بسم الله الرحمن الرحيم

# جامعة بوليتكنك فلسطين

## كلية الهندسة والتكنولوجيا

## دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

**اسم المشروع:**

# التصميم الإنشائي لمتحف فلسطين للثقافة والفنون

**فريق العمل**

**أنس "محمد غالب" القصراوي** **زيد هاشم محمد حسونه**

**عبادة "محمد عيد" الهشلمون** **مصطفى فايق ماجد تكروري**

**إشراف :**

**د. نافذ ناصر الدين**

**الخليل – فلسطين**

2015-2014

بسم الله الرحمن الرحيم

# جامعة بوليتكنك فلسطين

## كلية الهندسة والتكنولوجيا

## دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

**اسم المشروع:**

# التصميم الإنشائي لمتحف فلسطين للثقافة والفنون

**فريق العمل**

**أنس "محمد غالب" القصراوي** **زيد هاشم محمد حسونه**

**عبادة "محمد عيد" الهشلمون** **مصطفى فايق ماجد تكروري**

**إشراف :**

**د. نافذ ناصر الدين**

**الخليل – فلسطين**

2015-2014

**جامعة بوليتكنك فلسطين**

**الخليل- فلسطين**

**كلية الهندسة والتكنولوجيا**

**دائرة الهندسة المدنية والمعمارية**

**اسم المشروع :**

التصميم الإنشائي لمتحف فلسطين للثقافة والفنون

**فريق العمل**

**أنس "محمد غالب" القصراوي** **زيد هاشم محمد حسونه**

**عبادة "محمد عيد" الهشلمون** **مصطفى فايق ماجد تكروري**

بناء على نظام كلية الهندسة والتكنولوجيا وإشراف ومتابعة المشرف المباشر على المشروع وموافقة أعضاء اللجنة الممتحنة تم تقديم هذا المشروع إلى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية وذلك للوفاء بمتطلبات درجة البكالوريوس في الهندسة تخصص هندسة مباني .

توقيع المشرف

.....

توقيع اللجنة الممتحنة

..... ..... .....

## *إهداء*

*إلى النبع ... إلى الفيض... إلى الدمع الصبّاب من عينيها...*

*إلى أمي ... إلى نورها المشع ...*

*إلى الوالد الحاني...*

*إلى الإخوة ... إلى الأهل ... إلى الأحبة ...*

*إلى أولئك ...*

*و شعور الواجب المتدفق نحوهم ....*

*و اشتياق الاتصال الدائم بهم ....*

*و الحنين المحرق للالتقاء بهم ....*

*إلى من هم أكرم منا جميعا .... إلى الشهداء...*

*إلى أساتذتنا الأفاضل الذين علمونا أن الشمعة لا تحترق لتذوب.... بل لتنير الدرب للآخرين .*

*إليكم جميعا أحبتنا نهدي هذا الجهد المتواضع*

**فريق العمل**

## *الشكر والتقدير*

*الشكر الجزيل والعميق لله أولا وآخرا*

*ثم لكل من ساهم أو ساعد ولو بالقليل في اتمام هذا المشروع :*

*الى جامعة بوليتكنك فلسطين, وكلية الهندسة والتكنولوجيا, ودائرة الهندسة المدنية والمعمارية بكافة طواقمها وكوادرها العاملة باخلاص على تخريج الأجيال وبناة الغد.*

*الى جميع الأساتذة بالجامعة الذين بذلوا الجهد النفيس للخروج بهذا العمل بالشكل اللائق.*

*الى مكتبة الجامعة والقائمين عليها لتعاونهم الكامل ومساعدتهم في توفير الكتب الخاصة بالمشروع.*

*الى كل من قدم العون ولم يبخل بالمساعدة بأي شيء.*

**فريق العمل**

# التصميم الإنشائي لمتحف فلسطين للثقافة والفنون

**فريق العمل**

**أنس "محمد غالب" القصراوي** **زيد هاشم محمد حسونه**

**عبادة "محمد عيد" الهشلمون** **مصطفى فايق ماجد تكروري**

**جامعة بوليتكنك فلسطين**

**2014- 2015 م**

**إشراف :**

**د. نافذ ناصر الدين**

## ملخص المشروع

يهدف المشروع الى القيام بأعمال التصميم الانشائي وكافة التفاصيل الانشائية اللازمة لمبنى متحف فلسطين للثقافة والفنون,يعتبر المتحف مبنى ثقافي ترفيهي متعدد الطوابق بحيث يتألف من أربع طوابق بمساحة اجمالية تقارب ال 13 ألف متر مربع.

يحتوي المبنى على كافة المرافق والمساحات اللازمة لتلبية احتياجات ومتطلبات المتحف, بحيث يحتوي على عدد من صالات العرض ,قاعات لورش العمل, مكاتب وغرف سكرتاريه تابعة لها, غرف الخدمات ,المكتبات ,المختبرات,غرف الانتظار والأدراج والمخازن.

كما ويحتوي المشروع على العديد من التحديات الانشائية التي تحتاج الى دراسة خاصة,مثل العناصر الانشائية المعدنية على شكل قباب وأغطية مناور, بالاضافة الى وجود مسرح بفضائات كبيرة

سيتم اعتماد الكود الأردني لتقدير الأحمال الحية ,والتصميم سيكون بناءا على متطلبات الكود الأمريكي ( ACI Code 318_08), كذلك تم الاستعانة بالبرامج الحسوبية ولا سيما الانشائية منها لاتمام هذا المشروع.

والله الموفق والمستعان

# The structural design of Palestine Museum for Arts and Culture

**Working team:**

**Anas "Mohammad Ghaleb" Al-Qassrawi** **Zaid Hashem Mohammad Hassoneh**

**Obadah "Mohammad Eid" Al-Hashlamoun** **Mustafa Fayeq Maged Takrouri**

**Palestine Polytechnic University.**

**2014-2015**

**Supervisor:**

**Dr. Nafez Nasser Eddeen**

## Project abstract

The project aims to carry out structural design and construction for all the details necessary for building Palestine Museum for Arts and Culture , the museum is a multi-storeys, cultural and entertaining building, the building consists a four- storey with a approximate total area 13,000 $m^2$.

The building has all the facilities and the areas necessary to meet the needs and requirements of the museum, it contains a number of galleries, halls for workshops, offices, secretary rooms, service rooms, libraries, laboratories, waiting rooms and stairs and stores.

The project includes many challenges of constructions that need special consideration, such as structural elements in the form of metal domes and covers skylights, in addition a theatre with long spans.

Jordanian code will be consider to estimate the live loads, and the design will be based on the requirements of the U.S. Code (ACI Code 318_08), as well as the use of software programs been particularly construction, including the completion of this project.

# فهرس المحتويات


| رقم الفصل | الموضوع | رقم الصفحة |
|---|---|---|
| | نسخة عن صفحة العنوان | **i** |
| | شهادة تقييم مشروع التخرج | **ii** |
| | الإهداء | **iii** |
| | الشكر والتقدير | **iv** |
| | ملخص المشروع باللغة العربية | **v** |
| | ملخص المشروع باللغة الانجليزية | **vi** |
| | فهرس المحتويات | **vii** |
| | فهرس الجداول | **viii** |
| | فهرس الأشكال | **viii** |
| | List of abbreviations | **ix** |
| **الفصل الأول** | **المقدمة** | **1** |
| | تمهيد | **2** |
| | أهداف المشروع | **2** |
| | مشكلة المشروع | **3** |
| | حدود مشكلة المشروع | **3** |
| | المسلمات | **3** |
| | فصول المشروع | **3** |
| | اجراءات المشروع | **4** |
| | المخطط الزمني لمراحل العمل بالمشروع | **4** |
| **الفصل الثاني** | **الوصف المعماري** | **5** |
| | مقدمة | **6** |
| | لمحة عن المشروع | **6** |
| | موقع المشروع | **7** |
| | وصف المساقط الأفقية للمبنى | **8** |
| | وصف الواجهات | **12** |
| **الفصل الثالث** | **الوصف الإنشائي** | **14** |
| | المقدمة | **15** |
| | هدف التصميم الانشائي | **15** |
| | الدراسة النظرية للعناصر الانشائية في المبنى | **16** |
| | مراحل التصميم الانشائي | **20** |
| | العناصر الانشائية | **20** |
| **Chapter 4** | **Structural analysis and design** | **29** |
| | Introduction | **30** |
| | Limitation of deflection | **31** |
| | Design of topping | **31** |
| | Design of rib (R03G) | **32** |
| | Design of beam (B06G) | **40** |

| | | |
|---|---|---|
| | Design of column (C62) | **47** |
| | Design of stair (1A) | **50** |
| | Design of isolated footing (F1) | **57** |
| | Design of combined footing (F23) | **62** |
| | Design of Dome (Steel Element) | **68** |
| | Design of Shear wall (SW3) | **70** |
| | Design of Basement wall (BW1) | **74** |
| | Design of one way solid slab (S2F) | **77** |
| | Design of shear connections in composite beam | **84** |
| **الفصل الخامس** | **النتائج والتوصيات** | **85** |
| | المقدمة | **86** |
| | النتائج | **86** |
| | التوصيات | **86** |


## فهرس الجداول


| اسم الجدول | وصف الجدول | رقم الصفحة |
|---|---|---|
| **1-1** | الجدول الزمني للمشروع خلال السنة الدراسية 2014-2015 | **4** |
| **1-3** | الكثافة النوعية للمواد المستخدمة في المبنى | **16** |
| **2-3** | الأحمال الحية على المبنى حسب الكود الأردني | **17** |
| **3-3** | قيمة أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر | **19** |


## فهرس الأشكال


| اسم الشكل | وصف الشكل | رقم الصفحة |
|---|---|---|
| **1-2** | صورة جوية لمنطقة المشروع المقترح "منطقة الجلدة-الخليل" | **7** |
| **2-2** | مخطط طابق التسوية الأولى | **8** |
| **3-2** | مخطط طابق التسوية الثانية | **9** |
| **4-2** | مخطط الطابق الأرضي | **10** |
| **5-2** | مخطط الطابق الأول | **11** |
| **6-2** | الواجهة الشمالية | **12** |
| **7-2** | الواجهة الجنوبية | **12** |
| **8-2** | الواجهة الشرقية | **13** |
| **9-2** | الواجهة الغربية | **13** |
| **1-3** | الأحمال التي يتعرض لها المبنى | **16** |
| **2-3** | تأثير الرياح على المبنى | **18** |
| **3-3** | أحمال الثلوج وشكل تراكمها على المبنى وفقا لحركة الرياح | **18** |
| **4-3** | عقدة مصمتة ذات اتجاه واحد | **20** |
| **5-3** | عقدة العصب ذات الاتجاه الواحد | **21** |

| | | |
|---|---|---|
| **22** | عقدة العصب ذات الاتجاهين | **6-3** |
| **23** | أشكال الجسور المدلاه والمسحورة (Hidden and drop beams) | **7-3** |
| **24** | العمود الدائري والمستطيل (Circular and rectangular) | **8-3** |
| **25** | جدار القص | **9-3** |
| **26** | الأساس المنفرد (Isolated footing) | **10-3** |
| **27** | الدرج | **11-3** |
| **28** | جدار استنادي | **12-3** |
| **30** | Show a position for intended rib | **1-4** |
| **39** | Section of rib | **2-4** |
| **40** | Show a position for intended beam | **3-4** |
| **46** | Section for the beam | **4-4** |
| **49** | Elevation of C62 | **4-5** |
| **49** | Cross section for C62 | **4-6** |
| **50** | Plan for stair (1A) | **4-7** |
| **52** | Structural system of flight | **4-8** |
| **54** | Structural system of landing | **4-9** |
| **56** | Details section for flight | **4-10** |
| **56** | Details section for landing | **4-11** |
| **57** | Top view for isolated footing | **4-12** |
| **61** | Details for isolated footing | **4-13** |
| **62** | Combined footing | **4-14** |
| **67** | Details for combined footing (F23) | **4-15** |
| **68** | Dome (D1) in SAP2000 | **4-16** |
| **68** | Coefficients for wind loads | **4-17** |
| **69** | Top view for Dome (D1) | **4-18** |
| **69** | Section for Dome (D1) | **4-19** |
| **70** | Position of shear wall (SW3) | **4-20** |
| **70** | Moment and shear diagram for shear wall (SW3) | **4-21** |
| **71** | Elevation in shear wall (SW3) | **4-22** |
| **74** | Section of basement wall (BW1) | **4-23** |
| **74** | Loads on basement wall (BW1) | **4-24** |
| **75** | Envelope diagram of basement wall | **4-25** |
| **77** | Position of solid slab (S2F) | **4-26** |
| **78** | Spans length of one way solid slab (S2F) | **4-27** |
| **79** | Solid (S2F) envelope moment diagram | **4-28** |


**List of abbreviation:**

$D_L$: Dead load.

$L_L$: live load.

$W_u$: factored total load.

$L_n$: clear length of member.

$\delta$: thickness of a layer.

$\gamma$: unit weight of material.

$M_n$: nominal moment.

$M_u$: factored moment at section.

$f_c'$: Compression strength of concrete.

$f_y$: specified yield strength of non-prestressed reinforcement.

$\rho$: ratio of steel area.

$\varepsilon_s$: strain of tension steel.

Ø: strength reduction factor.

$V_n$: nominal shear strength.

$V_u$: factored shear force at section.

$V_c$: nominal shear strength provided by concrete.

$V_s$: nominal shear strength provided by shear reinforcement.

$A_s$: area of steel.

$A_v$: area of shear reinforcement.

b: width of compression face of member.

$b_w$: web width.

d: distance from extreme compression fibers to centroid of tension reinforcement.

h: over all thickness of member.

$P_n$: nominal axial load.

$P_u$: factored axial load.

S: spacing between bars.

# الفصل الأول

# المقدمة

# 1

---

1.1 تمهيد .

2.1 أهداف المشروع .

3.1 مشكلة المشروع .

4.1 حدود مشكلة المشروع .

5.1 المسلمات .

6.1 فصول المشروع .

7.1 إجراءات المشروع .

8.1 المخطط الزمني لمراحل العمل بالمشروع .

## 1.1 تمهيد

يهتم الانسان والمجتمع ككل بإرثه الحضاري والفكري ويسعى دائما الى الحفاظ عليه فيبذل في ذلك الغالي والنفيس, وكل ذلك ليظهر أمام الغير بأبهى حلة وأجمل صورة, نتيجة لذلك كان لا بد من وجود مؤسسات أو هيئات ترعى هذا التراث وما أنجز الأجداد في الماضي وتعرضه للأجيال التي تليها, مما يبعث في أنفسهم الفخر والاعتزاز ويجعلهم أكثر تطلعا في تحقيق ما عجز عن تحقيقه أجدادهم.

تعد المتاحف من أهم المؤسسات التي تعنى بالموروث الحضاري, الفكري, الثقافي والفني, كما وتشكل وجهة السياح لأنها تساعدهم على التعرف على ماضي المجتمع وحاضره والتنبؤ بمستقبله بمحتوياتها ومعروضاتها ونشاطاتها.

يعتبر المتحف مقر مجتمعي يعمل بشكل دائم لتقديم خدماته للمجتمع ويستقبل العامة , ويعد الهدف الأساسي من المتاحف هو جمع, حفظ,بحث,تواصل وعرض التراث الانساني وتطوره ,لأغراض التعليم ,الدراسة والترفيه وجمع الأشياء ذات القيمة العلمية,الفنية أو ذات الأهمية التاريخية وجعلها متاحة للجمهور من خلال المعارض الدائمة أو المؤقته.

كمجتمع فلسطيني خضع منذ أكثر من 60 عام للاحتلال , فان وجود متحف سيلعب دور مهم في عرض القضية الفلسطينية للعالم بالوقائع والشواهد, كما وسيعزز من تعلق الأجيال القادمة بالوطن والأرض من خلال عرض الموروث التاريخي, كما سيعمل على توثيق انتاجات المبدعين في فلسطين وتسليط الضوء على مواهبهم.

يحتوي متحف فلسطين للثقافة والفنون على صالات عرض وقاعات ورش عمل, منصات, أماكن عبادة ومسرح والعديد من المرافق والمساحات التي تخدم نشاطات المتحف.

## 2.1 أهداف المشروع

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

- اكتساب خبرات ومهارات جديدة.
- التعرف على نظم تصميم العناصر الانشائيه المتنوعة.
- اكتساب مهارات العمل الجماعي والعمل بروح الفريق.
- اختيار النظام الانشائي المناسب لظروف وطبيعة المبنى.
- تعزيز القدرة على استخدام البرامج الحاسوبية في التصميم الانشائي.
- الاعداد الأنسب للمخططات الانشائية اللازمة لتنفيذ المشروع.
- ربط المعلومات النظرية بالواقع العملي.

## 3.1 مشكلة المشروع

يدور موضوع هذا البحث حول تصميم العناصر الإنشائية المختلفة لمبنى متحف فلسطين للثقافة والفنون والمكون من أربعة طوابق حيث يتضمن البحث التصميم الإنشائي لمختلف العناصر الإنشائية من العقدات والجسور والأعمدة والأساسات, بما يتلائم مع التوزيع الإنشائي لهذه العناصر بحيث لا يتعارض مع التصميم المعماري.
ويكون ذلك بتحديد الأحمال الواقعة على كل عنصر انشائي من أجل ايجاد الأبعاد والتسليح المناسب الذي يحقق الأمان والعمل بكفاءة ,ومن ثم اخراج المخططات التنفيذية بمايضمن الحصول على نتائج قابلة الى التطبيق.

## 4.1 حدود مشكلة المشروع

سوف تقتصر الدراسة على اعداد المخططات الانشائية الهندسية المطلوبة لمختلف العناصر الانشائية الموجودة في المبنى بشكل يلائم التصاميم المعمارية للمشروع, كذلك فان موقع المشروع سوف يكون في مدينة الخليل.

## 5.1 المسلمات

1. اعتماد الكود الأمريكي في التصاميم الإنشائية المختلفة (ACI-318-05) والأحمال من الكود الأردني.
2. استخدام برامج التحليل والتصميم الإنشائي مثل (ETABS,SAP2000,Safe, Atir)
3. برامج أخرى مثل Microsoft office Word, Power Point & AutoCAD.

## 6.1 فصول المشروع

يحتوي هذا المشروع على خمس فصول وهي:

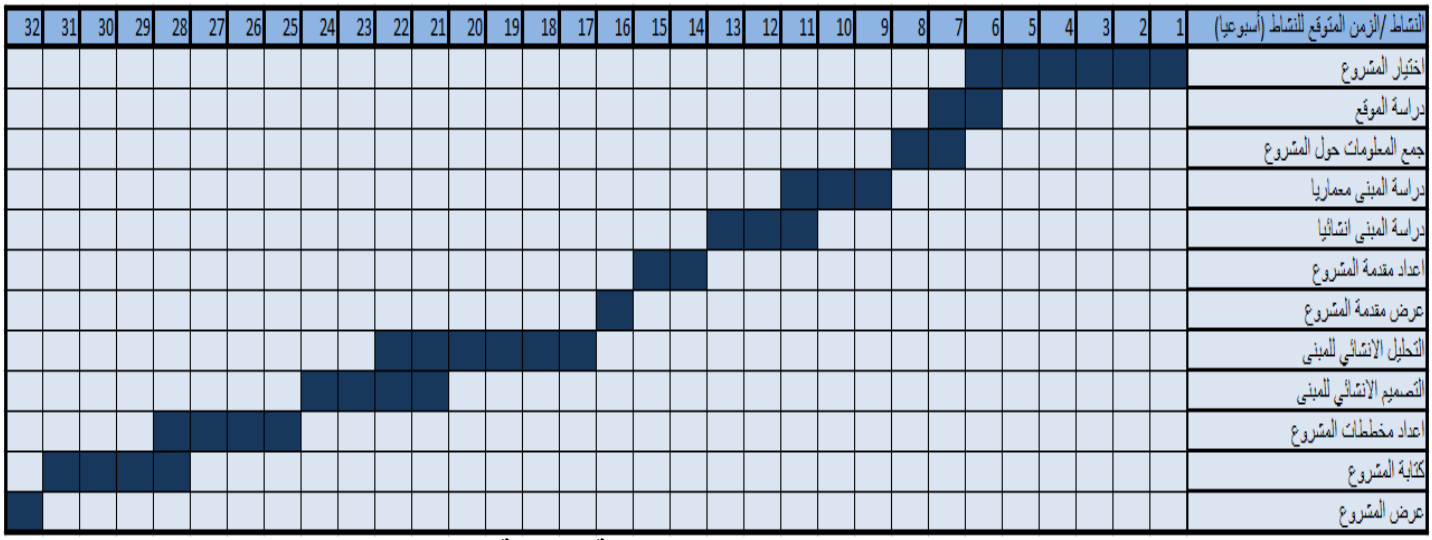
1- الفصل الأول: يشمل المقدمة العامة ومشكلة البحث و أهدافه.
2- الفصل الثاني: يشمل الوصف المعماري للمشروع.
3- الفصل الثالث: يشمل وصف العناصر الإنشائية للمبنى.
4- الفصل الرابع: التحليل والتصميم الإنشائي للعناصر الإنشائية.
5- الفصل الخامس: النتائج والتوصيات.

## 7.1 إجراءات المشروع

1. دراسة مخططات المعمارية المتوفرة للمبنى، مع إجراء كافة التعديلات المعمارية عليها، وإكمال النقص الموجود فيها إن وجد.
2. دراسة الآلية الأنسب لتوزيع الأعمدة مع عدم تعارضها مع العناصر المعمارية المختلفة وتجنب التأثير عليها قد الإمكان.
3. دراسة المبنى إنشائياً بهدف تحديد أنواع العناصر الإنشائية، وكذلك تحديد الأحمال وتحديد النظام الإنشائي الأنسب بناءً على أسس علمية وعملية.
4. عمل التحليل الإنشائي للعناصر الإنشائية.
5. التصميم الإنشائي للعناصر الإنشائية.
6. إعداد المخططات التنفيذية للمشروع.
7. كتابة المشروع وإخراجه بصورة نهائية.

## 8.1 المخطط الزمني لمراحل العمل بالمشروع

يبين الجدول التالي المخطط الزمني لمراحل العمل بالمشروع وفق الخطوات المقترحة خلال السنة الدراسية 2015/2014 :




**جدول (1-1) الجدول الزمني للمشروع خلال السنة الدراسية (2014)- (2015)**

## الفصل الثاني

# الوصف المعماري للمشروع

# 2

---

1.2 مقدمة .

2.2 لمحة عن المشروع .

3.2 موقع المشروع .

4.2 وصف المساقط الأفقية للمبنى .

5.2 وصف الواجهات .

## 1.2 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 يتلاءم 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.

لذلك كان لا بد للمعماري الناجح أن يأخذ بعين الاعتبار الواقعية والمنطقية في التصميم ,وأن يدرس حالة المشروع جيدا حتى يكون هناك تميز وابداع, ويدرك معايير التخطيط التي توافق متطلبات المشروع وأهدافه, ويعمل مع مهندس المباني لحل أي معضله انشائيه قد تواجهه دون التأثير على المنظر الجمالي للمشروع.

## 2.2 لمحة عن المشروع

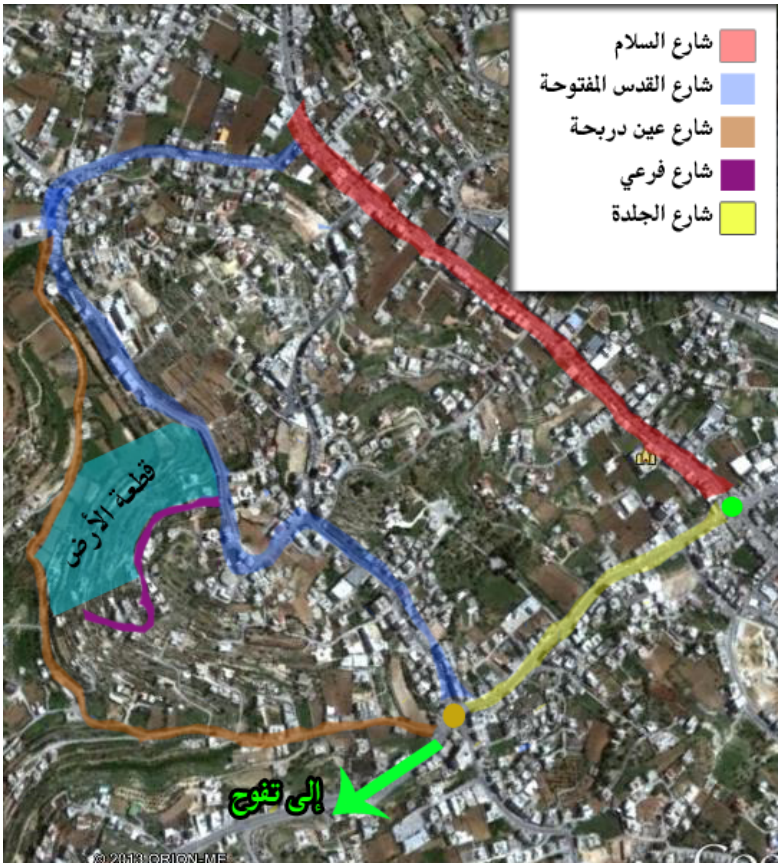
نظرا لان متحف الثقافة هو مشروع يجمع بين الجانب التعليمي والثقافي والجانب السياحي المتعلق بالزيارات من كل انحاء الدول اضافة العملي المتعلق بالأبحاث وأعمال الاستكشافات وأعمال الصيانة والترميم ، كان لا بد من اختيار موقع مناسب لهذا المشروع ، بحيث يشمل مبنى المشروع اضافة الى ساحات وأماكن جذب للزوار وبسبب ندرة مثل هذه المشاريع في فلسطين ، يتعين على المصمم ايجاد موقع سهل الوصول لجميع الزوار ، وبناء على ذلك تم اقتراح موقع المشروع بحيث تنطبق عليه المعايير التخطيطية.

## 3.2 موقع المشروع

وفقا لاستراتيجيات اختيار موقع المشروع المتمثلة في دراسة واقع المتاحف الفلسطينية ومعايير التخطيط وعمليات المقارنة وبعد ذلك التحديد.

فان تم اقتراح موقع للمشروع يقع في منطقة الجلدة غرب مدينة الخليل ، وبالقرب من كنيسة المسكوبية, مقابل جامعة القدس المفتوحة, تبلغ مساحة الارض للموقع 30 دونم ,تبعد قطعة الأرض المقترحة للمشروع 2 كم عن مركز المدينة, كما وتبعد 1 كم عن مربعة سبتة, وتبعد 800 متر عن جامعة الخليل .

تمتاز منطقة الموقع بأنها منطقة جبلية يسهل الوصول إليها بوسائل النقل ، وهي مناسبة لمتحف الثقافة والفن اضافة الى كونها بعيدة عن التجمع الحضري في المنطقة اذ انها منطقة ذات كثافة سكانية قليلة .




**شكل (2-1): صورة جوية لمنطقة المشروع المقترح "منطقة الجلدة – الخليل"**

## 4.2 وصف المساقط الأفقية

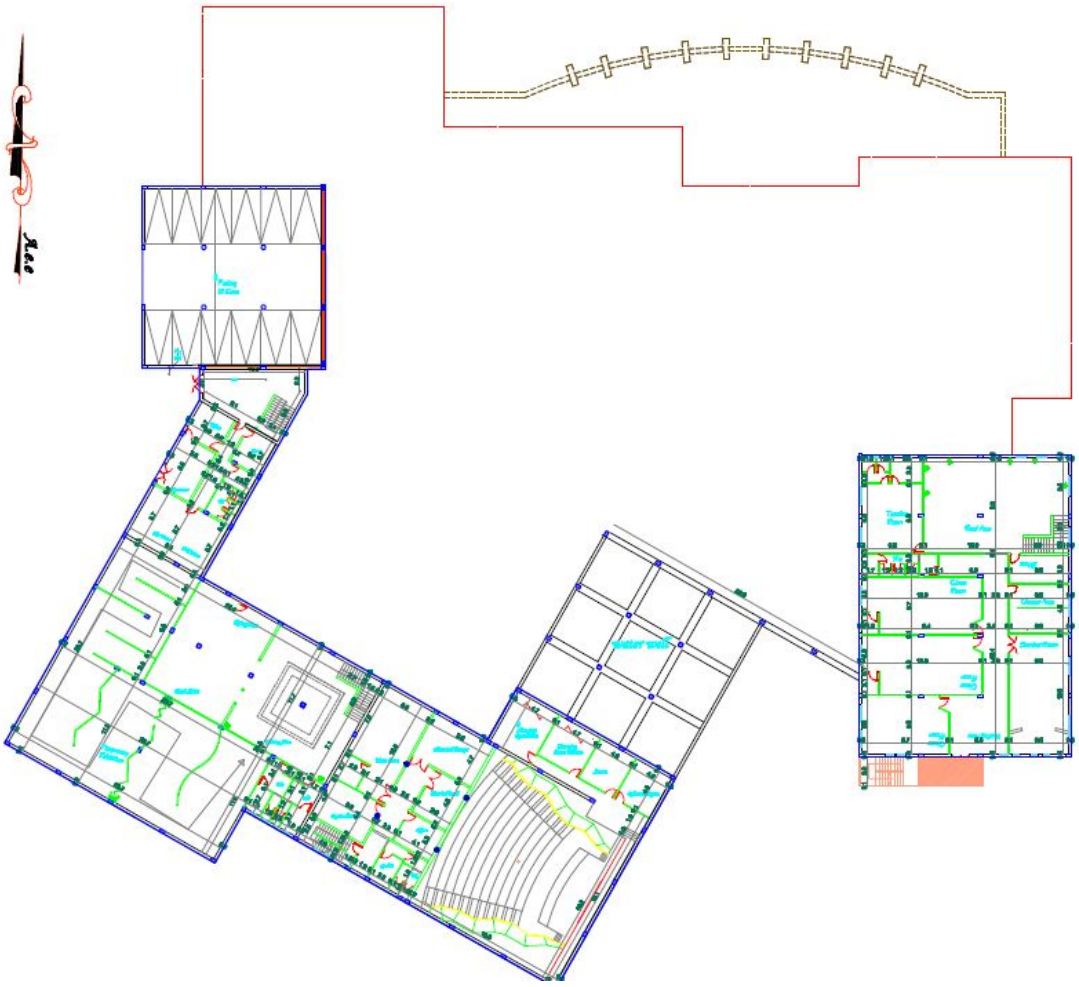
### 1. طابق التسوية الأولى

يتركز في الجزء الجنوبي من المبنى وتبلغ مساحة هذا الطابق 2336.685 متر مربع, يحتوي التكتل الجنوبي من هذا الطابق على صالة عرض للوحات الفنية مرفقة بغرف الخدمات الصحية الخاصة بها ,بالاضافة الى أن جزء منه يشكل كراج سيارات يتسع الى 13 سيارة , يتوسط الطابق بئر ماء بمساحة 441.915 متر مربع, وعلى الجهة الجنوبية الشرقية التي تنفرد بمدخل عن طريق درج معدني خارجي, يوجد أرشيف ,مخزن,غرفة دراسية,غرفة لياقة,غرفة تنس طاولة, ومساحة انتظار ,قاعة لغوية, بالاضافة الى درج داخلي يوصل الى التسوية العلوية (الثانية),كذلك فان المسرح يبدأ من التسوية الأولى ليستمر في الطوابق العلوية, المخطط التالي يظهر توزيع الغرف في المبنى:

**شكل (2-2): مخطط طابق التسوية الأولى.**

### 2. طابق التسوية الثانية

يماثل هذا الطابق طابق التسوية الأولى ,باستثناء أنه يزيد امتداده باتجاه الشمال وبذلك تزيد مساحته عن سابقه حيث تبلغ 2871.93 متر مربع, يحتوي عهذا الطابق على كراج سيارات يتسع 12 سيارة , بالاضافة الى مخازن,مكاتب , غرفة توليد كهرباء, غرف خدمات , صالة عرض , بالاضافة الى المسرح والغرف التابعة له من غرف غيار وغرف البروفا والتمرين.



**شكل(2-3): مخطط طابق التسوية الثانية.**

### 3. الطابق الأرضي

تبلغ مساحة الطابق الأرضي 5547.62 متر مربع , ويمتد على كامل سطح المبنى, يحتوي هذا الطابق على أربع مداخل ويعتبر المدخل الرئيسي في الاتجاه الشمالي مدخل المتحف والخاص بالمشاه وهو الأقرب الى الشارع الرئيسي ,وكذلك المدخل الشرقي الذي يقع على منسوب أقل من المدخل الرئيسي ويوصل الى قاعة جلوس رئيسية, أما المدخلان الثانويان في الجهة الجنوبية , ويؤدي كل منهما على جزء من المتحف , فأحدهم يوصل مباشرة الى المسرح والأخر يوصل الى صالات العرض .

ما يميز هذا الطابق بأنه يتضمن كافة الغرف التي يتكون منها المتحف , بالاضافة الى مكتبة ومختبر ومكاتب ,وغرف التحكم بالصوتيات والمرئيات في المسرح.

بالاضافة الى اطلالته التي تفضي الى ساحة تعطي المتحف الطابع الثقافي والحضاري الجميل.

**شكل (2-4): مخطط الطابق الأرضي.**

### 4. الطابق الأول

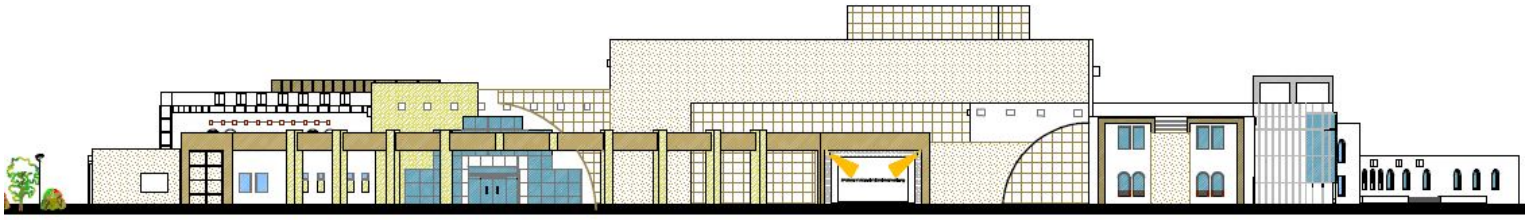
تبلغ مساحة الطابق الأول 2085.25 متر مربع ,يحتوي هذا الطابق على صالات عرض , وقاعة اجتماعات, أماكن للصلاة, قاعة ورش عمل ,غرف مكتبية, ونتيجة للتراجعات في هذا الطابق عن الطابق الأرضي ,فانه تواجد بعض العناصر الانشائية المميزة ,مثل القباب المعدنية ,القوس الاسطواني فوق البوابة الشرقية ,بالاضافة الى فتحة المنور خماسية الشكل, مما أضفى على المبنى مظهرا ثقافيا وجماليا.

**شكل (2-5): مخطط الطابق الأول.**

## 5.2 وصف الواجهات :

### 1. الواجهة الشمالية :

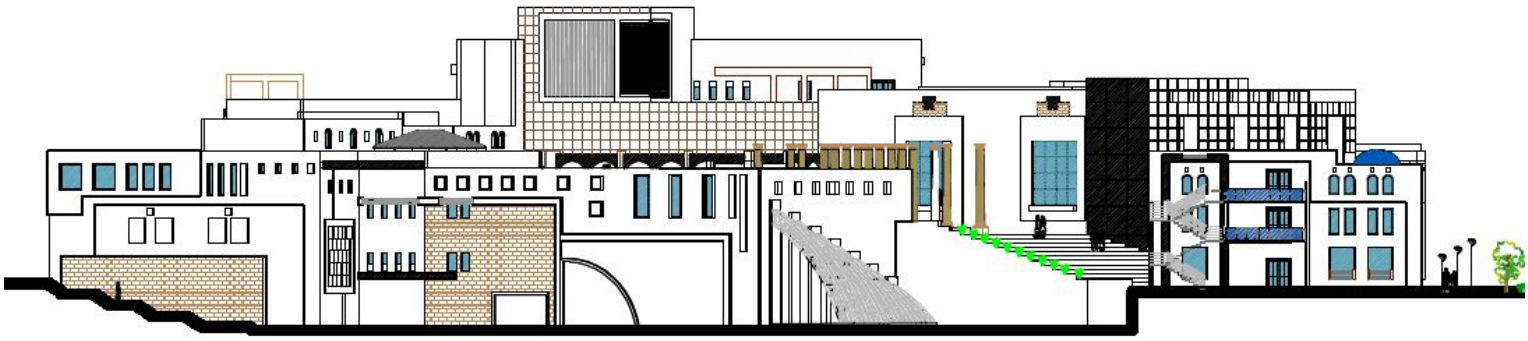
الواجهة الرئيسية وتحتوي على المدخل الرئيسي وعلى شبابيك زجاجية تحيط بالمدخل, وتمتاز هذه الواجهة بأنها تحتوي على لوحة عرض مدعمة بأضواء لتركيز الأنظار عليها , بالاضافة الى احتوائها على اطار حجري جميل يعطي الواجهة جمالا معماريا يعكس رونق المبنى, كما ويظهر في هذه الواجهة تراجعات المبنى.



**شكل(2-6) الواجهة الشمالية .**

### 2. الواجهة الجنوبية :

يتنوع الحجر المستخدم في تغطية هذه الواجهة فهو حجر أملس على شكل مربعات أحيانا وأحيانا أخرى يكون حجر عادي, كذلك تظهر الأعمدة الحجرية المستخدمة في الساحة والتي تضفي طابع معماريا جميلا, وتظهر العناصر المعدنية المستخدمة في هذا المبنى مثل القباب وفتحات المناور, ما يميز هذه الوجهة أنها تظهر كافة المناسيب الموجودة في المبنى ,وكل ذلك يظهر في الشكل التالي:



**شكل(2-7): الواجهة الجنوبية .**

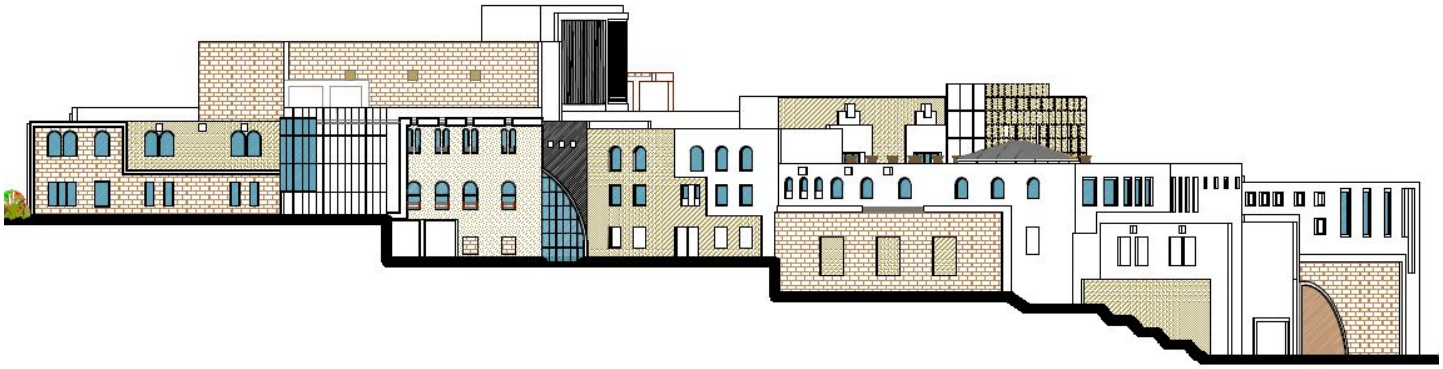
### 3. الواجهة الشرقية :

تظهر هذه الواجهة البوابة الشرقية , كما تظهر التنوع في استخدام الحجر , والتدرج في المناسيب , كذلك تظهر التراجعات المتنوعة في المبنى, وأكثر ما يميز هذه الواجهة الاطارات الحجرية المستخدمة على السطح , بالاضافة الى الخشب المستخدم على السطح والذي يعطي مظهرا ملفتا للأنظار، كما في الشكل التالي:

**شكل(2-8) : الواجهة الشرقية .**

### 4. الواجهة الغربية:

هذه الواجهة تماثل الواجهة الشرقية فهي تتكون من نفس العناصر تعطي منظرا معماريا جميلاً لمبنى متحف الثقافي والفني مع عدد من النوافذ المتوسطة نوعاً ما في حجمها أما الحجر المستخدم في الواجهة فيختلف من أملس الى خشن كمل ويختلف في الشكل من مربعات الى مستطيلات، كما في الشكل التالي:



**شكل(2-9): الواجهة الغربية .**

# الفصل الثالث

# الوصف الإنشائي

# 3

---

1.3 المقدمة .

2.3 هدف التصميم الإنشائي .

3.3 الدراسات النظرية للعناصر الإنشائية في المبنى .

4.3 مراحل التصميم الإنشائي .

5.3 العناصر الإنشائية .

## 1.3 المقدمة

إن معرفة العناصر الإنشائية المكونة لأي مشروع من الأمور الأساسية في تصميم المنشآت الخرسانية المسلحة، وذلك للمقارنة بين الأنواع المختلفة لهذه العناصر للحصول على النظام الإنشائي الأكثر أمناً والأوفر من حيث التكلفة.

يتناول هذا الفصل دراسة العناصر الإنشائية التي يحتويها المشروع من أعمدة وعقدات وغيرها، وكذلك الأحمال الواقعة على المبنى وذلك باستخدام المعايير والكودات المختلفة, وكل ذلك وفقا لما قام المعماري بتصميمه.

## 2.3 هدف التصميم الإنشائي

الهدف من عملية التصميم الإنشائي هو اختيار نظام إنشائي متكامل ومتزن وقادر على تحمل القوى (الحية والميتة) الواقعة عليه، بحيث تلبي المنشأة متطلبات ورغبات المستخدمين، وبالتالي يتم تحديد العناصر الإنشائية بناءً على العوامل التالية:

1. عامل الأمان (Factor of Safety) يتم تحقيقه عبر اختيار مقاطع للعناصر الإنشائية قادرة على تحمل القوى والإجهادات الناتجة عنها.
2. التكلفة الإقتصادية (Cost) يتم تحقيقها عن طريق اختيار مواد البناء المناسبة وعن طريق اختيار مقطع مثالي منخفض التكلفة ويحقق عامل الأمان للمنشأة.
3. حدود صلاحية المبنى للتشغيل (Serviceability) من حيث تجنب الهبوط الزائد (Deflection) والتشققات (Cracks) المثيرة لإزعاج المستخدمين والتي قد تشوه المظهر المعماري.
4. الحفاظ على التصميم المعماري.

## 3.3 الدراسات النظرية للعناصر الإنشائية في المبنى

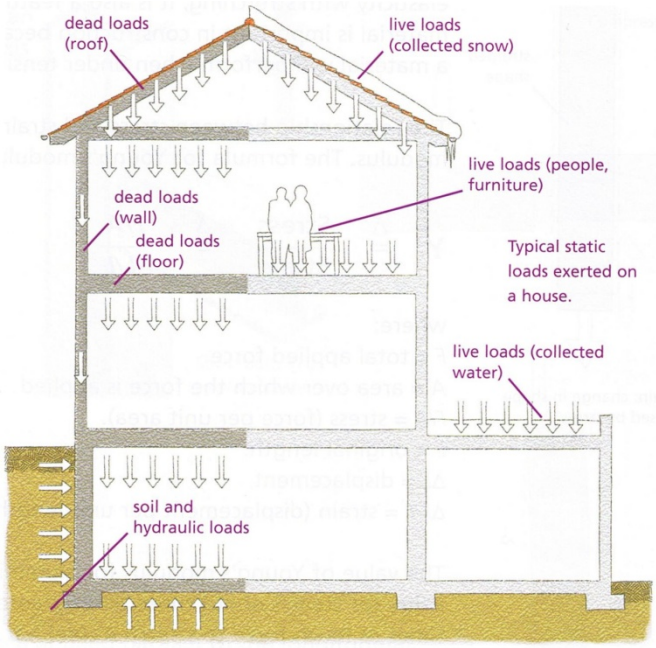
تعتبر الدراسة النظرية جزء رئيسي ومهم يجب القيام به لإتمام عملية التحليل والتصميم، حيث أنه من خلالها يمكن الوصول إلى أفضل ما يكون من عمليات التحليل، لذلك يجب دراسة العناصر الإنشائية بشكل جيد وتحديد الأحمال الواقعة على كل عنصر للوصول إلى التصميم المتين والآمن وطريقة العمل المناسبة.

### 1.3.3 الأحمال

وهي مجموعة من القوى التي تتعرض لها العناصر المختلفة، ويجب الحساب بدقة لجميع الأحمال التي يتعرض لها كل عنصر، ويمكن تصنيف الأحمال المؤثرة على أي العناصر الإنشائية المكونة للمنشأ كالتالي:

### 1. الأحمال الميتة:

وهي القوى الدائمة والناتجة من القوى الجاذبية الأرضية والتي تكون ثابتة من حيث المقدار والموقع ولا تتغير خلال عمر المبنى، وتتمثل هذه الأحمال في وزن العناصر الإنشائية وأوزان العناصر المرتكزة عليها بصورة مستديمة كالقواطع والحوائط، بالإضافة إلى وزن أي جسم ملاصق للمبنى بشكل دائم، وتتم عملية حساب وتقدير الأحمال من خلال معرفة أبعاد هذه العناصر الإنشائية والكثافة النوعية للمواد المستخدمة في عملية تصنيع العناصر الإنشائية، وهي تشمل في أغلب الأحيان على:
الخرسانة، وحديد التسليح، والقصارة، والطوب، والبلاط، ومواد التشطيبات، والحجارة المستخدمة في تغطية المبنى في الخارج، وهناك أيضاً أنابيب التمديدات بالإضافة إلى الأسقف المعلقة والديكورات الخاصة بالمبنى.




شكل (3-1): الأحمال التي يتعرض لها المبنى.

وفيما يتعلق بالكثافة النوعية للمواد المستخدمة فهي كالتالي:

**الجدول (3-1): الكثافة النوعية للمواد المستخدمة في المبنى**

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

### 2. الأحمال الحية:

وهي الأحمال التي تتغير من ناحية القيمة والموقع والمتعلقة بتغير المكان والزمان وتغير الاستخدام، ويمكن لهذه الأحمال أن تتواجد من وقت إلى آخر بمعنى يمكن أن تكون موجودة أو لا، وذلك حسب طبيعة المنشأة، وتحوي هذه الأحمال كل من الأشخاص والأثاث والأجهزة والمعدات والمواد المخزنة وغيرها، ويمكن الحصول على مقدار هذه الأحمال بعد تحديد نوع

وطبيعة استخدام المبنى أو المنشأة من الجداول المعدة لهذا الغرض في الكودات المختلفة.

**جدول رقم(3-2): الأحمال الحية على المبنى حسب الكود الأردني**

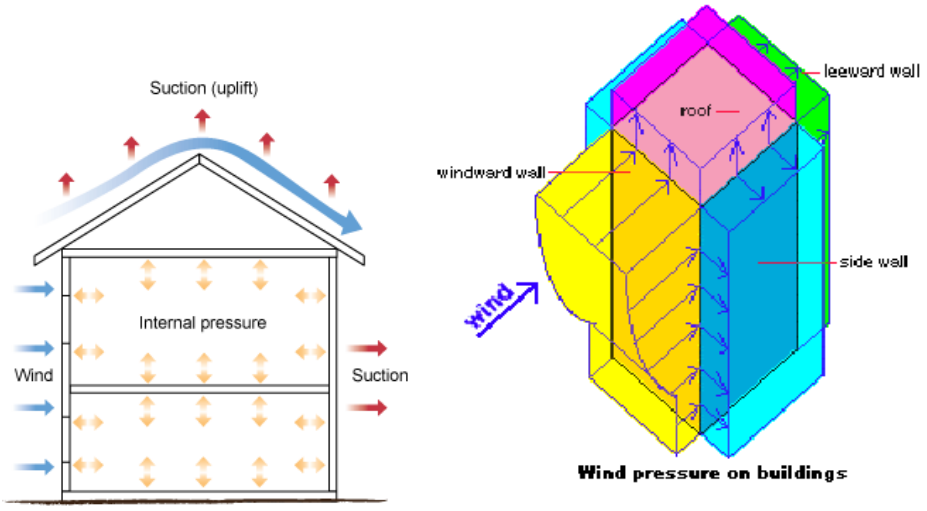
| الرقم المتسلسل | نوع المساحة | الأحمال الميتة ($KN/m^2$) |
|---|---|---|
| 1 | الممرات والمداخل والأدراج وبسطات الأدراج والممرات المرتفعة الموصلة بين المباني. | 4.0 |
| 2 | المنصات. | 7.5 |
| 3 | أرضيات المتاحف وصالات عرض الفنون | 4.0 |
| 4 | أماكن العبادة (المساجد و الكنائس) | 3.0 |
| 5 | غرف تدريس | 3.0 |
| 6 | غرف مطالعة بمستودع كتب | 4.0 |
| 7 | المختبرات بما فيها أجهزة, والمطابخ وغرف الغسيل | 3.0 |

### 4.3.3 الأحمال البيئية

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

1. **الرياح**

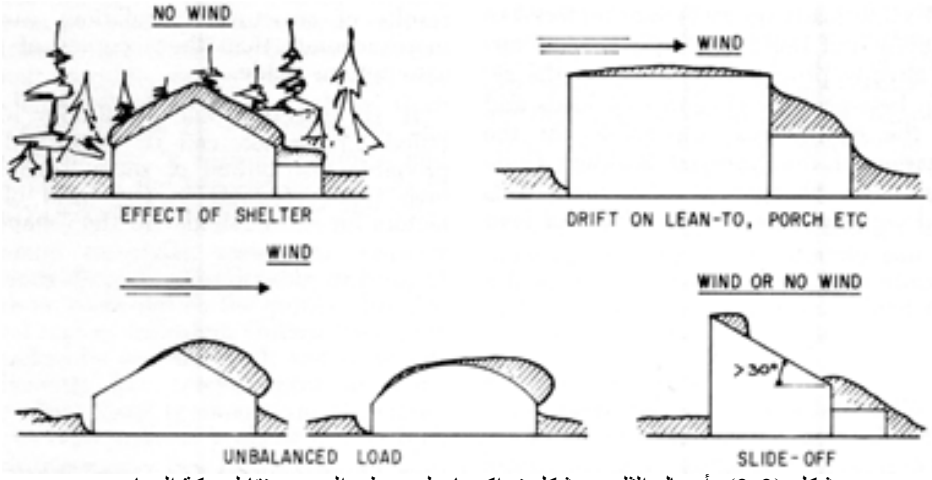
عبارة عن قوى أفقية تؤثر على المبنى ويظهر تأثيرها في المباني المرتفعة وهي القوى التي تؤثر بها الرياح على الأبنية أو المنشآت أو أجزائها، وتكون موجبة إذا كانت ناتجة عن ضغط وسالبة إذا كانت ناتجة عن شد، وتقاس بالكيلو نيوتن. وتحدد أحمال الرياح اعتماداً على ارتفاع المبنى عن سطح الأرض، والموقع من حيث الإحاطة من مباني سواء كانت مرتفعة أو منخفضة، وتصمم جدران القص .




**شكل(3-2): تأثير الرياح على المبنى**

## 2. الثلوج

هي الأحمال التي يمكن أن يتعرض لها المنشأ بفعل تراكم الثلوج، ويمكن تقييم أحمال الثلوج اعتماداً على ارتفاع المنشأة عن سطح البحر وميلان السطح المعرض لتساقط الثلوج.




شكل (3-3): أحمال الثلوج وشكل تراكمها على سطح المبنى وفقا لحركة الرياح .

يمكن حساب أحمال الثلوج من خلال معرفة الارتفاع عن سطح البحر وباستخدام الجدول رقم (3-3) وذلك حسب الكود الأردني.

**الجدول (3-3): قيمة أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر.**

| علو المنشأ عن سطح الأرض (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 |

### 3. الزلازل

تنتج الزلازل عن إهتزازات أفقية ورأسية بسبب الحركة النسبية لطبقات الأرض الصخرية، وتنتج عنها قوى قص تؤثر على المبنى ويجب أن تؤخذ بعين الإعتبار عند التصميم وذلك لضمان مقاومة المبنى للزلازل.

وسيتم مقاومتها في هذا المشروع عن طريق جدران القص الموزعة في المبنى بناءً على الحسابات الإنشائية لها, وذلك يكون بتصميمها بالسماكات والتسليح الكافي , وكل ذلك يكون وفقا للكود المتبع.

## 4.3 مراحل التصميم الإنشائي

في عملية التصميم الإنشائي لهذا المبنى سيتم توزيع المهام إلى مرحلتين رئيسيتين:

1. المرحلة الأولى: وتتمثل في تحديد النظام الإنشائي الأمثل مع الحفاظ على التصميم المعماري للمشروع، ثم عمل التحاليل الإنشائية الأساسية لهذا النظام، والأبعاد الأولية المتوقعة.
2. المرحلة الثانية: تتمثل في التصميم الإنشائي لكل عنصر من عناصر المبنى بشكل مفصل ودقيق وفقاً للنظام الإنشائي المختار وعمل المخططات الإنشائية القابلة للتنفيذ.

## 5.3 العناصر الإنشائية

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

### 1.5.3 العقدات

وهي عبارة عن العنصر الإنشائي الذي يقوم بنقل الأحمال من المستوى العمودي إلى العناصر الحاملة، مثل: الجدران والأعمدة، وتوجد بأنواع مختلفة وعديدة وشائعة الاستخدام من البلاطات الخرسانية المسلحة، ونظراً لوجود العديد من الفعاليات المختلفة في المبنى ومراعاة للمتطلبات المعمارية.

أنواع العقدات:

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

2- عقدات العصب ذات الاتجاهين (Two way ribbed slab).

3- العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد (One way solid slab).

4- العقدات المصمتة ذات الاتجاهين (Two way solid slab).

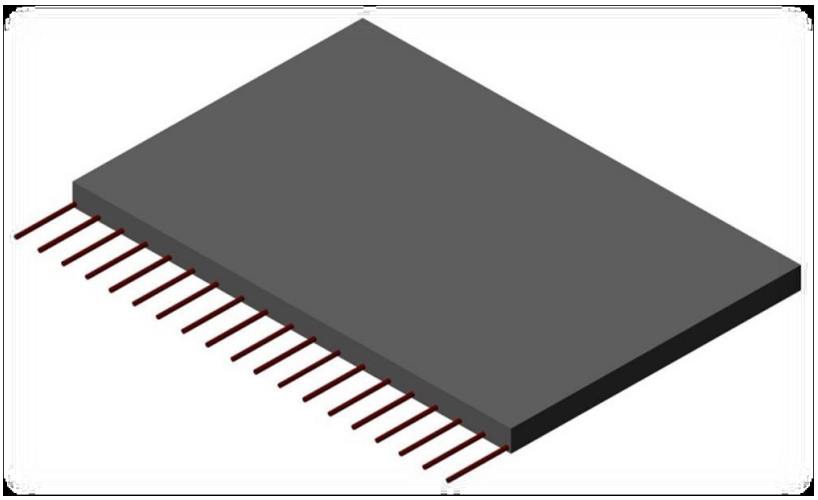
#### 1.1.4.3 العقدات المصمتة (Solid Slabs) :

ومنها ما هو باتجاه أو باتجاهين وتستخدم هذه العقدات عندما تتوفر في المبنى عدة ظروف كأن تكون الأحمال عالية والمسافات بين الدعائم "الأعمدة والجدران " كبيرة أو كبيرة نسبيا .

وهناك أنواع :

- **العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد (One way solid slab):**

يستخدم هذا النوع من العقدات في المناطق التي لا تتعرض كثيراً للأحمال الحية وذلك نظراً لسماكتها القليلة، سيتم استخدامها في عقدات الأدراج في المشروع.



**الشكل (3-4): عقدة مصمتة ذات اتجاه واحد.**

- **العقدات المصمتة ذات الاتجاهين (Two way solid slab):**

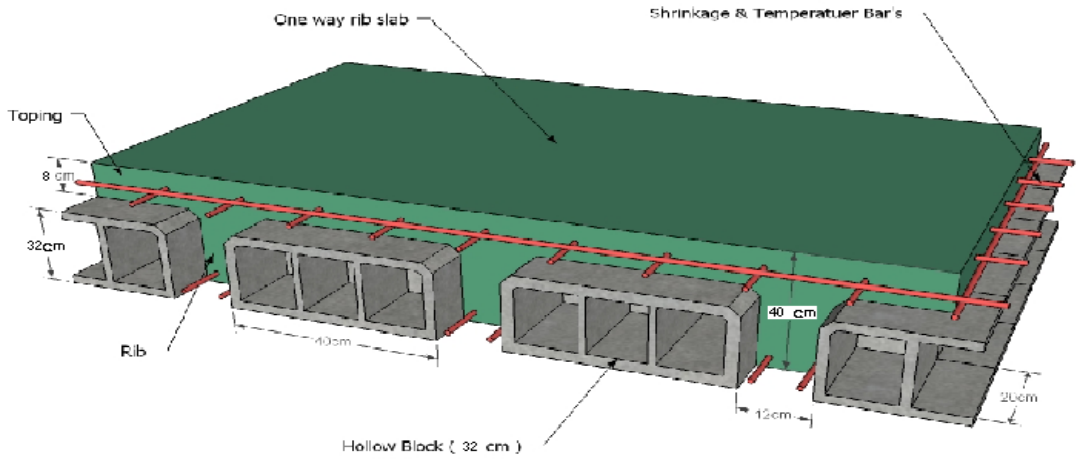
تستخدم في حال كانت الأحمال المؤثرة أكبر من المقدار الذي تستطيع العقدة المصمته ذات الاتجاه الواحد مقاومتها، عند ذلك يتم اللجوء إلى تصميم هذا النوع من العقدات وذلك لأنها تستطيع مقاومة الأحمال بشكل أكبر حيث يوزع الحديد الرئيسي فيها في الإتجاهين , لن يتم استخدام هذا النوع من العقدات في المشروع الا في حال لم تكفي العقدة المصمتة في اتجاه واحد .

### 2.1.4.3 عقدات العصب (Ribbed slab)

يمكن أن تكون باتجاه واحد أو باتجاهين , وفقا لحاجة المنشأة والأحمال المطبقة عليها :

- **ذات الاتجاه الواحد (One way ribbed slab):**

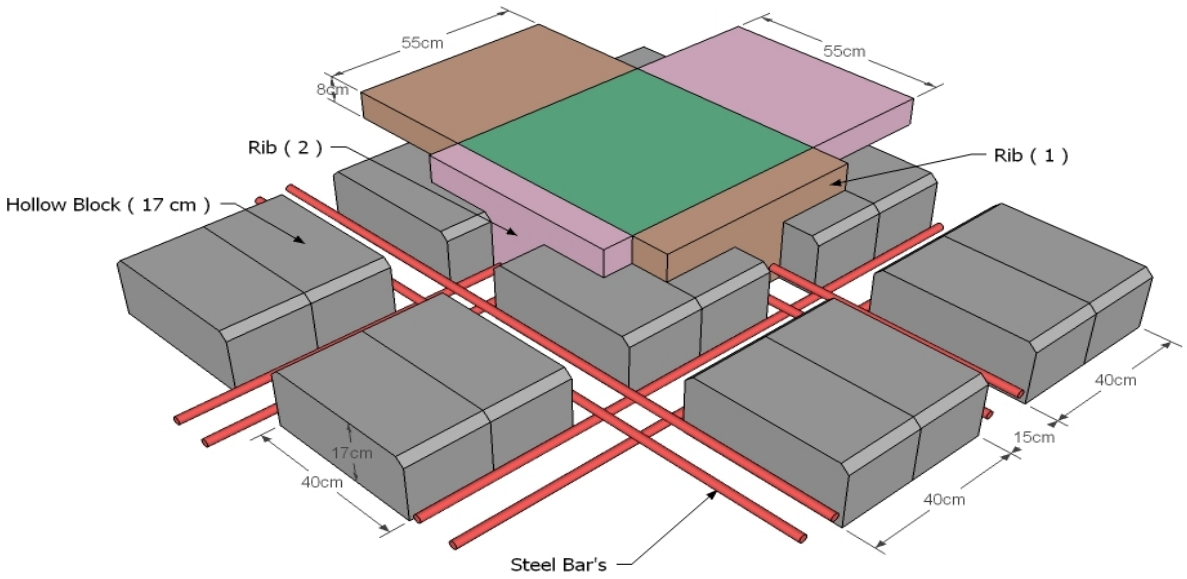
وهي احدى أشهر الطرق المستخدمة في تصميم العقدات في بلادنا وتتكون من صف الطوب يليه العصب، ويكون التسليح باتجاه واحد كما هو مبين في الشكل، وتتميز بخفة وزنها وفاعليتها في نقل الأحمال، وقد تم الإعتماد عليها في تصميم مبنى المشروع.




**الشكل(3-5): عقدة العصب ذات الاتجاه الواحد.**

- **عقدات العصب ذات الاتجاهين (Two way ribbed slab):**

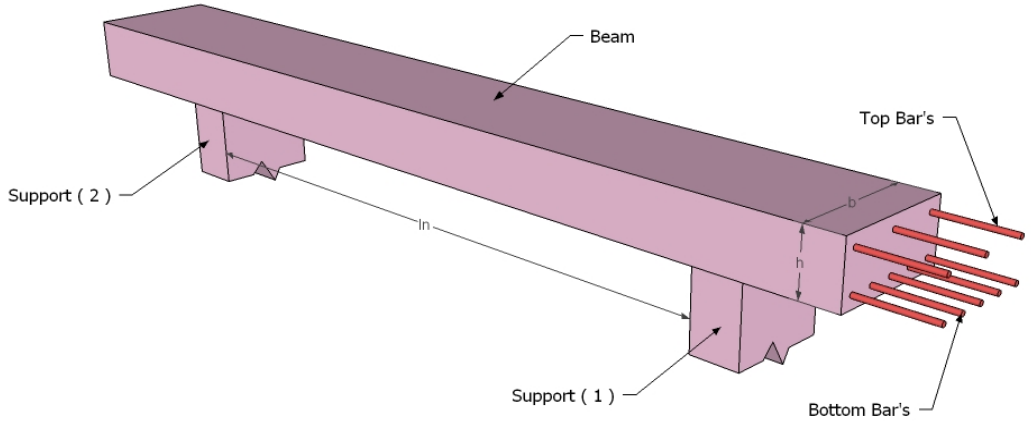
تشبه السابقة من حيث المكونات ولكنها تختلف من حيث كون التسليح باتجاهين ويتم توزيع الأحمال في جميع الاتجاهات ويراعى عند حساب وزنها أخذ وحدة التكرار طوبتين والعصب بالاتجاهين، ويوضح الشكل العقدات ذات العصب الاتجاهين, تم استخدامها في تصميم بعض العقدات في المشروع وذلك للضرورة الانشائية.

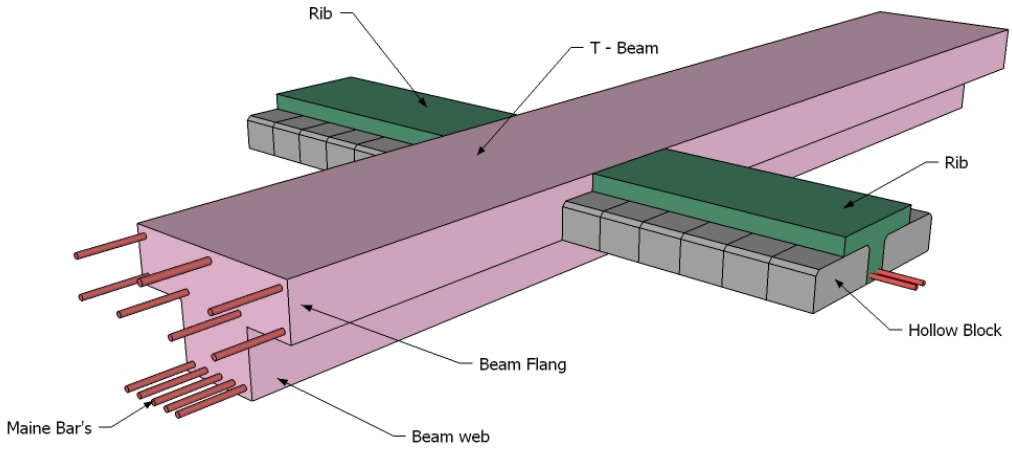



**الشكل(3-6): عقدة العصب ذات الاتجاهين.**

### 2.5.3 الجسور:

وهي عناصر إنشائية تقوم بنقل الأحمال من الأعصاب داخل العقدة إلى الأعمدة وسيتم إستخدام الجسور المدلاة والمسحورة في المشروع، ويكون التسليح بقضبان الحديد الأفقية لمقاومة العزم الواقع على الجسر وبالكانات لمقاومة قوى القص، والشكل يوضح نوعين من الجسور المسحورة والمدلاة.



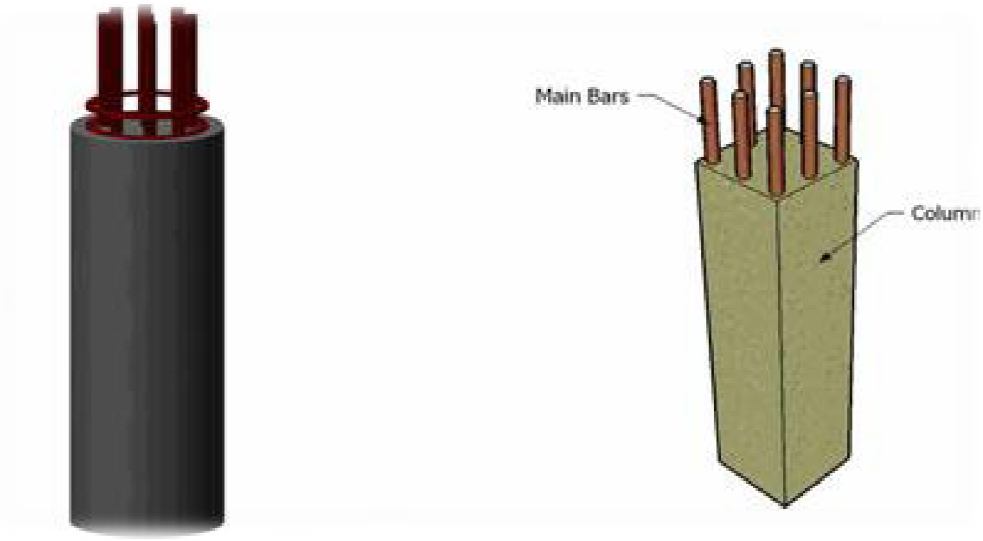




**الشكل (3-7): أشكال الجسور المدلاة و المسحورة** (Hidden and Drop Beams).

### 3.5.3 الأعمدة:

تعتبر الأعمدة العنصر الرئيس في نقل الأحمال من العقدات عبر الأعصاب إلى الجسور ومن ثم إلى الأعمدة والتي بدورها تنقلها إلى الأساسات، وبذلك هي العنصر الإنشائي الضروري لنقل الأحمال وتساعد في ثبات المبنى لذلك يجب تصميمها بحيث تكون قادرة على حمل وتوزيع الأحمال الواقعة عليها.

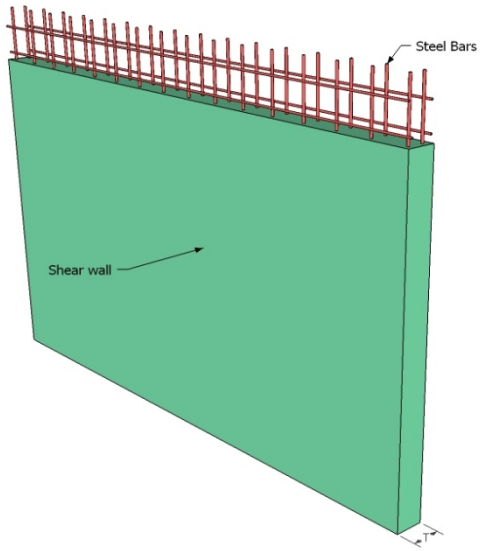
لمقاطع الأعمدة أشكال عديدة منها المستطيل والدائري والمضلع والمربع والمركب، وهذا المشروع يحتوي على نوعين من الأعمدة وهي المستطيل وقد يتم استخدام الأعمدة الدائرية في كراج السيارات، والشكل التالي يوضح ذلك:




**الشكل(3-8): العمود الدائري والمستطيل (Circular and Rectangular Column).**

### 4.5.3 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. وقد تم تحديد الجدران الحاملة في المبنى وتوزيعها المبنى ، 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 عزوم اللي وآثاره على جدران المبنى المقاومة للقوى الأفقية .



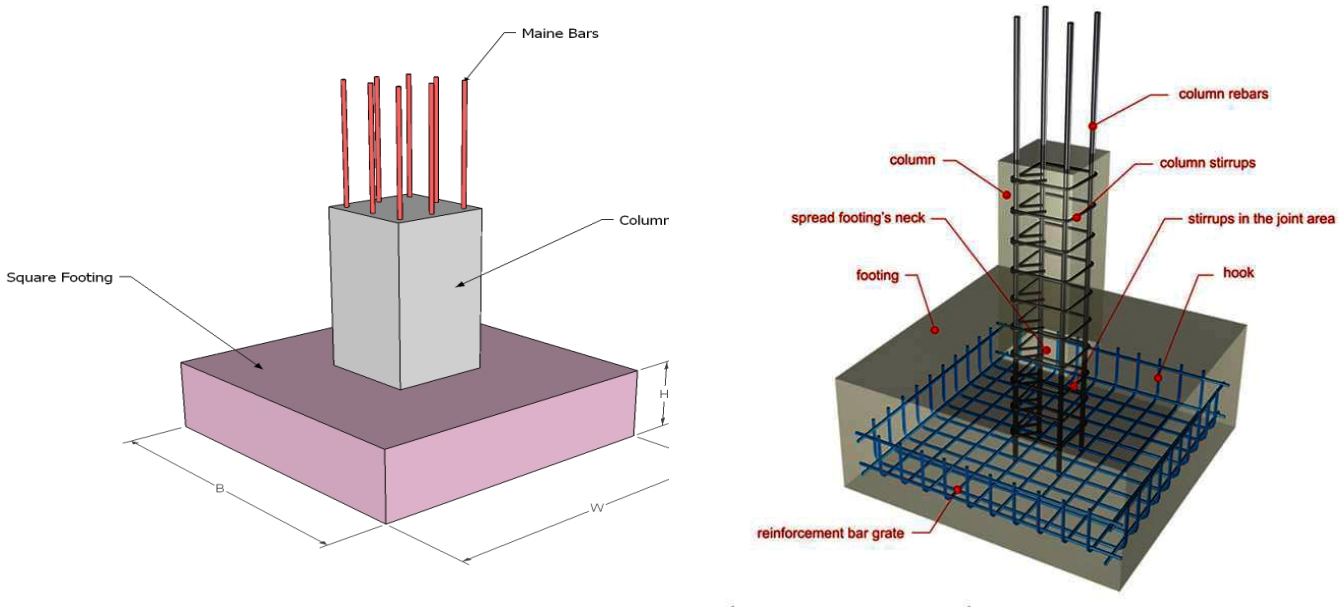

**الشكل (3-9): جدار القص.**

### 5.5.3 الأساسات:

بالرغم من أن الأساسات هي أول ما نبدأ بتنفيذها عند بناء أي منشأة، إلا أن تصميمها يتم بعد الإنتهاء من تصميم كافة العناصر الإنشائية في المبنى، حيث تقوم الأساسات بنقل الأحمال من الأعمدة والجدران الحاملة إلى التربة أسفل الأساسات.

وقد تكون الأساسات منفصلة أو مزدوجة أو أساسات شريطية (Strip Foundation).

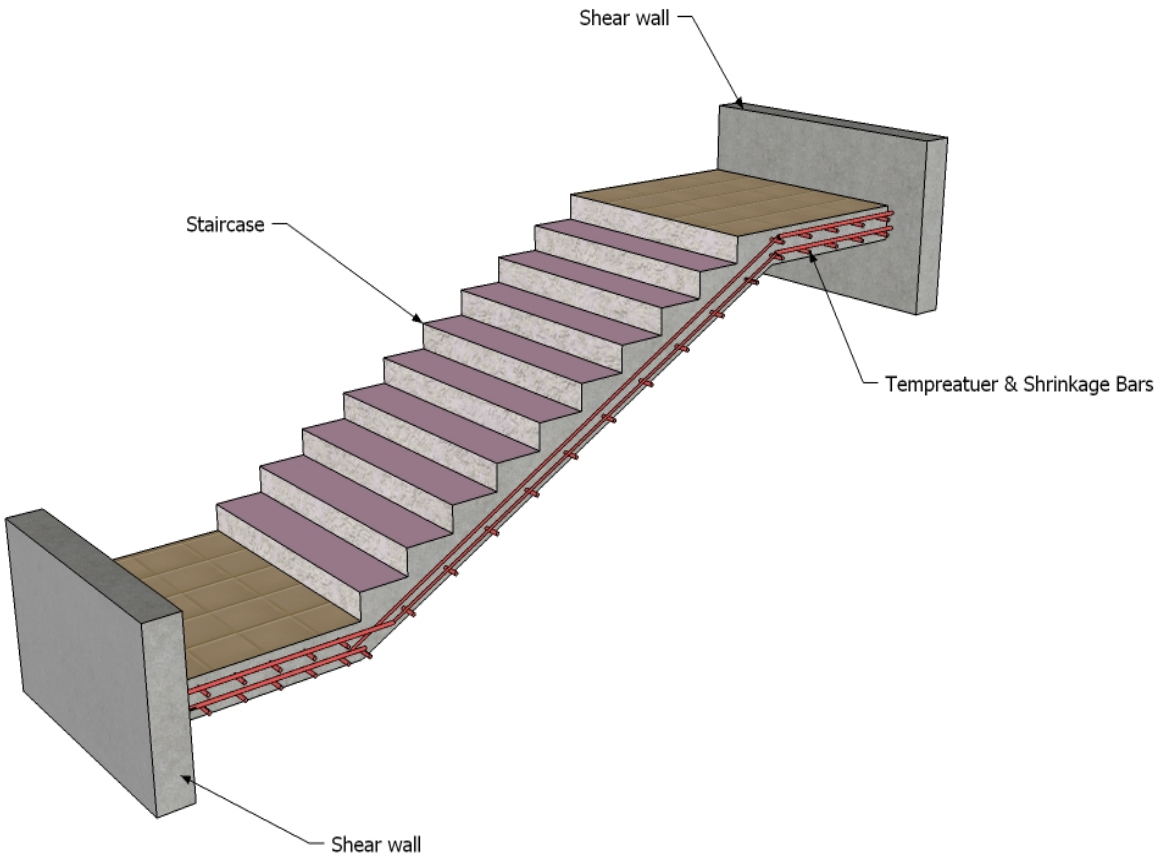
سوف يتم استخدام أساسات من أنواع مختلفة وذلك تبعاً لنوع التربة وقوة تحملها والأحمال الواقعة على كل أساس.




**الشكل(3-10): الأساس المنفرد (Isolated Footing)**

### 6.5.3 الأدراج:

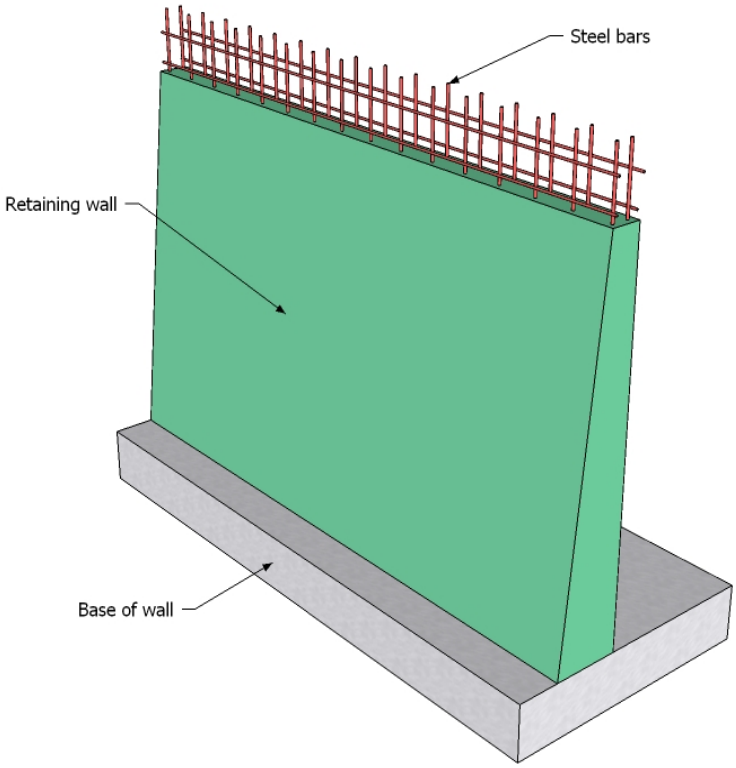
عبارة عن عناصر معمارية تستخدم للانتقال الرأسي بين المستويات المختلفة المناسيب، وتم استخدامها في مشروعنا بشكل واضح والشكل (3-7) يبين مقطع عام للدرج.




**الشكل (3-11): الدرج .**

### 7.4.3 الجدران الاستنادية:

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 (3-12) جدار استنادي.**

# Chapter 4

## Structural Analysis & Design

**4**

---

**4.1 Introduction.**

**4.2 Limitation of deflection.**

**4.3 Design of topping.**

**4.4 Design of Rib (R03G).**

**4.5 Design of Beam (B06G).**

**4.6 Design of Column (C62).**

**4.7 Design of Stair (1A).**

**4.8 Design of Isolated footing (F1).**

**4.9 Design of Combined (F23).**

**4.10 Design of Dome (D1).**

**4.11 Design of Shear wall (SW3).**

**4.12 Design of Basement wall (BW1).**

**4.13 Design of Solid slab (S2F).**

**4.14 Design of shear connections for composite beam.**

## 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 computer software such as "ATIR, SAFE, ETABS, SAB" to find the internal forces, deflections and moments for the all structural element in order to design it.

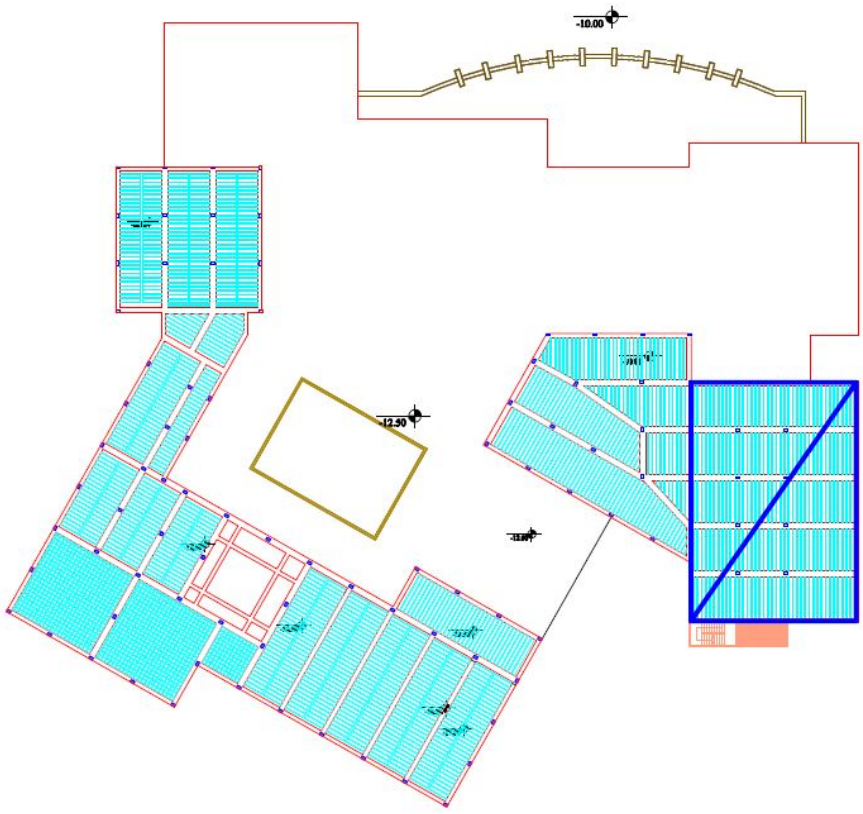



Figure (4-1): Shows a position of intended rib.

The values that used in the calculations of the project as follows:

$f_y = 420\ MPa\ , f_c = 24\ MPa\ , f_{yt} = 420\ MPa$

Remember:

If the live load on the ribbed slab is less than 3 KN /$m^2$ and the span of ribs exceeds 5 m, a secondary transverse rib (distribution rib) should be provided at midspan (its direction is perpendicular to the direction of main ribs) and reinforced with the same amount of steel as the main ribs. Its top reinforcement shall not be less than half of the main reinforcement in the tension zone. These transverse ribs act as floor stiffeners. If the live load exceeds 3 KN /m3 and the span of ribs varies between 4 and 7 m, one traverse rib must be provided, as indicated before. If the span exceeds 7 m, at least two transverse ribs at one-third span must be provided with reinforcement, as explained before.

## 4.2 Limitation of deflection:

One end continuous: $h_{min} = \frac{L}{18.5} = \frac{600}{18.5} = 32.43\ cm \quad - control$

Two end continuous: $h_{min} = \frac{L}{21} = \frac{600}{21} = 28.57\ cm$

Select $h = 35\ cm > h_{min}$ $(8\ cm\ topping\ and\ 27\ cm\ block)$

## 4.3 Design of topping:

**Loads:**

- Dead Loads:

| Dead load from: | δ*ɣ*b | KN/m |
|---|---|---|
| Tiles | 0.03*23*1 | 0.69 |
| Mortar | 0.02*22*1 | 0.44 |
| Sand | 0.07*16*1 | 1.12 |
| Topping | 0.08*25*1 | 2.00 |
| Partitions | 1*1 | 1.00 |
| Summation of dead load (service) | | 5.25 |

Dead Load (service) =5.25 KN/m

- Live Load:

According a Jordanian code for the loads:

The live loads that applied on the library = 4 KN/m

$Factored\ load\ q_u = 1.2 Dead\ load + 1.6 Live\ load$

$q_u = 1.2 * 5.25 + 1.6 * 4 = 12.7\ KN/m$

**Design:**

$M_u = \frac{q_u * l^2}{12}\ 0.1693\ KN.m$

$V_u = \frac{q_u * l}{2} = 2.54\ KN$

**Design of shear:**

$\emptyset V_c = \emptyset \frac{1}{6} \sqrt{f_c} * bh = 0.75 * \frac{1}{6} * \sqrt{24} * 1000 * 80 = 48.99\ KN$

$V_u = 2.54\ KN < \emptyset V_c = 48.99\ KN$

No shear reinforcement is required

**Design of bending moment:**

$$\emptyset M_n = \emptyset * 0.42 * \sqrt{f_c} * \frac{bh^2}{6} = 0.55 * 0.42 * \sqrt{24} * \frac{1000 * 80^2}{6} = 1.21\ KN.m$$

$M_u = 0.17\ KN.m < \emptyset M_n = 1.21\ KN.m$

No reinforcement is required.

**Minimum reinforcement for shrinkage and temperature:**

$A_{s,required} = 0.0018bh = 144\ mm^2$

Select mesh Φ8 /20cm with $A_s = \frac{\pi}{4} * 8^2 * 5 = 251.3\ mm^2 > A_{s,min}$

## 4.4 Design of rib (R03G):

**Loads:**

- Dead Loads:

| Dead load from: | δ*ɣ*b | KN/m$^2$/rib |
|---|---|---|
| Tiles | 0.03*23*0.52 | 0.3588 |
| Mortar | 0.02*22*0.52 | 0.2288 |
| Sand | 0.07*16*0.52 | 0.5824 |
| Topping | 0.08*25*0.52 | 1.0400 |
| Block | 0.4*0.27*15 | 1.6200 |
| Rib | 0.12*0.27*25 | 0. 8100 |
| Plaster | 0.02*22*0.52 | 0.2288 |
| Partitions | 1*0.52 | 0.5200 |
| Summation of dead load (service) | | 5.3888 |

Dead Load (service) =5.3888 KN/m$^2$/rib

- Live Load:

According a Jordanian code for the loads:

The live loads that applied on the library = 4 KN/m$^2$

Live Load = 4*0.52 = 2.08 KN/m$^2$/rib

$Factored\ load\ q_u = 1.2Dead\ load + 1.6Live\ load$

So that,

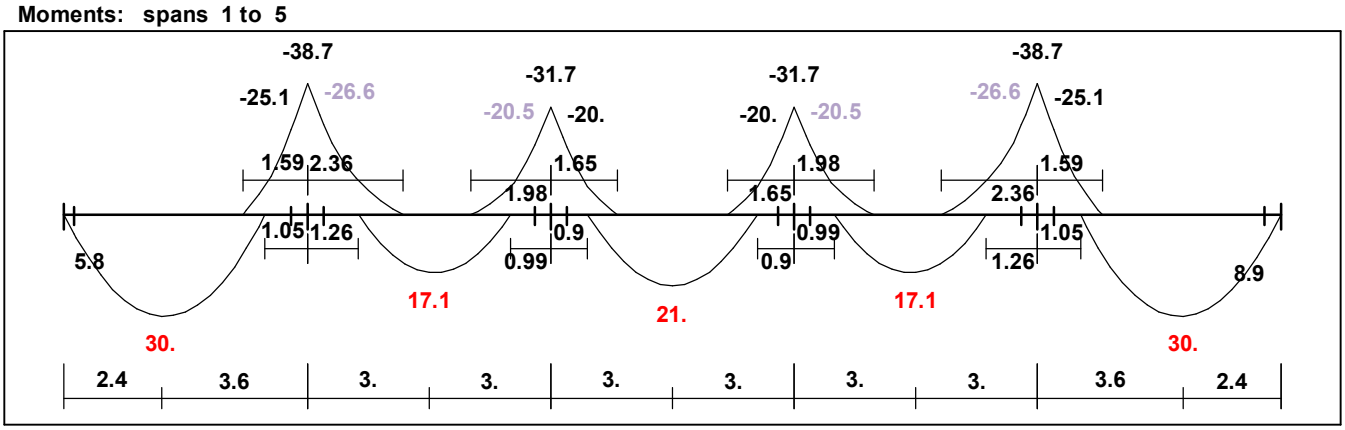
$q_{uD}$ =1.2*5.3888 = 6.466 KN/$m^2$/rib

$q_{uL}$ =1.6*2.08 = 3.328 KN/$m^2$/rib

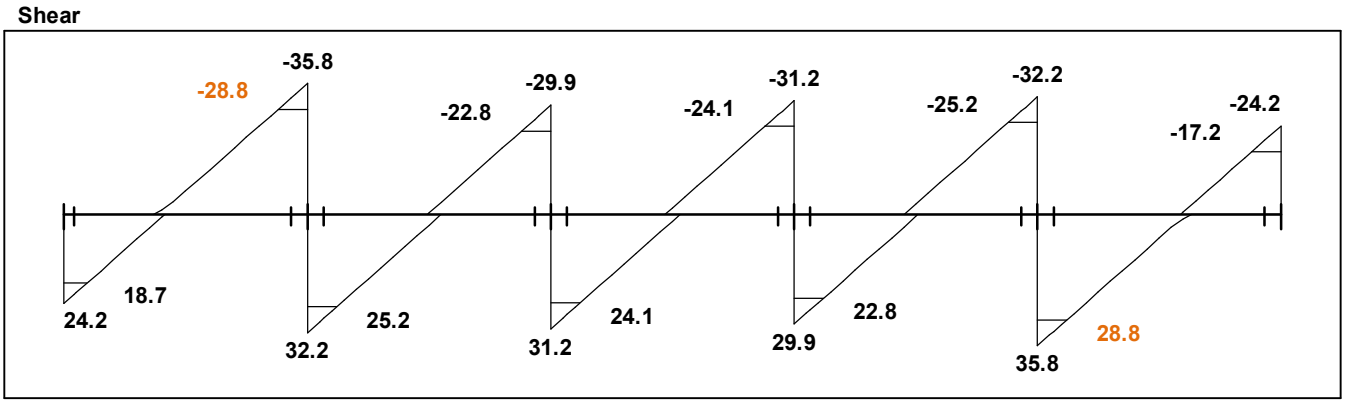
$q_u$ =1.2*5.3888 +1.6*2.08 =9.794 KN/$m^2$/rib

**Analysis:**

Moment envelope diagram:




Shear envelope diagram:




**Design of shear:**

$V_{u,max}$ at the critical section (d from the face support) = 28.8 KN

$$d = h - d_s - cover - \frac{d_b}{2} = 350 - 8 - 20 - \frac{14}{2} = 315\ mm$$

$$1.1\emptyset V_c = 1.1\emptyset * \frac{1}{6}\sqrt{f_c} * b_w d = 1.1 * 0.75 * \frac{1}{6}\sqrt{24} * 120 * 315 = 25.46\ KN < 28.8\ KN$$

Reinforcement is required.

$$\emptyset V_{s,min} = 0.75 * \frac{1}{16}\sqrt{f_c} * bd = 0.75 * \frac{1}{16}\sqrt{24} * 120 * 315 = 8.68\ KN$$

$$\emptyset V_{s,min} = 0.75 * \frac{1}{3} * bd = 0.75 * \frac{1}{3} * 120 * 315 = 9.45\ KN$$

$$\emptyset V_{s,min} = 9.45\ KN - control$$

$$\emptyset V_c + \emptyset V_{s,min} = 25.46 + 9.45 = 34.91\ KN > 28.8\ KN$$

$$A_v = 2 * \frac{\pi}{4} * 8^2 = 100.53\ mm^2$$

$$S = \frac{f_{yt} d A_v}{V_{s,min}} = \frac{420 * 315 * 100.53}{12.6} = 1055.56\ mm$$

$$S \leq \frac{d}{2} = \frac{315}{2} = 157.5\ mm - control \qquad S \leq 600\ mm$$

Select 1Φ8 /15 cm

**Design of bending moment:**

Design as T-section:

$$b_e \leq \frac{b}{4} = \frac{600}{4} = 150\ cm$$

$$b_e \leq 16t + b_w = 16 * 8 + 12 = 140\ cm$$

$$b_e \leq clear\ span\ between\ ribs + b_w = 40 + 12 = 52\ cm - control$$

**Positive moment:**

**Span 1, 5:** $M_u^+ = 30\ KN.m\ (from\ envelope\ moment\ diagram)$

$$\emptyset M_n = \emptyset * 0.85 * f_c * ab = 0.9 * 0.85 * 24 * 80 * 520 = 187.9\ KN.m > 30\ KN.m$$

$$K_n = \frac{M_u/\emptyset}{bd^2} = \frac{30 * 10^6/0.9}{520 * 315^2} = 0.646$$

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

$$\rho = \frac{1}{m}\left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2 * m * Kn}{fy}\right)}\right] = \frac{1}{20.6}\left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2 * 20.6 * 0.646}{420}\right)}\right] = 1.563 * 10^{-3}$$

$$A_{s,reguired} = \rho bd = 1.563 * 10^{-3} * 315 * 520 = 256\ mm^2$$

$$A_{s,min.} = \frac{1.4}{fy} * b_w d = \frac{1.4}{420} * 120 * 315 = 126\ mm^2 - control$$

$$A_{s,min.} = \frac{1}{4} * \frac{\sqrt{f_c}}{f_y} * b_w d = \frac{1}{4} * \frac{\sqrt{24}}{420} * 120 * 315 = 110.23\ mm^2$$

$$A_{s,min.} = 126\ mm^2 < A_{s,required} = 256\ mm^2$$

Select 2 Φ14 with $A_s = 307.9\ mm^2 > A_{s,required} = 256\ mm^2$

$$S_{min.} = \frac{120 - 20 - 16 - (2 * 14)}{1} = 56\ mm\ > 25\ mm\ - ok$$

Check on strain $\varepsilon_s$:

$$A_s f_y = 0.85 * f_c * ab$$

$$307.9 * 420 = 0.85 * 24 * a * 520$$

$$a = \frac{307.9 * 420}{0.85 * 24 * 520} = 12.19\ mm$$

$$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{12.19}{0.85} = 14.34\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d - x}{x}\right) = 0.0629 > 0.005 \qquad \therefore\ \emptyset = 0.9$$

**Span 3:** $M_u^+ = 21\ KN.m\ (from\ envelope\ moment\ diagram)$

$$\emptyset M_n = \emptyset * 0.85 * f_c * ab = 0.9 * 0.85 * 24 * 80 * 520 = 187.9\ KN.m > 21\ KN.m$$

$$K_n = \frac{M_u/\emptyset}{bd^2} = \frac{21 * 10^6/0.9}{520 * 315^2} = 0.452$$

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

$$\rho = \frac{1}{m}\left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2 * m * Kn}{fy}\right)}\right] = \frac{1}{20.6}\left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2 * 20.6 * 0.452}{420}\right)}\right] = 1.089 * 10^{-3}$$

$$A_{s,required} = \rho bd = 1.089 * 10^{-3} * 315 * 520 = 178.4\ mm^2$$

$$A_{s,min.} = \frac{1.4}{fy} * b_w d = \frac{1.4}{420} * 120 * 315 = 126\ mm^2 - control$$

$$A_{s,min.} = \frac{1}{4} * \frac{\sqrt{f_c}}{f_y} * b_w d = \frac{1}{4} * \frac{\sqrt{24}}{420} * 120 * 315 = 110.23\ mm^2$$

$$A_{s,min.} = 126\ mm^2 < A_{s,required} = 178.4\ mm^2$$

Select 2 Φ12 with $A_s = 226.2\ mm^2 > A_{s,required} = 178.4\ mm^2$

$$S_{min.} = \frac{120 - 20 - 16 - (2 * 12)}{1} = 60\ mm\ > 25\ mm\ - ok$$

Check on strain $\varepsilon_s$:

$$A_s f_y = 0.85 * f_c * ab$$

$$226.2 * 420 = 0.85 * 24 * a * 520$$

$$a = \frac{226.2 * 420}{0.85 * 24 * 520} = 8.95\ mm$$

$$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{8.95}{0.85} = 10.54\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d - x}{x}\right) = 0.0867 > 0.005 \qquad \therefore\ \emptyset = 0.9$$

**Span 2,4:** $M_u^+ = 17.1\ KN.m\ (from\ envelope\ moment\ diagram)$

$$\emptyset M_n = \emptyset * 0.85 * f_c * ab = 0.9 * 0.85 * 24 * 80 * 520 = 187.9\ KN.m > 17.1\ KN.m$$

$$K_n = \frac{M_u/\emptyset}{bd^2} = \frac{17.1 * 10^6/0.9}{520 * 315^2} = 0.368$$

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

$$\rho = \frac{1}{m}\left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2 * m * Kn}{fy}\right)}\right] = \frac{1}{20.6}\left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2 * 20.6 * 0.368}{420}\right)}\right] = 8.848 * 10^{-4}$$

$$A_{s,required} = \rho bd = 8.848 * 10^{-4} * 315 * 520 = 144.93\ mm^2$$

$$A_{s,min.} = \frac{1.4}{fy} * b_w d = \frac{1.4}{420} * 120 * 315 = 126\ mm^2 - control$$

$$A_{s,min.} = \frac{1}{4} * \frac{\sqrt{f_c}}{f_y} * b_w d = \frac{1}{4} * \frac{\sqrt{24}}{420} * 120 * 315 = 110.23\ mm^2$$

$$A_{s,min.} = 126\ mm^2 < A_{s,required} = 144.93\ mm^2$$

Select 2 Φ12 with $A_s = 226.2\ mm^2 > A_{s,required} = 144.93\ mm^2$

$$S_{min.} = \frac{120 - 20 - 16 - (2 * 12)}{1} = 60\ mm\ > 25\ mm\ - ok$$

Check on strain $\varepsilon_s$:

$$A_s f_y = 0.85 * f_c * ab$$

$$226.2 * 420 = 0.85 * 24 * a * 520$$

$$a = \frac{226.2 * 420}{0.85 * 24 * 520} = 8.95\ mm$$

$$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{8.95}{0.85} = 10.54\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d - x}{x}\right) = 0.0867 > 0.005 \qquad \therefore\ \emptyset = 0.9$$

**Negative moment:**

**Support 2,5:** $M_u^- = 26.6\ KN.m\ (from\ envelope\ moment\ diagram)$

$$K_n = \frac{M_u/\emptyset}{bd^2} = \frac{26.6 * 10^6/0.9}{120 * 315^2} = 2.482$$

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

$$\rho = \frac{1}{m}\left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2 * m * Kn}{fy}\right)}\right] = \frac{1}{20.6}\left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2 * 20.6 * 2.482}{420}\right)}\right] = 6.322 * 10^{-3}$$

$$A_{s,required} = \rho bd = 6.322 * 10^{-3} * 315 * 120 = 238.96\ mm^2$$

$$A_{s,min.} = \frac{1.4}{fy} * b_w d = \frac{1.4}{420} * 120 * 315 = 126\ mm^2 - control$$

$$A_{s,min.} = \frac{1}{4} * \frac{\sqrt{f_c}}{f_y} * b_w d = \frac{1}{4} * \frac{\sqrt{24}}{420} * 120 * 315 = 110.23\ mm^2$$

$$A_{s,min.} = 126\ mm^2 < A_{s,required} = 238.96\ mm^2$$

Select 3 Φ12 with $A_s = 339.29\ mm^2 > A_{s,required} = 238.96\ mm^2$

Check on strain $\varepsilon_s$:

$$A_s f_y = 0.85 * f_c * ab$$

$$339.29 * 420 = 0.85 * 24 * a * 120$$

$$a = \frac{339.29 * 420}{0.85 * 24 * 120} = 58.21\ mm$$

$$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{58.21}{0.85} = 68.48\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d - x}{x}\right) = 0.0108 > 0.005 \qquad \therefore\ \emptyset = 0.9$$

**Support 3,4:** $M_u^- = 20.5\ KN.m\ (from\ envelope\ moment\ diagram)$

$$K_n = \frac{M_u/\emptyset}{bd^2} = \frac{20.5 * 10^6/0.9}{120 * 315^2} = 1.913$$

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

$$\rho = \frac{1}{m}\left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2 * m * Kn}{fy}\right)}\right] = \frac{1}{20.6}\left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2 * 20.6 * 1.913}{420}\right)}\right] = 4.79 * 10^{-3}$$

$$A_{s,required} = \rho bd = 4.79 * 10^{-3} * 315 * 120 = 181.11\ mm^2$$

$$A_{s,min.} = \frac{1.4}{fy} * b_w d = \frac{1.4}{420} * 120 * 315 = 126\ mm^2 - control$$

$$A_{s,min.} = \frac{1}{4} * \frac{\sqrt{f_c}}{f_y} * b_w d = \frac{1}{4} * \frac{\sqrt{24}}{420} * 120 * 315 = 110.23\ mm^2$$

$$A_{s,min.} = 126\ mm^2 < A_{s,required} = 181.11\ mm^2$$

Select 2 Φ12 with $A_s = 226.19\ mm^2 > A_{s,required} = 181.11\ mm^2$

Check on strain $\varepsilon_s$:

$$A_s f_y = 0.85 * f_c * ab$$

$$339.29 * 420 = 0.85 * 24 * a * 120$$

$$a = \frac{226.19 * 420}{0.85 * 24 * 120} = 38.81\ mm$$

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

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d - x}{x}\right) = 0.0177 > 0.005$$

$$\therefore\ \emptyset = 0.9$$

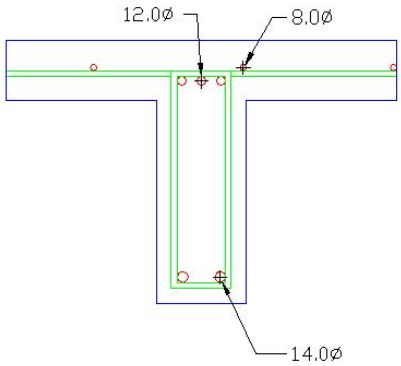



Figure (4-2): Section of ribs.

## 4.5 Design of beam (B06G):

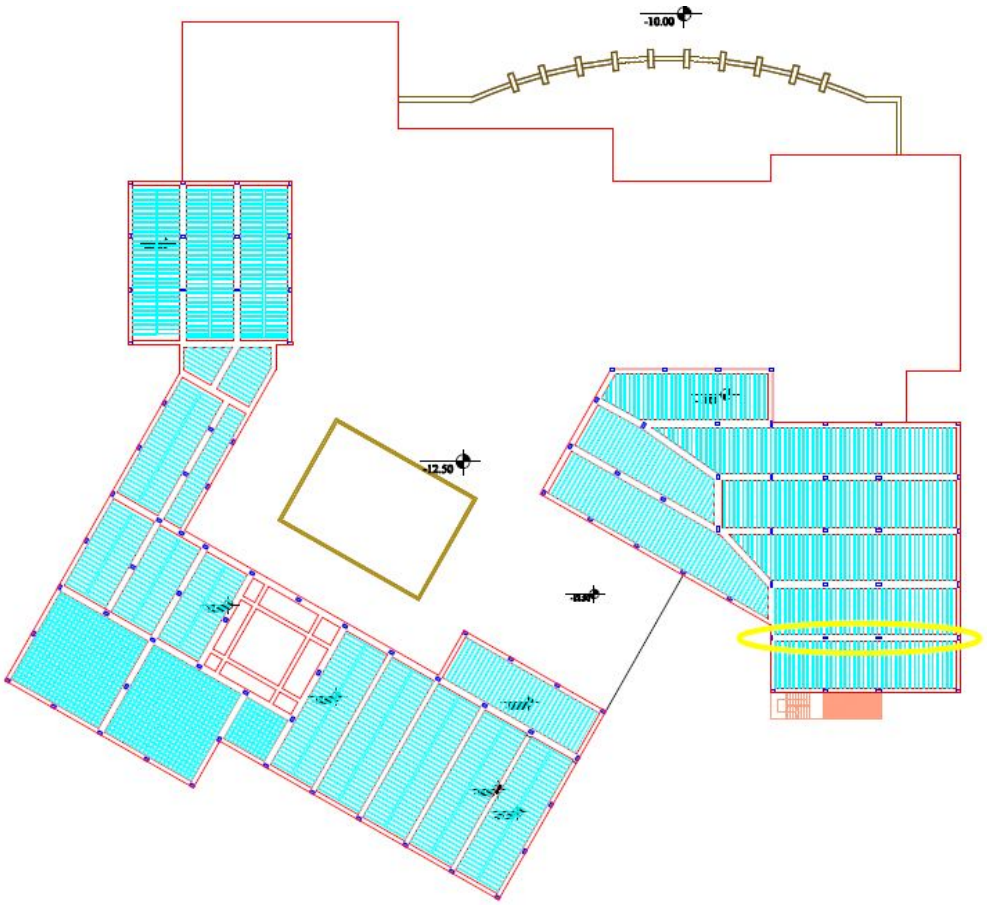



Figure (4-3): Shows a position of intended beam.

By using of rib's result from Atir software;

**Reactions**

**Factored**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| DeadR | 15.32 | 43.9 | 37.78 | 37.78 | 43.9 | 15.32 |
| LiveR | 8.93 | 24.17 | 23.31 | 23.31 | 24.17 | 8.93 |
| MaxR | 24.25 | 68.08 | 61.09 | 61.09 | 68.08 | 24.25 |
| MinR | 14.26 | 53.05 | 45.21 | 45.21 | 53.05 | 14.26 |
| Service | | | | | | |
| DeadR | 12.76 | 36.59 | 31.48 | 31.48 | 36.59 | 12.76 |
| LiveR | 5.58 | 15.11 | 14.57 | 14.57 | 15.11 | 5.58 |
| MaxR | 18.35 | 51.69 | 46.05 | 46.05 | 51.69 | 18.35 |
| MinR | 12.11 | 42.3 | 36.12 | 36.12 | 42.3 | 12.11 |

**Loads:**

$W_{\text{DL from rib 1}} = \frac{15.32}{0.52} = 29.46$ KN/m

The width of beam b = 80 cm

Then the weight of beam width can be calculated:

| Dead load from: | δ*ɣ*b | KN/m |
|---|---|---|
| Tiles | 0.03*23*0.8 | 0.552 |
| Mortar | 0.02*22*0.8 | 0.352 |
| Sand | 0.07*16*0.8 | 0.896 |
| RC beam | 0.25*25*0.8 | 5 |
| Plaster | 0.02*22*0.8 | 0.352 |
| Partitions | 1*0.8 | 0.8 |
| Summation of dead load (service) | | 7.952 |

The total factored dead load: $W_{DL}$ =29.46 +1.2*7.952 = 39 KN/m

$W_{\text{LL from rib 1}} = \frac{15.32}{0.52} = 29.46$ KN/m

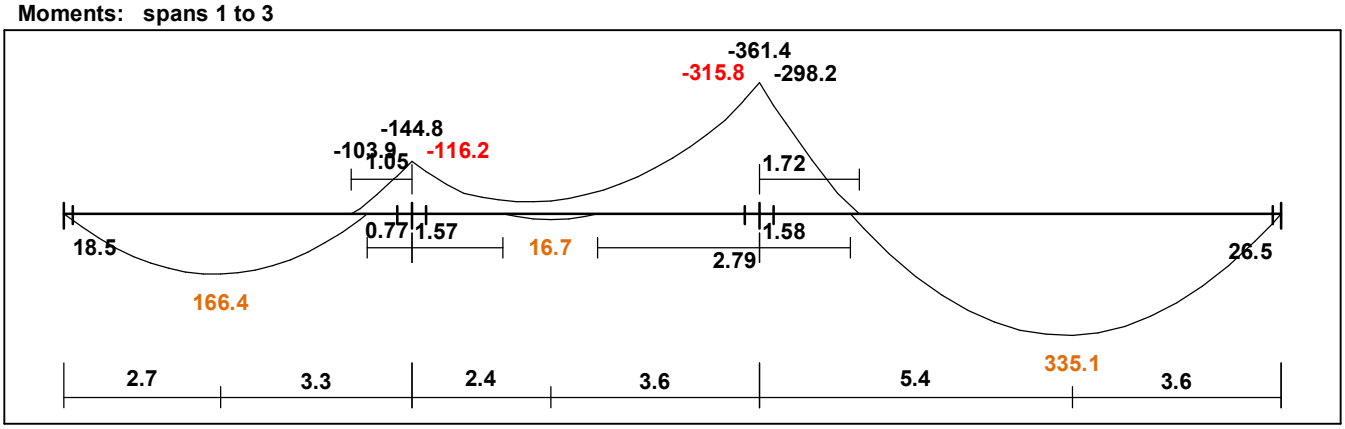
Live load within the beam width (b = 0.8 m):

Live load = 4*0.8 = 3.2 KN/m

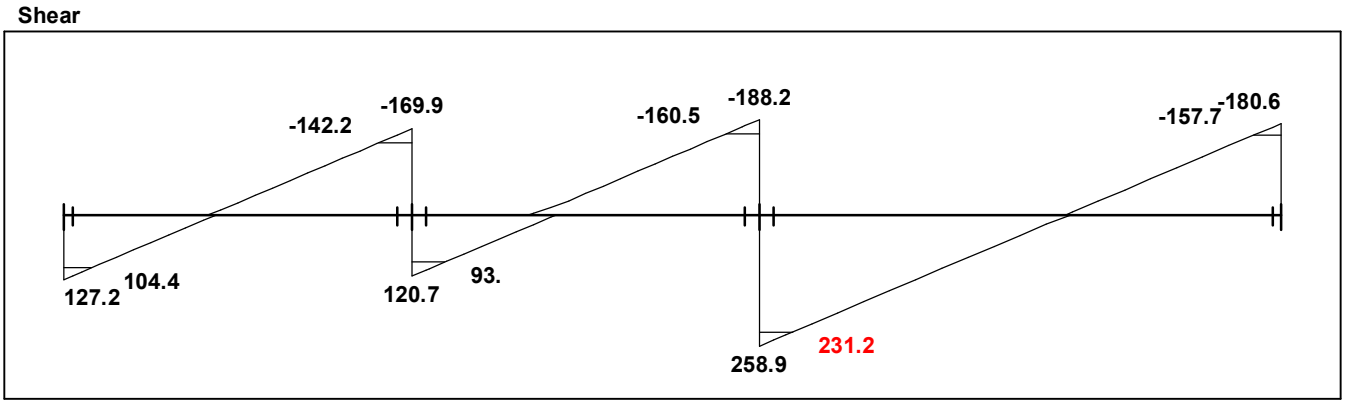
The total factored live load: $W_{LL}$ =3.2 +1.6*4 = 9.6 KN/m

**Analysis:**

Now insert the load on Atir:
Envelope moment diagram for beam:



Envelope shear diagram for beam.




**Design of beam for shear:**

Critical section at distance d =293 mm from the face of support.

$V_{u,max} = 231.2KN.$

$$V_c = \frac{1}{6} * \sqrt{f_c} * b_w d = \frac{1}{6} * \sqrt{24} * 800 * 0.293 = 191.38\ KN.$$

Check for section dimensions:

$$V_s = \frac{V_u}{\emptyset} - V_c = \frac{231.2}{0.75} - 191.38 = 116.88\ KN.$$

$$V_{s,max} = \frac{2}{3}\sqrt{f_c} * b_w d = \frac{2}{3}\sqrt{24} * 800 * 0.293 = 765.55\ KN$$

$V_s = 116.88\ KN\ <\ V_{s,max} = 765.55\ KN\ \ -the\ section\ os\ large\ enough.$

Find the maximum stirrups spacing:

If $\quad V_s\ <\ V_s` = \frac{1}{3}\sqrt{f_c} * b_w d \quad then \quad S_{max} \le \frac{d}{2} \quad or \quad S_{max} \le 600\ mm$

$$V_s` = \frac{1}{3}\sqrt{f_c} * b_w d = \frac{1}{3}\sqrt{24} * 800 * 0.293 = 382.77\ KN$$

$V_s = 116.88\ KN\ < V_s` = 382.77KN \quad then;$

$$S_{max} \le \frac{d}{2} = \frac{283}{2} = 141.5\ mm\ \ -control$$

$S_{max} \leq 600\ mm$

Check for $V_{s,min}$:

$$A_{v.min} = \frac{1}{16} * \sqrt{f_c} * \frac{b_w S}{f_{yt}} \qquad but\ not\ larger\ than$$

$$A_{v,min} = \frac{1}{3} * \frac{b_w S}{f_{yt}} = \frac{1}{3} * \frac{800 * 141.5}{420}$$

$$= 89.84\ mm^2 \qquad - control \qquad \left(\frac{1}{16} * \sqrt{f_c} = \frac{4.89}{16} < \frac{1}{3}\right)$$

$$V_{s,min} = \frac{1}{16} * \sqrt{f_c} * b_w d = \frac{1}{16} * \sqrt{24} * 800 * 0.293 = 71.77\ KN$$

$$V_{s,min} = \frac{1}{3} * b_w d = \frac{1}{3} * 800 * 0.293 = 78.13\ KN \quad - control$$

$$\emptyset V_c < V_u \leq \emptyset\left(V_c + V_{s,min}\right)$$

$$143.53\ KN < V_u = 231.2KN \not< 0.75 * (191.38 + 78.13) = 202.13\ KN \qquad - Case4$$

The stirrups spacing required to resisting the shear forces:

Use stirrups 2U- shape (4 legs stirrups) ϕ8

$$A_v = 4 * \frac{\pi}{4} * 8^2 = 201.06\ mm^2$$

$$S = \frac{A_v * f_{yt} * d}{V_s} = \frac{201.06 * 420 * 293}{116.88 * 10^3} = 211.69\ mm$$

Take 2U-shape (4 legs stirrups) ϕ8 @140 $mm\ < S_{max} = 141.5\ mm$

**Design of beam for flexure:**

Assume bar diameter Φ18 for main positive reinforcement.

$$d = h - cover - d_{stirrup} - \frac{d_b}{2} = 350 - 40 - 8 - \frac{18}{2} = 293\ mm$$

**Positive moment in the beam $M_u^+ = 335.1\ KN.m$**

Take ϕ=0.9 for flexure as tension-controlled section

Assume $\rho = 0.4\rho_b$

$\beta_1 = 0.85\ (f_c = 24\ MPa)$

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

$$\rho_b = 0.85 * \frac{f_c}{f_y} * \beta_1 * \left(\frac{600}{600 + f_y}\right) = 0.85 * \frac{24}{420} * 0.85 * \left(\frac{600}{600 + 420}\right) = 0.02428$$

$$\rho = 0.4\rho_b = 0.4 * 0.02428 = 9.714 * 10^{-3}$$

$$R_n = \rho * f_y * \left(1 - \frac{\rho m}{2}\right) = 9.714 * 10^{-3} * 420 * \left(1 - \frac{9.714 * 10^{-3} * 20.6}{2}\right) = 3.672$$

$$b_{required} = \frac{M_u}{\phi R_n d^2} = \frac{335.1 * 10^6}{0.9 * 3.672 * 293^2} = 118.1cm > b_{used} = 80cm$$

Check whether the section will be act as singly or doubly reinforced section:

Maximum nominal moment strength from strain condition $\varepsilon_s = 0.004$

$$c = \frac{3}{7} d = \frac{3}{7} * 293 = 125.6mm$$

$$a = \beta_1 * c = 0.85 * 125.6 = 106.7mm$$

$$M_{n,max} = 0.85 * f_c * ab\left(d - \frac{a}{2}\right) = 0.85 * 24 * 106.7 * 800\left(293 - \frac{106.7}{2}\right) * 10^{-6}$$
$$= 417.3\ KN.m$$

$\phi$=0.82

$$M_u = 335.1\ KN.m < \phi M_n = 0.82 * 417.3 = 342.19\ KN.m$$

Design the section as singly reinforced concrete section.

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{335.1 * 10^6}{0.9 * 800 * 293^2} = 5.421$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 20.6 * 5.421}{420}}\right) = 0.0153$$

$$A_s = \rho b d = 0.0153 * 800 * 293 = 3592.6mm^2$$

$$A_{s,min} = 0.25 * \frac{\sqrt{f_c}}{f_y} * b_w d = 0.25 * \frac{\sqrt{24}}{420} * 800 * 293 = 683.5mm^2$$

$$A_{s,min} = \frac{1.4}{f_y} * b_w d = \frac{1.4}{420} * 800 * 293 = 781.3mm^2 \quad -control$$

$$A_s = 3592.6mm^2 > A_{s,min} = 781.3mm^2 \quad -ok$$

15 Φ 18 in one layer with $A_s = 3817.03\ mm^2 > A_{s,min} = 3592.6mm^2 \quad -ok$

Check for strain:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f_c b} = \frac{3817.03 * 420}{0.85 * 24 * 800} = 98.23mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{98.23}{0.85} = 115.57mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{293 - 115.57}{115.57}\right) = 4.606 * 10^{-3}$$

$$\emptyset = 0.65 + (\varepsilon_t - 0.002)\frac{250}{3} = 0.65 + (4.606 * 10^{-3} - 0.002)\frac{250}{3} = 0.867$$

$$M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2}\right) = 3817.03 * 420\left(293 - \frac{98.23}{2}\right) * 10^{-6} = 390.98\ KN.m$$

$$M_u = 335.1\ KN.m < \emptyset M_n = 0.867 * 390.98 = 338.98\ KN.m$$

Check for bar placement:

$$S_b = \frac{800 - 40 * 2 - 8 * 2 - 15 * 18}{14} = 31\ mm > 25\ mm$$

**Negative moment in the beam $M_u^- = 315.8\ KN.m$**

Take ϕ=0.9 for flexure as tension-controlled section.

Design the section as singly reinforced concrete section.

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{315.8 * 10^6}{0.9 * 800 * 293^2} = 5.11$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 20.6 * 5.11}{420}}\right) = 0.0143$$

$$A_s = \rho b d = 0.0143 * 800 * 293 = 3342.2\ mm^2$$

$$A_{s,min} = 0.25 * \frac{\sqrt{f_c}}{f_y} * b_w d = 0.25 * \frac{\sqrt{24}}{420} * 800 * 293 = 683.5\ mm^2$$

$$A_{s,min} = \frac{1.4}{f_y} * b_w d = \frac{1.4}{420} * 800 * 293 = 781.3\ mm^2 \quad -control$$

$$A_s = 3342.2\ mm^2 > A_{s,min} = 781.3\ mm^2 \quad -ok$$

14 Φ 18 in one layer with $A_s = 3562.56\ mm^2 > A_{s,min} = 3342.2\ mm^2 \quad -ok$

Check for strain:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f_c b} = \frac{3562.56 * 420}{0.85 * 24 * 800} = 91.68\ mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{91.68}{0.85} = 107.86\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{293 - 107.86}{107.86}\right) = 5.15 * 10^{-3}$$

$$\emptyset = 0.65 + (\varepsilon_t - 0.002)\frac{250}{3} = 0.65 + (5.15 * 10^{-3} - 0.002)\frac{250}{3} = 0.91 > 0.9$$

Take $\emptyset = 0.9$

$$M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2}\right) = 3562.56 * 420\left(293 - \frac{91.68}{2}\right) * 10^{-6} = 369.82\ KN.m$$

$$M_u = 315.8\ KN.m < \emptyset M_n = 0.9 * 369.82 = 332.84\ KN.m$$

Check for bar placement:

$$S_b = \frac{800 - 40 * 2 - 8 * 2 - 14 * 18}{13} = 34.77\ mm > 25\ mm$$

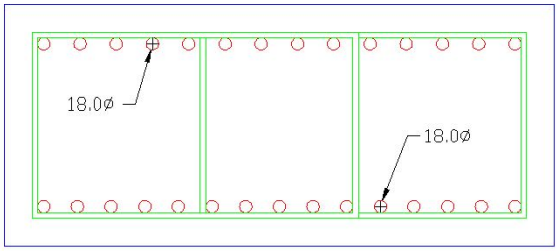



Figure (4-4): Section for the beam.

## 4.6 Design of column (C62):

**Factored load:**

$P_u = 3000\ KN, f_c' = 24\ MPa, f_y 420 MPa$

**Slenderness parameters:**

About x:

$M_{ux}\quad e_y\quad P_{ny}$

$K_x = 1\ ,\qquad L_{ux} = 3.65\ ,$

$r_x = 0.3 * 0.5 = 0.15$

$$\frac{k_x \times l_{ux}}{r_x} = \frac{1 \times 3.65}{0.15} = 24.33$$

$> 22\ Column\ is\ long\ about\ x.$

About y:

$M_{uy}\quad e_x\quad P_{nx}$

$K_y = 1\ ,\qquad L_{uy} = 3.65\ ,$

$r_y = 0.3 * 0.6 = 0.18$

$$\frac{k_y \times l_{uy}}{r_y} = \frac{1 \times 3.65}{0.18} = 20.28$$

$> 22\ Column\ is\ long\ about\ y.$

**Bressler's equation:**

Design as long about x, and short about y.

$P_{nx} = P_o$, then $P_{ny} = P_n$

$$\frac{1}{P_n} = \frac{1}{P_{nx}} + \frac{1}{P_{ny}} - \frac{1}{P_0}$$

$$\frac{1}{P_n} = \frac{1}{P_{ny}}$$

$P_{ny}$ in $e_y$ direction about x ($M_{ux}$):

Column is long in $e_y$ direction (about x)

Provided eccentricity $e_y = \frac{M_{ux}}{P_u} = \frac{0}{P_u} = 0$

minimum eccentricity $e_y -$ control

$e_{y,min.} = 15 + 0.03 * 500 = 30mm.$

**Magnification factored $\delta_{nsy}$:**

$$\delta_{nsy} = \frac{c_m}{1 - \frac{P_u}{0.75 \times P_{cr}}}$$

$c_m = 0.6 + 0.4 * \frac{M_1}{M_2} = 1$

$E_c = 4700*\sqrt{24} = 23026MPa$

$I_g = \frac{0.6\times0.5^3}{12} = 6.25\ m^4$

$\epsilon I = \frac{0.4\times23026\times6.25}{1+0} = 57565\ KN.m^2$

$P_{cr} = \frac{\pi^2\times 57565}{(1\times3.65)^2} = 42646\ KN$

$$\delta_{nsy} = \frac{1}{1-\frac{3000}{0.75\times42646}} = 1.104 > 1.0$$

Min $e_y = 15 + 0.03 * 500 = 30$ mm

$e_y = \delta_{nsy} *$ min $e_y = 1.104 * 30 = 34$mm

Section in y-direction …. $e_y$ …. About x (Interaction diagram)

$$\frac{e_y}{h} = \frac{34}{500} = 0.068$$

$$\frac{\gamma}{h} = \frac{500-2\times40-2\times10-25}{500} = 0.75$$

$\frac{\emptyset\times P_n}{A_g} = \frac{3}{0.6\times0.4}\times\frac{145}{1000} = 1.81$ ksi From interaction between $\frac{\gamma}{h} = 0.75$

From interaction diagram $\rho_g =$ min $\rho_g = 0.01$

$A_{sreq} = 0.01 * 60 * 50 = 30\ cm^2$

Select 12φ18, with $A_s = 30.48\ cm^2 > 30\ cm^2$

**Design of ties:**

Use ties φ10 with spacing of ties shall not exceed the smallest of :

1. 48 * ds = 48 * 10 = 480mm
2. 16 * db = 16 * 18 = 288 mm - control

The least dimension of the column = 500 mm

Use ties φ10 @ 200mm

**Check for code requirements:**

1. Clear Spacing = $\frac{500-2\times40-2\times10-4\times18}{4}$ = 82mm > 40mm>1.5db - OK
2. $0.02 < \rho_g = 0.01 < 0.08 -$ OK
3. Number of bars 12> 4 for rectangular section – OK
4. Minimum tie diameter $d_s$ = φ10 for db = φ 18 bars – OK

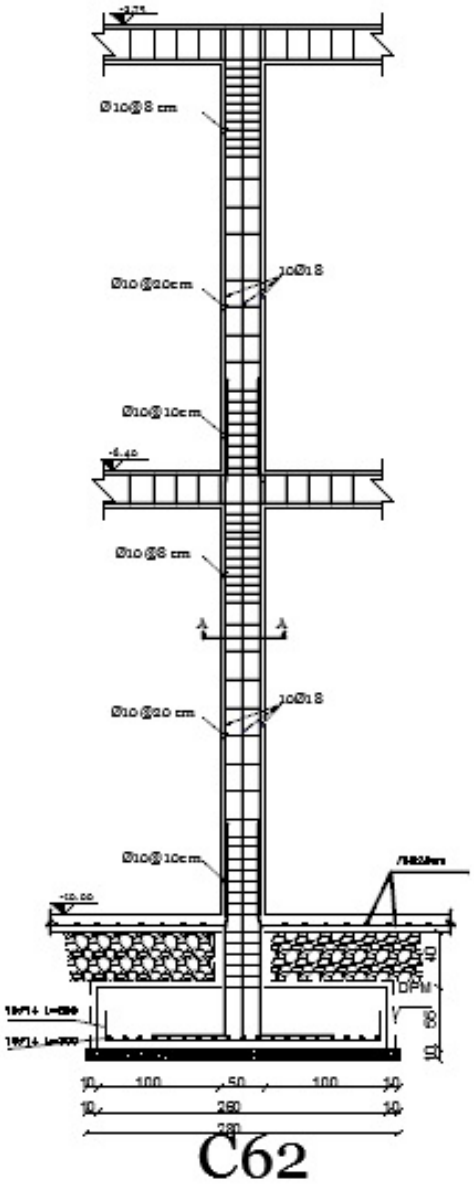



Figure (4-5): Elevation of C62.

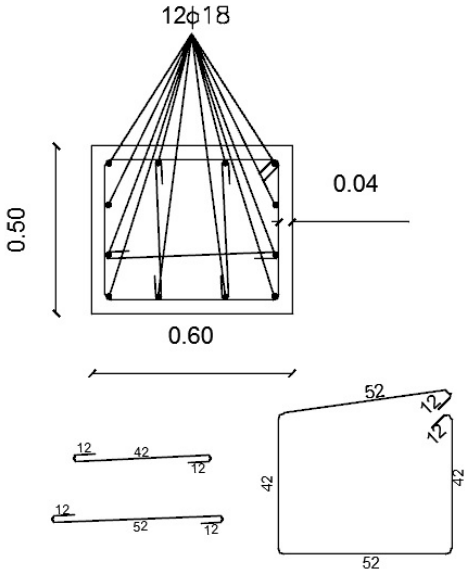



Figure (4-6): Cross section for C62.

## 4.7 Design of Stair (1A):

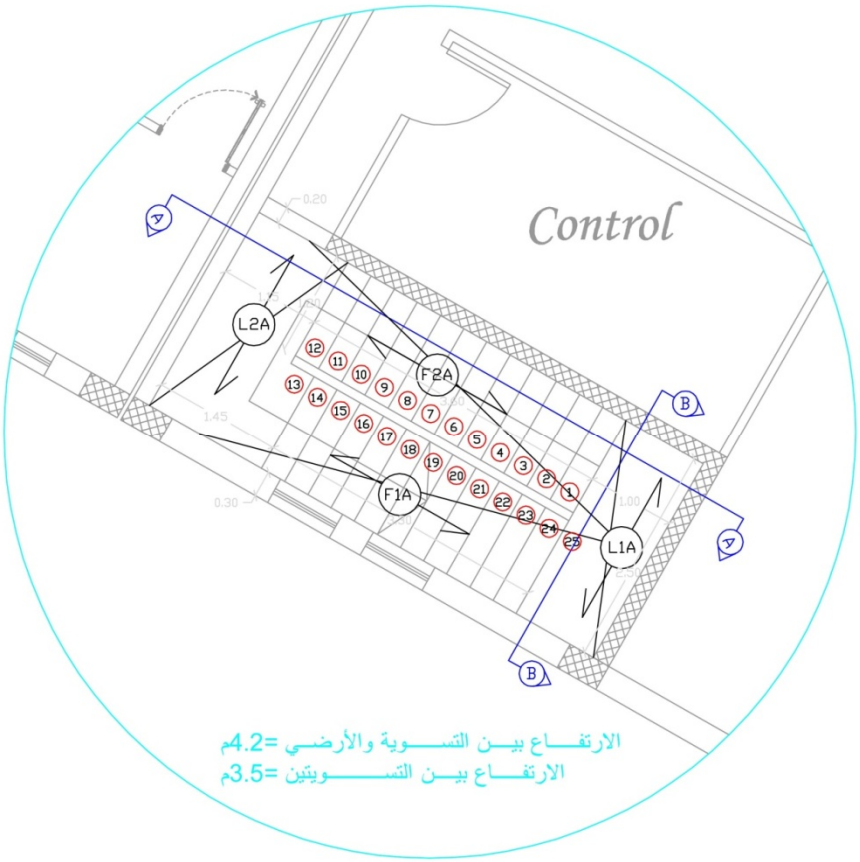



Figure (4-7): Plan for stair (1A).

**Determination of Thickness:**

Height = 4.2m

Rise = 4.2 / 24 =17.5 cm

Run = 30 cm

Live Load on Stair (Landing & Flight) =5 KN /$m^2$ (Horizontal projection)

According Jordanian code.

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

1. $h_{min.} = \frac{l}{20} = \frac{4.6}{20} = 23$ cm
2. $h_{min.} = \frac{l}{28} = \frac{4.6}{28} = 16.43$ cm

Use h = 25 cm

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{\text{Rise}}{\text{Run}}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{17.5}{30}\right) = 30.26°$$

**Load Calculations:**

| Flight Dead Load computations: | | | |
|---|---|---|---|
| material | thickness | Quality Density KN/ m³ | W KN/ m |
| tiles | 0.03 | 23 | 1.208 |
| mortar | 0.02 | 22 | 0.697 |
| stairs steps | 1 | 25 | 2.188 |
| reinforced concrete solid slab | 1 | 25 | 7.236 |
| plaster | 0.03 | 22 | 0.764 |
| Total Dead Load, KN/ m | | | 12.091 |

| Landing Dead Load computations: | | | |
|---|---|---|---|
| material | Quality Density KN/ m³ | thickness | ɣ.h.1 KN/ m |
| tiles | 23 | 0.03 | 0.69 |
| mortar | 22 | 0.02 | 0.44 |
| reinforced concrete solid slab | 25 | 0.25 | 6.25 |
| plaster | 22 | 0.03 | 0.66 |
| Total Dead Load | | | 8.04 |

Live load: LL = 5 KN/m$^2$

Total factored load ( $w = 1.2D + 1.6L$ )

For flight w= 1.2*12.091 + 1.6*5 = 22.52 KN/m

For landing w= 1.2*8.04 + 1.6*5 = 17.65 KN/m

**Design for flight:**

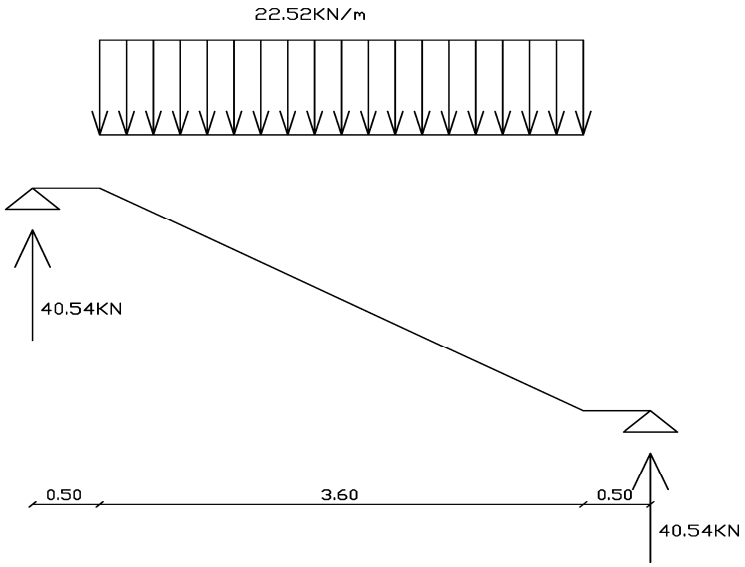



Figure (4-8): Structural system of flight.

Check for shear strength for flight:

Assume Ø14 for main reinforcement:

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

$$V_u = 40.54 \text{ KN}$$

$$\emptyset V_c = 0.75 * \frac{1}{6} * \sqrt{24} * 1000 * 223 = 136.56 \text{ KN}$$

$$V_u = 40.54 \text{ KN} < 0.5 * \emptyset V_c = 68.28 \text{ KN}$$

The thickness is adequate enough.

Calculate the maximum bending moment and steel reinforcement:

$$M_u = 56.76 \text{ KN.m}$$

$$M_n = \frac{56.76}{0.9} = 63.07\ \text{KN.m/m}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b.d^2} = \frac{63.07 * 10^6}{1000 * 223^2} = 1.2682\text{MPa}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\,R_n\,m}{f_y}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 1.268 * 20.6}{420}}\right) = 3.1193 * 10^{-3}$$

$$A_s = \rho bd = 0.00312 * 1000 * 223 = 695.6\ \text{mm}^2$$

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

$$A_s = 695.6\ \text{mm}^2 > A_{s,min.} = 450\ \text{mm}^2$$

$$n = \frac{A_s}{A_{s,\emptyset 14}} = \frac{695.6}{153.9} = 4.52\ , \qquad S = \frac{1}{n} = \frac{1}{4.52} = 0.2213\ \text{m}$$

Take 5Ø14/m with $A_s = 769.69\ \text{mm}^2$ or Ø14@20 cm

Step (S) is the Smallest of:

1. $3h = 3 * 250 = 750$ mm.
2. 450 mm
3. $s = 380\left(\frac{280}{f_s}\right) - 2.5C_c = 380\left(\frac{280}{(\frac{2}{3}) * 420}\right) - 2.5 * 20 = 330\ \text{mm} - \text{Control}$

$$s = 221.3\ \text{mm} < s_{max.} = 330\ \text{mm} - \text{OK}$$

**Temperature & Shrinkage reinforcement:**

$$A_s\ (\text{Temperature \& } \textit{S}\text{hrinkage}) = 0.0018bh = 0.0018 * 1000 * 250 = 450\ \text{mm}^2$$

$$n = \frac{A_s}{A_{s,\emptyset 14}} = \frac{450}{153.9} = 2.923\ , \qquad S = \frac{1}{n} = \frac{1}{2.923} = 0.3421\ \text{m}$$

Take 3Ø14/m with $A_s = 461.81\ \text{mm}^2$ or Ø14@30 cm

Step (S) is the Smallest of:

1. $5h = 5 * 250 = 1250$ mm.
2. $450$ mm $-$ control

$$s = 300\text{mm} < s_{max.} = 450 \text{ mm} - \text{OK}$$

**Design for Landing:**

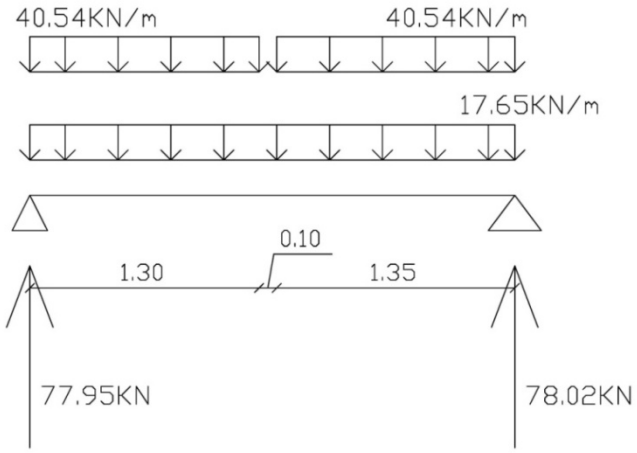



Figure (4-9): Structural system of landing.

Check for shear strength:

Assume Ø14 for main reinforcement:

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

$V_u = 78.02$ KN

$$\emptyset V_c = 0.75 * \frac{1}{6} * \sqrt{24} * 1000 * 223 = 136.56 \text{ KN}$$

$0.5 * \emptyset V_c = 68.28$ KN $< V_u = 78.02$ KN $< \emptyset V_c = 136.56$ KN

The thickness is adequate enough.

Calculate the maximum bending moment and steel reinforcement:

$M_u = 52.3$ KN. m

$$M_n = \frac{52.3}{0.9} = 58.11 \text{ KN.m/m}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b.d^2} = \frac{58.11 * 10^6}{1000 * 223^2} = 1.1685 \text{MPa}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\, R_n\, m}{f_y}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 1.1685 * 20.6}{420}}\right) = 2.867 * 10^{-3}$$

$$A_s = \rho bd = 0.002867 * 1000 * 223 = 639.34 \text{ mm}^2$$

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

$$A_s = 639.34 \text{ mm}^2 > A_{s,min.} = 450 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{A_s}{A_{s,\emptyset 14}} = \frac{639.34}{153.9} = 4.154 \ , \qquad S = \frac{1}{n} = \frac{1}{4.154} = 0.2407\ m$$

$Take\ 5\emptyset 14/m\ with\ A_s = 769.69\ mm^2\ \ or\ \emptyset 14@20\ cm$

Step ($S$) is the Smallest of:

1. $3h = 3 * 250 = 750\ mm.$
2. $450\ mm$
3. $s = 380\left(\frac{280}{f_s}\right) - 2.5C_c = 380\left(\frac{280}{\left(\frac{2}{3}\right) * 420}\right) - 2.5 * 20 = 330\ mm - Control$

$$s = 240.7\ mm < s_{max.} = 330\ mm - OK$$

**Temperature & Shrinkage reinforcement:**

$$A_s \text{ (Temperature \& Shrinkage)} = 0.0018bh = 0.0018 * 1000 * 250 = 450 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{A_s}{A_{s,\emptyset 14}} = \frac{450}{153.9} = 2.923 \ , \qquad S = \frac{1}{n} = \frac{1}{2.923} = 0.3421 \text{ m}$$

Take $3\emptyset 14/m$ with $A_s = 461.81 \text{ mm}^2$ or $\emptyset 14@30$ cm

Step ($S$) is the Smallest of:

1. $5h = 5 * 250 = 1250\ mm.$
2. $450\ mm - control$

$$s = 300mm < s_{max.} = 450\ mm - OK$$

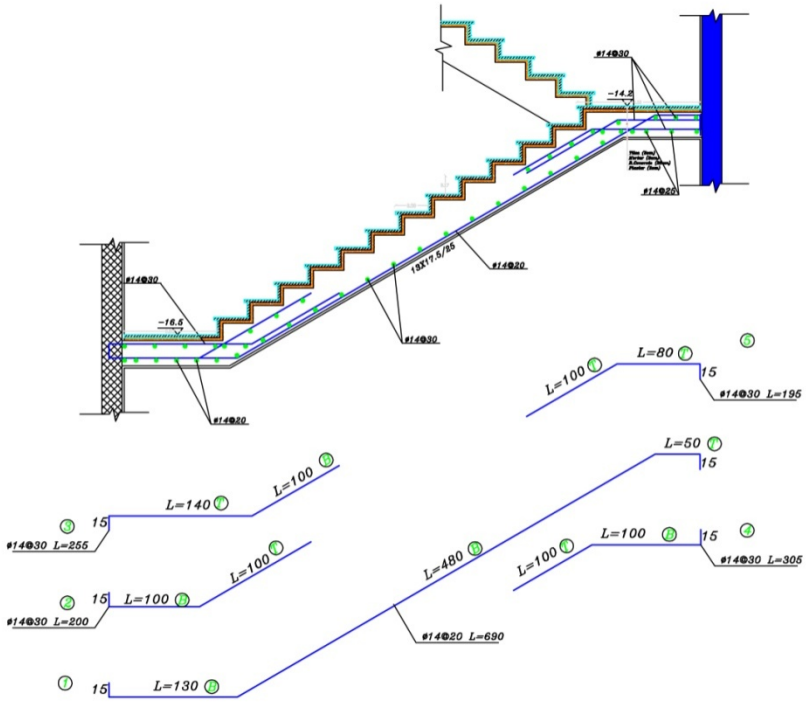



Figure (4-10): Details section for flight.

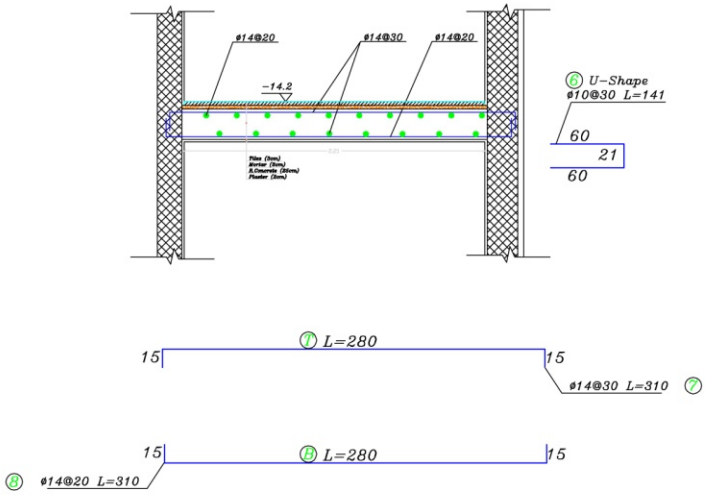



Figure (4-11): Details section for Landing.

## 4.8 Design of isolated footing (F1):

Design of Isolated footing (Under Col. 11):

Once the ultimate column or load is determined, the proper footing can be designed. The following subsections describe the analysis and design of footing.

| $f_c'$ | $f_y$ |
|---|---|
| 24MPa | 420MPa |

Figure (4-12): Top view for isolated footing.

**Load Calculation:**

From column (11): (DL &LL)

| DL (KN) | LL (KN) | Service Surcharge ($KN/m^2$) | Column dimensions (cm*cm) | All. soil pressure ($KN/m^2$) | Soil density ($KN/m^3$) | Soil weight ($KN/m^2$) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 441.18 | 294.12 | 5 | 30*30 | 400 | 20 | 10 |

Calculating the weight of footing, soil, and Surcharge:

Weight of footing (assume $h_{footing}$= 40 cm)

$h_{footing}$ = 0.4*25 = 10 KN/m²

Total surcharge load foundation:

WT = 10 + 10 + 5 = 25 KN/m²

Net soil pressure $q_{net}$:

$q_{net}$ = 400 – 25 = 375 KN/m²

**Required sizes of footing:**

$A_{required} = \frac{P_n}{q_{net}} = \frac{441.18+294.12}{375}$ = 1.96 m²

Try 1.6* 1.6, Area = 2.56 $m^2$

| $h_{footing}$(cm) | $w_{footing}$(KN/m$^2$) | $w_{soil}$(KN/m$^2$) | $WT$(KN/m$^2$) | $q_{net}$(KN/m$^2$) | $A_{required}$(m$^2$) |
|---|---|---|---|---|---|
| 40 | 10 | 10 | 25 | 375 | 1.96 |

**Depth of footing and shear design:**

$P_u$ = 1.2DL + 1.6LL = 1.2*441.18 + 1.6*294.12 = 1000 KN

$q_u$ =1000/(1.6*1.6)=390.625 KN/m$^2$

Determine the Depth of Footing Based on Shear Strength:

- Check for One Way Shear Strength

$$V_u = \left(\frac{l}{2} - \frac{a}{2} - d\right) * q_u * b = \left(\frac{1.6}{2} - \frac{0.3}{2} - d\right) * 390.625 * 1.6$$

$$\emptyset V_c = \frac{0.75}{6} * \sqrt{24} * 1.6 * d * 10^3$$

$$V_u = \emptyset V_c$$

d = 0.253 m

h = 253 + 75 +20 = 348 mm

Try h = 400 mm

d = 400 – 75 – 20 = 305 mm

| ∅ | d (mm) | h (mm) | Try h (mm) | Try d (mm) |
|---|---|---|---|---|
| 0.75 | 253 | 348 | 400 | 305 |

- Check for Two Way shear Action (Punching).

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

$$V_u = \emptyset V_c$$

$$V_u = 390.625 * \big((1.6 * 1.6) - (0.3 + 0.305)(0.3 + 0.305)\big) = 857.02\ KN$$

$$\emptyset V_c = \emptyset * \frac{1}{6} * \left(1 + \frac{2}{\beta_c}\right)\sqrt{f_c'} * b_0 * d$$

$$\emptyset V_c = \emptyset * \frac{1}{12} * \left(2 + \frac{\alpha_s * d}{b_0}\right)\sqrt{f_c'} * b_0 * d$$

$$\emptyset V_c = \emptyset * \frac{1}{3} * \sqrt{f_c'} * b_0 * d$$

Where:

$$\beta_c = \frac{Column\ Length\ (a)}{Column\ Width\ (b)} = \frac{300}{300} = 1$$

$b_0$ = Perimeter of critical section taken at (d/2) from the loaded area

=2(0.3+0.305) +2(0.3+0.305) = 2.42 m

$\alpha_s$= 40 (for interior column)

1. $\emptyset V_c = 0.75 * \frac{1}{6} * \left(1 + \frac{2}{1}\right) \sqrt{24} * 2.42 * 0.305 * 10^3 = 1356\ KN$
2. $\emptyset V_c = 0.75 * \frac{1}{12} * \left(2 + \frac{40*0.305}{2.42}\right) \sqrt{24} * 2.42 * 0.305 * 10^3 = 1591.3\ KN$
3. $\emptyset V_c = 0.75 * \frac{1}{3} * \sqrt{24} * 2.42 * 0.305 * 10^3 = 904\ KN$

$\emptyset V_c = 904\ KN > V_u = 857.02\ KN - OK$

Design for Bending Moment of both directions:

d = 400-75-20 = 305 mm

$M_u$ =390.625*1.6*0.65*0.65/2 = 132.03 KN.m

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

$$Rn = \frac{M_u}{\emptyset * b * d^2} = \frac{132.03 * 10^{-3}}{0.9 * 1.6 * 0.305^2} = 0.986\ MPa$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m * R_n}{f_y}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 20.6 * 0.986}{420}}\right) = 2.4073 * 10^{-3}$$

$A_{s,min.} = 0.0018 * 1600 * 400 = 1152\ mm^2$

$A_{s,req.} = 0.002407 * 1600 * 305 = 1174.3\ mm^2 > A_{s,min.} = 1152\ mm^2 \ldots OK$

Take 6Φ 16, $A_{s,\ provided}$ = 1206.37 mm² > $A_{s,\ required}$ = 1174.3 cm²

$$S = \frac{1600 - 75*2 - 6*16}{5} = 270.8\ mm$$

Step(S) is smallest of:

1. 3h = 3*400 = 1200 mm
2. 450 mm – control

S = 270.8 mm < $S_{max}$ = 450 mm – OK

**Check strain:**

Tension = Compression

$A_s * f_y = 0.85 * f_c^{'} * b * a$

1206.37*420 =0.85 * 24* 1600 *a

a = 15.523 mm

$$c = \frac{15.523}{0.85} = 18.26\ mm$$

$$\varepsilon_s = \frac{305 - 18.26}{18.26} * 0.003 = 0.0471 > 0.005 - OK$$

**Development length of flexural reinforcement:**

$L_d$ for Φ16:

$$L_d = \frac{9}{10} * \frac{f_y}{\sqrt{f_c^{'}}} * \frac{\alpha * \beta * \gamma * \lambda}{\left(\frac{K_{tr} + c}{d_b}\right)} * d_b = \frac{9}{10} * \frac{420}{\sqrt{24}} * \frac{1 * 1 * 0.8 * 1}{2.5} * 16 = 395\ mm$$

Available length = ((1600-300)\2) – 75=575

575mm > 395mm – OK

**Load transfer at the column-foundation interface (Dowels design):**

- In footing:

$$\phi P_{n,b} = \phi(0.85 f_c^{'} A_1) * \sqrt{\frac{A_2}{A_1}}$$

$A_1$ = 0.3 * 0.3 = 0.09 $m^2$

$A_2$ = 1.6 * 1.6 = 2.56 $m^2$

$$\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = \sqrt{\frac{2.56}{0.09}} = 5.33 > 2 \rightarrow \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = 2$$

$$\phi P_{nb} = 0.65 * 0.85 * 24 * 0.09 * 2 * 1000 = 2386.8\ KN$$

$$\phi P_n = 2386.8\ KN > P_u = 1000\ KN - OK$$

The Dowels are not needed for footing

$A_{s,min}$ = 0.005 * Ac = 0.005 * 300 * 300 = 450 mm2

Use 3Φ 16, $A_{s,\ provided}$ = 603.18 mm² > As, required = 450 mm²

- In column:

$$\phi P_{n,b} = \phi(0.85 f_c' A_1)$$

$$\phi P_{n,b} = 0.65(0.85 * 24 * 0.3 * 0.3 * 1000) = 1193.4\ KN$$

$$\phi P_{n,b} = 1193.4\ KN > P_u = 1000\ KN$$

The Dowels are not needed for column

$A_{min}$ = 0.005* $A_c$ = 0.005*300*300 = 450 $mm^2$

Use 3Φ 16, $A_{s,provided}$ = 603.18 mm² > $A_{min.}$= 450 mm²

**Development length for compression reinforcement**:

- Development of dowels in footing:

1. $L_{d(1),req.} = \frac{0.25 * f_y * d_b}{\lambda * \sqrt{f_c'}} = \frac{0.25 * 420 * 16}{1 * \sqrt{24}} = 343\ mm$
2. $L_{d(2),req.} = 0.043 * f_y * d_b = 0.043 * 420 * 16 = 289\ mm$

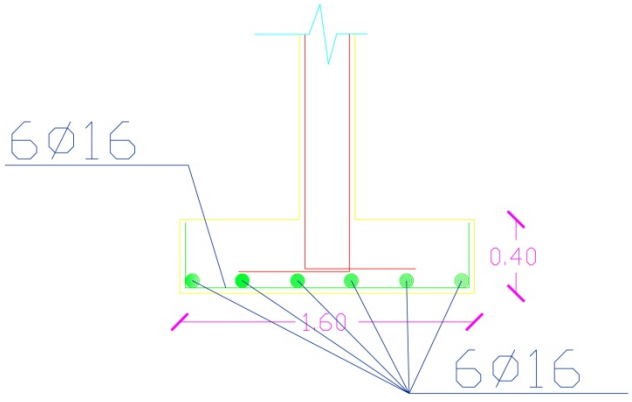



Figure (4-13): Details for isolated footing.

$$L_{d(2),req.} = 289\ mm < L_{d(1),req.} = 343\ mm - Control$$

$$Available\ L_d = 400 - 75 - 2 * 16 = 293\ mm$$

$$Available\ L_d = 293\ mm < L_{d,required} = 343\ mm$$

Lap Splice of Dowels in column:

$$L_s = 0.071 f_y * d_b = 0.071 * 420 * 16 = 477.12\ mm,\ \ Use\ 500\ mm$$

## 4.9 Design of combined footing (F23):

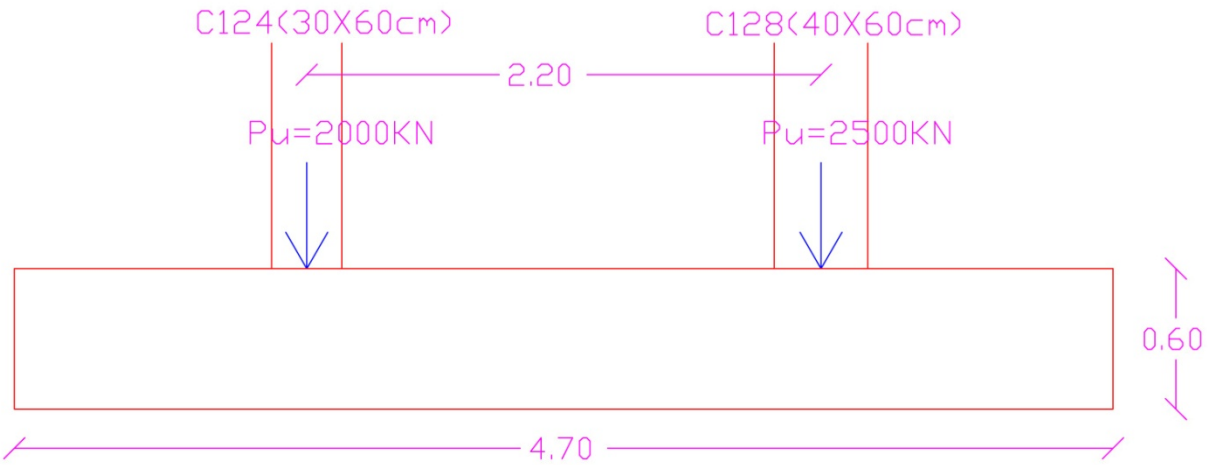



Figure (4-14): Combined footing.

**Footing dimensions:**

$$P_u = 1.2 * 0.6P_{n(service)} + 1.6 * 0.4P_{n(service)}$$

| | $P_u$ , KN | $P_{n(service)}$ , $KN$ | $P_{nD}, KN$ | $P_{nL}, KN$ |
|---|---|---|---|---|
| C124 | 2000 | 1470.6 | 882.36 | 588.24 |
| C128 | 2500 | 1839 | 1103 | 735.5 |
| Summation | 4500 | 3309.6 | | |

$\Sigma M_{col.124} = (1103 + 735.5) * 2.2 - 3309 * x = 0$

$x = 1.22\ m$

$A = \frac{P_{n,total}}{q_{a,net}} = \frac{3309}{400} = 8.3\ m^2$

$A = bl \rightarrow \quad b = 2.6\ m \rightarrow l = \frac{A}{b} = \frac{8.3}{2.6} = 3.2\ m^2$

Select $l = 4.7\ m$ & $b = 2.6\ m$

**Depth of the footing and shear design:**

$$q_u = \frac{P_{u,total}}{b.l} = \frac{4500}{2.6 * 4.7} = 368.25\ KN/m^2$$

- One way shear:

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

$Assume\ h = 60\ cm\ and\ steel\ bars\ of\ Ø20$

$$d_{avg} = 600 - 75 - 20 = 505\ mm$$

$$ØV_c = Ø\frac{1}{6}\sqrt{f_c'}b_w d = 0.75 * \frac{1}{6} * \sqrt{24} * 2600 * 505 = 804.05\ KN$$

At column 124 $P_{124u} = 2000\ KN$:

$$V_u = 2000 - 368.25 * 2.6(1.25 + 0.15 + 0.505) = 176.06\ KN$$

At column 128 $P_{128u} = 2500\ KN$:

$$V_u = 2500 - 368.25 * 2.6(1.25 + 0.2 + 0.505) = 628.18\ KN$$

$$ØV_c = 804.05\ KN > V_{u,max} = 628.18\ KN$$

Thickness h =60 cm is adequate enough.

- Two way shear (Punching shear):

At column 124, $P_{124u} = 2000KN$:

$$\frac{d}{2} = \frac{0.505}{2} = 0.2525\ m < 1.1\ m$$

Check for two options of punching action

as edge perimeter $b_0 = 2(0.2525 + 0.3 + 0.2525) + 2(0.6 + 0.505) = 3.82$ m

$$V_u = 2000 - 368.25 * (0.2525 + 0.3 + 0.2525) * (0.6 + 0.505) = 1910.17\ KN$$

$$\beta = \frac{600}{300} = 2\ , \qquad \alpha_s = 40 - \text{interior column}$$

1. $V_c = \frac{1}{6}\left(1 + \frac{2}{\beta}\right)\sqrt{f_c'}b_0 d\ \ where\ \frac{1}{6}\left(1 + \frac{2}{2}\right) = 0.3333$
2. $V_c = \frac{1}{12}\left(\frac{\alpha_s d}{b_0} + 2\right)\sqrt{f_c'}b_0 d\ \ where\ \frac{1}{12}\left(\frac{40*0.505}{3.82} + 2\right) = 0.6073$
3. $V_c = \frac{1}{3}\sqrt{f_c'}b_0 d\ \ where\ \frac{1}{3} = 0.3333 - control$

$$\emptyset V_c = \emptyset \frac{1}{3}\sqrt{f_c'} b_0 d = 0.75 * \frac{1}{3} * \sqrt{24} * 3820 * 505 * 10^{-3} = 2362.65\ KN$$

$$\emptyset V_c = 2362.65\ KN > V_u = 1910.17\ KN$$

The thickness h = 60 cm is adequate enough.

At column 128, $P_{128u} = 2500KN$:

$$\frac{d}{2} = \frac{0.505}{2} = 0.2525\ m < 1.1\ m$$

Check for two options of punching action

$$as\ edge\ perimeter\ \ b_0 = 2(0.2525 + 0.4 + 0.2525) + 2(0.5 + 0.505) = 3.82\ m$$

$$V_u = 2500 - 368.25 * (0.2525 + 0.4 + 0.2525) * (0.5 + 0.505) = 2165.07\ KN$$

$$\beta = \frac{500}{400} = 1.25\ , \qquad \alpha_s = 40 - interior\ column$$

1. $V_c = \frac{1}{6}\left(1 + \frac{2}{\beta}\right)\sqrt{f_c'} b_0 d\ \ where\ \frac{1}{6}\left(1 + \frac{2}{1.25}\right) = 0.4333$
2. $V_c = \frac{1}{12}\left(\frac{\alpha_s d}{b_0} + 2\right)\sqrt{f_c'} b_0 d\ \ where\ \frac{1}{12}\left(\frac{40*0.505}{3.82} + 2\right) = 0.6073$
3. $V_c = \frac{1}{3}\sqrt{f_c'} b_0 d\ \ where\ \frac{1}{3} = 0.3333 - control$

$$\emptyset V_c = \emptyset \frac{1}{3}\sqrt{f_c'} b_0 d = 0.75 * \frac{1}{3} * \sqrt{24} * 3820 * 505 * 10^{-3} = 2362.65\ KN$$

$$\emptyset V_c = 2362.65\ KN > V_u = 2165.07\ KN$$

The thickness h = 60 cm is adequate enough.

**Design the flexural reinforcement in the longitudinal direction:**

$$M_{u,max.} = -410.66\ KN.m$$

Take steel bar of $\emptyset 20$

$$b = 2.6m\ , \qquad h = 600\ mm\ , \quad d = 600 - 75 - 20 - \frac{20}{2} = 495\ mm\ ,$$

$$f_c' = 24\ MPa\ , \qquad f_y = 420\ MPa.$$

$$M_n = \frac{410.66}{0.9} = 456.28\ KN.m$$

$$R_n = \frac{M_n}{b.d^2} = \frac{456.28 * 10^6}{2600 * 495^2} = 0.7162\ MPa$$

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

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\ R_n\ m}{f_y}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 0.7162 * 20.6}{420}}\right) = 1.7364 * 10^{-3}$$

$$A_s = \rho bd = 0.001736 * 2600 * 495 = 2234.72\ mm^2$$

$$A_{s,min.} = 0.0018bh = 0.0018 * 2600 * 600 = 2808\ mm^2$$

$$A_s = 2234.72\ mm^2 < A_{s,min.} = 2808\ mm^2$$

$$n = \frac{A_s}{A_{s,\emptyset 20}} = \frac{2808}{314} = 8.938\ , \qquad S = \frac{1}{n} = \frac{1}{8.938} = 0.11118\ m$$

$$Take\ 10\emptyset 20/m\ \ with\ \ A_s = 3141.59\ mm^2\ \ or\ \emptyset 20@10\ cm$$

$$s = \frac{2600 - 75 * 2 - 10 * 20}{9} = 250\ mm$$

Step ($S$) is the Smallest of:

1. $3h = 3 * 600 = 1800\ mm.$
2. $450\ mm$

$$s = 250\ mm < s_{max.} = 450\ mm - OK$$

**Design the flexural reinforcement in the transverse direction:**

The factored load on column 124 is $P_{124u} = 2000\ KN.$

For column 124 $\frac{2000}{2.6} = 769.23\ KN/m$

The maximum moment in this transverse beam at the face of column 124 is:

$$\frac{769.23}{2}(\frac{2.6}{2}-\frac{0.6}{2})^2 = 384.61\ KN.m$$

$$d = 600 - 75 - \frac{20}{2} = 515\ mm$$

The band width under column 124 is (c + d) = (0.3 + 0.515) = 0.815 m

Take the band width 1 m:

$$M_n = \frac{384.61}{0.9} = 427.34\ KN.m$$

$$R_n = \frac{M_n}{b.d^2} = \frac{427.34 * 10^6}{1000 * 515^2} = 1.611\ MPa$$

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

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\ R_n\ m}{f_y}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 1.611 * 20.6}{420}}\right) = 4.0 * 10^{-3}$$

$$A_s = \rho bd = 0.004 * 1000 * 515 = 2060.28\ mm^2$$

$$A_{s,min.} = 0.0018bh = 0.0018 * 1000 * 600 = 1080\ mm^2$$

$$A_s = 2060.28\ mm^2 > A_{s,min.} = 1080\ mm^2$$

$$n = \frac{A_s}{A_{s\ ,\emptyset 20}} = \frac{2060.28}{314} = 6.55\ , \qquad S = \frac{1}{n} = \frac{1}{6.55} = 0.1525\ m$$

$$Take\ 7\emptyset 20/m\ \ with\ \ A_s = 2199.11\ mm^2\ \ or\ \emptyset 20@15\ cm$$

$$s = \frac{1000 - 75 - 7 * 20}{6} = 130.83\ mm < 450\ mm - OK$$

The factored load on column 128 is $P_{128u} = 2500\ KN.$

For column 128: $\frac{2000}{2.6} = 964.54\ KN/m$

The maximum moment in this transverse beam at the face of column 124 is

$$\frac{964.54}{2}(\frac{2.6}{2}-\frac{0.5}{2})^2 = 531.7\ KN.m$$

$$d = 600 - 75 - \frac{20}{2} = 515\ mm$$

The band width under column 128 is (c + d) = (0.4 + 0.515) = 0.915 m

Take the band width 1 m:

$$M_n = \frac{531.7}{0.9} = 590.78\ KN.m$$

$$R_n = \frac{M_n}{b.d^2} = \frac{427.34 * 10^6}{1000 * 515^2} = 2.227\ MPa$$

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

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\ R_n\ m}{f_y}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 1.611 * 20.6}{420}}\right) = 5.6299 * 10^{-3}$$

$$A_s = \rho bd = 0.00563 * 1000 * 515 = 2899.42\ mm^2$$

$$A_{s,min.} = 0.0018bh = 0.0018 * 1000 * 600 = 1080\ mm^2$$

$$A_s = 2899.42\ mm^2 > A_{s,min.} = 1080\ mm^2$$

$$n = \frac{A_s}{A_{s\ ,\emptyset 20}} = \frac{2899.42}{314} = 9.23\ , \qquad S = \frac{1}{n} = \frac{1}{9.23} = 0.1083\ m$$

$$Take\ 10\emptyset 20/m\ \ with\ \ A_s = 3141.59\ mm^2\ \ or\ \emptyset 20@10\ cm$$

$$s = \frac{1000 - 75 - 10 * 20}{9} = 80.55\ mm < 450\ mm - OK$$

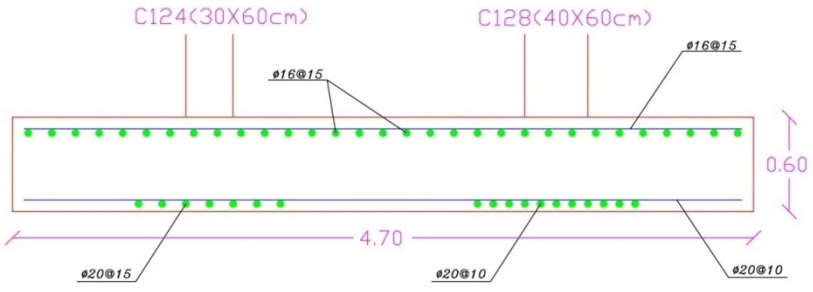



Figure (4-15): Details for combined footing (F23).

## 4.10 Design of Dome D1 (Steel Element):

By using SAP2000 software:

**Loads**:

- Snow Load:

height of building $h = 1000$ m

According Jordanian code for snow load:

$$\text{Snow Load} = \frac{(h - 400)}{400} \text{, if } 500 \text{ m} < h < 1500 \text{ m}$$

$$\text{Snow Load} = \frac{(1000 - 400)}{400} = 1.5 \text{ KN/m}^2$$

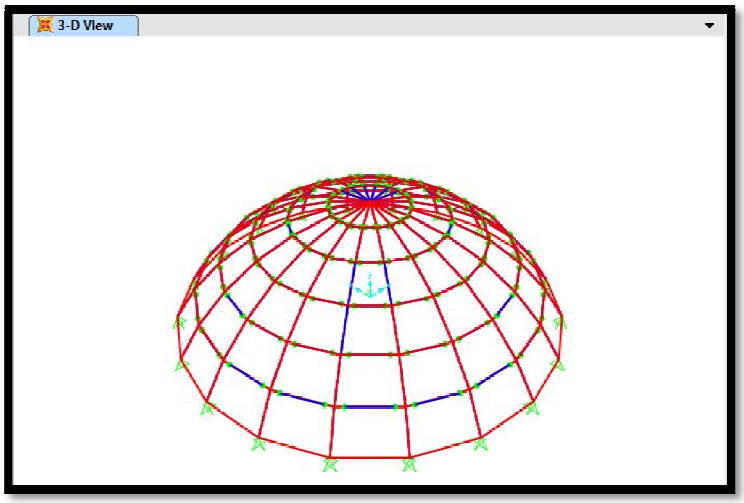



Figure (4-16): Dome (D1) in SAP2000 .

- Wind Load:

Wind that subjected in two directions (X, Y)

$C_p = -0.5$ (Windward)

$C_p = 0.3$ (Leeward)

Area Type = B

Speed of wind = 80 km/h

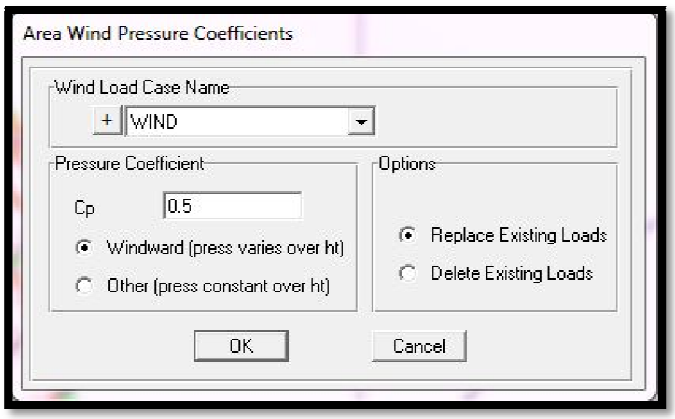



Figure (4-17): Coefficients for wind loads.

**Determination of radius of dome:**

$$R^2 = 1.7^2 + (R - 1)^2$$

$$R^2 = 1.7^2 + R^2 - 1 - 2R$$

$$R = 0.945 \text{ m}$$

$$\text{Number of parts} = \frac{\pi d}{2} = \frac{\pi * 1.7 * 2}{2} = 5.34 \approx 6 \text{ parts}$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{1.7}{1.945 - 1}\right) = 60.93°$$

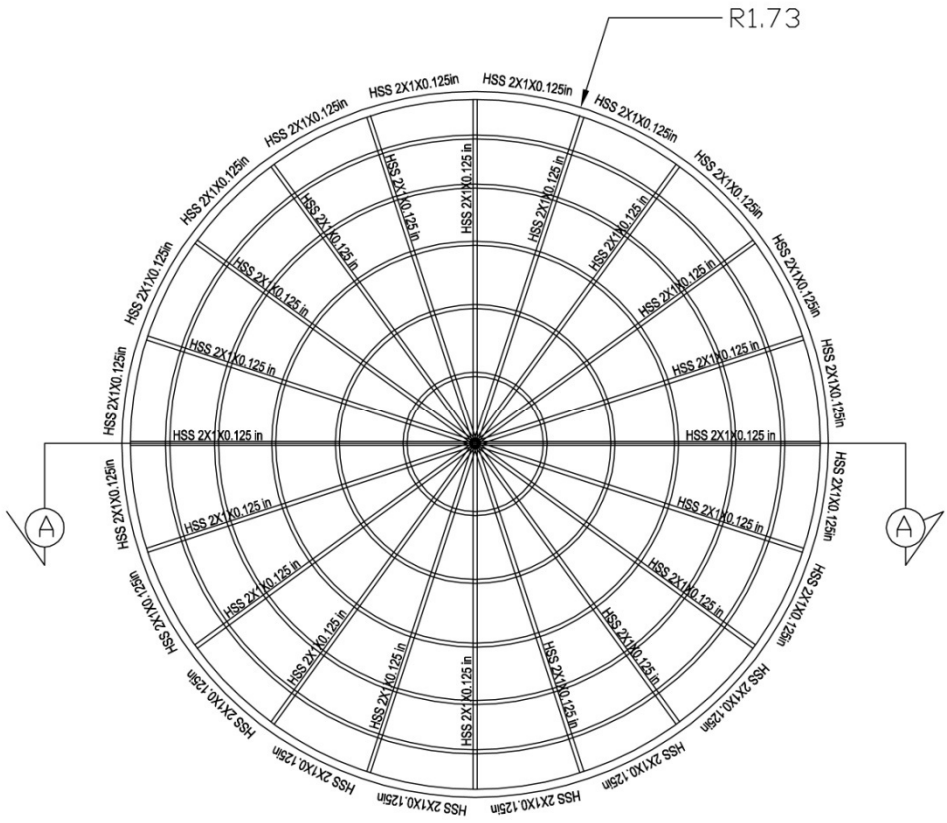



Figure (4-18): Top view for dome (D1).

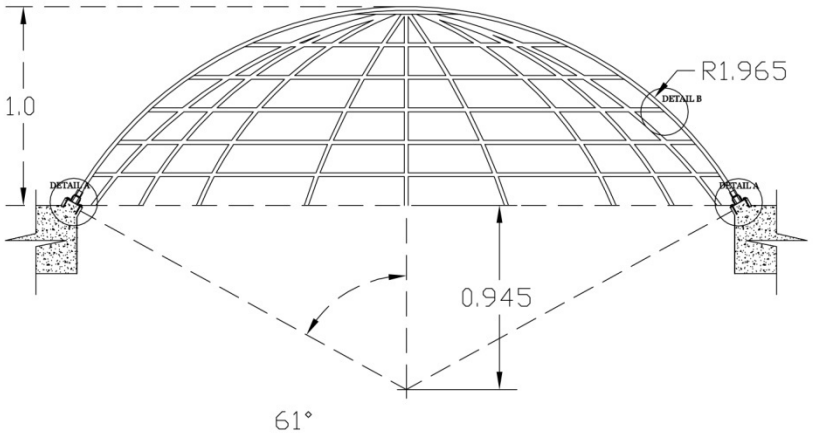



Figure (4-19): Section for Dome (D1).

# 4.11 Design of shear wall (SW3):

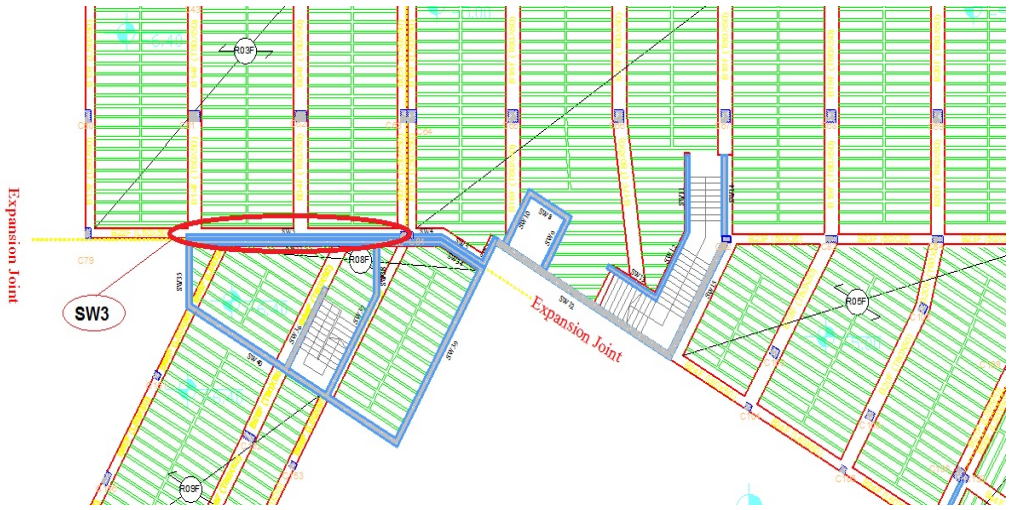



Figure (4-20): Position of shear wall (SW3).

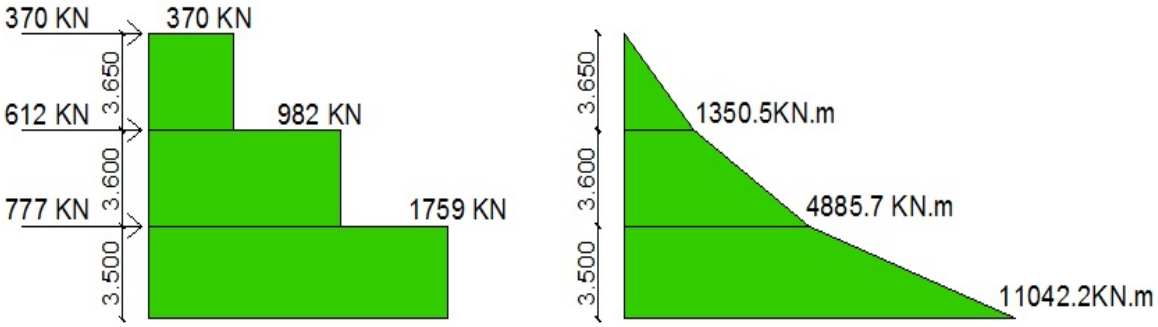



Figure (4-21): Moment and Shear diagram for shear wall (SW3)

$f_c$'= 24 MPa

$f_y$ = 420 MPa

Shear wall thickness, b = 20cm

Shear wall width, $L_w$= 12.10m

Shear wall height, $h_w$ = 10.75m

$N_u$ = 3485KN

**Design of shear wall:**

$h_w < L_w$

Controlled section for $M_{u1} = \frac{h_w}{2}$ from the base,

$\frac{h_w}{2} = \frac{10.75}{2} = 5.375$m

$M_{u1} = 370 * (3.65+1.725) + 612 * 1.725$

$= 3044.45$ KN.m

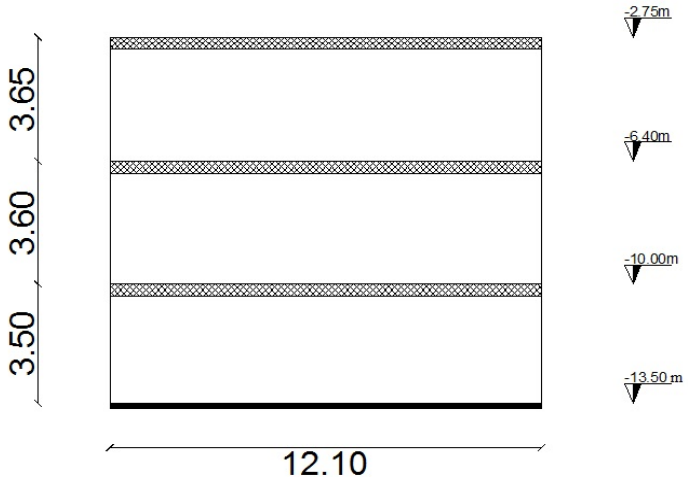



Figure (4-22): Elevation in shear wall (SW3).

**Rectangular section:**

$h_w < L_w$

$d = 0.8 * h_w$

$= 0.8 * 10.75 = 8.6$ m

**Design of horizontal reinforcement:**

$V_u = V_{u\,max} = 1759$ KN

1. $V_c = \frac{1 \times \sqrt{f_c'} \times b \times d}{6} = \frac{1 \times \sqrt{24} \times 200 \times 8600}{6} = 1404.4$ KN
2. $V_c = \frac{1 \times \sqrt{f_c'} \times b \times d}{4} + \frac{N_u \times d}{4 \times L_w} = \frac{1 \times \sqrt{24} \times 200 \times 8600}{4} + \frac{3485 \times 8600}{4 \times 12100} = 2107.2$ KN
3. $V_c = \left[\frac{\sqrt{f_c'}}{2} + \frac{L_w\left(\sqrt{f_c'} + \frac{2N_u}{L_w \times b}\right)}{\frac{M_{u1}}{V_u} - \frac{L_w}{2}}\right] \times \frac{b \times d}{10} = \left[\frac{\sqrt{24}}{2} + \frac{12100 \times \left(\sqrt{24} + \frac{2 \times 3485 \times 10^3}{12100 \times 200}\right)}{\frac{3044.45}{1759} - \frac{12.1}{2}}\right] \times \frac{200 \times 8600}{10}$

= neglect because the answer is negative

$V_c = 1404.4$ KN $< 1759$ KN

Horizontal reinforcement is required.

$\Phi * V_c + \Phi * V_s = V_u$

$\Phi * V_s = V_u - \Phi * V_c$

$V_s = \frac{V_u}{\emptyset} - V_c = \frac{1759}{0.75} - 1404.4 = 940.93$ KN

$$\frac{A_{vh}}{s} = \frac{V_s}{f_y \times d}$$

$$= \frac{940.93 \times 10^3}{420 \times 8600} = 0.261$$

$$\left(\frac{A_{vh}}{s}\right)_{min} = 0.0025 \times b = 0.0025 \times 200 = 0.5$$

$$\left(\frac{A_{vh}}{s}\right)_{min} = 0.5 \text{ control}$$

1. $S_{max.} = \frac{L_w}{5} = \frac{12100}{5} = 2420$ mm
2. $S_{max.} = 3 * b = 3 * 200 = 600$ mm
3. $S_{max.} = 450$ mm

$A_{vh}$: $A_v$ for two layers of horizontal reinforcement (horizontal reinforcement with two legs)

Select φ10:

$A_{vh}$ = # legs * area of bar

$$= 2 \times \frac{\pi \times 10^2}{4} = 157 mm^2$$

$$\frac{A_{vh}}{s} = 0.5 , \quad \frac{157}{s} = 0.5$$

$S_{req} = \frac{157}{0.5} = 314$ mm

Select, S=300 mm < $S_{req}$ = 314 mm < 450 mm

**Design of uniform distribution vertical reinforcement**

Vertical reinforcement to resist $N_u$ and to resist apart of $M_u$

$$A_{vv} = \left[0.0025 + 0.5\left(2.5 - \frac{h_w}{L_w}\right) \times \left(\frac{A_{vh}}{s \times b} - 0.0025\right)\right] \times b \times s$$

$$A_{vv} = \left[0.0025 + 0.5\left(2.5 - \frac{10.75}{12.1}\right) \times \left(\frac{157}{300 \times 200} - 0.0025\right)\right] \times 200 \times s$$

$$\frac{A_{vv}}{s} = 0.519$$

Select φ12 for vertical reinforcement

$$A_{vv} = \frac{2 \times \pi \times 12^2}{4} = 226 \text{ mm}$$

$$\frac{A_{vv}}{s} = 0.519 \rightarrow \frac{226}{s} = 0.519$$

$$S_{req.} = \frac{226}{0.519} = 435.5 \text{ mm}$$

1. $S_{max.} = \frac{L_w}{3} = \frac{12100}{3} = 4033.33$ mm.
2. $S_{max.} = 3 * b = 3 * 200 = 600$ mm.
3. $S_{max.} = 450$ mm.

Select, S=250 mm <$S_{req}$ = 435.5 mm < 450 mm

**Design of bending moment:**

$M_u$ = 11042.4 KN.m

$M_u = M_{uv} + M_{u\ boundary}$

$M_{uv}$: part of moment $M_u$ that resist through the uniform distributed vertical steel $A_{vv}$.

$M_{u\ boundary}$: part of moment $M_u$ that resist through the uniform distributed vertical steel $A_{vv}$.

Part of moment that resisted through $A_{vv}$:

$$A_{sv} = \text{layer} \times \text{area of bar} \times \frac{L_w}{s}$$

$$A_{sv} = 2 \times 113.1 \times \frac{12100}{250} = 10948.1 \text{ mm}$$

$$\frac{z}{L_w} = \frac{1}{\left(2 + \frac{0.85 \times \beta_1 \times f_c' \times L_w \times b}{A_{sv} \times f_y}\right)} = \frac{1}{\left(2 + \frac{0.85 \times 0.85 \times 24 \times 12100 \times 200}{10948.1 \times 420}\right)} = 0.089$$

$$M_{uv} = 0.9\left[0.5 \times A_{sv} \times f_y \times L_w \times \left(1 - \frac{z}{2L_w}\right)\right]$$

$$M_{uv} = 0.9\left[0.5 \times 10948.1 \times 420 \times 12100 \times \left(1 - \frac{0.089}{2}\right)\right]$$

= 23923.1 KN.m

$M_{uv}$ = 23923.1 > $M_u$ = 11042.2 KN.m
Therefore NO boundary reinforcement is required.

## 4.12 Design of Basement wall (BW1):

**Load calculation:**

*fc* =24 MPa , **fy**=420 Mpa , **ϒs**=18KN/m$^3$, **qall**=400KN/m$^2$, **φ**=35, **surcharge** =5KN/m$^2$

| *fc* | **fy** | ϒs | qall | φ | **surcharge** |
|---|---|---|---|---|---|
| 24 Mpa | 420 Mpa | 18 KN/m$^3$ | 400 KN/m$^2$ | 35 | 5KN/m$^2$ |

$$C_a = \frac{1-\sin\varphi}{1+\sin\varphi} = \frac{1-\sin 35}{1+\sin 35} = 0.271$$

$$P_a = C_a * h * \gamma = 0.271 * 6.5 * 18 = 31.7\ \mathrm{KN/m^2}$$

$$h_s = \frac{W_s}{W} = \frac{5}{18} = 0.278\ \mathrm{m}$$

$$P_a = C_a * h_s * \gamma = 0.271 * 0.278 * 18 = 1.36\ \mathrm{KN/m^2}$$

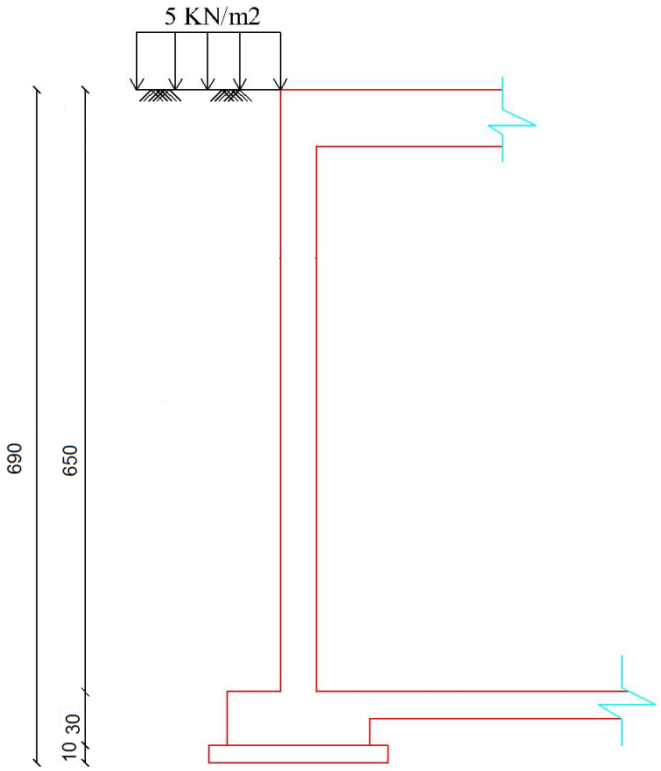



Figure (4-23): Section of basement wall (BW1).

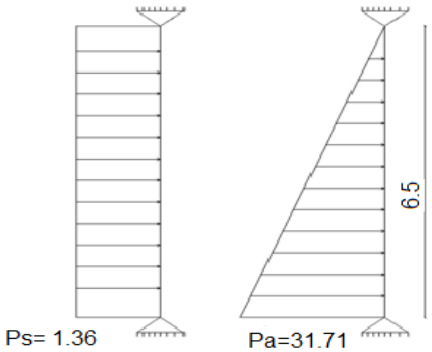



Figure (4-24): Loads on Basement wall (BW1).

From Atir we have moment and shear envelope:

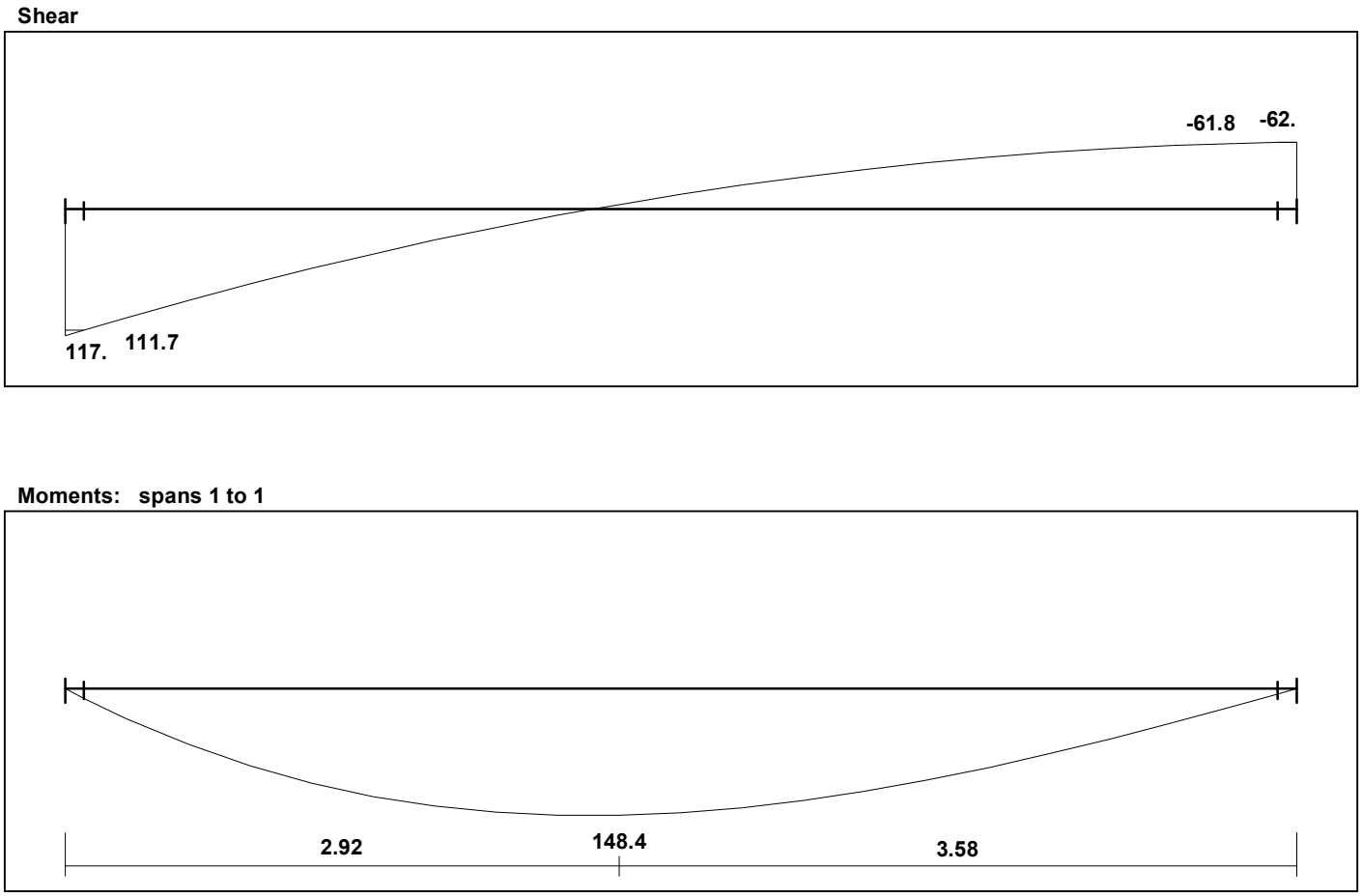



Figure (4-25): Envelope diagram of Basement Wall.

**Design of Bending Moment:**

$M_u = +45.2\ KN.m/m$

$d = 300 - 40 - \frac{18}{2} = 251\ mm$

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

$$R_n = \frac{148.4 * 10^6}{0.9 * 1000 * 150^2} = 2.62 MPa\ .$$

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

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 20.6 * 2.62}{420}}\right) = 0.0067$$

$As_{req} = 0.0067*1000*251 = 1681.8\ 4mm^2/m$…….control

Use Φ18 @15cm, with $A_{s,provided} = \frac{1696mm^2}{m} > A_{s,req.} = 1681.84\ mm^2/m$

| Mu(KN.m) | m | Rn | ρ | $As_{req}(mm^2)$ |
|---|---|---|---|---|
| 148 | 20.6 | 2.62Mpa | 0.0067 | 1681.84 |

$A_{s,min.}$:

- For vertical bars:

$0.0015 * b * h = 0.0015 * 1000 * 300 = 450\ mm^2/m$

$0.25 * \frac{\sqrt{24}}{420} * 1000 * 251 = 732\ mm^2/m$

$\frac{1.4}{420} * 1000 * 251 = 863.67\ mm^2/m$ …Control

Use Φ14 @20cm, with $A_{s,provided} = \frac{769.7\ mm^2}{m} > A_{s,req.} = 863.67mm^2/m$

- For horizontal bars:

$0.002bh = 0.002 * 300 * 1000 = 600\ mm^2/m.$

Use Φ14 @25cm, with $A_{s,provided} = \frac{615.7\ mm^2}{m} > A_{s,req.} = 600mm^2/m$

Check for shear:

$\phi V_c = \frac{\phi}{6} * \sqrt{f'_c} * b * d = \frac{0.75}{6} * \sqrt{24} * 1000 * 0.251 = 153.7\ KN$

$0.5\phi V_c = 0.5 * 153.7 = 76.85\ KN < V_u = 111.7\ KN < \phi V_c = 153.7\ KN - OK$

The thickness is enough.

Note: the structural system for this basement wall assumes as pin and roller supports, so must be connected with slab before put a backfill.

## 4.13 Design of one way solid slab (S2F):

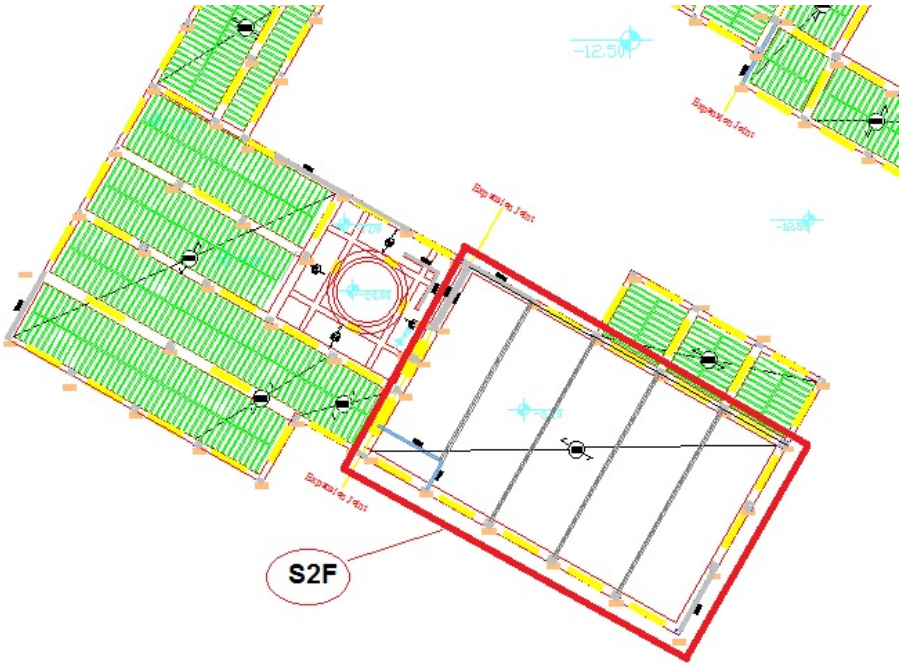



Figure (4-26): Position of solid slab (S2F).

NOTE:

| Live load(KN/m$^2$) | *fc*' | fy |
|---|---|---|
| 3 KN/m2 | 24 MPa | 420 MPa |

**Factored Loads:**

$q_u = 1.2DL + 1.6L$ ACI – 318 - 08 (9.2.1)

**Slabs thickness calculation:**

The overall depth must satisfy ACI Table (9.5 a):
For One way solid slab , as shown in fig. :

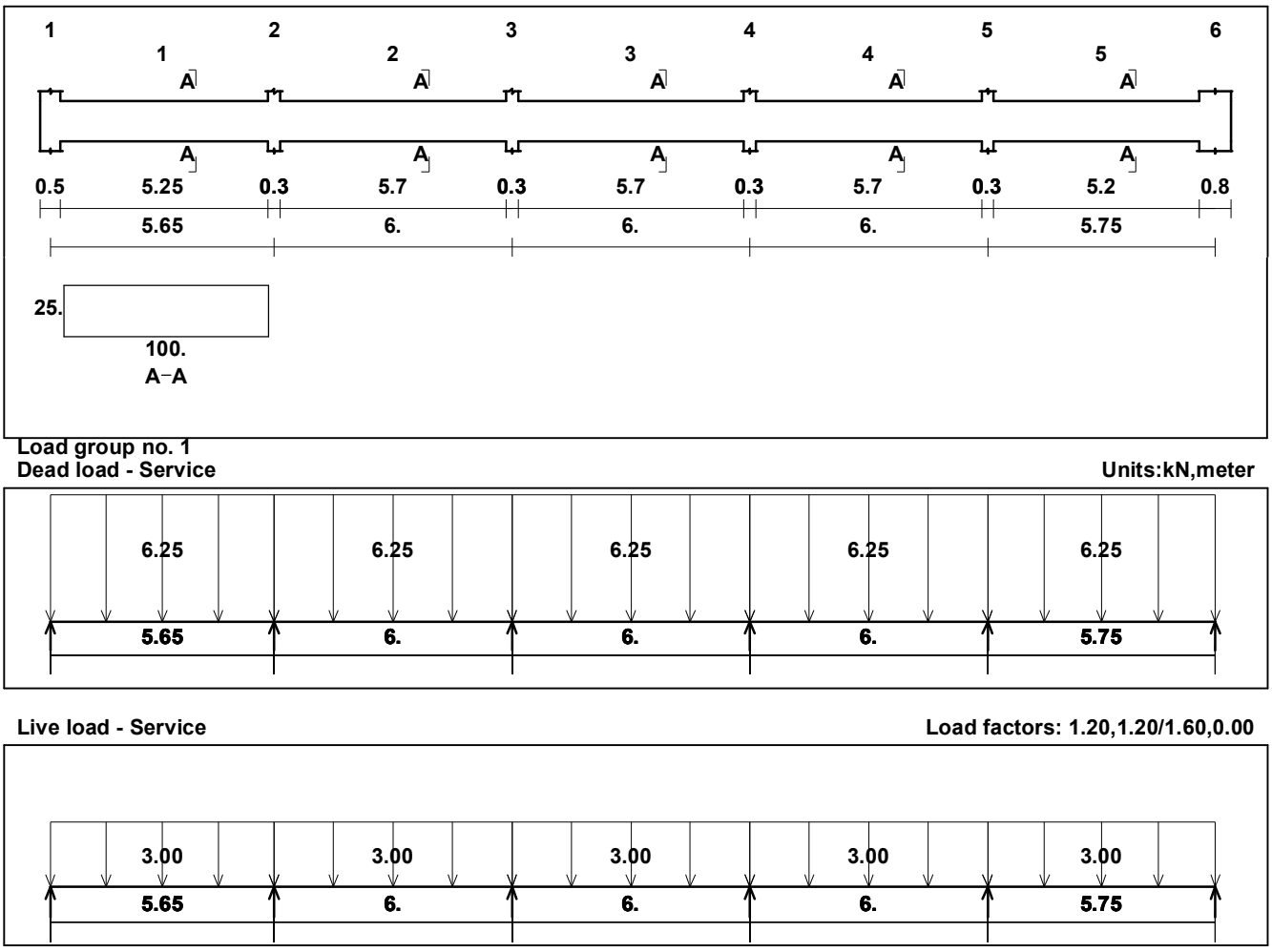



Figure (4-27): Spans length of one way solid slab (S2F).

From ACI-318-08 table (9.5a)

$h_{min.}$(deflection requirement):

One end continous : $\frac{L}{24} = \frac{5.75}{24} = 0.2396\text{m} - \text{control}$

Both end continuous: $\frac{L}{28} = \frac{6}{28} = 0.2143\text{m}$

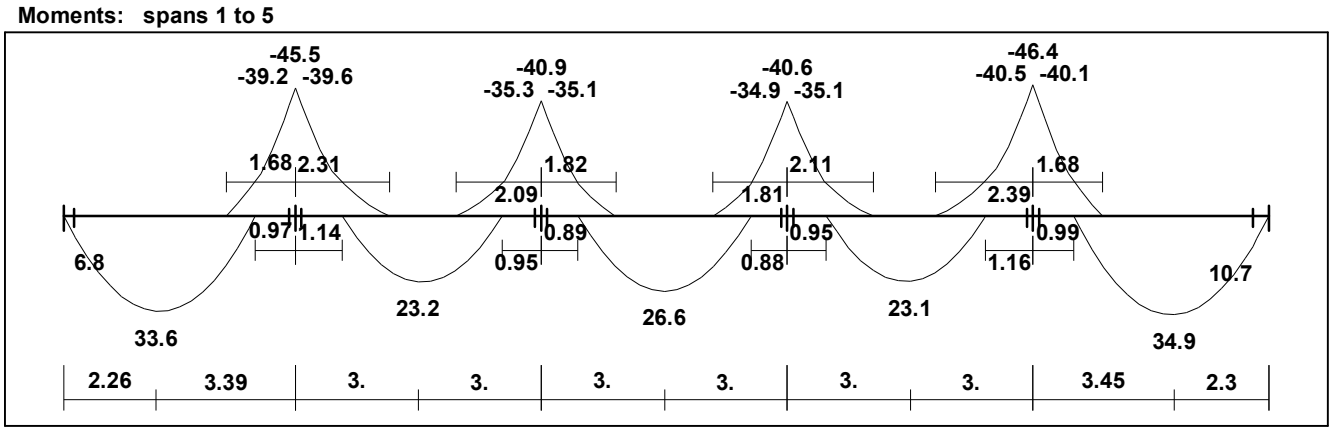
For One way solid slab, will use thickness of slab 25 cm>h min = 24.8 cm.

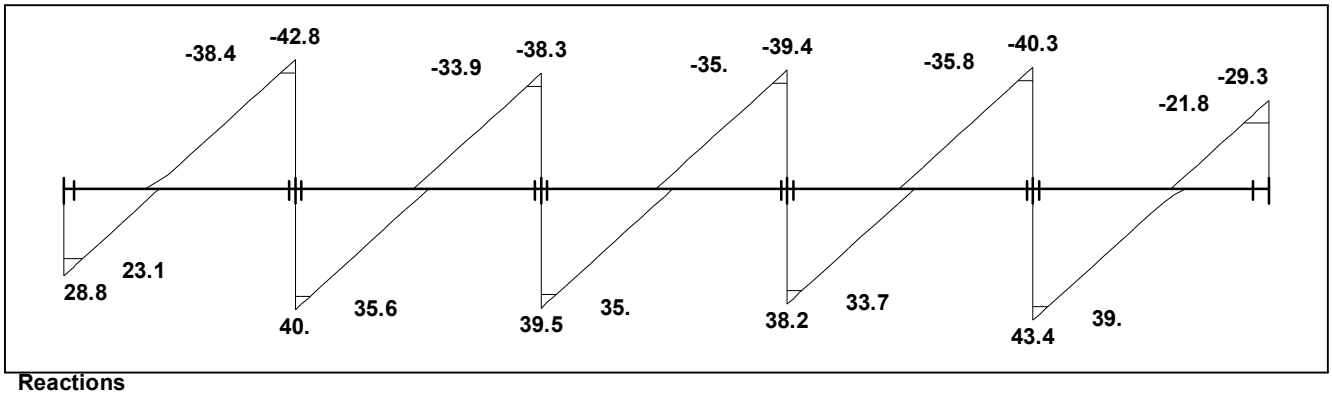
**Loads Calculation:**

Live load =3 KN/$m^2$, Dead load from beamD self weight only.

Moment and shear Diagrams:

The Development Moment diagram for beam has width = 1m and the thickness is 25 cm as following:




Reactions

Factored

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| DeadR | 16.53 | 49.09 | 44.28 | 44.08 | 49.62 | 16.89 |
| LiveR | 12.24 | 33.74 | 33.49 | 33.47 | 34.07 | 12.42 |
| Max R | 28.78 | 82.83 | 77.77 | 77.55 | 83.69 | 29.31 |
| Min R | 14.87 | 62.44 | 55.45 | 55.13 | 62.94 | 15.27 |
| Service | | | | | | |
| DeadR | 13.78 | 40.91 | 36.9 | 36.73 | 41.35 | 14.07 |
| LiveR | 7.65 | 21.09 | 20.93 | 20.92 | 21.29 | 7.76 |
| Max R | 21.43 | 62. | 57.83 | 57.65 | 62.65 | 21.84 |
| Min R | 12.74 | 49.25 | 43.88 | 43.64 | 49.68 | 13.06 |

Figure (4-28): Solid (S2F) envelope moment diagram.

**Design:**

- For Shear:

Check whether thickness is adequate for shear:

$V_{u,max.} = 48.6\text{KN per 1m strip.}$

$$\Phi V_c = \frac{1}{6} * \Phi * \sqrt{f_c'} * b_w * d = \frac{1}{6} * 0.75 * \sqrt{24} * 1000 * 0.225 = 137.8 \text{ KN per 1m strip}$$

$$V_{u,max.} = 48.6\text{KN per 1m strip} < \frac{1}{2}\Phi V_c = \frac{137.8}{2} = 68.9 \text{ KN per 1m strip}$$

The thickness of the slab is adequate enough.

| $V_{u,max.}$ | $\boldsymbol{\Phi V_c}$ |
|---|---|
| **43.4 KN** | **137.8 KN** |

- For negative Moment:

Assume bar diameter **Φ10** for main reinforcement

d = h – 20 – db = 250 – 20 – (10 /2) = 225 mm

| h | db | d |
|---|---|---|
| 250 mm | 10 mm | 225 mm |

$M_u = -46.4 \text{ KN.m}$

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

$$K_n = \frac{M_u/\phi}{b.d^2} = \frac{46.4 * 10^{-3}/0.9}{1 * 0.225^2} = 1.01838\text{MPa}$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2 * m * Kn}{fy}\right)}\right] = \frac{1}{20.6}\left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2 * 20.6 * 1.01838}{420}\right)}\right] = 0.002488$$

$$> \rho_{min.} = 0.0018 - \text{OK}$$

$A_s = \rho bd = 0.002038 * 1000 * 225 = 559.9 \text{ mm}^2.$

| As (mm2) | m | Rn(Mpa) | ρ | *Mu* |
|---|---|---|---|---|
| 559.9 | 20.59 | 1.01838 | 0.002488 | -46.4 KN.m |

Check Minimum Reinforcement $A_s$ min...(ACI- 318M-08 – (10.5.1))

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

$A_s > A_{s,min.}$

$A_{s,min.} = 450\ mm^2 < A_{s,req.} = 559.9\ mm^2 - OK$

Use Φ14

$\#\ of\ \Phi 14 = \frac{A_{s,req.}}{A_{bar}} = \frac{559.9}{153.94} = 3.64$

$Spacing\ (S) = \frac{1}{5.84} = 0.275\ m = 275\ mm$

Take Φ14@200 mm

Steps (s)is the smallest of :

1. $\leq 380\left(\frac{280}{f_s}\right) - 2.5C_c = 380\left(\frac{280}{\frac{2}{3}*420}\right) - 2.5 * 20 = 330\ mm$
2. $\leq 300\left(\frac{280}{f_s}\right) = 300\left(\frac{280}{\frac{2}{3}*420}\right) = 300\ mm - Control$
3. $\leq 3 * h = 3 * 250 = 750\ mm$
4. $\leq 450\ mm$

| $A_s$ min | S (mm) |
|---|---|
| 450 mm2 | 200 mm |

Use Φ14@20 cm in main directions.

**Temperature and shrinkage :**

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

use Φ10

$\#\ of\ \Phi 14 = \frac{A_{s,req.}}{A_{bar}} = \frac{450}{78.54} = 5.73$

$Spacing\ (S) = \frac{1}{5.73} = 0.175\ m = 175\ mm$

Take $\frac{6\Phi 10}{m}$ or $\Phi 10@150$ mm

Step (s) is the smallest of :

1. $\leq 5h = 5 * 250 = 1250$ mm
2. $\leq 450$ mm $-$ control

- for positive moment:
  assume bar diameter $\Phi 10$ for main reinforcement
  $d = h - 20 - d_b = 250 - 20 - \frac{10}{2} = 225$ mm

| h | db | d |
|---|---|---|
| 250 mm | 10 mm | 225 mm |

$M_u = +34.9$ KN. m

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

$K_n = \frac{M_u/\phi}{b.d^2} = \frac{34.9 * 10^{-3}/0.9}{1 * 0.225^2} = 0.766$ MPa

$$\rho = \frac{1}{m}\left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2 * m * Kn}{fy}\right)}\right] = \frac{1}{20.6}\left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2 * 20.6 * 0.766}{420}\right)}\right] = 0.00186$$

$A_s = \rho bd = 0.00186 * 1000 * 225 = 418.4$ mm$^2$.

| As (mm2) | m | Kn(MPa) | ρ | *Mu* |
|---|---|---|---|---|
| 418.4 | 20.59 | 0.766 | 0.00186 | 34.9 KN.m |

Check minimum reinforcement

$A_{s,min.} = \rho_{min.} bh = 0.0018 * 1000 * 250 = 450$ mm$^2 -$ control

$A_s > A_{s,min.}$

$A_{s,min.} = 450$ mm$^2 < A_{s,req.} = 418.4$ mm$^2 -$ OK

Use $\Phi 10$

$\#\text{of } \Phi 10 = \frac{A_{s,req.}}{A_{bar}} = \frac{418.44}{78.5} = 5.33$

Spacing (S) $= \frac{1}{5.33} = 0.188$ m $= 188$ mm

take $\Phi 10@150$ mm

Step (s)is the smallest of :

1. $\leq 380\left(\frac{280}{f_s}\right) - 2.5C_c = 380\left(\frac{280}{\frac{2}{3}*420}\right) - 2.5 * 20 = 330$ mm
2. $\leq 300\left(\frac{280}{f_s}\right) = 300\left(\frac{280}{\frac{2}{3}*420}\right) = 300$ mm $-$ Control
3. $\leq 3 * h = 3 * 250 = 750$ mm
4. $\leq 450$ mm

| A $s$ min | S (mm) |
|---|---|
| 300 mm2 | 150 mm |

Use Φ10@15 cm in main directions.

## 4.14 Design of shear connections in composite beam:

- The section of composite steel is (W 30×132)

- Use fc′ = 3.5 Ksi , Fy = 50 ksi

- Use (3/4″) studs, gives Asc = 3.14*(3/4)$^2$ / 4 = 0.4418 in$^2$.

Ec = (145)$^{1.5}$ * $\sqrt{3.5}$ = 3266.53 Ksi.

Qn = 0.5 *Asc * $\sqrt{Ec * fc'}$ = 0.5 *0.4418 * $\sqrt{3266.53 * 3.5}$ = 23.6 kips

$n = \frac{As * Fy}{Qn}$

From table (1.1) (American Institute of steel Construction, INC)

We find As for (W30×132), As =38.9 in$^2$.

n= 38.9 *50 / 23.6 = 82.42

Select 48 studs.

Try two studs at each location.

- Determine of spacing between studs :

P = L * 12 / n ( at each side )

P = 59.1 * 12 / 48 = 14.775″ …. Select P = 14″

Max. P = 8 * ts = 8*8 = 64″

Min .P = 6 * diameter of stud = 6*3/ 4 = 4.5 ″

Min P < P (Provided) < Max. P (Ok)

Where :

Asc : cross sectional area of stud shear connectors.

Ec : modulus of elasticity of concrete .

Qn : the nominal strength of one stud shear connector imbedded in solid concrete .

n: number of stud at each location.

P : spacing between studs.

Note :

For (w 21*48) we calculate n = 30 but we take n for both section (w21*48) and ( w21*50 ) n= 32 for each location.

# 5

# النتائج والتوصيات

***5.1 المقدمة***

***5.2 النتائج***

***5.3 التوصيات***

## 1.5 المقدمة:

في هذا المشروع تم الحصول على مخططات معمارية تفتقد الى الكثير من الامور, بعد دراسة جميع المتطلبات تم إعداد المخططات المعمارية وذلك للقيام بالأعمال والحسابات الانشائية ومن ثم تحضير المخططات الانشائية النهائية القابلة للتنفيذ لمشروع متحف فلسطين للثقافة والفنون.

## 2.5 النتائج:

1. يجب على كل طالب أو مصمم إنشائي أن يكون قادراً على التصميم بشكل يدوي حتى يستطيع امتلاك الخبرة والمعرفة في استخدام البرامج التصميمية المحوسبة.
2. من العوامل التي يجب أخذها بعين الاعتبار، العوامل الطبيعية المحيطة بالمبنى وطبيعة الموقع وتأثير القوى الطبيعية على الموقع.
3. من أهم خطوات التصميم الإنشائي، كيفية الربط بين العناصر الإنشائية المختلفة من خلال النظرة الشمولية للمبنى، ومن ثم تجزئة هذه العناصر لتصميمها بشكل منفرد ومعرفة كيفية التصميم، مع أخذ الظروف المحيطة بالمبنى بعين الاعتبار.
4. برامج الحاسوب المستخدمة :

هناك عدة برامج حاسوب سيتم استخدمها في هذا المشروع وهي:

a) AUTOCAD : و ذلك لعمل الرسومات المفصلة للعناصر الإنشائية.
b) ETABS: وذلك لتصميم جدران القص.
c) SAP2000: وذلك لتصميم البئر وبركة السباحة
d) ATIR: للتصميم والتحليل الإنشائي للعناصر الإنشائية.
e) SAFE من اجل تصميم العقدات المسطحة .
f) (Microsoft Office 2007) : تم استخدامه في أجزاء مختلفة من المشروع مثل الكتابة النصوص والتنسيق وإخراج المشروع.

5. الأحمال الحية المستخدمة في هذا المشروع كانت من كود الأحمال الأردني.
6. من الصفات التي يجب أن يتصف بها المصمم، صفة الحس الهندسي التي يقوم من خلالها بتجاوز أية مشكلة ممكن أن تعترضه في المشروع وبشكل مقنع ومدروس.

## 3.5 التوصيات:

يعتبر مشروع متحف فلسطين للثقافة والفنون وخاصة في بلد يفخر ويعتز بتراثه كفلسطين معلما مهما يجب الاهتمام به وتسخير كافة الامكانيات المادية والمعنوية لتنفيذ مثل هذا المشروع.

نأمل بأن تكون نتائج وحسابات هذا المشروع مفيدة وتحقق متطلبات المنشأة, مما يجعلها مرجع يؤخذ في الحسبان في حال وجود فكرة لتنفيذ المشروع على أرض الواقع.