بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة التكنولوجيا

دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

مشروع التخرج بعنوان:

التصميم الإنشائي لمستشفى الخليل

فريق العمل:

ريشا موسى ابو صبحة عزالدين سعدي دبلسة مرام حمزة البابا

خالدة خالد بنات وصال ابراهيم الحميدات

إشراف:

د. ماهر عمرو

الخليل - فلسطين

2017 -2018

جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل -فلسطين

كلية الهندسة والتكنولوجيا

دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

اسم المشروع:

التصميم الإنشائي لمستشفى الخليل

فريق العمل:

رشا موسى ابو صبحة عزالدين**سعدي دبلسة** **مرام حمزة البابا**

خالدة خالد بنات **وصال** ابراهيم الحميدات

بناءً على ظلم كلية الهندسة والتكنولوجيا **وإشراف ومتابعة المشرف المباشر على المشروع وموافقة أعضاء اللجنة الممتحنة تم** تقديم هذا **المشروع إلى دائرة** الهندسة المدنية والمعمارية **وذلك للوفاء بمتطلبات درجة** البكالوريوس**في** الهندسة **تخصص** هندسة **مباني.**

توقيع **المشرف**

.....

توقيع **اللجنة الممتحنة**

....

الإهداء

الى روح الحبيب المصطفى (صلى الله عليه وسلم) الذي قال: " من سلك طريقاً يلتمس به علماً سهّل الله له به طريقاً الى الجنة".

الى من تشكل على جبينهِ معنى الحياةِ وغلفتها لآلئُ الأطلس، الى من أفنى وقتَهُ وجهدهُ وقدّم لنا ثمرةَ فؤاده وجهدهِ "والدي الكريم"

الى من كان دعاؤها في جوف الليل نوراً يضيءُ السماواتِ والأرض، وترانيمَ مقدسةٍ تشفي سقمَ الروح الهشة، الى صاحبةِ القلبِ النقيّ " أمي العزيزة".

الى سرّ قوّتنا وقدوتنا يوماً بعد يومْ "اخوتي".

الى من عايشناهم أياماً طويلة، الى من شاركونا الفرحَ والحزنَ الى من أضاءَ ضيائهم قلوبنا وغمروها بكل الحبْ، الى كل "الأصدقاء"

الى من يُضحون باللّحم أطناناً من أجل كرامتنا "أسرانا البواسلْ".

الى من اصطفاهمُ اللهُ ليكونوا في كنفهِ ورعايته "شهدائنا الأبرار".

إلى الكادر الاكاديمي في جامعة بوليتكنك فلسطين، الذي ما زال يخرّج ثلة متميزة في شتى الميادين الأكاديمية والعملية.

إليكم جميعاً...

فريق العمل

الشكر والتقدير

بعد شكر الله والثناء عليه سبحانه.

إلى كلية الهندسة في جامعة بوليتكنك فلسطين، التي فيها زرعنا بذرة الأمل واسقيناها بماء الإجتهاد وها نحن نحصد ثمرتها اليوم.

إلى "الدكتور القدير ماهر عمرو"، شكرٌ خالصٌ معطرٌ بكلّ معاني الحبّ والود، الذي أفاض علينا من بحر علمه، وأفنى معنا وقته وجهده، وكان بمثابة الأب والصديق والقدوة، الى قلبهِ النقيّ كل الحبْ.

إلى كل دكتور فاضل ساعدنا وقدّم لنا النصيحة والمشورة في كافة النواحي لإنجاز هذا العمل.

إلى الكادر التعليمي في تخصص هندسة المباني اللذين كان لهم الدور الأكبر في وصولنا إلى ما نحن عليه.

فريق العمل

ملخص المشروع

التصميم الإنشائي لمستشفى الخليل

التصميم الإنشائي هو أهم التصميمات اللازمة للمبنى بعد التصميم المعماري، فتوزيع الأعمدة والأحمال والحفاظ على المتانة وبأفضل الأسعار وأعلى درجات الأمان يقع على عاتق المصمم الإنشائي.

يقع المشروع في مدينة الخليل في منطقة بئر حرم الرامة، وبالتالي فان المواصلات والاتصالات متوفرة بسهولة في هذه المنطقة، على قطعة أرض تبلغ مساحتها (15دونم) .

يتكون المبنى من ستة طوابق , وتبلغ المساحة الإجمالية (11709) متر مربع , بحيث يحتوي كل طابق على العديد من الفعاليات , 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.

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

AutoCAD (2014), Atir, SP column, Microsoft Office, Etabs 2016, Safe 2016.

وسيتضمن المشروع دراسة إنشائية تفصيلية من تحديد وتحليل للعناصر الانشائية والأحمال المختلفة المتوقعة ومن ثم التصميم الانشائي لهذه العناصر ، وإعداد المخططات التنفيذية بناء على التصميم المعد لجميع العناصر التي تكون الهياكل الانشائية للمبنى، من المتوقع بعد إتمام المشروع أن نكون قادرين على تقديم التصميم الإنشائي لجميع العناصر والمقارنة بين شكلي التصميم والتوصل الى الافضل منهما بإذن الله وتوفيقه.

والله ولي التوفيق

Abstract

Structural Design for "Hebron Hospital"

The idea of this project can be summarized by preparing Hebron Hospital which consists of all facilities that should be available in any Hospital.

The project is consists of six floors, and the total area of the building is 11709 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), SP column, Microsoft Office, Etabs 2016, Safe 2016. 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

Table of Contents

فهرس المحتويات

الصفحات الابتدائية	رقم الصفحة
صفحة العنوان الرئيسية	I
صفحة شهادة تقييم مشروع التخرج	II
الاهداء	III
الشكر و التقدير	IV
الملخص باللغة العربية	V
الملخص باللغة الانجليزية	VI
فهرس المحتويات	VII
فهرس الجداول	X
فهرس الاشكال	X
List of Figures	XII
List of Abbreviations	XIII

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

الفصل الثاني	الوصف المعماري	**6**
1-2	مقدمة	7
2-2	لمحة عامة عن المشروع	7
3-2	موقع المشروع	8
1-3-2	أهمية الموقع	9

2-3-2	حركة الشمس والرياح	9
4-2	وصف طوابق المشروع	10
1-4-2	طابق التسوية	10
2-4-2	الطابق الأرضي	10
3-4-2	الطابق الأول	11
4-4-2	الطابق الثاني	12
5-4-2	الطابق الثالث	13
6-4-2	الطابق الرابع	14
5-2	وصف واجهات المشروع	14
1-5-2	الواجهة الشمالية	14
2-5-2	الواجهة الجنوبية	15
3-5-2	الواجهة الشرقية	16
4-5-2	الواجهة الغربية	16
6-2	النواحي المعمارية	17
7-2	الحركة داخل المبنى	17

الفصل الثالث	الوصف الانشائي	**19**
1-3	مقدمة	20
2-3	الهدف من التصميم الانشائي	20
3-3	مراحل التصميم الانشائي	20
4-3	الأحمال	21
1-4-3	الأحمال الميتة	21
2-4-3	الأحمال الحية	21
3-4-3	الأحمال البيئية	22
1-3-4-3	أحمال الرياح	22
2-3-4-3	أحمال الثلوج	23
3-3-4-3	أحمال الزلازل	23
5-3	الاختبارات العملية	24
6-3	العناصر الانشائية	24
1-6-3	العقدات	25
2-6-3	الجسور	26
3-6-3	الأعمدة	27

4-6-3	جدران القص	28
5-6-3	الجدران الاستنادية	28
6-6-3	الأساسات	29
7-6-3	الأدراج	29
7-3	فواصل التمدد	30
8-3	برامج الحاسوب التي تم استخدامها	31

Chapter 4	**Structural Analysis and Design**	32
4-1	Introduction	33
4-2	Design Method and Requirements	33
4-3	Determination of Thickness.	34
4-4	Design of Topping	35
4-5	Design of One Way Rib Slab	37
4-6	Design of One Way Solid Slab	43
4-7	Design of Beam	46
4-8	Design of Stair	56
4-9	Design of Column	66
4-10	Design of Shear Wall	70
4-11	Design of Basement Wall	73
4-12	Design of Footing	75

الفصل الخامس	النتائج والتوصيات	82
1-5	مقدمة	83
2-5	النتائج	83
3-5	التوصيات	84

فهرس الجداول

رقم الجدول	اسم الجدول	رقم الصفحة
جدول (1-1)	الجدول الزمني للمشروع	5
جدول (1-3)	الكثافة النوعية للمواد المستخدمة	21
جدول (2-3)	الأحمال الحية لعناصر المبنى	21
جدول (3-3)	سرعة وضغط الرياح اعتمادا على الكود الألماني (DIN 1055-5)	22
جدول (4-3)	أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر	23
Table (4-1)	Minimum Thickness of Structural Member	34
Table (4-2)	Dead Load Calculation of Topping	35
Table (4-3)	Dead Load Calculation of Rib (R 5)	38
Table (4-4)	Dead Load Calculation of One way solid slab	44
Table (4-5)	Dead Load Calculation of Flight	57
Table (4-6)	Dead Load Calculation of Middle Landing	60
Table (4-7)	Dead Load Calculation of Main Landing	63

فهرس الأشكال

رقم الشكل	اسم الشكل	رقم الصفحة
الشكل (2-1)	الموقع العام لقطعة الأرض	8
الشكل (2-2)	حركة الشمس والرياح	9
الشكل (2-3)	مسقط طابق التسوية	10
الشكل (2-4)	مسقط الطابق الأرضي	11
الشكل (2-5)	مسقط الطابق الأول	12
الشكل (2-6)	مسقط الطابق الثاني	13
الشكل (2-7)	مسقط الطابق الثالث	13
الشكل (2-8)	مسقط الطابق الرابع	14
الشكل (2-9)	الواجهة الشمالية	15
الشكل (2-10)	الواجهة الجنوبية	15
الشكل (2-11)	الواجهة الشرقية	16
الشكل (2-12)	الواجهة الغربية	16
الشكل (3-1)	أحمال الرياح على المبنى	22
الشكل (3-2)	تأثير الرياح على المباني من حيث ارتفاع المبني والبيئة المحيطة به	23
الشكل (3-3)	توضيح لبعض العناصر الانشائية للمبنى	24
الشكل (3-4)	العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد	25
الشكل (3-5)	عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد	26
الشكل (3-6)	عقدات العصب ذات الاتجاهين	26
الشكل (3-7)	أنواع الجسور المستخدمة في المشروع	27
الشكل (3-8)	أنواع الأعمدة المستخدمة في المشروع	27
الشكل (3-9)	جدار قص	28
الشكل (3-10)	جدار استنادي	28
الشكل (3-11)	انواع الأساسات	29
الشكل (3-12)	الدرج	30
الشكل (3-13)	نواصل تمدد في منشأة	31

List of Figures

Figure #	Description	Page #
4-1	Topping Load	35
4-2	One Way Rib Slab (5) Location	37
4-3	Geometry of rib R-5	37
4-4	Statically System and Loads of Rib (R 5)	38
4-5	Shear and Moment Envelope Diagram of Rib (R 5)	38
4-6	Shear and Moment Envelope Diagram of Solid Slab	44
4-7	Geometry of of Beam (B 37)	47
4-8	Shear and Moment Envelope Diagram of Beam (B 37)	47
4-9	Stair Plan	56
4-10	Stair Section	57
4-11	Statically System and Loads Distribution of Flight	58
4-12	Shear and Moment Envelope Diagram of Flight	58
4-13	Statically System and Loads Distribution of Middle landing	61
4-14	Moment Envelope Diagram of Middle Landing	61
4-15	Shear Envelope Diagram of Middle Landing	62
4-16	Statically System and Loads Distribution of Main landing	64
4-17	Shear and Moment Envelope Diagram of Main Landing	64
4-18	Stair Reinforcement Details	66
4-19	Column Reinforcement Details	69
4-20	Basement Wall Reinforcement	75
4-21	Foot Section	81

List of Abbreviations

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

- **Wu** = factored load per unit area.
- **Φ** = strength reduction factor.
- ε_c **=** compression strain of concrete = 0.003.
- ε_s **=** strain of tension steel**.**
- $\acute{\varepsilon}_s$ **=** strain of compression steel.
- **ρ** = ratio of steel area

الفصل الأول

المقدمة

1-1 المقدمة.

2-1 وصف علم بالمشروع .

3-1 أسباب اختيار المشروع .

4-1 أهداف المشروع .

5-1 مشكلة المشروع .

6-1 نطاق وحدود المشروع

7-1 المسلمات

8-1 محتويات المشروع

9-1 المخطط الزمني لمراحل العمل بالمشروع

1-1 مقدمة

إذا تناولنا بصفة عامة لوجدنا أن الهندسة 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 ان 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 هي مجال هندسي يتعامل مع تصميم المنشآت التي تدعم أو تقاوم الأحمال. وعادة ما تعتبر هندسة المباني تخصصا داخل الهندسة المدنية, إلا أنه يمكن دراستها على حدة, تعنى بدراسة التحليلات النظرية والتصاميم لكافة أنواع المنشآت وتطبيقاتها آخذين بنظر الاعتبار كافة التأثيرات الاستاتيكية والديناميكية وعلاقتها بكافة تأثيرات البيئة من رياح وزلازل وظروف الطقس المختلفة.

والمهندس المدني هو الذي يقوم بالتصميم والتنفيذ والإشراف على التنفيذ للمشروعات المختلفة ,ويكمن دوره الفعال في ارتباط عمله ارتباطا وثيقا 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 وآخر رياضي هناك , بكل اختصار المهندس هو من يظهر أو على الأقل من يحاول أن يظهر الجمال المدفون وراء وجه الطبيعة.

محور الدراسة في هذا المشروع هو القيام بإجراء التصميم الإنشائي لمستشفى تقع في مدينة الخليل.

2-1 وصف عام بالمشروع

المشروع عبارة عن مستشفى تقع في مدينة الخليل، يتكون المبنى من ستة طوابق، على مساحة قطعة أرض 15دونم مربع، ومساحة البناء الكلية لجميع الطوابق 11709متر مربع,قائمة على كتلة واحدة على النحو التالي:-

- طابق التسوية بمساحة 1962متر مربع
- طابق الأرضي بمساحة 2187متر مربع
- طابق الأول والثاني بمساحة كل منها 2440متر مربع
- الطابق الثالث بمساحة كل منها 1821متر مربع
- الطابق الرابع بمساحة كل منها 1234متر مربع

3-1 أسباب اختيار المشروع

تعود أهمية اختيار المشروع إلى عدة أمور من أهمها اكتساب المهارة في التصميم للعناصر الإنشائية في المباني ، وخاصة الضخمة منها مثل المشروع الذي نعرضه في هذا البحث ، بالإضافة إلى زيادة المعرفة للنظم الإنشائية المتبعة في بلادنا وكذلك اكتساب المعرفة العلمية والعملية المتبعة في تصميم وتنفيذ المشاريع الإنشائية والتي ستواجهنا بعد التخرج في سوق العمل إن شاء الله.

هناك عدة أسباب دفعتنا إلى اختيار هذا المشروع؛ منها أسباب تتعلق بطبيعة المشروع، وأخرى تعود إلى أسباب شخصية يمكن تلخيصها على النحو التالي:-

- **الأسباب المتعلقة بطبيعة المشروع :-**

1) توفر قطعة أرض بمساحة تستوعب حجم المشروع.
2) حيوية المنطقة.
3) سهولة الوصول إلى الموقع.
4) احتفاظ الموقع بمميزات طبيعية تؤهله لاحتواء المشروع.

- **الأسباب الشخصية :-**

1) رغبة فريق المشروع بأن يكون المشروع إنشائياً.
2) الرغبة في اكتساب مهارة التصميم الإنشائي من خلال الربط بين النواحي النظرية التي تم إكتسابها من المساقات المدروسة وتطبيق ذلك فعلياً في هذا المشروع وما يحتويه من عناصر إنشائية مختلفة، وتصميم هذه العناصر بحيث تتناسب مع الأحمال الواقعة عليها، مع مراعاة توفير عاملي الأمان والاقتصاد.

4-1 أهداف المشروع

نأمل من هذا المشروع بعد الانتهاء منه أن نكون قادرين على ما يلي :

1) اختيار النظام الإنشائي المناسب للمشاريع المختلفة وتوزيع عناصره الإنشائية على المخططات، بما يتناسب مع التخطيط المعماري له.
2) اكتساب خبرات ومهارات جديدة تنتج من مشاكل يواجها فريق العمل لم يتطرق لها من قبل من خلال الدراسة النظرية.
3) تصميم العناصر الإنشائية المختلفة.
4) تطبيق وربط المعلومات التي تم دراستها في المساقات المختلفة .

5) إتقان استخدام برامج التصميم الإنشائي.

5-1 مشكلة المشروع

تتمثل مشكلة المشروع في التحليل والتصميم الانشائي للعناصر الانشائية المكونة للمنشأ وعليه سيتم تحليل كل عنصر من هذه العناصر مثل البلاطات والأعصاب والأعمدة والجسور....الخ, من خلال عملية تحديد الاحمال الواقعة على كل عنصر منها من اجل تحديد الابعاد والتسليح الذي يضمن الامان والعمل بكفاءة لذلك العنصر المصمم، ثم عملية إيجاد المخططات التنفيذية لتلك العناصر التي تم تصميمها بالاعتماد على الاسس الصحيحة بصورة تضمن اخراج هذا البحث بصورة متكاملة تخرج من حيز الاقتراحات الى حيز التطبيق.

6-1 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 خلال هذا الفصل.

7-1 المسلمات

1. اعتماد الكود الأمريكي في التصاميم الإنشائية المختلفة (ACI-318-14) .
2. استخدام برامج التحليل والتصميم الإنشائي مثل (Atir12, Safe, Etabs, Staad pro)
3. برامج أخرى مثل Microsoft office Word, Power Point, Excel, AutoCAD

8-1 محتويات المشروع

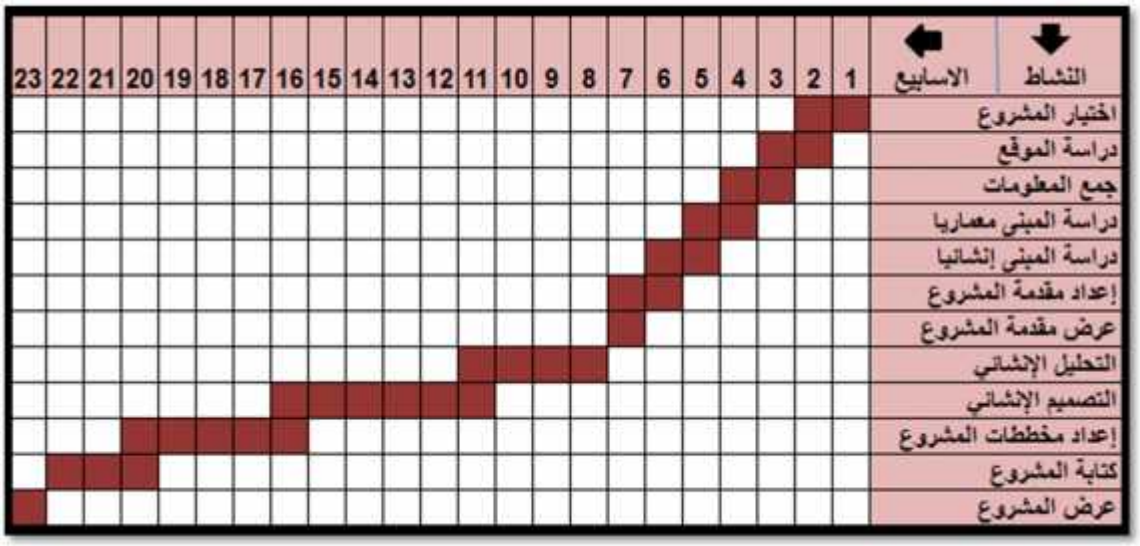
يحتوي المشروع على خمسة فصول وهي :-

- الفصل الاول : مقدمة عامة عن المشروع.
- الفصل الثاني : الوصف المعماري للمشروع.
- الفصل الثالث : يشمل وصف العناصر الإنشائية للمبنى.
- الفصل الرابع : التحليل والتصميم الإنشائي لبعض العناصر الإنشائية.

- **الفصل الخامس** : النتائج والتوصيات والمراجع.

9-1 الجدول الزمني للمشروع

يبين الجدول الملحق رقم (1-1) المخطط الزمني لمراحل العمل بالمشروع وفق الخطوات المقترحة خلال الفصل الدراسي الصيفي والأول :-



الجدول (1-1) : الجدول الزمني للمشروع

الفصل الثاني

الوصف المعماري

2-1 مقدمة .

2-2 لمحة عامة عن المشروع .

2-3 موقع المشروع.

2-4 وصف طوابق المشروع.

2-5 الواجهات .

2-6 النواحي المعمارية.

2-7 وصف الحركة.

1-2 المقدمة

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 ما بين 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.

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

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

كانت فكرة تصميم **المستشفى** في مدينه الخليل، تكمن بحد ذاتها بموقع **منطقة بئر حرم الرامة** المميز **في** مدينة الخليل في جنوب الضفة الغربية، اذ يقع شمال محافظة الخليل وما تتمتع به هذه المنطقة من حركة حيوية **نشطة**, ولذلك فأنها بحاجة بشكل طبيعي إلى مثل هذا المبنى لتوفير الاحتياجات للمواطنين وتسهيلها دون الحاجة إلى البحث في أكثر من مكان وذلك بتوفير كل ما يحتاجونه في مكان واحد.

2-2 لمحة عامة عن المشروع

تعاني فلسطين من عدة مشاكل في تصميم المستشفيات نتيجة لعدة أسباب منها : سيطرة الاحتلال الاسرائيلي 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.

تتلخص فكرة المشروع في إنشاء مستشفى يتمتع بجميع المرافق والأقسام اللازمة لخدمة المواطنين كما أنه يجب أن يحافظ على أداء الوظيفة المرجوة منه بالموازاة مع كل ما يحويه من اللمسات المعمارية **.وكما** يقوم **المشروع على فكرة استغلال كافة الفراغات** حتى تعمل على خدمة المستخدمين بشكل جيد.

وقد كانت هذه الأفكار ترتكز بشكل أساسي على استعمالات المبنى وعلى العوامل المحلية التي تؤثر في التصميم مثل مدخل المبنى و أشعة الشمس واتجاه الرياح والمناخ وكغيرها .

تم الحصول على المخططات المعمارية للمشروع من قبل دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في جامعة بوليتكنك فلسطين ليتسنى عمل التصميم الإنشائي وإعداد المخططات التنفيذية لجميع العناصر الإنشائية التي يشملها ، تبلغ المساحة الإجمالية للمبنى حوالي 11709 متر مربع ، قائمة على كتلة واحدة على النحو التالي:-

1. طابق التسوية بمساحة 1962 متر مربع
2. طابق الأرضي بمساحة 2187 متر مربع
3. طابق الأول والثاني بمساحة كل منها 2440متر مربع
4. الطابق الثالث بمساحة 1821 متر مربع
5. الطابق الرابع بمساحة 1234متر مربع

وتتنوع فيها الخدمات الوظيفية بشكل مناسب مع الحاجة المبتغية من التصميم.

3-2 موقع المشروع

لتصميم أي مشروع فإنه ينبغي دراسة الموقع المراد إنشاء المبنى عليه بعناية، سواء تعلق ذلك بالموقع الجغرافي أم بتأثير القوى المناخية السائدة في المنطقة. بحيث تكون العناصر القائمة وعلاقاتها بالتصميم المقترح في تناسق تام 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 قطعة أرض تبلغ مساحتها 15 دونم تقع في مدينة الخليل في منطقة بئر حرم الرامة على الشارع الرئيسي ، وبالتالي فان المواصلات والاتصالات متوفرة بسهولة في هذه المنطقة.

وقد تم ملائمة المشروع مع الموقع الذي تم اختياره، وكذلك تم مراعاة تحقيق الوظيفة للمبنى وتشروط الجمال، وتم مراعاة اختيار مكان مناسب من حيث التوجيه والتهوية.

للشكل (2-1) يبين موقع المشروع

الشكل (2- 1): مخطط موقع المشروع

2-3-1 أهمية الموقع

➢ **الشروط العامة لاختيار الموقع :**

إن عمليه اختيار ارض لإقامة **مستشفى** 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** الخليل:

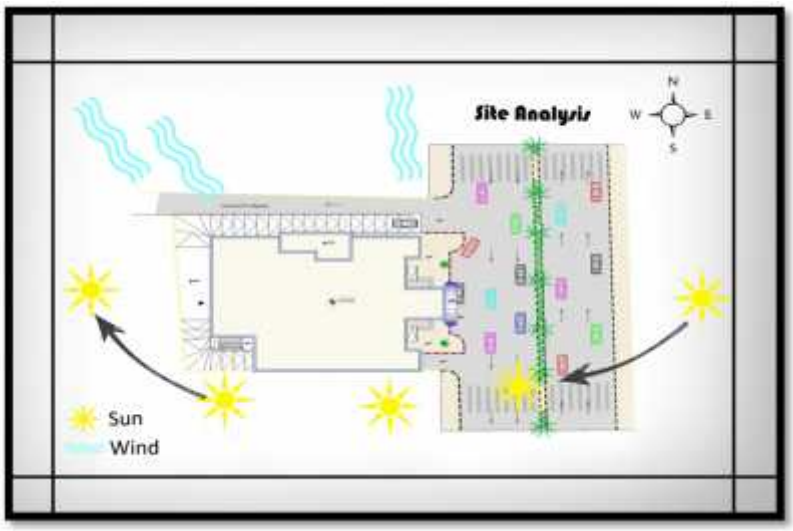
1. **جغرافيه الموقع :** هو الجانب الذي يختص في دراسة موقع الأرض بالنسبة للنسيج العمراني بشكل عام ، وتأثير الموقع على وظيفة المبنى ، ودراسة المناخ وطبوغرافية الأرض .
2. **شبكه المواصلات :** هو الجانب الذي يتم فيه دراسة الطرق الرئيسية والفرعية المؤدية للموقع.
3. **الغطاء النباتي:** هو الجانب الذي يتحدث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

2-3-2 حركة الشمس والرياح

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.

وكما أن للرياح تأثير كبير على المباني، فهي تعد حمل أفقي يؤثر على جدران المبنى، وبالتالي تؤثر على الهيكل الإنشائي له فيجب مراعاة تأثير الرياح والشمس على المبنى ليتم تصميمه بشكل يلبي شروط التصميم المتعلقة بالتهوية والإضاءة الطبيعية.

وللشكل (2-2)، يوضح تأثير هذه العوامل، تبدو حركة الشمس ظاهرة حيث تغطي معظم أجزاء المبنى منذ شروقها وحتى غروبها كما هو موضح بالرسومات التالية:



الشكل (2- 2): حركة الشمس والرياح

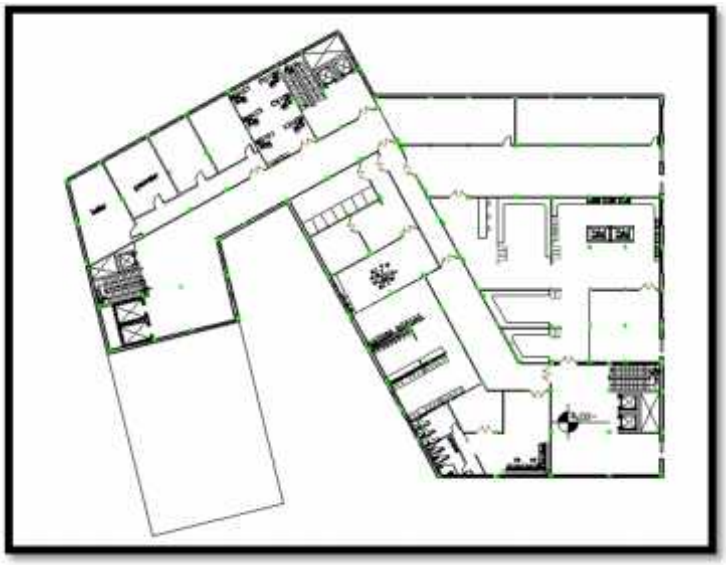
2- 4 وصف طوابق المشروع

2-4- 1 الطابق التسوية:

تبلغ مساحة هذا الطابق هي 1962 **متر مربع** تقريبا و بارتفاع 4 **متر** , وينخفض منسوبه عن مستوى الشارع الرئيسي بمسافة (-4**م**) ويتم الوصول إليه عن طريق درج من منسوب الأرض وكذلك عن طريق المصاعد الكهربائية .

واستخدامات هذا الطابق هي :-

- غرفة غسيل و كوي
- مطبخ وغرفة صيانة وكهرباء
- مخازن
- ممرات
- بالإضافة إلى درج للوصول إلى المستوى التالي وهو مستمر حتى الطابق الأرضي .



الشكل (2- 3): طابق التسوية

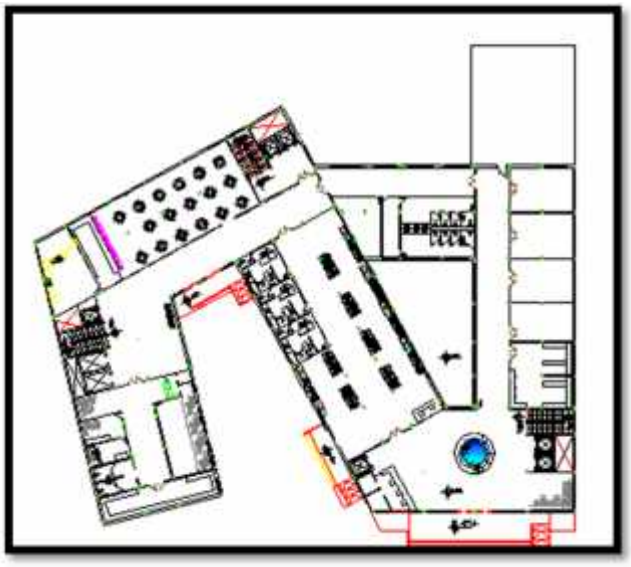
2-4- 2 الطابق الأرضي:

وتبلغ مساحة هذا الطابق 2187 متر مربع و بإرتفاع 4.5 متر . يتم الوصول إليه بطريقة مباشرة من منسوب مستوى الأرض عبر ثلاث درجات ويحتوي هذا الطابق على مدخل رئيسي يظهر في الواجهة الامامية للمبنى , و مدخل جانبي يؤدي الى العيادات الخارجية , و مخرج يؤدي الى الحديقة .

تم تقسيم الفعاليات المختلفة في هذا الطابق بشكل مناسب حيث انه يتكون من :-

- قاعات لاستقبال الزوار .
- استعلامات .
- غرف الامن .
- مختبرات ((يحتوي هذا القسم ايضا على بنك للدم)) .
- محلات ((محل للهدايا وسوبر ماركت و محل لبيع الحلويات)) .
- عيادات خارجية يتم الوصول اليها من مدخل خاص لها او من المدخل الرئيسي .
- كافيتريا حيث تحتوي على عدد من طاولات الجلوس، وكذلك يحتوي على مطبخ لتحضير وجبات الطعام .
- مراحيض عامة لاستخدام الرجال والنساء.
- الممرات .

و يوجد في هذا الطابق مصاعد كهربائية و ادراج للانتقال الى الطابق الاول .



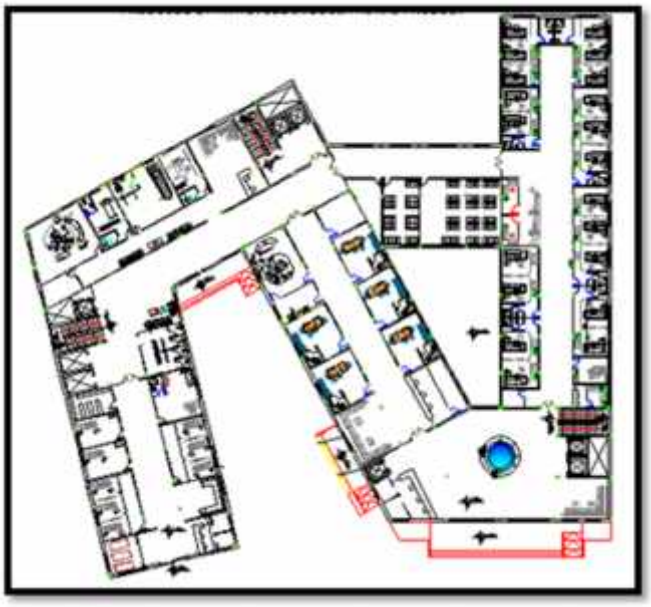
الشكل (2- 4): الطابق الأرضي

2-4- 3 الطابق الأول:

تبلغ مساحة الطابق الأول 2440 متر مربع بارتفاع 4.5 متر , يقع على مستوى (+4م) فوق مستوى سطح الارض , يتم الوصول اليه إما مباشرةً من الطابق الارضي عن طريق درج او مصعد كهربائي , او من بلب خارجي .

يتكون هذا الطابق من :-

- قسم الطوارئ له مدخل خارجي , او يمكن الوصول اليه من الطابق الارضي .
- قسم الاشعة يحتوي على غرفة اشعة تلفزونية وغرفة اشعة طبقية وغرفة اشعة رنين مغناطيسي .
- قسم الولادة .
- غرف المرضى وغرف للأطفال حديثي الولادة .
- الاستعلامات .
- ممرات .
- مراحيض عامة لاستخدام الرجال والنساء .



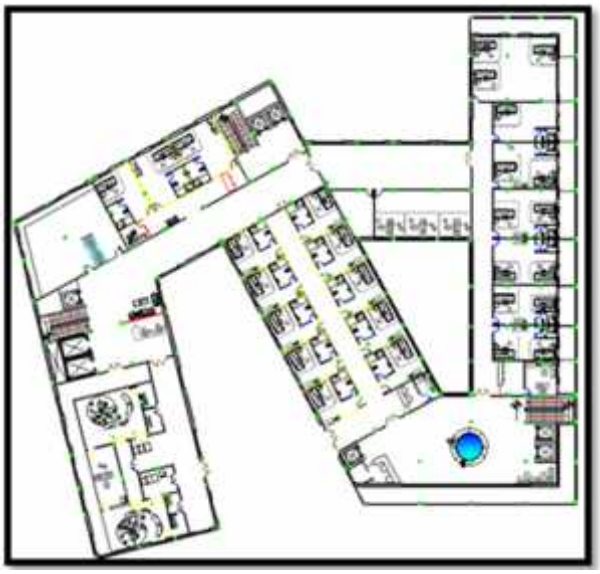
الشكل (2- 5): الطابق الاول

4-4-2 الطابق الثاني:

يوجد في هذا الطابق تماثل في المسقط الأفقي للطابق الأول حيث تبلغ مساحته 2440 متر مربع أيضاً , وبارتفاع 4.5 متر يتكون هذا الطابق من :-

- قسم العمليات .
- قسم غسيل الكلى .
- العناية المركزة .
- غرفة خاصة للتعقيم المركزي .
- غرف المرضى .
- الاستعلامات .
- مراحيض عامة لاستخدام الرجال و النساء.
- ممرات .

يتم الصعود إليه من الطابق الأول إما عن طريق الدرج الواصل بينهما أو المصعد الكهربائي .



الشكل (2- 6): الطابق الثاني

2-4- 5 الطابق الثالث :

تبلغ مساحة هذا الطابق 1821 متر مربع , وبإرتفاع 4.5 متر أيضاً , يتم الصعود إليه من الطابق الثاني إما عن طريق الدرج أو المصعد الكهربائي . ويتكون هذا الطابق من :-

- قسم القلب .
- العناية المركزة القلبية .
- قسم الاطفال ويحتوي على غرف للافال المرضى و كذلك عيادة للاطفال .
- غرف المرضى .
- الاستعلامات .

الشكل (2- 7): الطابق الثالث

2-4- 6 الطابق الرابع :-

تبلغ مساحة هذا الطابق 1234 متر مربع , وبارتفاع 4.5 متر .

ويتكون هذا الطابق من :-

- الادارة يحتوي على الماكب الادارية .
- سكن الاطباء والممرضين .
- ممرات .
- مراحيض خاصة بالموظفين والاطباء و الممرضين .

ويتم الصعود إليه من الطابق الثالث إما عن طريق الدرج أو المصعد الكهربائي .

الشكل (2-8): الطابق الرابع

2- 5 وصف واجهات المشروع

إن الواجهات الناتجة عن أي تصميم تعطي الانطباع الأول عن المبنى، حيث يظهر من خلال التصميم المعماري لواجهات هذا المشروع استخدام الطراز الحديث والتكنولوجيا الحديثة من خلال وجود تداخل في الكتل الرأسية والأفقية واستخدام الكتل الزجاجية الكبيرة المكونة من الألمنيوم والزجاج.

2-5-1 الواجهة الشمالية (الواجهة الرئيسية):

هذه الواجهة هي الواجهة الرئيسية وفي هذه الواجهة المدخل الرئيسي للمبنى , كما أنها تطل على الشارع الرئيسي,

والناظر الى هذه الواجهة يرى استخدام الطراز الحديث في المباني المتمثل في استخدام الكتل الزجاجية الكبيرة المكونة من الألمنيوم والزجاج وهذا يسهم بشكل كبير في توفير الإضاءة، ووجود التداخل في الكتل الأفقية والرأسية، كما يلاحظ استخدام أكثر من نوع من الحجر لتمييز موقع الفتحات من جهة وإعطاء منظر جمالي فريد من جهة أخرى حيث تميزت هذه الواجهة باستخدام الزجاج على طول الطوابق مما زاد الواجهة جمالا ملحوظاً،

ومنحها طابعاً مميزاً ولمسة معمارية رائعة وإعطائها نوعا من الفخامة مما يعكس طبيعة المبنى يظهرفي هذه الواجهة اختلاف المناسيب بين الطابقين الارضي والاول بشكل واضح .

الشكل (2- 9): الواجهة الشمالية

2-5-2 الواجهة الجنوبية:

تناظر هذه الواجهة ما اشرنا إليه في الواجهة الشمالية من تداخل الكتل الأفقية والرأسية, **واختلاف** المناسيب ، والذي يعطي المبنى المنظر الجمالي **الرائع فضلاً عن تعدد أنظمة الفتحات المستخدمة و لستخدام أكثر** من نوع من الحجر لتمييز موقع الفتحات من جهة وإعطاء منظر جمالي فريد من جهة أخرى حيث تميزت هذه الواجهة باستخدام الزجاج على طول الطوابق .

الشكل(2-10): الواجهة الجنوبية

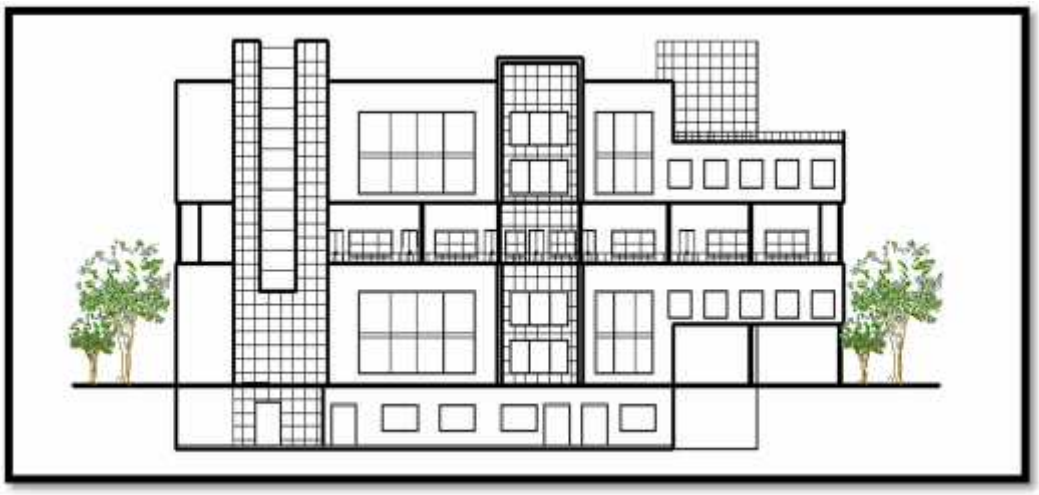
3-5-2 الواجهة الشرقية :

في هذه الواجهة يظهر بعض التداخلات في المبنى ، و تم التنويع هنا في نوع الحجر المستخدم كما تم تنويع الفتحات والشبابيك و ظهور الشرفات , هذا كله أضفى جمالا ملحوظا على المبنى , و يظهر في هذه الواجهة منسوب واحد للمبنى

الشكل(2-11): الواجهة الشرقية

4-5-2 الواجهة الغربية:

تناظر هذه الواجهة الواجهة الشرقية فهي تشابهها في بعض التداخلات ، و في تنويع الحجر المستخدم و تنويع الفتحات والشبابيك وطهور الشرفات أيضاً, الأمر الذي أضفى جمالا ملحوظا على المبنى , و لكنا تختلف عن الواجهة الشرقية في ظهور منسوبين مختلفين فيها .



الشكل(2-12): الواجهة الغربية

2- 6 النواحي المعمارية

يهدف التصميم المعماري بشكل عام إلى الوصول إلى الشكل المعماري المناسب لقطعة الأرض، والمنسجم مع المباني الموجودة حوله، بحيث يكون ملبيا للاحتياجات الصحية. **وبالرغم من تعدد العوامل المؤثرة** على هذه العملية التصميمية وتداخلها، فلا بد من الوصول إلي الشكل المعماري المناسب الذي يؤدي إلى الغاية من إنشاءه، وهذه الأمور نبرزها في هذا القسم كما هو معروض في الصفحات التالية:

2-6-1 العناصر المعمارية:

إن البناء المقترح لهذا المشروع هو عبارة عن بناية مكونة من**ستة طوابق** حيث يحتوي هذا المبنى على اقسام صحية مكاتب، أدراج، ممرات، والكثير من العناصر المعمارية التي سيتم تفصيلها في ما يلي:-

1. الاقسام الطبية :-

في هذا المستشفى تنوعت الاقسام الطبية التخصصية **تبعاً لمساحة القسم** وموقعه، ومن الأمور المهمة التي يجب ذكرها، إن هذه الاقسام حددت من البداية ماهيتها واستخدامها لان كل قسم مقيد بشروط و معايير معينة كونه مرتبط ارتباط كامل بصحة الانسان.

2. المكاتب:

يوجد في هذا **المستشفى عدد محدود من المكاتب المختصة بالشؤون** الإدارية له .

3. الأدراج:

لقد زود مبنى المستشفى بدرج مزود بمصعد كهربائي يقع في اطراف المبنى و ليس بالمنتصف , وهو في **ثلاثة مناطق بالمبنى** ، ويستمر من طابق التسوية للطابق الرابع . كما ويوجد درج خارجي ينقل من مستوى الارض الى المستوى التالي وهو (+4م) .

4. الممرات:

يتوفر في هذا المبنى الكثير من الممرات المتشابهة في الشكل وطريقة التوزيع، ويميز هذه الممرات سهولة الوصول إليها بالإضافة إلى وسعها.

2-7 الحركة في المبنى

يمكن الدخول و الخروج للمبنى من **نفس المداخل** وهذا بدوره يتيح حرية الدخول والخروج من والى المبنى ، حيث تنقسم الحركة :-

- ✓ **الحركة خارج المستشفى :-**

هي حركة سيارات **الاسعاف** وسيارات **الزوار و** الأطباء و الموظفيين ، وهذه الحركة صممت على أساس تجنب أي تقاطع قد يحدث بين السيارات وذلك بالاعتماد على تصميم طريق باتجاه واحد حيث لا تضطر أي سيارة تدخل الموقع إلى الرجوع من نفس الطريق .

✓ **الحركة داخل المستشفى :-**

نقسم الحركة داخل المبنى إلى نوعين هما:

- الحركة أفقية:

تتم من خلال ساحة كبيرة إلى الأقسام المختلفة داخل الطابق الواحد، ومن الملاحظ أن الحركة الأفقية تتم في جميع الطوابق بشكل خطي من خلال ممر بين الفراغات مع وضوح الحركة وسهولتها.

- الحركة الرأسية (العمودية):

والتي تتم من خلال الأدراج والمصاعد الكهربائية حيث أنها تقع **في الداخل على اطراف المبنى عند الدخول للمستشفى** , وهذا بدوره يسهل الحركة الأفقية داخل الطوابق والحركة الراسية (عمودية) بين طابق وآخر.

في الحركة الرأسية **هناك** حركة الموظفين والإداريين وعمال النظافة وعناصر الأمن بمصاعد وأدراج خاصة يمنع الزوار من استخدامها.

الفصل الثالث

الوصف الانشائي

3-1 مقدمة .

3-2 الهدف من التصميم الإنشائي.

3-3 مراحل التصميم الإنشائي.

3-4 الأحمال.

3-5 الاختبارات العملية.

3-6 العناصر الإنشائية المكونة للمشروع.

3-7 فواصل التمدد.

3-8 برامج الحاسوب.

1-3 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.

2-3 الهدف من التصميم الإنشائي

يهدف التصميم الإنشائي بشكل أساسي الى إنتاج منشأ متقن ومتزن من جميع النواحي الهندسية والإنشائية ومقاوم لجميع المؤثرات الخارجية من أحمال ميتة وحية وأيضا أحمال بيئية من تأثير **الزلازل و الرياح و الثلوج**.
وبالتالي يتم تحديد العناصر الإنشائية بناء على:

- **الأمان (Safety)**: يتم تحقيقه عبر اختيار مقاطع للعناصر الإنشائية قادرة على تحمل القوى و الإجهادات الناتجة عنها.
- **التكلفة (Cost)**: يتم تحقيقها عن طريق مواد البناء ومقاطع مناسبة التكلفة و كافية للغرض الذي ستستخدم من أجله.
- **حدود صلاحية المبنى للتشغيل (Serviceability)** : من حيث تجنب أي هبوط زائد (Deflection) و تجنب **التشققات** (Cracks) **التي تؤثرسلباً على المنظر المعماري المطلوب**.
- **الشكل و النواحي الجمالية للمنشأ.**

3-3 مراحل التصميم الإنشائي

يمكن تقسيم مراحل التصميم الإنشائي إلى مرحلتين رئيسيتين:-

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

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

4-3 الأحمال

يتعرض المبنى لأحمال مختلفة يتم تحديدها عليه بشكل دقيق باستخدام الكودات المختلفة، وهذا يتطلب من المهندس الإنشائي تصميم المقاطع بشكل يقاوم هذه القوى والاجهادات المتولدة فيها. ومن هذه الأحمال: الأحمال الميتة، الأحمال الحية، والأحمال البيئية.

3-4-1 لأحمال الميتة

وهي الأحمال التي تكون ثابتة من حيث المقدار والموقع ولا تتغير خلال عمر المبنى، وهذه الأحمال تتمثل في وزن العناصر الإنشائية وعناصر التشطيب، وعملية تحديد هذه الأحمال تتم من خلال افتراض العناصر الإنشائية، ومن خلال الكثافات النوعية المحددة لمواد البناء المختلفة وفق الكود الأردني.

رقم البند	المادة (Material)	الكثافة النوعية S. Weight (KN/m^3)
1	البلاط (Tile)	24
2	المونة الإسمنتية (Mortar)	22
3	الرمل (Sand)	17
4	الخرسانة المسلحة (Reinforced Concrete)	25
5	القصارة (Plaster)	22
6	الأتربة (الطم) (Backfill)	20
7	الحديد المُصنع(الهيكلي) (Mild Steel)	78.5
8	الأسقف المستعارة (Ceiling)	0.10 KN/m^2
9	التمديدات(Installation)	0.20 KN/m^2

جدول (3-1) : الكثافات النوعية للمواد المستخدمة

3-4-2 الأحمال الحية

وهي الأحمال التي تتغير من حيث المقدار والموقع خلال عمر المبنى والتي تعتمد على نوع المبنى الوظيفي. وهذه الأحمال تشمل:

- أوزان الأشخاص مستعملي المنشأة.
- الأحمال الديناميكية، كالأجهزة التي ينشأ عنها اهتزازات تؤثر على المنشأة .
- الأحمال الساكنة، والتي يمكن تغيير أماكنها من وقت لآخر مثل الاثاث، الأجهزة، الآلات الاستاتيكية غير المثبتة، والمواد المخزنة.

رقم البند	نوع المساحات (Type of Area)	Live Loads (KN/m^2)
1	مواقف السيارات	5.00
2	المستشفيات	5.00
3	الجامعات	5.00
4	الفنادق	2.50
5	المدارس	5.00
6	المشاغل و المصانع	5.00
7	مراكز الرياضة	5.00

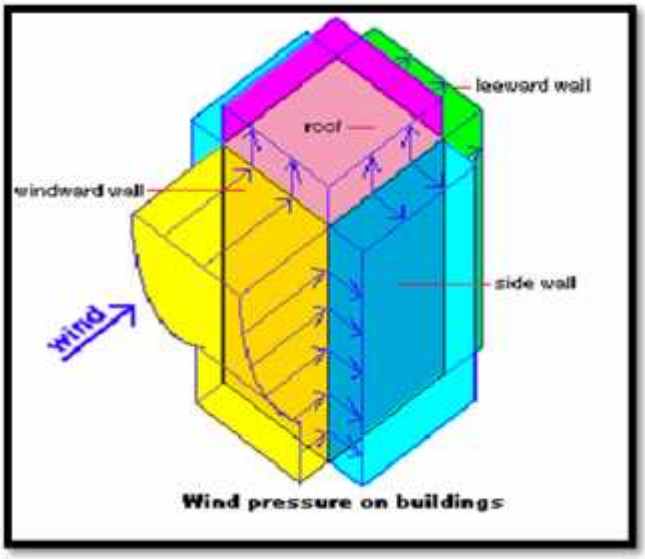
جدول (3-2) : الأحمال الحية لعناصر المبنى

3-4-3 الأحمال البيئية

وتشمل أحمال الثلوج والرياح وأحمال الهزات الأرضية وأحمال التربة، وهذه الأحمال تعتبر من الاحمال المتغيرة بالمقدار والموقع وتشبه بشكل كبير الأحمال الحية والتي يكون مقدارها متغير، أما أحمال الرياح فتكون متغيرة في **الاتجاه** وتعتمد على وحدة المساحة التي تواجهها، بحيث تقوم دوائر الأرصدة الجوية بتحديد سرعة الرياح المعتمدة في التصميم ومنها يتم تحديد الضغط الناتج عنها على المباني، باعتماد عدة عوامل منها السرعة، وارتفاع المبنى، وموقع المبنى وغيرها.

1-3-4-3 أحمال الرياح

أحمال الرياح تؤثر بقوى أفقية على المبنى، وعملية تحديد أحمال الرياح تتم اعتمادا على سرعة الرياح القصوى، وتتغير بتغير ارتفاع المبنى عن سطح الأرض وموقعه من حيث إحاطته بمباني مرتفعة أو وجود المنشأ نفسه في موقع مرتفع أو منخفض والعديد من المتغيرات الأخرى.



الشكل(3-1):أحمال الرياح على المبنى

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

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

الجدول (3-3): سرعة وضغط الرياح اعتمادا على الكود الالماني DIN 1055-5

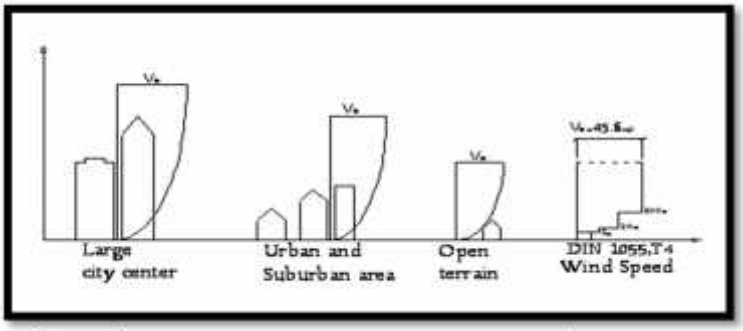
$$q = v^2 / 1600$$

حيث أن :

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

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

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



الشكل (3-2) : تأثير الرياح على المباني من حيث ارتفاع المبنى والبيئة المحيطة به

3-4-3-2 أحمال الثلوج

هي الأحمال التي يمكن أن يتعرض لها المنشأ بفعل تراكم الثلوج، ويمكن تقييم أحمال الثلوج اعتماداً على الأسس التالية:

* ارتفاع المنشأة عن سطح البحر.
* ميلان السطح المعرض لتساقط الثلوج.

رقم البند	أحمال الثلوج (Snow Loads) (KN/m^2)	ارتفاع المنشأ عن سطح البحر (h) بالمتر (m)
1	0	250>h
2	(h-250) /1000	500 > h > 250
3	(h-400) / 320	1500 > h > 500
4	(h – 812.5)/ 250	2500 > h > 1500

الجدول (3-4): قيمة أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر

ولستناداً إلى جدول أحمال الثلوج السابق صفحة 30 في الكود الاردني(وبعد تحديد ارتفاع المبنى عن سطح البحر و الذي يساوي (1038م) تم حساب أحمال الثلوج كالآتي:

$$\text{Snow Load} = (h - 400) / 320$$

$$\text{Snow Load} = (1038 - 400) / 320 = 2\ KN/m$$

3-4-3-3 أحمال الزلازل

تنتج الزلازل عن اهتزازت أفقية ورأسية بسبب الحركة النسبية لطبقات الأرض الصخرية، تنتج عنها قوى قص تؤثر على المنشأة ، ويجب أن تؤخذ هذه الأحمال بعين الاعتبار عند التصميم وذلك لضمان مقاومة المبنى للزلازل، وسيتم مقاومتها في هذا المشروع عن طريق جدران القص الموزعة في المبنى بناءً على الحسابات الإنشائية لها.

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

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

5-3 الاختبارات العملية

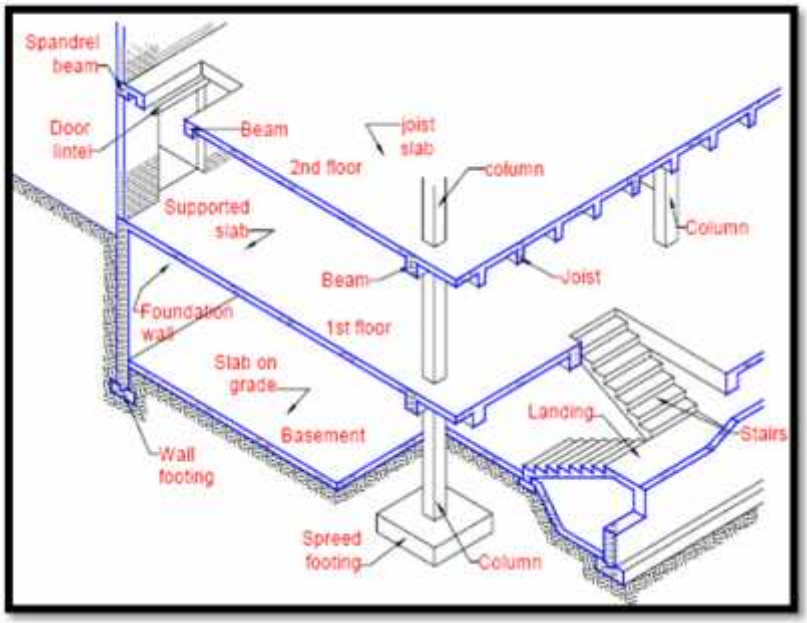
من أهم الاختبارات العملية اللازمة قبل القيام بتصميم أي مشروع إنشائي هو إجراء فحوصات للتربة لمعرفة قوة تحملها ومواصفاتها, ومعرفة منسوب المياه الجوفية وعمق الطبقة التأسيسية المناسبة لوضع الأساسات, وتحليل المعلومات التي تم جمعها من خلال هذه الفحوصات وترجمتها للتنبؤ بطريقة تصرف التربة عند البناء عليها , ويتم ذلك بعمل ثقوب استكشاف في التربة بأعداد وأعماق مدروسة, وأخذ العينات المستخرجة من أرض الموقع لعمل فحوصات التربة اللازمة عليها.

* ومن أهم النتائج التي نحتاجها من هذه الاختبارات:-

مقدار قوة تحمل التربة للأحمال الواقعة (Bearing Capacity) عليها من المبنى و الذي يعتمد على نوع التربة.

6-3 العناصر الإنشائية المكونة للمبنى

يتكون كل مبنى انشائي من عناصر إنشائية مختلفة تساعد على استمرار صلاحية استخدامه، وهذه العناصر تشمل القدات والأعمدة وجدران القص والاساسات.



الشكل (3-3) : العناصر الإنشائية للمبنى.

1-6-3 العقدات:

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

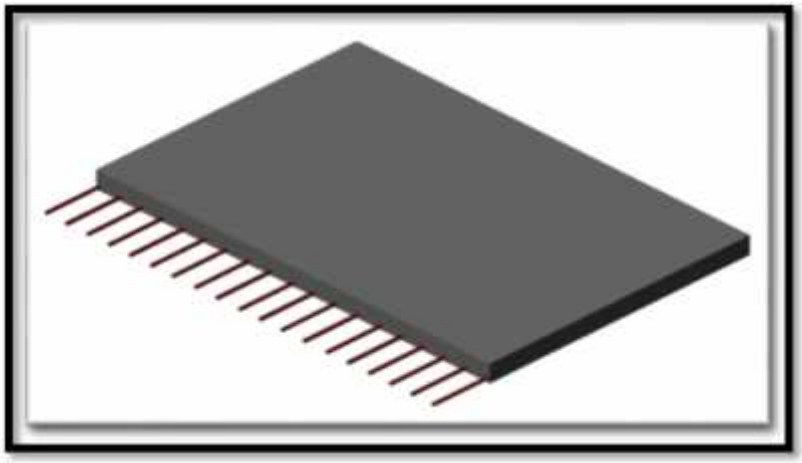
ونظراً لوجود العديد من الفعاليات المختلفة في المبنى ومراعاة للمتطلبات المعمارية فإنه تم استخدام أنواع العقدات التالية في المشروع:-

- **العقدات المصمتة (Solid Slab)**

و قد تم استخدام نوع واحد منها وهو :-

✓ **العقدات المصمتة ذات الإتجاه الواحد (One way solid slab).**

تستخدم في المناطق التي تتعرض كثيرا للأحمال الحية، وذلك تجنباً لحدوث إهتزاز نظراً للسماكة المنخفضة وتستخدم عادة في عقدات بيت الدرج ، كما في الشكل (3-4) .



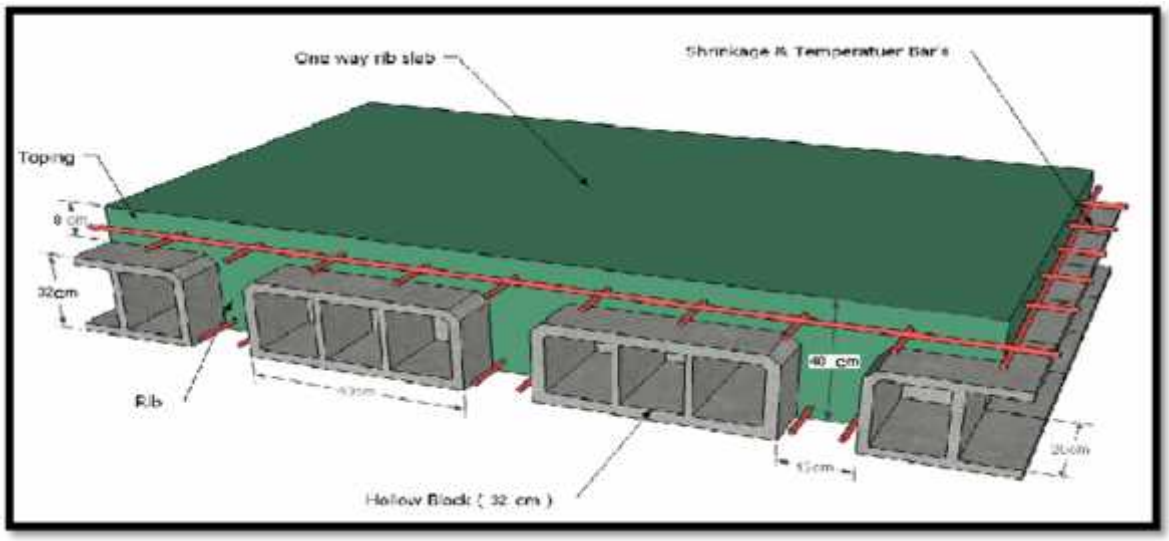
الشكل (3-4) : العقدات المصمتة ذات الإتجاه الواحد.

✓ **العقدات المفرغة (Ribbed slab)**

هذا وتستخدم عقدات الأعصاب ذات الإتجاه الواحد في تغطية المساحات التي تتراوح فيها الأبعاد بين الأعمدة من 5 الى 7.5 متر، أما عقدات العصب ذات الإتجاهين فتستخدم في حالة المساحات الكبيرة نسبياً، وفي التصميم الانشائي لهذا المشروع تم استخدام كلا النوعين.

✓ **عقدات العصب ذات الإتجاه الواحد (One way ribbed slabs) :**

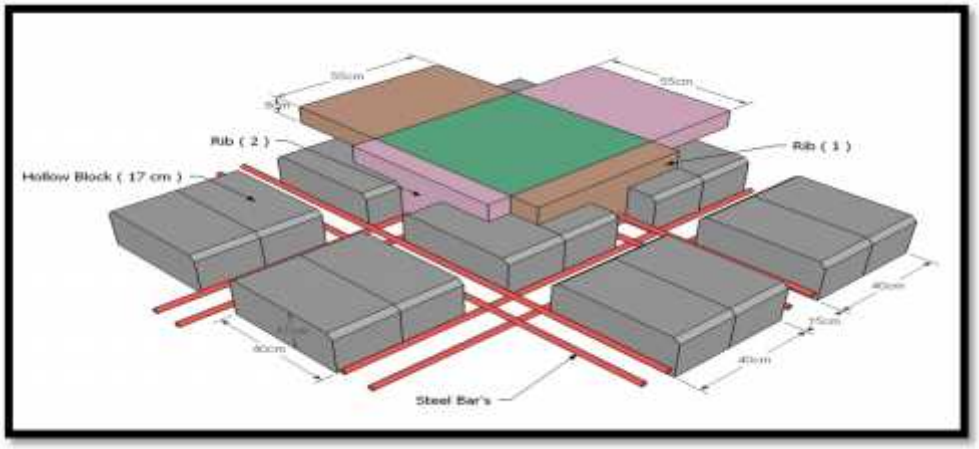
إحدى أشهر الطرق المستخدمة في تصميم العقدات في هذه البلاد وتتكون من صف من الطوب يليها العصب، ويكون التسليح بإتجاه واحد كما هو مبين في الشكل (3-5).



الشكل(3-5) : عقدات العصب ذات الإتجاه الواحد.

✓ **عقدات العصب ذات الإتجاهين (Two way ribbed slabs) :**

تشبه السابقة من حيث المكونات **ولكن** تختلف من حيث كون التسليح بإتجاهين، ويتم توزيع الحمل في جميع الإتجاهات ويراعى عند حساب وزنها طوبتين و عصب في الإتجاهين، كما يظهر في الشكل (3-6).



الشكل(3-6) : عقدات العصب ذات الإتجاهين.

3-6-2 العمور :

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

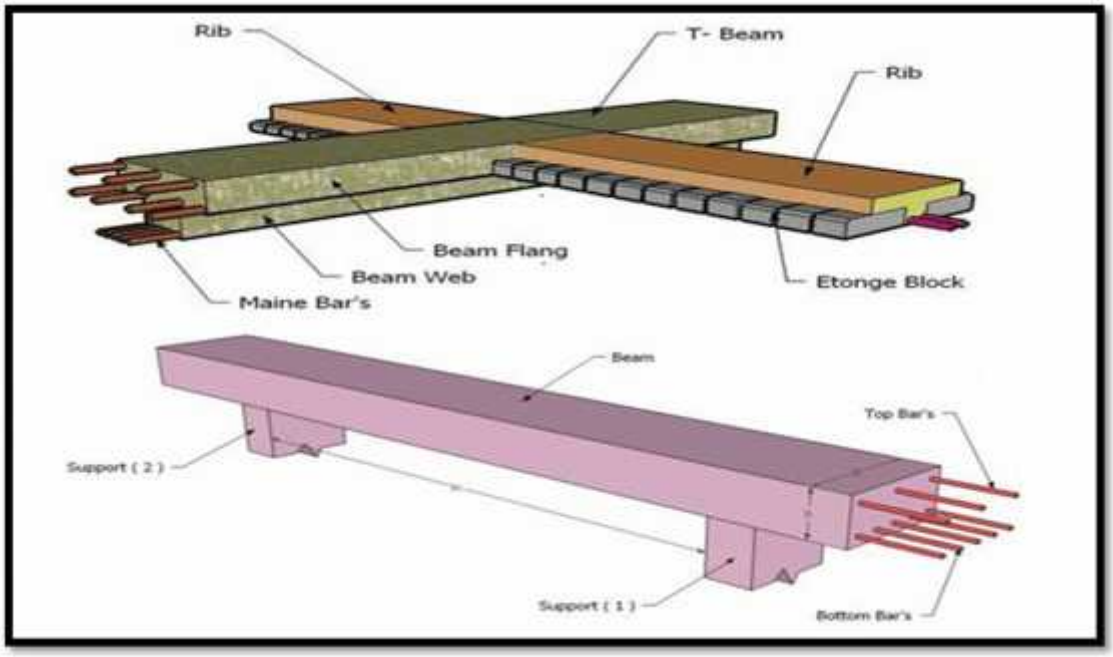
1- جسور مستورة (Hidden Beam).

وهي التي يكون ارتفاعها مساوي لارتفاع العقدة.

2- جسور ساقطة (Dropped Beam).

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

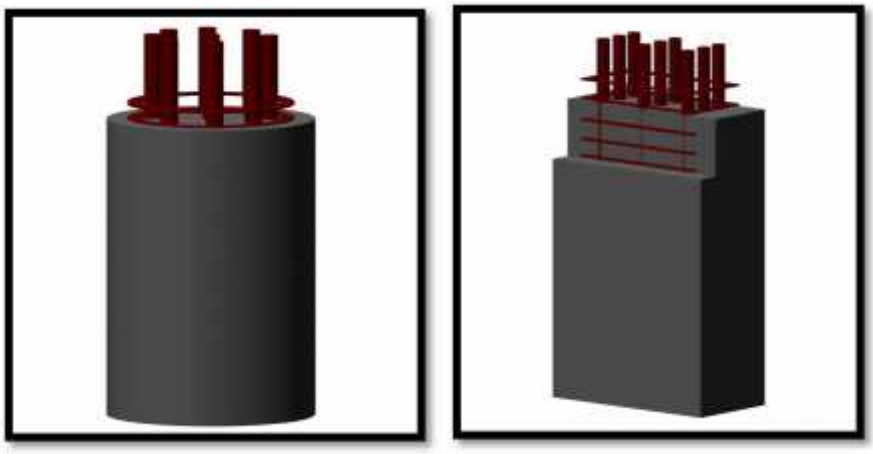
ويكون التسليح بقضبان الحديد الأفقية لمقاومة العزم الواقع على الجسر, وبالكانات لمقاومة قوى القص والشكل (3-7) يبين أنواع الجسور التي استخدمت في المشروع.



الشكل (3-7): أنواع الجسور المستخدمة في المشروع

3-6-3 الأعمدة:

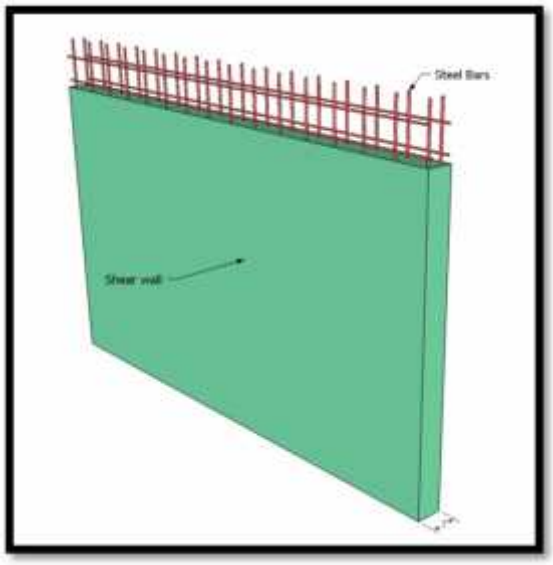
تعتبر الأعمدة العضو الرئيس في نقل الأحمال من العقدات ونقلها إلى الأساسات، وبذلك فهي عنصر إنشائي ضروري لنقل الأحمال وثبات المبنى. لذلك يجب تصميمها بحيث تكون قادرة على حمل وتوزيع الأحمال الواقعة عليها وأما بالنسبة إلى الأعمدة المستخدمة في هذا المنشأ فهي مستطيلة ومربعة ودائرية الشكل



الشكل(3-8): أشكال الأعمدة المستخدمة في المشروع

4-6-3 جدران القص:

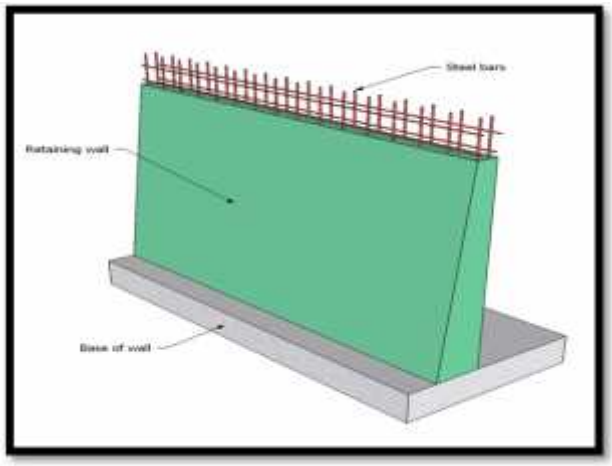
وهي عناصر إنشائية حاملة تقاوم القوى العمودية والأفقية الواقعة عليها وتستخدم بشكل أساسي لمقاومة الأحمال الأفقية مثل قوى الرياح والزلازل وتسمى جدران القص (shear wall) وهذه الجدران تسلح بطبقتين من الحديد حتى تزيد من كفاءتها على مقاومة القوى الأفقية. وقد تم تحديد الجدران الحاملة في المبنى وتوزيعها بشكل مدروس في كامل المبنى، وتتمثل الجدران الحاملة بجدران بيت الدرج، وجدران المصاعد، وجدران موزعة داخل المبنى، وتعمل على تحمل الأوزان الرأسية المنقولة إليها كما تعمل معظمها كجدران قص تقاوم القوى الأفقية التي يتعرض لها المنشأ، ويجب توفرها في الاتجاهين مع مراعاة أن تكون المسافة بين مركز المقاومة الذي تشكله جدران القص في كل اتجاه ومركز الثقل للمبنى أقل ما يمكن، بالإضافة إلى أن تكون الصلابة للجدران الحاملة تساوي اثنتا عشرة ضعفا من صلابة الأعمدة في المبنى، وأن تكون هذه الجدران كافية لمنع أو تقليل تولد عزوم اللي وآثاره على جدران المبنى المقاومة للقوى الأفقية.



الشكل(3-9): جدار قص

5-6-3 الجدران الاستنادية:

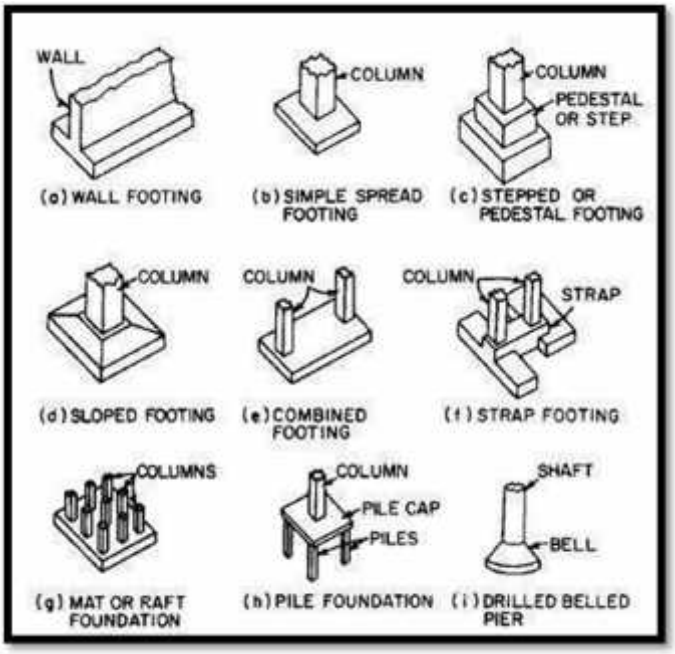
بسبب وجود طابقين تحت مستوى سطح الارض، كان لا بد من استخدام جدران استناديه لتحمي التربة من الانهيار أو الانزلاق. وهناك أشكال متعددة للجدران الاستنادية تبعا لطبيعة الموقع، وطبيعة المواد المستخدمة في انشائها.



الشكل(3-10) : جدار استنادي

6-6-3 الأساسات:

بالرغم من أن الأساسات هي أول ما يبدأ بتنفيذها عند بناء المنشأ، إلا أن تصميمها يتم بعد الانتهاء من تصميم كافة العناصر الإنشائية في المبنى، ولمعرفة الأوزان والأحمال الواقعة عليها، فإن الأحمال الواقعة على العقدة تنقل إلى الأعمدة ومن ثم إلى الأساسات، وتكون هذه الأحمال هي الأحمال التصميمية لها، و بناءاً على الأحمال الواقعة عليها وطبيعة الموقع يتم تحديد نوع الأساسات المستخدمة.



الشكل (3-11): أنواع الاساسات

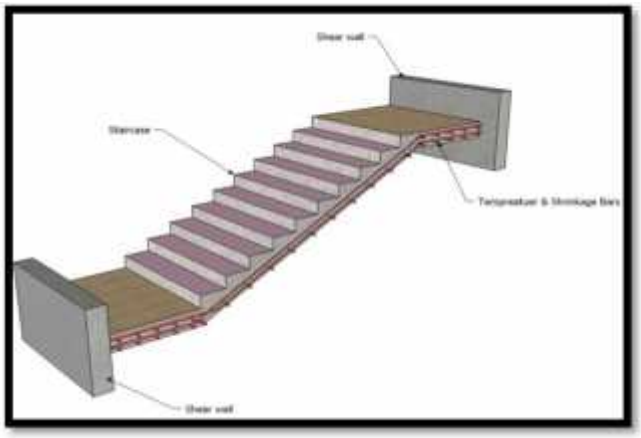
من الأساسات التي تم استخدامها بالمشروع :-

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

7-6-3 الأدراج:

عبارة عن عناصر معمارية تستخدم للانتقال الرأسي بين المستويات المختلفة المناسيب.

وتم استخدام أدراج خرسانية موزعة في أرجاء المشروع بالإضافة إلى درج كهربائي ودرج معدني، والشكل (3-12) يبين تسليح الأدراج.



الشكل(3-12) : الدرج

3-7فواصل التمدد:

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

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

✓ كما يجب أن لا يقل عرض الفاصل عن (3سم)

الشكل (3-12):فاصل تمدد في منشأة

3-8 برامج الحاسوب التي تم استخدامها:-

1) AutoCAD (2014) for Drawings Structural and Architectural.
2) For Text Edition) Microsoft Office (2010.
3) Microsoft Excel XP.
4) Atir 12.

CHAPTER FOUR

Structural Analysis and Design

4-1 Introduction.

4-2 Design Method and Requirements.

4-3 Determination of Thickness.

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 Basement Wall

4-12 Design of Footing.

4-1 Introduction:

This chapter contains the structural analysis and design of some elements of Hebron Hospital.

The structural design of the project is the most important thing to be done, through design we determine the amount of reinforcement in each part of the project to be realized all the conditions of construction and safety.

As we mentioned before, ACI 318m-14, and some engineering program were used in the design of the structures like: Atir, Safe,and Etabs to find the internal forces, deflection and moments, and then hand calculation were done to find the required reinforcement for the structures.

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.

- ✓ **Factored Loads:**

The factored loads on which the structural analysis and design is based for our project members, is determined as follows:

$q_u = 1.2DL + 1.6L$ ACI 318M-14

4-3 Determination of Thickness:

4.3.1 Determination of Thickness for One Way Rib Slab:

The structure may be exposed to different loads such as dead and live loads. The value of the load depends on the structure type and the intended use.

The overall depth must satisfy ACI 318M-14:

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

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) : Minimum Thickness of Structural Member

The maximum span for one - end continuous is L= 5.5m

$$\frac{L}{18.5} = \frac{5.5}{18.5} = 0.30m$$ *ACI-318-11*

The maximum span for two - end continuous is L= 5.9 m

$$\frac{L}{21} = \frac{5.9}{21} = 0.28m$$

Deflection is ok because one –end continuous span gives deflection value less than L/240.So Selected h = 32 cm

Select 24 cm block + 8 cm topping = 32 cm

4-4 Design of Topping:

⇒ Material:-

- ❖ Concrete:-B350

$fc' = 35 N/mm^2 (MPa)$ For circular section

but for rectangular section ($fc' = 35 * 0.8 = 28 MPa$).

- ❖ Reinforcement steel:-

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

No.	Parts	Density	Calculation
1	Tiles	23	**23×0.03=0.69 KN/m**
2	Mortar	22	**22×0.03=0.66 KN/m**
3	Coarse Sand	17	**17×0.07=1.19 KN/m**
4	Topping	25	**25×0.08=2 KN/m**
5	Partition		**1.5×1=1.5 KN/m**
			6.04 KN/m

Table (4-2) : Calculation of the total dead load for topping

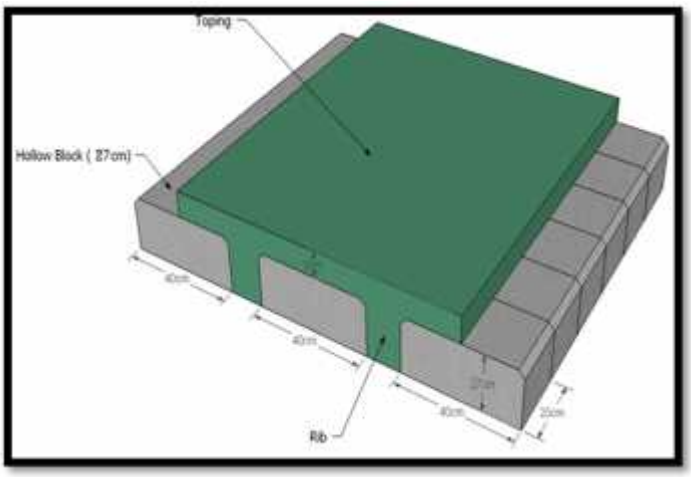


Figure (4-1): Toping of slab

⇒ Design of Topping for Ribbed Slab as a Plain Concrete Section :-

q_u = (1.2 * 6.04) + (1.6 * 5*1) = 15.248 KN/m

→ For a one meter strip q_u = 15.248 KN/m

Assume slab fixed at supported points (ribs):

$$Mu=\frac{qu*l^2}{12}=\frac{15248*0.4^2}{12}$$ = 0.2KN.m /m of strip width

$$Vu=\frac{q_u\times l}{2}=\frac{15.248\times 0.4}{2}=3.05\,kN$$

⇒ **Design of shear:**

Used fy = 420 MPa & fc' = 24MPa

$$\phi Vc=0.75\times\sqrt{24}\times\frac{1}{6}\times 1000\times 80=49\ KN\ >>\ 3.05\ kN$$

No shear reinforcement is required.

⇒ **Design of Moment:**

$$Mn=0.42\times\sqrt{24}\times\frac{1000*80^2}{6}\times 10^{-6}=2.19kN.m$$

$$\phi\times Mn=0.55*2.19=1.207kN.m.$$

$$\phi\times Mn=1.207kN.m>Mu=0.16kN.m.$$

No structural reinforcement is required.

The strength of plain concrete section > loaded section.

The plain concrete section is safe; however, minimum reinforcement for shrinkage and temperature to control the cracks should be used.

ρ =0.0018 , *ACI-318-11*

$As = \rho * b * h = 0.0018 * 1000 * 80 = 144\ mm^2/m$

⇒ Use Ø 8 @15 cm

As=3351mm^2/m >As= 144mm^2/m OK ✓

4-5 Design of One Way Rib Slab:

⇒ Material:-

- ❖ Concrete:-B350

$fc' = 35 N/mm^2 (MPa)$ For circular section

but for rectangular section ($fc' = 35 * 0.8 = 28 MPa$).

- ❖ Reinforcement steel:-

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

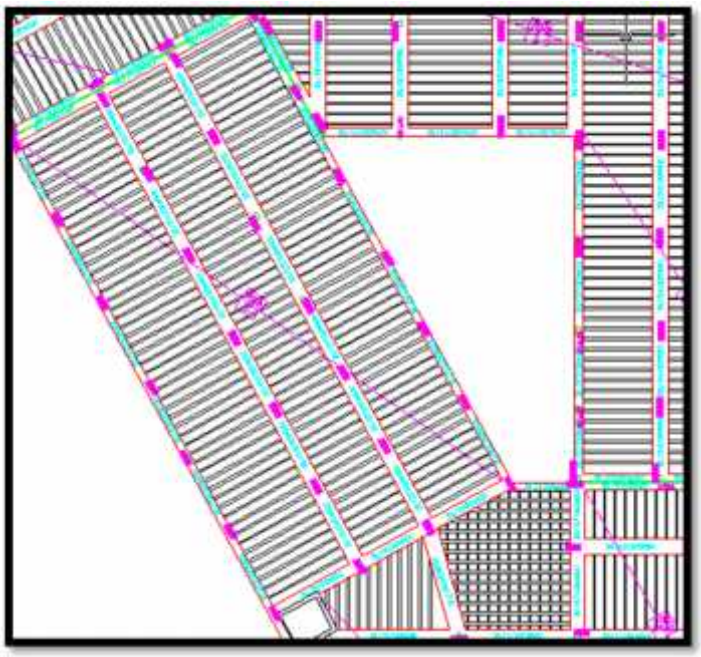


Figure (4-2) : Rib R-5 Location

For the one-way ribbed slabs, the total dead load to be used in the analysis and design is calculated as follows:

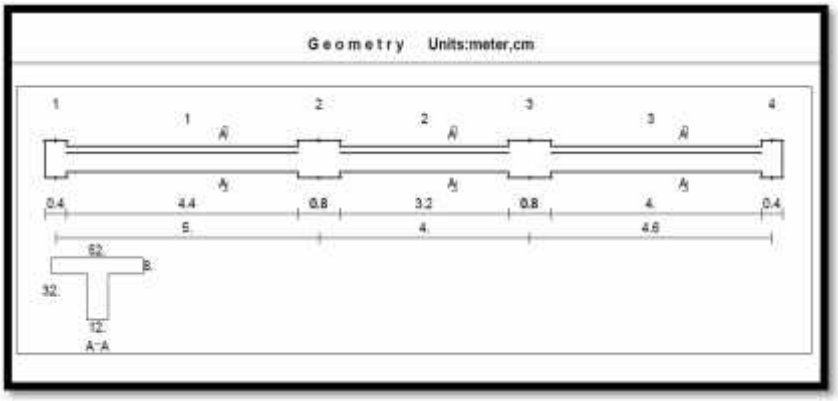


Figure (4-3) : Geometry of rib R-5

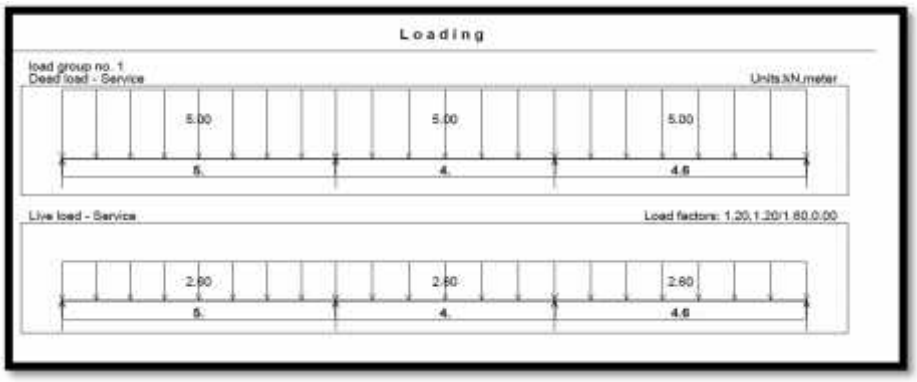


Figure (4-4) : Loading of rib R-5(KN/m)

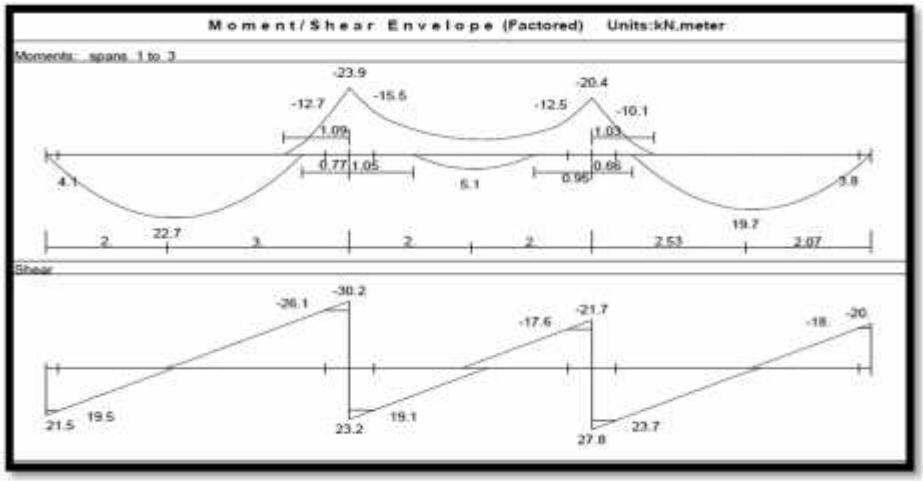


Figure (4-5) : Moment and Shear Envelop for rib R-5

Tabel (4-3) shows the Calculation of the total dead load for one way rib slab is:-

No.	Parts of Rib	Density	Calculation
1	Tiles	23	0.03*23*0.52 = 0.359 KN/m
2	Mortar	22	0.03*22*0.52 = 0.343 KN/m
3	Sand	17	0.07*17*0.52 = 0.619 KN/m
4	Topping	25	0.08*25*0.25 = 1.04 KN/m
5	Rib	25	0.20*25*0.12 = 0.6 KN/m
6	Block	10	0.2*10*0.4 = 0.8 KN/m
7	Plaster	22	0.03*22*0. 52 = 0.343 KN/m
8	partition		1.5*.52 = 0.78 KN/m
			4.884 KN/m

Table (4-3) : Calculation of the total dead load for one way rib slab.

Nominal Total Dead Load:

D.L. $_{total}$ = 0.359+0.343+ 0.619 + 1.04 + 0.6 + 0.8+ 0.343 + 0.78 = 4.884 KN/m of rib

And we take DL=5KN/m of rib

L.L. $_{total}$= 5 * 0.52= 2.6KN/m of rib

⇒ Design of shear for rib R-5:

Categories for shear design:

⇒ Vu = 26.9KN

Use Ø8 with two legs

d=320-40-8-4=268

Region III

$$1.1¤\ Vc=1.1¤\frac{\sqrt{fc'}}{6}\times b_w\times d$$

$$=1.1\times0.75\times\frac{\sqrt{24}}{6}\times120\times268=21.663KN$$

$$Vs,\min=\frac{1}{16}\times\sqrt{24}\times120\times268=9.85KN$$

$$Vs,\ \min=\frac{1}{3}\times120\times288=11.5KN$$ OK ✓

$Vc=31.03$

$\Phi\ Vc\prec Vu\le\Phi(Vc+Vs,\min)$

$23.2\prec26.1\prec31.8$

Minimum shear reinforcement is provided with

Smax=d/2 or Smax=600m

Smax=150mm

⇒ Design of Max Negative Moment for (Rib) :

- **Mu = - 15.5 kN.m**

The section will be designed as a rectangular section with b_w= 120 mm

Assume bar diameter Ø12 for main negative reinforcement.

d = 320 – 40 – 10–6= 264mm

$$As\ min = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \geq As,\ min = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d) \qquad ACI\text{-}318\text{-}05$$

$$As,\ min = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(264) = 99.3mm^2$$

$$As,\ min = \frac{1.4}{420}(120)(264) = 113.6mm^2 \ \underline{\text{control}}$$

$$m = \frac{fy}{0.85fc'} = \frac{420}{0.85(24)} = 20.6$$

$$Rn = \frac{Mu}{\Phi bd^2} = \frac{15.5 * 10^6}{(0.9)(120)(264)^2} = 1.77\ Mpa$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * m * kn}{fy}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 20.6 * 1.77}{420}}\right) = 0.0044$$

As = 0.0044(120) (384) = 150mm^2

As, min = 150 mm^2 control

# of bars = A_s / $A_{s\ bar}$ = 150/78.5= 1.9 * Note $A_{Ø10}$= 78.5mm^2

- **Select bottom bars 2 Ø10**

Total As $_{(provide)}$=157 mm^2>150mm^2

*** Check Strain for the magnitude of under strength factor Ø:**

Tension = Compression

$$157 \times 420 = 0.85 \times 24 \times 120 \times a$$

$$a = 26.9m$$

$$x = \frac{a}{0.85} = \frac{26.9}{0.85} = 31.6mm$$

$$£_s = \frac{284 - 31.6}{31.6} \times 0.003 = 0.023$$

$$£_s = 0.023 > 0.005 \text{ Ok}$$

* **Usually , no reinforcement less than 2Φ10 can be used .So ,for all spans with negative moments equal or less than Mu=15.5 KN.m , use2Φ10 for each rib support.**

⇒ Design of Positive Moment for (Rib):

Effective Flange width (b_E) , *ACI-318-14*

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

b_E = (3200) / 4 = 800 mm

b_E = 120 + 16 (80) = 1400mm

b_E = 520 mm..... control

- **Use M_u max positive for span 1 = 22.7 KN.m**

Determine whether the rib will act as rectangular or T – section:

For hf = 0.08 m

Assume bar diameter main positive reinforcement.

d = 320 – 20 – 10–6= 284mm

Ø*Mn =0.9*0.85* fc'*b*hf* (d- hf/2)

= 0.9*0.85*24*0.52*0.08*(0.284-0.08/2)=186.3KN.m

Ø*Mn= 186.3 KN.m>> M_u = 22.7 KN.m

The section will be designed as a rectangular section with b_E = 520mm

$As,\ min = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) >= As\ mir = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d)$ *ACI-318* -05

$As,\ min = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(284) = 99.3mm^2$

$As,\ min = \frac{1.4}{420}(120)(284) = 113.6mm^2$ control

$m = \frac{fy}{0.85fc'} = \frac{420}{0.85(24)} = 20.6$

$Rn = \frac{Mu}{\Phi bd^2} = \frac{22.7 * 10^6}{(0.9)(520)(284)^2} = 0.6Mpa$

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * m * Rn}{fy}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 20.6 * 0.6}{420}}\right) = 0.001$

As = 0.001(520) (284) = 150mm^2

As, min = 150mm^2 control

# of bars = A_s / $A_{s\ bar}$ =150/78.5= 1.9 * Note $A_{\Phi 10}$= 78.5mm^2

- **Select bottom bars 2 Ø10 Total As $_{(provide)}$=157 mm^2>150m**

*** Check Strain for the magnitude of under strength factor Ø:**

Tension = Compression

$A_s \times fy = 0.85 \times f_c' \times b \times a$

$157 \times 420 = 0.85 \times 24 \times 520 \times a$

$a = 6.2mm$

$x = \frac{a}{0.85} = \frac{6.2}{0.85} = 7.3\ mm$

$$£_s = \frac{284 - 7.3}{7.3} \times 0.003 = 0.126$$

$$£_s = 0.113 > 0.005 \quad \text{Ok}$$

* **Usually , no reinforcement less than 2Φ10 can be used .So ,for all spans with positive moments equal or less than Mu=22.7 KN.m , use2Φ10 for each rib span.**

4-6 Design of One Way solid Slab

⇒ Material:-

- ❖ Concrete:-B350

$fc' = 35 N/mm^2 (MPa)$ For circular section

but for rectangular section ($fc' = 35 * 0.8 = 28 MPa$).

- ❖ Reinforcement steel:-

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

- **Slab Thickness Calculation:-**

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

Min h (deflection requirement) :-

-For One end continous:-

$$\frac{L}{24} = \frac{4.40}{24} = 0.18$$

For One way solid slab,will use thickness of slab 20 cm.

- **Load Calculation:-**

No.	Parts of Landing	Calculation	
1	R.C	25*0.20*1= 5 Kn/m	
2	Plaster	22*0.02*1= 0.44Kn/m	
		Sum	5.44Kn/m

Table (4-4): Dead Load Calculation of one way Solid slab.

Live load = 5 KN/m

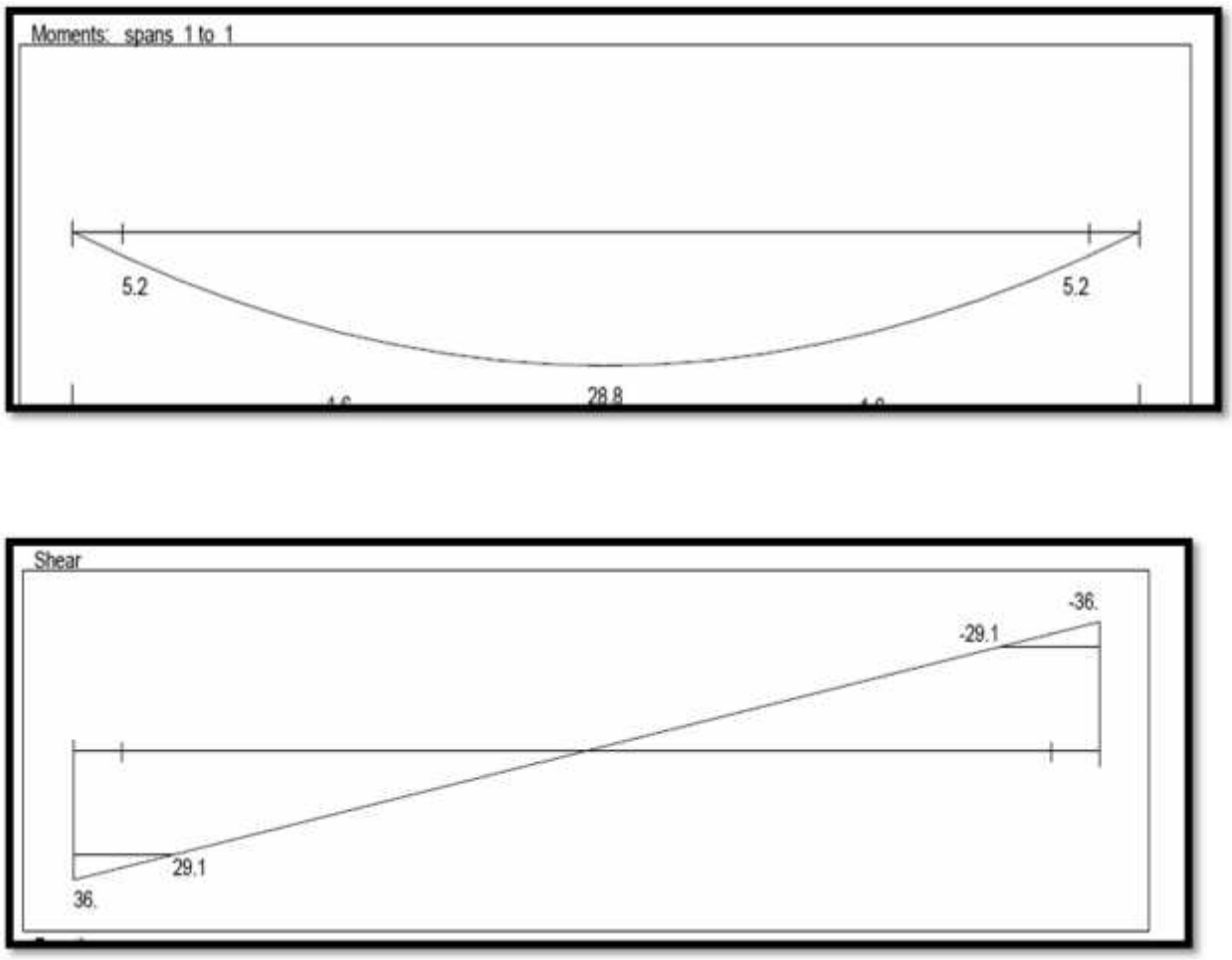


Figure (4-6) : Shear and Moment Envelope Diagram of the solid slab

⇒ Design of Shear:

- **Vu=29.1Kn**

Assume bar diameter ø 10 for main reinforcement

d =h- cover $-\frac{d_b}{2} = 200 - 20 - \frac{10}{2} = 175\ mm$

$V_c = \frac{1}{6}\ \sqrt{f'c}\, b_w\, d == \frac{1}{6}\sqrt{24} * 1000 * 175 = 142.9$ Kn

$\Phi * V_c = 0.75 * 142.9 = 107.175$Kn> Vu = 29.1Kn

No shear reinforcement are required

⇒ Design of Bending Moment :

- **(Mu=28.8Kn.m)**

Assume bar diameter ø 12 for main reinforcement

d =h- cover $-\frac{d_b}{2} = 200 - 20 - \frac{12}{2} = 174\ mm$

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{28.8\times10^6}{0.9\times1000\times175^2} = 1.045\ Mpa$

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

$\rho = \frac{1}{m}\ 1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}} = \frac{1}{20.6}\ 1 - \sqrt{1 - \frac{2\times20.6\times1.045}{420}} = 0.00255$

$A_{s,req}$ = ρ.b.d = 0.00255×1000×174 = 444.6 mm^2

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

$A_{s,req}$=444.6mm^2>$A_{s,min}$360 mm^2

$A_{s,req}$=444.6mm^2**…… is control**

***Check for Spacing :-**

S = 3h = 3*300 =900 mm

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

S = 450 mm

S = 330mm **…… is control**

- **Use ø12@ 20 mm ,$A_{s,provided}$= 565 mm^2>$A_{s,required}$= 444.6mm^2**

***Check for strain:-**

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f_c'} = \frac{565 \times 420}{0.85 \times 1000 \times 24} = 11.63\ mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{11.63}{0.85} = 13.68\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\ \frac{d-c}{c} = 0.003\ \frac{174-13.68}{13.68} = 0.035 > 0.005$$ **OK ✓**

- **lateral or Secondary Reinforcement of Solid slab :-**

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

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

4-7 Design of Beam

⇒ Material:-

- Concrete:-B350

$fc' = 35\ N/mm^2\ (MPa)$ For circular section

but for rectangular section ($fc' = 35 * 0.8 = 28 MPa$).

- Reinforcement steel:-

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

The distributed Dead and Live loads acting upon the Beam B-20can be defined from the support reactions of the rib R-2.

By using ATIR program we get the envelope moment and shear diagram as the follows:-

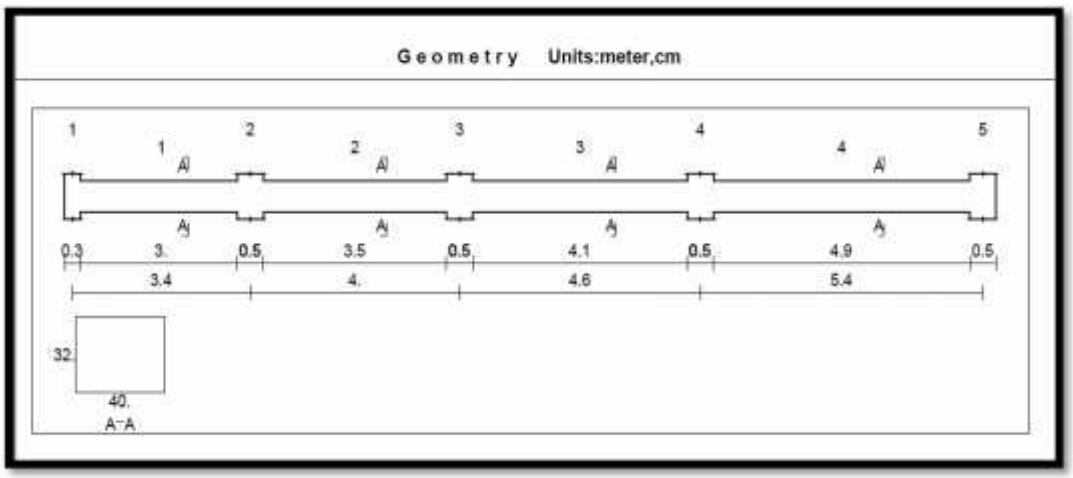


Figure (4-7) : Geometry of Beam B-37

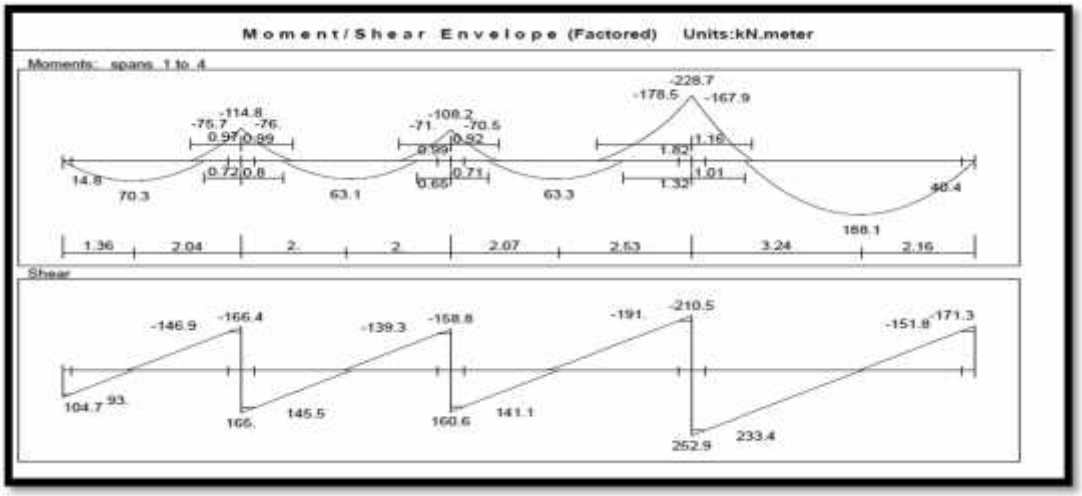


Figure (4-8) : Moment and Shear envelop for Beam B-37

Assume bar diameter Ø18 for main reinforcement.

Selected dropped beam

$$b_w = 40cm, h = 32cm$$

$$d = 320 - 40 - 8 - \frac{20}{2} = 262mm$$

⇒ Design of shear for Beam:

ACI – 318 – Categories for shear design:

Vu critical =233.4 KN

$Vc = \frac{1}{6}\sqrt{fc'}b_w\,d$

$Vc = \frac{1}{6}\sqrt{24} * 400 * 262$

Vc= 85.5KN.

Ø*Vc= 0.75*85.5=64.125 KN

$v_{s,min} = \frac{1}{16}\sqrt{fc'}b_w\,d$

$v_{s,min} = \frac{1}{16}\sqrt{24} * 400 * 262$

$v_{s,min} = 32.088KN$

$v_{s,min} = \frac{1}{3}b_w\,d$

$v_{s,min} = \frac{1}{3} * 400 * 262 = 34.93KN$ … control..

$\emptyset(v_c + v_{s`}) < v_u \leq \emptyset(v_{c+Vs\,max})$

0.75(85.5+192.47) <233.4 <0.75(85.5+342.27)

208.7<233.4<320.82

shear reinforcement are required.

Use 2 leg Ø 10

Av =157.1 mm2.

Vs = Vn – VC = $\frac{233.4}{0.75}$ – 85.5= 225.7KN

$S = \frac{A_v f_{yt}\,d}{v_s} = \frac{157.1 * 420 * 262}{225.7 * 1000} = 76.59mm$

$s_{max} \leq \frac{d}{4}$ or $s_{max} \leq 300$ mm

$S\,max = \frac{d}{4} = \frac{262}{4} = 65.5$ mm

S max ≤300 mm …control

- **Select Ø10 @ 4 cm (2 Legs) or Ø10 @ 16 cm (4 Legs).**

Let S2=2S1=160mm < S max =222mm

$$Vs = \frac{A_v f_{yt}\, d}{s} = \frac{157 * 420 * 262}{160} = 107.97 \text{ KN}$$

Vn =Vs + Vc

=107.97+85.5 = 193.4KN

Vu=ØVn $= 0.75(193.4)$ =145.05KN < V critical=233.4

⇒ **Design of Beam of negative moment :**

- **Mu =-76.m at support (2).**

Mn= Mu/0.9

= 76/0.9 =84.44 KN.m

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.6$$

$$Rn = \frac{Mn}{bd^2} = \frac{84.44 * 10^6}{(400)(262)^2} = 3.07\ Mpa$$

$$As, min = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(400)(262) = 305.60\ mm^2$$

$$As, min = \frac{1.4}{420}(400)(262) = 349.33\ mm^2 \sim \text{control}$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\,mkn}{fy}}\right) = \frac{1}{20.5}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 3.07 * 20.5}{420}}\right) = 0.0078$$

As = 0.0078 (400) (262) =817.44mm^2 > *As, min* = 349.33mm^2

# of bars = A_s / $A_{s\ bar}$ = 817.44\254.5= 3.6 * Note $A_{Ø18}$ = 254.5 mm^2

- **Select bar 4 Ø 18 Total As $_{(provide)}$ =1017.9 mm^2> 817.44mm^2**

*** Check strain for the magnitude of under strength factor Ø:**

Tension = Compression

$$1017.9\times 420 = 0.85\times 24\times 400\times a$$

$$a = 52.39mm$$

$$X = \frac{a}{0.85} = \frac{52.39}{0.85} = 62.23mm$$

$$£_s = \frac{262-62.23}{62.23}\times 0.003 = 0.0096 \qquad \text{OK}\checkmark$$

$$£_s = 0.0096 > 0.005$$

***Check for bar distance:**

$$S = \frac{400-2\times 40-2\times 8-4\times 18}{3} = 77.3mm > 18mm. \qquad \text{OK}\checkmark$$

- **Mu =-71KN.m at support (3).**

Mn= Mu/0.9

= 71/0.9 =78.88 KN.m

$$\text{m} = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85*24} = 20.6$$

$$As,\ min = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(400)(262) = 305.60\ mm^2$$

$$As,\ min = \frac{1.4}{420}(400)(262) = 349.33\ mm^2 \sim \text{control}$$

$$Rn = \frac{Mn}{bd^2} = \frac{78.88 * 10^6}{(400)(262)^2} = 2.87\ Mpa$$

$$° = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\ mkn}{fy}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 2.87 * 20.6}{420}}\right) = 0.0074$$

As = 0.0074 (400) (262) =775.52mm^2> As ^{min} = 349.33mm^2

# of bars = A_s / $A_{s\ bar}$ = 775.52\254.5= 3.04 * Note $A_{Ø18}$ = 254.5 mm^2

- **Select bar 4 Ø18 Total As $_{(provide)}$ =1017.9 mm^2> 775.52mm^2**

*** Check strain for the magnitude of under strength factorØ:**

Tension = Compression

$$A_s \times fy = 0.85 \times f_c' \times b \times a$$

$$1017.9 \times 420 = 0.85 \times 24 \times 400 \times a$$

$$a = 52.39mm$$

$$X = \frac{a}{0.85} = \frac{52.39}{0.85} = 62.23mm$$

$$£_s = \frac{262 - 62.23}{62.23} \times 0.003 = 0.0096$$

$$£_s = 0.0096 > 0.005$$ OK✓

***Check for bar distance:**

$$S = \frac{400 - 2\times40 - 2\times8 - 3\times18}{2} = 124mm > 18mm.$$ OK✓

- **Mu =-178.5KN.m at support (4).**

Mn= Mu/0.9

= 178.5/0.9 =198.33 KN.m

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.6$$

$$A_{s\ min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(400)(262) = 305.60\,mm^2$$

$$A_{s\ min} = \frac{1.4}{420}(400)(262) = 349.33\,mm^2 \sim \text{control}$$

$$Rn = \frac{Mn}{bd^2} = \frac{198.33 * 10^6}{(400)(262)^2} = 7.22\,Mpa$$

$$\circ = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\,mkn}{fy}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 7.22 * 20.6}{420}}\right) = 0.022$$

As = 0.022 (400) (262) =2305.6mm^2> As $_{min}$ = 349.33mm^2

# of bars = A_s / $A_{s\,bar}$ = 2305.6\490.9= 4.69 * Note $A_{Ø25}$ = 490.9 mm^2

- **Select bar 5 Ø 25 Total As $_{(provide)}$ =2454.4 mm^2> 2305.6mm^2**

*** Check strain for the magnitude of under strength factor Ø:**

Tension = Compression

$$A_s \times fy = 0.85 \times f_c' \times b \times a$$

$$1017.9 \times 420 = 0.85 \times 24 \times 400 \times a$$

$$a = 52.39mm$$

$$X = \frac{a}{0.85} = \frac{52.39}{0.85} = 62.23mm$$

$$£_s = \frac{262 - 62.23}{62.23} \times 0.003 = 0.0096$$

$$£_s = 0.0096 > 0.005$$ OK✓

***Check for bar distance:**

$$S = \frac{400 - 2\times40 - 2\times8 - 5\times25}{4} = 54.75mm > 25mm.$$ OK✓

⇒ **Design of positive moment :**

- **Mu =70.3KN.m at support (2).**

Mn= Mu/0.9

= 70.3/0.9 =78.11 KN.m

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.6$$

$$As,\ min = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(400)(262) = 305.60\,mm^2$$

$As,\ min = \frac{1.4}{420}(400)(262) = 349.33 mm^2 \sim$ control

$$Rn = \frac{Mn}{bd^2} = \frac{78.11 * 10^6}{(400)(262)^2} = 2.844\ Mpa$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\,mkn}{fy}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 2.84 * 20.6}{420}}\right) = 0.0073$$

As = 0.0073 (400) (262) =765.04mm^2> As $_{min}$ = 349.33mm^2

# of bars = A_s / $A_{s\ bar}$ = 765.04\254.5= 3.00 * Note $A_{Ø18}$ = 254.5 mm^2

- **Select bar 3 Ø 18 Total As $_{(provide)}$ =763.4 mm^2> 349.33mm^2**

*** Check strain for the magnitude of under strength factor Ø:**

Tension = Compression

$A_s \times fy = 0.85 \times f_c' \times b \times a$

$1017.9 \times 420 = 0.85 \times 24 \times 400 \times a$

$a = 52.39mm$

$$X = \frac{a}{0.85} = \frac{52.39}{0.85} = 62.23mm$$

$$\varepsilon_s = \frac{262 - 62.23}{62.23} \times 0.003 = 0.0096$$

$\varepsilon_s = 0.0096 > 0.005$ OK✓

***Check for bar distance:**

$$S = \frac{400 - 2\times40 - 2\times8 - 3\times18}{2} = 125mm > 25mm.$$ OK✓

- **Mu =63.3KN.m at support (3).**

Mn= Mu/0.9

= 63.3/0.9 =70.33 KN.m

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.6$$

$$As,\ min = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(400)(262) = 305.60\ mm^2$$

$$As,\ min = \frac{1.4}{420}(400)(262) = 349.33\ mm^2 \sim \text{contro}$$

$$Rn = \frac{Mn}{bd^2} = \frac{70.33 * 10^6}{(400)(262)^2} = 2.55\ Mpa$$

$$\circ = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\,mkn}{fy}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 2.55 * 20.6}{420}}\right) = 0.0065$$

As = 0.0065 (400) (262) =681.2mm^2> As $_{min}$ = 349.33mm^2

# of bars = A_s / $A_{s\ bar}$ = 681.2\254.5= 2.67 * Note $A_{Ø18}$ = 254.5 mm^2

- **Select bar 3Ø18 Total As $_{(provide)}$ =763.4 mm^2> 349.33mm^2**

*** Check strain for the magnitude of under strength factor Ø:**

Tension = Compression

$$A_s \times fy = 0.85 \times f_c' \times b \times a$$

$$1017.9 \times 420 = 0.85 \times 24 \times 400 \times a$$

$$a = 52.39mm$$

$$X = \frac{a}{0.85} = \frac{52.39}{0.85} = 62.23mm$$

$$£_s = \frac{262 - 62.23}{62.23} \times 0.003 = 0.0096$$

$£_s = 0.0096 > 0.005$ OK✓

***Check for bar distance:**

$$S=\frac{400-2\times40-2\times8-3\times18}{2}=125mm>25mm.\ \text{OK}\checkmark$$

$\Rightarrow$ **Mu =188.1KN.m at support (4).**

Mn= Mu/0.9

= 63.1/0.9 =209 KN.m

$$\text{m} = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85*24} = 20.6$$

$$As,\ min = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(400)(262) = 305.60\,mm^2$$

$$As,\ min = \frac{1.4}{420}(400)(262) = 349.33\,mm^2 \sim \text{control}$$

$$Rn = \frac{Mn}{bd^2} = \frac{209 * 10^6}{(400)(262)^2} = 7.61\,Mpa$$

$$\circ = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\,mkn}{fy}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2 * 7.61 * 20.6}{420}}\right) = 0.024$$

As = 0.024 (400) (262) =2515.2mm^2> As $^{\min}$ = 349.33mm^2

# of bars = A_s / $A_{s\,bar}$ = 2515.2\490.9= 5.00 * Note $A_{\Phi 25}$ = 490.9 mm^2

- **Select bar 5 Ø 25 Total As $_{(provide)}$ =2454.4mm^2> 349.33mm^2**

*** Check strain for the magnitude of under strength factor Ø:**

Tension = Compression

$$A_s \times fy = 0.85 \times f_c' \times b \times a$$

$$1017.9\times420 = 0.85\times24\times400\times a$$

$$a = 52.39mm$$

$$X = \frac{a}{0.85} = \frac{52.39}{0.85} = 62.23mm$$

$$£_s = \frac{262 - 62.23}{62.23} \times 0.003 = 0.0096$$

$$£_s = 0.0096 > 0.005$$ OK✓

***Check for bar distance:**

$$S = \frac{400 - 2\times 40 - 2\times 8 - 5\times 25}{4} = 44.75mm > 25mm.$$ OK✓

4-8 Design of Stair

⇒ Material:-

- ❖ Concrete:-B300

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

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

- ❖ Reinforcement steel:-

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

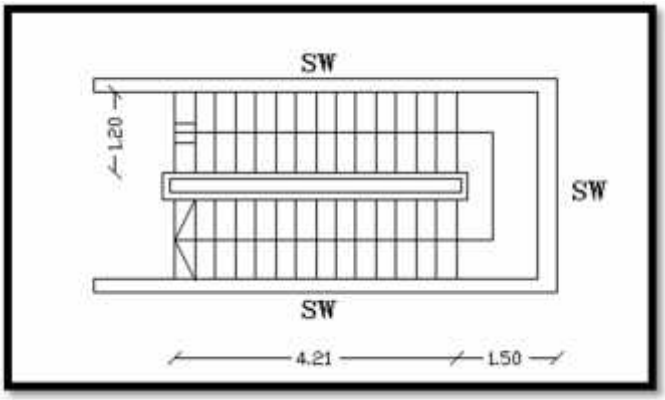


Figure (4-9) : Stair Plan

⇒ **Design of Flight :-**

- **Determination of Thickness:-**

h_{min} = L/20 = 4.21/28 = 21 cm

Take h = 25 cm

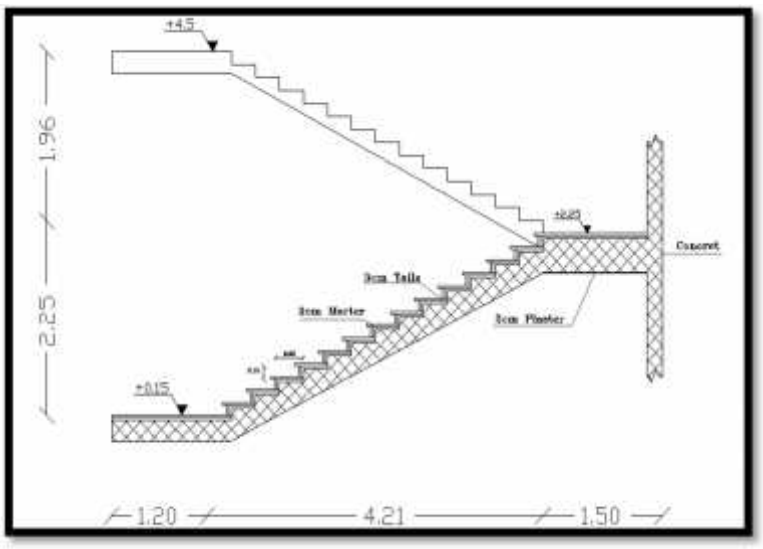


Figure (4-10) : Stair Section

The Stair Slope by :-

$\theta = \tan^{-1}(15/30) = 26.$

- **Load Calculation:-**

No.	Parts of Flight	Calculation	
1	**Tiles**	**23*0.03*1*((0.35+0.150)/0.3) = 1.15Kn/m**	
2	**Mortar**	**22*0.03*1*((0.3+0.15)/0.3) = 0.99Kn/m**	
3	**Stair**	**25*0.5*0.15*1 = 1.88Kn/m**	
4	**R.C**	**25*0.25*1 / cos26.56^{o} = 5.59Kn/m**	
5	**Plaster**	**22*0.02*1 / cos26.56^{o} = 0.49Kn/m**	
		Sum	**10.1Kn/m**

Table (4-5) : Dead Load Calculation of Flight.

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

Factored Load For Flight :-

$W_U = 1.2 \times 10.10 + 1.6 \times 5 = 20.12 Kn/m$

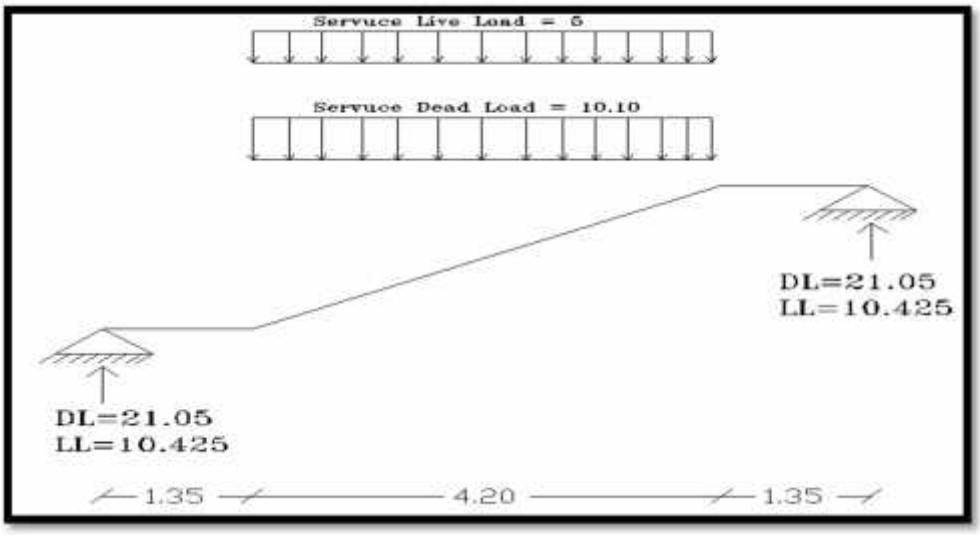


Figure (4-11) : Statically System and Loads Distribution of Flight

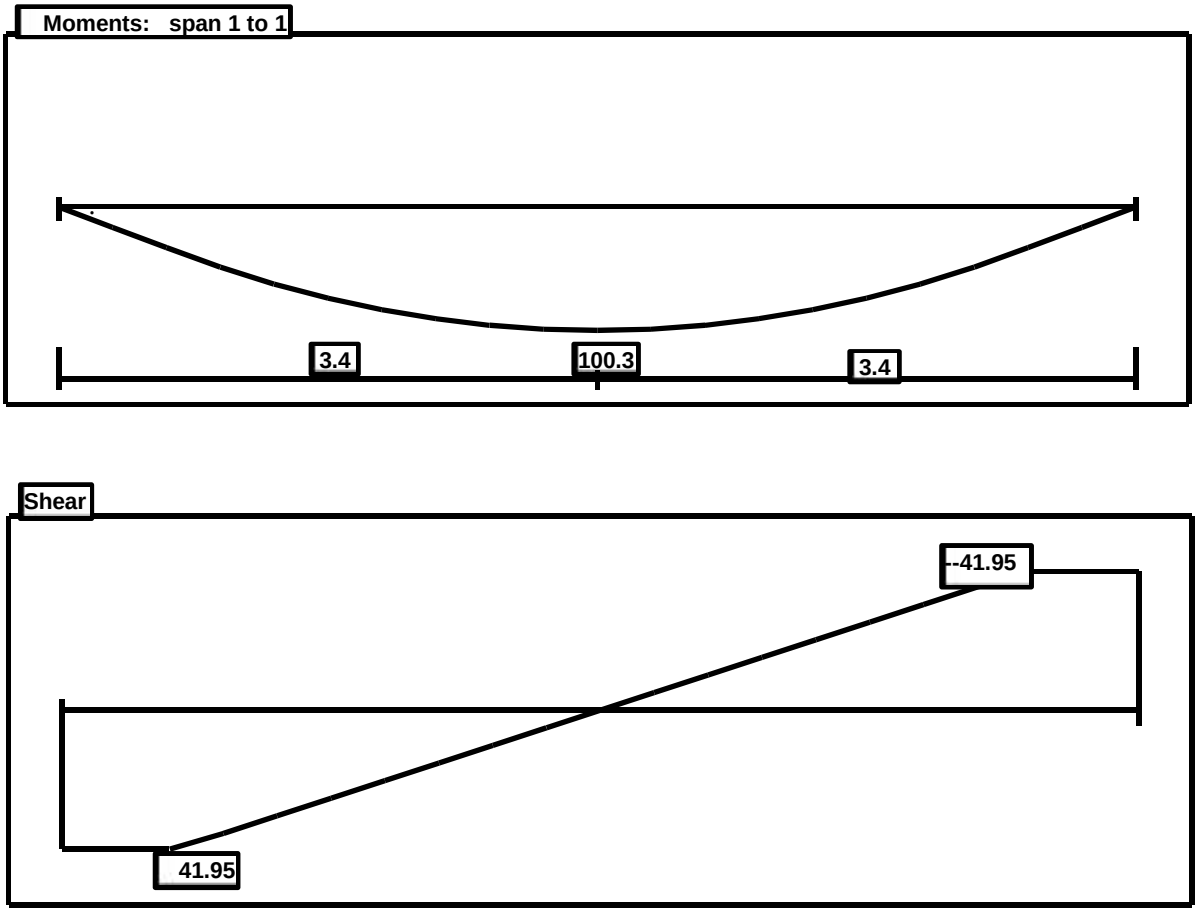


Figure (4-12) : Shear and Moment Envelope Diagram of Flight

⇒ Design of Shear for Flight :-

- **Vu=41.95 Kn**

Assume bar diameter ø 14 for main reinforcement

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

$V_c = \frac{1}{6}\ \sqrt{f'c}\, b_w\, d == \frac{1}{6}\sqrt{24} * 1000 * 223 = 182.1$ Kn

$\Phi V_c = 0.75 * 182.1 = 136.6$ KN > Vu = 41.95Kn

No shear reinforcement are required

⇒ Design of Bending Moment for Flight

- **Mu=100.3Kn.m**

$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{100.3\times10^6}{0.9\times1000\times223^2} = 2.24\ Mpa$

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

$\rho = \frac{1}{m}\ 1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}} = \frac{1}{20.6}\ 1 - \sqrt{1 - \frac{2\times20.6\times2.24}{420}} = 0.00567$

$A_{s,req}$ = ρ.b.d = 0.00567 ×1000×223 = 1264.41 mm^2/m

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

As_{req} = 1264.41 mm^2>$A_{s,min}$=450mm^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 = 450 mm

S = 330mm **…… is control**

- **Use ø16 @ 150 mm ,$A_{s,provided}$= 1340.41 mm^2>$A_{s,required}$= 1264.41mm^2**

***Check for strain:-**

$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f_c'} = \frac{1340.41\times420}{0.85\times1000\times24} = 27.59\ mm$

$$c = \frac{a}{\mathcal{E}_1} = \frac{27.59}{0.85} = 32.46\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\ \frac{d-c}{c} = 0.003\ \frac{223-32.46}{32.46} = 0.018 > 0.005 \qquad \text{OK}\checkmark$$

- **Lateral or Secondary Reinforcement For Flight :-**

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

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

Design of Middle Landing :-

-Determination of Thickness:-

hmin = L/20

hmin = 2.8 /20 = 14 cm

Take h = 25 cm

-Load Calculation:-

Dead Load For Solid Landing For 1m Strip:-

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

Table (4-6): Dead Load Calculation of Middle Landing.

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

Reaction From Flight:-

DL =21.05Kn/m
LL =10.425Kn/m

Total Dead Load = 8.04 + 21.05 = 29.09Kn/m

Total Live Load = 5 + 10.425 = 15.425 Kn/m

Factored Load For Landing :-

W_U = 1.2 ×29.09 + 1.6×15.425=59.59Kn/m

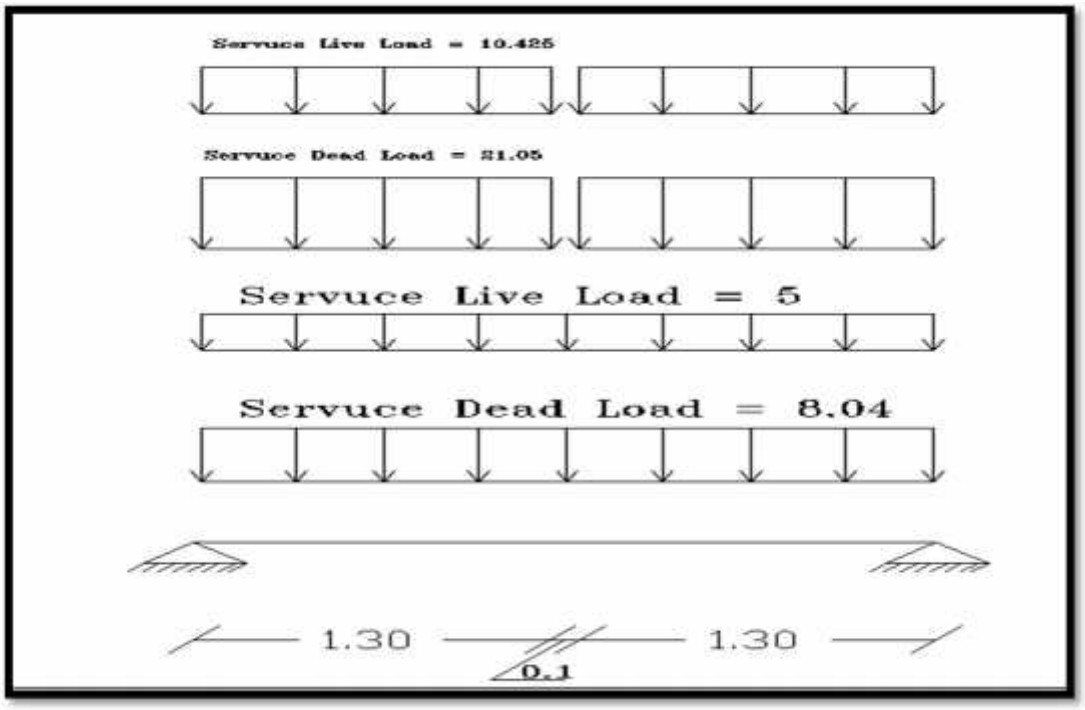


Figure (4-13) : Statically System and Loads Distribution 0f Middle Landing.

Figure (4-14) : Moment Envelope Diagram of Middle Landing

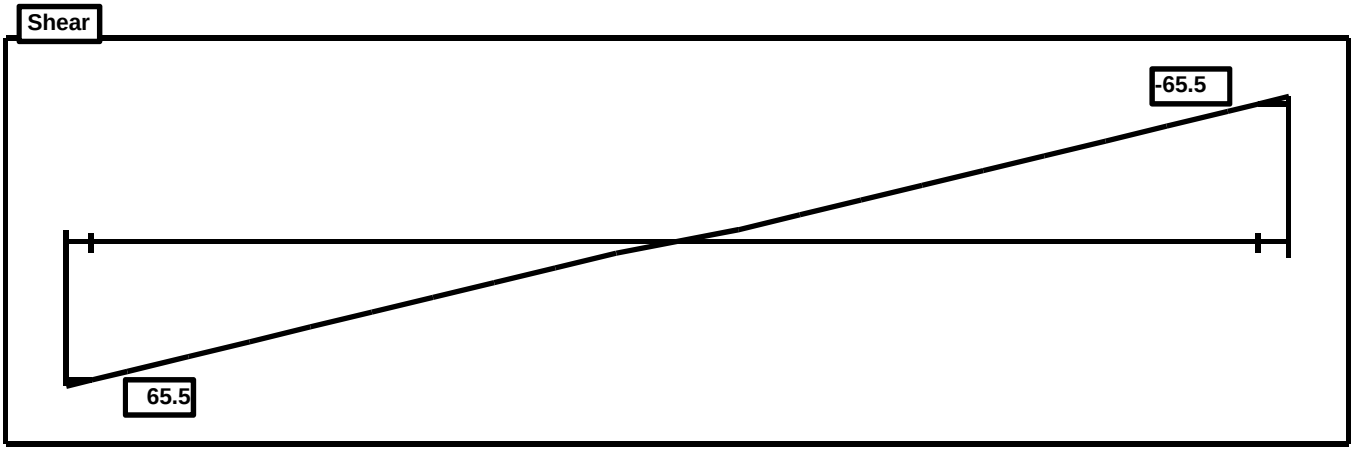


Figure (4-15) : Shear Envelope Diagram of Middle Landing.

⇒ Design of Shear:-

- **Vu=65.5Kn**

Assume bar diameter ø 14 for main reinforcement

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

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

$\Phi * V_c = 0.75 * 182.1 = 136.6Kn > Vu = 65.5K$

No shear reinforcement are required

⇒ Design of Bending Moment :-

- **Mu=58.39Kn.m**

Assume bar diameter ø 14 for main reinforcement

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

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{58.39\times10^6}{0.9\times1000\times223^2} = 1.31 Mpa$

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

$\rho = \frac{1}{m}\ 1 - \ \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}} = \frac{1}{20.6}\ 1 - \ \sqrt{1 - \frac{2\times20.6\times1.31}{420}} = 0.00323$

$A_{s,req}$ = ρ.b.d = 0.00323×1000×223 = 720.29 mm^2

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

$A_{s,req}$ = 720.29 mm^2**…… is control**

***Check for Spacing :-**

S = 3h = 3*250 =750 mm

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

S = 450 mm

S = 330mm **…… is control**

- **Use ø14@ 150mm ,As,provided= 1026 mm2>As,required= 720.29 mm2**

***Check for strain:-**

$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f_c'} = \frac{1026\times420}{0.85\times1000\times24} = 21.14\ mm$

$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{21.14}{0.85} = 24.87\ mm$

$\varepsilon_s = 0.003\ \frac{d-c}{c} = 0.003\ \frac{223-24.87}{24.87} = 0.024 > 0.005$ Ok✓

- **lateral or Secondary Reinforcement For Landing :-**

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

- **Use ø10 @ 150 mm ,As,provided= 523 mm2>As,required= 450 mm2**

⇒ Design of Main Landing :-

-Determination of Thickness:-

hmin = L/20= 2.8 /20 = 14 cm

Take h =25 cm

- **Dead Load For middle Landing For 1m Strip:-**

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= 6.25 Kn/m	
5	Plaster	22*0.02*1= 0.44Kn/m	
		Sum	8.04 Kn/m

Table (4-7): Dead Load Calculation of Main Landing.

-Load Calculation:-

Dead Load For Landing For 1m Strip =8.04 KN/m

LiveLoad For Landing For 1m Strip = 5*1 = 5 KN/m

Factored Load For Landing **:-**

W_U = 1.2 ×8.04 + 1.6×5 =17.65KN/m

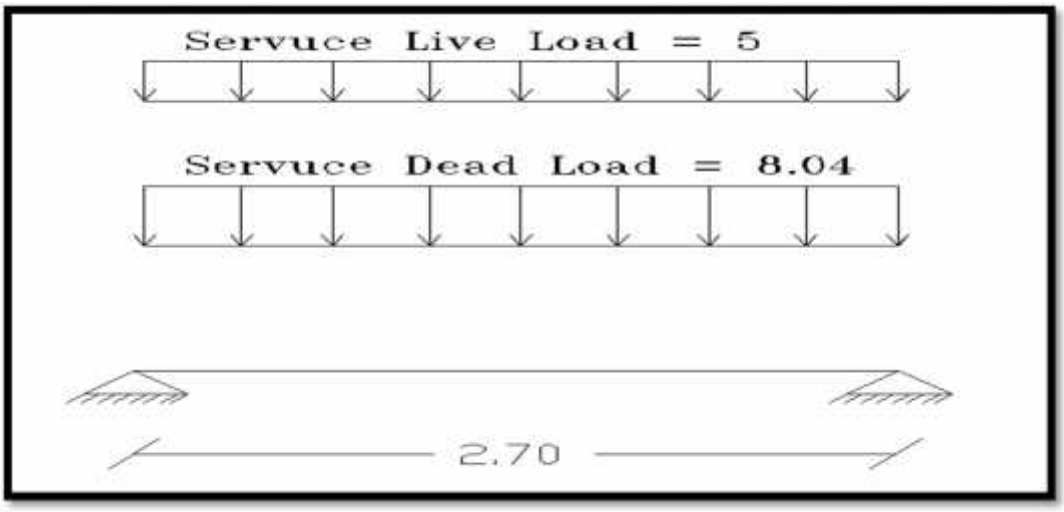


Figure (4-16) : Statically System and Loads Distribution of Main Landing.

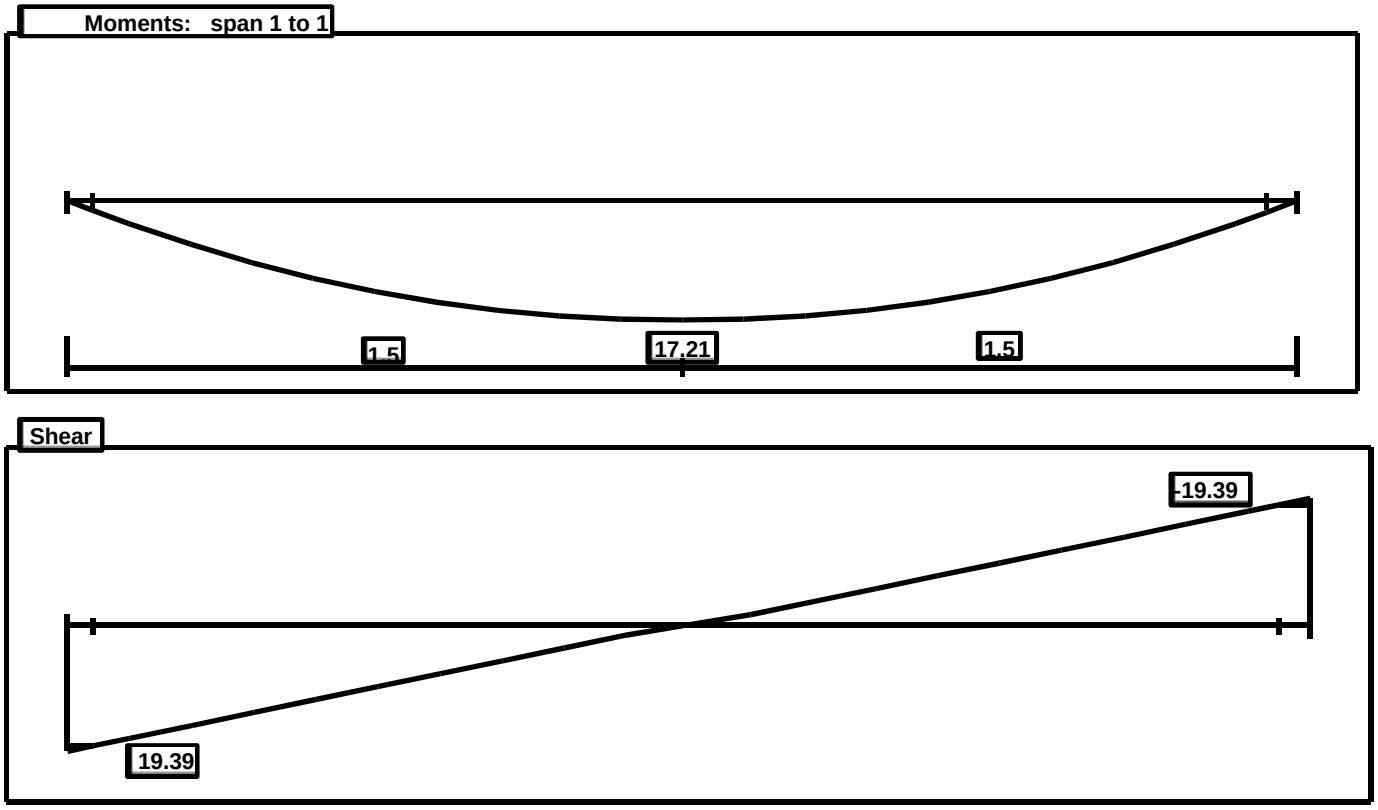


Figure (4-17): Shear and Moment Envelope Diagram of Main Landing.

⇒ Design of Shear:-

- **Vu=19.39 Kn**

Assume bar diameter ø 14 for main reinforcement

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

$V_c = \frac{1}{6}\ \sqrt{f'c}\, b_w\, d == \frac{1}{6}\sqrt{24} * 1000 * 223 = 182.1$ Kn

Ø* V_c = 0.75* 182.2 = 136.6Kn> Vu = 19.39Kn

No shear reinforcement are required

⇒ Design of Bending Moment :-

- **Mu=17.21Kn.m**

Assume bar diameter ø 14 for main reinforcement

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

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{17.21\times10^6}{0.9\times1000\times323^2} = 0.39\ Mpa$

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

$\rho = \frac{1}{m}\ 1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}} = \frac{1}{20.6}\ 1 - \sqrt{1 - \frac{2\times20.6\times0.74}{420}} = 0.0011$

$A_{s,req}$ = ρ.b.d = 0.0011×1000×223 = 245.3 mm^2

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

$A_{s,req}$=245.3mm^2<$A_{s,mi450}$ mm^2**…… is control**

***Check for Spacing :-**

S = 3h = 3*250 =750 mm

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

S = 450 mm

S = 330mm **…… is control**

- **Use ø12@ 15 mm ,$A_{s,provided}$= 753 mm^2>$A_{s,required}$= 450mm^2**

***Check for strain:-**

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f_c'} = \frac{753 \times 420}{0.85 \times 1000 \times 24} = 15.5\ mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{21.14}{0.85} = 18.23\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{323-18.23}{18.23}\right) = 0.05 > 0.005 \qquad \text{OK}\checkmark$$

- **lateral or Secondary Reinforcement For Landing :-**

$A_{s,req} = A_{s,min} = 0.0018*1000*350 = 630\ mm^2$

➢ **Use ø12 @ 150 mm ,As,provided= 785 mm2>As,required= 630 mm2**

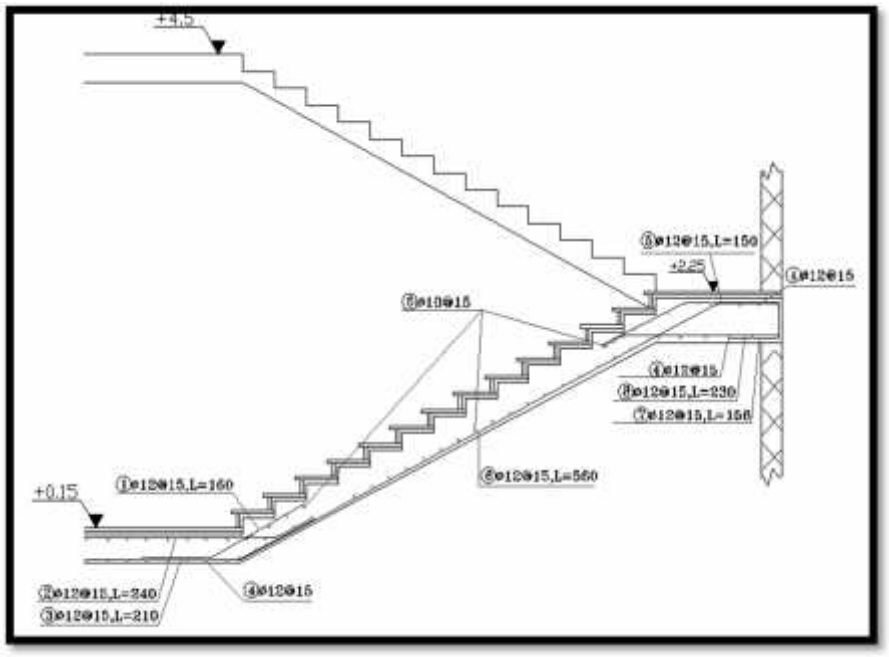


Figure (4-18) : Stair Reinforcement Details

4-9 Design of Column

✓ **(From Column Group G)**

- **Load Calculation**

Dead Load = 2052.12KN

Live Load = 919.56KN

$P_U = 1.2 \times 2052.12 + 1.6 \times 919.56 = 3933.84KN$

- **Dimensions of Column:-**

$Assume\ \rho g = 0.01$

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

3933.84=0.65*0.8*Ag(0.85*24(1-0.01)+0.01*420)

Ag= 310239.74 mm2

Assume Rectangular Section

h = 400mm

b = 310239.74 /400 = 695.83 mm

select b = 700 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 = 4.5-.32= 4.18 m

M1/M2 =1

K=1 for braced frame.

- **about Y-axis (b= 0.70 m)**

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

$$\frac{1\times 4.18}{0.3\times 0.70} = 20 < 22$$

✓ **Column Is Short About Y-axis**

- **about X-axis (h= 0.40m)**

$$\frac{klu}{r} < 34 - 12\frac{M1}{M2} \quad .....ACI-(10122)$$

$$\frac{1\times 4.18}{0.3\times 0.40} = 34.8 > 22$$

✓**Column Is Long About X-axis**

- **Minimum Eccentricity:-**

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

$$\min\ ey = 15 + 0.03 \times h = 15 + 0.03 \times 400 = 27\ mm = 0.027\ m$$

$$ey = 0.027\ m$$

- **Magnification Factor:-**

$$¢_{ns} = \frac{Cm}{1 - \frac{Pu}{0.75\ P_c}} \geq 1.0$$

$$Cm = 0.6 + 0.4\left(\frac{M\ 1}{M\ 2}\right) \geq 0.4$$

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

$$P_{cr} = \frac{®^2 EI}{(KLu)^2}$$

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

$$E_c = 4700\sqrt{fc'} = 4700 \times \sqrt{24} = 23025.2 Mpa$$

$${}_d = \frac{1.2DL}{Pu} = \frac{1.2 * (2052.12)}{3933.84} = 0.625 < 1$$

$$I_g = \frac{b \times h^3}{12} = \frac{0.7 \times 0.4^3}{12} = 0.00373\, m^4$$

$$EI = \frac{0.4 \times 23025.2 \times 0.00373}{1 + 0.652} = 20.79\, MN.m^2$$

$$P_{cr} = \frac{®^2 * 20.79}{(1 * 4.18)^2} = 11.74 MN$$

$$¢_{ns} = \frac{1}{1 - \frac{3933\ .84}{0.75\ * 11740}} = 1.8 \geq 1.0$$

- **Interaction Diagram:-**

$$ey = e_{\min} \times ¢_{ns} = 0.0225 \times 1.8 = 0.04m$$

$$\frac{ey}{h} = \frac{0.04}{0.7} = 0.057$$

$$\frac{¥}{h} = \frac{400 - 2*40 - 2*10 - 25}{400} = 0.68$$

From the interaction diagram chart

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

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

then for $\frac{¥}{h} = 0.68 \rightarrow °g = 0.027$

Select reinforcement

$$\text{Ast} = °g \times Ag = 0.027 \times 400 * 700 = 7560mm^2$$

Select $16¤25$ *with* $As = 7854mm^2 > \text{Ast} = 7560mm^2$.

⇒ **Design of the Stirrups:-**

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

$$spacing \le 16 \times d_b = 16 \times 25 = 400 \ mm$$

$$spacing \le 48 \times d_s = 48 \times 10 = 480 \ mm$$

$$spacing \le least \ \text{dim} = 400 \ mm$$

$$Use \ ¤10 \ @ \ 200 \ mm$$

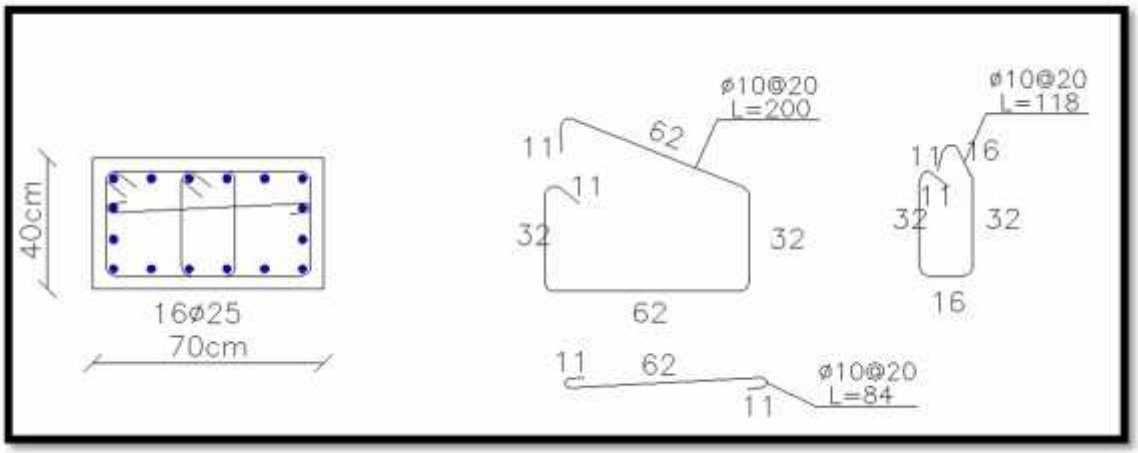


Figure (4-19) : Column Reinforcement Details.

4-10 Design of Shear Wall.

⇒ 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)}.

Shear Wall Thickness	h = 30 cm
Shear Wall Width	Lw = 4.5 m
Shear Wall Height	Hw = 23. 5 m

⇒ Design of Horizontal Reinforcement:-

$$\sum Fx = Vu = 700 KN$$

The critical Section is the smaller of:

$$\frac{lw}{2} = \frac{4.5}{2} = 2.25\ m$$

$$\frac{hw}{2} = \frac{23.5}{2} = 11.75\ m$$

$storyheigh \quad (Hw) = 4.5 m$ ..... *Control*

$$d = 0.8 \times Lw = 0.8 \times 4.5 = 3.60\ m$$

$$\emptyset V_{nmax} = \emptyset \frac{5}{6} \sqrt{f_c'} hd$$

$$= 0.75 * 0.83 * \sqrt{24} * 300 * 3600 = 3293.58\ KN > V_u = 700\ KN$$

V_c is the smallest of :

$$1 - V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} hd = \frac{1}{6} \sqrt{24} * 300 * 3600 = 881.82\ KN$$ …….. Control

$$2 - V_c = 0.27 \sqrt{f_c'} hd + \frac{N_u d}{4 l_w} = 0.27 \sqrt{24} * 300 * 3600 + 0 = 1428.54\ KN$$

$$3 - V_c = 0.05 \sqrt{f_c} + \frac{l_w \left(0.1 \sqrt{f_c'} + 0.2 \frac{N_u}{l_w h} \right)}{\frac{M_u}{V_u} - \frac{l_w}{2}} hd$$

$$\frac{21099.6 - 16339.4}{3.95} = \frac{M_u - 16339.4}{3.95 - 3.4} \Longrightarrow M_u = 16.881 \text{ KN. m}$$

$$\frac{M_u}{V_u} - \frac{l_w}{2} = \frac{16.88}{1205.1} - \frac{4.5}{2} = -2.23 \leq 0.00 \text{ …….. Neglected}$$

Vu = 700 KN

Ø*Vc = 0.75*881.82 = 661.37 KN

Vs,min = $\frac{\sqrt{fc'}}{16}$ * bw * d = $\frac{\sqrt{24}}{16}$ * 300 * 3600 = 330.68 KN …….. Control

Vs,min = $\frac{1}{3}$ * bw * d = $\frac{1}{3}$ * 300 * 3600 = 360 KN

Ø ∗(Vc + Vs,min) = 0.75*(661.37 + 330.68) = 744.04 KN

Case 3 :-

Ø*Vc = 661.37 KN ≤ Vu = 700 KN ≤ Ø ∗(Vc + Vs,min) = 744.04

$$\frac{A_{vh}}{S_h} = \frac{V_{s,min}}{Fy * d} = \frac{330.68 * 10^3}{420 * 3600} = 0.2187$$

Min ($\frac{A_{vh}}{S_h}$) = 0.0025*h = 0.0025*300 = 0.75 ……. Control

- **Select Ø 10 in Two Layer**

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

$$\frac{157.1}{S_h} = 0.75$$

S_h = 150 mm

***Maximum spacing is the least of :**

$\frac{Lw}{5}$ = $\frac{4500}{5}$ = 900 mm

3*h = 3*300 = 900mm

450 mm ……. **Control**

- **Use ϕ 10/150 mm for two layers**

⇒ **Design of Vertical Reinforcement:-**

$$\frac{A_{vv}}{S_v} = \left[0.0025 + 0.5 \quad 2.5 - \frac{h_w}{Lw} \quad \frac{A_{vh}}{S_h * h} - 0.0025 \right] * 150$$

$$\frac{A_{vv}}{S_v} = \left[0.0025 + 0.5 \quad 2.5 - \frac{20.95}{4.5} \quad \frac{157.1}{150*150} - 0.0025 \right] * 150$$

$$\frac{A_{vv}}{S_v} = 0.350$$

- **Select ∅ 10 in Two Layer**

$$A_{vh} = \frac{2*\pi*16^2}{4} = 402 \text{ mm2}$$

$$\frac{402}{S_v} = 0.350$$

S_v= 401 mm

***Maximum spacing is the least of :**

$$\frac{Lw}{3} = \frac{4500}{3} = 1500 \text{ mm}$$

3*h = 3*300 = 900 mm

450 mm ……. Control

- **Use ϕ 10/150 mm for two layers**

⇒ **Design of Bending Moment:-**

$$A_{st} = \frac{4500}{150} * 2 * 202 = 12120 \ mm^2$$

$$w = \frac{A_{st}}{L_w h} \frac{f_y}{f_c'} = \frac{12120}{4500 * 300} \frac{420}{24} = 0.157$$

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

$$\frac{C}{l_w} = \frac{w + \alpha}{2w + 0.85\beta_1} = \frac{0.157 + 0}{2 * 0.157 + 0.85 * 0.85} = 0.152$$

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

$$= 0.9 \ \ 0.5 * 13860 * 420 * 4500(1 + 0)(1 - 0.152) \ = 10915 KN.m$$

$$\geq 10434.3 KN.m$$

- **Use ϕ 10/150 mm for two layers**

4.12 Design of Basement Wall

⇒ 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)}.

$\emptyset = 30° \gamma = 18.00 KN/m^3$

$Ko = 1 - \sin \emptyset = 1 - \sin 30 = 0.50$

- **Weight of backfill**

$q1 = Ko * \gamma * h$

= 0.50*18.0*4 =36 KN/m

$Q1 = q1 * h * 0.5$

= 0.5*36*4=72KN

- **Load from live load:**

LL=5KN\m2

$q2 = Ko * p$

= 0.5*5=2.5KN\m

$Q2 = q2 * h$

=2.5*4=10

Support reaction:

RA=1.6 (5\8*10)+1.6(4\5*72)=102.16 KN

RB=1.6(3\8*10)+1.6(72\5)=29.04 KN

Mu=1.6(72*4\7.50+1.6(10*4\8)=69.44 KN.m

⇒ **Design of the shear force:**

Assume h = 300 mm,

$d = 300 - 20 - 14 = 266$ mm

- **Vmax =102.16 KN**

$$¤Vc = \frac{¤\sqrt{f_c'} * b_w * d}{6}$$

$$¤Vc = \frac{¤\sqrt{24} * 1000 * 266}{6} = 162.9KN$$

$Vu < ¤Vc$

No shear Reinforcement is required.

⇒ **Design of bending moment:**

- **Mu max =69.44 KN.m**

$$Mn = \frac{Mu}{0.9} = \frac{69.44}{0.9} = 77.15 \text{ KN. m}$$

$$Rn = \frac{Mn * 10^6}{b * d^2} = \frac{77.15 * 10^6}{1000 * 266^2} = 1.09Mpa$$

$$m = \frac{Fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.58$$

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

$$= \frac{1}{20.58} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 1.09 * 20.58}{420}}\right)$$

$$= 2.66 * 10^{-3}$$

$$Asreq = \rho * b * d = 2.66 * 10^{-3} * 1000 * 266 = \mathbf{7.076\ cm^2/m}$$

$Asmin = 0.0012 \square b \square h = 0.0012 \square 1000 \square 300 = 3.60\ cm^2/m$

$As\ min \leq As\ req$

➢ **Select □14@20cm/m**

- **Vertical reinforcement at compression face:**

As req = As min = $3.60\ cm^2/m$

➢ **□10@15cm/m**

- **Horizontal reinforcement:**

for two layers … $A_{s\ min} = 0.002bh = 0.002 \times 300 \times 1000 = 600\ mm^2/m.$

for one layer … $A_{s\ req} = 600/2 = 300\ mm^2/m.$

Use Ø10 @20cm, with $A_{s,provided} = 395 mm^2/m$ … in both sides.

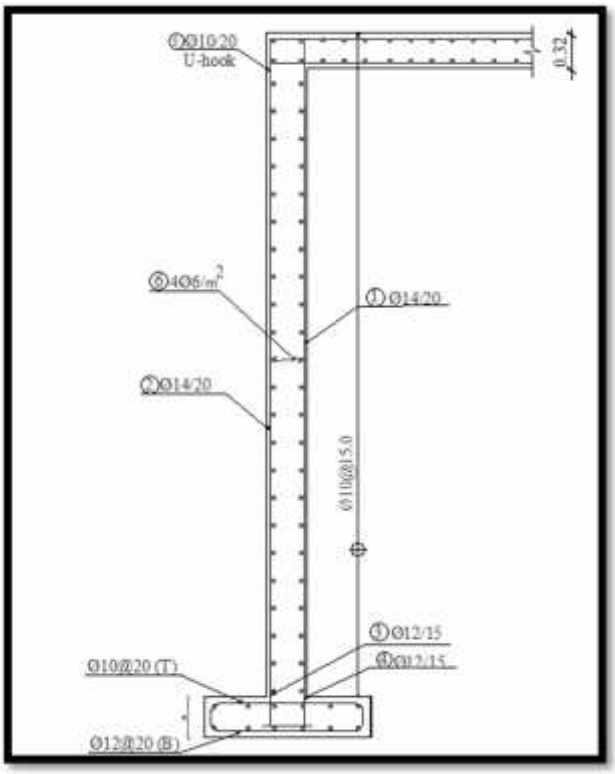


Figure (4-20) Basement Wall Reinforcement

4-12 Design of Footing.

✓ Design of Isolated Footing (F8):

⇒ Material:-

- ❖ Concrete:-B300

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

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

- ❖ Reinforcement steel:-

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

- **Load Calculations :- (From Column Group)**

Dead Load = 2359.92 KN , Live Load = 1149.48 KN

Total services load = 2359.92 +1149.48 = 3509.4 KN

Total Factored load = 1.2*2359.92 + 1.6*1149.48= 4671.072 KN

Column Dimensions (a*b) = 70*45 cm

Soil density = 18 Kg/cm3

Allowable Bearing Capacity = 500 KN/m2

Assume footing to be about (70 cm) thick.

q_{allow} =500-(0.7*25)-(0.25*18)-(0.2*25)= 473KN/m^2

⇒ Determination of Footing Area:

$$A = \frac{3509.4}{473} = 7.42m^2$$

Assume Square Footing

Select B = 2.8m

q_u = 4671.072\(2.8*2.8)= 595.8 KN/m^2

***Check for one-way shear strength:**

Assume h =70 cm.
Assume, ϕ =16mm , cover=75mm

D=700 – 75 – 16 = 609 mm

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

$$Vu = 595.8 * 2.8 * (\frac{2.8}{2} - 0.45/2 - 0.609) = 944.22KN$$

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

$$¤.Vc = 0.75 * \frac{1}{6} * \sqrt{24} * 2800 * 609 = 1044.2KN$$

$$¤Vc = 1044.2 > Vu = 944.22$$

***Check for two-way shear action):-**

$Vu = Pu - FR_b$

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

$Vu = 4671.072 - 595.8[(0.45 + 0.609) * (0.7 + 0.609)] = 4457.33KN$

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

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

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

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

Where:-

$_C = \frac{Column\ Length\ (a)}{Column\ Width\ (b)} = \frac{70}{45} = 1.55$

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

$b_o = 2 * (.7 + 0.609) + 2 * (0.45 + 0.609) = 4.736m$

$\sim_s = 40$ for interior column

$¤.V_C = ¤.\frac{1}{6}\left(1 + \frac{2}{_c}\right)\sqrt{f_c'}\, b_o d = \frac{0.75}{6} * \left(1 + \frac{2}{1.55}\right) * \sqrt{24} * 4736 * 609 = 24645.2Kn$

$¤.V_C = ¤.\frac{1}{12}\left(\frac{\sim_s}{b_o / d} + 2\right)\sqrt{f_c'}\, b_o d = \frac{0.75}{12} * \left(\frac{40 * 609}{4736} + 2\right) * \sqrt{24} * 4736 * 609 = 6308\ Kn$

$¤.V_C = ¤.\frac{1}{3}\sqrt{f_c'}\, b_o d = \frac{0.75}{3} * \sqrt{24} * 4736 * 609 = 3532Kn \Rightarrow \underline{control}$

ΦVc =3532 Kn < Vu=4457.33Kn.. not ok

Try h=800 mm

D=709

$b_o = 2*(.7+0.709)+2*(0.45+0.709) = 5.136m$

$Vu = 4671.072 - 595.8[(0.45+0.709)*(0.7+0.709)] = 3698.11KN$

$\text{¤}.V_C = \text{¤}.\frac{1}{3}\sqrt{f_c'}\,b_o d = \frac{0.75}{3}*\sqrt{24}*4736*709 = 4459.8Kn$

$\text{¤}Vc = 4459.8 > Vu = 3698.11 \Rightarrow OK$

⇒ Design of Bending Moment:

1) At short dimension column "45cm"
Assume, ϕ =16mm , cover=75mm
H = 800mm

$$\text{Mu} = \left(q_{ult}\times B\times\left(\frac{L}{2}-\frac{a}{2}\right)\right)\times 0.5\left(\frac{L}{2}-\frac{a}{2}\right)$$

$$= \left(595.8\times 2.8\times\left(\frac{2.8}{2}-\frac{0.45}{2}\right)\right)\times 0.5\left(\frac{2.8}{2}-\frac{0.45}{2}\right) = 1151.6\text{KN.m}$$

Mn = 1151.6/0.9 = 1279.56 KN.m

$d = 800-75-16/2 = 717\ mm$

$$Rn = \frac{Mn}{b*d^2} = \frac{1279.56\times 10^6}{2800\times 717^2} = 0.88Mpa$$

$$m = \frac{Fy}{0.85\,fc'} = \frac{420}{0.85\times 24} = 20.58$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.58}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times 20.58\times 0.88}{420}}\right) = 0.00214$$

$$As_{req} = 0.00214\times 2800\times 717 = 4296.264\ mm^2$$

$$As_{\min} = 0.0018*2800*800 = 4032mm^2$$

$$As_{\min} = 4032mm^2 \le As_{req} = 4296.264mm^2,,,OK.$$

- **Use 24Ø16 with As =4826.4mm^2≥As req =4296.264mm^2**

***Check for spacing :**

$$s = \frac{2800 - 2 \square 75 - 24 \square 16}{23} = 98.5mm$$

Step "s" the smallest of

1. 450mm control

2. 3h= 3*800=2400mm

S=89.5<450 ,,,,, Ok✓

2) At long dimension column "70cm"

Assume, ϕ =16mm , cover=75mm

Take H = 800mm.Mu = $\left(q_{ult} \times B \times \left(\frac{B}{2} - \frac{b}{2}\right)\right) \times 0.5\left(\frac{B}{2} - \frac{b}{2}\right)$

$= \left(595.8 \times 2.8 \times \left(\frac{2.8}{2} - \frac{0.70}{2}\right)\right) \times 0.5\left(\frac{2.8}{2} - \frac{0.70}{2}\right)$ = 919.61KN.m

Mn = 919.61/0.9 = 1021.797 KN.m

$$d = 800 - 75 - 16/2 = 717mm$$

$$Rn = \frac{Mn}{b * d^2} = \frac{1021.797 \times 10^6}{2800 \times 717^2} = 0.71Mpa$$

$$m = \frac{Fy}{0.85\, fc'} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.58$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.58}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.58 \times 0.71}{420}}\right) = 0.00172$$

$$As_{req} = 0.00172 \times 2800 \times 717 = 3453.072\ mm^2$$

$$As_{\min} = 0.0018 * 2800 * 800 = 4032mm^2$$

$$As_{min} = 4032mm^2 \geq As_{req} = 3453.072mm^2$$

Use 22Ø16 with As =4424.2mm^2 ≥As req =4032mm^2,,,,OK .

check for spacing :

$$s = \frac{2800 - 2 \times 75 - 22 \times 16}{21} = 109.5mm$$

Step "s" the smallest of

1. 450mm control

2. 3h= 3*800=2400mm

S=109.5<450 ,,,,, o k.

- (4.8.6) Design the column –footing joint "dowels":

Pu=4671.072 KN

$\phi \times 0.85 \times fc \times A1 \sqrt{\frac{A2}{A1}}$

Where $\sqrt{\frac{A2}{A1}} \leq 2$

A2 is area lower base

A1 is the area of section column

$\phi = \mathbf{0.65}$

$\Rightarrow$ **The allowable bearing on the base of the column is**

$\phi \times 0.85 \times fc \times A1 = 0.65 \times 0.85 \times 24 \times 700 \times 450 \times 10^{-3} = 4176.9KN$

$\Rightarrow$ **The allowable bearing on the footing is**

$\sqrt{\frac{A2}{A1}} = \sqrt{\frac{2.8 \times 2.84}{0.70 \times 0.45}} = 4.988 \geq \mathbf{2}$ **take** $\sqrt{\frac{A2}{A1}} = \mathbf{2}$

$\phi \times 0.85 \times fc \times A1 \sqrt{\frac{A2}{A1}}$ =0.65*0.85*24*700*450*2*10^-3=1670.76KN

Pu=6338.612< 7038.85

the dowels is not need.

The min area of dowels $\mathbf{Asmin = 0.005 \times Ag = 0.005 \times 700 \times 450 = 1575mm2}$

Select 8Ø16.

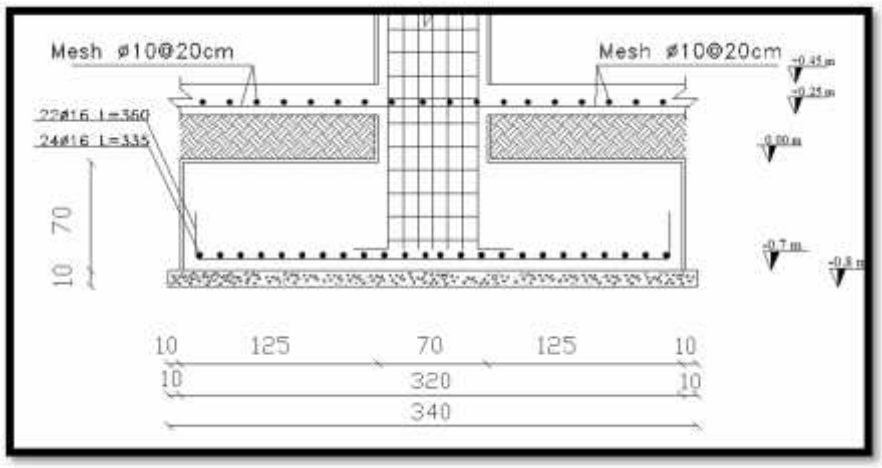


Figure (4-21) : section of the footing

الفصل الخامس

النتائج والتوصيات

5-1 النتائج.

5-2 التوصيات .

5-3قائمة المصادر المراجع .

1-5 النتائج

من خلال هذا التجوال في هذا البحث، و التعرف على معطياته و جوانبه، تم الخروج بخلاصة هذا البحث من خلال نتائج تتمثل فيما يلي:

1) إن فهم المخططات المعمارية له دور كبير في إيجاد الحلول الإنشائية الملائمة لنوع الاستخدام في المبنى.

2) إن القدرة على الحل اليدوي ضرورية للمصمم الإنشائي للتأكيد على حل البرامج المحسوبة وفهم طريقة عملها.

3) التعرف على العناصر الإنشائية، وكيفية التعامل معها، ومع آلية عملها، وذلك ليتم تصميمها تصميما جيداً يحقق الأمان و القوة الإنشائية .

4) سيتم عمل مقارنة بين نتائج التصميم للعناصر الانشائية بشكل ثنائي الأبعاد من جهة، وبشكل ثلاثي الأبعاد من جهة اخرى ودراسة هذه النتائج من عدة جوانب.

2-5 التوصيات

1) يجب أن يكون هنالك تنسيق بين المصمم المعماري والإنشائي خلال عملية التصميم حتى ينتج مبنى متكاملاً إنشائياً ومعمارياً.

2) يوصى بتنفيذ المشروع حسب المخططات المرفقة بالمشروع بأقل تغييرات ممكنة.

3) ينصح بوجود مهندس مشرف للإشراف على التنفيذ وأن يلتزم بالمخططات والشروط لضمان التنفيذ الأفضل للمشروع.

4) يجب استكمال التصميم الكهربائي و الميكانيكي للمشروع قبل المباشرة في التنفيذ لإدخال أي تعديلات محتملة عليه من الناحية الإنشائية.

3-5قائمة المصادر والمراجع

1) كود البناء الوطني الأردني، كود الأحمال والقوى، مجلس البناء الوطني الأردني، عمان، الأردن، 1990م.
2) ملاحظات الأستاذ المشرف.
3) ACI Committee 318 (2014), ACI 318-14: Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary, American Concrete Institute, ISBN 0-87031-264-2.