بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة و التكنولوجيا

دائرة الهندسة المدنية و المعمارية

تخصص هندسة مدنية فرع هندسة مباني

اسم المشروع

التصميم الإنشائي لمستشفى علم

فريق العمل

محمد احمد محمود مخطوب أحمد داود ابراهيم ابو عمر

حمدي مرزوق موسى مصطفى

إشراف :

أ. خليل كرامة .

فلسطين – الخليل

2013-2014م

شهادة تقييم مقدمة مشروع التخرج

جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل – فلسطين

التصميم الإنشائي لمستشفى علم

فريق العمل

محمد احمد محمود مخطوب أحمد داود ابراهيم ابوعمر

حمدي مرزوق موسى مصطفى

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

توقيع مشرف المشروع	**توقيع رئيس الدائرة**
أ.خليل كرامة	**د.غسان الدويك**

٢٠١٣-٢٠١٤م

إهداء

وتهفو النفوس إلى أن تُـهدي ....
لتُودع فيما تُهدي قطعة منها....
وتحُس أنها متجهة إلى هناك....
إلى صمود الجِد .... وسمو الأمل ...

و إصـــــرار الإرادة التي لا تكـــل

إلى أولئك ...

و شعور الواجب المتدفق نحوهم ....
و اشتياق الاتصال الدائم بهم ....
و الحنين المحرق للالتقاء بهم ....
إلى من هم أكرم منا جميعا .... إلى الشهداء...

ثم هذا الجيل الصاعد...

إلى الشباب في ربوعه
حيث لزام الانتماء الأصيل
يشدنا **أن** نقف دوما معه.... بالتقدير و العرفان

إلى أساتذتنا الأفاضل الذين علمونا **أن الشمعة لا تحترق لتذوب**.... بل لتنير الدرب للآخرين .
إلى النبع ... إلى الفيض...**إلى الدمع الصبّاب** من عينيها....

إلى الأم.... إلى نورها المشع..... **إلى الوالد الحاني**....

إلى الإخوة .... إلى الأهل .... **إلى الأحبة** ....

إليكم جميعا أحبتنا نهدي هذا الجهد المتواضع

الشكر والتقدير

يتقدم فريق العمل بالشكر الجزيل والعميق **لله أولا ثم لكل من**
ساهم في رعاية هذا المشروع وأنبت ينعه وزاد حصاده **إلى** الشكل الذي هو عليه، **إلى** :

- **جامعة** بوليتكنك فلسطين الموقرة، وكلية الهندسة والتكنولوجيا، ودائرة الهندسة المدنية والمعمارية بكافة طاقمها العامل على تخريج **الأجيال وبناة الغد**.

- جميع الأساتذة بالجامعة ونخص بالذكر الاستاذ المهندس خليل كرامة، **الذي بذل** الجهد النفيس للخروج بهذا العمل بالشكل اللائق.

- مكتبة الجامعة والقائمين عليها لتعاونهم الكامل ومساعدتهم في توفير الكتب الخاصة بالمشروع.

- **لكل من قدم** العون وكانت سواعده سواعدنا ولم يبخل بالمساعدة بأي شيء.

ملخص المشروع

التصميم الإنشائي لمستشفى في مدينة الخليل

فريق العمل

حمدي مصطفى أحمد أبو عمر

محمد مخطوب

المشرف

المهندس: خليل كرامة

تتلخص فكرة هذا المشروع في تحليل وتصميم كافة العناصر الإنشائية لمبنى مستشفى،حيث سيتم دراسة وتصميم كافة العناصر الإنشائية واعداد كافة المخططات التنفيذية اللازمة لتنفيذ المشروع.

يتكون المشروع من عشرة طوابق و يحتوي على الكثير من الخدمات التي يحتاجها الجمهور،و قد صمم هذاالمبنى على احدث الطرز المعمارية،فبالإضافة إلى احتوائها على العديد من وسائل الراحة و الأمان ، من مصاعد كهربائية وغيرها .

وتبلغ مساحة المشروع ٢١٧٠م٢ وهي مقسمة على النحو التالي.

طابق التسوية تبلغ مساحته 270م٢

الطابق الأرضي مساحته 900م٢

الطابق المكرر مساحته 400م٢

ومن الجدير بالذكر أنه سيتم التصميم حسب متطلبات ACI code وكذلك كود الأحمال الأردني وسيتم استخدام العديد من برامج التصميم الإنشائي.

Abstract

The structural design for hospital in Hebron city

Project Team

Hamdi mostafa ahmad abu omar

Mohammad makhtoub

Supervisor

Eng:Khaleelkarama.

The main idea of this project is analysis and design of all structural systems of the hospital building ,we will study and design of all structural element and the preparation of all drawings, that needs to execute this project.

The project consists of ten floors, and contains a lot of services needed by the public,and this project designed according to modern architectural system .

The project area is 42,170 m 2 and is divided as follows.

Basement area is 4270 m 2.

Ground floor area of 5900 m 2

Refined floor area of 4000 m 2.

We will design according to ACI Jordanian load code,and we will use many programs for structural design.

Table of Contents

فهرس المحتويات

	رقم الصفحة
صفحة العنوان الرئيسية	i
شهادة تقييم مقدمة مشروع التخرج	ii
الإهداء	iii
الشكر و التقدير	iii
ملخص المشروع باللغة العربية	iv
ملخص المشروع باللغة الإنجليزية	v
فهرس المحتويات	vi
فهرس الجداول	viii
فهرس الاشكال	viii
الرموز والإختصارات	ix
الفصل الأول : المقدمة	١
١.١ المقدمة	٢
٢.١ أهداف المشروع	٢
٣.١ مشكلة المشروع	٣
٤.١ حدود مشكلة المشروع	٣
٥.١ المسلمات	٣
٦.١ فصول المشروع	٣
٧.١ اجراءات المشروع	٤
الفصل الثاني : الوصف المعماري	٥
١.٢ مقدمة	٦
٢.٢ لمحة عن المشروع	٦
٣.٢ موقع المشروع	٧
٤.٢ وصف المساقط الأفقية	٨
١.طابق التسوية	٨
٢. الطابق الأرضي	٩
٣.الطابق المكرر	١٠
٥.٢ وصف الواجهات والمقاطع	١١
١ .الواجهة الشمالية	١١
٢. الواجهة الشرقية	١٢
٣. مقطع A-A	١٢
الفصل الثالث : الوصف الإنشائي	
١.٣ مقدمة	١٤
٢.٣ هدف التصميم الإنشائي	١٤
٣.٣ الدراسات النظرية للعناصر الإنشائية في المبنى	١٥
١.٣.٣ الأحمال	١٥
٢.٣.٣ الأحمال الميتة	١٥
٣.٣.٣ الأحمال الحية	١٦
٤.٣.٣ الأحمال البيئية	١٧
١. الرياح	١٧

٢. الثلوج ١٧
٣. الزلازل ١٨
٤.٣ العناصر الإنشائية ١٩
١.٤.٣ العقدات ١٩
١.١.٤.٣ العقدات المصمتة والمسطحة ١٩
٢.١.٤.٣ عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد ٢٠
٣.١.٤.٣ عقدات العصب ذات الإتجاهين ٢٠
٢.٤.٣ الجسور ٢١
٣.٤.٣ الأعمدة ٢٢
٤.٤.٣ الجدران الحاملة (جدران القص) ٢٣
٥.٤.٣ الأسلس ٢٤
٦.٤.٣ الأدراج ٢٥
٧.٤.٣ جدار التسوية ٢٦
٨,٤,٣ فواصل التمدد ٢٧

28 **Chapter 4 : Structural Design & Analysis**
29 4.1 Introduction
29 4.2 Determination of Slab thickness
32 4.3 Determination of factored load
32 4.3.1 Determination of load on the rib
34 4.3.2 Determination of loads on the beam
35 4.4 Design of rib
45 4.5 Design of beam
48 4.5.1 Design of positive moment
50 4.5.2 Design of negative moment
52 4.5.3 Design of shear
54 4.6 Design of Column
57 4.7Design of Isolated Footing
64 4.8 Design of Basement Wall
68 4.9 Design of Stairs
69

الفصل الخامس : النتائج والتوصيات 77
٥.١ مقدمة 78
٥.٢ النتائج 78
٥.٣ التوصيات 79

فهرس الجداول

جدول (١-١) الجدول الزمني للمشروع خلال السنة الدراسية ٢٠١٠\٢٠١١ 4
جدول (٣-١) الكثافة النوعية للمواد المستخدمة 15
جدول (٣-٢) الأحمال الحية 16
جدول (٣-٣) قيمة أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر 17

فهرس الأشكال

شكل (٢-١) مخطط قطعة الأرض والبناء 7
شكل (٢-2) مخطط الطابق التسويه 8
شكل (٢-3) مخطط الطابق الارضي 9
شكل (٢-4) مخطط الطابق المكرر 10
شكل (٢-5) الواجهة الشمالية ١١
شكل (٢-٦) الواجهة الشرقية ١٢
شكل (٢-٦) مقطع A-A ١٢
شكل (3-1) عقدة مصمتة باتجاهين ١٩
شكل (3-٢) عقدة العصب ذات الاتجاه الواحد ٢٠
شكل (3-٣) عقدة العصب ذات الاتجاهين ٢٠

شكل (٣-٤) اشكال الجسور المدلاة والمسحورة ٢١
شكل (٣-٥) احد اشكال الأعمدة ٢٢
شكل (٣-٦) جدار القص ٢٣
شكل (٣-٧) الأساس المفرد ٢٤
شكل (٣-٨) الدرج ٢٥
شكل (٣-٩) جدار استنادي ٢٦
شكل (٣-٩)فواصل تمدد ٢٧
Figure (4-1) : Rib Section 30
Figure (4-2): details of material 32
Figure (4-3) :two Rib geometry. 33
Figure (4-4): two way rib slab. 34
Figure (4-5): loading of Beam 35
Figure (4-6): Structural rib plane. 45
Figure (4-7): Beam Geometry& loading 46
Figure (4-8): Envelop Moment &shear for Beam. 47
Figure (4-9): section in beam. 40
Figure (4-10): Column Detail. 57
Figure (4-11): Isolated Footing Detail. 64
Figure (4-12) : Basement Wall geometry 65
Figure (4-13): Loads & Shear/Moment envelope for basement wall. 66
Figure (4-14): Details for Basement Wall. 68
Figure (4-15): Stairs plan. 69
Figure (4-16): Loads on stairs. 71
Figure (4-17): Loads on landing 74
Figure (4-18): Stair Section. 77

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 or 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. (Kg/m^3).
- **W** = width of beam or rib.
- **Wu** = factored load per unit area.
- **Φ** = strength reduction factor.
- ε_c **=** compression strain of concrete = 0.003mm/mm.
- ε_s **=** strain of tension steel**.**
- $\acute{\varepsilon}_s$ **=** strain of compression steel.
- **ρ** = ratio of steel area .

ppu

p p u D o t u m ｨﾇb2 ﾉb2ﾀ]ｸ2

p^ｸ2

_ｸ2 ﾘ_ｸ2 倭ｸ2 Xaｸ2

الفصل الأول

المقدمة

١

١.١ المقدمة.

٢.١ أهداف المشروع.

٣.١ مشكلة المشروع.

٤.١ حدود مشكلة المشروع.

٥.١ المسلمات.

٦.١ فصول المشروع.

٧.١ إجراءات المشروع.

١.١ المقدمة

الإنسان بطبيعته يحتاج إلى الخدمات الصحية بمختلف انواعها لتوفير الحياة الملائمة للفرد الفلسطيني ولاسيمى انا الشعب الفلسطيني يعيش في حرب ادة الى اصابة واعاقة الكثير من افراد هذا الشعب وازدياد اهمية وجود مباني تعنى بتقديم المساعدة الطبية والصحية لهم ،وإنطلاقاً من هذه الأهمية ، جاءت فكرة هذا المشروع الذي يعني بدراسة مبنى مستشفى والمستشفى كمشروع يمكن تصميمه وتطبيقه معمارياً وإنشائياً .

تتطلب عملية التصميم عامة الأخذ بجميع النواحي للمبنى المراد إنشاؤه سواء من الناحية المعمارية التي تعنى بالمظهر العام للمبنى وكيفية توزيع الفراغات والمساحات داخله وربط الأقسام المختلفة ببعضها البعض، أو من الناحية الإنشائية التي تعنى بتوفير النظام الإنشائي القادر على التحمل الآمن للأحمال المؤثرة على المبنى مع مراعاة الناحية الاقتصادية الأدنى الممكنة لهذا النظام الإنشائي بما لا يتعارض مع التصميم المعماري المختار.كذلك لا بد من الأخذ بالاعتبار النواحي المتعلقة بالتمديدات الكهربائية بما يتلاءم مع طبيعة المشروع المنشأ وعناصره الميكانيكية كأنظمة التدفئة والتبريد والصرف الصحي.

يتضمن المشروع تصميم النظام الإنشائي لمبنى مستشفى يتكون من ١٠ طوابق وهو مشروع اعتيادي من حيث توزيع العناصر الإنشائية كالأعمدة والجسور بما يتلاءم مع المخططات المعمارية ومن ثم تصميم هذه العناصر ابتداء من العقدات وانتهاء بالقواعد و الأسلسات ومن ثم تجهيز المخططات الإنشائية التنفيذية وذلك من أجل الخروج بمشروع متكامل وقابل للتنفيذ.

٢.١ أهداف المشروع

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

١. اكتساب المهارة في القدرة على اختيار النظام الإنشائي المناسب للمشاريع المختلفة وتوزيع عناصره الإنشائية على المخططات، بما يتناسب مع التخطيط المعماري له.
٢. القدرة على تصميم العناصر الإنشائية المختلفة.
٣. تطبيق وربط المعلومات التي تم دراستها في المساقات المختلفة.
٤. إتقان استخدام برامج التصميم الإنشائي.

٣.١ مشكلة المشروع

يدور البحث حول تصميم العناصر الإنشائية لمبنى مستشفى متعدد الطوابق ، حيث يتضمن التصميم الإنشائي مختلف العناصر من البلاطات و الجسور والأعمدة و الأساسات بما يتلاءم مع التوزيع الإنشائي لهذه العناصر وما لا يتعارض مع التصميم المعماري.

٤.١ حدود مشكلة المشروع

يقتصر العمل لهذا المشروع على الناحية الإنشائية فقط، حيث سيتم العمل خلال الفصلين الأول والثاني من السنة الدراسية ٢٠١٣-٢٠١٤من خلال مقدمة مشروع التخرج في الفصل الثاني و مشروع التخرج في الفصل الاول.

٥.١ المسلمات

١. اعتماد الكود الأمريكي في التصاميم الإنشائية المختلفة (ACI-318-08) والأحمال من الكود الأردني.
٢. استخدام برامج التحليل والتصميم الإنشائي مثل (Safe,Atir, ETABS 2013)

,

٦.١ فصول المشروع

يحتوي هذا المشروع على خمسة فصول وهي:

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

٧.١ إجراءات المشروع

١) **دراسة** المخططات المعمارية وذلك لفهمها من النواحي المعمارية وتوافقها مع أهدافالمشروع و إختيار النظام الإنشائي **الملائم**.

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

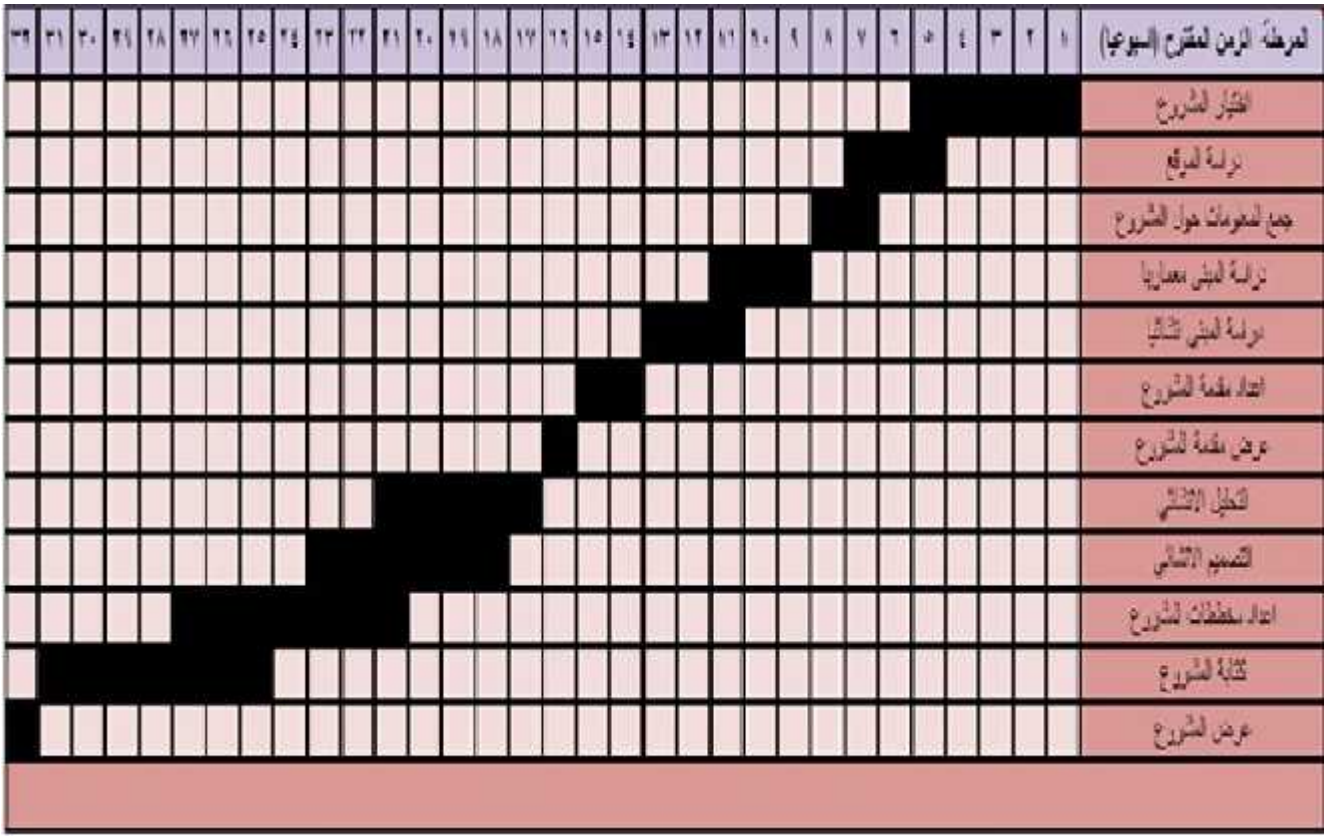
٣) تحديد الأ**حمال المؤثرة على المبنى** وتحليل العناصر الإنشائية على هذه الأحمال .

٤) تصميم العناصر الإنشائية بناء على نتائج التحليل.

٥) إنجاز المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية التي تم تصميمها ليخرج المشروع بشكله النهائي المتكامل والقابل للتنفيذ.

والجدول التالي يوضح تسلسل أعمال المشروع والزمن اللازم لكل نشاط.

جدول (١-١) الجدول الزمني للمشروع خلال السنة الدراسية (٢٠١٣)



الفصل الثاني

الوصف المعماري للمشروع

٢

٢.١ المقدمة.

٢.٢ لمحة عن المشروع.

٣.٢ موقع المشروع.

٤.٢ وصف المساقط الأفقية للمبنى.

٥.٢ وصف الواجهات والمقاطع.

١.٢ مقدمة

لأداء أي عمل لابد أن يتم إنجازه على أكمل وجه، ولإقامة أي بناء لابد أن يتم تصميمه من جميع النواحي التي توفر الراحة والأمان لمستخدميه، حيث يبدأ أولا التصميم المعماري للمبنى بما يتلاءم مع وظيفته والغاية من تنفيذه بأن يتم تحديد شكل المنشأ مع الأخذ بعين الاعتبار تحقيق الوظائف و المتطلبات المختلفة ، إذ يجري التوزيع الأولي لمرافقه بهدف تحقيق الفراغات و الأبعاد المطلوبة، ويتم بهذه العملية دراسة الإنارة و العزل و التهوية والتنقل والحركة وغيرها من المتطلبات الوظيفية.

٢.٢ لمحة عن المشروع

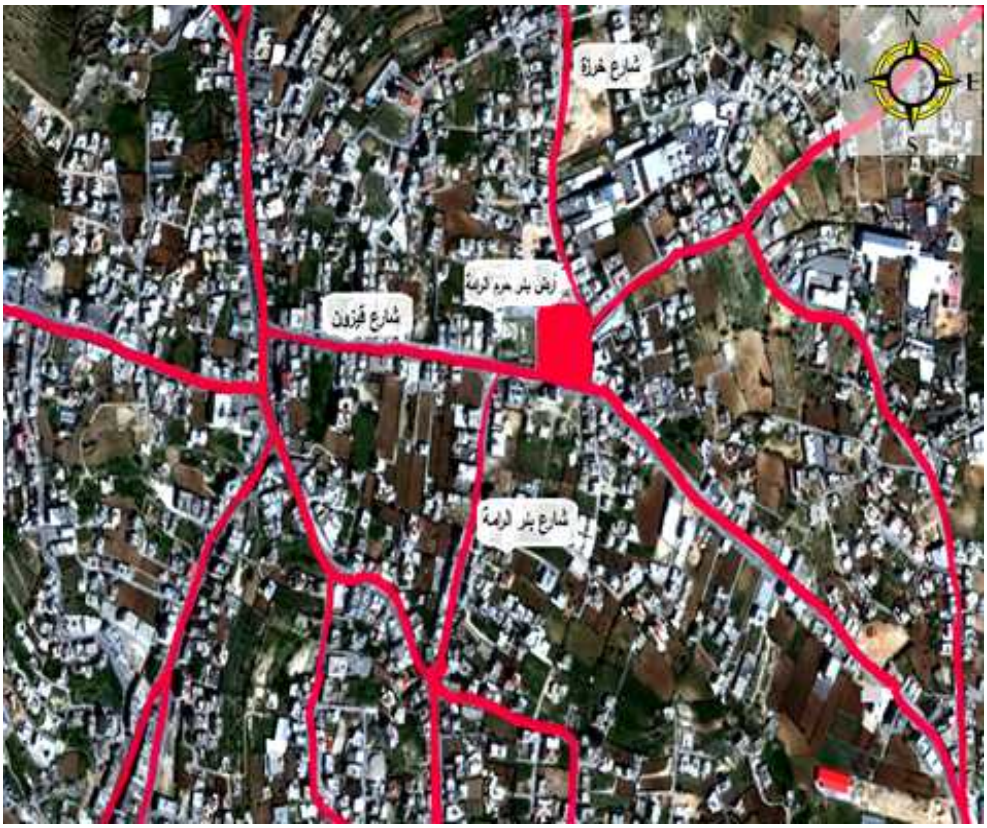
المشروع عبارة عن مبنى مستشفى ويقوم المشروع على فكرة استغلال كافة الفراغات لتعمل على خدمة المستخدمين بشكل جيد.

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 .

يتكون المبنى من طابق تسويةوآخر ارضي وطابق يتكرر في ٨ طوابق على جزء من قطعة أرض مساحتها ٩دونما، ومساحة البناء 5900 متر مربع.

٣.٢ موقع المشروع

قطعة أرض مساحتها (٩ دونم) تقريباً ، تقع شمال مدينة الخليل في منطقة بئر حرم الرامة، المنطقة تتصف بموقعها الخلاب، و يمتاز الموقع بأنه يقع بالقرب من مدخل المدينة الشمالي، إذ يسهل الوصول إليه من خلال الطرق المفتوحة على مدخل المدينة (منطقة رأس الجورة). تمتاز الأرض بوقوعها على شارعين رئيسيين في المنطقة، حيث يمكن الوصول إليها عبر شارع قيزون الممتد من طريق رأس الجورة، ويمكن الوصول إليها أيضا من الجهة الشرقية عبر شارع أبوخرزة، مما يكسبها ميزة الوصول إليها بسهولة من جميع المناطق. من حيث السكان نجد أن هذه القطعة بالقرب من تجمع سكني ،أما بالنسبة خدمات الماء والكهرباء فهي متوفرة في الموقع نفسه.

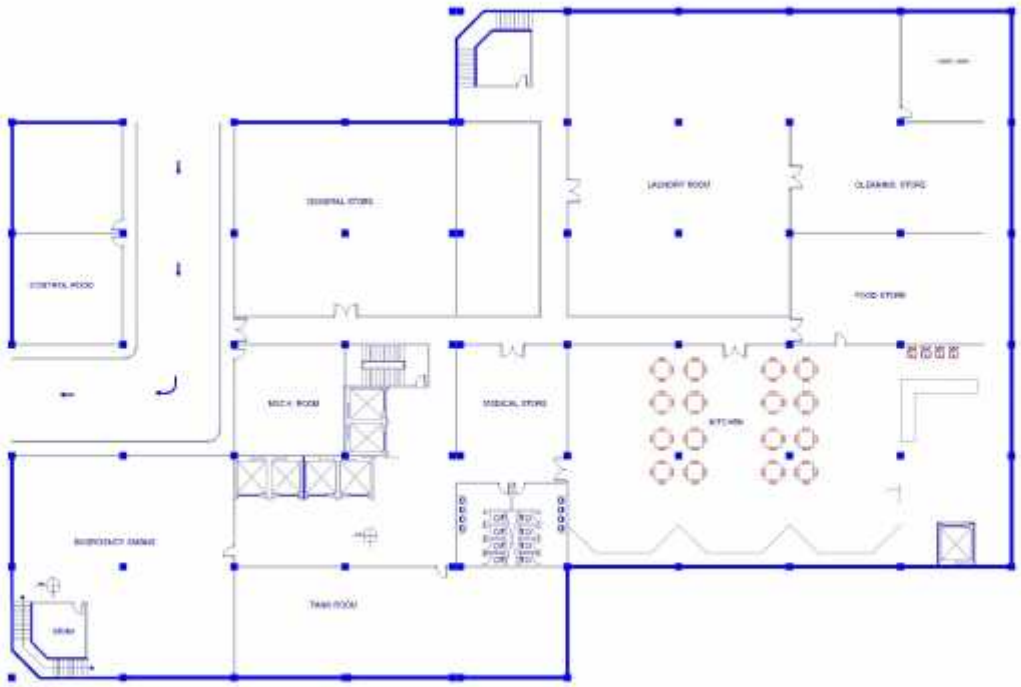


شكل(٢-١) صورة جوية لمنطقة المشروع المقترح "منطقة بئر حرم الرامة– الخليل"

٤.٢ وصف المساقط الأفقية :

١. طابق التسوية

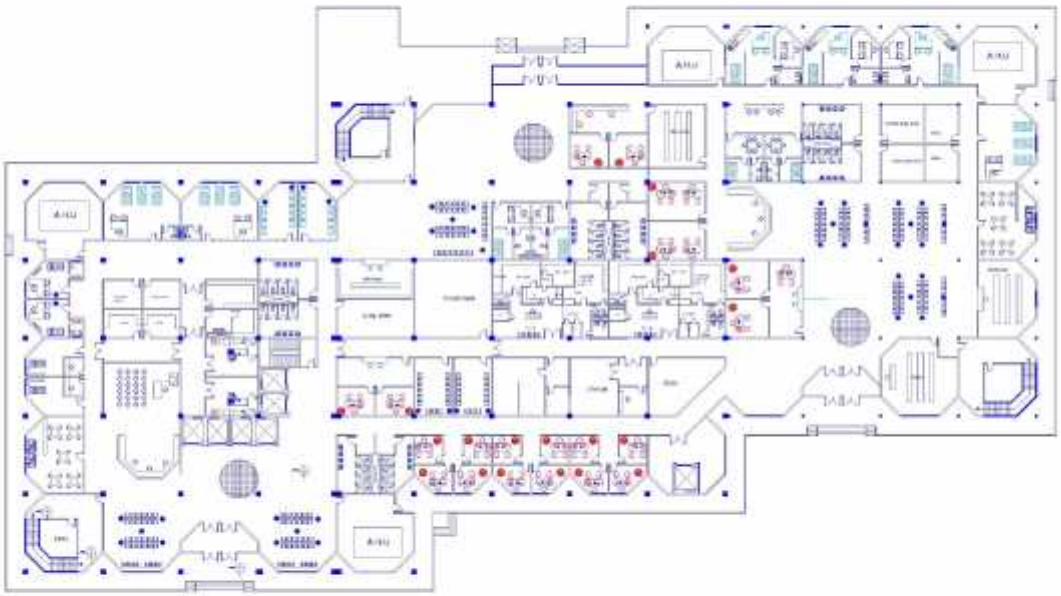
مساحة هذا الطابق هي 4270 متر مربع ويتم الوصول إليه عن طريق ثلاثة ادراج من منسوب الأرض ومصاعد عمودية استخدامات هذا الطابق هي غرفتي ميكانيك وغرفتي تخزين وغرفت طوارئ وغرفة تخزين اطعمة وغرفة غسيل ملابس و كافتيريا وغرفة ادوية وغرفة خزان ويوجد مدخل خاص لسيارة الاسعاف في حالة الطواريْ بالإضافة لمستلزمات الطابق من حمامات ومناور .



شكل (٢-٢): مخطط طابق التسوية.

٢. الطابق الأرضي:

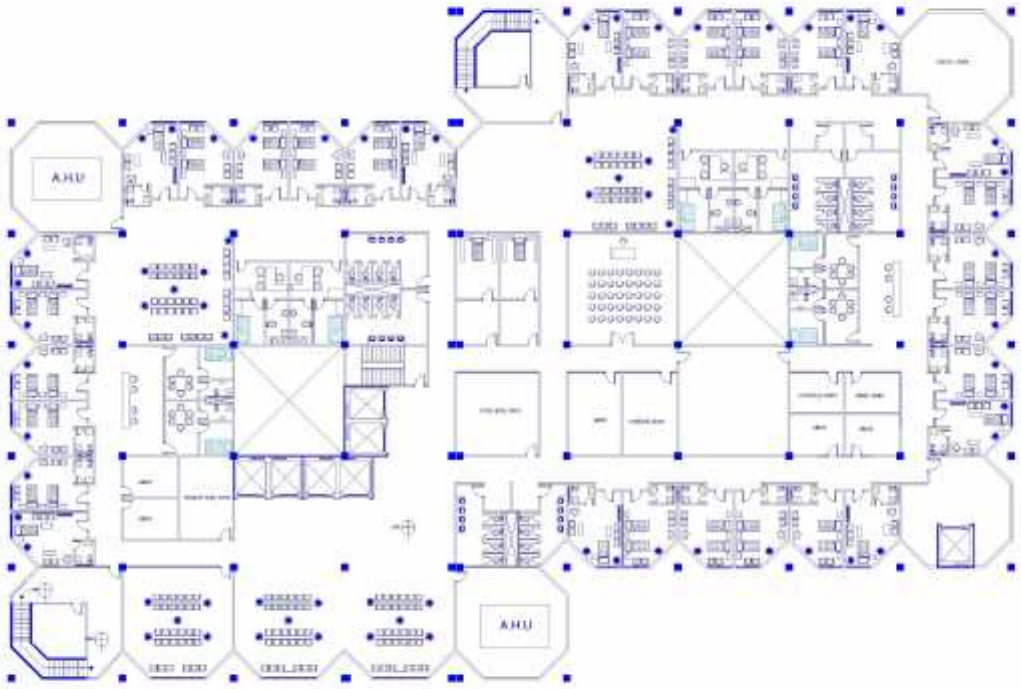
يتكون هذا الطابق من قسمين القسم **الاول** مستمر من طابق التسوية والقسم الاخر تم التأسيس له من منسوب اعلى من منسوب التسوية ب **٣.٨٨ متر** ويتم الوصول اليه عن طريق اربع درجات من منسوب الارض الطبيعية حيث يوجد له اربع مداخل رئيسية ويتكون من غرف نوم مرضى وعيادات ومكاتب موظفين وصيدليات ومراكز استراحة ويوجد في الطابق الارضي **٧** مصاعد مستمرة واربع ادراج ثلاثة منها مستمرة وواحد يبدأ من الارضي ، **وتبلغ** مساحته5900متر مربع.



شكل(٢-٣): مخطط الطابق الأرضي.

٣. الطابق المكرر:

تبلغ مساحة هذا الطابق 4000متر مربع ويتكون من غرف مرضى ومكاتب اطباء وعيادات وغرف لتوعية الصحية واستراحات وغرف تخزين وصيدليات و غرف محولات وغرف فحص اشعة ويوجد سبعة مصاعد مستمرة ومنورين كبيرين مستمرين من الطابق الاول وحتى الطابق الاخير واربع ادراج مستمرة .



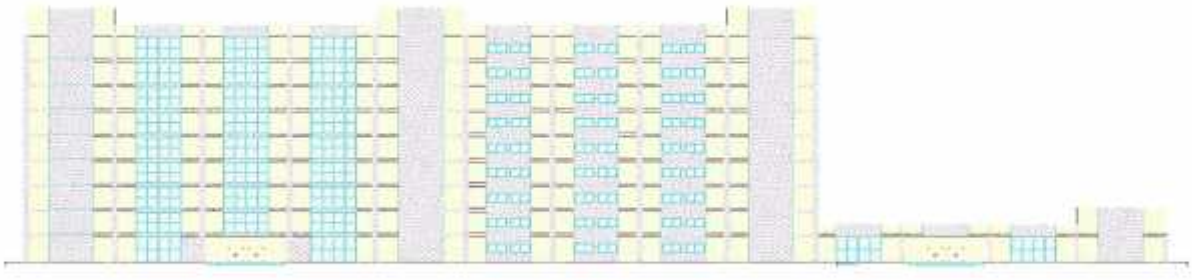
.

شكل (٢-٤): مخطط الطابق المكرر.

٥.٢ وصف الواجهات :

١. الواجهة الشمالية :

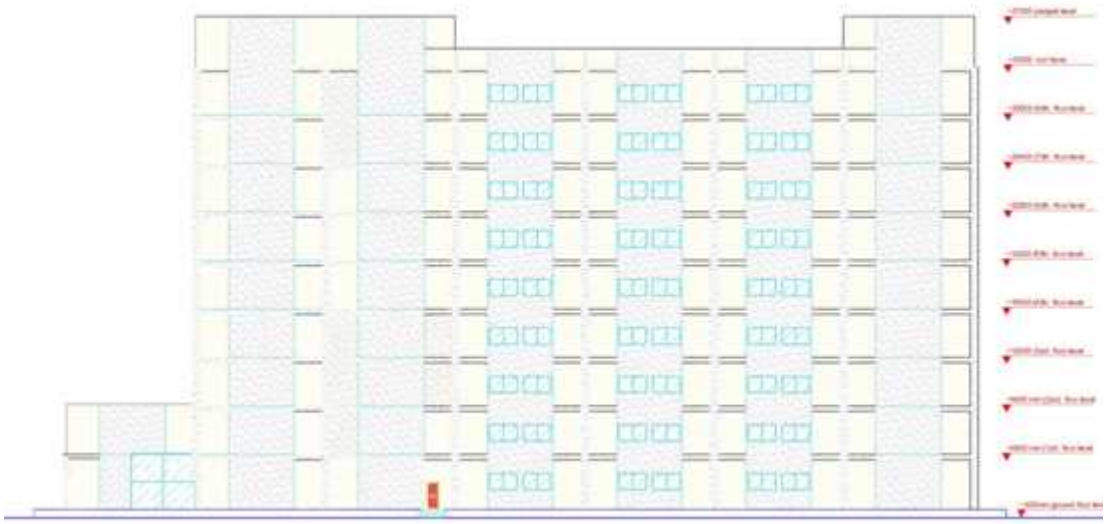
الواجهة الرئيسية **وتحتوي على المداخل** الرئيسية **وعلى** شبابيك طويلة وتمتاز هذه الواجهة بأنها زجاجية وحجرية **والحجر المستخدم من الرخام البني**، تعطي الواجهة جمالا معماريا يعكس رونق المبنى **وتمتاز** الواجهات ببروز الجسور المدلية في المنظر المعماري مما يعطي جمالا معماريا يكون على شكل زوايا متتالية في كل طابق **وبروز** الاعمدة وطلائها بالوان جميلة تخدم الجانب المعماري.



شكل(٢-٥) الواجهة الشمالية.

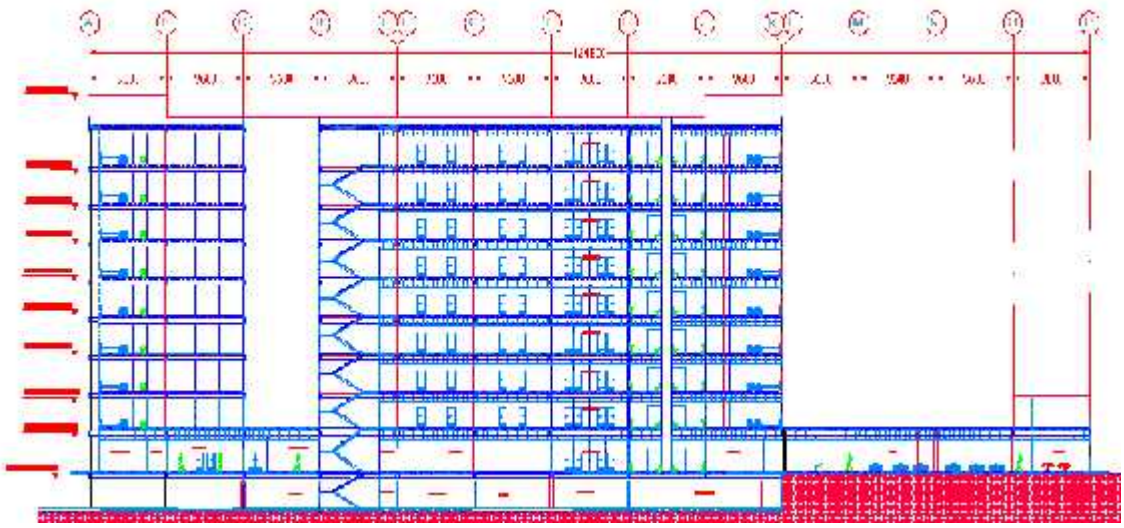
٢- الواجهة الشرقية:

تمتاز هذه الواجهة ببروز الجسور والأعمدة في بعض اجزاء من المبنى مما يعطي المبنى بعض الجمال المعماري حيث تطلى هذه الجسور والاعمدة بطلاء خاص يبرز الجمال المعماري



شكل(٢-٦): الواجهة الشرقية.

٣- مقطع A-A: يوضح مقطع الدرج وتفاصيل المبنى من الداخل. ويوضح المناسيب وطابق التسوية



شكل(٢-٧) مقطع A-A

الفصل الثالث
الوصف الإنشائي
٣

١.٣ المقدمة.

٢.٣ هدف التصميم الإنشائي.

٣.٣ الدراسات النظرية للعناصر الإنشائية في المبنى.

٤.٣ العناصر الإنشائية.

١.٣ مقدمة

من خلال الوصف المعماري الكامل للمبنى لا بد من تطبيق الأفكار و المقترحات الموجودة في التحليل المعماري في التصميم الإنشائي الذي يتماشى مع المتطلبات المعمارية والقوانين الهندسية إذ يعتمد التصميم الإنشائي بشكل أساسي على تصميم كافه العناصر الإنشائية بحيث تقاوم كافة الأحمال التي تؤثر عليها و بالتالي يجب وصف كافة هذه العناصر وصفاً دقيقاً يلبي متطلبات الحسابات الهندسية لهذا المشروع بالإضافة للحفاظ على التصميم المعماري وعدم تغييره .

٢.٣ هدف التصميم الإنشائي

يهدف التصميم الإنشائي بشكل أساسي إلى إنتاج منشأ متين ومتزن من جميع النواحي الهندسية الإنشائية ومقاوم لجميع المؤثرات الخارجية من أحمال ميتة وحية وأيضا أحمال بيئية من تأثير الزلازل والرياح والثلوج. 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 المظر المعماري المطلوب.
- الشكل و النواحي الجمالية للمنشأ.

٣.٣ الدراسات النظرية للعناصر الإنشائيةفي المبنى

تعتبر الدراسة النظرية جزء رئيسي ومهم يجب القيام به لإتمام عملية التحليل والتصميم حيث أنه من خلالها يمكن الوصول إلى أفضل ما يكون من عمليات التحليل لذلك يجب دراسة العناصر الإنشائية بشكل جيد وتحديد الأحمال الواقعة على كل عنصر للوصول إلى التصميم المتين والآمن وطريقة العمل المناسبة.

١.٣.٣الأحمل

لابد للعناصر الإنشائية التي يتم تصميمها أن تكون قادرة على تحمل الأحمال الواقعة عليها دون حدوث انهيار للمنشاة ومن هذه الأحمال: الأحمال الميتة، الأحمال الحية، والأحمال البيئية.

٢.٣.٣الأحمال الميتة

هي أحمال تنجم عن وزن المبنى الذاتي الذي يتكون من أوزان مواد البناء المستخدمة حيث تتضمن جميع العناصر الإنشائية و التجهيزات الثابتة فهي أحمال تلازم المبنى بشكل دائم، ثابتة المقدار والاتجاه.

وفيما يتعلق بالكثافة النوعية للمواد المستخدمة فهي كالتالي:

الرقم المتسلسل	المادة المستخدمة	الكثافة المستخدمة (KN/m^3)
1	البلاط	٢٣
2	المونة	٢٢
3	الخرسانة	٢٥
4	الطوب	٩
5	القصارة	٢٢
٦	الرمل	١٦

الجدول (٣-١) الكثافة النوعية للمواد المستخدمة

٣.٣.٣ الأحمال الحية

وهي الأحمال التي تتعرض لها الأبنية والإنشاءات بحكم استعمالاتها المختلفة ، أو استعمالات جزء منها ، بما في ذلك الأحمال الموزعة والمركزة، وهي تشمل :

١. أوزان الأشخاص مستعملي المنشأة.
٢. الأحمال الديناميكية، كالأجهزة التي ينشأ عنها اهتزازات تؤثر على المنشأة .
٣. الأحمال الساكنة، والتي يمكن تغيير أماكنها من وقت لآخر، كأثاث البيوت ، والأجهزة والآلات الاستاتيكية غير المثبتة، والمواد المخزنة و الأثاث والأجهزة والمعدات، والجدول (٣-٢) يبين قيمة الأحمال الحية اعتمادا على نوعية استخدام المبنى حسب الكود الأردني.

الرقم المتسلسل	طبيعة الاستخدام	الحمل الحي (KN/m^2)
1	مواقف السيارات	5.0
2	المخازن	5.0
3	الأدراج	4.0
٤	المطاعم وصالات	5.0
٥	المباني السكنية	2.5
٦	منصات المسرح	7.5
٧	قاعات المعدات	2
٨	مكاتب الإستعلام	2.5
٩	مستشفى	5

الجدول (٣-٢) الأحمال الحية

٤.٣.٣ الأحمال البيئية

هي النوع الثالث من الأحمال التي يجب أخذها بعين الاعتبار عند التصميم، وهذه الأحمال تتمثل في:

١. الرياح

عبارة عن قوى أفقية تؤثر على المبنى ويظهر تأثيرها في المباني المرتفعة وهي القوى التي تؤثر بها الرياح على الأبنية أو المنشآت أو أجزاءها وتكون موجبة إذا كانت ناتجة عن ضغط وسالبة إذا كانت ناتجة عن شد، وتقاس بالكيلو نيوتن لكل متر مربع(KN/m^2). وتحدد أحمال الرياح اعتماداً على ارتفاع المبنى عن سطح الأرض، والموقع من حيث الإحاطة من مباني سواء كانت مرتفعة أو منخفضة.

٢. 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.

و الجدول التالي يبين قيمة أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر حسب الكود الأردني.

الجدول (٣-٣): قيمة أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر.

علو المنشأ عن سطح الأرض (H) (بالمتر)	أحمال الثلوج (KN/M^2)
h< 250	0
500 > h > 250	(h-250) /1000
1500 > h > 500	(h-400) / 400
2500 > h > 1500	(h – 812.5)/ 250

٣. الزلازل

من أهم الأحمال البيئية التي تؤثر على المبنى و هي عبارة عن قوى أفقية و رأسية يتولد عنها عزوم منها عزم الالتواء وعزم الانقلاب، ويمكن مقاومتها باستخدام جدران القص المصممة بسماكات و تسليح كافي يضمن سلامة المبنى عند تعرضه لمثل هذه الأحمال التي يجب مراعاتها في عملية التصميم لتقليل الخطورة والمحافظة على أداء المبنى لوظيفته أثناء الزلازل، ويتم تحديد أحمال الزلازل وقوى القص اعتماداً إلى الكود المستخدم(UBC97).

٣.٤ العناصر الإنشائية

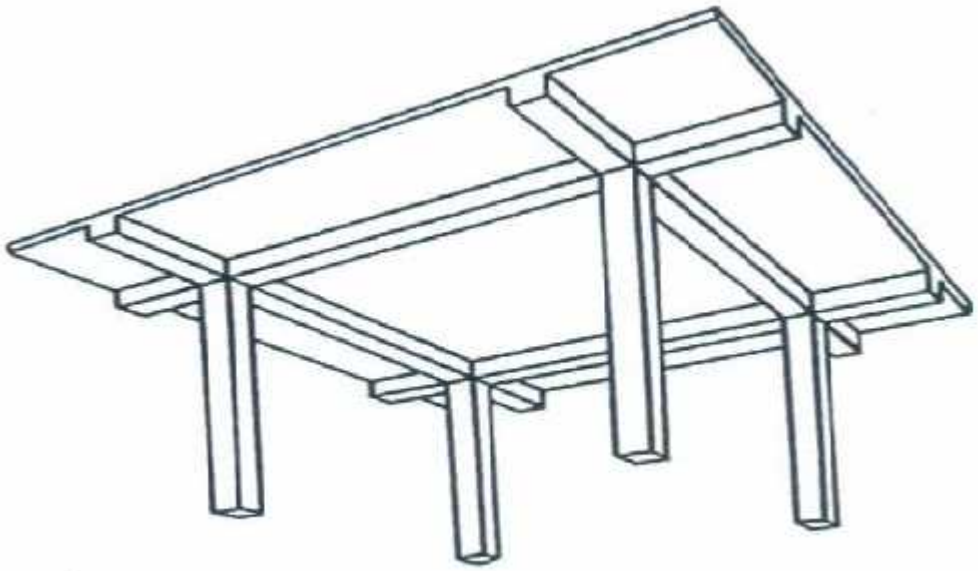
تتكون جميع المباني عادة من مجموعة من العناصر الإنشائية التي تتكاتف لكي تحافظ على استمرارية وجود المبنى وصلاحيته للاستخدام البشري، ومن أهم هذه العناصر، العقدات والجسور والأعمدة والجدران الحاملة والأساسات وغيرها.

١.٤.٣ العقدات

هي عبارة عن العناصر الإنشائية القادرة على نقل القوى الرأسية بسبب الأحمال المؤثرة عليها إلى العناصر الإنشائية الحاملة في المبنى مثل الجسور والجدران والأعمدة، دون تعرضها إلى تشوهات.

توجد أنواع مختلفة وعديدة شائعة الاستعمال من **العقدات** الخرسانية المسلحة ، منها ما يلي :

١. **البلاطات المصمتة** (Solid Slabs) ومنها ما هو **باتجاه واحد** وأخرباتجاهين.



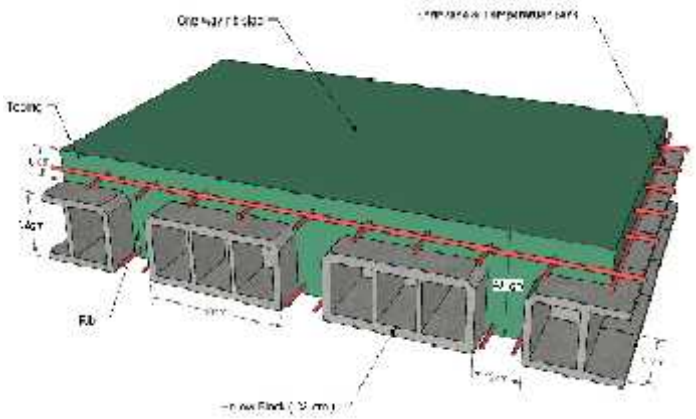
الشكل (٣-١): عقدات مصمتة باتجاهين

٢.البلاطات المفرغة (Ribbed Slabs) وتقسم إلى :

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

٣.١.٤.٢عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد (One way ribbed slab):

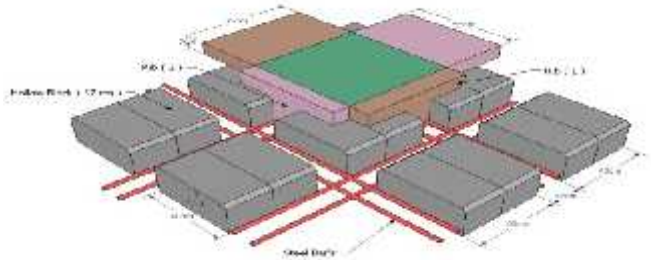
تتميزبخفة وزنها و فعاليتها.



الشكل (٣-٢): عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد.

٣.١.٤.٣ عقدات العصب ذات الاتجاهين (Two way ribbed slab):

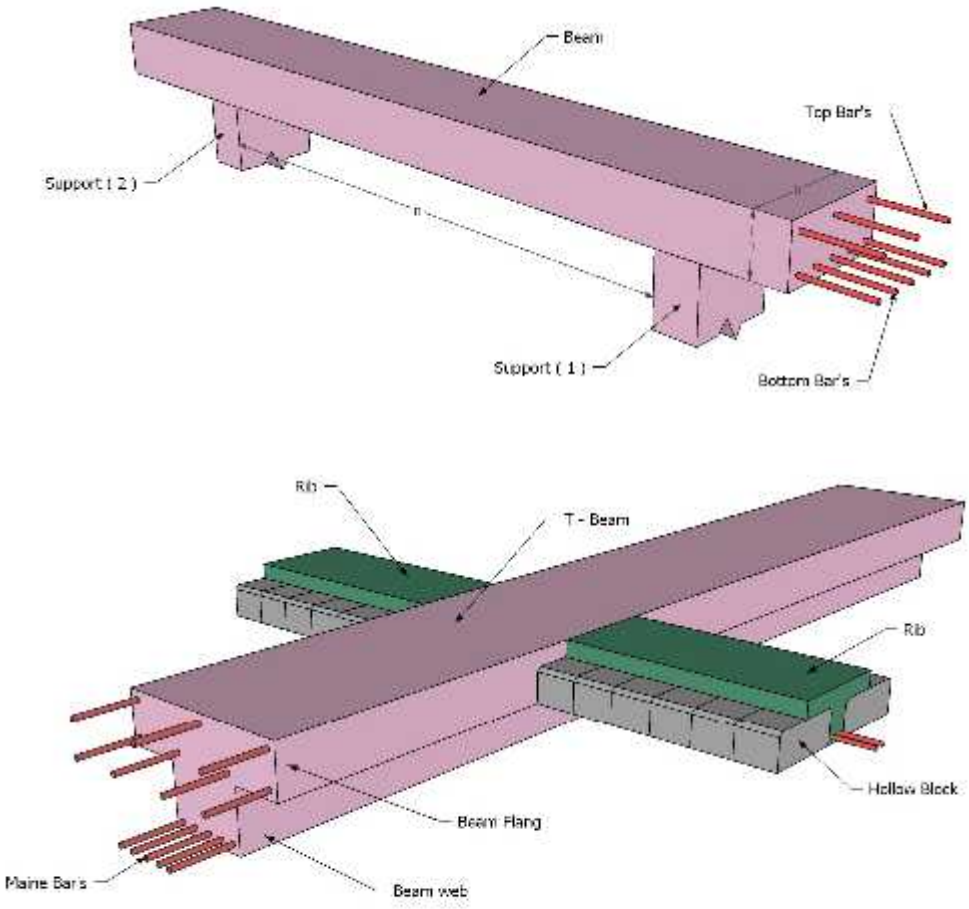
و هذا النوع لم يتم استخدامه في عقدات المبنى المختلفة ، و الشكل التالي يبين العقدات ذات الإتجاهين و تكوينها الانشائي.



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

١.٤.٣ الجسور:

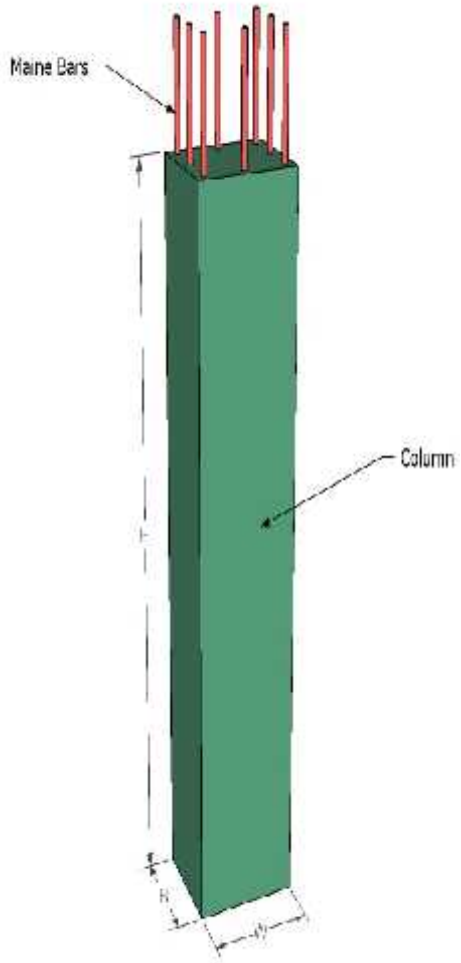
وهي عناصر إنشائية أساسية في نقل الأحمال من الأعصاب داخل العقدة إلى الأعمدة ،وهي نوعين، جسور مسحورة (مخفية داخل العقدات) والجسور المدلاة "Dropped Beams" وهي التي تبرز عن العقدة من الأسفل، وفي المشروع سنقوم باستخدام الجسور المسحورة والجسور المدلاة حسب الاحمال الواقعة على الجسر وكذلك حسب الفضاءات وبعد كل جسر.



الشكل (٣-٤) أشكال الجسور المدلاة و المسحورة.

٣.٤.٣الأعمدة:

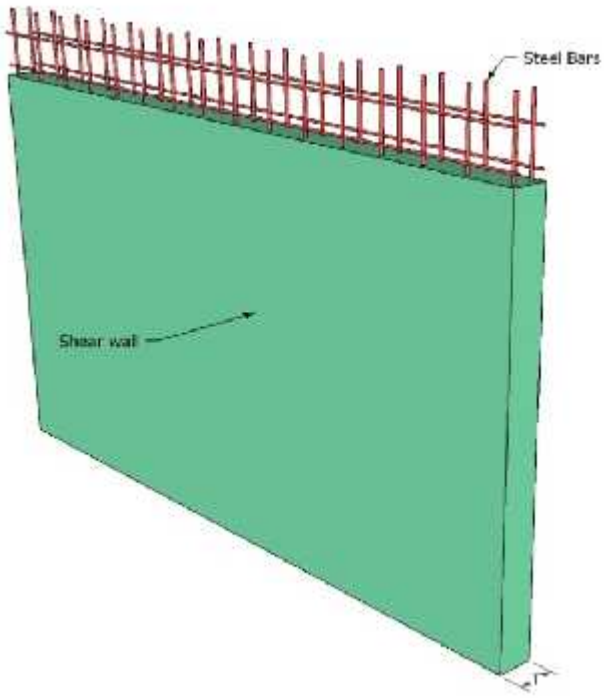
تعتبر الأعمدة العضو الرئيس في نقل الأحمال من العقدات والجسور إلى الأساسات، وبذلك فهي عنصر إنشائي ضروري لنقل الأحمال وثبات المبنى. لذلك يجب تصميمها بحيث تكون قادرة على حمل وتوزيع الأحمال الواقعة عليها ،و هي متنوعة من حيث المقطع وطريقة العمل.



الشكل (٣-٥): أحد أشكال الأعمدة.

٤.٤.٣ الجدران الحاملة (جدران القص):

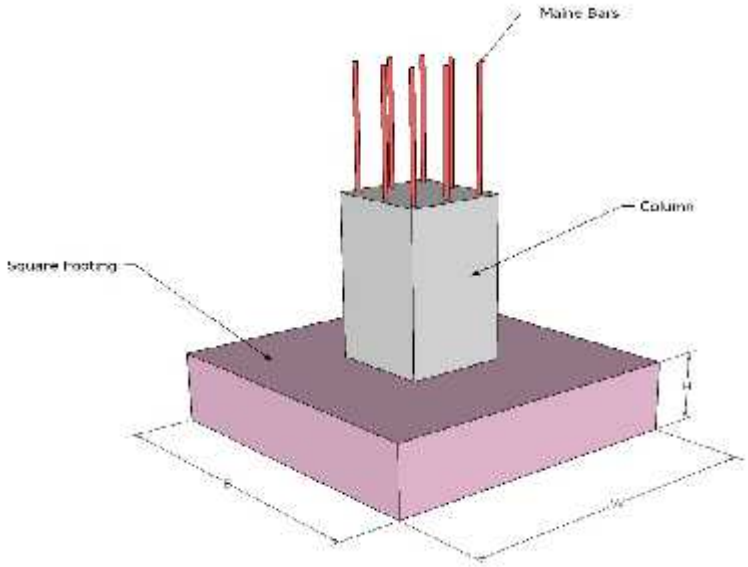
وهي عناصر إنشائية حاملة تقاوم القوى العمودية والأفقية الواقعة عليها وتستخدم بشكل أساسي لمقاومة الأحمال الأفقية مثل قوى الرياح والزلازل وتسمى جدران القص (shear wall) وهذه الجدران تسلح بطبقتين من الحديد حتى تزيد من كفاءتها على مقاومة القوى الأفقية. وقد تم تحديد الجدران الحاملة في المبنى وتوزيعها ، وتتمثل الجدران الحاملة بجدران بيت الدرج، وجدران المصاعد، والجدران الأخرى التي تبدأ من أساسات المبنى، وتعمل على تحمل الأوزان الرأسية المنقولة إليها كما تعمل 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 .وان تكون هذه الجدران كافية لمنع أو تقليل تولد عزوم الي وآثاره على جدران المبنى المقاومة للقوى الأفقية .



الشكل (٣-٦): جدار القص.

٥.٤.٣ الأساسات:

بالرغم من أن الأساسات هي أول ما يبدأ بتنفيذها عند بناء المنشأ، إلا أن تصميمها يتم بعد الإنتهاء من تصميم كافة العناصر الإنشائية في المبنى.

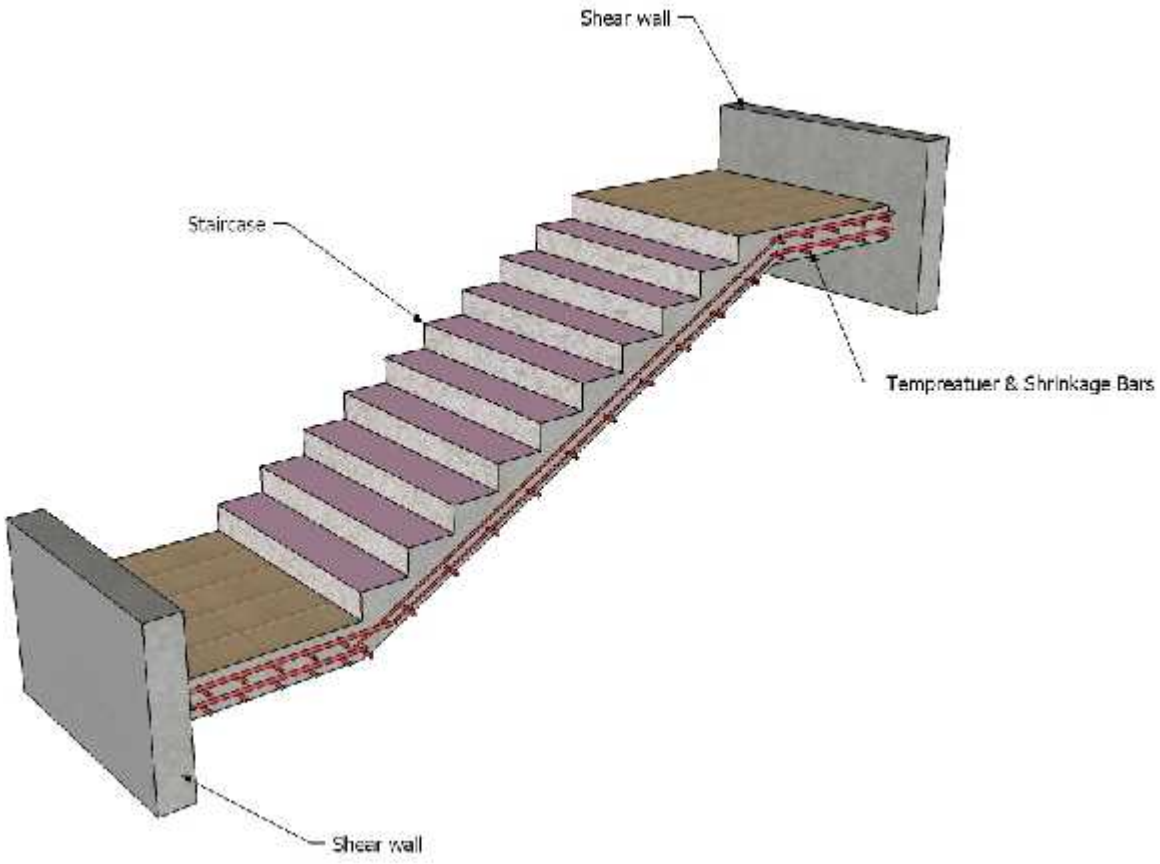


الشكل (٣-٧) : الأساس المفرد

ولمعرفة الأوزان والأحمال الواقعة عليها، فإن الأحمال الواقعة على العقدة تنتقل إلى الجسور ثم إلى الأعمدة وأخيرا إلى الأساسات ،وتكون هذه الأحمال هي الأحمال التصميمية للأساسات، و بناءا على الأحمال الواقعة عليها وطبيعة الموقع يتم تحديد نوع الأساسات المستخدمة ،ومن المتوقع لستخدام أساسات من أنواع مختلفة وذلك تبعا لقوة تحمل التربة والأحمال الواقعة على كل أساس و نظرا لما يتخذه هيكل المنشأ من شكل متدرج ليتلاءم وطبوغرافية الأرض.

٦.٤.٣ الأدراج:

عبارة عن عناصر معمارية تستخدم للانتقال الرأسي بين المستويات المختلفة المناسيب، وتم استخدامها في مشروعنا بشكل واضح والشكل (٣-٧) يبين مقطع علم للدرج.



الشكل (٣-٨): الدرج .

٣.٤.٧ جدار التسوية:

بسبب وجود طابق تحت منسوب مستوى الأرض تم عمل جدار تسوية(Basement wall) لهذا الطابق لتحمل الضغط الجانبي من التربة وكذلك أحمل (surcharge) .

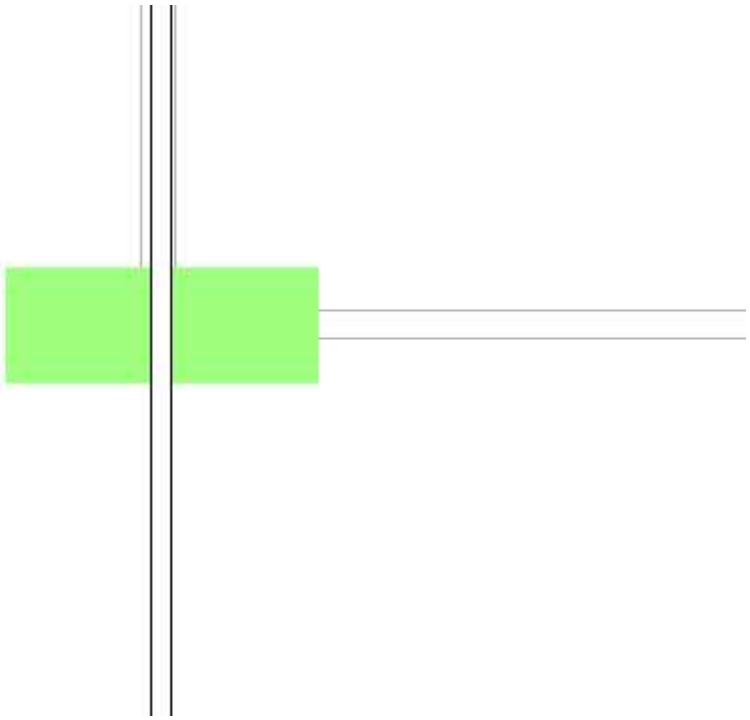
الشكل (٣-٩) جدار تسوية.

٨.٤.٣فواصل التمدد (Expansions Joints):

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

- من ٤٠ إل ٤٥م في المناطق المعتدلة كما هو الحال في فلسطين .
- من ٣٠ إل ٣٥م في المناطق الحارة .
- و يمكن زيادة هذه المسافات بشرط الأخذ بعين الاعتبار تأثير عوامل الانكماش و التمدد و الزحف .
- و في حالة أعمال الخرسانة الكتلية كالحوائط الأستنادية و الأسوار يجب تقليل المسافات بين الفواصل و اخذ الاحتياطات اللازمة لمنع تسرب المياه من خلال فواصل التمدد .

وتم استخدام فاصلي تمدد في هذا المشروع .



الشكل (٣-١٠)فاصل التمدد بالمبنى.

Chapter 4

Structural Analysis & Design

4

4.1 Introduction.

4.2 Determination of Slab Thickness.

4.3 Determination of Factored Load.

4.4 Design of Tow way Ribbed slab.

4.5 Design of Beam

4.6 Design of Long Column.

4.7 Design of Isolated Footing.

4.8 Design of Basement Wall.

4.9 Design of Stairs .

4.1 Introduction

The project consists of several structural elements that will be designed according to the ACI code and by using the finite element method using much computer software such as “ATIR” find the internal forces, and moments for the all structural element in order to design it.

4.2 Determination of Slab Thickness

Determine the thickness of the two way slab

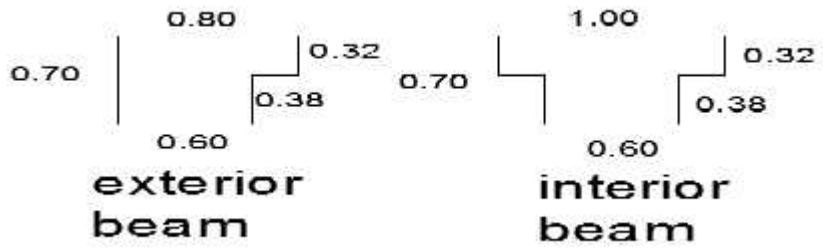
Assume the minimum thickness h = 32 cm.

$y_{(c\ ex)}$ =(32*80*54+60*38*19)/(80*32+60*38)=37.50cm

* I $b_{(ex)}$ =80*32.5^3 /3 - 20*0.5^3 /3 + 60*37.5^3/3 = 1970103.3 cm^4

$y_{(c\ in)}$ =(100*32*54+60*38*19)/(100*32+60*38)=39.44cm

* I b(in) =100*30.563 /3 + 40*1.443 /3 + 60*39.443/3 = 2178375.6 cm4.



*slab section for Exterior beam

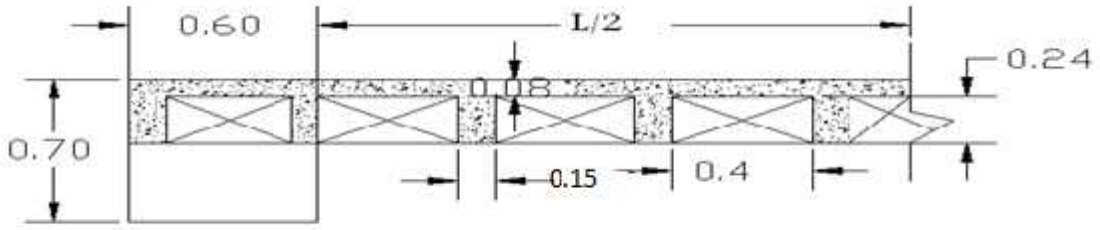
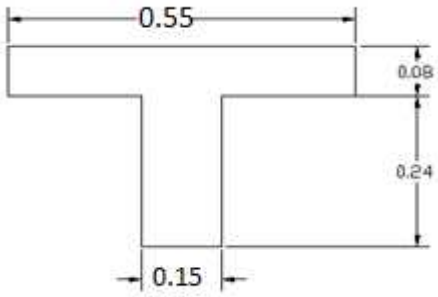


Figure (4-1) : Rib Section

*the moment of interior for the ribbed slab is the sum of moment of inertia of T-section ribs within a distance ($L_n/2 + b_w$)



B_f = 55 cm.

$y_c = \frac{15*32*16+8*40*4}{15*32+8*40} = 11.2\ cm.$

$I_{rib} = \frac{55*11.2^3}{3} - \frac{40*3.2^3}{3} + \frac{15*20.8^3}{3} = 70314.7 cm^4$

*short direction = long direction.

$I_s = \frac{I_{rib}*(\frac{l_n}{2}+b_w)}{b_f} = \frac{70314.7*(\frac{860}{2}+60)}{55}$ =626440 cm

Interior beam

*short direction = long direction.

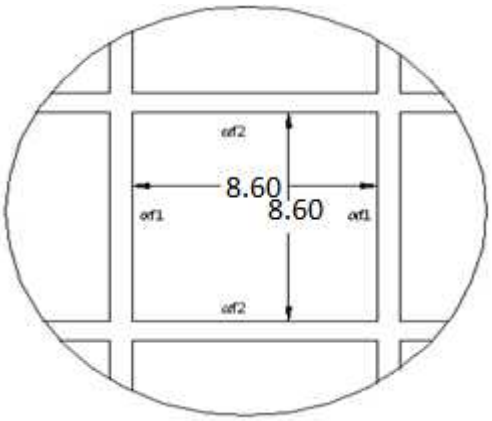
L=860cm

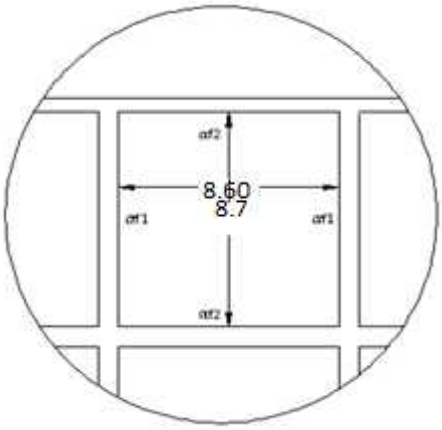
$$I_s = \frac{I_{rib}\left(\frac{L_{right}}{2}+\frac{L_{left}}{2}+b_w\right)}{b_f} = \frac{70314.7\,(860+60)}{55} = 1176173.2\ cm^4$$

$\alpha_{f1} = \alpha_{f\,2} = \alpha_{f\,3} = \alpha_{f\,4} = \frac{2178375.6}{1176173.2} = 1.852$

$\alpha_{fm} = 1.852$

$$h_{min} = \frac{\ln(0.8+\frac{fy}{1400})}{36+5\beta(\alpha_{fm}-0.2)} = \frac{8600(0.8+\frac{420}{1400})}{36+5*1(1.852-0.2)} = 213.74\ \text{mm} > 125mm$$ ok





h_{min}= 213.74 mm

h_{min}=210mm

take h = 320 mm

240 mm block

80 mm topping

4.3 Determination of factored Load

4.3.1 Determination of load on Rib

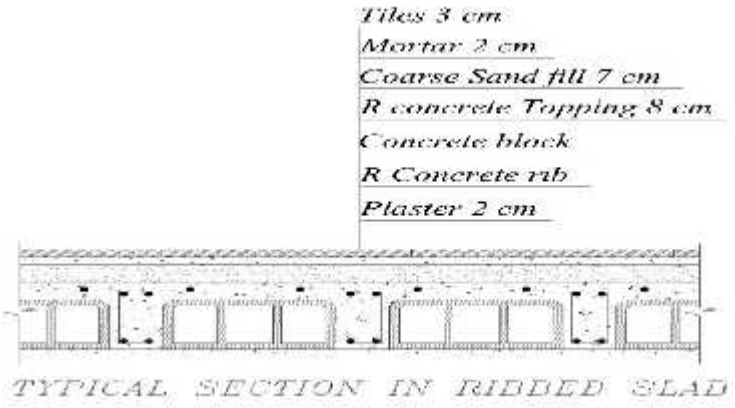


Figure (4-2): details of material

Load calculation for two way rib slab.

Material	quality density (KN/m^3)	w =γ.V (KN)
Tiles	22	22*0.03*0.55*0.55=0.2
mortar	22	22*0.02*0.55*0.55=0.13
sand	16	16*0.07*0.55*0.55=0.34
Rc topping	25	25*0.08*0.55*0.55=0.61
Rc Rib	25	25*0.24*0.15(0.55+0.4)=0.855
Concrete block	9	9*0.24*0.4*0.4=0.346
Plaster	22	22*0.02*0.55*0.55=0.13
Partitions = 2.38 KN/m^2		2.38*0.55*0.55=0.72
Total load of slab		3.33 KN

D.L =$\frac{3.33}{0.55*0.55}$= 11 KN/m^2

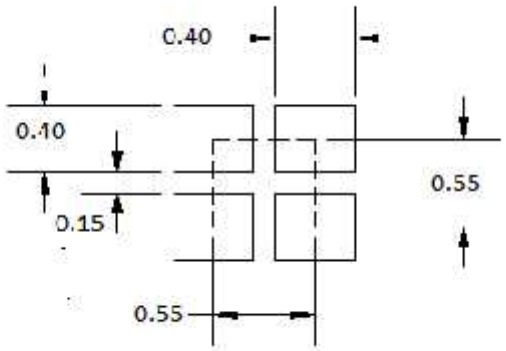


Figure (4-3) :two Rib geometry.

WD = 1.2*11 =13.2 KN/m^2

Live load of slab :-

L.L = 5 KN/m^2

$W_{L.L}$= 1.6*5 = 8 KN/m^2

W_U = 13.2 + 8 = 21.2 KN/m^2

Load calculation for one way rib slab.

Material	quality density (KN/m^3)	w = (KN/m)
Tiles	22	22*0.03*0.55=0.363
mortar	22	22*0.02*0.55=0.242
sand	16	16*0.07*0.55=0.616
Rc topping	25	25*0.08*0.55=1.1
Rc Rib	25	25*0.24*0.15=0.9
Concrete block	9	9*0.24*0.4=0.864
Plaster	22	22*0.02*0.55=0.242
Partitions = 2.38 KN/m^2		2.38*0.55=1.31
Total load of slab		5.64 KN /m

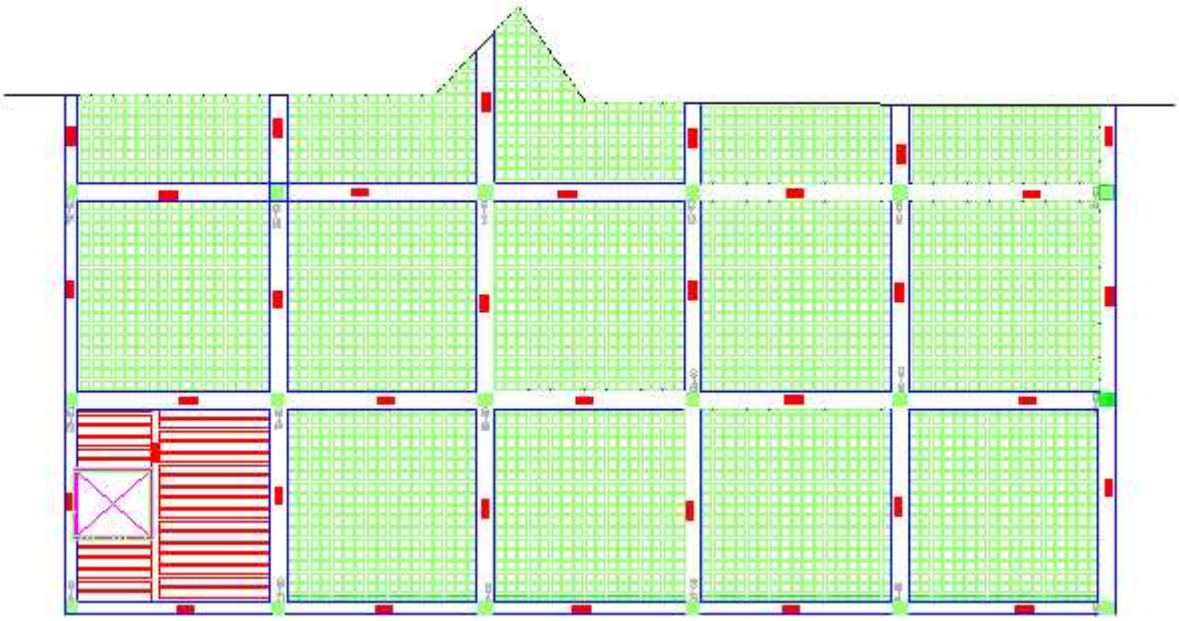


Figure (4-4): two way rib slab.

4.3.2 Determination of load on the Beam

Servivc D.L from the slab =11*2*4.5=99 kN/m

L.L from the slab =5*2*4.5=45 KN/m

Weight of the beam=13.7 KN

Service L.L upon the beam =5*1=5 KN/m

Tiles	22*0.03*1=0.66
Mortar	22*0.02*1=0.44
Sand	16*0.07*1=1.2
Plaster	22*0.02*(1+2*0.38)=0.775
Parition	2.38*1=1.904
Total dead load	5 KN/m

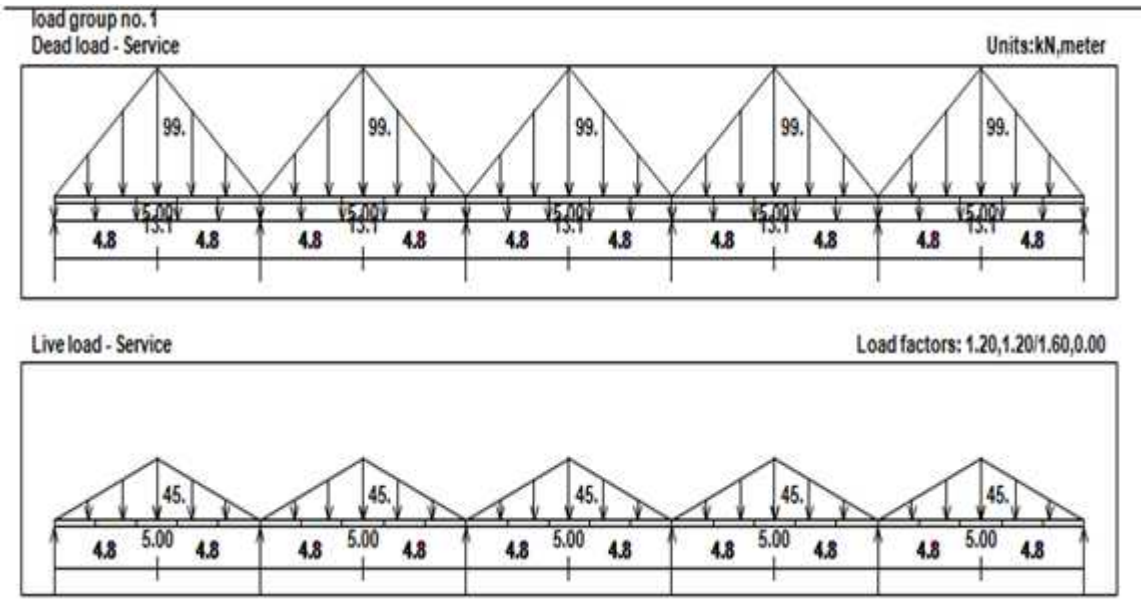
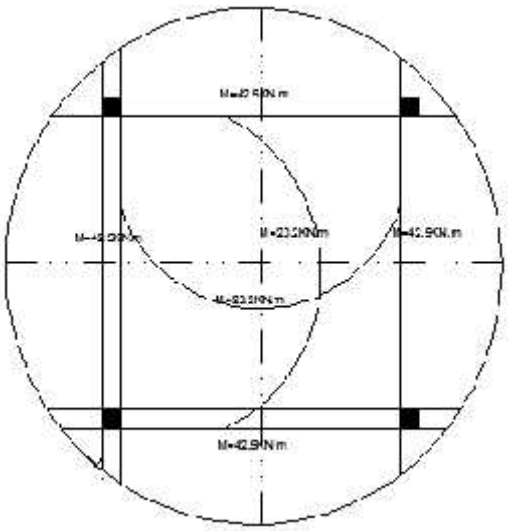


Figure (4-5): loading of Beam

4.4 Design of ribs:



Case 2

Design for positive moment M_u =20.2 KN.m

Assume bar diameter Ø14

d=320-20-8-14/2=285mm

$R_N=\frac{M_u}{\varphi bd^2}=\frac{20.2*10^6}{0.9*550*285^2}$ =0.5

m=$\frac{fy}{0.85*fc}$= 420/(0.85*28) = 17.65

$\rho=\frac{1}{17.65}(1-\sqrt{1-\frac{2*0.5*17.65}{420}})$ =0.0012

$A_{smin}=\frac{1.4b_wd}{f_y}=\frac{1.4*150*285}{420}$ =142.5 control

$A_{smin}=\frac{0.25\sqrt{f_c}b_wd}{f_y}=\frac{0.25*\sqrt{28}*150*285}{420}$ =134.7mm^2

$A_s=\rho bd$ =0.0012*550*285=188.1mm^2>A_{smin}

N=$\frac{188.1}{A\text{Ø}12}$ =1.6

Take 2Ø12

Check for strain:

a=$\frac{226.2*420}{0.85*28*550}$ =7.26 mm

C=$\frac{a}{\beta}=\frac{7.26}{0.85}$ =8.54 mm

ϵ_s=0.003($\frac{d-c}{c}$)= 0.003($\frac{285-8.54}{8.54}$)=0.097 >0.005 ok

Design for negative moment M_u =-42.5 KN.m

Assume bar diameter Ø14

D=320-20-8-14/2=285mm

$R_N=\frac{M_u}{\varphi bd^2}=\frac{42.5*10^6}{0.9*150*285^2}$ =3.9

$\rho = \frac{1}{17.65}(1- \sqrt{1 - \frac{2*3.9*17.65}{420}}) = 0.01$

$A_s = \rho bd = 0.01*150*285 = 436.3mm^2 > A_{smin}$

$N = \frac{436.6}{A\emptyset 18} = 1.7$

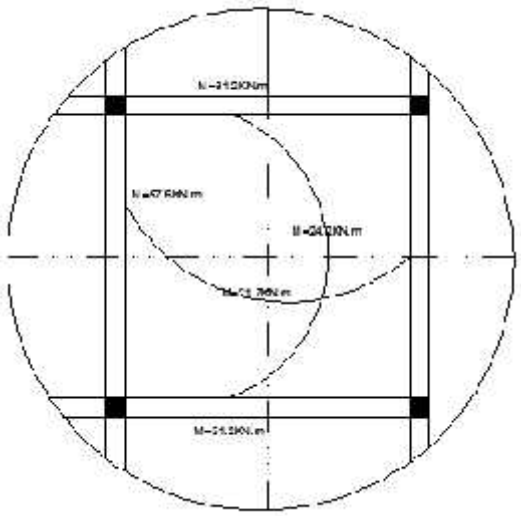
Take 2∅18

Check for strain:

$a = \frac{509*420}{0.85*28*150} = 60$ mm

$C = \frac{a}{\beta} = \frac{60}{0.85} = 70.4$ mm

$\epsilon_s = 0.003(\frac{d-c}{c}) = 0.003(\frac{285-70.4}{70.4}) = 0.0092 > 0.005$ ok



Case 9

Design for positive moment M_u =21.7 KN.m

Assume bar diameter ∅14

D=320-20-8-14/2=285mm

$R_N = \frac{M_u}{\varphi bd^2} = \frac{21.7*10^6}{0.9*550*285^2} = 0.54$

ρ =$\frac{1}{17.65}$ (1- $\sqrt{1-\frac{2*0.54*17}{420}}$) =0.0013

A_{smin} =$\frac{1.4b_wd}{f_y}$= $\frac{1.4*120*285}{420}$ =114mm^2 control

A_{smin} =$\frac{0.25\ \sqrt{f_c}b_wd}{f_y}$= $\frac{0.25*\sqrt{28}*120*285}{420}$ =107.70mm^2

A_s=ρbd =0.0013*550*285=204mm^2>A_{smin}

N=$\frac{204}{A\emptyset 12}$ =1.8

Take 2∅12

Check for strain:

a=$\frac{226*420}{0.85*28*550}$ =7.25 mm

C=$\frac{a}{\beta}$ =$\frac{7.25}{0.85}$ =8.53 mm

ϵ_s=0.003($\frac{d-c}{c}$)= 0.003($\frac{285-8.53}{8.53}$)=.0.097>0.005 ok

Design for positive moment M_u =24.2 KN.m

Assume bar diameter ∅14

D=320-20-8-14/2=285mm

R_N=$\frac{M_u}{\varphi bd^2}$ =$\frac{24.2*10^6}{0.9*550*285^2}$ =0.6

ρ =$\frac{1}{17.65}$ (1- $\sqrt{1-\frac{2*0.6*17.65}{420}}$) =0.001447

A_{smin} =$\frac{1.4b_wd}{f_y}$= $\frac{1.4*120*285}{420}$ =114 mm^2 control

A_{smin} =$\frac{0.25\ \sqrt{f_c}b_wd}{f_y}$= $\frac{0.25*\sqrt{28}*120*285}{420}$ =107.7mm^2

A_s= ρbd =0.00123*550*285=226.7mm^2>$A_{s\,min}$

N=$\frac{226.7}{A\emptyset 12}$ =2

Take2∅12

Check for strain:

a=$\frac{226*420}{0.85*28*550}$ =7.25 mm

C=$\frac{a}{\beta}$ =$\frac{7.25}{0.85}$ =8.5 mm

ϵ_s=0.003($\frac{d-c}{c}$)= 0.003($\frac{285-8.5}{8.5}$)=0.097>0.005 ok

Design for negative momentM_u =-57.6KN.m

Assume bar diameter ∅14

D=320-20-8-14/2=285mm

R_N=$\frac{M_u}{\varphi bd^2}$ =$\frac{57.666*10^6}{0.9*150*285^2}$ =5.25 MPa

ρ =$\frac{1}{17.65}$ (1- $\sqrt{1-\frac{2*5.25*17.65}{420}}$) =0.0143

A_s= ρbd =0.0143*150*285=612mm^2>$A_{s\,min}$

N=$\frac{612}{A\emptyset 20}$ =1.95

Take 2∅20

Check for strain:

a=$\frac{628*420}{0.85*28*150}$ =73.9mm

C=$\frac{a}{\beta}$ =$\frac{73.9}{0.85}$ =87 mm

ϵ_s=0.003($\frac{d-c}{c}$)= 0.003($\frac{285-87}{87}$)=0.0068>0.005 ok

Design for negative momentM_u =-31.2KN.m

Assume bar diameter ∅14

D=320-20-8-14/2=285mm

R_N=$\frac{M_u}{\varphi bd^2}$ =$\frac{31.2*10^6}{0.9*150*285^2}$ =2.85 MPa

ρ =$\frac{1}{17.65}$ (1- $\sqrt{1-\frac{2*2.85*17.65}{420}}$) =0.0072

A_s= ρbd =0.0072*150*285=310mm^2>$A_{s\,min}$

N=$\frac{2310}{A\emptyset 14}$ =2

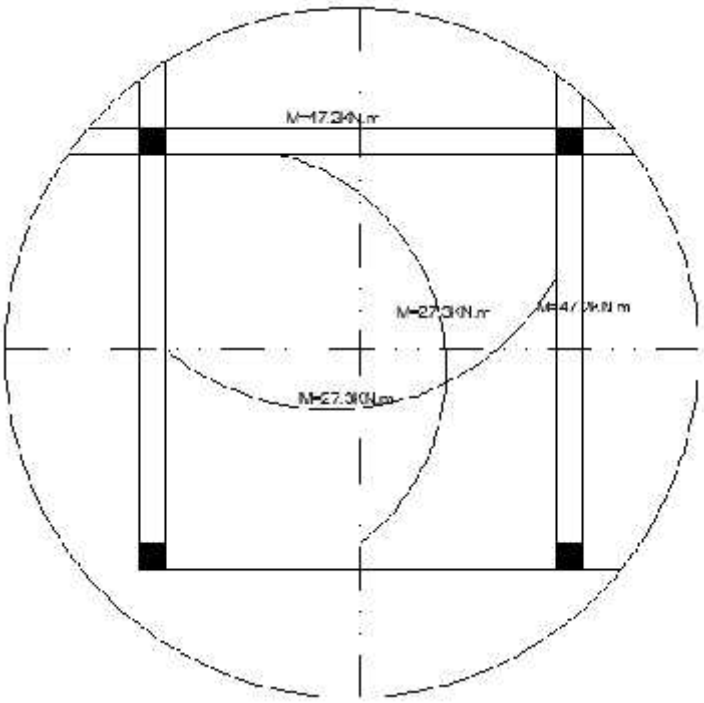
Take 2Ø14

Check for strain:

a=$\frac{308*420}{0.85*28*150}$ =36.23 mm

C=$\frac{a}{\beta}$ =$\frac{36.23}{0.85}$ =42.63 mm

ϵ_s=0.003($\frac{d-c}{c}$)= 0.003($\frac{285-42.63}{42.63}$)=0.017>0.005 ok



Case 4

Design for positive moment M_u =27.3 KN.m

Assume bar diameter Ø14

D=320-20-8-14/2=285mm

$R_N=\frac{M_u}{\varphi bd^2}=\frac{27.3*10^6}{0.9*550*285^2}$ =0.68

$\rho=\frac{1}{17.65}(1-\sqrt{1-\frac{2*0.685*17.65}{420}})$ =0.00164

$A_{S\,min}=\frac{1.4b_w d}{f_y}=\frac{1.4*120*285}{420}$ =114 mm^2 control

$A_{S\,min}=\frac{0.25\sqrt{f_c}b_w d}{f_y}=\frac{0.25*\sqrt{28}*120*285}{420}$ =107.70mm^2

$A_S=\rho bd$ =0.00164*550*285=258mm^2>$A_{S\,min}$

N=$\frac{258}{A\emptyset 14}$ =1.7

Take 2∅14

Check for strain:

a=$\frac{307.88*420}{0.85*28*550}$ =9.9mm

C=$\frac{a}{\beta}=\frac{9.9}{0.85}$ =11.65 mm

ϵ_S=0.003($\frac{d-c}{c}$)= 0.003($\frac{285-11.65}{11.65}$)=0.07>0.005 ok

Design for negative moment M_u = - 47.2 KN.m

Assume bar diameter ∅14

D=320-20-8-14/2=285mm

$R_N=\frac{M_u}{\varphi bd^2}=\frac{47.2*10^6}{0.9*150*285^2}$ =4.3

$\rho=\frac{1}{17.65}(1-\sqrt{1-\frac{2*4.3*17.65}{420}})$ =0.0114

$A_S=\rho bd$ =0.0114*150*285=487mm^2>$A_{S\,min}$

N=$\frac{487}{A\emptyset 18}$ =1.9

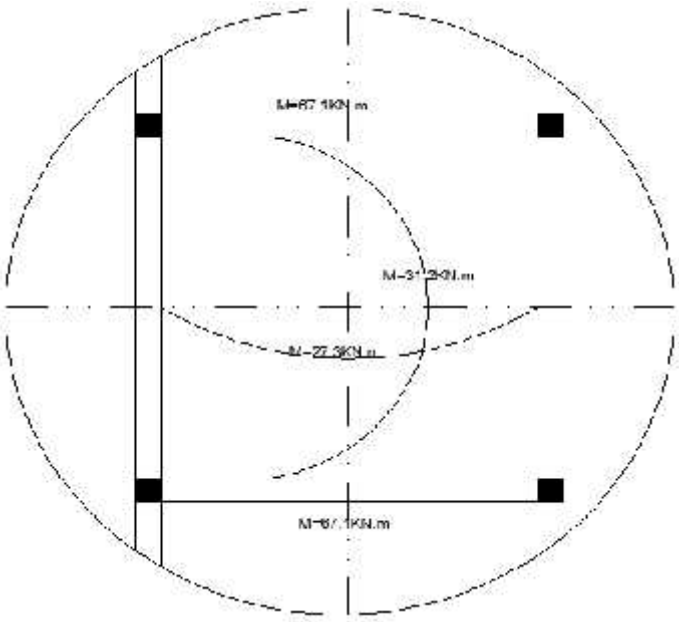
Take 2∅18

Check for strain:

a=$\frac{508.96*420}{0.85*28*150}$ =60 mm

C=$\frac{a}{\beta}$ =$\frac{60}{0.85}$ =70.6 mm

ϵ_S=0.003($\frac{d-c}{c}$)= 0.003($\frac{285-70.65}{70.6}$)=0.0091>0.005 ok



Case5

Design for positive moment M_u =27.3 KN.m

Assume bar diameter ∅14

D=320-20-8-14/2=285mm

R_N=$\frac{M_u}{\varphi bd^2}$ =$\frac{27.3*10^6}{0.9*550*285^2}$ =0.68

ρ =$\frac{1}{17.65}$ (1- $\sqrt{1-\frac{2*0.685*17.65}{420}}$) =0.00164

$A_{S\,min}$ =$\frac{1.4 b_w d}{f_y}$= $\frac{1.4*120*285}{420}$ =114 mm^2 control

$A_{S\,min}$ =$\frac{0.25\ \sqrt{f_c} b_w d}{f_y}$= $\frac{0.25*\sqrt{28}*120*285}{420}$ =107.70mm^2

A_S= ρbd =0.00164*550*285=258mm^2>$A_{S\,min}$

N=$\frac{258}{A\emptyset 14}$ =1.7

Take 2∅14

Check for strain:

a=$\frac{307.88*420}{0.85*28*550}$ =9.9mm

C=$\frac{a}{\beta}$ =$\frac{9.9}{0.85}$ =11.65 mm

ϵ_S=0.003($\frac{d-c}{c}$)= 0.003($\frac{285-11.65}{11.65}$)=0.07>0.005 ok

Design for positive moment M_u =31.2 KN.m

Assume bar diameter ∅14

D=320-20-8-14/2=285mm

R_N=$\frac{M_u}{\varphi bd^2}$ =$\frac{31.2*10^6}{0.9*550*285^2}$ =0.78

ρ =$\frac{1}{17.65}$ (1- $\sqrt{1-\frac{2*0.78*17.65}{420}}$) =0.00189

$A_{S\,min}$ =$\frac{1.4 b_w d}{f_y}$= $\frac{1.4*120*285}{420}$ =114 mm^2 control

$A_{S\,min}$ =$\frac{0.25\ \sqrt{f_c} b_w d}{f_y}$= $\frac{0.25*\sqrt{28}*120*285}{420}$ =107.70mm^2

A_S= ρbd =0.00189*550*285=296mm^2>$A_{S\,min}$

N=$\frac{296}{A\emptyset 14}$ =1.9

Take 2∅14

Check for strain:

a=$\frac{307.88*420}{0.85*28*550}$ =9.9mm

C=$\frac{a}{\beta}$ =$\frac{9.9}{0.85}$ =11.65 mm

ϵ_s=0.003($\frac{d-c}{c}$)= 0.003($\frac{285-11.65}{11.65}$)=0.07>0.005 ok

Design for negative moment M_u = - 67.1KN.m

Assume bar diameter ∅14

D=320-20-8-14/2=285mm

R_N=$\frac{M_u}{\varphi bd^2}$ =$\frac{67.1*10^6}{0.9*150*285^2}$ =6.1

ρ =$\frac{1}{17.65}$ (1- $\sqrt{1-\frac{2*67.1*17.65}{420}}$) =0.017

A_s= ρbd =0.017*150*285=731mm^2>$A_{s\,min}$

N=$\frac{731}{A\emptyset 22}$ =1.92

Take 2∅18

Check for strain:

a=$\frac{760*420}{0.85*28*150}$ =90 mm

C=$\frac{a}{\beta}$ =$\frac{90}{0.85}$ =106 mm

ϵ_s=0.003($\frac{d-c}{c}$)= 0.003($\frac{285-106}{106}$)=0.0051>0.005 ok

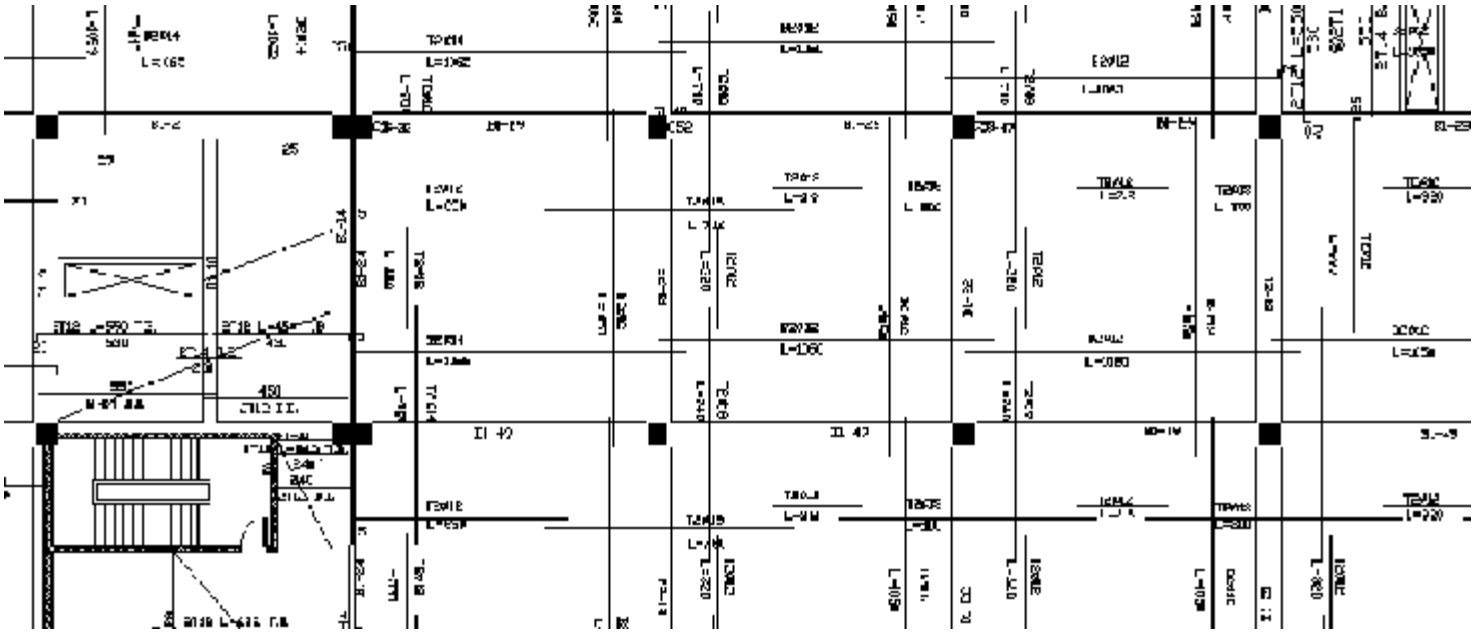


Figure (4-6): Structural rib plane.

4.5 Desgin of Beam 0-18

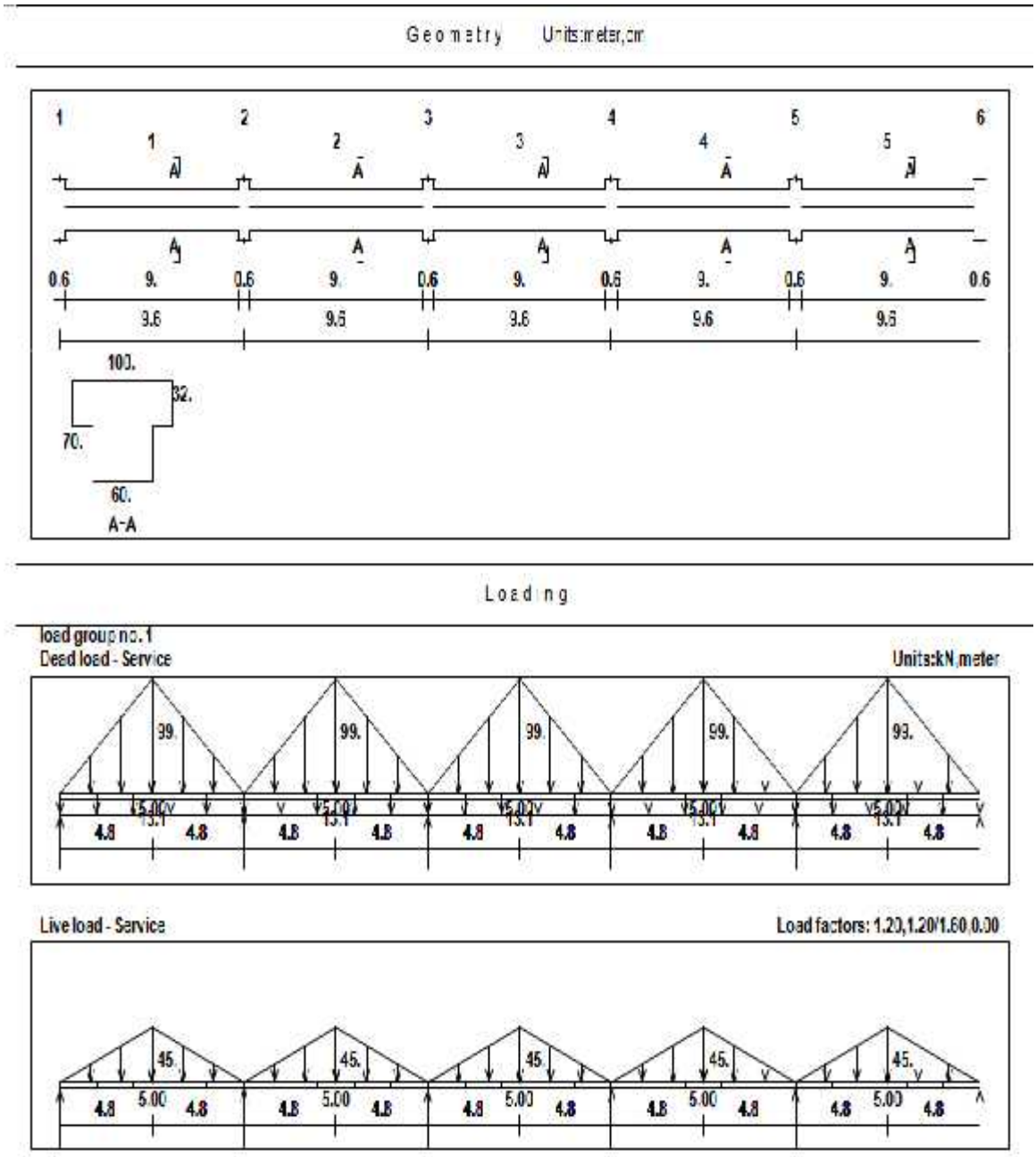


Figure (4-7): Beam Geometry& loading

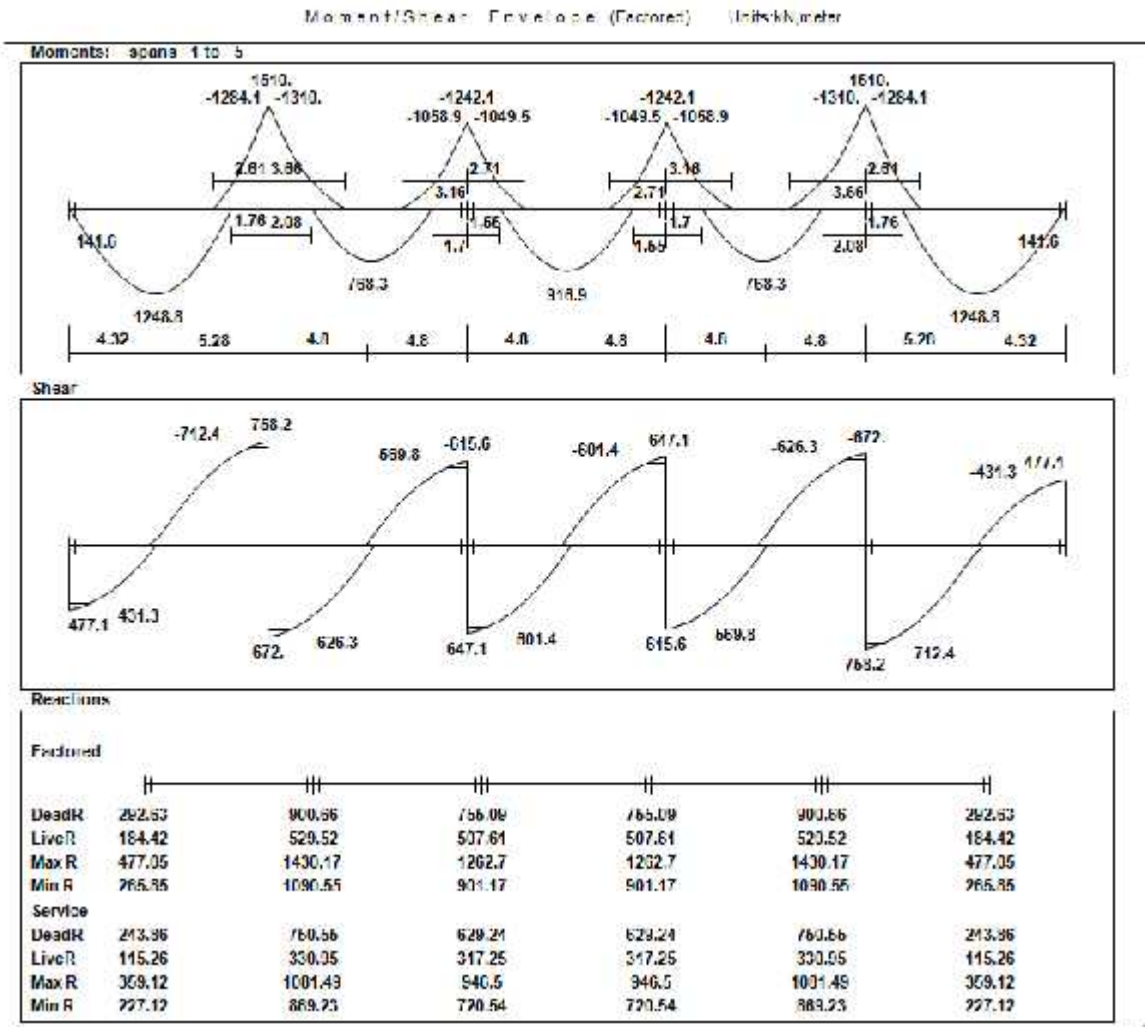


Figure (4-8): Envelop Moment &shear for Beam.

Check single section or Doubly section

$$Mn_{\max} = 0.85 * fc * b * a * \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

d= 700-40-10-20/2=640mm

C= 3/7 *d = 3/7 * 640 = 274.3 mm

a= 0.85*274.3 = 233.14 mm

$$Mn_{\max} = 0.85 * 28 * 233.14 * 600 * \left(640 - \frac{233.14}{2} \right) = 1742.62 \text{ KN .m}$$

$$\emptyset = 0.82$$

$\Phi\ Mn_{max}$ =0.82 * 1742.62 = 1428.95KN .m >> Mu_{max} = 1310 KN .m

- ❖ Singly section

- **Check rectangular section or T-section**

Mu_{max} = 1310 KN .m

$Mn_f = 0.85 * fc * bf * tf * \left(d - \frac{tf}{2}\right)$

Mn_f = 0.85 * 28 *1000 * 320 * $\left(640 - \frac{320}{2}\right)$ =3655.7 KN .m

$\Phi\ Mn_f$ = 0.9 * 3655.7= 3290KN .m >> Mu_{max}

The section will be desgned as <u>rectangular</u>

4.5.1 Design for positive moment

M_u =1248.8 KN.m

Assume bar diameter Ø16

D=700-40-10-16/2=642mm

$R_N = \frac{M_u}{\varphi b d^2} = \frac{1248.8*10^6}{0.9*1000*642^2}$ =3.37

$\rho = \frac{1}{17.64}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*3.37*17.64}{420}}\right)$ =0.00869

$A_{S\,min} = \frac{1.4 b_w d}{f_y} = \frac{1.4*600*642}{420}$ =1284mm^2 control

$A_{S\,min} = \frac{0.25\sqrt{f_c} b_w d}{f_y} = \frac{0.25*\sqrt{28}*600*642}{420}$ =1213.26mm^2

$A_S = \rho b d$ =0.00869*1000*642=5578.98 $mm^2 > A_{S\,min}$

N=$\frac{5578.98}{A\text{Ø}25}$ =11.37

Take 12Ø25 in two layer

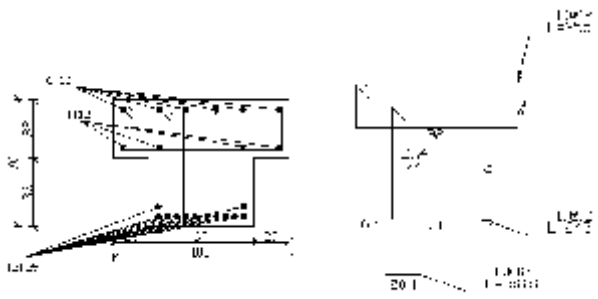


Figure (4-9): section in beam.

Check for strain:

a=$\frac{5887.5*420}{0.85*28*1000}$ =103.9 mm

C=$\frac{a}{\beta}$ =$\frac{103.9}{0.85}$ =122.2 mm

ϵ_S=0.003($\frac{d-c}{c}$)= 0.003($\frac{640-122.2}{122.2}$)=0.013 >0.005 ok

- **Check for bar placement:**

S = $\frac{600-40*2-10*2-10*25}{9}$ =28 mm

S = 28 mm ≥ 25 mm

≥ d_b== 25 mm

Design for positive moment M_u **=786.3 KN.m**

Assume bar diameter ∅16

D=700-40-10-16/2=642mm

R_N=$\frac{M_u}{\varphi bd^2}$ =$\frac{786.3*10^6}{0.9*1000*642^2}$ =2.12

ρ =$\frac{1}{17.64}$ (1- $\sqrt{1-\frac{2*2.12*17.64}{420}}$) =0.0053

$A_{S\,min}$ =$\frac{1.4b_w d}{f_y}$= $\frac{1.4*600*642}{420}$ =1284mm^2 control

$A_{s\,min}=\frac{0.25\ \sqrt{f_c'}b_w\,d}{f_y}=\ \frac{0.25*\sqrt{28}*600*642}{420}$ =1213.26mm^2

$A_s=\rho bd$ =0.00569*1000*642=3399.32mm^2>$A_{s\,min}$

N=$\frac{3399.32}{A\emptyset 25}$ =6.93

Take 7Ø25

Check for strain:

a=$\frac{3434.37*420}{0.85*28*1000}$ =60.6mm

C=$\frac{a}{\beta}$ =$\frac{60.6}{0.85}$ =71.3 mm

ϵ_s=0.003($\frac{d-c}{c}$)= 0.003($\frac{642-71.3}{71.3}$)=0.024 >0.005 ok

- **Check for bar placement:**

S = $\frac{600-40*2-10*2-7*25}{6}$ =54.17mm

S = 54.17 *mm* ≥ 25 *mm*

≥ d_b== 25 *mm*

Design for positive moment M_u **=916.9KN.m**

Assume bar diameter Ø16

D=700-40-10-16/2=642mm

R_N=$\frac{M_u}{\varphi bd^2}$ =$\frac{916.9*10^6}{0.9*1000*642^2}$ =2.472

ρ =$\frac{1}{17.64}$ (1- $\sqrt{1-\frac{2*2.472*17.64}{420}}$) =0.00623

$A_{s\,min}=\frac{1.4b_w\,d}{f_y}=\ \frac{1.4*600*642}{420}$ =1284mm^2 control

$A_{s\,min}=\frac{0.25\ \sqrt{f_c'}b_w\,d}{f_y}=\ \frac{0.25*\sqrt{28}*600*642}{420}$ =1213.26mm^2

A_s= ρbd =0.00623*1000*642=3999.66mm^2>$A_{s\,min}$

N=$\frac{3551.4}{A\emptyset 25}$ =8.15

Take 9∅25

Check for strain:

a=$\frac{4415.625*420}{0.85*28*1000}$ =77.9 mm

C=$\frac{a}{\beta}$ =$\frac{69.3}{0.85}$ =91.67 mm

ϵ_s=0.003($\frac{d-c}{c}$)= 0.003($\frac{642-91.67}{91.67}$)=0.018>0.005 ok

- **Check for bar placement:**

S = $\frac{600-40*2-10*2-9*25}{8}$ =34.37 mm

S = 34.37 *mm* ≥ 25 *mm*

≥ d_b== 25 *mm*

4.5.2 Design for negative moment

M_u =-1310 KN.m

Assume bar diameter ∅16

D=700-40-10-16/2=642mm

R_N=$\frac{M_u}{\varphi bd^2}$ =$\frac{1310*10^6}{0.9*600*642^2}$ =5.89

ρ =$\frac{1}{17.64}$ (1- $\sqrt{1-\frac{2*5.89*17.64}{420}}$) =0.0164

$A_{s\,min}$ =$\frac{1.4b_w d}{f_y}$= $\frac{1.4*600*642}{420}$ =1284mm^2 control

$A_{s\,min}$ =$\frac{0.25\ \sqrt{f_c}b_w d}{f_y}$= $\frac{0.25*\sqrt{28}*600*642}{420}$ =1213.26mm^2

A_s= ρbd =0.0164*600*642=6317.3mm^2>$A_{s\,min}$

N=$\frac{5974.36}{A\emptyset 25}$ =12.87

Take 13∅25

Check for strain:

a=$\frac{6381.36*420}{0.85*28*600}$ =187.687mm

C=$\frac{a}{\beta}$ =$\frac{187.687}{0.85}$ =220.88mm

ϵ_s=0.003($\frac{d-c}{c}$)= 0.003($\frac{642-220.88}{220.88}$)=0.0572>0.005 ok

- **Check for bar placement:**

S = $\frac{1000-40*2-8*2-13*25}{12}$ =48.25mm

S = 48.25 mm ≥ 25 mm

≥ d_b== 25 mm

Design for negative moment M_u **=-1058.9KN.m**

Assume bar diameter ∅16

D=700-40-10-16/2=642mm

R_N=$\frac{M_u}{\varphi bd^2}$ =$\frac{1058.9*10^6}{0.9*600*642^2}$ =5.04

ρ =$\frac{1}{17.64}$ (1- $\sqrt{1-\frac{2*5.04*17.64}{420}}$) =0.0136

$A_{s\,min}$ =$\frac{1.4b_w d}{f_y}$= $\frac{1.4*600*642}{420}$ =1284mm^2 control

$A_{s\,min}$ =$\frac{0.25\sqrt{f_c'}b_w d}{f_y}$= $\frac{0.25*\sqrt{28}*600*642}{420}$ =1213.26mm^2

A_s= ρbd =0.0136*600*642=5238.72mm^2>$A_{s\,min}$

N=$\frac{5238.72}{A\emptyset 25}$ =10.68

Take 11∅25

Check for strain:

a=$\frac{5396.87*420}{0.85*28*600}$ =158.73mm

C=$\frac{a}{\beta}$ =$\frac{144.37}{0.85}$ =186.75 mm

ϵ_s=0.003($\frac{d-c}{c}$)= 0.003($\frac{642-186.75}{186.75}$)=0.0073>0.005 ok

- **Check for bar placement:**

S = $\frac{1000-40*2-10*2-11*25}{10}$ =62.5 mm

S = 62.5 mm ≥ 25 *mm*

≥ d_b== 25 *mm*

4.5.3 Design of beam for shear:

V_c=$\frac{\sqrt{f_c}}{6} * b_w * d$=$\frac{\sqrt{28}}{6} * 600 * 642$ =339.71KN

$V_{s\,min}$ *is* the larger of:

$V_{s\,min}$=$\frac{\sqrt{f_c}}{16} * b_w * d$=$\frac{\sqrt{28}}{16} * 600$ *=127.39KN

$V_{s\,min}$=$\frac{1}{3} * b_w * d$=$\frac{1}{3} * 600 * 642$ =128.4KN control

V_s' =$\frac{\sqrt{f_c}}{3} * b_w * d$=$\frac{\sqrt{28}}{3} * 600 * 642$ =679.43 KN

$V_{s\,max}$=2 * $\frac{\sqrt{f_c}}{3} * b_w * d$=$\frac{2\sqrt{28}}{3} * 600 * 642$=1358.86 KN

∅V_c=254.78 KN

$\emptyset\frac{V_c}{2} = 127.34\ KN$

$\emptyset(V_c + V_{s\,min})$=0.75(339.71+128.4)=351.08 KN

$\emptyset(V_c + V_s')$=0.75(339.71+679.43)=764.355

Design for shear V_u=712.4 KN

$\emptyset(V_c + V_{s\,min})$<$V_u$=712.4 KN <$\emptyset(V_c + V_s')$

caseIV

Use stirrups 2U-shape (4 leg stirrups)$\emptyset$ 10 with A=314.2mm^2

S=$\frac{A_v}{V_s} * f_{yt} * d$=$\frac{314.2*420*642}{\frac{712.4}{.75}-339.7}$ =138.85 mm

$s_{max}$is the smaller of:

s_{max} ≤d/2=642/2=321 mm

s_{max} ≤ 600mm

Take 2U-shape (4 leg stirrups)$\emptyset$ 10 at s=120mm

Design for shear V_u=601.4 KN

$\emptyset(V_c + V_{s\,min})$<$V_u$=601.4 KN<$\emptyset(V_c + V_s')$

caseIV

Use stirrups 2U-shape (4 leg stirrups)$\emptyset$ 10 with A=314.2=201.1 mm^2

S=$\frac{A_v}{V_s} * f_{yt} * d$=$\frac{314.2*420*642}{\frac{601.4}{.75}-339.7}$ =183.3 mm

$s_{max}$is the smaller of:

s_{max} ≤d/2=642/2=321 mm

s_{max} ≤ 600mm

Take 2U-shape (4 leg stirrups)$\emptyset$ 10 at s=150mm

Design for shear V_u=431.3 KN

$\emptyset(V_c + V_{s\,min})$<$V_u$=431.3 KN<$\emptyset(V_c + V_s')$

caseIV

Use stirrups 2U-shape (4 leg stirrups)Ø 10 with A=314.2=201.1 mm^2

S=$\frac{A_v}{V_s} * f_{yt} * d$=$\frac{314.2*420*642}{\frac{431.3}{.75}-339.7}$ =360 mm

$s_{max}$is the smaller of:

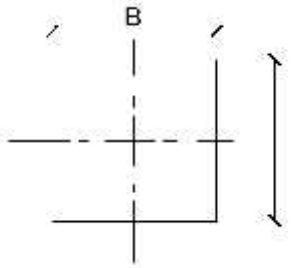
s_{max} ≤d/2=642/2=321 mm

s_{max} ≤ 600mm

Take 2U-shape (4 leg stirrups)Ø 10 at s=300mm

4.6 Design of the column:

Design column A-1



Check for slenderness :

$\frac{kl_u}{r}$<=34-12($\frac{M_1}{M_2}$)<=40

($\frac{M_1}{M_2}$)=1 –braced frame with M_{min}

$\frac{kl_u}{r_x}$ =$\frac{kl_u}{r_y}$ =$\frac{1*3.22}{0.3*0.6}$=17.89<22

Short column for bending in both direction

Assume 0.01< ρ_g=$\frac{A_{st}}{A_g}$ <0.08 , $\rho_g = 0.02$,, $A_{st} = \rho_g * A_g = 0.02 * A_g$

$\emptyset P_n = P_u = \emptyset * 0.8\ (0.85 * f'_c * (A_g - A_{st}) + A_{st} * f_y)$, $\emptyset = 0.65$ for tied column

22000 * 1000=0.65*0.8 {0.85*28*(A_g–0.02A_g)+0.02A_g*420}

A_g =1333617.8 mm^2

B=L=1154.8 mm

Select B = L =1200 mm

A_{st}=28800

Selecting Longitudinal Bar

$\emptyset P_n = P_u$=Ø*0.8 (0.85*f'_c*($A_g - A_{st}$)+A_{st}*f_y)

22000 * 1000 =0.65*0.8 {0.85*28*(A_g−A_{st})+ A_{st}*420}

22000 * 1000 =0.65*0.8 {0.85*28*(1440000−A_{st})+ A_{st}*420}

A_{st}=21342.2mm^2

Take 44 Ø 25

A_{st}=21587.5 >21342.2mm^2

ρ =1.5 %

Design of ties:

Use ties Ø 10 with spacing of ties shall not exceed the smallest of:

1- 48 times the tie diameter ,48 *d_s=48*10=480mm.
2- 16 times the longitudinal bar diameter ,16*d_b=16*25=400 mm.
3- The least dimension of the column =1100 mm.

Use ties Ø 10 @250mm

Check for code requirements:

1-clear spacing between longitudinal bars:

Clear space= $\frac{1200-40*2-10*2-12*25}{11}$ =72.73 mm>40mm

And >1.5d_b = 1.5 * 25=37.5 ok

2-gross reinforcement ratio:

<0.01 $\rho_g = \frac{A_{st}}{A_g} = \frac{23568}{1210000}$ =0.017 <0.08 ok

3-Number of bars :48 > 4 –for square section. Ok

4-minimum the diameter :Ø 10 for Ø25 bars . ok

5-spacing of ties :s=250 mm. ok

6-arrangement of ties :56.25<150 mm. ok

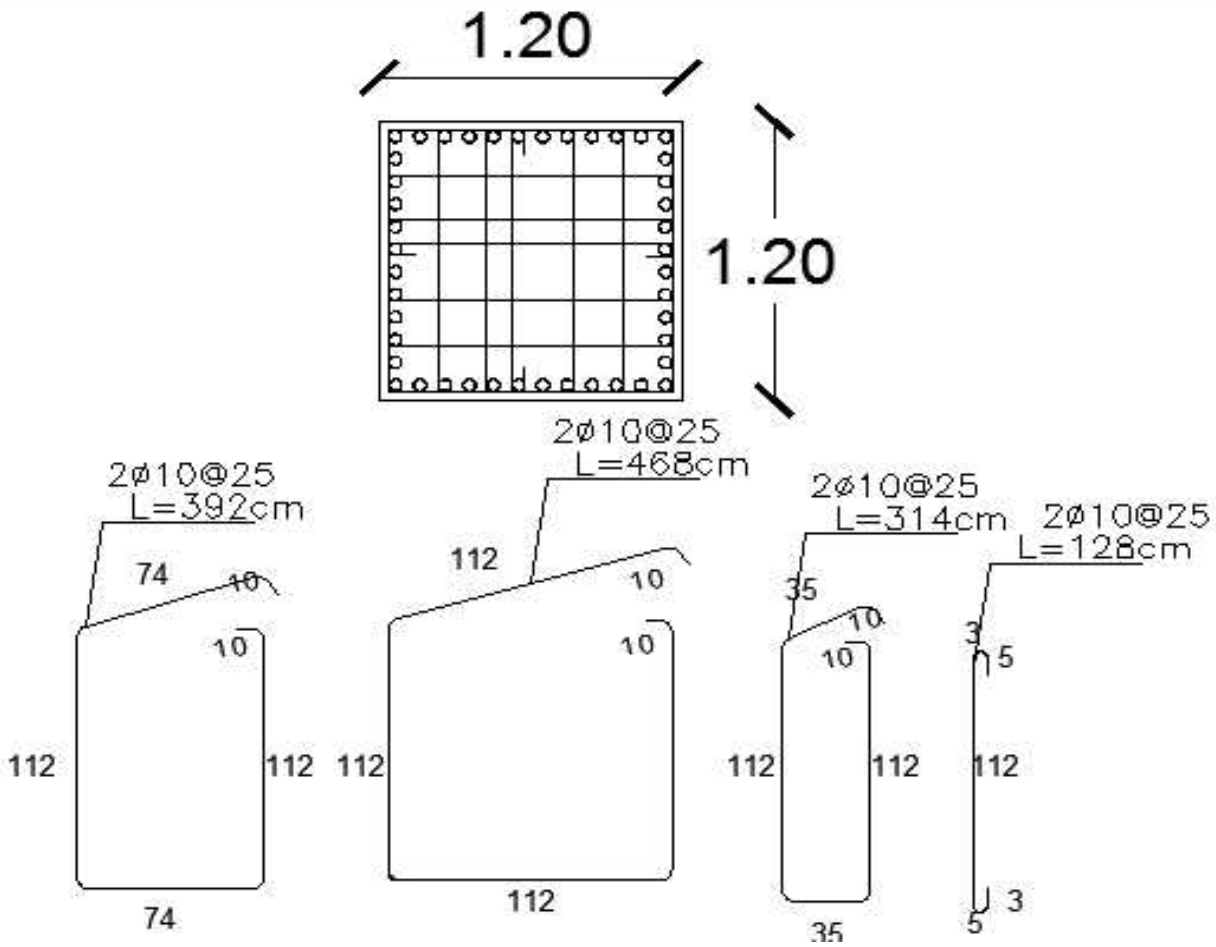
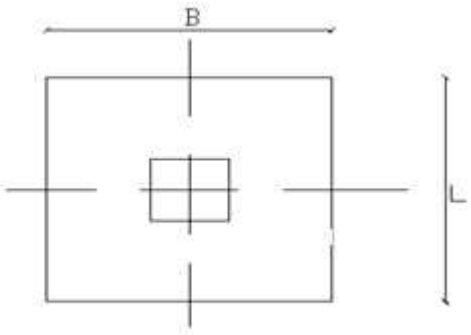


Figure (4-10): Column Detail.

4.7 Design of foundation -1:



Service dead load =12200 KN
Service live load=4930 KN
Permissible(allowable) soil pressure=400 KN/m^2
Soil density= 18 KN/m^3
f'_c=28Mpa $f_y = 420Mpa$
Total surcharge load on foundation
w=(0.5*18)+(25*1.50)+5=51.5 KN
Net soil pressure,q_{net}

q_{net}=400-51.5=348.5 KN/m^2

Required size of footing

A=$\frac{p_n}{q_{net}}$ =$\frac{12200+4930}{348.5}$=49.15m^2

A=l^2 ,

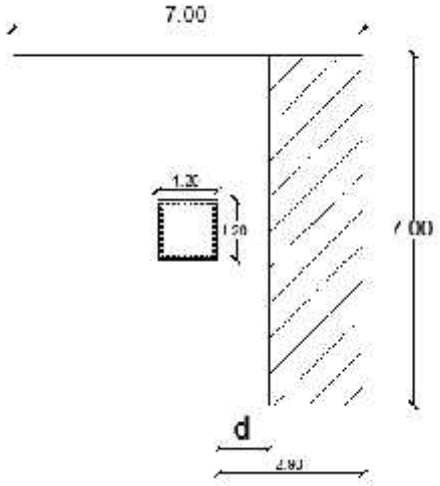
Take L=7 m

*depth of footing and shear design:

p_u =1.2*12200+1.6*4930=22528 KN

q_u =$\frac{22528}{7*7}$ =459.75 KN/m^2

One way shear(beam shear):



$V_u$at distance d from the face of support

V_u=q_u(L/2-a/2-d)=459.75*7*(7/2-1.2/2-d)

Let V_u =Ø*V_c , $\emptyset = 0.75$

V_c =$\frac{\sqrt{f'_c}}{6} * b_w * d$=$\frac{\sqrt{28}}{6} * 7000 * d$

$\frac{459.75*7}{0.75}$((7/2) - 1.2/2 - d)=$\frac{\sqrt{28}}{6} * 7000 * d$

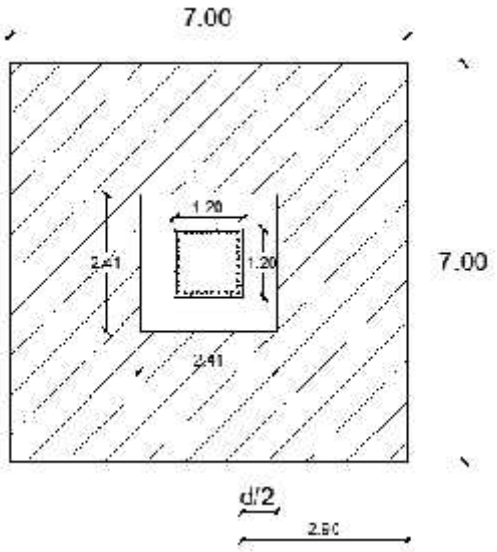
d=1.20 m

h=1200+75+20=1295 mm

take h=1300 mm

d=1300-75-20=1205 mm

tow way shear:



Let V_u =Ø*V_c , $\emptyset = 0.75$

V_u =459.75(7*7-(1.2+d)(1.2+d))

=459.75(7*7-(1.2+1.205)(1.2+1.205))=19868.54 KN

B_1 =1200/1200=1

b_0 =2(1.2+1.205)+2(1.2+1.205)=9.62 m

α_s =40 –interior column

V_c=$\frac{b_0}{6} * \sqrt{f'_c} * d$(1+2/B) where (1+2/B)/6 =(1+2/1) /6=0.5

V_c=$\frac{b_0}{12} * \sqrt{f'_c} * d$(2+$\alpha_s * d/b_0$) where (2+$\alpha_s * d/b_0$)/12=

(2+$40 * 1.205/9.62$)/12 = 0.5842

V_c =$\frac{b_0}{3} * \sqrt{f'_c} * d$ where 1/3=0.333 control

TakeV_c =$\frac{b_0}{3} * \sqrt{f'_c} * d$ =$\frac{9620}{3} * \sqrt{28} * 1205 * 10^{-3}$ =20446.5 KN

$\emptyset * V_c$ =0.75*20446.5=15334.9 KN < V_u =19868.54 KN NOT OK.

Try H = 1600 mm

D= 1500- 75 -20 = 1505 mm

V_u =459.75(7*7-(1.2+d)(1.2+d))

=459.75(7*7-(1.2+1.505)(1.2+1.505))=19163.7 KN

B_1 =1200/1200=1

b_0 =2(1.2+1.505)+2(1.2+1.505)=10.82 m

α_s =40 –interior column

$V_c=\frac{b_0}{6} * \sqrt{f'_c} * d$(1+2/B) where (1+2/B)/6 =(1+2/1) /6=0.5

$V_c=\frac{b_0}{12} * \sqrt{f'_c} * d$(2+$\alpha_s * d/b_0$) where (2+$\alpha_s * d/b_0$)/12=

(2+$40 * 1.505/10.82$)/12 = 0.63

$V_c = \frac{b_0}{3} * \sqrt{f'_c} * d$ where 1/3=0.333 control

Take$V_c = \frac{b_0}{3} * \sqrt{f'_c} * d = \frac{10820}{3} * \sqrt{28} * 1505 * 10^{-3}$ =28722.45 KN

$\emptyset * V_c$ =0.75*28722.45=21541.84 KN > V_u =19163.7 KN OK.

Design for flexure:

Take steel bar $\emptyset$ =25

B=7 m , h=1600 mm ,d=1500 mm

f'_c =28Mpa ,f_y=420 Mpa

M_u=459.75*7*2.90*2.90/2=13532.74 KN.m

$R_N=\frac{M_u}{\varphi b d^2} = \frac{13532.74*10^6}{0.9*7000*1500^2}$ =0.955

$\rho = \frac{1}{17.64}$ (1- $\sqrt{1 - \frac{2*0.955*17.64}{420}}$) =0.00232 mm^2

$A_s = \rho * b * d = 0.00232 * 7000 * 1500 = 24360\ mm^2$

$A_{s\,min}$ =0.0018*b*h=0.0018*7000*1500=18900 mm^2

$A_s > A_{s\,min}$

N = 49.65

Take 50 Ø 25

S=$\frac{7000-75*2-50*25}{24}$ =233.33 mm

Step (s) is the smallest of:

1-3*h=3*1600=4800 mm

2-450mm control

S=233.33<s_{max}

Check of strain:

As * fy = 0.85 * f_c * b * a

$$24531.25 * 420 = 0.85 * 28 * 7000 * a$$

$$a = 61.85mm$$

$$C = \frac{a}{_1} = \frac{61.85}{0.85} = 72.75mm$$

$$£_s = \frac{1500 - 72.75}{72.75} \text{X} 0.003$$

$$£_s = 0.0588 > 0.005$$

$\Rightarrow$ OK

Development Length of main Reinforcement :

$$ld_{req} = \frac{9}{10} * \frac{F_y}{\lambda \sqrt{f_c}} * \frac{\psi_e \psi_s \psi_t}{\frac{ktr+cb}{db}} * db$$

$Ktr = 0$ *No stripes* $cb = 75 + 25 = 100\ cm$

$$\frac{ktr + cb}{db} = \frac{0 + 100}{25} = 4 > 2.5$$

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

$$ld_{req} = \frac{9}{10} * \frac{420}{1 * \sqrt{28}} * \frac{1 * 1 * 1}{2.5} * 25 = 714.35\, mm$$

Ld $_{available}$ = 2900-75= 2825 mm

Ld $_{available}$= 2825 mm > $ld_{req} = 714.35\, mm$

Design of dowels :

P_u = 22000 KN

$$¤.Pn = ¤.(0.85\, fc' Ag)$$
$$¤.Pn = 0.65 * [0.85 * 28 * (1200 * 1200)] / 1000 = 22276.8 KN$$
$$But\ \ Pu = 22000 < ¤.Pn = 22276.8 KN$$

Dowels are not required for load transfer.

But use the minimum reinforcement of dowels:

$$As_{\min} = 0.005 * Ag = 0.005 * 120 * 120 = 72 cm^2$$

Use the column bars as a dowels

$Select$ 16Φ25

$$As_{Provided} = 78.5 > A_{Req.} = 72 cm^2$$

$$Ldc_{(1)req} = \frac{0.24\, fy}{\sqrt{fc}}\, db = \frac{0.24 * 420}{\sqrt{28}} 25 = 476.23 \text{ mm}.$$

$Ldc_{(2)req}$ = 0.043 × fy × db = 0.043 × 420 × 25= 451.5 mm

$Ldc_{(2)req}$ = 451.5mm < $Ldc_{(1)req}$=476.23mm ➔ control

Ls = 0.071×fy ×db = 0.071×420 ×25 = 745.5 mm >476.23mm

Ls = 750 mm

Available Ldc =1600 – 75 – 2 * 25 = 1475 mm.

Available Ldc = 1475mm > Ldc = 476.23cm

Ls = $0.071 \times fy \times db = 0.071 \times 420 \times 25$ = 745.5 mm >476.23mm

Ls = 750 mm

Using hook (a)

a= 12*25+0.5(6+25)+25 = 400 mm

Required length of hook = 400 mm

Isolated Footing Detail:

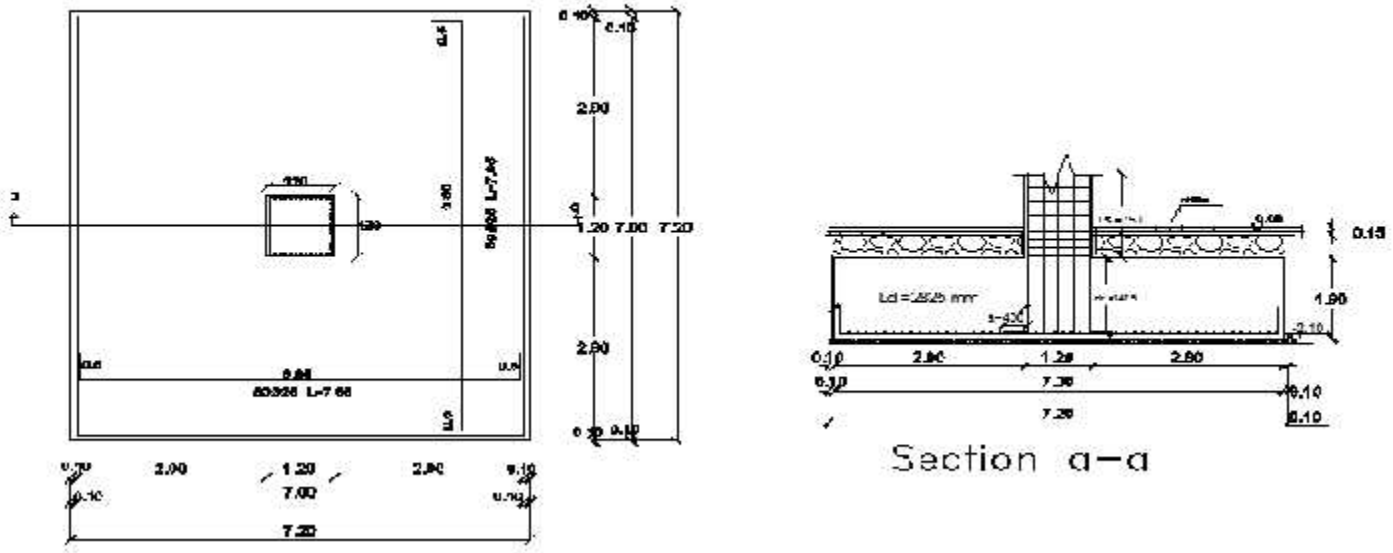


Figure (4-11): Isolated Footing Detail.

4.8 Design of Basement Wall :

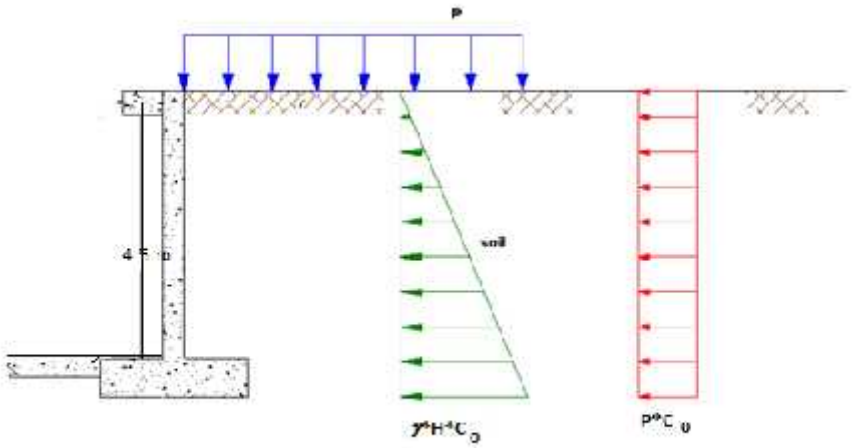


Figure (4-12) : Basement Wall geometry

⇒ **Loading :**

- **Due to Rest soil pressure :**

$P_0 = ¥ \times h \times C_0$

Assume that :

$¥_{soil} = 18\ Kn/m^3$

$¯ = 35^{-}$

$C\circ = 1 - \sin 35 = 0.4264$

$P_0 = 18 \times 4.5 \times 0.4264 = 34.54 \text{KN/m}^2$

- **Due to surcharge:**

$Ps = P \times Co$

$Ps = 10 \times 0.4264 = 4.264\ \text{KN/m}^2$

- **Normal Load :**

Is very small , it will be neglected (safe side) .

H_o= 0.5(P_0 *H)= 0.5(34.54*4.5)=77.72 kN

H_S= (Ps *H)= (4.264*4.5)=19.2 kN

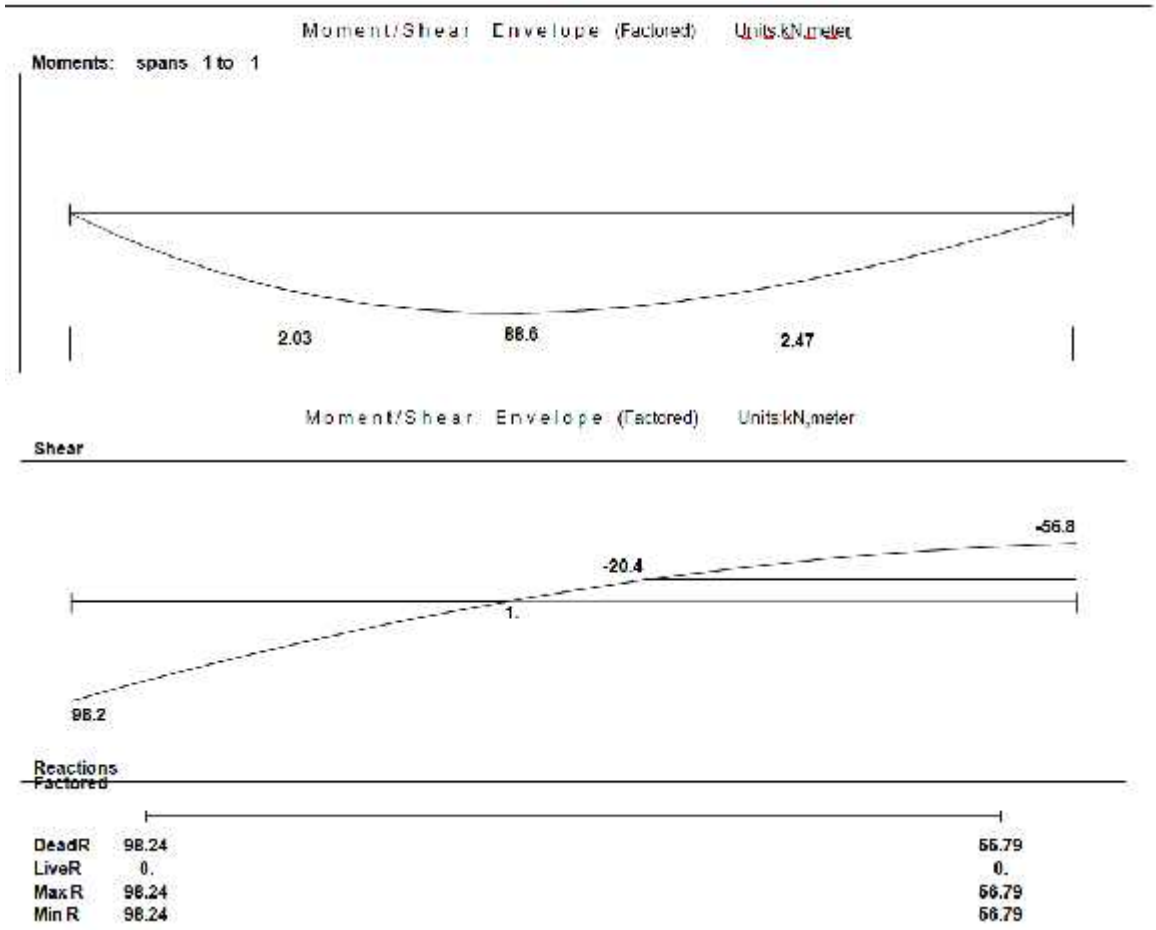


Figure (4-13): Loads & Shear/Moment envelope for basement wall.

Thickness Calculation :

Assume ρ =0.01

Mn =88.6 /0.9 =98.44 kN.m

$$m = \frac{Fy}{0.85\,fc'} = \frac{420}{0.85\times 28} = 17.65$$

$$R_n = \circ \times fy \times (1 - 0.5m\circ) = 0.01\times 420\times(1-0.5\times 17.65\times 0.01) = 3.83Mpa$$

$$R_n = \frac{Mn}{bd^2} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{98.44\times 10^6}{1000\times 3.83}} = 160.32mm$$

$$h = 134 + 20 + 7 = 161\ mm$$

$$select \quad h = 200\,mm$$

d = 200 - 75 - 16/2 = 117 mm

$$Rn = \frac{Mn}{b * d^2} = \frac{98.44 \times 10^6}{1000 \times 117^2} = 7.2Mpa$$

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

$$\rho = \frac{1}{17.65}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 17.65 \times 7.2}{420}}\right) = 0.021025$$

$$As_{req} = 0.021025 \times 1000 \times 117 = 2460\ mm^2 / m$$

$$As_{\min} = 0.0012 * 1000 * 200 = 240 mm^2 / m$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy}(bw)(d) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (ACI - 10.5.1)$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{28}}{4(420)}(1000)(117) = 368.5$$

$$A_{s\,min} = \frac{1.4}{420} * 1000 * 117 = 390\ mm^2/m$$

$$As_{\min} < As_{req} = 2460 mm^2 / m$$

$$\#of\ bar\ \ in\ on\ meter = \frac{2460}{314} = 7.83$$

Select Φ20@12.5cm c/c

Longitudinal Reinforcement:-

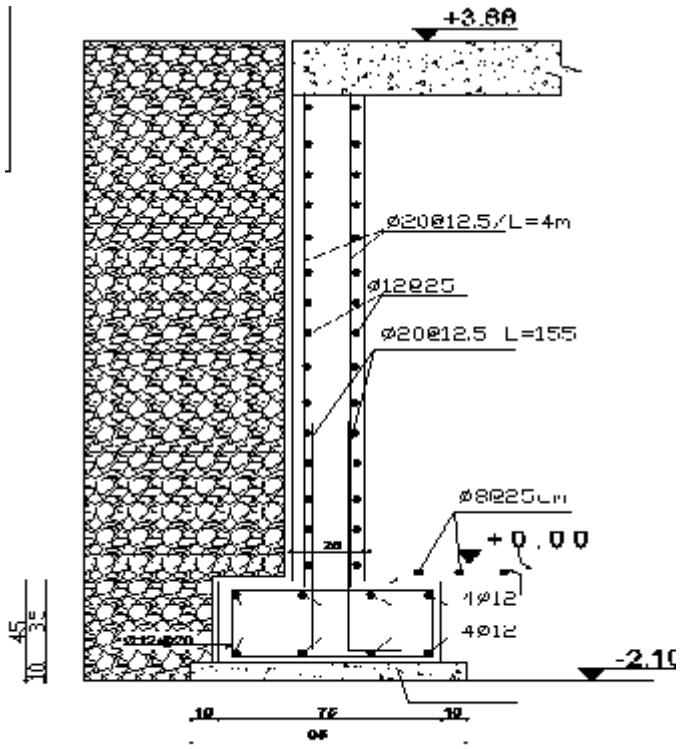
Use a minimum steel ratio of 0.002 , As = 0.002*1000*200 =400mm^2/m

Use Φ 12 bar spaced at 250 mm on both side of the wall .

Vertical Reinforcement for the other face of the Basement wall

As =0.0012*1000*200 =240 mm^2/m

Select Φ 12 @250 mm



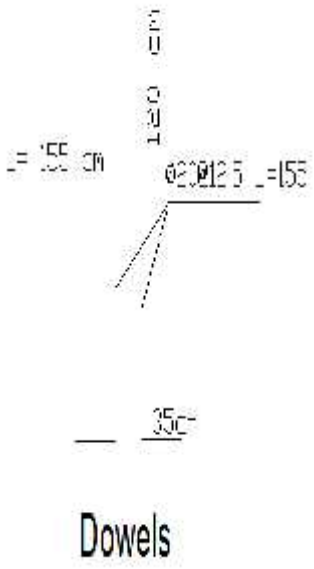


Figure (4-14): Details for Basement Wall.

4.9 Design of Stair

Minimum slab thickness for deflection is (for asimply supported one-way solid slab).

Min h =(L/20)= 5/20=0.25m=25cm

Take h =250 mm.

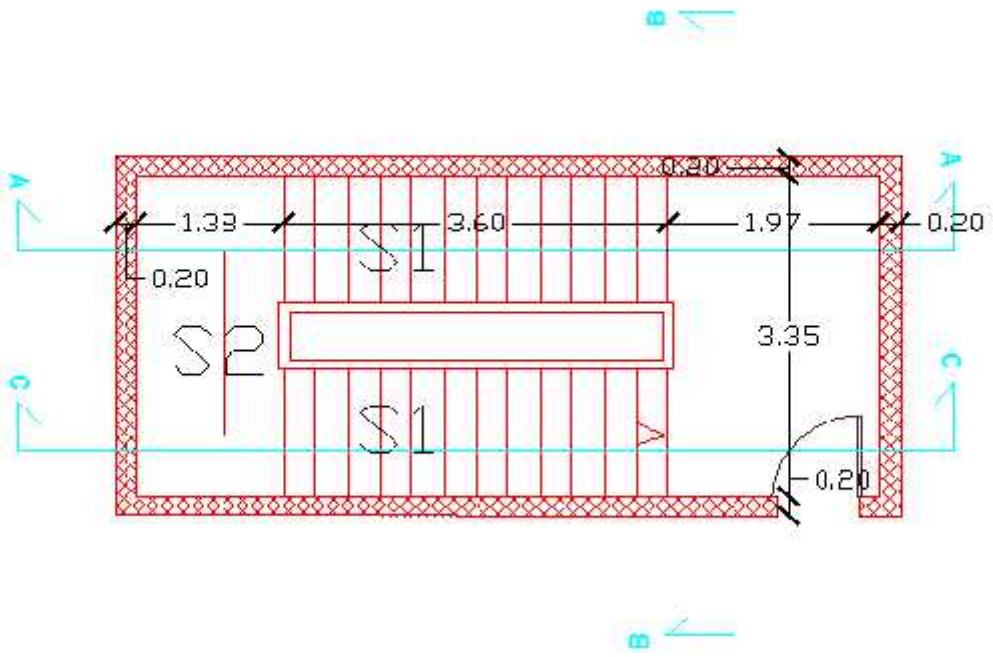


Figure (4-15): Stairs plan.

Load Determination:

Flight dead load computation :

$\alpha = \tan^{-1}(\text{rise/run}) = \tan^{-1}(150/300) = 26.56$

concrete = (25*0.25*1)/cos26.56 = 6.99 KN/m

plaster = (22*0.03*1)/cos26.56 = 0.738 KN/m

stair steps = (25/0.3)*((0.15*0.3)/2)= 1.875 KN/m

morter = 22*((0.15+0.3)/0.3)*0.02*1= 0.66 KN/m

tiles = 27*((0.15+0.35)/0.3)*0.03*1 = 1.35 KN/m

Total Dead Load = 11.623 KN/m

Landing Dead load computation:

Concrete = (25*0.25*1) = 6.25 KN/m

Plastering = (0.03*22*1) = 0.66 KN/m^2

Morter = 0.02*22*1 = 0.44 KN/m

Tiles = 0.03*22*1 = 0.66 KN/m

Total Dead Load = 8.01KN/m

Factored Total Dead Load = 1.2*D +1.6L

Live load = 5 KN/m^2 .

For flight : w= 1.2*11.623 + 1.6 *5 = 21.95 KN/m

For landing : w= 1.2*8.01 + 1.6 *5*1 =17.61KN/m

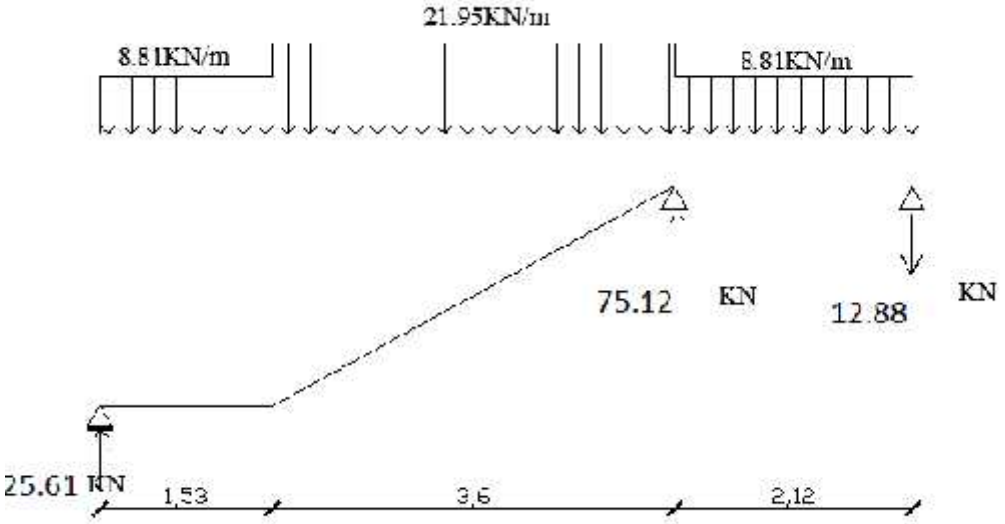


Figure (4-16): Loads on stairs.

Cheak for shear strength :

Assume bar diameter Φ14 for main reinforcement

d= h -20-db/2=250-20-14/2=223mm

take the maximum shear as the support reaction Vu =75.12kN

$$Vc == \frac{1}{6} * \sqrt{fc'} * b * d = \frac{1}{6} * \sqrt{24} * 223 * 1000 * 10\text{^}{-3} = 182.1kn$$

$¤ = 0.75$

$¤ * Vc = 0.75 * 182.1 = 136.56kn$

$¤.Vc = 136.56 >> Vu = 75.12KN$

The thickness of the slab is enough.

Calculate the maximum bending moment and steel reinforcement :

Mu(+)=44KN.m

Mn = Mu/0.9 =44/0.9 =48.9kN.m

$$R_n = \frac{Mn}{b \cdot d^2} = \frac{48.9 * 10\text{ ^ }6}{1000 * 223^2} = 0.98$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 28} = 17.65$$

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

$$\rho = \frac{1}{17.65}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(17.65)(0.98)}{420}}\right) = 0.00238$$

$A_{s\ req} = \rho bd = 0.00238 * 1000 * 223 = 535 mm^2/m$

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

Use Φ 16

$N = A_S/A_{S\ \Phi 12} = 535/131 = 5$

S= 1/5=0.2 m

Take S=20cm

Steps (s) is the smallest of

1. 3h=3*250=750mm
2. 450mm
3.

$$3.\ s = 380\left(\frac{280}{f_s}\right) \quad 2.5C_c = 380\left(\frac{280}{\frac{2}{3}420}\right) \quad 2.5 \cdot 20 = 330\ mm \qquad but$$

$$s < 300\left(\frac{280}{f_s}\right) \quad 300\left(\frac{280}{\frac{2}{3}420}\right) \quad 300\ mm \qquad control$$

$$s = 250\ mm < s_{max} = 300\ mm \quad -OK$$

Use 5Φ 12/m , or Φ 12@200mm

Mn (-) = Mu/0.9 = 48.4/0.9 =53.8 kN.m

$$R_n = \frac{Mn}{b \cdot d^2} = \frac{53.8 * 10 \wedge 6}{1000 * 223^2} = 1.082$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 28} = 17.65$$

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

$$\rho = \frac{1}{17.65}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(17.65)(1.082)}{420}}\right) = 0.00264$$

$A_{s\ req} = \rho bd = 0.00197 * 1000 * 223 = 588.2\ mm^2/m$

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

Use Φ 14

$N = A_S / A_{S\ \Phi\ 14} = 588.2/153.86 = 3.82$

S= 1/3.82=0.26 m

Steps (s) is the smallest of

1. 3h=3*250=750mm
2. 450mm

3.

$$3.\ s = 380\left(\frac{280}{f_s}\right) - 2.5C_c = 380\left(\frac{280}{\frac{2}{3}420}\right) - 2.5 \cdot 20 = 330\ mm \qquad but$$

$$s < 300\left(\frac{280}{f_s}\right) \quad 300\left(\frac{280}{\frac{2}{3}420}\right) \quad 300\ mm \qquad control$$

$$s = 250\ mm < s_{max} = 300\ mm \quad -OK$$

Use 4Φ 14/m ,or Φ 14@250mm

Shrinkage and temperature reinfoecment:

$As = 0.0018 * 1000 * 250 = 450 mm^2/m$

Number of bar's=450/113.04=3.98

Spacing=1/3.98=0.25m

Check for spacing

S=5h=5*250=1250 mm

S=450mm ..control

Use Φ12@250mm

Design of slab S2 (landing):

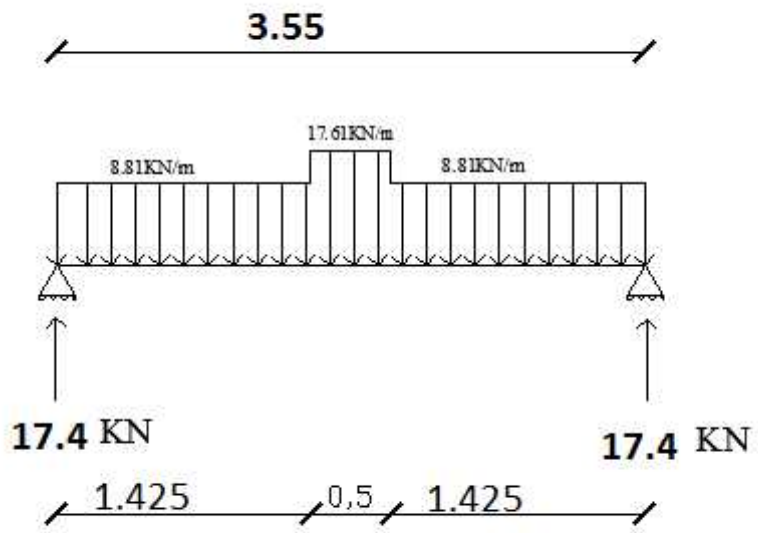


Figure (4-17): Loads on landing

Cheak for shear strength :

Assume bar diameter Φ14 for main reinforcement

d= h -20-db/2=250-20-14/2=223mm

take the maximum shear as the support reaction Vu =17.4kN

$$Vc == \frac{1}{6} * \sqrt{fc'} * b * d = \frac{1}{6} * \sqrt{24} * 209 * 1000 * 10\text{^}{-3} = 170.65kn$$

$¤ = 0.75$

$¤ * Vc = 0.75 * 170.65 = 128kN$

$¤.Vc = 128 >> Vu = 17.4KN$

The thickness of the slab is enough.

Calculate the maximum bending moment at midspan and steel reinforcement :

Mu(+) =18*(3.64/2) – 8.81*1.57((1.57+.5)/2) – 17.61 *(0.5/2)*(0.5/4) = 24KN.m

Mn = Mu/0.9 = 24/0.9 =26.7

d = 250-20-14-14/2 = 209 mm

$$R_n = \frac{Mn}{b \cdot d^2} = \frac{26.7 * 10 \wedge 6}{1000 * 209^2} = 0.61$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 28} = 17.65$$

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

$$\rho = \frac{1}{17.65}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(17.65)(0.61)}{420}}\right) = 0.00147$$

$A_{s\ req} = \rho bd = 0.001472 * 1000 * 209 = 307 mm^2/m$

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

Use $As_{min} = 450\ mm^2$.

Steps (s) is the smallest of

1. 3h=3*250=750mm
2. h=450

3. $s = 380\left(\frac{280}{f_s}\right) - 2.5C_c = 380\left(\frac{280}{\frac{2}{3}420}\right) - 2.5 \cdot 20 = 330\ mm$ *but*

$s \le 300\left(\frac{280}{f_s}\right) \quad 300\left(\frac{280}{\frac{2}{3}420}\right) \quad 300\ mm$ *control*

$s = 250\ mm < s_{max} = 300\ mm \quad -OK$

Use 4 Φ 12 or Φ 12@250mm

temperature and Shrinkage reinfoecment:

$As = 0.0018 * 1000 * 250 = 450 mm^2/m$

Number of bar's=450/113.04=3.98

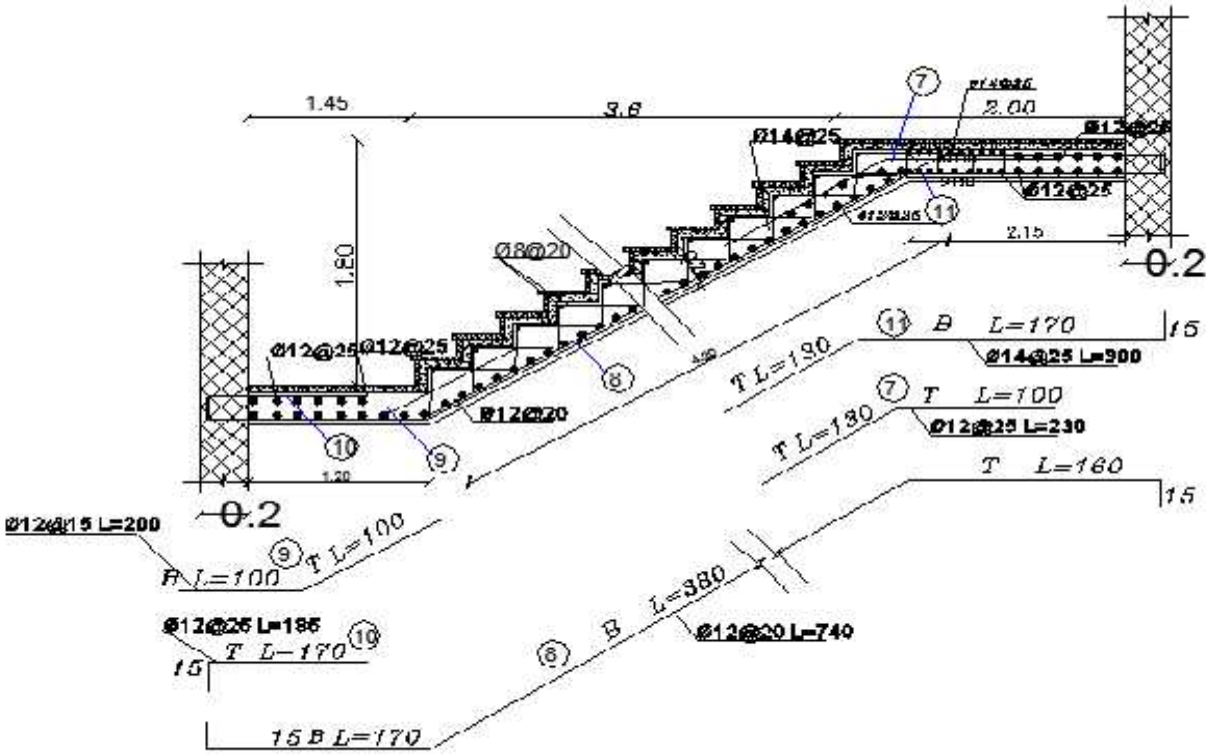
Spacing=1/3.98=0.25m

Check for spacing

S=5h=5*250=1250 mm

S=450mm ..control

Use Φ12@250mm



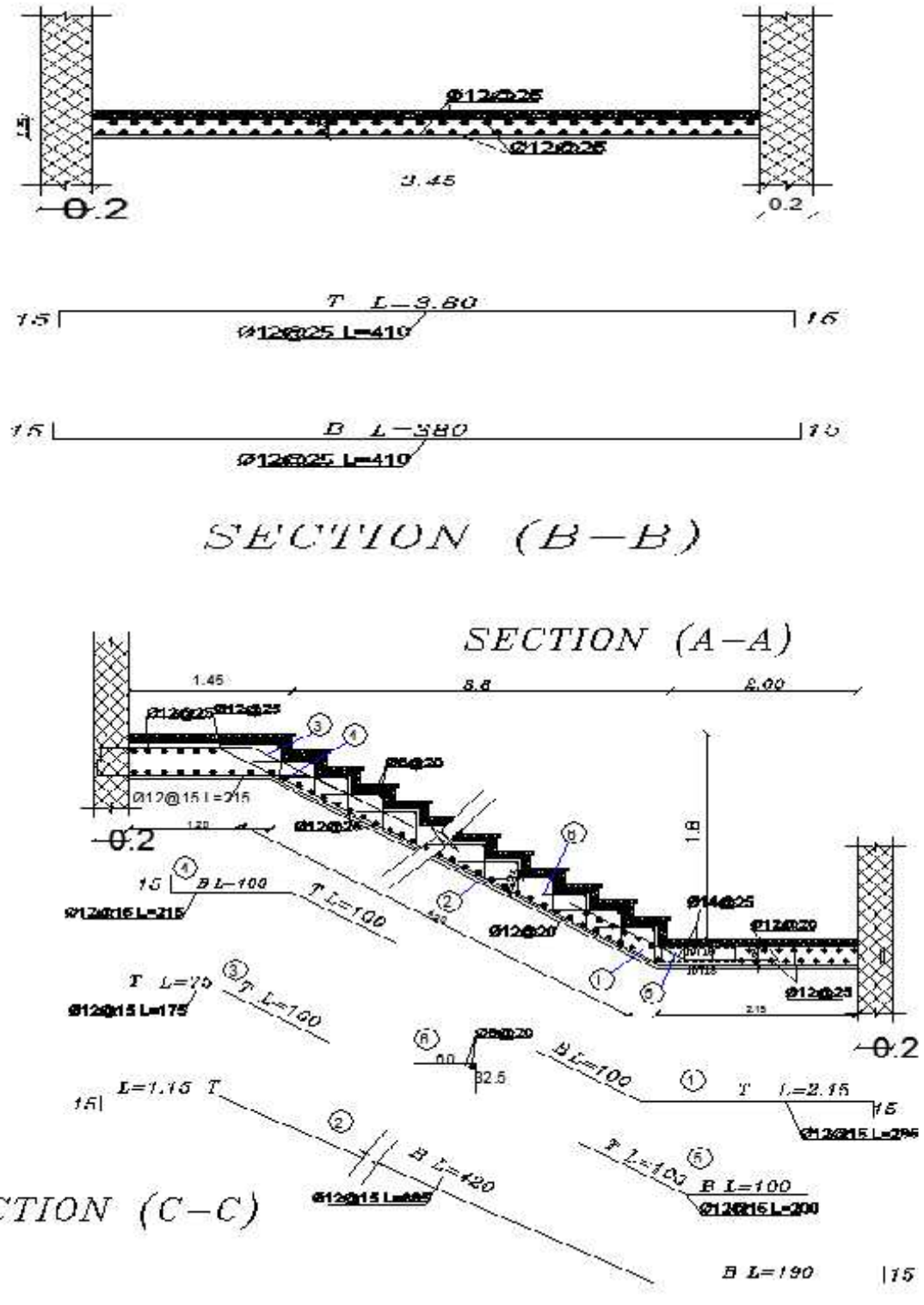


Figure (4-18): Stair Section.

الفصل الخامس

النتائج والتوصيات

0

0.1 مقدمة.

0.2 النتائج .

0.3 التوصيات .

٥-١ المقدمه :

في هذا المشروع تم الحصول على مخططات معمارية تفتقد الى الكثير من الامور, بعد دراسة جميع المتطلبات تم اعداد المخططات المعمارية والمخططات الإنشائية الشاملة **للمستشفى** المقترح بناءها في مدينه الخليل .

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

٥-٢ النتائج:

1. يجب على كل طالب أو مصمم إنشائي أن يكون قادرا على التصميم بشكل يدوي حتى يستطيع امتلاك الخبرة والمعرفة في استخدام البرامج التصميمية المحوسبة.
2. من العوامل التي يجب أخذها بعين الاعتبار، العوامل الطبيعية المحيطة بالمبنى وطبيعة الموقع وتأثير القوى الطبيعية على الموقع.
3. من أهم خطوات التصميم الإنشائي، كيفية الربط بين العناصر الإنشائية المختلفة من خلال النظرة الشمولية للمبنى، ومن ثم تجزئة هذه العناصر لتصميمها بشكل منفرد ومعرفة كيفية التصميم، مع أخذ الظروف المحيطة بالمبنى بعين الاعتبار.
4. القيمة الخاصة بقوة تحمل التربة هي ٤ كغم/سم^{٢} .
5. لقد تم استخدام نظام عقدات (Two-Way Ribbed Slab) في جميع العقدات نظرا لطبيعة وشكل المنشأ. كما تم استخدام نظام عقدات (One-Way Ribbed Slab) في اجزاء معينة من الطوابق، كما تم استخدام نظام العقدات المصمتة (Solid Slab) لبيوت الدرج والمصاعد، نظرا لكونها أكثر فاعلية من عقدات الأعصاب في تحمل ومقاومة الأحمال المركزة.
6. برامج الحاسوب المستخدمة :

هناك عدة برامج حاسوب سيتم استخدمها في هذا المشروع وهي:

a) AUTOCAD 2010 : و ذلك لعمل الرسومات المفصلة للعناصر الإنشائية.
b) Safe: وذلك لإجراء التحاليل الإنشائية لبعض العناصر الإنشائية.
c) ATIR: للتصميم والتحليل الإنشائي للعناصر الإنشائية.

d) ETABS: لتصميم بعض العناصر الإنشائية.

e) (Office XP) : تم استخدامه في أجزاء مختلفة من المشروع مثل الكتابة النصوص والتنسيق وإخراج المشروع.

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

8. من الصفات التي يجب أن يتصف بها المصمم، صفة الحس الهندسي التي يقوم من خلالها بتجاوز أية مشكلة ممكن أن تعترضه في المشروع وبشكل مقنع ومدروس.

٥-٣ التوصيات :

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

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

الملاحق

قائمة المصادر والمراجع

١. كودات البناء الوطني الأردني، كود الأحمال والقوى، مجلس البناء الوطني الأردني، عمان، الأردن، ١٩٩٠م.

٢. تلخيص الأستاذ المشرف.

3. Building Code Requirements for Structural Concrete)ACI 318M-05 (and Commentary, USA,.

4. Uniform Building Code (UBC).

APPENDIX (A)

ARCHITECTURAL DRAWINGS

This appendix is an attachment with this project

APPENDIX (S)

STRUCTURAL DRAWINGS

This appendix is an attachment with this project

APPENDIX (C)

TABLE 9.5(a)—MINIMUM THICKNESS OF NONPRESTRESSED BEAMS OR ONE-WAY SLABS UNLESS DEFLECTIONS ARE CALCULATED

	Minimum thickness, h			
	Simply supported	One end continuous	Both ends continuous	Cantilever
Member	Members not supporting or attached to partitions or other construction likely to be damaged by large deflections.			
Solid one-way slabs	$\ell/20$	$\ell/24$	$\ell/28$	$\ell/10$
Beams or ribbed one-way slabs	$\ell/16$	$\ell/18.5$	$\ell/21$	$\ell/8$

Notes:
Values given shall be used directly for members with normalweight concrete (density w_c = 2320 kg/m^3) and Grade 420 reinforcement. For other conditions, the values shall be modified as follows:
a) For structural lightweight concrete having unit density, w_c, in the range 1440-1920 kg/m^3, the values shall be multiplied by $(1.65 - 0.003w_c)$ but not less than 1.09.
b) For f_y other than 420 MPa, the values shall be multiplied by $(0.4 + f_y/700)$.

Table (MINIMUM THICKNESS OF NONPRESTRESSED BEAMS OR ONE-WAY SLABS UNLESS DEFLECTIONS ARE CALCULATED

جدول

الأحمال الحية للأرضيات و العقدات

نـوع المبـنى		الاستعمال (الاشغال)	الحمل الموزع	الحمل المركز البديل
عـام	خـاص		كن/م٢	كـن
المباني السكنية والخاصة	المنـازل والبيـوت والشـقق السكنيـة والأبنية ذات الطـابق الواحـد.	جميع الغرف بما في ذلك غـرف النـوم والمطابـخ وغرف الغسيل وما شابه ذلك	2.000	1.400
	الفنـادق والموتيلات والمستشفيات	غرف النوم	2.000	1.800
	منـازل الطلبـة ومـا شابهـا	غرف وقاعات النوم	2.000	1.800
المباني العامة	القاعـات العامـة وقاعـات التجمـع والمسـاجد والكنـائس وقاعـات التـدريس والمسارح ودور السينما وقاعـات التجمـع فـي المـدارس والكليـات والنـوادي والمـدرجات المسـقوفة والقاعـات الرياضـية المغلقة	مقاعد ثابتة مقاعد غير ثابتة	4.000 5.000	- 3.600
	نادي رياضي	-	5.000	-
	غرف المطالعة في المكتبات	من دون مستودع كتب مع مستودع كتب	2.500 4.000	4.500 4.500