

جامعة بوليتكنك فلسطين
كلية الهندسة والتكنولوجيا
دائرة الهندسة المدنية و المعمارية
الخليل- فلسطين



مشروع التخرج

التصميم الإنشائي لـ " مبنى متعدد الاستخدامات " في مدينة نابلس .

فريق العمل

يزن غسان حجازي

معن اسامة ابورجب

باسل وائل عابدين

إشراف :

د. رياض عبد الكريم عوض .

كانون أول - 2016 م

جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة والتكنولوجيا

دائرة الهندسة المدنية و المعمارية

الخليل- فلسطين



التصميم الإنشائي لـ " مبنى متعدد الاستخدامات " في مدينة نابلس .

فريق العمل

يزن غسان حجازي

معن اسامة ابورجب

باسل وائل عابدين

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

توقيع رئيس الدائرة

توقيع مشرف المشروع

م. فيضي شبانة

د. رياض عوض

كانون أول - 2016 م

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 غلتنا وجروحنا

إخواننا وأخواتنا..

إلى كل الأوفياء المخلصين اللذين جعلوا من الوفاء شمعة تنير دربهم

إلى من يجسدون الوفاء في أرقى صورهِ

أصدقائنا ورفقاء دربنا ..

وإلى شهدائنا الأبرار وأسرانا البواسل

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 حمدًا 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، متحدّين معنا كل الصعاب فلهم جميعًا الشكر والتقدير كله.

ونخص بشكرنا وتقديرنا أستاذنا الفاضل الدكتور رياض عوض المشرف والموجه 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 أحسننا بمتعة البحث ، ولا حلاوة المنافسة الإيجابية.

وختام القول مسك، فالشكر كل الشكر إلى أبائنا 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 " مبنى متعدد الاستخدامات " في مدينة نابلس .

فريق العمل

يزن غسان حجازي

معن اسامة ابورجب

باسل وائل عابدين

إشراف :

د. رياض عبد الكريم عوض .

كانون أول - 2016 م

يمكن تلخيص هدف المشروع في عمل التصميم الإنشائي لجميع العناصر الإنشائية التي يحتويها المشروع، من عقود وجسور وأعمدة وأساسات وجدران وغيرها من العناصر الإنشائية.

يتكون المشروع من مبنى متعدد الاستخدامات , يحتوي خمسة طوابق مختلفة في التوزيع المعماري واستخدام الفراغات والتداخلات الكتلية لأجزاء هذا المبنى , مما أكسبنا المعرفة الواسعة في التصميم الإنشائي للأبنية الخرسانية.

تتلخص فكرة هذا المشروع في التصميم الإنشائي لمبنى متعدد الاستخدامات تشمل الترفيهية ، السكنية و التجارية و ما يلزمها من مرافق.

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

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 : , Office2010, Autocad2007, Atir11.5 وغيرها.

والله ولي التوفيق .

Abstract

Structural Design for Multi-purpose Building

Prepared by

Basel Wael Abdeen

Maen Osama AbuRajab

Yazan Ghassan Hijazi

Supervisor

Dr. Riyad Awad

Project objectives can be summarized in the structural design of all structural elements contained in the project work, the slabs, bridges, columns, foundations, walls and other structural elements.

The project of a mixed-use building consists of five different floors in architectural distribution, use of spaces and overlaps mass of parts of this building, which has earned us a huge knowledge in the structural design of concrete buildings.

The idea of this project are summarized in the structural design of the multi-purpose building contains entertainment , residential and commercial and the needed facilities.

The project consists of several stages are beginning to scrutinize architectural schemes, has been selected the various structural elements of the columns and bridges and details are not incompatible with the architectural requirements of the project. We then phase structural design of some structural elements with the help from some software design construction and display the results on the data on the form of data and numbers.

It is worth mentioning that we were using the Jordanian code to determine the live loads, and to determine the loads of earthquakes we used UBC- 97)), As for the analysis of the structural and design sections have been using the American code (ACI_318- 08), It must be pointed out that we were relying on some computer programs such as: Autocad2007, Office2010, Atir11.5 , and others.

فهرس المحتويات

رقم الصفحة	الموضوع
I	تقرير مقدمة المشروع
II	تقييم مقدمة 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
2	1-2-1 أهداف المشروع المعمارية
2	2-2-1 أهداف المشروع الإنشائية
2	3-1 مشكلة المشروع
2	4-1 المسلمات
3	5-1 فصول المشروع
3	6-1 الجدول الزمني للمشروع
4	الفصل الثاني : الوصف المعماري
5	1-2 مقدمة
5	2-2 لمحة عامة عن المشروع
6	3-2 موقع المشروع
7	1-3-2 أهمية الموقع
7	2-3-2 حركة الشمس والرياح
7	3-3-2 الرطوبة
8	4-2 وصف طوابق المشروع
8	1-4-2 طابق التسوية الرابع
9	2-4-2 طابق التسوية الثاني والثالث مكرر
10	3-4-2 الطابق التسوية الاول
11	4-4-2 الطابق الارضي
12	5-2 الواجهات
12	1-5-2 الواجهة الشمالية
12	2-5-2 الواجهة الجنوبية
13	3-5-2 الواجهة الشرقية
13	4-5-2 الواجهة الغربية
14	
16	6-2 وصف الحركة والمداخل
16	7-2 المدخل

17	الفصل الثالث : الوصف الإنشائي
18	1-3 مقدمة
18	2-3 الهدف من التصميم الإنشائي
18	3-3 مراحل التصميم الإنشائي
19	4-3 الأحمال
19	1-4-3 الأحمال الميتة
19	2-4-3 الأحمال الحية
20	3-4-3 الأحمال البيئية
20	1-3-4-3 أحمال الرياح
22	2-3-4-3 أحمال الثلوج
22	3-3-4-3 أحمال الزلازل
23	5-3 الاختبارات العملية
23	6-3 العناصر الإنشائية المكونة للمبنى الاجتماعي الرياضي
23	1-6-3 العقدات
23	1-1-6-3 عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد
24	2-1-6-3 عقدات العصب ذات الاتجاهين
24	3-1-6-3 العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد
25	4-1-6-3 العقدات المصمتة ذات الاتجاهين
25	2-6-3 الأدرج
26	3-6-3 الجسور
26	4-6-3 الأعمدة
28	5-6-3 جدران القص
28	6-6-3 الأساسات
29	7-6-3 فواصل التمدد
29	8-6-3 جدار استنادي
30	7-3 برامج الحاسوب التي تم استخدامها
65	الفصل الخامس : النتائج و التوصيات
66	1-5 المقدمة
66	2-5 النتائج
67	3-5 التوصيات

<u>Subject</u>	<u>Page</u>
Chapter 4 : Structural Analysis and Design	30
4-1 Introduction	30
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 (Rib 13,B-3) : Design and Calculations.	35
4-6 (Beam 34,B-2) : Design and Calculations.	42
4-7 (Solid 4,B-2) : Design and Calculations.	47
4-8 (Column C3) : Design and Calculations.	50
4-9 (Wall CW6) : Calculation and Design. "Shear Wall".	52
4-10 (Wall CW2) : Calculation and Design. "Basement Wall".	55
4-11 Stairs Calculations and Design.	57
4-12 Strip Foundation Calculations and Design.	62

List of Abbreviations

- **Ac** = area of concrete section resisting shear transfer.
- **As** = area of non-prestressed tension reinforcement.
- **A_s'** = area of non-prestressed compression reinforcement.
- **Ag** = gross area of section.
- **Av** = area of shear reinforcement within a distance (S).
- **At** = area of one leg of a closed stirrup resisting tension within a (S).
- **b** = width of compression face of member.
- **bw** = web width, or diameter of circular section.
- **C_c** = compression resultant of concrete section.
- **C_s** = compression resultant of compression steel.
- **DL** = dead loads.
- **d** = distance from extreme compression fiber to centroid of tension reinforcement.
- **Ec** = modulus of elasticity of concrete.
- **f_c'** = compression strength of concrete .

- **f_y** = specified yield strength of non-prestressed reinforcement.
- **h** = overall thickness of member.
- **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.
- **L_w** = length of wall.
- **M** = bending moment.
- **M_u** = factored moment at section.
- **M_n** = nominal moment.
- **P_n** = nominal axial load.
- **P_u** = factored axial load
- **S** = Spacing of shear in direction parallel to longitudinal reinforcement.
- **V_c** = nominal shear strength provided by concrete.
- **V_n** = nominal shear stress.
- **V_s** = nominal shear strength provided by shear reinforcement.
- **V_u** = factored shear force at section.
- **W_c** = weight of concrete.
- **W** = width of beam or rib.
- **W_u** = factored load per unit area.
- **Φ** = strength reduction factor.

- ϵ_c = compression strain of concrete = 0.003.
- ϵ_s = strain of tension steel.
- ϵ'_s = strain of compression steel.
- ρ = ratio of steel area .

فهرس الجداول

<u>رقم الصفحة</u>	<u>الجدول</u>	<u>رقم الجدول</u>
3	الجدول الزمني للمشروع خلال السنة الدراسية (2017/2016)	1-1
19	الكثافة النوعية للمواد المستخدمة	1-3
19	الأحمال الحية لعناصر المبنى	2-3
20	سرعة وضغط الرياح اعتمادا على الكود الألماني	3-3
22	أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر	4-3
33	Check of minimum thickness of structural members	4-1
34	Dead load calculation Topping	4-2
37	Dead load calculation Rib	4-3
43	Dead load calculation Beam	4-4
47	Load calculation Solid slab	4-5
58	Dead load calculation Flight	4-6
59	Dead load calculation Landing	4-7

فهرس الأشكال

<u>رقم الصفحة</u>	<u>الشكل</u>	<u>رقم الشكل</u>
6	خارطة الموقع الجغرافي	1-2
8	مسقط طابق التسوية الرابع	2-2
9	المسقط الأفقي لطابق التسوية الثالث	3-2
10	المسقط الأفقي لطابق التسوية الثاني	4-2
11	المسقط الأفقي لطابق التسوية الأول	5-2
12	الواجهة الشمالية	6-2
12	الواجهة الجنوبية	7-2
13	الواجهة الشرقية	8-2
13	الواجهة الغربية	9-2
21	تأثير الرياح على المباني من حيث ارتفاع المبنى والبيئة المحيطة به	1-3
23	العقدات ذات العصب الواحد	2-3
24	العقدات ذات العصب باتجاهين	3-3
24	العقدات المصممة ذات الاتجاه الواحد	4-3
25	العقدات المصممة ذات الاتجاهين	5-3
25	الدرج	6-3
26	أنواع الجسور المستخدمة في المشروع	7-3
27	أنواع الأعمدة	8-3
28	جدار قص	9-3
28	أساس مفرد	10-3
29	فواصل التمدد	11-3

List of Figures

<u>Figure #</u>	<u>Description</u>	<u>Page</u>
4-1	Topping load and moment diagram	34
4-2	One way Rib slab (R13,B-3)	36
4-3	loads of rib and its statically system (R13,B-3)	36
4-4	Geometry of rib and it's dimension	37
4-5	Shear & Moment Envelope Diagram (R13,B-3)	38
4-6	Statically System and loads Distribution of (B 34,B-2)	42
4-7	Simply supported beam (B 34,B-2)	42
4-8	Shear & Moment Envelope Diagrams (B 34,B-2)	43
4-9	Geometry of solid slab and it's dimension	47
4-10	load distribution of solid slab(S 4,B-2)	48
4-11	Shear & Moment Envelope Diagrams of (S 4,B-2)	48
4-12	Coulmn Section(C3)	50
4-13	Shear & Moment Envelope Diagrams of Shear wall (CW6)	52
4-14	Distribution force from soil for basement wall (CW2)	55
4-15	Shear & Moment Envelope Diagrams of (CW2)	55
4-16	Distribution force for flight	59
4-17	Distribution force for landing	60
4-18	Foundation strip section	62

1

الفصل الأول

المقدمة

1-1 مقدمة .

2-1 أهداف المشروع.

3-1 مشكلة المشروع.

4-1 المسلمات .

5-1 فصول المشروع.

6-1 الجدول الزمني.

1-1 مقدمة :

لقد شهد القرن الماضي تقدم و تطور في كافة مناحي الحياة و صاحب هذا التطور زيادة ملحوظة في أعداد السكان و بالتالي زيادة في احتياجاتهم الى الخدمات العامة مما اوجد حاجة اجتماعية و اقتصادية الى المباني متعددة الاستخدام .

2-1 أهداف المشروع :

تقسم أهداف المشروع إلى الأهداف المعمارية و الأهداف الإنشائية.

1-2-1 أهداف المشروع المعمارية :

الهدف الرئيسي المعماري هو وضع تصميم مناسب متناسق مع الثقافة الفلسطينية, وفق أفضل نظريات العمارة الحديثة.

2-2-1 أهداف المشروع الإنشائية :

- تعزيز القدرة على اختيار النظام الإنشائي المناسب و المتوافق مع أهداف المبنى .
- ربط ما تم تعلمه بمساقات التصميم الإنشائي بالجانب العملي والتصميمي في المشروع
- اكتساب مهارات و خبرات جديدة في مواجهة المشاكل والعقبات التي لم يتم التطرق لها في الجانب الأكاديمي النظري من دراستنا الجامعية .

3-1 مشكلة المشروع :

تكمن مشكلة المشروع في ايجاد انسب نظام انشائي يحقق متطلبات المتانة و الخدماتية , بالإضافة الى تحليل و تصميم كافة العناصر الإنشائية المكونة للمشروع مثل العقدات و الجسور و الأعمدة و الأساسات ... الخ , بعد تحديد الأحمال لكل عنصر انشائي يمكننا تحديد الأبعاد المطلوبة لذلك العنصر بالإضافة الى التسليح المطلوب , بعد ذلك سيتم عرض النتائج على شكل بيانات و أرقام و رسومات انشائية للانتقال من مرحلة التصميم النظري الى التطبيق العملي في الموقع .

4-1 المسلمات :

تهدف دراستنا الى اعداد المخططات الإنشائية اللازمة لكافة عناصر المشروع , و سوف يتم الاعتماد في المشروع على كل من الكود الأمريكي (ACI -318-08) و الكود الأردني للأحمال .

5-1 فصول المشروع :

- الفصل الأول : المقدمة .
- الفصل الثاني : الوصف المعماري .
- الفصل الثالث : الوصف الإنشائي .
- الفصل الرابع : التحليل و التصميم الإنشائي .
- الفصل الخامس : النتائج و التوصيات .

6-1 الجدول الزمني للمشروع :

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 (2017/2016)

2

الفصل الثاني الوصف المعماري

- 1-2 مقدمة .
- 2-2 لمحة عامة عن المشروع .
- 3-2 موقع المشروع.
- 4-2 وصف طوابق المشروع.
- 5-2 الواجهات .
- 6-2 وصف الحركة و المداخل.
- 7-2 المداخل.

1-2 مقدمة :

تعتبر العمارة أم العلوم الهندسية، وهي ليست وليدة هذا العصر؛ بل هي منذ أن خلق الله تعالى الإنسان الذي أطلق العنان لمواهبه وخواطره، 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 والصرامة تثير فينا بعض الفضول رغم أنها قد تخبي لنا العديد من المفاجآت عندما ندخلها وتفاعل مع تفاصيلها.

ان المبنى يبدو بسيطاً من الخارج، اذ يعتمد في تركيبته الهندسية اعتماداً كلياً على شكل هندسي منتظم كوحدة متكررة في كل أجزاء المبنى، مع بعض اللمسات المعمارية التي تعطي فكرة افضل عن عمارتنا الفلسطينية.

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 :

ان فكرة انشاء مبنى متعدد الاستخدامات تركز في توفير حيز متكامل الخدمات ،لتناسب وتنسجم مع متطلبات وامكانيات المواطن الفلسطيني ، حيث ان المشروع سيوفر المتطلبات الاساسية للاقتصاد الوطني. اضافة الى شكل معماري جميل يكون اضافة ثريه للشكل العام لمدينة نابلس ، اما من الداخل فمن المعروف ان للبيئة الفلسطينية متطلبات اساسية وخصوصية تم اخذها بعين الاعتبار عند اعداد التصميم. اضافة الى ان المشروع سيخلق مناخاً اجتماعياً خاصاً في المجتمع الفلسطيني يتناسب مع اهم توجهات الدولة في التنمية الاجتماعية في فلسطين.

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 تآلف وتناغم لتحقيق التصميم الأمثل.

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

تقع القطعة المقترحة في مدينة نابلس على الجانب الجنوبي للطريق الواصل الى جامعة النجاح، وتبلغ مساحتها 850 متر مربع.



الشكل (1-2) خارطة الموقع الجغرافي للمشروع .

2-3-1 أهمية الموقع :

الشروط العامة لاختيار الموقع :

إن عملية اختيار ارض لإقامة مبنى 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 . وفيما يلي عدة نقاط مهمة في عملية اختيار ارض للمبنى المتعدد الاستخدامات :

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

2-3-2 حركة الشمس و الرياح :

تتعرض مدينة نابلس إلى الرياح الشمالية الشرقية وهي رياح باردة جدا وجافة ، واليهما 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 انسجاما ، إذ تجعل الهواء معتدلا جافا ، 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.

2-3-3 الرطوبة:-

مناخ مدينة نابلس يتأثر بمناخ فلسطين الذي يعرف بأنه جاف وحار صيفاً ومعتدل وماطر شتاءً، ومناخ الخليل يتباين تبعاً للتضاريس والمسطحات المائية المجاورة والبعد عن الصحراء، أما فيما يتعلق بالأمطار فإن معدلات التساقط متفاوتة تبعاً لتضاريس المنطقة الجغرافية حيث إن الأمطار في نابلس تتراوح ما بين (600-750 ملم) سنوياً.

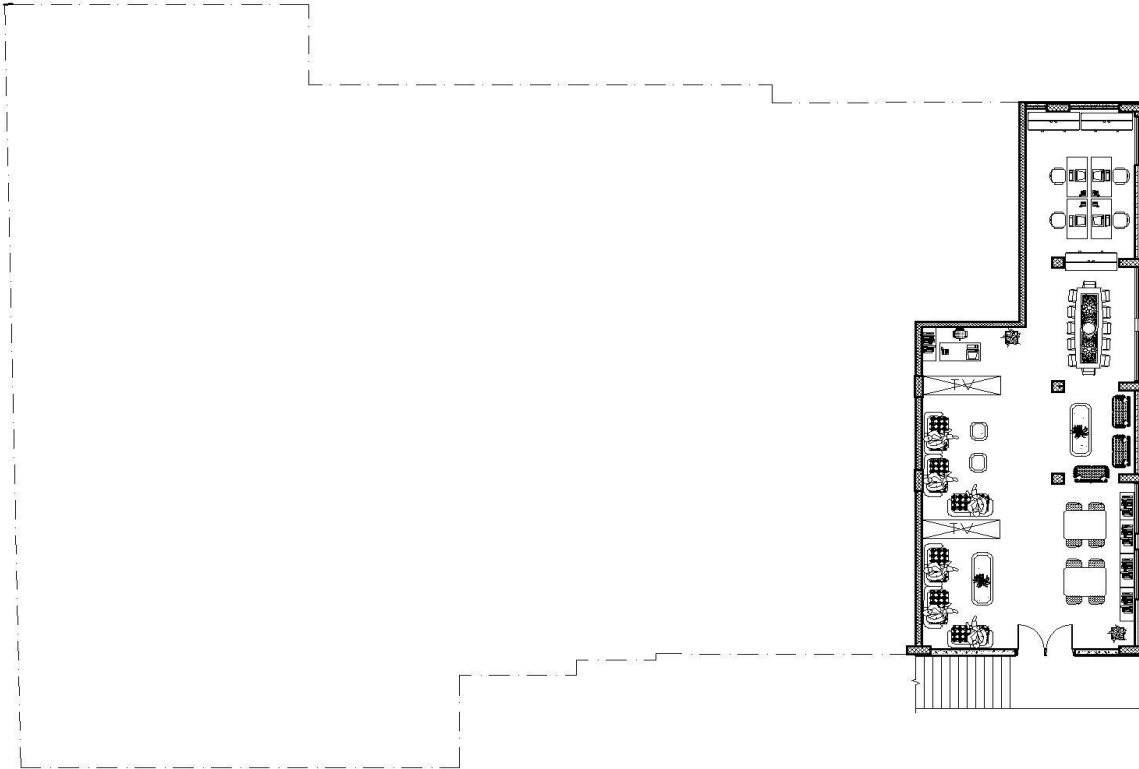
4-2 وصف طوابق المشروع :-

مبنى متعدد الاستخدامات يتكون من خمسة طوابق ذات تنوع خدماتي ، سكني و تجاري ، ذو مرافق متعددة و التوزيع المعماري لهذه المرافق يتسم بالتنوع مما أدى إلى التنوع في التصميم الإنشائي للمشروع.

1-4-2 طابق التسوية الرابع :-

(منسوب 12.50 - م) بمساحة تقدر بـ 130 م².

يستخدم هذا الطابق للأنشطة الترفيهية المختلفة لطلاب السكنات ، الشكل (2-2) .

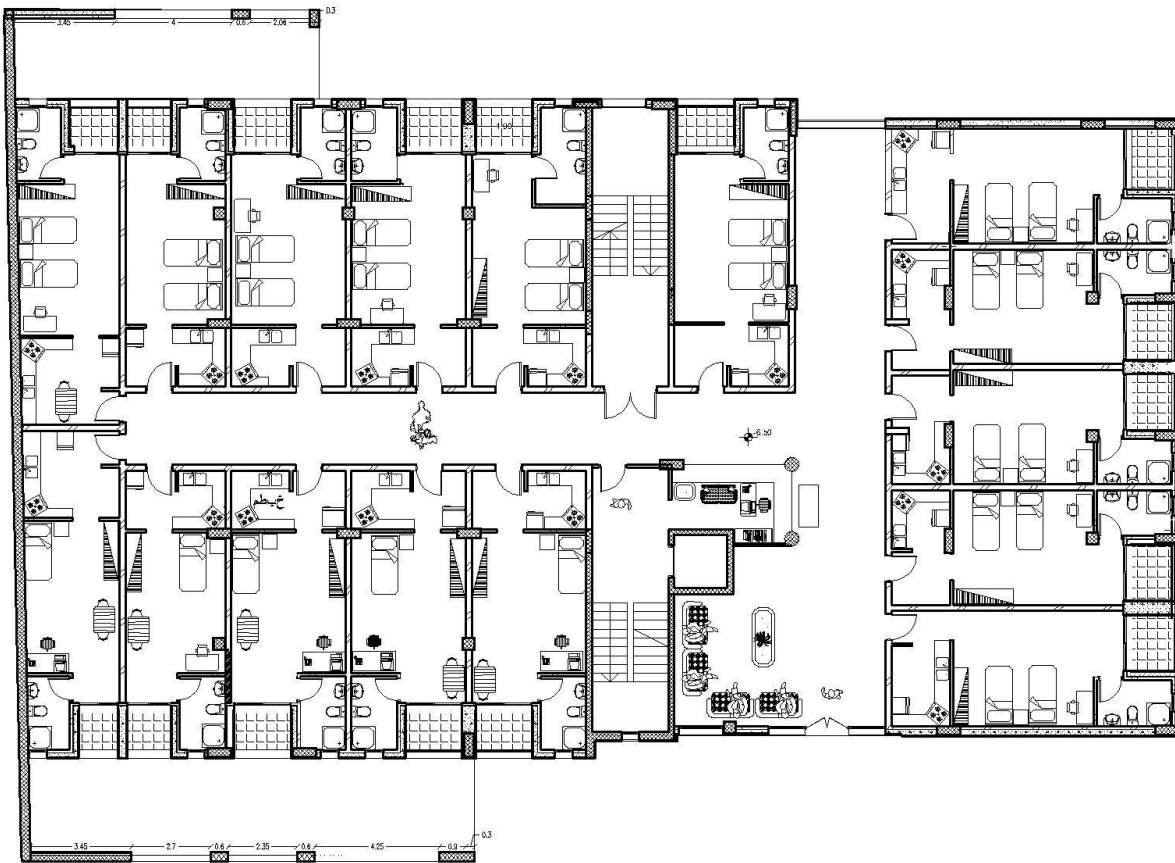


الشكل (2-2) : مسقط طابق التسوية الرابع.

2-4-2 طابق التسوية الثاني والثالث (مكرر) :-

(منسوب 9.75 - م) بمساحة تقدر 860 م².

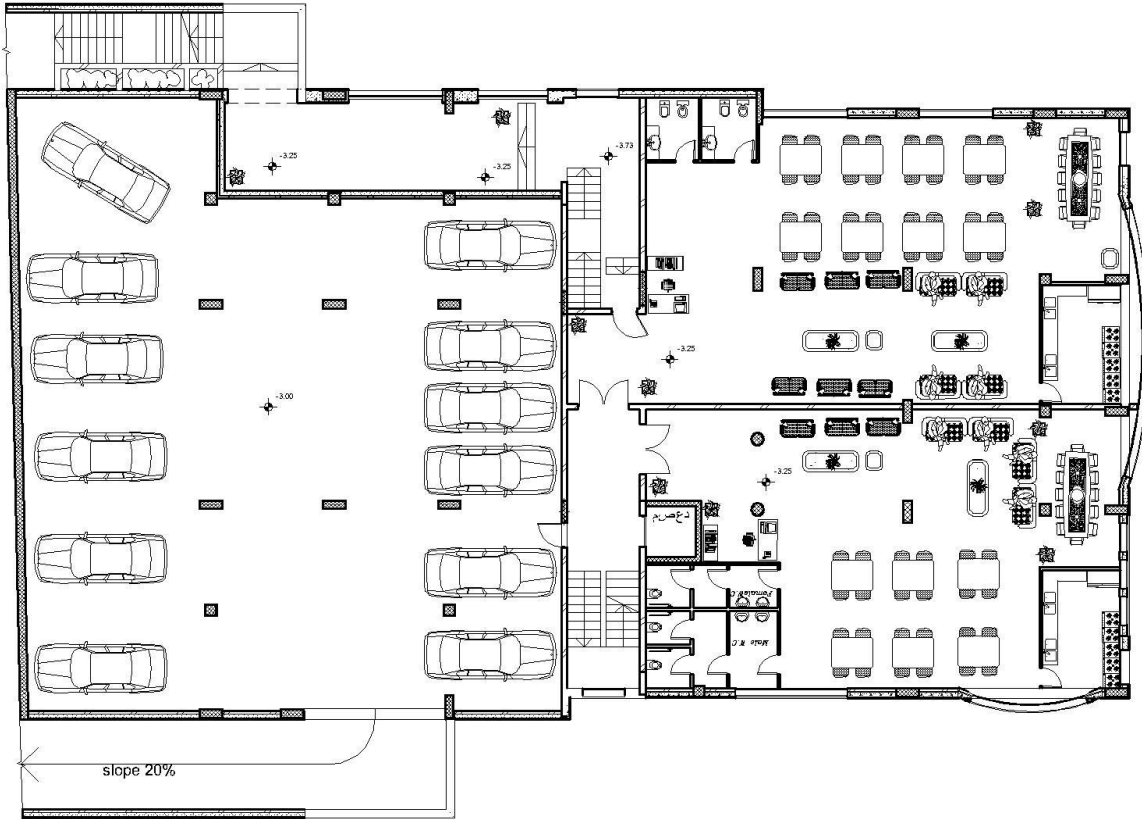
يتكون طابق التسوية الثاني والثالث من شقق سكنية مخصصة للطالبات، وفق توزيع هندسي يعطي الطالب الخصوصية وبيئة ملائمة للدراسة، بحيث تتوفر الشقق ضمن مساحات مختلفة لتلبية احتياجات الطالبات، الشكل (2-3).



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

3-4-2 طابق التسوية الاول :-(منسوب 4.50 م) بمساحة تقدر 860 م².

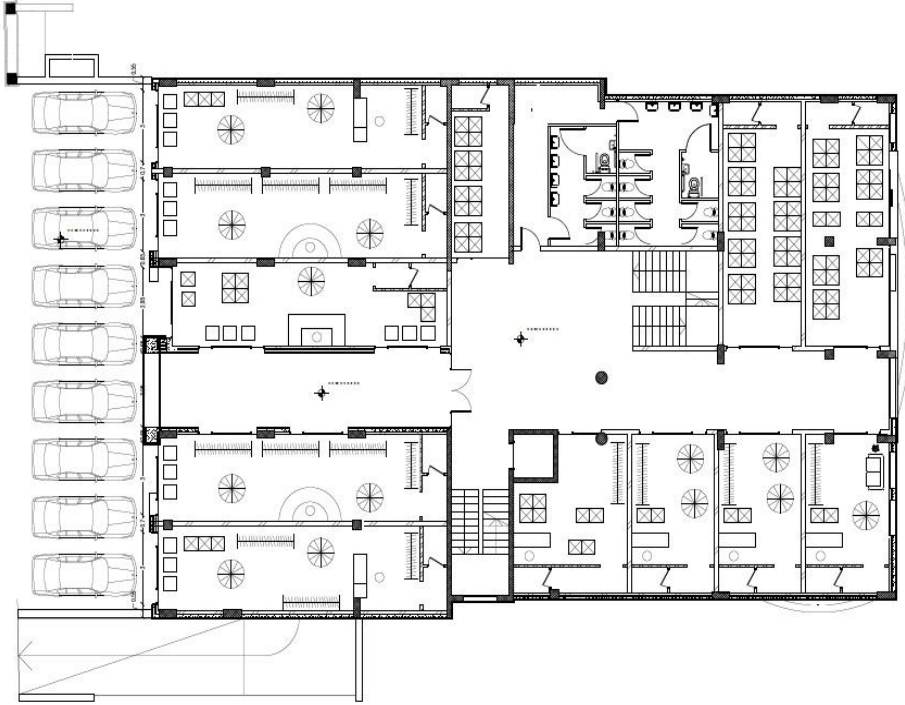
يتكون هذا الطابق من مطاعم وخدمات طلابية ضمن مدخل منفصل، مع فراغ كامل مخصص كموقف للسيارات، الشكل (5-2) .



الشكل (2-4): المسقط الأفقي للطابق التسوية الاول.

4-4-2 الطابق الارضى :-

(منسوب 0.00 م) بمساحة تقدر 730 م².
يتكون هذا الطابق من محلات تجارية و مخازن بالإضافة الى المرافق العامة بما يضمن راحة المتسوقين ، الشكل (5-2) .



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

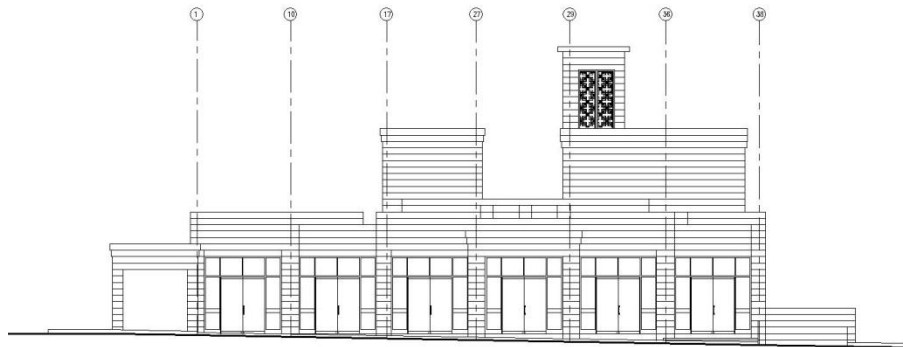
5-2 الواجهات :-

1-5-2 الواجهة الشمالية :



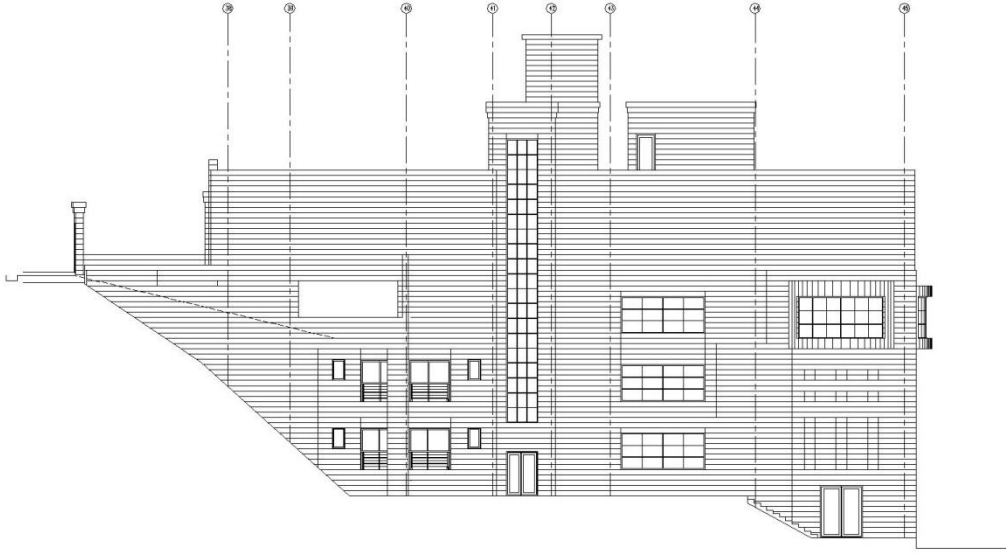
الشكل (6-2): الواجهة الشمالية

2-5-2 الواجهة الجنوبية :



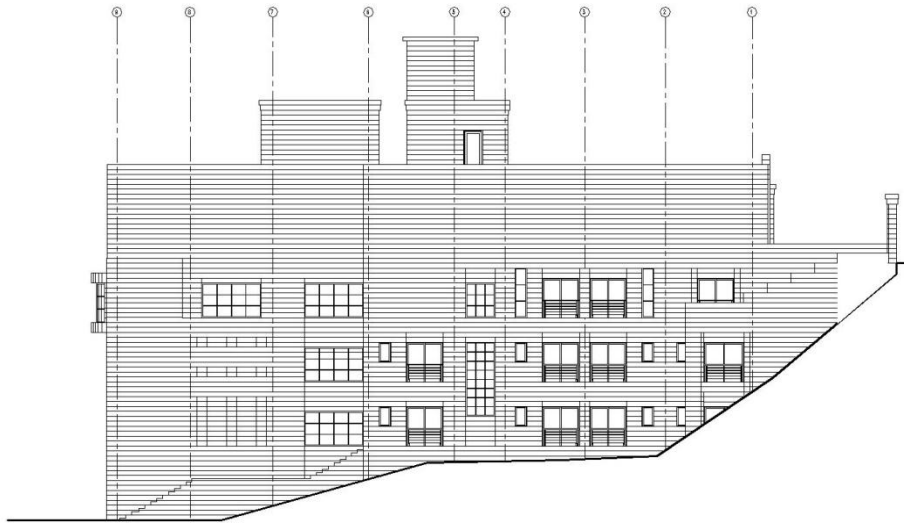
الشكل (7-2): الواجهة الجنوبية الشرقية .

3-5-2 الواجهة الشرقية :



الشكل (8-2): الواجهة الشرقية.

4-5-2 الواجهة الغربية :



الشكل (9-2): الواجهة الغربية.

6-2 وصف الحركة و المداخل :-

تم تصميم المنشأة بحيث تتيح حرية و سهولة التنقل بين أجزاء المبنى و طوابقه من خلال المصعد الكهربائي و سهولة الحركة في الممرات الداخلية. و يوفر التصميم انتظام في توزيع الفراغات مما يوفر راحة في حركة المستخدمين للمبنى.

7-2 المداخل :-

يحتوي المشروع على عدة مداخل ادها رئيسي:

1. المدخل الجنوبي: و هو المدخل الرئيسي للطابق التجاري.
2. المدخلين في المنطقة المحصورة في مستوى طابق التسوية الأول ادهما للسيارات والاخرى للزوار.
3. المدخل في تسوية الطابق الرابع.

3

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 للمبنى الاجتماعي الرياضي .
- 7_3 برامج الحاسوب التي تم استخدامها.

1-3 مقدمة :-

بعد دراسة المشروع من الناحية المعمارية لابد من الانتقال للجانب الإنشائي لدراسة العناصر الإنشائية ووصفها ووصفها 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 التصاميم المعمارية.

2-3 الهدف من التصميم الإنشائي:-

التصميم الإنشائي 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:-

- 1- الأمان (Safety) : حيث يكون المبنى آمناً في جميع الأحوال ومقاوم للتغيرات الطبيعية المختلفة.
- 2- والتكلفة الاقتصادية (Economical): وهي تحقيق أكبر قدر من الأمان للمنشأ بأقل تكلفة اقتصادية.
- 3- ضمان كفاءة الاستخدام (Serviceability): تجنب أي خلل في المنشأ كوجود بعض التشققات وبعض أنواع الهبوط التي من شأنها أن تضايق مستخدمي المبنى.
- 4- 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 كالفواطع الداخلية 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.

الرقم المتسلسل	المادة المستخدمة	الكثافة المستخدمة (kN/m ³)
1	المونة والقصارة	22
2	الرمل	16
3	الخرسانة	25
4	الطوب	10
5	البلاط	23

جدول (1-3) الكثافة النوعية للمواد المستخدمة.

أحمال الفواطع (Partition) = 1.5 kN/m²

2-4-3 الأحمال الحية:-

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

الرقم المتسلسل	طبيعة الاستخدام	الحمل الحي (kN/m ²)
	مواقف السيارات	5
	المخازن	5
	الادراج	4
	المانى السكنية	2
1	المباني العامة	5

للمبنى جدول (2-3) الأحمال الحية لعناصر المبنى

3-4-3 الأحمال البيئية:

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:-

1-3-4-3 أحمال الرياح :

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

وسيم 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 :-

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 ²)	0.50	0.80	1.1	1.30

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

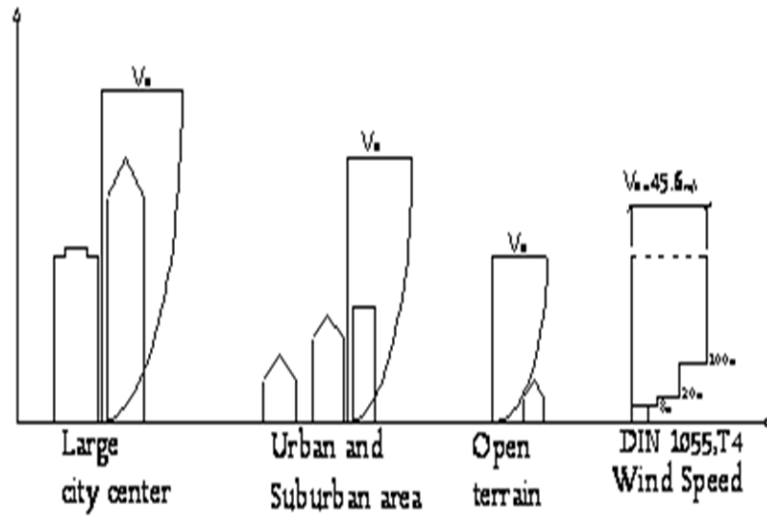
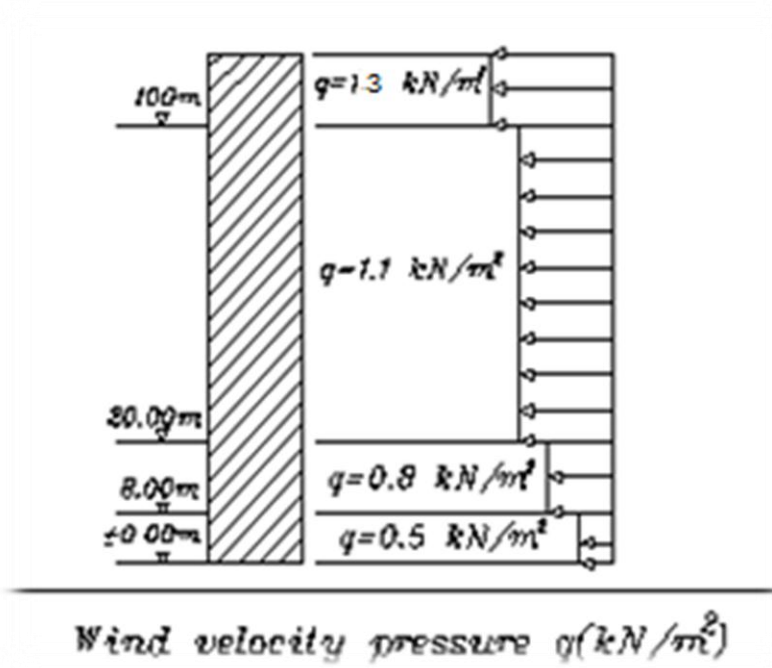
$$q = v^2 / 1600$$

حيث أن :

q : (wind velocity pressure) الضغط الديناميكي للرياح على ارتفاع محدد من منسوب سطح الأرض المحيطة (KN/ m²).

V : السرعة التصميمية للرياح (m/sec) .

ويبين الشكل (1-3) تأثير الرياح على المباني من حيث ارتفاع المبنى والبيئة المحيطة به .



الشكل (1-3) تأثير الرياح على المباني من حيث ارتفاع المبنى والبيئة المحيطة به .

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 قيمة أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر مأخوذاً من كود البناء الأردني.

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

جدول (3 – 4) احمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر .

استناداً إلى جدول أحمال الثلوج السابق وبعد تحديد ارتفاع المبنى عن سطح البحر، و الذي يساوي (550م) وتبعاً للبند الثالث تم حساب أحمال الثلوج كالآتي:

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

$$s_L = \frac{550 - 400}{400}$$

$$s_L = 0.375(\text{KN}/\text{m}^2)$$

3-3-4-3 أحمال الزلازل:

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

5-3 الاختبارات العملية:

يسبق الدراسة الإنشائية لأي مبنى , عمل الدراسات الجيوتقنية للموقع، ويعنى 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 (Bearing Capacity) اللازمة لتصميم أساسات المبنى.

6-3 العناصر الإنشائية المكونة للمبنى الاجتماعي الرياضي :

تتكون المباني عادةً من مجموعة عناصر إنشائية تتقاطع مع بعضها لتقاوم الأحمال الواقعة على البناء, وتشمل: العقدات, والجسور, والأعمدة, وجدران القص, والأدراج, والأساسات. و يحتوي المشروع العناصر التالية :

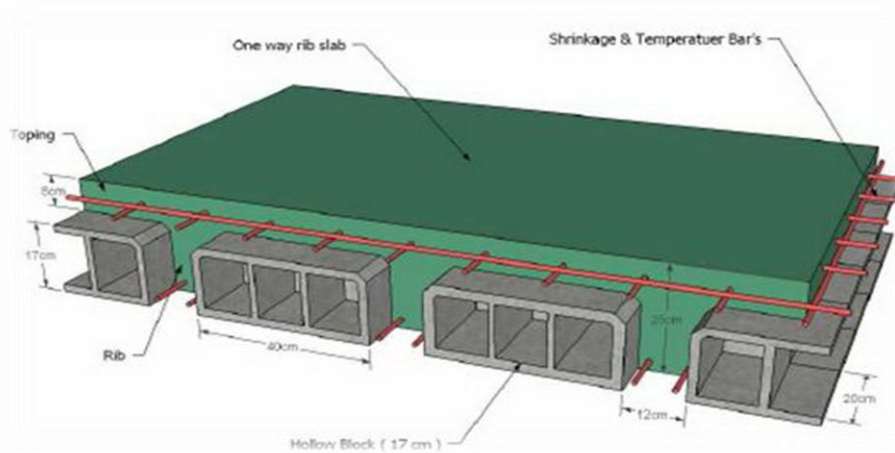
1-6-3 العقدات:

نظراً لوجود العديد من الفعاليات المختلفة في المبنى ومراعاة للمتطلبات المعمارية فإنه سيتم استخدام أنواع العقدات التالية في المشروع:

1. عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد (One way ribbed slab).
2. عقدات العصب ذات الاتجاهين (Two way ribbed slab).
3. العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد (one way solid slab).
4. العقدات المصمتة ذات الاتجاهين (two way solid slab).

1-1-6-3 عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد (One way ribbed slab)

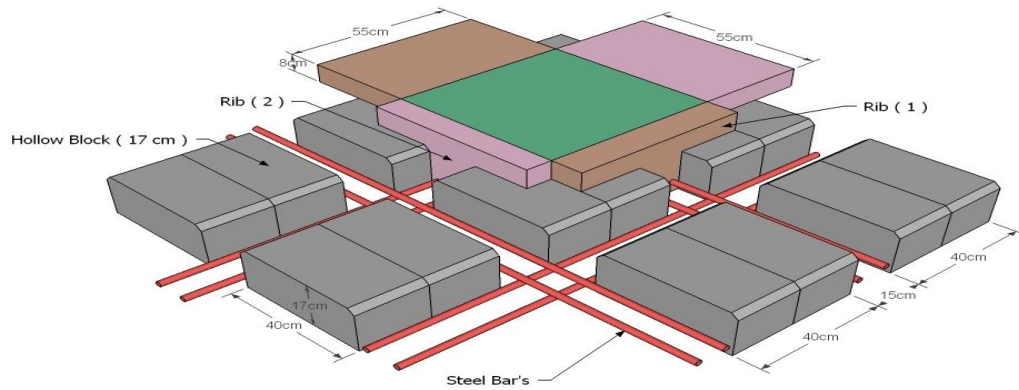
إحدى أشهر الطرق المستخدمة في تصميم العقدات في هذه البلاد وتتكون من صف من الطوب يليها العصب, ويكون التسليح باتجاه واحد كما هو مبين في الشكل (2-3)



الشكل (2 – 3) العقدات ذات العصب الواحد

2-1-6-3 عتدات العصب ذات الاتجاهين (Two way ribbed slabs)

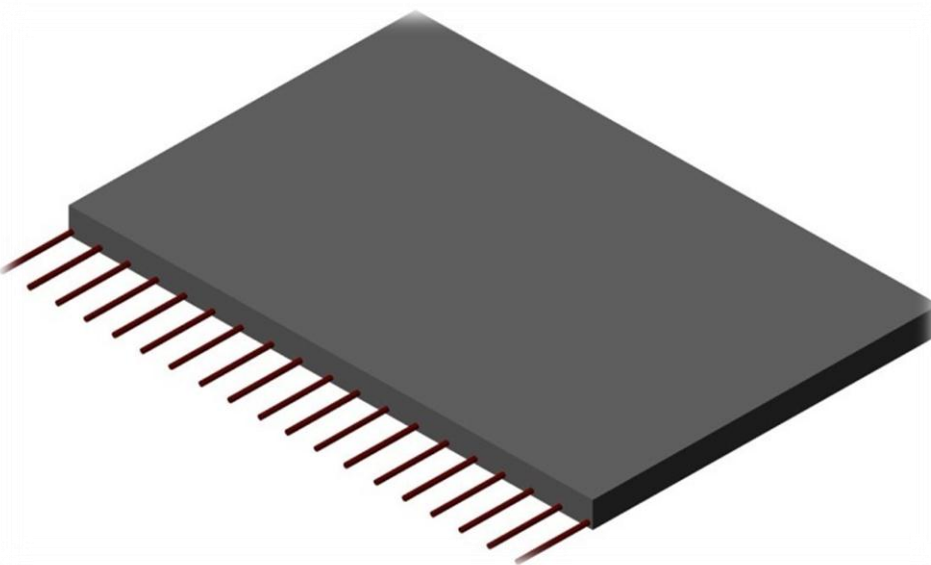
تشبه السابقة من حيث المكونات ولكنها تختلف من حيث كون التسليح باتجاهين ويتم توزيع الحمل في جميع الاتجاهات, ويراعى عند حساب وزنها طوبتين وعصب في الاتجاهين, كما يظهر في الشكل (3-3):



الشكل (3 - 3) العتدة ذات العصب باتجاهين .

3-1-6-3 العتدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد (One way solid slab):

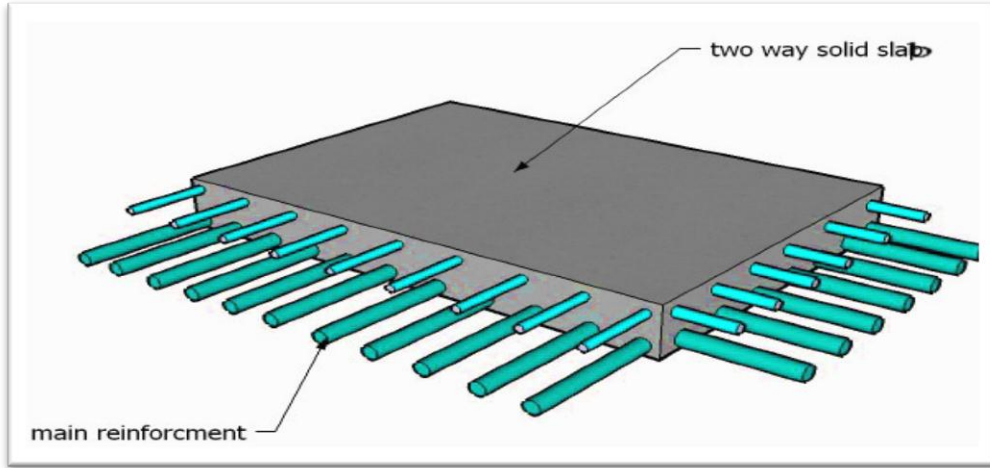
تستخدم في المناطق التي تتعرض كثيرا للأحمال الديناميكية, كما في الشكل (4-3):-



الشكل (4 - 3) العتدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد .

4-1-6-3 العقدات المصمتة في اتجاهين (two way solid slab):

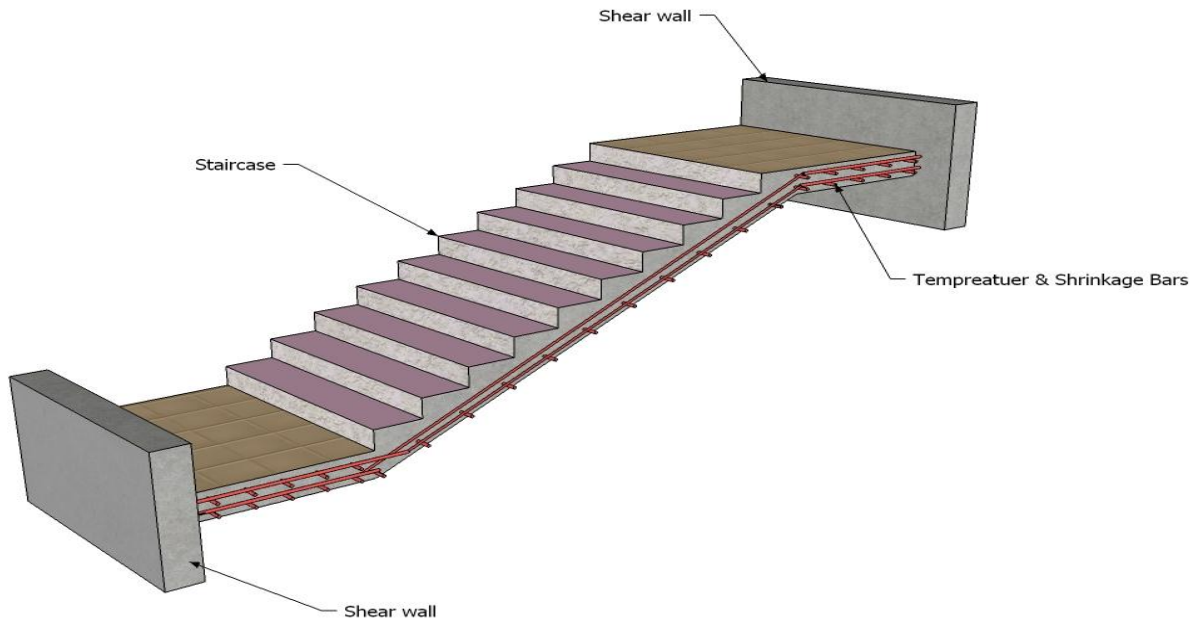
وتستخدم في المناطق ذات الاحمال العالية المسافات الكبيرة.



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

2-6-3 الأدرج:

الأدرج عنصر إنشائي يوجد في المباني للانتقال بين مستويين في نفس الطابق أو بين عدد من طوابق المبنى ، الشكل (3-6).



الشكل (3 - 6) :- الدرج

3-6-3 الجسور:-

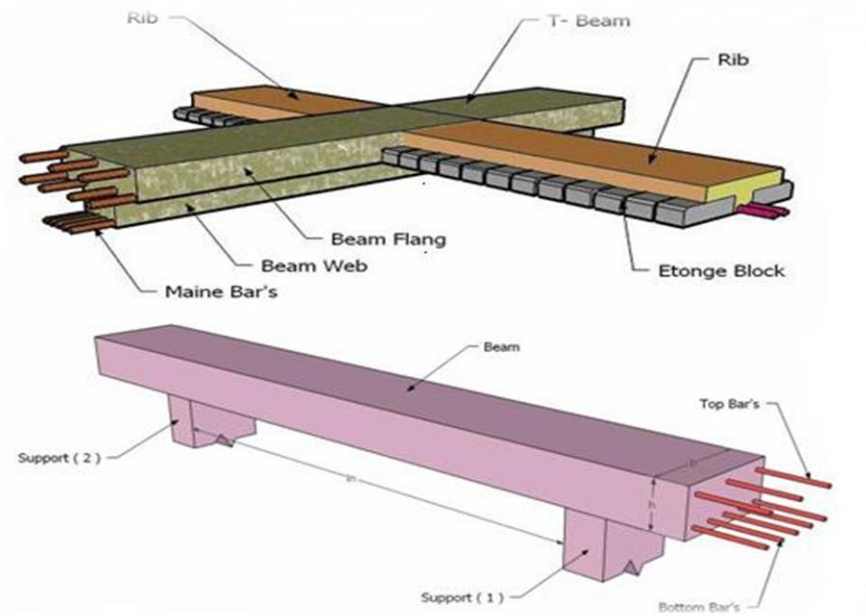
وهي عناصر أساسية في المبنى تقوم بنقل الأحمال الواقعة على الأعصاب إلى الأعمدة, حيث تقسم إلى:

1- جسور (Rectangular)

2- وجسور (T-section).

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

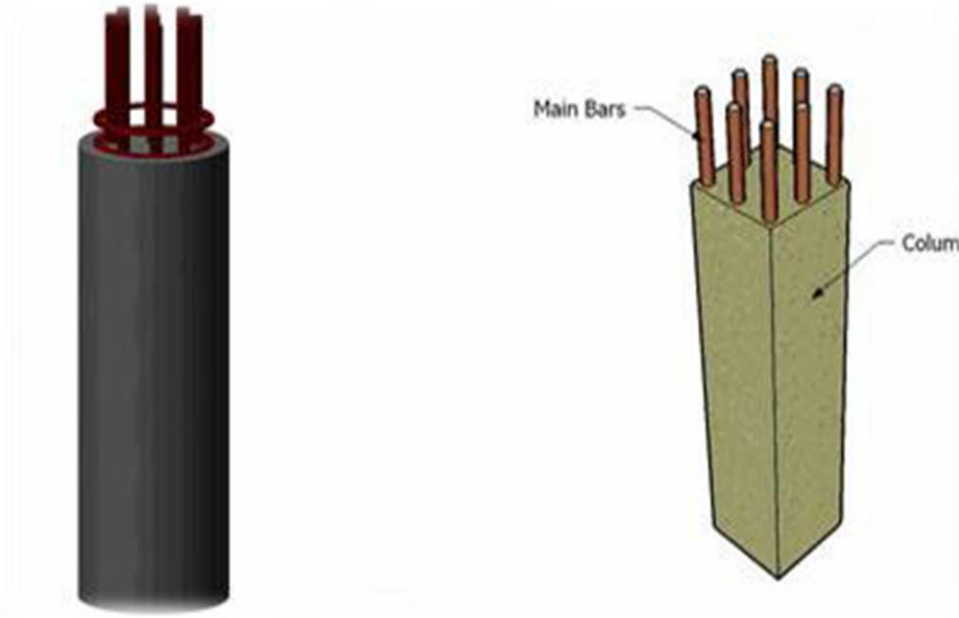
3-6-4 الأعمدة:

هي عنصر أساسي ورئيسي في المنشأ , حيث تنتقل الأحمال من العقدة إلى الجسور , وتنقلها الجسور بدورها إلى الأعمدة , ثم إلى أساسات المبنى, لذلك فهي عنصر وسطي وأساسي, فيجب تصميمها بحرص لتكون قادرة على نقل الأحمال الواقعة عليها, و الأعمدة نوعين من حيث التعامل معها في التصميم الإنشائي:

1- الأعمدة القصيرة (short column).

2- الأعمدة الطويلة (long column).

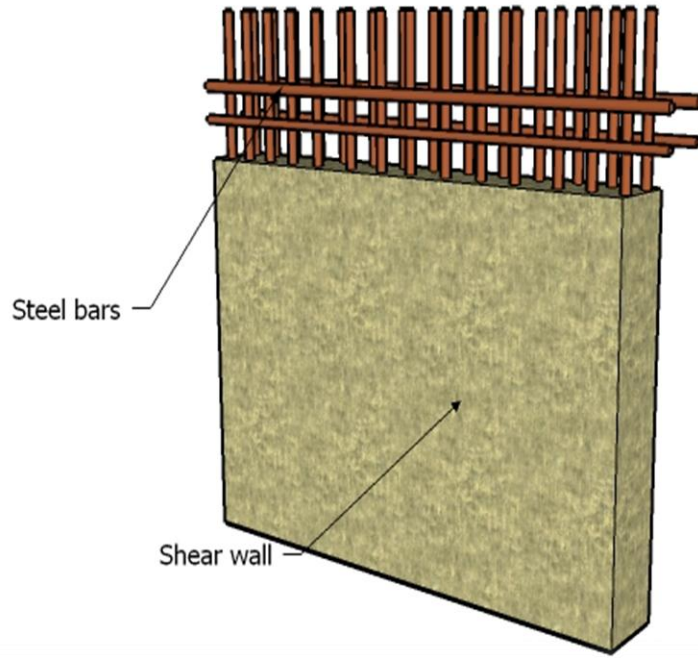
أما من حيث الشكل المعماري أو المقطع الهندسي فهي تقسم الى ثلاثة انواع: هي المستطيلة والدائرية والمربعة كما في الشكل (3-8).



الشكل (3 - 8) : - أنواع الأعمدة .

5-6-3 جدران القص:

هي الجدران التي تحيط ببيت الدرج، وجدران المصاعد، وأحيانا 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 والشكل التالي يبين جدار قص مسلح الشكل (3-9).



الشكل (9-3) جدار قص .

6-6-3 الأساسات:

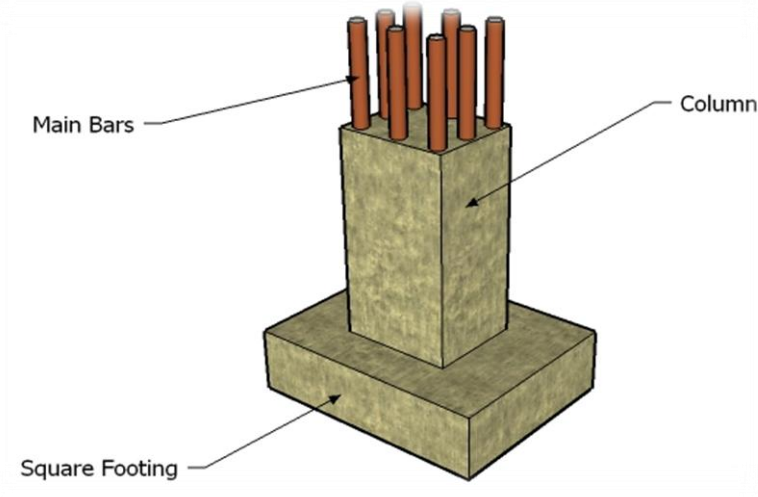
الأساسات هي أول ما يبدأ بتنفيذها عند بناء المنشأ، إلا أن تصميمها يتم بعد الانتهاء من تصميم كافة العناصر الإنشائية في المبنى، حيث تقوم الأساسات بنقل الأحمال من الأعمدة والجدران الحاملة إلى التربة على شكل قوة ضغط، وهي على عدة أنواع نذكر منها:-

1- أساسات منفصلة (Isolated footing)

2- أساسات مزدوجة (Compound footing)

3- أساسات شريطية (Strip footing)

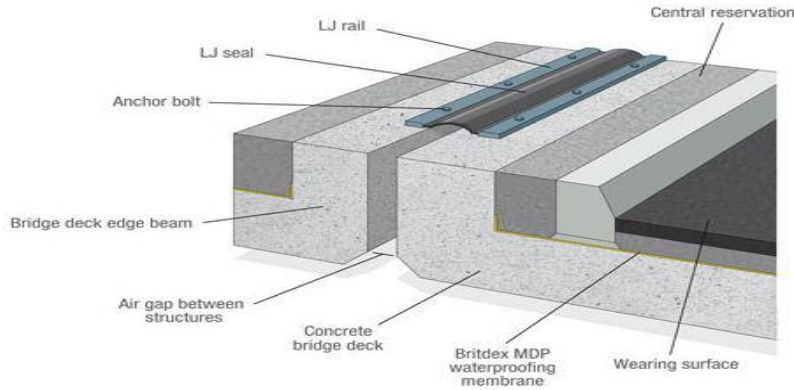
وسوف يتم استخدام أساسات من أنواع مختلفة وذلك تبعاً لنوع التربة وقوة تحملها والأحمال الواقعة عليها.



الشكل (10-3) أساس مفرد .

7-6-3 فواصل التمدد (Expansions Joints)

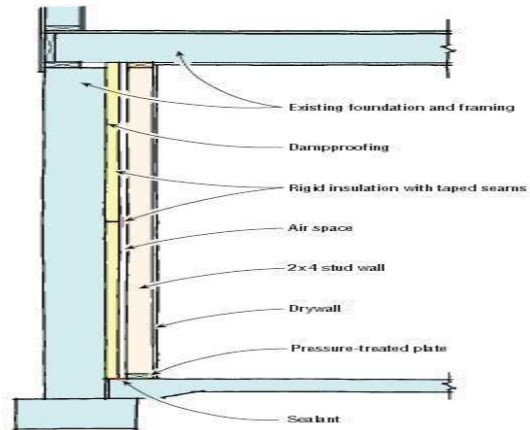
- يمكن تحديد المسافة القصوى بين فواصل التمدد للمنشآت العادية كما يلي :
- من 40 إلى 45 م في المناطق المعتدلة كما هو الحال في فلسطين .
 - من 30 إلى 35 م في المناطق الحارة .
 - ويمكن زيادة هذه المسافات بشرط الأخذ بعين الاعتبار تأثير عوامل الانكماش و التمدد و الزحف .
 - و في حالة أعمال الخرسانة الكتلية كالحوائط الأستنادية و الأسوار يجب تقليل المسافات بين الفواصل و اخذ الاحتياطات اللازمة لمنع تسرب المياه من خلال فواصل التمدد .



الشكل (3 - 11) فواصل التمدد.

8-6-3 الجدران الاستنادية (Basement walls)

بسبب الاختلاف الواضح في مناسيب قطعة أرض المشروع، كان لا بد من استخدام جدران استنادية لتحمي التربة من الانهيار أو الانزلاق. و تنفذ الجدران الإسنادية من الخرسانة المسلحة .



الشكل (3 - 12) جدار استنادي.

7-3 برامج الحاسوب التي تم استخدامها:

1. AutoCAD (2007+2015) for Drawings Structural and Architectural
2. Microsoft Office (2010) For Text Edition
3. Excel
4. Atir 11.5
5. Google SketchUP 2015
6. Etabs 2015
7. Safe 12
8. Sap 2000

Chapter 4

Structural Analysis And Design

- 4.1 Introduction.**
- 4.2 Design method and requirements.**
- 4.3 Check of minimum thicknesses of structural members**
- 4.4 Design of topping.**
- 4.5 (Rib 13,b-3) Calculation and design.**
- 4.6 (Beam 34,b-2) Calculation and design.**
- 4.7 (Solid 4, b-2) Calculation and design.**
- 4.8 (Column C3) Calculation and design.**
- 4.9 (Wall CW6) Calculation and design. "Shear Wall"**
- 4.10 (Wall CW2) Calculation and design. "Basement Wall"**
- 4.11 Stair Calculation and design.**
- 4.12 (Strip Foundation) Calculation and design.**

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/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.

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

UBC

✓ Material :

Concrete: B300.... $f_c' = 30 \text{ N/mm}^2$ (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 { $f_y = 420$
N/mm² (MPa) }

✓ **Factored loads:**

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

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

$$W_u = 1.2 D_L + 1.6 S_L$$

4.3 CHECK OF MINIMUM THICKNESS OF STRUCTURAL MEMBER :

MINIMUM THICKNESS OF NONPRESTRESSED BEAMS OR ONE-WAY SLABS UNLESS DEFLECTIONS ARE CALCULATED. (ACI 318M-11)

Minimum thickness , h				
	Simply supported	One end continuous	Both end continuous	Cantilever
Member	Members not supporting or attached to partitions or other construction likely to be damaged by large deflection			
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 members

Thickness of slab :

For rib slab:

$$h_{\min} \text{for (one end continuous)} = L/18.5 = 4.12/18.5 = 22 \text{ cm}$$

$$h_{\min} \text{for (both end continuous)} = L/21 = 5.31/21 = 25 \text{ cm .}$$

$$h_{\min} \text{for (two way slab)} = (2 \times 6.65 + 2 \times 6.225) / 180 = 14.3.$$

select h = 32cm with 24cm blocks & 8cm topping.

For solid slab:

$$h_{\min} \text{ for (One end continuous)} = 4.4/24 = 18.33 \text{ cm.}$$

$$h_{\min} \text{ for (Both end continuous)} = 4.4/28 = 15.71 \text{ cm.}$$

$$h_{\min} \text{ for (Simply supported)} = 3.7/20 = 18.50 \text{ cm.}$$

select h=25cm for solid slab.

4.4 Design of topping:

✓ Statically system for topping :

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

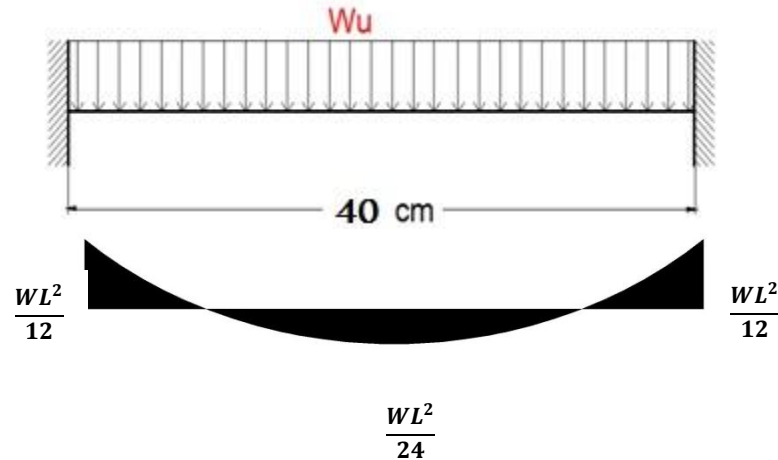


Fig 4.1: topping load and moment diagram.

✓ Dead load calculations:

Dead load from:	$\delta \times \gamma \times 1$	KN/m
Topping	$0.08 \times 25 \times 1$	2
	Σ	2

Table (4.2) : Dead load calculation Topping

$$D_L \text{ (factored)} = 1.2 \times 2 = 2.4 \text{ KN/m}$$

$$\text{Factored load : } W_u = 2.4 \text{ KN/m}$$

$$M_u = \frac{W_u L^2}{12} = \frac{2.4 \times 0.4 \times 0.4}{12} = 0.032 \text{ KM.m}$$

$\phi M_n \geq M_u$ - Strength condition, where $\phi = 0.55$ - for plain concrete.

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

Where S_m for rectangular section of the slab

$$S_m = \frac{bh^2}{6} = \frac{1000 \times 80^2}{6} = 1066666.67 \text{ mm}^3$$

$$M_n = 0.42 \lambda \sqrt{f_c'} S_m = 0.42 \times 1 \sqrt{24} \times 1066666.67 \times 10^{-6} = 2.19 \text{ KN.m}$$

$$\phi M_n = 0.55 \times 2.19 = 1.21 \text{ KN.m} \gg M_u = 0.032 \text{ KN.m}$$

No Reinforcement is required by analysis. According to ACI 10.5.4., provide A_{smin} for slabs as shrinkage and temperature reinforcement.

According to ACI 7.12.2.1,

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

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

$$\text{Number of bars } n = \frac{A_s}{A_{s\phi 8}} = \frac{144}{50.27} = 2.87$$

Take 3 $\phi 8$ with $A_s = 150.8 \text{ mm}^2/\text{m strip}$ or $\phi 8 @ 300 \text{ mm}$ in both directions.

Step (s) is smallest of:

1. $3h = 3 \times 80 = 240 \text{ mm}$ - **control**

2. 450 mm

3. $S = 380 \left(\frac{280}{f_s} \right) - 2.5C_c = 380 \left(\frac{280}{\frac{2}{3} \cdot 400} \right) - 2.5 \cdot 20 = 349 \text{ mm}$

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

Take $\phi 8 @ 200 \text{ mm}$ in both direction . $S = 200 \text{ mm} < s_{max} = 240 \text{ mm} - \text{ok}$

4.5 (Rib13,B-3) Calculation and design :

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

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

Select $b_w = 12 \text{ cm}$

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

Select $h = 32 \text{ cm} < 3.5 \times 12 = 42 \text{ cm}$

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

Select $t_f = 8 \text{ cm}$

✓ Statically system and Dimensions.

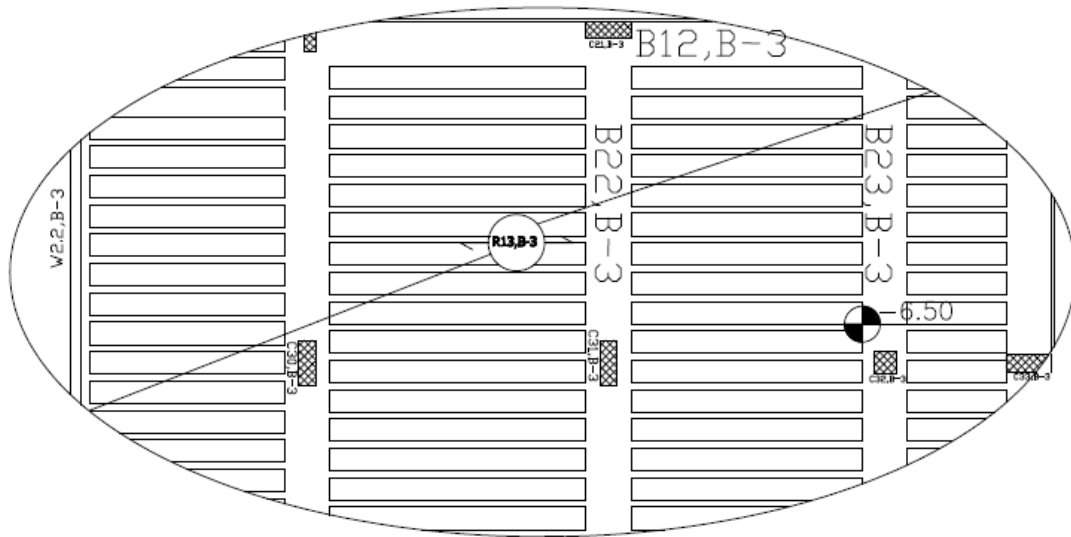


Fig 4.2: One Way Rib slab (R 13,B-3)

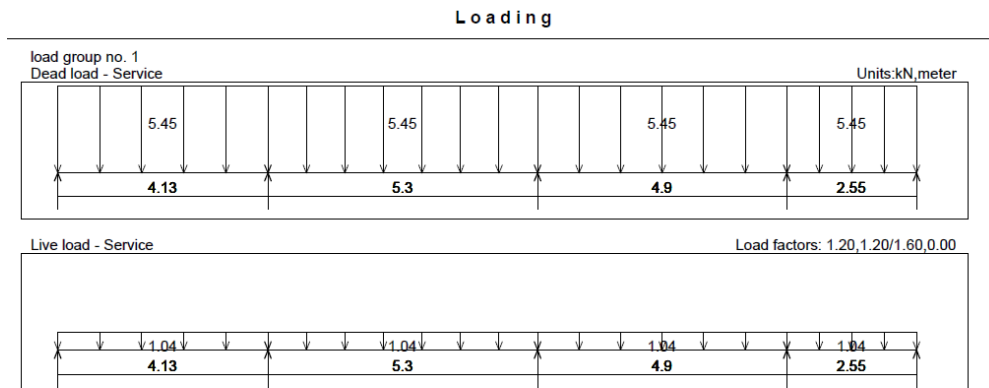


Fig 4.3: loads of rib and its statically system (R 13,B-3)

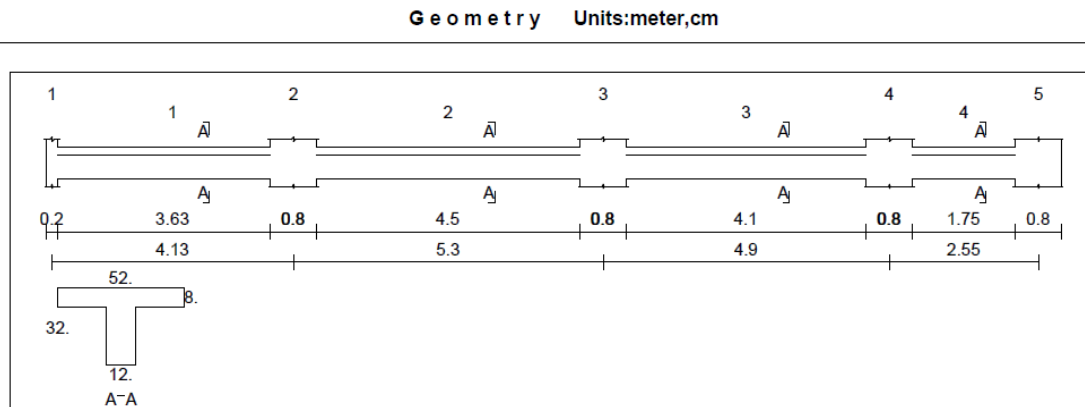


Fig 4.4: Geometry of rib and it's dimension.

Load calculations :

Dead load calculation :

Material	$W = \delta \times \gamma \times b$ (KN/m)
Topping	$0.08 \times 25 \times 0.52 = 1.04$
RC Rib	$0.24 \times 25 \times 0.12 = 0.72$
Tiles	$0.52 \times 23 \times 0.03 = 0.36$
Mortar	$0.52 \times 22 \times 0.02 = 0.23$
Partions	$1.5 \times 0.52 = 0.78$
Hollow Block	$0.24 \times 10 \times 0.4 = 0.68$
Plaster	$0.03 \times 22 \times 0.52 = 0.343$
Total dead load	4.334 KN/m

Table (4.3): Dead load calculation Rib.

D_L (factored) = $1.2 \times 4.334 = 5.2$ KN/m

The effective flange width (b_e) :

b_e is the smallest of :

1) $b_e \leq b_w + 16h_f = 120 + 16 \times 80 = 1400$ mm

2) $b_e \leq$ center to center spacing between adjacent beam = $\frac{400}{2} + \frac{400}{2} + 120 = 520$ mm

Take $b_e = 520$ mm

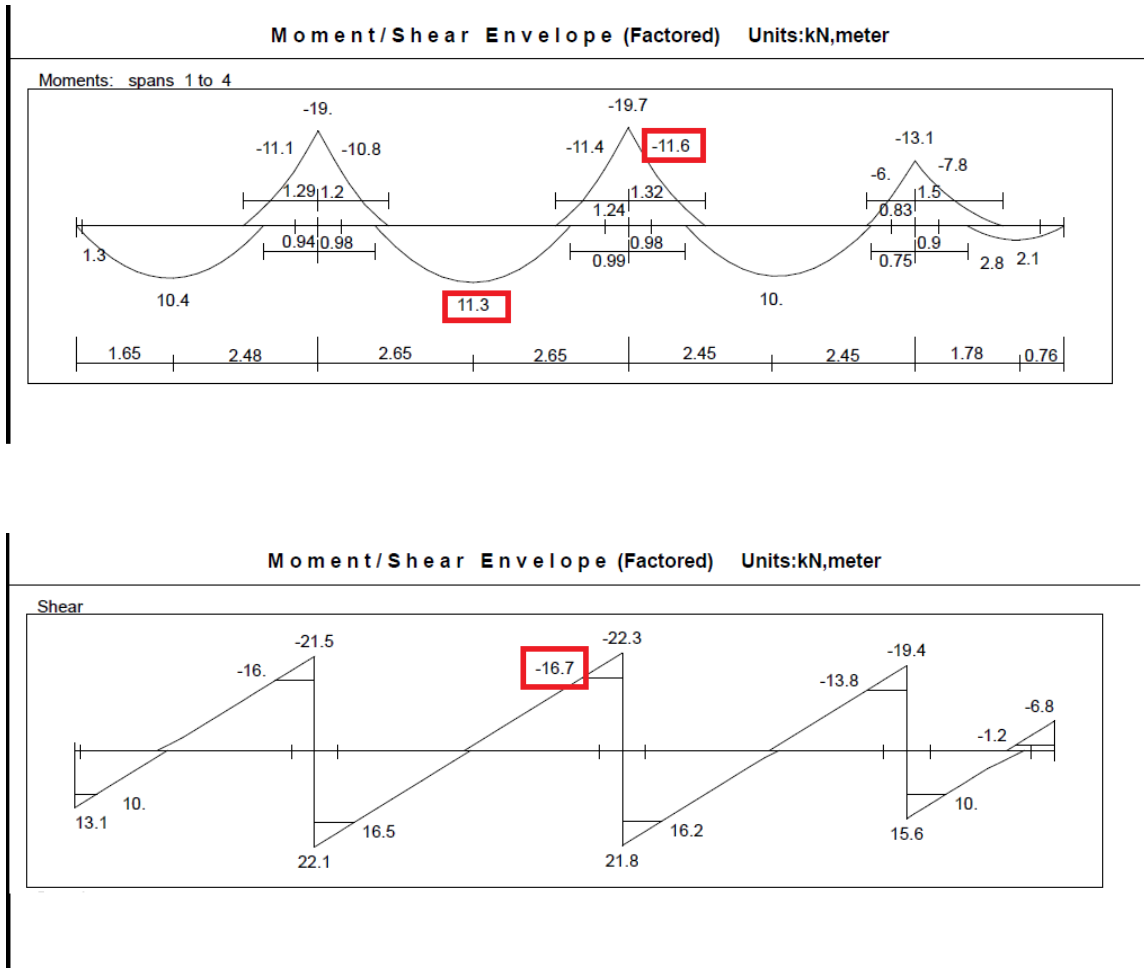


Fig 4.5: Shear & Moment Envelope Diagram (R13,B-3)

Design of positive moment.

$$M_u = 11.3 \text{ KN.m}$$

Assume bar diameter $\phi 10$ for main positive reinforcement.

$$d = h - \text{cover} - d_{\text{stirrups}} - \frac{d_b}{2} = 320 - 20 - 10 - \frac{10}{2} = 285 \text{ mm.}$$

$$K_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{11.3 \times 10^6}{0.9 \times 520 \times 287^2} = 0.297 \text{ Mpa.}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot K_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.297}{420}} \right) = 0.0007123$$

$$A_{s_{\text{req}}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.0007123 \times 520 \times 285 = 105.6 \text{ mm}^2 \quad \text{Control}$$

Check for $A_{s_{\text{min}}}$.

$A_{s_{\text{min}}}$ is the maximum of :-

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

$$A_{s_{\text{min}}} = 0.25 \frac{\sqrt{24}}{420} 120 \times 285 = 99.73 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{\text{min}}} = \frac{1.4}{420} 120 \times 285 = 114 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{\text{req}}} = 105.6 \text{ mm}^2 < 114 \text{ mm}^2, \text{ So } A_{s_{\text{req}}} = 114 \text{ mm}^2.$$

Use $2\phi 10$ with $A_{s_{\text{pro}}} = 157.08 \text{ mm}^2 > A_{s_{\text{req}}} = 114 \text{ mm}^2$. 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:

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{157 \times 420}{0.85 \times 520 \times 24} = 6.2 \text{ mm}$$

$$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{6.2}{0.85} = 7.3 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - x}{x} \right) = 0.003 \left(\frac{285 - 7.3}{7.3} \right) = 0.114 > 0.005 \quad \text{Ok}$$

Design of negative moment.

$$M_u = -11.6 \text{ KN.m.}$$

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

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

$$k_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{11.6 \times 10^6}{0.9 \times 120 \times 284^2} = 1.33 \text{ Mpa.}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 1.33}{420}} \right) = 0.00327$$

$$A_{s_{\text{req}}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.00327 \times 120 \times 284 = 111.44 \text{ mm}^2 \text{ Control}$$

Check for $A_{s_{\text{min}}}$.

$A_{s_{\text{min}}}$ is the maximum of :-

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

$$A_{s_{\text{min}}} = 0.25 \frac{\sqrt{24}}{420} 120 \times 284 = 99.38 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{\text{min}}} = \frac{1.4}{420} 120 \times 284 = 113.6 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{\text{req}}} = 113.6 \text{ mm}^2.$$

Use 2 $\phi 10$, $A_{s_{\text{pro}}} = 157.08 \text{ mm}^2 > A_{s_{\text{req}}} = 113.6 \text{ mm}^2$. 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:

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{157.08 \times 420}{0.85 \times 120 \times 24} = 26.95 \text{ mm}$$

$$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{26.95}{0.85} = 31.70 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - x}{x} \right) = 0.003 \left(\frac{284 - 31.70}{31.70} \right) = 0.0238 > 0.005 \quad \text{Ok}$$

Shear Design for (R13,B-3):

V_u at distance from face of support = 16.7 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).

$$V_c = \frac{1.1}{6} \lambda \sqrt{f'_c} b_w d = \frac{1.1}{6} \sqrt{24} \times 120 \times 284 \times 10^{-3} = 30.82 \text{ KN}$$

$$\phi V_c = 0.75 \times 30.82 = 23.12 \text{ KN.}$$

$$0.5 \phi V_c = 0.5 \times 23.12 = 11.56 \text{ KN}$$

$$V_u > 0.5 \phi V_c$$

Minimum shear Reinforcement is required.

Use stirrups U-shape as montage (2 leg stirrups) $\phi 8 @ 150 \text{ mm}$, $A_v = 2 \times 50.24 = 100.5 \text{ mm}^2$.

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

$$A_{v_{\min}} = 100.5 = \frac{1}{16} \sqrt{24} \frac{120s}{420} \rightarrow s = 1.15 \text{ m}$$

$$100.5 = \frac{1}{3} \frac{120s}{420} \rightarrow s = 1055.25 \text{ mm}$$

$$S_{\max} \rightarrow \frac{215}{2} = 107.5 \text{ mm}$$

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

Take (2 leg stirrups) $\phi 8 @ 100 \text{ mm}$

$$A_v = \frac{2 \times 50.3}{0.10} = 1006 \text{ mm}^2/\text{m strip}$$

4.6 (Beam 34,B-2): Calculation and design.

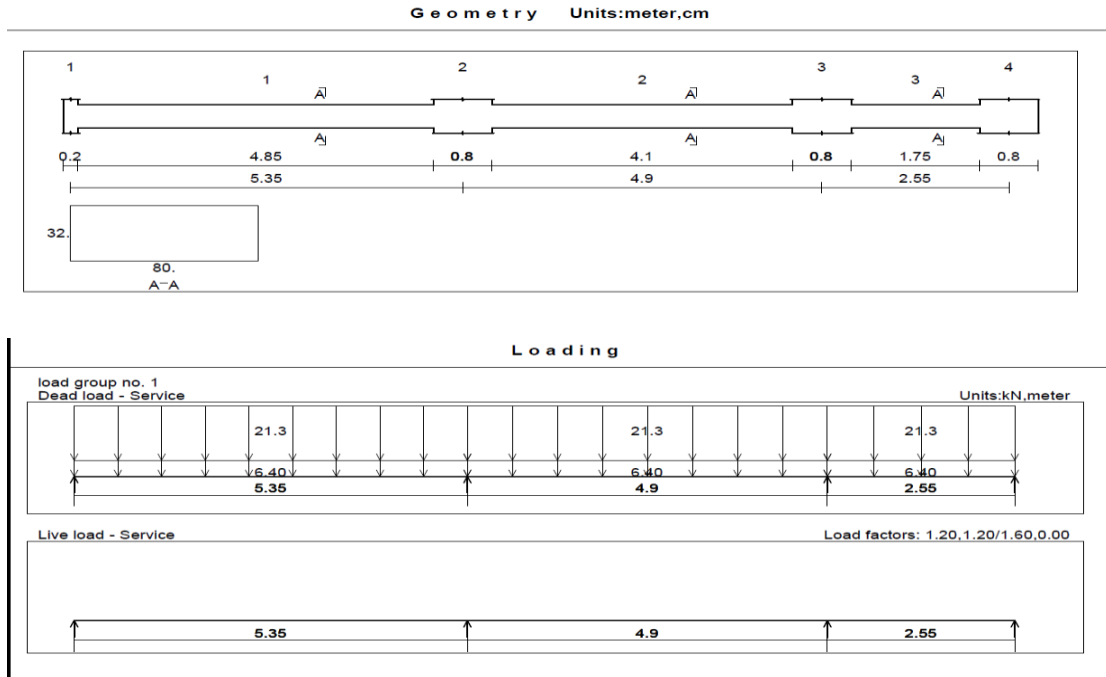


Fig 4.6: Statically System and Loads Distribution of (B 31,B-2)

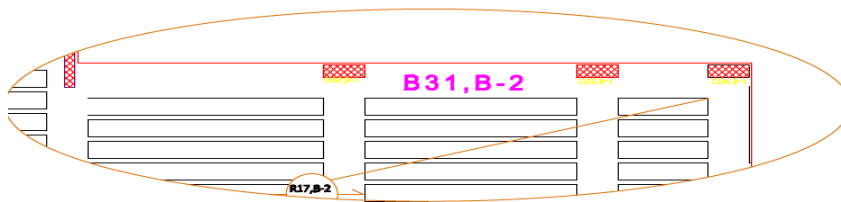


Fig 4.7: beam (B 31, B-2)

Load calculations:

Load calculations for B31,B-2 :

Dead load calculation :

Material	$W = \delta \times \gamma \times b$ (KN/m)
Block	$0.1 \times 10 \times 2.93 = 2.93$
Concrete wall	$0.18 \times 24 \times 2.93 = 13.19$
Stone	$0.05 \times 27 \times 2.93 = 3.96$
Plaster	$0.02 \times 22 \times 2.93 = 1.29$
Total dead load	21.37
Table (4.4): Dead load calculation Beam.	

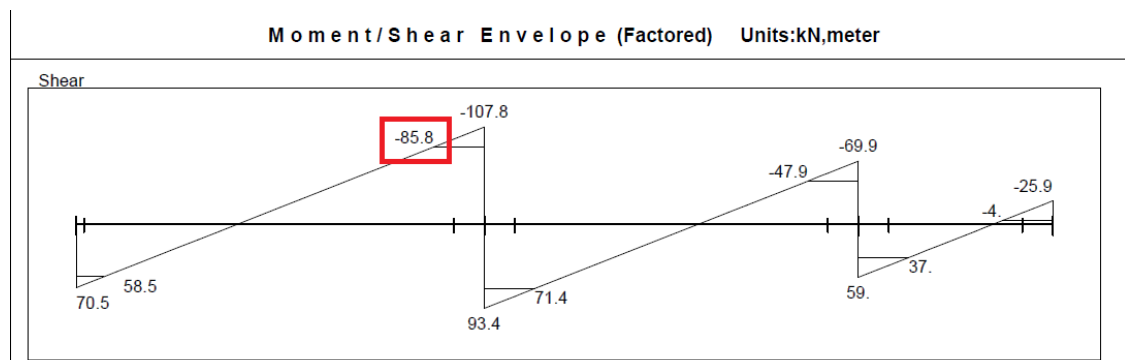
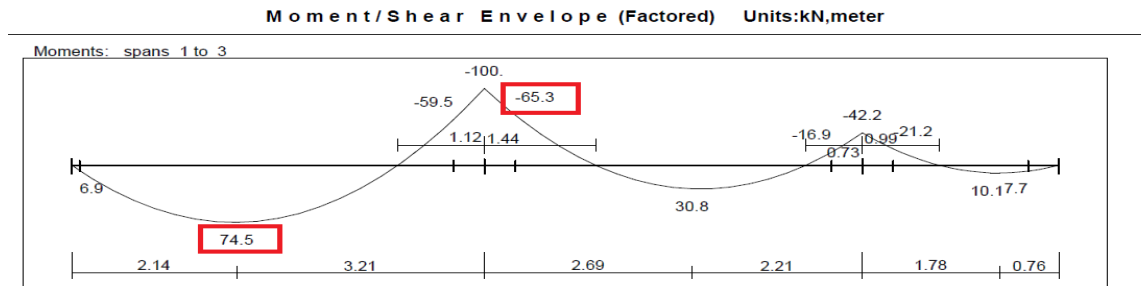


Fig 4.8: Shear & Moment Envelope Diagrams of (B 31,B-2)

Design for positive moment :

$$\mathbf{Mu = 74.5 \text{ KN.m}}$$

From the Geometry of T-section :

$$b_w = 320\text{mm}$$

$$d = 320 - 40 - 10 - \frac{16}{2} = 262 \text{ mm}$$

$$\mathbf{Kn = \frac{Mu}{\phi b d^2} = \frac{74.5 \times 10^6}{0.9 \times 800 \times 262^2} = 1.507 \text{ Mpa.}}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 1.507}{420}} \right) = \mathbf{0.00373}$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0.00373 \times 800 \times 262 = 781.8 \text{ mm}^2 \quad \mathbf{\text{Control.}}$$

Check for $A_{s_{\min}}$.

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

$$A_{s_{\min}} = \mathbf{0.25 \frac{\sqrt{24}}{420} 800 \times 262 = 611.2 \text{ mm}^2}$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{1.4}{420} \mathbf{800 \times 262 = 698.7 \text{ mm}^2}$$

$$A_{s_{\min}} = 698.7 \text{ mm}^2 < A_s = 781.8 \text{ mm}^2$$

$$\text{Use 4 } \phi 16 \text{ Bottom, } A_{s_{\text{pro}}} = 804.24 \text{ mm}^2 > A_{s_{\text{req}}} = 781.8 \text{ mm}^2. \quad \mathbf{\text{Ok}}$$

Check spacing :

$$S = \frac{800 - 40 \times 2 - 20 - (4 \times 16)}{10} = \mathbf{63.6 \text{ mm} > d_b = 16 > 25 \quad \mathbf{\text{OK}}}$$

Check for strain:

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

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

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d-x}{x} \right) = 0.003 \left(\frac{262 - 24.35}{24.35} \right) = 0.0293 > 0.005 \quad \text{Ok}$$

Shear Design for (B31,B-2):

$$V_u = 85.8 \text{ KN}$$

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} b_w d = \frac{1}{6} \sqrt{24} \times 800 \times 262 = 171.13 \text{ KN}$$

$$\Phi V_c = 0.75 \times 171.13 = 128.34 \text{ KN}$$

$$0.5 \Phi V_c = 62.17 \text{ KN}$$

$$0.5 \Phi V_c \leq V_u \leq \Phi V_c$$

Minimum shear reinforcement should be provided

$$\left(\frac{A_v \text{ min}}{s} \right) \geq \frac{1 b_w}{3 f_{yt}} \geq \frac{1}{16} \sqrt{f_c'} \frac{b_w}{f_{yt}}$$

$$\frac{1}{3} = 0.33 \geq \left(\frac{1}{16} \sqrt{24} \right) = 0.306$$

$$\left(\frac{A_v \text{ min}}{s} \right) = \frac{1 b_w}{3 f_{yt}}$$

Use 2 leg $\Phi 10$.

$$A_s = 158 \text{ mm}^2.$$

$$s = \frac{A_v \cdot 3 f_{yt}}{b_w} = \frac{158 \cdot 3 \cdot 420}{600} = 331.8 \text{ mm}$$

$$s_{\max} \leq \frac{d}{2} = \frac{262}{2} = 131 \text{ m} \quad \text{or } s_{\max} \leq 600 \text{ mm}$$

Use 2 leg $\Phi 10 @ 250 \text{ mm}$.

Design for negative moment :

$$M_u = 65.3 \text{ KN.m}$$

$$k_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{65.3 \times 10^6}{0.9 \times 800 \times 262^2} = 1.32 \text{ Mpa.}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 1.32}{420}} \right) = 0.00325$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0.00325 \times 800 \times 262 = 681.248 \text{ mm}^2 .$$

Check for $A_{s_{\min}}$.

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

$$A_{s_{\min}} = 0.25 \frac{\sqrt{24}}{420} 800 \times 262 = 611.2 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{1.4}{420} 800 \times 262 = 698.7 \text{ mm}^2 . \text{ Control}$$

$$A_{s_{\min}} = 698.7 \text{ mm}^2 > A_s = 681.48 \text{ mm}^2$$

$$\text{Use } 4 \text{ } \phi \text{ } 16 \text{ Bottom, } A_{s_{\text{pro}}} = 804.24 \text{ mm}^2 > A_{s_{\text{req}}} = 698.7 \text{ mm}^2 . \quad \text{Ok}$$

Check spacing :

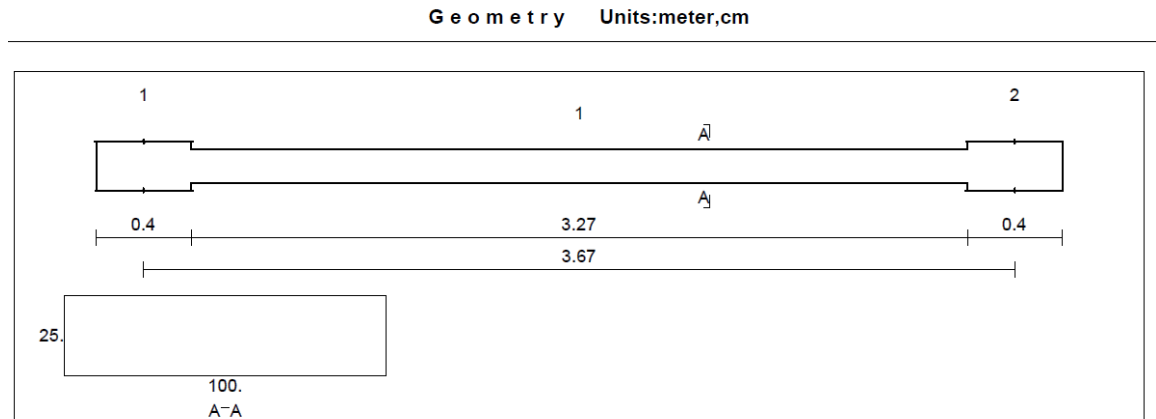
$$S = \frac{600 - 40 \cdot 2 - 20 - (4 \times 16)}{8} = 54.5 \text{ mm} > d_b = 16 > 25 \quad \text{OK}$$

Check for strain:

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

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

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - x}{x} \right) = 0.003 \left(\frac{262 - 24.35}{24.35} \right) = 0.0293 > 0.005 \quad \text{Ok}$$

4.7 (Solid 4, b-2) Calculation and design.**Fig 4.9: Geometry of solid slab and its dimension.****1. Minimum thickness (deflection requirements)**

Simply supported, $h = \frac{4.33}{20} = 21.65 \text{ cm}$

Take $h = 25 \text{ cm}$

Assume bar diameter $\Phi 12$ for main reinforcement

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

2. Load calculation :-

Material	Quality Density KN/m ³	W = γh KN/m ²
Tiles	22	$22 \times 0.03 = 0.66$
mortar	22	$22 \times 0.02 = 0.44$
Sand	16	$16 \times 0.07 = 1.12$
Reinforced concrete solid slab	25	$25 \times 0.25 = 6.25$
Plaster	22	$22 \times 0.02 = 0.44$
Partitions 2KN/m		1.5
Total Dead load		10.41

Table (4.5): Load calculation Solid slab.

Dead load for 1 m strip of slab = $10.41 \times 1 = 10.41 \text{ KN/m}$

Live load for 1 m strip of slab = $5 \times 1 = 5 \text{ KN/m}$

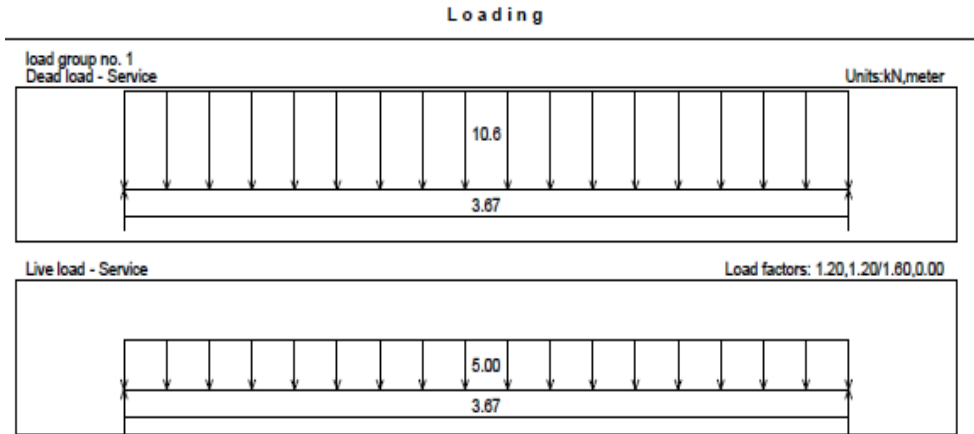


Fig 4.10: load distribution of solid slab(S 4,B-2)

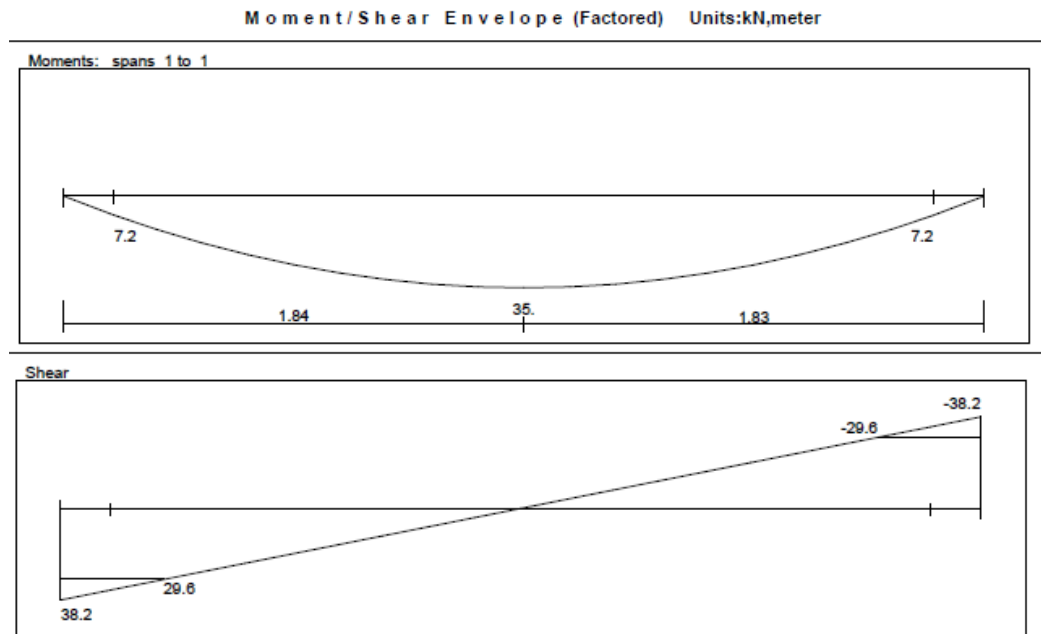


Fig 4.11: Shear & Moment Envelope Diagrams of (S 4,B-2)

3. Check whether thickness is adequate of shear :

$$V_u \text{ max} = 29.6 \text{ KN/ 1m strip}$$

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c} \cdot b_w d = \frac{1}{6} \sqrt{24} \cdot 1000 \cdot 174 \cdot 10^{-3} = 142.1 \text{ KN /1 m strip}$$

$$\Phi = 0.75 \text{ for shear}$$

$$\Phi V_c = 0.75 \cdot 142.1 = 106.55 \text{ KN/ 1 m strip}$$

$$V_u < \frac{1}{2} \Phi v_c = 29.6$$

The thickness is adequate enough.

4. Design of Positive moments:-

$$M_u = 35 \text{ KN.m}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 * f_c'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.588$$

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

$$R_n = \frac{35 * 10^6 / 0.9}{1000 * (174)^2} = 1.28 \text{ Mpa}$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.588} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.588)(1.28)}{420}} \right) = 0.00315$$

$$A_s = \rho * b * d = 0.00315 * 1000 * 174 = 548.1 \text{ mm}^2 \text{ ..control}$$

$$A_{s \text{ min}} = 0.0018 * 1000 * 250 = 450 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{A_s}{A_s \phi_{12}} = \frac{548.1}{113.1} = 4.84$$

Take 5 ϕ 12/m , with $A_s = 565.5 \text{ mm}^2/\text{m}$

Select ϕ 12/15cm

Step (s) is the smallest of :

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

2. 450 mm

- 3.

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

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

- Check for strain:

Tension = Compression

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

$$565.5 * 420 = 0.85 * 24 * 1000 * a$$

$$a = 11.64m$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{11.64}{0.85} = 13.7mm$$

$$\varepsilon_s = \frac{174 - 13.7}{13.7} * 0.003$$

$$\varepsilon_s = 0.035 > 0.005 \longrightarrow ok$$

(Temperature and Shrinkage) :

$$\rightarrow \rho = 0.0018$$

$$A_{s \min} = \rho_{\min} * b * h = 0.0018 * 1000 * 250 = 450mm^2 \quad (\text{control})$$

Use 12 @ 250 mm

step (s) is the smallest of :-

$$\leq 5 * h = 5 * 300 = 1500 \text{ mm}$$

$$\leq 450 \text{ mm.} \quad (\text{control})$$

4.8 (column C3) Calculation and design.

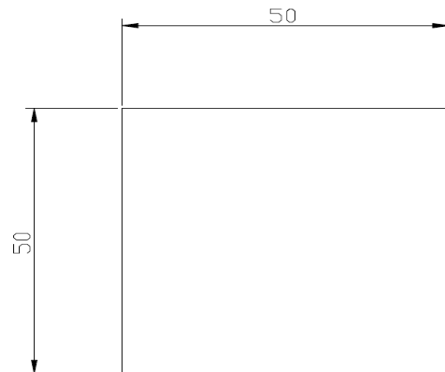


Fig 4.12: Coulmn Section(C3)

$$P_d = 2196.04 \text{ kn}$$

$$P_l = 556.62 \text{ kn}$$

$$B = h = 50 \text{ cm}$$

$$F_c = 28 \text{ Mpa}$$

$$F_y = 420 \text{ Mpa}$$

length in both directions is 2.93 m

Check for slenderness

$$\frac{klu}{r} \leq 34 - 12 \left(\frac{M1}{M2} \right) \leq 40$$

$$\left(\frac{M1}{M2} \right) = 1.0 - \text{braced frame with M min}$$

$K = 1.0$ – for columns in nonsway frames

$$\frac{klu}{r} \leq 34 - 12 * 1.0 = 22 < 40$$

$$\frac{klu}{r_x} = \frac{1.0 * 2.93}{0.3 * 0.4} = 19.533$$

< 22 short column for bending about x – axis

$$\frac{klu}{r_y} = \frac{1.0 * 2.93}{0.3 * 0.4} = 19.533$$

< 22 short column for bending about y – axis

$$\phi P_n = P_u = \phi 0.8 (0.85 F_c (A_g - A_{st}) + A_{st} F_y) \quad \phi$$

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

$$P_u = 1.2 P_d + 1.6 P_l = 1.2 * 2196.04 + 1.6 * 556.52 = 3525.84 \text{ Kn}$$

$$A_g = 500 * 500 = 250000 \text{ mm}^2$$

$$3525.84 * 10^3 = 0.65 * 0.8 (0.85 * 28(250000 - A_{st}) + A_{st} * 420)$$

$$A_{st} = 2096.066 \text{ mm}^2$$

use $\phi 20$

$$n = \frac{2096.066}{\frac{\pi}{4} 20^2} = 6.667$$

Take

8 ϕ 20

$$A_s \text{ pro} = 8 * \frac{\pi}{4} * 20^2 = 2513.274 \text{ mm}^2$$

$A_s \text{ pro} > A_{st}$ OK

$$\rho = A_s / A_g = (2513.27 / 250000) 100\% = 1.005 \%$$

$\rho > 1\%$ and $\rho < 8\%$ OK

Design of Ties

$$1- S = 48d_s = 48 * 10 = 480 \text{ mm}$$

$$2- S = 16d_b = 16 * 20 = 320 \text{ mm.. control}$$

$$3- S \text{ the least dimension of column} = 500 \text{ mm}$$

Take $\phi 10/20 \text{ cm}$ OK

Clear spacing between longitudinal

$$S = 500 - 40 - 40 - 10 - 10 - 8 \cdot 20 / 7 = 34.28 \text{ mm} > 25 \text{ mm} > d_b \quad \text{OK}$$

4.9 (Wall CW6) Calculation and design. "Shear Wall"

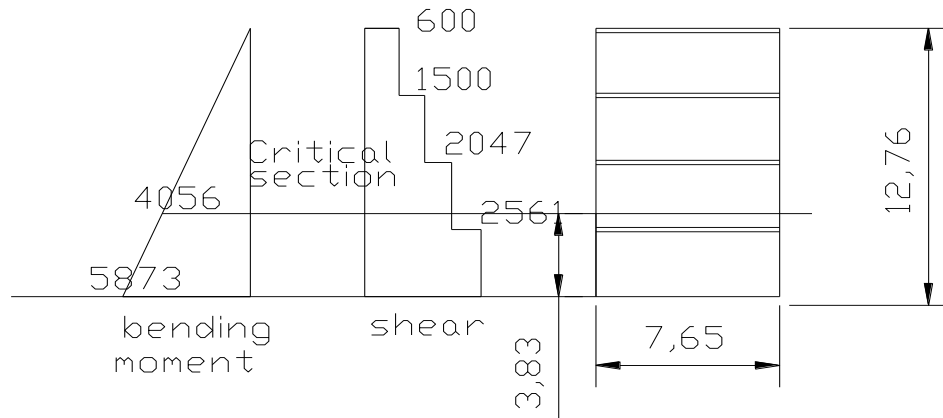


Fig 4.13: Shear & Moment Envelope Diagrams of Shear wall (CW6)

1. Check maximum shear strength permitted.

$$\phi V_n = \phi 0.83 \sqrt{f_c'} h d = 0.75 \cdot 0.83 \sqrt{28} \cdot 200 \cdot 7650 = 5039.759 \text{ KN}$$

$$\text{where } \phi = 0.75, d = 0.8 \cdot 7650 = 6120 \text{ mm}$$

2. Calculate shear strength provided by concrete V_c

critical section for shear :

$$\frac{L_w}{2} = \frac{7.65}{2} = 3.825 \text{ m} - \text{control}$$

$$\frac{h_w}{2} = \frac{12.36}{2} = 6.18 \text{ m}$$

$$\text{story height} = 3.09 \text{ m}$$

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} h d = \frac{1}{6} \sqrt{28} \cdot 200 \cdot 6120 \cdot 10^{-3}$$

$$v_c = 1079.466 \text{ KN} - \text{control.}$$

$$V_c = 0.27\sqrt{f_c} hd + \frac{Nu d}{4Lw}$$

$$V_c = 0.27\sqrt{28} \cdot 200 \cdot 6120 \cdot 10^{-3} + \frac{85 \cdot 6120 \cdot 10^{-3}}{4 \cdot 7650}$$

$$V_c = 1765.735 \text{ KN}$$

$$V_c = \left[0.05\sqrt{f_c} + \frac{Lw(0.1\sqrt{f_c} + 0.2\frac{Nu}{Lwh})}{\frac{Mu - lw}{Vu} \cdot \frac{1}{2}} \right] hd$$

$$V_c = \left(0.05\sqrt{28} + \frac{7.65(0.1\sqrt{28} + 0.2 \cdot \frac{85 \cdot 10^3}{7650 \cdot 200})}{\frac{3056 - 7.65}{2047} \cdot \frac{1}{2}} \right) 200 \cdot 7650 \cdot 10^{-3}$$

$$V_c = 3298 \text{ KN}$$

3. Determine required horizontal shear reinforcement

$$V_u \leq \phi V_n = \phi (V_c + V_s)$$

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c = \frac{2047}{0.75} - 1079.466 = 1649.867 \text{ KN}$$

$$\frac{Avh}{S2} = \frac{V_s}{fy d} = \frac{1649.867}{420 \cdot 6.120 \cdot 10^3} = 0.000642 \frac{m^2}{m}$$

$$\rho_t = \frac{Avh}{hs^2} = \frac{0.000642}{0.2} = 0.0032 \geq 0.0025$$

Take $\rho_t = 0.0032$

max spacing is the least of

$$\frac{Lw}{5} = \frac{7650}{5} = 1530 \text{ mm}$$

$$3h = 3 \cdot 200 = 600 \text{ mm}$$

450 mm - control

try $\phi 10$ (AS = 78.54mm²) for two layers

$$\rho_t = \frac{Avh}{hs^2} = 2 \frac{78.54}{200 \cdot S2} = 0.0032$$

$$s_2 = 167 \text{ mm}$$

take $\phi 10 @ 150 \text{ mm}$

4. determine vertical shear reinforcement

$$\frac{hw}{Lw} = \frac{12.36}{7.65} = 1.616$$

$$\rho_l = 0.0025 + 0.5 \left(\frac{hw}{Lw} \right) (\rho_t - 0.0025) \geq 0.0025$$

$$\rho_t = \frac{Avh}{hs^2} = 2 \frac{78.54}{200 \cdot 176} = 0.00446$$

$$= 0.0025 + 0.5 \cdot 1.616 (0.00446 - 0.0025) \geq 0.0025$$

$$= 0.00408 \geq 0.0025$$

try $\phi 10$ (AS 78.54 mm²) for two layers

$$\rho l = \frac{Avl}{hs^2} = 2 \frac{78.54}{200s^2} = 0.00408$$

$$s^2 = 192 \text{ mm}$$

take $\phi 10 @ 150 \text{ mm}$

maximum spacing is the least of

$$lw/3 = 7.65/3 = 2550 \text{ mm}$$

$$3h = 3 * 200 = 600 \text{ mm}$$

450 mm - control

5. design of flexural

$$Ast = \frac{7650}{200} 2 \cdot 78.54 = 6008.31 \text{ mm}^2$$

$$\omega = \frac{\left(\frac{ast}{lw h}\right) fy}{fc'} = \frac{\left(\frac{6008.31}{7650 \cdot 200}\right) 420}{28} = 0.059$$

$$\alpha = \frac{Pu}{lw h fc'}$$

$$\alpha = \frac{85 \cdot 10^3}{7650 \cdot 200 \cdot 28} = 0.002$$

$$\frac{c}{lw} = \frac{(\omega + \alpha)}{2\omega + 0.85\beta} = \frac{(0.059 + 0.002)}{(2 \cdot 0.059 + 0.85 \cdot 0.85)} = 0.07$$

$$\begin{aligned} \phi Mn &= \phi \left(0.5 Ast fy lw \left(1 + \frac{Pu}{Ast fy} \right) \left(1 - \frac{c}{lw} \right) \right) = \\ &= 0.9 \left(0.5 \cdot 6008.31 \cdot 420 \cdot 7650 \left(1 + \frac{85 \cdot 10^3}{6008.31 \cdot 420} \right) \right) (1 - 0.07) \cdot 10^{-6} \\ &= 8351 \text{ KN.m} \end{aligned}$$

$$8351 \geq 4065$$

$\phi Mn \geq Mu$ okay.

4.10 (Wall CW2) Calculation and design. “Basement Wall”

load calculation

$f_c' = 24 \text{ MPa}$, $f_y = 420 \text{ MPa}$, $\gamma_s = 18 \text{ KN/m}^3$, $q_{all} = 250 \text{ KN/m}^2$, $\phi = 30$, wall thickness = 20 cm

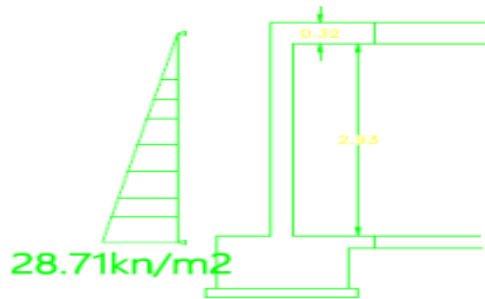


Fig 4.14: Distribution force from soil for basement wall (CW2)

$$K = 1 - \sin \phi = 1 - \sin 30 = 0.5$$

$$W_s = K * h * \gamma = 0.5 * 3.19 * 18 = 28.71 \text{ KN/m}^2$$

From Atir we have moment and shear envelop :

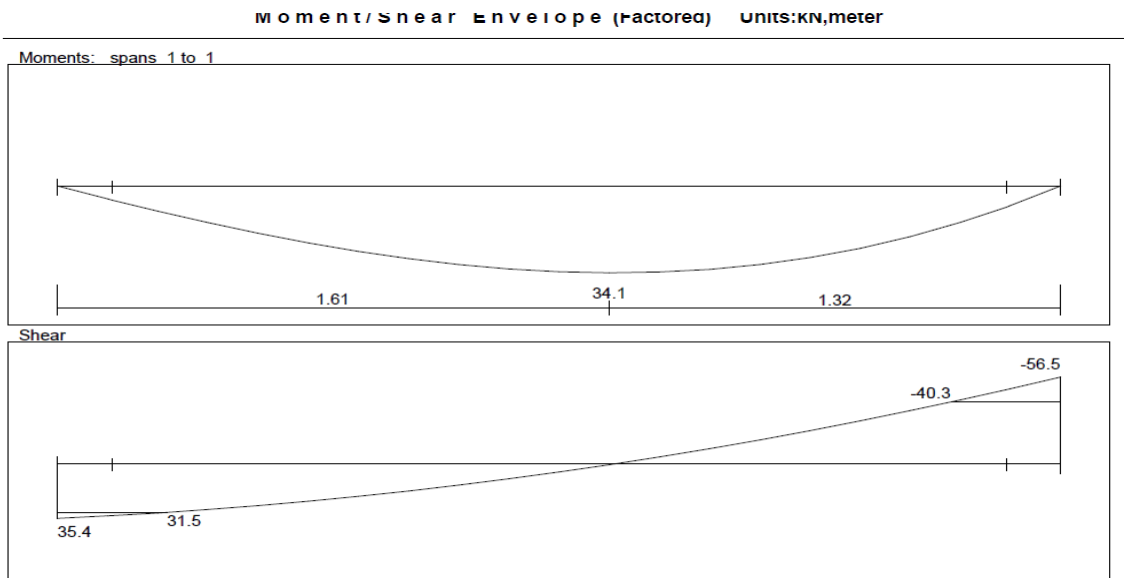


Fig 4.15: Shear & Moment Envelope Diagrams of (CW2)

Design of Bending Moment :**Assume $\Phi 20$ for bar diameter**

$D=200 - 20 - 20=160 \text{ mm}$

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

$$R_n = \frac{31.1 \cdot 10^6}{0.9 \cdot 1000 \cdot 160^2} = 1.45 \text{ MPa} .$$

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

$$m = \frac{420}{0.85 \times 28} = 17.64$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{17.64} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 17.64 \cdot 1.45}{420}} \right) = 0.00328$$

As req = $0.00328 \cdot 1000 \cdot 160 = 524.8 \text{ mm}^2/\text{m}$control **$\rho = 0.00328 > \rho_{min} = 0.0015 \dots \dots OK$** **Check for spacing**

$3h=3 \cdot 300=900\text{mm}$

$S=450$

Use $\Phi 10@ 15 \text{ cm}$, As prov = $526.66 \text{ mm}^2/\text{m}$ **For compression**

$A_{s_{min}}=0.0025 \cdot 200 \cdot 1000=300 \text{ mm}^2/\text{m}$

Use $\phi 10/15 \text{ cm}$ **For tension in horizontal**

$A_{s \text{ min}} = 0.0025 \cdot 1000 \cdot 200 = 500 \text{ mm}^2/\text{m}$

For each way = $250 \text{ mm}^2/\text{m}$ **Use $\phi 10@20$, As pro = $395 \text{ mm}^2/\text{m}$** **Check for strain:****Tension = Compression**

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

$$527 * 420 = 0.85 * 28 * 1000 * a$$

$$a = 9.3mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{9.3}{0.85} = 10.94mm$$

$$\epsilon_s = \frac{160 - 10.94}{10.94} * 0.003 = 0.04$$

$$\epsilon_s = 0.04 > 0.005 \longrightarrow ok$$

4-15.3:-Check for shear

$$\phi V_c = \frac{\phi}{6} \sqrt{f_c'} * b * d = \frac{0.75}{6} \sqrt{24} * 1000 * 160 * 10^{-3} = 105.83KN$$

$$0.5 \phi V_c = 0.5 * 105.83 = 52.915KN$$

$$\phi V_c > V_u > 0.5 \phi V_c$$

$$105.83 > 37.4 > 52.915$$

The thickness is enough

4.11 Stair Calculation and design.

$f_y = 420$ Mpa

$f_c' = 24$ Mpa

Live load = 4 KN/m²

1. Minimum slab thickness for deflection is (for a simply supported one way solid slab)

$$h_{min} = \frac{L}{20} = \frac{4.042}{20} = 0.221 \text{ cm}$$

In the case presented here , where the slab ends are cast with the supporting slab and additional negative reinforcement is provided , minimum thickness can be assumed to be

$$h_{min} = \frac{1}{28} = \frac{4.042}{28} = 14.5 \text{ cm}$$

Take $h_{min} = 20$ cm

2. Loads : The applied live loads are based on the plan area (horizontal projection) , while the dead load is based on the sloped length . To transform dead load into horizontal projection the figure below explains how.

$$\tan \theta = \tan^{-1} \left(\frac{\text{rise}}{\text{run}} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{162.5}{300} \right) = 28.44$$

Flight Dead load computation :

Material	Quality Density KN/ m ³	W KN/ m
Tiles	22	$22 * \frac{(0.1625+0.3)}{0.3} * 0.03 * 1 =$ 1.329
Mortar	22	$22 * \frac{(0.1625+0.3)}{0.3} * 0.02 * 1 =$ 0.678
Stair steps	25	$\frac{25 * (0.1625+0.3)}{0.3 * 2} * 1 =$ 2.03
Reinforced concrete solid slab	25	$\frac{25 * 0.2 * 1}{\cos 28.44} =$ 5.68
Plaster	22	$\frac{22 * 0.2 * 1}{\cos 29.06} =$ 0.755
Total Dead load KN/ m 10.47		

Table (4.6): Dead load calculation Flight.

Landing Dead load computation:

Material	Quality Density KN/ m ³	W KN/ m
Tiles	22	$22 * 0.03 * 1$ = 0.66
Mortar	22	$22 * 0.02 * 1$ = 0.44
Reinforced concrete solid slab	25	$25 * 0.2$ * 1 = 5
Plaster	22	22 $* 0.03$ $* 1$ = 0.66
Total Dead load KN/ m 6.760		

Table (4.7): Dead load calculation Landing.

Live load = 4 KN/ m

Total factored Load : $w = 1.2D + 1.6L$ for flight $w = 1.2 (10.47) + 1.6 (4) = 18.96$ KN/m

for landing $w = 1.2 (6.760) + 1.6 (4) = 14.51 \text{ KN/ m}$

Design of flight

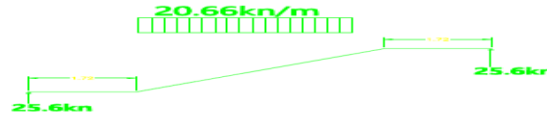


Fig 4.16: Distribution force for flight

$$R = \left(\frac{wl}{2}\right) = \left(\frac{18.96 \cdot 8.7}{2}\right) = 25.6 \text{ KN}$$

Assume bar diameter ϕ for main reinforcement

$$d = h - 20 - \frac{db}{2} = 200 - 20 - \frac{14}{2} = 173 \text{ mm}$$

$$V_u = 25.60 \text{ KN}$$

$$\phi V_c = 0.75 \frac{1}{6} \sqrt{f_c} b w d = 0.75 \frac{1}{6} \sqrt{24} 1000 173 10^{-3} = 105.940 \text{ KN}$$

$$V_{u \max} = 25.60 \leq \frac{1}{2} \phi V_c = 52.97$$

The thickness of the slab is adequate enough .

* Calculate the steel reinforcement and bending moment :

$$M_u = 25.6 \left(0.86 + \frac{2.7}{2}\right) - 18.86 \left(\frac{1.35 \cdot 1.35}{2}\right) = 39.30 \text{ KN.M}$$

$$R_n = \frac{M_n}{bd^2} = \frac{39.3}{0.9 \cdot 1000 \cdot 173 \cdot 173} 10^6 = 1.46 \text{ MPa}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f_c} = \frac{420}{0.85 \cdot 24} = 20.588$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n m}{f_y}}\right) = \frac{1}{20.588} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 1.46 \cdot 20.588}{420}}\right) = 0.00361$$

$$A_s = \rho b d = 0.00361 \cdot 1000 \cdot 173 = 624.530 \text{ mm}^2 \text{ control}$$

$$A_{s \min} = 0.0018 b d = 0.0018 \cdot 1000 \cdot 20 = 360 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{624.53}{113.09} = 5.52$$

$$s = \frac{1}{n}$$

$$S = \frac{1}{5.52} = 0.181$$

use $6\phi 12/m$ or $\phi 12 @ 18 \text{ cm}$

Step (s) is smallest of :

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

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

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

$$4. s \leq 300 \left(\frac{280}{f_s} \right) = 300 \left(\frac{280}{\frac{2}{3} \times 420} \right) = 300 \text{ mm control}$$

$180 \text{ mm} \leq 300 \text{ mm}$ okay .

5. Temperature and shrinkage reinforcement :

$$A_s = 0.0018 b h$$

$$A_s = 0.0018 \times 1000 \times 200 = 360 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{360}{\frac{\pi}{4} \times 10 \times 10} = 4.5$$

$$s = \frac{1}{n} = \frac{1}{4.5} = 0.22 \text{ m}$$

use $5\phi 10/m$ or $\phi 10 @ 20 \text{ cm}$

step s is smallest of :

$$1. 5h = 5 \times 200 = 1000 \text{ mm}$$

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

Design of landing :

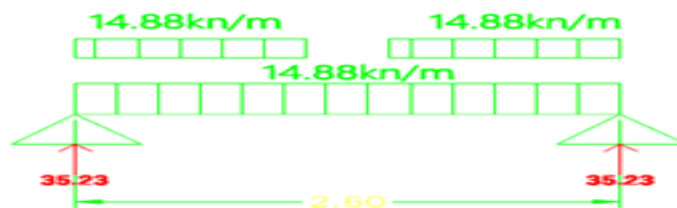


Fig 4.17: Distribution force for landing

$$\begin{aligned} M_u &= 35.33 \times 1.3 - 14.88 \frac{1.3 \times 1.3}{2} - 14.88 \times 1.7 \left(\frac{1.7}{2} + 0.1 \right) \\ &= 9.63 \text{ KN m} \end{aligned}$$

$$d = 200 - 20 - 14 - \frac{14}{2} = 173 \text{ mm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{bd^2} = \frac{\frac{9.63}{0.9}}{1000 \cdot 173 \cdot 173} 10^6 = 0.36 \text{ MPa}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85f_c} = \frac{420}{0.85 \cdot 24} = 20.588$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n m}{f_y}} \right) = \frac{1}{20.588} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 20.588 \cdot 0.36}{420}} \right) = 0.0008648$$

$$A_s = \rho b d = 0.0008648 \cdot 1000 \cdot 173 = 149.610 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = 0.0018 b d = 0.0018 \cdot 1000 \cdot 20 = 360 \text{ mm}^2 \text{ control}$$

$$n = \frac{360}{\frac{\pi}{4} 10^2} = 4.5$$

$$s = \frac{1}{n} = \frac{1}{4.5} = 0.22 \text{ m}$$

use $5\phi 10/\text{m}$ or $\phi 10 @ 20 \text{ cm}$

Step (s) is smallest of :

$$1. 3h = 3 \cdot 200 = 600 \text{ mm}$$

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

$$3. S = 380 \left(\frac{280}{f_s} \right) - 2.5 C_c = 380 \left(\frac{280}{\frac{2}{3} \cdot 420} \right) - 2.5 \cdot 20 = 465 \text{ mm}$$

$$4. s \leq 300 \left(\frac{280}{f_s} \right) = 300 \cdot 300 \left(\frac{280}{\frac{2}{3} \cdot 420} \right) = 300 \text{ mm control}$$

200 mm \leq 300 mm okay .

4.12 (Strip Foundation) Calculation and design.

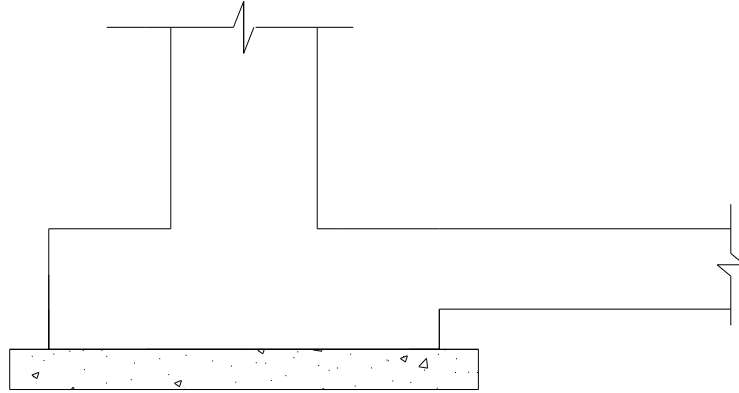


Fig 4.18: Foundation strip section

Design of strip or wall footing :

$F_c' = 28 \text{ MPa}$, $F_y = 420 \text{ MPa}$, $\gamma_s = 18 \text{ KN/m}^3$, $q_{all} = 250 \text{ KN/m}^2$, wall thickness = 30 cm
 $P_{d,service} = 176.3 \text{ KN/m}$, $P_{s,service} = 38.17$, $d_f = 30 \text{ cm}$

$$q_{a,net} = 250 - 0.3 * 1.2 * 25 = 241 \text{ KN/m}^2$$

and we have :

$$A = \frac{P_n}{q_{a,net}} = \frac{176.3 + 38.17}{241} = 0.8899 \text{ m}^2 \text{ per meter length of wall}$$

$$A = b \cdot 1$$

$$b = 0.9, \text{ take } b = 1.2 \text{ m}$$

Depth of footing and shear design :

$$P_u = 1.2d + 1.6l = 1.2 * 176.3 + 1.6 * 38.17 = 272.632 \frac{\text{KN}}{\text{m}}$$

$$q_u = \frac{272.632}{1 * 1.2} = 227.193 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$$

one way shear

$$V_u = q_u \cdot 1 \left(\frac{b}{2} - \frac{a}{2} - d \right) = 227.193 \left(\frac{1.2}{2} - \frac{0.3}{2} - d \right)$$

let $V_u = \Phi V_c$

$$\Phi V_c = \Phi \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} b d = 0.75 \frac{1}{6} \sqrt{28 * 1200} d$$

$$227.193 * 1 \left(\frac{1.2}{2} - \frac{0.3}{2} - d \right) = 0.75 \frac{1}{6} \sqrt{28 * 1200} d$$

$$d = 0.1003 \text{ m}$$

Assume cover 75 mm , and steel bar $\Phi 20$

$$h = 100.39 + 75 + 20 = 195.39 \text{ mm}$$

Take $h = 300 \text{ mm}$

Designe for flexure

Take steel bar $\Phi 20$

$$d = 300 - 75 - \frac{20}{2} = 215 \text{ mm}$$

$$M_u = 227.193 * 1 * 0.45 * \frac{0.45}{2} = 23.003 \text{ KN/m}$$

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

$$R_n = \frac{25.5610^6}{0.9 * 1200 * 215^2} = 0.51 \text{ MPa} .$$

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

$$m = \frac{420}{0.85 \times 28} = 17.65$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{17.65} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 17.65 * 0.51}{420}} \right) = 0.00122$$

$$A_s \text{ req} = 0.00122 * 1200 * 215 = 314.76 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_s \text{ min} = 0.0018 b h = 0.0018 * 1200 * 300 = 648 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Try $\Phi 14$

$$\Phi = (\pi/4) * 12 * 12 = 153.9 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{A_s}{\Phi} = \frac{648}{153.9} = 4.21$$

use $5\Phi 14$ - m or $\Phi 14 @ 200 \text{ mm}$

Select the minimum tesperature reinforcement

$$A_s \text{ min} = 0.0018bh = 0.0018 * 1200 * 300 = 648 \text{ mm}^2$$

use $5\Phi 14$ - m or $\Phi 14 @ 200 \text{ mm}$