[May 23, 2023]

Palestine Polytechnic University

Graduation Project

NEW LIGHT HOTEL PROJECT

College of Engineering and Technology

Civil Engineering Department

In accordance with the recommendation of project supervisor and acceptance of all examining committee members, this project has been submitted to the Department of Civil Engineering in the college of Engineering and Technology in partial fulfillment of requirements of the department for degree of Bachelor of Building engineering.

By

Abubaker Jesrawi [20/5306]

Abdallah Juihan [20/5321]

Supervisors

Dr. Mutaz Qafishe

Dr. Abdel Sami Halahle

DEDICATION

I dedicate my work to my family and friends. A special feeling of gratitude to my loving parents, whose words of encouragement and push for tenacity ring in my ears. My brothers and sisters have never left my side and are very special. I also dedicate this dissertation to my many friends who have supported me throughout the process. I will always appreciate all they have done, for helping me develop my technology skills for the many hours of proofreading, and for helping me to master the leader dots.

شكر وتقدير

الحمد لله الذي أنار لنا درب العلم والمعرفة وأعاننا على أداء هذا الواجب ووفقنا إلى انجاز هذا العمل.

نتوجه بجزيل الشكر والامتنان إلى كل من ساعدنا من قريب أو من بعيد على انجاز هذا العمل وفي تذليل ما واجهناه من صعوبات، ونخص بالذكر الدكتور المشرف معتز قفيشة والدكتور عبد السميع حلاحلة الذي لم يبخل علينا بتوجيهاته ونصائحه القيمة التي كانت عونا لنا في إتمام هذا البحث.

نتقدم بالشكر لكل من ساهم في إنجاح هذا البحث.

هذا ما أستطيع أن أقوله فكلمة الشكر لا تستدعي كلمات مركبة وإنما بسيطة ولكن تصدر من القلب.

Abstract

Structural design is the most important design required for any building after the architectural design, the structural engineer designs the distribution of columns, loads and obtain durability through the lowest costs and the highest safety.

In this project, we will make a structural design for "New Light Hotel", which consists of (eight floors), with a total building area of 17,726 m².

It is noteworthy that Jordan's code will be used to determine the live loads, and to determine the seismic loads, but for the structural analysis and design sections will be the use of the US Code (ACI_318_19), it must be noted that it will rely on some computer programs such as:

Autodesk AutoCAD 2023, CSI Safe 20, Atir.

The project will include a detailed structural study of the identification and analysis of the elements of construction and different loads expected and then the structural design of the elements and the preparation of shop drawings based on the prepared for all the structural elements that are structural frames of the building, it is expected after the completion of the project to be able to provide structural design of all structural elements with permission design.

Allah Almighty grants us success.

المحتويات

DEDICATION 2
شكر وتقدير 2
Abstract 3
المقدمة : 6
الوصف المعماري للمشروع 10
مقدمة 11
لمحة عن المشروع 11
موقع المشروع 12
اهمية الموقع 12
العناصر المعمارية 14
الوصف الإنشائي 20
مقدمة 21
أهداف التصميم الإنشائي 21
الدراسات النظرية للعناصر الإنشائية في المبنى 22
الأحمال 22
الاختبارات العملية: 24
العناصر الإنشائية المكونة للمبنى: 25
Structural Analysis & Design 31
Introduction 32
Design Method and Requirements 32
Factored loads 33
Determination of thickness 34
Design of one-way ribbed slab 35
Design of two-way ribbed slab 39
Design of Beam 44
Design of Column: 49
Design of stairs: 50
Design of Footing 55
$Design\ of\ Basement\ wall$: 58
$Design\ of\ shear\ wall$: 60
النتائج والتوصيات 63

ملخص المشروع

التصميم الإنشائي هو أهم التصميمات اللازمة للمبنى بعد التصميم المعماري، فتوزيع الأعمدة والأحمال والحفاظ على المتانة بأقل التكاليف وأعلى درجات الأمان يقع على عاتق المصمم الإنشائي.

في هذا المشروع سنقوم بعمل تصميم إنشائي "لاوتيل "، حيث يتكون من (٨ طوابق) حيث تبلغ مساحة المبنى الإجمالية ٧٢٦،١٧ م^2.

ومن الجدير بالذكر أنه سيتم استخدام الكود الأردني لتحديد الأحمال الحية وأحمال الزلازل، أما بالنسبة للتحليل الإنشائي وتصميم المقاطع فسيتم استخدام الكود الأمريكي .(ACI_318_19) ولا بد من الإشارة إلى أنه سيتم استخدام بعض برامج الحاسوب اللازمة لتحقيق الهدف الانشائي مثل : Autodesk AutoCAD 2023, Atir, CSI Safe 20

سيتضمن المشروع دراسة إنشائية تفصيلية من تحديد وتحليل للعناصر الإنشائية والأحمال المختلفة المتوقعة ومن ثم التصميم الانشائي للعناصر وإعداد المخططات التنفيذية بناءاً على التصميم المعد لجميع العناصر الإنشائية التي تكون الهياكل الإنشائية للمبنى.

والله ولي التوفيق,,

المقدمة:

بدأت حياة الإنسان في القدم كحياة بسيطة و يسيرة بكافة ملامحها و أشكالها، حيث كان الإنسان يحصل على ما يريد من البيئة المحيطة إما بالصدفة، أو عن طريق التسلسل لوصوله إلى مبتغاه ، إذ انه اتخذ من الكهوف بيوتا ، ومن أوراق الأشجار و جلد الحيوان ثيابا ، ومن الشعلة ضوءا يستنار به من الظلام وكان الإنسان القديم في صراع دائم مع الحياة وما فيها من معوقات ومستجدات.

بعد هذه الحياة البسيطة التي مر فيها الإنسان، أخذت حياته بالرقي و التطور شيئا فشيئا ، وذلك حسب احتياجاته الضرورية في كافة مظاهر الحياة وما يستجد من أمور مختلفة ، ومن اجل هذه الاحتياجات والمتطلبات سعى بدون كلل أو ملل لتحقيق كل ما يحتاج إليه للتأقلم مع ضروريات الحياة الجديدة.

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

تتلخص فكرة المشروع في انشاء اوتيل، بحيث يحقق الأهداف ويلبي جميع متطلبات السكان و الموظفين؛ فهو يشتمل على شقق واسعة وباركنغ.

مشكلة البحث :

تتمثل مشكلة هذا المشروع في التحليل والتصميم الإنشائي لجميع العناصر المكونة لاوتيل الذي تم اعتماده ليكون ميداناً لهذا البحث، حيث يتضمن المشروع التصميم الإنشائي لمختلف العناصر الإنشائية من البلاطات والجسور والأعمدة والأساسات بما يتلاءم مع التوزيع الإنشائي لهذه العناصر.

أسباب اختيار المشروع:

تعود أهمية اختيار المشروع إلى عدة أمور من أهمها اكتساب المهارة في التصميم للعناصر الإنشائية 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 .

ومن الأمور التي دفعتنا إلى هذا البحث هو تقديم هذا المشروع إلى دائرة الهندسة المدنية في كلية الهندسة والتكنولوجيا في جامعة بوليتكنك فلسطين لاستيفاء شروط التخرج والحصول على درجة البكالوريوس في الهندسة المدنية لتخصص هندسة المباني.

أهداف المشروع:

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

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

المسلمات:

- اعتماد الكود الأمريكي في التصاميم الإنشائية المختلفة. (ACI-318-19)
- استخدام برامج التحليل والتصميم الإنشائي مثل CSI Safe 20 & Atir
- برامج أخرى مثل.Microsoft office Word

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 فيعمل هذا التصميم وربط هذه المعلومات مع بعضها البعض.
- اكتساب المهارة في التعامل مع برامج الحاسوب التي تم استخدامها في التصميم الإنشائي للمشروع.
- التدرب على كيفية التنسيق بين الوظيفتين الإنشائية و المعمارية للعناصر المختلفة التي يتألف منها المنشأ.

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 للمبنى 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 بناء 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.

حدود المشروع:

يقتصر هذا المشروع على التصميم الإنشائي للمبنى لكافة العناصر الإنشائية المكونة للمبنى، حيث سيتم العمل بالمشروع خلال الفصلين الأول و الثاني من السنة الدراسية ٢٠٢٢- ٢٠٢٣ م من خلال مساق مقدمة مشروع التخرج خلال الفصل الاول ، ومساق مشروع التخرج خلال الفصل الدراسي الثاني .

الوصف المعماري للمشروع

مقدمة

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 تحّرف 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.

لمحة عن المشروع

تتلخص فكرة المشروع في إنشاء اوتيل لتحقق الأهداف؛ فهي تشتمل على مجموعة من الغرف و قاعة متعددة الأغراض وغيرها من الخدمات. إذ تم الحصول على المخططات المعمارية للمشروع من قبل دائرة الهندسة المعمارية ليتسنى عمل التصميم الإنشائي وإعداد المخططات التنفيذية لجميع العناصر الإنشائية التي تشملها.يتكون المبنى من طابق واحد . على قطعة أرض مساحتها 26,250 متر مربع وتتكون من منسوبين ، ومساحة البناء ١٧،٧٢٦ متر مربع.

موقع المشروع

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

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

الموقع المقترح للمشروع هو جزء من ارض في مدينة الخليل، وهي منطقة قريبة من مركز المدينة ،وهي منطقة مرتفعة نسبيا حيث ترتفع عن سطح الارض ب ١٠٠٠متر عن مستوى سطح الارض.

اهمية الموقع

الشروط العامة لاختيار الموقع :

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

- جغرافيه الموقع: هو الجانب الذي يختص في دراسة موقع الأرض بالنسبة للنسيج العمراني بشكل عام، وتأثير الموقع على وظيفة المبنى ، ودراسة المناخ وطبوغرافية الأرض .
- شبكه المواصلات: هو الجانب الذي يتم فيه دراسة الطرق الرئيسية والفرعية المؤدية للموقع.
- الغطاء النباتي: هو الجانب الذي يتحدث عن طبيعة الأرض من حيث احتوائها على الغطاء النباتي من أشجار ونباتات.
- أنماط المباني المحيطة: طبيعة المباني المحيطة بقطعة الأرض ونوعها، تجارية، صناعية، سكنية، أم خدماتية. وكيفيه تأثير هذه المباني على قطعه الأرض وتأثيرها على المبنى المراد إنشاؤه، ونوعية مواد البناء المستخدمة في المباني المحيطة وارتفاعاتها إن وجدت.

حركة الشمس والرياح:

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

حركة الشمس: في فصل الشتاء تكون زاوية الشمس منخفضة بحيث تصل إلى ٣٥ درجة مما يسمح بولوج أشعة الشمس بشكل أعمق داخل الفراغات . أما في فصل الصيف فتكون أحلى ما يمكن حتى تصل إلى ٨٢ درجة. فيراعى عند التصميم هذه الزوايا من حيث ضرورة حجب أشعة الشمس الساطعة بوضع كاسرات للشمس.

حركة الرياح : في فصل الشتاء يكون هناك رياح مرافقة للمنخفضات الجوية وهبوب رياح جنوبية غربية عاصفة ممطرة في الغالب ، أما النوع الأخر فهي رياح تعقب المنخفضات الجوية وهي رياح شمالية غربية باردة تعمل على تصفية الجو، وأخر نوع من الرياح التي تهب في فصل الشتاء هي الرياح الشرقية ، وهي تهب قبل مرور المنخفضات الجوية التي تتركز في شرق حوض البحر الأبيض المتوسط، وهي باردة جافة لقدومها من المناطق الشرقية الباردة.

أما في فصل الصيف فتهب الرياح الغربية والشمالية الغربية أغلبها تهب على شكل أنسمة بحرية قادمة نهارا من البحر المتوسط ، وهي تلطف حرارة شهور الصيف لا سيما في المناطق الجبلية ، أما النوع الأخر فهي الرياح الشرقية والشمالية الشرقية وتعتبر جزءاً من الرياح الموسمية وهي جافة وحارة نسبياً وتهب خلال أواخر الصيف ، أما الرياح الخماسينية فهي تهب من المناطق الجنوبية وتكون حارة جافة محملة بالغبار في الصيف.

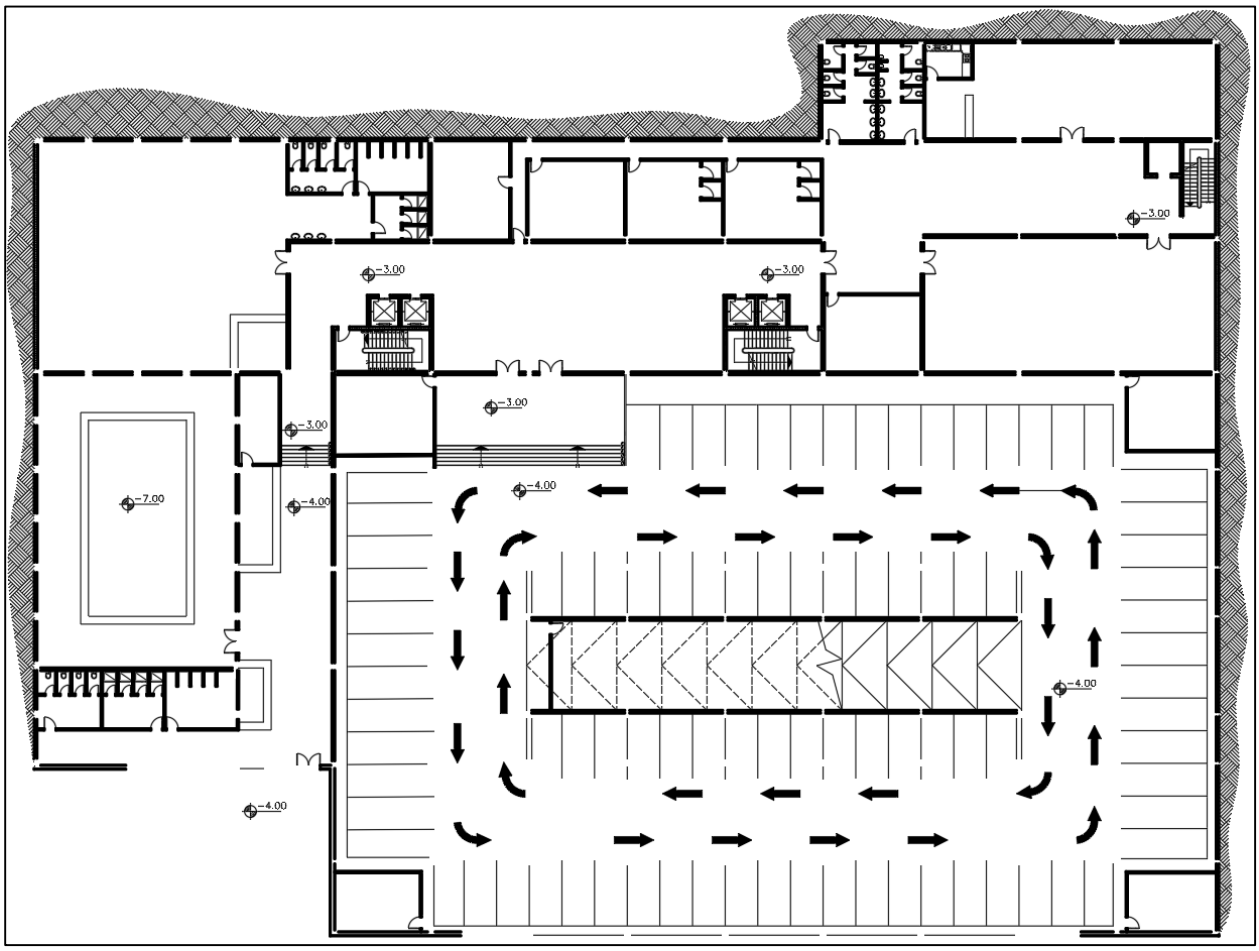
العناصر المعمارية

وصف المساقط الأفقية

المبنى في تركيبته الهندسية يعتمد على شكل المستطيل.

طابق تحت مستوى سطح الارض:

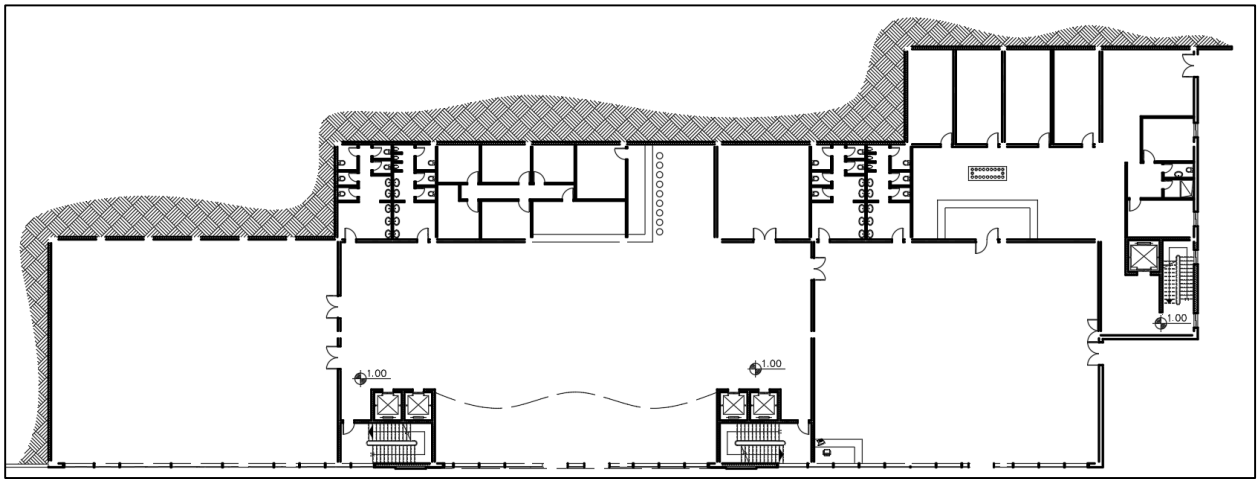
تبلغ المساحة المقترحة لهذا الطابق ٥٤٧٧، يحتوي فراغ الطابق على باركنغ للسيارات، وصالة رياضية و مسبح داخلي وغرف غيار للموظفين وغرفة طعام للموظفين وغرفة تنظيف، للسيارات يتم الوصول للبراكنغ عن طريق رامب في وسطه، ويمتاز بسهولة حركة السيارات داخله للوصول لموقعهن المخصص.



الشكل(٢-١)مسقط لطابق تحت مستوى الارض.

الطابق الارضي:

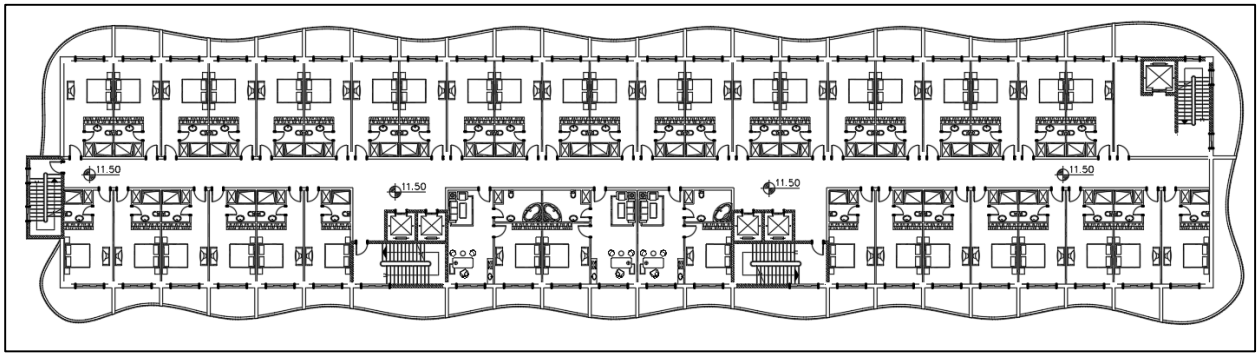
تبلغ مساحة هذا الطابق ٢٣٣١ مترا مربعا، حيث يتكون من مطعم ومطبخ ومتجر وثلاجات وحمامات



الشكل(٢-٢) مسقط للطابق الارضي.

الطوابق الاول-السادس:

تبلغ مساحة هذه الطوابق 1653 مترا مربعا، وتحتوي على مجموعة من الغرف الفندقية.



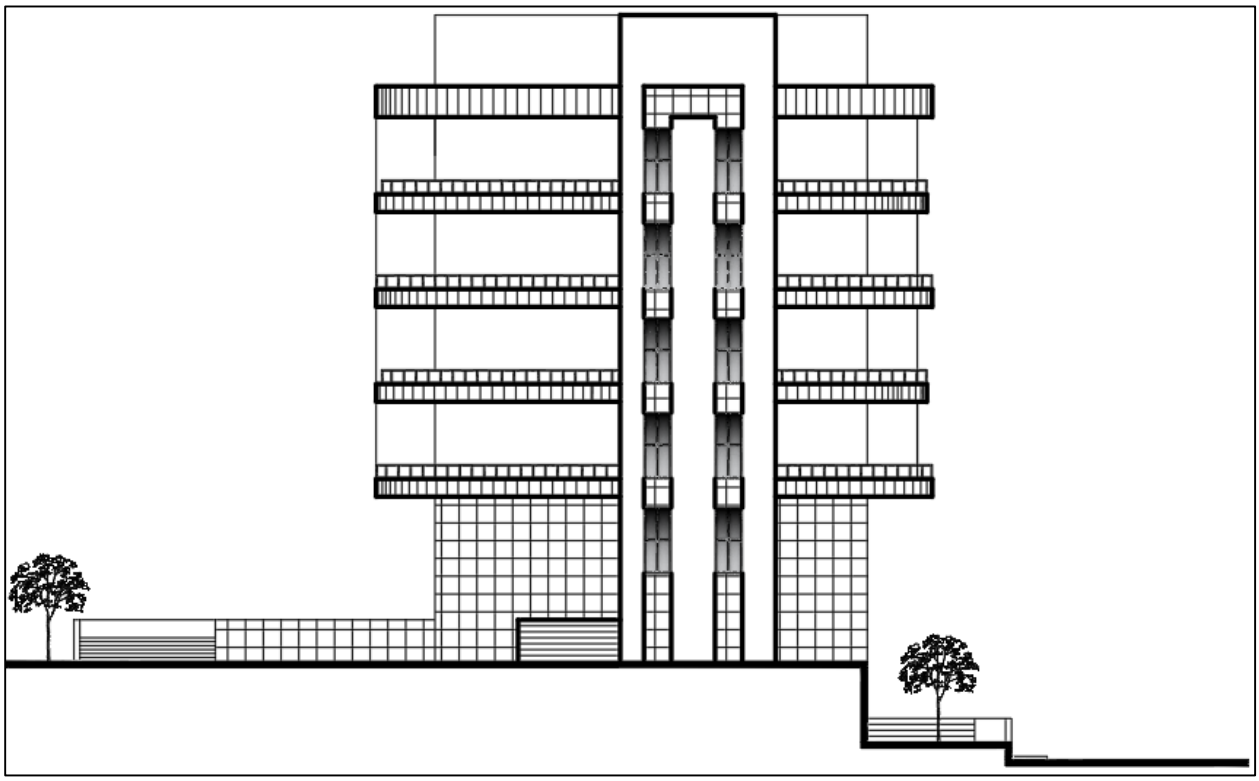
الشكل(٢-٣)مسقط للطابق الاول.

وصف الواجهات:

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

الواجهة الشمالية:

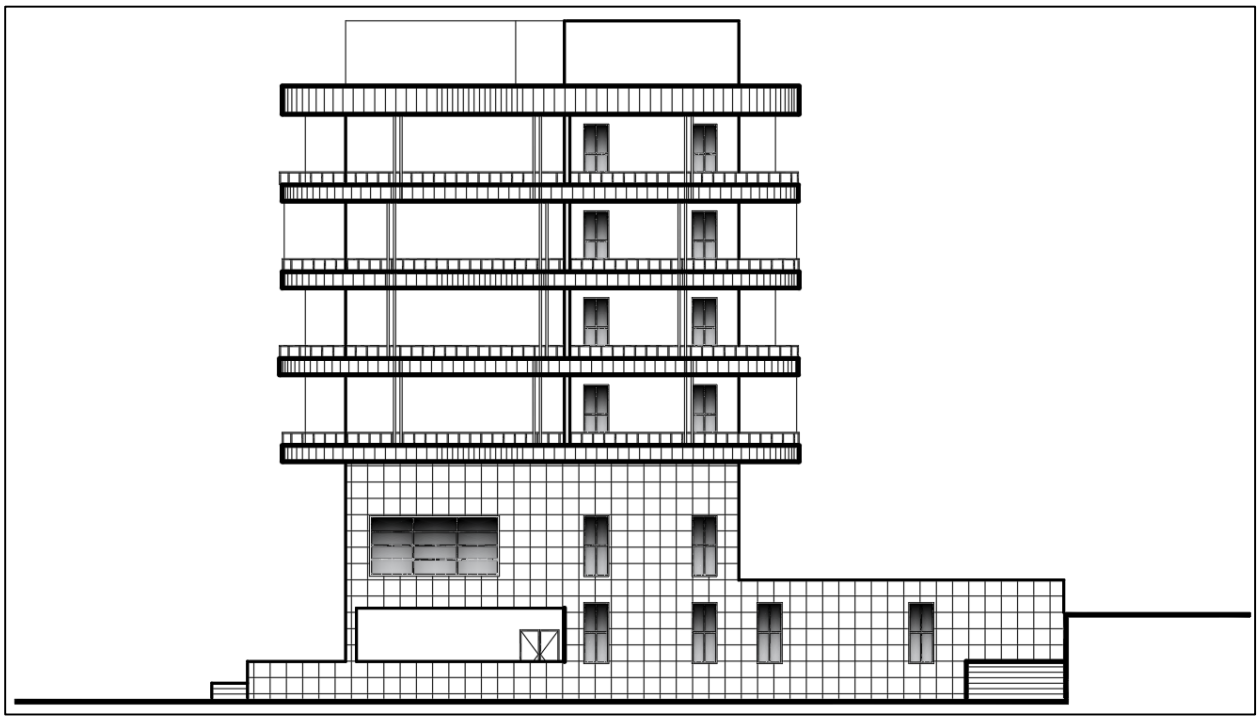
يظهر فيها الواجهة الجانبية للمبنى واختلاف في مناسيب الارضية



الشكل(٢-4)الواجهة الشمالية.

الواجهة الجنوبية:

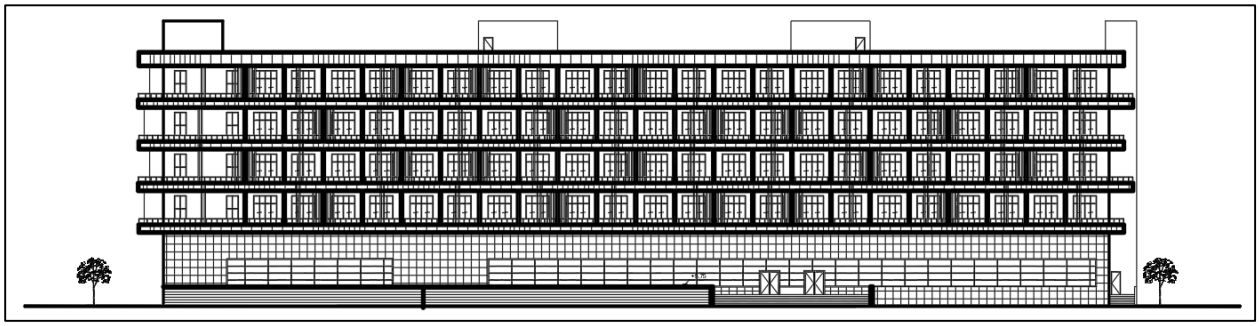
جهة جانبية بالنسبة للمبنى، حيث تظهر فيها الجمال المعماري للمبنى



الشكل(٢-٥) الواجهة الجنوبية.

الواجهةالشرقية:

يظهر فيها الواجهة الخلفية للمبنى



الشكل(٢-٦) الواجهة الشرقية.

الواجهة الغربية:

يظهر فيها المدخل الرئيسي للمبنى

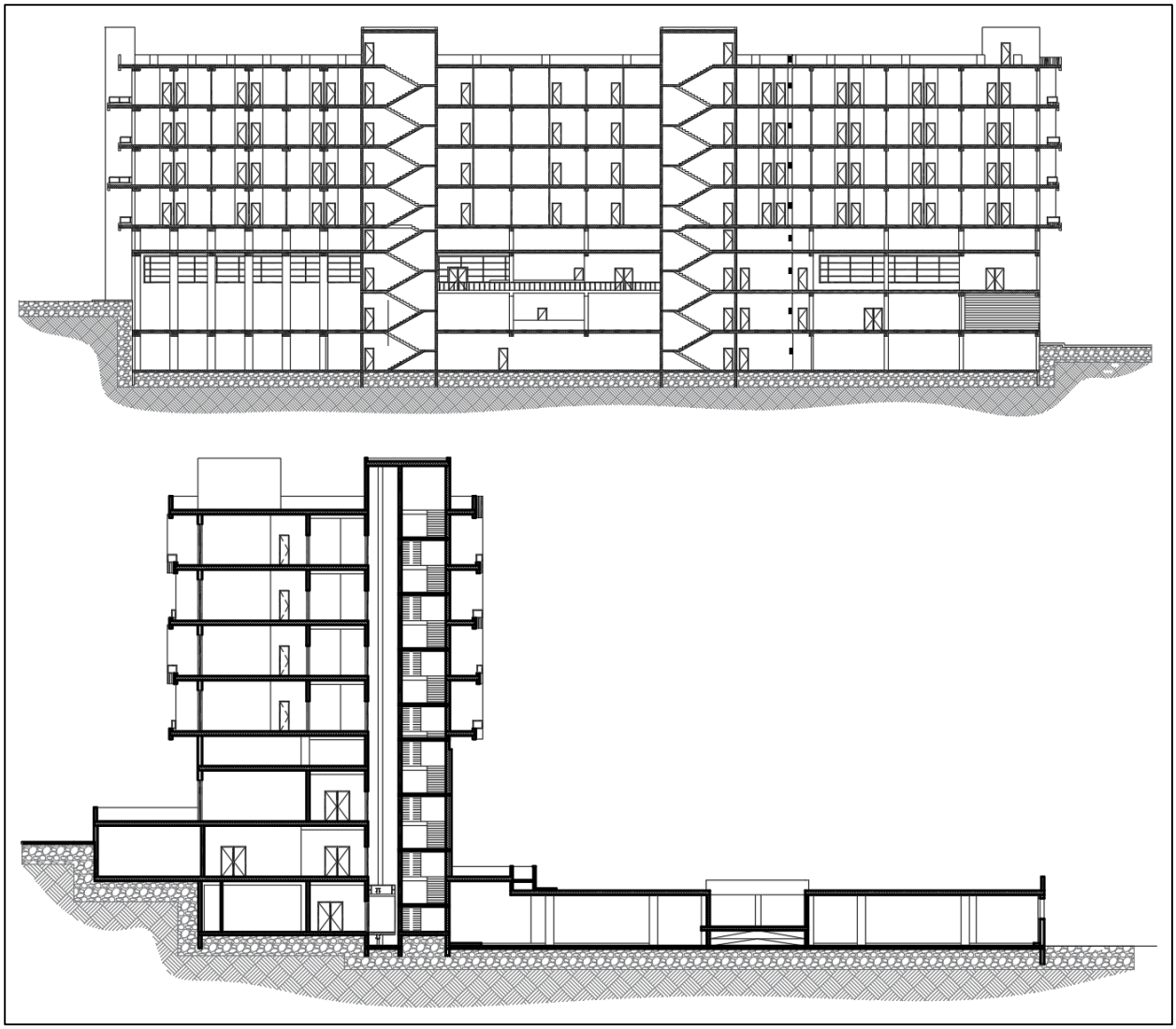
الشكل (٢-7) الواجهة الغربية.

2-6وصف الحركة:

تأخذ الحركة أشكالاً عدة سواءً من خارج المبنى باتجاه الداخل، أو الحركة داخل المبنى نفسه؛ فالحركة من خارج المبنى إلى داخلها تتم بشكل سلس نظرا لعدم وجود فرق كبير في المنسوب الخارجي للمبنى ومنسوبه الداخلي . إذ يمكن الدخول للمبنى من مكان مخصص لدخول السيارات للموقف، أما بالنسبة للحركة داخل المبنى فتقسم إلى حركة أفقية داخل الطابق الواحد وحركة راسية ما بين الطوابق المختلفة.

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

وفيما يتعلق بالحركة الراسية بين الطوابق فإنها تتم من خلال الأدراج والمصاعد الكهربائية حيث أنها تأخذ أماكن متعددة في المبنى وهذا بدوره يسهل الحركة الأفقية داخل الطوابق والحركة الراسية بينها.



الشكل(٢-8) قطاعات في عدة أماكن في المبنى.

الوصف الإنشائي

مقدمة

إن أي عملية وصف لا تقتصر على جانب معين من جوانبه، و إنما يكون بالوصف و التعمق في جميع تفاصيله الداخلية التي تعتبر جزء لا يتجزأ منه . فبعد التجوال الموجز في الجانب المعماري للاوتيل، و التعرف عليه مقتضياته الجمالية، كان لابد من توجيه الدراسة للتعرف على جانبه الإنشائي، ليصبح بالإمكان تشغليه مع مراعاة السلامة و الأمان.

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

أهداف التصميم الإنشائي

يهدف التصميم الإنشائي بشكل أساسي إلى إنتاج منشأ متقن ومتزن من جميع النواحي الهندسية والإنشائية ومقاوم لجميع المؤثرات الخارجية من أحمال ميتة وحية وأيضا أحمال بيئية من تأثير الزلازل والرياح والثلوج. وبالتالي يتم تحديد العناصر الإنشائية بناء على:

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

الدراسات النظرية للعناصر الإنشائية في المبنى

تعتبر الدراسة النظرية جزء رئيسي ومهم يجب القيام به لإتمام عملية التحليل والتصميم، حيث أنه من خلالها يمكن الوصول إلى أفضل ما يكون من عمليات التحليل، لذلك يجب دراسة العناصر الإنشائية بشكل جيد وتحديد الأحمال الواقعة على كل عنصر للوصول إلى التصميم المتين والآمن وطريقة العمل المناسبة.

الأحمال

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

الأحمال الميتة

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

وفيما يتعلق بالكثافة النوعية للمواد المستخدمة فهي كالتالي:

الرقم المتسلسل	المادة المستخدمة	الكثافة (KN/m^3)
1	البلاط	23
2	المونة	22
3	الخرسانة المسلحة	25
4	الطوب	10
5	القصارة	22
6	الرمل	17

الجدول (٣-١) الكثافة النوعية للمواد المستخدمة.

الأحمال الحية

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

- أوزان الأشخاص مستعملي المنشأة.

- الأحمال الديناميكية، كالأجهزة التي ينشأ عنها اهتزازات تؤثر على المنشأة.
- الأحمال الساكنة، والتي يمكن تغيير أماكنها من وقت لآخر، كأثاث البيوت ، والأجهزة والآلات الاستاتيكية غير المثبتة، والمواد المخزنة و الأثاث والأجهزة والمعدات،والمكاتب والجدول (٣-٢) يبين قيمة الأحمال الحية اعتمادا على نوعية استخدام المبنى حسب الكود الأردني.

الرقم المتسلسل	طبيعة الاستخدام	الحمل الحي (KN/m^2)
1	مواقف السيارات	5
2	المدارس	5
3	المستشفيات	5
4	الفنادق	2.5
5	المطاعم	5
6	المباني السكنية	2.5
7	مباني تجارية (مكاتب)	2

الجدول (٣-٢) الأحمال الحية.

الأحمال البيئية

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

أحمال الرياح:

عبارة عن قوى أفقية تؤثر على المبنى ويظهر تأثيرها في المباني المرتفعة وهي القوى التي تؤثر بها الرياح على الأبنية أو المنشآت أو أجزائها، وتكون موجبة إذا كانت ناتجة عن ضغط وسالبة إذا كانت ناتجة عن شد، وتقاس بالكيلو نيوتن. وتحدد أحمال الرياح حسب الكود الأمريكي (UBC) اعتماداً على ارتفاع المبنى عن سطح الأرض، والموقع من حيث الإحاطة من مباني سواء كانت مرتفعة أو منخفضة وتصمم جدران القص اعتماداً على ضغط الرياح بمقدار (0.4 KN/m2) حسب الكود الأردني.

أحمال الثلوج:

هي الأحمال التي يمكن أن يتعرض لها المنشأ بفعل تراكم الثلوج، ويمكن تقييم أحمال الثلوج اعتماداً على الأسس التالية:

- ارتفاع المنشأة عن سطح البحر.
- ميلان السطح المعرض لتساقط الثلوج.

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

علو المنشأ عن سطح الأرض h (متر)	احمال الثلوج (kN/m^2)
$h < 250$	0
$250 < h < 500$	$\frac{h-250}{1000}$
$500 < h < 1500$	$\frac{h-400}{7400}$
$1500 < h < 2500$	$\frac{h-812.5}{250}$

الجدول (٣-٣): قيمة أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر.

أحمال الزلازل

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

الاختبارات العملية :

يسبق الدراسة الإنشائية لأي مبنى ، عمل الدراسات الجيوتقنية للموقع، ويعنى بهاجميع الأعمال التي لها علاقة باستكشاف الموقع ودراسة التربة والصخور والمياه الجوفية ، وتحليل المعلومات وترجمتها للتنبؤ بطريقة تصرف التربة ،عند البناء عليها، وأكثر ما يهتم به المهندس الإنشائي هو الحصول على قوة تحمل التربة (Bearing Capacity)اللازمة لتصميم أساسات المبنى وكانت قوة تحمل التربة للموقع تساوي ٤٨ كغم/ سم٣ .

العناصر الإنشائية المكونة للمبنى :

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

و يحتوي المشروع العناصر التالية:

العقدات

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

توجد أنواع مختلفة وعديدة شائعة الاستعمال من العقدات الخراسانية المسلحة ، منها ما يلي:

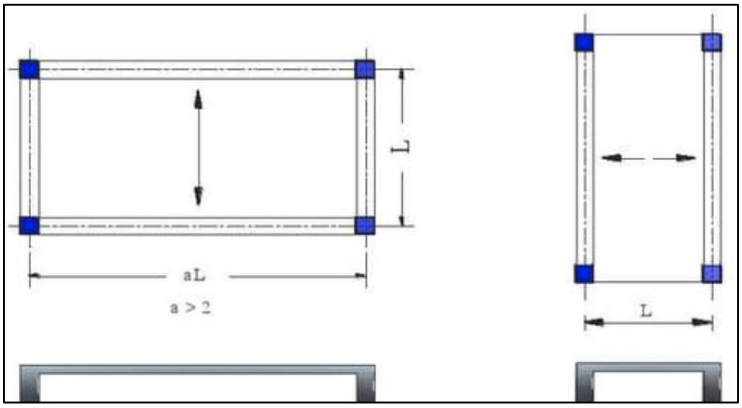
البلاطات المصمتة (Solid Slabs) وتقسم إلى:

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

البلاطات المفرغة (Ribbed Slabs) وتقسم إلى:

- العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد (One way ribbed slab)

تستخدم في المناطق التي تتعرض كثيرا للأحمال الحية، وذلك تجنباً لحدوث اهتزاز نظرا للسماكة المنخفضة، وتم استخدامها في عقده البئر كما في الشكل:(1-3)

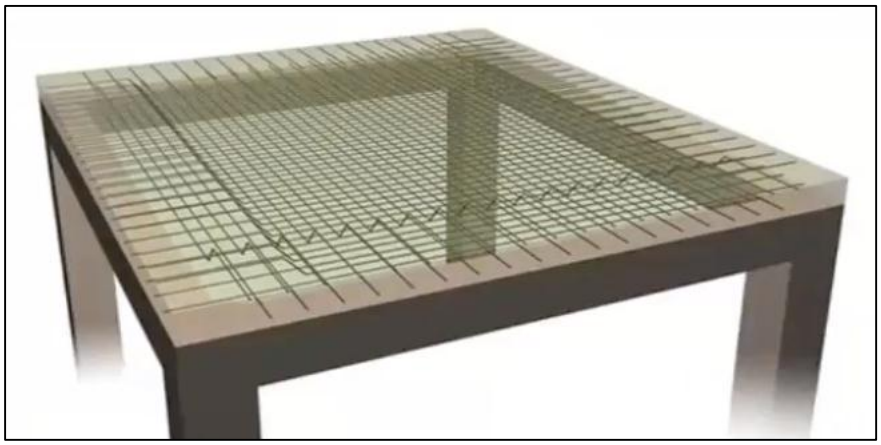


الشكل (٣_١): العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد.

- العقدات ذات الاتجاهين (Two way ribbed slab):

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

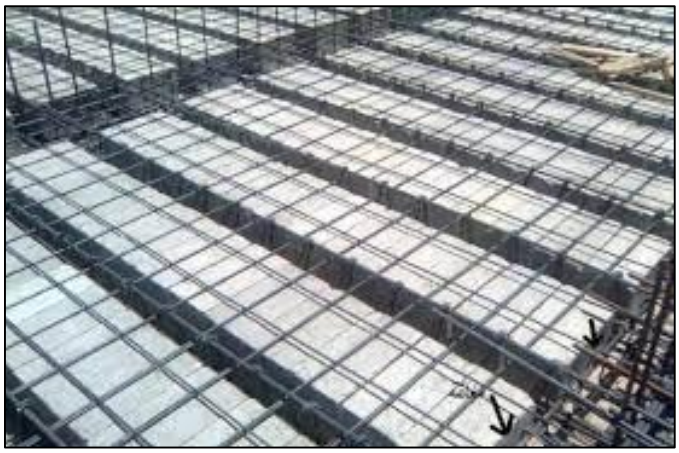
موضحه في الشكل:(2-3)



الشكل (٣-٢): العقدات المصمتة ذات الاتجاهين.

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

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



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

- عقدات العصب ذات الاتجاهين (Two way ribbed slab)

تشبه السابقة من حيث المكونات ولكنها تختلف من حيث كون التسليح باتجاهين ويتم توزيع الحمل في جميع الاتجاهات، ويراعى عند حساب وزنها طوبتين وعصب في الاتجاهين، كما يظهر في الشكل:(4-3)

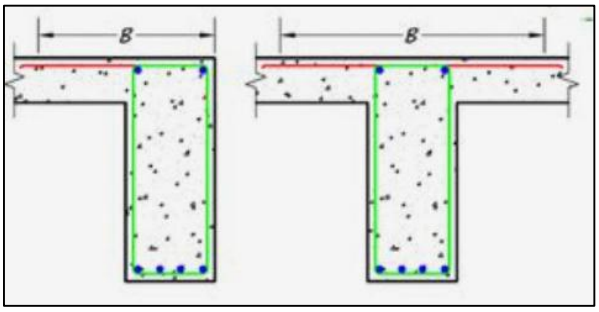
الشكل (٣-٤): عقدات العصب ذات الاتجاهين.

الجسور:

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

- جسور مسحورة (مخفية داخل العقدات) بحيث يكون ارتفاعها يساوي ارتفاع العقدة.
- والجسور المدلاه "Dropped Beams" وهي التي يكون ارتفاعها اكبر من ارتفاع العقدة ويتم إبراز الجزء الزائد من الجسر في احد الاتجاهين السفلي أو العلوي بحيث تسمى هذه الجسور.L –section, T-section

ونظرا للمسافات المختلفة بين الأعمدة في المبنى المراد تصميمه في هذا المشروع ،فضلاً عن الأحمال الواقعة،فإن الجسور التي سوف تستخدم في العقدة ستكون جسور مسحورة وأخرى مدلاه تقوم بنقل أحمال الأعصاب إليها.



الشكل (٣-٥) أشكال الجسور المدلاة.

الأعمدة:

تعتبر الأعمدة العضو الرئيس في نقل الأحمال من العقدات والجسور إلى الأساسات، وبذلك فهي عنصر إنشائي ضروري لنقل الأحمال وثبات المبنى. لذلك يجب تصميمها بحيث تكون قادرة على حمل وتوزيع الأحمال الواقعة عليها. وهي على نوعين: الأعمدة القصيرة والأعمدة الطويلة. ولمقاطع الأعمدة أشكال عديدة، منها المستطيل و الدائري و المضلع و المربع و المركب. وهناك تصنيف آخر للأعمدة من حيث طبيعة المادة المستخدمة فمنها الخرسانية والمعدنية والخشبية.

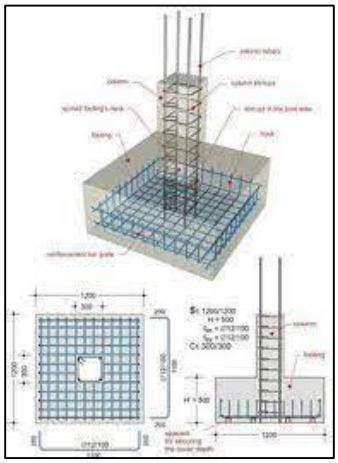
الشكل (٣-٦): أحد أشكال الأعمدة.

الجدران الحاملة (جدران القص):

وهي عناصر إنشائية حاملة تقاوم القوى العمودية والأفقية الواقعة عليها وتستخدم بشكل أساسي لمقاومة الأحمال الأفقية مثل قوى الرياح والزلازل وتسمى جدران القص.(shear wall) وهذه الجدران تسلح بطبقتين من الحديد حتى تزيد من كفاءتها على مقاومة القوى الأفقية. وقد تم تحديد الجدران الحاملة في المبنى ، وتتمثل الجدران الحاملة بجدران بيت الدرج، وجدران المصاعد، والجدران الأخرى التي تبدأ من أساسات المبنى، وتعمل على تحمل الأوزان الرأسية المنقولة إليها كما تعمل كجدران قص تقاوم القوى الأفقية (الرياح والزلازل) التي يتعرض لها المنشأ. ويجب توفرها في الاتجاهين مع مراعاة أن تكون المسافة بين مركز المقاومة الذي تشكله جدران القص في كل اتجاه ومركز الثقل للمبنى أقل ما يمكن .وان تكون هذه الجدران كافية لمنع أو تقليل تولد عزوم اللي وآثاره على جدران المبنى المقاومة للقوى الأفقية.

الأساسات:

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

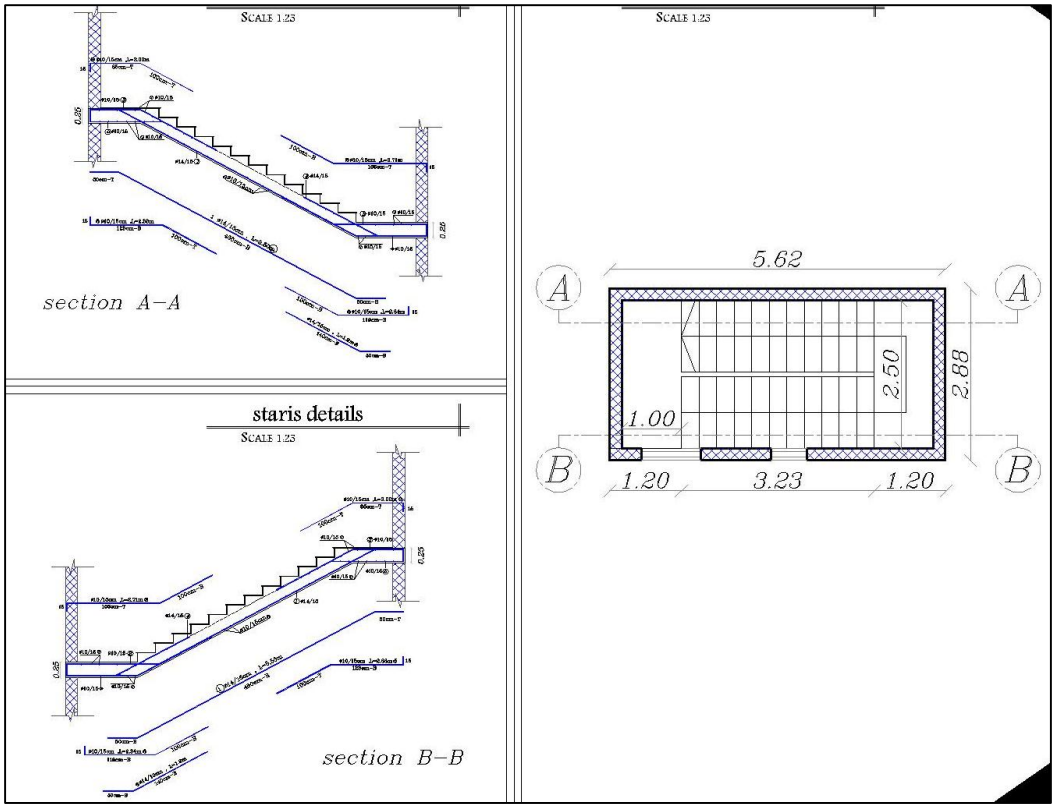


الشكل (٣-٨) : الأساس المنفرد.

وتعتبر الأساسات حلقة الوصل بين العناصر الإنشائية في المبنى والأرض ولمعرفة الأوزان والأحمال الواقعة عليها، فإن الأحمال الواقعة على العقدة تنتقل إلى الجسور ثم إلى الأعمدة وأخيرا إلى الأساسات ،وتكون هذه الأحمال هي الأحمال التصميمية للأساسات، و بناءا 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 و نظرا لما يتخذه هيكل المنشأ من شكل متدرج ليتلاءم وطبوغرافية الأرض.

الأدراج :

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



الشكل (٣-١١): تحميل الدرج في المشروع.

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.

بسبب الاختلاف الواضح في مناسيب قطعة أرض المشروع، كان لا بد من استخدام جدران استنادية لتحمي التربة من الانهيار أو الانزلاق. 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

Structural Analysis & Design

Introduction

Many structures are built of reinforced concrete: bridges, buildings, retaining walls, tunnels and others.

Reinforced concrete is logical union of two materials: plain concrete, which possesses high compressive strength but little tensile strength, and steel bars embedded in the concrete, which can provide the needed strength in tension.

Plain concrete is made by mixing cement, fine aggregate, coarse aggregate, water, and frequently admixtures.

Understanding of reinforced concrete behavior is still far from complete, building codes and specifications that give design procedures are continually changing to reflect latest knowledge.

Structural concrete can be classified into:

- Lightweight concrete with unit weight from about 1350 to 1850 kg/m3.
- Normal weight concrete with unit weight from about 1800 to 2400 kg/m3.
- Heavyweight concrete with unit weight from about 3200 to 5600 kg/m3.

Design Method and Requirements

The design strength provided by a member is calculated in accordance with the requirements and assumptions of ACI Code (318_19).

Strength design method:

In ultimate strength design method, the service loads are increased by factors to obtain the load at which failure is considered to be occurring.

This load called factored load or factored service load. The structure or structural element is then proportioned such that the strength is reached when factored load is acting. The computation of this strength takes into account the nonlinear stress-strain behavior of concrete.

The strength design method is expressed by the following,

Strength provided ≥ strength required to carry factored loads.

NOTE:

The statically calculation and the key plans dependent on the architectural plans.

Code:

ACI 2008 UBC

Material:

Concrete: B300, $f_c' = 24\ N/mm^2$

Reinforcement steel:

The specified yield strength of the reinforcement $f_y\ =\ 420\ N/mm^2\ (MPa)$.

Factored loads

The factored loads for members in our project are determined by:

Wu = 1.2 DL + 1.6 LL ACI-code-318-19

The design and construction of reinforced concrete building is controlled by the (building code requirements for structural concrete)

(ACI 318-19) of the American concrete institute.

Concrete consists primarily of a mixture of cement and fine and coarse aggregates (sand, gravel, crushed rock, and other materials) to which water has been added as a necessary ingredient for the chemical reaction of curing.

This chapter start with calculate the thickness of the slab by using table 9.5 from ACI code, and make cheek for the value, then calculate the dead load and select live load to begin analysis of the element, after doing the analysis make the design of each structure element in the system to select the effective section for element and its reinforcement of the profile

After make the design of section start drawing the section and show the reinforcement of every element will be design.

The factored load on which on we based to make the analysis and design for our project member is;

$qu\ =\ 1.2D + 1.6L$ ACI-318-19

Determination of thickness

Determination of thickness for one-way rib

The structure may be exposed to different loads as dead and live loads. The value of the load depends on the structure type and the intended use.

The overall depth must satisfy ACI-318-19 table (9.5.a).

$$\text{One} - \text{End Continuous: } h_{min} = \frac{ln}{18.5}$$

$$\text{Tow} - \text{End Continuous: } h_{min} = \frac{ln}{21}$$

$$\text{Cantilever: } h_{min} = \frac{ln}{8} = \frac{2.4}{8} = 0.30\ cm$$

$$\text{Simply Supported: } = \frac{ln}{16}$$

Determination of thickness of two-way ribbed slab

$$Assume\ h = 32\ cm$$

$$I_{b1} = I_{b4} = \frac{bh^3}{12} = \frac{80 \times 60^3}{12} = 1440000\ cm^4$$

$$I_{b2} = I_{b3} = \frac{bh^3}{12} = \frac{50 \times 60^3}{12} = 900000\ cm^4$$

$$y_c = \frac{40 \times 8 \times 4 + 32 \times 12 \cdot \frac{32}{2}}{40 \cdot 8 + 32 \cdot 12} = 9.82\ cm$$

$$I_{rib} = \frac{52 \times 9.82^3}{3} - \frac{40 \times 1.82^3}{3} + \frac{12 \times 20.18^3}{3} = 49205.5\ \text{cm}^4$$

$$I_{s1} = \frac{49205.5 \times \left(\frac{955}{2} + \frac{685}{2} + 80\right)}{40} = 1107124\ cm$$

$$I_{s2} = \frac{49205.5 \times \left(\frac{695}{2} + 230 + 80\right)}{40} = 808815\ cm$$

$$I_{s3} = \frac{49205.5 \times \left(\frac{955}{2} + 230 + 80\right)}{40} = 968733\ cm$$

$$I_{s4} = \frac{49205.5 \times \left(\frac{695}{2} + \frac{670}{2} + 80\right)}{40} = 937980\ cm$$

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

$$\alpha_{f1} = \frac{1440000}{1107124} = 1.3$$

$$\alpha_{f2} = \frac{900000}{808815} = 1.1$$

$$\alpha_{f3} = \frac{900000}{968733} = 0.9$$

$$\alpha_{f4} = \frac{1440000}{937980} = 1.5$$

$$\alpha_{fm} = \frac{1.3 + 1.1 + 0.9 + 1.5}{4} = 1.2 < 2.0$$

According to ACI-code:

$$h = \frac{l_n \times \left(0.8 + \frac{f_y}{1400}\right)}{36 + 5 \times \beta \times (\alpha_{fm} - 0.2)} = \frac{9550 \times \left(0.8 + \frac{420}{1400}\right)}{36 + 5 \times \frac{9550}{6700} \times (1.2 - 0.2)} = 244 \geq 125\ mm$$

$Take\ slab\ thickness\ 320\ mm, 80\ mm - topping, 240\ mm\ Concrete\ Block$

ACI-318-19

Select h = 32 cm

Design of one-way ribbed slab

One-way ribbed slab Design procedure is explained in the following steps

Design of Topping

Calculating of loads on topping

Material	Quality Density (kN/m^3)	Dead Load (kN/m)
Tiles	23	$23 \times 0.03 \times 1 = 0.69$
Mortar	22	$22 \times 0.03 \times 1 = 0.66$
Sand	17	$17 \times 0.07 \times 1 = 1.19$
Topping	25	$25 \times 0.08 \times 1 = 2$
Partitions	2.2	$2.3 \times 1 = 2.3$
		$\sum = 6.84$

$w_u = 1.2 \times 6.84 + 1.6 \times 3 = 13$

Design of Shear

Shear Design Strength:

For Plain concrete section one way shear is calculated using the following equation:

$$\phi V_c = \phi \times 0.11 \times \lambda \times \sqrt{f_c'} \times 1000 \times 80 = 0.55 \times 0.11 \times 1 \times \sqrt{24} \times 1000 \times 80 \times 10^{-3} = 23.71\ kN$$

$$Vu = \frac{w_u \times l}{2} = \frac{13 \times 0.4}{2} = 2.6\ kN$$

$$V_u \ll \phi V_c$$

No shear reinforcement is required

Moment design strength

$$M_u = \frac{w_u \times l^2}{12} = \frac{13 \times 0.4^2}{12} = 0.173\ kN.m/m$$

$$S_m = \frac{b \times h^2}{6} = \frac{1000 \times 80^2}{6} = 1066666.7$$

$$\phi M_n = \phi \times 0.42 \times \lambda \times \sqrt{fc'} \times S_m = 0.55 \times 0.42 \times 1 \times \sqrt{24} \times 1066666.7 \times 10^{-6} = 1.21\ kN.m$$

$$M_n \gg M_u$$

No reinforcement is required by analysis. Provide As_{min} for slabs as shrinkage and temperature reinforcement.

$$\rho_{shrinkage} = 0.0018$$

ACI-318-19 (7.12.2)

$$As_{min} = \rho \times b \times t = 0.0018 \times 1000 \times 80 = 144\ mm^2/m\ strip$$

$$\phi 8\ A_s = 50.27\ mm^2$$

$$Bar\ numbers = \frac{144}{50.27} = 2.87$$

$3\phi 8/m$ with $A_s = 150.8\ mm^2\ /\ m\ strip$ or $\phi 8$ @ $300\ mm$

Step (s) is the smallest of:

1. $3h = 3 \times 80 = 240\ mm - control$
2. $450\ mm$

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

Take $\phi 8$ @ $200\ mm$ in both directions.

Design for one-way ribbed slab

Requirements for Ribbed Slab (T-Beam Consideration According to ACI) are as follows:

$b_w \geq\ 10cm\ \rightarrow\ select\ b_w = 12\ cm$

$h\ \leq\ 3.5\ b_w =\ 3.5\ \times\ 12\ =\ 42\ cm\ \rightarrow\ h\ = 30\ cm$

$t_f\ \geq \frac{l_n}{12} \geq\ 43\ mm\ \rightarrow\ t_f\ =\ 8\ cm$

Load Calculations for one-way ribbed slab:

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

Dead Load	$W = \delta \times \gamma \times b\ [kN/m]$
Tiles	$0.03 \times 23 \times 0.52 = 0.359$
Mortar	$0.03 \times 22 \times 0.52 = 0.343$
Coarse Sand	$0.07 \times 17 \times 0.52 = 0.619$
Topping	$0.08 \times 25 \times 0.52 = 1.040$
RC Rib	$0.24 \times 25 \times 0.12 = 0.660$
Hollow Block	$0.24 \times 10 \times 0.4 = 0.880$
Plaster	$0.02 \times 22 \times 0.52 = 0.229$
Interior Partitions	$2.3 \times 0.52 = 1.196$
$\sum$	5.33

Factor load From ACI code

$LL = 3 \times 0.52 = 1.56\ kN/m$

$w = 1.2 \times 5.33 + 1.6 \times 1.56 = 8.89\ kN/m$

$M_u = 8.89 \times 2.4 \times \left(\frac{1}{3} \times 2.4\right) = 17.07\ kN.m$

$Assume\ bar\ diameter\ \phi 12$

$$d = h - cover - d_{stirrups} - \frac{d_b}{2} = 320 - 20 - 10 - \frac{12}{2} = 284\ mm$$

$check\ if\ a > h_f$

$$\bar{M}_{nf} = 0.85 \times f_c' \times b \times h_f \times \left(d - \frac{h_f}{2}\right) = 0.85 \times 24 \times 520 \times 80 \times \left(264 - \frac{80}{2}\right) \times 10^{-6} = 190.1\ kN.m$$

$$\frac{M_u}{0.9} = \frac{17.07}{0.9} = 18.97$$

$$M_{nf} \gg \frac{M_u}{\phi}$$

The section design as rectangular.

$$Rn = \frac{Mu}{\phi \times b \times d^2} = \frac{17.07 \times 10^6}{0.9 \times 520 \times 264^2} = 0.523\ MPa$$

$$m = \frac{fy}{0.85 \times f_c'} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.59$$

$$\rho = \frac{1}{m} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times Rn \times m}{fy}}\right) = \frac{1}{20.59} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0.523 \times 20.59}{420}}\right) = 0.00126$$

$$A_s = \rho \times b \times d = 0.00126 \times 520 \times 264 = 173\ mm^2$$

Check for $A_{s\ min}$

$$A_{s\ min} = 0.25 \times \frac{\sqrt{f_c'}}{f_y} \times b_w \times d = 0.25 \times \frac{\sqrt{24}}{420} \times 120 \times 264 = 92.4\ mm^2$$

$$A_{s\ min} = \frac{1.4}{f_y} \times b_w \times d = \frac{1.4}{420} \times 120 \times 264 = 105.6\ mm^2 - controls$$

$A_s > A_{s\ min}$

$Use\ 2\phi 12\ (A_s = 226.2\ mm^2)$

Check for strain:

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0.85 \times f_c' \times b} = \frac{226.2 \times 420}{0.85 \times 24 \times 520} = 9\ mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{9}{0.85} = 10.6\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003 \times \frac{d - c}{c} = 0.003 \times \frac{264 - 10.6}{10.6} = 0.072 > 0.005$$

Check for shear:

$V_u = 8.89 \times 2.4 = 21.34\ kN$

$V_c = 1.1 \times \frac{1}{6} \times \lambda \times \sqrt{f_c'} \times b_w \times d = 1.1 \times \frac{1}{6} \times 1 \times \sqrt{24} \times 120 \times 264 \times 10^{-3} = 28.5\ kN$

$\phi V_c = 0.75 \times 28.5 = 21.4\ kN$

$\frac{1}{2}\phi V_c < V_u < \phi V_c$

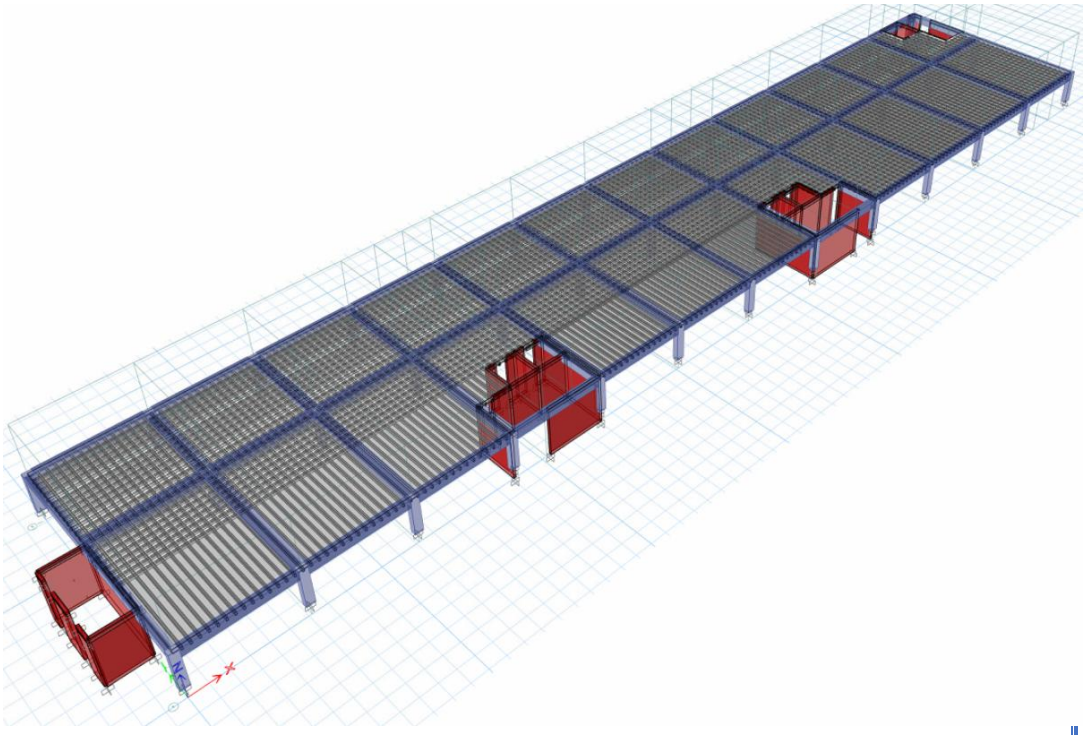
Minimum shear reinforcement is required except for concrete joist construction. So, no shear reinforcement is provided.

Design of two-way ribbed slab

Material	Quality Density (kN/m^3)	Dead Load (kN/m)
Tiles	23	$23 \times 0.03 \times 1 = 0.69$
Mortar	22	$22 \times 0.03 \times 1 = 0.66$
Sand	17	$17 \times 0.07 \times 1 = 1.19$
Topping	25	$25 \times 0.08 \times 1 = 2$
Partitions	2.2	$2.3 \times 1 = 2.3$
		$\sum = 6.84$

It is known that the topping slab in two-way is even stronger than that for one-way ribbed slabs. Therefore, only shrinkage and temperature reinforcement need to be provided, with the same design as before.

$Use\ 1\phi 8\ /\ 20\ cm\ (3\phi 8\ /\ 1m), with\ Asp\ =\ 1.5cm^2/1m\ in\ both\ directions$



Load Calculation:

Load Calculations for two-way ribbed slab:

Dead Load	$W = \gamma \times V$
Tiles	$0.03 \times 23 \times 0.52 \times 0.52 = 0.187$
Mortar	$0.03 \times 22 \times 0.52 \times 0.52 = 0.178$
Coarse Sand	$0.07 \times 17 \times 0.52 \times 0.52 = 0.322$
Topping	$0.08 \times 25 \times 0.52 \times 0.52 = 0.541$
RC Rib	$0.24 \times 25 \times 0.12 \times (0.52 + 0.4) = 0.607$
Hollow Block	$0.24 \times 10 \times 0.4 \times 0.4 = 0.352$
Plaster	$0.02 \times 22 \times 0.52 \times 0.52 = 0.119$
Interior Partitions	$2.3 \times 0.52 \times 0.52 = 0.622$
$\sum$	2.928

Factor load From ACI code

$$DL = \frac{2.928}{0.52 \times 0.52} = 10.828$$

$$LL = 3$$

$$w_D = 1.2 \times 10.828 = 12.99$$

$$w_L = 1.6 \times 3 = 4.8$$

$$w = 12.99 + 4.8 = 17.79\ kN/m^2$$

$$m = \frac{6.70}{9.55} = 0.70$$

Design for flexure

$Negative\ moments$:

$$M_a = C_a \times w \times l_a^2 \times b_f = 0.081 \times 17.79 \times 6.70^2 \times 0.52 = 33.64\ kN.m$$

$$M_b = C_b \times w \times l_b^2 \times b_f = 0.011 \times 17.79 \times 9.55^2 \times 0.52 = 9.28\ kN.m$$

$Positive\ moments$:

$M_{a,dl} = 0.033 \times 12.99 \times 6.70^2 \times 0.52 = 10.01\ kN.m$

$M_{b,dl} = 0.006 \times 12.99 \times 9.55^2 \times 0.52 = 3.70\ kN.m$

$M_{a,ll} = 0.050 \times 4.8 \times 6.70^2 \times 0.52 = 5.60\ kN.m$

$M_{b,ll} = 0.011 \times 4.8 \times 9.55^2 \times 0.52 = 2.50\ kN.m$

$M_a = 10.01 + 5.60 = 15.61\ kN.m$

$M_b = 3.70 + 2.50 = 6.20\ kN.m$

Negative moments at discontinuous edges:

$M_{a,neg} = \frac{1}{3} \times 15.61 = 5.20\ kN.m$

$M_{b,neg} = \frac{1}{3} \times 6.20 = 2.07\ kN.m$

Slab reinforcement

$d = 320 - 20 - 10 - \frac{16}{2} = 282\ mm$

Negative moment

$\overline{M}_{nf} = 0.85 \times 24 \times 520 \times 80 \times \left(282 - \frac{80}{2}\right) \times 10^{-6} = 188.40$

$\phi\overline{M}_{nf} \gg M_u$

Rectangular design.

For negative moment in short direction

$R_n = \frac{33.64 \times 10^6}{0.9 \times 120 \times 262^2} = 4.54$

$m = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.59$

$\rho = \frac{1}{20.59} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 4.54 \times 20.59}{420}}\right) = 0.0124$

$As = 0.0124 \times 120 \times 262 = 390\ mm^2$

$2\phi 16\ with\ As = 402.12\ mm$

$$\alpha = \frac{402.12 \times 420}{0.85 \times 24 \times 520} = 15.92$$

$$c = \frac{15.92}{0.85} = 18.73$$

$$\varepsilon_s = 0.003 \times \left(\frac{262 - 18.73}{18.73}\right) = 0.039 > 0.005$$

For negative moment in long direction

$$d = 300 - 20 - 10 - 16 - \frac{10}{2} = 249$$

$$R_n = \frac{9.28 \times 10^6}{0.9 \times 120 \times 249^2} = 1.39$$

$$m = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.59$$

$$\rho = \frac{1}{20.59} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 1.39 \times 20.59}{420}}\right) = 0.0034$$

$$As = 0.0034 \times 120 \times 249 = 102\ mm^2$$

$$2\phi 10\ with\ As = 157\ mm$$

$$\alpha = \frac{157 \times 420}{0.85 \times 24 \times 520} = 6.22$$

$$c = \frac{6.22}{0.85} = 7.32$$

$$\varepsilon_s = 0.003 \times \left(\frac{249 - 7.32}{7.323}\right) = 0.099 > 0.005$$

Design for positive moment

$$Assume\ 2\phi 12\ bottom\ bars$$

$$\alpha = \frac{A_s \times f_y}{0.85 \times f_c' \times b} = \frac{226.2 \times 420}{0.85 \times 24 \times 520} = 8.96$$

$$M_n = A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2}\right) = 226.2 \times 420 \times \left(342 - \frac{8.96}{2}\right) \times 10^{-6} = 32.1\ kN.m$$

$$c = \frac{8.96}{0.85} = 10.54$$

$$\varepsilon_s = 0.003 \times \left(\frac{264 - 10.54}{10.54}\right) = 0.072 > 0.005$$

$$\phi M_n > M_u$$

$$Select\ 2\phi 12$$

Check of shear

$$V_c = (1.1) \times \left(\frac{1}{6} \times \sqrt{24} \times 264 \times 120\right) \times 10^{-3} = 28.5\ kN$$

$$Total\ load\ on\ the\ panel = 6.70 \times 9.55 \times 17.79 = 1138\ kN$$

$$Load\ per\ rib\ at\ face\ of\ the\ long\ beam = \frac{0.89 \times 1138 \times 0.52}{2 \times 9.55} = 27.57\ kN$$

$$Load\ per\ rib\ at\ face\ of\ the\ short\ beam = \frac{0.11 \times 1138 \times 0.52}{2 \times 6.70} = 4.86\ kN$$

$V_{s,min}\ is\ the\ maximum\ of$:

$$V_{s,min} = \frac{1}{16} \times \sqrt{f_c'} \times b_w \times d = \frac{1}{16}\sqrt{16} \times 120 \times 264 \times 10^{-3} = 7.92$$

$$V_{s,min} = \frac{1}{3} \times b_w \times d = \frac{1}{3} \times 120 \times 264 \times 10^{-3} = 10.56 - controls$$

$$\phi\left(V_c + V_{s,min}\right) = 0.75 \times (28.5 + 10.56) = 29.30$$

$$\phi V_c < V_u < \phi\left(V_c + V_{s,min}\right)$$

Minimum shear reinforcement is provided for short direction ($A_{v,min}$) with

$$A_v = 2 \times \frac{10^2}{4} \times \pi = 157.1$$

$$\frac{157.1}{S} = \frac{1}{3} \times \frac{120}{420}$$

$$S = 1650\ mm$$

$$S_{max} \leq \frac{d}{2} = \frac{342}{2} = 171\ mm \qquad or \qquad S_{max} \leq 600\ mm$$

$$Provide\ stirrups\ 1\phi 10@150\ mm$$

Design of Beam

$Service\ DL\ from\ the\ slab = 10.828 \times 3.35 \times 2 = 72.55\ kN/m$

$Weight\ of\ the\ beam = 0.6 \times 0.8 \times 25 = 12\ \ kN/m$

$Weight\ of\ the\ floor\ materials\ acting\ directly\ on\ the\ beam$

Material	Quality Density (kN/m^3)	Dead Load (kN/m)
Tiles	23	$23 \times 0.03 \times 0.8 = 0.552$
Mortar	22	$22 \times 0.03 \times 0.8 = 0.528$
Sand	17	$17 \times 0.07 \times 0.8 = 0.952$
Plaster	22	$22 \times 0.03 \times (0.8 + 2 \times 0.3) = 0.924$
Partitions	2.3	$2.3 \times 0.8 = 1.84$
		$\sum = 4.80$

$Service\ LL\ from\ the\ slab = 3 \times 3.35 \times 2 = 20.1\ kN/m$

$Service\ LL\ upon\ the\ beam = 3 \times 0.8 = 2.4\ \ kN/m$

$Total\ service\ DL\ on\ the\ beam = 72.55 + 12 + 4.80 = 89.35\ kN/m$

$Total\ service\ LL\ on\ the\ beam = 20.1 + 2.4 = 22.5\ kN/m$

$DL = 1.2 \times 89.35 = 107.22$

$LL = 1.6 \times 22.5 = 36$

$Total = 107.22 + 36 = 143.22\ kN/m$

Design for flexure

Negative Moment

$M_u = -913.4$

$d = 600 - 40 - 10 - \frac{32}{2} = 534$

$C_{max} = \frac{3}{7} \times 534 = 229$

$a = 0.85 \times 229 = 194.7$

$M_n = 0.85 \times 24 \times 194.7 \times 800 \times \left(534 - \frac{194.7}{2}\right) \times 10^{-6} = 1387$

$M_n > M_u$

$$Rn = \frac{Mu}{\phi \times b \times d^2} = \frac{913.4 \times 10^6}{0.9 \times 800 \times 534^2} = 4.45\ MPa$$

$$m = \frac{fy}{0.85 \times f_c'} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.59$$

$$\rho = \frac{1}{m} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times Rn \times m}{fy}}\right) = \frac{1}{20.59} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 4.45 \times 20.59}{420}}\right) = 0.0121$$

$$A_s = \rho \times b \times d = 0.0121 \times 800 \times 534 = 5169\ mm^2$$

Check for $A_{s\ min}$

$$A_{s\ min} = 0.25 \times \frac{\sqrt{f_c'}}{f_y} \times b_w \times d = 0.25 \times \frac{\sqrt{24}}{420} \times 800 \times 534 = 1246\ mm^2$$

$$A_{s\ min} = \frac{1.4}{f_y} \times b_w \times d = \frac{1.4}{420} \times 800 \times 534 = 1424\ mm^2 - controls$$

$A_s > A_{s\ min}$

$Use\ 7\phi 32\ (A_s = 5630\ mm^2)$

$$S = \frac{800 - 2 \times 40 - 2 \times 10 - 7 \times 32}{6} = 79 > 25$$

Check for strain:

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0.85 \times f_c' \times b} = \frac{5630\ \times 420}{0.85 \times 24 \times 800} = 145\ mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{145}{0.85} = 170.6\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003 \times \frac{d - c}{c} = 0.003 \times \frac{534 - 170.6}{170.6} = 0.006 > 0.005$$

Positive moment:

$\boldsymbol{M_u = 802.1}$

$$Rn = \frac{Mu}{\phi \times b \times d^2} = \frac{802.1 \times 10^6}{0.9 \times 800 \times 534^2} = 3.9\ MPa$$

$$m = \frac{fy}{0.85 \times f_c'} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.59$$

$$\rho = \frac{1}{m} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times Rn \times m}{fy}}\right) = \frac{1}{20.59} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 3.9 \times 20.59}{420}}\right) = 0.0104$$

$$A_s = \rho \times b \times d = 0.0104 \times 800 \times 534 = 4443\ mm^2$$

Check for $A_{s\ min}$

$$A_{s\ min} = 0.25 \times \frac{\sqrt{f_c'}}{f_y} \times b_w \times d = 0.25 \times \frac{\sqrt{24}}{420} \times 800 \times 534 = 1246\ mm^2$$

$$A_{s\ min} = \frac{1.4}{f_y} \times b_w \times d = \frac{1.4}{420} \times 800 \times 534 = 1424\ mm^2 - controls$$

$A_s > A_{s\ min}$

$Use\ 6\phi 32\ (A_s = 4825.5\ mm^2)$

$$S = \frac{800 - 2 \times 40 - 2 \times 10 - 6 \times 32}{5} = 102 > 25$$

Check for strain:

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0.85 \times f_c' \times b} = \frac{4825.5\ \times 420}{0.85 \times 24 \times 800} = 124.2\ mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{124.2}{0.85} = 146\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003 \times \frac{d - c}{c} = 0.003 \times \frac{534 - 146}{146} = 0.008 > 0.005$$

$\boldsymbol{M_u = 288.8}$

$$d = 600 - 40 - 10 - \frac{20}{2} = 540$$

$$Rn = \frac{Mu}{\phi \times b \times d^2} = \frac{288.8 \times 10^6}{0.9 \times 800 \times 540^2} = 1.38\ MPa$$

$$m = \frac{fy}{0.85 \times f_c'} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.59$$

$$\rho = \frac{1}{m} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times Rn \times m}{fy}}\right) = \frac{1}{20.59} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 1.38 \times 20.59}{420}}\right) = 0.0034$$

$$A_s = \rho \times b \times d = 0.0034 \times 800 \times 540 = 1469\ mm^2$$

Check for $A_{s\ min}$

$$A_{s\ min} = 0.25 \times \frac{\sqrt{f_c'}}{f_y} \times b_w \times d = 0.25 \times \frac{\sqrt{24}}{420} \times 800 \times 540 = 1259.7\ mm^2$$

$$A_{s\ min} = \frac{1.4}{f_y} \times b_w \times d = \frac{1.4}{420} \times 800 \times 540 = 1440\ mm^2 - controls$$

$$A_s > A_{s\ min}$$

$$Use\ 5\phi 20\ (A_s = 1571\ mm^2)$$

$$S = \frac{800 - 2 \times 40 - 2 \times 10 - 5 \times 20}{4} = 150 > 25$$

Check for strain:

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0.85 \times f_c' \times b} = \frac{1571\ \times 420}{0.85 \times 24 \times 800} = 40.43\ mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{40.43}{0.85} = 47.56\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003 \times \frac{d - c}{c} = 0.003 \times \frac{540 - 47.56}{47.56} = 0.031 > 0.005$$

Design for shear

$$V_u = -496.7\ kN$$

$$V_c = 1.1 \times \frac{1}{6} \times \lambda \times \sqrt{f_c'} \times b_w \times d = 1.1 \times \frac{1}{6} \times 1 \times \sqrt{24} \times 800 \times 534 \times 10^{-3} = 383.7\ kN$$

$$\phi V_c = 0.75 \times 383.7 = 287.8\ kN$$

$$V_u > \phi V_c$$

Case IV

$$V_{s,min} = \frac{1}{16} \times \sqrt{24} \times 800 \times 534 \times 10^{-3} = 130.8\ kN$$

$$V_{s,min} = \frac{1}{3} \times 800 \times 534 \times 10^{-3} = 142.4\ kN$$

$\phi V_c + \phi V_{s,min} = 287.8 + 0.75 \times 142.4 = 394.6\ kN$

$V_s' = \frac{1}{2} \times \sqrt{f_c'} \times b_w \times d = \frac{1}{2} \times \sqrt{24} \times 800 \times 534 \times 10^{-3} = 1046.42\ kN$

$\phi(V_c + V_s') = 0.75(383.7 + 1046.42) = 1072.59\ kN$

$\phi(V_c + V_{s,min}) < V_u < \phi(V_c + V_s') - Stirrups\ are\ required$

$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c = \frac{496.7}{0.75} - 383.7 = 278.6\ kN$

$\frac{A_v}{s} = \frac{V_s}{f_{yt} \times d}$

$\frac{314.16}{s} = \frac{278.6 \times 10^3}{420 \times 534} = 252.9\ mm$

$s_{max} \leq \frac{d}{2} = \frac{534}{2} = 267\ mm$

$s_{max} \leq 600\ mm$

$Take\ 4 - leg\ stirrups\ \phi 10@250\ mm$

$V_u = 333.3\ kN$

$V_c = 1.1 \times \frac{1}{6} \times \lambda \times \sqrt{f_c'} \times b_w \times d = 1.1 \times \frac{1}{6} \times 1 \times \sqrt{24} \times 800 \times 534 \times 10^{-3} = 383.7\ kN$

$\phi V_c = 0.75 \times 383.7 = 287.8\ kN$

$V_u > \phi V_c$

Case III

$V_{s,min} = \frac{1}{16} \times \sqrt{24} \times 800 \times 534 \times 10^{-3} = 130.8\ kN$

$V_{s,min} = \frac{1}{3} \times 800 \times 534 \times 10^{-3} = 142.4\ kN$

$\phi V_c + \phi V_{s,min} = 287.8 + 0.75 \times 142.4 = 394.6\ kN$

$\phi V_c < V_u \leq \phi(V_c + V_{s,min})$

Minimum shear reinforcement is provided with

$s_{max} \leq \frac{d}{2} = \frac{534}{2} = 267\ mm$

$s_{max} \leq 600\ mm$

$Take\ 4 - leg\ stirrups\ \phi 10@@250\ mm$

Design of Column:

Design of longitudinal Reinforcement:

Select column (C42) for design Basement floor

$Pu = 7500\ KN$

$\phi \times Pn = 0.65 \times 0.8 \times Ag \times (0.85 \times fc \times (1-\rho) + \rho \times fy)$

$7500 = 0.65 \times 0.8 \times A_g \times (0.85 \times 24 \times (1-0.03) + 0.03 \times 420)$

$Ag = 0.445$

$Use\ 70cm\ x\ 70\ cm$

$Ag = 4900\ cm^2$

Check of slenderness effect:

$$\frac{kLu}{r} < 34 - 12\frac{M1}{M2} \leq 40$$

Lu: Actual unsupported (unbraced) length.

M1 = smaller factored end moment on a compression member

M2 = larger factored end moment on compression member

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

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

$K = 1.0$

$Lu = 3.7\ m$

Ig = moment of inertia of gross concrete section about centroidal axis, neglecting reinforcement

$$I = \frac{bh3}{12} = \frac{70 \times 70^3}{12} = 2000833.3\ cm^4$$

$A = 4900\ cm4$

$$r = \sqrt{\frac{2000833.3}{4900}} = 20.2\ cm$$

$$\frac{kLu}{r} = \frac{1 \times 3.7}{0.202} = 18.3$$

$18.3 < 22\ ..Column\ is\ short$

$$\frac{7500}{0.65} \times 10 = 0.8 \times 4900 \times (0.85 \times 24 \times (1 - \rho_g) + \rho_g \times 420)$$

$$\rho_g = 0.023$$

$$A_{s_{req}} = 0.023 \times 4900 = 112.7\ cm^2$$

$$Use\ 24\phi 20\ A_s = 122.2\ cm^2$$

Design of the Tie Reinforcement:

Spacing ≤ 16*db (Longitudinal bar diameter) =16*2.5=40cm

≤ 48*dt (tie bar diameter) = 48*1.0=48cm.

≤ Least dimension=60cm

$$Use\ \phi\ 10\ ties\ @\ 35\ cm\ spacing$$

Design of stairs:

The stairs are designed as one-way solid slab for 1-m strip and in this project the stairs are simply supported.

Design Requirements:

Limitation of deflection

$$h \geq \frac{L}{20} = \frac{5.3}{20} = 18.9\ cm$$

$$Take\ h = 20\ cm$$

$$\theta = 29$$

Loads:

Dead Loads:

$$Dead\ load\ of\ slab = 25 \times 0.2 \times \left(\frac{1}{cos29}\right) = 5.7 kN/m2$$

$$Plaster = 0.02 \times 23 \times \left(\frac{1}{cos29}\right) = 0.53\ KN/m2$$

$Steps = 0.2 \times \frac{25}{2} = 2.5\ KN/m2$

$Sand = 0.05 \times 17 = 0.85\ KN/m2$

$H - mortar = 0.03 \times 23 = 0.69 KN/m2$

$V - mortar = 0.03 \times 23 \times \frac{20}{30} = 0.46\ KN/m2$

$H - Plate = 0.03 \times 22 \times \frac{33}{30} = 0.73\ KN/m2.$

$V - plate = 0.02 \times 22 \times \frac{20}{30} = 0.29\ KN/m2.$

$Total\ Dead\ Loads = 11.75\ kN/m2.$

$Factored\ dead\ load = 1.2 \times 11.75 = 14.1\ KN/m2$

$Live\ load = 5\ KN/m2$

$Factored\ live\ load = 1.6 \times 5 = 8\ KN/m2.$

$Factor\ Loads$:

$Wu = Factored\ dead\ load + Factored\ live\ load \quad (For\ one - meter\ of\ the\ stair\ slab)$

$Wu = 14.1 + 8 = 22.1\ KN/m$

$L:\ the\ length\ of\ the\ flight\ and\ we\ sum\ 0.4\ m\ for\ each\ side$

$So\ \ L = 5.3\ m\ .$

$support\ Reaction:$

$Ay = By = Wu \times \frac{L}{2} = 22.1 \times \frac{3.3}{2} = 36.47\ KN$

$Using\ \Phi 14\ bars$

$d = 20 - 2 - 0.7 = 17.3\ cm$

$Mmax = Vu \times Area = 2.3 \times 1.4 \times 36.47 = 31.6\ KN.m$

$Design\ of\ shear$:

$= 94.68\ KN\ >\ Vu = 29.4\ KN\ OK$

$No\ shear\ reinf.\ is\ required$

$Design\ of\ Positive\ Moment$:

$Mn\ = \frac{31.6}{0.9} = 35.11\ KN.m$

$min\ =\ 0.0033 \ldots\ldots control$

$0.0033\ <\ 0.00386\ \ldots\ldots\ldots\ OK$

$As\ min\ = .0033 * 100 * 15 =\ 4.95\ cm2$

$As\ (shrinkage)\ =\ 0.0018 * 100 * 18 = 3.24cm2.$

$Required\ As =\ 0.00386 * 100 * 15 =\ 5.79\ cm2$

$As\ (provided)\ =\ 6.15\ cm2.$

$As\ (provided)\ =\ 6.15cm2\ >\ As\ =\ 5.79\ cm2$

$Select\ \Phi\ 14 \ldots..@25cm.$

$Development\ length\ of\ the\ bars$:

$Ld\ =\ \ \ (for\ \Phi 14\ bars)\ \ \ \ \ \ \ (ACI - Table\ 12.2.2)$

$Ld =\ 83.96\ cm$

$Take\ Ld\ = 85\ cm$

$Shrinkage\ and\ Temp. Reinforcement$:

$As\ =\ 0.0018\ *\ 100 *\ 18 =\ 3.24\ cm2/m$

$As\ (provided)\ =\ 3.9\ cm2/m$

$Use\ \Phi\ 10@20cm.$

$Landing\ design$:

$Dead\ loads$

$(Mortar) = 0.02 * 23 = 0.46\ KN/m2$

$Plate = 0.03 * 22 = 0.66$

$Concrete\ Plate = 0.18 * 25 = 4.5\ KN/m2$

$Plaster = 0.02 * 23 = 0.46$

$\rightarrow D.L\ (per\ meter) = 6.08\ KN/m$

$Live\ load = 5\ KN/m2$

$Factored\ dead\ load = 1.2 * 6.08 = 7.296 KN/m$

$Factored\ live\ load = 1.6 * 5 = 8\ KN/m$

$Reaction\ of\ the\ steps\ slab = 29.4\ KN/m$

$Wu = Factored\ dead\ load + Factored\ live\ load + Reaction\ of\ the\ steps\ slab$

$Mu = 57.5\ KN.m$

$Mn = 57.5/0.9 = 63.88\ KN.m$

$req = 0.0066 > min = 0.0033$

$3.As = 0.00727 * 100 * 15 = 10.9\ cm2$

$Use\ \Phi 16\ bars@\ 15cm$

$As\ (provided) = 13.3\ cm2$

$Shrinkage\ and\ Temp.Reinforcement$:

$As = 0.0018 * 100 * 18 = 3.24\ cm2$

$As\ (provided) = 3.9\ cm2$

$Use\ \Phi\ 10@20cm.$

Design of one-way solid slab

$$h = \frac{3.65}{20} = 0.18$$

$$select \;\; h = 20\,cm$$

$$dead \;\; load$$

$$slab = 25 \times 0.2 = 5\; KN/m2$$

$$plaster = 0.03 \times 23 = 0.7\; KN/m2$$

$$live\; load = 4\; KN/m2$$

$$qu = 1.2 \times 5.7 + 1.6 \times 4 = 13.24\; KN/m2$$

$$For\;\; (1\,m)\; strip = 13.24\;\; KN/m2$$

$$Mu = \frac{q_u \times l^2}{8} = 22.05\; KN/m$$

$$Vu = \frac{q_u \times l}{2} = 24.16 \frac{KN}{m}$$

$$Design\; of\; shear:$$

$$\Phi.vc = \frac{0.75}{6} \times \sqrt{24} \times 1000 \times 170 \times 10^{-3} = 104.1\; KN$$

$$\Phi.vc > Vu \quad (No\; shear\; Reinforcement)$$

$$Designe\; of\; Moment\; (Maine\; Reinforsement):$$

$$Mu = 22.05\; KN\,.m$$

$$Rn = \frac{22.05}{0.9 \times 1000 \times 170^2} \times 10^6 = 0.85\; Mpa$$

$$m = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.59$$

$$\rho = \frac{1}{20.59} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.59 \times 0.85}{420}} \right) = 0.0021$$

$$Asreq = \rho.b.d. = 0.0021 \times 100 \times 17 = 3.6\;\; cm2\;/m$$

$$Asmin = \frac{\sqrt{24}}{4 \times 420} \times 100 \times 17 = 4.96$$

$$\frac{1.4}{420} \times 100 \times 17 = 5.67$$

$As = Asmin = 5.67\ cm2/m$

$so\ select\ \Phi 12@15cm$

$Secondary\ Reinforcement: -$

$As_{Temp} = 0.0018 \times 100 \times 17 = 3.06\ cm2/m > Asmain$

$so\ select\ \Phi 8/15cm$

Design of Footing

After the column load is determined, the proper footing can be designed. The following procedure describe the analysis and design of footing (F).

$Load\ Calculation$:

$Factored\ load = 7500\ KN$

$Soil\ weight = 18\ KN/m2$

$Column\ geometry\ 70\ \ 70\ cm$

$Pu = 7500\ KN$

$Mu = 0.0\ kN.m\ \ and\ so\ e = 0.0\ m$

$The\ allowable\ soil\ pressure = 400KN/m2.$

$Design\ of\ footing$:

$\sigma\ ball. = 400KN/m2$

$$Required(Area) = \frac{7500}{1.4 \times 400} = 13.39$$

$Try\ \ 3.8x3.8\ \ Area = 14.44\ m2$

$Select\ Foot\ Geometry\ 3.8x3.8$

$For\ the\ design\ of\ the\ reinforced\ concrete\ member\ factored\ load\ must\ be\ used$:

$Pu = 7500\ KN.$

$$Pnet(factored) = \frac{Pu}{Area} = \frac{7500}{14.44} = 519.4\ KN/m2.$$

Determine depth based on shear strength.

$Using\ critical\ section\ for\ one-way\ shear\ action\ and\ letting\ Vu \leq \Phi Vc$

$Vu:\ shear\ force\ at\ critical\ section\ (a/2+d)$

$Assume\ h = hmin = 40cm \Rightarrow d = 40 - 7 - 1 = 32cm$

$$\frac{a}{2} + d = \frac{70}{2} + 32 = 67\ cm$$

$$Vu = 519.4 \times 3.8 \times 0.78 = 1539.5\ KN$$

$Select\ Height\ of\ foot = 70\ cm$

$Check\ this\ depth\ for\ two\ way\ shear\ action\ (punching), using\ critical\ section\ with\ d = 62cm.$

$VuR \leq \Phi Vc$

$VuR = shear\ force\ at\ critical\ section\ (d/2)$

$VuR = Pu - \sigma\ ball\ [(a+d)(b+d)].$

$$VuR = 7500 - 519.4 \times [(0.7+0.62) \times (0.7+0.62)] = 6595\ KN$$

$The\ Punching\ shear\ strength\ is\ the\ smallest\ of:$

$$V_c = \frac{1}{6}\left(1 + \frac{2}{\beta_c}\right) \times \sqrt{f_c'} \times \mathrm{b_o} \times \mathrm{d} = \frac{1}{6}\left(1 + \frac{2}{1}\right) \times \sqrt{24} \times 1740 \times 620 \times 10^{-3} = 2642.5$$

$$V_c = \frac{1}{12}\left(\frac{\alpha_s}{\frac{b_o}{d}} + 2\right) \times \sqrt{f_c'} \times \mathrm{b_o} \times \mathrm{d} = \frac{1}{12}\left(\frac{40 \times 0.62}{1.74} + 2\right) \times \sqrt{24} \times 1740 \times 620 \times 10^{-3} = 7158$$

$$V_c = \frac{1}{3} \times \sqrt{f_c'} \times \mathrm{b_o} \times \mathrm{d} = \frac{1}{3} \times \sqrt{24} \times 1740 \times 620 \times 10^{-3} = 1761.7 - control$$

$Where:$

$$\beta_c = \frac{a}{b} = \frac{70}{70} = 1$$

$$b_o = 2 \times \left(2 \times (0.7 \times 0.62)\right) = 1.74$$

$\alpha = 40 \qquad for\ interior\ column$

$1761.7 > 1539.5 \qquad its\ OK$

$Check\ transfer\ of\ load\ at\ base\ of\ column:$

$$\phi Pn = \phi \times f_c' \times A_g = 0.65 \times 0.85 \times 30 \times 700 \times 700 = 8122 > P_u = 7500\ kN$$

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

$But\ use\ the\ minimum\ reinforcement\ of\ dowels$:

$As\ =\ 0.005 \times (70 \times 70) = 24.5cm2$

$Use\ 6\ \Phi\ 18 \quad dowels\ with = 26.6\ cm2$

$Design\ for\ Bending\ Moment$:

$$Mu = P \times L \times \left(\frac{L}{2} - \frac{a}{2}\right) \times 0.5 \times \left(\frac{L}{2} - \frac{a}{2}\right) = 519.4 \times 3.8 \times \left(\frac{3.8}{2} - \frac{0.7}{2}\right) \times 0.5 \times \left(\frac{3.8}{2} - \frac{0.7}{2}\right) = 2370.9$$

$$Rn = \frac{2370.9}{0.9 \times 3800 \times 620^2} \times 10^6 = 1.8$$

$$m = \frac{420}{0.85 \times 30} = 16.47$$

$$\rho = \frac{1}{16.47} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 16.47 \times 1.8}{420}}\right) = 0.0044$$

$$As_{Req} = 0.0044 \times 380 \times 62 = 103.6\ cm$$

$$As_{min} = \frac{\sqrt{30}}{4 \times 420} \times 380 \times 62 = 76.8$$

$$As_{min} = \frac{1.4}{420} \times 380 \times 62 = 78.5$$

$Select\ As = 103.6\ cm2$

$Use\ 22\Phi 25 \qquad As = 108\ cm \quad (In\ each\ way)$

$Check\ for\ yielding$:

$Tension\ =\ Compression$

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

$$10800 \times 420 = 0.85 \times 30 \times 3800 \times a$$

$$a = 46.8$$

$$c = \frac{46.8}{0.85} = 55.1$$

$$\varepsilon = \frac{620 - 55.1}{55.1} \times 0.003 = 0.03 > 0.005$$

Design of Basement wall:

load Calculation:

$$k = \frac{1-\sin\theta}{1+\sin\theta} = \frac{1-\sin 30}{1+\sin 30} = 0.33$$

$$e_o = \gamma \times h \times k = 18 \times 4 \times 0.33 = 23.76$$

$$e_p = 12.5 \times 0.33 = 4.13$$

Thickness of wall Calculation:

$$Mu = 63.4KN.m$$

$$Assume\ \rho = 0.01$$

$$m = 16.5$$

$$Rn = 0.01 \times 420 \times (1 - 0.5 \times 16.5 \times 0.01) = 3.85$$

$$Rn = 3.85 = \frac{63.4}{0.9 \times 1000 \times d^2} \times 10^6 = 135.3$$

$$h = 135.3 + 70 + 20 = 225\ mm$$

$$Select\ h = 25\ cm$$

Wall Design:

$*$ *Design of tension side*:

$$Mu = 63.4\ KN.m$$

$$Rn = \frac{63.4}{0.9 \times 1000 \times 160^2} \times 10^6 = 2.75$$

$$\rho = \frac{1}{16.47} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 16.47 \times 2.75}{420}}\right) = 0.0069$$

$$As = 0.0069 \times 100 \times 16 = 11.04$$

$$As_{min} = \frac{\sqrt{30}}{4 \times 420} \times 100 \times 16 = 5.2$$

$$As_{min} = \frac{1.4}{420} \times 100 \times 16 = 5.3$$

$Check\ for\ shrinkage\ and\ temp$

$As\ min\ =\ 0.0018 \times 100 \times 25 = 4.5$

$Select\ \ \Phi 16@15cm$

$Check\ for\ Shear$:

$Vu = 72\ kN$

$\phi V_c = 95.85\ kN$

$No\ shear\ reinforcement\ is\ required\ then\ In\ the\ other\ direction$

$(Horizontal) provide\ shrinkage\ and\ temperature\ reinforcement$

$\rho\ =\ 0.0018$

$As\ =\ \rho *\ b * H$

$As\ =\ 0.0018 * 100 * 25 =\ 4.5\ cm2\ /m$

$Select\ \ \Phi 12@20cm$

$*\ Design\ of\ Compresion\ side$:

$In\ the\ compesion\ direction\ (Horizontal\ and\ vertical\ ) provide\ shrinkage\ and\ temperature\ reinforcement$

$\rho\ =\ 0.0018$

$As\ =\ \rho *\ b * H$

$As\ =\ 0.0018 * 100 * 25 =\ 4.5\ cm2\ /m$

$Select\ \ \Phi 12@20cm$

$*\ Design\ of\ Dowels$:

$As\min_{req}\ =\ 0.0012 \times\ 100\ \times\ 20.4 =\ 2.448\ cm\ 2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (ACI - 318 - 14.3.2)$

$Use\ \Phi\ 12\ @\ 40\ cm \ldots\ldots\ldots Aprov. =\ 2.825\ cm2$

Design of shear wall:

Analysis and design were done using ETABS program in which the seismic loads were taken into account. The following is a sample calculation for one of the walls, S.W

The following data that used in design:

Shear wall thickness = h = 20 cm

Shear wall length Lw = 7.70 m

Building height Hw= 34.45 m

Critical section shear:

Lw/2=7.70/2=٣,٨٥

hw/2=34.45/2=١٧,٢٢٥

story height= 3.70

d =0.8*Lw =0.8*٣,٧٠ = ٢,٩٦ m

Vu= ٩٦٤,١٢ KN

Mu= ١٥٣٢,٢٤ KN.m

Calculation of shear strength provided by concrete Vc:

Shear Strength of Concrete is the smallest of:

- $Vc = \frac{1}{6}\sqrt{fc'} \times b \times d$
  $= \frac{1}{6}\sqrt{30} \times 0.2 \times 2960 = 540.42$ KN
- $Vc = 0.27\sqrt{fc'} \times h \times d + \frac{Nu \times d}{4Lw}$
  $= 0.27\sqrt{30} \times 0.2 \times 2960 + 0 = 875.5\ KN$
- $Vc = \left[0.05 * \sqrt{fc'} + \frac{Lw\left(0.1\sqrt{fc'} + 0.2\frac{Nu}{Lw.h}\right)}{\frac{Mu1}{Vu} - \frac{Lw}{2}}\right] \times h \times d$

$\frac{Mu1}{Vu} - \frac{Lw}{2} = \frac{1532.24}{964.12} - \frac{3.7}{2} = -0.2607 < 0$ This equation is not applicable.

$\therefore$Vc= 540.42 KN$\rightarrow$ ØVc=405.32<Vumax = 946.12 KN

Horizontal Reinforcement is Required.

$$Vs = \frac{Vu}{\emptyset} - Vc = \frac{946.12}{0.75} - 540.42 = 421.07 \text{ kN}$$

$$\frac{Avh}{s} = \frac{Vs}{fy * d} = \frac{421.07 * 10^3}{420 * 2960} = 0.3387$$

but $\left(\frac{Avh}{s}\right)min = 0.0025 * h = 0.0025 * 200 = \mathbf{0.0.005}$.

Avh : For 2 layers of Horizontal Reinforcement Select Ø10 :

Avh = 2 *79 = 158 mm^2

$$\frac{Avh}{s} = 0.5 \rightarrow Sreq = \frac{158}{0.5} = 316\ mm$$

Smax= Lw/3 = 7700/3 = 2566.7 mm

= 3h = 3*200 =600mm

$= 45cm \ll$ Controlled.

Select Ø10 @ 200 mm at each side.

4.7.2 Design of Vertical Reinforcement

$$Avv = [0.0025 + 0.5\ (2.5 - \frac{hw}{lw})(\frac{Avh}{Shor*h} - 0.0025)] * h * Sver$$

$$\frac{hw}{lw} = \frac{34.45}{7.7} = 4.474 > 2.50$$

$$\frac{Avv}{Sver} = [0.0025 + 0.5\ (0)(\frac{2*79}{250*200} - 0.0025)] * 200$$

$$\frac{Avv}{Sver} = 0.5$$

Smax= Lw/3 = 7700/3 =2566.7 mm

= 3h = 3*200 =600mm

$= 45cm$

Select Ø12 :

Avv = 2 *113.1 = 226.2 mm^2

$$\frac{\text{Avv}}{\text{s}} = 0.5$$

$$\text{Sreq} = \frac{226.2}{0.5} = 452.4 \text{ mm}$$

Select Ø12 @ 200 mm at each side.

النتائج والتوصيات

النتيجة: يجب أن يكون كل طالب أو مصمم هيكلي قادرا على تصميم يدويا حتى يتمكن من الحصول على الخبرة والمعرفة في استخدام برامج الكمبيوتر.

ومن العوامل التي ينبغي أخذها في الاعتبار العوامل البيئية المحيطة بالمبنى، وأرض الموقع، وآثار القوات على الموقع.

واحدة من الخطوات الهامة للتصميم الهيكلي هو كيفية ربط أعضاء الهيكلية للعمل معا، ثم لتقسيم هؤلاء الأعضاء وتصميمها بشكل فردي، وينبغي أن تأخذ حالة المحيطة بها في الاعتبار.

تم استخدام أنواع مختلفة من الألواح: بطريقتين مضلعتين وبطريقة واحدة، في بعض الألواح التي لها توزيع منتظم أو شبه منتظم للأعمدة والحزم. طريقة واحدة ألواح الصلبة أساسا في الدرج، لأنه يحتوي على مقاومة عالية للقوى المركزة.

البرامج المستخدمة: Autodesk AutoCAD 2023, Atir, CSI Safe 20

لتحليل وتصميم أعضاء الهيكلي.

لقد استخدمنا الأحمال الحية باستخدام قانون الأحمال الأردنية.

التوصيات

هذا المشروع له دور هام في توسيع وتعزيز فهمنا لطبيعة المشروع الهيكلي بما في ذلك جميع التفاصيل والتحليل والتصاميم.

نريد هنا من خلال هذه التجربة- أن نقدم مجموعة من التوصيات، ونأمل أن تكون مفيدة للتخطيط لاختيار مشروع هيكلي.

في البداية ، يجب أن تكون الرسومات المعمارية على استعداد و جاهزيه ، ومواد البناء والنظام الهيكلي يجب أن يختار جنبا إلى جنب. ومن الضروري في هذه المرحلة الحصول على معلومات عن موقع المشروع والتربة وقوة التربة في الموقع من التقرير الجيوتقني، بعد أن يتم وضع جدران المحامل والأعمدة إلى جانب الفريق المعماري في متوافق الطريقة. ويحاول المهندس المدني في هذه المرحلة أن يزرع قدر الإمكان الجدران الخرسانية المسلحة التي ينبغي استخدامها بعد ذلك في مقاومة أحمال الزلزال والأحمال الجانبية الأخرى.