بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة بوليتيكنك فلسطين

كلية الهندسة والتكنولوجيا

دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

مشروع التخرج

التصميم الإنشائي لفيلا سكنية

فريق العمل

عيسى زكي بحر

محمود عيسى عبد العزيز

المشرف

د. ماهر عمرو

الخليل - فلسطين

كانون اول- ٢٠٠٦

"التصميم الإنشائي لفيلا سكنية"

فريق العمل

عيسى زكي بحر　　محمود عيسى عبد العزيز

المشرف

د. ماهر عمرو

تقرير مشروع التخرج

مقدم الى دائرة الهندسة المدنية والمعماريه في كلية الهندسة و التكنولوجيا
جامعة بوليتيكنك فلسطين

للوفاء بجزء من متطلبات الحصول على
درجة البكالوريوس في الهندسة تخصص هندسة مباني

جامعة بوليتيكنك فلسطين

الخليل - فلسطين

كانون أول - ٢٠٠٦

شهادة تقييم مشروع التخرج

جامعة بوليتيكنك فلسطين

الخليل – فلسطين

مشروع تخرج بعنوان

" تصميم الإنشائي لفيلا سكنية "

فريق العمل

عيسى زكي بحر　　محمود عيسى عبد العزيز

بناء على توجيهات الاستاذ المشرف على المشروع، وبموافقة جميع اعضاء اللجنة الممتحنة، تم تقديم هذا المشروع الى دائرة الهندسة المدنية والمعماريه في كلية الهندسة و التكنولوجيا للوفاء جزء من متطلبات الحصول على درجة البكالوريوس في الهندسة تخصص هندسة مباني.

توقيع مشرف المشروع	**توقيع رئيس الدائرة**
الاسم : د. ماهر عمرو	الاسم : د.نبيل الجولاني
.....	.....

كانون أول - ٢٠٠٦

الإهداء

نهدي هذا العمل المتواضع بكل الفخر والاعتزاز...

إلى الشموع التي تحترق لتضيء لنا الدرب، أمي وأبي اللذين سهرا الليل وعملا النهار لنتفوق ونستمر.

إلى الأعزاء على قلبي .....أخوتي.

إلى من علمني أول حرف..... أساتذتي.

إلى زملائـــي بكـل مراحل الدراســـة.

إلى أمهات الشـهداء والجـرحى والأسـرى.

إلى من قــدّم شـيئا" من اجـل فلـسطـين.

إلـــى كـــل من أحـبنا وأحـــببناه.

الى مشرفنا العزيز الدكتور ماهر عمرو

فريق العمل

الشكر والتقدير

يتقدم فريق العمل بالشكر الجزيل والعميق لكل من:

بيتنا الثاني جامعة بوليتيكنك فلسطين الموقرة، وكلية الهندسة والتكنولوجيا، ودائرة الهندسة المدنية والمعمارية بكافة طاقمها العامل على تخريج أجيال الغد.

جميع الأساتذة بالجامعة ونخص بالذكر الدكتور ماهر عمرو والذي بذل كل جهد مستطاع للخروج بهذا العمل بالشكل اللائق.

لمكتبة الجامعة والقائمين عليها لتعاونهم الكامل ومساعدتهم.

لكل من قدم يد المساعدة بأي شيء ولو كان بسيطا".

فريق العمل

خلاصة المشروع

التصميم الإنشائي لفيلا سكنية

فريق العمل

عيسى زكي بحر محمود عيسى عبد العزيز

جامعة بوليتيكنك فلسطين - ٢٠٠٦

المشرف

د. ماهر عمرو

تتلخص فكرة المشروع في عمل التصميم الإنشائي الكامل لفيلا سكنية في بلدة حلحول، بالإضافة إلى اعداد كافة المخططات التنفيذية.

والمشروع وهو فيلا سكنية تتكون من ثلاثة طوابق، حيث أنها صممت بحيث تتلائم واحتياجات العصر الحديث.

وهذا المبنى تم تصميمه إنشائيا" باعتماد أحمال الكود الأردني واعتماد الكود الأمريكي في تصميم الخرسانة، حيث يحتوي المشروع على التحليل الإنشائي لعناصر المبنى وتصميمها، ويحوي أيضا" المخططات الإنشائية اللازمة لتنفيذ المبنى.

Abstract

The Structural Design of Residential Building.

Work Team

Issa Zaki Bahar Mahmmoud Issa Abedell Aziz

Palestine Polytechnic University – 2006

Supervisor:
Dr. Maher Amro

The purpose of this project is the structural design of a residential villa.

The project consists three floors, which is designed according modern requirements

The structural design of the building will be carried out according to the Jordanian code and to the ACI code.

The structural design composed of analysis and design of the structural members and all of the plans needed to complete the construction.

الفهرس

الفصل الأول (المقدمة)..... ١

١.١. مشكلة البحث..... ١

١.٢. الهدف من المشروع..... ٢

١.٣. أسباب اختيار المشروع..... ٢

١.٤. مراحل المشروع..... ٣

١.٥. خلاق المشروع..... ٣

الفصل الثاني (الوصف المعماري)..... ٦

٢.١ المشروع المقترح ٦

٢.٢ وصف موقع البناء..... ٧

٢.٣ وصف الواجهات..... ٨

٢.٤ تحقيق الفعاليات المختلفة..... ٨

٢.٥ توفير المساحات المطلوبة..... ٩

الفصل الثالث (وصف العناصر الإنشائية)..... ١٠

٣.١.هدف التصميم الانشائي ١١

٣.٢.الاختبارات العملية ١١

٣.٣.الدراسات النظرية والتحليل وطريقة العمل..... ١١

٣.٤.الأحمال..... ١٢

٣.٤.١. الأحمال الميتة..... ١٢

٣.٤.٢. الأحمال الحية..... ١٣

٣.٤.٣. الأحمال البيئية..... ١٤

٣.٤.٤. أحمال الزلازل..... ١٥

٣.٤.٤.١. أحمال الرياح ١٥

٣.٤.٤.٢. أحمال الثلوج..... ١٥

٣.٥.العقدات..... ١٦

٣.٦.مواصفات الأعصاب..... ١٧

٣.٧.الجسور..... ١٧

٣.٨.الأعمدة..... ١٨

٣.٩.الجدران الحاملة (جدران القص)..... ١٨

٣.١٠.الأدراج..... ١٩

٣.١١.الأساسات..... ٢٠

٣.١٢.برامج الحاسوب المستخدمة..... ٢١

Chapter Four (Structural Analysis and Design)……..…22

4.1 Structural Key Plans……..…. 22

4.2 Beams Design Data……..…. 22

4.3 Determination of loads…… 23

4.4 Design of topping…….. 24

4.5 Design of rib (Rε)……25

4.6 Design of beams……..…. 27

4.7 Design of columns……..…. 30

4.8 Design of footing……..…. 32

4.9 Design of strip footing……..…..…. 36

4.10 Design of Stairs……..…. 38

4.11 Design of Retaing wall……42

الفصل الخامس (أحمال الزلازل)..... ٤٤

٥.١ حساب الأحمال الرأسية (W)..... ٤٥

٥.٢ قيمة معامل الشدة (α)..... ٤٦

٥.٣ تحديد المعامل الميكانيكي..... ٤٦

٥.٤ معامل الارتفاع (γ)..... ٤٧

٥.٥ معامل التربة..... ٤٨

٥.٦ معامل السلوك..... ٤٩

٥.٧ معامل الأهمية..... ٥٠

5.8 Shear wall design…… 57

الفصل السادس (النتائج والتوصيات)..... ٥٩

٦.١ النتائج ٥٩
٦.٢ التوصيات..... ٦١

المصادر والمراجع..... ٦٢

فهرس الاشكال

الشكل (٢)1-: الموقع العام ثلاثي الأبعاد..... ٦

الشكل (٢) 2 - : الموقع العام والشارع الرئيسي ٧

الشكل (٢-3) (أ) : المسقط الأفقي الأرضي بالفعاليات..... ٨

الشكل (٢-4) (ب) : المسقط الأفقي الاول بالفعاليات..... ٩

الشكل (٣-1) : عقدة الاعصاب.....

١٦

الشكل (٣-2) : مقطع للجسر.....

١٧

الشكل (٣-3) : مقطع عرضي لعمود..... ١٨

الشكل (٣-4) : تفصيلة الدرج..... **١٩**

الشكل (٣-5) : مقطع الاساسات..... ٢٠

الشكل (٥-١) : يوضّح معامل الشدة..... **٥٢**

Figure (4- 1) : Spans Length …… **25**

Figure (4- 2) : Rib (R4) Moment Envelop……..… **25**

Figure (4- 3) : Shear envelope for rib 4……..… **27**

Figure (4- 4) : Beam 2 ……..… **28**

Figure (4- 5) : Moment envelop of Beam 2……..… **28**

Figure (4- 6) : Shear for beam 4……..… **29**

Figure (4- 7) :Two way shear area……....**34**

Figure (4- 7) : Cross section of stair…… **38**

فهرس الجداول

جدول (٣-1) : الكثافة النوعية لمواد البناء المستخدمة ١٣

جدول (٣-2) : الأحمال الحية لعناصر المبنى..... ١٤

جدول (١) : قيم معاملات الحدوث (K)..... ٥١

جدول (٢) : يوضّح معامل الارتفاع..... ٥٣

جدول (٣) : يوضّح العامل الميكانيكي..... ٥٤

جدول (٤) : يوضّح فترة الاهتزاز بالثواني ٥٥

جدول (٥) : لايجاد معامل التربة..... ٥٦

الفصـــل الأول

المقـــدمة

الفصـــل الأول

المقـــدمة

١.١. مشكلة البحث:

إن توفير المسكن الآمن الذي يؤمن حياة الإنسان ويحميه من المخاطر ويوفر لـــه كافـــة وســـائل الأمن والاستقرار ضرورة ملحة وهدفا سعى الإنسان جاهدا لتحقيقه وسخر في ســـبيل ذلـــك العديـــد مـــن الدراسات والاختبارات إلى أن توصل للمادة التي تحقق له ما يريد من الأمن والاستقرار وكانت هذه المـــادة هي الاسمنت الذي وفر على الإنسان الجهد والكلفة الكبيرة للحصول على البيت الآمن.

يقوم هذا المشروع على استعراض نموذج لإبداع الإنسان في البناء حيث سيتم فيه تناول مخططات معمارية فيلا سكنية مكونه من ثلاث طوابق . و سيتم في هذا المشروع العمـــل علـــى تلـــك المخططـــات المعمارية و تناولها من الناحية الإنشائية التنفيذية و تطبيق جميع متطلبات الأمان الإنشائية. وبناء عليه سوف يتم تجهيز المخططات الإنشائية التنفيذية الكاملة للمشروع لكي يكون جاهزا للتنفيذ.

١.٢. الهدف من المشروع:

يكمن هدف المشروع إلى تحقيق الأهداف التالية:

- تحديد الأحمال التي يتعرض لها هذا المنشأ و بيان تأثير كل نوع من الأحمال.
- تحليل و تصميم جميع العناصر الإنشائية وبيان تأثير كل عنصر من العناصر على الأخر.
- تحديد واستخدام الكود المناسب.
- إعداد مخططات إنشائية تنفيذية كاملة ومفصلة.
- ربط و تطبيق المعلومات التي تمت دراساتها في المساقات المختلفة.

١.٣. أسباب اختيار المشروع:

- الحاجة الماسة لمثل هذا البناء.
- ان معظم المشاريع في بلادنا هي مشاريع انشائية
- إتمام الدراسات و التصاميم الإنشائية التي تخدم الأغراض المعمارية.
- اكتساب المهارة في إنجاز التصاميم والتفاصيل الإنشائية لمشروع حقيقي.
- رغبتنا في أن يكون إنشائيا وذلك لتحقيق عدة أهداف منها:

١. لاكتساب المهارة في انجاز التصاميم والتفاصيل الإنشائية لمشروع حقيقي.

٢. إن إتمام هذا المشروع بنجاح دليل واضح على قدرة ومهارة هـذه المؤسسـة الأكاديميـة بتخريج أجيال قادرة على انجاز مثل هذه الأعمال في حياتنا اليومية.

١.٤. مراحل المشروع:

- دراسة المخططات المعمارية المتوفرة للمبنى.
- دراسة تحليلية إنشائية لهذا المنشأ تتضمن تحديد الأحمال وتحديد النظام الإنشائي الأفضل والذي سيتم اختياره بكل ما يحتوي من عناصر إنشائية.
- التصميم الإنشائي الكامل لهذه العناصر.
- عمل المخططات الإنشائية التنفيذية بشكل كامل ومفصل.

١.٥. نطاق المشروع:

كما هو الحال في أي مشروع يجب أن تكون هناك خطوات محددة ومعروفة لتحقيق الأهداف المذكورة سابقا حتى يخرج هذا المشروع بأكمل صورة، وفيما يلي الخطوات المتبعة في تصميم هذا المشروع:

١- القيام بعمل فحص لتربة الموقع ومعرفة المكونات التحتية لها ولمعرفة الطبقات التي تتكون منها لمعرفة مدى قوة تحمل التربة ليتم تصميم واختيار نوع الأساس الذي سوف يتم استخدامه.

٢- عمل مراجعة لكافة المخططات المعمارية للمبنى للتأكد من أمور متعددة منها: مواقع الأعمدة، تحديد جدران القص والتأكد من أنها كافية لهذا المبنى، وتحديد أنواع العقدات التي ستستخدم في الطوابق.

٣- عمل دراسة إنشائية سريعة لمعرفة أنواع العناصر الإنشائية التي ستستخدم في المشـــروع و معرفة مدى ملاءمتها لهذا النوع من المباني ولهذا الاستخدام.

٤- بعد دراسة العناصر الإنشائية جميعها ومعرفة أنواعها تم عمل التحليل الإنشائي والحســـابات اللازمة لتصميم هذه العناصر، و من ثم تصميمها و عمل الرسومات الإنشائية اللازمـــة والتي توضح التصميم الإنشائي.

ولقد تم تقسيم هذا المشروع إلي أربعة فصول و تتضمن هذه الفصول الأمور التالية:

الفصل الأول: يحتوي هذا الفصل على معلومات عامة متعلقة بالمشروع ومكوناته بالإضـــافة إلى وصف عام لفكرة المشروع والأسباب التي أدت إلى اختياره، ومجال هذا المشروع ووصف لاجزائه المختلفة ومحتوياتها.

الفصل الثاني: يحتوي هذا الفصل على مقدمة عامة تتحدث عن المخططات المعمارية التي تم إنجازها كمشروع تخرج وكيف بدأت فكرة هذا المشروع، كما يحتـــوي علـــى بعـــض التعديلات المعمارية التي أجريت على هذه المخططات.

الفصل الثالث: ويحوي هذا الفصل على وصف العناصر الإنشائية للمبنى.

الفصل الرابع: ويحوي هذا الفصل على التحليل والتصميم الإنشائي لكافة عناصـــر المبنـــى باســـتثناء جدران القص.

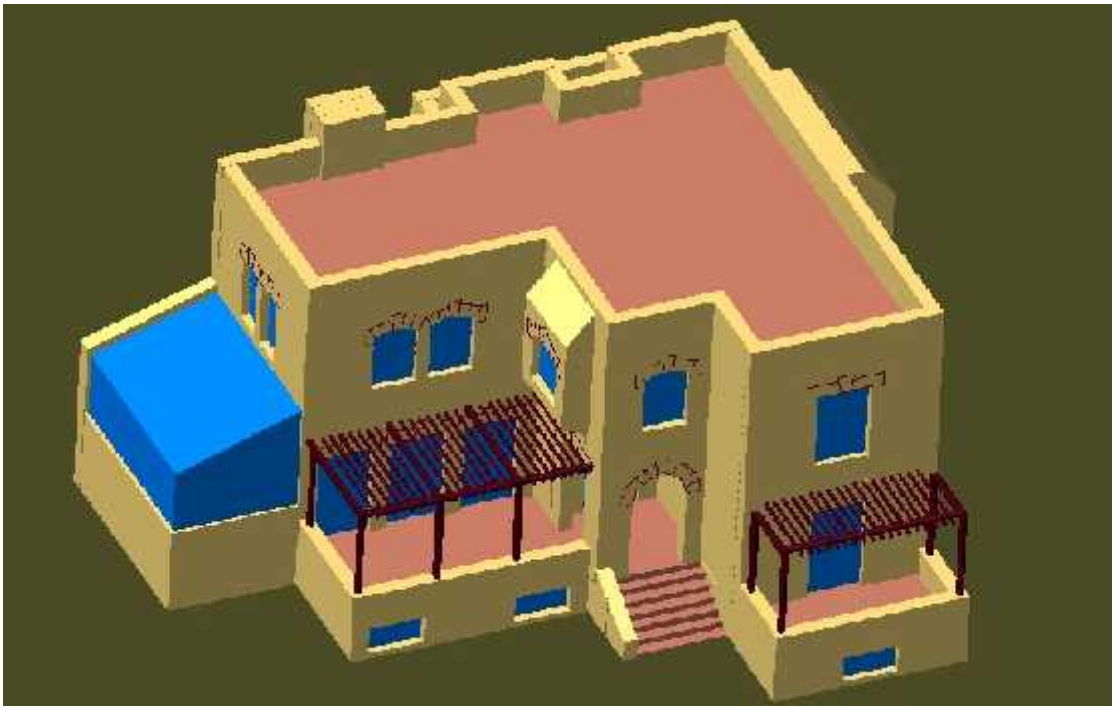
الفصل الخامس: ويحوي هذا الفصل على التحليل والتصميم الإنشائي لجدران القص.

الفصل السادس: ويحوي هذا الفصل على النتائج والتوصيات.

٢.١ المشروع المقترح:

يتضمن المشروع دراسة إنشائية تفصيلية لجميع العناصر الإنشائية التي تكوّن الهيكل الإنشائي للمبنى.

ويظهر من خلال المخططات أن المبنى المقترح إنشاؤه هو فيلا سكنيه مكون من ثلاث طبقات، حيث تبلغ مساحة الأرض الكلية (924.94 متر مربع)، وتبلغ مساحة طابق التسوية(١٦٢.٧٣ متر مربع)، ومساحة الطابق الارضي (١٨١.١٠ متر مربع) ، ومساحة الطابق الاول (١٥٤.٦٦ متر مربع) ، ويظهر من خلال الموقع العام ان هناك ساحات حول المبنى تكون للجلسات ويوجد بركة، واشجار حول المبنى تعطية منظر جمالي وتعمل كمصادت للرياح وللتحكم في نسبة دخول الضوء الى الواجهات.



الشكل (٢)1-: الموقع العام ثلاثي الأبعاد

٢.٢ وصف موقع البناء:

المبنى يقع في منطقة حلحول ، وقد تم مراعاة التالي في اختيار موقع المبنى :

١- سهولة الوصول إليه من الشارع الرئيسي.

٢- الخدمات العامة من كهرباء وماء وشبكة صرف صحي متوفرة.

٣- خصصت مساحات فارغة حول المبنى.

٤- أخذ الانحدار الطبيعي للأرض بعين الاعتبار في التصميم.

تم من خلال تحقيق الشروط السابقة توفير المكان المناسب لتنفيذ المشروع بما يلائم المخططات المعمارية المقترحة للمشروع.

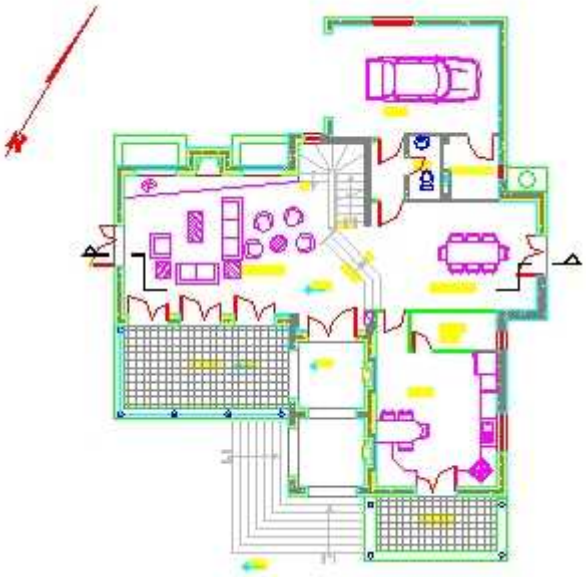
الشكل (٢) 2 - : الموقع العام والشارع الرئيسي

٢.٣ وصف الواجهات:

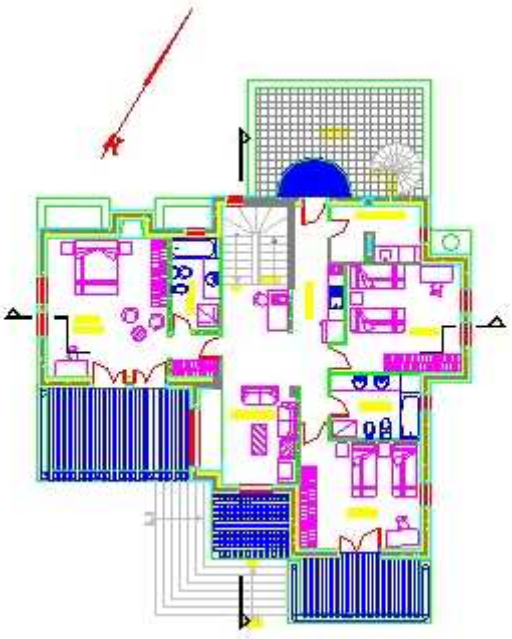
تتميز واجهات المبنى بالإطلالة، وخاصة تلك القريبة من أشعة الشمس بالنهار، مما وفر إضاءة طبيعية جزئية للمبنى، بالإضافة إلى ذلك أخذ بعين الاعتبار وجود بروزات للحفاظ على عنصر التهوية للمبنى وإبراز عنصر الجمال المعماري.

٢.٤ تحقيق الفعاليات المختلفة:

تتسم علاقة الغرف ببعضها البعض بالسهولة واليسر، ما عمل على استقلالية الغرف عن بعضها وعدم تشابك الفعاليات، حيث أخذ بعين الاعتبار طبيعة حركة الإنسان وحاجاته، حيث تربط الغرف الموجودة بنفس الطابق ممرات، وتربط الطوابق المختلفة بواسطة درج.



الشكل (٢-3) (أ) : المسقط الأفقي الأرضي بالفعاليات



الشكل (٢-4) (ب) : المسقط الأفقي الاول بالفعاليات

٢.٥ توفير المساحات المطلوبة:

يتضح في المخططات المعمارية أنه تم توفير حدائق حول المبنـــى لإضـــفاء المنظـــر الطبيعـــي، بالإضافة إلى وجود ساحات خضراء؛ لأن الإنسان بطبيعته يميل للطبيعة الخلابة, ونلاحظ أن تصميم هـــذه الساحات راعى الانسياب والسلاسة في الحركة.

الفصل الثانـــي

الـوصف المعمـاري

المقدمة

عملية التصميم لأي منشأ تتم عبر عدة مراحل، تبدأ بالتصميم المعماري الذي يحدد شـــكل المنشـــأ ويأخذ بعين الاعتبار تحقيق الوظائف والمتطلبات المختلفة، حيث يجري التوزيع الأولـــي لمرافقـــه، بهـــدف تحقيق الفراغات والأبعاد المطلوبة وتحديد مواقع الأعمدة والمحاور، وتتم في هذه العمليـــة أيضـــا" دراســـة الإنارة والعزل والتهوية والحركة والتنقل وغيرها من المتطلبات الوظيفية.

ومن ثم تأتي عملية التصميم الإنشائي الهادف إلى تحديد أبعاد العناصـــر الإنشـــائية وخصائصـــها اعتمادا على الأحمال المختلفة التي يتم نقلها عبر هذه العناصر إلى الأساسات ومن ثم إلى التربة.

٣.١. هدف التصميم الانشائي:

الهدف من عملية التصميم الإنشائي هو الحصول على نظام إنشائي آمن واقتصادي وحامل يحتوي على عدة عناصر إنشائية يتم تحديد مقاطعها اعتمادا على عوامل الأمان والتكلفة، حيث أن عوامل الأمان يتم تحقيقها عبر اختيار مقاطع للعناصر الإنشائية قادرة على تحمل الأوزان والأحمال الأخرى والاجهادات الناتجة عنها، أما عنصر التكلفة فيتم تحقيقه عن طريق مواد البناء ومقاطع منخفضة التكلفة.

٣.٢. الاختبارات العملية:

من طبيعة المشروع نجد انه لا يحتوي على الكثير من الاختبارات والفحوصات سوى فحص واحد ولكنه بالغ الأهمية وهو فحص قوة تحمل التربة، ولكن هذا الفحص مكلف ولا تتوفر الإمكانيات اللازمة للقيام به، لذلك بعد عمل استكشاف للموقع ومن طبيعة التربة والصخور واستشارة مختصين في هذا المجال قررنا اعتماد قيمة قوة تحمل للتربة لتكون ($3.5\ Kg/cm^2$).

٣.٣. الدراسات النظرية والتحليل وطريقة العمل:

قبل البدء بعملية التحليل والتصميم في أي مشروع، يجب القيام بدراسة للعناصر الإنشائية التي يتكون منها المشروع وعمل مقارنات بين الأنواع المختلفة للحصول على النوع الأفضل من جميع النواحي.

ومن طبيعة مشروعنا نجد انه يجب علينا مراجعة كل عنصر ودراسته وتحديد الأحمال الواقعة عليه وتحديد سبب اختياره.

٣.٤. الأحمال:

تتعرض العناصر الإنشائية للمبنى لمجموعة من الأحمال، ويجب أن تكون قادرة على نقل تلك الأحمال الواقعة عليها دون أن تنهار، فيجب تحديد الأحمال الواقعة عليها بشكل دقيق وصحيح.

قبل البدء بعملية التصميم لأي عنصر إنشائي يجب أن يكون المصمم ملما وبشكل جيد بأنواع الأحمال المؤثرة على المنشأ وكيفية حسابها، لان أي خطا في عملية حساب الأحمال ينعكس سلبا على التصميم الإنشائي. ومن طبيعة مشروعنا هذا وجدنا انه يتعرض للأنواع التالية من الأحمال:

٣.٤.١. الأحمال الميتة:

وهي الأحمال التي تكون ثابتة من حيث المقدار والموقع ولا تتغير خلال عمر المبنى، وهذه الأحمال تتمثل في وزن العناصر الإنشائية بالإضافة إلى وزن أي جسم ملاصق للمبنى بشكل دائم وعناصر التشطيب، لذلك فان الأحمال الميتة لأي منشأ تضم وزن الأعمدة، الجسور، الجدران والعقدات وما يتبعها من بلاط وقصارة وما إلى ذلك.

وعملية معرفة وحساب هذه الأحمال تتم من خلال معرفة أبعاد وكثافات المواد النوعية المستخدمة في عملية تصنيع العناصر الإنشائية وهي عديدة، وتتمثل في أغلب الأحيان في الخرسانة وحديد التسليح والقصارة والطوب والبلاط ومواد التشطيب والحجارة المستخدمة في تغطية المبنى من الخارج، بالإضافة إلى الأسقف المعلقة والديكورات الخاصة بالمبنى. والجدول رقم (3.1) يوضح الكثافات النوعية لكل المواد المستخدمة:

NO.	material	*Quality density*
1.	Tile	22 KN/ m^3
2.	Sand	20 KN/ m^3
3.	Concrete panel	25 KN/ m^3
4.	Block	9 KN/ m^3
5.	Plaster	22 KN/ m^3
6.	Partition	1 KN/ m^2

جدول (٣-1) : الكثافة النوعية لمواد البناء المستخدمة

٣.٤.٢. الأحمال الحية:

وهي الأوزان التي تتغير حسب استخدام المنشأة، وللمباني السكنية تساوي(200 Kg/m²)وهذه الأحمال هي عبارة عن أوزان الأعضاء أو الأجسام التي توضع مؤقتا

على المنشأ مثل وزن الأشخاص والأثاث والمركبات المتحركة والأجهـزة والمعـدات والتخـزين والقوى الطبيعية وما إلى ذلك، حيث تتغير هذه الأحمال في مقدارها وموقعها.

ومن الممكن الحصول على مقدار هذه الأحمال بعد تحديد نوع اسـتخدام المبنـى مـن الجـداول الموضوعة لهذا الغرض.

NO.	TYPE OF AREA	LIVE LOADS(KG/M²)
1.	Parking	500
2.	Roof	200
3.	Stairs	500

جدول (٣-2) : الأحمال الحية لعناصر المبنى

٣.٤.٣. الأحمال البيئية:

وتشمل أحمال الثلوج والرياح وأحمال الهزات الأرضية وأحمال التربة، وهذه الأحمال تعتبر متغيرة من ناحية المقدار والاتجاه وتشبه بشكل كبير الأحمال الحية والتي يكون مقدارها متغير.

٣.٤.٤. أحمال الزلازل:

وهي عبارة عن أحمال أفقية تؤثر على المنشأ وتؤدي إلى تولد عزوم وقوى أفقية هي قوى القص، لذلك يجب أن يكون المبنى مصمما لمقاومة هذه الأحمال الأفقية وجعله ثابتا وذلك عن طريق استخدام جدران القص.

٣.٤.٤.١. أحمال الرياح:

تعتمد أحمال الرياح على سرعة الرياح القصوى وعلى ارتفاع المبنى عن سطح الأرض وعلى شكل المبنى وأهمية هذا المبنى بالإضافة إلى عوامل أخرى لها علاقة بالموضوع. وتكون أحمال الرياح متغيرة في الاتجاه وتعتمد على وحدة المساحة التي تواجهها، بحيث تقوم دوائر الأرصاد الجوية بتحديد هذه القيم، والعناصر التي يعتمد عليها في تحديد هذه الأحمال هي السرعة وارتفاع المبنى.

٣.٤.٤.٢. أحمال الثلوج:

يتم اخذ قيم أحمال الثلوج من الكود الأردني، وهي ($130\ Kg/m^2$) لعقدة السطح. وبما أن الأحمال الحية تفوق الأحمال الناتجة عن تراكم الثلوج على سطح المبنى، حيث تم اعتماد أحمال حية قيمتها (200 kg/m^2) ولذلك سيتم إهمال الأحمال الناتجة عن الثلوج ولان بلادنا الثلج يتساقط عليها بشكل قليل نسبيا .

٣.٥. العقدات:

هناك ثلاثة انواع للعقدات:

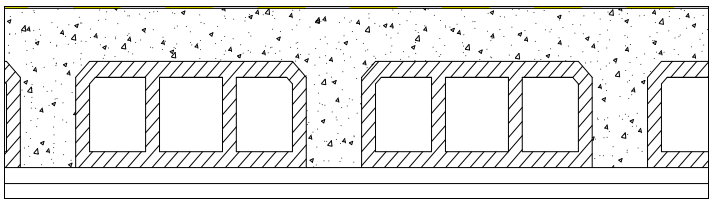
١) عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد (One way ribbed slab).

٢) عقدات العصب ذات الاتجاهين (Two way ribbed slab).

٣) العقدات المصمتة (Solid Slabs).

فقد تم استخدام النوعين الاولين من العقدات في هذا المشروع وهو عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد نظرا لوجود تشابه كبير في الفعاليات بين الطوابق المختلفة. بسبب قصر المسافات بين الأعمدة(أطوال الأعصاب)، حيث انه من الأجدى اقتصاديا في هذه الحالة استخدام هذا النوع من العقدات، بالاضافة الى استخدام النـــوع الثاني وهو عقدة العصب ذو الاتجاهين، بسبب وجود احمال كبيره ، والابعاد تكون متساوية نسبيا.

أما بالنسبة لبيت الدرج فسيتم استخدام نظام البلاطة ذات الاتجاه الواحد.



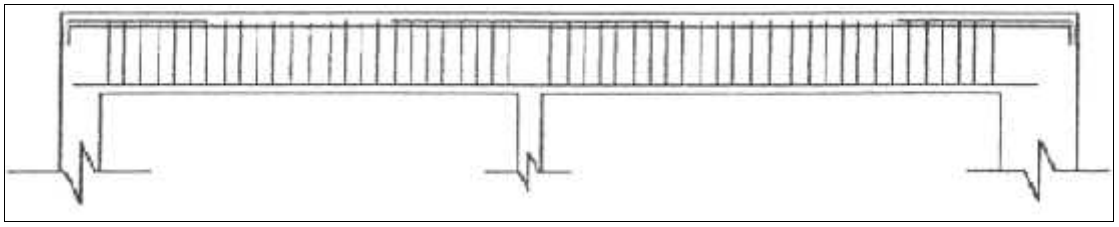
الشكل (٣-1) : عقدة الاعصاب

٣.٦. مواصفات الأعصاب:

من سماكة العقدات، تم تحديد نوع الطوب المستخدم وتم تحديد سماكة وعرض الأعصاب، ففي كل الطوابق تم استخدام طوب عادي بسماكة 17 cm وبالتالي فان الأعصاب ستكون بعرض12 cm و بسماكة 25 cm.

٣.٧. الجسور:

تعتمد عملية تصميم الجسور على الأحمال الواقعة عليها من العقدات، من المقرر تصميم جسور مسحورة تقوم بنقل أحمال الاعصاب ، وقد تستهلك الجسور المسحورة كمية حديد اكثر من الحديد ولكنها تخدم المالك بشكل اكبر،وتعتمد كمية الحديد على الأحمال الواقعة على الجسر بالتناسب الطردي مع طول الجسر، بحيث تسهل عملية تقطيع الفراغات داخل المنشأ.



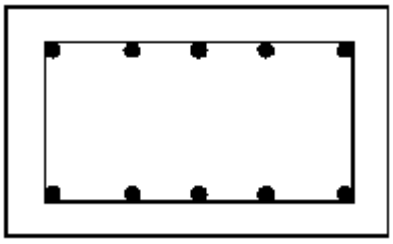
الشكل (٣-2) : مقطع للجسر

٣.٨. الأعمدة:

الأعمدة هي العنصر الرئيسي في نقل الأحمال من العقدات والجسور إلى الاساسات، حيث يعتمد عليها استقرار المبنى وثباته وانهيار الاعمدة يعني انهيار المبنى كاملا.

بعد أن تم تصميم العقدات و الجسور تصميما كاملا تم نقل الأحمال من هذه العناصر إلى الأعمدة بشكل دقيق، وهذه الأحمال الناتجة عن العقدات و الجسور تم تجميعها من كل طوابق المبنى لمعرفة الحمل على أعمدة الطابق الأرضي، حيث انه في تصميم الأعمدة تم تصميم أعمدة الطابق الأرضي صعودا إلى باقي الطوابق.

تم اختيار مقطع مستطيل لجميع الأعمدة، فهي عنصر إنشائي ضروري لثبات المبنى. لذلك يجب تصميمها بحيث تكون قادرة على حمل وتوزيع الأحمال الواقعة عليها.



الشكل (٣-3) مقطع عرضي لعمود

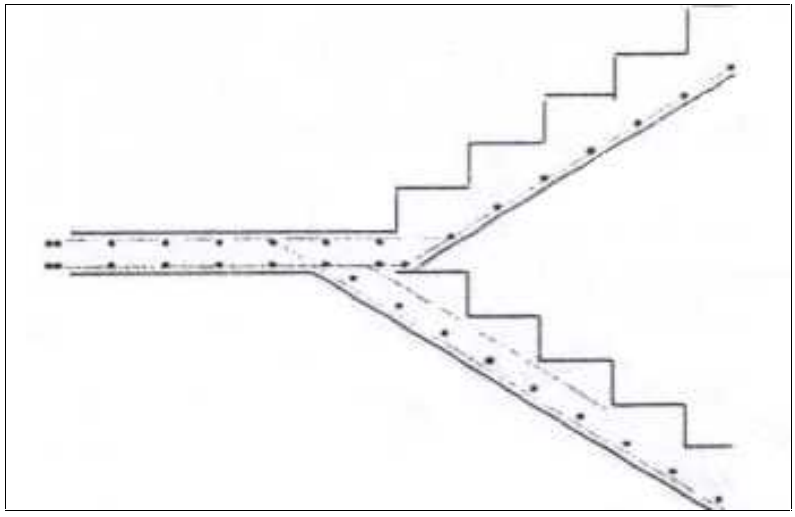
٣.٩. الجدران الحاملة (جدران القص):

تم تحديد الجدران الحاملة في المبنى وتوزيعها بشكل مدروس في كامل المبنى، وتتمثل الجدران الحاملة بجدران بيت الدرج، وجدران المصاعد، والجدران الأخرى التي تبدأ من أساسات المبنى حتى أعلى

منسوب في المبنى، وتعمل على تحمل الأوزان الرأسية المنقولة إليها كما تعمل معظمها كجدران قص تقاوم القوى الأفقية التي يتعرض لها المنشأ. و لكي تكون هذه الجدران كافية لمنع أو تقليل تولد عزوم اللي وآثاره على جدران المبنى المقاومة للقوى الأفقية يفضل أن يكون الفرق بين مركز ثقل المبنى ومركز ثقل جـــدران القص لا يتجاوز(1/6) الطول الكلي للمبنى في ذلك الاتجاه.

٣.١٠. الأدراج:

المخططات المعمارية تتضمن أدراج لتحقيق الانتقال الرأسي عبر المبنى، وسوف يتم تصميم نـــوع واحد من الأدراج إنشائيا".

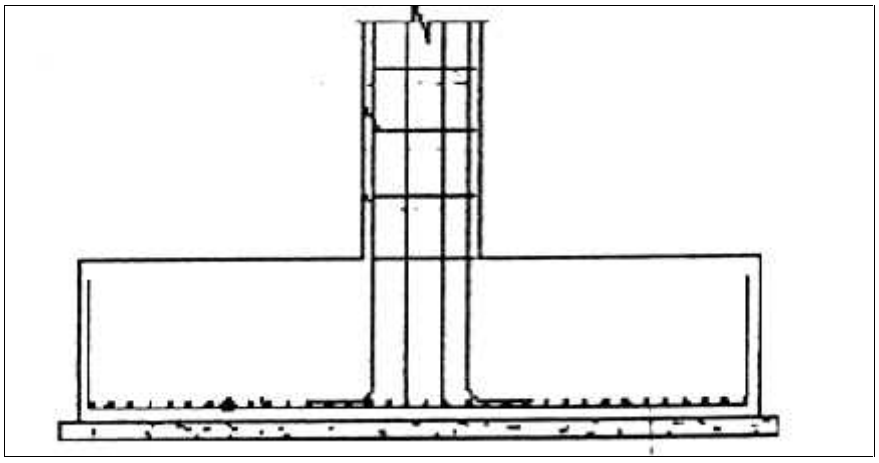


الشكل (٣-4) : تفصيلة الدرج

٣.١١. الأساسات:

الأساسات هي العنصر الإنشائي الأخير في عملية التصميم لأي مبنى، لذلك يجب أن تكون جميع العناصر الإنشائية مثل العقدات، الجسور والأعمدة مصممة أولا وذلك لمعرفة الأوزان والأحمال الواقعة .عليها، لان الأحمال الواقعة على العقدة تنتقل إلى الجسور ثم إلى الأعمدة وأخيرا إلى الأساسات ثم التربة وتكون هذه الأحمال هي الأحمال التصميمية للأساسات، و بناءا على الأحمال الواقعة عليها و طبيعة الموقع تم تحديد نوع الأساسات المستخدمة.

بالرغم من أن الأساسات هي أول ما يبدأ بتنفيذها عند بناء المنشأ، إلا أن تصميمها يتم بعد الانتهاء من تصميم كافة العناصر الإنشائية في المبنى، ومن المتوقع استخدام أساسات من انواع مختلفة وذلك تبعا لنوع التربة وقوة تحملها والأحمال الواقعة على كل أساس وموقع هذه الاساسات والعناصر التي تخدمها وتلك المجاورة لها. بناء على قيمة قوة تحمل التربة التي تم اعتمادها وطبيعة أحمال المبنى تحددت نوعية الأساسات المستخدمة كأساسات مربعة الشكل، أما بالنسبة لبيت الدرج فإن الأساس المستخدم هو الأساس المستمر لوجود جدران القص.



الشكل (٣-5) : قطاع الاساسات

٣.١٢. برامج الحاسوب المستخدمة:

في هذا النوع من المشاريع تكون البرامج المستخدمة محدودة ومعروفة، حيث استخدم في هذا المشروع برنامج (AutoCAD 2004) وهو برنامج للرسم، استخدم لرسم التفاصيل الإنشائية للعناصر المصممة وفي التعديلات المعمارية .

كما تم استخدام برنامج (ATER) وهو برنامج واسع جدا ويستخدم في كافة مجالات الهندسة المدنية، حيث انه يستخدم في التحليل والتصميم لذلك تم استخدامه في التحليل الانشائي لبعض عناصر المبنى.

١. (Prokon) وهو برنامج لعمل كافة التحاليل والتصاميم الإنشائية.

٢. (Office XP) تم استخدامه لأجزاء مختلفة من المشروع مثل الكتابة والتنسيق وإخراج المشروع.

الفصـل الثالـث

وصـف العناصر الإنشائيــة

المقدمة :

بعد إتمام أعمال التصميم المعماري في الفصل الثاني لهذا المشروع ننتقل إلى مرحلة جديدة يتم فيها عملية التصميم الإنشائي، من اجل الوصول للهدف المطلوب وهو العمل على إيجاد التصميم الملائم لكافة العناصر الإنشائية.

تحتوي هذه الدراسة على وصف للعناصر الإنشائية المختلفة، وتوضح أسس التصميم الإنشائي التي يتم الاعتماد عليها من حيث تحديد الأحمال و الكودات المختلفة.

تصميم العناصر الإنشائية يتم اعتمادا على الكود الأمريكي، وذلك لتوفر الدقة والإتقان في التصميم من اجل الوصول لأفضل تصميم إنشائي للمبنى.(ACI-Code)

الفصـــل الثالث

الـوصف الانشائي

Chapter Four

Structural Analysis and Design

Chapter Four

Structural Analysis and Design

4.1 Structural Key Plans:

The distribution of ribs of the slabs are shown in the structural key plans ( ), the key plans are composed of beams and columns and footings.

4.2 Beams Design Data:

$f_c' = 30(MPa)$

$f_y = 400(MPa)$

$\rho_{max} = 0.0244$ From table

$\rho_{min} = \frac{1.4}{f_y} = \frac{1.4}{400} = 0.0035$ but not less than

$\rho_{min} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4 f_y} = \frac{\sqrt{30}}{4 * 400} = 0.0034$

$\rho_{min} = 0.0035$

4.3 Determination of loads:

The main loads acting on the structure are dead & live loads. Dead Load is calculated based on the density for each material used in the slab:

The overall depth must satisfy ACI Table 9.5.a

Min h = L / 18.5 for one end continuous span

Min h = 295 / 18.5 = 15.94 cm

Min h = L / 21 for interior span

Min h = 420 / 21 = 20 cm

Use an overall depth of 25 cm (17 cm block)

Dead load:

Coarse Sand Fill and Tile = 0.10*0.52*2000 =104 kg/m of rib

Concrete Rib = 0.17*0.12*2500 = 51 kg/m of rib

Block = 0.17*0.40*900 = 61.2 kg/m of rib

Topping = 0.08*0.52*2500 =104 kg/m.

Plaster = 0.03*0.52*2200 = 34.32 Kg/m of rib

Partitions = (100)(0.52) = 52 Kg/m of rib

Nominal Total Dead Load = 104+51+61.2+34.32+104+52 = 407 Kg/m of rib

Factored Total Dead Load = 1.4*407 = 569.8 kg/m = 5.697 kN/m.

for ribs ultimate dead load = 5.697 kN/m

Factored live load =2*1.7*0.52=3.4*0.52= 1.8 kN/m

4.4 Design of topping:

Live load = 200 Kg/m^2 = 0.2 ton/m^2

Dead load = 4.07/0.52 – (0.51/0.52) =6.846 Kn/ m^2

W_u = 1.4 (684.6) + 1.7 (200) = 1298.2 Kg/ m^2

= 1.298 ton/ m^2

Assume slab is fixed at support point (ribs)

$$Mu = \left(\frac{Wu \times L^2}{12} \right)$$

$$Mu = \left(\frac{1.296 \times 0.4^2}{12} \right) = 0.017 \text{ ton.m, for 1 m wide strip}$$

According to ACI (9.5.2.3)

$$f_r = 0.7\sqrt{f_c'}(MPa) = 0.7\sqrt{30} = 3.83(MPa) = 38.3(Kg/cm^2)$$

$$Mn = (f_r)(s)$$

$$s = \frac{bh^2}{6} = \frac{100 \times 8^2}{6} = 1066.7cm^3$$ …….. for a rectangular X-section

ΦMn = 0.65 (38.3)(1066.7) = 26555.5 Kg.cm , Φ = 0.65 for plain concrete

= 0.266 ton.m

ΦMn = 0.266 ton.m > Mu = 0.01728 ton.m

Reinforcement is not required for structural reasons.

∴Provide Shrinkage & Temperature Reinforcement:

For fy = 400 Mpa, ρ = (0.0018) (400/400)

ρ = 0.0018

$A_s = 0.0018(100)(8)$ = 1.44 cm^2 /1m

Use Φ 8 @ 20 cm on center both ways

Provided A_s= 2.5 cm^2 /1m

4.5 Design of rib (R٤):

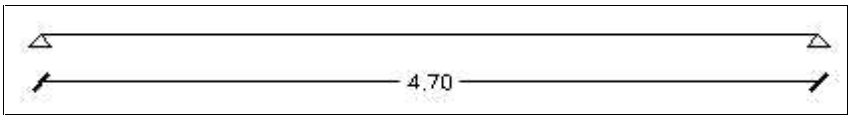


Figure (4- 1) : Spans Length

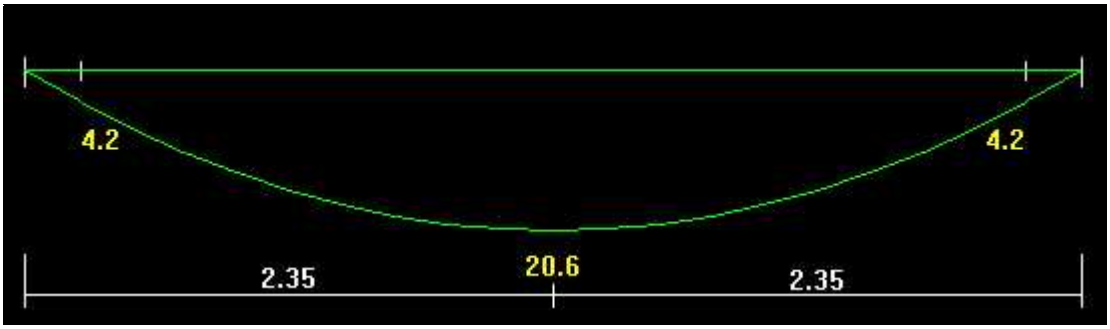


Figure (4- 2) : Rib (R4) Moment Envelop

Design of positive moment:

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

b_E = L / 4 = 470 / 4 = 117.5 cm

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

b_E = C/C = 52 cm…….. Control

Use Mu max for all spans = 2.06 ton.m

Mn = 2.6 /0.9 = 2.3 ton.m

Determine whether the rib will act as rectangular or T – section:

For a = t = 8 cm

C = 0.85 $fc * t\ b_E$ = 0.85 (0.3) (8) (52) =106.8 ton

d= h-Ct-d/2 = 25-2-12/2 = 22.4 cm

Mn = T or C (d – 0.5 a) = 106.8 (22.4 – 0.5 (8)) / 100 = 19.5 ton.m

Mn available = 19.5 ton.m > Mn required =2.3 ton.m

Design as a rectangular with b_E = 52 cm

A_s max. = $\rho * b * d$

A_s max. =0.023*(52) (22.4) = 26.8 cm^2

$$As\min = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy}(bw)(d)$$

$$As\min = \frac{\sqrt{30}}{4(400)}(12)(22.4) \geq \frac{1.4}{400}(12)(22.4)$$

A_s min = 0.92 $\geq$ 0.94

A_s min = 0.94 cm^2

$$m = \frac{fy}{0.85\,fc'} = \frac{400}{0.85(30)} = 15.7$$

$$\text{Rn} = \frac{\text{Mn}}{\text{bd}^2} = \frac{1.325(10)^5}{(52)(22.4)^2} = 5.17 \text{Kg/cm}^2$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mRn}{fy}}\right) = \frac{1}{15.7}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 15.7 * 5.17}{4000}}\right) = 0.00144$$

A_s = 0.00144 (52) (22.4) = 1.67 cm^2

Use 2 Φ 12 mm , A_s = 2.26 cm^2

Design of shear:

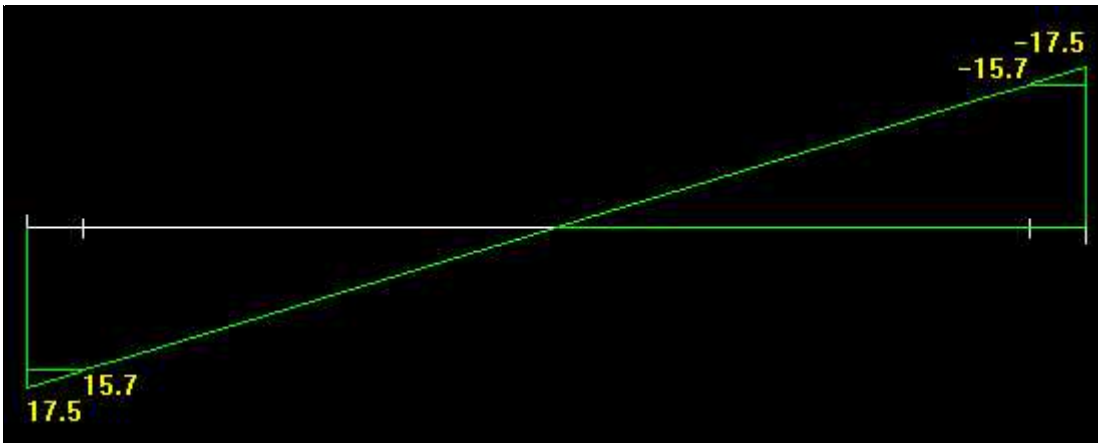


Figure (4- 3) : Shear envelope for rib 4

$$\Phi V_c = 0.85\left(\frac{\sqrt{fc'}}{6}\right)bd = 0.85\left(\frac{\sqrt{30}}{6}\right)(52)(22.4)\left(\frac{10}{1000}\right) = 9.04 \text{ ton}$$

$Vu = 1.5 \prec ¤ \quad Vc * 0.5 = 4.52 \quad ton$

No shear reinforcement required use minimum shear reinforcement.

Use $\Phi 8@20cm$.

4.6 Design of beams:

Assume that:

- The beam is a edge beam
- L_1 is the rib length from one side
- L_2 is the rib length from the other side

Factored Total Dead Load = $\left(\frac{L_1 + L_2}{2}\right) \times DL$

Factored live load = $\left(\frac{L_1 + L_2}{2}\right) \times LL$

Self weight of beam = $B \times H \times 2.5 \times 1.4$

Design of beam 2:

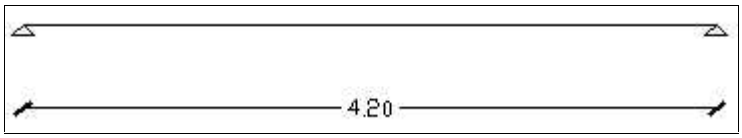


Figure (4- 4) : Beam 2

B = 50 cm H = 25 cm d = 19 cm

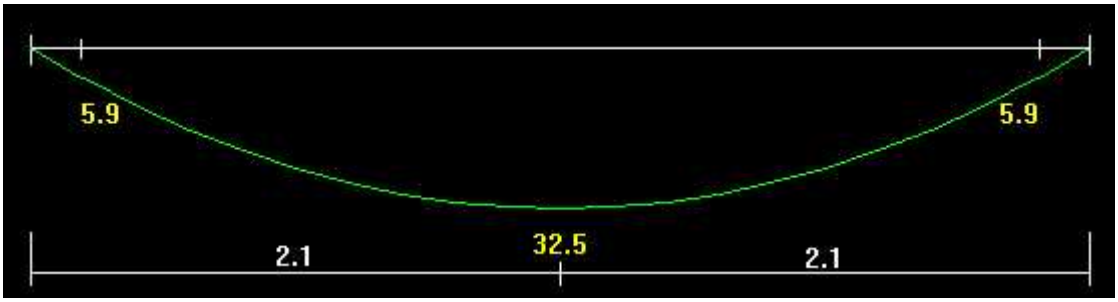


Figure (4- 5) : Moment envelop of Beam 2

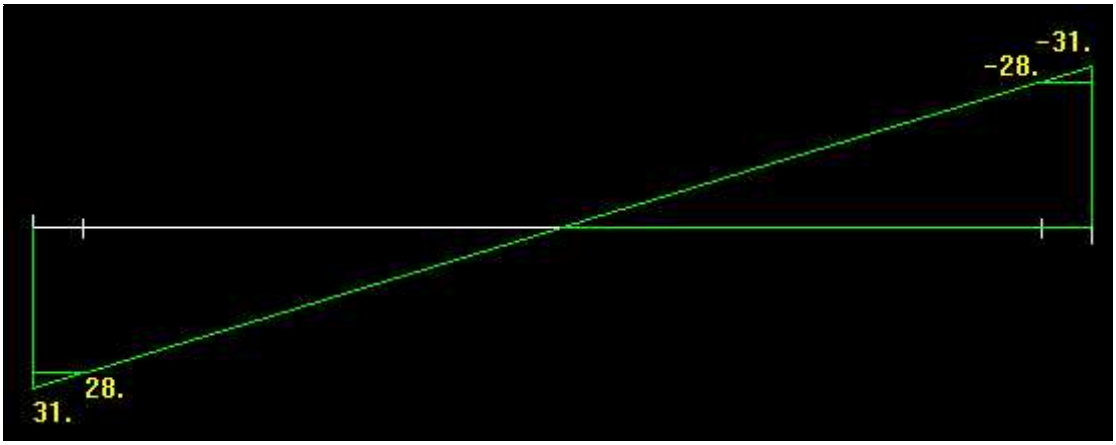


Figure (4- 6) : Shear for beam 4

Design of positive moment:

Mu = 32.5 kN.m =3.25 ton.m

Mn = 3.25 / 0.9 = 3.61 ton.m

$$m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{400}{0.85 * 30} = 15.7$$

$$R_n = \frac{M_n}{bd^2} = \frac{3.61 \times 10^5}{50 \times 20^2} = 16.25 \quad \left(Kgm/cm^2\right)$$

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

$$= \frac{1}{15.7}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15.7 \times 16.25}{4000}}\right) = 0.0042$$

A s req. = 0.0042 *50 *20 = 4.2 cm^2

Use 4 Φ 12 mm A s = 4.52 cm^2

Design of Shear:

V_u = 2.8 ton

$\Phi V_c = 0.85\left(\frac{\sqrt{fc'}}{6}\right)bd = 0.85\left(\frac{\sqrt{30}}{6}\right)(50)(20)\left(\frac{10}{1000}\right) = 7.759$ ton

ΦV_c * 0.5 = 3.879 ton

$V_u \leq 0.5\Phi Vc$

No shear reinforcement

Use Φ 8 mm stirrups @ 20 cm

4.7 Design of columns:

Column (C-5) :

Total load on column = 106.335 ton.

Design of the longitudinal reinforcement:

Pu =106.335 ton.

Type of column: "tied column".

Assume ρ_g=0.02.

Required Pn = Pu/Ø = 106.335/0.7 =151.91 ton.

Pn (max) =0.85Ag[0.85(fc') +ρ_g (fy-0.85*fc')]

151.91 ton =0.85Ag [0.85(0.30) +0.02 (4-0.85*0.30)]

Required Ag = 460.47 cm^2.

Use 20 cm * 40cm.

Ag= 800 cm^2

Determination of required ρ_g:

Pn (max) =0.85Ag[0.85(fc') +ρ_g (fy-0.85*fc')]

151.91 ton =0.85* (800 [0.85(0.30) + ρ_g (4-0.85*0.30)]

ρ_g= 0.011

Required As = ρ_g * Ag= 0.011* 800 = 8.8 cm^2.

Use "8 Ø 12" – Ast = 1.13*8= 9.04 cm^2.

Design of the tie reinforcement:

Use Ø 10 ties.

Spacing ≤ 16*d_b (Longitudinal bar diameter) = 16 * 1.4n ≈ 20cm

48*d_t (ties bar diameter) = 48* 1.0 = 48.0cm.

Least dimension = 20 cm

Use "3 Ø 10" ties @ 20 cm spacing.

Use 20cm*40cm with 8 Ø 14 bars. with Ø 10 ties @ 20cm spacing.

4.8 Design of footing :

Footing (#2) carrying column (#2) (40*25).

Footing Area:

Total Factored load = 617.4 kN

Total service load = 433.26 kN

Column = 40x25 cm^2.

Estimate footing to be about 25 cm thick, in addition to about (10cm) of blinding concrete .

Assume footing depth 1 m.

0.25*25=6.25 kN/m²

1*17=17 kN/m²

Net soil pressure =350-6.25-17=326.75 kN/m²

Area (A) = Total Weight / Soil Pressure

= 433.26 kN / 326.75 kN/m²

= 1.325 m^2.

Use L=1.2 m, W=1.2 m, A=1.44 m^2.

Depth based on shear strength:

$$\Phi V_c = \Phi \frac{1}{6}\sqrt{f_c'}\, b_w d = 0.85 \times \frac{1}{6}\sqrt{30} \times (120) \times (d) = 931.13d$$

$$P_{net} = \frac{P_u}{Area} = \frac{617.4}{1.44} = 428.75 kN/m^2$$

$V_u = (P_{net})$ (one way share area) $= 4.2875 * 144 * \left(\frac{144 - 40}{2} - d \right)$

$$\Phi V_c = V_u$$

$$931.13\ d = 4.2875 * 144 * \left(\frac{144 - 40}{2} - d \right)$$

d = 20.7 cm

$\therefore$ Use d =21 cm

Total depth of footing = 21 + 8 + 1.2=30.2 cm

So select .. h= 31cm $\therefore d = 21.8cm$

Check this depth for two way shear action *(*punching):

Check the depth for two way shear action, using critical section B-B-B-B with d =21.8 cm.

$$V_u = P_{net} \times \left(\text{Aeff} - (a + d)(b + d) \right)$$

$$Vu = 4.2875 \left(\frac{120 * 120 - (40 + 21.8)(25 + 21.8)) * 10}{1000} \right)$$

The punching shear strength is the smallest of:

$$V_c = \frac{1}{6}\left(1 + \frac{2}{c}\right)\sqrt{f_c'}\, b_o d = 0.5\sqrt{f_c'}\, b_o d$$

$$V_c = \frac{1}{12}\left(\frac{\sim_s}{b_o / d} + 2\right)\sqrt{f_c'}\, b_o d = 0.55\sqrt{f_c'}\, b_o d$$

$V_c = \frac{1}{3}\sqrt{f_c'}\, b_o d$ $= 0.33\sqrt{f_c'}\, b_o d$ ……..Control

Where:

$_c$ = a / b = 40 / 25 = 1.66 .

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

= 2(40+21.8)+(25+21.8) =217.2 cm

~$_s$ = 40 For interior column

¤$Vc = 0.85 * 0.33\sqrt{30}(217.2)(21.8*100)/1000 = 727.46kN$

¤$Vc > Vu$ OK

No punching shear failure.

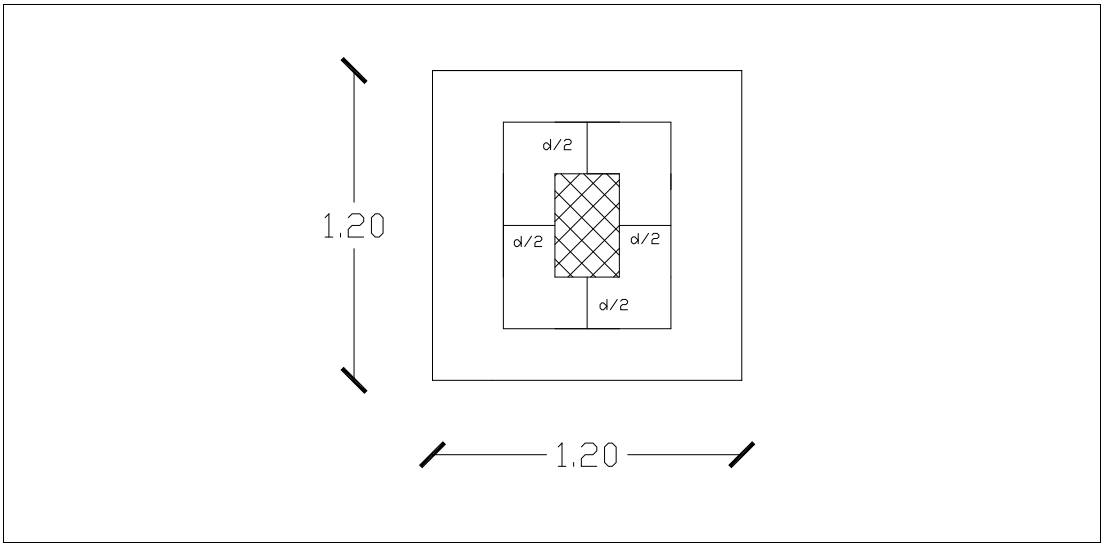


Figure (4- 7) :Two way shear area

Check transfer of load at base of column:

$\Phi Pn = \Phi(0.85\, fc' Ag)$

$\Phi Pn = 0.7(0.85)(3)(25 \times 40) = 1785.5 ton$

$\Phi Pn > Pu$

$\therefore$ Dowels are not required for load transfer.

Minimum Dowels = 0.005 * 25 * 40 = 5 cm^2

Use 4Φ12

Design for Bending Moment:

$$\text{Mu} = \left(P_{net} \times L \times \left(\frac{W}{2} - \frac{b}{2} \right) \right) \times 0.5 \left(\frac{W}{2} - \frac{b}{2} \right)$$

$$= \left(42.875 \times 1.2 \times \left(\frac{1.2}{2} - \frac{0.25}{2} \right) \right) \times 0.5 \left(\frac{1.2}{2} - \frac{0.25}{2} \right) = 5.8 \text{ ton.m}$$

$$\text{Mn} = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{5.8}{0.9} = 6.45 \text{ ton}$$

$$\text{Rn} = \frac{Mn}{bd^2} = \frac{6.45 \times 10^5}{120 \times 21^2} = 12.18\, Kg/cm^2$$

$$° = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\, mRn}{fy}} \right) = \frac{1}{15.7} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 15.7 * 12.18}{4000}} \right) = 0.00312$$

$$°_{\min} = 0.002$$

Req. A_s = 0.00312 (120) (21) = 7.86 cm^2

Use 7 Φ 12

4.9 Design of strip footing :

Total dead load = height * thickness of wall * 1 m wide *(γc)

= 12*0.4*1*25=120 kN/m.

Total live load = 4*3*1=12 kN/m.

qu = 1.4 (120) + 1.7 (12)

= 188.4 kN

A sign of footing width :

Allowable soil pressure =350 kN/m²

Assume footing depth 1 m and footing thickness is 25 cm

0.25*25=6.25 kN/m²

1*18=18 kN/m²

net soil pressure = 350-18-6.25=325.75 kN/m²

Width of footing = $\frac{188.4}{325.75}$ = 0.57 m

So select 60 cm width strip footing .

Determined of the contact pressure :

$$P_{net} = \frac{P_u}{Area} = \frac{188.4}{0.6*1} = 31.4kN/m^2$$

$$\Phi V_c = \Phi \frac{1}{6}\sqrt{f_c'}\, b_w d = 0.85 \times \frac{1}{6}\sqrt{30} \times (100) \times (d) = 77.6d$$

Vu = (Pnet) ($\frac{w - bw}{2}$)

$$\Phi V_c = V_u$$

77.6d = 3.14-31.4d

d = 2.8 cm …. Then h = (2.8 +8 + 2) = 12.8 cm, so select h = 25 cm .

d= 25-8-2=15 cm

Design of reinforcement for moment strength :

Mu = (Pnet) $(\frac{w-bw}{2})$ $(\frac{w-bw}{4})$

= 31.4 * 0.1*0.05 = 0.157 ton.m .

$Mn = \frac{Mu_{rec}}{\Phi} = \frac{0.157}{0.9}$ = 0.174 ton .m

$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{400}{0.85*30} = 15.7$

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

Rn = $\frac{0.174*10^5}{60*(15)^2}$ = 7.4 kg/cm^2

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

ρ = $\frac{1}{15.7}(1 - \sqrt{1-\frac{2(15.7)(7.4)}{4000}}) = 0.0018 \leq \rho min = 0.002$.

Areq = ρ * b * d = 0.002 * 60 * 15 = 3.0 cm²

Of bar = $\frac{3.0}{0.79}$ = 4 -----select (4) bar Φ 10 .

design of dowles= ρ*b*d = 0.0015 *100*40=6 cm^2

use 6 Φ12

Design of longitudinal bars :

As = ρ * b * d

= 0.002 * 60 * 40

= 4.8 cm²

select 4 Φ12 ……..(2) down and (2) up .

4.10 Design of Stairs:

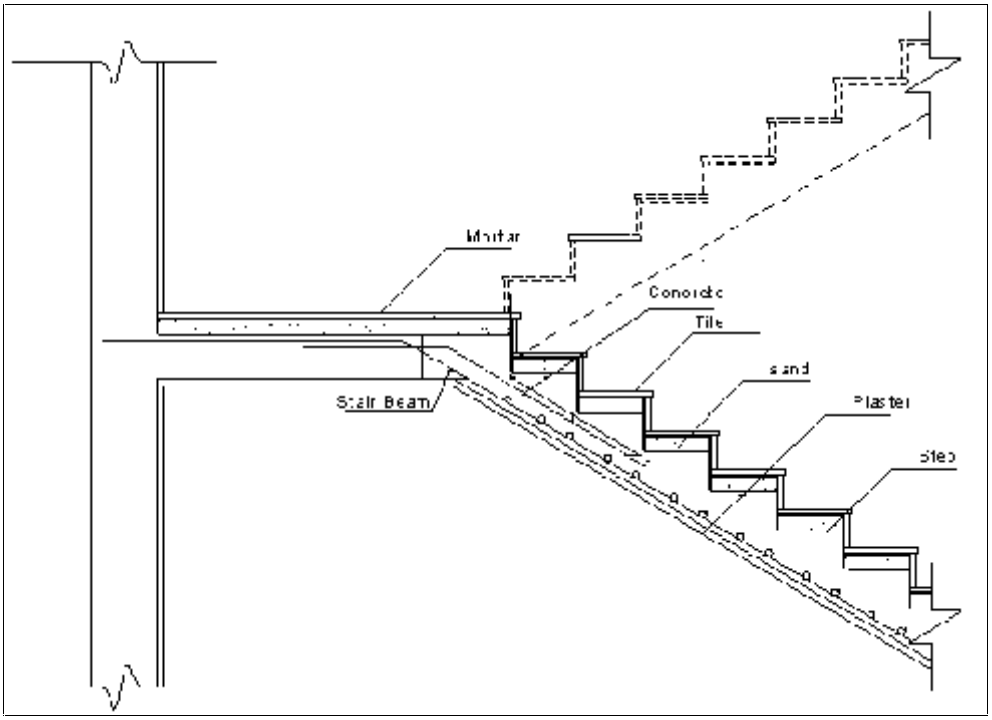


Figure (4- 7) : Cross section of stair.

$$H=\frac{L}{20}=\frac{240}{20}=12cm$$

Dead load:

$$\text{Plaster}=\frac{(0.03m)(2.2ton/m^3)(1m)}{\cos 30}=0.076ton/m$$

$$\text{Concrete}=\frac{(0.15m)(2.5ton/m^3)(1m)}{\cos 30}=0.43ton/m$$

$$\text{Mortar}=\left(\frac{0.3m+0.18m}{0.3m}\right)\left(0.02m\times 2.2ton/m^3\times 1m\right)=0.7ton/m$$

$$=\left(\frac{0.35m+0.18m}{0.3m}\right)\left(0.03m\times 3ton/m^3\times 1m\right)=0.159ton/m$$

Tile

Stair = 0.18 *0.5*2.5 =0.225 ton/m

Total dead load = 0.960 ton/m

Factored dead load = 1.4 (0.960) = 1.34 ton/m

Live load = 0.5 ton/m².

Factored live load = 1.7(0.5) = 0.85 ton/m

Wu = 1.34 + 0.85 = 2.2 ton/m

Design for positive moment:

$A_y = Wu * \frac{L_S}{2} = 2.2 * \frac{2.4}{2} = 2.64$ ton.

maximum moment stair :

$Mu = \frac{WL^2}{8} = \frac{2.2 * 2.4^2}{8} = 1.6 ton.m$

$Mn = \frac{1.6}{0.9} = 1.77$ ton.m

d = 15-2-0.6 = 12.4 cm.

$Rn = \frac{Mn}{bd^2} = \frac{1.77 * 10^5}{(100)(12.4)^2} = 11.5$ kg/cm ^{2}

$° = \frac{1}{15.7}\left[1 - \sqrt{1 - \frac{2*15.7*11.5}{4000}}\right] = 0.0029$

$°_{min} = 0.0035$

As = 0.0035 (100)(12.4) = 4.34 cm ^{2}

- Use Φ12 @25cm

By provide (As_{min}) for the negative Moment Area :"at the top of the edges"

$As_{min} = 4.2\ cm^2$

- Use Φ12 …. @ 25 cm.

Landing Design:

(DL) mortar = 0.02* 22 = 0.44 KN/m^2

(DL) Plate = 0.03* 22 = 0.66 kN/m^2.

(DL) Concret plat $= (0.22\,m)(25kN/m^3) = 5.50\,kN/m^2$

(DL) Plaster $= (0.02m)(22\,kN/m^3) = 0.44\ kN/m^2$

Total dead load per 1 m = 7.04 KN/m

Live load = 5 KN/m**.**

Factored dead load = 1.4(7.04) = 9.856 KN/m

Factored live load = 1.7(5) = 8.5 KN/m

Reaction of the step's slab = 26.4 KN/m

Wu = Factored dead load + Factored live load+ Reaction of the step's slab …..for 1m of the stair slab

Wu = 9.856 +8.5 + 26.4

Wu = 44.726 kN/m**.**

Mu= $\frac{W_u * L^2}{8} \ldots\ldots KN.m$

Mu= $\frac{44.726 * (2.7)^2}{8} = 41 \ldots\ldots KN.m$

Mn = $\frac{41}{0.9} = 45.3 KN.m$

d=22-2-0.6=19.4 cm

Rn $= \frac{Mn}{bd^2} = \frac{4.53 * 10^5}{(100)(19.4)^2} = 12.04$ kg/cm^2

$m = 15.7$

$\rho = \frac{1}{15.7}\left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 15.7 * 12.04}{4000}}\right]$

° $= 0.0031$

$A_s = ° .b.d$

° $_{min} = 0.0035$

As = 0.0035 (100) (19.4) = 6.79cm ^{2}

- Use Φ12 …. @ 20 cm. $A_{S\ provided.} = 8.04\ cm^2$

Shrinkage &Temperature Reinforcement

As = 0.002(100) (15) = 3. cm ^{2}

- Use Φ10 …. @ 25 cm.

4.11 Design of Retaing wall:

Mu = 21.6kN.m

$$Rn = \frac{Mn}{¤ * b * d^2}$$

$$Rn = \frac{2.1*10^5}{0.9*100*(23)^2} = 4.4\ kg/cm^2$$

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

$$\rho = \frac{1}{15.7}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(15.7)(4.4)}{4000}}\right) = 0.0011 \leq \rho min = 0.002$$

Areq = ρ * b * d = 0.002*100*23 = 4.6 cm²

Of bar = $\frac{4.6}{1.13}$ = 5.0 -----select (5) bar Φ 12

use 1 Φ 12 @ 20 cm .

In the other direction :

Asreq=0.002*100*30=6.0cm²

Of bar = $\frac{6.0}{1.13}$ = 5.30 -----select (6) bar Φ 12

use 1 Φ 12 @15 cm .

الفصل الخامس

أحمال الزلازل

الفصل الخامس

أحمال الزلازل

باستخدام الكود الأردني لحساب القوى الناتجة عن الزلازل فنجد أن القوة الأفقية الكلية (V):

$$V = \sum_{z=1}^{n} Fz$$

Fz : القوة الأفقية المؤثرة على المستوى Z.

$$Fz = \sim . \quad .¥_{z} .¢ .\bar{} .n .W_{z}$$

α : معامل الشدة.

β : المعامل الديناميكي.

$¥_Z$:معامل الارتفاع.

δ : معامل التربة.

θ : معامل السلوك.

W_Z :الأحمال الرأسية للطابق (z).

n: عدد طوابق المنشأ أو المبنى (رقم الطابق الأخير).

z :رقم الطابق المعني ويباشر بالترقيم من الأسفل إلى الأعلى.

η: معامل الأهمية.

وعليه فإن قيمة القوة الأفقية :

$$V = \sim . \quad .¢ .\bar{} .¦ . \sum_{z=1}^{n} (¥_{z} . W_{z})$$

إيجاد المعاملات :

٥.١ حساب الأحمال الرأسية (W) :

$$W = G + K . Q$$

G: الأحمال الميتة .

Q: الأحمال الحية.

K: معامل الحدوث.

أما الأحمال الرأسية للطابق (z) فحسب المعادلة التالية:

وتحدد قيمة معامل الحدوث من الجدول رقم (١).

ونجد أن معامل الحدوث للمباني والمنشآت المستخدمة للسكن هي صفر (K=0) .

$W_Z = 390t$

٥.٢ قيمة معامل الشدة (α):

باستخدام الشكل رقم (٤-١١) نجد أن منطقة الخليل تقع في المنطقة (ب)، ومن الجدول (٤-٢) فإن قيمة معامل الشدة هي (0.5).

٥.٣ تحديد المعامل الميكانيكي:

يتم تحديد قيم هذا المعامل الوارد في الجدول رقم (٤-٢) لأبنية الشقق:

$$0.04 \leq B = \frac{0.05}{\sqrt[3]{T}} \leq 0.1$$

حيث (T) فترة الاهتزاز الأساسية بالثواني وتحدد حسب الجدول رقم (٤-٣)،

من الجدول السابق نجد أن فتر الاهتزاز الأساسية بالثواني للمنشآت المشيدة مـن الخرسـانة العادية هي حسب المعادلة التالية:

$$T = \frac{0.06\,H}{\sqrt{B}}\left(\sqrt{\frac{H}{2B + H}}\right)$$

حيث:

(B) : عمق المنشأ في اتجاه الهزة الأرضية بالأمتار.

(H) : الارتفاع الكلي للمنشأ بالأمتار مقاسا" من منسوب الأرض ولغاية أعلى نقطة في المبنى.

$$\Rightarrow T = \frac{0.06(12)}{\sqrt{12}}\left(\sqrt{\frac{12}{2(12) + 12}}\right) = 0.12$$

$$\Rightarrow B = \frac{0.05}{\sqrt[3]{0.12}} = 0.10$$

٥.٤ معامل الارتفاع (γ):

يعتمد هذا المعامل على ارتفاع عقدة المبنى وعلى نوع المبنى وتحدد قيمته من الجدول (٤-٤):

وللمنشآت متعددة الطوابق والتي لا يختلف فيها ارتفاع الطابق والحمل الطابقي من طابق لآخر:

$$¥_z = \frac{3z}{2z+1}$$

حيث (z): رقم الطابق المعني ويباشر بالترقيم من الأسفل إلى الأعلى.

(n): عدد طوابق المنشأ أو المبنى (رقم الطابق الأخير).

$$¥_z = \frac{3}{2(3)+1} = 0.43$$

$$¥_z = \frac{3(2)}{2(3)+1} = 0.85$$

$$¥_z = \frac{3(3)}{2(3)+1} = 1.3$$

٥.٥ معامل التربة:

ويتم حسابه من القانون التالي:

$$0.8 \le ¢ = \frac{0.7}{\sqrt[3]{T - T_S}} \le 1.3$$

وتكون قيمة (δ) مساوية لـــ (1.3) عندما تكون $T_S \geq T$

حيث:

T_S: الفترة الأساسية المميزة لاهتزاز تربة التأسيس فوق التربة التحتية ويمكن الحصول على قيم تقريبية من الجدول رقم (٤-٥):

حيث T_S = 0.2 ، ومن الحسابات السابقة وجدنا قيمة (T) = 0.12

S= 1.3

لأن :

$$T_S \geq T$$
$$0.2 \geq 0.12$$

٥.٦ معامل السلوك:

يعبر هذا العامل عن قدرة المنشأ على استيعاب الطاقة الناتجة عن الزلازل والتي تحدد قيمها مـــن الجدول (٤-٦):

(θ =1).

٥.٧ معامل الأهمية:

تحدد قيمة معامل الأهمية (η) بناء" على درجة أهمية المبنى وحسب الجدول رقم (٤-٧):

ومن الجدول نجد أن القيمة هي (η=1)،

$$F_Z = \sim . \quad .¥_Z .¢ .\bar{} .n.W_Z$$

$$F_1 = (0.5)(0.1)(0.43)(1.3)(1)(1)(390)$$

$$F_1 = 11t$$

$$F_2 = (0.5)(0.1)(0.85)(1.3)(1)(1)(390)$$

$$F_2 = 21.5t$$

$$F_3 = (0.5)(0.1)(1.3)(1.3)(1)(1)(390)$$

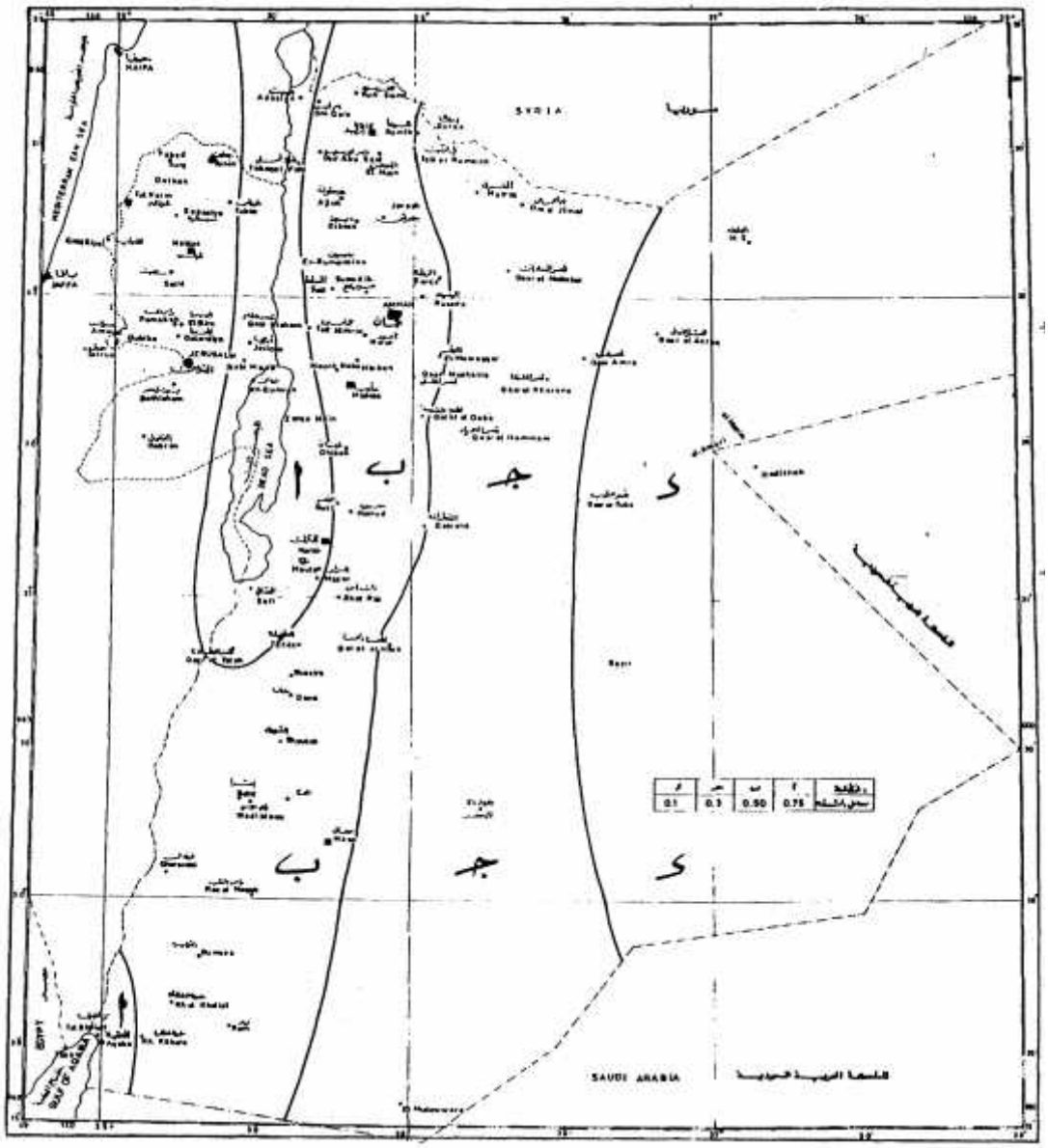
$$F_3 = 33\,t$$

$$V = 65.5t$$

جداول وأشكال ملحقة :

رقم	نـــوع المنشـــــــــأ	معامل الحدوث (K)
١	المباني والمنشآت المستعملة للسكن أو للمرافق العامة مثل المساجد والمسارح ودور السينما والجامعات والمدارس والمكاتب والمحلات التجارية وما شابه ذلك.	0.00
٢	المباني والمنشآت المهمة كالمستشفيات والمستوصفات ومراكز الطوارئ ومحطات مكافحة الحريق ومراكز الشرطة ومحطات توليد الطاقة ومراكز الاتصالات وما شابه ذلك بالاضافة الى المباني العامة المخطط لاستعمالها لايواء المواطنين بعد حدوث زلزال.	0.25
٣	منشآت التخزين المهمة كخزانات المياه الارضية والمرتفعة وخزانات الحبوب والصوامع وخزانات السوائل ومخازن المواد الانشائية وما شابه ذلك .	1.00

جدول (١) قيم معاملات الحدوث (K)



شكل (٥-١): يوضح معامل الشدة

نوع المنشـــأ	معامل الارتفاع (γ_z)
المنشآت التي لا يزيد ارتفاعها عن طابقين والمنشآت الهندسية الاخرى مثل الجسور .	$\gamma_z = 1$
المنشآت المتعددة الطوابق التـــي لا يختلف فيها ارتفاع الطابـــــق والحمل الطابقي مـن طابق الـــــى اخـــر .	$\gamma_z = \frac{3z}{2n+1}$
المنشآت المتعددة الطوابق التـــي لا يزيد ارتفاعها عن (50) مترا.	$\gamma_z = h_z \frac{\sum_{z=1}^{n} W_z \cdot h_z}{\sum_{z=1}^{n} W_z \cdot h_z^2}$
المنشآت ذات قيم الازاحة النسبيـة المحسوبـــة .	$\gamma_z = A_z \frac{\sum_{z=1}^{n} W_z \cdot A_z}{\sum_{z=1}^{n} W_z \cdot A_z^2}$

جدول (٢) يوضح معامل الارتفاع

نوع المنشـــأ	قيمة المعامل الديناميكي (β)
المنشآت المتعددة الطوابق المزودة بقسامات ذات كثافة عادية , مثـــل ابنية الشقق.	$0.04 \leq \beta = \frac{0.05}{\sqrt[3]{T}} \leq 0.10$
المنشآت المتعددة الطوابق من دون قسامات او المزودة بقسامـــات ذات كثافة منخفضة , مثـل ابنيـــــة التخزين.	$0.05 \leq \beta = \frac{0.06}{\sqrt[3]{T}} \leq 0.12$
المنشآت الرفيعة مثـل المداخـــن وابراج خزانات المياه المرتفعة.	$0.06 \leq \beta = \frac{0.10}{\sqrt[3]{T}} \leq 0.20$
المنشآت بارتفاع طابقين والمنشـآت الهندسية الاخرى مثل الجسور.	$\beta = 0.1$

جدول (٣) يوضح العامل الميكانيكي

نوع المنشـــــــأ	فترة الاهتزاز الاساسيـــــة بالثوانـــي (T)
المنشآت المتعددة الطوابـــق وذات جدران مشيدة من الخرسانة العاديـة او الحجر او الطوب او ما شابـــه ذلـــك.	$T = \frac{0.06H}{\sqrt{B}} \cdot \sqrt{\frac{H}{2B+H}}$
المنشآت المتعددة الطوابـــق وذات جدران القص المشيدة من الخرسانـــة المسلحة.	$T = \frac{0.08H}{\sqrt{B}} \cdot \sqrt{\frac{H}{B+H}}$
المنشآت المتعددة الطوابـــق ذات الهياكل الخرسانية المسلحة.	$T = 0.09 \cdot \frac{H}{\sqrt{B}}$
المنشآت المتعددة الطوابـــق ذات الهياكل الفولاذية.	$T = 0.10 \cdot \frac{H}{\sqrt{B}}$
المنشآت الرفيعـــة والخاصـــة.	تحـــدد تحليليا او عمليا

جدول (٤) يوضح فترة الاهتزاز بالثواني

الرقم	وصف تربة التأسيس فوق التربة التحتية الصخرية	الفترة الاساسية المميزة (T_g) بالثواني
١	صخور نارية او رسوبية او متحولة	0.2
٢	صخور حصوية ثابتة يمكن ان تليها من الاعلى تربة متماسكة مضغوطة او تربة رملية مدموكة يصل سمكها الى (15) مترا او تربة متماسكة رخوة او تربة رملية مفككة تصل سماكتها الى (5) امتار .	0.4
٣	طبقة من تربة متماسكة مضغوطة او رملية مدموكة يتراوح سمكها ما بين (15 - 80) مترا.	0.8 - 0.4
٤	طبقة من تربة متماسكة رخوة وتربة رملية يتراوح سمكها ما بين (5 - 140) مترا او طبقة من الطمم يتراوح سمكها ما بين (2 - 30)مترا.	1.4 - 0.4
٥	طبقة من تربة متماسكة رخوة وتربة رملية مفككة يزيد سمكها عن (140) مترا او طبقة من الطمم يزيد سمكها عن (30) مترا.	1.4

جدول (٥) لايجاد معامل التربة

5.8 Shear wall design :

Load calculation:

Using the Jordanian code to find

V= 65.5 ton

Horizontal reinforcement:

Vn = 21.83 ton

Lw = 3.5 m

d = 0.8 Lw = 0.8 * 3.5 = 2.8 m

h = Wall thickness = 30 cm

$$Vc = \frac{\sqrt{fc'}}{6} \times b \times d$$

$$Vc = \frac{\sqrt{30}}{6} \times 300mm \times (2800mm) \frac{1}{10000} = 76.68ton$$

$$Vs = Vn - Vc$$

$$Vn < Vc$$

∴ No shear reinforcement required

∴ Provide minimum shear reinforcement

ρmin = 0.0025 ACI-11.10.9.2

As min = (0.0025) (30) (100) = 7.50 cm²\ m

∴ Use Φ 10 @ 20 cm

As provided = 7.85 cm² (In two layers)

$$°n = \frac{7.85cm^2}{30cm \times 100cm} = 0.0026$$

Vertical reinforcement:

Mn = 444.66 ton.m

$$m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{400}{0.85 * 30} = 15.7$$

$$R_n = \frac{M_n}{bd^2} = \frac{444.66 \times 10^6}{100 \times 2800^2} = 0.567 \quad \left(N / mm^2\right)$$

$$° = 0.001$$

$$°n(\min) = 0.0025 + 0.5\left(2.5 - \frac{3000}{3500}\right)(0.0026 - 0.0025)$$

$$°n(\min) = 0.00258 > 0.001$$

As = (0.00258) (30) (100) = 7.7 cm²

Use 6 Φ 14 within the first 40 cm of the wall,

and Φ 10 @ 20 cm for the rest of the wall.

الفصل السادس

النتائج والتوصيات

النتائج والتوصيات

٦.١ النتائج :

١- تم عمل دراسة تحليلية إنشائية للفيلا اشتملت على تحديد الأحمال وتحديد النظام الإنشائي المستخدم.

٢- تم عمل كافة الحسابات اللازمة في عملية التصميم الانشائي لجميع العناصر الإنشائية.

٣- تم عمل كافة المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية بشكل قابل للتنفيذ.

٤- تم تصميم المجمع ليقاوم الزلازل، حيث تم حساب احمال جدران القص (Shear Wall) باستخدام الكود الأردني.

٥- تم تصميم الأساسات بناء" على قوة تحمل تربة مقدراها ($3.5\ kg/cm^2$) .واذا تغيرت هذه القيمة يُرجى اعادة الاساسات على القيمة المعطاة .

٦.٢ التوصيات :

١- يوصى بتنفيذ المشروع حسب المخططات المرفقة بالمشروع بأقل تغييرات ممكنة.

٢- ينصح بوجود مهندس مشرف للإشراف على التنفيذ وأن يلتزم بالمخططات والشروط لضمان التنفيذ الأفضل للمشروع.

٣- تم تصميم هذه الفيلا لثلاثة طوابق.

٤- بعد المراجعة الشاملة للمخططات التنفيذية فإن هذا المشروع يعتبر جـــاهزا" للتنفيـــذ إنشائيا" ومعماريا".

المصادر والمراجع

1. BUILDING CODE REQUIREMENTS FOR STRUCTURAL CONCRETE (ACI 318M-99) AND COMMENTARY CODE (ACI 318M-99).

٢. كودات البناء الوطني الأردني، كودة الأحمال والقوى، مجلس البناء الوطني الأردني، عمان، الأردن، ١٩٩٠م.

٣. تلخيص وملاحظات الدكتور المشرف.