

جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة والتكنولوجيا

دائرة الهندسة المدنية و المعمارية

الخليل- فلسطين



مشروع التخرج

التصميم الإنشائي لـ " مركز الدفاع المدني و إدارة الكوارث " في مدينة الخليل  
" فرع الشيوخ " .

فريق العمل :

عمار ابو حسين

باسل محتسب

عمر ديب

إشراف :

م. محمد مزهر

2018 – 2017

جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة والتكنولوجيا

دائرة الهندسة المدنية و المعمارية

الخليل- فلسطين



**التصميم الإنشائي لـ " مركز الدفاع المدني " في مدينة الخليل .**

**فريق العمل :**

عمار ابو حسين

باسل محتسب

عمر ديب

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 بمتطلبات الدائرة لدرجة البكالوريوس.

توقيع رئيس الدائرة

توقيع مشرف المشروع

م. فيضي شبانة

م. محمد مزهر

.....

.....

2018 - 2017

## الإهداء

إلى الشموع التي استطاعت قهر الظلام بقوة إرادة نورهما... الذين كلما مر الوقت أكثر

ندرك كم هو صعب أن نحاول سداد ديوننا لهم....خاصة عندما يكون "الثبات"

على ما نؤمن به...هو من بعض غرسهم

أمهاتنا وآبائنا أدام الله نورهم..

إلى العلم، والتربية، والوقار، والإخلاص، والتواضع

أساتذتنا الكرام..

إلى دعائم قوتنا وطموحنا....بلسم غَلتنا وجروحنا

إخواننا وأخواتنا..

إلى كل الأوفياء المخلصين اللذين جعلوا من الوفاء شمعة تنير دربهم

إلى من يجسدون الوفاء في أرقى صوره

أصدقائنا ورفقاء دربنا ..

وإلى كل من أخذ ويأخذ بأيدينا إلى قمة المجد

نُهدي هذا المشروع ..

فريق العمل

## شكر وتقدير

ليس هناك شكر أعظم من الاعتراف بالجميل، وليس هناك مشكور أعظم من صاحب الفضل الذي لا ينقطع فضله ولا تنحصر نعمه، فحمدًا لله حمداً لا ينتهي عند حد ولا ينقطع عند أجل.

وفي هذا المقام لا يسعنا إلا أن نتقدم بجزيل شكرنا، وعظيم امتناننا وتقديرنا وعرفاننا ؛ إلى كل من ساهم في إنجاز بحثنا هذا، متحدين معنا كل الصعاب فلهم جميعاً الشكر والتقدير كله.

ونخص بشكرنا وتقديرنا أستاذنا الفاضل المهندس محمد مزهر الموجه والمعلم، الذي لم يتوان، ولم يتأخر عن تقديم ما آتاه الله من علم وحلم لنا، ونشكر طاقم دائرة الهندسة المدنية والمعمارية كل بمكانه الذين كرسوا وقتهم وجهدهم لمساعدتنا ومساعدة زملائنا طوال سنوات الدراسة.

كما نتقدم بشكرنا الى زملائنا وزميلاتنا الأعزاء الذين لولا وجودهم لما أحسنا بمتعة البحث ، ولا حلاوة المنافسة الإيجابية.

وختام القول مسك، فالشكر كل الشكر إلى آبائنا وأمهاتنا وإخواننا الذين كان لهم الدور الأكبر في الوصول إلى ما وصلنا إليه، ولعلنا نوفيهم حقهم ببلوغنا رضاهم جميعاً.

فريق العمل

## خلاصة المشروع

# التصميم الإنشائي لـ " مركز الدفاع المدني و إدارة الكوارث " في مدينة الخليل " فرع الشيوخ " .

### فريق العمل :

عمار ابو حسين

باسل محتسب

عمر ديب

### إشراف :

م. محمد مزهر

2018 - 2017

يمكن تلخيص هدف المشروع في عمل التصميم الإنشائي لجميع العناصر الإنشائية التي يحتويها المشروع، من عقدات وجسور وأعمدة وأساسات وجدران وغيرها من العناصر الإنشائية. حيث يتكون المشروع من أربعة طوابق ، بمساحة إجمالية 4500 متر مربع ، على ارض مساحتها 6 دونم بعدة مستويات مختلفة.

تتلخص فكرة هذا المشروع في التصميم الإنشائي لمركز دفاع مدني يحتوي كافة الخدمات اللازمة بالإضافة الى كراجات للسيارات أسفل منه

ويتكون المشروع من عدة مراحل تتمثل بدايةً بالتدقيق المعماري للمخططات , وقد تم اختيار العناصر الانشائية المختلفة من اعمدة وجسور وعقدات بشكل لا يتناقض مع المتطلبات المعمارية للمشروع . وبعد ذلك قمنا بمرحلة التصميم الانشائي للعناصر الانشائية بمساعدة بعض البرامج التصميمية الانشائية وعرض نتائجها على شكل مخططات تنفيذية.

ومن الجدير بالذكر انه تم استخدام الكود الأردني لتحديد الأحمال الحية , ولتحديد أحمال الزلازل تم استخدام U.B.C- (97) ، أما بالنسبة للتحليل الإنشائي وتصميم المقاطع فقد تم استخدام الكود الأمريكي (ACI\_318- 08) , ولا بد من الإشارة إلى انه تم الاعتماد على بعض البرامج الحاسوبية مثل : Atir12, Autocad2007, Office2010, وغيرها.

والله ولي التوفيق .

# **Structural Design for Civil Defence Centre**

**Prepared by :**

Omar Deeb

Basil Mohtaseb

Ammar Abu Hussain

**Palestine Polytechnic University -2017**

**Supervisor :**

Eng. Mohammad Mezhir

## **Abstract**

Objective of the project can be summarized in the structural design of all structural elements contained in the project, slabs, beams, columns and foundations, walls and other structural elements.

The design will be based on the requirements of the American Code (ACI -318-08), and the Jordanian Code of loads and It must be pointed out that we was relying on some computer programs such as: Autocad2010, Office2010, Atir12.

We hope after the completion of the project to be able to provide structural design for all structural elements of the building is complete.

After designing this project and the work of what has been said is expected to conclude a number of results and projections is to link the information that has been studied in the courses different, and the analysis and design of all structural elements and the statement of the impact of each of the elements on the other, and then the work of structural plans of the Executive are Full and detailed for each.

## فهرس المحتويات

رقم الصفحة	الموضوع
I	تقرير المشروع
II	تقييم مشروع التخرج
III	الإهداء
IV	الشكر والتقدير
V	الملخص باللغة العربية
VI	الملخص باللغة الانجليزية
VII	فهرس المحتويات
X	List of abbreviations
XII	فهرس الجداول
XIII	فهرس الأشكال
XIV	List of Figures
1	الفصل الأول : المقدمة
2	1-1 المقدمة
2	2-1 أهداف المشروع
3	3-1 مشكلة المشروع
3	4-1 المسلمات
3	5-1 فصول المشروع
4	7-1 الجدول الزمني للمشروع
5	الفصل الثاني : الوصف المعماري
6	1-2 مقدمة
6	2-2 لمحة عامة عن المشروع
7	3-2 موقع المشروع
8	1-3-2 أهمية الموقع
8	2-3-2 حركة الشمس والرياح
9	3-3-2 الرطوبة
9	4-2 وصف الحركة
9	5-2 المداخل
9	6-2 وصف طوابق المشروع
10	1-6-2 طابق التسوية
10	2-6-2 الطابق الأرضي
11	3-6-2 الطابق الأول
11	4-6-2 الطابق الثاني
12	7-2 الواجهات
12	1-7-2 الواجهة الشمالية
12	2-7-2 الواجهة الجنوبية
13	3-7-2 الواجهة الغربية
13	4-7-2 الواجهة الشرقية
14	8-2 المقاطع
14	1-8-2 المقطع A-A
14	2-8-2 المقطع B-B

15	الفصل الثالث : الوصف الإنشائي
16	1-3 مقدمة
16	2-3 هدف من التصميم الإنشائي
16	3-3 مراحل التصميم الإنشائي
17	4-3 الأحمال
17	1-4-3 الأحمال الميتة
17	2-4-3 الأحمال الحية
18	3-4-3 الأحمال البيئية
18	1-3-4-3 أحمال الرياح
19	2-3-4-3 أحمال الثلوج
19	3-3-4-3 أحمال الزلازل
20	5-3 الاختبارات العملية
20	6-3 العناصر الإنشائية
21	1-6-3 العقدات
21	1-1-6-3 عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد
22	2-1-6-3 العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد
22	3-1-6-3 العقدات المصمتة ذات الاتجاهين
23	2-6-3 الأدراج
24	3-6-3 الجسور
25	4-6-3 الأعمدة
26	5-6-3 جدران القص
27	6-6-3 الأساسات
28	7-3 فواصل التمدد
28	8-3 برامج الحاسوب
80	الفصل الخامس : النتائج والتوصيات



## **Chapter 4 : Structural Analysis and Design**

<b><u>Subject</u></b>	<b><u>Page</u></b>
4-1 Introduction	31
4-2 Design method and requirements.	31
4-3 Check of Minimum thickness of structural members.	33
4-4 Design of Topping	34
4-5 Design of one way Rib slab (R25)	36
4-6 Design of beam (B16)	46
4-7 Design of one way solid slab (S1)	55
4-8 Design of stair	58
4-9 Design of column (C1)	65
4-10 Design of shear wall (S.W8)	67
4-11 Design of basement wall (B.W4)	70
4-12 Design of isolated footing (F1)	75

## List of Abbreviations

- **Ac** = area of concrete section resisting shear transfer.
- **As** = area of non-prestressed tension reinforcement.
- **As<sup>̄</sup>** = 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.
- **W** = width of beam or rib.
- **C<sub>c</sub>** = compression resultant of concrete section.
- **C<sub>s</sub>** = compression resultant of compression steel.
- **DL** = dead loads.
- **LL** = live loads.
- **d** = distance from extreme compression fiber to centroid of tension reinforcement
- **Ec** = modulus of elasticity of concrete.
- **f<sub>c<sup>̄</sup></sub>** = compression strength of concrete .
- **fy** = specified yield strength of non-prestressed reinforcement.

- **h** = overall thickness of member.
- **L<sub>w</sub>** = length of wall.
- **M** = bending moment.
- **M<sub>u</sub>** = factored moment at section.
- **M<sub>n</sub>** = nominal moment.
- **P<sub>n</sub>** = nominal axial load.
- **P<sub>u</sub>** = factored axial load
- **S** = Spacing of shear in direction parallel to longitudinal reinforcement.
- **V<sub>c</sub>** = nominal shear strength provided by concrete.
- **V<sub>n</sub>** = nominal shear stress.
- **V<sub>s</sub>** = nominal shear strength provided by shear reinforcement.
- **V<sub>u</sub>** = factored shear force at section.
- **W<sub>c</sub>** = weight of concrete.
- **W<sub>u</sub>** = factored load per unit area.
- **Φ** = strength reduction factor.
- **ε<sub>c</sub>** = compression strain of concrete = 0.003.
- **ε<sub>s</sub>** = strain of tension steel.
- **ε<sub>s</sub>'** = strain of compression steel.
- **ρ** = ratio of steel area .

## فهرس الجداول

<u>رقم الصفحة</u>	<u>الجدول</u>	<u>رقم الجدول</u>
4	الجدول الزمني للمشروع خلال السنة الدراسية (2017/2018)	1-1
17	الكثافة النوعية للمواد المستخدمة	3-1
17	الأحمال الحية لعناصر المبنى	3-2
18	سرعة وضغط الرياح اعتمادا على الكود الألماني	3-3
19	أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر	3-4
33	Minimum thickness	4-1
34	Dead load calculation of Topping	4-2
38	Dead load calculation of (R25)	4-3
56	Dead load calculation of solid slab	4-4
59	Dead load calculation of flight	4-5
62	Dead load calculation of landing	4-6

## فهرس الأشكال

<u>رقم الصفحة</u>	<u>الشكل</u>	<u>رقم الشكل</u>
7	خارطة الموقع الجغرافي	1-2
9	المنظور الثلاثي للمشروع	2-2
10	مسقط طابق التسوية	3-2
10	المسقط الافقي للطابق الارضي	4-2
11	المسقط الافقي للطابق الاول	5-2
11	المسقط الافقي للطابق الثاني	6-2
12	الواجهة الشمالية	7-2
12	الواجهة الجنوبية	8-2
13	الواجهة الغربية	9-2
13	الواجهة الشرقية	10-2
14	مقطع A-A	11-2
14	مقطع B-B	12-2

## List of Figures

<b><u>Figure #</u></b>	<b><u>Description</u></b>	<b><u>Page</u></b>
4-1	Topping load	34
4-2	One way Rib slab (R25)	37
4-3	loads of rib and its statically system (R 25)	39
4-4	Shear & Moment Envelope Diagram (R25)	40
4-5	Design of Beam (16)	46
4-6	loads of rib and its statically system (R 25)	48
4-7	Shear & Moment Envelope Diagram (B16)	49
4-8	Shear force and moment on the wall	67
4-9	Geometry of basement wall	70
4-10	Shear of basement wall	71
4-11	Moment of basement wall	72
4-12	Reinforcement for basement wall	74



# 1

## الفصل الأول

### المُقدِّمة

1-1 المقدمة.

2-1 أهداف المشروع.

3-1 مشكلة المشروع.

4-1 حدود مشكلة المشروع.

5-1 المسلمات.

6-1 فصول المشروع.

7-1 الجدول الزمني للمشروع.



## 1-1 المقدمة :

الهندسة بصفة عامة هي الجسد الذي يجمع بين الأدوات التقنية المتاحة والأنشطة والمعرفة، فهي النشاط الاحترافي الذي يستخدم التخيل والحكمة والذكاء في تطبيق العلوم والتكنولوجيا والرياضيات والخبرة العملية لكي تستطيع أن تصمم وتنتج وتدير العمليات التي تتناسب واحتياجات البشرية، فالهندسة المدنية عموماً هي الوسيلة الوحيدة التي تجعل من العالم مكاناً أنسب وأصلح للعيش فيه .

وهندسة المباني خصوصاً هي الهندسة التي تعتني بجانب توفير المسكن المطلوب بالموصفات المطلوبة وبالجودة المطلوبة وبالموارد المتاحة لكل فرد في المجتمع.

والمهندس المدني هو الذي يقوم بالتصميم والتنفيذ والإشراف على التنفيذ للمشروعات المختلفة، ويكمن دوره الفعال في ارتباط عمله ارتباطاً وثيقاً بأرواح البشر .

والمهندس هو من يصمم وينشئ الملاذ الآمن لرجل عائد إلى بيته بعد يوم طويل مرهق ومتعب وهو ذاته من يجمع الناس تحت سقف واحد في حدث موسيقي هنا وآخر رياضي هناك، بكل اختصار المهندس هو من يظهر أو على الأقل من يحاول أن يظهر الجمال المدفون وراء وجه الطبيعة.

## 2-1 أهداف المشروع :

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

1. القدرة على اختيار النظام الإنشائي المناسب للمشروع وتوزيع عناصره الإنشائية على المخططات، مع مراعاة الحفاظ على الطابع المعماري.
2. القدرة على تصميم العناصر الإنشائية المختلفة.
3. تطبيق وربط المعلومات التي تم دراستها في المساقات المختلفة .
4. إتقان استخدام برامج التصميم الإنشائي ومقارنتها مع الحل اليدوي.

### 3-1 مشكلة المشروع :

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

### 4-1 حدود مشكلة المشروع :

يقتصر العمل لهذا المشروع على الناحية الإنشائية فقط، حيث بدأنا العمل على ذلك في هذا الفصل من خلال مشروع التخرج، وسنقوم باستكمال العمل خلال مساق مشروع التخرج في الفصل القادم.

### 5-1 المسلمات :

1. اعتماد الكود الأمريكي في التصميم الإنشائية المختلفة (ACI-318-08) .
2. استخدام برامج التحليل والتصميم الإنشائي مثل (Atir12) .
3. برامج أخرى مثل Microsoft office Word, Excel, AutoCAD .

### 6-1 فصول المشروع :

يحتوي هذا المشروع على خمسة فصول وهي:

- 1- الفصل الأول: يشمل المقدمة العامة.
- 2- الفصل الثاني: يشمل الوصف المعماري للمشروع.
- 3- الفصل الثالث: يشمل وصف العناصر الإنشائية للمبنى.
- 4- الفصل الرابع: التحليل والتصميم الإنشائي لبعض العناصر الإنشائية.
- 5- الفصل الخامس: النتائج و التوصيات.

## 7-1 الجدول الزمني للمشروع :

والجدول التالي يوضح تسلسل أعمال المشروع والزمن اللازم لكل نشاط.

Suggested Time	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	32	33	34
Project Selection																																		
Site Study																																		
Collect information about the project																																		
Architectural study of the building																																		
Structural study of the building																																		
Preparation of graduation project introduction																																		
Make the presentation																																		
Structural analysis																																		
Structural design																																		
Preparation of construction drawings of the project																																		
Writing the document																																		
Stand by time																																		
Presentation of the project																																		

جدول ( 1-1 ) : الجدول الزمني للمشروع خلال السنة الدراسية ( 2017/2018 )

## الفصل الثاني

### الوصف المعماري

- 1-2 مقدمة .
- 2-2 لمحة عامة عن المشروع .
- 3-2 موقع المشروع .
- 4-2 وصف الحركة .
- 5-2 الداخل .
- 6-2 وصف طوابق المشروع .
- 7-2 الواجهات .
- 8-2 المقاطع .

## 1-2 مقدمة :

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

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

و يبدو المبنى فخماً من الخارج، يجمع ما بين عمارة القرن الماضي العريق وأناقة المعمار الحديث؛ وقد امتزج الاثنان ليوفر المركز نمطاً جديداً فوق العادة. ويتميز التصميم بوجود تراجعات معمارية بين الطوابق أعطى شكلاً جمالياً للمبنى ، إضافة الى تناسق المبنى مع طبيعة الأرض ومنسوبها المتراجع وطبوغرافيتها بشكل عام .

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

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

## 2-2 لمحة عامة عن المشروع :

إن هذا النوع من المشاريع يعتبر تحدياً للمهندس ، خصوصاً بسبب قلة المواد الدراسية المتخصصة في مثل هذا النوع من المباني ، وكذلك ندرة وجود حالات دراسية مميزة على مستوى الوطن فأغلب مراكز الدفاع المدني موجودة في أبنية مستأجرة أو أبنية تعددت استخداماتها تتبع بشكل أو بآخر للبلديات وبعض المنظمات الحكومية أو غير الحكومية ، فهي ابنية غير مصممة فعلياً كمتطلبات مراكز دفاع مدني .

في مدينة الخليل يوجد عدد كبير من حواجز الاحتلال العسكرية ونقاط التفتيش ، ومنها الذي يفصل تجمعني بلدتي الشيوخ وسعير إضافة للطريق الالتفافي (طريق ٦٠) ، وهذا يجعل زمن الاستجابة لنداءات الاستغاثة من وحدة اسناد لحول او وحدة اطفاء بلدية الخليل بطول ، وهذا يؤدي الى ازدياد الخسائر البشرية والمادية في حالة وقوع الحوادث .

ويعتبر هذا المشروع مقترحاً ضمن الخطة التطويرية لجهاز الدفاع المدني الفلسطيني ، فهو مشروع حقيقي قابل للتنفيذ ، بالإضافة لتوفر قطعة أرض مقترحة من قبل بلدية الشيوخ تتوفر فيها المواصفات المطلوبة لمثل هذا النوع من المشاريع .

3-2 موقع المشروع :

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

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

الموقع المقترح للمشروع يوجد على قطعة أرض في منطقة وسطية لبلدة الشيوخ ، والتي توفر المساحة المناسبة لمثل هذا النوع من المشاريع بما فيها من خدمات وفعاليات ، ويصنف الموقع على المخطط الهيكلي للبلدة ضمن شريحة الاستعمال للمباني العامة .

تقع ارض المشروع في منطقة عقبة الديك تحديداً ، وتقدر مساحتها بحوالي ٤٦٣٥ متر مربع ، وتقع على سفح جبلي يرتفع عن سطح البحر من الجهة العلوية ٩٤١ م ومن الجهة السفلية ٩٢٤ م بفرق منسوب يبلغ ١٧ م .



**الشكل (1-2) الموقع العام للمشروع.**

### 1-3-2 أهمية الموقع:

#### الاستراتيجية المتبعة في اختيار الموقع:

عملية اختيار أرض لإقامة المشروع لا تقيم بشكل أساسي لتوفر قطعه الأرض بل تقيم على أسس ومعايير تساعد في وضع قرار سليم يوجه المشروع إلى ذلك المسلك الذي يضيف على خدمات المشروع وأجزائه صبغه التكامل والتوافق مع النسيج الحضري العام.

كانت رؤية بلدية الشيوخ بالتعاون مع مديرية الدفاع المدني الفلسطيني فيما يتعلق بموقع المشروع المقترح نابعة من حرص الدولة الفلسطينية ومؤسساتها على تقديم أفضل الخدمات للمواطن الفلسطيني , بما فيها مؤسسات المعنية بالخدمات والسلامة العامة , حيث تم إتباع إستراتيجية في اختيار موقع المقترح للمشروع تتضمن ما يلي :

- 1- الموقع المقترح للمشروع يوجد على قطعة أرض في منطقة وسطية لبلدة الشيوخ .
- 2- تصنيف موقع المشروع على المخطط الهيكلي للبلدة ضمن شريحة الاستعمال للمباني العامة .
- 3- توفر الخدمات العامة في منطقة المشروع من طرق , وماء , وكهرباء , وشبكات بنية أساسية .
- 4- قرب قطعة الأرض من التجمعات السكنية في بلديتي الشيوخ وسعير وسهولة وصول معدات الدفاع المدني إلى المنطقة المستهدفة بدون أي إعاقات .
- 5- توفر المساحة المناسبة في هذه الأرض لمثل هذا النوع من المشاريع بما فيها من خدمات وفعاليات.
- 6- توفر مناطق خالية بالقرب من الموقع لتوفر إمكانية التوسع المستقبلي .

### 2-3-2 حركة الشمس و الرياح:

تتعرض مدينة الخليل إلى الرياح الشمالية الشرقية وهي رياح باردة جدا وجافة، واليها يعود انخفاض الحرارة في المناطق المرتفعة، كما تتعرض إلى الرياح الجنوبية الغربية وهي رياح محملة بالأمطار والرطوبة. ونظراً لموقعها الجغرافي فإن الرياح الغربية تهب عليها وتصطدم بتيارات دافئة، وتلتقي تلك القادمة من الشرق بالرياح القادمة من الغرب فتقلل من رطوبتها وتجعلها أكثر انسجاماً، إذ تجعل الهواء معتدلاً جافاً، كما تهب على المدينة رياح جافة كرياح الخماسين في أواخر فصل الربيع.

إن دراسة حركة الشمس والرياح من العوامل المهمة في تحليل المبنى، فالشمس طاقة مرغوب فيها، وتوجيه المبنى تجاه الشمس مع حمايته من السطوع الواقع عليه من المنطقة الغربية هي وسيلة ناجحة في الحصول على أكبر قدر ممكن من الطاقة الشمسية في أيام البرد، والتقليل من كمية الطاقة المستهلكة للتدفئة، وللرياح تأثير كبير على المباني، فهي تعد حمل أفقي يؤثر على جدران المبنى، وبالتالي على الهيكل الإنشائي له فيجب مراعاة تأثير الرياح والشمس على المبنى ليتم تصميمه بشكل يلبي شروط التصميم المتعلقة بالتهوية.

### 3-3-2 الرطوبة:

مناخ مدينة الخليل يتأثر بمناخ فلسطين الذي يعرف بأنه جاف وحر صيفاً ومعتدل وماطر شتاءً، ومناخ مدينة الخليل رغم صغرها يتباين تبعاً للتضاريس والمساحات المائية المجاورة والبعد عن الصحراء، أما فيما يتعلق بالأمطار فإن معدلات التساقط متفاوتة تبعاً لتضاريس المنطقة الجغرافية ، حيث إن معدل الأمطار في فلسطين يتراوح ما بين (250-800) ملم سنوياً، وتتراوح كمية الأمطار في بلدة الشيوخ ما بين (650-800) ملم سنوياً

### 4-2 وصف الحركة:

تم تصميم المنشأة بحيث تتيح حرية و سهولة التنقل بين أجزاء المبنى و طوابقه من خلال الادراج والمصاعد الموزعة على كافة أجزاء المبنى، و يوفر التصميم انتظام في توزيع الفراغات مما يوفر راحة في التنقل.

### 5-2 المداخل :

يحتوي المشروع على مدخليين:

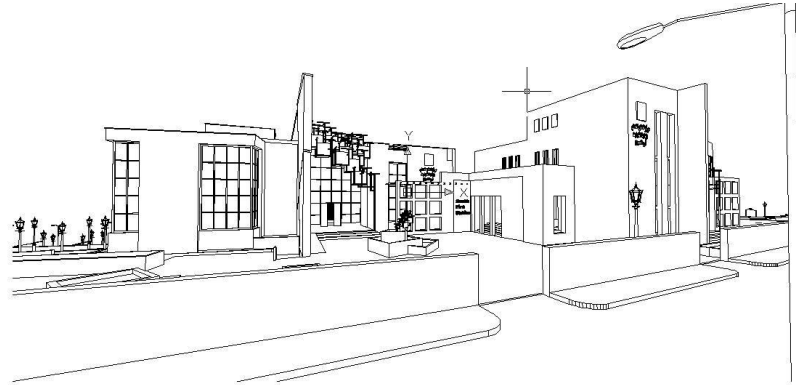
1. المدخل الشمالي الشرقي وهو المدخل الرئيسي للمركز .
2. المدخل الشمالي وهو مدخل آخر للمركز .

الوصولية :

يتم الوصول إلى ارض المشروع من خلال طريقيين رئيسيين بعرض 12 م , الأول من الجهة الشمالية لقطعة الأرض ويسمى شارع عقبة الديك , والثاني من الجهة الجنوبية لقطعة الأرض ويسمى شارع البلدية .

### 6-2 وصف طوابق المشروع :

يتكون المشروع من مبنيين منفصلين الأول يحتوي على أربعة طوابق، ويحتوي الثاني على ثلاثة طوابق ذات تنوع خدماتي بمساحة إجمالية تقدر بحوالي 4200م<sup>2</sup> ، وهو عبارة عن مبنى ذو مرافق متعددة، والتوزيع المعماري لهذه المرافق ينسم بالوضوح و التماثل بين بعض الطوابق وهذا أدى إلى تيسير التصميم الإنشائي للمشروع.

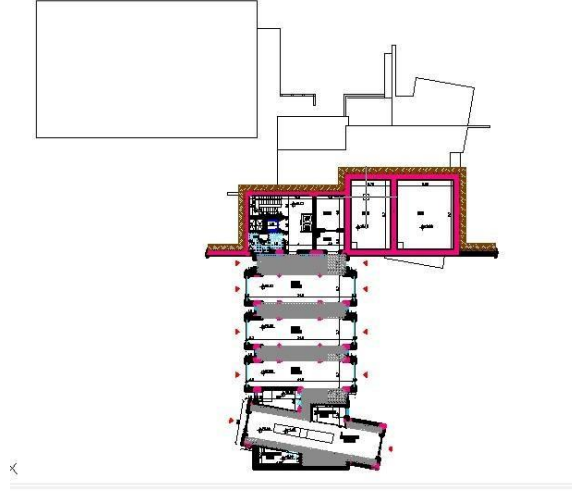


الشكل (2-2):المنظور الثلاثي لمركز الدفاع المدني.



## 1-6-2 طابق التسوية:

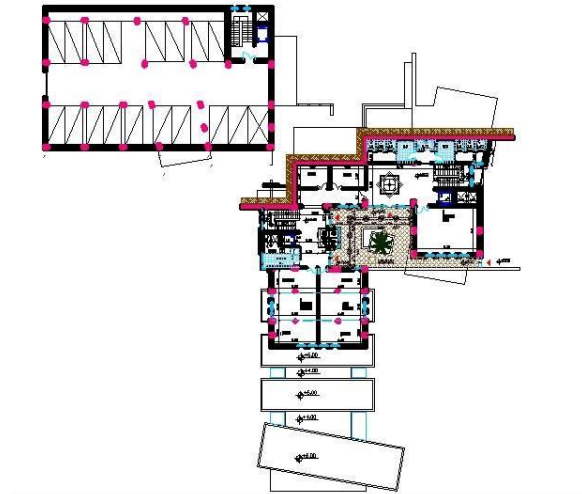
(منسوب 0.0 م ) بمساحة إجمالية 705 م<sup>2</sup>.  
يتكون طابق التسوية من مواقف سيارات الإطفاء ، غرف التخزين و آبار المياه .



الشكل (2-3): المسقط الأفقي لطابق التسوية.

## 2-6-2 الطابق الأرضي:

(منسوب 5.85 م ) بمساحة تقدر ب 1304 م<sup>2</sup>.  
يتكون الطابق الأرضي من مكاتب موظفي الأقسام المختلفة، وقاعة محاضرات ، ومخازن أدوات ، ومرافق أخرى كالمطبخ والحمامات والممرات .

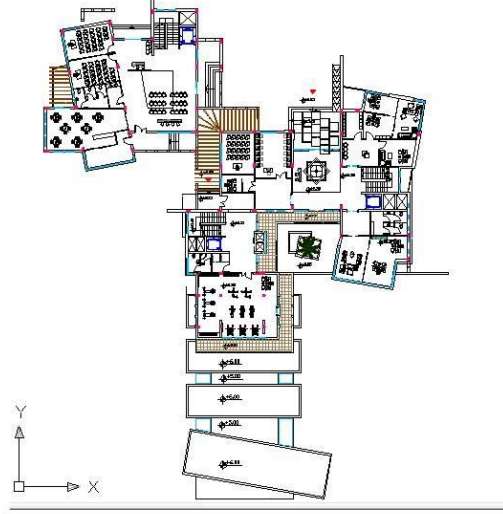


الشكل (2-4): المسقط الأفقي للطابق الأرضي.

### 3-6-2 الطابق الأول :

(منسوب 9.75 م ) بمساحة إجمالية 1153 م<sup>2</sup>.

يحتوي الطابق الأول على المدخل الرئيسي الكبير والمدخل الآخر وقسم الاستقبال ، بالإضافة الى عدة مكاتب إدارية مختلفة تشمل مكتب الهندسة والتخطيط ومكتب إدارة السلامة وغيرها ، ويحتوي أيضا على قاعات حاسوب وعدة قاعات تدريب ، والقاعة الرياضية ، وغيرها من مرافق الخدمات كالحمامات .

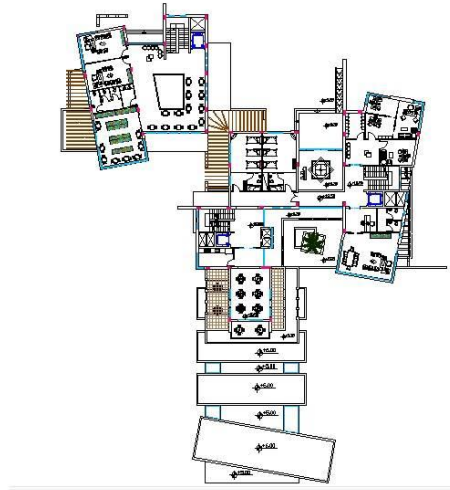


الشكل (5-2): المسقط الأفقي للطابق الأول .

### 4-6-2 الطابق الثاني :

(منسوب 13.5 م ) بمساحة إجمالية 1037 م<sup>2</sup>.

يتكون الطابق الثاني من مكتب المدير العام ومكاتب الإدارة العليا والارشيف ، بالإضافة الى غرف نوم وقاعة الطعام والمطبخ ، وقاعات المحاضرات والتدريب .



الشكل (6-2) : المسقط الأفقي للطابق الثاني .

## 7-2 الواجهات :

### 1-7-2 الواجهة الشمالية:



الشكل (7-2): الواجهة الشمالية.

### 2-7-2 الواجهة الجنوبية:



الشكل (8-2): الواجهة الجنوبية.

3-7-2 الواجهة الغربية:



الشكل (9-2): الواجهة الغربية.

4-7-2 الواجهة الشرقية:



الشكل (10-2): الواجهة الشرقية.

8-2 المقاطع:

1-8-2 المقطع (A-A):



الشكل (11-2): المقطع A-A.

2-8-2 المقطع (B-B):



الشكل (12-2): المقطع B-B.

## الفصل الثالث

### الوصف الإنشائي

- 1-3 مقدمة.
- 2-3 الهدف من التصميم الإنشائي.
- 3-3 مراحل التصميم الإنشائي.
- 4-3 الأحمال.
- 5-3 الاختبارات العملية.
- 6-3 العناصر الإنشائية المكونة للمشروع.
- 7-3 فواصل التمدد.
- 8-3 برامج الحاسوب.

### 1-3 مقدمة:

بعد دراسة المشروع من الناحية المعمارية لابد من الانتقال للجانب الإنشائي لدراسة العناصر الإنشائية ووصفها وصفاً دقيقاً حيث يتم دراسة طبيعة الأحمال المسلطة على المبنى وكيفية التعامل معها للخروج بتصميم إنشائي يلبي جميع متطلبات الأمان ويراعي الجانب الاقتصادي للمشروع.

كما يتطلب التصميم الإنشائي اختيار العناصر الإنشائية المناسبة للمشروع المراد إنشاؤه ومراعاة قابلية تنفيذها على أرض الواقع بحيث يكون المبنى آمناً، ونحافظ على التصميم المعمارية.

### 2-3 الهدف من التصميم الإنشائي:

التصميم الإنشائي عبارة عن عملية متكاملة تعتمد على بعضها البعض حيث تلبي مجموعة من الأهداف والعوامل التي من شأنها الخروج بمنشأ يحقق الهدف المرجو منه، وهذه الأهداف هي على النحو التالي:

- الأمان (Safety): حيث يكون المبنى آمناً في جميع الأحوال ومقاوم للتغيرات الطبيعية المختلفة.
- التكلفة الاقتصادية (Economical): وهي تحقيق أكبر قدر من الأمان للمنشأ بأقل تكلفة اقتصادية.
- ضمان كفاءة الاستخدام (Serviceability): تجنب أي خلل في المنشأ كوجود بعض التشققات وبعض أنواع الهبوط التي من شأنها أن تضر بمستخدمي المبنى.
- الحفاظ على التصميم المعماري للمنشأ.

### 3-3 مراحل التصميم الإنشائي:

يمكن تقسيم مراحل التصميم الإنشائي إلى مرحلتين رئيسيتين:

#### 1. 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.

#### 2. 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.

### 4-3 الأحمال:

تقسم الأحمال التي يتعرض لها المبنى إلى أنواع مختلفة وهي كما يلي:

#### 1-4-3 الأحمال الميتة:

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 (1-3) يبين الكثافات النوعية للمواد المستخدمة في المشروع بالإضافة لأحمال القواطع.

الرقم	المادة المستخدمة	الكثافة ( $\text{KN/m}^3$ )
1	البلاط	23
2	الخرسانة المسلحة	25
3	الطوب	10
4	القضارة والمونة	22
5	الرمل	17

جدول (1-3) : الكثافة النوعية للمواد المستخدمة.

أحمال القواطع ( Partition )  $= 1.5 \text{ kN/m}^2$

#### 2-4-3 الأحمال الحية:

وهي الأحمال التي تتغير من حيث المقدار والموقع بصورة مستمرة كالأشخاص، الأثاث، الأجهزة، والمعدات وأحمال التنفيذ كالخشب والمعدات وتعتمد قيمة هذه الأحمال على طبيعة الاستخدام للمنشأة و يؤخذ عادة مقدارها من جداول خاصة في الكودات المختلفة، والجدول (2-3) يبين الأحمال الحية في المشروع والمحددة بالرجوع إلى الكود الأردني.

الرقم	الاستخدام	الحمل ( $\text{KN/m}^2$ )
1	مباني الخدمات العامة	4
2	غرف النوم والمكاتب	2.5
3	الأدراج و الممرات	4
4	مواقف السيارات	5
5	غرف الخدمات	3

جدول (2-3) : الأحمال الحية لعناصر المبنى.



### 3-4-3 الأحمال البيئية :

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

### 1-3-4-3 أحمال الرياح:

أحمال الرياح تؤثر بقوى أفقية على المبنى ولتحديد أحمال الرياح تم الاعتماد على سرعة الرياح القصوى التي تتغير بتغير ارتفاع المنشأ عن سطح الأرض وموقعه من حيث إحاطته بمباني مرتفعة أو وجود المنشأ نفسه في موقع مرتفع أو منخفض والعديد من المتغيرات الأخرى.

وسيتم اعتماد الكود الألماني (DIN 1055-5) للحصول على قيم قوى الرياح الأفقية، وهذا يظهر جلياً في المعادلة التالية وباستخدام الجدول رقم (3-3) الموضح فيما يلي:

Type	value			
Height Above the surface(m)	0 to 8	>8 to 20	>20 to 100	>100
Wind Speed (m/sec)	28.3	35.8	42	45.6
Wind velocity Pressure (KN/ m <sup>2</sup> )	0.50	0.80	1.1	1.30

جدول ( 3 - 3 ) : سرعة وضغط الرياح اعتماداً على الكود الألماني (DIN 1055-5).

$$q = v^2 / 1600$$

حيث أن :

q : (wind velocity pressure) الضغط الديناميكي للرياح على ارتفاع محدد من منسوب سطح الأرض  
المحيطة (KN/ m<sup>2</sup>).

v : السرعة التصميمية للرياح (m/sec) .

### 2-3-4-3 أحمال الثلوج:

تعتمد أحمال الثلوج على ارتفاع المنطقة عن سطح البحر، وعلى شكل السقف، ويتم تحديدها باستخدام Codes البناء المختلفة، من خلال جداول تأخذ ارتفاع المنشأ عن سطح البحر و زاوية ميل السقف كأساس لتحديد قيمة القوى التي تؤثر بها على المنشأ. و الجدول التالي يبين قيم أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر مأخوذاً من كود البناء الأردني.

الارتفاع عن سطح البحر (h)(المتر)	احمال الثلوج ( $KN/m^2$ )
$h < 250$	0
$500 > h > 250$	$(h-250)/1000$
$1500 > h > 500$	$(h-400) / 400$
$2500 > h > 1500$	$(h - 812.5)/ 250$

جدول (4-3) : أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر.

استناداً إلى جدول أحمال الثلوج السابق وبعد تحديد ارتفاع المبنى عن سطح البحر، و الذي يساوي (960 م) وتبعاً للبند الثالث تم حساب أحمال الثلوج كالآتي:

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

$$s_L = \frac{960 - 400}{400}$$

$$s_L = 1.4 (KN / m^2)$$

### 3-3-4-3 أحمال الزلازل:

تنتج الزلازل عن اهتزازات أفقية ورأسية، بسبب الحركة النسبية لطبقات الأرض الصخرية فتنتج عنها قوى قص تؤثر على المنشأة، 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.

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

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

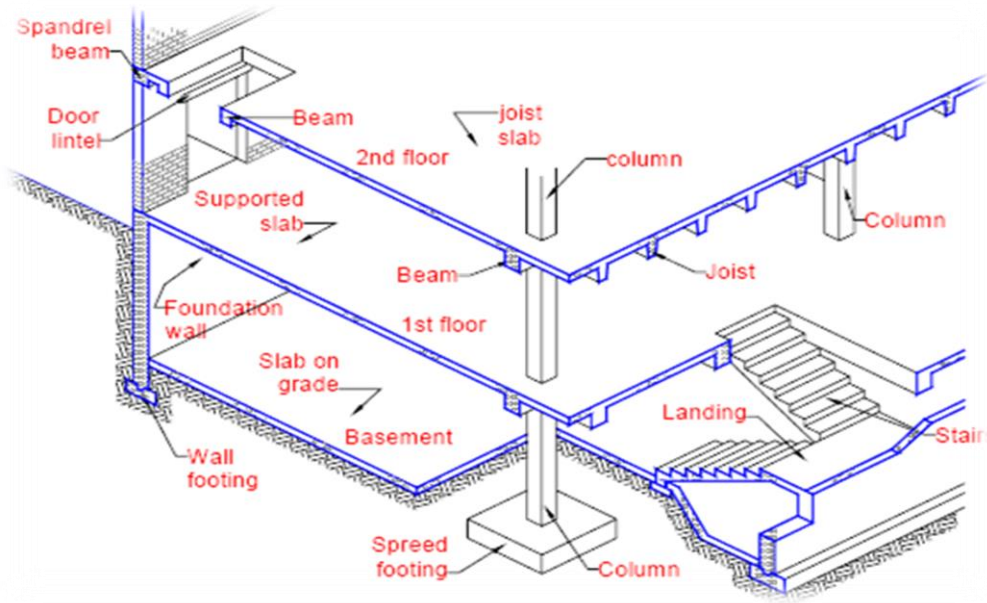
### 5-3 الاختبارات العملية:

يسبق الدراسة الإنشائية لأي مبنى، عمل الدراسات الجيوتقنية للموقع، ويقصد بها جميع الأعمال التي لها علاقة باستكشاف الموقع ودراسة التربة والصخور والمياه الجوفية، وتحليل المعلومات وترجمتها للتنبؤ بطريقة تصرف التربة عند البناء عليها، وأكثر ما يهتم به المهندس الإنشائي هو الحصول على قوة تحمل التربة اللازمة لتصميم أساسات المبنى.

### 6-3 العناصر الإنشائية:

تتكون المباني عادةً من مجموعة عناصر إنشائية تتقاطع مع بعضها لتقاوم الأحمال الواقعة على البناء وتشمل:

العقدات، الجسور، الأعمدة، جدران القص، الأدراج والأساسات.



الشكل (2-3): توضيح لبعض العناصر الإنشائية للمبنى.

ويحتوي المشروع العناصر التالية:

### 1-6-3 العقدات :

هي عبارة عن العناصر الإنشائية القادرة على نقل القوى الرأسية بسبب الأحمال المؤثرة عليها إلى العناصر الإنشائية الحاملة في المبنى مثل الجسور، الأعمدة، الجدران، الدرج و الأساسات دون تعرضها إلى تشوهات. ونظراً لوجود العديد من الفعاليات المختلفة في المبنى ومراعاة للمتطلبات المعمارية فإنه سيتم استخدام أنواع العقدات التالية في المشروع:

1. البلاطات المصمتة (Solid Slabs) وتقسم إلى :

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

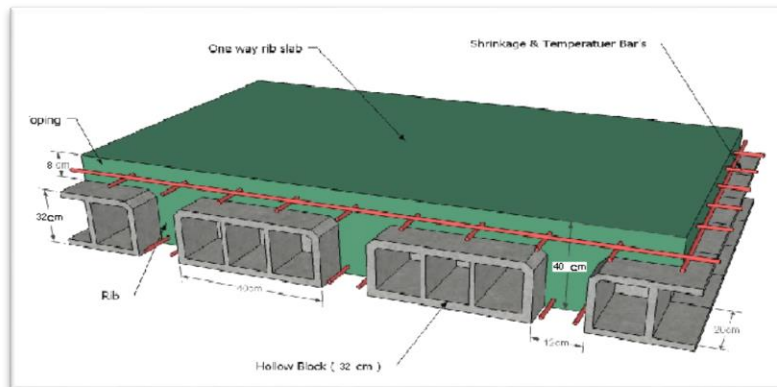
2. البلاطات المفرغة (Ribbed Slabs) وتقسم إلى :

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

هذا وتستخدم عقدات الأعصاب ذات الاتجاه الواحد في تغطية المساحات التي تتراوح فيها الأبعاد بين الأعمدة من 5 الى 6 متر

### 1-1-6-3 عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد (One way ribbed slabs) : إحدى أشهر الطرق المستخدمة في

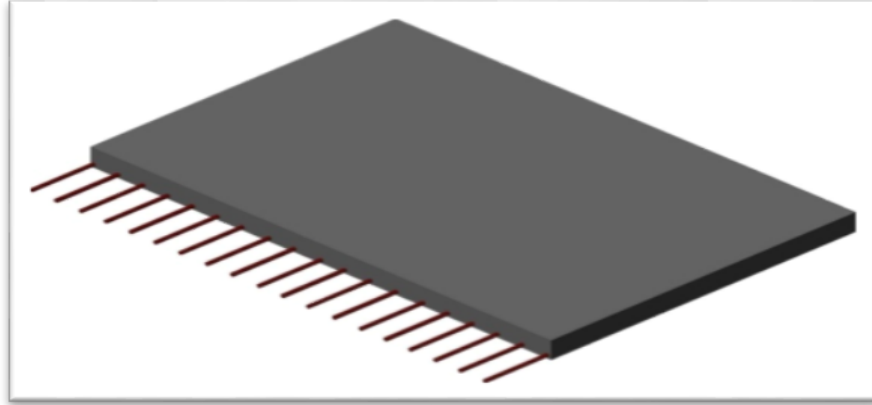
تصميم العقدات وتتكون من صف من الطوب يليها العصب، ويكون التسليح باتجاه واحد كما هو مبين في الشكل (3-3)



الشكل (3-3) : عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد.

### 2-1-6-3 العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد (One way solid slabs) :

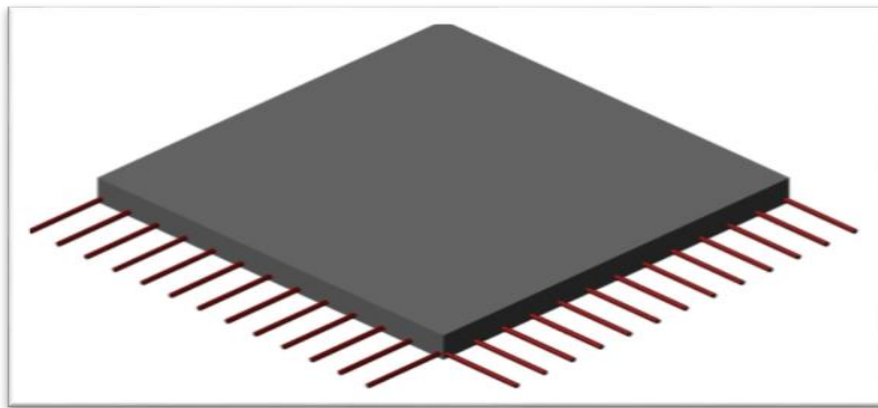
تستخدم في المناطق التي تتعرض للأحمال الحية كثيراً، وذلك تجنباً لحدوث اهتزاز نظراً للسماكة المنخفضة وتستخدم عادة في عقدات بيت الدرج، كما في الشكل (4-3) .



الشكل (4-3) : العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد.

### 3-1-6-3 العقدات المصمتة ذات الاتجاهين (Two way solid slabs) :

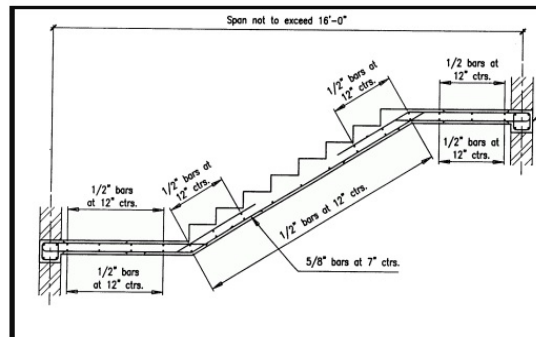
تستخدم في حال كانت الأحمال المؤثرة أكبر من المقدار الذي تستطيع العقدة المصمتة ذات الاتجاه الواحد مقاومتها، وعند ذلك يتم اللجوء إلى تصميم هذا النوع من العقدات و ذلك لأنها تستطيع مقاومة الأحمال بشكل أكبر حيث يوزع التسليح الرئيسي فيها باتجاهين موضحة في الشكل (5-3).



الشكل (5-3) : العقدات المصمتة ذات الاتجاهين.

### 2-6-3 الأدرج :

الأدرج عنصر معماري يوجد في المباني للانتقال بين مستويين في نفس الطابق أو بين عدد من الطوابق عبر المبنى، ويتم عادةً تصميم الدرج إنشائياً باعتباره عقدة مصمتة في اتجاه واحد كما في الشكل (6-3).



الشكل (6-3): الدرج.

### 3-6-3 الجسور :

وهي عناصر إنشائية أساسية في المبنى تقوم بنقل الأحمال الواقعة على الأعصاب إلى الأعمدة، حيث تقسم إلى:

1- جسور مسحورة ( Hidden Beam ).

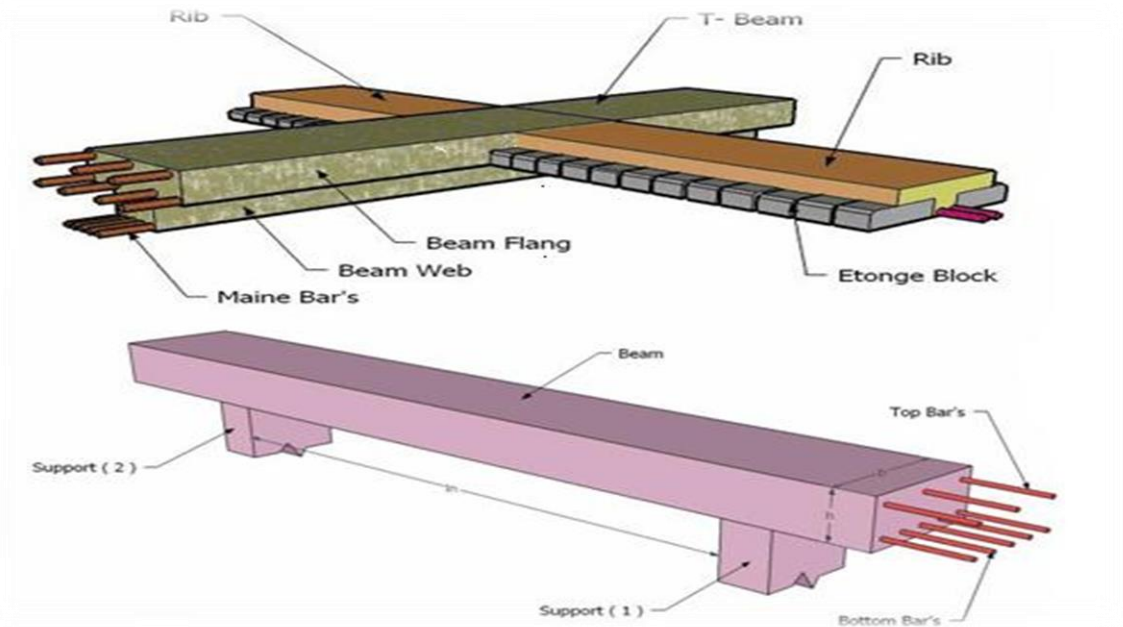
وهي التي يكون ارتفاعها مساوي لارتفاع العقدة.

2- جسور ساقطة (Dropped Beam).

وهي التي يكون ارتفاعها أكبر من ارتفاع العقدة، ويتم إبراز الجزء الزائد من الجسر في أحد الاتجاهين السفلي

أو العلوي وتسمى L-section أو T-section

ويكون التسليح بقضبان الحديد الأفقية لمقاومة العزم الواقع على الجسر، وبالكانات لمقاومة قوى القص والشكل (7-3) يبين أنواع الجسور التي استخدمت في المشروع.



الشكل (7-3): أنواع الجسور المستخدمة في المشروع.

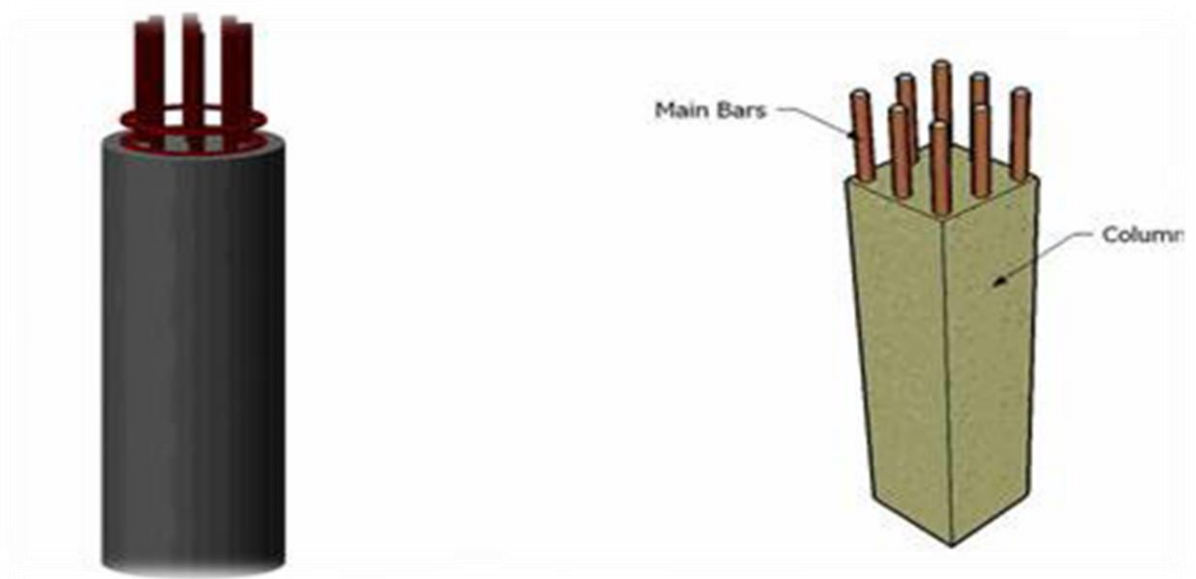
### 4-6-3 الأعمدة:

هي عناصر إنشائية أساسية ورئيسية في المنشأ، حيث تنتقل الأحمال من العقدة إلى الجسور، وتنقلها الجسور بدورها إلى الأعمدة، ثم إلى أساسات المبنى، لذلك فهي عنصر وسطي أساسي، ويجب تصميمها بحرص لتكون قادرة على نقل وتوزيع الأحمال الواقعة عليها والأعمدة نوعين من حيث التعامل معها في التصميم الإنشائي:

1- الأعمدة القصيرة (short column).

2- الأعمدة الطويلة (long column).

أما من حيث الشكل المعماري أو المقطع الهندسي فهي تقسم إلى ثلاث أنواع وهي :- المستطيلة ، الدائرية ، والمربعة وفي هذا المشروع تم استخدام النوعين المستطيلي و الدائري كما هو مبين في الشكل (8-3).

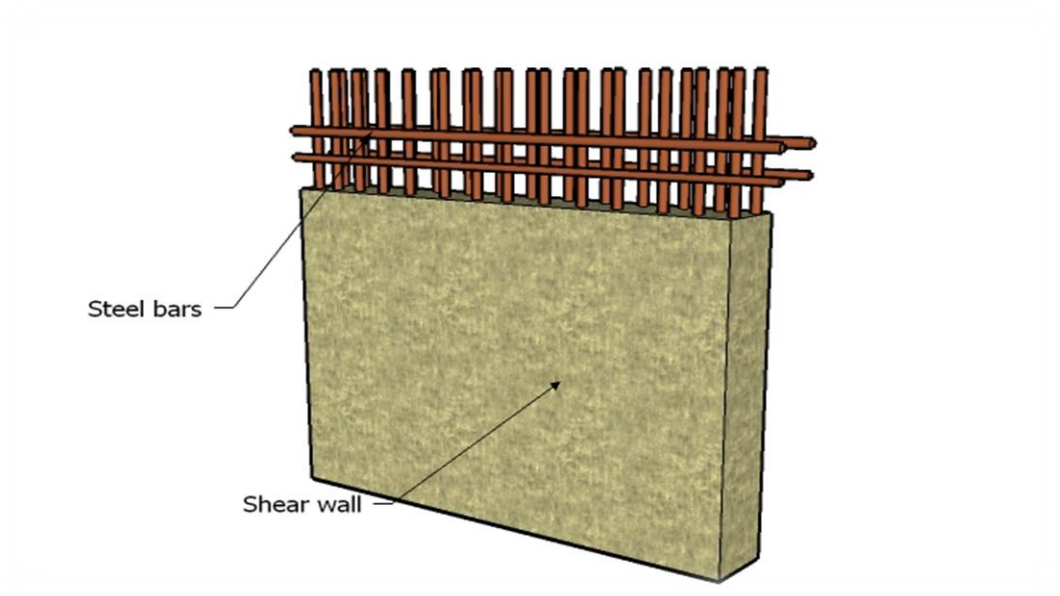


الشكل (8-3) : أنواع الأعمدة المستخدمة في المشروع.



### 5-6-3 جدران القص:

هي الجدران التي تحيط ببيت الدرج، وجدران المصاعد، وأحياناً في بعض المناطق في المبنى حسب ما تقتضي الحاجة ووظيفة جدران القص مقاومة قوى القص الأفقية التي قد يتعرض لها المنشأ نتيجة لأحمال الزلازل والرياح إضافة إلى كونها جدران حاملة، ويراعى توفرها في اتجاهين متعامدين في المبنى لتوفير ثبات كامل للمبنى.



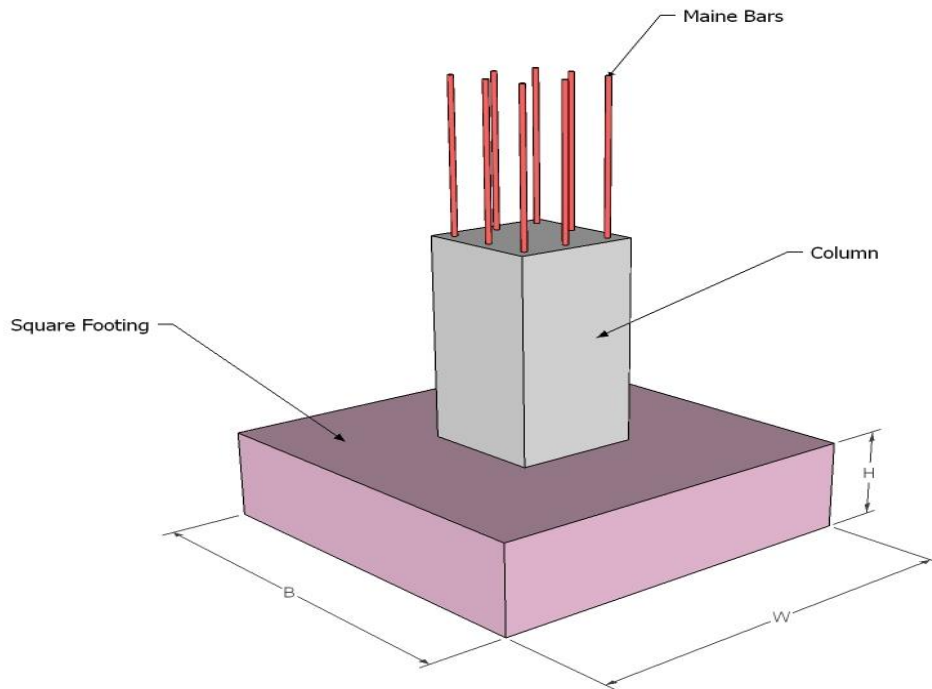
الشكل (9-3): يبين جدار قص مسلح.

### 6-6-3 الأساسات:

الأساسات هي أول ما يبدأ بتنفيذها عند بناء المنشأ، إلا أن تصميمها يتم بعد الانتهاء من تصميم كافة العناصر الإنشائية في المبنى، حيث تقوم الأساسات بنقل الأحمال من الأعمدة والجدران الحاملة إلى التربة على شكل قوة ضغط، وهي على عدة أنواع كما يلي:

- 1- أساسات منفصلة (Isolated Foundation).
- 2- أساسات مزدوجة (Combined Foundation).
- 3- أساسات شريطية (Strip Foundation).
- 4- أساسات البلاطة (Mat Foundation).

وسوف يتم استخدام أساسات من أنواع مختلفة وذلك تبعاً لنوع التربة وقوة تحملها والأحمال الواقعة عليها.



الشكل (10-3): الأساسات.

### 7-3 فواصل التمدد:

تتخذ في كتل المباني ذات الأبعاد الأفقية الكبيرة أو ذات الأشكال والأوضاع الخاصة فواصل تمدد حراري أو فواصل هبوط، وقد تكون الفواصل للغرضين معاً، وعند تحليل المنشآت لدراساتها كمقاومة لأفعال الزلازل تدعى هذه الفواصل بالفواصل الزلزالية، ولهذه الفواصل بعض الاشتراطات والتوصيات الخاصة بها، وينبغي 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:

- (1) (40m) في المناطق ذات الرطوبة العالية.
- (2) (36m) في المناطق ذات الرطوبة العادية.
- (3) (32m) في المناطق ذات الرطوبة المتوسطة.
- (4) (28m) في المناطق الجافة.

كما يجب أن لا يقل عرض الفاصل عن (3 سم)

### 8-3 برامج الحاسوب التي تم استخدامها:

1. AutoCAD (2017) for Drawings Structural and Architectural .
2. Microsoft Office (2010) For Text Edition .
3. Microsoft Excel XP .
4. Atir 12 , safe 2016 , etabs 2016 .
5. Google Sketch UP 2015 .

# 4

## Chapter Four

### Structural Analysis and Design

**4. 1 Introduction.**

**4. 2 Factored Loads.**

**4. 3 Design method and requirements.**

**4. 4 Design of Topping.**

**4. 5 Design of One Way-ribbed Slab (R25).**

**4. 6 Design of Beam (B16)**

**4.7 Design of one way solid slab (S1)**

**4.8 Design of stair**

**4.9 Design of column (C1)**

**4.10 Design of shear wall (S.W8)**

**4.11 Design of basement wall (B.W4)**

**4.12 Design of isolated footing (F1)**

**4-1 Introduction:**

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

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

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

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

Structural concrete can be classified into:

- Lightweight concrete with unit weight from about 1350 to 1850 kg/m<sup>3</sup>.
- Normal weight concrete with unit weight from about 1800 to 2400 kg/m<sup>3</sup>.
- Heavyweight concrete with unit weight from about 3200 to 5600 kg/m<sup>3</sup>.

**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\_08)**.

➤ **Strength design method:**

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

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

The strength design method is expressed by the following,

$$\text{Strength provided} \geq \text{strength required to carry factored loads.}$$

**NOTE:**

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

- **Code:**

ACI 2008

- **Material:**

Concrete -B300

$f_c' = 30 \text{ N/mm}^2 (\text{MPa})$  For circular section

but for rectangular section (  $f_c' = 30 * 0.8 = 24 \text{ MPa}$  ).

Reinforcement steel:

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

➤ **Factored loads:**

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

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

### 4.3 Check of Minimum Thickness of Structural Member:

Table (4-1) : Minimum Thickness of Non-prestressed Beam or One-Way Slabs Unless Deflections are Calculated. (ACI 318M-11).

thickness ( h ) Minimum				
Member	Simply supported	One end Continuous	Both end continuous	Cantilever
solid one way slabs	L/20	L/24	L/28	L/10
Beams or ribbed one way slabs	L/16	L/18.5	L/21	L/8

**Table (4.1): Check of Minimum Thickness of Structural Member.**

- **For Rib :**

$$H_{\min} \text{ for (one end continuous) } = L/18.5 = 480/18.5 = 28.37 \text{ cm}$$

$$H_{\min} \text{ for (both end continuous) } = L/21 = 581/21 = 27.6 \text{ cm}$$

$$H_{\min} \text{ for ( cantilever ) } = L/8 = 203/8 = 25.4 \text{ cm}$$

**Take h = 32 cm**

**24 cm block + 8 cm topping = 32 cm**

- **For Beam :**

$$H_{\min} \text{ for (one end continuous) } = L/18.5 = 430/18.5 = 22.7 \text{ cm}$$

$$H_{\min} \text{ for (one end continuous) } = L/18.5 = 581/21 = 31.4 \text{ cm}$$

**Take h = 32 cm**

#### 4.4 Design of Topping:

##### ➤ Statically System For Topping :

Consider the topping as strip of (1m) width, and span of mold length with both end fixed in the ribs.

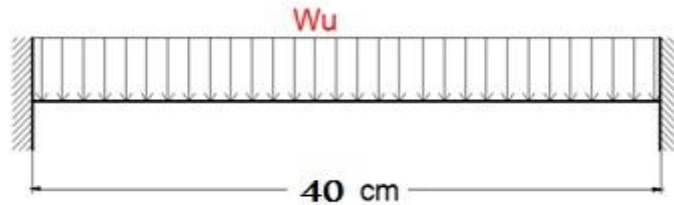


Fig 4.1: Topping Load.

##### ✓ Load Calculations:

Dead Load:

No.	Parts of Rib	Calculation
1	Tiles	$0.03 \times 23 \times 1 = 0.69 \text{ KN/m}$
2	Mortar	$0.02 \times 22 \times 1 = 0.44 \text{ KN/m}$
3	Coarse Sand	$0.07 \times 17 \times 1 = 1.19 \text{ KN/m}$
4	Topping	$0.08 \times 25 \times 1 = 2.0 \text{ KN/m}$
5	Partitions	$1.5 \times 1 = 1.5 \text{ KN/m}$
Sum =		5.82KN/m

Table ( 4.2 ): Dead Load Calculation of Topping.



**Live Load :**

$$L_L = 4.8 \text{ KN/m}^2$$

$$L_L = 4.8 \text{ KN/m}^2 \times 1\text{m} = 4.8 \text{ KN/m}$$

**Factored Load :**

$$W_U = 1.2 \times 5.82 + 1.6 \times 4.8 = 14.66 \text{ KN/m}$$

Check the strength condition for plain concrete ,  $\phi M_n \geq M_u$ , where  $\phi = 0.55$

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

$$S_m = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{1000 \cdot 80^2}{6} = 1066666.67 \text{ mm}^2$$

$$\phi M_n = 0.55 \times 0.42 \times 1 \times \sqrt{24} \times 1066666.67 \times 10^{-6} = 1.21 \text{ KN.m}$$

$$M_u = \frac{w_u L^2}{12} = 0.1954 \text{ KN.m} \quad (\text{negative moment})$$

$$M_u = \frac{w_u L^2}{24} = 0.0977 \text{ KN.m} \quad (\text{positive moment})$$

$$\phi M_n \gg M_u = 0.1954 \text{ KN.m}$$

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

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

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

Step (s) is the smallest of:

1.  $3h = 3 \times 80 = 240 \text{ mm}$  **control by ACI 10.5.4**
2. 450mm.
3.  $S = 380 \left( \frac{280}{f_s} \right) - 2.5 C_c = 380 \left( \frac{280}{\frac{2}{3} 420} \right) - 2.5 \cdot 20 = 330 \text{ mm}$  **ACI 10.6.4 OR**

**Take  $\phi 8$  @ 200 mm in both direction ,  $S = 200 \text{ mm} < S_{\max} = 240 \text{ mm} \dots \text{OK}$**

#### 4.5 Design of One Way Rib Slab:

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

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

Select  $b_w = 12 \text{ cm}$

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

Select  $h = 35 \text{ cm} < 3.5 \cdot 12 = 49 \text{ cm}$

$t_f \geq L_n / 12 \geq 50 \text{ mm} \dots \dots \dots \text{ACI}(8.13.6.1)$

Select  $t_f = 8 \text{ cm}$

#### ❖ **Material :**

$\Rightarrow$  concrete B300  $F_c' = 24 \text{ N/mm}^2$

$\Rightarrow$  Reinforcement Steel  $f_y = 420 \text{ N/mm}^2$

❖ Section :

- ⇒  $B = 520 \text{ mm}$
- ⇒  $B_w = 120 \text{ mm}$
- ⇒  $h = 320 \text{ mm}$
- ⇒  $t = 80 \text{ mm}$
- ⇒  $d = 320 - 20 - 10 - 12/2 = 284 \text{ mm}$

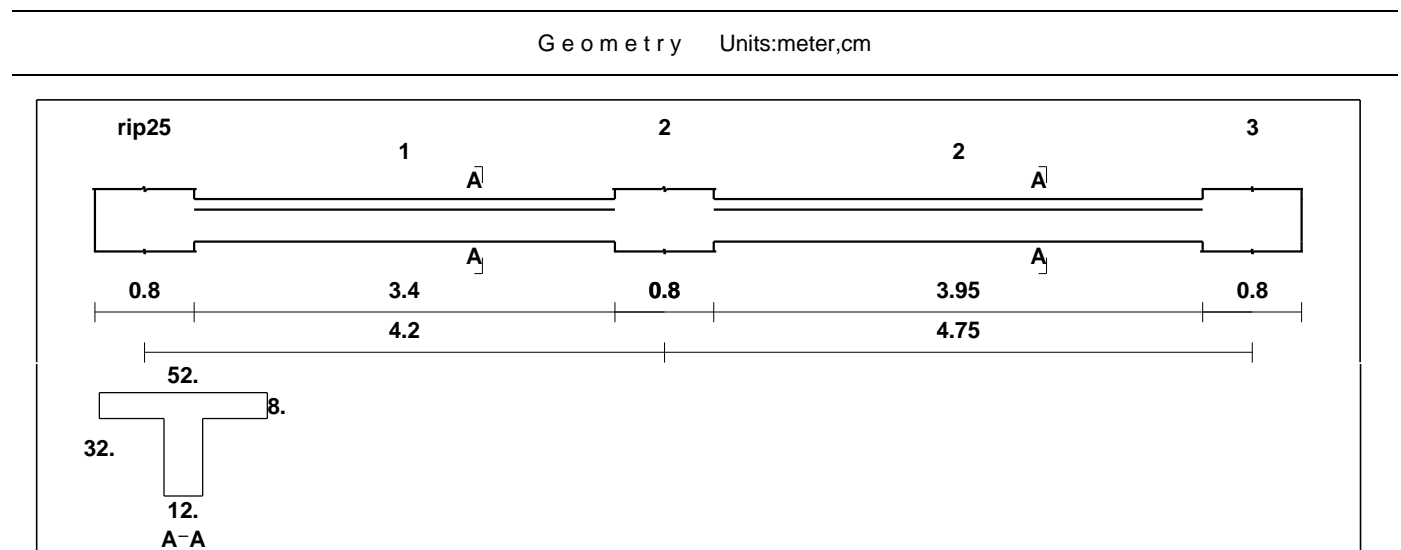
➤ Statically System and Dimensions:

Fig 4.2: One Way Rib Slab (R25).

➤ **Load Calculation:**

**Dead Load:**

No.	Parts of Rib	Calculation
1	<b>Tiles</b>	$0.03 \times 23 \times 0.52 = 0.359 \text{ KN/m/rib}$
2	<b>Mortar</b>	$0.03 \times 22 \times 0.52 = 0.229 \text{ KN/m/rib}$
3	<b>Coarse Sand</b>	$0.07 \times 17 \times 0.52 = 0.620 \text{ KN/m/rib}$
4	<b>Topping</b>	$0.08 \times 25 \times 0.52 = 1.04 \text{ KN/m/rib}$
5	<b>RC. Rib</b>	$0.24 \times 25 \times 0.12 = 0.72 \text{ KN/m/rib}$
6	<b>Hollow Block</b>	$0.24 \times 10 \times 0.4 = 0.96 \text{ KN/m/rib}$
7	<b>plaster</b>	$0.03 \times 22 \times 0.52 = 0.3432 \text{ KN/m/rib}$
8	<b>partions</b>	$1.5 \times 0.52 = 0.78 \text{ KN/m/rib}$
		<b>Sum = 5.05 KN/m/rib</b>

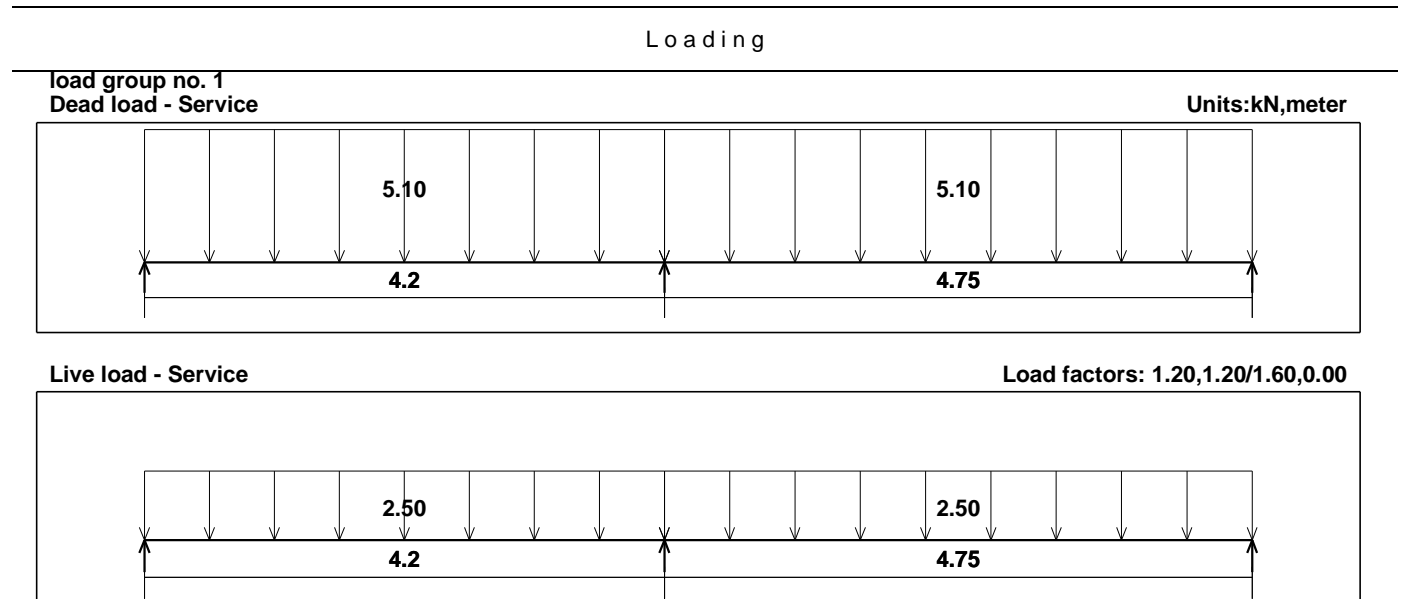
**Table (4.3): Dead Load Calculation of Rib (R25).**

**Dead Load = 5.05 KN/m/rib**

**Live Load:**

Live load =  $4.8 \text{ KN/m}^2$

Live load /rib =  $4.8 \text{ KN/m}^2 \times 0.52 \text{ m} = 2.5 \text{ KN/m}$ .



**Fig 4.3: Statically System and Loads Distribution of Rib (R25).**

❖ Effective Flange Width (  $b_E$  ): **ACI-318-11 (8.10.2)**

$b_E$  For T- section is the smallest of the following:

$$b_E = L / 4 = 480 / 4 = 120 \text{ cm}$$

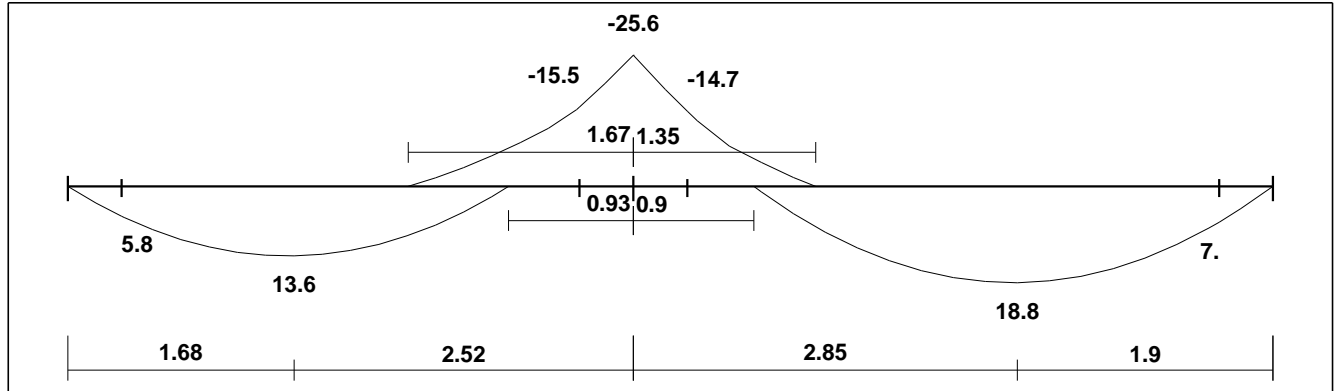
$$b_E = 12 + 16 t = 12 + 16 (8) = 140 \text{ cm}$$

$$b_E = b_e \leq \text{center to center spacing between adjacent beams} = \frac{400}{2} + \frac{400}{2} + 120 = 52 \text{ cm.}$$

$b_E$  **For T-section = 52cm .**

Moment/Shear Envelope (Factored) Units:kN,meter

Moments: spans 1 to 2



Shear

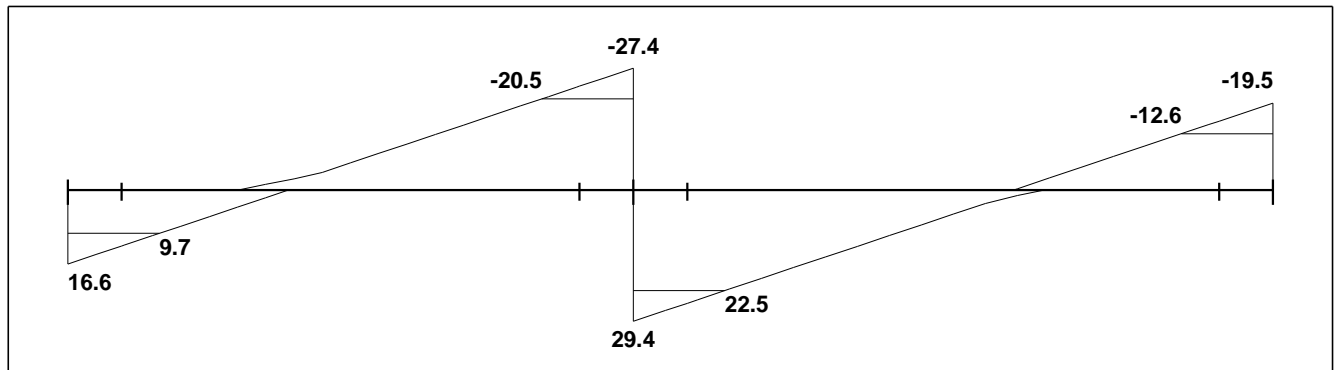


Fig 4.4: Shear and Moment Envelope Diagram of Rib (R25 ).

✓ Moment Design for ( R 25):**Design of Positive Moment for ( Rib 25 ): ( Mu = 13.6 KN.m)**Assume bar diameter  $\phi$  12 for main positive reinforcement

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

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

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

$$= 0.85 \times 24 \times 520 \times 80 \times \left(284 - \frac{80}{2}\right) \times 10^{-6} = 207.06 \text{ KN.m}$$

$$M_{nf} \gg \frac{M_u}{\phi} = \frac{13.6}{0.9} = 15.11 \text{ KN.m}, \text{ the section will be designed as rectangular with } b_e = 520 \text{ mm}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{13.6 \times 10^6}{0.9 \times 520 \times 284^2} = 0.36 \text{ Mpa}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.36}{420}}\right) = 0.000864$$

$$A_{s, \text{req}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.000864 \times 520 \times 284 = 127.6 \text{ mm}^2$$

**Check for  $A_s$  min:**

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4(f_y)} (b_w)(d) \quad \text{ACI-318 (10.5.1)}$$

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)} (120)(284) = 99.37 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ min} = \frac{1.4}{(f_y)} (b_w)(d)$$

$$A_s \text{ min} = \frac{1.4}{420} (120)(284) = 113.6 \text{ mm}^2 \quad \text{control}$$

$$A_{s, \text{req}} = 127.6 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{min}} = 113.6 \text{ mm}^2 \quad \text{OK}$$

**Use 2  $\phi$  10,  $A_{s, \text{provided}} = 157.08 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 127.6 \text{ mm}^2$  .... Ok**

$$S = \frac{120-40-20-(2 \times 10)}{1} = 40 \text{ mm} > d_b = 10 > 25 \text{ mm} \quad \text{OK}$$

**Check for strain:**

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{157.08 \times 420}{0.85 \times 520 \times 24} = 6.22 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{6.22}{0.85} = 7.313 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_s = 0.003 \left( \frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left( \frac{284 - 7.313}{7.313} \right) = 0.11 > 0.005 \quad \text{OK}$$

**Design of Positive Moment for ( Rib25 ): (Mu = 18.8 KN.m)**

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

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{18.8 \times 10^6}{0.9 \times 520 \times 284^2} = 0.49 \text{ Mpa}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 m R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.49}{420}} \right) = 0.00118$$

$$A_{s, \text{req}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.00118 \times 520 \times 284 = 174.26 \text{ mm}^2$$



**Check for  $A_s$  min:**

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4(f_y)}(bw)(d) \quad \text{ACI-318 (10.5.1)}$$

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(284) = 99.37 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ min} = \frac{1.4}{(f_y)}(bw)(d)$$

$$A_s \text{ min} = \frac{1.4}{420}(120)(284) = 113.6 \text{ mm}^2 \quad \text{control}$$

$$A_{s\text{req}} = 174.26 \text{ mm}^2 > A_{s\text{min}} = 113.6 \text{ mm}^2 \quad \text{OK}$$

**Use 2  $\phi$  12 ,  $A_{s\text{provided}} = 226.19 \text{ mm}^2 > A_{s\text{required}} = 174.26 \text{ mm}^2$  .... Ok**

$$S = \frac{120 - 40 - 20 - (2 \times 12)}{1} = 36 \text{ mm} > d_b = 12 > 25 \text{ mm} \quad \text{OK}$$

**Check for strain:**

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f_c'} = \frac{226.19 \times 420}{0.85 \times 520 \times 24} = 8.95 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{8.95}{0.85} = 10.53 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left( \frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left( \frac{284 - 10.53}{10.53} \right) = 0.0779 > 0.005 \quad \text{Ok}$$

**Design of Negative Moment for ( Rib25 ): (Mu = -15.5 KN.m)**

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

$$d = h - \text{cover} - d_{\text{stirrups}} - \frac{d_b}{2} = 320 - 20 - 10 - \frac{14}{2} = 283 \text{ mm}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{15.5 \times 10^6}{0.9 \times 520 \times 283^2} = 0.41 \text{ Mpa}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.41}{420}} \right) = 0.00098$$

$$A_{s, \text{req}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.00098 \times 520 \times 283 = 130.9 \text{ mm}^2$$

**Check for As min:**

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4(f_y)} (b w)(d) \quad \text{ACI-318 (10.5.1)}$$

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)} (120)(283) = 99.02 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ min} = \frac{1.4}{(f_y)} (b w)(d)$$

$$A_s \text{ min} = \frac{1.4}{420} (120)(283) = 113.2 \text{ mm}^2 \quad \text{control}$$

$$A_{s, \text{req}} = 130.9 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{min}} = 113.2 \text{ mm}^2 \quad \text{OK}$$

**Use 2  $\phi$  12 .  $A_{s,provided} = 226.19 \text{ mm}^2 > A_{s,required} = 130.9 \text{ mm}^2 \dots \text{Ok}$**

$$S = \frac{120-40-20-(2 \times 12)}{1} = 36 \text{ mm} > d_b = 12 > 25 \text{ mm} \quad \text{OK}$$

**Check for strain:**

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{226.19 \times 420}{0.85 \times 520 \times 24} = 8.95 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{8.95}{0.85} = 10.5 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_s = 0.003 \left( \frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left( \frac{284 - 10.5}{10.5} \right) = 0.078 > 0.005 \quad \text{Ok}$$

✓ **Shear Design for ( R25 ):**

**$V_u$  at distance  $d$  from support = 22.5 KN**

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).

$$V_c = \frac{1.1}{6} \sqrt{f'_c} b_w d = \frac{1.1}{6} \sqrt{24} \times 120 \times 284 \times 10^{-3} = 30.6 \text{ KN}$$

$$\phi V_c = 0.75 \times 30.6 = 22.9 \text{ KN}$$

$$0.5 \phi V_c = 0.5 \times 22.9 = 11.45 \text{ KN}$$

$$0.5 \phi V_c < V_u < \phi V_c$$

for shear design, minimum shear reinforcement is required ( $A_{v,min}$ ), Reinforcement.

exception for Ribbed slab , No shear Reinforcement .

Use stirrups (2 leg stirrups )  $\phi 8@150$  mm ,  $A_v = 2 \times 50.26 = 100.53 \text{ mm}^2$

$$A_{v_{\min}} = \frac{1}{16} \sqrt{f'_c} \frac{b_w s}{f_{yt}} \geq \frac{1}{3} \frac{b_w s}{f_{yt}}$$

$$A_{v_{\min}} = 100.53 = \frac{1}{16} \sqrt{24} \frac{120s}{420} \rightarrow s = 1.145m$$

$$100.53 = \frac{1}{3} * \frac{120s}{420} \rightarrow s = 1.055m$$

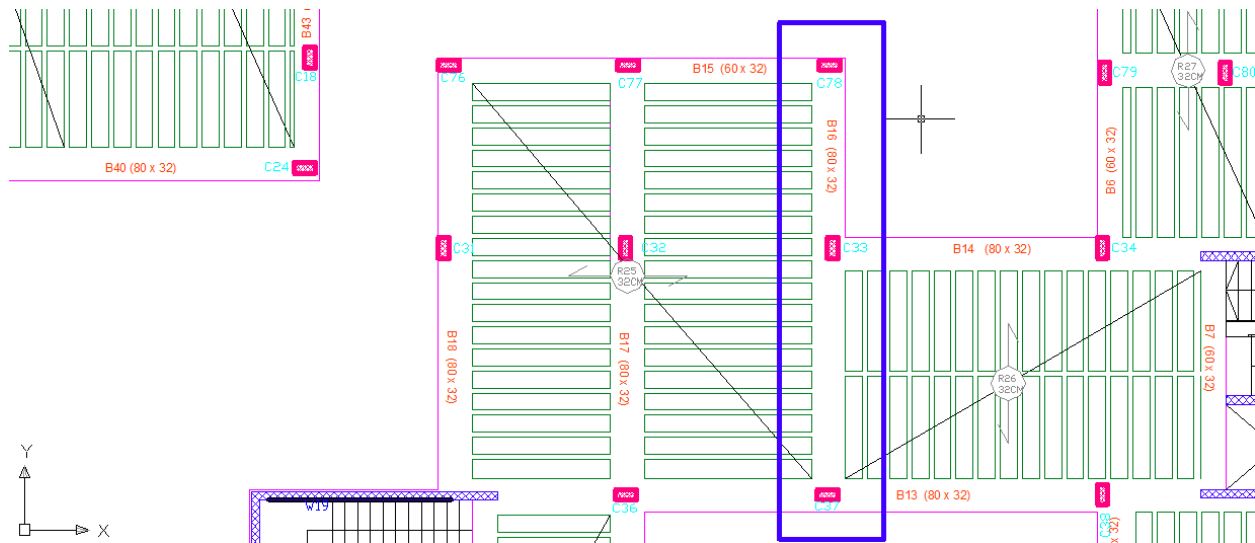
$$S_{\max} \rightarrow \frac{d}{2} = 142 \text{ mm}$$

$$S_{\max} \rightarrow \leq 600 \text{ mm}$$

**Take (2 leg stirrups )  $\phi 8 @ 150$  mm**

$$A_v = \frac{2 * 50.26}{0.15} = 670.2 \text{ mm}^2/\text{m strip}$$

#### 4.6 Design of Beam :



**Fig 4.5: Design of Beam (16).**

❖ **Material :**

⇒ concrete B300  $F_c' = 24 \text{ N/mm}^2$

⇒ Reinforcement Steel  $f_y = 420 \text{ N/mm}^2$

❖ **Section :**

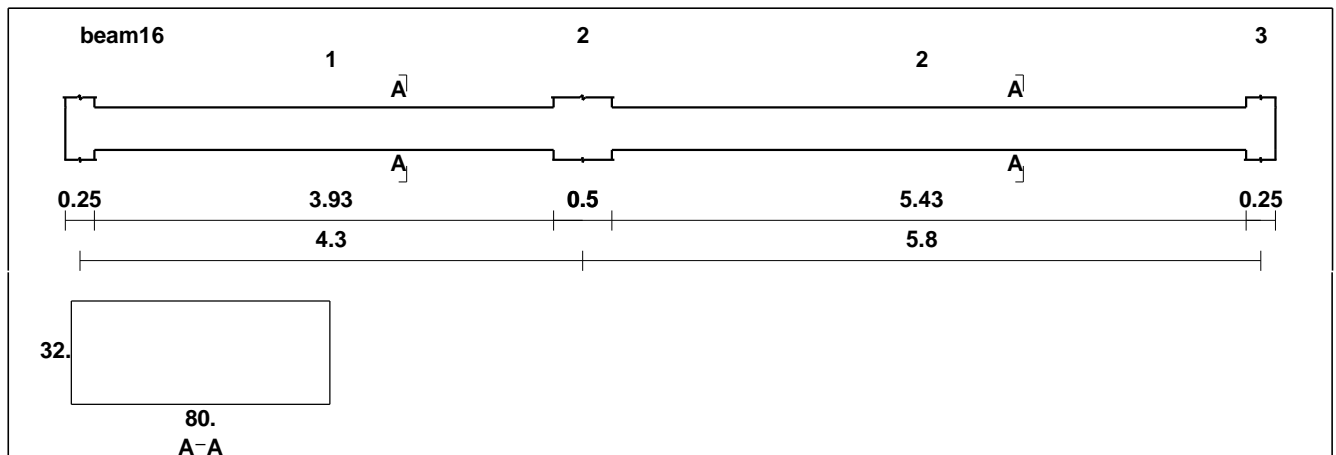
⇒  $B = 80 \text{ cm}$

⇒  $h = 32 \text{ cm}$

⇒  $d = 320 - 40 - 10 - 20/2 = 260 \text{ mm}$

➤ **Statically System and Dimensions:**

Geometry Units: meter, cm



### ✓ Load Calculations:

#### Dead Load Calculations for Beam (B 16):

The distributed Dead and Live loads acting upon B16 can be defined from the support reactions of the R25 .

##### From Rib 25

The maximum support reaction from Dead Loads for R25 upon B16 is 9.39 KN ,The distributed Dead Load from the R25 on B16 .

$$DL = (9.39 / 0.52) = 18.05 \text{ KN / m}$$

$$\text{Self weight of beam} = 6.14 \text{ KN / m}$$

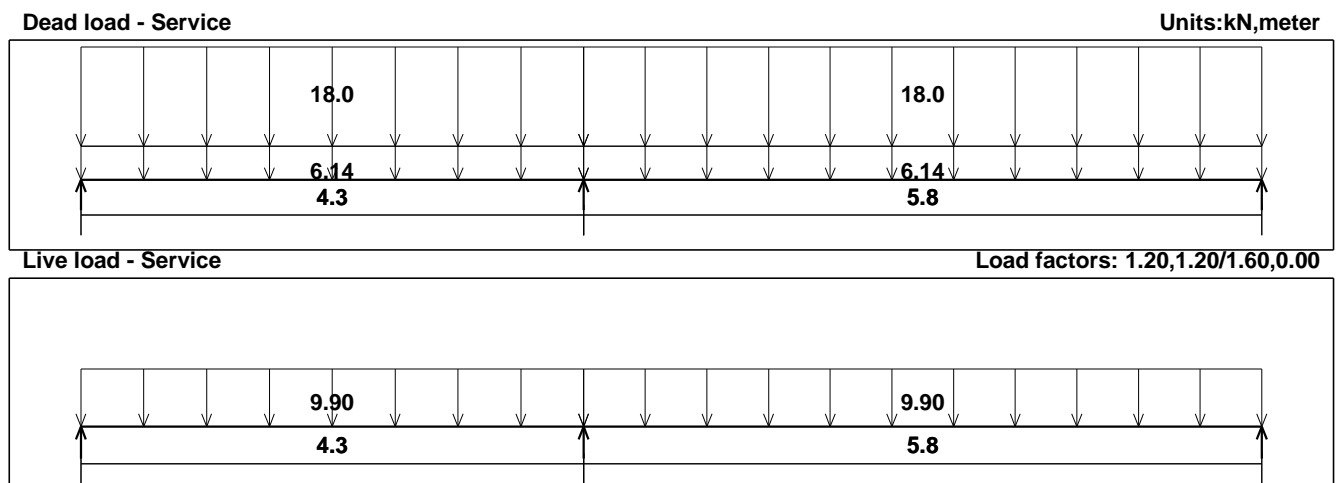
$$DL = 18.05 + 6.14 = 24.19 \text{ KN / m}$$

#### Live Load calculations for Beam (B16):

##### From Rib 25

The maximum support reaction from Live Loads for R25 upon B16 is 5.15 KN The distributed Live Load from the Rib25 on B16.

$$LL = 5.15 / 0.52 = 9.9 \text{ KN/m.}$$



**Fig 4.6: Statically System and Loads Distribution of Beam (B 16)**

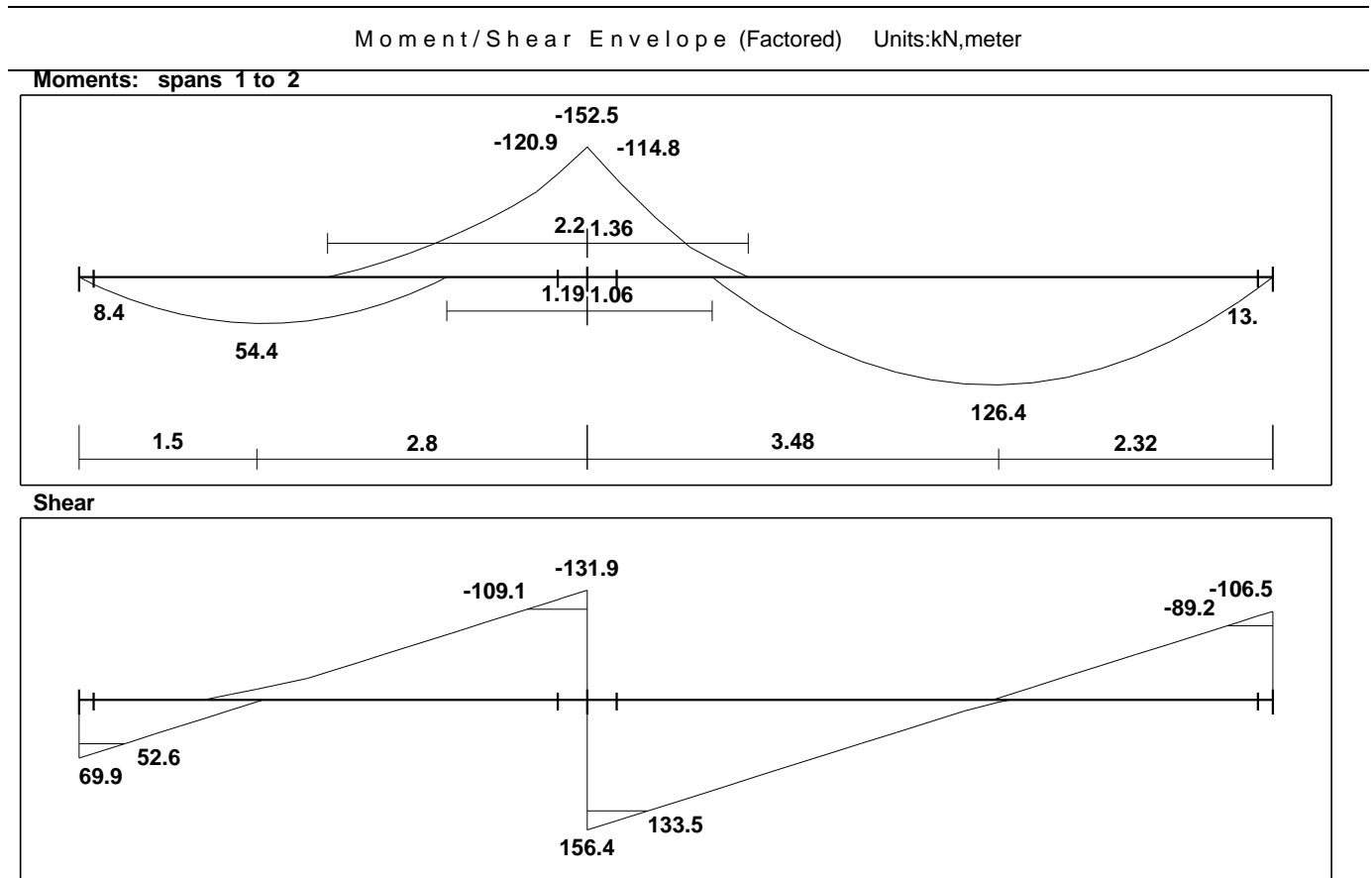
✓ Moment Design for (B16):

Fig 4.7: Shear and Moment Envelope Diagram of Beam (B16).

**Flexural Design of Positive Moment for (B16): ( $M_u = 54.4 \text{ KN.m}$ )**

Determine of  $M_{n,\max}$

$$d = 320 - 40 - 10 - 20/2 = 260 \text{ mm}$$

$$x = \frac{3}{7}d = \frac{3}{7} \cdot 260 = 111.4 \text{ mm}$$

$$a = \beta_1 x = 111.4 \cdot 0.85 = 94.69 \text{ mm}$$

$$M_{n,\max} = 0.85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b \left( d - \frac{a}{2} \right) = 0.85 \cdot 24 \cdot 94.69 \cdot 800 \cdot \left( 260 - \frac{94.69}{2} \right) \cdot 10^{-6} = 328.62 \text{ KN.m}$$

$$\phi M_{n,\max} = 0.9 \cdot 328.62 = 295.76 \text{ KN.m} > 54.4 \text{ KN.m} .$$

**Design as singly reinforcement**

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{54.4 \times 10^6}{0.9 \times 800 \times 260^2} = 1.11 \text{ Mpa}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 1.11}{420}} \right) = 0.00272$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0.00272 \times 800 \times 260 = 565.76 \text{ mm}^2$$

**Check for  $A_{s,\min}$ :**

$$A_{s,\min} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4(f_y)} (b_w)(d) = \frac{\sqrt{24}}{4 \cdot 420} \cdot 800 \cdot 260 = 606.5 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,\min} = \frac{1.4}{(f_y)} (b_w)(d) = \frac{1.4}{420} \cdot 800 \cdot 260 = 693.33 \text{ mm}^2 \quad \textbf{Control}$$

$$A_{s,\text{req}} = 693.33 \text{ mm}^2$$

**Use 4  $\phi$  16 Bottom ,  $A_{s,\text{provided}} = 804.24 \text{ mm}^2 > A_{s,\text{required}} = 693.33 \text{ mm}^2 \dots \text{Ok}$**



**Check spacing :**

$$S = \frac{800 - 40 \times 2 - 20 - (4 \times 16)}{3} = 212 \text{ mm} > d_b = 16 > 25 \text{ mm} \quad \text{OK}$$

**Check for strain:**

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{804.24 \times 420}{0.85 \times 800 \times 24} = 20.7 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{20.7}{0.85} = 24.35 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_s = 0.003 \left( \frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left( \frac{262 - 24.35}{24.35} \right) = 0.029 > 0.005 \quad \text{OK}$$

**Flexural Design of Positive Moment for (B16): (Mu=126.4 KN.m)**

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{126.4 \times 10^6}{0.9 \times 800 \times 260^2} = 2.59 \text{ Mpa}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{20.6} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 2.59 \times 10^6}{420 \times 260^2}} \right) = 0.00661$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0.00661 \times 800 \times 260 = 1374.88 \text{ mm}^2$$

**Check for  $A_{s,min}$ :**

$$A_{s,min} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4(f_y)}(bw)(d) = \frac{\sqrt{24}}{4 \times 420} \times 800 \times 260 = 606.5 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,min} = \frac{1.4}{(f_y)}(bw)(d) = \frac{1.4}{420} \times 800 \times 260 = 693.33 \text{ mm}^2 \quad \textbf{Control}$$

$$A_{s, req} = 1374.88 \text{ mm}^2$$

**Use 6  $\phi$  18 Bottom ,  $A_{s,provided} = 1526.8 \text{ mm}^2 > A_{s,required} = 1374.88 \text{ mm}^2 \dots \text{Ok}$**

**Check spacing :**

$$S = \frac{800 - 40 \times 2 - 20 - (6 \times 18)}{5} = 118.4 \text{ mm} > d_b = 18 > 25 \text{ mm} \quad \textbf{OK}$$

**Check for strain:**

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f_c'} = \frac{1526.8 \times 420}{0.85 \times 800 \times 24} = 39.29 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{B_1} = \frac{39.29}{0.85} = 46.22 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_s = 0.003 \left( \frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left( \frac{261 - 46.22}{46.22} \right) = 0.013 > 0.005 \quad \textbf{Ok}$$

**Flexural Design of Negative Moment for (B16): ( $M_u = -120.9 \text{ KN.m}$ )**

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{120.9 \times 10^6}{0.9 \times 800 \times 260^2} = 2.48 \text{ Mpa}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 2.48}{420}} \right) = 0.00631$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0.00631 \times 800 \times 260 = 1313.64 \text{ mm}^2$$

**Check for  $A_{s,min}$ :**

$$A_{s,min} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4(f_y)} (b_w)(d) = \frac{\sqrt{24}}{4 \times 420} * 800 * 260 = 606.5 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,min} = \frac{1.4}{(f_y)} (b_w)(d) = \frac{1.4}{420} * 800 * 260 = 693.33 \text{ mm}^2 \quad \textbf{Control}$$

$$A_{s, req} = \mathbf{1313.64 \text{ mm}^2}$$

**Use 6  $\phi$  18 Bottom ,  $A_{s,provided} = 1526.8 \text{ mm}^2 > A_{s,required} = 1313.64 \text{ mm}^2 \dots \text{Ok}$**

**Check spacing :**

$$S = \frac{800 - 40 \times 2 - 20 - (6 \times 18)}{5} = 118.4 \text{ mm} > d_b = 18 > 25 \text{ mm} \quad \textbf{OK}$$

**Check for strain:**

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f_c'} = \frac{1526.8 \times 420}{0.85 \times 800 \times 24} = 39.29 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{39.29}{0.85} = 46.22 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_s = 0.003 \left( \frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left( \frac{261 - 46.22}{46.22} \right) = 0.013 > 0.005 \quad \textbf{Ok}$$

✓ **Shear Design for (B 16):**

$$V_{u,\max} = 133.5 \text{ KN.}$$

$$d = h - \text{cover} - d_{\text{stirrup}} - \frac{d_b}{2} = 320 - 40 - 10 - \frac{18}{2} = 261 \text{ mm.}$$

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} b \cdot d = \frac{1}{6} \sqrt{24} \times 800 \times 261 \times 10^{-3} = 187.53 \text{ KN}$$

$$\Phi V_c = 0.75 * 187.53 = 140.65 \text{ KN}$$

$$0.5 * \Phi V_c = 0.5 * 0.75 * 187.53 = 70.325 \text{ KN}$$

$$0.5 \phi V_c < V_u < \phi V_c$$

$$S_{\max} \leq \frac{d}{2} = \frac{261}{2} = 130.5 \text{ mm} \quad \text{OR} \quad S_{\max} \leq 600 \text{ mm}$$

$$S_{\max} = 130.5 \text{ mm} \quad \text{control.}$$

$$\text{By using } \phi 10 \text{ double legs stirrups, } A_v = 316 \text{ mm}^2$$

$$s = \frac{A_v f_{yt}}{V_s} d = \frac{316 \times 420 \times 261}{69.6 \times 800} = 622.2 \text{ mm}$$

Use 4 leg  $\phi 10$  @ 100mm

For all spans 4 leg  $\phi 10$  @ 100mm will be used for stirrups.

### 4.7 Design of One Way Solid Slab

#### ❖ Material:-

⇒ concrete B300  $F_c' = 24 \text{ MPa}$

⇒ Reinforcement Steel  $F_y = 420 \text{ MPa}$

#### ✓ Slab Thickness Calculation:-

The overall depth must satisfy ACI Table (9.5.a):

Min H (deflection requirement):-

-For simply supported :-

$$\frac{L}{20} = \frac{3.25}{20} = 0.1625$$

For One way solid slab, will use thickness of slab 20 cm.

$$d = h - \text{cover} - \frac{d_b}{2} = 200 - 20 - \frac{12}{2} = 174 \text{ mm}$$

#### ✓ Load Calculation:-

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

**-Load Calculation For the Horizontal Slab:- (For one Meter Strip)**

#	material	calculation
1	Tiles	$0.03 * 22 = 0.66$
2	mortar	$0.02 * 22 = 0.44$
3	Coarse sand	$0.07 * 16 = 1.12$
4	RC concrete	$0.20 * 25 = 5.00$
5	plaster	$0.02 * 22 = 0.44$
	Sum	9.66

Table 4.4: Dead Load Calculation of Solid Slab.

Live load = 5 KN/m

✓ Design of Positive Moment :

**Design of Positive Moment :- (Mu = 25.9 KN.m)**

Assume bar diameter  $\Phi 12$  for main reinforcement

$$m = \frac{f_y}{0.85 * f_c'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.59$$

$$R_n = \frac{Mu / \phi}{b * d^2}$$

$$R_n = \frac{25.9 * 10^6 / 0.9}{1000 * (174)^2} = 1.33 \text{ (MPa)}$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.59} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.59)(1.33)}{420}} \right) = 0.00328$$

$$A_s = \rho * b * d = 0.00328 * 1000 * 174 = 570.7 \text{ mm}^2$$

**Check for  $A_s$  min:-**

$$A_s \text{ min} = \rho_{\min} * b * h = 0.0018 * 1000 * 200 = 360 \text{ mm}^2$$

$$A_{s\text{req}} = 570.7 \text{ mm}^2 > A_{s\text{min}} = 360 \text{ mm}^2 \quad \mathbf{OK}$$

**Use  $\phi$  12/20cm ,  $A_{s,\text{provided}} = 4.52 \text{ cm}^2 > A_{s,\text{required}} = 3.6 \text{ cm}^2$  .... Ok**

❖ **Shear Design:-**

**Check Whether Thickness Is Adequate For Shear:-**

$$V_{u,\max} = 22.8 \text{ KN/ 1m strip}$$

$$d = h - 20 - db = 200 - 20 - (12 / 2) = 174 \text{ mm}$$

$$\Phi V_c = \frac{1}{6} * \Phi * \sqrt{f_c'} * b_w * d$$

$$= \frac{1}{6} * 0.75 * \sqrt{24} * 1000 * 174 = 106.55 \text{ KN / 1 m strip}$$

$$\Phi V_c = 106.55 \text{ KN} > V_{u, \max} = 22.8 \text{ KN/ 1m strip}$$

The thickness of the slab is adequate enough.

#### 4.8 Design of Stair:

##### ❖ Material :-

⇒ concrete B300  $F_c' = 24 \text{ MPa}$

⇒ Reinforcement Steel  $F_y = 420 \text{ MPa}$

✓ Design of Flight :-

✓ Determination of Thickness:-

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

$$h_{\min} = 3.5/20 = 17.5 \text{ cm}$$

Take  $h = 20 \text{ cm}$  , Rise = 16 cm , Run = 30 cm

The Stair Slope by  $\theta = \tan^{-1}(16 / 30) = 28.07^\circ$



## ✓ Load Calculation:-

**Dead Load For Flight For 1m Strip:-**

No.	Parts of Flight	Calculation
1	Tiles	$22 \times 0.03 \times 1 \times (0.30 + 0.16/0.3) = 1.056 \text{ KN/m}$
2	Mortar	$22 \times 0.02 \times 1 \times (0.30 + 0.16/0.3) = 0.704 \text{ KN/m}$
3	Stair	$25 \times 1 \times (0.30 \times 0.16/2) / 0.3 = 2.00 \text{ KN/m}$
4	Slab	$25 \times 0.20 \times 1 / \cos 28.07 = 5.70 \text{ KN/m}$
5	Plaster	$22 \times 0.02 \times 1 / \cos 28.07 = 4.98 \text{ KN/m}$
Sum		14.44 KN/m

Table 1-5: Dead Load Calculation of Flight.

**Live Load For Landing For 1m Strip =  $5 \times 1 = 5 \text{ KN/m}$**

**Factored Load For Flight :-**

$$W_U = 1.2 \times 14.44 + 1.6 \times 5 = 25.32 \text{ KN/m}$$

$$R = (W \times L) / 2 = 25.32 \times 3.5 / 2 = 44.32 \text{ KN}$$

**1- Design of Shear for Flight :- ( $V_u=27.45$  KN)**

Assume bar diameter  $\phi$  14 for main reinforcement

$$d = h - \text{cover} - \frac{d_b}{2} = 200 - 20 - \frac{12}{2} = 174 \text{ mm}$$

$$V_u = 44.32 \text{ KN}$$

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} b_w d = \frac{1}{6} \sqrt{24} * 1000 * 174 = 142.1 \text{ KN/m}$$

$$\Phi V_c = 0.75 * 142.1 = 106.55 \text{ KN /m}$$

$$V_u = 44.32 < \Phi V_c = 106.55 \text{ KN /m}$$

**The thickness is enough .**

**2- Design of Bending Moment for Flight :- ( $M_u = 66.8$  KN.m)**

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{66.8 \times 10^6}{0.9 \times 1000 \times 174^2} = 2.45 \text{ Mpa}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 m R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.59} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.59 \times 2.45}{420}} \right) = 0.00623$$

$$A_{s, \text{req}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.00623 \times 1000 \times 174 = 1084.64 \text{ mm}^2$$

$$A_{s, \text{min}} = 0.0018 * 1000 * 200 = 360 \text{ mm}^2$$

$$A_{s, \text{req}} > A_{s, \text{min}}$$

$$A_{s, \text{req}} = 1084.64 \text{ mm}^2$$

**Check for spacing :-**

1)  $S = 3h = 3 \times 200 = 600 \text{ mm}$

2)  $S = 380 \times (280 / (2/3 \times 420)) - 2.5 \times 20 = 330 \leq S = 300 \times (280 / (2/3 \times 420)) = 330 \text{ mm}$

3)  $S = 450 \text{ mm}$

**Use  $\phi 12 @ 100 \text{ mm}$  ,  $A_{s,provided} = 1131 \text{ mm}^2 > A_{s,required} = 1084.64 \text{ mm}^2 \dots \text{Ok}$**

**3- Lateral or Secondary Reinforcement For Flight :-**

$$A_{s,req} = A_{s,min} = 0.0018 \times 1000 \times 200 = 360 \text{ mm}^2$$

**Use  $\phi 10 @ 200 \text{ mm}$  ,  $A_{s,provided} = 392 \text{ mm}^2 > A_{s,required} = 360 \text{ mm}^2 \dots \text{Ok}$**

✓ Design of Landing :

➤ Load Calculation:-

**Dead Load For Landing For 1m Strip:-**

No.	Parts of Flight	Calculation
1	Tiles	$22 \times 0.03 \times 1 = 0.66 \text{ KN/m}$
2	Mortar	$22 \times 0.02 \times 1 = 0.44 \text{ KN/m}$
3	Slab	$25 \times 0.20 \times 1 = 5.00 \text{ KN/m}$
4	Plaster	$22 \times 0.03 \times 1 = 0.66 \text{ KN/m}$
Sum		6.76 KN/m

Table 2-6: Dead Load Calculation of landing.

**Live Load For Landing For 1m Strip =  $5 \times 1 = 5 \text{ KN/m}$**

**Factored Load For Landing :-**

$$W_U = 1.2 \times 6.76 + 1.6 \times 5 = 16.11 \text{ KN/m}$$

➤ **System of Landing :-**

**1- Design of Shear:- ( $V_u = 73.3$  KN)**

Assume bar diameter  $\phi$  12 for main reinforcement

$$d = h - \text{cover} - \frac{d_b}{2} = 200 - 20 - \frac{12}{2} = 174 \text{ mm}$$

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'c} b_w d = \frac{1}{6} \sqrt{24} * 1000 * 174 = 142.1 \text{ KN}$$

$$\Phi * V_c = 0.75 * 142.1 = 106.55 \text{ KN} > V_u = 73.3 \text{ KN}$$

**Thickness of slab is enough**

**2- Design of Bending Moment :- ( $M_u = 77.06$  KN.m)**

Assume bar diameter  $\phi$  12 for main reinforcement

$$d = h - \text{cover} - \frac{d_b}{2} = 200 - 20 - \frac{12}{2} = 174 \text{ mm}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{77.06 \times 10^6}{0.9 \times 1000 \times 174^2} = 2.82 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f'_c} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.59$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.59} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.59 \times 2.82}{420}} \right) = 0.00725$$

$$A_{s, \text{req}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.00725 \times 1000 \times 174 = 1262.66 \text{ mm}^2$$

$$A_{s, \text{min}} = 0.0018 * 1000 * 200 = 360 \text{ mm}^2$$

$$A_{s, \text{req}} = 1262.66 \text{ mm}^2 \dots \dots \dots \text{is control}$$

**Check for Spacing:-**

4)  $S = 3h = 3 \times 200 = 600\text{mm}$

5)  $S = 380 \times (280 / (2/3 \times 420)) - 2.5 \times 20 = 330 \leq S = 300 \times (280 / (2/3 \times 420)) = 330\text{mm}$

6)  $S = 450\text{ mm}$

$S = 100\text{ mm}$  ..... is control

**Use  $\phi 12$  @ 100 mm**

### 4.9 Design of Column

#### ❖ **Material :-**

⇒ concrete B350  $F_c' = 24 \text{ MPa}$

⇒ Reinforcement Steel  $F_y = 420 \text{ MPa}$

#### ➤ Load Calculation:-

##### **Service Load:-**

Dead Load = 638.3 KN

Live Load = 252.6 KN

##### **Factored Load:-**

$$P_U = 1.2 \times 638.3 + 1.6 \times 252.6 = 1170.12 \text{ KN}$$

#### ➤ Dimensions of Column:-

Assume  $\rho_g = 0.01$

$$\phi * P_n = 0.65 \times 0.8 \times A_g \{0.85 f_c' (1 - \rho_g) + \rho_g * F_y\}$$

$$1170.12 \times 1000 = 0.65 \times 0.8 \times A_g \{0.85 * 24 (1 - 0.01) + 0.01 * 420\}$$

$$A_g = 57938 \text{ mm}^2$$

Assume Rectangular Section

Try  $h = 500 \text{ mm}$

$$b = 250$$

Selecting Longitudinal Bars:

$$1170.12 \times 1000 = 0.65 \times 0.8 \times A_g \{0.85 \times 24 (240000 - A_{st}) + A_{st} \times 420\}$$

$$A_{st} = 5980 \text{ mm}^2$$

**Use 10  $\phi$  20 ,  $A_{st}(\text{prov}) = 6308 \text{ mm}^2 > A_{st} = 5980 \text{ mm}^2$**

$$\rho_g = A_{st}/A_g = 0.0125$$

✓ Design of the tie reinforcement :

$$S \leq 16 \text{ db (longitudinal bar diameter)}$$

$$S \leq 48 \text{ dt (tie bar diameter).}$$

$$S \leq \text{Least dimension.}$$

$$\text{spacing} \leq 16 \times d_b = 16 \times 2.0 = 44.8 \text{ cm ....}$$

$$\text{spacing} \leq 48 \times d_t = 48 \times 1.0 = 48 \text{ cm}$$

$$\text{spacing} \leq \text{least.dim} = 25 \text{ cm control}$$

**Use  $\phi$  10@20 cm**



#### 4.10 Design of shear wall:

$$h_w = 11.25 \text{ m}, L_w = 5.2 \text{ m}$$

$$d \leq 0.8 * L_w = 0.8 * 5.2 = 4.16 \text{ m} \dots \text{control}$$

$$d \leq 0.8 * h_w = 0.8 * 11.25 = 9 \text{ m}$$

$$L_w / 2 = 2.6 \text{ m} \dots\dots \text{control}$$

$$h_w / 2 = 5.625 \text{ m}$$

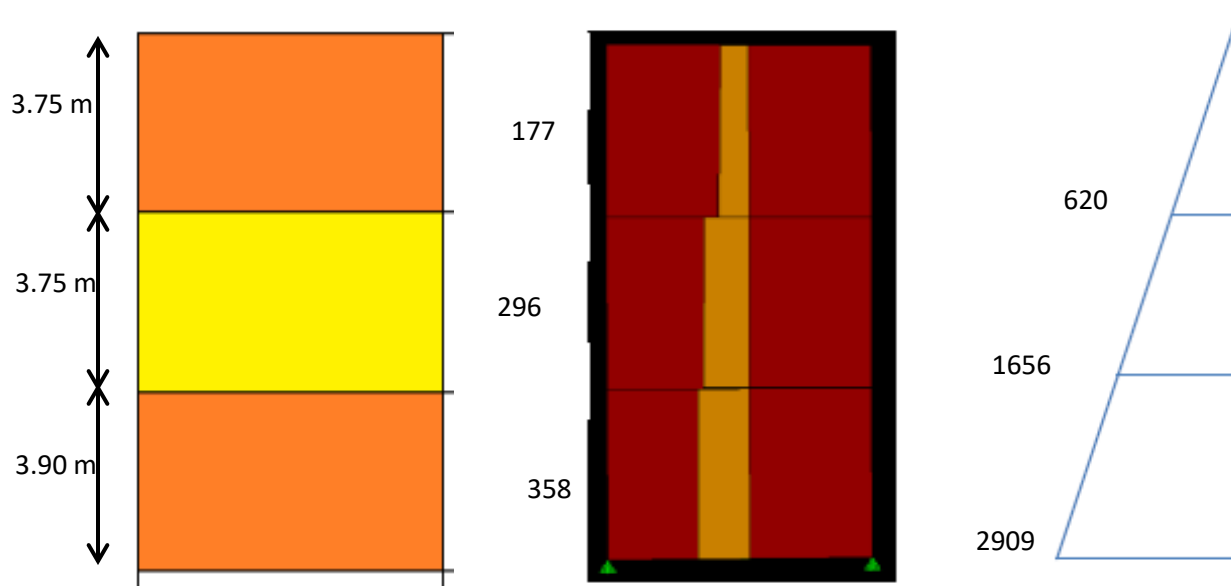


Fig. 4.8 Shear force and moment on the wall

✓ Design horizontal reinforcement :

$$V_{c1} = \frac{\sqrt{f_c'}}{6} \times b \times d$$

$$V_{c1} = \frac{\sqrt{24}}{6} \times 200 \times 4160 = 901.4 \text{ KN (control)}$$

$$V_{c2} = \frac{\sqrt{f_c'} \times b \times d}{4} + \frac{N_u \times d}{4 \times L_w}$$

$$N_u = 0.0 \text{ KN}$$

$$V_{c2} = \frac{\sqrt{24} \times 200 \times 4160}{4} + 0.0 = 1273.72 \text{ KN}$$

$$Mu(1) = 1656 + 358 * (3.75 - 2.60) = 1745.5 \text{ kN.m}$$

$$V_{c3} = \left[ \frac{\sqrt{f_c'}}{2} + \frac{l_w \left( \sqrt{f_c'} + \frac{2 \times N_u}{l_w \times h} \right)}{\left\langle \frac{Mu(1)}{V_u} - \frac{l_w}{2} \right\rangle} \right] \times \frac{h \times d}{10}$$

$$V_{c3} = \left[ \frac{\sqrt{24}}{2} + \frac{5.2(\sqrt{24} + 0.0)}{\left\langle 358 - \frac{5.2}{2} \right\rangle} \right] \times \frac{200 \times 4160}{10} = 2542.67 \text{ KN}$$

So thickness of wall is safe.

✓ Design for horizontal reinforcement :

$$A_{vh} \text{ min.} = 0.0025 * s * h$$

$$A_{vh} = 2 \Phi 10 = 158 \text{ mm}^2$$

$$\left( \frac{2 * 79}{s} \right) = 0.5$$

$$S = 316 \text{ mm}$$

$$S_{\max} \leq L_w/5 = 5200/5 = 1040 \text{ mm}$$

$$\leq 450 \text{ mm}$$

$$\leq 3 * h = 3 * 200 = 600 \text{ mm} \quad \text{Take } s = 300 \text{ mm} < s_{\max}$$

**Select  $\Phi 10 @ 15 \text{ cm}$**

✓ Design for Vertical reinforcement:-

$$A_{vv} = \left\{ 0.0025 + 0.5 \left( 2.5 - \frac{h_w}{l_w} \right) * \left( \frac{A_{vh}}{S_2 * h} - 0.0025 \right) \right\} * s * h$$

$$A_{vh} = 2 \Phi 10 = 158 \text{ mm}^2$$

$$A_{vv} = \left\{ 0.0025 + 0.5 \left( 2.5 - \frac{11.25}{5.2} \right) * \left( \frac{2 * 79}{300 * 200} - 0.0025 \right) \right\} * s * 200$$

$$A_{vv} = 0.0025 * s * h$$

$$\left( \frac{A_{vv}}{s} \right) = 0.53$$

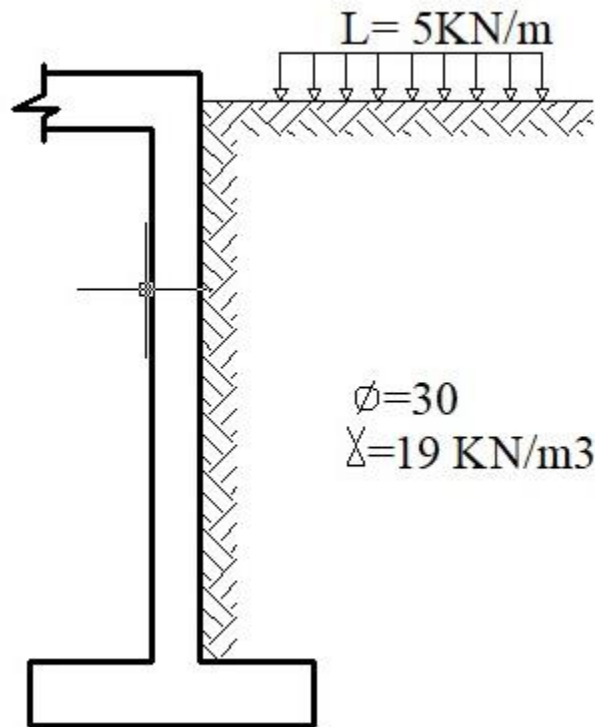
$$A_{vv} = 2 \Phi 10 = 158 \text{ mm}^2 \quad \text{-----} > \quad s = 298$$

$$S_{\max} \leq L_w/3 = 5200/3 = 1733 \text{ mm} \quad \leq 450 \text{ mm}$$

$$\leq 3 * h = 3 * 200 = 600 \text{ mm} \quad \text{Take } s = 250 \text{ mm} < s_{\max}$$

**Select  $\Phi 12 - 15 \text{ cm}$**

#### 4.11 Design of Basement wall:



**Figure (4-9):** Geometry of basement.

#### Material:-

Concrete B350  $F_c' = 24 \text{ MPa}$   
 Reinforcement Steel  $f_y = 420 \text{ MPa}$

$\phi = 30^\circ$   $\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$

- Soil at rest

$$\begin{aligned} K_o &= 1 - \sin \phi \\ &= 1 - \sin 30 \\ &= 0.50 \end{aligned}$$

#### 4.10.1) Load on basement wall:

For 1m length of wall:

- Weight of backfill:

$$\begin{aligned} e &= K_o * \gamma * h \\ &= 0.50 \times 19.0 \times 5.85 = 55.5 \text{ KN/m} \end{aligned}$$

$$q_1 (\text{Factored}) = 1.6 \times e$$

$$q_1 (\text{Factored}) = 1.6 \times 55.5 = 88.8 \text{ KN/m}$$

- Load from live load:

$$LL = 5 \text{ KN/m}^2$$

$$\begin{aligned} q_2 &= K_o \times LL \\ &= 0.50 \times 5 = 2.50 \text{ KN/m} \end{aligned}$$

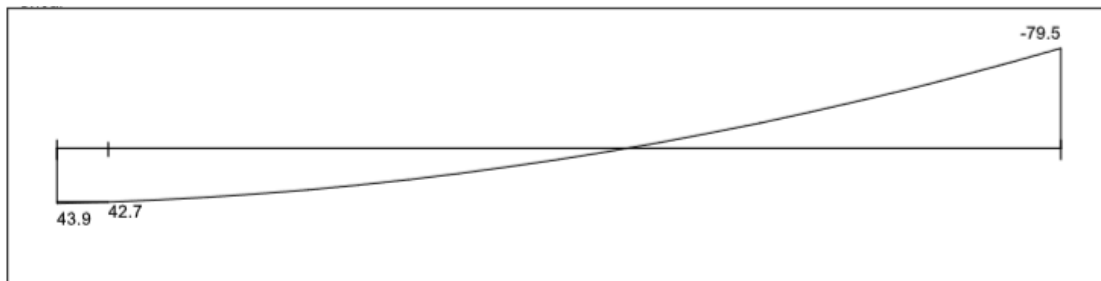
$$q_2 (\text{Factored}) = 1.6 \times 2.50 = 4.0 \text{ KN/m}$$

#### 4.10.2) Design of the shear force:

- Assume  $\phi 12$  for main reinforcement
- Assume  $h = 300 \text{ mm}$ ,

$$d = 300 - 20 - 12 = 268 \text{ mm}$$

By using **ATIR** program, we get the envelope moment and shear force diagram



**Figure (4.10)** shear of basement

Max  $V_u = 79.5$  KN.

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

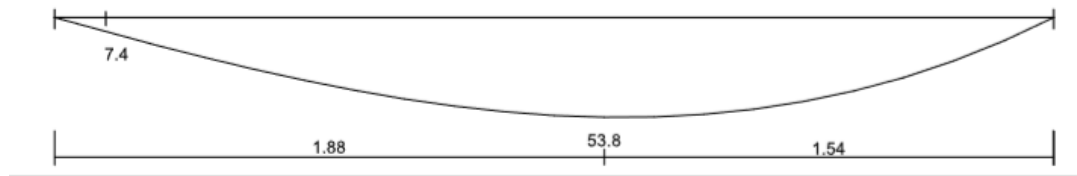
$$\phi V_c = \frac{0.75 \times \sqrt{28} \times 1000 \times 268}{6} = 177.27 \text{ KN}$$

$V_u = 79.5 \text{ KN} < \phi V_c = 177.27 \text{ KN}$ .

No shear Reinforcement is required.

#### 4.10.3) Design of bending moment:

By using **ATIR** program, we get the envelope moment and moment force diagram



**Figure (4.11)** moment of basement

$M_u \text{ max} = 53.8 \text{ KN.m}$

$$M_n = \frac{M_u}{0.9} = \frac{53.8}{0.9} = 59.8 \text{ KN.m}$$

$$R_n = \frac{M_n \times 10^6}{b \times d^2} = \frac{59.8 \times 10^6}{1000 \times 268^2} = 0.832 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{F_y}{0.85 \times f'_c} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.58$$

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

$$= \frac{1}{20.58} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0.832 \times 20.58}{420}} \right)$$

$$= 2.02 \times 10^{-3}$$

$$A_{sreq} = \rho \times b \times d = 2.02 \times 10^{-3} \times 1000 \times 268 = 5.4049 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{smin} = 0.0012 \times b \times h = 0.0012 \times 1000 \times 300 = 3.60 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{smin} = 3.60 \text{ cm}^2/\text{m} \leq A_{sreq} = 5.4049 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**Use  $\Phi 12@20\text{cm}$**

$$A_s \text{ provided} = 5.65 \text{ cm}^2/\text{m} > A_{sreq} = 5.4049 \text{ cm}^2/\text{m}.$$

**Step(s) is the smallest of :**

- $3h = 3 \times 200 = 600\text{mm}$  .
- $450\text{mm}$
- $S = 380 \left( \frac{280}{f_s} \right) - 2.5c_c = 380 \left( \frac{280}{280} \right) - 2.5 \times 20 = 330\text{mm}$  .

$$S = 200\text{mm} < S_{max}$$

**Select  $\Phi 12@15\text{cm/m}$  in both direction.**

$$\text{With } a_s = 5.65 \text{ cm}^2/\text{m}$$

#### **4.10.4) Design of the horizontal reinforcement:**

$$A_{s(min)} = 0.0012 \times b \times h = 0.002 \times 1000 \times 300 = 360 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Select  $\Phi 12@20\text{cm/m}$ , in two layer.

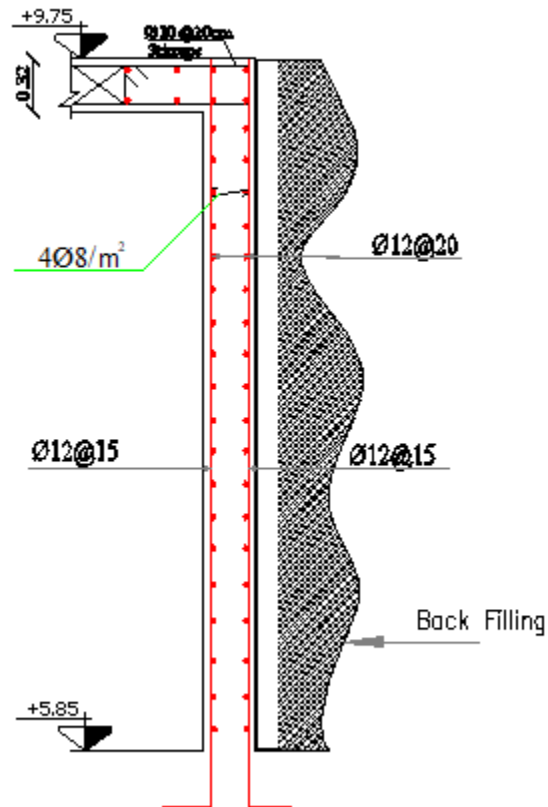


Figure (4.12): Reinforcement for basement wall.



### 4.12 Design of Footing:

#### ❖ Material :-

⇒ concrete B350  $F_c' = 24 \text{ MPa}$

⇒ Reinforcement Steel  $F_y = 420 \text{ MPa}$

#### ✓ Load Calculations :-

Dead Load = 638.3 KN , Live Load = 252.6 KN

Total Factored load =  $1.2 \times 638.3 + 1.6 \times 252.6 = 1170.12 \text{ KN}$

Column Dimensions (a\*b) = 25\*50 cm

Soil density = 19 Kg/cm<sup>3</sup>

Allowable Bearing Capacity = 400 KN/m<sup>2</sup>

Assume h = 50cm

$q_{net-allow} = 400 - 25 \times 0.5 - 19 \times 0.5 - 25 \times 0.7 = 360.5 \text{ KN/m}^2$

#### ✓ Area of Footing :-

$$A = \frac{Pt}{q_{net-allow}} = \frac{890.9}{360.5} = 2.47 \text{ m}^2$$

Assume the area = 1.85 \* 1.60 = 2.88 m<sup>2</sup>

#### ✓ Bearing Pressure :-

$q_u = 1170.12 / 1.85 \times 1.60 = 406.3 \text{ KN/m}^2$

✓ **Design of Footing :-**

✓ **Design of One Way Shear Strength :-**

Critical Section at Distance (d) From The Face of Column

Assume  $h = 50\text{cm}$  , bar diameter  $\phi 14$  for main reinforcement and  $7.5\text{ cm}$  Cover

$$V_u = \left( \frac{l}{2} - \frac{a}{2} - d \right) * q_u * b = \left( \frac{1.85}{2} - \frac{0.50}{2} - d \right) * 406.3 * 1.6$$

$$\phi V_c = \frac{0.75}{6} \sqrt{24} * 1.6 * d * 10^3$$

$$\text{Let, } \phi V_c = V_u$$

$$d = 0.448\text{m}$$

$$h = 448 + 75 + 14 = 537\text{mm}$$

$$\text{Try } h = 550\text{ mm} \dots\dots d = 550 - 75 - 14 = 461\text{ mm}$$

✓ **Design of Two Way Shear Strength :-**

$$V_u = P_u - FR_b$$

$$FR_b = q_u * \text{area of critical section}$$

$$V_u = 1170.12 - 406.3[(0.5 + 0.461) * (0.25 + 0.461)] = 892.5\text{KN}$$

The punching shear strength is the smallest value of the following equations:-

$$\phi.V_c = \phi \cdot \frac{1}{6} \left( 1 + \frac{2}{\beta_c} \right) \sqrt{f'_c} b_o d$$

$$\phi.V_c = \phi \cdot \frac{1}{12} \left( \frac{\alpha_s}{b_o/d} + 2 \right) \sqrt{f'_c} b_o d$$

$$\phi.V_c = \phi \cdot \frac{1}{3} \sqrt{f'_c} b_o d$$

Where:-

$$\beta_c = \frac{\text{Column Length (a)}}{\text{Column Width (b)}} = \frac{50}{25} = 2$$

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

$$b_o = 2 * (46.1 + 50) + 2 * (46.1 + 25) = 334.4 \text{ cm}$$

$\alpha_s = 40$  for interior column

$$\phi.V_c = \phi \cdot \frac{1}{6} \left( 1 + \frac{2}{\beta_c} \right) \sqrt{f'_c} b_o d = \frac{0.75}{6} * \left( 1 + \frac{2}{2} \right) * \sqrt{24} * 3344 * 461 = 2215.4 \text{ KN}$$

$$\phi.V_c = \phi \cdot \frac{1}{12} \left( \frac{\alpha_s}{b_o/d} + 2 \right) \sqrt{f'_c} b_o d = \frac{0.75}{12} * \left( \frac{40 * 461}{3344} + 2 \right) * \sqrt{24} * 3344 * 461 = 1107 \text{ KN}$$

$$\phi.V_c = \phi \cdot \frac{1}{3} \sqrt{f'_c} b_o d = \frac{0.75}{3} * \sqrt{24} * 3344 * 461 = 2215 \text{ KN}$$

$$\Phi V_c = 2215 \text{ KN} > V_u = 1170 \text{ KN}$$

## ✓ Design of Bending Moment :-

Critical Section at the Face of Column

$$FR = q_u * \left( \frac{B-a}{2} \right) * L = 406.3 * \left( \frac{1.85-0.25}{2} \right) * 1.6 = 520 \text{ KN}$$

$$M_u = 520 * 0.465 = 245.7 \text{ KN.m}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{245.7 \times 10^6}{0.9 \times 1850 \times 461^2} = 0.54 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f'_c} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.59$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}} \right) = \frac{1}{17.6} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.59 \times 0.54}{420}} \right) = 0.00152$$

$$A_{s, \text{req}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.00152 \times 1850 \times 461 = 1280 \text{ mm}^2$$

$$A_{s, \text{min}} = 0.0018 \times 1850 \times 550 = 1852 \text{ mm}^2$$

$$A_{s, \text{req}} < A_{s, \text{min}} = 1852 \text{ mm}^2 \text{ ..... is control}$$

## Check for Spacing :-

$$S = 3h = 3 \times 55 = 165 \text{ cm}$$

$$S = 380 * \left( \frac{\frac{280}{2}}{\frac{2}{3} * 420} \right) - 2.5 * 75 = 192.5 \text{ cm}$$

$$S = 45 \text{ cm ..... is control}$$

**Use 16ø14,  $A_{s, \text{provided}} = 2618 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 1852 \text{ mm}^2$ ... Ok**

**And In Another Direction Use 8 ø14**

✓ Development Length In Footing :-

**Tension Development Length In Footing :-**

$$L_{d_{req}} = \frac{9}{10} * \frac{F_y}{\lambda \sqrt{f_c}} * \frac{\psi_e \psi_s \psi_t}{\frac{ktr+cb}{db}} * db > 300\text{mm}$$

$$cb = 75 + \frac{14}{2} = 82\text{mm} \text{ Or } cb = \frac{150}{2} = 75\text{ mm}$$

$$\frac{ktr + cb}{db} = \frac{0 + 75}{14} = 5.3 > 2.5$$

$$\frac{ktr + cb}{db} = 2.5$$

$$L_{d_{req}} = \frac{9}{10} * \frac{420}{1 * \sqrt{24}} * \frac{1 * 1 * 0.8}{2.5} * 16 = 395.75\text{ mm} > 300\text{mm}$$

$$L_{d_{T \text{ available}}} = \frac{1850 - 500}{2} - 75 = 625\text{ mm}$$

$$L_{d_{T \text{ available}}} = 625\text{ mm} > L_{d_{req}} = 395.054\text{ mm} \dots\dots \text{OK}$$

**Compression Development Length In Footing :-**

$$L_{d_{Creq}} = \frac{0.24 * F_y * dB}{\sqrt{24}} > 0.043 * F_y * dB > 200\text{mm}$$

$$L_{d_{Creq}} = \frac{0.24 * 420 * 14}{\sqrt{24}} = 288.05 > 0.043 * 420 * 14 = 252.84 > 200\text{mm}$$

$$L_{d_{C \text{ available}}} = 550 - 75 - 14 - 14 = 497\text{mm} > L_{d_{Creq}} = 288.0\text{ mm} \dots\dots \text{Ok}$$

**Lap Splice of Dowels In Column :-**

$$L_{sc} = 0.071 * f_y * db = 0.071 * 420 * 14 = 477.48\text{ mm} > 300\text{ mm}$$

Select  $L_{sc} = 500\text{ mm}$

## الفصل الخامس

### النتائج والتوصيات

1-5 مقدمة .

2-5 النتائج .

3-5 التوصيات.

## 1-5 مقدمة:

في هذا المشروع تم الحصول على مخططات معمارية تفتقد إلى الكثير من الأمور، بعد دراسة جميع المتطلبات تم إعداد المخططات المعمارية والمخططات الإنشائية .  
وتم إعداد المخططات الإنشائية بشكل مفصل ودقيق وواضح لتسهيل عملية البناء، ويقدم هذا التقرير شرحاً لجميع خطوات التصميم المعمارية والإنشائية للمبنى.

## 2-5 النتائج:

1. يجب على كل طالب أو مصمم إنشائي أن يكون قادراً على التصميم بشكل يدوي حتى يستطيع امتلاك الخبرة والمعرفة في استخدام البرامج التصميمية المحسوبة.
2. من العوامل التي يجب أخذها بعين الاعتبار، العوامل الطبيعية المحيطة بالمبنى وطبيعة الموقع وتأثير القوى الطبيعية على الموقع.
3. من أهم خطوات التصميم الإنشائي، كيفية الربط بين العناصر الإنشائية المختلفة من خلال النظرة الشمولية للمبنى ومن ثم تجزئة هذه العناصر لتصميمها بشكل منفرد ومعرفة كيفية التصميم، مع أخذ الظروف المحيطة بالمبنى بعين الاعتبار.
4. القيمة الخاصة بقوة تحمل التربة هي  $400\text{KN/m}^2$ .
5. لقد تم استخدام نظام عقدات المفرغة (Ribbed Slab) في كثير من العقدات نظراً لطبيعتها وشكل المنشأ، كما تم استخدام نظام العقدة المصمتة (Solid Slab) في مناطق بيت الدرج، نظراً لكونها أكثر فاعلية من عقدات الأعصاب في تحمل ومقاومة الأحمال المركزة.
6. برامج الحاسوب المستخدمة:  
هناك عدة برامج حاسوب تم استخدامها في هذا المشروع وهي:  
a. AUTOCAD : وذلك لعمل الرسومات المفصلة للعناصر الإنشائية.  
b. ATIR : للتصميم والتحليل الإنشائي للعناصر الإنشائية.  
c. Microsoft Office XP : تم استخدامه في أجزاء مختلفة من المشروع مثل كتابة النصوص والتنسيق وإخراج المشروع، وإعداد الجداول المرافقة للتصميم.  
d. Google SketchUp : تم استخدام هذا البرنامج لعمل مجسمات ثلاثية الأبعاد للفندق.
7. الأحمال الحية المستخدمة في هذا المشروع كانت من كود الأحمال الأردني.
8. من الصفات التي يجب أن يتصف بها المصمم، صفة الحس الهندسي التي يقوم من خلالها بتجاوز أية مشكلة ممكن أن تعترضه في المشروع وبشكل مقنع ومدرّس.

### 3-5 التوصيات:

لقد كان لهذا المشروع دور كبير في توسيع وتعميق فهمنا لطبيعة المشاريع الإنشائية بكل ما فيها من تفاصيل وتحاليل وتصاميم، حيث نود هنا - من خلال هذه التجربة - أن نقدم مجموعة من التوصيات، نأمل بأن تعود بالفائدة والنصح لمن يخطط لاختيار مشاريع ذات طابع إنشائي.

ففي البداية، يجب أن يتم تنسيق وتجهيز كافة المخططات المعمارية، بحيث يتم اختيار مواد البناء مع تحديد النظام الإنشائي للمبنى، ولابد في هذه المرحلة من توفر معلومات شاملة عن الموقع وتربته وقوة تحمل تربة الموقع، من خلال تقرير جيوتقني خاص بتلك المنطقة، بعد ذلك يتم تحديد مواقع الجدران الحاملة والأعمدة بالتوافق والتنسيق التام مع الفريق الهندسي المعماري ويحاول المهندس الإنشائي في هذه المرحلة الحصول على أكبر قدر ممكن من الجدران الخرسانية المسلحة، بحيث تكون موزعة بشكل منتظم أو شبه منتظم في كافة أنحاء المبنى؛ ليتم استخدامها فيما بعد في مقاومة أحمال الزلازل وغيرها من القوى الأفقية.