-5 Design of One Way Rib Slab (R1)	34
4-6 Design of One Way Solid Slab (S1).	41
4-7 Design of Beam (B,G59)	47
4-8 Design of Stair (Stair#4)	55
4-9 Design of Column (C,151)	70
4-10 Design of Shear Wall (SW,16)	75
4-11 Design of Footing (F11)	80

List of Abbreviations

- **Ac** = area of concrete section resisting shear transfer.
- **As** = area of non-prestressed tension reinforcement.
- **A_sˆ =** 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_cˆ** = 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 .

فهرس الجداول

رقم الجدول	الجدول	رقم الصفحة
١-١	الجدول الزمني للمشروع خلال السنة الدراسية (2017/2016)	٤
١-٣	الكثافة النوعية للمواد المستخدمة	١٧
٢-٣	الأحمال الحية المبنى	١٧
٣-٣	سرعة وضغط الرياح اعتمادا على الكود الألماني DIN1055-5	١٨
٤-٣	أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر	١٩
4-1	Check Of Minimum Thickness Of Structural Member	31
4-2	Dead load calculation	33
4-3	Dead load calculation of Rib (R1)	36
4-4	Dead Load Calculation of Solid slab (S1)	43
4-5	Dead load calculation of Beam (B, G59)	48
4-6	Dead Load Calculation of Flight	56
4-7	Dead Load Calculation of Middle Landing	60
4-8	Dead Load Calculation of Main Landing	64

فهرس الأشكال

رقم الشكل	الشكل	رقم الصفحة
٢-١	خارطة الموقع الجغرافي لمدينة دورا	٧
٢-٢	مسقط طابق الارضي	٩
٢-٣	المسقط الافقي للطابق الاول	١٠
٢-٤	المسقط الافقي للطابق الثاني	١١
٢-٥	الواجهة الشمالية الشرقية	١٢
٢-٦	الواجهة الشمالية الغربية	١٢
٢-٧	الواجهة الجنوبية الغربية	١٣
٢-٨	الواجهة الجنوبية الشرقية	١٣
٣-١	تأثير الرياح على المباني من حيث الارتفاع	١٩
٣-٢	تأثير الرياح على المباني من حيث البيئة المحيطة به	١٩
٣-٣	العقدات العصب ذات الاتجاه الواحد	٢١
٣-٤	العقدة ذات العصب باتجاهين	٢٢
٣-٥	العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد	٢٢
٣-٦	العقدات المصمتة ذات الاتجاهين	٢٣
٣-٧	Flat Plate	٢٣
٣-٨	الدرج	٢٤
٣-٩	أنواع الجسور	٢٥
٣-١٠	أنواع الاعمدة	٢٦
٣-١١	جدار قص	٢٦
٣-١٢	أساس مفرد	٢٧
4-1	Topping Load.	32
4-2	Statically System and Loads Distribution of Rib(R1)	35
4-3	Shear and Moment Envelope Diagram of Rib (R1)	37
4-4	Statically System and Loads Distribution of Solid Slab(S1)	42
4-5	Shear and Moment Envelope Diagram of Solid Slab(S1)	44
4-6	Statically System and Loads Distribution of Beam (B,G59)	47
4-7	Shear and Moment Envelope Diagram of Beam (B,G59)	49
4-8	Stair Plan	55
4-9	Stair Section	56
4-10	.Statically System and Loads Distribution of Flight	57
4-11	Statically System and Loads Distribution of Flight	57
4-12	Shear and Moment Envelope Diagram of Flight	58
4-13	Statically System and Loads Distribution 0f Middle Landing	61
4-14	Shear and Moment Envelope Diagram of Middle Landing	62
4-15	Statically System and Loads Distribution of Main Landing	65
4-16	Shear and Moment Envelope Diagram of Main Landing	66
4-17	Stair Reinforcement Details	68
4-18	Stair Reinforcement Details	69
4-19	Column section	70
4-20	Column Reinforcement Details	74

75	Shear Wall	4-21
75	Shear Diagram of Shear Wall	4-22
76	Moment Diagram of Shear Wall	4-23
80	Foot Section	4-24
86	Foot Reinforcement Details	4-25

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 إجراءات المشروع.

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 :

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

١. القدرة على اختيار النظام الإنشائي المناسب للمشروع وتوزيع عناصره الإنشائية على المخططات، مع مراعاة الحفاظ على الطابع المعماري.
٢. القدرة على 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 سيتم 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 سيتم 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 هذا الفصل من خلال مقدمة مشروع التخرج ، وسنقوم باستكمال العمل خلال مساق مشروع التخرج في الفصل القادم.

١-٥ المسلمات :

١. اعتماد الكود الأمريكي في التصاميم الإنشائية المختلفة (ACI-318-08) .
٢. استخدام برامج التحليل والتصميم الإنشائي مثل (SAP2000 , Etabs , Safe , Atir12)
٣. برامج أخرى مثل Autocade , Excel , Power Point , Word Microsoft office .

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 إجراءات المشروع :

١) 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.

٢) دراسة العناصر الإنشائية المكونة للمبنى والآلية الأنسب لتوزيع هذه العناصر كالأعمدة والجسور والأعصاب بشكل لا يصطدم مع التصميم المعماري الموضوع ويحقق الجانب الاقتصادي و عامل الأمان.

٣) تحليل العناصر الإنشائية والأحمال المؤثرة عليها.

٤) تصميم بعض العناصر الإنشائية بناء على نتائج التحليل.

5) استخدام بعض برامج التصميم المختلفة في بعض الحسابات.

والجدول التالي يوضح تسلسل أعمال المشروع والزمن اللازم لكل نشاط:

جدول (١-١) الجدول الزمني للمشروع خلال السنة الدراسية (٢٠١٧ – ٢٠١٨)

الأسابيع / الفعاليات	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
اختيار المشروع																																
دراسة الموقع																																
دراسة المبنى معماريا																																
دراسة المبنى إنشائيا																																
توزيع الأعمدة																																
التحليل الانشائي للمقدمة																																
التصميم الإنشائي للمقدمة																																
إعداد مقدمة المشروع																																
عرض مقدمة المشروع																																
التحليل الانشائي																																
التصميم الانشائي																																
اعداد مخططات المشروع																																
كتابة المشروع																																
عرض المشروع																																

٢

الفصل الثاني

الوصف المِعمَاري

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 :

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.

٢-٢ لمحة عامة عن المشروع :

تعاني مدينة دورا من عدة مشاكل في تصميم المستشفيات نتيجة لعدة أسباب منها : سيطرة الاحتلال الإسرائيلي على الموارد المتاحة وقلتها في نفس الوقت ، وغياب التخطيط الجيد في توزيع المستشفيات . لذلك أتت الحاجة لتصميم مستشفى يراعي احتياجات الشعب الفلسطيني النفسية والجسدية، ويساعد في إصلاح وتطوير القطاع الصحي الفلسطيني.

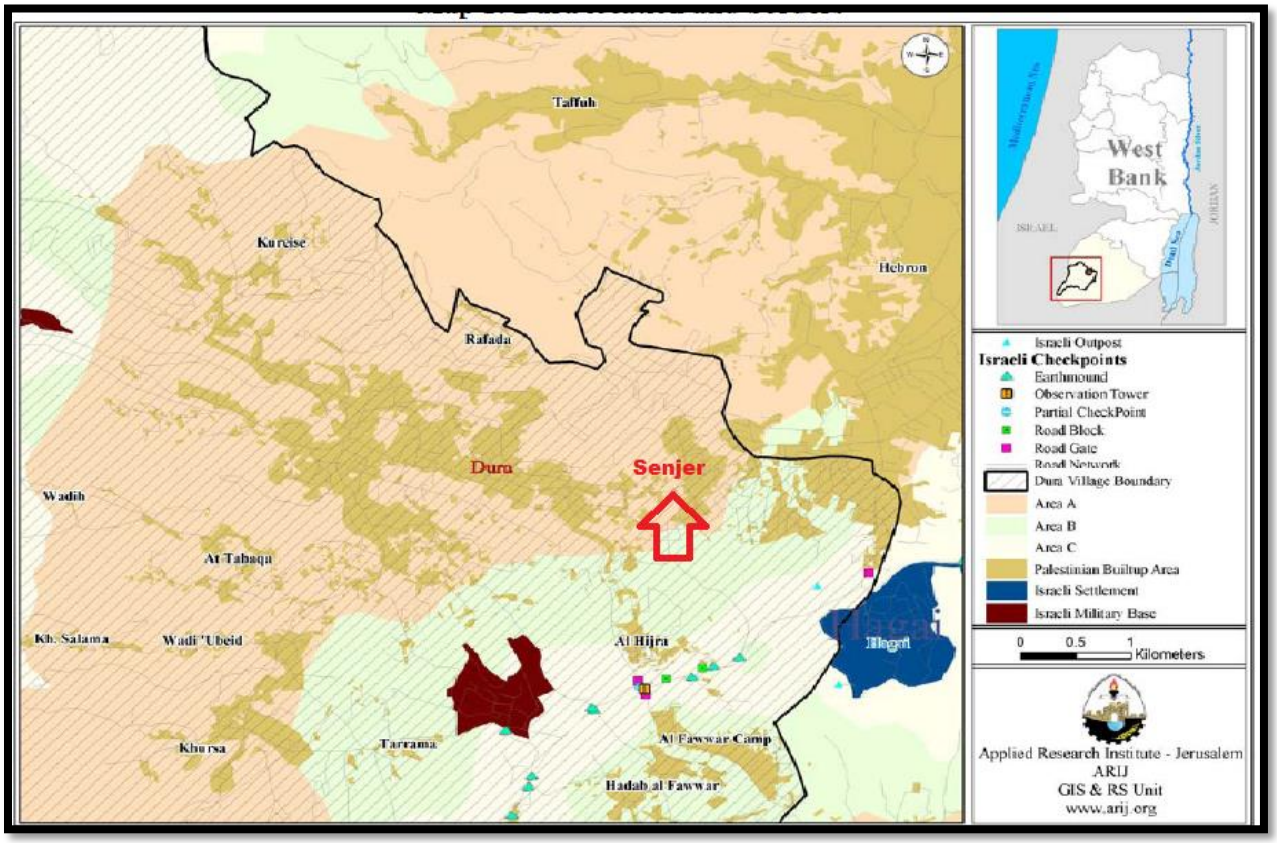
و مما لا شك فيه أن دور المستشفيات في عصرنا الحالي لم يعد يقتصر على تقديم الخدمة العلاجية فقط ، ولم يعد كذلك يعرف بأنه مكان لإيواء المرضى والمصابين كما كان في الماضي، حيث كان أقدم وأبسط تعريف للمستشفى هو أنه مكان لإيواء المرضى والمصابين حتى يتم شفاؤهم، ولكن المستشفى الحديث يعد تنظيماً طبياً متكاملاً يستهدف تقديم الخدمة الصحية بمفهومها الشامل من وقاية وعلاج وتعليم طبي إضافةً إلى إجراء البحوث الصحية في مختلف فروعها.

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 منطقة سنجر ،مدينة دورا ،جنوب غرب مدينة الخليل جنوب الضفة الغربية، ترتفع قطعة الأرض ٩١٢م عن سطح البحر ، وترتبط بطريق رئيسي هو شارع الخليل- دورا.



الشكل (٢-١) خارطة الموقع الجغرافي لمدينة دورا .

٢-٣-١ أهمية الموقع :

الشروط العامة لاختيار الموقع :

إن عمليه اختيار ارض لإقامة مستشفى تخصصي 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 ارض لمستشفى دورا التخصصي :

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.

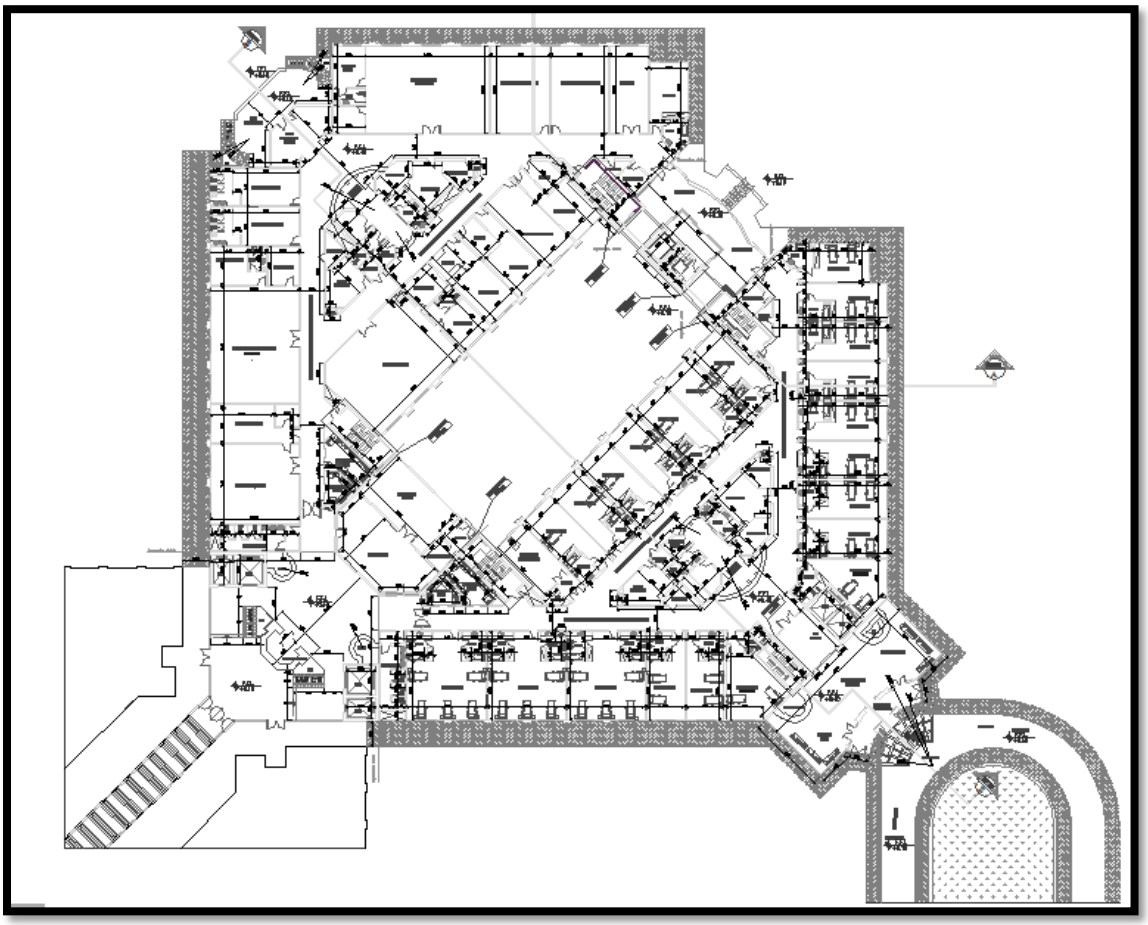
٢-٤ وصف طوابق المشروع :-

يتكون المشروع من ثلاثة طوابق ذات تنوع خدماتي ، وهو عبارة عن مؤسسة معقدة ذات مرافق متعددة، التوزيع المعماري لهذه المرافق يتسم بالتعقيد وعدم التماثل بين الطوابق وهذا أدى إلى صعوبة في التصميم الإنشائي للمشروع .

٢-٤-١ الطابق الأرضي :-

(منسوب 0.45+ م) بمساحة تقدر بـ ٥١٦٠ م^2.

يتكون الطابق الأرضي من قاعات الانتظار والجلوس، مختبرات، صيدليات، مخازن، مطبخ ، غرف المرضى، مكاتب الأطباء، غرف الممرضين، كما هو موضح في الشكل (٢-٢) .

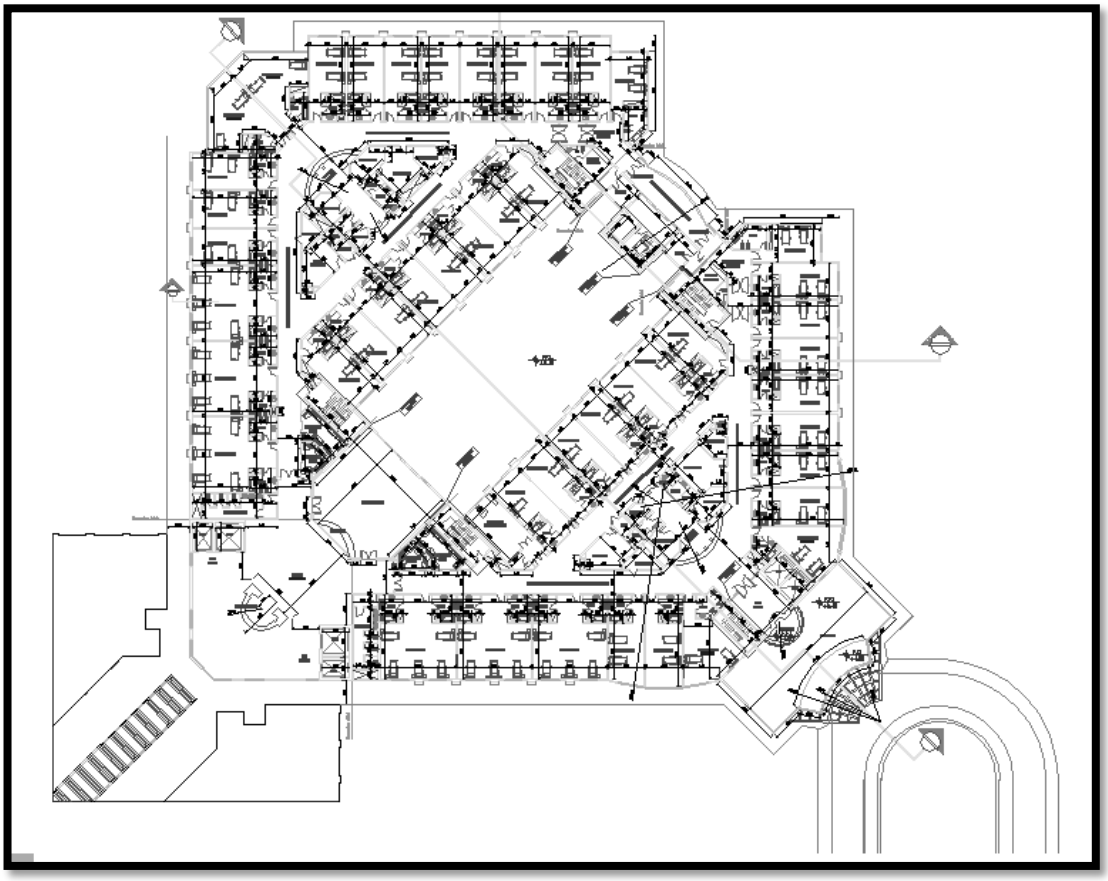


الشكل (٢-٢) : مسقط الطابق الأرضي.

٢-٤-٢ الطابق الأول:-

(منسوب4.00 + م) بمساحة تقدر ب ٥٠٦٦ م^{٢}.

يتكون الطابق الأرضي من قاعات الانتظار والجلوس، غرف المرضى، مكاتب الأطباء، غرف الممرضين، الحمامات العامة، كما هو موضح في الشكل (٢-٣) .

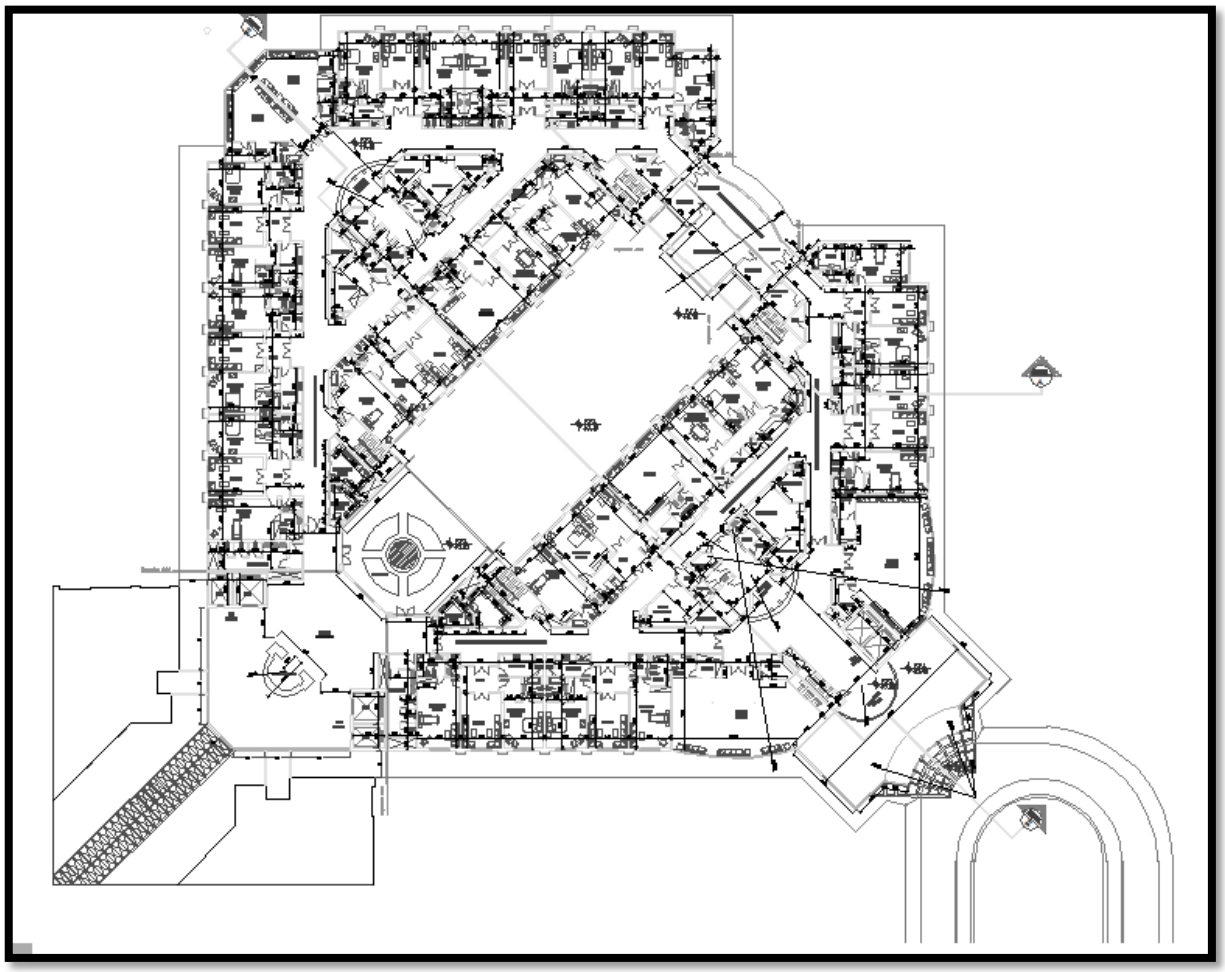


الشكل (٢-٣): المسقط الأفقي للطابق الأول.

٢-٤-٣ الطابق الثاني:-

(منسوب7.80+ م) بمساحة تقدر ب٥٠٦٦ م^{٢}.

يتكون الطابق الثاني من قاعات الانتظار والجلوس، غرف المرضى، مكاتب الأطباء، غرف الممرضين، والمطبخ، كما هو موضح في الشكل (٢-٤) .

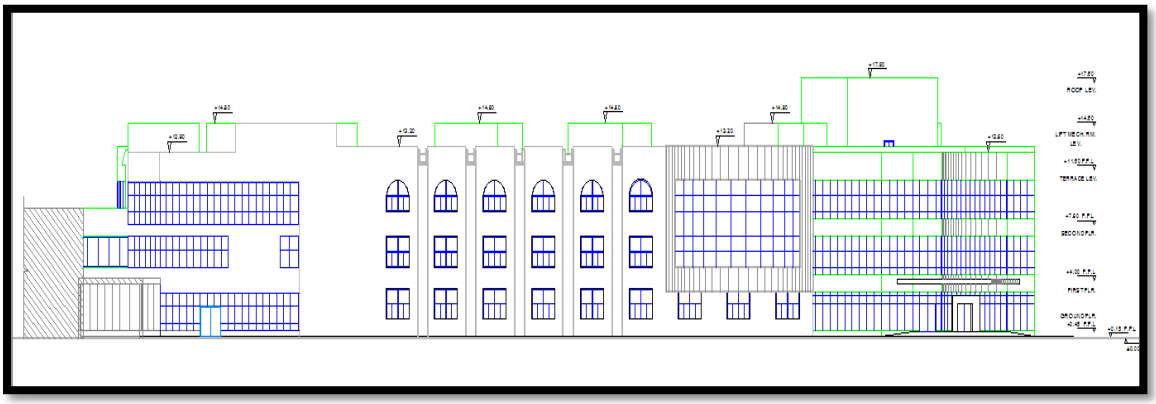


الشكل (٢-٤) : المسقط الأفقي للطابق الثاني .

٢-٥ الواجهات :-

٢-٥-١ الواجهة الرئيسية (الشمالية الشرقية) :

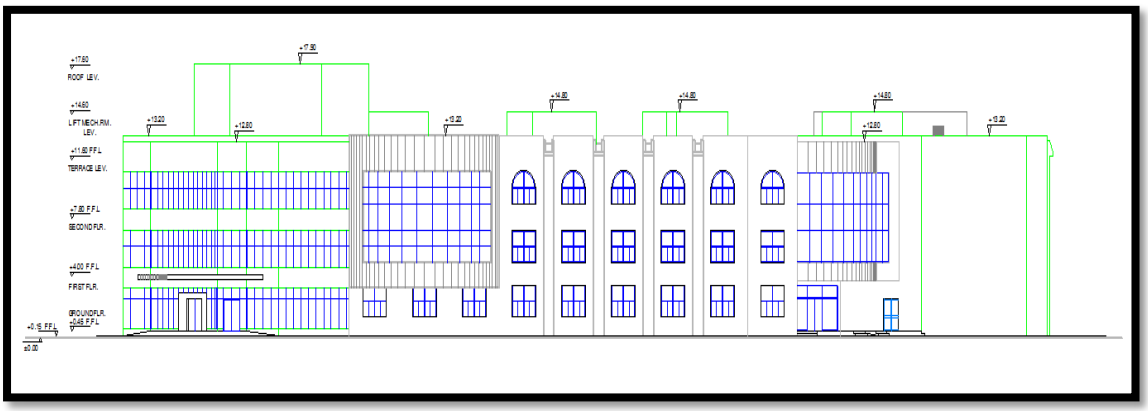
و يظهر فيها المدخل الرئيسي للمبنى ، وجمالية توزيع الكتل المعمارية .



الشكل (٢-٥): الواجهة الشمالية الشرقية .

٢-٥-٢ الواجهة الشمالية الغربية:

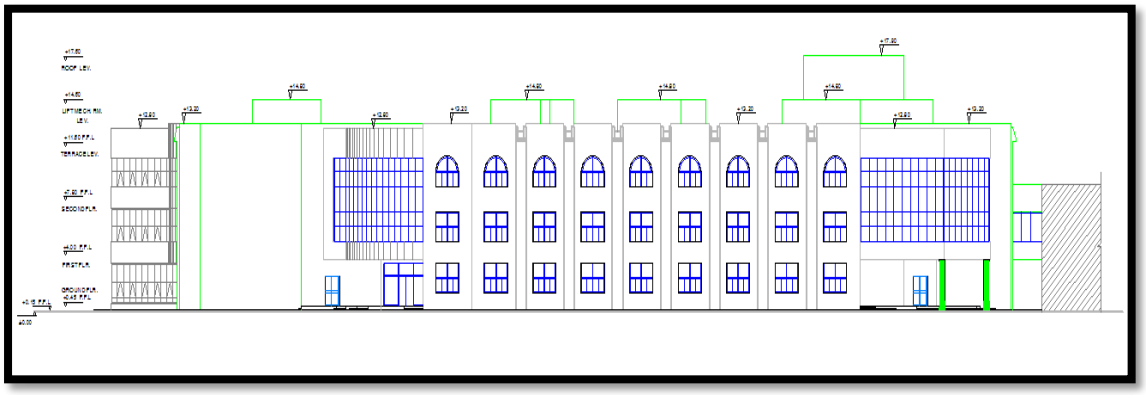
و يظهر فيها مدخل رئيسي آخر للمبنى و تظهر الكتل المعمارية بشكل أوضح.



الشكل (٢-٦) :الواجهة الشمالية الغربية .

٢-٥-٣ الواجهة الجنوبية الغربية :

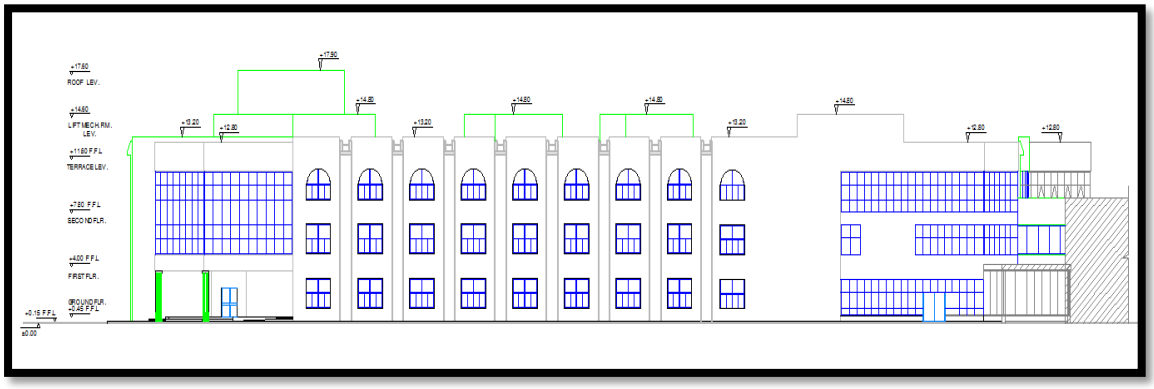
و يظهر فيها مداخل أخرى للمبنى من الجهة الخلفية.



الشكل (٢-٧) :الواجهة الجنوبية الغربية .

٢-٥-٤ الواجهة الجنوبية الشرقية :

و يظهر فيها المدخل المؤدي لمبنى المركز الطبي المجاور .



الشكل (٢-٨) :الواجهة الجنوبية الشرقية .

٢-٦ وصف الحركة و المداخل :-

تم تصميم المنشأة بحيث تتيح حرية و سهولة التنقل بين أجزاء المبنى و طوابقه من خلال المصاعد الموزعة على كافة أجزاء المبنى و وجود الRamp في المداخل لتسهل عملية التنقل للمرضى . و يوفر التصميم انتظام في توزيع الفراغات مما يوفر راحة في التنقل .

٢-٧ المداخل :-

يحتوي المشروع على :

١. المدخل الشمالي وهو المدخل الرئيسي هو للاستخدام العام .
٢. المدخل الغربي وهو المدخل الرئيسي الجانبي .
٣. المدخل الجنوبي وهو مدخل فرعي خلفي .
٤. المدخل الشرقي وهو المدخل المؤدي إلى المركز الطبي المجاور للمستشفى .

٣

الـفـصـل الـثـالـث

الـــوصـــف الإنْـشَـــائِـي

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 للمبنى .

٣-٧ فواصل التمدد .

٣-٨ برامج الحاسوب.

٣-١ مـقـدمـة:-

بعد دراسة المشروع من الناحية المعمارية لابد من الانتقال للجانب الإنشائي لدراسة العناصر الإنشائية ووصفها وصفا دقيقا، 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 آمن، ونحافظ على التصاميم المعمارية.

٣-٢ الهدف من التصميم الإنشائي:-

التصميم الإنشائي 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:-

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

٣-٣ مراحل التصميم الإنشائي:-

يمكن تقسيم مراحل التصميم الإنشائي إلى مرحلتين رئيسيتين:

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.

المرحلة الثانية:

تتمثل في التصميم الإنشائي لكل جزء من أجزاء المنشأ، بشكل مفصل ودقيق وفقاً للنظام الإنشائي الذي تمّ اختياره 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 .

جدول (٣-١) الكثافة النوعية للمواد المستخدمة .

الرقم المتسلسل	المادة المستخدمة	الكثافة المستخدمة (kN/m^3)
1	المونة والقصارة	22
2	الرمل	16
3	الخرسانة	25
4	الطوب	10
5	البلاط	23

أحمال القواطع (Partition) = 1.00 kN/m^2

٣-٤-٢ الأحمال الحية:-

وهي الأحمال التي تتغير من حيث المقدار والموقع بصورة مستمرة كالأشخاص، الأثاث، الاجهزة ، 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 والمحددة بالرجوع إلى الكود الأردني.

الرقم المتسلسل	طبيعة الاستخدام	الحمل الحي (kN/m^2)
1	المستشفيات	5
2	الأدراج	3

جدول(٣-٢) الأحمال الحية للمبنى

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 اعتبارها جزءاً من الأحمال الحية وهي كما يلي:-

٣-٤-٣-١ أحمال الرياح :

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

وسيتم اعتماد الكود الألماني (DIN 1055-5)للحصول على قيم قوى الرياح الأفقية ، وهذا يظهر جليا في المعادلة التالية ، وباستخدام الجدول رقم (٣-٣) 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/m2)	0.50	0.80	1.1	1.30

جدول (٣ – ٣) سرعة وضغط الرياح اعتمادا على الكود الألماني DIN 1055-5

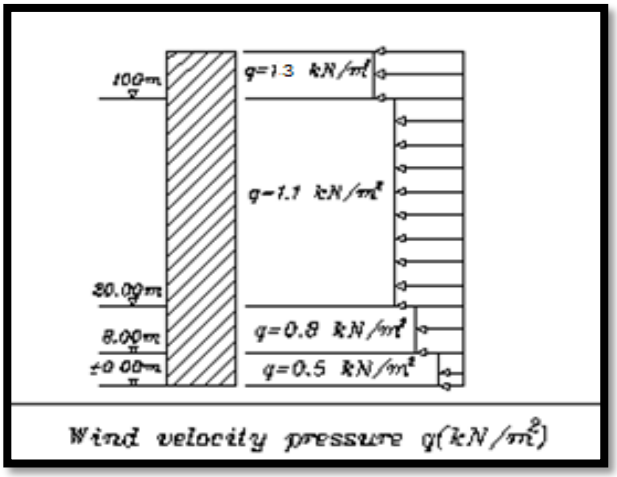
$$q = \frac{v^2}{1600}$$

حيث أن :

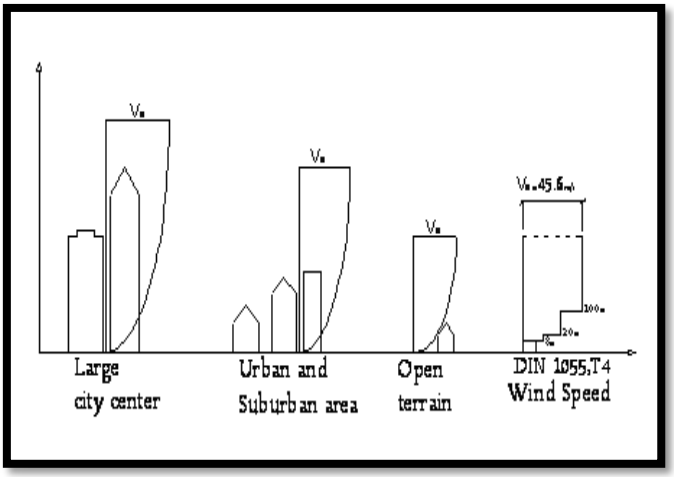
q: (wind velocity pressure) الضغط الديناميكي للرياح على ارتفاع محدد من منسوب سطح الأرض المحيطة (KN/m^2).

V : السرعة التصميمية للرياح (m/sec) .

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



الشكل (٣-١) تأثير الرياح على المباني من حيث ارتفاع



الشكل (٣-٢) تأثير الرياح على المباني من حيث البيئة المحيطة به

٣-٤-٣-٢ أحمال الثلوج:

تعتمد أحمال الثلوج على ارتفاع المنطقة عن سطح البحر، وعلى شكل السقف ، ويتم تحديدها باستخدام Codesالبناء 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 قيمة أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر مأخوذا من كود البناء الأردني.

أحمال الثلوج (KN /M²)	علو المنشأ عن سطح البحر (H) (بالمتر)
0	h < 250
(h-250) /1000	500 > h > 250
(h-400) / 400	1500 > h > 500
(h – 812.5)/ 250	2500 > h > 1500

جدول (٣ – ٤) احمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر .

استناداً إلى جدول أحمال الثلوج السابق وبعد تحديد ارتفاع المبنى عن سطح البحر، و الذي يساوي (893م) وتبعاً للبند الثالث تم حساب أحمال الثلوج كالأتي:

$$s_L = \frac{h - 400}{400}$$
$$s_L = \frac{893 - 400}{400}$$
$$s_L = 1.23(\text{KN}/\text{m}^2)$$

٣-٤-٣-٣ 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.

وسيتم مقاومتها في هذا المشروع عن طريق جدران القص الموزعة في المبنى بناءً على الحسابات الإنشائية لها. الذي 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 و النواحي الجمالية للمنشأ.

٣-٥ الاختبارات العملية:

يسبق الدراسة الإنشائية لأي مبنى ، عمل الدراسات الجيوتقنية للموقع، ويعنى 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 (Bearing Capacity) اللازمة لتصميم أساسات المبنى.

٣-٦ العناصر الإنشائية المكونة للمبنى:

تتكون المباني عادةً من مجموعة عناصر إنشائية تتقاطع مع بعضها لتقاوم الأحمال الواقعة على البناء، وتشمل: العقدات، والجسور، والأعمدة، وجدران القص، والأدراج، والأساسات. و يحتوي المشروع العناصر التالية :

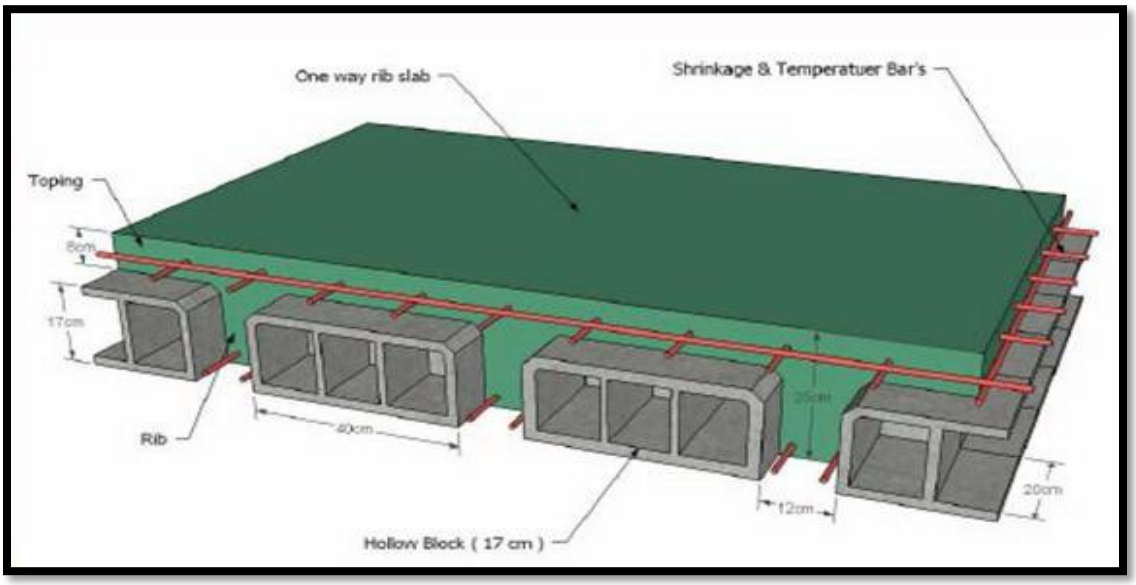
٣-٦-١ العقدات:

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

١. عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد (One way ribbed slab).
٢. عقدات العصب ذات الاتجاهين (Two way ribbed slab).
٣. العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد(One way solid slab).
٤. العقدات المصمتة ذات الاتجاهين (Tow way solid slab)
٥. Flat plate .

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

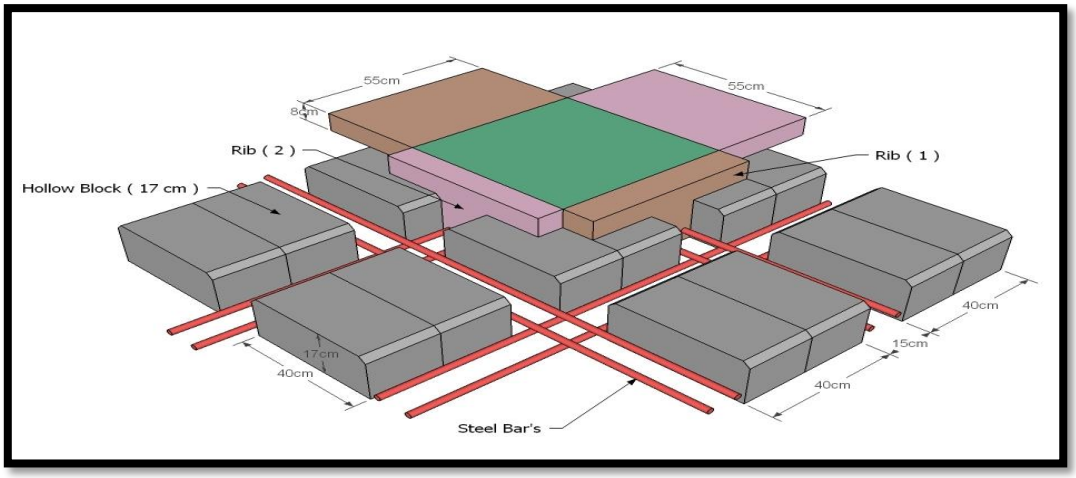
إحدى أشهر الطرق المستخدمة في تصميم العقدات في هذه البلاد وتتكون من صف من الطوب يليها العصب، ويكون التسليح باتجاه واحد كما هو مبين في الشكل (٣-٣).



الشكل (٣ – ٣) العقدات العصب ذات الاتجاه الواحد .

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

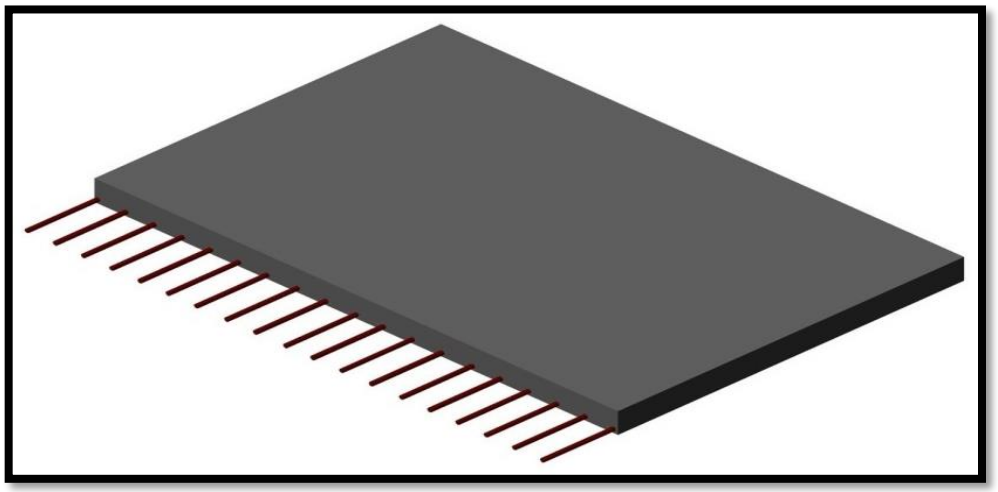
تشبه السابقة من حيث المكونات ولكنها تختلف من حيث كون التسليح باتجاهين ويتم توزيع الحمل في جميع الاتجاهات، ويراعى عند حساب وزنها طوبتين وعصب في الاتجاهين، كما يظهر في الشكل (٣-٤):



الشكل (٣ – ٤) العقدة ذات العصب باتجاهين .

٣-٦-١-٣ العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد (One way solid slab):

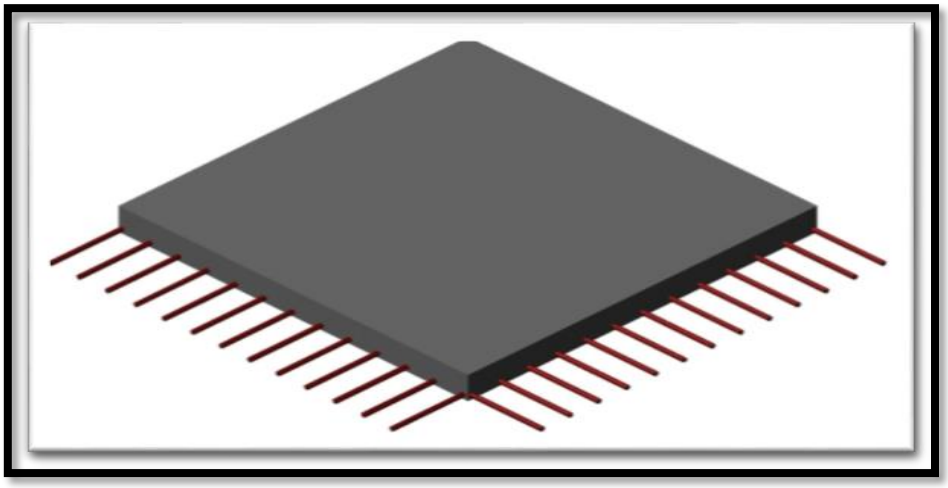
تستخدم في المناطق التي تتعرض كثيرا للأحمال الحية، كما في الشكل (٣-٥):-



الشكل (٣ - ٥) العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد .

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

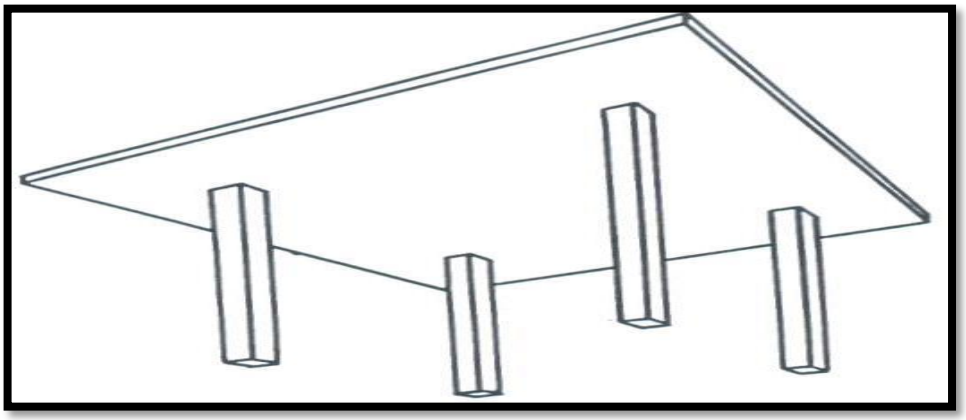
تستخدم في حال كانت الأحمال المؤثرة أكبر من المقدار الذي تستطيع العقدة المصمتة ذات الاتجاه الواحد مقاومتها، وعند ذلك يتم اللجوء إلى تصميم هذا النوع من العقدات وذلك لأنها تستطيع مقاومة الأحمال بشكل أكبر حيث يوزع التسليح الرئيسي فيها باتجاهين موضحه في الشكل (٣-٦).



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

٣-٦-١-٥ Flat plate:

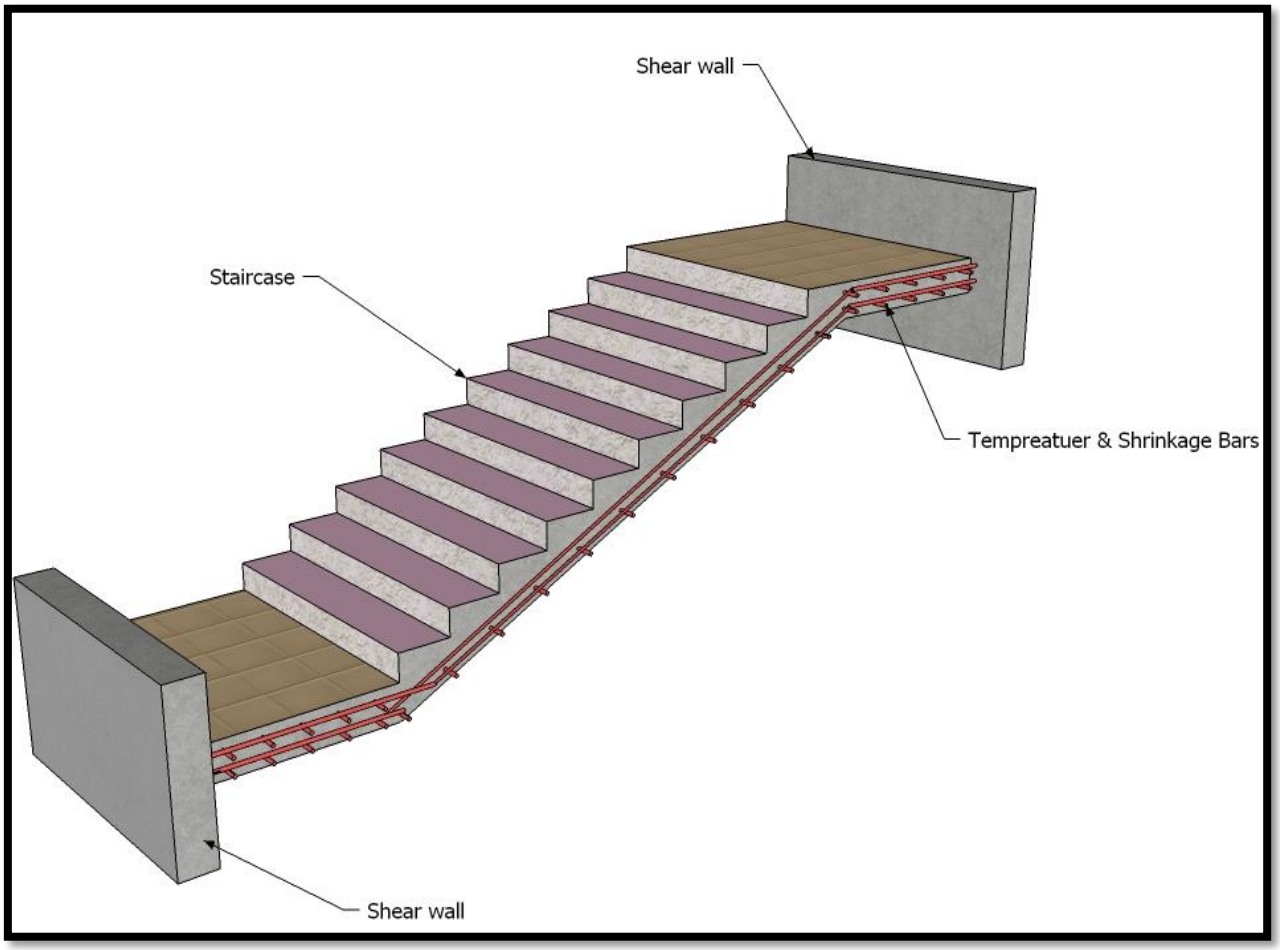
و تم استخدامها في حاله عدم الانتظام في توزيع الأعمدة.



الشكل (٣ – ٧) :- Flat Plate .

٣-٦-٢ الأدراج:

الأدراج عنصر معماري يوجد في المباني للانتقال بين مستويين في نفس الطابق أو بين عدد من طوابق المبنى ، الشكل (٣-٨).



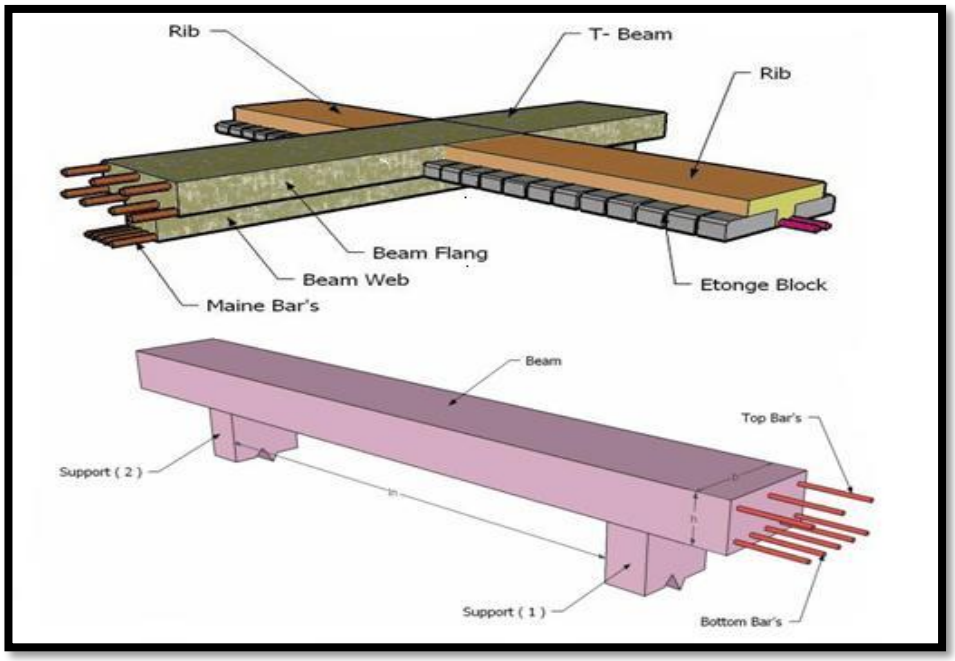
الشكل (٣ – ٨) :- الدرج .

٣-٦-٣ الجسور:-

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

١- جسور (Rectangular) .
٢- جسور (T-section) .
٣- جسور (L-section) .

ويكون التسليح بقضبان الحديد الأفقية لمقاومة العزم الواقع على الجسر، و بالكانات لمقاومة قوى القص والشكل (٣-٩) يبين أنواع الجسور التي استخدمت في المشروع.



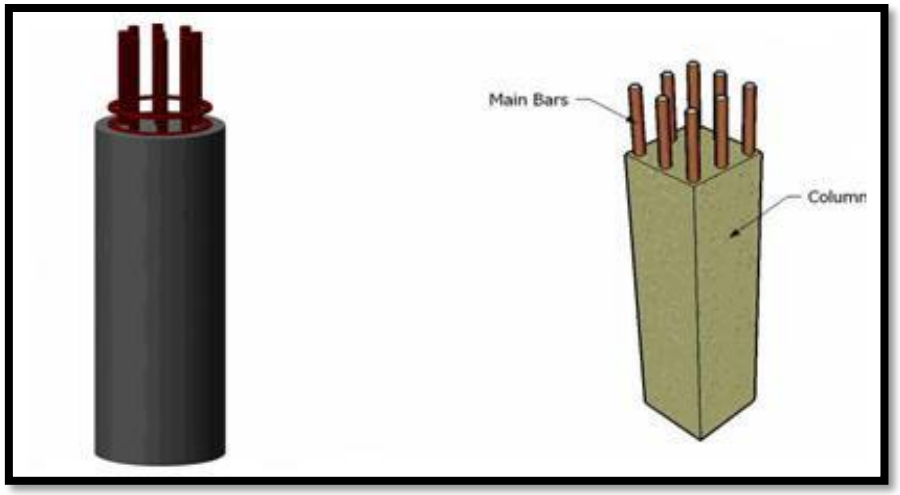
الشكل (٣ –٩) - أنواع الجسور.

٣-٦-٤ الأعمدة:

هي عنصر أساسي ورئيسي في المنشأ ، حيث تنتقل الأحمال من العقدة إلى الجسور ، وتنقلها الجسور بدورها إلى الأعمدة ، ثم إلى أساسات المبنى، لذلك فهي عنصر وسطي وأساسي، فيجب 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).

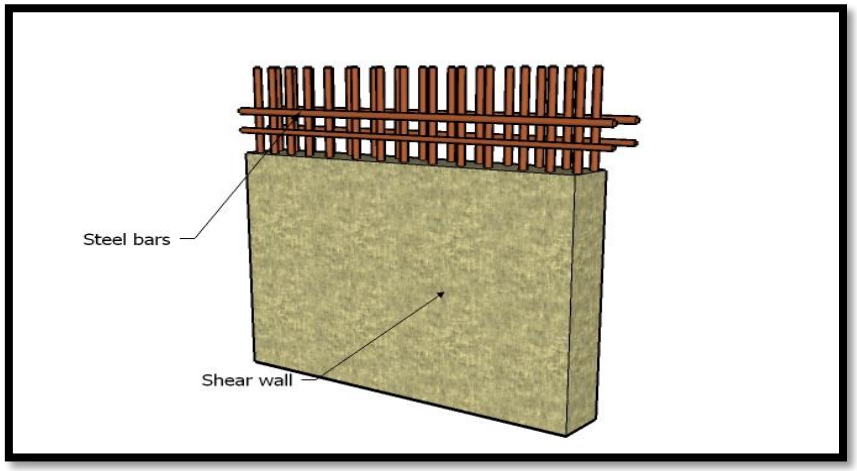
أما من حيث الشكل المعماري أو المقطع الهندسي فالمشروع يحتوي على ثلاثة أنواع من الأعمدة وهي المستطيلة والدائرية والمربعة كما في الشكل (٣-١٠).



الشكل (٣ – ١٠):- أنواع الأعمدة .

٣-٦-٥ جدران القص:

هي الجدران التي تحيط بيت الدرج، وجدران المصاعد، وأحيانا في بعض المناطق في المبنى حسب ما تقتضي الحاجة ، ووظيفة جدران القص مقاومة قوى القص الأفقية التي قد يتعرض لها المنشأ نتيجة لأحمال الزلازل والرياح إضافة إلى كونها جدران حاملة، ويراعى توفرها في اتجاهين متعامدين في المبنى لتوفير ثبات كامل للمبنى والشكل التالي يبين جدار قص مسلح الشكل (٣-١١).



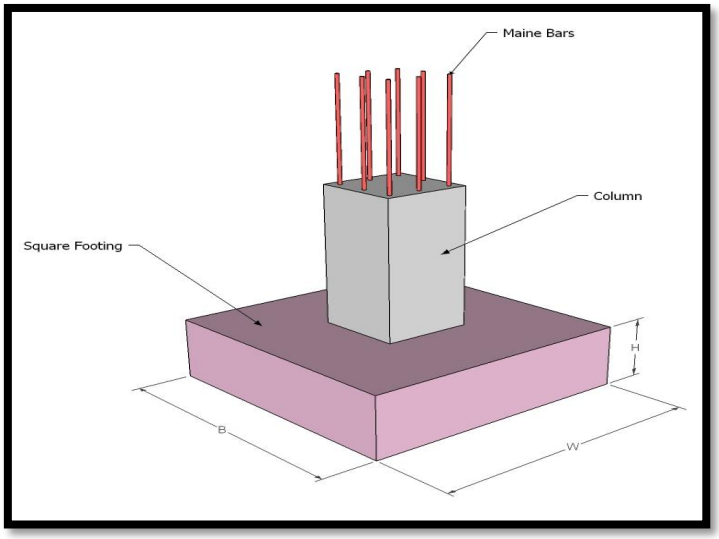
الشكل (٣-١١) جدار قص .

٣-٦-٦ الأساسات:

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 footing)
٢ - أساسات مزدوجة (Compound footing)
٣ - أساسات شريطية(Strip footing)

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



الشكل (٣ –١٢) أساس مفرد .

٣-٧ فواصل التمدد (Expansions Joints)

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

- من ٤٠ إل ٤٥ م في المناطق المعتدلة كما هو الحال في فلسطين .
- من ٣٠ إل ٣٥ م في المناطق الحارة .
- و يمكن زيادة هذه المسافات بشرط الأخذ بعين الاعتبار تأثير عوامل الانكماش و التمدد و الزحف .

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

٣-٨ برامج الحاسوب التي تم استخدامها:

١. AutoCAD (2014) for Drawings Structural and Architectural.
٢. Microsoft Office (2010) For Text Edition.
٣. Excel.
٤. Atir 12.
٥. Safe 2016 .
٦. Etabs 2016 .
٧. SAP 2000 .

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 (R1).

4-6 Design of One Way Solid Slab (S1).

4-7 Design of Beam (B,G59).

4-8 Design of Stair (Stair#4).

4-9 Design of Column (C,151).

4-10 Design of Shear Wall (SW,16).

4-11 Design of Footing (F11).

4.1 Introduction:

Many structures are built of reinforced concrete: bridges, buildings, retaining walls, tunnels, and others.

Reinforced concrete is logical union of two materials: plain concrete, which possesses high compressive strength but little tensile strength, and steel bars embedded in the concrete, which can provide the needed strength in tension.

Plain concrete is made by mixing cement, fine aggregate, coarse aggregate, water, and frequently admixtures.

Understanding of reinforced concrete behavior is still far from complete, building codes and specifications that give design procedures are continually changing to reflect latest knowledge.

Structural concrete can be classified into:

- Lightweight concrete with unit weight from about 1350 to 1850 kg/m^3.
- Normal weight concrete with unit weight from about 1800 to 2400 kg/m^3.
- Heavyweight concrete with unit weight from about 3200 to 5600 kg/m^3.

4-2 Design Method and Requirements

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

✓ Strength design method:-

In ultimate strength design method, the service loads are increased by factors to obtain the load at which failure is considered to be occurring.
This load called factored load or factored service load. The structure or structural element is then proportioned such that the strength is reached when factored load is acting. The computation of this strength takes into account the nonlinear stress-strain behavior of concrete.
The strength design method is expressed by the following,

Strength provided ≥ strength required to carry factored loads.

NOTE:-

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

- ✓ **Code:-**

ACI 2008

UBC

- ✓ **Material:-**

Concrete:-B300

$fc' = 30N/mm^2(MPa)$ 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)).

- ✓ **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:

Minimum Thickness of Non prestressed Beam or One-Way Slabs Unless Deflections are Calculated. **(ACI 318M-11)**.

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

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

For Rib :-

$h_{min}$for(one end continuous)=L/18.5=5.3/18.5=28.6cm

$h_{min}$for(both end continuous)=L/21=5.3/21=25.2cm

$h_{min}$for(cantilever)=L/8=1.26/8=15.8cm

Take h = 32 cm

24 cm block + 8 cm topping = 32cm

ForBeam :-

$h_{min}$for(one end continuous)=L/18.5=10.8/18.5=58.4cm

$h_{min}$for(both end continuous)=L/21=8.15/21=38.8cm

$h_{min}$for(Simply supported)=L/16=10.7/16=66.9cm

Take h =70cm

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.

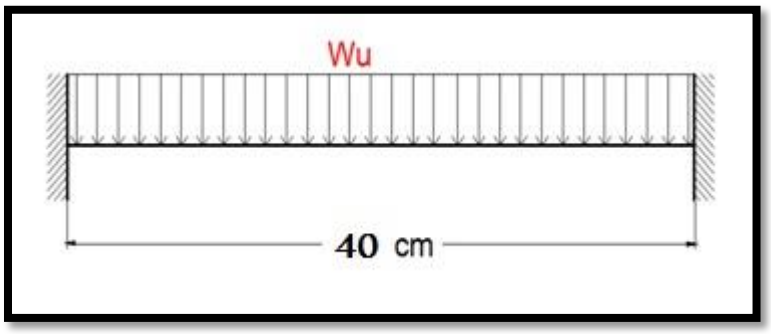


Fig 4.1: Topping Load.

✓ Load Calculations:-

Dead Load:-

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*16*1 = 1.12 KN/m	
4	Topping	0.08*25*1 = 2.0 KN/m	
5	Interior partitions	1*1=1 KN/m	
		Sum =	5.47KN/m

Live Load :-

L_L =5 KN/m^2

L_L =5 KN/m^2×1m=5KN/m

Factored Load :-

W_U = 1.2 ×5.47 + 1.6×5 =14.56KN/m

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

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

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

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

$M_u = \frac{W_u L^2}{12} = 0.194 KN.m$ (negative moment)

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

$øM_n >> M_u = 0.194\ KN.m$

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. $S = 380\left(\frac{280}{f_s}\right) - 2.5C = 380\left(\frac{280}{\frac{2}{3}420}\right) - 2.5 .20 = 330mm$ **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 (R1)

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

bw ≥ 10cm……**ACI(8.13.2)**

Select bw=15 cm

h ≤ 3.5*bw ……..…**ACI(8.13.2)**

Select h=32cm<3.5*15= 52.5 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 = 550mm

⇒ Bw= 150 mm

⇒ h= 320 mm

⇒ t= 80 mm

⇒ d=320-20-10-12/2= 284 mm

✓ Statically System and Dimensions:-

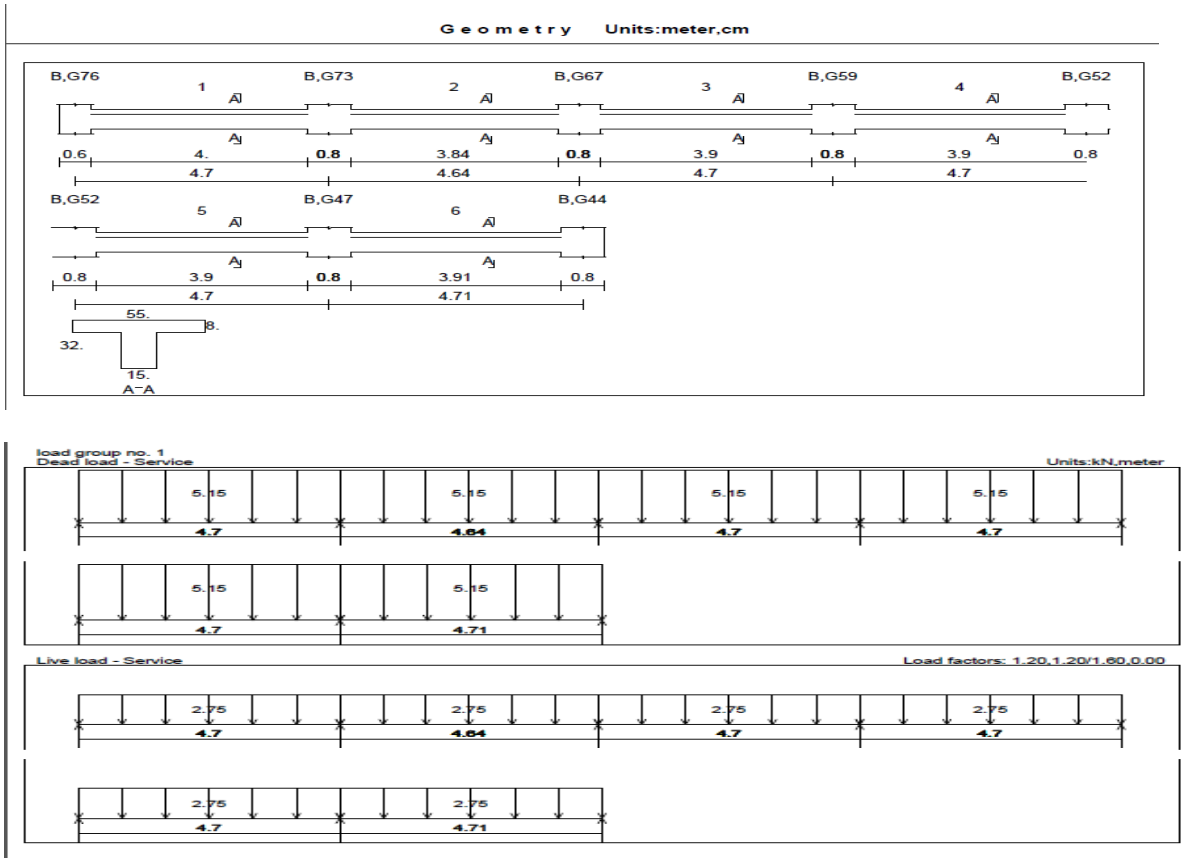


Fig 4.2: Statically System and Loads Distribution of Rib(R1).

✓ Load Calculation:-

Dead Load:-

Table (4.3): Dead Load Calculation of Rib(R1).

No.	Parts of Rib	Calculation
1	**Tiles**	0.03*23*0.55 = 0.38 KN/m/rib
2	**Mortar**	0.03*22*0.55 = 0.363 KN/m/rib
3	**Coarse Sand**	0.07*17*0.55 = 0.655 KN/m/rib
4	**Topping**	0.08*25*0.55 = 1.1 KN/m/rib
5	**RC. Rib**	0.24*25*0.15 = 0.9 KN/m/rib
6	**Hollow Block**	0.24*10*0.4 = 0.96 KN/m/rib
7	**plaster**	0.02*22*.55= 0.242 KN/m/rib
8	**partions**	1*0.55= 0.55 KN/m/rib
		Sum = 5.15 KN/m/rib

Dead Load /rib = 5.15 KN/m

Live Load:-

Live load = 5 KN/M^2

Live load /rib = 5 KN/m^2 × 0.55m = 2.75 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 = 384/ 4 =96cm

b_E = 15 + 16 t = 15 + 16 (8) = 143 cm

b_E = $b_e \leq$ center to center spacing between adjacent beams = 55 cm. ***Control***

b_E **For T-section = 55cm .**

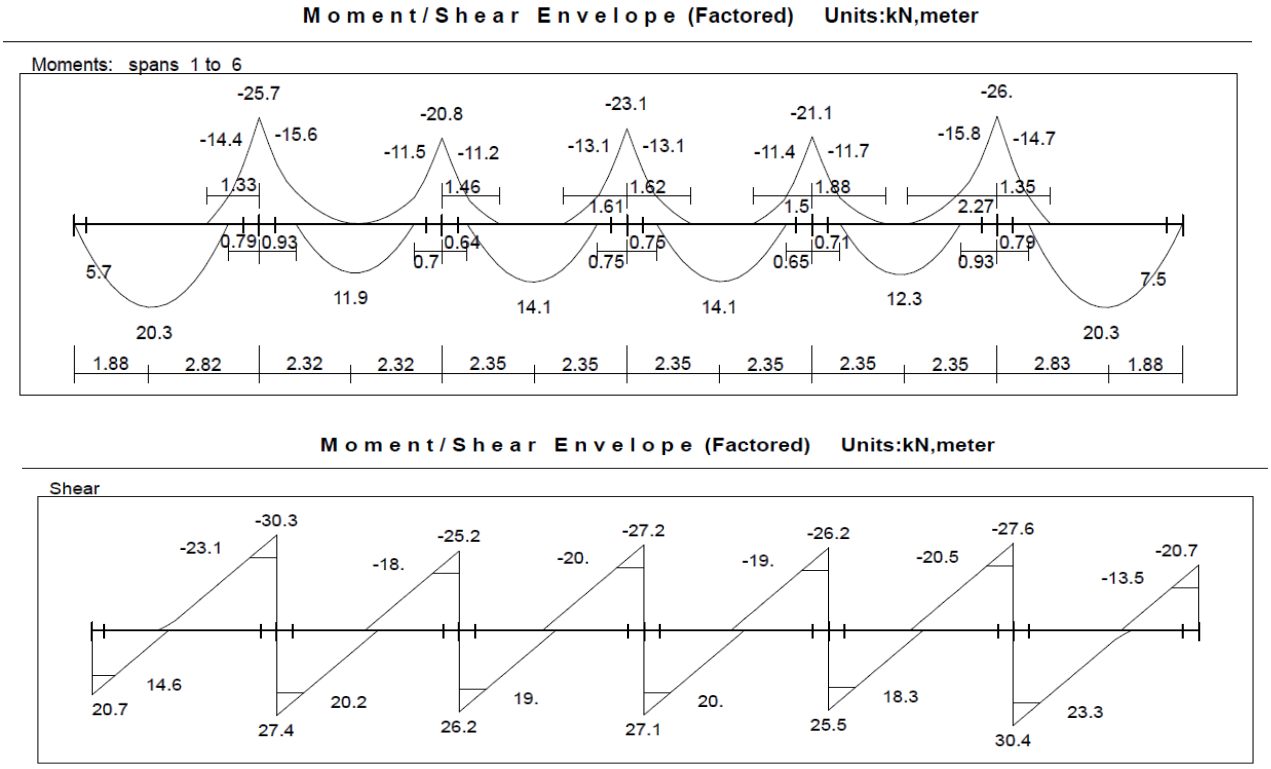


Fig 4.3: Shear and Moment Envelope Diagram of Rib (R1).

✓ Moment Design for (R 1):-

Design of Positive Moment for (Rib1):-(Mu=20.3KN.m)

Assume bar diameter ø 12 for main positive reinforcement

d =h- cover - $d_{stirrups} - \frac{d_b}{2} = 320 - 20 - 10 - \frac{12}{2} = 284\ mm$

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

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

$= 0.85 \times 24 \times 550 \times 80 \times \left(284 - \frac{80}{2}\right) \times 10^{-6} = 219$ KN. m

$M_n \gg \frac{M_u}{\varphi} = \frac{20.3}{0.9} = 22.55$KN.m , the section will be designed as rectangular section withb$_e$ =550 mm.

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{20.3\times10^6}{0.9\times550\times284^2} = 0.508\ Mpa$

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

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times20.6\times0.508}{420}}\right) = 0.001225$

$A_{s,req} = \rho.b.d = 0.001225 \times550\times284 = 191.35\ mm^2$

Check for As min:-

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

$A_s\ min = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(150)(284) = 124.2 mm^2$

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

$A_s\ min = \frac{1.4}{420}(150)(284) = 142 mm^2$ **controls**

$As_{req} = 191.35 mm^2 > As_{min} = 142\ mm^2$ **OK**

Use 2 ø 12 ,$A_{s,provided} = 226\ mm^2 > A_{s,required} = 191.35\ mm^2$ …. Ok

$S = \frac{150-40-20-(2\times12)}{1} = 66\ mm > d_b = 12 > 25\ mm$ ***OK***

Check for strain:-

a $= \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f_c'} = \frac{226\times420}{0.85\times550\times24} = 8.46\ mm$

x$= \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{8.46}{0.85} = 9.95\ mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{284\ -9.95}{9.95}\right) = 0..0826 > 0.005 \qquad \boldsymbol{0k}$$

Design of Negative Moment for(Rib1):- (Mu=-15.8KN.m)

Assume bar diameter ø 12 for main positive reinforcement

d =h- cover - $d_{stirrups} - \frac{d_b}{2} = 320 - 20 - 10 - \frac{12}{2} = 284\ mm$

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{15.8\times10^6}{0.9\times150\times284^2} = 1.45\ Mpa$

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

$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times20.6\times1.45}{420}}\right) = 0.00358$

$A_{s,req} = \rho.b.d = 0.00358\times150\times284 = 152.5\ mm^2$

Check for As min:-

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

$A\,s\ \min = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(150)(284) = 124.22mm^2$

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

$A\,s\ \min = \frac{1.4}{420}(150)(284) = 142mm^2$ **controls**

$As_{req} = 152.5mm^2 > As_{min} = 142\ mm^2$ **OK**

Use 2 ø 10 ,$A_{s,provided} = 157\ mm^2 > A_{s,required} = 152.5\ mm^2$… Ok

$S = \frac{150-40-20-(2\times10)}{1} = 70\ mm > d_b = 10 > 25\ mm$ **OK**

Check for strain:-

$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f'_c} = \frac{157\times420}{0.85\times150\times24} = 21.55\ mm$

$x = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{21.55}{0.85} = 25.35\ mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{284-25.35}{25.35}\right) = 0.030 > 0.005 \qquad \textbf{0}k$$

✓ Shear Design for (R 1):-

V_u at distance d from support= 23.3 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).**

$V_c = \frac{1.1}{6}\sqrt{f'_c}b_w d = \frac{1.1}{6}\sqrt{24}\ \times 150 \times 284 \times 10^{-3} = 38.26\ KN$

øV_c =0.75×38.26 =28.70 KN

0.5 ø V_c =0.5×28.70 =14.35 KN

0.5 ø V_c< V_u< ø V_c

Case (2) for shear design, minimum shear reinforcement is required ($A_{v,min}$), exception for Ribbed slab , No shear Reinforcement .

Use stirrups U-shape as montage (2 leg stirrups)ø8 @ 250 mm , A_v = 2 × 50.24 = 100.48 mm^2.

$A_v = \frac{2*50.3}{0.25} = 401.92\ mm^2/m_{strip}$

4.6 Design of One Way Solid Slab (S1).

✓ Material :-

⇒ concrete B300 $Fc' = 24\ N/mm^2$

,

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

✓ Slabs Thickness calculation:-

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

➔ from *ACI-318-08 table (9.5a)*

Min h (deflection requirement) ≥ :

- For simply supported one-way solid:

$$\frac{L}{20} = \frac{5.45}{20} = 0.2725 m$$

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

✓ Statically System and Dimensions:-

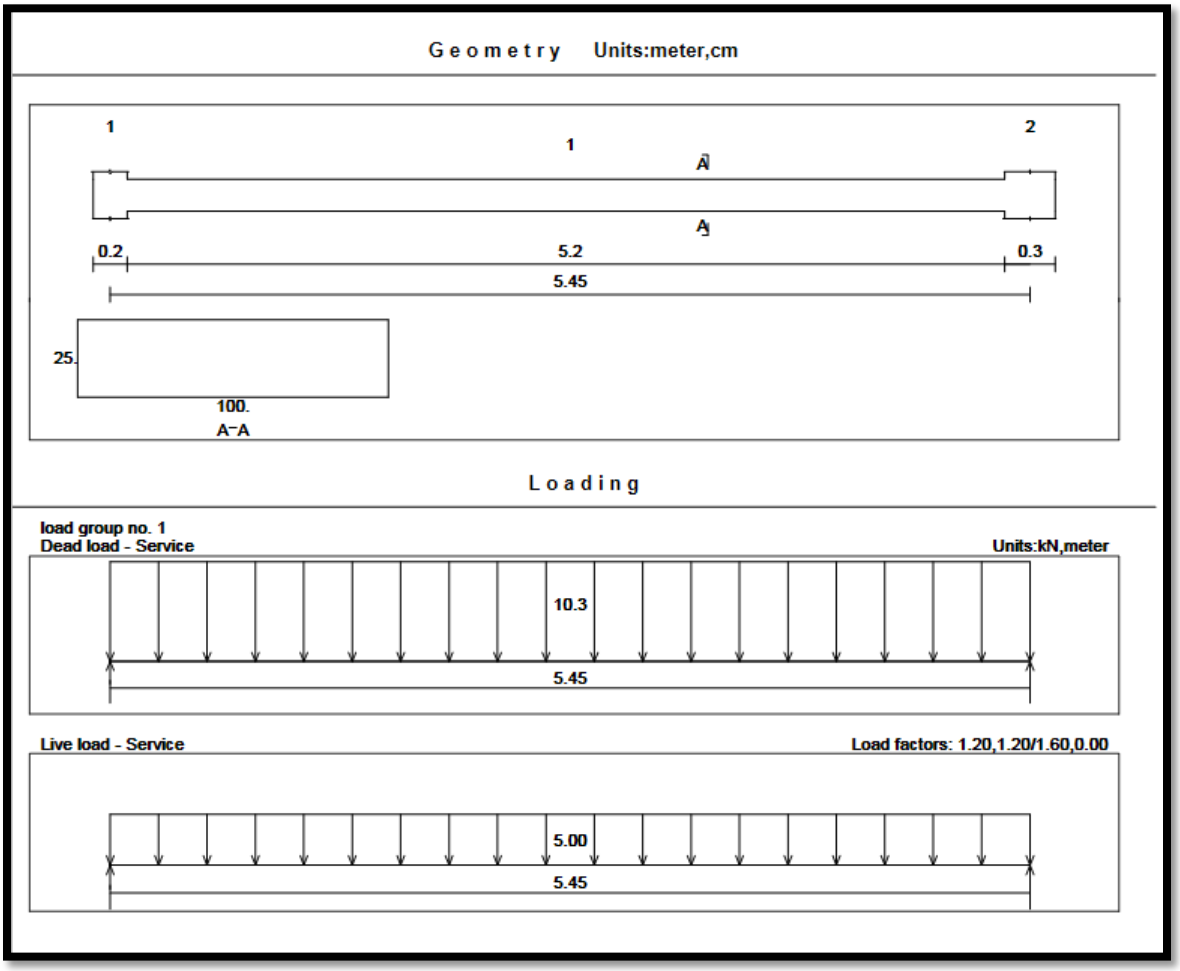


Fig 4.4: Statically System and Loads Distribution of Solid Slab(S1).

✓ Load Calculations:-

Dead Load:-

Table (4.4): Dead Load Calculation of Solid slab (S1) .

No.	Parts of Beam	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*16*1 = 1.12KN/m
5	**RC. Slab**	1*0.25*25 = 6.25 KN/m
7	**plaster**	0.03*22*1= 0.66 KN/m
8	**partions**	1*1= 1 KN/m
		Sum = 10.38 KN/m

Live Load:-

LL=5KN/m .

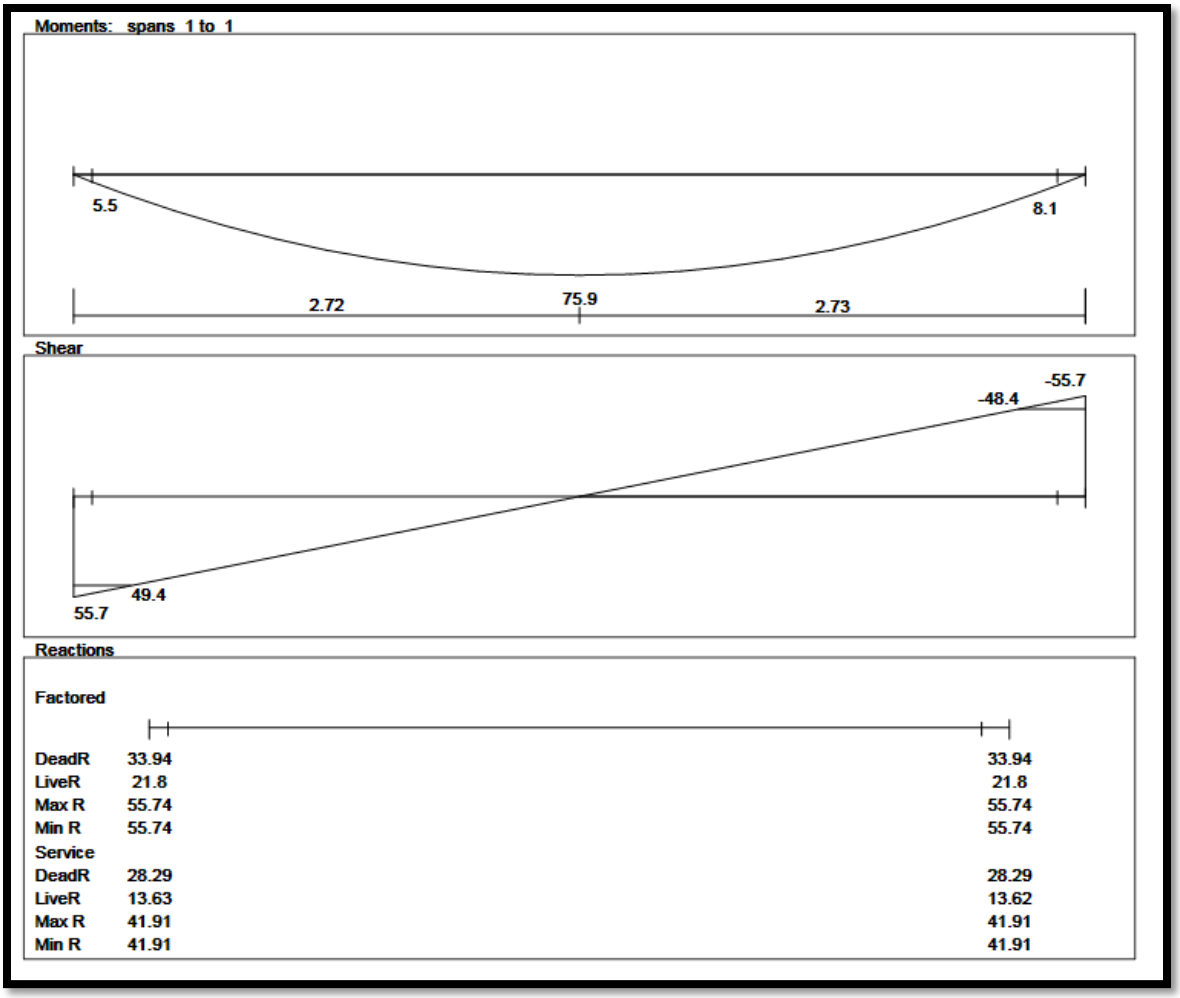


Fig 4.5: Shear and Moment Envelope Diagram of Solid Slab(S1).

✓ Design of slab:-

Assume bar diameter Ø10 for main reinforcement.

$$d = 250 - 20 - \frac{10}{2} = 225\ mm$$

- **For shear:**

check whether thickness is adequate for shear:

$V_{u,\max}$ = 49.4 KN/1m strip

$$\emptyset Vc = \frac{1}{6} * 0.75 * \sqrt{fc'} * bw * d$$

$$= \tfrac{1}{6} * 0.75 * \sqrt{24} * 1000 * 225 = 137.78 \text{ KN} \setminus 1\text{m strip}$$

$$\tfrac{1}{2}\emptyset Vc = \tfrac{1}{2} * 137.78 = 68.89 \text{ KN / 1m strip}$$

$$V_{u,max} \leq \frac{1}{2}\emptyset Vc - No\ shear\ reinforcment\ is\ required$$

- **For positive Moment:**

Mu = 75.9 KN.m /m

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

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

$$Rn = \frac{75.9 * 10^{-3} / 0.9}{1 * (0.225)^2} = 1.67 \text{ N/mm}^2 \text{ (Mpa)}$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.59}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.59)(1.67)}{420}}\right) = 0.00415 > \rho_{\min} = 0.0018 \quad \text{ok}$$

As = ρ * b * d = 0.00415* 1000 * 225= 933.75 mm²

Check Minimum Reinforcement A_s min...(ACI- 318M-08 – (10.5.1))

$$As\ min = \rho_{\min} * b * h = 0.0018 * 1000 * 250 = 450 mm^2 \quad \text{(control)}$$

As > As min

Asmin =450 mm2 < As req =933.75 mm2 .OK .

$\Rightarrow$ Use Φ12 / 10 cm , As prov = 1130.4 mm2/m

step (s) is the smallest of :-

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

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

$\leq 300 \left(\frac{280}{fs}\right) = 300 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3} f_y}\right) = 300 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3} * 420}\right) = 300$ mm (control)

$\leq 3 * h = 3 * 250 = 750$ m

≤ 450 mm.

$S = 100$ mm $\leq$ Smax $= 300\ mm$

∴Use Φ12 @ 10 cm in main directions.

Temperature and Shrinkage :

$\rightarrow \rho = 0.0018$

$A_{s\ min} = \rho_{min} * b * h = 0.0018 * 1000 * 250 = 450 mm^2$ (control)

Use Φ12 @ 250 mm

4.7 Design of Beam (B,G59)

✓ Material :-

⇒ concrete B300 Fc' = 24 N/mm^2

,

⇒ Reinforcement Steel fy = 420 N/mm^2

✓ Section :-

⇒ B = 80cm

⇒ h=70 cm

⇒ d=700-40-10-20/2= 640 mm

✓ Statically System and Dimensions:-

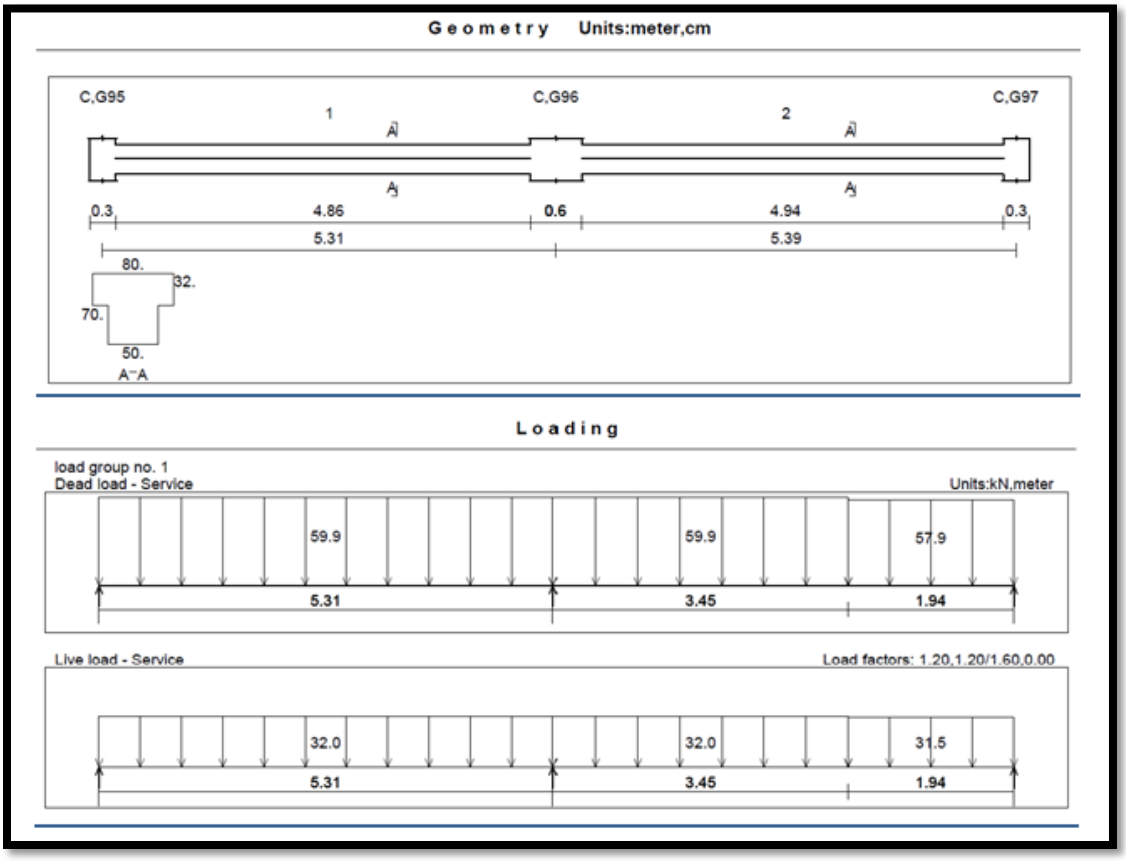


Fig 4.6: Statically System and Loads Distribution of Beam (B,G59).

✓ Load Calculations:-

Dead Load Calculations for Beam(B,G59):-

The distributed Dead and Live loads acting upon (B,G59) can be defined from the support reactions of the R1 and R2.

Dead Load:-

Table (4.5): Dead Load Calculation of Beam(B,G59).

No.	Parts of Beam	Calculation
1	**Tiles**	0.03*23*0.8 = 0.55 KN/m
2	**Mortar**	0.03*22*0.8 = 0.53 KN/m
3	**Coarse Sand**	0.07*16*0.8 = 0.89KN/m
5	**RC. Beam**	((0.32*0.8)+(0.38*0.5))*25 = 11.15 KN/m
7	**plaster**	0.03*22*1.56= 1.03 KN/m
8	**partions**	1*0.8= 0.8KN/m
		Sum = 14.95 KN/m

From Rib1

The maximum support reaction from Dead Loads for R1 upon B,G59 is24.73 KN,
The distributed Dead Load from the R1 on B,G59.
DL =(24.73/ 0.55) = 44.96 KN / m

Self weight of beam = 14.95 KN / m
DL =44.96+14.95 =59.91KN / m

From Rib2

The maximum support reaction from Dead Loads for R2 upon B,G59 is23.65KN,
The distributed Dead Load from the R2 on B,G59
DL =(23.65/ 0.55) = 43 KN / m

Self weight of beam = 14.95 KN / m

DL = 43+14.95 = 57.95 KN /m

Live Load calculations for Beam (B.G59):-

From Rib1

The maximum support reaction from Live Loads for R1 upon B,G59 is 15.41KN The distributed Live Load from the Rib 1 on B,G59.

LL =15.4/ 0.55= 28.01 KN/m.

Nominal Total live load = 5 * 0.8 = 4 KN/m

Total LL =28.01+4=32.01KN/m

from Rib2

The maximum support reaction from Live Loads for R2 upon B,G59 is 15.12Kn The distributed Live Load from the Rib2 on B,G59.

LL =15.12/ 0.55= 27.5 KN/m.

Nominal Total live load = 5 * 0.8 = 4 KN/m

Total LL =27.5+4=31.5KN/m

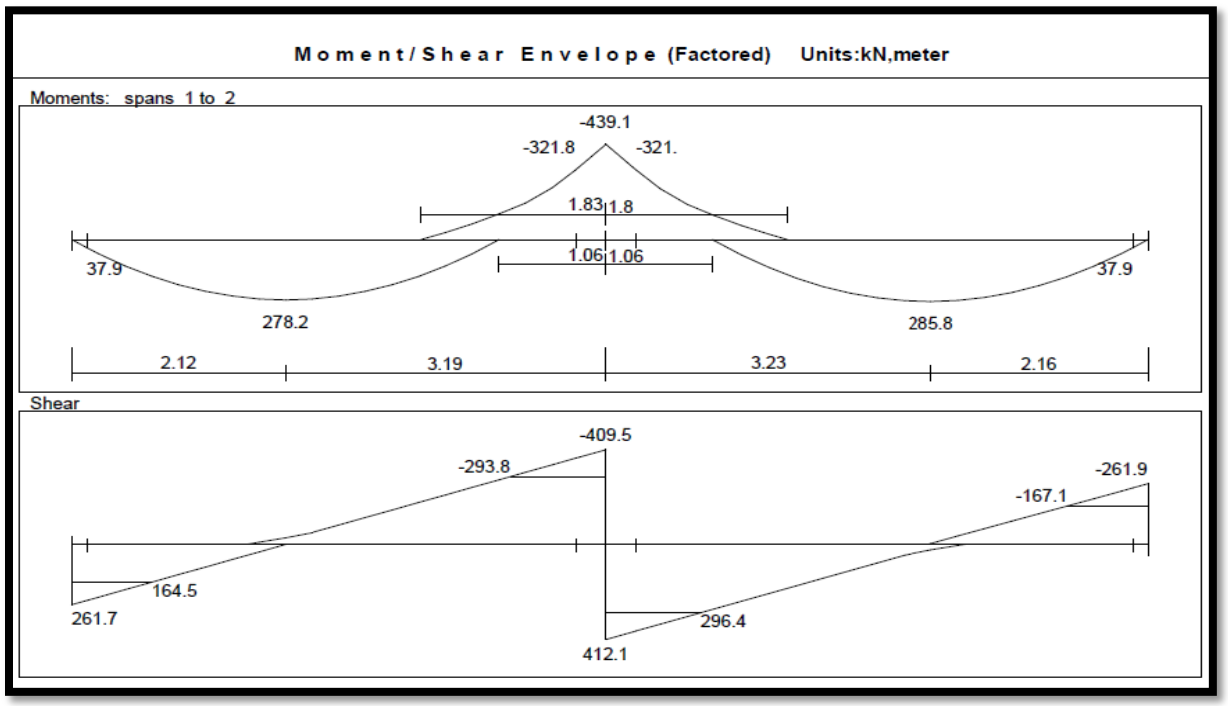


Fig 4.7: Shear and Moment Envelope Diagram of Beam (B,G59).

✓ Moment Design for (B,G59):-

Flexural Design of Positive Moment for(B,G59):-(Mu=285.8KN.m)

Determine of $M_{n,max}$

d =700 – 40 -10 – 20\2 = 640 mm

$$x = \frac{3}{7}d = \frac{3}{7} * 640 = 274.28\ mm$$

$$a = \mathcal{B}.x = 124.7 * 0.85 = 233.14\ mm$$

Mn_{max}= 0.85∗ f'_c ∗a *b(d - $\frac{a}{2}$) = 0.85*24*233.14*800*(640-233.14/2) *10^{-6}= 1991.57KN.m

∅ Mn_{max} = 0.82* 1991.57 = 1633.08KN.m >285.8KN.m .

Design as singly reinforcement

$$Rn = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{285.8 \times 10^6}{0.9 \times 800 \times 640^2} = 0.969Mpa$$

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

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.969}{420}}\right) = 0.00236$$

$A_s = \rho.b.d = 0.00236 \times 800 \times 640 = 1208.32\ mm^2$

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

$$As_{min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) = \frac{\sqrt{24}}{4 * 420} * 500 * 640 = 933.14\ mm^2$$

$$As_{min} = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d) = \frac{1.4}{420} * 500 * 640 = 1066.67\ mm^2$$ **Controls**

A_s= 1208.32 mm^2

Use 4ø 20 Bottom, $A_{s,provided}$= 1256 mm^2>$A_{s,required}$= 1208.32mm^2… Ok

Check spacing :-

$$S = \frac{800-40*2-20-(4\times20)}{4} = 155\ mm > d_b = 20 > 25\ mm \quad \boldsymbol{OK}$$

Check for strain:-

$$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f_c'} = \frac{1256\times420}{0.85\times800\times24} = 32.32\ mm$$

$$x = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{32.32}{0.85} = 38.02\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{640-38.02}{38.02}\right) = 0.0475 > 0.005 \qquad \boldsymbol{0k}$$

Flexural Design of Positive Moment for(B,G59):-(Mu=278.2KN.m)

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{278.2\times10^6}{0.9\times800\times640^2} = 0.943Mpa.$$

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

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times20.6\times0.943}{420}}\right) = 0.00229$$

$A_s = \rho.b.d = 0.00229\times800\times640 = 1172.48\ mm^2$.

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

$$As_{min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) = \frac{\sqrt{24}}{4*420}*500*640 = 933.14\ mm^2$$

$$As_{min} = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d) = \frac{1.4}{420}*500*640 = 1066.7\ mm^2$$ **Controls**

$A_s = 1172.48\ mm^2$

Use 4ø20Bottom, $A_{s,provided}$= 1256 mm^2>$A_{s,required}$= 1172.48 mm^2 … Ok

Check spacing :-

$S = \frac{700-40*2-20-(4*20)}{4} = 155mm > d_b = 20 > 25$ ***OK***

Check for strain:-

$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f_c'} = \frac{1256\times420}{0.85\times800\times24} = 32.32\ mm$

$x = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{32.32}{0.85} = 38\ mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{640-38}{38}\right) = 0.0475 > 0.005 \qquad \boldsymbol{0k}$$

Flexural Design of Negative Moment for(B,G59):-(Mu=321.8KN.m)

$$Rn = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{321.8\times10^6}{0.9\times800\times640^2} = 1.09\ Mpa$$

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

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times20.6\times1.09}{420}}\right) = 0.00266$$

$A_s = \rho.b.d = 0.00266\times800\times640 = 1361.92mm^2$

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

$As_{min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) = \frac{\sqrt{24}}{4*420}*500*640 = 933.14\ mm^2$

$As_{min} = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d) = \frac{1.4}{420}*500*640 = 1066.7\ mm^2$**Controls**

$A_s = 1361.92mm^2$**Controls**

Use5ø 20 ,$A_{s,provided}$= 1570 mm^2>$A_{s,required}$= 1361.92… Ok

Check spacing :-

$S = \frac{800-40*2-20-(5*20)}{4} = 150\ mm > d_b = 20 > 25$ ***OK***

Check for strain:-

$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f_c'} = \frac{1570\times420}{0.85\times800\times24} = 40.4\ mm$

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

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{640-47.53}{47.53}\right) = 0.0374 > 0.005 \qquad \boldsymbol{0k}$$

✓ Shear Design for (B ,G59):-

1. **Case 3 :-**

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

Use stirrups (2 leg stirrups) ø10/ 250 mm , $A_v = 2 \times 79 = 157\ mm^2$

V_u = 296.4 KN

$V_c = \frac{1}{6}\sqrt{fc'}b_w\ d = = \ \frac{1}{6}\sqrt{24} * 500 * 640 = 261.28$ KN

Φ V_c= 0.75*261.28 =195.96 KN

Φ Vsmin≥ 0.75 $(\frac{1}{3})$ * bw * d =0 .75* $(\frac{1}{3})$*500*640*10^{-3} = 80 KN **Controls**

Φ Vsmin $\geq 0.75\ (\frac{\sqrt{fc'}}{16})$ * bw * d = $0.75*(\frac{\sqrt{24}}{16})$ * 500 * 640*10^{-3} = 73.48 KN

Φ Vc<Vu ≤ Φ Vc + Φ Vsmin

195.96<296.4 ≤ 275.96…… not satisfied

Cases 1&2&3 is not suitable

Case 4 :-

$v_{s'} = \frac{1}{3}\sqrt{fc'}b_w\ d = \frac{1}{3}\sqrt{24} * 500 * 640$ = 522.55KN

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

0.75(261.28+ 106.67)<296.4< 0.75(261.28 + 522.55)

275.9<296.4<587.87

shear reinforcement are required

Use 2 leg Φ 10

As =157 mm^2

$V_s = V_n - V_c = \frac{296.4}{0.75} - 261.28 = 133.92KN$

$$S = \frac{A_v f_{yt}\ d}{v_s} = \frac{157 * 420 * 640}{133.92 * 1000} = 315.13\ mm$$

$$s_{max} \leq \frac{d}{2} = \frac{640}{2} = 320\ mm \qquad \boldsymbol{control}$$

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

Use 2 leg Φ 10 @250mm

4-8 Design of Stair (Stair#4)

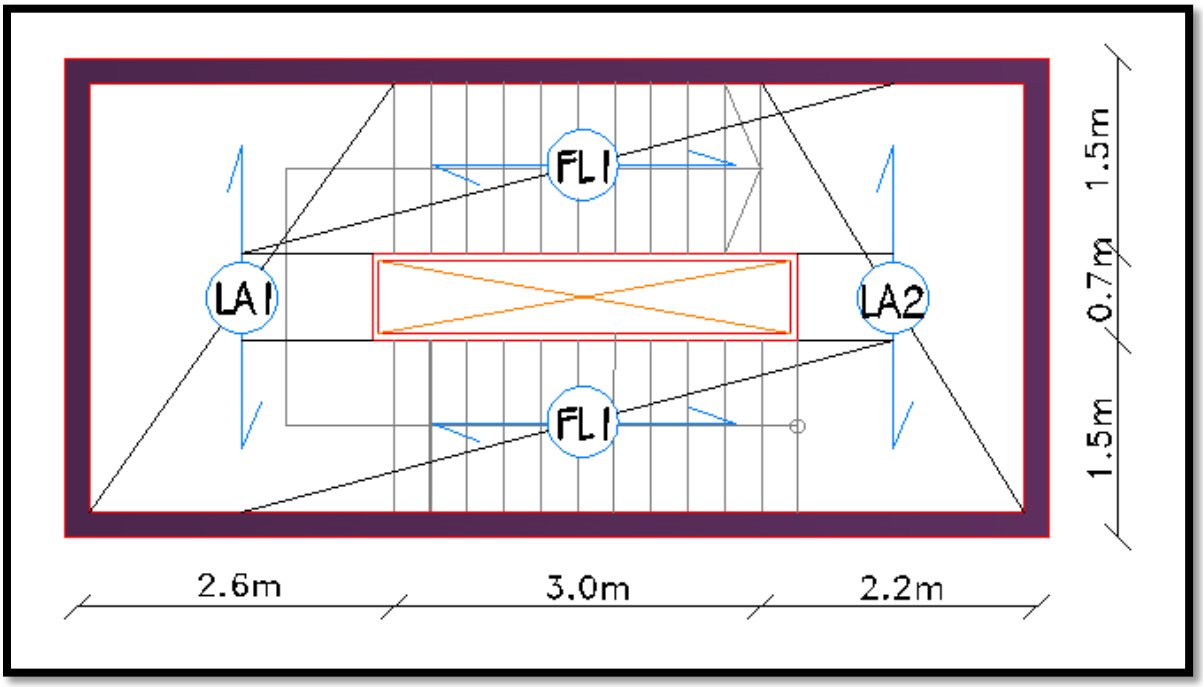


Fig 4.8: Stair Plan.

✓ **Material :-**

⇒ concrete B300 $Fc' = 24\ N/mm^2$

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

1- Design of Flight :-

✓ Determination of Thickness:-

$h_{min} = L/20$

$h_{min} = 3.0/20 = 15\ cm$

Take h = 20 cm

The Stair Slope by $\theta = \tan^{-1}(15 / 30) = 26.5^{o}$

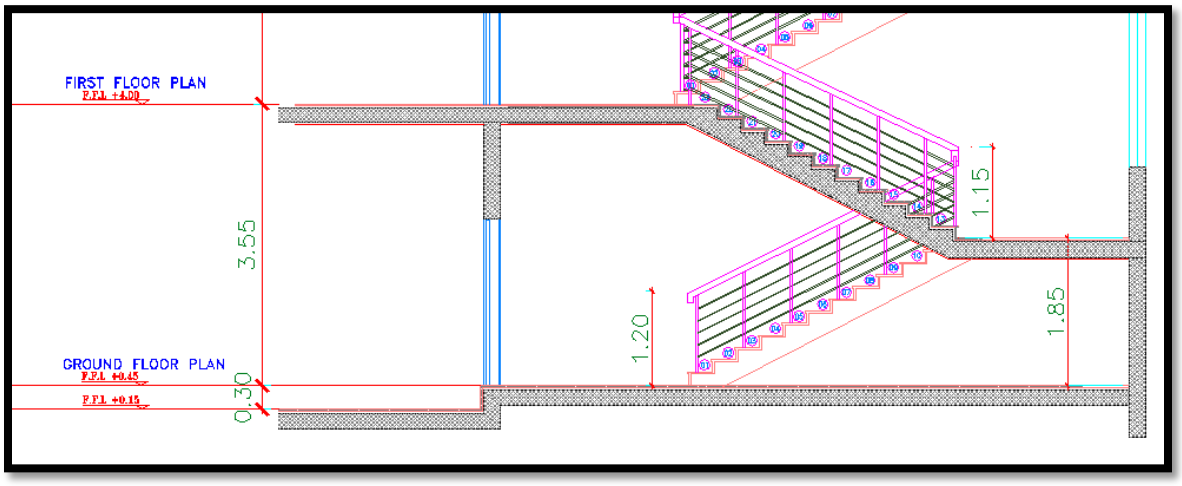


Fig 4.9 : Stair Section.

Dead Load For Flight For 1m Strip:-

Table (4.6): Dead Load Calculation of Flight.

No.	Parts of Flight	Calculation
1	**Tiles**	23*0.03*1*((0.3+0.2)/0.3) = 1.15KN/m
2	**Mortar**	22*0.03*1*((0.3+0.2)/0.3) = 1.1KN/m
3	**Stair**	25*0.5*0.2*1 = 2.5KN/m
4	**R.C**	25*0.2*1 / cos26.5 o = 5.59KN/m
5	**Plaster**	22*0.02*1 / cos26.5o = 0.49KN/m
		Sum = 10.83KN/m

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

✓ System of Flight:-

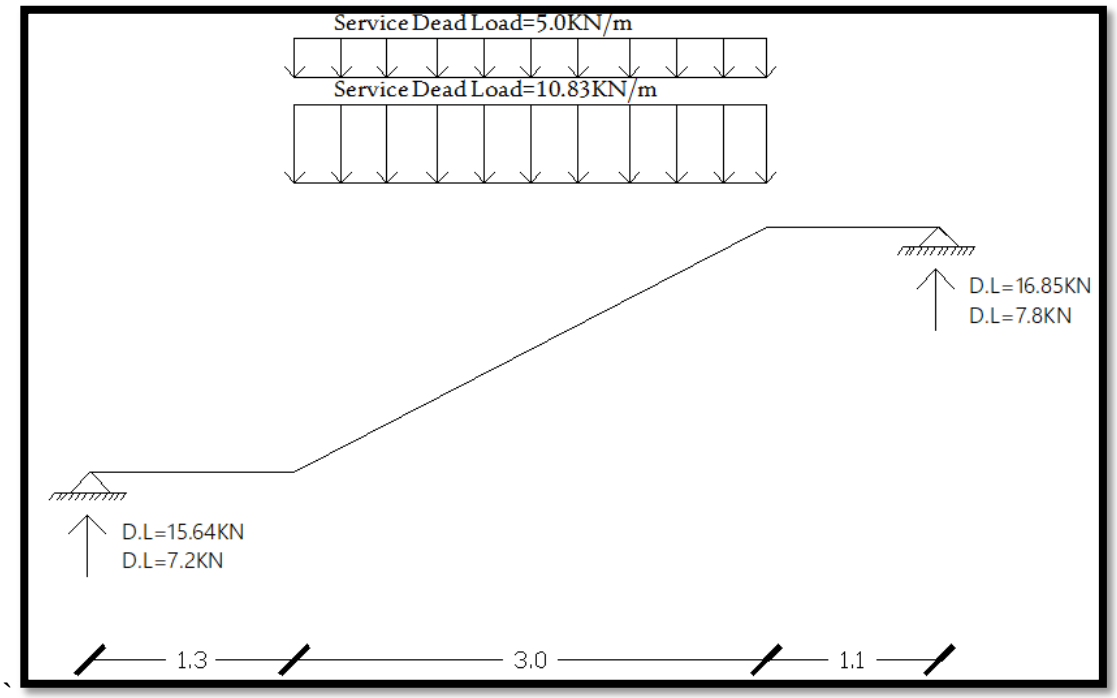


Fig 4.10: Statically System and Loads Distribution of Flight.

Factored Load For Flight :-

$W_U = 1.2 \times 10.83 + 1.6 \times 5 = 21KN/m$

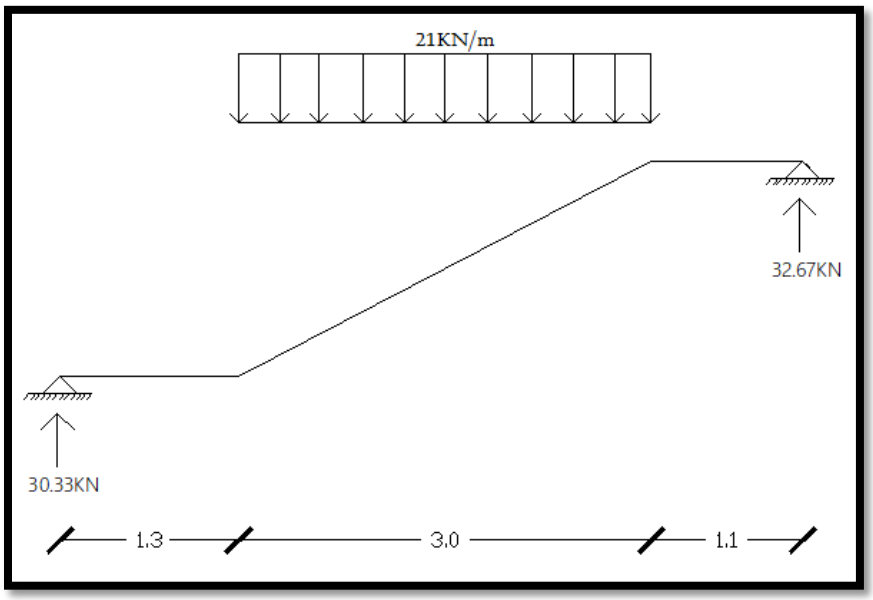


Fig 4.11: Statically System and Loads Distribution of Flight.

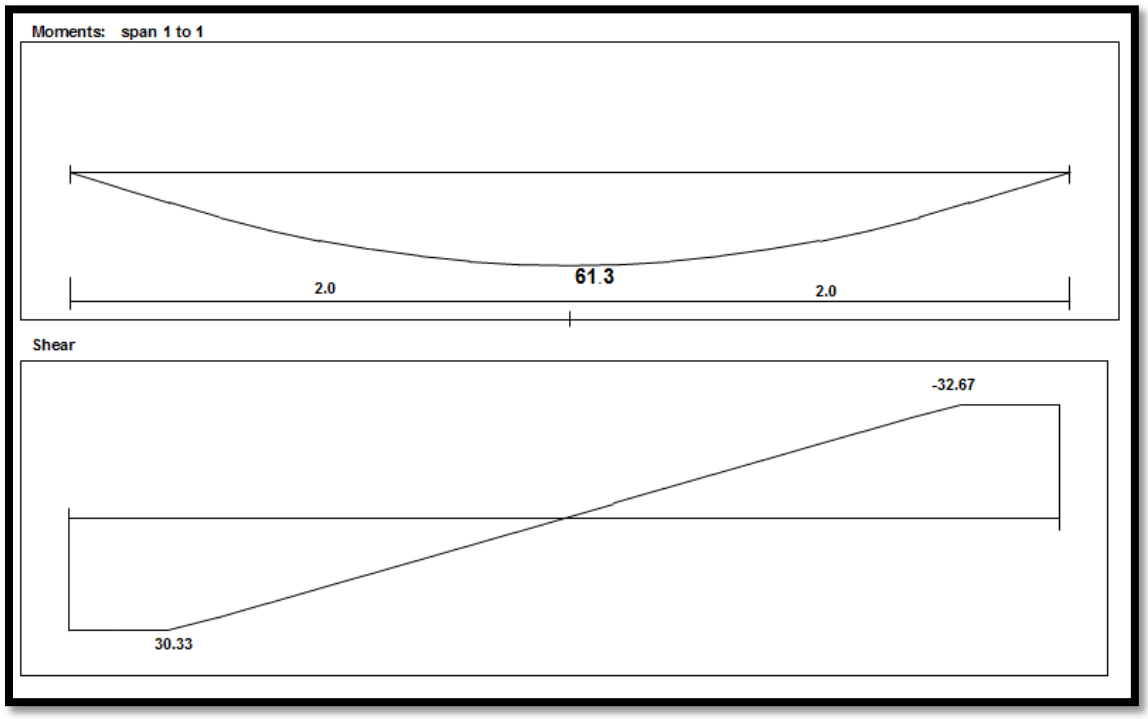


Fig 4.12: Shear and Moment Envelope Diagram of Flight.

✓ Design of Shear for Flight :- (Vu=32.67 KN)

Assume bar diameter ø 14 for main reinforcement

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

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

$\Phi\ V_c = 0.75 * 141.25 = 105.94$ KN > Vu = 32.67KN**…… No shear reinforcement are required**

✓ Design of Bending Moment for Flight :- (Mu=61.3 KN.m)

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{61.3\times10^6}{0.9\times1000\times173^2} = 2.27\ Mpa$

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

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 2.27}{420}}\right) = 0.00574$

$A_{s,req} = \rho.b.d = 0.00574 \times 1000 \times 173 = 993.02\ mm^2/m$

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

$As_{req} = 993.02\ mm^2 > A_{s,min} = 360\ mm^2/m$

Check for Spacing :-

S = 3h = 3*200 = 600 mm

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

S = 450 mm

S = 330 mm **…… is control**

Use ø12 @ 100 mm , $A_{s,provided}$= 1130 mm^2 > $A_{s,required}$ = 993.02 mm^2… Ok

Check for strain:-

$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85 b\ f_c'} = \frac{1130 \times 420}{0.85 \times 1000 \times 24} = 23.26\ mm$

$c = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{23.26}{0.85} = 27.36\ mm$

$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d - c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{173 - 27.36}{27.36}\right) = 0.016 > 0.005$ ……**0k**

✓ Lateral or Secondary Reinforcement For Flight :-

$A_{s,req} = A_{s,min} = 0.0018*1000*220 = 360\ mm^2$

Use ø10@ 200 mm ,$A_{s,provided}$= 395 mm^2>$A_{s,required}$= 360mm^2… Ok

2- Design of Middle Landing :-

✓ Determination of Thickness:-

h_{min} = L/20

h_{min} = 3.70 /20 = 18.5 cm

Take h = 25 cm

✓ Load Calculation:-

Dead Load For (LA1) Landing For 1m Strip:-

Table (4.7): Dead Load Calculation of Middle Landing.

No.	Parts of Landing	Calculation
1	**Tiles**	**23*0.03*1= 0.69KN/m**
2	**Mortar**	**22*0.03*1= 0.66KN/m**
4	**R.C**	**25*0.25*1= 6.25KN/m**
5	**Plaster**	**22*0.02*1= 0.44KN/m**
		Sum = 8.04KN/m

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

Factored Load For Landing :-

$W_U = 1.2 \times 8.04 + 1.6 \times 5 = 17.65 KN/m$

Factored Load From Flight :-

$$W_{LA1} = \frac{W_{FL1}}{L} = \frac{30.33}{1.5} = 20.22\ KN/m$$

✓ **System of Landing:-**

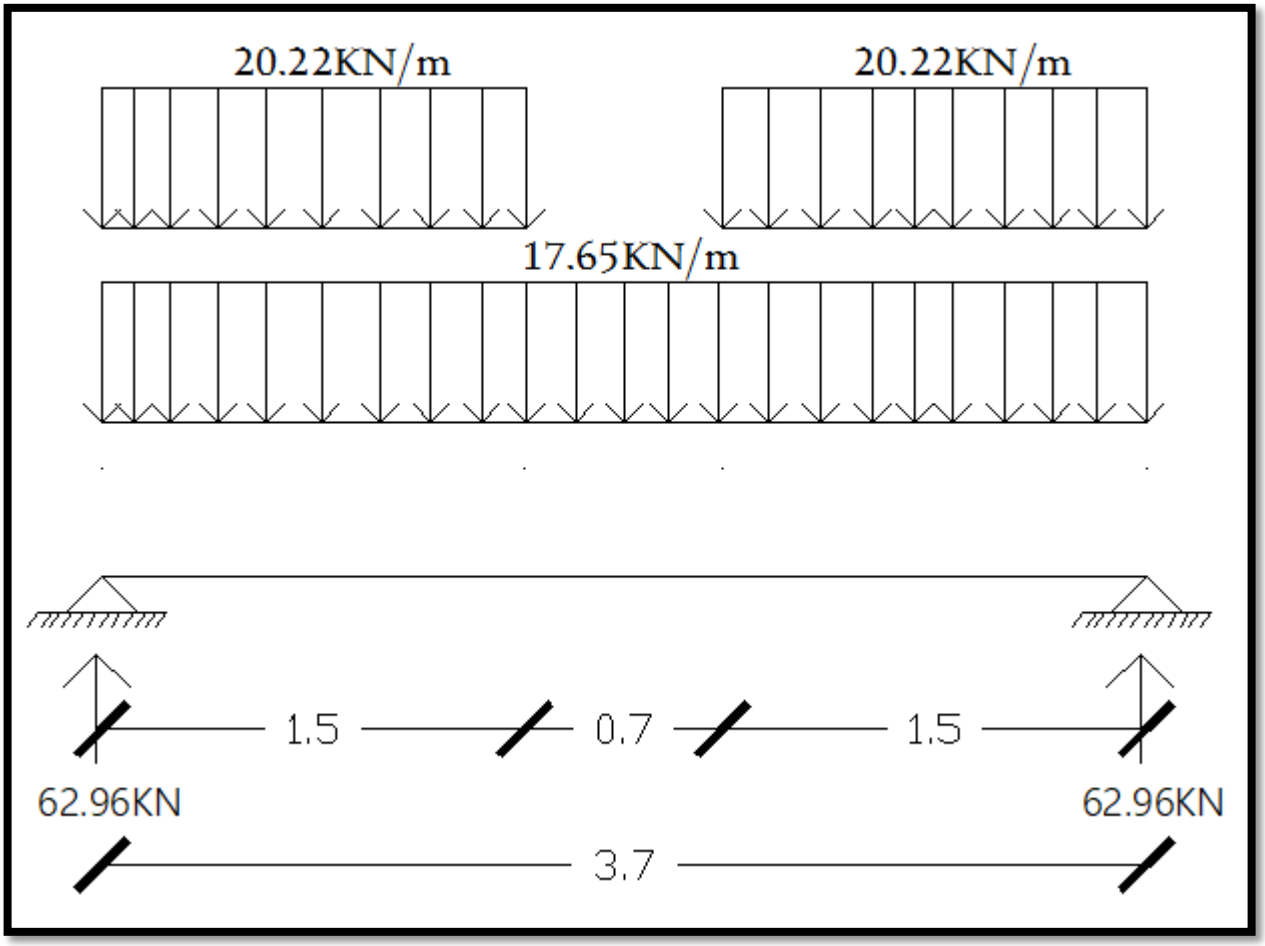


Fig 4.13: Statically System and Loads Distribution 0f Middle Landing.

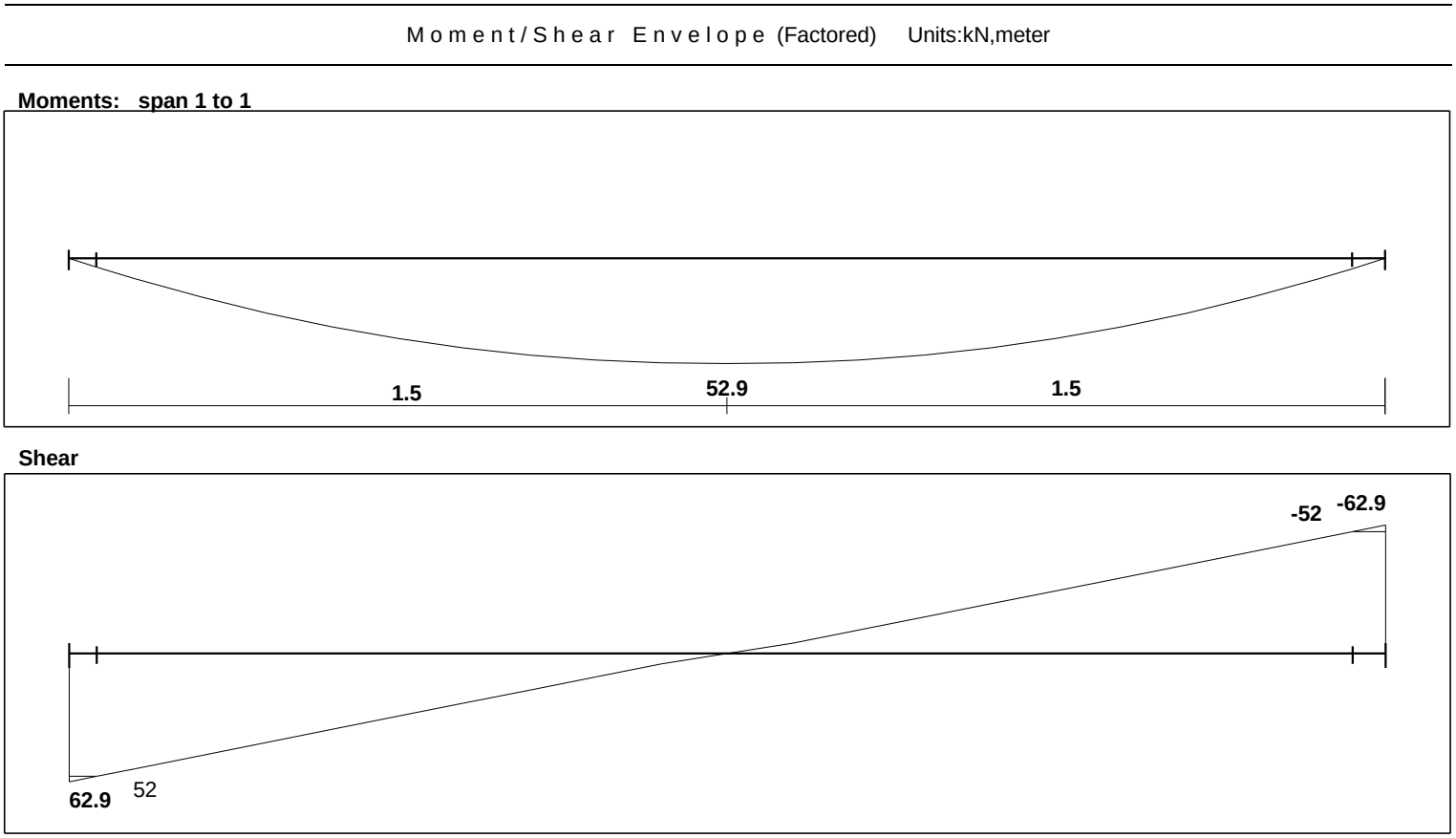


Fig 4.14: Shear and Moment Envelope Diagram of Middle Landing.

✓ Design of Shear:- (Vu=52KN)

Assume bar diameter ø 14 for main reinforcement

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

$V_c = \frac{1}{6}\sqrt{fc'}b_w\ d = = \ \frac{1}{6}\sqrt{24} * 1000 * 223 = 182.1$ KN

Φ* V_c = 0.75* 182.1 = 136.6Kn> Vu = 52KN**….. No shear reinforcement are required**

✓ Design of Bending Moment :- (Mu=52.9KN.m)

Assume bar diameter ø 14 for main reinforcement

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

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{52.9\times10^6}{0.9\times1000\times223^2} = 1.18\ Mpa$

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

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times20.6\times1.18}{420}}\right) = 0.00289$

$A_{s,req}$ = ρ.b.d = 0.00289×1000×223 = 644.47 mm^2

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

$A_{s,req}$ = 644.47 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 ø12@150 mm ,$A_{s,provided}$= 753 mm^2>$A_{s,required}$= 644.47 mm^2… Ok

Check for strain:-

$a = \frac{A_s.f_y}{0.85b\ f_c'} = \frac{770\times420}{0.85\times1000\times24} = 15.85\ mm$

$c = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{15.85}{0.85} = 18.64\ mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{223-18.64}{18.64}\right) = 0.033 > 0.005\ \ldots\ldots \boldsymbol{0k}$$

Lateral or Secondary Reinforcement For Landing:-

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

Use ø8 @ 100 mm ,$A_{s,provided} = 502.4\ mm^2 > A_{s,required} = 450\ mm^2$… Ok

3- Design of Main Landing:-

✓ Determination of Thickness:-

$h_{min} = L/20$

$h_{min} = 3.20/20 = 16\ cm$

Take h = 32 cm

✓ Load Calculation:-

Dead Load For middle Landing For 1m Strip:-

Table (4.8): Dead Load Calculation of Main Landing.

No.	Parts of Landing	Calculation
1	**Tiles**	23*0.03*1= 0.69KN/m
2	**Mortar**	22*0.03*1= 0.66KN/m
4	**R.C**	25*0.32*1= 8.0 KN/m
5	**Plaster**	22*0.02*1= 0.44KN/m
		Sum = 9.79 KN/m

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

Factored Load For Landing :-

$W_U = 1.2 \times 9.79 + 1.6 \times 5 = 19.75$ KN/m

Factored Load From Flight :-

$$W_{LA2} = \frac{W_{FL1}}{L} = \frac{32.67}{1.5} = 21.78 \text{ KN/m}$$

✓ System of Landing:-

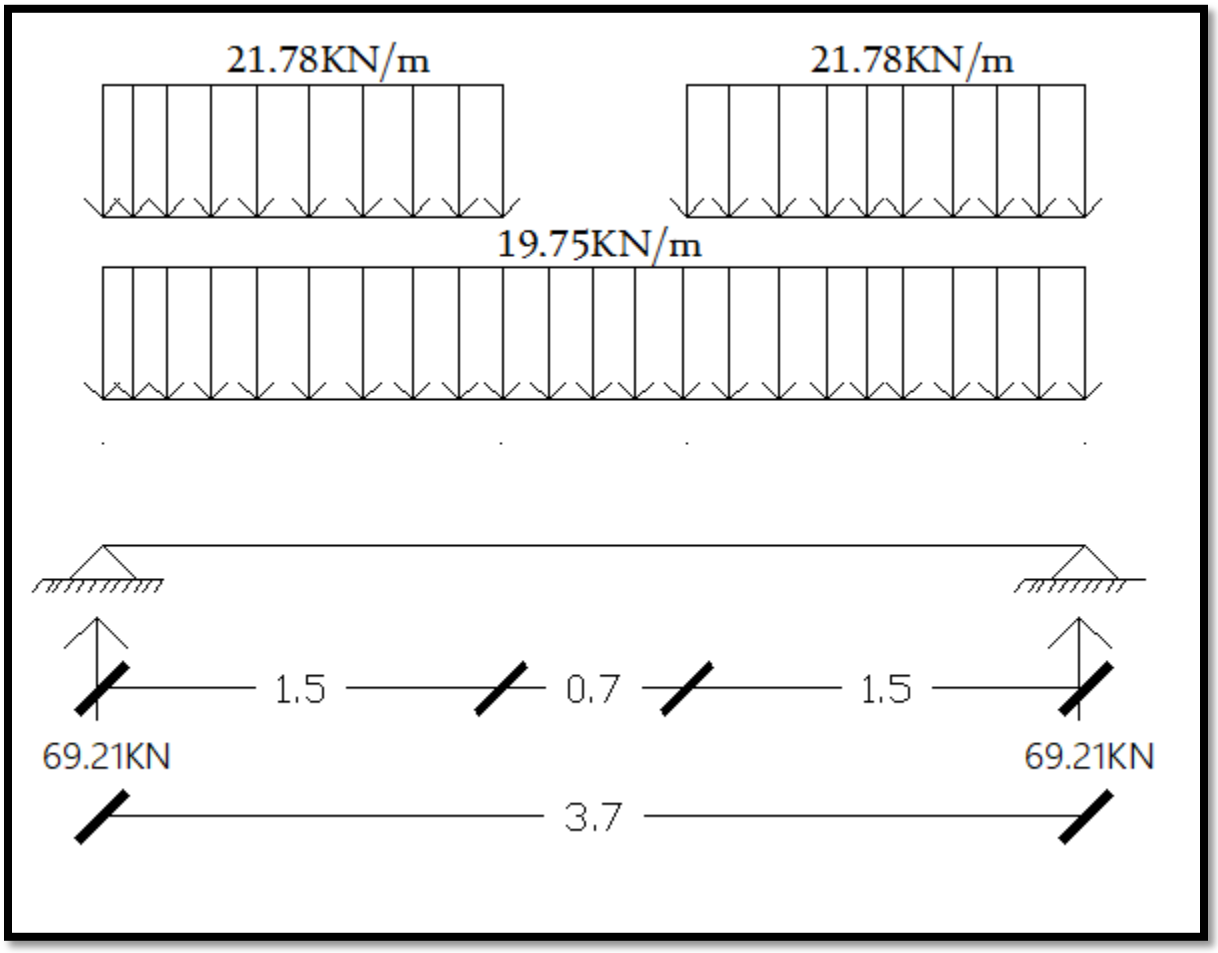


Fig 4.15 : Statically System and Loads Distribution of Main Landing.

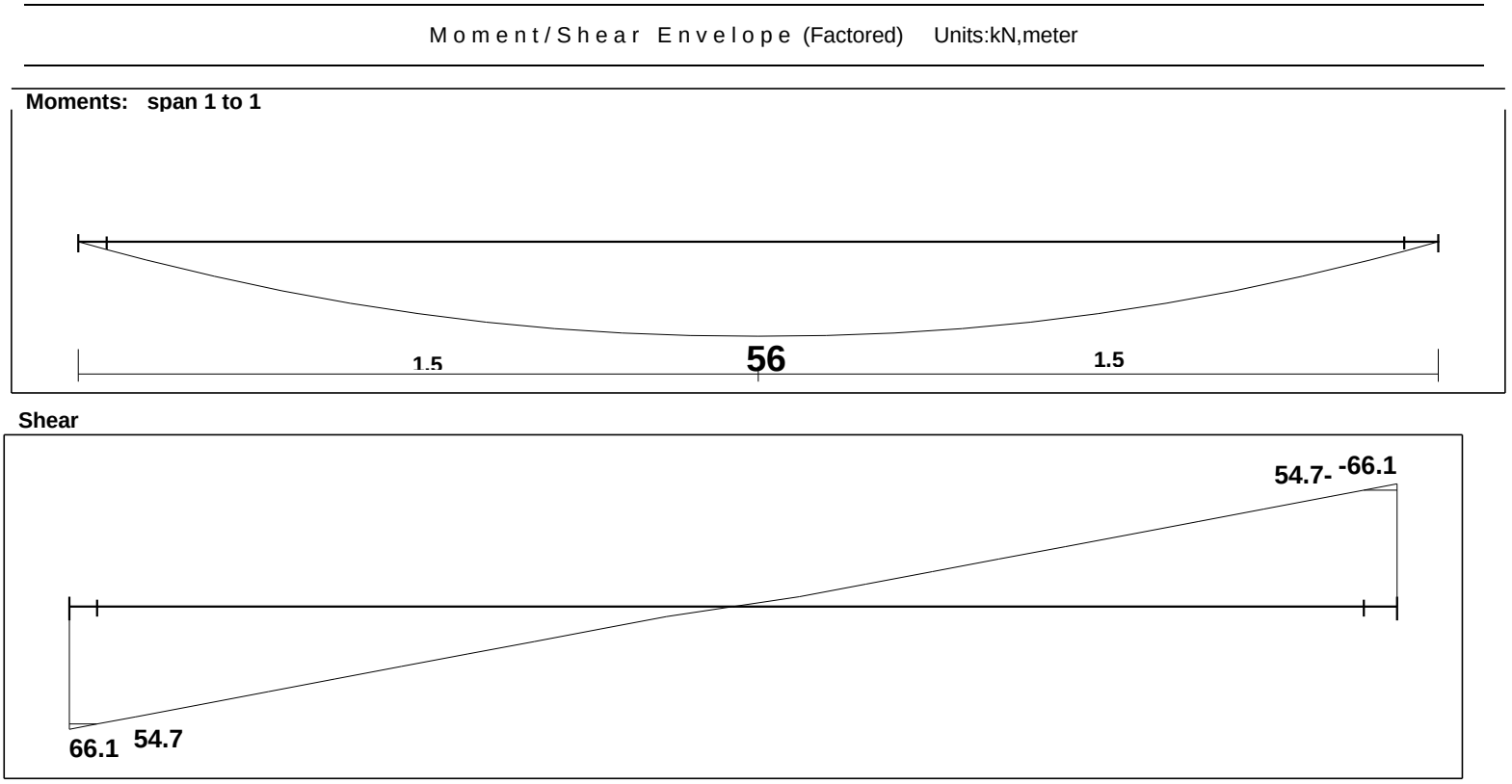


Fig 4.16 : Shear and Moment Envelope Diagram of Main Landing.

✓ Design of Shear:- (Vu= 54.7 KN)

Assume bar diameter ø 14 for main reinforcement

d =h- cover $-\frac{d_b}{2} = 320 - 20 - \frac{14}{2} = 293\ mm$

$V_c = \frac{1}{6}\sqrt{fc'}b_w\ d = = \ \frac{1}{6}\sqrt{24} * 1000 * 293 = 293.2$ KN

Φ* V_c = 0.75* 293.2 = 219.9Kn> Vu = 54.7KN**….. No shear reinforcement are required**

✓ Design of Bending Moment :- (Mu=56KN.m)

Assume bar diameter ø 14 for main reinforcement

d =h- cover $-\frac{d_b}{2} = 320 - 20 - \frac{14}{2} = 293\ mm$

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{56\times10^6}{0.9\times1000\times293^2} = 0.72\ Mpa$

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

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times20.6\times0.72}{420}}\right) = 0.00174$

$A_{s,req} = \rho.b.d = 0.00174\times1000\times293 = 509.82\ mm^2$

$A_{s,min} = 0.0018*1000*320 = 576\ mm^2$

$A_{s,req} = 509.82 mm^2 < A_{s,min} = 576\ mm^2$ **…… is control**

$A_{s,min} = 576\ mm^2$ **…… is control**

Check for Spacing:-

S = 3h = 3*320 =960 mm

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

S = 450 mm

S = 330mm **…… is control**

Use ø12@ 15 mm ,$A_{s,provided}$= 753 mm^2>$A_{s,required}$= 576mm^2… Ok

Check for strain:-

$a = \frac{A_s.f_y}{0.85 b\ f_c'} = \frac{753\times420}{0.85\times1000\times24} = 15.5\ mm$

$c = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{21.14}{0.85} = 18.23\ mm$

$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{293 - 18.23}{18.23}\right) = 0.045 > 0.005$ ……**0k**

✓ Lateral or Secondary Reinforcement For Landing:-

$A_{s,req} = A_{s,min}$ =0.0018*1000*320 = 576 mm^2

Use ø12 @ 150 mm ,$A_{s,provided}$= 753 mm^2>$A_{s,required}$= 576 mm^2… Ok

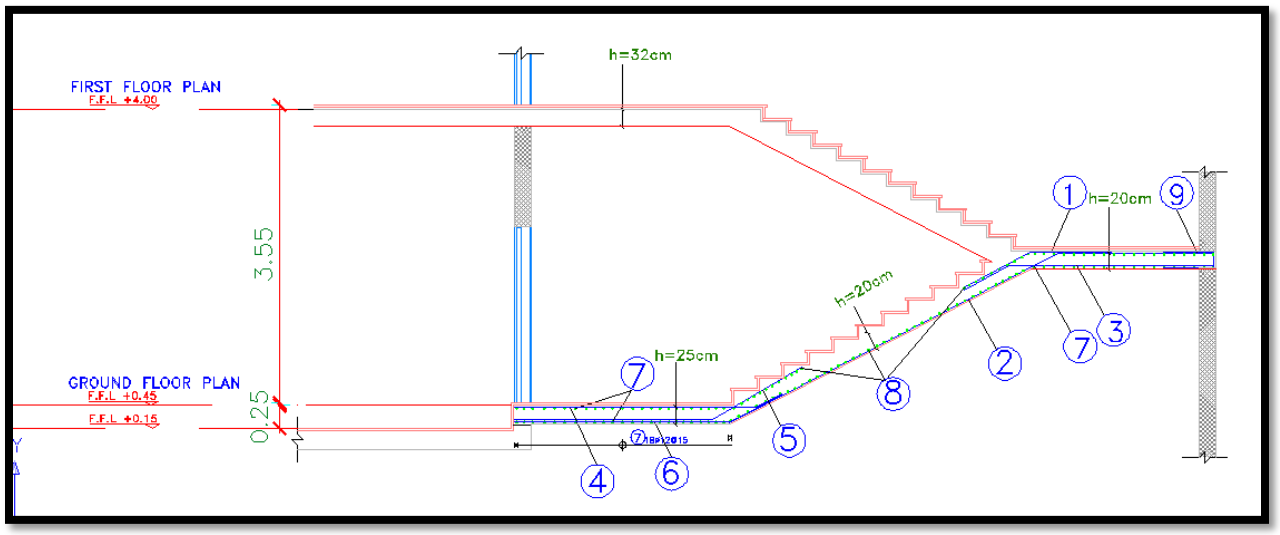


Fig 4.17: Stair Reinforcement Details.

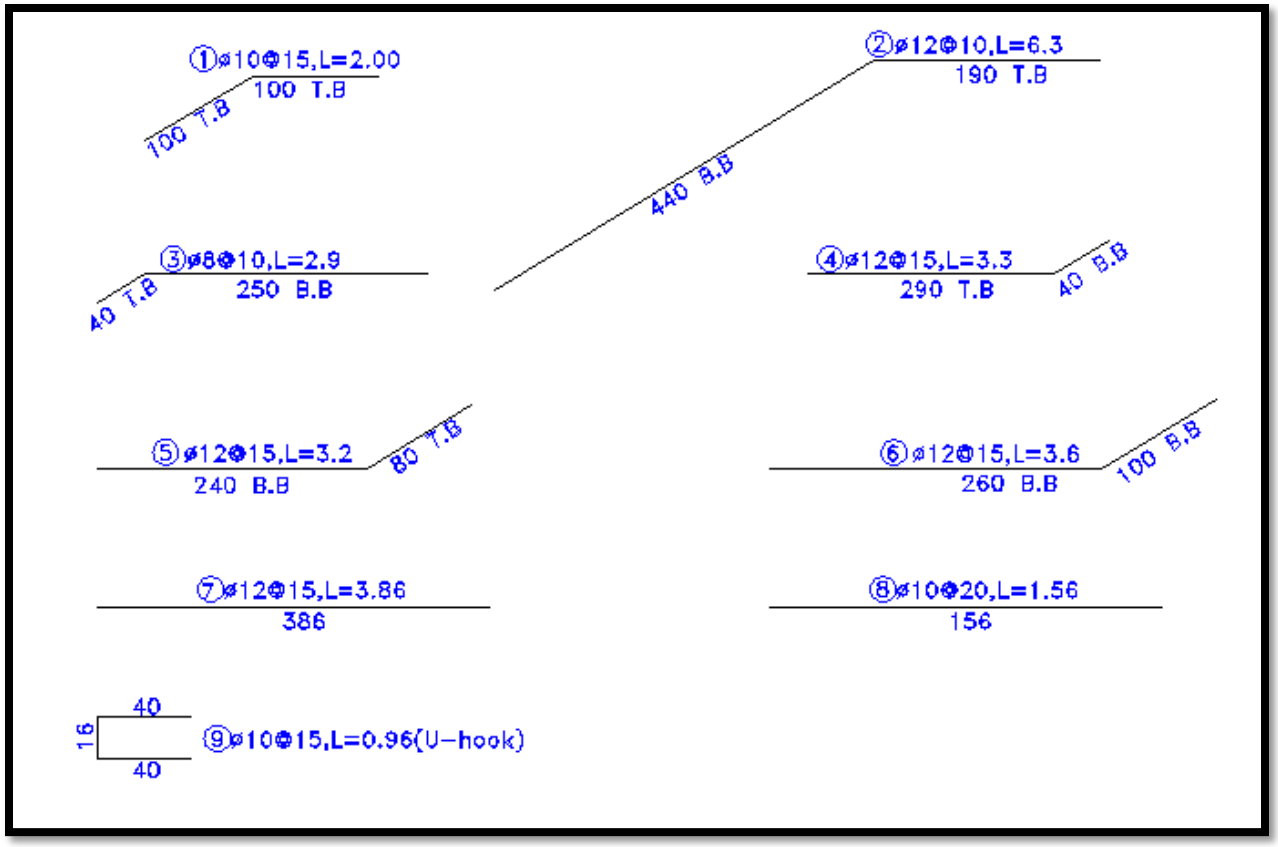


Fig 4.18:Stair Reinforcement Details.

4-9 Design of Column (C,151)

✓ Material :-

⇒ concrete B350 Fc' = 28 N/mm^2

⇒ Reinforcement Steel Fy = 420 N/mm^2

✓ Load Calculation:-

Service Load:-

Dead Load =900KN
Live Load =450 KN

Factored Load:-

P_U = 1.2 ×900+ 1.6×450 =1800 KN

✓ Dimensions of Column:-

$$Assume \rho g = 0.01$$

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

$$2080 = 0.65 \text{ x } 0.8 \times Ag\{0.85 * 28(1-0.01) + 0.01 * 420\}$$

Ag= 124686.2 mm2
Assume Rectangular Section
h = 300 mm
b = 124686.2/300 = 415.6 mm
Select b = 600 mm

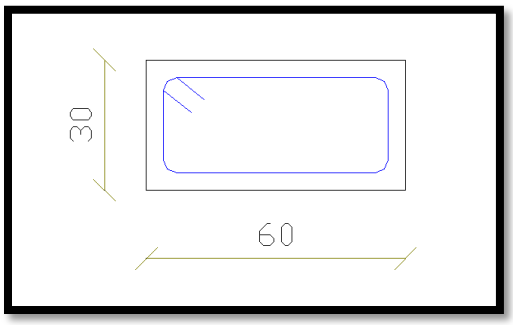


Fig 4.19 : Column section

✓ 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 = 3.55 - 0.7= 2.85 m
M1/M2 =1
K=1 for braced frame.

- **about Y-axis (b= 0.60 m)**

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

- $\frac{1\times 2.85}{0.3\times 0.60} = 15.83 < 22$

Column Is Short About Y-axis

- **about X-axis (h= 0.30m)**

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

$$\frac{1\times 2.85}{0.3\times 0.30} = 31.67 > 22$$

Column Is Long About X-axis

✓ Minimum Eccentricity:-

$$ey = \frac{Mux}{Pu} = 0$$

$$\min ey = 15 + 0.03 \times h = 15 + 0.03 \times 300 = 24mm = 0.024m$$

$$ey = 0.024m$$

✓ Magnification Factor:-

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

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

$$Cm = 0.6 + 0.4 * 1 = 1 \geq 0.4$$

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

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

$$E_c = 4700\sqrt{fc'} = 4700 \times \sqrt{28} = 24870.6Mpa$$

$$\beta_d = \frac{1.2DL}{Pu} = \frac{1.2 * (900)}{1800} = 0.6 < 1$$

$$I_g = \frac{b \times h^3}{12} = \frac{0.60 \times 0.30^3}{12} = 0.00135m^4$$

$$EI = \frac{0.4 \times 24870 \times 0.00135}{1 + 0.6} = 8.39MN.m^2$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * 8.39}{(1 * 2.85)^2} = 10.19MN$$

$$\delta_{ns} = \frac{1}{1 - \frac{1800}{0.75 * 10190}} = 1.308 \geq 1.0 and \leq 1.4$$

✓ Interaction Diagram:-

$$ey = e_{\min} \times \delta_{ns} = 0.024 \times 1.308 = 0.0314m$$

$$\frac{ey}{h} = \frac{0.0314}{0.6} = 0.052$$

$$\frac{\gamma}{h} = \frac{300 - 2*40 - 2*10 - 16}{350} = 0.613$$

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 $\frac{\gamma}{h} = 0.613 \rightarrow \rho g = 0.01$

Select reinforcement

$\text{Ast} = \rho g \times Ag = 0.01 \times 300 * 600 = 1800 mm^2$

Select $10\,\phi 16$ *with* $As = 2010 mm^2 > \text{Ast} = 1800 mm^2$.

✓ Design of the Stirrups:-

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

$$spacing \le 16 \times d_b = 16 \times 2.0 = 25.6\ cm$$
$$spacing \le 48 \times d_s = 48 \times 1.0 = 48\ cm$$
$$spacing \le 40\ cm$$

$Use \phi 10@20\ cm$

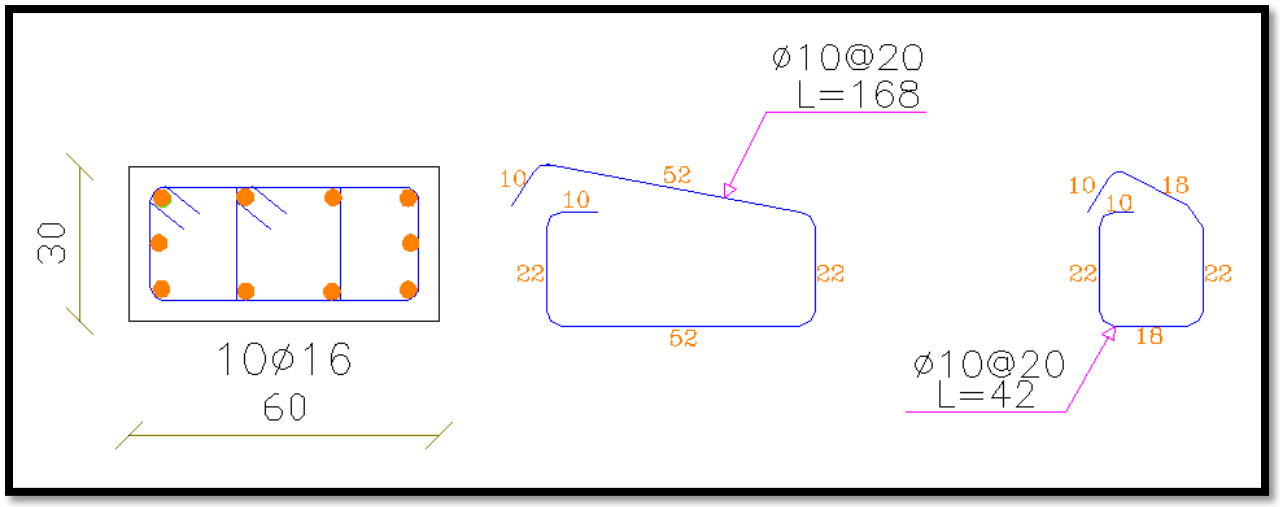


Fig 4.20: Column Reinforcement Details.

4.10 Design of Shear Wall (SW,16)

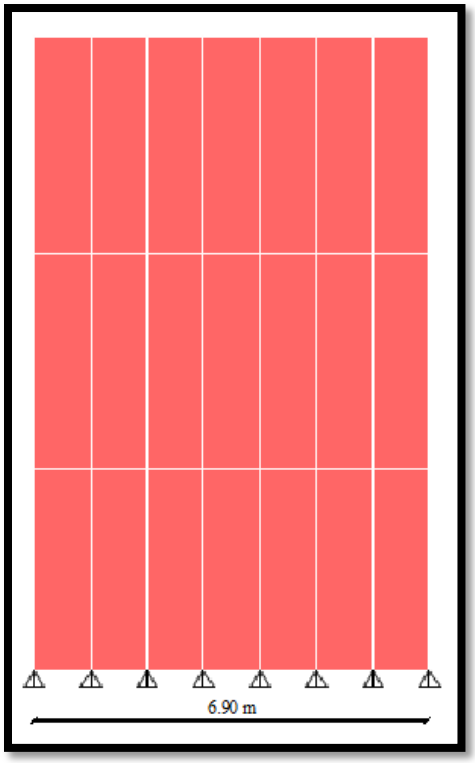


Fig 4.21:Shear Wall.

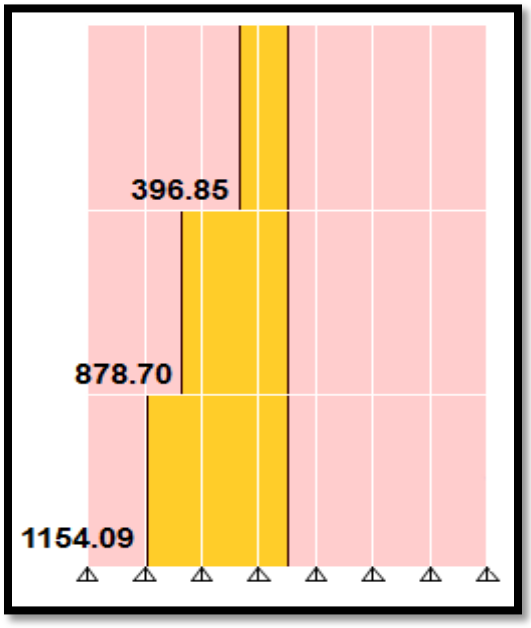


Fig 4.22: Shear Diagram of Shear Wall.

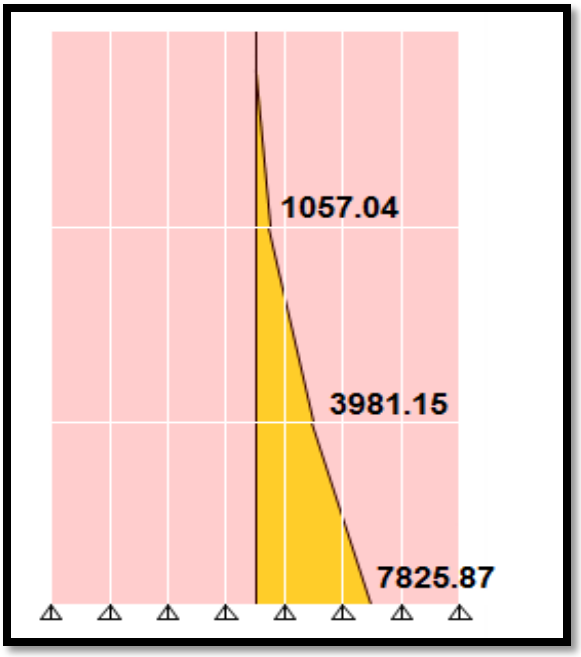


Fig 4.23: Moment Diagram of Shear Wall.

✓ **Material and Sections:- (From Shear Wall 16)**

⇒ concrete B300 Fc' = 24 N/mm^2

⇒ Reinforcement Steel Fy = 420 N/mm^2

⇒ Shear Wall Thickness h = 20 cm

⇒ Shear Wall Width Lw = 6.9 m

⇒ Shear Wall Height Hw = 3.55 m

✓ Design of Horizontal Reinforcement:-

$$\sum Fx = Vu = 1154.09 \ KN$$

The critical Section is the smaller of:

$$\frac{lw}{2} = \frac{6.9}{2} = 3.45m....Control$$
$$\frac{hw}{2} = \frac{11.15}{2} = 5.58m$$
$$storyheigh(Hw) = 3.55m.$$

$$d = 0.8 \times Lw = 0.8 \times 6.9 = 5.52m$$

$$\emptyset V_{nmax} = \emptyset \frac{5}{6} \sqrt{f_c'} hd$$
$$= 0.75 * 0.833 * \sqrt{24} * 200 * 5520 \ = 3378.9 \ KN > V_u \ = 1154.094 KN$$

V_c is the smallest of :

$$1 - \ V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} hd = \frac{1}{6} \sqrt{24} * 200 * 5520 = 901.4 KN \ \ldots\ldots\ldots \text{Control}$$
$$2 - \ V_c = 0.27 \sqrt{f_c'} hd + \frac{N_u d}{4 l_w} = 0.27 \sqrt{24} * 200 * 5520 + 0 = 1460.3 KN$$
$$3 - \ V_c = \left[0.05 \sqrt{f_c} + \frac{l_w \left(0.1 \sqrt{f_c'} + 0.2 \frac{N_u}{l_w h} \right)}{\frac{M_u}{V_u} - \frac{l_w}{2}} \right] hd$$

$$= \left[0.05 \sqrt{24} + \frac{6.9 \left(0.1 \sqrt{24} + 0 \right)}{0.1} \right] 200 * 5520 = 37585 \ KN$$

$$\frac{7825.87 - 3981.15}{3.55} = \frac{M_u - 3981.15}{3.55 - 3.45} \Longrightarrow M_u = 4089.45 \ KN.m$$

$$\frac{M_u}{V_u} - \frac{l_w}{2} = \frac{4089.45}{1154.09} - \frac{6.9}{2} = 0.1$$

Vc =901.4KN

Vu = ١١٥٤.٠٩ KN > $\frac{1}{2}$ * 0.75*901.4 = 380 KN **Needs reinforcement**

$\emptyset * vc + \emptyset vs = vu$

$\emptyset * vs$=vu-$\emptyset * vc$

Vs=vu/$\emptyset - vc$

Vs=1154.09/0.75-901.4= 637.4 KN

$\frac{A_{vh}}{s_h} = \frac{vs}{fyd} = \frac{637.4}{420*5520} = 0.000275\ mm^2/m$

- Maximum spacing is the least of:

$\frac{Lw}{5} = \frac{6900}{5}$ = 1380 mm

3*h = 3*200 = 600 mm

450 mm ……. Control

Take ρ = 0.0025

Try ∅10 ($A_S = 78.5\ mm^2$) two layers

$\rho = \frac{A_{vh}}{hS_h} = \frac{2*78.5}{200S_h}$ =0.0025

S_h= =314mm

→ use ∅10@250 mm in tow layer

✓ 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

$\frac{A_{vv}}{S_v} = \left[0.0025 + 0.5\left(2.5 - \frac{11.15}{6.9}\right)\left(\frac{157}{200*200} - 0.0025\right)\right]$*300

$\frac{A_{vv}}{S_v} = 0.938$

Try ∅12 ($A_S = 113.1\ mm^2$) two layers

$$\frac{2 * 113.1}{S_v} = 0.938$$

S_v= 241.2 mm

- Maximum spacing is the least of :

$\frac{Lw}{3} = \frac{6900}{3}$ = 2300 mm

3*h = 3*200 = 600mm

450 mm ……. Control

→ use Ø12@250 mm in tow layer

✓ Design of Bending Moment:-

$$A_{st} = \left(\frac{6900}{250}\right) * 2 * 113.1 = 6243.12\ mm^2$$

$$w = \left(\frac{A_{st}}{L_w h}\right)\frac{f_y}{f_c'} = \left(\frac{6243.12}{6900 * 200}\right)\frac{420}{24} = 0.0791$$

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

$$\frac{C}{l_w} = \frac{w + \alpha}{2w + 0.85\beta_1} = \frac{0.0791 + 0}{2 * 0.0791 + 0.85 * 0.85} = 0.0898$$

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

$$= 0.9[0.5 * 6243.12 * 420 * 6900(1 + 0)(1 - 0.0898)] = 7410.5\ KN \geqq 4089.45\ KN.m$$

Mub = Mu-ØMn = 4089.45 - 7410.5 = -3321.05 KN.m

X≥ $\frac{lw}{600*\frac{\Delta h}{hw}} = \frac{6900}{600*.1}$=11.5 mm

Lb≥ $\frac{X}{2} = 5.75\ mm$

Since Smallest value of Lb & Mub not requires Boundary.

4.11 Design of Footing (F11)

✓ **Material :-**

⇒ concrete B350 Fc' = 28 N/mm^2

⇒ Reinforcement Steel Fy = 420 N/mm^2

✓ Load Calculations :- (From Column C125)

Dead Load = 987Kn , Live Load = 557 Kn

Total services load = 987 + 557 = 1544 Kn

Total Factored load = 1.2*987 + 1.6*557 = 2075.6 Kn

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

Soil density = 18 Kg/cm3

Allowable Bearing Capacity = 400 Kn/m2

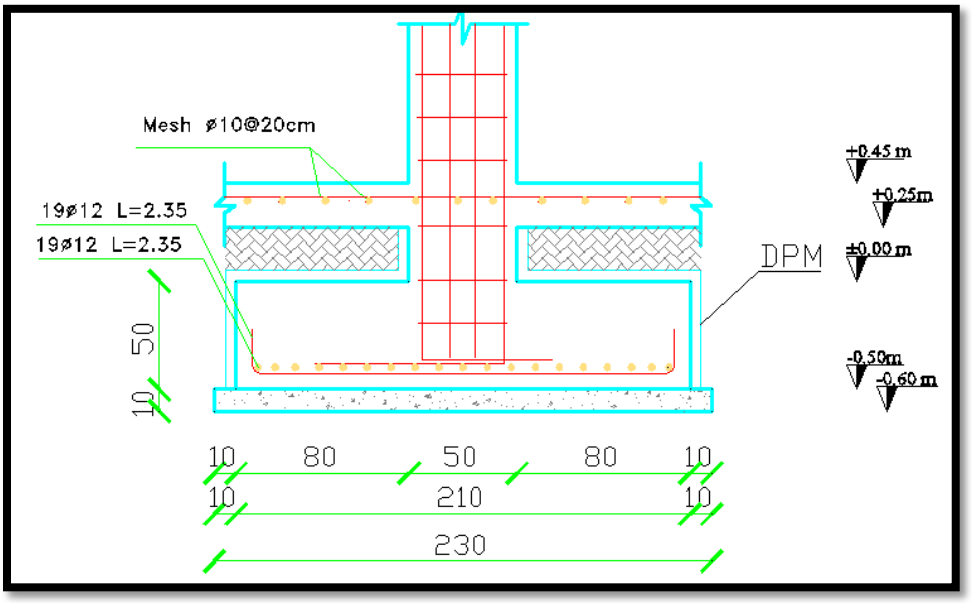


Fig 4.24 :Foot Section.

Assume h = 50cm

$q_{net-allow}$ = 400 –18*0.25 – 25*0.60 = 384.9kn/m2

✓ Area of Footing :-

$$A = \frac{Pt}{q_{net-allow}} = \frac{1544}{384.9} = 4.01\ m^2$$

Assume Square Footing

B required = 2.01 m

Select B = 2.1 m

✓ Bearing Pressure :-

q_u = 2075.6/2.1*2.1 = 470.6 Kn/m^2

✓ Design of Footing :-

1- Design of One Way Shear Strength :-

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

Assume h = 50cm , bar diameter ø 12 for main reinforcement and 7.5 cm Cover

d = 500 – 75 – 12 = 413 mm

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

$Vu = 470.6 * \left(\frac{2.1-0.50}{2} - 0.413\right) * 2.1 = 382.5Kn$

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

$$\phi.Vc = 0.75 * \frac{1}{6} * \sqrt{28} * 2100 * 413 = 573.6Kn$$

$$\phi.Vc = 573.6KN > Vu = 382.5Kn$$

$\therefore$ *Safe*

2- Design of Two Way Shear Strength :-

$$Vu = Pu - FR_b$$

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

$$Vu = 2075.6 - 470.6\left[(0.5 + 0.413) * (0.5 + 0.413)\right] = 1216.3Kn$$

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

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

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

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

Where:-

$$\beta_C = \frac{Column\ Length\ (a)}{Column\ Width\ (b)} = \frac{50}{50} = 1$$

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

$$b_o = 2 * (41.3 + 50) + 2 * (41.3 + 50) = 365.2cm$$

α_s = 40 for interior column

$$\phi.V_C = \phi.\frac{1}{6}\left(1+\frac{2}{\beta_c}\right)\sqrt{f_c'}\,b_o d = \frac{0.75}{6}*\left(1+\frac{2}{1}\right)*\sqrt{28}*3652*413 = 2992.8Kn$$

$$\phi.V_C = \phi.\frac{1}{12}\left(\frac{\alpha_s}{b_o/d}+2\right)\sqrt{f_c'}\,b_o d = \frac{0.75}{12}*\left(\frac{40*413}{3652}+2\right)*\sqrt{28}*3652*413 = 3254Kn$$

$$\phi.V_C = \phi.\frac{1}{3}\sqrt{f_c'}\,b_o d = \frac{0.75}{3}*\sqrt{28}*3652*413 = 1995.3Kn$$

ΦVc =1995.3 Kn>Vu=1216.3Kn

3- Design of Bending Moment :-

Critical Section at the Face of Column

FR = $q_{u*}\left(\frac{B-a}{2}\right)*L$ = 470.6 * $\left(\frac{2.1-0.50}{2}\right)$ *2.1=790.6Kn

Mu = 470.6*2.1*0.8*0.8/2 = 316.3Kn.m

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{316.3\times10^6}{0.9\times2100\times413^2} = .98Mpa$

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

$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{17.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times17.65\times0.98}{420}}\right) = 0.0024$

$A_{s,req}$ = ρ.b.d = 0.0024×2100×413 = 2080.5 mm^2

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

$A_{s,req} > A_{s,min}$ 1890 mm^2

As,req =2080.5…… is control

Check for Spacing :-

S = 3h = 3*50 = 150cm

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

S = 45 cm **…… is control**

Use 19ø12in Both Direction, $A_{s,provided}$= 2147.8mm^2>$A_{s,required}$= 2080.5 mm^2… Ok

Check for strain:-

$$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f'_c} = \frac{2147.8\times420}{0.85\times2100\times28} = 18\ mm$$

$$c = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{18}{0.85} = 21.1\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{413-21.1}{2621.1}\right) = 0.055 > 0.005\ \ldots\ldots \mathbf{0k}$$

4- Design of Dowels :-

Load Transfer In Footing :-

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

$A_1 = 50 * 50 = 0.25\ m^2$

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

$$\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = \sqrt{\frac{4.41}{0.25}} = 4.2 > 2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = 2$$

$$\Phi Pn.b = 0.65\times(0.85\times28\times250\times2) = 7735Kn$$

$$\Phi Pn = 7735 > Pu = 2075.6\ldots\ldots\ldots ok$$

No Need For Dowels

Load Transfer In Column :-

$$\Phi Pn.b = 0.65\times(0.85\times28\times250) = 3867.5Kn$$

$$\Phi Pn = 3867.5 > Pu = 2075.6kn\ldots\ldots\ldots ok$$

No Need For Dowels

As,min = 0.005 * Ac = 0.005 * 500 *500 = 1250 mm2

Use 14ø16, $A_{s,provided}$= 2813.5 mm^2>$A_{s,required}$= 1250mm^2… Ok

5- Development Length In Footing :-

Tension Development Length In Footing :-

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

$Ktr = 0\ (Nostripes)$

$cb = 50 + \frac{16}{2} = 58mm\ \ Or\ cb = \frac{110}{2} = 55\ mm$

$\frac{ktr + cb4}{db} = \frac{0 + 55}{16} = 3.4 > 2.5$

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

$Ld_{T\,req} = \frac{9}{10} * \frac{420}{1*\sqrt{28}} * \frac{1*1*0.8}{2.5} * 16 = 365.75\ mm >$ 300mm

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

$Ld_{T\ available}$ = 725 mm $> ld_{req} = 365.75\ mm$…….. **OK**

Compression Development Length In Footing :-

$Ld_{Creq} = \frac{0.24*Fy*dB}{\sqrt{24}} >$ 0.043*Fy*dB >200mm

$Ld_{Creq} = \frac{0.24*420*16}{\sqrt{28}}$ = 304.8> 0.043*420*16 = 288.96>200mm

Ld_{Creq}= 304.8 mm

$Ldc_{available}$ = 500 – 75 – 16 – 16 = 393mm >Ld_{Creq}= 304.8 mm …….. **Ok**

Lap Splice of Dowels In Column :-

Lsc = 0.071×fy×db = 0.071×420 ×16 = 477.12 mm > 300 mm

elect Lsc = 500 mm

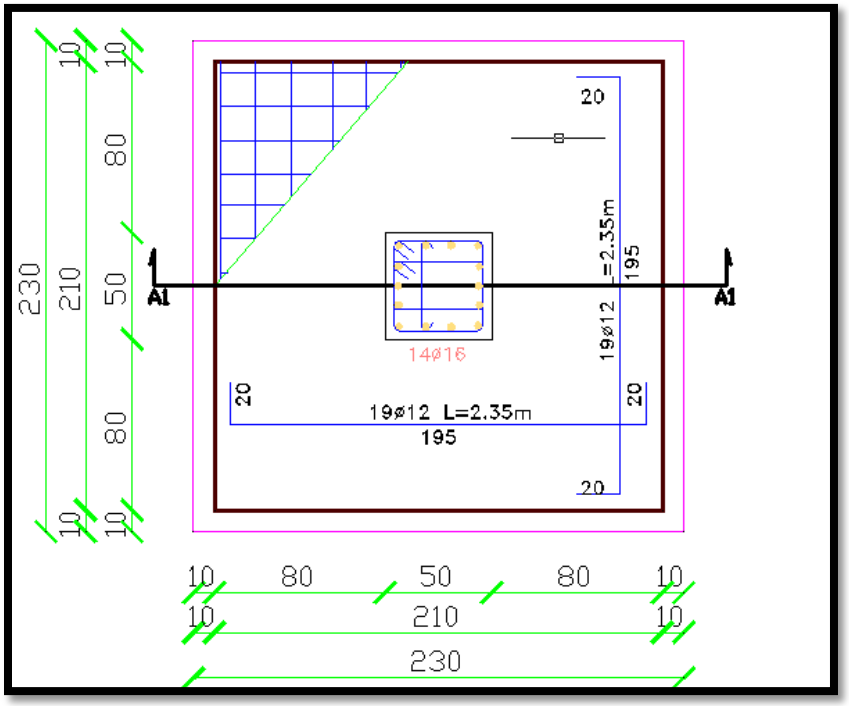


Fig 4.25 :Foot Reinforcement Details.

٥

الفصـــــــــل الخامس

النتائج والتوصيات

٥-١ مقدمة .

٥-٢ النتائج.

٥-٣ 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 للمستشفى المقترح بناؤه 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 النتائج :-

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 القداة 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) :- و ذلك لعمل الرسومات المفصلة للعناصر الإنشائية.
b. ATIR:- للتصميم والتحليل الإنشائي للعناصر الإنشائية.
c. Microsoft Office XP:- تم استخدامه في أجزاء مختلفة من المشروع مثل كتابة النصوص والتنسيق وإخراج المشروع، وإعداد الجداول المرافقة للتصميم.

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.

٥-٣ التوصيات :-

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

تم بحمد الله