

بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة بوليتكنك فلسطين



كلية الهندسة والتكنولوجيا

دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

درجة البكالوريوس في الهندسة المدنية تخصص هندسة مباني

مشروع التخرج

التصميم الإنشائي لـ " مبنى كلية العمارة "D" التابع لجامعة بوليتكنك فلسطين"

المقترح إنشاؤه في الخليل/ واد الهريّة بجانب مبنى B+.

فريق العمل

عبد السلام سعدي حسن قباجة
حسين محمد محمود الأسطه

الهريني موسى اسماعيل هريني
مروان بركات محمد سياجرة

اشراف :

د. نافذ ناصر الدين

فلسطين - الخليل

٢٠١٥/٢٠١٤



ملخص المشروع

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

تتلخص فكرة هذا المشروع في التصميم الإنشائي لمبنى كلية العمارة " D " التابع لجامعة بوليتكنك فلسطين في مدينة الخليل وهو عبارة عن مبنى مقترح بناؤه على أرض في منطقة واد الهيرة بجانب مبنى B+ مدينة الخليل بحيث يشمل المشروع تصميم كافة التفاصيل والعناصر الإنشائية اللازمة والمستخدمة في هذا المبنى و مشتملاً على كافة المرافق التي يتطلبها أي صرح علمي .

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 ذات الأعصاب باتجاه واحد والبلاطات المصمتة وغيرها .

ومن الجدير بالذكر أنه تم استخدام الكود الأردني لتحديد الأحمال الحية ، ولتحديد أحمال الزلازل تم استخدام (U.B.C- 97) ، أما بالنسبة للتحميل الإنشائي وتصميم المقاطع فقد تم استخدام الكود الأمريكي (ACI_318- 08) ، ولا بد من الإشارة إلى أنه تم الإعتماد على

بعض البرامج الحاسوبية مثل: Office2010, Autocad2010, Atir12, Safe , Etabs ,
Staad Pro وغيرها.

نتمنى بعد إتمام المشروع أن نكون قادرين على تقديم التصميم الإنشائي لجميع
العناصر الإنشائية للمبنى كاملاً. وبعد تصميم هذا المشروع وعمل كل ما تم ذكره يتوقع أن
نصل إلى عدد من النتائج والتوقعات تتمثل في ربط المعلومات التي تم دراستها في المساقات
المختلفة ، و تحليل وتصميم جميع العناصر الإنشائية وبيان تأثير كل عنصر من العناصر
على الآخر، ومن ثم عمل المخططات الإنشائية التنفيذية بشكل كامل ومفصل لكل منها.

والله ولي التوفيق

**The Structural Design of Palestine polytechnic
university
Building (D) / architectural college
in Hebron**

working team:

Marwan Saya'ra
Abd al-Salam Qabaja

al-Hrene Hrene
Hussein Osta

Palestine Polytechnic University - 2013

Supervisor:

Eng. Nafez Nasser aldeen

Project 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.

The idea of this project is the structural design of new building in Palestine polytechnic university , which includes many departments: classes , labatory , cafeterias , stadium , we ... etc . The project will include the construction design with all details necessary for the building which consists of four floors.

The architectural design of the project based on multiple steric blocs distributed consistently in terms of aesthetic and functional purposes, as well as it has been designed in the form of distributing

blocks that provide comfort, ease and speed of access for users. The importance of the project can be observed in the variety of the structural elements of the building such as slabs, beams, columns, foundation... etc.

The project - God willing - will be designed using ACI code and we will use some of programs of structural design such as Autocad2010, Office2007, Safe, Etabs, Atir...etc. And we will use the ACI code to determine the loads, and we will refer to several references and graduation projects for data and design calculations. So the project will include detailed structural study, analysis of the structural elements, expected and calculated loads, the structural design of the elements required and the preparation of construction plans.

After designing this project and the work of what has been said is expected to conclude a number of results and projections is to link the information that has been studied in the courses different, 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 succes

Table of Contents

الفهرس

رقم الصفحة

i

ii

iii

iv

v

vi

viii

x

xiii

xv

xv

صفحة العنوان الرئيسية

صفحة تقرير المشروع

صفحة شهادة تقييم مشروع التخرج

صفحة الإهداء

صفحة الشكر والتقدير

صفحة الملخص باللغة العربية

صفحة الملخص باللغة الانجليزية

الفهرس

List of Abbreviations

فهرس الجداول

فهرس الأشكال

رقم الصفحة

٢

٢

٢

٣

٣

٣

٣

الفصل الاول المقدمة

مقدمة

١-١

اهداف المشروع

٢-١

مشكلة المشروع

٣-١

حدود مشكلة المشروع

٤-١

المستلمات

٥-١

فصول المشروع

٦-١

اجراءات المشروع

٧-١

٥		الفصل الثاني	الوصف المعماري
٦		١-٢	مقدمة
٧		٢-٢	لمحة عن المشروع
٧		٣-٢	موقع المشروع
٨		٤-٢	اهمية المشروع
٨		٥-٢	عناصر الحركة في المبنى
٩		٦-٢	حركة الشمس والرياح
١١		٧-٢	دراسة عناصر المشروع
١١		١-٧-٢	المساقط الأفقية
١٤		٢-٧-٢	وصف الواجهات
١٦		٨-٢	وصف الحركة
			الفصل الثالث
			الوصف الإنشائي
١٨		١-٣	مقدمة
١٩		٢-٣	هدف التصميم الإنشائي
١٩		٣-٣	الدراسات النظرية و التحليل و طريقة العمل
١٩		٤-٣	الاختبارات العمليه
١٩		٥-٣	الأحمال
٢٠		١-٥-٣	الأحمال الرئيسية
٢٠			١.١.٥.٣ الأحمال الميتة
٢١			٢.١.٥.٣ الأحمال الحية
٢١			٣.١.٥.٣ الأحمال البيئية
٢٤		٦-٣	العناصر الإنشائية
٢٥		١-٦-٣	العقدات
٢٥			١-١-٦-٣ العقدات المصممة
٢٦			٢-١-٦-٣ العقدات المفرغة
٢٦			١-٢-١-٦-٣ العقدات المفرغة في اتجاه واحد
٢٦			٢-٢-١-٦-٣ العقدات المفرغة في اتجاهين
٢٧			٢-٦-٣ الجسور
٢٨			٣-٦-٣ الأعمدة

٢٩	١-٦-٣ جدران الفص
٢٩	٥-٦-٣ فواصل التمدد
٣٠	٦-٦-٣ الاساسات
٣١	٧-٦-٣ الالارج
٣٢	٨-٦-٣ الجدران الاستنادية
٣٣	٧-٣ البرامج الحاسوبية المستخدمة

Chapter 4 : "Structural Analysis and Design" 34

4-1	Introduction	35
4-2	Factored loads	36
4-3	Determination of Thickness for slab	36
4-4	Load Calculation	37
4-5	Design of Topping	38
4-6	Design of Rib (1)	39
4-7	Design of beam (5)	49
4-8	Design of column (82).	60
4-9	Design of stairs	64
4-10	Design of isolated footing	71
4-11	Design of shear wall	78
4-12	Design of strip footing	81

٨٣	النتائج والتوصيات	<u>الفصل الخامس</u>
٨٤	النتائج	١-٥
٨٤	التوصيات	٢-٥
٨٤	قائمة المصادر والمراجع	٣-٥
٨٥	المرفقات	٤-٥

List of Abbreviations

- A_c = area of concrete section resisting shear transfer.
- A_s = area of non-prestressed tension reinforcement.
- A_s' = area of non-prestressed compression reinforcement.
- A_g = gross area of section.
- A_v = area of shear reinforcement within a distance (S).
- A_t = area of one leg of a closed stirrup resisting tension within a (S).
- b = width of compression face of member.
- b_w = 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.
- E_c = modulus of elasticity of concrete.
- f_c' = compression strength of concrete.
- f_y = specified yield strength of non-prestressed reinforcement.
- h = overall thickness of member.
- **L_n** = 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.
- **M** = bending moment.
- **M_u** = factored moment at section.

- M_n = nominal moment.
- S = Spacing of shear in direction parallel to longitudinal reinforcement.
- V_c = nominal shear strength provided by concrete.
- V_n = nominal shear stress.
- V_s = nominal shear strength provided by shear reinforcement.
- V_u = factored shear force at section.
- W_c = weight of concrete.
- W = width of beam or rib.
- W_u = factored load per unit area.
- Φ = strength reduction factor.
- ϵ_c = compression strain of concrete = 0.003.
- ϵ_s = strain of tension steel.
- ϵ'_s = strain of compression steel.
- ρ = ratio of steel area .

فهرس الجداول

<u>رقم الصفحة</u>	<u>الجدول</u>	<u>رقم الجدول</u>
7	الجدول الزمني للمشروع	1-1
20	جدول الكثافة النوعية للمواد المستخدمة (احمال ميقة)	1-3
21	الأحمال الحية في المباني المختلفة	2-3
37	Calculation of the total dead load for one way rib slab	1-4
65	Dead Load calculations of Landing	2-4

فهرس الأشكال

<u>رقم الصفحة</u>	<u>الشكل</u>	<u>رقم الشكل</u>
٧	مخطط الموقع المقترح للمشروع	١-٢
٨	مخطط تفصيلي للترج	٢-٢
٩	شكل توضيحي لمصعد كهربائي	٣-٢
١٠	توجيه المبنى	٤-٢
١١	مخطط الطابق الارضي	٥-٢
١٢	مخطط الطابق الاول	٦-٢
١٣	مخطط الطابق الثاني	٧-٢
١٤	الواجهة الشرقية	٨-٢
١٥	الواجهة الغربية	٩-٢
١٥	الواجهة الشمالية	١٠-٢
٢٠	انتقال الاحمال	١-٣
٢٢	تأثير سرعة الرياح على قيمة الضغط الواقع على المبنى	٢-٣
٢٣	تأثير اتجاه الرياح على قيمة الضغط الواقع على المبنى	٣-٣
٢٤	رسم توضيحي للعناصر الانتشائية	٤-٣
٢٥	عقدة مصمته باتجاه واحد	٥-٣
٢٥	عقدة مصمته باتجاهين	٦-٣
٢٦	العقدات المفرغة باتجاه واحد	٧-٣
٢٦	العقدات المفرغة باتجاهين	٨-٣
٢٧	اشكال الجسور	٩-٣
٢٨	شكل يبين انواع الاعمده المستخدمه	١٠-٣
٢٩	جدران القصر	١١-٣
٣٠	شكل الاساس المنفرد	١٢-٣
٣١	مقطع طولي في الاساس	١٣-٣
٣١	توزيع الحديد بالاساس	١٤-٣
٣١	مقطع توضيحي في الترج	١٥-٣
٣٢	جدار استنادي	١٦-٣
٣٦	Ground Floor Slab	١-٤
٣٧	One way rib slab	٢-٤
٣٩	System : rib geometry	٣-٤

۳۹	Dead load of rib	۶-۶
۴۰	Live load of rib	۶-۶
۴۰	Moment / shear enveloped "factored" of rib	۶-۶
۴۱	loading of rib	۶-۶
۴۹	System : beam geometry	۸-۶
۵۰	Dead load of beam	۹-۶
۵۰	live load of beam	۹-۶
۵۰	Moment / shear enveloped "factored" of beam	۱۱-۶
۵۱	loading of beam	۱۲-۶
۶۰	Place Of Column (C82)	۱۳-۶
۶۳	Section of Column (C82)	۱۴-۶
۶۴	Stair (ST1)	۱۵-۶
۶۶	Structural System of Flyight	۱۶-۶
۶۹	Structural System of Landing	۱۷-۶
۷۲	Isolated Footing	۱۸-۶
۷۳	One way shear strength	۱۹-۶
۷۷	Isolated Footing (F78)	۲۰-۶
۷۸	Shear and Moment Diagrams of Shear wall SH(32)	۲۱-۶
۸۱	location of Strip footing	۲۲-۶

الفصل الأول - المقدمة

- ١-١ المقدمة.
- ٢-١ أهداف المشروع.
- ٣-١ مشكلة المشروع.
- ٤-١ حدود مشكلة المشروع.
- ٥-١ المصطلحات.
- ٦-١ فصول المشروع.
- ٧-١ إجراءات المشروع.

(١-١) المقدمة:-

يعد البناء أو المسكن من أهم مقومات الحياة، وأكثرها لزوماً على مر العصور، ومع مرور الزمن ظهرت الحاجة الملحة إلى وجود مباني متخصصة في مختلف نواحي الحياة البشرية، حيث ظهرت المباني الدينية ودور العبادة، كذلك المباني الحكومية من المحاكم ودور القضاء ومجالس الدولة المختلفة، كمجالس الوزراء ومجالس النواب وغيرها، كذلك ظهرت المستشفيات والمدارس والمكتبات والمنشآت الرياضية المتنوعة، هذا كله بالإضافة إلى المباني والمجمعات التجارية والسكنية.

ومع تطور الإنسان وتطور حياته ومع الانفتاح الصناعي المستمر كان لا بد من مواكبة الأحداث لتلبية احتياجات الناس بمختلف فئاتهم وأشغالهم، من هذا يأتي دور المهندس الذي يضع أفكاره وحلوله من أجل المضي قدماً في ركب الثورة البشرية. فالمهندس هو من يصمم وينشئ الملاذ الآمن لرجل عائد إلى بيته بعد يوم طويل مرهق ومتعب وهو ذاته من يجمع الناس تحت سقف واحد في حدث موسيقي هنا وآخر رياضي هناك، بكل اختصار المهندس هو من يظهر أو على الأقل من يحاول أن يظهر الجمال المدفون وراء وجه الطبيعة.

محور الدراسة في هذا المشروع هو القيام بإجراء التصميم الإنشائي لمبنى متعدد الطوابق وهو تصميم إنشائي لـ " مبنى كلية الصارة " D التابع لجامعة بوليتكنك فلسطين

(٢-١) 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) إتقان استخدام برامج التصميم الإنشائي ومقارنتها مع الحل اليدوي.

(٣-١) مشكلة المشروع :-

تتمثل مشكلة هذا المشروع في التحليل والتصميم الإنشائي لجميع العناصر الإنشائية المكونة لمبنى الكلية الذي تم اعتماده ليكون ميداناً لهذا البحث، وفي هذا المجال سيتم تحليل كل عنصر من العناصر الإنشائية مثل البلاطات والأعصاب والأعمدة والجسور... الخ. بتحديد الأحمال الواقعة عليه، ومن ثم تحديد أبعادها وتصميم التسليح اللازم لها، مع الأخذ بعين الاعتبار عامل الأمان للمنشأ، ومن ثم سيتم عمل المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية التي تم تصميمها، لإخراج هذا المشروع من حيز الاقتراح إلى حيز التنفيذ.

(٤-١) حدود مشكلة المشروع :-

يقتصر العمل لهذا المشروع على الناحية الإنشائية فقط، حيث سيتم العمل خلال الفصلين الثاني (٢٠١٤) والاول من السنة الدراسية ٢٠١٤-٢٠١٥ من خلال مقامة مشروع التخرج في الفصل الثاني و مشروع التخرج في الفصل الاول . كما ويقع المبنى الجامعي الذي اختير لتصميم عناصره الإنشائية في الخليل / وادالهرية .

(٥-١) المسلمات :-

هنا وسوف يتم:

- (١) اعتماد الكود الأمريكي في التصميم الإنشائية المختلفة (ACI-318-08M) .
- (٢) استخدام برامج التحليل والتصميم الإنشائي مثل (Atir) ، (Safe) (etabs) وغيرها .

(٦-١) فصول المشروع :-

يحتوي هذا المشروع على خمسة فصول وهي :-

الفصل الأول : يشمل المقدمة العامة ومشكلة البحث و أهدافه .

الفصل الثاني : يشمل الوصف المعماري للمشروع .

الفصل الثالث : يشمل وصف العناصر الإنشائية للمبنى .

الفصل الرابع : التحليل والتصميم الإنشائي للعناصر الإنشائية .

الفصل الخامس : النتائج و التوصيات .

(٧-١) إجراءات المشروع :-

(I) 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 .

(2) ودراسة العناصر الإنشائية المكونة للمبنى والآلية الأنسب لتوزيع هذه العناصر كالأعمدة والجسور والأصصاب بشكل لا يصطدم مع التصميم المعماري الموضوع ويحقق الجانب الاقتصادي و عامل الأمان.

(3) تحليل العناصر الإنشائية والأحمال المؤثرة عليها.

(4) تصميم العناصر الإنشائية بناء على نتائج التحليل.

(5) التصميم عن طريق برامج التصميم المختلفة.

(6) إنجاز المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية التي تم تصميمها ليخرج المشروع بشكله النهائي المتكامل

والقول للتنفيذ.

الفصل الثاني- الوصف المعماري للمشروع

١-٢ مقدمة.

٢-٢ لمحة عن المشروع.

٣-٢ موقع المشروع .

٤-٢ أهمية الموقع .

٥-٢ عناصر الحركة في المبنى.

٦-٢ حركة الشمس والرياح .

٧-٢ دراسة عناصر المشروع .

١-٧-٢ وصف المساقط الأفقية .

1-١-٧-٢ الطابق الأرضي

2-١-٧-٢ الطابق الأول

3-١-٧-٢ الطابق الثاني

٢-٧-٢ وصف الواجهات.

١-٢-٧-٢ الواجهة الغربية

١-٢-٧-٢ الواجهة الشرقية

١-٢-٧-٢ الواجهة الشمالية

١-٢-٧-٢ الواجهة الجنوبية

٨-٢ وصف الحركة.

(١-٢) مقدمة :-

تعتبر العمارة أحد أبرز العلوم الهندسية، وهي ليست وليدة هذا العصر؛ بل هي منذ أن خلق الله تعالى الإنسان الذي أطلق العنان لمواهبه و خواطره، فانتقل بهذه المواهب من حياة الكهوف إلى أفضل صورة من صور الرقاهية، مستغلاً ما وهبه الله من جمال لهذه الطبيعة الخلابة.

وبهذا أصبحت العمارة فن وموهبة وأفكار، تستمد وقودها مما وهبه الله للمعماري من مواهب الجمال. وإذا كان لكل فن أو علم ضوابط وحدود يقف عندها فإن العمارة لا تخضع لأي حد أو قيد، فهي تتأرجح ما بين الخيال والواقع؛ والنتيجة قد تكون أبنية متناهية البساطة والصرامة تثير فينا بعض النضول رغم أنها قد تخبي لنا العديد من المفاجآت عندما ندخلها وتتفاعل مع تفاصيله.

إن بساطة المبنى ليست دليلاً على بساطة العمل المعماري ، بل إن المبنى على الرغم من البساطة قد يخبي لنا بين ثناياه من الجمال والفن المعماري في أجزاءه الداخلية ما يجعله يتفوق على الكثير من الأبنية الأخرى ، فالمبنى مهما كانت وظيفته يكون قد حقق الشروط المعمارية تماماً عندما يمزج بين الجمال الحقيقي في واجهات وشكل المبنى والوظيفة التي سيؤديها ذلك المبنى وبذلك يكون قد نجح معمارياً ، لأن المفهوم المعماري لا يقتصر على الشكل فحسب كما يظن البعض ؛ وإنما يحقق الوظيفة أيضاً .

وقد يبدو المبنى بسيطاً من الخارج، ولكنه مفكك إلى عدة قطع ضخمة دون الشعور بالاتصال بين هذه القطع؛ مع أنها في حقيقة الأمر متصلة ومتراصة عبر عدة فراغات وجسور ، وقد يعتمد المبنى في تركيبته الهندسية اعتماداً كلياً على شكل هندسي منتظم كوحدة متكررة في كل أجزاء المبنى ، وإن كانت أحياناً تحرف وتقطع لتخرج بتركيبه بصرية لا توحى بارتباطها بالشكل المنتظم.

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

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

إن فكرة تصميم مبنى كلية العمارة " D " التابع لجامعة بوليتكنك فلسطين كانت وليدة الحاجة الماسة إلى مبنى خاص للمعماريين لما لدراستهم من خصوصية عالية على مستوى حاجتهم إلى مرافق للدراسة وبيئة مريحة للرسم ، كل ذلك وغيره من الأسباب دفع إلى التفكير الفعلي في هذا التصميم لهذا المبنى الجامعي الجديد لبوليتكنك التي هي في أمن الحاجة إليه.

(٢-٢) لمحة عن المشروع :-

تتلخص فكرة المشروع في إنشاء مبنى مركز الصحة العامة في بيت لحم يستوعب جميع المرافق والأقسام اللازمة ، كما أنه يتمتع بشكل معماري جميل جداً ، أضف إلى ذلك كله أنه يحافظ على أداء الوظيفة المرجوة منه بالموازاة مع كل ما يحويه من الخدمات المعمارية لإبرازها في كثير من المناسبات، وهو أيضاً يقع في مكان يعطيه إطلالة رائعة على المنطقة .

لقد حصلنا على المخططات المعمارية للمشروع من دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في جامعة بوليتكنك فلسطين ، وذلك كي نشرع في أعمال التصميم الإنشائي بعد دراسة تحليلية ومفصلة لتلك المخططات المعمارية ، هو من اعداد الطالب (رائد ابو خلف) وتحت اشراف الدكتور نافذ ناصر الدين ، حيث يتكون المشروع من ثلاث طوابق ، حيث تتنوع فيها الخدمات الوظيفية بشكل مناسب مع الحاجة المتبقية من التصميم.

(٣-٢) موقع المشروع :-

عند البدء بتصميم أي مشروع فإنه يجب أخذ جملة من الأمور بعين الاعتبار حتى نحصل في النهاية على مشروع جيد يلبي كل الاحتياجات التي تنشأ من أجلها، وأيضاً لا يعاني من أي مشكلات أخرى ، وبالتالي نحصل على تناسق بين التصميم المقترح للموقع والعناصر المكونة لذلك الموقع المؤثرة فيه . لذلك فإنه يجب إعطاء فكرة جيدة عن عناصر الموقع من طبيعة الأرض المقترحة للبناء وارتباطها بالشوارع الرئيسية لتلك المنطقة ، وأيضاً فإنه يجب الأخذ بعين الاعتبار وضع المبنى بالنسبة لحركة الشمس من الشروق إلى الغروب وطبيعة الرياح واتجاهها ، أضف إلى ذلك طبيعة المباني المحيطة بالمنشأ نفسه ومدى ارتفاعها .

يقع هذا المشروع المقترح في منطقة واد الهزية بمدينة الخليل و بجانب مبنى B+ ويجب القول إن البنية التحتية من طرق وكهرباء واتصالات تصل إلى ذلك الموقع وتلبي ما يحتاج إليه مع حاجة إلى بعض التطوير . تجدر الإشارة هنا انه تم اختيار الموقع ومعاينته قبل البدء في التصميم المعماري ، وقد تم مراعاة تحقق الوظيفة الفعلية للمبنى وكل العوامل الجمالية أيضاً ، كما تم توجيه المبنى بحيث يأتي أغراض التهوية والإنارة ويظهر ذلك جلياً في الشكل (١-٢).



الشكل (١-٢) مخطط الموقع المقترح للمشروع

(٢-٤) أهمية الموقع :-

تتمتع مدينة الخليل بموقع مميز بين مدن فلسطين، المستوى الجغرافي أو الاقتصادي ووجود جامعة بوليتكنك فلسطين في الخليل جعلها وجهة للطلاب من مختلف المدن الفلسطينية وكانت هناك مجموعة من الأسباب التي أدت إلى اختيار منطقة واد الهريّة لأتشاء المبنى فيها ... أهم هذه الأسباب وجود مباني جامعة بوليتكنك فلسطين في تلك المنطقة والمميزات التي توافرت في موقع هذا المشروع تم مراعاتها وهي على النحو الآتي:

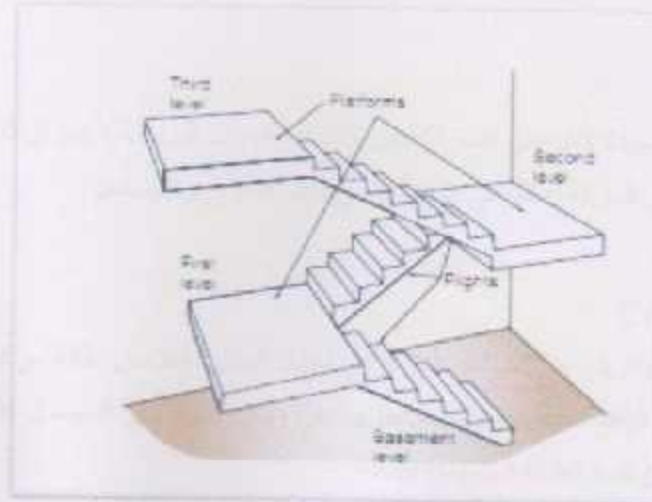
- (١) حاجة المنطقة إلى مثل هذا المشروع.
- (٢) توفر قطعة أرض بمساحة تستوعب حجم المشروع.
- (٣) حيوية المنطقة.
- (٤) سهولة الوصول إلى الموقع.
- (٥) احتفاظ الموقع بمميزات طبيعية تؤهله لاحتواء المشروع.

(٢-٥) عناصر الحركة في المبنى :-

يمكن أن تضم عناصر الحركة في المبنى إلى صياغة العناصر المعمارية لما لها من الأهمية في مثل هذه المشاريع نظرا لتوعها والاهتمام بها ، ولقد برز لدينا في هذا المشروع مجموعة من تلك العناصر أهمها :

(١) الأبراج:

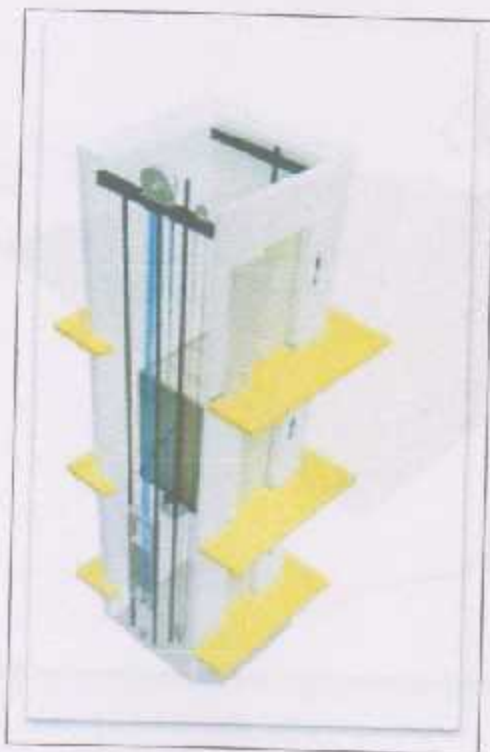
لقد تم تزويد هذا المبنى بمجموعة من الأبراج تتوزع على مساحة هذا المبنى لكي يخدم كل منها كتلة من المبنى ، وتتميز هذه الأبراج بموقعها المتوسط بين المساحات التي ستخدمها، إضافة إلى وقوعها خارج بوابات الأقسام المختلفة لكي لا تكون مصدرا لإزعاج للمستخدمين في الأقسام ، أضف إلى ذلك أنها مرئية للجميع المراجعين ولا تحتاج إلى الإرشاد حتى تستدل عليها كما يظهر في الشكل (٢-٢).



الشكل (٢-٢) مقطع تفصيلي في نرج.

(٢) المصاعد الكهربائية :

يضم المشروع مصاعد كهربائية وهي تنقسم إلى قسمين الأرضي للاستخدام العام وهي تلك التي تكون بجوار الأدراج وهي للطلاب والمراجعين والزوار والموظفين ، والقسم الأول مصعد خاص وهو يستخدم للنقل وتتمتع المصاعد بمنزله بالغة الأهمية ، لما توفر من سرعة الحركة بين أقسام المستشفى المختلفة. كما أنها تخفف العبء الملقى على الأدراج في خدمة الأقسام .



الشكل (٣-٢) شكل توضيحي لمصعد كهربائي

(٣) الممرات :

يتمتع المشروع بمساحات جيدة لأغراض الممرات بين الأقسام والغرف المختلفة ، كما أن شكل المبنى يعطي فرصة جيدة لتوفر مثل هذه الممرات التي توفر الحركة الأفقية في المبنى وصولاً إلى الأدراج والمصاعد .

(٦-٢) حركة الشمس والرياح :-

إن دراسة حركة الشمس والرياح من العوامل المهمة في تحليل المبنى، فالشمس طاقة مرغوب فيها، وتوجيه المبنى تجاه الشمس مع حمايته من السطوع الواقع عليه من المنطقة الغربية هي وسيلة ناجحة في الحصول على أكبر قدر ممكن من الطاقة التسخينية في أيام البرد، والتقليل من كمية الطاقة المستهلكة للتدفئة .

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

(٧-٢) دراسة عناصر المشروع :-

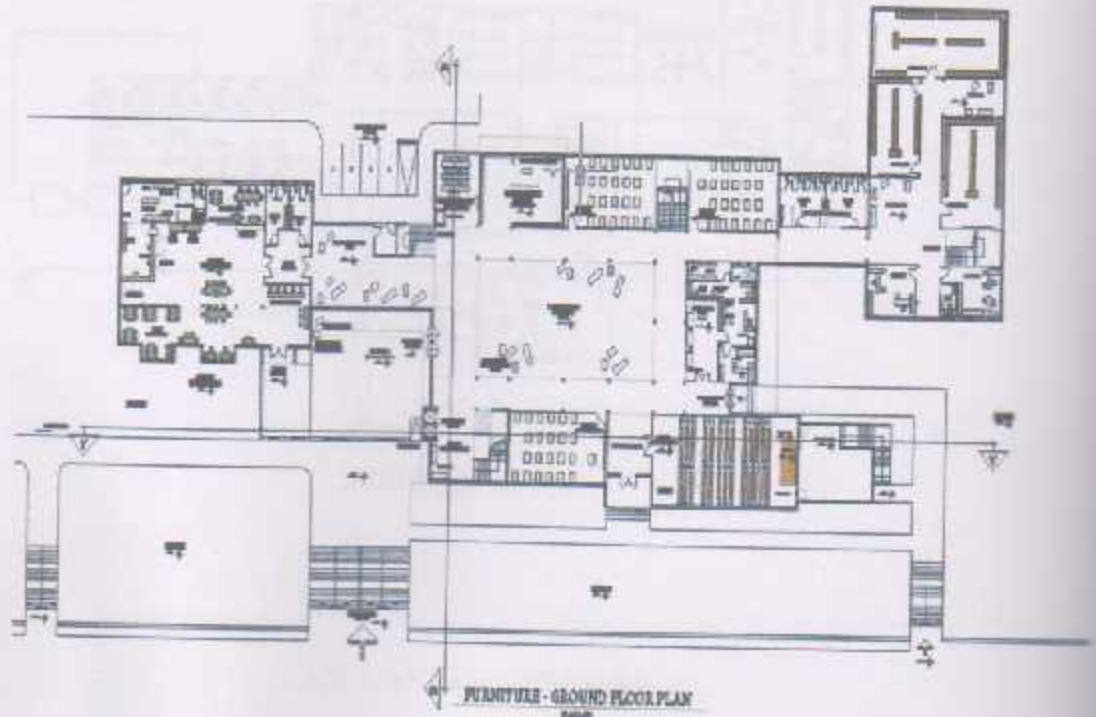
(١-٧-٢) المساقط الأفقية :-

يشمل المشروع على ثلاث طوابق ، ذوات تنوع خدمتي في كل طابق موزعة وفق الآتي:

(١-١-٧-٢) الطابق الأرضي :-

ويشمل الأجزاء الآتية كما هو موضح بالشكل رقم (٥-٢) :-

- (١) قسم اداري
- (٢) كافتيريا
- (٣) وحدات صحية WC
- (٤) منطقة خدمات
- (٥) المنخل الرئيسي
- (٦) مدرج
- (٧) مختبرات
- (٨) المصاعد والأدراج

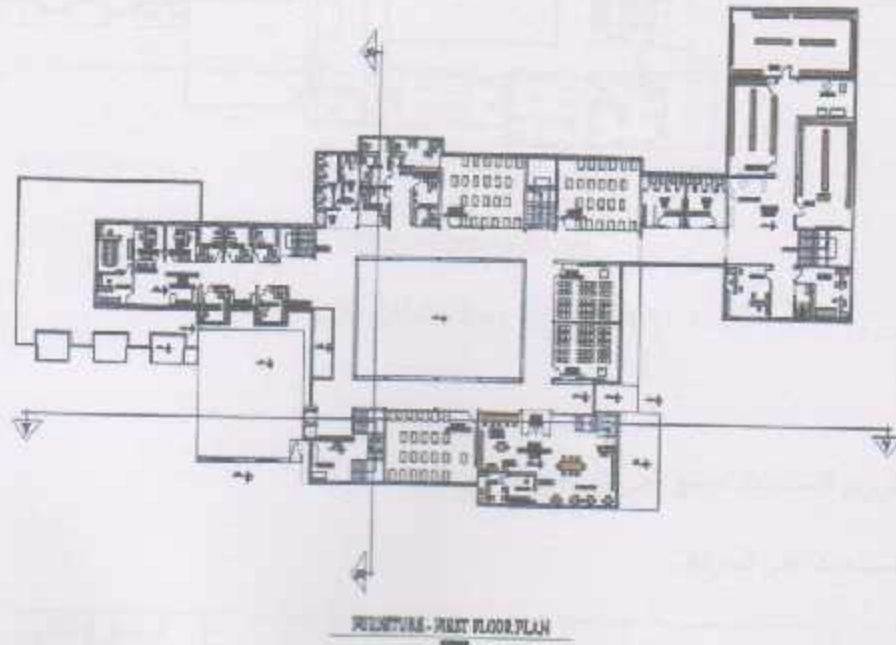


شكل (٥-٢) :- مخطط الطابق الأرضي

٢-١-٧-٢) الطابق الأول :-

يشمل هذا الطابق كل من الأجزاء الآتية كما يظهر في الشكل (٦-٢) أنه .

- ١- مكاتب إدارية
- ٢- مراسم
- ٣- مختبرات
- ٤- وحدات صحية
- ٥- المصاعد والأدراج.

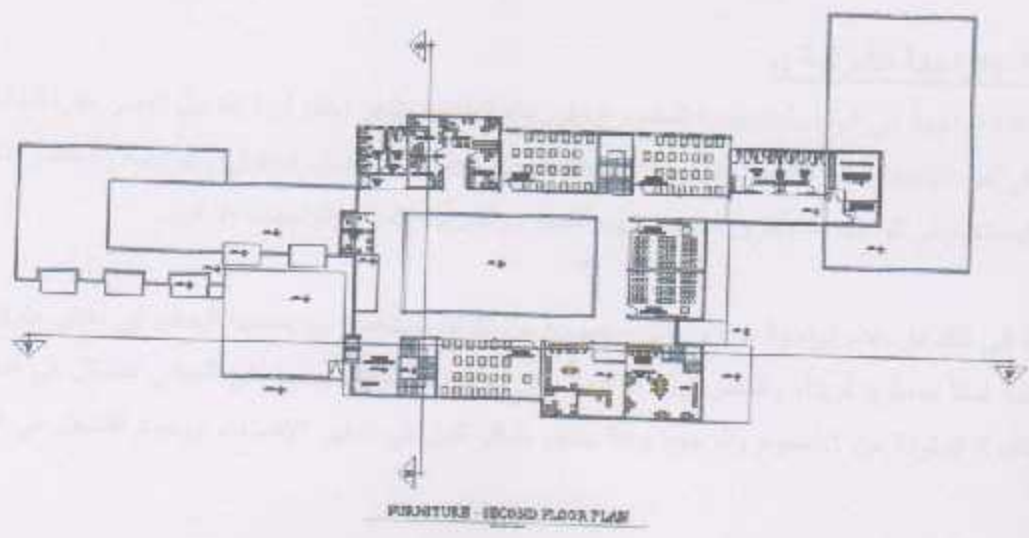


شكل (٦-٢) :- مخطط الطابق الأول .

(٣-١-٧-٢) الطابق الثاني :-

يشمل هذا الطابق كل من الأجزاء الآتية كما يظهر في الشكل (٨-٢) أنه :-

- (١) مكاتب إدارية
- (٢) مراسم
- (٣) المصاعد والأدراج
- (٤) معتبرات



شكل (٧-٢) :- مخطط الطابق الثاني .

كما بين هذا الجدول توزيع المساحات لجميع الطوابق وهي كما يلي:

جدول (١-٢) توزيع المساحات على الطوابق

الطابق	الأرضي	الأول	الثاني	المجموع الكلي للمساحة
المساحة (م ^٢)	2512.1	2168.1	1409.1	6089.3

(٢-٧-٢) وصف الواجهات :-

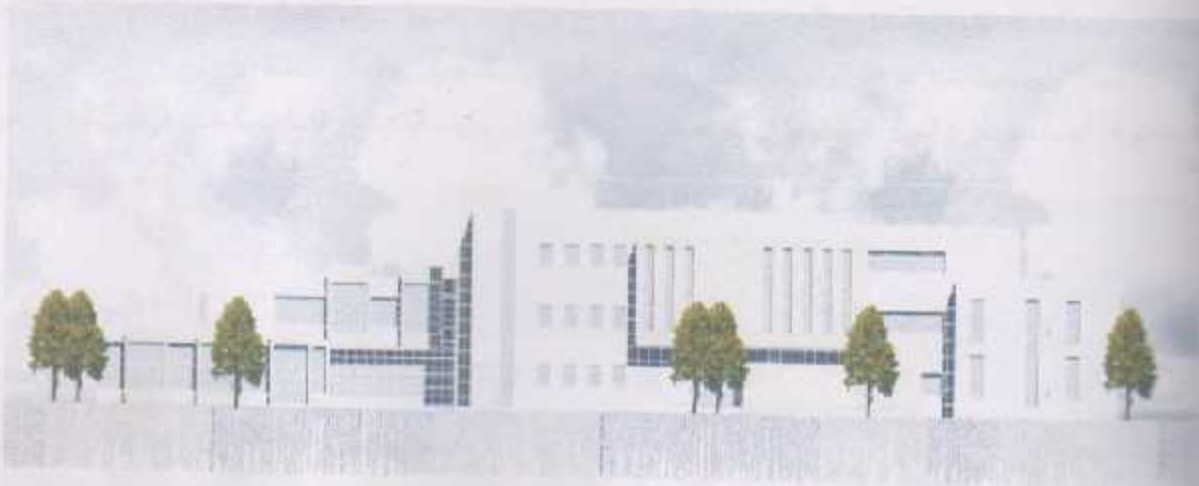
إن الواجهات المنبثقة عن أي تصميم تعطي الانطباع الأرضي عن المبنى؛ حيث يظهر من خلال التصميم المعماري لواجهات هذا المشروع استخدام الطراز الحديث والتكنولوجيا الحديثة من خلال وجود تداخل في الكتل الرأسية والأفقية واستخدام الكتل الزجاجية الكبيرة المكونة من الألمنيوم والزجاج.

كما أن المواد الرئيسية التي تم استخدامها في عملية البناء هي الخرسانة المسلحة ، والخرسانة العادية وبعض الأنواع من الحجر ، شريطة مناسبتها لشروط مقاومة الظروف الجوية وتوفير عنصر الجمال .

(١-٢-٧-٢) الواجهة الشرقية :-

تعتبر هذه الواجهة هي الواجهة الرئيسية للمشروع وفي هذه الواجهة يظهر استمرارية طوابق المبنى حتى الطابق الأخير ، حيث يظهر في هذه الواجهة استمرارية الشبايك على عرض المبنى وهذا يبرز الجمال المعماري للواجهة واستخدام هنا أيضا نفس نوع الحجر المستخدم في الواجهات الأخرى كما تم ترتيب الفتحات والشبايك كما في الواجهات الأخرى.

إضافة إلى ذلك فإن هذه الواجهة تحتوي على مجموعة من النوافذ المتناسقة مع بعضها البعض في منظر متوازن وتمثل حتى الواجهة نسقا معماريا فريداً، والناظر لهذه الواجهة يرى استخدام الطراز الحديث في المباني المتمثل في استخدام الكتل الزجاجية الكبيرة المكونة من الألمنيوم والزجاج وهنا يسهم بشكل كبير في توفير الإضاءة، ووجود التداخل في الكتل الأفقية والرأسية.



شكل (٨-٢)

٢-٢-٧-٢) الواجهة الغربية :-

تعتبر هذه الواجهة الواجهة الرئيسية للمشروع وهي تمتلك هذا الوصف لأنها تمتلك الإطلالة الكاملة للمبنى ومدخله الرئيسي، وتضم هذه الواجهة تصورا جيدا عن حجم المشروع للنظر كما أنها تبرز الممثل الرئيسي الذي يدفع المقل على المبنى إلى التوجه إليه دون الحاجة إلى إشارة أو دليل .



شكل (٩-٢)

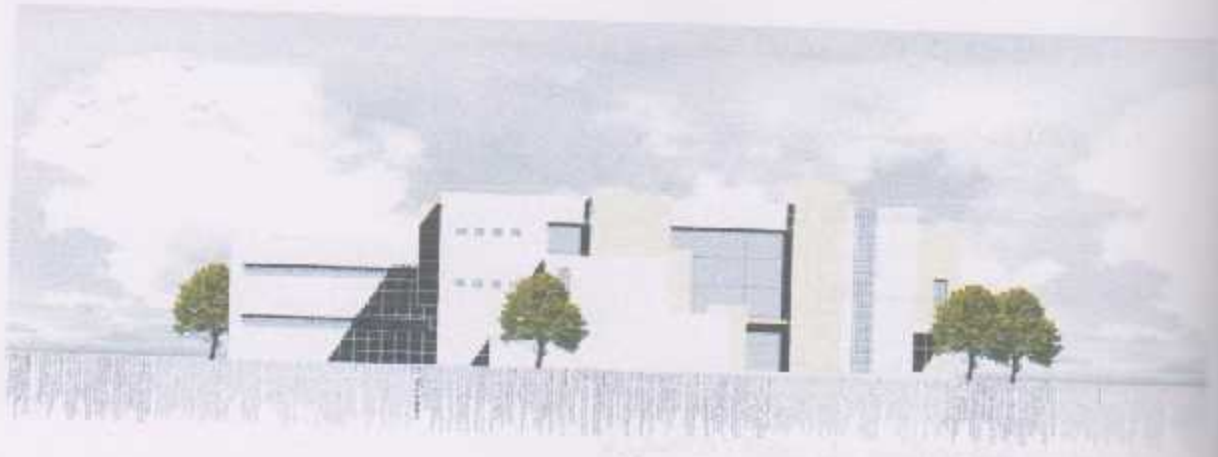
٣-٢-٧-٢) الواجهة الشمالية :-

تتناظر هذه الواجهة مع الواجهة الجنوبية من حيث تداخل الكتل الأفقية والرأسية، والذي يعطي المبنى المنظر الجمالي الرائع فضلا عن تعدد أنظمة الفتحات المستخدمة واستخدام أكثر من نوع من الحجر لتمييز موقع الفتحات من جهة وإعطاء منظر جمالي فريد من جهة أخرى حيث تميزت هذه الواجهة باستخدام الزجاج على طول الطوابق وذلك في منطقة الأدرج. واستخدم هنا أيضا نفس نوع الحجر المستخدم في الواجهات الأخرى كما تم ترتيب الفتحات والشبابيك كما في الواجهات الأخرى.



شكل (١٠-٢)

(٤-٢-٧-٢) الواجهة الجنوبية :-
 في هذه الواجهة يظهر بعض التداخلات في المبنى بحيث يضاف عليه بشكل واضح نوع من الجمال والحيوية الملحوظة ،
 واستخدم هنا أيضا نفس نوع الحجر المستخدم في الواجهات الأخرى كما تم ترتيب الفتحات والشبابيك كما في الواجهات الأخرى،
 وجعل لها طابعاً مميزاً ولمسة معمارية رائعة.



شكناً (١١-٢)

(٨-٢) وصف الحركة :-

تتعدد أشكال الحركة حول المبنى ، حيث تم مراعاة الراحة والأمان والسهولة في الحركة ، والتي تتمثل خارجياً في الوصول
 إلى المستشفى و داخلياً بالحركة الأفقية والعمودية، الموقع المرفق بين سلاسة الحركة خارج المبنى و تعدد الطرق الموصلة إليه
 أما بالنسبة للحركة الأفقية والعمودية في داخل المبنى فإنها تتم في جميع الطوابق بشكل خطي من خلال سمر بين الفراغات مع
 وضوح الحركة وسهولتها وكذلك عن طريق المصاعد والأندراج.
 يمثل هذا الشكل مفصلية الحركة الأفقية والعمودية داخل المبنى:

الفصل الثالث - الوصف الإنشائي للمشروع

١-٣ مقدمة

٢-٣ هدف التصميم الإنشائي

٣-٣ الدراسات النظرية والتحليل وطريقة العمل

٤-٣ الاختبارات العملية

٥-٣ الأحمال

٦-٣ العناصر الإنشائية

٧-٣ البرامج الحاسوبية المستخدمة

٨-٣ تصميم عتبة من الجسر وال Ribs (الاغصاب)

(١-٣) مقدمة :-

لاي مشروع يجب أن يكون هناك وصف متكامل له حتى تكون الصورة واضحة تماماً للمشروع المراد إنشاؤه ، فبعد الانتهاء من الفصلين الأول والثاني يصل بنا المطاف إلى مرحلة تعد من أهم المراحل التي تمر خلال تنفيذ أي مشروع والمقصود مرحلة التصميم الإنشائي.

إن الغرض من عملية تصميم المنشآت ، هو ضمان وجود مزايا التشغيل الضروري فيها ، مع احتواء العناصر الإنشائية على أبعاد أكثر ملائمة من الناحية الاقتصادية ، بالإضافة إلى توفير عامل مهم وهو الأمان لذا لا بد من تحديد الهيكل الإنشائية التي يشتمل عليها المشروع لأجل اختيار العناصر الأنسب وذلك لعمل مقارنات بين الأنواع المختلفة لهذه العناصر بحيث تحقق العاملين السابقين إضافة إلى عدم التضارب مع المخططات المعمارية الموضوعه، ولذلك فإن هذا يتطلب وصفاً شاملاً للعناصر الإنشائية المكونة للمشروع التي سيتم التعامل معها وتصميمها لاحقاً في بنود هذا المشروع من أجل الوصول إلى تصميم إنشائي كامل . وفي هذا الفصل سوف يتم وصف العناصر الإنشائية المكونة للمشروع.

(٢-٣) هدف التصميم الإنشائي :-

إن الهدف العام من التصميم الإنشائي لأي مشروع هو الحصول على مبنى آمن من جميع النواحي الهندسية والاشتية ، ومقاوم لجميع المؤثرات الخارجية من زلازل، رياح، تلوج، وهبوط التربة أي يتحمل جميع الأحمال الواقعة عليه سواء الأحمال المباشرة أو غير المباشرة، وفي نفس الوقت الحفاظ على صلاحية الاستخدام البشري له مع مراعاة التكلفة الاقتصادية. ولهذا فإن التصميم الإنشائي الذي يراد القيام به في مشروعنا هو تصميم المقاطع الإنشائية للعناصر الحاملة بتطبيق الكود الأمريكي (ACI 318-08M)(American concrete institue) ، ولتحديد أحمال الزلازل فسيتم استخدام (U.B.C-97) واستخدام الكود الاردني لتحديد الأحمال الحية. وباستخدام مجموعة من البرامج المحسبة لإتمام المشروع بشكل متكامل ومترايط والحصول في النهاية على مبنى مقاوم لمختلف القوى الواقعة عليه وتقديم مخططات تنفيذية متكاملة للمشروع . وبالتالي يتم تحديد العناصر الإنشائية بناء على :-

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

(3-3) الدراسات النظرية والتحليل وطريقة العمل :-

تعتبر الدراسة النظرية جزء رئيسي وسهم 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 المطلوب والأمن وطريقة العمل المناسبة.

(3-4) الاختبارات العملية :-

من أهم الاختبارات العملية اللازمة قبل القيام بتصميم أي مشروع إنشائي هو إجراء فحوصات للتربة لمعرفة قوة تحملها ومواصفاتها ونوعها ، ومعرفة منسوب المياه الجوفية وعمق الطبقة التأسيسية المناسبة لوضع الأساسات ، ويتم ذلك بعمل ثقب استكشاف في التربة بأعداد وأعماق مدروسة ، وأخذ العينات المستخرجة من أرض الموقع لعمل فحوصات التربة اللازمة عليها . ومن أهم النتائج التي نحتاجها من هذه الاختبارات :-

مقدار قوة تحمل التربة للأعمال الواقعة عليها من المبني ومقدار الضغط الجانبي المؤثر على الجدران الجانبية الإستنادية و الذي يعتمد على نوع التربة

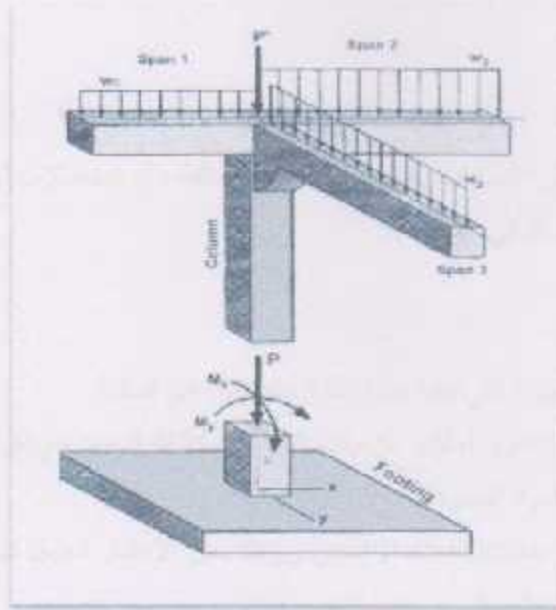
(3-5) الأحمال :-

الأحمال هي مجموعة القوى التي تؤثر على المنشأ ويتم تصميم المنشأ ليتحملها ، إن أي مبنى يتعرض لعدة أنواع من الأحمال يجب حسابها بدقة عالية لأن أي خطأ في عملية حساب الأحمال ينعكس سلباً على التصميم الإنشائي للعناصر الإنشائية المختلفة ، وفي هذا الفصل سوف نتطرق إلى كل حمل من هذه الأحمال على حدة لنبين تأثيره على المنشأ وكيفية التعامل معه . يمكن تصنيف الأحمال المؤثرة على أي منشأ كالتالي :-

1. الأحمال الرئيسية
2. الأحمال الثانوية

(3-5-1) الأحمال الرئيسية (Main Loads) ، ومنها :

- 1- الأحمال الميتة (Dead Loads - DL) .
- 2- الأحمال الحية (Live Load - LL) . وهي الأحمال الناتجة من طبيعة الاستخدام لهذه المباني وحملها بالسكان والأثاث المتنوع .
- 3- الأحمال البيئية .



الشكل رقم (١-٣) انتقال الأحمال

١-١-٥-٣) الأحمال الميتة :-

هي الأحمال الناتجة دائماً عن وزن العناصر الإنشائية (عن الجاذبية) ، كالأوزان على مختلف أنواعها سواء الأوزان الذاتية المتشأ ، أو أوزان العناصر الثابتة فوقها ، وتعتبر هذه الأحمال ذات تأثير دائم على المبنى ، أو القوى الجانبية الناتجة عن قوى خارجية كقوة دفع التربة للجدران الإستنادية مثلاً ، ويتم معرفة هذه الأحمال من خلال أبعاد وكثافات المواد المستخدمة في العناصر الإنشائية.

ويدخل ضمن هذا التعريف الأوزان الذاتية للمنشأ كالخرسانة المستخدمة وحديد التسليح و الجدران الخارجية ، و أعمال الأرضيات ، و مواد العزل ، و الحجارة المستخدمة في تغطية المبنى من الخارج، و القصاره و التمديدات الكهربائية والصحية و الأتربة المحمولة . و الجداول رقم (١-٣) يوضح الكثافات النوعية لكل المواد المستخدمة حسب كود الأحمال والقوى الأردني

جدول (١-٣) يبين الكثافة النوعية للمواد المستخدمة في العناصر الإنشائية.

الكثافة النوعية S. Weight (KN/m ³)	المادة (Material)	رقم البند
24	البلاط (Tile)	1
22	المونة الأسمنتية (Mortar)	2
17	الرمال (Sand)	3
10	الطوب الأسمنتي المفرغ (Hollow Block)	4
25	الخرسانة المسلحة (Reinforced Concrete)	6
22	القصاره (Plaster)	7
20	الأتربة (Backfill) (الطمم)	8

(3-1-5) الأحمال الحية :-

هي الأحمال التي تتعرض لها الأبنية و الإنشاءات بحكم استعمالها المختلفة ، أو استعمالات أي جزء منها ، بما في ذلك الأحمال الموزعة و المركزة ، وأحمال القصور الذاتي .

ويمكن تصنيفها كالتالي :-

- (1) أحمال الديناميكية : مثل الأجهزة التي يتشأ عنها اهتزازات تؤثر على المنشأ .
- (2) الأحمال الساكنة : والتي يمكن تغيير أماكنها من وقت إلى آخر ، كاثاث البيوت ، والقواطع ، والأجهزة الكهربائية، والآلات الاستاتيكية غير المثبتة ، و المواد المخزنة.
- (3) أحمال الأشخاص: وتختلف باختلاف استخدام المبنى ويؤخذ بعين الاعتبار العامل الديناميكي في حالة وجوده ، مثلا في الملاعب والصالات والقاعات العامة.
- (4) أحمال التنفيذ: وهي الأحمال التي تكون موجودة في مرحلة تنفيذ المنشأ مثل الشدات الخشبية والرافعات.

(3-1-5-3) الأحمال البيئية :-

وهي الأحمال الناتجة عن العوامل البيئية ، وتشمل أحمال الثلوج وأحمال الهزات الأرضية وأحمال التربة ، وهذه الأحمال تعتبر أصلا متغيرة من ناحية المقدار و الموقع . وأحمال الرياح تكون متغيرة في الاتجاه ، وتعتمد على وحدة المساحة التي تواجهها ، بحيث تقوم دوائر الأرصاد الجوية بتحديد سرعة الرياح القصوى . و العناصر التي يعتمد عليها في تحديد هذه الأحمال هي السرعة ، والارتفاع للمبنى ، وموقعه بالنسبة للأبنية المحيطة به ، وأهمية هذا المبنى بالإضافة إلى عوامل أخرى لها علاقة بالموضوع .

(3-1-5-3) الأحمال الثانوية (غير المباشرة) (Secondary Loads) :-

وتشتمل على الانكماش الناتج عن الجفاف للخرسانة و التمدد الناتج عن التأثير الحراري و الزحف و الهبوط لتربة الأساس وقد تم أخذهم بعين الاعتبار من خلال توفير فواصل التمدد الحراري داخل المبنى بحيث يلبي الشروط الخاصة به كما سيورد لاحقا خلال هذا الفصل .

(1) أحمال الثلوج :-

يمكن حساب أحمال الثلوج من خلال معرفة الارتفاع عن سطح البحر و باستخدام الجدول رقم (3-3)

(حسب كود الأحمال والقوى الأرضي) :-

جدول (2-3) يبين قيمة أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر .

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

٢) أحمال الرياح :-

أحمال الرياح تؤثر بقوة أفقية على المبني، ولتحديد أحمال الرياح تم الاعتماد على سرعة الرياح القصوى التي تتغير بتغير ارتفاع المنشأ عن سطح البحر وموقعه من حيث إحاطته بمباني مرتفعة أو وجود المنشأ نفسه في موقع مرتفع أو منخفض و العديد من المتغيرات الأخرى . ولتحديد هذه الأحمال سوف يتم استخدام (U.B.C-97) وذلك وفق هذه المعادلة:

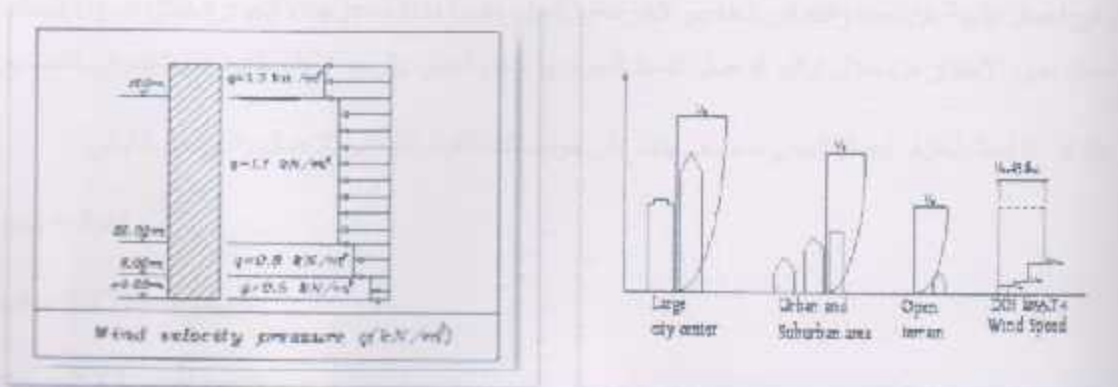
$$P = C_e * C_q * q_s * I_w$$

C_e : combind height.

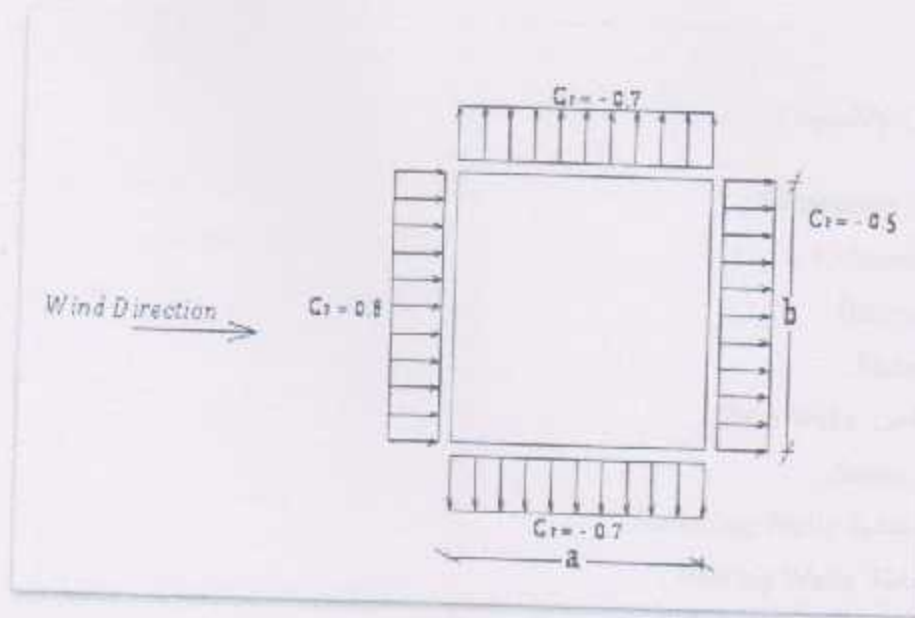
C_q : pressure coefficient of structure.

I_w : importance factor.

P : design wind pressure.



الشكل (٢-٣) تأثير سرعة الرياح على قيمة الضغط الواقع على المبني



الشكل (٣-٣) تأثير اتجاه الرياح على قيمة الضغط الواقع على المبنى .

(٣) أحمال الزلازل :-

وهي عبارة عن أحمال رأسية وأفقية تؤثر على المنشأ، وتؤدي إلى تولد عزوم على المنشأ مثل العزوم المعروفة بعزم الانقلاب وعزم اللي، وأما القوى الأفقية وهي قوى القص فهي تقاوم بجدران القص الموجودة في المنشأ، وتؤخذ هذه الأحمال بعين الاعتبار في منطقة الخليل، ذلك أن هذه المنطقة تعرف أنها نشطة زلزالياً.

(٤) أحمال الإنكماش والتمدد :-

وهي أحمال ناتجة عن تمدد وانكماش العناصر الخرسانية للمبنى نتيجة اختلاف درجات الحرارة خلال فصول السنة، ويتم أخذ هذه الأحمال بعين الاعتبار من خلال توفير فواصل التمدد الحراري داخل المبنى بالرجوع على الكود المستخدم في التصميم. وجدير بالذكر أننا قدنا باختيار أحمال للمبنى الجامعي بنام على مواصفات الكود الأرضي للأحمال والتي هي كالآتي :

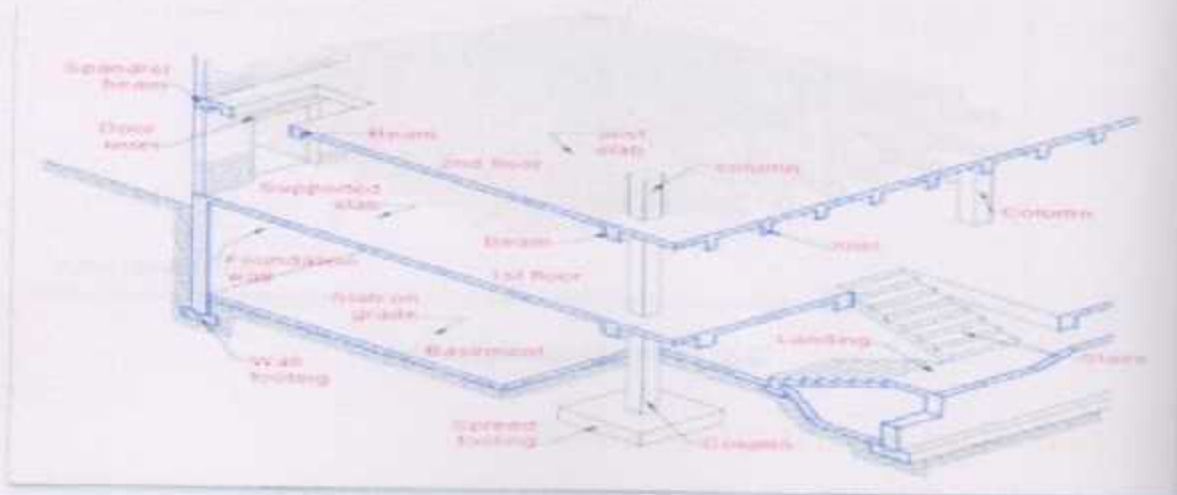
Dead load = 5.41

Life load = 5 KN/m square

Partitions = 2.3 KN/m square

(٦-٣) العناصر الإنشائية :

- (١) الأساسات Foundation
- (٢) الأعمدة Columns
- (٣) الجسور Beams
- (٤) العتبات Slabs
- (٥) جدران القص Shear walls
- (٦) الأبراج Stairs
- (٧) جدران استنادية Retaining Walls
- (٨) جدران حاملة Bearing Walls
- (٩) فواصل التمدد Joint System



الشكل (٣ - ٤) رسم توضيحي للعناصر الإنشائية .

(١-٦-٣) العقدات (البلاطات) :-

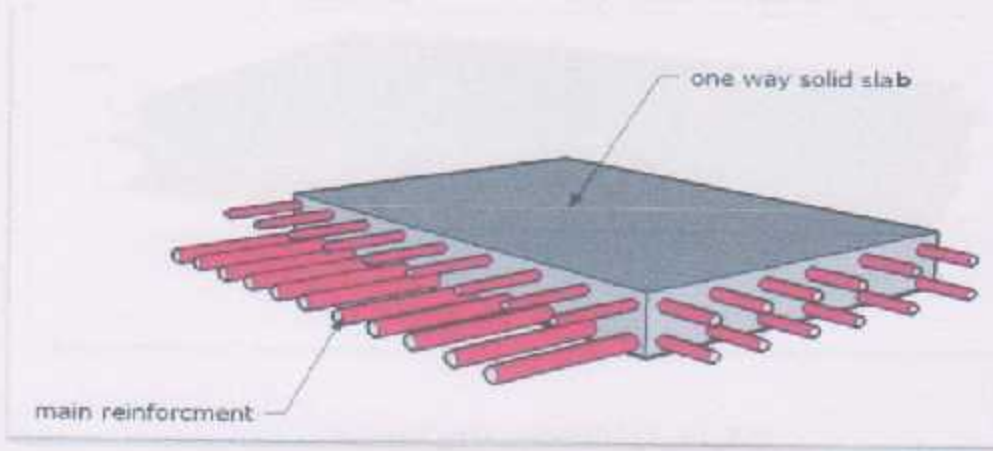
العقدات عبارة عن العناصر الإنشائية القادرة على نقل القوى الرئيسية بسبب الأحمال المؤثرة عليها إلى العناصر الإنشائية الحاملة في المبنى مثل الجسور والجدران والأعمدة ، دون تعرضها إلى تشوهات .

ونظرا لوجود العديد من الفعاليات في هذا المشروع ، وتتنوع المتطلبات المعمارية تم اختيار نوعين من العقدات كل حسب ما هو ملائم لطبيعة الاستخدام ، والذي سيوضح في التصاميم الإنشائية في الفصول اللاحقة ، وفيما يلي بيان لهذه الأنواع :-

(١-٦-٣-١) العقدات المصمتة Solid Slabs :-

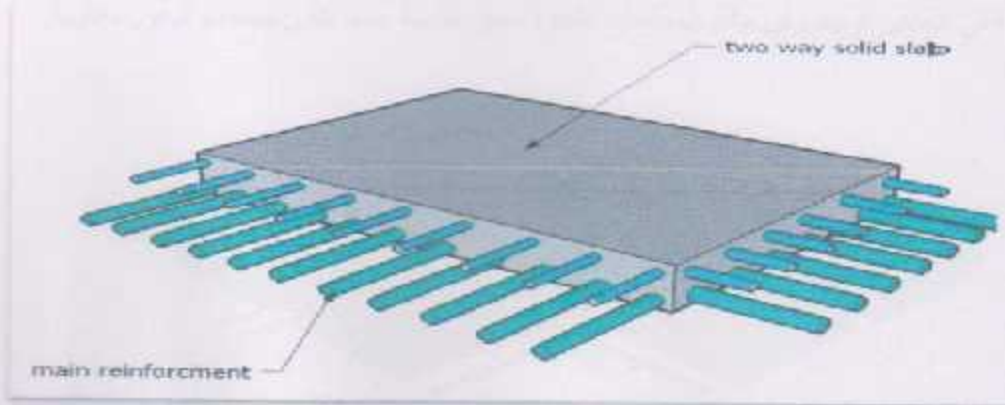
ويتقسم هذا النوع إلى قسمين وهما :-

(١) العقدات المصمتة في اتجاه واحد One Way Solid Slabs



الشكل (٣ - ٥) عقدة مصمتة باتجاه واحد .

(٢) العقدات المصمتة في اتجاهين Two-Way Solid Slabs



الشكل (٣ - ٦) عقدة مصمتة باتجاهين .

(٣-١-٦-٢) العتبات المفرغة Ribbed Slabs :-

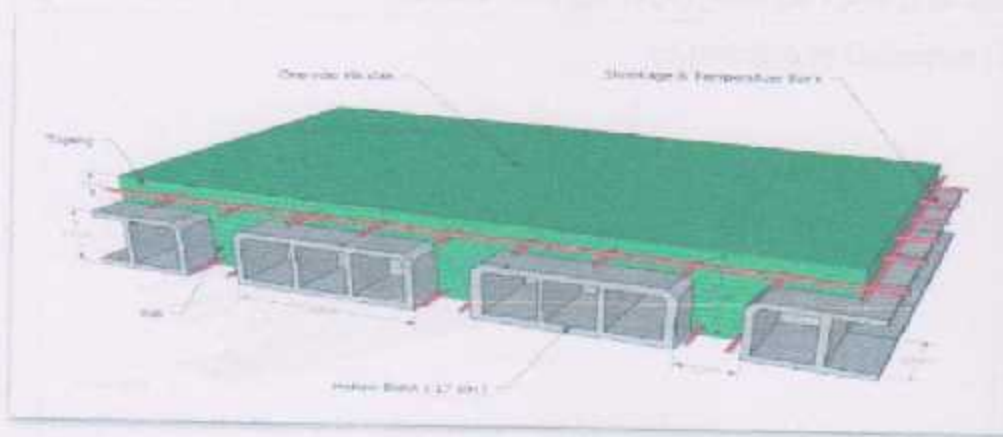
لما العتبات المفرغة فتقسم إلى قسمين هما :-

(١) العتبات المفرغة في اتجاه واحد One Way Ribbed Slabs .

(٢) العتبات المفرغة في اتجاهين Tow Way Ribbed Slabs .

(٣-١-٦-٢-١) العتبات المفرغة في اتجاه واحد (One Way Ribbed Slabs) :-

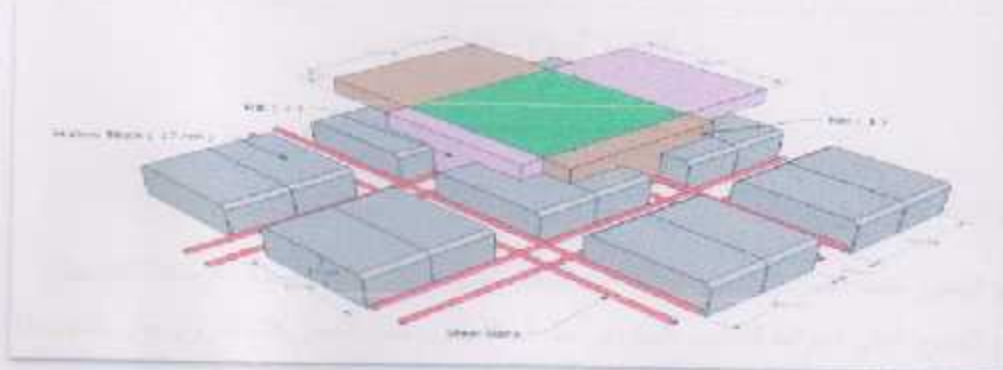
تستخدم هذه العتبات عندما يراد تغطية مساحات بدون جسور معلقة، وتم استخدام هذه البلاطات في جميع طوابق هذا المشروع، وذلك لخفة وزنها وفعاليتها .



الشكل (٣-٧) العتبات المفرغة في اتجاه واحد.

(٣-١-٦-٢-٢) العتبات المفرغة في اتجاهين (Tow Way Ribbed Slabs) :-

من العتبات المفرغة في اتجاهين تستخدم في حالة المساحات الكبيرة نسبيا خاصة عندما تكون مسافات النجور متقاربة.



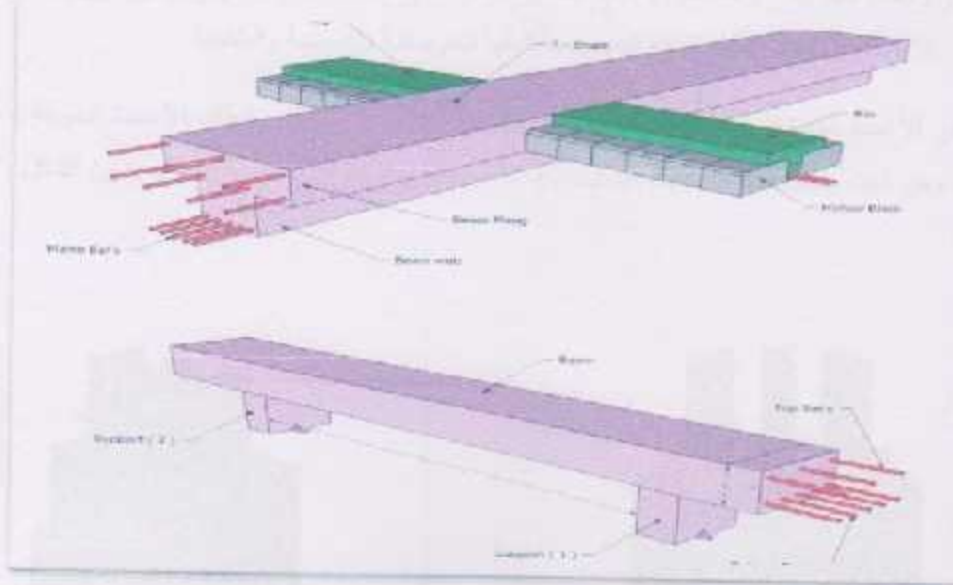
الشكل (٣-٨) عتبات مفرغة في اتجاهين .

(٢-٦-٣) الجسور :-

وهي عناصر إنشائية أساسية في نقل الأحمال من الأعصاب والعقدات المصنعة ، وهي نوعان ، خرسانية ومعننية ، اما الخرسانية فهي :-

- (١) الجسور المسحورة :- عبارة عن الجسور المخفية داخل العدة بحيث يكون ارتفاعها يساوي ارتفاع العدة .
- (٢) الجسور الساقطة (Dropped Beam) :-

عبارة عن تلك الجسور التي يكون ارتفاعها اكبر من ارتفاع العدة ويتم إبراز الجزء الزائد من الجسر في احد الاتجاهين السفلي (Down Stand Beam) أو العلوي (Up stand Beam) بحيث تسمى هذه الجسور L-section , T-section . ونظرا للتوزيع الجيد للقوى المؤثرة على السطح ومن ثم على الأعمدة و الجسور ، فقد تم استخدام الجسور الساقطة مع مراعاة عامل التوس (الانحناء) (Limitation of Deflection) .



الشكل (٣-٩) أشكال الجسور .

تستخدم الجسور في المباني للأغراض التالية:

- (١) توضع الجسور تحت الحوائط لتحميل الحائط عليها تجنباً لتحميله مباشر على البلاطة الخرسانية الضعيفة .
- (٢) توضع الجسور أعلى الحوائط لتعتيق عليها وفي هذه الحالة يكون عمق الجسر كاف للنزول حتى منسوب الأعتاب ويمكن أن تكون مساوية أو اكبر من سمك الحائط .
- (٣) تقليل طول الانبعاث للأعمدة .

٤) تقسيم البلاطات الخرسانية ذات المساحات الواسعة إلى أجزاء كل جزء منها بمساحة يمكن تصميمها لتصبح بسلك وتسليح اقتصادي.

٥) تريبط الأعمدة مع بعضها وذلك لملل مفعول الإطارات (Fram) بين الجسور والأعمدة للحصول على أفضل توزيع لعزوم الالتواء في الجسور .

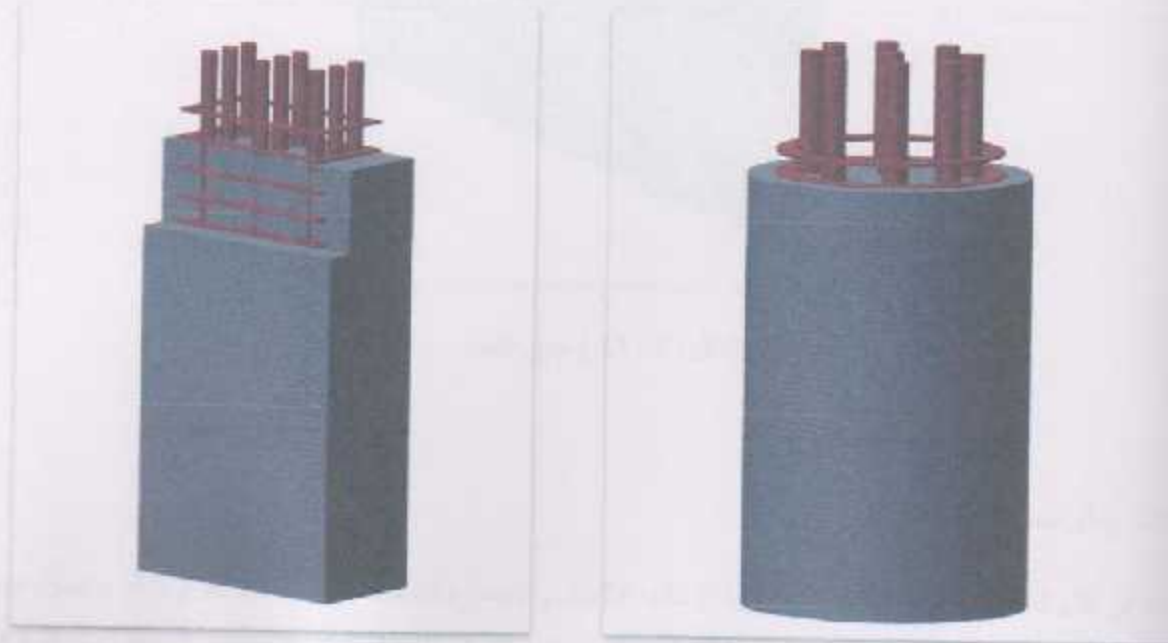
٣-٦-٣) الأعمدة :-

تعتبر الأعمدة العنصر الرئيسي في نقل الأحمال من العقدات والجسور ونقلها إلى الأساسات، وذلك فهي عنصر إنشائي ضروري في نقل الأحمال وثبات المبنى . لذلك يجب تصميمها بحيث تكون قادرة على نقل وتوزيع الأحمال الواقعة عليها .

بالتسبة إلى أنواع الأعمدة فهي على نوعين:

الأعمدة القصيرة والأعمدة الطويلة . ولمقاطع الأعمدة أشكال عديدة، منها المستطيل و الدائري و المثلث و المربع و المركب . وهناك تصنيف آخر للأعمدة من حيث طبيعة المادة المستخدمة فمنها الخرسانية والمعدنية والخشبية .

وأما بالنسبة إلى الأعمدة المستخدمة في هذا المبنى فهي متنوعة من حيث الطول ، فهناك الأعمدة الطويلة ، بالإضافة إلى الأعمدة القصيرة ، ومن حيث طبيعتها، ومن حيث الشكل فمنها ما هو دائري وأخرى مستطيلة الشكل، ويبين الشكل (٣ - ١٠) عدد من مقاطع الأعمدة



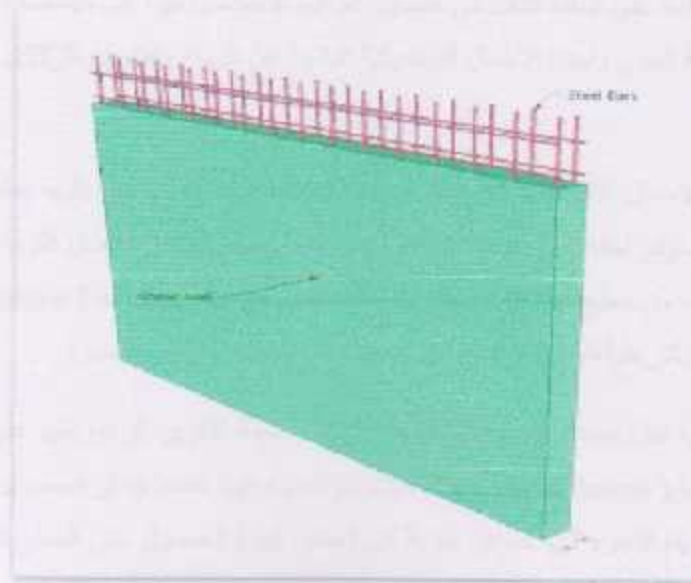
الشكل (٣ - ١٠) يبين أنواع الأعمدة المستخدمة .

(٣-٦-٤) جدران القص (Shear Wall) :-

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 تسطح 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 .

وإن تكون هذه الجدران كافية لمنع أو تقليل توك العزوم وأثارها على جدران المبنى المقاومة للقوى الأفقية ، وقد تم تحديد جدران القص في المباني 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 - ١١) جدار القص

(٣-٦-٥) فواصل التمدد :-

تتخذ في كتل المباني ذات الأبعاد الأفقية الكبيرة أو ذات الأشكال والأوضاع الخاصة فواصل تمدد حراري أو فواصل هبوط وقد تكون الفواصل للغرضين معاً. وعند تحليل المنشآت لدراستها كمقاوم لأفعال الزلازل تدعى هذه الفواصل بالفواصل الزلزالية، وهذه الفواصل بعض الاشتراطات والتوصيات الخاصة بها .

ينبغي استخدام فواصل تمدد حراري في كتلة المنشأ حسب الكود المعتمد، على أن تصل هذه الفواصل إلى وجه الأساسات العلوي
تكون اختراقها. وتعتبر المسافات العظمى لأبعاد كتلة المبنى كما يلي:

- ١) (40m) في المناطق ذات الرطوبة العالية.
- ٢) (36m) في المناطق ذات الرطوبة العادية.
- ٣) (32m) في المناطق ذات الرطوبة المتوسطة.
- ٤) (28m) في المناطق الجافة.

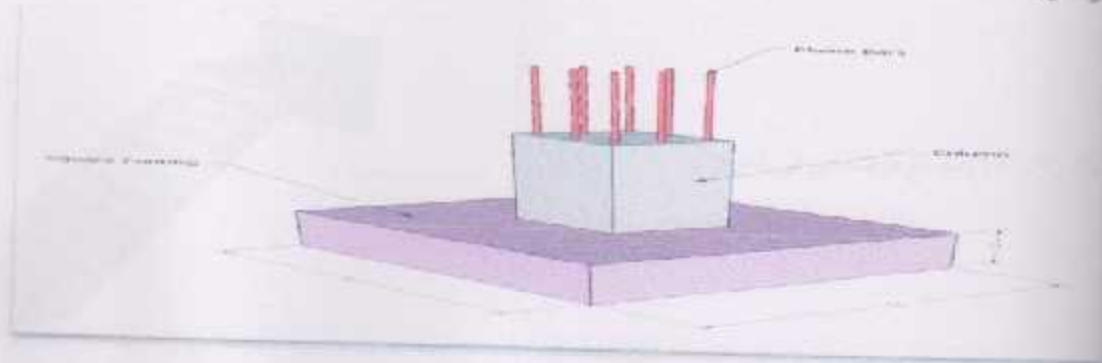
كما يجب أن لا يقل عرض الفاصل عن (3cm).

(٦-٦-٣) الأساسات :-

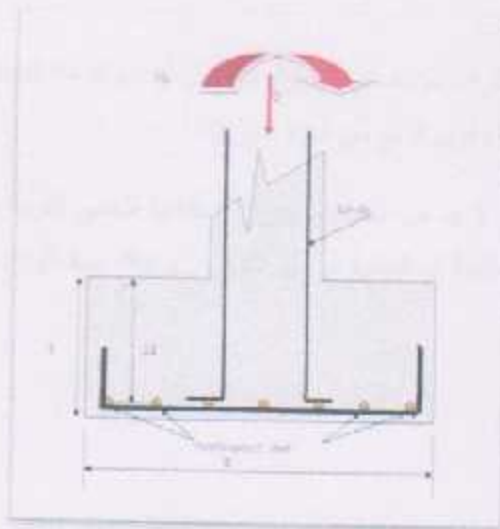
ويأثر من أن الأساسات هي أول ما تبدأ بتنفيذها عند بناء المنشأ ، إلا أن تصميمها يتم بعد الانتهاء من تصميم كافة العناصر
الإشغالية في المبنى . تعتبر الأساسات حلقة الوصل بين العناصر الإنشائية في المبنى والأرض ، ولمعرفة الأوزان والأحمال
الواقعة عليها فإن الأحمال الواقعة على العقدة تنتقل إلى الجسور ثم إلى الأعمدة وأخيراً إلى الأساسات إلى التربة ويكون الأساس
مسؤول عن تحمل الأحمال الميتة للمبنى وأيضا الأحمال الديناميكية الناتجة عن الرياح والتلوج والزلازل وأيضا الأحمال الحية داخل
المبنى

وتكون هذه الأحمال هي الأحمال التصميمية للأساسات ، وبناء على الأحمال الواقعة عليها وطبيعة الموقع يتم تحديد نوع
الأساسات المستخدمة ، ومن المتوقع استخدام أساسات من أنواع مختلفة ، وذلك تبعاً لقوة تحمل التربة والأحمال الواقعة على كل
أساس . والأساس قد يكون قريباً من سطح الأرض ويسمى بالأساس السطحي (Shallow Foundation) وهذا النوع يكون بعمق
سور كان يكون أساسات لقواعد شريطية، أو أساسات لقواعد منفصلة، أو أساسات لبشة أو حصىرة.

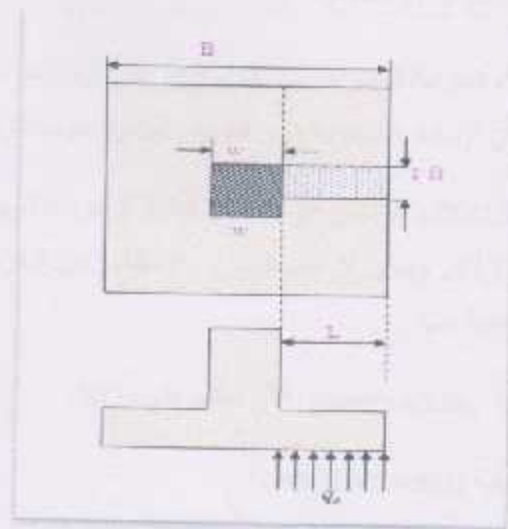
وقد يكون عميقاً داخل التربة لنقل أحمال المنشأ إلى طبقات التربة العميقة الأقوى، أو توزيعها على الطبقات بطريقة تدريجية
يسمى هذا النوع بالأساس العميق (Deep Foundation) حيث يتم اللجوء إليها عندما يتعذر الحصول على طبقة صالحة للتأسيس
بالتقرب من سطح الأرض لذلك يتم اللجوء إلى اختراق التربة إلى اعماق كبيرة للحصول على السطح الصالح للتأسيس مثل الأوتاد
الخرسانية.



الشكل (٣-١٢) : شكل الأساس المنفرد .



الشكل (١٤-٣) توزيع الحديد بالأساس

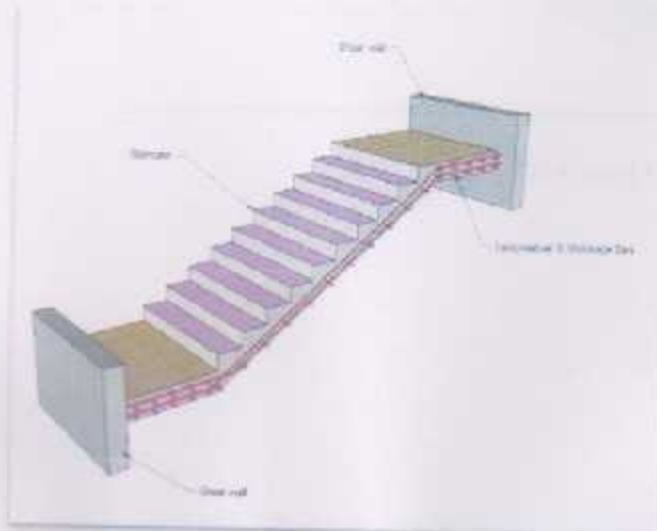


الشكل رقم (١٣-٣) مقطع طولى في الأساس

في الشكلين (٣ - ١٣)، (٣ - ١٤) يتم توضيح كيفية نقل الاحمال من المبنى الى الاساس عن طريق العمود ، وتوضيح عملية مقاومة التربة للاحمال الواقعة عليها من المبنى وايضا توضح عملية توزيع حديد التسليح في الاساس .

(٧-٦-٣) الأدرج :

الأدرج عبارة عن العنصر المعماري و الإنشائي المسؤول عن الانتقال الراسي بين الطبقات في المبنى حيث يتم تقسيم ارتفاع الطابق إلى ارتفاعات صغيرة تمثل ارتفاع الدرجة الواحدة . ويتم تصميم الدرج إنشائياً باعتباره عقدة مصممة في اتجاه واحد . وتم استخدامها في مشروعنا بشكل واضح موزعة على أرجاء المشروع ، وكذلك اخذ في عين الاعتبار في التصميم الإنشائي الأحمال الناتجة عن وزن المصعد الكهربائي .



الشكل (١٥-٣) مقطع توضيحي في الدرج

(٣-٦-٨) الجدران الإستنادية :-

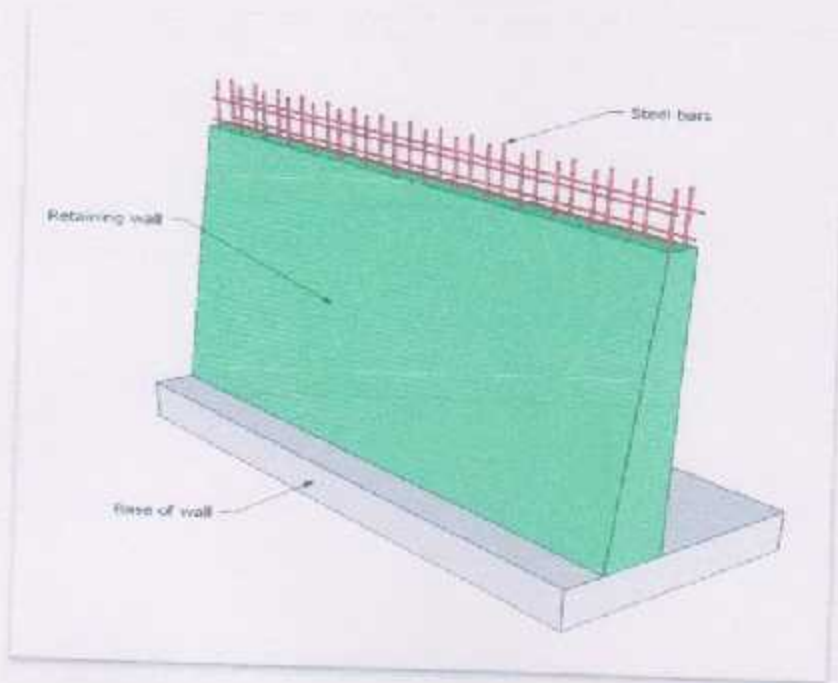
تبنى هذه الحوائط لتسند التراب والماء الذي خلفها وما ينتج عن هذا التراب من ضغوط تحاول أن تقلب أو تحرك هذا الجدار، وتصمم الجدران الإستنادية لمقاومة وزن التربة رأسياً وضغوط التربة الأفقية وقوى الرفع من المياه الجوفية.

بسبب الاختلاف الواضح في مناسيب قطعة أرض المشروع، كان لا بد من استخدام جدران إستنادية لتحمي التربة من الانهيار أو الانزلاق. ويمكن أن تنفذ الجدران الإستنادية من الخرسانة المسلحة أو العديدة أو من الحجر. وهناك عدة أنواع من الجدران الإستنادية منها:

جدران الجاذبية (gravity walls) التي تعتمد على وزنها.

الجدران الكابولية (cantilever walls).

جدران مدعمة (braced walls).



الشكل (٣-١٦) جدار استنادي

Chapter 4

Computerized Analysis of Structures

(4-2) Computerized Analysis of Structures :-

(1) Autocad 2007 : و ذلك لعمل الرسومات المفصلة للعناصر الإنشائية.

(2) Atir : للتصميم الإنشائي.

(3) Etabs

(4) Safe

4.1 Introduction

4.2 Objectives

4.3 Software packages

4.4 AutoCAD

4.5 Design of columns

4.6 Design of slab (RCC)

4.7 Design of beam (RCC)

Chapter 4

Structural Analysis & Design

- 4-1 Introduction.
- 4-2 factored load.
- 4-3 Slabs thickness calculation
- 4-4 load calculations.
- 4-5 design of topping.
- 4-6 design of rib (GF-R12).
- 4-7 design of beam (GF-B3)

(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 one type of 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 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) Factored loads:

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

$$q_u = 1.2D.L + 1.6LL$$

(4.3) Slabs thickness calculation:

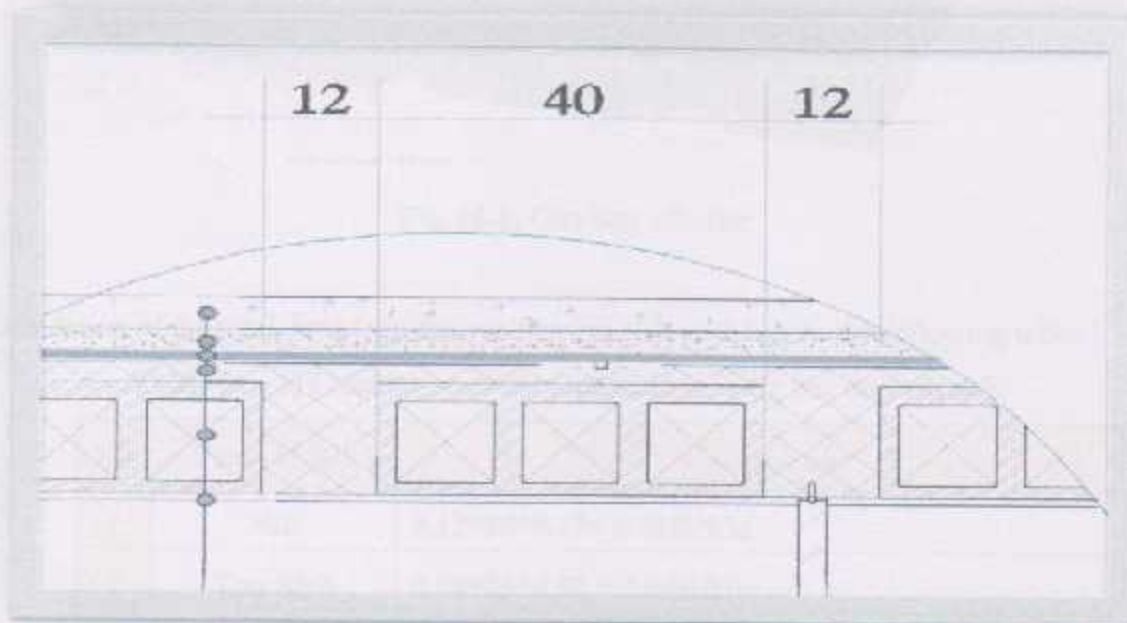


Figure (4-1): Ground Floor Slab.

(4.3.1) 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 as follow:

The maximum span length for one end continuous (for ribs):

$$h_{min} \text{ for one-end continuous} = L/18.5 = 6.3 / 18.5 = 0.34\text{m} = 34\text{cm}$$

Note: We solved this deflection by reinforcement.

The maximum span length for both end continuous (for ribs):

$$h_{min} \text{ for both-end continuous} = L/21 \\ = 4.25/21 = 0.20\text{m} = 20\text{cm}$$

Select Slab thickness $h = 35\text{cm}$ with block 27 cm & Topping 8cm

(4.4) Load Calculations:

(4.4.1) 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:

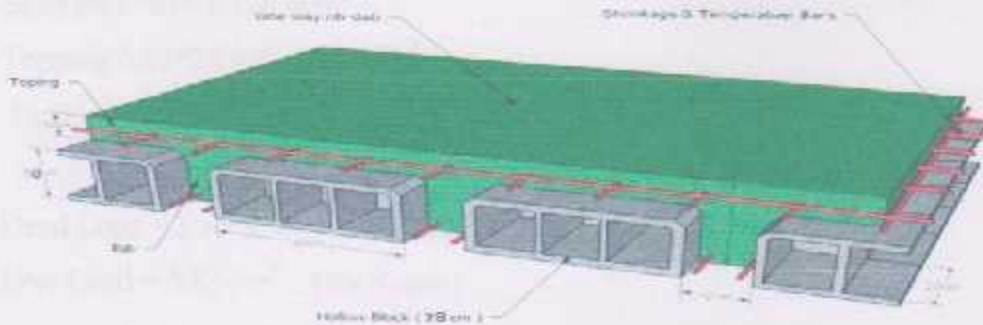


Fig. (4-2) One way rib slab

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	Rib	$0.12 \times 25 \times 0.27 = 0.81 \text{ KN/m}$
2	Top Slab	$0.08 \times 25 \times 0.52 = 1.04 \text{ KN/m.}$
3	Plaster	$0.02 \times 0.52 \times 22 = 0.2288 \text{ KN/m.}$
4	Block	$0.4 \times 9 \times 0.27 = 0.972 \text{ KN/m}$
5	Sand Fill	$.07 \times 16 \times 0.52 = 0.5824 \text{ KN/m}$
6	Tile	$0.03 \times 23 \times 0.52 = 0.3588 \text{ KN/m}$
7	Mortar	$.02 \times 22 \times 0.32 = 0.2288 \text{ KN/m.}$
8	partition	$2.30 \times 0.52 = 1.196 \text{ KN/m}$
		5.4168 KN/m

Nominal Total Dead load = 5.4168 KN/m of rib

Nominal Total live load = 2.6 KN/m of rib

$$q_u = 1.2 \times 5.4168 + 2.6 \times 1.6 = 10.66 \text{ KN/m}$$

(4.5) Design of Topping:

Dead load of topping

$$\text{Tiles } .03 * 23 = 0.69 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{Mortar } 0.02 * 22 = 0.44 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{Sand } 0.07 * 16 = 1.12 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{Topping } 0.08 * 25 = 2 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{Partitions } 1.00 * 2.30 = 2.30 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{Dead Load} = 6.55 \text{ KN/m}^2 \text{ (for Stores)}$$

$$\text{Live Load} = 5 \text{ KN/m}^2 \text{ (for Stores)}$$

$$W_o = 1.2 \text{ DL} + 1.6 \text{ LL}$$

$$= 1.2 * 6.55 + 1.6 * 5 = 15.86 \text{ KN/m}^2 \text{ (Total Factored Load)}$$

$$M_u = \frac{W_u * l^2}{12} = \frac{15.86 * 0.4^2}{12} = 0.2114 \text{ KN.m}$$

$$\phi M_n = 0.55 * 0.42 * \sqrt{27} * 1000 * 80^2 / 6 = 1.28 \text{ KN.m}$$

$$\phi M_n = 1.28 \text{ KN.m} > M_u = 0.2114 \text{ KN.m}$$

No structural reinforcement is needed

For the shrinkage and temperature reinforcement :-

$$\rho = 0.0018$$

$$A_s = \rho * b * h = 0.0018 * 1000 * 80 = 144 \text{ mm}^2$$

$$\# \text{ of } \Phi 8/20 = \frac{A_{s \text{ req}}}{A_{\text{bar}}} = \frac{144}{50} = 2.5 \rightarrow \text{Spacing (S)} = \frac{1}{2.5} = 0.347 \text{ m} = 347 \text{ mm}$$

$$\leq 380 \left(\frac{280}{f_s} \right) - 2.5 * C_o \leq 380 \left(\frac{280}{f_s} \right)$$

$$= 380 * \left(\frac{280}{\frac{3}{4} f_y} \right) - 2.5 * 20 \leq 380 * \left(\frac{280}{\frac{3}{4} f_y} \right)$$

$$= 380 * \left(\frac{280}{\frac{3}{4} * 420} \right) - 2.5 * 20 \leq 380 * \left(\frac{280}{\frac{3}{4} * 420} \right)$$

$$= 330 \text{ mm} \leq 380 \text{ mm}$$

$$\leq 3 * h = 3 * 80 = 240 \text{ mm} \dots \dots \dots \text{controlled}$$

$$\leq 450 \text{ mm}$$

∴ Use $\Phi 8 @ 20 \text{ Cm C/C}$ in both directions.

(4.6) Design of Rib (GF-R1)

Material :-

concrete B300 $F_c' = 27\text{N/mm}^2$
 Reinforcement Steel $f_y = 420\text{ N/mm}^2$

Section :-

$b = 12\text{cm}$ $bf = 52\text{ cm}$
 $h = 35\text{cm}$ $Tf = 8\text{ cm}$

fig 4.3 (System : rib geometry)

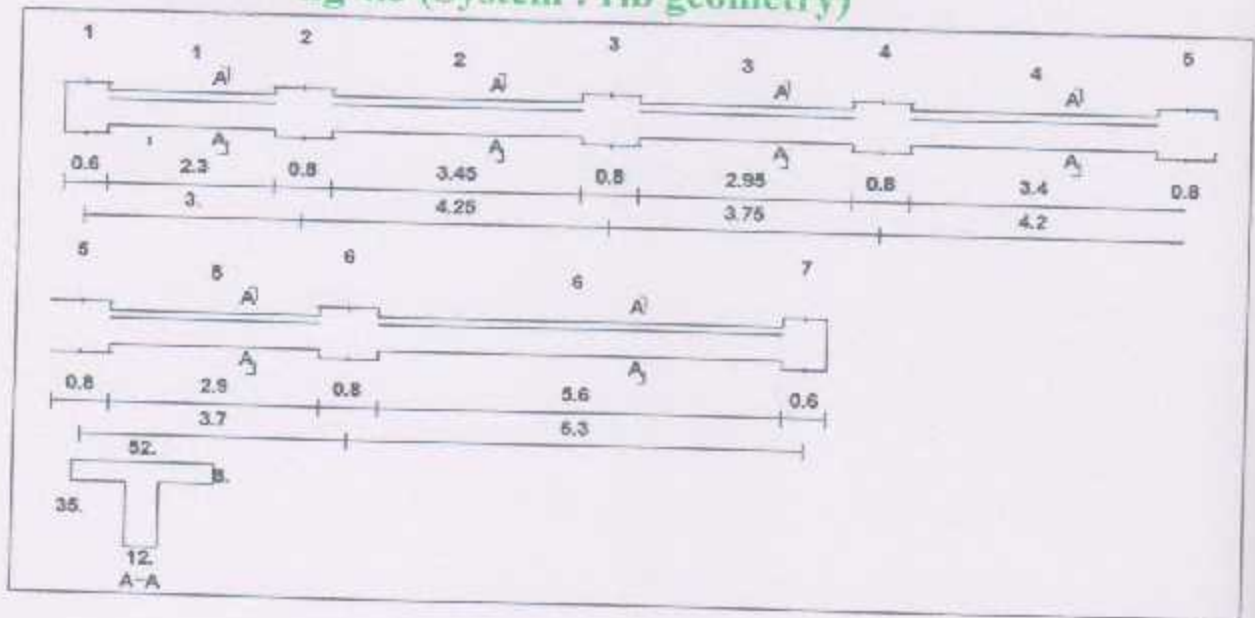


fig 4.4 : (Dead load of rib)

Dead load - Service

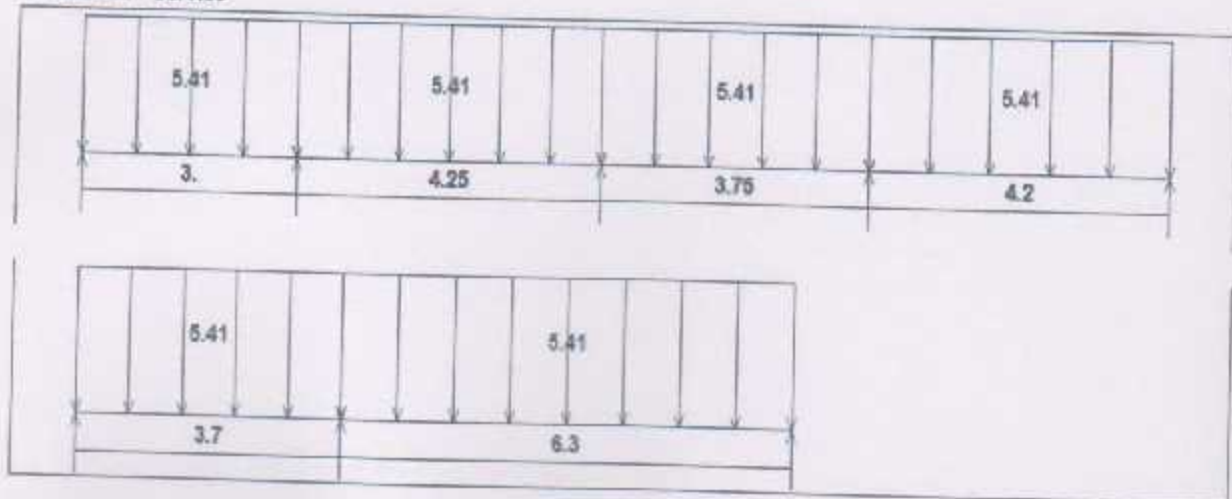


fig 4.5 : (Live load of rib)

Live load - Service

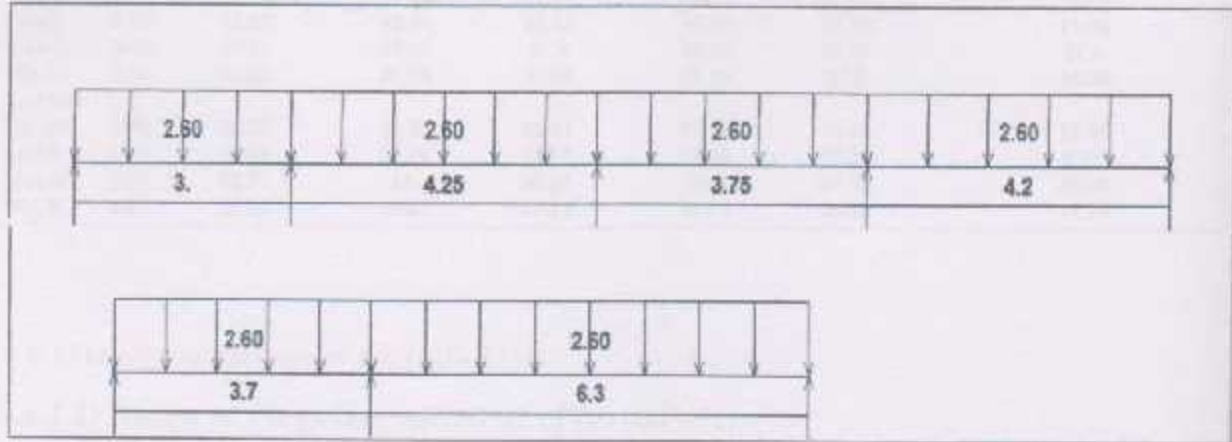
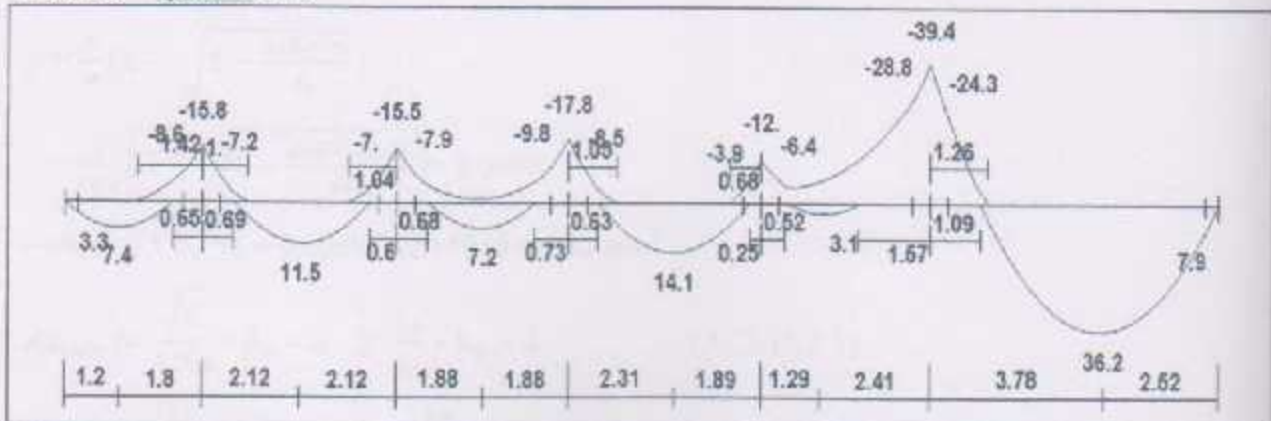


fig 4.6 : (Moment / shear enveloped "factored" of rib)

Moments: spans 1 to 6



Shear

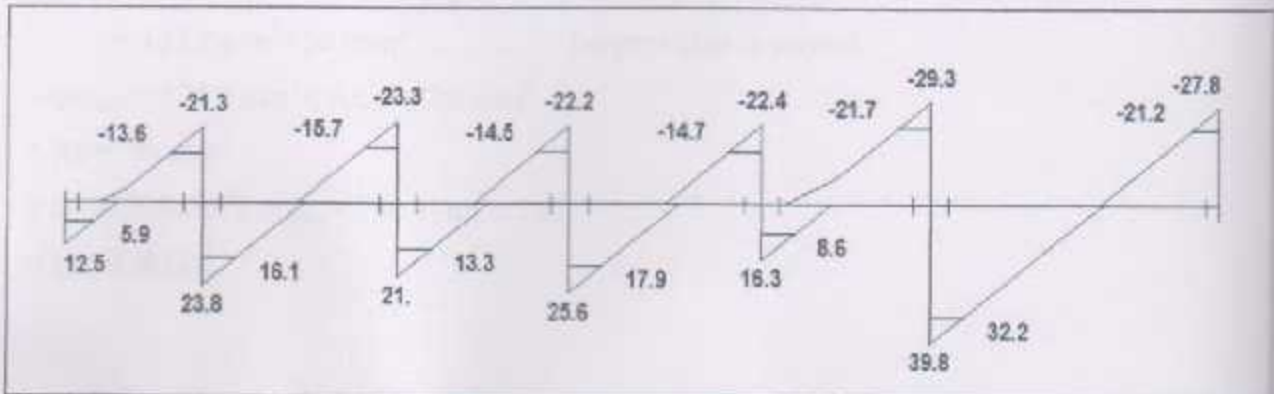


fig 4.7 : (loading of rib)

Reactions							
Factored							
DeadR	6.7	26.78	25.49	27.37	19.4	41.33	16.74
LiveR	5.85	18.23	16.81	20.43	19.26	27.83	11.06
Max R	12.55	45.01	44.31	47.8	38.66	69.15	27.8
Min R	5.14	33.08	31.29	34.54	21.88	47.5	16.38
Service							
DeadR	5.58	22.32	21.24	22.81	16.17	34.44	13.95
LiveR	3.65	11.39	11.76	12.77	12.03	17.39	6.91
Max R	9.24	33.71	33.	35.57	28.2	51.83	20.86
Min R	4.81	26.26	24.87	27.29	17.71	38.36	13.73

(4.6.1) Design of flexure of rib (GF-R1):-

(4.6.1.1) Design of Negative moment of rib (GF-R1):

1) Maximum negative moment at support (6) $M_u^{(6)} = 28.8 \text{ KN.m}$.

$$M_n = M_u / \phi = 28.8 / 0.9 = 32 \text{ KN.m}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f_c} = \frac{420}{0.85 \times 27} = 18.3$$

$$K_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{28.8 \times 10^{-3}}{0.12 \times (0.313)^2} = 2.72 \text{ MPa}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot K_n \cdot m}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{18.3} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 2.72 \cdot 18.3}{420}} \right) = 0.0069$$

$$\rightarrow A_s = \rho \cdot b_w \cdot d = 0.0069 \cdot 120 \cdot 313 = 260 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{min}} = \frac{\sqrt{f_c}}{4 (f_y)} \cdot b_w \cdot d \geq \frac{1.4}{f_y} \cdot b_w \cdot d \dots \dots \dots (\text{ACI-10.5.1})$$

$$= \frac{\sqrt{27}}{4 \cdot 420} \cdot 120 \cdot 313 \geq \frac{1.4}{420} \cdot 120 \cdot 313$$

$$= 125.2 \text{ mm}^2 < 260 \text{ mm}^2 \dots \dots \dots \text{Larger value is control.}$$

$$\rightarrow A_{s_{min}} = 125.2 \text{ mm}^2 < A_{s_{req}} = 260 \text{ mm}^2$$

$$\therefore A_s = 260 \text{ mm}^2$$

$$2 \Phi 14 = 308 \text{ mm}^2 > A_{s_{req}} = 168.1 \text{ mm}^2 \text{ OK.}$$

\therefore Use 2 $\Phi 14$

→ Check for strain:- ($\epsilon_s \geq 0.005$)

Tension = Compression

$$A_s \cdot f_y = 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a$$

$$314.16 \cdot 420 = 0.85 \cdot 27 \cdot 120 \cdot a$$

$$a = 48 \text{ mm.}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{48}{0.85} = 56.37 \text{ mm.}$$

* Note: $f'_c = 27 \text{ MPa} < 28 \text{ MPa} \rightarrow \beta_1 = 0.85$

$$\epsilon_s = \frac{d-c}{c} \cdot 0.003$$

$$= \frac{313-56.37}{80.5} \cdot 0.003 = 0.013 > 0.005 \quad \therefore \phi = 0.9 \text{ OK}$$

2) Negative Moment at support (4) $M_u^{(4)} = 9.8 \text{ KN.m.}$

$$M_n = M_u / \phi = 9.8 / 0.9 = 10.9 \text{ KN.m}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f'_c} = \frac{420}{0.85 \cdot 27} = 18.3$$

$$K_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{9.8 \cdot 10^{-3}}{0.12 \cdot (0.313)^2} = 0.926 \text{ MPa}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot K_n \cdot m}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{18.3} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 0.926 \cdot 18.3}{420}} \right) = 0.00225$$

$$\rightarrow A_s = \rho \cdot b_w \cdot d = 0.00225 \cdot 120 \cdot 313 = 84.5 \text{ mm}^2.$$

$$A_{s_{min}} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4(f_y)} \cdot b_w \cdot d \geq \frac{1.4}{f_y} \cdot b_w \cdot d \quad \dots \dots \dots (\text{ACI-10.5.1})$$

$$= \frac{\sqrt{27}}{4 \cdot 420} \cdot 120 \cdot 313 \geq \frac{1.4}{420} \cdot 120 \cdot 313$$

$$= 125.2 \text{ mm}^2 > 84.5 \text{ mm}^2 \quad \dots \dots \dots \text{Larger value is control.}$$

$$\rightarrow A_{s_{min}} = 125.2 \text{ mm}^2 > A_{s_{req}} = 84.5 \text{ mm}^2.$$

$$\therefore A_s = 157 \text{ mm}^2.$$

$$2 \Phi 10 = 157 \text{ mm}^2 > A_{s_{req}} 125.2 \text{ mm}^2. \text{ OK.}$$

*Note: $A_{\Phi 10} = 78.5 \text{ mm}^2.$

∴ Use 2 Φ10

(4.6.1.2) Design of Positive moment of rib (GF-R1)

$d = \text{depth} - \text{cover} - \text{diameter of stirrups} - (\text{diameter of bar}/2)$

$$= 350 - 20 - 8 - \frac{18}{2} = 313 \text{ mm.}$$

$$\rightarrow M_{u \max} = 36.2 \text{ KN.m}$$

$$\rightarrow b_E = 520 \text{ mm.}$$

$$\rightarrow M_{nf} = 0.85 f_c' * b_E * t_f * \left(d - \frac{t_f}{2}\right)$$

$$= 0.85 * 27 * 0.52 * 0.08 * \left(0.313 - \frac{0.08}{2}\right) * 10^3 = 237.57 \text{ KN.m}$$

$$\phi M_{nf} = 0.9 * 237.57 = 213.8 \text{ KN.m}$$

$$\rightarrow \phi M_{nf} = 213.8 \text{ KN.m} > M_{u \max} = 36.2 \text{ KN.m.}$$

\therefore Design as rectangular section.

1) Maximum positive moment span (1) $M_u^{(+)} = 7.4 \text{ KN.m}$

$$M_n = M_u / \phi = 7.4 / 0.9 = 8.2 \text{ KN.m.}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{420}{0.85 * 27} = 18.3$$

$$K_n = \frac{M_n}{b * d^2} = \frac{7.4 * 10^{-3}}{0.52 * (0.313)^2} = 0.16 \text{ MPa}$$

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

$$= \frac{1}{186} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 0.16 * 18.3}{420}}\right) = 0.000382$$

$$\rightarrow A_s = \rho * b_E * d = 0.000382 * 520 * 313 = 62.22 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \min} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4 (f_y)} * b_w * d \geq \frac{1.4}{f_y} * b_w * d \dots \dots \dots (\text{ACI-10.5.1})$$

$$= \frac{\sqrt{27}}{4 * 420} * 120 * 313 \geq \frac{1.4}{420} * 140 * 363$$

$$= 125.2 \text{ mm}^2 < 116.17 \text{ mm}^2 \dots \dots \dots \text{Larger value is control.}$$

$$\rightarrow A_{s \min} = 125.2 \text{ mm}^2 > A_{s \text{ req}} = 62.22 \text{ mm}^2$$

$$\therefore A_s = 125.2 \text{ mm}^2$$

$$2 \Phi 10 = 175 \text{ mm}^2 > A_{s \text{ req}} = 125.2 \text{ mm}^2. \text{ OK.}$$

*Note: $A_{\Phi 10} = 75.5 \text{ mm}^2$.

\therefore Use 2 $\Phi 10$

→ Check for strain:- ($\epsilon_s \geq 0.005$)

Tension = Compression

$$A_s \cdot f_y = 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a$$

$$175 \cdot 420 = 0.85 \cdot 27 \cdot 520 \cdot a$$

$$a = 5.5 \text{ mm.}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{5.5}{0.85} = 6.5 \text{ mm}$$

* Note: $f'_c = 24 \text{ MPa} < 28 \text{ MPa} \rightarrow \beta_1 = 0.85$

$$\epsilon_s = \frac{d-c}{c} \cdot 0.003$$

$$= \frac{363-22.82}{22.82} \cdot 0.003 = 0.047 > 0.005 \quad \therefore \phi = 0.9 \text{ OK}$$

2) Positive moment span (4) $M_u^{(4)}$ 14.1 KN.m.

$$M_n = M_u / \phi = 14.1 / 0.9 = 15.67 \text{ KN.m.}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f'_c} = \frac{420}{0.85 \cdot 27} = 18.3$$

$$K_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{15.67 \cdot 10^{-3}}{0.52 \cdot (0.313)^2} = 0.3 \text{ MPa}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot K_n \cdot m}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{18.3} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 0.3 \cdot 18.3}{420}} \right) = 0.00073$$

$$\rightarrow A_s = \rho \cdot b_w \cdot d = 0.00073 \cdot 520 \cdot 313 = 120 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{min}} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4 \cdot (f_y)} \cdot b_w \cdot d \geq \frac{1.4}{f_y} \cdot b_w \cdot d \quad \dots \dots \dots (\text{ACI-10.5.1})$$

$$= \frac{\sqrt{24}}{4 \cdot 420} \cdot 140 \cdot 363 \geq \frac{1.4}{420} \cdot 140 \cdot 363$$

$$= 125.12 \text{ mm}^2 < 116.17 \text{ mm}^2 \quad \dots \dots \dots \text{ Larger value is control.}$$

$$\rightarrow A_{s_{total}} = 125.2 \text{ mm}^2 > A_{s_{req}} = 120 \text{ mm}^2$$

$$\therefore A_s = 125.2 \text{ mm}^2$$

$$2 \Phi 10 = 157 \text{ mm}^2 > A_{s_{req}} 125.2 \text{ mm}^2. \text{ OK.}$$

*Note: $A_{\Phi 10} = 78.5 \text{ mm}^2$.

→ Check for strain:- ($\epsilon_s \geq 0.005$)

Tension = Compression

$$A_s \cdot f_y = 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a$$

$$157 \cdot 420 = 0.85 \cdot 27 \cdot 520 \cdot a$$

$$a = 5.5 \text{ mm.}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{19.4}{0.85} = 6.5 \text{ mm}$$

* Note: $f'_c = 24 \text{ MPa} < 28 \text{ MPa} \rightarrow \beta_1 = 0.85$

$$\epsilon_s = \frac{d-c}{c} \cdot 0.003$$

$$= \frac{313-9.36}{9.36} \cdot 0.003 = 0.14 > 0.005 \quad \therefore \phi = 0.9 \text{ OK.}$$

∴ Use 2 $\Phi 10$

3) Positive moment span (6) $M_u^{(6)} = 36.2 \text{ KN.m}$

$$M_n = M_u / \phi = 36.2 / 0.9 = 15.1 \text{ KN.m.}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f'_c} = \frac{420}{0.85 \cdot 27} = 18.3$$

$$K_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{40.22 \cdot 10^{-3}}{0.52 \cdot ((0.313)^2)} = 0.79 \text{ MPa}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot K_n \cdot m}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{18.3} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 0.79 \cdot 18.3}{420}} \right) = 0.0019.$$

$$\rightarrow A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0.0019 \cdot 520 \cdot 313 = 311.4 \text{ mm}^2.$$

$$A_{s_{min}} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4(f_y)} \cdot b_w \cdot d \geq \frac{1.4}{f_y} \cdot b_w \cdot d \quad \dots \dots \dots (\text{ACI-10.5.1})$$

$$= \frac{\sqrt{24}}{4 \cdot 420} \cdot 140 \cdot 363 \geq \frac{1.4}{420} \cdot 140 \cdot 363$$

$$= 125.12 \text{ mm}^2 < 116.17 \text{ mm}^2 \quad \dots \dots \dots \text{Larger value is control.}$$

$$\rightarrow A_{s_{min}} = 125.12 \text{ mm}^2 < A_{s_{req}} = 311.4 \text{ mm}^2.$$

$$\therefore A_s = 311.4 \text{ mm}^2.$$

∴ Use 2 $\Phi 14 = 312.29 \text{ mm}^2 > A_{s_{req}} = 311.4 \text{ mm}^2$. OK.

*Note: $A_{\Phi 12} = 113 \text{ mm}^2$.

→ Check for strain:- ($\epsilon_s \geq 0.005$)

Tension = Compression

$$A_s \cdot f_y = 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a$$

$$339.29 \cdot 420 = 0.85 \cdot 27 \cdot 520 \cdot a$$

$$a = 11.9 \text{ mm.}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{11.9}{0.85} = 14 \text{ mm}$$

* Note: $f'_c = 24 \text{ MPa} < 28 \text{ MPa} \rightarrow \beta_1 = 0.85$

$$\epsilon_s = \frac{d-c}{c} \cdot 0.003$$

$$= \frac{363-14}{14} \cdot 0.003 = 0.015 > 0.005 \quad \therefore \phi = 0.9 \text{ OK.}$$

∴ Use 2 $\Phi 14$

4) Positive moment span (2 , 3 and 5)

$M_u^{(+)} = 11.5, 7.2 \text{ and } 3.1 \text{ KN.m}$ respectively

∴ Use 2 $\Phi 10$

With $A_s = 157 \text{ mm}^2$ square

(4.6.2) Design of shear of rib (GF-R1)

$$d = 350 - 20 - 8 - 18/2 = 313 \text{ mm}$$

1) $V_u = 32.2 \text{ KN}$

$$\phi V_c = \phi \cdot \frac{\sqrt{f'_c}}{6} \cdot b_w \cdot d$$

$$= 0.75 \cdot \frac{\sqrt{27}}{6} \cdot 0.12 \cdot 0.313 \cdot 10^3 = 24.395 \text{ KN.}$$

$$1.1 \cdot \phi V_c = 1.1 \cdot 24.395 = 26.835 \text{ KN.}$$

→ Check for Cases:-

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

$$32.2 < \frac{24.396}{2} = 12.198, \dots \text{Not satisfy}$$

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

$$12.198 < 32.2 < 24.396, \dots \text{Not satisfy}$$

3- Case 3 : $\phi V_c < V_u < \phi(V_c + V_{s,min})$

Provide minimum shear reinforcement

$$V_{s,min} \geq \frac{1}{16} * \sqrt{f'_c} * b_w * d - \frac{1}{16} * \sqrt{27} * 0.12 * 0.313 * 10^3 = 12.198 \text{ KN}$$

$$\phi V_{s,min} = 9.1485$$

$$\geq \frac{1}{3} * b_w * d = \frac{1}{3} * 0.12 * 0.313 * 10^3 = 12.52 \text{ KN}$$

$$\phi V_{s,min} = 9.39 \dots \text{control}$$

$$\phi V_c = 24.396 \text{ KN} < V_u = 32.2 \text{ KN} < \phi(V_c + V_{s,min}) = 33.786 \text{ KN} \dots \text{satisfy}$$

∴ Case (III) is satisfy → shear reinforcement is required.

Use 2 Leg $\phi 8$ for stirrups $A_{v,2\phi 8} = 100.52 \text{ mm}^2$

$$V_s = \frac{\phi v_{smin}}{\phi} = \frac{9.39}{0.9} = 12.52$$

$$s = \frac{A_v * f_{yt} * d}{V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c} = \frac{100.52 * 420 * 313}{12.52} * 10^{-3} = 1055.1 \text{ mm}$$

$$s < \frac{d}{2} = \frac{313}{2} = 156 \text{ mm}$$

$$\leq 600 \text{ mm}$$

∴ Use 2 Leg $\phi 8$ @ 15 Cm C/C

(4.7) Design of Beam (GF-B4):

Material :-

concrete B300 $F_c' = 27 \text{ N/mm}^2$

Reinforcement Steel $f_y = 420 \text{ N/mm}^2$

Section :-

$B = 80$

$h = 50 \text{ cm}$

According to ACI-Code-318-08, the minimum thickness of nonprestressed beams or one way slabs unless deflections are computed as follow:

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

$= 4/18.5 = 0.216 \text{ m}$.

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

$= 8.3/21 = 0.39 \text{ cm}$.

Cantilever is $1.65/8 = 0.2 \text{ cm}$.

→ Select Total depth of beam $h = 50 \text{ cm}$. (drop beam).

fig 4.8 (System : beam geometry)

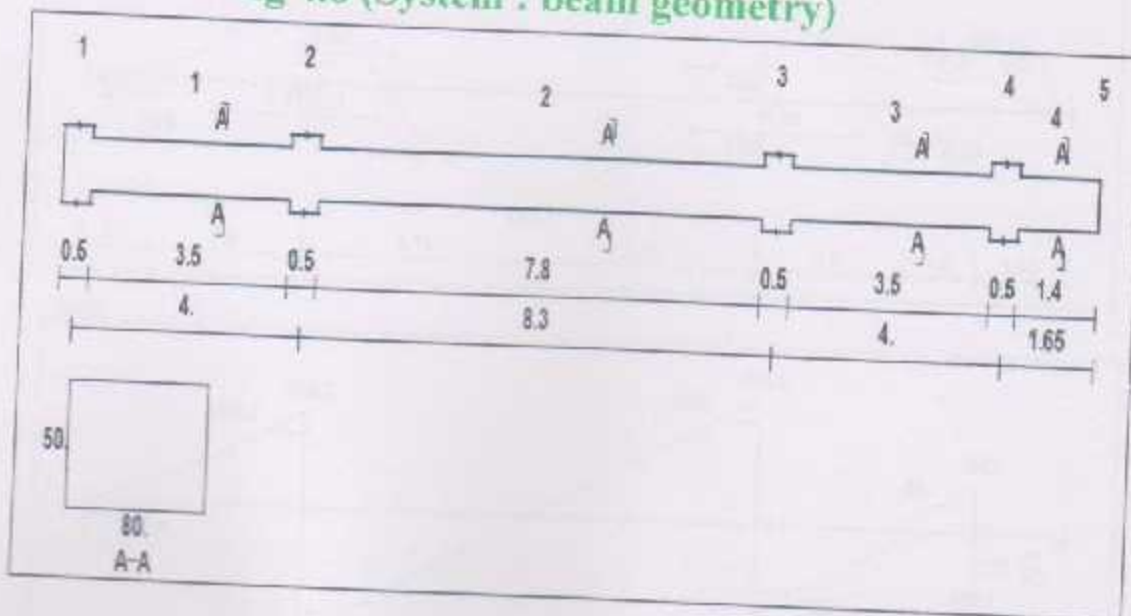


fig 4.9 : (Dead load of beam)

Dead load - Service

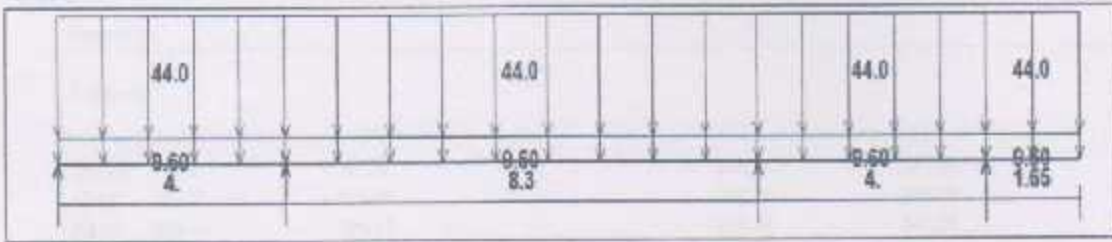


fig 4.10 : (Live load of beam)

Live load - Service

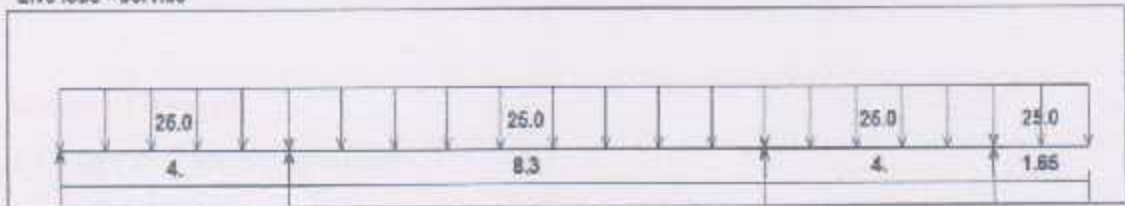
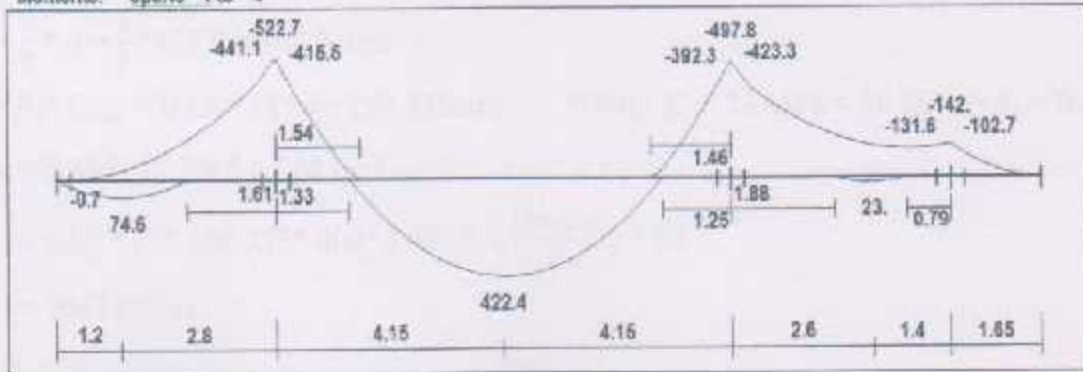


fig 4.11 : (Moment / shear enveloped "factored" of beam)

Moments: spans 1 to 4



Shear

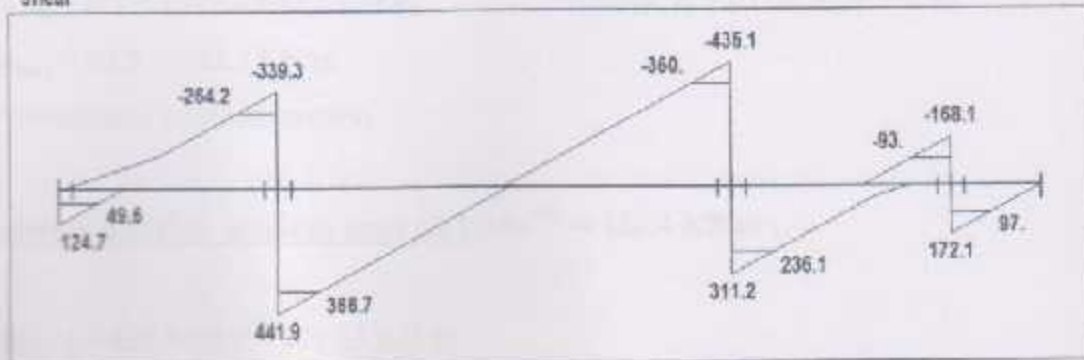


fig 4.12 : (loading of beam)

Reactions				
Factored				
DeadR	48.6	477.2	444.76	182.99
LiveR	75.14	303.97	301.62	157.25
Max R	124.74	781.17	746.28	340.23
Min R	5.31	662.06	511.9	212.2
Service				
DeadR	41.33	397.68	370.63	152.49
LiveR	46.96	189.98	188.45	98.28
Max R	88.29	587.66	559.08	250.77
Min R	13.65	460.7	412.6	170.75

4.7.1 Design of flexure:

4.7.1.1 Design of Positive moment:-

$$\rightarrow Mu_{max} = 422.4 \text{ KN.m}$$

$$b_v = 80 \text{ Cm.}, h = 50 \text{ Cm.}$$

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

$$= 500 - 40 - 10 - 25 - \frac{25}{2} = 437.5 \text{ mm.}$$

$$C_{max} = \frac{3}{7} * d = \frac{3}{7} * 437.5 = 187.5 \text{ mm.}$$

$$a_{max} = \beta_1 * C_{max} = 0.85 * 187.5 = 159.375 \text{ mm.} \quad * \text{Note: } f'_c = 24 \text{ MPa} < 28 \text{ MPa} \rightarrow \beta_1 = 0.85$$

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

$$= 0.85 * 27 * 159.375 * 800 * (437.5 - \frac{159.375}{2}) * 10^{-6}$$

$$= 1047 \text{ KN.m}$$

$$\phi = 0.9$$

$$\rightarrow \phi Mn_{max} = 0.9 * 1047 = 942.3 \text{ KN.m}$$

$$* \text{Note: } \epsilon_s = 0.004 \rightarrow \phi = 0.82$$

$$\rightarrow \phi Mn_{max} = 92.5 < 942.3 \text{ KN.m}$$

∴ singly reinforced concrete section.

1) maximum positive moment span (2) $Mu^{(2)} = 422.4 \text{ KN.m}$

$$Mn = Mu / \phi = 422.9 / 0.9 = 499.33 \text{ KN.m}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f'_c} = \frac{420}{0.85 * 27} = 18.3$$

$$K_n = \frac{Mn}{b * d^2} = \frac{499.3 * 10^{-3}}{0.8 * (0.4375)^2} = 3.07 \text{ MPa}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot K_n \cdot m}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{18.3} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 3.4 \cdot 18.3}{420}} \right) = 0.00787$$

$$\rightarrow A_s = \rho \cdot b_w \cdot d = 0.00787 \cdot 800 \cdot 437.5 = 2754.57 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{min}} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4 \cdot (f_y)} \cdot b_w \cdot d \geq \frac{1.4}{f_y} \cdot b_w \cdot d \dots \dots \dots (\text{ACI-10.5.1})$$

$$= \frac{\sqrt{27}}{4 \cdot 420} \cdot 800 \cdot 437.5 \geq \frac{1.4}{420} \cdot 800 \cdot 437.5$$

$$= 1082.53 \text{ mm}^2 < 1166.67 \text{ mm}^2 \dots \dots \dots \text{Larger value is control.}$$

$$\rightarrow A_{s_{min}} = 1166.67 \text{ mm}^2 > A_{s_{req}} = 567.76 \text{ mm}^2$$

$$\therefore A_s = 2754.52 \text{ mm}^2$$

$$\# \text{ of } \Phi 20 = \frac{A_{s_{req}}}{A_{bar}} = \frac{2754.52}{314.14} = 9$$

$$\therefore \text{Use } 9 \Phi 20 \rightarrow A_s = 9 \cdot 314.14 = 2827.23 \text{ mm}^2 > A_{s_{req}} = 2754.57 \text{ mm}^2$$

→ Check for strain:- ($\epsilon_s \geq 0.005$)

Tension = Compression

$$A_s \cdot f_y = 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a$$

$$2827.23 \cdot 420 = 0.85 \cdot 27 \cdot 800 \cdot a$$

$$a = 64.68 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{64.68}{0.85} = 76 \text{ mm}$$

* Note: $f'_c = 24 \text{ MPa} < 28 \text{ MPa} \rightarrow \beta_1 = 0.85$

$$\epsilon_s = \frac{d-c}{c} \cdot 0.003$$

$$= \frac{437.67-76}{76} \cdot 0.003 = 0.014 > 0.005 \therefore \phi = 0.9 \text{ OK}$$

∴ Use 9 Φ 20

2) Positive moment span (1) $M_u^{(+)} = 74.6 \text{ KN.m}$.

$\phi M_{n_{max}} = 942.3 \text{ KN.m} > M_u = 74.6 \text{ KN.m} \rightarrow$ Singly reinforced concrete section.

$$M_n = M_u / \phi = 74.6 / 0.9 = 82.88 \text{ KN.m}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f'_c} = \frac{420}{0.85 \cdot 27} = 18.3$$

$$K_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{82.88 \cdot 10^{-3}}{0.85 \cdot (0.3475)^2} = 0.54 \text{ MPa}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot K_n \cdot m}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{18.3} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 0.54 \cdot 18.3}{420}} \right) = 0.0013$$

$$\rightarrow A_s = \rho \cdot b_w \cdot d = 0.0013 \cdot 800 \cdot 437.5 = 456.5 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{min}} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4(f_y)} \cdot b_w \cdot d \geq \frac{1.4}{f_y} \cdot b_w \cdot d \dots\dots\dots (\text{ACI-10.5.1})$$

$$= \frac{\sqrt{24}}{4 \cdot 420} \cdot 800 \cdot 437.5 \geq \frac{1.4}{420} \cdot 800 \cdot 437.5$$

$$= 1082.53 \text{ mm}^2 < 1166.67 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots \text{Larger value is control.}$$

$$\rightarrow A_{s_{min}} = 1166 \text{ mm}^2 > A_{s_{req}} = 456.5 \text{ mm}^2$$

$$\therefore A_s = 1166 \text{ mm}^2$$

$$\# \text{ of } \Phi 14 = \frac{A_{s_{req}}}{A_{bar}} = \frac{1166}{153.9} = 8 \rightarrow$$

$$\therefore \text{Use } 8 \Phi 14 \rightarrow A_s = 8 \cdot 153.9 = 1231.5 \text{ mm}^2 > A_{s_{req}} = 1166 \text{ mm}^2$$

→ Check for strain:- ($\epsilon_s \geq 0.005$)

Tension = Compression

$$A_s \cdot f_y = 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a$$

$$1231.5 \cdot 420 = 0.85 \cdot 27 \cdot 800 \cdot a$$

$$a = 28.17 \text{ mm.}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{28.17}{0.85} = 33.4 \text{ mm.}$$

* Note: $f'_c = 24 \text{ MPa} < 28 \text{ MPa} \rightarrow \beta_1 = 0.85$

$$\epsilon_s = \frac{d-c}{c} \cdot 0.003$$

$$= \frac{640-33.4}{33.4} \cdot 0.003 = 0.036 > 0.005 \therefore \phi = 0.9 \text{ OK.}$$

3) Positive moment span (1) $M_u^{(+)} = 23 \text{ KN.m}$

$\phi M_{n_{max}} = 942.3 \text{ KN.m} > M_u = 23 \text{ KN.m} \rightarrow$ Singly reinforced concrete section.

$$M_n = M_u / \phi = 23 / 0.9 = 25.55 \text{ KN.m}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f'_c} = \frac{420}{0.85 \cdot 27} = 18.3$$

$$K_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{25.55 \cdot 10^{-3}}{0.85 \cdot (0.3475)^2} = 0.1668 \text{ MPa}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot K_n \cdot m}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{18.3} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 0.1668 \cdot 18.3}{420}} \right) = 0.000398$$

$$\rightarrow A_s = \rho \cdot b_w \cdot d = 0.000398 \cdot 800 \cdot 437.5 = 139 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{min}} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4(f_y)} \cdot b_w \cdot d \geq \frac{1.4}{f_y} \cdot b_w \cdot d \dots \dots \dots (\text{ACI-10.5.1})$$

$$= \frac{\sqrt{24}}{4 \cdot 420} \cdot 800 \cdot 437.5 \geq \frac{1.4}{420} \cdot 800 \cdot 437.5$$

$$= 1082.53 \text{ mm}^2 < 1166.67 \text{ mm}^2 \dots \dots \dots \text{Larger value is control.}$$

$$\rightarrow A_{s_{min}} = 1166 \text{ mm}^2 > A_{s_{req}} = 456.5 \text{ mm}^2$$

$$\therefore A_s = 1166 \text{ mm}^2$$

$$\# \text{ of } \Phi 14 = \frac{A_{s_{req}}}{A_{bar}} = \frac{1166}{153.9} = 8 \rightarrow$$

$$\therefore \text{Use } 8 \Phi 14 \rightarrow A_s = 8 \cdot 153.9 = 1231.5 \text{ mm}^2 > A_{s_{req}} = 1166 \text{ mm}^2$$

→ Check for strain: $(\epsilon_s \geq 0.005)$

Tension = Compression

$$A_s \cdot f_y = 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a$$

$$1231.5 \cdot 420 = 0.85 \cdot 27 \cdot 800 \cdot a$$

$$a = 28.17 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{28.17}{0.85} = 33.4 \text{ mm}$$

* Note: $f'_c = 24 \text{ MPa} < 28 \text{ MPa} \rightarrow \beta_1 = 0.85$

$$\epsilon_s = \frac{d-c}{c} \cdot 0.003$$

$$= \frac{640-33.4}{33.4} \cdot 0.003 = 0.036 > 0.005 \therefore \phi = 0.9 \text{ OK}$$

4.7.1.2 Design of negative moment

3) negative moment support (3) $M_u (-) = 423.3 \text{ KN.m}$

$\phi M_{n_{max}} = 942 \text{ KN.m} > M_u = 423.3 \text{ KN.m} \rightarrow$ Singly reinforced concrete section.

$$M_n = M_u / \phi = 423.3 / 0.9 = 470.33 \text{ KN.m}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f'_c} = \frac{420}{0.85 \cdot 27} = 18.3$$

$$K_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{473.33 \cdot 10^{-3}}{0.85 \cdot (0.3475)^2} = 3.07 \text{ MPa}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot K_n \cdot m}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{18.3} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 18.3 \cdot 3.07}{420}} \right) = 0.00788$$

$$\rightarrow A_s = \rho \cdot b_w \cdot d = 0.000429 \cdot 800 \cdot 437.5 = 2758.1 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{min}} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4(f_y)} \cdot b_w \cdot d \geq \frac{1.4}{f_y} \cdot b_w \cdot d \dots\dots\dots (\text{ACI-10.5.1})$$

$$= \frac{\sqrt{27}}{4 \cdot 420} \cdot 800 \cdot 437.5 \geq \frac{1.4}{420} \cdot 800 \cdot 437.5$$

$$= 1082.53 \text{ mm}^2 < 1166.67 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots \text{Larger value is control.}$$

$$\rightarrow A_{s_{min}} = 1166 \text{ mm}^2 < A_{s_{req}} = 2758.1 \text{ mm}^2$$

$$\therefore A_s = 2758.1 \text{ mm}^2$$

$$\# \text{ of } \Phi 20 = \frac{A_{s_{req}}}{A_{bar}} = \frac{2758.1}{314.14} = 9 \rightarrow$$

$$\therefore \text{Use } 9 \Phi 20 \rightarrow A_s = 9 \cdot 314.14 = 2827.43 \text{ mm}^2 > A_{s_{req}} = 2758.1 \text{ mm}^2$$

\rightarrow Check for strain:- ($\epsilon_s \geq 0.005$)

Tension = Compression

$$A_s \cdot f_y = 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a$$

$$2827.43 \cdot 420 = 0.85 \cdot 27 \cdot 800 \cdot a$$

$$a = 64.68 \text{ mm}$$

$$c = 76 \text{ mm}$$

$$= \frac{640 - 33.14}{33.14} \cdot 0.003 = 0.014 > 0.005 \therefore \phi = 0.9 \text{ OK}$$

***Max. Negative moment on support 2 $M_u^{(-)} = 131.6$**

$\phi M_{n_{max}} = 942.5 \text{ KN.m} > M_u = 131.6 \text{ KN.m} \rightarrow$ Singly reinforced concrete section.

$$M_n = M_u / \phi = 131.6 / 0.9 = 146.2 \text{ KN.m}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f'_c} = \frac{420}{0.85 \cdot 27} = 18.3$$

$$K_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{146.2 \cdot 10^{-3}}{0.8 \cdot (0.4375)^2} = 0.95 \text{ MPa}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot K_n \cdot m}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{18.3} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 0.95 \cdot 18.3}{420}} \right) = 0.0023$$

$$\rightarrow A_s = \rho \cdot b_w \cdot d = 0.0023 \cdot 800 \cdot 437.5 = 805 \text{ mm}^2.$$

$$A_{s_{min}} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4(f_y)} \cdot b_w \cdot d \geq \frac{1.4}{f_y} \cdot b_w \cdot d \dots\dots\dots (\text{ACI-10.5.1})$$

$$= \frac{\sqrt{27}}{4 \cdot 420} \cdot 800 \cdot 437.5 \geq \frac{1.4}{420} \cdot 800 \cdot 437.5$$

$$= 813 \text{ mm}^2 < 1166.67 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots \text{Larger value is control.}$$

$$\rightarrow A_{s_{min}} = 1166.67 \text{ mm}^2 > A_{s_{req}} 813 \text{ mm}^2.$$

$$\therefore A_s = 1166.67 \text{ mm}^2.$$

$$\# \text{ of } \Phi 12 = \frac{A_{s_{req}}}{A_{bar}} = \frac{1166.67}{113.1} = 10.3 \rightarrow \# \text{ of bars} = 11 \text{ bars.}$$

$$\therefore \text{Use } 11 \Phi 12 \rightarrow A_s = 11 \cdot 113.4 = 1247.4 \text{ mm}^2 > A_{s_{req}} = 1166.67 \text{ mm}^2.$$

→ Check for strain:- ($\epsilon_s \geq 0.005$)

Tension = Compression

$$A_s \cdot f_y = 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a$$

$$1247.4 \cdot 420 = 0.85 \cdot 27 \cdot 800 \cdot a$$

$$a = 20.6 \text{ mm.}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{20.6}{0.85} = 24.3 \text{ mm.}$$

* Note: $f'_c = 24 \text{ MPa} < 28 \text{ MPa} \rightarrow \beta_1 = 0.85$

$$\epsilon_s = \frac{d-c}{c} \cdot 0.003$$

$$= \frac{640-101.45}{101.45} \cdot 0.003 = 0.05 > 0.005 \therefore \phi = 0.9 \text{ OK.}$$

negative moment support (2) $M_u^{(2)} = 441.1 \text{ KN.m}$.

$\phi M_{n_{max}} = 942.5 \text{ KN.m} > M_u = 441.1 \text{ KN.m} \rightarrow$ Singly reinforced concrete section.

$M_n = M_u / \phi = 441.1 / 0.9 = 490.1 \text{ KN.m}$.

$$m = \frac{f_y}{0.85 f_c} = \frac{420}{0.85 \times 27} = 18.3$$

$$K_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{490.1 \times 10^{-3}}{0.8 \times (0.4375)^2} = 3.2 \text{ MPa}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot K_n \cdot m}{f_y}} \right)$$
$$= \frac{1}{18.3} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 3.2 \cdot 18.3}{420}} \right) = 0.00824$$

$$\rightarrow A_s = \rho \cdot b_w \cdot d = 0.00824 \cdot 800 \cdot 437.5 = 2884.8 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{min}} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4(f_y)} \cdot b_w \cdot d \geq \frac{1.4}{f_y} \cdot b_w \cdot d \dots \dots \dots (\text{ACI-10.5.1})$$

$$= \frac{\sqrt{24}}{4 \cdot 420} \cdot 800 \cdot 612.5 \geq \frac{1.4}{420} \cdot 800 \cdot 612.5$$

$$= 1082.12 \text{ mm}^2 < 1166.67 \text{ mm}^2 \dots \dots \dots \text{Larger value is control.}$$

$$\rightarrow A_{s_{min}} = 1166.67 \text{ mm}^2 < A_{s_{req}} = 2884.8 \text{ mm}^2$$

$$\therefore A_s = 2884.8 \text{ mm}^2$$

$$\# \text{ of } \Phi 25 = \frac{A_{s_{req}}}{A_{bar}} = \frac{2884.8}{490.87} = 8$$

$$\therefore \text{Use } 8 \Phi 25 \rightarrow A_s = 8 \cdot 490.8 = 2945.2 \text{ mm}^2 > A_{s_{req}} = 2884.8 \text{ mm}^2$$

\rightarrow Check for strain:- ($\epsilon_s \geq 0.005$)

Tension - Compression

$$A_s \cdot f_y = 0.85 \cdot f_c' \cdot b \cdot a$$

$$2945.2 \cdot 420 = 0.85 \cdot 27 \cdot 800 \cdot a$$

$$a = 67 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{67}{0.85} = 79.2 \text{ mm}$$

* Note: $f_c' = 24 \text{ MPa} < 28 \text{ MPa} \rightarrow \beta_1 = 0.85$

$$\epsilon_s = \frac{d-c}{c} \cdot 0.003$$

$$= \frac{640-101.45}{101.45} \cdot 0.003 = 0.001355 > 0.005 \therefore \phi = 0.9 \text{ OK}$$

(4.7.2) Design of shear for beam:-

1) $V_u = 366.7 \text{ KN}$.

$$\begin{aligned}\phi V_c &= \phi * \frac{\sqrt{f'_c}}{6} * b_w * d \\ &= 0.75 * \frac{\sqrt{27}}{6} * 0.8 * 0.437.5 * 10^3 = 227.33 \text{ KN.}\end{aligned}$$

→ Check For dimensions:-

$$\begin{aligned}\phi V_c + \left(\frac{2}{3} * \phi * \sqrt{f'_c} * b_w * d \right) &= 227.33 + \left(\frac{2}{3} * 0.75 * \sqrt{27} * 0.8 * 0.437.5 * 10^3 \right) \\ &= 227.33 + 909.3 = 1500.87 \text{ KN} > V_u = 366.7 \text{ KN.}\end{aligned}$$

∴ Dimension is big enough.

→ Check For Cases:-

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

$$366.7 \leq \frac{227.33}{2} = 113.66 \dots \dots \text{Not satisfy.}$$

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

$$113.66 < 366.7 \leq 227.33 \dots \dots \text{Not satisfy.}$$

3- Case 3: $\phi V_c < V_u \leq \phi V_c + \phi V_{s_{min}}$

$$\phi V_{s_{min}} \geq \frac{\phi}{16} \sqrt{f'_c} * b_w * d = \frac{0.75}{16} \sqrt{27} * 0.8 * 0.437.5 * 10^3 = 85.25 \text{ KN.}$$

$$\geq \frac{\phi}{3} * b_w * d = \frac{0.75}{3} * 0.8 * 0.6125 * 10^3 = 87.5 \text{ KN} \dots \dots \text{Control.}$$

$$\therefore \phi V_{s_{min}} = 87.5 \text{ KN.}$$

$$\phi V_c + \phi V_{s_{min}} = 227.33 + 87.5 = 314.83 \text{ KN.}$$

$$\phi V_c < V_u \leq \phi V_c + \phi V_{s_{min}}$$

$$227.33 < 366.7 \leq 314.83 \dots \dots \text{Not satisfy.}$$

4- Case 4: $\phi V_c + \phi V_{s_{min}} < V_u \leq \phi V_c + \left(\frac{\phi}{3} * \sqrt{f'_c} * b_w * d \right)$

$$= 227.33 + 87.5 < 366.7 \leq 227.33 + \left(\frac{0.75}{3} * \sqrt{27} * 0.8 * 0.437.5 * 10^3 \right)$$

$$314.83 < 366.7 \leq 601.9 \dots \dots \text{Satisfy.}$$

Design for region 2 and 3

$$V_{s_{min}} = 87.5 / 0.75 = 116.6 \text{ kn}$$

$$\rightarrow \left(\frac{A_v}{s} \right) = \frac{V_s}{(f_{yt} * d)}$$

$$S=247.27 \text{ mm}$$

$$s \leq \frac{d}{2} = \frac{437.5}{2} = 218 \text{ mm.}$$

$$\leq 600 \text{ mm.}$$

$$\therefore s = 218 \text{ mm} < s_{\max} = 247.27 \text{ mm}$$

take $S = 20 \text{ cm}$

\therefore Use $\Phi 10$ 2legs @ 20 Cm C/C.

Design for region 4

$$V_s = \left(\frac{V_u}{\phi} - V_c \right) = 185.9$$

$$\rightarrow \left(\frac{A_v}{s} \right) = \frac{V_s}{(f_y t_s d)}$$

$$S = 155.18$$

$$s \leq \frac{d}{2} = \frac{437.5}{2} = 218 \text{ mm.}$$

$$\leq 600 \text{ mm.}$$

$$\therefore s = 155.18 \text{ mm} < s_{\max} = 218.75 \text{ mm}$$

take $S = 15 \text{ cm}$

\therefore Use $\Phi 10$ 2legs @ 15 Cm C/C.

4.8 : Design of Column (C82):

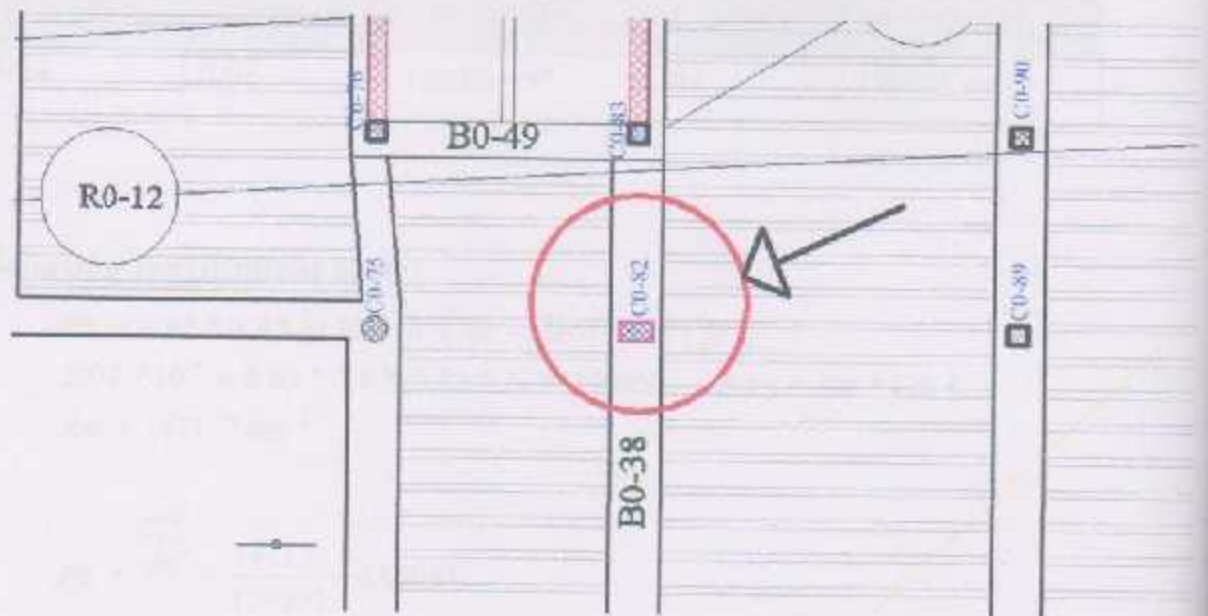


Fig.(4-13) :Place Of Column (C82)

Load Calculation for Column

Column	Column Dimensions	f_c'	f_y
Col. C82	50cm* 30cm	27 Mpa	420Mpa

• Load Calculation:

$$P_u = 2094 \text{ KN}$$

$$\text{Use } \rho_g = \rho_g = 2\%$$

$$P_u = 0.65 * 0.8 * \{0.85 * f_c' (A_g - A_{st}) + A_{st} (f_y)\}$$

$$2094 * 10^3 = 0.65 * 0.8 * [0.85 * 27 * (A_g - 0.02 A_g) + 0.02 A_g * 420]$$

$$A_g = 130327 \text{ mm}^2$$

$$A_g = 500 * a$$

$$498610 / 700 = a$$

$$a = 261 \text{ mm}$$

Use $500 \times 300 \text{ mm}$ with $A_g = 150000 \text{ mm}^2$

Pu(KN)	ρ_g	$A_g, provided$	a(mm)	$A_g, required$
2094	0.02	150000 mm ²	261	130327 mm ²

• **Selecting longitudinal bars:**

$$P_u = 0.65 * 0.8 * \{0.85 * f_c' (A_g - A_{st}) + A_{st} (f_y)\}$$

$$2094 * 10^3 = 0.65 * 0.8 * [0.85 * 27 * (150000 - A_{st}) + A_{st} * 420]$$

$$A_{st} = 1471.7 \text{ mm}^2$$

$$\rho_g = \frac{A_{st}}{A_g} = \frac{1471.7}{150000} = 0.00981$$

Take $\rho_g = 0.0164$

$$A_{s, req} = 0.0164 * 150000 = 2460 \text{ mm}^2$$

Take 10Φ 18 $A_{s, provided} = 2540 \text{ mm}^2 > A_{s, req} = 2460 \text{ mm}^2$

Φ	$A_{st, required}$	ρ_g
0.65	2460 mm ²	0.0164

• **Design of Ties:**

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

1. $48 * d_s = 48 * 10 = 480 \text{ mm}$

2. $16 * d_b = 16 * 18 = 288 \text{ mm}$ - control

3. the least dimension of the column = 300 mm

Use ties Φ10 @ 200mm

ds(mm)	db(mm)	S(mm)
Φ10	Φ18	200

• **Check for code requirements:**

1. Clear Spacing = $\frac{500 - 40 \cdot 2 - 10 \cdot 2 - 6 \cdot 18}{5} = 76.5$ mm >

40mm > 1.5db = 1.5 * 18 = 27mm - OK

2. $0.01 < \rho_g = 0.0164 < 0.08$ - OK

3. Number of bars 6 > 4 for rectangular section - OK

4. Minimum tie diameter ds = Φ10 for db = Φ18 bars - OK

5. Arrangement of ties 76.5 mm < 150mm - OK

Clear Spacing	No. of bars	ρ_g	ds (mm)	db (mm)
76.5 mm	10	0.0164	Φ10	Φ18

• **Check Slenderness Effect:**

$$\frac{kl_u}{r} < 34 - 12 \frac{M_1}{M_2} \dots \dots \dots ACI - (10.12.2)$$

Lu: Actual unsupported (un braced) length.

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

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

Lu = 3.5 m

M1/M2 = 1 (Braced frame with M,min)

K=1 , According to ACI 318-02 The effective length factor, k, shall be permitted to be taken as 1.0.

$$\frac{klu}{r} < 34 - 12 \frac{M1}{M2} = 22 < 40 \quad \dots\dots\dots ACI - (10.12.2)$$

$$\frac{klu}{r} = \frac{1 \cdot 3.5}{0.3 \cdot 0.50} = 22 < 23.3 < 40 \quad \dots\dots ok$$

Lu (m)	M1/M2	K	$\frac{klu}{r}$
3.5	1.0	1.0	23.3

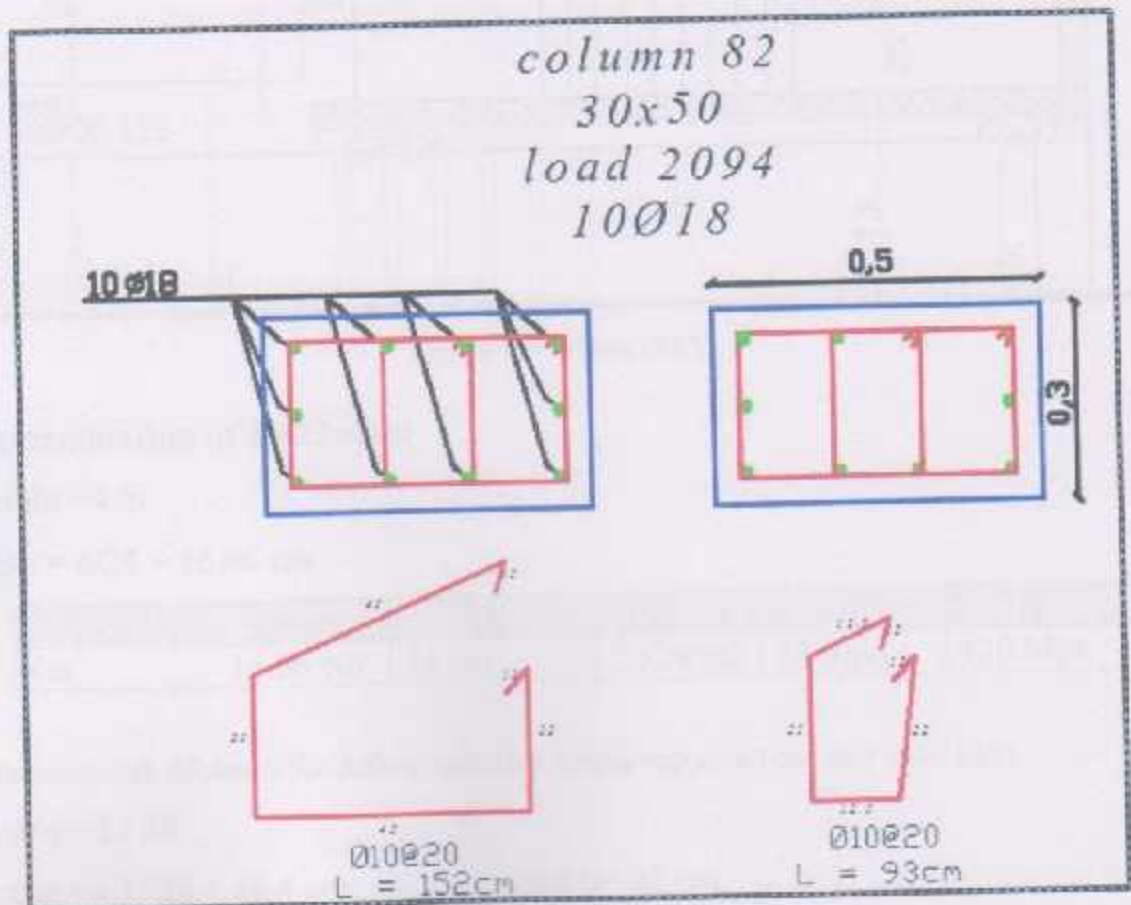


Fig. (4-14):Section of Column (C82)

4.9 : Design of Stairs

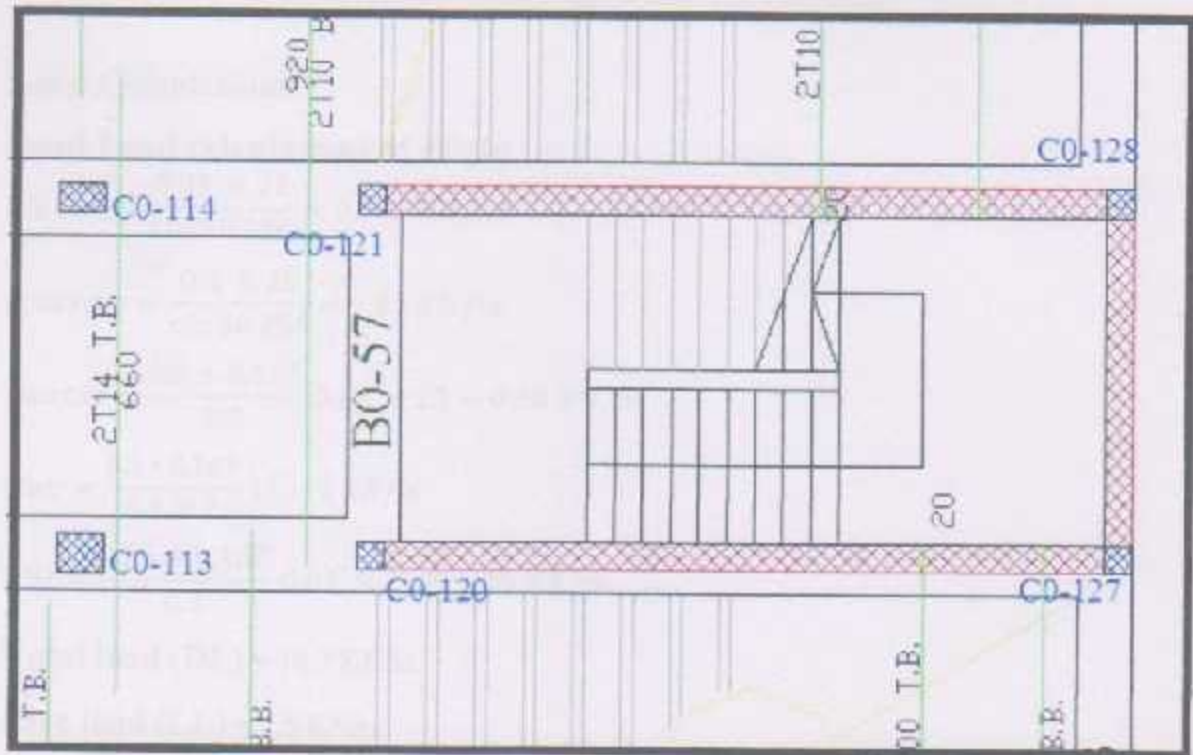


Fig. (4-15) : Stair (ST1)

- **Determination of Thickness:**

height = 4 m

Rise = $4/24 = 16.66$ cm

height	rise	run	LL	f_c'	f_y
4m	16.66 cm	24 cm	3.5 KN/m ²	27 Mpa	420 Mpa

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

$$h_{\min} = L / 28$$

$$h_{\min} = 4.1 / 28 = 16.4 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{take } h = 20 \text{ cm.}$$

⇒ Use $h = 20$ cm.

$$\theta = \tan^{-1}(2 / 3.3) = 31.2^\circ$$

h,min (cm)	θ
20	31.2°

Load Calculations

Dead Load calculations of Flight:

$$\text{Plaster} = \frac{0.03 \times 22}{\cos 30.256} = 0.762 \text{ KN/m}$$

$$\text{concrete} = \frac{0.2 \times 25}{\cos 30.256} = 5.84 \text{ KN/m}$$

$$\text{mortar} = \frac{0.3 + 0.167}{0.3} \cdot 0.02 \times 22 = 0.68 \text{ KN/m}$$

$$\text{stair} = \frac{0.3 \cdot 0.167}{0.3 \times 2} \cdot 25 = 2 \text{ KN/m}$$

$$\text{Tile} = \frac{0.35 + 0.167}{0.3} \cdot 0.03 \times 27 = 1.39 \text{ KN/m}$$

$$\text{Total load (DL)} = 10.7 \text{ KN/m}$$

$$\text{Live load (LL)} = 3.5 \text{ KN/m}$$

Table 4-2 : Dead Load calculations of Landing

Material	gama	h(m)	b(m)	KN/m
Tiles	22	0.03	1	0.66
Mortar	22	0.02	1	0.44
R C	25	0.2	1	5
Plaster	22	0.03	1	0.66
Total load (DL)				6.76
Live load (LL) = 3.5 KN/m ²				

Total Factored load, (W = 1.2DL + 1.6LL)

For W_{step} , W = 1.2*10.7 + 1.6*3.5 = 18.44 KN/m

For W_{landing} , W = 1.2*6.67 + 1.6*5 = 13.6

W_{flight} (KN/m)	$W_{landing}$ (KN/m)
18.44	13.6

Because the load on the landing is carried into two direction , only half the load will be considered in each direction $17.61/2=8.81$ KN

- Structural System Of Flight (FL1) :

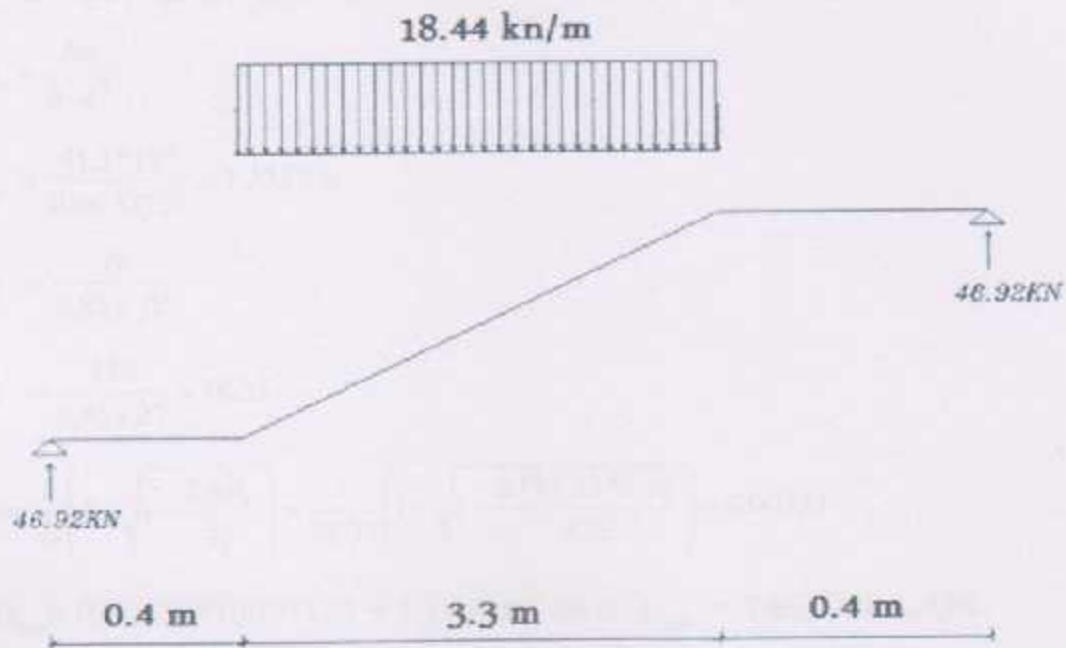


Fig. (4-16) : Structural System of Flight (FL1)

Check for shear strength For Flight:

Assume ϕ 14 for main reinforcement:-

$$d = h - 20 - db/2 = 200 - 20 - 14/2 = 173 \text{ mm}$$

$$V_u = 46.92 - 8.81(0.1 + 0.223) = 44.1 \text{ KN}$$

$$\phi V_c = \frac{0.75 * \sqrt{27} * 1000 * 173}{6} = 112.4 \text{ KN/m}$$

$$V_u = 30.4 \text{ KN} < 0.5 * \phi V_c = 56.2 \text{ KN} .$$

Thickness is adequate enough

db (mm)	h(mm)	d (mm)	Vu (KN)	ϕ/c (KN)
Ø 14	200	173	44.1	112.4

Design of Flexure:

- Design for Flight:

$$M_u = 18.44 + 1.65 * 0.852 - 30.4 * 2.05 = 37.2 \text{ KN/m}$$

$$M_n = M_u / 0.9 = 37.2 / 0.9 = 41.3 \text{ KN.m/m}$$

$$d = h - 20 - db/2 = 200 - 20 - 10/2 = 175 \text{ mm}$$

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

$$R_n = \frac{41.3 * 10^6}{1000 * 175^2} = 1.35 \text{ MPa}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 * f_c'}$$

$$m = \frac{420}{0.85 * 27} = 18.33$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{18.33} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 18.33 * 1.35}{420}} \right) = 0.00331$$

$$A_{s_{req}} = 0.00331 * 1000 * 175 = 5.775 \text{ cm}^2/\text{m} > A_{s_{min}} = 3.6 \text{ cm}^2/\text{m} \dots \text{OK}$$

$$A_{s_{min}} = 0.0018 * b * h = 0.0018 * 1000 * 200 = 3.6 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Use Ø 12 then,

Mu(KN.m)	m	Rn	ρ	$A_{s_{req}}(\text{mm}^2)$	$A_{s_{min}}(\text{mm}^2)$	S(mm)
37.2	18.33	1.35Mpa	0.00331	3600	3600	150

Use Ø 12 @ 18 cm c/c

- Step (s) is the smallest of :-

1. $3 \cdot h = 3 \cdot 200 = 600 \text{ mm}$

2. 450 mm

$$\leq 380 \left(\frac{280}{f_s} \right) - 2.5 \cdot C_c$$

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

$$\leq 300 \left(\frac{280}{f_s} \right) = 300 \cdot \left(\frac{280}{\frac{2}{3} f_y} \right) = 300 \cdot \left(\frac{280}{\frac{2}{3} \cdot 420} \right) = 300 \text{ mm} \dots \text{(control)}$$

- Check for strain:

Tension = Compression

$$A_s \cdot f_y = 0.85 \cdot f_c' \cdot b \cdot a$$

$$577.5 \cdot 420 = 0.85 \cdot 27 \cdot 1000 \cdot a$$

$$a = 10.5 \text{ m}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{105}{0.85} = 12.35 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = \frac{17.5 - 12.35}{12.35} \cdot 0.003$$

$$\epsilon_s = 0.039 > 0.005 \longrightarrow \text{ok}$$

• Temperature & Shrinkage reinforcement:

$$A_{s_{\text{Shrinkage}}} = 0.0018 \cdot b \cdot h = 0.0018 \cdot 1000 \cdot 200 = 360 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

Use $\Phi 10 @ 20 \text{ cm c/c}$, $A_s \text{ prov} = 395 \text{ mm}^2 / \text{m strip}$

$A_{s_{\text{Shrinkage}}} \text{ (mm}^2 \text{)}$	$d_b \text{ (mm)}$
395	$\Phi 10$

- Design for landing (L1):

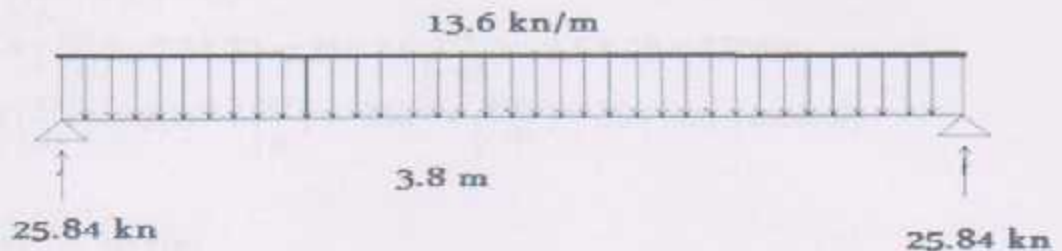


Fig. (4-17) : Structural System of Landing (L1)

- Calculate the maximum bending moment:

$$M_u = 13.6 \left(\frac{3.8}{2} \right) 0.95 - 25.8 \left(\frac{3}{8} \right) = 24.5 \text{ NK/m}$$

$$M_n = M_u / 0.9 = 27.3 \text{ KN.m/m}$$

$$d = h - 20 - db/2 = 175 \text{ mm}$$

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

$$R_n = \frac{27.3 \cdot 10^6}{1000 \cdot 175^2} = 0.89 \text{ MPa}$$

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

$$m = \frac{420}{0.85 \times 27} = 18.3$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{18.3} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 18.3 \cdot 0.89}{420}} \right) = 0.0022$$

$$A_{s_{req}} = 0.0022 \cdot 1000 \cdot 175 = 385 \text{ mm}^2/\text{m} < A_{s_{min}} = 360 \text{ mm}^2/\text{m} \dots \text{OK}$$

$$A_{s_{min}} = 0.0018 \cdot b \cdot h = 0.0018 \cdot 1000 \cdot 200 = 360 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Use $\Phi 10 @ 20 \text{ cm c/c}$

- Step (s) is the smallest of :-

1. $3 \cdot h = 3 \cdot 200 = 600 \text{ mm}$

2. 450 mm

$$\leq 380 \left(\frac{280}{f_s} \right) - 2.5 \cdot C_c$$

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

$$\leq 300 \left(\frac{280}{f_s} \right) = 300 \cdot \left(\frac{280}{\frac{2}{3} f_y} \right) = 300 \cdot \left(\frac{280}{\frac{2}{3} \cdot 420} \right) = 300 \text{ mm (control)}$$

- Check for strain:

Tension = Compression

$$A_s \cdot f_y = 0.85 \cdot f_c' \cdot b \cdot a$$

$$395 \cdot 420 = 0.85 \cdot 27 \cdot 1000 \cdot a$$

$$a = 7.22$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{7.22}{0.85} = 8.5 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = \frac{17.5 - 8.5}{8.5} \cdot 0.003$$

$$\epsilon_s = 0.05 > 0.005 \longrightarrow \text{ok}$$

• Temperature & Shrinkage reinforcement:

$$A_{s_{\text{Shrinkage}}} = 0.0018 \times b \times h = 0.0018 \times 1000 \times 200 = 360 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Use $\Phi 10$ @ 15 cm c/c, $A_s \text{ prov} = 523.33 \text{ mm}^2/\text{m strip}$

- Step (s) is the smallest of :-

1. $5 \cdot h = 5 \cdot 200 = 1000 \text{ mm}$

2. $450 \text{ mm} - \text{control}$

4.10 : Design of isolated footing (F 78):

- Design of Isolated footing (Under Column C109):

f_c'	f_y
27 Mpa	420Mpa

- Load Calculation:-

- From column (C109): (DL & LL)

- * Service dead load (DL) = 1130 KN
- * Service live load (LL) = 642.5 KN
- * Service Surcharge = 5 KN/m²
- * Column dimensions = 30 cm*50 cm
- * Allowable soil pressure = 400 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
1130	642.5	5 KN/m ²	(30*50) cm	400 KN/ m ²	18 KN/m ³	10.8 KN/ m ²

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

- Weight of footing (assume $h_{footing} = 25$ cm)

$$w_{footing} = 0.25 * 25 = 6.25 \text{ KN/m}^2$$

Total Surcharge load foundation:

$$WT = \text{Soil weight} + w_{footing} + \text{Surcharge load} = 10.8 + 6.25 + 5 = 22.05 \text{ KN/m}^2$$

- Net soil pressure q_{net} :

$$q_{net} = 400 - 22.05 = 377.95 \text{ KN/m}^2$$

- Required sizes of footing:

$$A_{required} = \frac{P_u}{q_{net}} = \frac{1136 + 642.5}{377.95} = 4.6 \text{ m}^2$$

Try 2.2*3 Area = 6.6 m²

$h_{footing}$	$w_{footing}$	w_{soil}	WT	q_{net}	A _{required}
25cm	6.25 KN/m ²	10.8 KN/m ²	22.05 KN/m ²	377.95KN/m ²	3.23m ²

• Depth of footing and shear design:

$$P_u = 1.2DL + 1.6LL = 2384 \text{ KN}$$

$$q_u = \frac{2384}{6.6} = 361.2 \text{ KN/m}^2$$

Try area	P_u	q_u
2.2*3 m	2384 KN	361.2 KN/m ²

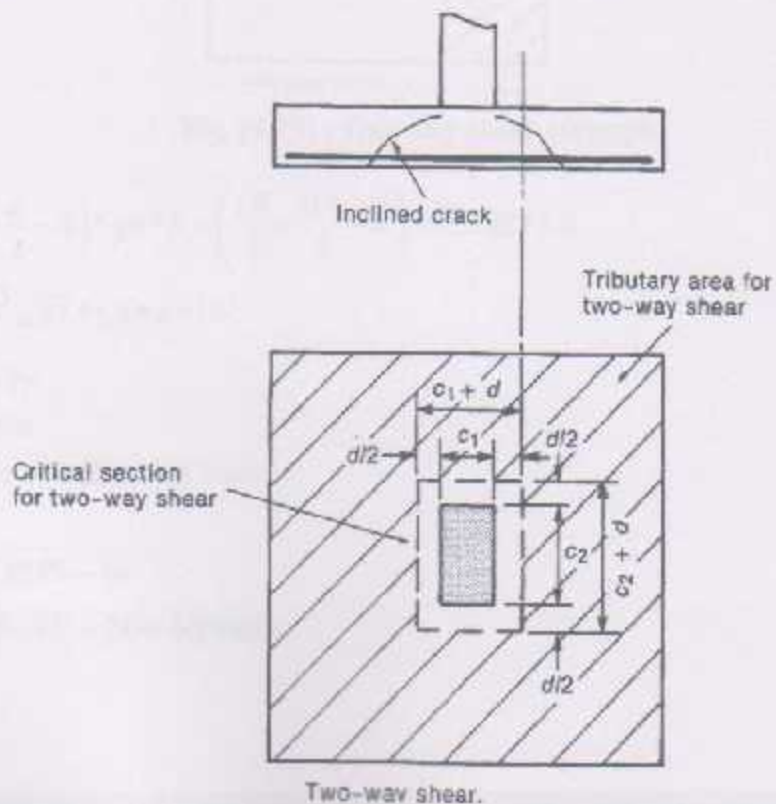


Fig. (4-18) : Isolated Footing

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

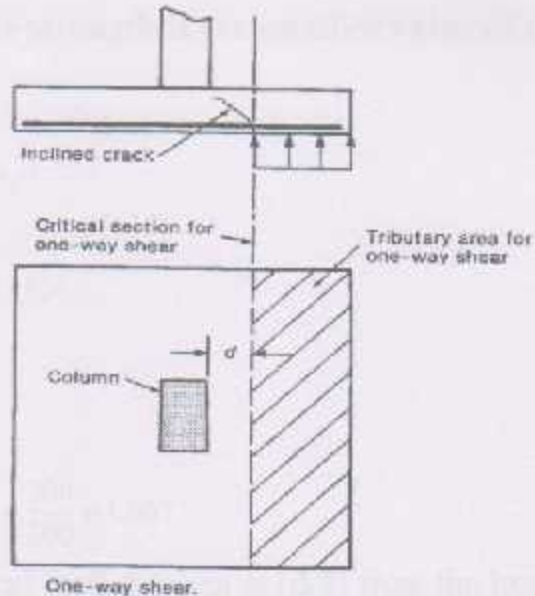


Fig. (4-19) : One way shear strength

$$V_u = \left(\frac{l}{2} - \frac{a}{2} - d \right) * q_u * b = \left(\frac{1.8}{2} - \frac{0.6}{2} - d \right) * 497.82 * 1.8$$

$$\phi V_c = \frac{0.75}{6} \sqrt{27} * 1.8 * d * 10^3$$

$$\text{Let, } \phi V_c = V_u$$

$$d = 0.3395m$$

$$h = 339.5 + 75 + 20 = 434.5mm$$

Try $h = 700 \text{ mm}$

$$d = 700 - 75 - 20 = 605mm$$

Φ	d (mm)	h (mm)	Try h(mm)	Try d (mm)
0.75	339.5	434.5	700	605

- Check for Two Way shear Action (Punching).

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

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

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

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

Where:

$$\beta_c = \frac{\text{Column Length (a)}}{\text{Column Width (b)}} = \frac{500}{300} = 1.667$$

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

$$b_o = 2(300+605) + 2(500+605) = 4020 \text{ mm.}$$

$\alpha_c = 40$for interior column

$$\phi V_c = \phi \cdot \frac{1}{6} \left(1 + \frac{2}{\beta_c} \right) \sqrt{f_c'} b_o d = \frac{0.75}{6} * \left(1 + \frac{2}{1.663} \right) * \sqrt{27} * 4.02 * 0.605 * 10^3 = 347.5 \text{ kN}$$

$$\phi V_c = \phi \cdot \frac{1}{12} \left(\frac{\alpha_c d}{b_o} + 2 \right) \sqrt{f_c'} b_o d = \frac{0.75}{12} * \left(\frac{40 * 0.605}{4.28} + 2 \right) * \sqrt{27} * 4.02 * 0.605 * 10^3 = 632.5 \text{ kN}$$

$$\phi V_c = \phi \cdot \frac{1}{3} \sqrt{f_c'} b_o d = \frac{0.75}{3} * \sqrt{27} * 4020 * 605 = 3159 \text{ kN}$$

β_c	b_o (mm)	α_c	ϕV_c (kN)
1.667	4020	40	3159

$$V_u = ((2.2 * 3) - ((0.905 + 1.105) * 361.2) * 361.2 = 2022.72 \text{ kN}$$

$$V_u = 2022.72 < \phi V_c = 3159 \text{ OK}$$

Try $h = 600 \text{ mm}$

$$d = 700 - 75 - 10 = 615 \text{ mm}$$

- Design for Bending Moment of long & short directions.

h (mm)	d (mm)	b(m)
600	615	2.2

$$d = 615 - 75 - 20/2 = 515 \text{ mm}$$

$$M_u = 361.2 * 2.2 * 1.25 * 1025/2 = 620.2 \text{ KN.m}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 * f_c'} = \frac{420}{0.85 * 27} = 18.3$$

$$R_n = \frac{M_u / \phi}{b * d^2} = \frac{620.8 * 10^6 / 0.9}{2200 * (605)^2} = 0.85 \text{ Mpa}$$

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

$$\rho = \frac{1}{18.3} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(18.3)(0.85)}{420}} \right) = 0.002$$

$$A_{s_{req}} = 0.002 (2200) (605) = 2662 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{min}} = 0.0018 * b * h = 0.0018 (2200) (700) = 2772 \text{ mm}^2$$

$$A_s = A_{s_{min}} = 2772 \text{ mm}^2$$

Take 14 Φ 16 , $A_{s,provided} = 28.14 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{2200 - 75 * 2 - 14 * 16}{13} = 14 \text{ cm} < S_{max} = 450 \text{ mm}$$

- Step(S) is smallest of:

1. $3h = 2100 \text{ mm}$

2. 450 mm - control

$S = 122.33 \text{ mm} < S_{,max} = 450 \text{ mm}$ - OK

Mu(KN.m)	m	Rn	ρ	$A_{s_{req}}(\text{mm}^2)$	$A_{s_{min}}(\text{mm}^2)$	$A_{s_{req}}(\text{mm}^2)$	S(cm)
620.2	18.3	0.85 Mpa	0.002	2662	2772	2662	14

- Check strain

Tension = Compression

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

$$a = 23.4 \text{ mm}$$

$$c = 27.53 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = \frac{605 - 27.5}{27.5} \times 0.003 = 0.0063 > 0.005 \dots \text{ok}$$

• Development length of flexural reinforcement:

Ld for $\Phi 14$:

$$L_d = \frac{9}{10} \times \frac{f_y}{\sqrt{f_c'}} \times \frac{\psi_t \times \psi_e \times \psi_s}{\left(\frac{k_c + c}{db}\right)} \times db = \frac{9}{10} \times \frac{420}{\sqrt{27}} \times \frac{1 \times 1 \times 1}{2.5} \times 14 = 407.3 \text{ mm}$$

Available length = $((2700) / 2) - 75 = 1275 \text{ mm}$
 $875 \text{ mm} > 407.3 \text{ mm} \dots \dots \dots \text{ok}$

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

- In footing :

$$\Phi P_n b = \Phi (0.85 f_c' A_1 \times \sqrt{\frac{A_2}{A_1}})$$

$$A_1 = 0.3 \times 0.5 = 0.15 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 2.2 \times 3 = 6.6 \text{ m}^2$$

$$\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = \sqrt{\frac{6.6}{0.15}} = 5.206.63 > 2 \dots \dots \dots \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = 2$$

$$\Phi P_n b = 0.65 \times (0.85 \times 27 \times 0.15 \times 2) \times 1000 = 4475 \text{ KN}$$

$$\Phi P_n = 4475 > P_u = 2384 \text{ KN} \dots \dots \dots \text{ok}$$

The Dowels are not needed for footing

$$A_{s, \text{min}} = 0.005 \times A_c = 0.005 \times 300 \times 500 = 750 \text{ mm}^2$$

Use 6 Φ 14 , $A_{s, \text{provided}} = 924 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 750 \text{ mm}^2$

- In column:

$$\Phi P_{n,b} = \Phi(0.85 f_c' A_1)$$

$$\Phi P_{n,b} = 0.65(0.85 \times 27 \times 0.5 \times 0.4 \times 1000) = 2983 \text{ KN}$$

$$\Phi P_{n,b} = 2983 \text{ KN} > P_u = 2384 \text{ KN}$$

The Dowels are not needed for column

- Development of dowels in footing:

$$L_{d(1)req} = \frac{0.25 f_y}{\lambda \sqrt{f_c}} * db = \frac{0.25 * 420}{1 * \sqrt{27}} * 14 = 282.8 \text{ mm}$$

$$L_{d(2)req} = 0.043 \times f_y \times db = 0.043 \times 420 \times 14 = 252.8 \text{ mm}$$

$$L_{d(2)req} = 200 \text{ mm}$$

$$\rightarrow L_{d(1)req} = 282.8 \text{ mm} \dots\dots\dots \text{Control}$$

$$\text{Available } L_d = 700 - 75 - 2 * 14 = 597 \text{ mm}$$

$$\text{Available } L_d = 597 \text{ mm} > L_{d \text{ required}} = 282.8 \text{ mm} \dots\dots\dots \text{OK.}$$

- Lap splice of dowels in column :

$$L_s = 0.071 f_y . db$$

$$= 0.071 * 420 * 14 = 41 \text{ mm.}$$

Use 1000 mm

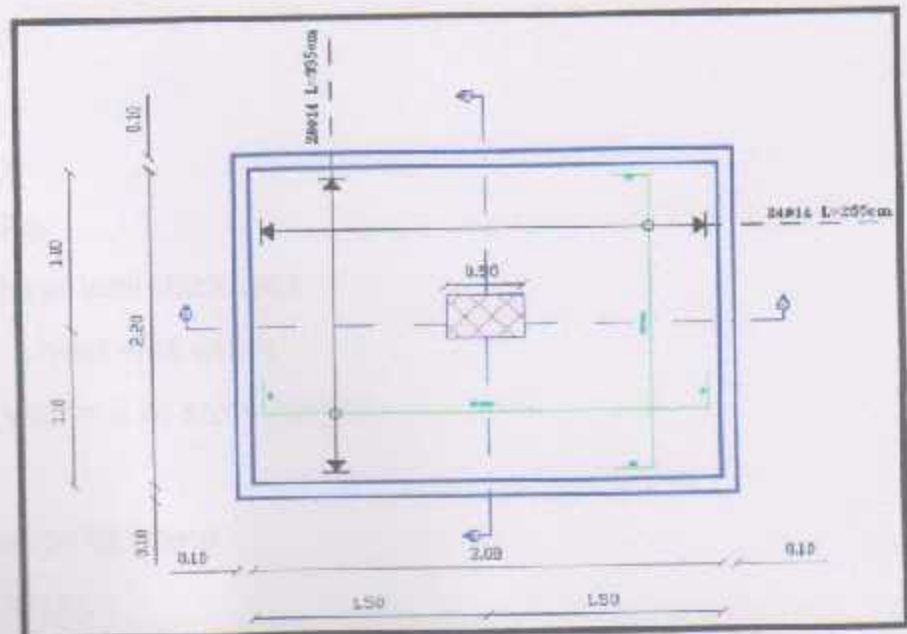


Fig. (4-20) : Isolated Footing (F78)

4.11 : Design of a shear wall:

To design shear walls we use (CSI ETABS) Software , and this is a manual example of shear wall design :

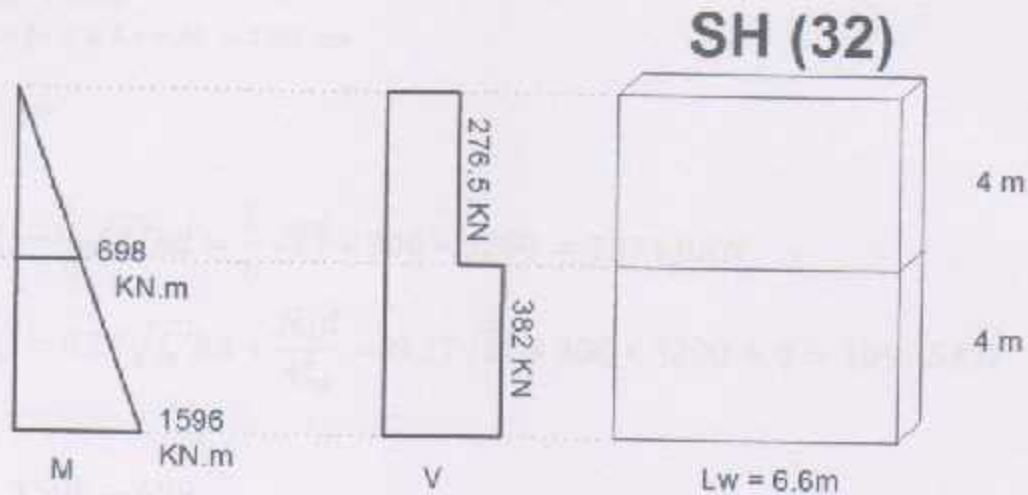


Fig. (4-21) Shear and Moment Diagrams of Shear wall SH(32)

$$F_c = 27\text{ MPa}$$

$$F_y = 420\text{ MPa}$$

$t = 30\text{ cm}$.shear wall thickness

$L_w = 6.6\text{ m}$.shear wall width

H_w for one wall = 4 m story height

4 .15.1: Design of shear

$$\sum F_y = Vu = 382\text{ KN}$$

Design of the Horizontal reinforcement:

The critical Section is the smaller of:

$$\frac{l_w}{2} = \frac{6.6}{2} = 3.3 \text{ m ... control}$$

$$\frac{l_w}{2} = \frac{8}{2} = 4 \text{ m}$$

$$\text{storyheight } l = 4 \text{ m}$$

$$d = 0.8 \times l_w = 0.8 \times 6600 = 5280 \text{ mm}$$

$$1) V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} h d = \frac{1}{6} \sqrt{27} * 300 * 5280 = 1371.8 \text{ KN}$$

$$2) V_c = 0.27 \sqrt{f_c'} h d + \frac{N_u d}{4 l_w} = 0.27 \sqrt{27} * 300 * 5280 + 0 = 1097.5 \text{ KN}$$

$$M_u = \left(\frac{1596 - 698}{4} \right) * 0.7 + 698 = 855 \text{ KN.m}$$

$$\frac{M_u}{V_u} - \frac{l_w}{2} = \frac{855}{382} - \frac{6.6}{2} = -1.06 < 0 \text{ (-ve value)}$$

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

$$= [0.05 \sqrt{27} + 0] 300 * 5280 = 411.5 \text{ KN Control}$$

$$V_s = V_n - V_c$$

$$= (382 / 0.75) - 411.5 = 97.8 \text{ KN}$$

$$\frac{A_s}{S} = \frac{V_s}{f_y d} = \frac{97.8 * 10^3}{420 * 5280} = 0.044 \text{ mm}^2 / \text{mm}$$

$$\rho = \frac{A_s}{s * h} = \frac{0.044}{300} = 0.000146 < 0.0025$$

Use $\phi 12 A_s = 113.1 \text{ mm}^2$

$$\rho = \frac{2 * 113.1}{s * 300} = 0.0025 \Rightarrow S = 301.6 \text{ mm take it } 250 \text{ mm}$$

Max. Spacing

$$\frac{l_w}{5} = \frac{6600}{5} = 1320\text{mm}$$

$$3h = 3 * 300 = 900\text{mm}$$

450 mm..... cont.

Use $\phi 12@250\text{mm}$ at both side

Design of bending moment :

$$A_{st} = \left(\frac{6600}{250}\right) * 2 * 113.1 = 5971.7\text{mm}^2$$

$$w = \left(\frac{A_{st}}{L_w h}\right) \frac{f_y}{f_c'} = \left(\frac{5971.7}{6600 * 300}\right) \frac{420}{27} = 0.053$$

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

$$\frac{c}{l_w} = \frac{w + \alpha}{2w + 0.85\beta_1} = \frac{0.053 + 0}{2 * 0.053 + 0.85 * 0.85} = 0.064$$

$$\begin{aligned} \phi M_n &= \phi \left[0.5 A_{st} f_y l_w \left(1 + \frac{P_u}{A_{st} f_y}\right) \left(1 - \frac{c}{l_w}\right) \right] \\ &= 0.9 [0.5 * 5971.7 * 420 * 6600 (1 + 0) (1 - 0.064)] = 6972.4\text{KN.m} \end{aligned}$$

$> M_u$

→ use $\phi 12@250\text{ mm}$ for vertical reinforcement

4.12 : Design of Strip footing.

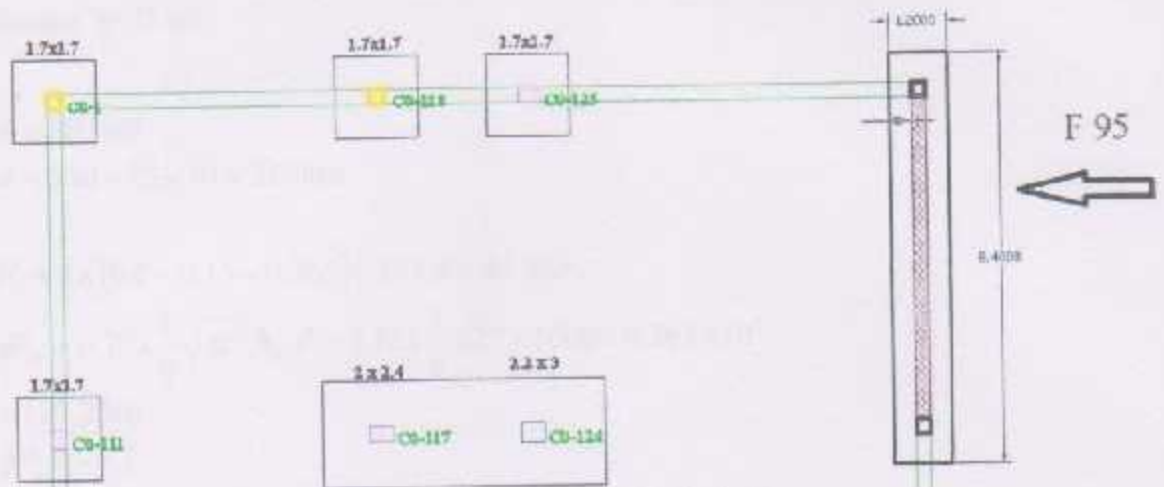


Fig. (4.22) location of Strip footing .

Load Calculation :

$$H (\text{slab}) = 0.35\text{m}$$

$$H (\text{المدة}) = 0.15\text{m}$$

$$\text{Weight of wall (D.L.)} = \text{height} * \text{Thickness} * 1\text{m wide} * \gamma_c = 8 * 0.3 * 25 = 60 \text{ KN/m}$$

$$\text{Allowable soil pressure} = 400 \text{ KN/m}^2$$

Assume footing thickness is 0.25 m.

$$\text{Reaction force from wall} = 1500 \text{ kn}$$

$$P_n = 1500 / 6.6 = 227 \text{ kn/m}$$

$$A = \frac{P_n}{q_{all}} = \frac{227}{400} = 0.567\text{m}^2$$

$$\Rightarrow B = 1.2\text{m}$$

Take B=120 cm .

$$P_u = 1.4 * 227 = 317.8 \text{ KN/m}$$

$$qu = \frac{Pu}{A} = \frac{317.8}{1 \times 1.2} = 264.8 \text{ Km}^2$$

Assume $h=35 \text{ cm}$

$$h = 350 \text{ mm}$$

$$d = 350 - 75 - 10 = 265 \text{ mm}$$

$$V_u = 1 \times (0.6 - 0.15 - 0.265) \times 264.8 = 48.9 \text{ kn}$$

$$\phi V_c = 0.75 \times \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d = 0.75 \times \frac{1}{6} \sqrt{27} \times 1000 \times 0.265 \times 10^3$$

$$= 172.28 \text{ kn}$$

$$\phi V_c \gg V_u$$

So No Shear Reinforcement

$$M_u = 264.8 \times 0.45 \times 1 \times \left(\frac{0.45}{2} \right) = 26.8 \text{ kn/m}$$

$$M_e = \frac{M_u}{0.9} = \frac{26.8}{0.9} = 29.8 \text{ kn/m}$$

$$Kn = \frac{Mn}{b \cdot d^2} = \frac{29.8 \times 10^6}{1000 \times 265^2} = 0.424 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{420}{0.85 (27)} = 18.3$$

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

$$\rho = \frac{1}{18.3} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 18.3 \times 0.424}{420}} \right) = 0.00102$$

$$A_s \text{ (req)} = 0.001 (1000) (265) = 265 \text{ mm}^2$$

A_s min for shrinkage and temperature:

$$A_s \text{ min} = 0.0018 \cdot b \cdot h$$

$$= 0.0018 \cdot 1000 \cdot 300 = 540 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ req}} = 450 \text{ mm}^2$$

$$\# \text{ of bar} = \frac{450}{113.1} = 4$$

Select $\Phi 12 / 25$ c/c with $A_{s \text{ prov}} = 452.4 \text{ mm}^2$

الفصل الخامس - النتائج والتوصيات

١-٥ النتائج

٢-٥ التوصيات

٣-٥ المصادر والمراجع

٤-٥ المرفقات

١-٥ النتائج

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

- 1-إن فهم المخططات المعمارية له دور كبير في إيجاد الحلول الإنشائية الملائمة لنوع الاستخدام في المبنى .
- 2-إن القدرة على الحل اليدوي ضرورية للمصمم الإنشائي للتأكد على حل البرامج المحسوبة وفهم طريقة عملها .
- 3- التعرف على العناصر الإنشائية ، وكيفية التعامل معها، ومع آلية عملها ، وذلك ليتم تصميمها تجميعياً جيداً يحقق الأمان و القوة الإنشائية .

٢-٥ التوصيات

- ١ . يجب أن يكون هناك تنسيق بين المصمم المعماري والإنشائي خلال عملية التصميم حتى ينتج مبنى متكامل إنشائياً ومعمارياً .
- ٢ . يوصى بتنفيذ المشروع حسب المخططات المرفقة بالمشروع بأقل تغييرات ممكنة .
- ٣ . ينصح بوجود مهندس مشرف للإشراف على التنفيذ وأن يلتزم بالمخططات والشروط لضمان التنفيذ الأفضل للمشروع .
- ٤ . يجب استكمال التصميم الكهربائي و الميكانيكي للمشروع قبل المباشرة في التنفيذ لإدخال أي تعديلات محتملة عليه من الناحية الإنشائية .

٣-٥ قائمة المصادر والمراجع

- ١ . كودات البناء الوطني الأردني، كود الأحمال والقوى، مجلس البناء الوطني الأردني، عمان، الأردن، ١٩٩٠م.
- ٢ . ملاحظات الأستاذ المشرف.
- ٣ . واكد ، خليل إبراهيم ، الدليل الإنشائي لتصميم البلاطات الخرسانية ، دار الكتب العالمية للنشر والتوزيع ، جمهورية مصر العربية ، ٢٠٠١ م .

٤ . BUILDING CODE REQUIREMENTS FOR STRUCTURAL CONCRETE (ACI-318M-02) AND COMMENTARY CODE (ACI-318-02).

٥ . Uniform Building Code (UBC-97)

٤-٥ المرفقات :-

الاحمال الحية للارضيات والعقدات حسب الكود الاردني

الحمل المركب البديل	الحمل الموزع كن/م'	الاستعمال	نوع المبنى	
			عام	خاص
27	30	غرف التدريس.	تابع السجون	تابع
45	25	غرف المطالعة دون مستودع كتب.	والمنشآت والمدارس والكليات.	المباني التعليمية وماشابهها.
45	40	غرف المطالعة بمستودع كتب.		
1.8	20	قاعات المعاهد.		
45	20	غرف الأشعة والعمليات والخدمات.		
1.8	20	غرف تدبير الملابس والمخبر والمخبر في المستشفيات.		
-	4.5 لكل متر طول موزعاً بالنظام غلى العرض.	المقبضورات.		

الحمل المركز الدليل	الحمل الموزع	الاستعمال	نوع المبنى	
			خاص	عام
7.0	4.8 لكل متر من ارتفاع التحسين على أن لا يقل عن (10).	أماكن التكديس الكثيف لتكثت على عربات متحركة.	تابع المحلات والمستشفيات والمدارس والكليات.	تابع المبنى التعليمية وعائلاتها.
7.0	2.4 لكل متر من ارتفاع التحسين على أن لا يقل عن (6.5).	غرف تكديس الكتب.		
9.0	4 لكل متر من ارتفاع التحسين.	مستودعات القمامة.		
4.5	5.0	الممرات والمداخل العريضة لحركة المركبات والعربات المتحركة.		
9.0	5.0	غرف وقاعات التدريس.		
3.6	5.0	قاعات التجمع والمسابح والجمنازوم دون مقاعد ثابتة.		
4.5	3.0	المحلات بما فيها مساحات أجهزة وأنشآت وغرف الغسيل.		
2.7	3.0	الممرات والمداخل والأفراج وبيسطات الأفراج الثانوية.		

كما ورد في النوع الثالث من المباني السكنية.	غرف المراحل والمركبات والسروج والمخبر والتشويبات والخمسات والشرفات والممرات وغرف الطعام وبيدهات الاستراحة والباريوم.	المستشفيات والمدارس والكليات.	المباني التعليمية وعائلاتها.
كما ورد في النوع الثاني من المباني السكنية.	الممرات والمداخل والأفراج وبيسطات الأفراج والممرات المترفعة الموجهة بين المباني.		