

جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة

دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

هندسة مباني

الخليل- فلسطين



مشروع التخرج

**التصميم الإنشائي لـ " مكتبة فلسطين الوطنية " في مدينة رام الله.**

فريق العمل

أمير عزمي حريبات

أسيل عمر مصطفى

ميس عمر محمد

إشراف :

م. إيناس شويكي .

أيار - ٢٠١٩م

جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة

دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

هندسة مباني

الخليل- فلسطين



**التصميم الإنشائي لـ " مكتبة فلسطين الوطنية " في مدينة رام الله.**

فريق العمل

أمير عزمي حريبات

أسيل عمر مصطفى

ميس عمر محمد

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

توقيع رئيس الدائرة

توقيع مشرف المشروع

م. فيضي شبانة

م. إيناس شويكي

.....

.....

أيار - ٢٠١٩م

## الإهداء

إلى الشموع التي استطاعت قهر الظلام بقوة إرادة نورهما... الذين كلما مر الوقت أكثر  
نفهم كم هو صعب أن نحاول سداد ديوننا لهم... خاصة عندما يكون "الثبات"  
على ما نؤمن به... هو من بعض غرسهم  
إلى من علمونا النجاح والصبر.. وإلى من تتسابق الكلمات لتخرج معبرة عن مكنون ذاتهم  
من علمونا وعانوا الصعاب لنصل إلى ما نحن فيه  
أمهاتنا وآبائنا أدام الله نورهم..  
إلى كل من أضاء بعلمه عقل غيره أو هدى بالجواب الصحيح حيرة سائله  
فأظهر بسماحته تواضع العلماء وبرحابته سماحة العارفين  
إلى العلم، والتربية، والوقار، والإخلاص، والتواضع  
أساتذتنا الكرام..  
إلى دعائم قوتنا وطموحنا... بلسم علتنا وجروحنا  
إخواننا وأخواتنا..  
وإلى كل من أخذ ويأخذ بأيدينا إلى قمة المجد  
نُهدي هذا المشروع ..

فريق العمل

## شكر وتقدير

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

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

ونخص بشكرنا وتقديرنا مشرفتنا الفاضلة المهندسة إيناس شويكي المشرفة والموجهة والمعلمة، التي لم تتوان، ولم تتأخر عن تقديم ما آتاه الله من علم وحلم لنا، ونشكر طاقم دائرة الهندسة المدنية والمعمارية كل بمكانه الذين كرسوا وقتهم وجهدهم لمساعدتنا ومساعدة زملائنا طوال سنوات الدراسة.

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

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

فريق العمل

## خلاصة المشروع

التصميم الإنشائي لـ " مكتبة فلسطين الوطنية " في مدينة رم الله.

### فريق العمل

أمير عزمي حريبات

أسيل عمر مصطفى

ميس عمر محمد

إشراف :

م. ايناس شويكي

أيار - ٢٠١٩

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

يتكون المبنى من خمسة طوابق ، بمساحة إجمالية (١٣٤٠٠) متر مربع ، ويتميز التصميم من الناحية المعمارية للمشروع بأنه تم بأسلوب يقوم على تعدد الكتل الفراغية وتوزيعها بشكل متناسق من الناحية الجمالية والوظيفية إضافة إلى أنه تم الاهتمام عند توزيع الكتل توفير الراحة والسهولة وسرعة الوصول للمستخدمين .

تكمن أهمية المشروع في تنوع العناصر الإنشائية في المبنى مثل الجسور والأعمدة والبلاطات الخرسانية ، وتعدد الكتل ووجود تراجعات في المساحات الطابقية .

من الجدير بالذكر أنه سيتم استخدام الكود الأردني لتحديد الأحمال الحية، ولتحديد أحمال الزلازل سيتم استخدام الكود (UBC) ، أما بالنسبة للتحليل الإنشائي وتصميم المقاطع فسيتم استخدام الكود الأمريكي (ACI\_318\_11) ، ولا بد من الإشارة إلى أنه سيتم الاعتماد على بعض برامج الحاسوب للتصميم الإنشائي مثل :-

Etabs ، Safe ، Atir

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

والله ولي التوفيق .

# **Abstract**

## **Design of the "Palestine National Library" in Ramallah**

### **Prepared by**

**Aseel Mustafa      Ameer Ihrebat**

**Mais Mohammad**

### **Supervision:**

**Eng. Inas Shweiki**

**The idea of this project can be summarized by preparing the structural design for Palestine national library that located in Ramallah . Which consists of all facilities that should be available in any Library .**

**The project consists of five floors , and the total area of the building is 13400 meters square, the design of the project is based on the multiplicity of spatial cluster and distributed consistently aesthetically and functional .**

**ACI-318-11 code will be used for structural design and structural designing programs such, ATIR, AutoCAD (2014), and we studied some old graduation projects, and the project will include detailed structural study of identified and analysis of the construction elements and the expected various loads, and then the structural design of elements and the preparation of shop drawings based on the prepared design .**

God grants success

## فهرس المحتويات

رقم الصفحة	الموضوع
I	تقرير مقدمة المشروع
II	تقييم مقدمة مشروع التخرج
III	الإهداء
IV	الشكر والتقدير
V	الملخص باللغة العربية
VI	الملخص باللغة الانجليزية
VII	فهرس المحتويات
X	<b>List of abbreviations</b>
XII	فهرس الجداول
XIII	فهرس الأشكال
١	<b>الفصل الأول : المقدمة</b>
٢	١-١ المقدمة
٢	٢-١ أهداف المشروع
٣	٣-١ مشكلة المشروع
٣	٤-١ حدود مشكلة المشروع
٣	٥-١ المسلمات
٣	٦-١ فصول المشروع
٤	٧-١ إجراءات المشروع
٥	<b>الفصل الثاني : الوصف المعماري</b>
٦	١-٢ مقدمة
٦	٢-٢ لمحة عامة عن المشروع
٧	٣-٢ موقع المشروع
٨	١-٣-٢ أهمية الموقع
٨	٢-٣-٢ حركة الشمس والرياح
٨	٣-٣-٢ الرطوبة
٨	٤-٢ وصف طوابق المشروع
٨	١-٤-٢ طابق التسوية
٩	٢-٤-٢ الطابق الأرضي
١٠	٣-٤-٢ الطابق الأول
١٠	٤-٤-٢ الطابق الثاني
١١	٥-٤-٢ الطابق الثالث
١١	٥-٢ الواجهات
١١	١-٥-٢ الواجهة الرئيسية (الشمالية)
١١	٢-٥-٢ الواجهة الشرقية
١٢	٦-٢ وصف الحركة والمداخل
١٢	٧-٢ المداخل
١٢	٨-٢ القطاعات
١٣	١-٨-٢ القطاع (A-A)
١٣	٢-٨-٢ القطاع (B-B)
١٤	<b>الفصل الثالث : الوصف الإنشائي</b>
١٥	١-٣ مقدمة

١٥	٢-٣ هدف من التصميم الإنشائي
١٥	٣-٣ مراحل التصميم الإنشائي
١٥	٤-٣ الأحمال
١٥	١-٤-٣ الأحمال الميتة
١٦	٢-٤-٣ الأحمال الحية
١٦	٣-٤-٣ الأحمال البيئية
١٦	١-٣-٤-٣ أحمال الرياح
١٧	٢-٣-٤-٣ أحمال الثلوج
١٧	٣-٣-٤-٣ أحمال الزلازل
١٨	٥-٣ الاختبارات العملية
١٨	٦-٣ العناصر الإنشائية المكونة للمبنى
١٩	١-٦-٣ العقدات
١٩	١-١-٦-٣ عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد
٢٠	٣-١-٦-٣ العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد
٢٠	٢-٦-٣ الأدراج
٢١	٣-٦-٣ الجسور
٢١	٤-٦-٣ الأعمدة
٢٢	٥-٦-٣ جدران القص
٢٢	٦-٦-٣ الأساسات
٢٣	٧-٣ فواصل التمدد ( Expansion Joints )
٢٣	٨-٣ برامج الحاسوب

٥٦	١-٥ المقدمة
٥٧	٢-٥ النتائج
٥٨	٣-٥ التوصيات

## **Subject**

	<b><u>Page</u></b>
<b>Chapter 4 : Structural Analysis and Design</b>	<b>24</b>
4-1 Introduction	25
4-2 Design method and requirements.	25
4-3 Check of Minimum Thickness of Structural Member	26
4-4 Design of Topping	27
4-5 Design of One Way Rib Slab (R1)	34
4-6 Design of Solid Slab S1.	45
4-7 Design of Beam (GB, 106).	51
4-8 Design of Column (C 103).	61
4-9 Design of Basement Wall.	64
4-10 Design of Stair .	66
4-11 Design of Foundation F2.	75

## List of Abbreviations

- **Ac** = area of concrete section resisting shear transfer.
- **As** = area of non-prestressed tension reinforcement.
- **A<sub>s</sub><sup>̄</sup>** = area of non-prestressed compression reinforcement.
- **Ag** = gross area of section.
- **Av** = area of shear reinforcement within a distance (S).
- **At** = area of one leg of a closed stirrup resisting tension within a (S).
- **b** = width of compression face of member.
- **bw** = web width, or diameter of circular section.
- **C<sub>c</sub>** = compression resultant of concrete section.
- **C<sub>s</sub>** = 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<sub>c</sub><sup>̄</sup>** = 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.
- **V<sub>c</sub>** = nominal shear strength provided by concrete.
- **V<sub>n</sub>** = nominal shear stress.
- **V<sub>s</sub>** = nominal shear strength provided by shear reinforcement.
- **V<sub>u</sub>** = factored shear force at section.
- **W<sub>c</sub>** = weight of concrete.
- **W** = width of beam or rib.
- **W<sub>u</sub>** = factored load per unit area.
- **Φ** = strength reduction factor.
- **ε<sub>c</sub>** = compression strain of concrete = 0.003.
- **ε<sub>s</sub>** = strain of tension steel.
- **ε<sub>s</sub>'** = strain of compression steel.
- **ρ** = ratio of steel area .

## فهرس الجداول

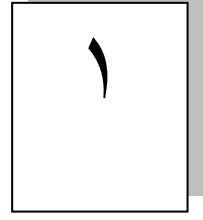
<u>رقم الصفحة</u>	<u>الجدول</u>	<u>رقم الجدول</u>
4	الجدول الزمني للمشروع خلال السنة الدراسية (2018/2017)	١-١
16	الكثافة النوعية للمواد المستخدمة	١-٣
16	الأحمال الحية المبنى	٢-٣
17	سرعة وضغط الرياح اعتمادا على الكود الألماني DIN1055-5	٣-٣
18	أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر	٤-٣
31	Check Of Minimum Thickness Of Structural Member	4-1
32	Dead load calculation	4-2
35	Dead load calculation of Rib (R41)	4-3

## فهرس الأشكال

<u>رقم الصفحة</u>	<u>الشكل</u>	<u>رقم الشكل</u>
٧	خارطة الموقع الجغرافي لمدينة رام الله	١-٢
٩	المسقط الافقي لطابق التسوية	٢-٢
٩	المسقط الافقي للطابق الأرضي	٣-٢
١٠	المسقط الافقي للطابق الأول	٤-٢
١٠	المسقط الافقي للطابق الثاني	٥-٢
١١	المسقط الافقي للطابق الثالث	٦-٢
١١	الواجهة الشمالية	٧-٢
١٢	الواجهة الشرقية	٨-٢
١٢	الموقع العام	٩-٢
١٣	القطاع A-A	١٠-٢
١٣	القطاع B-B	١١-٢
١٧	تأثير الرياح على المباني من حيث الارتفاع	١٥-٣
١٧	تأثير الرياح على المباني من حيث البيئة المحيطة به	١٦-٣
١٩	العقدات العصب ذات الاتجاه الواحد	١٧-٣
٢٠	العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد	١٨-٣
٢٠	الدرج	١٩-٣
٢١	أنواع الجسور	٢٠-٣
٢١	أنواع الأعمدة	٢١-٣
٢٢	جدار قص	٢٢-٣
٢٣	أساس مفرد	٢٣-٣
32	Topping Load.	4-1
36	Statically System and Loads Distribution of Rib(R41)	4-2
36	Shear and Moment Envelope Diagram of Rib (R41 )	4-3
46	Statically System and Loads Distribution of Beam (B,G59)	4-4
46	Shear and Moment Envelope Diagram of Beam (B,G59)	4-5

## الفصل الأول

### المقدمة



- ١-١ المقدمة.
- ٢-١ أهداف المشروع.
- ٣-١ مشكلة المشروع.
- ٤-١ حدود مشكلة المشروع.
- ٥-١ المسلمات.
- ٦-١ فصول المشروع.
- ٧-١ إجراءات المشروع.

**١-١ المقدمة :**

الهندسة بصفة عامة هي الجسد الذي يجمع بين الأدوات التقنية المتاحة والأنشطة والمعرفة ، فهي النشاط الاحترافي الذي يستخدم التخيل والحكمة والذكاء في تطبيق العلوم والتكنولوجيا والرياضيات و الخبرة العملية لكي تستطيع أن تصمم وتنتج وتدير العمليات التي تتناسب واحتياجات البشرية .

فالهندسة المدنية عموماً هي الوسيلة الوحيدة التي تجعل من العالم مكاناً انصب وأصلح للعيش فيه .

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

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

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

**٢-١ أهداف المشروع :**

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

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

**٣-١ مشكلة المشروع :**

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

**٤-١ حدود مشكلة المشروع :**

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

**٥-١ المسلمات :**

- ١ . اعتماد الكود الأمريكي في التصميم الإنشائية المختلفة (ACI-318-11) .
- ٢ . استخدام برامج التحليل والتصميم الإنشائي مثل (Atir12 , Safe , Etabs)
- ٣ . برامج أخرى مثل Microsoft office Word , Power Point , Excel , Autocade .

**٦-١ فصول المشروع :**

يحتوي هذا المشروع على خمسة فصول وهي:

- ١ - الفصل الأول : يشمل المقدمة العامة .
- ٢ - الفصل الثاني : يشمل الوصف المعماري للمشروع.
- ٣ - الفصل الثالث : يشمل وصف العناصر الإنشائية للمبنى.
- ٤ - الفصل الرابع : التحليل والتصميم الإنشائي لبعض العناصر الإنشائية.
- ٥ - الفصل الخامس : النتائج و التوصيات.

**٧-١ إجراءات المشروع :**

- (١) دراسة المخططات المعمارية وذلك للتأكد من صحتها من النواحي المعمارية وتوافقها مع أهداف المشروع مع إجراء كافة التعديلات المعمارية اللازمة عليها، وإكمال النقص الموجود فيها إن وجد.
- (٢) دراسة العناصر الإنشائية المكونة للمبنى والآلية الأنسب لتوزيع هذه العناصر كالأعمدة والجسور والأعصاب بشكل لا يصطدم مع التصميم المعماري الموضوع ويحقق الجانب الاقتصادي و عامل الأمان.
- (٣) تحليل العناصر الإنشائية والأحمال المؤثرة عليها.
- (٤) تصميم بعض العناصر الإنشائية بناء على نتائج التحليل.

(5) استخدام بعض برامج التصميم المختلفة في بعض الحسابات.

والجدول التالي يوضح تسلسل أعمال المشروع والزمن اللازم لكل نشاط :

جدول (١-١) الجدول الزمني للمشروع خلال السنة الدراسية (2018-2019)

الأسابيع	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	الفعاليات			
اختيار المشروع																																				
دراسة الموقع																																				
دراسة المبنى معماریا																																				
دراسة المبنى إنشائيا																																				
توزيع الأعمدة																																				
التحليل الإنشائي للمقدمة																																				
التصميم الإنشائي للمقدمة																																				
إعداد مقدمة المشروع																																				
عرض مقدمة المشروع																																				
التحليل الإنشائي																																				
التصميم الإنشائي																																				
اعداد مخططات المشروع																																				
كتابة المشروع																																				
عرض المشروع																																				

٢

## الفصل الثاني الوصف المعماري

- ١-٢ مقدمة .
- ٢-٢ لمحة عامة عن المشروع .
- ٣-٢ موقع المشروع .
- ٤-٢ وصف طوابق المشروع .
- ٥-٢ الواجهات .
- ٦-٢ وصف الحركة و المداخل .
- ٧-٢ المداخل.
- ٨-٢ القطاعات .

**٢-١ مقدمة :**

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

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

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

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

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

**٢-٢ لمحة عامة عن المشروع :**

واجهت المكتبات الفلسطينية مشكلات وعقبات شديدة أعاققتها عن أداء رسالتها بشكل جيد، وقد أكدت الدراسات البحثية والأكاديمية نتيجة مفادها وجود قصور كبير في الإمكانيات والموارد والخدمات المكتبية المقدمة، فالمكتبات في الدول المتقدمة أدركت منذ فترة طويلة أهمية التعامل مع تكنولوجيا المعلومات والاتصالات المستخدمة وتوظيفها بشكل جيد يساهم في تحسين مستوى خدماتها فضلاً عن تقديم معلومات خدمتية و اتصالية جيدة لمستفيديها. ومن أبرز المشاكل والصعوبات التي تواجه المكتبات الفلسطينية :

١. نقص واضح في كثير من المراجع والمصادر والدوريات الأساسية في مختلف أصناف المعرفة العلمية.
٢. افتقار الكثير من المكتبات إلى المكتبة الإلكترونية التي تزود الطالب بأحدث المعل ومات التي يحتاجها .
٣. تعاني المكتبات من نقص حاد في الدوريات الفصلية والسنوية المحكمة وغير المحكمة .

**٢-٣ موقع المشروع :**

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

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

اقترحت بلدية رام الله تصميم مشروع مكتبة عامة (على مستوى فلسطين)، وعند زيارة البلدية تم اقتراح قطعتي أرض في رام الله بدون أي شروط أو تفاصيل لتصميم المشروع ، وعند عرض فكرة المكتبة الوطنية لفلسطين أبدوا إعجابهم بذلك وتم اعتماد الفكرة ، و من أبرز الأمور التي شجعت أيضا على اختيار مدينة رام الله هي توسطها بين شمال وجنوب فلسطين و تم اختيار قطعة الأرض الثانية لإقامة المشروع عليها.



الشكل (٢-١) خارطة الموقع لقطعة الارض المقترحة .

## ٢-٣-١ أهمية الموقع :

### الشروط العامة لاختيار الموقع :

إن عملية اختيار ارض لإقامة مكتبة لا تقيم بشكل أساسي لتوفر قطعه الأرض بل تقيم على أسس ومعايير تساعد في وضع قرار سليم يوجه المشروع إلى ذلك المسلك الذي يضيف على خدمات المشروع وأجزائه صيغه التكمال والتوافق مع النسيج الحضري العام . وفيما يلي عدة نقاط مهمة في عملية اختيار ارض لمكتبة فلسطين الوطنية :

١. **جغرافيه الموقع :** هو الجانب الذي يختص في دراسة موقع الأرض بالنسبة للنسيج العمراني بشكل عام ، وتأثير الموقع على وظيفة المبنى ، ودراسة المناخ وطبوغرافية الأرض .
٢. **شبكة المواصلات :** هو الجانب الذي يتم فيه دراسة الطرق الرئيسية والفرعية المؤدية للموقع.

٣. **الغطاء النباتي** : هو الجانب الذي يتحدث عن طبيعة الأرض من حيث احتوائها على الغطاء النباتي من أشجار ونباتات .

٤. **أنماط المباني المحيطة** : طبيعة المباني المحيطة بقطعة الأرض ونوعها ، تجارية ، صناعية ، سكنية ، أم خدمائية ... الخ . وكيفيه تأثير هذه المباني على قطعه الأرض وتأثيرها على المبنى المراد إنشاؤه ، ونوعية مواد البناء المستخدمة في المباني المحيطة وارتفاعاتها إن وجدت .

## ٢-٣-٢ حركة الشمس و الرياح :

حركة الشمس: تشير البيانات الى أن أعلى معدل لساعات سطوع الشمس خلال العام ٢٠١٦ سجل في محطة رام الله خلال شهر حزيران حيث بلغ ١٢.٤ ساعة/ يوم، بينما بلغ أقل معدل في محطة نابلس لشهر كانون أول ٤.٥ ساعة/يوم .

الرياح :

في فصل الشتاء: الرياح الجنوبية الغربية التي تجلب المطر ، والرياح الشرقية وهي رياح جافة لقدمها من المناطق الشرقية الباردة.

في فصل الصيف:

رياح غربية ورياح شمالية غربية، تساعد على تلطيف درجة الحرارة، و رياح شرقية جافة نسبيًا، والرياح الخماسينية الجنوبية .

## ٣-٣-٢ الرطوبة:-

مناخ رام الله يتأثر بمناخ فلسطين الذي يعرف بأنه جاف وحار صيفاً ومعتدل وماطر شتاءً، ومناخ رام الله رغم صغرها يتباين تبعاً للتضاريس والمساحات المائية المجاورة والبعد عن الصحراء، أما فيما يتعلق بالأمطار فإن معدلات التساقط متفاوتة تبعاً لتضاريس المنطقة الجغرافية والتي تعتبر جزء من محافظة رام الله حيث إن الأمطار في رام الله تتراوح ما بين (٤٠٠-٦٠٠ ملم) سنوياً.

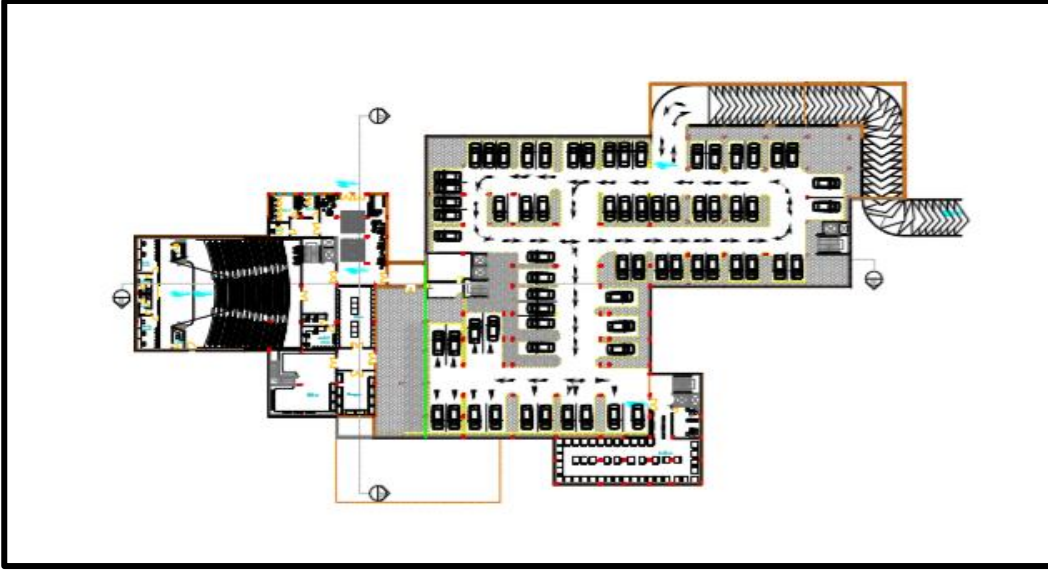
## ٤-٢ وصف طوابق المشروع :-

يتكون المشروع من أربعة طوابق وطابق تسوية ذات تنوع خدماتي ، وهو عبارة عن مؤسسة معقدة ذات مرافق متعددة، التوزيع المعماري لهذه المرافق يتسم بالتعقيد وعدم التماثل بين الطوابق، ويتسم أيضاً بوجود حديقة داخلية للمبنى (منطقة خضراء) وهذا أدى إلى صعوبة في التصميم الإنشائي للمشروع . أيضاً أدى اختلاف وتنوع مناسيب قطعة الأرض إلى وجود عدة مناسيب للمبنى وتبع ذلك وجود مناسيب مختلف للعقدات .

## ١-٤-٢ طابق التسوية :-

(منسوب 0.0+ و -4) وبمساحة تقدر ب ٤٥٠٠ م<sup>٢</sup>.

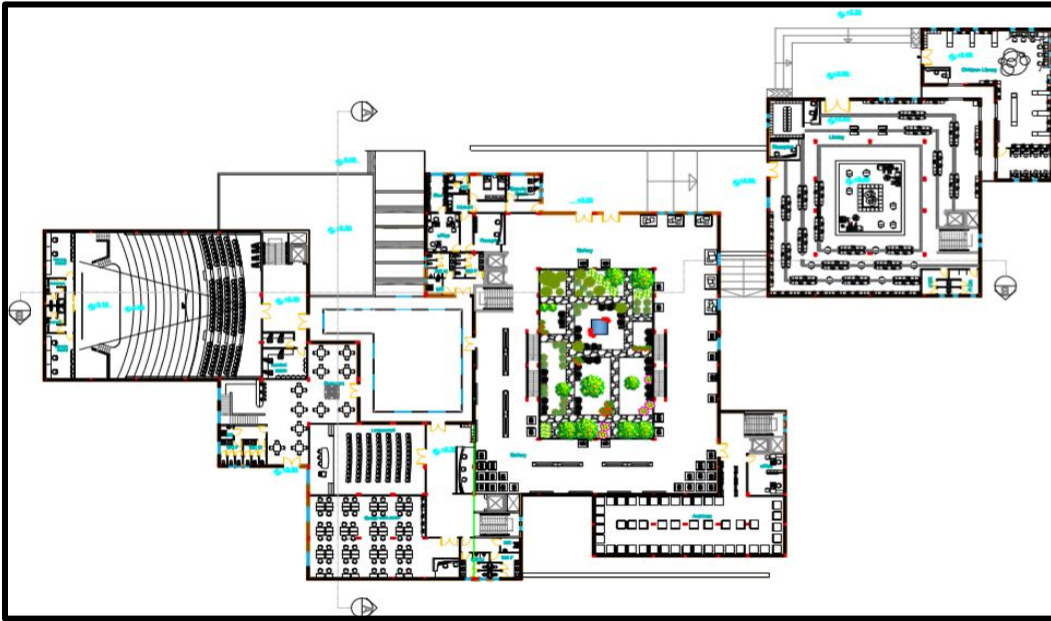
يتكون الطابق من أرشيف ، حمامات ، مطبخ للمطعم ، مسرح وملحقاته ، مصف للسيارات ، كما هو موضح في الشكل (٢-٢).



الشكل (٢-٢) : مسقط طابق التسوية .

### ٢-٤-٢ الطابق الأرضي :-

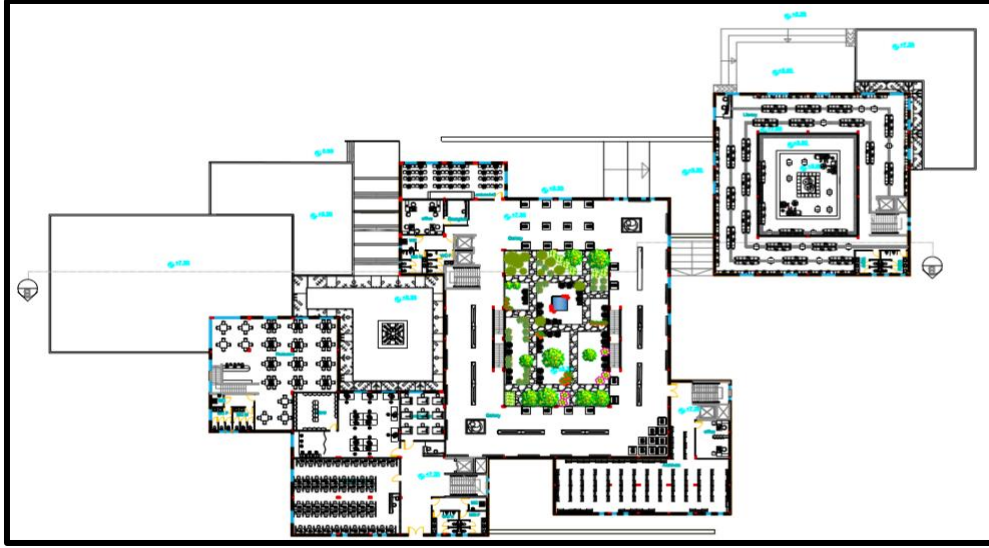
(منسوب +٣.٢ و ٣.٨ م) بمساحة تقدر ب ٣٣٧٢ م<sup>٢</sup>.  
يتكون الطابق الأرضي من مكتبة ومكتبة أطفال ،منطقة خضراء ،مسرح ،استقبال ،مطعم ،قاعات محاضرات ،أرشيف ،صالة عرض تراث ، حمامات ، أدراج ،ومرفقاتها، كما هو موضح في الشكل (٣-٢) .



الشكل (٣-٢) : مسقط الطابق الأرضي.

### ٣-٤-٢ الطابق الأول:-

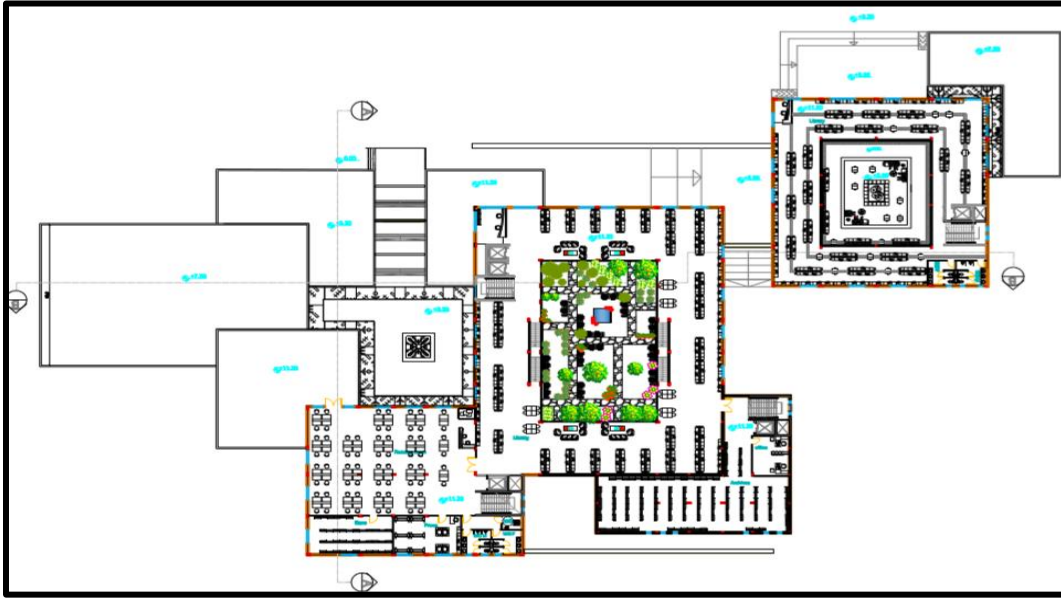
(منسوب +٧.٢ و ٧.٨ م) بمساحة تقدر ب ٢٥٢٠ م<sup>٢</sup>.  
يتكون الطابق الأول من مكتبة عامة ، أرشيف ، صالة عرض ، قاعة حاسوب ، مطعم ، قاعة فنون ، حمامات ، قاعة محاضرات ، استقبال ومرفقاتها، كما هو موضح في الشكل (٤-٢) .



الشكل (٤-٢): المسقط الأفقي للطابق الأول.

### ٤-٢-٤ الطابق الثاني:-

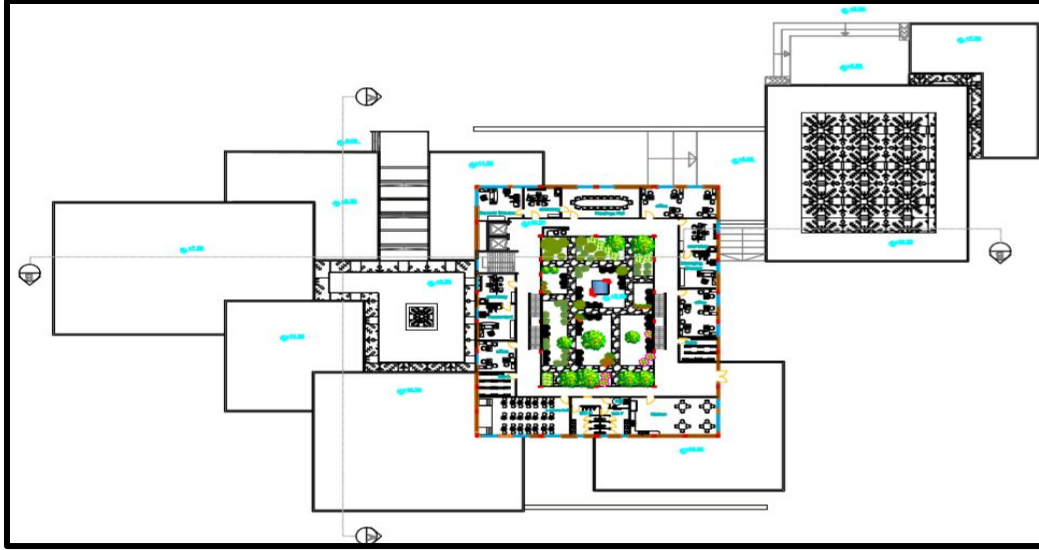
(منسوب ١١.٢ أو ١١.٨ م) بمساحة تقدر ب ٢٢٠٧ م<sup>٢</sup>.  
يتكون الطابق الثاني من مكتبة عامة، أرشيف، قاعة قراءة، مخزن ومرفقاتها، كما هو موضح في الشكل (٥-٢).



الشكل (٥-٢) : المسقط الأفقي للطابق الثاني.

### ٥-٢-٤ الطابق الثالث:-

(منسوب ١٥.٢ م) بمساحة تقدر ب ٨١٦ م<sup>٢</sup>.  
يتكون الطابق الثالث من قاعة محاضرات، مكتب المدير، السكرتاريا، مخزن، حمامات، قاعة اجتماعات، والمطبخ، كما هو موضح في الشكل (٦-٢).

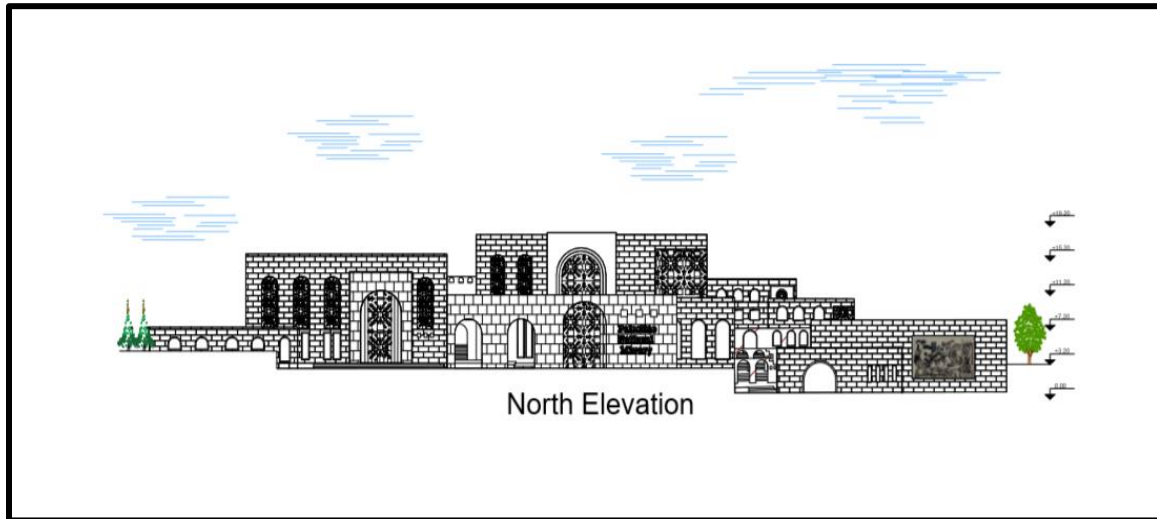


الشكل (٦-٢) : المسقط الأفقي للطابق الثالث .

## ٥-٢ الواجهات :-

### ١-٥-٢ الواجهة الرئيسية (الشمالية) :

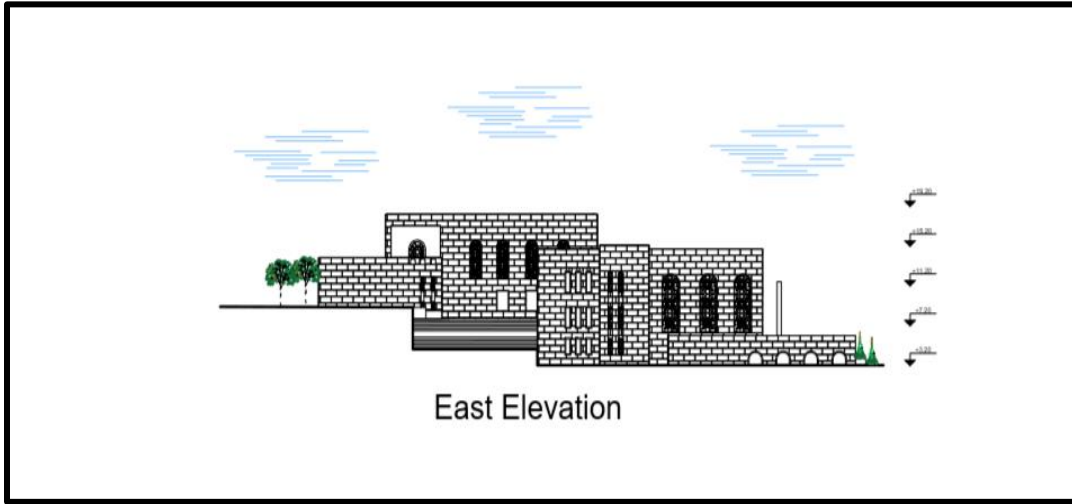
و يظهر فيها المدخل الرئيسي للمبنى ، وجمالية توزيع الكتل المعمارية .



الشكل (٧-٢): الواجهة الشمالية .

### ٢-٥-٢ الواجهة الشرقية:

و يظهر فيها باقي الكتل المعمارية للمبنى .



الشكل (٢-٨): الواجهة الشرقية .

### ٦-٢ وصف الحركة و المداخل :-

تم تصميم المنشأة بحيث تتيح حرية و سهولة التنقل بين أجزاء المبنى و طوابقه من خلال المصاعد الموزعة على كافة أجزاء المبنى و وجود الRamp في المداخل . و يوفر التصميم انتظام في توزيع الفراغات مما يوفر راحة في التنقل .



الشكل (٢-٩): الموقع العام .

### ٧-٢ المداخل :-

يحتوي المشروع على :

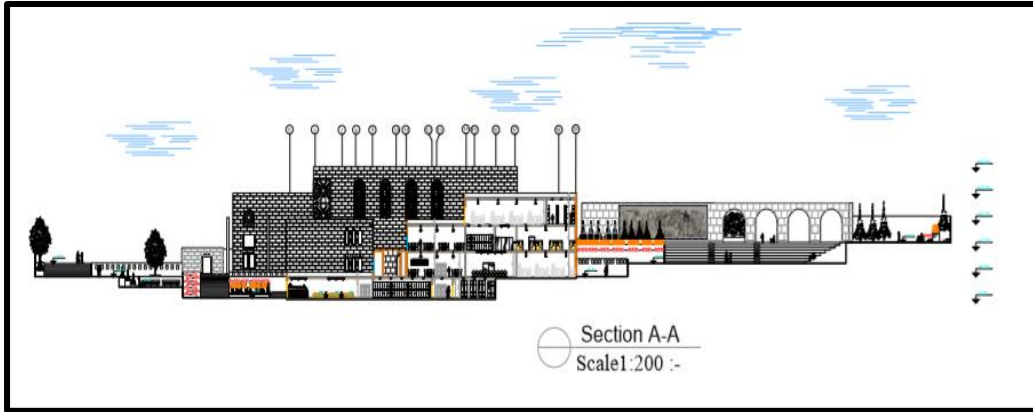
١ . المدخل الشمالي لصالة عرض التراث.

٢. مدخل رئيسي للمسرح والمطعم .
٣. مدخل لمكتبة الأطفال .
٤. مدخل للمكتبة العامة.

## ٨-٢ القطاعات :-

### ١-٨-٢ القطاع (A-A) :-

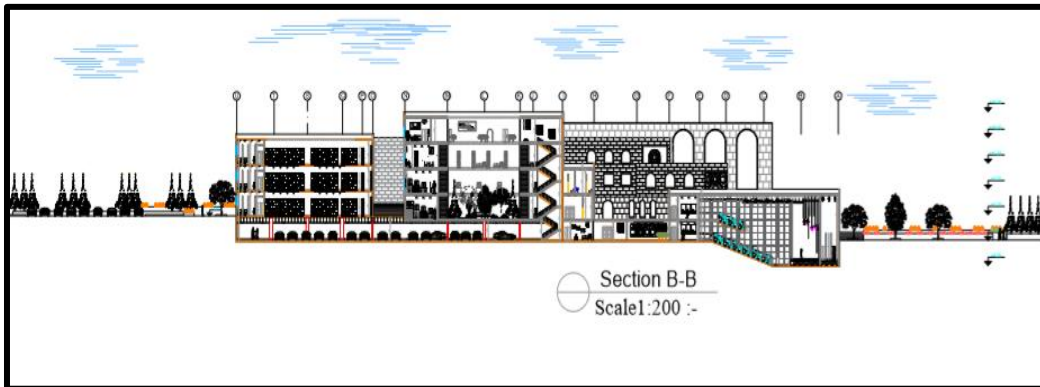
يمر في قاعة الاستقبال والمطعم و قاعة المحاضرات وقاعة الحاسوب ، ويبين ارتفاع الطوابق ومناسبتها وجزء من الواجهة الشرقية للمبنى.



الشكل (١٠-٢) :القطاع (A-A) .

### ١-٨-٢ القطاع (B-B) :-

يظهر فيه مصف السيارات والمكتبة وقاعة عرض الفنون والمسرح ، ومناسبتها وارتفاعاتها ، أيضاً يظهر فيه جمالية المنطقة الخضراء وارتفاعها.



الشكل (١١-٢) :القطاع (B-B) .

## الفصل الثالث الوصف الإنشائي

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

### ٣-١ مقدمة :-

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

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

### ٣-٢ الهدف من التصميم الإنشائي:-

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

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

### ٣-٣ مراحل التصميم الإنشائي:-

يمكن تقسيم مراحل التصميم الإنشائي إلى مرحلتين رئيسيتين:

#### **المرحلة الأولى :-**

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

#### **المرحلة الثانية:**

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

### ٣-٤ الأحمال:-

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

#### ٣-٤-١ الأحمال الميتة :-

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

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

جدول (١-٣) الكثافة النوعية للمواد المستخدمة .

أحمال القواطع ( Partition ) = 1.00 kN/m<sup>2</sup>

### ٣-٤-٢ الأحمال الحية:-

وهي الأحمال التي تتغير من حيث المقدار والموقع بصورة مستمرة كالأشخاص، الأثاث، الأجهزة، والمعدات، وتعتمد قيمة هذه الأحمال على طبيعة الاستخدام للمنشأ و يؤخذ عادة مقدارها من جداول خاصة في الكودات المختلفة، والجدول (٢-٣) يبين الأحمال الحية في المشروع والمحددة بالرجوع إلى الكود الأردني وحسب ما ورد عن مباني التجمعات العامة تم تحديد الأحمال الحية للمشروع كما يلي :-

الرقم المتسلسل	طبيعة الاستخدام	الحمل الحي (kN/m <sup>2</sup> )
1	المكتبات	5
2	الأدراج	5
3	المسارح	5
4	قاعات التدريس	3
5	المطاعم	3
6	صالة عرض الفنون	5
7	الارشيف	6

جدول(٢-٣) الأحمال الحية للمبنى.

### ٣-٤-٣ الأحمال البيئية:-

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

### ٣-٤-٣-١ أحمال الرياح :

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

وسيتم اعتماد الكود الألماني ( DIN 1055-5) للحصول على قيم قوى الرياح الأفقية ، وهذا يظهر جليا في المعادلة التالية ، وباستخدام الجدول رقم (٣-٣) الموضح فيما يلي :-

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

جدول ( ٣ - ٣ ) سرعة وضغط الرياح اعتمادا على الكود الألماني DIN 1055-5

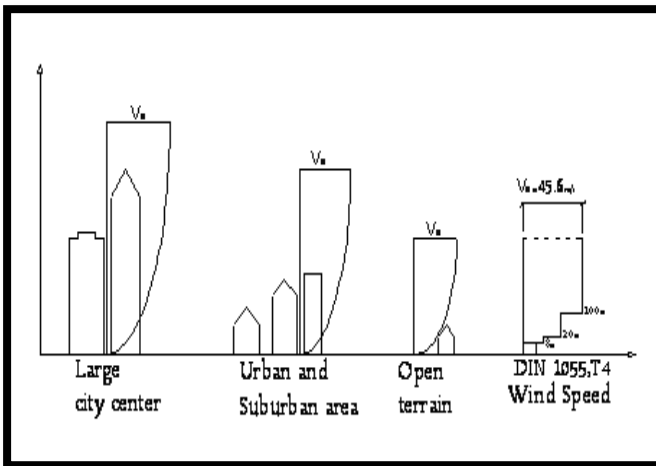
$$q = \frac{v^2}{1600}$$

حيث أن :

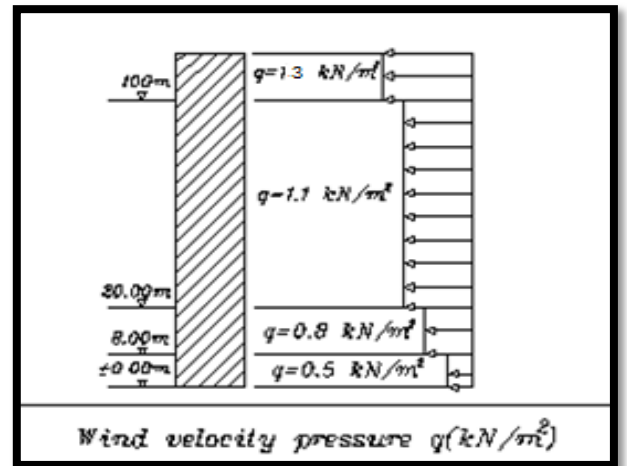
**q** : (wind velocity pressure) الضغط الديناميكي للرياح على ارتفاع محدد من منسوب سطح الأرض المحيطة (KN/ m<sup>2</sup>).

**V** : السرعة التصميمية للرياح (m/sec) .

ويبين الشكل التالي تأثير الرياح على المباني من حيث ارتفاع المبنى والبيئة المحيطة به .



الشكل (٢-٣) تأثير الرياح على المباني من حيث البيئة المحيطة به



الشكل (١-٣) تأثير الرياح على المباني من حيث ارتفاع

### ٣-٤-٢-٣ أحمال الثلوج:

تعتمد أحمال الثلوج على ارتفاع المنطقة عن سطح البحر، وعلى شكل السقف ، ويتم تحديدها باستخدام Codes البناء المختلفة ، من خلال جداول تأخذ ارتفاع المنشأ عن سطح البحر و زاوية ميل السقف كأساس لتحديد قيمة القوى التي تؤثر بها على المنشأ.

و الجدول التالي يبين قيمة أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر مأخوذاً من كود البناء الأردني.

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

جدول ( ٣ - ٤ ) احمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر .

استناداً إلى جدول أحمال الثلوج السابق وبعد تحديد ارتفاع المبنى عن سطح البحر، و الذي يساوي ارتفاع قطعة الارض عن سطح البحر(718) بالإضافة الى ارتفاع المبنى (19م)، وتبعاً للبند الثالث تم حساب أحمال الثلوج كالآتي:

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

$$s_L = \frac{737 - 400}{400}$$

$$s_L = 0.84(\text{KN} / \text{m}^2)$$

الشكل ( ٣ - ٣ ):- معامل ميلان السطح في الكود الأردني .

### ٣-٣-٤-٣ أحمال الزلازل:

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

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

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

### ٥-٣ الاختبارات العملية:

يسبق الدراسة الإنشائية لأي مبنى ، عمل الدراسات الجيوتقنية للموقع، ويعنى بها جميع الأعمال التي لها علاقة باستكشاف الموقع ودراسة التربة والصخور والمياه الجوفية ، وتحليل المعلومات وترجمتها للتنبؤ بطريقة تصرف التربة، عند البناء عليها، وأكثر ما يهتم به المهندس الإنشائي هو الحصول على قوة تحمل التربة (Bearing Capacity) اللازمة لتصميم أساسات المبنى وسوف يتم اعتبارها ( 4 – 4.5 ton/m<sup>2</sup> ) .

### ٦-٣ العناصر الإنشائية المكونة للمبنى:

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

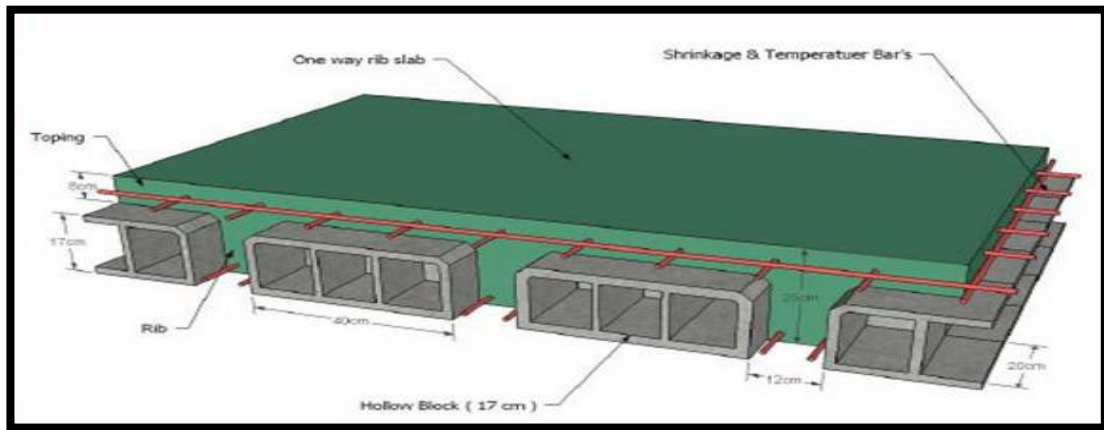
#### ١-٦-٣ العقود:

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

١. عقود العصب ذات الاتجاه الواحد (One way ribbed slab).
٢. عقود العصب ذات الاتجاهين (Two way ribbed slab).
٣. العقود المصمتة ذات الاتجاه الواحد (One way solid slab).

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

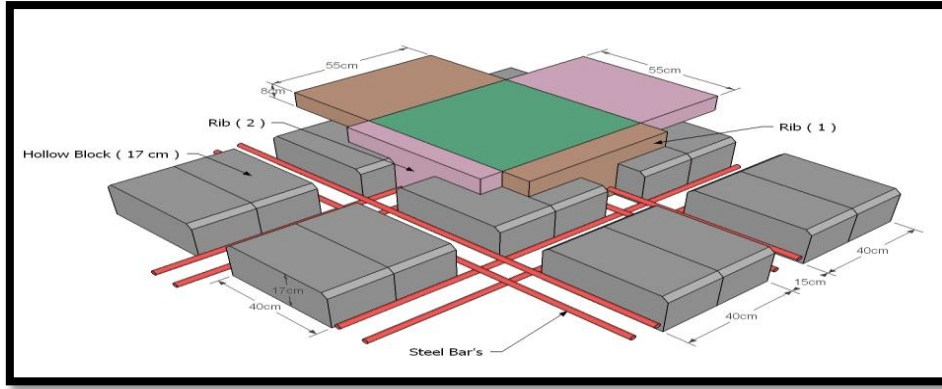
إحدى أشهر الطرق المستخدمة في تصميم العقود في هذه البلاد وتتكون من صف من الطوب يليها العصب، ويكون التسليح باتجاه واحد كما هو مبين في الشكل (٣-٣).



الشكل (٣ - ٤) العقود العصب ذات الاتجاه الواحد .

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

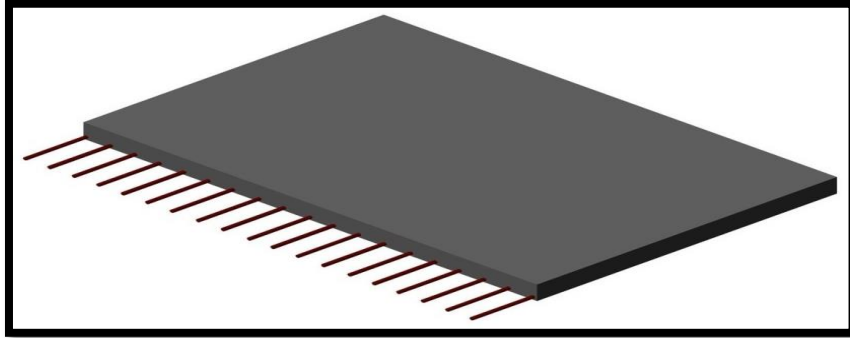
تشبه السابقة من حيث المكونات ولكنها تختلف من حيث كون التسليح باتجاهين ويتم توزيع الحمل في جميع الاتجاهات، ويراعى عند حساب وزنها طوبتين وعصب في الاتجاهين، كما يظهر في الشكل (٤-٣):



الشكل ( ٣ - ٥ ) العقدة ذات العصب باتجاهين .

### ٣-١-٦-٣ العقدات المصممة ذات الاتجاه الواحد (One way solid slab):

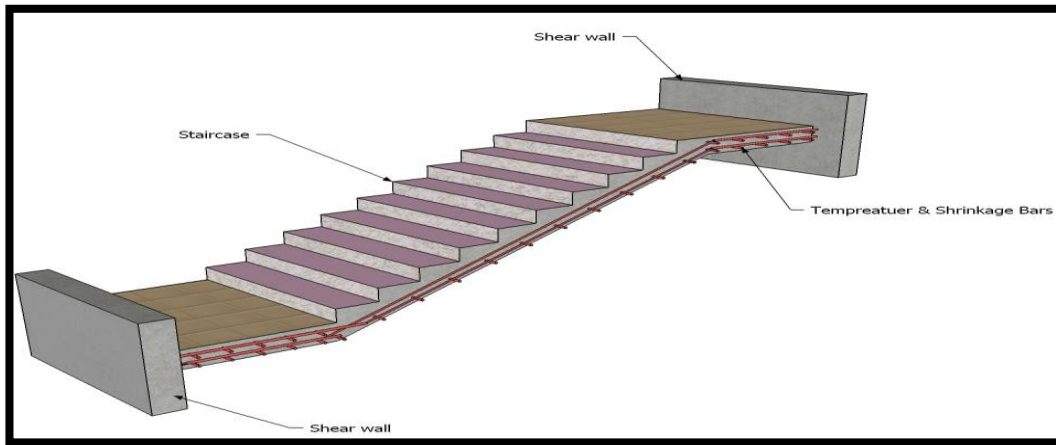
تستخدم في المناطق التي تتعرض كثيرا للأحمال الحية، كما في الشكل (٣-٥):-



الشكل ( ٣ - ٦ ) العقدات المصممة ذات الاتجاه الواحد .

### ٣-٦-٢ الأدرج:

الأدرج عنصر معماري يوجد في المباني للانتقال بين مستويين في نفس الطابق أو بين عدد من طوابق المبنى ، الشكل (٦-٣).



الشكل ( ٣ - ٧ ) :- الدرج .

### ٣-٦-٣ الجسور:-

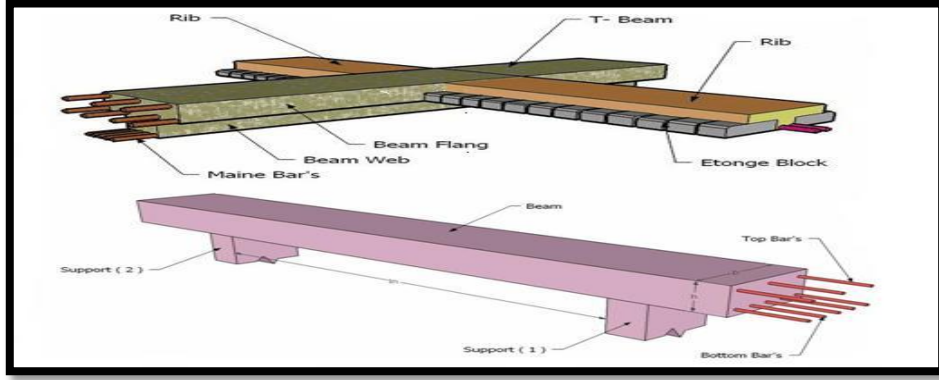
وهي عناصر أساسية في المبنى تقوم بنقل الأحمال الواقعة على الأعصاب إلى الأعمدة، حيث تقسم إلى:

١- جسور (Rectangular) .

٢- جسور (T-section) .

٣- جسور (L-section) .

ويكون التسليح بقضبان الحديد الأفقية لمقاومة العزم الواقع على الجسر، و بالكانات لمقاومة قوى القص والشكل (٧-٣) يبين أنواع الجسور التي استخدمت في المشروع.



الشكل (٨-٣) أنواع الجسور.

### ٤-٦-٣ الأعمدة:-

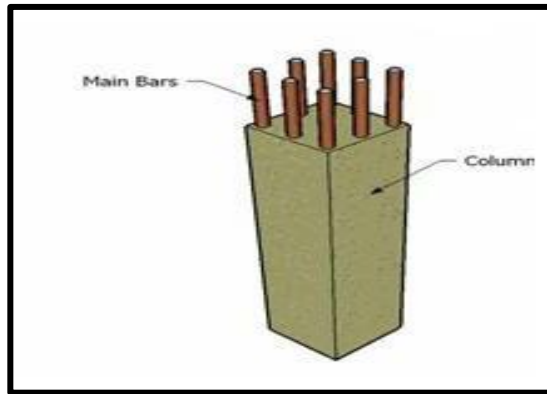
هي عنصر أساسي ورئيسي في المنشأ ، حيث تنتقل الأحمال من العقدة إلى الجسور ، وتنقلها الجسور بدورها إلى الأعمدة ، ثم إلى أساسات المبنى، لذلك فهي عنصر وسطي وأساسي، فيجب تصميمها بحرص لتكون قادرة على نقل وتوزيع الأحمال الواقعة عليها، والأعمدة نوعين من حيث التعامل معها في التصميم الإنشائي:

١- الأعمدة القصيرة (short column).

٢- الأعمدة الطويلة (long column).

أما من حيث الشكل المعماري أو المقطع الهندسي فالمشروع يحتوي على أعمدة مستطيلة كما في الشكل

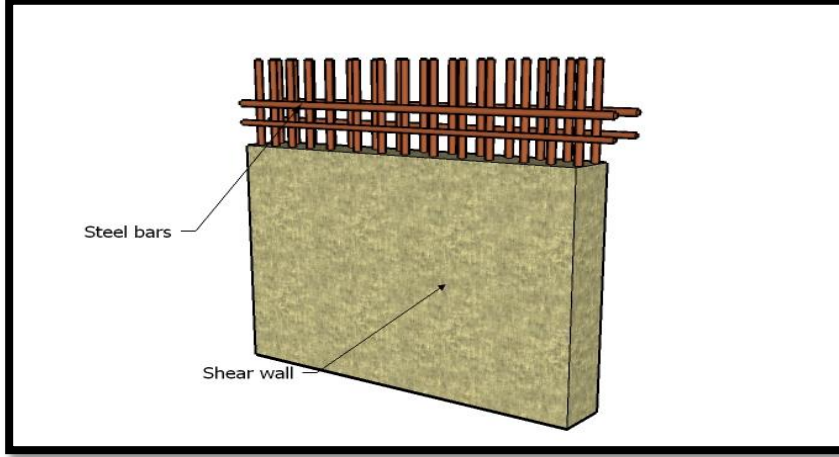
(٨-٣).



الشكل (٩ - ٣):- أنواع الأعمدة .

### ٣-٦-٥ جدران القص:

هي الجدران التي تحيط بيت الدرج، وجدران المصاعد، وأحياناً في بعض المناطق في المبنى حسب ما تقتضي الحاجة ، ووظيفة جدران القص مقاومة قوى القص الأفقية التي قد يتعرض لها المنشأ نتيجة لأحمال الزلازل والرياح إضافة إلى كونها جدران حاملة، ويراعى توفرها في اتجاهين متعامدين في المبنى لتوفير ثبات كامل للمبنى والشكل التالي يبين جدار قص مسلح الشكل (٣-٩).



الشكل (٣-١٠) جدار قص .

### ٣-٦-٦ الأساسات:

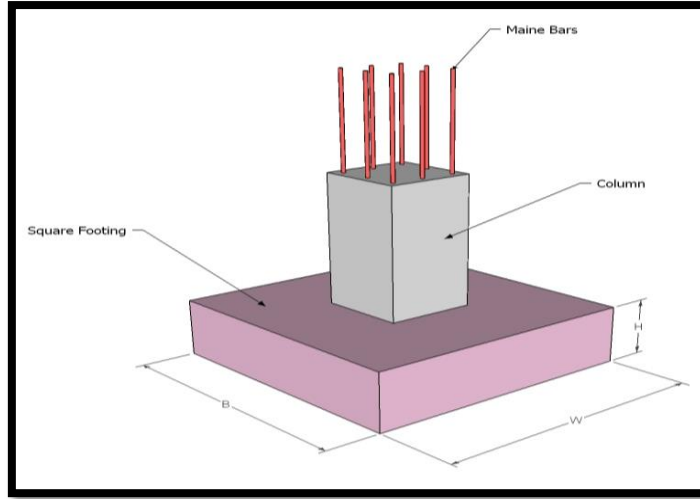
الأساسات هي أول ما يبدأ بتنفيذها عند بناء المنشأ، إلا أن تصميمها يتم بعد الانتهاء من تصميم كافة العناصر الإنشائية في المبنى، حيث تقوم الأساسات بنقل الأحمال من الأعمدة والجدران الحاملة إلى التربة على شكل قوة ضغط، وهي على عدة أنواع كما يلي:-

- الأساسات السطحية: والتي تكون على أعماق قريبة من سطح الأرض وهي :

- ١- أساسات منفصلة (Isolated footing).
  - ٢- أساسات مزدوجة (Compound footing).
  - ٣- أساسات شريطية (Strip footing).
  - ٤- أساسات اللبشة (Mat footing).
- الأساسات العميقة : يتم استخدامها عندما تكون قوة التحمل للتربة صغيرة ( $2.5 \text{ ton/m}^2$ ) ، أو عند عدم تواجد طبقات تربة جيدة على أعماق قريبة ، وهي :

- ١- الخوازيق : تكون حسب أنواع المواد حديدية أو خشبية أو مركبة أو خرسانية .
- ٢- القيسونات.

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



الشكل ( ٣- ١١ ) أساس مفرد .

### ٧-٣ فواصل التمدد (Expansions Joints):

يمكن تحديد المسافة القصوى لفواصل التمدد بسماكة (٢-٣ سم) للمنشآت العادية كما يلي :

- من ٤٠ إلى ٤٥ م في المناطق المعتدلة كما هو الحال في فلسطين .
- من ٣٠ إلى ٣٥ م في المناطق الحارة .
- ويمكن زيادة هذه المسافات بشرط الأخذ بعين الاعتبار تأثير عوامل الانكماش و التمدد و الزحف .
- و في حالة أعمال الخرسانة الكتلية كالحوائط الاستنادية و الأسوار يجب تقليل المسافات بين الفواصل و اخذ الاحتياطات اللازمة لمنع تسرب المياه من خلال فواصل التمدد .

### ٨-٣ برامج الحاسوب التي سوف يتم استخدامها:

١. AutoCAD (2016) for Drawings Structural and Architectural .
٢. Microsoft Office (2010) For Text Edition .
٣. Atir 12 .
٤. ETABs 2017 .
٥. SAFE 2016 .

**4****Chapter Four****Structural Analysis and Design**

- 4-1 Introduction**
- 4-2 Design method and requirements.**
- 4-3 Check of Minimum Thickness of Structural Member.**
- 4-4 Design of Topping .**
- 4-5 Design of One Way Rib Slab (R41).**
- 4-6 Design Solid Slab (S1).**
- 4-7 Design of Beam (GB,106).**
- 4-8 Design of Column (C 103).**
- 4-9 Design of Basement Wall.**
- 4-10 Design of Stair .**
- 4-11 Design of Isolated Footing (F2).**

## **4.1 Introduction:**

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

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

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

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

Structural concrete can be classified into:

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

## **4-2 Design Method and Requirements**

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

### ✓ **Strength design method:-**

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

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

The strength design method is expressed by the following,

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

### **NOTE:-**

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

### ✓ **Code:-**

ACI 2011

UBC

✓ **Material:-**

Concrete:-B300

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

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

Reinforcement steel:-

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

✓ **Factored loads:-**

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

$$W_u = 1.2 D_L + 1.6 L_L \quad \text{ACI-code-318-11(9.2.1)}$$

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

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

Table (4.1): The Minimum Thickness of Structural Member.

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

**For Rib :-**

$h_{\min}$ for(one end continuous)= $L/18.5=5.9/18.5=31.9\text{cm}$

$h_{\min}$ for(both end continuous)= $L/21= 7.11/21=33.9\text{cm}$

**For Beam :-**

$h_{\min}$ for(one end continuous)= $L/18.5=9.5/18.5=51.4\text{cm}$

$$h_{\min} \text{for(both end continuous)} = L/21 = 7.15/21 = 34.04 \text{ cm}$$

$$h_{\min} \text{for(simply supported)} = L/16 = 7.85/16 = 49.06 \text{ cm}$$

Take  $h_{\text{slab}} = 35 \text{ cm}$  with drop beams .

$$27 \text{ cm block} + 8 \text{ cm topping} = 35 \text{ cm}$$

#### 4.4 Design of Topping

##### ✓ Statically System For Topping :-

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

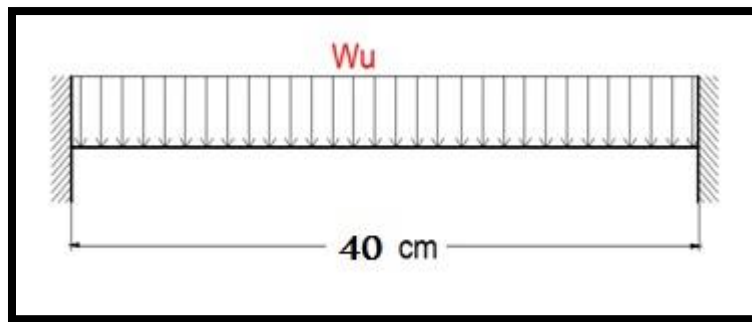


Fig 4.1: Topping Load.

##### ✓ Load Calculations:-

**Dead Load:-**

Table ( 4.2 ): Dead Load Calculation of Topping for 1 m strip .

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

<b>5</b>	<b>Interior partitions</b>	<b>1*1=1 KN/m</b>	
		<b>Sum =</b>	<b>5.47KN/m</b>

**Live Load :-**

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

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

**Factored Load :-**

$$W_U = 1.2 \times 5.47 + 1.6 \times 5 = 14.56 \text{ KN/m}$$

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

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

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

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

$$M_u = \frac{W_u L^2}{12} = 0.194 \text{ KN.m} \quad (\text{negative moment})$$

$$M_u = \frac{W_u L^2}{24} = 0.097 \text{ KN.m} \quad (\text{positive moment})$$

$$\phi M_n \gg M_u = 0.194 \text{ KN.m}$$

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

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

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

Step (s) is the smallest of:

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

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

#### **4.5 Design of One Way Rib Slab (R41)**

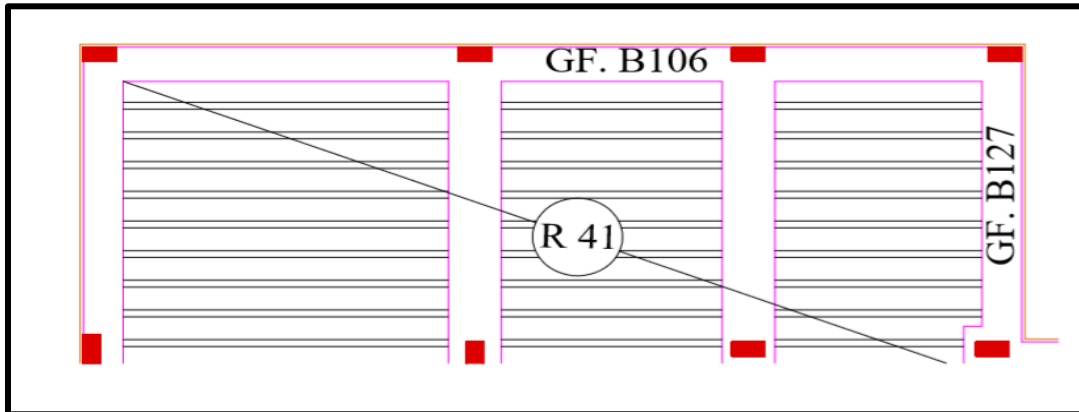


Fig (4.2) : Rib 41.

**Requirements For Ribbed Slab Floor According to ACI- (318-11) .**

$b_w \geq 10$ cm.....ACI(8.13.2)

Select  $b_w = 12$  cm

$h \leq 3.5 * b_w$  .....ACI(8.13.2)

Select  $h = 32$ cm  $< 3.5 * 12 = 42$  cm

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

Select  $t_f = 8$ cm

#### ✓ **Material :-**

⇒ concrete B300  $F_c' = 24$  N/mm<sup>2</sup>

⇒ Reinforcement Steel  $f_y = 420$  N/mm<sup>2</sup>

#### ✓ **Section :-**

⇒  $B = 520$ mm

⇒  $B_w = 120$  mm

⇒  $h = 350$  mm

⇒  $t = 80$  mm

⇒  $d = 350 - 20 - 10 - 16/2 = 312$  mm

#### ✓ **Load Calculation:-**

**Dead Load:-**

Table ( 4.3 ): Dead Load Calculation of Rib(R1).

No.	Parts of Rib	Calculation
1	<b>Tiles</b>	$0.03*23*0.52 = 0.3588 \text{ KN/m/rib}$
2	<b>Mortar</b>	$0.03*22*0.52 = 0.3432 \text{ KN/m/rib}$
3	<b>Coarse Sand</b>	$0.07*16*0.52 = 0.6188 \text{ KN/m/rib}$
4	<b>Topping</b>	$0.08*25*0.52 = 1.04 \text{ KN/m/rib}$
5	<b>RC. Rib</b>	$0.27*25*0.12 = 0.81 \text{ KN/m/rib}$
6	<b>Hollow Block</b>	$0.27*10*0.4 = 1.08 \text{ KN/m/rib}$
7	<b>plaster</b>	$0.02*22*0.52 = 0.2288 \text{ KN/m/rib}$
8	<b>partions</b>	$1*0.52 = 0.52 \text{ KN/m/rib}$
		<b>Sum = 5 KN/m/rib</b>

**Dead Load /rib = 5KN/m**

**Live Load:-**

Live load =  $5 \text{ KN/M}^2$

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

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

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

$$b_E = L / 4 = 313 / 4 = 78.25\text{cm}$$

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

$$b_E = b_e \leq \text{center to center spacing between adjacent beams} = 52 \text{ cm. } \textit{Control}$$

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

✓ **Statically System and Dimensions:-**

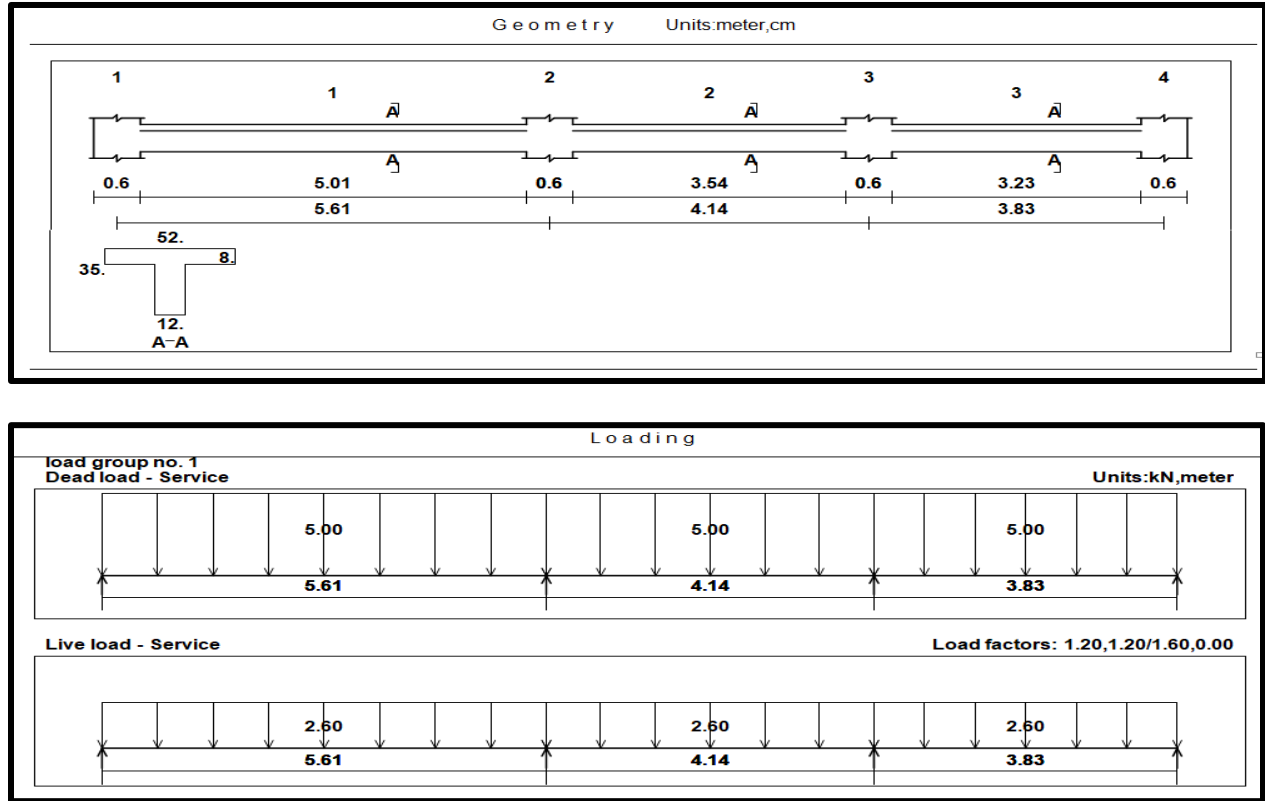


Fig 4.3: Statically System and Loads Distribution of Rib(R41).

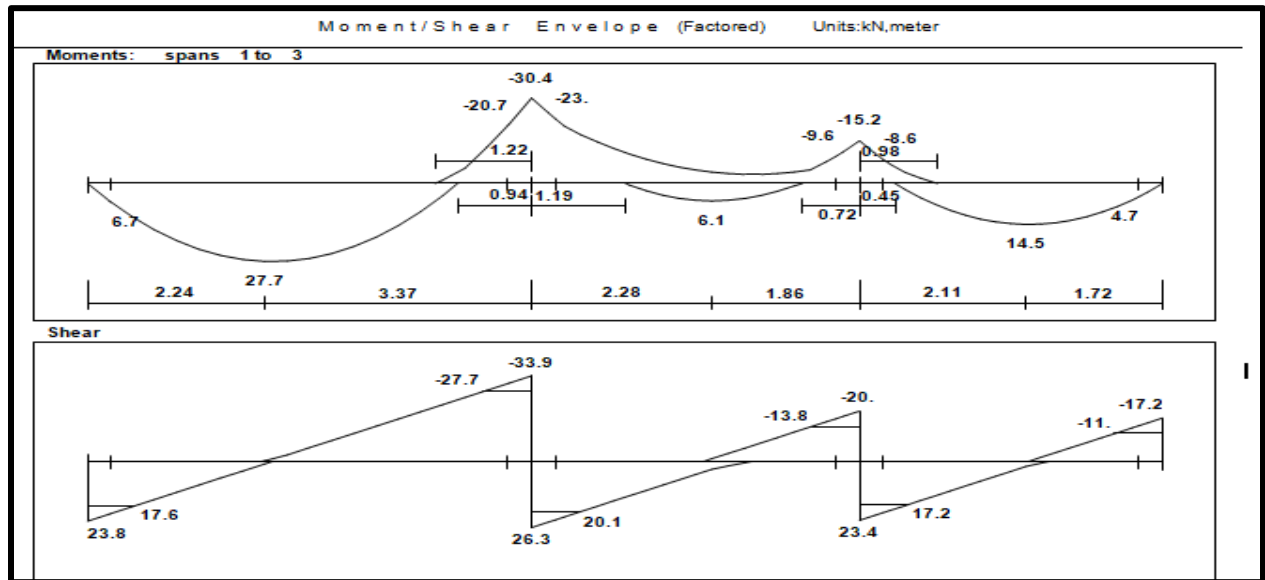


Fig 4.4: Shear and Moment Envelope Diagram of Rib (R41 ).

✓ **Moment Design for (R4 1):-**

**1. Design of Positive Moment for (Rib41 ) span1:-( $M_u=27.7\text{KN.m}$ )**

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

$$d = h - \text{cover} - d_{\text{stirrups}} - \frac{d_b}{2} = 350 - 20 - 10 - \frac{14}{2} = 313 \text{ mm}$$

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

$$\begin{aligned} M_{nf} &= 0.85 \cdot f'_c \cdot b_e \cdot h_f \cdot \left(d - \frac{h_f}{2}\right) \\ &= 0.85 \times 24 \times 520 \times 80 \times \left(313 - \frac{80}{2}\right) \times 10^{-6} = 231.68 \text{ KN.m} \end{aligned}$$

$$M_n \gg \frac{M_u}{\phi} = \frac{27.7}{0.9} = 30.78 \text{ KN.m}, \text{ the section will be designed as rectangular section}$$

with  $b_e = 520 \text{ mm}$ .

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{27.7 \times 10^6}{0.9 \times 520 \times 313^2} = 0.6 \text{ Mpa}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.6}{420}}\right) = 0.00145$$

$$A_{s, \text{req}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.00145 \times 520 \times 313 = 236 \text{ mm}^2$$

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

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

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)} (120)(313) = 109.53 \text{ mm}^2$$

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

$$A_s \text{ min} = \frac{1.4}{420} (120)(313) = 125.2 \text{ mm}^2 \text{ controls}$$

$$A_{s, \text{req}} = 236 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{min}} = 125.2 \text{ mm}^2 \quad \text{OK}$$

**Use 2  $\phi$  14,  $A_{s, \text{provided}} = 308 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 236 \text{ mm}^2 \dots \text{Ok}$**

$$S = \frac{120 - 40 - 20 - (2 \times 14)}{1} = 32 \text{ mm} > d_b = 14 > 25 \text{ mm} \quad \text{OK}$$

**Check for strain:-**

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{308 \times 420}{0.85 \times 520 \times 24} = 12.19 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{B_1} = \frac{12.19}{0.85} = 14.34 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_s = 0.003 \left( \frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left( \frac{313 - 14.34}{14.34} \right) = 0.062 > 0.005 \quad \mathbf{Ok}$$

## 2. Design of Positive Moment for (Rib41 ) span2:-(Mu=6.1KN.m)

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

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

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

$$\begin{aligned} M_{nf} &= 0.85 \cdot f'_c \cdot b_e \cdot h_f \cdot \left( d - \frac{h_f}{2} \right) \\ &= 0.85 \times 24 \times 520 \times 80 \times \left( 314 - \frac{80}{2} \right) \times 10^{-6} = 232.53 \text{ KN.m} \end{aligned}$$

$M_n \gg \frac{M_u}{\phi} = \frac{6.1}{0.9} = 6.78 \text{ KN.m}$ , the section will be designed as rectangular section

with  $b_e = 520 \text{ mm}$ .

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{6.1 \times 10^6}{0.9 \times 520 \times 314^2} = 0.13 \text{ Mpa}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.13}{420}} \right) = 0.000311$$

$$A_{s, \text{req}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.000311 \times 520 \times 314 = 50.62 \text{ mm}^2$$

**Check for As min:-**

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

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)} (120)(314) = 109.53 \text{ mm}^2$$

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

$$A_s \text{ min} = \frac{1.4}{420} (120)(314) = 125.2 \text{ mm}^2 \quad \mathbf{controls}$$

$$A_{s,req} = 50.62 \text{ mm}^2 < A_{s,min} = 125.2 \text{ mm}^2 \quad \text{use } A_{s,min}$$

**Use 2  $\phi$  12,  $A_{s,provided} = 226 \text{ mm}^2 > A_{s,min} = 125.2 \text{ mm}^2 \dots \text{Ok}$**

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

**Check for strain:-**

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{226 \times 420}{0.85 \times 520 \times 24} = 8.95 \text{ mm}$$

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

$$\epsilon_s = 0.003 \left( \frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left( \frac{314 - 10.53}{10.53} \right) = 0.086 > 0.005 \quad \text{Ok}$$

### 3. Design of Positive Moment for (Rib41 ) span3:- (Mu=14.5KN.m)

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

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

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

$$\begin{aligned} M_{nf} &= 0.85 \cdot f'_c \cdot b_e \cdot h_f \cdot \left( d - \frac{h_f}{2} \right) \\ &= 0.85 \times 24 \times 520 \times 80 \times \left( 314 - \frac{80}{2} \right) \times 10^{-6} = 232.53 \text{ KN.m} \end{aligned}$$

$$M_n \gg \frac{M_u}{\phi} = \frac{14.5}{0.9} = 16.11 \text{ KN.m}, \text{ the section will be designed as rectangular section}$$

with  $b_e = 520 \text{ mm}$ .

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{14.5 \times 10^6}{0.9 \times 520 \times 314^2} = 0.31 \text{ Mpa}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.31}{420}} \right) = 0.000744$$

$$A_{s,req} = \rho \cdot b \cdot d = 0.000744 \times 520 \times 314 = 121.48 \text{ mm}^2$$

**Check for As min:-**

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

$$A_s \min = \frac{\sqrt{24}}{4(420)} (120)(314) = 109.53 \text{ mm}^2$$

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

$$A_s \min = \frac{1.4}{420} (120)(314) = 125.2 \text{ mm}^2 \text{ controls}$$

$$A_{s, \text{req}} = 121.48 \text{ mm}^2 < A_{s, \text{min}} = 125.2 \text{ mm}^2 \text{ use } A_{s, \text{min}} .$$

**Use 2  $\phi$  12 ,  $A_{s, \text{provided}} = 226 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{min}} = 125.2 \text{ mm}^2 \dots \text{ Ok}$**

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

**Check for strain:-**

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f_c'} = \frac{226 \times 420}{0.85 \times 520 \times 24} = 8.95 \text{ mm}$$

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

$$\epsilon_s = 0.003 \left( \frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left( \frac{314 - 10.53}{10.53} \right) = 0.086 > 0.005 \quad \text{Ok}$$

#### 4. Design of Negative Moment for (Rib41 ) for span 1&2:- ( $M_u = -23 \text{ KN.m}$ )

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

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

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{23 \times 10^6}{0.9 \times 120 \times 314^2} = 2.16 \text{ Mpa}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 2.16}{420}} \right) = 0.00545$$

$$A_{s, \text{req}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.00545 \times 120 \times 314 = 205.36 \text{ mm}^2$$

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

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

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)} (120)(314) = 109.53 \text{ mm}^2$$

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

$$A_s \text{ min} = \frac{1.4}{420} (120)(314) = 125.2 \text{ mm}^2 \text{ controls}$$

$$A_{s\text{req}} = 205.36 \text{ mm}^2 > A_{s\text{min}} = 125.2 \text{ mm}^2 \text{ OK}$$

**Use 2  $\phi$  12,  $A_{s,\text{provided}} = 226 \text{ mm}^2 > A_{s,\text{required}} = 205.36 \text{ mm}^2 \dots \text{ Ok}$**

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

**Check for strain:-**

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f_c'} = \frac{226 \times 420}{0.85 \times 120 \times 24} = 38.77 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{38.77}{0.85} = 45.61 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left( \frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left( \frac{314 - 45.61}{45.61} \right) = 0.0176 > 0.005 \quad \text{ok}$$

**5. Design of Negative Moment for (Rib41) for span 3:- ( $M_u = -8.6 \text{ kN.m}$ )**

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

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

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{8.6 \times 10^6}{0.9 \times 120 \times 314^2} = 0.81 \text{ Mpa}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.81}{420}} \right) = 0.00197$$

$$A_{s,\text{req}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.00197 \times 120 \times 314 = 74.23 \text{ mm}^2$$

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

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

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(314) = 109.53 \text{ mm}^2$$

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

$$A_s \text{ min} = \frac{1.4}{420}(120)(314) = 125.2 \text{ mm}^2 \text{ controls}$$

$$A_{s_{\text{req}}} = 74.23 \text{ mm}^2 < A_{s_{\text{min}}} = 125.2 \text{ mm}^2 \text{ use } A_{s_{\text{min}}} .$$

**Use 2  $\phi$  12 ,  $A_{s_{\text{provided}}} = 226 \text{ mm}^2 > A_{s_{\text{min}}} = 125.2 \text{ mm}^2 \dots$  Ok**

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

**Check for strain:-**

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f_c'} = \frac{226 \times 420}{0.85 \times 120 \times 24} = 38.77 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{B_1} = \frac{38.77}{0.85} = 45.61 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left( \frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left( \frac{314 - 45.61}{45.61} \right) = 0.0176 > 0.005 \quad \text{Ok}$$

**✓ Shear Design for (R 41):-**

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).

**1.  $V_u$  at distance  $d$  from support = 27.7 KN for span 1:-**

$$V_c = \frac{1.1}{6} \sqrt{f_c'} b_w d = \frac{1.1}{6} \sqrt{24} \times 120 \times 313 \times 10^{-3} = 33.73 \text{ KN}$$

$$\phi V_c = 0.75 \times 30.6 = 25.3 \text{ KN}$$

$$0.5 \phi V_c = 0.5 \times 25.3 = 12.65 \text{ KN}$$

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

Case (3) for shear design, find  $V_s$  .

$$V_s = \frac{1}{16} \sqrt{f'_c} b_w d > \frac{1}{3} b_w d$$

$$\frac{1}{16} \sqrt{f'_c} b_w d = \frac{1}{16} \sqrt{24} * 120 * 313 = 11.5 \text{ KN}$$

$$\frac{1}{3} b_w d = \frac{1}{3} 120 * 313 = 12.52 \text{ KN } \textbf{control}$$

$$1.1 \phi V_c + \phi V_s = 25.3 + 12.52 = 37.82 \text{ KN}$$

$$1.1 \phi V_c + \phi V_s > V_u$$

Use minimum shear reinforcement .

$$S = \frac{A_v f_{yt}}{0.062 b_w \sqrt{f'_c}} = \frac{157 * 420}{0.062 * 120 * \sqrt{24}} = 1809.1 \text{ mm}$$

$$S = \frac{A_v f_{yt}}{0.35 b_w} = \frac{157 * 420}{0.35 * 120} = 1570 \text{ mm}$$

$$s_{max} \leq \frac{d}{2} = \frac{314}{2} = 157 \text{ mm} \quad \textbf{control}$$

$$\text{or } s_{max} \leq 600 \text{ mm}$$

Use stirrups (2 leg stirrups)  $\phi 10$  @ 150 mm ,  $A_v = 2 \times 79 = 158 \text{ mm}^2$ .

## 2. $V_u$ at distance $d$ from support = 20.1 KN for span 2:-

$$V_c = \frac{1.1}{6} \sqrt{f'_c} b_w d = \frac{1.1}{6} \sqrt{24} \times 120 \times 314 \times 10^{-3} = 33.73 \text{ KN}$$

$$\phi V_c = 0.75 \times 33.73 = 25.3 \text{ KN}$$

$$0.5 \phi V_c = 0.5 \times 25.3 = 12.65 \text{ KN}$$

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

Case (2) for shear design.

Use minimum shear reinforcement .

$$S = \frac{A_v f_{yt}}{0.062 b_w \sqrt{f'_c}} = \frac{157 * 420}{0.062 * 120 * \sqrt{24}} = 1809.1 \text{ mm}$$

$$S = \frac{A_v f_{yt}}{0.35 b_w} = \frac{157 * 420}{0.35 * 120} = 1570 \text{ mm}$$

$$s_{max} \leq \frac{d}{2} = \frac{314}{2} = 157 \text{ mm} \quad \text{control}$$

or  $s_{max} \leq 600 \text{ mm}$

Use stirrups (2 leg stirrups)  $\phi 10 @ 150 \text{ mm}$ ,  $A_v = 2 \times 79 = 158 \text{ mm}^2$ .

**3.  $V_u$  at distance  $d$  from support = 17.2 KN for span 3 :-**

$$V_c = \frac{1.1}{6} \sqrt{f_c'} b_w d = \frac{1.1}{6} \sqrt{24} \times 120 \times 314 \times 10^{-3} = 33.73 \text{ KN}$$

$$\phi V_c = 0.75 \times 33.73 = 25.3 \text{ KN}$$

$$0.5 \phi V_c = 0.5 \times 25.3 = 12.65 \text{ KN}$$

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

Case (2) for shear design.

Use minimum shear reinforcement .

$$S = \frac{A_v f_{yt}}{0.062 b_w \sqrt{f_c'}} = \frac{157 * 420}{0.062 * 120 * \sqrt{24}} = 1809.1 \text{ mm}$$

$$S = \frac{A_v f_{yt}}{0.35 b_w} = \frac{157 * 420}{0.35 * 120} = 1570 \text{ mm}$$

$$s_{max} \leq \frac{d}{2} = \frac{314}{2} = 157 \text{ mm} \quad \text{control}$$

or  $s_{max} \leq 600 \text{ mm}$

Use stirrups (2 leg stirrups)  $\phi 10 @ 150 \text{ mm}$ ,  $A_v = 2 \times 79 = 158 \text{ mm}^2$ .

### 4.6 Design of One Way Solid Slab (S1):

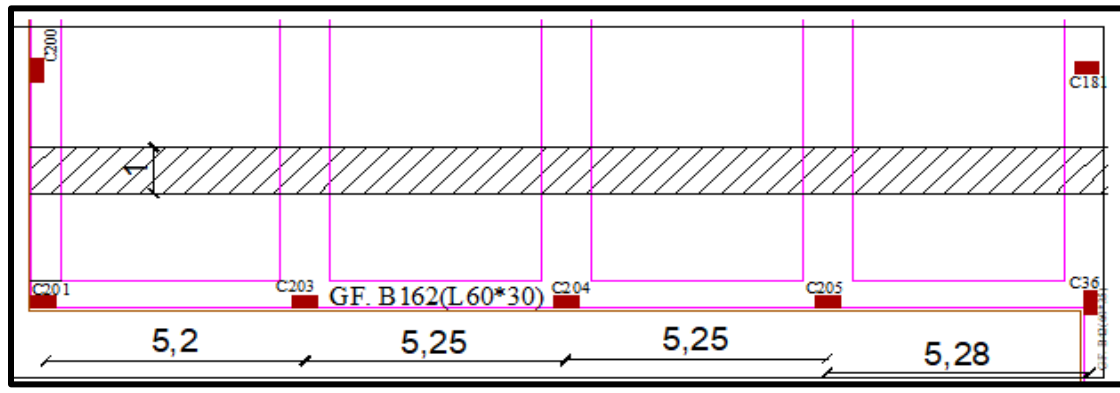


Fig 4.5 : One Way Solid Slab (S1 ).

#### ✓ Material :-

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

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

#### ✓ Slabs Thickness calculation:-

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

→ from ACI-318-08 table (9.5a)

Min h ( deflection requirement ) :

- For one end continuous one-way solid:

$$\frac{L}{24} = \frac{5,28}{24} = 0,22m$$

- For both end continuous one-way solid:

$$\frac{L}{28} = \frac{5,25}{28} = 0,1875m$$

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

#### ✓ Load Calculations:-

**Dead Load:-**

Table ( 4.4 ): Dead Load Calculation of Solid slab (S1) .

No.	Parts of Beam	Calculation
1	<b>RC. Slab</b>	$1*0.20*25 = 5 \text{ KN/m}$
2	<b>plaster</b>	$0.03*22*1= 0.66 \text{ KN/m}$
		<b>Sum = 5.66 KN/m</b>

**Live Load:-**

LL=1KN/m (Snow load).

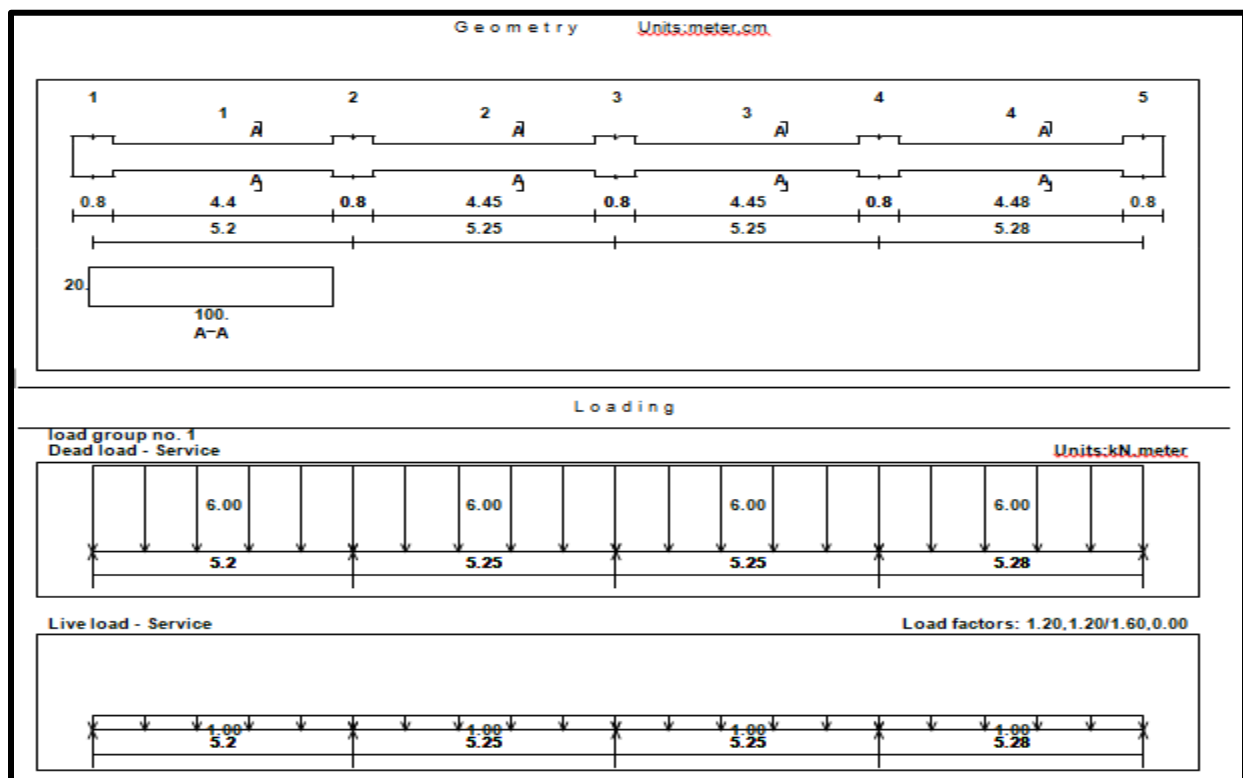
**✓ Statically System and Dimensions:-**

Fig 4.6: Statically System and Loads Distribution of Solid slab (S1).

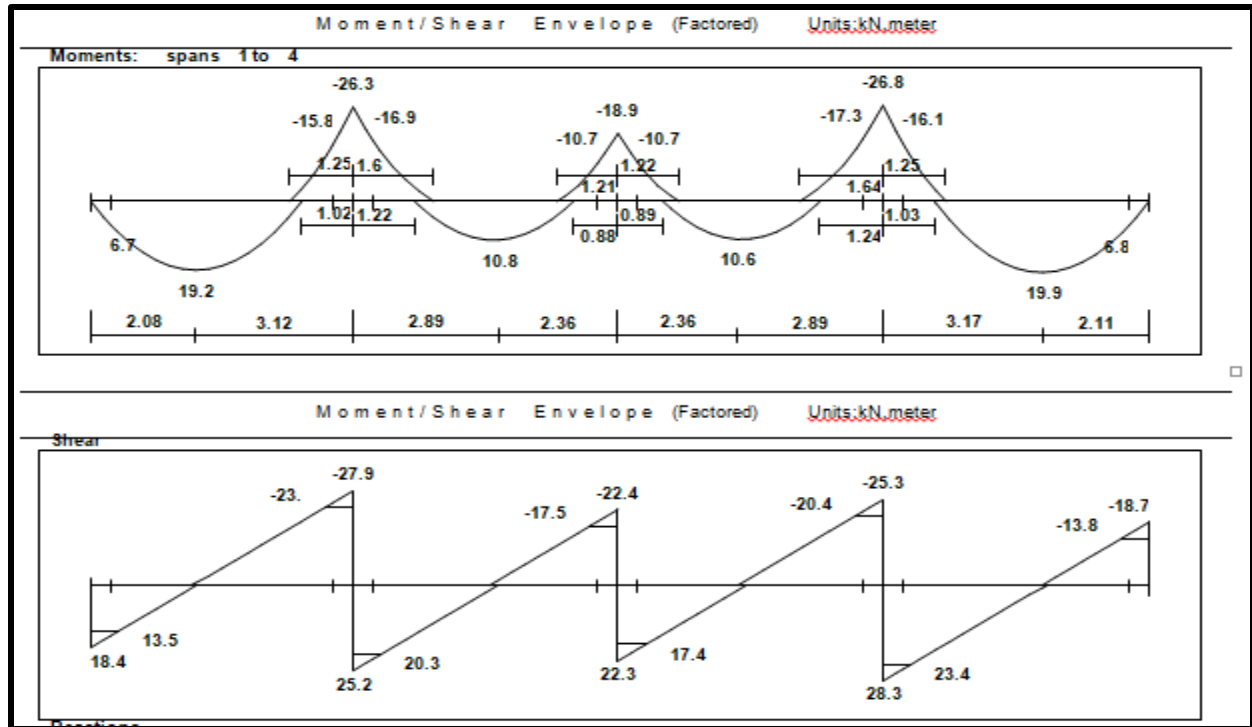


Fig 4.7: Shear and Moment Envelope Diagram of Solid slab (S1).

### ✓ Design of slab:-

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

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

#### • For shear:

check whether thickness is adequate for shear:

$$V_{u,max} = 23.4 \text{ KN/1m strip}$$

$$\phi V_c = \frac{1}{6} * 0.75 * \sqrt{f'c} * bw * d$$

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

$$\frac{1}{2} \phi V_c = \frac{1}{2} * 106.55 = 53.28 \text{ KN / 1m strip}$$

$$V_{u,max} < \frac{1}{2} \phi V_c - \text{No shear reinforcement is required}$$

• **For positive Moment for all spans :**

$$Mu = 19.9 \text{ KN.m /m}$$

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

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

$$Rn = \frac{19.9 * 10^6}{0.9 * (175)^2 * 1000} = 0.722 \text{ (Mpa)}$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.59} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.59)(0.722)}{420}} \right) = 0.00175 < \rho_{\min} = 0.0018$$

use  $\rho_{\min} = 0.0018$

$$As = \rho * b * h = 0.0018 * 1000 * 200 = 360 \text{ mm}^2$$

⇒ Use  $\Phi 12 / 20\text{cm}$  ,  $As \text{ prov} = 565 \text{ mm}^2/\text{m}$

step ( s ) is the smallest of :-

$$\leq 380 \left( \frac{280}{fs} \right) - 2.5 * C_c$$

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

$$\leq 300 \left( \frac{280}{fs} \right) = 300 * \left( \frac{280}{\frac{2}{3} * fy} \right) = 300 * \left( \frac{280}{\frac{2}{3} * 420} \right) = 300 \text{ mm (control)}$$

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

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

$$S = 200 \text{ mm} \leq S_{\max} = 300 \text{ mm}$$

∴ Use  $\Phi 12 @ 20 \text{ cm}$  in main directions.

Temperature and Shrinkage :

$$\rightarrow \rho = 0.0018$$

$$A_{s \min} = \rho_{\min} * b * h = 0.0018 * 1000 * 200 = 360 \text{ mm}^2 \quad (\text{control})$$

Use  $\Phi 12 @ 200 \text{ mm}$

• **For Negative Moment :**

$$M_u = -17.3 \text{ KN.m /m}$$

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

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

$$R_n = \frac{17.3 * 10^6}{0.9 * (175)^2 * 1000} = 0.628 \text{ (Mpa)}$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.59} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.59)(0.628)}{420}} \right) = 0.00152 < \rho_{\min} = 0.0018$$

$$\text{use } \rho_{\min} = 0.0018$$

$$A_{s_{\min}} = \rho * b * h = 0.0018 * 1000 * 200 = 360 \text{ mm}^2$$

⇒ Use  $\Phi 12 / 20 \text{ cm}$  ,  $A_s \text{ prov} = 565 \text{ mm}^2/\text{m}$

step ( s ) is the smallest of :-

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

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

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

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

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

$$S = 200 \text{ mm} \leq S_{\max} = 300 \text{ mm}$$

∴ Use  $\Phi 12 @ 20$  cm in main directions.

Temperature and Shrinkage :

$$\rightarrow \rho = 0.0018$$

$$A_{s \text{ min}} = \rho_{\text{min}} * b * h = 0.0018 * 1000 * 200 = 360 \text{ mm}^2 \quad (\text{control})$$

Use  $\Phi 12 @ 200$  mm

### 4.7 Design of Beam (GF,B106)

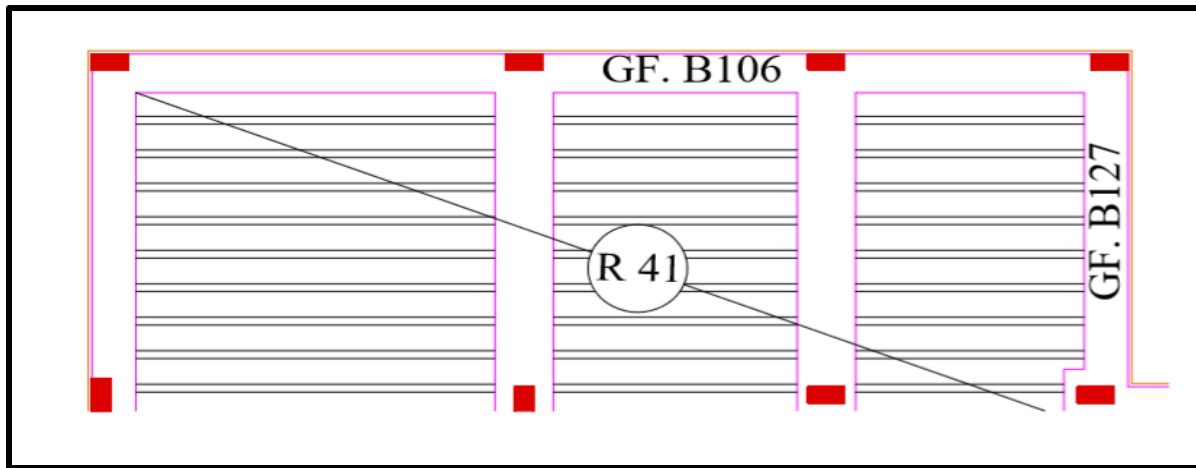


Fig (4.8) : GF.B106

#### ✓ Material :-

- ⇒ concrete B300  $F_c' = 24 \text{ N/mm}^2$
- ⇒ Reinforcement Steel  $f_y = 420 \text{ N/mm}^2$

#### ✓ Section :-

- ⇒  $B = 60\text{cm}$
- ⇒  $h = 40 \text{ cm}$
- ⇒  $d = 400 - 40 - 10 - 16/2 = 362 \text{ cm}$

#### Load Calculations:-

##### **Dead & Live Load Calculations for Beam(GF.B 106):-**

The distributed Dead and Live loads acting upon (GB,106) can be defined from the wall above it.

##### **1)Dead Load:-**

$$\begin{aligned} \text{D.L} &= \text{thikness} * \text{height} * \text{density} + \text{Own weight of beam} \\ &= 0.3 * 4 * 25 + 0.6 * 25 * 0.45 = 36.75 \text{ KN/m} \end{aligned}$$

##### **1)Live Load:-**

**L.L =0 (external beam).**

#### ✓ Statically System and Dimensions:-

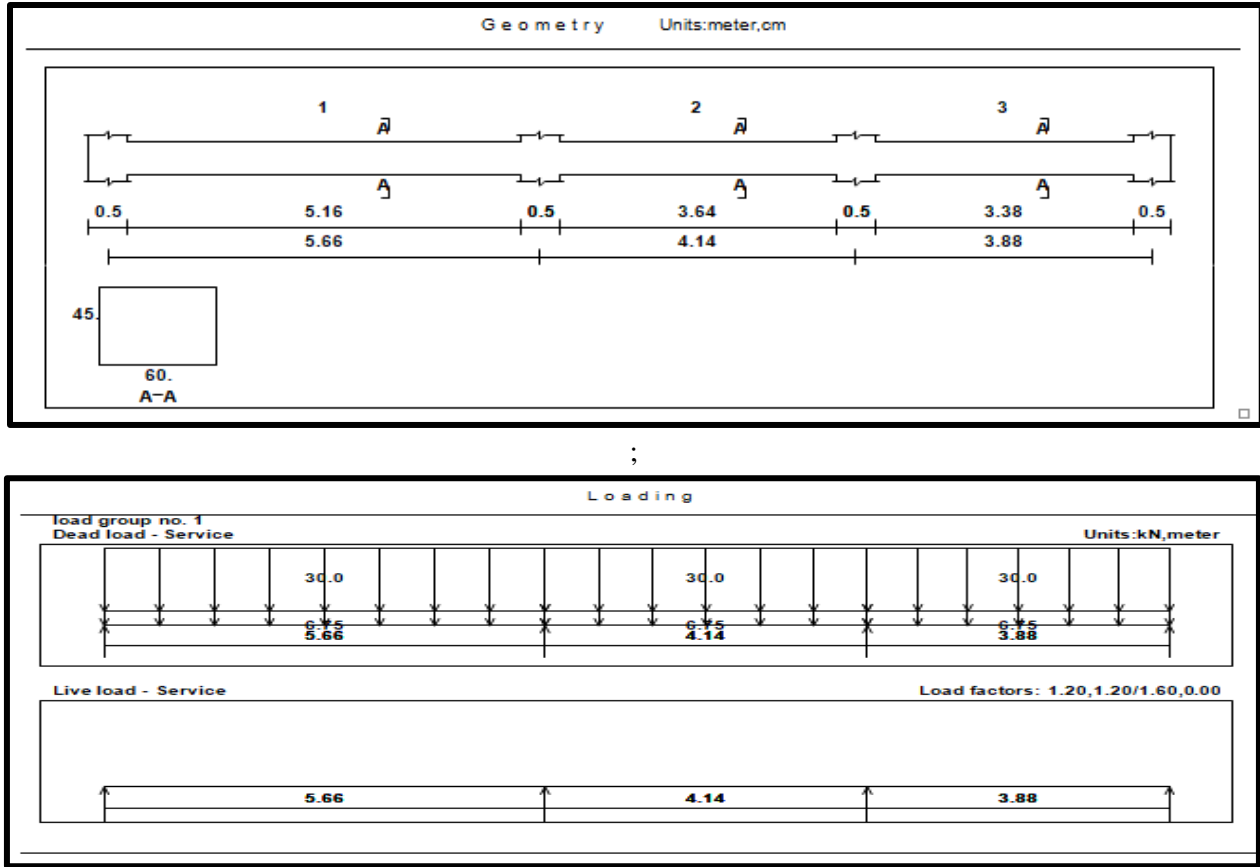


Fig 4.9: Statically System and Loads Distribution of Beam (GF.B106).

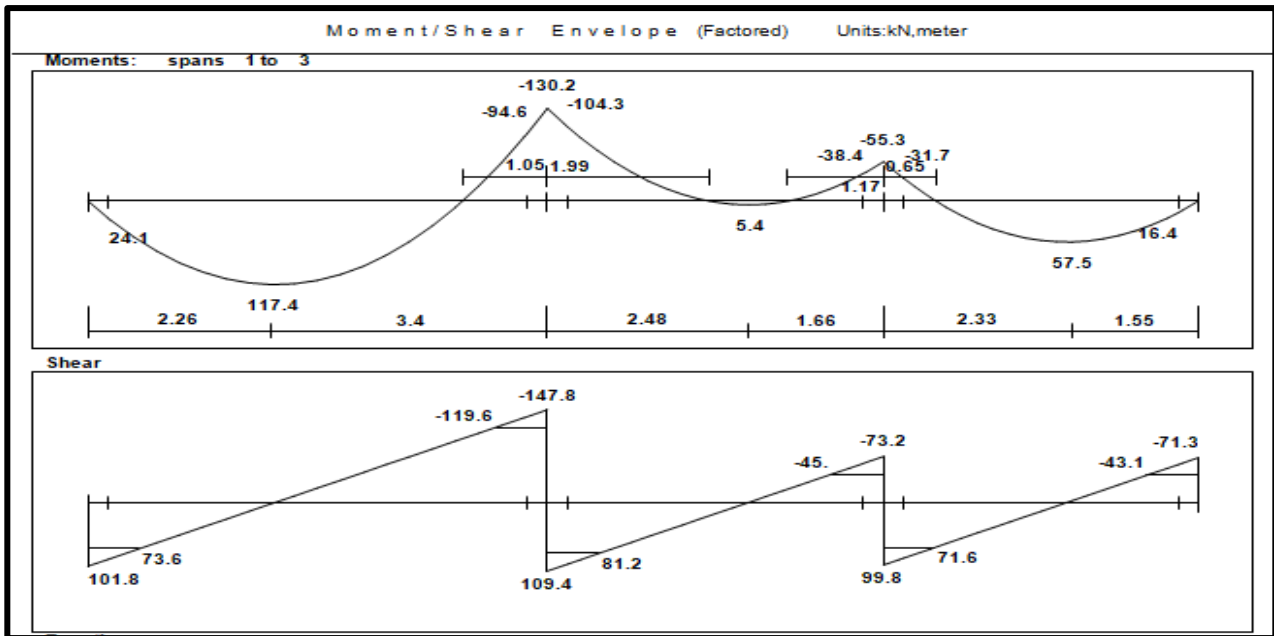


Fig 4.10: Shear and Moment Envelope Diagram of Beam (GF.B106).

✓ **Moment Design for (GF.B106):-**

**1. Flexural Design of Positive Moment for(GF.B106) for span 1:-  
(Mu=117KN.m)**

Determine of  $M_{n,max}$

$$d = 450 - 40 - 10 - 16 \sqrt{2} = 392 \text{ mm}$$

$$c = \frac{3}{7}d = \frac{3}{7} * 392 = 168 \text{ mm}$$

$$a = \beta_1 c = 168 * 0.85 = 142.8 \text{ mm}$$

$$M_{n,max} = 0.85 * f'_c * a * b \left( d - \frac{a}{2} \right) = 0.85 * 24 * 142.8 * 600 * \left( 392 - \frac{142.8}{2} \right) * 10^{-6} = 560.37 \text{ KN.m}$$

$$\phi M_{n,max} = 0.9 * 560.37 = 504.33 \text{ KN.m} > 117 \text{ KN.m}$$

Design as singly reinforcement

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{117 \times 10^6}{0.9 \times 600 \times 392^2} = 1.41 \text{ Mpa}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 20.6 * 1.41}{420}} \right) = 0.00348$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0.00348 * 600 * 392 = 818.5 \text{ mm}^2 \text{ Controls}$$

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

$$A_{s,min} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4(f_y)} (b_w)(d) = \frac{\sqrt{24}}{4 * 420} * 600 * 392 = 685.86 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,min} = \frac{1.4}{(f_y)} (b_w)(d) = \frac{1.4}{420} * 600 * 392 = 784 \text{ mm}^2$$

$$A_s = 818.5 \text{ mm}^2$$

**Use 5 $\phi$  16 Bottom,  $A_{s,provided} = 1005.3 \text{ mm}^2 > A_{s,required} = 818.5 \text{ mm}^2 \dots$  Ok**

**Check spacing :-**

$$S = \frac{600 - 40 \times 2 - 20 - (5 \times 16)}{4} = 105 \text{ mm} > d_b = 16 > 25 \text{ mm} \quad \text{OK}$$

**Check for strain:-**

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{1005.3 \times 420}{0.85 \times 600 \times 24} = 34.5 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{34.5}{0.85} = 40.6 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_s = 0.003 \left( \frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left( \frac{392 - 40.6}{40.6} \right) = 0.026 > 0.005 \quad \text{Ok}$$

## 2. Flexural Design of Positive Moment for(GF.B106) for span 2:- (Mu=5.4KN.m)

$$\phi M_{n_{\max}} = 0.9 * 560.37 = 504.33 \text{ KN.m} > 5.4 \text{ KN.m} .$$

Design as singly reinforcement

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{5.4 \times 10^6}{0.9 \times 600 \times 392^2} = 0.065 \text{ Mpa}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.065}{420}} \right) = 0.000155$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0.000155 \times 600 \times 392 = 36.46 \text{ mm}^2$$

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

$$A_{s_{\min}} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4(f_y)} (b w)(d) = \frac{\sqrt{24}}{4 * 420} * 600 * 392 = 685.86 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{1.4}{(f_y)} (b w)(d) = \frac{1.4}{420} * 600 * 392 = 784 \text{ mm}^2 \quad \text{Controls}$$

$$A_s = 36.46 \text{ mm}^2 < A_{s_{\min}} = 784 \text{ mm}^2 \quad \text{use } A_{s_{\min}} .$$

**Use 4ø 16 Bottom,  $A_{s,\text{provided}} = 804.2 \text{ mm}^2 > A_{s,\min} = 784 \text{ mm}^2 \dots$  Ok**

**Check spacing :-**

$$S = \frac{600 - 40 \times 2 - 20 - (4 \times 16)}{3} = 145.3 \text{ mm} > d_b = 16 > 25 \text{ mm} \quad \text{OK}$$

**Check for strain:-**

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{804.2 \times 420}{0.85 \times 600 \times 24} = 27.6 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{27.6}{0.85} = 32.5 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_s = 0.003 \left( \frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left( \frac{392 - 32.5}{32.5} \right) = 0.033 > 0.005 \quad \text{Ok}$$

### 3. Flexural Design of Positive Moment for(GF.B106) for span 3:- (Mu=57.5KN.m)

$$\phi M_{n_{\max}} = 0.9 * 560.37 = 504.33 \text{ KN.m} > 57.5 \text{ KN.m} .$$

Design as singly reinforcement

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{57.5 \times 10^6}{0.9 \times 600 \times 392^2} = 0.7 \text{ Mpa}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.7}{420}} \right) = 0.0017$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0.0017 \times 600 \times 392 = 399.84 \text{ mm}^2$$

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

$$A_{s_{\min}} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4(f_y)} (b_w)(d) = \frac{\sqrt{24}}{4 * 420} * 600 * 392 = 685.86 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{1.4}{(f_y)} (b_w)(d) = \frac{1.4}{420} * 600 * 392 = 784 \text{ mm}^2 \quad \text{Controls}$$

$$A_s = 399.84 \text{ mm}^2 < A_{s_{\min}} = 784 \text{ mm}^2 \quad \text{use } A_{s_{\min}} .$$

**Use 4 $\phi$  16 Bottom,  $A_{s,\text{provided}} = 804.2 \text{ mm}^2 > A_{s,\min} = 784 \text{ mm}^2 \dots$  Ok**

**Check spacing :-**

$$S = \frac{600 - 40 \times 2 - 20 - (4 \times 16)}{3} = 145.3 \text{ mm} > d_b = 16 > 25 \text{ mm} \quad \mathbf{OK}$$

**Check for strain:-**

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{804.2 \times 420}{0.85 \times 600 \times 24} = 27.6 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{27.6}{0.85} = 32.5 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_s = 0.003 \left( \frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left( \frac{392 - 32.5}{32.5} \right) = 0.033 > 0.005 \quad \mathbf{Ok}$$

#### 4. Flexural Design of Negative Moment for (GF.B106) for support 2:- (Mu= 104.3KN.m)

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{104.3 \times 10^6}{0.9 \times 600 \times 392^2} = 1.26 \text{ Mpa}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 1.26}{420}} \right) = 0.0031$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0.0031 \times 600 \times 392 = 729.12 \text{ mm}^2$$

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

$$A_{s,\min} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4(f_y)} (b_w)(d) = \frac{\sqrt{24}}{4 \times 420} * 600 * 392 = 685.86 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,\min} = \frac{1.4}{(f_y)} (b_w)(d) = \frac{1.4}{420} * 600 * 392 = 784 \text{ mm}^2$$

$$A_s = 729.12 \text{ mm}^2 < A_{s,\min} = 784 \text{ mm}^2 \quad \text{use } A_{s,\min} .$$

**Use 4 $\phi$ 16,  $A_{s,\text{provided}} = 804.2 \text{ mm}^2 > A_{s,\min} = 784.09 \dots$  Ok**

**Check spacing :-**

$$S = \frac{600-40*2-20-(4*16)}{3} = 145.3mm > d_b = 16 > 25 \quad \text{OK}$$

**Check for strain:-**

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{804.2 \times 420}{0.85 \times 600 \times 24} = 27.6 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{27.6}{0.85} = 32.47 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left( \frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left( \frac{362 - 32.47}{32.47} \right) = 0.0304 > 0.005 \quad \text{OK}$$

### 5. Flexural Design of Negative Moment for(GF.B106 ) for support 3:-(Mu= 38.4KN.m)

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{38.4 \times 10^6}{0.9 \times 600 \times 392^2} = 0.462 \text{ Mpa}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.462}{420}} \right) = 0.00111$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0.00111 \times 600 \times 392 = 261.07 \text{ mm}^2$$

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

$$A_{s,\min} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4(f_y)} (b_w)(d) = \frac{\sqrt{24}}{4 \times 420} * 600 * 392 = 685.86 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,\min} = \frac{1.4}{(f_y)} (b_w)(d) = \frac{1.4}{420} * 600 * 392 = 784 \text{ mm}^2$$

$$A_s = 261.07 \text{ mm}^2 < A_{s,\min} = 784 \text{ mm}^2 \quad \text{use } A_{s,\min} .$$

**Use 4 $\phi$ 16 ,  $A_{s,\text{provided}} = 804.2 \text{ mm}^2 > A_{s,\min} = 784.09 \dots$  Ok**

**Check spacing :-**

$$S = \frac{600-40*2-20-(4*16)}{3} = 145.3mm > d_b = 16 > 25 \quad \text{OK}$$

**Check for strain:-**

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{804.2 \times 420}{0.85 \times 600 \times 24} = 27.6 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{27.6}{0.85} = 32.47 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left( \frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left( \frac{362 - 32.47}{32.47} \right) = 0.0304 > 0.005 \quad \text{Ok}$$

## 6. Flexural Design of Negative Moment for (GF.B106) for support 1&4:-

Use minimum reinforcement  $A_{s_{\min}} = (1/3) A_{s_{\text{req}}}$  of positive .

$$A_{s_{\min}} = (1/3) * 818.5 = 272.83 \text{ mm}^2.$$

$$\text{Use } 4\phi 12, A_{s_{\text{provided}}} = 452 \text{ mm}^2 > A_{s_{\text{req}}} = 272.83 \dots \text{ Ok}$$

### ✓ Shear Design for (GB,106):-

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).

#### 1. For span (1) $V_u$ at distance $d$ from support = 119.6 KN

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} b_w d = \frac{1}{6} \sqrt{24} * 600 * 392 = 192.04 \text{ KN}$$

$$\Phi V_c = 0.75 * 192.04 = 144.03 \text{ KN}$$

$$0.5 \Phi V_c = 0.5 * 144.03 = 72 \text{ KN}$$

$$0.5 \Phi V_c < V_u < \Phi V_c$$

Case (2) for shear design

**Minimum shear reinforcement is required**

Use 2 leg  $\Phi 10$

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

$$S = \frac{A_v f_{yt}}{0.062 b_w \sqrt{f'_c}} = \frac{157 * 420}{0.062 * 600 * \sqrt{24}} = 361.8 \text{ mm}$$

$$S = \frac{A_v f_{yt}}{0.35 b_w} = \frac{157 * 420}{0.35 * 600} = 314 \text{ mm}$$

$$s_{max} \leq \frac{d}{2} = \frac{392}{2} = 196 \text{ mm} \quad \text{control}$$

or  $s_{max} \leq 600 \text{ mm}$

Use 2 leg  $\Phi 10 @150\text{mm}$

**2. For span (2)  $V_u$  at distance d from support = 81.2 KN**

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'c} b_w d = \frac{1}{6} \sqrt{24} * 600 * 392 = 192.04 \text{ KN}$$

$$\Phi V_c = 0.75 * 192.04 = 144.03 \text{ KN}$$

$$0.5 \Phi V_c = 0.5 * 144.03 = 72 \text{ KN}$$

$$0.5 \Phi V_c < V_u < \Phi V_c$$

Case (2) for shear design

**Minimum shear reinforcement is required**

Use 2 leg  $\Phi 10$

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

$$S = \frac{A_v f_{yt}}{0.062 b_w \sqrt{f'c}} = \frac{157 * 420}{0.062 * 600 * \sqrt{24}} = 361.8 \text{ mm}$$

$$S = \frac{A_v f_{yt}}{0.35 b_w} = \frac{157 * 420}{0.35 * 600} = 314 \text{ mm}$$

$$s_{max} \leq \frac{d}{2} = \frac{392}{2} = 196 \text{ mm} \quad \text{control}$$

or  $s_{max} \leq 600 \text{ mm}$

Use 2 leg  $\Phi 10 @150\text{mm}$

**3. For span (3)  $V_u$  at distance d from support = 71.6 KN**

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'c} b_w d = \frac{1}{6} \sqrt{24} * 600 * 392 = 192.04 \text{ KN}$$

$$\Phi V_c = 0.75 * 192.04 = 144.03 \text{ KN}$$

$$0.5 \Phi V_c = 0.5 * 144.03 = 72 \text{ KN}$$

$$V_u < 0.5 \Phi V_c < V_u \Phi V_c$$

Case (1) for shear design .

**Minimum shear reinforcement is required.**

Use 2 leg  $\Phi 10$

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

$$S = \frac{A_v f_{yt}}{0.062 b_w \sqrt{f'c}} = \frac{157 * 420}{0.062 * 600 * \sqrt{24}} = 361.8 \text{ mm}$$

$$S = \frac{A_v f_{yt}}{0.35 b_w} = \frac{157 * 420}{0.35 * 600} = 314 \text{ mm}$$

$$s_{max} \leq \frac{d}{2} = \frac{392}{2} = 196 \text{ mm} \quad \text{control}$$

$$\text{or} \quad s_{max} \leq 600 \text{ mm}$$

**Use 2 leg  $\Phi 10$  @150mm**

### 4-9 Design of Column (C103)

#### ✓ Material :-

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

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

#### ✓ Load Calculation:-

##### Service Load:-

Dead Load =2000KN

Live Load =500 KN

##### Factored Load:-

$P_U = 1.2 \times 2000 + 1.6 \times 500 = 3200\text{ KN}$

#### ✓ Dimensions of Column:-

Assume  $\rho_g = 0.01$

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

$$3200 = 0.65 \times 0.8 \times A_g \{0.85 * 24 (1 - 0.01) + 0.01 * 420\}$$

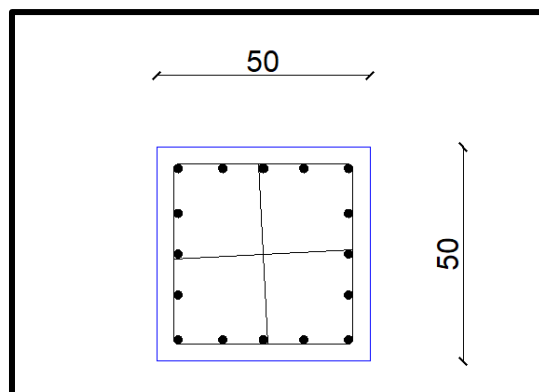
$A_g = 252248.2\text{ mm}^2$

Assume square Section

$h = 500\text{ mm}$

$b = 124686.2/500 = 504.5\text{ mm}$

Select  $b = 500\text{ mm}$



**Fig 4.11 : Column section**

✓ **Check Slenderness Parameter:-**

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

Lu: Actual unsupported (Unbraced) length.

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

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

$$Lu = 4 - 0.35 - 0.35 = 3.3 \text{ m}$$

$$M1/M2 = 1$$

K=1 for braced frame.

- **about Y-axis (b= 0.50 m)**

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

- $\frac{1 \times 3.3}{0.5 \times 0.5} = 13.2 < 22$

Column Is Short About Y-axis

- **about X-axis (h= 0.5m)**

$$\frac{klu}{r} < 34 - 12 \frac{M1}{M2} \text{ .....ACI - (10.12.2)}$$

$$\frac{1 \times 3.3}{0.5 \times 0.5} = 13.2 < 22$$

Column Is Short About X-axis

✓ **Selecting of Longitudinal Bars:-**

$$3200 = 0.65 \times 0.8 \{0.85 \times 24 (250000 - A_{st}) + A_{st} \times 420\}$$

$$A_{st} = 2637.25 \text{ mm}^2$$

Use 16  $\Phi$  20 with  $A_{st} = 5024 \text{ mm}^2$

$$\rho_g = \frac{A_{st}}{A_g} = \frac{5024}{250000} = 0.02$$

✓ **Design of the Stirrups:-**

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

$$\text{spacing} \leq 16 \times d_b = 16 \times 2.0 = 25.6 \text{ cm}$$

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

$$\text{spacing} \leq 50 \text{ cm}$$

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

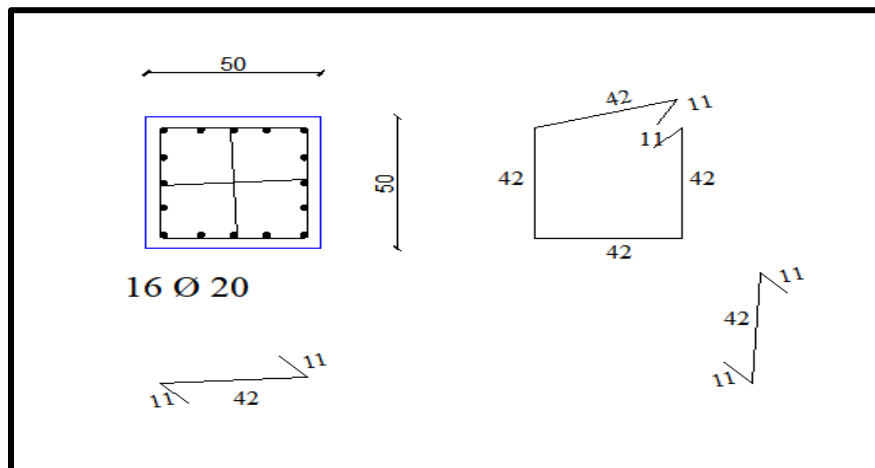


Fig 4.12 : Column section stirrups

### 4.10 Design of Basement wall :

- Load Calculation:-

$$\gamma = \text{soildensity} = 18\text{KN}/\text{m}^3.$$

$$\phi = \text{angleofinternalfriction} = 30^\circ.$$

$$\text{LL(surcharge)} = 5 \text{ KN}/\text{m}^2 .$$

$$\text{Thickness} = 25 \text{ cm, cover} = 4\text{cm} .$$

The design will be for 1m width strip.

Neglect the axial load, since its low value

$$q_1 = \text{soilpressure} = K_o * \gamma * h.$$

$$q_2 = \text{surchargepressure} = K_o * \text{LL}.$$

$$K_o = \text{soilpressurecoefficientatrest} = 1 - \sin \phi .$$

$$\text{So , } K_o = 1 - \sin \phi = 0.5.$$

$$q_1 = 0.5 * 18 * 3.5 = 31.5 \text{ KN}/\text{m}^2 .$$

$$q_2 = 0.5 * 5 = 2.5\text{KN}/\text{m}^2 .$$

Factored Load :-

$$q_{1u} = 31.5 * 1.6 = 50.4 \text{ KN}/\text{m}^2$$

$$q_{2u} = 2.5 * 1.6 = 4 \text{ KN}/\text{m}^2$$

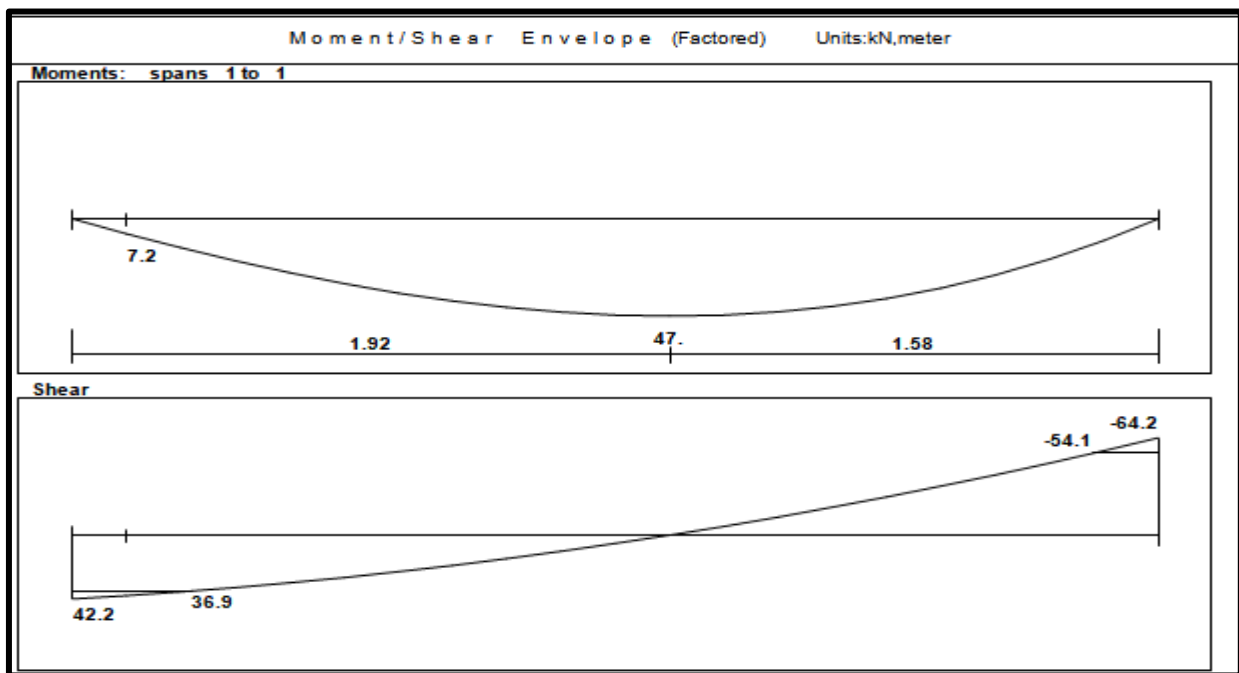


Figure 4. 13: Moment /Shear Envelope of basement wall

• **Design of bending moment of wall :-**

Design for positive moment  $M_u = 47 \text{KN.m}$  .

$$d = 250 - 40 - \frac{12}{2} = 204 \text{ mm.}$$

$$M_n = \frac{M_u}{0.9} = \frac{47}{0.9} = 52.22 \text{ KN.m}$$

$$R_n = \frac{M_n * 10^6}{b * d^2} = \frac{52.22 * 10^6}{1000 * 204^2} = 1.25 \text{ Mpa.}$$

$$m = \frac{F_y}{0.85 * f_{c'}} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m} * \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * R_n * m}{F_y}} \right) = \frac{1}{19.76} * \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 1.25 * 20.6}{420}} \right)$$

$$= 3.073 * 10^{-3}$$

$$A_{sreq} = \rho * b * d = 3.073 * 10^{-3} * 1000 * 204 = 626.89 \text{ mm}^2/\text{m}..$$

$$A_{smin1} = 0.25 * \frac{\sqrt{f_{c'}}}{f_y} * b * d = 0.25 * \frac{\sqrt{24}}{420} * 1000 * 204$$

$$= 594.88 \text{ mm}^2/\text{m.}$$

$$A_{smin2} = \frac{1.4}{f_y} * b * d = \frac{1.4}{420} * 1000 * 204 = 680 \text{ mm}^2/\text{m} \dots \text{control.}$$

For both sides of wall Select  $\phi 12 @ 10 \text{cm} = 753.33 \text{ mm}^2 > 680 \text{ mm}^2$

• **Design of shear force :-**

$$d = 250 - 40 - 8 = 202 \text{ mm}$$

$$\phi V_c = 0.75 * \frac{1}{6} * \sqrt{f_{c'}} * b * d = 0.75 * \frac{1}{6} * \sqrt{24} * 1000 * 204 * 10^{-3}$$

$$= 124.92 \text{ KN.}$$

$$(\phi V_c = 124.92) > (V_u = 54.1).$$

No shear Reinforcement is required and thickness of wall is adequate enough.

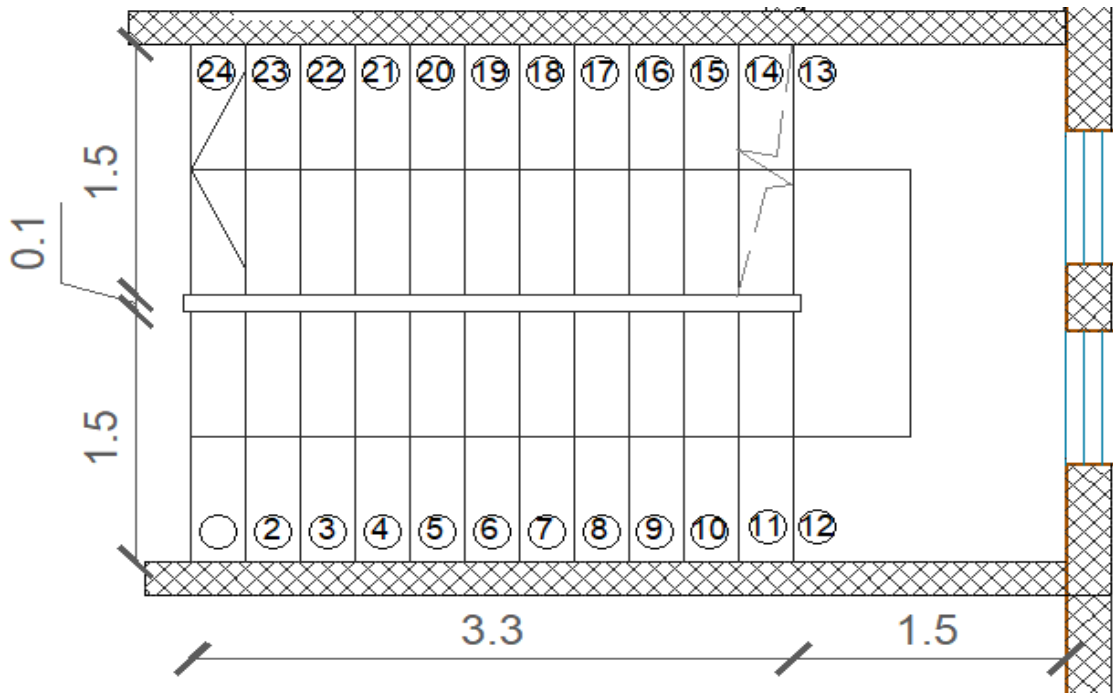
But horizontal Reinforcement due to Cracking:

$$A_{sreq h} = 0.002 * b * h = 0.002 * 1000 * 350 = 700 \text{ mm}^2/\text{m.}$$

For one side  $A_s = 350 \text{ mm}^2/\text{m.}$

Select for one side horizontal reinforcement  $\phi 10 @ 20 \text{cm} = 392.7 \text{ mm}^2 > 350 \text{ mm}^2$

### 4.10 Design of Stair :



**Fig 4.14: Stair Plan.**

#### ✓ **Material :-**

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

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

#### **1- Design of Flight :-**

##### ✓ **Determination of Thickness:-**

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

$$h_{\min} = 3.3/20 = 16.5 \text{ cm}$$

Take  $h = 20 \text{ cm}$

The Stair Slope by  $\theta = \tan^{-1}(16.5 / 30) = 28.8$

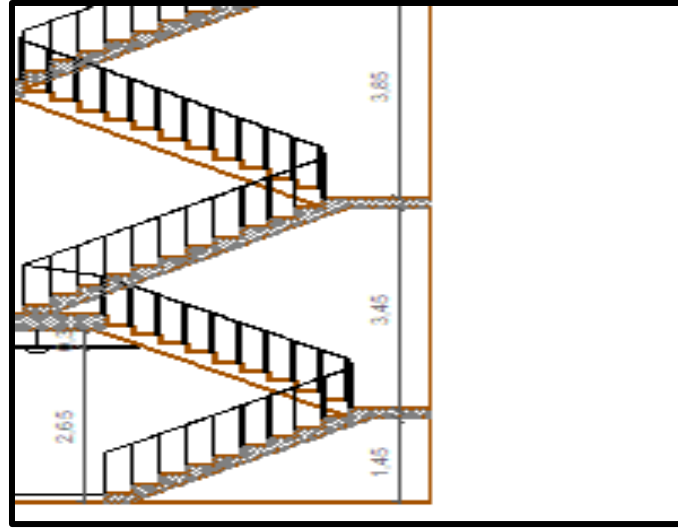


Fig 4.15 : Stair Section.

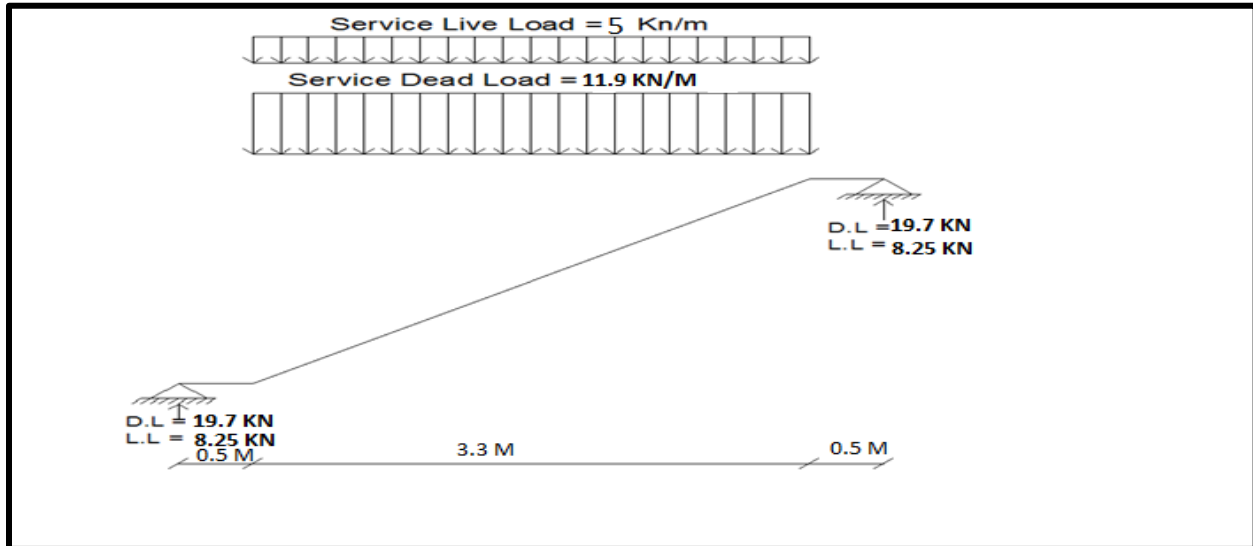
**Dead Load For Flight For 1m Strip:-**

**Table ( 4.6 ): Dead Load Calculation of Flight.**

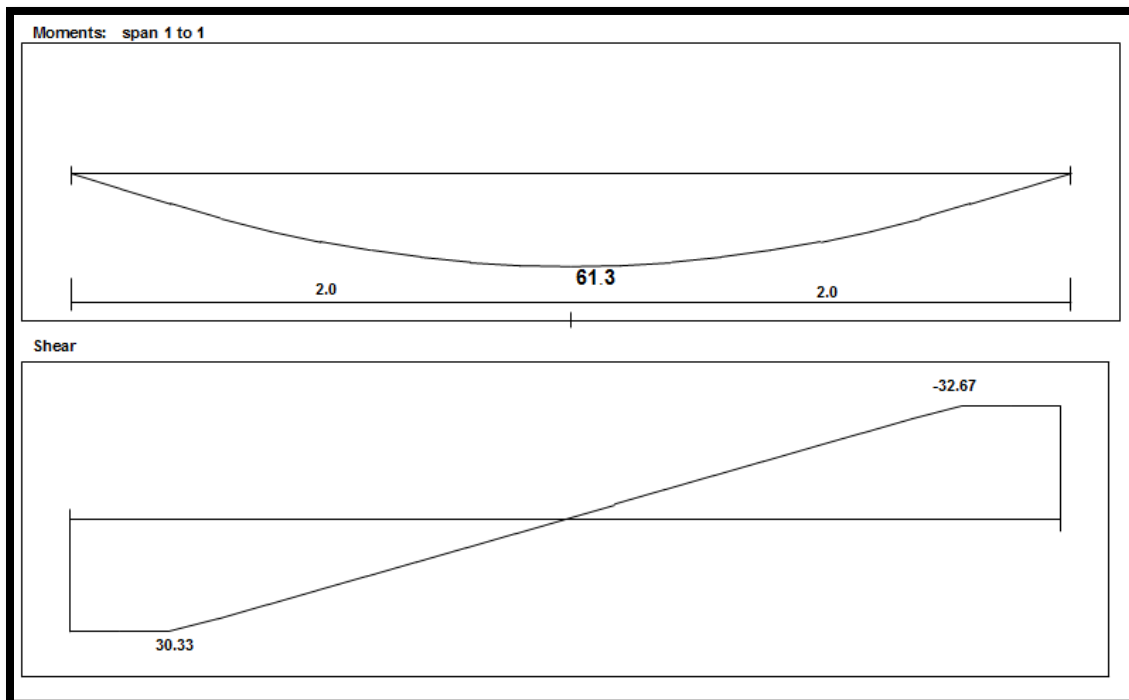
No.	Parts of Flight	Calculation
1	<b>Tiles</b>	$23 \times 0.03 \times 1 \times ((0.3 + 0.2) / 0.3) = 1.15 \text{KN/m}$
2	<b>Mortar</b>	$22 \times 0.03 \times 1 \times ((0.3 + 0.2) / 0.3) = 1.1 \text{KN/m}$
3	<b>Stair</b>	$25 \times 0.5 \times 0.2 \times 1 = 2.5 \text{KN/m}$
4	<b>R.C</b>	$25 \times 0.2 \times 1 / \cos 28.8 = 5.02 \text{KN/m}$
5	<b>Plaster</b>	$22 \times 0.02 \times 1 / \cos 28.8 = 0.5 \text{KN/m}$
		<b>Sum = 11.9 KN/m</b>

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

✓ **System of Flight:-**



**Fig 4.16: Statically System and Loads Distribution of Flight.**



**Fig 4.17: Shear and Moment Envelope Diagram of Flight.**

✓ **Design of Shear for Flight :- ( $V_u=32.67$  KN)**

Assume bar diameter  $\phi$  14 for main reinforcement

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

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} b_w d = \frac{1}{6} \sqrt{24} * 1000 * 174 = 141.25 \text{ Kn}$$

$\Phi V_c = 0.75 * 141.25 = 105.94 \text{ KN} > V_u = 32.67 \text{ KN} \dots \dots$  **No shear reinforcement are required**

✓ **Design of Bending Moment for Flight :- ( $M_u=61.3$  KN.m)**

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{61.3 \times 10^6}{0.9 \times 1000 \times 173^2} = 2.27 \text{ Mpa}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 2.27}{420}} \right) = 0.00574$$

$$A_{s, \text{req}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.00574 \times 1000 \times 174 = 993.02 \text{ mm}^2/\text{m}$$

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

$$A_{s, \text{req}} = 993.02 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{min}} = 360 \text{ mm}^2/\text{m}$$

**Check for Spacing :-**

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

$$S = 380 * \left( \frac{280}{\frac{2}{3} * 420} \right) - 2.5 * 20 = 330$$

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

$$S = 330 \text{ mm} \dots \dots \dots \text{ is control}$$

**Use  $\phi 12 @ 100 \text{ mm}$  ,  $A_{s,\text{provided}} = 1130 \text{ mm}^2 > A_{s,\text{required}} = 993.02 \text{ mm}^2 \dots \text{Ok}$**

**Check for strain:-**

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{1130 \times 420}{0.85 \times 1000 \times 24} = 23.26 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{23.26}{0.85} = 27.36 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left( \frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left( \frac{174 - 27.36}{27.36} \right) = 0.016 > 0.005 \dots \dots \mathbf{Ok}$$

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

$$A_{s,\text{req}} = A_{s,\text{min}} = 0.0018 \times 1000 \times 220 = 360 \text{ mm}^2$$

**Use  $\phi 12 @ 200 \text{ mm}$  ,  $A_{s,\text{provided}} = 395 \text{ mm}^2 > A_{s,\text{required}} = 360 \text{ mm}^2 \dots \text{Ok}$**

## **2- Design of Middle Landing :-**

**✓ Determination of Thickness:-**

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

$$h_{\text{min}} = 3.70 / 20 = 18.5 \text{ cm}$$

Take  $h = 20 \text{ cm}$

**✓ Load Calculation:-**

**Dead Load For (LA1) Landing For 1m Strip:-**

**Table ( 4.7 ): Dead Load Calculation of Middle Landing.**

No.	Parts of Landing	Calculation
1	Tiles	$23 \times 0.03 \times 1 = 0.69 \text{ KN/m}$
2	Mortar	$22 \times 0.03 \times 1 = 0.66 \text{ KN/m}$
4	R.C	$25 \times 0.20 \times 1 = 5 \text{ KN/m}$
5	Plaster	$22 \times 0.02 \times 1 = 0.44 \text{ KN/m}$
		<b>Sum = 8.04 KN/m</b>

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

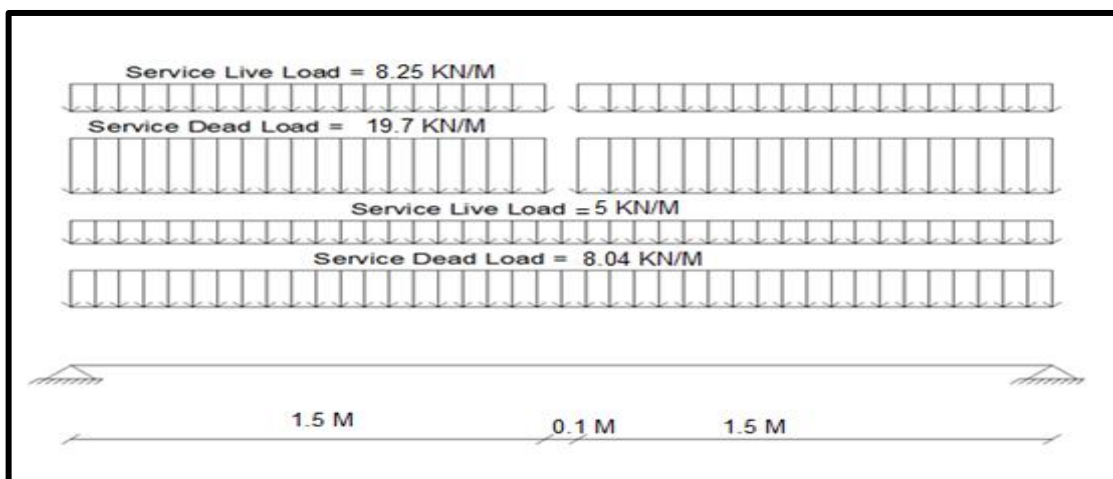
**Factored Load For Landing :-**

$$W_U = 1.2 \times 8.04 + 1.6 \times 5 = 17.65 \text{ KN/m}$$

**Factored Load From Flight :-**

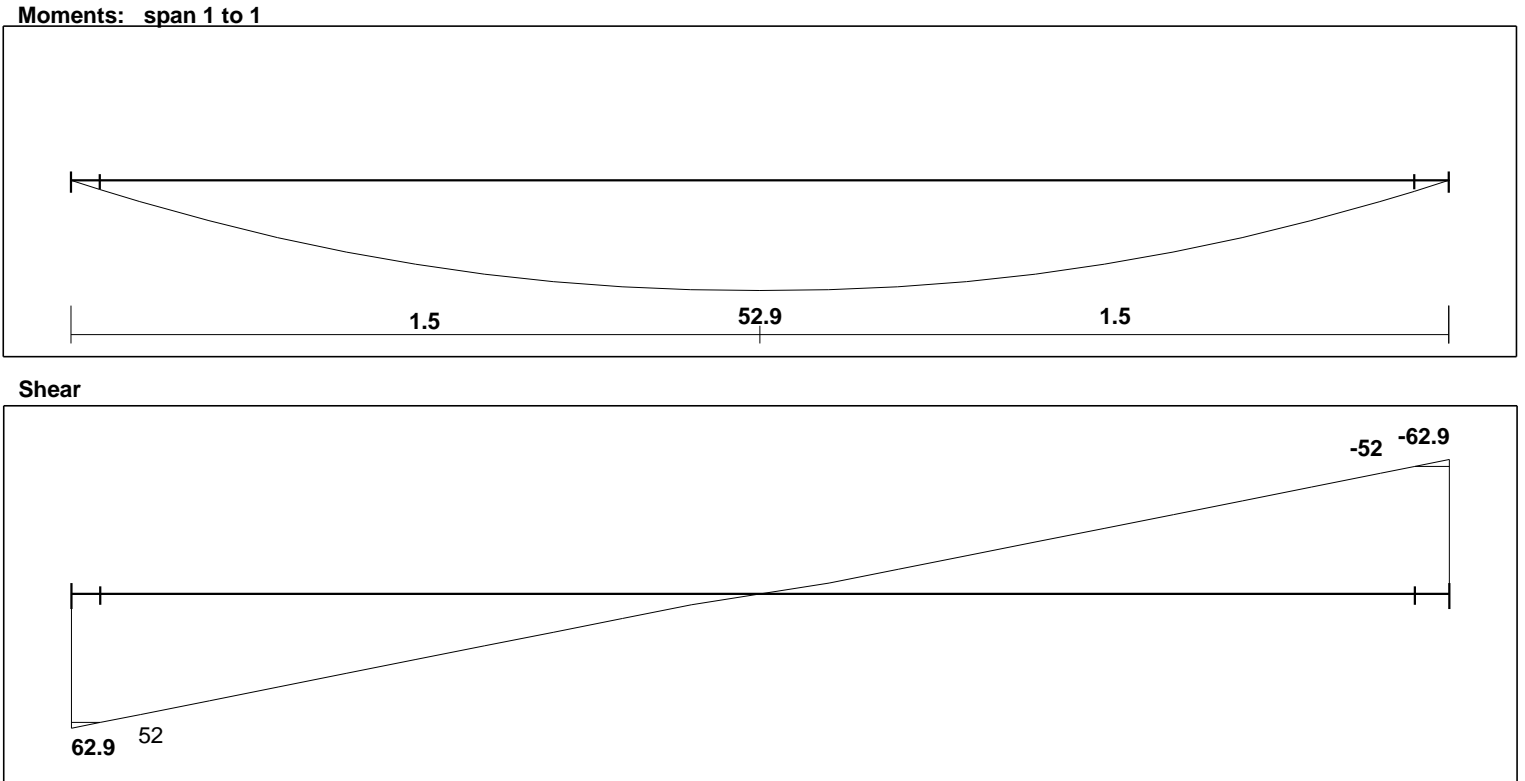
$$W_{LA1} = \frac{W_{FL1}}{L} = \frac{30.33}{1.5} = 20.22 \text{ KN/m}$$

✓ **System of Landing:-**



**Fig 4.18: Statically System and Loads Distribution Of Middle Landing.**

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



**Fig 4.19: Shear and Moment Envelope Diagram of Middle Landing.**

**✓ Design of Shear:- ( $V_u=52\text{KN}$ )**

Assume bar diameter  $\phi$  14 for main reinforcement

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

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

$\Phi * V_c = 0.75 * 142.1 = 106.58 \text{Kn} > V_u = 52 \text{KN} \dots \dots$  **No shear reinforcement are required**

**✓ Design of Bending Moment :- ( $M_u=52.9\text{KN.m}$ )**

Assume bar diameter  $\phi$  14 for main reinforcement

$$d = h - \text{cover} - \frac{d_b}{2} = 200 - 20 - \frac{14}{2} = 174 \text{ mm}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{52.9 \times 10^6}{0.9 \times 1000 \times 174^2} = 1.94 \text{ Mpa}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 1.94}{420}} \right) = 0.00486$$

$$A_{s, \text{req}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.00486 \times 1000 \times 174 = 845.6 \text{ mm}^2$$

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

$$A_{s, \text{req}} = 845.6 \text{ mm}^2 \dots \dots \text{ is control}$$

### Check for Spacing:-

$$S = 3h = 3 \times 250 = 750 \text{ mm}$$

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

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

$$S = 330 \text{ mm} \dots \dots \text{ is control}$$

$$\underline{\text{Use } \phi 12 @ 100 \text{ mm}, A_{s, \text{provided}} = 1130 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 845.6 \text{ mm}^2 \dots \text{ Ok}}$$

### Check for strain:-

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{1130 \times 420}{0.85 \times 1000 \times 24} = 23.26 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{23.26}{0.85} = 27.36 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left( \frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left( \frac{174 - 27.36}{27.36} \right) = 0.0161 > 0.005 \dots \dots \text{ Ok}$$

### Lateral or Secondary Reinforcement For Landing:-

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

$$\underline{\text{Use } \phi 10 @ 150 \text{ mm}, A_{s, \text{provided}} = 526.7 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 450 \text{ mm}^2 \dots \text{ Ok}}$$

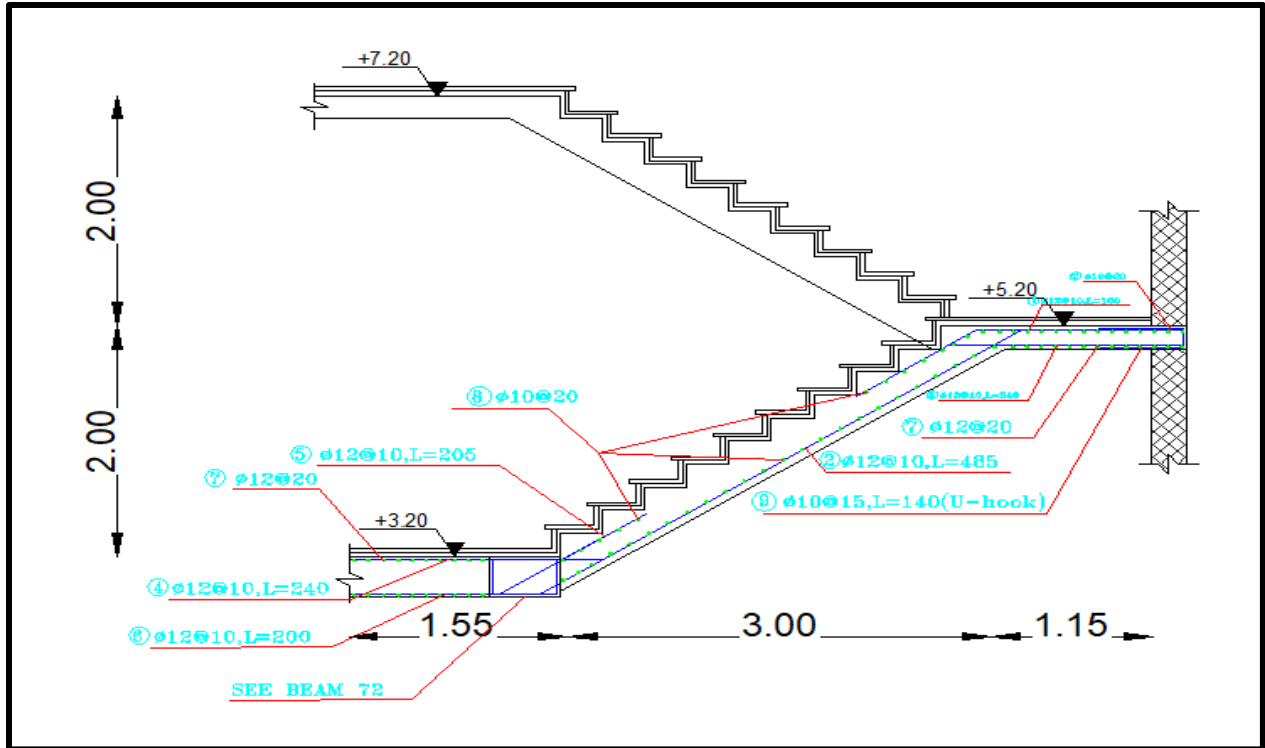


Fig 4.20: Stair Reinforcement Details.

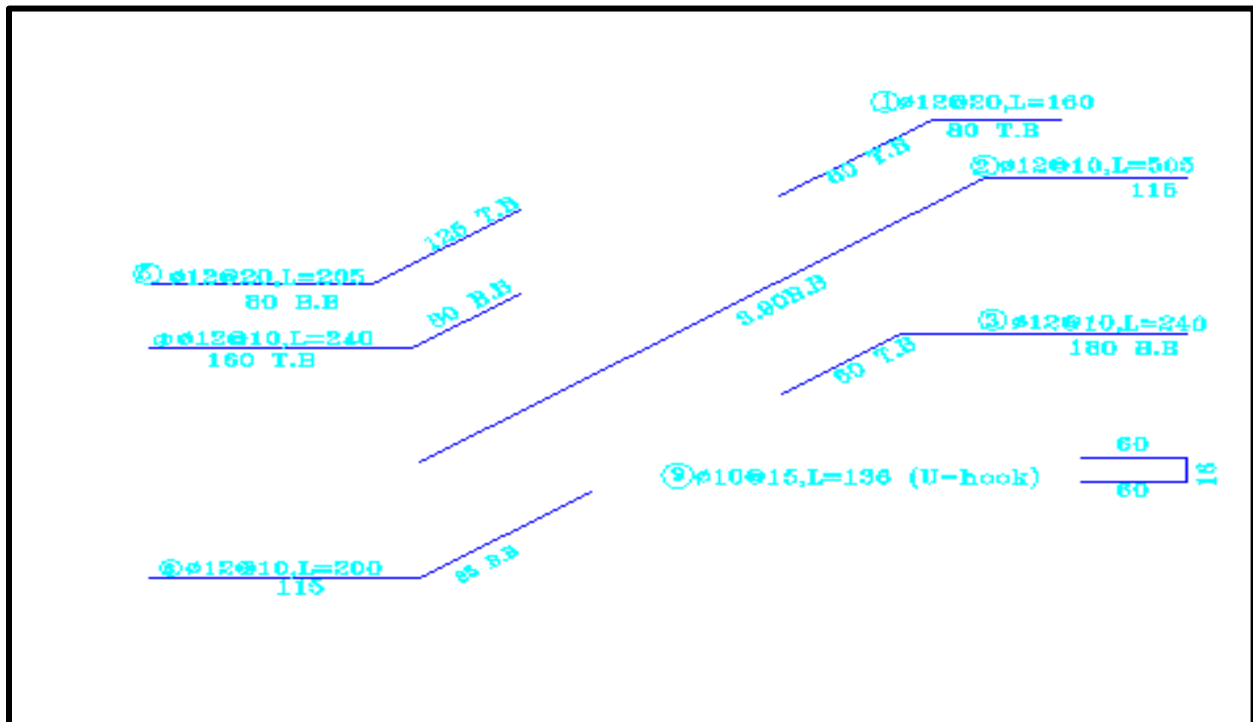


Fig 4.21: Stair Reinforcement Details.

### 4.11 Design of Footing (F2)

#### ✓ Material :-

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

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

#### ✓ Load Calculations :- (From Column C103)

Dead Load = 2000KN , Live Load = 500 KN

Total services load = 2000 + 500 = 2500 K

Total Factored load =  $1.2 \cdot 2000 + 1.6 \cdot 500 = 3200 \text{ KN}$

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

Soil density = 18 Kg/cm<sup>3</sup>

Allowable Bearing Capacity = 350 KN/m<sup>2</sup>

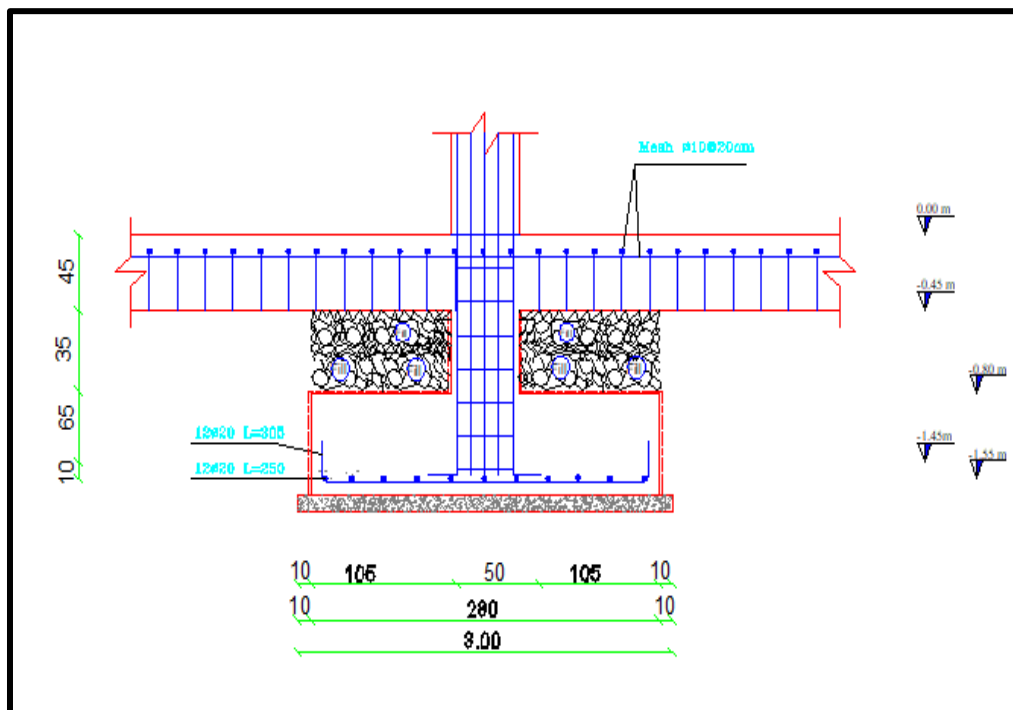


Fig .(4.22): Section in F2.

Assume  $h = 65\text{cm}$

$$q_{net-allow} = 350 - 18 \cdot 0.35 - 25 \cdot 0.65 = 327.45 \text{ kN/m}^2$$

### ✓ Area of Footing :-

$$A = \frac{Pt}{q_{net-allow}} = \frac{2500}{327.45} = 7.63 \text{ m}^2$$

Assume Square Footing

**B required = 2.76 m**

**Select B = 2.8 m**

### ✓ Bearing Pressure :-

$$q_u = \frac{3200}{2.8 \cdot 2.8} = 408.16 \text{ KN/m}^2$$

### ✓ Design of Footing :-

#### 1- Design of One Way Shear Strength :-

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

Assume  $h = 65\text{cm}$  , bar diameter  $\phi 18$  for main reinforcement and 7.5 cm Cover

$$d = 650 - 75 - 18 = 557 \text{ mm}$$

$$V_u = q_u \cdot \left( \frac{B-a}{2} - d \right) \cdot L$$

$$V_u = 408.16 \cdot \left( \frac{2.8-0.50}{2} - 0.557 \right) \cdot 2.8 = 677.71 \text{ Kn}$$

$$\phi.V_c = \phi \cdot \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d$$

$$\phi.V_c = 0.75 \cdot \frac{1}{6} \cdot \sqrt{28} \cdot 2100 \cdot 413 = 573.6 \text{ Kn}$$

$$\phi.V_c = 573.6 \text{ KN} > V_u = 382.5 \text{ Kn}$$

$\therefore$  Safe

## 2- Design of Two Way Shear Strength :-

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

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

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

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

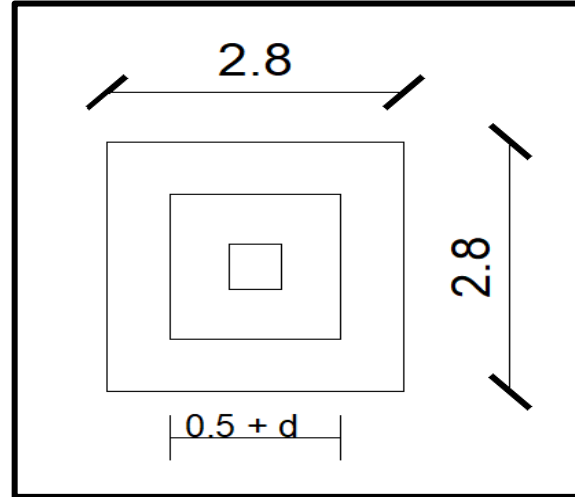


Fig (4.23): two way shear

Where:-

$$\beta_c = \frac{\text{Column Length (a)}}{\text{Column Width (b)}} = \frac{50}{50} = 1$$

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

$$b_o = 2 * (55.7 + 50) + 2 * (55.7 + 50) = 422.8 \text{ cm}$$

$\alpha_s = 40$  for interior column

$$\phi.V_c = \phi \cdot \frac{1}{6} \left( 1 + \frac{2}{\beta_c} \right) \sqrt{f'_c} b_o d = \frac{0.75}{6} * \left( 1 + \frac{2}{1} \right) * \sqrt{24} * 4228 * 557 = 4326.4 \text{ Kn}$$

$$\phi.V_c = \phi \cdot \frac{1}{12} \left( \frac{\alpha_s}{b_o/d} + 2 \right) \sqrt{f'_c} b_o d = \frac{0.75}{12} * \left( \frac{40 * 557}{4228} + 2 \right) * \sqrt{24} * 4228 * 557 = 5241.9 \text{ Kn}$$

$$\phi.V_c = \phi \cdot \frac{1}{3} \sqrt{f'_c} b_o d = \frac{0.75}{3} * \sqrt{24} * 4228 * 557 = 2884.27 \text{ Kn}$$

$$\Phi V_c = 2884.27 \text{ Kn} > V_u = 2743.9 \text{ Kn}$$

### 3- Design of Bending Moment :-

Critical Section at the Face of Column

$$FR = q_u * \left(\frac{B-a}{2}\right) * L = 408.16 * \left(\frac{2.8-0.50}{2}\right) * 2.8 = 1314.28 \text{Kn}$$

$$M_u = 408.16 * 2.8 * 1.15 * 1.15 / 2 = 755.71 \text{Kn.m}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{755.71 \times 10^6}{0.9 \times 2800 \times 557^2} = 0.97 \text{Mpa}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}} \right) = \frac{1}{17.6} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.97}{420}} \right) = 0.00237$$

$$A_{s, \text{req}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.00237 \times 2800 \times 557 = 3696.25 \text{ mm}^2$$

$$A_{s, \text{min}} = 0.0018 \times 2800 \times 650 = 3276 \text{ mm}^2$$

$$A_{s, \text{req}} = 3696.25 > A_{s, \text{min}} = 3276 \text{ mm}^2$$

**$A_{s, \text{req}} = 3696.25 \dots \dots \dots$  is control**

**Check for Spacing :-**

$$S = 3h = 3 * 65 = 195 \text{cm}$$

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

$$S = 20 \text{ cm} \dots \dots \dots \text{ is control}$$

**Use 12 $\phi$ 20 in Both Direction,  $A_{s, \text{provided}} = 3768 \text{mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 3696.25 \text{ mm}^2 \dots \text{ Ok}$**

**Check for strain:-**

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{3768 \times 420}{0.85 \times 2800 \times 24} = 27.7 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{27.7}{0.85} = 32.6 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left( \frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left( \frac{557 - 32.6}{32.6} \right) = 0.0482 > 0.005 \dots \dots \text{ Ok}$$

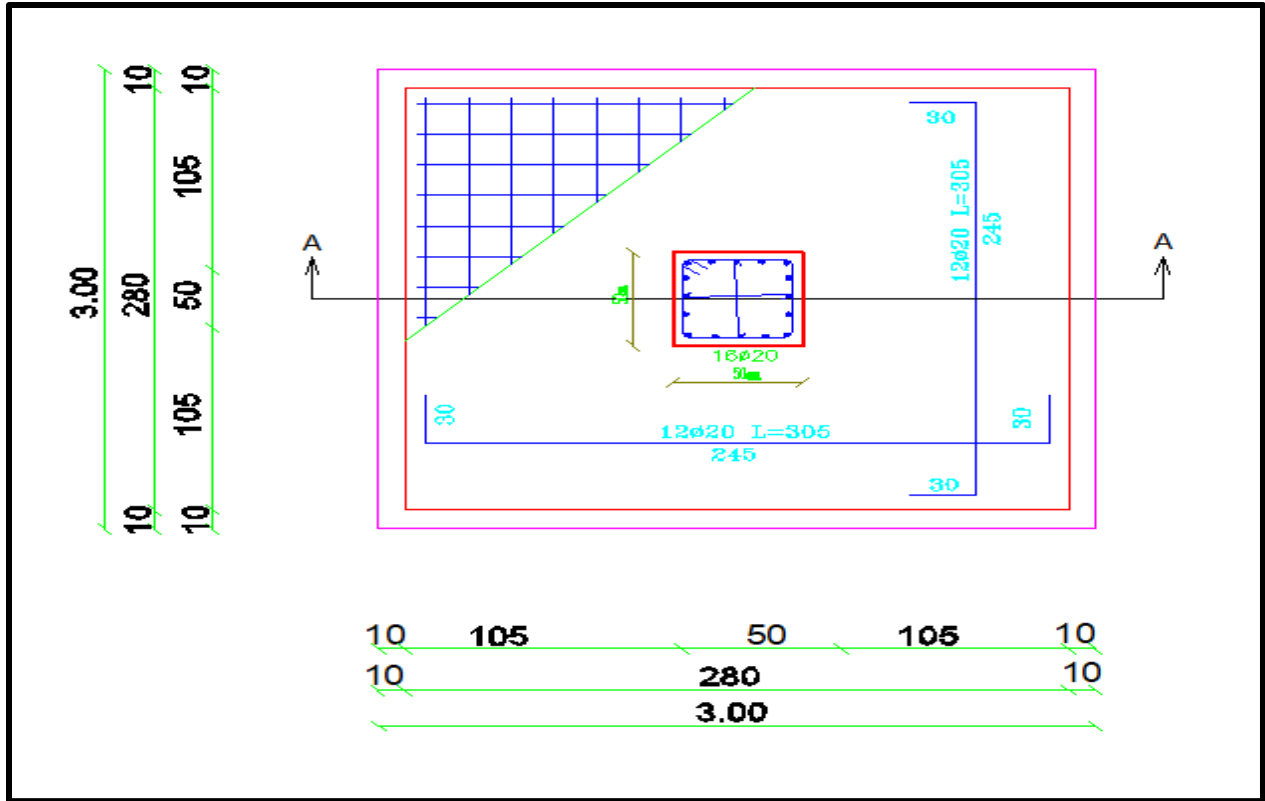


Fig 4.24 :Foot Reinforcement Details.

## الفصل الخامس

### النتائج والتوصيات

١-٥ مقدمة .

٢-٥ النتائج .

٣-٥ التوصيات .

### ١-٥ 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 للمكتبة المقترح بناؤها في رام الله. وتم إعداد المخططات الإنشائية بشكل مفصل ودقيق وواضح لتسهيل عملية البناء، ويقدم هذا التقرير شرحاً لجميع خطوات التصميم المعمارية والإنشائية للمبنى.

### ٢-٥ النتائج :-

١. يجب على كل طالب أو مصمم إنشائي أن يكون قادراً على التصميم بشكل يدوي حتى يستطيع امتلاك الخبرة والمعرفة في استخدام البرامج التصميمية المحوسبة.
٢. من العوامل التي يجب أخذها بعين الاعتبار، 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 الاعتبار.
٤. القيمة الخاصة بقوة تحمل التربة هي  $400\text{KN/m}^2$ .
٥. لقد تم استخدام نظام عقدات المفرغة (Ribbed Slab) في كثير من العقدات نظراً لطبيعتها وشكل المنشأ، كما تم استخدام نظام العقدات المصمتة (Solid Slab) في مناطق بيت الدرج، نظراً لكونها أكثر فاعلية من عقدات الأعصاب في تحمل ومقاومة الأحمال المركزة.
٦. برامج الحاسوب المستخدمة:-  
هناك عدة برامج حاسوب تم استخدامها في هذا المشروع وهي:-  
a. AUTOCAD (20) :- و ذلك لعمل الرسومات المفصلة للعناصر الإنشائية.  
b. ATIR :- للتصميم والتحليل الإنشائي للعناصر الإنشائية.  
c. Microsoft Office XP :- تم استخدامه في أجزاء مختلفة من المشروع مثل كتابة النصوص والتنسيق وإخراج المشروع، وإعداد الجداول المرافقة للتصميم.
٧. الأحمال الحية المستخدمة في هذا المشروع كانت من كود الأحمال الأردني.
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.

**٣-٥ التوصيات :-**

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

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

تم بحمد الله