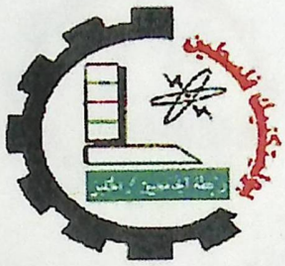
بسم الله الرحمن الرحيم

جامعـــــــة بوليتكنك فلسطيـــــن



كلية الهندسة والتكنولوجيا

دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

مشروع تخرج

التصميم الإنشائي لمبنى بلدية

فريق العمل :

دنيا ماهر الطل مرام نعمان حمدان

إشراف

د. نافذ ناصر الدين .

الخليل - فلسطين

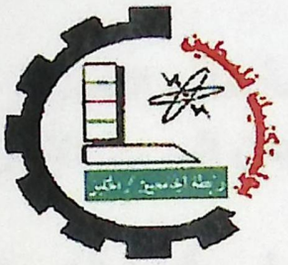
٢٠١٣ - ٢٠١٤

جامعة بوليتكنك فلسطين
Palestine Polytechnic University
(PPU)
The Library المكتبة
Acc. ١٢٠١٤ الرقم المتسلسل
Class. ..... رقم التصنيف

شهادة تقييم مشروع التخرج

جامعـــــــة بوليتكنك فلسطيـــــــن

الخليل - فلسطين



عمل التصاميم والتفاصيل الانشائية الكاملة لمبنى البلدية

فريق العمل :

دنيا ماهر الطل **مرام نعمان حمدان**

بناء على نظام كلية الهندسة و التكنولوجيا و إشراف و متابعة المشرف المباشر على المشروع و موافقة أعضاء اللجنة الممتحنة تم تقديم هذا المشروع إلى دائرة الهندسة المدنية و المعمارية و ذلك للوفاء بمتطلبات درجة البكالوريوس في الهندسة تخصص هندسة المباني .

توقيع المشرف

د. ماهر الطل .....

توقيع اللجنة الممتحنة

....

توقيع رئيس الدائرة

.....

الإهـــــــــــــــــــــــــــــــــــداء

إلى .... المعلم الأول سيد البشرية .... رسولنا محمد بن عبد الله .

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

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

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

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

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

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

إلى .... الشموع المحترقة لإنارة الدرب إلى .... أساتذتي .

إلى .... من عرفتهم في زمن قل فيه الأخيار.... زملائي وزميلاتي .

إلى .... منهل العلم إلى .... جامعتي .

إلى .... من أحبني وأحببته.

نهدي هذا البحث .

فريق العمل

الشكر و التقدير

إن الشكر و المنة لا تليق إلا لواهب العقول و منير الدروب لله عز و جل .

كما و نتقدم بجزيل الشكر و الامتنان
إلى بانية الجيل الواعد ... جامعة بوليتكنك فلسطين

إلى كلية الهندسة و التكنولوجيا

إلى دائرة الهندسة المدنية و المعمارية ... بطاقمها التدريسي و الإداري .

إلى الذين مهدوا لنا طريق الهداية و العلم و المعرفة ...
إلى جميع أساتذتنا الأفاضل ...

"كن عالما ... فان لم تستطع فكن متعلما,فان لم تستطع فأحب العلماء,فان لم تستطع فلا تبغضهم"

إلى المشرف على هذا المشروع الدكتور ... نافذ ناصر الدين .

و الشكر واصل لكل من ساهم في انجاز هذا البحث المتواضع .

فريق العمل

عمل التصاميم و التفاصيل الإنشائية الكاملة لمبنى البلدية

فريق العمل :

دنيا ماهر الطل مرام نعمان حمدان

إشراف :

د. نافذ ناصر الدين

ملخص المشروع

يتمثل هدف المشروع في التصميم الإنشائي لجميع العناصر الخرسانية والمعدنية التي يحتويها من عقدات وجسور وأعمدة وأساسات وغيرها من العناصر الأخرى .

يتكون المشروع من أربعة طوابق بمساحة إجمالية (5332.65 م^2) بحيث يحتوي كل طابق على العديد من الفعاليات ابتداء من الطابق الأرضي الذي يحتوي على قاعة عامة للاجتماعات والمؤتمرات العلمية بالإضافة لمركز الاستقبال والمعرض وكذلك قسم المياه والصرف الصحي . أما بقية الطوابق فتتكون من أقسام مختلفة موزعة معماريا بشكل جيد انتهاء بقسم الإدارة في الطابق الثالث .

وهذا المبنى هو خرساني مسلح تم تصميمه وفقا لكود الخرسانة الأمريكي ، ويحتوي المشروع على التفاصيل الكاملة لتحليل الأوزان الرأسية و الأفقية ، ثم توزيعها على العناصر الإنشائية الأفقية والراسية ، ثم التحاليل الإنشائية الخاصة بكل عنصر ، ثم التصميم الكامل حسب الكود المتبع .

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

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

و الله ولي التوفيق

The Structural Design of a Municipality

Working Team

Dunya Al-Tell Maram Hamdan.

Supervisor

Dr. Nafez Naser Al-deen.

Project Abstract

The main aim of this project is to prepare all of the structural design and executive details of municipality building . This project consists of four floors with total area (5332.65 m^2), each floor of the building consists of many departments with different activities.

This building is reinforced concrete structure and composite steel-concrete structure. The project contains the structural analysis for vertical and horizontal loads and the structural design and details for each member in the project.

By the end of this project, the structural elements in the building will be designed.

فهرس المحتويات

الموضوع	رقم الصفحة
الفصل الأول	١
١- المقدمة	٢
٢- تعريف عام بالمشروع	٢
٣- مشكلة البحث (المشروع)	٢
٤- أسباب اختيار المشروع	٣
٥- أهداف المشروع	٤
٦- خطوات المشروع	٥
٧- نطاق المشروع	٥
٨- حدود المشروع	٦
٩- وصف المشروع	٧
الفصل الثاني	٨
١- المقدمة	٩
٢- لمحة عامة عن المشروع	١٠
٣- موقع المشروع	١٠
٤- أهمية الموقع	١١
٥- حركة الشمس والرياح	١٢
٦- عزل الصوت	١٢
٧- التعديلات التي جرت على المبنى	١٢
٨- توزيع عناصر المشروع	١٣
٩- النواحي المعمارية	١٦
١٠- الواجهات	١٩
الفصل الثالث	٢٣
١- المقدمة	٢٤
٢- هدف التصميم الإنشائي	٢٤
٣- الدراسات النظرية والتحليل وطريقة العمل	٢٥
٤- الاختبارات العملية	٢٥
٥- الأحمال	٢٥
٣-٥-١ الأحمال الرئيسية (المباشرة)	٢٦
٣-٥-٢ الأحمال الثانوية (غير المباشرة)	٢٦
٣-٥-٢-١ الأحمال الميتة	٢٧
٣-٥-٢-٢ الأحمال الحية	٢٧
٣-٥-٢-٣ الأحمال البيئية	٢٩
٦- العناصر الإنشائية	٣١
٣-٦-١ العقدات (البلاطات)	٣٢
٣-٦-١-١ العقدات المصمتة	٣٣
٣-٦-١-٢ العقدات المفرغة	٣٤
٣-٦-١-٢-أ عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد	٣٤
٣-٦-١-٢-ب عقدات العصب ذات الاتجاهين	٣٤
٣-٦-٢ الجسور	٣٥

٣-٦-٣ الأعمدة	٣٧
٣-٦-٤ الجدران الخرسانية	٣٨
٣-٦-٥ فواصل التمدد	٣٨
٣-٦-٦ الأساسات	٣٩
٣-٦-٧ الأدراج	٤١
٣-٦-٨ الجدران الإستنادية	٤١
٣-٧ البرامج الحاسوبية المستخدمة	٤٢
الفصل الرابع	٤٣
1- Introduction	٤٤
2- Determination of Slab Thickness	٤٤
3- Design of Topping	٤٤
4- Determination of loads for Rib	٤٥
5- Design of Rib	٤٦
6- Design of Beam	٦٨
7- Design of Two – way Ribbed Slab	٨٦
8- Design of Column	٩٩
9- Design of Isolated Footing	١٠١
10- Design of Combined Footing	١٠٥
11- Design of Stair	١١١
12- Design of Shear wall	١٢٢
الفصل الخامس	١٢٧
١- النتائج	١٢٨
٢- التوصيات	١٢٨
الفصل السادس	١٢٩
١- المخططات المعمارية	١٣٠
٢- المخططات الانشائية	١٣١
٣- المصادر و المراجع	١٣٢

فهرس الجداول

رقم الجدول	اسم الجدول	رقم الصفحة
١-١	الجدول الزمني للمشروع	٦
١-٣	الكثافة النوعية للمواد المستخدمة في العناصر الإنشائية	٢٧
٢-٣	الأحمال الحية في المباني المختلفة	٢٨
٣-٣	Wind Velocity Pressure (q) According To	٣٠

فهرس الأشكال و الصور

رقم الشكل - الصورة	اسم الشكل - الصورة	رقم الصفحة
٢-١	مخطط موقع المبنى	١١
٢-٢	المسقط الأفقي للطابق الأرضي	١٤
٢-٣	المسقط الأفقي للطابق الأول	١٤
٢-٤	المسقط الأفقي للطابق الثاني	١٥
٢-٥	المسقط الأفقي للطابق الثالث	١٦
٢-٦	الأدراج الكهربائية	١٨
٢-٧	المصاعد الكهربائية	١٩
٢-٨	الواجهة الجنوبية الشرقية	٢٠
٢-٩	الواجهة الشمالية الغربية	٢١
٢-١٠	الواجهة الشمالية الشرقية	٢١
٢-١١	الواجهة الجنوبية الغربية	٢٢
٣-١	انتقال الأحمال	٢٦
٣-٢	تأثير سرعة الرياح على قيمة الضغط الواقع على المبنى	٣٠
٣-٣	تأثير أتجاه الرياح على قيمة الضغط الواقع على المبنى	٣٠
٣-٤	رسم توضيحي للعناصر الإنشائية	٣٢
٣-٥	عقدة مصمتة باتجاه واحد	٣٣
٣-٦	عقدة مصمتة باتجاهين	٣٣
٣-٧	عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد	٣٤
٣-٨	عقدات العصب ذات الاتجاهين	٣٥
٣-٩	أشكال الجسور	٣٦
٣-١٠	أنواع الأعمدة المستخدمة	٣٧
٣-١١	جدار القص	٣٨
٣-١٢	استخدام فواصل التمدد في المبنى	٣٩
٣-١٣	شكل الأساس المنفرد	٤٠
٣-١٤	مقطع توضيحي في الدرج	٤١
٣-١٥	جدار استنادي	٤٢
٤-١	Rib One (R١)	٤٥
٤-٢	Rib geometry	٤٦
٤-٣	loading of Rib	٤٧
٤-٤	Moment Envelop of Rib	٤٨
٤-٥	Shear Envelop of Rib	٤٨
٤-٦	Beam (B ١٨-١٩-٢٠-٢١)	٦٨
٤-٧	Beam Geometry	٦٩
٤-٨	Load of beam	٧٠
٤-٩	Moment Envelop for Beam	٧٠
٤-١٠	Shear Envelop for Beam	٧٠
٤-١١	Two-way Ribbed Slab	٨٦

٨٧	Slab section for exterior beam	٤-١٢
١٠١	Isolated footing concentrically loaded square column	٤-١٣
١٠٢	Shear design for footing	٤-١٤
١٠٤	Design of footing for flexure	٤-١٥
١١١	Stair Plan	٤-١٦
١١٣	Slab S ١	٤-١٧
١١٦	Slab S ٢	٤-١٨
١١٩	Slab S ٣	٤-١٩
١٢٢	Moment & Shear-Diagram for Shear Wall.	٤-٢٠

List of Abbreviations

A_v= area of shear reinforcement within a distance (*S*).

b = width of compression face of member.

b_w= web width, or diameter of circular section.

DL = dead loads.

d = distance from extreme compression fiber to centroid of tension reinforcement.

E_c= modulus of elasticity of concrete.

f_y = specified yield strength of non-prestressed reinforcement.

h = overall thickness of member.

I = moment of inertia of section resisting externally applied factored loads.

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.

W_u = factored load per unit area.

F = strength reduction factor.

١

الفصل الاول

المقدمة

١-١ المقدمة .

١-٢ تعريف عام بالمشروع .

١-٣ مشكلة البحث (المشروع) .

١-٤ أسباب اختيار المشروع .

١-٥ أهداف المشروع .

١-٦ خطوات المشروع .

١-٧ نطاق المشروع .

١-٨ حدود المشروع .

١-٩ وصف المشروع .

١-١ المقدمة :-

البلدية هي دائرة حكومية تقوم بتطوير المدن والقرى المحيطة بها ، وإنارة الطرق وتجميل الشوارع بالأشجار واللوحات الإرشادية وتنفيذ المخططات للمواطنين وتنظيم الأسواق ، كما تقوم بتصريف مياه الأمطار والمحافظة على نظافة المدينة . تقوم الدولة بتخصيص ميزانية ضخمه للبلدية من أجل التطور وتحسين مظاهر المدن .

١-٢ تعريف عام بالمشروع :-

المشروع عبارة عن مبنى بلدية مقترح انشاؤه في منطقة طولكرم ، حيث تشكل هذه البلدية إحدى المباني المهمة التي من المطلوب أن تتواجد في كل منطقة حتى تشعر بالاستقلالية و حتى تتمكن من تقديم جميع الخدمات لمواطنيها على مختلف النواحي . تتكون هذه البلدية من أربعة طوابق حيث يضم كل طابق منها العديد من الأقسام و الأنشطة .

١-٣ مشكلة البحث (المشروع) :-

تتمثل مشكلة هذا المشروع في التحليل و التصميم الإنشائي لجميع العناصر المكونة للبلدية التي تم اعتمادها لتكون ميداناً لهذا البحث وهو " البلدية المقترح بناؤها في منطقة طولكرم " ؛ وفي هذا المجال سيتم تحليل كل عنصر من العناصر الإنشائية مثل البلاطات و الأعصاب و الأعمدة والجسور ...الخ ، بتحديد الأحمال الواقعة عليه ، ومن ثم تحديد أبعادها وتصميم التسليح اللازم لها ، مع الأخذ بعين الاعتبار عامل الأمان للمنشأ ومراعاة الجانب الاقتصادي ومن ثم سيتم عمل المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية التي تم تصميمها ؛ لإخراج هذا المشروع من حيز الاقتراح و الدراسة إلى حيز التنفيذ .

١-٤ أسباب اختيار المشروع :-

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

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

- الأسباب المتعلقة بطبيعة المشروع :-

١- التأكيد على أهمية و دور البلديات في بناء المجتمعات من خلال ما تقدمه من خدمات لمواطنيها .

٢- الحاجة لتوفير بناء متكامل تتوفر فيه كافة الاحتياجات التي يستحقها المواطن ، و تخدمه في جميع نواحي حياته .

- الأسباب الشخصية :-

١- رغبة فريق العمل في أن يكون المشروع إنشائيا .

٢- الرغبة في اكتساب مهارة التصميم الإنشائي من خلال الربط بين النواحي النظرية التي تم اكتسابها من المساقات المدروسة ، و تطبيق ذلك فعليا على هذا المشروع و ما يحتويه من عناصر إنشائية مختلفة ، و تصميم هذه العناصر بحيث تتناسب مع الأحمال الواقعة عليها ، مع مراعاة توفير عاملي المتانة و الاقتصاد .

٣- اكتساب الخبرة و المهارة في إعداد المخططات التنفيذية المختلفة مع مراعاة متطلبات السوق المحلي .

١-٥ أهداف المشروع :-

تنقسم أهداف المشروع إلى قسمين :-

•أهداف معمارية :-

الناحية الجمالية و المعمارية للمبنى هي العلامة الاولى للفت انتباه المواطنين و الزوار، فالطابع المعماري الجميل يدل على تطور الذوق المعماري ، و لا يقتصر هذا الذوق على المظهر الخارجي فقط و إنما ينعكس أيضا على الفراغات الداخلية من حيث التقسيم الداخلي للمنشاة بشكل مدروس و منتظم ، مما يؤدي إلى سهولة الحركة و الاستعمال للمستخدم ، بالإضافة إلى ذلك التمتع بالنواحي الجمالية التي يضيفها المهندس المعماري على المبنى من الداخل .

•أهداف إنشائية :-

١- القدرة على اختيار النظام الإنشائي المناسب للمشاريع المختلفة و توزيع عناصره الإنشائية على المخططات مع مراعاة الحفاظ على الطابع المعماري .

٢- العمل على توظيف كافة المعلومات المكتسبة أثناء حياتنا الدراسية من خلال المساقات المختلفة من اجل الوصول إلى مشروع متكامل .

٣- التعرف على نماذج و طرق إنشائية جديدة لم تكتسب خلال الدراسة و معرفة كيفية التعامل معها حسب الحاجة .

و بذلك يمكن أن يعد المشروع بمثابة مرجع متكامل في مجال التحليل و التصميم لمختلف العناصر الإنشائية في المباني لما يحويه من أمثلة و تطبيقات على هذه الموضوعات .

١-٦ خطوات المشروع :-

- عمل التصميم الإنشائي المتكامل وإعداد المخططات الخاصة بكل عنصر من العناصر الإنشائية ليكون هذا المشروع متكاملاً دون التأثير على الطابع المعماري والحركة داخل هذا المبنى .
- تطبيق المكتسبات النظرية على مدى السنوات الدراسية الماضية وما أضفاه التدريب الميداني في عمل هذا التصميم وربط هذه المعلومات مع بعضها البعض .
- اكتساب المهارة في التعامل مع برامج الحاسوب التي استخدمت في التصميم الإنشائي للمشروع .
- التدرب على كيفية التنسيق بين الوظيفتين الإنشائية و المعمارية للعناصر المختلفة التي يتألف منها المنشأ .

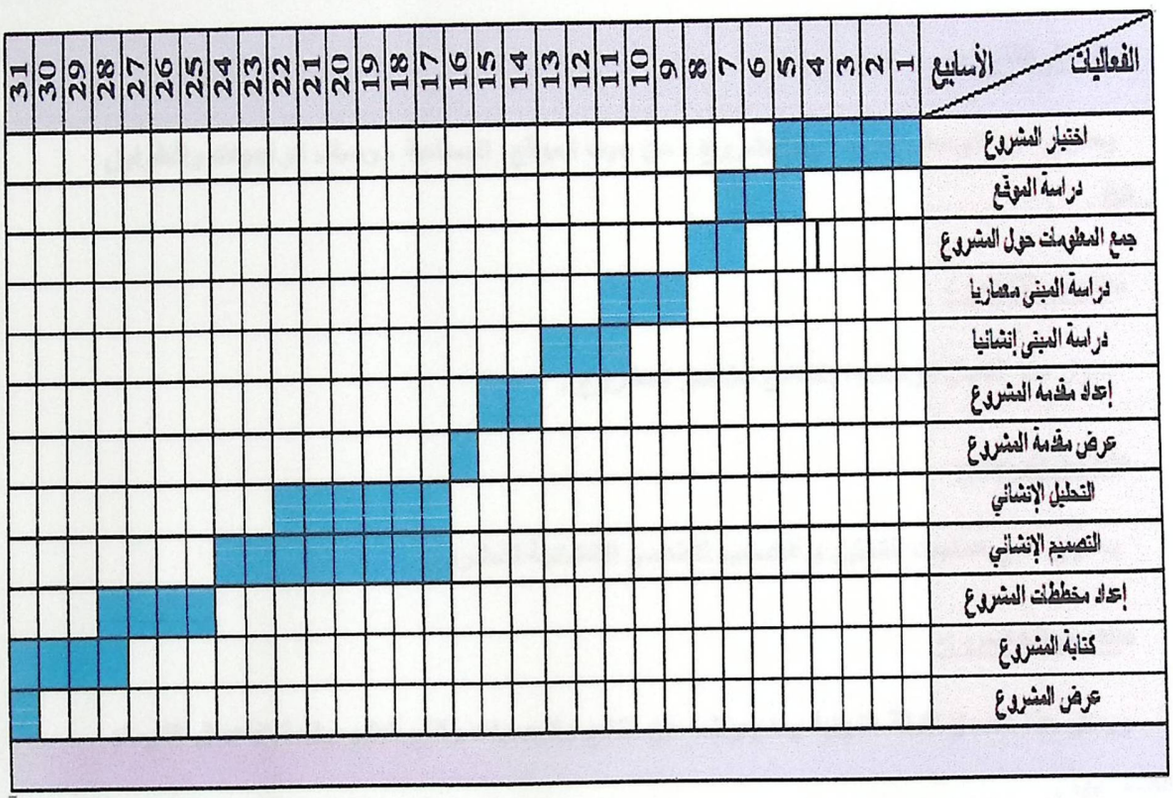
١-٧ نطاق المشروع :-

- 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 .
- دراسة العناصر الإنشائية المكونة للبلدية والآلية الأنسب لتوزيع هذه العناصر كالأعمدة والجسور والأعصاب بشكل لا يصطدم مع التصميم المعماري الموضوع ويحقق الجانب الاقتصادي و عامل الأمان .
- تحليل العناصر الإنشائية والأحمال المؤثرة عليها ومن ثم تحديد النظام الإنشائي المناسب .
- تصميم العناصر الإنشائية بناءا على نتائج التحليل .
- التأكد من صحة التصميم وذلك عن طريق برامج التصميم المختلفة .
- إنجاز المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية التي تم تصميمها ليخرج المشروع بالشكل النهائي المتكامل والقابل للتنفيذ .
- عرض المشروع للمناقشة .

١-٨ حدود المشروع :-

تكمن حدود المشروع في تصميم العناصر الإنشائية المختلفة، حيث تم عمل تصميم متكامل لهذه العناصر من جسور، أعمدة ، أساسات، جدران القص ، وعمل المخططات الإنشائية المتكاملة بجميع تفاصيلها .

ويبين الجدول (١-١) تسلسل أعمال المشروع و الزمن اللازم لكل نشاط :-



جدول (١-١) الجدول الزمني للمشروع .

١-٩ وصف المشروع :-

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

- **الفصل الأول :-**

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

- **الفصل الثاني :-**

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

- **الفصل الثالث : -**

تناول هذا الفصل الوصف الإنشائي لعناصر المشروع .

- **الفصل الرابع :-**

يحتوي على عمليات التحليل و التصميم للعناصر الإنشائية للمشروع .

- **الفصل الخامس :-**

ويمثل هذا الفصل نقطة النهاية بما يعرضه من نتائج وتوصيات والتي تعتبر وليدة الأعمال التي تم القيام بها .

- **الفصل السادس :-**

يحتوي هذا الفصل على قائمة بالمصادر و المراجع التي استخدمت في البحث وكذلك الملاحق للمخططات المعمارية و المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية التي تم تصميمها والجداول والأشكال و الرموز التي استخدمت .

٢

الفصل الثاني

الوصف المعماري للمشروع

٢-١ المقدمة .

٢-٢ لمحة عامة عن المشروع.

٢-٣ موقع المشروع.

٢-٤ أهمية الموقع.

٢-٥ حركة الشمس والرياح .

٢-٦ عزل الصوت.

٢-٧ التعديلات التي جرت على المبنى.

٢-٨ توزيع عناصر المشروع .

٢-٩ النواحي المعمارية .

٢-١٠ الواجهات.

٢-١ المقدمة :-

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

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

وقد يبدو المبنى بسيطاً من الخارج، وكأنه مفكك إلى عدة قطع ضخمة دون الشعور بالاتصال بين هذه القطع؛ مع أنها في حقيقة الأمر متصلة ومترابطة 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 تحرّف وتقطع لتخرج بتركيبة بصرية لا توحي بارتباطها بالشكل المنتظم.

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

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

كانت فكرة تصميم البلدية في مدينه طولكرم ، تكمن بحد ذاتها بموقع مدينة طولكرم المميز إذ تقع في شمال الضفة الغربية وما تتمتع به هذه المنطقة من أهمية ، ولذلك فأنها بحاجة بشكل طبيعي إلى مثل هذا المبنى لتوفير الاحتياجات للمواطنين وتسهيلها دون الحاجة إلى البحث في أكثر من مكان وذلك بتوفير كل ما يحتاجونه في مكان واحد .

٢-٢ لمحة عامة عن المشروع :-

المشروع عبارة عن بلدية ، حيث تشكل مركزا رئيسيا من مراكز الخدمات هدفها الرئيسي تقديم الخدمات و الاحتياجات للمواطنين في طولكرم .

يشتمل هذا المشروع على العديد من المكاتب للموظفين كالمكتب الخاص بالمدير و المكاتب الخاصة بالسكرتارية ، بالإضافة إلى مكاتب المحاسبة و غيرها .كما يشتمل على العديد من الأقسام كقسم الكمبيوتر و قسم التخطيط و التنظيم و قسم الكهرباء و قسم المياه و الصرف الصحي و غيرها . بالإضافة إلى ذلك فقد تم إنشاء صالة كبيرة داخل البلدية بارتفاع طابقين لها مدخلين خاصين بها ، و تم إلحاقها بغرفة تحضير و مخزن .

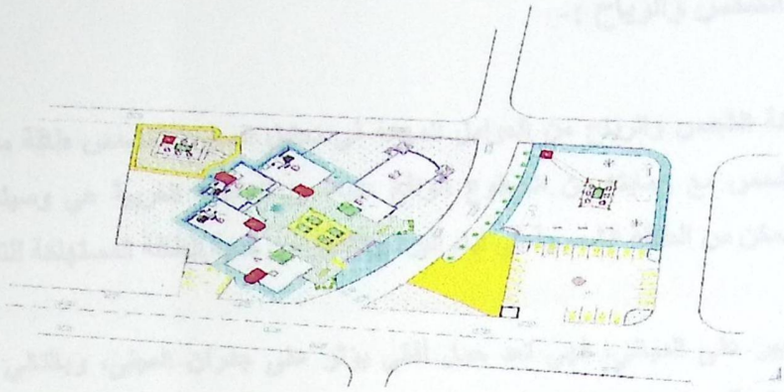
لقد تم الحصول على المخططات المعمارية للمشروع من قبل دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في جامعة النجاح في نابلس ليتسنى عمل التصميم الإنشائي وإعداد المخططات التنفيذية لجميع العناصر الإنشائية التي يشملها.

٢-٣ موقع المشروع :-

لتصميم أي مشروع فإنه ينبغي دراسة الموقع المراد إنشاء المبنى عليه بعناية فائقة سواء تعلق ذلك بالموقع الجغرافي أم بتأثير القوى المناخية السائدة في المنطقة ، بحيث تكون العناصر القائمة وعلاقاتها بالتصميم المقترح في تناسق لتحقيق التصميم الأمثل، فلذلك يجب إعطاء فكرة عامة عن عناصر الموقع، من توضيح للأرض المقترحة للبناء ولعلاقة الموقع بالشوارع والخدمات المحيطة، و ارتفاع المباني المحيطة، واتجاه الرياح السائدة ومسار الشمس.

يقع هذا المشروع في مدينة طولكرم ، و تبلغ مساحته حوالي٥٣٣٢,٦٥ م^{٢}.

وقد تم ملائمة المشروع مع الموقع الذي تم اختياره، الشكل (٢-١) ، وكذلك تم مراعاة تحقيق الوظيفة للمبنى وتحقيق شروط الجمال، وتم مراعاة اختيار مكان مناسب من حيث التوجيه والتهوية.



الشكل (٢-١) مخطط موقع المبنى .

٢-٤ أهمية الموقع :-

إن مدينة طولكرم تتمتع بموقع مميز بين مدن فلسطين، حيث تعتبر من أهم مدن فلسطين الشمالية.

وكان هذا واحد من أسباب اختيار هذه المنطقة لإنشاء البلدية بالإضافة إلى حيوية المنطقة والمتطلبات الاخرى اللازمة لاختيار الموقع .

وإن من أهم الأمور التي تميز موقع هذا المشروع وتم مراعاتها في اختيار هذا الموقع هي في النقاط التالية :

- حاجة المنطقة إلى مثل هذا المشروع .
- توفر قطعة أرض بمساحة تستوعب حجم المشروع.
- حيوية المنطقة .
- سهولة الوصول إلى الموقع.
- احتفاظ الموقع بمميزات طبيعية .

٢-٥ حركة الشمس والرياح :-

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

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

٢- ٦ عزل الصوت :-

نظراً لفعاليات المشروع المختلفة . وكون هذا المشروع عبارة عن بلدية تحتوي الطوابق العليا على مكاتب إدارية تحتاج إلى الهدوء والبعد عن الضجيج. لذلك كان لا بد من عزل الصوت وتوفير الأجواء الملائمة لهذا المبنى. حيث تم استخدام الزجاج المزدوج في الواجهات . وصممت جدرانه بسماكة تتيح عزل الصوت ، وسوف نأخذ بعين الاعتبار عزل الصوت في التصميم الإنشائي للبلاطات.

٢-٧ التعديلات التي جرت على المبنى :-

ارتكز التعديل المعماري للمخططات المعمارية على أساس مواقع الأعمدة الصحيحة بما يوافق الاتزان الإنشائي مع المحافظة على الشكل و المظهر المعماري . فكان التغيير يشمل بعض التوزيعات الداخلية للفراغات وتعديل المخططات بحيث لا تتعارض مع التصميم الإنشائي .

٢- ٨ توزيع عناصر المشروع :-

المبنى في تركيبته الهندسية يعتمد اعتماداً كلياً على الشكل المربع نظراً لطبيعة الأرض وتتراوح المساحة الطابقية لهذا المبنى ما بين (٨٥٠-١٩٠٠ م٢) .

يتكون المشروع من أربعة طوابق، الطابقين الأرضي و الأول على درجة عالية من التماثل،حيث يتكون كل منهما من خمسة كتل متباينة ،أما الطابقين الثاني و الثالث فيتكونان من ثلاثة كتل حيث تتلاشى في كل منهما الكتلتين الأخريين .

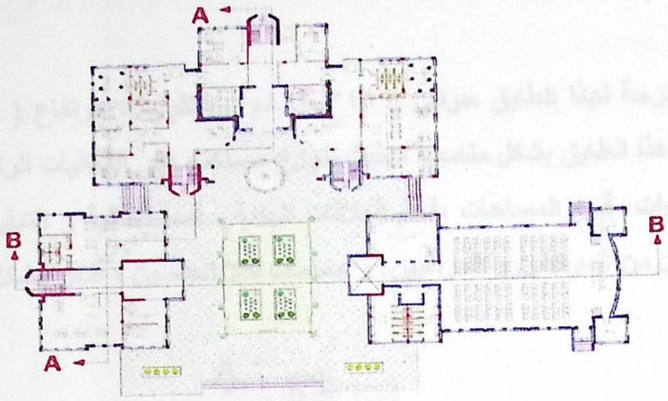
وفيما يلي وصف لهذه الطوابق:

٢-٨-١ الطابق الأرضي :-

تبلغ المساحة المقترحة لهذا الطابق حوالي (١٩٠٦,٧٥٦م٢) تقريبا ، بارتفاع (٣.٥٠ م) ، وتم تقسيم الفعاليات المختلفة في هذا الطابق بشكل مناسب حيث تم استغلال المنطقة المتوسطة كمنطقة خضراء مفتوحة وضعت فيها مجموعة من أحواض الزهور لتضفي جمالا داخليا على المبنى.

يحتوي هذا الطابق على عدة مداخل و مخارج ، كما و يحتوي على أدراج و مصاعد للصعود إلى الطابق الأول، يخدم الطوابق العليا و يسهل على المواطنين تحقيق احتياجاتهم و الحصول على متطلباتهم .

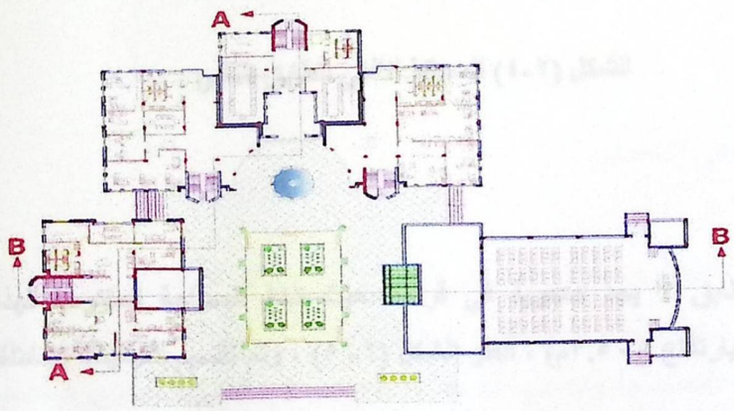
ومن الفعاليات الموجودة في هذا الطابق : مناطق الاستعلامات الموزعة في أكثر من جزء من الطابق ، قاعة الانتظار ، قسم المياه و الصرف الصحي ، مكتب خدمة الجمهور، منطقة جباية الكهرباء و المياه ، صالة المدينة التي يبلغ ارتفاعها مجموع ارتفاعات الطابقين الأول و الثاني ، معرض ، كفتيريا للموظفين ،بالإضافة إلى مناطق الحمامات التي تخدم كلا الجنسين ،أنظر الشكل (٢-٢) .



الشكل (٢-٢) المسقط الأفقي للطابق الأرضي .

٢-٨-٢ الطابق الأول :-

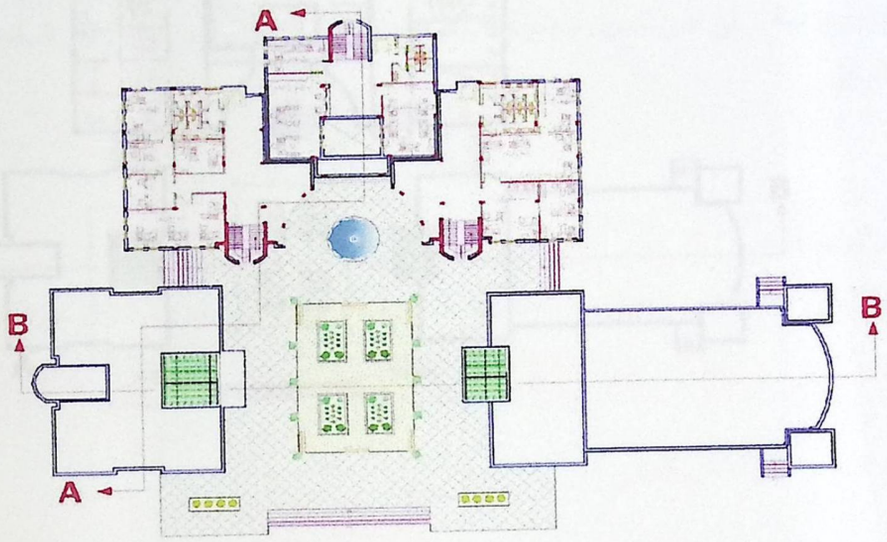
تبلغ المساحة المقترحة لهذا الطابق حوالي (١٦٧٥,٦٤٦م^{٢}) تقريبا ، بارتفاع (٣.٥٠ م) ، و قد تم تقسيم الأنشطة المختلفة في هذا الطابق بشكل مناسب ، ومن أهم الأقسام الموجودة فيه : منطقة استعلامات ، الدائرة المالية ،منطقة المحاسبة ، قاعات اجتماعات للمجلس البلدي ،قسم صحة ، مناطق أرشيف، قسم كهرباء ،منطقة امن و مراقبة ، منطقة الترميم و الحدائق ، منطقة الحرف و الصناعات و المعارف ، بالإضافة إلى مطبخ صغير و حمامات تخدم كلا الجنسين ، كما و تشكل صالة المدينة جزءا من ارتفاع هذا الطابق كما أسلفنا سابقا،أنظر الشكل (٢-٣). يتم الوصول إلى هذا الطابق عن طريق أدراج و مصاعد كهربائية متعددة .



الشكل (٢-٣) المسقط الأفقي للطابق الأول .

٢-٨-٣ الطابق الثاني :-

تبلغ المساحة المقترحة لهذا الطابق حوالي (٨٩٨,٣١١م^{٢}) تقريبا ، بارتفاع (٣.٥٠م) ، و قد تم تقسيم الأنشطة المختلفة في هذا الطابق بشكل مناسب ، حيث تتوزع مساحته على الفعاليات الرئيسية التالية : قسم الدراسات، قسم الإنشاءات، قسم المساحات ،قسم العلاقات العامة ، قسم المالية و التدقيق الداخلي ،قسم ال GIS،بالإضافة إلى أقسام لكل من الموظفين و المراقبين، و حمامات لكلا الجنسين ، أنظر الشكل (٢-٤) .



الشكل (٢-٤) المسقط الأفقي للطابق الثاني .

٢-٨-٤ الطابق الثالث :-

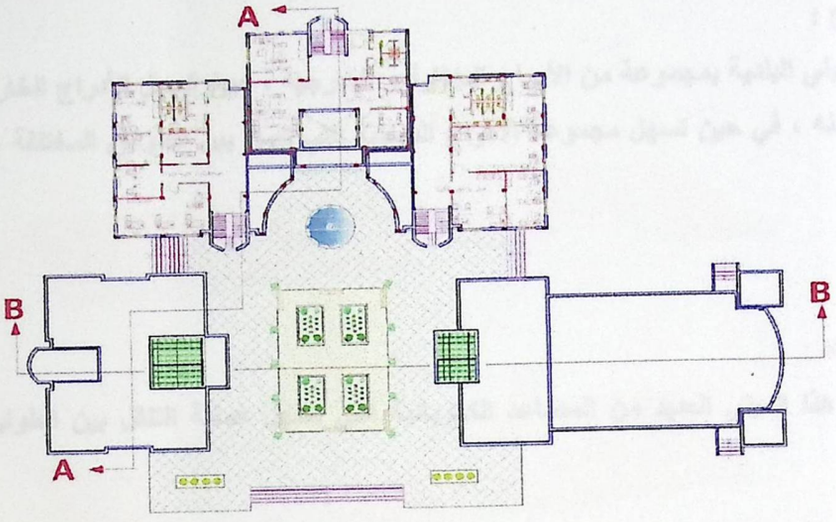
الداخل لهذا الطابق لا يجد صعوبة في قراءته،حيث تبلغ المساحة المقترحة لهذا الطابق حوالي (٨٥١,٦٤٥م^{٢}) تقريبا ، بارتفاع (٣.٥٠م) ، أنظر الشكل (٢- ٥) ، وتم تقسيم الفعاليات المختلفة في هذا الطابق بشكل مناسب .

وتتوزع هذه المساحة على الفعاليات الرئيسية التالية :-

- منطقة الإدارة :تحتوي هذه المنطقة على مكتب رئيس البلدية،مكتب للسكرتير ، سكرتارية وانتظار،بالإضافة إلى مطبخ صغير للخدمة و حمامات .

•قسم الكمبيوتر :يحتوي هذا القسم على مجموعة من المكاتب بالإضافة إلى منطقة للمراقبة وحمامات تخدم كلا الجنسين .

•قسم التنظيم و التخطيط :يحتوي هذا القسم على مجموعة من المكاتب بالإضافة إلى منطقة للمراقبة و حمامات تخدم كلا الجنسين .



الشكل (٢-٥) المسقط الأفقي للطابق الثالث .

٢- ٩ النواحي المعمارية :-

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

٢- ٩ - ١ العناصر المعمارية :-

إن البناء المقترح لهذا المشروع هو عبارة عن بناية مكونة من أربعة طوابق حيث يحتوي هذا المبنى على مكاتب و أدراج و ممرات و مصاعد والكثير من العناصر المعمارية التي سيتم تفصيلها في ما يلي:

١- المكاتب :

يوجد في هذه البلدية الكثير من المكاتب التي تتعدد استخداماتها حيث يمكن أن تكون هذه المكاتب لرؤساء أو موظفين .

٢- الأدراج :

لقد زود مبنى البلدية بمجموعة من الأدراج الداخلية و الخارجية ، حيث تسهل الأدراج الخارجية الدخول للمبنى و الخروج منه ، في حين تسهل مجموعة الأدراج الداخلية التي تصل بين الطوابق المختلفة عملية التنقل بين هذه الطوابق .

٣- المصاعد :

يتوفر في هذا المبنى العديد من المصاعد الكهربائية التي تسهل عملية التنقل بين الطوابق المختلفة للمبنى.

٢- ٩ - ٢ الحركة في المبنى :-

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

•الحركة خارج البلدية :-

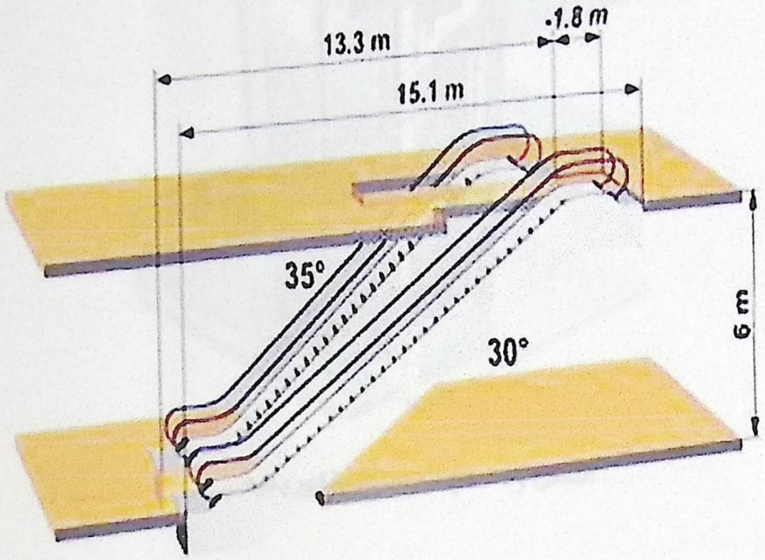
هي حركة الموظفين والمواطنين بالإضافة إلى حركة السيارات ، وهذه الحركة صممت على أساس تجنب أي تقاطع قد يحدث بين السيارات وذلك بالاعتماد على تصميم طريق باتجاه واحد حيث لا تضطر أي سيارة تدخل الموقع إلى الرجوع من نفس الطريق .

•الحركة داخل البلدية :-

تنقسم الحركة داخل المبنى إلى نوعين هما : -

•الحركة الأفقية: -

تتم من خلال ساحة كبيرة تتفرع منها إلى الأدراج الداخلية وبيت الدرج والمصاعد الكهربائية التي تسهل الحركة ما بين طوابق المبنى، و تتوزع إلى الأقسام المختلفة داخل الطابق الواحد، ومن الملاحظ أن الحركة الأفقية تتم في جميع الطوابق بشكل خطي من خلال ممر بين الفراغات مع وضوح الحركة وسهولتها.انظر الشكل (٦-٢)

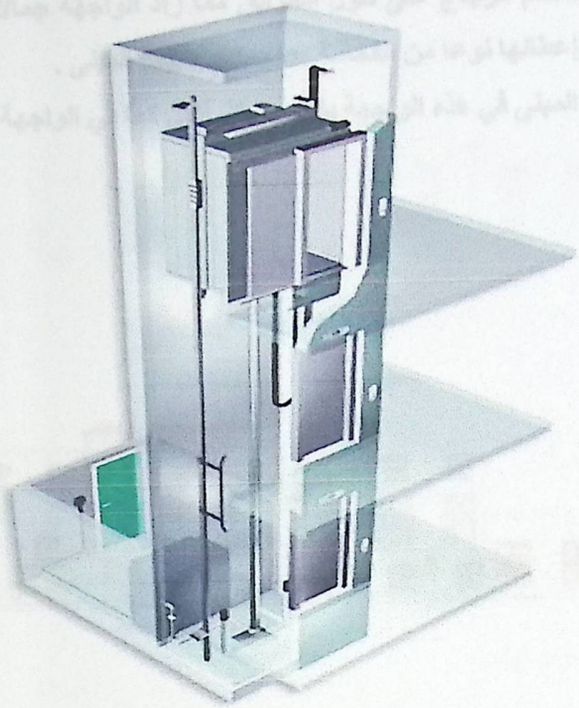


الشكل (٢-٦) الأدراج الكهربائية .

•الحركة الرأسية(العمودية) :-

تتم من خلال الأدراج والمصاعد الكهربائية ، وهذا بدوره يسهل الحركة الأفقية داخل الطوابق والحركة الراسية (العمودية) بين طابق وآخر.

وهذا ما يوضحه الشكل(٢-٧) .



الشكل (٢- ٧) المصاعد الكهربائية .

٢- ١٠ الواجهات :-

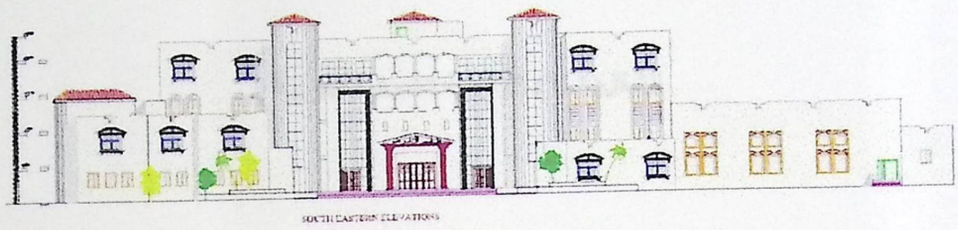
إن الواجهات المنبثقة عن أي تصميم تعطي الانطباع الأول عن المبنى، حيث يظهر من خلال التصميم المعماري لواجهات هذا المشروع استخدام الطراز الحديث والتكنولوجيا الحديثة من خلال وجود تداخل في الكتل الرأسية والأفقية واستخدام الكتل الزجاجية الكبيرة المكونة من الألمنيوم والزجاج.

•الواجهة الجنوبية الشرقية (الواجهة الرئيسية):-

هذه الواجهة هي الواجهة الرئيسية وفيها المدخل الرئيسي للمبنى الذي يطل على الشارع الرئيسي.
والناظر لهذه الواجهة يرى استخدام الطراز الحديث في المباني المتمثل في استخدام الكتل الزجاجية الكبيرة المكونة من الألمنيوم والزجاج وهذا يسهم بشكل كبير في توفير الإضاءة، ووجود التداخل في الكتل الأفقية والرأسية، كما يلاحظ استخدام أكثر من نوع من الحجر لتمييز موقع الفتحات من جهة وإعطاء منظر جمالي فريد من جهة أخرى

حيث تميزت هذه الواجهة باستخدام الزجاج على طول الطوابق مما زاد الواجهة جمالا ملحوظاً، وجعل لها طابعاً مميزاً ولمسة معمارية رائعة وإعطائها نوعا من الفخامة مما يعكس طبيعة المبنى .

ومن الجدير ذكره أن المبنى في هذه الواجهة يظهر بشكل أفقي كما في الواجهة الشمالية.



الشكل (٢- ٨) الواجهة الجنوبية الشرقية .

•الواجهة الشمالية الغربية :-

في هذه الواجهة يظهر بعض التداخلات كما يظهر الاختلاف في المناسيب في المبنى بحيث يضفي 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.

الشكل(٢-٩) الواجهة الشمالية الغربية .

•الواجهة الشمالية الشرقية :-

في هذه الواجهة يظهر استمرارية طوابق المبنى حتى الطابق الأخير مع وجود بعض التداخلات في المبنى مما أضفى جمالا ملحوظا على المبنى , واستخدم هنا أيضا نفس نوع الحجر المستخدم في الواجهات الأخرى كما تم ترتيب الفتحات والشبابيك كما في الواجهات الأخرى.

الشكل(٢-١٠) الواجهة الشمالية الشرقية .

•الواجهة الجنوبية الغربية :-

في هذه الواجهة يظهر استمرارية طوابق المبنى حتى الطابق الأخير ، واستخدم هنا أيضا نفس نوع الحجر المستخدم في الواجهات الأخرى كما تم ترتيب الفتحات والشبابيك كما في الواجهات الأخرى.

الشكل(٢-١١) الواجهة الجنوبية الغربية.

٣

الفصل الثالث

الوصف الانشائي

٣-١ المقدمة .

٣-٢ هدف التصميم الإنشائي .

٣-٣ الدراسات النظرية والتحليل وطريقة العمل .

٣-٤ الاختبارات العملية .

٣-٥ الأحمال .

٣-٦ العناصر الإنشائية .

٣-٧ البرامج الحاسوبية المستخدمة .

٣-١ المقدمة :-

لأي مشروع يجب أن يكون هناك وصف متكامل له حتى تكون الصورة واضحة تماما 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 الهياكل 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 الموضوعة ، ولذلك فأن هذا يتطلب وصفاً شاملاً للعناصر الإنشائية المكونة للمشروع التي سيتم التعامل معها وتصميمها لاحقا في بنود هذا المشروع من أجل الوصول إلى تصميم إنشائي كامل .

وفي هذا الفصل سوف يتم وصف العناصر الإنشائية المكونة للمشروع .

٣-٢ هدف التصميم الإنشائي :-

إن الهدف العام من التصميم الإنشائي لأي مشروع هو الحصول على مبنى آمن من جميع النواحي الهندسية والإنشائية ، ومقاوم لجميع المؤثرات الخارجية من زلازل ، رياح ، ثلوج ، 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 فان التصميم الإنشائي الذي يراد القيام به في مشروعنا هو تصميم المقاطع الإنشائية للعناصر الحاملة بتطبيق الكود الأمريكي ((Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI)) .

وباستخدام مجموعة من البرامج المحوسبة لإتمام المشروع بشكل متكامل ومترابط و الحصول في النهاية على مبنى مقاوم لمختلف القوى الواقعة علية و تقديم مخططات تنفيذية متكاملة للمشروع .

وبالتالي يتم تحديد العناصر الإنشائية بناء على :-

- عامل الأمان (Safety Factor): و يتحقق هذا العامل من خلال اختيار مقاطع إنشائية قادرة على تحمل كافة القوى و الأحمال و الاجهادات الواقعة عليها .
- التكلفة الاقتصادية (Economical Cost): و يتحقق هذا العامل بالاعتماد على نوع المواد المستخدمة في البناء بحيث تكون مناسبة من حيث التكلفة و تلبي الغرض المستخدمة لأجله .
- حدود صلاحية المبنى للتشغيل (Serviceability): من حيث تجنب أي هبوط زائد (Deflection) و تجنب التشققات (Cracks) المثيرة لإزعاج المستخدمين .
- الشكل و النواحي الجمالية للمنشأ .

٣-٣ الدراسات النظرية والتحليل وطريقة العمل :-

إن من أهم الأعمال اللازمة للقيام بعملية التحليل و التصميم هي القيام بالدراسة النظرية للمشروع للوصول إلى أفضل ما يكون من عمليات التحليل و التصميم ، و يكون ذلك بعد دراسة العناصر الإنشائية بشكل كامل للمبنى و تحديد الأحمال الواقعة على كل عنصر للوصول إلى التصميم المتين و الأمن و طريقة العمل المناسبة .

٣-٤ 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 ثقوب استكشاف في التربة بأعداد وأعماق مدروسة ، وأخذ العينات المستخرجة من أرض الموقع لعمل فحوصات التربة اللازمة عليها .

٣-٥ الأحمال :-

الأحمال هي مجموعة القوى التي تؤثر على المنشأ و يتم تصميم المنشأ ليتحملها . إن أي مبنى يتعرض لعدة أنواع من الأحمال يجب حسابها بدقة عالية لان 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 .

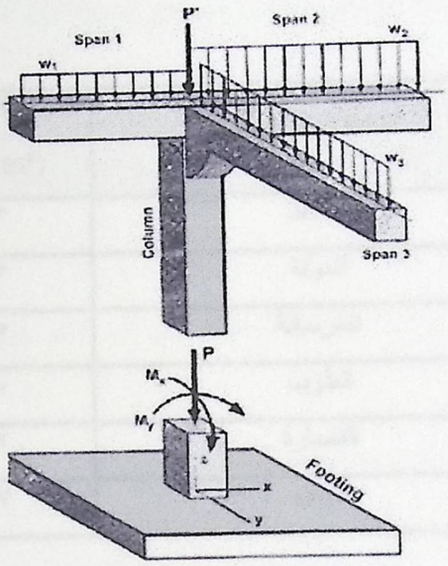
ويمكن تصنيف الأحمال المؤثرة على أي منشأ كالتالي :-

٣-٥-١ الأحمال الرئيسية (المباشرة) (Main Loads) , و هذه الأحمال تتضمن :

- الأحمال الميتة (Dead Loads – DL) .
- الأحمال الحية (Live Load – LL) .

وهي الأحمال الناتجة من طبيعة الاستخدام لهذه المباني و حملها بالسكان والأثاث المتنوع .

- الأحمال البيئية.



الشكل (٣-١) انتقال الأحمال .

٣-٥-٢ 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 .

٣-٥-٢-١ الأحمال الميتة :-

هي الأحمال الناتجة دائما عن وزن العناصر الإنشائية ، كالأوزان على مختلف أنواعها ، سواء الأوزان الذاتية للمنشأ ، أو أوزان العناصر الثابتة فوقها ، وتعتبر هذه الأحمال ذات تاثير دائم على المبنى ، أو قوى 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 ، ومواد العزل ، و الحجارة المستخدمة في تغطية المبنى من الخارج، و القصارة ، و التمديدات الكهربائية والصحية و الأتربة المحمولة . والجدول رقم (٣-١) يوضح الكثافات النوعية لكل المواد المستخدمة .

الرقم المتسلسل	المادة المستخدمة	الكثافة المستخدمة (KN/m^3)
١	البلاط	٢٣
٢	المونة	٢٢
٣	الخرسانة	٢٥
٤	الطوب	١٠
٥	القصارة	٢٢
٦	الرمل	١٧

الجدول (٣-١)الكثافة النوعية للمواد المستخدمة في العناصر الانشائية.

٣-٥-٢-٢ الأحمال الحية :-

هي الأحمال التي تتعرض لها الأبنية و الإنشاءات بحكم استعمالاتها المختلفة ، أو استعمالات أي جزء منها ، بما في ذلك الأحمال الموزعة و المركزة ، وأحمال القصور الذاتي . و هي أحمال متغيرة من حيث المقدار و الموقع خلال عمر المبنى ، كما أنها تؤثر بشكل راسي و توضع بشكل مؤقت و يمكن نقلها.

ويمكن تصنيفها كالتالي :-

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

و اعتمادا على الكود الأردني تم تحديد الحمل الحي ب $4\ KN/m^2$.

ويبين الجدول (٣-٢) قيم الأحمال الحية الواقعة على كل عنصر في المبنى اعتماداً على كود الأحمال والقوى الأردني :

رقم البند	نوع المساحات (Type of Area)	Live Loads (KN/m^2)
1	مساحات بمقاعد غير ثابتة	3.6
2	قاعات التجمع بمقاعد ثابتة	4
3	المطابخ (Kitchen)	4.5
4	الأدراج (Stairs)	4.5
5	المكاتب (Offices)	2.50
6	الممرات (Corridors)	4.5
7	المصعد (Elevator)	10.00
وقواطع الطوب (Partitions) مقدارها ($2.3\ KN/m^2$)		

جدول (٣-٢) يبين الأحمال الحية في المباني المختلفة .

٣-٥-٢-١ الأحمال البيئية :-

وهي الأحمال الناتجة عن العوامل البيئية ، وتشمل أحمال الثلوج وأحمال الهزات الأرضية وأحمال التربة ، وهذه الأحمال تعتبر أحمالا متغيرة من ناحية المقدار و الموقع . وأحمال الرياح تكون متغيرة في الاتجاه ، وتعتمد على وحدة المساحة التي تواجهها ، بحيث تقوم دوائر الأرصاد الجوية بتحديد هذه القيم . و العناصر التي يعتمد عليها في تحديد هذه الأحمال هي السرعة ، والارتفاع للمبنى ، وأهمية هذا المبنى بالإضافة إلى عوامل أخرى لها علاقة بالموضوع ، وفيما يلي بيان كل حمل على حدى :-

١ - أحمال الثلوج :-

هي الأحمال التي يمكن أن يتعرض لها السقف بفعل تراكم الثلوج ، و يمكن تقييم أحمال الثلوج على الأسس التالية :

- ارتفاع المنشأ عن سطح البحر .
- ميلان السطح المعرض لميلان الثلوج .
- لقد تم اعتماد حمل حي يبلغ(4 KN/m^2) للأسقف و هذه القيمة أعلى من قيمة الثلوج و لذلك سوف يتم اخذ الحمال الحية فقط بعين الاعتبار .

٢ - أحمال الرياح :-

عبارة عن قوى أفقية تؤثر على الواجهات الخارجية للمبنى و قوى عمودية تؤثر على أسقف المبنى، و تكون موجبة إذا كانت ناتجة عن ضغط و سالبة إذا كانت ناتجة عن شد ، و تقاس بوحدة الضغط . و تحدد أحمال الرياح اعتمادا على سرعة الرياح القصوى و ارتفاع المبنى عن سطح الأرض ، و الموقع من حيث الإحاطة من مباني سواء كانت مرتفعة أم منخفضة ، و العديد من العوامل الأخرى . أحمال الزلازل أعلى من أحمال الرياح و لذلك سوف يتم اخذ أحمال الزلازل فقط بعين الاعتبار .

و سيتم اعتماد الكود الألماني (DIN 1055-5) للحصول على قيم قوى الرياح الأفقية ، وهذا يظهر جليا في المعادلة التالية :

$$q = \frac{v^2}{1600}$$

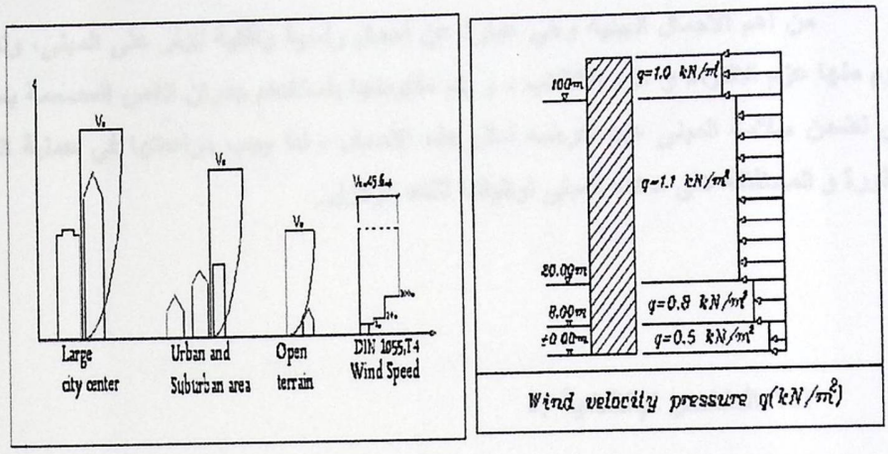
حيث أن :-

q : الضغط الديناميكي للرياح (Wind Velocity Pressure) على ارتفاع محدد من منسوب سطح الأرض المحيطة و وحدته (KN/m^2) .

v : السرعة التصميمية للرياح (m/sec) .

Table (3-3) : Wind Velocity Pressure (q) According To The German Code (DIN 1055-5)

Height Above the surface . [m]	0 to 8	>8 to 20	>20 to 100	>100
Wind Speed . [m/sec]	28.3	35.8	42	45.6
Wind Velocity Pressure (q). [KN/m²]	0.50	0.80	1.1	1.30



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

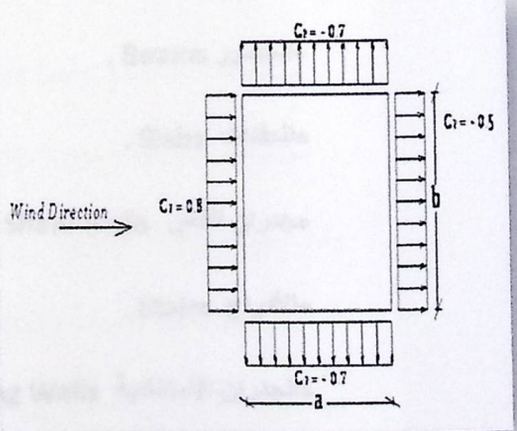
- **Wind Resultant :-**

W =Cp *q [KN/m²]

W=Cp *q *A [KN]

Cp : External Pressure Coefficient .

A: Exposure Area .



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

- **External Pressure Coefficient (Cp):-**

Cp = + 0.80 (pressure , Wind Ward)

Cp = - 0.50 (section , Lee Ward)

Cp = - 0.70 (section , Sideward) , for ..... h/a > 0.50

Cp = - 0.50 (section Sideward) , for ..... h/a ≤ 0.50

٣- أحمال الزلازل :-

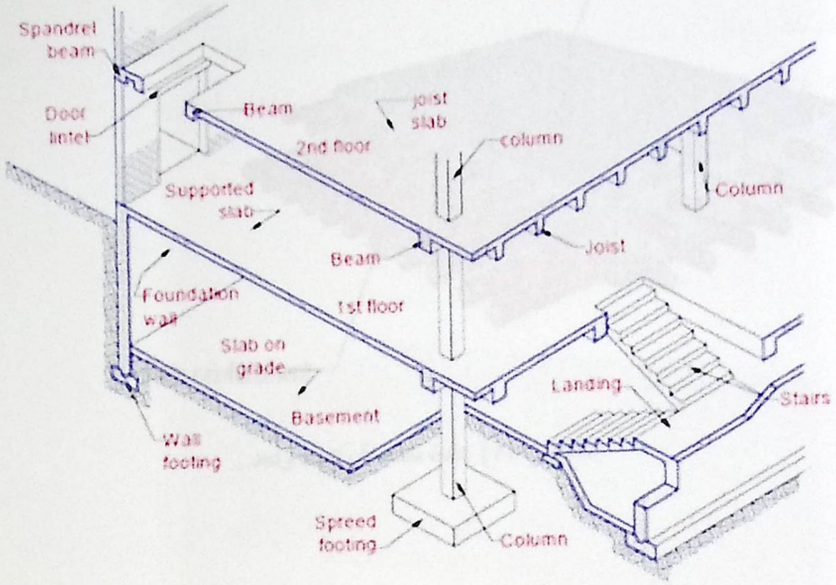
من أهم الأحمال البيئية وهي عبارة عن أحمال رأسية وأفقية تؤثر على المبنى، وتؤدي إلى تولد عزوم منها عزم الالتواء و عزم الانقلاب ، و يتم مقاومتها باستخدام جدران القص المصممة بمقطع و تسليح كافي تضمن سلامة المبنى عند تعرضه لمثل هذه الأحمال ، لذا يجب مراعاتها في عملية التصميم لتقليل الخطورة و المحافظة على ادعاء المبنى لوظيفته أثناء الزلازل .

٣-٦ العناصر الإنشائية :-

تتكون جميع المباني عادة من مجموعة من العناصر الإنشائية التي تتكاتف لكي تحافظ على استمرارية وجود المبنى وصلاحيته للاستخدام البشري ، ومن أهم هذه العناصر : -

- الأساسات Foundations .
- الأعمدة Columns .
- الجسور Beams .
- العقدات Slabs .
- جدران القص Shear walls .
- الأدراج Stairs .
- الجدران الاستنادية Retaining Walls .
- الجدران الحاملة Bearing Walls .
- فواصل التمدد System Joints

يوضح هذا المخطط بعض العناصر الإنشائية الموجودة في المبنى :-



الشكل (٣-٤) رسم توضيحي للعناصر الإنشائية .

٣-٦-١ العقدات (البلاطات) :-

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

ويوجد أنواع مختلفة وعديدة شائعة الاستعمال من البلاطات الخرسانية المسلحة ، منها ما يلي :

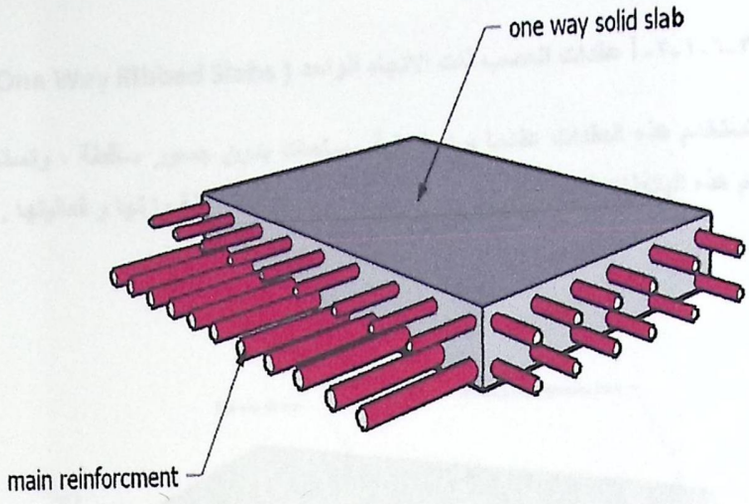
- العقدات المصمتة (Solid Slabs) .
- العقدات المفرغة (Ribbed Slabs) .

وفيما يلي بيان لهذه الأنواع :-

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

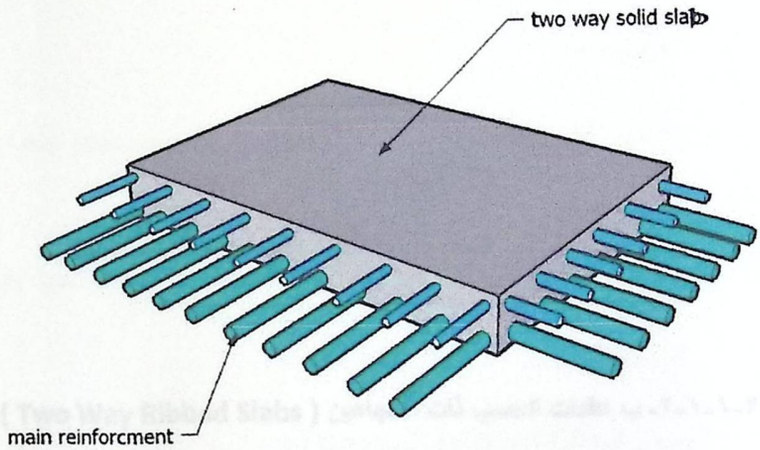
وينقسم هذا النوع إلى قسمين وهما :-

- العقدات المصمتة في اتجاه واحد (One Way Solid Slabs) .



الشكل (٣-٥) عقدة مصمتة باتجاه واحد .

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



الشكل (٣-٦) عقدة مصمتة باتجاهين .

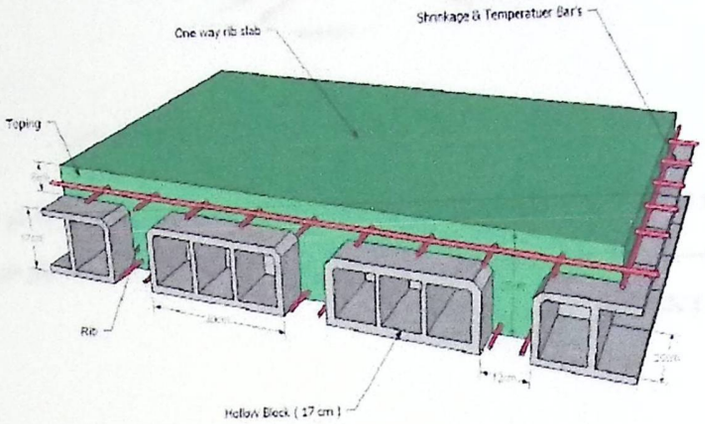
٣-٦-١-٢ العقدات المفرغة (Ribbed Slabs) :-

أما العقدات المفرغة فتقسم إلى قسمين هما :-

- عقدات عصب في اتجاه واحد (One Way Ribbed Slabs) .
- عقدات عصب في اتجاهين (Two Way Ribbed Slabs) .

٣-٦-١-٢- أ عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد (One Way Ribbed Slabs) :-

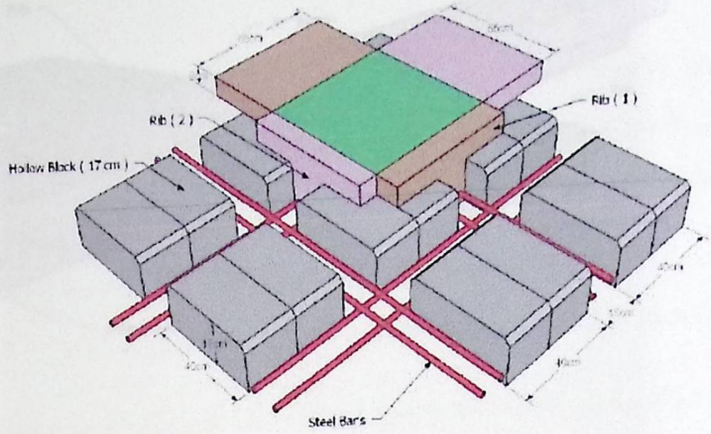
تستخدم هذه العقدات عندما يراد تغطية مساحات بدون جسور ساقطة ، وتستخدم لبحور طويلة ، ويتم استخدام هذه البلاطات في جميع طوابق هذا المشروع ، وذلك لخفة وزنها و فعاليتها .



الشكل (٣-٧) عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد .

٣-٦-١-٢- ب عقدات العصب ذات الاتجاهين (Two Way Ribbed Slabs) :-

عقدات العصب ذات الاتجاهين تستخدم في حالة المساحات الكبيرة نسبيا خاصة عندما تكون مسافات البحور للعقدة متقاربة و تكون المسافات أكثر من 6م .



الشكل (٣-٨) عقدات العصب ذات الاتجاهين .

ونظرا لوجود العديد من الفعاليات في هذا المشروع ، وتنوع المتطلبات المعمارية تم اختيار نوعين من العقدات كل حسب ما هو ملائم لطبيعة الاستخدام حيث تم اختيار العقدات المفرغة بنوعيها ، والذي سيوضح في التصاميم الإنشائية في الفصول اللاحقة .

٣-٦-٢ الجسور :-

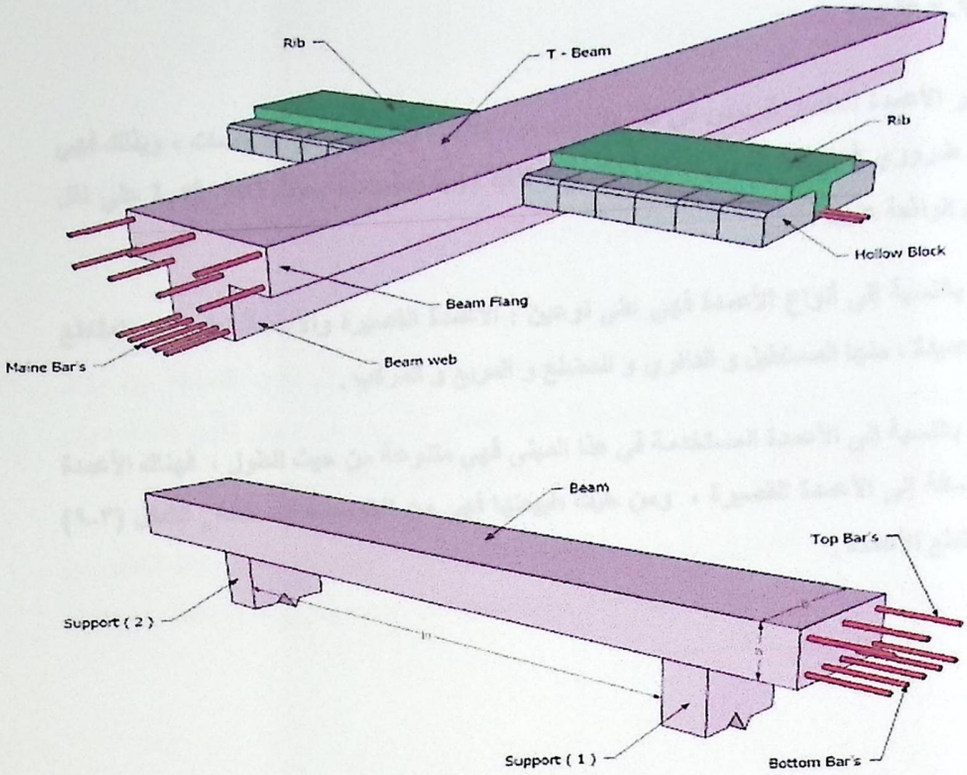
وهي عناصر إنشائية أساسية في نقل الأحمال من الأعصاب داخل العقدة إلى الأعمدة ، وهي نوعان :-

- الجسور المسحورة :- عبارة عن الجسور المخفية داخل العقدات بحيث يكون ارتفاعها مساو لارتفاع العقدة .

- الجسور الساقطة (Dropped Beams) :-

عبارة عن تلك الجسور التي يكون ارتفاعها اكبر من ارتفاع العقدة ويتم إبراز الجزء الزائد من الجسر في احد الاتجاهين : السفلي (Down Stand Beam) أو العلوي (Up stand Beam) بحيث تسمى هذه الجسور T- section ، L - section.

ونظرا للتوزيع الجيد القوى المؤثرة على السطح ومن ثم على الأعمدة و الجسور ، فقد استخدمنا الجسور المسحورة مع مراعاة عامل التقوس(الانحناء) (Limitation of Deflection) ، كما استخدمنا الجسور الساقطة .



الشكل (٣-٩) أشكال الجسور .

تستخدم الجسور في المباني للأغراض التالية :

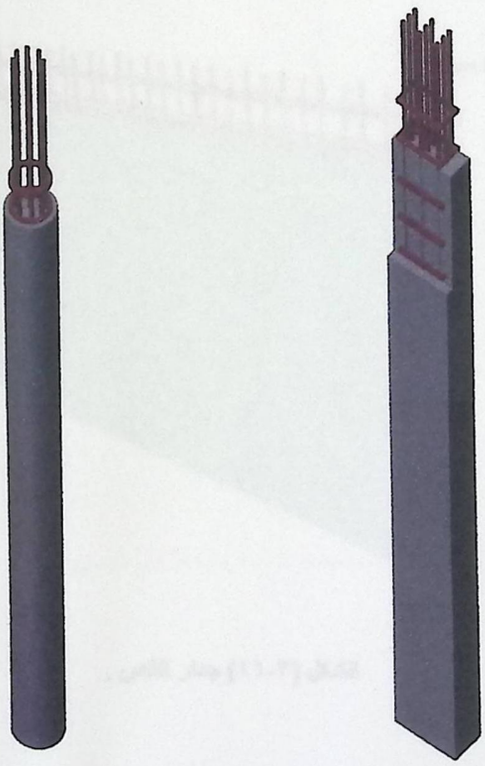
- توضع الجسور تحت الحوائط لتحميل الحائط عليها تجنبا لتحميله مباشر على البلاطة الخراسانية الضعيفة .
- توضع الجسور أعلى الحوائط للتعتيب عليها وفي هذه الحالة يكون عمق الجسر كاف للنزول حتى منسوب الأعتاب ويمكن أن تكون مساوية أو اكبر من سمك الحائط .
- تقليل طول الانبعاج للأعمدة .
- تقسيم البلاطات الخراسانية ذات المساحات الواسعة إلى أجزاء كل جزء منها بمساحة يمكن تصميمها لتصبح بسمك وتسليح اقتصادي .
- تربيط الأعمدة مع بعضها وذلك لعمل مفعول الإطارات (Frames)

٣-٦-٣ الأعمدة :-

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

أما بالنسبة إلى أنواع الأعمدة فهي على نوعين : الأعمدة القصيرة والأعمدة الطويلة . ولمقاطع الأعمدة أشكال عديدة ، منها المستطيل و الدائري و المضلع و المربع و المركب .

وأما بالنسبة إلى الأعمدة المستخدمة في هذا المبنى فهي متنوعة من حيث الطول ، فهناك الأعمدة الطويلة ، بالإضافة إلى الأعمدة القصيرة ، ومن حيث طبيعتها فهي من الخرسانة المسلحة , الشكل (٣-٩) يبين عدد من مقاطع الأعمدة .



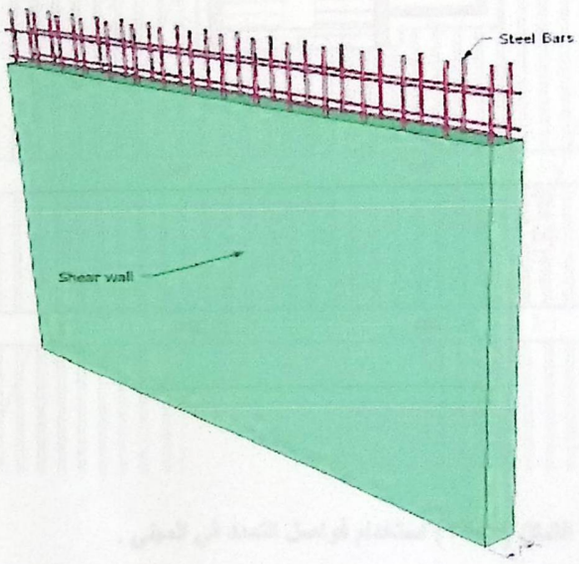
الشكل (٣-١٠) يبين أنواع الأعمدة المستخدمة .

٣-٦-٤ الجدران الخرسانية (جدران القص) :-

وهي عناصر إنشائية حاملة تقاوم القوى العمودية والأفقية الواقعة عليها وتستخدم بشكل أساسي لمقاومة الأحمال الأفقية مثل قوى الرياح والزلازل وتسمى جدران القص (shear walls) ، وهذه الجدران تسلح بطبقتين من الحديد حتى تزيد من كفاءتها على مقاومة القوى الأفقية .

وتعمل هذه الجدران على تحمل الأوزان الرأسية المنقولة إليها ، كما تعمل على مقاومة القوى الأفقية التي يتعرض لها المنشأ ، ويجب توفرها في الاتجاهين مع مراعاة أن تكون المسافة بين مركز المقاومة الذي تشكله جدران القص في كل اتجاه ومركز الثقل للمبنى أقل ما يمكن ، وان تكون هذه الجدران كافية لمنع أو تقليل تولد العزوم وآثارها على جدران المبنى المقاومة للقوى الأفقية .

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



الشكل (٣-١١) جدار القص .

٣-٦-٥ فواصل التمدد :-

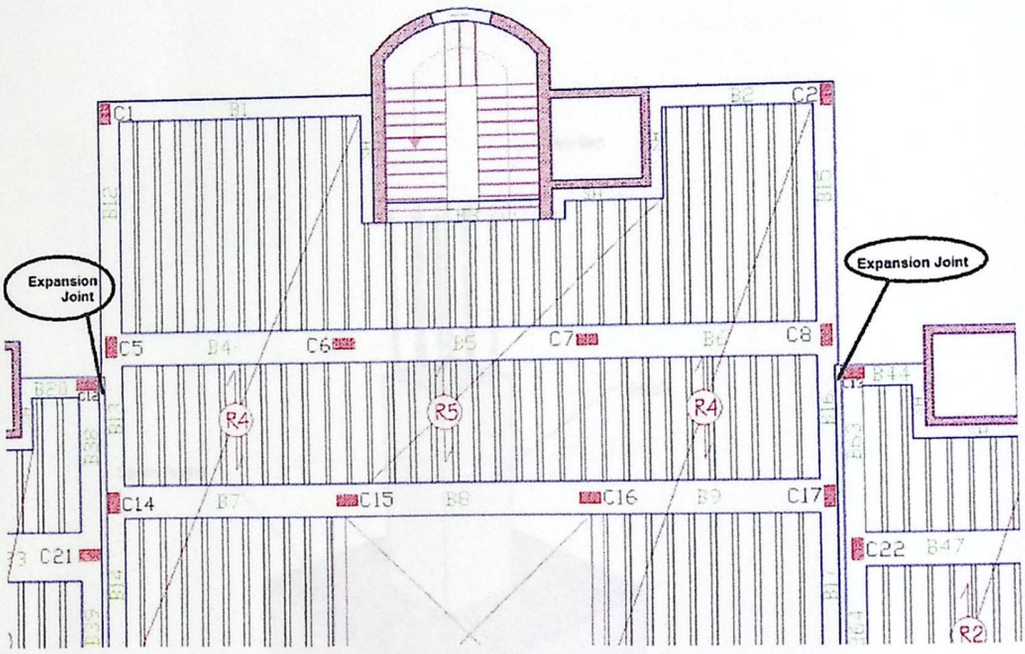
تنفذ في كتل المباني ذات الأبعاد الأفقية الكبيرة أو ذات الأشكال والأوضاع الخاصة فواصل تمدد حراري أو فواصل هبوط ، وقد تكون الفواصل للغرضين معا. وعند تحليل المنشآت لدراستها كمقاوم لأفعال

الزلازل تدعى هذه الفواصل بالفواصل الزلزالية ، ولهذه الفواصل بعض الاشتراطات والتوصيات الخاصة بها وفقاً لما يلي :-

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

- (٤٠ م) في المناطق ذات الرطوبة العالية .
- (٣٦ م) في المناطق ذات الرطوبة العادية .
- (٣٢ م) في المناطق ذات الرطوبة المتوسطة .
- (٢٨ م) في المناطق الجافة .
- يجب أن لا يقل عرض الفاصل عن (٣ سم) .

وقد تم استخدام الفواصل في المبنى كما يظهر في الشكل (3-11)



الشكل (٣-١٢) استخدام فواصل التمدد في المبنى .

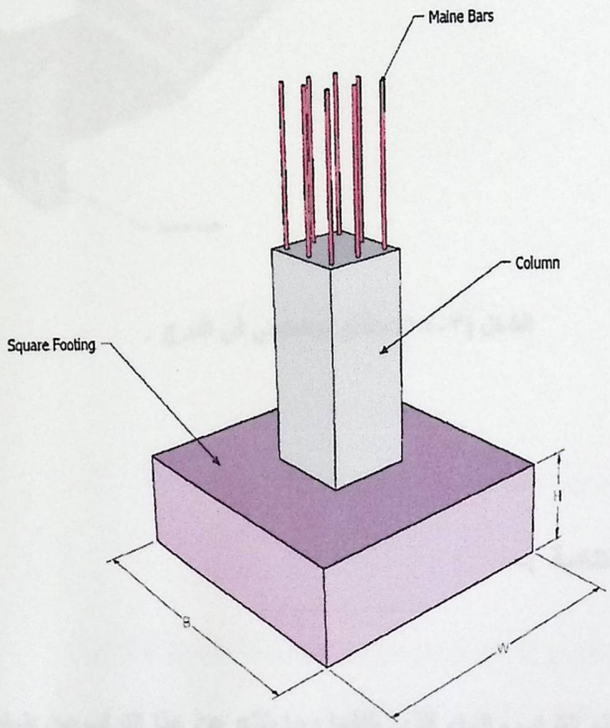
٣-٦-٦ الأساسات :-

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

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

وتكون هذه الأحمال هي الأحمال التصميمية للأساسات ، وبناءا على الأحمال الواقعة عليها وطبيعة الموقع يتم تحديد نوع الأساسات المستخدمة ، ومن المتوقع استخدام أساسات من أنواع مختلفة وذلك تبعا لقوة تحمل التربة والأحمال الواقعة على كل أساس ، ونظرا لما يتخذه هيكل هذا المنشأ من شكل أفقي ليتلاءم وطبوغرافية الموقع .

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

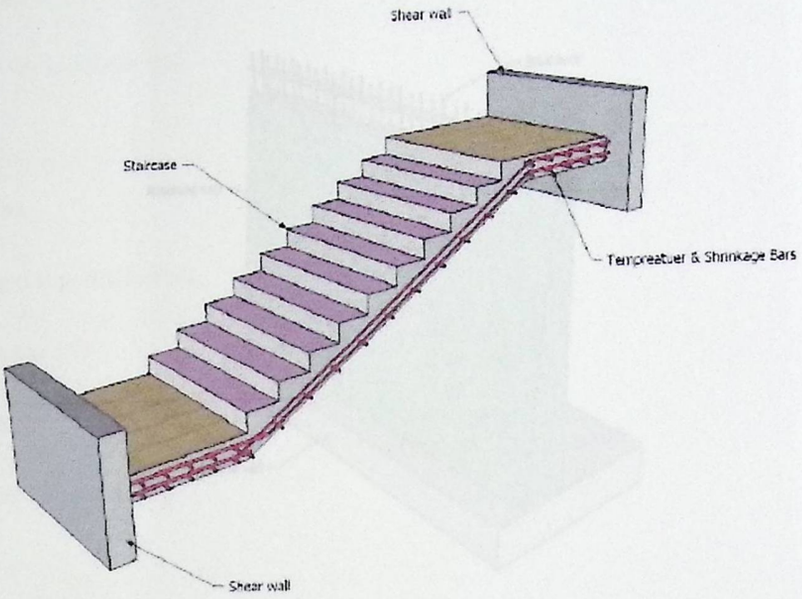


الشكل (٣-١٣) شكل الأساس المنفرد .

٣-٦-٧ الأدراج :-

الأدراج 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 إنشائيا باعتباره عقدة مصمتة في اتجاه واحد ، وتم استخدامها في مشروعنا بشكل واضح موزعة على أرجاء المشروع .

والشكل (٣-١٣) يبين شكل الدرج و طريقة تسليحه .



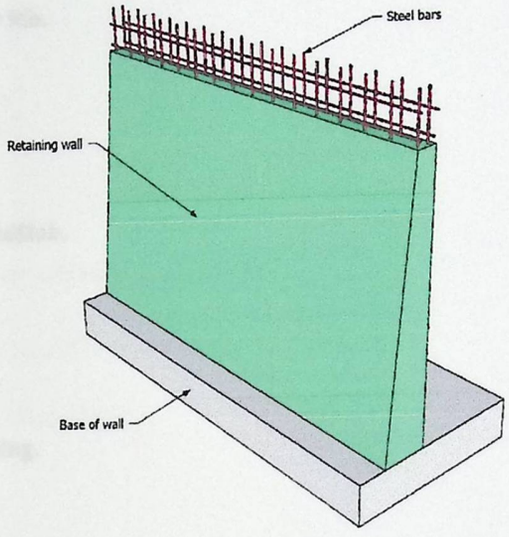
الشكل (٣-١٤) مقطع توضيحي في الدرج .

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 راسيا وضغوط التربة الأفقية وقوى الرفع من المياه الجوفية . ويمكن أن تنفذ الجدران الإستنادية من الخرسانة المسلحة أو العادية 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 (٣-١٥) جدار استنادي .

٣-٧ البرامج الحاسوبية المستخدمة :-

- AUTOCAD 2007 : و ذلك لعمل الرسومات المفصلة للعناصر الإنشائية.
- ATIR: للتصميم الإنشائي للعناصر الانشائية.
- Etabs
- Safe
- Microsoft Office 2007 :

تم استخدامه في أجزاء مختلفة من المشروع مثل كتابة النصوص و التنسيق و إخراج .

4-1 Introduction.

4-2 Determination of Slab Thickness.

4-3Topping Design.

4-4 Determination of Loads for Rib.

4-5 Design of Rib.

4-6 Design of Beam.

4-7 Design of Two – way RibbedSlab.

4-8 Design of Column (C1).

4-9 Design of Isolated Footing.

4-10 Design of Combined Footing.

4-11 Design of Stair.

4-12 Design of Shear Wall.

4.1 Introduction:-

The project consists of several structural elements that will be designed according to the ACI code and by using the finite ele method using much of computer software such as "ATIR" and "STAADpro" to find the internal forces, deflections and moments f all structural element in order to design them.

4.2 Determination of Slab Thickness:-

According to ACI-Code-318-05, the minimum thickness of nonprestressed beams or one way slabs unless deflections are computed follow:

- For one-end continuous $h_{min}= \frac{L}{18.5}$:

$h_{min}= \frac{585}{18.5}$ =31.62*cm*.

- For both-end continuous $h_{min}= \frac{L}{21}$:

$h_{min}= \frac{535}{21}$ =25.5 *cm*.

The minimum ribbed slab thickness will be h_{min}=316.2 *mm*.

Take slab thickness h =320*mm*>h_{min}=255*mm* .

h =32*cm* (24*cm* Hollow Block + 8 *cm*Topping).

4.3Topping design:-

Dead load calculations:

Dead load from		*KN/m*
Tiles	0.03*23=	0.69
Mortar	0.03*22=	0.66
Coarse sand	0.07*17=	1.19
Topping	0.08*25=	2
Interior partitions	2.3=	2.3
	Σ	6.84

*Live load calculations: 4*1=4*KN/m*

*Total factored load $w_u = 1.2 * 6.84 + 1.6 * 4 = 14.608\ KN/m$

$M_u = \frac{w_u l^2}{12} = \frac{14.608 * 0.4^2}{12} = 0.195 KN.m/m$ of strip width.

$\emptyset M_n \geq M_u - strength\ condition$, $where\ \emptyset = 0.55 -$ for plain concrete .

$M_n = 0.42\lambda\sqrt{f_c'}S_m$

; Where$S_m = \frac{bh^2}{6} = 1000 * 80 * \frac{80}{6} = 1066666.67 mm^3$

$M_n = 0.42 * 1 * \sqrt{24} * 1066666.67 * 10^{-6} = 2.24KN.m$

$\emptyset M_n = 0.55 * 2.24 = 1.232KN.m \gg M_u = 0.195KN.m$

* So.. no reinforcement is required by analysis . according to ACI 10.5.4, provide $A_{s,min}$

for slabs as shrinkage and temperature reinforcement :

$A_s = \rho bt = 0.0018 * 1000 * 80 = 144mm^2/m$ strip.

Try bars Ø8 $with\ A_s = 50.27mm^2$

n =144/50.27=2.87

*Take 3Ø8/m or Ø8@300mm in both directions .

Step "S" is the smallest of:

1-3h =3*80=240mm (control)

2-450mm.

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

S≤$300\left(\frac{280}{\frac{2}{3}*420}\right)$=300 mm

S=200 $mm < S_{max} = 240\ mm - OK$

4.4 Determination of Loads for rib (R1):-

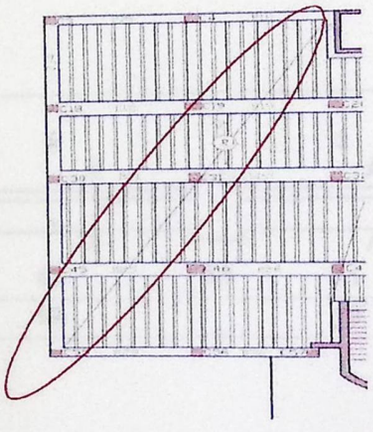


Figure (4-1):Rib One (R1).

4.4.1. a Determination of Dead loads:-

Type	γ_b h	KN/m
Tiles	0.03*0.52*23	0.359
Mortar	0.03*0.52*22	0.343
Sand	0.07*0.52*17	0.619
Topping	0.08*0.52*25	1.04
Hollow block	0.4*0.24*10	0.96
Plaster	0.03*0.52*22	0.343
R.C rib	0.12*0.24*25	0.72
Partitions	2.3*0.52	1.196
Sum	5.58	

4.4.1. b Determination of live loads:-

*Nominal Total live load = 4 * 0.52 = 2.08 *KN/m* of rib.

4.4.1. c Determination of factored dead and live loads:-

*Factored dead load = 1.2*Dead load = 1.2*5.58 = 6.696*KN/m.*

*Factored Live load = 1.6*live load = 1.6*2.08 = 3.328 *KN/m.*

4.5 Design of Rib:-

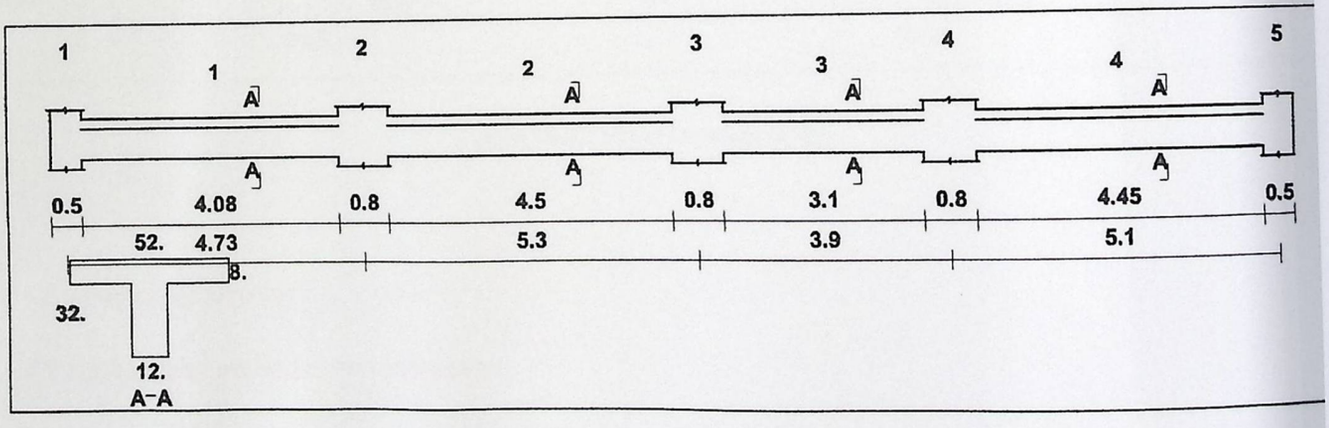


Figure (4-2): Rib geometry

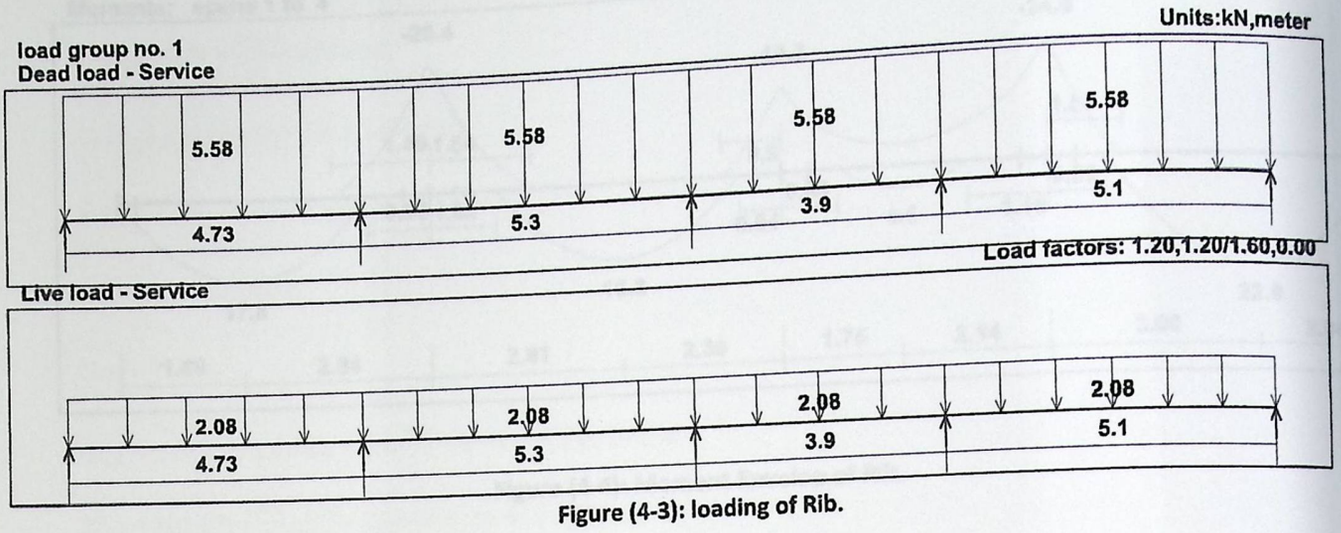


Figure (4-3): loading of Rib.

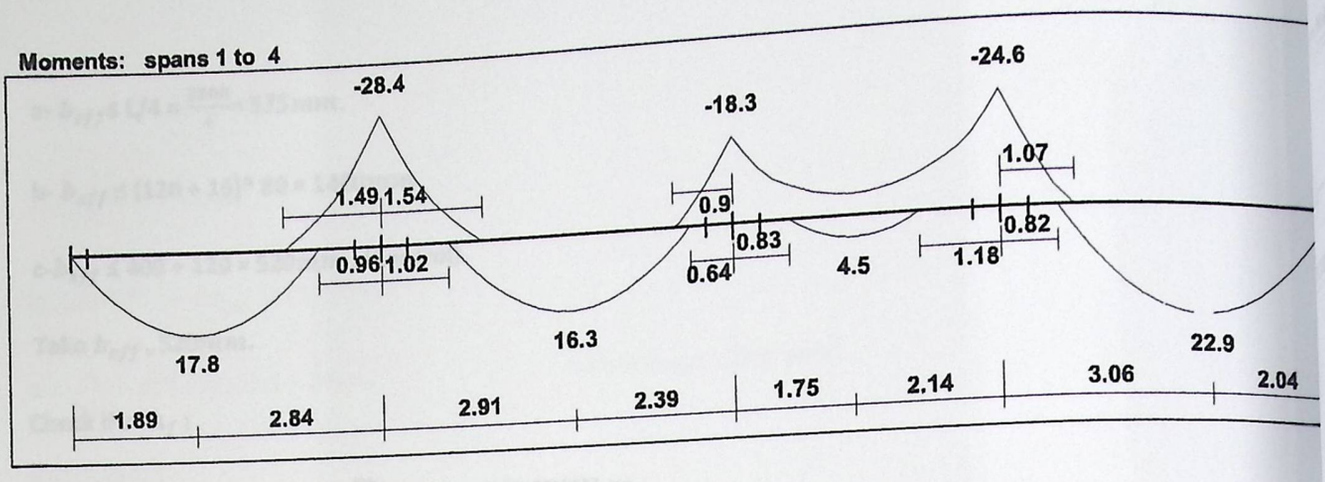


Figure (4-4): Moment Envelop of Rib.

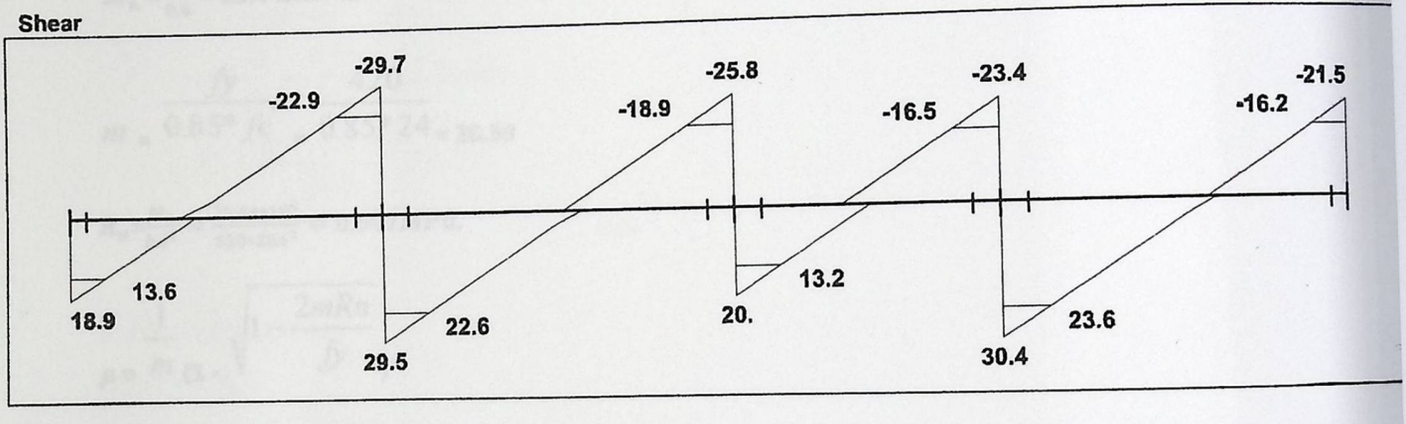


Figure (4-5): Shear Envelop of Rib.

4.5.1 Design forflexure:-

4.5.1.1 Design of rib for Positive moments:-

1- Mu = +22.9 $KN.m$:

Assume bardiameter Ø12for main positive reinforcement:

d =320 - 20 - 10 - ($\frac{12}{2}$) = 284 mm.

The effective flange width (b_{eff}) is the smallest of:

a- $b_{eff} \leq L/4 = \frac{2300}{4} = 575mm.$

b- $b_{eff} \leq (120 + 16) * 80 = 1400mm.$

c- $b_{eff} \leq 400 + 120 = 520mm$, (Control).

Take $b_{eff} = 520mm.$

Check if $> h_f$:

$M_{nf} = 0.85*24*520*80*(284-\frac{80}{2})*10^{-6} = 207.07KN.m.$

$M_{nf} = 207.07 >> \frac{Mu}{\emptyset} = \frac{22.9}{0.9} = 25.44KN.m \rightarrow a < h_f.$

*The section will be designed as rectangular section with $b = 520\ mm.$

$M_n = \frac{22.9}{0.9} = 25.44KN.m.$

$$m = \frac{fy}{0.85*fc'} = \frac{420}{0.85*24} = 20.59$$

$R_n = \frac{M_n}{bd^2} = \frac{25.44*10^6}{520*284^2} = 0.607MPa.$

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

$$\rho = \frac{1}{20.59}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(0.607)(20.59)}{420}}\right) = 0.00147$$

$A_s = 0.00147\ (520)\ (284) = 217.09\ mm^2$.

Check for $A_{s,min}$:

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

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(284) \geq \frac{1.4}{420}(120)(284))$$

جامعة بوليتكنك فلسطين
Palestine Polytechnic University
(PPU)
The Library المكتبة
Acc. ..... ١٢٠١٤ ..... الرقم التسلسل
Class. ..... رقم التصنيف

$As_{min} = 99.38 < 113.6$

$As_{min} = 113.6 mm^2$.

217.09 $mm^2 > As_{min} = 113.6 mm^2$.

n = $\frac{A_s}{A_{s,bar}}$ **= 217.09/113.1 = 2 bars** * Note $A_{\Phi 12}$= 113.1 mm^2.

Select 2Ø12:

- **Check for strain :**

  Tension = compression

  $A_s * f_y$= 0.85 * fc' * b * a

  $226.2 * 420 = 0.85 * 520 * 24 * a$

  $a = 8.96 mm$

  $c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{8.96}{0.85} = 10.54 mm$

  $\varepsilon_s = \frac{284 - 10.54}{10.5} * 0.003$

  $\varepsilon_s = 0.0778 > 0.005$ **OK**

2- Mu = +17.8 $KN.m$:

Check if $> h_f$:

M_{nf} = 0.85*24*520*80*(284-$\frac{80}{2}$)*10^-6 = 207.07$KN.m$.

M_{nf}= 207.07>>$\frac{Mu}{\emptyset}$ = 17.8/0.9 = 19.78$KN.m \rightarrow a < h_f$.

*The section will be designed as rectangular section with b = 520 mm.

M_n =$\frac{17.8}{0.9}$= 19.78$KN.m$.

$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24}$ = 20.59

R_n=$\frac{M_n}{bd^2} = \frac{19.78 * 10^6}{520 * 284^2} = 0.472 MPa$.

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

$$\rho = \frac{1}{20.59}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(0.472)(20.59)}{420}}\right) = 0.00114$$

$A_s = 0.00114\ (520)\ (284) = 168.36\ mm^2$.

Check for $A_{s,min}$:

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

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(284) \geq \frac{1.4}{420}(120)(284))$$

$$As_{\min} = 99.38 < 113.6$$

$$As_{\min} = 113.6 mm^2 .$$

$168.36\ mm^2 > As_{\min} = 113.6 mm^2$

$n = \frac{A_s}{A_{s,bar}} = 168.36/113.1 = 2$ bars

* Note $A_{\Phi 12} = 113.1\ mm^2$.

Select 2Ø12mm :

- **Check for strain :**

  Tension = compression

  $A_s * f_y = 0.85 * fc' * b * a$

$$226.2 * 420 = 0.85 * 520 * 24 * a$$

$$a = 8.96mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{8.96}{0.85} = 10.54mm$$

$$\varepsilon_s = \frac{284 - 10.54}{10.54} * 0.003$$

$$\varepsilon_s = 0.0778 > 0.005 \qquad \textbf{OK}$$

3- $Mu = +16.3N.m$ **:**

Check if $a > h_f$ **:**

M_{nf} = 0.85*24*520*80*(284 - $\frac{80}{2}$)*10^-6 = 207.07$KN.m.$

M_{nf} =207.07>>$\frac{Mu}{\emptyset}$ = 16.3/0.9 = 18.1$KN.m \rightarrow a < h_f.$

***The section will be designed as rectangular section with b = 520**$mm.$

M_n =$\frac{16.3}{0.9}$= 18.1$KN.m.$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.59$$

R_n=$\frac{M_n}{bd^2}$ = $\frac{18.1*10^6}{520*284^2}$= 0.432 $MPa.$

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

$$\rho = \frac{1}{20.59}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(0.432)(20.59)}{420}}\right) = 0.00104.$$

A_s= 0.00104 (520) (284) = 153.59 mm^2 .

Check for $A_{s,min}$:

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

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(284) \geq \frac{1.4}{420}(120)(284))$$

$$As_{\min} = 99.38 < 113.6$$

$$As_{\min} = 113.6 mm^2$$

153.59 $mm^2 >$ $As_{\min} = 113.6 mm^2$

n = $\frac{A_s}{A_{s,bar}}$ **= 153.59/113.1 = 2 bars**

*** Note** $A_{\Phi 12}$**= 113.1** mm^2.

Select 2Ø12:

- **Check for strain :**

  Tension = compression

  $A_s * f_y = 0.85 * fc' * b * a$

  $226.2 * 420 = 0.85 * 520 * 24 * a$

  $a = 8.96 mm$

  $c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{8.96}{0.85} = 10.54 mm$

  $\varepsilon_s = \frac{284 - 10.54}{10.54} * 0.003$

  $\varepsilon_s = 0.0778 > 0.005$ **OK**

4– Mu = +4.5 $KN.m$:

Check if > h_f **:**

M_{nf} **= 0.85*24*520*80*(284 -** $\frac{80}{2}$**)*10^-6 =207.07** $KN.m$.

M_{nf} **=207.07>>** $\frac{Mu}{\emptyset}$ **= 4.5/0.9 = 5** $KN.m \rightarrow a < h_f$.

*The section will be designed as rectangular section with b = 520mm.

$M_n = \frac{4.5}{0.9} = 5\ KN.m.$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85*24} = 20.59$$

$R_n = \frac{M_n}{bd^2} = \frac{5*10^6}{520*284^2} = 0.119MPa.$

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

$$\rho = \frac{1}{20.59}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(0.119)(20.59)}{420}}\right) = 0.000284$$

A_s = 0.000284 (520) (284) = 41.94 mm^2.

Check for $A_{s,min}$:

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

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(284) \geq \frac{1.4}{420}(120)(284))$$

$$As_{\min} = 99.38 < 113.6$$

$$As_{\min} = 113.6mm^2.$$

41.94 mm^2 > $As_{\min} = 113.6mm^2$.

n = $\frac{A_s}{A_{s,bar}}$ = =41.94/78.5 = 0.53 bars * Note $A_{\Phi 10}$= 78.5 mm^2.

Select 2Ø10:

- **Check for strain :**

Tension = compression

$A_s * f_y = 0.85 * fc' * b * a$

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

$a = 6.22mm$

$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{6.22}{0.85} = 7.32mm$

$\varepsilon_s = \frac{284 - 7.32}{7.32} * 0.003$

$\varepsilon_s = 0.1134 > 0.005$ **OK**

4.5.1.2 Design ofrib for negativemoments:-

1- Mu = -28.4 $KN.m$:

Assume bar diameter Ø12 for main positive reinforcement:

d =320 - 20 - 10 - ($\frac{12}{2}$) = 284mm.

$M_n = \frac{28.4}{0.9}$ = 31.6$KN.m$.

$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24}$ = 20.59

$R_n = \frac{M_n}{bd^2} = \frac{31.6 * 10^6}{120 * 284^2}$ = 3.26MPa.

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

$\rho = \frac{1}{20.59}(1 - \sqrt{1 - \frac{2(3.26)(20.59)}{420}})$ = 0.00851

A_s= 0.00851(120) (284) = 290.02 mm^2.

Check for $A_{s,min}$:

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

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(284) \geq \frac{1.4}{420}(120)(284))$$

$$As_{\min} = 99.38 < 113.6$$

$$As_{\min} = 113.6 mm^2 .$$

290.02 $mm^2 > As_{\min} = 113.6 mm^2$.

n = $\frac{A_s}{A_{s,bar}}$ = = 290.02/153.9 = 2 bars *** Note $A_{\Phi 14} = 153.9 mm^2$.**

Select 2Ø14:

- **Check for strain :**

  Tension = compression

  $A_s * f_y$= 0.85 * fc' * b * a

  $*307.8*420 = 0.85*120*24*a$

  $a = 52.8mm$

  $c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{52.8}{0.85} = 62.12mm$

  $\varepsilon_s = \frac{284 - 62.12}{62.12} * 0.003$

  $\varepsilon_s = 0.0107 > 0.005$ **OK**

;

2- *Mu* = -24.6 *KN. m*:

M_n= $\frac{24.6}{0.9}$= 27.3*KN. m.*

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85*24} = 20.59$$

$R_n = \frac{M_n}{bd^2} = \frac{27.3*10^6}{120*284^2} = 2.82MPa.$

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

$$\rho = \frac{1}{20.59}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(2.82)(20.59)}{420}}\right) = 0.00726.$$

A_s = 0.00726 (120) (284) = 247.42 mm^2 .

Check for $A_{s,min}$:

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

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(284) \geq \frac{1.4}{420}(120)(284))$$

$$As_{\min} = 99.38 < 113.6$$

$$As_{\min} = 113.6mm^2.$$

247.42 mm^2 > $As_{\min} = 113.6mm^2$.

n = $\frac{A_s}{A_{s,bar}}$ = = 247.42/153.9 = 2 bars

* Note $A_{\Phi 14}$ = 153.9mm^2.

Select 2Ø14:

- Check for strain :

  Tension = compression

  $A_s * f_y$ = 0.85 * fc' * b * a

$$307.8 * 420 = 0.85 * 120 * 24 * a$$

$$a = 52.8mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{52.8}{0.85} = 62.12mm$$

$$\varepsilon_s = \frac{284 - 62.12}{62.12} * 0.003$$

$$\varepsilon_s = 0.0107 > 0.005 \qquad \textbf{OK}$$

3– Mu = -18.3$KN.m$:

M_n= $\frac{18.3}{0.9}$= 20.3$KN.m$.

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.59$$

R_n=$\frac{M_n}{bd^2}$ = $\frac{20.3*10^6}{120*284^2}$= 2.1$MPa$.

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

$$\rho = \frac{1}{20.59}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(2.1)(20.59)}{420}}\right) = 0.00529.$$

A_s = 0.00529 (120) (284) = 180.28 mm^2 .

Check for $A_{s,min}$:

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

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(284) \geq \frac{1.4}{420}(120)(284))$$

$$As_{\min} = 99.38 < 113.6$$

$As_{\min} = 113.6mm^2$.

180.28 $mm^2 > As_{\min} = 113.6mm^2$.

n $= \frac{A_s}{A_{s,bar}} =$ **= 180.28/113.1 = 2 bars**

*** Note** $A_{\Phi 12}$ **=** $113.1mm^2$.

Select 2Ø 12 mm **:**

- **Check for strain :**

  Tension = compression

  $A_s * f_y = 0.85 * fc' * b * a$

  $226.2 * 420 = 0.85 * 120 * 24 * a$

  $a = 38.8mm$

  $c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{38.8}{0.85} = 45.65mm$

  $\varepsilon_s = \frac{284 - 45.65}{45.65} * 0.003$

  $\varepsilon_s = 0.0157 > 0.005$ **OK**

4.5.2 Design of shear for rib:

1- $V_u = +23.6KN$ **:**

Check for section dimensions:

$$\emptyset V_c = \emptyset * \frac{\sqrt{fc'}}{6} b_w * d$$

$$= 1.1 * 0.75 * \frac{\sqrt{24}}{6} * 120 * 284 * 10^{-3} = 22.96\ KN.$$

$$V_s = \frac{Vu}{\emptyset} - V_c = \frac{23.6}{0.75} - 30.61 = 0.857KN.$$

$= \frac{2}{3} * \sqrt{24} * 120 * 284 * 10^{-3} = 111.3KN.$

$V_{s,max} = \frac{2}{3}\sqrt{24} b_w * d$

$V_s = 0.857KN < V_{s,max} = 111.3\ KN.$

The section is large enough.

Check for $V_{s,min}$:-

$V_{s,min} = \frac{1}{16}\sqrt{24} b_w d$ $= \frac{1}{16} * \sqrt{24 *} 120 * 284 * 10^{-3} = 10.43KN.$

$V_{s,min} = \frac{1}{3} b_w d$ $= \frac{1}{3} * 120 * 284 * 10^{-3} = 11.36\ KN$- control.

Check for items:-

1- $V_u \leq \emptyset V_c/2 \rightarrow 23.6 \leq 11.48$ - not ok.

2- $\emptyset V_c/2 \leq V_u \leq \emptyset V_c \rightarrow 11.48 \leq 23.6 \leq 22.96$ - not ok.

3- $\emptyset V_c \leq V_u \leq \emptyset(V_c + V_{s,min}) \rightarrow 22.96 \leq 23.6 \leq 31.48$ - ok.

***Minimum shear reinforcement isprovided.**

$\frac{Av_{min}}{S} =$ $\frac{1}{16} * \sqrt{24} * (120/420) = 0.08748KN.$

$\frac{Av_{min}}{S} = \frac{1}{3} * (120/420) = 0.095238\ KN$ – control.

Take $A_v = 2\Phi 8 = 2 * 50.3 = 100.6mm^2$

$100.6 / S = 0.095238 \rightarrow S = 1056.3mm.$

$S_{max} \leq 600, S_{max} \leq d/2 = 284/2 = 142$ mm – control.

Select $S = 12cm = 120mm.$

Use Ø8(2legs) @ $12cm.$

2- $V_u = +22.6\ KN$:

Check for section dimensions:

$\emptyset V_c = \emptyset * \frac{\sqrt{fc'}}{6} b_w * d$

$= 1.1 * 0.75 * \frac{\sqrt{24}}{6} * 120 * 284 * 10\text{^-3} = 22.96KN.$

$V_s = \frac{Vu}{\emptyset} - V_c = \frac{22.6}{0.75} - 30.61 = 0.477KN.$

$= \frac{2}{3} * \sqrt{24} * 120 * 284 * 10\text{^-3} = 111.3KN.$

$V_{s,max} = \frac{2}{3}\sqrt{24} b_w * d$

$V_s = 0.477 < V_{s,max} = 111.3KN.$

The section is large enough.

Check for $V_{s,min}$**:-**

$= \frac{1}{16} * \sqrt{24 *} 120 * 284 * 10\text{^-3} = 10.43KN.$

$V_{s,min} = \frac{1}{16}\sqrt{24} b_w d$

$V_{s,min} = \frac{1}{3} b_w d$ $= \frac{1}{3} * 120 * 284 * 10\text{^-3} = 11.36\ KN$ – **control.**

Check for items:-

1- $V_u \leq \emptyset V_c/2 \rightarrow 22.6 \leq 11.48$ - **not ok.**

2- $\emptyset V_c/2 \leq V_u \leq \emptyset V_c \rightarrow 11.48 \leq 22.6 \leq 22.96$ - **ok.**

*** Minimum shear reinforcement is provided.**

$\frac{A_{v,min}}{S} =$ $\frac{1}{16} * \sqrt{24} * (120/420) = 0.08748\ KN.$

$\frac{A_{v,min}}{S} = \frac{1}{3} * (120/420) = 0.095238\ KN$– **control.**

Take $A_v = 2\emptyset 8 = 2 * 50.3 = 100.6\ mm^2$

$100.6 / S = 0.095238 \rightarrow S = 1056.3\ mm.$

$S_{max} \leq 600$, $S_{max} \leq d/2 = 284/2 = 142\ mm$ – **control.**

Select $S = 12\ cm = 120mm.$

Use $\emptyset 8$**(2legs) @** $12cm.$

$3 - V_u = +13.6\ KN$:

Check for section dimensions:

$$\emptyset V_c = \emptyset * \frac{\sqrt{fc'}}{6} b_w * d$$

$$= 1.1 * 0.75 * \frac{\sqrt{24}}{6} * 120 * 244 * 10^{-3} = 22.96 KN.$$

$$V_{s,max} = \frac{2}{3}\sqrt{24} b_w * d \qquad V_s = \frac{2}{3} * \sqrt{24} * 120 * 284 * 10^{-3} = 111.3\ KN.$$

$V_s = 12.48$ KN $< V_{s,max} = 111.3 KN$.

The section is large enough.

Check for $V_{s,min}$:-

$$V_{s,min} = \frac{1}{16}\sqrt{24} b_w d = \frac{1}{16} * \sqrt{24} * 120 * 284 * 10^{-3} = 10.43\ KN.$$

$$V_{s,min} = \frac{1}{3} b_w d \qquad = \frac{1}{3} * 120 * 284 * 10^{-3} = 11.36 KN$$ – control.

Check for items:-

1- $V_u \leq \emptyset V_c/2 \rightarrow 13.6 \leq 11.48$ - not ok.

2- $\Phi V_c/2 \leq V_u \leq \emptyset V_c \rightarrow 11.48 \leq 13.6 \leq 22.96$ - ok.

***Minimum shear reinforcement is required.**

$$\frac{Avmin}{S} = \qquad \frac{1}{16} * \sqrt{24} * (120/420) = 0.08748\ KN.$$

$$\frac{Avmin}{S} = \frac{1}{3} * (120/420) = 0.095238\ KN$$ – control.

Take $A_v = 2\Phi 8 = 2 * 50.3 = 100.6\ mm^2$

$100.6 / S = 0.095238 \rightarrow S = 1056.3\ mm.$

$S_{max} \leq 600\ mm$, $S_{max} \leq d/2 = 284/2 = 142\ mm$ – control.

Select $S = 12\ cm = 120 mm$.

Use ∅8 (2legs) @ 12 cm.

$4-\ V_u\ =\ +13.2\ KN$:

Check for section dimensions:

$$\emptyset V_c\ =\ \emptyset\ *\ \frac{\sqrt{fc'}}{6}\ b_w\ *\ d$$

$$= 1.1*\ 0.75\ *\ \frac{\sqrt{24}}{6}\ *120*\ 284*10\text{^}-3 = 22.96\ KN.$$

$$V_s = \frac{Vu}{\emptyset} - Vc = \frac{13.2}{0.75} - 30.61 = 13.01 KN.$$

$$V_{s,max} = \frac{2}{3}\sqrt{24} b_w * d \qquad = \frac{2}{3}*\sqrt{24}*120*284*10\text{^}-3 = 111.3KN.$$

V_s= 13.01 KN <$V_{s,max}$=111.3KN.

The section is large enough.

Check for$V_{s,min}$:-

$$V_{s,min} = \frac{1}{16}\sqrt{24} b_w d = \frac{1}{16} * \sqrt{24} * 120 * 284 * 10\text{^} - 3 = 10.43KN.$$

$$V_{s,min} = \frac{1}{3} b_w d \qquad = \frac{1}{3}*120*284*10\text{^}-3 = 11.36KN - \text{control.}$$

Check for items:-

1- $V_u \leq \emptyset V_c/2 \rightarrow 13.2 \leq 11.48$ - not ok.

2- $\emptyset\Phi V_c/2 \leq V_u \leq \emptyset V_c \rightarrow 11.48 \leq 13.2 \leq 22.96$ - ok.

*Minimum shear reinforcement is required.

$$\frac{Avmin}{S} = \frac{1}{16} * \sqrt{24} * (120/420) = 0.08748\ KN.$$

$$\frac{Avmin}{S} = \frac{1}{3} * (120/420) = 0.095238\ KN - \text{control.}$$

Take A_v = 2Φ8 = 2* 50.3 =100.6 mm^2

100.6 / S = 0.095238 $\rightarrow$ S= 1056.3 mm.

$S_{max} \leq 600$, $S_{max} \leq$ d/2 = 284/2 = 142 mm – control.

Select S = 12 cm = 120mm.

Use ∅8 (2legs) @ 12 cm.

---

5 – $V_u = -22.9\ KN$:

Check for section dimensions:

$$\emptyset V_c = \emptyset * \frac{\sqrt{fc'}}{6} b_w * d$$

= 1.1* 0.75 * $\frac{\sqrt{24}}{6}$ *120* 284*10^-3 = 22.96KN.

$V_s = \frac{Vu}{\emptyset} - V_c = \frac{22.9}{0.75} - 30.61 = 0.077KN$.

$V_{s,max} = \frac{2}{3}\sqrt{24} b_w * d$ **= $\frac{2}{3}$*$\sqrt{24}$*120*284*10^-3 = 111.3KN.**

V_s= 0.077 KN <$V_{s,max}$= 111.3KN.

The section is large enough.

Check for$V_{s,min}$:-

$V_{s,min} = \frac{1}{16}\sqrt{24} b_w d = \frac{1}{16} * \sqrt{24} * 120 * 284 * 10^{-3} = 10.43\ KN.$

$V_{s,min} = \frac{1}{3} b_w d = \frac{1}{3} * 120 * 284 * 10^{-3} = 11.36\ KN$ **– control.**

Check for items:-

1- $V_u \leq \emptyset V_c/2 \rightarrow 22.9 \leq 11.48$ - not ok.

2- $\emptyset V_u \leq V_c/2 \leq Vu \leq \emptyset V_c \rightarrow 11.48 \leq 22.9 \leq 22.96$ -ok.

***Minimum shear reinforcement isprovided.**

$\frac{Avmin}{S}$ = $\frac{1}{16}$* $\sqrt{24}$ * (120/420) = 0.08748 KN.

$\frac{Avmin}{S} = \frac{1}{3}$*(120/ 420) = 0.095238 KN – control.

Take $A_v = 2\Phi 8 = 2^* 50.3 = 100.6\ mm^2$

100.6 / S= 0.095238 $\rightarrow$ S= 1056.3 mm.

$S_{max} \leq 600mm$, $S_{max} \leq d/2 = 284/2 = 142\ mm$ – control.

Select S= 12 cm = 120 mm.

Use ∅8 (2legs) @ 12 cm.

---

6 – $V_u = -18.9KN$:

Check for section dimensions:

$$\emptyset V_c = \emptyset * \frac{\sqrt{fc'}}{6} b_w * d$$

$$= 1.1^* 0.75 * \frac{\sqrt{24}}{6} *120^* 284*10\text{^-3} = 22.96\ KN.$$

$$V_s = \frac{Vu}{\emptyset} - V_c = \frac{18.9}{0.75} - 30.61 = 5.41KN.$$

$$V_{s,max} = \frac{2}{3}\sqrt{24} b_w * d \qquad = \frac{2}{3}*\sqrt{24}*120*284*10\text{^-3} = 111.3KN.$$

$V_s = 5.41$ KN $< V_{s,max} = 111.3KN$.

The section is large enough.

Check for $V_{s,min}$: –

$$V_{s,min} = \frac{1}{16}\sqrt{24} b_w d \qquad = \frac{1}{16}*\sqrt{24 * 120*284*10\text{^-3}} = 10.43KN.$$

$$V_{s,min} = \frac{1}{3} b_w d = \frac{1}{3}*120*284*10\text{^-3} = 11.36KN$$ – control.

Check for items:-

1- $V_u \leq \emptyset V_c/2 \rightarrow 18.9 \leq 11.48$ - not ok.

2- $\emptyset V_c/2 \leq V_u \leq \emptyset V_c \rightarrow 11.48 \leq 18.9 \leq 22.96$ - ok.

*Minimum shear reinforcement is provided.

$\frac{Avmin}{S} = \frac{1}{16} * \sqrt{24} * (120/420) = 0.08748KN.$

$\frac{Avmin}{S} = \frac{1}{3} * (120/420) = 0.095238\ KN$ – control.

Take $A_v = 2\Phi 8 = 2 * 50.3 = 100.6\ mm^2$

$100.6 / S = 0.095238 \rightarrow S = 1056.3\ mm.$

$S_{max} \leq 600,\ S_{max} \leq d/2 = 284/2 = 142\ mm$ – control.

Select $S = 12\ cm = 120\ mm.$

Use Ø8(2legs) @ 12 *cm*.

---

7 – $V_u = -16.5\ KN$:

Check for section dimensions:

$$\emptyset V_c = \emptyset * \frac{\sqrt{fc'}}{6} b_w * d$$

$$= 1.1 * 0.75 * \frac{\sqrt{24}}{6} * 120 * 284 * 10^{-3} = 22.96KN.$$

$V_s = \frac{Vu}{\emptyset} - V_c = \frac{16.5}{0.75} - 30.61 = 8.61KN.$

$V_{s,max} = \frac{2}{3}\sqrt{24} b_w * d = \frac{2}{3} * \sqrt{24} * 120 * 284 * 10^{-3} = 111.3KN.$

$V_s = 8.61\ KN < V_{s,max} = 111.3KN.$

The section is large enough.

Check for $V_{s,min}$:-

$V_{s,min} = \frac{1}{16}\sqrt{24} b_w d \frac{1}{16} * \sqrt{24 * 120} * 284 * 10^{-3} = 10.43KN.$

$V_{s,min} = \frac{1}{3} b_w d = \frac{1}{3} * 120 * 284 * 10^{-3} = 11.36KN$ – control.

Check for items:-

1- $V_u \leq \emptyset V_c/2 \rightarrow 16.5 \leq 11.48$ - not ok.

2- $\Phi V_c/2 \leq V_u \leq \emptyset V_c \rightarrow 11.48 \leq 16.5 \leq 22.96$ - ok.

*Minimum shear reinforcement is required.

$\frac{Avmin}{S} = \frac{1}{16} * \sqrt{24} * (120/420) = 0.08748\ KN.$

$\frac{Avmin}{S} = \frac{1}{3} * (120/420) = 0.095238\ KN$ – control.

Take $A_v = 2\Phi 8 = 2 * 50.3 = 100.6\ mm^2$

$100.6 / S = 0.095238 \rightarrow S = 1056.3\ mm.$

$S_{max} \leq 600,\ S_{max} \leq d/2 = 284/2 = 142mm$ – control.

Select S= 12 cm = 120 mm.

Use Ø8 (2legs) @ 12 cm.

---

8 – $V_u = -16.2\ KN$:

Check for section dimensions:

$$\emptyset V_c = \emptyset * \frac{\sqrt{fc'}}{6} b_w * d$$

$$= 1.1 * 0.75 * \frac{\sqrt{24}}{6} * 120 * 284 * 10^{-3} = 22.96\ KN.$$

$V_s = \frac{Vu}{\emptyset} - V_c = \frac{16.2}{0.75} - 30.61 = 9.01 KN.$

$V_{s,max} = \frac{2}{3}\sqrt{24} b_w * d = \frac{2}{3} * \sqrt{24} * 120 * 284 * 10^{-3} = 111.3 KN.$

$V_s = 9.01\ KN < V_{s,max} = 111.3\ KN.$

The section is large enough.

Check for $V_{s,min}$: –

$V_{s,min} = \frac{1}{16}\sqrt{24} b_w d = \frac{1}{16} * \sqrt{24 * 120 * 284 * 10^{-3}} = 10.43 KN.$

$V_{s,min} = \frac{1}{3} b_w = \frac{1}{3} * 120 * 284 * 10^{-3} = 11.36 KN$ – control.

Check for items:-

1- $V_u \leq \emptyset V_c/2 \rightarrow 16.2 \leq 11.48$- not ok.

2- $\emptyset V_c/2 \leq V_u \leq \emptyset V_c \rightarrow 11.48 \leq 16.2 \leq 22.96$- ok.

*Minimum shear reinforcement is required.

$$\frac{Avmin}{S} = \frac{1}{16} * \sqrt{24} * (120/420) = 0.08748\ KN.$$

$$\frac{Avmin}{S} = \frac{1}{3} * (120/420) = 0.095238\ KN$$ – control.

Take $A_v = 2\Phi 8 = 2 * 50.3 = 100.6\ mm^2$

$100.6 / S = 0.095238 \rightarrow S = 1056.3\ mm.$

$S_{max} \leq 600$, $S_{max} \leq d/2 = 284/2 = 142mm$ – control.

Select $S = 12\ cm = 120mm.$

Use Ø8 (2legs) @ 12 $cm.$

4.6 Design of Beam (B 18-19-20-21):-

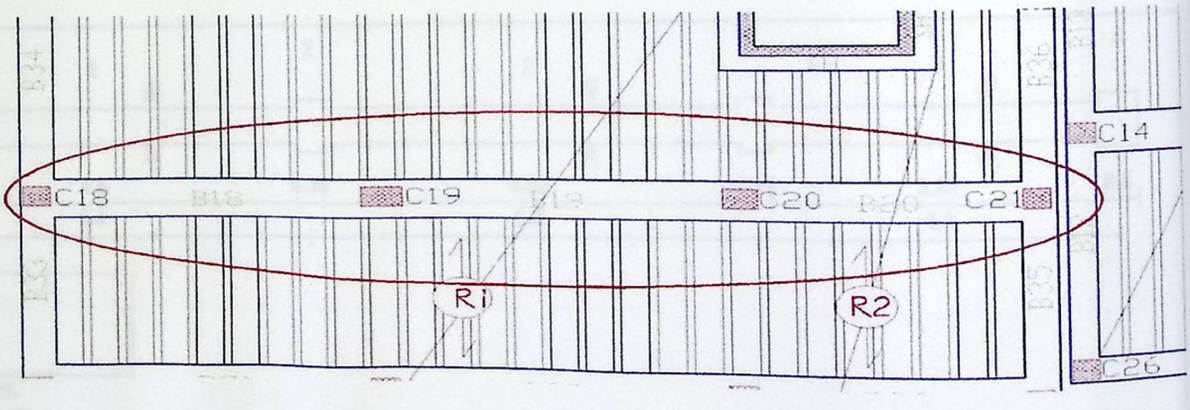


Figure (4-6):Beam (B 18-19-20-21).

4.6.1. a Determination of Dead load for beam:-

Type	γ b h	KN/m
Tiles	0.03*1.20*23	0.828
Mortar	0.03*1.20*22	0.792
Sand	0.07*1.20*17	1.428
Reinforcement concrete	25* 1.20*0.28	8.4
Plaster	0.03*1.20*22	0.792
Partitions	2.3*1.20	2.76
From rib 4		59.7
Sum		74.7

4.6.1. b Determination of dead and live loads for beam:-

*Dead load = 31.04 / 0.52 = 59.69 KN /m.

*Live load = 12.62 / 0.52 = 24.27 KN/m.

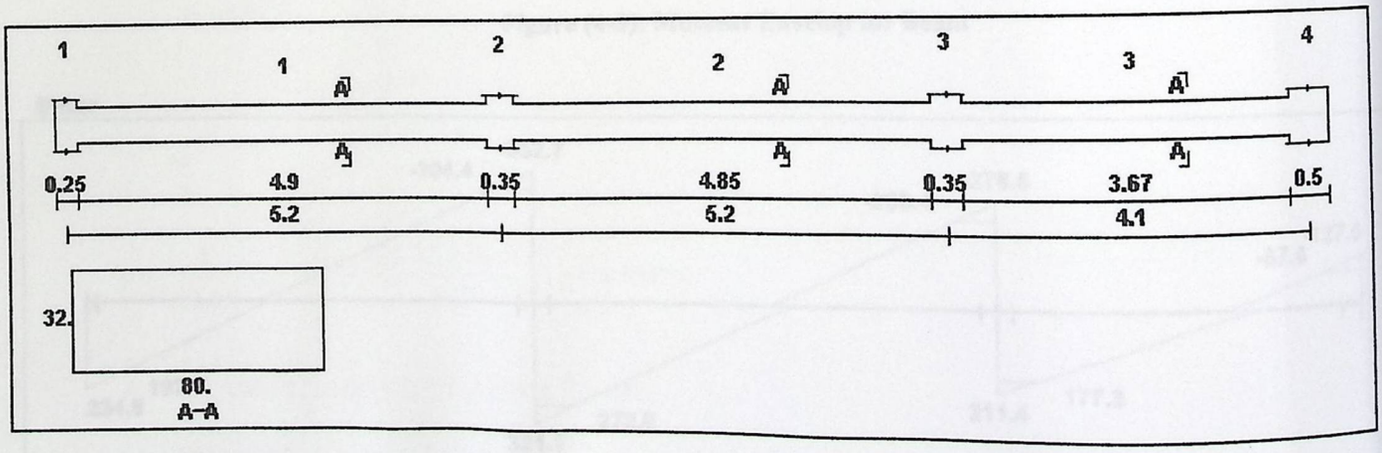


Figure (4-7): Beam Geometry

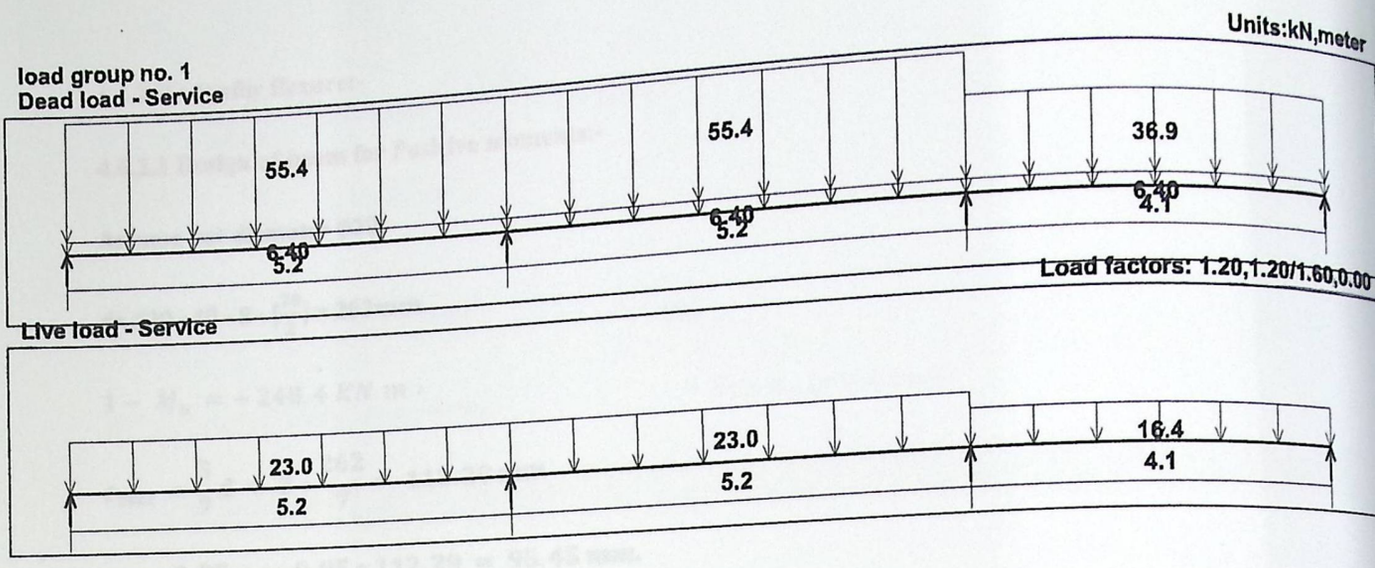


Figure (4-8): Load of beam

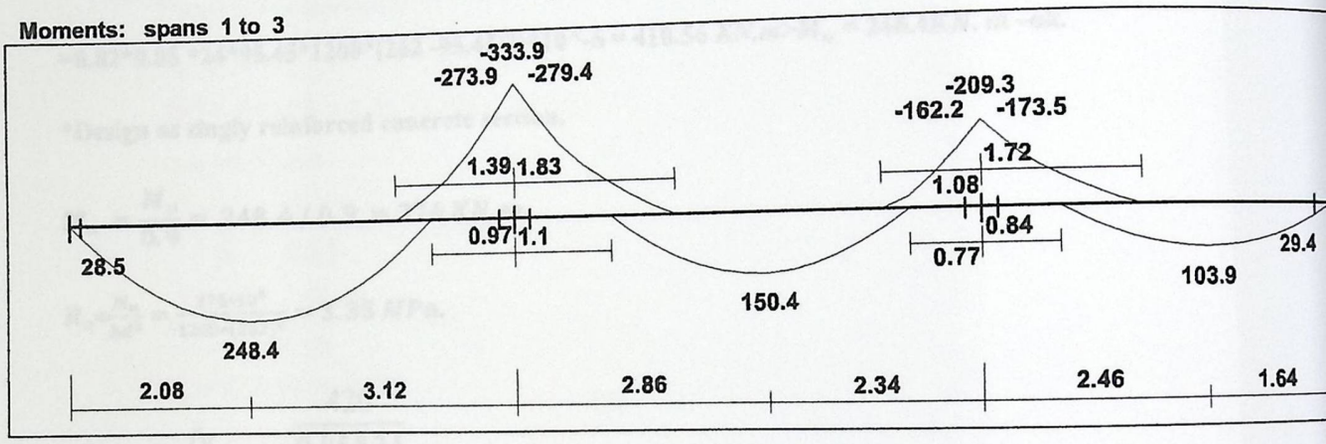


Figure (4-9): Moment Envelop for Beam

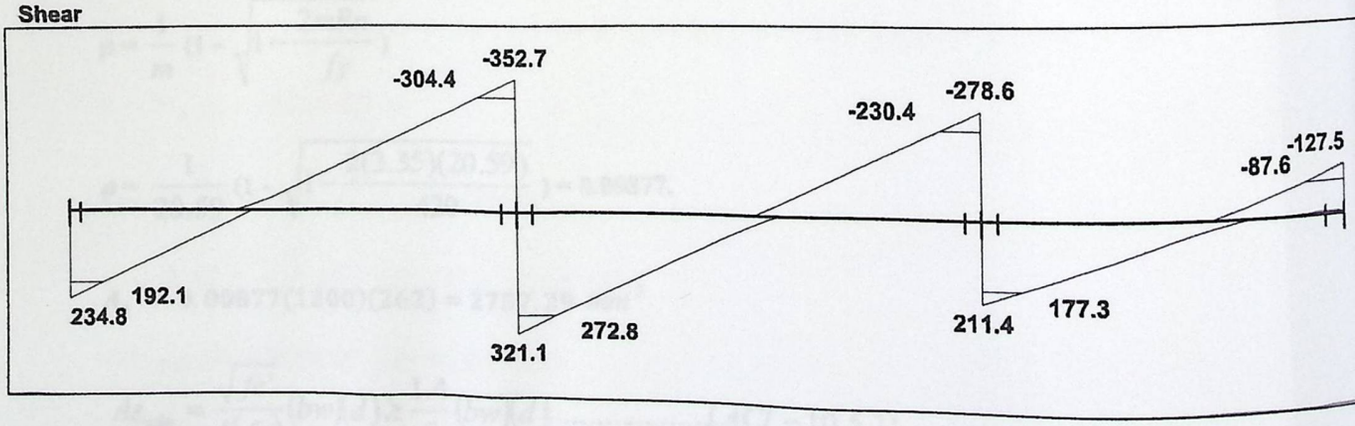


Figure (4-10): Shear Envelop for B

4.6.2 Designfor flexure:-

4.6.2.1 Design of beam for Positive moments:-

Assume bar diameter Ø20:

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

1 – $M_u = +248.4\ KN.m$:

$$c_{max} = \frac{3}{7}d = 3 * \frac{262}{7} = 112.29\ mm$$

$$a = 0.85\,c = 0.85 * 112.29 = 95.45\ mm.$$

$$\emptyset M_{n,max} = \emptyset\, 0.85\, fc' * a * b\,(d - a/2)$$

=0.82*0.85 *24*95.45*1200*(262 -95.45/2)*10^-6 = 410.56 $KN.m > M_u = 248.4 KN.m$ –ok.

***Design as singly reinforced concrete section.**

$$M_n = \frac{M_u}{0.9} = 248.4 / 0.9 = 276\ KN.m.$$

$$R_n = \frac{M_n}{bd^2} = \frac{276*10^6}{1200*(262)^2} = 3.35\ MPa.$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85*24} = 20.59$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.59}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(3.35)(20.59)}{420}}\right) = 0.00877.$$

$$A_s = 0.00877(1200)(262) = 2757.29\ mm^2$$

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

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(1200)(262) \le \frac{1.4}{420}(1200)(262)$$

$$As_{\min} = 916.81 mm^2$$

$1048\ mm^2 > As_{\min} = 916.81 mm^2$ **OK**

$n = \frac{A_s}{A_{s,bar}}$ = = 2757.29/314.2 = 9 bars * Note $A_{\Phi 20}$=314.2mm²

Select 9Ø 20 mm with A_s= 2827.8>$A_s$req - ok.

- **Check for strain:**

  Tension = compression

  $A_s * f_y$= 0.85 * fc' * b * a

  $2827.8 * 420 = 0.85 * 1200 * 24 * a$

  $a = 48.52 mm$

  $c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{48.52}{0.85} = 57.08 mm$

  $\varepsilon_s = \frac{262 - 57.08}{57.08} * 0.003$

  $\varepsilon_s = 0.0108 > 0.005$ **Ok**

  Check for bars spacing:

  $$S = (1200 - 40*2 - 2*8 - 9*20)/8 = 115.5\ mm > 25\ mm - OK.$$

$2 - M_u = +150.4\ KN.m$:

$c_{max} = \frac{3}{7}d = 3 * \frac{262}{7} = 112.29 mm$

$a = 0.85\ c = 0.85 * 112.29 = 95.45\ mm.$

$\emptyset M_{n,max} = \emptyset\ 0.85\ fc' * a * b\ (d - a/2)$

0.82*0.85 *24*95.45*1200*(262 -95.45/2)*10^-6 =410.56$KN.m$>M_u =150.4$KN.m$– ok.

*Design as singly reinforced concrete section.

$$M_n = \frac{M_u}{0.9} = \frac{150.4}{0.9} = 167.1\ KN.m.$$

$$R_n = \frac{M_n}{bd^2} = \frac{167.1*10^6}{1200*(262)^2} = 2.03\ MPa.$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85*24} = 20.59$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.59}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(2.03)(20.59)}{420}}\right) = 0.0051.$$

$$A_s = 0.0051\,(1200)(262) = 1603.44\ mm^2$$

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

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(1200)(262) \leq \frac{1.4}{420}(1200)(262)$$

$$As_{\min} = 916.81 mm^2$$

$1048\ mm^2 > As_{\min} = 916.81 mm^2$ **OK**

$n = \frac{A_s}{A_{s,bar}} = 1603.44/314.2 = 6$ bars * Note $A_{\Phi 20} = 314.2 mm^2$

Select 6Ø 20 mm with $A_s = 1885.2 > A_s$ req - ok.

- **Check for strain:**

  Tension = compression

  $A_s * f_y = 0.85 * fc' * b * a$

$$1885.2 * 420 = 0.85 * 1200 * 24 * a$$

$$a = 32.34mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{32.34}{0.85} = 38.05mm$$

$$\varepsilon_s = \frac{262 - 38.05}{38.05} * 0.003$$

$$\varepsilon_s = 0.018 > 0.005 \qquad \textbf{Ok}$$

Check for bars spacing:

$$\mathbf{S = (1200 - 40 * 2 - 2 * 8 - 6 * 20)/5 = 196.8\,mm > 25\,mm - OK.}$$

3 − $M_u = +103.9KN.m$:

$$\mathbf{c_{max} = \frac{3}{7}d = 3 * \frac{262}{7} = 112.29\,mm\ .}$$

$$\mathbf{a = 0.85\ c = 0.85 * 112.29 = 95.45\,mm.}$$

$$\mathbf{\emptyset M_{n,max} = \emptyset\ 0.85\ fc' * a * b\ (d - a/2)}$$

0.82*0.85 *24*95.45*1200*(262 -95.45/2)*10^-6 = 410.56KN. m>M_u =103.9$KN.m$- ok.

***Design as singly reinforced concrete section.**

$$\mathbf{M_n = \frac{M_u}{0.9} = 103.9/0.9 = 115.4\ KN.m.}$$

$$\mathbf{R_n = \frac{M_n}{bd^2} = \frac{115.4 * 10^6}{1200 * (262)^2} = 1.4MPa.}$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.59$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.59}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(1.4)(20.59)}{420}}\right) = 0.00346$$

$$A_s = 0.00346\,(1200)(262) = 1087.8\ mm^2$$

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

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(1200)(262) \leq \frac{1.4}{420}(1200)(262)$$

$$As_{\min} = 916.81 mm^2$$

$1048\ mm^2 > As_{\min} = 916.81 mm^2$ **OK**

$n = \frac{A_s}{A_{s,bar}} = = 1087.8 / 314.2 = 4$ **bars** * Note $A_{\Phi 20}$=314.2mm²

Select 4Ø 20 *mm* with A_s = 1256.8>A_s req - ok.

- **Check for strain:**

  Tension = compression

  $A_s * f_y$= 0.85 * fc' * b * a

  $1256.8 * 420 = 0.85 * 1200 * 24 * a$

  $a = 21.56 mm$

  $c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{21.56}{0.85} = 25.36 mm$

  $\varepsilon_s = \frac{262 - 25.36}{25.36} * 0.003$

  $\varepsilon_s = 0.028 > 0.005$ **ok**

  Check for bars spacing:

  $S = (1200 - 40*2 - 2*8 - 4*20)/3 = 341.3\ mm > 25\ mm - OK.$

4.6.2.2 Design of beam for Negative moments:-

Assume bar diameter ∅20 :

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

1- $Mu = -333.9\ KN.m$:

$c_{max} = \frac{3}{7}d = \frac{3}{7} * 262 = 112.29\ mm.$

$a = 0.85\ c = 0.85 * 112.29 = 95.45\ mm.$

$\emptyset M_{n,max} = \emptyset * 0.85 * fc` * a * b * (d - \frac{a}{2})$

=0.82*0.85 *24*95.45*1200*(262 −$\frac{95.45}{2}$)*10^-6 = 410.56$KN.m > M_u = 333.9\ KN.m - ok.$

*Design as singly reinforced concrete section.

$M_n = \frac{Mu}{0.9} = \frac{333.9}{0.9} = 371KN.m.$

= 4.5$MPa.\ R_n = \frac{M_n}{bd^2} = \frac{371*10^6}{1200*(262)^2}$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85*24} = 20.59$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.59}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(4.5)(20.59)}{420}}\right) = 0.0123$$

$A_s = 0.0123\ (1200)(262) = 3867.12\ mm^2$

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

$$As_{min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(1200)(262) \leq \frac{1.4}{420}(1200)(262)$$

$As_{min} = 916.81 mm^2$

$1048\ mm^2 > As_{min} = 916.81 mm^2$ **OK**

n $= \frac{A_s}{A_{s,bar}} = =$ **3867.12/314.2 = 13 bars** * **Note** $A_{\Phi 20}$**=314.2mm²**

Select 13∅ 20 mm **with** $A_s = 4084.6 > A_s$ **req - ok.**

- **Check for strain:**

  Tension = compression

  $A_s * f_y = 0.85 * fc' * b * a$

  $4084.6 * 420 = 0.85 * 1200 * 24 * a$

  $a = 70.08 mm$

  $c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{70.08}{0.85} = 82.45 mm$

  $\varepsilon_s = \frac{262 - 82.45}{82.45} * 0.003$

  $\varepsilon_s = 0.0065 > 0.005$ **Ok**

  Check for bars spacing:

  $$S = (1200 - 40*2 - 2*8 - 13*20)/12 = 70.3\ mm > 25\ mm - OK.$$

2− $Mu = -209.3\ KN.m$ **:**

$c_{max} = \frac{3}{7} d = \frac{3}{7} * 262 = 112.29\ mm.$

$a = 0.85\, c = 0.85 * 112.29 = 95.45\ mm.$

$\emptyset M_{n,max} = \emptyset * 0.85 * fc` * a * b * (d - \frac{a}{2})$

=0.82*0.85 *24*95.45*1200*(262 − $\frac{95.45}{2}$**)*10^-6 = 410.56** $KN.m > M_u = 209.3\ KN.m$ **− ok.**

***Design as singly reinforced concrete section.**

$M_n = \frac{Mu}{0.9} = \frac{209.3}{0.9} = 232.56 KN.m.$

$R_n = \frac{M_n}{bd^2} = \frac{232.56*10^6}{1200*(262)^2} = 2.82MPa.$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85*24} = 20.59$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.59}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(2.82)(20.59)}{420}}\right) = 0.00726.$$

$$A_s = 0.00726\ (1200)(262) = 2282.54\ mm^2$$

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

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(1200)(262) \leq \frac{1.4}{420}(1200)(262)$$

$$As_{\min} = 916.81mm^2$$

$1048\ mm^2 > As_{\min} = 916.81mm^2$ **OK**

$n = \frac{A_s}{A_{s,bar}}$ = = 2282.54/314.2 = 8 bars * Note $A_{\Phi 20} = 314.2mm^2$

Select 8Ø 20 *mm* with $A_s = 2513.6 > A_s$ req - ok.

- **Check for strain:**

  Tension = compression

  $A_s * f_y = 0.85 * fc' * b * a$

$$2513.6*420 = 0.85*1200*24*a$$

$$a = 43.13mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{43.13}{0.85} = 50.74mm$$

$$\varepsilon_s = \frac{262 - 50.74}{50.74} * 0.003$$

$$\varepsilon_s = 0.0125 > 0.005 \qquad \textbf{ok}$$

Check for bars spacing:

$$S = (1200 - 40*2 - 2*8 - 8*20)/7 = 134.86mm > 25\,mm - OK.$$

4.5.3 Design of shear for beam:

$1 - V_u = +272.8\,KN$:

$d = 320 - 60 = 260\,mm.$

Check for section dimensions:

$$\emptyset V_c = \emptyset * \frac{\sqrt{fc'}}{6} b_w * d$$

$$= 0.75 * \frac{\sqrt{24}}{6} *1200* 260*10^{-3} = 191.06KN.$$

$$V_s = \frac{V_u}{\emptyset} - V_c = \frac{272.8}{0.75} - 254.75 = 109\,KN.$$

$$V_{s,max} = \frac{2}{3}\sqrt{24} b_w * d$$

$$= \frac{2}{3} * \sqrt{24} * 1200 * 260 * 10^{-3} = 1019KN.$$

$V_s = 109$ KN $< V_{s,max} = 1019KN.$

The section is large enough.

$$V_s` = \frac{1}{3} * \sqrt{24} b_w * d$$

$$= \frac{1}{3} * \sqrt{24} * 1200 * 260 * 10^{-3} = 509.5\,KN.$$

$V_s = 109$ KN $<$ Vs` $= 509.5$, **then:**

$S_{max} \leq 600\,mm,$ $\quad S_{max} \leq d/2 = 260/2 = 130\,mm$ – control.

Check for $V_{s,min}$:-

$V_{s,min}=\frac{1}{16}\sqrt{24}b_w d$ $= \frac{1}{16}*\sqrt{24*}\,1200*260*10\text{^-}3 = 95.53KN.$

$V_{s,min}=\frac{1}{3}b_w d$ $= \frac{1}{3}*1200*260*10\text{^-}3 = 104KN$ – control.

Check for items:-

1- $V_u \le \emptyset V_c/2 \rightarrow 272.8 \le 95.53$ - not ok.

2- $\emptyset\ V_c/2 \le V_u \le \emptyset V_c \rightarrow 95.53 \le 272.8 \le 191.06$ - not ok.

3- $\emptyset\ V_c \le V_u \le \emptyset(V_c + V_{s,min}) \rightarrow 191.06 \le 272.8 \le 269.06$ - not ok.

4- $\emptyset(\ V_c + V_{s,min}) < V_u \le \emptyset\ (V_c + V_s`) \rightarrow 269.06 < 272.8 \le 573.19$ – ok.

$Take\ A_v = 2\emptyset 10 = 2 * 78.5 = 157.1\ mm^2.$

$A_v/S = V_s / f_y * d$

$157.1/S = 109 / (260 * 420) \rightarrow S = 157.39\ mm.$

$Select S = 12cm = 120\ mm.$

Use $\emptyset 10$ ($2\ legs$) @ $12\ cm.$

$2 - V_u = +192.1\ KN$:

$d = 320 - 60 = 260\ mm.$

Check for section dimensions:

$\emptyset V_c = \emptyset * \frac{\sqrt{fc'}}{6} b_w * d$

$= 0.75 * \frac{\sqrt{24}}{6} *1200* 260*10\text{^-}3 = 191.06KN.$

$V_s = \frac{V_u}{\emptyset} - V_c = \frac{192.1}{0.75} - 254.75 = 1.38\ KN.$

$= \frac{2}{3} * \sqrt{24} * 1200 * 260 * 10\text{^-3} = 1019KN.$

$V_{s,max} = \frac{2}{3}\sqrt{24} b_w * d$

$V_s = 1.38\ KN < V_{s,max} = 1019\ KN.$

The section is large enough.

$V_s` = \frac{1}{3} * \sqrt{24} b_w * d = \frac{1}{3} * \sqrt{24} * 1200 * 260 * 10^{-3} = 509.5\ KN.$

$V_s = 1.38KN < Vs` = 509.5\ KN$, *then* :

$S_{max} \leq 600\ mm,$ $S_{max} \leq d/2 = 260/2 = 130\ mm$ – control.

Check for $V_{s,min}$:-

$V_{s,max} = \frac{1}{16}\sqrt{24} b_w d \frac{1}{16} * \sqrt{24 *} 1200*220*10\text{^-3} = 95.53KN.$

$V_{s,min} = \frac{1}{3} b_w d \frac{1}{3} * 1200*220*10\text{^-3} = 104KN$ – control.

Check for items:-

1– $V_u \leq \emptyset V_c/2 \rightarrow 192.1 \leq 95.53$ - not ok.

2- $\emptyset V_c/2 \leq V_u \leq \emptyset V_c \rightarrow 95.53 \leq 192.1 \leq 191.06$ - not ok.

3- $\emptyset V_c \leq V_u \leq \emptyset(V_c + V_{s,min}) \rightarrow 191.06 \leq 192.1 \leq 269.06$ - ok.

Take $A_v = 2\emptyset 10 = 2* 78.5 = 157.1\ mm^2$.

$A_v / S = V_s / f_y * d$

$157.1 / S = 1.38 / (260 * 420) \rightarrow S = 124.3\ mm.$

Select $S = 12\ cm = 120\ mm.$

Use $\emptyset 10$ (2 *legs*) @ 12 *cm*.

$3 - V_u = +177.3\ KN$:

$d = 320 - 60 = 260\ mm.$

Check for section dimensions:

$$\emptyset V_c = \emptyset * \frac{\sqrt{fc'}}{6} b_w * d$$

$$= 0.75 * \frac{\sqrt{24}}{6} * 1200 * 260 * 10^{-3} = 191.06 KN.$$

$$V_s = \frac{Vu}{\emptyset} - V_c = \frac{177.3}{0.75} - 254.75 = 18.35\ KN.$$

$$V_{s,max} = \frac{2}{3}\sqrt{24} b_w * d \quad \frac{2}{3} * \sqrt{24} * 1200 * 220 * 10^{-3} = 1019 KN.$$

$$V_s = 18.35\ KN < V_{s,max} = 1019\ KN.$$

The section is large enough.

Check for $V_{s,min}$:-

$$V_{s,min} = \frac{1}{16}\sqrt{24} b_w d \qquad = \frac{1}{16} * \sqrt{24} * 1200 * 260 * 10^{-3} = 95.53 KN.$$

$$V_{s,min} = \frac{1}{3} b_w d \quad = \frac{1}{3} * 1200 * 260 * 10^{-3} = 104\ KN - \text{control.}$$

Check for items:-

1- $V_u \leq \emptyset V_c/2 \rightarrow 177.3 \leq 95.53$ - not ok.

2- $\emptyset V_c/2 \leq V_u \leq \emptyset V_c \rightarrow 95.53 \leq 177.3 \leq 191.06$ - ok.

*Minimum shear reinforcement is provided.

$$Take\ A_v = 2\emptyset 8 = 2 * 50.3 = 100.6\ mm^2.$$

$$A_v / S = V_s / f_y * d$$

$$100.6 / S = 18.35 / (260 * 420) \quad \rightarrow S = 598.7 mm.$$

$$S_{max} \leq 600\ mm, \qquad S_{max} \leq d/2 = 260/2 = 130\ mm - control.$$

$$Select\ S = 12\ cm = 120\ mm.$$

Use $\emptyset 8$ (2 *legs*) @ 12 *cm*.

---

4 – $V_u = -304.4\ KN$:

$d = 320 - 60 = 260\ mm.$

Check for section dimensions:

$$\emptyset V_c = \emptyset * \frac{\sqrt{fc'}}{6} b_w * d$$

$$= 0.75 * \frac{\sqrt{24}}{6} * 1200 * 260 * 10^{-3} = 191.06KN.$$

$$V_s = \frac{Vu}{\emptyset} - V_c = \frac{304.4}{0.75} - 254.75 = 151.12KN.$$

$$V_{s,max} = \frac{2}{3}\sqrt{24} b_w * d = \frac{2}{3} * \sqrt{24} * 1200 * 260 * 10^{-3} = 1019KN.$$

$V_s = 151.12KN < V_{s,max} = 1019\ KN.$

The section is large enough.

$$V_s` = \frac{1}{3} * \sqrt{24} b_w * d = \frac{1}{3} * \sqrt{24} * 1200 * 260 * 10^{-3} = 509.5KN.$$

$V_s = 151.12KN < V_s` = 509.5KN$ **, then:**

$S_{max} \leq 600\ mm$, $S_{max} \leq d/2 = 260/2 = 130\ mm$ **– control.**

Check for $V_{s,min}$**:-**

$$V_{s,min} = \frac{1}{16}\sqrt{24} b_w d = \frac{1}{16} * \sqrt{24} * 1200 * 260 * 10^{-3} = 95.53\ KN.$$

$$V_{s,min} = \frac{1}{3} b_w d = \frac{1}{3} * 1200 * 260 * 10^{-3} = 104\ KN$$ **– control.**

Check for items:-

1- $V_u \leq \emptyset V_c/2 \rightarrow 304.4 \leq 95.53$ **- not ok.**

2- $\emptyset V_c/2 \leq V_u \leq \emptyset V_c \rightarrow 95.53 \leq 304.4 \leq 191.06$ **- not ok.**

3- $\emptyset V_c \leq V_u \leq \emptyset(V_c + V_{s,min}) \rightarrow 191.06 \leq 304.4 \leq 269.06$ **– not ok.**

4- $\emptyset(V_c + V_{s,min}) < V_u \leq \emptyset(V_c + V_s`) \rightarrow 269.06 < 304.4 \leq 573.19$ **– ok.**

Take $A_v = 2\emptyset 10 = 2 * 78.5 = 157.1\ mm^2$.

$A_v / S = V_s / f_y * d$

$157.1 / S = 151.12 / (260*420) \rightarrow S = 113.52\ mm.$

$Select\ S = 10\ cm = 100\ mm.$

Use$\emptyset$10 (2 legs) @ 10 cm.

$5 - V_u = -230.4\ KN$:

$d = 320 - 60 = 260\ mm.$

Check for section dimensions:

$$\emptyset V_c = \emptyset * \frac{\sqrt{fc'}}{6} b_w * d$$

$$= 0.75 * \frac{\sqrt{24}}{6} *1200* 260*10\text{^-3} = 191.06\ KN.$$

$$V_s = \frac{Vu}{\emptyset} - V_c = \frac{230.4}{0.75} - 254.75 = 52.45KN.$$

$$V_{s,max} = \frac{2}{3}\sqrt{24} b_w * d = \frac{2}{3} * \sqrt{24} *1200*260*10\text{^-3} = 1019KN.$$

$V_s = 52.45KN < V_{s,max} = 1019KN.$

The section is large enough.

$$V_s` = \frac{1}{3} * \sqrt{24} b_w * d \frac{1}{3} * \sqrt{24 *} 1200*260*10\text{^-3} = 509.5\ KN.$$

$V_s = 52.45KN < V_s` = 509.5KN$,then:

$S_{max} \leq 600, S_{max} \leq d/2 = 260/2 = 130\ mm$ – control.

Check for $V_{s,min}$:-

$$V_{s,min} = \frac{1}{16}\sqrt{24} b_w d = \frac{1}{16} * \sqrt{24 *} 1200*260*10\text{^-3} = 95.53KN.$$

$$V_{s,min} = \frac{1}{3} b_w d = \frac{1}{3} *1200*260*10\text{^-3} = 104KN$$ – control.

Check for items:-

1- $V_u \leq \emptyset V_c/2 \rightarrow 230.4 \leq 95.53$ - not ok.

2- $\emptyset V_c/2 \leq V_u \leq \emptyset V_c \rightarrow 95.53 \leq 230.4 \leq 191.06$ - not ok.

3- $\emptyset V_c \leq V_u \leq \emptyset(V_c + V_{s,min}) \rightarrow 191.06 \leq 230.4 \leq 269.06$ –ok.

$Take\ A_v = 2\emptyset 10 = 2 * 78.5 = 157.1\ mm^2.$

$A_v/S = V_s / f_y * d$

$157.1/S = 52.45/(260 * 420) \rightarrow S = 327.08mm.$

Select $S = 12cm = 120\ mm.$

Use $\emptyset 10$ ($2\ legs$) @ $12\ cm.$

$6 - V_u = -87.6\ KN$:

$d = 320 - 60 = 260\ mm.$

Check for section dimensions:

$$\emptyset V_c = \emptyset * \frac{\sqrt{fc'}}{6} b_w * d$$

$= 0.75 * \frac{\sqrt{24}}{6}$ *1200* 260*10^-3 = 191.06 KN.

$V_s = \frac{Vu}{\emptyset} - V_c = \frac{87.6}{0.75} - 254.75 = 137.95KN.$

$V_{s,max} = \frac{2}{3}\sqrt{24} b_w * d = \frac{2}{3} * \sqrt{24} * 1200 * 260 * 10^{-3} = 1019\ KN.$

$V_s = 137.95KN < V_{s\ max} = 1019KN.$

The section is large enough.

Check for $V_{s,min}$:-

$V_{s,min} = \frac{1}{16}\sqrt{24} b_w d = \frac{1}{16} * \sqrt{24 *} 1200 * 260 * 10^{-3} = 95.53\ KN.$

$V_{s,min} = \frac{1}{3} b_w d$ $= \frac{1}{3}$*1200*260*10^-3=104KN – control

Check for items:-

1- $V_u \leq \emptyset V_c/2 \rightarrow 87.6 \leq 95.53$ -ok.

***No shear reinforcement is required.**

4.7 Design of Two- way Ribbed Slab:-

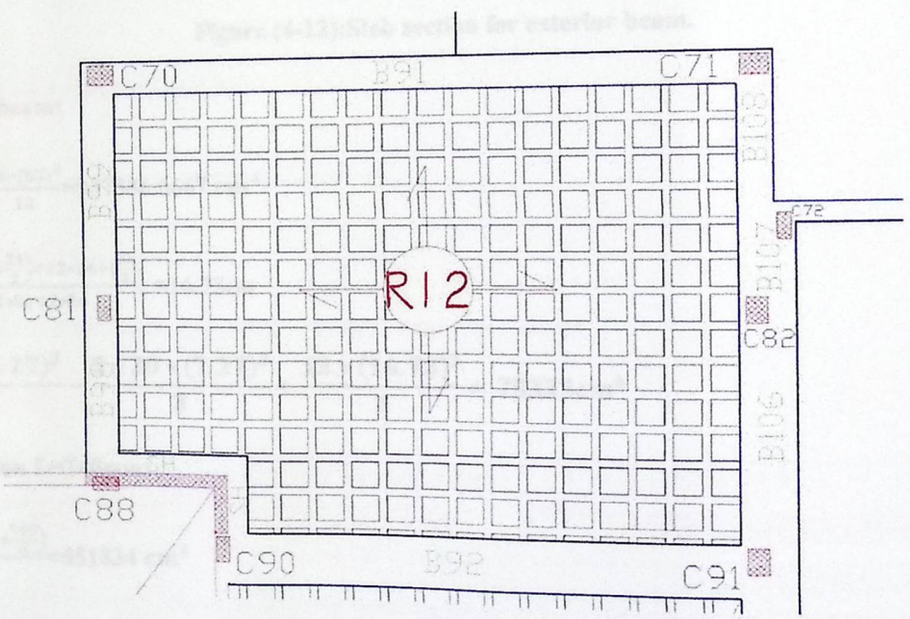


Figure (4-11):Two-way Ribbed Slab.

***Minimum thickness =32 *cm*.**

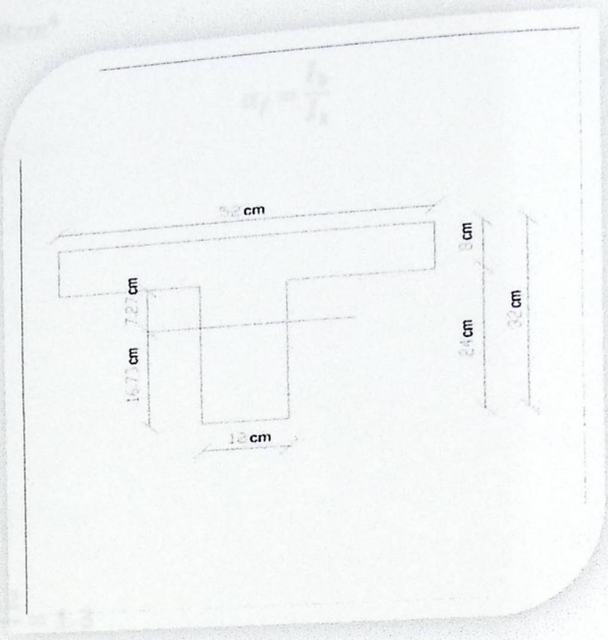


Figure (4-12):Slab section for exterior beam.

***For exterior beam:**

$$* I_b = \frac{bh^3}{12} = \frac{80*(52)^3}{12} = 937386.6667\ cm^4$$

$$*y_c = \frac{52*8*\left(8+\frac{24}{2}\right)+12*24+\left(\frac{24}{2}\right)}{52*8+12*24} = 16.73cm$$

$$I_{rib} = \frac{52*(15.27)^3}{3} - \frac{2*20*(7.27)^3}{3} + \frac{12*(16.73)^3}{3} = 75323cm^4$$

***Short direction L=740*mm*:**

$$I_s = \frac{75323*\left(80+\frac{740}{2}\right)}{52} = 651834\ cm^4$$

***Long direction L=950*mm*:**

$$I_s = \frac{75323*\left(80+\frac{950}{2}\right)}{52} = 803928\ cm^4$$

***For interior beam:**

*Short direction: $I_s = 651834cm^4$

*Long direction: $I_s = 803928cm^4$

$$\alpha_f = \frac{I_b}{I_s}$$

$\alpha_{f1} = \frac{937387}{651834} = 1.4$

$\alpha_{f2} = \frac{937387}{803928} = 1.2$

$\alpha_{f3} = \frac{937387}{651834} = 1.4$

$\alpha_{f4} = \frac{937387}{803928} = 1.2$

$\alpha_{fm} = \frac{1.4 + 1.2 + 1.4 + 1.2}{4} = 1.3$

$\beta = \frac{9500}{7400} = 1.3$

*The minimum slab thickness will be:

$h = \frac{9500 * \left(0.8 + \frac{420}{1400}\right)}{52} = \frac{10450}{43.15} = 242.18mm > 125mm - ok.$

So.. h=320mm>242.18 mm – ok.

Take $h_{slab} = 320mm, 80mm\ Topping\ , 240mm\ Concrete\ block.$

*Loads calculation:

Material	Quality Density KN/m^3	W=γ.VKN
Tiles	22	22*0.03*0.52*0.52=0.178
Mortar	22	22*0.02*0.52*0.52=0.119
Sand	16	16*0.07*0.52*0.52=0.303
Reinforced Concrete Topping	25	25*0.08*0.52*0.52=0.541
Reinforced Concrete Rib	25	25*0.24*0.12*(0.52+0.4)=0.6624
Concrete Block	9	9*0.24*0.4*0.4=0.346
Plaster	22	22*0.02*0.52*0.52=0.119
Partitions 2.3 KN/m^2		2.3*0.52*0.52=0.622

Total Dead Load ,KN		2.89

*Dead load of slab:

DL=2.89/ (0.52*0.52) =10.69 KN/m^2

$w_D = 1.2 * 10.69 = 12.828 KN/m^2$

*Live load of slab:

LL=4.0KN/m^2

$w_l = 1.6 * 4 = 6.4 KN/m^2$

$w_u = 12.828 + 6.4 = 19.23 KN/m^2$

$\frac{l_a}{l_b} = \frac{740}{950} = 0.78$

$M_{a,neg} = [0.073 * 19.23 * (7.4)^2] * 0.52 = 39.97\ KN.m/m$

$M_{b,neg} = [0.027 * 19.23 * (9.5)^2] * 0.52 = 24.37\ KN.m/m$

$M_{a,pos,D} = 0.0406 * 12.83 * (7.4)^2 = 28.52\ KN.m/m$

$M_{b,pos,D} = 0.0148 * 19.23 * (9.5)^2 = 17.14\ KN.m/m$

$M_{a,pos,l} = 0.0496 * 6.4 * (7.4)^2 = 17.38\ KN.m/m$

$M_{b,pos,l} = 0.0184 * 6.4 * (9.5)^2 = 10.63\ KN.m/m$

$M_{a,pos} = [28.52 + 17.38] * 0.52 = 23.868\ KN.m/m$

$M_{b,pos} = [17.14 + 10.63] * 0.52 = 14.44\ KN.m/m$

*Negative moments at discontinuous edges ($\frac{1}{3} * positive\ moments$) :

$M_{a,neg} = \frac{1}{3} * 23.868 = 7.956 KN.m/m$

$M_{b,neg} = \frac{1}{3} * 14.44 = 4.813 KN.m/m$

***Slab reinforcement:**

***Design for negative moments:**

1- M_u= -39.97 $KN.m$:

Assume bar diameter Ø14 for main reinforcement:

d =320 - 20 - 8 - (14/2) = 285mm.

M_n= $\frac{39.97}{0.9}$= 44.411 $KN.m$.

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85*24} = 20.59$$

$$R_n = \frac{Mn}{b * d^2} = \frac{44.411*10^6}{120*(285)^2} = 4.56MPa.$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.59}\left(1 - \sqrt{1-\frac{2(4.56)(20.59)}{420}}\right) = 0.01245$$

A_s= 0.01245(120) (285) = 425.79 mm^2.

Checkfor $A_{s,min}$:

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

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(285) \geq \frac{1.4}{420}(120)(285))$$

$$As_{\min} = 99.73 < 114 mm^2$$

$As_{\min} = 114 mm^2$.

425.79 $mm^2 > As_{\min} = 114 mm^2$.

*** Note** $A_{\Phi 18}$ **= 254.47**mm^2.

n = $\frac{A_s}{A_{s\,bar}}$ **= 425.79/254.47= 2 bars**

Select 2Ø18:

- **Check for strain :**

  Tension = compression

  $A_s * f_y = 0.85 * fc' * b * a$

  $508.94 * 420 = 0.85 * 120 * 24 * a$

  $a = 87.32 mm$

  $c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{87.32}{0.85} = 102.73 mm$

  $\varepsilon_s = \frac{285 - 102.73}{102.73} * 0.003$

  $\varepsilon_s = 0.00532 > 0.005$ **OK**

2- M_u= -24.37$KN.m$:

Assume bar diameter Ø14 for main reinforcement:

d **=320 - 20 - 8 - (14/2) = 285**mm.

$M_n = \frac{24.37}{0.9} = 27.078\ KN.m.$

$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.59$

$R_n = \frac{Mn}{b * d^2} = \frac{27.078 * 10^6}{120 * (285)^2} = 2.78 MPa.$

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

$$\rho = \frac{1}{20.59}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(2.78)(20.59)}{420}}\right) = 0.00714$$

$A_s = 0.00714(120)(285) = 244.188\ mm^2$.

Checkfor $A_{s,min}$:

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

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(285) \geq \frac{1.4}{420}(120)(285))$$

$$As_{\min} = 99.73 < 114 mm^2$$

$$As_{\min} = 114 mm^2.$$

$244.188\ mm^2 > As_{\min} = 114 mm^2$.

$n = \frac{A_s}{A_{s\ bar}}$ = 244.188/201.1= 2 bars * Note $A_{\Phi 16} = 201.1 mm^2$.

Select 2Ø16:

- Check for strain :

  Tension = compression

  $A_s * f_y = 0.85 * fc' * b * a$

  $$402.2 * 420 = 0.85 * 120 * 24 * a$$
  $$a = 69 mm$$
  $$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{69}{0.85} = 81.2 mm$$
  $$\varepsilon_s = \frac{285 - 81.2}{81.2} * 0.003$$
  $$\varepsilon_s = 0.0075 > 0.005$$

  OK

3- M_u= -4.813 $KN.m$:

Assume bar diameter Ø14 for main reinforcement:

d =320 - 20 - 8 - (14/2) = 285mm.

M_n= $\frac{4.813}{0.9}$= 5.35 $KN.m$.

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85*24} = 20.59$$

$$R_n = \frac{Mn}{b * d^2} = \frac{5.35*10^6}{120*(285)^2} = 0.549\ MPa.$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.59}\left(1 - \sqrt{1-\frac{2(0.549)(20.59)}{420}}\right) = 0.001325$$

A_s= 0.001325(120) (285) = 45.315 mm^2.

Checkfor $A_{s,min}$:

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

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(285) \geq \frac{1.4}{420}(120)(285))$$

$$As_{\min} = 99.73 < 114\,mm^2$$

$$As_{\min} = 114\,mm^2.$$

45.315 mm^2 < $As_{\min} = 114\,mm^2$.

n = $\frac{A_s}{A_{s\,bar}}$= 114/78.5= 2 bars

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

Select 2 Ø10:

- **Check for strain :**

  Tension = compression

  $A_s * f_y = 0.85 * fc' * b * a$

  $157 * 420 = 0.85 * 120 * 24 * a$

  $a = 26.94 mm$

  $c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{26.94}{0.85} = 31.7 mm$

  $\varepsilon_s = \frac{285 - 31.7}{31.7} * 0.003$

  $\varepsilon_s = 0.024 > 0.005$ **OK**

4- M_u= -7.956$KN.m$:

Assume bar diameter Ø14 for main reinforcement:

d =320 - 20 - 8 - (14/2) = 285mm.

$M_n = \frac{7.956}{0.9}$ = 8.84 $KN.m$.

$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24}$ = 20.59

$R_n = \frac{Mn}{b * d^2} = \frac{8.84 * 10^6}{120 * (285)^2}$ = 0.907 MPa.

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

$\rho = \frac{1}{20.59} (1 - \sqrt{1 - \frac{2(0.907)(20.59)}{420}})$ = 0.00221

A_s= 0.00221(120) (285) = 75.582 mm^2.

Checkfor $A_{s,min}$:

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

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(285) \geq \frac{1.4}{420}(120)(285))$$

$$As_{\min} = 99.73 < 114 mm^2$$

$$As_{\min} = 114 mm^2.$$

75.582 mm^2 **<** $As_{\min} = 114 mm^2$.

n = $\frac{A_s}{A_s\ bar}$ **= 114/78.5= 2 bars** *** Note** $A_{\Phi 10}$ **=78.5**mm^2.

Select 2Ø10:

- **Check for strain :**

  Tension = compression

  $A_s * f_y = 0.85 * fc' * b * a$

  $157 * 420 = 0.85 * 120 * 24 * a$

  $a = 26.94 mm$

  $c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{26.94}{0.85} = 31.7 mm$

  $\varepsilon_s = \frac{285 - 31.7}{31.7} * 0.003$

  $\varepsilon_s = 0.024 > 0.005$ **OK**

***Design for positive moments:**

1-M_u= +23.868$KN.m$:

Assume bar diameter Ø10 for main reinforcement:

d **=320 - 20 - 8 - (10/2) = 287**mm.

$M_n = \frac{23.868}{0.9}$ **= 26.52** $KN.m$.

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.59$$

$$R_n = \frac{Mn}{b * d^2} = \frac{26.52 * 10^6}{520 * (287)^2} = 0.619 MPa.$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.59}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(0.619)(20.59)}{420}}\right) = 0.0015$$

$A_s = 0.0015(520)(287) = 223.86\ mm^2$.

Checkfor $A_{s,min}$:

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

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(287) \geq \frac{1.4}{420}(120)(287))$$

$$As_{\min} = 100.43 < 114.8 mm^2$$

$$As_{\min} = 114.8 mm^2.$$

$223.86\ mm^2 > As_{\min} = 114.8 mm^2$.

$n = \frac{A_s}{A_s\ bar} = 223.86/201.1 = 2$ bars

* Note $A_{\Phi 16} = 201.1 mm^2$.

Select 2Ø16:

- Check for strain :

  Tension = compression

  $A_s * f_y = 0.85 * fc' * b * a$

$$402.2 * 420 = 0.85 * 520 * 24 * a$$

$$a = 15.92mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{15.92}{0.85} = 18.73mm$$

$$\varepsilon_s = \frac{287 - 18.73}{18.73} * 0.003$$

$$\varepsilon_s = 0.043 > 0.005 \qquad \textbf{OK}$$

2-M_u= +14.44$KN.m$:

Assume bar diameter Ø10 for main reinforcement:

d =320 - 20 - 8 - (10/2) = 287mm.

$M_n = \frac{14.44}{0.9}$= 16.04$KN.m$.

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.59$$

$$R_n = \frac{Mn}{b * d^2} = \frac{16.04 * 10^6}{520 * (287)^2} = 0.374MPa.$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.59}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(0.374)(20.59)}{420}}\right) = 0.000899$$

A_s= 0.000899(520) (287) = 134.17 mm^2.

Checkfor $A_{s,min}$:

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

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(287) \geq \frac{1.4}{420}(120)(287))$$

$$As_{\min} = 100.43 < 114.8mm^2$$

$$As_{\min} = 114.8mm^2.$$

134.17 $mm^2 > As_{\min} = 114.8mm^2$.

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

n = $\frac{A_s}{A_{s\,bar}}$ **= 134.17/78.5= 2 bars**

Select 2Ø10:

- **Check for strain :**

  Tension = compression

  $A_s * f_y$ **= 0.85 *** fc' *** b * a**

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

$$a = 6.22mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{6.22}{0.85} = 7.32mm$$

$$\varepsilon_s = \frac{287 - 7.32}{7.32} * 0.003$$

$$\varepsilon_s = 0.115 > 0.005$$

OK

***Design for shear:**

***Maximum shear coefficient will be in the short direction with boundary conditions as in case "9",** w_a**=0.842.**

***The total load on the panel being (0.95*7.4*19.23) =1351.87** KN

***The shear per rib at face of the long beam is [0.842*1351.87*0.52/ (2*9.5)] =31.153**KN

***The shear critical section is at distance d from the beam face:**

$V_{ud} = V_{u,face} - w_u * b_f * d$**=31.153-19.23*0.52*0.285=28.3**KN

$V_c = 1.1 * \frac{1}{6} * \sqrt{24} * 120 * 285 * 10^{-3}$**=30.72** KN

$\emptyset V_c$**=0.75*30.72=23.03**KN

$$\frac{1}{2}\emptyset V_c = \frac{1}{2} * 23.03 = 11.52KN < V_{ud} = 28.3KN < \emptyset V_c = 32.03KN$$

So.. No need for shear reinforcement.

$$V_{ud} = w_u * b_{f(}\frac{ln}{2} - d) = 19.23 * 0.52 * (\frac{7.4}{2} - 0.285) = 34.15KN$$

$$\emptyset V_c = 23.03KN < V_{ud} = 34.15KN$$

$$V_{s\,min} = \frac{1}{16} * \sqrt{24} * 120 * 285 * 10^{-3} = 10.47KN$$

$$V_{s\,min} = \frac{1}{3} * 120 * 285 * 10^{-3} = 11.4KN$$

$$\emptyset V_c = 23.03KN < V_{ud} = 34.15KN < \emptyset(V_c + V_{s\,min}) = 31.58KN$$–**NOT OK.**

$$\emptyset(V_c + V_{s\,min}) = 31.58KN < V_{ud} = 34.15KN < \emptyset(V_c + V_{S'}) = 64.92KN - Case\ IV$$

So... Stirrups are required.

$$S_{max} \leq \frac{d}{2} = \frac{285}{2} = 142.5mm \leq 600mm.$$

$$S_{max} = 142.5mm$$

Use ∅10 (2legs)@12.5*cm*.

4.8 Design of column:

***Service dead load = 266.51*4=1066.04*KN**

***Service live load =34*4=136*KN**

1- Check for slenderness:

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

$$\frac{M_1}{M_2} = 1.0 - braced\ frame\ with\ M_{min}$$

K=1.0-for columns in non-sway frames.

$$\frac{kl_u}{r} \leq 34 - 12 * 1 = 22 < 40$$

$$\frac{kl_u}{r_x} = \frac{1 * 3.5}{0.3 * 0.4} = 29.17 > 22 - long\ column\ for\ bending\ about\ x - axis.$$

$$\frac{kl_u}{r_y} = \frac{1 * 3.5}{0.3 * 0.4} = 29.17 > 22 - long\ column\ for\ bending\ about\ y - axis.$$

2-calculate the minimum eccentricity and the minimum moment:

$$e_{min} = (15 + 0.03 * h) = 15 + 0.03 * 400 = 27mm$$

$$P_u = 1.2 * 1066.04 + 1.6 * 136 = 1496.848KN$$

$$M_{min} = P_u * e_{min} = 1496.848 *. 027 = 40.4KN.m$$

3-Compute EI:

$$E_c = 4700 * \sqrt{fc'} = 4700\sqrt{24} = 323025.2MPa$$

$$I_g = \frac{bh^3}{12} = \frac{400^4}{12} = 2.133 * 10^9 mm^4$$

$$\beta_{dns} = \frac{1.2D}{1.2D + 1.6L} = \frac{1.2 * 1066.04}{1496.848} = 0.855$$

$EI = 0.4E_cI_g / (1+\beta_{dns}) = 0.4*23025.2*2.133/(1+0.855) = 10590.35KN.m^2$

4-Determine the Euler buckling load:

$$P_c = \frac{\pi^2 * EI}{kl_u^2} = \frac{\pi^2 * 10590.35}{(1*3.5)^2} = 8532.5KN$$

5- Calculate the moment magnifier factor:

$$C_m = 0.6 + 0.4\frac{M_1}{M_2} = 0.6 + 0.4 * 1 = 1$$

$$\delta_{ns} = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{0.75P_c}} = \frac{1}{1 - \frac{1496.848}{0.75*8532.5}} = 1.31 > 1.0$$

***The magnified eccentrically and moment:**

$$e = e_{min} * \delta_{ns} = 27 * 1.31 = 35.37mm$$

$$M_c = \delta_{ns} * M_2 = 1.31 * 40.4 = 52.924KN.m$$

Where $M_2 = M_{min} = 40.4KN.m$

6-Select the column reinforcement:

a-Compute the ratio:

$$\frac{e}{h} = \frac{35.37}{400} = 0.09$$

b-Compute the ratio γ:

$$\gamma=\frac{d-d'}{h}=\frac{400-2*40-2*10-25}{400}=0.688$$

$$\frac{\emptyset P_n}{A_g}=\frac{1496.848*10^3}{400*400}*0.145=1.36ksi$$

For γ=0.6,$\rho_g<\rho_{min}=0.01$

For γ=0.75,$\rho_g<\rho_{min}=0.01$

$\rho_g=\rho_{min}=0.01$

*Select the reinforcement:

$A_{st}=\rho_g A_g=0.01*400*400=1600mm^2$

4.9 Design of isolated footing:

*Service dead load = 266.51*4=1066.04KN.

*Service live load =34*4=136KN.

*Service surcharge =5KN/m^2.

*Permissible soil pressure $q_a=400KN/m^2$.

*Soil density =20KN/m^2.

1-Calculating the footing soil and the surcharge floor load:

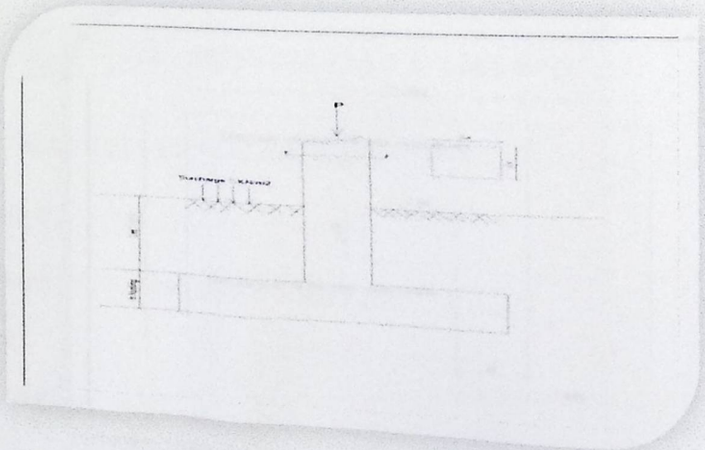


Figure (4-13):Isolated footing concentrically loaded square column.

a- Weight of footing (assume $h_{footing} = 50cm$):

$$W_{footing} = 0.5 * 25 = 12.5KN/m^2$$

b- Weight of soil:

$$W_{soil} = 1 * 20 = 20KN/m^2$$

c- Total surcharge load on foundation:

$$W=5+20+12.5=37.5KN/m^2$$

d- Net soil pressure:

$$q_{a,net} = 400 - 37.5 = 362.5KN/m^2$$

e- Required sizes of footing:

$$A=\frac{P_n}{q_{a,net}} = \frac{1066.04+136}{362.5} = 3.32m^2$$

$$A=l^2 \; ; \; l = \sqrt{A} = \sqrt{3.32} = 1.822m$$

Take l=2m.

2-Depth of footing and shear design:

$$P_u = 1.2 * 1066.04 + 1.6 * 136 = 1496.848KN$$

$$q_u = \frac{1496.848}{2 * 2} = 374.212KN/m^2.$$

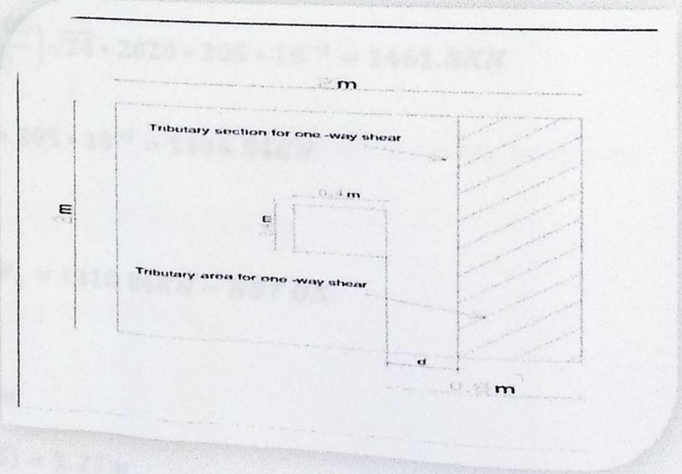


Figure (4-14): Shear design for footing.

a- One-way shear (beam shear):

*V_u@distance d from the face of support:

$$V_u = q_u * b * \left(\frac{l}{2} - \frac{a}{2} - d\right) = 374.212 * 2 * \left(\frac{2}{2} - \frac{0.4}{2} - d\right)$$

*Let $V_u = \emptyset V_c$,

$$V_c = \frac{1}{6} * \sqrt{24} * 2000 * d$$

$$374.212 * 2 * \left(\frac{2}{2} - \frac{0.4}{2} - d\right) = 0.75 * \frac{1}{6} * \sqrt{24} * 2000 * d$$

d =0.3m

*Assume cover 75mm, and steel bars of$\emptyset$20:

h=300+75+20=395mm

b- Two –way shear (punching shear):

*Let$V_u = \emptyset V_c$,

$$V_u = 374.212(2 * 2 - (0.4 + 0.305)^2) = 1310.86KN$$

β=400/400=1

$$b_0 = 4(0.4 + 0.305) = 2.82m$$

$$\alpha_s = 20 - for\ corner\ column$$

$$V_c = \frac{1}{6}\left(1 + \frac{2}{1}\right)\sqrt{24} * 2820 * 305 * 10^{-3} = 2106.81KN$$

$$V_c = \frac{1}{12}\left(2 + \frac{20 * 305}{2820}\right)\sqrt{24} * 2820 * 305 * 10^{-3} = 1461.8KN$$

$$V_c = \frac{1}{3}\sqrt{24} * 2820 * 305 * 10^{-3} = 1404.54KN$$

$$V_c = 1404.54KN$$

$\emptyset V_c = 1053.4KN < V_u = 1310.86KN - NOT\ OK.$

Try h= 500mm:

d =500-75-20=405mm

$$b_0 = 4(0.4 + 0.405) = 3.22m$$

$$V_u = 374.212(2 * 2 - (0.4 + 0.405)^2) = 1254.35KN$$

$$V_c = \frac{1}{3} * \sqrt{24} * 3220 * 405 * 10^{-3} = 2129.6KN$$

$$\emptyset V_c = 1596.2KN > V_u = 1254.35KN - OK.$$

3- Design for flexure:

*Take steel bars of $\emptyset 20$:

b =$2m$

h =$500mm$

d =500-75-$\frac{20}{2} = 415mm$

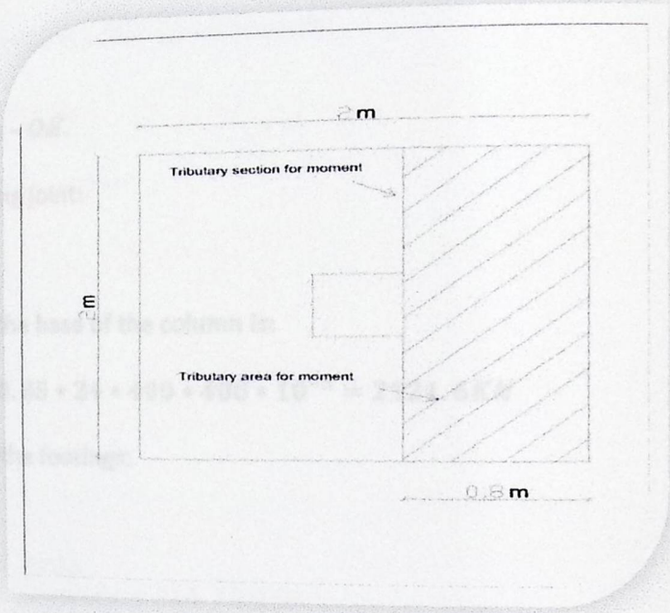


Figure (4-15): Design of footing for flexure.

$$M_u = 374.212 * 2 * 0.8 * \frac{0.8}{2} = 239.5\ KN.m$$

$$R_n = \frac{239.5 * 10^6}{0.9 * 2000 * 415^2} = 0.773MPa$$

m =20.59

$$\rho = \frac{1}{20.59}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(0.773)(20.59)}{420}}\right) = 0.00188$$

$A_s = \rho * b * d = 0.00188 * 2000 * 415 = 1560.4mm^2$

$A_{s,min} = 0.0018 * 2000 * 500 = 1800mm^2$

$A_{s,min} = 1800mm^2 > A_s = 1560.4mm^2$

Take $A_s = 1800mm^2$

n $= \frac{1800}{153.94} = 11.69$

Take 12 ∅14 with $A_s = 1847.26mm^2$

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

Step "S" is the smallest of:

1- 3h =3*500=1500mm

2- 450mm "control"

S=153mm<$S_{max} = 450mm - OK.$

4-Design the column –footing joint:

$P_u = 1496.848KN$

*The allowable bearing on the base of the column is:

$\emptyset(0.85f_{c'} * A_s) = 0.65 * 0.85 * 24 * 400 * 400 * 10^{-3} = 2121.6KN$

*The allowable bearing on the footings:

$\emptyset(0.85f_{c'} * A_1)\sqrt{\frac{A_2}{A_1}}$

=0.65*0.85*24*400*400*210^{-3}

$P_u = 1496.848KN < 424302KN$

So... Dowels are not needed.

4.10 Design of Combined Footing:

Footing for columns(C14) and (C21):

-Dimensions of (C14) =40*40 cm.

-Dimensions of (C21) =40*40cm.

P_u =2000+1500=3500KN.

P_n=P_u/1.3=3500/1.3=2692.3KN.

q_{all}=400KN/m^2.

a- Determination of footing dimensions:

Net allowable soil pressure = 400 KN/m^2.

A=P_n/q_{all}=2692.3/400=6.73m^2.

*Take 2.55 *3.15 footing dimensions.

*Distance between two columns is 1.28m center to center.

b- Determination of footing depth:

Assume h = 70$cm$and steel bars of Ø20:

d_{avg}=700 – 75 – 20 =605 mm.

*Factored load:

$P_u$for (C14) = 2000KN.

$P_u$for (C21) = 1500KN.

$$q_u = \frac{P_{u(C14)} + P_{u(C21)}}{A_g} = \frac{3500}{2.55 * 3.15} = 435.7 KN/m^2.$$

***Check for one way shear strength for C14:**

$$Vu = 2000 - 435.7 * 3.15(0.8 + 0.4 + 0.605) = 477.3KN$$

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

$$\phi Vc = 0.75 * \frac{1}{6} * \sqrt{24} * 605 * 3150 = 1167\ KN$$

$$\phi Vc > Vu$$

$$\therefore\ Safe$$

***Check for one way shear strength for C21:**

$$Vu = 1500 - 435.7 * 3.15(0.68 + 0.4 + 0.605) = 812.6KN$$

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

$$\phi Vc = 0.75 * \frac{1}{6} * \sqrt{24} * 605 * 3150 = 1167\ KN$$

$$\phi Vc > Vu$$

$$\therefore\ Safe$$

***So … The thickness h=70*cm* is adequate enough.**

*** Check for two way shear (punchingshear):**

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

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

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

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

Where:

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

b_0= Perimeter of critical section taken at distance (d/2) from the loaded area:

*** $\alpha_{s=30}$ ..... for exterior column.**

*** $\alpha_{s=40}$..... for interior column.**

$$b_0 = 4 * (0.4 + 0.605) = 4.02m.$$

$$\emptyset V_c = \emptyset \frac{1}{3}\sqrt{f_{c'}} b_0 d = 0.75 * \frac{1}{3}\sqrt{24} * 4020 * 605 * 10^{-3} = 2978.7KN.$$

$$\emptyset V_c = 2978.7KN - control.$$

$$V_{u(C14)} = 2000 - 435.7 * \left(0.8 + 0.4 + \frac{0.605}{2}\right) * (0.4 + 0.605) = 1342KN.$$

$$\emptyset V_c = 2978.7KN > V_{u(C14)} = 1342KN.$$

***So ... The thickness h=70*cm* is adequate enough.**

$$V_{u(C21)} = 1500 - 435.7 * \left(0.68 + 0.4 + \frac{0.605}{2}\right) * (0.4 + 0.605) = 894.6KN.$$

$$\emptyset V_c = 2978.7KN > V_{u(C21)} = 894.6KN.$$

***So ... The thickness h=70*cm* is adequate enough.**

c- Design for Bending Moment:

M_u=317.5*KN.m*

The steel bars of ∅20:

b=2.55*m*, h=700*mm*, d=700 – 75 -20 - $\frac{20}{2}$ = 595*mm*,

$f_{c'}$=24 *MPa*, f_y=420 *MPa*.

$$Rn = \frac{Mu}{bd^2} = \frac{317.5/0.9}{2550 * 595 * 595} * 10^6 = 0.39MPa$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.59$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.59}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.59 \times 0.39}{420}}\right) = 0.00094$$

$$As_{Req.} = \rho * b * d = 0.00094 * 2550 * 595 = 1426.2 mm^2$$

$$As_{Shrinkage} = 0.0018 * b * h = 0.0018 * 2550 * 700 = 3213\, mm^2$$

$A_{s\,shrinkage} = 3213mm^2 > A_{s\,req} = 1426.2mm^2$

So... $A_s = 3213mm^2$

Use 11Ø 20 ..... with Asprovided = 3456.2 mm^2

S=$\frac{2550 - 75*2 - 11*20}{10}$=218$mm$

Step (S) is the smallest of:

1- 3*h = 3*700 =2100 mm.

2- 450 mm

S = 218 mm<S_{max}=450mm-ok. -control.

d-Design the flexural reinforcement in the transvers direction:

*For C14: $\frac{2000}{2.55}$ =784.3KN/m.

$$M_u = \frac{784.3}{2} * \left(\frac{2.55}{2} - \frac{0.4}{2}\right)^2 = 453.2\ KN.m$$

d = 700 – 75 -$\frac{20}{2}$ = 615 mm

$$Rn = \frac{Mu}{bd^2} = \frac{453.2/0.9}{1600 * 615 * 615} * 10^6 = 0.83 MPa$$

$$m=\frac{fy}{0.85*fc'}=\frac{420}{0.85*24}=20.59$$

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

$$\rho=\frac{1}{20.59}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times 20.59\times 0.83}{420}}\right)=0.00202$$

$$As_{Req.}=\rho*b*d=0.00202*1600*615=1987.7mm^2$$

$$As_{Shrinkage}=0.0018*b*h=0.0018*1600*700=2016\,mm^2$$

$$\therefore As=2016\,mm^2$$

Use7 Ø20.....with Asprovided = 2199.4 mm^2

S=$\frac{1600-75-7*20}{6}$=230.8*mm*< 450 *mm* -Ok.

***For C21: $\frac{1500}{2.55}$ =588.2*KN/m*.**

$$M_u=\frac{588.2}{2}*\left(\frac{2.55}{2}-\frac{0.4}{2}\right)^2=639.8KN.m$$

d = 700 – 75 -$\frac{20}{2}$ = 615 *mm*

$$Rn=\frac{Mu}{bd^2}=\frac{639.8/0.9}{1600*615*615}*10^6=1.17MPa$$

$$m=\frac{fy}{0.85*fc'}=\frac{420}{0.85*24}=20.59$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.59}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times 20.59\times 1.17}{420}}\right) = 0.0029$$

$$As_{Req.} = \rho * b * d = 0.0029 * 1600 * 615 = 2853.6 mm^2$$

$$As_{Shrinkage} = 0.0018 * b * h = 0.0018 * 1600 * 700 = 2016\, mm^2$$

$$\therefore As = 2853.6 mm^2$$

Use10 Ø20.....with Asprovided = 2199.4 mm^2

S=$\frac{1600-75-10*20}{9}$=147.2mm< 450 mm -Ok.

4.11Design of stair:

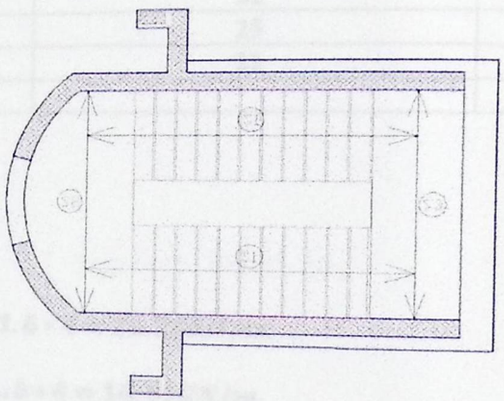


Figure (4-16): Stair Plan.

Minimum slab thickness:1-

$h_{min}=\frac{L}{20}=\frac{520}{20}=26\ cm.$

$h_{min}=260\ mm.$

2- Loads:

Flight Dead Load computation:

θ=

$$tan^{-1}\left(\frac{rise}{run}\right) = tan^{-1}\left(\frac{150}{300}\right) = 26.56^{\circ}.$$

Material	Quality Density KN/m^3	W KN/m

Tiles	27	$27 * (\frac{0.15+.035}{0.3}) * 0.03 * 1 = 1.35$
Mortar	22	$22 * (\frac{0.15+.03}{0.3}) * 0.02 * 1 = 0.66$
Stair Steps	25	$\frac{25}{0.3} * (\frac{0.15 * .03}{2}) * 1 = 1.875$
Reinforced Concrete Solid Slab	25	$\frac{25 * 0.25 * 1}{cos 26.56} = 6.99$
Plaster	22	$\frac{22 * 0.03 * 1}{cos 26.56} = 0.738$
Total Dead Load		11.61

Material	Quality Density KN/m^3	$\gamma.h.1 KN/m$
Tiles	22	22*0.03*1=0.66
Mortar	22	22*0.02*1=0.44
Reinforced Concrete Solid Slab	25	25*0.25*1=6.25
Plaster	22	22*0.03*1=0.66
Total Dead Load		8.01

*Live load = 4 KN/m^2

$w = 1.2\,D + 1.6\,L$

* For Flight $w = 1.2 * 11.61 + 1.6 * 4 = 20.33 KN/m.$

*For Landing $w = 1.2 * 8.01 + 1.6 * 4 = 16.01 KN/m.$

3- Design of slabS1:

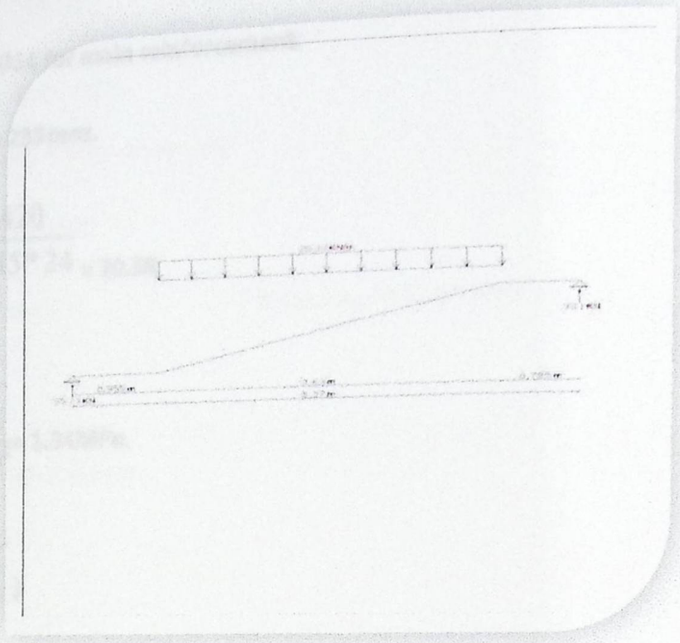


Figure (4-17):Slab (S1).

***Check for shear strength:**

***Assume bar diameter Ø14 for main reinforcement:**

d =260 - 20 - (14/2) = 233mm.

V_u=38.1 KN.

$V_c = \frac{1}{6} * \sqrt{24} * 1000 * 233 * 10^{-3}$=190.24 KN/1m strip.

$\emptyset V_c = 0.75 * 190.24 = 142.68\ KN$/1m strip.

$V_{u,max}$=$38.1\ KN < \frac{1}{2}\emptyset V_c = 71.34\ KN$.

So... The thickness of the slab is a $dequate\ enough$.

***Calculate the maximum bending moment and steel reinforcement:**

$$M_u = 38.1 * (1.815 + 0.785) - 20.33 * \frac{(1.815^2)}{2} = 65.56\ KN.m$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{65.56}{0.9} = 72.84\ KN.m/m.$$

*Assume bar diameter Ø14 for main reinforcement:

d =260 - 20 - (14/2) = 233mm.

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85*24} = 20.59$$

$$R_n = \frac{Mn}{b * d^2} = \frac{72.84*10^6}{1000*(233)^2} = 1.34MPa.$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.59}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(1.34)(20.59)}{420}}\right) = 0.003303$$

A_s= 0.003303(1000) (233) = 769.55 mm^2.

Check $for\ A_{s,min}$:

$$As_{min} = 0.0018 * 1000 * 260 = 468 mm^2.$$

A_s= 769.55 mm^2>A_{smin} = 468mm^2- OK.

n = $\frac{A_s}{A_{s\,bar}}$ = 769.55/153.93= 5 bars

* Note $A_{\Phi 14}$ =153.93mm^2.

S = $\frac{1}{n}$ = 0.20 m.

*Take 5Ø14/m or Ø14@200 mm.

Step (S) is the smallest of:

1-3h = 3*260 = 780 mm.

2- 450 mm.

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

$$S \leq 300\left(\frac{280}{\frac{2}{3}*420}\right) = 300\ mm - \text{control.}$$

$$S = 200\ mm < S_{max} = 300\ mm - OK.$$

*Shrinkage reinforcement: Temperature and

$$A_s = 0.0018(1000)\ (260) = 468\ mm^2.$$

$$n = \frac{A_s}{A_{s\ bar}} = 468/153.93 = 4 \text{ bars}$$

* Note $A_{\Phi 14} = 153.93\ mm^2$.

$$S = \frac{1}{n} = 0.33\ m.$$

*Take $4\emptyset 14/m$ or $\emptyset 14@300\ mm$.

Step (S) is the smallest of:

1-5h = 5*260 = 1300 mm.

2- 450 mm –control.

$$S = 300\ mm < S_{max} = 450\ mm - OK.$$

4- Design of slab S2:

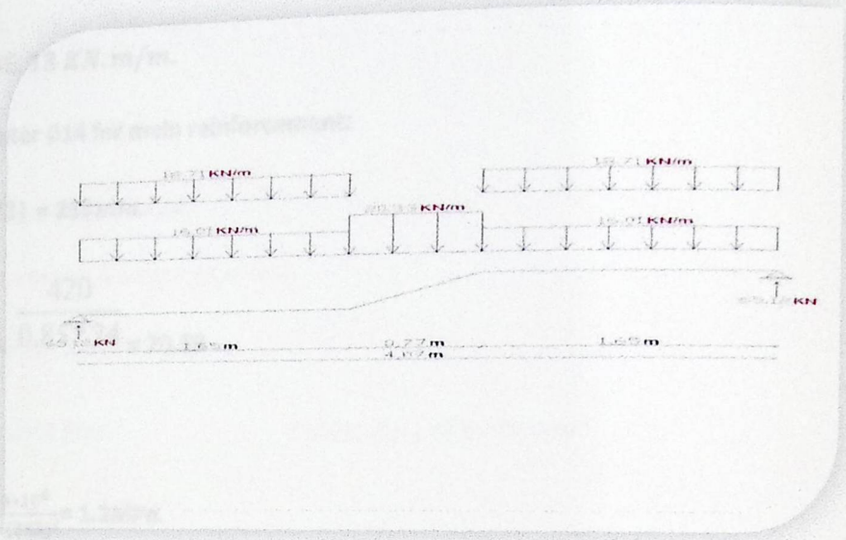


Figure (4-18): Slab (S2).

$$w_R = \frac{35.73}{1.91} = 18.71\ KN/m.$$

*Check for shear strength:

*Assume bar diameter Ø14 for main reinforcement:

d =260 - 20 - (14/2) = 233mm.

$V_{u=}$36.45KN.

$V_c = \frac{1}{6} * \sqrt{24} * 1000 * 233 * 10^{-3}$=190.24 KN /1m strip.

$\emptyset V_c = 0.75 * 190.24 = 142.68\ KN$/1m strip.

$V_{u,max}$=63.45 $KN < \frac{1}{2}\emptyset V_c = 71.34\ KN.$

So... The thickness of the slab is a *dequate enough.*

*Calculate the maximum bending moment and steel reinforcement:

$$M_u = 36.45 * 2.035 - 16.01 * \frac{(2.035^2)}{2} - 18.71 * 1.65 * (\frac{1.65}{2} + \frac{0.77}{2})$$

$$= 58.6\ KN.m$$

$$M_n = \frac{M_u}{\emptyset} = \frac{58.6}{0.9} = 65.13\ KN.m/m.$$

*Assume bar diameter Ø14 for main reinforcement:

d =260 - 20 - (14/2) = 233mm.

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85*24} = 20.59$$

$$R_n = \frac{Mn}{b * d^2} = \frac{65.13*10^6}{1000*(233)^2} = 1.2MPa.$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.59}(1 - \sqrt{1 - \frac{2(1.2)(20.59)}{420}}) = 0.00295$$

A_s= 0.00295(1000) (233) = 687.35 mm^2.

Check $for\ A_{s,min}$:

$$As_{\min} = 0.0018 * 1000 * 260 = 468 mm^2.$$

A_s= 687.35mm^2>A_{smin} = 468mm^2- OK.

n = $\frac{A_s}{A_{s\ bar}}$= 687.35/153.93= 5 bars

* Note $A_{\Phi 14}$ =153.93 mm^2.

$S = \frac{1}{n} = 0.224\ m.$

*Take $5\emptyset 14/m$ or $\emptyset 14@200$ mm.

Step (S) is the smallest of:

1-3h = 3*260 = 780 mm.

2- 450 mm.

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

S≤$300\left(\frac{280}{\frac{2}{3}*420}\right)$=300 mm – control.

S=200 mm <$S_{max} = 300\ mm - OK.$

*Shrinkage reinforcement: Temperature and

A_s= 0.0018(1000) (260) = 468 mm^2.

n = $\frac{A_s}{A_{s\ bar}}$= 468/153.93= 4 bars * Note $A_{\Phi 14}$ =153.93 mm^2.

$S = \frac{1}{n} = 0.33\ m.$

*Take $4\emptyset 14/m$ or $\emptyset 14@300\ mm.$

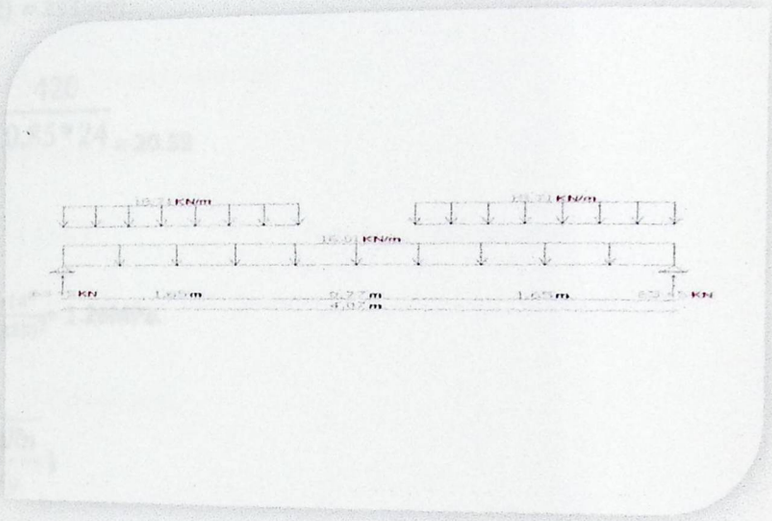
Step (S) is the smallest of:

1-5h = 5*260 = 1300 mm.

2- 450 mm –control.

S=300 mm<$S_{max} = 450\ mm - OK.$

5- Design of slab S3:



Figure(4-19):Slab (S3).

*Check for shear strength:

*Assume bar diameter Ø14 for main reinforcement:

d =260 - 20 - (14/2) = 233mm.

$V_{u=}65.12KN$.

$V_c = \frac{1}{6} * \sqrt{24} * 1000 * 233 * 10^{-3}$=190.24 KN /1m strip.

$\emptyset V_c = 0.75 * 190.24 = 142.68$ KN/1m strip.

$V_{u,max}$=65.12 $KN < \frac{1}{2}\emptyset V_c = 71.34\ KN.$

So... The thickness of the slab is a *dequate enough.*

***Calculate the maximum bending moment and steel reinforcement:**

$$M_u = 65.12 * 2.035 - 26.4165 * 1.21 - 30.8715 * 1.21 - 7.82705 * (\frac{0.77}{4})$$

$$= 61.7\ KN.m$$

$$M_n = \frac{M_u}{\emptyset} = \frac{61.7}{0.9} = 68.55\ KN.m/m.$$

***Assume bar diameter Ø14 for main reinforcement:**

d =260 - 20 - (14/2) = 233mm.

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.59$$

$$R_n = \frac{Mn}{b * d^2} = \frac{68.55*10^6}{1000*(233)^2} = 1.26\text{MPa}.$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.59}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(1.26)(20.59)}{420}}\right) = 0.003099$$

A_s= 0.003099(1000) (233) = 722.03 mm^2.

Check $for\ A_{s,min}$:

$$As_{\min} = 0.0018 * 1000 * 260 = 468\,mm^2.$$

A_s= 722.03 $mm^2 > A_{smin}$ = 468mm^2- OK.

n = $\frac{A_s}{A_{s\,bar}}$= 722.03/153.93= 5 bars

* Note $A_{\Phi 14}$ =153.93 mm^2.

$S = \frac{1}{n} = 0.213\ m.$

Take $5\emptyset 14/m$ or $\emptyset 14@200\ mm.$

Step (S) is the smallest of:

1-3h = 3*260 = 780 $mm.$

2- 450 $mm.$

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

$S \leq 300\left(\frac{280}{\frac{2}{3}*420}\right) = 300\ mm$ – control.

$S = 200\ mm < S_{max} = 300\ mm - OK.$

*Shrinkage reinforcement: Temperature and

A_s= 0.0018(1000) (260) = 468 mm^2.

n = $\frac{A_s}{A_{s\ bar}}$= 468/153.93= 4 bars

* Note $A_{\Phi 14}$ =153.93 mm^2.

$S = \frac{1}{n} = 0.33\ m.$

*Take $4\emptyset 14/m$ or $\emptyset 14@300$ mm.

Step (S) is the smallest of:

1-5h = 5*260 = 1300 $mm.$

2- 450 mm –control.

$S = 300\ mm < S_{max} = 450\ mm - OK.$

4-12Design of shear wall:

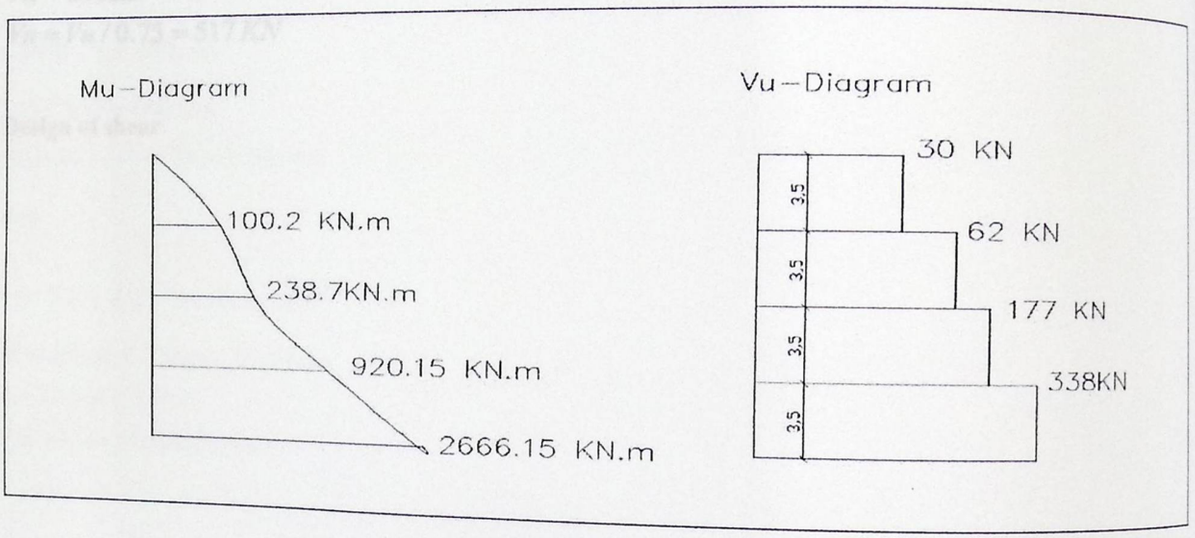


Figure (4-20) : Moment & Shear-Diagram for Shear Wall.

Shear Wall Design Parameters:

=24 MPa fc'

=420 MPa. fy

h=30 cm. Shear wall thickness.

L_w= 2.4m. shear wall width

Hw=14 m. Story height.

Design of the Horizontal reinforcement:

Internal forces & moments:

$$\sum Fx = Vu = 388\,KN$$

Critical Section

$$\frac{Lw}{2} = \frac{2.4}{2} = 1.2m(Control)$$

$$\frac{hw}{2} = \frac{14}{2} = 7m$$

$$Mu = 2132.65\,KN$$

Design it by using Reinforced concrete:

$$Vu = 388\,KN$$

$$Vn = Vu / 0.75 = 517\,KN$$

Design of shear

$$d = 0.8 * Lw = 0.8 * 2.4 = 1.92m$$

$$Vc_1 = \frac{1}{6} * \sqrt{fc'} * h * d = \frac{1}{6}\sqrt{24} * 0.3 * 1.92 = 470.3KN$$

$$Vc_2 = \frac{\sqrt{fc'} * h * d}{4} + \frac{N_u * d}{4 * l_w} = \frac{\sqrt{24} * 0.3 * 1.92}{4} + \frac{1 * 1.92}{4 * 2.4} = 905.5KN$$

$$Vc_3 = \left(\frac{\sqrt{fc'}}{2} + \frac{l_w\left(\sqrt{fc'} + \frac{2 * N_u}{l_w * h}\right)}{\frac{M_u}{V_u} - \frac{l_w}{2}} \right) * \frac{h * d}{10} = \left(\frac{\sqrt{24}}{2} + \frac{2.4\left(\sqrt{24} + \frac{2 * 1}{2.4 * 0.3}\right)}{\frac{2132.65}{388} - \frac{2.4}{2}} \right) * \frac{0.3 * 1.92}{10} = 308KN(control)$$

$$Vs = Vn - Vc1$$

$$Vs = 517 - 308 = 209KN$$

$$\left(\frac{Av_h}{S2}\right) = \frac{Vs}{Fy * d} = \frac{209 * 10^{-3}}{420 * 1.92} = 0.2592 * 10^{-3} m$$

$$\left(\frac{Av_{h\,min}}{S2}\right) = 0.0025 * h = 0.0025 * 0.3 = 0.75 * 10^{-3} m(Control)$$

$$S2 = \frac{Lw}{5} = 2400 / 5 = 480mm$$

$$S2 = 3 * h = 3 * 300 = 900mm$$

$$select \longrightarrow 2\phi 10 \longrightarrow As = 1.58cm2$$

$$\frac{Av}{S2} = 0.75mm$$

$$\frac{158}{S2} = 0.75 \rightarrow S2 = 210.7mm(Control)$$

$$Select....S2 = 20cm < Sreq. = 21.07cm$$

$$S2selected = 20cm < 75cm$$

$$use....2\phi 10 @ 20cm(c/c) in\ 2layer$$

Select 2Φ 10 / 20cm. In tow layer

Design of the Vertical reinforcement:

$$\rho_{min} = (0.0025 + 05(2.5 - \frac{hw}{lw})(\frac{Avh}{S_2 h} - 0.0025))S_1 h_1$$

$$\frac{h_w}{L_w} = \frac{14}{2.4} = 5.83 > 2.5$$

$$Avn = 0.0025 \times S_1 \times h_1$$

$$S_1 = \frac{1}{3} L_w = \frac{1}{3} \times 2.4 = 800\,mm$$

$$S_1 = 3 \times h = 3 \times 300 = 900\,mm$$

$$Select\, 2\phi 10\, With\ area\ As = 158\,mm^2$$

$$158 = 0.0025 \times S_1 \times 300$$

$$\therefore S_1 = 210.7mm(Control)$$

$$Select\, S_1 = 20cm < 21.07cm$$

$$S = 20cm$$

$$\longrightarrow Select\, 2\phi 10 / 20cm\, c/c$$

Select 2Φ 10 / 20cm. In tow layer

Design of bending moment:

Mu = 2666.15 KN.m

$$C \geq \frac{l_w}{600 * (S_n/h_w)}$$

Assume Sn/hw = 0.007

$$C \geq \frac{2.4}{600 * 0.007} = 0.57$$

$$C_w = C - 0.1 \times L_w$$

$$C_w = 0.57 - 0.1 \times 2.4 = 0.33m$$

$$= \frac{0.57}{2.0} = 0.285m \; C_w = \frac{C}{2.0}$$

$$Select\, The\, boundary element = 50cm > 33cm$$

$$\longrightarrow = \frac{2.4}{0.20} \times 158 = 1896\,mm^2 \; As_t = \frac{Lw}{s1} \times As_v$$

$$\frac{Z}{Lw} = \frac{1}{2 + (0.85 * \beta * fc * Lw * h)/(As_t * Fy)}$$

$$\frac{Z}{Lw} = \frac{1}{2 + (0.85 \times 0.85 \times 24 \times 2.4 \times 0.3)/(1896 \times 10^{-6} \times 420)} = 0.100$$

$$= Mu = 0.9 \times Fy \times 0.5 \times As_t \times Lw \times \left(1 - \left(\frac{Z}{Lw}/2\right)\right)$$

$$0.9 * 420 * 0.5 * 1896 \times 10^{-3} \times 2.4 * (1 - \frac{0.100}{2}) = 817.02\ kN.m$$

$$Mu_{Design} = 2666.15 - 817.02 = 1849.13\ kN.m$$

$$Ast = \frac{Mu/\phi}{fy \times (Lw - Cw)} = \frac{1849.13 \times 10^6 / 0.9}{420 \times (2400 - 500)} = 2574.7\ mm^2$$

$$As = 2574.7 + (4 \times 79) = 2890.7\ mm^2$$

$$\therefore Use \phi 20 \longrightarrow Select 10\phi 20 \quad \rightarrow As = 3140\ mm^2$$

٥

الفصل الخامس

النتائج والتوصيات

٥-١ النتائج .

٥-٢ التوصيات .

٥-١ النتائج :

- يجب على كل طالب أو مصمم إنشائي أن يكون قادراً على التصميم بشكل يدوي حتى يستطيع امتلاك الخبرة والمعرفة في استخدام البرامج التصميمية المحوسبة .
- من العوامل التي يجب أخذها بعين الاعتبار ، العوامل الطبيعية المحيطة بالمبنى وطبيعة الموقع وتأثير القوى الطبيعية على الموقع .
- يجب اختيار النظام الإنشائي الأنسب من حيث الأمان والتكلفة الاقتصادية .
- على المهندس المصمم أن يكون ملماً بطرق تنفيذ العناصر الإنشائية حتى يتمكن من تصميم المنشأ بطريقة قابلة للتنفيذ .
- الأحمال الحية المستخدمة في المشروع تم الحصول عليها من الكود الأردني .
- من الصفات التي يجب أن يتصف بها المصمم هي الحس الهندسي الذي يقوم من خلاله بتجاوز أية مشكلة ممكن أن تعترضه في المشروع وبشكل مقنع ومدروس .

٥-٢ التوصيات :

- يجب أن يكون هنالك تنسيق بين المصمم المعماري والإنشائي خلال عملية التصميم حتى ينتج مبنى متكاملاً إنشائياً ومعمارياً .
- يوصى بتنفيذ المشروع حسب المخططات المرفقة بالمشروع بأقل تغييرات ممكنة .
- ينصح بوجود مهندس مشرف للإشراف على التنفيذ وأن يلتزم بالمخططات والشروط لضمان التنفيذ الأفضل للمشروع .
- إذا تبين أن قوة تحمل التربة أقل من القوة التي تم تصميم المشروع بناءً عليها ؛ فإنه يجب إعادة تصميم الأساسات وفقاً للقيمة الجديدة .
- بعد المراجعة الشاملة للمخططات التنفيذية فإن هذا المشروع يعتبر جاهزاً للتنفيذ إنشائياً ومعمارياً .
- يجب استكمال التصميم الكهربائي و الميكانيكي للمشروع قبل المباشرة في التنفيذ لإدخال أي تعديلات محتملة عليه من الناحية الإنشائية .

الفصل السادس

٦

الملحقات

٦.١ Appendix A: Architectural Drawings.

٦.٢ Appendix B : Structural Drawings.

٦.٣ المصادر و المراجع.

1.6 Appendix A: Architectural Drawings

2.6 Appendix B: Structural Drawings

٦.٣ المصادر والمراجع:

1. American Concrete Institute (A.C.I), **Building code Requirement for structural concrete** (ACI-318M-05).

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

٣. إبراهيم عابد – عمر أبو عرام- نوح زيدات ، " التصميم الإنشائي لمعهد الدراسات المالية و المصرفية" ، مشروع تخرج استكمالاً لمتطلبات درجة البكالوريوس ، جامعة بوليتكنك فلسطين ، الخليل ، فلسطين ، ٢٠٠٩م.

٤. شاهر أبو ميزر – قصي البدارين- محمد الذويب ، " التصميم الإنشائي لمبنى مكتبة جامعة بوليتكنك فلسطين" ، مشروع تخرج استكمالاً لمتطلبات درجة البكالوريوس ، جامعة بوليتكنك فلسطين ، الخليل ، فلسطين ، ٢٠٠٩م.