التصميم الإنشائي لـ " مبنى مدرسة اذنا " المقترح إنشاؤه في

بلدة اذنا

فريق العمل

شادي طميزي

محمد حجوج

إشراف:

م . فهد صلاحات

تقرير مشروع التخرج

مقدم إلى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في كلية الهندسة والتكنولوجيا

جامعـــــة بوليتكنك فلسطيـــــن

للوفاء بجزء من متطلبات الحصول

على درجة البكالوريوس في الهندسة تخصص هندسة المباني

كلية الهندسة والتكنولوجيا دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل-فلسطين

٢٠١٥-٢٠١٦

شهادة تقييم مشروع التخرج

جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل – فلسطين

التصميم الإنشائي لـ " مبنى مدرسة اذنا " المقترح إنشاؤه في

بلدة اذنا

فريق العمل

شادي طميزي

محمد حجوج

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
م . فهد صلاحات	د. غسان دويك
.....	.....

٢٠١٥-٢٠١٦

الإهـــــــــــد اء

قال تعالى : (وَقُلِ اعْمَلُواْ فَسَيَرَى اللّهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ)

صدق الله العظيم

اهدي هذا العمل المتواضع الى

من افتدى وطنه بعلمه ودمه ..... الأكرم منا جميعاً

من أختص الله الجنة تحت قدميها ..... **والدتي**

الذي بذل جهد السنين سخياً وصاغ من الأيام سلالم العلى **لأرتقي** بها في ذرا الحياة .....**والدي**

العيون البريئة التي تنظر **لي بحب** ..... **أخوتي**

الشموع التي أضاءت لي طريق العلم ..... **أساتذتي**

الذين **واكبوا** سنين العمر بإخلاص ..... **أصدقائي**

أهدي ما وفقني أليه ربي ردا للجميل الذي احمله لهم جميعا

فريق العمل

الشكر والتقدير

إن الشكر والمنة لله وحدة كما يليق بجلال وجهه وعظيم سلطانه أولا وأخيرا

نتقدم بجزيل الشكر والامتنان

إلى جامعتنا العزيزة ...جامعة بوليتكنك فلسطين.

إلى كلية الهندسة والتكنولوجيا.

إلى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية .... بطاقمها التدريسي والإداري.

إلى المشرف على هذا المشروع الدكتور....م . فهد صلاحات.

الى د. نصر عبوشي، د. هيثم عياد، م. خليل كرامة، م.سفيان الترك، د. ماهر عمرو، د. نبيل الجولاني والى جميع من علمنا حرفاً في جامعتنا العزيزة.

إلى من دعمنا في جميع مراحل حياتنا ..... أهلنا الأحباء.

إلى كل من ساهم في انجاز هذا البحث المتواضع.

فريق العمل

خلاصة المشروع

التصميم الإنشائي لـ " مبنى مدرسة اذنا" المقترح إنشاؤه في

بلدة اذنا

فريق العمل

شادي طميزي

محمد حجوج

جامعة بوليتكنك فلسطين -٢٠١٦

إشراف

م . فهد صلاحات

يمكن تلخيص هدف المشروع في عمل التصميم الإنشائي لجميع العناصر الإنشائية التي يحتويها المشروع من العقدات وجسور وأعمدة وأساسات والجدران وغيرها من العناصر الإنشائية.

المشروع عبارة عن مبنى مدرسة، حيث يتكون المشروع من طابقين متعددي الاستخدام مع وجود القليل من التراجعات في الطوابق ؛ فالطابق الارضي يحوي على مساحات لما تحتاجه المنشأة من خدمات مثل غرفة إدارة ، ومكاتب سكرتارية ، قاعات تدريس ، قاعات اجتماعات ، والوحدات الصحية ، وصالة متعددة الاستخدامات وقاعات اجتماعات ، أما الطابق الأول فيحتوي على قاعات تدريس ومكاتب إدارية ومكتبة ومختبرات الكيمياء ، والفيزياء والحاسوب. ونتيجة لكبر حجم المنشأة ووجود تنوع في شكله فسيتم استخدام انواع مختلفة من العناصر الانشائية مثل تنوع العقدات في المبنى واستخدام الجسور المتدلية حتى تحمل الاحمال في المسافات البعيدة بين الاعمدة والتي ستستخدم في المبنى لتجنب تعطيل الحركة ، و حتى يتم اخراج المبنى حسب ما هو مصمم معماريا، حيث ان ما يميز تصميمه المعماري عن غيره هو طرق ترابط الكتل ببعضها والفكرة المعمارية المنبثق منها المشروع .

ومن الجدير بالذكر انه تم استخدام الكود الأردني لتحديد الأحمال الحية ، ولتحديد أحمال الزلازل تم استخدام (U.B.C-97) ، أما بالنسبة للتحليل الإنشائي وتصميم المقاطع فقد تم استخدام الكود الأمريكي (ACI_318-08)، ولا بد من الإشارة إلى انه تم الاعتماد على بعض البرامج الحاسوبية مثل: Autocad2013، Office 2013, Atir v.11.5، وغيرها.

نتمنى بعد إتمام المشروع أن نكون قادرين على تقديم التصميم الإنشائي لجميع العناصر الإنشائية للمبنى كاملا.

بعد تصميم هذا المشروع وعمل كل ما تم ذكره يتوقع أن نخلص إلى عدد من النتائج والتوقعات تتمثل في ربط المعلومات التي تم دراستها في المساقات المختلفة، وتحليل وتصميم جميع العناصر الإنشائية مع بيان تأثير كل عنصر من العناصر على الآخر، ومن ثم عمل المخططات الإنشائية التنفيذية بشكل كامل ومفصل لكل منها.

والله ولي التوفيق

Structural Design of Idna school Building

Prepared by

Shadi Etmazy

Palestine Polytechnic University -2016

Supervisor

Eng. Fahed salahat

Abstract

Objective of the project can be summarized in the structural design of all structural elements contained in the project, slabs, beams, columns and foundations, walls and other structural elements.

It is worth mentioning that we have used the Jordanian code to determine the live loads, seismic loads and to determine the use of (UBC-97), As for the structural analysis and design of sections has been the use of the U.S. Code (ACI_318-08), It must be pointed out that he was relying on some computer programs such as: Autocad2012, Office2013, Atir v.11.5.

We hope after the completion of the project to be able to provide structural design for all structural elements of the building is complete.

After designing this project it's expected to gain a various results and to link the information that have been studied in the different courses , and the analysis and design of all structural elements and the statement of the impact of each of the elements on the other, and then the work of structural plans of the Executive are Full and detailed for each.

God grants success.

فهرس المحتويات

المقدمة

١-١ المقدمة: -..... Error! Bookmark not defined.

٢-١ مشكلة البحث (المشروع): - ..... Error! Bookmark not defined.

٣-١ أسباب اختيار المشروع: -..... Error! Bookmark not defined.

٤-١ أهداف المشروع: -..... Error! Bookmark not defined.

٥-١ المسلمات: - ..... Error! Bookmark not defined.

٦-١ فصول المشروع: -..... Error! Bookmark not defined.

٧-١ خلاق المشروع: - ..... Error! Bookmark not defined.

٨-١ حدود المشروع: - ..... Error! Bookmark not defined.

٩-١ وصف المشروع: -..... Error! Bookmark not defined.

الوصف المعمَـاري

٢-١ المقدمة: - ..... Error! Bookmark not defined.

٢-٢ لمحة عامة عن المشروع: - ..... Error! Bookmark not defined.

٢-٣ موقع المشروع: - ..... Error! Bookmark not defined.

٢-٤ أهمية الموقع:- ..... Error! Bookmark not defined.

٢-٥ حركة الشمس والرياح: - ..... Error! Bookmark not defined.

٢-٦ الطوبة: - ..... Error! Bookmark not defined.

٢-٧ وصف طوابق المشروع: - ..... Error! Bookmark not defined.

٢-٤-١ الطابق الأرضي: ..... Error! Bookmark not defined.

٢-٤-١-١ الجزء الشمالي الغربي: - ..... Error! Bookmark not defined.

٢-٤-١-٢ الجزء الشمالي الشرقي: - ..... Error! Bookmark not defined.

٢-٤-١-٣ الجزء الجنوبي الغربي: - 12

٢-٤-١-٤ الجزء الجنوبي الشرقي: - ..... Error! Bookmark not defined.

٢-٤-٢ الطابق الاول: - ..... Error! Bookmark not defined.

٢-٤-٢-١ الجزء الغربي: - ..... Error! Bookmark not defined.

٢-٤-٢-٢ الجزء الشمالي الشرقي: - 13

٢-٤-٢-٣ الجزء الجنوبي الشرقي: - 14

٢-٨ الواجهات: - 14

٢-٥-١ الواجهة الشمالية : - 14

٢-٥-٢ الواجهة الجنوبية الغربية: - 15

٢-٥-٣ الواجهة الجنوبية : - 15

٢-٩ وصف الحركة والمداخل: - 15

الوصف الإنْشَائِي

٣-١ مقدمة: -..... 16

٣-٢ هدف التصميم الإنشائي: - 16

٣-٣ الدراسات النظرية للعناصر الإنشائية في المبنى: - 17

٣-٣-١ الأحمال وتصنيفاتها: - 17

٣-٣-٢ الأحمال الميتة: - 17

٣-٣-٣ الأحمال الحية: -..... 17

٣-٣-٤ الأحمال البيئية: -..... 17

٣-٣-٤-١ الرياح: - 18

٣-٣-٤-٢ الثلوج: - 18

٣-٣-٤-٣ الزلازل: ..... 18 Error! Bookmark not defined.

٣-٤ الاختبارات العملية: - 18

٣-٥ العناصر الإنشائية المكونة للمبنى: - 19

٣-٥-١ القدلت:..... 19

٣-٥-1-1 القدلت المصمتة ذات الاتجاه الواحد (One way solid slab): 19

٣-٥-1-4 عقدلت العصب ذات الاتجاه الواحد (One way ribbed slab): 20

٣-٥-١-5 عقدات العصب ذات الاتجاهين (Two way ribbed slab): 20

2-5-3 الجسور: -..... 22

٣-٥-٤ الأعمدة: - 24

٣-٥-٤ الجدران الحاملة (جدران القص): - 25

٣-٥-٨ الأساسات: - 26

٣-٥-٨ أدراج: - 28

4.1 Introduction: 29

4.1.1 Design method and requirements: 30

4.1.2 Strength design method: 31

4.3 Slabs Thickness calculation:- 32

4.4 Design of Topping:- 34

4.4.1 Calculation of Dead load 34

4.4.2 Calculation of live load 34

4.5 Design of Rib:- 35

4.5.1 Design constant:- 35

4.5.2 Calculation of Dead load:- 36

4.5.3 Calculation of Live load:- 36

4.5.4 Flexural Design: - 39

4.5.4.1 Design for positive Moment for Rib:- 39

4.5.4.2 Design for Negative Moment for Rib : 40

4.5.4.3 Design shear for Rib:- 41

4.6 Design of Tow Way Ribbed Slab:- 43

4.6.1 Determination of Thickness for Two Way Rib Slab:- 43

4.6.2 Load Calculation:- 45

4.6.3 Determination of factored dead & live load :- 45

4.6.4 Flexural Design: -..... 45

4.6.4.1 Design for Negative moment:- 45

4.6.4.2 Design for Positive moment:- 46

4.6.4.3Design Discontinuous edge:- ……... 48

4.6.4.4Design for shear:- …… 48

4.7 Design of Beam (GF-05):- 49

4.7.1 Calculation of Beam dead load 49

4.7.2 Check whether the section will be act as singly or doubly reinforcement section:- …... 49

4.7.3 Flexure design: 49

4.7.3.1 Design for positive moment:.....50

4.7.3.2 Design for negative moment: 50

4.7.3.3 Design the beam for shear:.....51

4.7.3.4 Check for section dimensions: 51

4.7.3.5 Check for the case of shear: 51

4.8 Design of long column (C2):- ……..52

4.8.1 Check the slenderness effect:- ……..52

4.8.2 Calculate emin ,Mmin:- ……..53

4.8.3 Determine of Euler buckling load:- …….53

4.8.4 Calculate the moment magnifier factor:- ……54

4.8.5 Design the stirrups :- …….....54

4.8.6 Check for code requirements:- …… 55

4.10 Design of Isolated Footing (F2):- …….55

4.9.1 Determination of Loads:- …… 55

4.9.2 Determination of Footing Area:- ……. 56

4.9.3 Determination the depth of footing based on shear strength:- ……. 56

4.9.4 Check for one-way shear strength:- …… 56

4.9.5 Check for two-way shear action (punching):- …… 56

4.9.6 Design of Bending Moment:- …… 58

4.9.7 Development Length of main Reinforcement for Mu :- …… 58

4.9.8 Design the column – footing joint:- …….. 58

List of Abbreviations

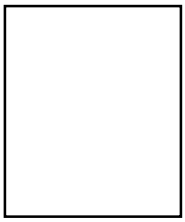
- **Ac** = area of concrete section resisting shear transfer.
- **As** = area of non-prestressed tension reinforcement.
- **A_s˜ =** area of non-prestressed compression reinforcement.
- **Ag** = gross area of section.
- **Av** = area of shear reinforcement within a distance (S).
- **At** = area of one leg of a closed stirrup resisting tension within a (S).
- **b** = width of compression face of member.
- **bw** = web width, or diameter of circular section.
- **C_c =** compression resultant of concrete section.
- **C_s** = compression resultant of compression steel.
- **DL** = dead loads.
- **d** = distance from extreme compression fiber to centroid of tension reinforcement .
- **Ec** = modulus of elasticity of concrete.
- **f_c˜** = compression strength of concrete.
- **fy** = specified yield strength of non-prestressed reinforcement.
- **h** = overall thickness of member.
- **Ln** = length of clear span in long direction of two- way construction,

  Measured face-to-face of supports in slabs without beams and face to

  Face of beam or other supports in other cases.

- **LL** = live loads.
- **Lw** = length of wall.
- **M** = bending moment.
- **Mu** = factored moment at section.
- **Mn** = nominal moment.
- **Pn** = nominal axial load.
- **Pu** = factored axial load
- **S** = Spacing of shear in direction parallel to longitudinal reinforcement.

- **Vc** = nominal shear strength provided by concrete.
- **Vn** = nominal shear stress.
- **Vs** = nominal shear strength provided by shear reinforcement.
- **Vu** = factored shear force at section.
- **Wc** = weight of concrete.
- **W** = width of beam or rib.
- **Wu** = factored load per unit area.
- **Φ** = strength reduction factor.
- $\boldsymbol{\varepsilon_c}$ **=** compression strain of concrete = 0.003.
- $\boldsymbol{\varepsilon_s}$ **=** strain of tension steel**.**
- $\boldsymbol{\acute{\varepsilon}_s}$ **=** strain of compression steel.
- **ρ** = ratio of steel area.



الفصل الأول

المقدمة

1-1 المقدمة.

1-2 مشكلة المشروع.

1-3 أسباب اختيار المشروع.

1-4 أهداف اختيار المشروع.

1-5 المسلمات.

1-6 فصول المشروع.

1-7 نطاق المشروع.

1-8 وصف المشروع.

1-9 حدود المشروع.

1-1 المقدمة: -

تعتبر مهنة التدريس من أسمى المهن التي ابتكرها الإنسان وتكاد تكون أفضلها وأهمها نظراً لما تساهم به من تخريج أشخاص ذو مكانة اجتماعية عالية يساهمون في بناء مجتمعهم بأحسن صورة وطريقة ممكنة.

التدريس أساس المهن كلها، فبدون المعلم لا وجود للطبيب والمهندس والطيار ومختلف المهن الأخرى. وقد بدأ التعليم منذ فجر التاريخ كتبادل للخبرات والمهارات المكتسبة فطريا أو من الطبيعة، فرعاية الأم لوليدها وتعليمها له كيف يعيش ويمارس حياته منذ ولادته هي نوع من أنواع التدريس.

ولما كان الإنسان يمثل أغلى قيمة خلقها الله على الأرض وسخرها له فقد بات من المؤكد أن عقل وتفكير هذا الإنسان وسلامة بدنه ونفسه تعد من أهم ضرورات حياته وضرورات استمرار إعماره لهذا الكون، لذا فقد دأب الإنسان منذ الأزل على تطوير الدراسة، التعلم، والبحث عن المعلومات،حتى وصل التطور مستخدما كل وسائل العلم وكان الإنسان منذ القدم يسعى إلى التعلم والتطور من حين لآخر، و قد حظي العلم بمكانة عالية فائقة عند العرب والمسلمين منذ بزوغ شمس الإسلام، وكان المثال الأوضح نزول أول أية قرآنية مبدوءة بكلمة "إقرأ" .

حيث سيتم في هذا المشروع تصميم النظام الإنشائي لمدرسة ثانوية تتكون من طابقين ارضي وأول. ويتمثل المشروع في اختيار النظام الإنشائي للمبنى من حيث توزيع العناصر الإنشائية كالأعمدة والجسور بما يتلائم مع المخططات المعمارية ومن ثم تصميم هذه العناصر ابتداء من العقدات وانتهاء بالقواعد والأساسات ومن ثم تجهيز المخططات الإنشائية التنفيذية وذلك من أجل الخروج بمشروع متكامل وقابل للتنفيذ.

1-2 مشكلة البحث (المشروع): -

تتمثل مشكلة هذا المشروع في التحليل والتصميم الإنشائي لجميع العناصر المكونة لمبنى المدرسة الذي تم اعتماده ليكون ميداناً لهذا البحث وهي " مبنى مدرسة اذنا الثانوية "، وفي هذا المجال تم دراسة كل عنصر من العناصر الإنشائية مثل الأعصاب والجسور ...الخ، بتحديد الأحمال الواقعة عليها، ومن ثم تحديد أبعادها وتصميم التسليح اللازم لها. مع الأخذ بعين الاعتبار عامل الأمان للمنشأة ومراعاة الجانب الاقتصادي ومن ثم تم عمل المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية التي تم تصميمها، لإخراج هذا المشروع من حيز الاقتراح إلى حيز التنفيذ.

1-3 أسباب اختيار المشروع: -

1- اكتساب المهارة في التصميم للعناصر الإنشائية في المباني، وخاصة المباني الضخمة مثل المشروع الذي نعرضه في هذا البحث.

2- زيادة المعرفة بالعناصر الإنشائية المتبعة في بلادنا، وكذلك اكتساب المعرفة العلمية والعملية المتبعة في تصميم وتنفيذ المشاريع الإنشائية والتي ستوجهنا بعد التخرج في سوق العمل إن شاء الله.

3- تقديم هذا المشروع إلى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في كلية الهندسة والتكنولوجيا في جامعة بوليتكنك فلسطين لاستيفاء شروط التخرج والحصول على درجة البكالوريوس في الهندسة المدنية لتخصص هندسة المباني.

4- طبيعة المشروع كونها منشأة تعليمية.

5- الضغوط التي يمارسها الاحتلال الإسرائيلي على التعليم في فلسطين كان دافع لاختيار المشروع.

1-4 أهداف المشروع: -

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

1. اكتساب المهارة في القدرة على اختيار النظام الإنشائي المناسب للمشاريع المختلفة وتوزيع عناصره الإنشائية على المخططات، بما يتناسب مع التخطيط المعماري له.
2. القدرة على تصميم العناصر الإنشائية المختلفة.
3. تطبيق وربط المعلومات التي تم دراستها في المساقات المختلفة.
4. اتقان استخدام برامج التصميم الإنشائي.

1-5 المسلمات: -

1. اعتماد الكود الأمريكي في التصميم الانشائي لكافة العناصر (ACI-318-08).
2. استخدام برامج التحليل والتصميم الإنشائي مثل (Atir, Staad pro, Safe, Etabs).
3. برامج أخرى مثل Microsoft office Word &PowerPoint.

1-6 فصول مقدمة المشروع: -

1. الفصل الأول: يشمل المقدمة العامة ومشكلة البحث وأهدافه.
2. الفصل الثاني: يشمل الوصف المعماري للمشروع.
3. الفصل الثالث: يشمل وصف العناصر الإنشائية للمبنى.
4. الفصل الرابع: التحليل والتصميم الإنشائي للعناصر الإنشائية.

1-7 نطاق المشروع: -

1. دراسة المخططات المعمارية وذلك للتأكد من صحتها من النواحي المعمارية وتوافقها مع أهداف المشروع مع إجراء كافة التعديلات المعمارية اللازمة عليها.
2. دراسة العناصر الإنشائية المكونة للمدرسة والآلية الأنسب لتوزيع هذه العناصر كالأعمدة والجسور والأعصاب بشكل لا يصطدم مع التصميم المعماري الموضوع ويحقق الجانب الاقتصادي.
3. تحديد النظام الإنشائي المناسب ومن ثم تحليل العناصر الإنشائية والأحمال المؤثرة عليها.
4. تصميم العناصر الإنشائية بناءً على نتائج التحليل.
5. إنجاز المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية التي تم تصميمها ليخرج المشروع بالشكل النهائي.
6. عرض مقدمة المشروع للمناقشة.

1-8 وصف المشروع: -

تناسقت محتويات هذا المشروع مع التسلسل العملي للخطوات التي يتضمنها، حيث يقع في اربعة فصول كالآتي:

1. **الفصل الأول: -**

يحتوي على مقدمة عن المشروع اشتملت على مشكلة المشروع، أسباب اختيار المشروع، أهدافه، الخطوات المتبعة لعمل المشروع.

2. **الفصل الثاني: -**

يحتوي على الوصف المعماري للمشروع؛ من حيث الموقع، المساحة، وصف الواجهات والطوابق...الخ.

3. **الفصل الثالث: -**

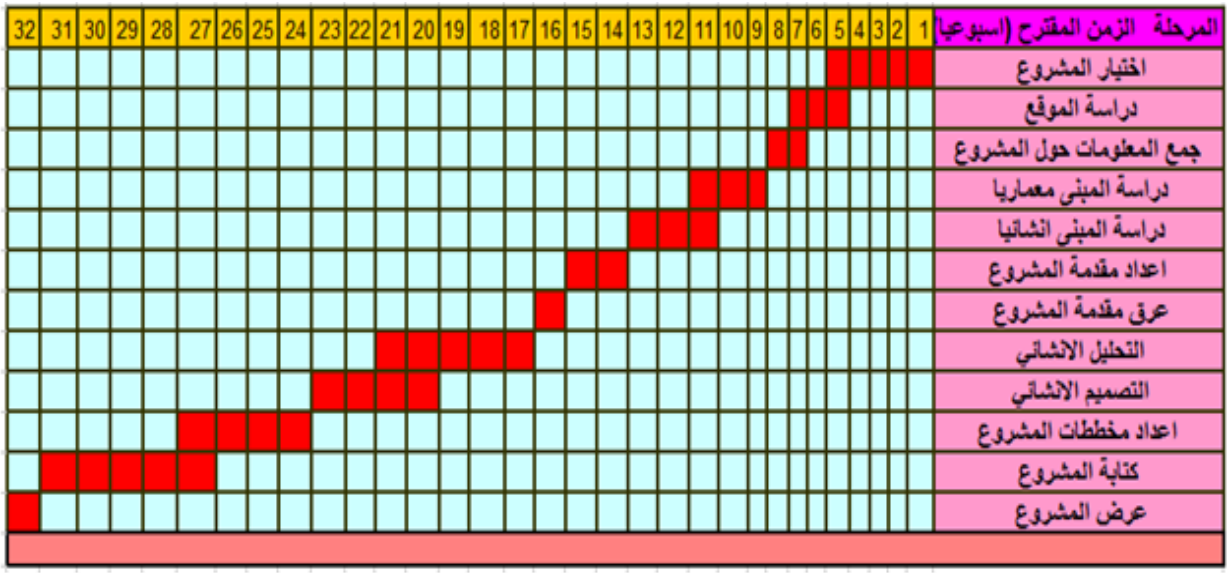
تناول هذا الفصل الوصف الإنشائي لعناصر المشروع.

4. **الفصل الرابع: -**

يحتوي على عمليات التحليل والتصميم للعناصر الإنشائية المقترحة لمقدمة المشروع.

1-9 الجدول الزمني لمقدمة المشروع: -

تكمن حدود مقدمة المشروع في تصميم العناصر الإنشائية المختلفة، حيث تم عمل تصميم متكامل لهذه العناصر من جسور، و اعصاب، وعمل المخططات الإنشائية المتكاملة لها، وفي الجدول التالي نوضح التسلسل الزمني للعمل في مقدمة ومشروع التخرج و المتوقع في الفصلين الدراسيين الاول و الثاني من السنة الدراسية 2016-2017م.



الفصل الثاني

الوصف المِعمَـاري

2.1 المقدمة.

2.2 لمحة عامة عن المشروع.

2.3 موقع المشروع.

2.4 أهمية الموقع.

2.5 حركة الشمس والرياح.

2.6 الرطوبة.

2.7 وصف طوابق المشروع.

2.8 الواجهات.

2.9 وصف الحركة والمداخل.

2.1 المقدمة: -

إن الوصف المعماري لأي مبنى بحاجة ماسة لنجاحه إذ يساعد على فهم وتحليل كافة الوظائف والفعاليات والحركات داخل المبنى حسب اختلاف نوعه والحاجة التي أنشأ لأجلها. ومن أهم ميزات المباني التعليمية توفير الراحة النفسية لدى الطلاب بالإضافة إلى توفير عدد من الخدمات الرئيسية مثل توفير القاعات الدراسية ومختبرات الحاسوب وغيرها من مختبرات ذات المساحات الكافية والخالية من الأعمدة الداخلية في منتصف الفراغ الإنشائي وهي بحاجة أيضا 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 اختيار النظام الإنشائي الذي يتلاءم مع وظيفة المبنى وينسجم مع التصميم المعماري له وكما تهدف هذه العملية إلى تحديد أبعاد العناصر الإنشائية وتسليحها, وذلك لمقاومة الأحمال المختلفة التي تتعرض لها هذه العناصر التي تقوم بدورها بنقل الأحمال إلى الأساسات التي تنقل الأحمال بشكل كامل إلى التربة.

2.2 لمحة عامة عن المشروع:

تقوم فكرة المشروع على أساس عمل متكامل مع مراعاة جميع المعايير المعمارية النموذجية في تصميم المدرسة وتوفير جميع العناصر التي تجعلها مميزة من ناحية وظيفية واجتماعية ومعمارية وان تكون تواكب التطور العلمي المتجدد والتخصصات الجديدة في مجال التدريس وان يكون التخطيط العام مرنا وقابلا للتمديد المستقبلي , **تشتمل على عدة عناصر رئيسية هي :**

1. الادارة العامة: -وتتكون هذه الادارة من الهيئة المسئولة عن شؤون المدرسة وهي تتولى الإشراف وتسيرالعمل وهي قريبة من المدخل الرئيسي والإشراف على جميع الأنشطة المختلفة لتنظيم شؤون رواد هذا المشروع.
2. القسم التعليمي: -ويشمل على قاعات تدريس ومختبرات وقاعة المشرفين ومختبرات الحاسوب والمشاغل.
3. الخدمة العامة: -وتشمل على الحمامات بالاضافة للصالة المغلقة وموقف لسيارات وموقف لحافات الطلاب.
4. يتكون المبنى من طابقين على قطعة أرض مساحتها ١٠٠٠٠ متر مربع، ومساحة البناء ٣٨٣٨ متر مربع.

2.3 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 وعلاقاتها بالتصميم المقترح في تآلف وتناغم لتحقيق التصميم الأمثل.

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

يقع المشروع في الجنوب الشرقي من بلدة اذنا جنوب الضفة الغربية الى الغرب من مدينة الخليل بمساحة تقدر ب ١٠ دونم ويحدها من الشمال الغربي شارع معبد عرضة 5 م يليه ومن الجنوب والشرق اراضي زراعية واسعة ومن الشمال ارضي زراعية.

الشكل (1-1): صورة جوية تبين موقع الشروع .

2.4 أهمية الموقع:

إن عمليه اختيار ارض لإقامة مبنى المدرسة لا تقام بشكل أساسي لتوفر قطعه الأرض بل بأنها تقام على أسس ومعايير تساعد في وضع قرار سليم يوجه المشروع إلى ذلك المسلك الذي يضفي على خدمات المشروع وأجزائه صبغه التكامل والتوافق مع النسيج الحضري العام. وفيما يلي عدة نقاط مهمة في عملية اختيار ارض لبناء مبنى المدرسة:

- جغرافية الموقع: هو الجانب الذي يختص في دراسة موقع الأرض بالنسبة للنسيج العمراني بشكل عام، وتأثير الموقع على وظيفة المبنى، ودراسة المناخ وطبوغرافية الأرض.
- شبكه المواصلات: بالإضافة الى تعدد الطرق المؤدية للموقع فهناك طرق فرعية تحيط بالأرض.
- الغطاء النباتي: -هو الجانب الذي يتحدث عن طبيعة الأرض من حيث احتوائها على الغطاء النباتي من أشجار ونباتات.
- أنماط المباني المحيطة: طبيعة المباني المحيطة بقطعة الأرض ونوعها، تجاريه، صناعية، سكنية، أم خدماتية ...الخ. وكيفية تأثير هذه المباني على قطعه الأرض وتأثيرها على المبنى المراد إنشاؤه، ونوعية مواد البناء المستخدمة في المباني المحيطة وارتفاعاتها إن وجدت.

2.5 حركة الشمس والرياح: -

تتعرض بلدة اذنا إلى الرياح الجنوبية الغربية التي تجلب الامطار واليها يعود انخفاض الحرارة في المناطق المرتفعة، كما تتعرض إلى الرياح الشرقية التي تكون باردة شتاء، ونظرا لموقعها الجغرافي فإن الرياح الجنوبية الغربية تهب عليها وتصطدم بتيارات دافئة، وتلتقي تلك القادمة من الشرق بالرياح القادمة من الغرب فتقلل من رطوبتها وتجعلها أكثر انسجاما، إذ تجعل الهواء معتدلا جافاً، كما تهب على البلدة رياح جافة كرياح الخماسين في أواخر فصل الربيع.

إن دراسة حركة الشمس والرياح من العوامل المهمة في تحليل المبنى، فالشمس طاقة مرغوب فيها، وتوجيه المبنى تجاه الشمس مع حمايته من السطوع الواقع عليه من المنطقة الغربية هي وسيلة ناجحة في الحصول على أكبر قدر ممكن من الطاقة الشمسية في أيام البرد، والتقليل من كمية الطاقة المستهلكة للتدفئة، وللرياح تأثير كبير على المباني، فهي تعد حمل أفقي يؤثر على جدران المبنى، وبالتالي على الهيكل الإنشائي له فيجب مراعاة تأثير الرياح والشمس على المبنى ليتم تصميمه بشكل يلبي شروط التصميم المتعلقة بالتهوية.

2.6 الرطوبة: -

يتراوح معدل الرطوبة في البلدة 64-84% في فصل الشتاء، ولارتفاع البلدة عن سطح البحر أثر في تقليل نسبة الرطوبة التي يحملها الهواء القادم من البحر، حيث يقدر ارتفاع بلدة اذنا بحوالي ٥٥٠ متر عن سطح البحر.

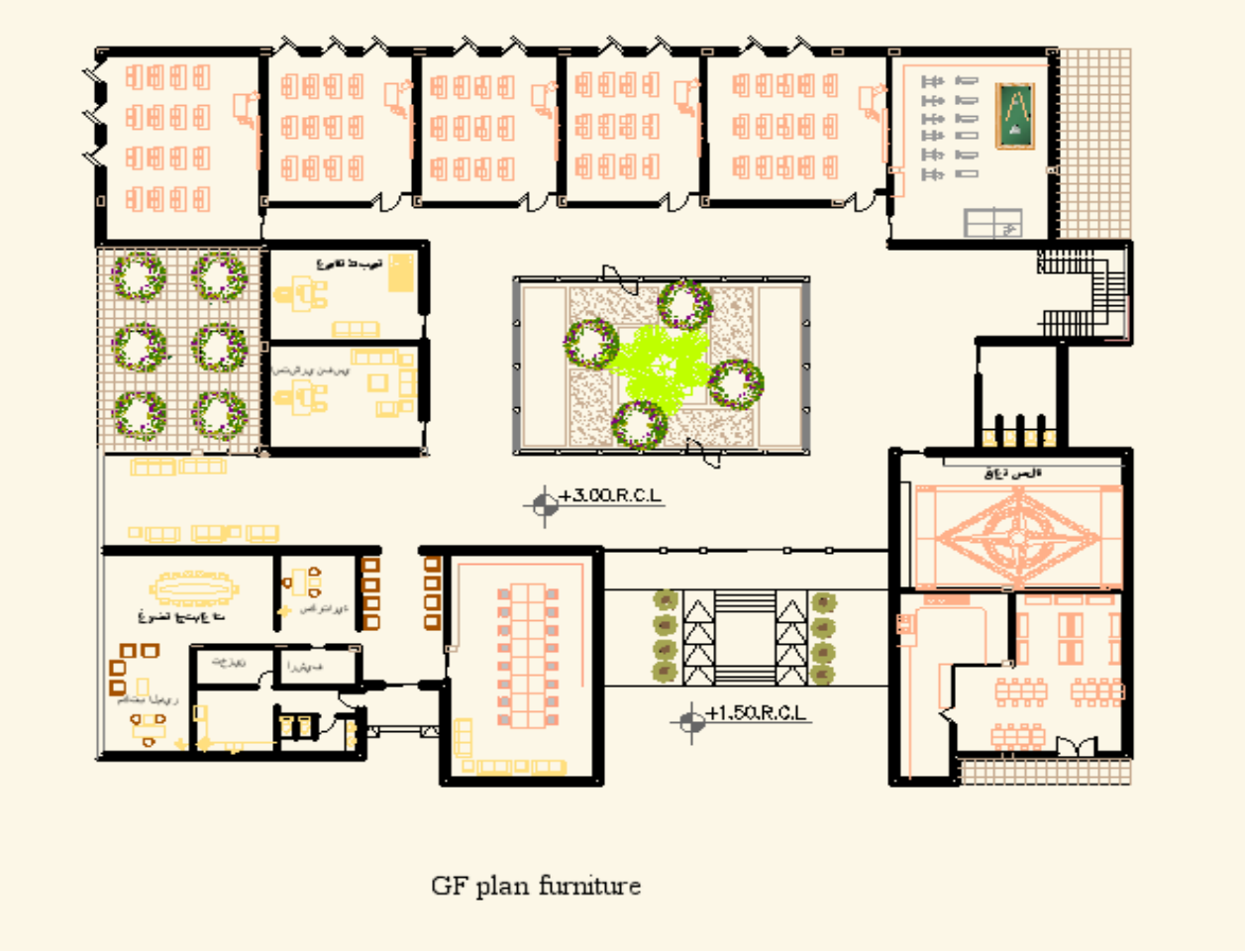
2.7 وصف طوابق المشروع: -

يتكون المشروع من طابقين بتنوع خدماتي موزع على المبنى في تركيبته الهندسية الذي يعتمد اعتماداً كلياً على نظام المستطيل مما ساعد على تنظيم الخدمات والترتيبات اللازمة وتوفير اماكن للاستراحة في كل طابق. وتبلغ المساحات الطابقية لهذا المبنى ٣٨٣٨ م2 موزعة على الطوابق الأرضي والاول كالآتي : -

2-7-1 الطابق الأرضي:

تبلغ مساحة هذا الطابق ١٩١٩ م2, ويمتاز بسهولة الحركة بين فراغاته المختلفة، ويشمل على الاجزاء التالية :

1- قسم الادارة والمدرسين.
2- وحدات صحية WC.
3- المدخل الرئيسي.
4- مختبرات و قاعات دراسية .
5- الأدراج.
6- منطقة خدمات.
7- مكتبة.

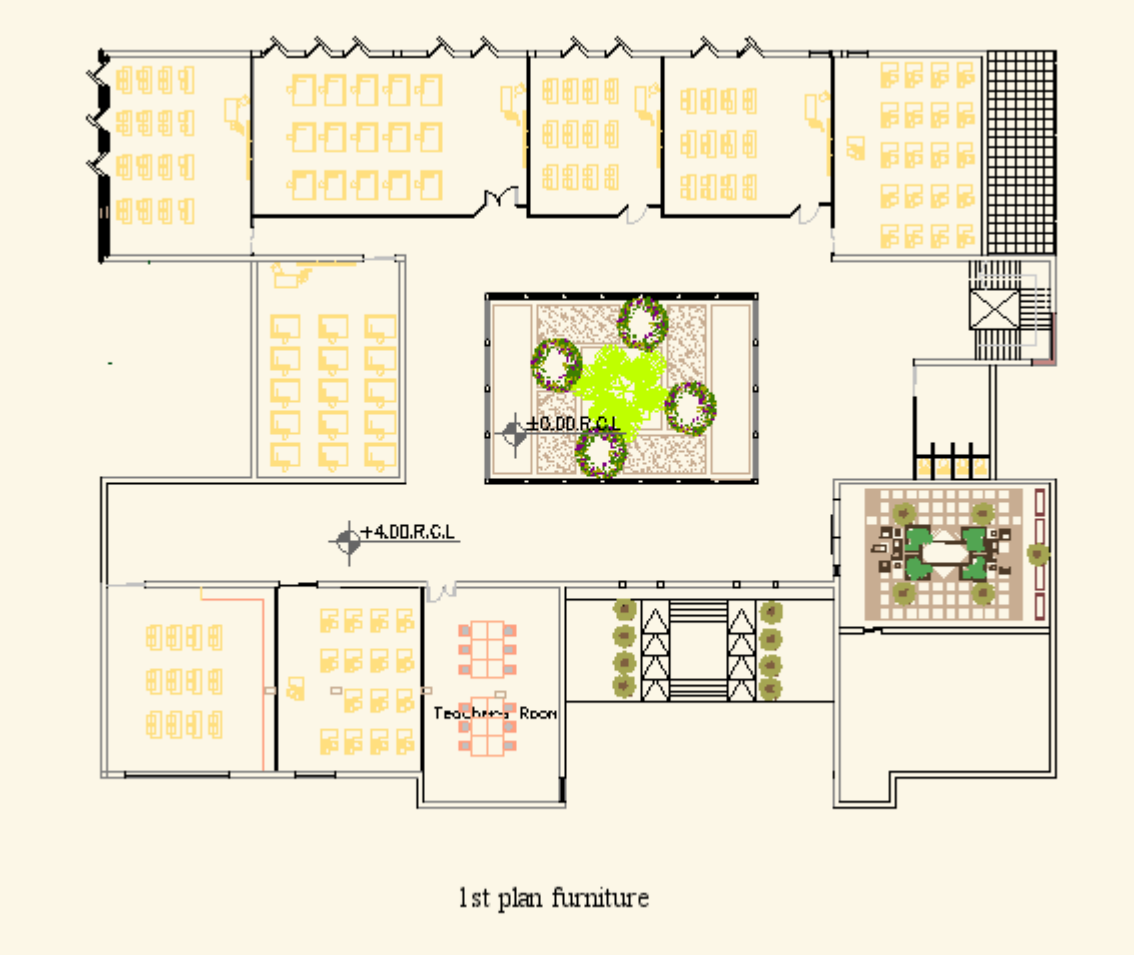


الشكل (2-1): صورة للطابق الارضي .

2-7-2 الطابق الاول: -

تبلغ مساحة هذا الطابق ١٩١٩ م2 تقريبا. ويمتاز بسهولة الحركة بين فراغاته المختلفة، ويشمل على الاجزاء التالية:

1- قاعات دراسية.
2- مختبرات.
3- ادراج.



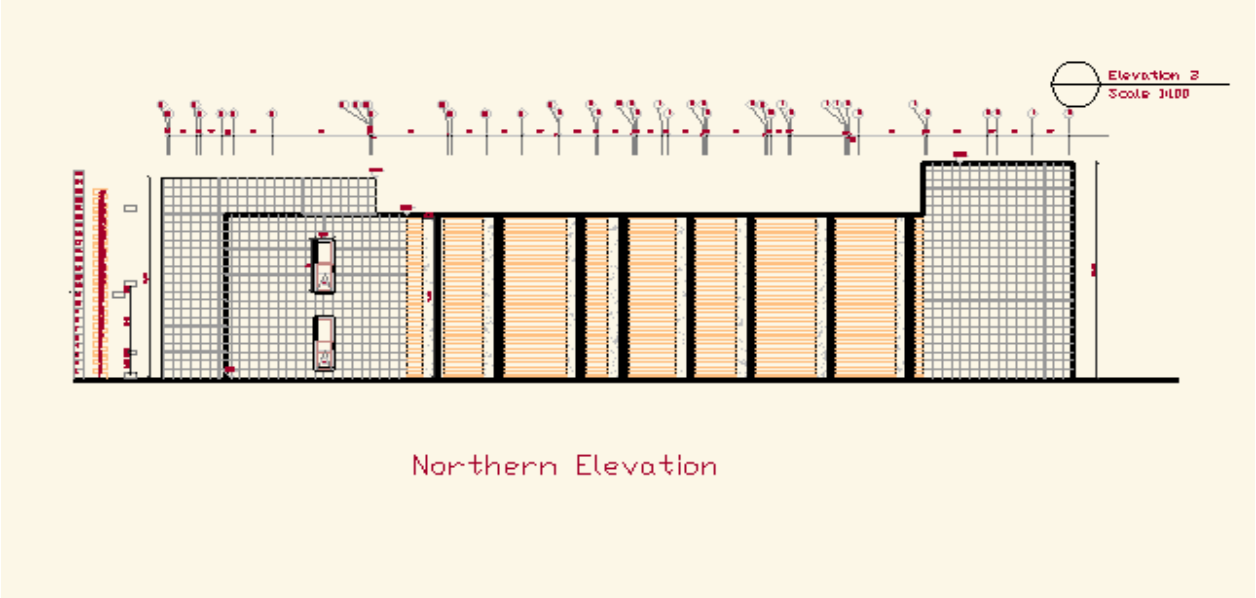
الشكل (3-1): صورة للطابق الاول .

2.8 الواجهات: -

إنَّ اهتمام أي مهندس معماري بالواجهات يكون كبيراً حيث أنَّ الواجهات يجب أن يكون منظرها العام منسجم مع طبيعة المبنى واستخداماته، لذا على المهندس مراعاة كل تفصيله من تفاصيل الواجهة من حيث المواد المستخدمة فيها، توزيع الفتحات، تفاوت المناسيب والتراجعات، وغيرها من العوامل التي تبرز جمال تصميم الواجهة.

2-8-1 الواجهة الجنوبية :

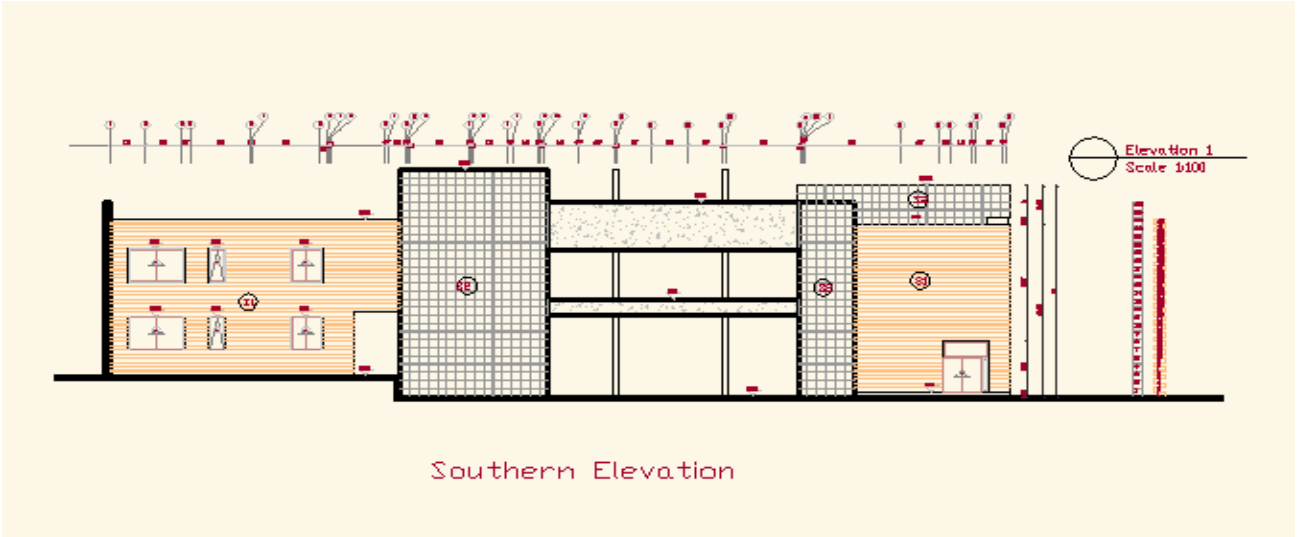
نجد الإبداع المعماري ظاهراً في هذه الواجهة بدايةً من الكتل ذات التراجعات الظاهرة ة، والتي أضافت بدورها طابعاً جمالياً وحيوياً وديناميكياً للواجهة أيضاً تنوع المواد المستخدمة وطريقة الدمج بينهما.



الشكل (4-1): الواجهه الشمالية .

في هذه الواجهة أيضاً يتمثل الجمال المعماري بشكل واضح في آلية الدمج الجميل والمتناسق بين العناصر المستخدمة في الواجهة حيث نجد أنَّ هناك سلاسة وإبداع في التنقل بين الخامات المستخدمة من الحجر والزجاج, وأيضا استخدام كواسر الضوء مما يضيف اليها طابعاً جمالياً خاص.

2-8- 2 الواجهة الشمالية :



الشكل (5-1): الواجهه الجنوبية .

2 -8-3 الواجهة الشرقية :

في هذه الواجهة تظهر التراجعات وهذا أعطاها حركة وتكتل واضحين، وأيضا تظهر هنا البروز الموجود في المبنى

الشكل (6-1): الواجهه الشرقية .

2-8-4 الواجهة الغربية :

كباقي الواجهات في المبنى اتحدت مجموعة من العناصر بشكل متناغم ومتناسق لتبرز الجمال المعماري لهذه الواجهة، ونجد التراجعات جميع هذه العناصر أبرزت الجمال والروعة المعمارية للواجهة.

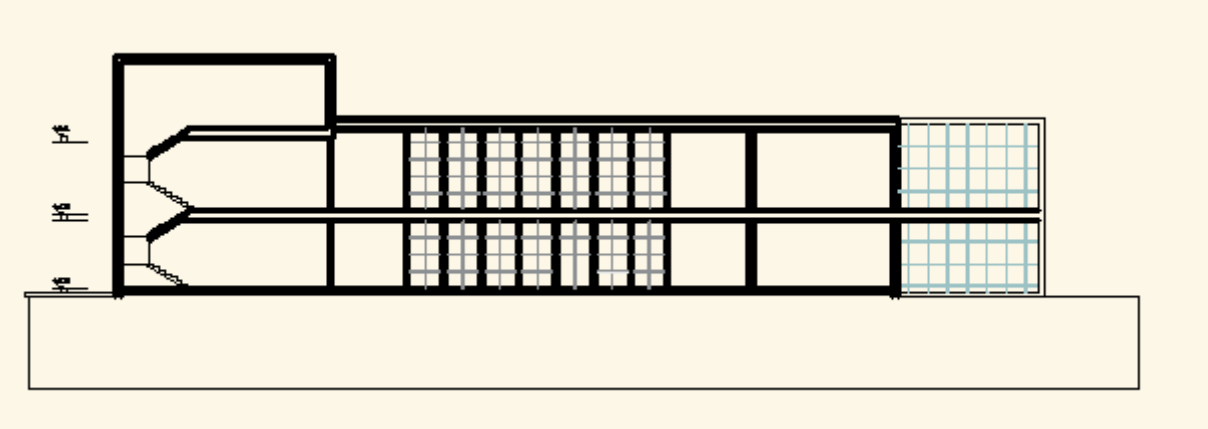
2.9 وصف الحركة و المداخل: -

تم تصميم المنشأة بحيث تتيح حرية وسهولة التنقل بين أجزاء المبنى وطوابقه من خلال الادراج التي توفر سهولة التنقل من حيث الحركة الافقية داخل المبنى ، ويوفر التصميم انتظام في توزيع الفراغات مما يوفر راحة في التنقل.

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 مكانين 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. وتظهر الحركة الخطية في الطابق الاول لتتم بشكل سهل بين الفراغات المختلفة في هذه الطوابق

وفيما يتعلق بالحركة الراسية بين الطوابق فإنها تتم من خلال مطلع الدرج الواقع يمين المبنى بالقرب من البوابة الرئيسية , وهذا بدوره يسهل الحركة الأفقية داخل الطوابق والحركة الراسية بينها.



الشكل (1-**7**): المقطع **A-A** .

الفصل الثالث

الوصـف الإنـْشَـائِي

3-1 مقدمة.

3-2 هدف التصميم الإنشائي.

3-3 الدراسات النظرية للعناصر الإنشائية.

3-4 الاختبارات العملية.

3-5 العناصر الإنشائية المكونة للمبنى.

3-1 مقدمة:

إن أي عملية وصف لا تقتصر على جانب معين من جوانبه، وإنما يكون بالوصف والتعمق في جميع تفاصيله الداخلية التي تعتبر جزأ لا يتجزأ منه. فبعد التجوال الموجز في الجانب المعماري للمدرسة، والتعرف على مقتضياتها الجمالية، كان لابد من توجيه الدراسة للتعرف على جانبها الإنشائي، ليصبح بالإمكان تشغيلها مع مراعاة السلامة والأمان.

إذ يعتمد التصميم الإنشائي بشكل أساسي على تصميم كافة العناصر الإنشائية بحيث تقاوم كافة الأحمال التي تؤثر عليها وبالتالي يجب وصف كافة هذه العناصر وصفاً دقيقاً يلبي متطلبات الحسابات الهندسية لهذا المشروع بالإضافة للحفاظ على التصميم المعماري وعدم تغييره.

3-2 هدف التصميم الإنشائي: -

يهدف التصميم الإنشائي بشكل أساسي إلى إنتاج منشأ متزن من جميع النواحي الهندسية والإنشائية 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 والإجهادات الناتجة عنها.
- التكلفة Cost)): يتم تحقيقها عن طريق مواد البناء ومقاطع مناسبة التكلفة وكافية للغرض الذي ستستخدم من أجله.
- حدود صلاحية المبنى للتشغيل(Serviceability) من حيث تجنب أي هبوط زائد Deflection)) وتجنب ظهور التشققات (Cracks) بشكل يؤثر سلبيا على المنظر المعماري المطلوب.
- الشكل والنواحي الجمالية للمنشأ.

3-3 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.

3-3-1 الأحمال وتصنيفاتها: -

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.

2-3-3 الأحمال الميتة: -

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

وفيما يتعلق بالكثافة النوعية للمواد المستخدمة فهي كالتالي:

الجدول (3-1) الكثافة النوعية للمواد المستخدمة.

الرقم المتسلسل	المادة المستخدمة	الكثافة المستخدمة (KN/m^3)
1	البلاط	23
2	المونة	22
3	الخرسانة	25
4	الطوب	9
5	القصارة	22
6	الرمل	16

3-3-3 الأحمال الحية: -

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

1. أوزان الأشخاص مستعملي المنشأة.
2. الأحمال الديناميكية، كالأجهزة التي ينشأ عنها اهتزازات تؤثر على المنشأة.
3. الأحمال الساكنة، والتي يمكن تغيير أماكنها من وقت لآخر، كأثاث البيوت، والأجهزة والآلات الاستاتيكية غير المثبتة، والمواد المخزنة والأثاث والأجهزة والمعدات، والجدول (3-2) يبين قيمة الأحمال الحية اعتمادا على نوعية استخدام المبنى حسب الكود الأردني.

الجدول (2-3) الأحمال الحية.

الرقم المتسلسل	طبيعة الاستخدام	الحمل الحي (KN/m^2)
1	مواقف السيارات	9.0
2	المدارس	5.0
3	المستشفيات	5.0
4	الفنادق	2.5
5	المطاعم	5.0
6	المباني السكنية	2.5
7	المباني التعليمية والكليات	7.0

4-3-3 الأحمال البيئية: -

وتتمثل في الأحمال الناجمة من المصادر الطبيعية وهي النوع الثالث من الأحمال التي يجب أن نأخذها بعين الاعتبار عند التصميم، وهذه الأحمال تتمثل في:

1-4-3-3 الرياح: -

عبارة عن قوى أفقية 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 1997 (الكود الأردني) اعتماداً على ارتفاع المبنى عن سطح الأرض، والموقع من حيث الإحاطة من مباني سواء كانت مرتفعة أو منخفضة وتصمم جدران القص حسب سرعة الرياح التصميمية لهذه المنطقة، حيث يتم حساب احمال الرياح حسب الكود 1997 (الكود الأردني).

2-4-3-3 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.

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

الجدول (3-3): 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	1000 / (h-250)
1500 > h > 500	(h-400) / 400
2500 > h > 1500	(h – 812.5)/ 250

3-4-3-3 الزلازل:

من أهم الأحمال البيئية التي تؤثر على المبنى وهي عبارة عن قوى أفقية ورأسية يتولد عنها عزوم منها عزم الالتواء وعزم الانقلاب، ويمكن مقاومتها باستخدام جدران القص المصممة بسماكات وتسليح 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 ورجوعا إلى الكود الأردني.

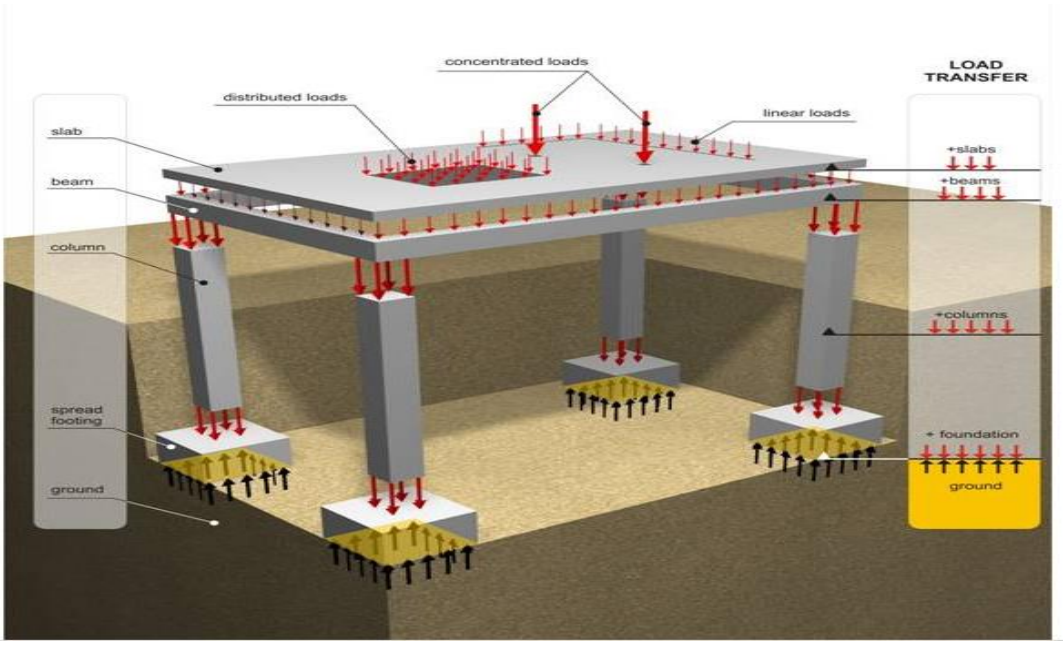
3-4 الاختبارات العملية: -

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 وأما قوة تحمل التربة للموقع تساوي 450 كيلو نيوتن لكل متر مربع على اعتبار أن نوع التربة هي صخرية.

3-5 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 والأساسات وغيرها.

إن جميع العناصر الإنشائية تعمل كوحدة واحدة، حيث تنتقل الأحمال من العقدة إلى الجسور ومن ثم إلى الأعمدة والجدران الحاملة لكي تنتهي أخيرا إلى الأساسات، وفيما يلي صورة توضح كيفية انتقال الأحمال في المنشأة.



الشكل (1-3): انتقال الاحمال داخل المنشأة الواحدة.

3-5-1 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.

ويتم اختيار النوع الأمثل بالاعتماد على عدة عوامل أهمها:

1. الفضاءات بين الأعمدة.
2. وظيفة المنشأ.
3. التكلفة.
4. السهولة، الوقت، القوالب الشائعة منها.

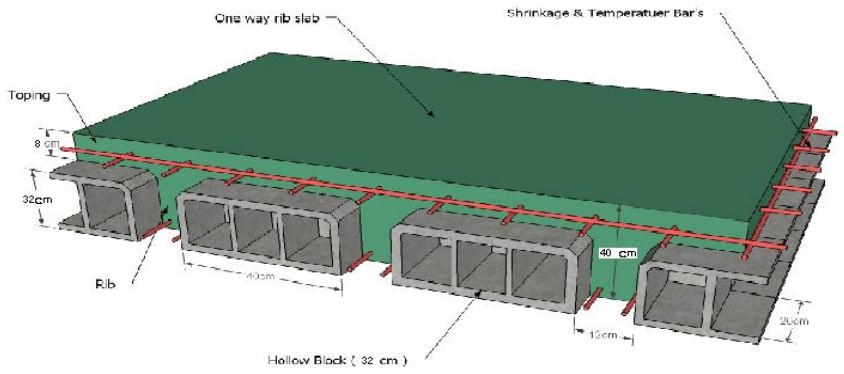
ونظراً لوجود العديد من الفعاليات في المشروع، وتنوع المتطلبات المعمارية فإنه تم استخدام الأنواع التالية حيث هو ملائم لطبيعة الاستخدام:

البلاطات المفرغة (Ribbed Slabs) وتقسم إلى:

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

3-1-5-3 عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد (One way ribbed slab)

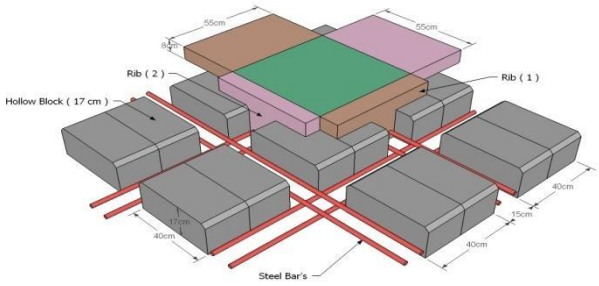
إحدى أشهر الطرق المستخدمة في تصميم العقدات في بلادنا وتتكون من صف من الطوب يليه العصب، ويكون التسليح باتجاه واحد كما هو مبين في الشكل (4-3).



الشكل (4-3): عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد.

4-1-5-3 عقدات العصب ذات الاتجاهين (Two way ribbed slab)

تستخدم في حال كان الطول اقل من العرض أو يساويه، 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 (5-3):



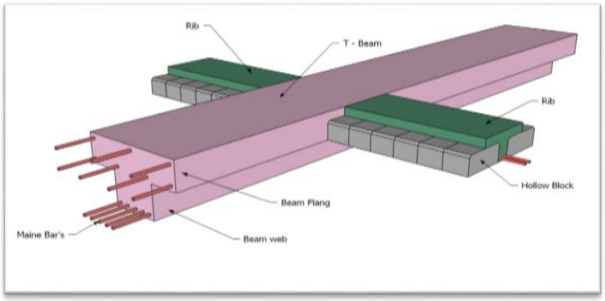
الشكل (3-5): عقدات العصب ذات الاتجاهين.

3-5-2 الجسور: -

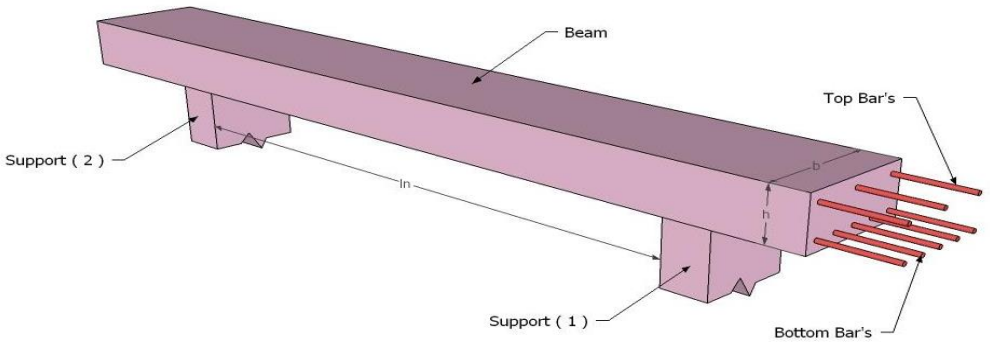
وهي عناصر إنشائية أساسية في نقل الأحمال من البلاطات داخل العقدة إلى الأعمدة، وهي نوعين

1. جسور مسحورة (مخفية داخل العقدات) بحيث يكون ارتفاعها يساوي ارتفاع العقدة.
2. جسور مدلاه "Dropped Beams" وهي التي يكون ارتفاعها أكبر من ارتفاع العقدة ويتم إبراز الجزء الزائد من الجسر في أحد الاتجاهين السفلي (Down Stand Beam) أو العلوي (Up stand Beam) بحيث تسمى هذه الجسور L-، T-section –section.
3. وكذلك يتم استخدام جسور الربط في المنشأة في منطقة الأساسات لمنع انزلاق وهبوط الأساسات كل واحدة على حدا.

ونظرا للمسافات المختلفة بين الأعمدة في المبنى المراد تصميمه في هذا المشروع، فضلاً عن الأحمال الواقعة، **فإن الجسور التي سوف تستخدم في العقدة ستكون جسور مدلاه تقوم بنقل أحمال الأعصاب إليها**. وقد تم إرفاق مجموعة من الأشكال التي توضح أشكال وأنواع الجسور حسب استخدامها كالتالي:



الشكل (3-6) أشكال الجسور المدلاة .

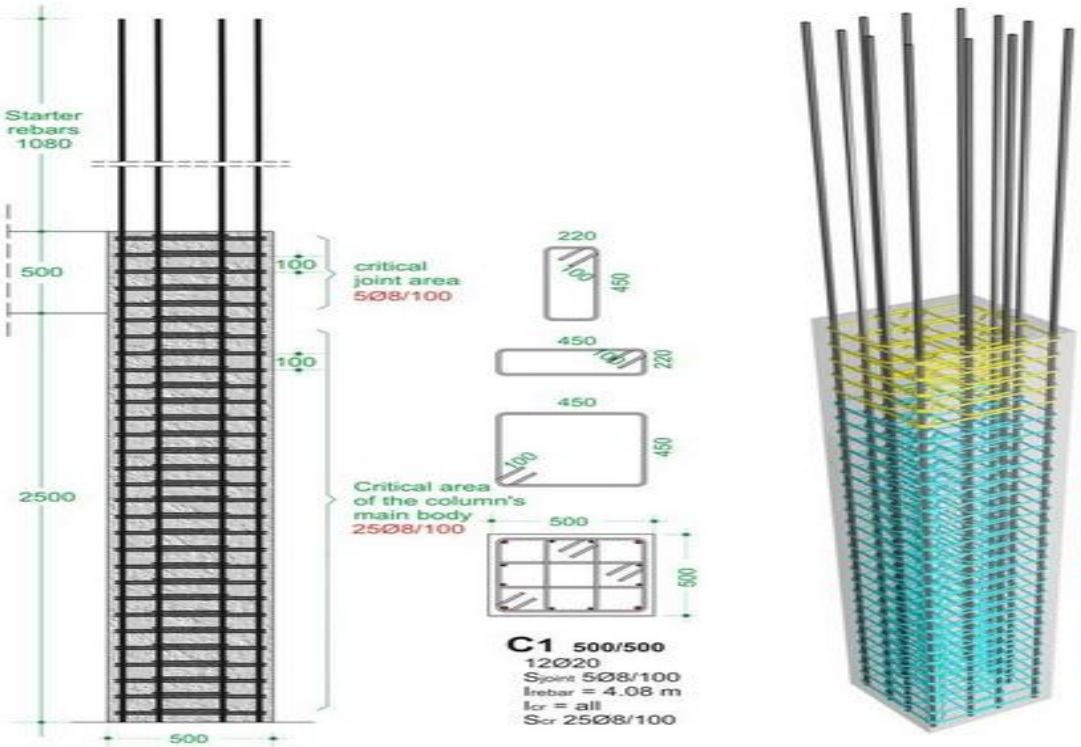


الشكل (7-3) أشكال الجسور المسحورة.

3-5-3 الأعمدة: -

تعتبر الأعمدة العنصر 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.

وهي على نوعين: الأعمدة القصيرة والأعمدة الطويلة. ولمقاطع الأعمدة أشكال عديدة، منها المستطيل والدائري والمضلع والمربع والمركب. وهناك تصنيف آخر للأعمدة من حيث طبيعة المادة المستخدمة فمنها الخراسانية والمعدنية والخشبية.

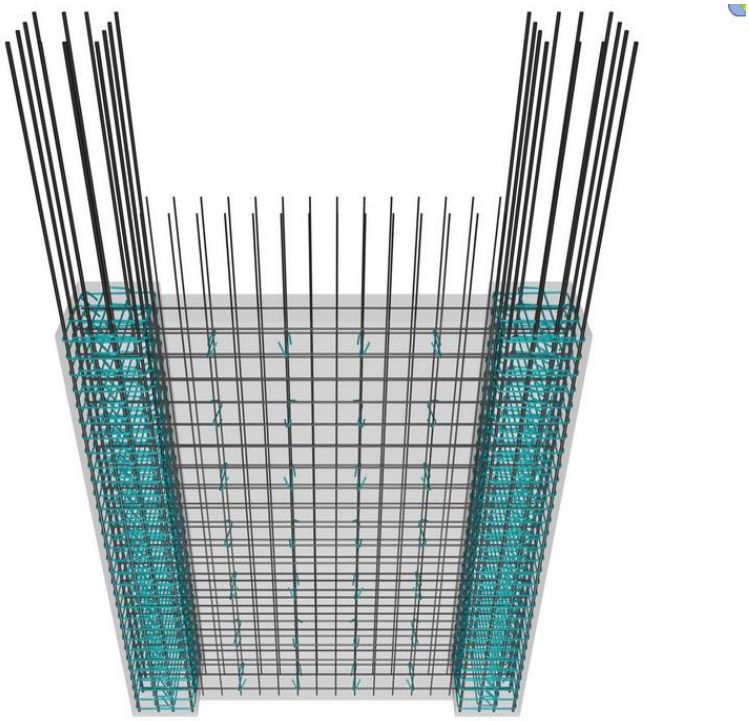


الشكل (3-8): أحد أشكال الأعمدة.

3-5-4 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، 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 اللي وآثاره على جدران المبنى المقاومة للقوى الأفقية.



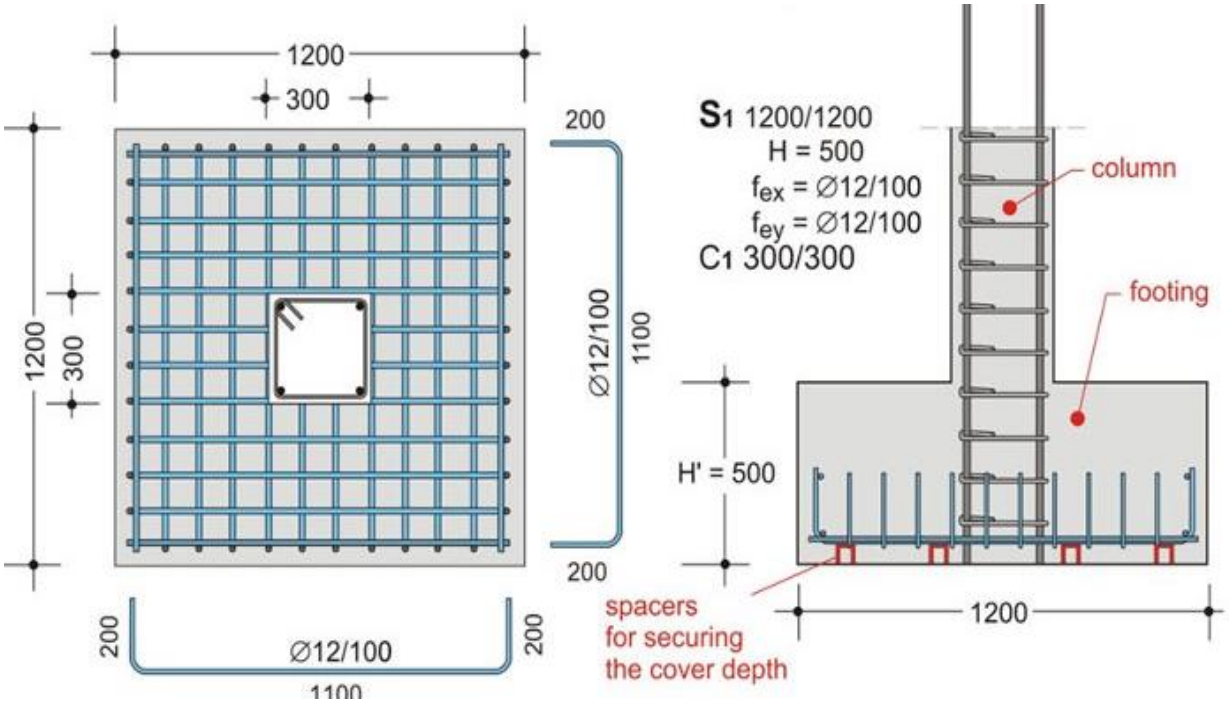
الشكل (3-9): جدار القص

3-5-5 الأساسات: -

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

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، وتكون هذه الأحمال هي الأحمال التصميمية للأساسات، وبناءً 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 ونظرا لما يتخذه هيكل المنشأ من شكل متدرج ليتلاءم طبوغرافية الأرض.



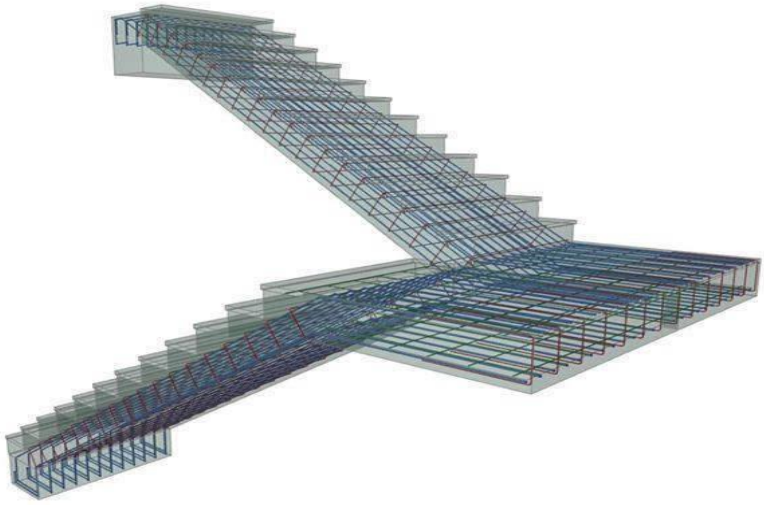
الشكل رقم (3-10) مقطع طولي في الأساس

الشكل رقم (3-11) مسقط افقي للأساس

في الشكلين (3 –10)، (3-11) **يوضح كيفية نقل الأحمال من المبنى إلى الأساس عن طريق العمود، وتوضيح عملية مقاومة التربة للأحمال الواقعة** عليها من المبنى وأيضا توضح عملية توزيع حديد التسليح في الأساس.

3-5-6 الأدراج: -

الأدراج عبارة عن العنصر المسؤول عن الانتقال الراسي بين الطبقات في المبنى حيث يتم تقسيم ارتفاع الطابق إلى ارتفاعات صغيرة تمثل ارتفاع الدرجة الواحدة. ويتم تصميم الدرج إنشائيا باعتباره عقدة مصمتة في اتجاه واحد، وتم استخدامها في مشروعنا بشكل واضح موزعة على أرجاء المشروع.



الشكل (12-3): الدرج.

3-5-7 فواصل التمدد (Expansions Joints)

في المنشآت ذات الأبعاد الأفقية الكبيرة، أو ذات الأشكال والأوضاع الخاصة يتم استخدام فواصل التمدد الحراري. ويتم وضع فاصل التمدد حسب طبيعة المنطقة الجغرافية للمشروع، ولذلك للسماح للمنشأ بالتمدد دون أن يؤدي ذلك لحدوث تشققات. وتعتبر المسافات العظمى لإبعاد كتلة المبنى كما يلي :

1- 40 متر في المناطق ذات الرطوبة العالية.
2- 36 متر في المناطق ذات الرطوبة العادية.
3- 32 متر في المناطق ذات الرطوبة المتوسطة.
4- 28 متر في المناطق الجافة.

وعلى اعتبار أن فلسطين ذات رطوبة عادية تم اخذ فاصل تمدد واحد في المشروع على مسافة ٤٠ متر

ولها بعض الاشتراطات:

1-ينبغي استخدام فواصل التمدد الحراري في كتلة المنشأ، على أن تصل هذه الفواصل إلى وجه الأساسات العلوي دون اختراقها.
2-يجب ألا يقل عرض الفاصل عن 3 سم.

Chapter 4

Structural Analysis & Design

4.1 Introduction.

4.2 Determination of Slab Thickness.

4.3 Determination of Factored Load.

4.4 Design of Topping.

4.5Design of one way Ribbed slab.

4.6 Design of Beam(GF-05).

4.7 Design of Short Column.

4.8 Design of Isolated Footing.

4.1 Introduction

Concrete is the only major building material that can be delivered to the job site in a plastic state. This unique quality makes concrete desirable as a building material because it can be molded to virtually any form or shape.

Concrete used in most construction work is reinforced with steel. When concrete structure members must resist extreme tensile stresses, steel supplies the necessary strength. Steel is embedded in the concrete in the form of a mesh, or roughened or twisted bars. A bond forms between the steel and the concrete, and stresses can be transferred between both components.

In this project, all of design calculation for all structural members would be made upon the structural system which was chosen in the previous chapter.

So, in this project, there are Two types of slabs: One way solid slab, one way ribbed slab. They would be analyzed and designed by using finite element method of design, with aid of a computer program called "ATIR- Soft ware " to find the internal forces, deflections and moments for ribbed slabs and by using the previous program and Etabs, Safe, and “STAAD pro” to find the internal forces, deflections and moments for the all structural element in order to design it. And programs to find the internal forces, deflections and moments for One way solid slab, and then handle calculation would be made to find the required steel for all members.

The design strength provided by a member, its connections to other members, and its cross – sections in terms of flexure, and load, shear, and torsion is taken as the nominal strength calculated in accordance with the requirements and assumptions of ACI-318-08code.

4.2 Determination of Slab Thickness

Determination of Thickness for One Way Ribbed Slab:

According to ACI-Code-318-08, the minimum thickness of nonprestressed 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 (eq. 4.1)

= 585/18.5 = 31.6 cm.

h_{min} for both-end continuous = L2/21 (eq. 4.2)

= 570/21 = 27.1 cm

select h = 32cm with 24 cm block and 8cm topping For all one way ribbed slabs.

4.3 Determination of factored Load

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

$$qu = 1.2D.L + 1.6L.L \; . \qquad \text{(eq. 4.8)}$$

4.3.1 Determination of Dead load

One - way ribbed slab.

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

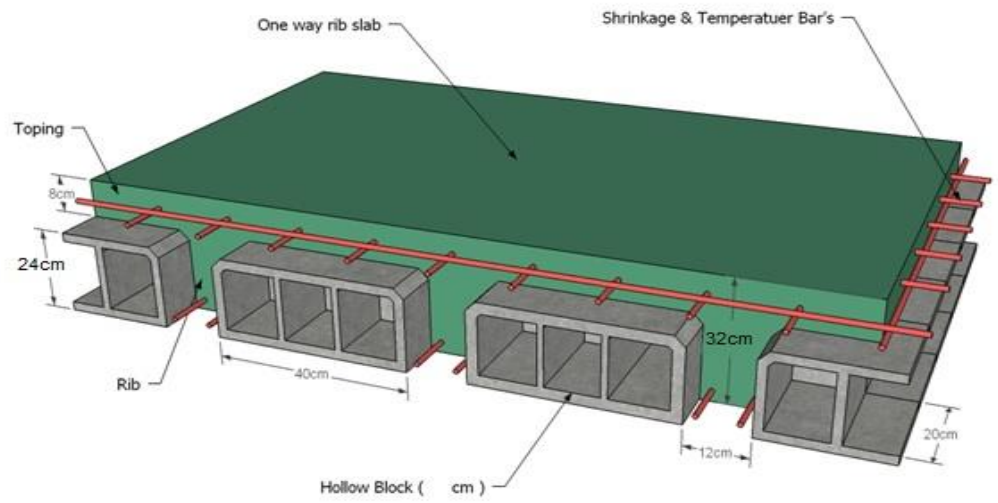


Fig. (4-1) One way ribbed slab

Effective Flange width (b_E) *ACI-318-11 (8.10.2)*

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

b_E = L / 4 = 2.50 / 4 =62.5 cm

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

b_E =52 cm Control

b_E For T-section = 52 cm .

Calculation of the total dead load for one way rib slab is shown in the following table:

Table (4 – 1) Calculation of the total dead load for one way rib slab.

No.	Parts of Rib	Calculation
1	Tiles	0.03*23*0.52 = 0.3588 KN/m
2	Morter	0.03*22*0.52 = 0.343 KN/m
3	Coarse Sand	0.07*17**0.52 = 0.619 KN/m
4	Topping	0.08*25*0.52 = 1.04 KN/m
5	RC. Rib	0.24*25*0.12 = 0.72 KN/m
6	Hollow Block	0.24*10*0.4 = 0.96 KN/m
7	Partitions	2.3*0.52 = 1.196 KN/m
		5.24 KN/m/rib

***R1, G is a roof slab rib i.e. there is no tiles and mortar.**

Nominal Total Dead Load:

D.L. $_{total}$ = 0.3588 + 0.343 + 0.619 + 1.04 + 0.72 + 0.96 + 1.196 =5.24 KN/m of rib

Live load = 5 * 0.52 = 2.6 KN/m of rib

4.3.2 Determination of factored dead & live load

Factored dead load = 1.2*Dead load = 1.2*5.383 = 6.46 KN/m of rib.

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

4.4Design of Topping:

Used fy = 420 MPa & fc' = 24 MPa

Calculation of the total dead load for topping is shown in the following table:

Table (4 – 2) Calculation of the total dead load for topping.

No.	Parts of Rib	Calculation		
1	Tiles	0.03*23*1 = 0.69 KN/m		
2	Morter	0.03*22*1 = 0.66 KN/m		
3	Coarse Sand	0.07*17*1 = 1.19 KN/m		
4	Topping	0.08*25*1 = 2.0 KN/m		
5	Partitions	2.5*1 = 2.5 KN/m		
			6.84	KN/ m

ive Load Calculation 5*1 = 5 KN/m

Total Factored Loads:

W_u = (1.2 * 6.84) + (1.6 * 5) = 16.21 KN/m^2

Assume slab fixed at supported points (ribs):

$$M_u = \frac{W_u * l^2}{12} \quad \text{(eq. 4.9)}$$

$$M_u = \frac{16.21 * 0.4^2}{12} = 0.216 \text{ KN.m/m of strip width}$$

$$f_c' = 24 \text{ (Mpa)}$$

$$fr = 0.42 \times \sqrt{fc'} (MPa) \quad \text{ACI-318-02 (eq. 4.10)}$$

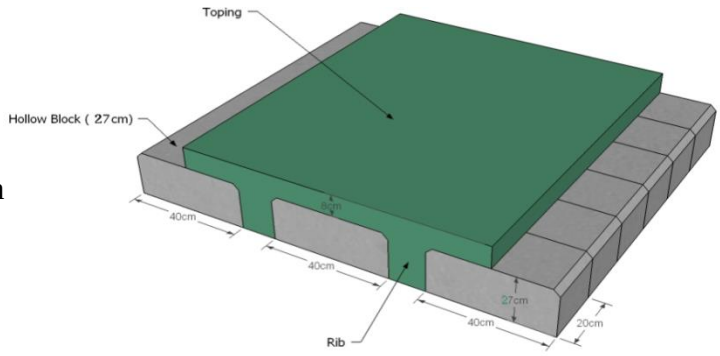


Fig. (4-2) Toping of slab

$$fr = 0.42 \times \sqrt{24}(MPa) = 2.06\,MPa$$
$$= 2.06 \times 10^{-3} \times 10^{6} = 2060\,KN/m^2$$

$$S_m = \frac{bh^2}{6} = \frac{1.00 \times (0.08^2)}{6} = 1.06 \times 10^{-3}\,m^3 \qquad \text{(eq. 4.11)}$$

$M_n = f_r * S_m$ (eq. 4.12)

$M_n = 2060 * 1.06 \times 10^{-3} = 2.184$ KN.m

$\Phi M_n = 0.55 * 2.184 = 1.201$ KN.m

Where $\Phi = 0.55$ …… for plain concret .

Φ Mn = 1.201 KN.m >> Mu = 0.216 KN.m

No structural reinforcement is needed. Therefore, shrinkage and temperature reinforcement must be provided.

For the shrinkage and temperature reinforcement:

$\rho = 0.0018$ *ACI-318-02 (7.12.2)*

$As = \rho * b * h = 0.0018 * 1000 * 80 = 144\ mm^2/1m$ (eq. 4.13)

Try bars Φ 8 with As = 50.27

Bar numbers $n = \frac{As}{As\phi 8} = \frac{144}{50.27} = 2.87$

Take 3 Φ 8 with As = 150.8 mm²/m strip or Φ 8 @ 300mm

In both direction step (S) is the smallest of :-

1) 3h = 3*80=240mm……controls (eq. 4.14)
2) 450mm

3) $s = 380\left(\frac{280}{fs}\right) - 2.5Cc = 380\left(\frac{280}{\frac{2}{3}\times 420}\right) - 2.5\times 20 = 330mm$ but (eq. 4.15)

$$s \le 300\left(\frac{280}{fs}\right) = 300\left(\frac{280}{\frac{2}{3}\times 420}\right) = 300mm \quad \text{(eq. 4.16)}$$

4) Take Φ 8 @200mm in both direction S= 200mm<Smax =240mm

Design of one way Rib ((R1-G) at ground slab):

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

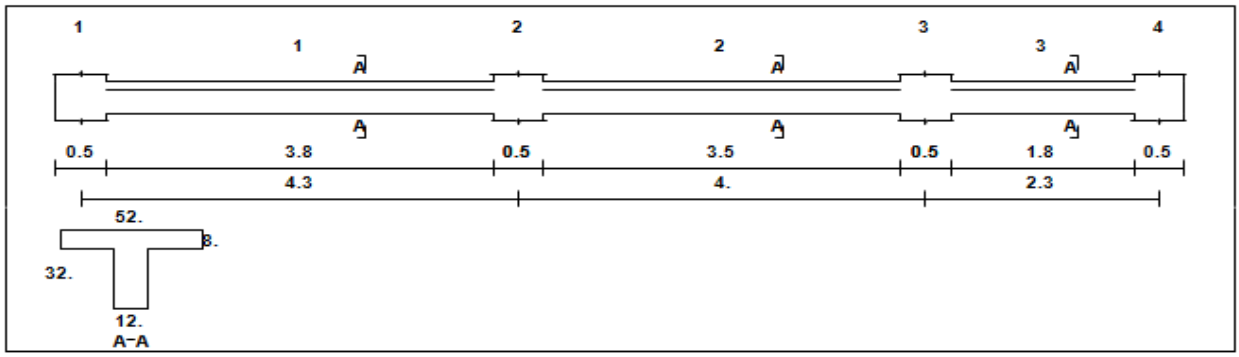


Fig. (4 - 3) spans diagram for rib (1, G)-(KN.m).

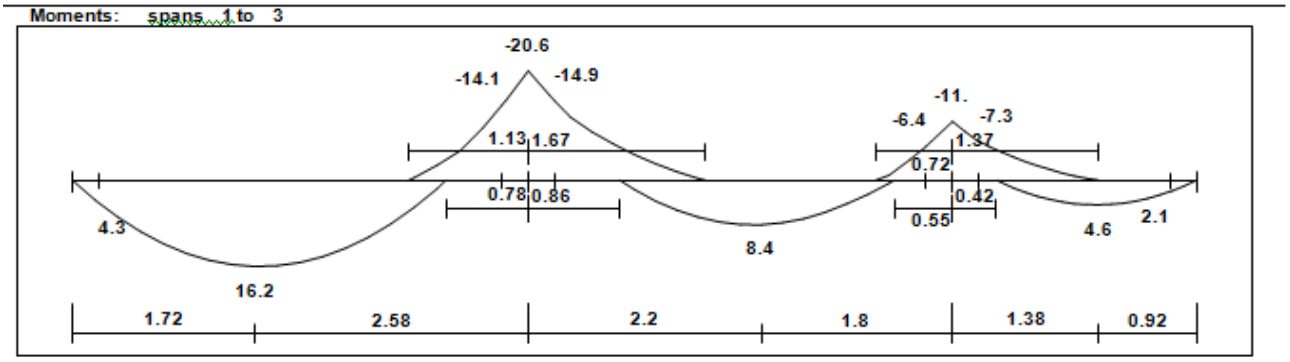


Fig. (4 - 4) Moment diagram for rib (1,G)-(KN.m).

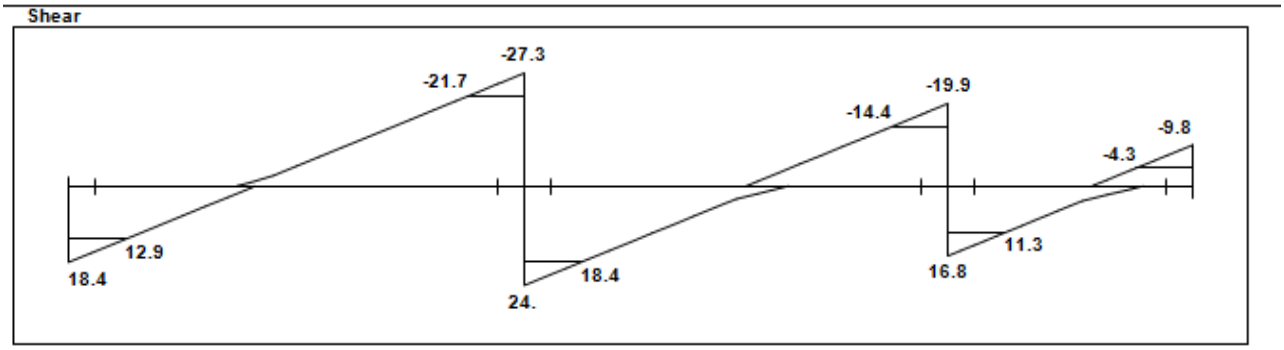


Fig. (4 - 5) Shear diagram for rib (1,G)-(KN)

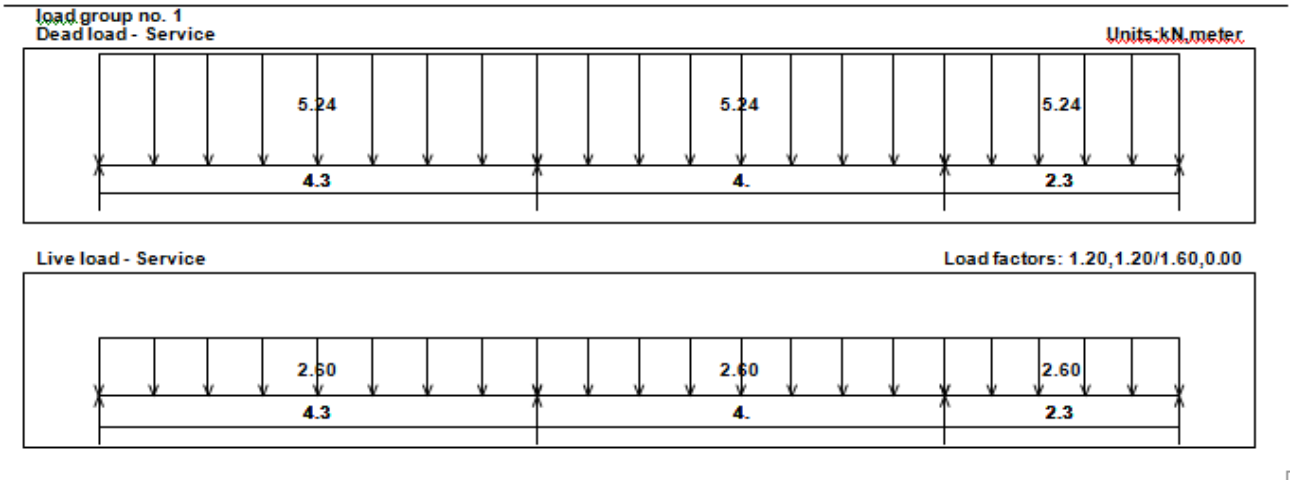


Fig. (4 - 6) Dead and Live loads diagram for rib (1,G)-(KN)

4.5.1 Design of Positive Moment for (Rib 1, G): (Mu=16.2 KN.m)

» Use M_u max positive for span =16.2 kN.m

Use Ø 10:

d = h – cover - d/2 = 320 – 20 –8 – (10/2) = 287 mm

Check if a > h_f

$M_{nf} = 0.85\ fc\ b\ h_f\ (d - h_f/2) = 0.85*24*520*80(287 - 80/2)*\ 10^{-6}$ (eq. 4.17)

M_{nf} = 209.61 KN.m > M_u/ Ø = 16.2/0.9=18.0 KN.m ➔ a<h_f

» This section will be designed as rectangular section with b = 520 mm

$$m = \frac{fy}{0.85\,fc'} = \frac{400}{0.85(27)} = 17.43 \qquad \text{(eq. 4.18)}$$

$$Rn = \frac{Mu}{\phi bd^2} = \frac{16.2*10^6}{0.9*520*287^2} = 0.420MPa \qquad \text{(eq. 4.19)}$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2mRn}{fy}}\right) = \frac{1}{17.43}\left(1-\sqrt{1-\frac{2*17.43*0.420}{400}}\right) = 0.0011$$

A_s = 0.0011*520*287 = 158.5 mm2 (eq. 4.20)

Check for As min

$$A_s\ \min = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \qquad \textit{ACI-318 (10.5.1)} \text{ (eq. 4.21)}$$

$$A_s\ \min = \frac{\sqrt{27}}{4(400)}(120)(287) = 111.90mm^2$$

$$A_s\ \min = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d) \qquad \text{(eq. 4.22)}$$

$$A_s\ \min = \frac{1.4}{400}(120)(287) = 120.54mm^2 \text{ controls}$$

As_{req} = 158.5 mm^2 > As_{min} = 120.54 mm^2 O.K

# of bars = A_s / $A_{s\ bar}$ = 158.5/78.5 = 2.0

Select bottom bars 2Φ10

*** Check Strain:**

Tension = Compression

$$A_s \times fy = 0.85 \times f_c' \times b \times a \qquad \text{(eq. 4.23)}$$

$$157 \times 400 = 0.85 \times 27 \times 520 \times a$$

$$a = 5.26mm$$

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

$$\varepsilon_s = \frac{287 - 6.2}{6.2} \times 0.003 = 0.136$$

$$\varepsilon_s = 0.136 > 0.005$$

Ok……

For any moment less than (16.2 KN.m) Use bars 2Φ10

4.5.2 Design of Negative Moment for (Rib 1,G): (Mu= - 14.9 KN.m)

Mu = - 14.9.m

Mn = 14.9 / 0.9 = 16.56 kN.m

Use Ø 10 and d = 287 mm

Design of T-section for negative moment as rectangular section with

($b = b_w$ =120 mm) .

m = 17.43

$$Rn = \frac{Mn}{bd^2} = \frac{16.56 * (10)^6}{(120)(287)^2} = 1.67MPa \qquad \text{(eq. 4.19)}$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mRn}{fy}}\right) = \frac{1}{17.43}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 17.43 * 1.67}{400}}\right) = 0.0043$$

A_S = 0.0043*(120) (287) = 148.1 mm^2 > $A_{S\ min}$ = 120.54 mm^2

Use Ø 12 with As= 113 mm^2

Of bars = A_s / $A_{s\ bar}$ = 148.1/113= 1.35 * Note $A_{\Phi 12}$ = 113 mm^2

Select bar 2 Φ 12

*** Check strain:**

Tension = Compression

$$A_s \times fy = 0.85 \times f_c' \times b \times a \qquad \text{(eq. 4.23)}$$

$$226 \times 400 = 0.85 \times 27 \times 120 \times a$$

$$a = 32.83mm$$

$$x = \frac{a}{0.85} = \frac{32.83}{0.85} = 38.6mm$$

$$\varepsilon_s = \frac{286 - 38.6}{38.6} \times 0.003 = 0.0193$$

$$\varepsilon_s = 0.0193 > 0.005$$

Ok…

For any moment less than -14.9 Kn.m Use bars 2Φ12

4.5.3 Design of Shear for (Rib 1,G) :

The maximum shear force at distance (d) from the face of support

Vu = 21.7 KN …… from Shear diagram for rib (1,G)

$$\Phi Vc = \Phi * \frac{\sqrt{fc'}}{6} * bw * d \qquad \text{(eq. 4.24)}$$

$$= (0.75 * \frac{\sqrt{27}}{6} * 120*287)*1.1*10^{-3} = 24.60 \text{ KN}$$

Vu =21.7 KN< Φ Vc=23.199 KN

$$\Phi Vsmin \geq 0.75 (\frac{1}{3}) * bw * d = 0.75*(\frac{1}{3})*120*287*10^{-3} = 8.61 \text{ KN.} \qquad \text{(eq. 4.25)}$$

Φ Vsmin $\geq$ 0.75 ($\frac{\sqrt{27}}{16}$) * bw * d = 0.75 * $\frac{\sqrt{27}}{16}$ * 120 * 287 *10^{-3}= 8.39 KN.

ΦVsmin = 8.61 KN. (eq. 4.26)

(Φ Vc +Φ Vsmin) = 24.6 + 8.61 = 33.21KN >Vu = 21.7 KN

Minimum shear reinforcement is provided ($A_{v,\,min}$)

Use 2 leg Φ 8 with A_v = 50*2 = 100 mm^2

$$\frac{Av}{S_{req}} \geq \frac{1}{3}\frac{bw}{fy}$$

(eq. 4.27)

$$\frac{Av}{S_{req}} \geq \frac{1}{16}\frac{\sqrt{fc'}}{fy} \times bw$$

$$S_{max} \leq \frac{d}{2} \leq 600$$

$$\frac{Av}{S_{req}} \geq \frac{1}{3}\frac{bw}{fy} \Rightarrow S_{req} = \frac{3 \times 2 \times 50 \times 10^{-6} \times 420}{0.12} = 1.05m$$

$$\frac{Av}{S_{req}} \geq \frac{1}{16}\frac{\sqrt{fc'}}{fy} \times bw \Rightarrow S_{req} = \frac{2 \times 50 \times 10^{-6} \times 16 \times 420}{\sqrt{24} \times .12} = 1.14m$$

$$S_{max} \leq \frac{d}{2} \leq 600 \Rightarrow S_{max} = \frac{287}{2} = 143.5mm$$

Then Select S = 14 cm < $\frac{d}{2}$ = 14.35.....*ok*

Select 2 leg Φ 8 / 14 cm

Design of Beam (GF-05):

Material :-

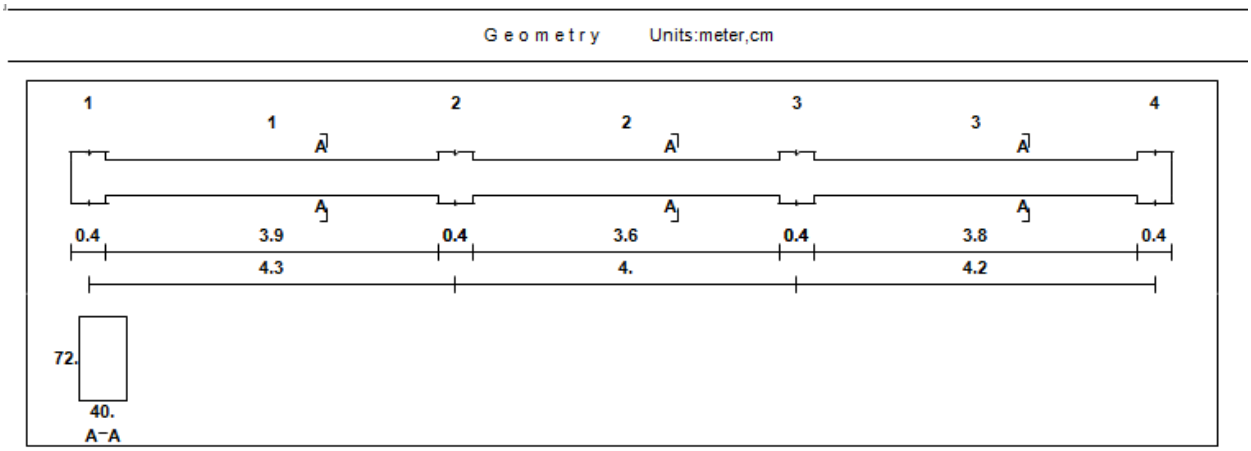
concrete B300 Fc' =27 MPa

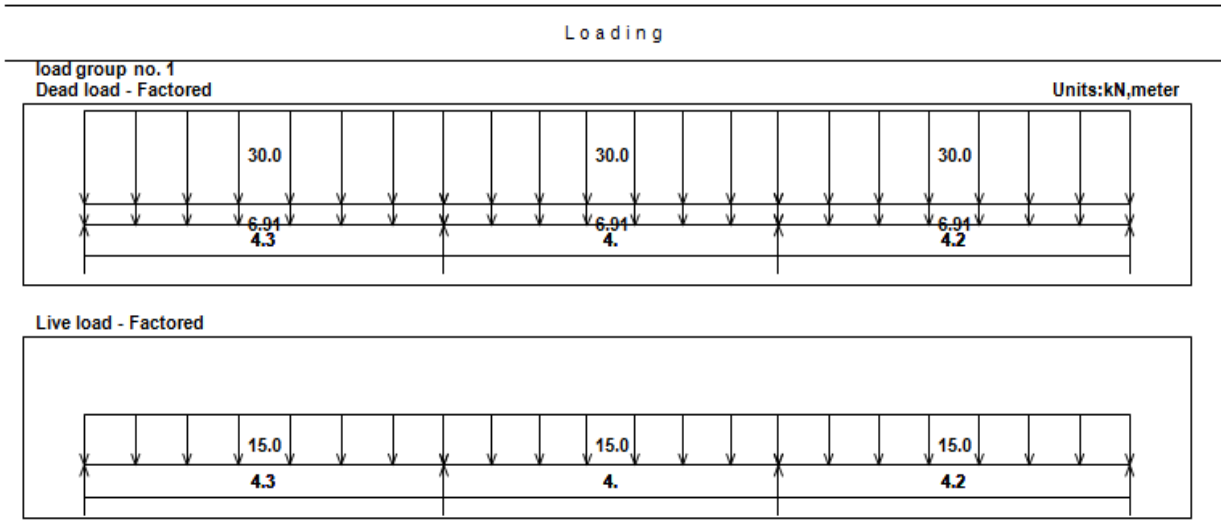
Reinforcement Steel fy = 400 MPa

Section :-

B =40

h =72cm





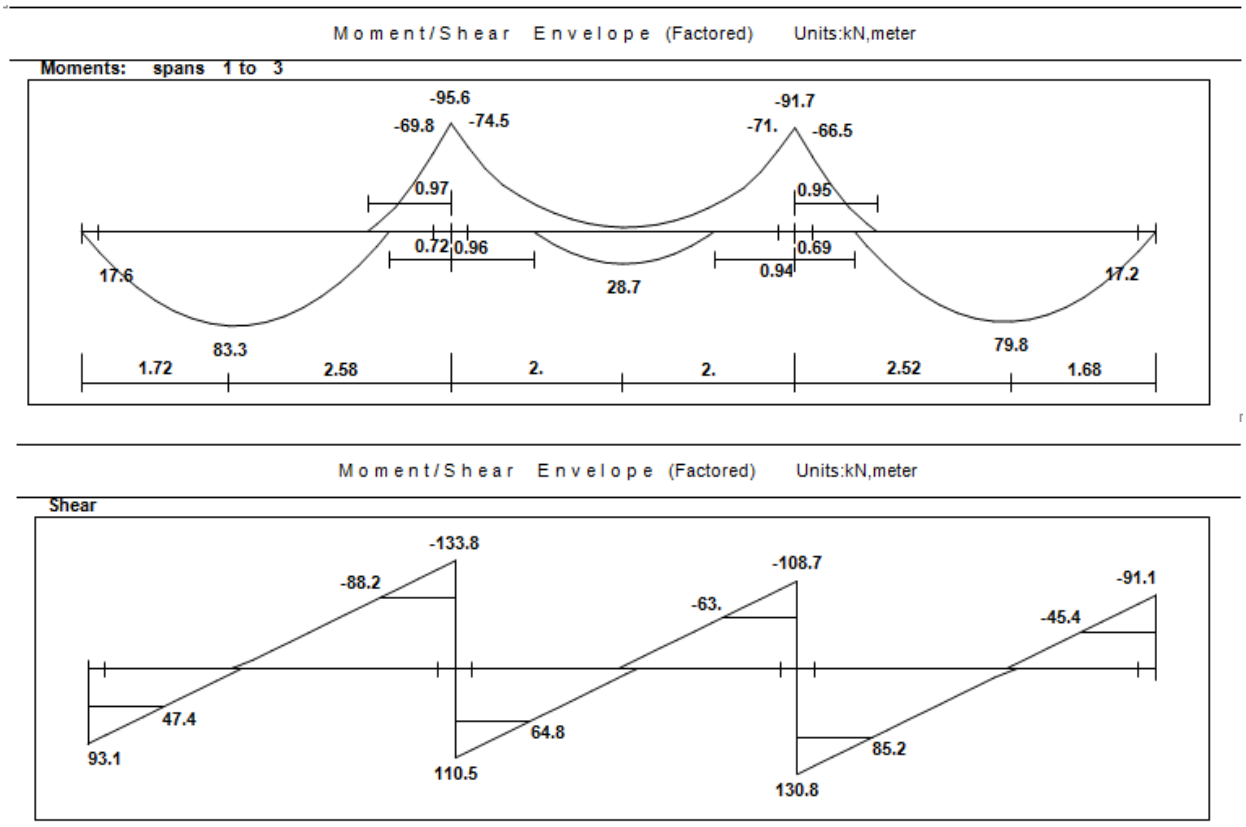


Figure (4-7) : Moment and shear Envelop for Beam (GF-05)

Design of flexure:-

Design of Positive moment:-

→Mu_{max} = 83.3KN.m .

b_w = 40 Cm. , h = 72 Cm.

d = depth - cover – diameter of stirrups – (diameter of bar/ 2)

= 400 – 40 –10 –$\frac{20}{2}$= 340 mm.

$C_{max} = \frac{3}{7} * d = \frac{3}{7} * 340 = 145.72mm.$

$a_{max} = \beta_1 * C_{max} = 0.85 * 145.72 = 123.86$ mm.

$Mn_{max} = 0.85 * f'_c * b * a * (d - \frac{a}{2})$

$= 0.85 * 27 * 123.86 * 400 * (340 - \frac{123.86}{2}) * 10^{-6}$ = 316.17KN.m .

→ϕMn_{max} = 0.82 * 316.2=259.27 KN.m . * Note: $\epsilon_s = 0.004 \rightarrow \phi = 0.82$

$\rightarrow \phi Mn_{max}$ = 259.27KN.m > Mu = 83.3KN.m .

Singly reinforced concrete section.∴

1. Maximum positive moment $Mu^{(+)}$ = 83.3**KN.m**

$$Rn = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{83.3 \times 10^6}{0.9 \times 400 \times 340^2} = 2.00\ Mpa$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{400}{0.85 \times 27} = 17.43$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{17.43}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*17.43*2.00}{400}}\right) = 0.00524$$

$A_s = \rho.b.d = 0.00524 \times 400 \times 340 = 712.54 mm^2$.

Check for $A_{s,min}$.

$$A_{s,min} = 0.25\frac{\sqrt{f'_c}}{f_y} b_w.d \geq \frac{1.4}{f_y} b_w.d$$

$$A_{s,min} = 0.25\frac{\sqrt{27}}{400}\ 400 \times 340 = 416.42\ mm^2$$

$$A_{s,min} = \frac{1.4}{400} 400 \times 340 = 476.0\ mm^2\ \boldsymbol{Control}.$$

$A_{s,min}$= 476 mm^2< A_s = 712.54 mm^2

Use 4 ø18 Bottom, As,provided= 1017.87mm2 > As,required= 712.54 mm2. Ok

Check spacing :

$$S = \frac{400 - 40*2 - 20 - (4 \times 18)}{10} = 22.8\ mm > d_b = 18 > 25 \dots\dots\dots\dots\dots\dots . \quad OK$$

Check for strain:

$$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85 b\ f_c'} = \frac{1017.87 \times 400}{0.85 \times 400 \times 27} = 44.35\ mm$$

$$c = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{44.35}{0.85} = 52.2\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{340 - 52.2}{52.2}\right) = 0.0165 > 0.005 \qquad 0k$$

2. Positive moment $Mu^{(+)}$ **= 79.8 KN.m**

$$Rn = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{79.8 \times 10^6}{0.9 \times 400 \times 340^2} = 1.92\ Mpa$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{400}{0.85 \times 27} = 17.43$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{17.43}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*17.43*1.92}{400}}\right) = 0.0051$$

$A_s = \rho.b.d = 0.0051 \times 400 \times 340 = 682.7 mm^2$.

Check for $A_{s,min}$.

$$A_{s,min} = 0.25\frac{\sqrt{f'_c}}{f_y} b_w.d \geq \frac{1.4}{f_y} b_w.d$$

$A_{s,min}$ =$0.25\frac{\sqrt{27}}{400}\ 400 \times 340 = 441.67\ mm^2$

$A_{s,min}$ =$\frac{1.4}{400} 400 \times 340 = 476\ mm^2$ ***Control***.

$A_{s,min}$= 476 mm^2< A_s = 682.7 mm^2

Use 4 ø18 Bottom, As,provided= 1017.87 mm2 > As,required= 682.7 mm2. Ok

Check spacing :

$S = \frac{800-40*2-20-(11\times20)}{10} = 48\ mm > d_b = 20 > 25 \dots\dots\dots\dots\dots\dots\ OK$

Check for strain:

$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f'_c} = \frac{1017.87 \times 400}{0.85\times400\times27} = 44.35\ mm$

$c = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{44.35}{0.85} = 52.2\ mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{340-52.2}{52.2}\right) = 0.0165 > 0.005 \qquad 0k$$

Design of negative moment:-

1. Negative moment $Mu^{(-)}$ = 74.5 KN.m.

$$Rn = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{74.5 \times 10^6}{0.9 \times 400 \times 340^2} = 1.80\ Mpa$$

$$m = \frac{f_y}{0.85f'_c} = \frac{400}{0.85\times27} = 17.43$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{17.43}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*17.43*1.80}{400}}\right) = 0.0047$$

A_s = ρ.b.d = 0.0047×400×340 = 639.2 mm^2.

Check for $A_{s,min}$.

$A_{s,min} = 0.25\frac{\sqrt{f'_c}}{f_y} b_w.d \geq \frac{1.4}{f_y} b_w.d$

$A_{s,min} = 0.25\frac{\sqrt{27}}{400}\ 400 \times 340 = 441.67\ mm^2$

$A_{s,min} = \frac{1.4}{400} 400 \times 340 = 476.0\ mm^2$ ***Control***.

$A_{s,min}$= 476 mm^2< A_s = 639.2 mm^2

Use 4 ø18 Top, $A_{s,provided}$= 1017.87 mm^2 > $A_{s,required}$= 639.2 mm^2. Ok

Check spacing :

$S = \frac{800-40*2-20-(11\times20)}{10} = 48\ mm > d_b = 20 > 25 \dots\dots\dots\dots\dots\dots\ OK$

Check for strain:

$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f'_c} = \frac{1017.87 \times 400}{0.85\times400\times27} = 44.35\ mm$

$c = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{44.35}{0.85} = 52.2\ mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{340-52.2}{52.2}\right) = 0.0165 > 0.005 \qquad 0k$$

1. Negative moment $Mu^{(-)}$ = 66.5 KN.m.

$$Rn = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{66.5 \times 10^6}{0.9 \times 400 \times 340^2} = 1.60\ Mpa$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{400}{0.85 \times 27} = 17.43$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{17.43}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*17.43*1.60}{400}}\right) = 0.0042$$

$A_s = \rho.b.d = 0.0042 \times 400 \times 340 = 571.2\ mm^2$.

Check for $A_{s,min}$.

$$A_{s,min} = 0.25\frac{\sqrt{f'_c}}{f_y} b_w.d \geq \frac{1.4}{f_y} b_w.d$$

$$A_{s,min} = 0.25\frac{\sqrt{27}}{400}\ 400 \times 340 = 441.67\ mm^2$$

$$A_{s,min} = \frac{1.4}{400} 400 \times 340 = 476.0\ mm^2\ \boldsymbol{Control}.$$

$A_{s,min} = 476\ mm^2 < A_s = 571.2 mm^2$

Use 4 ø18 Top, $A_{s,provided} = 1017.87\ mm^2 > A_{s,required} = 571.2\ mm^2$. Ok

Check spacing :

$$S = \frac{800-40*2-20-(11\times20)}{10} = 48\ mm > d_b = 20 > 25 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad OK$$

Check for strain:

$$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85 b\ f_c'} = \frac{1017.87 \times 400}{0.85 \times 400 \times 27} = 44.35\ mm$$

$$c = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{44.35}{0.85} = 52.2\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{340-52.2}{52.2}\right) = 0.0165 > 0.005 \qquad 0k$$

Design of shear:-

1) Vu= 88.2 KN .

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

$$= 0.75 * \frac{\sqrt{27}}{6} * 0.4 * 0.340 * 10^3 = 88.33\ KN.$$

→ Check For Cases:-

1- Case 1 : $V_u \leq \frac{\phi V_c}{2}$.

$88.2 \leq \frac{88.33}{2} = 44.17$…....Not satisfy.

2- Case 2 : $\frac{\phi V_c}{2} < V_u \leq \phi V_c$

$44.17 < 88.2 \leq 88.33$……. satisfy.

Minimum shear reinforcement is required .

Use 2 leg Φ 12.

As =226.2 mm^2 .

$A_{v,min} = \frac{1}{16}\sqrt{fy}\frac{bw*s}{fyt} = 0.062\sqrt{fy}\frac{bw*s}{fyt} \geq \frac{1}{3}\frac{bw*s}{fyt}$

$S_{max} = \frac{d}{2} = \frac{340}{2} = 170\ mm \quad or \quad s_{max} \leq 600\ mm$

$A_{v,min} = \frac{1}{16}\sqrt{400}\frac{400*170}{400} = 0.062\sqrt{400}\frac{400*170}{400} \geq \frac{1}{3}\frac{400*170}{400}$

= 212.5 $mm^2 \geq 56.7\ mm^2$

Use 2 leg Φ 10 (with As = 157) @ 25 mm c/c .

2) Vu= 64.8 KN . Use 2 leg Φ 10 (with As = 157) @ 25 mm c/c .

3) Vu= 63.0 KN . Use 2 leg Φ 10 (with As = 157) @ 25 mm c/c .

4) Vu= 85.2 KN . Use 2 leg Φ 10 (with As = 157) @ 25 mm c/c .

Design of Column (C2):

Load Calculation for Column

Column	Column Dimensions	fc'	fy
Col. C197	50cm* 25cm	27 Mpa	400Mpa

- **Load Calculation:**

$$Pu = 1700KN$$
$$Use\rho = \rho g = 2\%$$
$$Pu = 0.65*0.8*\{0.85* fc'(Ag - Ast) + Ast(fy)\}$$
$$1700*10^3 = 0.65*0.8*[0.85*27*(Ag - 0.02Ag) + 0.02Ag*400]$$
$$Ag = 107187.9mm^2$$
$$Ag = 500*a$$
$$107187.95700 = a$$
$$a = 214.5mm$$

Use 500×250mm with Ag = 125000mm²

Pu(KN)	ρg	$Ag, provided$	a(mm)	Ag ,required
1700	0.02	125000 mm^2	214.5	107187.9 mm^2

- **Selecting longitudinal bars:**

$$Pu = 0.65*0.8*\{0.85* fc'(Ag - Ast) + Ast(fy)\}$$
$$1700*10^3 = 0.65*0.8*[0.85*27*(125000 - Ast) + Ast*400]$$
$$Ast = 1062.2mm^2$$

$$\rho g = \frac{Ast}{Ag} = \frac{1062.2}{125000} = 0.008$$

Take ρg = 2%

Ast = 0.02*125000 = 2500 mm^2

Use 14 ∅ 16 with As provided = 2813.4 mm^2 > 2500 mm^2

- **Design of Ties:**

- Use ties Φ10 with spacing of ties shall not exceed the smallest of

1. 48 * ds = 48 * 10 = 480mm
2. 16 * db = 16 * 16 = 256 mm
3. the least dimension of the column = 250 mm - control

Use ties Φ10 @ 200mm

- **Check for code requirements:**

1. Clear Spacing $= \frac{500 - 40*2 - 10*2 - 6*16}{5} = 100$ mm > 40mm>1.5db=1.5*25=37.5mm - OK
2. 0.01< ρg = 0.017 <0.08 - OK
3. Number of bars 14>4 for rectangular section – OK
4. Minimum tie diameter ds =Φ10 for db = Φ25 bars – OK
5. Arrangement of ties 100 mm<150mm – OK

Design of isolated footing (F 2):

f_c'	fy
27 Mpa	400Mpa

- **Load Calculation:-**

  - From column (C202): (DL &LL)

  * Service dead load (DL) = 850 KN

  * Service live load (LL) = 400 KN

  * Service Surcharge = 5 KN/m²

  * Column dimensions =25 cm*50 cm

  * Allowable soil pressure = 450 KN/ m²

  * Soil density = 18 KN/m3

  * Soil weight = 0.6*18= 10.8 KN/ m²

DL(KN)	LL(KN)	Service Surcharge	Column dimensions	all. soil pressure	Soil density	Soil weight
850	500	5 KN/m²	(25*50) cm	450 KN/ m²	18 KN/m3	10.8 KN/ m

- **Calculating the weight of footing, soil, and Surcharge :**

  - Weight of footing (assume $h_{footing}$ = 400 cm)

  $w_{footing}$ = 0.40*25 = 10 KN/m²

- Total Surcharge load foundation:

WT = Soil weight + $w_{footing}$+Surcharge load =10.8+10 + 5 = 25.8 KN/m²

- Net soil pressure q_{net} :

q_{net} = 450 – 25.8 = 424.2 KN/m²

- Required sizes of footing:

A,required = $\frac{p_n}{q_{net}} = \frac{850+400}{424.2}$ = 2.95m²

Try 2.0*2.0 Area = 4.0 m2

$h_{footing}$	$w_{footing}$	w_{soil}	**WT**	q_{net}	**A,required**
40cm	10 KN/m²	10.8 KN/m²	24.55 KN/m²	424.2KN/m²	4.0m²

- **Depth of footing and shear design:**

Pu = 1.2DL + 1.6LL = 1.2*850 + 1.6*400 = 1660 KN

$qu = \frac{1660}{4.0}$ = 415 KN/m²

Try area	Pu	qu
2.0*2.0 m	1660 KN	415KN/m²

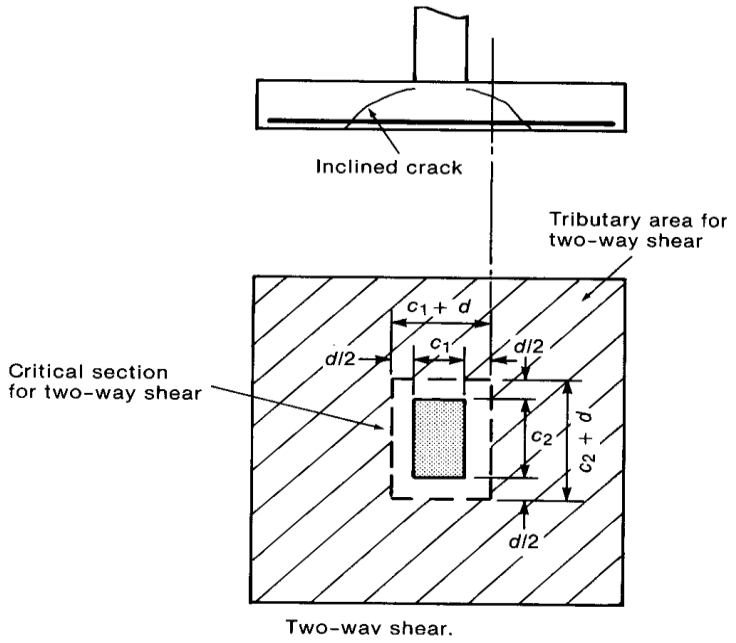


Fig. (4-8) : Isolated Footing

- **Determine the Depth of Footing Based on Shear Strength:-**
- **Check for One Way Shear Strength**

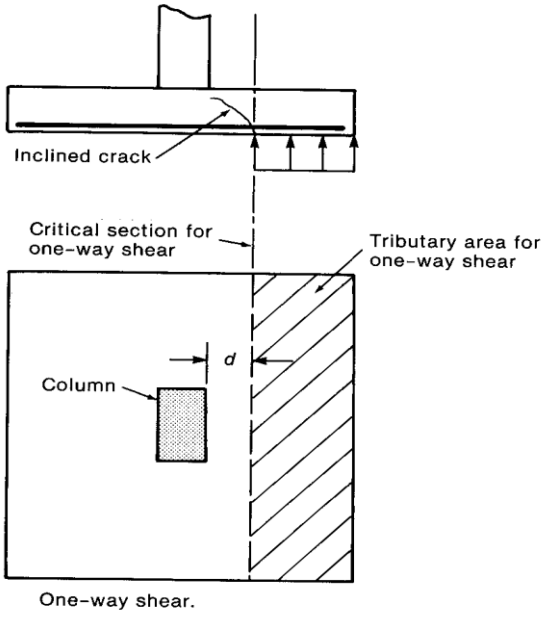


Fig. (4-9) : One way shear strength

$$Vu = \left(\frac{l}{2} - \frac{a}{2} - d\right) * qu * b = \left(\frac{2.0}{2} - \frac{0.5}{2} - d\right) * 415 * 2.0$$

$$\phi Vc = \frac{0.75}{6}\sqrt{27} * 2.0 * d * 10^3$$

$$Let, \phi Vc = Vu$$

$$d = 0.29m$$

$$h = 290 + 75 + 20 = 385mm$$

Take h = 400 mm …..

d =450 – 75 – 20= 305 mm

- **Check for Two Way shear Action (Punching).**

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

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

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

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

Where:

$$\beta_C = \frac{Column\ Length\ (a)}{Column\ Width\ (b)} = \frac{500}{250} = 2.00$$

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

b_o =2(0.5+0.305)+2(0.25+0.305)= 2.72 m.

α_s **= 40**…….**for interior column**

$$\phi.V_C = \phi.\frac{1}{6}\left(1+\frac{2}{\beta_c}\right)\sqrt{f_c'}\,b_o d = \frac{0.75}{6}*\left(1+\frac{2}{2.00}\right)*\sqrt{27}*2.72*0.305*10^3 = 1077.68kN$$

$$\phi.V_C = \phi.\frac{1}{12}\left(\frac{\alpha_s d}{b_o}+2\right)\sqrt{f_c'}\,b_o d = \frac{0.75}{12}*\left(\frac{40*0.305}{2.72}+2\right)*\sqrt{27}*2.72*0.305*10^3 = 1747.27kN$$

$$\phi.V_C = \phi.\frac{1}{3}\sqrt{f_c'}\,b_o d = \frac{0.75}{3}*\sqrt{27}*2.72*0.305*10^3 = 1077.68kN$$

β_C	b_o **(m)**	α_s	$\phi.V_C$ **(KN)**
2.00	2.72	40	1077.68

$$Vu = ((2.0*2.0)-((0.5+0.305)*(0.25+0.305))*415 = 1634.52kN$$

Vu=1634.5KN < ΦVc =1077.68……NOT OK

Try h = 550 mm …..

d =550 – 75 – 20= 455 mm

- **Check for Two Way shear Action (Punching).**

$$\beta_C = \frac{Column\ Length\ (a)}{Column\ Width\ (b)} = \frac{500}{250} = 2.00$$

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

=2(0.5+0.455)+2(0.25+0.455)= 3.32 m.

α_s **= 40**…….**for interior column**

$$\phi.V_C = \phi.\frac{1}{6}\left(1+\frac{2}{\beta_c}\right)\sqrt{f_c'}\,b_o d = \frac{0.75}{6}*\left(1+\frac{2}{2.0}\right)*\sqrt{27}*3.32*0.455*10^3 = 1962.4kN$$

$$\phi.V_C = \phi.\frac{1}{12}\left(\frac{\alpha_s d}{b_o}+2\right)\sqrt{f_c'}\,b_o d = \frac{0.75}{12}*\left(\frac{40*0.455}{3.32}+2\right)*\sqrt{27}*3.32*0.455*10^3 = 3552.3kN$$

$$\phi.V_C = \phi.\frac{1}{3}\sqrt{f_c'}\, b_o d = \frac{0.75}{3} * \sqrt{27} * 3.32 * 0.505 * 10^3 = 1962.4kN$$

β_C	b_o **(m)**	α_s	$\phi.V_C$ **(KN)**
2.00	3.32	40	1962.4

$Vu = ((2*2) - ((0.5+0.455)*(0.25+0.455)) * 415 = 1614.9kN < \phi.V_C$ ..... OK

- **Design for Bending Moment of long & short directions.**

h (mm)	d (mm)	b(m)
550	455	2.0

d = 550-75-20/2 = 465 mm

Mu =415*2*0.55*0.55/2 = 125.54 KN.m

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{400}{0.85 * 27} = 17.43$$

$$\text{Rn} = \frac{Mu/\phi}{b * d^2} = \frac{125.54 * 10^6 / 0.9}{2000 * (465)^2} = 0.035 \text{ Mpa}$$

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

$$\rho = \frac{1}{17.43}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(17.43)(0.035)}{400}}\right) = 0.000088$$

As_{req}= 0.000088 (2000) (465) = 81.85 mm^2

As_{min} =0.0018*b*h == 0.0018 (2000) (465) = 1675 mm^2

As_{req}= 81.85 mm^2 < As_{min} = 1675 mm^2 ..... NOT OK

As= As_{min} = 1675 mm^2

Take 12 Φ 14 , As,provided = 1848 mm² > As,required = 1675 mm²

S= $\frac{2000-75*2-12*14}{11}$ = 153 mm **< Smax=450mm**

- Step(S) is smallest of:

1. 3h = 3*550 =1650 mm

2. 450 mm - control

S = 153 mm < S,max = 450 mm – OK

Mu(KN.m)	m	Rn	ρ	$As_{req}(mm^2)$	$As_{min}(mm^2)$	$As_{req}(mm^2)$	S(mm)
125.54	17.43	0.035Mpa	0.000088	81.85	1675	1848	153

- Check strain

Tension = Compression

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

$$1848 \times 400 = 0.85 \times 27 \times 2000 \times a$$

$$a = 16.10mm$$

$$c = \frac{16.10}{0.85} = 18.95mm$$

$$\varepsilon_s = \frac{465-18.95}{18.95} \times 0.003 = 00.070 > 0.005...ok$$

As(mm^2)	a (mm)	c (mm)	ε_s
1848	16.10	18.95	0.070

- **Development length of flexural reinforcement:**

Ld for Φ 25:

$$L_d = \frac{9}{10} \times \frac{fy}{\sqrt{fc'}} \times \frac{\psi t * \psi e * \psi s}{\left(\frac{k_{tr} + c}{db}\right)} \times db = \frac{9}{10} \times \frac{400}{\sqrt{27}} \times \frac{1*1*1}{2.5} \times 25 = 692.82mm$$

Available length = ((2000-550)\2)-75=650mm

692.82mm> 650mm ……ok

- **Load transfer at the column-foundation interface (Dowels design):**

- In footing :

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

A_1 = 0.55 *0.2= 0.11m^2

A_2 = 2.0*2.0 = 4.0 m^2

$$\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = \sqrt{\frac{4.0}{0.11}} = 6.03 > 2 \text{ ..... } \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = 2$$

$$\Phi Pn.b = 0.65 \times (0.85 \times 27 \times 0.11 \times 2) \times 1000 = 3281.85KN$$
$$\Phi Pn = 3281.85 > Pu = 1660 \text{ KN}.....ok$$

The Dowels are not needed for footing

As,min = 0.005 * Ac = 0.005 * 500 * 250 = 625 mm2

Use 2Φ 25 , As,provided = 981.75 mm² > As, required = 625 mm²

- In column:

$$\Phi Pn,b = \Phi(0.85\, fc' A1)$$

$$\Phi Pn,b = 0.65(0.85 \times 27 \times 0.50 \times 0.25 \times 1000) = 1864.1KN$$

$$\Phi Pn.b = 1864KN > P_u = 1660KN$$

The Dowels are not needed for column

- Development of dowels in footing:

$Ld_{(1)req} = \frac{0.25\, fy}{\lambda\sqrt{fc}} * db = \frac{0.25 * 400}{1 * \sqrt{27}} * 25 =$ 481.13 mm

Ld(2)req = 0.043 × fy × db = 0.043 × 420 × 25 = 430 mm

Ld(2)req = 200 mm

➔Ld(1)req= 481.13 mm ……. Control

Available Ld = $550 - 75 - 2 * 14 =$ 447mm .

AvailableLd =447 mm > Ld required= 481.13 mm…….. OK.

- Lap splice of dowels in column :

Ls = 0.071 fy . db

= 0.071 * 400 * 25 = 710 mm

الملاحق

قائمة المصادر والمراجع

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

٢. تلخيص مادة الخرسانة ل د.ماهر عمر.

3. Building Code Requirements for Structural Concrete)ACI 318M-08 (and Commentary, USA, 2008.

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