بسم الله الرحمن الرحيم

كلية الهندسة والتكنولوجيا

دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

مشروع التخرج بعنوان :

التصميم الإنشائي لمستشفى عام

اعداد الطالب :

محمد ابراهيم حليقاوي

إشراف :-

م. مي حداد

الخليل- فلسطين

الإهداء

وُجد الإنسان على وجه البسيطة، ولم يعش بمعزل عن باقي البشر. . .

وفي جميع مراحل الحياة، يُوجد أُناس يستحقُّون منَّا الشُّكر. . .

وأولى الناس بالشُّكر هما الأبوان؛ لما لهما من الفضل ما يبلغ عنان السماء؛

فوجودهما سبب للنجاة والفلاح في الدينا والآخرة. . .

إلى جميع أساتذتنا الكرام؛ ممن لم يتوانوا في مد يد العون لنا . . .

إلى أصدقائنا الذين نشهد لهم بأنهم نعم الرُّفقاء في جميع الأمور. . .

إلى شهداء وشرفاء وأسرى هذا الوطن. . .

نهديكم هذا المشروع المُتواضع. . .

الشكر والتقدير

من لم يشكر الناس. . .لم يشكر الله. . .

إلى المشرفة الفاضلة / م. مي حداد ، مشرفة المشروع. . .

إلى أساتذتنا الأفاضل في دائرة الهندسة المدنية والمعمارية. . .

إلى زملائنا الطلاب. . .إلى أصدقائنا . . .

نوجه لكم باقة من الشكر والعرفان لمساندتكم ومساهمتكم في إتمام هذا المشروع. . .

ونتوجه بالشكر أيضا إلى جامعتنا العزيزة. . .جامعة بوليتكنك فلسطين التي احتضنتنا طيلة السنين

الماضية. . .

شكرا لكم جميعا . . .

فهرس المحتويات		
الرقم	الموضوع	رقم الصفحة
	الإهداء	i
	الشكر	ii
	الفهرس	iii
	List of Abbreviations	v
	الملخص باللغة العربية	vii
	الملخص باللغة الانجليزية	viii
	الفصل الأول: المقدمة	١
١-١	المقدمة	٢
١-٢	أهداف المشروع	٢
١-٣	مشكلة المشروع	٢
١-٤	حدود المشروع	٣
١-٥	المسلمات	٣
١-٦	فصول المشروع	٣
١-٧	إجراءات المشروع	٤
	الفصل الثاني: الوصف المعماري للمشروع	٥
٢-١	المقدمة	٦
٢-٢	لمحة عن المشروع	٦
٢-٣	موقع المشروع	٧
٢-٣-١	أسباب اختيار موقع المشروع	٧
٢-٤	وصف المساقط الأفقية للمشروع	٧
٢-٥	وصف الواجهات	١٤
٢-٥-١	الواجهة الشمالية	١٤
٢-٥-٢	الواجهة الجنوبية	١٤
٢-٥-٣	الواجهة الشرقية	١٥
٢-٥-٤	الواجهة الغربية	١٥
٢-٦	المقاطع في المبنى	١٦
٢-٧	وصف الحركة في المبنى	١٦
	الفصل الثالث: الوصف الإنشائي للمشروع	١٧
٣-١	المقدمة	١٨
٣-٢	هدف التصميم الإنشائي	١٨
٣-٣	الاختبارات العملية	١٩
٣-٤	الأحمال	١٩
٣-٥	العناصر الإنشائية	٢٢
٣-٥-١	العقدات	٢٣
٣-٥-١-١	العقدات المصمتة (Solid Slabs)	٢٣
٣-٥-١-٢	العقدات المفرغة (Ribbed Slabs)	٢٤
٣-٥-٢	الجسور	٢٤
٣-٥-٣	الأعمدة	٢٥
٣-٥-٤	جدران القص (Shear Wall)	٢٦
٣-٥-٦	الأساسات	٢٧
٣-٥-٧	الأدراج	٢٩

٣٠	الجدران الاستنادية	٣-٥-٨
٣٠	البرامج الحاسوبية المستخدمة	٣-٦
٣١	Chapter Four: Structural Analysis & Design	
٣٢	Introduction	4-1
٣٣	Design of Rib	4-2
٤٠	Design of Beam	4-3
٤٧	Design of Stairs	4-4
٥٢	Design of Column	4-5
٥٤	Design of Strip Footing	4-6
٥٦	Design of Isolated Footing	4-7
٦٠	Design of Basement Wall	4-8
٦٢	Design of Shear Wall	4-9
٦٥	الفصل الخامس: التوصيات	
٦٦	النتائج	٥-١
٦٦	التوصيات	٥-٢
٦٧	قائمة المصادر والمراجع	

List of Abbreviations

- Ac = area of concrete section resisting shear transfer.
- As = area of non-prestressed tension reinforcement.
- A_S = area of non-prestressed compression reinforcement.
- Ag = gross area of section.
- Av = area of shear reinforcement within a distance (S).
- At = area of one leg of a closed stirrup resisting tension within a (S).
- b = width of compression face of member.
- bw = web width, or diameter of circular section.
- C_c = compression resultant of concrete section.
- C_s = compression resultant of compression steel.
- DL = dead loads.
- d = distance from extreme compression fiber to centroid of tension reinforcement.
- Ec = modulus of elasticity of concrete.
- f_c' = compression strength of concrete .
- f_y = specified yield strength of non-prestressed reinforcement.
- h = overall thickness of member.
- Ln = length of clear span in long direction of two- way construction, measured face-to-face of supports in slabs without beams and face to face of beam or other supports in other cases.
- L= length of clear span in long direction of two- way construction, measured

center-to-center of supports in slabs without beams and center to center of beam or other supports in other cases.

- LL = live loads.
- Lw = length of wall.
- M = bending moment.
- M_u = factored moment at section.
- M_n = nominal moment.
- Pn = nominal axial load.
- Pu = factored axial load
- S = Spacing of shear or in direction parallel to longitudinal reinforcement.
- Vc = nominal shear strength provided by concrete.
- Vn = nominal shear stress.
- Vs = nominal shear strength provided by shear reinforcement.
- V_u = factored shear force at section.
- Wc = weight of concrete. (Kg/m^3).
- W = width of beam or rib.
- Wu = factored load per unit area.
- ϕ = strength reduction factor.
- ε_c = compression strain of concrete
- ε_s = strain of tension steel.
- $\acute{\varepsilon}_s$ = strain of compression steel.
- ρ = ratio of steel area .

التصميم الإنشائي لمستشفى عام

اعداد الطالب :

محمد ابراهيم حليقاوي

جامعة بوليتكنك فلسطين ـ ٢٠٢٠ م

إشراف :

م. مي حداد

ملخص المشروع :

نهدف في هذا المشروع الى التصميم الانشائي لجميع العناصر الخرسانية التي يحتويها من عقدات وجسور واعمدة واساسات وغيرها من العناصر الاخرى .

يتكون هذا المشروع من ثمانية طوابق وهو عبارة عن مستشفى عام مقترح لمحافظة بيت لحم بحيث يحتوي على طابقي تسوية مساحة الواحد منها (٩٠٠ متر مربع) وعلى ستة طوابق مساحة الواحد منها(٨٧٧ متر مربع) ذات الاستخدام الصحي .

وهذا المبنى هو خرساني مسلح سيتم تصميمه وفقا لكود الخرسانة الامريكي (ACI3I8-11) ، حيث انه سيحتوي على التفاصيل الكاملة لتحليل الاوزان الراسية والافقية ، ثم التحاليل الانشائية الخاصة بكل عنصر ، ثم التصميم الكامل حسب الكود المتبع بالاضافة الى استخدام العديد من البرامج الهندسية مثل : Autocad , Atir , Safe, Etabs ,SAB .

ونتمنى بعد اتمام المشروع ان نكون قادرين على تقديم التصميم الانشائي لجميع العناصر المختلفة للمبنى كاملا .

والله ولي التوفيق.

Structural Design Of Operation Hospital

Done By:

Mohammed Ibrahim Hleqawi

Palestine Polytechnic University 2020

Supervisor:

Eng. Mai Haddad

Project Abstract

The aim of this project is to achieve the structural design for all the concrete elements. It contains slabs, beams, columns, foundations and other elements. This project consists of eight floors and it is a proposed general hospital for the governorate of Bethlehem that contains two Basement floors of each area (900 square meters) and six floors of an area of each (877 square meters) of health use. This building is a reinforced concrete that will be designed according to the American Concrete Code (ACI3I8-11), as it will contain the full details of the analysis of vertical and horizontal weights, then the structural analyzes of each component, then the complete design according to the code followed in addition to the use of many engineering programs such as: Autocad, Atir, Safe, Etabs, SAB. We hope that after the completion of the project, we will be able to present the structural design of all the different elements of the entire building.

الفصل الأول

المقدمة

١-١ المقدمة.

١-٢ أهداف المشروع.

١-٣ مشكلة المشروع.

١-٤ حدود المشروع.

١-٥ المسلمات.

١-٦ فصول المشروع.

١-٧ إجراءات المشروع.

١-١ المقدمة:-

يعد البناء أو المسكن من أهم مقومات الحياة ،وأكثرها لزوما على مر العصور ، ومع مرور الزمن ظهرت الحاجة الملحة إلى وجود مباني متخصصة في مختلف نواحي الحياة البشرية، حيث ظهرت المباني بجميع اشكالها وانواعها، هذا كله بالإضافة إلى المباني والمجمعات التجارية والسكنية.

ومع تطور الإنسان وتطور حياته كان لا بد من مواكبة الأحداث لتلبية احتياجات الناس بمختلف فئاتهم وأشغالهم فالمهندس هو من يتخيل و يصمم وينفذ المباني بكل انواعها واشكالها، ويبني الطرق والجسور بأمان.

محور الدراسة في هذا المشروع هو القيام بإجراء التصميم الإنشائي لمستشفى عام يتكون من ستة طوابق بالاضافة الى طابقين تسوية .

١-٢ أهداف المشروع :-

نأمل من هذا البحث بعد إكماله أن نكون قد حققنا ما يلي :

١) القدرة على اختيار النظام الإنشائي المناسب للمشاريع المختلفة، والتوزيع المناسب للعناصر الانشائية، مع مراعاة الحفاظ على الطابع المعماري.
٢) القدرة على تصميم العناصر الإنشائية المختلفة.
٣) تطبيق وربط المعلومات التي تم دراستها في المساقات المختلفة .
٤) إتقان استخدام برامج التصميم الإنشائي.

١-٣ مشكلة المشروع :-

تتمثل مشكلة هذا المشروع في التحليل و التصميم الإنشائي لجميع العناصر الإنشائية المكونة للمبنى ، وفي هذا المجال سيتم تحليل كل عنصر من العناصر الإنشائية مثل البلاطات والأعصاب والأعمدة والجسور والجدران ....الخ. بتحديد الأحمال الواقعة عليها ، ومن ثم تحديد أبعادها وتصميم التسليح اللازم لها ، مع الأخذ بعين الاعتبار عامل الأمان للمنشأ ، ومن ثم سيتم عمل المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية التي تم تصميمها ، لإخراج هذا المشروع من حيز الدراسة إلى حيز التنفيذ .

١-٤ حدود المشروع :-

يقتصر العمل لهذا المشروع على الناحية الإنشائية فقط، حيث سيتم العمل خلال فصلين، مقدمة مشروع التخرج ستكون في الفصل الثاني الحالي من السنة الدراسية (٢٠١٩-٢٠٢٠) و مشروع التخرج في الفصل الصيفي من السنة الدراسية نفسها.

١-٥ المسلمات :-

هذا وسوف يتم:

١) اعتماد الكود الأمريكي في التصاميم الإنشائية المختلفة (ACI-318-14) .

٢) استخدام برامج التحليل والتصميم الإنشائي مثل (Atir)،(Safe)(etabs) وغيرها.

٣) استخدام برامج الحاسوب الأخرى مثل: Microsoft PowerPoint ,Microsoft Word

١-٦ فصول المشروع :-

من المتوقع ان يحتوي هذا المشروع على ستة فصول ، حيث انه تم انجاز اربعة فصول في هذة المقدمة على ان يتم استكمال ما تبقى في مشروع التخرج .

الفصل الأول : يشمل المقدمة العامة ومشكلة البحث و أهدافه.

الفصل الثاني : يشمل الوصف المعماري للمشروع.

الفصل الثالث : يشمل وصف العناصر الإنشائية للمبنى.

الفصل الرابع : التحليل والتصميم الإنشائي للعناصر الإنشائية.

الفصل الخامس: النتائج و التوصيات .

١-٧ إجراءات المشروع :-

١. دراسة المشروع من الناحية المعمارية جيدا مع إجراء كافة التعديلات المعمارية اللازمة عليها، وإكمال النقص الموجود فيها إن وجد.

٢. 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.

٣. تحليل و ايجاد الاحمال المؤثرة على العناصر الانشائية.

٤. تصميم العناصر الإنشائية بناء على نتائج تحليل الاحمال.

٥. التصميم عن طريق برامج التصميم المختلفة.

٦. إنجاز المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية التي تم تصميمها ليخرج المشروع بشكله النهائي المتكامل والقابل للتنفيذ.

الفصل الثاني

الوصف المعماري

٢-١ المقدمـــــــــــــــــة

٢-٢ لمحة عن المشروع

٢-٣ موقع المشروع

٢-٤ وصف المساقط الأفقية للمبنى

٢-٥ وصف الواجهات

٢-٦ المقاطع في المبنى

٢-٧ وصف الحركة في المبنى

٢-١ مقدمة :-

تعتبر الهندسة المعمارية موجودة منذ قديم الأزل، فالإنسان القديم كان يبني بيته ومسكنه في الكهوف والغابات بطريقة معمارية جميله بالفطرة، ليتناسب مع احتياجاته في كل عصر.

وبهذا أصبحت العمارة فن وموهبة وأفكار، وإذا كان لكل فن أو علم ضوابط وحدود يقف عندها فإن العمارة لا تخضع لأي حد أو قيد، فهي تتأرجح ما بين الخيال والواقع.

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 وابعاده ومقاطعه، حيث يجري توزيع أولي لمرافقه، بهدف تحقيق الأبعاد المطلوبة وتحديد مواقع الأعمدة والمحاور، وتتم في هذه العملية أيضا دراسة التهوية والحركة والتنقل وغيرها من المتطلبات الوظيفية.

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

٢-٢ لمحة عن المشروع :-

مع زيادة الامراض والاوبئة في المجتمع كان لابد من ايجاد حل لعلاج الناس ، فكان الحل هو بناء مستشفيات عامة ومتخصصة لعلاج الناس وتلبية احتياجاتهم.

تتلخص فكرة المشروع في إنشاء مستشفى عام ، يتمتع بجميع الأقسام اللازمة ، كما أنه يتمتع بشكل معماري جميل، إذ تم الحصول على المخططات المعمارية للمشروع من دائرة الهندسة المدنية والمعمارية ليتسنى عمل التصميم الإنشائي وإعداد المخططات التنفيذية لجميع العناصر الإنشائية التي يشملها.

ويتكون المستشفى من ستة طوابق بالاضافة طابقين تسوية لكراج سيارات على قطعة أرض مساحتها ٣٨٧٠ متر مربع ، ومساحة البناء ٧٠٠٠ متر مربع تقريبا.

٢-٣ موقع المشروع :-

يقع موقع المشروع المقترح في مدينة بيت لحم ، وتجدر الإشارة هنا أنه تم اختيار المشروع ومعاينته قبل البدء في التصميم المعماري ، وقد تم مراعاة تحقق الوظيفة الفعلية للمستشفى، كما تم توجيه المستشفى بحيث يلبي أغراض التهوية والإنارة .

شكل (٢-١) **موقع المشروع**

٢-٣-١ أسباب اختيار الموقع :

يتميز موقع المشروع بالميزات التالية :

١. قربه من مركز المدينة، حيث يسهل الوصول إليها مشياً على الأقدام خلال وقت قصير.
٢. حاجة المنطقة لمستشفى.

٢-٤ وصف المساقط الأفقية للمشروع :-

٢-٤-١ طابق تسوية :

تبلغ مساحته 877 متر مربع، ومنسوبه 7.00- عن مستوى سطح الأرض ويحتوي على كراج للسيارات.

انظر الشكل (٢-٢)

٢-٤-٢ طابق تسوية :

تبلغ مساحتها 877 متر مربع، ومنسوبها 7.00-عن مستوى سطح الأرض، حيث أن هذا الطابق يحتوي على :

- كراج سيارات.

انظر الشكل (٢-٢) .

٢-٤-٣ الطابق الارضي :

تبلغ مساحته 900 متر مربع، ومنسوبه 0.90 + على مستوى سطح الأرض، حيث يحتوي هذا الطابق على:

- الاستقبال.
- الطوارىء.
- قسم المحاسبة.
- عيادات.
- كافيتيريا.
- مخزن.
- حمامات.

انظر الشكل (٢-٣).

٢-٤-٤ الطابق الاول :

تبلغ مساحته 900 متر مربع، ومنسوبه 4.90+ فوق مستوى سطح الأرض، حيث يحتوي هذا الطابق على:

- عيادات.
- غرفة امن.
- غرفة اجتماعات.
- غرفة تصوير اشعة.
- حمامات.
- غرف انعاش.

انظر الشكل (٢-٣).

٢-٤-٥ الطابق الثاني :

تبلغ مساحة الطابق 900 متر مربع، ومنسوب الطابق الثاني 8.90+ فوق مستوى سطح الأرض، حيث يحتوي هذا الطابق على :

- غرفة عمليات.
- غرفة اطفال.
- عيادات.
- مصلى.
- غرف انعاش.

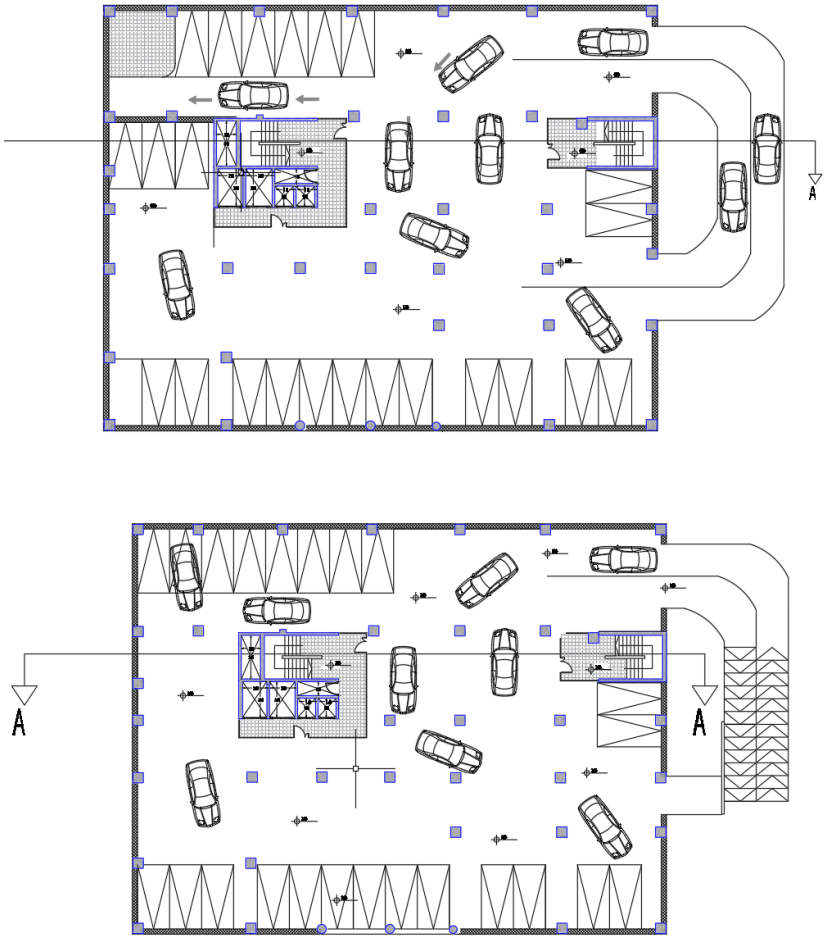
انظر الشكل (٢-٤).

٢-٤-٦ الطابق الثالث والرابع والخامس :

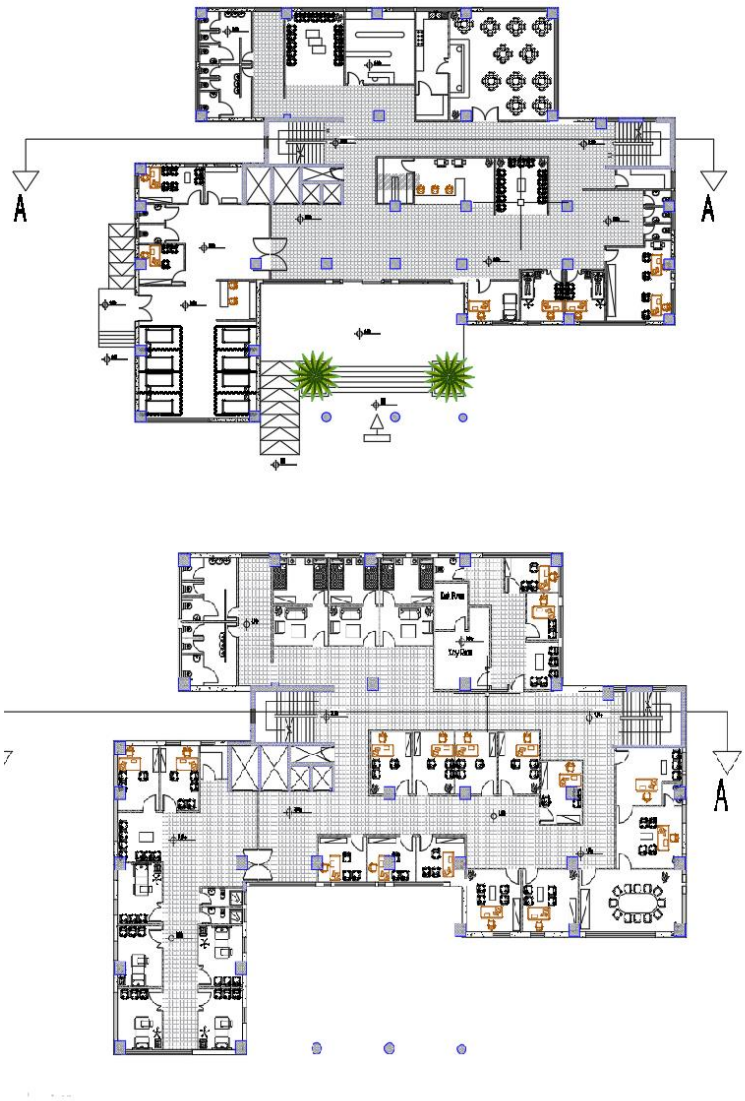
تبلغ مساحته 900 متر مربع، ومنسوبه 12.90 + ، 16.90+ ، 20.90+ فوق مستوى سطح الأرض، حيث تحتوي هذه الطوابق على:

- عيادات.
- غرف انعاش.
- غرفة مريض.

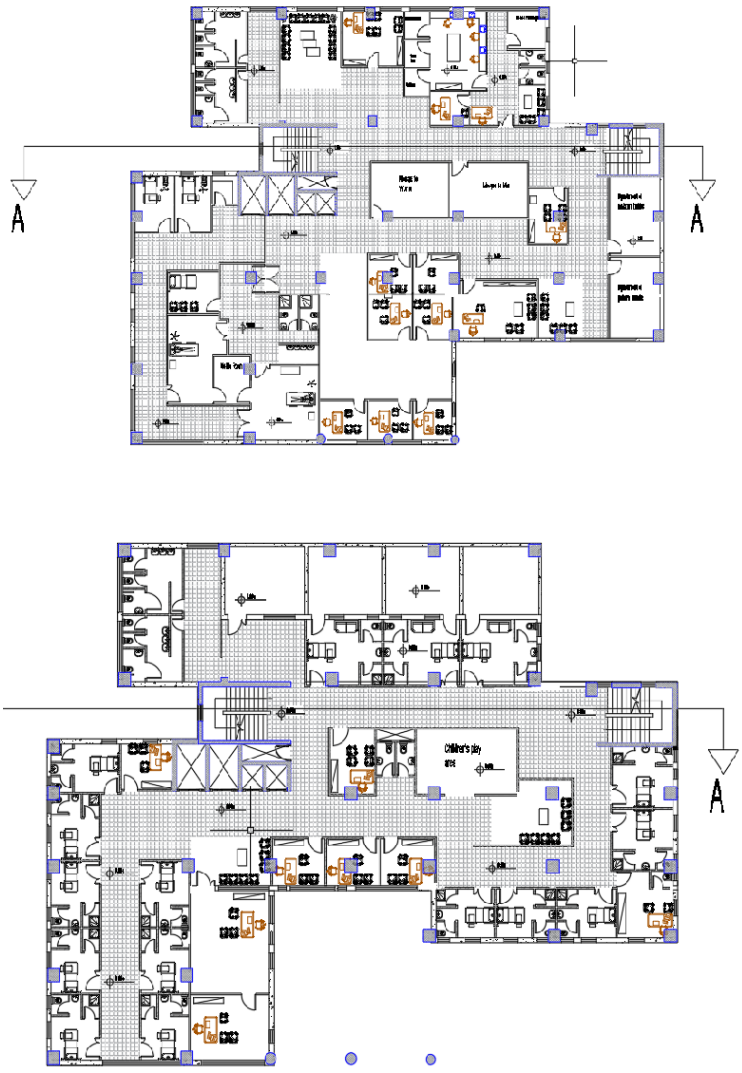
انظر الشكل (٢-٤) . الشكل (٢-٥) .



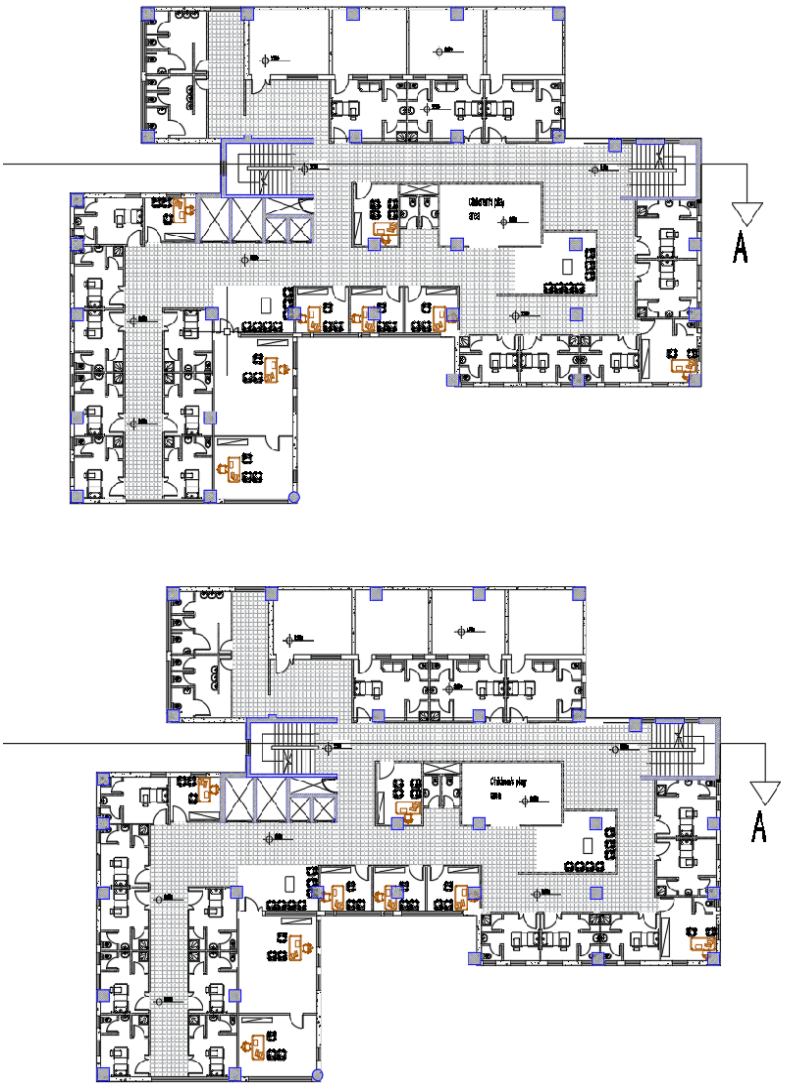
شكل (٢-٢) المسقط الأفقي لطابقي التسوية.



شكل (٢-٣) المسقط الأفقي للطابق الأرضي والطابق الأول



شكل (٢-٤)المسقط الأفقي للطابق الثاني والثالث .



شكل (٢-٥) المسقط الأفقي للطابق الرابع والخامس.

٢-٥ وصف الواجهات :-

٢-٥-١ الواجهة الشمالية :

هي الواجهة التي تطل على الحديقة.

North Elevation

شكل (٢-٦) الواجهة الشمالية

٢-٥-٢ الواجهة الجنوبية :

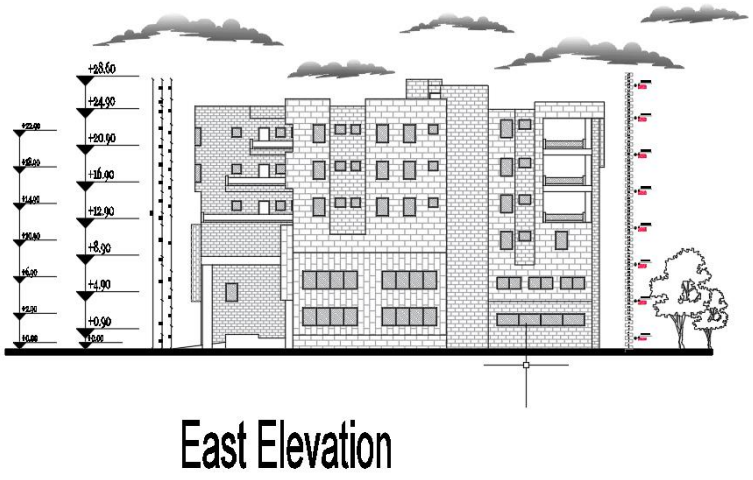
تحتوي على المدخل الرئيسي للمستشفى.

South Elevation

شكل (٢-٧) الواجهة الجنوبية

الواجهة الشرقية :

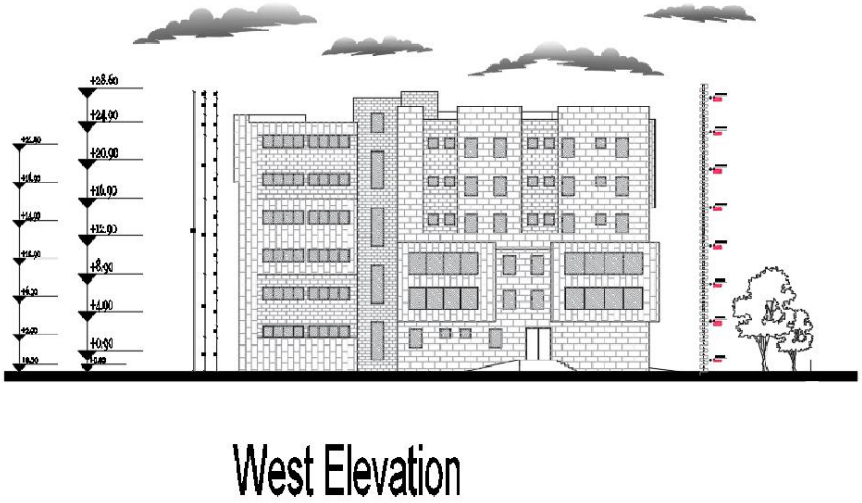
تطل على مدخل كراج السيارات.



شكل (٢-٨) الواجهة الشرقية

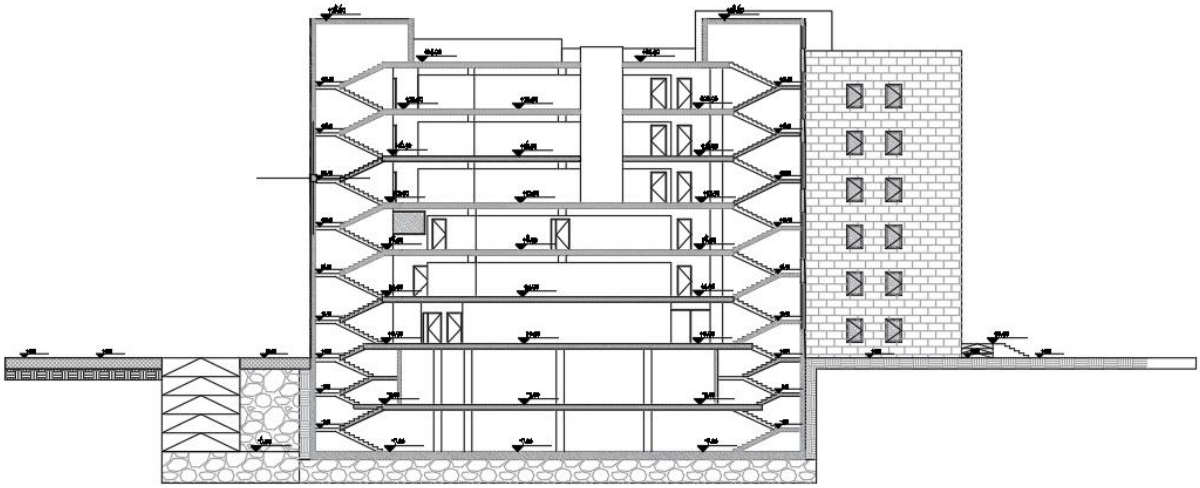
٢-٥-٣ الواجهة الغربية :

تحتوي على مدخل الطوارئ ومنظر على الحديقة.



شكل (٢-٩) الواجهة الغربية

٢-٦ المقاطع في المبنى :-



شكل (٢-١٠)مقطع A-A

٢-٧ وصف الحركة في المبنى :-

يوجد اكثر من شكل للحركة في المبنى، لأن طوابقه تختلف عن بعضها البعض بالمناسيب، فهناك الحركة العمودية من خلال الادراج والمصعد، وهناك الحركة الافقية من خلال الطابق نفسه.

الفصل الثالث

الوصف الإنشائي للمشروع

٣-١ مقدمـــــــــــــــــة

٣-٢ هدف التصميم الإنشـــــائي

٣-٣ الاختبارات العمـــــــــلية

٣-٤ الأحمـــــــــــــــــال

٣-٥ العناصر الإنشـــــــــائية

٣-٦ البرامج الحاسوبية المستخدمة

٣-١ مقدمة :-

في أي مشروع هندسي يجب شرح وتوضيح العناصر الانشائية المكونة له بشكل واضح، ويجب ايضا من توفر عوامل عدة عند تصميم هذه العناصر من اهمها، عامل الامان الذي يجب ان تصمم عليه العناصر الانشائية بحيث يحقق الغاية منه بعد التنفيذ، وايضا هناك العامل الاقتصادي بحيث تصمم العناصر بالكمية المطلوبة التي تحقق الهدف منها لا اكثر ولا اقل.

٣-٢ هدف التصميم الإنشائي :-

إن الهدف العام من التصميم الإنشائي لأي مشروع هو الحصول على مبنى آمن من جميع النواحي الهندسية والإنشائية ،ومقاوم لجميع المؤثرات الخارجية من زلازل، رياح، ثلوج، وهبوط التربة. أي يتحمل جميع الأحمال الواقعة عليه، وفي نفس الوقت الحفاظ على صلاحية الاستخدام البشري له مع مراعاة التكلفة الاقتصادية.

وبالتالي يتم تحديد العناصر الإنشائية بناء على :-

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

٣-٣ الاختبارات العملية :-

يعتبر فحص التربة من اهم الاختبارات التي يجب ان تتم قبل البدء بالمشروع، حيث يتم من خلاله معرفة نوع التربة الموجودة في الموقع ومدى قدرة تحملها، وايضا تعطي النتائج تصورا لما تحت الارض مثل وجود مياه جوفية او فراغات، وتحديد مستوى التأسيس الذي يجب ان يكون للأساسات، ويتم الفحص من خلال عمل عدة ثقوب في اماكن مختلفة في الموقع واخذ عينات التربة للمختبر ليتم فحصها، ولكننا وبسبب جائحة كورونا لم يتم عمل اختبارات عملية وانما تم الاستعانة بتقرير التربة للحصول على المعلومات المرادة .

- Unconfined Compression test

ومن أهم النتائج التي نحتاجها من هذه الاختبارات :-

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

وكذلك الفحوصات المتعلقة بجودة الخرسانة و ملاءمتها للغرض الإنشائي، ومن هذه الفحوصات:

- فحوصات كسر مكعبات الخرسانة لتحديد أقصى قوة تحمل.
- فحص الهبوط للخرسانة – Slump Test.

٣-٤ الأحمال

الأحمال هي القوى التي تؤثر على المبنى ويتم تصميمه ليتحملها . ويجب حساب هذه الاحمال المؤثرة حسابا دقيقا ليتم التصميم عليها، لأن أي خطأ ولو كان صغيرا في حساب الاحمال سينعكس سلبا على المبنى وقدرة تحمله وقد ينهار ويسبب كوارث.

إن أهم الأحمال التي يجب أخذها بالحسبان أثناء التصميم هي الأحمال الميتة والحية بالدرجة الأولى ويليها الأحمال غير الوزنية مثل الرياح والزلازل.

ويمكن تصنيف الأحمال المؤثرة على أي منشأ كالتالي :-

١. الأحمال الميتة (Dead Loads) :

هي الاحمال الناتجة عن وزن المبنى الذاتي الذي يتكون من مواد البناء المستخدمة في بنائه فهي أحمال تلازم المبنى بشكل دائم، ثابتة المقدار والاتجاه.

وفيما يتعلق بالكثافة النوعية للمواد المستخدمة فهي كالتالي:

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

جدول (٣-١): الكثافة النوعية للمواد المستخدمة

٢. الأحمال الحية (Live Load) .

إن الأحمال الحية هي احمال ساكنة او متحركة يتعرض لها المبنى. و تحدد الأحمال الحية على أي جزء من المبنى تبعا لغرض استخدام هذا المبنى، تحدد كودات البناء المعمول بها في كل بلد الأحمال الحية الدنيا الواجب اعتمادها في التصميم. 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 الغير مثبتة، والمواد المخزنة.

وقد حصلنا على مقداره من الكود الاردني للاحمال ما قيمته (٥) كن/م^2. لغرف المستشفى، و(٣) كن/م^2. للمرات والادراج ، و(٥) كن/م ^{2}. للكراج.

٣. الأحمال البيئية :-

وهي الأحمال الناتجة عن العوامل البيئية ،وتشمل أحمال الثلوج ومياه الامطار والاحمال التي تنتج من الهزات الأرضية وأحمال التربة ،وهذه الأحمال تعتبر متغيرة من ناحية المقدار و الموقع . وأحمال الرياح تكون متغيرة في الاتجاه ، وتعتمد على وحدة المساحة التي تصطدم بها، والعناصر التي يعتمد عليها في تحديد هذه الأحمال هي السرعة ، والارتفاع للمبنى ، وموقعه بالنسبة للأبنية المحيطة به.
وفيما يلي بعض هذه الاحمال :

أ- أحمال الزلازل :-

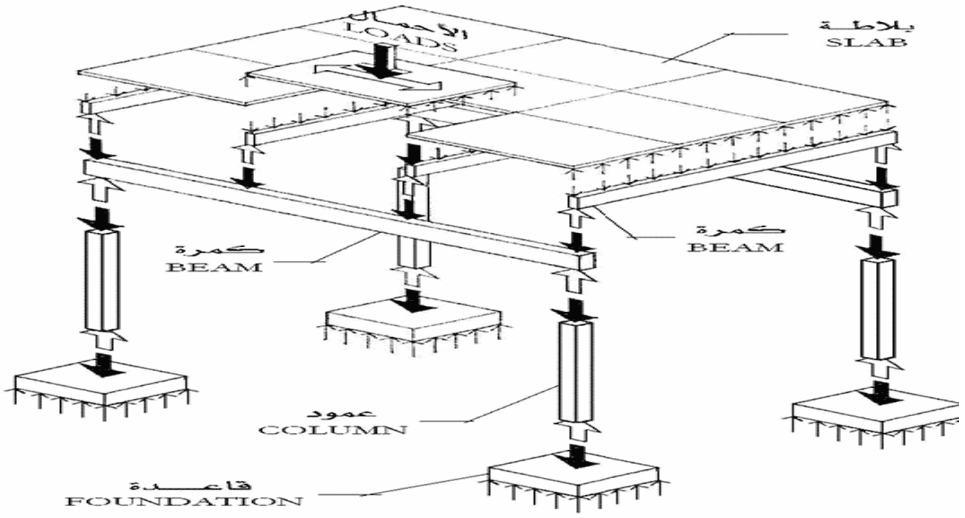
وهي عبارة عن أحمال رأسية وأفقية تحدث فجأة تؤثر على المنشأ، وتؤدي إلى تولد عزوم على المنشأ مثل العزوم المعروفة بعزم الانقلاب وعزم الالتواء ، وأما القوى الأفقية وهي قوى القص فهي تُقاوَمُ بجدران القص الموجودة في المنشأ.

٣-٥ العناصر الإنشائية :

كل مبنى يجب ان يحتوي على عدة عناصر انشائية لتحقيق الغاية التي يبنى لأجلها وتكون امنة للاستخدام البشري، ومن أهم هذه العناصر: -

١) الأساسات Foundation .
٢) الأعمدة Columns .
٣) الجسور Beams .
٤) العقدات Slabs .
٥) جدران القص Shear walls .
٦) الأدراج Stairs .
٧) جدران استنادية Basement Walls .

يوضح هذا المخطط بعض العناصر الإنشائية الموجودة في المبنى : -



شكل (٣-١) رسم توضيحي لبعض العناصر الإنشائية .

٣-٥-١ العقدات (البلاطات) :-

العقدات عبارة عن العناصر الإنشائية التي تنقل القوى الرئيسية بسبب الأحمال المؤثرة عليها إلى العناصر الإنشائية الحاملة في المبنى مثل الجسور والجدران والأعمدة.

استخدمنا في هذا المشروع نوعين مختلفين من العقدات هما :-

١. العقدات المصمتة solid slabs.
٢. العقدات المفرغة Ribbed Slabs .

٣-٥-١-١ العقدات المصمتة (Solid Slabs) :-

وينقسم هذا النوع إلى قسمين وهما :-

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

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

شكل (٣-٢) العقدات المصمتة .

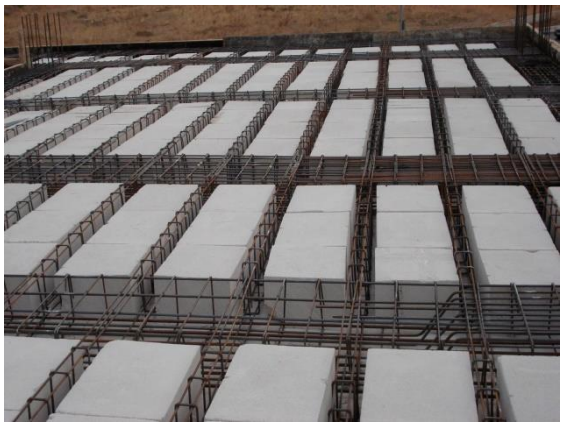
وقد تم استخدام النوع الأول والثاني من هذه البلاطات في المشروع.

٣-٥-١-٢ العقدات المفرغة (Ribbed Slabs) :-

أما العقدات المفرغة فتقسم إلى قسمين هما :-

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

تم استخدام هذه البلاطات في جزء كبير من طوابق هذا المشروع، وذلك لخفة وزنها و فعاليتها .



شكل (٣-٣) العقدات المفرغة في اتجاه واحد.

٣-٥-٢ الجسور :-

وهي عناصر إنشائية تنقل الأحمال من العقدات الى الاعمدة، وهي أنواع:

١) الجسور المسحورة (Hidden Beam) : - عبارة عن جسور يكون سمكها نفس سمك العقدة فلا تظهر.

٢) الجسور الساقطة (Dropped Beam) : - عبارة عن جسور يكون سمكها اكبر من سمك العقدة ويتم إبراز الجزء الزائد من الجسر في احد الاتجاهين السفلي (Down Stand Beam) أو العلوي (Up stand Beam) بحيث تسمى هذه الجسور T-section , L-section.

ونظرا لتوزيع الأعمدة و الجسور ،فقد تم استخدام الجسور الساقطة والمسحورة مع مراعاة عامل التقوس (الانحناء) (Limitation of Deflection).

شكل (٣-٤) أشكال الجسور (ساقطة)

*تستخدم الجسور في المباني للأغراض التالية:

١) توضع الجسور تحت الحوائط لتحميل الحائط عليها تجنبا لتحميله مباشر على العقدة الضعيفة.

٢) تقليل مقدار الانبعاج للأعمدة.

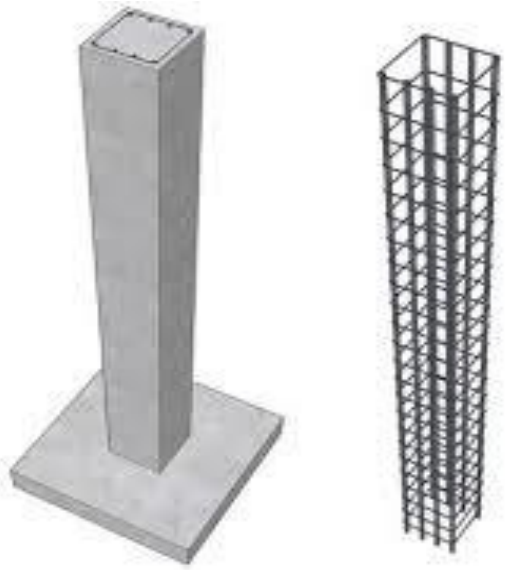
٣) تقسيم العقدات الخرسانية ذات المساحات الكبيرة إلى أجزاء كل جزء منها بمساحة يمكن تصميمها لتصبح بسمك وتسليح اقتصادي.

٤) تربيط الأعمدة مع بعضها وذلك لعمل مفعول الإطارات بين الجسور والأعمدة للحصول على أفضل توزيع لعزوم الانحناء في الجسور.

٣-٥-٣ الأعمدة :-

تعتبر الأعمدة العنصر الرئيسي في نقل الأحمال من العقدات والجسور ونقلها إلى الأساسات، لذلك يجب تصميمها بحيث تكون قادرة على نقل وتوزيع الأحمال الواقعة عليها .

أما بالنسبة إلى أنواع الأعمدة فهي على نوعين: الأعمدة القصيرة والأعمدة الطويلة. ولمقاطع الأعمدة أشكال عديدة، منها المستطيل و الدائري و المضلع و المربع و المركب، وهناك تصنيف آخر للأعمدة من حيث طبيعة المادة المستخدمة، فمنها الخرسانية والمعدنية والخشبية .

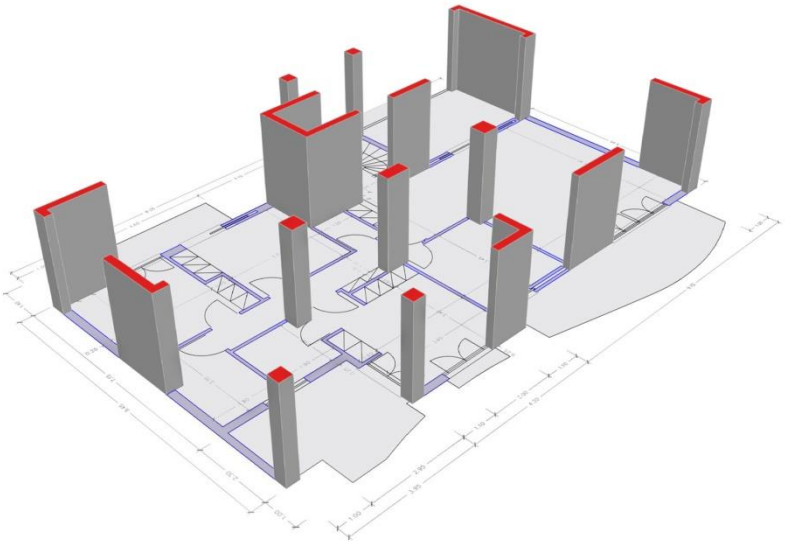


شكل (٣-٥) شكل العمود المستخدم .

٣-٥-٤ جدران القص (Shear Wall) :-

وهي عنصر حامل من العناصر الإنشائية تقاوم القوى العمودية والأفقية، وتستخدم بشكل أساسي لمقاومة الأحمال الأفقية مثل قوى الرياح والزلازل، وهذه الجدران تسلح بطبقتين من الحديد حتى تزيد من كفاءتها على مقاومة القوى الأفقية .

تقوم هذه الجدران بنقل الحمل العمودي القادم اليها كما تقوم بمقاومة الاحمال والقوى الجانبية التي يتعرض لها المبنى، ويجب ان تكون جدران القص في المبنى في الاتجاهين مع مراعاة أن تكون المسافة بين مركز المقاومة الذي تشكله جدران القص في كل اتجاه ومركز الثقل للمبنى أقل ما يمكن .
وتتمثل هذه الجدران ، بجدران بيت الدرج ، وجدران المصاعد ، وجدران اخرى تضاف لاحقا.



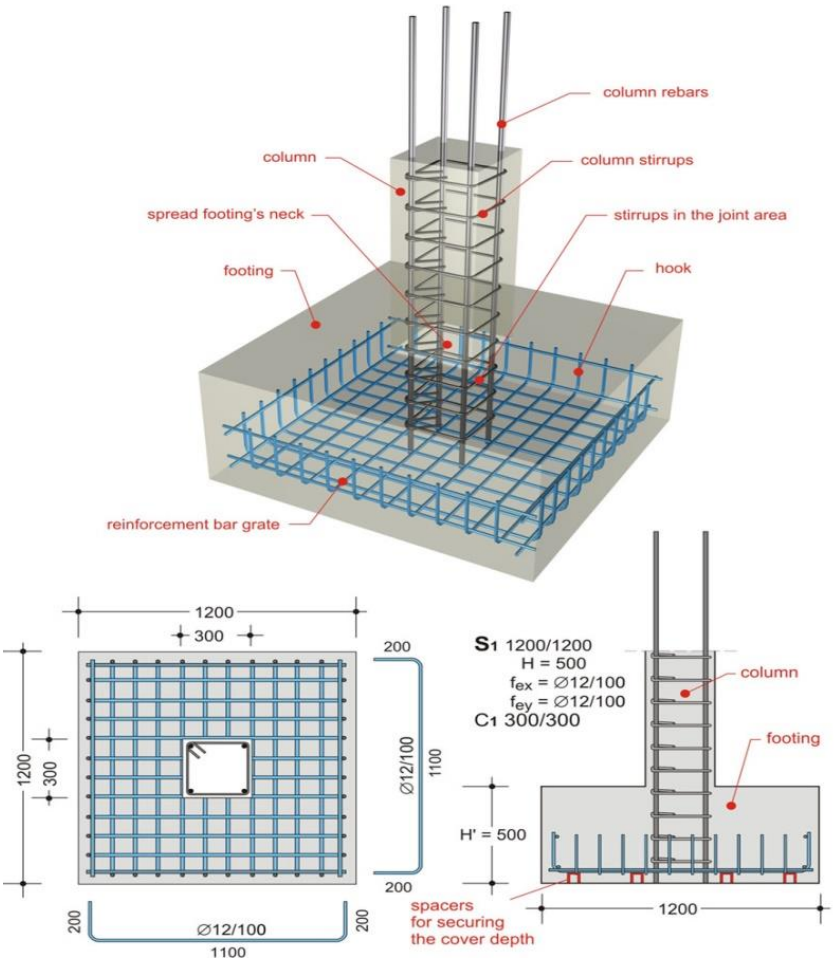
شكل (٣-٦) توزيع جدران القص في المبنى.

٣-٥-٥ الأساسات :-

الاساس هو العنصر الاول الذي ينفذ في المشروع ولكنه العنصر الاخير الذي يصمم في مقاومة الاحمال، وهو حلقة الوصل بين المبنى والارض، اذ ينقل الاحمال القادمة من الاعمدة والجدران والاحمال الميتة والحية للمبنى الى الارض .

وتكون هذه الأحمال هي الأحمال التصميمية للأساسات ، وبناءا على الأحمال الواقعة عليها وطبيعة الموقع يتم تحديد نوع الأساسات المستخدمة.

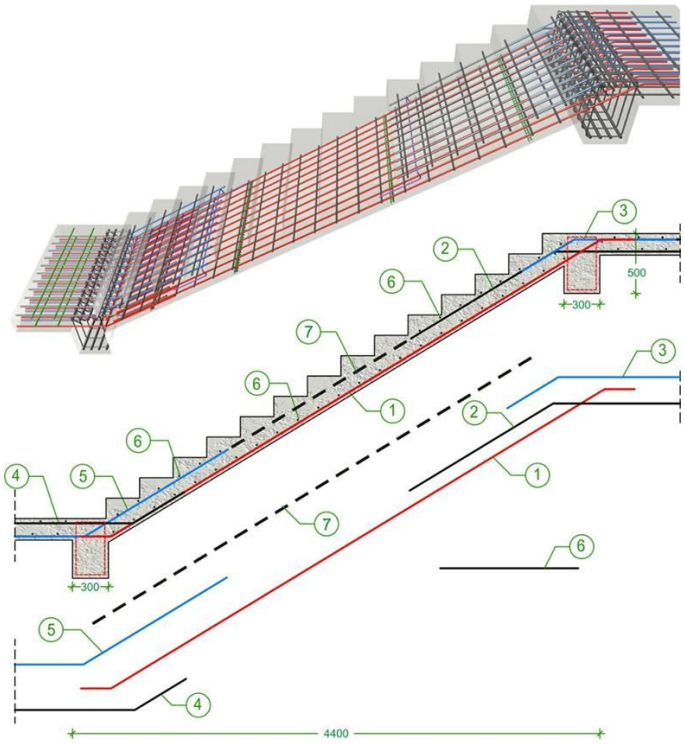
والأساس قد يكون قريبا من سطح الأرض ويسمى بالأساس السطحي (Shallow Foundation) وهذا النوع يكون بعدة صور كأن يكون أساسات لقواعد شريطية، أو أساسات لقواعد منفصلة، أو أساسات لبشة أو حصيرة ، كما سوف يتم دراسته وتوضيحه بشكل تفصيلي في المشروع .



شكل (٣-٧) شكل الأساس المنفرد .

٣-٥-٧ الأدراج :

الأدراج عبارة عن العنصر المسؤول عن الانتقال الرأسي بين طبقات 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 والشكل التالي يبين شكل الدرج و طريقة تسليحه .

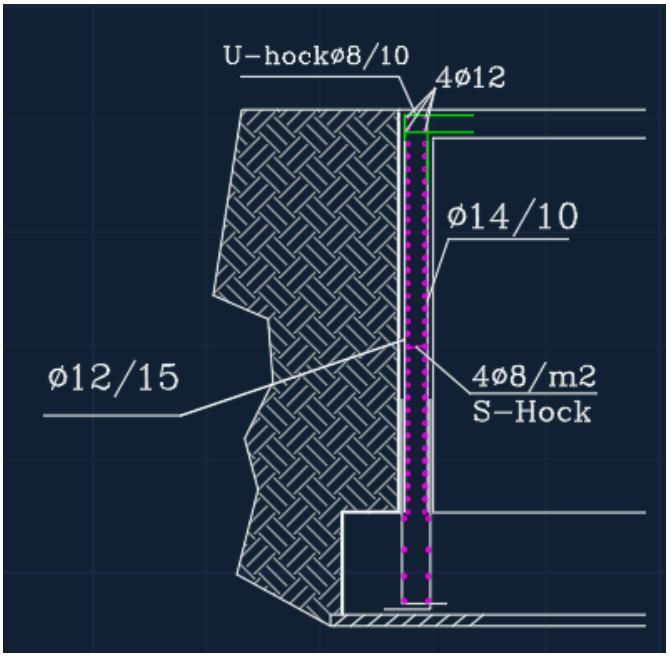


شكل (٣-٨) مقطع توضيحي للدرج .

٣-٥-٨ الجدران الإستنادية :-

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

ويمكن أن تنفذ الجدران الإستنادية من الخرسانة المسلحة أو العادية أو من الحجر . وقد استخدام جدران من نوع (basement wall) في هذا المشروع .



شكل (٣-٨) جدار استنادي

٣-٦ البرامج الحاسوبية المستخدمة :-

١) Autocad 2016: و ذلك لرسم التفاصيل للعناصر الانشائية.

٢) Atir : للتصميم الإنشائي.

٣) Etabs

٤) Safe

Chapter 4

Structural Analysis & Design

4.1 Introduction.

4.2 Design of one way ribbed slab (GF.R3).

4.3 Design of a beam (GF.B5) .

4.4 Design of Stairs.

4.5 Design of Column.

4.6 Design of Strip footing.

4.7 Design of Isolated footing.

4.8 Design of Basement wall.

4.9 Design of Shear wall.

4 .1 Introduction:-

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

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

In this project, there are two types of slabs : One and two way ribbed slab. They would be analyzed and designed by using finite element method of design, with aid of a computer program called "ATIR- Software " to find the internal forces, deflections and moments for ribbed slabs and then hand calculation would be made to find the required reinforcement for some members.

The design strength provided by a member, its connections to other members, and its cross – sections in terms of flexure, and load, shear, and torsion is taken as the nominal strength calculated in accordance with the requirements and assumptions of ACI-318-14 code.

NOTE:

$(fc' = 30 * .8 = 24 MPa)$.

* Factored loads

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

$$qu = 1.2D.L + 1.6L.L$$

4 .2 Design of One Way Ribbed Slab :-

* Determination of thickness for One Way Ribbed Slab:

According to ACI-Code-318-14, the minimum thickness of nonprestressed beams or one way slabs unless deflections are computed as follow:

The maximum span length for both end continuous (for ribs):
h_{min} for both-end continuous = L/21
=700 /21 = **33.33cm**
The maximum span length for simply supported (for ribs):
h_{min} for simply supported = L/16
= 450/16 = **28.25cm**

Select Slab thickness **h= 32cm** (block 24 cm & Topping 8cm)

*Load calculations:

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

Table : Calculation of the total dead load for one way rib slab.

Parts of Rib	Density	Calculation
RC Rib	**25**	**0.12*0.24*25= 0.72 KN/m**
Top Slab	**25**	**0.08*0.52*25 = 1.04KN/m.**
Plaster	**22**	**0.03*0.52*22 = 0.343 KN/m.**
Block	**10**	**0.4*0.24*10= 0.96 KN/m**
Sand Fill	**17**	**0.07*0.52*17= 0.619KN/m**
Tile	**23**	**0.03*0.52*23 = 0.359KN/m**
Mortar	**22**	**0.03*0.52*22 = 0.343 KN/m.**
partition	**-**	**1.5*0.52 = 0.78 KN/m**

Load Calculation For Dead Load For Rib Slab . (٤-١) جدول

Total Dead load = **5..164 KN/m** of rib
Total live load = 5*0.52= **2.6 KN/m** of rib

Factored load

DL= 1.2*5.164 = 6.2 KN/m/rib
LL= 1.6*2.6= 4.16 KN/m/rib

* Design of Topping:

The calculation of the total dead load for the topping is shown below:

Tiles	0.03 * 23=0.69 KN/m
Mortar	0.03 * 22=0.66 KN/m
Sand	0.07 * 17=1.19 KN/m
Topping	0.08 * 25=2 KN/m
Partitions	1.00 * 1.5 =1.5 KN/m

Dead Load = **6.04 KN/m**. (for Stores)
Live Load = **5 KN/m**. (for Stores)

W_u = 1.2 DL + 1.6 LL
= 1.2 * 6.04 + 1.6 * 5 = 15.25 KN/m. (Total Factored Load)

$$M_u = \frac{W_u * l^2}{12} = \frac{15.25 * 0.4^2}{12}$$
$$= 0.21\ KN.\frac{m}{m} of\ strip\ width$$

$$M_n = f_r * S$$
$$= 0.42\sqrt{f_c'} * \frac{b\,h^2}{6} = 0.42\sqrt{24} * \frac{1*0.08^2}{6} * 10^3 = 2.19\ KN.m$$

$\phi M_n = 0.55 * 2.19 = 1.2\ KN.m$

$\phi M_n = 1.2\ KN.m \gg M_u = 0.21\ KN.m$

∴ No structural reinforcement is needed

Shrinkage and temperature reinforcement must be provided.

For the shrinkage and temperature reinforcement :-

$\rho = 0.0018$

$A_s = \rho * b * h = 0.0018 * 1000 * 80 = 144\ mm^2.$

0f Φ8 = $\frac{As_{req}}{A_{bar}} = \frac{144}{50} = 2.88 \rightarrow$ Spacing(S) = $\frac{1}{2.88}$ = 0.347m = 347 mm.

$\leq 380\ (\frac{280}{fs}) - 2.5 * C_c \leq 380\ (\frac{280}{fs})$

$= 380 * (\frac{280}{\frac{2}{3} f_y}) - 2.5 * 20 \leq 380 * (\frac{280}{\frac{2}{3} f_y})$

$= 380 * (\frac{280}{\frac{2}{3} * 420}) - 2.5 * 20 \leq 380 * (\frac{280}{\frac{2}{3} * 420})$

= 330 mm. ≤ 380mm.

≤ 3 * h = 3* 80 = 240 mm……..controlled.

≤ 450 mm.

∴Use Φ8 @ 20 Cm C/C in both directions.

* Design of Rib (GF.Rib3):

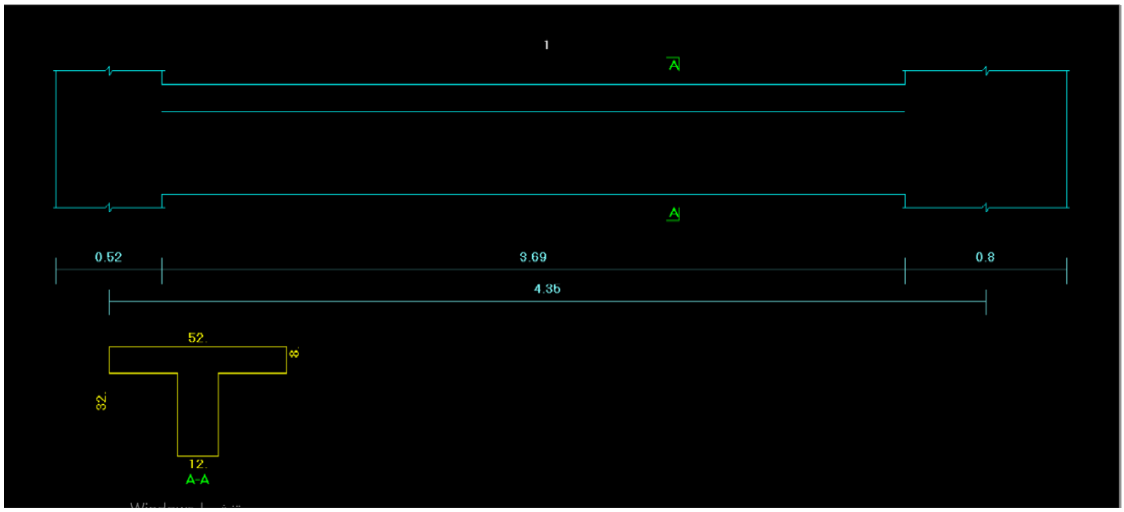
Material :-

concrete B300 Fc' = 24 N/mm^2

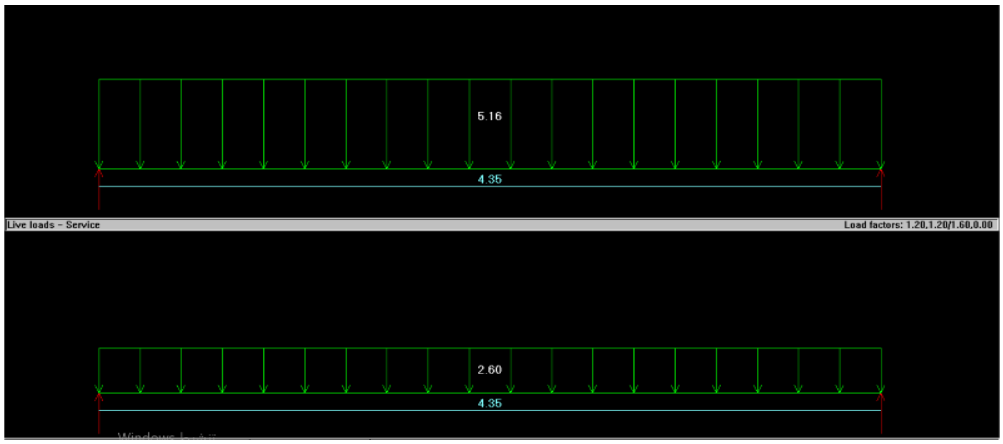
Reinforcement Steel fy = 420 N/mm^2

Section :-

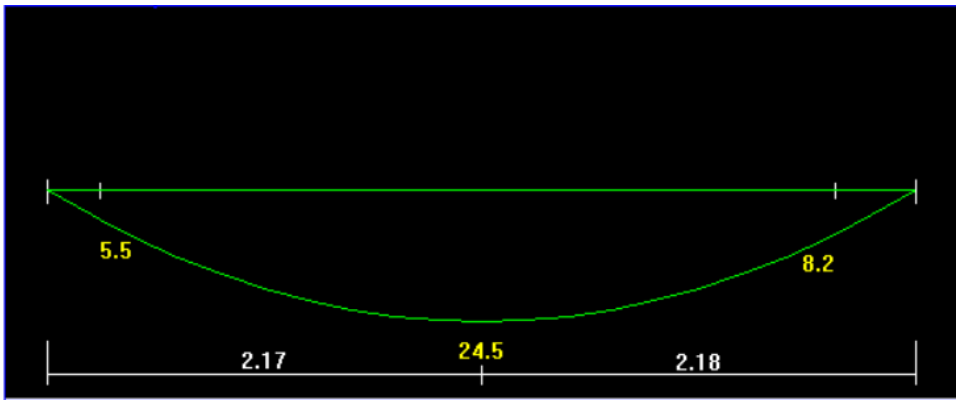
bw =12 cm b_f =52 cm h =32 cm T_f =8 cm



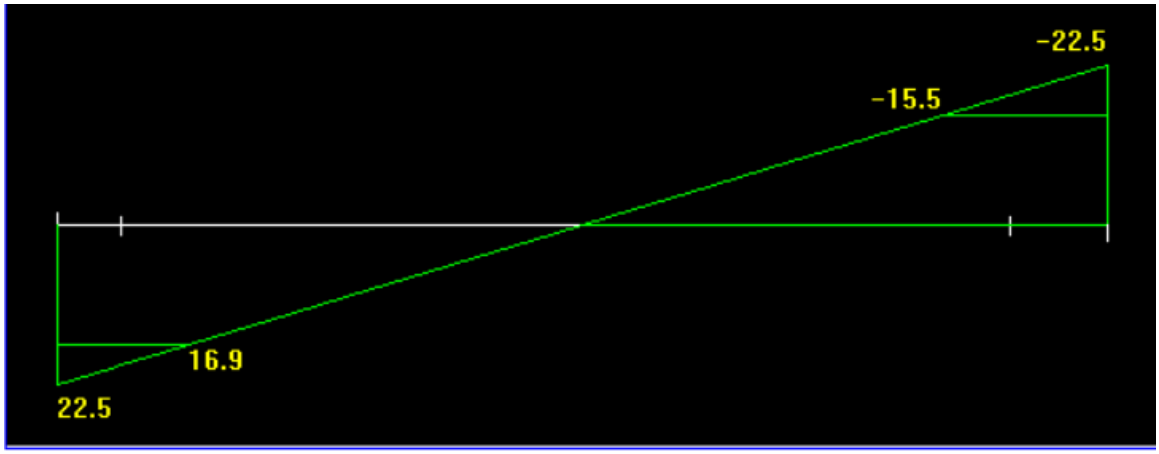
Rib(GF.R3) Geometry.(شكل (٤-٢)



شكل (٤-٣) Loading Of Rib (GF.Rib3).



شكل (٤-٤) Moment Envelop of rib (GF.Rib3).



شكل (٤-٤). Shear Envelop of Rib (GF.Rib3)

* Design of flexure:-

Design the moments of Rib(GF.Rib3):

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

= 320 – 20 – 10 – $\frac{14}{2}$ = 283 mm.

→ $M_{u\ max}$ = 24.5 KN.m

$be \leq$ Distance center to center between ribs = 520 mm…… Controlled.

→ **b_e = 520 mm.**

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

$= 0.85 * 24 * 0.52 * 0.08 * \left(0.283 - \frac{0.08}{2}\right) * 10^3 = 206.22\ KN.m$

ϕM_{nf} = 0.9 * 206.22 = 185.6 KN.m

→ ϕM_{nf} = 185.6 KN.m >> $M_{u\ max}$= 24.5 KN.m.

∴ Design as rectangular section.

1) Maximum positive moment $Mu^{(+)}$ = 24.5 KN.m

M_n = Mu / ϕ =24.5/ 0.9 = 27.22KN.m

$m = \frac{f_y}{0.85\ f_c'} = \frac{420}{0.85*24}$ = 20.6 MPa

$R_n = \frac{M_n}{b*d^2} = \frac{27.22*10^6}{520*(283)^2}$ = 0.654 MPa

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

$$\rho = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*0.654*20.6}{420}}\right) = 0.00158$$

→$A_s = \rho$ * b *d = 0.00158*520 *283 = 232.5 mm^2.

$$As_{min} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4\,(f_y)} * b_w * d \;\geq\; \frac{1.4}{f_y} * b_w * d \quad \text{……(ACI-10.5.1)}$$

$$= \frac{\sqrt{24}}{4*420} * 120 * 283 \;\geq\; \frac{1.4}{420} * 120 * 283$$

= 99.03 mm^2 < 113.2 mm^2 ……. Larger value is control.

→ As_{min} = 99.03 mm^2 < As_{req} = 232.5 mm^2.

∴ As = 232.5 mm^2.

use 2 Φ14 = with area =307.7 mm^2 > As_{req} = 232.5 mm^2 . OK.

→ Check for strain:- for positive moment ($\varepsilon_s \geq 0.005$)

Tension = Compression

A_s * fy = 0.85 * f_c' * b * a

307.7* 420 = 0.85 * 24 * 520 * a

a = 12.18 mm.

f_c' = 24 MPa< 28 MPa→ β_1 = 0.85

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{12.18}{0.85} = 14.3 \text{ mm.}$$

$$\varepsilon_s = \frac{d-c}{c} * 0.003$$

$$\varepsilon_s = \frac{283-14.3}{14.3} * 0.003 = 0.056 > 0.005 \quad \therefore \phi = 0.9 \text{ OK}$$

* Design the shear of Rib(GF.Rib3):

1) Vu = 16.9 KN.

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

$= 0.75 * \frac{\sqrt{24}}{6} * 120 * 283/10^3 = 20.8$ KN.

$1.1 * \phi V_c = 1.1 * 20.8 = 22.88$ KN.

$0.5 \phi V_c = 11.44$ KN < Vu = 16.9 KN < $\phi V_c = 22.8$

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

4.3 Design of Beam (GF.B5):

Material :-

concrete B300 Fc' = 24 N/mm^2

Reinforcement Steel fy = 420 N/mm^2

Section :-

B = 80 cm

h =65 cm

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

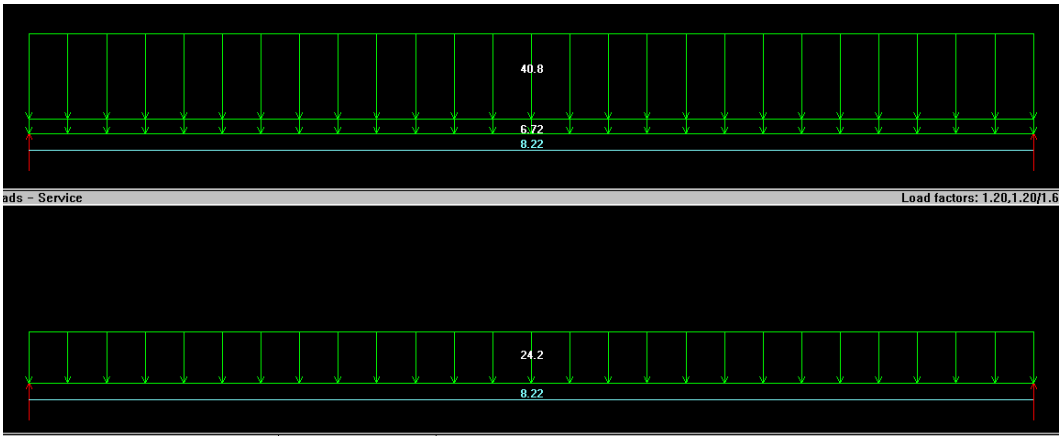
h_{min} for one end continuous = L/18.5

=595/18.5 = 32.16 cm.

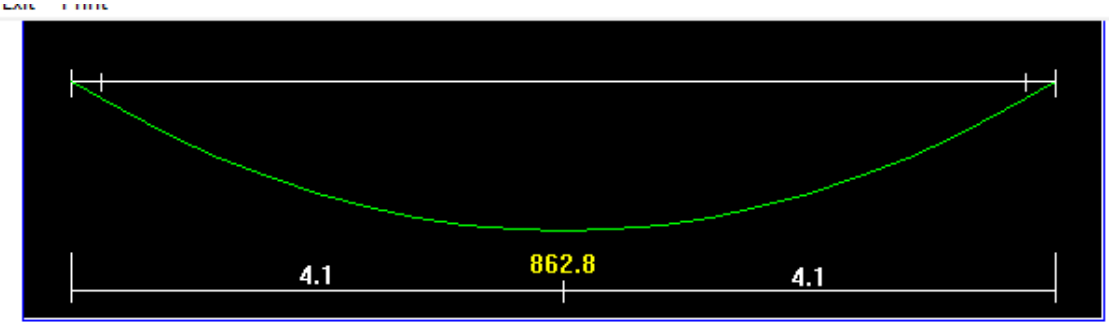
h_{min} for both end continuous = L/21

= 650/21 = 30..9 cm

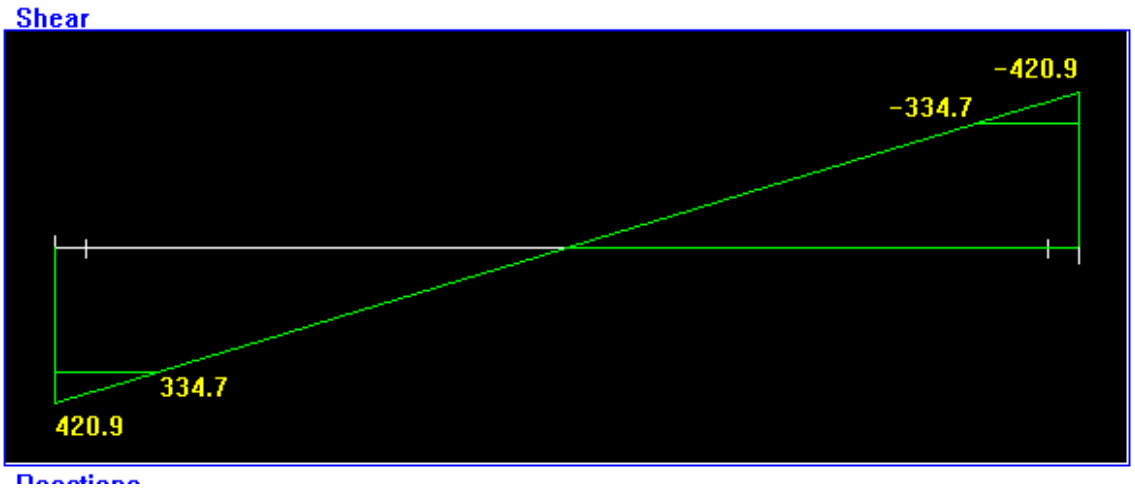
→Select Total depth of beam **h= 65cm.**



شكل (٤-٦) Load of Beam (GF.B5)



شكل (٤-٧) Moment Envelop for Beam (GF.B5)



شكل (٤-٨) Shear Envelop for Beam (GF.B5)

4.3.1 Design of flexure(GF.B5):-

 # Design of moment:-

→Mu_{max} = 862.8 KN.m .

b_w = 80 Cm. , h = 65 Cm.

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

d = 650 – 40 – 8 – $\frac{25}{2}$ = 589.5 mm

C_{max} = $\frac{3}{7}$ * d = $\frac{3}{7}$ * 589.5 = 252.6 mm.

f'_c = 24 MPa < 28 MPa→β_1 = 0.85

a_{max} = β_1* C_{max} = 0.85 * 252.6 = 214.7mm.

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

= 0.85 * 24 * 800 * 214.7 * (589.5 – $\frac{214.7}{2}$) * 10^{-6}

=1689.4 KN.m .

ϵ_s = 0.004

ϕ=0.82

→ϕMn_{max} = 0.82 * 1689.4 = 1385.3 KN.m .

→ϕMn_{max} = 1385.3 KN.m > Mu =862.8 KN.m .

∴ **Singly reinforced concrete section.**

Maximum positive moment $Mu^{(+)}$ = 862.8 KN.m .

M_n = Mu /ϕ= 862.8 / 0.9 = 958.66 KN.m .

m = $\frac{f_y}{0.85\,f'_c}$ = $\frac{420}{0.85*24}$ = 20.6

R_n = $\frac{M_n}{b*d^2}$ = $\frac{958.66*10^6}{800*(589.5)^2}$ = 3.44 MPa.

ρ = $\frac{1}{m}$ (1 – $\sqrt{1-\frac{2*R_n*m}{f_y}}$)

= $\frac{1}{20.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2*3.44*20.6}{420}}\right)$ = 0.009

→A_s = ρ * b_w *d = 0.009 * 800 *589.5 = 4270 mm^2.

$As_{min} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4\,(f_y)} * b_w * d \;\geq\; \frac{1.4}{f_y} * b_w * d$ ……(ACI-10.5.1)

$= \frac{\sqrt{24}}{4*420} * 800 * 589.5 \;\geq\; \frac{1.4}{420} * 800 * 589.5$

= 1375.2 mm^2 < 1572 mm^2 ……. Larger value is control.

→As_{min} = 1572 mm^2 < As_{req} = 4270 mm^2.

∴ As = 4270 mm^2.

0f Φ25 = $\frac{As_{req}}{A_{bar}} = \frac{4270}{491}$ =8.6 → # of bars = 9 bars.

∴ **Use 9Φ18**

→ **As =9 * 491 = 4419 mm^2 > As_{req} = 4270 mm^2 .**

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

Tension = Compression

A_s * fy = 0.85 * f'_c * b * a

4419 * 420 = 0.85 * 24 * 800 * a

a = 113.7 mm.

f'_c = 24 MPa < 28 MPa→β_1 = 0.85

$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{113.7}{0.85}$ = 133.79 mm.

$\varepsilon_s = \frac{d-c}{c} * 0.003$

$= \frac{589.5-133.79}{133.79} * 0.003 = 0.01 > 0.005$ ∴ ϕ =0.9 OK.

Check for bar placement:- =(800-80-16-9*25)/8 = 59.8mm > 25mm OK.

4.3.2 Design of shear (GF.B5):-

1) Vu = 334.7 KN .

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

$= 0.75 * \frac{\sqrt{24}}{6} * 800 * 589.5 * 10^{-3} = 288.8$ KN.

→ Check For dimensions:-

$\phi Vc + (\frac{2}{3} * \phi * \sqrt{f'_c} * b_w * d) = 288.8 + (\frac{2}{3} * 0.75 * \sqrt{24} * 800 * 589.5 * 10^{-3})$

$= 288.8 + 1155.17 = 1443.9$ KN > Vu = 334.7 KN.

∴ Dimension is big enough.

→ Check For items:-

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

$334.7 \leq \frac{288.8}{2} = 144.4$…....Not satisfy.

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

144.4< 334.7 ≤ 288.8…….Not satisfy.

3- Item 3 : $\phi V_c < Vu \leq \phi(Vc + Vs,min)$

$Vs,min = \frac{1}{16}\sqrt{24} * 800 * 589.5 * 10^{-3} = 144.4$ KN

$Vs,min = \frac{1}{3} * 800 * 589.5 * 10^{-3} = 157.2$ KN ……..control

288.8 < 334.7 < 0.75(385 + 157.2) = 406.65 KN …….ok

$\frac{Av,min}{s} = \frac{1}{16}\sqrt{24} *$ 1000/420 = 0.73

$\frac{Av,min}{s} = \frac{1000}{3*420} = 0.79$ …….control

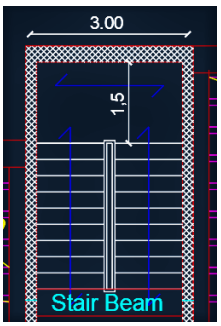
$S_{max} \leq 600mm$ or d/2=294.7 mm……..control

Take U-shape (4 legs stirrups) ϕ8 with As = 200.96mm^2

S = 200.96/0.79 = 254.3 mm < Smax = 294.7 mm

Take U-shape (4 legs stirrups) ϕ8 @200mm $< S_{max} = 294.7mm$.

4.5 Design of Stairs:



Stair Plan.

❖ **Material :-** concrete B300 , Fc' = 24 N/mm^2

Reinforcement Steel , Fy = 420 N/mm^2

4-5-1 Design of Flight :-

✓ **Determination of Thickness:-**

h_{min} = L/20 = (1.6+3.3+1.3)/20 = 0.31 m

Take h = 30 cm

Run = 30 cm

Rise = 18.185 cm

The Stair Slope by $\theta = \tan^{-1}(18.185 / 30) = 31.2^{o}$

✓ **Dead load calculation for flight for 1 m strip:-**

No.	Parts of Flight	Density(KN/m^3)	Calculation
1	Tiles	٢٣	23*0.03*1*((0.38+0.182)/0.3)= 1.293KN/m
2	Mortar	٢٢	22*0.02*1*((0.3+0.182)/0.3)= .707 KN/m
3	Stair	٢٥	(30/0.3)*((0.182*0.3)/2) = 2.73 KN/m
4	R.C	٢٥	30*0.3*1 / cos31.2^o = 10.52 KN/m
5	Plaster	٢٢	22*0.02*1 / cos31.2^o = 0.5144 KN/m
		Sum	15.764KN/m

✓ **Dead load calculation for Landing:-**

No.	Parts of Landing	Density(KN/m^3)	Calculation
1	Tiles	٢٣	23*0.03*1= 0.69 KN/m
2	Mortar	٢٢	22*0.02*1= 0.44 KN/m
4	R.C	٢٥	25*0.3*1= 7.5 KN/m
5	Plaster	٢٢	22*0.02*1= 0.44 KN/m
		Sum	9.07 KN/m

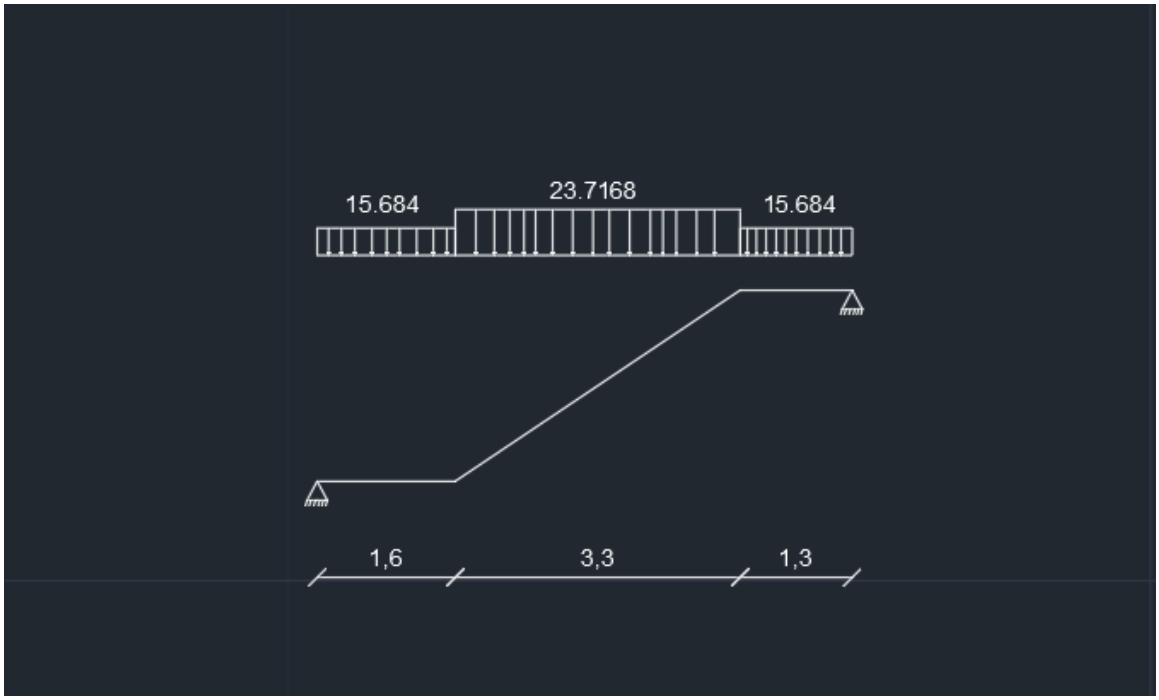
-Live Load For Stairs For 1m Strip = 3*1 = 3 KN/m

-Factored Load For Flight :- W_u = (1.2 ×15.764) + (1.6×3) = 23.7168 KN/m

For landing : W_u = (1.2*9.07)+(1.6*3) = 15.684 KN/m

-

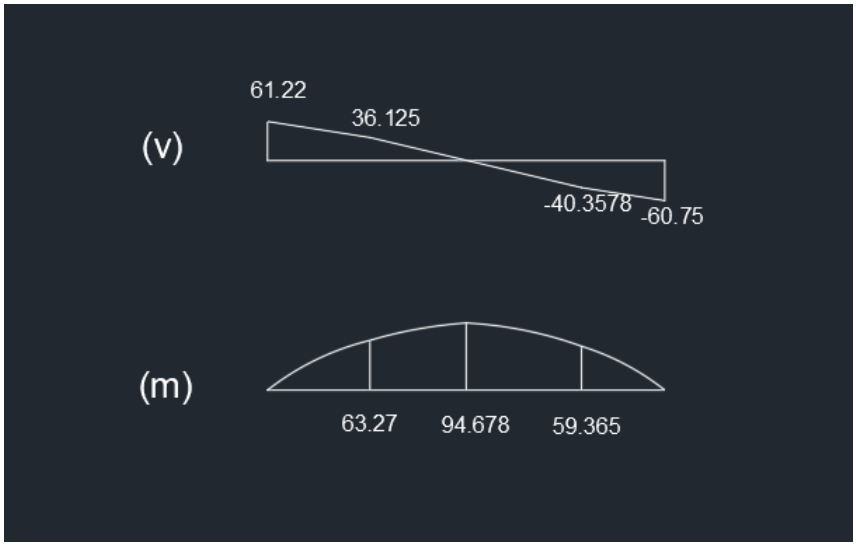
- ***Design the flight :-***



$\sum MB = 0 \rightarrow Ay(6.2) = 15.684*1.6*5.4+23.71*3.3*2.95+15.684*1.3*0.65$

$\rightarrow Ay = 61.22$ KN ↑

$\sum Fy = 0 \rightarrow 15.684*2.9+23.7168*3.3 -61.22= By \rightarrow By = 60.75$ KN ↑



$\frac{x}{3.3} = \frac{36.125}{36.125+40.3578} \rightarrow$ x = 1.5587 m

-Mu(max) = (66.22+36.125)/2*1.3+36.125*1.5587*0.5 $\rightarrow$ Mu(max) = 94.678 KN.m

-Assume ϕ12 $\rightarrow$ d = 300-20-12/2 = 274 mm

* ***Check for shear :-***

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

$= 0.75 * \frac{\sqrt{24}}{6} * 1000 * 274 * 10^{-3} = 167.79$ KN.

Vu(max) = 61.22 < 0.5ϕVc = 83.895 KN ……..Thickness is OK.

M_n = Mu /ϕ= 94.678 / 0.9 = 105.2 KN.m .75076000

$m = \frac{f_y}{0.85\, f_c'} = \frac{420}{0.85*24} = 20.6$

$R_n = \frac{M_n}{b*d^2} = \frac{105.2*10^6}{1000*(274)^2} = 1.4012$ MPa.

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

$$= \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*1.4012*20.6}{420}}\right) = 0.003459$$

$\rightarrow A_s = \rho * b_w * d = 0.003459 * 1000 * 274 = 947.892 \ mm^2$.

$\rightarrow A_s(min) = 0.0018*1000*300 = 540\ mm^2$ ……

$n = \frac{As}{As\phi 12} = 947.892/113 = 8.388$ ……use 9

s= 1/9 = 0.11 m

- ***Take 9 ϕ12/m or ϕ12@11، mm with area = 1017 mm^2***

- Step (s) is the smallest of :
  1- 3h = 3*300 = 900 mm
  2- 450 mm
  3- 380 $(\frac{280}{\frac{2}{3}*420})$ – 2.5*20 = 330 mm

- Temperature & shrinkage :
  As(min) = 540 mm^2 …….Take 5 ϕ12/m

4.6 Design of Column (C1) in ground floor:

* $f c' =$ 24 MPa
* Fy = 420 MPa
* P_D = 5000 KN & P_L = 2000 KN
* Pu = 1.2(5000) + 1.6(2000) = ***9200 KN***

- Assume rectangular section and (ρ = 0.015)

  Ast = 0.015*Ag

  $\phi P_{n.max}$ = Pu = ϕ0.8[0.85 $f c'$(Ag – Ast) + (Ast*fy)]

  ϕ = 0.65 → for tied column.

  $9200*10^3 = 0.65*0.8[0.85*24(Ag – 0.015Ag) + (0.015Ag*420)]$

  Ag = 670163.13 mm^2.

  $Ag = a^2 \rightarrow a = \sqrt{670163.13} = 818.6$ mm

  Use 800*800 mm

- Check for slenderness :

$\frac{K*lu}{r} \leq 34 - 12(\frac{M1}{M2}) \leq 40$

l_u: $Actual\ unsupported\ (unbraced)\ length.$

r: $radius\ of\ gyration\ of\ its\ cross\ section$ = 0.3 h

l_u = 3.12 m

K = 1.0 − $for\ columns\ in\ nonsway\ frame.$

- In (80 cm) direction :

$\frac{1*3.12}{0.3*0.8}$ = 13 < 22 ……Short column in this direction

Ast = 0.015*640000 = 9600 mm^2

Use ϕ22 → $\frac{9600}{486.625}$ = 21.14

So use 22 ϕ25

Design of ties :

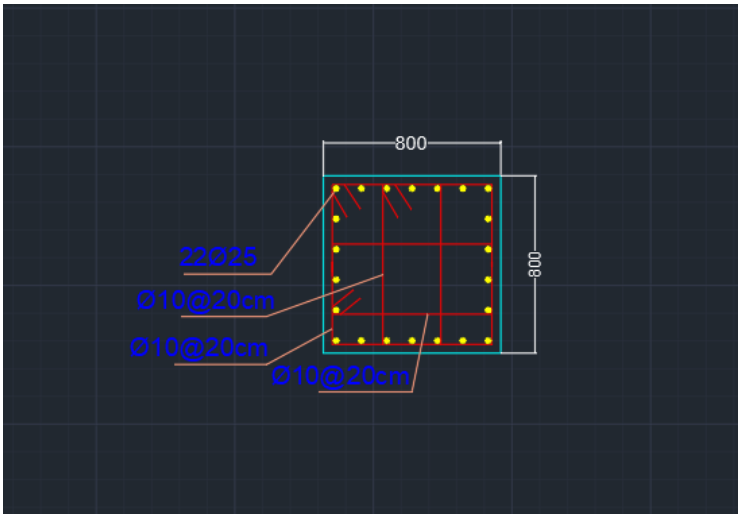
Use ϕ10 → spacing: 1) 48*ds = 48*10 = 480 mm

2) 16*db = 16*25 = 400 mm…….control

3) least dimension = 800 mm

Use ϕ10@20cm

Spacing = $\frac{800-(40*2)-(10*2)-(25*7)}{4}$ = 131.25mm > 40mm > (1.5db = 37.5mm)



4 .7 Design of Strip Footing :-

Try 500 mm thick
$Qa_{,net}$ = 400 - (0.5*25) - (5.52*17) = 291.16 KN/m^2

Dead load = 340 KN/m
Live load = 120 KN/m

A = $\frac{Pn}{qa,net}$ = $\frac{340+120}{291.16}$ = 1.579 m^2

A = b*1 → Take b = 1.6 m

d= 500 – 75 – 18/2 = 416 mm
Pu = (1.2*340)+(1.6*120) = 600 KN/m

qu = $\frac{Pu}{A}$ = $\frac{600}{1.6}$ = 375 > 291.16

- ***One way shear :***

Vu = qu*1 $(\frac{b}{2} - \frac{a}{2} - d)$

Vu = 375*1(0.8 - 0.15 - 0.416)

Vu = 87.75 KN

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

$= 0.75 * \frac{\sqrt{24}}{6} * 1000 * 416 * 10^{-3}$ = **254.7 KN**.

$\phi Vc > Vu$ …….**ok**

- ***Design Fluxer :***

Mu = 375*1 * $(\frac{b}{2} - \frac{a}{2}) * (\frac{b/2 - a/2}{2})$

Mu = 375 * 1 * 0.65 * (0.65/2) = **79.2 KN.m**

Rn = $Mu/\phi bd^2$ = $(79.2*10^6)/(0.9*1000*416^2)$ = **0.5 MPa**

m = $\frac{420}{0.85*24}$ = 20.6 MPa

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

$= \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*0.5*20.6}{420}}\right) = 0.0012$

As = 0.0012*1000*416 = **501.46 mm^2**

$As_{,min}$ = 0.0018*1000*500 = **900 mm^2 …….control**

Use ϕ14/15

- ***Check Strain :***

$$a = \frac{As*fy}{0.85*fc*b} = \frac{900*420}{0.85*24*1000} = 18.5 \text{ mm}$$

$$C = 18.5/0.85 = 21.8 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_s = \frac{d-c}{c} * 0.003 = \frac{418-21.8}{21.8} * 0.003 = 0.054 > 0.005 \ldots\ldots ok$$

4.8 Design of Isolated Footing :

- Service Dead load = 5000 KN
- Service Live load = 200 KN
- Service surcharge = 5 KN/m^2
- Allowable soil pressure (qa) = 400 KN/m^2
- Soil Density = 17 KN/m^3

$$f_{c'} = 24 \text{ Mpa}, f_y = 420 \text{ Mpa}.$$

Assume thickness of footing = 120 cm

- Weight of footing = 1.2*25 = 30 KN/m^2
- Weight of soil = 1*17 = 17 KN/m^2
- Total load on footing = 30+17+5 = **52 KN/m^2**
- Net soil pressure = 400 – 52 = **348 KN/m^2**

$$A = \frac{Pn}{qa,net} = \frac{5000+2000}{348} = 20.115 m^2$$

$A = L^2 \rightarrow L = 4.485$ m …….**take L = 4.8m**

- Pu = (1.2*5000) + (1.6*2000) = 9200 KN

$$qu = \frac{9200}{4.8*4.8} = 399.3 \text{ KN/m}^2$$

One Way Shear :

Vu @ distance d from the face of support :

Assume Ø**20** → d = 1200 – 75 – 18/2 = 1116 mm

Vu = qu*b[(l/2) – (a/2) - d] = 399.3*4.8[(4.8/2) – (.8/2) – 1.116]
Vu = 1694.31 KN

$$\emptyset V_C = \emptyset \times \frac{1}{6} \times \sqrt{f_{c'}} \times b \times d = 0.75 \times \frac{1}{6} \times \sqrt{24} \times 4800 \times 1116*10^{-3} = 3280.3$$ KN

$$\emptyset \mathbf{V_C = 3280.3\ kN > V_u = 1694.31\ kN - Safe}$$

Two Way Shear :

Let Vu = $\emptyset V_C$, $(\emptyset = 0.75)$

Vu = 399.3*[٤,٨*٤,٨ – (0.8+1.116)(0.8+1.116)]
Vu = 8434.8132 KN

$\beta = \frac{col,length(a)}{col,width(b)}$ = 800/800 = 1 , b_0 = 4(0.8+1.116) = 7.664 m
α_s = 40 , interior column

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

1. $\emptyset Vc = \frac{0.75}{6}\left(1+\frac{2}{\beta}\right)\sqrt{24}*b_0*d*10^{-3}$ = 15712.95 KN
2. $\emptyset Vc = \frac{0.75}{12}\left(\frac{\alpha s*d}{b0}+2\right)\sqrt{24}*b_0*d*10^{-3}$ = 20491.3 KN……***Control***
3. $\emptyset Vc = \frac{0.75}{3}*\sqrt{24}*b_0*d*10^{-3}$ = ***10475.3 KN***

ØVc = 20491.3 > Vu = 8434.81 KN ……..Ok

❖ Design for flexure in long direction :

Use steel bars Ø20
B = ٤,٨ m , h = ١,٢ m , d = 1.116m

Mu = 399.3*4.8*2*(2/2) = 3833.28 KN.m

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{3833.28 \times 10^6}{0.9 \times 4800 \times 1116^2} = 0.7125 \text{ MPa}$$

$$m = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.7125}{420}}\right)$$

$$= 0.0017272$$

As = 0.0017272*4800*1116 = 9252 mm^2
As,min = 0.0018*4800*1200 = 10368 mm^2……..control

# of Ø20 = $\frac{10368}{314} = 33 \rightarrow$ Take 33Ø20

S = $\frac{4800-(75*2)-(33*20)}{32} = 124.6875$ mm (should be smaller than the smallest of):

1. 3h = 3*1200 = 3600 mm
2. 450 mm ……..control

S = 124.6875 mm < Smax = 450 mm ……..ok

❖ Design for flexure in opposite direction :

Mu = 3833.28 KN.m d=1116-20=1096mm

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{3833.28 \times 10^6}{0.9 \times 4800 \times 1096^2} = 0.73869 \text{ MPa}$$

$$m = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.7387}{420}}\right)$$

$$= 0.00179187$$

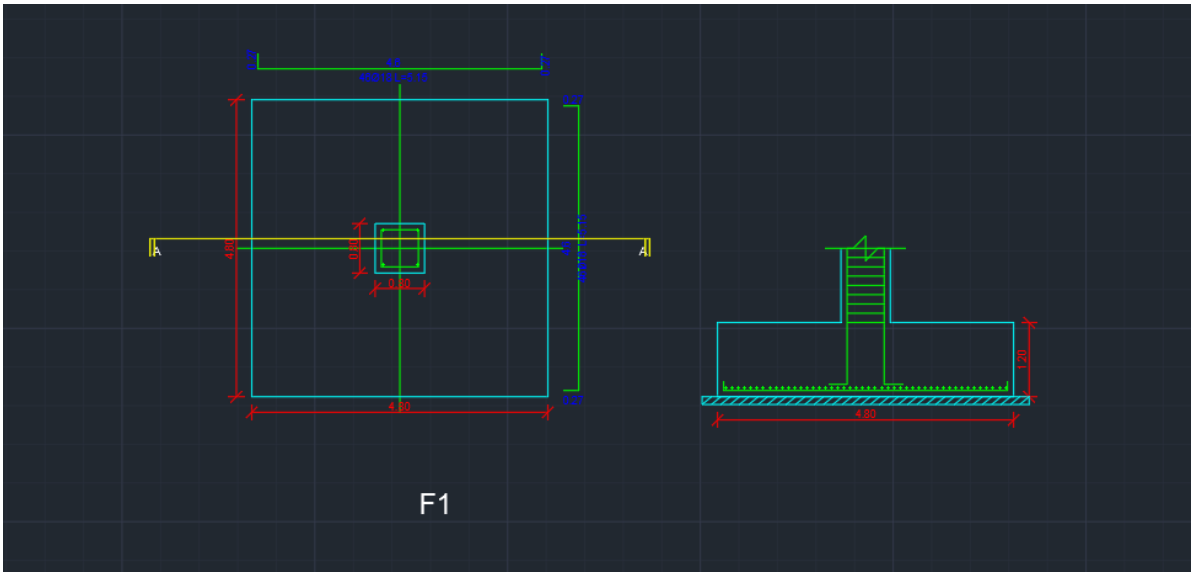
As = 0.00179187*4800*1096 = 9226.67 mm^2
As,min = 0.0018*4800*1200 = 10368 mm^2……..control

# of Ø20 = $\frac{10368}{314} = 33 \rightarrow$ Take 33Ø20

S = $\frac{4800-(75*2)-(33*20)}{32} =$ 124.6875 mm (should be smaller than the smallest of):

1. 3h = 3*1200 = 3600 mm
2. 450 mm ……..control

S = 124.6875 mm < Smax = 450 mm ……..ok



4 .9 Design of Basement wall :-

Co = 1 – sin 35 = 0.425 .

hs = (5/18) = 0.278m .

Po = 18 * 0.425* 4= 30.6 Kn/m .

Ho = 0.5 * 30.6 * 4 = 61.2 Kn .
Ps = 18 * 0.425 * 0.278 = 2.13 Kn/m .

Po = 2.13 * 4 = 9.24 Kn.

Mu = 1.6 * (61.2*4/7) + 1.6 * (9.24 * 4/8) = 63.346 Kn /m

Ra = 50.05 From Attir Software
Rb = 27.83 From Attir Software

Assume ∅ 1٤
d = 300 – 75 – 7 = 218 mm

Mu = 32.8Kn.m
Rn = (32.8/0.9) / 1000 * (218*218)= 0.77 Mpa

m = 420 / (0.8 * 24)=20.58

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = 0.00187$$

As = ρ * b * d = 407.8 mm2

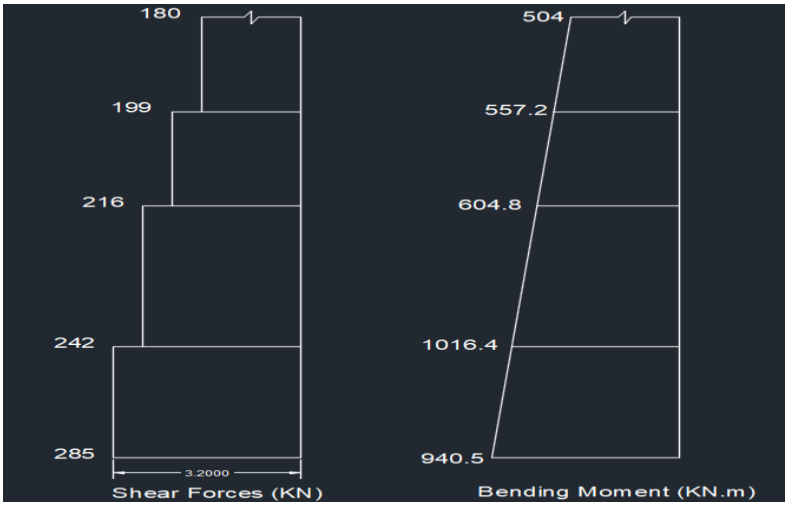
As FOR VERTICAL = 0.0015 * b * h = 450 mm2

SELECT ∅ 12 @ 200 Vertical Bars For Both Side.

As FOR HORIZONTAL = 0.002 * b * h = 600 mm2

SELECT ∅ 12 @ 150 Horizontal Bars For Both Side.

4 .10: Design of Shear wall (SHW4) :-



✓ **Material and Sections:-**

⇒ concrete B300 Fc' = 24 N/mm^2

⇒ Reinforcement Steel Fy = 420 N/mm^2

⇒ Shear Wall Thickness h = 30 cm

⇒ Shear Wall Width Lw =3.2 m

⇒ Shear Wall Height Hw = 29.5m

* Design of Horizontal Reinforcement:-

Σ Fx = Vu= 285

The critical Section is the smaller of:

$\frac{lw}{2}$= *3.2/2 =1.60m…… control**

$\frac{hw}{2}$= *29.5/2 =14.75 m **

Story Highet(Hw) = 2.80.

*D= 0.8*Lw = 0.8*3.20 = 2.56m*

$$\emptyset V_{nmax} = \emptyset \frac{5}{6}\sqrt{f_c'}hd$$

$$= 0.75 * 0.83 * \sqrt{24} * 300 * 3300 * 10^{-3} = 3019.12KN > V_u = 285KN$$

V_c is the smallest of :

$$1 - V_c = \frac{1}{6}\sqrt{f_c'}hd = \frac{1}{6}\sqrt{24} * 300 * 3300 * 10^{-3} = 808.33K\text{N}$$

$$2 - V_c = 0.27\sqrt{f_c'}hd + \frac{N_u d}{4l_w} = 0.27\sqrt{24} * 300 * 3300 * 10^{-3} + 0 = 1309.5KN$$

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

$$3 - V_c = \left[0.05\sqrt{24} + \frac{3.20\left(0.1\sqrt{24}+0\right)}{3.4}\right] 300 * 3300 * 10^{-3} = 699KN \text{.....control}$$

Vc =699*KN*

$$\emptyset * vc + \emptyset vs = vu$$

$$\emptyset * vs = \text{vu-}\emptyset * vc$$

$$\text{Vs} = \text{vu}/\emptyset - vc$$

Vs = 285/0.75-699 = -319kN **NO need reinforcement**

- Maximum spacing is the least of :

* Lw/5 = 3200/5 = 640 mm

* 3*h = 3*300 = 900mm

* 450 mm ……. Control

Select Ø10 ,tow layers

$$\rho_t = \frac{A_{vh}}{S_2 * h} = \frac{2 * 79}{S_2 * 300} = 0.0025$$

Sh=210.6mm

Select Sh=200mm≤Smax= 450 mm.
Take Ø10/20

* Design of Vertical Reinforcement:-

$$\frac{A_{vv}}{S_v} = 0.0025 + 0.5\left(2.5 - \frac{h_w}{Lw}\right)(\rho_t - 0.0025) \geq 0.0025$$

$$\frac{h_w}{Lw} = \frac{29.5}{3.2} = 9.22$$

$for\ this\ wall\ with\ \frac{h_w}{Lw} \geq 2.5, \rho_t = 0.0025$

- ***Maximum spacing is the least of :***

$\frac{Lw}{5}$ = 3200/5 = 640 mm

3*h = 3*300 = 900mm

450 mm ……. Control

Use ϕ14/150 mm for two layers

* Design of Bending Moment:-

$$A_{st} = \left(\frac{3200}{150}\right) * 2 * 113.1 = 4825.6mm^2$$

$$w = \left(\frac{A_{st}}{L_w h}\right)\frac{f_y}{f_c'} = \left(\frac{4825.6}{3200 * 300}\right)\frac{420}{24} = 0.088$$

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

$$\frac{C}{l_w} = \frac{w + \alpha}{2w + 0.85\beta_1} = \frac{0.198 + 0}{2 * 0.088 + 0.85 * 0.85} = 0.098$$

$$\emptyset M_n = \emptyset\left[0.5 A_{st} f_y l_w (1 + \frac{P_u}{A_{st} f_y})(1 - \frac{c}{l_w})\right]$$

$= 0.9[0.5 * 4825.6 * 420 * 3200(1 + 0)(1 - 0.098)]10^{-6} = 2632.5KN.m \geq 940.5KN.m$ …. Ok

الفصل الخامس

النتائج و التوصيات

٥ـ ١ النتائج

٥ـ٢ التوصيات

٥-١ النتائج:

من خلال هذا المشروع، و التعرف على جوانبه ، تم الخروج بزبدة هذا البحث من خلال نتائج تتمثل فيما يلي :-

١- يجب فهم المخططات المعمارية جيدا لإيجاد الحلول الإنشائية الملائمة لنوع الاستخدام في المبنى .

٢- يجب على كل طالب او مصمم إنشائي ان يكون قادرا على التصميم بشكل يدوي حتى يستطيع امتلاك الخبرة والمعرفة في استخدام البرامج التصميمية المحوسبة .

٣- التعرف على العناصر الإنشائية ، وكيفية التعامل معها، ومع آلية عملها ، وذلك ليتم تصميمها تصميما جيدا يحقق الأمان و القوة الإنشائية.

٤- من العوامل التي يجب اخذها بعين الاعتبار، العوامل الطبيعية المحيطة بالمبنى وطبيعة الموقع وتأثير القوى الطبيعية في ذلك الموقع.

٥-٢ التوصيات:

١. يجب أن يكون هنالك تنسيق بين المصمم المعماري والإنشائي خلال عملية التصميم حتى ينتج مبنى متكاملاً إنشائياً ومعمارياً.

٢. يوصى بتنفيذ المشروع حسب المخططات المرفقة بالمشروع بأقل تغييرات ممكنة.

٣. يجب ان يكون هناك مهندس مشرف للإشراف على التنفيذ وأن يلتزم بالمخططات لضمان تنفيذ المشروع بشكل جيد.

٤. إذا تبين أن قوة تحمل التربة أقل من القوة التي تم تصميم المشروع بناءً عليها؛ فإنه يجب إعادة تصميم الأساسات وفقاً للقيمة الجديدة.

٥. يجب استكمال التصميم الكهربائي و الميكانيكي للمشروع قبل المباشرة في التنفيذ لإدخال أي تعديلات محتملة عليه من الناحية الإنشائية.

قائمة المصادر المراجع :

- American Concrete Institute (A.C.I) Code.
- Uniform Building Code (U.B.C 97).
- الكود الوطني الاردني للاحمال
- مشاريع تخرج سابقة