بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة والتكنولوجيا

دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

هندسة مباني

مشروع التخرج

# التصميم الإنشائي لـِ "مبنى الضياء الاستثماري " في مدينة الخليل .

فلسطين-الخليل

فـريـق الـعـمـل


علي شلالدة

عمار شكارنة

ابراهيم حسين

ابراهيم مخامرة

وليد مرقطن


إشـراف :

م. محمد مزهر

اغسطس – 2017م

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة والتكنولوجيا

هندسة مباني

# التصميم الإنشائي لـِ " مبنى الضياء الاستثماري " في مدينة الخليل .

فلسطين-الخليل

فـريـق الـعـمـل

علي شلالدة — عمار شكارنة

ابراهيم حسين — ابراهيم مخامرة

وليد مرقطن

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

| توقيع مشرف المشروع | توقيع رئيس الدائرة |
| --- | --- |
| م. محمد مزهر | م. فيضي شبانة |
| ..... | ..... |

٢٠١٧م

# الإهـــــــداء

إلى من جعلوا من أنفسهم جسراً تعبره نجاحاتنا، إلى من سهروا ليلهم لتشرق شمسنا، إلى من عرقت جباههم وما جفّت وتعبت جوارحهم وما كلّت وما أنّت، إلى من وهبوا أنفسهم وما ملكت أيديهم شموعاً تحترق لتنير لنا الدرب، إلى من غرسوا بذور العطاء والبر والتقوى والمحبة في أراضينا القاحلة، وعصروا من قلوبهم ترياقاً لهمومنا وبلسماً لحياتنا، إلى من آثروا الحرمان لنكتفي نحن فيكتفون ونرتفع نحن فيرتفعون، إلى آبائنا وأمهاتنا العظام الذين لا يجازي رضاهم مداد البحر من الكلمات، ولا يوفيهم حقّهم مدى الدهر من الوفاء والطاعات، إليكم نهدي هذا العمل المتواضع.

كما ونهدي هذا العمل إلى كل الأساتذة والأخوة والأصدقاء الذين وقفوا وما يزالون إلى جانبنا في السراء والضراء، وبوجودهم تذوقنا طعم الحياة وحلاوة الأوقات وبمحبتهم وعطائهم تجاوزنا الصعاب وبلغنا الأهداف.

فـريـق الـعـمـل

# شـــكـــر وتـــقـــديـــر

لا فضل علينا إلا فضله، وما من نعمةٍ نحن بها إلا من عنده، وما توفيقنا إلا به فله الحمد والشكر عدد الأوراق والأشجار، وعدد ما ذكره الذاكرون الأبرار، وعدد ما سبح الطير وطار وما تعاقب الليل والنهار، حمداً كثيراً طيباً مباركاً لا إنقضاء له في السعد والحزن، والسر والعلن.

كما ونتقدم بجزيل شكرنا، وعظيم امتناننا وتقديرنا وعرفاننا إلى كل من ساهم في إنجاز مشروعنا هذا، متحدين كل الظروف والعقبات.

ونخص بالشكر أستاذنا الفاضل المهندس محمد مزهر المشرف والموجه، الذي لم يتوانى ولم يتأخر عن تقديم ما آتاه الله من علم وحلم لنا وبكل سعة صدر، ولم يدخر جهدا في توجيهنا والأخذ بأيدينا إلى طريق النجاح.

ونشكر طاقم دائرة الهندسة المدنية والمعمارية كلٌ بمكانه، فقد كرّسوا وقتهم وجهدهم لمساعدتنا ومساعدة زملائنا طوال فترة الدراسة.

ونشكر زملائنا وزميلاتنا الأعزاء الذين لولا وجودهم لما تذوقنا حلاوة العلم، ولا شعرنا بمتعة المنافسة الإيجابية.

وختام القول مسك، فكل الشكر لآبائنا وأمهاتنا أصحاب الدور الأبرز في الوصول إلى ما وصلنا إليه.

فـريـق الـعـمـل

# ملخص المشروع

التصميم الإنشائي لـِ "مبنى الضياء الاستثماري " في مدينة الخليل .

التصميم الإنشائي هو أهم التصميمات اللازمة للمبنى بعد التصميم المعماري فتوزيع الأعمدة وحساب الأحمال والحفاظ على المتانة وبأفضل طريقة اقتصادية وأعلى درجات الأمان والسلامة يقع على عاتق المصمم الإنشائي.

سنقوم في هذا المشروع بالتصميم الإنشائي لمبنى الضياء الاستثماري ، حيث يتكون من كراج و ثلاثة طوابق تجارية "سوبر ماركت في طابقين و الثالث عبارة عن مطعم "، ويليهم برجين منفصلين وكل برج يتكون من سبع طوابق في كل طابق شقتين سكنيتين، حيث تبلغ مساحة المشروع ٧٩٠٠ م$^{٢}$.

من الجدير بالذكر أنه تم استخدام الكود الأردني لتحديد الأحمال الحية، ولتحديد أحمال الزلازل" UBC-97"، أما بالنسبة للتحليل الإنشائي وتصميم المقاطع فتم استخدام الكود الأمريكي (ACI_318_08) ، ولا بد من الإشارة إلى أنه تم الإعتماد على بعض برامج الحاسوب مثل :-

Auto CAD (2007+2014), ATIR, ETABS 2015, SAFE 2014, Microsoft Office XP.

ويتضمن المشروع دراسة إنشائية تفصيلية من تحديد وتحليل للعناصر الإنشائية والأحمال المختلفة المتوقعة ومن ثم التصميم الإنشائي للعناصر وإعداد المخططات التنفيذية بناء على التصميم المعد لجميع العناصر الإنشائية التي تكوّن الهياكل الإنشائية للمبنى.

والله ولي التوفيق

# Abstract


## Structural Design For "AL-Diea' Investment Building "

Structural design is the most important design that necessary to the building after the architectural design, distribution of columns and the highest level of safety, and this is the responsibility of the structural designer.

in this project, We will design the structural system of the building, Which consists of three blocks as follows:-

This building consists of 11 Stores "garage, 3 Commercial stores and 2 tower each tower consist of 7 stores, every store have 2 apartment" and it contains all activities required for any person.

It is noteworthy that Jordan's code used to determine the live loads "UBC-97" to determine the seismic loads, but for the structural analysis and design section we used the use of the US Code (ACI_318_08), it must be noted that we used some computer programs such as:-

Auto CAD (2007+2014), Atir, ETABS 2015, SAFE 2014, Microsoft Office XP.

The project including a detailed structural study of the identification and analysis of the structural elements of the construction and different loads expected and then the structural design of the elements and the preparation of shop drawings based on the prepared for all the structural elements of the building.

God grants success

# فهرس المحتويات


صفحة الغلاف ..... I
صفحة التواقيع ..... II
الإهـــــداء ..... III
شـــكـر وتـــقـــديـــر ..... IV
ملخص المشروع ..... V
Abstract ..... VI
فهرس المحتويات ..... VII
فهرس الجداول ..... X
فهرس الأشكال ..... XI
List of Abbreviations ..... XIII
الفصل الأول: المقدمة ..... ١
1-1 مقدمة ..... ٢
1-2 تعريف عام بالمشروع ..... ٢
1-3 أسباب اختيار المشروع ..... ٢
1-4 أهداف المشروع ..... ٣
1.أهداف معمارية ..... ٣
2.أهداف انشائية ..... ٤
1-5 مشكلة المشروع ..... ٤
1-6 نطاق وحدود المشروع ..... ٤
الفصل الثاني : الوصف المعماري ..... ٥
2-1المقدمة ..... ٦
2-2 موقع المشروع ..... ٦
2-3أسباب إختيار موقع المشروع ..... ٧
2-4لمحة عامة عن المشروع ..... ٧
2-5 وصف عناصر المشروع ..... ٧
2-5-1 وصف المساقط الافقية ..... ٧
2-5-2 وصف واجهات المبنى ..... ١١
2-5-3 وصف الحركة داخل المبنى ..... ١٤
2-5-4 المجسم الثلاثي الابعاد ..... ١٦
الفصل الثالث : الوصف الإنشائي ..... ١٨
3-1 مقدمة: ..... ١٩

3-2هدف التصميم الإنشائي ..... ١٩
3-3الدراسات النظرية للعناصر الإنشائية في المبنى ..... ١٩
3-4الأحمال ..... ٢٠
3-4-1 الأحمال الميتة ..... ٢٠
3-4-2 الأحمال الحية ..... ٢٠
3-4-3الأحمال البيئية ..... ٢٢
3-5العناصر الإنشائية ..... ٢٣
3-5-1 البلاطات الخرسانية (العقدات) ..... ٢٣
3-5-2 الجسور ..... ٢٥
3-5-3 الأعمدة ..... ٢٦
3-5-4 جدران القص ..... ٢٧
3-5-5 الأساسات ..... ٢٧
3-5-6 الأدراج ..... ٢٨
3-5-7 فواصل التمدد (Expansions Joints) ..... ٢٩
CHAPTER4: Structural Analysis & Design ..... ٣٠
4-1 Introduction ..... ٣١
4-1-1 Design method and requirements ..... ٣١
4-1-2 Strength design method ..... ٣١
4-2 Factored loads ..... ٣٢
4-3 Slabs Thickness calculation ..... ٣٣
4-4 LOAD CALCULATION For topping ..... ٣٤
4-5 design of topping ..... ٣٥
4-6 design of rib 13 ..... ٣٦
4-6-1 plan of rib 13 ..... ٣٧
4-6-2 loads of rib ..... ٣٨
4-6-3 design of flexure for rib (13) ..... ٤١
4-6-4 design of shear for rib ..... ٤٧
4-7 design of beam 13 at third floor slab ..... ٤٨
4-7-1 design of FLEXURE FOR BEAM ..... ٥١
4-7-2 design of beam for shear ..... ٥٧
4-8 Design of Stair ..... ٦١
4-9 Design of Column basement (6) ..... ٧١
4-10 Design of One Way Solid Slab ..... ٧٤
4.10.1 Design of Positive Moment :-(Mu=66.2KN.m) ..... ٧٨

٧٩ ..... 4.10.2 Design of Positive Moment :-( Mu=35.6KN.m)
٧٩ ..... 4.10.3 Design of Negative Moment:- (Mu=-59.4KN.m)
٨٢ ..... 4.11 Design of Mat Footing
٨٢ ..... 4-12 Design of Two way ribbed slab
٨٣ ..... 4.12.1 Determination of Thickness for Two Way Ribbed Slab
٨٥ ..... Table 8-4: table of tow way rib calculation.
٨٥ ..... Dead Load of slab
٨٥ ..... Moments Calculations
٨٧ ..... 4-12-2 design of flexure for rib (13)
٩٢ ..... 4-6-4 design of shear for rib
الفصل الخامس : النتائج و التوصيات ..... ٩٥
5-1مقدمة: ..... ٩٦
5-2 النتائج: ..... ٩٦
5-3التوصيات: ..... ٩٧
المصادر و المراجع ..... ٩٨

# فهرس الجداول

جدول ١-٣ : الكثافة النوعية للمواد المستخدمة..... ٢٠
جدول ٢-٣ : الاحمال الحية..... ٢١
جدول ٣-٣ : قيمة أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر..... ٢٢

Table 1-4: Check of minimum thickness of structural members..... ٣٣
Table 2-4: Dead load calculation for topping..... ٣٥
Table 3-4: Dead load calculation for rib..... ٣٨
Table 4-4: Dead Load Calculation of Flight..... ٦٢
Table 5-4: Dead Load Calculation of Landing..... ٦٥
Table 6-4: Dead Load Calculation of Landing..... ٦٨
Table 7-4: Dead Load Calculation of Horizontal Solid Slab..... ٧٥
Table 8-4: table of tow way rib calculation. Load Calculation:..... ٨٥

# فهرس الأشكال


الشكل ١-٢:صورة توضح الموقع العام للمشروع. ..... ٦

الشكل ٢-٢:رسم توضيحي لأقسام المبنى . ..... ٧

الشكل ٣-٢ : مخطط طابق التسوية. ..... ٨

الشكل ٤-٢ :مخطط الطابق الارضي. ..... ٨

الشكل ٥-٢ : مخطط الطابق الاول ..... ٩

الشكل ٦-٢ :مخطط الطابق الثاني . ..... ٩

الشكل ٧-٢ : مخطط الطابق الثالث. ..... ١٠

الشكل ٨-٢ : الواجهة الغربية للمبنى. ..... ١١

الشكل ٩-٢ : الواجهة الشرقية للمبنى . ..... ١٢

الشكل ١٠-٢ :الواجهة الشمالية للمبنى . ..... ١٣

الشكل ١١-٢ : الواجهة الجنوبية للمبنى. ..... ١٤

الشكل ١٢-٢ : القطاع (A-A) ..... ١٥

**الشكل ١٣-٢ : القطاع (B-B) .** ..... ١٥

الشكل ١٤-٢ : مجسم ثلاثي الابعاد للمبنى من الامام. ..... ١٦

الشكل ١٥-٢ : مجسم ثلاثي الابعاد للمبنى من الخلف. ..... ١٦

Figure 1-4: topping load and moment diagram. ..... ٣٤

Figure 2-4: Topping of one way rib slab. ..... ٣٥

Figure 3-4: One way rib slab. ..... ٣٧

Figure 4-4: Rib 13 in third floor. ..... ٣٧

Figure 5-4: Dead load on the rib. ..... ٣٩

Figure 6-4: Live load on the rib. ..... ٣٩

Figure 7-4: dimnsion rib. ..... ٣٩

Figure 8-4: Reactions of rib (live and dead). ..... ٤٠

Figure 9-4: Moment diagram of rib. ..... ٤٠

Figure 10-4: Shear diagram of rib. ..... ٤٠

Figure 11-4: Beam geometry. ..... ٤٩

Figure 12-4: Loads on the beam. ..... ٤٩

Figure 13-4: Moment & Shear Diagram of beam. ..... ٥٠

Figure14-4: Stair Plan. ..... ٦١

Figure 15-4: Statically System and Loads Distribution of Flight. ..... ٦٣

Figure 16-4 Statically System and Loads Distribution At First 1m of Landing. ..... ٦٦

Figure 17-4: Statically System and Loads Distribution At First 1m of Landing. ..... ٦٩

Figure 18-4: Stair Reinforcement. ..... ٧١

Figure 19-4: Column Reinforcement. ..... ٧٤

20-4: One Way Solid Slab. Figure ..... ٧٤

Figure 21-4: Geometry of Solid Slab (S5). ..... ٧٦

Figure 22-4: Loads of Solid Slab (S5). ..... ٧٦

Figure 23-4: Shear and Moment Envelope Diagram of Solid Slab (S5). ..... ٧٧

Figure 24-4 : Mat foundation ..... ٨٢

Figure 25-4: Two way rib ..... ٨٢

٨٣..... Figure 26-4: rib and beams sections.
٨٧..... Figure 27-4: moment diagram.

# List of Abbreviations

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

- M = bending moment.
- Mu = factored moment at section.
- Mn = nominal moment.
- Pn = nominal axial load.
- Pu = factored axial load.
- S = Spacing of shear in direction parallel to longitudinal reinforcement.
- Vc = nominal shear strength provided by concrete.
- Vn = nominal shear stress.
- Vs = nominal shear strength provided by shear reinforcement.
- Vu = factored shear force at section.
- Wc = weight of concrete.
- W = width of beam or rib.
- Wu = factored load per unit area.
- Φ = strength reduction factor.
- $\varepsilon_c$ = compression strain of concrete = 0.003.
- $\varepsilon_s$ = strain of tension steel.
- $\acute{\varepsilon}_s$ = strain of compression steel.
- ρ = ratio of steel area

## الفصل الأول: المقدمة

1-1 مقدمة.

1-2 تعريف عام بالمشروع.

1-3 أسباب اختيار المشروع.

1-4 أهداف المشروع.

1-5 مشكلة المشروع.

1-6 نطاق وحدود المشروع.

1-7 المخطط الزمني لمراحل العمل بالمشروع.

## 1-1 مقدمة:

لقد شهدت بداية القرن الماضي بداية عصر من الازدهار والتطور في كل الجوانب الحياتية التي يعيشها الانسان اليوم ، ومع زيادة متطلبات الانسان في مجالات حياته فكان لا بدّ من مواكبة هذا التطور بشتى مجالاته بشكل يتلاءم مع طبيعة العصر المتمثلة في تسخير الطبيعة والسيطرة عليها.

ولما كان الإنسان يمثل أغلى قيمة خلقها الله على الأرض وسخرها له فقد بات من المؤكد أن احتياجات الانسان ضرورية لبقاء حياته ولإشباع رغباته وميولاته الشخصية ، فقد دأب الإنسان منذ الأزل على تطوير وسائل واماكن الترفيه تلك الأماكن التي تلبي جميع احتياجاته الشخصية والاسرية ، لذا كان لا بد من انشاء أماكنَ تعمل على سدّ احتياجات المستهلك بطريقة مبتكرة تجمع تلبية اكبر مجموعة من حاجات الانسان الضرورية كالمسكن والمأكل والاحتياجات اليومية الضرورية، لذا كان لا بد من أن نولي قطاع الاستثمار في مجتمعنا أهمية بالغة اذ أنه يضمن تحقيق الرفاه في المجتمع .

حيث عرف الإنسان التجارة والتعاملات التجارية منذ القدم ، تلك التعاملات التي ارتبطت ارتباطا وثيقا بالمجتمع وتأثرت بالتطور الذي حدث لها في هذا المجتمع وثقافته عبر العصور والحضارات المختلفة كان نتيجة لذلك أن تعددت أشكالها وصورها حتى وصلت إلى ما هو عليه الآن.

## 1-2 تعريف عام بالمشروع:

تعد المجمعات الاستثمارية ذات أهمية كبيرة في حياة المواطنين، لما لها من أهمية كبيرة تتمثل في اشباع حاجات المستهلكين وتوافر اكبر قدر من الخدمات والسلع في مكان واحد، ومن هنا جاء التركيز على توفير بيئة ملائمة للقطاع الاستثماري في مدينة الخليل خاصة وفلسطين عامة ، والتي تعمل على سد احتياجاتهم على مختلف الاصعدة.

المشروع عبارة عن مجمع استثماري (مبنى استثماري) في شارع عين سارة في مدينة الخليل، تتوفر فيه كافة المتطلبات التي تضمن توفير بيئة تلبي ما تزيد نسبته ٦٠% من احتياجات المواطن سواء كان قاطن يسكن المجمع او زبون من الخارج.

## 1-3 أسباب اختيار المشروع:

بعد فترة من البحث عن مشروع ملائم تم اعتماد مشروع التصميم الانشائي لمجمع الضياء الاستثماري ولم تكن عملية الاختيار عشوائية بل بعد فترة من الدراسة لعدد من المشاريع الاخرى , وتأتي اهمية اختيار هذا المشروع بالتحديد الي الضرورة الملحة لاكتساب الخبرة والمهارة لعملية التصميم للعناصر الانشائية في المبنى كونه مشروع يتميز بتنوع العناصر الانشائية وكذلك المشاكل

الانشائية التي يعرضها المشروع مما يساهم في اكتساب خبرات ومهارات لربما لم نتعرض لها من قبل طوال فترة الدراسة وهي فرصة للاصطدام بالواقع العملي المتمثل لبعض من المشاكل التي سوف تواجهنا في سوق العمل حال الالتحاق به ان شاء الله.

**ويمكن تلخيص الاسباب المتعلقة باختيار المشروع على النحو التالي:**

أسباب تتعلق بطبيعة هذا المشروع:

1-التأكيد على أهمية مواكبة التطور الحاصل في مجال الاستثمار في عصرنا هذا.

2-توفير بيئة ملائمة ومناسبة للمستهلكين والمواطنين على حد سواء بشكل يخدم عملية التقدم التي نمر بها.

3-توثيق العلاقة وايجاد مكان ملائم لسد كافة احتياجات المستهلك الشخصية والاسرية.

**أسباب تتعلق بفريق العمل:**

1-ان من أهم تلك الاسباب هو التمكين من التصميم للعناصر الانشائية في المباني وعليه كانت الرغبة بأن يكون المشروع انشائيا.

2-ايجاد عملية الربط ما بين المساقات الانشائية النظرية التي تم طرحها على مدار 4 سنوات والتطبيق العملي لتلك المساقات مما يعمق فكرة الاحتكاك بين المساقات النظرية والواقع العملي وهو ما نسعى له بشكل أكبر.

3-اكتساب خبرات جديدة أثناء العمل بالمشروع لم ندرسها في المساقات النظرية.

## 1-4 أهداف المشروع:

### 1.أهداف معمارية:

يتم التركيز بشكل كبير على الجانب المعماري للمشاريع الضخمة لما لها من أثر في ترك الطابع المعماري عن المنطقة المتواجدة فيها بصورة تعكس طبيعة الذوق والرقي الحضاري من خلال اختيار الكتل المتناسقة والتي تنسجم أحيانا مع فكرة المبنى فنجد الكثير من المباني التي يعكس شكلها طبيعة المبنى والعمل الذي يقوم به وهو نوع من الابداع . ويكون للمراكز التجارية طابع معماري خاص ومميز لكثرة زائريها ومرتاديها وهو ما يتم التركيز فيه على اعطاء صورة تفوق الممتازة عن طبيعة الجهد المعماري المبذول فيه.

2.أهداف انشائية:

1.التركيز على تطوير القدرة على اختيار النظام الانشائي الملائم لطبيعة المبنى.

2.العمل على توثيق العلاقة بين المساقات النظرية المطروحة والواقع العملي الذي يحتك بتلك المساقات النظرية.

3.اكتساب خبرات ومهارات جديدة تنتج من مشاكل يواجهها فريق العمل لم يتطرق لها من قبل من خلال الدراسة النظرية.

4.يعد المشروع مرجع متكامل في التحليل والتصميم للعناصر الانشائية المختلفة.

## 1-5 مشكلة المشروع:

تتمثل مشكلة المشروع في التحليل والتصميم الانشائي للعناصر الانشائية المكونة للمجمع الاستثماري وهو المشروع المعتمد ليكون مجال دراستنا وعليه سيتم تحليل كل عنصر من العناصر الانشائية المعروفة من جسور وأعمدة وغيرها، من خلال عملية تحديد الاحمال الواقعة على كل عنصر انشائي من اجل تحديد الابعاد والتسليح الذي يضمن الامان والعمل بكفاءة لذاك العنصر المصمم، ثم عملية ايجاد المخططات التنفيذية لتلك العناصر التي تم تصميمها بالاعتماد على الاسس الصحيحة بصورة تضمن اخراج هذا البحث بصورة متكاملة تخرج من حيز الاقتراحات الى حيز التطبيق.

## 1-6 نطاق وحدود المشروع:

سوف تقتصر الدراسة على اعداد المخططات الانشائية الهندسية المطلوبة لمختلف العناصر الانشائية الموجودة في المبنى بشكل يوائم التصاميم المعمارية الموجودة.

# الفصل الثاني : الوصف المعماري

**2-1 مقدمة.**

**2-2 موقع المشروع.**

**2-3 أسباب اختيار الموقع.**

**2-4 لمحة عامة عن المشروع.**

**2-5 وصف عناصر المشروع.**

## 2-1المقدمة:

انّ تصميم أي منشأة يبدأ بحاجتنا لهذه المنشأة ، وعملية التصميم هذه تمر بعدة مراحل أولها هي الفكرة التي يرى من خلالها المهندس المعماري الحل الأمثل الذي يسد حاجاتنا لهذا المبنى ،لذلك يراعي المهندس المعماري عدة امور في تصميمه ، أولها وأهمها تحقيق الوظائف والمتطلبات التي من اجلها سيتم انشاء المبنى ، ويراعى ايضا توفير أسباب الراحة والمرونة في المبنى من حيث سهولة الحركة والتنقل ، الانارة ، التهوية ، وغيرها من المتطلبات الوظيفية. وأيضا المهندس المعماري يراعي ويهتم بالناحية الجمالية في تصميمه وتوافر عنصر الفن والإبداع في هذا التصميم ،وبعد الانتهاء من مرحلة التصميم المعماري تبدأ عملية التصميم الإنشائي للمبنى وتحديد كافة العناصر الإنشائية.

## 2-2 موقع المشروع:

عند اختيار موقع أي مشروع يجب أن يكون هذا الموقع منسجم والأهداف والأغراض والاستخدامات للمشروع ،لذلك يجب دراسة الموقع جيدا وهذه الدراسة تشمل عدة أمور أهمها : الموقع الجغرافي، الحالة المناخية للمنطقة، واتجاه وطبيعة الرياح في المنطقة، أيضا يجب دراسة طبوغرافية الأرض وفهم طبيعة التربة ومقدار تحملها.

الشكل ١-٢:صورة توضح الموقع العام للمشروع.

## 2-3 أسباب إختيار موقع المشروع :

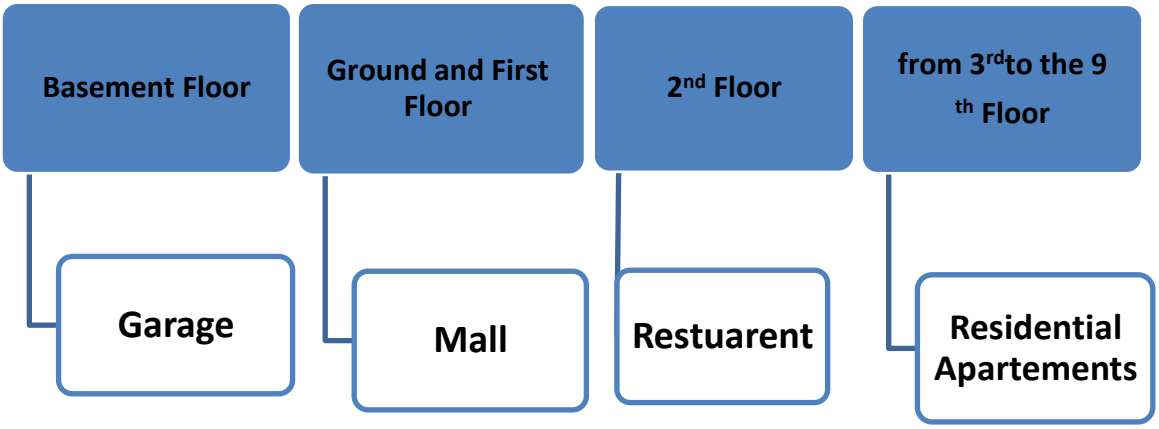
1.مساحة الأرض المتناسبة مع مساحة وحجم المشروع.

2.طبيعة الارض السهلة وهذا يساعد في عمليات الحفر وعمل الاساسات.

3.طبيعة المنطقة متناسبة مع طبيعة المبنى وأغراضه.

## 2-4لمحة عامة عن المشروع:

تقوم فكرة المشروع على أساس تصميم إنشائي متكامل مع مراعاة جميع المعايير المعمارية النموذجية في تصميم المجمع الاستثماري الذي يجب أن تتوفر فيه جميع العناصر التي سوف تجعل المجمع مميز من ناحية وظيفية و معمارية وأن يراعي كافة نواحي التطور من حيث المساحات والحركة ومتطلبات السلامة العامة وأمور أخرى مع مراعاة إمكانية التمدد المعماري المستقبلي.




الشكل ٢-٢:رسم توضيحي لأقسام المبنى .

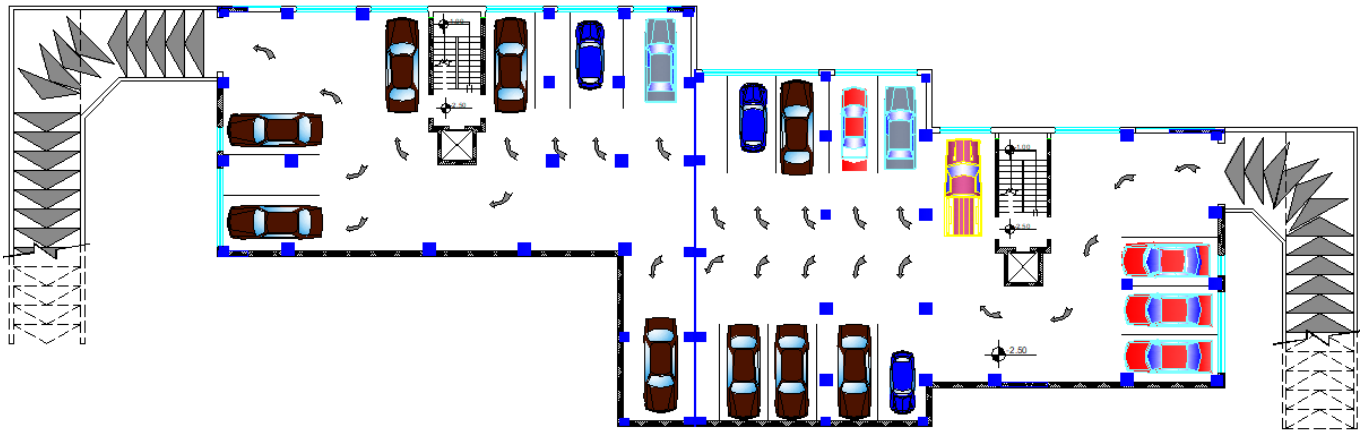
## 2-5 وصف عناصر المشروع:

### 2-5-1 وصف المساقط الافقية:

#### 2-5-1-1 طابق التسوية:

تقع التسوية أسفل المبنى بمساحة 791 متر مربع تقريبا، وبمنسوب 2.50-متر تحت مستوى سطح الأرض، حيث يبلغ ارتفاع الطابق 3.75 متر تستخدم التسوية كموقف للسيارات (Parking) وتتسع لحوالي 20 سيارة بالإضافة لساحة موقف

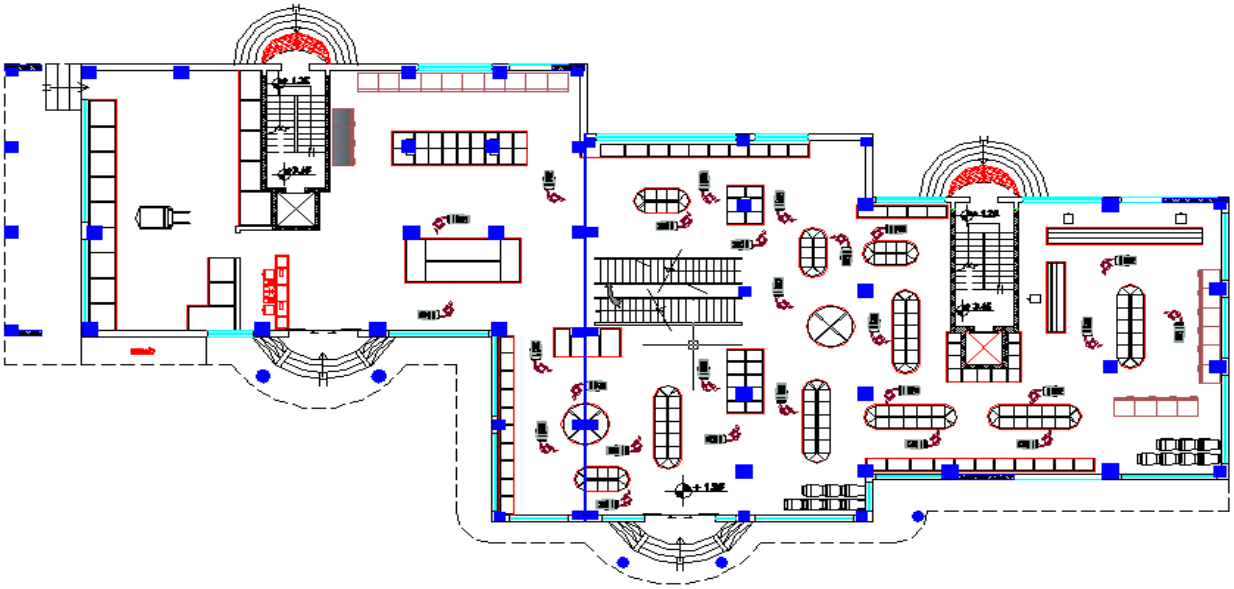
خارجية تظهر في الموقع العام، وتتصل التسوية مع الطوابق العليا من خلال الأدراج ومصعدين موزعة كما هو موضح بالشكل. ويوضح الشكل أيضاً حركة المركبات خلال عملية الدخول للتسوية والخروج منها بسهولة.



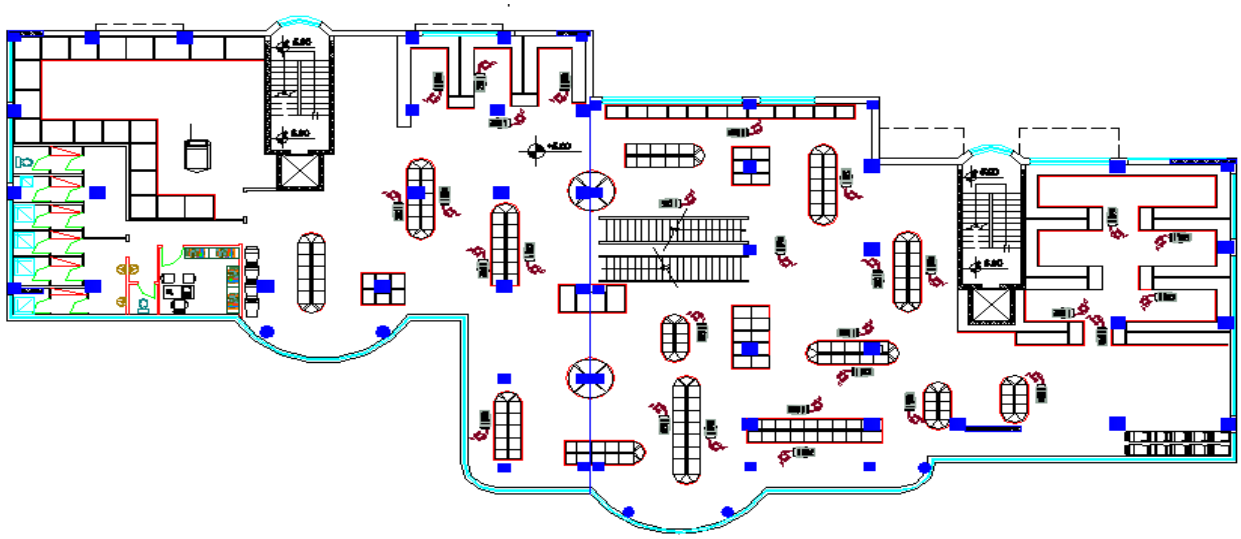
الشكل ٣-٢ : مخطط طابق التسوية.

## 2-5-1-2 الطابق الأرضي والطابق الأول:

يتكون هذان الطابقان من محل تجاري ضخم (سوبرماركت) ومكتب للمحاسبة ومراحيض تقع في الطابق الاول ، وتبلغ مساحة الطابق الارضي حوالي896 متر مربع ومنسوب 1.32+ متر وارتفاع طابقي 3.75 متر، بينما تبلغ مساحة الطابق الاول حوالي912 متر مربع على منسوب 5.14+ متر وارتفاع طابقي 3.75 متر. ويتصل الطابقين فيما بينهما بدرج كهربائي كما نرى في مخطط الطابق الارضي ويوضح الشكل الادراج العادية والمصاعد الكهربائية التي تربط الطابقين بالطوابق الاخرى.



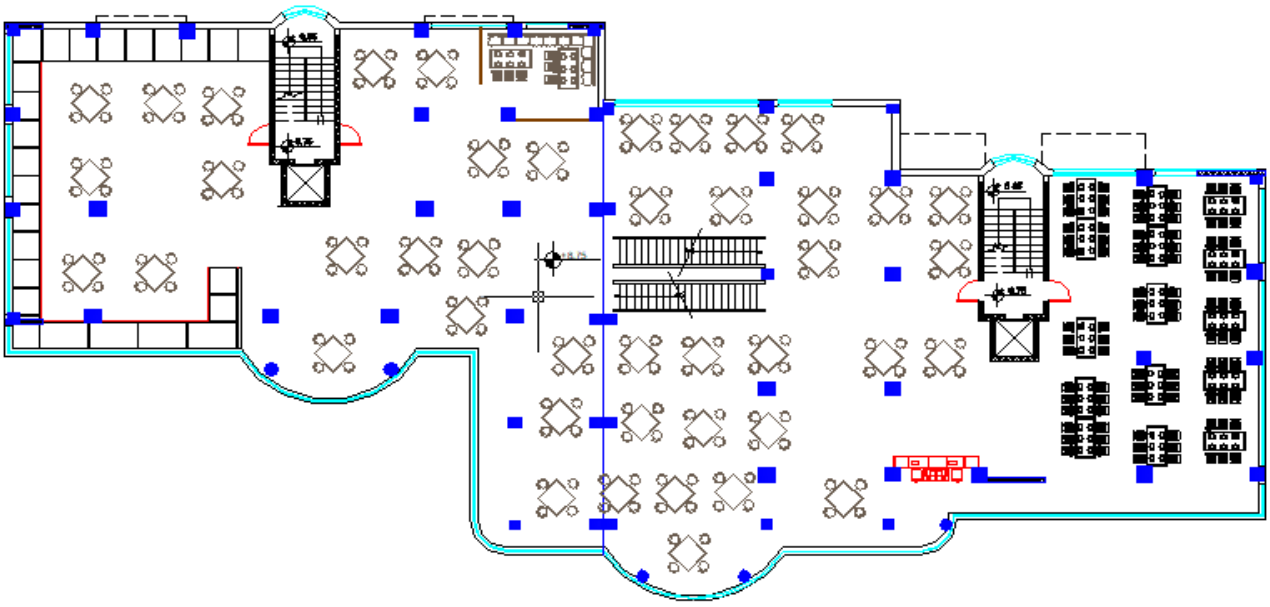
الشكل ٤-٢ :مخطط الطابق الارضي.



الشكل ٥-٢ : مخطط الطابق الاول

### 2-5-1-3 الطابق الثاني:

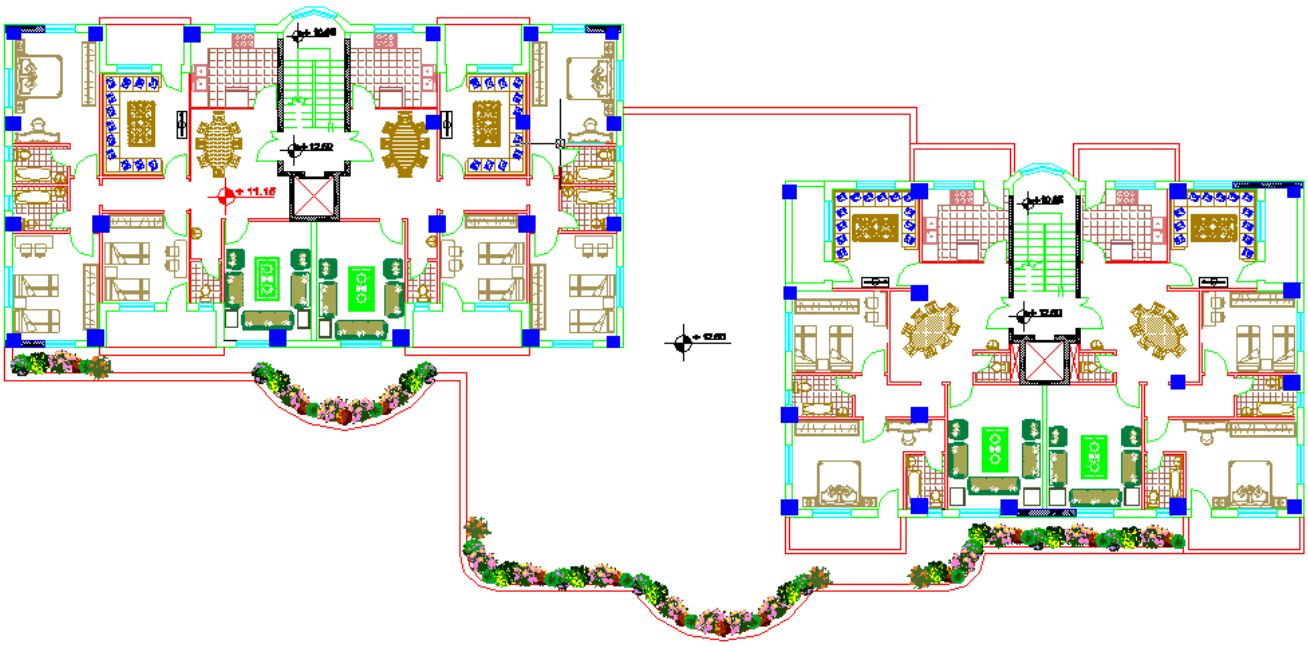
المساحة الكلية لهذا الطابق 902 متر مربع تقريباً، ويقع على منسوب 8.96+ متر حيث يبلغ ارتفاعه 3.75 متر، ويتكون هذا الطابق من مطعم وحمامات خاصة به كما هو مبين في الشكل المرفق، ويوضح أيضا الشكل المصاعد والأدراج التي يتصل بها هذا الطابق مع الطوابق الأخرى.



الشكل ٦-٢ :مخطط الطابق الثاني .

### 2-5-1-4 الطابق الثالث:

المساحة الكلية لهذا الطابق 641 متر مربع تقريباً، ويقع الطابق الثالث على منسوب 12.78+متر ، حيث يبلغ ارتفاع الطابق 3.25 متر، ويتكون الطابق من جزأين يفصل بينهما مطلع الدرج والمصعد الكهربائي في كل جزء منهما شقتين سكنيتين مع العلم بان هذا المخطط يتكرر في الطوابق العليا من الرابع الى اخر طابق الا وهو الطابق التاسع، ويوضح الشكل المصاعد والأدراج التي يتصل بها هذا الطابق مع الطوابق الأخرى.



الشكل ٧-٢ : مخطط الطابق الثالث.

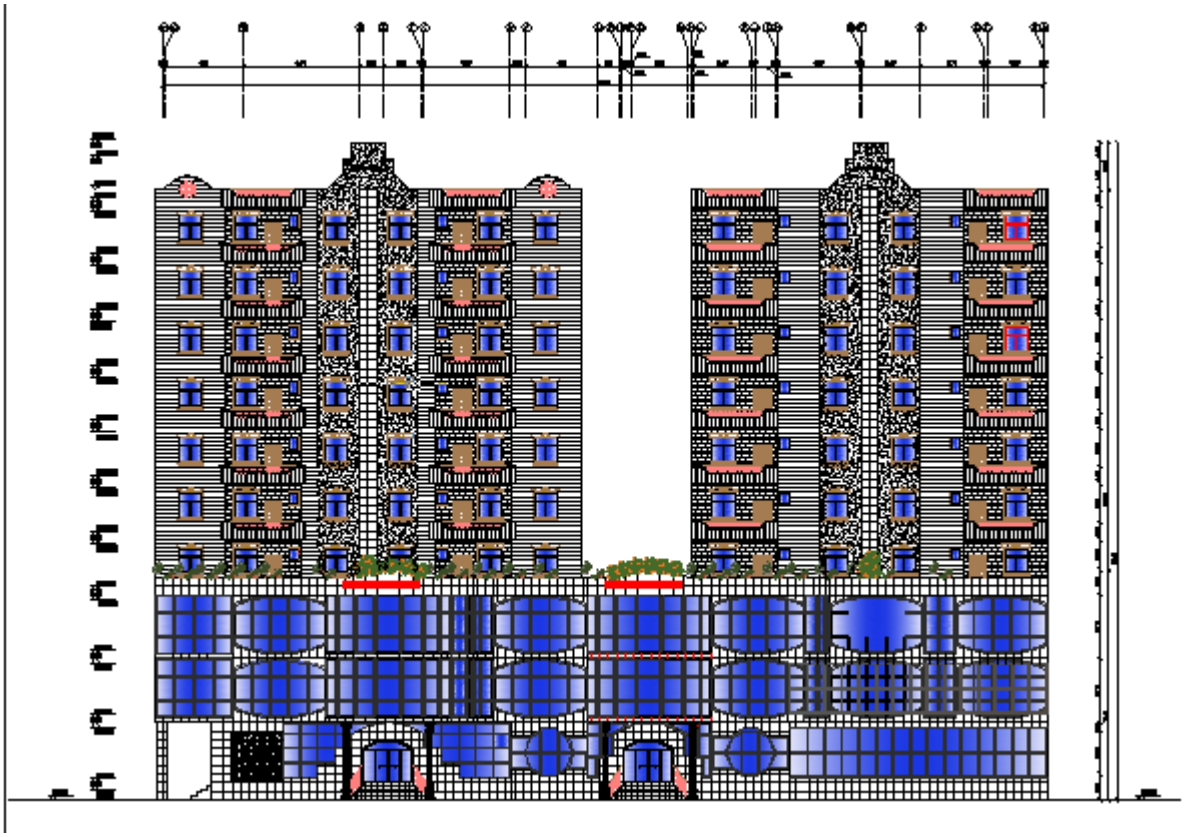
حيث ان الطابق الطوابق من الثالث حتى الحادي عشر مكررة ، والطابق الرابع يقع على منسوب +16.10 ، و الطابق الخامس يقع على منسوب +19.42 ، و الطابق السادس يقع على منسوب+22.74، و الطابق السابع يقع على منسوب+26.06، و الطابق الثامن يقع على منسوب +29.38 ،و الطابق التاسع يقع على منسوب +32.70، و السطح للمبنى يقع على منسوب+36.02 .

## 2-5-2 وصف واجهات المبنى:

إن اهتمام أي مهندس معماري بالواجهات يكون كبيرا حيث أن الواجهات يجب أن يكون منظرها العام منسجم مع طبيعة المبنى واستخداماته ،لذا على المهندس مراعاة كل تفصيله من تفاصيل الواجهة من حيث المواد المستخدمة فيها ،توزيع الفتحات ، تفاوت المناسيب والتراجعات ،وغيرها من العوامل التي تبرز جمال تصميم الواجهة.

### 2-5-2-1 الواجهة الغربية:

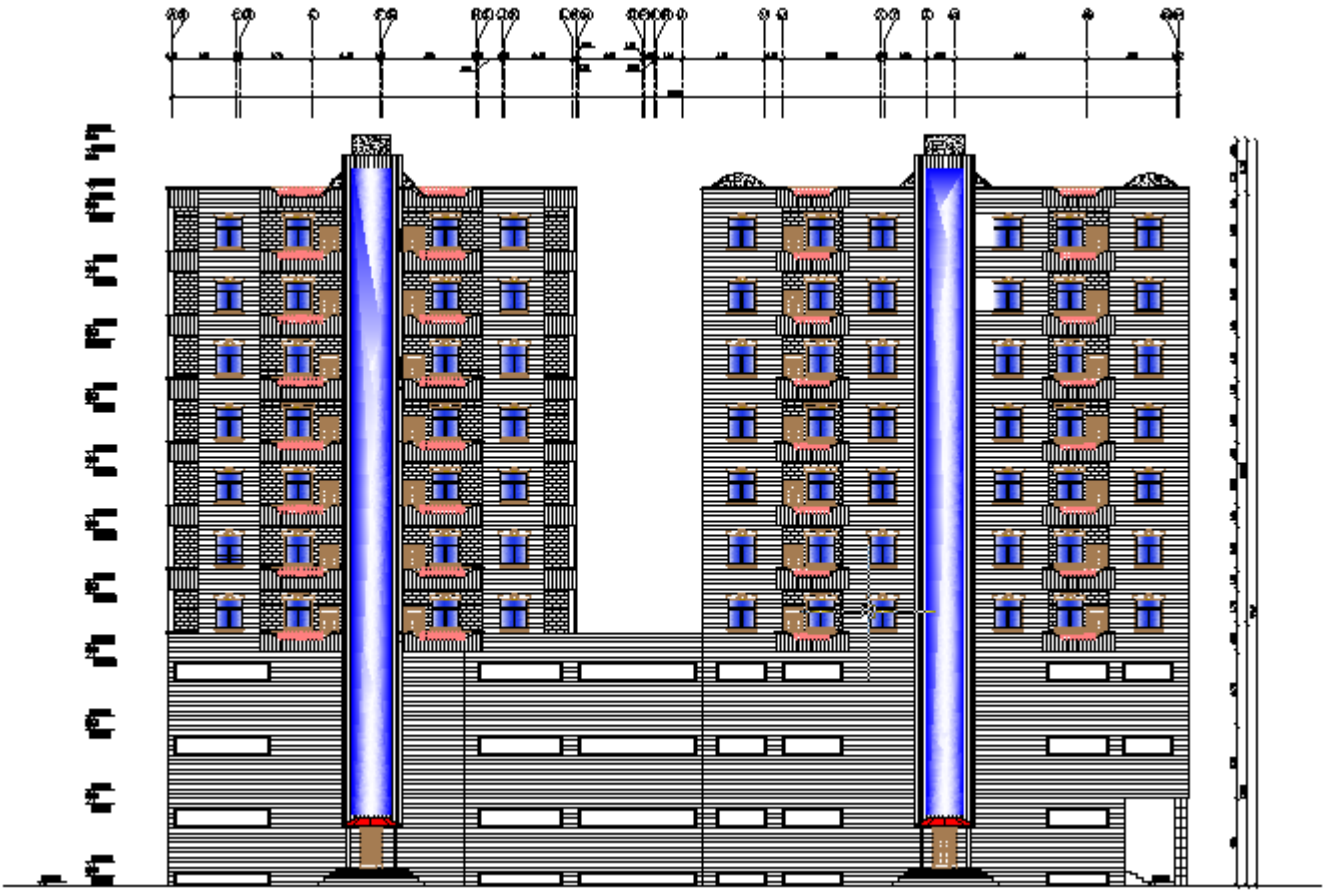
اتحدت في هذه الواجهة مجموعة من العناصر بشكل متناغم ومتناسق لتبرز الجمال المعماري لها، جميع هذه العناصر أبرزت الجمال والروعة المعمارية للواجهة وتظهر فيها العلاقة بين جزئي المبنى في رونق منقطع النظير.



الشكل ٨-٢ : الواجهة الغربية للمبنى.

### 2-5-2-2 الواجهة الشرقية:

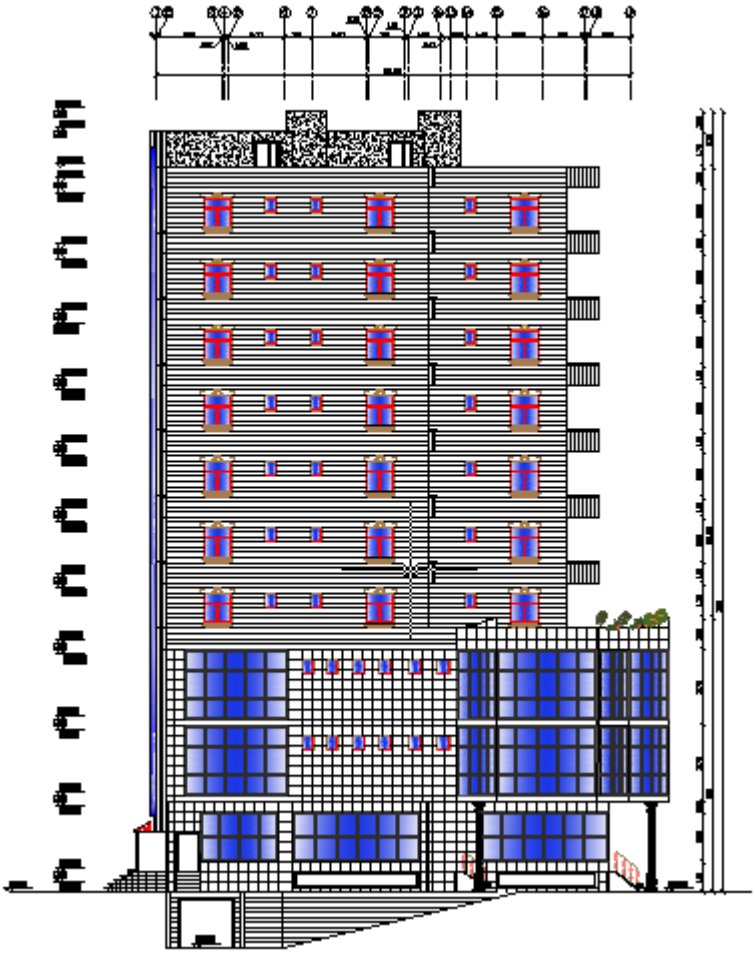
في هذه الواجهة تظهر التراجعات واختلاف المناسيب وهذا أعطاها حركة وتكتيل واضحين، واستخدم ايضا نفس اسلوب الدمج بين المواد المكونة للواجهة . يظهر ايضاً توزيع الفتحات بشكل منتظم يعطي قيمة جمالية رفيعة للواجهة.



الشكل ٩-٢ : الواجهة الشرقية للمبنى .

### 2-5-2-3 الواجهة الشمالية:

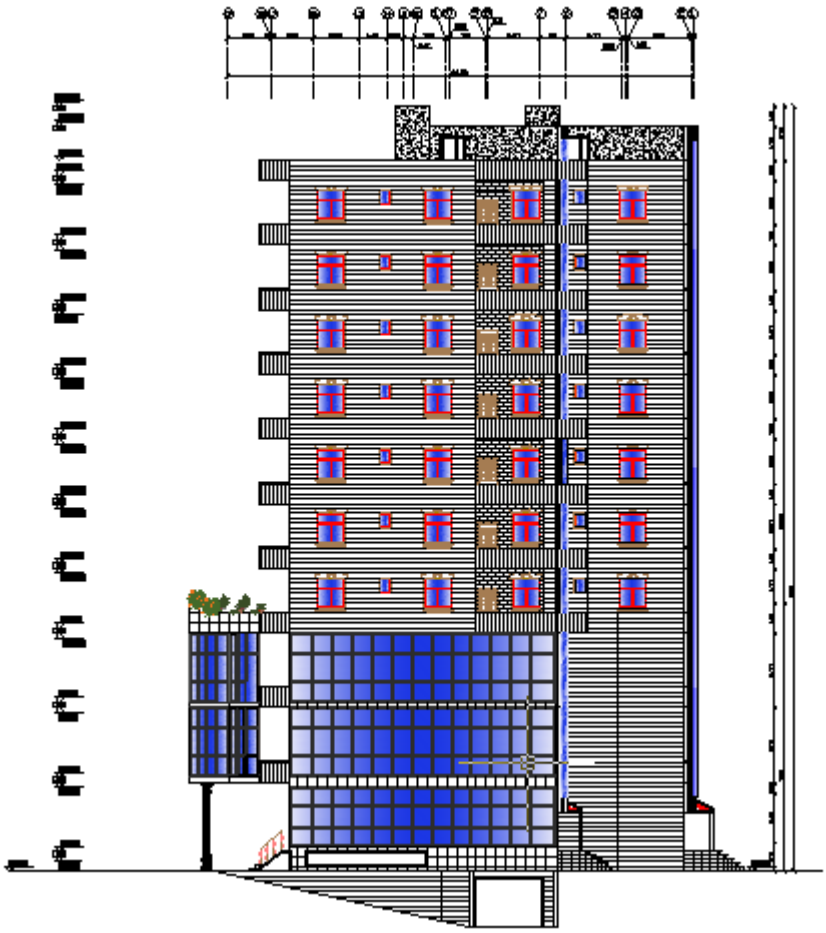
نجد الإبداع المعماري ظاهراً في هذه الواجهة بداية من الكتل ذات التراجعات الظاهرة والمناسيب المتفاوتة، والتي أضافت بدورها طابعا جماليا وحيويا وديناميكيا للواجهة. وأيضا تنوع المواد المستخدمة منها الحجر، واستخدم ايضا الزجاج.



الشكل ١٠-٢ :الواجهة الشمالية للمبنى .

### 2-5-2-4 الواجهة الجنوبية:

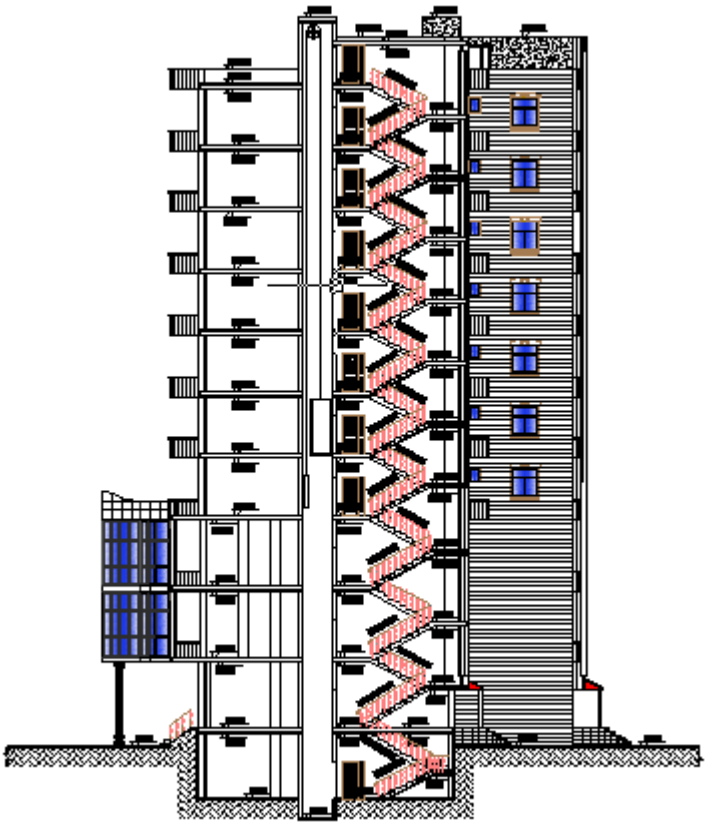
في هذه الواجهة أيضا يتمثل الجمال المعماري بشكل واضح في آلية الدمج الجميل والمتناسق بين العناصر المستخدمة في الواجهة حيث نجد أ ن هناك سلاسة وإبداع في التنقل بين الخامات المستخدمة من حجر الى زجاج، وأيضا تظهر التراجعات واختلاف المناسيب بشكل واضح مما يضيف اليها طابعا جماليا خاصاً.



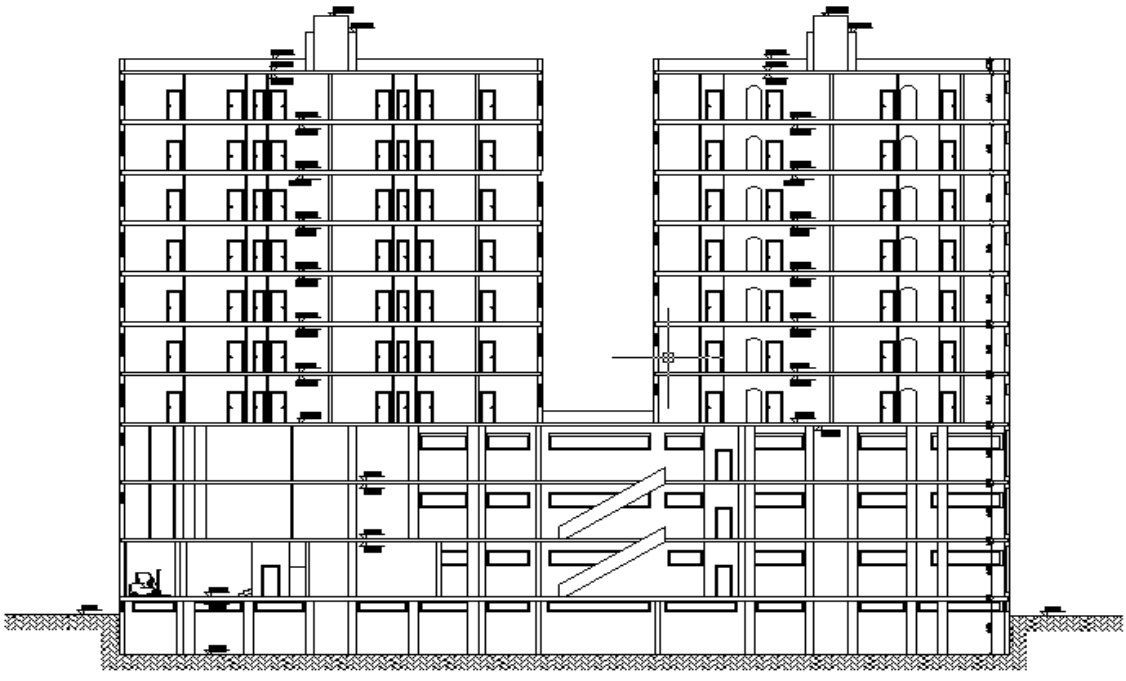
الشكل ١١-٢ : الواجهة الجنوبية للمبنى.

## 2-5-3 وصف الحركة داخل المبنى:

قام المصمم بتوزيع الحركة عن طريق المحاور الأفقية والعمودية من خلال الأدراج والممرات مع توفير المصاعد بحسب عدد المستخدمين والمسافة المسموحة بين كل محور رأسي لتسهيل الاتصال بين الطوابق وتسهيل الخروج في حالة الطوارئ.



الشكل ٢-١٢ : القطاع (A-A)



الشكل ٢-١٣ : القطاع (B-B) .

## 2-5-4 المجسم الثلاثي الابعاد:

في هذا المجسم يظهر شكل المبنى ثلاثي الابعاد بحيث يظهر كوحدة واحدة مبينا علاقة الواجهات مع بعضها البعض والتراجعات والبروزات المعمارية بصورة واقعية كما ويبين العلاقة بين جزئي المبنى معماريا.

الشكل ١٤-٢ : مجسم ثلاثي الابعاد للمبنى من الامام.

الشكل ١٥-٢ : مجسم ثلاثي الابعاد للمبنى من الخلف.

# الفصل الثالث : الوصف الإنشائي

3-1 مقدمة.

3-2 هدف التصميم الإنشائي.

3-3 الدراسات النظرية للعناصر الإنشائية في المبنى.

3-4 الأحمال.

3-5 العناصر الإنشائية.

## 3-1 مقدمة:

من خلال الوصف المعماري الكامل للمبنى لا بد من تطبيق الأفكار و المقترحات الموجودة في التحليل المعماري في التصميم الإنشائي الذي يتماشى مع المتطلبات المعمارية والقوانين الهندسية إذ يعتمد التصميم الإنشائي بشكل أساسي على تصميم كافة العناصر الإنشائية بحيث تقاوم كافة الأحمال التي تؤثر عليها وبالتالي يجب وصف كافة هذه العناصر وصفاً دقيقاً يلبي متطلبات الحسابات الهندسية لهذا المشروع بالإضافة للحفاظ على التصميم المعماري وعدم تغييره.

## 3-2هدف التصميم الإنشائي:

يهدف التصميم الإنشائي بشكل أساسي الى إنتاج منشأ متقن ومتزن من جميع النواحي الهندسية والإنشائية ومقاوم لجميع المؤثرات الخارجية من أحمال ميتة وحية وأيضا أحمال بيئية من تأثير الزلازل و الرياح و الثلوج. وبالتالي يتم تحديد العناصر الإنشائية بناء على:

- الأمان ( Safety ): يتم تحقيقه عبر اختيار مقاطع للعناصر الإنشائية قادرة على تحمل القوى و الإجهادات الناتجة عنها.
- التكلفة (Cost): يتم تحقيقها عن طريق مواد البناء ومقاطع مناسبة التكلفة و كافية للغرض الذي ستستخدم من أجله.
- 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.

## 3-3 الدراسات النظرية للعناصر الإنشائيةفي المبنى:

تعتبر الدراسة النظرية جزء رئيسي ومهم يجب القيام به لإتمام عملية التحليل والتصميم، حيث أنه من خلالها يمكن الوصول إلى أفضل ما يكون من عمليات التحليل، لذلك يجب دراسة العناصر الإنشائية بشكل جيد وتحديد الأحمال الواقعة على كل عنصر للوصول إلى التصميم المتين والآمن وطريقة العمل المناسبة.

## 3-4 الأحمال:

**لا بد للعناصر الإنشائية التي يتم تصميمها أن تكون قادرة على تحمل الأحمال الواقعة عليها دون حدوث انهيار للمنشأة ومن هذه الأحمال: الأحمال الميتة، الأحمال الحية والأحمال البيئية.**

### 3-4-1 الأحمال الميتة

هي أحمال تنجم عن وزن المبنى الذاتي الذي يتكون من أوزان مواد البناء المستخدمة حيث تتضمن جميع العناصر الإنشائية و التجهيزات الثابتة فهي أحمال تلازم المبنى بشكل دائم، ثابتة المقدار والاتجاه.

**جدول ١-٣ : الكثافة النوعية للمواد المستخدمة.**

| الرقم المتسلسل | المادة المستخدمة | الكثافة المستخدمة ($KN/m^3$) |
|---|---|---|
| 1 | البلاط | 23 |
| 2 | المونة | 22 |
| 3 | الخرسانة | 25 |
| 4 | الطوب | 15 |
| 5 | القصارة | 22 |
| 6 | الرمل | 16 |

### 3-4-2 الأحمال الحية

وهي الأحمال التي تتعرض لها الأبنية والإنشاءات بحكم استعمالاتها المختلفة، او استعمالات جزء منها، بما في ذلك الأحمال الموزعة والمركزة، وهي تشمل :

١) أوزان الأشخاص مستعملي المنشأة.

٢) الأحمال الديناميكية، كالأجهزة التي ينشأ عنها اهتزازات تؤثر على المنشأة .

٣) الأحمال الساكنة، والتي يمكن تغيير أماكنها من وقت لآخر، كأثاث البيوت، والأجهزة والآلات الاستاتيكية غير المثبتة، والمواد المخزنة و الأثاث والأجهزة والمعدات، والجدول (٣-٢) يبين قيمة الأحمال الحية اعتمادا على نوعية استخدام المبنى حسب الكود الأردني جدول (٣-١- ب).

جدول ٢-٣ : الاحمال الحية .

| الرقم المتسلسل | طبيعة الاستخدام | الحمل الحي ($KN/m^2$) |
|---|---|---|
| 1 | مواقف السيارات المخصصة لسيارات نقل الركاب والشاحنات الخفيفة التي لا تزيد كتلتها الاجمالية عن ٢٥٠٠ كغ. | 2.5 |
| 2 | طرق المركبات والمنحدرات غير تلك الموجودة في المرائب المخصصة لوقوف سيارات نقل الركاب والشاحنات الخفيفة التي لا تزيد كتلتها الاجمالية عن ٢٥٠٠ كغ. | 5.0 |
| 3 | ممرات المشاة العادية والمسقوفة والساحات التي يتم الوصول اليها من الطابق الأرضي دون عوائق لمرور المركبات، وكذلك الطرق المعبدة. | 5.0 |
| ٤ | ممرات المشاة العادية والمسقوفة والساحات التي يتم الوصول اليها من الطابق الأرضي والمخصصة لمرور المشاة فقط. | 4.0 |
| ٥ | قاعات المطاعم | 2.0 |
| ٦ | الممرات والمداخل والأدراج وبسطات الأدراج | 4.0 |
| ٧ | صالات البيع والشراء في المباني التجارية | 4.0 |
| 8 | المطابخ وغرف الغسيل في المباني السكنية | 3.0 |
| 9 | المستشفيات | 5.0 |
| 10 | القاعات الدراسية في المدارس | 5.0 |
| 11 | المباني السكنية ما عدا الشرفات والممرات والمداخل والمطابخ وغرف الغسيل | 2.5 |
| 12 | الشرفات في المباني السكنية من النوع الثالث | حمل الغرفة التي تؤدي اليها ≤ 4.0 |

## 3-4-3 الأحمال البيئية

هي النوع الثالث من الأحمال التي يجب أخذها بعين الاعتبار عند التصميم، وهذه الأحمال تتمثل في:

**١. الرياح**

عبارة عن قوى افقية تؤثر على المبنى ويظهر تأثيرها في المباني المرتفعة وهي القوى التي تؤثر بها الرياح على الأبنية أو المنشآت أو أجزائها، وتكون موجبة إذا كانت ناتجة عن ضغط وسالبة إذا كانت ناتجة عن شد، وتقاس بالكيلو نيوتن. وتحدد أحمال الرياح اعتماداً على ارتفاع المبنى عن سطح الأرض، والموقع من حيث الإحاطة من مباني سواء كانت مرتفعة أو منخفضة. وتصمم جدران القص اعتماداً على ضغط الرياح بمقدار (0.4 KN/m2) حسب الكود الأردني جدول (٤-٨).

**٢. الثلوج**

هي الأحمال التي يمكن أن يتعرض لها المنشأ بفعل تراكم الثلوج، ويمكن تقييم أحمال الثلوج اعتماداً على الأسس التالية:

- ارتفاع المنشأة عن سطح البحر.
- ميلان السطح المعرض لتساقط الثلوج.

أحمال الثلوج حسب الارتفاع، بناءً على الكود الأردني جدول (٣-٣).

**جدول ٣-٣ : قيمة أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر.**

| علو المنشأ عن سطح الأرض (h) (m) | أحمال الثلوج (KN /m²) |
|---|---|
| h < 250 | 0 |
| 500 > h > 250 | (h-250)/800 |
| 1500 > h > 500 | (h-400)/320 |

**٣. الزلازل**

من أهم الأحمال البيئية التي تؤثر على المبنى و هي عبارة عن قوى أفقية و رأسية يتولد عنها عزوم منها عزم الالتواء وعزم الانقلاب، ويمكن مقاومتها باستخدام جدران القص المصممة بسماكات و تسليح كافي يضمن سلامة المبنى عند تعرضه لمثل

هذه الأحمال التي يجب مراعاتها في عملية التصميم لتقليل الخطورة والمحافظة على أداء المبنى لوظيفته أثناء الزلازل، ويتم تحديد أحمال الزلازل وقوى القص اعتماداً ورجوعا إلى الكود المستخدم (UBC 97).

## 3-5العناصر الإنشائية:

تتكون جميع المباني عادة من مجموعة من العناصر الإنشائية التي تتكاتف لكي تحافظ على استمرارية وجود المبنى وصلاحيته للاستخدام البشري، ومن أهم هذه العناصر، العقدات والجسور والأعمدة والجدران الحاملة والأساسات وغيرها.

### 3-5-1 البلاطات الخرسانية (العقدات)

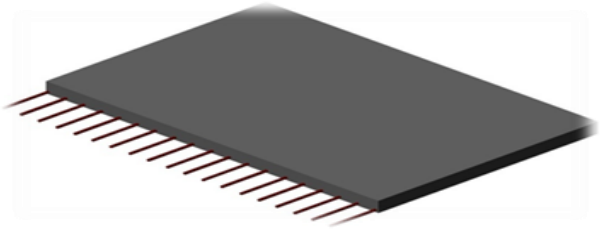
هي عبارة عن العناصر الإنشائية القادرة على نقل القوى الرأسية بسبب الأحمال المؤثرة عليها إلى العناصر الإنشائية الحاملة في المبنى مثل الجسور والجدران والأعمدة، دون تعرضها إلى تشوهات. توجد أنواع مختلفة وعديدة شائعة الاستعمال من العقدات الخرسانية المسلحة ، منها ما يلي :

١. البلاطات المصمتة (Solid Slabs).
٢. البلاطات المفرغة (Ribbed Slabs) وتقسم إلى:

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

#### *3-5-1-1* العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد (*Solid Slabs*) :

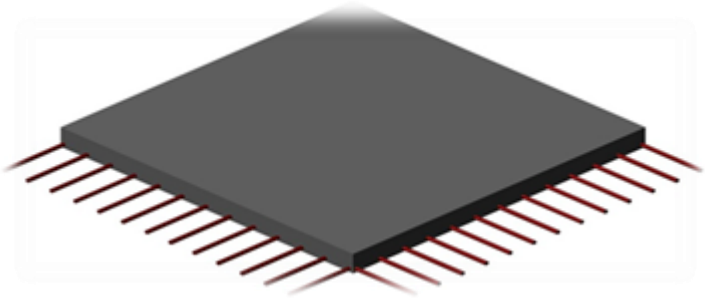
تستخدم في المناطق التي تتعرض كثيرا للأحمال الحية، وذلك تجنباً لحدوث إهتزاز نظراً للسماكة المنخفضة وتستخدم عادة في عقدات بيت الدرج ، كما في الشكل (١-٣).تم استخدامها ايضا في بعض المناطق في الطوابق التجارية.



الشكل ١-٣ : عقدة مصمتة ذات اتجاه واحد.

### 3-5-1-2 العقدات المصمتة ذات الاتجاهين (Two way solid slab):

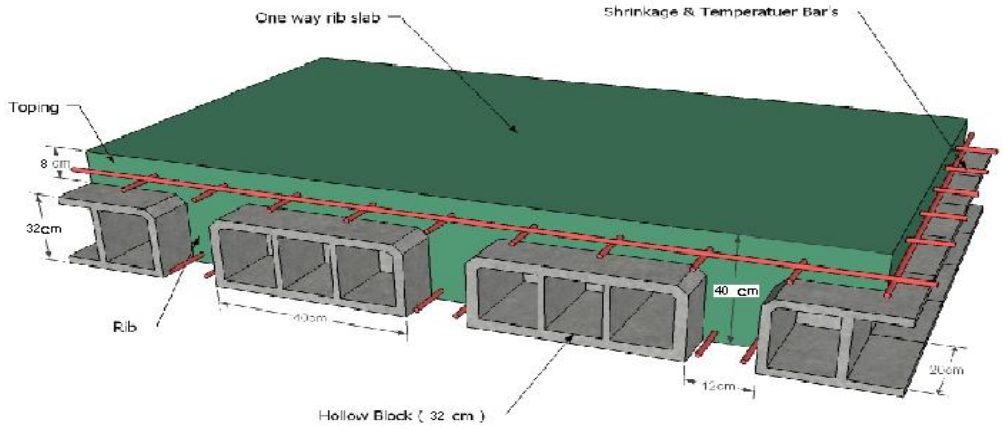
تستخدم في حال كانت الأحمال المؤثرة أكبر من المقدار الذي تستطيع العقدة المصمتة ذات الاتجاه الواحد مقاومتها، وعند ذلك يتم اللجوء إلى تصميم هذا النوع من العقدات وذلك لأنها تستطيع مقاومة الأحمال بشكل أكبر حيث يوزع التسليح الرئيسي فيها باتجاهين موضحه في الشكل٣-٢. لم يتم استخدام هذه العقدات في المشروع.



الشكل ٢-٣ : عقدة مصمتة ذات اتجاهين .

### 3-5-1-3 عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد (One way ribbed slab):

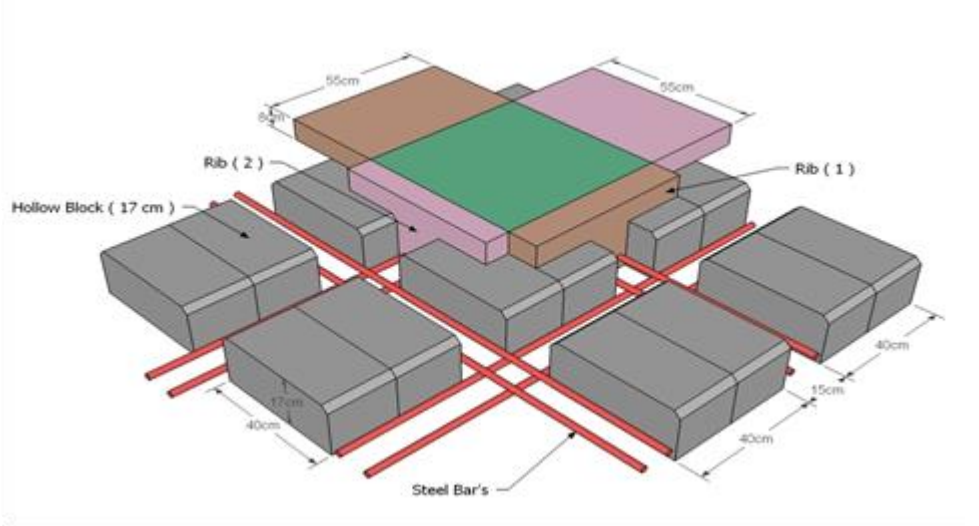
إحدى أشهر الطرق المستخدمة في تصميم العقدات في هذه البلاد وتتكون من صف من الطوب يليها العصب، ويكون التسليح بإتجاه واحد، كما في الشكل ٣-٣.وهي اكثر عقدة تم استخدامها في هذا المشروع حيث استخدمت في معظم المشروع.




الشكل ٣-٣ : عقدة عصب ذات الاجتجاه الواحد.

### 3-5-1-4 عقدات العصب ذات الاتجاهين (Two way ribbed slab):

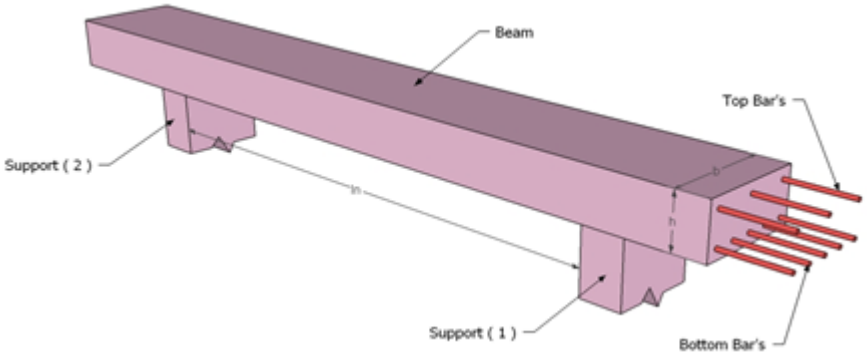
و هذا النوع سيتم استخدامه في عقدات الطوابق بشكل بسيط في المناطق ذات الابعاد الكبيرة وعدم القدرة على وضع الاعمدة الحاملة ، و الشكل التالي يبين العقدات ذات الاتجاهين و تكوينها الانشائي.

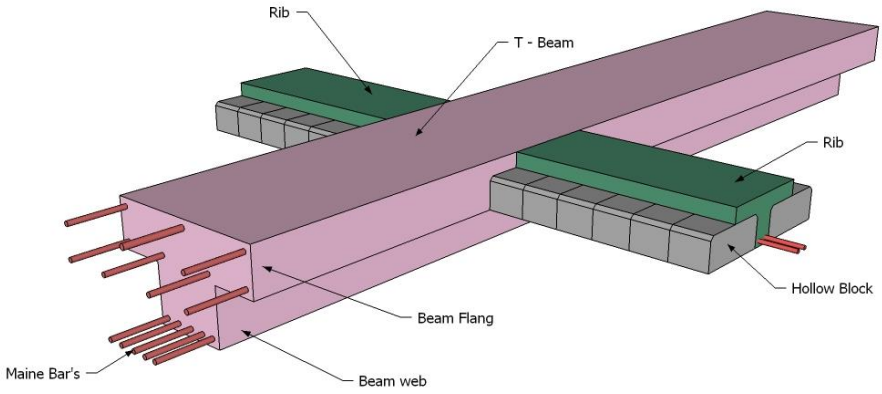



الشكل 4-٣ عقدة عصب ذات اتجاهين .

### 3-5-2 الجسور:

وهي عناصر إنشائية أساسية في نقل الأحمال من الأعصاب داخل العقدة إلى الأعمدة ،وهي نوعين، جسور مسحورة ( مخفية داخل العقدات) والجسور المدلاة "Drop Beams" وهي التي تبرز عن العقدة من الأسفل.

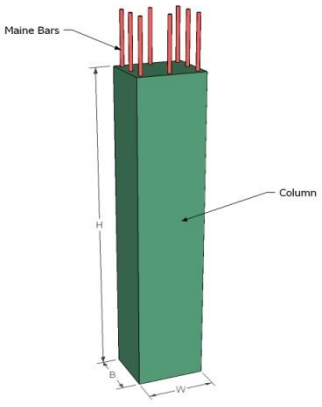





**الشكل ٥-٣ :أشكال الجسور المدلاة و المسحورة.**

## 3-5-3 الأعمدة:

تعتبر الأعمدة العنصر الرئيسي في نقل الأحمال من العقدات والجسور ونقلها إلى الأساسات، وبذلك فهي عنصر إنشائي ضروري في نقل الأحمال وثبات المبنى. لذلك يجب تصميمها بحيث تكون قادرة على نقل وتوزيع الأحمال الواقعة عليها، أما بالنسبة إلى أنواع الأعمدة فهي على نوعين ، الأعمدة القصيرة والأعمدة الطويلة. ولمقاطع الأعمدة أشكال عديدة، منها المستطيل و الدائري و المضلع و المربع و المركب. وهناك تصنيف آخر للأعمدة من حيث طبيعة المادة المستخدمة فمنها الخرسانية والمعدنية والخشبية ، وأما بالنسبة إلى الأعمدة المستخدمة في هذا المبنى فهي متنوعة من حيث الطول، فهناك الأعمدة الطويلة، بالإضافة إلى الأعمدة القصيرة، ومن حيث طبيعتها، ومن حيث الشكل فمنها ما هو دائري وأخرى مستطيلة الشكل،



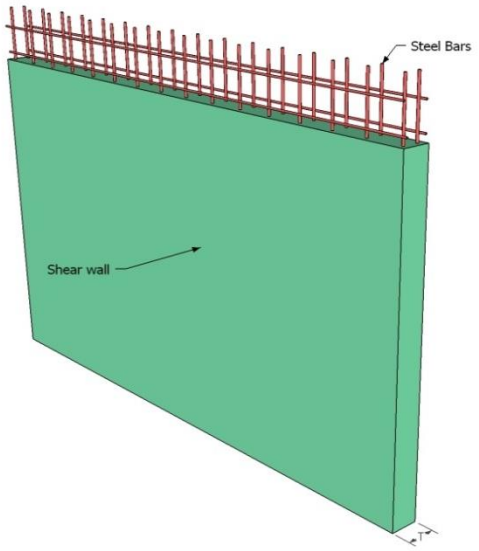

الشكل ٦-٣ :أحد أشكال الأعمدة.

### 3-5-4 جدران القص:

وهي عناصر إنشائية حاملة تقاوم القوى العمودية والأفقية الواقعة عليها وتستخدم بشكل أساسي لمقاومة الأحمال الأفقية مثل قوى الرياح والزلازل وتسمى جدران القص (shear wall)، وهذه الجدران تسلح بطبقتين من الحديد حتى تزيد من كفاءتها على مقاومة القوى الأفقية.

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

وان تكون هذه الجدران كافية لمنع أو تقليل تولد العزوم وآثارها على جدران المبنى المقاومة للقوى الأفقية، وقد تم تحديد جدران القص في المبنى وتوزيعها بشكل مدروس في كامل المبنى وذلك لنتمكن من تصميمها في الفصول القادمة، وتتمثل هذه الجدران، بجدران بيت الدرج، وجدران المصاعد، والجدران الأخرى التي تبدأ من أساسات المبنى.

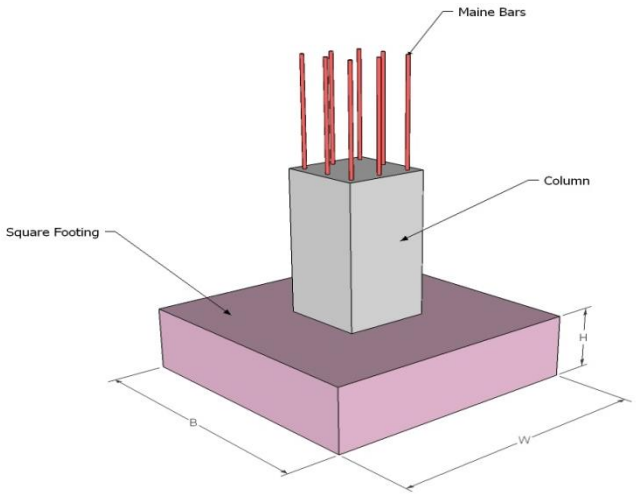



الشكل ٧-٣ : جدار القص.

### 3-5-5 الأساسات:

بالرغم من أن الأساسات هي أول ما يبدأ بتنفيذها عند بناء المنشأ، إلا أن تصميمها يتم بعد الانتهاء من تصميم كافة العناصر الإنشائية في المبنى. ولمعرفة الأوزان والأحمال الواقعة عليها، فإن الأحمال الواقعة على العقدة تنتقل إلى الجسور ثم إلى الأعمدة وأخيرا إلى الأساسات ،وتكون هذه الأحمال هي الأحمال التصميمية للأساسات، و بناءً على الأحمال الواقعة عليها وطبيعة

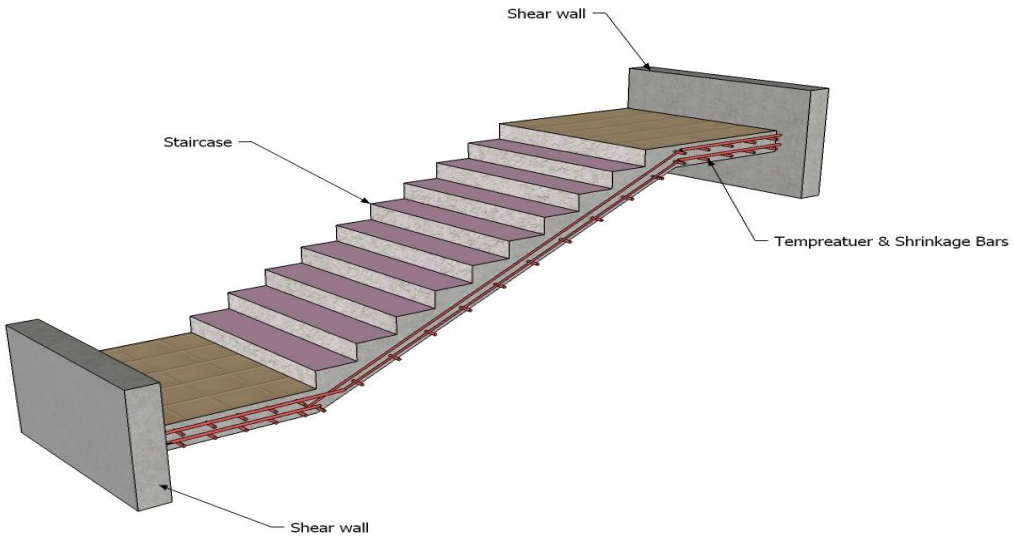
الموقع يتم تحديد نوع الأساسات المستخدمة، ومن المتوقع استخدام أساسات من أنواع مختلفة وذلك تبعا لقوة تحمل التربة والأحمال الواقعة على كل أساس و نظرا لما يتخذه هيكل المنشأ من شكل متدرج ليتلاءم وطبوغرافية الأرض.




الشكل ٨-٣ :الأساس المنفرد.

## 3-5-6 الأدراج:

الأدراج عبارة عن العنصر المعماري و الإنشائي المسؤول عن الانتقال الرأسي بين الطبقات في المبنى حيث يتم تقسيم ارتفاع الطابق إلى ارتفاعات صغيرة تمثل ارتفاع الدرجة الواحدة. ويتم تصميم الدرج إنشائيا باعتباره عقدة مصمتة في اتجاه واحد، وتم استخدامها في مشروعنا بشكل واضح موزعة على أرجاء المشروع. والشكل(3-9) يبين شكل الدرج و طريقة تسليحه.




الشكل ٩-٣ : الدرج.

### 3-5-7 فواصل التمدد (Expansions Joints):

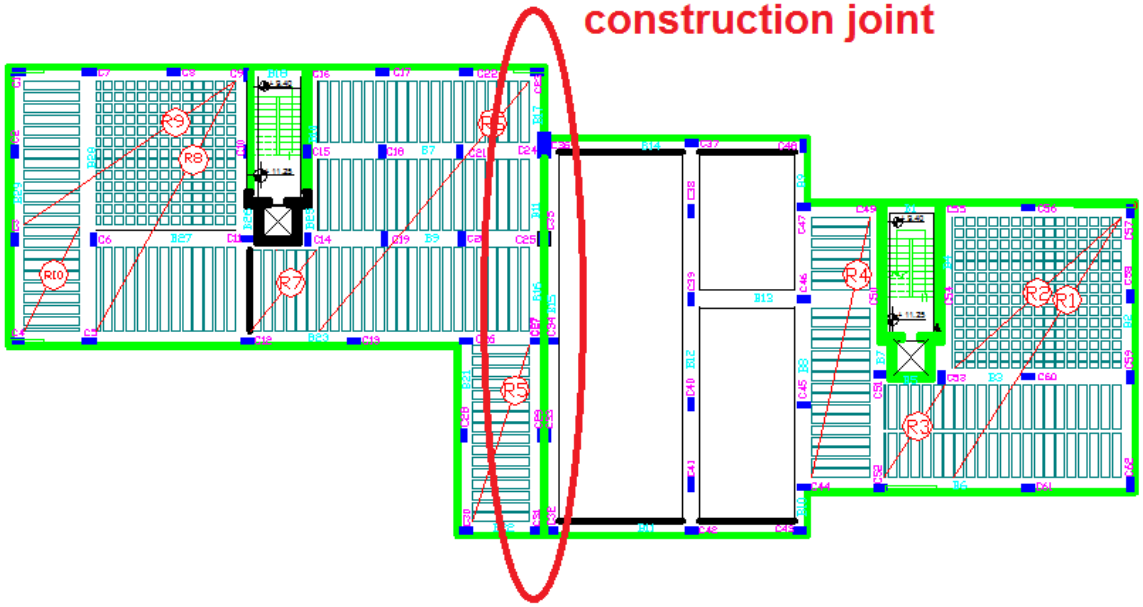
تنفذ في كتل المباني ذات الأبعاد الأفقية الكبيرة أو ذات الأشكال والأوضاع الخاصة فواصل تمدد حراري أو فواصل هبوط، وقد تكون الفواصل للغرضين معاً، و يتم وضع الفاصل إذا كان عرض المبنى من (35-40) متر ، و لذلك للسماح للمبنى بالتمدد دون أن يؤدي ذلك إلى حدوث تشققات .

يمكن تحديد المسافة القصوى بين فواصل التمدد للمنشآت العادية كما يلي :

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

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

يكون فاصل التمدد من 2-5 سم.




الشكل ١٠-٣ : مكان فاصل التمدد في المبنى.

# CHAPTER4: Structural Analysis & Design

## 4-1 INTRODUCTION.

## 4-2 FACTORED LOADS.

## 4-3 SLABS THICKNESS CALCULATION.

## 4-4 LOAD CALCULATION FOR TOPPING.

## 4-5 DESIGN OF TOPPING.

## 4-6 DESIGN OF RIB 13.

## 4-7 DESIGN OF BEAM 13 AT 3$^{RD}$ FLOOR SLAB.

## 4-8 DESIGN OF STAIR.

## 4-9 DESIGN OF COLUMN BASEMENT (6).

## 4-10 DESIGN OF ONE WAY SOLID SLAB.

## 4.11 DESIGN OF FOOTING.

## 4-12 DESIGN OF TWO WAY RIBBED SLAB.

## 4-1 Introduction:

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

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

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

Reinforced concrete behavior is still under studying, building codes and specifications that give design procedures change from time to time to reflect latest knowledge.

Structural concrete can be classified into:

- Lightweight concrete with unit weight about 1350 to 1850 kg/$m^3$.
- Normal weight concrete with unit weight about 1800 to 2400 kg/$m^3$.
- Heavyweight concrete with unit weight about 3200 to 5600 kg/$m^3$.

### 4-1-1 Design method and requirements:

The design strength provided by a member is calculated in accordance with the requirements and assumptions of ACI-code (318_14).

### 4-1-2 Strength design method:

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

This load called factored load or factored service load. The structure or structural element is then proportioned such that the strength is reached when factored load is

acting. The computation of this strength takes into account the nonlinear stress-strain behavior of concrete.

The strength design method is expressed by the following, Strength provided ≥ strength required to carry factored loads.

**NOTE:**

$fc' = 30N/mm^2 (MPa)$ For circular section but for rectangular ( $fc' = 30 * 0.8 = 24MPa$ )

## 4-2 Factored loads:

Factored loads are the loads specified in the general building code multiplied by appropriate load factors. Load factors also account for variability in the structural analysis used to calculate moments and shear.

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

Wu = 1.2 DL + 1.6 LL. (ACI-code-318-14(Table 5.3.1Eq (5.3.1b))

**NOTE:**

Use concrete B300

$f_c' = 24$ Mpa.

$f_y = 420$ Mpa

$f_{yt} = 420$ Mpa , will be used at design and calculations.

## 4-3 Slabs Thickness calculation:

According to ACI-Code-318-14(Table 9.3.1.1)

Table 1-4: Check of minimum thickness of structural members.

| | Minimum thickness , h | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Simply supported | One end continuous | Both end continuous | Cantilever |
| Member | Members not supporting or attached to partitions or other construction likely to be damaged by large deflection | | | |
| Solid one way Slabs | L/20 | L/24 | L/28 | L/10 |
| Beams or ribbed one way slabs | L/16 | L/18.5 | L/21 | L/8 |

The minimum thickness of non-prestressed beams or one way slabs unless deflections are computed as follow:

**For ribs:**

hmin for simply supported = L/16 longest one-end cont. is 5.04m.

hmin =5.04/16 = 31.5cm.

hmin for one-end continuous = L/18.5 longest one-end cont. is 5.04m.

hmin =5.04/18.5 = 27.2cm.

hmin two-end continuous = L/21 longest two-end cont. is 4.92m.

hmin = 4.92 /21 = 23.4 cm.

hmin cantilever = L/8 longest cantilever. is 2.03m.

hmin = 2.03 /8 = 25.4 cm.

For beams:

hmin for simply supported = L/16 longest one-end cont. is 7.6m.

hmin =7.6/16 = 47.5cm.

hmin for one-end continuous = L/18.5 longest one-end cont. is 7.76m.

hmin =7.76/18.5 = 41.95cm.

hmin two-end continuous = L/21 longest two-end cont. is 7.35m.

hmin = 7.35 /21 = 35 cm.

hmin cantilever = L/8 longest cantilever is 1.85m.

hmin = 1.85 /8 = 23.13 cm.

Select slab thickness H=32cm with block 24cm and 8cm topping.

Select H=32 cm with drop beams.

## 4-4 LOAD CALCULATION For 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

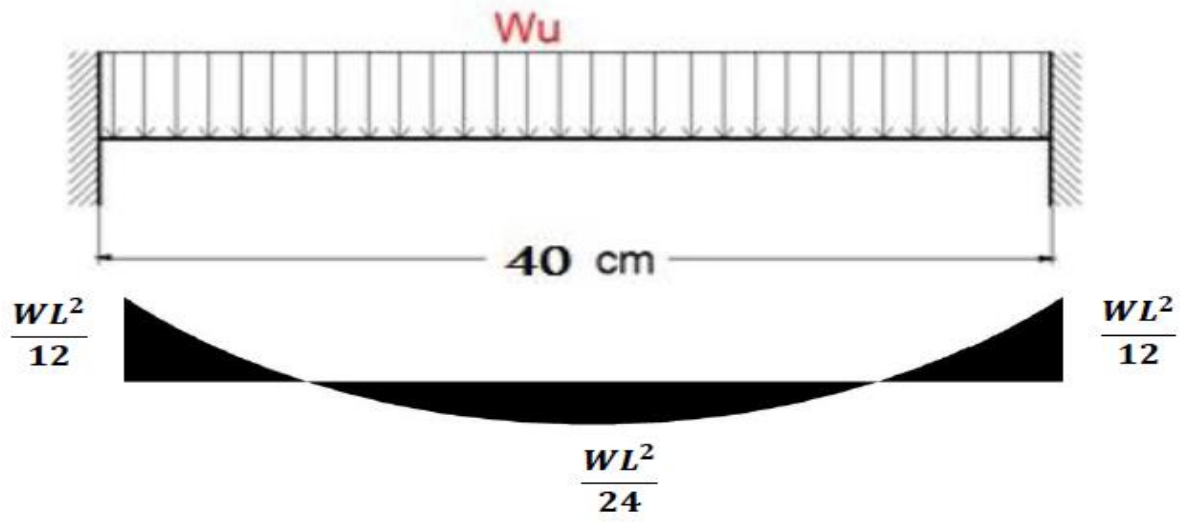



Figure 1-4: topping load and moment diagram.

For the topping, the total dead load to be used in the analysis and design is calculated as follows:

**Table (4.2)** Dead load calculation for topping

Table 2-4: Dead load calculation for topping.

| No. | Parts of Rib | Calculation |
|---|---|---|
| 1 | **Tiles** | 0.03*23= 0.69 KN/m/rib |
| 2 | **Mortar** | 0.02*22= 0.44 KN/m/rib |
| 3 | **Coarse Sand** | 0.07*16= 1.12 KN/m/rib |
| 4 | **Topping** | 0.08*25= 2 KN/m/rib |
| 5 | **Partitions** | 1*2.5= 2.5 KN/m/rib |

Nominal total dead load =6.75 KN/m2.

Nominal total live load = 3 KN/m2.

## 4-5 design of topping:

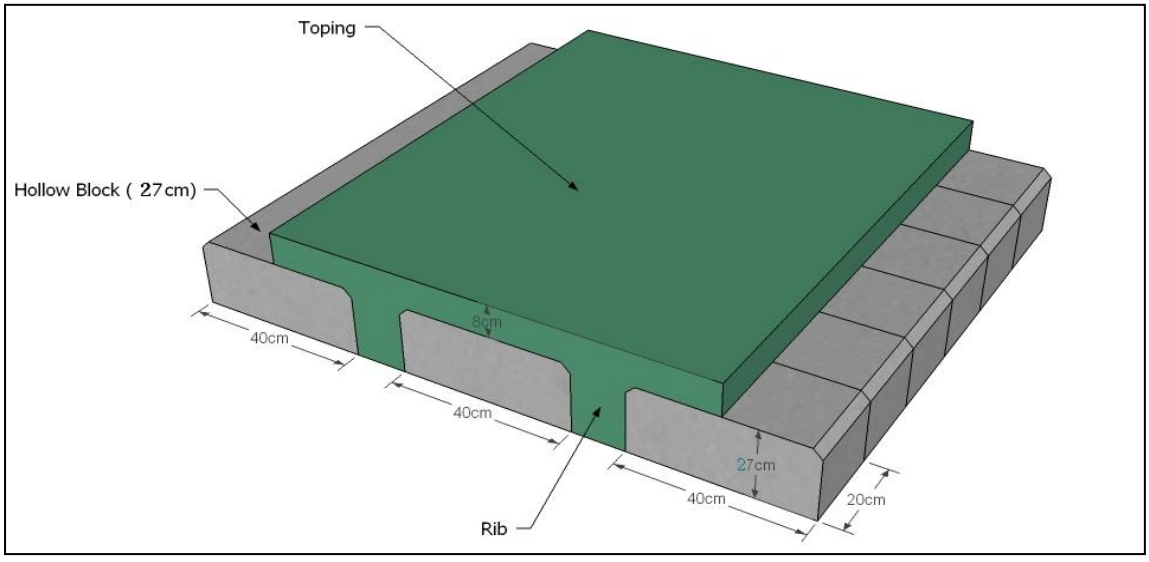



Figure 2-4: Topping of one way rib slab.

Wu = 1.2×D+1.6×L

Wu = 12.9KN/m. (Total factored load)

$$M_u = \frac{W_u * l^2}{12} = 0.172\ KN.m$$

$$\emptyset M_n = 0.55 * 0.42 * \sqrt{24} * 1000 * 80^2/6 = 1.207\ KN.m$$

$$\emptyset M_n = 1.207\ KN.m > M_u = 0.172\ KN.m$$

No structural reinforcement is needed. Therefore, shrinkage and temperature reinforcement must be provided.

For the shrinkage and temperature reinforcement:-

$$\rho = 0.0018$$

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

**∴ Use Ø8 @ 20 cm in both directions.**

**Check of shear strength:**

$$V_u = \frac{W_u * L}{2} = 2.58\ KN.m$$

$$\emptyset * Vc = \frac{0.75}{6} * \sqrt{24} * 1 * 80 = 49\ KN$$

$49 > > 2.52$

**∴ No shear reinforcement is required.**

## 4-6 design of rib 13:

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

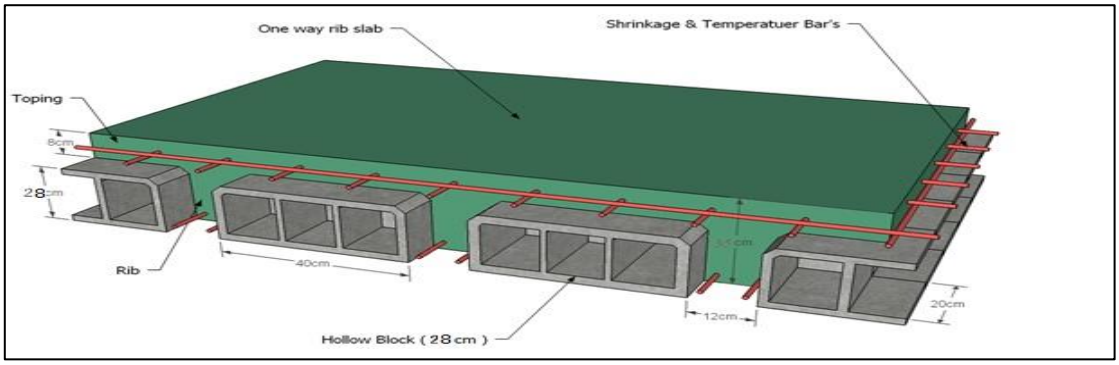



Figure 3-4: One way rib slab.

## 4-6-1 plan of rib 13:

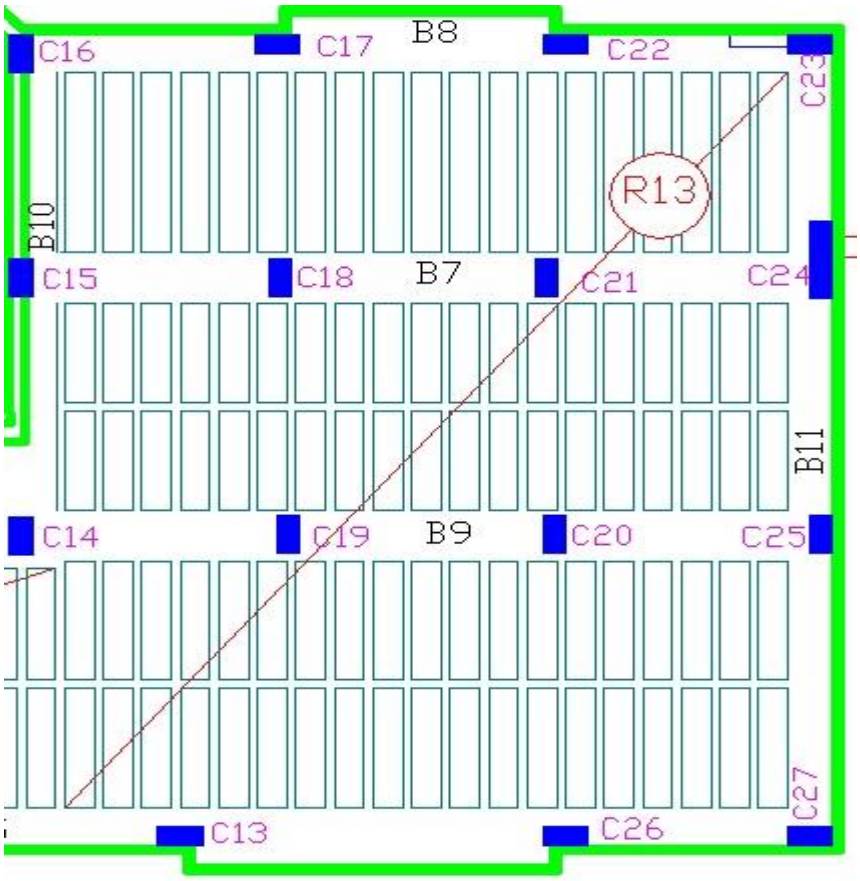



Figure 4-4: Rib 13 in third floor.

## 4-6-2 loads of rib:

Table 3-4: Dead load calculation for rib.

| No. | Material | Quality Density KN/m³ | Calculation |
|---|---|---|---|
| 1 | **Topping** | 25 | 0.52×0.08×25 = 1.04 |
| 2 | **Rib** | 25 | 0.24×0.12×25 = 0.72 |
| 3 | **Sand** | 16 | 0.52×0.07×16 = 0.5824 |
| 4 | **Mortar** | 22 | 0.52×0.02×22 =0.2288 |
| 5 | **Tile** | 23 | 0.52×0.03×23 =0.3588 |
| 6 | **Plaster** | 22 | 0.52×0.02×22 =0.2288 |
| 7 | **Block** | 15 | 0.4×0.24×15 = 1.44 |
| 8 | **Partitions** | 2.5 | 2.5×0.52 = 1.3 |
| | | ∑ | 5.9 KN/m/rib |

L = 3*0.52 = 1.6KN/m

Qu = 1.2* D = 1.2*5.9=7.08 KN/m
+ 1.6*L =1.6*1.6= 2.6 KN/m

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

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

$b_E$ = (L ( smallest span) / 4) = 420/ 4 =105 cm

$b_E$ = 12 + 16 t = 12 + 16 (8) = 140 cm

$b_E$ = be ≤ center to center spacing between adjacent beams = 52 cm. ***Control***

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

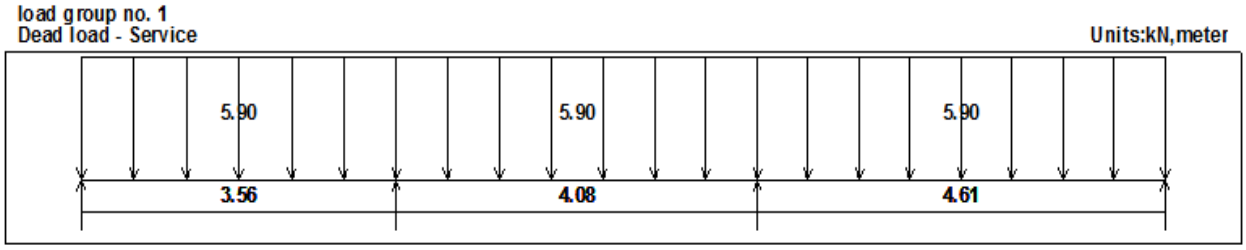



Figure 5-4: Dead load on the rib.

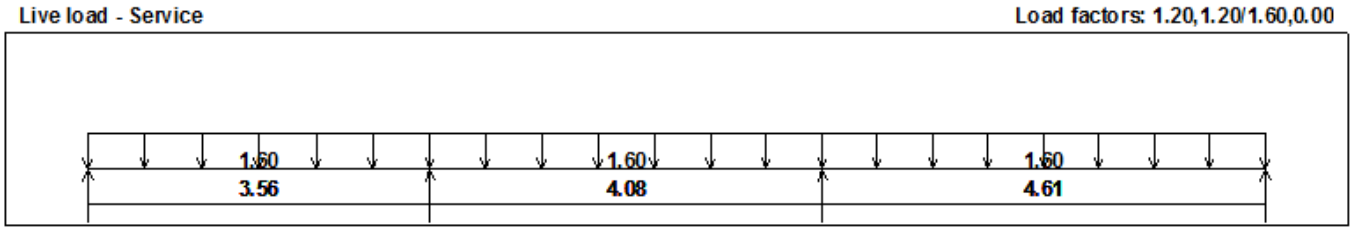



**Figure 6-4: Live load on the rib**.

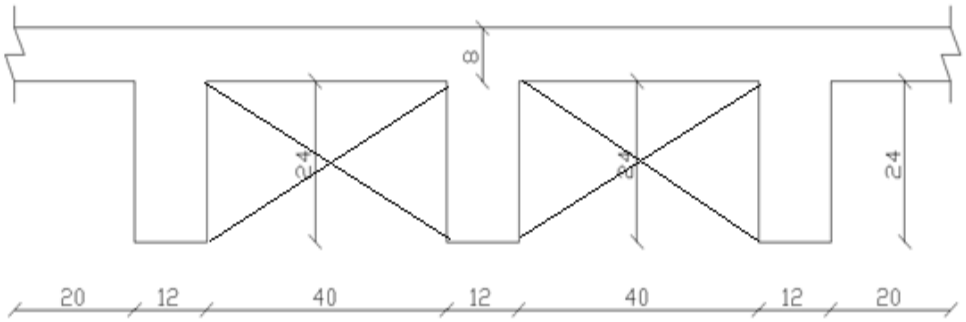



Figure 7-4: dimnsion rib.

Reactions

Factored

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| DeadR | 10.03 | 28.25 | 35.33 | 13.12 |
| LiveR | 4.28 | 11.7 | 13.49 | 5.17 |
| Max R | 14.31 | 39.95 | 48.82 | 18.29 |
| Min R | 9.38 | 32.5 | 40.17 | 12.7 |
| Service | | | | |
| DeadR | 8.36 | 23.54 | 29.44 | 10.93 |
| LiveR | 2.67 | 7.31 | 8.43 | 3.23 |
| Max R | 11.03 | 30.85 | 37.87 | 14.16 |
| Min R | 7.95 | 26.2 | 32.47 | 10.67 |

Figure 8-4: Reactions of rib (live and dead).

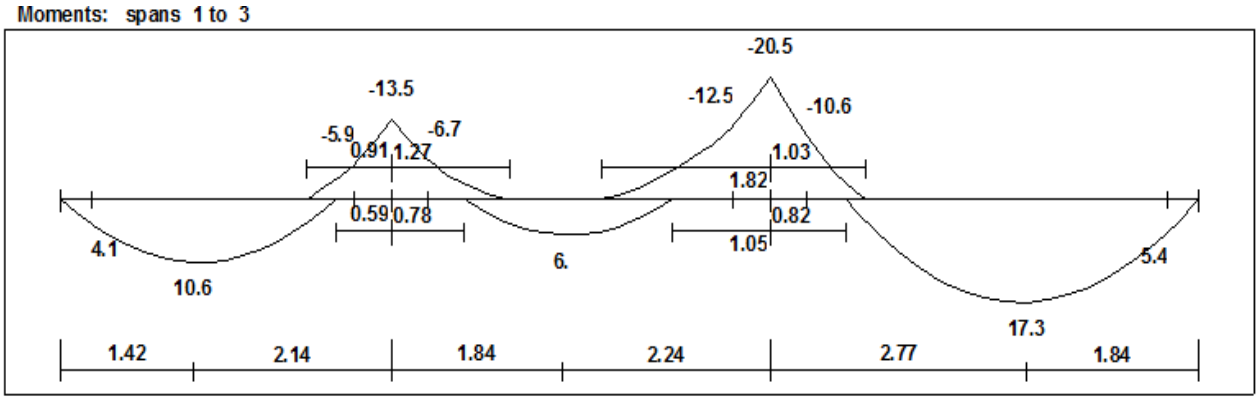



Figure 9-4: Moment diagram of rib.

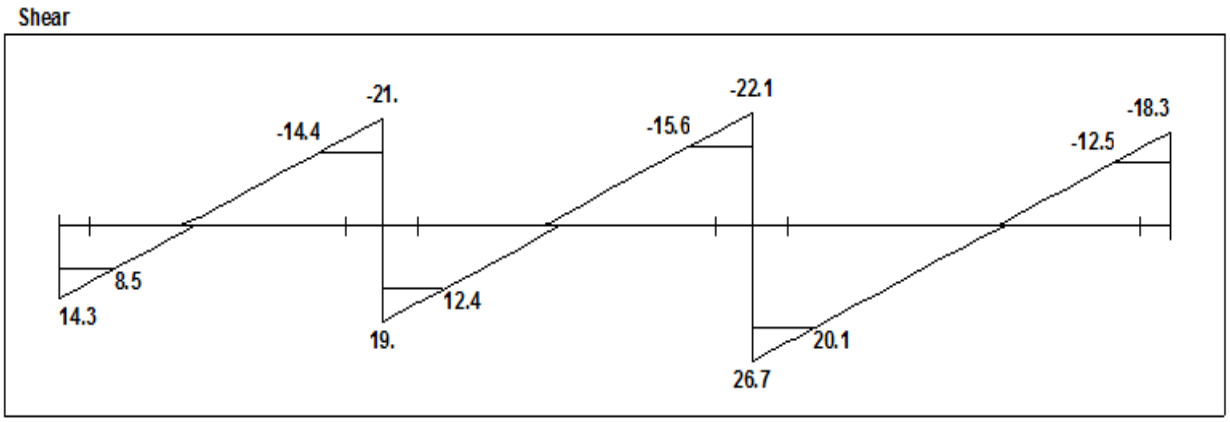



Figure 10-4: Shear diagram of rib.

## 4-6-3 design of flexure for rib (13):

### 4-6-3-1 design of positive moments:

**Design of Positive Moment for (Span1) :- (Mu=17.3KN.m)**

Assume bar diameter ø ١٢ for main positive reinforcement

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

Rn$= \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{17.3\times10^6}{0.9\times520\times284^2} = 0.458$ Mpa

m$= \frac{f_y}{0.85f'_c} = \frac{420}{0.85\times24} = 20.6$

ρ$= \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times20.6\times0.46}{420}}\right) = 0.001104$

As, req = ρ.b.d = 0.001104 ×520×284 = 163 mm2

**Check for As min:-**

$A_{s\ min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d)$ ACI-318 (10.5.1)

$A_{s\ min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(284) = 99.38mm^2$

$A_{s\ min} = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d)$

$A_{s\ min} = \frac{1.4}{420}(120)(284) = 113.6mm^2$ **controls**

Asreq = 163mm2 >Asmin= 113.6 mm2 **OK**

**Use 2 ø12, As, provided= 226.2mm$^2$>$A_{s,\ required}$= 163mm$^2$… Ok**

$$S = \frac{120-20-20-(2\times12)}{1} = 56\ mm > d_b = 10 > 25\ mm \qquad \boldsymbol{OK}$$

**Check for strain:-**

$$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f_c'} = \frac{226.2\times420}{0.85\times520\times24} = 8.96\ mm$$

$$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{8.96}{0.85} = 10.54\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{284-10.54}{10.54}\right) = 0.079 > 0.005 \qquad \boldsymbol{0k}$$

**Design of Positive Moment for (Span2) :- (Mu=10.6KN.m)**

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

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{10.6\times10^6}{0.9\times520\times284^2} = 0.281\ Mpa$$

$$m = \frac{f_y}{0.85f_c'} = \frac{420}{0.85\times24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times20.6\times0.281}{420}}\right) = 0.000673$$

$A_{s,\ req}$ = ρ.b.d = 0.000673×520×284 = 99.43 mm$^2$

**Check for As min:-**

$$A_{s\ min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d)$$ **ACI-318 (10.5.1)**

$$A_{s\ min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(284) = 99.38 mm^2$$

$$A_{s\ min} = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d)$$

$$A_{s\ min} = \frac{1.4}{420}(120)(284) = 113.6 mm^2$$ **controls**

$As_{min}$ = 113.6 $mm^2$ > $As_{req}$ = 99.43 $mm^2$ **OK**

**Use 2 ø10, As, provided= 157.08 $mm^2$>$A_{s,\ required}$= ١١٣.٦$mm^2$... Ok**

$$S = \frac{120-20-20-(2\times10)}{1} = 60\ mm > d_b = 10 > 25\ mm \qquad \boldsymbol{OK}$$

**Check for strain:-**

$$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f_c'} = \frac{157.08\times420}{0.85\times520\times24} = 6.22\ mm$$

$$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{6.22}{0.85} = 7.13\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{284-7.13}{7.13}\right) = 0.11 > 0.005 \qquad \boldsymbol{0k}$$

## Design of Positive Moment for (Span3) :- (Mu=6KN.m)

Assume bar diameter ø ١٢ for main positive reinforcement

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

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{6\times10^6}{0.9\times520\times284^2} = 0.159\ Mpa$$

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

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.159}{420}}\right) = 0.00038$

$A_{s,\,req} = \rho.b.d = 0.00038 \times 520 \times 284 = 56.11\ mm^2$

**Check for As min:-**

$A_{s\ min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d)$ **ACI-318 (10.5.1)**

$A_{s\ min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(284) = 99.38 mm^2$

$A_{s\ min} = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d)$

$A_{s\ min} = \frac{1.4}{420}(120)(284) = 113.6 mm^2$ **controls**

$As_{min} = 113.6\ mm^2 > As_{req} = 56.11\ mm^2$

**Use 2 ø10, As, provided= 157.08 $mm^2$ > $A_{s,\,required}$= ١١٣.٦ $mm^2$... Ok**

$S = \frac{120-20-20-(2\times10)}{1} = 60\ mm > d_b = 10 > 25\ mm$ ***OK***

**Check for strain:-**

$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85 b\ f_c'} = \frac{157.08 \times 420}{0.85 \times 520 \times 24} = 6.22\ mm$

$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{6.22}{0.85} = 7.13\ mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{284-7.13}{7.13}\right) = 0.11 > 0.005 \qquad \textbf{0}\boldsymbol{k}$$

### 4-6-3-2 design of negative moments:

#### Design of Negative Moment for (Support1):- (Mu=-12.5KN.m)

Assume bar diameter ø 12 for main positive reinforcement

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

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{12.5\times10^6}{0.9\times120\times284^2} = 1.435\ Mpa$

$m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{420}{0.85\times24} = 20.6$

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times20.6\times1.435}{420}}\right) = 0.00355$

$A_{s,\,req}$ = ρ.b.d = 0.00355×120×284 = 120.85 $mm^2$

**Check for As min:-**

$$A_{s\ min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d)$$ **ACI-318 (10.5.1)**

$$A_{s\ min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(284) = 99.38 m^2$$

$$A_{s\ min} = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d)$$

$$A_{s\ min} = \frac{1.4}{420}(120)(284) = 113.6 mm^2$$ **controls**

$As_{req}$ = 120.85 > $As_{min}$= 113.6 $mm^2$ **OK**

**Use 2 ø12, $As_{, provided}$= 226.2 $mm^2$>$A_{s, required}$= 114.84$mm^2$… Ok**

$$S = \frac{120-20-20-(2\times12)}{1} = 56\ mm > 25\ mm > d_b = 12 \qquad \boldsymbol{OK}$$

**Check for strain:-**

$$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f_c^{'}} = \frac{226.2\times420}{0.85\times120\times24} = 38.8\ mm$$

$$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{38.8}{0.85} = 45.66\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{284-45.66}{45.66}\right) = 0.015 > 0.005 \qquad \boldsymbol{0k}$$

**Design of Negative Moment for (Support2) :- (Mu=-6.7KN.m)**

Assume bar diameter ø 12 for main positive reinforcement

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

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{6.7\times10^6}{0.9\times120\times284^2} = 0.769\ Mpa$$

$$m = \frac{f_y}{0.85f_c^{'}} = \frac{420}{0.85\times24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times20.6\times0.769}{420}}\right) = 0.001867$$

$A_{s, req}$ = ρ.b.d = 0.001867 ×120×284 = 63.63 $mm^2$

**Check for As min:-**

$A_{s\ min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d)$ **ACI-318 (10.5.1)**

$A_{s\ min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(284) = 99.38m^2$

$A_{s\ min} = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d)$

$A_{s\ min} = \frac{1.4}{420}(120)(284) = 113.6mm^2$ **controls**

$As_{req} = 63.63mm^2 < As_{min} = 113.6\ mm^2$

**Use 2 ø12, $As_{,\ provided} = 226.2\ mm^2 > A_{s,\ required} = 113.6mm^2$… Ok**

$S = \frac{120-20-20-(2\times12)}{1} = 56\ mm > 25\ \ mm > d_b = 12$ ***OK***

**Check for strain:-**

$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f_c'} = \frac{226.2\times420}{0.85\times120\times24} = 38.8\ mm$

$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{38.8}{0.85} = 45.66\ mm$

$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{284-45.66}{45.66}\right) = 0.015 > 0.005$ ***0k***

## 4-6-4 design of shear for rib:

**$V_u$ at distance d from support= 20.1 KN (for Span1)**

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

$V_c = \frac{1.1}{6}\sqrt{f_c'}b_w d = \frac{1.1}{6}\sqrt{24} \times 120 \times 284 \times 10^{-3} = 30.61\ KN$

$\phi V_c = 0.75 \times 30.61 = 22.96$ KN

$0.5\ \phi\ V_c = 0.5 \times 22.96 = 11.48$ KN

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

Minimum shear reinforcement is required except for joist construction.

## 4-7 design of beam 13 at third floor slab:

**Material:-**

Concrete B300 Fc' = 24 N/mm$^2$

Reinforcement Steel Fy = 420 N/mm$^2$

By using **ATTIR** program we get the envelope moment and shear force diagram as the follows:-

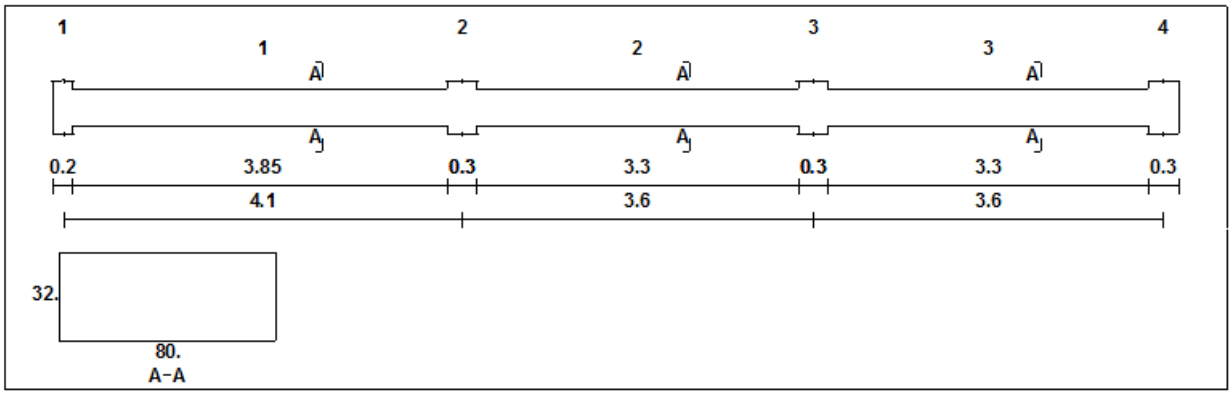



Figure 11-4: Beam geometry.

**Loading of beam:-**

Load of this beam come from reaction of Rib13 as following:

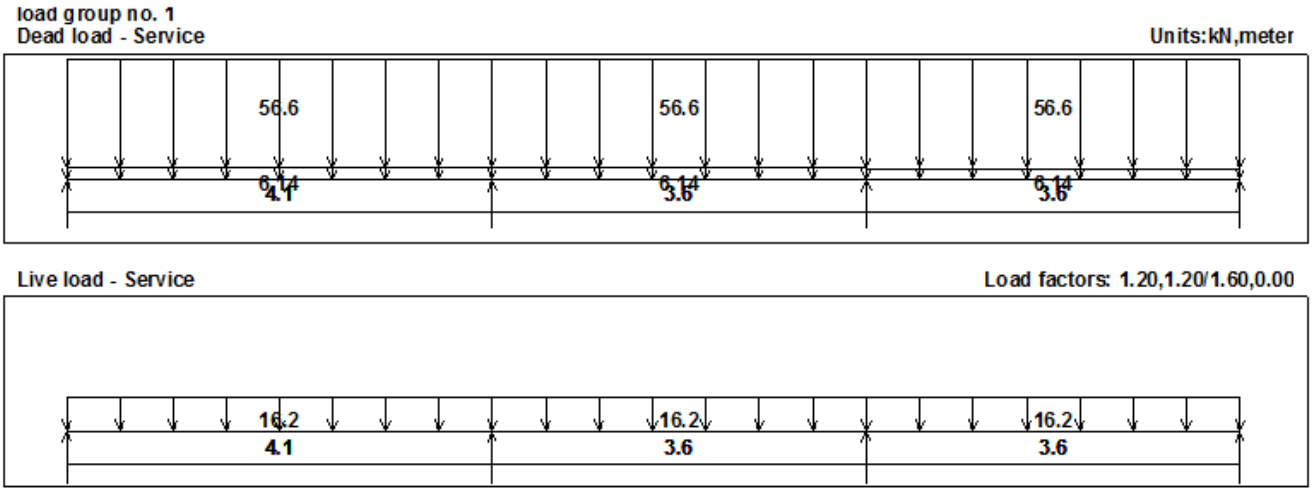



Figure 12-4: Loads on the beam.

**»Self-weight of beam = (0.32*0.8) *25 = 6.4 KN/m**

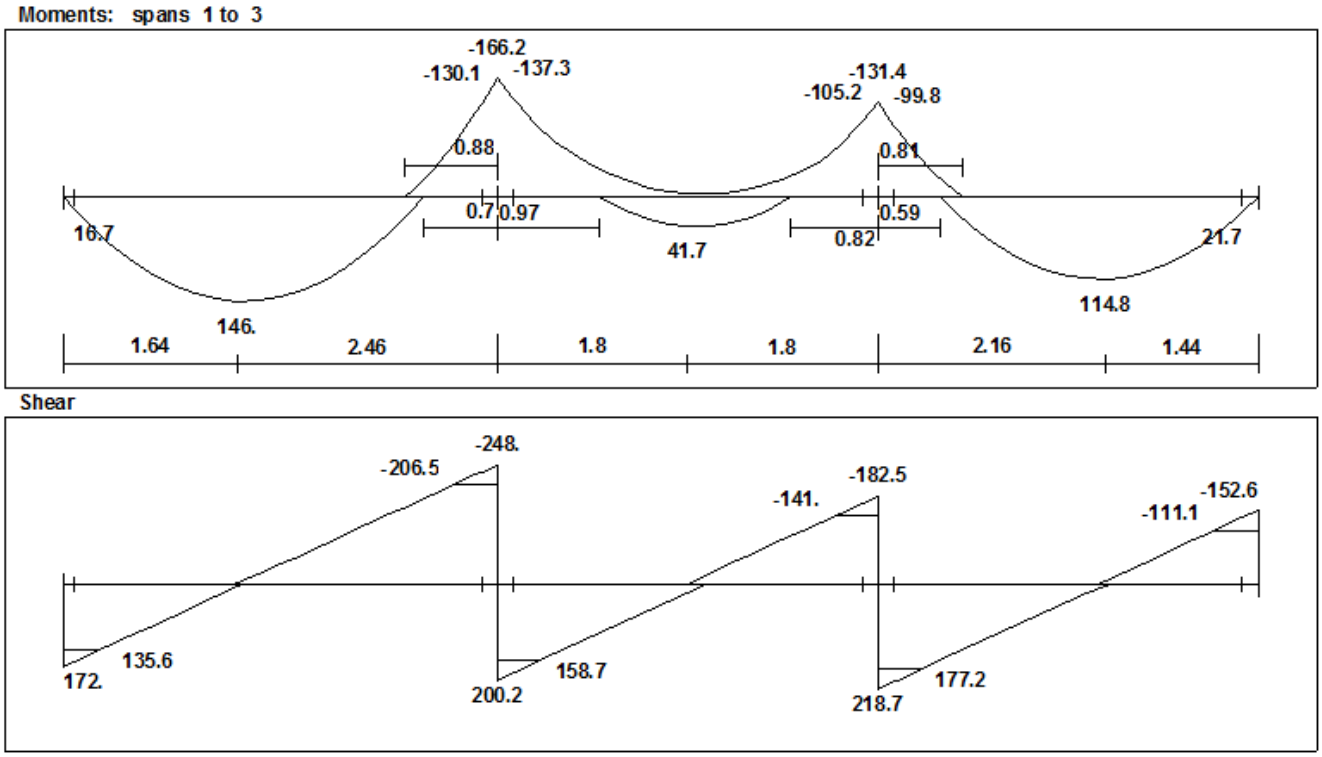



Figure 13-4: Moment & Shear Diagram of beam.

**Load calculation:-**

**Dead Load Calculations for Beam (B 13):-**

The distributed Dead and Live loads acting upon B13 can be defined from the support reactions of the R13.

**From Rib13**

The maximum support reaction from Dead Loads for R13 upon B13 is 29.5 Kn.

Self-weight = 0.8*0.32*25= 6.4 KN

DL =29.44/ 0.52=56.6 KN/m

**Live Load calculations for Beam (B 13):-**

**From Rib13**

The maximum support reaction from Live Loads for R13 upon B 13 is 16.1KN the distributed Live Load from the Rib 13 on B13.

LL =8.43/ 0.52= 16.2 KN/m.

## 4-7-1 design of FLEXURE FOR BEAM:

### 4-7-1-1 design of positive moments:

**Flexural Design of Positive Moment for (Span1) :-( Mu=146KN.m)**

Determine of Mn, max

d =320 – 40 -10 – 18\2 = 261 mm

$$x = \frac{3}{7}d = \frac{3}{7}.261 = 111.86\ mm$$

$$a = \beta.x = 111.86 * 0.85 = 95.1\ mm$$

$Mn_{max}$= 0.85∗ $f_c^{'}$ ∗a *b (d - $\frac{a}{2}$ ) = 0.85*24*95.1*800*(261-95.1/2) *$10^{-6}$= 331.28KN.m

Ø $Mn_{max}$ = 0.85* 331.28 = 281.58KN.m >162.22KN.m.

Design as singly reinforcement

$$Rn = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{146 \times 10^6}{0.9 \times 800 \times 261^2} = 2.98Mpa$$

$$m = \frac{f_y}{0.85f_c^{'}} = \frac{420}{0.85\times24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times20.6\times2.98}{420}}\right) = 0.0077$$

$A_s$ = ρ.b.d = 0.0077×800×261 = 1607.5 $mm^2$

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

$As_{min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) = \frac{\sqrt{24}}{4*420}*800*261 = 608.87\ mm^2$

$As_{min} = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d) = \frac{1.4}{420}*800*261 = 696\ mm^2$ **Controls**

$A_s = 1607.5mm^2$

**Use 8ø 16 Bottom, $A_{s,\ provided} = 1608.5\ mm^2 > A_{s,\ required} = 1607.5\ mm^2$... Ok**

**Check spacing:-**

$$S = \frac{800-40*2-20-(8\times16)}{7} = 81.7mm > d_b = 16 > 25\ mm\ \boldsymbol{OK}$$

**Check for strain:-**

$$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f_c'} = \frac{1608.5\times420}{0.85\times800\times24} = 41.4\ mm$$

$$x = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{41.4}{0.85} = 48.7mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{261-48.7}{48.7}\right) = 0.013 > 0.005 \qquad \emptyset = \mathbf{0.9}$$

**Flexural Design of Positive Moment for (Span2) :-( Mu=41.7KN.m)**

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{41.7\times10^6}{0.9\times800\times261^2} = 0.85Mpa.$$

$$m = \frac{f_y}{0.85f_c'} = \frac{420}{0.85\times24} = 20.6$$

$$\rho=\frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{420}}\right)=\frac{1}{20.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times20.6\times0.919}{420}}\right)=0.00207$$

$A_s = \rho.b.d = 0.00207\times800\times261= 431.8mm^2$.

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

$$As_{min}=\frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d)=\frac{\sqrt{24}}{4*420}*800*261 = 608.87\ mm^2$$

$$As_{min}=\frac{1.4}{(fy)}(bw)(d)=\frac{1.4}{420}*800*261= 696\ mm^2$$ **Controls**

$A_s= 696\ mm^2$

**Use5ø14 Bottom, $A_{s,\ provided}= 769.7\ mm^2 > A_{s,\ required}= 696\ mm^2$ … Ok**

**Check spacing:-**

$$S=\frac{800-40*2-20-(5*14)}{4}=157.5\ mm>d_b=14>25 \quad \boldsymbol{OK}$$

**Check for strain:-**

$$a=\frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f_c^{'}}=\frac{769.7\times420}{0.85\times800\times24}=19.8mm$$

$$x=\frac{a}{\mathcal{B}_1}=\frac{19.8}{0.85}=23.3mm$$

$$\varepsilon_s=0.003\left(\frac{d-x}{x}\right)=0.003\left(\frac{261-23.3}{23.3}\right)=0.03>0.005 \quad \emptyset=\mathbf{0.9}$$

**Flexural Design of Positive Moment for (Span3) :-( Mu=114.8KN.m)**

$$Rn = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{114.8 \times 10^6}{0.9 \times 800 \times 261^2} = 2.34 Mpa$$

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

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 2.14}{420}}\right) = 0.00594$$

$A_s = \rho.b.d = 0.00594 \times 800 \times 261 = 1239.4\ mm^2$

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

$As_{min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) = \frac{\sqrt{24}}{4*420} * 800 * 261 = 608.87\ mm^2$

$As_{min} = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d) = \frac{1.4}{420} * 800 * 261 = 696\ mm^2$ **Controls**

$A_s = 1239.4\ mm^2$

**Use 4ø 20 Bottom, $A_{s,\ provided} = 1256.6\ mm^2 > A_{s,\ required} = 1239.4\ mm^2$... Ok**

**Check spacing:-**

$$S = \frac{800 - 40*2 - 20 - (4 \times 20)}{3} = 206.67\ mm > d_b = 20 > 25\ mm\ \ \boldsymbol{OK}$$

**Check for strain:-**

$$a = \frac{A_{s.fy}}{0.85 b\ f_c'} = \frac{1256.6 \times 420}{0.85 \times 800 \times 24} = 32.34\ mm$$

$$x = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{32.34}{0.85} = 38.05 mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{261-38.05}{38.05}\right) = 0.018 > 0.005 \qquad \emptyset = \mathbf{0.9}$$

### *4-7-1-2 design of negative moments:*

**Flexural Design of Negative Moment for (Support1) :-( Mu=-137.3KN.m)**

$$Rn = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{137.3 \times 10^6}{0.9 \times 800 \times 261^2} = 2.8\ Mpa$$

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

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 2.12}{420}}\right) = 0.0072$$

$A_s = \rho.b.d = 0.0072 \times 800 \times 261 = 1503.13\ mm^2$

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

$As_{min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) = \frac{\sqrt{24}}{4*420} * 800 * 261 = 608.87\ mm^2$

$As_{min} = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d) = \frac{1.4}{420} * 800 * 261 = 696\ mm^2$

$A_s = 1503.13 mm^2$ **Controls**

**Use 6ø 18, As, provided=1526.8 $mm^2$>$A_{s,\ required}$= 1503.13$mm^2$… Ok**

**Check spacing:-**

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

**Check for strain:-**

$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f_c'} = \frac{1526.8\times420}{0.85\times800\times24} = 39.3\ mm$

$x = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{39.3}{0.85} = 46.23mm$

$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{261-46.23}{46.23}\right) = 0.014 > 0.005$ $\emptyset = \mathbf{0.9}$

**Design of Negative Moment for (Support2) :-( Mu=-105.2KN.m)**

$Rn = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{105.2\times10^6}{0.9\times800\times261^2} = 2.145\ Mpa$

$m = \frac{f_y}{0.85f_c'} = \frac{420}{0.85\times24} = 20.6$

$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times20.6\times2.12}{420}}\right) = 0.00541$

$A_s = \rho.b.d = 0.00541\times800\times261 = 1129.21\ mm^2$

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

$As_{min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) = \frac{\sqrt{24}}{4*420}*800*261 = 608.87\ mm^2$

$As_{min} = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d) = \frac{1.4}{420}*800*261 = 696\ mm^2$

$A_s = 1129.21\ mm^2$ **Controls**

**Use 6ø 16, $As_{, provided}$=1205.8 $mm^2$>$A_{s, required}$= 1129.21$mm^2$… Ok**

**Check spacing:-**

$$S = \frac{800-40*2-20-(6*16)}{5} = 120.8\,mm > d_b = 16 > 25 \qquad \boldsymbol{OK}$$

**Check for strain:-**

$$a = \frac{A_{s.fy}}{0.85b\,f_c'} = \frac{1205.8\times420}{0.85\times800\times24} = 31.03\,mm$$

$$x = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{31.03}{0.85} = 36.5mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{261-23.31}{23.31}\right) = 0.018 > 0.005 \qquad \emptyset = \mathbf{0.9}$$

## 4-7-2 design of beam for shear:

1. **span(1) : $V_u$ max = 206.5KN**

$$V_C = \frac{1}{6}\sqrt{fc'}b_w\,d = \frac{1}{6}\sqrt{24}*800*261/1000 = 170.48\text{ KN}$$

Φ $V_c$= 0.75*170.48 =127.86 KN

Φ Vsmin≥ 0.75 $(\frac{1}{3})$ * bw * d =0 .75* $(\frac{1}{3})$*800*261*$10^{-3}$ = 69.6 KN **Controls**

Φ Vsmin ≥ 0.75 $(\frac{\sqrt{fc'}}{16})$ * bw * d = 0.75*$(\frac{\sqrt{24}}{16})$ * 800 * 261*$10^{-3}$ = 63.93KN

$$Vs' = \frac{1}{3}\sqrt{fc'} * bw * d = 340.97\text{ KN}$$

Φ (Vc+ Vsmin) < Vu < Φ (Vc+ Vs')

**197.46<170.8 ≤ 383.56…… satisfied**

**Case 1… is not suitable**

**Case 2 … is not suitable**

**Case 3… is not suitable**

**Case 4… satisfied**

$Vs = \frac{Vu}{\Phi} - Vc$ =104.85 KN

Use 4 leg Φ 8 for b = 80 cm

$A_{v\,min}$ =201.06 mm$^2$

$$\frac{A_{v\,min}}{s} = \frac{v_s}{df_{yt}}$$

$$s = \frac{A_{v\,\min}}{v_s}\, df_{yt}$$

**S=210.2mm**

$$s_{max} \le \frac{d}{2} = \frac{261}{2} = 130.5\ mm \qquad or\ s_{max} \le 600\ mm$$

**Use 4 leg Φ 8 @125 mm**

2. **span(2) : $V_u$ max = 158.7KN**

$$V_C = \frac{1}{6}\sqrt{fc'}b_w\, d = \frac{1}{6}\sqrt{24} * 800 * 261/1000 = 170.48\ \text{KN}$$

Φ $V_c$= 0.75*170.48 =127.86 KN

Φ Vsmin≥ 0.75 ($\frac{1}{3}$) * bw * d =0 .75* ($\frac{1}{3}$)*800*261*$10^{-3}$ = 69.6 KN **Controls**

Φ Vsmin ≥ 0.75 ($\frac{\sqrt{fc'}}{16}$) * bw * d = 0.75*($\frac{\sqrt{24}}{16}$) * 800 * 261*$10^{-3}$ = 63.93KN

Φ Vc<Vu < Φ (Vc+ Vsmin)

**127.86<158.7 ≤ 197.46…… satisfied**

**Case 1… is not suitable**

**Case 2 … is not suitable**

**Case 3… satisfied**

$Vs = \frac{Vu}{\Phi} - Vc$ =41.12KN

Use 4 leg Φ 8 for b = 80 cm

$A_{v\,min}$ =201.06 $mm^2$

$$\frac{A_{v\,min}}{s} = \frac{v_{s\,min}}{df_{yt}}$$

$$s = \frac{A_{v\,\min}}{v_{s\,min}}\, df_{yt}$$

**S=536mm**

$s_{max} \leq \frac{d}{2} = \frac{261}{2} = 130.5\ mm$ $or\ s_{max} \leq 600\ mm$

**Use 4 leg Φ 8 @125 mm**

### 3. span(3) : $V_u$ max = 177.2KN

$V_C = \frac{1}{6}\sqrt{fc'}b_w\ d = \frac{1}{6}\sqrt{24} * 800 * 261/1000 = 170.48$ KN

Φ $V_c$= 0.75*170.48 =127.86 KN

Φ Vsmin≥ 0.75 ($\frac{1}{3}$) * bw * d =0 .75* ($\frac{1}{3}$)*800*261*$10^{-3}$ = 69.6 KN **Controls**

Φ Vsmin ≥ 0.75 ($\frac{\sqrt{fc'}}{16}$) * bw * d = 0.75*($\frac{\sqrt{24}}{16}$) * 800 * 261*$10^{-3}$ = 63.93KN

ΦVc<Vu < Φ (Vc+ Vsmin)

**127.86<177.2 ≤ 197.46…… satisfied**

**Case 1… is not suitable**

**Case 2 … is not suitable**

**Case 3… satisfied**

$Vs = \frac{Vu}{\Phi} - Vc$ =65.79 KN

Use 4 leg Φ 8 for b = 80 cm

$A_{v\,min}$ =201.06 $mm^2$

$$\frac{A_{v\,min}}{s} = \frac{v_{s\,min}}{df_{yt}}$$

$$s = \frac{A_{v\,\min}}{v_{s\,min}}\, df_{yt}$$

**S=335mm**

$$s_{max} \leq \frac{d}{2} = \frac{261}{2} = 130.5\ mm \qquad or\ s_{max} \leq 600\ mm$$

**Use 4 leg Φ 8 @125 mm**

## 4-8 Design of Stair:

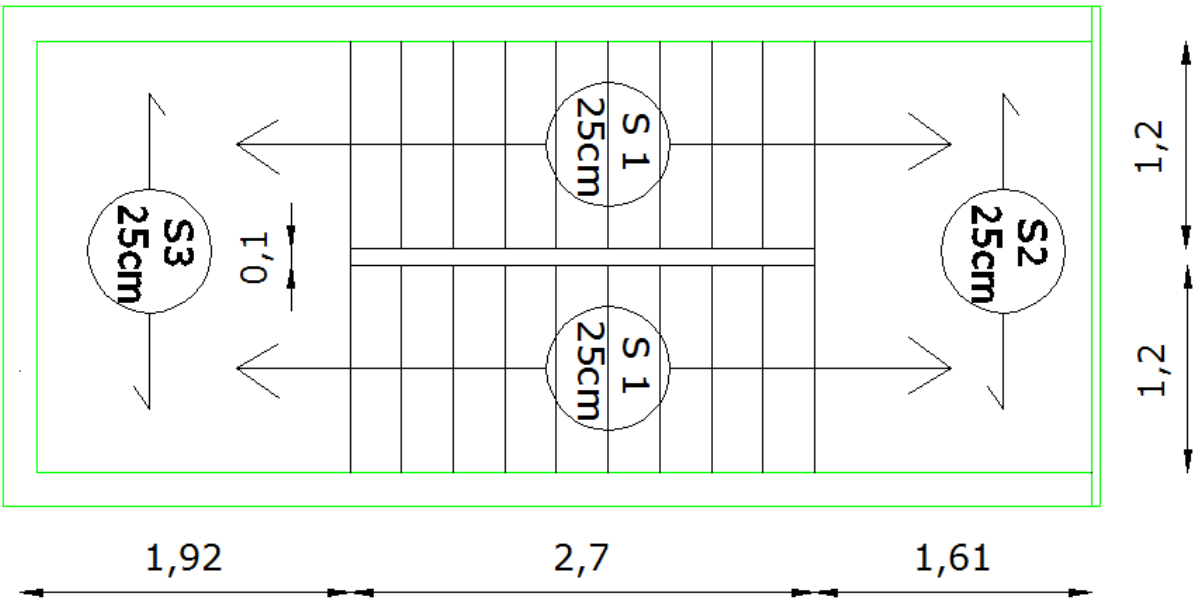



Figure 14-4: Stair Plan.

## ❖ Material :-

⇒ concrete B300 Fc' = 24 N/mm$^2$

⇒ Reinforcement Steel Fy = 420 N/mm$^2$

### 1- Design of Flight :-

#### ✓ Determination of Thickness:-

$h_{min} = L/20$

$h_{min} = 4.46/20 = 22.3$ cm

Take h = 25cm

The Stair Slope by $\theta = \tan^{-1}(15/30) = 26.56^{o}$

#### ✓ Load Calculation:-

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

Table 4-4: Dead Load Calculation of Flight.

| No. | Parts of Flight | Calculation | |
|---|---|---|---|
| 1 | Tiles | 23*0.03*1*(0.35+0.15/0.3 ) = 1.35 KN/m | |
| 2 | Mortar | 22*0.02*1*(0.3+0.15/0.3 ) = 0.66 KN/m | |
| 3 | Stair | 25*1*(0.3+0.15/2 )/0.3 = 1.875 KN/m | |
| 4 | Slab | 25*0.25*1 / COS 26.56 = 6.99 KN/m | |
| 5 | Plaster | 22*0.03*1 / COS 26.56$^{o}$ = 0.738 KN/m | |
| | | Sum | 11.61 KN/m |

**Live Load For Landing For 1m Strip = 4*1 = 4 KN/m**

**Factored Load For Flight :-**

$W_U$ = 1.2 ×11.61+ 1.6×4 =20.33 KN/m

- ✓ **System of Flight:-**

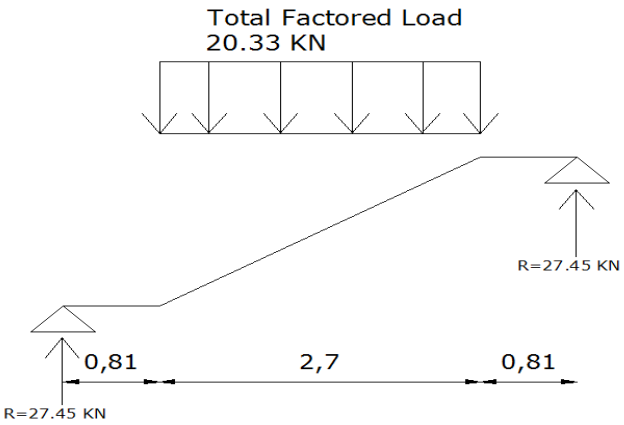



Figure 15-4: Statically System and Loads Distribution of Flight.

R = (W*L)/2=20.33*2.7/2=27.45 KN

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

Assume bar diameter ø 14 for main reinforcement

d =h- cover $-\frac{d_b}{2} = 250 - 20 - \frac{14}{2} = 223\ mm$

$V_c = \frac{1}{6}\sqrt{fc'}b_w\ d = \frac{1}{6}\sqrt{24} * 1000 * 223 = 182.1$ KN

$\Phi V_c$ = 0.75* 182.1 = 136.56 KN > Vu = 27.45 KN…… **No shear reinforcement is required**

## 2- Design of Bending Moment for Flight :- (Mu=40.63KN.m)

$$Mu= 27.45 * (0.805 + 1.35) - \frac{20.33*1.35^2}{2} = 40.63\ KN$$

$$R_n= \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{40.63\times10^6}{0.9\times1000\times223^2} = 0.908\ Mpa$$

$$m= \frac{f_y}{0.85f_c'} = \frac{420}{0.85\times24} = 20.59$$

$$\rho= \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.59}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times20.59\times0.908}{420}}\right) = 0.00221$$

$A_{s,req}$ = ρ.b.d = 0.00221 ×1000×223 = 493.3 $mm^2$

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

$As_{req}$ >$A_{s,min}$=450 $mm^2$

$As_{req}$ =493.3 $mm^2$

**Check for Spacing :-**

1) S = 3h = 3*250 =750 mm
2) S = 380*(280/(2/3 * 420)) – 2.5*20 = 330 ≤ S = 300*(280/(2/3 * 420)) = 300mm
3) S = 450 mm

S = 300 mm **…… is control**

**Use ø14 @ 250 mm , $A_{s,provided}$= 615.6 $mm^2$>$A_{s,required}$= 493.3 $mm^2$… Ok**

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

Table-4: **Dead LoaCalculation of Landing.**

$A_{s,req}= A_{s,min}$ =0.0018*1000*250 = 450mm$^2$

**Use ø14@ 300 mm , $A_{s,provided}$= 461.7 mm$^2$>$A_{s,required}$= 450mm$^2$… Ok**

## 1. Design of Landing (S2):- (For First One Meter)

Table 5-4: Dead Load Calculation of Landing.

| No. | Parts of Landing | Calculation |
|---|---|---|
| 1 | Tiles | 22*0.03*1= 0.66 KN/m |
| 2 | Mortar | 22*0.02*1= 0.66 KN/m |
| 4 | R.C | 25*0.25*1= 6.25KN/m |
| 5 | Plaster | 22*0.03*1= 0.66 KN/m |
| | Sum | 8KN/m |

✓ **Load Calculation:-**

**Dead Load For Landing For 1m Strip:-**
**Live Load For Landing For 1m Strip = 4*1 = 4KN/m**
**$W_R$ =27.45/1.61=17.05**

**Factored Load For Landing :-**

$W_U$ = 1.2 ×8.01+ 1.6×4=16 KN/m

✓ **System of Landing (S2):-**

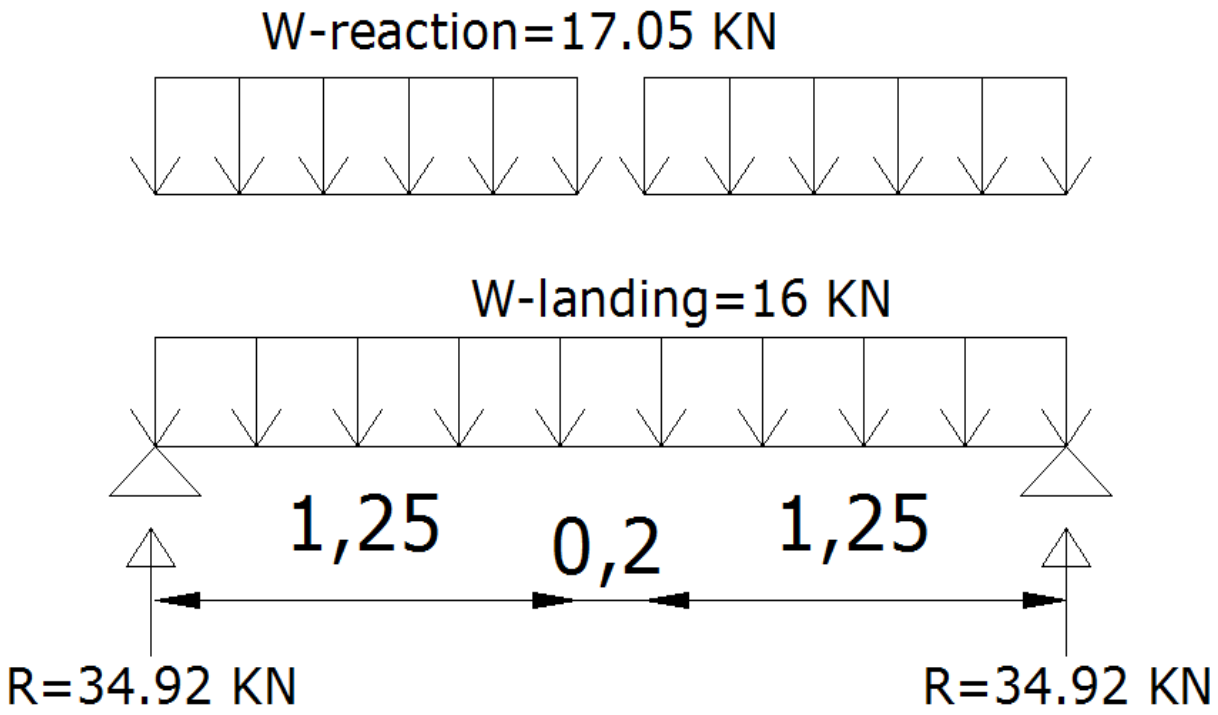



Figure 16-4 Statically System and Loads Distribution At First 1m of Landing.

$$R=\frac{16.01*1.7}{2}+17.05*1.25=34.92\ KN$$

## 1- Design of Shear:- (Vu=34.92 KN)

Assume bar diameter ø 14 for main reinforcement

$d$ =h- cover $-\frac{d_b}{2}=250-20-\frac{14}{2}=223mm$

$V_c=\frac{1}{6}\sqrt{fc'}b_w\ d==\ \frac{1}{6}\sqrt{24}*1000*223=182.1KN$

$\Phi*V_c=0.75*182.1=136.56$ KN> Vu = 34.92 KN**…… Thickness of slab is enough**

## 2- Design of Bending Moment :- (Mu=17.1 KN.m)

$$Mu= 34.92 * 1.35 - \frac{16.01*1.35^2}{2} - 17.05 * 1.25 * (\frac{1.25}{2} + 0.1) = 17.1\ KN$$

Assume bar diameter ø 14 for main reinforcement

$$d = h\text{- cover} - \frac{d_b}{2} = 250 - 20 - \frac{14}{2} = 223mm$$

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{17.1\times10^6}{0.9\times1000\times223^2} = 0.382\ Mpa$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{420}{0.85\times24} = 20.59$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.59}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times20.59\times0.382}{420}}\right) = 0.000918$$

$A_{s,req} = \rho.b.d = 0.000918\times1000\times223 = 204.8\ mm^2$

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

$A_{s,req} = 450\ mm^2$**…… is control**

**Check for Spacing:-**

4) S = 3h = 3*250 =750 mm
5) S = 380*(280/(2/3 * 420)) – 2.5*20 = 330 ≤ S = 300*(280/(2/3 * 420)) = 300mm
6) S = 450 mm

S = 300 mm **…… is control**

**Use ø14 @ 300 mm , $A_{s,provided}$= 461.7 $mm^2$>$A_{s,required}$= 450 $mm^2$… Ok**

### 4- Lateral or Secondary Reinforcement For Flight :-

$A_{s,req} = A_{s,min} = 0.0018*1000*250 = 450mm^2$

**Use ø14@ 300 mm , $A_{s,provided} = 461.7\ mm^2 > A_{s,required} = 450mm^2$… Ok**

## 2. Design of Landing (S3):- (For First One Meter)

Table 6-4: Dead Load Calculation of Landing.

| No. | Parts of Landing | Calculation |
|---|---|---|
| 1 | Tiles | 22*0.03*1= 0.66 KN/m |
| 2 | Mortar | 22*0.02*1= 0.66 KN/m |
| 4 | R.C | 25*0.25*1= 6.25KN/m |
| 5 | Plaster | 22*0.03*1= 0.66 KN/m |
| | Sum | 8KN/m |

✓ **Load Calculation:-**

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

**Live Load For Landing For 1m Strip = 4*1 = 4KN/m**

**$W_R$ =27.45/1.92=14.3**

**Factored Load For Landing :-**

$W_U = 1.2 \times 8.01 + 1.6 \times 4 = 16$ KN/m

✓ **System of Landing:-**

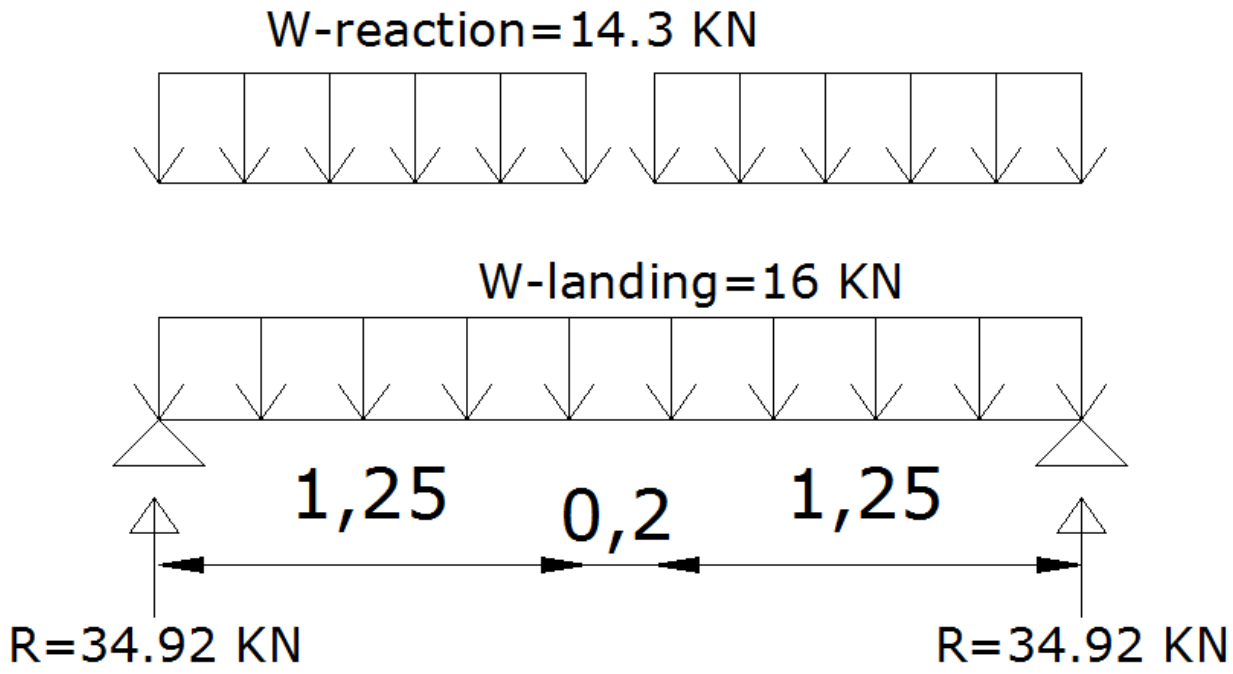



Figure 17-4: Statically System and Loads Distribution At First 1m of Landing.

$$R=\frac{16.01*1.7}{2}+14.3*1.25=31.5\,KN$$

### 3- Design of Shear:- (Vu=31.5KN)

Assume bar diameter ø 14 for main reinforcement

$$d = h\text{- cover} - \frac{d_b}{2} = 250 - 20 - \frac{14}{2} = 223mm$$

$$V_c = \frac{1}{6}\sqrt{fc'}\,b_w\,d = = \frac{1}{6}\sqrt{24}*1000*223 = 182.1\text{KN}$$

$\Phi * V_c = 0.75 * 182.1 = 136.56$ KN> Vu = 31.5 KN**…… Thickness of slab is enough**

### 4- Design of Bending Moment :- (Mu=14.98KN.m)

$$Mu= 31.5 * 1.35 - \frac{16.01*1.35^2}{2} - 14.3 * 1.25 * (\frac{1.25}{2} + 0.1) = 14.98\ KN$$

Assume bar diameter ø 14 for main reinforcement

$$d = h\text{- cover} - \frac{d_b}{2} = 250 - 20 - \frac{14}{2} = 223mm$$

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{14.98\times10^6}{0.9\times1000\times223^2} = 0.335\ Mpa$$

$$m = \frac{f_y}{0.85f_c'} = \frac{420}{0.85\times24} = 20.59$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.59}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times20.59\times0.335}{420}}\right) = 0.000805$$

$A_{s,req}$ = ρ.b.d = 0.000805×1000×223 = 179.5 $mm^2$

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

$A_{s,req}$ = 450 $mm^2$**…… is control**

**Check for Spacing:-**

7) S = 3h = 3*250 =750 mm
8) S = 380*(280/(2/3 * 420)) – 2.5*20 = 330 ≤ S = 300*(280/(2/3 * 420)) = 300mm
9) S = 450 mm

S = 300 mm **…… is control**

**Use ø14 @ 300 mm , $A_{s,provided}$= 461.7 $mm^2$>$A_{s,required}$= 450 $mm^2$… Ok**

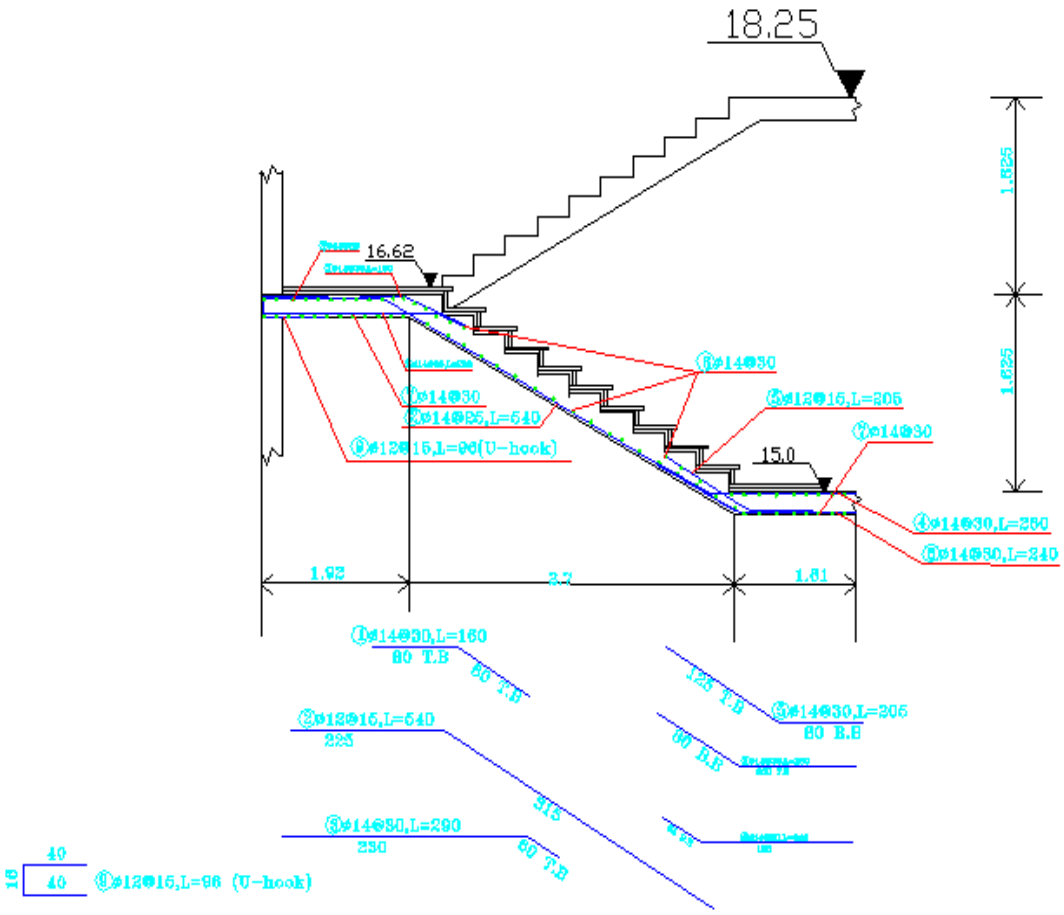



Figure 18-4: Stair Reinforcement.

## 4-9 Design of Column basement (6)

### ❖ Material :-

⇒ concrete B350 Fc' = 28N/mm$^2$

⇒ Reinforcement Steel Fy = 420 N/mm$^2$

✓ **Load Calculation:- (From Column Group E)**

**Service Load:-**

Dead Load = 3982.95KN
Live Load = 810.86 KN

**Factored Load:-**

$P_U$ = 1.2 ×3982.95+ 1.6×810.86=6076.92KN

- ✓ **Dimensions of Column:-**

$$Assume \rho g = 0.01$$

$$\phi * \text{Pn} = 0.65 \text{ x } 0.8 \times \text{Ag} \{0.85\ fc' (1 - \rho g) + \rho g * Fy\}$$

$$6076.92*1000 = 0.65 \text{ x } 0.8 \times \text{Ag} \{0.85 * 28 (1 - 0.01) + 0.01 * 420\}$$

Ag= 420948.7 mm2
Try a=650mm
b=600mm

- ✓ **Check Slenderness Parameter:-**

$$\frac{klu}{r} < 34 - 12\frac{M1}{M2} \leq 40$$

Lu: Actual unsupported (Unbraced) length.

K: effective length factor.

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

Lu = 3.75 - 0.32= 3.43 m
M1/M2 =1
K=1 for braced frame.

- **about X-axis (b= 0.6m)**

$$\frac{klu}{r} < 34 - 12\frac{M1}{M2} \leq 40$$

$$\frac{1 \times 3.43}{0.3 \times 0.6} = 19.1 < 22$$

Column Is Short About X-axis

- **about Y-axis (h= 0.65m)**

$$\frac{klu}{r} < 34 - 12\frac{M1}{M2} \leq 40$$

$$\frac{1\times 3.43}{0.3\times 0.65} = 17.6 < 22$$

Column Is Short About Y-axis

$$6076.92*1000 = 0.65\,x\,0.8\times 390000\{0.85*28(390000 - As) + As*420\}$$

As=6068.6mm$^2$

$$\rho g = As / Ag = 0.016$$

**Use20 Φ 20 with As=6283mm$^2$**

✓ **Design of the Stirrups:-**

**Use Φ 10 for ties**

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

$$spacing \leq 16\times d_b = 16\times 2.0 = 32.0\,cm$$
$$spacing \leq 48\times d_s = 48\times 1.0 = 48\,cm$$
$$spacing \leq least\dim = 50\,cm$$

$Use\phi 10@20\,cm$

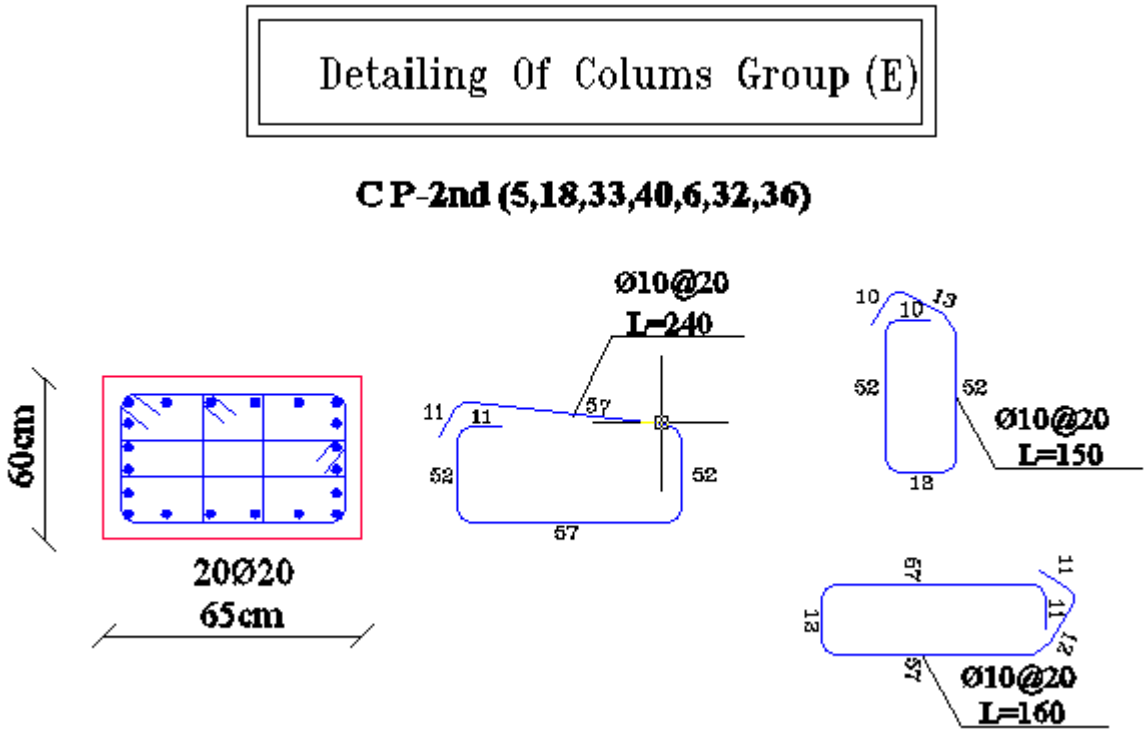



Figure 19-4: Column Reinforcement.

## 4-10 Design of One Way Solid Slab

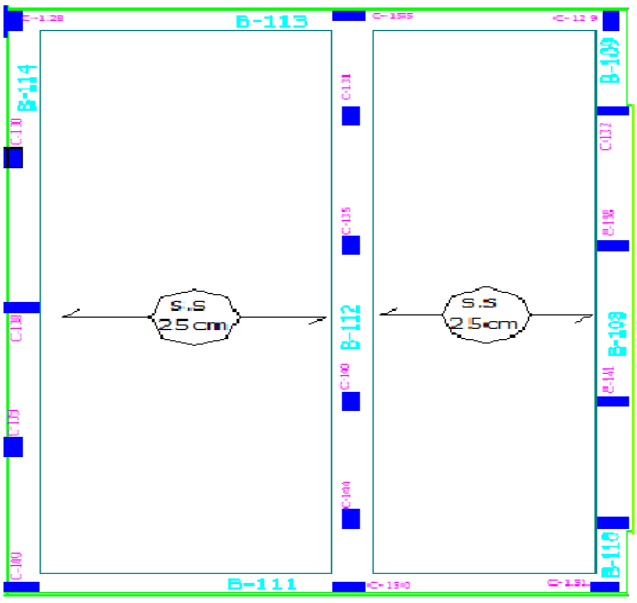



Figure 20-4: One Way Solid Slab.

## ❖ Material:-

⇒ concrete B300 Fc' = 24 N/mm$^2$

⇒ Reinforcement Steel Fy = 420 N/mm$^2$

### ✓ Slab Thickness Calculation:-

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

Min H (deflection requirement):-

-For one end continuous:-

$$\frac{L}{24} = \frac{6.5}{24} = 0.27$$

For One way solid slab, will use thickness of slab 30 cm.

### ✓ Load Calculation:-

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

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

Table 7-4: Dead Load Calculation of Horizontal Solid Slab.

| # | material | calculation |
|---|---|---|
| 1 | Tiles | 0.03*22=0.66 |
| 2 | mortar | 0.03*22=0.66 |
| 3 | Coarse sand | 0.07*16=1.12 |
| 4 | RC concrete | 0.30*25=7.5 |
| 5 | plaster | 0.02*22=0.44 |
| | Sum | 13.48 |

**Live load =4 KN/m**

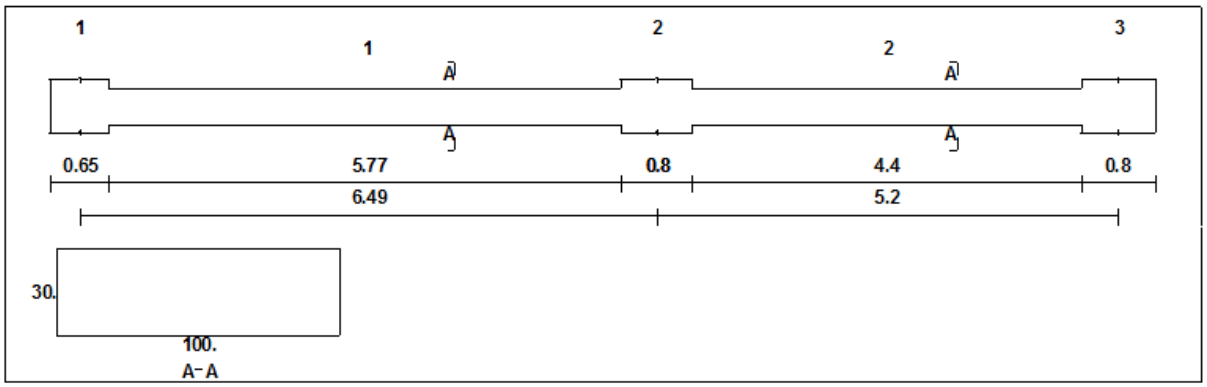



Figure 21-4: Geometry of Solid Slab (S5).

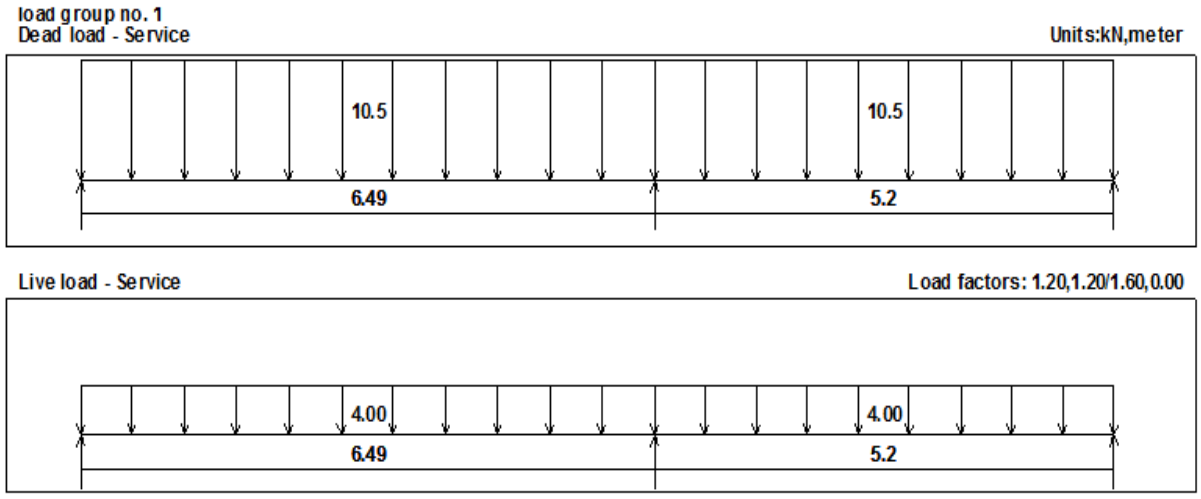



Figure 22-4: Loads of Solid Slab (S5).

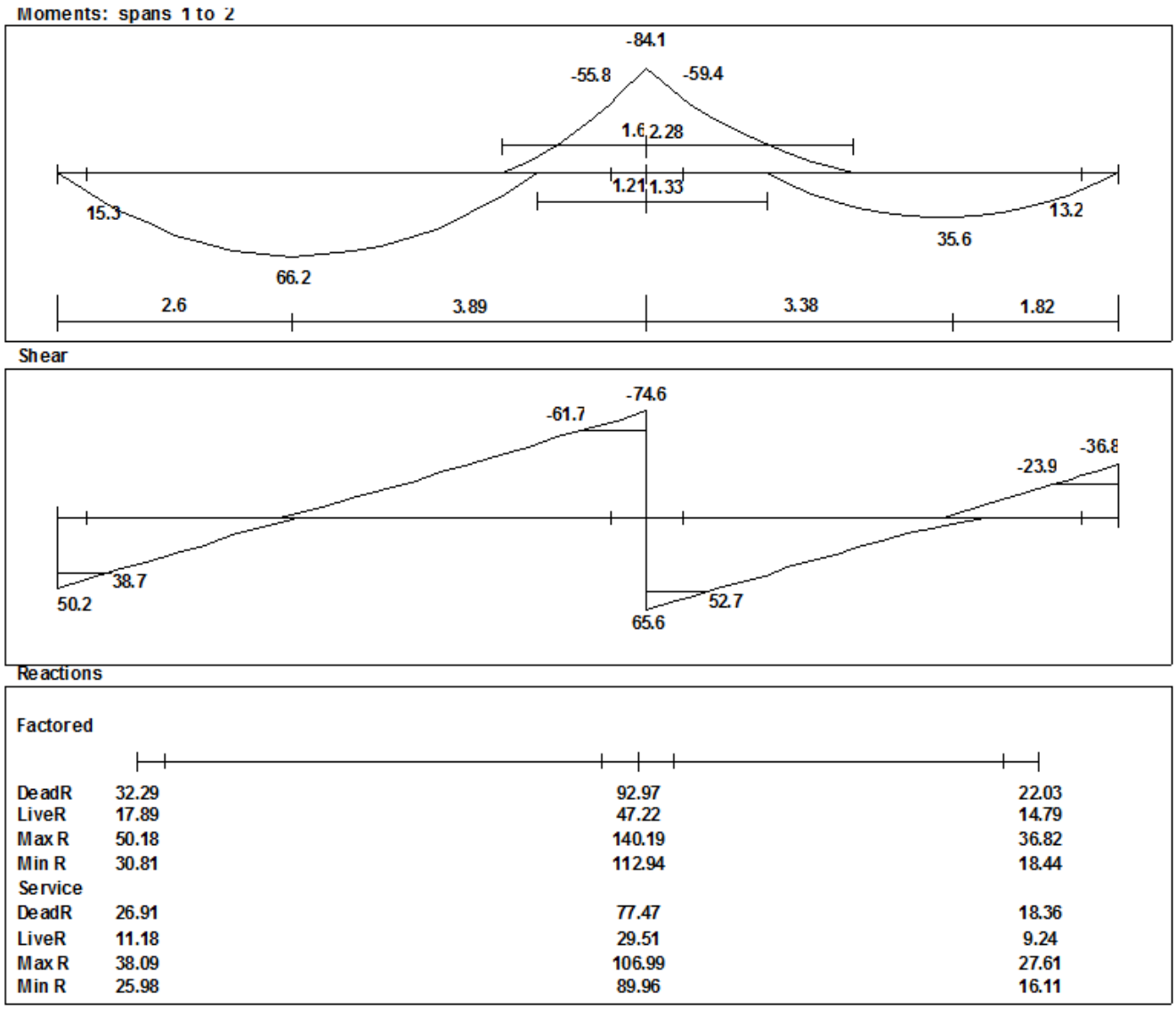



Figure 23-4: Shear and Moment Envelope Diagram of Solid Slab (S5).

**Spacing Between Bars Is the Smallest of:-**

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

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

$\leq 300\,(\frac{280}{fs}) = 300 * (\frac{280}{\frac{2}{3}f_y}) = 300 * (\frac{280}{\frac{2}{3} * 420}) = 300$ mm (control)

$\leq 3 * h = 3*300 = 900m$

≤ 450 mm.

## 4.10.1 Design of Positive Moment :-(Mu=66.2KN.m)

Assume bar diameter Φ14 for main reinforcement

$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85*24} = 20.59$

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

$Rn = \frac{66.2*10^6/0.9}{1000*(273)^2} = 0.987$ (Mpa)

$\rho = \frac{1}{m}(1 - \sqrt{1 - \frac{2m*Rn}{fy}})$

$\rho = \frac{1}{20.59}(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.59)(0.987)}{420}}) = 0.00241$

$As = \rho * b * d = 0.00241 * 100 * 27.3 = 6.58\ cm^2$

**Check for As min:-**

$A_s\ min = \rho_{min} * b * h = 0.0018*100*30 = 5.4cm^2$

$As_{req} = 6.58cm^2 > As_{min} = 5.4cm^2$ **OK**

**Use ø 12/15cm , $A_{s,provided} = 7.54cm^2 > A_{s,required} = 6.58cm^2$ …. Ok**

## 4.10.2 Design of Positive Moment :-( Mu=35.6KN.m)

$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85*24} = 20.59$

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

$Rn = \frac{35.6*10^6/0.9}{1000*(273)^2} = 0.531$ (Mpa)

$\rho = \frac{1}{m}(1 - \sqrt{1 - \frac{2m*Rn}{fy}})$

$\rho = \frac{1}{20.59}(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.59)(0.531)}{420}}) = 0.00128$

$As = \rho * b * d = 0.00128 * 100 * 27.3 = 3.5cm^2$

**Check for As min:-**

$As\ min = \rho_{min} * b * h = 0.0018*100*30 = 5.4cm^2$

$As_{req} = 3.5cm^2 < As_{min} = 5.4cm^2$ **NOT OK**

**Use ø 12/20cm , $A_{s,provided} = 5.66cm^2 \geq A_{s,required} = 5.4cm^2$ …. Ok**

## 4.10.3 Design of Negative Moment:- (Mu=-59.4KN.m)

$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85*24} = 20.59$

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

$Rn = \frac{59.4*10^6/0.9}{1000*(273)^2} = 0.886$ (Mpa)

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

$$\rho = \frac{1}{20.59}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.59)(0.886)}{420}}\right) = 0.00216$$

As=ρ * b * d = 0.00216* 100 *27.3= 5.89 cm²

**Check for As min:-**

$$A_{s\ min} = \rho_{min} * b * h = 0.0018 * 100 * 30 = 5.4 cm^2$$

$As_{req}= 5.89cm^2 > As_{min}= 5.4cm^2$ **NOTOK**

**Use ø 12/15cm , $A_{s,provided}= 7.54cm^2 \geq A_{s,required}= 5.89cm^2$ …. Ok**

**Shrinkage and Temperature:-**

$\rightarrow \rho = 0.0018$

$$A_{s\ min} = \rho_{min} * b * h = 0.0018 * 100 * 30 = 5.4 cm^2$$ (control)

**Use Φ12 @ 200 mm**

- ✓ **Shear Design:-**

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

$V_{u,\max}$ = 62.1 KN/ 1m strip

d = h – 20 – db = 300 – 20 – (14 /2) = 273 mm

ΦVc= $\frac{1}{6} * \Phi * \sqrt{fc'} * bw * d$

= $\frac{1}{6} * 0.75 * \sqrt{24} * 1000 * 273$ = 167.18 KN / 1 m strip

ΦVc= 167.18 KN > $V_{u,\max}$ = 62.1 KN/ 1m strip

The thickness of the slab is adequate enough.

## 4.11 Design of Mat Footing

we use safe program to design Mat Foundation.

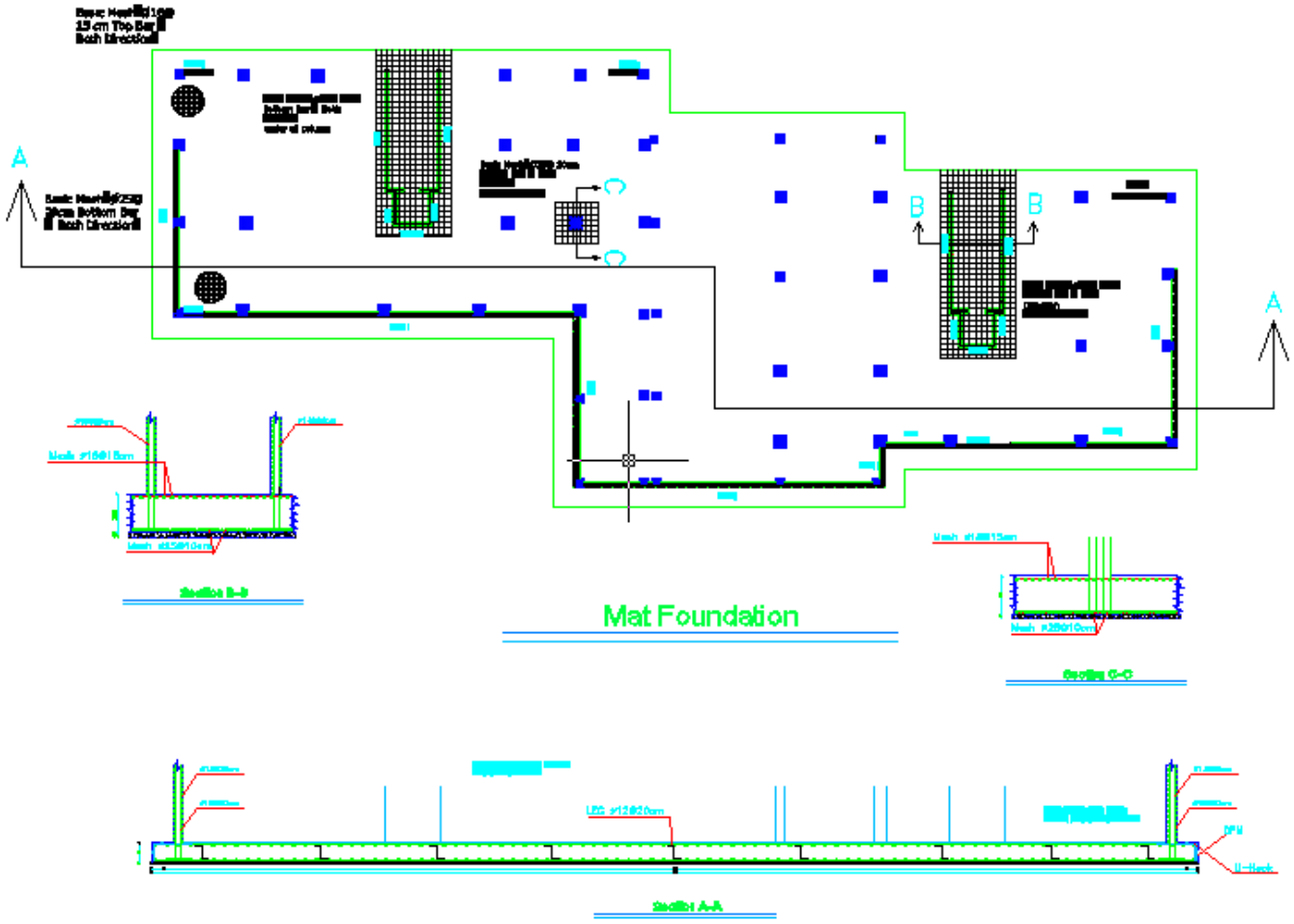



Figure 24-4 : Mat foundation

## 4-12 Design of Two way ribbed slab:

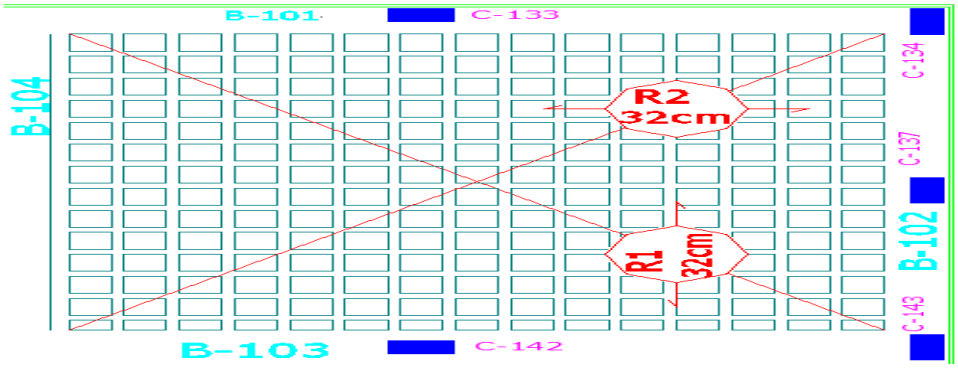



Figure 25-4: Two way rib

## 4.12.1 Determination of Thickness for Two Way Ribbed Slab:

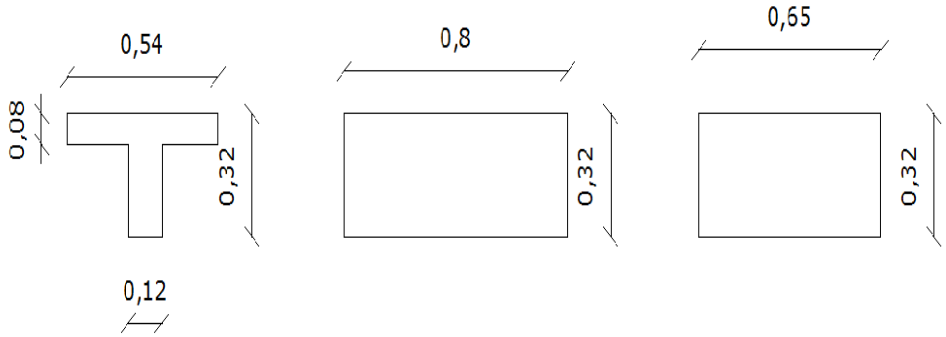



Figure 26-4: rib and beams sections.

Assume H =32cm

$I_{b1}=\frac{65*32^3}{12}$ =177493.33 $cm^4$

$I_{b2}=\frac{80*32^3}{12}$ =218453.33 $cm^4$

$I_{b3}=\frac{60*32^3}{12}$=163840 $cm^4$

$I_{b4}=\frac{65*32^3}{12}$ =177493.33 $cm^4$

$Y_c=\frac{40*8*4+32*12*16}{40*8+32*12}$ =10.55 cm

$I_r=\frac{52*10.55^3}{3}-\frac{40*2.55^3}{3}+\frac{21*21.45^3}{3}$ =59609 $cm^4$

$I_{s1}=\frac{59609*(\frac{700}{2}+65)}{52}$ =475725.67 $cm^4$

$I_{s2}=\frac{59609*(\frac{785}{2}+60)}{52}$ =518712.93 $cm^4$

$I_{s3}=\frac{59609*(\frac{700}{2}+80)}{52}$ =492920.58 $cm^4$

$I_{s4}= \frac{59609*(\frac{785}{2}+65)}{52}$ =524444.57 $cm^4$

$\alpha_1= \frac{177493.33}{475725.67}$ = 0.37

$\alpha_2= \frac{218453.33}{518712.93}$ = 0.32

$\alpha_3= \frac{163840}{492920.58}$ = 0.44

$\alpha_4= \frac{177493.33}{524444.57}$ = 0.34

$\alpha_{fm}= \frac{0.37+0.32+0.44+0.34}{4}$ = 0.37 >0.2

$\beta = \frac{7.85}{7.0}$ =1.12

$h_{min}= \frac{7850*(0.8+\left(\frac{420}{1400}\right))}{36+1.12*5*(0.37-0.2)}$ =23.37 cm >12.5cm

h= 32 cm > $h_{min}$= 23.4cm

Load Calculation:

Table 8-4: table of tow way rib calculation.

| No. | Parts of Flight | Calculation | |
|---|---|---|---|
| 1 | Tiles | 23*0.03*0.52*0.52 = 0.178 KN | |
| 2 | Mortar | 22*0.02*0.52*0.52 = 0.119KN | |
| 3 | Sand | 16*0.07*0.52*0.52 = 0.303 KN | |
| 4 | Topping | 25*0.08*0.52*0.52 = 0.541 KN | |
| 5 | Rib | 25*0.24*0.12*(0.52+0.4) = 0.808 KN | |
| 6 | Block | 15*0.24*0.4*0.4 = 0.576 KN | |
| 7 | Plaster | 22*0.02*0.52*0.52 = 0.119 KN | |
| 8 | Partitions | 2.5*0.52*0.52 = 0.676 KN | |
| | | Sum | 3.329 KN |

Dead Load of slab:

$DL = \frac{3.329}{0.52*0.52} = 12.311\ KN/m^2$

$W_D = 1.2*12.311 = 14.77\ KN/m^2$

$LL = 3\ KN/m^2$

$W_L = 1.6*3 = 4.8\ KN/m^2$

$W = 14.77+4.8 = 19.57\ KN/m^2$

Moments Calculations:

From tables use Case (1 ): C neg = 0.0

$C_{a,dL} = 0.0458$ , , $C_{b,dL} = 0.0285$

$C_{a,LL} = 0.0458$ , , $C_{b,LL} = 0.0285$

$M^{+}_{a,d} = C_{a\,dl} \times W_{ud} \times (L_a)^2 = 0.0458 \times 14.77 \times (7)^2 \times 0.52 = 17.24$ KN .m / rib.

$M^{+}_{a\,L} = C_{a\,ll} \times W_{ul} \times (L_a)^2 = 0.0458 \times 4.8 \times (7)^2 \times 0.52 = 5.6$ KN .m / rib.

$M_a$ positive = 17.24 + 5.6 = 22.84 KN .m / rib.

Negative moment at discontinuous edges = 1/3 positive

$M_{a\,neg} = (1/3) \times 22.84 = 7.61$ KN .m / rib.

$M^{+}_{b,d} = C_{b\,dl} \times W_{ud} \times (L_b)^2 = 0.0285 \times 14.77 \times (7.85)^2 \times 0.52 = 13.49$ KN .m / rib.

$M^{+}_{b\,L} = C_{b\,ll} \times W_{ul} \times (L_b)^2 = 0.0285 \times 4.8 \times (7.85)^2 \times 0.52 = 4.38$ KN .m / rib.

$M_b$ positive = 13.49 + 4.38 = 17.87 KN .m / rib.

Negative moment at discontinuous edges = 1/3 positive.

$M_{b\,neg} = (1/3) \times 17.87 = 5.96$ KN.m / rib.

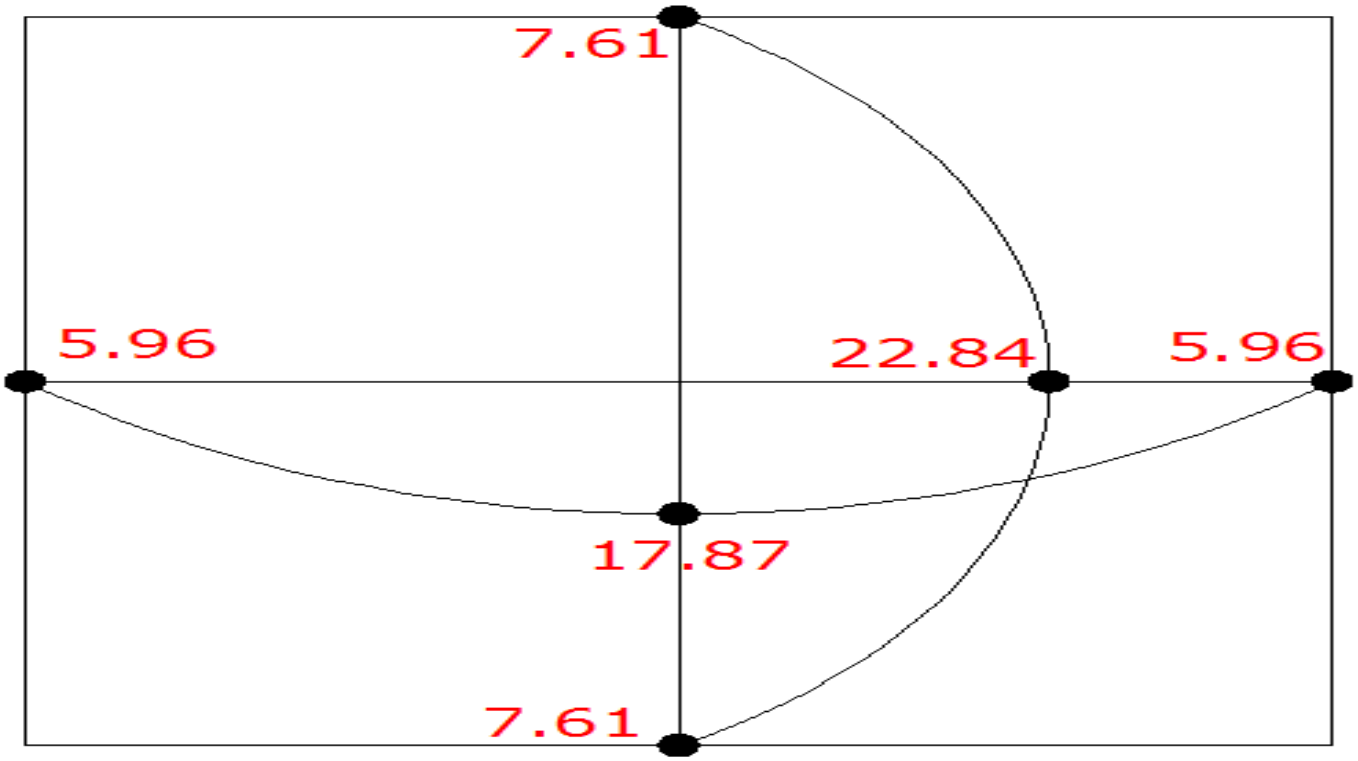



Figure 27-4: moment diagram.

## 4-12-2 design of flexure for rib (13):

### 4-12-2-1 design of positive moments:

**Design of Positive Moment :- (Ma=22.84KN.m)**

Assume bar diameter ø 14 for main positive reinforcement

d =h- cover - $d_{stirrups}$ $-\frac{d_b}{2} = 320 - 20 - 8 - \frac{14}{2} = 285\ mm$

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{22.84\times10^6}{0.9\times520\times285^2} = 0.6Mpa$

$m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{420}{0.85\times24} = 20.6$

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times20.6\times0.6}{420}}\right) = 0.00145$

$A_{s,\,req}$ = ρ.b.d = 0.00145 ×520×285 = 215 $mm^2$

**Check for As min:-**

$$A_{s\ min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d)$$ **ACI-318 (10.5.1)**

$$A_{s\ min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(285) = 99.73 mm^2$$

$$A_{s\ min} = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d)$$

$$A_{s\ min} = \frac{1.4}{420}(120)(285) = 114 mm^2$$ **controls**

$As_{req}$ = 215$mm^2$ >$As_{min}$= 114 $mm^2$ **OK**

**Use 2 ø12, As, provided= 226.2 $mm^2$>$A_{s,\ required}$= 215$mm^2$… Ok**

**Check for strain:-**

$$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f_c'} = \frac{226.2\times420}{0.85\times520\times24} = 8.96\ mm$$

$$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{8.96}{0.85} = 10.54 mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{285-10.54}{10.54}\right) = 0.078 > 0.005$$ **0k**

**Design of Positive Moment:- (Mb=17.87KN.m)**

$$d = h - \text{cover} - d_{stirrups} - \frac{d_b}{2} = 320 - 20 - 8 - \frac{14}{2} = 285\ mm$$

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{17.87\times10^6}{0.9\times520\times285^2} = 0.47 Mpa$$

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

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.47}{420}}\right) = 0.001132$

$A_{s,\,req} = \rho.b.d = 0.001132 \times 520 \times 285 = 167.8\ mm^2$

**Check for As min:-**

$A_{s\ min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d)$ **ACI-318 (10.5.1)**

$A_{s\ min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(285) = 99.73 mm^2$

$A_{s\ min} = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d)$

$A_{s\ min} = \frac{1.4}{420}(120)(285) = 114 mm^2$ **controls**

$As_{req} = 167.8 mm^2 > As_{min} = 114\ mm^2$ **OK**

**Use 2 ø12, As, provided= 226.2 $mm^2$ > $A_{s,\,required}$ = 167.8$mm^2$… Ok**

**Check for strain:-**

$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85 b\ f_c'} = \frac{226.2 \times 420}{0.85 \times 520 \times 24} = 8.96\ mm$

$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{8.96}{0.85} = 10.54 mm$

$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d - x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{285 - 10.54}{10.54}\right) = 0.078 > 0.005$ **ok**

## 4-12-2-2 design of negative moments:

### Design of Negative Moment :- (Ma=-7.61KN.m)

Assume bar diameter ø 12 for negative reinforcement

d =h- cover - $d_{stirrups} - \frac{d_b}{2} = 320 - 20 - 8 - \frac{12}{2} = 286\ mm$

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{7.61\times10^6}{0.9\times120\times286^2} = 0.86\ Mpa$

$m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{420}{0.85\times24} = 20.6$

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times20.6\times0.86}{420}}\right) = 0.002096$

$A_{s,\ req}$ = ρ.b.d = 0.002096 ×120×286 = 71.95 $mm^2$

**Check for As min:-**

$A_{s\ min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d)$ **ACI-318 (10.5.1)**

$A_{s\ min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(285) = 99.73 mm^2$

$A_{s\ min} = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d)$

$A_{s\ min} = \frac{1.4}{420}(120)(285) = 114 mm^2$ **controls**

$As_{req}$ = 71.95 < $As_{min}$= 114$mm^2$ **OK**

**Use 2 ø10, $As_{,\ provided}$= 157.08 $mm^2$>$A_{s,\ required}$= 114$mm^2$... Ok**

**Check for strain:-**

$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\,f_c'} = \frac{157.08\times420}{0.85\times120\times24} = 26.95\ mm$

$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{26.95}{0.85} = 31.7\ mm$

$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{286-31.7}{31.7}\right) = 0.024 > 0.005$ **ok**

**Design of Negative Moment :- (Mb=-5.96KN.m)**

Assume bar diameter ø 12 for negative reinforcement

$d = h - \text{cover} - d_{stirrups} - \frac{d_b}{2} = 320 - 20 - 8 - \frac{12}{2} = 286\ mm$

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{5.96\times10^6}{0.9\times120\times286^2} = 0.675\ Mpa$

$m = \frac{f_y}{0.85f_c'} = \frac{420}{0.85\times24} = 20.6$

$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times20.6\times0.675}{420}}\right) = 0.001634$

$A_{s,\,req} = \rho.b.d = 0.001634\times120\times286 = 56.1\ mm^2$

**Check for As min:-**

$A_{s\ min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d)$ **ACI-318 (10.5.1)**

$A_{s\ min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(285) = 99.73 mm^2$

$A_{s\ min} = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d)$

$A_{s\ min} = \frac{1.4}{420}(120)(285) = 114mm^2$ **controls**

$As_{req}$ = 56.1 < $As_{min}$= 114$mm^2$ **OK**

**Use 2 ø10, $As_{,\ provided}$= 157.08 $mm^2$>$A_{s,\ required}$= 114$mm^2$… Ok**

**Check for strain:-**

$a = \frac{A_{s.fy}}{0.85b\ f_c'} = \frac{157.08\times420}{0.85\times120\times24} = 26.95\ mm$

$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{26.95}{0.85} = 31.7\ mm$

$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{286-31.7}{31.7}\right) = 0.024 > 0.005$ **ok**

## 4-6-4 design of shear for rib:

**Maximum shear coefficient in short direction as in case (1) $W_a$ @ m = 0.892**

**$W_a$ = 0.61**

**The total load on the panel =7*7.85*19.57= 1075.37 KN**

**The load per rib at the face of long beam =0.61*1075.37*0.52/(2*7.85)= 21.73 KN**

**$V_{ud}$ = $V_{uface}$ - Wu*$b_f$*d = 21.73 - 19.57*0.52*0.285= 18.83 KN**

The shear strength of one rib:

$V_c = \frac{1.1}{6}\sqrt{f_c'}b_w d = \frac{1.1}{6}\sqrt{24} \times 120 \times 285 \times 10^{-3} = 30.71\ KN$

$\phi V_c$ =0.75×30.71 =23.03KN

0.5 ø $V_c$ =0.5×23.03=11.52KN

0.5 ø $V_c$< $V_{ud}$< ø $V_c$

Minimum shear reinforcement is required except for joist construction.

**$V_{ud}$ = 19.57*0.52*(3.5 - 0.285) = 32.72 KN**

$\phi V_c$ =23.03 < Vud =32.72

Φ Vsmin≥ 0.75 ($\frac{1}{3}$) * bw * d =0 .75* ($\frac{1}{3}$)*120*285*$10^{-3}$ = 8.55 KN **Controls**

Φ Vsmin ≥ 0.75 ($\frac{\sqrt{fc'}}{16}$) * bw * d = 0.75*($\frac{\sqrt{24}}{16}$) * 120* 285*$10^{-3}$ = 7.85KN

Φ (Vc+ Vsmin)= 31.58 <Vu= 32.72 < Φ (Vc+ Vs')= 64.92

$Vs' = \frac{1}{3}\sqrt{fc'} * bw * d$ = 55.85 KN

$Vs = \frac{Vu}{\Phi} - Vc$ = 12.92 KN

Vsmin =11.4 <Vs =12.92 < Vs' =55.85 ……Case IV

Use 2 leg Φ 8

$A_{v\,min}$ =100 $mm^2$

$$\frac{A_{v\,min}}{s} = \frac{v_s}{df_{yt}}$$

$$s = \frac{A_{v\,\min}}{v_s}\, df_{yt}$$

**S=926.5mm**

$$s_{max} \leq \frac{d}{2} = \frac{285}{2} = 142.5\ mm \qquad or\ s_{max} \leq 600\ mm$$

**Use 4 leg Φ 8 @125 mm**

# الفصل الخامس : النتائج و التوصيات

## 5-1 مقدمة.

## 5-2 النتائج.

## 5-3 التوصيات.

## 5-1 مقدمة:

في هذا المشروع تم الحصول على مخططات معمارية تفتقد إلى الكثير من الأمور، بعد دراسة جميع المتطلبات تم إعداد المخططات المعمارية والمخططات الإنشائية الشاملة لمبنى الضياء الإستثماري المقترح بناءها في مدينة الخليل.

وتم إعداد المخططات الانشائية بشكل مفصل ودقيق وواضح لتسهيل عملية البناء، ويقدم هذا التقرير شرحا لجميع خطوات التصميم المعمارية والانشائية للمبنى.

## 5-2 النتائج:

١. يجب على كل طالب أو مصمم إنشائي أن يكون قادراً على التصميم بشكل يدوي حتى يستطيع إمتلاك الخبرة والمعرفة في إستخدام البرامج التصميمية المحوسبة.

٢. من العوامل التي يجب أخذها بعين الإعتبار، العوامل الطبيعية المحيطة بالمبنى وطبيعة الموقع وتأثير القوى الطبيعية على الموقع.

٣. من أهم خطوات التصميم الإنشائي، كيفية الربط بين العناصر الإنشائية المختلفة من خلال النظرة الشمولية للمبنى ومن ثم تجزئة هذه العناصر لتصميمها بشكل منفرد ومعرفة كيفية التصميم، مع أخذ الظروف المحيطة بالمبنى بعين الإعتبار.

٤. القيمة الخاصة بقوة تحمل التربة هي: 450 KN/m2.

٥. لقد تم إستخدام نظام عقدات المفرغة(Ribbed Slab) في كثير من العقدات نظراً لطبيعة وشكل المنشأ، كما تم إستخدام نظام العقداة المصمتة ( Solid Slab) في مناطق بيت الدرج وبعض مناطق في الطوابق التجارية ، نظراً لكونها أكثر فاعلية من عقدات الأعصاب في تحمل ومقاومة الأحمال المركزة.

٦.برامج الحاسوب المستخدمة:-

هناك عدة برامج حاسوب تم إستخدمها في هذا المشروع وهي:-

AUTOCAD (2007+2014) :- و ذلك لعمل الرسومات المفصلة للعناصر الإنشائية.

ATIR, SAFE2014, ETABS 2015:- للتحليل والتصميم الإنشائي للعناصر الإنشائية.

Microsoft Office XP:- تم إستخدامه في أجزاء مختلفة من المشروع مثل كتابة النصوص والتنسيق وإخراج المشروع، وإعداد الجداول المرافقة للتصميم.

٧. الأحمال الحية المستخدمة في هذا المشروع كانت من كود الأحمال الأردني"UBC".

٨. من الصفات التي يجب أن يتصف بها المصمم، صفة الحس الهندسي التي يقوم من خلالها بتجاوز أية مشكلة ممكن أن تعترضه في المشروع وبشكل مقنع ومدروس.

## 5-3 التوصيات:

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

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

## المصادر و المراجع

١) كود البناء الوطني الأردني، كود الأحمال و القوى، مجلس البناء الأردني، عمان، الأردن، ١٩٩٠م .

٢) ملاحظات الأستاذ المشرف.

3) ACI Committee 318(2014), ACI 318-14: Building Code Requirements for Structural concrete and Commentary, American Concrete Institute, ISBN0-87031-264-2.
4) UBC Code (1997), Uniform Building Code, International Conference of Building Officials.
5) BEAMD Program (Attir).
6) AUTOCAD Program.
7) SP Column Program.
8) Foundation Program.
9) Safe Program.
10) Etabs Program.