

بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة بوليتكنك فلسطين



كلية الهندسة و التكنولوجيا

دائرة الهندسة المدنية و المعمارية

تخصص هندسة مدنية فرع هندسة مباني

اسم المشروع

التصميم الإنشائي لكلية العمارة والفنون التابعة لجامعة بوليتكنك فلسطين

فريق العمل

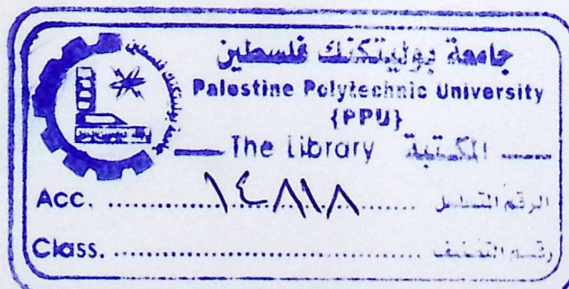
إسراء أسعد رولا غريب هديل قطوش

إشراف :

د.ماهر عمرو.

2015

فلسطين - الخليل



بسم الله الرحمن الرحيم

شهادة تقييم مقدمة مشروع التخرج

جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل - فلسطين



عمل التصاميم و التفاصيل الإنشائية الكاملة لمبنى كلية معمارية

فريق العمل

رولا غريب

إسرا جميل أسعد

هديل قطوش

بناء على توجيهات الأستاذ المشرف على المشروع وبموافقة جميع أعضاء اللجنة الممتحنة، تم تقديم هذا المشروع إلى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في كلية الهندسة والتكنولوجيا للوفاء الجزئي بمتطلبات الدائرة لدرجة البكالوريوس.

توقيع رئيس الدائرة

د. غسان دويك

توقيع مشرف المشروع

د. ماهر عمرو

أيار - ٢٠١٥

الإهداء

بدأنا بأكثر من يد وقاسينا أكثر من هم وعانينا الكثير من الصعوبات وهانحن اليوم والحمد لله نطوي سهر الليالي وتعب الأيام وخلاصة مشوارنا بين دفتي هذا العمل المتواضع.

إلى منارة العلم والإمام المصطفى إلى الأبي الذي علم المتعلمين إلى سيد الخلق إلى رسولنا الكريم سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم.

إلى من علمني فن مسك القلم ، إلى من سهر الليالي على مرضي وألمي ، إلى الينبوع الذي لا يمل العطاء إلى من حاكت سعادي بخيوط منسوجة من قلبها إلى والدي العزيزة.

إلى من هو بحر من العطاء والتضحيات ، الذي لم يبخل بشيء من أجل دفعي في طريق النجاح الذي علمني أن أرتقي سلم الحياة بحكمة وصبر، إلى والدي العزيز.

إلى من حبهم يجري في عروقي ويلج بذكراهم فؤادي ، إلى أخواتي وأخواني .

إلى من سرنا سوياً ونحن نشق الطريق معاً نحو النجاح والإبداع إلى من تكاتفنا يداً بيد ونحن نقطف زهرة وتعلمنا ، إلى زملائي الأعزاء ، وإلى كل من يحبني ويهمه أمري .

إلى من علمونا حروفاً من ذهب وكلمات من درر وعبارات من أسمى وأجلى عبارات في العلم إلى من صاغوا لنا علمهم حروفاً ومن فكرهم منارة تنير لنا سيرة العلم والنجاح إلى أساتذتنا الكرام ، الأستاذ القدير

د. ماهر عمرو

إلى كل من ساهم في إنجاز هذا العمل المتواضع .

إلى كل هؤلاء نهدي هذا البحث.

فريق العمل

الشكر والتقدير

إن الشكر والمنة لله وحدة كما يليق بجلال وجهه وعظيم سلطانه أولا وأخيرا .

نتقدم بجزيل الشكر والامتنان

إلى جامعتنا العزيزة جامعة بوليتكنك فلسطين .

إلى كلية الهندسة والتكنولوجيا.

إلى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية بطاقتها التدريسي و الإداري

إلى المشرف على هذا المشروع د. ماهر عمرو .

إلى من دعمنا في جميع مراحل حياتنا أهلنا الأحباء.

إلى كل من ساهم في انجاز هذا البحث المتواضع .

فريق العمل

ملخص المشروع

عمل تصميم إنشائي كامل لمبنى كلية هندسة معمارية بجميع تفصيلاته وعناصره المختلفة.

فريق العمل

رولا غريب

إسراء جميل أسعد

هديل قطوش

جامعة بوليتكنك فلسطين - 2015 م

إشراف د. ماهر عمرو.

تتلخص فكرة هذا المشروع في عمل التصميم الإنشائي و كافة التفاصيل الإنشائية اللازمة لمبنى كلية هندسة معمارية ، و تقع قطعة الأرض المقترحة لإقامة المشروع في الجهة الجنوبية من منطقة وادي الهرية الواقعة في الجهة الجنوبية لمدينة الخليل .

و هذا المشروع مكون من خمسة طوابق بالإضافة إلى تسوية والكتل ممتدة على مناسيب مختلفة و يتوفر في المبنى كافة المرفقات التي يحتاج إليها الطالب من مختبرات وقاعات دراسية وغرف إدارية ومكاتب للمحاضرين في موقع واحد بشكل عصري وحديث ليوفر سهولة الحركة والتنقل .

و قد صمم هذا المبنى على أحدث الطرز المعمارية، بالإضافة إلى احتوائها على وسائل الراحة و الأمان ، ووضعت الأدراج بشكل يسهل الحركة العمودية بين الطوابق.

وهذا المبنى هو خرساني مسلح تم تصميمه وفقا لكود الخرسانة الأمريكي، ويحتوي المشروع على التفاصيل الكاملة لتحليل الأوزان الرأسية و الأفقية ثم توزيعها على العناصر الإنشائية الأفقية والرأسية ، ثم التحليل الإنشائية الخاصة بكل عنصر، ثم التصميم الكامل حسب الكود المتبع ، و قد تمت مراجعة جميع المخططات المعمارية لتتوافق مع التصاميم الإنشائية ، كما تم تجهيز جميع المخططات الإنشائية مع التفاصيل التنفيذية الكاملة.

Abstract

Structural Design and Details of Architecture College

Project Team

Rola Ghrayed

Isra' Jamil Asa'd

Hadeel Qatuosh

Palestine Polytechnic University-2015

Supervisor

Dr.Maher Amer

The main idea of this project is to prepare all structural design and executive details for The applied Architecture College for Palestine polytechnic University in wadi alhrya in Hebron city .

This building consists of five stories and one basement and it contains all activities required for any person.

This building is a reinforced concrete structure, and it was designed according to the ACI-318-08.

The project contains the structural analysis for vertical and horizontal loads and the structural design and details for each member in the project.

فهرس المحتويات

رقم الصفحة	الموضوع
I	عنوان المشروع
II	صفحة شهادة تقييم مقدمة مشروع التخرج
III	الإهداء
IV	الشكر والتقدير
V	ملخص المشروع باللغة العربية
VI	ملخص المشروع باللغة الإنجليزية
VII	فهرس المحتويات
IX	فهرس الجداول
IX	فهرس الصور
X	فهرس الأشكال
XI	List of Abbreviations
1	الفصل الأول : المقدمة
2	1.1 المقدمة
2	1.2 أسباب اختيار المشروع
3	1.3 أهداف المشروع
3	1.4 مشكلة المشروع
3	1.5 نطاق المشروع
4	1.6 المسلمات
4	1.7 دراسات سابقة
4	1.8 فصول المشروع

4	1.9 إجراءات المشروع
5	1.10 الجدول الزمني للمشروع
6	الفصل الثاني : الوصف المعماري
7	2.1 المقدمة
7	2.2 لمحة عن المشروع
8	2.3 موقع المشروع
8	2.3.1 المقدمة
8	2.3.2 وصف الموقع
9	2.3.3 أهمية الموقع
9	2.3.3.1 الشروط العامة لاختيار الموقع
9	2.3.3.2 أسباب اختيار الموقع
10	2.3.3.3 التحليل المناخي للمنطقة
11	2.3.3.4 وصف حركة الشمس والرياح والرطوبة
12	2.4 وصف الطوابق
13	2.4.1 طابق التسوية
14	2.4.2 الطابق الأرضي
15	2.4.3 الطابق الأول
16	2.4.4 الطابق الثاني
17	2.4.5 الطابق الثالث
18	2.4.6 الطابق الرابع
19	2.5 وصف الواجهات
19	2.5.1 الواجهة الجنوبية الغربية
20	2.5.2 الواجهة الشمالية الشرقية
20	2.5.3 الواجهة الجنوبية الشرقية
21	2.5.4 الواجهة الشمالية الغربية
22	2.6 وصف الحركة والمداخل

23	العناصر المعمارية	2.7
25	الفصل الثالث : الوصف الإنشائي	
26	3.1 مقدمة	
26	3.2 هدف التصميم الإنشائي	
26	3.3 مراحل التصميم الإنشائي	
27	3.4 الأحمال	
27	3.4.1 الأحمال الميتة	
28	3.4.2 الأحمال الحية	
29	3.4.3 الأحمال البيئية	
30	3.5 الاختبارات العملية	
31	3.6 العناصر الإنشائية المكونة للمبنى	
32	3.6.1 العقدات	
35	3.6.2 الجسور	
36	3.6.3 الأعمدة	
37	3.6.4 الجدران الحاملة (جدران القص)	
38	3.6.5 الأساسات	
39	3.6.6 الادرار	
40	3.6.7 الجدران الاستنادية	
41	3.7 فواصل التمدد	
41	3.8 برامج الحاسوب التي تم استخدامها	
42	Chapter Four : Structural Analysis & Design	
43	4.1 Introduction	
44	4.2 Design method and requirement	
45	4.3 Slab Thickness Calculations	
45	4.3.1 compare of thickness between one and tow way slab	
50	4.4 Design Of Topping	

53	4.5 load calculation of one way rib slab
55	4.6 Design Of one way rib slab
63	4.7 Design of tow way rib slab
71	4.8 Design of one way solid slab
74	4.9 Design of beam
82	4.10 Design of short column
85	4.11 Design of shear wall
89	4.12 Design of stairs
98	4.13 Design of basement wall
102	4.14 Design of Isolated Footing.
107	4.15 Design of Composite Beams.
110	الفصل الخامس : الملحقات
111	Appendix A : Architectural Drawings 5.1
111	Appendix B : Structural Drawings 5.2
113	5.3 المصادر والمراجع

فهرس الجداول

رقم الصفحة	الجدول
5	جدول (1-1) الجدول الزمني للمشروع خلال السنة الدراسية 2014/2015
29	جدول (1-3) الكثافة النوعية للمواد المستخدمة
30	جدول (2-3) الأحمال الحية
31	جدول (3-3) قيمة أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر
51	Table(4-1) calculation of the total load for(R20)
54	Table (4-2) Calculation of one way dead load
72	Table (4.3)Calculation of one way dead load

فهرس الصور

رقم الصفحة	الصورة
8	صورة (2-1) صورة تبين الموقع العام لقطعة الأرض
9	صورة (2-2) صورة جوية لقطعة الأرض
12	صورة (2-3) صورة تبين قطعة الأرض وحركة الشمس والرياح
13	صورة (2-4) مسقط طباق التسوية
14	صورة (2-5) مسقط الطابق الأرضي
15	صورة (2-6) مسقط الطابق الأول
16	صورة (2-7) مسقط الطابق الثاني
17	صورة (2-8) مسقط الطابق الثالث
18	صورة (2-9) مسقط الطابق الرابع
19	صورة (2-10) الواجهة الجنوبية الغربية
20	صورة (2-11) الواجهة الشمالية الشرقية
21	صورة (2-12) الواجهة الجنوبية الشرقية
21	صورة (2-13) الواجهة الشمالية الغربية
22	صورة (2-14) مقطع A-A يبين بعض أنواع الحركة
23	صورة (2-15) مقطع B-B يبين بعض أنواع الحركة

فهرس الأشكال

رقم الصفحة	الصورة
33	شكل (3-1) العناصر الإنشائية المكونة للمبنى
34	شكل (3-2) عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد
35	شكل (3-3) عقدات العصب ذات الاتجاهين
35	شكل (3-4) عقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد

36	شكل (3-5) عقدات المصممة ذات الاتجاهين
36	شكل (3-6) العقدات المسطحة
37	شكل (3-7) أشكال الجسور المدلاة والمسحورة
38	شكل (3-8) أشكال الأعمدة
39	شكل (3-9) شكل جدار قص
40	شكل (3-10) أ- شكل الأساس المنفرد
41	شكل (3-10) ب- مسقط أفقي للأساسات
41	شكل (3-10) ج - مقطع طولي للأساس
41	شكل (3-11) مقطع طولي في الدرج
42	شكل (3-12) جدار استنادي
43	Figure(4-1) Stac ally system for (R 1)
47	Figure(4-2) Section in ribbed slab)
48	Figure(4-3) Detailing of S16
49	Figure (4-4) :Stac ally system for(S16)
50	Figure (4-5) : beam 44 and 49
51	Figure (4-6) : beam 43
52	Figure (4-7) : beam 46
53	Figure (4-8) : topping load
54	Fig (4.9) : Typical Section In Ribbed Slab

List of Abbreviations

- **Ac** = area of concrete section resisting shear transfer.
- **As** = area of non-prestressed tension reinforcement.
- **As** = 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.
- **E_c** = modulus of elasticity of concrete.
- **f_c** = compression strength of concrete .
- **F_y** = specified yield strength of non-prestressed reinforcement.
- **h** = overall thickness of member.
- **l_n** = length of clear span in long direction of two- way construction, measured face-to-face of supports in slabs without beams and face to face of beam or other supports in other cases.
- **LL** = live loads.
- **Lw** = length of wall.
- **M** = bending moment.
- **Mu** = factored moment at section.
- **Mn** = 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.
- W_c = weight of concrete. (Kg/m^3).
- W = width of beam or rib.
- W_u = factored load per unit area.
- Φ = strength reduction factor.
- ϵ_c = compression strain of concrete = 0.003mm/mm .
- ϵ_s = strain of tension steel.
- ϵ'_s = strain of compression steel.
- ρ = ratio of steel area .

1

الفصل الأول المقدمة

1.1 المقدمة .

2.1 أسباب اختيار المشروع .

3.1 أهداف المشروع .

4.1 مشكلة المشروع.

5.1 نطاق المشروع .

6.1 المسلمات .

7.1 الدراسات السابقة .

8.1 فصول المشروع .

9.1 إجراءات المشروع .

10.1 الجدول الزمني للمشروع

1.1 المقدمة :

الإنسان بطبيعته يحتاج إلى التعلم في جميع مراحل حياته والترفيه عن نفسه وتخفيف الضغط النفسي المتولد من الظروف المحيطة لدى الفرد الفلسطيني ، وانطلاقاً من هذه الأهمية ، جاءت فكرة هذا المشروع الذي يعنى بدراسة مبنى كلية مع بعض العناصر الترفيهية والكلية كمشروع يمكن تصميمها وتطبيقها معمارياً وإنشائياً .

تتطلب عملية التصميم عامة الأخذ بجميع النواحي للمبنى المراد إنشاؤه سواء من الناحية المعمارية التي تعنى بالمظهر العام للمبنى وكيفية توزيع الفراغات والمساحات داخله وربط الأقسام المختلفة ببعضها البعض، أو من الناحية الإنشائية التي تعنى بتوفير النظام الإنشائي القادر على التحمل الآمن للأحمال المؤثرة على المبنى مع مراعاة أقل تكلفة اقتصادية ممكنة لهذا النظام الإنشائي بما لا يتعارض مع التصميم المعماري المختار. كذلك لا بد من الأخذ بالاعتبار النواحي المتعلقة بالتمديدات الكهربائية بما يتلاءم مع طبيعة المشروع المنشأ وعناصره الميكانيكية كأنظمة التدفئة والتبريد والصرف الصحي.

يتضمن المشروع تصميم النظام الإنشائي لمبنى كلية علوم تطبيقية تتكون من كتل موزعة على عدة مناسيب وهو مشروع اعتيادي من حيث توزيع العناصر الإنشائية كالأعمدة والجسور بما يتلاءم مع المخططات المعمارية ومن ثم تصميم هذه العناصر ابتداءً من العقود وانتهاءً بالقواعد والأساسات ومن ثم تجهيز المخططات الإنشائية التنفيذية وذلك من أجل الخروج بمشروع متكامل وقابل للتنفيذ.

ويجب الإشارة هنا إلى المصمم المعماري لهذا المشروع هو المهندسة: دعاء جوادة، خريجة قسم الهندسة المعمارية في جامعة بوليتكنك فلسطين.

2.1 أسباب اختيار المشروع :

إن اختيارنا لهذا المشروع يرجع لعدة أسباب هي:

- حاجة الجامعة لوجود مبنى لكلية علوم تطبيقية تستطيع من خلاله مواكبة التطور العلمي.
- اكتشاف الخبرة اللازمة للقيام بتصميم مبنى مكون من عدة طبقات ومتعدد العناصر الإنشائية وكذلك معرفة كافة التفاصيل الإنشائية اللازمة لتصميم المبنى .
- الرغبة في أن يكون المشروع عائداً على الجامعة بالفائدة تقديراً و عرفانا لهذا الصرح العلمي.
- الرغبة في أن يكون مشروع التخرج مشروعاً إنشائياً حيوياً قابلاً للتنفيذ.
- الحاجة إلى تجميع المعلومات الإنشائية، وتطبيقها في مشروع إنشائي تتنوع فيه العناصر الإنشائية.
- لأنه جزء من متطلبات إنهاء درجة البكالوريوس.

3.1 أهداف المشروع :

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

- دراسة التصاميم المعمارية المقدمة للمشروع دراسة وافية لاختيار النظام الإنشائي الأفضل لها .
- اكتساب المهارة في القدرة على اختيار النظام الإنشائي المناسب للمشاريع المختلفة وتوزيع عناصره الإنشائية على المخططات، بما يتناسب مع التخطيط المعماري الداخلي وان لا تخل بالمنظر الخارجي
- عمل تصميم إنشائي متكامل للكلية ، وما يتبع ذلك من تجهيزات للمخططات الإنشائية والتنفيذية بحيث يكون المشروع جاهزا للتنفيذ .
- المحافظة على الجانب المعماري في المشروع وعمل كافة القدرات الإنشائية لإبقاء العناصر الجمالية في المشروع .
- الربط ما بين المعلومات النظرية التي قمنا بدراستها بشكل منفرد في مساقات الهندسة المدنية المختلفة بالجانب التطبيقي .
- إتقان استخدام برامج التصميم الإنشائي ومقارنتها مع الحل اليدوي.
- التعرف على محتويات الكود الأمريكي (ACI-318-2008) المستخدم وتطبيق ما يتضمنه هذا الكود في دراسة المشروع.

4.1 مشكلة المشروع :

تتمثل مشكلة هذا المشروع في التحليل و التصميم الإنشائي لجميع العناصر الإنشائية لمبنى كلية متعدد الكتل والمناسيب ، وسوف تتم دراسة المشروع دراسة إنشائية شاملة ، ويتطلب ذلك معرفة تامة بالعناصر الإنشائية الحاملة ، وذلك من أجل إيجاد حلول إنشائية توفر عاملي الأمان والاقتصاد، حيث يتضمن التصميم الإنشائي مختلف العناصر من البلاطات و الجسور والأعمدة و الأساسات بما يتلاءم مع التوزيع الإنشائي لهذه العناصر وما لا يتعارض مع التصميم المعماري ، ومن ثم سيتم عمل المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية التي تم تصميمها ، لإخراج هذا المشروع من حيز الاقتراح إلى حيز التنفيذ .

5.1 نطاق المشروع :

سوف تقتصر الدراسة في هذا المشروع على إعداد المخططات الإنشائية الهندسية المطلوبة لمختلف العناصر الإنشائية في المباني الموجودة على تنوعها، وكذلك إجراء التعديلات المعمارية اللازمة على التصميم المعماري إن وجدت على التصميم المعماري في حال تعذرت الحلول الإنشائية الممكنة بما يضمن مشروع متكامل من الناحيتين المعمارية والإنشائية ، حيث تم العمل على المشروع خلال الفصلين الأول والثاني من السنة الدراسية 2014_2015 من خلال مقدمة مشروع التخرج في الفصل الأول و مشروع التخرج في الفصل الثاني .

6.1 المسلمات :

- اعتماد الكود الأمريكي في التصاميم الإنشائية المختلفة (ACI-318-11) .
- استخدام برامج التحليل والتصميم الإنشائي مثل (Atir , Safe , AutoCAD , Etabs , STAAD, pro. 2008)
- برامج أخرى مثل Microsoft office Word & Power Point .

7.1 الدراسات السابقة :

- تتمثل الدراسات السابقة لهذا المشروع بعمل التصاميم المعمارية فقط وذلك من قبل قسم العمارة في جامعة بوليتكنك فلسطين ، ولم تتم دراسته إنشائياً .
- الاطلاع على المشاريع السابقة المتشابهة التي تم تصميمها من قبل طلبة الدائرة للإلمام بأكبر قدر ممكن من الأنظمة الإنشائية الممكن استخدامها وتفادي بعض الأخطاء التي من الممكن الوقوع بها.

8.1 فصول المشروع :

يحتوي هذا المشروع على خمسة فصول وهي:

- 1- الفصل الأول : يشمل المقدمة العامة عن المشروع ومشكلة البحث و أهدافه .
- 2- الفصل الثاني : يشمل الوصف المعماري للمشروع .
- 3- الفصل الثالث : يشمل الدراسة الإنشائية للمشروع بما يحتويه من عناصر إنشائية وأحمال، و الوصف الوظيفي لهذه العناصر.
- 4- الفصل الرابع : التحليل والتصميم الإنشائي للعناصر الإنشائية.
- 5- الفصل الخامس: النتائج والتوصيات.

9.1 إجراءات المشروع :

- 1) دراسة المخططات المعمارية وذلك للتأكد من صحتها من النواحي المعمارية وتوافقها مع أهداف المشروع مع إجراء كافة التعديلات المعمارية اللازمة عليها، وإكمال النقص الموجود فيها إن وجد.
- 2) 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.

- (3) تحديد الأحمال المؤثرة على المبنى وتحليل العناصر الإنشائية على هذه الأحمال
- (4) تصميم العناصر الإنشائية بناء على نتائج التحليل.
- (5) التصميم عن طريق برامج التصميم المختلفة.
- (6) إنجاز المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية التي تم تصميمها ليخرج المشروع بشكله النهائي المتكامل والقابل للتنفيذ .

10.1 الجدول الزمني للمشروع :

والجدول التالي يوضح تسلسل أعمال المشروع والزمن اللازم لكل نشاط.

الأسابيع	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
اختيار المشروع	■																														
دراسة المخططات المصاربية		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
توزيع الأعباء			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
دراسة العتبي إنشائياً										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
التحليل الإنشائي																															
التصميم الإنشائي																															
إعداد المخططات																															
كتابة المشروع																															
عرض المشروع																															

جدول (1-1) الجدول الزمني للمشروع خلال السنة الدراسية (2015/2014)

2

الفصل الثاني

الوصف المعماري

1-2 المقدمة.

2-2 لمحة عامة عن المشروع .

3-2 موقع المشروع .

4-2 وصف المساقط الأفقية .

5-2 وصف الواجهات .

6-2 وصف الحركة .

7-2 العناصر المعمارية

1-2 مقدمة :

إن الوصف المعماري هو حاجة وضرورة للمساعدة في فهم وتحليل كافة الوظائف والفعاليات والحركات داخل المبنى ، و ذلك طبقا لاستخداماته والحاجة التي دفعت لإنشائه ، ومن أهم ما يميز الكليات في تصميمها ، هو توفير الراحة النفسية والجسدية للطلاب والمستخدمين لهذا المنشأ .

ولا بد أن يتوفر في الكليات على اختلاف مستوياتها كافة المرفقات التي يحتاج إليها الطالب من مختبرات وقاعات دراسية وغرف إدارية ومكاتب للمحاضرين .

إن بناء الكليات هو مثل أي عملية بناء لا بد أن تمر بعدة مراحل ، وهي مشابهة لمراحل البناء المعهودة ، مع مراعاة لبعض الخصوصية التي تتطلبها المنشأة ، فعادة ما نبدأ بالتصميم المعماري ، الذي يهتم بالمبنى من الناحية الجمالية و توزيعات الوظائف ، واستخدامات الكتل المعمارية والأبعاد المناسبة للكتل وفقا للوظيفة المعمارية المطلوبة ، ولا بد أن يراعى في التصميم مواضيع أخرى ذات أهمية مثل : الإضاءة الجيدة ، ووسائل تهوية صحية والحركة .

بعد الانتهاء من عملية التصميم المعماري ، نبدأ بالمرحلة الثانية وهي مرحلة التصميم الإنشائي ، وخلال هذه المرحلة تحديد العناصر الإنشائية وأبعادها وخصائصها ، وذلك اعتمادا على أحمال المبنى و طبيعة استخدامه مراعى نقل الأحمال عبر العناصر الإنشائية إلى الأساسات الحاملة والترتبة .

ويجب الإشارة هنا إلى المصمم المعماري لهذا المشروع وهو المهندس: دعاء إرشيد ، خريجة قسم الهندسة المعمارية في جامعة بوليتكنك فلسطين.

2-2 لمحة عامة عن المشروع :

المشروع هو عبارة عن كلية تطبيقية للهندسة المعمارية تابعة لجامعة بوليتكنك فلسطين في وادي الهرية الواقعة في مدينة الخليل . وصممت هذه الكلية لتكون شاملة للمتطلبات الوظيفية المعمارية المذكورة آنفا ، وقد تم الحصول على هذه المخططات من قبل دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في جامعة بوليتكنك فلسطين ، ليتسنى لنا عمل التصميم الإنشائي وإعداد المخططات التنفيذية لجميع العناصر الإنشائية التي يشملها المبنى .

يتكون هذا المشروع من خمسة طوابق بالإضافة إلى تسوية على امتداد قطعة الأرض التابعة للمشروع ومساحة المبنى 16110 متر مربع .

3-2 موقع المشروع :

1.3.2 المقدمة:

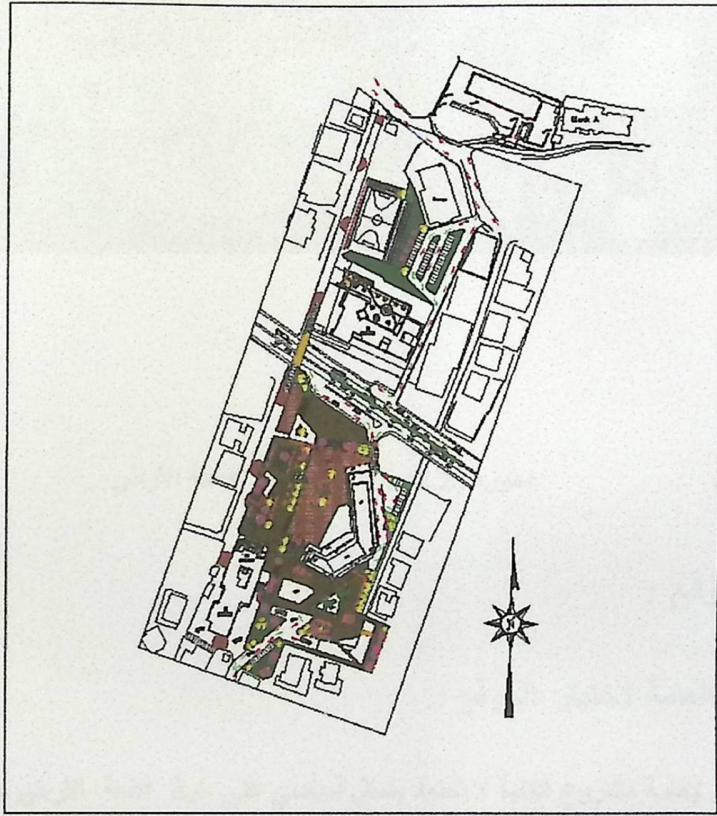
لتصميم أي مشروع فانه ينبغي دراسة الموقع المراد الإنشاء فيه بعناية فائقة ، مراعى بذلك الموقع الجغرافي وتأثير الظروف المناخية السائدة في المنطقة بحيث تصان العناصر القائمة وتتألف وتتناغم مع التصميم المقترح .

فذلك يجب إعطاء فكره عامه عن عناصر الموقع من توضيح لمقاسات الأرض المقترحة للبناء ، وعلاقة الموقع بالشوارع والخدمات المحيطة ، ارتفاع المباني المحيطة ، واتجاه الرياح السائدة و مسار الشمس .

2.3.2 وصف الموقع:

1.2.3.2 وصف عام للموقع:

تقع الأرض المقترحة لإقامة المشروع في واد الهريه الواقعة في الجهة الجنوبية لمدينة الخليل جنوب الضفة الغربية ، حيث تعتبر مدينة الخليل من اكبر المدن الفلسطينية من حيث عدد السكان والمساحة بعد غزة ، وقد تم ملائمة المشروع مع الموقع الذي تم اختياره، وكذلك تم مراعاة تحقيق الوظيفة للمبنى وتحقيق شروط الجمال، وتم مراعاة اختيار مكان مناسب من حيث التوجيه والتهوية .



صورة (2.1) : صورة تبين الموقع العام لقطعة الأرض



صورة (2.2) : صورة جوية لقطعة الأرض .

3.3.2 أهمية الموقع :

1.3.3.2 الشروط العامة لاختيار الموقع :

إن عملية اختيار أرض لإقامة مشروع الكلية لا تعتمد بشكل أساسي على توفر قطعة الأرض بل تقام على أسس ومعايير تساعد في وضع قرار سليم يوجه المشروع إلى ذلك المسلك الذي يضيف على خدمات المشروع وأجزائه صبغة التكامل والتوافق مع النسيج الحضاري العام . وفيما يلي عدة نقاط مهمة في عملية اختيار أرض المشروع في وادي الهرية :-

- 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 ... الخ . وكيفية تأثير هذه المباني على قطعه الأرض وتأثيرها على المبنى المراد إنشاؤه ، ونوعية مواد البناء المستخدمة في المباني المحيطة وارتفاعاتها إن وجدت .
- من خلال الدراسة والتحليل والإحصائيات ، تم اعتماد وادي الهرية لإقامة المشروع وذلك بناء على الأسباب التالية :
- تعتبر منطقة وادي الهرية منطقة وسطية يسهل على الطلاب من مختلف المناطق الوصول إليها .
 - توفر قطع أراضي في المنطقة وفقا للمعايير المفروضة لإقامة كافة مباني الجامعة اللازمة .

2.3.3.2 أسباب اختيار الموقع :

يمكن القول أن الأرض المختارة في منطقة وادي الهرية تحقق المعايير التي تم تحديدها لاختيار ارض المشروع وذلك من خلال :

- مساحة قطعة الأرض كافية لإنشاء المشروع وما يلزمه من متطلبات .
 - سهولة المواصلات للموقع .
 - توفير البيئة الجامعية المناسبة من حيث المباني الحديثة والمساحات الخضراء .
 - يتميز الموقع بالتهوية الجيدة والإضاءة الطبيعية الممتازة ، فلا يحاط بمبان كثيرة .
 - توفر ما يلزم من خدمات مثل : (كهرباء ، ماء ، هاتف ، صرف صحي) .
- وبناء على الأسباب التي تم ذكرها سابقا أتت الحاجة لتصميم مبنى الكلية في منطقة وادي الهرية لتحقيق الأهداف الثقافية المرجوة وتوفير البيئة المناسبة للطلبة ؛ وبذلك تطوير القطاع التعليمي .

2.3.3.2 التحليل المناخي للمنطقة:

تقع فلسطين على خط عرض 34 درجة وتتميز باعتدال المناخ فيها، فيحدها من الشرق الصحراء الأردنية و الأغوار ومن الجنوب صحراء سيناء و على السواحل الغربية البحر الأبيض المتوسط فكان لكل هذه العوامل التأثير على المناخ فيها. يوصف المناخ في الخليل بشكل عام على أنه حار وشبه جاف صيفاً، ومعتدل شتاءً، أي ما يسمى بمناخ البحر الأبيض المتوسط، ويبلغ معدل درجة الحرارة السنوية فيها حوالي (18) س⁰، ويتذبذب معدل الهطول المطري فيها من سنة إلى أخرى، إلا أن معدل الهطول الأمطار فيها بحدود (316) ملم سنوياً.

و تعتبر حركة الشمس والرياح من العوامل المهمة في تحليل المبنى ، فيجب مراعاة تأثير الشمس والرياح على المبنى ليتسنى تقسيمه إلى فراغات تتناسب و توجيهه المناخي بحيث يلبي شروط التصميم المتعلقة بالتهوية والإضاءة الطبيعية .

• وتقسم عناصر المناخ إلى :

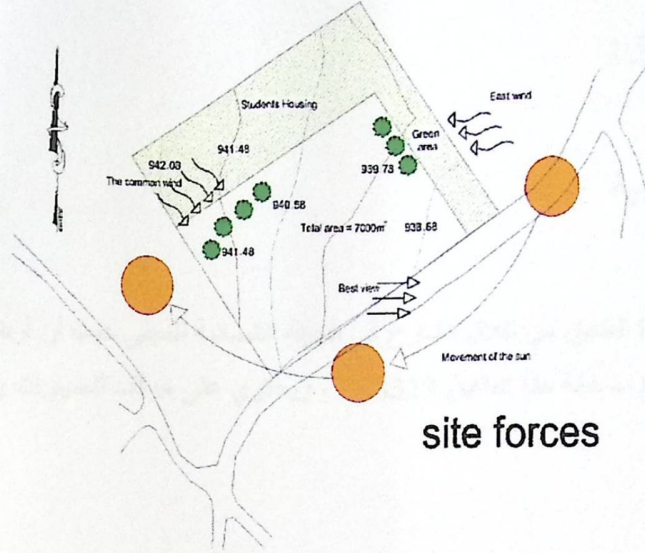
1-الرياح

تعتبر الرياح من أهم العوامل الرئيسية التي يجب أخذها بعين الاعتبار أثناء عملية تحليل الموقع لما لها من تأثير على المباني لكونها تعتبر حملاً إضافياً على المنشأ . يصل معدل الرياح السنوي في منطقة شمال الخليل إلى 8 كم /ساعة ، حيث يبلغ أقصاها بشهر كانون الأول ، وخفض معدل لها في شهر تشرين الثاني حيث يسجل 6.8 كم/ ساعة (جهاز الإحصاء الفلسطيني، 2010)

حيث تتعرض مدينة الخليل للرياح الشمالية الغربية في فصل الصيف والرياح الجنوبية الشرقية في فصل الشتاء .

2-الشمس.

إن دراسة حركة الشمس من العوامل المهمة في تحليل المبنى، لذلك يجب دراسة حركة الشمس بالموقع وتحديد مدة الإشعاع الشمسي وشدته ومعرفة الاتجاه المطلوب للحصول على الإضاءة المناسبة و تجنب الأشعة الحادة فالشمس طاقة مرغوب فيها، وتوجيه المبنى تجاه الشمس مع حمايته من السطوع الواقع عليه من المنطقة الغربية ، هي وسيلة ناجحة في الحصول على أكبر قدر ممكن من الطاقة الشمسية في أيام البرد، والتقليل من كمية الطاقة المستهلكة للتدفئة ، يصل معدل الإشعاع السنوي في فلسطين إلى 3400 ساعة .



صورة (2.3) : صورة تبين قطعة الأرض وموقع الشمس واتجاه الرياح .

3- الرطوبة .

مناخ منطقة وادي الهرية يتأثر بمناخ فلسطين الذي يعرف بأنه جاف وحار صيفاً ومعتدل وماطر شتاءً ، ومناخ المنطقة يتباين تبعاً للتضاريس والمساحات المائية المجاورة ، فيصل مجموع كمية الأمطار السنوي إلى 393.7 ملم ويتراوح هذا من شهر إلى آخر كما ويصل معدل الرطوبة النسبية في وادي الهرية إلى 56% ويتراوح بين 38% في شهر تشرين الثاني إلى 66% في شهر كانون الثاني وأيلول. أما بالنسبة إلى درجة الحرارة فتصل حوالي 14.9 درجة مئوية سنوياً . (جهاز الإحصاء الفلسطيني ، 2010)

4.2 وصف المساقط الأفقية للمشروع :**1.4.2 وصف الطوابق:****1.1.4.2 طابق التسوية :-**

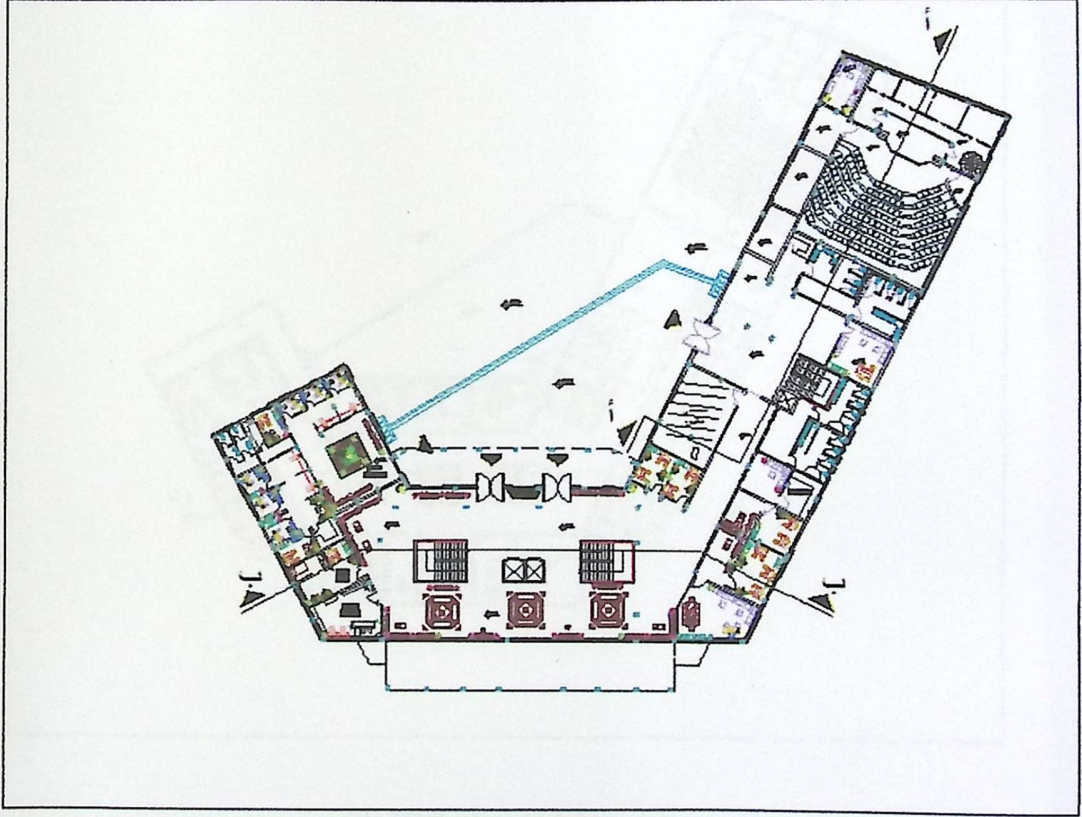
يتم الوصول إلى منسوب هذا الطابق من خلال الشارع في الجهة الشمالية للمبنى حيث أن أرضية الطابق على منسوب (-3.90) م ، وتبلغ مساحة هذا الطابق 8329 م² ، ويحتوي على موقف للسيارات بالإضافة إلى ثلاثة ادراج و ثلاثة مصاعد .



صورة (2.4) : مسقط طابق التسوية

2.1.4.2 الطابق الأرضي :-

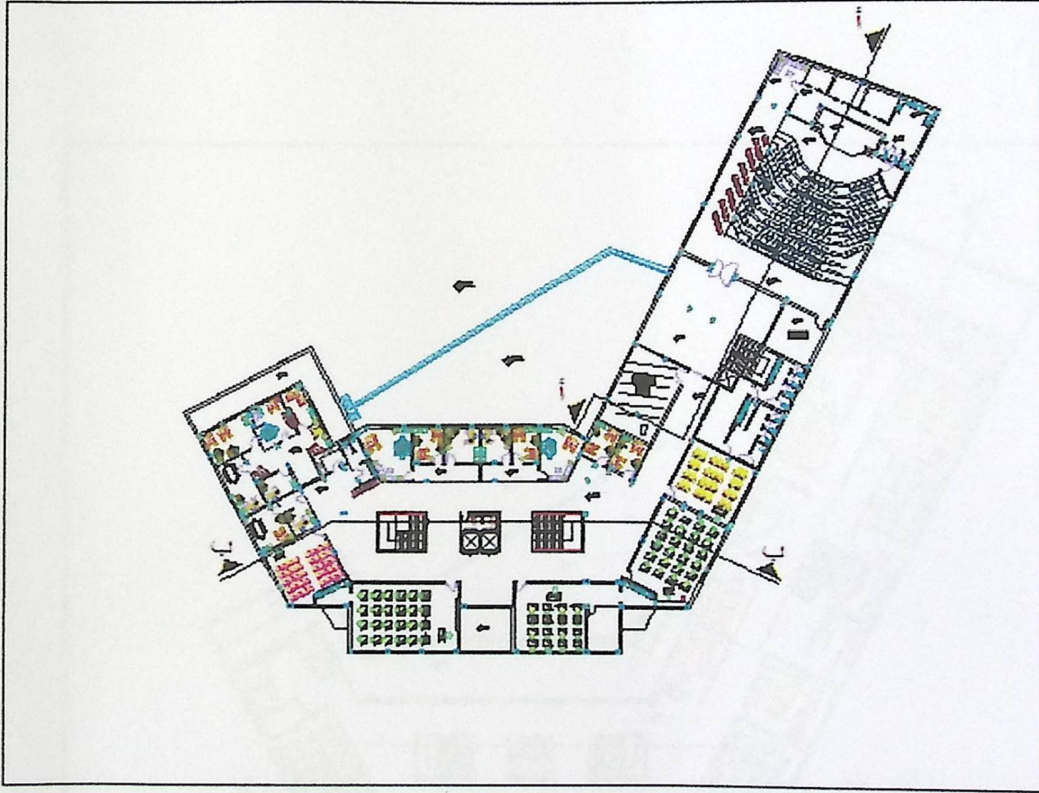
يتم الوصول إلى منسوب هذا الطابق من خلال درجين ومصعدين كهربائي من طابق التسوية، أو من خلال المداخل الرئيسية للمبنى الواقعة في الجهة الشمالية الغربية ، وتبلغ مساحة هذا الطابق 2104.7م² ، و تم تقسيم الفراغات المختلفة في هذا الطابق بشكل مناسب إلى منطقة الاستقبال ومكاتب للموظفين ومرافق خدمتية (حمامات) على منسوب 0.00 م ثم من خلال درجات أخرى ننتقل إلى منطقة المدرج متعددة الاستخدام ومرافق خدمتية (حمامات) بالإضافة إلى ثلاثة مصاعد وثلاثة ادراج على منسوب 0.00 م، ويتميز بسهولة الحركة بين فراغاته المختلفة.



صورة (2.5) : مسقط الطابق الأرضي

3.1.4.2 الطابق الأول :-

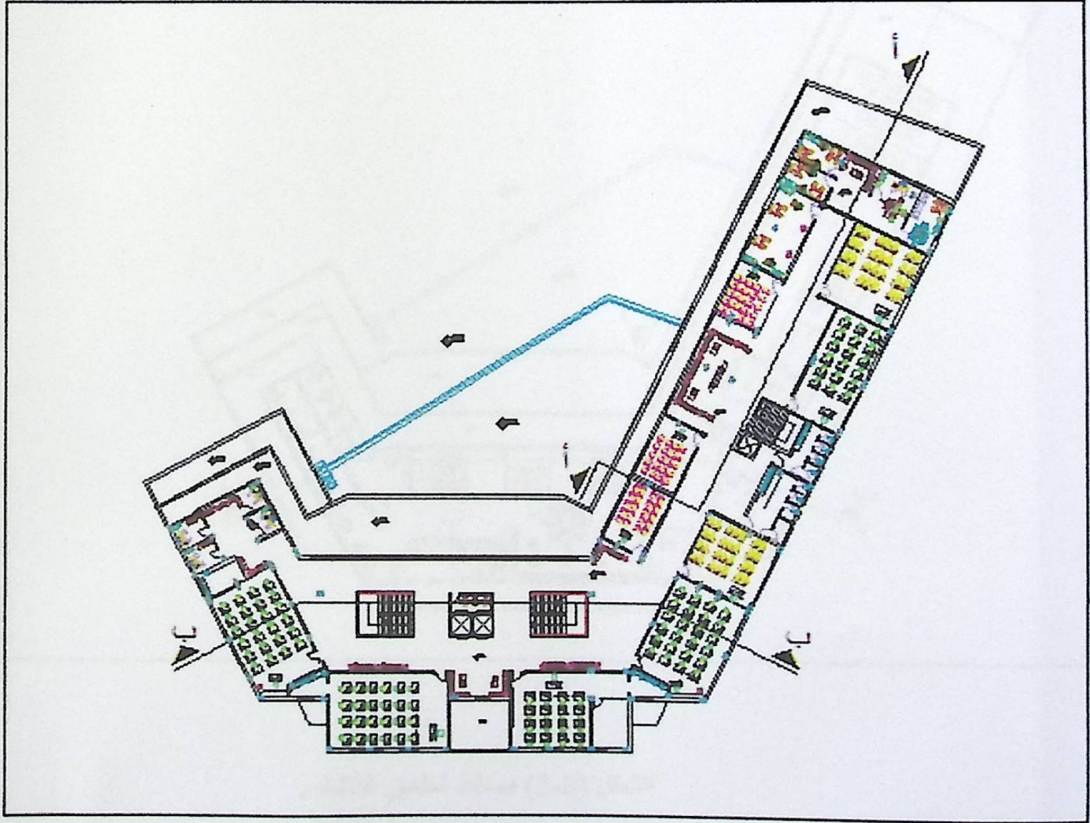
يتم الوصول إلى هذا الطابق عن طريق الحركة الرأسية ممثلة بالمصاعد الكهربائية أو الحركة الأفقية بواسطة الأبراج ، وتبلغ مساحة هذا الطابق 2306.14 م² ، حيث تتوزع فراغاته بانتظام وبشكل يضمن سلاسة الحركة بين هذه الفراغات، حيث أن أرضية الطابق على منسوب 4.00 م ممثلة بمكاتب إدارية وقاعتين دراسية وقاعات للمراسم ومرافق خدمائية (مطبخ وحمامات) و منطقة انتظار.



صورة (2.6) : مسقط الطابق الأول

الطابق الثاني :- 4.1.4.2

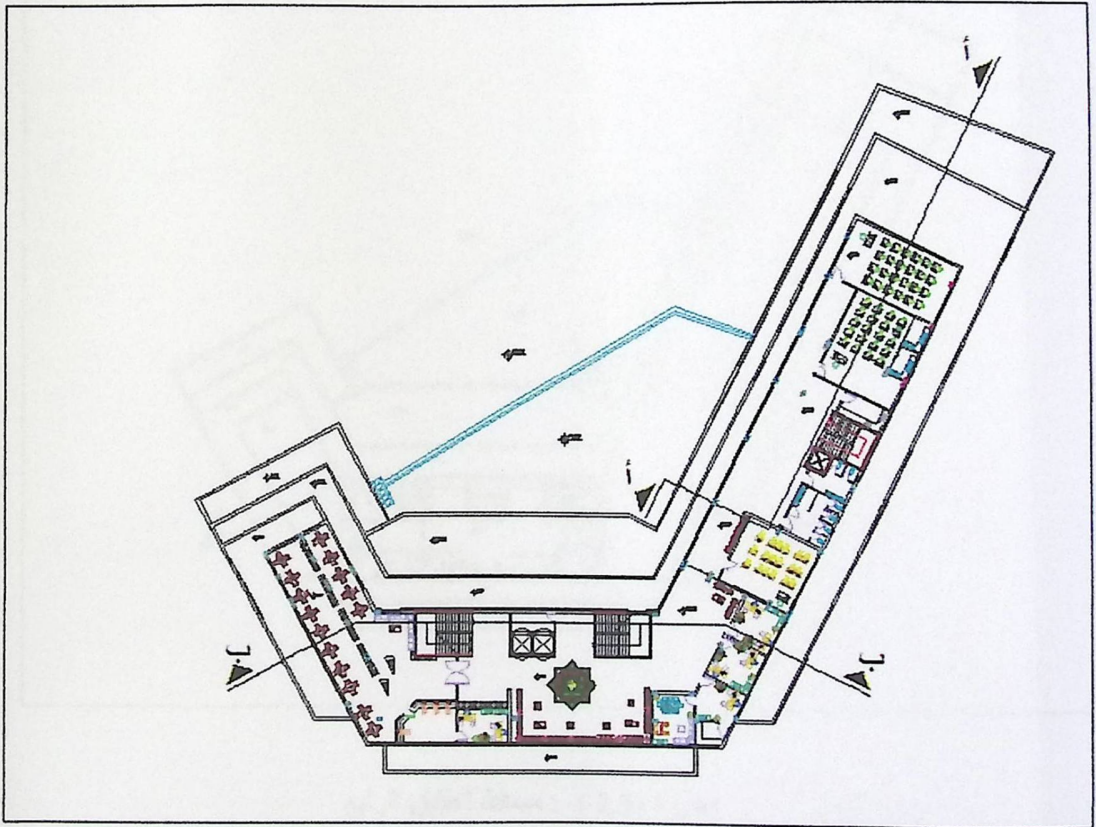
يتم الوصول إلى هذا الطابق عن طريق الحركة الرأسية ممثلة بالمصاعد الكهربائية أو عن طريق الحركة الأفقية بواسطة الأدراج، وتبلغ المساحة المقترحة لهذا الطابق 1858.77 م²، حيث ان ارضية الطابق على منسوب 8.00 متر، ويقلب على الطابق الجو الدراسي وذلك من خلال وجود العديد من المراسم وبعض القاعات الدراسية والمختبرات، والعديد من المرافق الخدمية للطابق، حيث تتوزع فراغاته بانتظام وبشكل يضمن سلاسة الحركة بين هذه الفراغات، كم ويتسم هذا الطابق بالتراجعات في الجهة الشمالية الغربية والشرقية.



صورة (2.7) : مسقط الطابق الثاني

5.1.4.2 الطابق الثالث:-

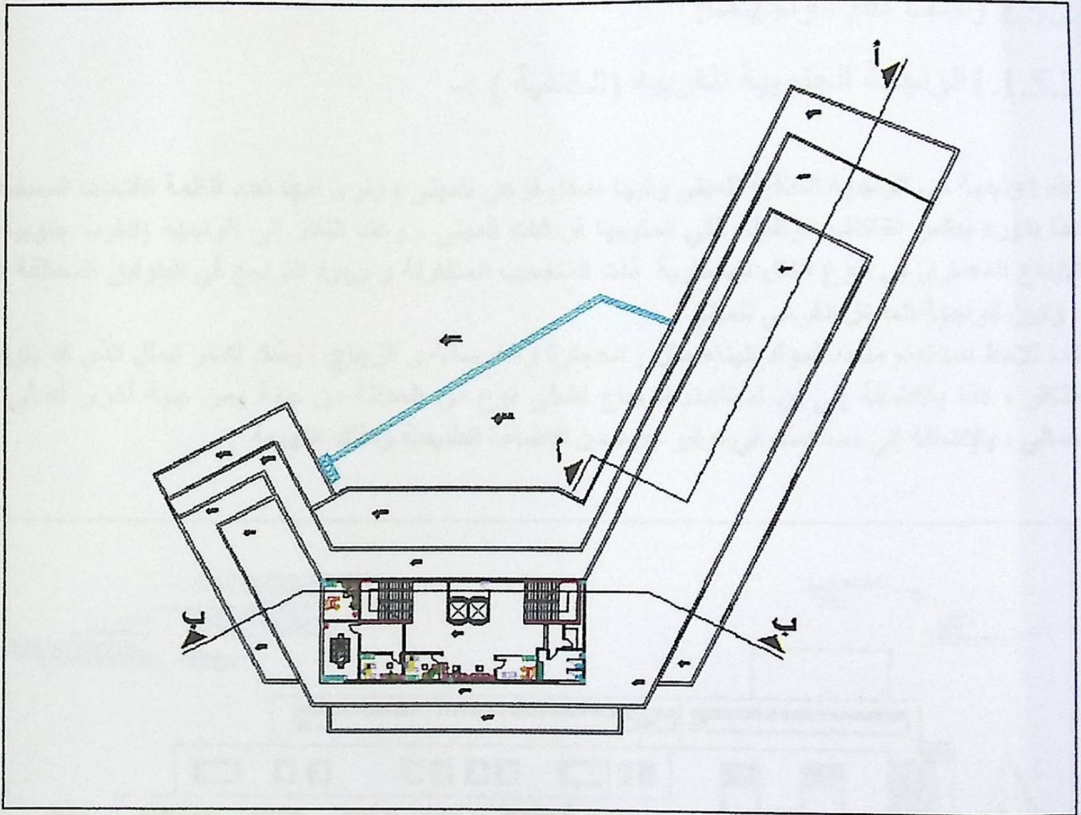
يتم الوصول إلى هذا الطابق عن طريق الحركة الراسية ممثلة بالمصاعد الكهربائية أو عن طريق الحركة الأفقية بواسطة الأدراج، وتبلغ المساحة المقترحة لهذا الطابق 1180.164 م² ، حيث ان أرضية الطابق على منسوب 12.60 متر، و تم تقسيم الفعاليات المختلفة في هذا الطابق بشكل مناسب حيث يحتوي الطابق على مكتبة للطلاب ، ومرسمين والعديد من المرافق الخدمائية ، ويحتوي على مختبر ومكاتب للموظفين .



الشكل (2-8) مسقط الطابق الثالث .

6.1.4.2 الطابق الرابع :

يتم الوصول إلى هذا الطابق عن طريق الحركة الرأسية ممثلة بالمصاعد الكهربائية أو عن طريق الحركة الأفقية بواسطة الأدرج، وتبلغ المساحة المقترحة لهذا الطابق 330.85 م²، حيث ان ارضية الطابق على منسوب 17.20 متر، و يقبل على الطابق الجو الإداري ، حيث يحتوي على العديد من المكاتب الادارية ومكاتب للسكرتارية ، ويتميز المبنى بوجود تراجعات في جميع الاتجاهات.



صورة (2.9) : مسقط الطابق الرابع

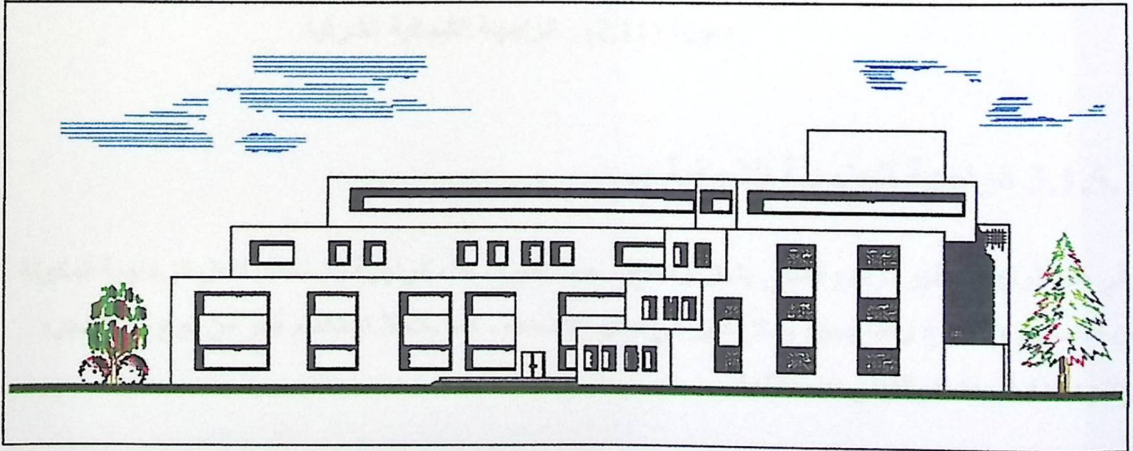
5.2 الواجهات :**1.5.2 المقدمة:**

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

1.5.2 وصف عام للواجهات:**1.1.5.2 الواجهة الجنوبية الغربية (الخلفية) :-**

هذه الواجهة هي الواجهة الخلفية للمبنى وفيها مدخل فرعي للمبنى ، ونرى فيها تعدد أنظمة الفتحات المستخدمة ، هذا بدوره يعكس اختلاف الوظيفة التي تحتويها فراغات المبنى ، وعند النظر إلى الواجهة (الغرب جنوبية) نجد الإبداع المعماري في تنوع الكتل المعمارية ذات المناسيب المتفاوتة ووجود التراجع في الطوابق المختلفة للمبنى ، وتبين الواجهة المدخل الفرعي للمبنى .

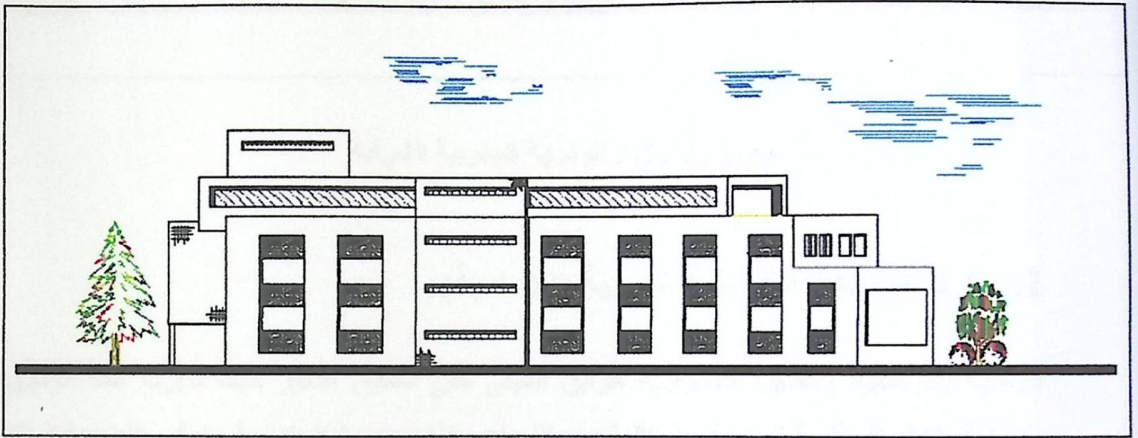
كما نلاحظ استخدام متعدد لمواد البناء مثل : الحجارة والخرسانة و الزجاج ، وذلك لكسر الملل الذي قد يتولد لدى الناظر ، هذا بالإضافة إلى أن استخدام الزجاج أضفى نوع من الحدائثة من جهة ومن جهة أخرى أضفى جانب جمالي ، بالإضافة إلى مساهمته في توفير جزء من الإضاءة الطبيعية وكذلك التهوية .



صورة (2.10) : الواجهة الجنوبية الغربية

2.1.5.2 الواجهة الشمالية الشرقية :-

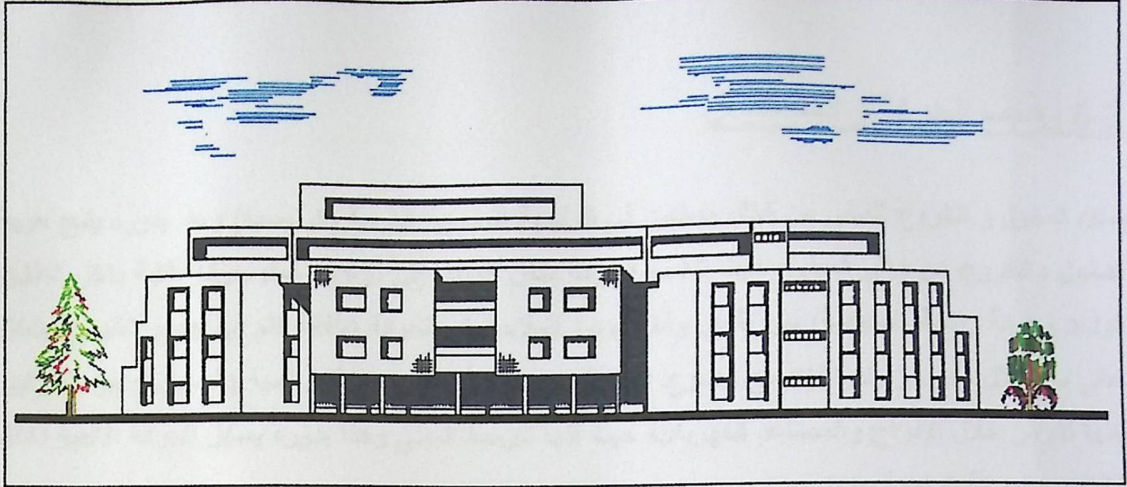
هذه الواجهة مشابهة للواجهة الجنوبية الغربية من حيث نوع الحجر المستخدم. تتكون هذه الواجهة من كتل معمارية متفاوتة المناسيب بسبب وجود التراجع في الطوابق المختلفة للمبنى، مما أضفى عليها جمالاً ملحوظاً، وجعل لها طابعاً مميزاً ولمسة معمارية رائعة، حيث تميزت هذه الواجهة باستخدام الكتل الزجاجية المكونة من الألمنيوم والزجاج وهذا يسهم بشكل كبير في توفير الإضاءة، كما يلاحظ استخدام أكثر من نوع من الحجر، وعدم وجود أي مدخل للمبنى من خلالها



صورة (2.11) : الواجهة الشمالية الشرقية

3.1.5.2 الواجهة الجنوبية الشرقية :-

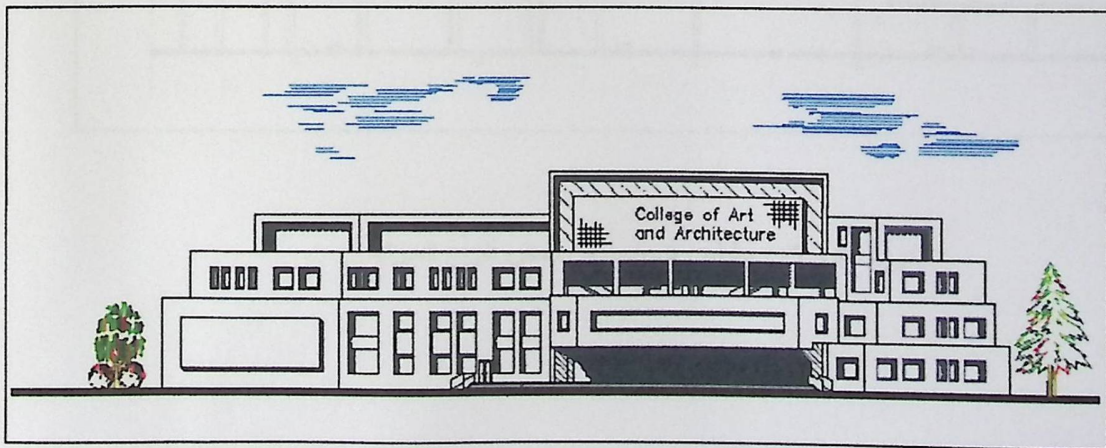
وفي هذه الواجهة يظهر تراجع المبنى بشكل واضح، حيث تميزت هذه الواجهة باستخدام الكتل الزجاجية المكونة من الألمنيوم والزجاج وهذا يسهم بشكل كبير في توفير الإضاءة، كما يلاحظ استخدام أكثر من نوع من الحجر، وعدم وجود أي مدخل للمبنى من خلالها



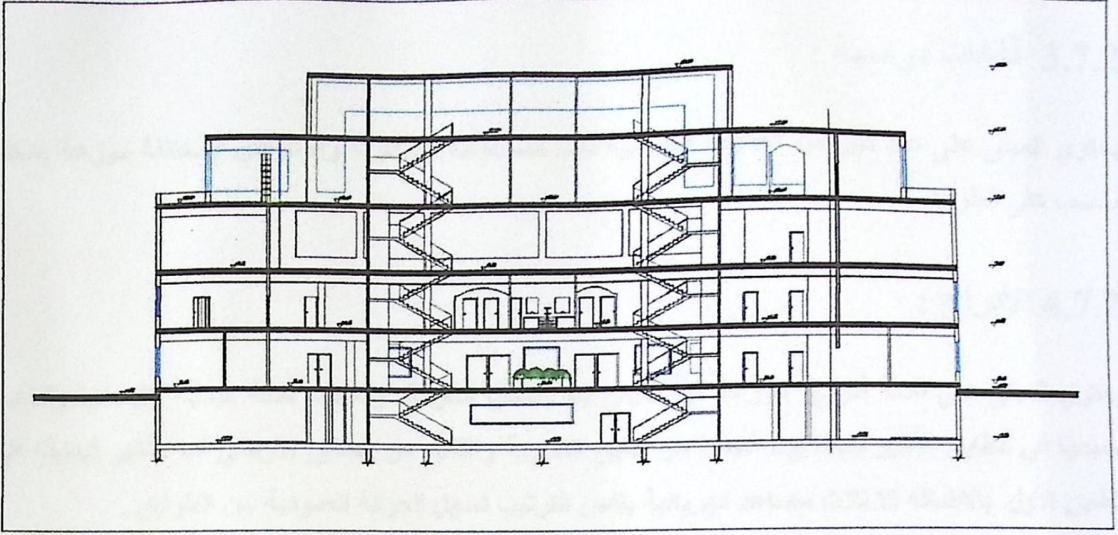
صورة (2.12) : الواجهة الجنوبية الشرقية

4.1.5.2 الواجهة الشمالية الغربية (الأمامية):-

الواجهة (الرئيسية) تظهر استمرارية طوابق المبنى حتى الطابق الأخير حيث تميزت هذه الواجهة باستخدام الكتل الزجاجية المكونة من الألمنيوم والزجاج وهذا يسهم بشكل كبير في توفير الإضاءة كما تم ترتيب الفتحات والشبابيك كما في الواجهات الأخرى، واستخدم هنا أيضا نفس نوع الحجر المستخدم في الواجهات الأخرى، وتبين الواجهة المداخل الرئيسية للمبنى.



صورة (2.13) : الواجهة الشمالية الغربية



صورة (2-15) مقطع B-B يبين بعض أنواع الحركة

7.2 العناصر المعمارية

تعتبر العناصر المعمارية من المقومات الأساسية لأي مشروع حيث يراعى في هذه العناصر توفير الركائز الأساسية لتوفير سبل الراحة النفسية وتوفير مقومات نجاح أي مشروع حيث تعكس هذه العناصر الجمال المعماري والراحة الحركية والوظيفية وربط عناصر المنشأة مع بعضها مما يسهل من عملية الربط الوظيفي بين أجزاء المنشأة

و البناء المقترح لهذا المشروع هو عبارة عن بناية مكونة من ستة طوابق بالإضافة إلى طابق أرضي وتسوية حيث يحتوي هذا المبنى على مكاتب إدارية ومكاتب موظفين وقاعات اجتماعات بالإضافة إلى قاعات دراسية و مختبرات وأدراج وممرات والكثير من العناصر المعمارية التي سيتم تفصيلها في ما يلي:

1. 2.7 مكاتب إدارية :

يحتوي المبنى في الطابقين الثاني والثالث على منطقة إدارية تحوي العديد من المكاتب وقاعات الاجتماعات

2.7.2 مكاتب الموظفين :

يحتوي المبنى على عدد كافي من مكاتب الموظفين موزعه بشكل مناسب على الطوابق .

3.7.2 قاعات دراسية :

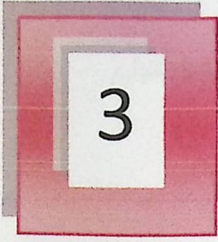
يحتوي المبنى على عدد كبير من القاعات الدراسية ذات المساحات المتفاوتة والأغراض المختلفة موزعة بشكل مناسب على الطوابق .

4.7.2 الأدراج :

يحتوي المبنى على ثلاثة أدراج موزعة في المبنى بما يناسب الحركة وتختلف نقطة البداية لكل منها وتنتهي جميعها في الطابق الأخير حيث يبدأ أحدها من طابق التسوية والثاني من الطابق الأرضي أما الأخير فبدايته في الطابق الأول بالإضافة إلا ثلاث مصاعد كهربائية بنفس الترتيب تسهل الحركة العمودية بين الطوابق .

5.7.2 الممرات :

يتوفر في هذا المبنى الكثير من الممرات المتشابهة في الشكل وطريقة التوزيع ويميز هذه الممرات سهولة الوصول إليها بالإضافة إلى وسعها.



الفصل الثالث

الوصف الإنشائي

-
- ١-٣ مقدمة .
 - ٢-٣ الهدف من التصميم الإنشائي .
 - ٣-٣ مراحل التصميم الإنشائي .
 - ٤-٣ الأحمال .
 - ٥-٣ الاختبارات العملية .
 - ٦-٣ العناصر الإنشائية المكونة للمبنى .
 - ٧-٣ فواصل التمدد .
 - ٨-٣ برامج الحاسوب .

١-٣ مقدمة (Introduction)

إن عملية التصميم الإنشائي لأي منشأ هي عملية متكاملة غير قابلة للتجزئة، فبعد الانتهاء من مرحلة الوصف المعماري للعناصر الموجودة في مشروع الكلية تنتقل إلى مرحلة دراسة العناصر الإنشائية الموجودة في المبنى من أجل تحديد النظام الإنشائي الأمثل بهدف القيام بتصميم العناصر الإنشائية المختلفة.

في هذه الفصل نجري دراسة للعناصر الإنشائية المختلفة من أعمدة وجسور وأساسات وغيرها من العناصر الإنشائية، كما سيتم أيضاً تحديد قيم الأحمال المختلفة على كل عنصر من هذه العناصر ونوع هذه الأحمال من أحمال ميتة أو أحمال حية أو أحمال بينية أخرى بحسب العنصر الإنشائي. كل ذلك وفقاً للمتطلبات والمقاييس والمواصفات القياسية التي سنذكرها لاحقاً.

٢-٣ الهدف من التصميم الإنشائي (The Target of Structural Design)

الهدف السامي من التصميم الإنشائي، هو ولادة منشأ متكامل و مترابط ومتزن من جميع النواحي الهندسية الإنشائية، يعمل كوحدة واحدة في مقاومة الظروف والعوامل التي يتعرض لها، من أحمال حية و ميتة و بينية، و عند تصميم أي عنصر من العناصر الإنشائية، لا بد أن يراعى فيه المعايير التالية :-

- ✓ الأمان (Safety): يتم الوصول إليه من خلال اختيار العنصر الإنشائي المناسب، في المكان المناسب، القادر على مقاومة الأحمال والإجهادات التي يتعرض لها بأمان.
- ✓ التكلفة الاقتصادية (Economical): يتم تحقيقها عن طريق أنواع مواد البناء المستخدمة ومقاطع مناسبة التكلفة وكافية للغرض الذي ستستخدم من أجله، من دون المبالغة فيها.
- ✓ ضمان كفاءة الاستخدام (Serviceability): من حيث تجنب أي هبوط زائد (Deflection) و تجنب التشققات (Cracks) التي تشوه المبنى معمارياً، و تضعفه إنشائياً.
- ✓ الحفاظ على التصميم المعماري للمنشأة.

٣-٣ مراحل التصميم الإنشائي (Stages of structural design)

يمكن تقسيم مراحل التصميم الإنشائي إلى مرحلتين رئيسيتين:

١. المرحلة الأولى

وهي الدراسة الأولية للمشروع من حيث طبيعة المشروع وحجمه، بالإضافة لفهم المشروع من جميع جوانبه المختلفة، وتحديد مواد البناء التي سوف يتم اعتمادها للمشروع، ثم عمل التحاليل الإنشائية الأساسية لهذا النظام، والأبعاد الأولية المتوقعة منه.

٢. المرحلة الثانية

تتمثل في التصميم الإنشائي لكل جزء من أجزاء المنشأ ، بشكل مفصل ودقيق وفقاً للنظام الإنشائي الذي تم اختياره وعمل التفاصيل الإنشائية اللازمة له من حيث رسم المساقط الأفقية والقطاعات الرأسية وتفاصيل تفريد حديد التسليح.

٣-٤ الأحمال (Loads)

لا بد للعناصر الإنشائية التي يتم تصميمها أن تكون قادرة على تحمل الأحمال الواقعة عليها دون حدوث انهيار للمنشأة ومن هذه الأحمال: الأحمال الميتة، الأحمال الحية، والأحمال البيئية. لذا في جانب الحساب الإنشائي، يجب مراعاة الدقة المتناهية في عملية تمثيل الأحمال على العناصر الإنشائية على حسب التصنيف السابق ، فالخرسانة مثلا تمتلك معامل تمدد و انكماش مخالف تماما للحديد الذي يكون فيه ، و لا بد للعناصر الإنشائية التي يتم تصميمها أن تكون قادرة على تحمل الأحمال الواقعة عليها دون حدوث انهيار للمنشأة لهذه الأحمال :

٣-٤-١ الأحمال الميتة (Dead Loads)

هي الأحمال الناتجة عن الوزن الذاتي للعناصر الرئيسية التي يتكون منها المنشأ، بصورة دائمة وثابتة، من حيث المقدار والموقع ، بالإضافة لأجزاء إضافية كالقواطع الداخلية باختلافها وأي أعمال ميكانيكية أو إضافات تنفذ بشكل دائم وثابت في المبنى، ويمكن حسابها من خلال تحديد أبعاد العنصر الإنشائي، وكثافات المواد المكونة له ، والجدول (٣-١) يبين الكثافات النوعية للمواد المستخدمة في المشروع .

الجدول (٣-١) الكثافة النوعية للمواد المستخدمة

الرقم المتسلسل	المادة المستخدمة	الكثافة المستخدمة (KN/m³)
1	البلاط	٢٣
2	المونة	٢٢
3	الخرسانة	٢٥
4	الطوب	٩
5	القضارة	٢٢
٦	الرمل	١٦

٣-٤-٢ الأحمال الحية (Live Loads)

وهي الأحمال التي تتعرض لها الأبنية والإنشاءات بحكم استعمالها المختلفة ، أو استعمال جزء منها ، بما في ذلك الأحمال الموزعة والمركزة، وهي تشمل :

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

الجدول (٢-٣) الأحمال الحية

الحمل الحي (KN/m ²)	طبيعة الاستخدام	الرقم المتسلسل
5.0	مواقف السيارات	1
5.0	المخازن	2
4.0	الأدراج	3
5.0	المطاعم وصالات	4
2.5	المباني السكنية	5
7.5	منصات المسرح	6
2	قاعات المعدات	7
2.5	مكاتب الإستعلام	8
3.0	المختبرات	9
3.0	غرف التدريس	10
3.0	المباني الادارية	11
4.0	المكتبات	12
6.5	غرف تكديس الكتب	13

٣-٤-٣ الأحمال البيئية (Environmental Loads)

وتشمل الأحمال التي تنتج بسبب التغيرات الطبيعية التي تمر على المنشأ كالثلوج والرياح وأحمال الهزات الأرضية، والأحمال الناتجة عن ضغط التربة، وهي تختلف من حيث المقدار والاتجاه ومن منطقة لأخرى، ويمكن اعتبارها جزءاً من الأحمال الحية وهي كما يلي:-

٣-٤-٣-١ أحمال الرياح (Wind Loads)

عبارة عن قوى 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 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 حسب الكود الموحد (97-UBC).

٣-٤-٣-٢ أحمال الثلوج (Snow Loads)

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.

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

أحمال الثلوج (KN /M ²)	علو المنشأ عن سطح البحر H (بالمتر)
0	h < 250
(1000) / h-250	500 > h > 250
(h-400) / 400	1500 > h > 500
(h - 812.5) / 250	2500 > h > 1500

استناداً إلى جدول أحمال الثلوج السابق وبعد تحديد ارتفاع المبنى عن سطح البحر، و الذي يساوي (920م) وتبعاً للبند الثالث تم حساب أحمال الثلوج كالآتي:

$$s_L = \frac{h - 400}{400}$$

$$s_L = \frac{932.6 - 400}{400}$$

$$s_L = 1.33(\text{KN/m}^2)$$

٣-٣-٤-٣ أحمال الزلازل (Earthquakes Loads)

تنتج الزلازل عن اهتزازات أفقية ورأسية، بسبب الحركة النسبية لطبقات الأرض الصخرية، فنتج عنها قوى قص تؤثر على المنشأ، ويجب أن تؤخذ هذه الأحمال بعين الاعتبار عند التصميم وذلك لضمان مقاومة المبنى للزلازل في حال حدثت وبالتالي التقليل من الأضرار المحتملة نتيجة حدوث الزلازل.

وسيتم مقاومتها في هذا المشروع عن طريق جدران القص الموزعة في المبنى بناءً على الحسابات الإنشائية لها. الذي ستستخدم من أجله ، لتجنب الآثار الناتجة عن الزلازل مثل :

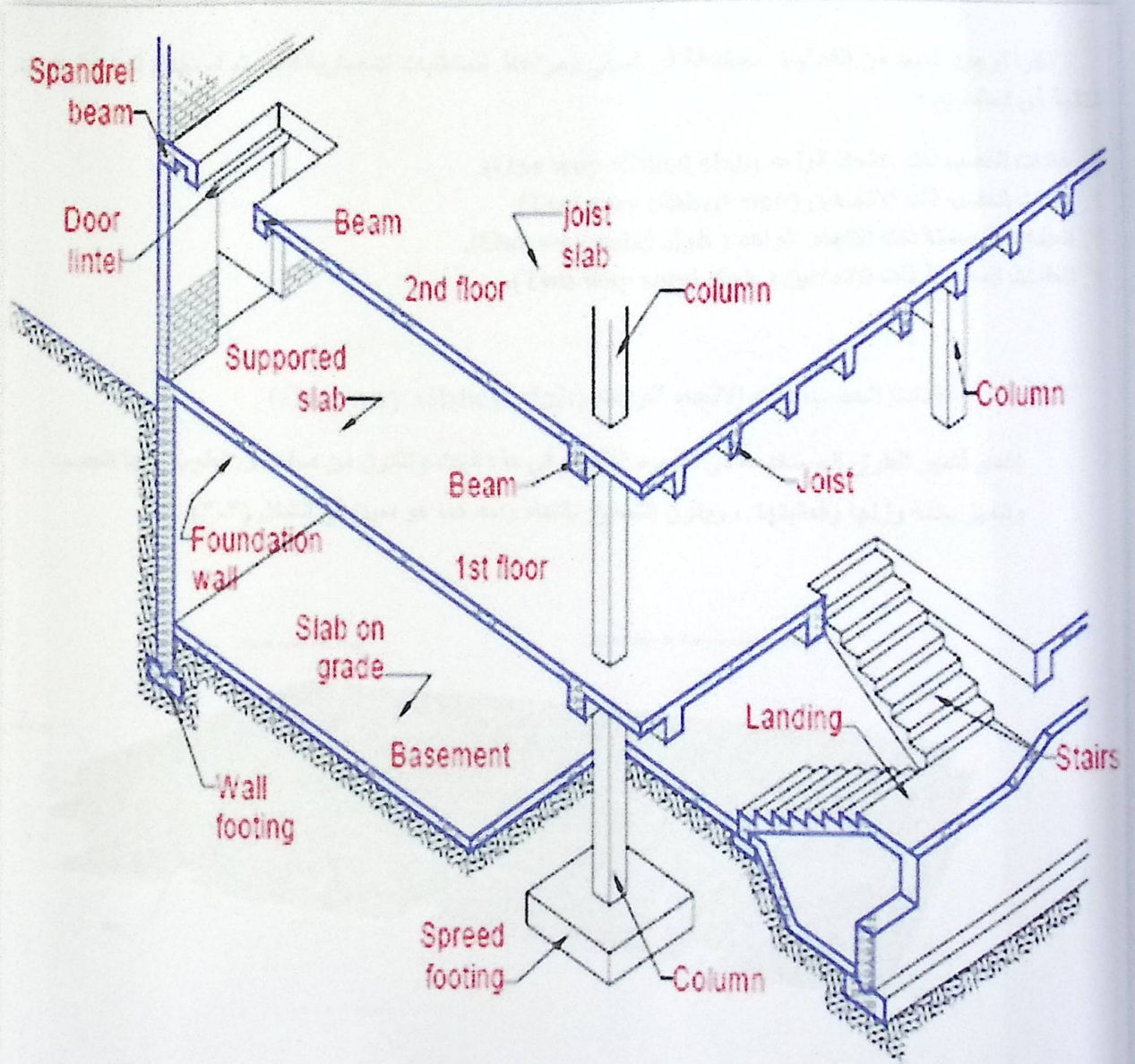
- حدود صلاحية المبنى للتشغيل (Serviceability) من حيث تجنب أي هبوط زائد (Deflection) و تجنب التشققات (Cracks) التي تؤثر سلباً على المنظر المعماري المطلوب.
- الشكل و النواحي الجمالية للمنشأ.

٥-٣ الاختبارات العملية (Practical Tests)

يسبق الدراسة الإنشائية لأي مبنى ، عمل الدراسات الجيوتقنية للموقع، ويعنى بها جميع الأعمال التي لها علاقة باستكشاف الموقع ودراسة التربة والصخور والمياه الجوفية ، وتحليل المعطومات وترجمتها للتنبؤ بطريقة تصرف التربة (Bearing Capacity) عند البناء عليها، وأكثر ما يهتم به المهندس الإنشائي هو الحصول على قوة تحمل التربة اللازمة لتصميم أساسات المبنى. وفي مشروعنا تم فحص قوة تحمل التربة ووجد أنها تساوي ٤٠٠ كيلو نيوتن لكل متر مربع.

٦-٣ العناصر الإنشائية المكونة للمبنى

تتكون المباني عادة من مجموعة عناصر إنشائية تتقاطع مع بعضها لتقاوم الأحمال الواقعة على البناء، وتشمل: العقود، والجسور، والأعمدة، وجدران القوس، والأدراج، والأساسات. و يحتوي المشروع العناصر التالية :



الشكل (١-٣): العناصر الإنشائية المكونة للمبنى

١-٦-٣ العتدات (Slabs)

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.

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

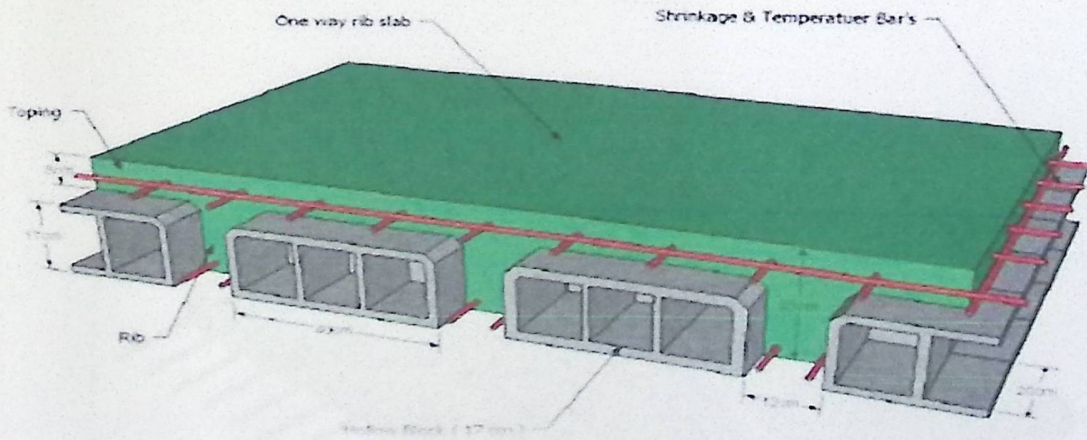
١. العتدات المصمتة Solid Slabs .
٢. العتدات المفرغة Ribbed Slabs .

نظراً لوجود العديد من الفعاليات المختلفة في المبنى ومراعاة للمتطلبات المعمارية فإنه يتم استخدام أنواع العتدات التالية في المشاريع :

١. عتدات العصب ذات الاتجاه الواحد (One way ribbed slab).
٢. عتدات العصب ذات الاتجاهين (Two way ribbed slab)
٣. العتدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد (One way solid slab).
٤. العتدات المصمتة ذات الاتجاهين (Two way solid slab).

١-١-٦-٣ عتدات العصب ذات الاتجاه الواحد (One way ribbed slab)

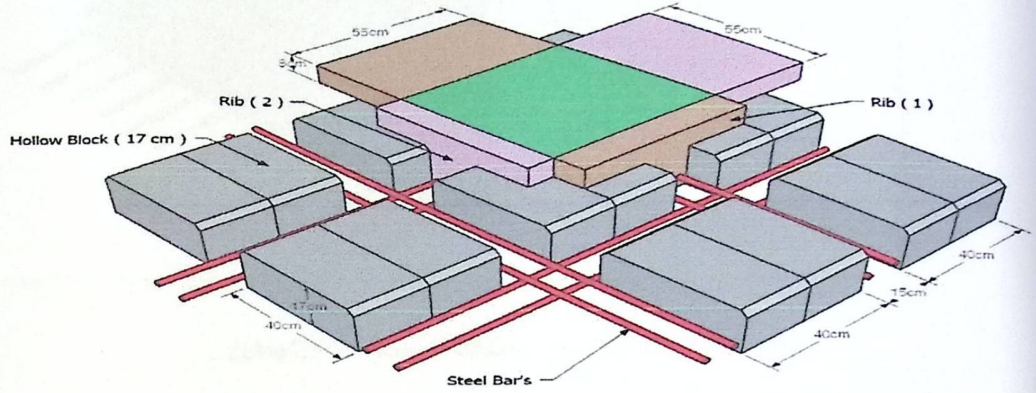
إحدى أشهر الطرق المستخدمة في تصميم العتدات في هذه البلاد وتتكون من صف من الطوب يليها العصب وتتميز بخفة وزنها وفعاليتها ، ويكون التسليح باتجاه واحد كما هو مبين في الشكل (٣-٣)



الشكل- (٣-٢) عتدات العصب ذات الاتجاه الواحد.

٢-١-٦-٣ عقدات العصب ذات الاتجاهين (Two way ribbed slabs)

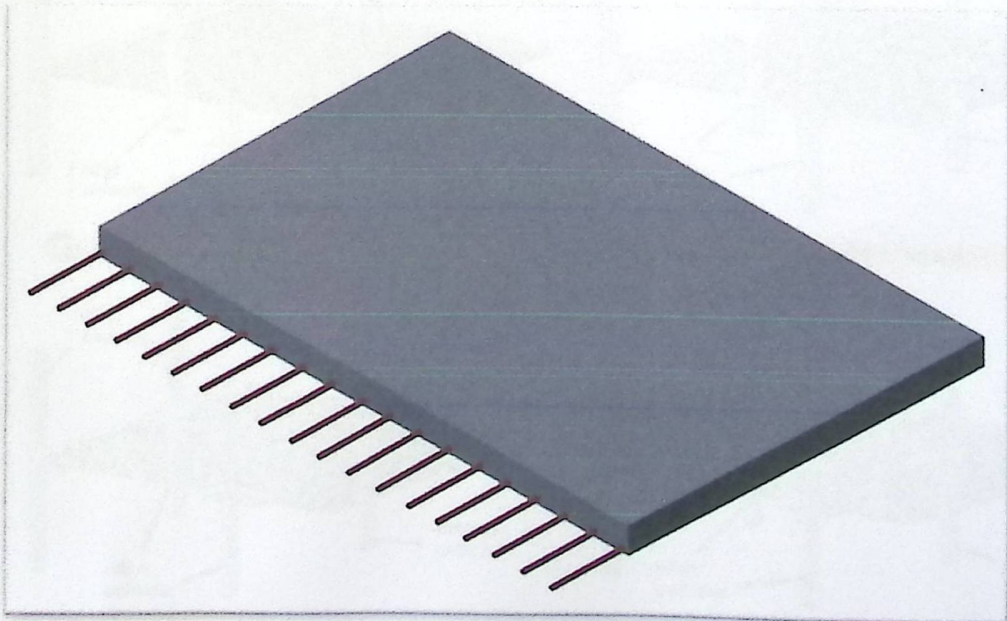
تشبه السابقة من حيث المكونات ولكنها تختلف من حيث كون التسليح باتجاهين ويتم توزيع الحمل في جميع الاتجاهات، ويراعى عند حساب وزنها طوبتين وعصب في الاتجاهين، كما يظهر في الشكل (٣-٤):



الشكل (٣-٣) عقدات العصب ذات الاتجاهين.

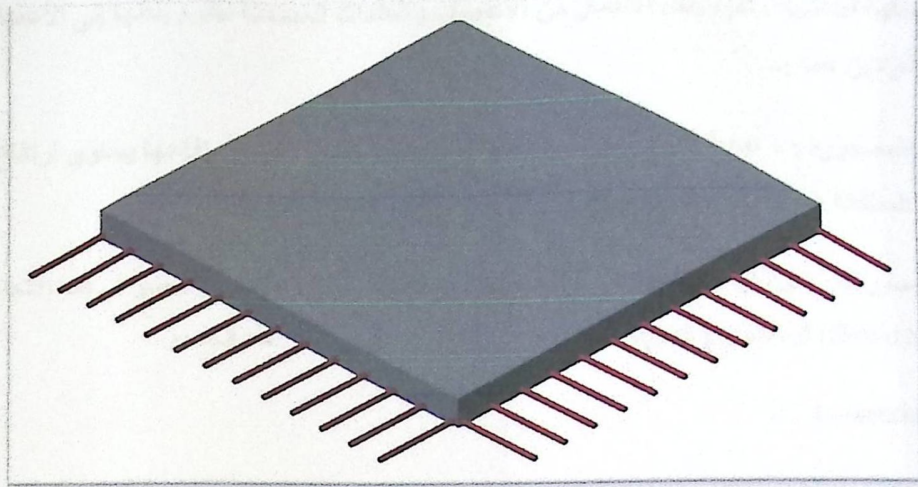
٣-١-٦-٣ العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد (One way solid slab)

تستخدم في المناطق التي تتعرض كثيرا للأحمال الحية. كما في الشكل (٣-٥)



الشكل (٣-٤): العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد.

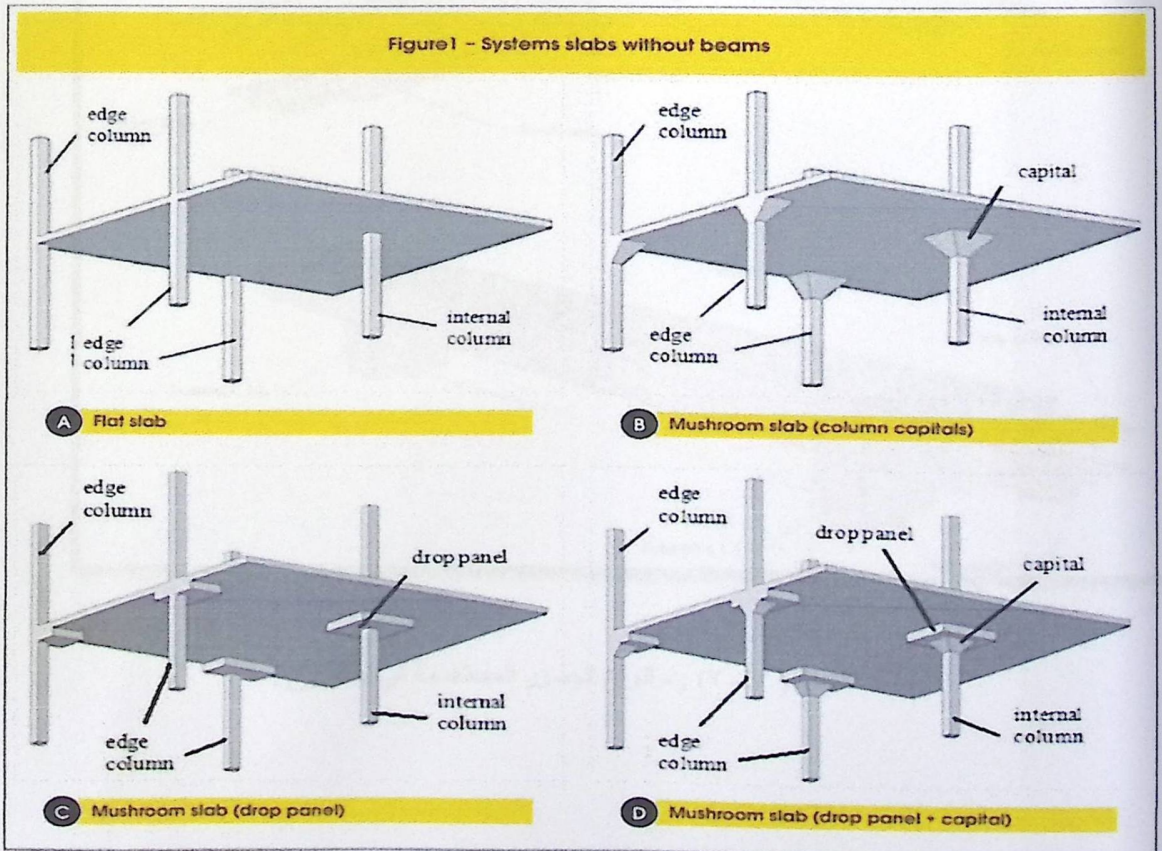
٤-١-٦-٣ العتدات المصمتة ذات الاتجاهين (Two way solid slab)



الشكل (٥-٣): العتدات المصمتة ذات الاتجاهين .

٥-١-٦-٣ العتدات المسطحة Flat plate

يقصد عموما بالبلاطات المسطحة البلاطات الصماء من الخرسانة اما بسقوط أو بدون والتي ترتكز مباشرة على أعمدة أما بروس أو بدونها حيث تعطي شكلا معماريا جميلا لاستواء سطحها وكذلك تعطي توزيع افضل للضوء.



الشكل (٦-٣) Flat Plate :-

٢-٦-٣ الجسور (Beams)

وهي عناصر إنشائية أساسية ، تقوم بنقل الأحمال من الأعصاب والعقدات المصمتة لتقوم بنقلها إلى الأعمدة، و الجسور الخرسانية على نوعين هما :-

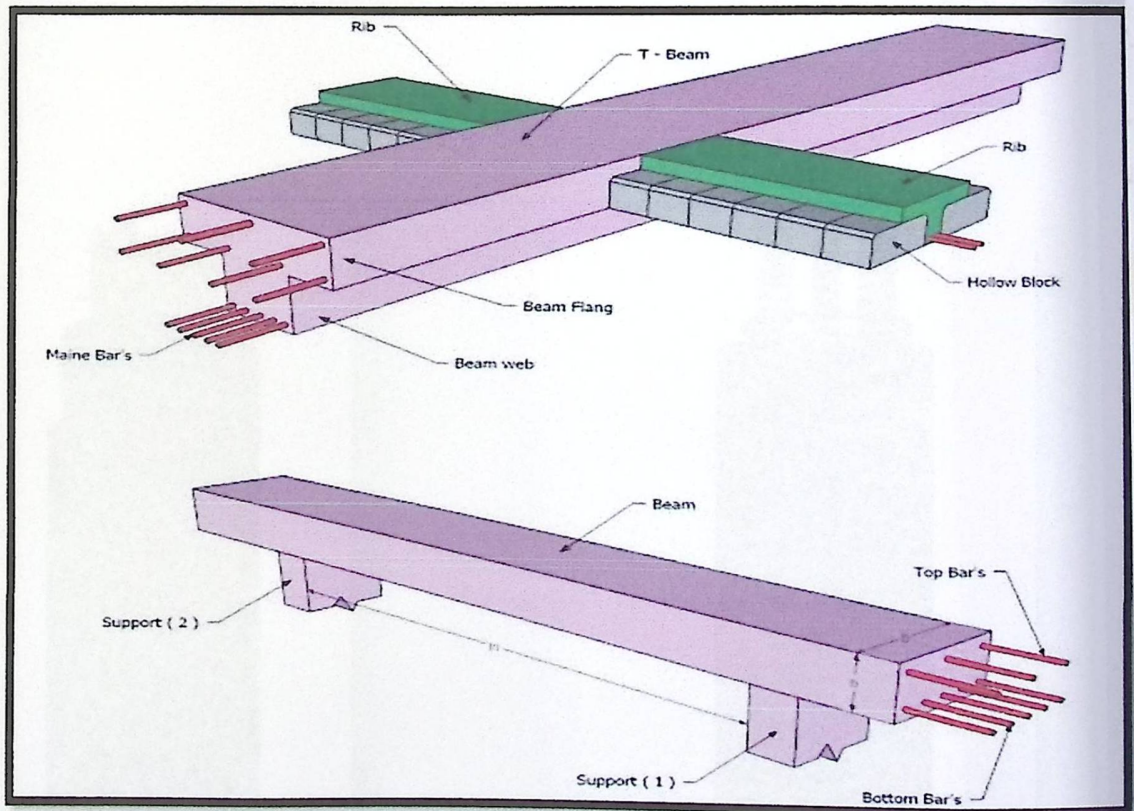
✓ الجسور المسحورة :- عبارة عن الجسور المخفية داخل العقدة بحيث يكون ارتفاعها يساوي ارتفاع العقدة .

✓ الجسور الساقطة (Dropped Beam) :-

عبارة عن تلك الجسور التي يكون ارتفاعها أكبر من ارتفاع العقدة ويتم إبراز الجزء الزائد من الجسر في احد الاتجاهين السفلي (Down Stand Beam) او العلوي (Up stand Beam) بحيث تسمى هذه الجسور

L-section , T-section

ويكون التسليح بقضبان الحديد الأفقية لمقاومة العزم الواقع على الجسر، وبالكانات لمقاومة قوى القص والشكل (٦-٣) يبين أنواع الجسور التي استخدمت في المشروع



الشكل (٣ - ٧) :- أنواع الجسور المستخدمة في المشروع .

٣-٦-٣ الأعمدة (Columns)

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

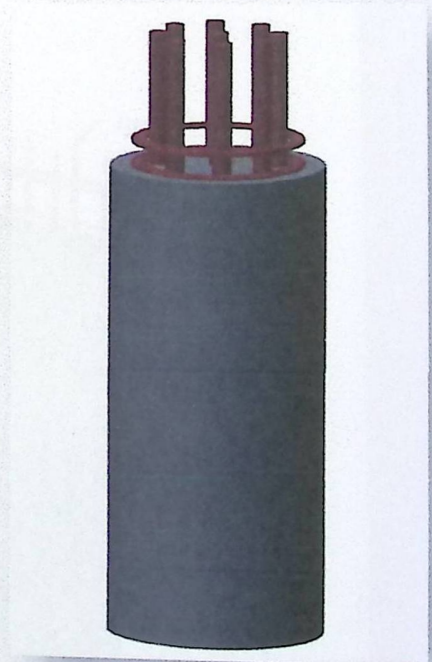
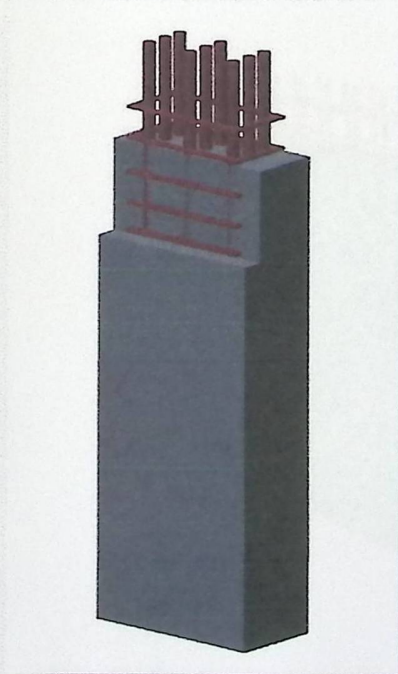
وتصنف الأعمدة من حيث النوع الى :

١- الأعمدة القصيرة (short column).

٢- الأعمدة الطويلة (long column).

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

وتم في المشروع استخدام ثلاثة أشكال للأعمدة : الدائري والمستطيل والمربع ؟



الشكل (٣ - ٨) : - أشكال الأعمدة .

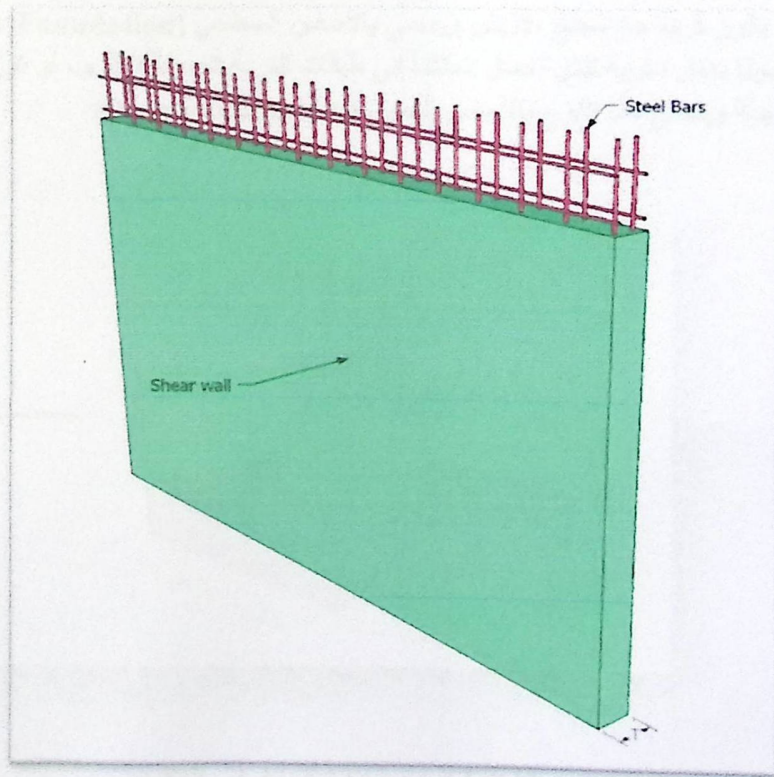
٦-٣ - جدران القص (Shear Walls)

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 تسليح بطبقتين من الحديد حتى تزيد من كفاءتها على مقاومة القوى الأفقية .

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

ويجب ان تكون هذه الجدران كافية لمنع أو تقليل تولد العزوم وآثارها على جدران المبنى المقاومة للقوى الأفقية .

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



الشكل (٦-٣) :- جدار قص .

٣-٦-٥ الأساسات (Foundations)

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

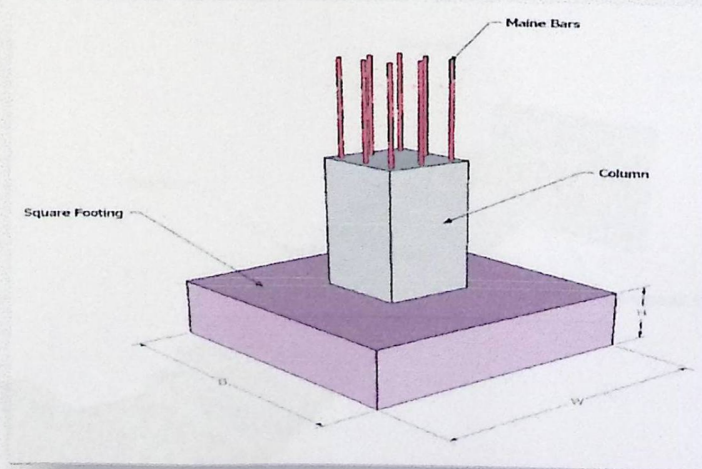
وتعتبر الأساسات حلقة الوصل بين العناصر الإنشائية في المبنى والأرض ، ولمعرفة الأوزان والأحمال الواقعة عليها ، فإن الأحمال الواقعة على العقدة تنتقل إلى الجسور ثم إلى الأعمدة وأخيرا إلى الأساسات إلى التربة ويكون الأساس مسؤول عن تحمل الأحمال الميتة للمبنى وأيضا الأحمال الديناميكية الناتجة عن الرياح والثلوج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

وتكون هذه الأحمال هي الأحمال التصميمية للأساسات ، وبناءا على الأحمال الواقعة عليها وطبيعة الموقع يتم تحديد نوع الأساسات المستخدمة ، ومن المتوقع استخدام أساسات من أنواع مختلفة وذلك تبعا لقوة تحمل التربة والأحمال الواقعة على كل أساس .

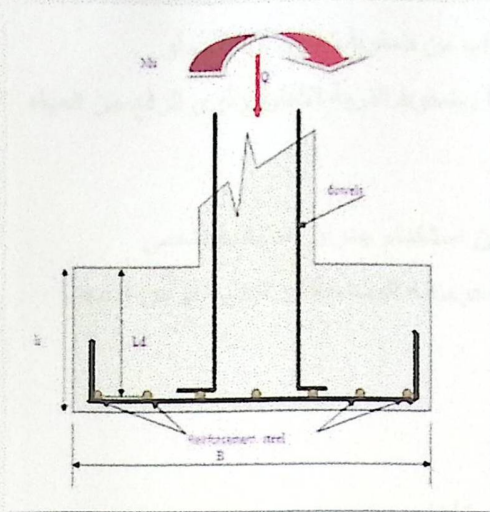
وتكون الأساسات على عدة أنواع كما يلي:-

- ١- أساسات منفصلة (Isolated footing)
- ٢- أساسات مزدوجة (Compound footing)
- ٣- أساسات مستمرة (Continues footing)
- ٤- أساسات البلاطة (Mat foundation)

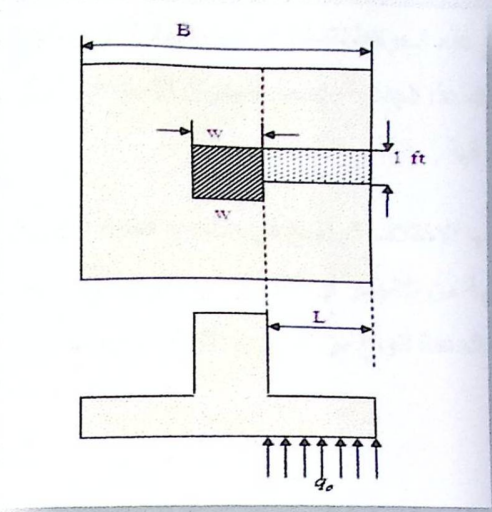
والأساس قد يكون قريبا من سطح الأرض ويسمى بالأساس السطحي (Shallow Foundation) وقد يكون عميقا داخل التربة لنقل أحمال المنشأ إلى طبقات التربة العميقة الأقوى ، أو توزيعها على الطبقات بطريقة تدريجية ويسمى هذا النوع بالأساس العميق (Deep Foundation)



الشكل (٣-١٠-١) : شكل الأساس المنفرد



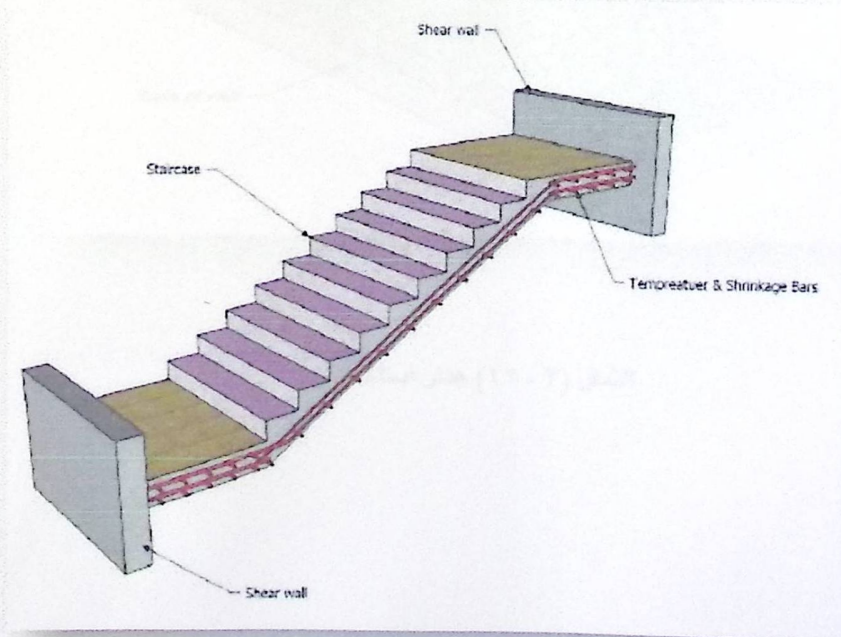
الشكل رقم (٣-١٠ ج) مقطع طولى في الأساس



الشكل رقم (٣-١٠ ب) مسقط أفقي للأساسات

٦-٦-٣ الأدرج (Stairs)

الأدرج 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 .



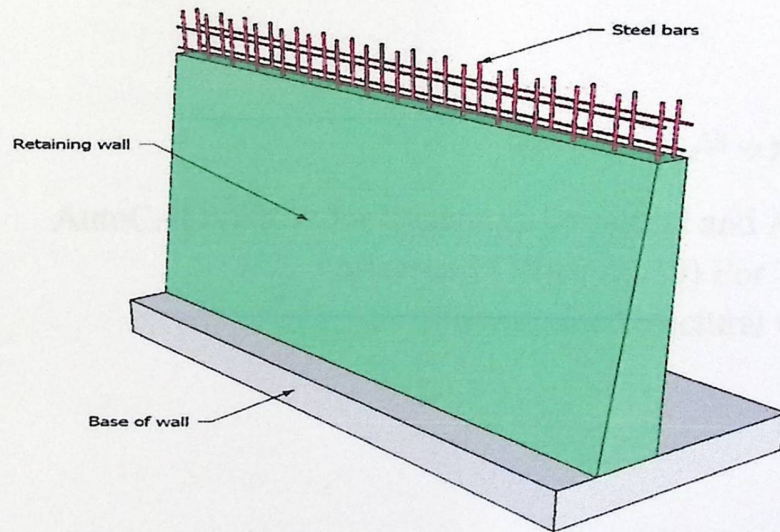
الشكل (٣ - ١١) مقطع توضيحي في الدرج .

٧-٦-٣ الجدران الإستنادية (Retaining Walls)

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).



الشكل (٣ - ١٢) جدار استنادي

٧-٣ فواصل التمدد (Expansion Joints)

تتخذ في كتل المباني ذات الأبعاد الأفقية الكبيرة أو ذات الأشكال والأوضاع الخاصة فواصل تمدد حراري أو فواصل هبوط، وقد تكون الفواصل للغرضين معاً، ويتم وضع الفاصل إذا كان عرض المبنى من (٣٥-٤٠) متر، ولذا للسماح للمبنى بالتمدد دون أن يؤدي ذلك إلى حدوث تشققات. وعند تحليل المنشآت لدراستها كمقاوم لأفعال الزلازل تدعى هذه الفواصل بالفواصل الزلزالية، ولهذه الفواصل بعض الاشتراطات والتوصيات الخاصة بها وفقاً لما يلي:

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

- ❖ (40m) في المناطق ذات الرطوبة العالية.
- ❖ (36m) في المناطق ذات الرطوبة العادية.
- ❖ (32m) في المناطق ذات الرطوبة المتوسطة.
- ❖ (28m) في المناطق الجافة.

٢. يجب أن لا يقل عرض الفاصل عن (3cm).

٨-٣ برامج الحاسوب التي تم استخدامها

١. AutoCAD (2007) for Drawings Structural and Architectural.
٢. Microsoft Office (2010) For Text Edition.
٣. Atir Software for Structural Calculations.
٤. SAFE 2014.
٥. ETABS 2013.

4

Structural Analysis And Design

4.1 Introduction.

4.2 Design method and requirements.

4.3 Determination of Slab Thickness.

4.3.1 Compare Between a Thickness of one way and Two Rib slab

4.4 Design of topping.

4.5 Load calculations for one way Rib slab.

4.6 Design of one way Ribbed slab.

4.7 Design of two way Ribbed slab.

4.8 Design of one way Solid slab..

4.9 Design of Beam.

4.10 Design of Short Column.

4.11 Design of Shear Wall.

4.12 Design of Stairs.

4.13 Design of Basement Wall.

4.14 Design of Isolated Footing.

4.15 Design of Composite Beams.

Chapter 4 Structural Analysis And Design

4.1 Introduction:

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

-Concrete is a construction material composed of cement (commonly Portland cement) as well as other cementations materials such as fly ash and slag cement, aggregate (generally a coarse aggregate such as gravel, limestone, or granite, plus a fine aggregate such as sand), water, and chemical admixtures.

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

-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.

In This Project, there are three types of slabs: **solid slabs**, **one-way** and **two-way ribbed slabs**. They would be analyzed and designed by using programs such as Beam D, Safe, Staad pro.to find the internal forces, deflections , and then hand calculation would be made to find the required steel for some members.

In this Chapter, we will show the procedure for designing the several structural members of our project, so we will discuss the steps that we followed to design the Ribs, beams, slabs.

So, this chapter will contain a sample calculation related to one of the preceding members contained in this project.All of these members will be designed according to (ACI -318-code).

Chapter 4 Structural Analysis And Design

4.2 Design method and requirements:-

The design strength provided by a member is calculated in accordance with the requirements and assumptions of ACI_code (318_11).

4.2.1 Strength design method:

-In Strength design method which formally called 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 \geq strength required to carry factored loads.

NOTE:

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

➤ Code UBC: ACI 2008.

➤ Material:-

Concrete: B300 $f_c' = 300 * 0.8 = 24 N / mm^2 (MPa)$ For rectangular section.

➤ Reinforcement steel :-

The specified yield strength of the reinforcement $\{f_y = 400 N/mm^2 (MPa)$

➤ Mild steel : A-36.

➤ Connection Type : Weld , Bolts.

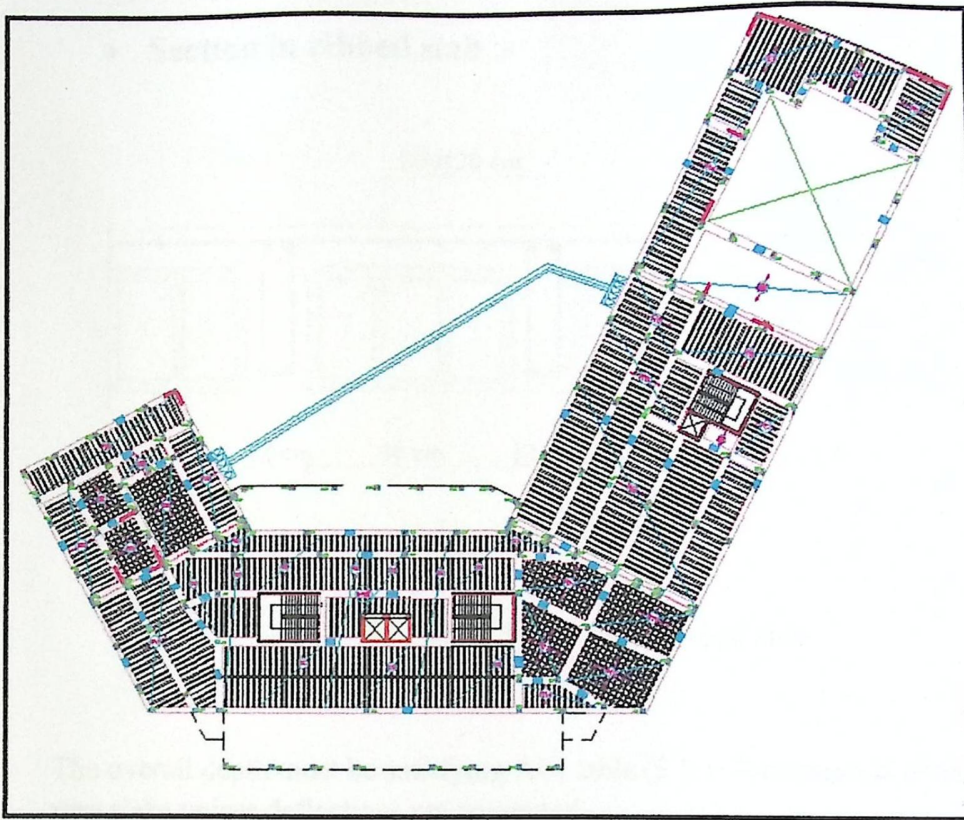
4.2.2 Factored loads:

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

$$W_u = 1.2 DL + 1.6 LL \quad \text{ACI - code - 318 - 08(9.2.1).}$$

Chapter 4 Structural Analysis And Design

4.3 Determination of Slab Thickness:-



4.3.1 Determination of The thickness of one way and two way ribbed slab:-

- One Way Ribbed Slab :R20.
- Two Way Ribbed Slab :R 31

• Statically system for (R20) :-

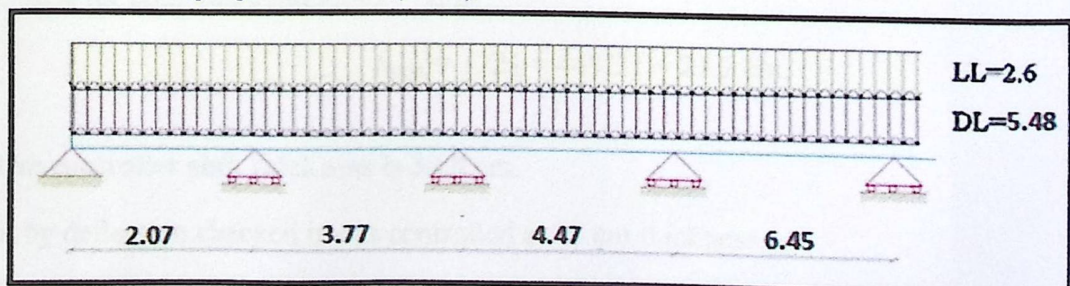


Fig 4.2: Statically system for (R 20)

Chapter 4 Structural Analysis And Design

- Section in ribbed slab :-

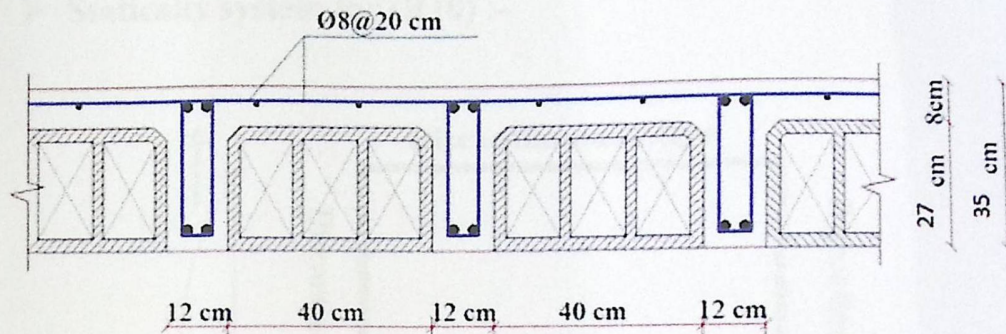


Fig 4.3: Section in ribbed slab

The overall depth must be satisfying ACI table (9.5.a) for nonprestressed beams or one way slabs unless deflections are computed.

The minimum required thickness is:-

-Maximum span length for one-end continuous : $L=6.45 \text{ m} = 596 \text{ cm}$.

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

$$h_{\min} = L/18.5 = 645/18.5 = 34.8 \text{ cm.(control)}$$

-Maximum span length for both –end continuous : $L=4.47 \text{ m} = 440 \text{ cm}$.

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

$$h_{\min} = L/21 = 447/21 = 21.2 \text{ cm.}$$

- The controller slab thickness is 34.8 cm.

But by deflection checked it was controlled at 35 cm thickness.

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

Chapter 4 Structural Analysis And Design

❖ Check Thickness of two way ribbed slab:

➤ Two way ribbed slab(R10):-

➤ Statically system for (R10) :-

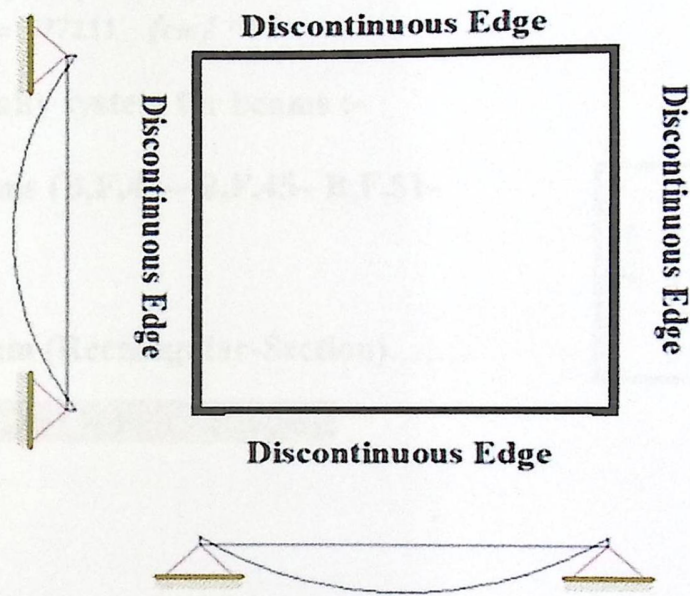


Fig 4.4:Statically system for(S16)

➤ Thickness of slab :-

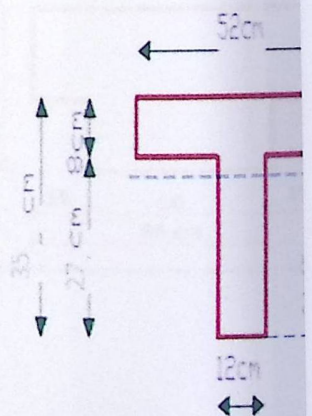
$$h_{min} = \frac{\text{Clear perimeter}}{180} = \frac{3.45+4.7+3.7+4.8}{180} = 92.5\text{mm}$$

➤ Limitation of deflection according to ACI:-

Ribbed slab section :-

$$bf = be = 520\text{mm.}$$

$$Y_c = \frac{\sum A * Y}{\sum A}$$



Chapter 4 Structural Analysis And Design

$$Y_c = \frac{\left\{ \left(12 * 27 * \frac{27}{2} \right) \right\} + (8 * 52 * 31)}{(12 * 27) + (8 * 52)} = 23.33 \text{ cm}$$

$$I_{rib} = \sum(b * h^3)/3$$

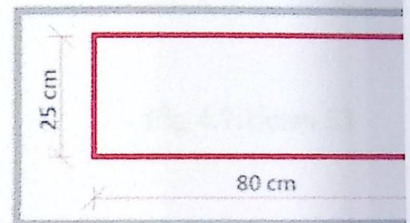
$$I_{rib} = \left(52 * \frac{8^3}{12} \right) + \left(12 * \frac{27^3}{12} \right) + (8 * 52 * 7.67^2) + (12 * 27 * 9.74^2) \\ = 77111 \text{ [cm]}^4$$

➤ **Statically system for beams :-**

Interior Beams (B,F,47-- B,F,45- B,F,51- B,F,53):

-Interior Beam (Rectangular-Section).....

(B,F,47 - B,F,45 - B,F,51 - B,F,53):



➤ **For Interior Beam (B,F,45-B,F,51) :-**

$$I_b = \frac{\sum b * h^3}{12}$$

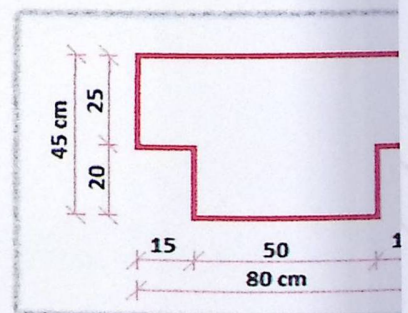
$$I_b = (80 * [25]^3 / 12) = 104167 \text{ cm}^4$$

➤ **For Interior Beam (B,F,47) :-**

$$Y_c = \frac{(50 * 20 * 10) + (25 * 80 * 32.5)}{(50 * 20) + (25 * 80)} = 25 \text{ CM}$$

$$I_b = (80 * (25^3 / 12)) + (50 * (20^3 / 12)) + (80 * 25 * 7.5 * 7.5) + (20 * 50 * 15 * 15) = 475000 \text{ cm}^4$$

➤ **Fig 4.5 :Beam 45,51**



Chapter 4 Structural Analysis And Design

➤ For Interior Beam (B,F,53) :-
Fig 4.6:Beam47

$$Y_c = \frac{(50 \cdot 15 \cdot 7.5) + (25 \cdot 80 \cdot 22.5)}{(50 \cdot 15) + (25 \cdot 80)} = 18.4 \text{ cm}$$

$$I_b = (80 \cdot (25^3 / 12)) + (50 \cdot (15^3 / 12)) + (80 \cdot 25 \cdot 4.1 \cdot 4.1) + (15 \cdot 50 \cdot 10.9 \cdot 10.9) = 240956.67 \text{ cm}^4$$

-For Interior Beam

-In Long direction (B,G,45) L = 436 cm.

$$I_s = \frac{77111 \left(\frac{436}{2} + 80 \right)}{52} = 441.90 \cdot 10^3 \text{ cm}^4$$

-In Long direction ((B,G,51) L_{right} = 489 cm, L_{left} = 436 cm.

$$I_s = \frac{77111 \left(\frac{436}{2} + \frac{489}{2} + 80 \right)}{52} = 804.47 \cdot 10^3 \text{ cm}^4$$

-In Short direction (B,G,47) L_{left} = 513 cm

$$I_s = \frac{77111 \left(\frac{513}{2} \right)}{52} = 380.36 \cdot 10^3 \text{ cm}^4$$

-In Short direction (B,F,53) L_{right} = 411 cm .

$$I_s = \frac{77111 \left(\frac{411}{2} \right)}{52} = 304.73 \cdot 10^3 \text{ cm}^4$$

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

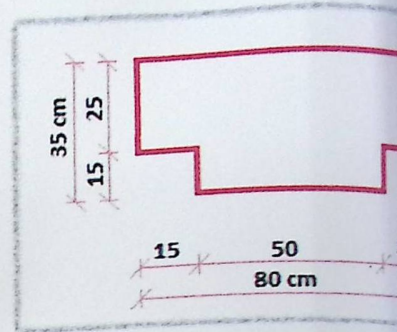
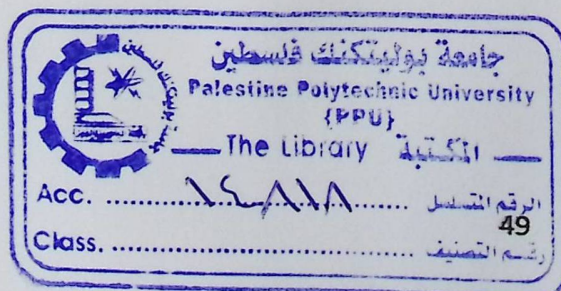


Fig 4.7:Beam 53



Chapter 4 Structural Analysis And Design

$$\alpha_1 = \frac{104167}{441.90 \times 10^5} = 0.23$$

$$\alpha_2 = \frac{104167}{804.47 \times 10^5} = 0.129$$

$$\alpha_3 = \frac{475000}{380.36 \times 10^5} = 1.24$$

$$\alpha_4 = \frac{240956.67}{304.73 \times 10^5} = 0.79$$

$$\alpha_{fm} = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{4} = 0.59$$

$$0.2 < \alpha_{fm} = 0.59 < 2$$

where $\alpha_{fm} < 2$

$$h_{min} = \frac{4.45 \left(0.8 + \frac{420}{1400} \right)}{36 + 5 * \frac{4.45}{3.31} [0.59 - 0.2]} = 12.67 \text{ cm}$$

$$h_{assumed} = 25 \text{ cm} > h_{min} = 12.67 \text{ cm} \dots \text{ok}$$

The thickness in one way rib slab is larger than in two way rib slab SO,

Take the slab thickness = 25 cm, 17 cm for concrete block, 8 cm, for topping.

4.4 Design of topping:

Topping in One way ribbed slab can be considered as a strip of -1 meter width and a span of hollow block length (b=40 cm) with both end fixed in the ribs.

Chapter 4 Structural Analysis And Design

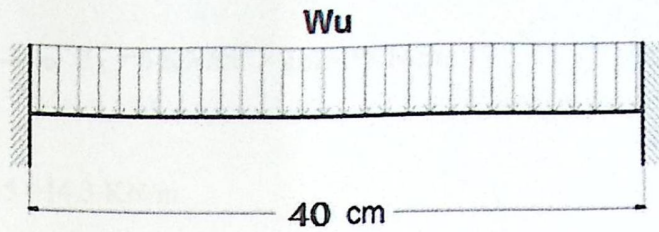
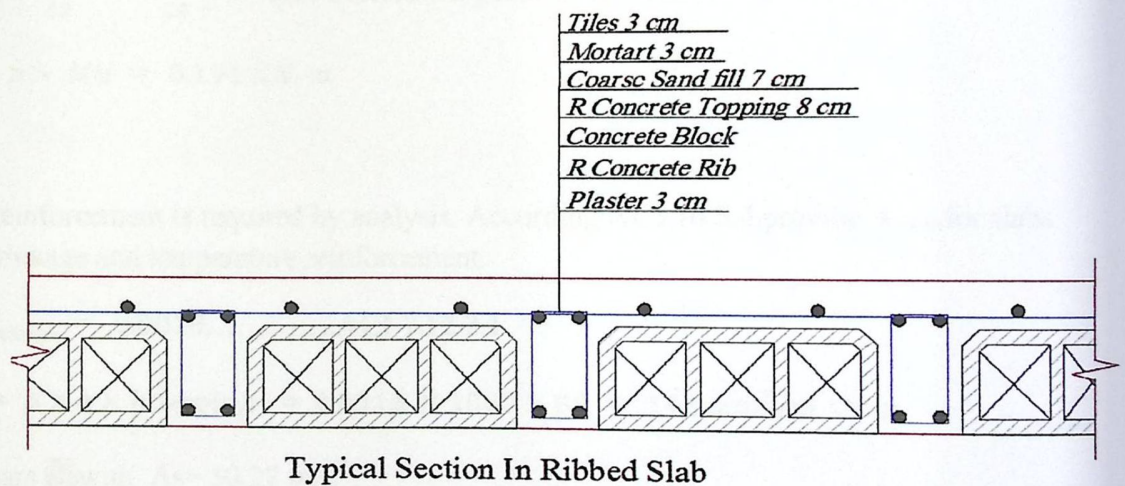


Fig 4.8: topping load.

4.4.1 Determination of dead load:-



Typical Section In Ribbed Slab

Fig 4.9: Typical Section In Ribbed Slab

Dead load calculations:

Dead load from:	$\delta \times \gamma \times l$	KN/m
Tiles	0.03×23	0.69
Mortar	0.02×22	0.44
Sand	0.07×16	1.12
Topping	0.08×25	2
Interior partitions	1	1
	Σ	5.25

Table (4.1) Calculation of one way dead load

Chapter 4 Structural Analysis And Design

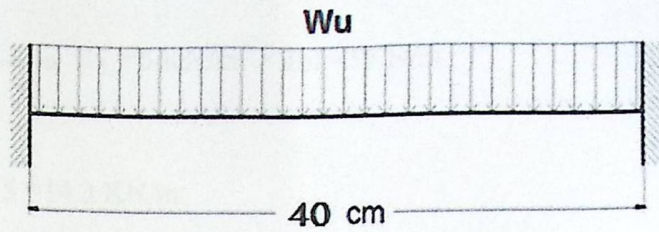
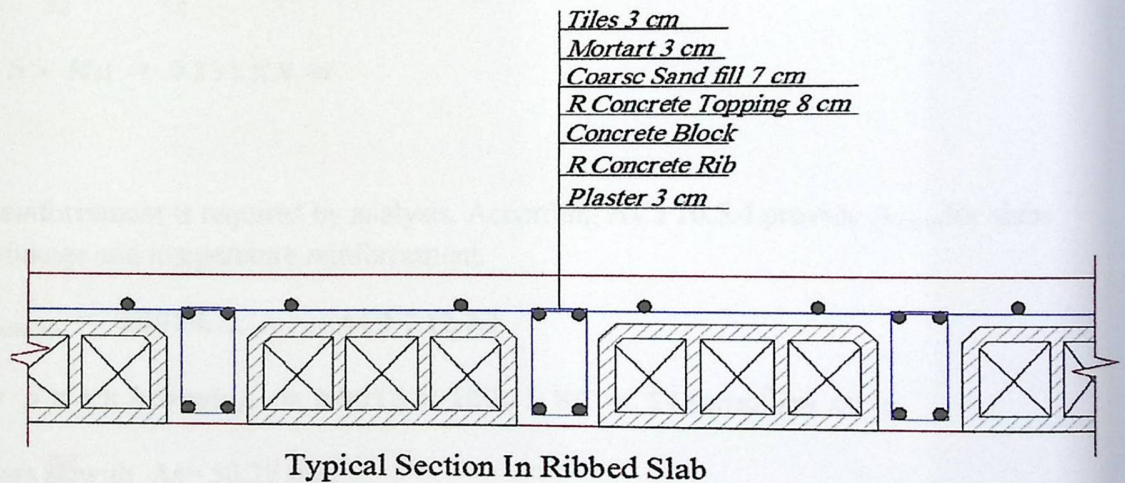


Fig 4.8: topping load.

4.4.1 Determination of dead load:-



Typical Section In Ribbed Slab

Fig 4.9: Typical Section In Ribbed Slab

Dead load calculations:

Dead load from:	$\delta \times \gamma \times l$	KN/m
Tiles	0.03×23	0.69
Mortar	0.02×22	0.44
Sand	0.07×16	1.12
Topping	0.08×25	2
Interior partitions	1	1
	Σ	5.25

Table (4.1) Calculation of one way dead load

Chapter 4 Structural Analysis And Design

Live load :

$$L_L = 5 \text{ KN/m}^2 \longrightarrow L_L = 5 \text{ KN/m}^2 \times 1\text{m} = 5 \text{ KN/m}$$

Factored load :

$$W_U = 1.2 \times 5.25 + 1.6 \times 5 = 14.3 \text{ KN/m.}$$

➤ Check the strength condition for plain concrete, $\phi M_n \geq M_u$,

where $\phi = 0.55$.

$$M_n = 0.42 k \sqrt{f'_c} S_m \dots \dots \dots \text{(ACI 22.5.1, equation 22-2).}$$

$$S_m \text{ (modulus of cross section of slab)} = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{1000 \times 80^2}{6} = 1066666.667 \text{ mm}^3.$$

$$\phi M_n = 0.55 \times 1 \times 0.42 \times \sqrt{24} \times 1066666.67 \times 10^{-6} = 1.247 \text{ KN.m}$$

$$-M_u = \frac{w_u L^2}{12} = \frac{14.3 \times 0.4^2}{12} = 0.191 \text{ KN.m (negative moment).}$$

$$\phi M_n \gg M_u = 0.191 \text{ KN.m}$$

-No reinforcement is required by analysis. According ACI 10.5.4, provide $A_{s,\min}$ for slabs as shrinkage and temperature reinforcement.

$$\rho_{\text{shrinkage}} = 0.0018 \dots \dots \dots \text{ACI 7.12.2.1}$$

$$A_s = \rho \times b \times h_{\text{topping}} = 0.0018 \times 1000 \times 80 = 144 \text{ mm}^2 / \text{m strip.}$$

Try bars $\phi 8$ with $A_s = 50.27 \text{ mm}^2$.

$$\text{Bar numbers } n = \frac{A_s}{A_{s(\phi 8)}} = \frac{144}{50.27} = 2.87 \dots \dots \dots \text{take 3 bars.}$$

Step (s) is the smallest of:

$$1. 3h = 3 \times 80 = 240 \text{ mm. control } \dots \dots \dots \text{ACI 10.5.4}$$

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

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

but.....

Chapter 4 Structural Analysis And Design

$$S \leq 300 \left(\frac{280}{f_s} \right) = 300 \left(\frac{280}{\frac{280}{s} + 400} \right) = 315 \text{ mm} \dots \dots \dots \text{ACI 10.6.4}$$

Use $\phi 8 @ 200 \text{ mm}$ in both direction, $A_s \text{ provided} = 250 \text{ mm}^2/\text{m}$, $S = 200 \text{ mm} < S_{\text{max}} = 240 \text{ mm}$.

4.5 Load calculations for one way Rib slab

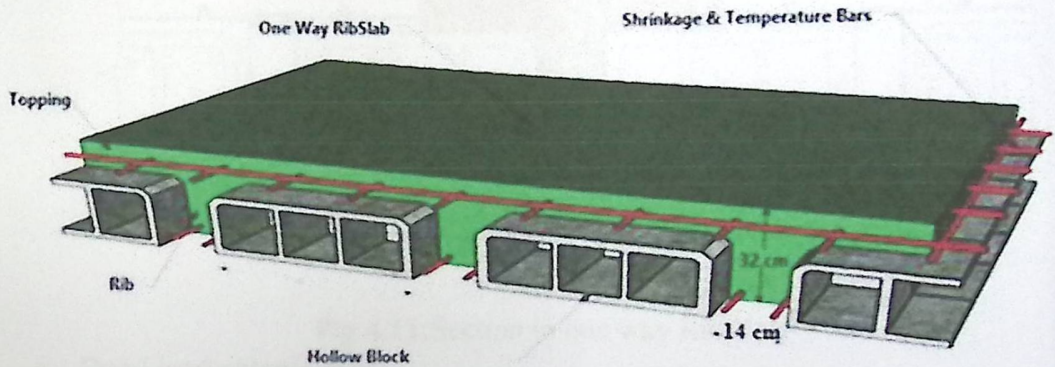


Fig 4.10: one way Rib slab.

-The effective flange width (b_e), according to ACI 8.12.2 is the smallest of:

- $b_e = L/4 = 2.07/4 = 0.517$.

- $b_e \leq b_w + 16hf = 120 + 16 \times 80 = 1400 \text{ mm}$.

$b_e \leq \text{center to center spacing between adjacent beams} = 400 + 120 = 520 \text{ mm}$

.....Control

Requirements For Slab Floor According to ACI- (318-08) .

- $b_w \geq 10 \text{ cm} \dots \dots \dots \text{ACI}(8.13.2)$

Select $b_w = 12 \text{ cm}$

- $h \leq 3.5 * b_w \dots \dots \dots \text{ACI}(8.13.2)$

Select $h = 35 \text{ cm} < 3.5 * 12 = 42 \text{ cm}$

Chapter 4 Structural Analysis And Design

- $t_f \geq L_n/12 \geq 50mm$ ACI(8.13.6.1)

Select $t_f = 8cm.$

- Unit width (b_f) = $b_w + \frac{1}{2}$ block + $\frac{1}{2}$ block

$$b_f = 12 + \frac{1}{2} 40 + \frac{1}{2} 40 = 52 \text{ cm}$$

Select $b_f = 52cm$

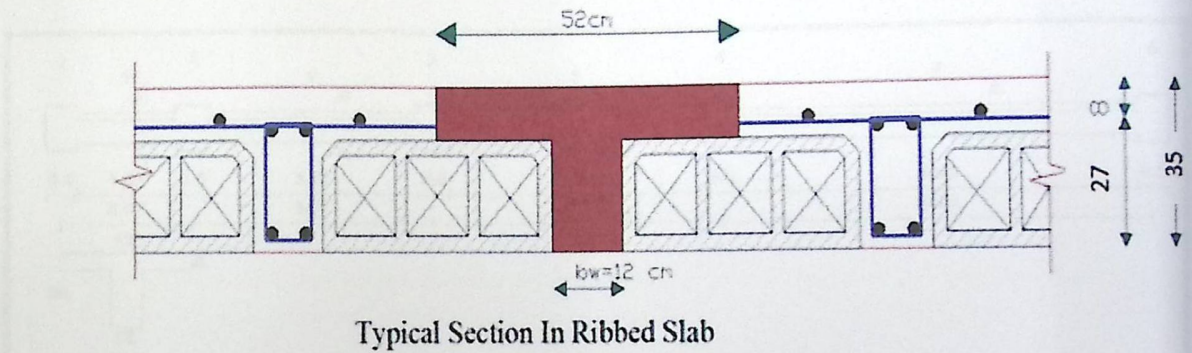


Fig 4.11:Section in one way Rib slab

- **Dead load calculations:**

Dead load from:	$\delta \times \gamma \times b_e$	KN/m
Tiles	$0.03 \times 23 \times 0.52$	0.359
Mortar	$0.01 \times 22 \times 0.52$	0.2288
Sand	$0.07 \times 16 \times 0.52$	0.582
Topping	$0.08 \times 25 \times 0.52$	1.040
Interior partitions	1.5×0.52	0.78
RC rib	$0.27 \times 25 \times 0.12$	0.81
Hollow Block	$0.27 \times 10 \times 0.4$	1.08
Plaster	$0.03 \times 22 \times 0.52$	0.343
	Σ	4.96

• Table (4.2) Calculation of one way dead load

- **live load calculations:**

$$\text{Live load /rib} = 5 \text{ KN/m}^2 \times 0.52 \text{ m} = 2.6 \text{ KN/m.}$$

Chapter 4 Structural Analysis And Design

- Factored load calculations:

$$D_u = 1.2 \times 4.96 = 5.95 \text{ KN/m}$$

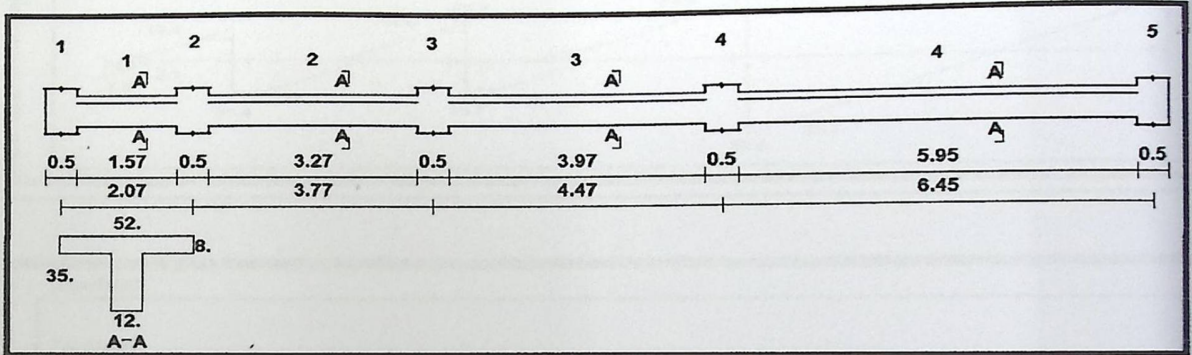
$$L_u = 1.6 \times 2.6 = 4.16 \text{ KN/m}$$

$$W_u = 5.95 + 4.16 = 10.11 \text{ KN/m}$$

4.6 Design of One Way Rib slab:

- ❖ System :

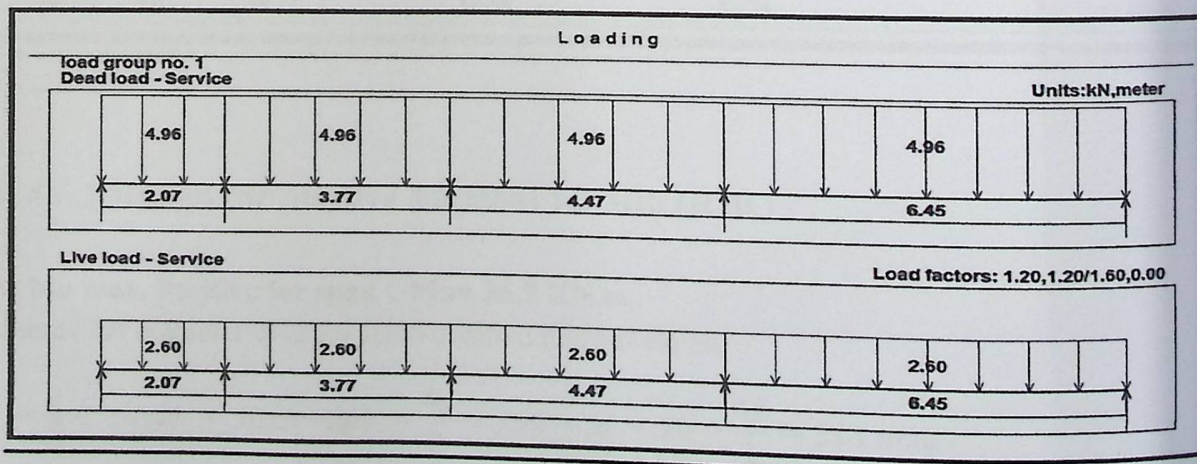
One -way ribbed slab:



- ❖ Loading

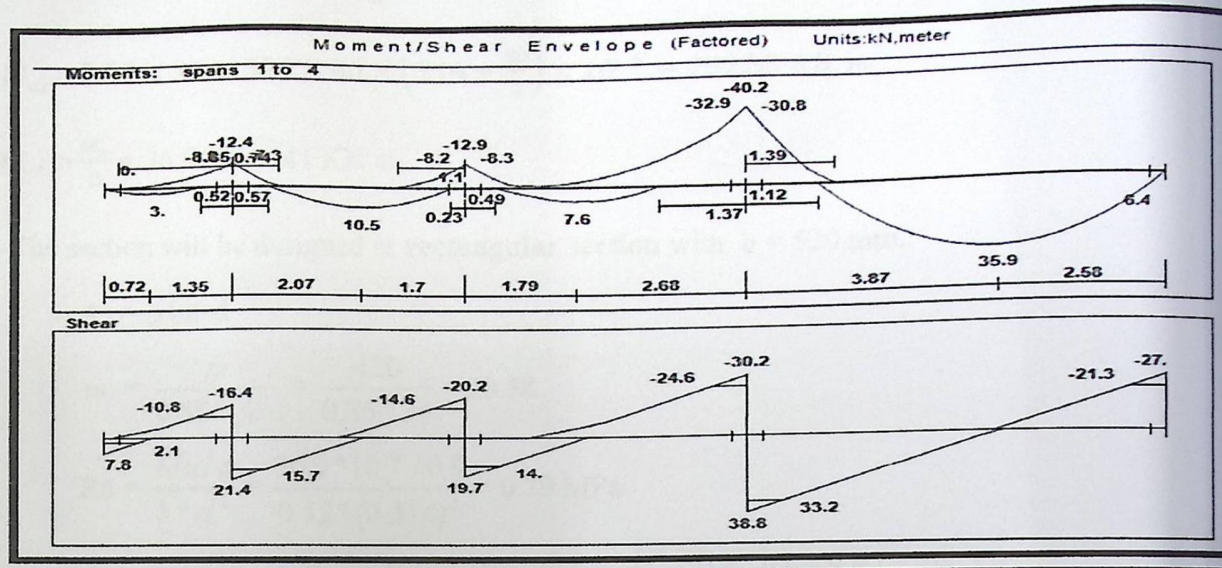
By using BEAMD (ATIR) program we get the envelope moment and shear diagram as the following:

Dead-load-service:



Chapter 4 Structural Analysis And Design

❖ Moment / Shear Envelope (Factored):



Reactions					
Factored					
DeadR	3.12	20.73	20.15	40.18	15.58
LiveR	4.69	17.1	19.75	28.87	11.39
Max R	7.81	37.83	39.9	69.05	26.97
Min R	0.6	23.12	22.69	48.74	15.08
Service					
DeadR	2.6	17.28	16.79	33.48	12.98
LiveR	2.93	10.69	12.34	18.05	7.12
Max R	5.53	27.96	29.13	51.53	20.1
Min R	1.03	18.77	18.38	38.84	12.67

❖ 4.6.1 Design for positive Moment for Rib (R20)

➤ M_u max. Positive for span $\square M_u = 36.9 \text{ KN.m}$.

Assume bar diameter $\phi 12$ for main positive reinforcement.

$$d = h - \text{cover} - d_{\text{stirrups}} - \frac{d_b}{2} = 350 - 20 - 10 - \frac{12}{2} = 314 \text{ mm.}$$

-Check if $a > h_f$ to determine whether the section will act as rectangular or T-section,

Chapter 4 Structural Analysis And Design

$$M_{nf} = 0.85 \cdot f'_c \cdot b_s \cdot h_f \cdot \left(d - \frac{h_f}{2}\right)$$

$$M_{nf} = 0.85 \times 24 \times 520 \times 80 \times \left(314 - \frac{80}{2}\right) \times 10^{-6} = 232.53 \text{ KN.m}$$

$$M_{nf} > \frac{M_u}{\phi} = 36.9/0.9 = 41 \text{ KN.m,}$$

-The section will be designed as rectangular section with $b = 520 \text{ mm}$.

$$A_s = \rho \cdot b_e \cdot d$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 \cdot f'_c} = \frac{420}{0.85 \cdot 24} = 20.58$$

$$R_n = \frac{Mu/\phi}{b \cdot d^2} = \frac{36.9 \cdot 10^{-3} / 0.9}{0.52 \cdot (0.314)^2} = 0.79 \text{ MPa}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}}\right) = \frac{1}{20.58} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 20.58 \cdot 0.79}{420}}\right) = 0.0019$$

$$- A_s = \rho \cdot b_e \cdot d = (0.0019) \cdot (520) \cdot (314) = 310.2 \text{ mm}^2 .$$

- Check for $A_{s,min}$.

$$A_{s,min} = 0.25 \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y} b_w \cdot d \geq \frac{1.4}{f_y} b_w \cdot d$$

$$A_{s,min} = 0.25 \frac{\sqrt{24}}{420} 120 \times 314 = 109.87 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,min} = \frac{1.4}{420} 120 \times 314 = 125.6 \text{ mm}^2 \dots \text{Control.}$$

$$A_{s,required} = 310.2 \text{ mm}^2 > A_{s,min} = 125.6 \text{ mm}^2$$

Use $2\phi 16$, $A_{s,provided} = 402 \text{ mm}^2 > A_{s,required} = 310.2 \text{ mm}^2$..Ok

-Check for strain:

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

$$402 \cdot 420 = 0.85 \cdot 24 \cdot 520 \cdot a$$

Chapter 4 Structural Analysis And Design

$$a = 15.9 \text{ mm}$$

$$c_c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{15.9}{0.85} = 18.7 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_s = (d - c) / c \times 0.003 = \frac{314 - 18.7}{18.7} \times 0.003 = 0.047 > 0.005 \dots \text{ok}$$

❖ Design for Positive Moment $M_u = + 10.5 \text{ KN.m}$:

- Assume bar diameter $\phi 12$ for main positive reinforcement

$$d = h - \text{cover} - d_{\text{stirrups}} - \frac{d_b}{2} = 350 - 20 - 10 - \frac{12}{2} = 314 \text{ mm.}$$

$$M_{nf} = 232.53 \text{ KN.m}$$

$M_{nf} \gg \frac{M_u}{\phi} = 10.5 / 0.9 = 11.66 \text{ KN.m}$, the section will be designed as **rectangular** section with $b = 520 \text{ mm}$.

$$A_s = \rho \cdot b \cdot e \cdot d$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 \cdot f_c'} = \frac{420}{0.85 \cdot 24} = 20.58$$

$$R_n = \frac{M_u / \phi}{b \cdot d^2} = \frac{10.66 \cdot 10^{-3} / 0.9}{0.52 \cdot (0.314)^2} = 0.23 \text{ MPa}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{20.58} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 20.58 \cdot 0.23}{420}} \right) = 0.00055$$

$$- A_s = \rho \cdot b \cdot e \cdot d = (0.00055) \cdot (520) \cdot (314) = 89.8 \text{ mm}^2.$$

- Check for $A_{s,\min}$.

$$A_{s,\min} = 0.25 \frac{\sqrt{f_c'}}{f_y} b_w \cdot d \geq \frac{1.4}{f_y} b_w \cdot d$$

$$A_{s,\min} = 0.25 \frac{\sqrt{24}}{420} 120 \times 314 = 109.87 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,\min} = \frac{1.4}{420} 120 \times 314 = 125.6 \text{ mm}^2 \dots \text{Control.}$$

Chapter 4 Structural Analysis And Design

$$A_s, \min = 125.6 \text{ mm}^2 > A_s, \text{required} = 89.8 \text{ mm}^2$$

Use $2\phi 10$, $A_s, \text{provided} = 157.1 \text{ mm}^2 > A_s, \text{required} = 125.6 \text{ mm}^2$.. Ok

-Check for strain:-

$$A_s * f_y = 0.85 * f_c * b * a$$

$$158 * 420 = 0.85 * 24 * 520 * a$$

$$a = 6.25 \text{ mm}$$

$$c_c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{6.25}{0.85} = 7.35 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = (d - c) / c \times 0.003 = \frac{314 - 7.35}{7.35} \times 0.003 = 0.125 > 0.005 \dots \text{ok}$$

*Design for positive moment $M_u = 7.6 \text{ KN.m}$

-Assume bar diameter $\phi 12$ for main positive reinforcement

$$d = h - \text{cover} - \text{dstirrups} - \frac{d_b}{2} = 350 - 20 - 10 - \frac{12}{2} = 314 \text{ mm.}$$

$$M_{nf} = 232.53 \text{ KN.m}$$

$M_{nf} > \frac{M_u}{\phi} = 7.6 / 0.9 = 8.4 \text{ KN.m}$, the section will be designed as **rectangular section** with $b = 520 \text{ mm}$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot E \cdot d$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 * f_c'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.58$$

$$R_n = \frac{M_u / \phi}{b * d^2} = \frac{8.4 * 10^{-3} / 0.9}{0.52 * (0.314)^2} = 0.18 \text{ MPa}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{20.58} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 20.58 * 0.18}{420}} \right) = 0.00043$$

$$- A_s = \rho \cdot b \cdot E \cdot d = (0.00043) * (520) * (314) = 70.28 \text{ mm}^2 .$$

Chapter 4 Structural Analysis And Design

-Check for $A_{s,min}$.

$$\text{(control) } A_{s,min} = 125.6 \text{ mm}^2 > A_{s,required} = 70.28 \text{ mm}^2$$

Use $2\phi 10$ Bottom, $A_{s,provided} = 157.1 \text{ mm}^2 > A_{s,required} = 125.6 \text{ mm}^2$..Ok

-Check for strain :-

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f_c'} = \frac{157.1 \times 420}{0.85 \times 520 \times 24} = 6.22 \text{ mm}$$

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

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d-c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{314 - 7.32}{7.32} \right) = 0.126 > 0.005 \dots \dots \text{ Ok}$$

Note: All spans with Positive moments less than 10.5 KN.m will be Reinforced with $\phi 10$.

❖ 4.6.2 Design for negative Moment for Rib (R20) :

- $M_u = 40.2$ KN.m (maximum negative moment at the face of support –ACI 8.9.3)

-Assume bar diameter $\phi 12$ for main negative reinforcement.

$$d = h - \text{cover} - d_{stirrups} - \frac{d_b}{2} = 350 - 20 - 10 - \frac{12}{2} = 314 \text{ mm.}$$

$$R_n = \frac{M_u / \phi}{b * d^2} = \frac{40.2 * 10^{-3} / 0.9}{0.52 * (0.314)^2} = 0.87 \text{ MPa}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{20.58} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 20.58 * 0.87}{420}} \right) = 0.00211$$

$$A_s = \rho * b * e * d = (0.00211) * (520) * (314) = 344.52 \text{ mm}^2.$$

-Check for $A_{s,min}$.

$$A_{s,required} = 344.52 \text{ mm}^2 > A_{s,min} = 125.6 \text{ mm}^2$$

Use $2\phi 16$, $A_{s,provided} = 402 \text{ mm}^2 > A_{s,required} = 344.52 \text{ mm}^2$...Ok

Chapter 4 Structural Analysis And Design

-Check for strain:

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

$$402 \cdot 420 = 0.85 \cdot 24 \cdot 520 \cdot a$$

$$a = 15.9 \text{ mm}$$

$$c_c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{15.9}{0.85} = 18.7 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_s = (d - c) / c \times 0.003 = \frac{314 - 18.7}{18.7} \times 0.003 = 0.047 > 0.005 \dots \text{ok}$$

***Design for Mu = -12.9 kN.m**

Assume bar diameter $\phi 12$

$$d = h - \text{cover} - \text{dstirrups} - \frac{d_b}{2} = 350 - 20 - 10 - \frac{12}{2} = 314 \text{ mm.}$$

$$R_n = \frac{Mu / \phi}{b \cdot d^2} = \frac{12.9 \cdot 10^{-3} / 0.9}{0.52 \cdot (0.314)^2} = 0.27 \text{ MPa}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{20.58} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 20.58 \cdot 0.87}{420}} \right) = 0.00064$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot e \cdot d = (0.00064) \cdot (520) \cdot (314) = 104.49 \text{ mm}^2.$$

-Check for A_s minimum:-

$$A_{s, \min} = 125.6 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 104.49 \text{ mm}^2$$

Use $2\phi 10$, $A_s = 157 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 125.6 \text{ mm}^2$. Ok

-Check for strain:

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 b f_c} = \frac{157.08 \cdot 420}{0.85 \cdot 120 \cdot 24} = 26.95 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{26.95}{0.85} = 31.71 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{314 - 31.71}{31.71} \right) = 0.0267 > 0.005 \dots \text{Ok}$$

Chapter 4 Structural Analysis And Design

-Check for strain:

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

$$402 \cdot 420 = 0.85 \cdot 24 \cdot 520 \cdot a$$

$$a = 15.9 \text{ mm}$$

$$c_c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{15.9}{0.85} = 18.7 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_s = (d - c) / c \times 0.003 = \frac{314 - 18.7}{18.7} \times 0.003 = 0.047 > 0.005 \dots \text{ok}$$

***Design for Mu = -12.9 kN.m**

Assume bar diameter $\phi 12$

$$d = h - \text{cover} - \text{dstirrups} - \frac{d_b}{2} = 350 - 20 - 10 - \frac{12}{2} = 314 \text{ mm.}$$

$$R_n = \frac{Mu / \phi}{b \cdot d^2} = \frac{12.9 \cdot 10^{-3} / 0.9}{0.52 \cdot (0.314)^2} = 0.27 \text{ MPa}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{20.58} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 20.58 \cdot 0.87}{420}} \right) = 0.00064$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot e \cdot d = (0.00064) \cdot (520) \cdot (314) = 104.49 \text{ mm}^2.$$

-Check for A_s minimum:-

$$A_{s, \min} = 125.6 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 104.49 \text{ mm}^2$$

Use $2\phi 10$, $A_s = 157 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 125.6 \text{ mm}^2$. Ok

-Check for strain:

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 b f_c} = \frac{157.08 \cdot 420}{0.85 \cdot 120 \cdot 24} = 26.95 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{26.95}{0.85} = 31.71 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{314 - 31.71}{31.71} \right) = 0.0267 > 0.005 \dots \text{Ok}$$

Chapter 4 Structural Analysis And Design

-Check for strain:

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

$$402 \cdot 420 = 0.85 \cdot 24 \cdot 520 \cdot a$$

$$a = 15.9 \text{ mm}$$

$$c_c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{15.9}{0.85} = 18.7 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_s = (d - c) / c \times 0.003 = \frac{314 - 18.7}{18.7} \times 0.003 = 0.047 > 0.005 \dots \text{ok}$$

***Design for Mu = -12.9 KN.m**

Assume bar diameter $\phi 12$

$$d = h - \text{cover} - \text{dstirrups} - \frac{d_b}{2} = 350 - 20 - 10 - \frac{12}{2} = 314 \text{ mm.}$$

$$R_n = \frac{Mu / \phi}{b \cdot d^2} = \frac{12.9 \cdot 10^{-3} / 0.9}{0.52 \cdot (0.314)^2} = 0.27 \text{ MPa}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{20.58} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 20.58 \cdot 0.87}{420}} \right) = 0.00064$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot e \cdot d = (0.00064) \cdot (520) \cdot (314) = 104.49 \text{ mm}^2.$$

-Check for A_s minimum:-

$$A_{s, \min} = 125.6 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 104.49 \text{ mm}^2$$

Use $2\phi 10$, $A_s = 157 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 125.6 \text{ mm}^2$. Ok

-Check for strain:

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 b f_c} = \frac{157.08 \cdot 420}{0.85 \cdot 120 \cdot 24} = 26.95 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{26.95}{0.85} = 31.71 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{314 - 31.71}{31.71} \right) = 0.0267 > 0.005 \dots \text{Ok}$$

Chapter 4 Structural Analysis And Design

Note: All spans with Negative moments less than 12.9 KN.m will be Reinforced with $\phi 10$.

❖ 4.6.3 Design of Rib for shear

Shear strength V_c , provided by concrete for the joists may be taken 10% greater than for beams. This is mainly due to the interaction between the slab and closely spaced ribs. (ACI, 8.13.8).

From shear envelope diagram: $V_u = 33.2$ KN

$$V_c = \frac{1.1}{6} \lambda \sqrt{f'_c} b_w d = \frac{1.1}{6} \sqrt{24} \times 120 \times 314 \times 10^{-3} = 33.84 \text{ KN}$$

$$\phi V_c = 0.75 \times 33.84 = 25.38 \text{ KN}$$

$$V_{s,min} = \frac{1}{16} \sqrt{f'_c} b_w d = \frac{1}{16} \sqrt{24} \times 120 \times 314 \times 10^{-3} = 11.54 \text{ KN}$$

$$V_{s,min} = \frac{1}{3} b_w d = \frac{1}{3} \times 120 \times 314 \times 10^{-3} = 12.56 \text{ KN} \quad \text{— control}$$

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

$$\phi V_c = 25.38 < V_u = 33.2 < \phi (V_c + V_{s,min}) = 37.94 \quad \text{— Case 3}$$

minimum shear reinforcement is required ($A_{v,min}$)

Use stirrups U - shape (2 leg stirrups) $\phi 8$ $A_v = 2 \times 50.26 = 100.53 \text{ mm}^2$.

If $V_s < V_s'$

$$V_s = V_u - V_c = V_u / \phi - V_c = 33.2 / 0.75 - 33.84 = 10.42 \text{ KN}$$

Then

$$S_{max} \leq \frac{d}{2} \leq 600 \text{ mm}$$

$$S_{max} = \frac{d}{2} = \frac{314}{2} = 157 \text{ mm} \quad \text{— control}$$

➤ Check for $V_{s,min}$: —

Chapter 4 Structural Analysis And Design

$$-V_{s,min} = 12.56 \text{ KN}$$

$-S_{required}$ = minimum of :

$$\frac{3A_v f_{yt}}{b_w} = \frac{3 \times 100.53 \times 420}{120} = 1055.56 \text{ mm} \dots\dots\dots \text{control}$$

$$\frac{16A_v f_{yt}}{b_w \sqrt{24}} = \frac{16 \times 100.53 \times 420}{120 \times \sqrt{24}} = 1149.15 \text{ mm}$$

Take $S = 140 \text{ mm}$

Use stirrups U- shape (2 leg stirrups) $\phi 8/14 \text{ cm c/c}$

4.7 Design of two Way Ribbed slab:

4.7.1 Design of two way Ribbed Slab (R31):-

4-7.1.1 Load Calculation

➤ Determination of Dead load

Dead load from:	$W = \gamma \times V$	KN
Tiles	$0.03 \times 23 \times 0.52 \times 0.52$	0.186
Mortar	$0.02 \times 22 \times 0.52 \times 0.52$	0.118
Coarse sand	$0.07 \times 16 \times 0.52^2$	0.302
Topping	$0.08 \times 25 \times 0.52 \times 0.52$	0.540
Interior partitions	1.5×0.52^2	0.405
RC rib	$0.17 \times 25 \times 0.12 \times (0.52 + 0.4)$	0.469
Hollow Block	$0.17 \times 10 \times 0.4 \times 0.4$	0.272
Plaster	$0.03 \times 22 \times 0.52^2$	0.1573
	Σ	2.5

Table (4.2) Calculation of two way dead load

Chapter 4 Structural Analysis And Design

$$DL = \frac{2.5}{0.52 \times 0.52} = 9.24 \text{ KN/m}^2 \quad \text{Total live load} = 5 \text{ KN/m}^2$$

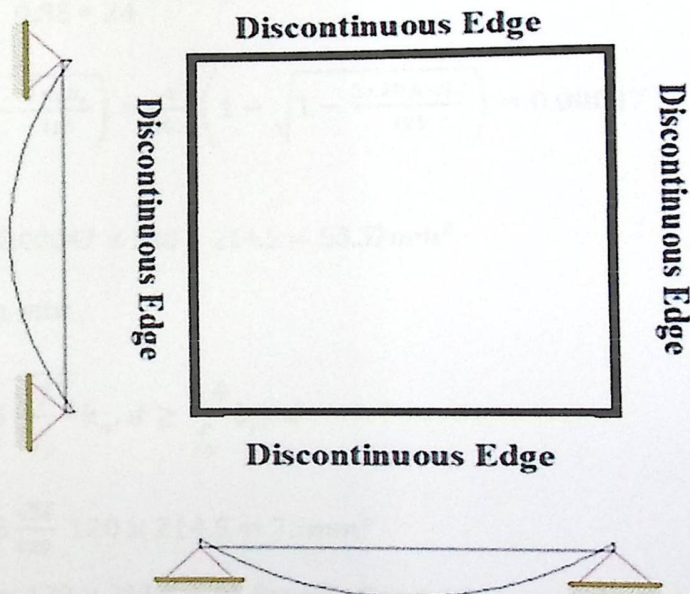
➤ Determination of factored dead & live load

$$\text{Factored dead load} = 1.2 \times \text{Dead load} = 1.2 \times 9.24 = 11 \text{ KN/m}^2.$$

$$\text{Factored Live load} = 1.6 \times \text{live load} = 1.6 \times 5 = 8 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{➤ } Wu = 11 + 8 = 19 \text{ KN/m}^2$$

➤ 4.7.1.2 Design for Positive and Negative Moment:-



➤ Moments calculations

$$Ma = Ca w l a^2 b f \quad \text{and} \quad Mb = Cb w l b^2 b f$$

$$\frac{la}{lb} = \frac{3.31}{4.36} = 0.75$$

-Negative moments:

$$C_{a,nsq} \left(\frac{la}{lb} = 0.75 \right) = 0.069$$

Chapter 4 Structural Analysis And Design

$$M_{a,neg} = 0.069 * 11 * 3.31^2 * 0.52 = 4.32 \text{ KN.m/rib}$$

$$C_{b,neg} \left(\frac{la}{lb} = 0.75 \right) = 0.022$$

$$M_{b,neg} = 0.022 * 11 * 4.36^2 * 0.52 = 2.39 \text{ KN.m/rib}$$

-In short direction:

$$d = h - \text{cover} - d_{stirrups} - \frac{d_b}{2} = 250 - 20 - 8 - \frac{14}{2} = 214.5 \text{ mm.}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{4.32 \times 10^6}{0.9 \times 520 \times 214.5^2} = 0.2 \text{ Mpa.}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.2}{420}} \right) = 0.00047$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0.00047 \times 520 \times 214.5 = 53.37 \text{ mm}^2$$

* Check for $A_s, \text{min.}$

$$A_{s, \text{min}} = 0.25 \frac{\sqrt{f_c'}}{f_y} b_w \cdot d \geq \frac{1.4}{f_y} b_w \cdot d$$

$$A_{s, \text{min}} = 0.25 \frac{\sqrt{24}}{420} 120 \times 214.5 = 75 \text{ mm}^2$$

$$A_{s, \text{min}} = \frac{1.4}{420} \times 120 \times 214.5 = 85.8 \text{ mm}^2 \text{ .. Control.}$$

$$A_{s, \text{min}} = 85.8 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 42.6 \text{ mm}^2$$

Use $\phi 10$ with $A_s = 78.53 \text{ mm}^2$.

$$n = \frac{A_s}{A_{s\phi 10}} = \frac{85.5}{78.53} = 1.08 \approx 2.$$

Use 2 $\phi 10$, Top $A_s = 157 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 85.8 \text{ mm}^2$. Ok

* Check for strain:

Chapter 4 Structural Analysis And Design

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f_c'} = \frac{157 \times 420}{0.85 \times 520 \times 24} = 6.21 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{6.21}{0.85} = 7.3 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{214.5 - 7.3}{7.3} \right) = 0.085 > 0.005 \dots \dots \text{ Ok}$$

* Check spacing :

$$S = \frac{120 - 20 \times 2 - 8 \times 2 - (2 \times 10)}{1} = 44 \text{ mm} > 25 \quad \text{OK}$$

-In long direction :

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{2.39 \times 10^6}{0.9 \times 520 \times 214.5^2} = 0.11 \text{ Mpa.}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 m R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.11}{420}} \right) = 0.00026$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0.00026 \times 520 \times 214.5 = 29.55 \text{ mm}^2$$

* Check for $A_s, \text{min.}$

$$A_s, \text{min} = 0.25 \frac{\sqrt{f_c'}}{f_y} b_w \cdot d \geq \frac{1.4}{f_y} b_w \cdot d$$

$$A_s, \text{min} = 0.25 \frac{\sqrt{24}}{420} 120 \times 214.5 = 75 \text{ mm}^2$$

$$A_s, \text{min} = \frac{1.4}{420} \times 120 \times 214.5 = 85.8 \text{ mm}^2 \dots \text{Control.}$$

$$A_s, \text{min} = 85.8 \text{ mm}^2 > A_s, \text{required} = 29.55 \text{ mm}^2$$

Use $\phi 10$ with $A_s = 78.53 \text{ mm}^2$.

$$n = \frac{A_s}{A_s \phi 10} = \frac{85.5}{78.53} = 1.08 \approx 2.$$

Use 2 $\phi 10$, Top $A_s = 157 \text{ mm}^2 > A_s, \text{required} = 85.8 \text{ mm}^2$. Ok

* Check for strain:

Chapter 4 Structural Analysis And Design

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f_c} = \frac{157 \times 420}{0.85 \times 520 \times 24} = 6.21 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{6.21}{0.85} = 7.3 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d-c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{214.5 - 7.3}{7.3} \right) = 0.085 > 0.005 \dots \dots \text{ OK}$$

* Check spacing :

$$S = \frac{120 - 20 \times 2 - 8 \times 2 - (2 \times 10)}{1} = 44 \text{ mm} > 25 \quad \text{OK}$$

-Positive Moments:-

$$C_{a,dl} \left(\frac{la}{lb} = 0.75 \right) = 0.028$$

$$M_{a,pos,dl} = 0.028 * 11 * 3.31^2 * 0.52 = 1.75 \text{ KN.m/rib}$$

$$M_{a,pos,ll} = 0.045 * 8 * 3.31^2 * 0.52 = 2.05 \text{ KN.m/rib}$$

$$M_{a,pos} = 1.75 + 2.05 = 3.58 \text{ KN.m/rib}$$

$$C_{b,dl} \left(\frac{la}{lb} = 0.75 \right) = 0.009$$

$$M_{b,pos,dl} = 0.009 * 11 * 4.36^2 * 0.52 = 0.97 \text{ KN.m/rib}$$

$$C_{b,ll} \left(\frac{la}{lb} = 0.75 \right) = 0.014$$

$$M_{b,pos,ll} = 0.014 * 8 * 4.36^2 * 0.52 = 1.11 \text{ KN.m/rib}.$$

$$M_{b,pos} = 1.11 + 0.97 = 2.08 \text{ KN.m/rib}$$

➤ Negative moments at Discontinuous edge ($\frac{1}{3}$ positive moment):

$$M_{a,neg,edge} = \frac{1}{3} * 3.58 = 1.2 \text{ KN.m/rib}$$

$$M_{b,neg,edge} = \frac{1}{3} * 2.05 = 0.68 \text{ KN.m/rib}$$

Chapter 4 Structural Analysis And Design

- **Short Direction:**

➤ **Design for positive moment (Mid Span) $M_u = 3.58 \text{KN.m}$**

➤ **$b_f = 520 \text{ mm}$**

Assume bar diameter $\phi 14$ for main positive reinforcement.

$$d = h - \text{cover} - d_{\text{stirrups}} - \frac{d_b}{2} = 250 - 20 - 8 - \frac{14}{2} = 214.5 \text{ mm.}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{3.58 \times 10^6}{0.9 \times 520 \times 214.5^2} = 0.16 \text{ Mpa.}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.16}{420}} \right) = 0.00038$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0.00038 \times 520 \times 214.5 = 42.65 \text{ mm}^2$$

* Check for $A_s, \text{min.}$

$$A_{s, \text{min}} = 0.25 \frac{\sqrt{f_c'}}{f_y} b_w \cdot d \geq \frac{1.4}{f_y} b_w \cdot d$$

$$A_{s, \text{min}} = 0.25 \frac{\sqrt{24}}{420} 120 \times 214.5 = 75 \text{ mm}^2$$

$$A_{s, \text{min}} = \frac{1.4}{420} \times 120 \times 214.5 = 85.8 \text{ mm}^2 \text{ ..Control.}$$

$$A_{s, \text{min}} = 85.8 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 42.6 \text{ mm}^2$$

Use $\phi 10$ with $A_s = 78.53 \text{ mm}^2$.

$$n = \frac{A_s}{A_{s\phi 10}} = \frac{85.5}{78.53} = 1.08 \approx 2.$$

Use $2\phi 10$, Bottom $A_s = 157 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 85.8 \text{ mm}^2$. Ok

* Check for strain:

Chapter 4 Structural Analysis And Design

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f_c'} = \frac{157 \times 420}{0.85 \times 520 \times 24} = 6.21 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{6.21}{0.85} = 7.3 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{214.5 - 7.3}{7.3} \right) = 0.085 > 0.005 \dots \dots \text{ Ok}$$

* Check spacing :

$$S = \frac{120 - 20 \times 2 - 8 \times 2 - (2 \times 10)}{1} = 44 \text{ mm} > 25 \quad \text{OK}$$

* Design for Discontinuous edge

$$A_s = \frac{1}{3} A_{s, pos} = \frac{1}{3} * 157 \text{ mm}^2 = 52.33 \text{ mm}^2 < A_{s, min} = 85.8 \text{ mm}^2$$

min $A_s = 85.8 \text{ mm}^2$ (control).

$$n = \frac{A_s}{A_s \phi 10} = \frac{85.8}{78.5} = 1.09$$

Use 2 $\phi 10$, with $A_s = 157 \text{ mm}^2$.

Long Direction

➤ (Design for positive moment (mid span)), $M_u = 2.08 \text{ KN.m}$.

Assume bar diameter $\phi 14$ for main positive reinforcement.

$$d = h - \text{cover} - d_{\text{stirrups}} - \frac{d_b}{2} = 250 - 20 - 8 - \frac{14}{2} = 214.5 \text{ mm.}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{2.08 \times 10^6}{0.9 \times 520 \times 214.5^2} = 0.09 \text{ Mpa.}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 m R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.09}{420}} \right) = 0.00042$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0.00042 \times 520 \times 214.5 = 47.8 \text{ mm}^2$$

Chapter 4 Structural Analysis And Design

*Check for A_s, \min

$$A_s, \min = 85.8 \text{ mm}^2$$

$$A_s, \min = 85.8 \text{ mm}^2 > A_s, \text{required} = 47.8 \text{ mm}^2$$

Use $\phi 10$ with $A_s = 78.53 \text{ mm}^2$.

$$n = \frac{A_s}{A_s \phi 10} = \frac{85.5}{78.53} = 1.08 \approx 2.$$

Use 2 $\phi 10$, Bottom $A_s = 157 \text{ mm}^2 > A_s, \text{required} = 85.8 \text{ mm}^2$. Ok

*Check for strain:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{157 \times 420}{0.85 \times 520 \times 24} = 6.21 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{6.21}{0.85} = 7.3 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{214.5 - 7.3}{7.3} \right) = 0.085 > 0.005 \dots \text{Ok}$$

*Check spacing :

$$S = \frac{120 - 20 \times 2 - 8 \times 2 - (2 \times 10)}{1} = 44 \text{ mm} > 25 \quad \text{OK}$$

4.7.1.3 Design of Two way Rib for shear :

$$W_a \left(\frac{l_a}{l_b} = 0.75 \right) = 0.76 W_b \left(\frac{l_a}{l_b} = 0.75 \right) = 0.24$$

- The total load on the panel being $(3.31 \times 4.36 \times 19 = 274.2 \text{ KN})$

- The load per rib at face of the long beam is $(0.76 \times 274.2 \times \frac{0.52}{2 \times 4.36} = 12.42 \text{ KN})$

- $V_{ud} = 12.42 - 19 \times 0.52 \times 0.2145 = 10.30 \text{ KN}$

- $V_c = \frac{1.1}{6} \lambda \sqrt{f'_c} b_w d = \frac{1.1}{6} \sqrt{24} \times 120 \times 214.5 \times 10^{-3} = 23.11 \text{ KN}$

- $\phi V_c = 0.75 \times 23.11 = 17.33 \text{ KN}$.

$\phi V_c > V_u$ - no shear reinforcement is required

Chapter 4 Structural Analysis And Design

- According ACI 10.5.4, provide $A_{s,min}$ for slabs as shrinkage and temperature reinforcement.

$$\rho_{shrinkage} = 0.0018 \dots \dots \dots \text{ACI 7.12.2.1}$$

$$A_s = \rho \times b \times h_{topping} = 0.0018 \times 1000 \times 80 = 144 \text{ mm}^2 / \text{m strip.}$$

Try bars $\phi 8$ with $A_s = 50.27 \text{ mm}^2$.

$$\text{Bar numbers } n = \frac{A_s}{A_{s(\phi 8)}} = \frac{144}{50.27} = 2.87 \dots \dots \dots \text{take 3 bars.}$$

Step (s) is the smallest of:

1. $3h = 3 \times 80 = 240 \text{ mm.} \dots \dots \text{control} \dots \dots \dots \text{ACI 10.5.4}$

2. 450mm.

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

but.....

$$S \leq 300 \left(\frac{280}{f_s} \right) = 300 \left(\frac{280}{\frac{2}{3} \cdot 400} \right) = 315 \text{ mm} \dots \dots \dots \text{ACI 10.6.4}$$

Use $\phi 8 @ 200 \text{ mm}$ in both direction, A_s provided $= 250 \text{ mm}^2 / \text{m}$, $S = 200 \text{ mm} < S_{max} = 240 \text{ mm.}$

4.8 Design of One Way Solid Slab Pos. (S9):-

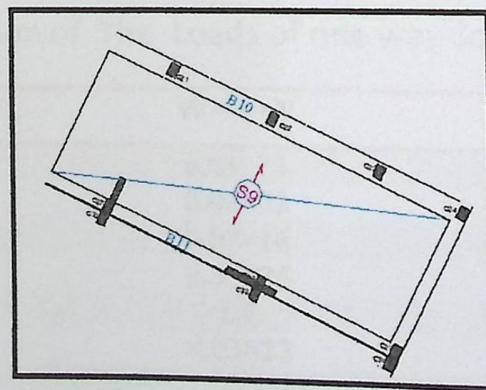


Fig. (4-12): One way solid slab

NOTE:

Chapter 4 Structural Analysis And Design

- Code UBC: ACI 2008.
- Material:-
 - Concrete: B300 $f_c' = 300 * 0.8 = 24 \text{ N/mm}^2 (\text{MPa})$ For rectangular section.
 - Reinforcement steel :-
The specified yield strength of the reinforcement $\{f_y = 420 \text{ N/mm}^2 (\text{MPa})$

Live load(KN/m ²)	f_c'	f_y
LL = 5 KN/m ²	$f_c' = 24 \text{ Mpa}$	$f_y = 420 \text{ Mpa}$

- Factored Loads :-

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

$$W_u = 1.2 DL + 1.6 LL \quad \text{ACI - code - 318 - 08(9.2.1).}$$

4.8.1 Determination of The thickness of two way Solid slab -

The minimum required thickness according to ACI is :

$$- h_{\min} > \frac{\text{length}}{20} = \frac{5.94}{20} = 29.7 \text{ cm}$$

So Select Slab thickness $h = 35 \text{ cm}$.

4.8.2 Determination of The Loads of one way Solid slab:

Dead load from:	$W = \gamma \times V$	KN
Tiles	0.03×23	0.69
Mortar	0.02×22	0.44
Coarse sand	0.07×16	1.12
slab	0.35×25	8.75
Interior partitions	1.5	1.5
Plaster	0.03×22	0.66
	Σ	13.16

Table (4.3) Calculation of one way dead load

Chapter 4 Structural Analysis And Design

$$\text{Total Dead Load} = 13.16 \text{ KN}$$

$$\text{Total live load} = 5 \text{ KN/m}^2$$

➤ Determination of factored dead & live load

$$\text{Factored dead load} = 1.2 \times \text{Dead load} = 1.2 \times 13.16 = 15.8 \text{ KN/m}^2.$$

$$\text{Factored Live load} = 1.6 \times \text{live load} = 1.6 \times 5 = 8 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{➤ } W_u = 15.8 + 8 = 23.8 \text{ KN/m}^2$$

4.8.3 Design of one way Solid slab against shear :

-one way shear in short direction :

$$d = h - \text{cover} - d_{\text{stirrups}} = 350 - 20 - 10 = 320 \text{ mm.}$$

$$V_u = 23.8 * (5.94 \setminus 2) - 23.8 * .32 = 63.18 \text{ KN.}$$

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} b d = \frac{1}{6} \sqrt{24} \times 1000 \times 320 \times 10^{-3} = 261.27 \text{ KN}$$

$$\phi V_c > V_u$$

No shear Reinforcement is required .

4.8.3 Design of one way Solid slab against bending moment:

➤ For bending moment :

*Positive Moments:-

$$M_u = 70.6 * 2.97 - 23.8 * 2.97 * 0.5 * 2.97 = 103 \text{ KN.}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{103 \times 10^6}{0.9 \times 1000 \times 320^2} = 1.11 \text{ Mpa.}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 1.11}{420}} \right) = 0.0027$$

Chapter 4 Structural Analysis And Design

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0.0027 \times 100 \times 32 = 8.7 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s \text{ min}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.0018 \times 100 \times 32 = 5.76 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Use $\phi 16/20 \text{ cm}$, Bottom $A_s = 10 \text{ cm}^2/\text{m} > A_{s, \text{ required}} = 8.7 \text{ cm}^2/\text{m}$. Ok

- According ACI 10.5.4, provide $A_{s, \text{ min}}$ for slabs as shrinkage and temperature reinforcement.

$$A_s = \rho \times b \times h_{\text{slab}} = 0.0018 \times 100 \times 35 = 6.3 \text{ cm}^2/\text{m strip}$$

Use $\phi 10 @ 120 \text{ mm}$ in both direction, $A_s \text{ provided} = 6.50 \text{ cm}^2/\text{m}$, $S = 120 \text{ mm} < S_{\text{max}} = 240 \text{ mm}$.

4.9. Design of Beam (B,48,FG)

4.9.1 Load calculations

The dead load within the beam width = $0.35 \times 25 \times 0.5 = 4.37 \text{ KN / m}$

The live load within the beam width = $5 \times 0.52 = 2.6 \text{ KN / m}$

The support reaction (service) from Dead loads of Rib (R34) upon beam (B48F) is **(7.89 KN)**.

The distributed Dead load from Rib (R34) on Beam (B48F):

$$DL_{\text{from Rib}} = \frac{7.89}{0.52} = 15.17 \text{ KN/m}$$

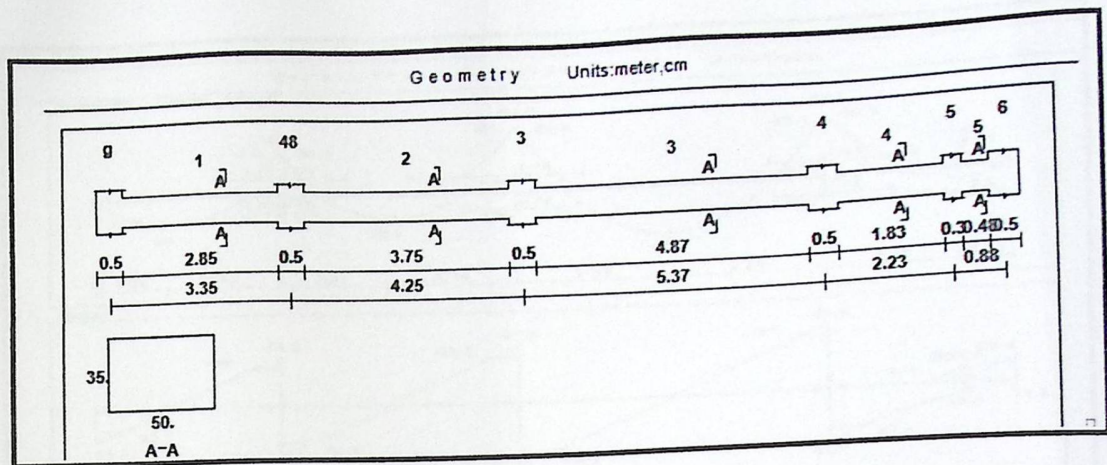
The support reaction (service) from Live loads of Rib (R34) upon beam (B48F) is **(4.29 KN)** . The distributed Live load from Rib (R34) on Beam (B48F):

$$LL_{\text{from Rib}} = \frac{4.29}{0.52} = 8.25 \text{ KN/m}$$

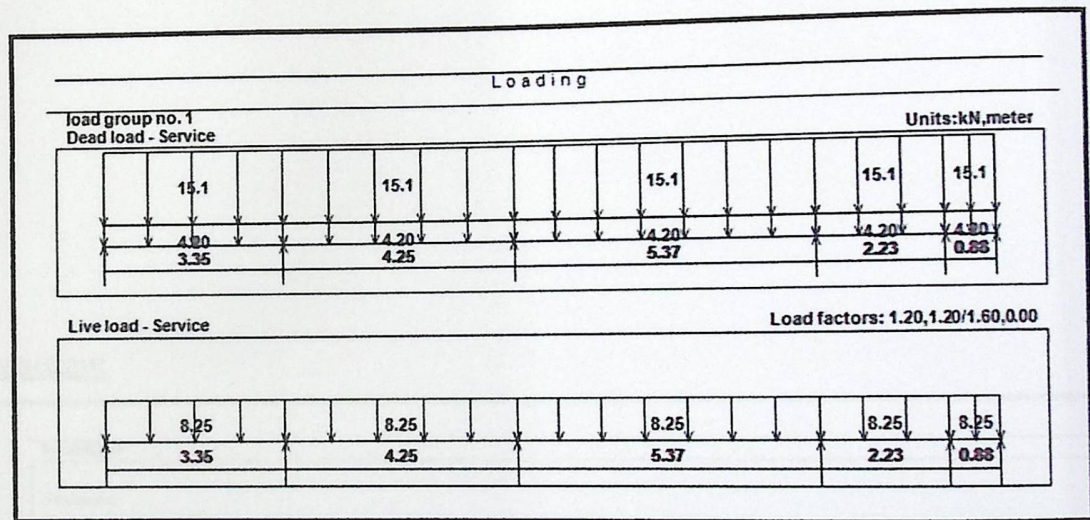
- The weight from Dead loads of Wall upon beam (B48F) = $4 \times 0.3 \times 20 = 24 \text{ KN/m}$

❖ beam system

Chapter 4 Structural Analysis And Design

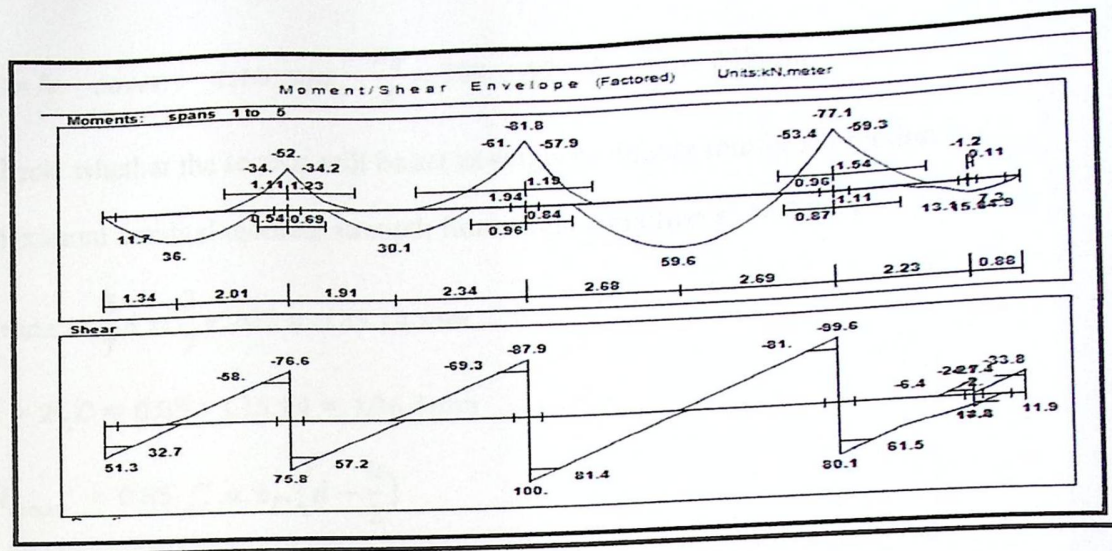


❖ Loading



❖ Moment / Shear Envelope (Factored):

Chapter 4 Structural Analysis And Design



❖ Reaction:

Reactions						
Factored						
DeadR	30.09	92.26	117.45	110.95	6.35	16.65
LiveR	21.16	60.07	70.43	68.71	32.11	17.12
Max R	51.25	152.34	187.88	179.66	38.47	33.78
Min R	26.02	111.88	144.2	119.1	-16.53	8.99
Service						
DeadR	25.08	76.89	97.88	92.45	5.29	13.88
LiveR	13.23	37.55	44.02	42.94	20.07	10.7
Max R	38.3	114.43	141.9	135.4	25.37	24.58
Min R	22.53	89.15	114.59	97.55	-9.01	9.09

4.9.2 Design of positive and negative moments :

➤ Design for maximum positive moment, $M_u = 59.6 \text{ KN.m}$

Assume bar diameter $\phi 20$.

Chapter 4 Structural Analysis And Design

$$d = h - \text{cover} - d_{\text{stirrups}} - \frac{d_b}{2} = 350 - 40 - 8 - \frac{20}{2} = 292 \text{ mm}$$

Check whether the section will be act as singly or doubly reinforced section:-

Maximum nominal moment strength from strain condition $\epsilon_s = 0.004$

$$C_{\text{max}} = \frac{3}{7}d = \frac{3}{7} * 292 = 125.14 \text{ mm.}$$

$$a = \beta_1 C = 0.85 * 125.14 = 106.4 \text{ mm}$$

$$M_{n\text{max}} = 0.85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b_f \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_{n\text{max}} = 0.85 * 24 * 106.4 * 500 \left(292 - \frac{106.4}{2}\right) * 10^{-6} = 259.16 \text{ KN.m}$$

$$\phi = 0.82 \dots\dots\dots \phi M_{n\text{max}} = 0.82 * 259.16 = 212.5 \text{ KN.m}$$

$$M_u < \phi M_n = 59.6 \text{ KN.m} < 212.5 \text{ KN.m} \dots\dots\dots \text{design as singly}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{59.5 \times 10^6}{0.9 \times 500 \times 292^2} = 1.55 \text{ Mpa.}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 1.55}{420}}\right) = 0.0038$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0.0038 \times 500 \times 292 = 554.8 \text{ mm}^2$$

*Check for $A_s, \text{min.}$

$$A_{s, \text{min}} = 0.25 \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y} b_w \cdot d \geq \frac{1.4}{f_y} b_w \cdot d$$

$$A_{s\text{min}} = 0.25 \frac{\sqrt{24}}{420} 500 \times 292 = 425.7 \text{ mm}^2$$

Chapter 4 Structural Analysis And Design

$$A_{s_{min}} = \frac{1.4}{420} 500 \times 292 = 486.67 \text{ mm}^2 \dots \text{Control}$$

$$A_{s, \text{required}} = 554.8 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{min}} = 486.67 \text{ mm}^2 \dots \dots \dots \text{OK}$$

Use $\phi 14$ with $A_s = 153.9 \text{ mm}^2$.

$$n = \frac{A_s}{A_{s\phi 14}} = \frac{554.8}{153.93} = 4\phi 14.$$

Use $4\phi 14$ with $A_s = 615.75 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 554.8 \text{ mm}^2$. OK

• Check for strain

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{615.75 \times 420}{0.85 \times 500 \times 24} = 25.35 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{25.35}{0.85} = 29.82 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{292 - 29.82}{29.82} \right) = 0.02 > 0.005 \quad \text{ok}$$

$$\text{use } \phi = 0.9$$

$$M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) = 615.75 \times 420 \left(292 - \frac{25.35}{2} \right) \times 10^{-6} = 71.65 \text{ KN.m}$$

$$\phi M_n = 0.9 \times 71.65 = 64.485 \text{ KN.m} > M_u = 59.6 \text{ KN.m} \dots \dots \dots \text{OK}$$

• Check for spacing:

$$s = \frac{500 - 40 \times 2 - 8 \times 2 - 4 \times 14}{3} = 116 \text{ mm} > 25 \dots \dots \dots \text{ok}$$

➤ Design for positive moment, $M_u = 36 \text{ KN.m}$

Assume bar diameter $\phi 20$.

$$d = h - \text{cover} - d_{\text{stirrups}} - \frac{d_b}{2} = 350 - 40 - 8 - \frac{20}{2} = 292 \text{ mm}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{36 \times 10^6}{0.9 \times 500 \times 292^2} = 0.92 \text{ Mpa.}$$

Chapter 4 Structural Analysis And Design

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.92}{420}} \right) = .0022$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0.0022 \times 500 \times 292 = 321.2 \text{ mm}^2$$

*Check for A_s , min..

$$A_{s, \min} = 0.25 \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y} b_w \cdot d \geq \frac{1.4}{f_y} b_w \cdot d$$

$$A_{s, \min} = 0.25 \frac{\sqrt{24}}{420} 500 \times 292 = 425.7 \text{ mm}^2$$

$$A_{s, \min} = \frac{1.4}{420} 500 \times 292 = 486.67 \text{ mm}^2 \dots \text{Control}$$

$$A_{s, \text{required}} = 321.2 \text{ mm}^2 < A_{s, \min} = 486.67 \text{ mm}^2 \dots \text{ok}$$

Use $\phi 14$ with $A_s = 153.93 \text{ mm}^2$.

$$n = \frac{A_s}{A_{s\phi 14}} = \frac{486.67}{153.93} = 4\phi 14$$

Use $4\phi 14$ with $A_s = 615.7 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 486.67 \text{ mm}^2 \dots \text{Ok}$

• Check for strain

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{615.75 \times 420}{0.85 \times 500 \times 24} = 25.35 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{25.35}{0.85} = 29.82 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{292 - 29.82}{29.82} \right) = 0.02 > 0.005 \quad \text{ok}$$

$$\text{use } \phi = 0.9$$

$$M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) = 615.75 \times 420 \left(292 - \frac{25.35}{2} \right) \times 10^{-6} = 71.65 \text{ KN.m}$$

$$\phi M_n = 0.9 \times 71.65 = 64.485 \text{ KN.m} > M_u = 36 \text{ KN.m} \dots \dots \dots \text{OK}$$

• Check for spacing:

Chapter 4 Structural Analysis And Design

$$s = \frac{500 - 40 * 2 - 8 * 2 - 4 * 14}{3} = 116 \text{ mm} > 25 \dots \dots \dots \text{ok}$$

- Design for maximum negative moment, $M_u = -82 \text{ KN.m}$

Assume bar diameter $\phi 20$.

$$d = h - \text{cover} - d_{\text{stirrups}} - \frac{d_b}{2} = 350 - 40 - 8 - \frac{20}{2} = 292 \text{ mm}$$

Check whether the section will be act as singly or doubly reinforced section:-

Maximum nominal moment strength from strain condition $\epsilon_s = 0.004$

$$C_{\text{max}} = \frac{3}{7}d = \frac{3}{7} * 292 = 125.14 \text{ mm}.$$

$$a = B_1 C = 0.85 * 125.14 = 106.37 \text{ mm}$$

$$M_{n\text{max}} = 0.85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b_f \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$M_{n\text{max}} = 0.85 * 24 * 106.37 * 500 \left(292 - \frac{106.37}{2} \right) * 10^{-6} = 259.1 \text{ KN.m}$$

$$\phi = 0.82 \dots \dots \dots \phi M_{n\text{max}} = 0.82 * 259.1 = 212.46 \text{ KN.m}$$

$M_u < \phi M_n = 82 \text{ KN.m} < 212.46 \text{ KN.m} \dots \dots \dots \text{design as singly}$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{82 \times 10^6}{0.9 \times 500 \times 292^2} = 2.13 \text{ Mpa.}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 2.13}{420}} \right) = 0.0053$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0.0053 \times 500 \times 292 = 773.8 \text{ mm}^2$$

Chapter 4 Structural Analysis And Design

*Check for $A_s, \min..$

$$A_s, \min = 486.67 \text{ mm}^2$$

$$A_s, \text{required } 773.8 \text{ mm}^2 > A_s, \min = 486.67 \text{ mm}^2 \dots \text{ok}$$

Use $\phi 14$ with $A_s = 153.93 \text{ mm}^2$.

$$n = \frac{A_s}{A_s \phi 14} = \frac{773.8}{153.93} = 6 \phi 14.$$

Use $6 \phi 14$ with $A_s = 923.58 \text{ mm}^2 > A_s, \text{required} = 773.8 \text{ mm}^2 \dots \text{ok}$

• Check for strain

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{923.58 \times 420}{0.85 \times 500 \times 24} = 38 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{38}{0.85} = 44.7 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{292 - 44.7}{44.7} \right) = 0.016 > 0.005 \quad \text{ok}$$

$$\text{use } \phi = 0.9$$

$$M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) = 923.58 \times 420 \left(292 - \frac{38}{2} \right) \times 10^{-6} = 105.89 \text{ KN.m}$$

$$\phi M_n = 0.9 \times 105.89 = 95.3 \text{ KN.m} > M_u = 82 \text{ KN.m} \dots \text{OK}$$

Check for spacing:

$$s = \frac{500 - 40 \times 2 - 8 \times 2 - 6 \times 14}{5} = 64 \text{ mm} > 25 \dots \text{ok}$$

4.9.3 Design Beam (B48FG) for Shear

$$V_u \text{ max} = 81 \text{ KN}$$

$$d = 292 \text{ mm}$$

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} b_w d = \frac{1}{6} \sqrt{24} \times 500 \times 292 \times 10^{-3} = 119.2 \text{ KN}$$

$$\phi V_c = 0.75 \times 119.2 = 89.4 \text{ KN.}$$

Chapter 4 Structural Analysis And Design

$$\phi V_c = 0.75 \times 119.2 = 89.4 \text{ KN} > V_u = 81 \text{ KN} \dots$$

No shear reinforcement is required

Use stirrups $\phi 10 @ 10 \text{ cm}$.

4.10. Design of short Column (C45) :

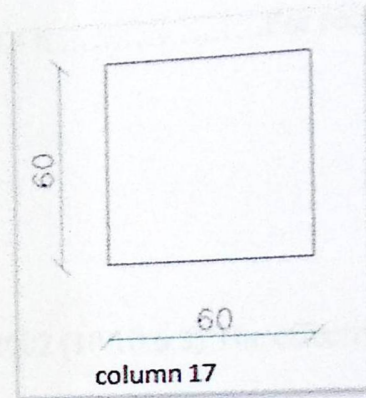


Figure (4-26) : Geometry Of Column (C45)

4.10.1 Design of Longitudinal Reinforcement :

➤ Selecting column dimensions:

$$P_u = 4918 \text{ KN}$$

$$\rho_g = 1.57\%$$

$$A_s = \rho_g * A_g = 0.0157 A_g$$

$$\phi P_{n,max} = P_u$$

$$\phi P_{n,max} = \phi * 0.8 [0.85 * f'_c (A_g - A_s) + A_s * f_y]$$

$$\phi = 0.65 \text{ - for tied column.}$$

$$4918 * 10^3 = 0.65 * 0.8 [0.85 * 24 (A_g - 0.0157 A_g) + 0.0157 A_g * 400]$$

$$A_g = \frac{4943 * 10^3}{13.96} = 352292.3 \text{ mm}^2$$

$$A_g = a^2 \rightarrow a = \sqrt{A_g} = \sqrt{352292.3} = 593.5 \text{ mm.}$$

$$\text{Try } a = 600 \text{ mm, } A_g = a^2 = 600^2 = 360000 \text{ mm}^2.$$

➤ Check for Slenderness :

Chapter 4 Structural Analysis And Design

$$b = 600 \text{ mm}, h = 600 \text{ mm}$$

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

Lu: Actual unsupported (unbraced) length.

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

R: radius of gyration = $\sqrt{\frac{I}{A}} \approx 0.3 h$ For rectangular section.

$$r_x = r_y = 0.3 * 0.6 = 0.18$$

$$L_u = 3.4 \text{ m}$$

$$M_1/M_2 = 1$$

K=1, According to ACI 318-2002 (10.10.6.3) The effective length factor, k, shall be permitted to be taken as 1.0.

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

$$\frac{1 \times 3.4}{0.18} = 18.89 < 22$$

So, Short Column in both direction

➤ Selecting longitudinal bars:

$$\phi P_n = 0.65 * 0.8 [0.85 * f_c'(A_g - A_s) + A_s * f_y]$$

$$\phi P_n = 0.65 * 0.8 [0.85 * 24(600^2 - A_s) + A_s * 400]$$

$$4918 * 10^3 = 0.65 * 0.8 [0.85 * 24(600^2 - A_s) + A_s * 400]$$

$$A_s = \left[\frac{4918 * 10^3}{0.65 * 0.8} - 7344000 \right] \frac{1}{379.6} = 5568.2 \text{ mm}^2$$

$$\rho_g = \frac{A_s}{A_g} = \frac{5568.2}{360000} = 0.0154 > 0.01$$

So, Take $\rho_g = 0.0154$

Use $\Phi 20$, with $A_s = 314 \text{ mm}^2$

Chapter 4 Structural Analysis And Design

$$n = \frac{5568.2}{314} = 17.73 \text{ bars,}$$

Use $18\phi 20$ with $A_s = 5652 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 5568.2 \text{ mm}^2$. Ok

➤ Design For Ties :

Use ties $\Phi 10$ With Spacing of ties shall not exceed the smallest of:

- 1) $48 \cdot d_s = 48 \cdot 10 = 480 \text{ mm}$
- 2) $16 \cdot d_b = 16 \cdot 20 = 320 \text{ mm}$ - Control
- 3) Least Dimension of Column = 600 mm

So, Use $\Phi 10 @ 200 \text{ mm}$.

➤ Check For Code Requirements :

- 1) Clear Spacing between longitudinal bars

$$\text{spacing} = \frac{600 - 40 \cdot 2 - 10 \cdot 2 - 6 \cdot 20}{5} = 76 \text{ mm} > 40 \text{ mm}$$

$> 1.5 \cdot d_b = 30 \text{ mm}$ - OK

- 2) Gross Reinforcement Ratio:

$$0.01 < \rho_g = 0.0154 < 0.08 \text{ -- OK}$$

- 3) Number of bars : $18 > 4$ --for square section -- OK

- 3) Minimum d_s : $\Phi 10$ for $\Phi 16$ Bars -- OK

- 4) Spacing Of Ties : $S = 200 \text{ mm}$ -- OK

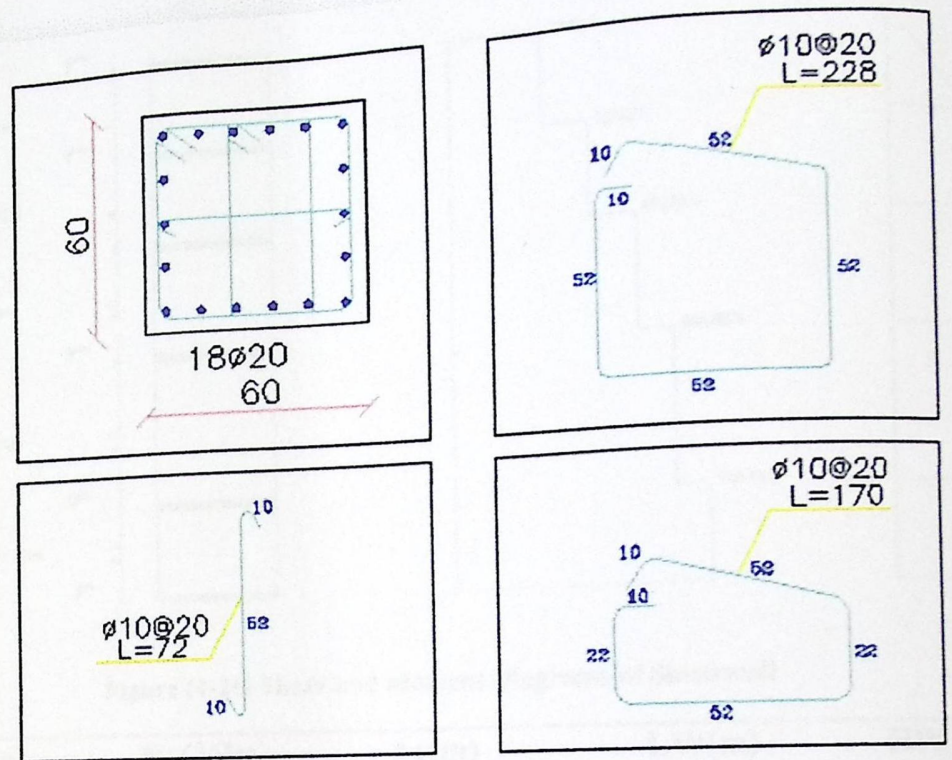


Figure (4-27) : Details Of Column (C45)

4.11 Design of Shear Wall (SW) :-

To design shear walls we use (CSI ETABS) Software , and this diagram from ETABS.

manua example of shear wall design :

Chapter 4 Structural Analysis And Design

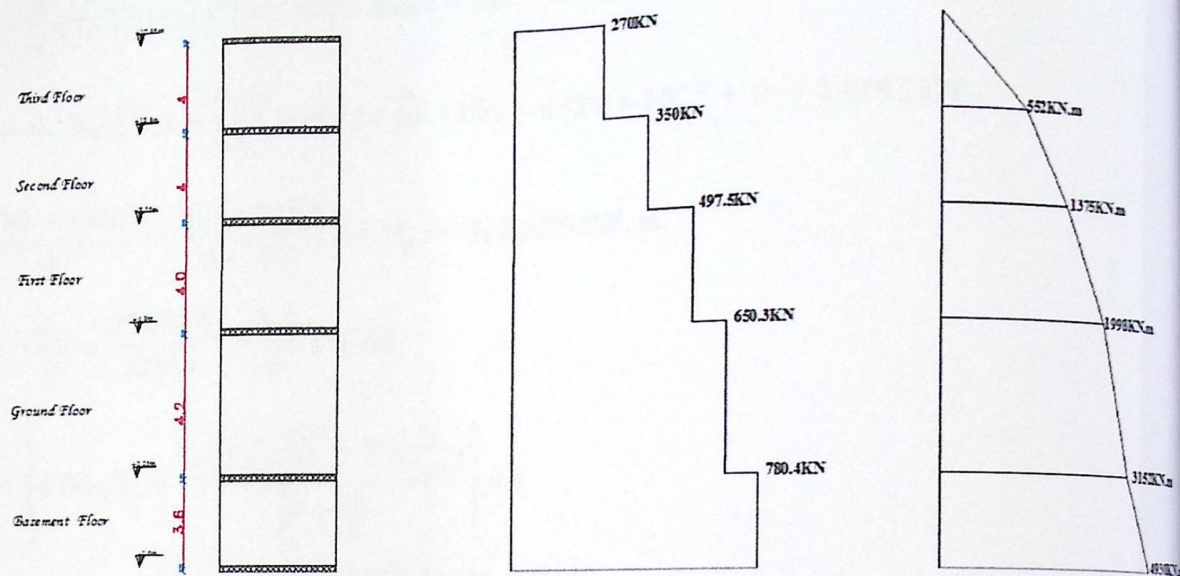


Figure (4-28) Shear and Moment Diagrams of Shearwall

Fc (MPa)	Fy (MPa)	t (cm)	LW(m)	HW(m)
24	400	25	5.4	4

4.12.1: Design of shear

$$\sum Fx = Vu = 780.4KN$$

4.12.2: Design of the Horizontal reinforcement:

The critical Section is the smaller of:

$$\frac{lw}{2} = \frac{5.4}{2} = 2.7m \dots \text{control}$$

$$\frac{hw}{2} = \frac{20}{2} = 10m$$

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

$$d = 0.8 \times lw = 0.8 \times 5.4 = 4.32m$$

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

$$= 0.75 \times 0.83 \times \sqrt{24} \times 250 \times 4320 = 3293.6KN > V_u$$

Chapter 4 Structural Analysis And Design

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} h d = \frac{1}{6} \sqrt{24} * 250 * 4320 * 10^{-3} = 881.8 \text{ KN} \dots \text{cont}$$

$$V_c = 0.27 \sqrt{f_c'} h d + \frac{N_u d}{4 l_w} = 0.27 \sqrt{24} * 250 * 4320 * 10^{-3} + 0 = 1428.5 \text{ KN}$$

$$\frac{4930 - 3152}{4} = \frac{M_u - 3152}{4 - 2.7} \Rightarrow M_u = 3729.85 \text{ KN.m}$$

$$\frac{M_u}{V_u} - \frac{l_w}{2} = \frac{3729.85}{780.4} - \frac{5.4}{2} = 2.08$$

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

$$= \left[0.05 \sqrt{24} + \frac{5.4 (0.1 \sqrt{24} + 0)}{2.08} \right] 250 * 4320 * 10^{-3} = 1638.14 \text{ KN}$$

$$V_s = V_n - V_c$$

$$V_s = (780.4 / 0.75) - 881.8 = 158.7 \text{ KN}$$

$$\frac{A_s}{S} = \frac{V_s}{f_y d} = \frac{158.7 * 10^3}{400 * 4320} = 0.09184 \text{ mm}^2 / \text{mm}$$

$$\rho = \frac{A_s}{s * h} = \frac{0.09184}{250} = 0.000367 < 0.0025$$

Use $\phi 12$ $A_s = 113.04 \text{ mm}^2$

$$\rho = \frac{2 * 113.04}{S * 250} = 0.0025 \Rightarrow S = 361.73 \text{ mm}$$

-Max. Spacing is the least of:-

$$\frac{l_w}{5} = \frac{5400}{5} = 1080 \text{ mm}$$

$$3h = 3 * 250 = 75 \text{ mm}$$

450 mm..... control.

Use $\phi 12 @ 250 \text{ mm}$ in tow layer

4.12.3 : Design for Vertical reinforcement :-

Chapter 4 Structural Analysis And Design

$$\frac{h_w}{L_w} = \frac{20}{5.4} = 3.7$$

$$\rho_{vmin} > 0.0025 + 0.5 \left(2.5 - \frac{h_w}{l} \right) (\rho_t - 0.0025) > 0.0025$$

-Max. Spacing is the least of:-

$$\frac{l_w}{3} = \frac{5400}{3} = 1800mm$$

$$3h = 3 * 250 = 750mm$$

450 mm.....control.

Use $\phi 12@250mm$ in tow layer

4.12.4 : Design of bending moment :

$$A_{st} = \left(\frac{5400}{250} \right) * 2 * 113.04 = 4883.3 \text{ mm}^2$$

$$w = \left(\frac{A_{st}}{L_w h} \right) \frac{f_y}{f_c'} = \left(\frac{4883.3}{5400 * 250} \right) \frac{400}{24} = 0.0603$$

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

$$\frac{c}{l_w} = \frac{w + \alpha}{2w + 0.85\beta_1} = \frac{0.0603 + 0}{2 * 0.0603 + 0.85 * 0.85} = 0.072$$

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

$$= 0.9 [0.5 * 4883.3 * 400 * 5400 (1 + 0) (1 - 0.072)] * 10^{-6} = 4404.8 \text{ KN.m}$$

$$\phi M_n = 4404.8 \text{ KN.m} < M_u = 4930 \text{ KN.m} \quad \text{Not Ok}$$

Try $\phi 14@200 \text{ mm}$

$$A_{st} = \left(\frac{5400}{250} \right) * 2 * 153.86 = 6646.75 \text{ mm}^2$$

Chapter 4 Structural Analysis And Design

$$w = \left(\frac{A_{st}}{L_w h} \right) \frac{f_y}{f_c'} = \left(\frac{6646.75}{5400 * 250} \right) \frac{400}{24} = 0.082$$

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

$$\frac{c}{l_w} = \frac{w + \alpha}{2w + 0.85\beta_1} = \frac{0.082 + 0}{2 * 0.082 + 0.85 * 0.85} = 0.093$$

$$\begin{aligned} \phi M_n &= \phi \left[0.5 A_{st} f_y l_w \left(1 + \frac{P_u}{A_{st} f_y} \right) \left(1 - \frac{c}{l_w} \right) \right] \\ &= 0.9 [0.5 * 6646.75 * 400 * 5400 (1 + 0) (1 - 0.093)] * 10^{-6} = 6510.89 \text{ KN.m} \end{aligned}$$

$$\phi M_n = 4404.8 \text{ KN.m} > M_u = 4930 \text{ KN.m} \quad \text{Ok}$$

use $\phi 14 @ 200$ mm for vertical reinforcement

4.12 Po.(ST1A): Design of Stairs

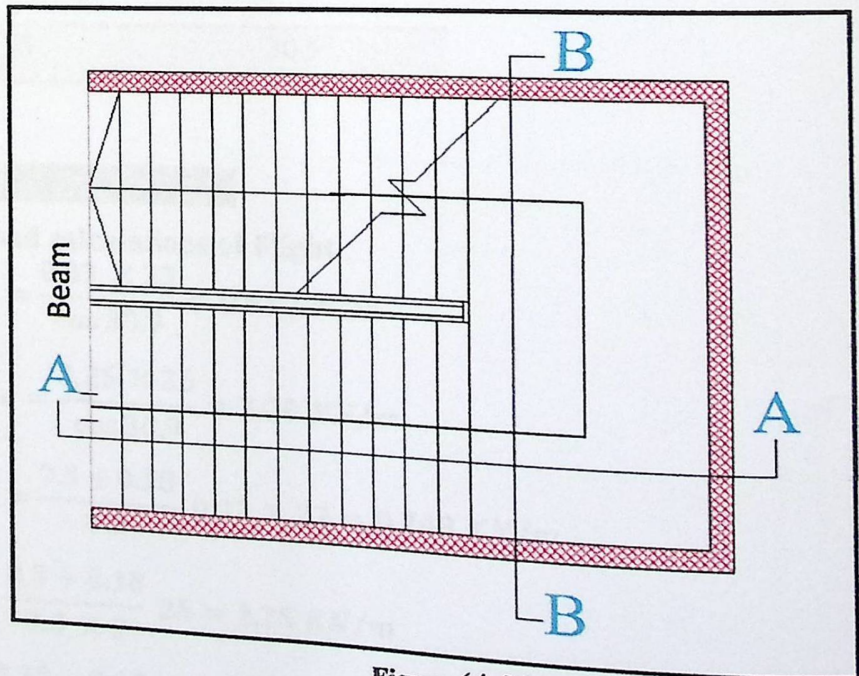


Figure (4-29) : Stair (ST1A)

Chapter 4 Structural Analysis And Design

NOTE: (Material)

➤ *B300.... $f_c' = 30 \text{ N/mm}^2 \text{ (MPa)}$ For circular section
but for rectangular section ($f_c' = 30 * 0.8 = 24 \text{ MPa}$).

➤ **Determination of Thickness:**

height = 3.4 m Rise = $3.4 / 20 = 18 \text{ cm}$

height	rise	run	LL	f_c'	f_y
3.4m	18 cm	30 cm	5 KN/m ²	24 Mpa	420 Mpa

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

$$h_{\min} = L / 20$$

$$h_{\min} = (0.8 + 3 + 0.4) / 20 = 4.2 / 20 = 21 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{take } h = 25 \text{ cm.}$$

⇒ Use $h = 25 \text{ cm}$.

$$\theta = \tan^{-1}(18 / 30) = 30.9^\circ$$

$h_{\min} \text{ (cm)}$	θ
25	30.9°

➤ **Load Calculations**

Dead Load calculations of Flight :

$$\text{Plaster} = \frac{0.03 \times 23}{\cos 30.9} = 0.81 \text{ KN/m}$$

$$\text{concrete} = \frac{0.25 \times 25}{\cos 30.9} = 7.28 \text{ KN/m}$$

$$\text{mortar} = \frac{0.3 + 0.18}{0.3} \times 0.02 \times 22 = 0.748 \text{ KN/m}$$

$$\text{stair} = \frac{0.3 + 0.18}{0.3 \times 2} \times 25 = 2.25 \text{ KN/m}$$

$$\text{Tile} = \frac{0.33 + 0.18}{0.3} \times 0.03 \times 22 = 1.122 \text{ KN/m}$$

Chapter 4 Structural Analysis And Design

Total load (DL) = 12.21 KN/m

Live load (LL) = 5KN/m

Dead Load calculations of Landing

material	gama	h(m)	b(m)	KN/m
Tiles	22	0.03	1	0.66
Mortar	22	0.02	1	0.44
R C	25	0.25	1	6.25
Plaster	22	0.03	1	0.66

Total load (DL)

Live load (LL) = 5 KN/m²

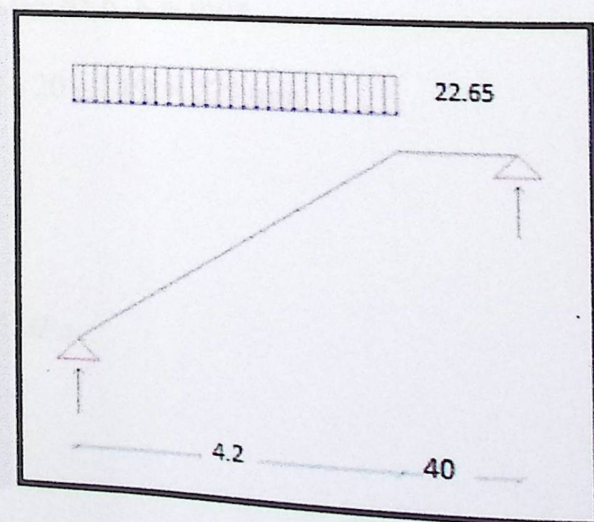
Total Factored load,,, (W = 1.2DL + 1.6LL)

For W_{flight} , $W = 1.2*12.21 + 1.6*5 = 22.65$ KN/m

For $W_{landing}$, $W = 1.2*8.03 + 1.6*5 = 17.63$ KN/m

W_{flight} (KN/m)	$W_{landing}$ (KN/m)
22.65	17.63

- Structural System Of Flight (FL1) :



Figure(4-30) : structural system of flight

Chapter 4 Structural Analysis And Design

Check for shear strength For Flight:

Assume $\emptyset 14$ for main reinforcement:-

$$d = h - 20 - db/2 = 250 - 20 - 14/2 = 223 \text{ mm}$$

$$V_u = 29.54 \text{ KN at distance } d.$$

$$\phi V_c = \frac{0.75 * \sqrt{24} * 1000 * 223}{6} = 136.56 \text{ KN/m}$$

$$V_u = 29.54 \text{ KN} < 0.5 * \phi V_c = 68.28 \text{ KN}.$$

Thickness is adequate enough

db (mm)	h(mm)	d (mm)	Vu (KN)	ϕV_c (KN)
$\emptyset 14$	250	223	29.54	136.56

➤ Design of Flexure By Hand Calculations:

- Design for Flight:

$$M_u = 30.375 * 2.1 - 22.65 * 1.5 * 0.75 = 41 \text{ KN.m}$$

$$M_n = M_u / 0.9 = 41 / 0.9 = 45.6 \text{ KN.m/m}$$

$$d = h - 20 - db/2 = 250 - 20 - 14/2 = 223 \text{ mm}$$

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

$$R_n = \frac{45.6 * 10^6}{1000 * 223^2} = 0.92 \text{ MPa}.$$

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

Chapter 4 Structural Analysis And Design

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.92}{420}} \right) = 0.0022$$

$$A_{s_{req}} = 0.0022 \times 1000 \times 223 = 497.1 \text{ mm}^2/\text{m} > A_{s_{min}} = 450 \text{ mm}^2/\text{m} \dots \text{OK}$$

$$A_{s_{min}} = 0.0018 \times b \times h = 0.0018 \times 1000 \times 250 = 450 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Use $\Phi 14$ then,

Mu(KN.m)	m	Rn	ρ	$A_{s_{req}}(\text{mm}^2)$	$A_{s_{min}}(\text{mm}^2)$	S(m)
39.54	20.6	0.88Mpa	0.003278	763.957	450	20

Use $\Phi 14$ @ 20 cm c/c , $A_s = 769.6 \text{ mm}^2/\text{m}$ strip

- Step (s) is the smallest of :-

$$1. 3 \cdot h = 3 \cdot 250 = 750 \text{ mm}$$

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

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

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

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

- Check for strain:

Tension = Compression

Chapter 4 Structural Analysis And Design

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

$$769.6 * 420 = 0.85 * 24 * 1000 * a$$

$$a = 15.84m$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{15.84}{0.85} = 18.64mm$$

$$\epsilon_s = \frac{223 - 18.64}{18.64} * 0.003$$

$$\epsilon_s = 0.033 > 0.005 \longrightarrow ok$$

➤ **Temperature & Shrinkage reinforcement:**

$$A_{S_{Shrinkage}} = 0.0018 * b * h = 0.0018 * 1000 * 250 = 450mm^2/m$$

Use $\Phi 14 @ 30 \text{ cm c/c}$, $A_s \text{ prov} = 461.833 \text{ mm}^2/\text{m strip}$

- Step (s) is the smallest of :-

1. $5 * h = 5 * 250 = 1250 \text{ mm}$

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

$A_{S_{Shrinkage}} (mm^2)$	S(mm)	d_b (mm)
450	300	$\Phi 14$

$WRA = 34.4 \text{ KN/m}$, $WRB = 34.4 \text{ KN/m}$ From Hand calculations

Load For Landing = $WRA = 34.4 \text{ KN/m}$

- **Design for landing (S1):**

$$q_u = 30.375 + 17.63 = 48 \text{ KN/m}$$

$$v_u = 48 * 4/2 - 48 * .223 = 85.29 \text{ KN}$$

- **Check for shear strength (S1):**

Assume $\Phi 12$ for main reinforcement:-

$$d = h - 20 - d_b/2 = 250 - 20 - 12/2 = 223 \text{ mm}$$

Chapter 4 Structural Analysis And Design

$$\phi V_c = \frac{0.75 * \sqrt{24} * 1000 * 223}{6} = 136.56 \text{ KN/m}$$

$$V_u = 85.29 \text{ KN/m} < \phi V_c = 136.56 \text{ KN/m}$$

- Thickness is adequate enough

- Calculate the maximum bending moment:

$$M_u = 120.6 \text{ kN.m/m}$$

$$M_n = M_u / 0.9 = 120.6 / 0.9 = 134 \text{ KN.m/m}$$

$$d = h - 20 - db/2 = 250 - 20 - 14/2 = 223 \text{ mm}$$

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

$$R_n = \frac{134 * 10^6}{1000 * 223^2} = 2.7 \text{ MPa}$$

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

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{19.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 20.6 * 2.7}{420}} \right) = 0.007$$

$$A_{s_{req}} = 0.007 * 1000 * 223 = 1561 \text{ mm}^2/\text{m} > A_{s_{min}} = 450 \text{ mm}^2/\text{m} \dots \text{OK}$$

$$A_{s_{min}} = 0.0018 * b * h = 0.0018 * 1000 * 250 = 450 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Use $\Phi 16 @ 10 \text{ cm c/c}$

Mu(KN.m)	m	Rn	ρ	$A_{s_{req}}(\text{mm}^2)$	$A_{s_{min}}(\text{mm}^2)$	S(n)
----------	---	----	--------	----------------------------	----------------------------	------

Chapter 4 Structural Analysis And Design

120.6

20.6

2.7 Mpa

.007

1560

450

100

- Step (s) is the smallest of :-

$$1. 3 \cdot h = 3 \cdot 250 = 750 \text{ mm}$$

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

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

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

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

- Check for strain:

Tension = Compression

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

$$2000 \cdot 420 = 0.85 \cdot 24 \cdot 1000 \cdot a$$

$$a = 41.37 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{41.3}{0.85} = 48.6 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = \frac{223 - 48.6}{48.6} \cdot 0.003$$

$$\epsilon_s = 0.01 > 0.005 \rightarrow \text{ok}$$

➤ Temperature & Shrinkage reinforcement:

$$A_{s_{\text{shrinkage}}} = 0.0018 \cdot b \cdot h = 0.0018 \cdot 1000 \cdot 250 = 450 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

Use $\Phi 14$ @ 30 cm c/c, $A_s \text{ prov} = 461.8 \text{ mm}^2 / \text{m strip}$

- Step (s) is the smallest of :-

$$1. 5 \cdot h = 5 \cdot 250 = 1250 \text{ mm}$$

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

4.13 Design of Basement Wall (BW) :-

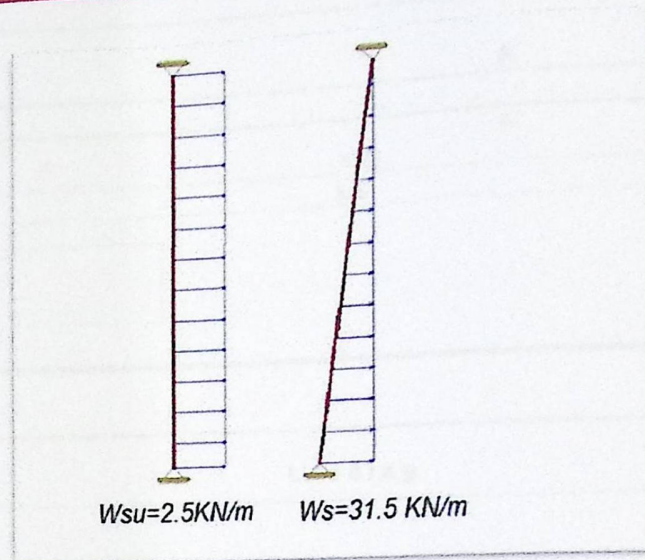


Figure (4-32) : Geometry Of Basement Wall (BW)

$f_c' = 24 \text{ MPa}$, $f_y = 420 \text{ MPa}$, $\gamma_s = 18 \text{ KN/m}^3$, $q_{al} = 400 \text{ KN/m}^2$, $\phi = 30^\circ$,
surcharge = 5 KN/m^2

Wall Thickness = 25 cm

Consider at rest pressure

$$C_a = 1 - \sin \phi = 1 - \sin 30 = 0.50$$

$$W_s = C_a * h * \gamma = 0.50 * 3.6 * 18 = 31.5 \text{ KN/m}^2$$

$$W_{su} = C_a * P = 0.50 * 5 = 2.50 \text{ KN/m}^2$$

From Atir we have moment and shear envelop :

Chapter 4 Structural Analysis And Design

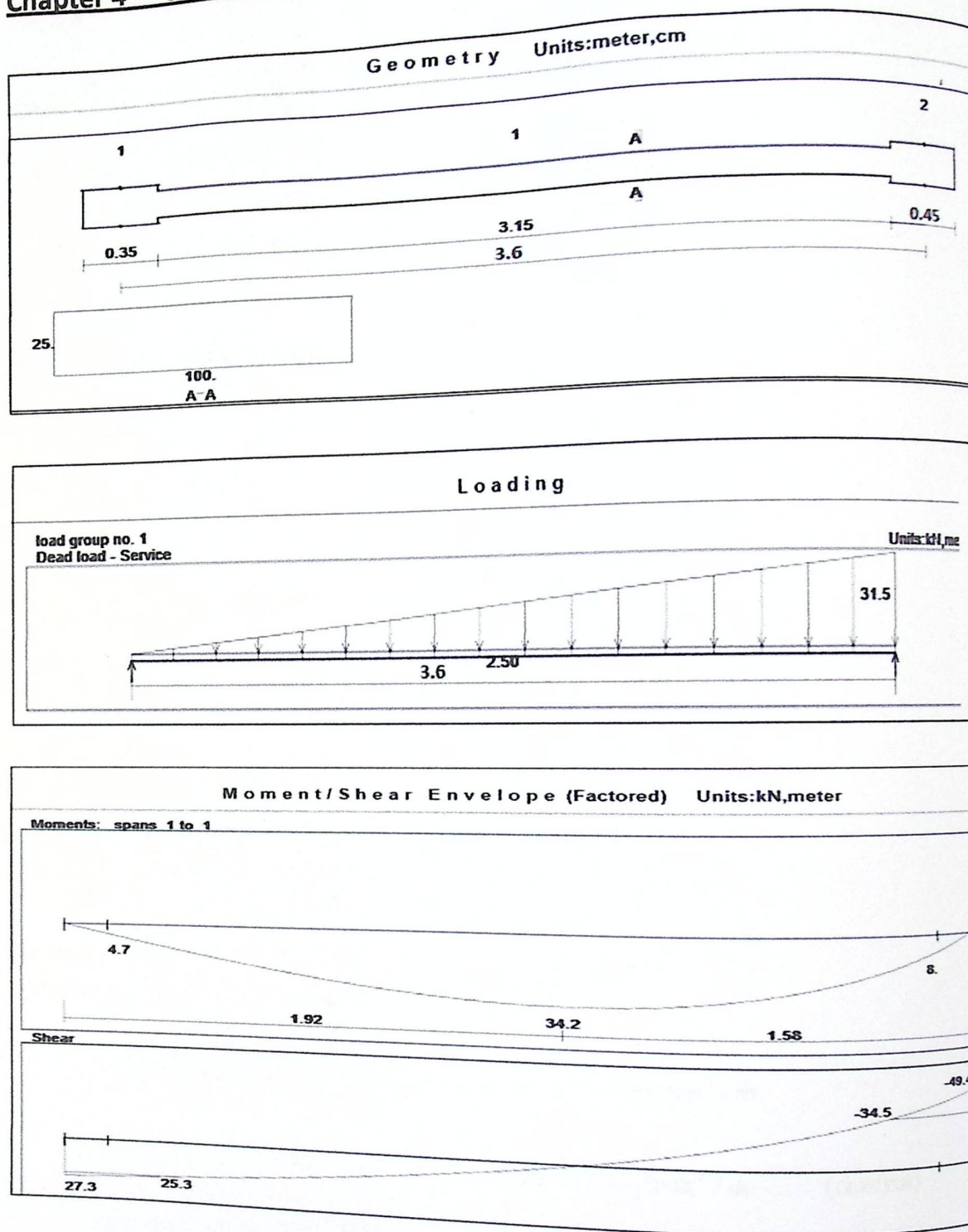


Figure (4-33) : Loading and Envelope of Basement Wall (BW1)

4.13.1 : Design Of Shear

Check for wall thickness

$$d = 250 - 50 - 20/2 = 190 \text{ mm}$$

Chapter 4 Structural Analysis And Design

$$\phi V_c = \frac{\phi}{6} \sqrt{f_c'} * b * d = \frac{0.75}{6} \sqrt{24} * 1000 * 190 * 10^{-3} = 116.35 \text{ KN}$$

$$V_u \text{ (At face of support)} = 34.50 \text{ KN}$$

$\phi V_c > V_u$ at face of support , So ϕV_c will be greater than V_{ud} - OK

The thickness of Wall is Adequate Enough

4.13.2 : Design for Flexure :

$$M_u = 34.2 \text{ KN.m}$$

$$M_n = 38 \text{ KN.m}$$

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

$$R_n = \frac{38 * 10^6}{1000 * 190^2} = 1.05 \text{ MPa .}$$

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

$$m = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.58$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{20.58} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 20.58 * 1.05}{420}} \right) = 0.0026$$

$$\text{As req} = 0.0026 * 1000 * 190 = 494 \text{ mm}^2/\text{m} \dots\dots\dots \text{control}$$

$$\text{As min (for bars } < 16 = 0.0012 * 1000 * 250 = 300 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4(f_y)} (bw)(d) = \frac{\sqrt{24}}{4(420)} (1000)(190) = 554. \text{mm}^2 / \text{m}$$

$$A_s \text{ min} = \frac{1.4}{(f_y)} (bw)(d) = \frac{1.4}{420} (1000)(190) = 633.3 \text{mm}^2 / \text{m} \dots \text{ (control)}$$

$$A_s = 494.00 \text{ mm}^2/\text{m} < A_s \text{ min} = 633.3 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Use $\Phi 10/12$ cm A_s , provided = $658.33 \text{ mm}^2/\text{m}$

For horizontal bars use the half of the min. in each side

$$0.5 * A_{s \text{ min}} = 0.5 * 0.002 * 250 * 1000 = 250 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Use $\phi = 8$

Chapter 4 Structural Analysis And Design

$$\phi V_c = \frac{\phi}{6} \sqrt{f_c'} * b * d = \frac{0.75}{6} \sqrt{24} * 1000 * 190 * 10^{-3} = 116.35 \text{ KN}$$

$$V_u \text{ (At face of support)} = 34.50 \text{ KN}$$

$\phi V_c > V_u$ at face of support , So ϕV_c will be greater than V_{ud} - OK

The thickness of Wall is Adequate Enough

4.13.2 : Design for Flexure :

$$M_u = 34.2 \text{ KN.m}$$

$$M_n = 38 \text{ KN.m}$$

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

$$R_n = \frac{38 * 10^6}{1000 * 190^2} = 1.05 \text{ MPa}$$

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

$$m = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.58$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{20.58} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 20.58 * 1.05}{420}} \right) = 0.0026$$

$$\text{As req} = 0.0026 * 1000 * 190 = 494 \text{ mm}^2/\text{m} \dots\dots\dots \text{control}$$

$$\text{As min (for bars } < 16 = 0.0012 * 1000 * 250 = 300 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\text{As min} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4(f_y)} (bw)(d) = \frac{\sqrt{24}}{4(420)} (1000)(190) = 554. \text{mm}^2 / \text{m}$$

$$\text{As min} = \frac{1.4}{(f_y)} (bw)(d) = \frac{1.4}{420} (1000)(190) = 633.3 \text{mm}^2 / \text{m} \dots \dots \text{(control)}$$

$$\text{As} = 494.00 \text{ mm}^2/\text{m} < \text{As min} = 633.3 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\text{Use } \Phi 10/12 \text{ cm As, provided} = 658.33 \text{ mm}^2/\text{m}$$

For horizontal bars use the half of the min. in each side

$$0.5 * \text{As}_{\text{min}} = 0.5 * 0.002 * 250 * 1000 = 250 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\text{Use } \phi = 8$$

Chapter 4 Structural Analysis And Design

Use for horizontal bare $\phi 8@20$ cm in each side

Use $\phi 10@20$ cm for vertical in outer side to hold the horizontal bares

-Check for strain:

Tension = Compression

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

$$658.33 * 420 = 0.85 * 24 * 1000 * a$$

$$a = 13.55 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{13.55}{0.85} = 15.94 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = \frac{190 - 15.94}{15.94} * 0.003 = 0.0327 > 0.005 \text{ ok} \dots$$

$$\epsilon_s = 0.01108 < 0.005 \longrightarrow \text{ok}$$

- Check for step :

$$S_{\text{max}} = 450 \text{ mm} , 3 * h = 3 * 250 = 750 \text{ mm}$$

Note : all steps are less than S_{max} , So its OK

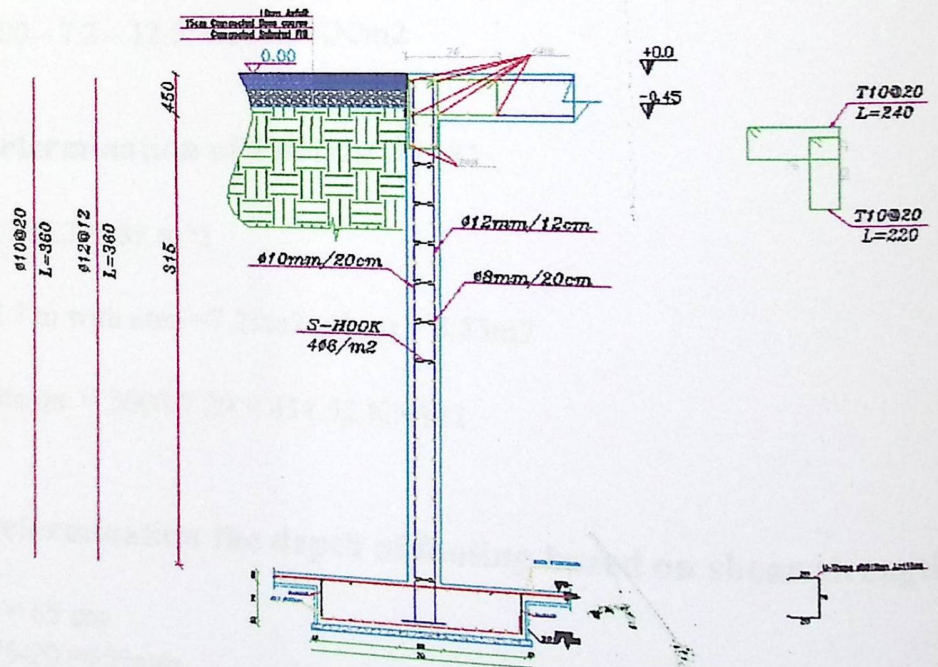


Figure (4-34) : Reinforcement Detail of Basement Wall (BW)

Chapter 4 Structural Analysis And Design

4.14 Design of Isolated Footing (F6):-

4.14.1 Determination of Loads:

Total factored load = 3000 KN.

Total services load = 2608.1 KN

Column Dimensions = 50*50 cm.

Soil density = 18 KN/m³.

Service surcharge = 5 KN/m².

Allowable soil Pressure = 400 KN/m².

Assume footing to be about (50 cm) thick.

Footing weight = 25 * 0.5 = 12.5 KN/m².

Soil weight above the footing = 0.4 * 18 = 7.2 KN/m².

allow = 400 - 7.2 - 12.5 = 380.3 KN/m²

4.14.2 Determination of Footing Area:

$$A = 2608.1 / 380.3 = 6.85 \text{ m}^2$$

Try 2.7 * 2.7 m with area = 7.29 m² ≥ A_{req} = 6.85 m²

$$\text{Determine } q_u = 3000 / 7.29 = 411.52 \text{ KN/m}^2$$

4.14.3 Determination the depth of footing based on shear strength:

Assume h = 65 cm

$$d = 650 - 75 - 20 = 555 \text{ mm}$$

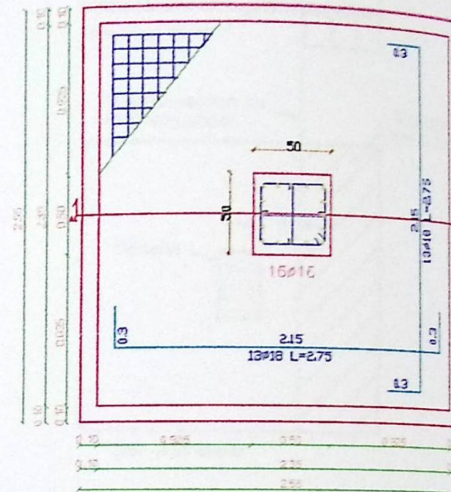


Fig (4-35): Isolated F6

Chapter 4 Structural Analysis And Design

4.14.4 Check for one-way shear strength :

$$V_u = 411.52 * \left(\frac{2.7}{2} - 0.50 / 2 - 0.555 \right) * 2.7 = 605.5 \text{ KN}$$

$$\phi V_c = \phi \left(\frac{1}{6} * \sqrt{f_c'} * b_w * d \right)$$

$$\phi V_c = 0.75 * \frac{1}{6} * \sqrt{24} * 2700 * 555 = 917.64 \text{ KN}$$

$$\phi V_c = 917.64 \text{ KN} > V_u = 605.5 \text{ KN}$$

∴ Safe

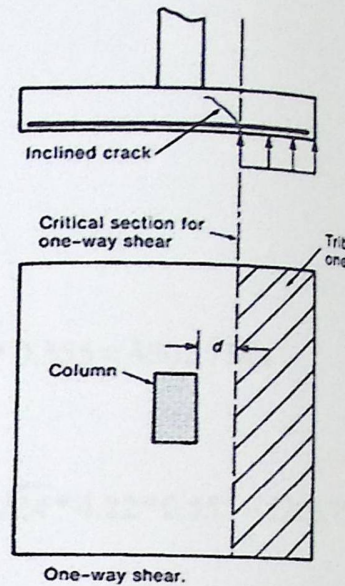


Fig (4-36): One way shear.

4.14.5 Check for two-way shear action (punching):

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

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

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

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

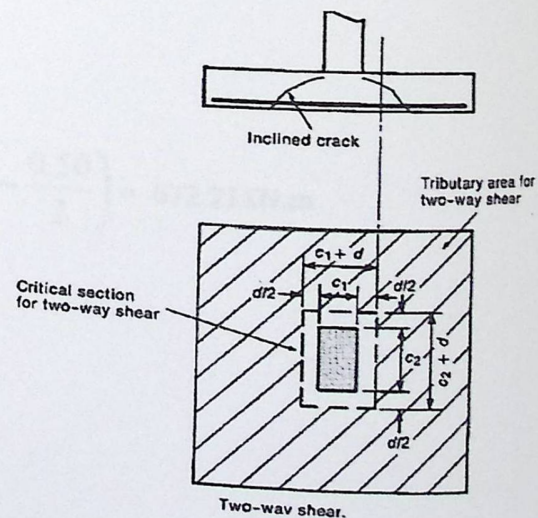


Fig (4-37): Two-way shear.

Where:

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

Chapter 4 Structural Analysis And Design

$$b_o = 2(d + a1) + 2(d + a2) = 2(0.555 + 0.5) + 2(0.555 + 0.5) = 4.22m$$

$$\alpha_s = 40 \quad \dots \text{ for interior column}$$

$$\beta = 500/500 = 1$$

$$\phi V_c = \phi \cdot \frac{1}{6} \left(1 + \frac{2}{\beta_c} \right) \sqrt{f'_c} b_o d = \frac{0.75}{6} * (1 + 2/1) * \sqrt{24} * 4.22 * 0.555 = 4302.71Kn$$

$$\phi V_c = \phi \cdot \frac{1}{12} \left(\frac{\alpha_s * d}{b_o} + 2 \right) \sqrt{f'_c} b_o d = \frac{0.75}{12} * \left(\frac{40 * 0.555}{4.22} + 2 \right) * \sqrt{24} * 4.22 * 0.555 = 5206.75$$

$$\phi V_c = \phi \cdot \frac{1}{3} \sqrt{f'_c} b_o d = \frac{0.75}{3} * \sqrt{24} * 4.22 * 0.555 = 2868.4Kn$$

$$\phi V_c = 2868.47Kn \quad \dots \text{ Control}$$

$$V_u = 411.52 * \{(2.7 * 2.7) - (0.5 + 0.555) * (0.5 + 0.555)\} = 2543.19kN$$

$$\phi V_c > V_u \dots \dots \dots \text{ satisfied}$$

4.14.6 Design of Bending Moment:

$$M_u = \left(q_{ult} \times W \times \left(\frac{L}{2} - \frac{a}{2} \right) \right) \times 0.5 \left(\frac{L}{2} - \frac{a}{2} \right)$$

$$= \left(411.52 \times 2.7 \times \left(\frac{2.7}{2} - \frac{0.50}{2} \right) \right) \times 0.5 \left(\frac{2.7}{2} - \frac{0.50}{2} \right) = 672.21KN.m$$

$$M_n = 672.21/0.9 = 746.9KN.m$$

$$d = 650 - 75 - 20 = 555 \text{ mm}$$

$$K_n = \frac{M_n}{b * d^2} = \frac{746.9 \times 10^6}{2700 \times 555^2} = 0.898 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{F_y}{0.85 f'_c} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.59$$

Chapter 4 Structural Analysis And Design

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

$$\rho = \frac{1}{20.59} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.59 \times 0.898}{420}} \right) = 0.002187$$

$$A_{s_{req}} = 0.0021870 \times 2700 \times 555 = 3277.21 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

$$A_{s_{min}} = 0.0018 * 2700 * 650 = 3159 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

$$A_{s_{REQ}} = 3277.21 \text{ mm}^2 / \text{m} \geq A_{s_{MIN}} = 3159 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

$$\# \text{ of bar in on meter} = \frac{3277.21}{254.46} = 12.8$$

Use 13Ø18 with $A_s = 3308.09 \text{ mm}^2/\text{m} \geq A_{s \text{ req}} = 3277.21$

In tow direction

- Check of strain

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

$$3277.21 * 420 = 0.85 * 24 * 2700 * a$$

$$a = 24.98 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{19.37}{0.85} = 29.39 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = \frac{555 - 29.39}{29.39} * 0.003 = 0.053$$

$$\epsilon_s = 0.053 > 0.005 \longrightarrow \text{ok}$$

4.14.7 Development Length of main Reinforcement for Mu :

$$L_{d(1)req} = \frac{0.24 fy}{\sqrt{fc}} db = \frac{0.24 * 420}{\sqrt{24}} * 1.6 = 32.92 \text{ cm} .$$

Chapter 4 Structural Analysis And Design

$$Ld_{(2)req} = 0.044 \times f_y \times db = 0.044 \times 420 \times 1.6 = 29.6 \text{ cm}$$

$$Ld_{(1)req} = 32.92 \text{ cm} > Ld_{(2)req} = 29.6 \text{ cm} \rightarrow \text{control}$$

$$\text{Available } Ld = (650 - 75 - 2 \times 18) = 539 \text{ mm.}$$

$$\text{Available } Ld = 53.9 \text{ cm} > Ld_{(1)req} = 32.92 \text{ cm}$$

$$ld_{req} = \frac{9}{10} * \frac{F_y}{\lambda \sqrt{f_c}} * \frac{\psi_s \psi_s \psi_t}{\frac{kt_r + cb}{db}} * db$$

$$ld_{req} = \frac{9}{10} * \frac{420}{1 * \sqrt{24}} * \frac{1 * 1 * 0.8}{2.5} * 18 = 444.4 \text{ mm}$$

$$Ld \text{ available} = 650 - 75 = 575 \text{ mm}$$

$$Ld \text{ available} = 575 \text{ mm} > ld_{req} = 444.4 \text{ mm}$$

4.14.8 Design the column – footing joint:

Total factored load = 3000KN.

The allowable bearing on the base of the column is:

$$\phi(0.85 f_c A) = 0.65 * 0.85 * 24 * 500 * 500 = 3315 \text{ Kn}$$

The allowable bearing on the footing is:

$$\phi(0.85 f_c A) \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = 0.65 * 0.85 * 24 * 500 * 500 * 2 = 6630 \text{ Kn}$$

Total factored load = 3000 < 6630 Kn

$$A_{s_{min}} = 0.005 * A_g = 0.005 * 500 * 500 = 1250 \text{ mm}^2 / m$$

$$A \text{ dowels} = \frac{Pu - \phi Pnb}{\phi F_y} > 0.005 A_g$$

Use 8 ϕ 14 ,or use the same reinforcement as in the column if larger .

Chapter 4 Structural Analysis And Design

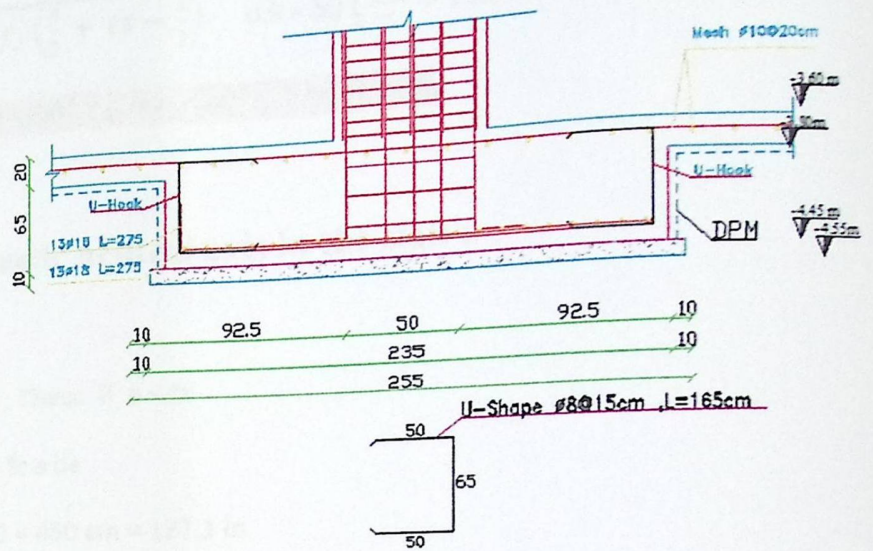


Figure (4-38): Footing's Details.

4.15 Design of Composite Beams (CB):-

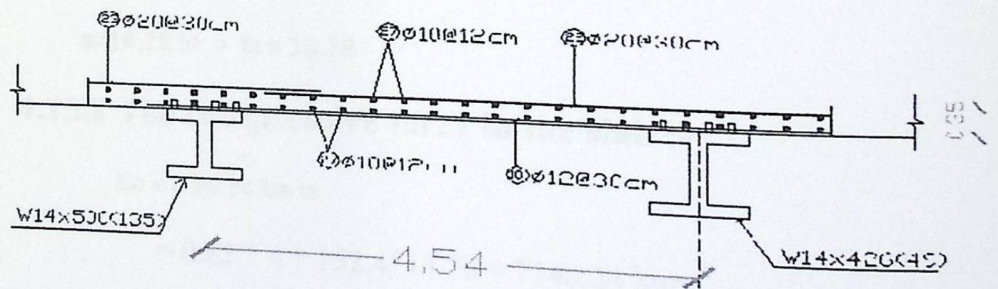


Figure (4-39): Composite Beam

Assume $a = 1$ in

Assume $d = 19.6$ in

Chapter 4 Structural Analysis And Design

$$A_{s_{req}} = \frac{M_u}{\phi b * f_y \left(\frac{d}{2} + t_s - \frac{a}{2} \right)} = \frac{3844.79 * 12}{0.9 * 50 \left(\frac{19.6}{2} + 13.78 - 1/2 \right)} = 44.4 \text{ in}^2$$

Select W_(14*500) $A_g=147$, $d=19.6$ in

4.15.1- plastic neutral axis in the slab :-

Case 1 : Checc if $a < t_s$

$$C = .85 f_c a b_e$$

$$B_e = b_0 = 450 \text{ cm} = 177.1 \text{ in}$$

$$B_e = L / 4 = 15.5 / 4 = 387.5 \text{ cm} = 152.4 \text{ in control}$$

$$F_c = 28 \text{ mpa} = 4000 \text{ psi}$$

$$T = A_s * f_y$$

$$F_y = 50 \text{ ksi}$$

$$0.85 * 4 * a * 152.4 = 147 * 50$$

$$a = 14.18$$

$$a = 14.18 \text{ in} > t_s = 13.78$$

4.15.2 The compressive force in the slab :-

$$C_c = 0.85 F_c b_e t_s$$

$$= 0.85 * 4 * 152.4 * 13.78 = 7140.24 \text{ kips}$$

$$C_s = \frac{A_s f_y - 0.85 f_c b_e t_s}{2}$$

$$= \frac{147 * 50 - 7140.24}{2} = 104.88 \text{ kips}$$

Assuming only the a ng of the W14*500 ($b_f = 17 \text{ in}$) is in compression

$$D_f = \frac{104.88}{50 * (17)} = 0.12 \text{ in} < (t_f = 3.5 \text{ in})$$

Chapter 4 Structural Analysis And Design

$$y = \frac{147 \times 9.8 - 0.8 \times 17 \times 19.2}{147 - 0.8 \times 17} = 8.84 \text{ in}$$

$$d_1 = 19.6 - 8.84 + 13.78/2 = 17.65 \text{ in}$$

$$d_2 = 19.6 - 8.84 - 0.4 = 10.36 \text{ in}$$

$$\Phi M_n = C_c * d_1 + C_s * d_2$$

$$= (7140.24 * 17.65 + 104.88 * 10.36) / 12 = 10592.64 \text{ kips.ft} > M_u \text{ ok}$$



الفصل الخامس الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات والتوصيات

٥.١ الاستنتاجات

٥.٢ التوصيات .

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات :

على كل طالب أو مصمم إنشائي أن يكون قادرا على التصميم بشكل يدوي حتى يستطيع امتلاك الخبرة في استخدام البرامج التصميمية المحسوبة.

العوامل التي يجب أخذها بعين الاعتبار هي العوامل الطبيعية المحيطة بالمبنى وطبيعة الموقع وتأثير طبيعية عليه.

إحدى أهم خطوات التصميم الإنشائي هي كيفية الربط بين العناصر الإنشائية المختلفة من خلال النظرة الكلية للمبنى و من ثم تجزئة هذه العناصر لتصميمها بشكل منفرد ومعرفة كيفية التصميم مع اخذ الظروف بعين الاعتبار.

استخدام نظام (One- way ribbed slab) في جميع الطوابق نظرا لطبيعة وشكل المنشأ كما تم استخدام عتبات (Two- way ribbed slab) .

بالنسبة لبرامج الحاسوب المستخدمة فقد تم استخدام البرنامج التالية (SAFE ، Autocad2007 ، ETABS) في التصميم ومقارنة التسليح لكافة العناصر بعد أن تم حسابها يدويا، وكانت النتائج كما هي في الأمثلة الموضحة.

عمال الحية المستخدمة في هذا المشروع كانت من كود الأحمال الأردني.

5.2) التوصيات :

د كان لهذا المشروع دورا كبيرا في توسيع وتعميق فهمنا لطبيعة المشاريع الإنشائية بكل ما فيها من تفاصيل تحاليل وتصاميم. ونود هنا ومن خلال هذه التجربة أن نقدم مجموعة من التوصيات نأمل بان تعود بالفائدة لمن خطط بان يختار مشاريع ذات طابع إنشائي.

في البداية، يجب أن يتم تنسيق وتجهيز كامل المخططات المعمارية بحيث يتم اختيار مواد البناء والنظام الإنشائي للمبنى، مع انه وفي غير الأحيان في بلادنا يتم اختيار مبنى مكثف من الخرسانة المسلحة والواجهات حجرية، ذلك إن نظام الأطر غير المكثفة والمقاومة للزلازل تحتاج إلى دقة وتفصيل خاصة أثناء عملية تنفيذ. ولا بد في هذه المرحلة أن يتوفر معلومات شاملة عن الموقع وتربته وقوة تحملها وذلك في تقرير جيوتقني خاص بتلك المنطقة، بعد ذلك يتم تحديد مواقع الجدران الحاملة والأعمدة، أيضا للتوافق والتنسيق تام مع الفريق المعماري، ويحاول المهندس الإنشائي في هذه المرحلة الحصول على أكبر قدر ممكن من جدران الخرسانة المسلحة بحيث تكون موزعة بشكل منتظم أو شبه منتظم في أرجاء المبنى، ليتم استخدامها فيما بعد في مقاومة أحمال الزلازل وغيرها من القوى الأفقية.

يجب أن يتم تنفيذ المشروع تحت إشراف لجنة هندسية مختصة.

يمكن تلخيص أعمال المشروع كمايلي:

- ١ - حساب الأحمال بنوعيتها الحية والميتة والتي يتعرض لها المبنى وعناصره المختلفة.
- ٢ - تصميم العناصر الأفقية من عقدات وأعصاب وجسور وأدراج.....الخ.
- ٣ - تصميم العناصر الرئيسية من أعمدة وجدران.
- ٤ - المراجعة النهائية للتفاصيل الإنشائية، والتأكد من التوافق التام بينها وبين المخططات والتفاصيل المعمارية.

قائمة المصادر والمراجع

١. كود البناء الوطني الأردني، كود الأحمال والقوى، مجلس البناء الوطني الأردني، عمان، الأردن، ١٩٩٠م.

٢. تلخيص الأستاذ المشرف.

٣. المهندسة دعاء إرشيد ، تصميم كلية معمارية التابع لجامعة بوليتكنك فلسطين المقترح إنشائه في وادي الهرية ، المشروع استكمال لمتطلبات درجة البكالوريوس في جامعة بوليتكنك فلسطين ، الخليل ، فلسطين ، ٢٠١٥م.

4. Building Code Requirements for Structural Concrete(ACI 318M-0٨) and Commentary, USA, 2002.