جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة والتكنولوجيا

دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

تخصص هندسة مدنية فرع هندسة مباني

مقدمة مشروع التخرج

التصميم الإنشائي لمركز أبحاث رابطة الجامعيين

فريق العمل :

بكر عارف الطرمان — **عبد الله محمد القرنه**

محمد جمال هماش — **مصعب ذيب نوفل**

إشراف:

م. سفيان الترك

فلسطين – الخليل

بسم الله الرحمن الرحيم

عمل التصاميم والتفاصيل الإنشائية الكاملة لمركز ابحاث رابطة الجامعيين

فريق العمل :

بكر عارف الطرمان — **عبد الله محمد القرنه**

محمد جمال هماش — **مصعب ذيب نوفل**

إشراف :

م. سفيان الترك

تقرير مقدمة مشروع التخرج

مقدم إلى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في كلية الهندسة والتكنولوجيا

جامعـــة بوليتكنك فلسطيـــن

للوفاء بجزء من متطلبات الحصول على

درجة البكالوريوس في الهندسة تخصص هندسة المباني

كلية الهندسة والتكنولوجيا

دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل-فلسطين

٢٠١٤م

شهادة تقييم مقدمة مشروع التخرج

جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل – فلسطين

عمل التصاميم والتفاصيل الإنشائية الكاملة لمركز ابحاث رابطة الجامعيين

فريق العمل

بكر عارف الطرمان — **عبد الله محمد القرنه**

محمد جمال هماش — **مصعب ذيب نوفل**

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

توقيع مشرف المشروع	**توقيع رئيس الدائرة**
م.سفيان الترك	**د. غسان الدويك**

٢٠١٤م

الإهـــــــــــــــــــــــــــداء

إلى. . . المعلم الأول . . .رسولنا الكريم سيد البشرية محمد بن عبد الله.

إلى . . .من هم احق منا بالحياة إلى . . .الشهداء.

إلى. . .الأسود الرابضة خلف القضبان . . .إلى من كسروا قيد السجان. . .الأسرى.

إلى. . .أنشودة الصغر وقدوة الكبر إلى. . .ابي العزيز .

إلى . . .نبع العطاء وسيد الحنان إلى . . . أمي العزيزة.

إلى . . .عنوان سعادتي إلى . . .إخوتي الأعزاء .

إلى . . . هبة السماء . . .أصدقائي الأوفياء .

إلى . . .الشموع التي إحترقت لتنير الدرب إلى. . .أساتذتي.

إلى. . .من عرفتهم في هذا الصرح العلمي إلى. . .زملائي وزميلاتي.

إلى من احبني وأحببته . . .الحب الأول والأخير . . . . . .

إلى منهل العلم إلى . . . .جامعتي .

نقدم هذا الجهد المتواضع.

فريق العمل

الشكـــــــر والتقـــــــدير

إن الشكر والمنة لا تليق إلا لواهب العقول ومنير الدروب لله عز وجل جلاله.

كما ونتقدم بجزيل الشكر والإمتنان

إلى . . .بانية الجيل الواعد . . . . جامعة بوليتكنيك فلسطين .

إلى كلية الهندسة والتكنولوجيا .

إلى . . .دائرة الهندسة المدنية والمعمارية. . .بطاقمها الاداري و التدريسي.

إلى . . .المشرف على هذا البحث المهندس الفاضل. . .سفيان الترك.

والشكر واصل لكل من ساهم في إنجاز هذا الجهد المتواضع.

ولا ننسى من دعمنا ماديا ومعنويا .

لهم منا جميعاً كل التقدير والاحترام.

فريق العمل

ملخص المشروع

عمل تصميم إنشائي كامل لمبنى مركز ابحاث رابطة الجامعيين بجميع تفصيلاته وعناصره المختلفة.

فريق العمل:

بكر عارف الطرمان **عبد الله محمد القرنه**

محمد جمال هماش **مصعب ذيب نوفل**

جامعة بوليتكنك فلسطين-٢٠١٣م

إشراف : م.سفيان الترك

تتلخص فكرة هذا المشروع في عمل التصميم الإنشائي وكافة التفاصيل الإنشائية اللازمة لمركز أبحاث تابع لجامعة بوليتكنك فلسطين والذي يتألف من خمسة طوابق والذي يقع في مدينة الخليل.

وهذا المشروع مكون من خمسة طوابق ويحتوي على الكثير من الفعاليات التي يحتاجها أي شخص مع كل وسائل الراحة، وقد صمم هذا المبنى على أحدث الطرز المعمارية، فبالإضافة إلى احتوائها على وسائل الراحة والأمان، وضعت المصاعد الكهربائية لخدمة مرتادي هذا المبنى.

وهذا المبنى هو خرسانة مسلحة تم تصميمه وفقا لكود الخرسانة الأمريكي، ويحتوي المشروع على التفاصيل الكاملة لتحليل الأوزان الرأسية والأفقية ومن ثم توزيعها على العناصر الإنشائية الأفقية والراسية، ثم التحاليل الإنشائية الخاصة بكل عنصر، ثم التصميم الكامل حسب الكود المتبع، و قد تمت مراجعة جميع الخرائط المعمارية لتتوافق مع التصاميم الإنشائية كما تم تجهيز جميع المخططات الإنشائية مع التفاصيل التنفيذية الكاملة.

Abstract

Structural Design and Details of Research center belonging to the Palestine Polytechnic University.

Project Team

Musab Nofal **Bakr Al-Trman**

Abdullah Al-Qurna **Mohammad Hammash**

Palestine Polytechnic University-2014

Supervisor

Eng: Sufian Al-Turk

The main idea of this project is to prepare all structural design and executive details for The Research center belonging to the Palestine Polytechnic University. in the center of Hebron city.

This building consists of five Stores and it contains all activities required for any person.

This building is a reinforced concrete structure, and it was designed according to the ACI-code-08.

The project contains the structural analysis for vertical and horizontal loads and the structural design and details for each member in the project.

Table of Contents

فهرس المحتويات

	رقم الصفحة
صفحة العنوان الرئيسية	I
صفحة تقرير مقدمة مشروع التخرج	II
صفحة شهادة تقييم مقدمة مشروع التخرج	III
صفحة الإهداء	IV
صفحة الشكر والتقدير	V
صفحة الملخص باللغة العربية	VI
صفحة الملخص باللغة الانجليزية	VII
صفحة قائمة الاختصارات	XIV

الفصل الأول	المقدمة	١
١-١	المقدمة	٢
١-٢	أهداف المشروع	٢
١-٣	مشكلة المشروع	٣
١-٤	حدود مشكلة المشروع	٣
١-٥	المسلمات	٣
١-٦	فصول المشروع	٤
١-٧	اجراءات المشروع	٤

الفصل الثاني	الوصف المعماري	٦
٢-١	مقدمة	٧
٢-٢	لمحة عن المشروع	٧
٢-٣	موقع المشروع	٧

٢-٤	وصف المساقط الأفقية	٨
٢-٤-١	طابق التسوية	٨
٢-٤-٢	الطابق الأرضي	٩
٢-٤-٣	الطابق الأول	٩
٢-٤-٤	الطابق الثاني	١٠
٢-٤-٥	الطابق الثالث	١١
٢-٥	وصف الواجهات	١٢
٢-٥-١	الواجهة الجنوبية	١٢
٢-٥-٢	الواجهة الشمالية	١٢
٢-٥-٣	الواجهة الشرقية	١٣
٢-٥-٤	الواجهة الغربية	١٣

الفصل الثالث:	الوصف الإنشائي	١٤
٣-١	مقدمة	١٥
٣-٢	هدف التصميم الإنشائي	١٥
٣-٣	الدراسات النظرية للعناصر الإنشائية في المبنى	١٥
٣-٣-١	الأحمال	١٦
٣-٣-٢	الأحمال الميتة	١٦
٣-٣-٣	الأحمال الحية	١٦
٣-٣-٤	الأحمال البيئية	١٧
٣-٣-٤-١	الرياح	١٨
٣-٣-٤-٢	الثلوج	١٨
٣-٣-٤-٣	الزلازل	١٩
٣-٤	العناصر الإنشائية	١٩

٣-٤-١	العقدات	١٩
٣-٤-١-١	العقدات المصمتة والمسطحة	٢٠
٣-٤-١-٢	عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد	٢٠
٣-٤-١-٣	عقدات العصب ذات الاتجاهين	٢١
٣-٤-٢	الجسور	٢١
٣-٤-٣	الأعمدة	٢٢
٣-٤-٤	الجدران الحاملة (جدران القص)	٢٣
٣-٤-٥	الأساسات	٢٤
٣-٤-٦	الأدراج	٢٤
٣-٤-٧	الجدران الإستنادية	٢٥
٣-٤-٨	فواصل التمدد	٢٦

Chapter 4	**Structural Design & Analysis**	**27**
4.1	**Introduction**	**28**
4.2	**Determination of Slab Thickness.**	**28**
4.3	**Determination of Factored Load of ribs**	**29**
4.4	**Design of topping.**	**30**
4.5	**Design of one way Rib slab.**	**30**
4.6	**Design of two way Rib slab.**	**40**
4.7	**Design of Beam.**	**52**
4.8	**Design of Long Column.**	**64**
4.9	**Design of Footing.**	**69**
4.10	**Design of Stairs.**	**77**
4.11	**Design Basement wall.**	**84**
4.12	**Design shear wall.**	**88**

فهرس الجداول

جدول (١-١)	الجدول الزمني للمشروع خلال السنة الدراسية ٢٠١٣/٢٠١٤	٥

جدول (٣-١)	الكثافة النوعية للمواد المستخدمة	١٦
جدول (٣-٢)	الأحمال الحية	١٧
جدول (٣-٣)	قيمة أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر	١٨

فهرس الأشكال

شكل (٢-١)	مخطط طابق التسوية	٨
شكل (٢-٢)	مخطط الطابق الأرضي	٩
شكل (٢-٣)	مخطط الطابق الأول	١٠
شكل (٢-٤)	مخطط الطابق الثاني	١١
شكل (٢-٥)	مخطط الطابق الثالث	١١
شكل (٢-٦)	الواجهة الجنوبية	١٢
شكل (٢-٧)	الواجهة الشمالية	١٢
شكل (٢-٨)	الواجهة الشرقية	١٣
شكل (٢-٩)	الواجهة الغربية	١٣
شكل (٣-١)	عقدة مصمته	٢٠
شكل (٣-٢)	عقدة العصب ذات الاتجاه الواحد	٢٠
شكل (٣-٣)	عقدة العصب ذات الاتجاهين	٢١
شكل (٣-٤)	أشكال الجسور المدلاة والمسحورة	٢١
شكل (٣-٥)	احدى أشكال الأعمدة	٢٢
شكل (٣-٦)	جدار القص	٢٣
شكل (٣-٧)	الأساس المنفرد	٢٤
شكل (٣-٨)	الدرج	٢٥
شكل (٣-٩)	جدار استنادي	٢٥

شكل (٣-١٠)	فاصل التمدد بالمبنى	٢٦
شكل (٤-١)	Therd Floor Slab	٢٨
شكل (٤-٢)	Rib R2 geometry	٣٢
شكل (٤-٣)	loading of rib R2	٣٢
شكل (٤-٤)	Moment Envelop of rib R2	٣٣
شكل (٤-٥)	Shear Envelop of rib R2	٣٣
شكل (٤-٦)	Beam Geometry	٤٢
شكل (٤-٧)	Load of beam	٤٢
شكل (٤-٨)	Moment Envelop for Beam	٤٢
شكل (٤-٩)	Shear Envelop for Beam	٤٣

List of Abbreviations

- **Ac** = area of concrete section resisting shear transfer.
- **As** = area of non-prestressed tension reinforcement.
- **A_S =** area of non-prestressed compression reinforcement.
- **Ag** = gross area of section.
- **Av** = area of shear reinforcement within a distance (S).
- **At** = area of one leg of a closed stirrup resisting tension within a (S).
- **b** = width of compression face of member.
- **bw** = web width, or diameter of circular section.
- **C_c =** compression resultant of concrete section.
- **C_s** = compression resultant of compression steel.
- **DL** = dead loads.
- **d** = distance from extreme compression fiber to centroid of tension reinforcement.
- **Ec** = modulus of elasticity of concrete.
- **f_c** = compression strength of concrete .
- **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 or in direction parallel to longitudinal reinforcement.
- **Vc** = nominal shear strength provided by concrete.
- **Vn** = nominal shear stress.
- **Vs** = nominal shear strength provided by shear reinforcement.
- **Vu** = factored shear force at section.

- **Wc** = weight of concrete. (Kg/m^3).
- **W** = width of beam or rib.
- **Wu** = factored load per unit area.
- Ø = strength reduction factor.
- ε_c **=** compression strain of concrete = 0.003mm/mm.
- ε_s **=** strain of tension steel**.**
- $\acute{\varepsilon}_s$ **=** strain of compression steel.
- **ρ** = ratio of steel area .

الفصـــــــــل الأول

المقدمـــــة

1

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.

١.١المقدمة:

الجامعات بطبيعتها تحتاج إلى المعرفة والتقدم في مجال الأبحاث خاصة في ظل الظروف المحيطة بها في المجتمع الفلسطيني ،وإنطلاقاً من هذه الأهمية ، جاءت فكرة هذا المشروع الذي يعنى بدراسة مبنى مركز أبحاث تابع لجامعة بوليتكنيك فلسطين كمشروع يمكن تصميمه وتطبيقه معمارياً وإنشائياً .

تتطلب عملية التصميم عامة الأخذ بجميع النواحي للمبنى المراد إنشاؤه سواء من الناحية المعمارية التي تعنى بالمظهر العام للمبنى وكيفية توزيع الفراغات والمساحات داخله وربط الأقسام المختلفة ببعضها البعضأو من الناحية الإنشائية التي تعنى بتوفير النظام الإنشائي القادر على التحمل الآمن للأحمال المؤثرة على المبنى مع مراعاة الناحية الاقتصادية الأدنى الممكنة لهذا النظام الإنشائي بما لا يتعارض مع التصميم المعماري المختار. و كذلك لا بد من الأخذ بالاعتبار النواحي المتعلقة بالتمديدات الكهربائية بما يتلاءم مع طبيعة المشروع المنشأ وعناصره الميكانيكية كأنظمة التدفئة والتبريد والصرف الصحي.

يتضمن المشروع تصميم النظام الإنشائي لمركز أبحاث تابع لجامعة بوليتكنيك فلسطين يتكون من خمسة طوابق وهو مشروع اعتيادي من حيث توزيع العناصر الإنشائية كالأعمدة والجسور بما يتلاءم مع المخططات المعمارية ومن ثم تصميم هذه العناصر ابتداء من العقدات وانتهاء بالقواعد و الأساسات ومن ثم تجهيز المخططات الإنشائية التنفيذية وذلك من أجل الخروج بمشروع متكامل و قابل للتنفيذ.

٢.١ أهداف المشروع:

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

١. اكتساب المهارة في القدرة على اختيار النظام الإنشائي المناسب للمشاريع المختلفة وتوزيع عناصره الإنشائية على المخططات، بما يتناسب مع التخطيط المعماري له.
٢. القدرة على تصميم العناصر الإنشائية المختلفة.

٣. تطبيق وربط المعلومات التي تم دراستها في المساقات المختلفة.

٤. إتقان استخدام برامج التصميم الإنشائي.

١.٣ مشكلة المشروع:

يدور البحث حول تصميم العناصر الإنشائية لمركز أبحاث تابع لجامعة بوليتكنيك فلسطين متعدد الطوابق بحيث يتضمن التصميم الإنشائي مختلف العناصر الانشائية من البلاطات و الجسور والأعمدة و الأساسات بما يتلائم مع التوزيع الإنشائي لهذه العناصر وما لا يتعارض مع التصميم المعماري.

١.٤ حدود مشكلةالمشروع:

يقتصر العمل لهذا المشروع على الناحية الإنشائية فقط، حيث سيتم العمل خلال الفصلين الأول والثاني من السنة الدراسية (٢٠١٣ -٢٠١٤)من خلالمقدمة مشروع التخرج في الفصل الأول و مشروع التخرج في الفصل الثاني.

١.٥ المسلمات:

١. اعتماد الكود الأمريكي في التصاميم الإنشائية المختلفة (ACI-318-08) والأحمال من الكود الأردني.

٢. استخدام بعض برامج التحليل والتصميم الإنشائي مثل (Safe,Atir, STAAD pro. 2008).

١.٦ فصول المشروع:

يحتوي هذا المشروع على أربعة فصول وهي:

١. الفصل الأول: يشمل المقدمة العامة ومشكلة البحث و أهدافه.

٢. الفصل الثاني: يشمل الوصف المعماري للمشروع.

٣. الفصل الثالث: يشمل وصف العناصر الإنشائية للمبنى.

٤. الفصل الرابع: التحليل والتصميم الإنشائي للعناصر الإنشائية.

٧.١ إجراءات المشروع:

١. دراسة المخططات المعمارية وذلك لفهمها من النواحي المعمارية وتوافقها مع أهدافالمشروع و إختيار النظام الإنشائي الملائم والمناسب.

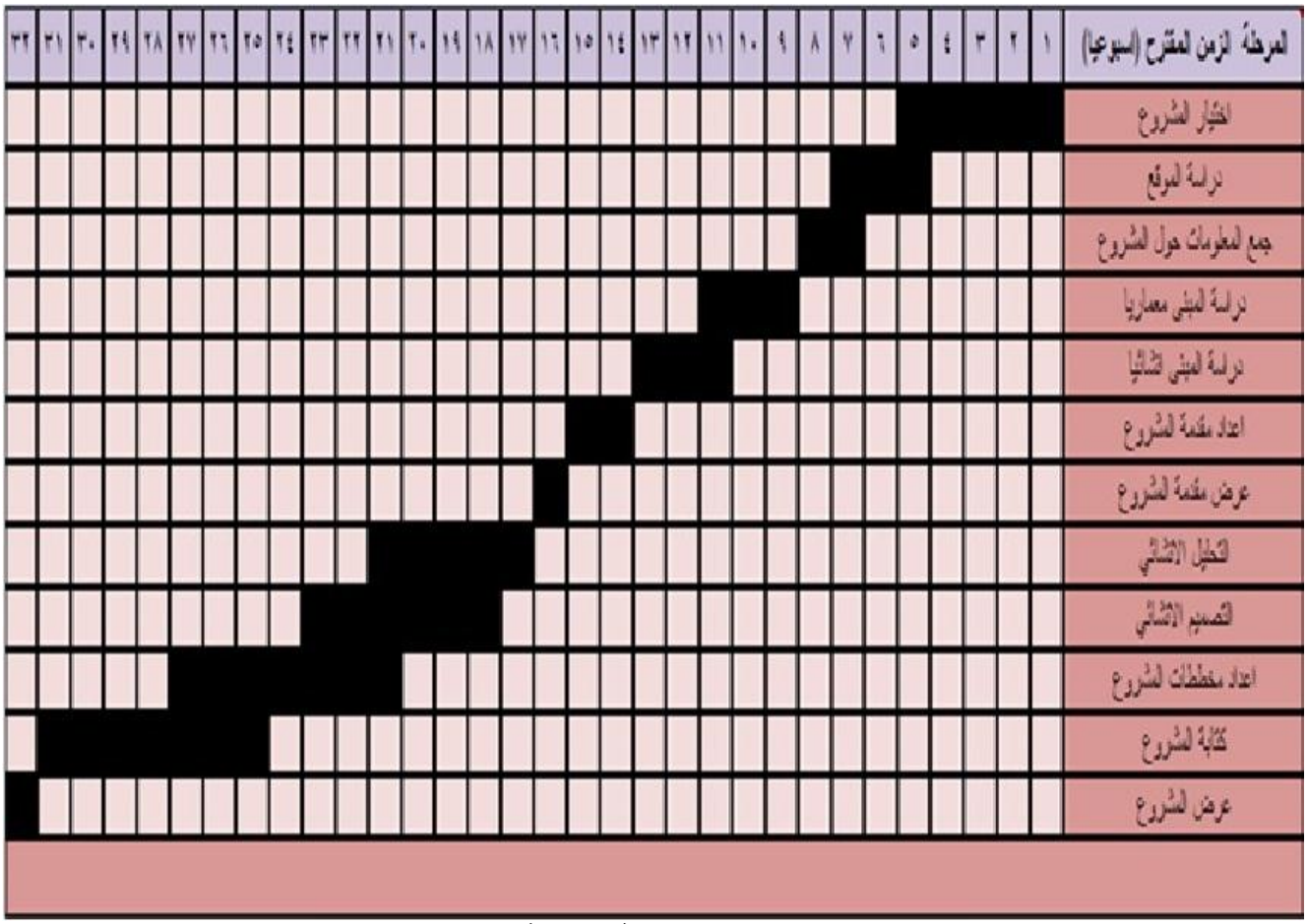
٢. دراسة العناصر الإنشائية المكونة للمبنى والآلية الأنسب لتوزيع هذه العناصر كالأعمدة والجسوروالأعصاب بشكل لا يصطدم مع التصميم المعماري الموضوع ويحقق الجانب الاقتصادي و عامل الأمان.

٣. تحديد الأحمال المؤثرة على المبنى وتحليل العناصر الإنشائية على هذه الأحمال .

٤. تصميم العناصر الإنشائية بناء على نتائج التحليل.

٥. إنجاز المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية التي تم تصميمها ليخرج المشروع بشكله النهائي المتكاملوالقابل للتنفيذ.

والجدول التالي يوضح تسلسل أعمال المشروع والزمن اللازم لكل نشاط :



جدول (١-١) الجدول الزمني للمشروع خلال السنة الدراسية (٢٠١٢)-(٢٠١٣)

الفصـــــل الثانـــــــــــي

الوصف المعمـــــــاري

2

٢.١ مقدمة.

٢.٢ لمحة عن المشروع.

٢.٣ موقع المشروع.

٢.٤ وصف المساقط الأفقية للمبنى.

٢.٥ وصف الواجهات.

١.٢ مقدمة:

لأداء أي عمل لابد أن يتم إنجازه على أكمل وجه، ولإقامة أي بناء لابد أن يتم تصميمه من جميع النواحي التي توفر الراحة والأمان لمستخدميه، حيث يبدأ أولا التصميم المعماري للمبنى بما يتلائم مع وظيفته والغاية من تنفيذه بأن يتم تحديد شكل المنشأ مع الأخذ بعين الاعتبار تحقيق الوظائف و المتطلبات المختلفة ، إذ يجري التوزيع الأولي لمرافقه بهدف تحقيق الفراغات و الأبعاد المطلوبة، ويتم بهذه العملية دراسة الإنارة و العزل و التهوية والتنقل والحركة وغيرها من المتطلبات الوظيفية.

٢.٢ لمحة عن المشروع:

المشروع عبارة عن مبنى مركز أبحاث تابع لجامعة بوليتكنيك فلسطين ويقوم المشروع على فكرة استغلال كافة الفراغات لتعمل على خدمة المستخدمين بشكل جيد.

وقد كانت هذه الأفكار ترتكز بشكل أساسي على استعمالات المبنى وعلى العوامل المحلية التي تؤثر في التصميم مثل مدخل المبنى و أشعة الشمس واتجاه الرياح والمناخ وغيرها .

يتكون المبنى من طابق تسوية وآخر ارضي وطابق اول وطابق ثاني وطابق ثالث على جزء من قطعة أرض مساحتها ١٠ دونما، ومساحة البناءحوالي١١٦٥٨ متر مربع.

٣.٢ موقع المشروع:

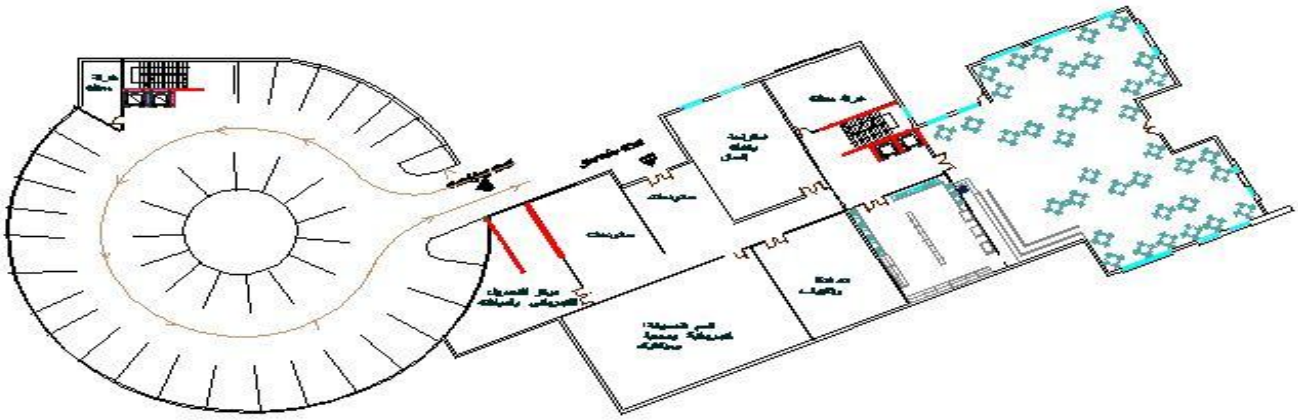
يقع المشروع على قطعة ارض تقع شمال شرق مدينة الخليل في منطقة نمرة حيث أن هذه المنطقة تتميز بارتفاعها واطلالتها المميزة، وتبلغ مساحتها حوالي(١٧.٦٨ دونم)حيث تكفي لإقامة المشروع عليها ويبلغ ارتفاع قطعة الارض حوالي(٩٦٦م)فوق سطح البحر، وتقع قطعة الارض على شارع نمره الرئيسيوتعتبر المنطقة ذات تجمع سكاني بالإضافة الى قربها من مجمع المدارس وتتوفر خدمات الماء والكهرباء والبنية التحتية في الموقع نفسه.

تم اختيار هذا الموقع وذلك لآنه هو الانسب من حيث مطابقتها للمعايير التصميمية والتخطيطية ومن ناحية جغرافية وبيئية وجمالية للمشروع فمساحتها كافية لمتطلبات التصميم وتتوفر فيها امكانية ترك مساحات للتوقيع المستقبلي.

٤.٢ وصف المساقط الأفقية:

١. طابق التسوية :

مساحة هذا الطابق هي ٢٥٠٠ متر مربع ويقسم هذا الطابق الى ثلاثة اقسام .فالقسم الاول عبارة عن موقف للسيارات ، اما القسم الثاني الذي يوفر خدمات المبنى والمتمثلة في (المستودعات،مركز التحويل الكهربائي والمولدات، التدفئة والتكيف،قسم الصيدلة والكهربائية والصحية و الميكانيكية، كذلك غرف لاستراحة الموظفين العاملين في المركز ويحتوي ايضا على قاعة طعام بمساحة تعادل تقريبا٤٠٠ متر مربع ويتم الوصول الى هذا الطابق عن طريق عناصر الحركة الافقية وكذلك عن طريق عناصر الحركة العمودية والمتمثلة في الادراج و المصاعد.



شكل (٢-١): مخطط طابق التسوية.

٢. الطابق الأرضي:

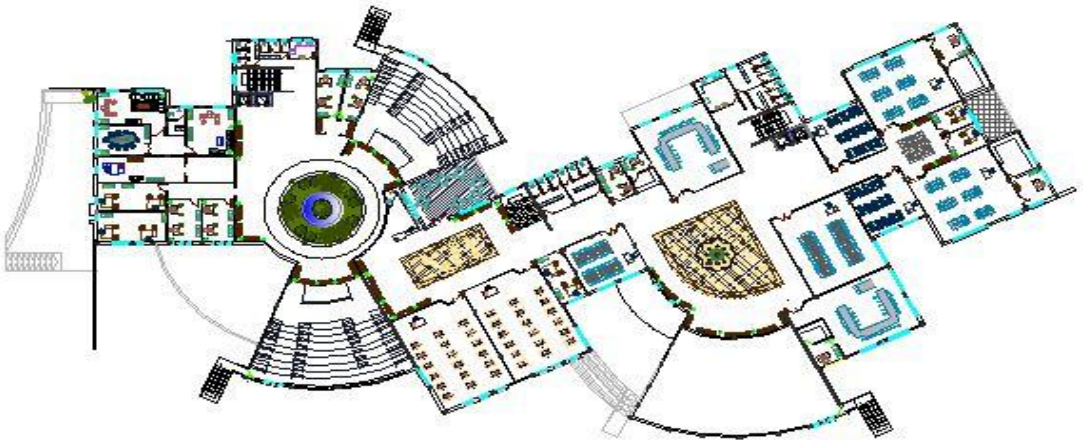
يتكون هذا الطابق من قسمين القسم الاول يتم الوصول اليه عن طريق ١٠ درجات عن منسوب الارض الطبيعي وبالإضافة الى توفر (Ramp) الذي يساعد ذوي الاحتياجات الخاصة، ويحتوي هذا القسم على المدخل الرئيسي وقاعة الاستقبال وستة قاعات للتدريس وعقد المحاضرات فيها وعلى وحدتين صحيتين ومساحات انتظار ومدرج ومصعدين ودرجين مستمرين لآخر المبنى ،اما القسم الثاني فيتم الوصول اليه من خلال القسم الاول أو عن طريق ثلاثة درجات من منسوب الارض وبالإضافة الى توفر (Ramp) ويحتوي هذا القسم على مدرجين ومكاتب الاستقبال وقاعة انتظار وقاعتين لعقد المحاضرات والتدريس وقبة في وسط هذا القسم ومصعدين ودرج يصل الى الطابق الذي يعلوه فقط ، وتبلغ مساحة القسم الاول ١٧٧١متر مربع ومساحة القسم الثاني ١٧٦١ متر مربع ومساحة الطابق ككل هي ٣٥٣٢ متر مربع.

شكل(٢-٢): مخطط الطابق الأرضي.

٣. الطابق الاول:

يتكون هذا الطابق من قسمين ، القسم الاول يتم الوصول اليه عن طريق درجين من الطابق الارضي وعن طريق المصاعد ويحتوي على ثمانية قاعات لعقد المحاضرات والتدريس ومكاتب وقاعة الانتظار ودرجين ومصعدين مستمرين لاخر المبنى ومساحة القسم الاول ١٧٧١ متر مربع كما يحتوي هذا القسم على امتداد المدرج الموجود

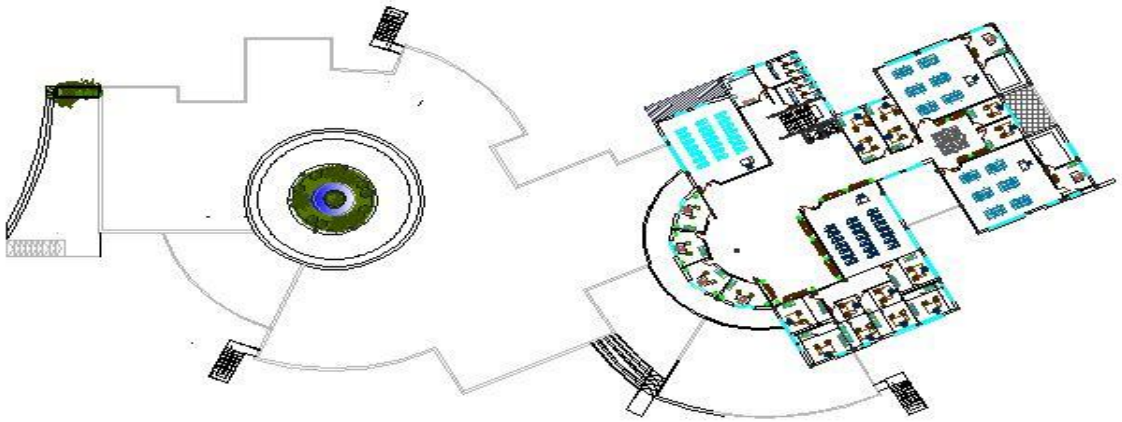
في الطابق الارضي (ارتفاع المدرج يعادل ارتفاع طابقين) ويتم الوصول الى هذا المدرج عن طريق درج خارجي يوصل الى الطابق الاول . اما القسم الثاني فيتم الوصول اليه عن طريق القسم الاول ويحتوي هذا القسم على قاعتين لعقد المحاضرات والتدريس وباضافة الى قاعة الانتظار ومكاتب وحدتين صحيتين ودرج يربط الطابق الارضي مع الطابق الاول ومصعدين وقبة وباضافة الى انه يحتوي على امتداد المدرجين في الطابق الارضي(ارتفاع المدرج يعادل ارتفاع طابقين) ويتم الوصول الى المردج من خلال درج خارجي يصل الى المدرج في الطابق الاول ومكاتب ومصعد ودرج مستمر لاخر المبنى ومساحة القسم الثاني ١٧٦١ متر مربع ،مساحة الطابق ككل ٣٥٣٢ متر مربع.



شكل (٢-٣): مخطط الطابق الأول.

٤. الطابق الثاني:

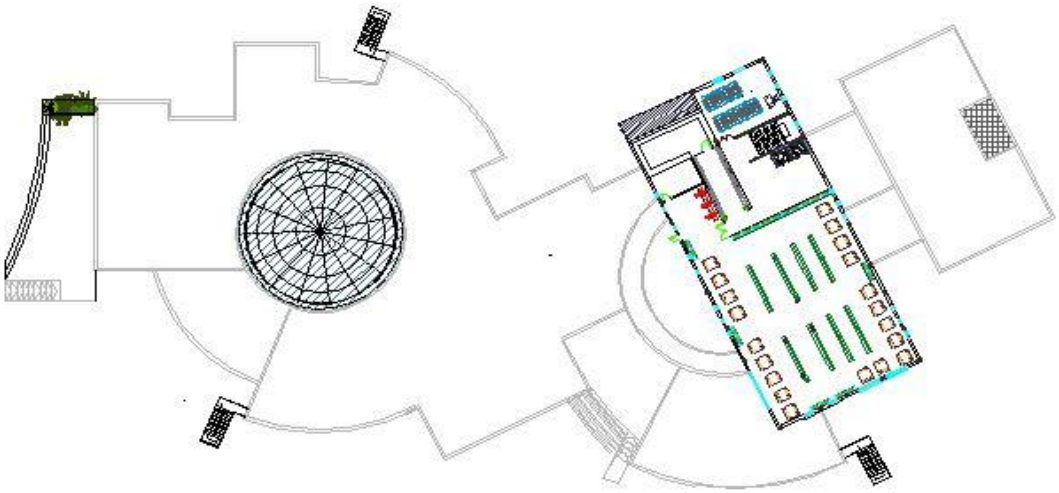
يتم الوصول اليه عن طريق درج الذي يربط بينه وبين الطابق الاول ويحتوي على أربع قاعات لعقد المحاضرات والتدريس ومكاتب وقاعة انتظار وباضافة الى وحدتين صحيتين ومطبخ صغير يعمل على خدمة مرتادي هذا الطابق ومساحة هذا القسم ١٢٩٤ متر مربع.



شكل (٢-٤): مخطط الطابق الثاني .

٥. الطابق الثالث :

وهو إستمرار للمبنى ويتم الوصول الى هذا الطابق عن طريق الدرج الذي يربط هذا الطابق مع الثاني وعن الطريق المصعدين ويحتوي هذا الطابق على قاعة تدريس وعقد المحاضرات فيها و يحتوي ايضا على المكتبة التابعة لمركز الابحاث و الوحدات صحية و مطبخ صغير لخدمة مرتادي هذا الطابق وتعادل مساحة هذا الطابق حوالي ٨٠٠ متر مربع .

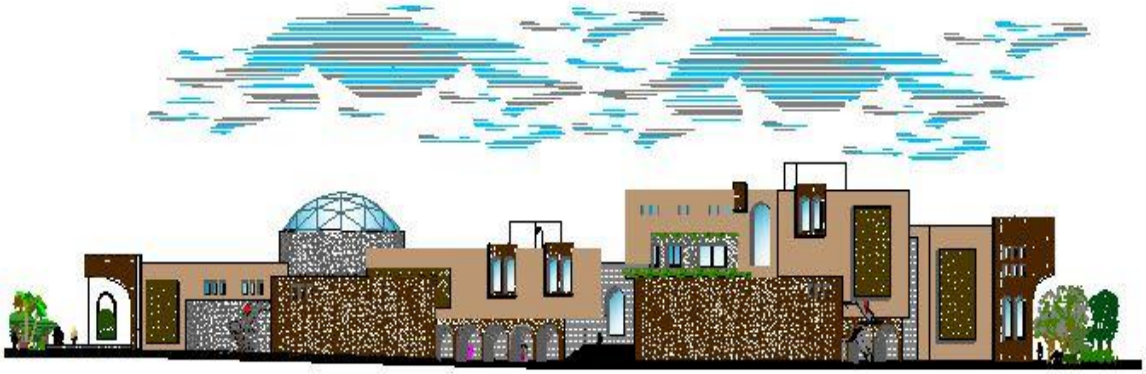


شكل (٢-٥): مخطط الطابق الثالث.

٥.٢ وصف الواجهات :

١. الواجهة الجنوبية:

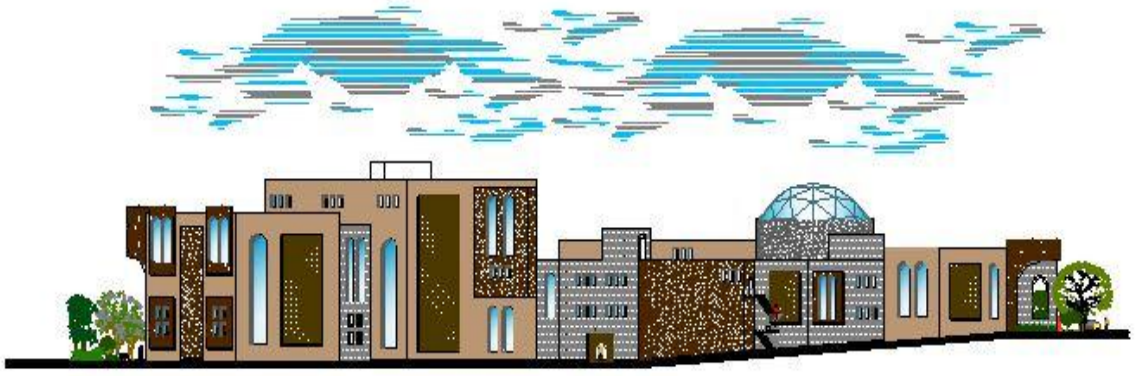
وتحتوي شرفات زجاجية وشبابيك طويلة وتمتاز هذه الواجهة بأنها زجاجية وحجرية والحجر المستخدم من الرخام البني، تعطي الواجهة جمالا معماريا يعكس رونق المبنى.



شكل(٢-٦) الواجهة الجنوبية

٢. الواجهةالشمالية:

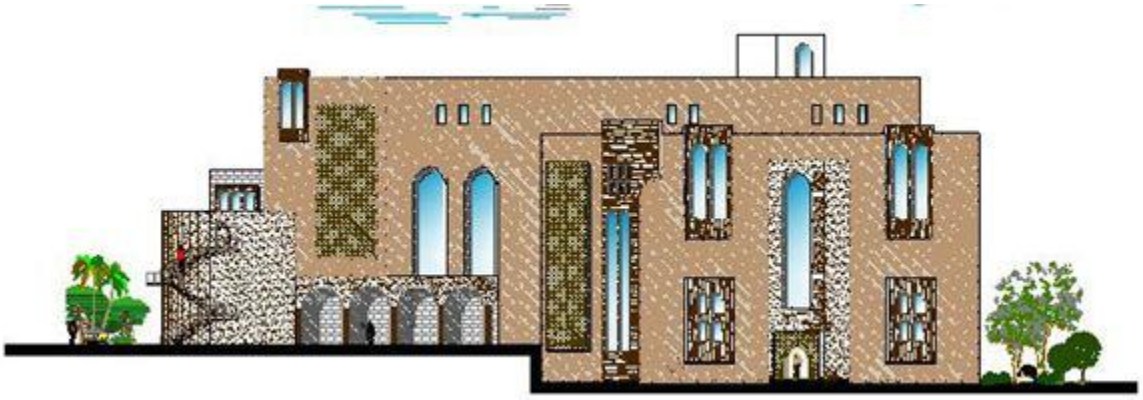
تشبه هذه الواجهة الواجهة الجنوبية ، النوافذ كبيرة ومستمرة وفيها شرفات و الواجهة زجاجية وحجرية كما في الشكل التالي:



شكل(٢-٧): الواجهة الشمالية.

٣. الواجهة الشرقية :

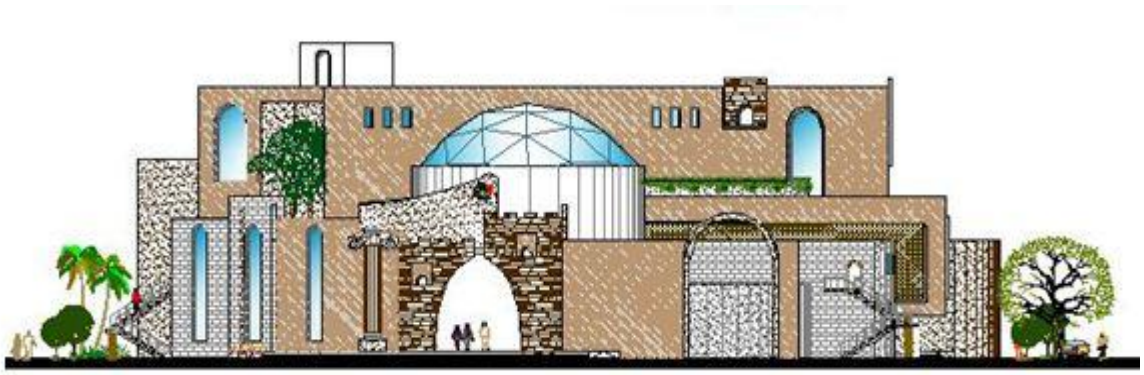
تتكون هذه الواجهة من اكثر من كتلة حيث ان الكتلة الاولى تحتوي على شبابيك طويلة والكتلة الثانية هي كتلة حجرية ، وهذه الكتل تعطي منظرا معماريا جميلاً لمبنىكذلك تحتوي على الادراج الخارجية التي توصل الى المدرج في الطابق الثاني .



شكل(٢-٨) : الواجهة الشرقية.

٤. الواجهة الغربية:

تتكون هذه الواجهة من اكثر من كتلة حيث ان الكتلة الاولى تحتوي على شبابيك طويلة والكتلة الثانية هي كتلة حجرية ، وهذه الكتل تعطي منظرا معماريا جميلاً لمبنى كذلك تحتوي على الادراج الخارجية التي توصل الى المدرج في الطابق الثاني وتحتوي ايضا على القبة بحيث تكون بارز بشكل واضح .



شكل(٢-٩): الواجهة الغربية.

الفصـــــــل الثالث

الوصف الانشائي

3

١.٣ المقدمة.

٢.٣ هدف التصميم الإنشائي.

٣.٣ الدراسات النظرية للعناصر الإنشائية في المبنى.

٤.٣ العناصر الإنشائية.

١.٣ مقدمة:

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

٢.٣ هدف التصميم الإنشائي:

يهدف التصميم الإنشائي بشكل أساسي إلى إنتاج منشأ متين ومتزن من جميع النواحي الهندسية الإنشائية ومقاوم لجميع المؤثرات الخارجية من أحمال ميتة وحية وأيضا أحمال بيئية من تأثير الزلازل والرياح والثلوج. **وبالتالي يتم تحديد العناصر الإنشائية بناء على:**

- ☑ الأمان (Safety): يتم تحقيقه عبر اختيار مقاطع للعناصر الإنشائية قادرة على تحمل القوى و الإجهادات الناتجة عنها.
- ☑ التكلفة (Cost): يتم تحقيقها عن طريق مواد البناء ومقاطع مناسبة التكلفة و كافية للغرض الذي ستستخدم من أجله.
- ☑ حدود صلاحية المبنى للتشغيل (Serviceability) من حيث تجنب أي هبوط زائد (Deflection) و تجنب التشققات (Cracks)التي تؤثر سلباً على المنظر المعماري المطلوب.
- ☑ الشكل و النواحي الجمالية للمنشأ.

٣.٣ الدراسات النظرية للعناصر الإنشائية في المبنى:

تعتبر الدراسة النظرية جزء رئيسي ومهم يجب القيام به لاتمام عملية التحليل والتصميم حيث انه من خلالها يمكن الوصول الى افضل ما يكون من عمليات التحليل لذلك يجب دراسة العنـــاصر الانشائية بشكل جيد وتحديد الاحمال الواقعة على كل عنصر للوصول التصميم المتين والامن وطريقة العمل المناسبة.

٣.٣.١الأحمال:

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

٣.٣.٢الأحمال الميتة:

هي أحمال تنجم عن وزن المبنى الذاتي الذي يتكون من أوزان مواد البناء المستخدمة حيث تتضمن جميع العناصر الإنشائية و التجهيزات الثابتة فهي أحمال تلازم المبنى بشكل دائم، بحيث تكون ثابتة المقدار والاتجاه.**وفيما يتعلق بالكثافة النوعية للمواد المستخدمة في المبنى فهي على النحو التالي :**

الرقم المتسلسل	المادة المستخدمة	الكثافة المستخدمة (KN/m^3)
1	البلاط	٢٣
2	المونة	٢٢
3	الخرسانة	٢٥
4	الطوب	١٠
5	القصارة	٢٢
6	الرمل	١٦

الجدول (٣-١) الكثافة النوعية للمواد المستخدمة.

٣.٣.٣ الأحمال الحية:

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

وهي تشمل :

١. أوزان الأشخاص مستعملي المنشأة.

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

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

الرقم المتسلسل	طبيعة الاستخدام	الحمل الحي (KN/m^2)
1	**مواقف السيارات**	**5.0**
2	**المخازن**	**5.0**
3	**الأدراج**	**5.0**
4	**المطاعم وصالات**	**5.0**
5	**المباني السكنية**	**2.5**
6	**منصات المسرح**	**7.5**
7	**قاعات المعدات**	**2**
8	**مكاتب الإستعلام**	**2.5**
9	**مباني عامه**	**5.0**

الجدول (٣-٢) الأحمال الحية.

٤.٣.٣ الأحمال البيئية

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

١. الرياح:

عبارة عن قوى أفقية تؤثر على المبنى ويظهر تأثيرها في المباني المرتفعة وهي القوى التي تؤثر بها الرياح على الأبنية أو المنشآت أو أجزاءها وتكون موجبة إذا كانت ناتجة عن ضغط وسالبة إذا كانت ناتجة عن شد، وتقاس بالكيلو نيوتن لكل متر مربع(KN/m^2)وتحدد أحمال الرياح اعتماداً على ارتفاع المبنى عن سطح الأرض، والموقع من حيث الإحاطة من مباني سواء كانت مرتفعة أو منخفضة.

٢. الثلوج:

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

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

و الجدول التالي يبين قيمة أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر حسب الكود الأردني.

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

الجدول (٣-٣): قيمة أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر.

٣. الزلازل:

من أهم الأحمال البيئية التي تؤثر على المبنى و هي عبارة عن قوى أفقية و رأسية يتولد عنها عزوم منها عزم الالتواء وعزم الانقلاب، ويمكن مقاومتها باستخدام جدران القص المصممة بسماكات و تسليح كافي يضمن سلامة المبنى عند تعرضه لمثل هذه الأحمالالتي يجب مراعاتها في عملية التصميم لتقليل الخطورة والمحافظة على أداء المبنى لوظيفته أثناء الزلازل، ويتم تحديد أحمال الزلازل وقوى القص اعتماداً ورجوعا إلى الكود المستخدم (UBC97).

٤.٣ العناصر الإنشائية:

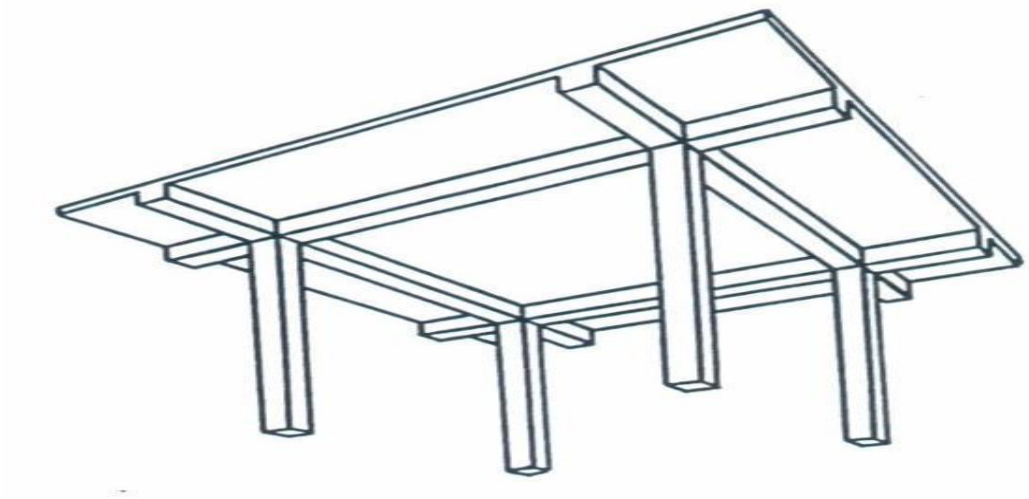
تتكون جميع المباني عادة من مجموعة من العناصر الإنشائية التي تتكاثف لكي تحافظ على استمرارية وجود المبنى وصلاحيته للاستخدام البشري، ومن أهم هذه العناصر، العقدات والجسور والأعمدة والجدران الحاملة والأساسات وغيرها.

١.٤.٣ العقدات:

هي عبارة عن العناصر الإنشائية القادرة على نقل القوى الرأسية بسبب الأحمال المؤثرة عليها إلى العناصر الإنشائية الحاملة في المبنى مثل الجسور والجدران والأعمدة، دون تعرضها إلى تشوهات.

توجد أنواع مختلفة وعديدة شائعة الاستعمال من العقدات الخرسانية المسلحة ، منها ما يلي :

١. **البلاطات المصمتة (Solid Slabs) :** ومنها ما هو باتجاه واحد و أخر في اتجاهين.



الشكل (٣-١): العقدات المصمتة.

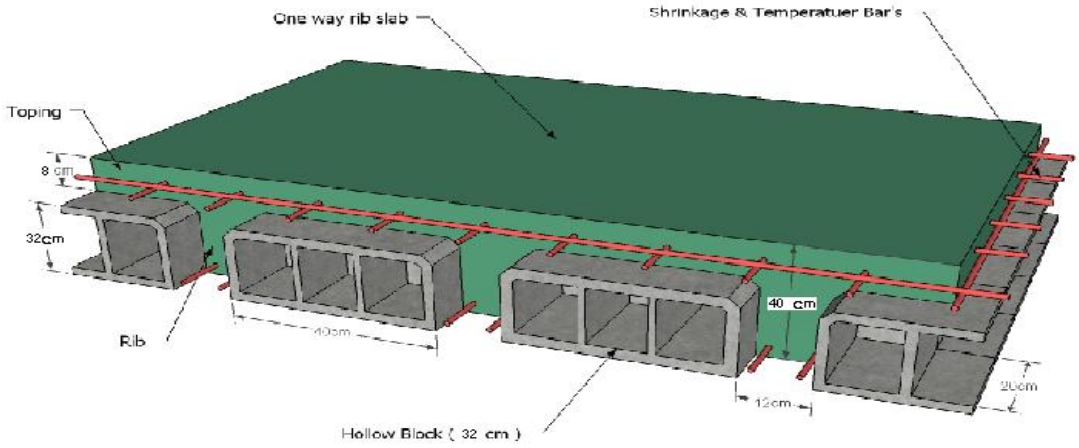
٢. **البلاطات المفرغة (Ribbed Slabs)** وتقسم إلى :

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

☑ عقدات العصب ذات الاتجاهين **(Two way ribbed slab).**

٣.١.٤.٢ عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد (One way Ribbed Slab):

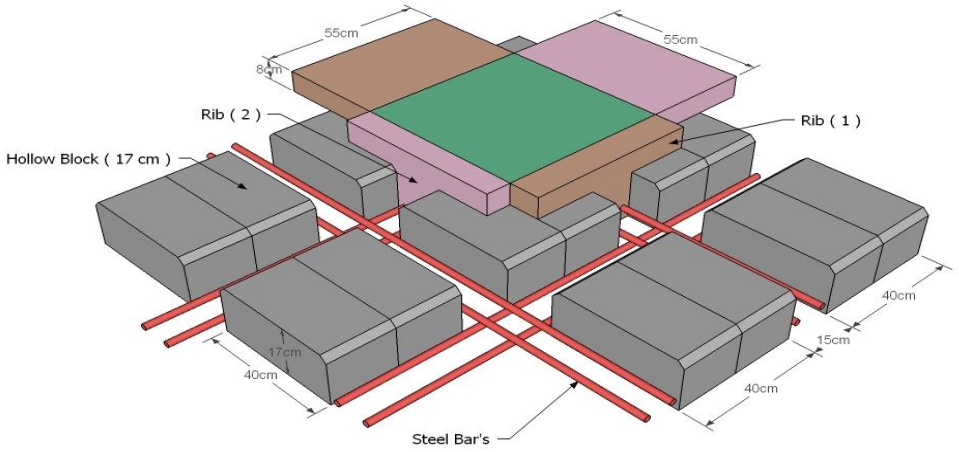
تتميز بخفة وزنهاوفعاليتها.



الشكل (٣-٢): عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد.

٣.١.٤.٣ عقدات العصب ذات الاتجاهين (Two way ribbed slab):

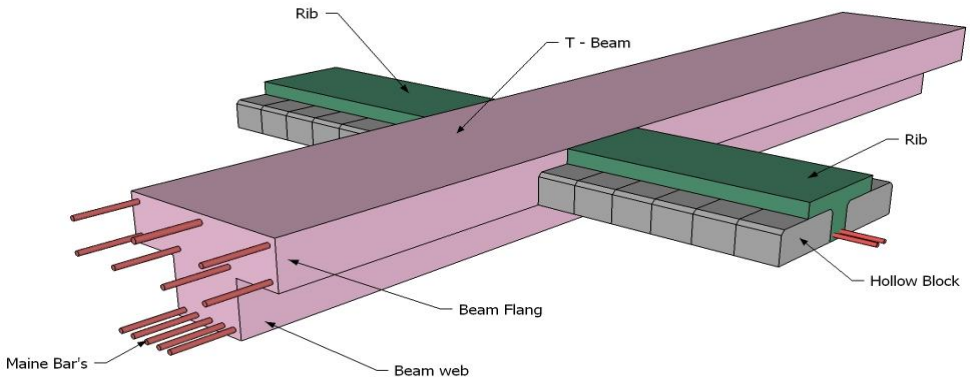
و هذا النوع لم يتم استخدامه في عقدات المبنى المختلفة ، و الشكل التالي يبين العقدات ذات الإتجاهين و تكوينها الانشائي.

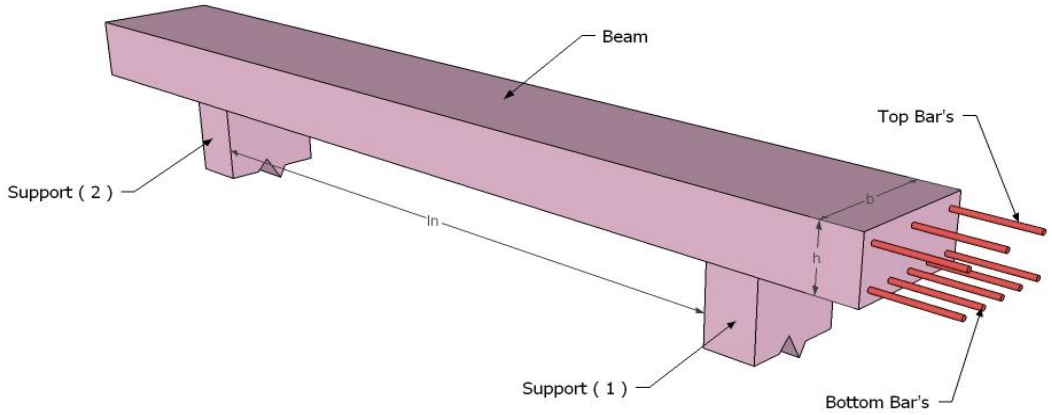


الشكل (٣-٣): عقدات العصب ذات الاتجاهين.

٢.٤.٣ الجسور:

وهي عناصر إنشائية أساسية في نقل الأحمال من الأعصاب داخل العقدة إلى الأعمدة ،وهي نوعين، جسور مسحورة (تكون مخفية داخل العقدات) والجسور المدلاة "Dropped Beams" وهي التي تبرز عن العقدة من الأسفل، وفي المشروع سنقوم باستخدام الجسور المسحورة والجسور المدلاة حسب الاحمال الواقعة على الجسر وكذلك حسب الفضاءات وبعد كل جسر.

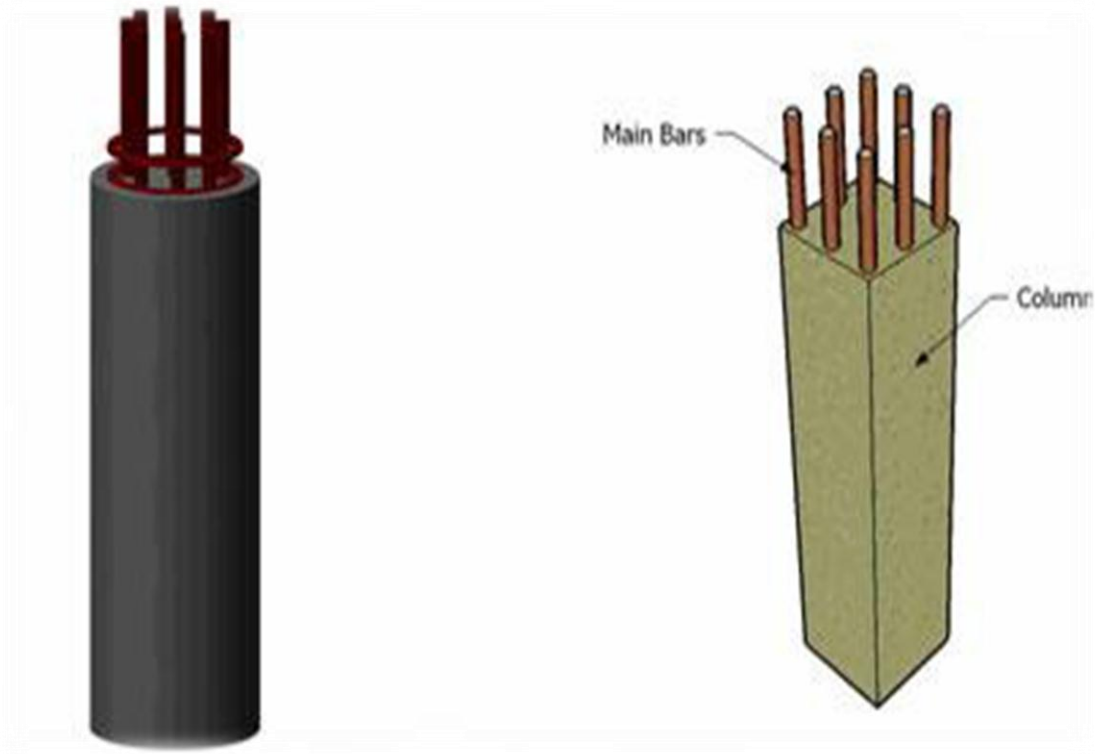




الشكل (٣-٤)أشكال الجسور المدلاة و المسحورة.

٣.٤.٣الأعمدة:

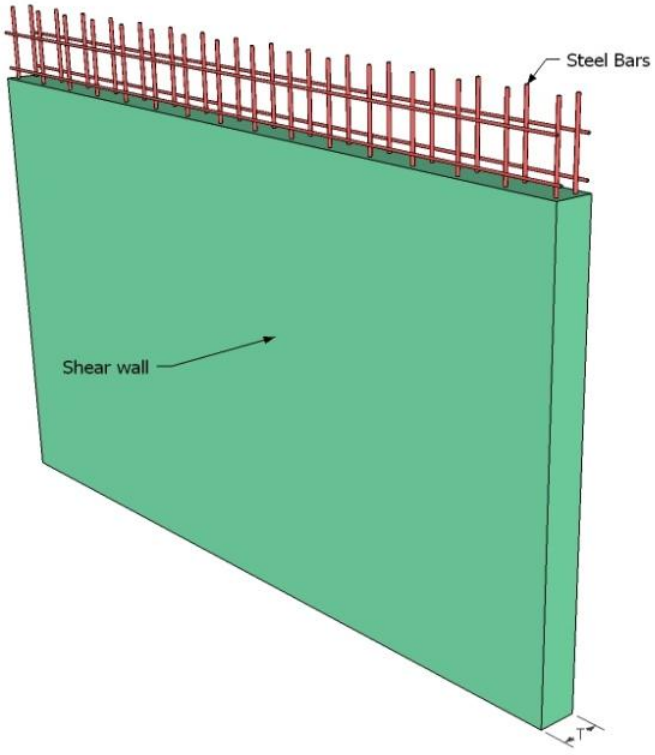
تعتبر الأعمدة العضو الرئيس في نقل الأحمال من العقدات والجسور إلى الأساسات، وبذلك فهي عنصر إنشائي ضروري ومهم فينقل الأحمال وثبات المبنى. لذلك يجب تصميمها بحيث تكون قادرة على حمل وتوزيع الأحمال الواقعة عليها ، و هي متنوعةمن حيث المقطع وطريقة العمل.



الشكل (٣-٥): احدى أشكال الأعمدة.

٤.٤.٣ الجدران الحاملة (جدران القص):

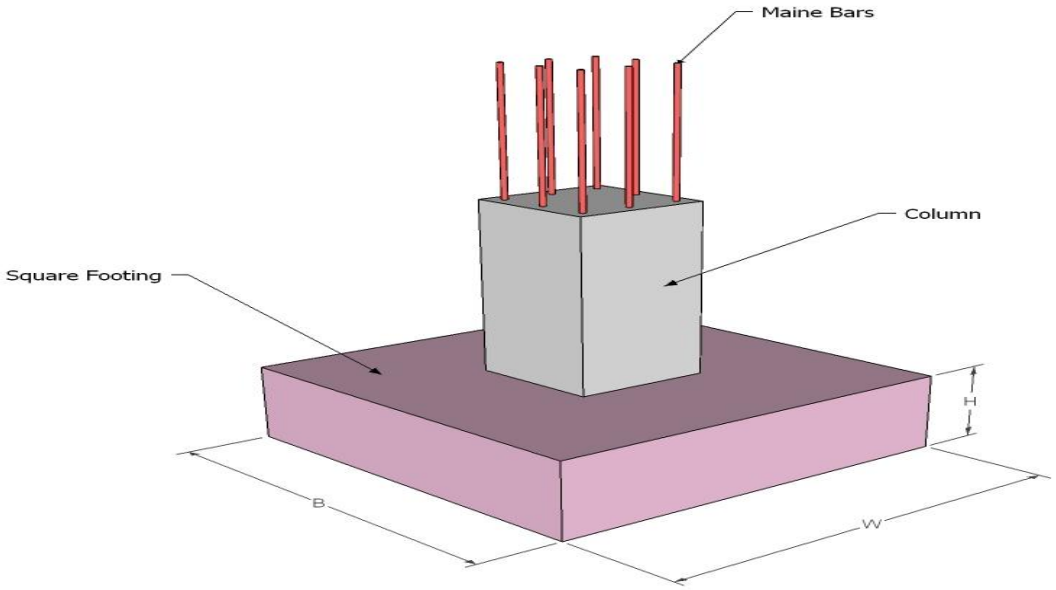
وهي عناصر إنشائية حاملة تقاوم القوى العمودية والأفقية الواقعة عليها وتستخدم بشكل أساسي لمقاومة الأحمال الأفقية مثل قوى الرياح والزلازل وتسمى جدران القص (shear wall) وهذه الجدران تسلح بطبقتين من الحديد حتى تزيد من كفاءتها على مقاومة القوى الأفقية. وتتمثل الجدران الحاملة بجدران بيت الدرج، وجدران المصاعد، والجدران الأخرى التي تبدأ من أساسات المبنى، وتعمل على تحمل الأوزان الرأسية المنقولة إليها كما تعمل كجدران قص تقاوم القوى الأفقية التي يتعرض لها المنشأ، ويجب توفرها في الاتجاهين مع مراعاة أن تكون المسافة بين مركز المقاومة الذي تشكله جدران القص في كل اتجاه ومركز الثقل للمبنى أقل ما يمكن .وان تكون هذه الجدران كافية لمنع أو تقليل تولد العزوم وآثارها على جدران المبنى المقاومة للقوى الأفقية .



الشكل (٣-٦): جدار القص.

٣.٤.٥ الأساسات:

بالرغم من أن الأساسات هي أول ما يبدأ بتنفيذها عند بناء المنشأ، إلا أن تصميمها يتم بعد الإنتهاء من تصميم كافة العناصر الإنشائية في المبنى.

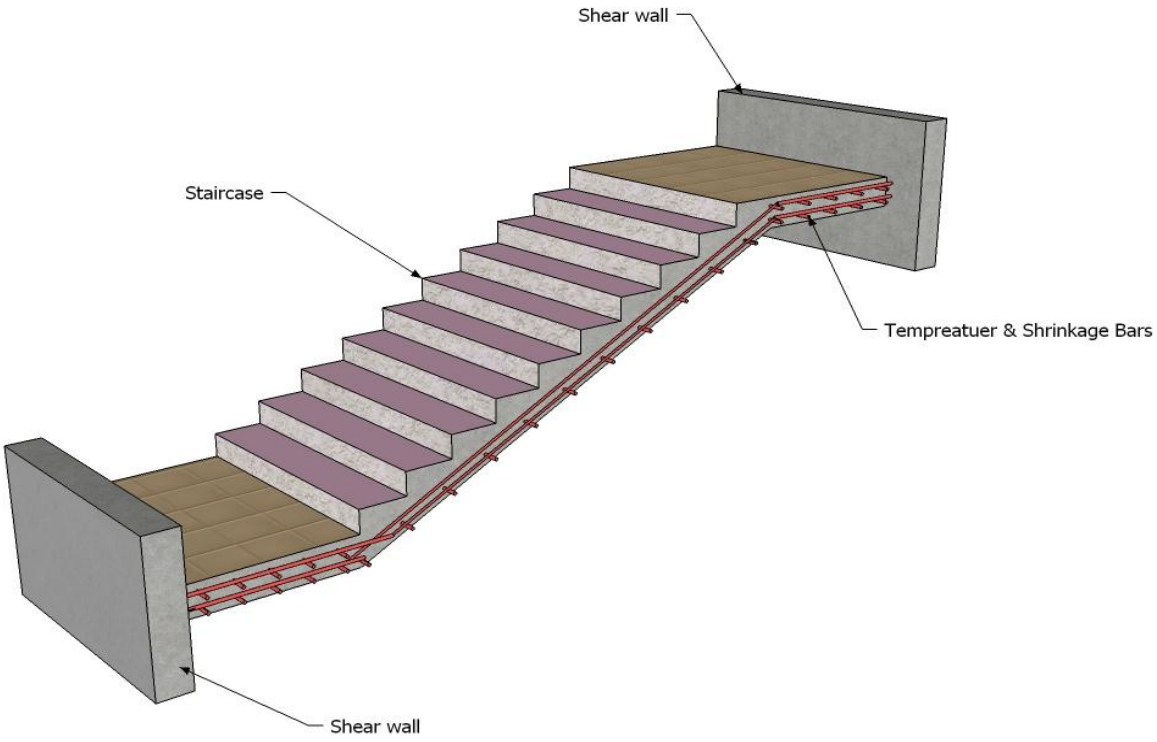


الشكل (٣-٧) : الأساس المنفرد

ولمعرفة الأوزان والأحمال الواقعة عليها، فإن الأحمال الواقعة على العقدة تنتقل إلى الجسور ثم إلى الأعمدة وأخيرا إلى الأساسات ،وتكون هذه الأحمال هي الأحمال التصميمية للأساسات، و بناءا على الأحمال الواقعة عليها وطبيعة الموقع يتم تحديد نوع الأساسات المستخدمة في البناء ،ومن المتوقع استخدام أساسات من أنواع مختلفة وذلك تبعا لقوة تحمل التربة والأحمال الواقعة على كل أساس .

٣.٤.٦ الأدراج:

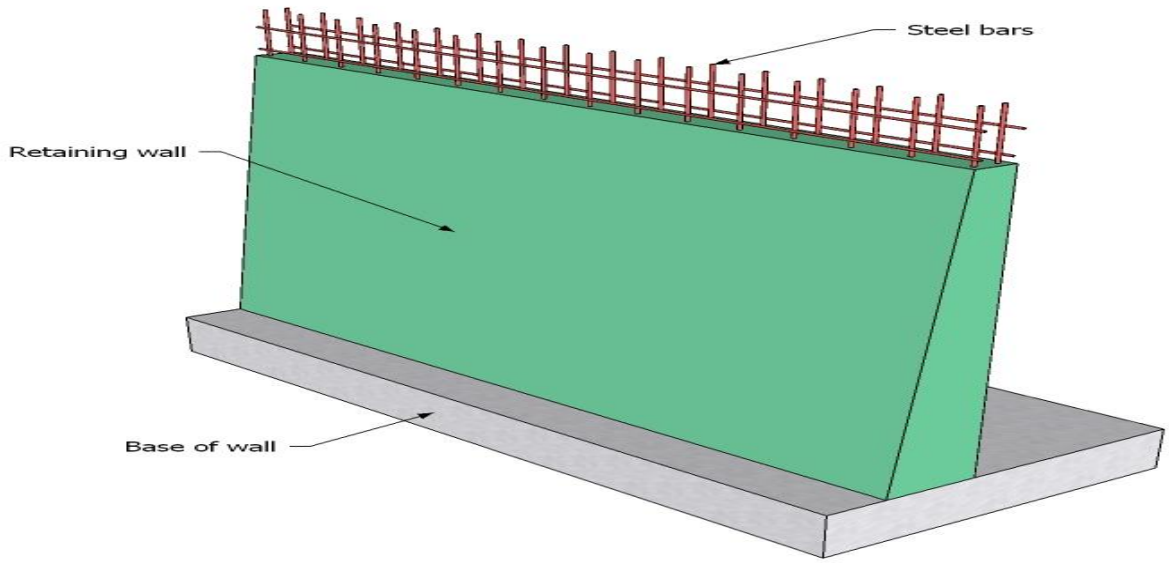
عبارة عن عناصر معمارية تستخدم للانتقال الرأسي بين المستويات المختلفة في المناسيب، وتم استخدامها في مشروعنا بشكلواضح والشكل (٣-٨) يبين مقطع عام للدرج.



الشكل (٣-٨): الدرج .

٣.٤.٧ الجدران الإستنادية:

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



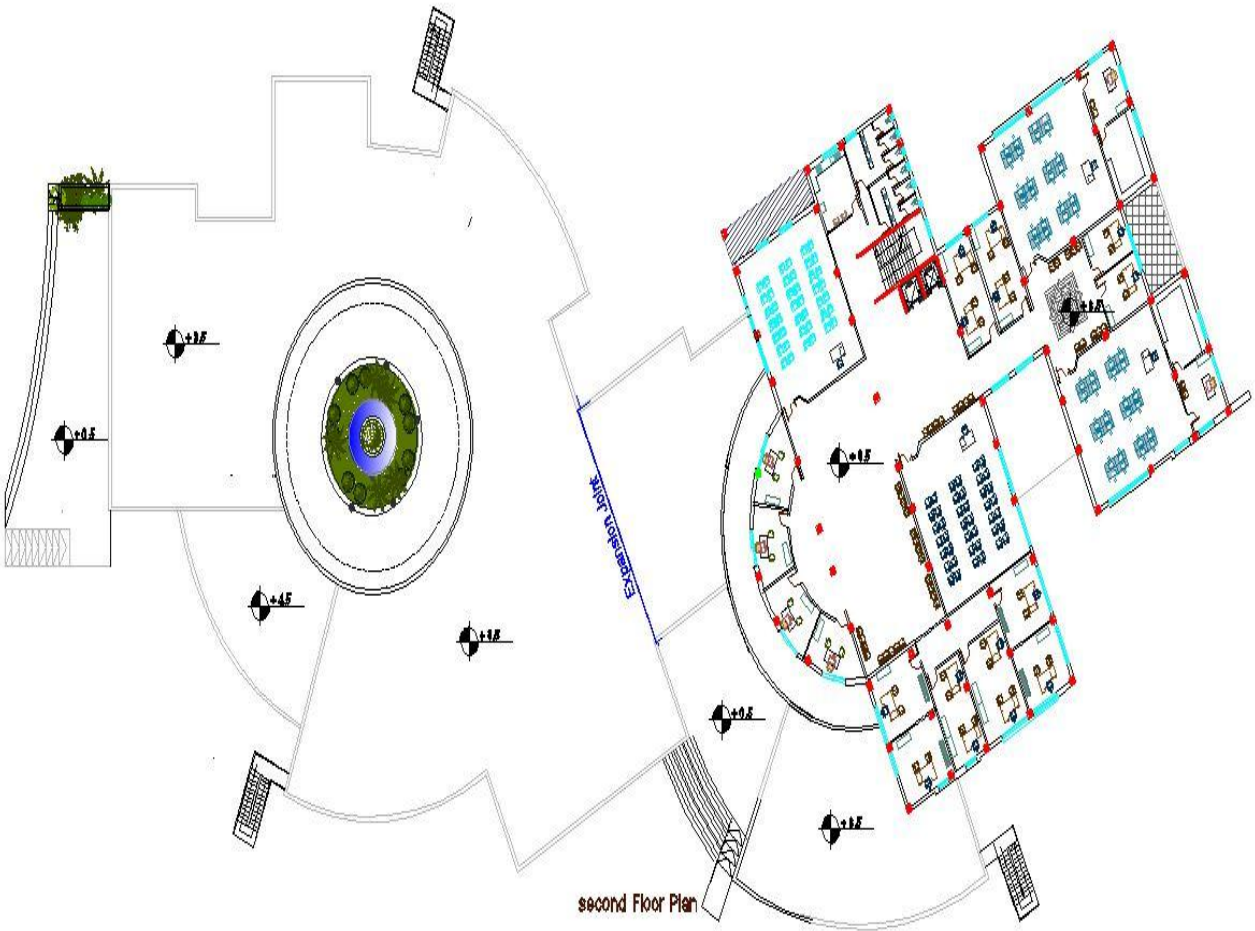
الشكل (٣-٩) جدار استنادي.

٨.٤.٣ فواصل التمدد (Expansions Joints):

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

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

وتم استخدام فاصل تمدد واحد في هذا المشروع .



الشكل (٣-١٠) فاصل التمدد بالمبنى.

Chapter Four

Structural Analysis & Design

4

4.1 Introduction.

4.2 Determination of Slab Thickness.

4.3 Determination of Factored Load of ribs

4.4 Design of topping.

4.5 Design of one way Rib slab.

4.6 Design of two way Rib slab.

4.7 Design of Beam.

4.8 Design of Long Column.

4.9 Design of Footing.

4.10 Design of Stairs.

4.11 Design Basement wall.

4.12 Design shear wall.

4.1 Introduction:

The project consists of several structural elements that will be designed according to the ACI code and by using the finite element method using much of computer software such as "ATIR" to find the internal forces, deflections, Shear and moments for structural element in order to design them.

4.2 Determination of Slab Thickness:

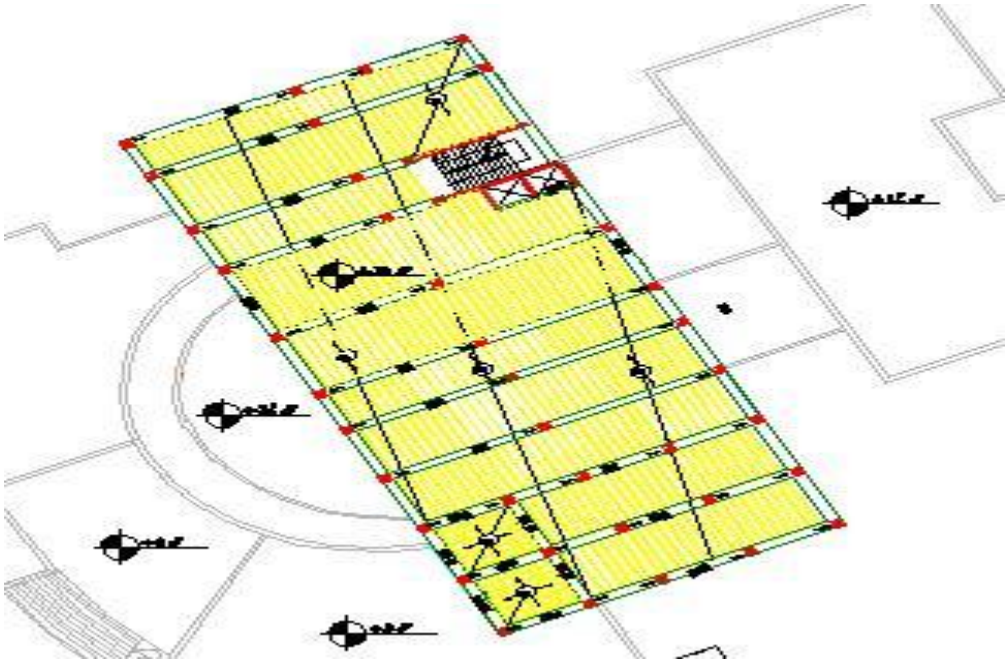


Figure (4-1): Therd Floor Slab.

According to ACI-Code-318-05, the minimum thickness of nonprestressed beams or one way slabs unless deflections are computed as follow:

$$h_{min.(for\ one-end\ continuous)} = \frac{\ell}{18.5} = \frac{427}{18.5} = 23.1\ cm$$

$$h_{min.(for\ both-end\ continuous)} = \frac{\ell}{21.0} = \frac{572}{18.5} = 27.24\ cm$$

The controller slab thickness is $27.24\ cm$.

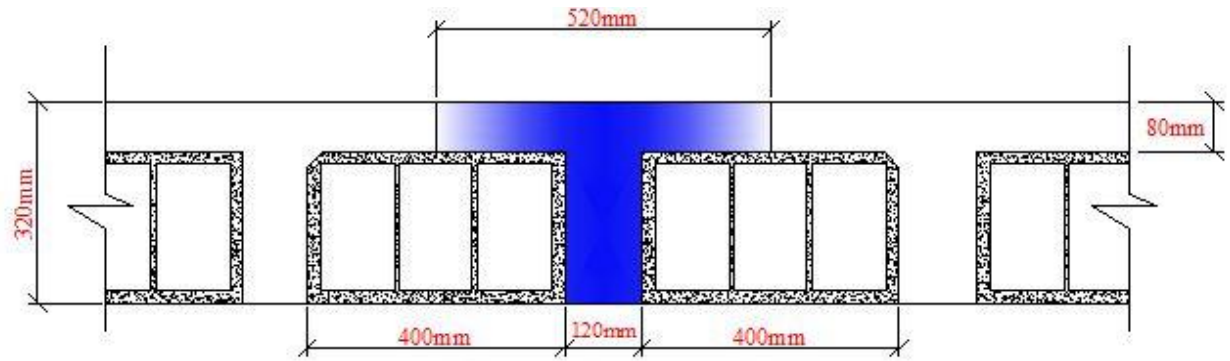
So Select Slab thickness $h = 32\ cm$ ***with block*** $24\ cm$ & *Topping* $8\ cm$.

***Materials of Properties*:**

→ $\boldsymbol{Compressive\ strength\ of\ concrete\ f'_c = 24MPa}$

→ $\boldsymbol{Yield\ strength\ of\ steel\ f_y = 420MPa}$

4.3 Determination of Loads of Ribs 2(Pos.Ribbed Slab at Roof):



$\Rightarrow \boldsymbol{From\ the\ Geometry\ of\ T-Section}$:

$\boldsymbol{b_{eff} = 520mm b_w = 120mm h_f = 80mm h = 320mm}$

$\boldsymbol{(a) b_{eff} = b_w + 16h_f = 120 + 16 \cdot 80 = 1400\ mm}$

$\boldsymbol{(b)\ b_{eff} \leq\ center\ to\ center\ spacing\ between\ adjacent\ beams = 400 + 120 = 520\ mm}$

$\boldsymbol{(c) b_{eff} = \frac{L}{4} = \frac{2120}{4} = 530\ mm}$

$\boldsymbol{Take\ b_{eff} = 520\ mm}$

4.3.1 Determination of Dead load for Rib (R2):

$Type$	$\gamma \cdot b \cdot h$	KN/m
$Topping$	$0.08 \cdot 0.52 \cdot 25$	1.04
$Hollow\ block$	$0.4 \cdot 0.24 \cdot 10$	0.96
$Plaster$	$0.03 \cdot 0.52 \cdot 22$	0.343
$R.C\ rib$	$0.12 \cdot 0.24 \cdot 25$	0.72
Sum		3.063

4.3.1 Determination of live load:-

$$Nominal\ Total\ live\ load = 5.0 \cdot 0.52 = 2.6\ KN/m\ of\ Rib$$

4.3.2 Determination of factored dead & live load:

$$Factored\ dead\ load = 1.2\ Dead\ load = 1.2 \cdot 3.063 = 3.676\ KN/m.$$

$$Factored\ Live\ load = 1.6\ Live\ load = 1.6 \cdot 2.6 = 4.16\ KN/m.$$

4.4 Design of Topping:

Determination of dead load of topping

$Type$	$\gamma \cdot b \cdot h$	KN/m
$Topping$	$0.08 \cdot 1 \cdot 25$	2.0
Sum		2.0

$$Live\ Load = 5\ KN/m.$$

$$q_u = 1.2DL + 1.6LL = 1.2 \cdot 2 + 1.6 \cdot 5 = 10.4\ KN.m\ (Total\ Factored\ Load)$$

$$M_u = \frac{q_u\, l^2}{12} = \frac{10.4 \cdot 0.4^2}{12} = 0.1387 KN.m/m \ of \ strip \ width$$

$$M_n = 0.42\sqrt{f'_c} S_m$$

$$S_m = \frac{b\, h^2}{6} = \frac{100 \cdot (80^2)}{6} = 1066666.67\ mm^3$$

$$M_n = 0.42 \cdot \sqrt{24}\ \cdot 1066666.67 = 2.2 KN.m$$

$$\emptyset\, M_n = 0.55 \cdot 2.2 = 1.2 KN.m \qquad \rightarrow \emptyset = 0.55 - for \ plain \ concrete.$$

$$\emptyset\, M_n = 1.2 KN.m \ >> M_u = 0.1387 KN.m \ldots\ldots\ldots OK$$

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

$$\Rightarrow For \ the \ shrinkage \ and \ temperature \ reinforcement:$$

$$\rho = 0.0018$$

$$A_S = \rho\, b\, h = 0.0018 \cdot 1000 \cdot 80 = 144\ mm^2$$

$$n = \frac{A_{S.req}}{A_{S.bar}} = \frac{144}{50.27} = 2.86\ bars\ \approx 3\ bars \qquad \Rightarrow \quad S = \frac{1000}{3} = 333.33\ mm$$

$$\Rightarrow Step\ (S)\ is \ the \ smallest \ of:$$

$$1.\ S = 3\, h = 3 \cdot 80 = 240\ mm \ldots\ldots\ldots control$$

$$2.\ S = 450\ mm$$

$$3.\ S = 300 \times \left(\frac{280}{f_S}\right) - 2.5 \cdot C_C\ = 300 \times \left(\frac{280}{\frac{2}{3} \times 400}\right) - 2.5 \cdot 20 = 250\ mm$$

$$S \leq 300\left(\frac{280}{f_S}\right) = 300 \times \left(\frac{280}{\frac{2}{3} \times 400}\right) = 300\ mm$$

$$Use \ the \ distance \ S = 200mm < S_{max} = 240\ mm \ OK$$

Use Φ8 @ 20 cm c\c in both directions.

4.4 Design of RibR2 :-

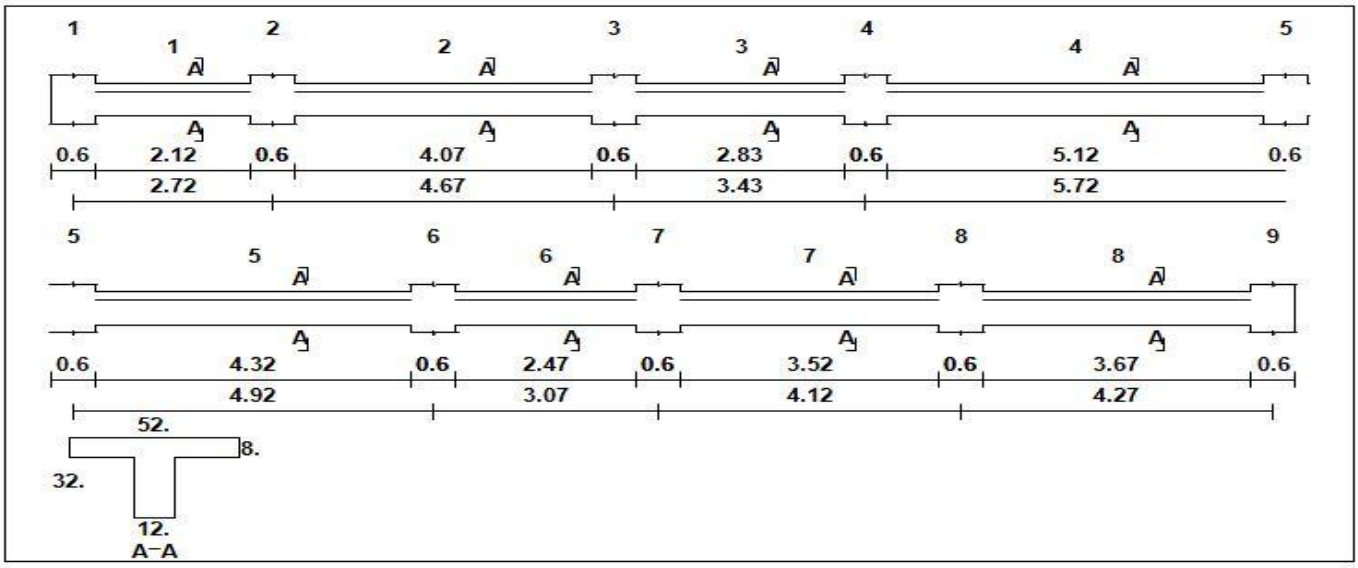


Figure (4-2): Rib R2Geometry.

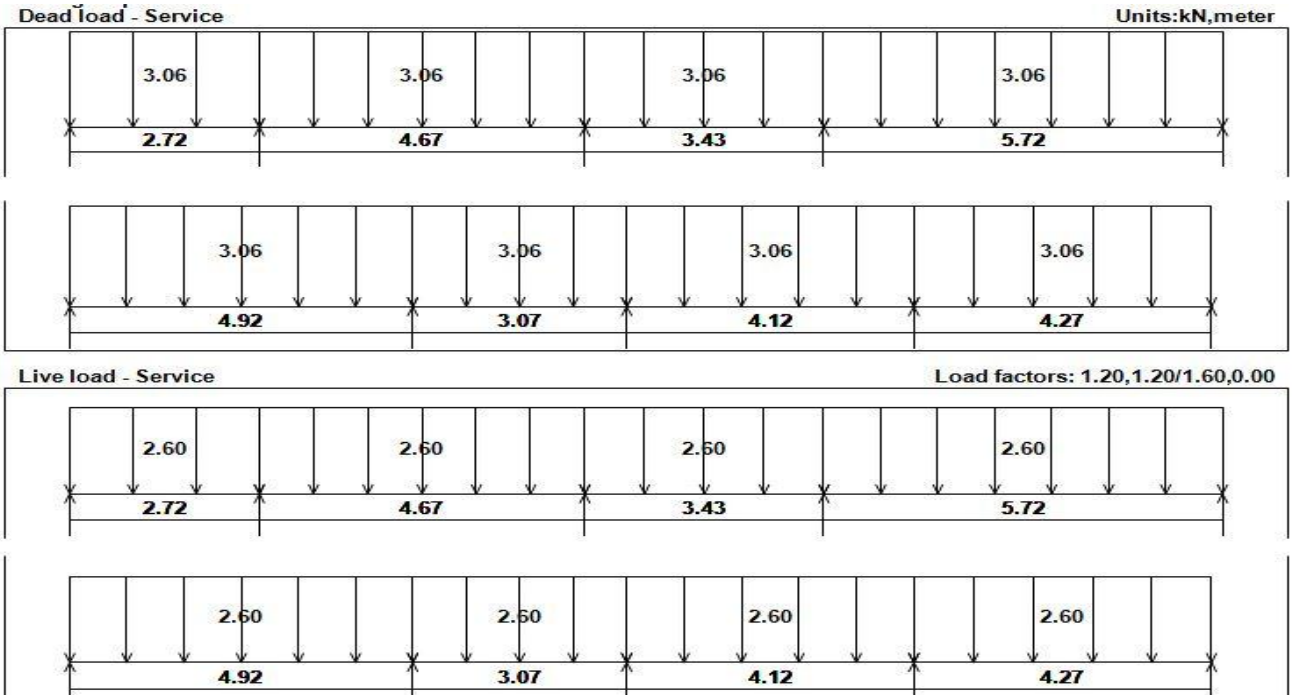


Figure (4-3) : loading of Rib R2

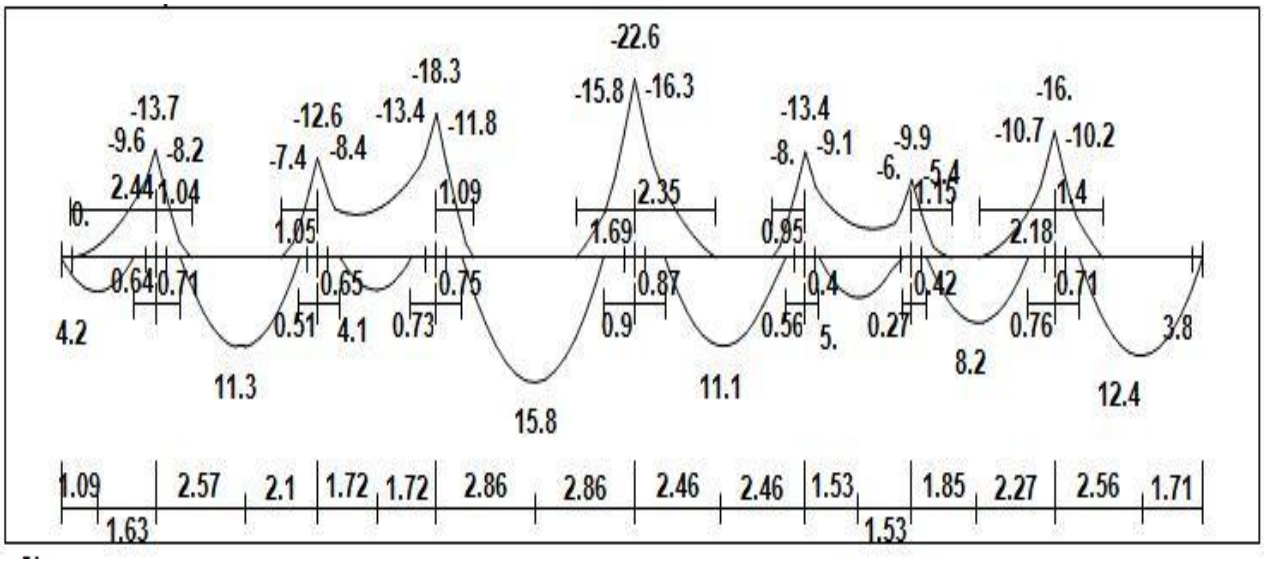


Figure (4-4) : Moment Envelop of rib R2.

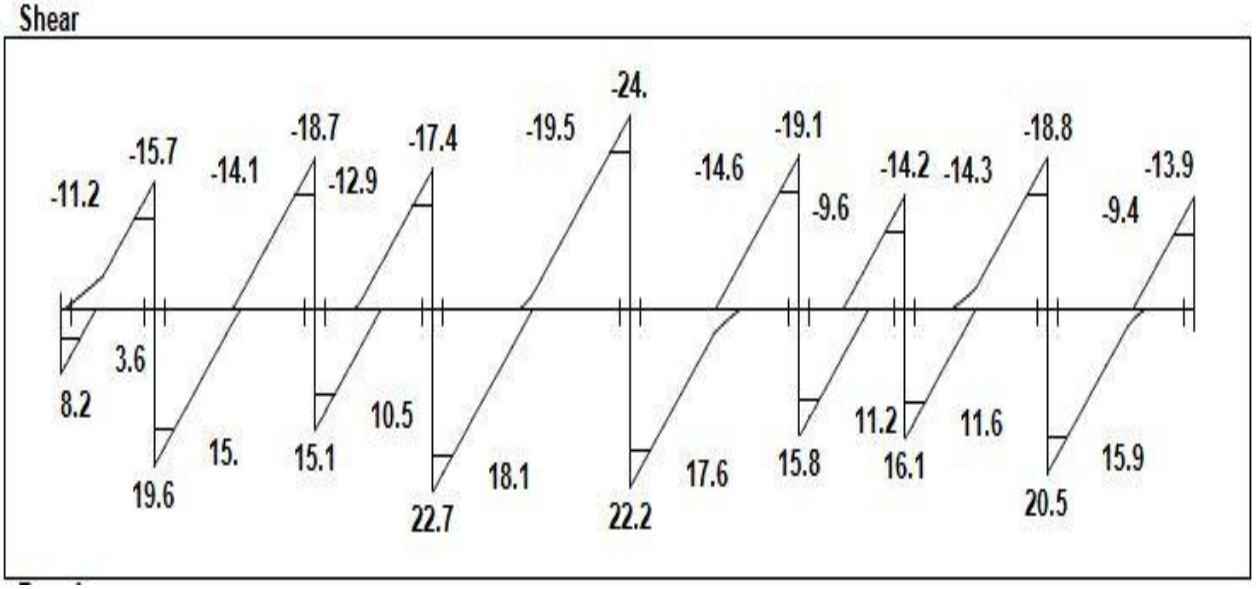


Figure (4-5) : Shear Envelop of rib R2.

4.5.1 Design of flexure:-

4.5.1.1 Design of Positive Moment of Rib R2:-

$$\textbf{Assume bars diameter of } 12\ mm$$

$$d = h - cover - d_{stirrups} - \frac{d_b}{2} = 320 - 20 - 10 - \frac{12}{2} = 264\ mm$$

$$\Rightarrow \textbf{Check if } a > h_f$$

$$\bar{M}_{nf} = 0.85\ f'_c\ b\ h_f \left(d - \frac{h_f}{2}\right) = 0.85 \cdot 24 \cdot 520 \cdot 80 \left(264 - \frac{80}{2}\right) \times 10^{-6} = 190.1\ KN.m$$

$$\Rightarrow \emptyset = 0.90 \quad \rightarrow \ for\ flexure$$

$$\emptyset\ \bar{M}_{nf} = 0.9 \cdot 190.1 = 171.1\ KN.m$$

$$\emptyset \bar{M}_{nf} = 171.9 KN.m > M_u = 15.8\ KN.m$$

→ *The section will be designed as Rectangular section with b= 520 mm.*

$$1) Maximum Positive Moments M_u = +15.8 KN.m \rightarrow Span - 4 -$$

$$M_n = \frac{M_u}{\emptyset} = \frac{15.8}{0.9} = 17.56\ KN.m$$

$$R_n = \frac{M_n}{b\ d^2} = \frac{17.56 \times 10^6}{520 \cdot (264^2)} = 0.484\ MPa$$

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

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\ m\ R_n}{f_y}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 20.6 \cdot 0.484}{420}}\right) = 0.001664$$

$$A_S = \rho\ b\ d = 0.001664 \cdot 520 \cdot 264 = 160.12\ mm^2$$

- $\textbf{Check for } A_{S.min}:$

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

$$A_{S.min} = \frac{0.25\sqrt{24}}{420}\ 120 \cdot 264 = 92.381\ mm^2$$

$$A_{S.min} = \frac{1.4}{420}\ 120 \cdot 264 = 105.6\ mm^2 \ldots\ldots\ldots\ldots Control$$

$$A_{S.req} = 160.12\ mm^2 > A_{S.min} = 105.6\ mm^2 \qquad \dot{OK}$$

$$\#\ of\ bars = \frac{A_{S.req}}{A_{S.bar}} = \frac{160.12}{113.1} = 1.42\ bars \approx 2\ bars$$

$$\rightarrow Note:\ A_S\emptyset 12 = 113.1\ mm^2 A_{S.prov} = 226.2\ mm^2$$

Select 2 Φ 12mm (Bottom).

- $Check\ for\ Strain$:

  $Tension = Compression$

  $$a = \frac{A_S f_y}{0.85\ f'_c\ b} = \frac{226.2 \cdot 420}{0.85 \cdot 520 \cdot 24} = 8.96\ mm$$

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

  $$\varepsilon_s = 0.003 \times \left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003 \times \left(\frac{264-10.54}{10.54}\right) = 0.072 > 0.005 \quad OK$$

$2) Positive\ Moment\ M_u = +12.4\ KN.m \rightarrow Span - 8 -$

$$M_n = \frac{M_u}{\emptyset} = \frac{12.4}{0.9} = 13.78\ KN.m$$

$$R_n = \frac{M_n}{b\ d^2} = \frac{13.78 \times 10^6}{520 \cdot (264^2)} = 0.38\ MPa$$

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

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\ m\ R_n}{f_y}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 20.6 \cdot 0.38}{420}}\right) = 0.00091$$

$$A_S = \rho\ b\ d = 0.00091 \cdot 520 \cdot 264 = 124.92\ mm^2$$

- $Check\ for\ A_{S.min}$:

$$A_{S.min} = \frac{0.25\sqrt{f'_c}}{f_y} b_w\, d \geq \frac{1.4}{f_y} b_w\, d$$

$$A_{S.min} = \frac{0.25\sqrt{24}}{420}\ 120 \cdot 264 = 92.381\ mm^2$$

$$A_{S.min} = \frac{1.4}{420}\ 120 \cdot 264 = 105.6\ mm^2 \ldots\ldots\ldots\ldots Control$$

$$A_{S.req} = 124.92\ mm^2 > A_{S.min} = 105.6\ mm^2 \qquad O\dot{K}$$

$$\#of\ bars = \frac{A_{S.req}}{A_{S.bar}} = \frac{124.92}{78.5} = 1.6\ bars\ \approx 2\ bars$$

$$\rightarrow Note:\ A_S \emptyset 10 = 78.5\ mm^2 A_{S.prov} = 157.1\ mm^2$$

Select 2 Φ 10mm(Bottom) .

- $Check\ for\ Strain$:

$$Tension\ =\ Compression$$

$$a = \frac{A_S f_y}{0.85\, f'_c\ b} = \frac{157.1 \cdot 420}{0.85 \cdot 520 \cdot 24} = 6.22\ mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{6.22}{0.85} = 7.32\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003 \times \left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003 \times \left(\frac{264 - 7.32}{7.32}\right) = 0.1052\ > 0.005\ \ OK$$

4.5.1.2 Design of Negative moment of Rib(R2):

1) $Maximum\ Negative\ Moment M_u = -16.3\ KN.m \quad \rightarrow\ at\ support - 5 -$

$$M_n = \frac{M_u}{\emptyset} = \frac{16.3}{0.9} = 18.11\ KN.m$$

$$R_n = \frac{M_n}{b\, d^2} = \frac{18.11 \times 10^6}{120 \cdot (264^2)} = 2.16\ MPa$$

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

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

$$A_S = \rho\, b\, d = 0.00545 \cdot 120 \cdot 264 = 172.66\ mm^2$$

- $Check\ for\ A_{S.min}$:

$$A_{S.min} = \frac{0.25\sqrt{f'_c}}{f_y} b_w\, d \geq \frac{1.4}{f_y} b_w\, d$$

$$A_{S.min} = \frac{0.25\sqrt{24}}{420}\ 120 \cdot 264 = 92.381\ mm^2$$

$$A_{S.min} = \frac{1.4}{420}\ 120 \cdot 264 = 105.6\ mm^2 \ldots\ldots\ldots Control$$

$$A_{S.req} = 172.66\ mm^2 > A_{S.min} = 105.6\ mm^2 \qquad O\dot{K}$$

$$\#\ of\ bars = \frac{A_{S.req}}{A_{S.bar}} = \frac{172.66}{113.1} = 1.53\ bars \approx 2\ bars$$

$\rightarrow Note$: $A_S \emptyset 12 = 113.1\ mm^2 A_{S.prov} = 226.2\ mm^2$

Select 2 Φ 12 mm(Top) .

- $Check\ for\ Strain$:

$Tension = Compression$

$$a = \frac{A_S f_y}{0.85\, f'_c\, b} = \frac{226.2 \cdot 420}{0.85 \cdot 120 \cdot 24} = 38.81\ mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{38.81}{0.85} = 45.66\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003 \times \left(\frac{d - c}{c}\right) = 0.003 \times \left(\frac{264 - 45.66}{45.66}\right) = 0.0143 > 0.005 \quad OK$$

2) *Negative Moment* $M_u = -13.4\ KN.m \quad \rightarrow at\ support\ -4-$

$$M_n = \frac{M_u}{\emptyset} = \frac{13.4}{0.9} = 14.89\ KN.m$$

$$R_n = \frac{M_n}{b\ d^2} = \frac{14.89 \times 10^6}{120 \cdot (264^2)} = 1.78\ MPa$$

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

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\ m\ R_n}{f_y}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 20.6 \cdot 1.78}{420}}\right) = 0.00444$$

$$A_S = \rho\ b\ d = 0.00444 \cdot 120 \cdot 264 = 140.66\ mm^2$$

- ***Check for*** $A_{S.min}$**:**

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

$$A_{S.min} = \frac{0.25\sqrt{24}}{420}\ 120 \cdot 264 = 92.381\ mm^2$$

$$A_{S.min} = \frac{1.4}{420}\ 120 \cdot 264 = 105.6\ mm^2 \ldots\ldots\ldots\ldots Control$$

$$A_{S.req} = 140.66\ mm^2 > A_{S.min} = 105.6\ mm^2 \qquad \dot{OK}$$

$$\#\ of\ bars = \frac{A_{S.req}}{A_{S.bar}} = \frac{140.66}{78.5} = 1.8\ bars \approx 2\ bars$$

$\rightarrow Note$: $A_S \emptyset 10 = 78.5\ mm^2 A_{S.prov} = 157.1\ mm^2$

Select 2 Φ 10mm (Top) .

- $\boldsymbol{Check\ for\ Strain}$:

$\boldsymbol{Tension\ =\ Compression}$

$$\boldsymbol{a = \frac{A_S f_y}{0.85\, f'_c\, b} = \frac{157.1 \cdot 420}{0.85 \cdot 120 \cdot 24} = 26.95\ mm}$$

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

$$\boldsymbol{\varepsilon_s = 0.003 \times \left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003 \times \left(\frac{264-31.7}{31.7}\right) = 0.022} > 0.005 \qquad OK$$

4.5.2 Design of Shear of Rib R2 :

$\boldsymbol{\rightarrow V_{ud.max} = 19.5KN.m \ \rightarrow at\ distance\ (d)\ of\ support - 2 -}$

$$\boldsymbol{V_C = (1.1) \times \frac{1}{6}\, \lambda \sqrt{f'_c} b_w\, d = 1.1 \times \frac{1}{6} \times 1 \cdot \sqrt{24} \cdot 120 \cdot 264 \times 10^{-3} = 28.45\ KN.m}$$

$\boldsymbol{\emptyset = 0.75 \quad \rightarrow\ for\ shear}$

$$\boldsymbol{\emptyset\, V_C = 0.75 \times 28.45 = 21.34\ KN.m}$$

$$\boldsymbol{\frac{1}{2}\, \emptyset\, V_C = \frac{1}{2} \times 21.34 = 10.67KN}$$

$$\boldsymbol{\frac{1}{2}\, \emptyset\, V_C < V_{ud.max} \leq \emptyset\, V_C}$$

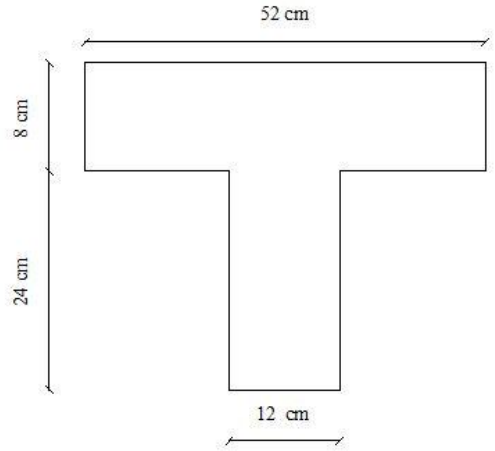
$\boldsymbol{\rightarrow\ 10.67\ KN\ <\ 19.5KN\ \leq\ 21.43\ KN}$ ..... $\boldsymbol{OK}$

Minimum shear reinforcement is required *except for concrete joist construction*.

$\boldsymbol{Use\ 2 - Legs\ \emptyset\ 8\ @\ 20cm}$

4.6 Design of two way rib slab(Rib 27) :

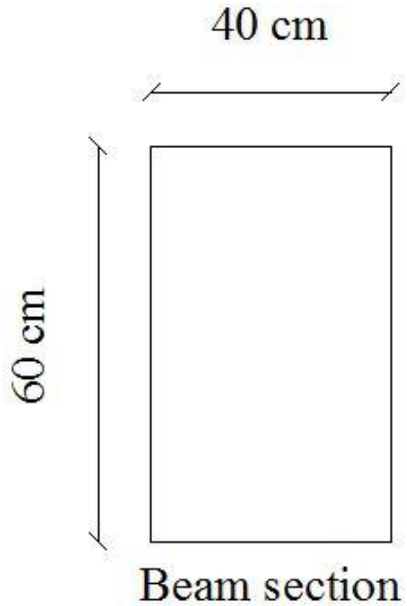
Check Thickness of two way rib slab:

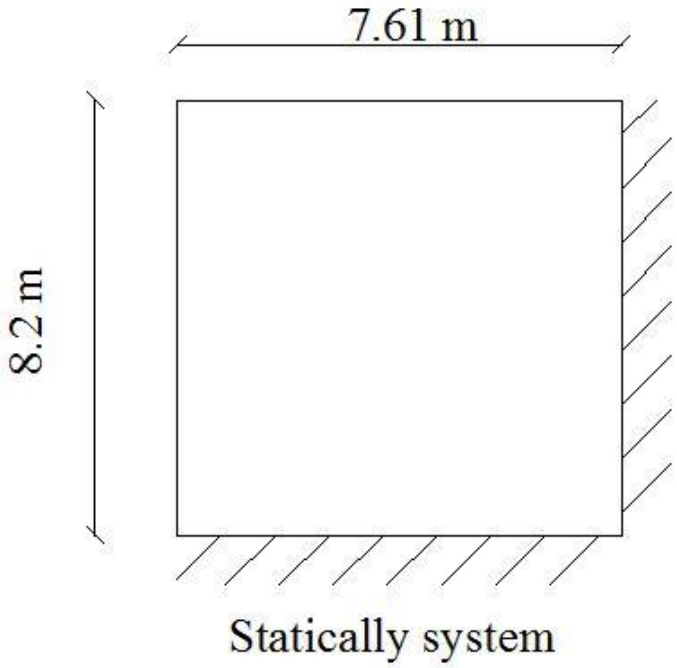


$$Y_c = \frac{40 \times 80 \times 4 + 32 \times 12 \times 16}{40 \times 8 + 32 \times 12} = 10.55\ cm$$

$$I_{rib} = \frac{52 \times 10.55^3}{3} - \frac{40 \times 2.55^3}{3} + \frac{12 \times 21.45^3}{3} = 59609\ cm^4$$

$$I_{beam} = \frac{40 \times 60^3}{12} = 720000\ cm^4$$





External beam ::

$\Rightarrow$ ***Short direction*** $L = 761\ cm$

$$I_s = \frac{I_{rib}(\frac{l}{2} + b_w)}{b_f} = \frac{59609 \times (\frac{761}{2} + 40)}{52} = 482030.8\ cm^4$$

$\Rightarrow$ ***Long direction*** $L = 820\ cm$

$$I_s = \frac{I_{rib}(\frac{l}{2} + b_w)}{b_f} = \frac{59609 \times (\frac{820}{2} + 40)}{52} = 515847.1\ cm^4$$

Interior beam :

In short direction $L = 761\ cm$

$$I_s = \frac{I_{rib}(\frac{l}{2} + \frac{l}{2} + b_w)}{b_f} = \frac{59609 \times (\frac{761}{2} + \frac{761}{2} + 40)}{52} = 918207.8\ cm^4$$

In long direction $L = 820\ cm$

$$I_s = \frac{I_{rib}\left(\frac{l}{2} + \frac{l}{2} + b_w\right)}{b_f} = \frac{59609 \times \left(\frac{820}{2} + \frac{820}{2} + 40\right)}{52} = 985841.2\ cm^4$$

$$\alpha_f = \frac{E_{cb} \times I_{beam}}{E_{cs} \times I_{slab}}$$

$$E_{cb} = E_{cs}$$

$$\alpha_1 = \frac{720000}{515847.1} = 1.4$$

$$\alpha_2 = \frac{720000}{482030.8} = 1.5$$

$$\alpha_3 = \frac{720000}{985841.2} = 0.73$$

$$\alpha_4 = \frac{720000}{918207.8} = 0.78$$

$$\alpha_{fm} = \frac{\sum \alpha_{fm}}{4} = \frac{1.4 + 1.5 + 0.73 + 0.78}{4} = 1.1 < 2$$

$$\beta = \frac{l_{n,long}}{l_{n,short}} = \frac{8.2}{7.61} = 1.08$$

$\alpha_{fm} = 1.1 < 2$ ***the minimum slab thickness will be***:

$$h = \frac{l_n\left(0.8 + \frac{f_y}{1400}\right)}{36 + 5\beta(\alpha_{fm} - 0.2)} = \frac{8200\left(0.8 + \frac{420}{1400}\right)}{36 + 5 \times (1.1 - 0.2)} = 220.75\ mm > h_{min.} = 125mm$$

The thickness of one way rib slab is smaller than in two way rib slab SO ,

Take the slab thickness = 32 cm, 24 cm for concrete block , 8 cm, for topping.

- ***Load calculations***:

  Dead load calculations:

Dead load from	$W(KN) = \gamma \times V$	$density\left(\frac{KN}{m^3}\right)$
Tiles	$0.03 \times 23 \times 0.52^2 = 0.186$	23
Mortar	$0.03 \times 22 \times 0.52^2 = 0.1784$	22
Coarse sand	$0.07 \times 16 \times 0.52^2 = 0.3028$	16
Topping	$0.08 \times 25 \times 0.52^2 = 0.5408$	25
Interior partitions	$1.5 \times 0.52^2 = 0.4056$	
RC Rib	$0.24 \times 25 \times 0.12 \times (0.52 + 0.4) = 0.662$	25
Hollow Block	$0.24 \times 10 \times 0.4 \times 0.4 = 0.384$	10
Plaster	$0.03 \times 22 \times 0.52^2 = 0.1784$	22
$\sum$	2.839	

$$Nominal\ Total\ Dead\ Load\ =\ 2.839\ KN/Rib$$

$$DL = \frac{2.839}{0.52}\ =\ 10.50\ KN/m^2$$

$$Nominal\ Total\ live\ load\ =\ 5\ KN/m2$$

$$Determination\ of\ factored\ dead\ \&\ live\ load$$

$$Factored\ dead\ load\ =\ 1.2 \times Dead\ load\ =\ 1.2 \times 10.50\ =\ 12.60\ KN/m^2$$

$$Factored\ Live\ load\ =\ 1.6 \times live\ load\ =\ 1.6 \times 5\ =\ 8\ KN/m^2$$

$$W\ =\ 12.60\ +\ 8\ =\ 20.6\ KN/m^2$$

✓ **Flexural Design for (R 27) :**

$$Moments\ calculations: \qquad \Rightarrow Case\ 4$$

$$M_a = C_a \times w \times l_a{}^2 \quad and \quad M_b = C_b \times w \times l_b{}^2$$

$$\frac{l_a}{l_b} = \frac{7.61}{8.20} = 0.93$$

$$The\ moment\ calculation\ will\ be\ done\ for\ the\ slab\ middle\ strip.$$

$$\Rightarrow Negative\ moments:$$

$$C_{a.neg}\left(\frac{l_a}{l_b} = 0.93\right) = 0.057$$

$$M_{a.neg} = C_a \times w \times l_a{}^2 = 0.057 \times 20.6 \times 7.61^2 \times 0.52 = -35.36\ KN.m/Rib$$

$$C_{b.neg}\left(\frac{l_a}{l_b} = 0.93\right) = 0.043$$

$$M_{b.neg} = C_b \times w \times l_b{}^2 = 0.043 \times 20.6 \times 8.20^2 \times 0.52 = -30.97\ KN.m/Rib$$

$\Rightarrow$ ***Positive moments***:

$$C_{a.DL}\left(\frac{l_a}{l_b}=0.93\right)=0.0312$$

$$M_{a.DL}=C_a\times DL\times {l_a}^2=0.0312\times 12.6\times 7.61^2\times 0.52=+11.838\ KN.m/Rib$$

$$C_{a.LL}\left(\frac{l_a}{l_b}=0.93\right)=0.0366$$

$$M_{a.LL}=C_a\times LL\times {l_a}^2=0.0366\times 8\times 7.61^2\times 0.52=+8.817\ KN.m/Rib$$

$$M_{a.pos}=M_{a.pos.L}+M_{a.pos.D}=8.817+11.838=20.66KN.m/Rib$$

$$C_{b.DL}\left(\frac{l_a}{l_b}=0.93\right)=0.0232$$

$$M_{b.DL}=C_b\times DL\times {l_b}^2=0.0232\times 12.6\times 8.2^2\times 0.52=+10.22\ KN.m/Rib$$

$$C_{b.LL}\left(\frac{l_a}{l_b}=0.93\right)=0.0278$$

$$M_{b.LL}=C_b\times LL\times {l_b}^2=0.0278\times 8\times 8.2^2\times 0.52=+7.776\ KN.m/Rib$$

$$M_{b.pos}=M_{b.pos.L}+M_{b.pos.D}=10.22+7.776=17.99KN.m/Rib$$

$\Rightarrow$ ***Negative moments at Discontinuous edge*** $\left(\frac{1}{3}\times$ ***positive moments***$\right)$:

$$M_{a.neg}=\frac{1}{3}\times 20.66=6.9\ KN.m/Rib$$

$$M_{b.neg}=\frac{1}{3}\times 17.99=5.99\ KN.m/Rib$$

$\Rightarrow$ ***Design for Negative and Positive moment***:

- ***Short direction***

$$d = 320 - 20 - 8 - \frac{14}{2} = 285\ mm$$

$\Rightarrow$ ***Positive Moment***:

Midspan: $(Mu = +20.6559\ KN.m/Rib)$

$$M_n = \frac{M_u}{\emptyset} = \frac{20.6559}{0.9} = 22.95\ KN.m$$

$$R_n = \frac{M_n}{b\ d^2} = \frac{22.95 \times 10^6}{120 \times (285^2)} = 2.3546\ Mpa$$

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

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\ m\ R_n}{f_y}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 20.6 \cdot 2.3546}{420}}\right) = 0.00597$$

$$A_S = \rho \times b \times d = 0.00597 \times 120 \times 285 = 204.174\ mm^2$$

- ***Check for $A_{S.min}$:***

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

$$A_{S.min} = \frac{0.25\sqrt{24}}{420} \times 120 \times 285 = 99.972\ mm^2$$

$$A_{S.min} = \frac{1.4}{420} \times 120 \times 285 = 114\ mm^2 \ldots\ldots\ldots Control$$

$$A_{S.req} = 204.174\ mm^2 > A_{S.min} = 114\ mm^2 \ldots\ldots\ldots\ OK$$

$$\#of\ bars = \frac{A_{S.req}}{A_{S.bar}} = \frac{204.174}{113.1} = 1.8\ bar \approx 2\ bars$$

Select 2 Φ 12 mm (Bottom).

$$S = \frac{120 - 2 \times 20 - 2 \times 10 - 2 \times 12}{1} = 36\ mm > 25\ mm \ldots\ldots\ldots\ OK$$

- $\boldsymbol{Check\ for\ Strain}$:

$\boldsymbol{Tension\ =\ Compression}$

$$\boldsymbol{a = \frac{A_S f_y}{0.85\, f'_c\, b} = \frac{226.2 \times 420}{0.85 \times 24 \times 120} = 38.81\ mm}$$

$$\boldsymbol{c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{38.81}{0.85} = 45.66\ mm}$$

$$\boldsymbol{\varepsilon_s = 0.003 \times \left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003 \times \left(\frac{285 - 45.66}{45.66}\right) = 0.016 > 0.005 \ldots\ldots\ldots\ OK}$$

$\boldsymbol{\Rightarrow Negative\ Moment}$:

$\boldsymbol{Continuous\ edge}$: $(\boldsymbol{Mu\ = -35.36\ KN.m/Rib})$

$$\boldsymbol{M_n = \frac{M_u}{\emptyset} = \frac{35.36}{0.9}\ = 39.3\ KN.m}$$

$$\boldsymbol{R_n = \frac{M_n}{b\, d^2} = \frac{39.3 \times 10^6}{120 \cdot (285^2)} = 4.03\ Mpa}$$

$$\boldsymbol{m = \frac{f_y}{0.85\, f'_c} = \frac{420}{0.85 \cdot 24} = 20.6}$$

$$\boldsymbol{\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\, m\, R_n}{f_y}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 20.6 \cdot 4.03}{420}}\right) = 0.01097}$$

$$\boldsymbol{A_S = \rho \times b \times d = 0.01097 \times 120 \times 285 = 369.02\ mm^2}$$

- $\boldsymbol{Check\ \ for\ A_{S.min}\ :}$

$$\boldsymbol{A_{S.min} = \frac{0.25\sqrt{f'_c}}{f_y} b_w\, d \geq \frac{1.4}{f_y} b_w\, d}$$

$$\boldsymbol{A_{S.min} = \frac{0.25\sqrt{24}}{420} \times 120 \times 285 = 99.972\ mm^2}$$

$$\boldsymbol{A_{S.min} = \frac{1.4}{420}\ \times 120 \times 285 = 114\ mm^2 \ldots\ldots\ldots\ldots Control}$$

$$\boldsymbol{A_{S.req} = 369.02\ mm^2 > A_{S.min} = 114\ mm^2 \ldots\ldots\ldots\ OK}$$

$$\boldsymbol{\#of\ bars = \frac{A_{S.req}}{A_{S.bar}} = \frac{369.02}{201.06} = 1.84\ bar\ \approx 2\ bars}$$

$\rightarrow Note:\ A_S\emptyset 16 = 201.06\ mm^2 A_{S.prov} = 402.12\ mm^2$

Select 2 Φ 16 mm (Bottom).

$$S = \frac{120 - 2\cdot 20 - 2\cdot 10 - 2\cdot 16}{1} = 28\ mm > 25mm \ldots\ldots\ldots\ OK$$

- ***Check for Strain***:

$$Tension\ =\ Compression$$

$$a = \frac{A_S f_y}{0.85\, f'_c\, b} = \frac{402.12\cdot 420}{0.85\cdot 24\cdot 120} = 69.82\ mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{69.82}{0.85} = 82.14\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003 \times \left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003 \times \left(\frac{285 - 82.14}{62.11}\right) = 0.0074 > 0.005 \ldots\ldots\ldots\ OK$$

- ***Long direction***

$$d\ =\ 320 - 20 - 8 - \frac{14}{2}\ =\ 285\ mm$$

$\Rightarrow$ ***Positive Moment***:

$Midspan$: $(Mu\ =\ +17.997\ KN.m/Rib\ )$

$$M_n = \frac{M_u}{\emptyset} = \frac{17.997}{0.9}\ = 19.99\ KN.m$$

$$R_n = \frac{M_n}{b\, d^2} = \frac{19.99\times 10^6}{120\cdot (285^2)} = 2.0515\ Mpa$$

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

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\, m\, R_n}{f_y}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\cdot 20.6\cdot 2.0515}{420}}\right) = 0.00516$$

$$A_S = \rho \times b \times d = 0.00516 \times 120 \times 285 = 176.404\ mm^2$$

- ***Check for $A_{S.min}$:***

$$A_{S.min} = \frac{0.25\sqrt{f'_c}}{f_y} b_w\, d \geq \frac{1.4}{f_y} b_w\, d$$

$$A_{S.min} = \frac{0.25\sqrt{24}}{420} \times 120 \times 285 = 99.972\ mm^2$$

$$A_{S.min} = \frac{1.4}{420} \times 120 \times 285 = 114\ mm^2 \ldots\ldots\ldots Control$$

$$A_{S.req} = 204.174\ mm^2 > A_{S.min} = 114\ mm^2 \ldots\ldots\ldots\ OK$$

$$\#of\ bars = \frac{A_{S.req}}{A_{S.bar}} = \frac{204.174}{113.1} = 1.8\ bar\ \approx 2\ bars$$

$$\rightarrow Note:\ A_S\emptyset 12 = 113.1\ mm^2\ \ A_{S.prov} = 226.2\ mm^2$$

Select 2 Φ 12 mm (Bottom).

$$S = \frac{120 - 2\times 20 - 2\times 10 - 2\times 12}{1} = 36\ mm > 25\ mm \ldots\ldots\ldots\ OK$$

- ***Check for Strain***:

Tension = Compression

$$a = \frac{A_S f_y}{0.85\, f'_c\, b} = \frac{226.2 \times 420}{0.85 \times 24 \times 120} = 38.81\ mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{38.81}{0.85} = 45.66\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003 \times \left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003 \times \left(\frac{285 - 45.66}{45.66}\right) = 0.016 > 0.005 \ldots\ldots\ldots\ OK$$

Negative Moment :

Continuous edge : $(Mu = -30.97\ KN.m/Rib)$

$$M_n = \frac{M_u}{\emptyset} = \frac{30.97}{0.9} = 34.41\ KN.m$$

$$R_n = \frac{M_n}{b\, d^2} = \frac{34.41 \times 10^6}{120 \cdot (285^2)} = 3.53\ Mpa$$

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

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\,m\,R_n}{f_y}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 20.6 \cdot 3.53}{420}}\right) = 0.0093$$

$$A_S = \rho \times b \times d = 0.0093 \times 120 \times 285 = 317.9\ mm^2$$

- $Check\ for\ A_{S.min}$:

$$A_{S.min} = \frac{0.25\sqrt{f'_c}}{f_y} b_w\, d \geq \frac{1.4}{f_y} b_w\, d$$

$$A_{S.min} = \frac{0.25\sqrt{24}}{420} \times 120 \times 285 = 99.972\ mm^2$$

$$A_{S.min} = \frac{1.4}{420} \times 120 \times 285 = 114\ mm^2 \ldots\ldots\ldots Control$$

$$A_{S.req} = 317.9\ mm^2 > A_{S.min} = 114\ mm^2 \ldots\ldots\ldots\ OK$$

$$\#of\ bars = \frac{A_{S.req}}{A_{S.bar}} = \frac{317.9}{201.06} = 1.58\ bar\ \approx 2\ bars$$

$\rightarrow Note$: $A_S \emptyset 16 = 201.06\ mm^2 A_{S.prov} = 402.12\ mm^2$

Select 2 Φ 16 mm (Bottom).

$$S = \frac{120 - 2 \cdot 20 - 2 \cdot 10 - 2 \cdot 16}{1} = 28\ mm > 25mm \ldots\ldots\ldots\ OK$$

- $Check\ for\ Strain$:

$Tension = Compression$

$$a = \frac{A_S f_y}{0.85\, f'_c\, b} = \frac{402.12 \cdot 420}{0.85 \cdot 24 \cdot 120} = 69.82\ mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{69.82}{0.85} = 82.14\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003 \times \left(\frac{d - c}{c}\right) = 0.003 \times \left(\frac{285 - 82.14}{62.11}\right) = 0.0074 > 0.005 \ldots\ldots\ldots\ OK$$

Shear Design for (R 27):

$$W_a\left(\frac{l_a}{l_b}=0.93\right)=0.57$$

$$\textit{The total load on the panel being}\ (7.61\times 8.2\times 20.6=\ 1285.48\ KN)$$

$$\textit{The load per rib at face of the long beam is}$$

$$\left(0.57\times 1285.48\times\frac{0.52}{2\times 8.2}\right)=23.233\ KN$$

$$V_{ud}=\ 23.233-\ 20.6\times 0.52\times 0.285\ =\ 20.20\ KN$$

$$V_C=(1.1)\times\frac{1}{6}\ \lambda\sqrt{f'_c}\ b_w\ d=1.1\times\frac{1}{6}\times 1\times\sqrt{24}\cdot 120\cdot 285\cdot 10^{-3}=30.7\ KN$$

$$\phi=0.75\quad\rightarrow\ for\ shear$$

$$\phi\ V_C=0.75\times 30.7=23.03\ KN$$

$$\frac{1}{2}\ \phi\ V_C\ =\frac{1}{2}\times 23.03=11.51\ KN$$

$$\frac{1}{2}\ \phi\ V_C<V_{ud.max}\ \leq\ \phi\ V_C$$

$$\rightarrow\ 11.51\ KN\ <\ 20.2\ \ KN\ \leq\ 23.025\ KN\ \ \ldots\ldots\ \ OK$$

Minimum shear reinforcement is required *except for concrete joist construction*.

Use 2 – Legs ∅ 10 @ 20cm

$$S_{max}\leq\frac{d}{2}\leq 600\ mm\qquad\qquad\frac{d}{2}=\frac{284}{2}=142\ mm\ -Control.$$

$$S_{req}=\frac{3\times A_v\times f_{yt}}{b_w}=\frac{3\times 157\times 420}{120}=1648.5\ mm>S_{max}$$

$$take\ S=S_{max}=142\ mm$$

$$S_{req}=\frac{16\ A_v f_{yt}}{b_w\sqrt{f'_c}}=\frac{16\times 157\times 420}{120\sqrt{24}}=1794.659\ mm>S_{max}$$

$$\boldsymbol{take\ S = S_{max} = 142\ mm}$$

$$\boldsymbol{Use\ 2 - Leg\ \emptyset\ 10\ @\ 125\ mm.}$$

$$\boldsymbol{and\ 2 - Leg\ \emptyset\ 10\ @\ 200\ mm\ in\ the\ middle\ space.}$$

4.7 Design of Beam 6 (Th):

Determination of Dead load of beam:

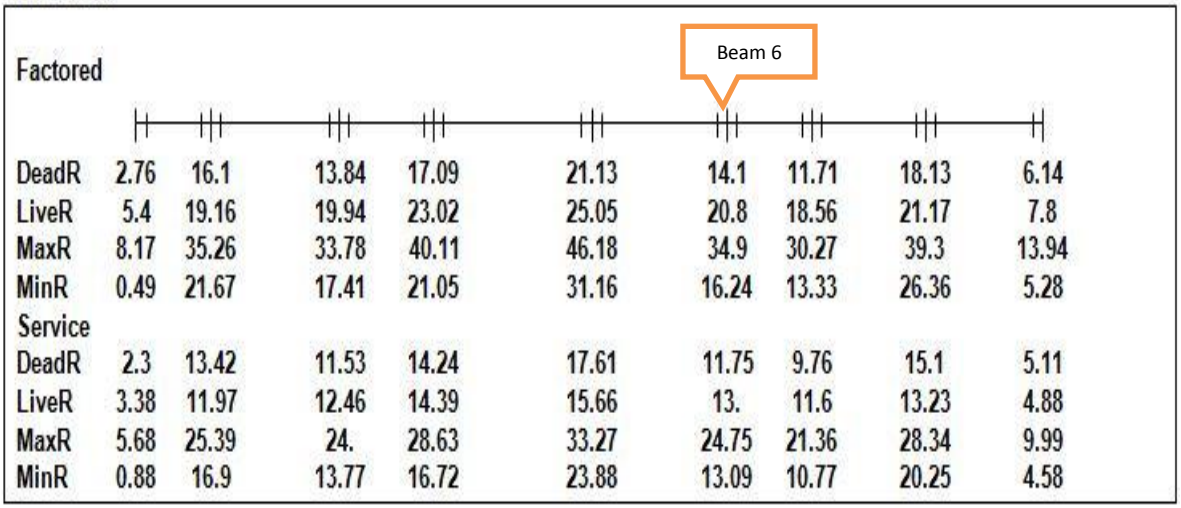
$Type$	γbh	KN/m
$Reinforcement\ Concrete$	$([0.8 \cdot 0.32] + [0.5 \cdot 0.3]) \times 25$	10.15
$Plaster$	$(0.3 + 0.3 + 0.5) \times 0.03 \cdot 22$	0.726
Sum		10.876

$Dead\ and\ Live\ load\ From\ Ribs(Service)$:

$Rib(R2)$:

Reactions

Factored



DeadR	2.76	16.1	13.84	17.09	21.13	14.1	11.71	18.13	6.14
LiveR	5.4	19.16	19.94	23.02	25.05	20.8	18.56	21.17	7.8
MaxR	8.17	35.26	33.78	40.11	46.18	34.9	30.27	39.3	13.94
MinR	0.49	21.67	17.41	21.05	31.16	16.24	13.33	26.36	5.28
Service									
DeadR	2.3	13.42	11.53	14.24	17.61	11.75	9.76	15.1	5.11
LiveR	3.38	11.97	12.46	14.39	15.66	13.	11.6	13.23	4.88
MaxR	5.68	25.39	24.	28.63	33.27	24.75	21.36	28.34	9.99
MinR	0.88	16.9	13.77	16.72	23.88	13.09	10.77	20.25	4.58

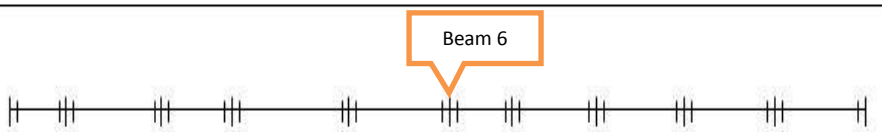
$$Dead\ R = \frac{11.75}{0.52} = 22.6\ KN/m$$

$$Live\ R = \frac{13.00}{0.52} = 25\ KN/m$$

***Rib* (*R3*):**

Reactions

Factored



DeadR	2.76	16.1	13.84	17.08	21.16	13.91	12.34	16.09	15.28	18.59	6.44
LiveR	5.4	19.16	19.95	23.01	25.06	20.49	18.82	20.64	20.6	22.32	8.24
MaxR	8.17	35.26	33.79	40.1	46.22	34.4	31.16	36.73	35.88	40.91	14.68
MinR	0.49	21.67	17.42	21.03	31.23	15.96	14.96	23.48	21.76	27.23	5.5
Service											
DeadR	2.3	13.42	11.54	14.24	17.63	11.59	10.28	13.41	12.74	15.49	5.37
LiveR	3.38	11.97	12.47	14.38	15.66	12.81	11.76	12.9	12.87	13.95	5.15
MaxR	5.68	25.39	24.	28.62	33.29	24.4	22.04	26.31	25.61	29.44	10.52
MinR	0.88	16.9	13.77	16.7	23.93	12.87	11.92	18.03	16.78	20.89	4.78

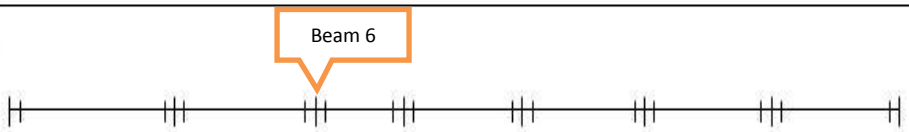
$$\boldsymbol{Dead\ R = \frac{11.59}{0.52} = 22.3\ KN/m}$$

$$\boldsymbol{Live\ R = \frac{12.81}{0.52} = 24.63\ KN/m}$$

***Rib* (*R4*):**

Reactions

Factored



DeadR	8.36	23.39	13.06	12.66	16.03	15.3	18.59	6.44
LiveR	10.25	26.93	20.54	19.3	20.59	20.6	22.31	8.24
MaxR	18.61	50.32	33.6	31.96	36.62	35.89	40.9	14.68
MinR	7.58	33.34	13.85	15.26	23.33	21.79	27.23	5.5
Service								
DeadR	6.97	19.49	10.88	10.55	13.36	12.75	15.49	5.37
LiveR	6.4	16.83	12.84	12.06	12.87	12.87	13.95	5.15
MaxR	13.37	36.32	23.72	22.61	26.23	25.62	29.43	10.52
MinR	6.48	25.71	11.38	12.18	17.92	16.8	20.89	4.78

$$\boldsymbol{Dead\ R = \frac{10.88}{0.52} = 20.92\ KN/m}$$

$$\boldsymbol{Dead\ R = \frac{12.84}{0.52} = 24.7\ KN/m}$$

Determination ofFactored Dead &Live Load:-

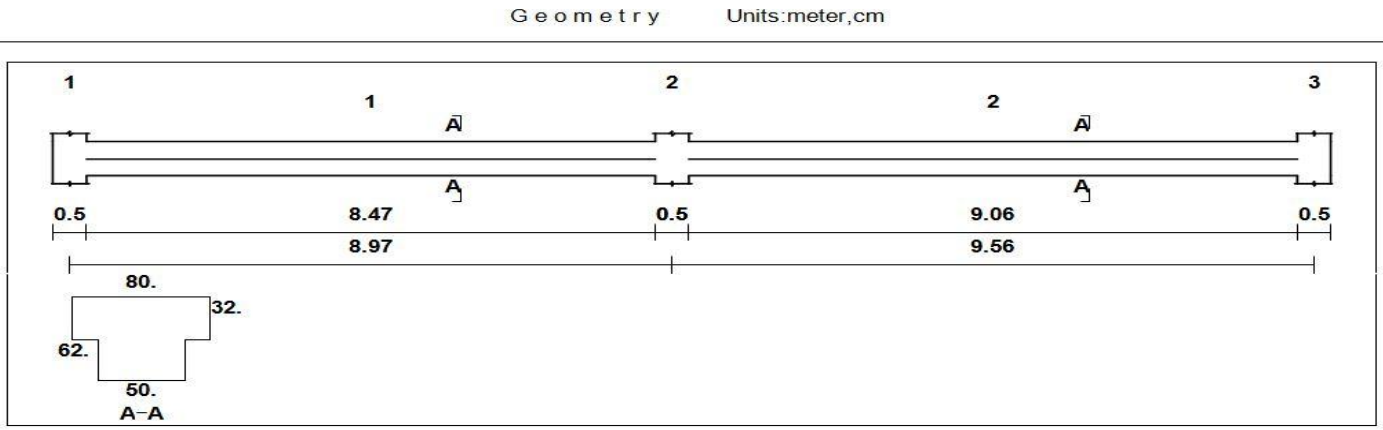


Figure (4-6) : Beam Geometry

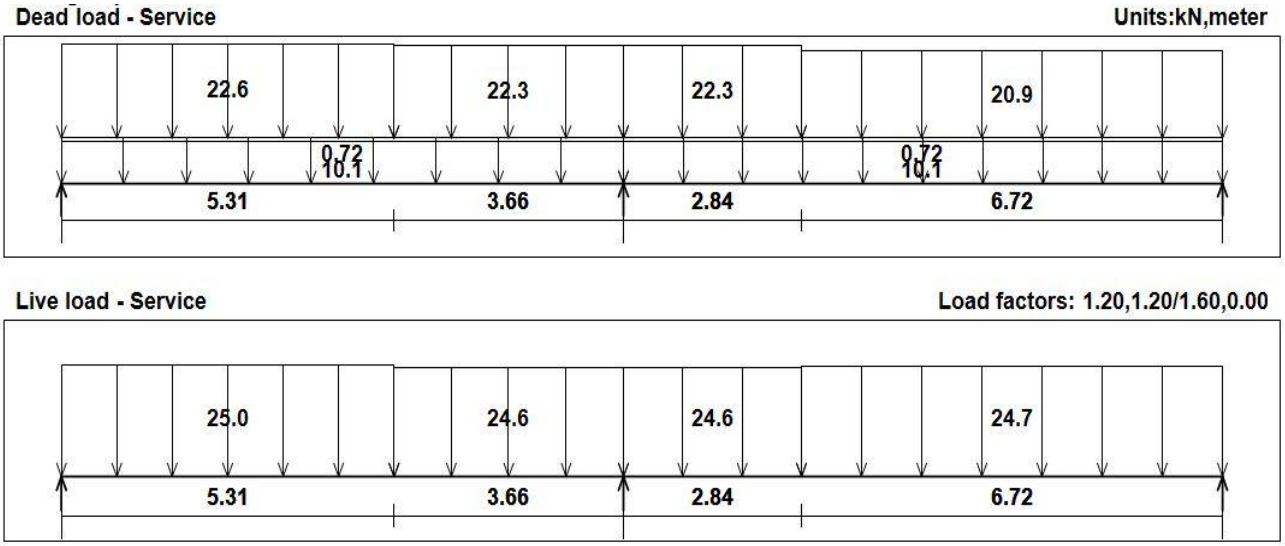


Figure (4-7) : Load of beam

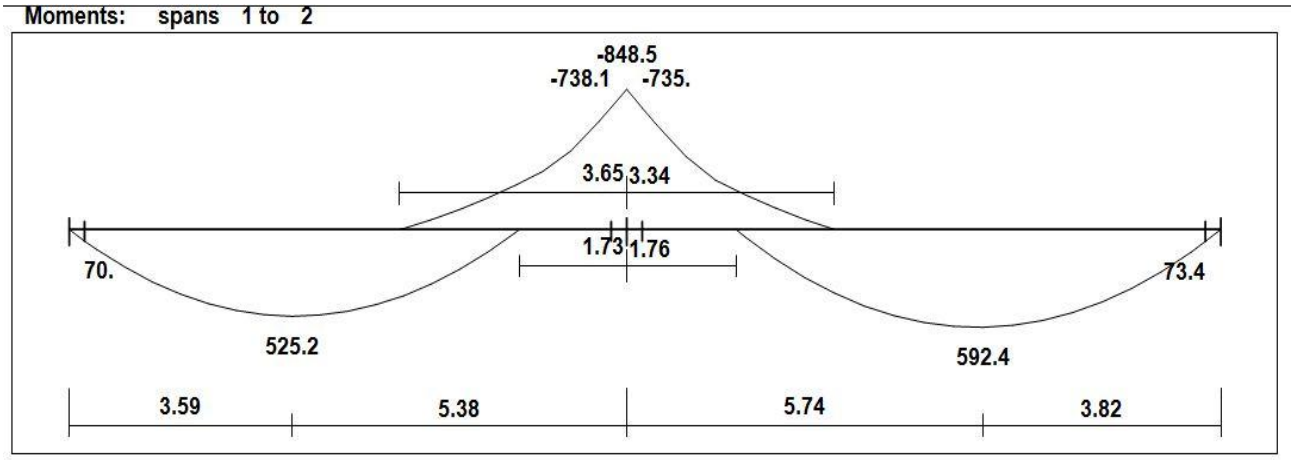


Figure (4-8): Moment Envelop for Beam

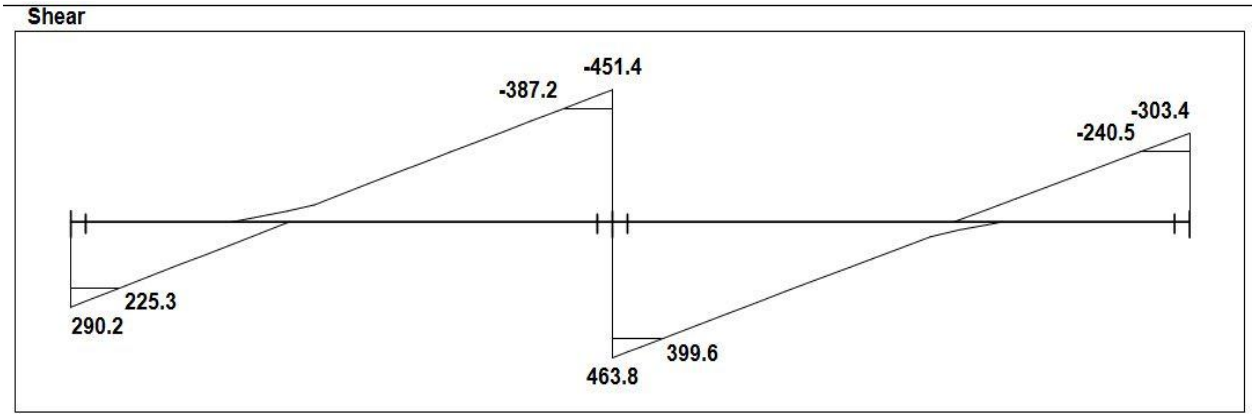
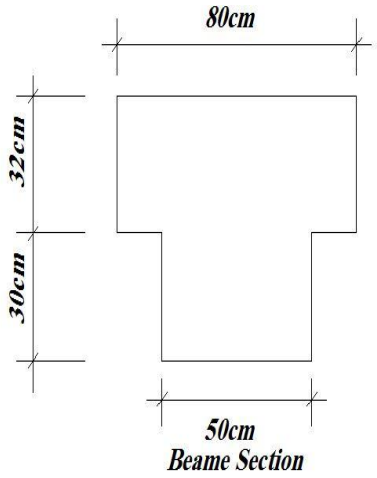


Figure (4-9) : Shear Envelop for Beam

4.6.1 Design of flexure:-



$$Assume\ bars\ of\ \emptyset 20\ mm$$

$$b_{eff} = 80\ cm \qquad b_w = 50\ cm \qquad h_f = 32\ cm \qquad h = 62\ cm$$

$$d = h - cover - d_{stirrups} - \frac{d_b}{2} = 620 - 40 - 10 - \frac{20}{2} = 560\ mm$$

$$a)\ Positive\ Moment:$$

1. $Check\ T-\ Section\ or\ Rectangular\ Section$:

$$\bar{M}_{nf} = 0.85\ f'_c\ b_f\ h_f \left(d - \frac{h_f}{2}\right)$$

$$\bar{M}_{nf} = 0.85 \cdot 24 \cdot 800 \cdot 320 \left(560 - \frac{320}{2}\right) \times 10^{-6} = 2088.96\ KN.m$$

$$\emptyset\ \bar{M}_{nf} = 0.9 \times 2088.96 = 1880.064\ KN.m$$

$$\emptyset\ \bar{M}_{nf} = 1880.064\ KN.m\ > M_u = 592.4\ KN.m$$

$\rightarrow$ *The section will be designed as Rectangular section with* $b = 80\ cm.$

2. $Check\ Singly\ or\ Doubly\ Section$:

$$c = \frac{3}{7}\ d = \frac{3}{7} \times 560 = 240\ mm$$

$$a = \beta_1\ c = 0.85 \cdot 240 = 204\ mm$$

$$M_{n.max} = 0.85\ f'_c\ b_f\ a \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_{n.max} = 0.85 \cdot 24 \cdot 800 \cdot 204 \left(560 - \frac{204}{2}\right) \times 10^{-6} = 1524.81\ KN.m$$

$$Use\ \emptyset\ = 0.82$$

$$\emptyset\ M_{n.max} = 0.82 \times 1524.81 = 1250.35\ KN.m$$

$$\emptyset\ M_{n.max} = 1250.34\ KN.m > M_u = 592.4\ KN.m$$

$\rightarrow$ *Design the section as singly reinforced concrete section.*

$b)$ ***Negative Moment***:

Check Singly or Doubly Section:

$$c = \frac{3}{7}\, d = \frac{3}{7} \times 560 = 240\ mm$$

$$a = \beta_1\, c = 0.85 \cdot 240 = 204\ mm$$

$$M_{n.max} = 0.85\, f'_c\, b_w\, a \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_{n.max} = 0.85 \cdot 24 \cdot 500 \cdot 204 \left(560 - \frac{204}{2}\right) \times 10^{-6} = 953.01\ KN.m$$

$$Use\ \emptyset\ = 0.82$$

$$\emptyset\, M_{n.max} = 0.82 \times 953.01 = 781.5\ KN.m$$

$$\emptyset\, M_{n.max} = 781.5\ KN.m > M_u = 738.1\ KN.m$$

$\rightarrow$ ***Design the section as singly reinforced concrete section.***

4.6.1.1 Design of Negative Moment:-

Assume bars of $\emptyset\ 20\ mm$

$$b_f = 80\ cm \qquad b_w = 50\ cm \qquad h_f = 32\ cm \qquad h\ = 62\ cm$$

$$d = h - cover - d_{stirrups} - \frac{d_b}{2} = 620 - 40 - 10 - \frac{20}{2} = 560\ mm$$

$\Rightarrow$ ***The Maximum Negative Moment*** $M_u = -738.1\ KN.m$

$$M_n = \frac{M_u}{\emptyset} = \frac{738.1}{0.9}\ = 820.11\ KN.m$$

$$R_n = \frac{M_n}{b\, d^2} = \frac{820.11 \times 10^6}{500 \cdot (560^2)} = 5.23\ MPa$$

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

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\, m\, R_n}{f_y}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 20.6 \cdot 5.23}{420}}\right) = 0.01467$$

$$A_S = \rho \times b \times d = 0.01467 \times 500 \times 560 = 4107.6\ mm^2$$

- **Check for $A_{S.min}$:**

$$A_{S.min} = \frac{0.25\sqrt{f'_c}}{f_y} b_w\, d \geq \frac{1.4}{f_y} b_w\, d$$

$$A_{S.min} = \frac{0.25\sqrt{24}}{420}\ 500 \cdot 560 = 816.5\ mm^2$$

$$A_{S.min} = \frac{1.4}{420}\ 500 \cdot 560 = 933.33\ mm^2 \ldots\ldots\ldots Control$$

$$A_{S.req} = 4107.6\ mm^2 > A_{S.min} = 933.33\ mm^2 \qquad O\dot{K}$$

$$\#of\ bars = \frac{A_{S.req}}{A_{S.bar}} = \frac{4107.6}{314.16} = 13.1\ bars \approx 14\ bars$$

$\rightarrow Note$: $A_S \emptyset 20 = 314.16\ mm^2 A_{S.prov} = 4398.24\ mm^2$

Select 14 Φ 20 mm (Top).

- **Check for bars Placement**:

$$S = \frac{800 - 2 \cdot 40 - 2 \cdot 10 - 14 \cdot 20}{13} = 32.31\ mm \geq 25mm$$

$$\geq d_b = 20\ mm\ OK$$

- **Check for Strain**:

$Tension = Compression$

$$a = \frac{A_S f_y}{0.85\, f'_c\, b} = \frac{4398.24 \cdot 420}{0.85 \cdot 24 \cdot 500} = 181.1\ mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{181.1}{0.85} = 213.1\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003 \times \left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003 \times \left(\frac{560 - 213.1}{213.1}\right) = 0.0049 \approx 0.005 \qquad OK$$

4.6.1.2 Design of Positive Moment :

$b_f = 80\ cm \quad b_w = 50\ cm \quad h_f = 32\ cm \quad h = 62\ cm$

$$d = h - cover - d_{stirrups} - \frac{d_b}{2} = 620 - 40 - 10 - \frac{20}{2} = 560\ mm$$

$1\rangle\ Positive\ Moment\ M_u = +525.2\ KN.m \quad \rightarrow\ Span\ -1-$

$$M_n = \frac{M_u}{\emptyset} = \frac{525.2}{0.9} = 583.56\ KN.m$$

$$R_n = \frac{M_n}{b\ d^2} = \frac{583.56 \times 10^6}{800 \cdot (560^2)} = 2.33\ MPa$$

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

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\ m\ R_n}{f_y}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 20.6 \cdot 2.33}{420}}\right) = 0.00591$$

$$A_S = \rho \times b \times d = 0.00591 \times 800 \times 560 = 2647.68\ mm^2$$

- $Check\ for A_{S.min}:$

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

$$A_{S.min} = \frac{0.25\sqrt{24}}{420}\ 500 \cdot 560 = 816.5\ mm^2$$

$$A_{S.min} = \frac{1.4}{420}\ 500 \cdot 560 = 933.33\ mm^2 \ldots\ldots\ldots Control$$

$$A_{S.req} = 2647.68\ mm^2 > A_{S.min} = 933.33\ mm^2 \qquad \dot{O}K$$

$$\#of\ bars = \frac{A_{S.req}}{A_{S.bar}} = \frac{2647.68}{314.16} = 8.43\ bars \approx 9\ bars$$

$\rightarrow Note:\ A_S \emptyset 20 = 314.16\ mm^2 A_{S.prov} = 2827.44\ mm^2$

Select 9Φ 20 mm (Bottom).

- ***Check for bars Placement***:

$$S = \frac{500 - 2 \cdot 40 - 2 \cdot 10 - 9 \cdot 20}{8} = 27.5\ mm \geq 25mm$$

$$\geq d_b = 20\ mm \ldots\ldots\ldots\ OK$$

- ***Check for Strain***:

Tension = Compression

$$a = \frac{A_S f_y}{0.85\, f'_c\, b} = \frac{2827.44 \cdot 420}{0.85 \cdot 24 \cdot 800} = 72.76\ mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{72.76}{0.85} = 85.61\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003 \times \left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003 \times \left(\frac{560 - 85.61}{85.61}\right) = 0.0166 > 0.005 \ldots\ldots\ldots\ OK$$

2⟩ ***Positive Moment*** $M_u = +592.4\ KN.m \quad \rightarrow$ ***Span*** $-2-$

$$M_n = \frac{M_u}{\emptyset} = \frac{592.4}{0.9} = 658.22\ KN.m$$

$$R_n = \frac{M_n}{b\, d^2} = \frac{658.22 \times 10^6}{800 \cdot (560^2)} = 2.624\ MPa$$

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

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\, m\, R_n}{f_y}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 20.6 \cdot 2.624}{420}}\right) = 0.00671$$

$$A_S = \rho \times b \times d = 0.00671 \times 800 \times 560 = 3006.1\ mm^2$$

- ***Check for*** $A_{S.min}$ ***:***

$$A_{S.min} = \frac{0.25\sqrt{f'_c}}{f_y} b_w\, d \geq \frac{1.4}{f_y} b_w\, d$$

$$A_{S.min} = \frac{0.25\sqrt{24}}{420}\ 500 \cdot 560 = 816.5\ mm^2$$

$$A_{S.min} = \frac{1.4}{420}\ 500 \cdot 560 = 933.33\ mm^2 \ldots\ldots\ldots\ Control$$

$$A_{S.req} = 3006.1\ mm^2 > A_{S.min} = 933.33\ mm^2 \ldots\ldots\ldots\ O\dot{K}$$

$$\#of\ bars = \frac{A_{S.req}}{A_{S.bar}} = \frac{3006.1}{314.16} = 9.57\ bars \approx 10\ bars$$

$\rightarrow Note$: $A_S\emptyset 20 = 314.16\ mm^2$ $A_{S.prov} = 3141.6\ mm^2$

Select 10 Φ 20 mm (Bottom).

- ***Check for bars Placement***:

$$S = \frac{500 - 2 \cdot 40 - 2 \cdot 10 - 10 \cdot 20}{9} = 22.22\ mm < 25mm \ldots\ldots\ldots \quad NOT\ Ok$$

$$Use\ Two\ Layer\ \ 8\Phi 20 - Layer(1)$$

$$2\Phi 20 - Layer(2)$$

- ***Check for Strain***:

$$Tension = Compression$$

$$a = \frac{A_S f_y}{0.85\ f'_c\ b} = \frac{3141.6 \cdot 420}{0.85 \cdot 24 \cdot 800} = 80.85\ mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{80.85}{0.85} = 95.12\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003 \times \left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003 \times \left(\frac{560 - 95.12}{95.12}\right) = 0.015 > 0.005 \ldots\ldots\ldots \quad OK$$

4.6.2 Design of shear

The Maximum Shear force at the distance (d):

$V_{ud} = 399.6KN \rightarrow support - 2 -$

$$V_C = \frac{1}{6} \times \lambda \sqrt{f'_c} b_w \, d = \frac{1}{6} \times 1 \times \sqrt{24} \times 500 \times 560 \times 10^{-3} = 228.62 \, KN$$

$\emptyset = 0.75 \quad \rightarrow for\ shear$

$$\emptyset \, V_C = 0.75 \times 228.62 = 171.46 \, KN$$

$$\frac{1}{2} \emptyset \, V_C = \frac{1}{2} \times 171.46 = 85.73 \, KN$$

$\Rightarrow$***Check for section dimension***:

$$V_S = \frac{V_u}{\emptyset} - V_c = \left(\frac{399.6}{0.75}\right) - 228.62 = 304.2 \, KN$$

$$V_{S.max} = \frac{2}{3} \times \sqrt{f'_c} b_w \, d = \frac{2}{3} \times \sqrt{24} \times 500 \times 560 \times 10^{-3} = 914.5 \, KN.m$$

$V_S = 304.2 \, KN < V_{S.max} = 914.47 \, KN \ \ OK$

$\rightarrow$ ***The section dimension is enough.***

Check For Items:

$$\frac{1}{2} \emptyset \, V_C < V_u \geq \emptyset \, V_c \qquad \Rightarrow 85.73 \, KN < 399.6 \, KN \geq 171.46 \, KN$$

$$V_{S.min} = \frac{1}{3} \times b_w \, d = \frac{1}{3} \times 500 \times 560 \times 10^{-3} = 93.92 \, KN$$

$$V_{S.min} = \frac{1}{16} \times \sqrt{f'_c} b_w \, d = \frac{1}{16} \times \sqrt{24} \times 500 \times 560 \times 10^{-3} = 85.73 \, KN \rightarrow control$$

$V_S^{`} = 2 \, V_C = 2 \cdot 228.61 = 457.24 \, KN$

$\emptyset(V_C + V_{S.min}) < V_u \leq \emptyset \, (V_C + V_S^{`})$

$$\emptyset(V_C + V_{S.min}) = 0.75 \times (228.61 + 93.33) = 241.5\ KN$$

$$\emptyset\ (V_C + V_S`) = 0.75 \times (228.61 + 457.22) = 514.37\ KN$$

$$\emptyset(V_C + V_{S.min}) < V_u \leq \emptyset\ (V_C + V_S`)$$

$$253.03\ KN < 399.6\ KN \leq 514.37\ KN \quad \ldots\ldots\ldots\ OK\ Case - 4 -$$

$$\Rightarrow Use\ stirrups\ Two\ Legs\ \Phi 10\ with\ A_v = 2 \cdot 78.5 = 157.1\ mm^2$$

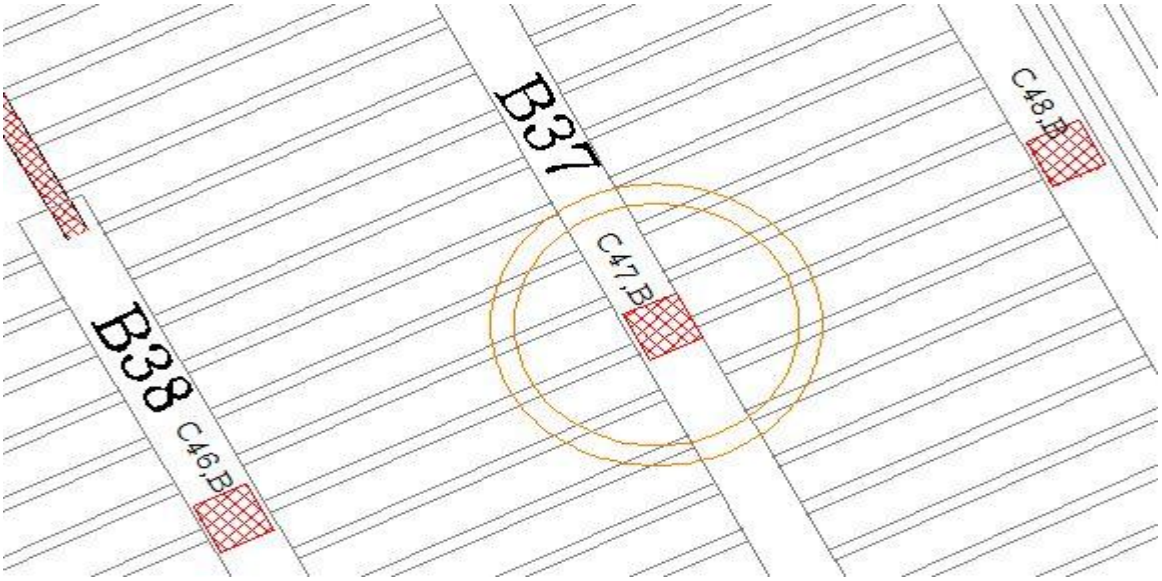
$$S = \frac{A_v f_{yt}\ d}{V_S} = \frac{157.1 \cdot 420 \cdot 560 \times 10^{-3}}{304.2} = 121.4\ mm = 12.14\ cm \ldots\ldots\ldots control$$

$$S_{max} = \frac{d}{2} = \frac{560}{2} = 280\ mm$$

$$S_{max} = 600\ mm$$

Use Two Legs Φ10 @ 10 cm c/c

4.8 Design of Long Column (Column 47 B)



$$P_u = 1.2DL + 1.6LL = 1.2 \times 1157.7 + 1.6 \times 588 = 2330.04\ KN$$

$$P_n = \frac{P_u}{\phi} = \frac{2330.04}{0.65} = 3584.67\ KN \qquad \Rightarrow \phi = 0.65 - for\ tied\ column$$

Assume rectangular section with:

$\rightarrow Use\ \rho = 2.5\ \%$

$$P_n = 0.8 \times A_g\left(0.85 \times f'_c + \rho_g[f_y - 0.85 \times f'_c]\right)$$

$\rightarrow Use\ 0.8\ for\ tied\ column$

$$3584.67 \times 10^3 = 0.8 \times A_g(0.85 \times 24 + 0.025 \times [420 - 0.85 \times 24])$$

$$A_g = 0.147\ m^2$$

$\rightarrow Use\ 0.40 \times 0.60\ m^2\ with\ A_g = 0.24\ m^2 > A_{g.required} = 0.197\ m^2$

1) $Check\ for\ Slenderness$:

$$\frac{K \times l_u}{r} \leq 34 - 12\left(\frac{M_1}{M_2}\right) \leq 40$$

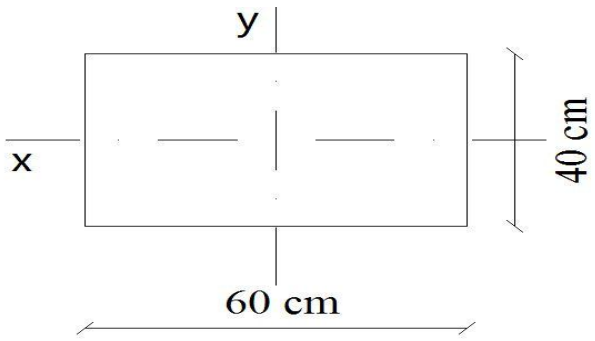
$\left(\frac{M_1}{M_2}\right) = 1 - for\ braced\ \ frame\ with\ M_{min}.$

l_u: $Actual\ unsupported\ (unbraced)\ length.$

r: $radius\ of\ gyration\ of\ its\ cross\ section = \ 0.3\ h$

$l_u \ = \ 3.68\ m$

$K = 1.0 - for\ columns\ in\ nonsway\ frame.$



$a)\ In\ 60\ cm - Dirction$:

$$\frac{K \times l_u}{r} \leq 34 - 12 \times 1.0 = 22 < 40$$

$$\frac{K \times l_u}{r_y} = \frac{1 \times 3.68}{0.3 \times 0.60} = 20.44 \ < 22$$

$\therefore\ short\ \ Column\ for\ bending\ about\ y - axis.$

$b)\ In\ 40\ cm - Dirction$:

$$\frac{K \times l_u}{r} \leq 34 - 12 \times 1.0 = 22 < 40$$

$$\frac{K \times l_u}{r_x} = \frac{1 \times 3.68}{0.3 \times 0.40} = 30.7 \ > 22$$

$\therefore\ long\ Column\ for\ bending\ about\ x - axis.$

$2)\ Calculate\ the\ minimum\ eccentricity\ e_{min}\ and\ \ the\ minimum\ moment\ M_{min}$:

$e_{min} \ = \ 15 \ + \ 0.03 \times h \ = \ 15 \ + \ 0.03 \times 400 \ = \ 27\ mm$

$P_u \ = 1.2DL + 1.6LL = 1.2 \times 1157.7 + 1.6 \times 588 = 2330.04\ KN$

$M_{min} = P_u \times e_{min} = 2330.04 \times 27 = 62.91\ KN.m$

3)*Compute EI*:

$$EI = 0.4\frac{E_C \times I_g}{1+\beta_{dns}}$$

$$E_c = 4700 \times \sqrt{f'_c} = 4700 \times \sqrt{24} = 23025.2\ MPa$$

$$\beta_{dns} = \frac{1.2 \times DL}{P_u} = \frac{1.2 \times 1157.7}{2330.04} = 0.60$$

$$I_g = \frac{b \times h^3}{12} = \frac{600 \times 400^3}{12} = 3.2 \times 10^9\ mm^4$$

$$EI = 0.4 \times \frac{23025.2 \times 3.2}{1+0.60} = 18420.16\ KN.m^2$$

4) *Determine the Euler buckling load*, P_c :

$$P_c = \frac{\pi^2 \times EI}{(K \times l_u)^2} = \frac{\pi^2 \times 18420.16}{(1 \times 3.68)^2} = 13424.48\ KN$$

5) *Calculate the moment magnifier factor* δ_{ns} :

$$C_m = 0.6 + 0.4 \times \frac{M_1}{M_2} = 0.6 + 0.4 \times 1 = 1.0$$

$$\delta_{ns} = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{0.75 \times P_c}} = \frac{1}{1 - \frac{2330.04}{0.75 \times 13424.48}} = 1.3 > 1$$

$$< 1.4 \ldots\ldots\ldots OK$$

→ ***The magnifid eccentricity and moment***:

$$e = e_{min} \times \delta_{ns} = 27 \times 1.3 = 35.1\ mm$$

$$M_c = \delta_{ns} \times M_2 = 1.3 \times 62.91 = 80.85\ KN.m$$

$$\Rightarrow where\ M_2 = M_{min} = 62.91\ KN.m$$

The magnifid moment are less than $(1.4 \times 62.91 = 88.1)$, ***are required by*** $- ACI -$ ***Code Section*** $10.10.2.1$.

6) *Select the column reinforcement from Interaction Diagram* :

a) Compute the ratio e/h:

$$\frac{e}{h} = \frac{35.1}{400} = 0.088$$

b) Compute the ratio γ:

$$Assume\ \emptyset 25\ for\ bars \Rightarrow \gamma = \frac{d - d'}{h} = \frac{400 - 2 \times 40 - 2 \times 10 - 25}{400} = 0.688$$

c) Use interaction diagram $A-9a$ and $A-9b$ to determine ρ_g for the selected dimention: $h = 400\ mm$, $b = 600\ mm$.

$$\frac{\emptyset P_n}{A_g} = \frac{P_u}{A_g} = \frac{2330.04 \times 10^3}{600 \times 400} \times 0.145 = 1.41\ Ksi$$

$$\rightarrow Diagram\ A-9a\ (for\ \gamma = 0.60),\ \rho_g = 0.027$$

$$\rightarrow Diagram\ A-9b\ (for\ \gamma = 0.75),\ \rho_g = 0.029$$

$$\rho_g(\gamma = 0.688) = 0.027 - \left(\frac{0.029 - 0.027}{0.75 - 0.6}\right)(0.688 - 0.6) = 0.026$$

$$\therefore\ \rho_g = 0.026 > \rho_{min} = 0.01 - OK$$

***d) Select the reinforcement*:**

$$A_{st} = \rho_g \times A_g = 0.026 \times 600 \times 400 = 6240\ mm^2 \ldots\ldots Use\ 10\ \emptyset\ 25$$

***$\Rightarrow$Design of the Tie Reinforcement* :**

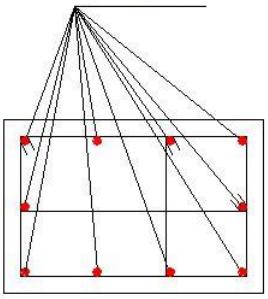
$$S \leq 16\ d_b\ (longitudonal\ bar\ diameter) \rightarrow 16 \times 25 = 400\ mm$$

$$S \leq 48\ d_t\ (tie\ bar\ diameter) \rightarrow 48 \times 10 = 480\ mm$$

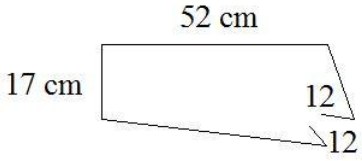
$$S \leq Least\ dimension. \rightarrow Least\ dim. = 40\ mm$$

$$Use\ \emptyset 10\ @\ 20\ cm.$$

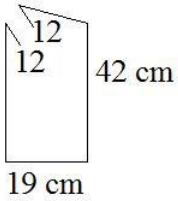
10T25



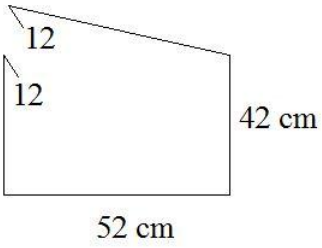
T10 @20 cm
L=162 cm



T10 @20 cm
L=146 cm



T10 @20 cm
L=212 cm



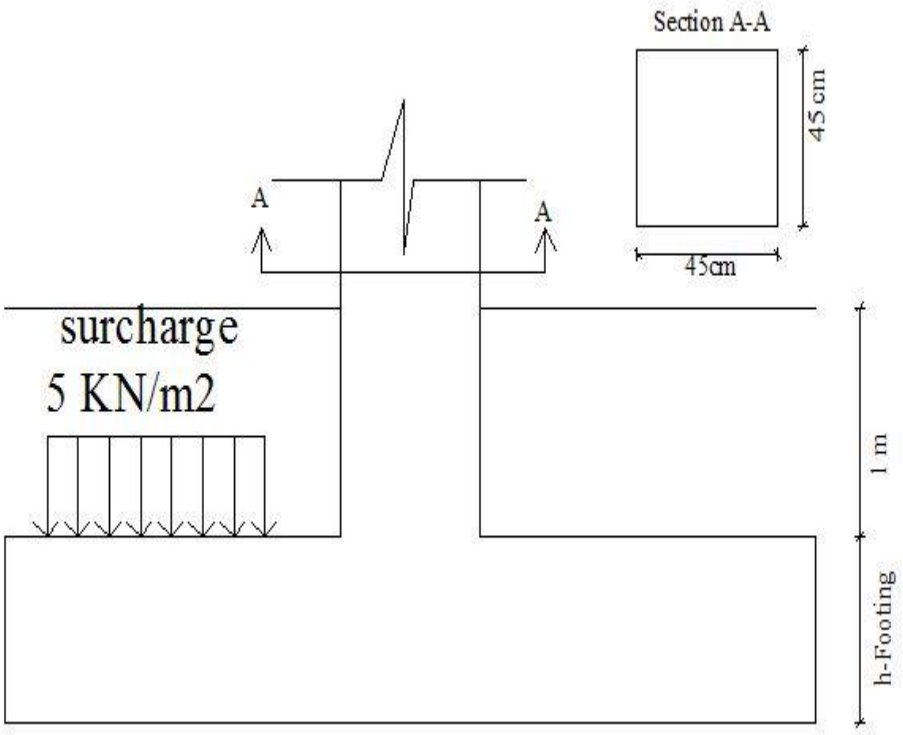
4.9 Design of Isolated Footing :

In this section we will design the foundation 24 for the building :

Determination the service loads on the footing :

- ***Service live load*** $LL = 604.91\ KN$
- ***Service dead load*** $DL = 1779.72\ KN$
- ***Service surcharge*** $5\ KN/m^2$
- ***Permissible (Allowable) Soil pressure in Palestine*** $q_a = 400\ KN/m^2$
- ***Soil density*** $\gamma_{soil} = 18.2\ KN/m^3$

The depth of the footing $= 1\ m$ ***under the natural soil surface.***



Section in isolated footing

1) *Calculating the weight of the footing, soil, and the surcharge floor load*:

- ***weight of the footing*** (***assume*** $h_{footing} = 80\ cm$) :

  $w_{footing} = 0.8 \times 25 = 20\ KN/m^2$

- ***weight of the footing*** :

  $w_{soil} = 1 \times 18.2 = 18.2\ KN/m^2$

  total surcharge load on foundation :

  $w = 20 + 18.2 + 5 = 43.2\ KN/m^2$

2) *Net soil pressure*, $q_{a\,net} = 400 - 43.2 = 356.8\ KN/m^2$

3) *Required size of footing*:

$$A = \frac{P_n}{q_{a.net}} = \frac{604.9 + 1779.72}{356.8} = 6.7\ m^2$$

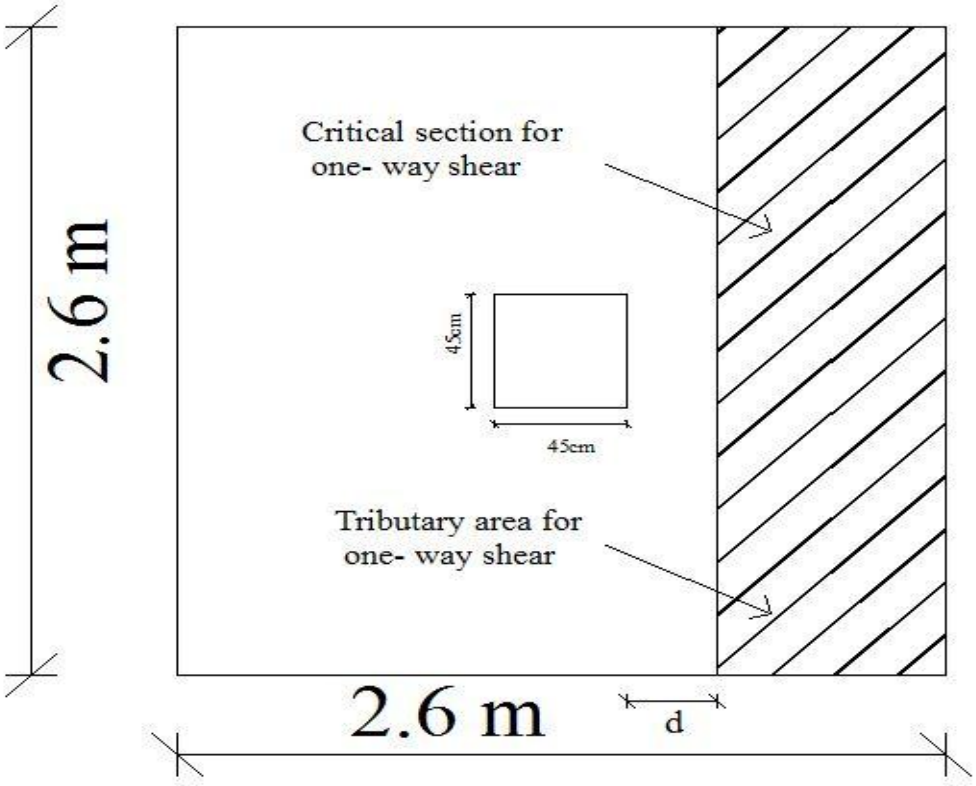
$A = L^2$ …… $L = \sqrt{A} = \sqrt{6.6} = 2.58\ m$.

take $L = 2.6\ m$ …… $A = 2.6 \times 2.6 = 6.76\ m^2 > 6.6\ m^2$ … ***OK***

4) *Depth of footing and shear design* :

$$P_u = 1.2\ DL + 1.6\ LL = 1.2 \times 1779.72 + 1.6 \times 604.9 = 3103.52\ KN$$

$$q_u = \frac{P_u}{A} = \frac{3103.52}{2.6 \times 2.6} = 459.1\ KN/m^2$$



Vertical view of isolated footing

$\Rightarrow$ ***One − way shear (Beam shear)***:

V_u ***at distance*** $-\ d -$ ***from the face of support***:

$$V_u = q_u\, b\left(\frac{l}{2} - \frac{a}{2} - d\right) = 459.1 \times 2.6\left(\frac{2.6}{2} - \frac{0.45}{2} - d\right)$$

$$Let\ V_u = \phi V_c \qquad -\ \phi = 0.75 \quad \rightarrow\ for\ shear$$

$$\phi V_c = 0.75 \times \frac{1}{6}\,\lambda\sqrt{f'_c}\,b_w\,d = 0.75 \times \frac{1}{6} \times 1 \times \sqrt{24} \times 2600 \times d = 1592.2\ KN$$

$$459.1 \times 2.6\left(\frac{2.6}{2} - \frac{0.45}{2} - d\right) = \frac{1}{6} \times \sqrt{24} \times 2600 \times d$$

$$1283.2 - 1193.7\,d = 1592.2\,d$$

$$d = 0.461\,m$$

$Assume\ cover\ 75\ mm, and\ steel\ bars\ of\ \emptyset 25.$

Generally the thickness of a spread footing is governed by tow way shear. The shear will be checked on the critical perimeter at $d/2$ from the face of the column and, if necessary, the thickness will be increased or decreased. Because there is reinforcement in both directions, the average d will be used:

$$h = 461 + 75 + 25 = 561\ mm,$$

$$take\ h = 570\ mm$$

$$then\ d = h - cover - d_b = 570 - 75 - 25 = 470\ mm.$$

$\Rightarrow Two\ way\ shear\ (\ punching\ shear\ )$

$$let\ V_u = \phi V_c \qquad -\phi = 0.75 \quad \rightarrow\ for\ shear$$

$$V_u = 459.1\big(2.6 \times 2.6 - (0.45 + d)(0.45 + d)\big)$$

$$= 459.1\big(6.76 - (0.45 + 0.47)(0.45 + 0.47)\big) = 2714.93\ KN$$

$$\beta = \frac{450}{450} = 1$$

$$b_\circ = 2(0.45 + 0.47) + 2(0.45 + 0.47) = 3.68\ m$$

$$\alpha_s = 40 - \ interior\ column.$$

$$V_c = \frac{1}{6} \times \left(1 + \frac{2}{\beta}\right)\sqrt{f'_c} b_\circ d \qquad \rightarrow where\ \frac{1}{6} \times \left(1 + \frac{2}{1}\right) = 0.5$$

$$V_c = \frac{1}{12} \times \left(\frac{\alpha_s d}{b_\circ} + 2\right)\sqrt{f'_c} b_\circ d \quad \rightarrow where\ \frac{1}{12} \times \left(\frac{40 \times 0.47}{3.68} + 2\right) = 0.59$$

$$V_c = \frac{1}{3} \times \sqrt{f'_c} b_\circ d \qquad \rightarrow where\ \frac{1}{3} = 0.33333 \ldots\ldots control$$

$$Take\ V_c = \frac{1}{3} \times \sqrt{f'_c}\ b_\circ d = \frac{1}{3} \times \sqrt{24} \times 3680 \times 470 \times 10^{-3} = 2824.4\ KN$$

$$\phi V_c = 0.75 \times 2824.42 = 2118.32\ KN < Vu = 2714.93\ KN - Not\ OK$$

$\Rightarrow$ ***Retry with another thickness*** :

Take the depth of footing equals to $80\ cm$:

$$d = h - cover - d_b = 800 - 75 - 25 = 700\ mm.$$

$$let\ V_u = \phi V_c \qquad -\phi = 0.75 \quad \rightarrow for\ shear$$

$$V_u = 459.1\left(2.6 \times 2.6 - (0.45 + d)(0.45 + d)\right)$$

$$= 459.1\left(6.76 - (0.45 + 0.7)(0.45 + 0.7)\right) = 2496.4\ KN$$

$$\beta = \frac{450}{450} = 1$$

$$b_\circ = 2(0.45 + 0.7) + 2(0.45 + 0.7) = 4.6\ m$$

$$\alpha_s = 40 - interior\ column.$$

$$V_c = \frac{1}{6} \times \left(1 + \frac{2}{\beta}\right)\sqrt{f'_c} b_\circ d \qquad \rightarrow where\ \frac{1}{6} \times \left(1 + \frac{2}{1}\right) = 0.5$$

$$V_c = \frac{1}{12} \times \left(\frac{\alpha_s d}{b_\circ} + 2\right)\sqrt{f'_c} b_\circ d \quad \rightarrow where \frac{1}{12} \times \left(\frac{40 \times 0.7}{4.6} + 2\right) = 0.67$$

$$V_c = \frac{1}{3} \times \sqrt{f'_c} b_\circ d \qquad \rightarrow where\ \frac{1}{3} = 0.33333 \ldots \ldots control$$

$$Take\ V_c = \frac{1}{3} \times \sqrt{f'_c}\ b_\circ d = \frac{1}{3} \times \sqrt{24} \times 4600 \times 700 \times 10^{-3} = 5258.24\ KN$$

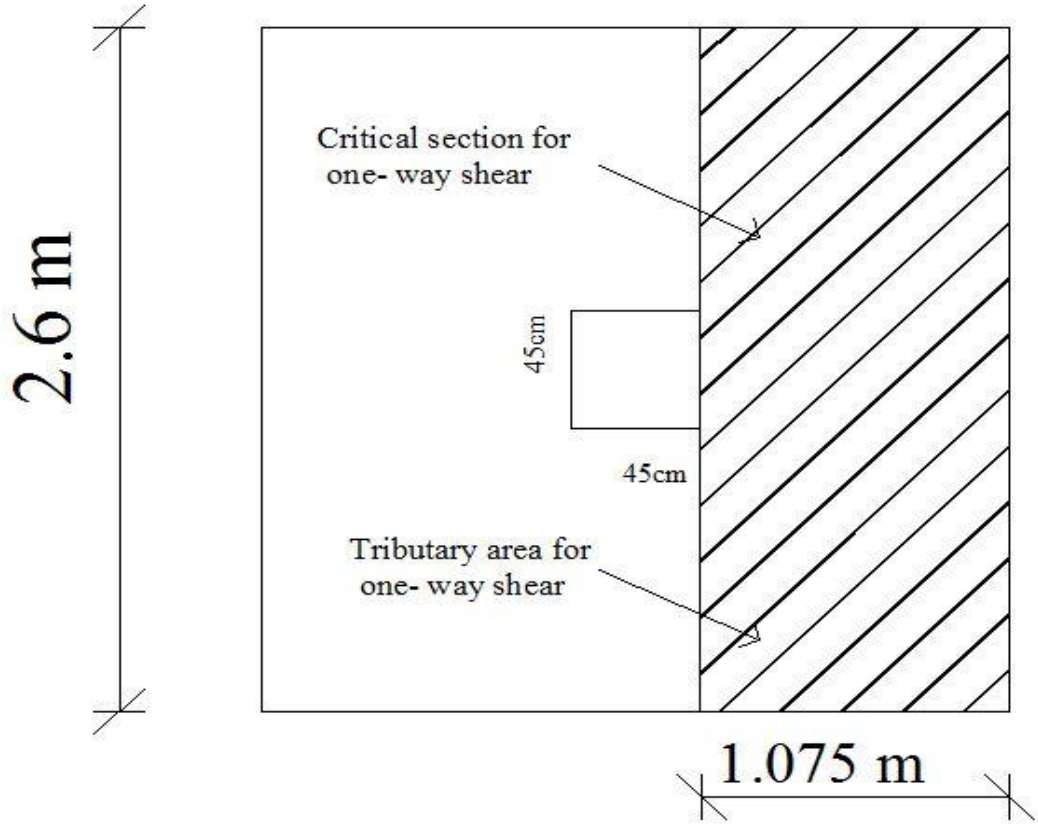
$$\phi V_c = 0.75 \times 5258.23 = 3943.7\ KN > Vu = 2496.4\ KN - OK$$

Design for flexure in both directions $(equals)$:

Take steel bars of $\emptyset\ 25$

$$B = 2600\ mm \qquad h = 800\ mm$$

$$d = h - cover - \frac{d_b}{2} = 800 - 75 - \frac{25}{2} = 712.5\ mm$$



Critical section for moment

$$M_u = 459.1 \times 2.6 \times 1.075 \times \frac{1.075}{2} = 689.7\ KN.m$$

$$M_n = \frac{M_u}{\emptyset} = \frac{689.7}{0.9} = 766.34\ KN.m$$

$$R_n = \frac{M_n}{b\,d^2} = \frac{766.34 \times 10^6}{2600 \times (712.5^2)} = 0.581\ MPa$$

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

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\,m\,R_n}{f_y}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.581}{420}}\right) = 0.0014$$

$$A_S = \rho \times b \times d = 0.0014 \times 2600 \times 712.5 = 2598.43\ mm^2$$

$$A_{s.min} = 0.0018 \times b \times h = 0.0018 \times 2600 \times 800 = 3744\ mm^2$$

$$A_S = 2598.43\ mm^2 < A_{s.min} = 3744\ mm^2$$

$$Take\ A_S = A_{s.min}$$

$$n = \frac{A_S}{A_{s.bar}} = \frac{3744}{490.9} = 7.63\ bar \approx 8\ bars.$$

$$Take\ 8\ \emptyset\ 25\ with\ A_S = 3927\ mm^2 > A_{req.} = 3744\ mm^2 \quad -OK$$

$$S = \frac{2600 - 75 \times 2 - 8 \times 25}{7} = 321.43\ mm$$

- **Step (S) is the smallest of :**

  1) $3 \times h = 3 \times 800 = 24000\ mm$.

  2) $450\ mm$ ……control

  $S = 321.43\ mm < S_{max} = 450\ mm \quad -OK$

- **Design the column − footing joint :**

  $$P_u = 1.2\ DL + 1.6\ LL = 1.2 \times 1779.72 + 1.6 \times 604.9 = 3103.52\ KN$$

  $$\phi(0.85 f'_c A_1)\sqrt{\frac{A_2}{A_1}}$$

  $$where\ \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \leq 2$$

A_1: is the area of the contact surface between the column and the footing .

A_2: is the area of the lower base of a right .

$\phi = 0.65$ − for bering.

- **The allowable bearing on the base of the column is :**

  $$\phi\ P_{np} = \phi(0.85 f'_c A_1) = 0.65 \times 0.85 \times 24 \times 450 \times 450 \times 10^{-3} = 2685.15\ KN$$

- **The maximum bearing load on the footing is:**

  $$\phi(0.85 f'_c A_1)\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = 2685.15 \times 2 = 5370.3KN$$

  $\Rightarrow Note: f'_c$ here for column

  $$P_u = 1.2\ DL + 1.6\ LL = 1.2 \times 1779.72 + 1.6 \times 604.9 = 3103.52\ KN$$

$$P_u = 3103.52\ KN > \phi\, P_{np} = 2685.15\ KN$$

$$\therefore \textbf{Dowels are needed}$$

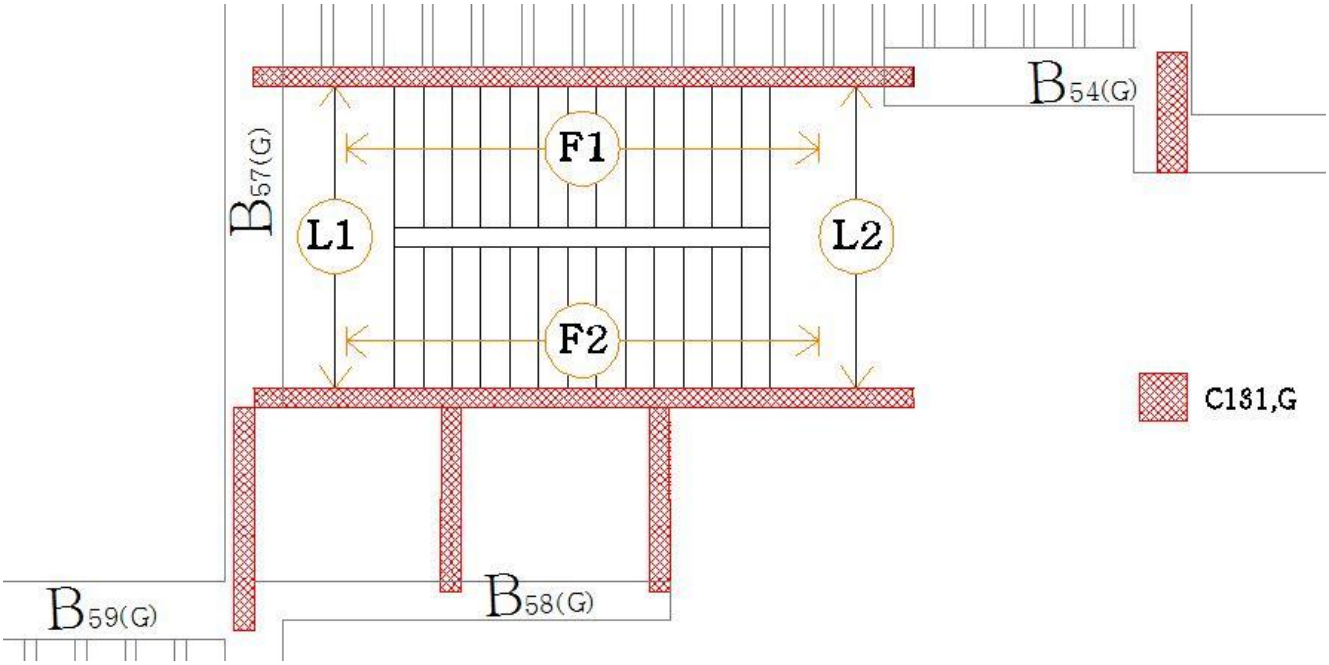
$$A_{s.dowels} = \frac{P_u - \phi\, P_{np}}{\phi\, f_y} = \frac{(3103.52 - 2685.15) \times 10^3}{0.65 \times 420} = 1532.4\ mm^2$$

$$A_{S.min.dowels} = 0.005 \times A_g = 0.005 \times 450 \times 450 = 1012.5\ mm^2$$

$$n = \frac{A_{s.dowels}}{A_{s.bar}} = \frac{1532.4}{490.9} = 3.12\ bars \approx 4\ bars$$

$$\therefore Use\ 4\ \emptyset\ 25$$

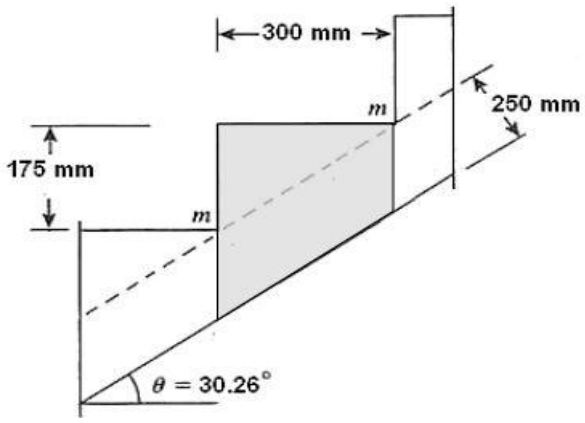
4.10 Design of Stairs:

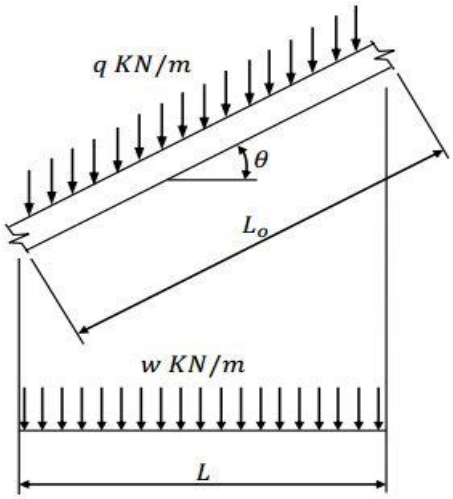


$\Rightarrow$ ***Flight Dead Load computation*** :

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{rise}{run}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{175}{300}\right) = 30.26^{\circ}$$

$$h_{min} = \frac{L}{20} = \frac{4.90}{20} = 0.245\ m \qquad \rightarrow Take\ h_{min} = 250\ mm$$





$$w \times L = q \times L_{\circ} \Rightarrow w = q \times \frac{L_{\circ}}{L} = \frac{q}{\cos\theta}$$

$\boldsymbol{Material}$	$\boldsymbol{Quality\ Densit\ KN/m^3}$	$\boldsymbol{\gamma \times h \times 1\ (KN/m)}$
$\boldsymbol{Tiles}$	$\boldsymbol{27}$	$\boldsymbol{27 \times \left(\frac{0.175 + 0.35}{0.3}\right) \times 0.03 \times 1 = 1.418}$
$\boldsymbol{Mortar}$	$\boldsymbol{22}$	$\boldsymbol{22 \times \left(\frac{0.175 + 0.30}{0.3}\right) \times 0.02 \times 1 = 0.697}$
$\boldsymbol{Stair\ Steps}$	$\boldsymbol{25}$	$\boldsymbol{\frac{25}{0.3} \times \left(\frac{0.175 + 0.30}{0.3}\right) \times 1 = 2.188}$
$\boldsymbol{Reinforced\ Concrete\ solid\ slab}$	$\boldsymbol{25}$	$\boldsymbol{\frac{25 \times 0.25 \times 1}{\cos 30.26^{\circ}} = 7.23}$
$\boldsymbol{Plaster}$	$\boldsymbol{22}$	$\boldsymbol{\frac{22 \times 0.03 \times 1}{\cos 30.26^{\circ}} = 0.764}$
$\boldsymbol{Total\ Dead\ Load, KN/m}$		$\boldsymbol{12.3}$

$\boldsymbol{\Rightarrow Landing\ Dead\ Load\ computation}$:

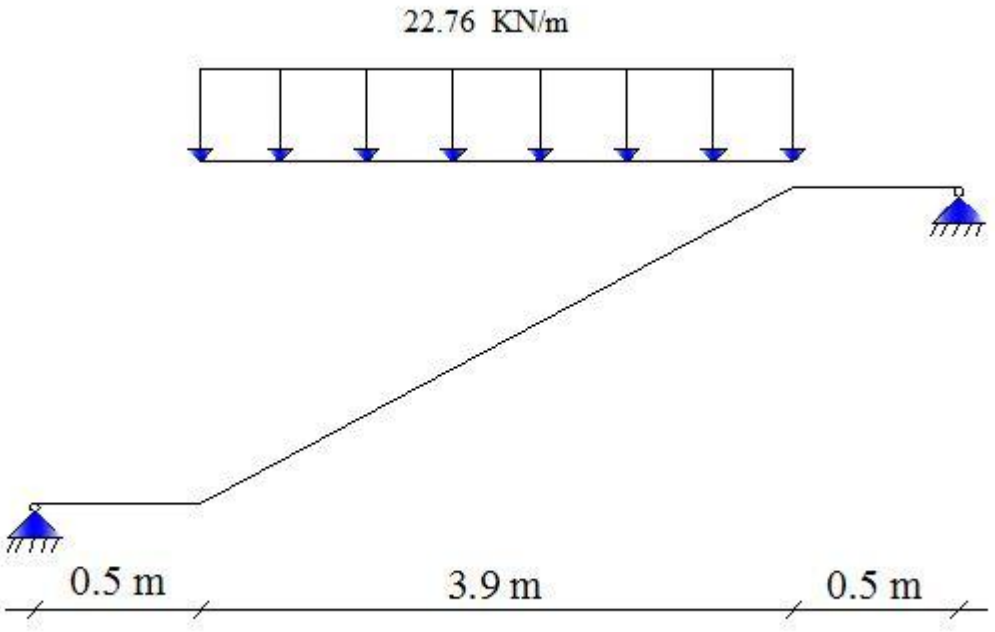
$\boldsymbol{Material}$	$\boldsymbol{Quality\ Densit\ KN/m^3}$	$\boldsymbol{\gamma \times h \times 1\ (KN/m)}$
$\boldsymbol{Tiles}$	$\boldsymbol{22}$	$\boldsymbol{22 \times 0.03 \times 1 = 0.66}$
$\boldsymbol{Mortar}$	$\boldsymbol{22}$	$\boldsymbol{22 \times 0.02 \times 1 = 0.44}$
$\boldsymbol{Reinforced\ Concrete\ solid\ slab}$	$\boldsymbol{25}$	$\boldsymbol{25 \times 0.25 \times 1 = 6.25}$
$\boldsymbol{Plaster}$	$\boldsymbol{22}$	$\boldsymbol{22 \times 0.03 \times 1 = 0.66}$
$\boldsymbol{Total\ Dead\ Load, KN/m}$		$\boldsymbol{8.01}$

$\boldsymbol{\Rightarrow Live\ Load\ (LL) = 5\ KN/m^2}$

$\boldsymbol{\Rightarrow Total\ factored\ load(w) = 1.2 \times DL + 1.6 \times LL}$

$\boldsymbol{\rightarrow\ for\ flight}$: $\boldsymbol{w = 1.2 \times 12.3 + 1.6 \times 5 = 22.76\ KN/m}$

$\boldsymbol{\rightarrow\ for\ landing}$: $\boldsymbol{w = 1.2 \times 8.01 + 1.6 \times 5 = 17.61 KN/m}$



Load on Flight

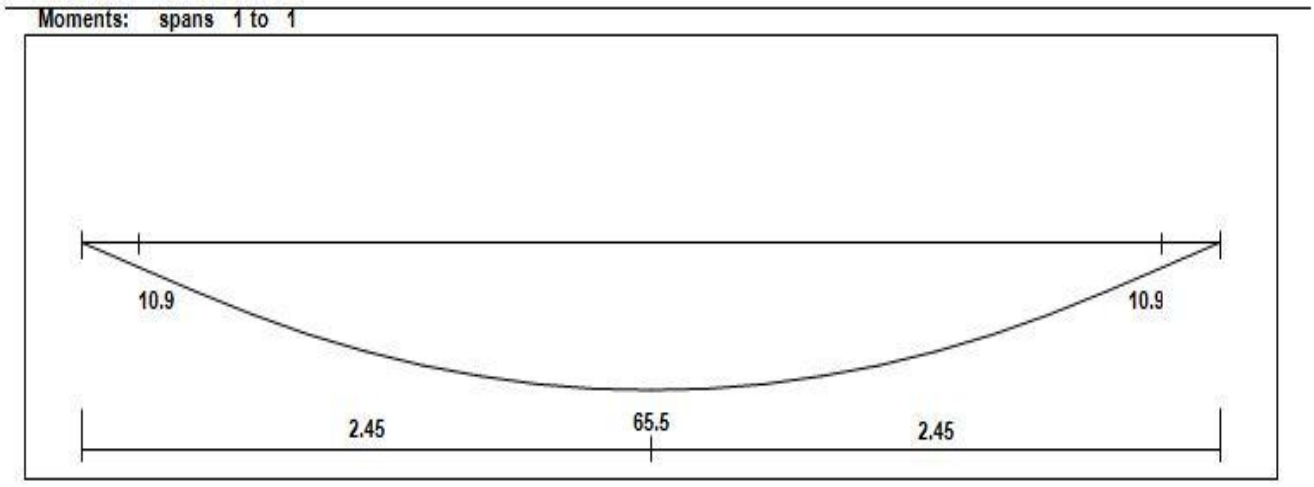
$\Rightarrow$ ***Check for shear strenght***:

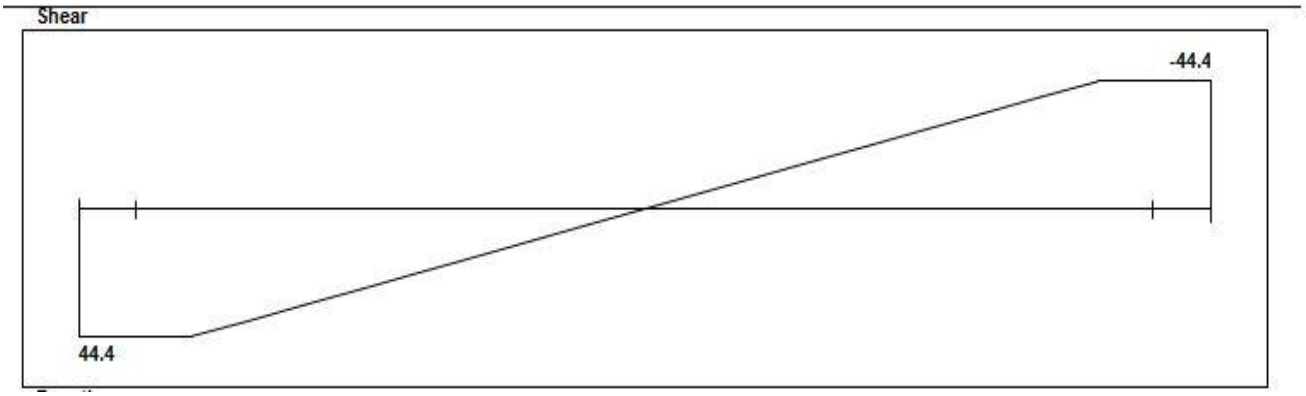
Assume bar diameter $\emptyset$**14** ***for main reinforcement.***

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

Assume width support $= 50\ cm$

❑ ***Design of flight***:





$$V_{u.max} = 44.4\ KN$$

$$V_C = \frac{1}{6}\,\lambda\sqrt{f'_c}\,b_w\,d = \frac{1}{6}\times 1\times\sqrt{24}\times 1000\times 223\times 10^{-3} = 182.1\ KN$$

$$\emptyset = 0.75 \quad \rightarrow\ for\ Shear$$

$$\emptyset\, V_C = 0.75\times 182.1 = 136.6\ KN$$

$$V_{u.max} = 44.4\ KN\ < \frac{1}{2}\emptyset\, V_C = \frac{1}{2}\times 136.6 = 68.3\ KN$$

$$\Rightarrow The\ thickness\ of\ the\ slab\ is\ adequate\ enough.$$

$$\Rightarrow Calculate\ the\ maximum\ bending\ moment\ and\ steel\ reinforcement:$$

$$M_{u.max} = 65.5\ KN.m$$

$$Assume\ bar\ diameter\ \emptyset 14\ \ for\ main\ reinforcement.\ d = 223\ mm$$

$$M_n = \frac{M_u}{\emptyset} = \frac{65.5}{0.9} = 72.8\ \ KN.m$$

$$R_n = \frac{M_n}{b\,d^2} = \frac{72.8\times 10^6}{1000\times(223^2)} = 1.46\ Mpa$$

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

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\,m\,R_n}{f_y}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\cdot 20.6\cdot 1.46}{420}}\right) = 0.0036$$

$$A_S = \rho\times b\times d = 0.0036\times 1000\times 223 = 805.13\ mm^2$$

$$A_{s.min} = 0.0018\times b\times h\ = 0.0018\times 1000\times 250\ =\ 450\ mm^2$$

$A_S = 805.13\ mm^2 > A_{s.min} = 450\ mm^2/m \quad -OK$

$Take\ 6\ \emptyset\ 14\ with\ A_s = 923.64\ mm^2/m > A_{S.req} = 1035.3\ mm^2/m \quad -OK$

$$S = \frac{1}{n} = \frac{1000}{5.23} = 191.2\ mm$$

$Step\ (S)\ is\ the\ smallest\ of$:

1) $3 \times h = 3 \times 320 = 960\ mm$.

2) $450\ mm$

3) $S = 300 \times \left(\frac{280}{f_S}\right) - 2.5 \cdot C_C = 300 \times \left(\frac{280}{\frac{2}{3} \times 420}\right) - 2.5 \times 20 = 250\ mm - control$

$$S \leq 300\left(\frac{280}{f_S}\right) = 300 \times \left(\frac{280}{\frac{2}{3} \times 420}\right) = 300\ mm$$

$S = 191.2\ mm < S_{max} = 250\ mm \quad -OK$

$Take\ \emptyset\ 14\ @\ 180\ mm$

$\Rightarrow Temperature\ and\ shrinkage\ reinforcement$:

$A_S = 0.0018 \times b \times h = 0.0018 \times 1000 \times 250 = 450\ mm^2/m$

$$S = \frac{1}{n} = \frac{1000}{2.92} = 342.1\ mm$$

$Step\ (S - for\ Temperature\ and\ shrinkage\ reinforcement)$

$is\ the\ smallest\ of$:

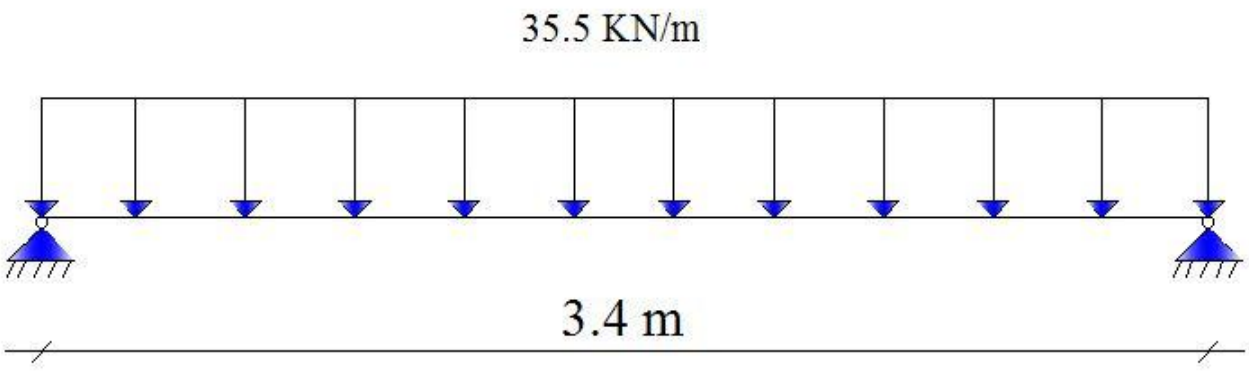
1) $5 \times h = 5 \times 250 = 1250\ mm$.

2) $450\ mm$ ……$Control$

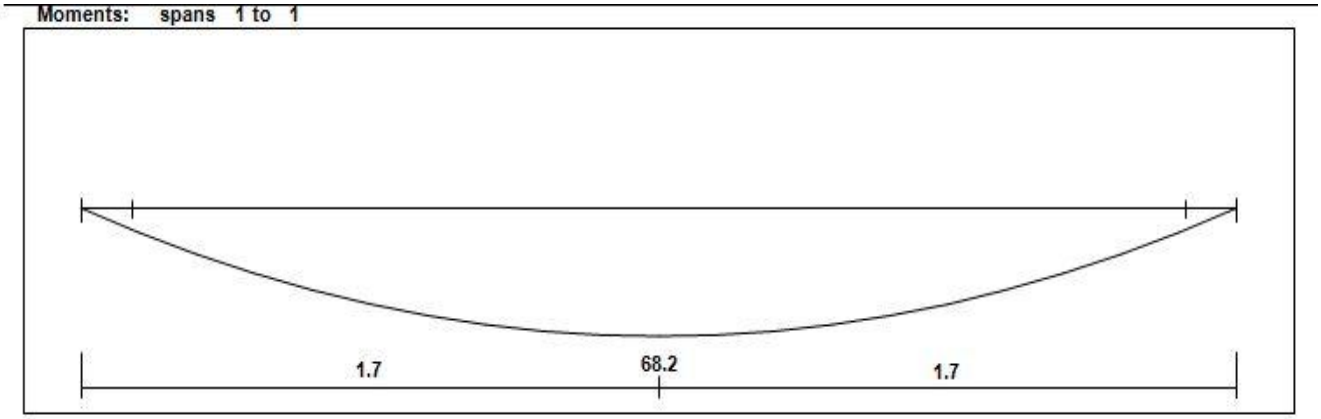
$S = 342.1\ mm < S_{max} = 450\ mm \quad -OK$

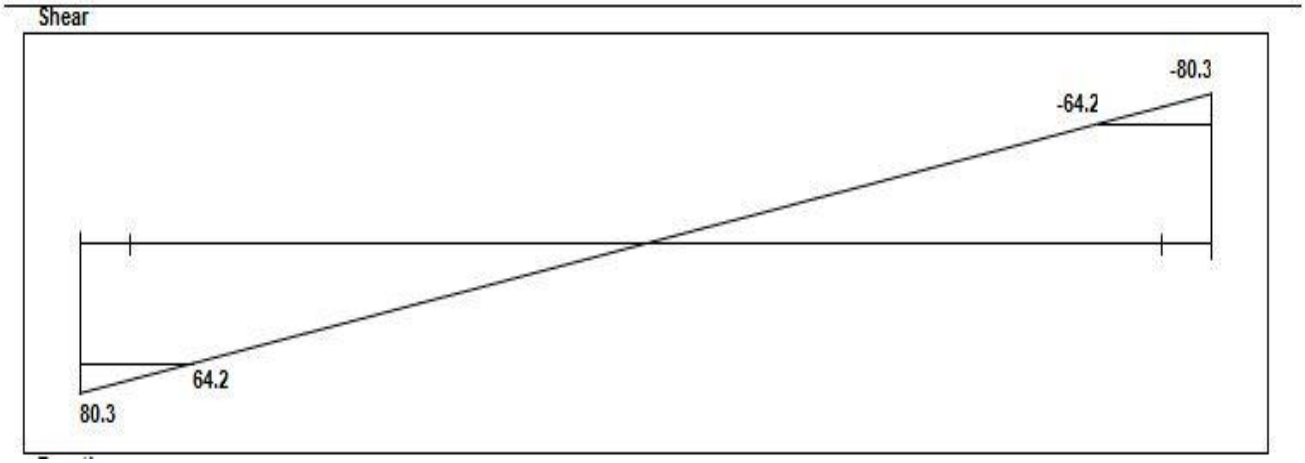
$Take \quad \emptyset\ 14\ @\ 250\ mm$

❑ ***Design of landing***:



Load on Landing





$$M_{u.max} = 68.2\ KN.m$$

$$d = h - cover - d_b - \frac{d_b}{2} = 250 - 20 - 14 - \frac{14}{2} = 209\ mm$$

$$Assume\ bar\ diameter\ \emptyset 14\ \ for\ main\ reinforcement.\ d = 209\ mm$$

$$M_n = \frac{M_u}{\emptyset} = \frac{68.2}{0.9} = 75.78\ KN.m$$

$$R_n = \frac{M_n}{b\,d^2} = \frac{75.78 \times 10^6}{1000 \times (209^2)} = 1.73\ Mpa$$

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

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\ m\ R_n}{f_y}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 20.6 \cdot 1.73}{420}}\right) = 0.0043$$

$$A_S = \rho \times b \times\ d = 0.0043 \times 1000 \times 209 = 900.88\ mm^2$$

$$A_{s.min} = 0.0018 \times b \times h\ = 0.0018 \times 1000 \times 250\ =\ 450\ mm^2$$

$$A_S = 900.88\ mm^2 > A_{s.min}\ =\ 450\ mm^2\quad -\ OK$$

$$S = \frac{1}{n} = \frac{1000}{5.85} = 170.8\ mm$$

$Step\ (S)\ is\ the\ smallest\ of$:

1) $3 \times h\ =\ 3 \times 250 = 750\ mm$.

2) $450\ mm$

3) $S = 300 \times \left(\frac{280}{f_S}\right) - 2.5 \cdot C_C\ = 300 \times \left(\frac{280}{\frac{2}{3} \times 420}\right) - 2.5 \times 20 = 250\ mm -\ control$

$$S \leq 300\left(\frac{280}{f_S}\right) = 300 \times \left(\frac{280}{\frac{2}{3} \times 420}\right) = 300\ mm$$

$$S\ = 170.8\ mm\ < S_{max} = 250\ mm\quad -OK$$

$$Take\ \ \emptyset\ 14\ @\ 150\ mm$$

4.11 Design Basement wall

load calculation:

$\gamma_{soil} = 18.2\ KN/m^3 \quad - \quad q_{all} = 400\ KN/m^2 \quad - \quad \varphi = 30^\circ$

$Surcharge\ = 5\ KN/m^2 - Wall\ Thickness\ = 25\ cm$

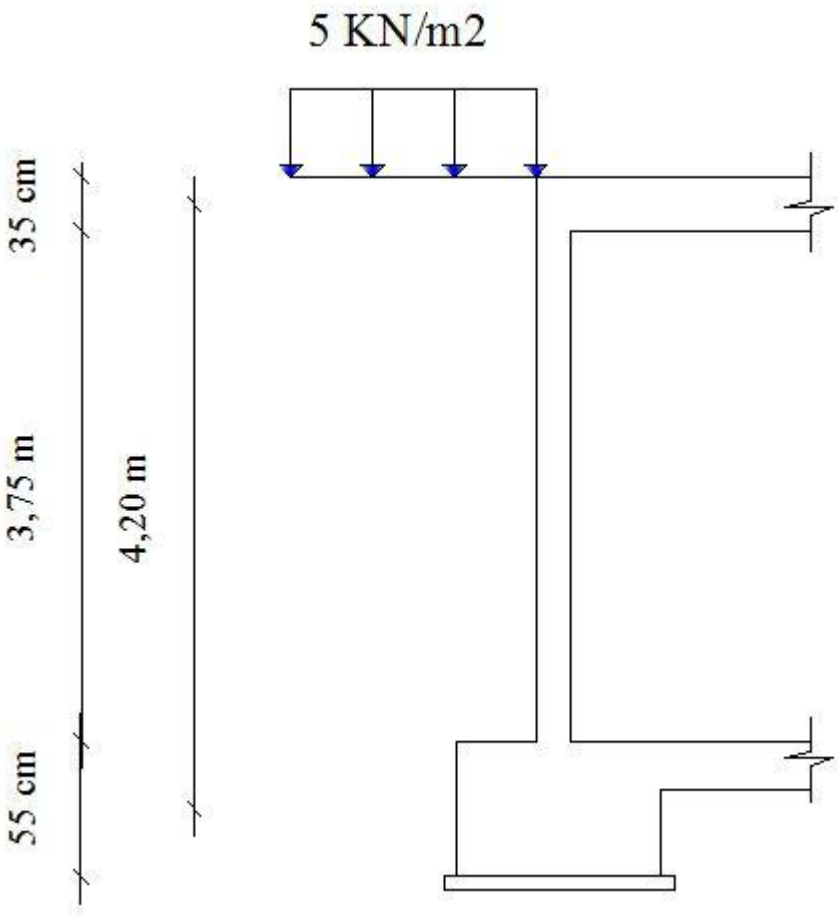
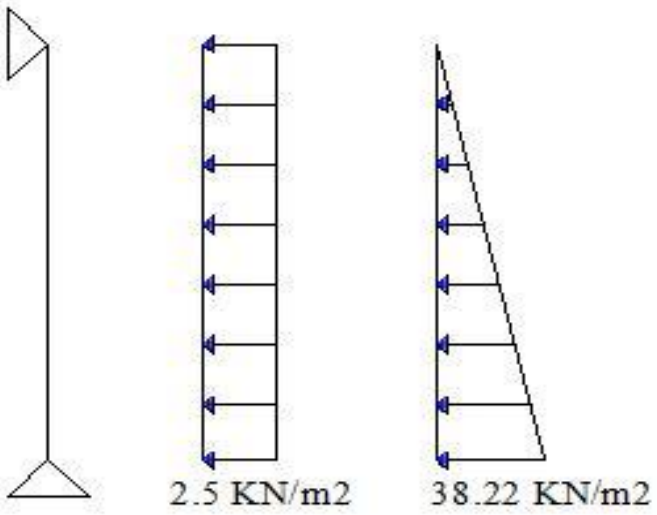


Fig.(4-14) basement wall

$k = 1 - \sin\varphi = 1 - \sin 30^\circ = 0.5$

$W_s = k \times h \times \gamma = 0.5 \times 4.2 \times 18.2 = 38.22\ KN/m^2$

$W_{su} = k \times P = 0.5 \times 5 = 2.5\ KN/m^2$



From Atir we have moment and shear envelop :

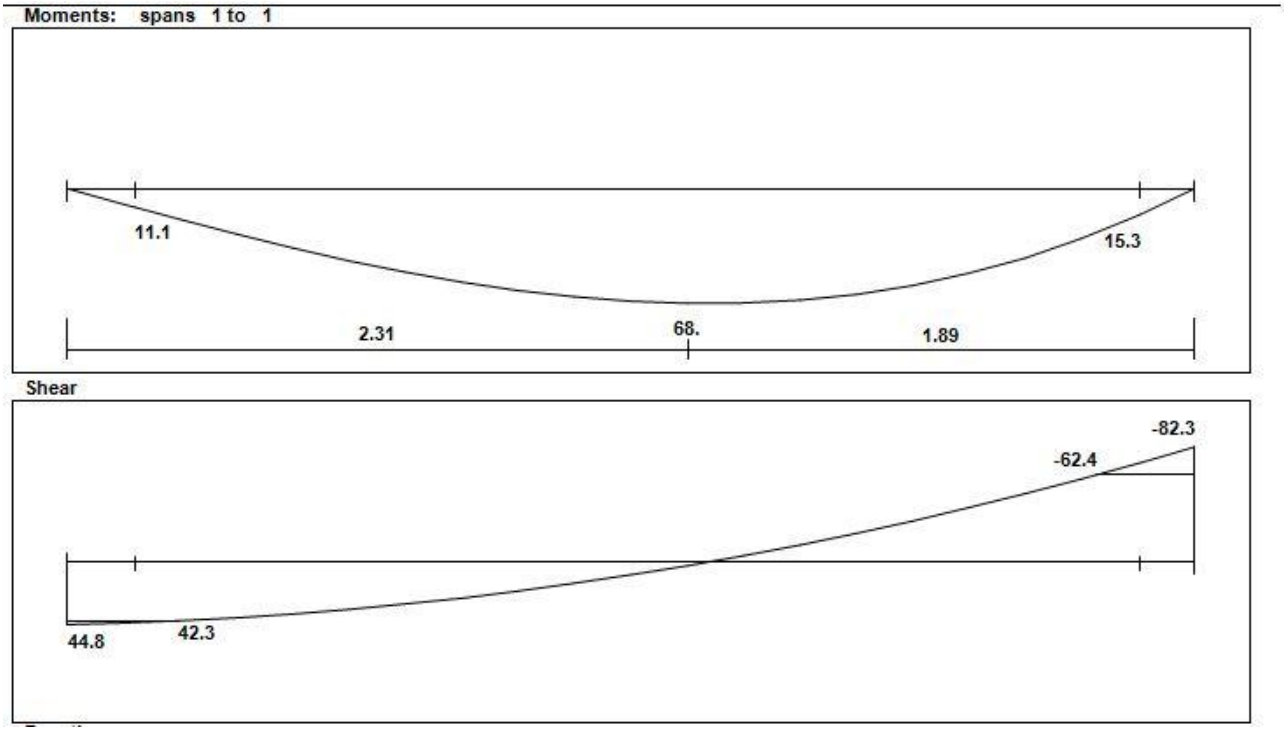


Fig.(4-16) shear and moment diagram

Design of Bending Moment

Use $\emptyset$ **16**

$$d = h - cover - \frac{d_b}{2} = 250 - 75 - \frac{16}{2} = 167\ mm$$

$$M_n = \frac{M_u}{\emptyset} = \frac{68}{0.9} = 75.56\ KN.m$$

$$R_n = \frac{M_n}{b\,d^2} = \frac{75.56 \times 10^6}{1000 \times (167^2)} = 2.71\ Mpa$$

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

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\,m\,R_n}{f_y}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 20.6 \cdot 2.71}{420}}\right) = 0.0069$$

$$A_S = \rho \times b \times d = 0.0069 \times 1000 \times 167 = 1160.63\ mm^2$$

$$\rho = 0.0069 > \rho min = 0.0015 \ldots\ldots OK$$

$$n = \frac{A_S}{A_{S.bar}} = \frac{1160.63}{201.06} = 5.8\ bar \approx 6\ bars.$$

Slected $\emptyset$ **16 @ 15** ***cm***

with $A_s = 1340\ mm^2/m > A_{req.} = 1160.63\ mm^2/m$ ***inside layers.***

- ***Check for spacing***

  1) $3 \times h = 3 \times 300 = 900mm$

  2) $450 - control$

$S = 172.41\ mm < S_{max} = 450\ mm \quad - OK$

Take $\emptyset$ **16 @ 150** ***mm***

For horizontal bars use the half of the min. in each side:

$0.5 \times A_{s.h.min} = 0.5 \times 0.0025 \times 250 \times 1000 = 312.5\ mm^2/m$

Use $\emptyset$ **10**

Use for horizontal bare ϕ **10 @ 20** ***cm in each side.***

Use ϕ**10 @ 20** ***cm for vertical in outer side to hold the horizontal bars.***

- $\boldsymbol{Check\ for\ Strain}$:

  $\boldsymbol{Tension\ =\ Compression}$

  $$\boldsymbol{a = \frac{A_S f_y}{0.85\, f'_c\, b} = \frac{1206.4 \times 420}{0.85 \times 24 \times 1000} = 24.84\ mm}$$

  $$\boldsymbol{c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{24.84}{0.85} = 29.22\ mm}$$

  $$\boldsymbol{\varepsilon_s = 0.003 \times \left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003 \times \left(\frac{167 - 29.22}{29.22}\right) = 0.0141}$$

  $$\boldsymbol{> 0.005 \ldots\ldots\ldots\ OK}$$

- $\boldsymbol{Check\ for\ shear}$

  $$\boldsymbol{\phi V_c = \phi \times \frac{1}{6}\sqrt{f'_c} \times b \times d = 0.75 \times \frac{1}{6} \times \sqrt{24} \times 1000 \times 167 \times 10^{-3} = 102.3\ KN}$$

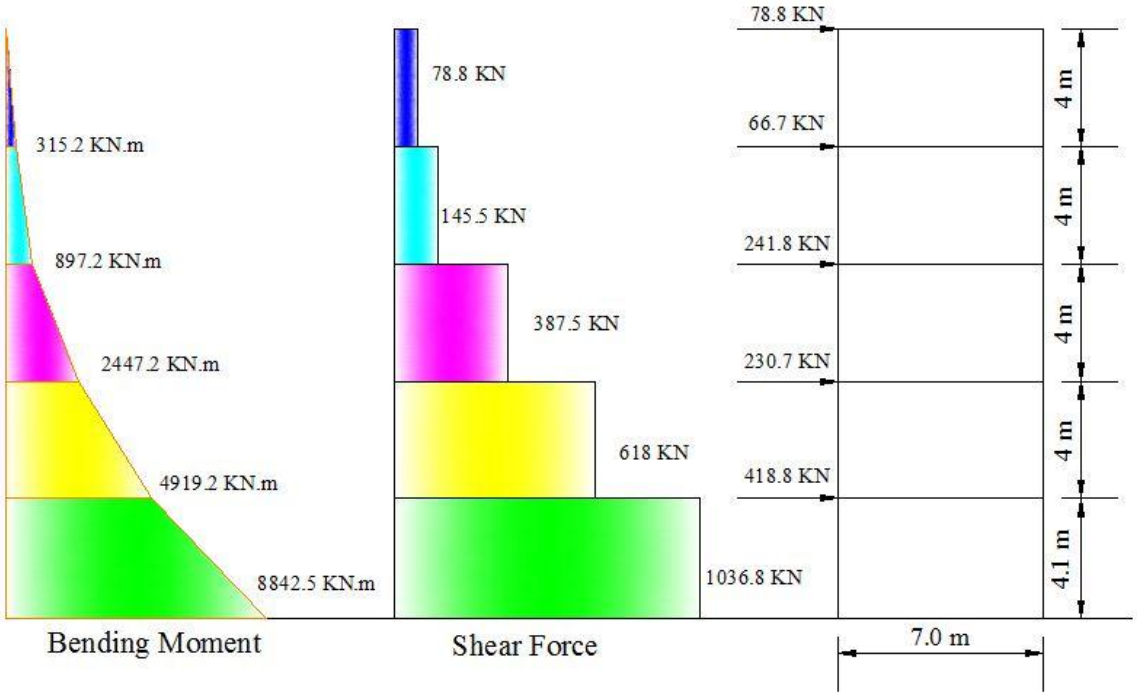
  $$\boldsymbol{\frac{1}{2}\ \phi\ V_C\ = \frac{1}{2}\ \times 102.3 = 51.13\ KN}$$

  $$\boldsymbol{\frac{1}{2}\ \phi\ V_C < V_{ud.max}\ \leq \phi V_C}$$

  $$\boldsymbol{51.13\ KN < 62.4 \leq 102.3\ \ldots\ldots\ldots\ldots OK}$$

  $$\boldsymbol{\therefore\ The\ thickness\ is\ enough}$$

4.12 Design of shear wall:



$$\boldsymbol{Wall\ thickness = 30\ cm}$$

1) $\boldsymbol{Check\ maximum\ shear\ strength\ permitted}$:

$$\boldsymbol{\phi\, V_n = \phi \times \frac{5}{6} \times \sqrt{f'_c} \times h \times d =}$$

$$\boldsymbol{= 0.75 \times \frac{5}{6} \times \sqrt{24} \times 300 \times 5600 \times 10^{-3} = 5143.93\ KN}$$

$\boldsymbol{\phi = 0.75 - for\ shear}$, $\boldsymbol{d = 0.8 \times l_w = 0.8 \times 7000 = 560\ mm}$

$\boldsymbol{\phi\, V_n = 5143.93\ KN > V_{u.max} = 1036.88\ KN\ - OK}$

2) $\boldsymbol{Calculate\ shear\ strength\ provided\ by\ concrete\ V_c}$

$\boldsymbol{\rightarrow Critical\ section\ for\ shear}$:

$\boldsymbol{a)\ \frac{l_w}{2} = \frac{7}{2} = 3.5\ m - control}$

$\boldsymbol{b)\ \frac{h_w}{2} = \frac{20.1}{2} = 10.05\ m}$

$\boldsymbol{c)\ Story\ height = 4\ m}$

$$V_c = \frac{1}{6}\sqrt{f'_c}\, h\, d = \frac{1}{6} \times \sqrt{24} \times 300 \times 5600 \times 10^{-3} = 1371.7\ KN - control$$

$$V_c = 0.27\sqrt{f'_c}\, h\, d + \frac{N_u\, d}{4\, l_w} = 0.27 \times \sqrt{24} \times 300 \times 5600 \times 10^{-3} + 0 = 2222.2\ KN$$

$$V_c = \left[0.05\sqrt{f'_c} + \frac{l_w\left(0.1\sqrt{f'_c} + 0.2\frac{N_u}{l_w h}\right)}{\frac{M_u}{V_u} - \frac{l_w}{2}}\right] h\, d$$

$$M_u = 4919.2 + 1036.8 \times (4.1 - 3.5) = 5541.28\ KN.m$$

$$\frac{M_u}{V_u} - \frac{l_w}{2} = \frac{5541.28}{1036.8} - \frac{7.0}{2} = 1.84 > 0\ (+ve\ value)$$

$$V_c = \left[0.05 \times \sqrt{24} + \frac{7 \times \left(0.1 \times \sqrt{24} + 0\right)}{1.84}\right] 300 \times 5600 \times 10^{-3} = 3542.6\ KN$$

3) *Determine requierd horizontal shear reinforcement*:

$$V_u = 1036.8\ KN > \frac{1}{2} \times \phi\, V_c = \frac{1}{2} \times 0.75 \times 1371.7 = 514.4\ KN$$

$\therefore$ *Needs reinforcement.*

shear reinforcement must be provided

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

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c = \frac{1036.8}{0.75} - 1371.7 = 10.7\ KN$$

$$\frac{A_{vh}}{S_2} = \frac{V_s}{f_y\, d} = \frac{10.7}{420 \times 5.6 \times 10^{-3}} = 4.55\ m^2/m$$

$$\rho_t = \frac{A_{vh}}{h\, S_2} = \frac{4.55 \times 110^{-6}}{0.2} = 0.000023 < 0.0025$$

Take $\rho_t = 0.0025$

Maximum spacing is the least of $= \begin{cases} \frac{l_w}{5} = \frac{7000}{5} = 1400\ mm \\ 3\,h = 3 \times 300 = 900\ mm \\ 450 \qquad\qquad - \ control \end{cases}$

$\Rightarrow Try\ \emptyset\ 12\ (A_S = 113.1\ mm^2)\ for\ two\ layers$

$$\rho_t = \frac{A_{vh}}{h\ S_2} = \frac{2 \times 113.1}{300 \times S_2} = 0.0025, \qquad S_2 = 301.6\ mm, \quad \emptyset\ 12\ @\ 300\ mm$$

or

$\Rightarrow Try\ \emptyset\ 10\ (A_S = 78.5\ mm^2)\ for\ two\ layers$

$$\rho_t = \frac{A_{vh}}{h\ S_2} = \frac{2 \times 78.5}{300 \times S_2} = 0.0025, \qquad S_2 = 209.33\ mm, \quad \emptyset\ 10\ @\ 200\ mm$$

4) $Determine\ vertical\ reinforcement$:

$$\frac{h_w}{l_w} = \frac{20.1}{7} = 2.87$$

$$\rho_l = 0.0025 + 0.5\left(2.5 - \frac{h_w}{l_w}\right)(\rho_t - 0.0025) \geq 0.0025$$

$$\rho_l = 0.0025 + 0.5\,(2.5 - 2.87)(0.0025 - 0.0025) = 0.0025$$

$For\ this\ wall\ \frac{h_w}{l_w} \geq 2.5, \quad \rho_l = 0.0025.$

$$Maximum\ spacing\ is\ the\ least\ of = \begin{cases} \frac{l_w}{3} = \frac{7000}{3} = 2333.33\ mm \\ 3\ h = 3 \times 300 = 900\ mm \\ 450 \qquad\qquad - \ control \end{cases}$$

$Use\ \emptyset\ 10\ @\ 200\ mm.$

5) *Design of bending moment*:

(*Uniformly distribution flexural reinforcement*)

Check moment strength based on required vertical reinforcement for shear:

The Uniformly distribution vertical reinforcement $\emptyset\ 12\ @\ 200\ mm$

$$A_{St} = \frac{7000}{200} \times 2 \times 113.1 = 7917\ mm^2$$

$$w = \left(\frac{A_{St}}{l_w \times h}\right) \times \frac{f_y}{f'_c} = \left(\frac{7917}{7000 \times 300}\right) \times \frac{420}{24} = 0.066$$

$$\alpha = \frac{P_u}{l_w \times h \times f'_c} = 0$$

$$\frac{C}{l_w} = \frac{w + \alpha}{2w + 0.85\beta_1} = \frac{0.066 + 0}{(2 \times 0.066) + (0.85 \times 0.85)} = 0.077$$

$$\phi\, M_n = \phi\left[0.5 A_{St} f_y f'_c l_w \left(1 + \frac{P_u}{A_{St} f_y}\right)\left(1 - \frac{C}{l_w}\right)\right]$$

$$= 0.9[0.5 \times 7917 \times 420 \times 24 \times 7000(1 + 0)(1 - 0.077)] = 9875.73\ KN.m$$

$$\phi\, M_n \geq\ M_u\ \Rightarrow 9875.73\ KN.m\ > 8842.5\ KN.m \quad -OK$$

$$\therefore Sellect\ \emptyset\ 12\ @\ 20\ cm\ for\ vertical\ reinforcement$$