

جامعة بوليتكنك فلسطين
كلية الهندسة
دائرة الهندسة المدنية والمعمارية
هندسة مباني
الخليل - فلسطين



مشروع التخرج

التصميم الإنشائي لـ " Residential Commercial Building " في مدينة الخليل

فريق العمل

فراس زكريا ابو الجرايش

نور الدين حسين اعبيد

أنس يوسف جبران

إشراف

م. مي الحداد

ايار 2021م

جامعة بوليتكنك فلسطين
كلية الهندسة
دائرة الهندسة المدنية والمعمارية
هندسة مباني
الخليل - فلسطين



التصميم الإنشائي لـ " Residential Commercial Building " في مدينة الخليل

فريق العمل

فراس زكريا ابو الجرايش

نور الدين حسين اعبيد

أنس يوسف جبران

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
م. فيضي شبانة

توقيع مشرف المشروع
م. مي الحداد

ايار 2021م

الإهداء

نهدي هذا العمل المتواضع لكل من:

... إلى من بلّغ الرسالة وأدّى الأمانة.. ونصح الأمة.. إلى معلمنا الأول نبي الرحمة ونور العالمين.. سيدنا محمد - صلى الله عليه وسلم-

... إلى من علمونا العطاء دون انتظار المقابل.. من نحمل أسمائهم بكل فخر.. من ضحوا بالغالي والنفيس وتحملوا مرارة العيش لنحيا بكرامة، من قال فيهم رب العزة جل جلاله: "وَأَخْفِضْ لَهُمَا جَنَاحَ الذُّلِّ مِنَ الرَّحْمَةِ". أمهاتنا وآباؤنا اطال الله أعمارهم.

... إلى منارات العلم والمعرفة في جامعتنا الحبيبة أعضاء الهيئة التدريسية والادارية.
... إلى رفقاء دربنا ودعائم قوتنا، وبلسم جراحنا.. زملاؤنا وزميلاتنا.

فريق العمل

شكر وتقدير

الشكر لله أولاً وقبل كل شيء الذي لا ينقطع فضله ولا تنحصر نعمه علينا، والحمد له حمداً لا ينتهي عنده حد ولا ينقطع عنده أجل.

ولا يسعنا في هذا المقام إلا أن نتقدم بجزيل شكرنا، وعظيم امتناننا وتقديرنا وعرفاننا؛ إلى قلعة العلم ونبراس المعرفة، شلال العطاء الذي لا ينضب، بيتنا الثاني جامعتنا الحبيبة، جامعة بوليتكنك فلسطين.

كما نتقدم بعظيم الشكر ووافر الامتنان الى قائدة سفينتنا، معلمتنا وقدوتنا التي لم تتأخر عن مساعدتنا لنصل واياها الى شاطئ الامان، استاذتنا الفاضلة المهندسة مي الحداد. مشرفة على مشروع تخرجنا.

ولا ننسى أن نشكر كافة أعضاء الهيئتين التدريسية والادارية في دائرة الهندسة المدنية والمعمارية كل بمكانه وعلى رأسهم رئيس دائرتنا أستاذنا الفاضل المهندس فيضي شبانه حفظه الله ورعاه. الذين كرسوا جل وقتهم لمساعدتنا طوال سنوات دراستنا.

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

وختاماً نشكر كل من قدم وساعد وساهم من قريب ومن بعيد في انجاز هذا العمل ليخرج الى حيز الوجود بالشكل الذي هو عليه.

فريق العمل

ملخص المشروع باللغة العربية

التصميم الإنشائي لـ " Residential Commercial Building " في مدينة الخليل

فريق العمل

فراس زكريا ابو الجرايش

نور الدين حسين اعبيد

أنس يوسف جبران

إشراف

م. مي الحداد

يهدف هذا المشروع الى عمل تصميم إنشائي لجميع العناصر الإنشائية التي يحتويها المشروع، من عقود، وجسور، وأعمدة، وأساسات وجدران وغيرها من العناصر الإنشائية.

تقع قطعة أرض المشروع في مدينة الخليل / عين سارة ، وتبلغ مساحتها (1660 م²)، حيث أن المشروع عبارة عن مبنى سكني تجاري تبلغ مساحة بناؤه (9595 م²). يتكون المبنى من طابقين تسوية و8 طوابق تليها وروف , ويتميز التصميم من الناحية المعمارية للمشروع بأسلوب جميل وبتصميم يجذب الناس ، وحيث انه ومن خلال التصميم يوفر الراحة والسهولة وسرعة الوصول للمستخدمين لهذه المنشأة .

وتكمن أهمية المشروع في تنوع العناصر الإنشائية في المبنى، مثل الجسور والأعمدة والبلاطات الخرسانية وتعدد الكتل ووجود تراجعات في الطوابق وطابق الروف في هذا المشروع.

من الجدير بالذكر أنه سيتم استخدام الكود الأردني لتحديد الأحمال الحية، ولتحديد أحمال الزلازل، أما بالنسبة للتحليل الإنشائي وتصميم المقاطع فسيتم استخدام الكود الأمريكي (ACI_318_08) ، ولا بد من الإشارة إلى أنه سيتم الاعتماد على بعض برامج الحاسوب مثل:

Autocad (2021), Atir, Microsoft Office, Etabs, Safe, Sap.

ومن المتوقع بعد إتمام المشروع أن نكون قادرين على تقديم التصميم الإنشائي لجميع العناصر الإنشائية بإذن الله.

والله ولي التوفيق

Structural Design For Residential Commercial Building In Hebron

Prepared by

Feras Zakarea Abo-Aljraysh

Anas Yousef Jobran

Noor Biewat

Palestine Polytechnic University -2020

Supervisor

Eng. Mai Haddad

Abstract

This project aims to create a structural design for all the structural elements contained in the project, including nodes, bridges, columns, foundations, walls and other structural elements.

The project's plot is located in the city of Hebron / Ein Sarah, and its area is (1660 square meters), as the building consists of two basement floors and 8 floors, followed by a roof, and the design from the architectural point of view of the project is distinguished by a beautiful style and design that attracts people, and through the design it provides comfort The ease and speed of access for users of this facility.

The importance of the project lies in the diversity of the structural elements in the building, such as bridges, columns, concrete slabs, the multiplicity of blocks, and the presence of retreats in the floors and the roof floor in this project.

It is worth noting that the Jordanian code will be used to determine live loads, and to determine earthquake loads, as for structural analysis and section design, the American code (ACI_318_08) will be used, and it must be noted that some computer programs such as:

Autocad (2021), Atir, Microsoft Office, Etabs, Safe, Sap.

It is expected after the completion of the project that we will be able to provide the structural design for all the structural elements, God willing.

List of Abbreviations

- **A_c** = area of concrete section resisting shear transfer.
- **A_s** = area of non-prestressed tension reinforcement.
- **A_{s̄}** = area of non-prestressed compression reinforcement.
- **A_g** = gross area of section.
- **A_v** = area of shear reinforcement within a distance (S).
- **A_t** = area of one leg of a closed stirrup resisting tension within a (S).
- **b** = width of compression face of member.
- **b_w** = web width, or diameter of circular section.
- **C_c** = compression resultant of concrete section.
- **C_s** = compression resultant of compression steel.
- **DL** = dead loads.
- **d** = distance from extreme compression fiber to centroid of tension reinforcement.

- **E_c** = modulus of elasticity of concrete.
- **f_c'** = compression strength of concrete .
- **f_y** = specified yield strength of non-prestressed reinforcement.
- **h** = overall thickness of member.
- **L_n** = length of clear span in long direction of two- way construction, measured face-to-face of supports in slabs without beams and face to face of beam or other supports in other cases.

- **LL** = live loads.
- **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 المحتويات

<u>الصفحة</u>	<u>الموضوع</u>
III	الإهداء
IV	الشكر والتقدير
V	الملخص باللغة العربية
VI	الملخص باللغة الانجليزية
VII	List of abbreviations
IX	فهرس المحتويات
XIII	فهرس الجداول
XIV	فهرس الاشكال
1	الفصل الأول: المقدمة
2	1-1 المقدمة
3	2-1 أهداف المشروع
3	3-1 مشكلة المشروع
4	4-1 اسباب اختيار المشروع
4	5-1 حدود مشكلة المشروع
4	6-1 المسلمات
4	7-1 فصول المشروع
5	8-1 اجراءات المشروع
5	9-1 المخطط الزمني لمراحل عمل المشروع
6	الفصل الثاني: الوصف المعماري
7	1-2 مقدمة
8	2-2 لمحة عامة عن المشروع
8	3-2 موقع المشروع

8	..... 1-3-2 أهمية الموقع
9	..... 2-3-2 حركة الشمس والرياح
9	..... 3-3-2 الرطوبة
10	..... 4-2 وصف طوابق المشروع
10	..... 1-4-2 طابق التسوية الأول
11	..... 2-4-2 طابق التسوية الثاني
11	..... 3-4-2 الطابق الارضي
12	..... 4-4-2 الطابق الأول
12	..... 5-4-2 الطابق الثاني
13	..... 6-4-2 طابق الروف
14	..... 5-2 الواجهات
14	..... 1-5-2 الواجهة الرئيسية(الشمالية)
14	..... 2-5-2 الواجهة الغربية
15	..... 3-5-2 الواجهة الجنوبية
15	..... 4-5-2 الواجهة الغربية
16	..... 6-2 القطاعات
16	..... 1-6-2 القطاع A-A
16	..... 2-6-2 القطاع B-B
17	..... 7-2 وصف الحركة والمداخل
17	..... 8-2 المداخل
18	..... الفصل الثالث: الوصف الإنشائي
19	..... 1-3 مقدمة
19	..... 2-3 الهدف من التصميم الإنشائي
20	..... 3-3 مراحل التصميم الإنشائي
20	..... 4-3 الأحمال
20	..... 1-4-3 الأحمال الميتة

21	..... 2-4-3 الأحمال الحية
22	..... 3-4-3 الأحمال البيئية
23	..... 1-3-4-3 أحمال الزلازل
23	..... 5-3 الاختبارات العملية
23	..... 6-3 العناصر الإنشائية المكونة للمبنى
24	..... 1-6-3 العقدات
24	..... 1-1-6-3 عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد
25	..... 2-1-6-3 عقدات العصب ذات الاتجاهين
25	..... 3-1-6-3 المصمتة ذات الاتجاه الواحد
26	..... 4-1-6-3 المصمتة ذات الاتجاهين
26	..... 5-1-6-3 العقدات (Flat Plate)
27	..... 2-6-3 الأدراج
27	..... 3-6-3 الجسور
28	..... 4-6-3 الأعمدة
29	..... 5-6-3 جدران القص
29	..... 6-6-3 الأساسات
30	..... 7-3 فواصل التمدد والهبوط
31	..... 8-3 برامج الحاسوب
32	..... الفصل الرابع: التحليل والتصميم الإنشائي
33	..... 1-4 المقدمة
33	..... 2-4 الحمل التصميمي Factored load
33	..... 3-4 تحديد سماكة العقدة
34	..... 4-4 تصميم الجزء العلوي من العقدة Design of topping
37	..... 5-4 تصميم عصب العقدة (Second Floor /R4) Design of One Way Rib (Second Floor /R4) Slab
53	..... 6-4 تصميم الجسر Design of Beam (Ground Floor /B34)

69	..... Design of Coulmns (C12) تصميم العمود 6-4
74	..... Design of Stairs تصميم الدرج 6-4
82	..... الفصل الخامس: النتائج والتوصيات
83	..... المقدمة 1-5
83	..... النتائج 2-5
84	..... التوصيات 3-5
85	..... المراجع 2-5

فهرس الجداول

رقم الصفحة	عنوان الجدول	رقم الجدول
5	الجدول الزمني للمشروع خلال السنة الدراسية (2020/2021)	1-1
21	الكثافة النوعية للمواد المستخدمة	1-3
22	الأحمال الحية للمبنى	2-3
23	سرعة وضغط الرياح اعتماداً على الكود الألماني DIN1055-5	3-3
24	أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر	4-3
35	أقل سمك للعقدات باتجاه واحد وللجسور	1-4
36	.....Dead load calculation	2-4
40	.....Dead load calculation of Rib	3-4
75	.....الاحمال الميتة الواقعة على الدرج.	4-4
77	.....الاحمال الميتة الواقعة على البسطة	5-4

فهرس الأشكال

رقم الصفحة	عنوان الشكل	رقم الشكل
10	الموقع العام للمشروع	1-2
10	المسقط الافقي لطابق التسوية الأول	2-2
11	المسقط الافقي لطابق التسوية الثاني	3-2
11	المسقط الافقي للطابق الأرضي	4-2
12	المسقط الافقي للطابق الاول	5-2
12	المسقط الافقي للطابق الثاني	6-2
13	المسقط الافقي لطابق الروف	7-2
14	الواجهة الشمالية	8-2
14	الواجهة الشرقيه	9-2
15	الواجهة الجنوبية	10-2
15	الواجهة الغربية	11-2
16	القطاع A-A	12-2
16	القطاع B-B	13-2
23	تأثير الرياح على المباني من حيث الارتفاع	1-3
23	تأثير الرياح على المباني من حيث البيئة المحيطة	2-3
25	توضيح لبعض العناصر الانشائية بالمبنى	2-3
26	العقدات العصب ذات الاتجاه الواحد	4-3
26	العقدة ذات العصب باتجاهين	5-3
27	العقدات المصممة ذات الاتجاه الواحد	6-3
27	العقدات المصممة ذات الاتجاهين	7-3
28	Flat Plate	8-3
28	الدرج	9-3

29	انواع الجسور	10-3
30	انواع الاعمدة	11-3
30	جدار قص	12-3
31	اساس مفرد	13-3
36	Topping Load	1-4
39	Statically System and Loads Distribution of Rib(R4)	2-4
41	Shear and Moment Envelope Diagram of Rib (R4)	3-4
47	Statically System and Loads Distribution of Beam34	4-4
51	Shear and Moment Envelope Diagram of Beam 34	5-4
69	Column section (C12)	6-4
73	Column Reinforcement Details. (C12)	7-4
74	مخطط الدرج	8-4
74	النظام الانشائي لشاحط الدرج	9-4
76	قوى القص المؤثرة على الدرج	10-4
76	العزوم على الدرج	11-4
78	الحمل وردود الافعال على المنطقة 2 من البسطة	12-4
80	الحمل وردود الافعال على المنطقة 1 من البسطة	13-4
81	قطاع تفصيلي خلال الدرج يبين التسليح الناتج من عملية التصميم.	14-4

1

الفصل الأول

المُقدِّمة

1-1 المقدمة.

2-1 أهداف المشروع.

3-1 مشكلة المشروع.

4-1 اسباب اختيار المشروع

5-1 حدود مشكلة المشروع.

6-1 المسلمات.

7-1 فصول المشروع.

8-1 إجراءات المشروع.

9-1 المخطط الزمني لمراحل عمل المشروع

1-1 المقدمة:

بما أن العلم هو من حضارة هذه الأمة وهدفها المنشود وسلاحها المعهود للوقوف بوجه كل التحديات لإثبات أننا شعب يعشق الحياة ويستنشق هواء التطور كان لازماً علينا أن نتقدم في مجالنا الاقتصادي بشتى الوسائل و الأشكال المختلفة ومن هذه الأشكال بناء المجمعات التجارية والمكتبية والسكنية كما بناء الجامعات والمدارس والمستشفيات... الخ.

فكان من الطبيعي أن يفكر الإنسان بالمسكن الذي يأويه, فبدأ حياته الأولية ليقى نفسه الأخطار المحيطة به, من خلال استعمال المواد الأولية كالأخشاب والحجارة وغيرها لتحقيق هذه الغاية . مع تطور الإنسان وتطور حياته ومع الانفتاح الصناعي المستمر كان لا بد من مواكبة الأحداث لتلبية احتياجات الناس بمختلف فئاتهم وأشغالهم , من هنا يأتي دور المهندس الذي يضع أفكاره وحلوله من اجل المضي قدماً في ركب الثورة البشرية.

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 انساب وأصلح للعيش فيه.

وهندسة المباني خصوصاً هي الهندسة التي تعني 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.

1-2 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. التأهيل والتدريب على كيفية التنسيق بين الوظيفتين الإنشائية والمعمارية للمنشأ.
 3. القدرة على تصميم العناصر الإنشائية المختلفة.
 4. تطبيق وربط المعلومات التي تم دراستها في المساقات المختلفة.
 5. إتقان استخدام برامج التصميم الإنشائي ومقارنتها مع الحل اليدوي.
 6. القدرة على استخدام أية برامج تصميم إنشائية جديدة .
 7. تحضير مخططات إنشائية كاملة تفصيلية بحيث يستطيع أي مهندس إنشائي فهم هذه المخططات.
 8. ربط علاقة بين النواحي النظرية التي قمنا باكتسابها بالجامعة بالنواحي العملية التي تعرفنا عليها في سوق العمل من خلال مساقات التدريب الميداني.

1-3 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 للمنشأة وكذلك الجانب الاقتصادي، ومن ثم سيتم عمل المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية التي تم تصميمها لإخراج هذا المشروع من حيز الاقتراح إلى حيز التنفيذ.

4-1 اسباب اختيار المشروع :

تعود اسباب اختيار المشروع الى عدة أمور من أهمها اكتساب المهارة في التصميم للعناصر الانشائية في المباني وفي نفس الوقت لا يكون المشروع معقدا لدرجة تتخطى معرفتنا، حيث نهدف في الاساس الى زيادة المعرفة للنظم الانشائية المتبعة في بلادنا وكذلك الاطلاع على الانظمة الغربية وقليلة الاستخدام لاكتساب المعرفة العلمية المتبعة في تصميم وتنفيذ المشاريع الانشائية التي تواجهنا او قد تواجهنا بعد التخرج في سوق العمل ان شاء الله.

5-1 حدود مشكلة المشروع:

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

6-1 المسلمات:

حيث سيتم :

1. اعتماد الكود الأمريكي في التصميم الإنشائية المختلفة (ACI-318-08).
2. استخدام برامج التحليل والتصميم الإنشائي مثل (Atir12, Safe, Etabs, SAP2000)
3. برامج أخرى مثل Microsoft office Word, Power Point, Excel, Autocade .

7-1 فصول المشروع:

يحتوي هذا المشروع على خمسة فصول وهي:

- 1- الفصل الأول: يشمل المقدمة العامة ومشكلة البحث وأهدافه .
- 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 والتوصيات.

8-1 إجراءات المشروع:

1. دراسة المخططات المعمارية وذلك للتأكد من صحتها من النواحي المعمارية وتوافقها مع أهداف المشروع مع إجراء كافة التعديلات المعمارية اللازمة عليها، وإكمال النقص الموجود فيها إن وجد.
2. دراسة العناصر الإنشائية المكونة للمبنى والآلية الأنسب لتوزيع هذه العناصر كالأعمدة والجسور والأعصاب بشكل لا يصطدم مع التصميم المعماري الموضوع ويحقق الجانب الاقتصادي وعامل الأمان.
3. تحليل العناصر الإنشائية والأحمال المؤثرة عليها.
4. تصميم العناصر الإنشائية بناء على نتائج التحليل.
5. استخدام بعض برامج التصميم المختلفة في بعض الحسابات.
6. انجاز المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية التي تم تصميمها ليخرج المشروع بشكله النهائي المتكامل والقابل للتنفيذ .

9-1 المخطط الزمني لمراحل عمل المشروع

والجدول التالي يوضح تسلسل أعمال المشروع والزمن اللازم لكل نشاط:

جدول (1-1): يبين الجدول الزمني للمشروع خلال السنة الدراسية (2021-2020)

المرحلة الزمن المقترح (اسبوعيا)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
اختيار المشروع	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
دراسة الموقع				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
جمع المعلومات حول المشروع					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
دراسة المبنى معمريا										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
دراسة المبنى انشائيا																									
اعداد مقدمة المشروع																									
عرض مقدمة المشروع																									
التحليل الانشائي																									
التصميم الانشائي																									
اعداد مخططات المشروع																									
كتابة المشروع																									
عرض المشروع																									

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 وصف الواجهات.

6-2 وصف المقاطع

7-2 وصف الحركة والمداخل.

8-2 المداخل.

1-2 مقدمة:

في النفس البشرية حاجة ماسة للإبداع - كانت ولا زالت - رفعت من خلالها حضارات وأطاحت بأخرى، وكان سعي الإنسان لتحقيق هذه الغاية كبيراً، ولم تكد تقضي أجيال حتى جاءت غيرها لتكمل مسيرة إبداع البشرية المستمرة. وهذا ما يتمثل في يومنا هذا وشاهدة للعيان، فالإبداع الفرعوني بأهراماته، والإغريقي بتماثيله ومتاحفه، ولحقهم الصيني بسوره العظيم، وأكمل غيرهم المشوار.

ان 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 ونتفاعل مع تفاصيلها.

وقد يبدو المبنى بسيطاً من الخارج، وكأنه مفكك إلى عدة قطع ضخمة دون الشعور بالاتصال بين هذه القطع؛ مع أنها في حقيقة الأمر متصلة ومترابطة عبر عدة فراغات وجسور. وقد يعتمد المبنى في تركيبته الهندسية اعتماداً كلياً على شكل هندسي منتظم كوحدة متكررة في كل أجزاء المبنى، وإن كانت أحياناً تحرف وتقطع لتخرج بتركيبة بصرية لا توحى بارتباطها بالشكل المنتظم.

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 :

تشتهر مدينة الخليل بالتجارة وبنفس الوقت الكثافة السكانية العالية فيها لذلك اتت الحاجة الى تصميم هذا المشروع ليبي حاجة الناس وهو عبارة عن مشروع سكني تجاري وتبلغ مساحته ما يقارب 9595 متر مربع .

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 وعلاقتها بالتصميم المقترح في تآلف 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.



يقع هذا المشروع المقترح على قطعة ارض بعين سارة في مدينة الخليل حيث تقدر مساحتها 1660 متر مربع , والجدير بالذكر ان البنية التحتية من طرق وكهرباء واتصالات تصل الى هذا الموقع .

1-3-2 أهمية الموقع:**الشروط العامة لاختيار الموقع:**

تتمتع هذه المنطقة بموقع متميز على المستوى الجغرافي والحيوي ووجود هذه المنشآت فيها يزيد من حيوية المنطقة. حيث إن عملية اختيار ارض لإقامة مبنى سكني تجاري 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 للمركز التجاري:

1. جغرافية 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 حيث يسهل الوصول الى الموقع .
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. وكيفية تأثير هذه المباني على قطعه الأرض وتأثيرها على المبنى المراد إنشاؤه، ونوعية مواد البناء المستخدمة في المباني المحيطة وارتفاعاتها إن وجدت.

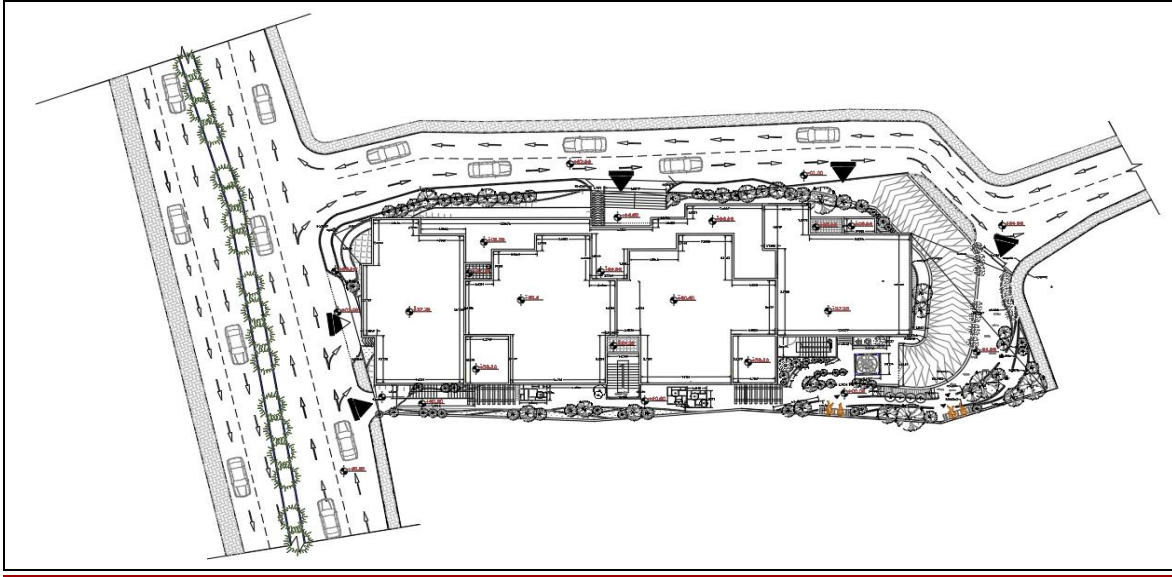
2-3-2 حركة الشمس والرياح:

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 كما ويوفر الانارة الطبيعية للمبنى .للرياح تأثير كبير على المباني فهي تعد حمل أفقي يؤثر على جدران المبنى وبالتالي على الهيكل الإنشائي له فيجب مراعاة تأثير الرياح على المبنى ليتم تصميمه بشكل يلبي شروط التصميم المتعلقة بالتهوية.

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.

3-3-2 الرطوبة:

مناخ الخليل يتأثر بمناخ فلسطين الذي يعرف بأنه جاف وحار صيفاً ومعتدل وماطر شتاءً ومناخ الخليل رغم صغرهما 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 الخليل تتراوح ما بين (550-600 ملم) سنوياً.

صورة للموقع العام للمشروع :

الشكل (2-1): الموقع العام للمشروع.

4-2 وصف طوابق المشروع:

يتكون المشروع من طابقين تسوية وتليها ثمانية طوابق وطابق روف، وهو عبارة عن مبنى سكني تجاري: الطابق الارضي والأول تجاري والباقي سكني غير معقد التقسيم ذو مرافق متعددة.

1-4-2 طابق التسوية الاول:

(منسوب -4 م) بمساحة تقدر بـ 1276.4 م².

يتكون طابق التسوية من مخزنان ، مواقف سيارات وعناصر الحركة الرأسية من أدراج ومصاعد يمكن الوصول له عن طريق منحدر للسيارات كما هو موضح في الشكل (2-2).

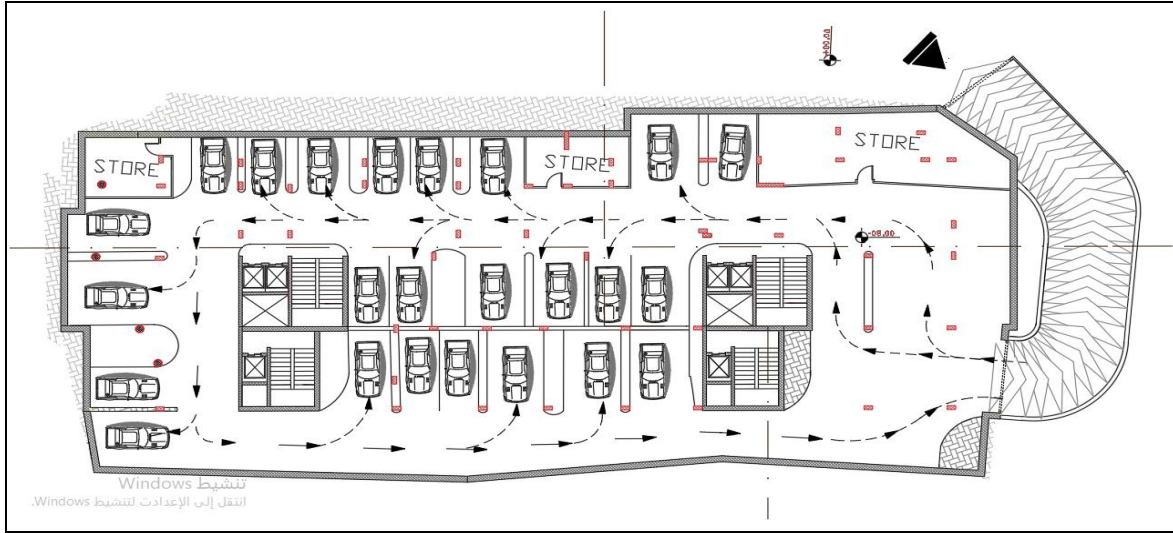


الشكل (2-2): المسقط الأفقي لطابق التسوية الاول

2-4-2 طابق التسوية الثاني :

(منسوب - 8 م) بمساحة تقدر ب 1276.4 م².

يتكون طابق التسوية الثاني من 3 مخازن، مواقف للسيارات وعناصر الحركة الرأسية من ادراج ومصاعد يمكن الوصول له عن طريق منحدر للسيارات من طابق التسوية الاول، كما هو موضح في الشكل (2-3).

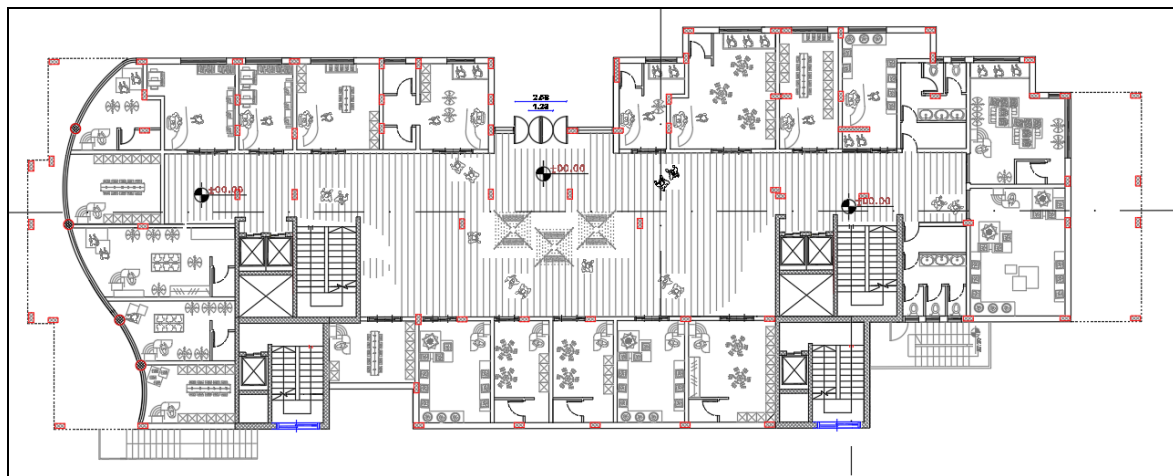


الشكل (2-3): المسقط الأفقي لطابق التسوية الثاني

3-4-2 الطابق الأرضي:

(منسوب 0.00 م) بمساحة تقدر ب 845 م².

يتكون الطابق الأرضي من محلات تجارية بمرافقها الصحية ، وعناصر الحركة الرأسية من ادراج ومصاعد، كما هو موضح في الشكل (2-4).

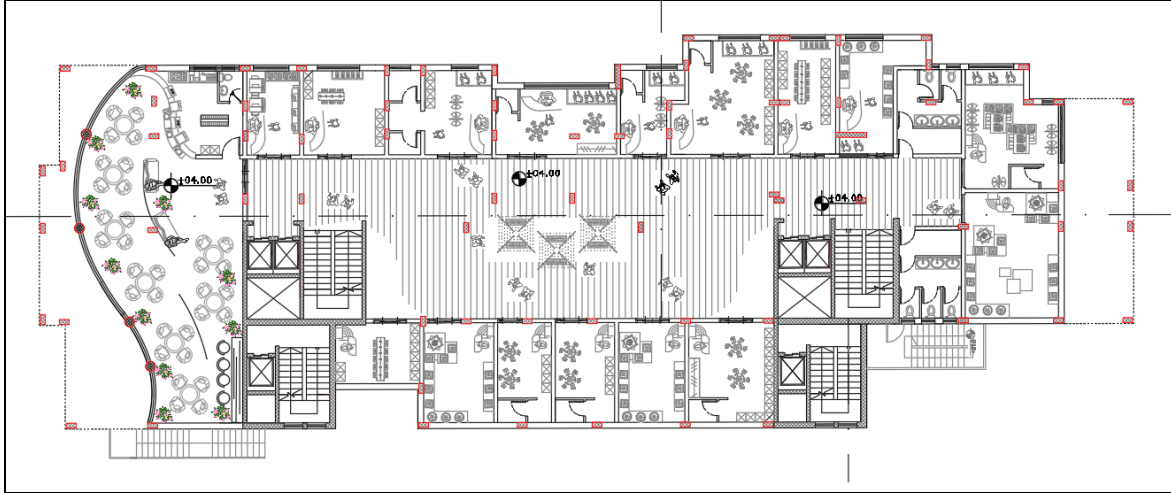


الشكل (2-4): المسقط الأفقي للطابق الأرضي

4-4-2 الطابق الأول:

(منسوب +4 م) بمساحة تقدر ب 850 م².

يتكون الطابق الأول من محلات تجارية بمرافقها الصحية ، وعناصر الحركة الرأسية من ادراج ومصاعد، كما هو موضح في الشكل (2-5).

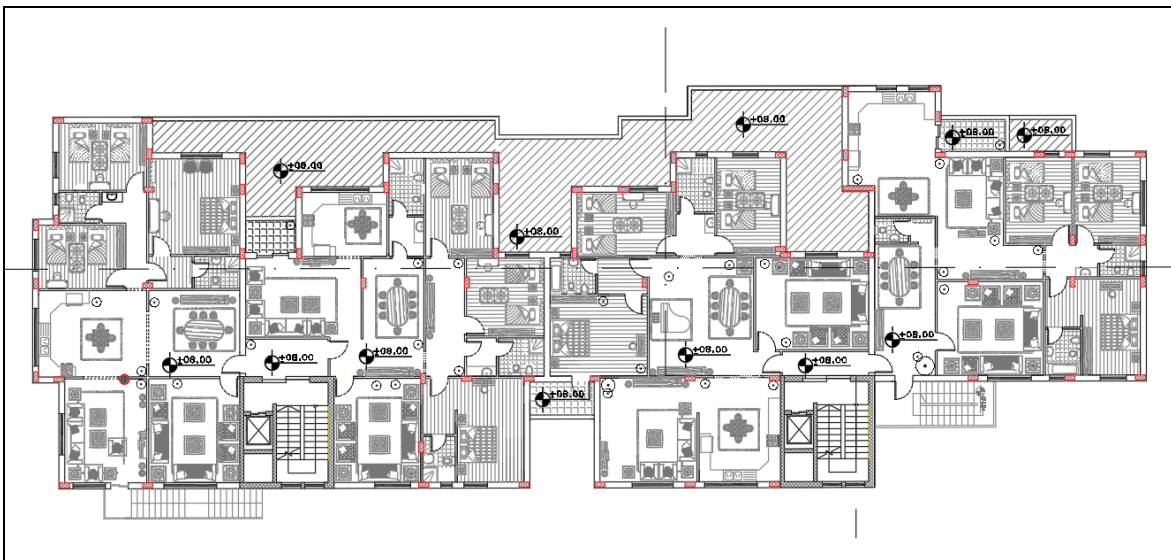


الشكل (2-5): المسقط الأفقي للطابق الأول

5-4-2 الطابق الثاني:

(منسوب + 8 م) بمساحة تقدر 816 م².

يكون الطابق الثاني متكرر لجميع الطوابق الخمسة التي تليه و يتكون من اربع شقق سكنية تتكون كل شقة من غرفة نوم رئيسية مع حمامها ، غرفتان نوم أطفال ،غرفة معيشة ، مطبخ ، غرفة طعام ،صالون حمامان، بلكنات، وعناصر الحركة الرأسية، كما هو موضح في الشكل (2-6).

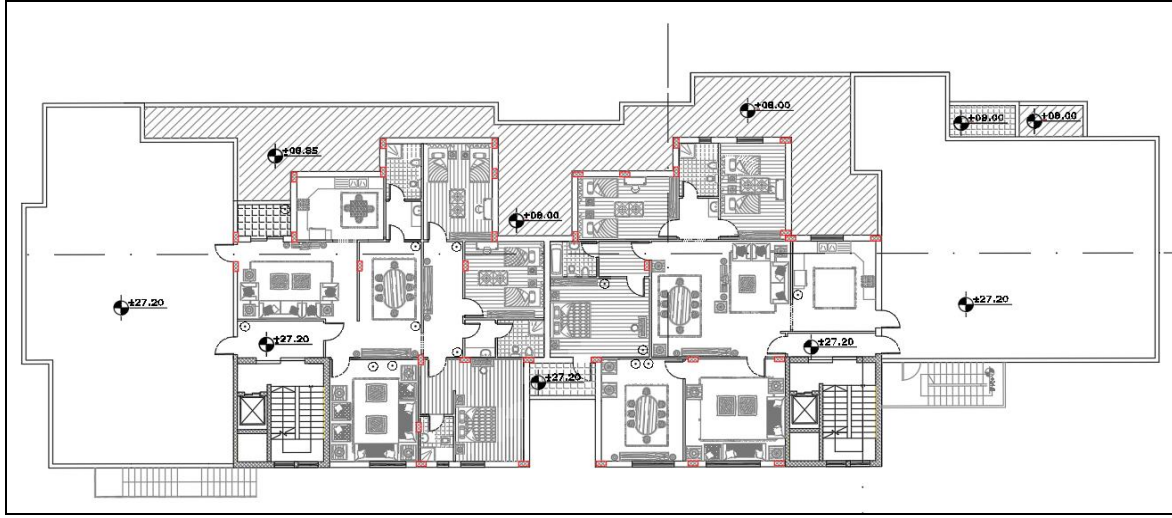


الشكل (2-6): المسقط الأفقي للطابق الثاني

6-4-2 طابق الروف:

(منسوب +27.2 م) بمساحة تقدر ب 450 م².

يتكون الروف من شقتين سكنيتين تتكون كل غرفة نوم رئيسية مع حمامها ، غرفتان نوم أطفال ،غرفة معيشة ، مطبخ ، غرفة طعام ،صالون حمام، بلكنات وعناصر الحركة الرأسية، كما هو موضح في الشكل (7-2).



الشكل (7-2): المسقط الأفقي لطابق الروف

5-2 الواجهات:**1-5-2 الواجهة الرئيسية (الشمالية):**

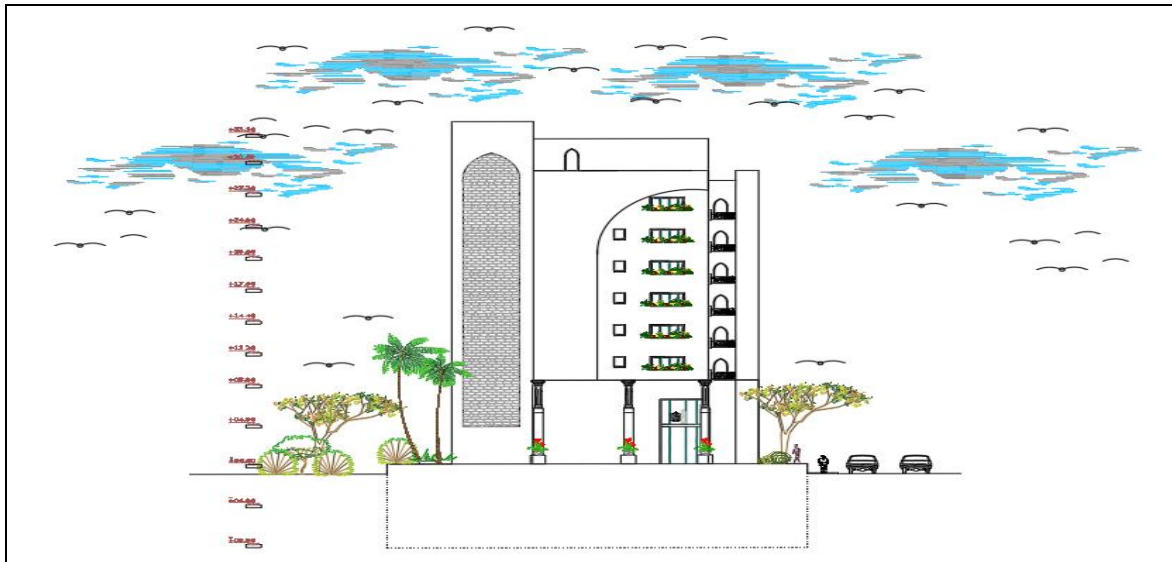
يظهر فيها المدخل الرئيسي للمبنى، المحلات التجارية ، البرندات وجمالية المبنى، كما هو موضح بالشكل (2-10).



الشكل (2-10): الواجهة الشمالية

2-5-2 الواجهة الغربية:

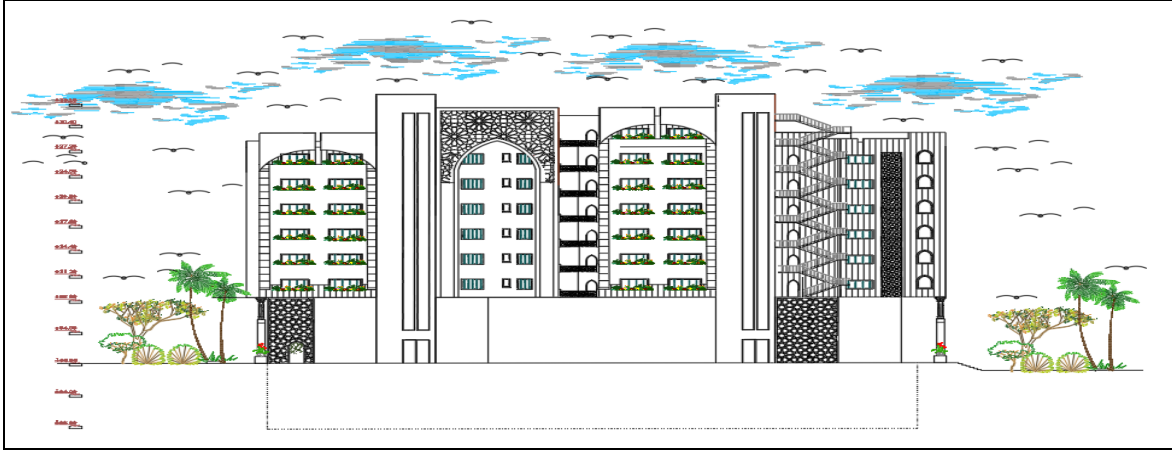
يظهر فيها تقسيمات الفتحات الزجاجية، بلكونات ، وجمالية المبنى كما هو موضح بالشكل الشكل (2-11).



الشكل (2-11): الواجهة الشرقية

3-5-2 الواجهة الجنوبية:

ويظهر فيها بيت الدرج , تقسيم الفتحات الزجاجية، بلكونات , كما هو موضح بالشكل (2-12).



الشكل (2-12): الواجهة الجنوبية

4-5-2 الواجهة الشرقية:

ويظهر فيها ابواب المحلات التجارية, تقسيم الفتحات الزجاجية، وجزء اخر من جمالية المشروع كما هو موضح بالشكل (2-13).

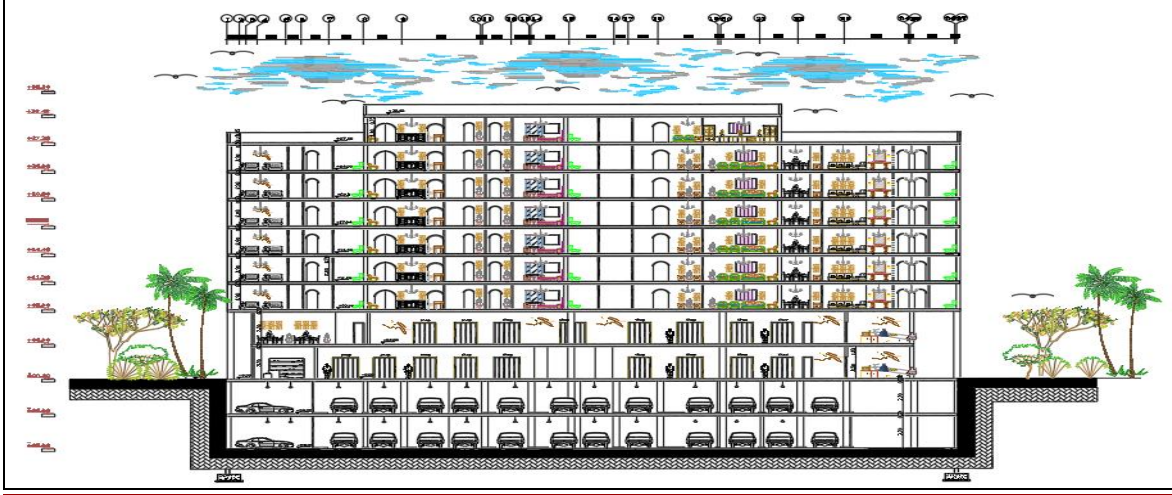


الشكل (2-13): الواجهة الغربية

6-2 المقاطع :

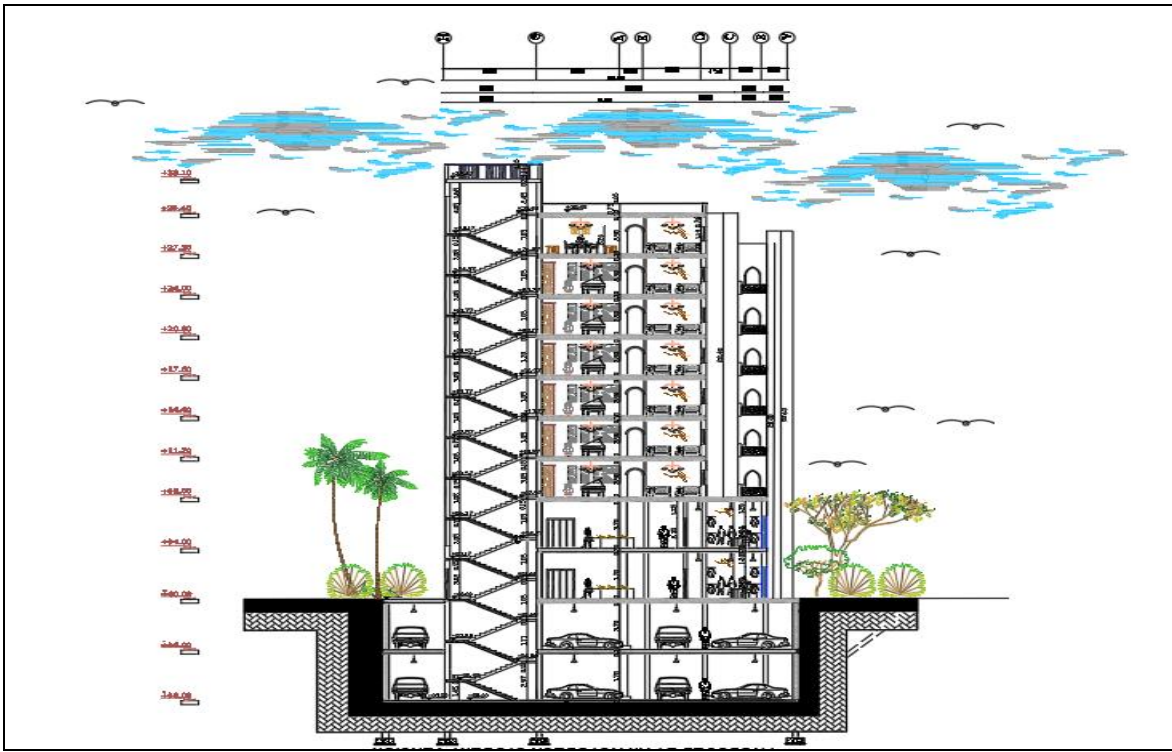
يبين الشكلان المقطع الطولي والعرضي للمبنى الذي يوضح التقطيع الداخلي والحركة الافقية والراسية داخل المبنى.

1-6-2 القطاع A-A:



الشكل (2-14): القطاع A-A

2-6-2 القطاع B-B:



الشكل (2-15): القطاع B-B

7-2 وصف الحركة والمداخل:

تأخذ الحركة أشكالاً عدة سواء من داخل المبنى إلى خارجه أو بالعكس، حيث تتنوع أشكال الحركة إلى أفقية في المستوى الواحد من خلال الممرات والمساحات الفارغة حيث تتناسب الحركة مع وظيفة الفراغ، وأيضاً الحركة الرأسية من خلال الأدراج والمصاعد الكهربائية بين مستويات الطوابق المختلفة

1. الأدراج :

لقد تم تزويد هذا المبنى بأربعة ادراج رئيسية اثنان منهما يصلان حتى الطابق الأول (الطوابق التجارية) واثنان يكملان حتى نهاية المبنى (الطوابق السكنية) ، حيث تم رصد الموقع المناسب لهم على مساحة هذا المبنى لكي يخدم كل المبنى، وتتميز هذه الادراج بموقعها المناسب للمساحات التي سيخدمها، إضافة إلى وقوعه بالقرب من أماكن الحركة الرئيسية للتنقل بين الأقسام المختلفة، أضف إلى ذلك أنهم واضحين للجميع ولا يحتاج إلى الارشاد حتى يستدل عليهم

2. الممرات:

يتمتع المشروع بمساحات جيدة لأغراض الممرات بين المحلات التجارية والشقق السكنية ، كما أن شكل المبنى يعطي فرصة جيدة لتوفر مثل هذه الممرات التي توفر الحركة الأفقية في المبنى وصولاً إلى الأدراج والمصاعد.

3. المصاعد:

لقد تم تزويد هذا المبنى بأربعة مصاعد مرافقين للأدراج مما وفر لها الموقع المناسب بالقرب من أماكن الحركة الرئيسية للتنقل بين الطوابق المختلفة، أضف إلى ذلك أنها مرئية للجميع ولا تحتاج إلى الارشاد حتى تستدل عليها.

8-2 المداخل:

يحتوي المشروع على:

1. المدخل الشمالي الرئيسي للمجمع التجاري
2. المدخل الشرقي لمجموعة من المحلات التجارية.
3. المدخل الجنوبي ويكون للشقق السكنية.

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.

7-3 فواصل التمدد.

8-3 برامج الحاسوب.

1-3 مقدمة:

لأي مشروع يجب أن يكون هناك وصف متكامل له حتى تكون الصورة واضحة تماما للمشروع المراد إنشائه فبعد الانتهاء من الفصل الثاني يصل بنا المطاف إلى مرحلة تعد من أهم المراحل التي تمر خلال تنفيذ أي مشروع والمقصود مرحلة التصميم الإنشائي.

إن الغرض من عملية تصميم المنشآت هو ضمان وجود مزايا التشغيل الضروري فيها ، مع احتواء العناصر الإنشائية على أبعاد أكثر ملائمة من الناحية الاقتصادية ، بالإضافة إلى توفير عامل مهم وهو الأمان. لذا لا بد من تحديد الهياكل الإنشائية التي يشملها المشروع لأجل اختيار العناصر الأنسب وذلك لعمل مقارنات بين الأنواع المختلفة لهذه العناصر بحيث تحقق العاملين السابقين إضافة إلى عدم التضارب مع المخططات المعمارية الموضوعه ، ولذلك فإن هذا يتطلب وصفا شاملا للعناصر الإنشائية المكونة للمشروع التي سيتم التعامل معها وتصميمها لاحقا في بنود هذا المشروع من أجل الوصول إلى تصميم إنشائي كامل. وفي هذا الفصل سوف يتم وصف العناصر الإنشائية المكونة للمشروع.

2-3 الهدف من التصميم الإنشائي:

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

ولهذا فإن التصميم الإنشائي الذي يراد القيام به في مشروعنا هو تصميم المقاطع الإنشائية للعناصر الحاملة بتطبيق الكود الأمريكي (ACI 318M -11) ولتحديد أحمال الزلازل والرياح فسيتم استخدام (UBC 1997) واستخدام الكود الأردني للأحمال لتحديد الأحمال الميتة والحية .

وباستخدام مجموعة من البرامج الحاسوبية لإتمام المشروع بشكل متكامل ومترابط والحصول في النهاية على مبنى مقاوم لمختلف القوى الواقعة عليه وتقديم مخططات تنفيذية متكاملة للمشروع.

وبالتالي يتم تحديد العناصر الإنشائية بناء على:

1. عامل الأمان (Factor of Safety) : حيث يكون المبنى آمن في جميع الأحوال ومقاوم للتغيرات الطبيعية المختلفة حيث يتم اختيار مقاطع العناصر الإنشائية قادرة على تحمل القوى والاجهادات الناتجة عنها .

2. التكلفة الاقتصادية (Economical): وهي تحقيق أكبر قدر من الأمان للمنشأ بأقل تكلفة اقتصادية ممكنة.
3. ضمان كفاءة الاستخدام (Serviceability): تجنب أي خلل في المنشأ كوجود بعض التشققات وبعض أنواع الهبوط التي من شأنها أن تضايق مستخدمي المبنى وتؤثر على المنظر المعماري المطلوب.
4. الحفاظ على التصميم المعماري للمنشأ.

3-3 مراحل التصميم الإنشائي:

يمكن تقسيم مراحل التصميم الإنشائي إلى مرحلتين رئيسيتين:

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 التحليل الإنشائية الأساسية لهذا النظام، والأبعاد الأولية المتوقعة منه.

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 (dead loads)

وهي الأحمال المستقرة والثابتة مع ثبات المنشأ الناتجة عن الجاذبية وتنقسم إلى قسمين: الأحمال التي تأتي من العناصر الإنشائية الخاصة بتشطيب المبنى والأحمال القادمة من أوزان العناصر الإنشائية بذاتها كالبلطات والجسور والأعمدة والأساسات وغيرها ، ويتم معرفة هذه الأحمال من خلال أبعاد وكثافات المواد المستخدمة في العناصر الإنشائية .

ويدخل ضمن تعريف الأوزان الذاتية للمنشأ الخرسانة المستخدمة وحديد التسليح والجدران الخارجية ، وأعمال الأرضيات، ومواد العزل، والحجارة المستخدمة في تغطية المبنى من الخارج ، والقضبان والتمديدات الكهربائية والصحية والأتربة المحمولة. والجدول رقم (1-3) يوضح الكثافات النوعية لكل المواد المستخدمة حسب كود الأحمال والقوى الأردني.

جدول (3-1) الكثافة النوعية للمواد المستخدمة

الرقم المتسلسل	المادة المستخدمة	الكثافة المستخدمة (kN/m ³)
1	المونة والقصارة	22
2	الرمل	16
3	الخرسانة	25
4	الطوب	14
5	البلاط	23

أحمال القواطع 1.5 kN/m² = (Partition)

2-4-3 الأحمال الحية:

هي الأحمال التي تتعرض لها الأبنية والإنشاءات بحكم استعمالاتها المختلفة ، وتحدد الأحمال الحية على أي جزء من المنشأ تبعاً لوظيفة الاستثمار لهذا الجزء ، وعادة تحدد كودات البناء المعمول بها في كل بلد الأحمال الحية الدنيا الواجب اعتمادها في التصميم بما في ذلك الأحمال الموزعة والمركزة ، وأحمال القصور الذاتي، وسيتم اعتماد الكود الاردني للحصول عليها خلال هذا البحث، ويمكن تصنيفها كالتالي:

1. الاحمال الديناميكية: مثال الأجهزة التي ينشأ عنها اهتزازات تؤثر على المنشأة.
2. الأحمال الساكنة: والتي يمكن تغيير أماكنها من وقت إلى آخر، كأثاث البيوت والقواطع والأجهزة الكهربائية، والألات الاستاتيكية غير المثبتة، والمواد المخزنة.
3. أحمال الأشخاص: وتختلف باختلاف استخدام المبنى ويؤخذ بعين الاعتبار العامل الديناميكي في حالة وجوده، مثلاً في الملاعب والصالات والقاعات العامة.
4. أحمال التنفيذ: وهي الأحمال التي تكون موجودة في مرحلة تنفيذ المنشأ مثل الشدات الخشبية والرافعات.

والجدول (2-3) يبين الأحمال الحية في المشروع والمحددة بالرجوع إلى الكود الأردني.

جدول (2-3) الأحمال الحية للمباني

الرقم المتسلسل	طبيعة الاستخدام	الحمل الحي (KN/m ²)
1	مواقف السيارات	5.0
2	المخازن	5.0
3	الادراج	3
4	المباني السكنية التي يزيد ارتفاعها عن 3 طوابق	3.0
5	المحلات التجارية	4.0

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:

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 الزلزال.

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

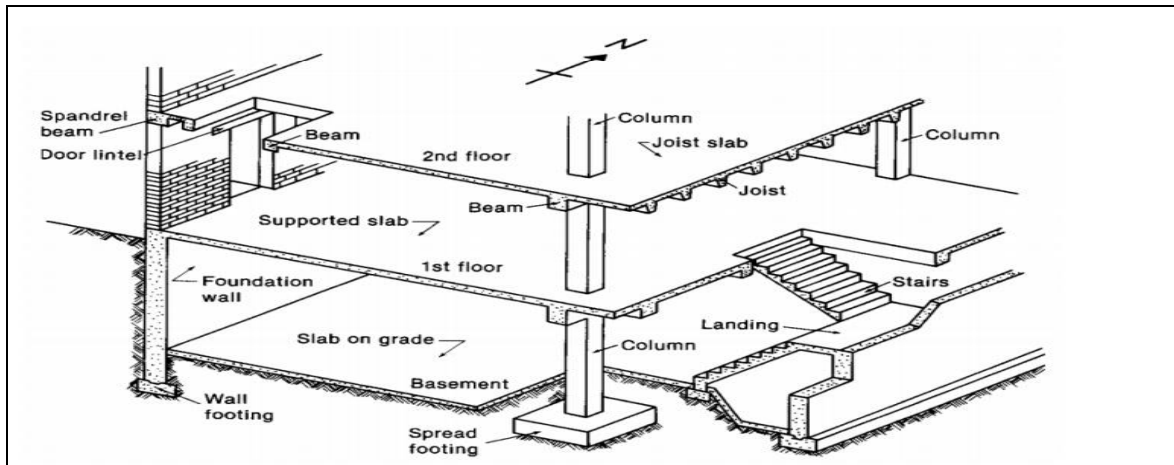
- حدود صلاحية المبنى للتشغيل (Serviceability) من حيث تجنب أي هبوط زائد (Deflection) و تجنب التشققات (Cracks) التي تؤثر سلباً على المنظر المعماري المطلوب.
- الشكل و النواحي الجمالية للمنشأ.

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 ، وقد تم الحصول على قوة تحمل التربة وكان مقدارها 400kN/m^2 وذلك من خلال تقرير التربة.

6-3 العناصر الإنشائية المكونة للمبنى:

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



الشكل (3 - 3) توضيح لبعض العناصر الإنشائية بالمبنى

1-6-3 العقدات:

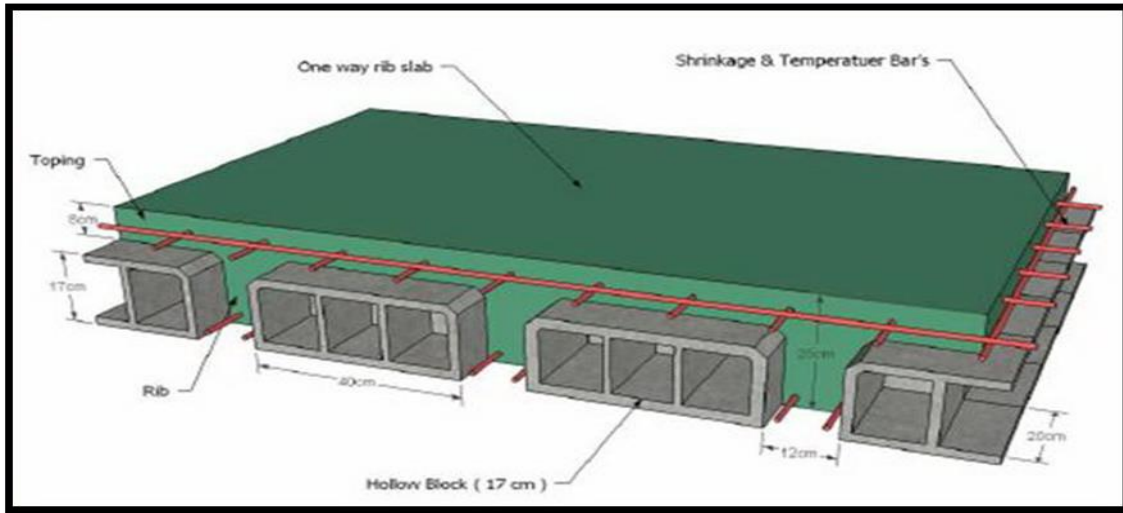
عبارة عن العناصر الإنشائية التي تقوم بنقل القوى الرأسية بسبب الأحمال المؤثرة عليها إلى العناصر الإنشائية الحاملة في المبنى مثل الجسور والجدران والأعمدة، دون تعرضها إلى تشوهات .

أنواع العقدات الإنشائية :

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).
5. Flat plate.

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

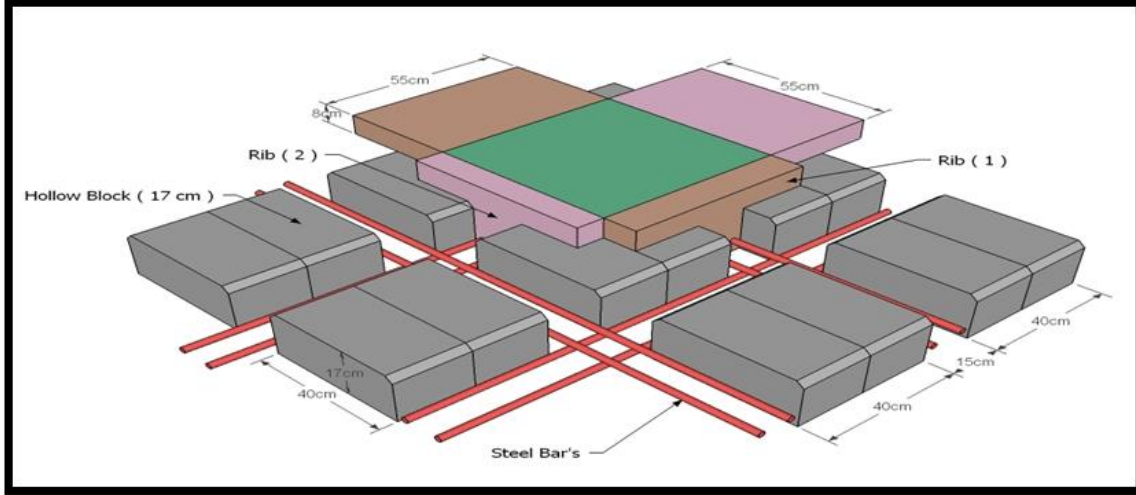
يعد هذا النوع الأكثر شيوعاً في البلاد وعادة ما تستخدم عندما تتخذ العقدة شكلاً مستطيلاً، وفي الغالب الأعم ما تكون الجسور مسحورة، وتتكون من صف من الطوب يليه العصب يعلوهما عقدة مصمتة بسمك صغير نسبياً كما يوضح الشكل رقم (3-4)، ويكون التسليح باتجاه واحد، وتم استخدام هذه البلاطات في جميع طوابق هذا المشروع؛ وذلك لخفة وزنها وفعاليتها.



الشكل (3 - 4) العقدات العصب ذات الاتجاه الواحد

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

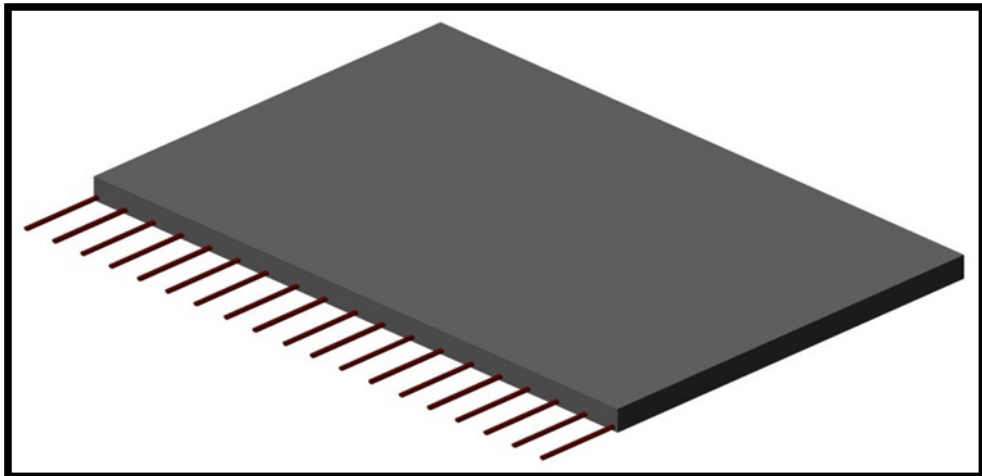
تستخدم في حالة المساحات الكبيرة نسبيا خاصة عندما تكون مسافات البحور (spans) متقاربة، تشبه السابقة من حيث المكونات ولكنها تختلف من حيث كون التسليح باتجاهين ويتم توزيع الحمل في جميع الاتجاهات، ويراعى عند حساب وزنها وطوبتين وعصب في الاتجاهين، كما يظهر في الشكل (3-5):



الشكل (3 - 5) العقدة ذات العصب باتجاهين

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

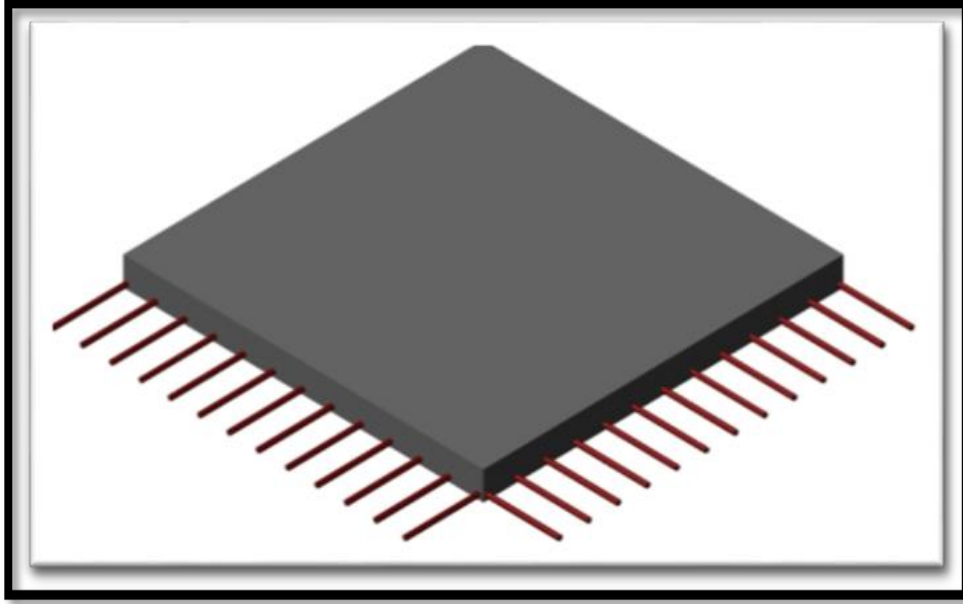
تستخدم في المناطق التي تتعرض كثيرا للأحمال الحية، بحيث تم استخدامها في مشروعنا والعمل عليها وعلى تصميمها . كما في الشكل (3-6):



الشكل (3- 6) العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد

4-1-6-3 العقدات المصمتة ذات الاتجاهين (Two way solid slabs):

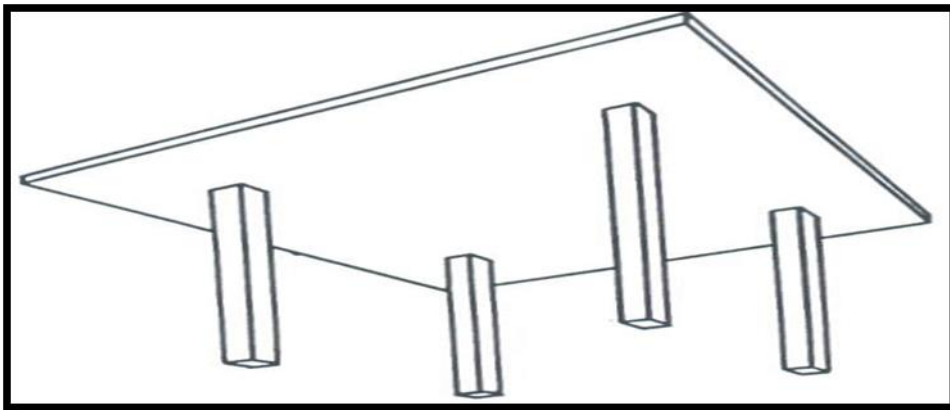
تستخدم في حال كانت الأحمال المؤثرة أكبر من المقدار الذي تستطيع العقدة المصمتة ذات الاتجاه الواحد مقاومتها، وعند ذلك يتم اللجوء إلى تصميم هذا النوع من العقدات وذلك لأنها تستطيع مقاومة الأحمال بشكل أكبر حيث يوزع التسليح الرئيسي. فيها باتجاهين موضحة في الشكل (7-3).



الشكل (7-3): العقدات المصمتة ذات الاتجاهين

3-6-1-5 Flat plate:

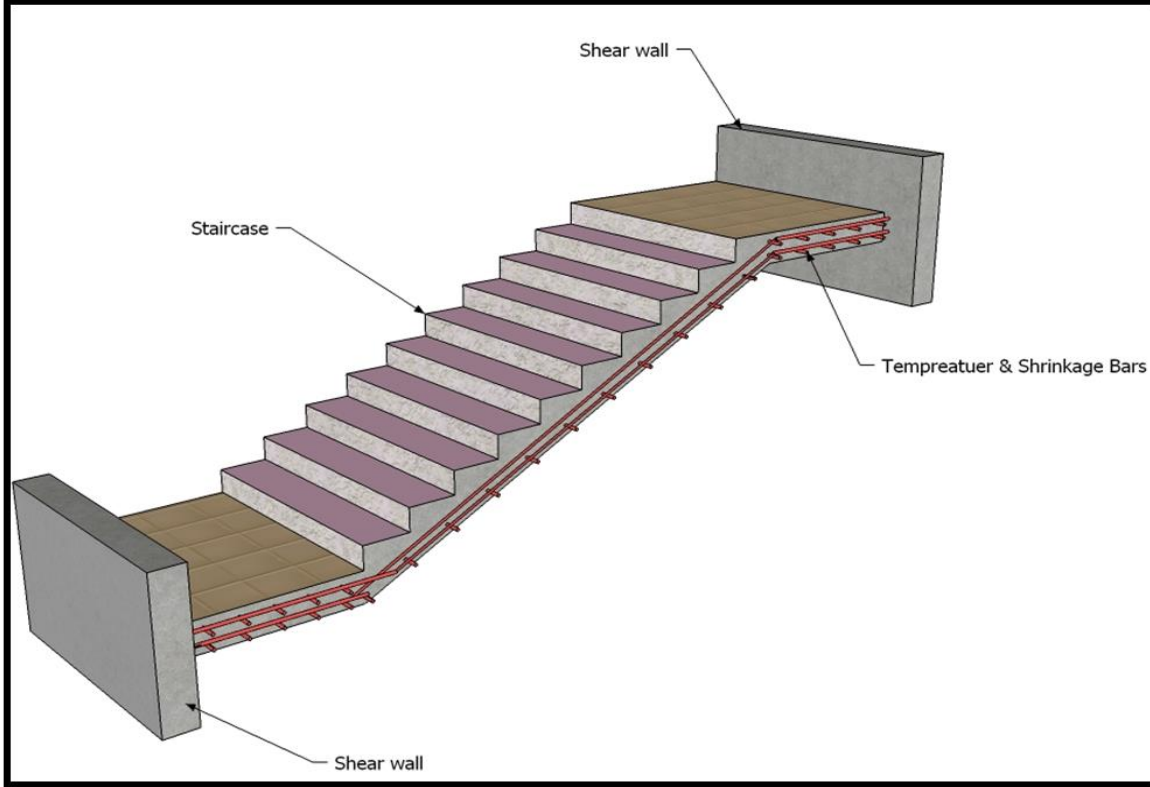
ويتم استخدامها في حالة عدم الانتظام في توزيع الأعمدة.



الشكل (3 – 8) Flat Plate

2-6-3 الأدرج:

الأدرج عنصر معماري يوجد في المباني للانتقال بين مستويين في نفس الطابق أو بين عدد من طوابق المبنى، الشكل (3-9).



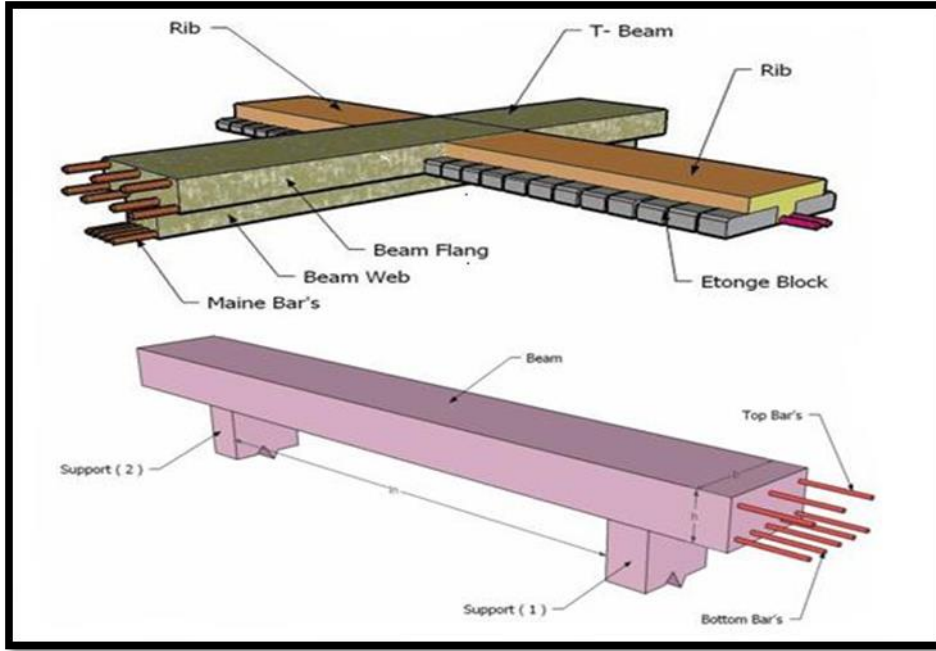
شكل (3-9): الدرج

3-6-3 الجسور:

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

- 1- جسور (Rectangular).
- 2- جسور (T-section).
- 3- جسور (L-section).

ويكون التسليح بقضبان الحديد الأفقية لمقاومة العزم الواقع على الجسر، وبالكانات لمقاومة قوى القص والشكل (3-10) يبين أنواع الجسور التي استخدمت في المشروع.



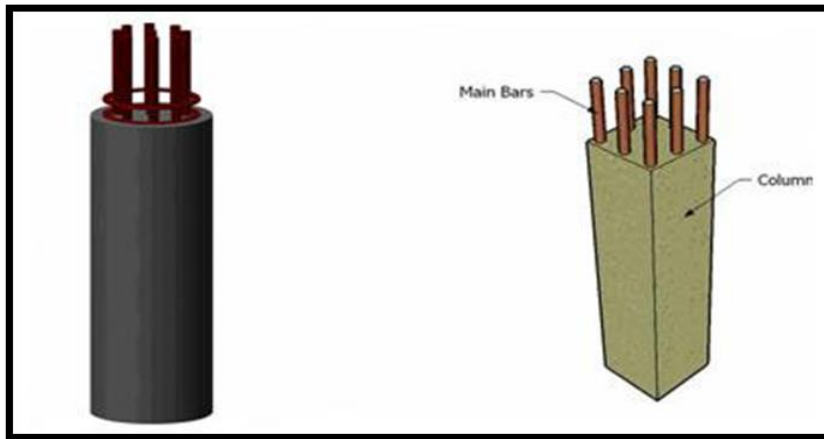
الشكل (3 - 10) أنواع الجسور

4-6-3 الأعمدة:

هي عنصر أساسي ورئيسي في المنشأ مبنى، لذلك فهي عنصر وسطي وأساسي، فيجب 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 فالمشروع يحتوي على ثلاثة أنواع من الأعمدة وهي المستطيلة والدائرية والمربعة كما في الشكل (3-11)

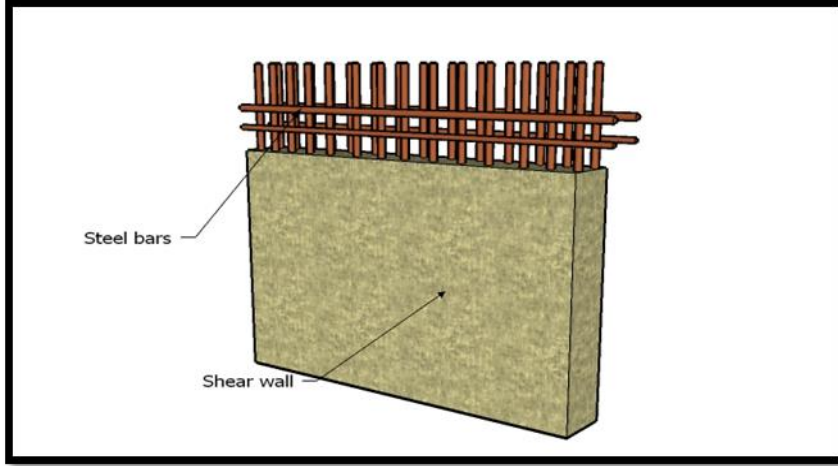


الشكل (3 - 11): أنواع الأعمدة

3-6-5 جدران القص:

هي الجدران التي تحيط بيت 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 لتوفير

المبنى
ثبات كامل
والشكل التالي
جدار قص
الشكل (3-3)



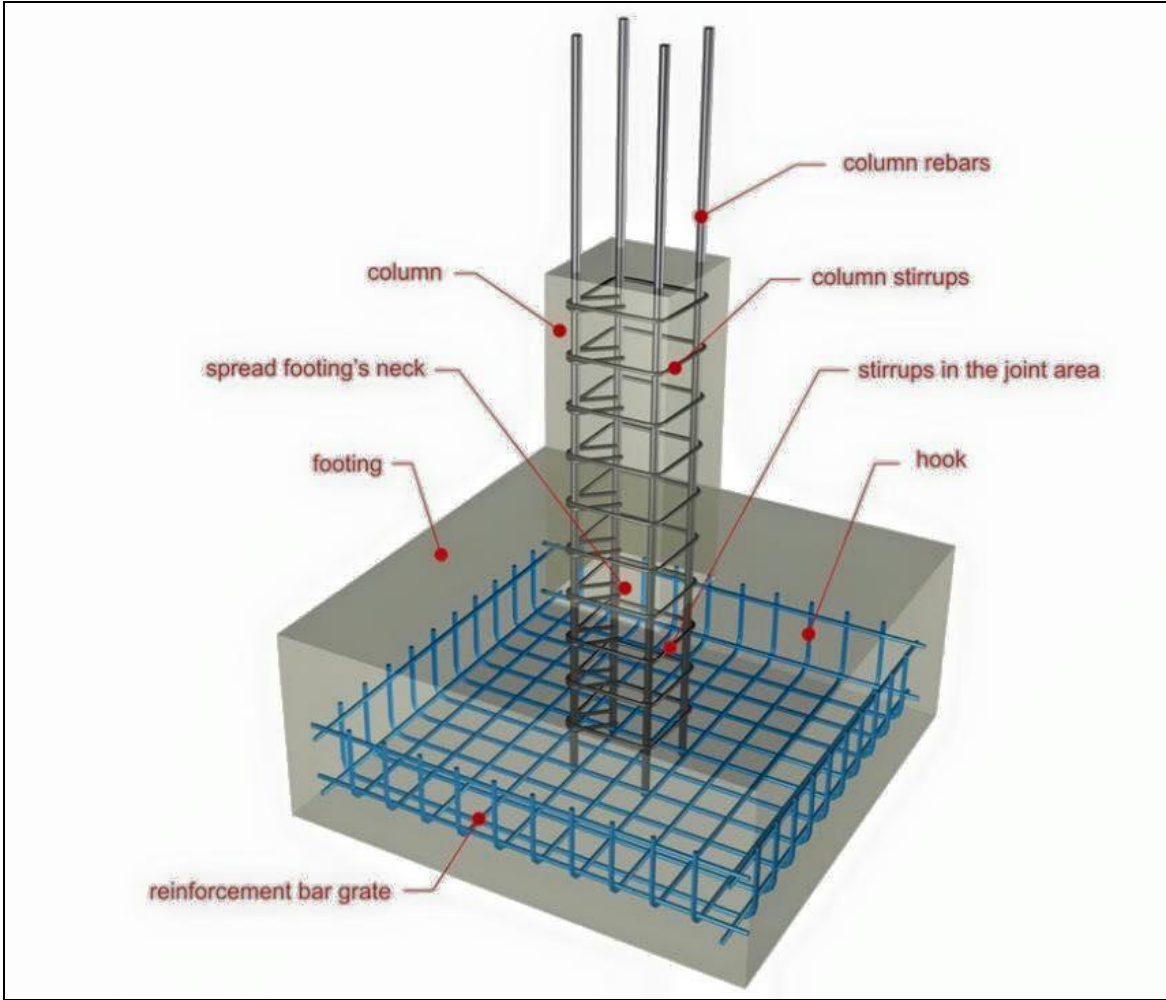
الشكل (3-12) جدار قص

3-6-6 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 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.



شكل (3-13) أساس مفرد

7-3 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 والتمدد والزحف.
- وفي حالة أعمال الخرسانة الكتلية كالحوائط الاستنادية والأسوار يجب تقليل المسافات بين الفواصل و اخذ الاحتياطات اللازمة لمنع تسرب المياه من خلال فواصل التمدد.

8-3 برامج الحاسوب التي تم استخدامها:

1. AutoCAD (2021) for Drawings Structural and Architectural
2. Microsoft Office (2010) For Text Edition
3. Atir 12

الفصل الرابع

التحليل والتصميم الإنشائي

1-4 المقدمة

2-4 الحمل التصميمي Factored load

3-4 تحديد سماكة العقدة

4-4 تصميم الجزء العلوي من العقدة Design of topping

5-4 تصميم عصب العقدة (Second Floor /R4) Design of One Way

Rib Slab

6-4 تصميم الجسر . Design of Beam (Ground Floor /B34)

7-4 تصميم العمود . Design of Columns (C12)

8-4 تصميم الدرج . Design of Stires

1-4 المقدمة

الخرسانة هي مادة البناء الأساسية الوحيدة التي يمكن ان تصل الى موقع العمل في الحالة اللدنة هذه الجودة المميزة تجعل من الخرسانة المادة الأكثر ملائمة لعملية البناء لإمكانية تشكيلها عمليا لأي شكل وتنتج الخرسانة العادية بمزج الأسمنت "Cement Portland" مع الركام الناعم والخشن بالماء.

تستخدم الخرسانة في اغلب ورشات البناء مدعمة بالحديد عند وجوب مقاومة عنصر الانشاء الخرساني لاجهادات الشد القصوى المعرضة عليه مكونة ما يعرف بالخرسانة المسلحة "Reinforced Concrete".

الخرسانة المسلحة "Concrete Reinforced" هي مادة مركبة يتم فيها مقاومة قوة الشد والليونة المنخفضة نسبياً للخرسانة عن طريق إدراج التعزيز الذي يتمتع بقوة شد أو ليونة أعلى وهناك العديد من الأمثلة على

Member	Simply supported	One end Continuous	Both end continuous	Cantilever
--------	------------------	--------------------	---------------------	------------

هياكل الخرسانة المسلحة مثل المباني والجدران الأستنادية والأنفاق وغيرها الكثير.

في هذا المشروع هناك عدة انواع من العقدات لكن ما سيتم التعامل معه خلال هذا الفصل هو عقدة الطوب المفرغ في الاتجاه واحد , حيث سيتم تحليلها وتصميمها باستخدام طريقة "Method Element Finite" "بمساعدة برنامج Software" "ATIR" من أجل حساب القوى الداخلية "Forces Internal" والانحرافات "Deflections" والعزوم Bending Moment، ثم يتم إجراء حساب يدوي للعثور على الحديد المطلوب لبعض العناصر الخرسانية.

سيتم خلال هذا الفصل تصميم عينة من العناصر الإنشائية واخذ القدرة التصميمية لها "Strength Design" بناء على اعتبارات ومتطلبات الكود الأمريكي ACI. 318-وأمثالاً لأسس كتابة البحث العلمي تم صياغة نص هذا الفصل باللغة العربية كباقي الفصول على ان تتم الحسابات باللغة الانجليزية نظراً لطبيعة المعادلات وطرق الحل المتبعة.

2-4 الحمل التصميمي Factored load

يتم تحديد الأحمال التي تم تحليلها والتي يعتمد عليها التحليل الهيكلي والتصميم لعناصر مشروعنا بناء على المعادلات المأخوذة من الكود الأمريكي . ACI- 318 حيث تأخذ القيمة الكبرى للأحمال الناتجة من هذه المعادلات :

1. $qu = 1.4D. L$
2. $qu = 1.2D. L + 1.6L. L$

3-4 تحديد سماكة العقدة

يتم تحديد سماكة العقدات ذات الاتجاه الواحد اعتماداً على نوعها وعلى المسافة الأقصر بين الأعمدة الحاملة لهذه العقدة، وعلى اتصالها أو عدمه من بلاطات أخرى وذلك لمقاومة التشوه "Deflections" الحاصل لها كما يشترط الكود، حيث يظهر الجدول (4-1) المأخوذ من ACI- Code -318M -11 أقل سمك مسموح به في هذه العقدات والجسور

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

جدول (4-1) أقل سمك للعقدات باتجاه واحد وللجسور.

❖ The minimum required thickness is:

The maximum span length for one end continuous (for ribs) is 4.43 m

$$h_{min} = \frac{L}{18.5} = \frac{4.59}{18.5} = 0.248$$

The maximum span length for both end continuous (for ribs) is 6.9 m

$$h_{min} = \frac{L}{21} = \frac{6.9}{21} = 0.329$$

So, select $h = 35\text{cm}$ (27cm block + 8cm topping).

4-4 تصميم الجزء العلوي من العقدة 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.

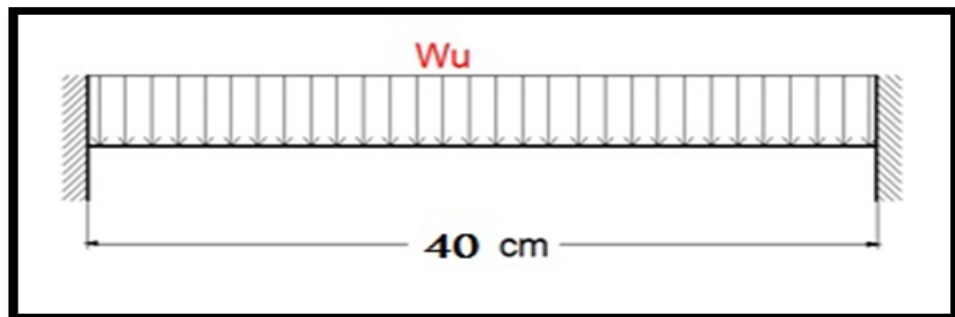


Fig 4.1: Topping Load.

✓ **Load Calculations:-**

Table (4.2): Dead Load Calculation of Topping

No.	Parts of Rib	Calculation
1	Tiles	$0.03 \times 23 \times 1 = 0.69 \text{ KN/m}$
2	Mortar	$0.03 \times 22 \times 1 = 0.66 \text{ KN/m}$
3	Coarse Sand	$0.07 \times 16 \times 1 = 1.12 \text{ KN/m}$
4	Topping	$0.08 \times 25 \times 1 = 2.0 \text{ KN/m}$
5	Interior partitions	$1.5 \times 1 = 1.5 \text{ KN/m}$
	Sum =	5.97KN/m

Live Load:

$$L.L = 3 \text{ KN/m}^2$$

$$L.L = 3 \text{ KN/m}^2 \times 1\text{m} = 3\text{KN/m}$$

Factored Load :-

$$W_u = 1.2 \times 5.97 + 1.6 \times 3 = 11.964 \text{ KN/m}$$

Check the strength condition for plain concrete, $\phi Mn \geq Mu$, where $\phi = 0.55$

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

$$S_m = \frac{b.h^2}{6} = \frac{1000.80^2}{6} = 1066666.67 \text{ mm}^2$$

$$\phi Mn = 0.55 \times 0.42 \times 1 \times \sqrt{24} \times 1066666.67 \times 10^{-6} = 1.207 \text{ KN.m}$$

$$Mu = \frac{W_u L^2}{12} = 0.1595 \text{ KN.m} \quad \text{(negative moment)}$$

$$M_u = \frac{W_u L^2}{24} = 0.007976 \text{ KN.m} \quad (\text{positive moment})$$

$$\phi M_n \gg M_u = 0.1595 \text{ KN.m}$$

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

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

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

Step (s) is the smallest of:

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

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

5-4 تصميم عصب العقدة Design of One Way Rib Slab

سيتم خلال هذا القسم تصميم العصب الثاني Rib 2 في عقدة الرووف المتكون من ثلاثة سوانع كما يظهر في الشكل 0-0) ، (حيث سيتم ادخال ابعاد وأحمال العصب على برنامج Atir للحصول على قيم قوى القص Shear Forces وقوى العزم (Bending Moments) وإيجاد حديد التسليح بواسطة الحل اليدوي بناء على معادلات ACI-Code-M318-11، وسيتم التصميم بناء على المواد التالية:

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

$$bw \geq 10cm \dots\dots\dots ACI (8.13.2)$$

$$Select\ bw = 12\ cm$$

$$h \leq 3.5 * bw \dots\dots\dots ACI (8.13.2)$$

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

$$tf \geq Ln/12 \geq 50mm \dots\dots\dots ACI (8.13.6.1)$$

$$Select\ tf = 8cm$$

✓ **Material:** -

$$\Rightarrow Concrete\ B300\ fc' = 24N/mm^2 .$$

$$\Rightarrow Reinforcement\ Steel\ fy = 420\ N/mm^2 .$$

✓ **Section:** -

$$\Rightarrow B = 520mm$$

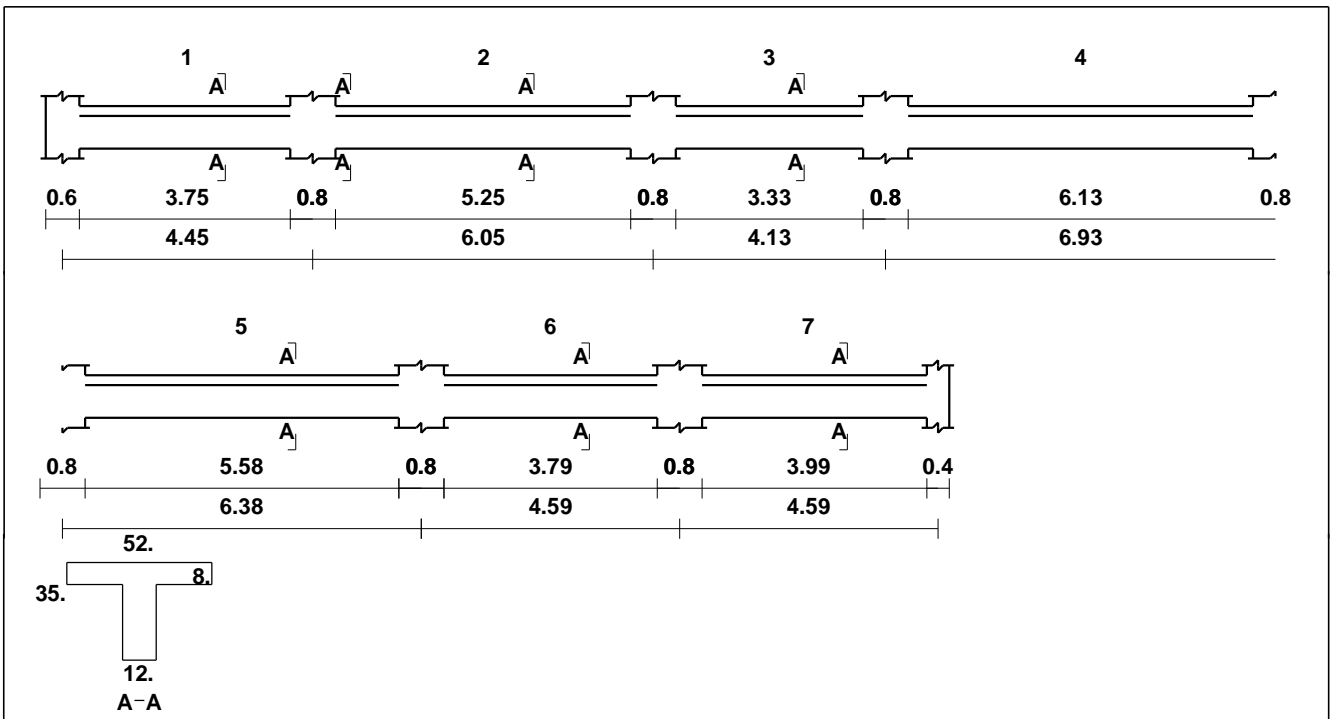
$$\Rightarrow Bw = 120\ mm$$

$$\Rightarrow h = 350\ mm$$

$$\Rightarrow t = 80\ mm$$

$$\Rightarrow d = 350 - 20 - 10 - 12/2 = 314\ mm$$

✓ **Statically System and Dimensions:**



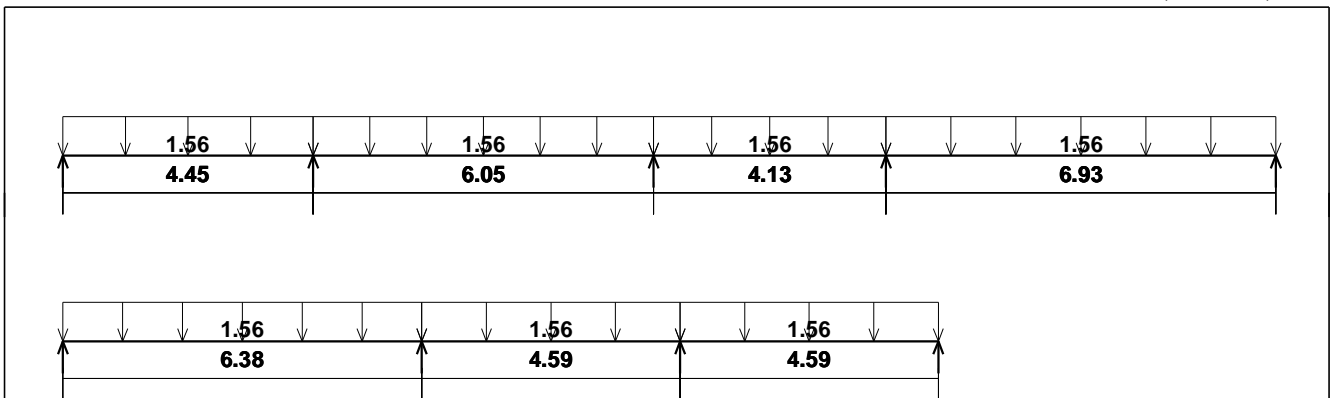
load group no. 1
Dead load - Service

Units:kN,meter



Live load - Service

Load factors: 1.20,1.20/1.60,0.00



✓ **Fig 4.2: Statically System and Loads Distribution of Rib (R4)**

✓ **Load Calculation:**

Dead Load:-

Table (4.3): Dead Load Calculation of Rib

No.	Parts of Rib	Calculation
1	Tiles	$0.03 \times 23 \times 0.52 = 0.3588 \text{ KN/m/rib}$
2	Mortar	$0.03 \times 22 \times 0.52 = 0.3432 \text{ KN/m/rib}$
3	Coarse Sand	$0.07 \times 16 \times 0.52 = 0.5824 \text{ KN/m/rib}$
4	Topping	$0.08 \times 25 \times 0.52 = 1.04 \text{ KN/m/rib}$
5	RC. Rib	$0.27 \times 25 \times 0.12 = 0.81 \text{ KN/m/rib}$
6	Hollow Block	$0.27 \times 14 \times 0.4 = 1.512 \text{ KN/m/rib}$
7	plaster	$0.02 \times 22 \times 0.52 = 0.2288 \text{ KN/m/rib}$
8	partions	$1.5 \times 0.52 = 0.78 \text{ KN/m/rib}$
		$Sum = 5.655 \text{ KN/m/rib}$

Dead Load /rib = 5.655 KN/m

Live Load: -

Live load = 3 KN/M²

Live load /rib = 3 KN/m² × 0.52m = 1.56 KN/m.

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

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

$$b_E = \frac{L}{4} = \frac{413}{4} = 103.25 \text{ cm}$$

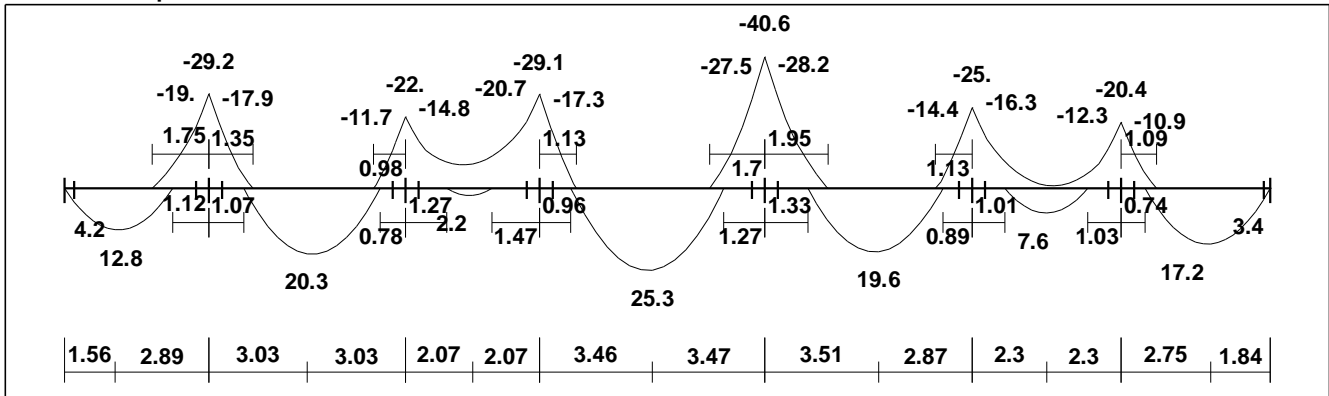
$$b_E = 12 + 16 t = 12 + 16 (8) = 140 \text{ cm}$$

$b_E = b_e \leq$ center to center spacing between adjacent beams = 52 cm.

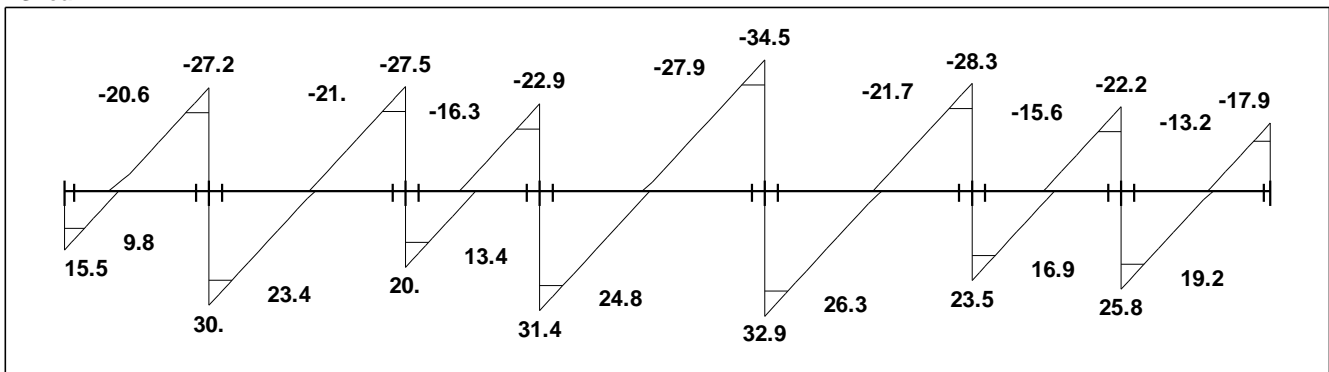
Control

b_E For T-section = 52cm

Moments: spans 1 to 7



Shear



Reactions

Factored								
DeadR	10.4	41.44	32.21	37.36	48.52	35.79	33.61	12.57
LiveR	5.06	15.77	15.37	17.01	18.86	16.04	14.38	5.32
MaxR	15.46	57.21	47.58	54.37	67.38	51.83	47.99	17.89
MinR	9.16	47.61	34.24	39.7	56.5	39.19	37.94	11.87
Service								
DeadR	8.67	34.53	26.84	31.13	40.43	29.83	28.01	10.47
LiveR	3.16	9.86	9.61	10.63	11.79	10.02	8.98	3.32
MaxR	11.83	44.39	36.45	41.76	52.22	39.85	37.	13.8
MinR	7.89	38.39	28.11	32.6	45.42	31.95	30.71	10.04

Fig 4.3: Shear and Moment Envelope Diagram of Rib (R4)

✓ **Moment Design for (R4):-**

Design of MAX Positive Moment for Rib(Span 4):- (Mu=25.3KN.m)

Assume bar diameter $\emptyset 12$ for main positive reinforcement

$$d = h - \text{cover} - d_{stirrups} - \frac{db}{2} = 350 - 20 - 8 - \frac{12}{2} = 316 \text{ mm}$$

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

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

$$M_{nf} = 0.85 \times 24 \times 520 \times 80 \times \left(316 - \frac{80}{2}\right) \times 10^{-6} = 234.225 \text{ KN.m}$$

$$M_n \gg \frac{Mu}{\emptyset} = \frac{25.3}{0.9} = 28.11 \text{ KN.m}$$

So the section will be designed as rectangular section with $b_e = 520$ mm.

$$R_n = \frac{Mu}{\emptyset \times b \times d^2} = \frac{25.3 \times 10^6}{0.9 \times 520 \times 316^2} = 0.541 \text{ Mpa.}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.59} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.59 \times 0.541}{420}}\right) = 0.001307$$

$$A_s, req = \rho \cdot b \cdot d = 0.001307 \times 520 \times 316 = 214.7 \text{ mm}^2$$

Check for A_s min:-

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

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{24}}{4 \times 420} \times 120 \times 316 = 110.58 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ min} = \frac{1.4}{F_y} \times bw \times d$$

$$A_s \text{ min} = \frac{1.4}{420} \times 120 \times 316 = 126.4 \text{ mm}^2 \quad \text{controls}$$

$$A_{sreq} = 214.7 \text{ mm}^2 > A_{smin} = 126.4 \text{ mm}^2 \text{ OK}$$

Use 2 Ø 12, As, provided = 226.2 mm² > As, required = 214.7 mm² ... Ok

$$S = 120 - 40 - 12 - \frac{(2 \times 12)}{1} = 44 \text{ mm} > db > 25 \text{ mm}.$$

Use 2Ø12@ 40mm .

Check strain :

$$d = 350 - 20 - 8 - 12/2 = 316 \text{ mm}$$

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \times b_e \times f_c'} = \frac{226.2 \times 420}{0.85 \times 120 \times 24} = 38.81 \text{ mm}.$$

$$x = \frac{a}{\beta} = \frac{38.81}{0.85} = 45.66 \text{ mm}.$$

$$\varepsilon = 0.003 \times \left(\frac{d - x}{x} \right) = 0.003 \times \left(\frac{316 - 45.66}{45.66} \right) = 0.0177 > 0.005 \text{ OK}$$

Design of Positive Moment for Rib (Span 2) :- (Mu=20.3KN.m)

Assume bar diameter Ø12 for main positive reinforcement

$$d = h - \text{cover} - d_{stirrups} - \frac{db}{2} = 350 - 20 - 8 - \frac{12}{2} = 316 \text{ mm}$$

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

$$M_{nf} = 0.85 \times f_c' \times b_e \times h_f \times \left(d - \frac{h_f}{2} \right)$$

$$M_{nf} = 0.85 \times 24 \times 520 \times 80 \times \left(316 - \frac{80}{2} \right) \times 10^{-6} = 234.225 \text{ KN.m}$$

$$M_n \gg \frac{Mu}{\phi} = \frac{20.3}{0.9} = 22.56 \text{ KN.m}$$

So the section will be designed as rectangular section with $b_e = 520 \text{ mm}$.

$$R_n = \frac{Mu}{\phi \times b \times d^2} = \frac{20.3 \times 10^6}{0.9 \times 520 \times 316^2} = 0.434 \text{ Mpa}.$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.59} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.59 \times 0.434}{420}} \right) = 0.00104$$

$$A_s, req = \rho \cdot b \cdot d = 0.00104 \times 520 \times 316 = 171.8 \text{ mm}^2$$

Check for A_s min:-

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

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{24}}{4 \times 420} \times 120 \times 316 = 110.58 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ min} = \frac{1.4}{F_y} \times bw \times d$$

$$A_s \text{ min} = \frac{1.4}{420} \times 120 \times 316 = 126.4 \text{ mm}^2 \quad \text{controls}$$

$$A_s, req = 171.8 \text{ mm}^2 > A_s, min = 126.4 \text{ mm}^2 \quad \text{OK}$$

Use 2 \emptyset 12, $A_s, provided = 226.2 \text{ mm}^2 > A_s, required$
 $= 171.8 \text{ mm}^2 \dots \text{Ok}$

$$S = 120 - 40 - 12 - \frac{(2 \times 12)}{1} = 44 \text{ mm} > db > 25 \text{ mm}.$$

Use 2 \emptyset 12@ 40mm .

Check strain :

$$d = 350 - 20 - 8 - \frac{12}{2} = 316 \text{ mm}$$

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \times be \times f_c'} = \frac{226.2 \times 420}{0.85 \times 120 \times 24} = 38.81 \text{ mm}.$$

$$x = \frac{a}{\beta} = \frac{38.81}{0.85} = 45.66 \text{ mm}.$$

$$\epsilon = 0.003 \times \left(\frac{d - x}{x} \right) = 0.003 \times \left(\frac{316 - 45.66}{45.66} \right) = 0.0177 > 0.005 \quad \text{OK}$$

Design of Positive Moment for Rib (Span 5) :- (Mu=19.6 KN.m)

Assume bar diameter $\emptyset 12$ for main positive reinforcement

$$d = h - \text{cover} - d_{stirrups} - \frac{db}{2} = 350 - 20 - 8 - \frac{12}{2} = 316 \text{ mm}$$

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

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

$$M_{nf} = 0.85 \times 24 \times 520 \times 80 \times \left(316 - \frac{80}{2}\right) \times 10^{-6} = 234.225 \text{ KN.m}$$

$$M_n \gg \frac{Mu}{\emptyset} = \frac{19.6}{0.9} = 21.78 \text{ KN.m}$$

So the section will be designed as rectangular section with $b_e = 520$ mm.

$$R_n = \frac{Mu}{\emptyset \times b \times d^2} = \frac{19.6 \times 10^6}{0.9 \times 520 \times 316^2} = 0.419 \text{ Mpa.}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.59} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.59 \times 0.419}{420}}\right) = 0.00101$$

$$A_{s, req} = \rho \cdot b \cdot d = 0.00101 \times 520 \times 316 = 165.81 \text{ mm}^2$$

Check for A_s min:-

$$A_{s \text{ min}} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4 \times F_y} \times bw \times d \quad \text{ACI-318 (10.5.1)}$$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{\sqrt{24}}{4 \times 420} \times 120 \times 316 = 110.58 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{1.4}{F_y} \times bw \times d$$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{1.4}{420} \times 120 \times 316 = 126.4 \text{ mm}^2 \quad \text{controls}$$

$$A_{s req} = 165.81 \text{ mm}^2 > A_{s min} = 126.4 \text{ mm}^2 \quad \text{OK}$$

Use 2 Ø 12 , As, provided = 226.2 mm² > As, required
= 165.81 mm² ... Ok

$$S = 120 - 40 - 12 - \frac{(2 \times 12)}{1} = 44 \text{ mm} > db > 25 \text{ mm}.$$

Use 2Ø12@ 40mm .

Check strain :

$$d = 350 - 20 - 8 - \frac{12}{2} = 316 \text{ mm}$$

$$a = \frac{As \cdot fy}{0.85 \times be \times fc'} = \frac{226.2 \times 420}{0.85 \times 120 \times 24} = 38.81 \text{ mm}.$$

$$x = \frac{a}{\beta} = \frac{38.81}{0.85} = 45.66 \text{ mm}.$$

$$\varepsilon = 0.003 \times \left(\frac{d - x}{x} \right) = 0.003 \times \left(\frac{316 - 45.66}{45.66} \right) = 0.0177 > 0.005 \text{ OK}$$

Design of Positive Moment for Rib (Span 7) :- (Mu=17.2 KN.m)

Assume bar diameter Ø10 for main positive reinforcement

$$d = h - \text{cover} - d_{stirrups} - \frac{db}{2} = 350 - 20 - 8 - \frac{10}{2} = 317 \text{ mm}$$

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

$$Mnf = 0.85 \times f'_c \times b_e \times h_f \times \left(d - \frac{h_f}{2} \right)$$

$$Mnf = 0.85 \times 24 \times 520 \times 80 \times \left(317 - \frac{80}{2} \right) \times 10^{-6} = 235.07 \text{ KN.m}$$

$$Mn \gg \frac{Mu}{\phi} = \frac{17.2}{0.9} = 19.11 \text{ KN.m}$$

So the section will be designed as rectangular section with $b_e = 520 \text{ mm}$.

$$R_n = \frac{Mu}{\phi \times b \times d^2} = \frac{17.2 \times 10^6}{0.9 \times 520 \times 317^2} = 0.366 \text{ Mpa.}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.59} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.59 \times 0.366}{420}} \right) = 0.00088$$

$$A_s, req = \rho \cdot b \cdot d = 0.00088 \times 520 \times 317 = 144.85 \text{ mm}^2$$

Check for A_s min:-

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

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{24}}{4 \times 420} \times 120 \times 316 = 110.58 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ min} = \frac{1.4}{F_y} \times bw \times d$$

$$A_s \text{ min} = \frac{1.4}{420} \times 120 \times 316 = 126.4 \text{ mm}^2 \quad \text{controls}$$

$$A_s, req = 144.85 \text{ mm}^2 > A_s, min = 126.4 \text{ mm}^2 \quad \text{OK}$$

Use 2 ϕ 10, A_s , provided = 157.08 $\text{mm}^2 > A_s$, required = 144.85 mm^2 ... Ok

$$S = 120 - 40 - 10 - \frac{(2 \times 10)}{1} = 50 \text{ mm} > db > 25 \text{ mm.}$$

Use 2 ϕ 10@ 50mm .

Check strain :

$$d = 350 - 20 - 8 - \frac{10}{2} = 317 \text{ mm}$$

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \times be \times f_c'} = \frac{157.08 \times 420}{0.85 \times 120 \times 24} = 26.95 \text{ mm.}$$

$$x = \frac{a}{\beta} = \frac{26.95}{0.85} = 31.71 \text{ mm.}$$

$$\varepsilon = 0.003 \times \left(\frac{d-x}{x}\right) = 0.003 \times \left(\frac{317-31.71}{31.71}\right) = 0.027 > 0.005 \text{ OK}$$

⇒ **So, span 1 + 3 + 6 → try 2Ø10 @50mm**

**Design of Next MAX Negative Moment for (Rib) (support 4) :-
(Mu=-28.2KN.m)**

Assume bar diameter Ø 12 for main positive reinforcement

$$d = h - \text{cover} - \text{dstirrups} - \frac{d}{2} = 350 - 20 - 8 - \frac{12}{2} = 316 \text{ mm}$$

$$R_n = \frac{Mu}{\phi \times b \times d^2} = \frac{28.2 \times 10^6}{0.9 \times 120 \times 316^2} = 2.615 \text{ Mpa.}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.59} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.59 \times 2.615}{420}}\right) = 0.00669$$

$$A_s, \text{req} = \rho \times b \times d = 0.00669 \times 120 \times 316 = 253.54 \text{ mm}^2$$

Check for As min: -

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

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{24}}{4 \times 420} \times 120 \times 316 = 110.58 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ min} = \frac{1.4}{F_y} \times bw \times d$$

$$A_s \text{ min} = \frac{1.4}{420} \times 120 \times 316 = 126.4 \text{ mm}^2 \quad \text{controls}$$

$$A_s \text{req} = 253.54 \text{ mm}^2 > A_s \text{min} = 126.4 \text{ mm}^2 \text{ OK}$$

**Use 2Ø 14, As,provided = 307.88 > As,required
= 253.54 mm² ... Ok**

$$S = \frac{120 - 40 - 12 - (2 \times 14)}{1} = 40 \text{ mm} > db > 25 \text{ mm}.$$

Use 2Ø14@ 40mm .

$$d = 350 - 20 - 8 - 14/2 = 315 \text{ mm}$$

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \times b_e \times f_c'} = \frac{307.88 \times 420}{0.85 \times 120 \times 24} = 52.82 \text{ mm}.$$

$$x = \frac{a}{\beta} = \frac{52.82}{0.85} = 62.14 \text{ mm}.$$

$$\varepsilon = 0.003 \times \left(\frac{d - x}{x} \right) = 0.003 \times \left(\frac{315 - 62.14}{62.14} \right) = 0.0122 > 0.005 \text{ OK}$$

Design of Negative Moment for (Rib) (support 3) : - (Mu=-20.7KN.m)

Assume bar diameter Ø 12 for main positive reinforcement

$$d = h - \text{cover} - d_{\text{stirrups}} - \frac{d}{2} = 350 - 20 - 8 - \frac{12}{2} = 316 \text{ mm}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \times b \times d^2} = \frac{20.7 \times 10^6}{0.9 \times 120 \times 316^2} = 1.92 \text{ Mpa}.$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.59} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.59 \times 1.92}{420}} \right) = 0.00481$$

$$A_s, \text{req} = \rho \times b \times d = 0.00481 \times 120 \times 316 = 182.32 \text{ mm}^2$$

Check for As min: -

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

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{24}}{4 \times 420} \times 120 \times 316 = 110.58 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ min} = \frac{1.4}{F_y} \times bw \times d$$

$$A_s \text{ min} = \frac{1.4}{420} \times 120 \times 316 = 126.4 \text{ mm}^2 \quad \text{controls}$$

$$A_{sreq} = 182.32 \text{ mm}^2 > A_{smin} = 126.4 \text{ mm}^2 \quad \text{OK}$$

Use 2Ø 12, As, provided = 226.19 > As, required
= 182.32 mm² ... Ok

$$S = \frac{120 - 40 - 12 - (2 \times 12)}{1} = 44 \text{ mm} > db > 25 \text{ mm}.$$

Use 2Ø12@ 40mm .

$$d = 350 - 20 - 8 - \frac{12}{2} = 316 \text{ mm}$$

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \times b_e \times f_c'} = \frac{226.19 \times 420}{0.85 \times 120 \times 24} = 38.81 \text{ mm}.$$

$$x = \frac{a}{\beta} = \frac{38.81}{0.85} = 45.66 \text{ mm}.$$

$$\epsilon = 0.003 \times \left(\frac{d - x}{x} \right) = 0.003 \times \left(\frac{316 - 45.66}{45.66} \right) = 0.0177 > 0.005 \quad \text{OK}$$

Design of Negative Moment for (Rib) (support 1) : - (Mu=-19KN.m)

Assume bar diameter ϕ 12 for main positive reinforcement

$$d = h - \text{cover} - d_{stirrups} - \frac{d}{2} = 350 - 20 - 8 - \frac{12}{2} = 316 \text{ mm}$$

$$R_n = \frac{Mu}{\phi \times b \times d^2} = \frac{19 \times 10^6}{0.9 \times 120 \times 316^2} = 1.762 \text{ Mpa}.$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.59} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.59 \times 1.762}{420}} \right) = 0.00439$$

$$A_{s, req} = \rho \times b \times d = 0.00439 \times 120 \times 316 = 166.6 \text{ mm}^2$$

Check for As min: -

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

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{24}}{4 \times 420} \times 120 \times 316 = 110.58 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ min} = \frac{1.4}{F_y} \times bw \times d$$

$$A_s \text{ min} = \frac{1.4}{420} \times 120 \times 316 = 126.4 \text{ mm}^2 \quad \text{controls}$$

$$A_{sreq} = 166.6 \text{ mm}^2 > A_{smin} = 126.4 \text{ mm}^2 \quad \text{OK}$$

Use 2Ø 12 , As,provided = 226.19 > As,required = 166.6 mm² ... Ok

$$S = \frac{120 - 40 - 12 - (2 \times 12)}{1} = 44 \text{ mm} > db > 25 \text{ mm}.$$

Use 2Ø12@ 40mm .

$$d = 350 - 20 - 8 - \frac{12}{2} = 316 \text{ mm}$$

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \times b_e \times f_c'} = \frac{226.19 \times 420}{0.85 \times 120 \times 24} = 38.81 \text{ mm}.$$

$$x = \frac{a}{\beta} = \frac{38.81}{0.85} = 45.66 \text{ mm}.$$

$$\epsilon = 0.003 \times \left(\frac{d - x}{x} \right) = 0.003 \times \left(\frac{316 - 45.66}{45.66} \right) = 0.0177 > 0.005 \quad \text{OK}$$

Design of Negative Moment for (Rib) (support 5) : - (Mu=-16.3 KN.m)

Assume bar diameter Ø 10 for main positive reinforcement

$$d = h - \text{cover} - d_{stirrups} - \frac{d}{2} = 350 - 20 - 8 - \frac{10}{2} = 317 \text{ mm}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \times b \times d^2} = \frac{16.3 \times 10^6}{0.9 \times 120 \times 317^2} = 1.5 \text{ Mpa}.$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.59} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.59 \times 1.5}{420}} \right) = 0.00372$$

$$A_s, req = \rho \times b \times d = 0.00372 \times 120 \times 317 = 141.45 \text{ mm}^2$$

Check for A_s min: -

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

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{24}}{4 \times 420} \times 120 \times 316 = 110.58 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ min} = \frac{1.4}{F_y} \times b_w \times d$$

$$A_s \text{ min} = \frac{1.4}{420} \times 120 \times 316 = 126.4 \text{ mm}^2 \quad \text{controls}$$

$$A_s, req = 141.45 \text{ mm}^2 > A_s, min = 126.4 \text{ mm}^2 \quad \text{OK}$$

Use 2Ø 10, $A_s, provided = 157.08 > A_s, required$
 $= 141.45 \text{ mm}^2 \dots \text{Ok}$

$$S = \frac{120 - 40 - 10 - (2 \times 10)}{1} = 50 \text{ mm} > db > 25 \text{ mm}.$$

Use 2Ø10@ 50mm .

$$d = 350 - 20 - 8 - \frac{10}{2} = 317 \text{ mm}$$

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \times b_e \times f_c'} = \frac{157.08 \times 420}{0.85 \times 120 \times 24} = 26.95 \text{ mm}.$$

$$x = \frac{a}{\beta} = \frac{26.95}{0.85} = 31.71 \text{ mm}.$$

$$\epsilon = 0.003 \times \left(\frac{d - x}{x} \right) = 0.003 \times \left(\frac{317 - 31.71}{31.71} \right) = 0.027 > 0.005 \quad \text{OK}$$

\Rightarrow So, support 2 + 6 \rightarrow try 2Ø10 @50mm

✓ **Shear Design for Rib :**

V_u at distance d from support = -27.9 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).**

$$V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{FC'} \times bw \times d = \frac{1}{6} \times \sqrt{24} \times 120 \times 316 \times 10^{-3} = 30.96 \text{ KN}$$

$$\phi V_c = 0.75 \times 30.96 = 23.22 \text{ KN}$$

$$0.5 \times \phi V_c = 0.5 \times 23.22 = 11.61 \text{ KN}$$

Case 1&Case 2 not suitable

Case (3) for shear design:

$$\phi V_c > V_u > \phi(V_c + V_{smin})$$

Where V_{smin} is the max of

- $V_{smin} = 0.75 \times \frac{1}{3} \times bw \times d = 0.75 \times \frac{1}{3} \times 120 \times 316 \times 10^{-3} = 9.48 \text{ KN controls}$
- $V_{smin} = 0.75 \times \frac{\sqrt{f_c'}}{16} \times bw \times d = 0.75 \times \frac{\sqrt{24}}{16} \times 120 \times 316 \times 10^{-3} = 8.71 \text{ KN}$

$$\phi V_c + \phi V_{smin} = 23.22 + (0.75 \times 9.48) = 30.33 \text{ KN}$$

$$\phi V_c < V_u < \phi(V_c + V_{smin}) \rightarrow 23.22 < 27.9 < 30.33$$

Use stirrups (2 leg stirrups) $\phi 8, A_v = 2 \times 50.3 = 100.6 \text{ mm}^2$.

$$V_s = \frac{(V_u - \phi V_c)}{\phi} = \frac{(27.9 - 23.22)}{0.75} = 6.24 \text{ KN}$$

$$S = \frac{d \times A_v \times F_y}{V_s} = \frac{316 \times 100.6 \times 420 \times 10^{-3}}{6.24} = 2139.68 \text{ mm}$$

$$S_{max} > \frac{d}{2} = \frac{316}{2} = 158 \text{ mm}$$

$$S_{max} > 600 \text{ mm}$$

Use stirrups (2 leg stirrups) $\phi 8 @ 150 \text{ mm}$, $A_v = 2 \times 50.3 = 100.6 \text{ mm}^2$

Design of Beam(Ground Floor /B34) 6-4 تصميم الجسر

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

$$h_{min} \text{ for one - end continuous} = \frac{L}{18.5} = \frac{4.66}{18.5} = 0.252 \text{ m}$$

$$h_{min} \text{ for both - end continuous} = \frac{L}{21} = \frac{4.78}{21} = 0.228 \text{ m}$$

→ Select Total depth of beam $h = 35 \text{ cm}$. (hidden beam).

✓ Material :-

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

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

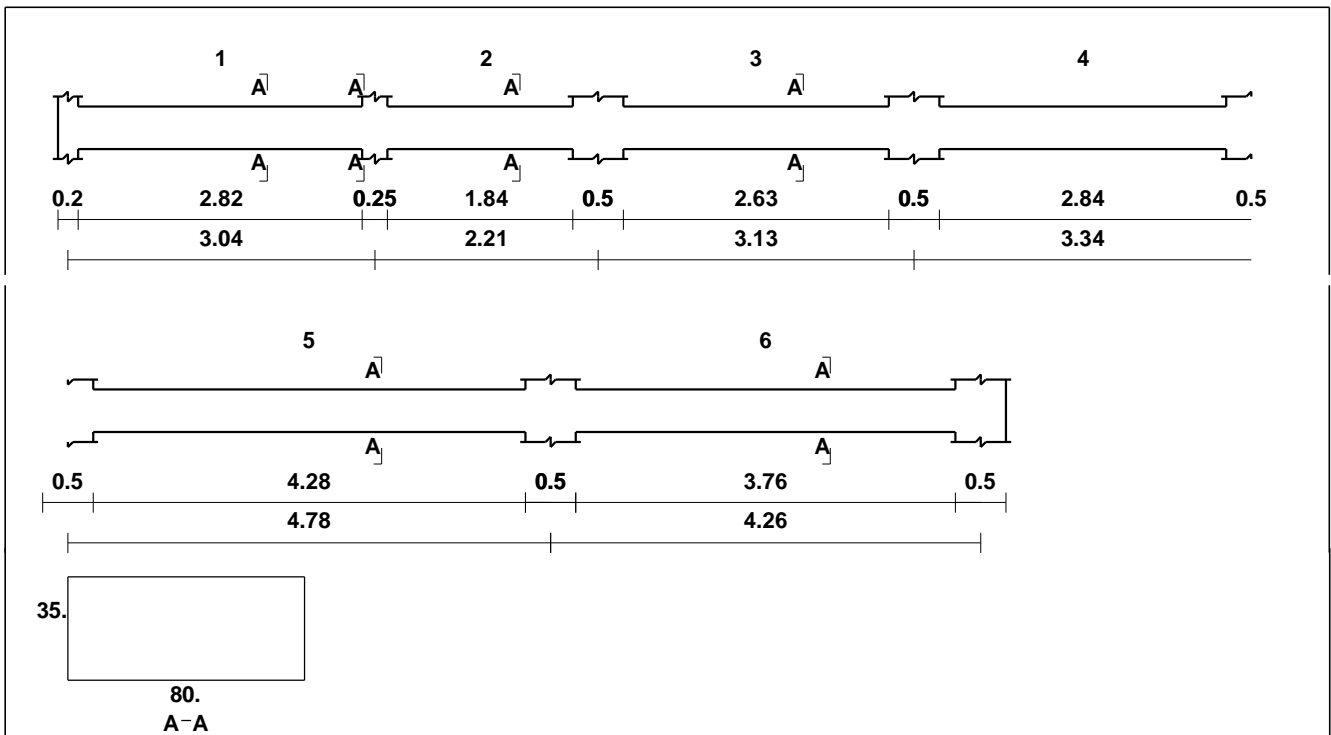
✓ Section :-

⇒ $B = 80 \text{ cm}$

⇒ $h = 35 \text{ cm}$

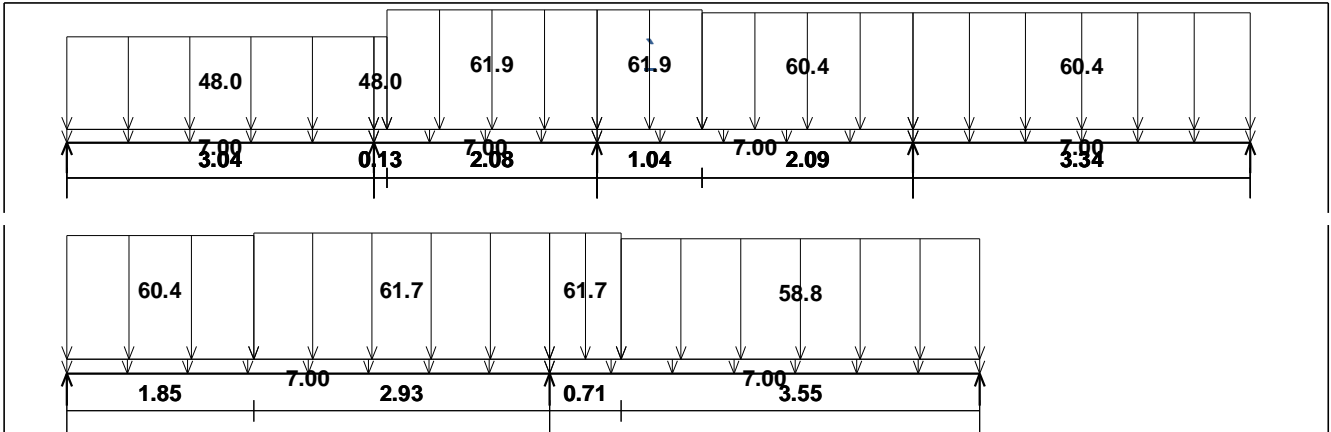
⇒ $d = 350 - 40 - 10 - 20/2 = 290 \text{ mm}$

✓ **Statically System and Dimensions:-**



load group no. 1
Dead load - Service

Units:kN,meter



Live load - Service

Load factors: 1.20,1.20/1.60,0.00

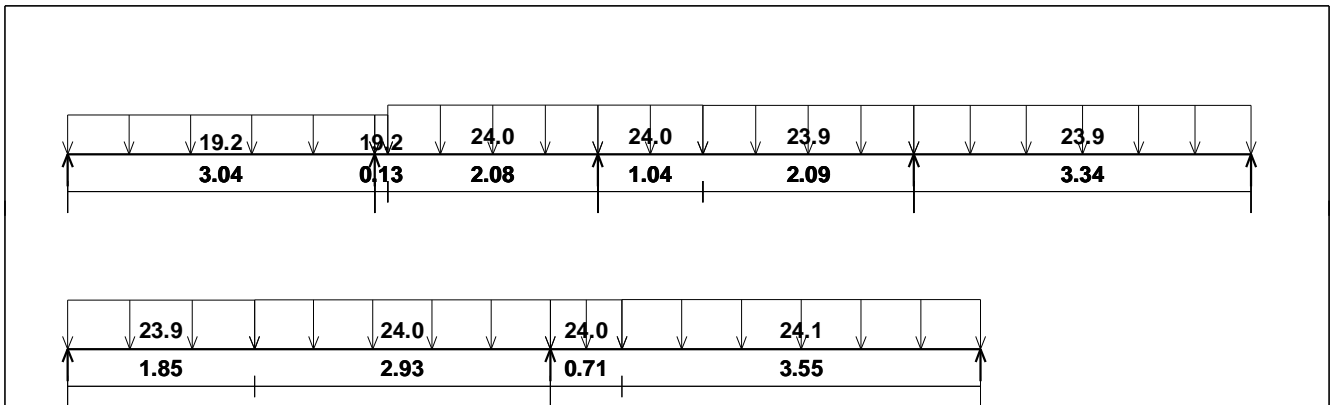


Fig 4.4: Statically System and Loads Distribution of Beam (B34)

✓ **Load Calculations:-**

Dead Load Calculations for Beam(B34):-

The distributed Dead and Live loads acting upon (B34) can be defined from the support reactions of the R6 , R7 ,R8 , R9 and R10.

Dead Load:-

Dead Load Calculation of Beam(B34):

$$\text{Own weight of beam} = (0.35 \times 25 \times 0.8) = 7 \text{ KN.}$$

From Rib 6

The maximum support reaction from Dead Loads for R6 upon B34 is 30.61 KN,
The distributed Dead Load from the R6 on B34.

$$D.L = \left(\frac{30.61}{0.52} \right) = 58.87 \text{ KN / m}$$

$$\text{Self – weight of beam} = 7 \text{ KN / m}$$

$$D.L = 58.87 + 7 = 65.87 \text{ KN / m}$$

From Rib 7

The maximum support reaction from Dead Loads for R 7 upon B34 is 32.12 KN,
The distributed Dead Load from the R7 on B34.

$$D.L = \left(\frac{32.12}{0.52} \right) = 61.77 \text{ KN / m}$$

$$\text{Self – weight of beam} = 7 \text{ KN / m}$$

$$D.L = 61.77 + 7 = 68.77 \text{ KN / m}$$

From Rib 8

The maximum support reaction from Dead Loads for R 8 upon B34 is 31.43 KN,
The distributed Dead Load from the R8 on B34.

$$D.L = \left(\frac{31.43}{0.52} \right) = 60.44 \text{ KN / m}$$

$$\text{Self – weight of beam} = 7 \text{ KN / m}$$

$$D.L = 60.44 + 7 = 67.44 \text{ KN / m}$$

From Rib 9

The maximum support reaction from Dead Loads for R 9 upon B34 is 32.23 KN,
The distributed Dead Load from the R9 on B34.

$$D.L = \left(\frac{32.23}{0.52} \right) = 61.98 \text{ KN / m}$$

$$\text{Self – weight of beam} = 7 \text{ KN / m}$$

$$D.L = 61.98 + 7 = 68.98 \text{ KN / m}$$

From Rib 10

The maximum support reaction from Dead Loads for R 10 upon B34 is 24.96 KN, The distributed Dead Load from the R10 on B34.

$$D.L = \left(\frac{24.96}{0.52} \right) = 48 \text{ KN / m}$$

Self – weight of beam = 7 KN / m

$$D.L = 48 + 7 = 55 \text{ KN / m}$$

Live Load calculations for Beam (B34):-**From Rib6**

The maximum support reaction from Live Loads for R6 upon B34 is 12.58 KN

The distributed Live Load from the Rib 6 on B34.

$$L.L = \frac{12.58}{0.52} = 24.19 \text{ KN/m.}$$

$$\text{Total L.L} = 24.19 \text{ KN/m}$$

From Rib7

The maximum support reaction from Live Loads for R7 upon B34 is 12.52 KN

The distributed Live Load from the Rib 7 on B34.

$$L.L = \frac{12.52}{0.52} = 24.08 \text{ KN/m.}$$

$$\text{Total L.L} = 24.08 \text{ KN/m}$$

From Rib8

The maximum support reaction from Live Loads for R8 upon B34 is 12.45 KN

The distributed Live Load from the Rib 8 on B34.

$$L.L = \frac{12.45}{0.52} = 23.94 \text{ KN/m.}$$

$$\text{Total L.L} = 23.94 \text{ KN/m}$$

From Rib9

The maximum support reaction from Live Loads for R9 upon B34 is 12.52 KN

The distributed Live Load from the Rib 9 on B34.

$$L.L = \frac{12.52}{0.52} = 24.08 \text{ KN/m.}$$

$$\text{Total L.L} = 24.08 \text{ KN/m}$$

From Rib10

The maximum support reaction from Live Loads for R10 upon B34 is 10 KN

The distributed Live Load from the Rib 10 on B34.

$$L.L = \frac{10}{0.52} = 19.23 \text{ KN/m.}$$

$$\text{Total L.L} = 19.23 \text{ KN/m}$$

Moments: spans 1 to 6

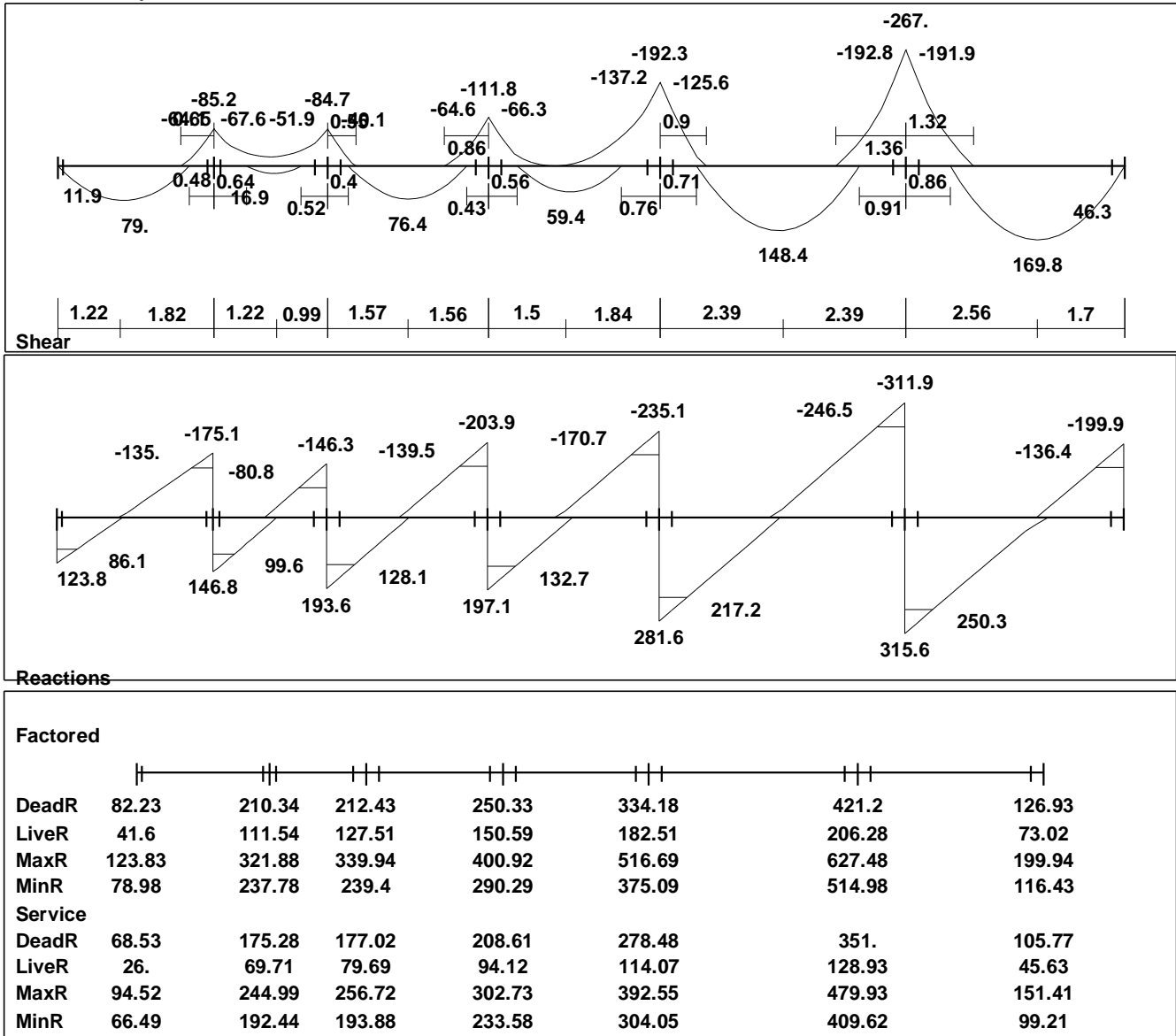


Fig 4.5: Shear and Moment Envelope Diagram of Beam (B34)

✓ **Moment Design for (B34):-**

Design of Positive Moment for(B34):-

(Mu=169.8 KN.m)

Determine of Mn,max

$$d = 350 - 40 - 10 - 20 \times 2 = 290 \text{ mm}$$

$$x = \frac{3}{7}d = \frac{3}{7} \times 290 = 124.59 \text{ mm}$$

$$a = \beta \times x = 124.59 \times 0.85 = 105.643 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} Mn_{max} &= 0.85 \times f'_c \times a \times b \times \left(d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 0.85 \times 24 \times 105.643 \times 800 \times \left(290 - \frac{105.643}{2} \right) \times 10^{-6} \\ &= 408.92 \text{ KN.m} \end{aligned}$$

$$\phi Mn_{max} = 0.82 \times 408.92 = 335.31 \text{ KN.m} > 169.8 \text{ KN.m.}$$

Design as singly reinforcement

1. Positive Moment of span (6) $M_u = +169.8 \text{ KN.m}$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \times b \times d^2} = \frac{169.8 \times 10^6}{0.9 \times 800 \times 290^2} = 2.8 \text{ Mpa.}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.59} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.59 \times 2.8}{420}} \right) = 0.0072.$$

$$A_s = \rho \times b \times d = 0.0072 \times 800 \times 290 = 1670.5 \text{ mm}^2$$

Check for $A_{s,min}$:

$$A_{s \text{ min}} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4 \times F_y} \times bw \times d$$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{\sqrt{24}}{4 \times 420} \times 800 \times 290 = 676.526 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{1.4}{F_y} \times bw \times d$$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{1.4}{420} \times 800 \times 290 = 773.33 \text{ mm}^2 \quad \text{controls}$$

$$A_{sreq} = 1670.5 \text{ mm}^2 > A_{smin} = 773.33 \text{ mm}^2 \quad \text{OK}$$

\Rightarrow Use 6 ϕ 20 Bottom, A_s , provided = 1884.96 mm² >
 A_s , required = 1670.5 mm² ... Ok

Check spacing :-

$$S = \frac{(800 - (40 \times 2) - (10 \times 2) - (6 \times 20))}{5} = 116 \text{ mm} > db > 25 \text{ mm}$$

⇒ **Use 6Ø20 @110mm.**

⇒

Check for strain:-

$$d = 350 - 40 - 10 - 20/2 = 290 \text{ mm}$$

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0.85 \times b_e \times f_c'} = \frac{1884.96 \times 420}{0.85 \times 800 \times 24} = 48.51 \text{ mm.}$$

$$x = \frac{48.51}{0.85} = 57.07 \text{ mm}$$

$$\varepsilon = 0.003 \times \left(\frac{290 - 57.07}{57.07} \right) = 0.012 > 0.005 \text{ OK}$$

2. Positive Moment of span(5) $M_u = +148.4 \text{ KN.m}$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \times b \times d^2} = \frac{148.4 \times 10^6}{0.9 \times 800 \times 290^2} = 2.451 \text{ Mpa.}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.59} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.59 \times 2.451}{420}} \right) = 0.00624.$$

$$A_s = \rho \times b \times d = 0.00624 \times 800 \times 290 = 1446.77 \text{ mm}^2$$

Check for $A_{s,min}$:

$$A_{s \text{ min}} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4 \times F_y} \times b_w \times d$$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{\sqrt{24}}{4 \times 420} \times 800 \times 290 = 676.526 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ min} = \frac{1.4}{F_y} \times bw \times d$$

$$A_s \text{ min} = \frac{1.4}{420} \times 800 \times 290 = 773.33 \text{ mm}^2 \quad \text{controls}$$

$$A_{sreq} = 1446.77 \text{ mm}^2 > A_{smin} = 773.33 \text{ mm}^2 \quad \text{OK}$$

$$\Rightarrow \underline{\text{Use } 5\emptyset 20 \text{ Bottom, } A_s \text{ provided} = 1570.8 \text{ mm}^2 > A_s \text{ required} = 1446.77 \text{ mm}^2 \dots \text{Ok}}$$

Check spacing :-

$$S = \frac{(800 - (40 \times 2) - (10 \times 2) - (5 \times 20))}{4} = 150 \text{ mm} > db > 25 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \text{Use } 5\emptyset 20 @ 150 \text{ mm.}$$

Check for strain:-

$$d = 350 - 40 - 10 - 20/2 = 290 \text{ mm}$$

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0.85 \times be \times f_c'} = \frac{1570.8 \times 420}{0.85 \times 800 \times 24} = 40.425 \text{ mm.}$$

$$x = \frac{40.425}{0.85} = 47.56 \text{ mm}$$

$$\epsilon = 0.003 \times \left(\frac{290 - 47.56}{47.56} \right) = 0.0153 > 0.005 \quad \text{OK}$$

3. Positive Moment of span(1) $M_u = +79 \text{ KN.m}$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \times b \times d^2} = \frac{79 \times 10^6}{0.9 \times 800 \times 290^2} = 1.305 \text{ Mpa.}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.59} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.59 \times 1.305}{420}} \right) = 0.00321.$$

$$A_s = \rho \times b \times d = 0.00321 \times 800 \times 290 = 745.52 \text{ mm}^2$$

Check for $A_{s,min}$:

$$A_{s \min} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4 \times F_y} \times bw \times d$$

$$A_{s \min} = \frac{\sqrt{24}}{4 \times 420} \times 800 \times 290 = 676.526 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \min} = \frac{1.4}{F_y} \times bw \times d$$

$$A_{s \min} = \frac{1.4}{420} \times 800 \times 290 = 773.33 \text{ mm}^2 \quad \text{controls}$$

$$A_{sreq} = 745.52 \text{ mm}^2 < A_{smin} = 773.33 \text{ mm}^2$$

$$\Rightarrow \text{Try } A_{s \min} = 773.33 \text{ mm}^2$$

$$\Rightarrow \underline{\text{Use } 4\phi 16 \text{ Bottom, } A_{s, \text{provided}} = 804.25 \text{ mm}^2 > A_{s, \min} = 773.33 \text{ mm}^2 \dots \text{Ok}}$$

Check spacing :-

$$S = \frac{(800 - (40 \times 2) - (10 \times 2) - (4 \times 16))}{3} = 212 \text{ mm} > db > 25 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \text{Use } 4\phi 16 @ 210 \text{ mm.}$$

Check for strain:-

$$d = 350 - 40 - 10 - 16/2 = 292 \text{ mm}$$

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0.85 \times be \times f_c'} = \frac{804.25 \times 420}{0.85 \times 800 \times 24} = 20.7 \text{ mm.}$$

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

$$\epsilon = 0.003 \times \left(\frac{292 - 24.35}{24.35} \right) = 0.033 > 0.005 \quad \text{OK}$$

✓ **So, Span 2 + 3 + 4 in $A_{s, \min}$ → try 4φ16**

Design of Negative Moment for(B34):-

(Mu=-192.8 KN.m)

$$\phi Mn_{max} = 0.82 \times 408.92 = 335.31 \text{ KN.m} > 192.8 \text{ KN.m} .$$

Design as singly reinforcement

1. Negative Moment of support(6) Mu= -192.8 KN.m

$$R_n = \frac{Mu}{\phi \times b \times d^2} = \frac{192.8 \times 10^6}{0.9 \times 800 \times 290^2} = 3.184 \text{ Mpa}.$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.59} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.59 \times 3.184}{420}} \right) = 0.00829.$$

$$A_s = \rho \times b \times d = 0.00829 \times 800 \times 290 = 1922.85 \text{ mm}^2$$

Check for $A_{s,min}$:

$$A_{s \text{ min}} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4 \times F_y} \times bw \times d$$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{\sqrt{24}}{4 \times 420} \times 800 \times 290 = 676.526 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{1.4}{F_y} \times bw \times d$$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{1.4}{420} \times 800 \times 290 = 773.33 \text{ mm}^2 \quad \text{controls}$$

$$A_{sreq} = 1922.85 \text{ mm}^2 > A_{smin} = 773.33 \text{ mm}^2 \quad \text{OK}$$

\Rightarrow Use 7 ϕ 20 Bottom, A_s , provided = 2199.11 mm² >
 A_s , required = 1922.85 mm² ... Ok

Check spacing :-

$$S = \frac{(800 - (40 \times 2) - (10 \times 2) - (7 \times 20))}{6} = 93.33 \text{ mm} > db > 25 \text{ mm}$$

⇒ **Use 7Ø20 @90mm.**

Check for strain:-

$$d = 350 - 40 - 10 - 20/2 = 290 \text{ mm}$$

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0.85 \times b_e \times f_c'} = \frac{2199.11 \times 420}{0.85 \times 800 \times 24} = 56.59 \text{ mm.}$$

$$x = \frac{56.59}{0.85} = 66.58 \text{ mm}$$

$$\varepsilon = 0.003 \times \left(\frac{(290 - 66.58)}{66.58} \right) = 0.01 > 0.005 \text{ OK}$$

2. Negative Moment of support(5) $M_u = -137.2 \text{ KN.m}$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \times b \times d^2} = \frac{137.2 \times 10^6}{0.9 \times 800 \times 290^2} = 2.266 \text{ Mpa.}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.59} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.59 \times 2.266}{420}} \right) = 0.005734.$$

$$A_s = \rho \times b \times d = 0.005734 \times 800 \times 290 = 1330.22 \text{ mm}^2$$

Check for $A_{s,min}$:

$$A_{s \text{ min}} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4 \times F_y} \times b_w \times d$$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{\sqrt{24}}{4 \times 420} \times 800 \times 290 = 676.526 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{1.4}{F_y} \times b_w \times d$$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{1.4}{420} \times 800 \times 290 = 773.33 \text{ mm}^2 \text{ controls}$$

$$A_{sreq} = 1330.22 \text{ mm}^2 > A_{smin} = 773.33 \text{ mm}^2 \text{ OK}$$

⇒ Use 5Ø 20 Bottom, As, provided = 1570.8 mm² > As, required = 1330.22mm² ... Ok

Check spacing :-

$$S = \frac{(800 - (40 \times 2) - (10 \times 2) - (5 \times 20))}{4} = 150 \text{ mm} > db > 25 \text{ mm}$$

⇒ **Use 5Ø20 @150mm.**

Check for strain:-

$$d = 350 - 40 - 10 - 20/2 = 290 \text{ mm}$$

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0.85 \times b_e \times f_c'} = \frac{1570.8 \times 420}{0.85 \times 800 \times 24} = 40.425 \text{ mm.}$$

$$x = \frac{40.425}{0.85} = 47.56 \text{ mm}$$

$$\varepsilon = 0.003 \times \left(\frac{(290 - 47.56)}{47.56} \right) = 0.0153 > 0.005 \text{ OK}$$

3. Negative Moment of support(1) $M_u = -67.6 \text{ KN.m}$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \times b \times d^2} = \frac{67.6 \times 10^6}{0.9 \times 800 \times 290^2} = 1.116 \text{ Mpa.}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.59} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.59 \times 1.116}{420}} \right) = 0.002735.$$

$$A_s = \rho \times b \times d = 0.002735 \times 800 \times 290 = 634.31 \text{ mm}^2$$

Check for $A_{s,min}$:

$$A_{s \min} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4 \times F_y} \times bw \times d$$

$$A_{s \min} = \frac{\sqrt{24}}{4 \times 420} \times 800 \times 290 = 676.526 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \min} = \frac{1.4}{F_y} \times bw \times d$$

$$A_{s \min} = \frac{1.4}{420} \times 800 \times 290 = 773.33 \text{ mm}^2 \quad \text{controls}$$

$$A_{sreq} = 634.31 \text{ mm}^2 < A_{smin} = 773.33 \text{ mm}^2$$

$$\text{Try } A_{s \min} = 773.33 \text{ mm}^2$$

\Rightarrow Use 4 ϕ 16 Bottom, A_s , provided = 804.25 mm² > A_s , min = 773.33 mm² ... Ok

Check spacing :-

$$S = \frac{(800 - (40 \times 2) - (10 \times 2) - (4 \times 16))}{3} = 212 \text{ mm} > db > 25 \text{ mm}$$

\Rightarrow Use 4 ϕ 16 @210mm.

Check for strain:-

$$d = 350 - 40 - 10 - 16/2 = 292 \text{ mm}$$

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0.85 \times be \times f_c'} = \frac{804.25 \times 420}{0.85 \times 800 \times 24} = 20.7 \text{ mm.}$$

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

$$\epsilon = 0.003 \times \left(\frac{292 - 24.35}{24.35} \right) = 0.033 > 0.005 \quad \text{OK}$$

So , supprt 2 + 3 + 4 in A_s , min \rightarrow try 4 ϕ 16

✓ **Shear Design for (B 34):-**

Case 3 :

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

Use stirrups (2 leg stirrups) $\emptyset 10$, $A_v = 2 \times 78.5 = 157 \text{ mm}^2$

$V_u = 250.3 \text{ KN}$.

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} b_w d = = \frac{1}{6} \times \sqrt{24} \times 350 \times 290 = 82.87 \text{ KN} .$$

$$\emptyset V_c = 0.75 \times 82.87 = 62.1525 \text{ KN}$$

Case (3) for shear design:

$$\emptyset V_c > V_u > \emptyset(V_c + V_{smin})$$

Where V_{smin} is the MAX of :

$$\begin{aligned} \emptyset V_{smin} &\geq 0.75 \times \left(\frac{1}{3}\right) \times b_w \times d = 0.75 \times \left(\frac{1}{3}\right) \times 800 \times 290 \times 10^{-3} \\ &= 58 \text{ KN } \mathbf{Controls} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \emptyset V_{smin} &\geq 0.75 \left(\frac{\sqrt{F_c'}}{16}\right) \times b_w \times d \\ &= 0.75 \times \left(\frac{\sqrt{24}}{16}\right) \times 800 \times 290 \times 10^{-3} = 53.28 \text{ KN} \end{aligned}$$

$$\emptyset V_c > V_u > \emptyset(V_c + V_{smin})$$

$$62.1525 < 250.3 \leq 120.1525 \dots \dots \mathbf{not\ satisfied}$$

Cases 1&2&3 is not suitable

Case 4 :-

$$v_{s'} = \frac{1}{3} \sqrt{f_c'} b_w d = \frac{\sqrt{24}}{3} \times 800 \times 290 \times 10^{-3} = 378.854 \text{ KN}$$

$$\phi(v_c + v_{s,\min}) < v_u \leq \phi(v_c + v_{s'})$$

$$120.1525 < 250.3 < 346.293 \text{ OK}$$

shear reinforcement is required

Use 2 leg ϕ 10

$$A_v = 157 \text{ mm}^2$$

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c = \frac{250.3}{0.75} - 82.87 = 250.86 \text{ KN.}$$

$$S = \frac{A_v \times f_y \times d}{V_s} = \frac{157 \times 420 \times 290}{250.86} \times 10^{-3} = 76.23 \text{ mm.}$$

$$S_{\max} \leq \frac{d}{4} = \frac{290}{4} = 72.5 \text{ mm. control}$$

or

$$S_{\max} \leq 300 \text{ mm.}$$

\Rightarrow Use 2 leg ϕ 10 @70mm

4-7 Design of Column (C12) تصميم العمود

✓ Material :-

⇒ concrete B350 $F_c' = 28 \text{ N/mm}^2$

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

✓ Load Calculation:-

Service Load:-

$$\text{Column weight} = 3.7 \times 0.5 \times 0.25 \times 25 = 11.5625 \text{ KN}$$

$$\text{Dead Load} = 134.438 + 11.562 = 146 \text{ KN}$$

$$\text{Live Load} = 60 \text{ KN}$$

Factored Load:-

$$P_u = 1.2 \times (146) + 1.6 \times 60 = 271.2 \text{ KN}$$

✓ Dimensions of Column:-

Assume $\rho_g = 0.01$

$$\phi P_n = 0.65 \times 0.8 \times A_g [0.85 F_c' (1 - \rho_g) + \rho_g \times F_y]$$

$$271.2 = 0.65 \times 0.8 \times A_g [0.85 \times 24 \times (1 - 0.01) + 0.01 \times 420]$$

$$A_g = 21.38 \text{ mm}^2$$

Assume Rectangular Section

$$h = 250 \text{ mm}$$

$$b = 21.38/250 = 404.36 \text{ mm}$$

Select $b = 110 \text{ cm}$

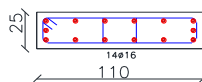


Fig 4.6: Column section (C12)

✓ **Check Slenderness Parameter:-**

$$\frac{klu}{r} < 34 - 12 \frac{M_1}{M_2} \leq 40$$

Lu: Actual unsupported (Unbraced) length.

K: effective length factor. According to ACI 318

– 2002 (10.10.6.3) The effective length factor k, shall be permitted to be taken as 1.0.

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

$$Lu = 3.7 \text{ m}$$

$$\frac{M_1}{M_2} = 1$$

K = 1 for braced frame.

- **about X-axis (b= 0.25 m)**

- $\frac{klu}{r} < 34 - 12 \frac{M_1}{M_2} \leq 40$

- $\frac{(1 \times 3.7)}{(0.3 \times 0.25)} = 49.33 > 22$

Column Is long In direction x

- **about Y-axis (b= 1.10m)**

- $\frac{klu}{r} < 34 - 12 \frac{M_1}{M_2} \leq 40$

- $\frac{(1 \times 3.7)}{(0.3 \times 1.1)} = 11.21 > 22$

Column Is short In y-axis

✓ **Minimum Eccentricity: -**

$$\begin{aligned} \min e_y &= 15 + 0.03 \times h = 15 + 0.03 \times 250 = 22.5 \text{ mm} \\ e_y &= 0.0225 \text{ m} \end{aligned}$$

$$Mu_x = \min e \times Pu = 0.0225 \times 271.2 = 6.102 \text{ KN.m}$$

✓ **Magnification Factor:-**

$$\delta_{ns} = \frac{C_m}{1 - \frac{Pu}{0.75 \times P_{cr}}} \geq 1.0 \text{ and } \leq 1.4$$

$$C_m = 0.6 + 0.4 \left[\frac{M_1}{M_2} \right] \geq 0.4$$

$$C_m = 0.6 + 0.4 \times 1 = 1 \geq 0.4$$

$$p_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(KL_u)^2}$$

$$EI = 0.4 \frac{Ec \cdot Ig}{1 + \beta d}$$

$$Ec = 4700 \sqrt{f_{c'}} = 4700 \times \sqrt{28} = 24870 \text{ Mpa}$$

$$\beta d = \frac{1.2Dl}{Pu} = \frac{(1.2 \times 146)}{271.2} = 0.65 < 1$$

$$Ig = \frac{(bh^3)}{12} = \frac{(1.1 \times 0.25^3)}{12} = 0.001432 \text{ m}^4$$

$$EI = \frac{(0.4 \times 24870 \times 1100 \times \frac{250^3}{12})}{(1 + 0.65)} = 8727.3 \text{ KN.m}^2$$

$$p_{cr} = \frac{\pi^2 \times 8727.3}{(1 \times 3.7)^2} = 6291.819 \text{ KN}$$

$$\delta_{ns} = \frac{1}{1 - \frac{271.2}{0.75 \times 6291.819}} = 1.06 \geq 1.0 \text{ and } \leq 1.4$$

✓ **Design of Moment Mnx.**

$$Mn_x = \delta_{ns} \times Mu = 1.06 \times 6.102 = 6.474 \text{ KN.m}$$

$$e_y = \delta_{ns} \times \min e = 1.06 \times 0.0225 = 0.0239 \text{ m}$$

✓ **Interaction Diagram:-**

$$e_y = 0.0239 \text{ m} \quad , \quad h = 0.25 \text{ m}$$

$$\frac{e_y}{h} = \frac{0.0239}{0.25} = 0.0956$$

$$\gamma = \frac{d - d'}{h} = \frac{250 - 2 \times (40 + 10 + \frac{20}{2})}{250} = 0.52$$

$$\frac{\phi \times Pn}{Ag} = \frac{Pu}{Ag} \quad , \quad \frac{271.2}{250 \times 1100} \times 145 = 0.143 \text{ Ksi}$$

- Form Diagram A-9a ($\gamma = 0.6$)

$$\rho_g = \min \rho_g = 0.01$$

- Form Diagram A-9b ($\gamma = 0.75$)

$$\rho_g = \min \rho_g = 0.01$$

$$\text{So, } \rho_g = \min \rho_g = 0.01$$

$$As_{req} = \rho \times Ag = 0.01 \times 250 \times 1100 = 2750 \text{ mm}^2$$

Use 14 Ø16 with $A_{s, provided} = 2815 \text{ mm}^2 > A_{s, required} = 2750 \text{ mm}^2$. → Ok

Design of the Stirrups:-

The spacing of ties shall not exceed the smallest of :-

$$spacing \leq 16 \times d_p = 16 \times 1.6 = 25.6 \text{ cm}$$

$$spacing \leq 16 \times d_s = 48 \times 1.0 = 48 \text{ cm}$$

$$spacing \leq 40 \text{ cm}$$

Use $\phi 10 @ 20 \text{ cm}$.

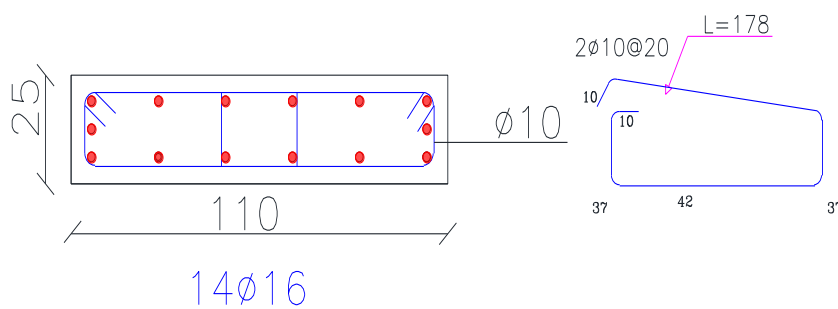


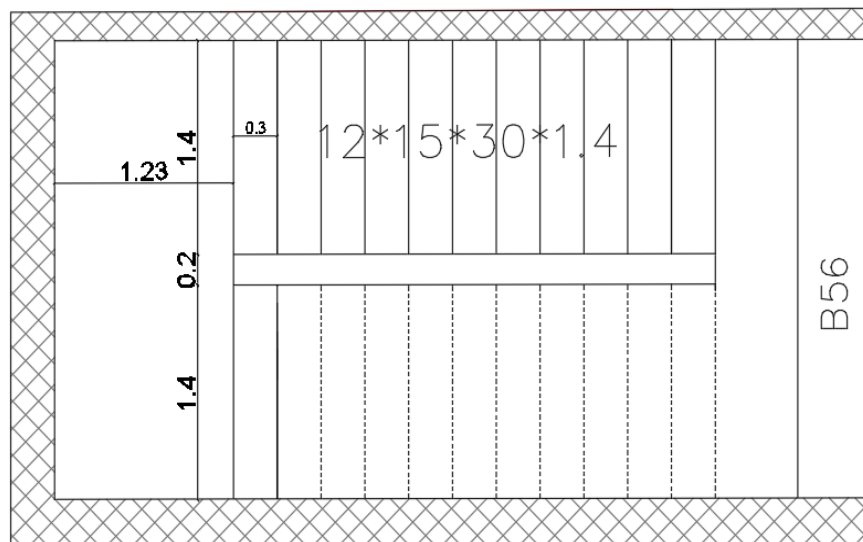
Fig 4.7: Column Reinforcement Details. (C12)

4-8 Design of stairs **تصميم الدرج**

Concrete B300 $f_c'=24\text{N/mm}^2$.

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

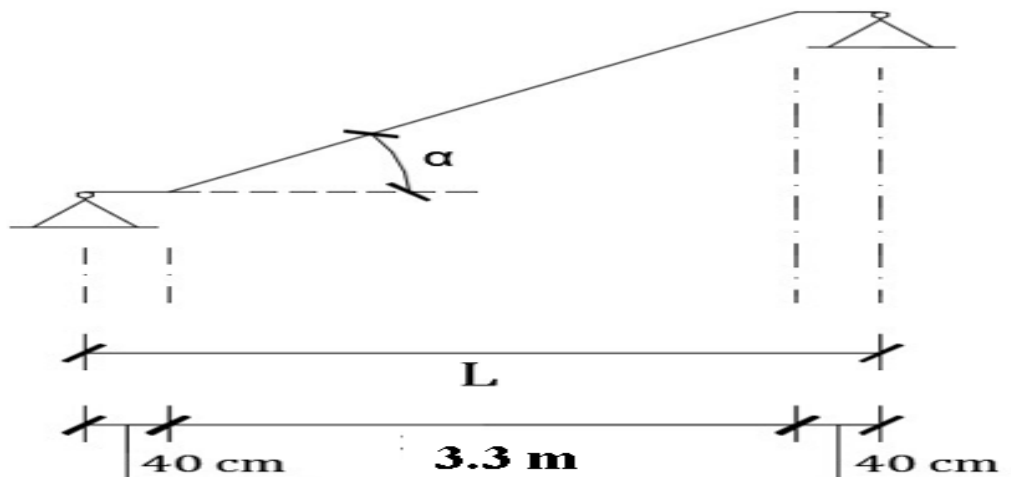
Wall thickness=20 cm, Cover = 20mm.



الشكل (4-8): مخطط الدرج

1) Design of Flight.

- **Structural System.**



الشكل (4-9): النظام الانشائي لشاحط الدرج.

- **Limitation of deflection:**

$$h (\text{min}) = \frac{L}{20} = \frac{410}{20} = 20.5\text{cm} \rightarrow \text{Select } h = 21 \text{ cm.}$$

$$\frac{400}{24} = 16.7 \text{ cm} \rightarrow \text{Angle } (\alpha): \tan (\alpha) = 16.7/27.5 \rightarrow \alpha = 31.3^\circ$$

- **Calculate Loads of The Flight.**

جدول (4-4): الاحمال الميتة الواقعة على الدرج.

الحمل (KN/m)		المادة
6.1	$0.21 \times 25 \times 1 \times \left(\frac{1}{\cos 31.3}\right)$	الشاحط (Flight)
1.01	$0.04 \times 23 \times \left(\frac{33}{30}\right)$	البلاط الافقي (Horizontal Tile)
0.38	$0.03 \times 23 \times \left(\frac{16.7}{30}\right)$	البلاط الرأسى (Vertical Tile)
0.66	$0.03 \times 22 \times 1$	المونة الأسمنتية الأفقية (Horizontal Mortar)
0.37	$0.03 \times 22 \times \left(\frac{16.7}{30}\right)$	المونة الأسمنتية الرأسية (Vertical Mortar)
0.88	$0.03 \times 25 \times 1 \times \left(\frac{1}{\cos 31.3}\right)$	القسارة (Plaster)
2.09	$0.5 \times 0.167 \times 25$	الدرجة الخرسانية (Triangle Concrete)
11.3		المجموع

Dead Load = 11.1 kN/m & Live Load = 3kN/m

- Factored Load (q_u).

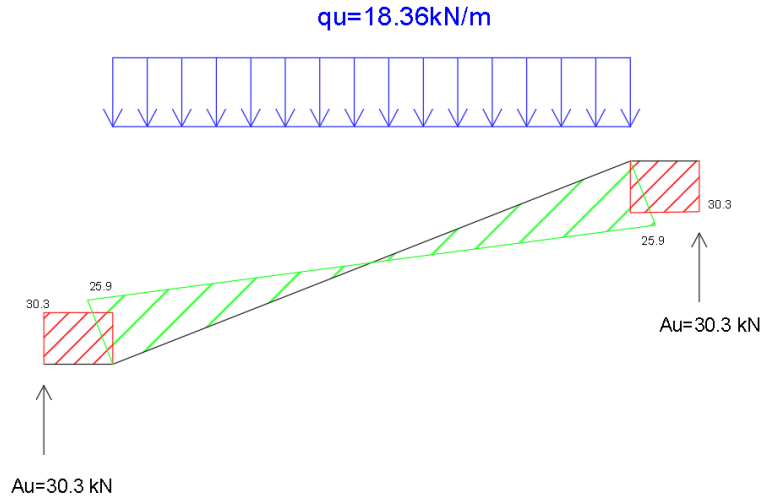
$$\begin{aligned} q_u &= 1.2 \times \text{Dead Load} + 1.6 \times \text{Live Load} \\ &= 1.2 \times 11.3 + 1.6 \times 3 \\ &= 18.36 \text{ kN/m.} \end{aligned}$$

- **Internal Forces of Flight.**

- Shear Force Diagram.

$$\rightarrow A_u = (q_u/2) \times 3.3 = (18.36/2) \times 3.3 = 30.3 \text{ kN.}$$

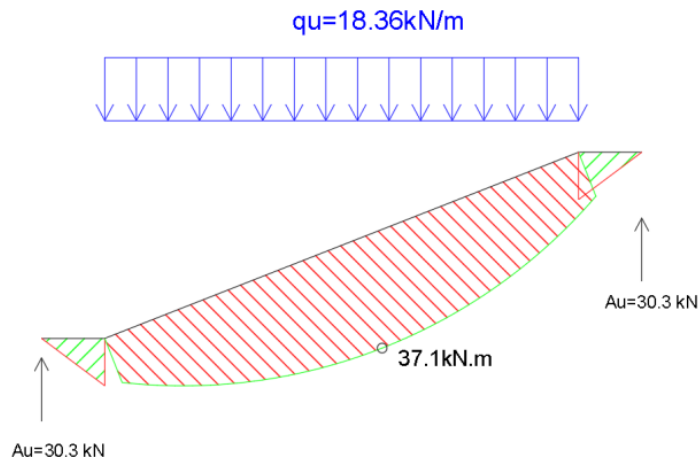
$$\text{Max. } V_u \text{ of Flight} = 30.3 \times \cos 31.3 = 25.9 \text{ kN.}$$



الشكل (4-10): قوى القص المؤثرة على الدرج.

- Bending Moment Diagram.

$$\text{Max. } M_u \text{ of Flight} = 30.3 \times 2.05 - 18.36 \times 1.65 \times 0.825 = 37.1 \text{ kN.m}$$



الشكل (4-11): العزوم على الدرج.

- Design of Shear Force:

$$d = 210 - (20 + 0.5 \times 12) = 184 \text{ mm}$$

$$\phi \times V_c = 0.75 \times \frac{1}{6} \times \sqrt{f_c'} \times b \times d = 0.75 \times \frac{1}{6} \times \sqrt{24} \times 1000 \times 184 = 112.6 \text{ kN}$$

$$\phi \times V_c = 112.6 \text{ kN} > V_{u \text{ Max}} = 25.6 \text{ kN}$$

So, No Shear Reinforcement is required.

So, (h=21 cm) is O.K

- **Design of Bending Moment:**

$$M_u = 37.1 \text{ KN.m}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{37.1 \times 10^6}{0.9 \times 1000 \times 184^2} = 1.22 \text{ Mpa.}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 1.22}{420}} \right) = 0.00299.$$

$$\rightarrow A_{s, \text{req}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.00299 \times 1000 \times 184 = 550.4 \text{ mm}^2.$$

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

$$A_{s, \text{min}} = 0.0018 \times b \times h = 0.0018 \times 1000 \times 210 = 378 \text{ mm}^2$$

$$\rightarrow A_{s, \text{req}} = 550.4 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{min}} = 378 \text{ mm}^2$$

Use **4Ø14 Bottom** with $A_{s, \text{provided}} = 616 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 550.4 \text{ mm}^2$. → **Ok**

- Check for strain:

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{616 \times 420}{0.85 \times 1000 \times 24} = 12.7 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{12.7}{0.85} = 14.9 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{184 - 14.9}{14.9} \right) = 0.034 \geq 0.005 \rightarrow \text{Ok}$$

2) Design of Landing.

- **Limitation of Deflection.**

$$h (\text{min}) = \frac{L}{20} = \frac{400}{20} = 16 \text{ cm} \rightarrow \text{Select } h = 21 \text{ cm.}$$

- **Calculate Loads of The Landing.**

جدول (5-4): الاحمال الميتة الواقعة على البسطة.

الحمل (KN/m ²) $\gamma \times t$	السمك (cm)	المادة
5.25	21	البلاطة (Slab)
0.88	4	البلاط (Tile)
0.44	2	المونة الأسمنتية (Mortar)
1.19	7	الرمل (Sand)
0.66	3	القسارة (Plaster)
8.42	المجموع	

Dead Load = 8.42 kN/m & Live Load = 3kN/m

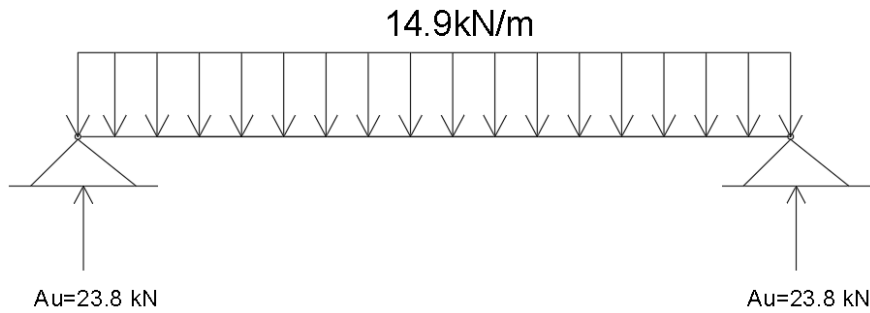
- Factored Load (q_u):

$$\begin{aligned}q_u &= 1.2 \times \text{Dead Load} + 1.6 \times \text{Live Load} \\ &= 1.2 \times 8.42 + 1.6 \times 3 \\ &= 14.9 \text{ kN/m.}\end{aligned}$$

- **Design of Slab (2) Far from The Flight.**

يجب على المنطقة رقم 2 حمل كلا من الحمل الميت والحي للبسطة وألا تعمل كدعامة للشاحط، وعليه تكون الاحمال الواقعة عليها كما يظهر في الشكل (4-27) والذي يبين بدوره ردود الافعال عليها.

V_u (at distance $d = 184$ mm from the face of support)



الشكل (4-12): الحمل وردود الافعال على المنطقة 2 من البسطة.

$$V_u = 23.8 - 14.9 \times (0.15 + 0.184) = 18.8 \text{ kN}$$

$$M_u = \frac{q_u \times L^2}{8} = \frac{14.9 \times 3.2^2}{8} = 19.1 \text{ kN.m}$$

- ❖ **Design of Shear Force:**

$$d = 210 - (20 + 0.5 \times 12) = 184 \text{ mm}$$

$$\phi \times V_c = 0.75 \times \frac{1}{6} \times \sqrt{f_{c'}} \times b \times d = 0.75 \times \frac{1}{6} \times \sqrt{24} \times 1000 \times 184 = 112.6 \text{ kN}$$

$$\phi \times V_c = 112.6 \text{ kN} > V_{u \text{ Max}} = 18.8 \text{ kN}$$

So, No Shear Reinforcement is required.

So, (h=21) is O.K

❖ **Design of Bending Moment:**

$$M_u = 19.1 \text{ KN.m}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{19.1 \times 10^6}{0.9 \times 1000 \times 184^2} = 0.63 \text{ Mpa.}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 1.22}{420}} \right) = 0.0015.$$

$$\rightarrow A_{s, \text{req}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.0015 \times 1000 \times 184 = 279 \text{ mm}^2.$$

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

$$A_{s, \text{min}} = 0.0018 \times b \times h = 0.0018 \times 1000 \times 210 = 378 \text{ mm}^2$$

$$\rightarrow A_{s, \text{req}} = A_{s, \text{min}} = 378 \text{ mm}^2$$

Use 12Ø20 Bottom with $A_{s, \text{provided}} = 565 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 378 \text{ mm}^2$. → Ok

- Check for strain:

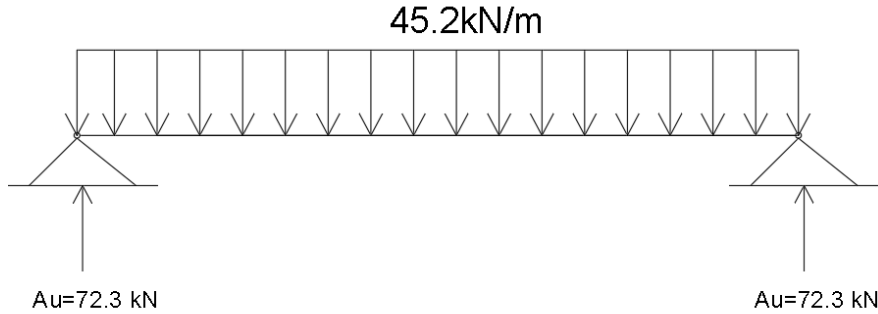
$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{565 \times 420}{0.85 \times 1000 \times 24} = 11.6 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{11.6}{0.85} = 13.7 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{184 - 13.7}{13.7} \right) = 0.037 \geq 0.005 \rightarrow \text{Ok}$$

• **Design of Slab (1) Near from The Flight.**

يجب على المنطقة رقم 2 حمل كلا من الحمل الميت والحي للبساطة وأن تعمل كدعامة للشاحط، وعليه تكون الاحمال الواقعة عليها كما يظهر في الشكل (4-28) والذي يبين بدوره ردود الافعال عليها.



الشكل (4-13): الحمل وردود الافعال على المنطقة 1 من البساطة.

$$V_u = 72.3 - 45.2 \times (0.15 + 0.184) = 57.2 \text{ kN}$$

$$M_u = \frac{qu \times L^2}{8} = \frac{45.2 \times 3.2^2}{8} = 57.9 \text{ kN.m}$$

❖ **Design of Shear Force:**

$$d = 210 - (20 + 0.5 \times 12) = 184 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \emptyset \times V_c &= 0.75 \times \frac{1}{6} \times \sqrt{f_{c'}} \times b \times d = 0.75 \times \frac{1}{6} \times \sqrt{24} \times 1000 \times 184 \\ &= 112.6 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\emptyset \times V_c = 112.6 \text{ kN} > V_{u \text{ Max}} = 57.2 \text{ kN}$$

So, No Shear Reinforcement is required.

So, (h=21) is O.K

❖ **Design of Bending Moment:**

$$M_u = 57.9 \text{ KN.m}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{57.9 \times 10^6}{0.9 \times 1000 \times 184^2} = 1.9 \text{ Mpa.}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 1.9}{420}} \right) = 0.00476.$$

$$\rightarrow A_{s, \text{ req}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.00476 \times 1000 \times 184 = 876 \text{ mm}^2.$$

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

$$A_{s, \min} = 0.0018 \times b \times h = 0.0018 \times 1000 \times 210 = 378 \text{ mm}^2$$

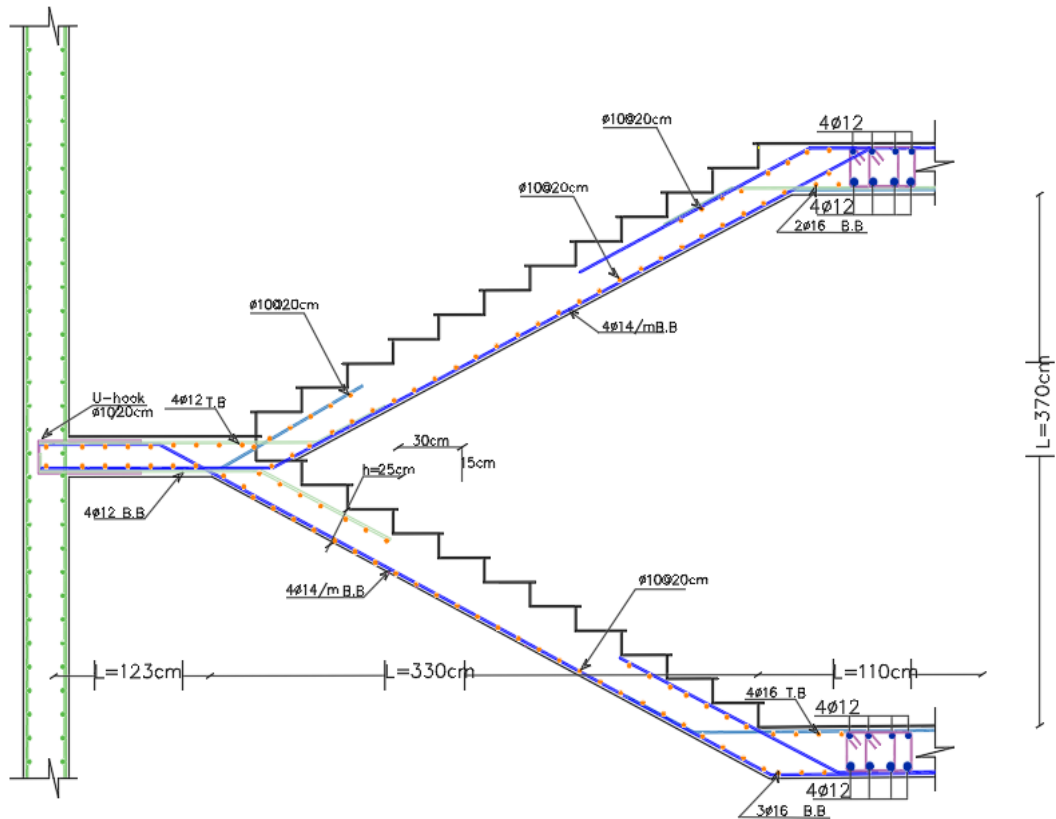
$$\rightarrow A_{s, \text{req}} = 876 \text{ mm}^2 > A_{s, \min} = 378 \text{ mm}^2$$

Use 5Ø16 Bottom with $A_{s, \text{provided}} = 1005 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 876 \text{ mm}^2$. → Ok

▪ Check for strain:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f_c} = \frac{1005 \times 420}{0.85 \times 1000 \times 24} = 20.7 \text{ mm} \qquad c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{20.7}{0.85} = 24.3 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{184 - 34.3}{34.3} \right) = 0.02 \geq 0.005 \rightarrow \text{Ok}$$



الشكل (4-14): قطاع تفصيلي خلال الدرج يبين التسليح الناتج من عملية التصميم.

5

الفصل الخامس
النتائج والتوصيات

1-5 المقدمة.

2-5 النتائج.

3-5 التوصيات.

4-5 المراجع.

5-1 المقدمة:

في هذا المشروع تم الحصول على المخططات المعمارية الأولية التي كانت تحتوي على العديد من الأخطاء مثل توزيع الأعمدة و عدم توافق المخططات المعمارية مع بعضها وبعد التدقيق لهذه المخططات مرت بسلسلة من التعديلات مثل اعادة التوزيع للأعمدة بشكل مناسب وتعديل بعض الواجهات و الشرفات و الشكل العام و الوظيفة المطلوبة للمبنى و بالمحصلة تم إعداد المخططات المعمارية والمخططات الانشائية الخاصة بالنظام الانشائي للمبنى في مرحلة مقدمة مشروع التخرج

5-2 النتائج:

- سيتمكن كل طالب في فريق العمل من تصميم العناصر الهيكلية يدويًا بحيث يكون لديهم خبرة ومعرفة فعالة في استخدام برامج التصميم المحوسبة.

- ✓ على المهندس أن يكون ملما بطرق تنفيذ العناصر الإنشائية حتى يتمكن من تصميم المنشأ بطريقه قابله للتنفيذ.
- ✓ من العوامل التي يجب أن نتخذها هي العوامل الطبيعية المحيطة بالمبنى مثل الرياح والأمطار والثلوج وطبيعة الموقع وتأثير القوى الطبيعية عليه مثل الزلازل.
- ✓ من خلال ما قمنا به من تصميم المبنى لابد من أخذ نظرة شاملة للمبنى لربط العناصر الهيكلية المختلفة ثم تقسيم هذه العناصر لتصميمها بشكل فردي ومعرفة كيفية التصميم مع مراعاة الظروف المحيطة.
- ✓ على المصمم أن يتمتع بالحس الهندسي الذي يمكنه من تجاوز وحل أي مشكله تواجهه بشكل هندسي مقنع ومدروس.
- ✓ البرامج الحاسوبية المستخدمة هي:
 - برامج مايكروسوفت أوفيس (Office 2007)
 - عمل على استخدامه في المشروع في الكتابة النصوص والتنسيق وإخراج المشروع.
 - برنامج (AUTOCAD 2021)
 - وذلك لعمل الرسومات المفصلة للعناصر الإنشائية.
 - برنامج أثير (ATIR)
 - للتصميم والتحليل الإنشائي للعناصر الإنشائية.

3-5 التوصيات :

عمل هذا المشروع على توضيح وتوسيع فهمنا لطبيعة مشاريع البناء ، بما في ذلك التفاصيل والتصاميم والتحليلات المعمارية والإنشائية.

من هذه التجربة نريد أن نقدم مجموعة من التوصيات الهامة:

- يجب الحصول على معلومات شاملة عن طبيعة الموقع وترتبه ومتانته من خلال فحص وتقرير خاص بتلك المنطقة.

- يجب اختيار التصميم المعماري ومن ثم يتم تنسيق وإعداد كافة المخططات المعمارية والإنشائية.

- في هذه المرحلة ، يجب اختيار النظام الإنشائي المناسب في عملية البناء ، مثل النظام الإنشائي أو نظام الجدران الحاملة للخرسانة المسلحة والأسطح الحجرية.

- يجب إيجاد اتفاق كامل وتنسيق بين المهندس المدني والمصمم المعماري.

- يجب على المهندس الإنشائي تصميم العناصر الإنشائية حسب المخططات.

- يجب على المهندس تصميم نظام هيكل مقاوم للأحمال الرأسية والقوى الأفقية التي تسببها أحمال الرياح والزلازل.

- يجب الانتهاء من التصميم الكهربائي والميكانيكي للمشروع قبل البدء في موقع العمل لإجراء أي تعديلات ممكنة على المشروع من الناحية الهيكلية.

5-4 المراجع:

- 1 . Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318M-11)
2. كودات البناء الوطني الأردني، كود الأحمال والقوى، مجلس البناء الوطني الأردني، عمان، الأردن، 1990م.
3. Reinforced concrete I, II , III “ DR. Nasser Abboshi” & Dr. Maher Amro