بسم الله الرحمن الرحيم

جامعـــــــة بوليتكنك فلسطيـــــــن

كلية الهندسة والتكنولوجيا

دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

التصميم الإنشائي لمدرسه في مدينه الخليل

فريق العمل

علاء ابوعياش

همام جواعدة

إشراف

د. هيثم عياد

فلسطين–الخليل

كانون الأول-٢٠١٣م

بسم الله الرحمن الرحيم

التصميم الإنشائي لمدرسه في مدينه الخليل

فريق العمل

علاء ابوعياشهمام جواعدة

إشراف :

د. هيثم عياد

تقرير مشروع التخرج

مقدم إلى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في كلية الهندسة والتكنولوجيا

جامعـــة بوليتكنك فلسطيـــن

للوفاء بجزء من متطلبات الحصول على

درجة البكالوريوس في الهندسة تخصص هندسة المباني

كلية الهندسة و التكنولوجيا

دائرة الهندسة المدنية و المعمارية

جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل-فلسطين

كانون الاول-٢٠١٣م

بسم الله الرحمن الرحيم

شهادة تقييممشروع التخرج

جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل – فلسطين

التصميم الإنشائي لمدرسه في مدينه الخليل

فريق العمل

علاء ابوعياشهمام جواعدة

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

توقيع مشرف المشروع **توقيع رئيس الدائرة**

د. هيثم عيادد. غسان الدويك

....

كانون أول ٢٠١٣م

إلى ....المعلم الأول.... رسولنا الكريم سيد البشرية محمد بن عبدا

إلى ....من هم أحق منا بالحياة إلى.....الشهداء .

إلى ....الأسود الرابضة خلف القضبان .....إلى من كسروا قيد السجان ....الأسرى .

إلى....أنشودة الصغر وقدوة الكبر إلى.....أبي العزيز .

إلى....نبع العطاء وسيل الحنان إلى.....أمي العزيزة .

إلى ....عنوان سعادتي إلى.....إخوتي الأعزاء .

إلى....هبة السماء .....أصدقائي الأوفياء .

إلى ....الشموع التي احترقت لتنير الدرب إلى.....أساتذتي.

إلى....من عرفتهم في هذا الصرح العلمي .....زملائي وزميلاتي .

إلى....منهل العلم
إلى.....جامعتي .
إلى....من أحبني وأحببته.
نقدم هذا البحث .

فريق العمل

الشكر والتقدير

إن الشكر والمنة □ وحدة كما
يليق بجلال وجهه وعظيم سلطانه
أولا وأخيرا .
نتقدم بجزيل الشكر والامتنان

إلى جامعتنا العزيزة **...جامعة**

بولتيكنيك فلسطين .

إلى كلية الهندسة والتكنولوجيا.

إلى دائرة الهندسة المدنية

والمعمارية **.... بطاقمها**

التدريسي و الادراي.

إلى المشرف على هذا البحث

الدكتور ....هيثم عياد .

إلى كل من ساهم في انجاز هذا

البحث امتواضع .

فريق العمل

خلاصة المشروع

التصميم الإنشائي لمدرسه في مدينه الخليل

علاء ابوعياشهمام جواعدة

جامعة بوليتكنك فلسطين - ٢٠١٣م

إشراف

د.هيثم عياد

تتلخص فكرة هذا المشروع في التصميم الإنشائي لأحدىمدارس الذكور في مدينة الخليل **والمقترح بناؤه على أرض في منطقة نمره** - مدينة الخليل بحيث يشمل المشروع تصميم كافة التفاصيل الإنشائية اللازمة.

يتكون المبنى من **ثلاث طوابق**، ويتميز التصميم المعماري للمشروع بأنه تم **بأسلوب** يقوم على تعدد **الكتل** الفراغية وتوزيعها بشكل متناسق من الناحية الجمالية والوظيفية ، **إضافة إلى أنه** تم الاهتمام من قبل **المصمم المعماري** عند توزيع الكتل بتوفير الراحة وسهولة وسرعة الوصول للمستخدمين ، وتكمن أهمية المشروع في تنوع العناصر الإنشائية في المبنى مثل الجسور والأعمدة **والجسور المدلى** والبلاطات الخرسانية وغيرها.

سيتم التصميم - **إن شاء الله** - **بناءا** على متطلبات كود الخرسانة الأمريكي (ACI _318) **وستتم** الاستعانة ببعض برامج التصميم الإنشائي مثل , Autocad2007, Staad Pro, Office2007, Safe Etabs , Atir وغيرها ومن الجدير بالذكر انه تم استخدام الكود الاردني لتحديد الاحمال الحية وسيتم الاطلاع على بعض مشاريع **التخرج السابقة، و** سيتضمن المشروع دراسة إنشائية تفصيلية من تحديد و تحليل للعناصر الإنشائية والأحمال المختلفة المتوقعة ومن ثم التصميم الإنشائي للعناصر و إعداد المخططات التنفيذية لجميع العناصر الإنشائية التي تكوّن الهياكل الإنشائية للمبنى.

والله ولي التوفيق.....

The Structural Design of a School Building in Hebron

Prepared by

Alaa' Abu-Ayyash – HammamJawa'da

Palestine Polytechnic University -2013

Supervisor
DR. HaythamAyyad

Abstract

The main aim of this project is to prepare detailed structural planesand shop drawings For all structural elements. The project is a three stories male School in Hebron city.

The building has a unique architectural design. Functional , Aesthetic , and Practical use is considered in the building design.

Miscellaneous structural elements will be used accommodated with the architectural functional purposes of the building.

Autocade ,Staad pro , Safe and Etabes software are used for the structural analysis and design process.

The ACI_318 , UBC , and the Jordanians code are used For the structural design.

Table of Contents

الفهرس

	رقم الصفحة
صفحة العنوان الرئيسية	i
صفحة تقرير المشروع	ii
صفحة شهادة تقييم مشروع التخرج	iii
صفحة الإهداء	iv
صفحة الشكر و التقدير	v
صفحة الملخص باللغة العربية	vi
صفحة الملخص باللغة الانجليزية	vii
الفهرس	viii
List of Abbreviations	xiii
فهرس الجداول	xv
فهرس الاشكال	xv

الفصل الأول	المقـدمـة	رقم الصفحة
١-١	المقدمة	٢
١-٢	أهداف المشروع	٣
١-٣	مشكلة المشروع	٣
١-٤	حدود مشكلة المشروع	٣
١-٥	المسلمات	٣
١-٦	فصول المشروع	٤
١-٧	اجراءات المشروع	٤

الفصل الثاني	الوصف المعماري	٦
٢-١	مقدمة	٧
٢-٢	لمحة عامة عن المشروع	٧
٢-٣	موقع المشروع	٨
٢-٣-١	اهمية الموقع	٩
٢-٣-٢	حركة الشمس والرياح	١٠
٢-٣-٣	العناصر المعمارية	١٠
٢-٤	وصف المساقط الافقية	١١
٢-٤-١	الطابق الارضي	١١
٢-٤-٢	الطابق الاول	١٢
٢-٤-٣	الطابق الثاني	١٣
٢-٥	وصف الواجهات	١٤
٢-٥-١	الواجهة الجنوبية الغربية	١٥
٢-٥-٢	الواجهة الشمالية الشمالية	١٦
٢-٥-٣	الواجهة الشمالية الشرقية	١٦
٢-٥-٤	الواجهة الجنوبيةالجنوبية	١٧
٢-٦	وصف الحركة	١٧
الفصل الثالث	الوصف الإنشائي	٢٠
٣-١	مقدمة	٢١
٣-٢	هدف التصميم الإنشائي	٢١
٣-٣	الدراسات النظرية للعناصر الانشائية في المبنى	٢٢
٣-٣-١	الأحمال	٢٢
3-٣-٢	الأحمال الميتة	٢٢
٣-٣-٣	الأحمال الحية	٢٣
3-٣-٤	الأحمال البيئية:	٢٤

٣-٣-٤-١ ٣-٣-٤-٢ ٣-٣-٤-٣	الرياح الثلوج الزلازل	٢٤ ٢٤ ٢٥
٣-٤	الاختبارات العملية	٢٥
٣-٥	العناصر الإنشائية	٢٥
٣-٥-١	العقدات	٢٦
٣-٥-١-١	عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد	٢٧
٣-٥-١-٢	عقدات العصب ذات الاتجاهين	٢٧
٣-٥-١-٣	العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد	٢٨
٣-٥-١-٤	العقدات المصمتة ذات الاتجاهين	٢٨
٣-٥-٢	الجسور	٢٩
٣-٥-٣	الأعمدة	٣٠
٣-٥-٤	جدران القص	٣١
٣-٥-٥	الأساسات	٣٢
٣-٥-٦	الأدراج	٣٣
٣-٥-٧	الجدران الإستنادية	٣٤
٣-٦	فاصل التمدد	٣٥

Chapter Four	**"Structural Analysis and Design"**	
4.1	Introduction	**36**
4.2	Determination of Slab thickness	**36**
4.3	Determination of Factored Loads	**39**
4.3.1	Determination of Dead Load	**39**

4.3.2	Determination of Factored Dead & Live Load	**40**
4.4	Design of Topping	**40**
4.5	Design of Rib (1)	**41**
4.5.1	Design of Positive Moment of Rib (1)	**44**
4.5.1.1	Design of Span (1)	**44**
4.5.1.2	Design of Span (2)	**45**
4.5.1.3	Design of Span (3)	**47**
4.5.1.4	Design of Span (4)	**48**
4.5.1.5	Design of Span (5)	**50**
4.5.2	Design of Negative Moment of Rib (1)	**51**
4.5.2.1	Design of Support (2)	**51**
4.5.2.2	Design of Support (3)	**53**
4.5.2.3	Design of Support (4)	**55**
4.5.2.4	Design of Support (5)	**56**
4.5.3	Design of Shear of Rib (1)	**58**
4.6	Design of Beam (6)	**58**
4.6.1	Design of Positive Moment	**62**
4.6.1.1	Design of Span (1)	**62**
4.6.2	Design of Negative Moment	**64**
4.6.3	Design of Shear	**64**
4.6.3.1	Design of Span (1)	**64**
4.7	Design of Column (C18)	**66**
4.7.1	Check Slenderness Effect	**66**
4.7.2	Design of Tie Reinforcement	**68**

4.8	Design of Isolated Footing (F4)	**69**
4.8.1	Determination of Loads	**69**
4.8.2	Determination of Footing Area	**70**
4.8.3	Determination of the Depth of Footing	**70**
4.8.4	Check for Two Way Shear Action	**70**
4.8.5	Design of Bending Moment	**71**
4.9	Design of Combined Footing	**74**
4.9.1	Determination of Footing Dimention	**74**
4.9.2	Determination of Footing Depth	**74**
4.9.3	Design for Bending Moment	**77**
4.10	Design of Stair (2)	**79**
4.10.1	Determination of Slab Thickness	**79**
4.10.2	Load Calculations	**80**
4.10.3	Design of Shear for Flight	**82**
4.10.4	Design of Bending Moment for Flight	**83**
4.10.5	Design of Landing	**84**
4.10.6	Design of Flexure for Landing	**86**

الفصل الخامس	**النتائج و التوصيات**	٨٨
٥-١	مقدمة	٨٩
٥-٢	النتائج	٨٩
٥-٣	التوصيات	٩٠

List of Abbreviations

- **Ac** = area of concrete section resisting shear transfer.
- **As** = area of non-prestressed tension reinforcement.
- $\mathbf{A_s`}$ **=** 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.
- $\mathbf{C_c}$ **=** compression resultant of concrete section.
- $\mathbf{C_s}$= compression resultant of compression steel.
- **DL** = dead loads.
- **d** = distance from extreme compression fiber to centroid of tension reinforcement.
- **Ec** = modulus of elasticity of concrete.
- $\mathbf{f_c`}$ = compression strength of concrete .
- **fy** = specified yield strength of non-prestressed reinforcement.
- **h** = overall thickness of member.
- **Ln** = length of clear span in long direction of two- way construction, measured face-to-face of supports in slabs without beams and face to face of beam or other supports in other cases.
- **LL** = live loads.

- **Lw** = length of wall.
- **M** = bending moment.
- **Mu** = factored moment at section.
- **Mn** = nominal moment.
- **Pn** = nominal axial load.
- **Pu** = factored axial load
- **S** = Spacing of shear in direction parallel to longitudinal reinforcement.
- **Vc** = nominal shear strength provided by concrete.
- **Vn** = nominal shear stress.
- **Vs** = nominal shear strength provided by shear reinforcement.
- **Vu** = factored shear force at section.
- **Wc** = weight of concrete.
- **W** = width of beam or rib.
- **Wu** = factored load per unit area.
- **Φ** = strength reduction factor.
- ε_c **=** compression strain of concrete = 0.003.
- ε_s **=** strain of tension steel**.**
- $\acute{\varepsilon}_s$**=** strain of compression steel.
- **ρ** =ratio of steel area .

فهرس الجداول

رقم الجدول	الجدول	رقم الصفحة
1-1	الجدول الزمني للمشروع	5
1-3	الكثافة النوعية للمواد المستخدمة في العناصر الإنشائية	22
2-3	الأحمال الحية في المباني المختلفة	23
3-3	أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر	24

فهرس الأشكال

رقم الشكل	الشكل	رقم الصفحة
٢-١	قطعة الارض التي تم اختيارها	٨
٢-٢	صورة جوية للموقع	٩
٢-٣	توجيه المبنى	١٠
٢-٤	المسقط الافقي للطابق الارضي	١١
٢-٥	المسقط الأفقي للطابق الاول	١٢
٢-٦	المسقط الافقي للطابق الثاني	١٤
٢-٧	الواجهة الغربية	١٥

٨-٢	الواجهة الشمالية	**١٦**
٩-٢	الواجهة الشرقية	**١٦**
10-2	الواجهة الجنوبية	**١٧**
11-٢	قطاعات الدرج في عدة اماكن في المبنى	**١٨**
١-٣	بعض العناصر الانشائية في المبنى	**٢٦**
٢-٣	عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد	**٢٧**
٣-٣	عقدات العصب ذات الاتجاهين	**٢٨**
٤-٣	العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد	**٢٨**
٥-٣	العقدات المصمتة ذات الاتجاهين	**٢٩**
٦-٣	لشكل الجسور المدلاة و المسحورة	**٣٠**
٧-٣	احد لشكل الاعمدة	**٣٠**
٨-٣	جدار القص	**٣١**
٩-٣	الاساس المفرد	**٣٢**
١٠-٣	الدرج	**٣٣**
١١-٣	جدار استنادي	**٣٤**

No# Figures	***Description***	***Page***
4-1	First Floor Slab	**36**
4-2	Two Way Rib Slab (S3)	**37**
4-3	Structural Plane	**42**
4-4	Rib (1)	**42**
4-5	Rib Section	**42**
4-6	Loading Rib (1)	**43**
4-7	Moment Envelop of Rib (1)	**43**
4-8	Shear Envelop of Rib (1)	**43**
4-9	Beam (6) Geometry	**59**
4-10	Loading of Beam (6)	**60**
4-11	Moment Envelop for Beam (6)	**60**
4-12	Shear Envelop for Beam (6)	**61**
4-13	Long Column Detail	**69**
4-14	Stair Plan	**79**
4-15	Moment & Shear on Flight	**81**
4-16	Moment & Shear on Landing	**85**

الفصل الأول

المقدمة

١

١.١ المقدمة.

١.٢ أهداف المشروع.

١.٣ مشكلة المشروع.

١.٤ حدود مشكلة المشروع.

١.٥ المسلمات.

١.٦ فصول المشروع.

١.٧ إجراءات المشروع.

١.١ المقدمة

منذ أن وجد الإنسان قديما وهو في رحلة دائمة ومستمرة للبحث عن أسرار الطبيعة ومكنوناتها لتحقيق شيء واحد لم يدخر لأجله جهدا و وقتا وكما أو حتى كيفا الوصول إليه ،كان مسعاه دائما الكمال والراحة الأبدية (أبدية الحياة الدنيا).

فكان من الطبيعي أن يفكر الإنسان بالمسكن الذي يأويه ، فبدأ حياته الأولية ليقي نفسه الأخطار المحيطة به ، من خلال استعمال المواد الأولى كالأخشاب والحجارة وغيرها لتحقيق هذه الغاية . مع تطور الإنسان وتطور حياته ومع الانفتاح الصناعي المستمر كان لا بد من مواكبة الأحداث لتلبية احتياجات الناس بمختلف فئاتهم وأشغالهم ، من هنا يأتي دور المهندس الذي يضع أفكاره وحلوله من اجل المضي قدما في ركب الثورة البشرية.

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

وكان الإنسان منذ القدم وهو يسعى إلى التعلم والتطور من حين لآخر، و قد حظي العلم بمكانة عالية وعناية فائقة عند العرب والمسلمين منذ بزوغ شمس الإسلام، حيث كان العلم يختصر على الجلسات التعليمية في المساجد، وبعد ذلك اتسعت هذه المجالس لتتطور إلى ما يسمى القراء وهي أماكن كان يتم بناؤها ليتم مزاولة التعليم فيه وتكون مخصصة للتعلم فقط، وبعده تم بناء المدارس التي أصبحت في أيامنا هذه الأساس الذي تبنى عليه الدراسات الجامعية والعليا .

يتضمن المشروع تصميم النظام الإنشائي لمدرسه تتكون من طابق أرضي و وطابق أول وأخر ثاني وهو مشروع اعتيادي من حيث توزيع العناصر الإنشائية كالأعمدة والجسور بما يتلائم مع المخططات المعمارية ومن ثم تصميم هذه العناصر ابتداء من العقدات وانتهاء بالقواعد و الأساسات ومن ثم تجهيز المخططات الإنشائية التنفيذية وذلك من أجل الخروج بمشروع متكامل وقابل للتنفيذ.

١.٢ أهداف المشروع

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

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

١.٣ مشكلة المشروع

يدور البحث حول تصميم العناصر الإنشائية لمدرسه للذكور في مدينه الخليل ، حيث يتضمن التصميم الإنشائي مختلف العناصر من البلاطات و الجسور والأعمدة و الأساسات بما يتلائم مع التوزيع الإنشائي لهذه العناصر وما لا يتعارض مع التصميم المعماري..

١.٤ حدود مشكلة المشروع

يقتصر العمل لهذا المشروع على الناحية الإنشائية فقط، حيث سيتم العمل خلال الفصلين الثاني والاول من السنة الدراسية ٢٠١٢-٢٠١٣ من خلال مقدمة مشروع التخرج في الفصل الثاني و مشروع التخرج في الفصل الاول .

يقع المبنى التعليمي الذي اختير لتصميم عناصره الإنشائية في مدينة الخليل.

١.٥ المسلمات

١. اعتماد الكود الأمريكي في التصاميم الإنشائية المختلفة (ACI-318-05) .
٢. استخدام برامج التحليل والتصميم الإنشائي مثل (Atir, STAAD pro. 2008)
٣. برامج أخرى مثل Microsoft office Word & Power Point.

١.٦ 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.

١.٧ إجراءات المشروع

١) دراسة المخططات المعمارية وذلك للتأكد من صحتها من النواحي المعمارية وتوافقها مع أهداف المشروع مع إجراء كافة التعديلات المعمارية اللازمة عليها، وإكمال النقص الموجود فيها إن وجد.

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

٣) تحليل العناصر الإنشائية والأحمال المؤثرة عليها.

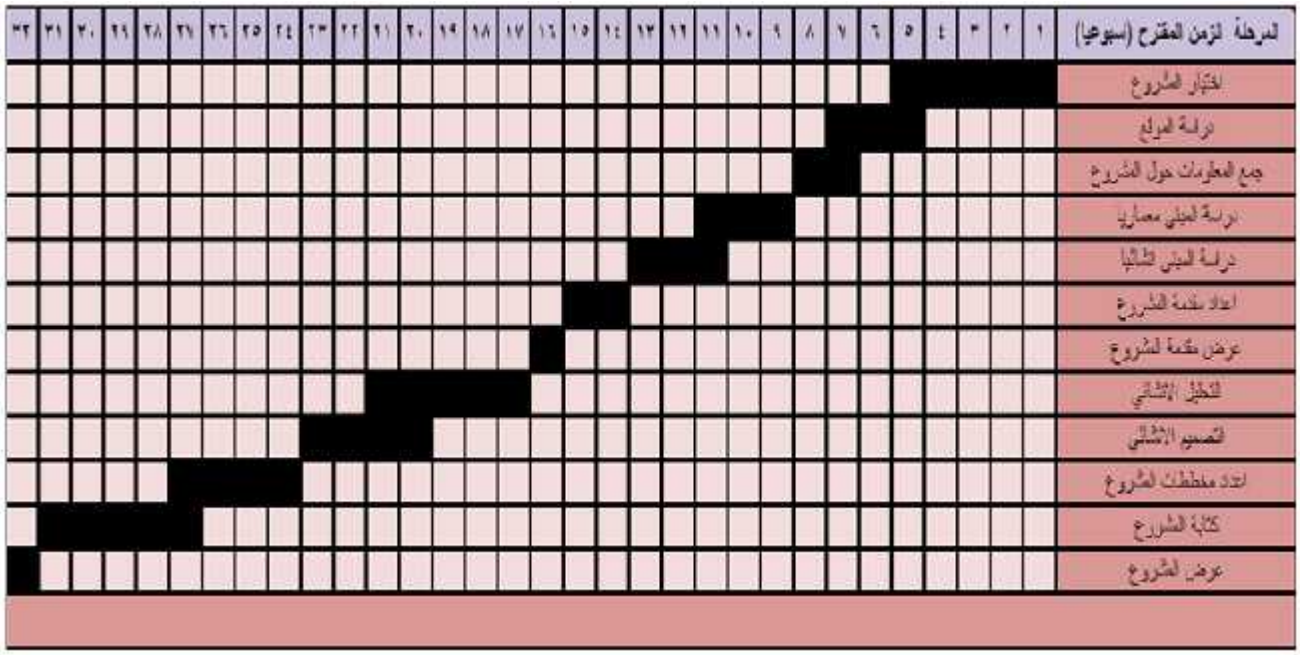
٤) تصميم العناصر الإنشائية بناء على نتائج التحليل.

5) التصميم عن طريق برامج التصميم المختلفة.

٦) 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 (٢٠١٢\٢٠١٣)



الفصل الثاني

الوصف المعماري للمشروع

٢

٢.١ مقدمة.

٢.٢ لمحة عن المشروع.

٢.٣ موقع المشروع.

٢.٤ وصف المساقط الأفقية للمبنى.

٢.٥ وصف الواجهات.

٢.٦ وصف الحركه.

٢.١ مقدمة

إن الوصف المعماري لأي مبنى حاجة ماسة لنجاحه إذ يساعد في فهم وتحليل كافة الوظائف والفعاليات والحركات داخل المبنى حسب اختلاف نوعه والحاجة التي أنشا لأجلها . ومن أهم ميزات المباني التعليمية توفير الراحة النفسية لدى الطلاب بالإضافة إلى توفير عدد من الخدمات الرئيسية مثل توفير القاعات الدراسية ومختبرات الحاسوب ذات المساحات الكافية والخالية من الأعمدة الداخلية في منتصف الفراغ الإنشائي وهي بحاجة إلى توفير التهوية والإضاءة المناسبة .

لأداء أي عمل لا بد أن يتم بمراحل عدة حتى يتم انجازه على أكمل وجه، وكذلك لإقامة أي بناء لا بد أن يتم تصميمه على ناحيتين (الناحية المعمارية والناحية الإنشائية) ،ويبدأ ذلك بالتصميم المعماري الذي يحدد شكل المنشأ ، ويأخذ بعين الاعتبار تحقيق الوظائف والمتطلبات المختلفة إذ يجري التوزيع الأولي لمرافقه بهدف تحقيق الفراغات والأبعاد المطلوبة ويتم في هذه العملية دراسة الإنارة والعزل والتهوية والتنقل والحركة وغيرها من المتطلبات الوظيفية .

وبعد الانتهاء من عملية التصميم المعماري تبدأ عملية التصميم الإنشائي والتي تهدف إلى تحديد أبعاد العناصر الإنشائية وخصائصها ، وذلك اعتماد على الأحمال المختلفة التي تتعرض لها هذه العناصر التي تقوم بدورها بنقل الأحمال إلى الأسلس التي تنقل الأحمال بشكل كامل إلى التربة .

٢.٢ لمحة عن المشروع

تتلخص فكرة المشروع في إنشاء مدرسة للذكور في منطقة "نمرة في الخليل" تحقق الأهداف التي ذُكِرت آنفاً وتلبي جميع الخدمات التي توفرها المدارس الحديثة؛ فهي تشتمل على قاعات للتدريس و مدرج وصالة رياضية ومكاتب ومختبرات وغيرها من الخدمات. إذ تم الحصول على المخططات المعمارية للمشروع من قبل دائرة الهندسة المدنية والمعمارية ليتسنى عمل التصميم الإنشائي وإعداد المخططات التنفيذية لجميع العناصر الإنشائية التي تشملها، والمشروع من إعداد غدير ابو زينه ، بإشراف الدكتور غسان دويك .

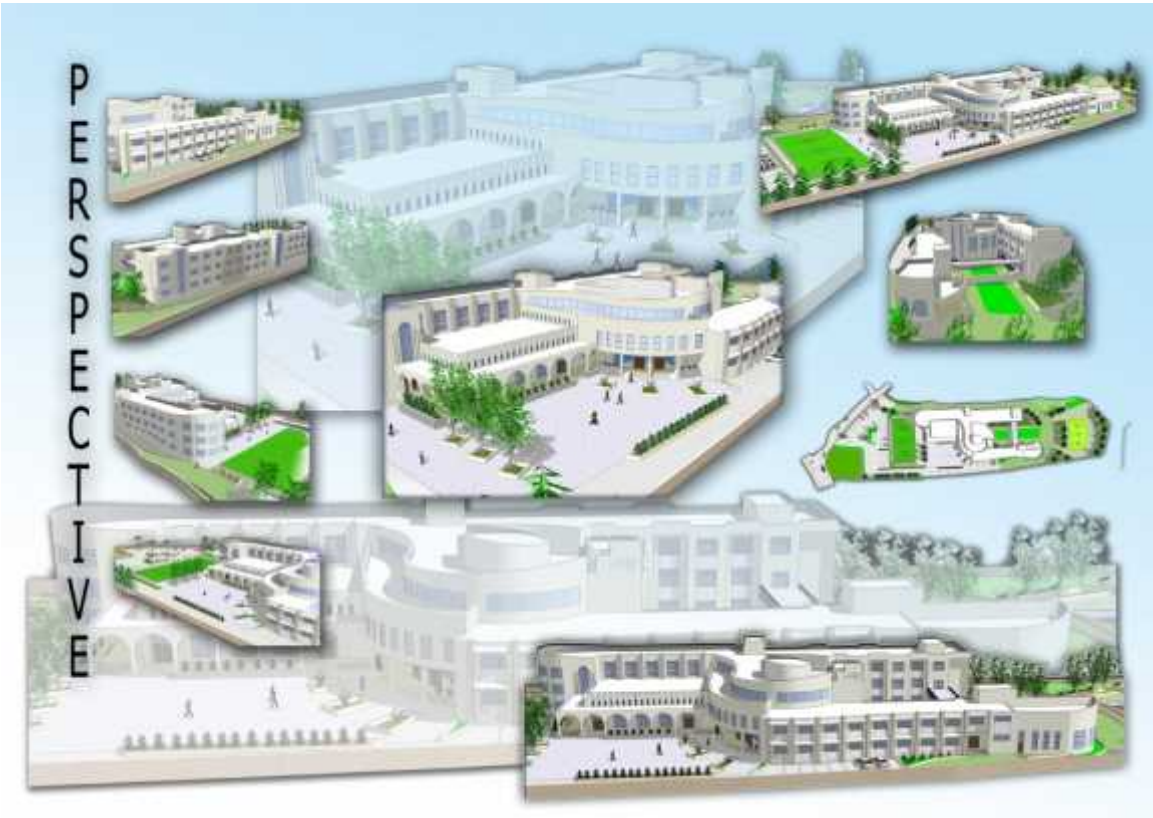
يتكون المبنى من ثلاثه طوابق على قطعة أرض مساحتها ١٤٥١٠ متر مربع ، ومساحة البناء ٢٦٤٤ متر مربع .

٢.٣ موقع المشروع

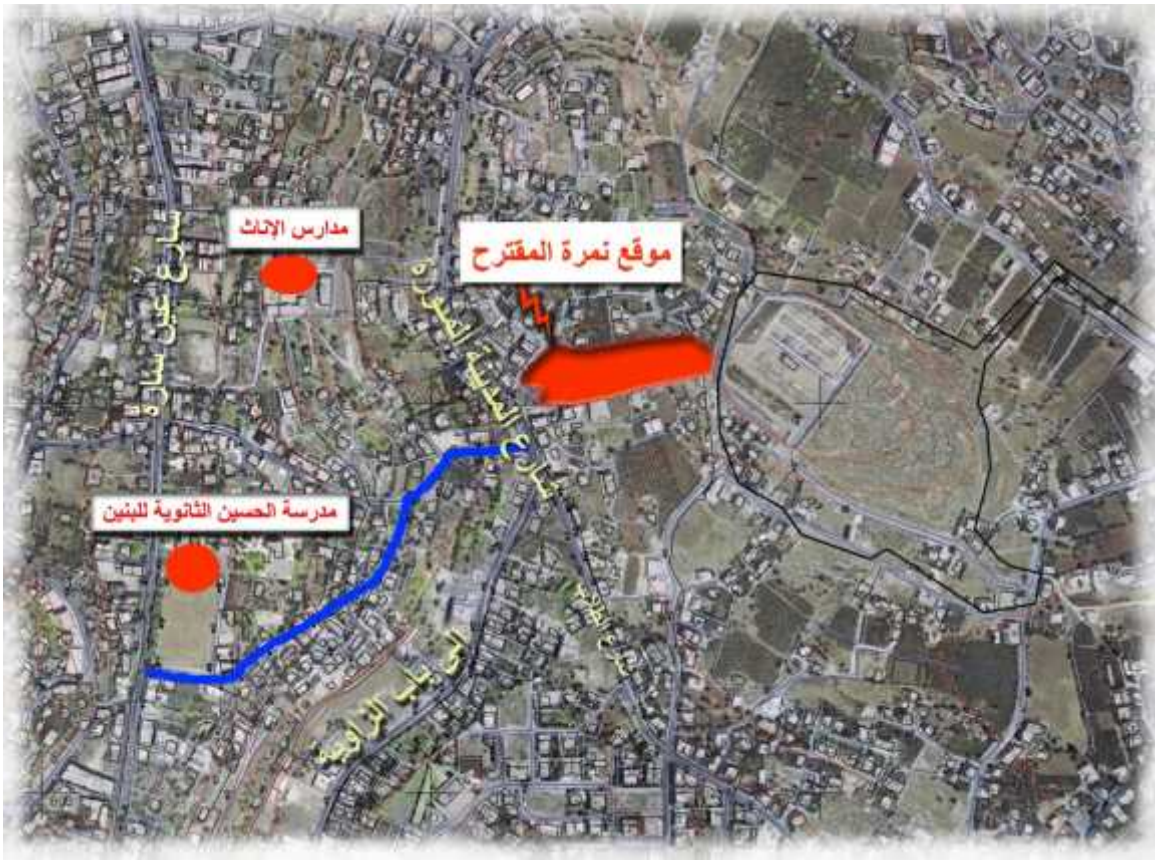
لتصميم أي مشروع فإنه ينبغي دراسة الموقع المراد تشييد المبنى فيه بعناية فائقة سواء تعلق ذلك بالموقع الجغرافي أم بتأثير القوى المناخية السائدة في المنطقة. بحيث تصان العناصر القائمة و علاقاتها بالتصميم المقترح في تآلف وتناغم لتحقيق التصميم الأمثل.

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

قطعة الأرض غير منتظمة الشكل، يبلغ مساحتها تقريبا ١٤٥١٠ متر مربع ، تقع في منطقة " واد القطع-نمرة " ، الواقعة إلى الشمال الشرقي من مدينة الخليل؛ هنا سوف تجثم المدرسة المراد إنشاؤها، وقد تم ملائمة المشروع مع الموقع الذي تم اختياره، والذي سوف يأخذ شكلا يميل إلى الاستطالة متماشياً مع شكل الأرض، وكذلك مراعاة تحقيق الوظيفة للمبنى وتحقيق شروط الجمال، وتم مراعاة اختيار مكان مناسب من حيث التوجيه والتهوية، وطرق الاتصال الأفقي والرأسي لأجزاء المبنى من قاعات ومكاتب ومختبرات وأي خدمات أخرى.



الشكل (٢-١) يوضح قطعة الأرض التي تم اختيارها.



شكل (٢-٢): صورة جوية للموقع .

٢.٣.١ أهمية الموقع

تقع قطعة الأرض على جانب شارع المدينة المنورة (نمرة) الذي يصلها بشارع عين سارة، كما يحيط بموقع المشروع أبنية سكنية ، وتتراوح هذه الأبنية في الارتفاع، وتكون في الغالب طابقين أو ثلاثة ، والمسافات بين الأبنية تزيد عن ستة أمتار وقد تم مراعاة التالي في اختيار الموقع:

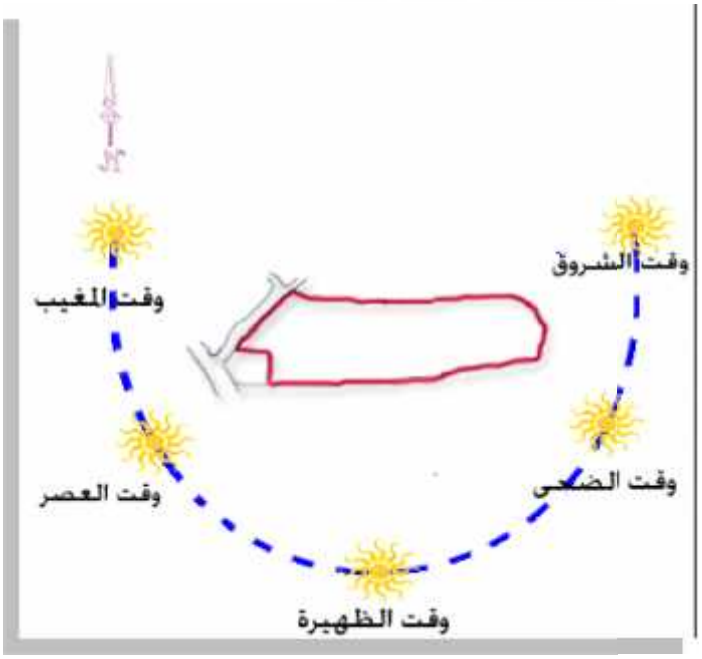
- تمت مراعاة إن تكون المدرسة في مكان وسطي في قطعة الأرض، وفي منطقة تحتاج أصلا الى هذه المدرسة و التي يمكن أن تخدم المنطقة المحيطة.
- القدرة على توفير المساحات المطلوبة للفعاليات المقترحة في المبنى.
- تواجد الموقع ضمن مناطق التنظيم ،حيث تتوفر الخدمات العامة مثل الكهرباء و الماء والهاتف.
- توفر الساحات التي تفي بالغرض من أجل الترفيه.

توفر مواصلات نشطة مقارنة بمناطق أخرى في نفس المدينة.

٢.٣.٢ حركة الشمس والرياح

تعتبر دراسة حركة الرياح و الشمس من العوامل المهمة في تحليل المبنى، فيجب معرفة تأثير كل من الرياح والشمس على المبنى ليتسنى تقسيمه إلى فراغات تتناسب وتوجيهه المناخي بحيث يلبي شروط التصميم المتعلقة بالتهوية والإضاءة الطبيعية.

الشكل (٢-٣) يوضح تأثير هذه العوامل:



الشكل(٢-٣) توجيه المبنى

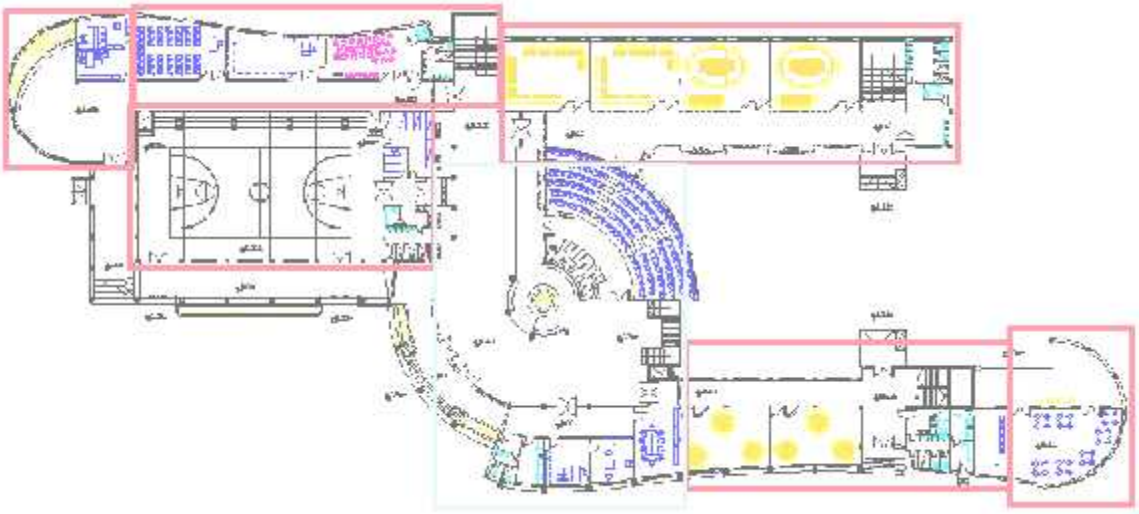
٢.٣.٣ العناصر المعمارية

تجثم مدينة الخليل في بطن وادي الخليل، حيث تحصنت خلف تلال الوادي مما أكسبها مقومات دفاعية خاصة جعلتها تتحكم بالبوابة الطبيعية المؤدية إلى سقف مرتفعات القدس وما يليها شمالا و صحراء النقب جنوبا، هذا الموقع المتميز يضفي على الطرز المعمارية السائدة فيها جمالاً ورونقاً خاصاً، وبدأت المدينة شيئاً فشيئاً باكتساب حلة معمارية جديدة ظهرت من خلال الأبنية التي نلحظها عبر أطراف المدينة المترامية والتي تظهر تغيراً ملحوظاً في الطرز المعمارية التي سيطرت على المدينة في أوج ثورتها المعمارية.

٢.٤ وصف المساقط الأفقية

المبنى في تركيبته الهندسية يعتمد اعتماداً كلياً على الشكل المستطيل والشكل الدائري نظراً لطبيعة الأرض وتبلغ المساحة الطابقية لهذا المبنى ٦٧٦٢م٢ موزعة على طوابق الارضي والاول والثاني كالآتي :

١.٤.٢ الطابق الارضي :



الشكل(٢-٤) مسقط الطابق الارضي

توزيع الفعاليات

الداخل لهذا الطابق لا يجد صعوبة في قراءته فالتقسيم الفراغي الذي يتضمنه يشتمل على ممرات سهلة الحركة تتميز بطولها. وتبلغ المساحة المقترحة لهذا الطابق(٢٦٤٤) م٢ ، الطابق مختلف المناسيب ، وتتوزع هذه المساحة على الفراغات التالية:

- **كافتيريا:**

تحتوي الكافتيريا على مطبخ وعلى مخزن حيث يوجد مدخل خارجي للمخزن في الجهة الجنوبيه كما أنها متصلة بترس خارجي بالاتجاه الشمالي .حيث يمكن الوصول لها من عدة اماكن .

- **مختبرات:**

يوجد في هذا الطابق مختبر للحاسوب ذو سعة ٢٠ طالب .

- **قاعة المحاضرات:**

يحتوي هذا الطابق علىسبع قاعات صف كبيره تتسع ل٣٥ طالب تقريبا .

- **مكاتب مدرسين:**

يحتوي هذا الطابق على ٢ مكاتب موظفين.

- **دورات المياه:**

إذا نظرنا إلى توزيع المراحيض نجد ان كل قسم يحتوي على عدد من المراحيض .

- **مدرج :**

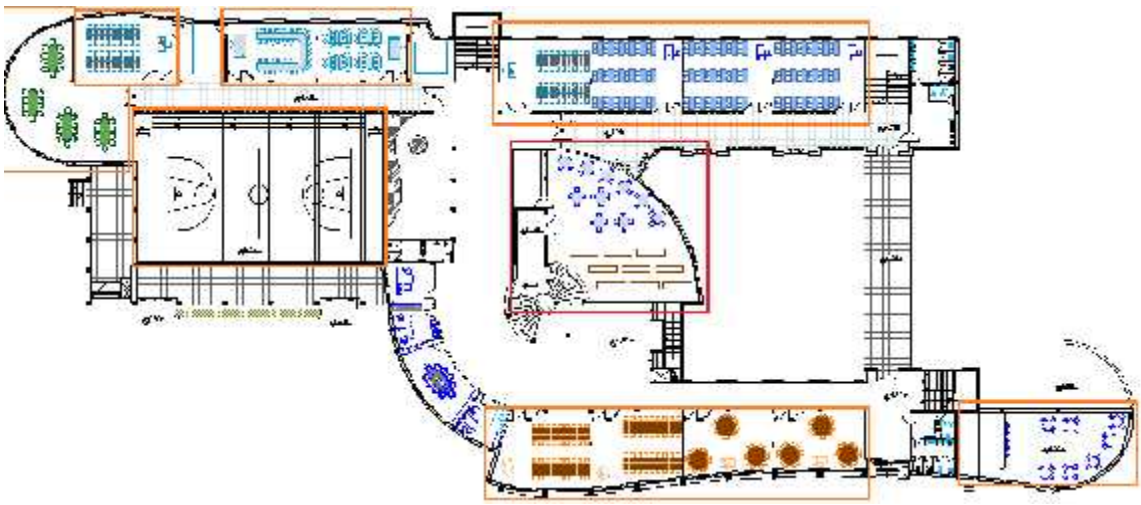
ويستخدم لإجراء معارض وفعاليات مختلفة، وله مدخلان داخليين، وقد صمم بحيث تكون الحركة فيه بسلاسة وبشكل يتسع لأكبر عدد من الأفراد ، حيث يبلغ ارتفاعه 0م وهو على شكل قوس دائري ذو قطر 0 ام .

- **الصالة الرياضية :**

تتسع هذه الصالة للعديد من الأنشطة الرياضية مثل التنس والبلياردو ، مع وجود غرفة للمشرف ومدخل جانبي يؤدي إلى الملاعب الرياضية المجاورة للمبنى .

٢.٤.٣ الطابق الاول:

يتم الوصول إلى هذا الطابق عن طريق الدرج ومصاعد الكهرباء في اكثر من موقع.



الشكل(٢-٥)مسقط الطابق الاول

تبلغ مساحة هذا الطابق ٢٦٩٨م٢ويمتاز كسابقه بسهولة الحركة بين فراغاته المختلفة، فضلاً عن الملائمة بين وظائف الفراغات الموجودة في هذا الطابق والموزعة بشكل يضمن سهولة الحركة بين هذه الفراغات والتي تشمل الآتي:

- **قاعة المحاضرات:**

يحتوي هذا الطابق على قاعات محاضرات كبيرة .

- **مختبرات** :

يحتوي المبنى على **اربع** مختبرات كبيرة وموقعها مناسب .

- **مكاتب مدرسين:**

ويتكون من مكتب يضم عدد كبير من المدرسين .

- **مكاتب الموظفين :**

يحتوي على **ثلاث مكاتب** يضم عدد كبير من الموظفين

- **دورات المياه:**

يوجد مراحيض خاصة بالطلاب وكذلك بالمدرسين .

- **المكتبه :**

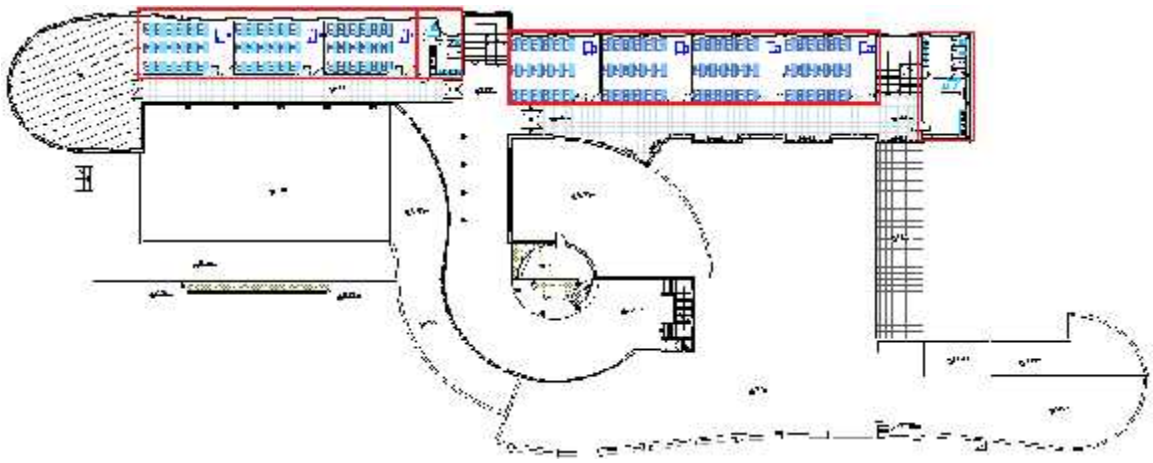
توجد مكتبه واسعه تبلغ مساحتها ١٨٠م٢

- **مشغى ومعرض الفنون :**

وهما واسعين ويتيحان مجالا واسعا للعمل فيهما

٢.٤.٤ الطابق الثاني:

تبلغ المساحة المقترحة لهذا الطابق ١٤٢٠م^{٢} ويمتاز كسابقه بسهولة الحركة بين فراغاته المختلفة، فضلاً عن الملائمة بين وظائف الفراغات الموجودة في هذا الطابق والموزعة بشكل يضمن سهولة الحركة بين هذه الفراغات والتي تشمل الآتي:



الشكل(٢-٦)مسقط الطابق الثاني

- **قاعة المحاضرات:**

يحتوي هذا الطابق على قاعات محاضرات كبيرة .

- **المصلى :**

وهو واسع وتبلغ مساحته ١٥٠م٢

- **دورات المياه:**

يوجد مراحيض خاصة بالطلاب وكذلك بالمدرسين .

٢.٥ وصف الواجهات :

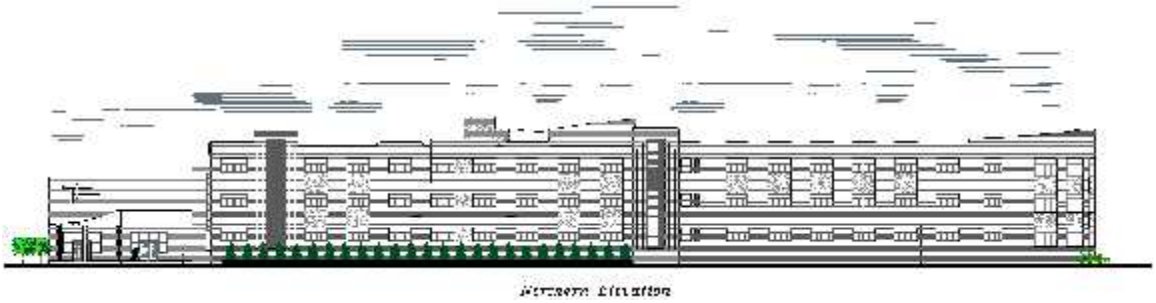
لا شك في أن الواجهات المنبثقة من أي تصميم تعطي الانطباع الأول عن المبنى ومدى علاقته مع البيئة المحيطة بل إنها تظهر اختلاف الوظيفة التي تؤديها الفراغات والتي تعكسها الواجهة؛ وهذا يتأتى من خلال نظام الفتحات التي تظهرها الواجهة والتي لا بد وأن تتناسب مع وظيفة هذا الفراغ، أو من خلال المناسيب وتفاوتها .

٢.٥.١ الواجهة الغربية:

الشكل(٢-٧)الواجهة الغربية

تعد هذه الواجهة هي الواجهة الرئيسية وفيها يظهر المدخل الرئيسي للمبنى . والناظر لهذه الواجهة يرى تعدد أنظمة الفتحات المستخدمة وهذا بدوره يعكس اختلاف الوظيفة التي تحويها فراغات المبنى. وفي هذا المشروع يظهر من خلال التصميم المعماري للواجهات وجود التداخل في الكتل الأفقية والرأسية, كما يلاحظ استخدام نوعين من الحجر لتمييز موقع الفتحات من جهة وقطع الملل من جهة أخرى.. ومما يزيد في حداثة المبنى استخدام الكتل الزجاجية المكونة من الزجاج والألمنيوم حيث أضفى على هذه الواجهة جمالاً من جهة ومن جهة أخرى فإن مثل هذه الفتحات تسهم في توفير إضاءة طبيعية لهذا الجانب من المبنى كونه يتعرض لأشعة الشمس فترة قصيرة.

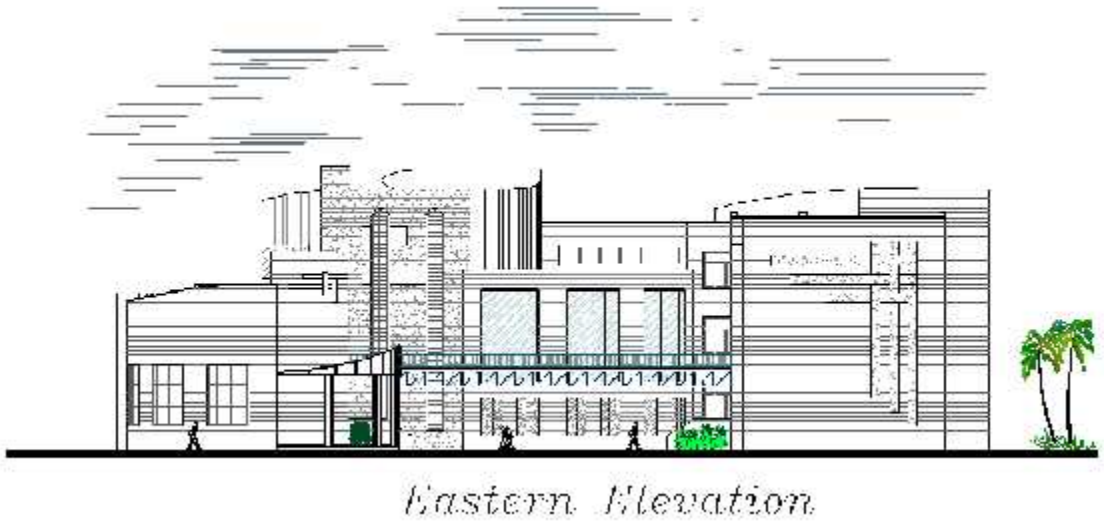
٢.٥.٢ الواجهة الشمالية:



الشكل(٢-٨)الواجهة الشمالية

يلاحظ الناظر لهذه الواجهة عدم اختلاف المناسيب تبعاً للوظيفة التي تؤديها . كما يظهر تداخل الكتل الأفقية والرأسية، والذي يعطي المبنى المنظر الجمالي الرائع فضلاً عن تعدد أنظمة الفتحات المستخدمة و استخدام نوعين من الحجر لتمييز موقع الفتحات من جهة وقطع الرتابة من جهة أخرى. كما تم استخدام البروزات التي تظهر المبنى بامتداد رأسي للتغلب على الامتداد الأفقي المنسجم مع طبيعة الأرض.

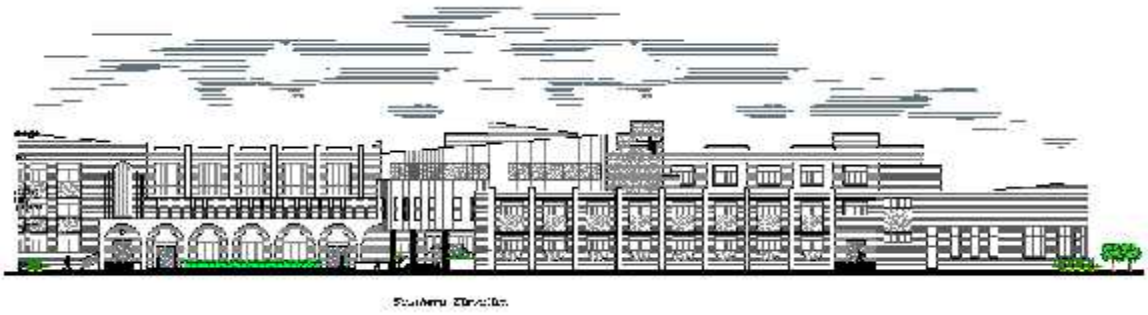
٢.٥.٣ الواجهة الشرقية:



الشكل(٢-٩)الواجهة الشرقية

تناظر هذه الواجهة ما أشرنا إليه في الواجهة الغربية مع توحد في المناسيب واختلاف أنظمة الفتحات المستخدمة يظهر مدخل الكافتريا في هذه الواجهة وتطل هذه الواجهة على الملعب وهذا بدوره يعطيها إطلالة مميزة.

٢.٥.٤ الواجهة الجنوبية:



الشكل (٢-١٠)الواجهة الجنوبية

تبدو هذه الواجهة وكأنها تتحرك لأعلى من خلال اختلاف المناسيب كما تظهر القوة في التنويع مابين المواد المستخدمة، فضلاً على التنويع في نظام الفتحات في محاولة للتغلب على الرتابة وقطع الملل. يظهر في هذه الواجهة شكل عقدة الصالة الرياضية

٢.٦ وصف الحركة:

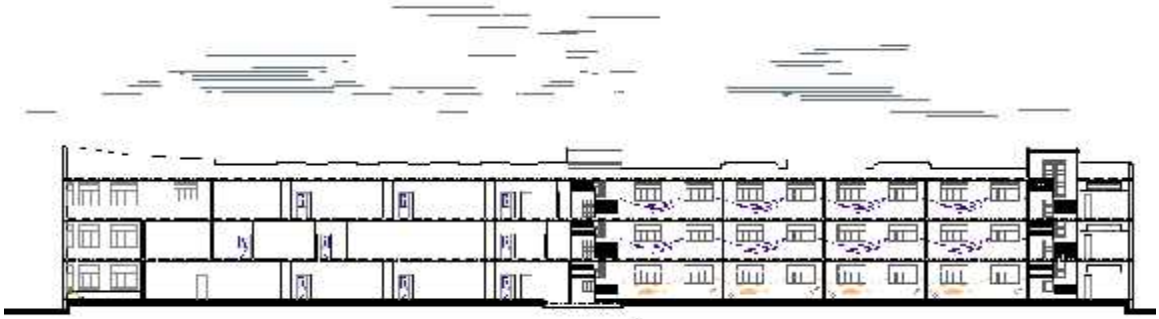
تأخذ الحركة أشكالاً عدة سواءً من خارج المبنى باتجاه الداخل، أو الحركة داخل المدرسة نفسها؛ فالحركة من خارج المدرسة إلى داخلها تتم بشكل سلس نظرا لعدم وجود فرق كبير في المنسوب الخارجي للمبنى ومنسوبه الداخلي . إذ يمكن الدخول للمبنى من ثلاث أماكن وهذا بدوره يتيح حرية الدخول والخروج من وإلى المبنى . أما بالنسبة للحركة داخل المبنى فتقسم إلى حركة أفقية وداخل الطابق الواحد وحركة راسية ما بين الطوابق المختلفة.

فالحركة في الطابق الأرضي تأخذ شكل خطي في الممرات ولكن يوجد في هذا الطابق حركة عمودية تماشيا مع منسوب الأرض وهذا يتناسب مع وظيفة هذا الجزء كونه معد للكافتريا والمكاتب وقاعات التدريس. وكذلك الأمر بالنسبة للمدرج . وتظهر الحركة الخطية في باقي الطوابق لتتم بشكل سهل بين الفراغات المختلفة في هذه الطوابق.

وفيما يتعلق بالحركة الراسية بين الطوابق فإنها تتم من خلال الأدراج والمصاعد الكهربائية حيث أنها تأخذ أماكن متعددة في المبنى وهذا بدوره يسهل الحركة الأفقية داخل الطوابق والحركة الراسية بينها . وهذا ما يوضحه الشكل(٢-١٢) .

Section (1 1)

Section (2 2)



Section (3 3)

الشكل(٢-١١) قطاعات الدرج في عدة أماكن في المبنى

الفصل الثالث

الوصف الإنشائي

٣

٣.١ المقدمة .

٣.٢ هدف التصميم الإنشائي .

٣.٣ الدراسات النظرية للعناصر الإنشائيةفي المبنى .

٣.٤ الاختبارات العملية .

٣.٥ العناصر الإنشائية .

٣.٦ فواصل التمدد .

٣.١ مقدمة

إن أي عملية وصف لا تقتصر على جانب معين من جوانبه ، و إنما يكون بالوصف و التعمق في جميع تفاصيله الداخلية التي تعتبر جزء لا يتجزأ منه . فعبد التجول الموجز في الجانب المعماري للمدرسه ، و التعرف على مقتضياتها الجمالية ، كان لابد من توجيه الدراسة للتعرف على جانبها الإنشائي ، ليصبح بالإمكان تشغليها مع مراعاة السلامة و الأمان .

يعتمد التصميم الإنشائي بشكل أساسي على تصميم كافه العناصر الإنشائية ، و الكيفية التي تقاوم فيه الأحمال التي تؤثر عليها وبالتالي كان لابد من وصف كافه هذه العناصر الإنشائية ، و التعرف عليها و على ماهية عملها ، و القوانين الهندسية و الأفكار المعمول بها ، مع مراعاة الحفاظ على الرونق المعماري المصمم له .

٣.٢ هدف 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 المظر المعماري المطلوب.
- ✓ الشكل و النواحي الجمالية للمنشأ.

٣.٣ الدراسات النظرية للعناصر الإنشائية في 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.

٣.٣.١ الأحمال

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

٣.٣.٢ الأحمال 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 والإتجاه.

وفيما يتعلق بالكثافة النوعية للمواد المستخدمة فهي كالتالي:

الجدول (٣-١) الكثافة النوعية للمواد المستخدمة

الرقم المتسلسل	المادة المستخدمة	الكثافة المستخدمة (KN/m^3)
1	البلاط	٢٢
2	المونة	٢٣
3	الخرسانة المسلحه	٢٥
4	الطوب	٩
5	القصارة	٢٣
٦	الرمل	١٧

٣.٣.٣ الأحمال الحية

وهي الأحمال التي تتعرض لها الأبنية والإنشاءات بحكم استعمالاتها المختلفة , او 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.

الجدول (٣-٢) الأحمال الحية

الرقم المتسلسل	طبيعة الاستخدام	الحمل الحي (KN/m^2)
1	المدارس	5.0
2	المستشفيات	5.0
3	الفنادق	2.5
4	المطاعم	5.0
5	المباني السكنية	2.5

٣.٣.٤ الأحمال البيئية

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

٣.٣.٤.١ الرياح

عبارة عن قوى افقية تؤثر على المبنى ويظهر تأثيرها في المباني المرتفعة وهي القوى التي تؤثر بها الرياح على الأبنية أو المنشآت أو أجزائها، وتكون موجبة إذا كانت ناتجة عن ضغط وسالبة إذا كانت ناتجة عن شد، وتقاس بالكيلو نيوتن. وتحدد أحمال الرياح حسب الكود الامريكي (UBC-97) اعتماداً على ارتفاع المبنى عن سطح الأرض، والموقع من حيث الإحاطة من مباني سواء كانت مرتفعة أو منخفضة.

٣.٣.٤.٢ 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 /M²)
H < 250	0
500 > h > 250	(h-250) /1000
1500 > h > 500	(h-400) / 400
2500 > h > 1500	(h – 812.5)/ 250

٣.٣.٤.٣ الزلازل

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

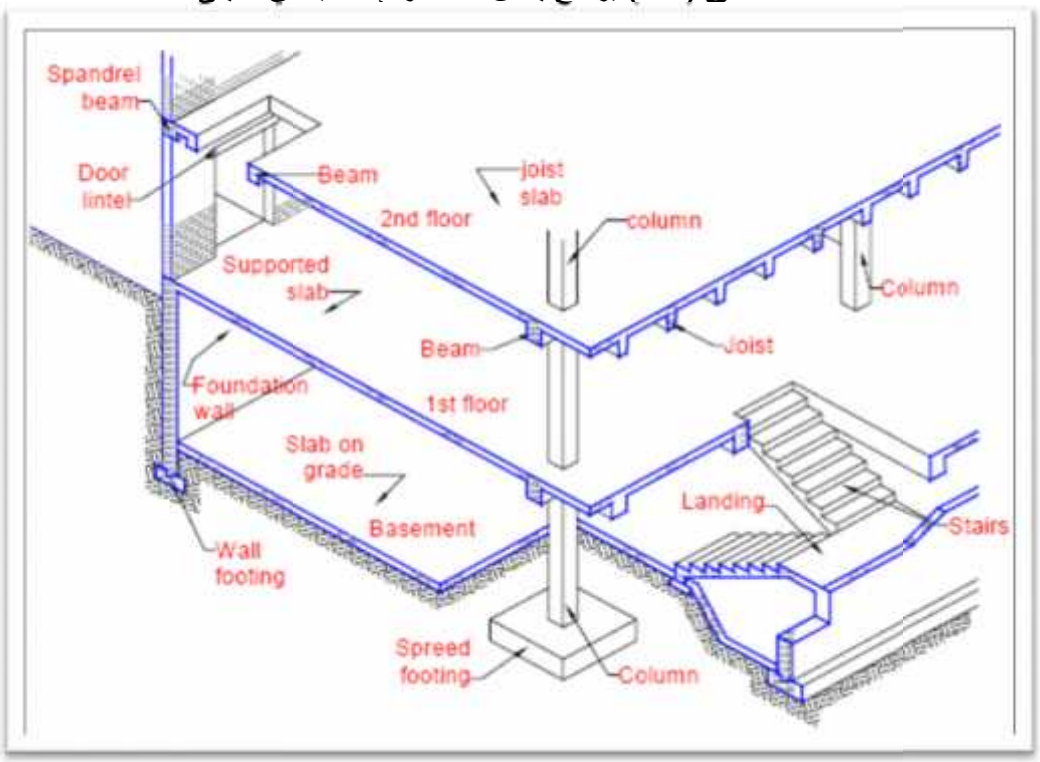
٣.٤ الاختبارات العملية:

يسبق الدراسة الإنشائية لأي مبنى ، عمل الدراسات الجيوتقنية للموقع، ويعنى بها جميع الأعمال التي لها علاقة باستكشاف الموقع ودراسة التربة والصخور والمياه الجوفية ، وتحليل المعلومات وترجمتها للتنبؤ بطريقة تصرف **التربة** ،عند البناء عليها، وأكثر ما يهتم به المهندس الإنشائي هو الحصول على قوة تحمل التربة (Bearing Capacity) اللازمة لتصميم أساسات المبنى والفصل القادم إن شاء الله سوف يتم فحص التربة.

٣.٥ العناصر الإنشائية المكونة للمبنى:

المبنى هو عبارة عن محصلة التحام العناصر الإنشائية مع بعضها البعض ، لتصبح كتلة واحدة متكاملة لا يعتريه **أي شائبة** ، **منتصباً** أمام الأحمال التي يتعرض لها ، ومن أهم هذه العناصر، العقدات والجسور والأعمدة والجدران **الحاملة والأسلست** وغيرها.

الشكل (٣-١) يوضح بعض العناصر الإنشائية في المبنى



و يحتوي المشروع العناصر التالية :

٣.٥.١ 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 المفرغة (Ribbed Slabs) وتقسم إلى :

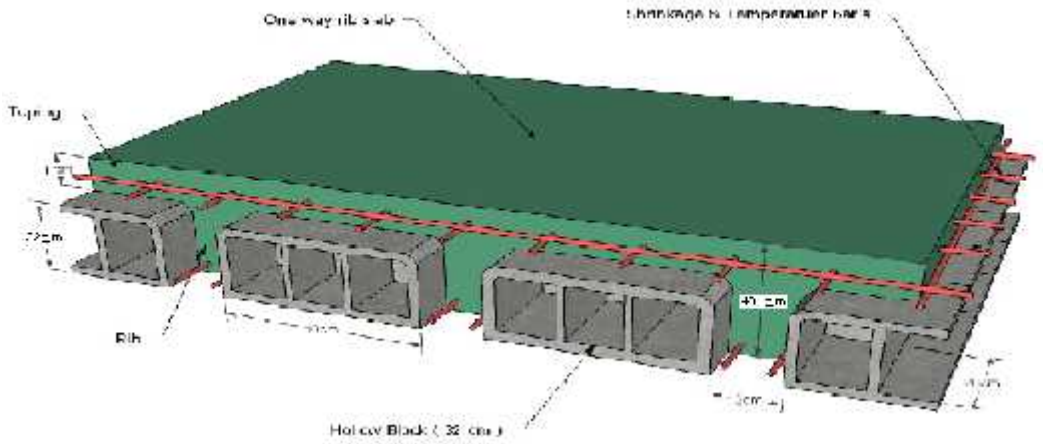
- عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد (One way ribbed slab) .
- عقدات العصب ذات الاتجاهين (Two way ribbed slab).

٢. البلاطات المصمتة (Solid Slabs) وتقسم إلى :

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

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

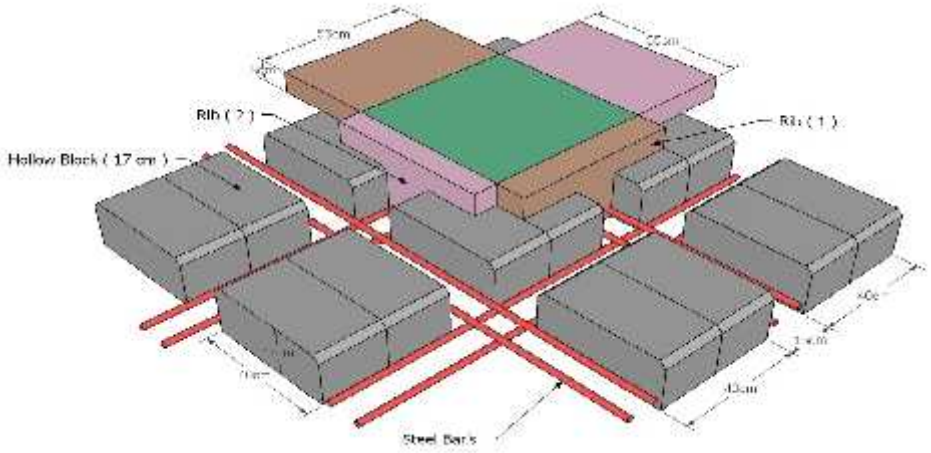
إحدى أشهر الطرق المستخدمة في تصميم العقدات في هذه البلاد وتتكون من صف من الطوب يليه العصب، ويكون التسليح باتجاه واحد كما هو مبين في الشكل (٣-٢).



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

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

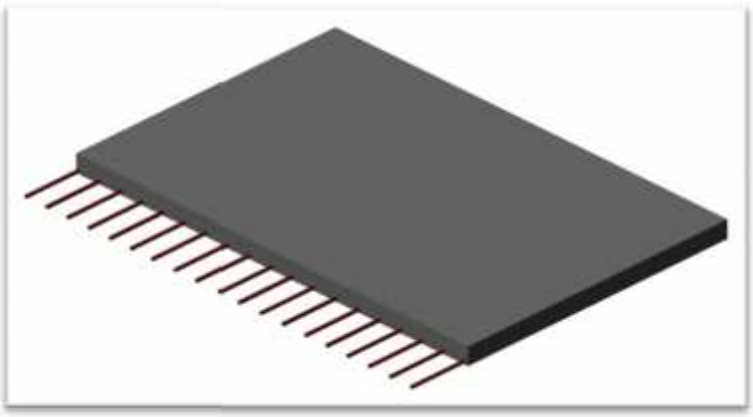
تشبه السابقة من حيث المكونات ولكنها تختلف من حيث كون التسليح باتجاهين ويتم توزيع الحمل في جميع الاتجاهات، ويراعى عند حساب وزنها طوبتين وعصب في الاتجاهين، كما يظهر في الشكل (٣-٣):



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

٣.٥.١.٣ العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد (One way solid slab):

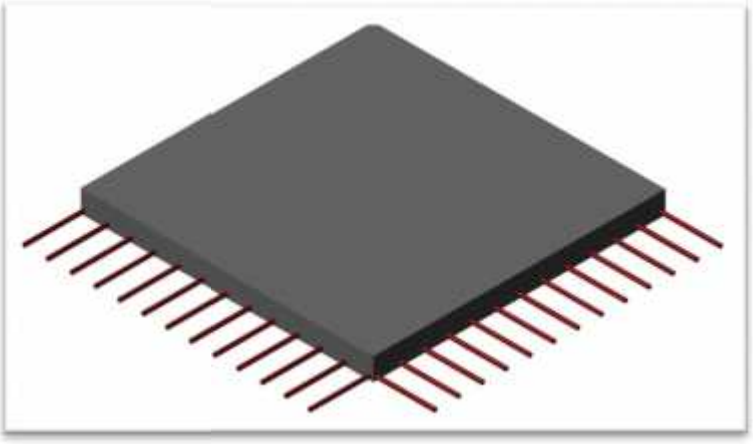
تستخدم في المناطق التي تتعرض كثيرا للأحمال الحية، وذلك تجنباً لحدوث اهتزاز نظرا للسماكة المنخفضة، وتم استخدامها في عقده البير كما في الشكل (٣-٤) :



الشكل (٣-٤): العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد.

٣.٥.١.٤ العقدات المصمتة ذات الاتجاهين (Two way solid slab) :

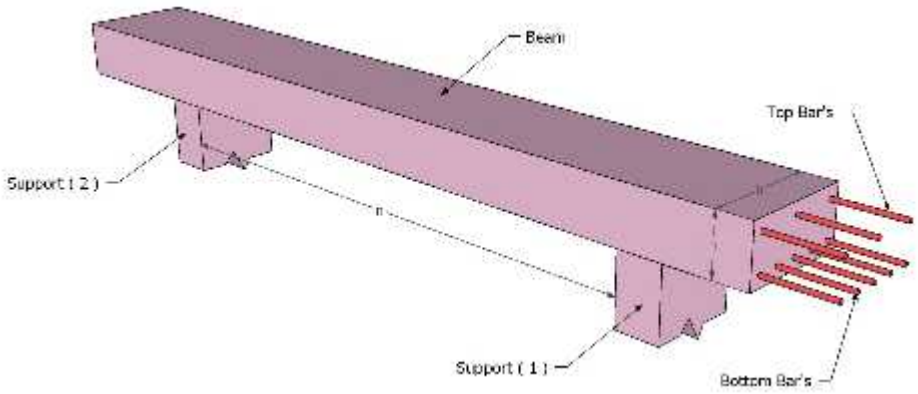
تستخدم في حال كانت الأحمال المؤثرة أكبر من المقدار الذي تستطيع العقدة المصمتة ذات الاتجاه الواحد مقاومتها، وعند ذلك يتم اللجوء إلى تصميم هذا النوع من العقدات و ذلك لأنها تستطيع مقاومة الأحمال بشكل أكبر حيث يوزع التسليح الرئيسي فيها باتجاهين موضحه في الشكل (٣-٥).

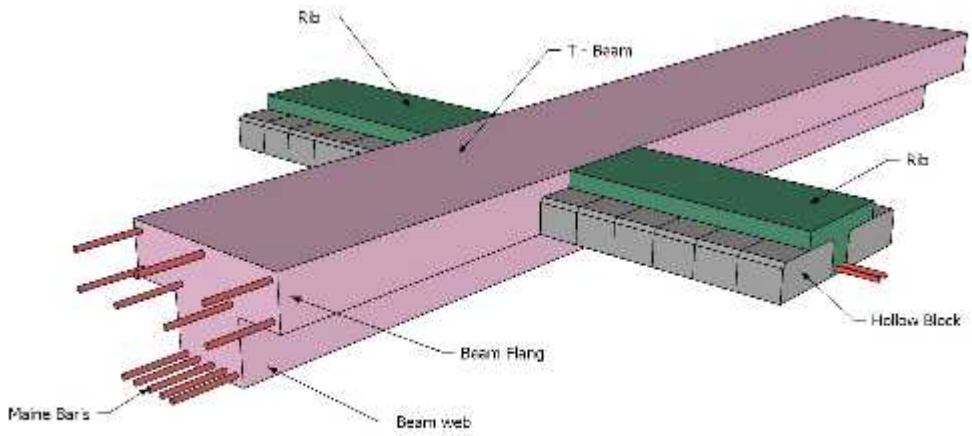


الشكل (٣-٥): العقدات المصمتة ذات الاتجاهين.

٣.٥.٢ الجسور:

وهي عناصر إنشائية أساسية في نقل الأحمال من الأعصاب داخل العقدة إلى الأعمدة ،وهي نوعين، **جسور مسحورة** (مخفية داخل العقدات) **والجسور المدلاة** "Droped Beams" وهي التي تبرز عن العقدة من الأسفل، **ونظرا للمسافات** المختلفه بين الأعمدة في المبنى المراد تصميمه في هذا المشروع ،فضلاً عن الأحمال **الواقعة فإن الجسور التي سوف تستخدم في العقدة ستكون جسور مسحورة وأخرى مدلاة** تقوم بنقل أحمال الأعصاب إليها.

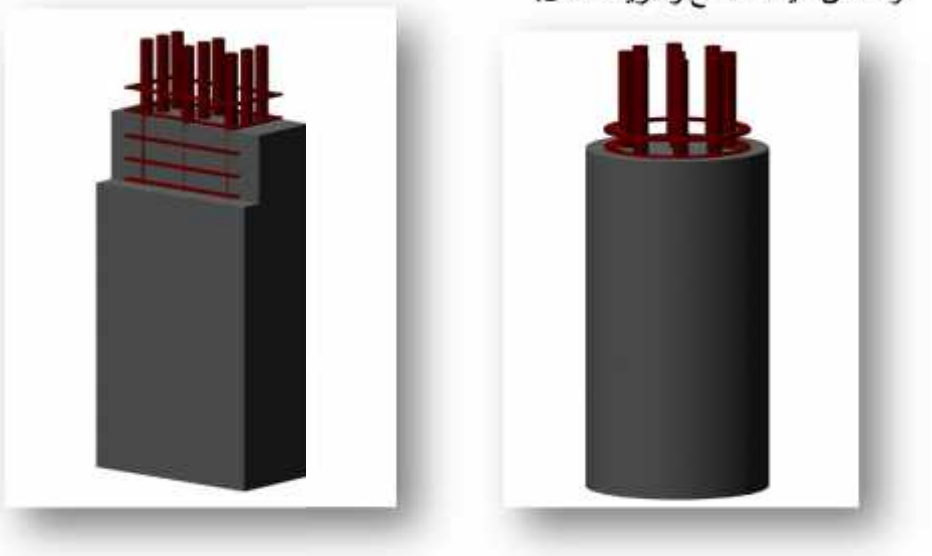




الشكل (٣-٦) أشكال الجسور المدلاة و المسحورة.

٣.٥.٣ الأعمدة:

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 (٣-٧): أحد أشكال الأعمدة.

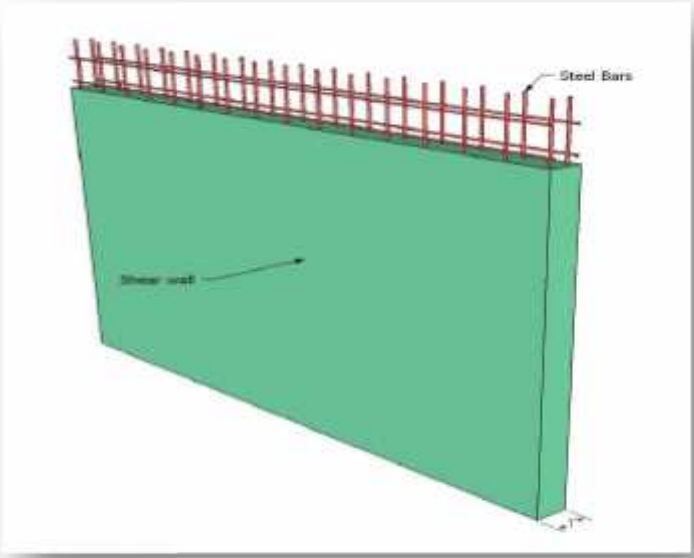
٣.٥.٤ الجدران الحاملة (جدران القص):

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 .

وتعمل هذه الجدران على تحمل الأوزان الرأسية المنقولة إليها كما تعمل على مقاومة 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 العزوم وآثارها على جدران المبنى المقاومة للقوى الأفقية .

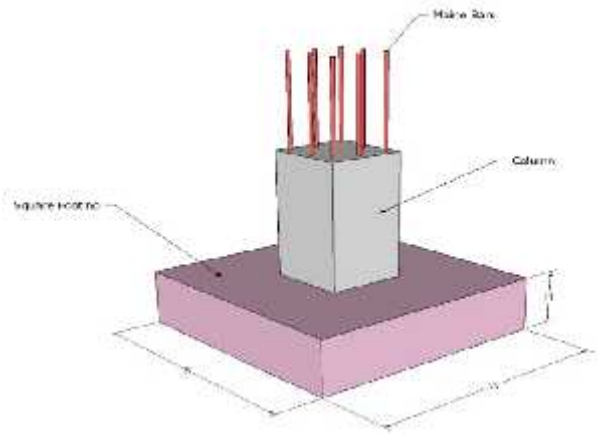
وقد تم تحديد جدران القص في المبنى وتوزيعها بشكل مدروس في كامل المبنى وذلك لنتمكن من تصميمها في الفصول القادمة ، وتتمثل هذه الجدران ، بجدران بيت الدرج ، وجدران المصاعد ، والجدران الأخرى التي تبدأ من أساسات المبنى .



الشكل (٣-٨): جدار القص.

٣.٥.٥ 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 (٣-٩) : الأساس المفرد

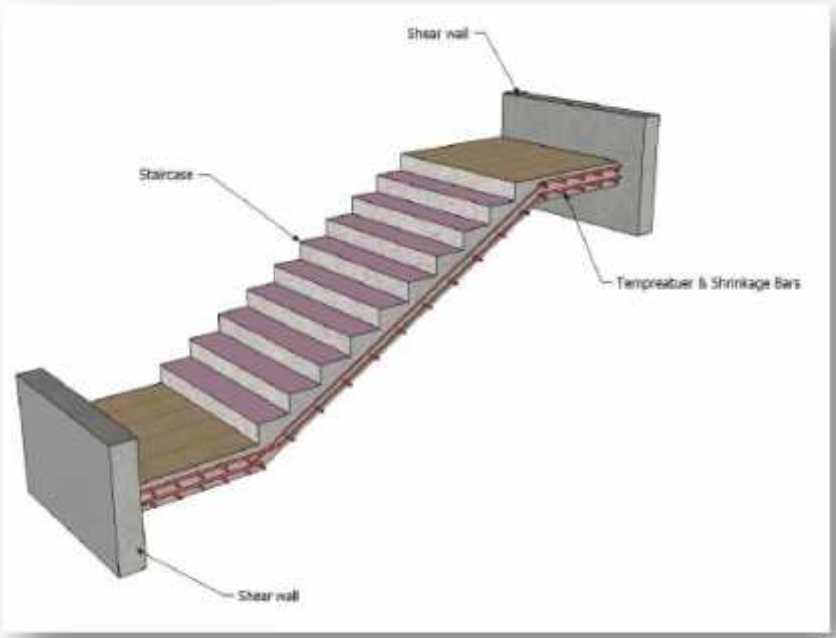
وتعتبر الأساسات حلقة الوصل بين العناصر الإنشائية في المبنى والأرض ، ولمعرفة الأوزان والأحمال الواقعة عليها ,فإن الأحمال الواقعة على العقدة تنتقل إلى الجسور ثم إلى الأعمدة وأخيرا إلى الأساسات إلى التربة ويكون الأساس مسؤول عن تحمل الأحمال الميتة للمبنى وأيضا الأحمال الديناميكية الناتجة عن الرياح والثلوج والزلازل وأيضا الأحمال الحية داخل المبنى .

وتكون هذه الأحمال هي الأحمال التصميمية للأساسات ، وبناءا على الأحمال الواقعة عليها وطبيعة الموقع يتم تحديد نوع الأساسات المستخدمة ، ومن المتوقع استخدام أساسات من أنواع مختلفة وذلك تبعا لقوة تحمل التربة والأحمال الواقعة على كل أساس .

والأساس قد يكون قريبا من سطح الأرض ويسمى بالأساس السطحي (**Shallow Foundation**) وقد يكون عميقا داخل التربة لنقل أحمال المنشأ إلى طبقات التربة العميقة الأقوى، أو توزيعها على الطبقات بطريقة تدريجية ويسمى هذا النوع بالأساس العميق(**Deep Foundation**).

٣.٥.٦ الأدراج:

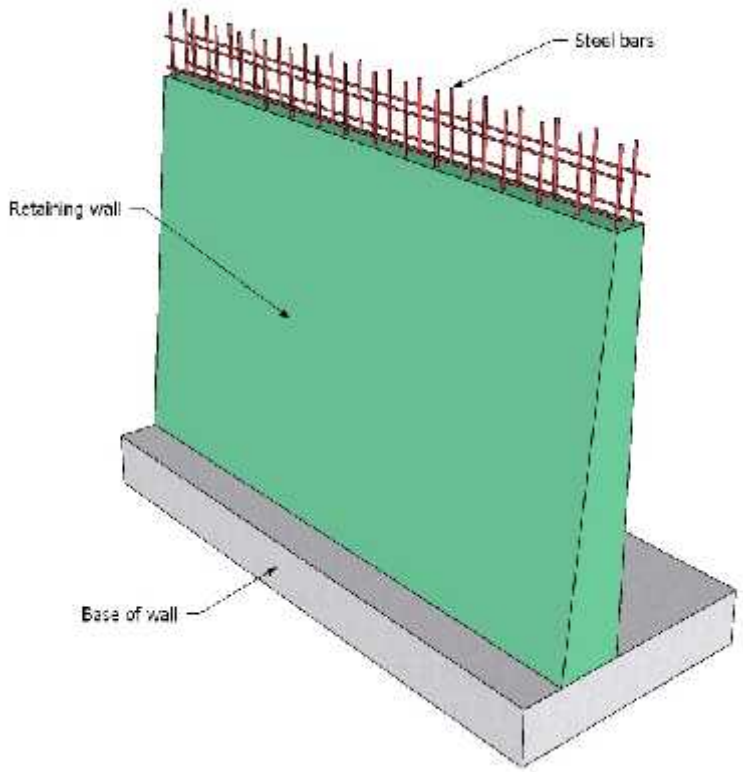
عبارة عن عناصر معمارية تستخدم للانتقال الرأسي بين المستويات المختلفة المناسيب، وتم استخدامها في مشروعنا بشكل واضح والشكل (٣-١٠) يبين مقطع علم للدرج.



الشكل (٣-١٠): الدرج .

٣.٥.٧ الجدران الاستنادية:

بسبب الاختلاف الواضح في مناسيب قطعة أرض المشروع، كان لا بد من استخدام جدران استنادية لتحمي التربة من الانهيار أو الانزلاق. و تنفذ الجدران الإستنادية من الخرسانة المسلحة .



الشكل (٣-١١) جدار استنادي.

٣.٦فواصل التمدد (Expansions Joints):

تنفذ في كتل المباني ذات الأبعاد الأفقية الكبيرة أو ذات الأشكال والأوضاع الخاصة فواصل تمدد حراري أو فواصل هبوط، وقد تكون الفواصل للغرضين معاً، و يتم وضع الفاصل إذا كان عرض المبنى من (٣٥-٤٠) متر ، و لذا للسماح للمبنى بالتمدد دون أن يؤدي ذلك إلى حدوث تشققات . وعند تحليل المنشآت لدراستها كمقاوم لأفعال الزلازل تدعى هذه الفواصل بالفواصل الزلزالية، ولهذه الفواصل بعض الاشتراطات والتوصيات الخاصة بها وفقاً لما يلي:

١. ينبغي 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:

- (40m) في المناطق ذات الرطوبة العالية.
- (36m) في المناطق ذات الرطوبة العادية.
- (32m) في المناطق ذات الرطوبة المتوسطة.
- (28m) في المناطق الجافة.

٢. يجب أن لا يقل عرض الفاصل عن (3cm) .

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 Topping.

4.5 Design of Rib 1.

4.6 Design of Beam (31).

4.7 Design of Column(C18).

4.8 Design of Isolated footing.

4.9 Design of combined footing.

4.10 Design of Stair.

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 many computer softwares such as “ATIR” and “STAAD pro” to find the internal forces, deflections and moments for the all structural element in order to design it.

4.2 Determination of Slab Thickness

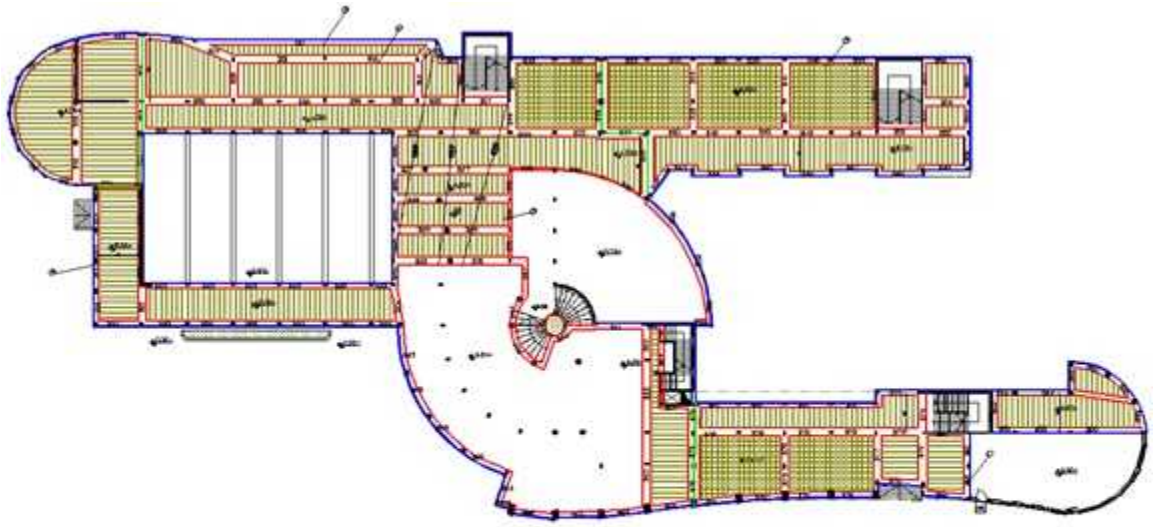


Figure (4-1): First Floor Slab.

According to ACI-Code-318-05, the minimum thickness of non prestressed beams or one way slabs unless deflections are computed, given in table (9.5-a), as follows:

h_{min} for one-end continuous = L1/18.5

= 450 /18.5 = 24.32cm.

h_{min} for both-end continuous = L2/21

= 410/21 = 19.52 cm

h_{min} for Cantilever = L3/8

= 160/8 = 20 cm.

h_{min} for Simply supported = L4/16

= 450/16 = 28.12 cm

We selected h = 32cm…… one-end continuous is control.

Determination of Thickness for Two Way Rib Slab:

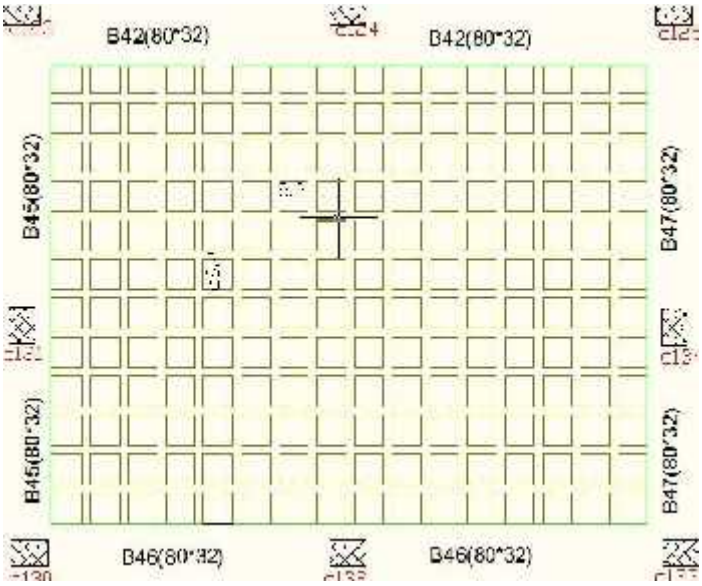
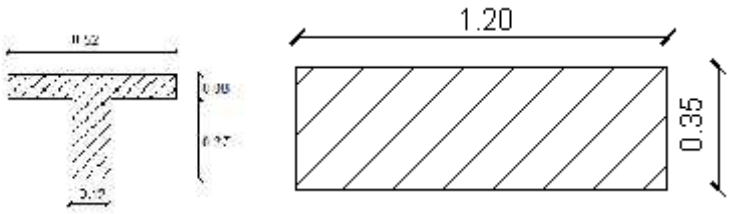


Figure (4-2): two way rib slab (S3).



$$\bar{Y} = \frac{\sum AY}{\sum A}$$

$$\bar{Y} = \frac{2*0.2*0.08*0.04 + 0.12*0.35*0.175}{2*0.2*0.08 + 0.12*0.35} = 0.117\,m$$

$$I_{rib} = \frac{0.52\times(0.117)^3}{3} - \frac{(0.52-0.12)\times(0.037)^3}{3} + \frac{0.12\times(0.233)^3}{3}$$

$$I_{rib} = 7.77\times10^{-4}\,m^4/b$$

$$I_{b1} = \frac{1}{12}bh^3 = \frac{1}{12}*0.8*(0.35)^3 = 2.86*10^{-3}$$

$$I_{b1} = \frac{1}{12}bh^3 = \frac{1}{12}*0.5*(0.35)^3 = 1.79*10^{-3}$$

$$I_{s2} = \frac{7.77\times10^{-4}}{0.52}\times(8.2+.8) = 134.48\times10^{-4}\,m^4$$

$$I_{s1} = \frac{7.77\times10^{-4}}{0.52}\times((6.4/2)+0.8) = 59.78\times10^{-4}\,m^4$$

$$\sim_1 = \frac{I_{b1}}{I_{s1}} = \frac{2.86\times10^{-3}}{59.78\times10^{-4}} = 0.48$$

$$\sim_2 = \frac{I_{b2}}{I_{s2}} = \frac{1.79\times10^{-3}}{134.48\times10^{-4}} = 0.13$$

$$\sim_{fm} = \frac{(\sim_1 + \sim_2) \times 2}{2} = \frac{(0.48 + 0.13) \times 2}{2} = 0.61$$

$$0.2 < \sim < 2 \Longrightarrow 0.2 < 0.61 < 2$$

According to ACI-code:

$$h_m = \frac{\ln(0.8 + fy/1400)}{36 + 5\ (\sim_{fm} - 0.2)}$$ ***ACI-318-02 (Eq: 9-12)***

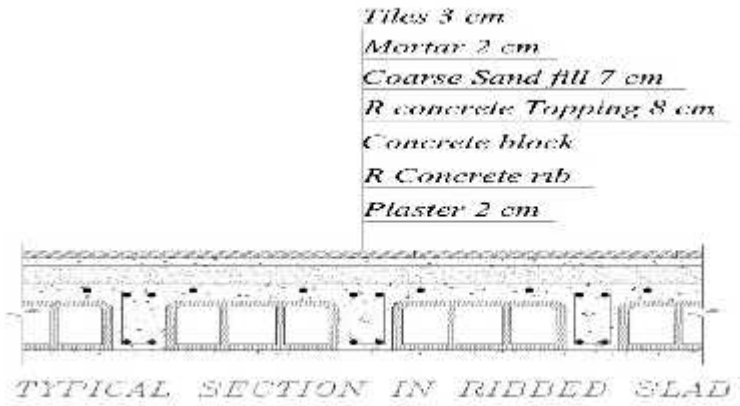
$$= \frac{L_a}{L_b} = \frac{8.2}{6.4} = 1.281$$

$$h_m = \frac{8.2 * (0.8 + 420/1400)}{36 + 5 * 1.281(0.61 - 0.2)} = 0.234m < 0.32m$$

We select from one & two way rib slab, The Thickness Rib Slab = 32 cm with block 25cm & Topping 8cm.

4.3 Determination of factored Load

4.3.1 Determination of Dead load



TYPICAL SECTION IN RIBBED SLAB

Tiles $0.03 \times 0.52 \times 22$ = 0.3432 kN/m /rib

Mortar $0.02 \times 0.52 \times 23$ = 0. 2392 kN/m / rib

Coarse Sand Fill $0.07 \times 0.52 \times 17$ = 0.6188 kN/m / rib

Topping $0.08 \times 0.52 \times 25$ = 1.04 kN/m./rib

Block $0.24 \times 0.40 \times 9$ = 0.9 kN/m / rib

Concrete Rib $0.24 \times 0.12 \times 25$ = 0.75 kN/m / rib

Plaster $0.02 \times 0.52 \times 23$ = 0.2392 kN/m / rib

partitions 1.25×0.52 = 0.65 kN/m / rib

Nominal Total Dead Load =

0.3432 + 0. 2392 + 0.6188 + 1.04 + 0.9 + 0.75 + 0.2392 + 0.65

= 4.7804 kN/m of rib

Nominal Total live load = 5 * 0.52 = 2.6 kN/m of rib

Total Dead Lad (service) = 4.7804 kN/m^2

Total live load = 5 kN/m^2

4.3.2 Determination of factored dead & live load

Factored dead load = 1.2*Dead load = 1.2*4.7804 = 5.7365 KN/m of rib.

Factored Live load = 1.6*live load = 1.6*2.6 = 4.16 KN/m of rib.

4.4 Design of Topping

Used fy = 420 MPa & fc' = 24 MPa

Dead load of topping = $W_{topping} + W_{tiles} + W_{sand} + W_{mortor} + W_{partiones}$

= 1.04 + 0.3432 + 0.6188 + 0.2392+0.65 = 2.8912 KN/m

Total Dead Load = 2.8912/0.52 = 5.56 KN/m^2.

Live Load = 5 KN/m^2. (for Stores)

qu = 1.2 DL + 1.6 LL

= 1.2 * 5.56 + 1.6 * 5 = 14.672 KN/m^2. (Total Factored Load)

$$Mu = \frac{q_u \times l^2}{12} = \frac{14.672 \times (0.4)^2}{12} = 0.1956 kN.m$$

$$Mn = 0.42\sqrt{fc'} \times \frac{b \times h^2}{6}$$

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

$¤ \times Mn = 0.55 * 2.37 = 1.205 kN.m.$

$¤ \times Mn = 1.2051 kN.m > Mu = 0.1956 kN.m.$

No structural reinforcement is required.

Therefore, shrinkage and temperature reinforcement must be provided

$° = 0.0018$ *ACI-318-02 (7.12.2)*

$$As_{min} = ° \times b \times h = 0.0018 \times 100 \times 8 = 1.44 cm^2/1m.$$

Use 1Φ8/25 cm (4Φ8/1m), with $As = 200$ mm^2/1m in both directions.

$As = 2.0 cm^2/m > As_{min} = 1.44 cm^2$ *Ok*

4.5 Design of Rib (Rד) at ground slab:

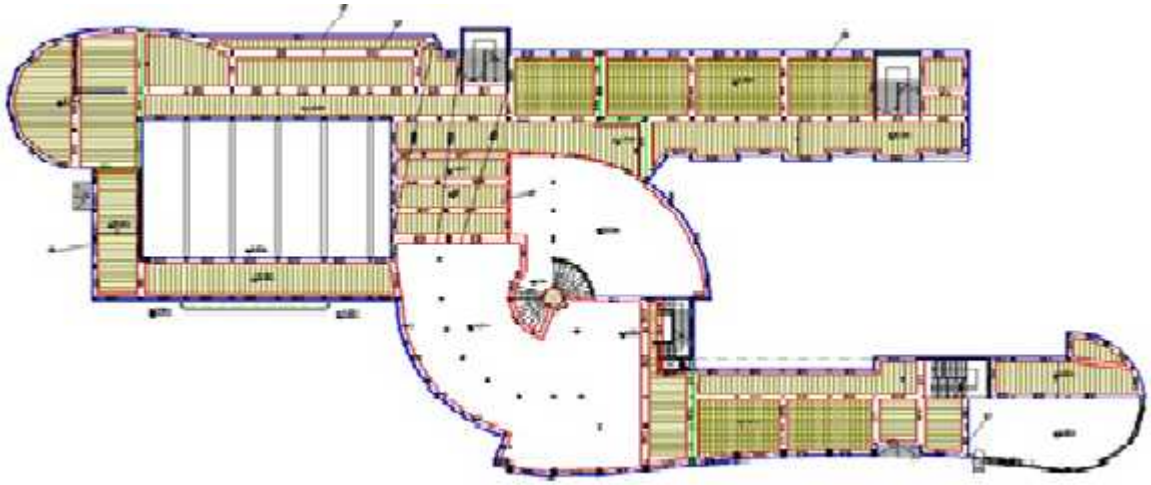


Figure (4-3): Structural Plane

Using "Atir" software for the following values of the envelope moment and shear diagram:

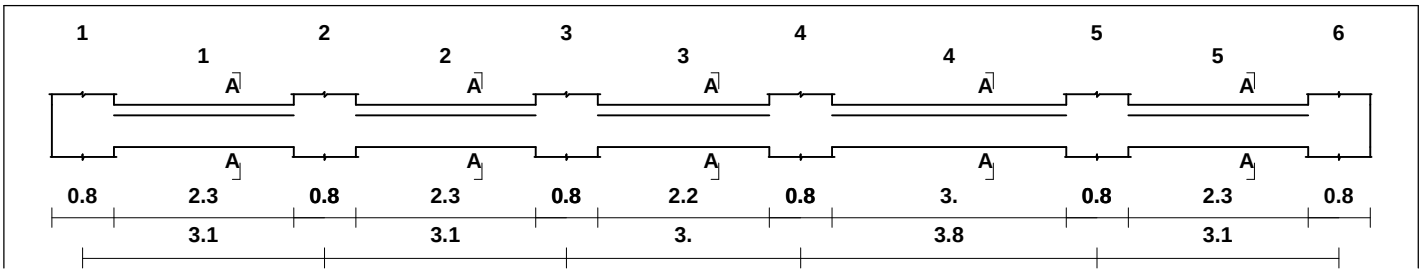
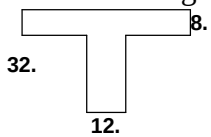
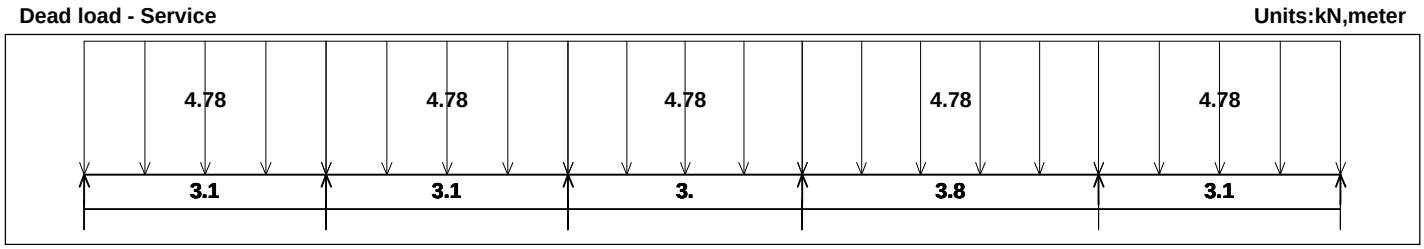


Figure (4-4): Rib 1 geometry



A–A Figure (4-5) : Rib Section



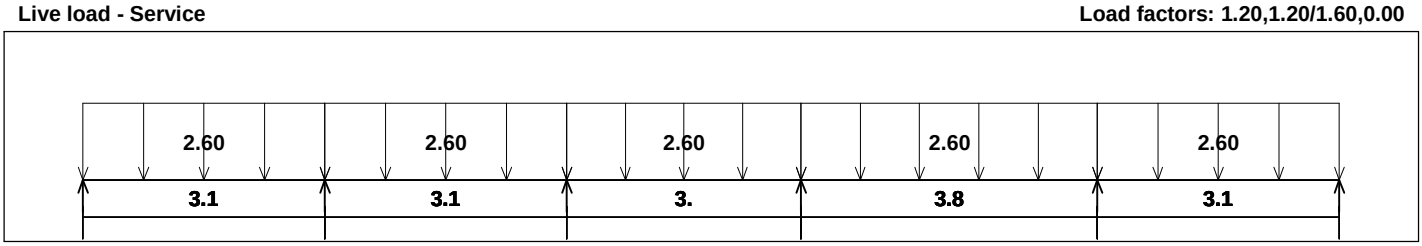


Figure (4-6) : loading of Rib 1

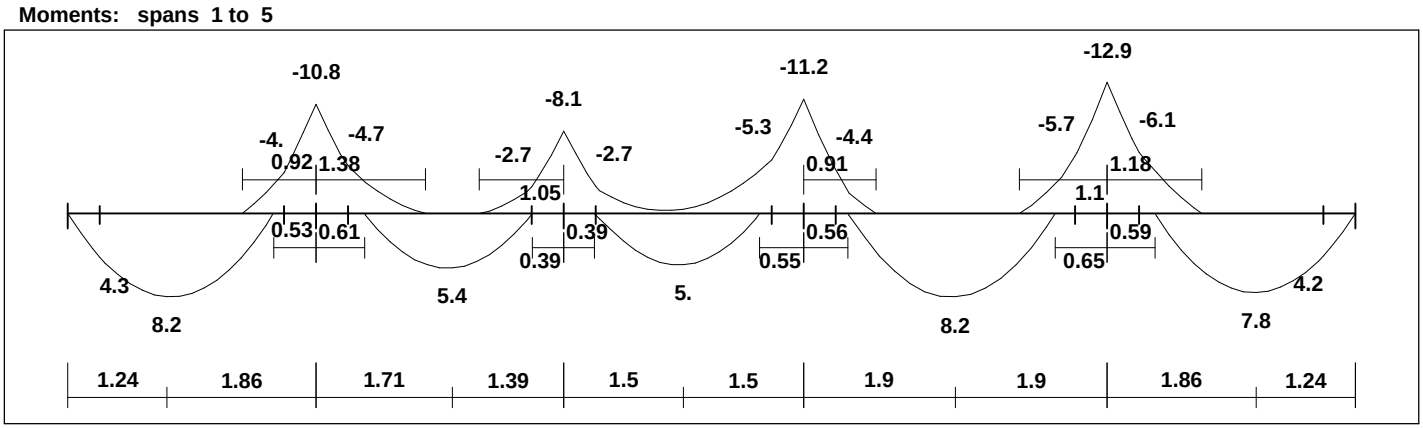


Figure (4-7) : Moment Envelop of rib 1.

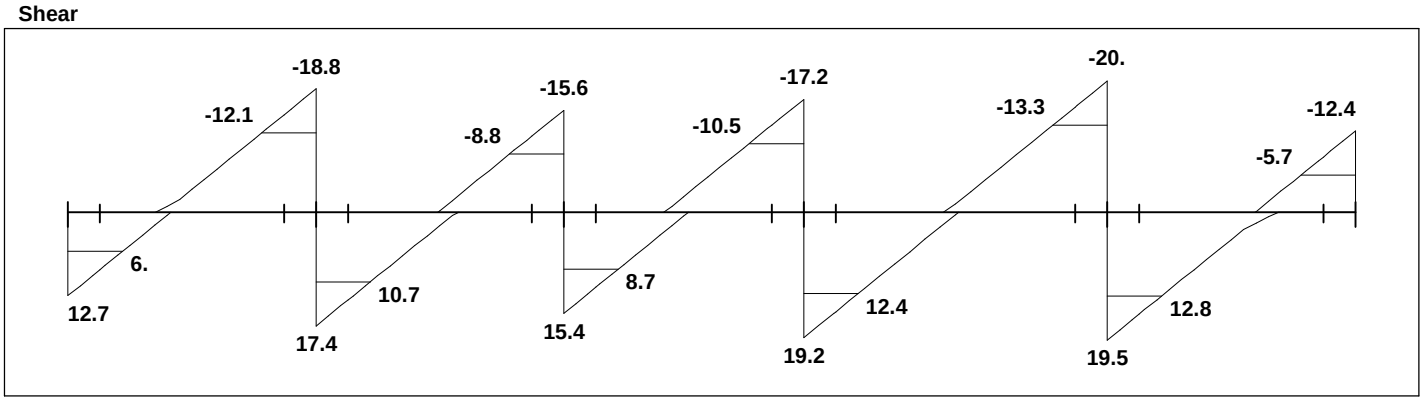


Figure (4-8) : Shear Envelop of rib 1.

- **Effective Flange width (b_E) ……*ACI-318-02 (8.10.2)***

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

b_E = L / 4 = 2.2 / 4 = 55 cm

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

$b_E \leq$ center to center between rib = 52 cm

Control ……. 52cm

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

$bw = 12cm, h = 32cm$

$d = 320 - 20 - 8 - 7 = 285mm$

Mu_{max} = 8.2 KN .m

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

$Mn_f = 0.85 * 24 * 0.52 * 0.08 * \left(0.285 - \frac{0.08}{2}\right) * 10^3 = 207.917$ KN .m

$\Phi\ Mn_f = 0.9 * 207.917 = 187.125$ KN .m >> Mu_{max}

rectangular section

4.5.1 Design of Positive moment of rib 1:

4.5.1.1 Design of Span 1

Mu = 8.2 KN .m

$$Mn = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{8.2}{0.9} = 9.12 \text{ KN .m}$$

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

$$As_{min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(12)(28.5) \geq \frac{1.4}{420}(12)(28.5)$$

$As_{min} = 0.997 < 1.14$ ……the larger is control

$As_{min} = 1.14cm^2$

$$Kn = \frac{Mn}{b * d^2}$$

$$Kn = \frac{9.12 * 10^{-3}}{0.52 * (0.285)^2} = 0.216 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.588$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.588}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.588)(0.216)}{420}}\right) = 5.17 * 10^{-4}$$

A req = ρ * b * d = $5.17 * 10^{-4}$ * 52 * 28.5 = 0.766 cm²

$$0.766\ cm^2 < As_{\min} = 1.14 cm^2$$

Use Φ 10 >> # of bar = $\frac{1.14}{0.785} = 1.45$ * Note $A_{\Phi 10}$ = 0.785 cm²

Then we select (2) bars Φ 10 $A_s\ provided = 2 * 0.785 = 1.57 cm^2$

- **Check for yielding**

Tension = compression

As * fy = 0.85 * f_c * b * a

$$157 * 420 = 0.85 * 24 * 520 * a$$

$$a = 6.22 mm$$

$$x = \frac{a}{1} = \frac{6.22}{0.85} = 7.32 mm$$

$$£_s = \frac{285 - 7.32}{7.32} X 0.003$$

$$£_s = 0.114 > 0.005$$

$\Rightarrow$ Ok

4.5.1.2 Design of Span 2

Mu = 5.4 KN .m

$$Mn = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{5.4}{0.9} = 6 \text{ KN .m}$$

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

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(12)(28.5) \geq \frac{1.4}{420}(12)(28.5)$$

$As_{\min} = 0.997 < 1.14$ …….the larger is control

$As_{\min} = 1.14 cm^2$

$$\text{Kn} = \frac{Mn}{b * d^2}$$

$$\text{Kn} = \frac{6 * 10^{-3}}{0.52 * (0.285)^2} = 0.142 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.588$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.588}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.588)(0.142)}{420}}\right) = 0.34 * 10^{-3}$$

A req = ρ * b * d = $0.34 * 10^{-3}$ * 52 * 28.5 = 0.504 cm²

$0.504\ cm^2 < As_{\min} = 1.14 cm^2$

Use Φ 10 >> # of bar = $\frac{1.14}{0.785}$ = 1.45 * Note $A_{\Phi 10}$ = 0.785 cm²

Then we select (2) bars Φ 10 $A_s\ provided = 2*0.785 = 1.57cm^2$

- **Check for yielding**

Tension = compression

As * fy = 0.85 * f_c * b * a

$157*420 = 0.85*24*520*a$

$a = 6.22mm$

$x = \frac{a}{1} = \frac{6.22}{0.85} = 7.32mm$

$£_s = \frac{285-7.32}{7.32} X0.003$

$£_s = 0.114 > 0.005$

$\Rightarrow$ Ok

4.5.1.3 Design of Span 3

Mu = 5 KN .m

$Mn = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{5}{0.9}$ = 5.56 KN .m

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

$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(12)(28.5) \geq \frac{1.4}{420}(12)(28.5)$

$As_{\min} = 0.997 < 1.14$ ……the larger is control

$As_{\min} = 1.14cm^2$ Kn = $\frac{Mn}{b*d^2}$

Kn = $\frac{5.56*10^{-3}}{0.52*(0.285)^2}$ = 0.132 Mpa

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85*24} = 20.588$$

$$\rho = \frac{1}{m}(1 - \sqrt{1 - \frac{2mKn}{fy}})$$

$$\rho = \frac{1}{20.588}(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.588)(0.132)}{420}}) = 0.32 * 10^{-3}$$

A req = ρ * b * d = $0.32 * 10^{-3}$ * 52 * 28.5 = 0.47 cm²

$0.47\ cm^2 < As_{\min} = 1.14 cm^2$

Use Φ 10 >> # of bar = $\frac{1.14}{0.785}$ = 1.45 * Note $A_{\Phi 10}$ = 0.785 cm²

Then we select (2) bars Φ 10 $A_s\ provided = 2 * 0.785 = 1.57 cm^2$

- **Check for yielding**

Tension = compression

As * fy = 0.85 * f_c * b * a

$157 * 420 = 0.85 * 24 * 520 * a$

$a = 6.22mm$

$x = \frac{a}{1} = \frac{6.22}{0.85} = 7.32mm$

$£_s = \frac{285 - 7.32}{7.32} X0.003$

$£_s = 0.114 > 0.005$

$\Rightarrow$ Ok

4.5.1.4 Design of Span 4

Mu = 8.2 KN .m

$$Mn = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{8.2}{0.9} = 9.12 \text{ KN .m}$$

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

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(12)(28.5) \geq \frac{1.4}{420}(12)(28.5)$$

$As_{\min} = 0.997 < 1.14$ …….the larger is control

$As_{\min} = 1.14 cm^2$

$$\text{Kn} = \frac{Mn}{b * d^2}$$

$$\text{Kn} = \frac{9.12 * 10^{-3}}{0.52 * (0.285)^2} = 0.216 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.588$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.588}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.588)(0.216)}{420}}\right) = 5.17 * 10^{-4}$$

A req = ρ * b * d = $5.17 * 10^{-4}$ * 52 * 28.5 = 0.766 cm²

$0.766\ cm^2 < As_{\min} = 1.14 cm^2$

Use Φ 10 >> # of bar = $\frac{1.14}{0.785} = 1.45$ * Note $A_{\Phi 10} = 0.785$ cm²

Then we select (2) bars Φ 10 $A_s\ provided = 2 * 0.785 = 1.57 cm^2$

- **Check for yielding**

Tension = compression

As * fy = 0.85 * f_c * b * a

$157*420 = 0.85*24*520*a$

$a = 6.22mm$

$x = \frac{a}{1} = \frac{6.22}{0.85} = 7.32mm$

$£_s = \frac{285-7.32}{7.32} X0.003$

$£_s = 0.114 > 0.005$

$\Rightarrow$ Ok

4.5.1.5 Design of Span 5

Mu = 7.8 KN .m

$Mn = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{7.8}{0.9}$ = 8.67 KN .m

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

$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(12)(28.5) \geq \frac{1.4}{420}(12)(28.5)$

$As_{\min} = 0.997 < 1.14$ ……the larger is control

$As_{\min} = 1.14cm^2$

Kn = $\frac{8.67*10^{-3}}{0.52*(0.285)^2}$ = 0.205 Mpa

$m = \frac{fy}{0.85*fc'} = \frac{420}{0.85*24} = 20.588$

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

$$\rho = \frac{1}{20.588}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.588)(0.205)}{420}}\right) = 0.49 * 10^{-3}$$

A req = ρ * b * d = $0.49 * 10^{-3}$ * 52 * 28.5 = 0.726 cm²

$0.726\ cm^2 < As_{min} = 1.14 cm^2$

Use Φ 10 >> # of bar = $\frac{1.14}{0.785}$ = 1.45 * Note $A_{\Phi 10}$ = 0.785 cm²

Then we select (2) bars Φ 10 $A_s\ provided = 2 * 0.785 = 1.57 cm^2$

- **Check for yielding**

Tension = compression

As * fy = 0.85 * f_c * b * a

$157 * 420 = 0.85 * 24 * 520 * a$

$a = 6.22 mm$

$x = \frac{a}{1} = \frac{6.22}{0.85} = 7.32 mm$

$£_s = \frac{285 - 7.32}{7.32} X0.003$

$£_s = 0.114 > 0.005$

$\Rightarrow$ Ok

4.5.2 Design of Negative moment

4.5.2.1 Design of support (2)

Mu = 4.7 KN .m

$Mn = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{4.7}{0.9}$ = 5.22 KN .m

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

$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(12)(28.5) \geq \frac{1.4}{420}(12)(28.5)$

$As_{\min} = 0.997 < 1.14$ ……the larger is control

$As_{\min} = 1.14 cm^2$

Kn = $\frac{Mn}{b * d^2}$

Kn = $\frac{5.22 * 10^{-3}}{0.12 * (0.285)^2}$ = 0.54 Mpa

$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.588$

ρ = $\frac{1}{m}(1 - \sqrt{1 - \frac{2mKn}{fy}})$

ρ = $\frac{1}{20.588}(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.588)(0.54)}{420}}) = 1.303 * 10^{-3}$

A req = ρ * b * d = $1.303 * 10^{-3}$ * 12 * 28.5 = 0.446 cm²

$0.446 cm^2 < As_{\min} = 1.14 cm^2$

Use Φ 10 >> # of bar = $\frac{1.14}{0.785}$ = 1.45 * Note $A_{\Phi 10}$ = 0.785 cm²

Then we select (2) bars Φ 10 $A_s\ provided = 2 * 0.785 = 1.57 cm^2$

- **Check for yielding**

Tension = compression

As * fy = 0.85 * f_c * b * a

$$157*420 = 0.85*24*520*a$$
$$a = 6.22mm$$
$$x = \frac{a}{1} = \frac{6.22}{0.85} = 7.32mm$$
$$£_s = \frac{285-7.32}{7.32} X0.003$$
$$£_s = 0.114 > 0.005$$

$\Rightarrow$ Ok

4.5.2.2 Design of support (3)

Mu = 2.7 KN .m

$$Mn = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{2.7}{0.9} = 3 \text{ KN .m}$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy}(bw)(d) .....(ACI-10.5.1)$$
$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(12)(28.5) \geq \frac{1.4}{420}(12)(28.5)$$

$As_{\min} = 0.997 < 1.14$ ……the larger is control

$As_{\min} = 1.14cm^2$

$$Kn = \frac{Mn}{b*d^2}$$

$$Kn = \frac{3*10^{-3}}{0.12*(0.285)^2} = 0.308 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85*24} = 20.588$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.588}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.588)(0.308)}{420}}\right) = 0.739 * 10^{-3}$$

A req = ρ * b * d = $0.739 * 10^{-3}$ * 12 * 28.5 = 0.25 cm²

$0.25\ cm^2 < As_{\min} = 1.14 cm^2$

Use Φ 10 >> # of bar = $\frac{1.14}{0.785}$ = 1.45 * Note $A_{\Phi 10}$ = 0.785 cm²

Then we select (2) bars Φ 10 $A_s\ provided = 2 * 0.785 = 1.57 cm^2$

- **Check for yielding**

Tension = compression

As * fy = 0.85 * f_c * b * a

$157 * 420 = 0.85 * 24 * 520 * a$

$a = 6.22 mm$

$x = \frac{a}{1} = \frac{6.22}{0.85} = 7.32 mm$

$£_s = \frac{285 - 7.32}{7.32} X0.003$

$£_s = 0.114 > 0.005$

$\Rightarrow$ Ok

4.5.2.3 Design of support (4)

Mu = 5.3 KN .m

$$Mn = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{5.3}{0.9} = 5.89 \text{ KN .m}$$

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

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(12)(28.5) \geq \frac{1.4}{420}(12)(28.5)$$

$As_{\min} = 0.997 < 1.14$ ……the larger is control

$As_{\min} = 1.14 cm^2$

$$\text{Kn} = \frac{Mn}{b * d^2}$$

$$\text{Kn} = \frac{5.89 * 10^{-3}}{0.12 * (0.285)^2} = 0.604 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.588$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.588}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.588)(0.604)}{420}}\right) = 1.46 * 10^{-3}$$

A req = ρ * b * d = $1.46 * 10^{-3}$ * 12 * 28.5 = 0.499 cm²

$0.499\ cm^2 < As_{\min} = 1.46 cm^2$

Use Φ 10 >> # of bar = $\frac{1.14}{0.785} = 1.45$ * Note $A_{\Phi 10}$ = 0.785 cm²

Then we select (2) bars Φ 10 $A_s\ provided = 2*0.785 = 1.57cm^2$

- **Check for yielding**

Tension = compression

As * fy = 0.85 * f_c * b * a

$157*420 = 0.85*24*520*a$

$a = 6.22mm$

$x = \frac{a}{1} = \frac{6.22}{0.85} = 7.32mm$

$£_s = \frac{285-7.32}{7.32} X0.003$

$£_s = 0.114 > 0.005$

$\Rightarrow$ Ok

4.5.2.4 Design of support (5)

Mu = 6.1 KN .m

$Mn = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{6.1}{0.9}$ = 6.78 KN .m

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

$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(12)(28.5) \geq \frac{1.4}{420}(12)(28.5)$

$As_{\min} = 0.997 < 1.14$ ……the larger is control

$As_{\min} = 1.14cm^2$

Kn = $\frac{Mn}{b*d^2}$

Kn = $\frac{6.78*10^{-3}}{0.12*(0.285)^2}$ = 0.696 Mpa

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85*24} = 20.588$$

$$\rho = \frac{1}{m}(1 - \sqrt{1 - \frac{2mKn}{fy}})$$

$$\rho = \frac{1}{20.588}(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.588)(0.696)}{420}}) = 1.686 * 10^{-3}$$

A req = ρ * b * d = $1.686 * 10^{-3}$ * 12 * 28.5 = 0.58 cm²

$0.58\ cm^2 < As_{\min} = 1.14 cm^2$

Use Φ 10 >> # of bar = $\frac{1.14}{0.785}$ = 1.45 * Note $A_{\Phi 10}$ = 0.785 cm²

Then we select (2) bars Φ 10 $A_s\ provided = 2 * 0.785 = 1.57 cm^2$

- **Check for yielding**

Tension = compression

As * fy = 0.85 * f_c * b * a

$157 * 420 = 0.85 * 24 * 520 * a$

$a = 6.22mm$

$x = \frac{a}{1} = \frac{6.22}{0.85} = 7.32mm$

$£_s = \frac{285 - 7.32}{7.32} X0.003$

$£_s = 0.114 > 0.005$

$\Rightarrow$ Ok

4.5.3 Design of shear for Rib (R1)

ACI – 318 – Categories for shear design:

Vu = 16.1 kN

Use Φ8 with two legs

$$Av = 2 \times 50 = 100 \text{ mm}^2$$

1. $Item1 : \Phi Vc \geq Vu$

$$\Phi \text{ Vc} = \Phi \frac{\sqrt{fc'}}{6} \times b_w \times d$$

$$= \Phi \text{ Vc} = 0.75 \times \frac{\sqrt{24}}{6} \times 120 \times 285 \times 10^{-3}$$

= 20.94 kN

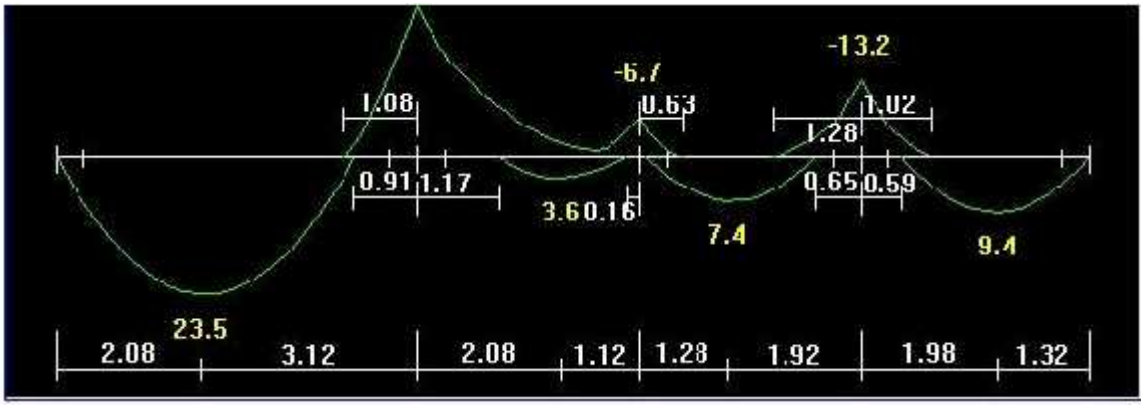
Since Φ Vc ≥ Vu

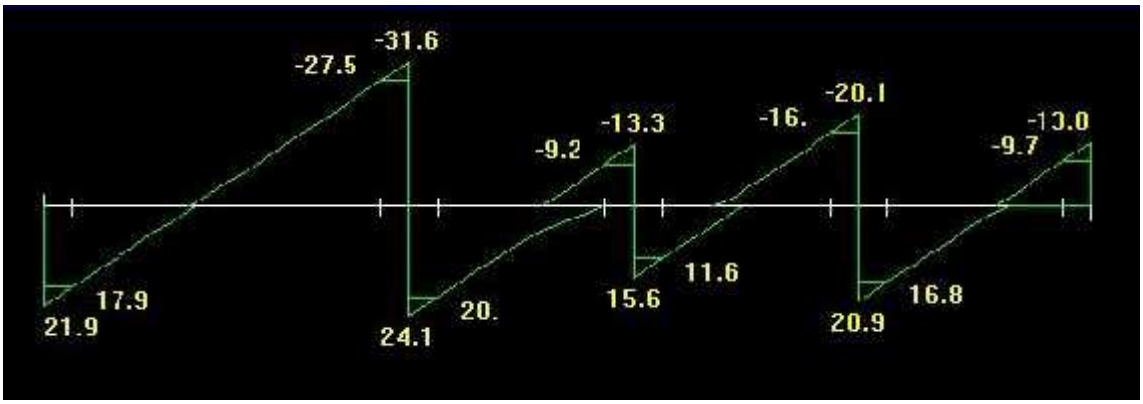
no shear reinforcement is required

4.6 Design of Beam(6)

The Load on this Beam it is From Rib 2

The Reaction of this Rib that the dead load and live load on Beam 6





Factored

DeadR 12.8	32.43	13.56	23.61	7.71
LiveR 9.14	23.23	15.42	17.37	6.11
Max R21.93	55.66	28.97	40.98	13.83
Min R 12.47	38.2	15.01	29.72	6.9
Service				
DeadR10.67	27.03	11.3	19.68	6.43
LiveR 5.71	14.52	9.64	10.85	3.82
Max R16.38	41.55	20.93	30.53	10.25
Min R 10.46	30.63	12.21	23.49	5.92

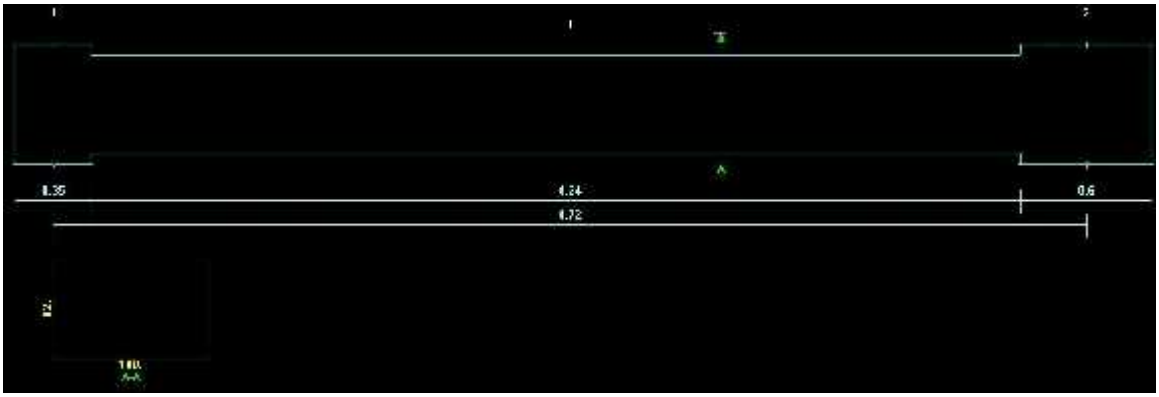


Figure (4-9) : Beam (6) Geometry.

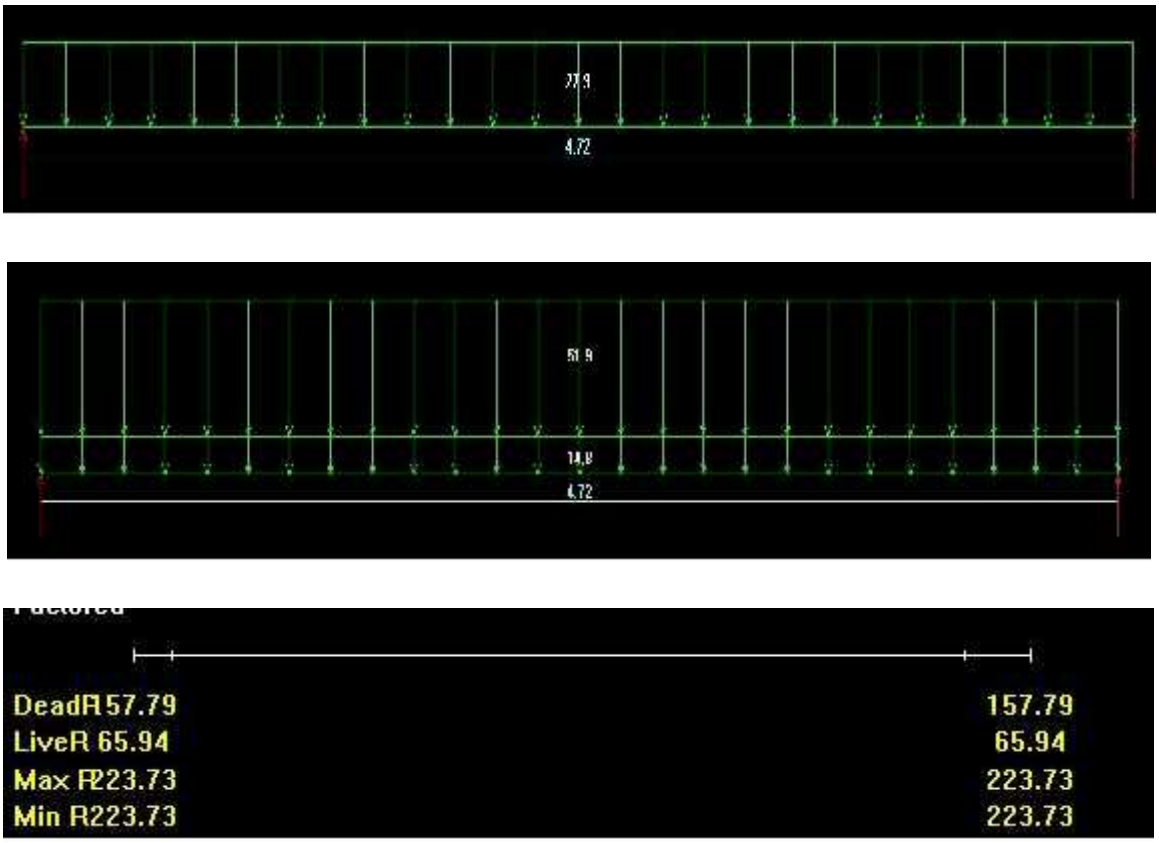


Figure (4-10) : loading of Beam (6)

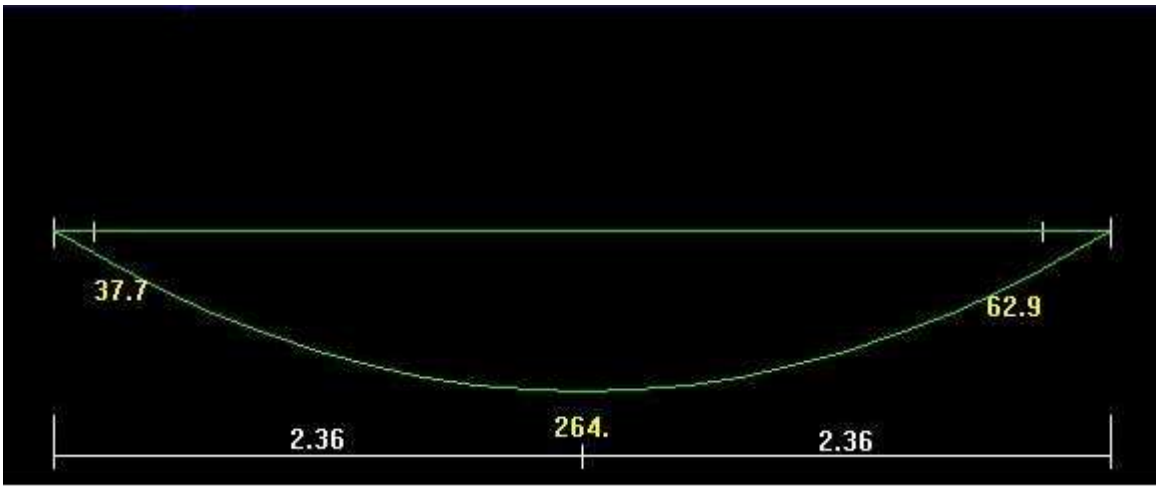


Figure (4-11) : Moment Envelop for Beam (6).

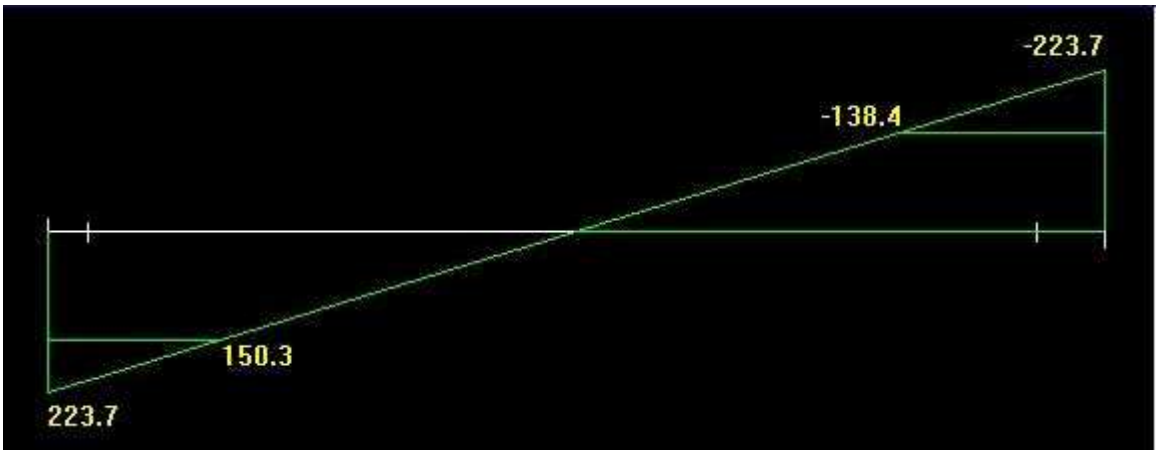


Figure (4-12) : Shear Envelop for Beam (6).

Check single section or Doubly section

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

$bw = 80cm, h = 32cm$

$d = 320 - 40 - 10 - 10 = 260mm$

C= 3/7 *d = 3/7 * 260 = 111.42 mm

a= 111.42 * 0.85 = 94.71 mm

$$Mn_{max} = 0.85 * 24 * 0.8 * 0.094 * \left(0.26 - \frac{0.094}{2}\right) * 10^3 = 328.65 \text{ KN .m}$$

$$\emptyset = 0.65 * \frac{250}{3} * (0.004 - 0.002) = 0.817$$

$\Phi\ Mn_{max}$ = 0.817 * 328.65 = 268.5 KN .m>> Mu_{max} = 264 KN .m

- ❖ Singly section

4.6.1 Design of Positive Moment

4.6.1.1 Design of Span 1

$bw = 80cm, h = 32cm$

$d = 320 - 40 - 10 - 10 = 260mm$

Mu = 264 KN .m

$$Mn = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{264}{0.9} = 293.33 \text{ KN .m}$$

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

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(800)(260) \geq \frac{1.4}{420}(800)(260)$$

$As_{\min} = 606.5mm^2 < 693.33mm^2$ …….the larger is control

$As_{\min} = 693.33mm^2$

$$\text{Kn} = \frac{Mn}{b * d^2}$$

$$\text{Kn} = \frac{293.33 * 10^{-3}}{0.8 * (0.26)^2} = 5.4\text{Mpa}$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.588$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.588}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.588)(5.4)}{420}}\right) = .015$$

$A_{req} = \rho * b * d = 0.015 * 800 * 260 = 3120 \text{ mm}^2$

$3120\,mm^2 > As_{\min} = 693.33mm^2$

Use Φ 20>> # of bar = $\frac{3120}{314}$ = 9.93

Then we select (10) bars $\Phi 20\ A_s\ provided = 10*314 = 3140mm^2$

- **Check for yielding**

Tension = compression

As * fy = 0.85 * f_c * b * a

$$3140*420 = 0.85*24*800*a$$
$$a = 80.8mm$$
$$c = \frac{a}{1} = \frac{80.8}{0.85} = 95.07mm$$
$$£_s = \frac{260-95.07}{95.07}\times 0.003$$
$$£_s = .0052 > 0.005$$

- **Check for spacing between the bar**

$$S = \frac{800-2*40-2*10-10*20}{9}$$

$$S = 55.55\,mm \geq \frac{4}{3}\text{M.A.S}$$

$$\geq 25\,mm$$

$$\geq db = 20\,mm$$

4.6.2Design of Negative moment

$As_{min} = .0018 * b * h = 460.8mm^2$

Use Φ 12>> # of bar = $\frac{460.8}{113}$ = 3.96

Then we select (4) bars Φ12 $A_s\ provided = 4 * 113 = 463mm^2$

4.6.3 Design of shear

4.6.3.1 Design of Span 1

Vu=150.3KN

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

= $\frac{\sqrt{24}}{6}$ *800 *260*10^{-3}

=169.83KN

Φ Vc= 0.75 * 169.83 = 127.373KN

ΦVsmin≥0.75 ($\frac{1}{3}$) * bw * d =0 .75*($\frac{1}{3}$)*800*260*10^{-3} = 52 KN.control

≥ 0.75 ($\frac{\sqrt{fc'}}{16}$) * bw * d = 0.75 ($\frac{\sqrt{24}}{16}$) * 800 * 260*10^{-3} = 47.76 KN .

ΦVsmin = 47.76 KN.

Vu = 150.3 KN (From shear Envelope)

Item 1 &2 is not suitable .

Item 3

$\Phi Vc < Vu \leq \Phi Vc + \Phi Vsmin$

127.373<150.3<127.373+52

So Item (3) satisfy.

$\therefore Case3$ **Minimum shear reinforcement is provided**

Use 2U-shape (4-leg stirrups) ϕ 8 As=50.3mm^2

s=(Av*fyt*d)/Vs min

Av = 4*50.3=201.2 mm^2

s=(201.2*420*260)/(52/0.75)=316.89mm

Check for max. spacing

S_{max}=d/2=260/2=130mm……**control**

S_{max}=600mm

Use 2U-shape (4-leg stirrups) ϕ 8 @ 125 mm

4.7 Design of Column(C18) :

The Column is an internal one.

P_u = 1958.55KN

$$P_{n\,(max)} = \frac{p_u}{0.65} = \frac{1958.55}{0.65} = 3013.15kN.$$

Assume $\rho_g = 0.015$

$$P_{n\,(max)} = 0.8 \times Ag\{0.85\, fc' + \rho_g (f_y - 0.85 f_c')\}$$

$$3013.15 = 0.8 \times Ag\{0.85 \times 24 + 0.015(420 - 0.85 \times 24)\}$$

Ag = 1427.2 cm^2

B=37.77 h=37.77

Select 40*40 cm …… with Ag = 1600 cm^2 > Agreq = 1472.2 cm^2

4.7.1 Check Slenderness Effect :

$$\left(\frac{Klu}{r}\right) \le (34 - 12\left(\frac{M1}{M2}\right) \le 40 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{ ACI 10-12-2}$$

Lu: Actual unsupported (unbraced) length.

K: effective length factor (K= 1 for braced frame).

R: radius of gyration = 0.3 h = $\sqrt{\frac{I}{A}}$

K = 1

Lu = 3.3 m

r = 0.3h = 0.3 x 0.4 = 0.12

$$\frac{M1}{M2} = 1.0$$

$$\frac{1x3.3}{0.12} \le 34 - 12x1 \le 40 \text{.....} ACI - (10.12.2)$$

$$27.5 \le 22 \le 40$$

$$\therefore long...Coloumn$$

In 0.4 direction …….long column

Slenderness is consider

$$EI = 0.4\frac{E_c I_g}{1+_d} \quad \text{.....} [ACI\,318-2002\ \ (Eq.\ 10-15)]$$

$$E_c = 4750\sqrt{fc'} = 4750 * \sqrt{24} = 23270.15Mpa$$

$$_d = \frac{1.2DL}{Pu} = \frac{1.2(452.12)}{1958} = 0.28$$

$$I_g = \frac{b*h^3}{12} = \frac{0..4*0.4^3}{12} = 0.00213m^4$$

$$EI = \frac{0.4*23270.15*10^6*0.00213}{1+0.28} = 15.5MN.m^2$$

$$P_{cr} = \frac{®^2 EI}{(KLu)^2} \quad \text{.....} ACI\,318-2002(Eq.\ 10-13)$$

$$P_c = \frac{3.14^2 * 15.5}{(1.0*3.3)^2} = 14.033MN.$$

$$Cm = 0.6 + 0.4\left(\frac{M1}{M2}\right) \text{.....} ACI\,318-2002(Eq.10-16)$$

$$Cm = 1 \text{.....} According\ \ to\ \ ACI\,318-2002(10.10.6.4)$$

$$¢_{ns} = \frac{Cm}{1-(Pu/0.75P_{c)}} \ge 1.0 \quad \text{.....} ACI\,318-2002(Eq.\ 10-12)$$

$$¢_{ns} = \frac{1}{1-(1958/0.75*14.003*10^3)} = 1.229 > 1$$

$e_{min} = 15 + 0.03 * h = 15 + 0.03 * 400 = 27\,mm = 0.027\,m$

$e = e_{min} \times ¢_{ns} = 0.027 * 1.229 = 0.033$

$\frac{e}{h} = \frac{0.033}{0.4} = 0.083$

From Interaction Diagram

$\frac{¤P_n}{A_g} = \frac{1958}{0.4*0.4} * \frac{145}{1000} = 1774.437\,Psi$

$°_g = 0.01$

$A_s = \rho * Ag = 0.01*400*400 = 1600mm^2$

Use Φ 16 $>>$ $\#\ of\ bar = \frac{1600}{201} = 7.96$

Use 8 Φ 16 with As = 1608mm² >As_{req} = 1600mm²

4.7.2 Design of the Tie Reinforcement

For Φ 8 mm ties :

$S \leq 16$ db (longitudonal bar diameter).....ACI - 7.10.5.2

$S \leq 48$dt (tie bar diameter).

$S \leq$ Least dimension.

$S \leq 16 \times 1.6 = 25.6$ cm

$S \leq 48 \times 0.8 = 38.4$ cm

$S \leq 40$

Use Φ8@ 25cm ties

Detail of column :-

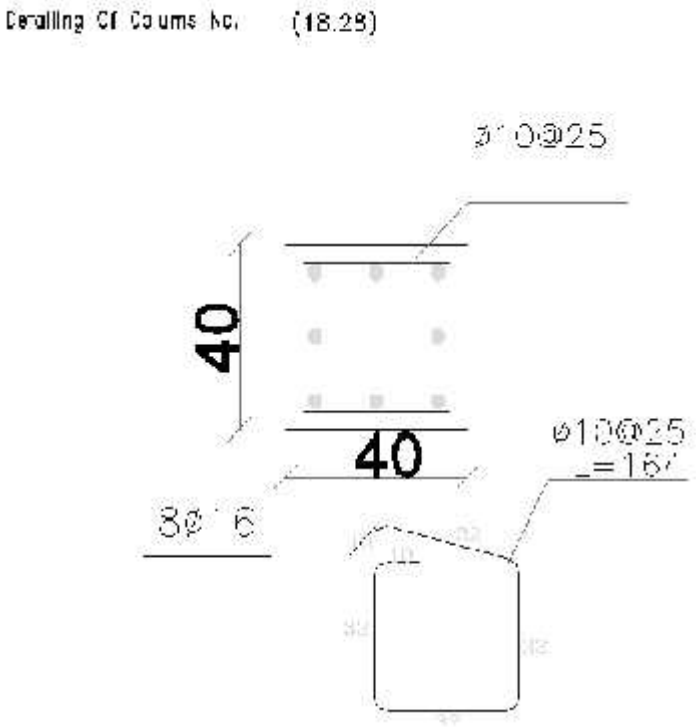


Figure (4-13) : long column detail

4.8 Design of Isolated Footing (F4)

4.8.1 Determination of Loads

Total factored load = 1835 KN.

Total services load = 1491 KN

Column Dimensions = 50*25 cm.

Soil density = 18 Kg/cm3.

Allowable soil Pressure = 350 KN/m2.

Assume footing to be about (55 cm) thick.

Footing weight = $25 \times 0.55 = 13.75$ KN/m2.

Soil weight above the footing = $0.65 \times 18 = 11.7$ KN/m2.

live load =5 KN/m^2

q_{allow} =450-5-13.75-11.7=419.55 KN/m^2

4.8.2 Determination of Footing Area

$$A = \frac{1491}{419.55} = 3.55\ m^2$$

Try 2.3 * 2.55 m with area = 5.86m^2 > A_{req} = 3.55 m^2

determinate q_u = 1835/5.86 = 313.14KN/m^2

4.8.3 Determination the depth of footing based on shear strength

Assume h = 55 cm ….. d = 550-75-20 = 455 mm

***Check for one way shear strength**

$$Vu = 313.14 * (\frac{2.3}{2} - 0.3 - .455) * 2.55 = 315.4.KN$$

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

$$¤.Vc = 0.75 * \frac{1}{6} * \sqrt{24} * 2300 * 455 = 815.7KN$$

$$¤.Vc = 640.8KN > Vu = 315.4KN$$

$\therefore$ *Safe*

4.8.4 Check for two way shear action (punching)

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:

$$_C = \frac{Column\ \ Length\ \ (a)}{Column\ \ Width\ \ (b)} = \frac{50}{25} = 2$$

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

$$b_o = 2(d + a1) + 2(d + a2) = 2(0.5 + 0.455) + 2(0.25 + 0.455) = 3.32m$$

$$\sim_s = 40 \qquad \text{for interior column}$$

$$¤.V_C = ¤.\frac{1}{6}\left(1 + \frac{2}{_c}\right)\sqrt{f_c'}\, b_o d = \frac{0.75}{6} * \left(1 + \frac{2}{2}\right) * \sqrt{24} * 3.32 * 0.455 = 1850Kn$$

$$¤.V_C = ¤.\frac{1}{12}\left(\frac{\sim_s * d}{b_o} + 2\right)\sqrt{f_c'}\, b_o d = \frac{0.75}{12} * \left(\frac{40 * 0.455}{3.32} + 2\right) * \sqrt{24} * 3.32 * 0.455 = 3459.7Kn$$

$$¤.V_C = ¤.\frac{1}{3}\sqrt{f_c'}\, b_o d = \frac{0.75}{3} * \sqrt{24} * 3.32 * 0.455 = 1850Kn$$

$¤.V_C = 1850Kn$ .... *Control*

$Vu = 419.5 * \{(2.3 * 2.55) - (0.5 + 0.455) * (0.25 + 0.455)\} = 2174.6kN$

$¤.Vc = 2174.6Kn > Vu_C = 1850Kn$..... *satisfied*

4.8.5 Design of Bending Moment

$Mu1 = 313.14 * 2.3 * 0.7^2 / 2 = 176.45kN.m$

Mu =176.45 KN.m

$d = 550 - 75 - 20 = 455\ mm$

$$Kn = \frac{Mn}{b * d^2} = \frac{176.45/0.9 \times 10^6}{2300 \times 455^2} = 0.412Mpa$$

$$m = \frac{Fy}{0.85\, fc'} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.6$$

$$\circ = \frac{1}{m}(1-\sqrt{1-\frac{2mKn}{fy}})$$

$$\circ = \frac{1}{20.6}(1-\sqrt{1-\frac{2\times 20.6\times 0.412}{420}}) = 0.1\times 10^{-3}$$

$$As_{req} = 0.1\times 10^{-3}\times 2300 \times 455 = 1037\ mm^2/m$$

$$As_{\min} = 0.0018*2300*550 = 2277 mm^2/m$$

$$As_{\min} = 2277 mm^2/m > As_{req} = 1037 mm^2/m$$

$$\#of\ bar\ in\ on\ meter = \frac{2277}{154} = 15$$

Select 15Φ14

Check of strain

$$A_s * fy = 0.85 * fc^{\backslash} * b * a$$

$$2926*420 = 0.85*24*2400*a$$

$$a = 25.1mm$$

$$x = \frac{a}{1} = \frac{25.1}{0.85} = 29.53mm$$

$$£_s = \frac{555-29.53}{29.53}*0.003 = 0.053$$

$$£_s = 0.053 > 0.005 \longrightarrow ok$$

$$Mu2 = 313.14*2.55*0.925^2/2 = 683.22 kN.m$$

Mu =683.22 KN.m

$$d = 550 - 75 - 14 - 10 = 451\,mm$$

$$Kn = \frac{Mn}{b * d^2} = \frac{683.22/0.9 \times 10^6}{2550 \times 451^2} = 1.464 Mpa$$

$$m = \frac{Fy}{0.85\,fc'} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.6$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 1.464}{420}}\right) = 2.41 \times 10^{-3}$$

$$As_{req} = 2.41 \times 10^{-3} \times 2550 \times 451 = 2771.6\,mm^2/m$$

$$As_{\min} = 0.0018 * 2550 * 550 = 2524.5 mm^2/m$$

$$As_{\min} = 2524.5 mm^2/m < As_{req} = 2771.6 mm^2/m$$

$$\#\,of\ bar\ in\ on\ meter = \frac{2771.6}{154} = 18$$

Select 18Φ14

Check for strain :

$$A_s * fy = 0.85 * fc^{\backslash} * b * a$$

$$2772 * 420 = 0.85 * 24 * 2400 * a$$

$$a = 23.78 mm$$

$$x = \frac{a}{1} = \frac{23.78}{0.85} = 27.97 mm$$

$$£_s = \frac{555 - 27.97}{27.97} * 0.003 = 0.056$$

$$£_s = 0.056 > 0.005 \longrightarrow ok$$

4.9 Design of combined footing

Footing for the column C97 & C98 (F) :

C97 : 80*30

D.L = 1525 KN.

L.L = 1537 KN .

C98 : 80*30

D.L =1525. KN.

L.L = 1537 KN .

P =1537+1525+1537+1525= 6124 KN .

4.9.1 Determination of footing Dimension

Allowable soil pressure = 350 KN/m2

A = P/q all .

Ag = 6124/350 = 17.49 m2 .

Assume B = 2.8m. ……. L = 17.49/2.8 = 6.25 m.

Distance between the two columns is 2.73 m center to center

4.9.2 Determination of footing depth

Select h = 60 cm ….d = 70.5 cm .

Factored load :

Pu 88 = 1.2 D.L + 1.6 L.L = 3515.3 KN .

Pu 89 = 1.2 D.L + 1.6 L.L = 3515.3 KN .

$$q_u = \frac{P_{u88}+P_{u89}}{A_g}$$

$$q_u = \frac{3515.3+3515.3}{2*5.6} = 627.73Kn/m^2$$

- **Check for one way shear strength for C88 :**

$$Vu = 3515.3 - 627.73(0.975+0.8+0.705)2 = 401.76KN$$

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

$$¤.Vc = 0.75 * \frac{1}{6} * \sqrt{24} * 1000 * 2 * 0.705 = 863.45Kn$$

$$¤.Vc = 863.45Kn > Vu = 401.76Kn$$

$$\therefore \ Safe$$

- **Check for one way shear strength for C89 :**

$$Vu = 3515.3 - 627.73(0.975+0.8+0.705)2 = 401.76KN$$

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

-

$$¤.Vc = 0.75 * \frac{1}{6} * \sqrt{24} * 1000 * 2 * 0.705 = 863.45Kn$$

$$¤.Vc = 863.45Kn > Vu = 401.76Kn$$

$$\therefore \ Safe$$

- **Check for two way shear action (punching)**

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

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

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

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

Whre:

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

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

$\sim_s = 30$ …… for exterior column

$\sim_s = 40$ ……. for interior column

$$¤.V_C = ¤.\frac{1}{6}\left(1+\frac{2}{_c}\right)\sqrt{f_c'}\,b_o d = \frac{0.75}{6}*\left(1+\frac{2}{(80/30)}\right)*\sqrt{24}*5.26*0.705*1000 = 3974Kn$$

$$¤.V_C = ¤.\frac{1}{12}\left(\frac{\sim_s}{b_o/d}+2\right)\sqrt{f_c'}\,b_o d = \frac{0.75}{12}*\left(\frac{40}{5.26/0.705}\right)*\sqrt{24}*5.26*0.705*1000 = 6087.29Kn$$

$$¤.V_C = ¤.\frac{1}{3}\sqrt{f_c'}\,b_o d = \frac{0.75}{3}*\sqrt{24}*0.705*5.26*1000 = 4541.72Kn$$

$¤.V_C = 3974Kn$ ..... *Control*

$Vu_{C92} = Pu - FR_b$

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

$$Vu_C = 3515.3 - \left[627.73*(0.975+0.8+\frac{0.705}{2})*(0.3+0.705)\right] = 2173.13KN$$

$¤.Vc = 3974Kn > Vu_C = 2173.13Kn.....$ *satisfied*

4.9.3 Design for Bending Moment

$Mu = 627.73*((1.375)^2/2)*2.0 = 1186.8Kn.m$

$Mu@zeroshear:-$

3515.3-(627.73*2*x) = 0.0

X = 2.8 m.

$Mu@_{x=2.8} = 627.73*((2.8)^2/2)*2-3515.3*1.425 = 87.9KN.m$

For negative moment : Mu=-87.9kn.m.

$$Kn = \frac{Mn}{bd^2} = \frac{87.9/0.9}{2\times(0.705)^2}*10^{-3} = 0.098Mpa$$

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

$$\circ = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times m\times kn}{f_y}}\right)$$

$$\circ = \frac{1}{20.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times 20.6\times 1.58}{420}}\right) = 0.000234$$

$As_{Req.} = \circ *b*d = 0.000234*2000*705 = 330.64mm^2$

$As_{Shrinkage} = 0.0018*b*h = 0.0018*2000*800 = 2880mm^2$

$\therefore As = 2880mm^2$

Use 15Ø 16 mm …… with Aprovided = 3015 mm^2

Check for Strain:

Tension = Compression

$As * fy = 0.85 * fc' * b * a$

$3015 * 420 = 0.85 * 24 * 2000 * a$

$a = 31.04mm$

$x = \frac{a}{1} = \frac{31.04}{0.85} = 36.51mm$

$£_s = \frac{705 - 36.51}{36.51} * 0.003$

$£_s = 0.055 > 0.005$ .....OK

For positive moment Mu = 1186.8 Kn.m

$Kn = \frac{Mn}{bd^2} = \frac{1186.8/0.9}{2 \times (0.705)^2} * 10^{-3} = 1.326Mpa$

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

$° = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times kn}{f_y}}\right)$

$° = \frac{1}{20.588}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.588 \times 1.326}{420}}\right) = 0.00327$

$As_{Req.} = ° * b * d = 0.00327 * 2000 * 705 = 4608.6mm^2$

$As_{Shrinkage} = 0.0018 * b * h = 0.0018 * 2000 * 800 = 2880mm^2$

$\therefore As = 4608.6mm^2$

Use15 Ø20

Check for Strain:

Tension = Compression

$As * fy = 0.85 * fc' * b * a$

$4710 * 420 = 0.85 * 24 * 2000 * a$

$a = 48.48mm$

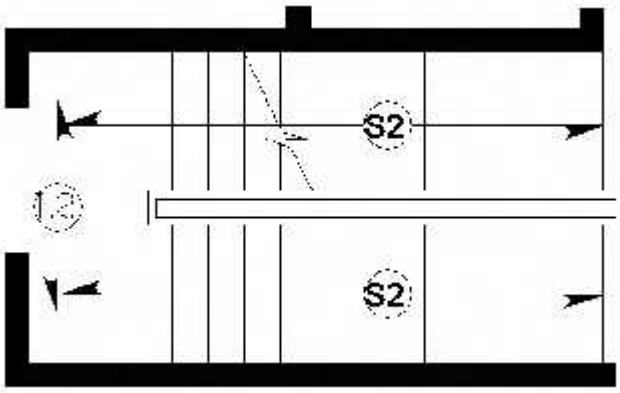
$x = \frac{a}{1} = \frac{48.48}{0.85} = 57.04mm$

$£_s = \frac{705 - 57.04}{57.04} * 0.003$

$£_s = 0.034 > 0.005$ .....*OK*

Use the column bars as a dowels

4-10 Design of Stair



Fig(4-14) stair plan

4.10.1 Determination of Slab Thickness

For Flight:

L = 4.9m.

h_{req} = L/ 20.

h_{req} = 4.9 / 20 = 0.245 cm.

Use h= 25 cm.

The stair slope by θ = $\tan^{-1}\ \frac{170}{300} = 29.54$

For Landing:

L = 2.8m.

h_{req} = L/ 20.

h_{req} = 2.8 / 20 = 0.14 cm.

Use h= 25 cm.

4.10.2 Load Calculations

For Flight :

Dead Load for flight:

$$Tiles = 27\ \frac{0.17 + 0.35}{0.3} * 0.03 * 1 = 1.404 KN/m$$

$$Mortar = 22\ \frac{0.17 + 0.3}{0.3} * 0.02 * 1 = 0.689 KN/m$$

$$stair\ stips = \frac{25}{0.3}\ \frac{0.17 * 0.35}{2} * 1 = 2.125 KN/m$$

$$slab = \frac{25 * 0.25 * 1}{\cos 29.54} = 7.18 KN/m$$

$$Plaster = 22\ \frac{0.03 * 1}{\cos 29.54} = 0.758 KN/m$$

Dead load sum=12.156

Live load for flight:

Live load for stairs =5 KN/ m^2.

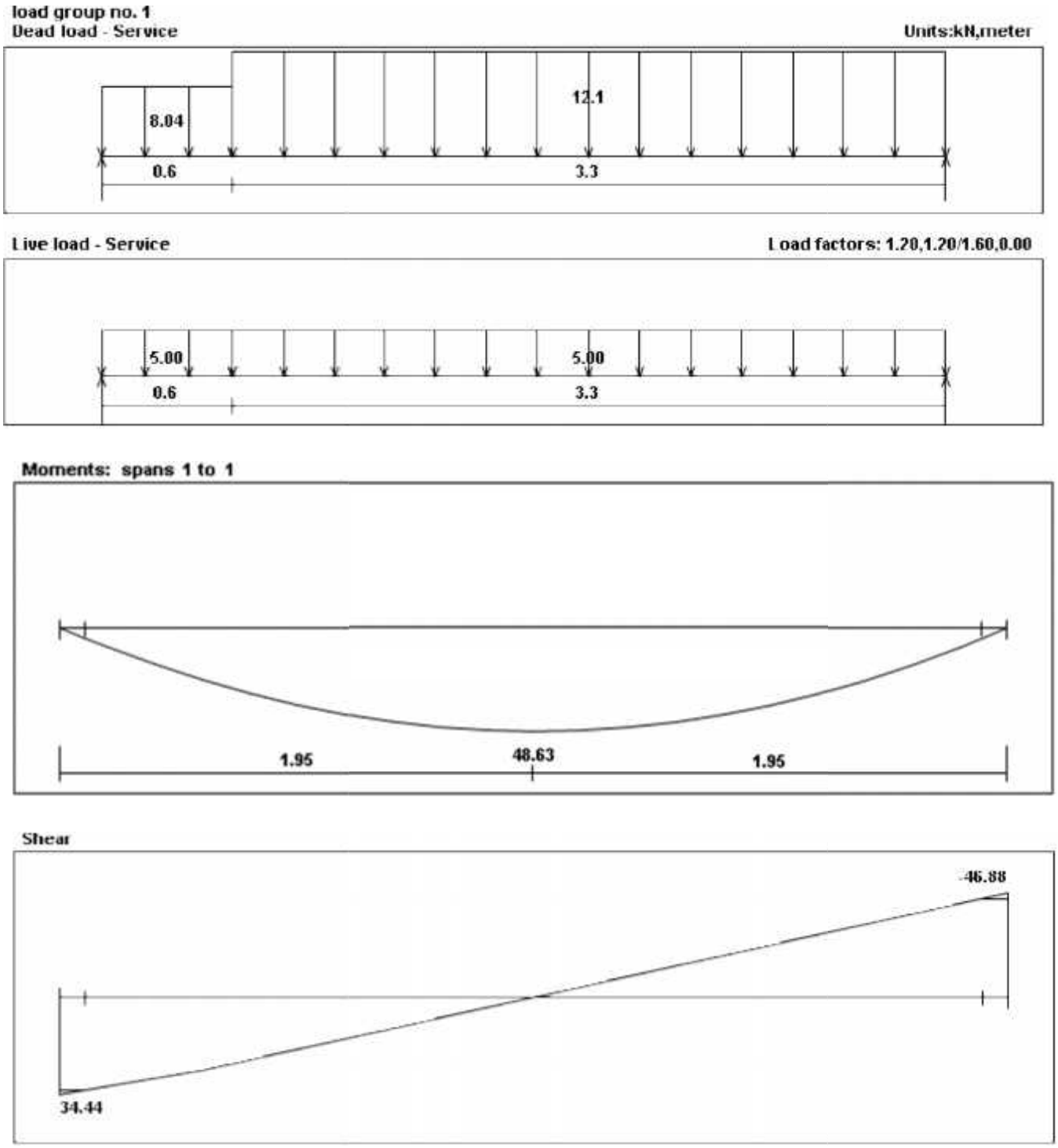


Fig. (4-15)Moment & shear on flight

Load on landing:-

Dead Load for landing:

Tiles = 23*0.03*1=0.69KN/m

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

Slab = 25*0.25*1=6.25KN/m

Plaster = 22*0.02*1=0.66KN/m

Total dead load= 8.04KN/m.

Live load:

Live load for stairs =5 KN/ m^2.

4.10.3 Design of Shear for flight

- Assume Ø 14 for main reinforcement:-

So, d = 250-20-7 = 223 mm..

Take d= 223 mm

- Vu = 46.88 KN .
- $\text{¤}Vc = \dfrac{\text{¤}\sqrt{f_c'} * b_w * d}{6}$
- $\text{¤}Vc = \dfrac{0.75*\sqrt{24}*1000*223*10^{-3}}{6} = 136.6KN$
- Vu = 46.88 KN < Ø.Vc = 136.6KN .

Depth is ok since there is no shear Reinforcement .

4.10.4 Design of Bending Moment for Flight

Mu = 3.4.44*2.18-22.59*1.53*.765=48.63 KN.m.

Mn req = Mu / 0.9 = 48.63 / 0.9 = 54KN.m.

d = 223 mm.

$$R_n = \frac{Mn}{b \cdot d^2}$$

$$R_n = \frac{54*10^6}{1000*223^2} = 1.08MPa\ .$$

$$m = \frac{fy}{0.85\times fc'}$$

$$m = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.588$$

- $$= \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2mR_n}{f_y}}\right) = \frac{1}{20.588}\left(1-\sqrt{1-\frac{2*20.588*1.08}{420}}\right) = 0.00264$$

As req = 0.00264*1000*223= 614.9 $mm^{2\cdots}$……..control

$A_s$min=0.0018*250*1000=450mm^2

S=153.9/614.9=0.2503m

Check for spacing

3h=3*250=750mm

S=450

$$s = 380\ \frac{280}{0.667*420} - 2.5*20 = 330mm$$

$$s = 300\ \frac{280}{0.667*420} = 300mm$$

Use 1Φ 14@ 20 cm

Use 1Φ 14@ 30 cm. for secondary Rein.

Check for strain:

Tension = Compression

$$A_s * fy = 0.85 * fc' * b * a$$
$$615.6 * 420 = 0.85 * 24 * 1000 * a$$
$$a = 12.67\,mm$$
$$c = \frac{a}{1} = \frac{12.67}{0.85} = 14.9\,mm$$
$$£_s = \frac{223 - 14.9}{14.9} * 0.003$$
$$£_s = 0.041 > 0.005 \longrightarrow ok$$

4.10.5 Design of landing

same thickness =25 cm

Dead load = 8.04 KN/ m .

Live load = 5.0 KN/ m .

Load from flight =34.44/1.3=26.49KN/m

Load =26.49+(1.2*8.04+1.6*5)=44.1 KN/m

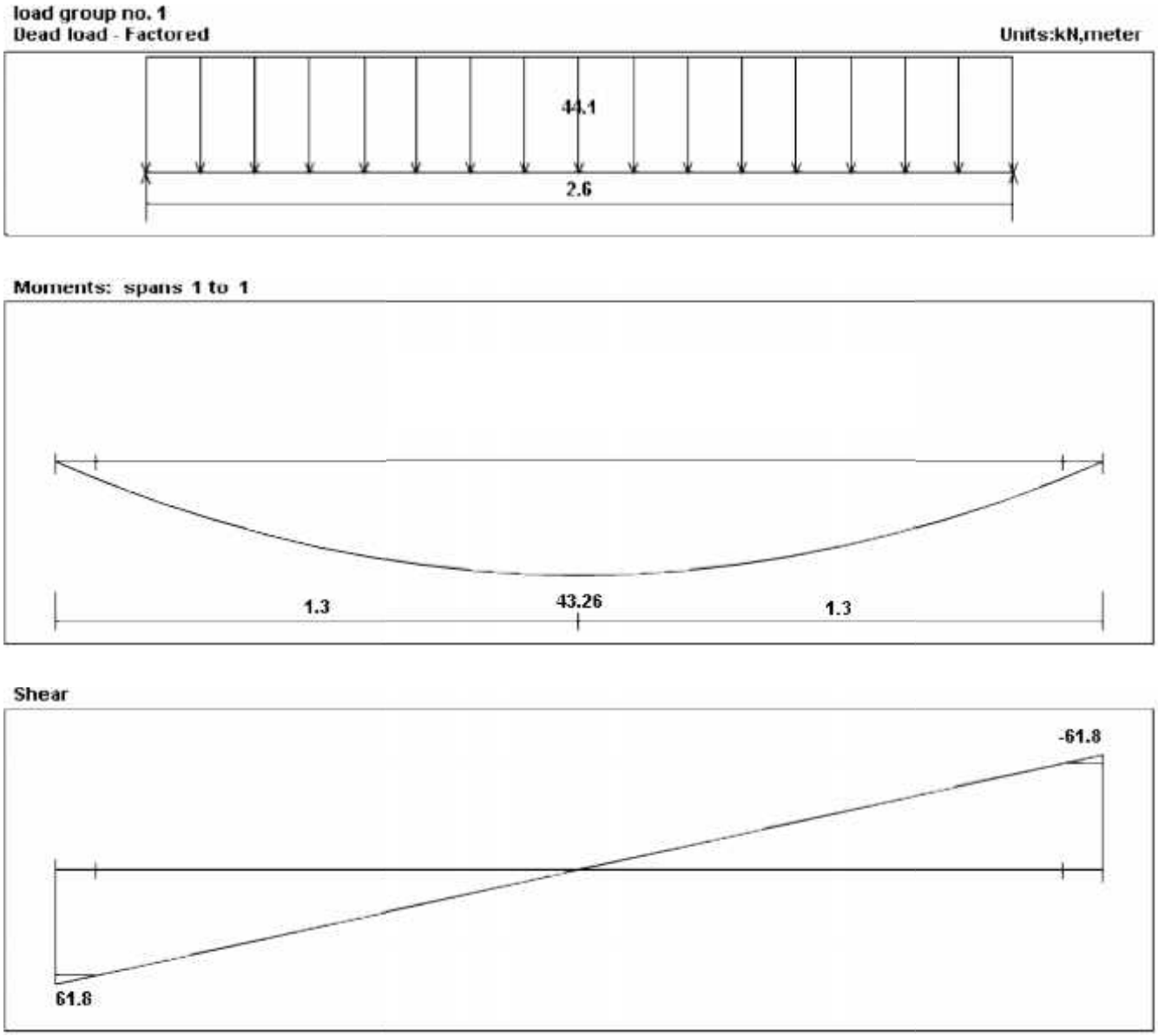


Fig.(4-16)Moment & shear on landing

- Vu = 61.8 KN.
- $\text{¤}Vc = \dfrac{\text{¤}\sqrt{f_c'} * b_w * d}{6}$

- $\text{¤}Vc = \frac{0.75*\sqrt{24}*1000*223*10^{-3}}{6} = 136.55$ KN

- Vu = 61.8 KN < Ø.Vc = 136.55 KN.

Depth is ok since no shear reinf. Is required

4.10.6 Design of flexure for landing

Mu = 43.26 KN.m.

Mn req = 43.26 / 0.9 = 48.07 KN.m.

d = 223 mm.

$$R_n = \frac{Mn}{b \cdot d^2}$$

$$k_n = \frac{48.07*10^6}{1000*223^2} = 0.966MPa .$$

$$m = \frac{fy}{0.85\times fc'}$$

$$m = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.588$$

- $= \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2mR_n}{f_y}}\right) = \frac{1}{20.588}\left(1-\sqrt{1-\frac{2*20.588*0.966}{420}}\right) = 0.002357 .$

As req = 0.002357*1000*223 = 525.611 $mm^{2.}$

$A_S min$= 0.0018*1000*250=450mm^2

S=153.9/525.611=0.293m

Check for spacing

3h=3*250=750mm

S=450

$$s = 380\ \frac{280}{0.667 * 420} - 2.5 * 20 = 330mm$$

$$s = 300\ \frac{280}{0.667*420} = 300mm$$

Use 1Φ 14@ 29 cm

Use 1Φ 14@ 30 cm. for secondary Rein.

Check for strain:

Tension = Compression

$$A_s * fy = 0.85 * fc' * b * a$$
$$615.6 * 420 = 0.85 * 24 * 1000 * a$$
$$a = 12.67mm$$
$$c = \frac{a}{1} = \frac{12.67}{0.85} = 14.9mm$$
$$£_s = \frac{223 - 14.9}{14.9} * 0.003$$
$$£_s = 0.041 > 0.005 \longrightarrow ok$$

الفصـــــــل الخامس

النتائج و التوصيات

5

5 – 1 مقدمـــــــــــــــة

5 – 2 النتائج

5 – 3 التوصيات

١.٥ 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 للمبنى 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.

٢.٥ النتائج:-

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

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

3. من أهم خطوات التصميم الإنشائي، كيفية الربط بين العناصر الإنشائية المختلفة من خلال النظرة الشمولية للمبنى، ومن ثم تجزئة هذه العناصر لتصميمها بشكل منفرد ومعرفة كيفية التصميم، مع أخذ الظروف المحيطة بالمبنى بعين الاعتبار.

4. القيمة الخاصة بقوة تحمل التربة هي 250KN/m2.

5. لقد تم استخدام نظام عقدات (Two-Way Ribbed Slab) في جميع العقدات نظراً 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)في مناطق بيت الدرج وعقدة بئر الماء، نظراً لكونها أكثر فاعلية من عقدات الأعصاب في تحمل ومقاومة الأحمال المركزة.

6. برامج الحاسوب المستخدمة:

هناك عدة برامج حاسوب تم استخدمها في هذا المشروع وهي:

a) AUTOCAD 2013/2007 : و ذلك لعمل الرسومات المفصلة للعناصر الإنشائية.
b) ETABS: للتصميم والتحليل الإنشائي للعناصر الإنشائية.

c) STAAD PRO: وذلك لإجراء التحاليل الإنشائية لبعض العناصر الإنشائية.
d) ATIR: للتصميم والتحليل الإنشائي للعناصر الإنشائية.
e) SAFE: لتصميم بعض العناصر الإنشائية.
f) (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.

٣.٥ التوصيات:-

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

ففي البداية، يجب أن يتم تنسيق وتجهيز كافة المخططات المعمارية، بحيث يتم 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.