جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة

دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

هندسة مباني

الخليل- فلسطين

مشروع التخرج

التصميم الانشائي لـ " مكتبة بيت لحم " بجامعة بوليتكنك فلسطين.

فريق العمل

معتصم المصري عبد الرزاق سياج

محمد الحموري

اشراف :

م. حمدي ادعيس .

10/1/2021

جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة

دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

هندسة مباني

مشروع التخرج

التصميم الانشائي لـ " مكتبة بيت لحم " بجامعة بوليتكنك فلسطين.

فريق العمل

معتصم المصري عبد الرزاق سياج

محمد الحموري

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

توقيع مشرف المشروع	توقيع رئيس الدائرة
م. حمدي ادعيس	م. فيضي شبانة
.....	.....

10/1/2021

الاهداء

لابد لنا ونحن نخطو خطواتنا الأخيرة في الحياة الجامعية من وقفة نعود إلى أعوام قضيناها في رحاب الجامعة مع أساتذتنا الكرام الذين قدموا لنا الكثير باذلين بذلك جهودا كبيرة في بناء جيل الغد لتبعث الأمة من جديد.

وقبل أن نمضي نقدم أسمى آيات الشكر والامتنان والتقدير والمحبة إلى الذين علمونا العطاء دون مقابل، الى الذين وهبوا وكرسوا أنفسهم لأجلنا، الى من زرعوا في قلوبنا أسمى معاني الأفاضل، الى من مهدوا لنا طريق العلم والمعرفة الى أمهاتنا وآبائنا، نسأل المولى عز وجل أن يجزيهم كل خير جزاء لما قدموه.

كما ونهدي هذا العمل لكل من وقف معنا من الأهل والأخوة والأصدقاء والأساتذة، فبوجودكم عشنا حلاوة الأوقات وسعادة اللحظات وبمحبتكم وعطائكم تجاوزنا الصعاب.

شكر وتقدير

من لا يشكر الناس لا يشكر الله، وأنتم جميعاً تستحقون الشكر والثناء، فلولاكم لم يكن عملنا ليكلل بالتمام، ولولا جهودكم لما كان للنجاح أي وصول، ولما تحققت الأهداف، فأنتم أساس رفعة هذه العمل وأساس تقدمه، وأنتم من يحمل شعلة النجاح والتطور، فشكراً لكم وإلى الأمام دائماً.

ونخص بالشكر أستاذنا الفاضل حمدي ادعيس المشرف والموجه والمعلم، الذي لم يتوانى عن تقديم ما آتاه الله من علم وحلم لنا بكل سعة صدر، ولم يدخر جهدا في توجيهنا والأخذ بأيدينا الى طريق النجاح.

ونشكر طاقم الهندسة المدنية والمعمارية كلٍ بمكانه، فقد كرسوا وقتهم وجهدهم لمساعدتنا ومساعدة زملائنا طوال فترة الدراسة.

ونشكر زملائنا وزميلاتنا الأعزاء الذين لولا تواجدهم لما تذوقنا حلاوة العلم، ولا شعرنا بالمنافسة الايجابية.

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

الملخص

التصميم الانشائي ل " مكتبة بيت لحم " بجامعة بوليتكنك فلسطين

التصميم الانشائي هو أهم التصميمات اللازمة للمبنى بعد التصميم المعماري فتوزيع الأعمدة وحساب الأحمال والحفاظ على المتانة وبأفضل طريقة اقتصادية واعلى درجات الامان والسلامة يقع على عاتق الانشائي.

يتكون المشروع من أربعة مباني تختلف في عدد الطوابق، وتبلغ المساحة الاجمالية له ما يقارب 6400 متر مربع، ويتميز التصميم من الناحية المعمارية للمشروع بأنه تم بأسلوب يقوم على تعدد الكتل الفراغية وتوزيعها بشكل متناسق من الناحية الجمالية والوظيفية، اضافة الى انه تم الاهتمام عند توزيع الكتل بتوفير الراحة والسهولة وسرعة الوصول للمستخدمين.

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

وسيتضمن المشروع دراسة انشائية تفصيلية من تحديد وتحليل للعناصر الانشائية والاحمال المختلفة المتوقعة ومن ثم التصميم الانشائي للعناصر واعداد المخططات التنفيذية بناءً على التصميم المعد لجميع العناصر الانشائية التي تكوّن الهياكل الانشائية للمبنى ومن المتوقع بعد اتمام المشروع ان نكون قادرين على تقديم التصميم الانشائي لجميع العناصر الانشائية بإذن الله.

من الجدير بالذكر أنه سيتم استخدام الكود الأردني لتحديد الأحمال الحية، ولتحديد الزلازل سيتم استخدام الكود (ASCE7-16)، أما بالنسبة للتحليل الانشائي فسيتم استخدام الكود الأمريكي (ACI_318_11)، ولا بد من الاشارة الى أنه سيتم الاعتماد على بعض برامج الحاسوب للتصميم الانشائي:

Etabs, Safe, Atir, Foundation & SP-column.

Abstract

Structural design for " Bethlehem library "

The idea of the project is designing a library that consists of all facilities that should be available in any other libraries.

The project consists of four major buildings that have different numbers of floors, and the total area of the building is about 6400 square meters. The design of the project is based on the variety of spatial clusters and the aesthetic and functional distribution of space.

The structural study of the project includes analysis of the construction elements, the expected various loads, the structural design of elements, and the preparation of shop drawings based on the prepared design.

The project uses ACI-318 for design, ASCE7-16 for seismic loads and Jordanian code for live loads. Some structural designing programs such as Atir, Safe, Etabs, Foundation & SP-column are also utilized.

فهرس المحتويات

الاهداء III

شكر وتقدير IV

الملخص V

LIST OF ABBREVIATIONS XII

1الفصل الأول: المقدمة 1

1-1 المقدمة: 2
1-2 أهداف المشروع: 2
1-3 مشكلة المشروع: 2
1-4 حدود مشكلة المشروع: 2
1-5 المسلمات: 2
1-6 فصول المشروع: 3
1-7 اجراءات المشروع: 3

2الفصل الثاني: الوصف المِعمَاري 5

2-1 مقدمة: 6
2-2 لمحة عامة عن المشروع: 6
2-3 موقع المشروع: 7
2-3-1 أهمية الموقع: 7
2-3-2 حركة الشمس والرياح: 8
2-3-3 الرطوبة: 8
2-4 وصف طوابق المشروع: - 8
2-4-1 الطابق الأرضي: - 9
2-4-2 الطابق الأول:- 9
2-4-3 الطابق الثاني: - 10
2-4-4 الطابق الثالث:- 11
2-5 الواجهات: - 11
2-5-1 الواجهة الرئيسية (الشرقية): 11
2-5-2 الواجهة الغربية: 12
2-5-3 الواجهة الشمالية: 12
2-5-4 الواجهة الجنوبية: 13
2-6 وصف الحركة والمداخل: - 13
2-7 المداخل: - 14
2-8 القطاعات: - 14
2-8-1 القطاع (A-A) :- 14
2-8-2 القطاع (B-B): - 14
2-8-3 القطاع (C-C): - 15

3الفصل الثالث :الوصف الإنْشَائِي 16

3-1 مقدمة: - 17

2-3 الهدف من التصميم الإنشائي: - 17
3-3 مراحل التصميم الإنشائي: - 17
المرحلة الأولى: - 17
المرحلة الثانية: 17
4-3 الأحمال: - 17
3-4-1 الأحمال الميتة: - 18
3-4-2 الأحمال الحية: - 18
3-4-3 الأحمال البيئية: - 18
3-4-3-1 أحمال الرياح: - 19
3-4-3-2 أحمال الثلوج: - 20
3-4-3-3 أحمال الزلازل: - 21
5-3 الاختبارات العملية: - 21
6-3 العناصر الإنشائية المكونة للمبنى: - 21
3-6-1 العقدات:- 21
3-1-6-1 عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد (One way ribbed slab) 22
3-1-6-2 عقدات العصب ذات الاتجاهين (Two way ribbed slabs) 22
3-1-6-3 العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد (One way solid slab): 22
3-6-2 الأدراج: 23
3-6-3 الجسور: - 23
3-6-4 الأعمدة: - 24
3-6-5 جدران القص: - 25
3-6-6 الأساسات: - 25
7-3 فواصل التمدد (EXPANSIONS JOINTS): - 26
8-3 برامج الحاسوب التي سوف يتم استخدامها: - 27

4الفصل الرابع: التصميم الانشائي 28

4-1 INTRODUCTION 29
4-2 DESIGN METHOD AND REQUIREMENTS 30
Strength design method:- 30
Factored loads: - 30
4.3 CHECK OF MINIMUM THICKNESS OF STRUCTURAL MEMBER 31
4.4 DESIGN OF TOPPING 31
Statically System For Topping :- 31
Load Calculations:- 32
4.5 DESIGN OF ONE WAY RIB SLAB(FF-R6) 34
Material: 34
Section: - 34
Statically System and Dimensions:- 35
Moment Design for (FF-R6):- 37
Shear Design for (FF-R6):- 41
4.6 DESIGN OF BEAM (GF-B22) 42
Material :- 42
Section :- 42
Load Calculations:- 42

Statically System and Dimensions:- 43
Moment Design for (GF-B22):- 44
Shear Design for (GF-B22):- 49
4-7 DESIGN OF COLUMN (100) 50
Data :- 50
Check Slenderness Parameters:- 50
Column's Reinforcement Design: 51
Longitudinal Bars:- 51
Stirrups:- 52
4.8 STAIR DESIGN:- 53
Stair data:- 53
Statical system:- 54
Loads & diagrams: 55
Stair design: 57
Shear design: 57
Moment design: 57
Secondary Reinforcement for both flight and landing: 57
Flight main Reinforcement: 57
Landing main Reinforcement: 58
4.9 DESIGN OF ISOLATED FOOTING (F3) 60
Material & Load data:- 60
Load Calculations :- 60
Calculating net allowable pressure & dimensions: 61
Bearing Pressure :- 61
Footing Design:- 62
One way shear: 62
Two way shear: 62
Design of Bending Moment :- 63
4-10 DESIGN OF SHEAR WALL (W5):- 67
Shear wall data: 67
Horizontal reinforcement design: 67
Design of uniform distributed vertical reinforcement: 69
Design of bending moment: 69
5الفصل الخامس: النتائج والتوصيات 71
5-1 مقدمة :- 72
5-2 النتائج :- 72
5-3 التوصيات :- ..... **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

الصور

خارطة الموقع لقطعة الارض المقترحة..... 7
مسقط الطابق الأرضي 9
المسقط الأفقي للطابق الأول 10
المسقط الأفقي للطابق الثالث 11
الواجهة الشرقية 11
الواجهة الغربية 12
الواجهة الشمالية 12
الواجهة الجنوبية..... 13
الموقع العام..... 13
SECTION (A-A)..... 14
SECTION (B-B) 15
SECTION (C-C) 15
تأثير الرياح على المباني من حيث الارتفاع 20
عقدة العصب ذات الاتجاه 22
العقدة ذات العصب باتجاهين..... 22
العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد 23
الدرج.....23
أنواع الجسور 24
أنواع الأعمدة 24
جدار قص 25
أنواع الاساسات..... 26
TOPPING LOAD 31
ONE WAY RIB SLAB (FF-R6) 35
STATICAL SYSTEM AND LOADS DISTRIBUTION OF RIB(FF-R6) 35
SHEAR AND MOMENT ENVELOPE DIAGRAM OF RIB (FF-R6).....37
BEAM GF-B22 42
STATICAL SYSTEM AND LOADS DISTRIBUTION OF BEAM (GF-B22) 43
SHEAR AND MOMENT ENVELOPE DIAGRAM OF BEAM (GF-B22) 44
COLUMN SECTION 50
COLUMN CLEAR LENGTH.....51
COLUMN LONGITUDINAL REINFORCEMENT AND STIRRUPS 52
L-SHAPE STAIR PLAN (STAIR 3) 53
STAIR GEOMETRY.....53
STAIR DETAILS 54
STAIR ANALYTICAL SYSTEM.....54
STAIR LOADS.....56
STAIR SHEAR DIAGRAM.....56
STAIR MOMENT DIAGRAM 56
STAIR REINFORCEMENT DETAILS 59

ISOLATED FOOTING GEOMETRY 60
BEARING PRESSURE FOR CONCENTRICALLY LOADED FOOTING 61
SHEAR DIAGRAM 62
PUNCHING SHEAR 62
MOMENT DIAGRAM 63
FOOTING DETAILS 66
SHEAR WALL SYSTEM 67
RESULTANT EXTERNAL AND INTERNAL FORCES ACTING ON WALL SECTION(1) 69
SHEAR WALL DETAILS 70

فهرس الجداول

الجدول الزمني للمشروع خلال السنة الدراسية 4
الكثافة النوعية للمواد المستخدمة 18
الأحمال الحية للمبنى 18
معامل التضاريس والمبنى من الكود الأردني 19
احمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر 20
CHECK OF MINIMUM THICKNESS OF STRUCTURAL MEMBER 31
DEAD LOAD CALCULATION OF TOPPING 32
DEAD LOAD CALCULATION OF RIB(FF-R6) 36
COLUMN DATA 50
STAIR DATA 53
FLIGHT & LANDING LOADS 55
ISOLATED FOOTING DATA 60
SHEAR WALL DATA 67
SHEAR WALL ANALYSIS RESULTS 67

List of Abbreviations

- **Ac** = area of concrete section resisting shear transfer.
- **As** = area of non-prestressed tension reinforcement.
- **A_s' =** area of non-prestressed compression reinforcement.
- **Ag** = gross area of section.
- **Av** = area of shear reinforcement within a distance (S).
- **b** = width of compression face of member.
- **bw** = web width, or diameter of circular section.
- **C_c =** compression resultant of concrete section.
- **C_s** = compression resultant of compression steel.
- **DL** = dead loads.
- **d** = distance from extreme compression fiber to centroid of tension reinforcement.
- **Ec** = modulus of elasticity of concrete.
- **Es** = modulus of elasticity of steel.
- **f_c'** = compression strength of concrete.
- **fy** = specified yield strength of non-prestressed reinforcement.
- **h** = overall thickness of member.
- **Ln** = length of clear span.
- **LL** = live loads.
- **Lw** = length of wall.
- **M** = bending moment.
- **Mu** = factored moment at section.
- **Mn** = nominal moment.
- **Pn** = nominal axial load.
- **Pu** = factored axial load

- **S** = Spacing of shear in direction parallel to longitudinal reinforcement.
- **Vc** = nominal shear strength provided by concrete.
- **Vn** = nominal shear stress.
- **Vs** = nominal shear strength provided by shear reinforcement.
- **Vu** = factored shear force at section.
- **Wu** = factored load per unit area.
- **Φ** = strength reduction factor.
- ε_c **=** compression strain of concrete = 0.003.
- ε_s **=** strain of tension steel**.**
- $\acute{\varepsilon}_s$ **=** strain of compression steel.
- **ρ** = ratio of steel area .

Column abbreviations:

- Lu: unsupported length “clear distance between slabs, beams, or other members that provide lateral support to the column”.
- K: effective length factor.
- R: radius of gyration .

Stair abbreviations:

- a: Step height.
- b: Step width.
- s: Step nosing.
- hf: Flight thickness.
- hl: Landing thickness.
- n: Number of steps.
- α: Flight angle.

Foundation abbreviations:

- LLe: external live load.
- σ(b): allowable pressure.
- σ(net): net allowable pressure.
- σ(bu): bearing pressure
- **γrc:** reinforced concrete weight.
- **γsoil:** soil weight.
- Lv: distance at shear critical section.
- Lm: distance at moment critical section.
- Ldt: tension development length.
- Ldc: compression development length.
- λ: Lightweight-aggregate-concrete factor.
- Ψt: bar location factor.
- Ψe: coating factor.
- Ψs: bar-size factor.
- Cb: bar spacing factor.
- Ktr: transverse reinforcement index.

Wall abbreviations:

Lw: wall length

hw: wall height

h story: story height

h: wall thickness

Δ/hw: building drift (total lateral displacement deflection of the top of the building over wall height), Δ/hw min = 0.007

a: distance above the base of the wall to determine location of critical section for checking flexural-shear strength

Mu1: Moment at critical section for checking flexural-shear strength.

ρh: percentage of horizontal (transverse) steel

ρv: percentage of vertical (longitudinal) steel

x: length of compression zone limit

Lb: boundary element length

c: depth from the neutral axis to the extreme compression fiber

ω: longitudinal reinforcement index

α: axial stress parameter

Muv: the part of moment resisted through uniform vertical steel

Mub: the part of moment resisted through boundary steel

Asb: boundary area steel

1 الفصل الأول: المقدمة

1-1 المقدمة.

2-1 أهداف المشروع.

3-1 مشكلة المشروع.

4-1 حدود مشكلة المشروع.

5-1 المسلمات.

6-1 فصول المشروع.

7-1 إجراءات المشروع.

1-1 المقدمة:

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

فالهندسة المدنية عموما هي الوسيلة الوحيدة التي تجعل من العالم مكانا انسب وأصلح للعيش فيه.

وهندسة المباني خصوصاً هي الهندسة التي تعتني بجانب توفير المسكن المطلوب بالمواصفات المطلوبة وبالجودة المطلوبة وبالموارد المتاحة لكل فرد في المجتمع.

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

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

1-2 أهداف المشروع:

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

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

1-3 مشكلة المشروع:

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

1-4 حدود مشكلة المشروع:

يقتصر العمل لهذا المشروع على الناحية الإنشائية فقط بما يشمل ذلك من توزيع وتحليل وتصميم العناصر الانشائية، بالاضافة الى بعض التعديلات المعمارية اللازمة.

1-5 المسلمات:

1. اعتماد الكود الأمريكي في التصاميم الإنشائية المختلفة (ACI-318-11) .

2. استخدام برامج التحليل والتصميم الإنشائي مثل (Atir12 , Safe , Etabs, foundation, SP column)
3. برامج أخرى مثل Microsoft office Word , Power Point , Excel , Autocade .

1-6 فصول المشروع:

يحتوي هذا المشروع على خمسة فصول وهي:

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

1-7 اجراءات المشروع:

1) دراسة المخططات المعمارية وذلك للتأكد من صحتها من النواحي المعمارية وتوافقها مع أهداف المشروع مع إجراء كافة التعديلات المعمارية اللازمة عليها، وإكمال النقص الموجود فيها إن وجد.

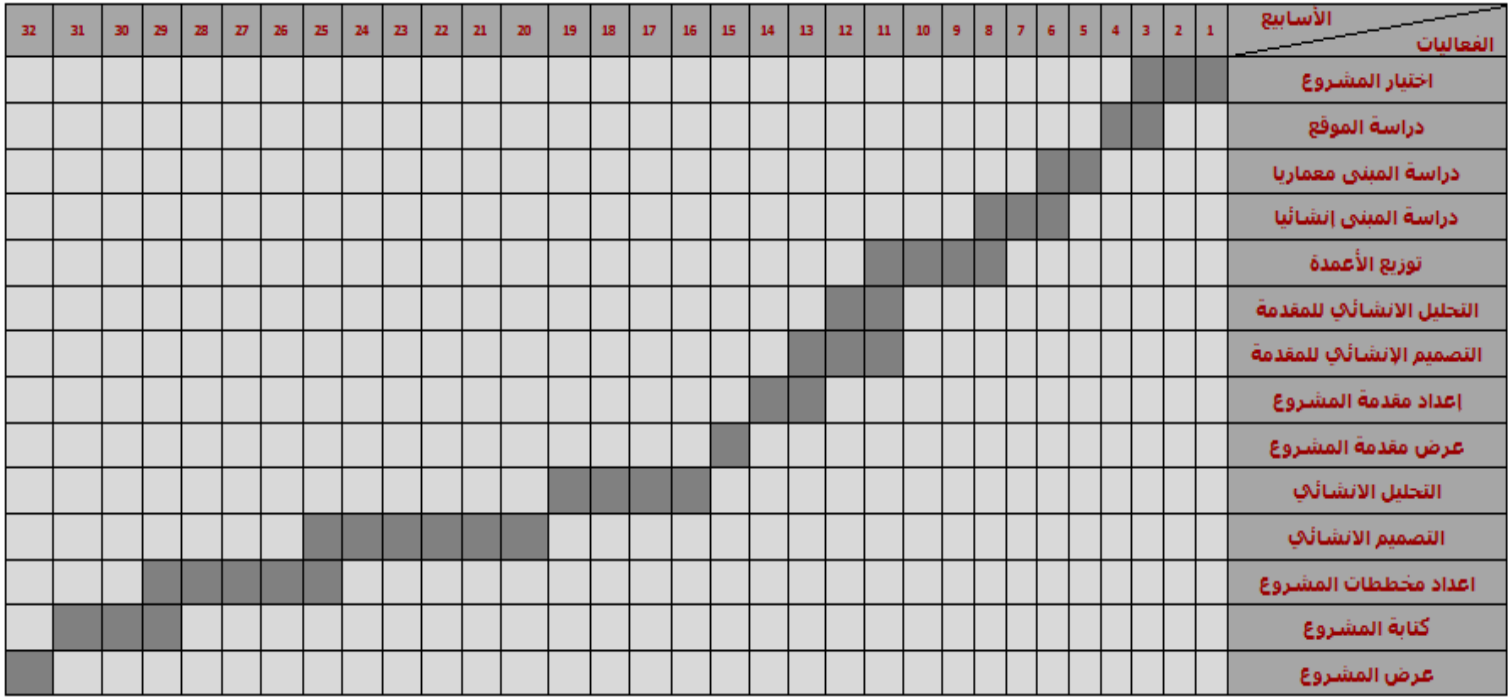
2) دراسة العناصر الإنشائية المكونة للمبنى والآلية الأنسب لتوزيع هذه العناصر كالأعمدة والجسور والأعصاب بشكل لا يصطدم مع التصميم المعماري الموضوع ويحقق الجانب الاقتصادي وعامل الأمان.

3) تحليل العناصر الإنشائية والأحمال المؤثرة عليها.

4) تصميم بعض العناصر الإنشائية بناء على نتائج التحليل.

5) استخدام بعض برامج التصميم المختلفة في بعض الحسابات.

جدول (1-1) التالي يمثل الجدول الزمني للمشروع خلال السنة الدراسية (2020):



الجدول الزمني للمشروع خلال السنة الدراسية Table1-1

2 الفصل الثاني: الوصف المِعمَاري

2-1 مقدمة.

2-2 لمحة عامة عن المشروع.

2-3 موقع المشروع.

2-4 وصف طوابق المشروع.

2-5 الواجهات.

2-6 وصف الحركة والمداخل.

2-7 المداخل.

2-8 القطاعات.

2-1 مقدمة:

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

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

وقد يبدو المبنى بسيطاً من الخارج، وكأنه مفكك إلى عدة قطع ضخمة دون الشعور بالاتصال بين هذه القطع؛ مع أنها في حقيقة الأمر متصلة ومترابطة عبر عدة فراغات. وقد يعتمد المبنى في تركيبته الهندسية اعتماداً كلياً على أشكال هندسية منتظمة كوحدات متوزعة في كل أجزاء المبنى، وإن كانت أحياناً تحّرف وتقطع لتخرج بتركيبة بصرية لا توحي بارتباطها بالشكل المنتظم.

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

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

2-2 لمحة عامة عن المشروع:

واجهت المكتبات الفلسطينية مشكلات وعقبات شديدة أعاقتها عن أداء رسالتها بشكل جيد، وقد أكدت الدارسات البحثية والأكاديمية نتيجة مفادها وجود قصور كبير في الإمكانات والموارد والخدمات المكتبية المقدمة، فالمكتبات في الدول المتقدمة أدركت منذ فترة طويلة أهمية التعامل مع تكنولوجيا المعلومات والاتصالات المستخدمة وتوظيفها بشكل جيد يساهم في تحسين مستوى خدماتها فضلا عن تقديم معلومات خدماتية واتصالية جيدة لمستفيديها.

ومن أبرز المشاكل والصعوبات التي تواجه المكتبات الفلسطينية:

1. نقص واضح في كثير من المراجع والمصادر والدوريات الأساسية في مختلف أصناف المعرفة العلمية.
2. افتقار الكثير من المكتبات إلى المكتبة الإلكترونية التي تزود الطالب بأحدث المعلومات التي يحتاجها.
3. تعاني المكتبات من نقص حاد في الدوريات الفصلية والسنوية.

3-2 موقع المشروع:

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

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

اقترحت بلدية بيت لحم تصميم مشروع مكتبة ثقافية ولكن تبين أن مساحة الأرض المقترحة واحد دونم فقط فيعتبر غير كافي لإقامة مبنى المكتبة عليه وأيضاً القطعة المقترحة غير محققة للمعايير التخطيطية لاختيار موقع المشروع، فقام الفريق المعماري المصمم باقتراح موقع ثاني للمشروع أفضل من الاقتراح الأول، وقد تم اختيار الموقع كونه في منطقة تجمع للمدارس والمباني السكنية وهو موقع جيد للمكتبات كما أنه قريب من مركز المدينة.

الشكل (1-2) يوضح خارطة الموقع لقطعة الارض المقترحة:

خارطة الموقع لقطعة الارض المقترحة Figure 2-1

1-3-2 أهمية الموقع:

الشروط العامة لاختيار الموقع:

إن عمليه اختيار ارض لإقامة مكتبة لا تقوم بشكل أساسي لتوفر قطعة الأرض بل تقوم على أسس ومعايير تساعد في وضع قرار سليم يوجه المشروع إلى ذلك المسلك الذي يضفي على خدمات المشروع وأجزائه صبغة التكامل والتوافق مع النسيج الحضري العام، وفيما يلي عدة نقاط مهمة في عملية اختيار أرض لمكتبة بيت لحم الثقافية:

1. جغرافية الموقع: هو الجانب الذي يختص في دراسة موقع الأرض بالنسبة للنسيج العمراني بشكل عام، وتأثير الموقع على وظيفة المبنى، ودراسة المناخ وطبوغرافية الأرض.

2.شبكة المواصلات: هو الجانب الذي يتم فيه دراسة الطرق الرئيسية والفرعية المؤدية للموقع.

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

4.أنماط المباني المحيطة: طبيعة المباني المحيطة بقطعة الأرض ونوعها، تجارية، صناعية، سكنية، أم خدماتية ...الخ، وكيفية تأثير هذه المباني على قطعة الأرض وتأثيرها على المبنى المراد إنشاؤه، ونوعية مواد البناء المستخدمة في المباني المحيطة وارتفاعاتها إن وجدت.

2-3-2 حركة الشمس والرياح:

**حركة الشمس:

معدل درجات الحرارة في مدينة بيت لحم يصل حتى 18.1 درجة مئوية، ويسود فيها مناخ متوسط ومعتدل، ذو صيف حار جاف وشتاء بارد ممطر.

**الرياح:

- في فصل الشتاء: الرياح الجنوبية الغربية والشمالية الغربية الباردة التي تجلب المطر، والرياح الشرقية وهي رياح جافة لقدومها من المناطق الشرقية الباردة.
- في فصل الصيف: رياح غربية ورياح شمالية غربية، تساعد على تلطيف درجة الحرارة، ورياح شرقية جافة نسبيا، والرياح الخماسينية الجنوبية.

3-3-2 الرطوبة:

مناخ بيت لحم يتأثر بمناخ فلسطين الذي يعرف بأنه جاف وحار صيفاً ومعتدل وماطر شتاءً، ومناخ بيت لحم رغم صغرها يتباين تبعاً للتضاريس والمسطحات المائية المجاورة والبعد عن الصحراء، حيث يبلغ معدل الرطوبة ما بين 70-75%، أما فيما يتعلق بالأمطار فإن معدلات التساقط متفاوتة تبعاً لتضاريس المنطقة الجغرافية والتي تعتبر جزء من بيت لحم حيث إن الأمطار في بيت لحم تتراوح ما بين (200-600 ملم) سنوياً، حيث يبلغ معدل هطول الامطار حوالي 501 ملم سنوياً.

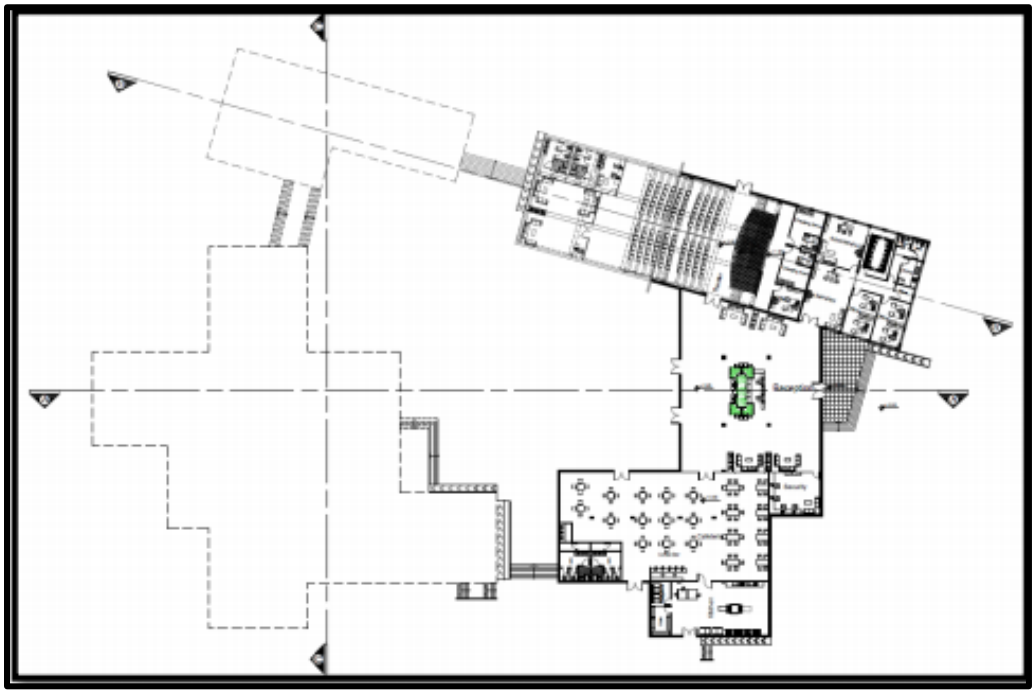
4-2 وصف طوابق المشروع: -

يتكون المشروع من أربعة طوابق، وهو عبارة عن مؤسسة معقدة ذات مرافق متعددة، التوزيع المعماري لهذه المرافق يتسم بالتعقيد وعدم التماثل بين الطوابق، حيث يتواجد به مكتبة عامة، إدارة، كافتيريا، معرض للكتب بالإضافة الى مسرح يتسع ل 140 شخص، كما تحوي الكتلة الأولى على فراغ الاستقبال و الادارة و الكافتيريا، و يتم الخروج من هذه الكتلة الى الفضاء الوسطي الذي يضم هذه الكتل على اختلاف مستوياتها و ارتفاعاتها، ليتم التفرع الى فراغ المكتبة العامة، او المسرح، او المعرض المقترن بمدرج خارجي ، ويتسم أيضا بوجود حديقة للمبنى (منطقة خضراء) في قلب الكتل فاصل الكتل الى ثلاثة كتل مختلفة وهذا أدى إلى صعوبة في التصميم الإنشائي للمشروع، أيضاً أدى اختلاف وتنوع مناسيب قطعة الأرض إلى وجود عدة مناسيب للمبنى وتبع ذلك وجود مناسيب مختلف للعقدات.

2-4-1 الطابق الأرضي: -

(منسوب +4.0 و4.59 و5.41 و6.44 م) بمساحة تقدر بـ 1203 م^2.

يتكون الطابق الأرضي من استقبال، مطابخ، غرف إدارة، سكرتارية، مخزن، غرف مكاتب، غرفة امن، كافتيريا، حمامات، كما هو موضح في الشكل (2-2) .

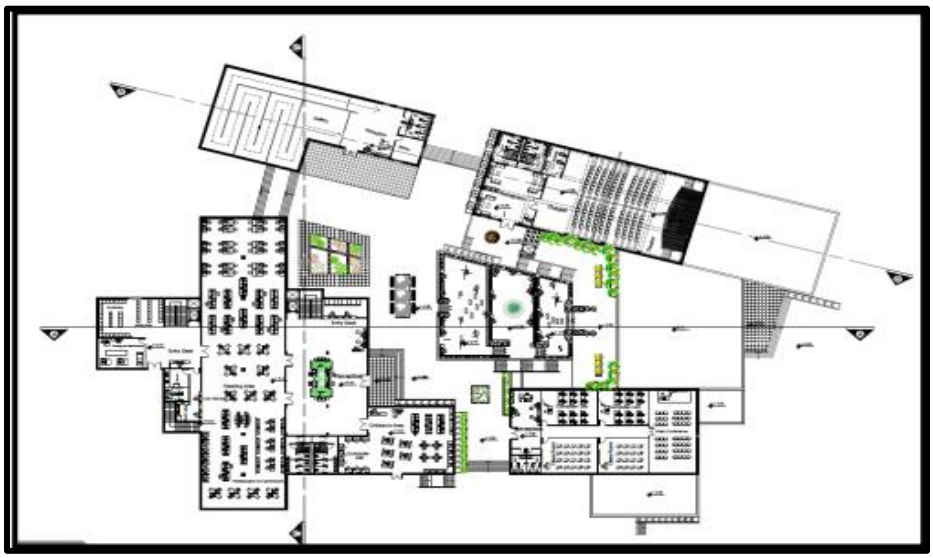


مسقط الطابق الأرضي Figure 2-2

2-4-2 الطابق الأول:-

(منسوب + 8.06 و 8.47 و 8.59 و 9.54 م) بمساحة تقدر ب 2909 م^2.

يتكون الطابق الأول من مسرح، استقبال وغرف تغير ملابس وغرفة كونترول وحمامات تابعة للمسرح، قاعة لمشاهدة الفيديوهات، قاعات محاضرات، قاعات حاسوب، صالة عرض، غرف خاصة للأطفال، قاعة ضخمة للكتب والقراءة، مطبخ، قاعة للطباعة والتصليح، حمامات، استقبال ومرفقاتها، ادراج كما هو موضح في الشكل (2-3).



المسقط الأفقي للطابق الأول Figure 2-3

3-4-2 الطابق الثاني: -

(منسوب + 13.64 م) بمساحة تقدر ب1227 م^2.

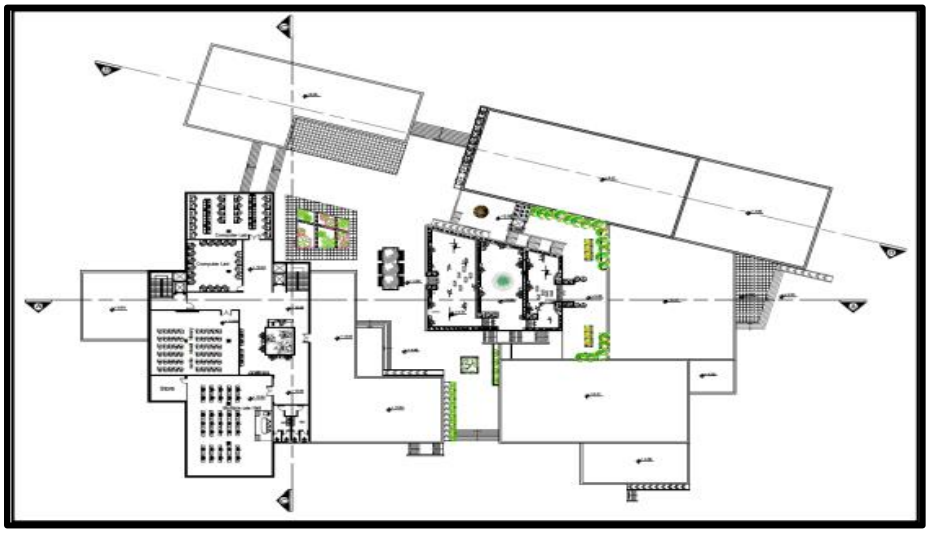
يتكون الطابق الثاني من زوايا للقراءة، قاعات اجتماع، قاعة ضخمة للكتب والقراءة، ادراج كما هو موضح في الشكل (4-2) .

مسقط الطابق الأرضي Figure2-4

2-4-4 الطابق الثالث:-

(منسوب + 13.64 م) بمساحة تقدر ب1017 م2.

يتكون الطابق الثالث من قاعات حاسوب، قاعة لمشاهدة وسماع الفيديوهات، قاعة متعددة الاستخدام، مخزن، حمامات، ادراج، كما هو موضح في الشكل (2-5).



المسقط الأفقي للطابق الثالث Figure2-5

2-5 الواجهات: -

2-5-1 الواجهة الرئيسية (الشرقية):

ويظهر فيها المدخل الرئيسي للمبنى، وجمالية توزيع الكتل المعمارية، كما هو موضح بالشكل (2 -6)

الواجهة الشرقية Figure2-6

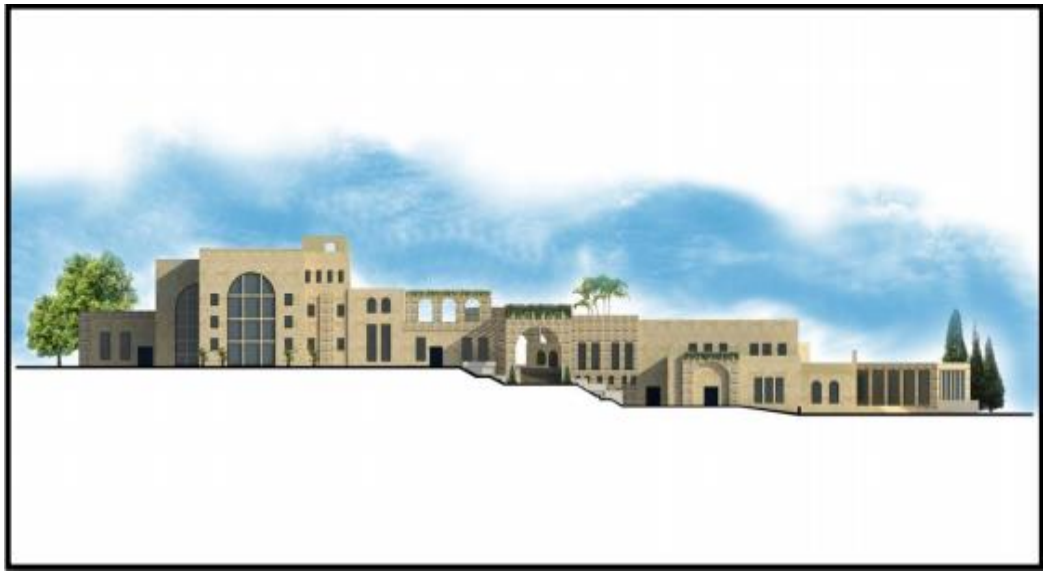
2-5-2 الواجهة الغربية:

الشكل (7 -2) يمثل الواجهة الغربية:

الواجهة الغربية Figure2-7

3-5-2 الواجهة الشمالية:

الشكل (8 -2) يمثل الواجهة الشمالية:



الواجهة الشمالية Figure2-8

4-5-2 الواجهة الجنوبية:

الشكل (9 -2) يمثل الواجهة الجنوبية:

الواجهة الجنوبية Figure2-9

6-2 وصف الحركة والمداخل: -

تم تصميم المنشأة بحيث تتيح حرية وسهولة التنقل بين أجزاء المبنى وطوابقه من خلال الادراج الموزعة على كافة أجزاء المبنى. ويوفر التصميم انتظام في توزيع الفراغات مما يوفر راحة في التنقل. كما هو موضح في الشكل (10 -2).

الموقع العام Figure2-10

2-7 المداخل: -

يحتوي المشروع على:

1. المدخل الرئيسي الشرقي على قاعة الاستقبال.
2. مدخل للمطبخ الجنوبي ومدخل على الكافتيريا.
3. مدخل شمالي على المسرح.
4. المدخل الرئيسي الشمالي الغربي لقاعة العرض للكتلة الشمالية الغربية.
5. مدخل جنوبي على غرفة الأطفال.
6. المدخل الرئيسي على قاعة الاستقبال للكتلة الجنوبية الغربية

2-8 القطاعات: -

2-8-1 القطاع (A-A) :-

يمر في قاعة الاستقبال وقاعة القراءة الضخمة، ويبين ارتفاع الطوابق ومناسيبها وجزء من الواجهة الجنوبية للمبنى. كما هو موضح في الشكل (11 -2):

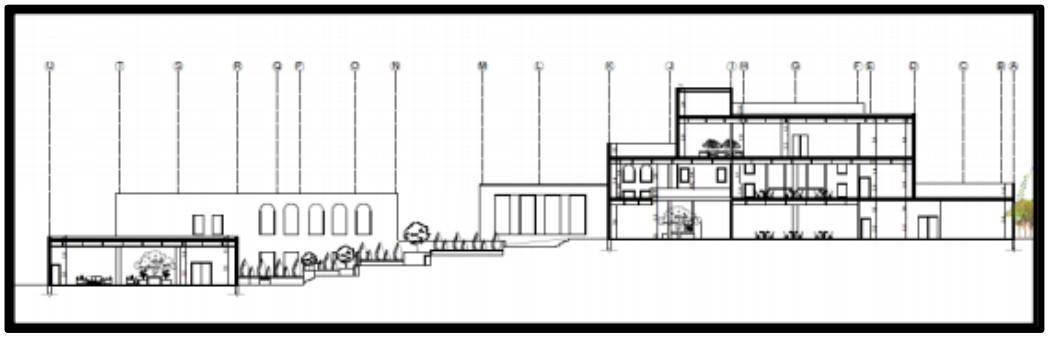


Figure2-11 Section (A-A)

2-8-2 القطاع (B-B): -

يظهر فيه المخزن وكتب السكرتارية والحمام وغرفة تغير الملابس والمسرح وغرفة استقبال المسرح وقاعة العرض، ومناسيبها وارتفاعاتها. كما هو موضح في الشكل (12 -2):

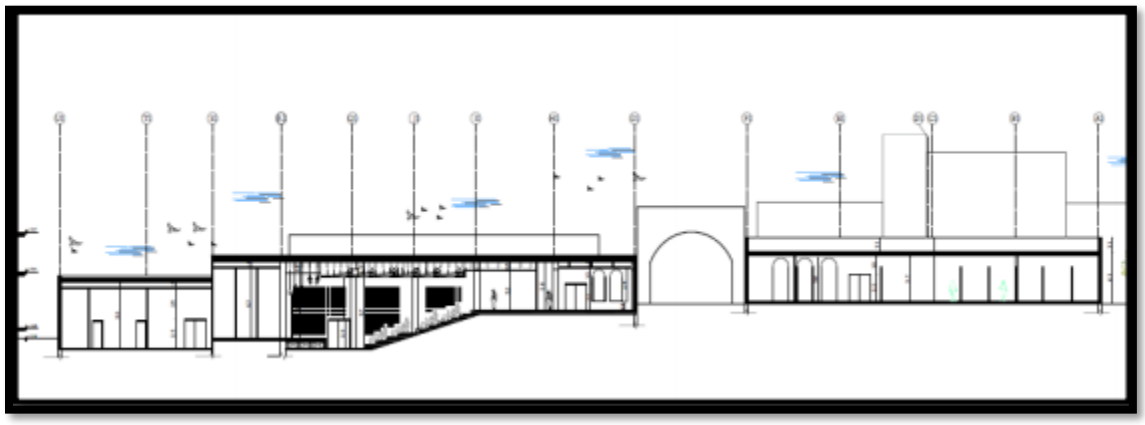


Figure2-12 Section (B-B)

3-8-2 القطاع (C-C): -

يظهر فيه قاعة العرض والدرج وقاعة الاستقبال والحمام وقاعة القراءة، ومناسيبها وارتفاعاتها. كما هو موضح في الشكل (2- 13):

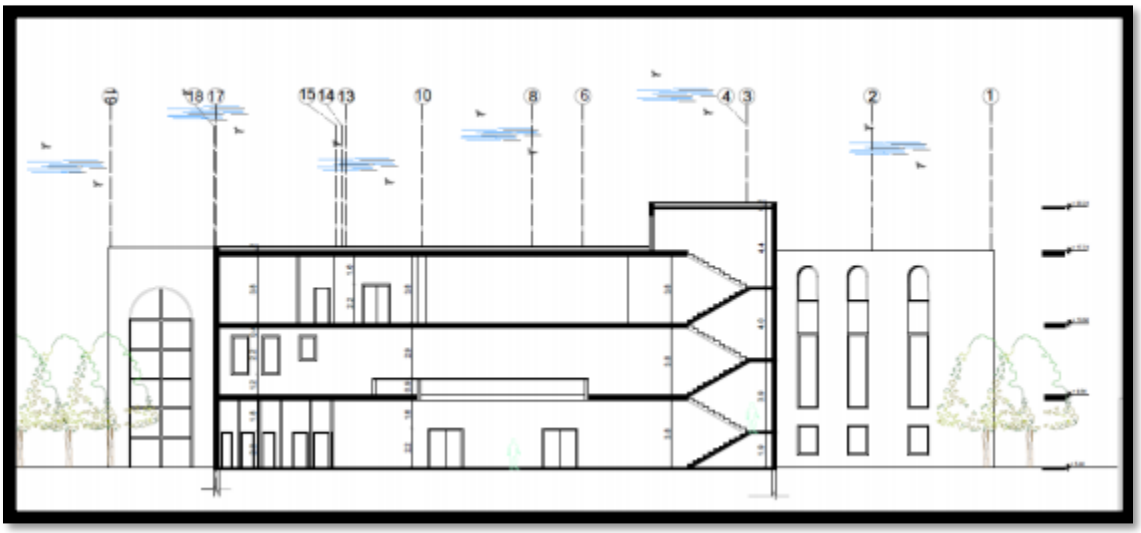


Figure2-13 Section (C-C)

3 الفصل الثالث :الوصف الإنْشَائِي

1-3 مقدمة.

2-3 الهدف من التصميم الإنشائي.

3-3 مراحل التصميم الإنشائي.

4-3 الأحمال.

5-3 الاختبارات العملية.

6-3 العناصر الإنشائية المكونة للمبنى.

7-3 فواصل التمدد.

8-3 برامج الحاسوب.

1-3 مـقدمـة: -

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

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

2-3 الهدف من التصميم الإنشائي: -

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

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

3-3 مراحل التصميم الإنشائي: -

يمكن تقسيم مراحل التصميم الإنشائي إلى مرحلتين رئيسيتين:

المرحلة الأولى: -

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

المرحلة الثانية:

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

4-3 الأحمـال: -

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

3-4-1 الأحمال الميتة: -

هي الأحمال الناتجة عن الوزن الذاتي للعناصر الرئيسة التي يتكون منها المنشأ، بصورة دائمة وثابتة، من حيث المقدار والموقع، بالإضافة لأجزاء إضافية كالقواطع الداخلية باختلافها وأي أعمال ميكانيكية أو إضافات تنفذ بشكل دائم وثابت في المبنى، ويمكن حسابها من خلال تحديد أبعاد العنصر الإنشائي، وكثافات المواد المكونة له، والجدول (3-1) يبين الكثافات النوعية للمواد المستخدمة في المشروع.

الرقم المتسلسل	المادة المستخدمة	الكثافة المستخدمة (KN/m^3)
1	المونة والقصارة	22
2	الرمل	16
3	الخرسانة	25
4	الطوب	10
5	البلاط	23

الكثافة النوعية للمواد المستخدمة Table 3-1

* أحمال القواطع(Partition) = 1.0 KN/m^2

3-4-2 الأحمال الحية: -

وهي الأحمال التي تتغير من حيث المقدار والموقع بصورة مستمرة كالأشخاص، الأثاث، الاجهزة، والمعدات، وتعتمد قيمة هذه الأحمال على طبيعة الاستخدام للمنشأ ويؤخذ عادة مقدارها من جداول خاصة في الكودات المختلفة، والجدول (3-2) يبين الأحمال الحية في المشروع والمحددة بالرجوع إلى الكود الأردني وحسب ما ورد عن مباني التجمعات العامة تم تحديد الأحمال الحية للمشروع كما يلي: -

الرقم المتسلسل	طبيعة الاستخدام	الحمل الحي (KN/m^2)
1	المكتبات	5
2	الأدراج	5
3	المسارح	5
4	صالة عرض الفنون	5

الأحمال الحية للمبنى Table 3-2

3-4-3 الأحمال البيئية: -

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

1-3-4-3 أحمال الرياح: -

قوى الرياح (wind forces):

هي الأفعال الناتجة عن تعرض البناء أو المنشأ لعصفات الرياح، ويمكن أن تكون على شكل ضغط (pressure) أو شد (سحب) (suction). **(كودات البناء الوطني الأردني (ك.ب.أ 2006/2) – كودة الأحمال والقوى - فرع 6/3/1)**

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

ومن خلال الكود الأردني يمكن الحصول على قيم قوى الرياح الأفقية، وهذا يظهر جلياً في المعادلة التالية، وباستخدام الجدول رقم (3-3) الموضح فيما يلي: -

الجدول (٤-٣): معامل التضاريس والمبنى (S_b)		
الارتفاع الفعّال (H_e) بالمتر	الموقع في الريف	الموقع في المدينة (≤ 2 كم من تخوم المدينة التي تهب منها الرياح، وبخلاف ذلك فيكون الموقع كما في الريف)
≥ 2	1.26	1.07
5	1.45	1.36
10	1.62	1.58
15	1.71	1.71
20	1.77	1.77
30	1.85	1.85
50	1.95	1.95
100	2.07	2.07

Table 3-3 معامل التضاريس والمبنى من الكود الأردني

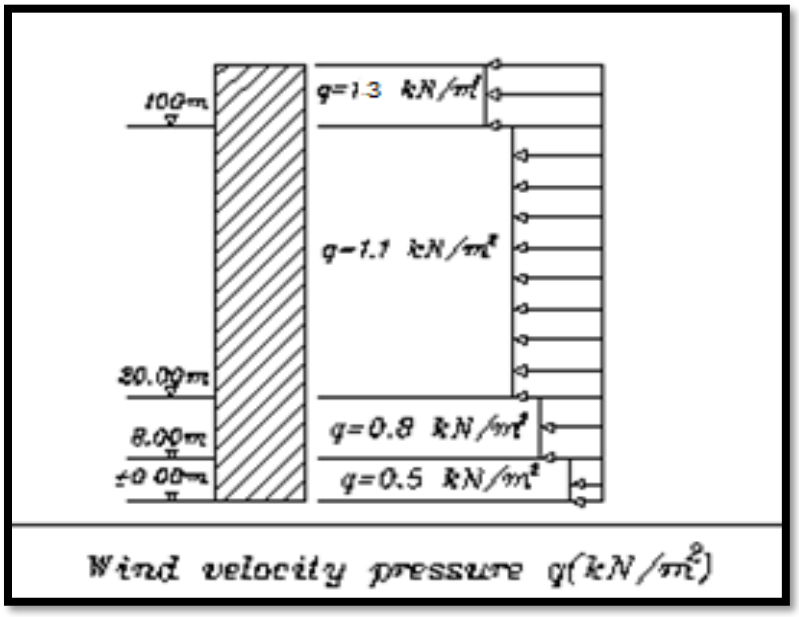
(Equation 4-1 2006/2 ك.ب.أ) $q = 0.613 * Ve^2$

قيمة سرعة الرياح الفعالة (Ve) تساوي 33.33 م/ث وذلك للارتفاع 10م، للارتفاعات الأخرى يجب أولا القسمة على المعامل Sb الملازم للارتفاع 10م والضرب بالمعامل Sb الملازم للارتفاعات الأخرى. **(ك.ب.أ 2006/2 -فرع 2/2/4)** حيث:

q: الضغط الديناميكي للرياح على ارتفاع محدد من منسوب سطح الأرض (wind velocity pressure) (N/m^2).

V: السرعة التصميمية للرياح (m/sec).

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



تأثير الرياح على المباني من حيث الارتفاع Figure 3-1

2-3-4-3 أحـمـال الـثـلـوج: -

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

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

علو المنشأ عن سطح البحر (H) (بالمتر)	أحمال الثلوج (KN /M²)
h < 250	0
500 > h > 250	(h-250) /1000
1500 > h > 500	(h-400) / 400
2500 > h > 1500	(h – 812.5)/ 250

احمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر Table3-4

اسـتناداً إلى جدول أحمال الثلوج السـابق وبعد تحديد ارتفاع المبنى عن سـطح البحر، والذي يسـاوي ارتفاع قطعة الارض عن سطح البحر (762) بالإضافة الى ارتفاع المبنى (20م)، وتبعاً للبند الثالث تم حساب أحمال الثلوج كالآتي:

$$s_L = \frac{h-400}{400}$$
$$s_L = \frac{782-400}{400}$$
$$s_L = 0.95(KN/m^2)$$

3-3-4-3 أحـمـال الـزلازل: -

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

وسـيتم مقاومتها في هذا المشـروع عن طريق جدران القص الموزعة في المبنى بناءً على الحسـابات الإنشـائية لها. الذي ستستخدم من أجله، لتجنب الآثار الناتجة عن الزلازل مثل:

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

5-3 الاختبارات العملية: -

يسبق الدراسة الإنشائية لأي مبنى، عمل الدراسات الجيوتقنية للموقع، ويعنى بها جميع الأعمال التي لها علاقة باستكشاف الموقع ودراسـة التربة والصـخور والمياه الجوفية، وتحليل المعلومات وترجمتها للتنبؤ بطريقة تصـرف التربة عند البناء عليها، وأكثر ما يهتم به المهندس الإنشـائي هو الحصـول على قوة تحمل التربة (Bearing Capacity) اللازمة لتصـميم أسـاسـات المبنى وسوف يتم اعتبارها ($400\ KN/m^2$) .

6-3 العناصر الإنشائية المكونة للمبنى: -

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

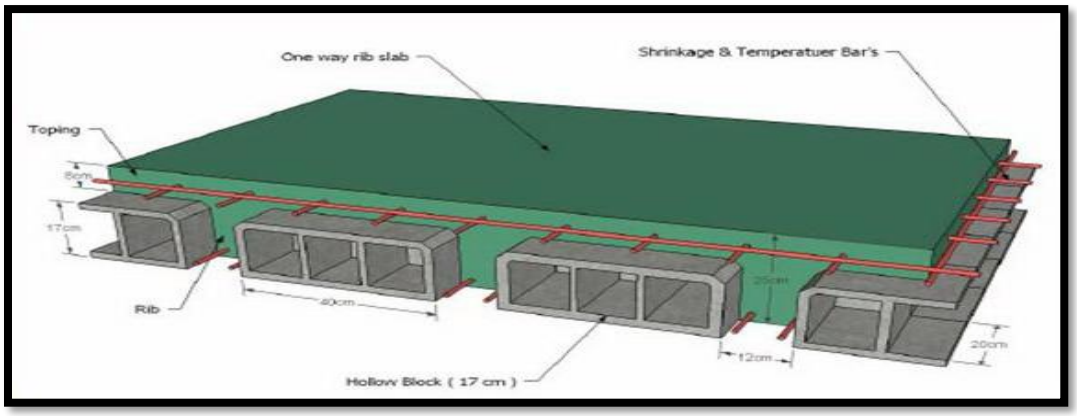
1-6-3 العقدات:-

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

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).

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

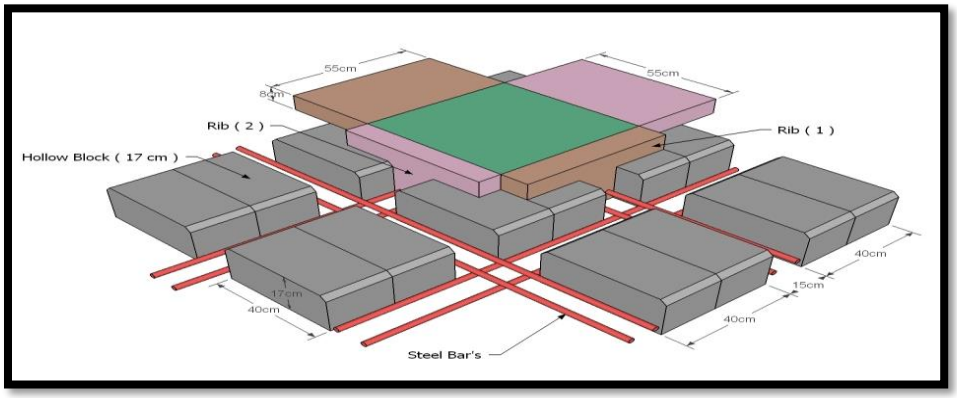
إحدى أشهر الطرق المستخدمة في تصميم العقدات في هذه البلاد وتتكون من صف من الطوب يليها العصب، ويكون التسليح باتجاه واحد كما هو مبين في الشكل (3-2):



عقدة العصب ذات الاتجاه الواحد Figure3-2

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

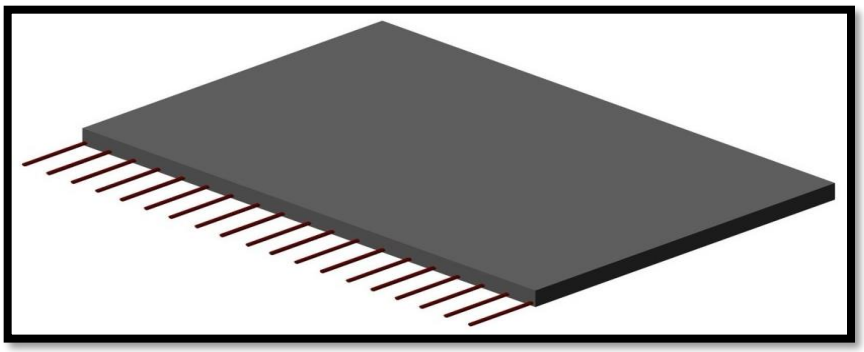
تشبه السابقة من حيث المكونات ولكنها تختلف من حيث كون التسليح باتجاهين ويتم توزيع الحمل في جميع الاتجاهات، ويراعى عند حساب وزنها طوبتين وعصب في الاتجاهين، كما يظهر في الشكل (3-3):



العقدة ذات العصب باتجاهين Figure3-3

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

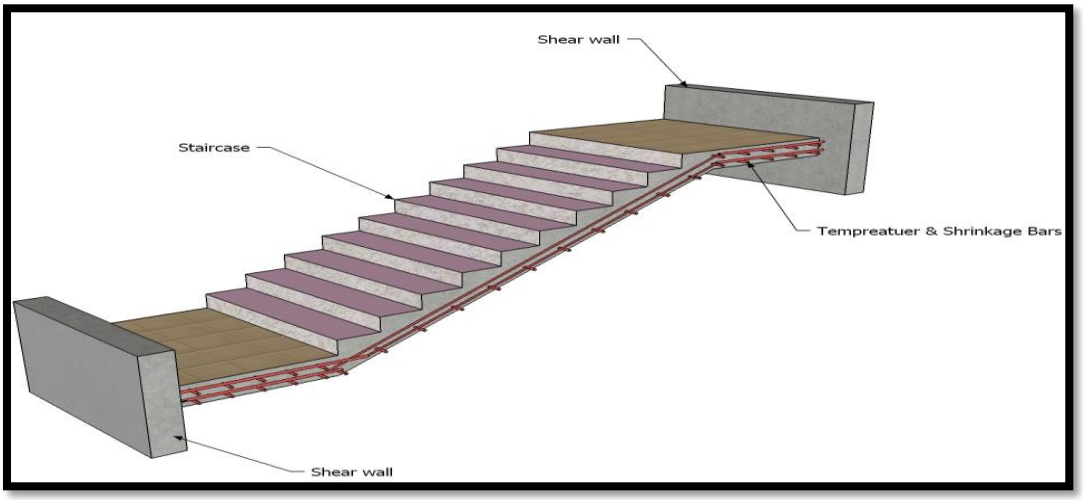
تستخدم في المناطق التي تتعرض كثيرا للأحمال الحية، كما في الشكل (3-4).



العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد Figure3-4

3-6-2 الأدراج:

الأدراج عنصر معماري يوجد في المباني للانتقال بين مستويين في نفس الطابق أو بين عدد من طوابق المبنى، الشكل (3-5).



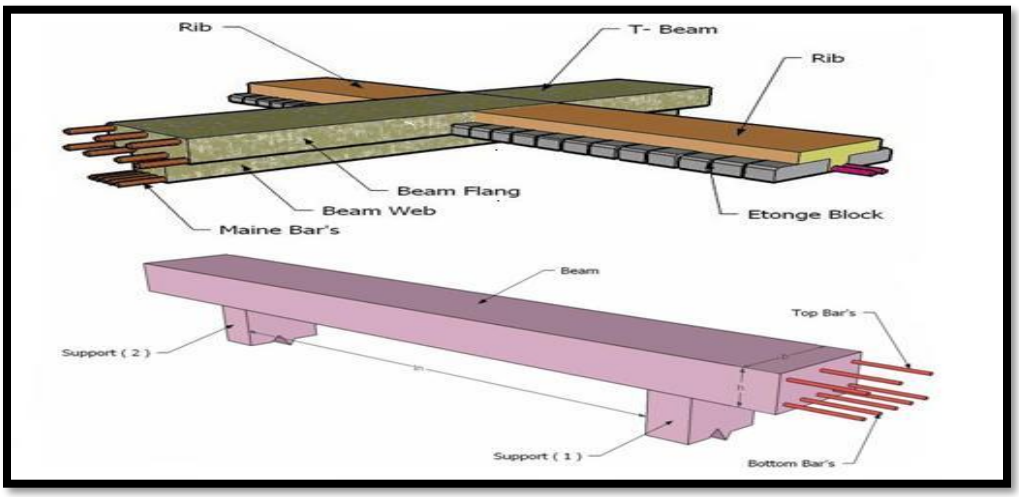
الدرج Figure3-5

3-6-3 الجسور: -

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

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

ويكون التسليح بقضبان الحديد الأفقية لمقاومة العزم الواقع على الجسر، وبالكانات لمقاومة قوى القص والشكل (3-6) يبين أنواع الجسور التي استخدمت في المشروع.



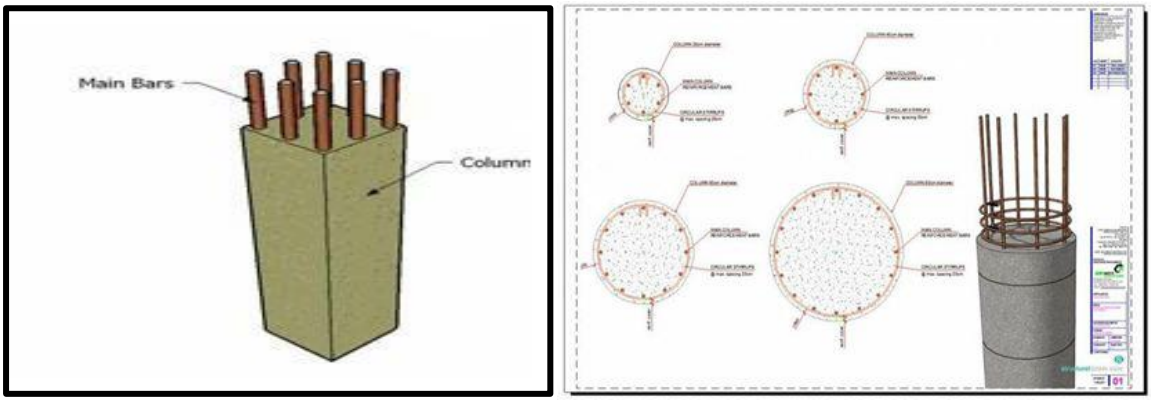
أنواع الجسور Figure3-6

4-6-3 الأعمدة: -

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

1- الأعمدة القصيرة (short column).
2- الأعمدة الطويلة (long column).

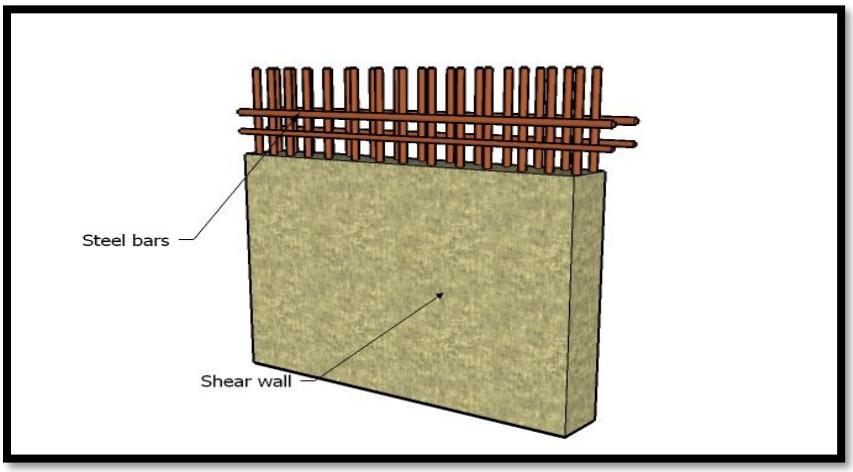
أما من حيث الشكل المعماري أو المقطع الهندسي فالمشروع يحتوي على أعمدة مستطيلة ودائرية كما في الشكل (3-7).



أنواع الأعمدة Figure3-7

5-6-3 جدران القص: -

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



جدار قص Figure3-8

6-6-3 الأساسات: -

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

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

1- أساسات منفصلة (Isolated footing).
2- أساسات مزدوجة (Combined footing).
3- أساسات شريطية (Strip footing).
4- أساسات اللبشة (Mat foundation).

- الأساسات العميقة: يتم استخدامها عندما تكون قوة التحمل للتربة صغيرة ($2.5\ ton/m^2$) ، أو عند عدم تواجد طبقات تربة جيدة على أعماق قريبة ، وهي :

1- الخوازيق: تكون حسب أنواع المواد حديدية أو خشبية أو مركبة أو خرسانية.
2- القيسونات.

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

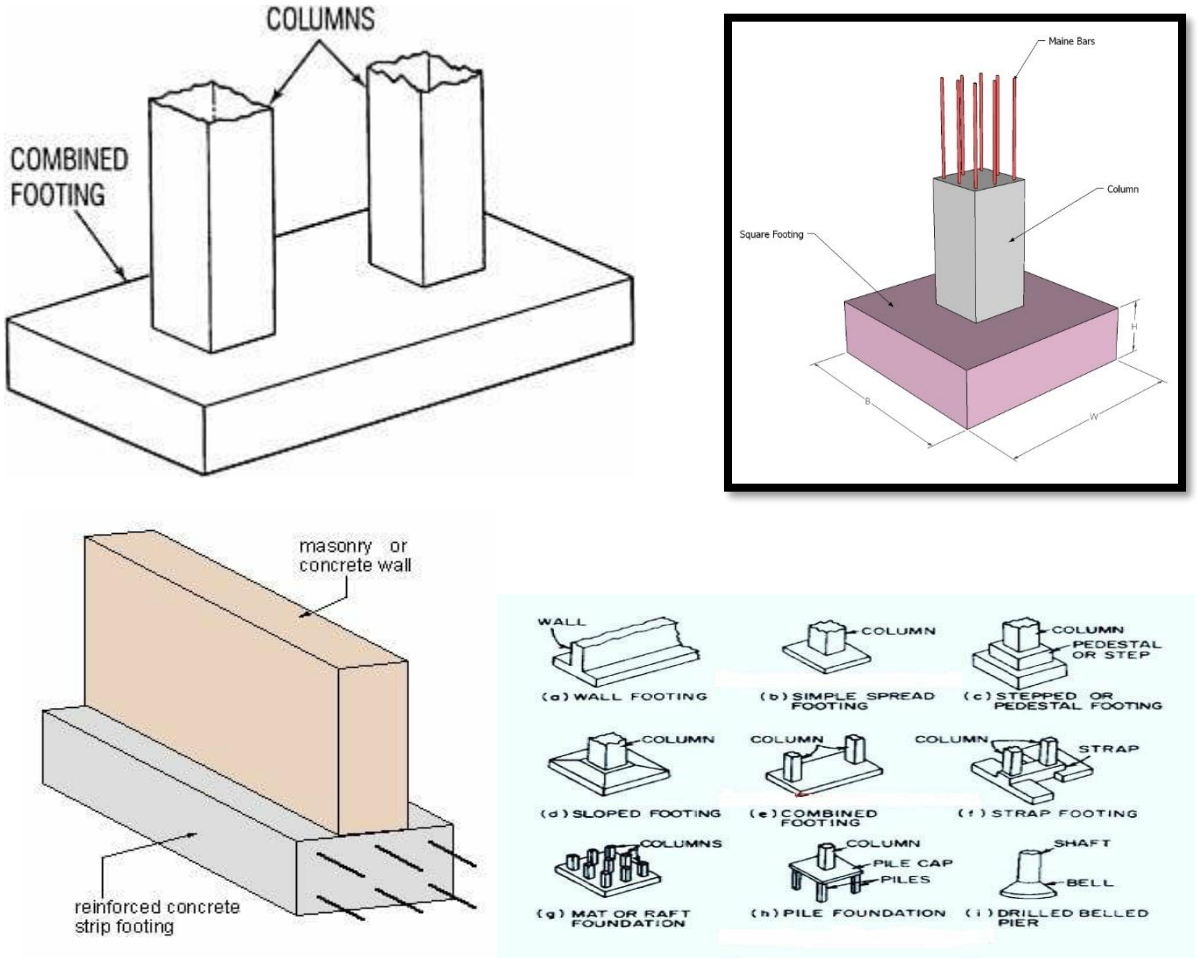


Figure 3-9 أنواع الاساسات

7-3 فواصل التمدد (Expansions Joints): -

يمكن تحديد المسافة القصوى لفواصل التمدد بسماكة (2-3 سم) للمنشآت العادية كما يلي:

- من 40 إل 45 م في المناطق المعتدلة كما هو الحال في فلسطين.
- من 30 إل 35 م في المناطق الحارة.
- ويمكن زيادة هذه المسافات بشرط الأخذ بعين الاعتبار تأثير عوامل الانكماش والتمدد والزحف.
- وفي حالة أعمال الخرسانة الكتلية كالحوائط الاستنادية والأسوار يجب تقليل المسافات بين الفواصل واخذ الاحتياطات اللازمة لمنع تسرب المياه من خلال فواصل التمدد.

8-3 برامج الحاسوب التي سوف يتم استخدامها: -

1. AutoCAD (2016) for Drawings Structural and Architectural.
2. Microsoft Office (2010) For Text Edition.
3. Atir 12.
4. ETABs 2017.
5. SAFE 2016.
6. SP column.
7. Foundation.

4 الفصل الرابع: التصميم الانشائي

4-1 Introduction.

4-2 Design Method and Requirements.

4-3 Check of Minimum Thickness of Structural Member.

4-4 Design of Topping.

4-5 Design of One Way Rib Slab.

4-6 Design of Beam.

4-7 Design of Column.

4-8 Design of Stair.

4-9 Design of Isolated Footing.

4-10 Design of Shear Wall.

4-1 Introduction

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

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

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

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

Structural concrete can be classified into:-

- Light-weight concrete with unit weight from about 1350 to 1850 kg/m3.
- Normal-weight concrete with unit weight from about 1800 to 2400 kg/m3.
- Heavy-weight concrete with unit weight from about 3200 to 5600 kg/m3.

4-2 Design Method and Requirements

The design strength provided by a member is calculated in accordance with the requirements and assumptions of **ACI_code (318_08)**.

Strength design method:-

In ultimate strength design method, the service loads are increased by factors to obtain the load at which failure is considered to be occurring.
This load called factored load or factored service load. The structure or structural element is then proportioned such that the strength is reached when factored load is acting. The computation of this strength takes into account the nonlinear stress-strain behavior of concrete.
The strength design method is expressed by the following,
Strength provided ≥ strength required to carry factored loads.

NOTE:

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

- Code: -

  ACI 2008
  ASCE7-16

- Material: -

Concrete: -B300
$fcu = 30\ MPa$
Then: ($fc' = 30 * 0.8 = 24MPa$).

Reinforcement steel: -

The specified yield strength of the reinforcement {fy = 420 N/mm² (MPa)}.

Factored loads: -

The factored loads for members in our project are determined by:-
$W_u = 1.2\ D_L + 1.6\ L_L$ **ACI-code-318-08(9.2.1)**

4.3 Check of Minimum Thickness of Structural Member

Table 4-1 :- Minimum Thickness of Nonprestressed Beam or One-Way Slabs Unless Deflections are Calculated. **(ACI 318M-11)**.

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

Table 4-1 Check of minimum thickness of structural member

as calculated in page 34.

4.4 Design of Topping

Statically System For Topping :-

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

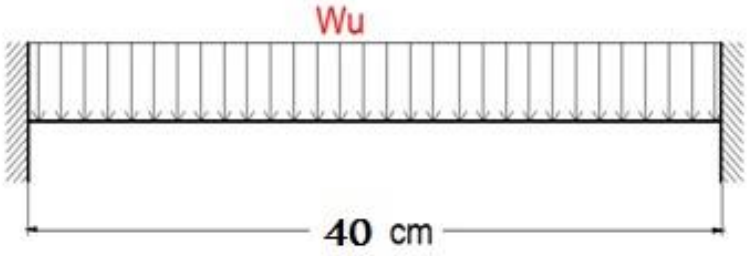


Figure 4-1 Topping load

Load Calculations:-

No.	Parts of Rib	Calculation	
1	Tiles	0.03*23*1 = 0.69 KN/m	
2	Mortar	0.02*22*1 = 0.44 KN/m	
3	Coarse Sand	0.07*16*1 = 1.12 KN/m	
4	Topping	0.08*25*1 = 2 KN/m	
5	Partitions	1*1=1 KN/m	
		Sum =	5.25 KN/m

Table 4-2 Dead load calculation of topping

Live Load :-

L_L =5 KN/m^2

L_L =5 KN/m^2×1m=5 KN/m

Factored Load :-

W_U = 1.2 ×5.25 + 1.6×5 =14.3 KN/m

- Check the shear strength for plain concrete, ø$V_n \geq V_u$, where ø = 0.55

$$V_u = \frac{W_u L}{2} = 2.86 \text{ KN}$$

$V_n = 0.11 \lambda \sqrt{f'_c}\, b_w h$ **(ACI 22.5.4, equation 22-9)**

øV_n = 0.55×0.11×1×$\sqrt{24}$ ×1000*80×10^{-3} = 23.71 KN >> Vu

No increasing of thickness is required by analysis

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

$M_u = \frac{W_u L^2}{12} = 0.19$ KN. m (positive moment)

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

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

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

$\phi M_n >> M_u = 0.19$ KN. m

No reinforcement is required by analysis.

According to ACI 10.5.4, provide $A_{s,min}$ for slabs as shrinkage and temperature reinforcement.

$\rho_{shrinkage} = 0.0018$ **ACI 7.12.2.1**

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

Step (s) is the smallest of:

1. 3h = 3×80 =240 mm ***control*** **ACI 10.5.4**
2. 450 mm.
3. $S = 380\left(\frac{280}{f_s}\right) - 2.5C_c = 380\left(\frac{280}{\frac{2}{3}*420}\right) - 2.5 * 20 = 330$mm **ACI 10.6.4**
4. $\frac{300*280}{\frac{2}{3}*Fy} = 300\ mm$ **ACI 10.6.4**

Take ø 8 / 200 mm in both direction , S = 200 mm < S_{max} = 240 mm … OK

4.5 Design of One Way Rib Slab(FF-R6)

*Calculating thickness (h):
h = L/18.5 = 6.3/18.5 = 0.34 m
→ take h = 35 cm (27 cm block + 8 cm topping "Tf")

Requirements For Ribbed Slab Floor According to *ACI- (318-08)* .
bw ≥ 10 cm……**ACI(8.13.2)**

Select bw = 12 cm → OK

h ≤ 3.5*bw ……..…**ACI(8.13.2)**

Select h = 35cm < 3.5*12 = 42 cm → OK

Tf ≥ Ln/12 & Tf ≥ 50mm ……..**ACI(8.13.6.1)**

Select Tf = 8 cm > (40/12 = 3.3) & Tf > 5 → OK

Material:

⇒ concrete B300 Fc' = 24 N/mm^2
⇒ Reinforcement Steel fy = 420 N/mm^2

Section: -

⇒ bE = 520 mm
⇒ bw= 120 mm
⇒ h= 350 mm
⇒ T_f = 80 mm
⇒ d = h – c – øs - ø/2 = 350 - 20 – 8 - 14/2 = 315 mm

cover = 20 mm
ø = 14 mm
$ø_S$ = 8 mm

Statically System and Dimensions:-

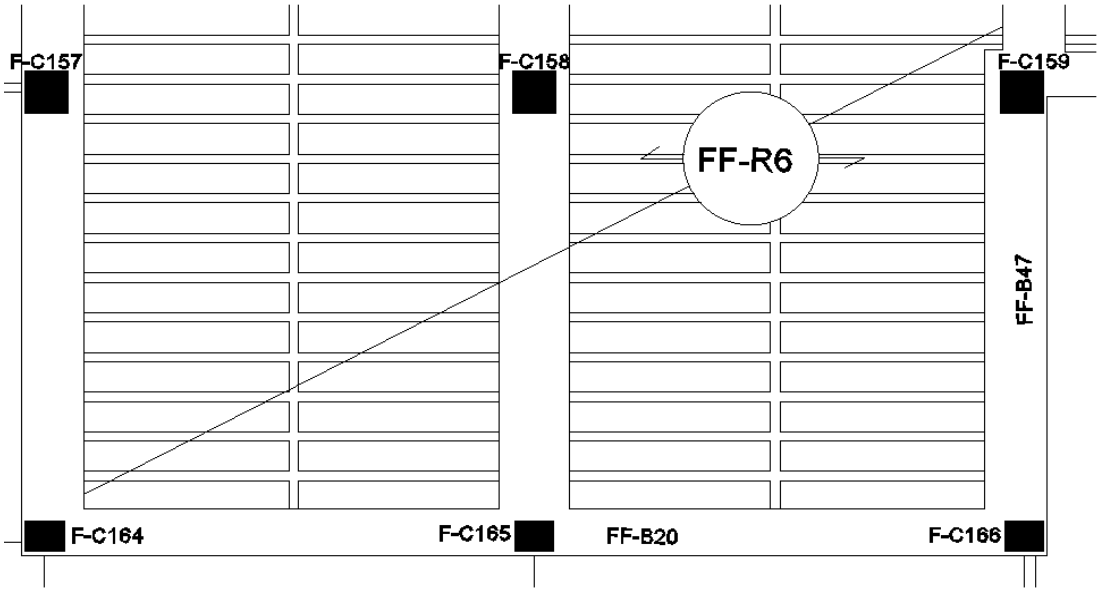
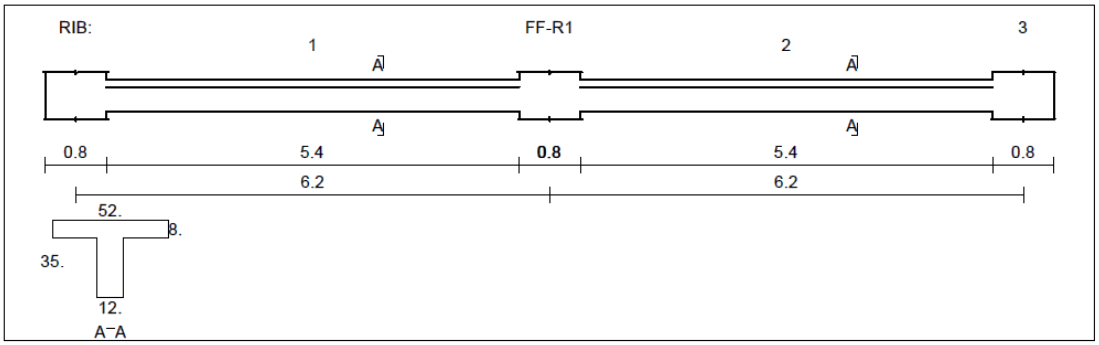
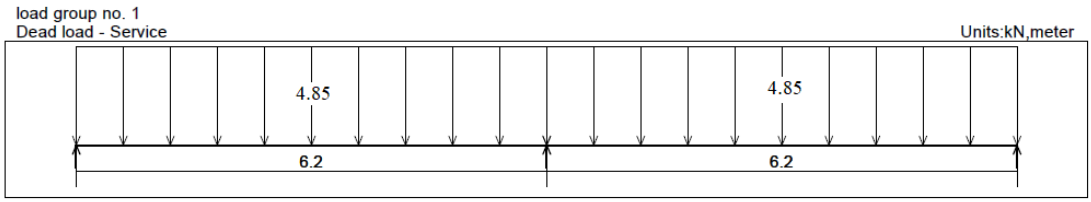


Figure 4-2 One way rib slab (FF-R6)





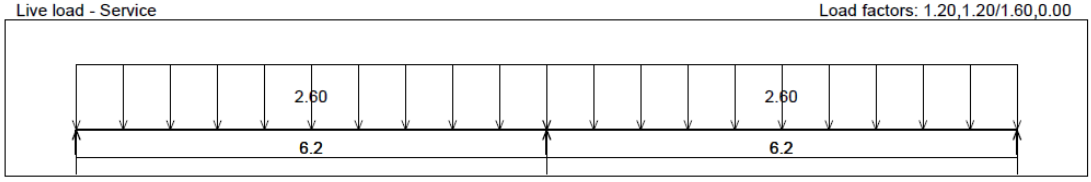


Figure 4-3 Statical System and loads distribution of rib(FF-R6)

✓ **Load Calculation:-**

Dead Load:-

No.	Parts of Rib	Calculation
1	**Tiles**	0.03*23*0.52 = 0.359 KN/m/rib
2	**Mortar**	0.02*22*0.52 = 0.229 KN/m/rib
3	**Coarse Sand**	0.07*16*0.52 = 0.582 KN/m/rib
4	**Topping**	0.08*25*0.52 = 1.04 KN/m/rib
5	**RC. Rib**	0.27*25*0.12 = 0.81 KN/m/rib
6	**Hollow Block**	0.27*10*0.4 = 1.08 KN/m/rib
7	**plaster**	0.02*22*.52= 0.229 KN/m/rib
8	**partitions**	1*0.52= 0.52 KN/m/rib
		Sum 4.85 = KN/m/rib

Table 4-3 Dead Load Calculation of Rib(FF-R6)

Dead Load /rib = 4.85 KN/m

Live Load: -

Live load = 5 KN/M^2

Live load /rib = 5 KN/m^2 × 0.52m = 2.6 KN/m.

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

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

b_E = L / 4 = 620/ 4 =155 cm

b_E = bw + 16 t = 12 + 16* (8) = 140 cm

$\boldsymbol{b_E}$ = $b_e \leq$ center to center spacing between adjacent ribs = 52 cm. ***Control***

b_E For T-section = 52cm.

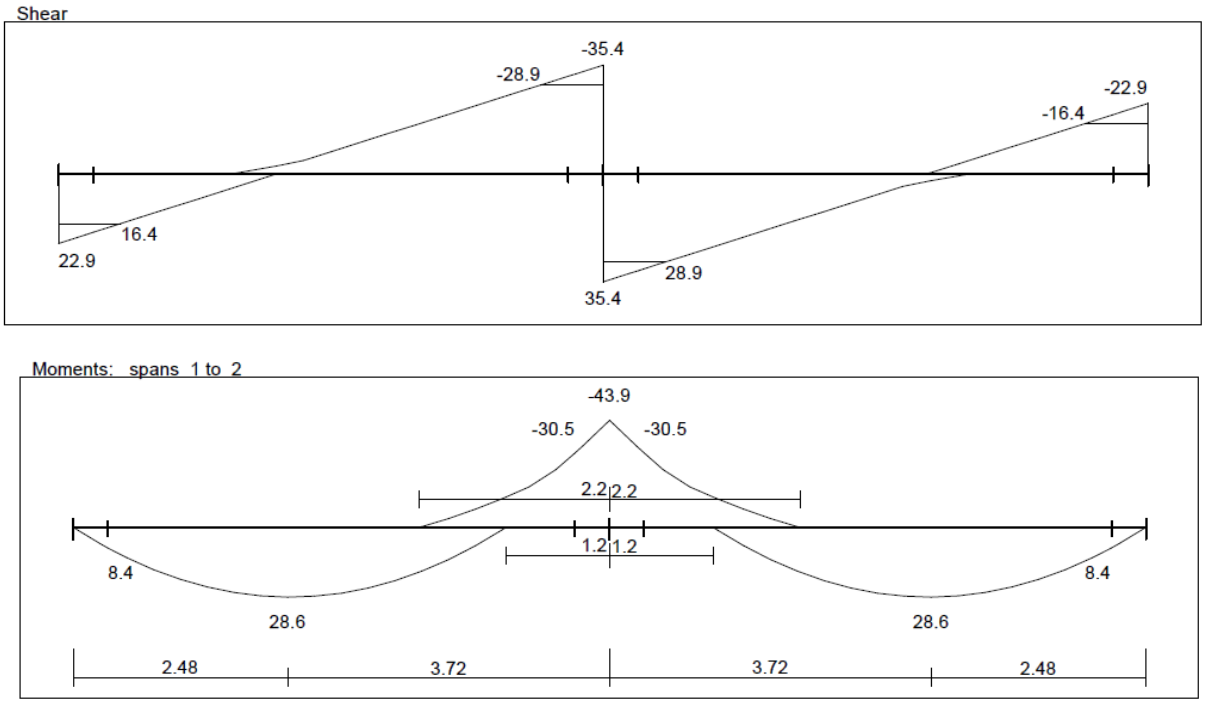


Figure 4-4 Shear and Moment Envelope Diagram of Rib (FF-R6)

Moment Design for (FF-R6):-

Design of Positive Moment for (Mu = 28.6 KN.m)

Assume bar diameter ø 14 for main positive reinforcement

d = h – c – Øs - Ø/2 = **315.0 mm**

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

Mn req = $\frac{Mu}{0.9}$ = **31.8 KN.m**

Mn(F) = 0.85*Fc'*bE*Tf*(d-Tf/2)* 10^{-6}= **233.4 KN.m**

a < Tf → design as a rectangular section, b = Be

m = $\frac{Fy}{0.85*Fc'}$ = **20.59**

Kn = $\frac{Mn\ req*10\hat{}6}{bd^2}$ = **0.62** Mpa

$$\rho = \frac{1}{m} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*Kn*m}{Fy}}\right) = \mathbf{0.0015}$$

As req = ρ*bE*d = **243.9** mm²

check As min: **ACI-318 (10.5.1)**

$$\frac{0.25*\sqrt{Fc'}}{fy} * bw * d = \mathbf{110.2}\ mm^2$$

$$\frac{1.4}{fy} * bw * d = \mathbf{126.0}\ mm^2$$

→As = **243.9** mm²

Select 2Ø14 with As = **307.7** mm²

check spacing:

S = (bw- #bars*Ø-2*(c+Øs))/(#bars-1) = **36.0** mm

Smin = larger{Ø,25 mm} = **25** mm

Smax = smaller$\{\frac{380*280}{\frac{2}{3}*Fy} - 2.5 * C \ , \frac{300*280}{\frac{2}{3}*Fy}\}$ = **300.0** mm

spacing is OK

check strain:

$$a = \frac{Fy*As}{0.85*Fc'*bE} = \mathbf{12.18}\ mm$$

β1 = {0.85, Fc'≤28 or $0.85 - 0.05 * \frac{Fc'-28}{7}$, Fc'>28 } = **0.850**

x = a/β1 = **14.33 mm**

εs = 0.003 * (d/x - 1) = **0.0629**

εs > 0.005 → OK

Design of Negative Moment for (Mu = -30.5 KN.m)

Assume bar diameter ø14 for main negative reinforcement

d = h – c – Øs - Ø/2 = 315.0 mm

design as a rectangular section, b = bw

Mn req = $\frac{Mu}{0.9}$ = **33.9** KN.m

m = $\frac{Fy}{0.85*Fc'}$ = **20.59**

Kn = $\frac{Mn\ req*10^6}{bd^2}$ = **2.85** Mpa

$\rho = \frac{1}{m} * (1 - \sqrt{1 - \frac{2*Kn*m}{Fy}})$ = **0.0073**

As req = ρ*bw*d = **277.1** mm²

check As min: **ACI-318**(10.5.1)

$\frac{0.25*\sqrt{Fc'}}{fy} * bw * d$ = **110.2** mm²

$\frac{1.4}{fy} * bw * d$ = **126.0** mm²

→As = **277.1** mm²

Select **2Ø14**

with As = **307.7** mm²

check spacing:

S = (bw- #bars*Ø-2*(c+Øs))/(#bars-1) = **36.0** mm

Smin = larger{Ø,25 mm} = **25** mm

Smax = smaller{$\frac{380*280}{\frac{2}{3}*Fy} - 2.5 * C$, $\frac{300*280}{\frac{2}{3}*Fy}$ } = **300.0** mm

spacing is OK

check strain:

$a = \frac{Fy * As}{0.85 * Fc' * bw} = 52.8 \quad mm$

$\beta 1 = \{0.85, Fc' \leq 28 \quad or \quad 0.85 - 0.05 * \frac{Fc' - 28}{7}, Fc'>28\} = 0.85$

$x = a/\beta 1 = 62.11$ mm

$\varepsilon s = 0.003 * (d/x-1) =$ **0.01222**

$\varepsilon s > 0.005 \rightarrow$ OK

Shear Design for (FF-R6):-

V_u1 at distance d from end support = 16.4 KN

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

$\emptyset Vc = 0.75*1.1*\frac{1}{6}*\sqrt{Fc'}*bw*d*10^{-3}$ = **25.46 KN**

ØVc > Vu does not require shear reinforcement, take **Ø8/50** montage

V_u2 at distance d from middle support= 28.9 KN

$\emptyset Vc = 0.75*1.1*\frac{1}{6}*\sqrt{Fc'}*b*d*10^{-3}$ = **25.46 KN**

ØVc < Vu → shear reinforcement required

$Vs\ min = \frac{1}{16}*\sqrt{Fc'}*bw*d*10^{-3}$= 11.57

$Vs\ min = \frac{1}{3}*bw*d*10^{-3}$= 12.60 **control**

→ Vs min = **12.60 KN**

→ ØVc < Vu < ØVc + ØVs min (shear Case #3)

Øs = 8 mm, #legs = 2 legs

Av = A(1 leg)* #legs = $\pi*Øs^2/4*$#legs = **100.5 mm²**

$S = Av*Fy*d/(Vs*10^3)$ = **1055** mm

Check Smax:

d/2 = 157.50 mm **control**

600 mm

Select Ø8/15 at distance 1m from the face of support

4.6 Design of Beam (GF-B22)

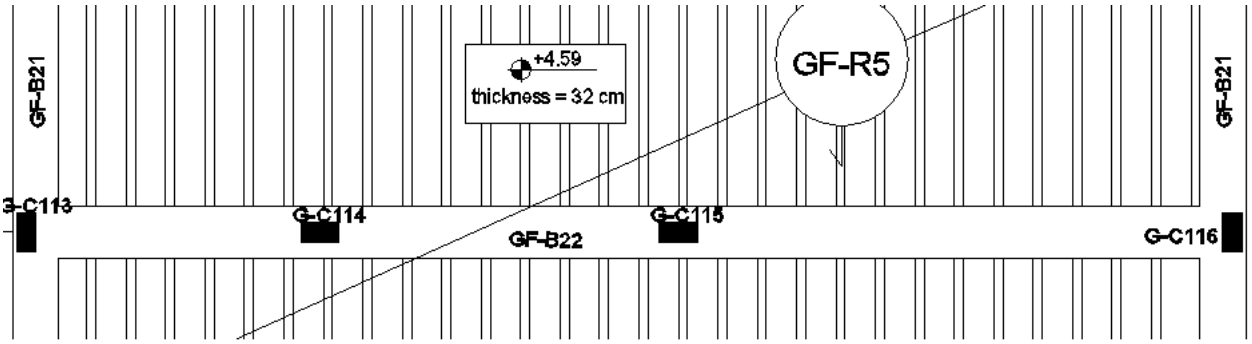


Figure 4-5 beam GF-B22

Material :-

⇒ concrete B300 Fc' = 24 N/mm^2

⇒ Reinforcement Steel fy = 420 N/mm^2

Section :-

The Beam is Rectangular

⇒ B = 60cm

⇒ h = 52 cm

⇒ assume Ø = 20 mm, Øs = 8 mm, cover = 40 mm

⇒ d = 520 – 40 – 8 - 20/2= 462 mm

Load Calculations:-

1)Dead Load:-

D.L= from ribbed slab + Own weight of beam

= 22.36/0.52 + 0.6*0.52*25 =

= 43 + 7.8

= 50.8 KN/m

2)Live Load:-

L.L = 3.79/0.52 = 7.3 KN/m

Statically System and Dimensions:-

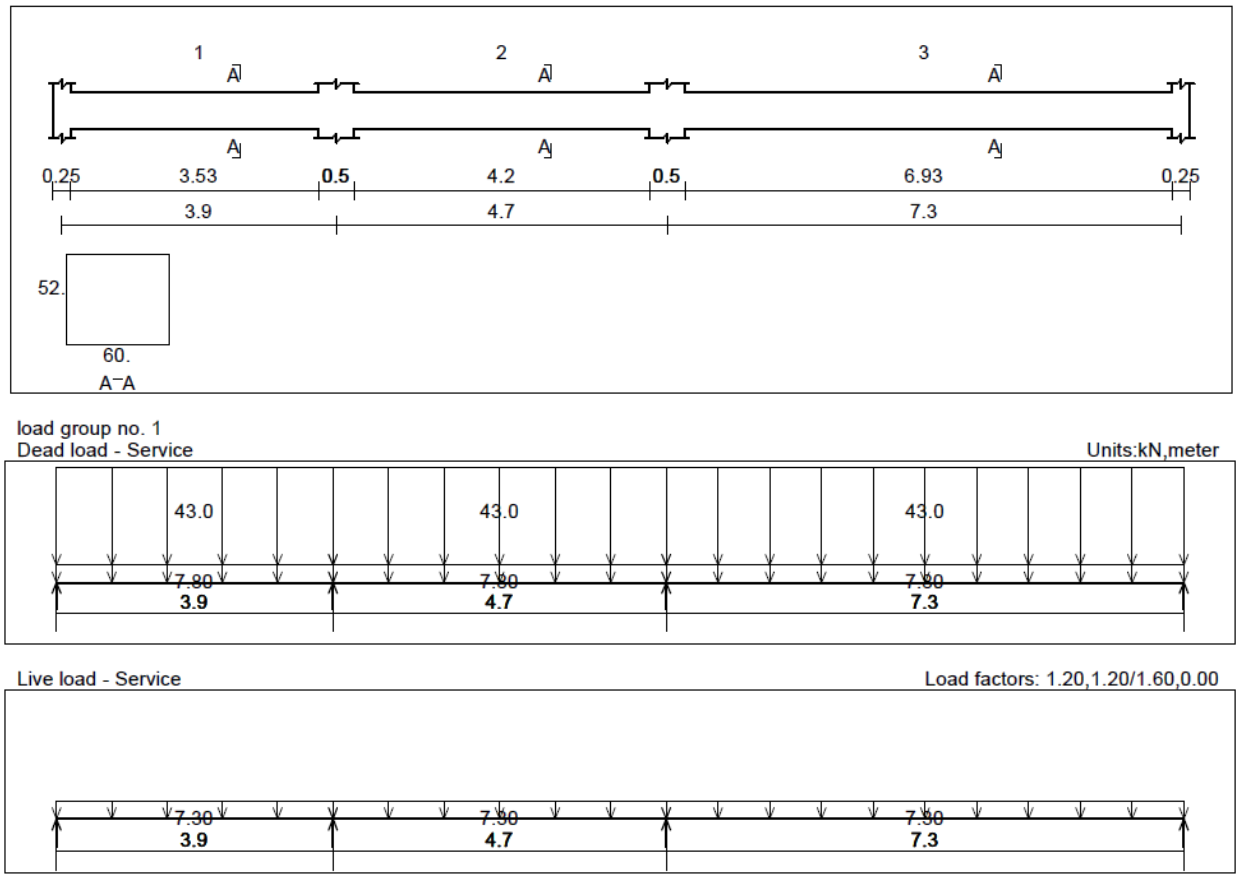


Figure 4-6 Statical system and loads distribution of beam (GF-B22)

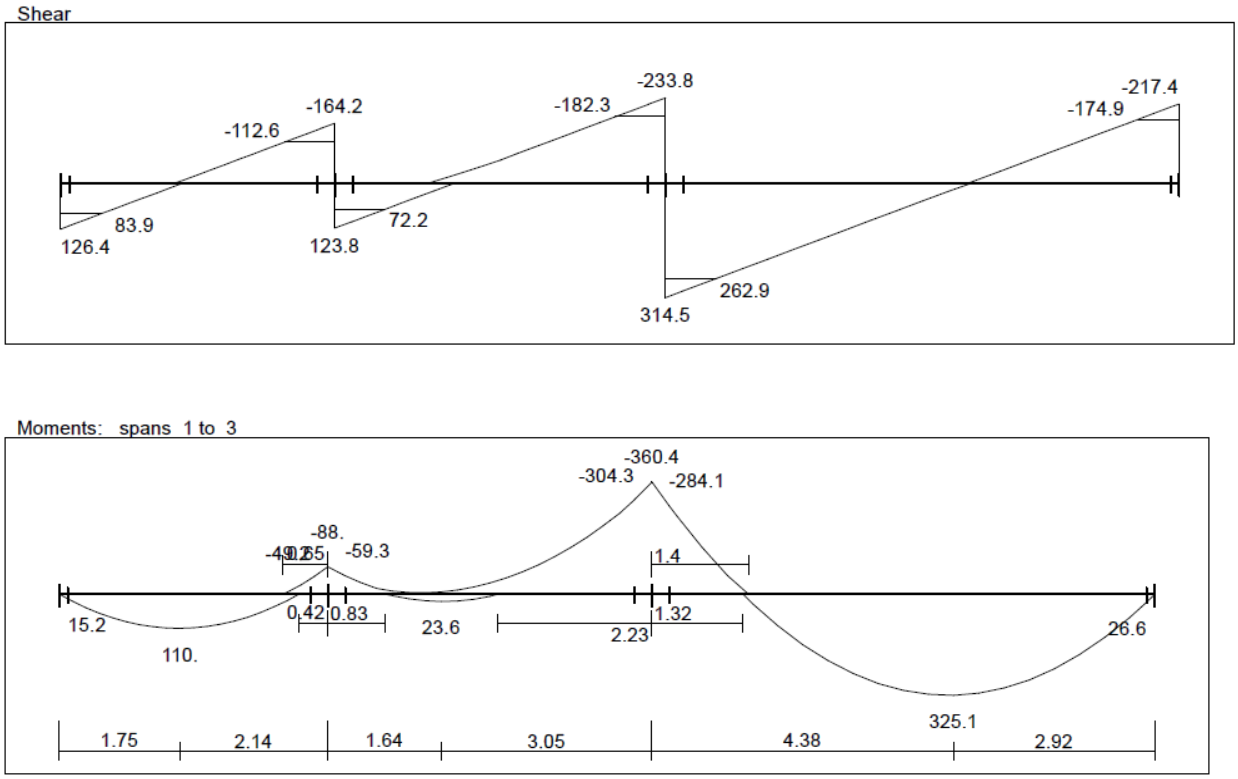


Figure 4-7 shear and moment envelope diagram of beam (GF-B22)

Moment Design for (GF-B22):-

1. **Flexural Design of Positive Moment for(GF-B22) for span 1:-**

   (Mu=110 KN.m)

   design as singly

   suppose Ø = 0.9 → Mn req = $\frac{Mu}{0.9}$ =122.2 KN.m

   m = $\frac{Fy}{0.85*Fc'}$ = 20.6

   Kn = $\frac{Mn\,req*10^6}{bd^2}$ = 0.95 Mpa

   ρ = $\frac{1}{m}$ * (1 − $\sqrt{1-\frac{2*Kn*m}{Fy}}$) = 0.0023

β1= {0.85, Fc' ≤ 28 or $0.85 - 0.05 * \frac{Fc\prime - 28}{7}$, Fc'>28} = 0.85

$$\rho max = \frac{0.85 * Fc\prime * \frac{3}{7} * \beta 1}{Fy} = 0.0177$$

ρ ≤ ρmax complete design as singly

As req = ρbd = 645.3 mm²

check As min:

As min = $\frac{0.25 * \sqrt{Fc\prime}}{fy} * bw * d$ = 808.3 mm²

As min = $\frac{1.4}{fy} * bw * d$ = 924.0 mm² **Control**

→AS req = 924.0 mm²

select 6 Ø14 with As = 924 mm²

Check strain:

T = C → a = $\frac{Fy * As}{0.85 * Fc' * b}$ = 31.7 mm

x = a/β1 = 37.3 mm

εs = 0.003 * (d/x-1) = 0.0342

εs > 0.005 → OK

Check spacing:

S = (b- #bars*Ø-2*(c+Øs))/(#bars-1) = 84.0 mm

Smin = larger{Ø,25 mm} = 25 mm

Smax = smaller{ $\frac{380 * 280}{\frac{2}{3} * Fy} - 2.5 * C$, $\frac{300 * 280}{\frac{2}{3} * Fy}$ } = 280.0 mm

spacing is OK

Since the reinforcement of this span (Mu = 110 KN.m) taken by minimum → span #2 (Mu+ = 23.6 KN.m) & support #2 (Mu- = 59.3 KN.m) will have the same reinforcement 6 Ø14

2. **Flexural Design of Positive Moment for(GF-B22) for span 3:- (Mu=325.1KN.m)**

- **design as singly**

suppose Ø = 0.9 → Mn req = $\frac{Mu}{0.9}$ = 361.2 KN.m

m = $\frac{Fy}{0.85*Fc'}$ = 20.6

Kn = $\frac{Mn\ req*10^6}{bd^2}$ = 2.82 Mpa

ρ = $\frac{1}{m} * (1 - \sqrt{1 - \frac{2*Kn*m}{Fy}})$ = 0.0073

β1 = {0.85, Fc' ≤ 28 or $0.85 - 0.05 * \frac{Fc'-28}{7}$, Fc'>28} = 0.85

ρmax = $\frac{0.85*Fc'*\frac{3}{7}*\beta1}{Fy}$ = 0.0177

ρ ≤ ρmax complete design as singly

As req = ρbd = 2011.9 mm²

check As min:

As min = $\frac{0.25*\sqrt{Fc'}}{fy} * bw * d$ = 808.3 mm²

As min = $\frac{1.4}{fy} * bw * d$ = 924.0 mm²

→AS req = 2011.904 mm²

Select 8Ø18 with As = 2034.7 mm²

Check strain:

$T = C \rightarrow a = \frac{Fy*As}{0.85*Fc'*b} = 69.8$ mm

$x = a/\beta 1 = 82.1$ mm

$\varepsilon s = 0.003 * (d/x-1) = 0.0139$

$\varepsilon s > 0.005 \rightarrow$ OK

Check spacing:

S = (b- #bars*Ø-2*(c+Øs))/(#bars-1) = 51.4 mm

Smin = larger{Ø,25 mm} = 25 mm

$Smax = smaller\{\frac{380*280}{\frac{2}{3}*Fy} - 2.5 * C \ , \frac{300*280}{\frac{2}{3}*Fy}\} = 280.0$ mm

spacing is OK

3. Flexural Design of Negative Moment for(GF-B22) for support 3:-

(Mu= -304.3 KN.m)

design as singly

suppose Ø = 0.9 → Mn req = $\frac{Mu}{0.9}$ = 338.1 KN.m

$m = \frac{Fy}{0.85*Fc'} = 20.6$

$Kn = \frac{Mn\,req*10^6}{bd^2} = 2.64$ Mpa

$\rho = \frac{1}{m} * (1 - \sqrt{1 - \frac{2*Kn*m}{Fy}}) = 0.0068$

$\beta1 = \{0.85, Fc' \leq 28 \quad or \quad 0.85 - 0.05 * \frac{Fc'-28}{7}, Fc'>28\} = 0.85$

$\rho max = \frac{0.85*Fc'*\frac{3}{7}*\beta1}{Fy} = 0.0177$

ρ ≤ ρmax complete design as singly

As req = ρbd = 1872.7 mm²

check As min:

As min = $\frac{0.25*\sqrt{Fc'}}{fy} * bw * d = 808.3$ mm²

As min = $\frac{1.4}{fy} * bw * d = 924.0$ mm²

→AS req = 1872.721 mm²

Select 8Ø18 with As = 2034.7 mm²

Check strain:

T = C → a = Fy*As/(0.85*Fc'*b) = 69.8 mm

x = a/β1 = 82.1 mm

εs = 0.003 * (d/x-1) = 0.0139

εs > 0.005 → OK

Check spacing:

S = (b- #bars*Ø-2*(c+Øs))/(#bars-1) = 51.4 mm

Smin = larger{Ø,25 mm} = 25 mm

Smax = smaller$\{\frac{380*280}{\frac{2}{3}*Fy} - 2.5 * Cc \;, \frac{300*280}{\frac{2}{3}*Fy}\}$ = 280 mm

spacing is OK

Shear Design for (GF-B22):-

****Design For V_u at distance d from the supports d = H-C-Øs-Ø/2 = 462.0 mm**

case 1,2 & 3: $Vu \leq ØVc + ØVs_{min}$:

ØVc = $0.75*\frac{1}{6}*\sqrt{Fc'}*bw*d*10^{-3}$ = 169.7 KN

Vs min = $\frac{1}{16}*\sqrt{Fc'}*bw*d*10^{-3}$ = 84.9 KN

Vs min = $\frac{1}{3}*bw*d*10^{-3}$ = 92.4 KN **control**

→ Vs min = 92.4 KN

Vu ≤ (ØVc + ØVs min = 239.0 KN)

→this case include all the shear of the beam except shear at support #3 (Vu = 262.9 KN)

** Use 2-leg stirrup with Øs = 8mm

Av = A(1 leg)* #legs = $\pi*Øs^2/4*$#legs = 100 mm²

S = $\frac{Av*Fy*d}{Vs*1000}$ = 210 mm **control**

Check Smax:

S = d/2 = 462/2 = 231 mm

S = 600 mm

Select Ø8/20

case 4: $ØVc + ØVs_{min} < Vu$ (262.9 KN) ≤ ØVc + ØVs':

ØVs' = $0.75*\frac{1}{3}*\sqrt{Fc'}*bw*d*10^{-3}$ = 339.5 KN

ØVc + ØVs' = 509.2 KN

Vs = (Vu-ØVc)/ Ø = (262.9-169.7)/0.75 = 124.3 KN

** Use 2-leg stirrup with Øs = 8mm

Av = A(1 leg)* #legs = $\pi*Øs^2/4*$#legs = 100 mm²

S = $\frac{Av*Fy*d}{Vs*1000}$ = 156 mm **control**

Check Smax:

S = d/2 = 462/2 = 231 mm

S = 600 mm

Select Ø8/15

4-7 Design of Column (100)

Data :-

Fy MPa	Fc' MPa	cover mm	diameter cm	Dead KN	Live KN
420	24	40	60	1900	540

Table4-4 Column data

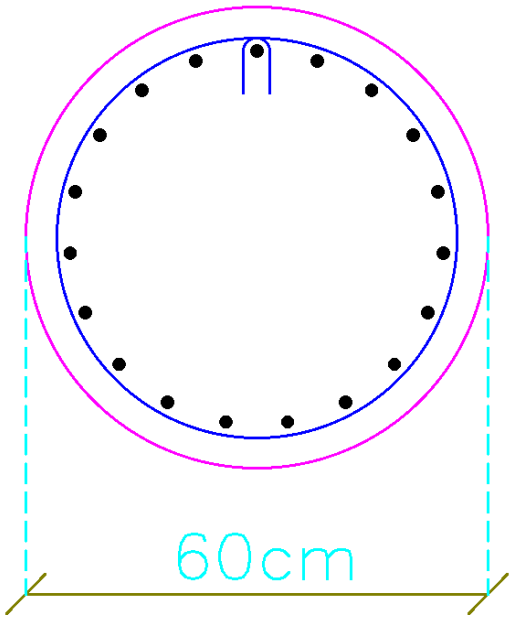


Figure 4-8 Column section

P_u = 1.2 ×1900+ 1.6×540 = 2280+864 = 3144 KN

Check Slenderness Parameters:-

$$\frac{k * lu}{r} < 34 - 12 * \frac{M1}{M2} \leq 40$$

Lu: unsupported length “clear distance between slabs, beams, or other members that provide lateral support to the column”.

K: effective length factor “for pin-pin column K equals 1.0”.

R: radius of gyration = $\sqrt{\frac{I}{A}}$ ≈ 0.25*D ……. For circular section

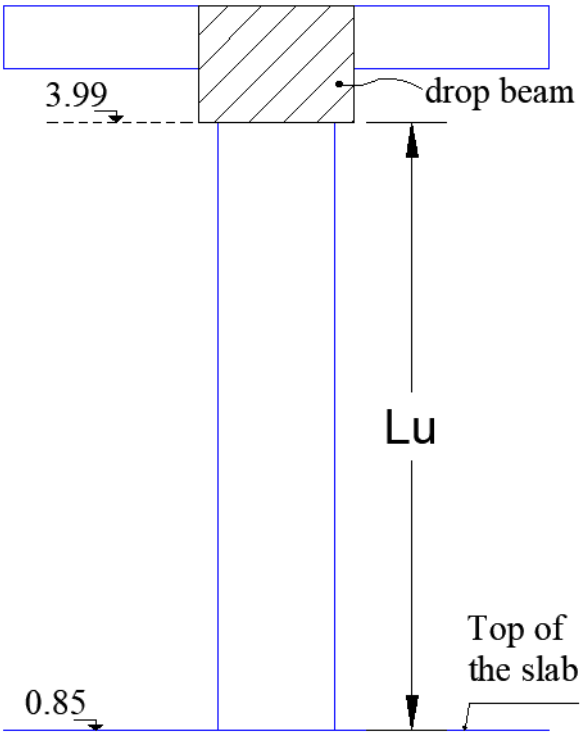


Figure 4-9 Column Clear Length

Lu = 3.99 - 0.85 = 3.14 m

$$M1 = M2 = 0 \quad \Rightarrow \quad \frac{M1}{M2} = 1$$

$$\left(\frac{k * lu}{r} = \frac{1 \times 3.14}{0.25 * 0.6} = 20.93\right) < \quad (34 - 12 * \frac{M1}{M2} = 34 - 12 * 1 = 22)$$

Column Is Short.

Column's Reinforcement Design:

Longitudinal Bars:-

** Design As Tied Section.

Ag = Π*R² = 3.14*300² = 282600 mm²

Pu = ΦPn = 0.65*0.8*Ag*{ 0.85*Fc'*(1-ρ) + ρ*Fy}

$$\Rightarrow \rho = \frac{\frac{Pu*10^3}{0.65*0.8*Ag} - 0.85*Fc'}{Fy - 0.85*Fc'} = \frac{\frac{3144*10^3}{0.65*0.8*282600} - 0.85*24}{420 - 0.85*24} = 0.00249$$

- **check ρ min & ρ max:**

ρ min = 0.01 **control**

ρ max = 0.08

As = ρ*Ag = 0.01*282600 = 2826 mm²

Select 19Ø14 with As = 2923.3 mm²

- **Check spacing:**

$$\text{clear spacing} = \frac{2 * \Pi * (R - c - \text{Øs} - \text{Ø}/2) - \# * \text{Ø}}{\# - 1}$$

$$= \frac{2 * \Pi * \left(30 - 4 - 1 - \frac{1.4}{2}\right) - 19 * 1.4}{19 - 1}$$

$$= \frac{2 * \Pi * 24.3 - 26.6}{18}$$

$$= 7\ cm$$

Smin = larger{1.5*db ,40 mm} = 40 mm = 4 cm

Spacing is OK

Stirrups:-

Check maximum spacing:

$spacing \leq 16 \times d_b = 16 \times 1.4 = 22.4\ cm$ ***control***

$spacing \leq 48 \times d_s = 48 \times 1.0 = 48\ cm$

$spacing \leq least\ dimension = 60\ cm$

Select Ø10/20 cm

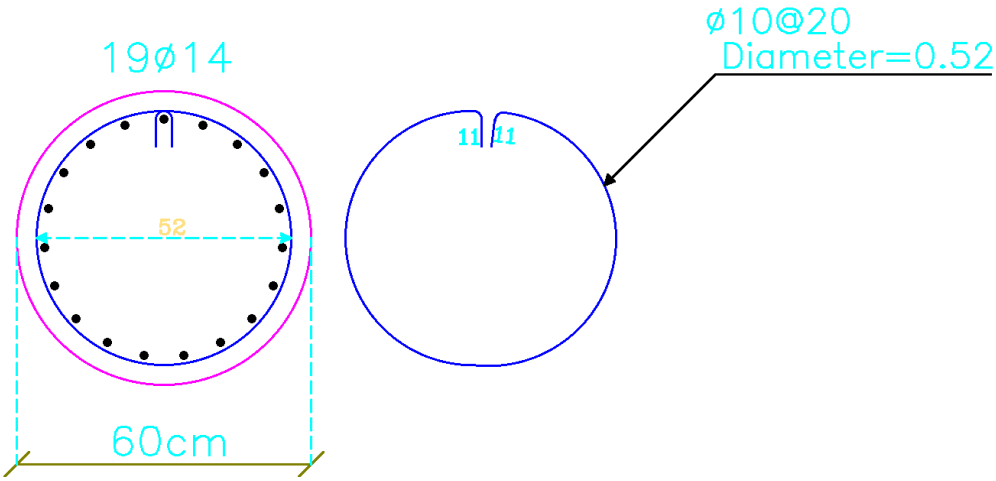


Figure 4-10 Column longitudinal reinforcement and stirrups

4.8 Stair design:-

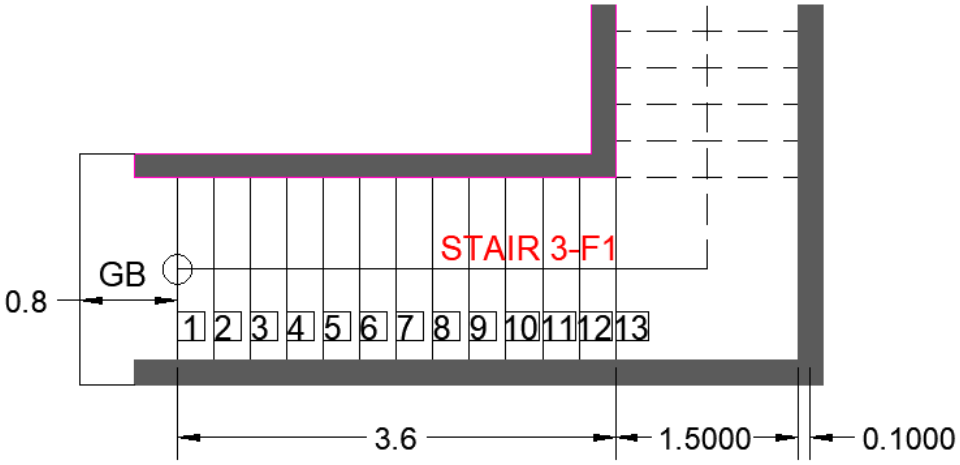


Figure 4-11 L-shape Stair Plan (stair 3)

Stair data:-

n	a m	b m	s m	α	Lx2 m	Lz
13	0.158	0.3	0.03	27.74	3.60	2.05
Lx1 m	Lx3 m	Fy	Fc’			
0.4	1.6	420	24			

Table 4-5 Stair data

Symbols are demonstrated in the figures below:

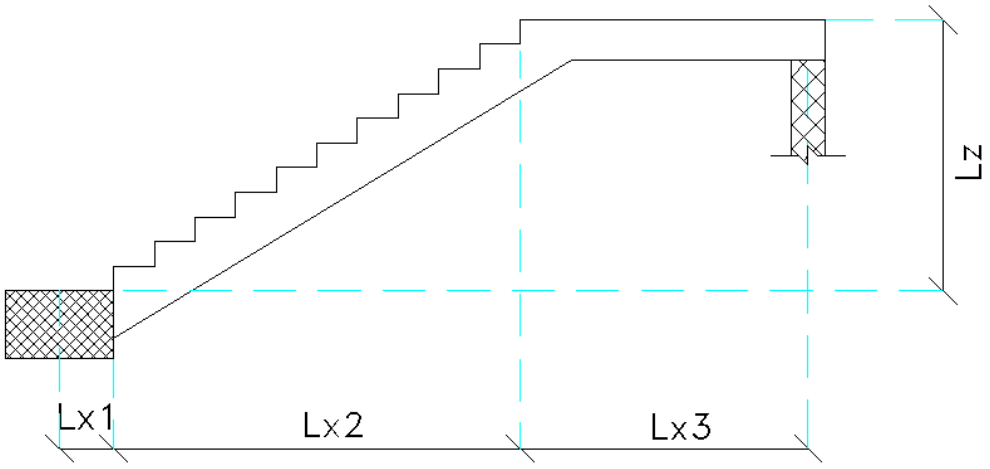
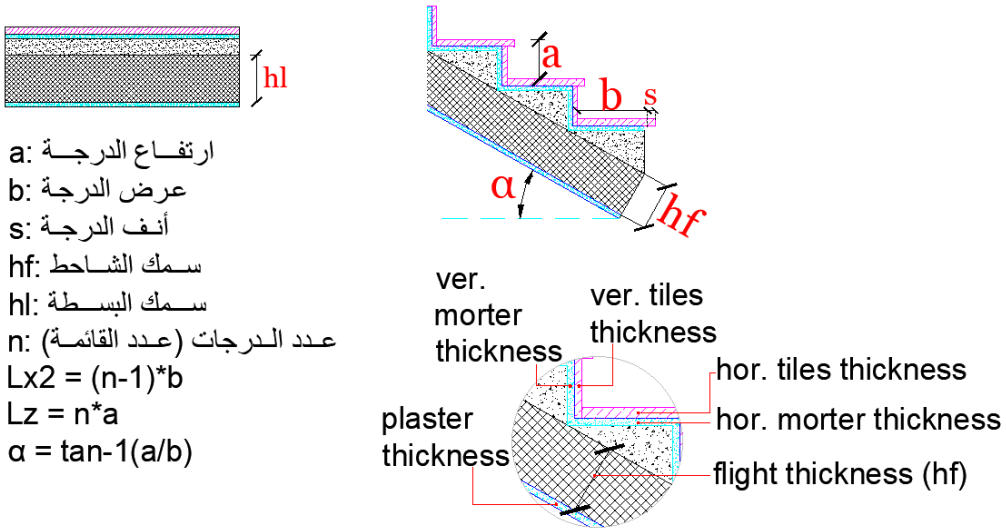


Figure 4-12 Stair geometry



a: ارتفـاع الدرجـة
b: عرض الدرجة
s: أنـف الدرجـة
hf: سـمك الشـاحط
hl: سـمك البسـطة
n: عـدد الـدرجات (عـدد القائمـة)
Lx2 = (n-1)*b
Lz = n*a
α = tan-1(a/b)

Figure 4-13 Stair details

Statical system:-

h(flange) = h(landing) = Lx/20

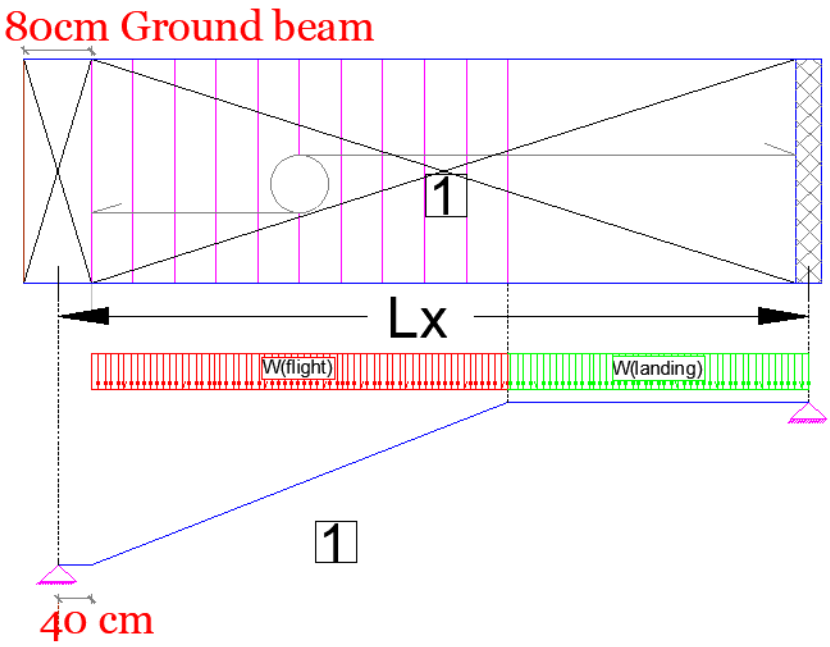


Figure 4-14 stair analytical system

Lx = 3.6 + 1.6 + 0.4 = 5.6 m

h = Lx/20 m = 0.280 m

Loads & diagrams:

Flight Loads:

flight dead loads	γ (KN/m3)	thickness m	γ*h*1m (KN/m)
hor. Tiles = γ*h*1m* (b+s)/b	23	0.04	0.85
ver. Tiles = γ*h*a/b	23	0.03	0.36
hor. morter = γ*h*1m	22	0.03	0.66
ver. morter = γ*h*a/b	22	0.03	0.35
conc. Triangle = 0.5*a* γ	25	***	1.97
flight = γ*h*1m/cosα	25	0.28	7.91
plaster = γ*h*1m/cosα	22	0.03	0.75

Then:

dead (KN/m)	12.83
live*1m (KN/m)	5
W(flight) ultimate = 1.2*D+1.6*L (KN/m)	23.40

Landing Loads:

dead	tiles	morter	sand	slab	plaster
γ (KN/m3)	23	22	16	25	22
h m	0.03	0.02	0.07	0.28	0.02
γ*h*1m (KN/m)	0.69	0.44	1.12	7	0.44

Then:

dead (KN/m)	9.69
live*1m (KN/m)	5
W(landing) ultimate = 1.2*D+1.6*L (KN/m)	19.63

Table 4-6 Flight & landing loads

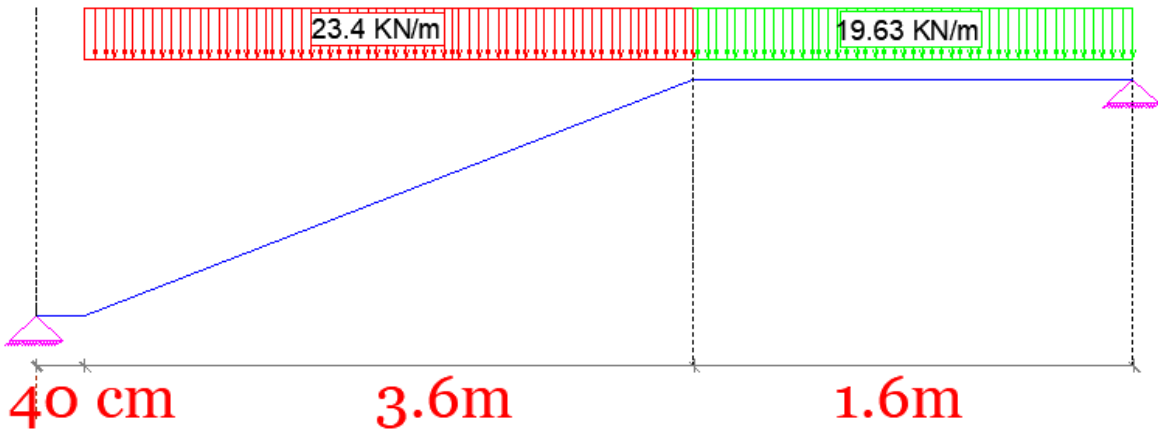


Figure 4-15 Stair loads

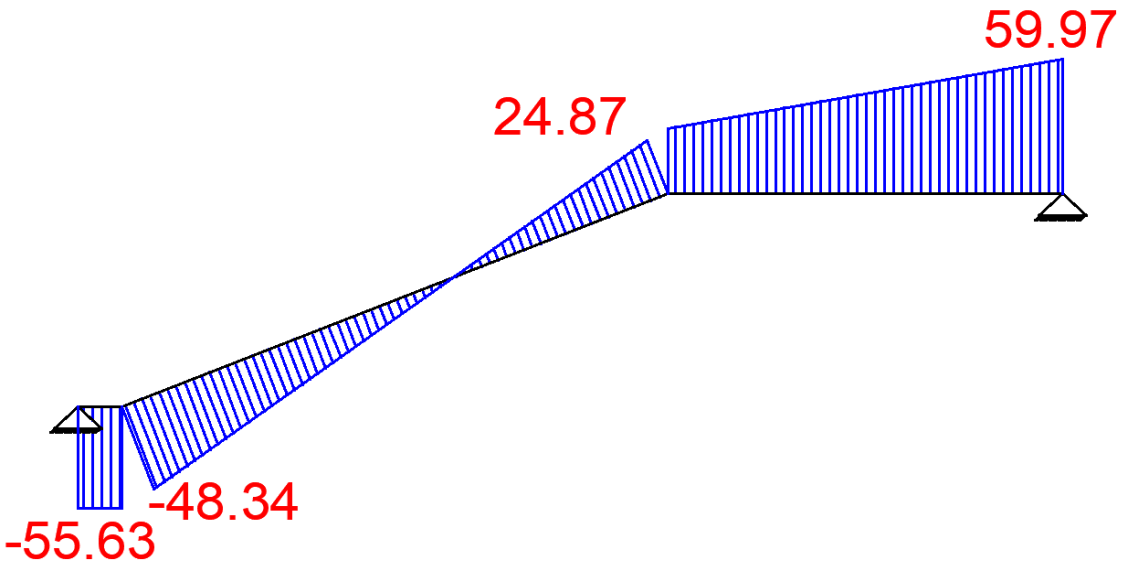


Figure 4-16 Stair shear diagram

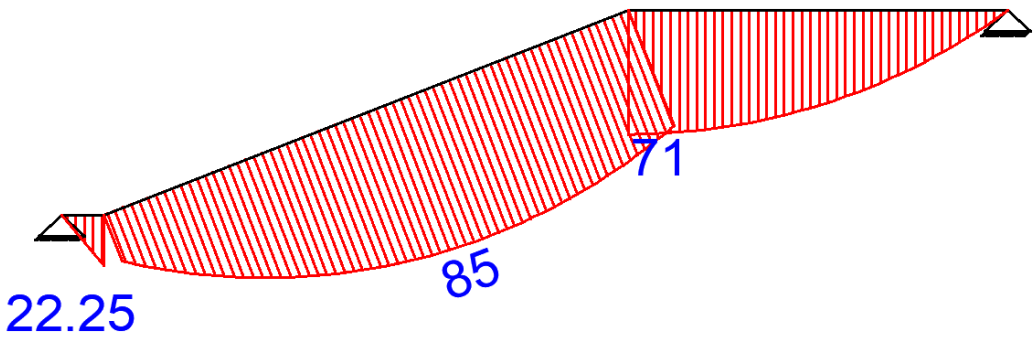


Figure 4-17 Stair moment diagram

Stair design:

*concrete cover = 20 mm

*assume Ø = 12 mm

Take 1 m strib(b = 1000 mm)

⇒ d =h-c-Ø/2 = 280 – 20 – 12/2 = 254 mm

Shear design:

Vu = 59.97 KN

ØVc = 0.75*$\frac{1}{6}$*√Fc'*b*d*10^-3

$= 0.75 * \frac{1}{6} * \sqrt{24} * 1000 * 254 * 10^{\wedge} - 3$

= 155.54 KN

ØVc > Vu → thickness is OK

Moment design:

Secondary Reinforcement for both flight and landing:

As min = 0.0018*Ag = 0.0018*b*h = 0.0018*1000*280 = 504 mm²

select Ø10/15 cm with As = 523.3 mm²

Flight main Reinforcement:

Mu = 85 KN.m

suppose Ø = 0.9 → Mn req = Mu/0.9 = 94.4 KN.m

m = Fy/0.85Fc' = 20.6

Kn = Mn req/bd²*10^6 = 1.46 Mpa

ρ = 1/m*(1-√(1-2*Kn*m/Fy)) = 0.0036

As req = ρbd = 919.6 mm²

check As min:

As min = 0.0018*b*h = 504 mm²

→AS req = 919.6 mm²

select **Ø12/12cm** with As = 942.0 mm²

Check spacing:

Smin = larger{Ø,25 mm} = 25 mm

Smax = smaller{450 mm, 3h ,380*280/(2/3*Fy)-2.5Cc} = 330 mm

spacing is OK

Check strain:

T = C → a = Fy*As/0.85Fc'bE = 19.4 mm

β1 = {0.85, Fc'≤28 or 0.85-0.05*((Fc'-28)/7), Fc'>28} = 0.850

x = a/β1 mm = 22.8 mm

εs = 0.003 * (d/x-1) = 0.0304

εs > 0.005 → OK

Landing main Reinforcement:

Mu = 71 KN.m
suppose Ø = 0.9 → Mn req = Mu/0.9 = 78.9 KN.m
m = Fy/0.85Fc' = 20.6
Kn = Mn req/bd²*10^6 = 1.22 Mpa
ρ = 1/m*(1-√(1-2*Kn*m/Fy)) = 0.0030
As req = ρbd = 763.1 mm²

check As min:

As min = 0.0018*b*h = 504 mm²

→AS req = 763.1 mm²

select **Ø10/10cm** with As = 785.0 mm²

Check spacing:

Smin = larger{Ø,25 mm} = 25 mm

Smax = smaller{450 mm, 3h ,380*280/(2/3*Fy)-2.5Cc} = 330 mm

spacing is OK

Check strain:

T = C → a = Fy*As/0.85Fc'bE = 16.2 mm

β1 = {0.85, Fc'≤28 or 0.85-0.05*((Fc'-28)/7), Fc'>28} = 0.85

x = a/β1 mm = 19.0 mm

εs = 0.003 * (d/x-1) = 0.0371

εs > 0.005 → OK

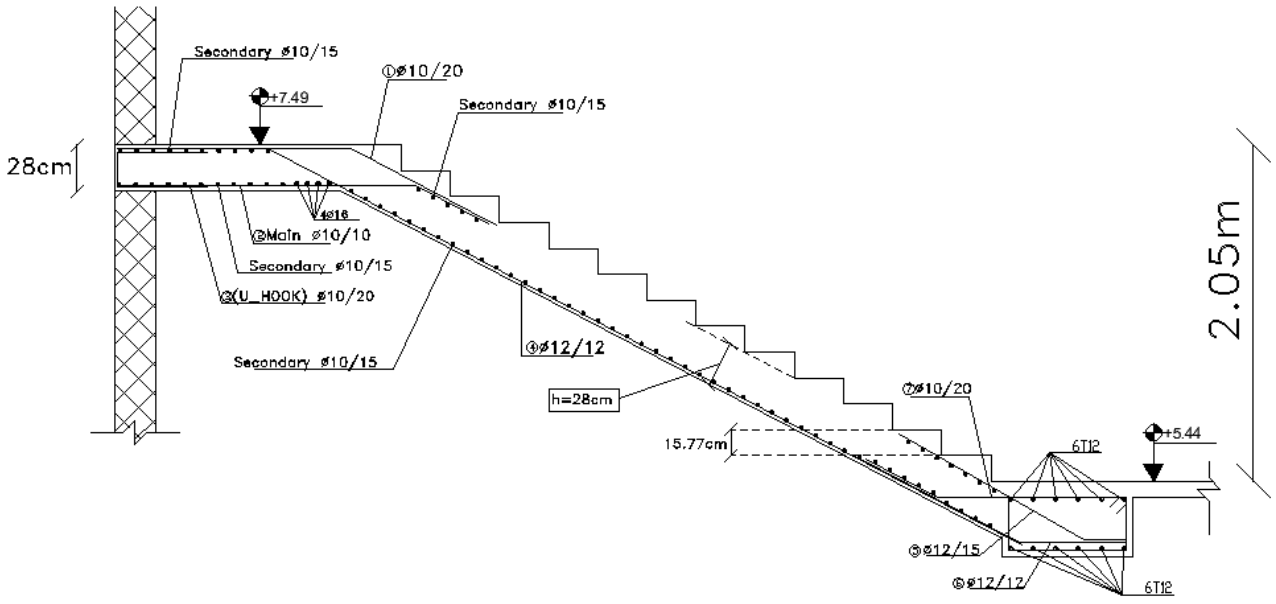


Figure 4-18 Stair Reinforcement Details

4.9 Design of Isolated Footing (F3)

Material & Load data:-

(Under Column 108 30*50 cm²)

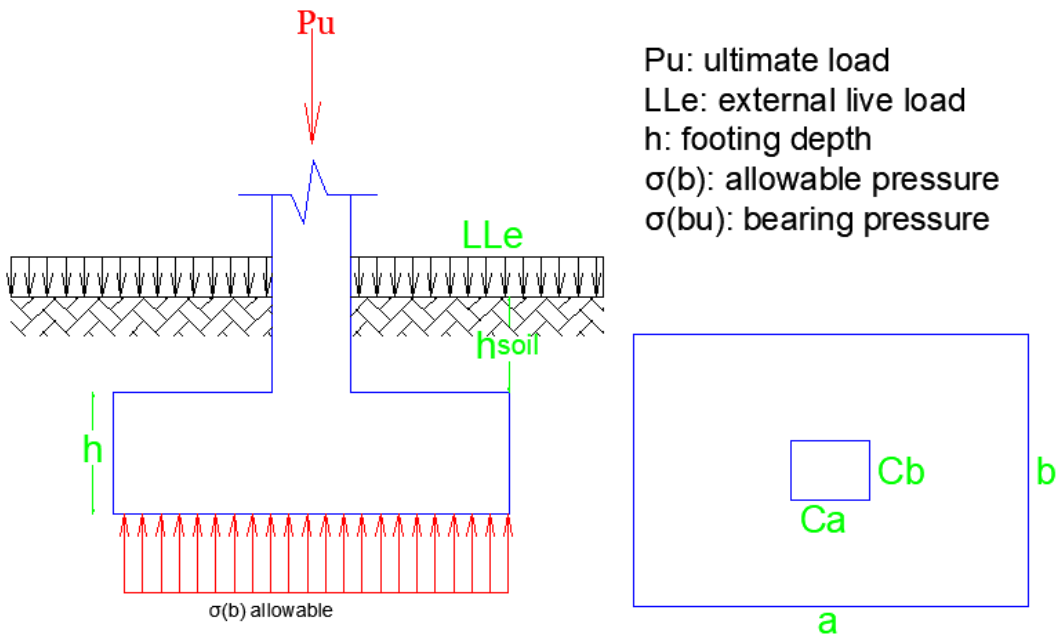


Figure 4-19 Isolated footing geometry

Fy Mpa	Fc' Mpa	C cover mm	Ø mm
420	24	75	12

γ_{soil} KN/m3	γ_{RC} KN/m3	hsoil m	LLe KN/m²
17	25	0.5	5

P_{Dead} KN	P_{Live} KN	σ(b) allowable KN/m²
750	95	400

Table 4-7 Isolated footing data

Load Calculations :-

Ptotal = PD + PL = 845 KN

pu = 1.2*PD + 1.6*PL = 1052 KN

assume h = 0.5 m

d = h - c - Ø = 500 – 75 – 12 = 413 mm

Calculating net allowable pressure & dimensions:

Net $\sigma_{all} = \sigma_b - Ll_e - h_{soil}*\gamma_{soil} - h*\gamma_{RC} = 400 - 5 - 0.5*17 - 0.5*25 = 374$ KN/m²

σb = 374 KN/m²

σb = Pt/A ⟶ Areq = Pt/σb = 2.25 m²

assume that footing is square:

√A = √ 2.25 = 1.5 m

Select a = b = 1.5 m

1.5*1.5*0.5

Bearing Pressure :-

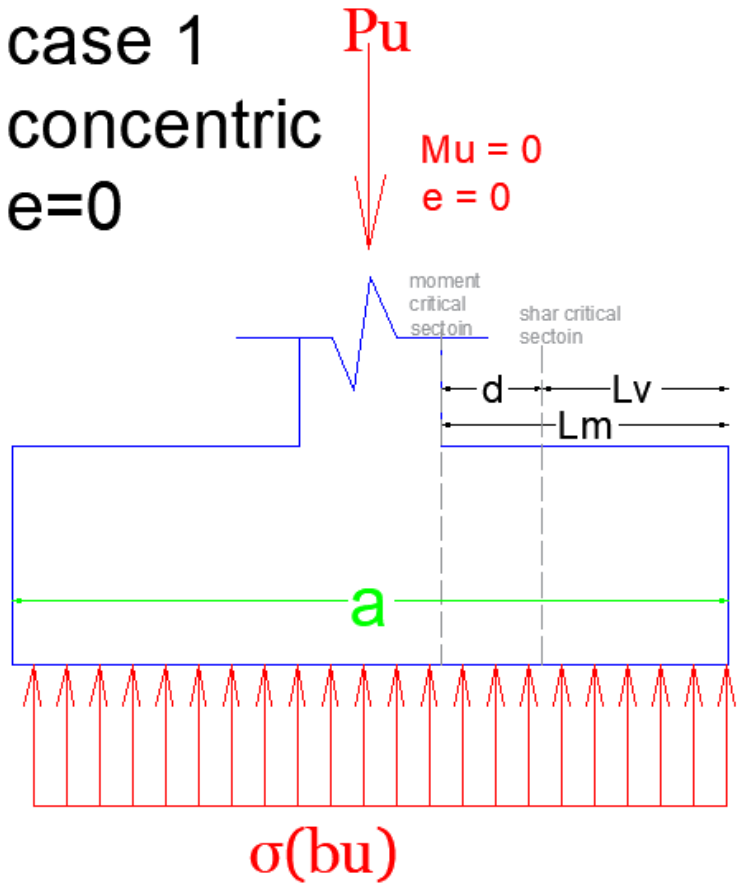


Figure 4-20 bearing pressure for concentrically loaded footing

σbu = Pu/A = 467.6 KN/m²

Footing Design:-

One way shear:

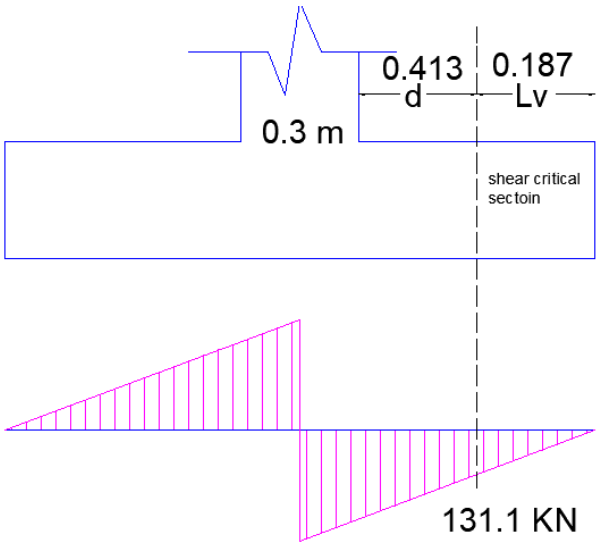


Figure 4-21 shear diagram

Lv m = (a-Ca)/2 - d = (1.5-0.3)/2 – 0.413 = 0.187 m shear distance

Vu =Lv*σ(bu)*b = 131.1 KN

ØVc = 0.75*1/6*√Fc'*b*d*10^{-3} = 379.36 KN

ØVc > Vu → thickness is OK

Two way shear:

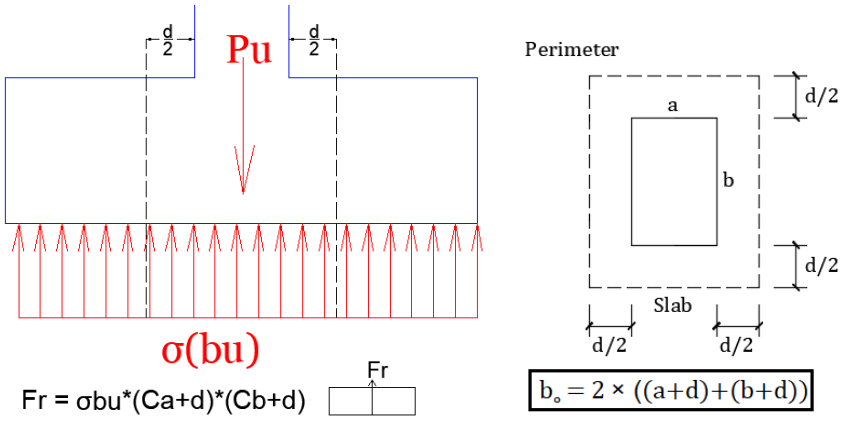


Figure 4-22 punching shear

Calculating Vu:

area punching = (Ca+d)*(Cb+d) = 0.651 m²

Fr = 0.651*467.6 = 304.4 KN

Vu = Pu - Fr = 1052 – 304.4 = 747.60 KN

Calculating øVc:

αs (middle column) = 40.00

Bc = long/short = 1.67

b0 = 2*((Ca+d)+(Cb+d)) = 3252 mm

Vc KN = minimum of: $\frac{1}{12}\left(2+\frac{4}{\beta_c}\right)\sqrt{f_c'}\,b_o d$ = 2412.6 KN

$\frac{1}{12}\left(\frac{\alpha_s * d}{b_o}+2\right)\sqrt{f_c'}\,b_o d$ = 3882.0 KN

$4 * \frac{1}{12}\sqrt{f_c'}\,b_o d$ = 2193.2 KN……..**control**

øVc = 0.75*Vc = 1644.9 KN

Then:

ØVc > Vu → thickness is OK

Design of Bending Moment :-

Lm = (1.5-0.3)/2 = 0.6 m moment distance

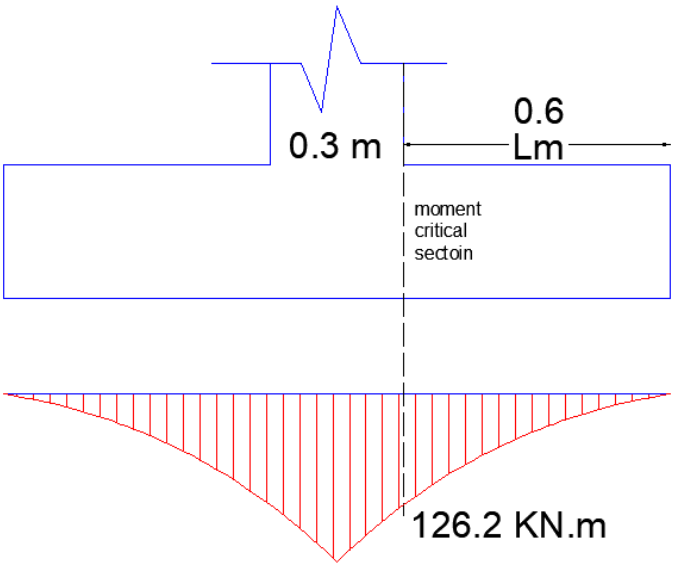


Figure4-23 Moment diagram

Mu = 126.2 KN.m

suppose Ø = 0.9 → Mn req = Mu/0.9 = 140.2 KN.m

m = Fy/0.85Fc' = 20.6

Kn = Mn req/bd²*10^6 = 0.55 Mpa

ρ = 1/m*(1-√(1-2*Kn*m/Fy)) = 0.00132

As req = ρbd = 819.5 mm²

check As min:

As min = 0.0018*b*h = 1350 mm²

→AS req = 1350.0 mm²

Select 12 Ø 12 with As = 1356.5 mm²

Check spacing:

spacing = (b-2*cover)/(#bars-1) = 12.3 cm

Smin = larger{Ø,25 mm} = 25 mm

Smax = smaller{450 mm, 3h ,380*280/(2/3*Fy)-2.5Cc} = 193 mm

spacing is OK

Check strain:

T = C → a = Fy*As/(0.85*Fc'*b) = 18.6 mm

β1 = {0.85, Fc'≤28 or 0.85-0.05*((Fc'-28)/7), Fc'>28} = 0.850

x = a/β1 mm = 21.9 mm

εs = 0.003 * (d/x-1) = 0.054

εs > 0.005 → OK

Check development length:

-bottom reinforcement:

tension development length (Ldt):

cb mm = min of: smallest s/2 = 123/2 = 61.5

smallest gross cover = 75 + 12/2 = 81

→ cb mm = 61.5

Let Ktr = 0

$\frac{cb+Ktr}{db} = 5.13$ must be ≤ 2.5 → $\frac{cb+Ktr}{db} = 2.50$

$$Ldt = \frac{9}{10} * \frac{Fy}{\lambda*\sqrt{Fc'}} * \frac{\psi t*\psi e*\psi s}{\frac{cb+Ktr}{db}} * db = 296.3 \text{ mm} \geq 300 \text{ mm}$$

→Ldt = 300.00 mm

Maximum Ldt available = (b-Ca)/2 – cover=(1.5-0.5)/2 -0.075 = 0.425 m= 425 mm

Ldt available is OK

-dowles:

compression development length (Ldc): Ø18

Ldc mm =max of: $0.24 * \frac{Fy}{\lambda*\sqrt{Fc'}} * db = 370.4$ mm

$0.043 * Fy * db = 325.1$ mm

200 mm

→ Ldc mm = 370.4 mm

Ldc available = h – cover – 2*db = 500 – 75 – 2*12 = 401 mm

Ldc available is OK

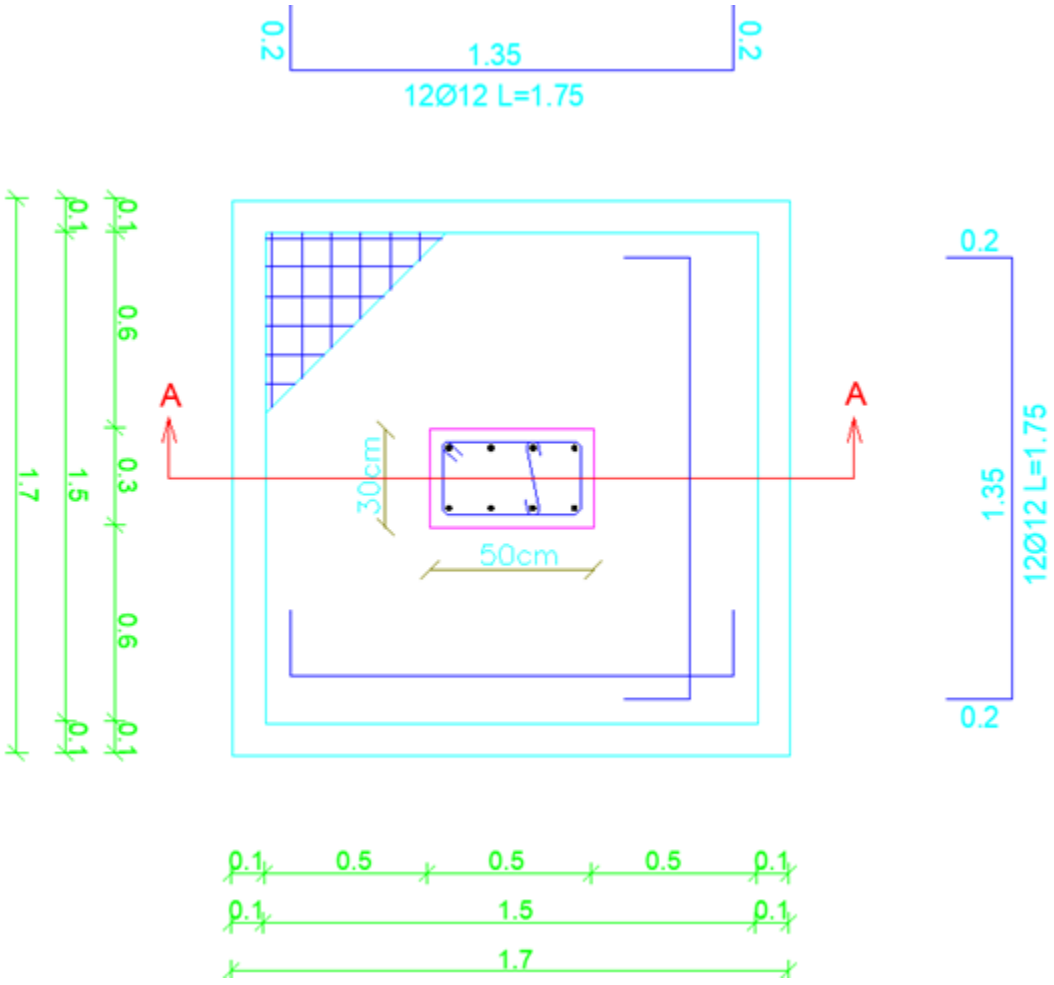


Figure 4-24 Footing Details

4-10 Design of Shear Wall (W5):-

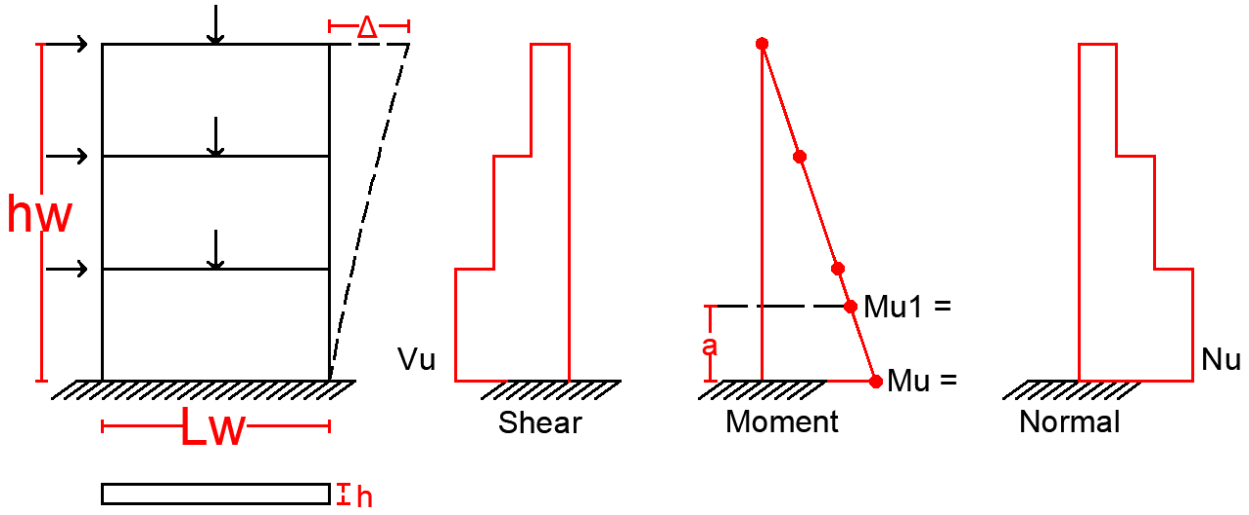


Figure4-25 Shear wall system

Shear wall data:

Fy Mpa	Fc' Mpa	Lw m	hw m	h story m	h mm	Δ / hw
420	24	5.25	12.3	4.1	250	0.007

Table 4-8 Shear wall data

a = min. of { Lw/2 **control** , hw/2, h story}= 2.625 m

d = min. of { 0.8*Lw , 0.8*hw } = 4200 mm

b = h = 250 mm

Vu KN	Nu KN	Mu1 KN.m	Mu KN.m
788	1235	2990	4100

Table 4-9 Shear wall analysis results

Horizontal reinforcement design:

Vc KN = minimum of:

$$\frac{1}{6} * \sqrt{fc'} * b * d = 857.3 \text{ KN} \quad \textbf{control}$$

$$0.27 * \sqrt{fc'} * b * d + \frac{Nu * d}{4 * Lw} = 1635.9 \text{ KN}$$

$$\left(\frac{\sqrt{fc'}}{2} + \frac{Lw * \left(\sqrt{fc'} + \frac{2 * Nu}{Lw * h}\right)}{\frac{Mu1}{Vu} - \frac{Lw}{2}}\right) * \frac{h * d}{10} = 3453.6 \text{ KN}$$

øVc = 0.75*Vc = 643.0 KN

øVc < Vu → design horizontal reinforcement

Vu ≤ ØVc + ØVs

→Vs = (Vu-ØVc)/Ø = 193.3 KN

$$\frac{Avh}{S} = \frac{Vs * 10^3}{Fy * d} = 0.11 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$\rho h\, min = 0.0025 = \frac{Avh}{Sh * h}$$

$$\rightarrow \frac{Avh}{S} \text{ min} = 0.0025 * h = 0.625 \frac{mm^2}{mm}$$

→Avh/S controled = 0.625 mm²/mm

- **try** **Ø10 with 2 legs**

→Avh = A(1 leg)* #legs = 157 mm²

S = Avh / (Avh/S) = 251 mm

Smax = Lw/5 = 1050 mm

Smax = 3*h = 750 mm

Smax = 450 mm

→S controlled = 251 mm

select Sh = 250 mm

→horizontal: **Ø10/25 cm** with $\rho h = \frac{Avh}{Sh*h} = 0.0025$

Design of uniform distributed vertical reinforcement:

$$\rho v\ min = 0.0025 + 0.5 * (2.5 - \frac{hw}{Lw}) * (\rho h - 0.0025) \geq 0.0025 = 0.0025$$

Avv/S min = ρv*h = 0.625 mm²/mm

- **Try Ø10 in 2 layers**

→Avv = A(1 layer)*#layers = 157 mm²

S = Avv / (Avv/S) = 251 mm

Smax = Lw/3 = 1750 mm

Smax = 3*h = 750 mm

Smax = 450 mm

→S controlled = 251 mm

select Sv = 250 mm

→vertical: **Ø10/25 cm** with $\rho v = \frac{Avv}{Sv*h} = 0.0025$

Design of bending moment:

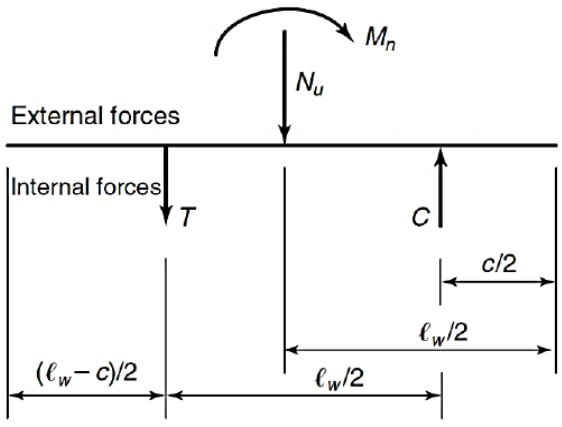


Figure 4-26 Resultant External and internal forces acting on wall section(1)

(1) Reinforced Concrete, Dr. Nasr Younis Abboushi, page 623.

$\beta 1 = \{0.85, Fc' \leq 28 \quad or \quad 0.85\text{-}0.05*(\frac{Fc'-28}{7}), Fc' > 28\} = 0.850$

$$\omega = \rho v * \frac{Fy}{Fc'} = 0.044$$

$$\alpha = \frac{Nu}{h * Lw * Fc'} = 0.039$$

$$\frac{C}{Lw} = \frac{\alpha + \omega}{0.85 * \beta 1 + 2 * \omega} = 0.1026$$

$\rightarrow C = 0.539\ m \quad < \quad 0.375*d = 0.375*4.2 = 1.575$

$\rightarrow$ the wall section is tension-controlled, and ϕ=0.9

$$Asv = Avv * \frac{Lw}{Sv} = 3297 mm^2$$

$$T = Asv * \frac{Lw - c}{Lw} * Fy = 1242.6\ KN$$

$$Muv = 0.9 * \left(T * \frac{Lw}{2} + Nu * \frac{Lw - c}{2}\right) = 5554\ KN.m$$

$Muv \geq Mu \rightarrow$ doesn't need boundary

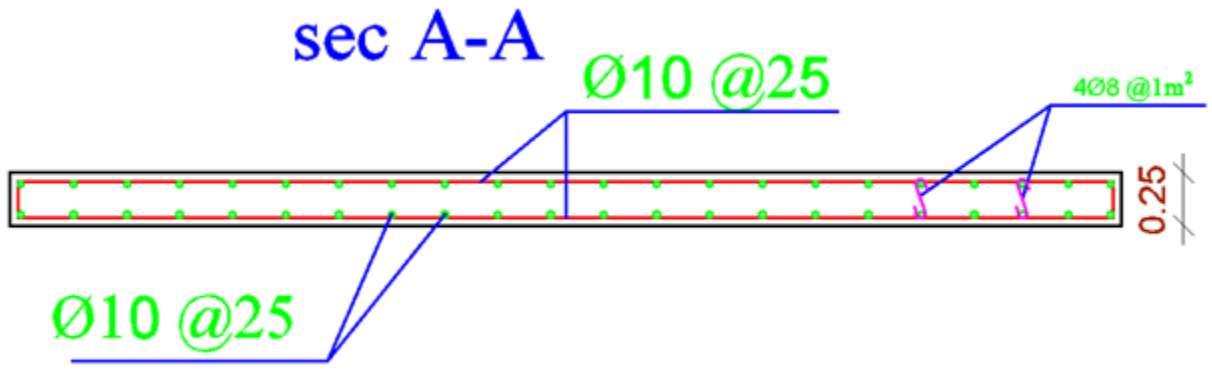


Figure 4-27 Shear Wall details

5 الفصل الخامس: النتائج والتوصيات

1-5 مقدمة .

2-5 النتائج.

3-5 التوصيات.

5-1 مقدمة :-

حصلنا على مخططات معمارية تفتقد إلى الدقة والمنطقية في بعض الأمور، ومن ثم بعد دراسة جميع المتطلبات تم إعداد المخططات المعمارية والمخططات الإنشائية الشاملة للمكتبة المقترح بناؤها في بيت لحم. وتم إعداد المخططات الانشائية بشكل مفصل ودقيق وواضح لتسهيل عملية البناء، ويقدم هذا التقرير شرحا لجميع خطوات التصميم الانشائية للمبنى.

5-2 النتائج :-

1. التمسنا أهمية أن يكون المصمم الانشائي متمكناً من التصميم الانشائي بشكل يدوي حتى يمتلك الخبرة والمعرفة في التعامل مع البرامج التصميمية على الحاسوب، وليكون عند المصمم حس بمنطقية نتائج التصميم.
2. يجب الأخذ بعين الاعتبار ما يحيط بالمبنى من عوامل وقوى طبيعية وطبيعة الموقع، وهذا يتبين على سبيل المثال عندما قمنا بتصميم المبنى على الأحمال الزلزالية، وأيضاً عند اعتماد قيمة تحمل التربة.
3. اعتمدنا قوة تحمل التربة $400\ KN/m^2$ ؛ لأن المشروع يقع في منطقة ذات تربة قوية.
4. اعتمدنا الأحمال الحية في المشروع بناءً على كود الأحمال الأردني.
5. أخذنا بعين الاعتبار أن يكون المشروع اقتصادي، لذا غلب على المشروع استخدام نظام العقدات المفرغة مع النظر بالتأكيد لطبيعة وشكل المنشأ، كما قمنا باستخدام نظام العقدات المصمتة في مناطق بيت الدرج، نظراً لكونها أكثر فاعلية من العقدات المفرغة في تحمل ومقاومة الأحمال المركزة.
6. قمنا باستخدام عدة برامج في اتمام المشروع وهي:-

a. AUTOCAD:

قمنا باستعماله لعمل الرسومات الإنشائية للعناصر المختلفة واظهارها بشكل مفصل ودقيق.

b. ATIR (BeamD):

قمنا باستعماله للتحليل والتصميم الإنشائي للجسور والعقدات المفرغة.

c. Microsoft Office (word, Excel):

قمنا باستعماله في عدة أمور منها: كتابة النصوص، وإعداد الجداول ، وكذلك عمل أوراق حسابية على برنامج الايكسيل لتدقيق الحسابات في العناصر الانشائية.

d. Safe:

قمنا باستعماله للتحليل والتصميم الإنشائي للعقدات ذات الاتجاهين والأساسات الشريطية واللبشة.

e. Foundation:

قمنا باستعماله للتصميم الإنشائي للأساسات المفردة.

f. Etabs:

قمنا باستعماله لتحليل قوى الزلازل والتصميم الإنشائي للجدران المسلحة.

g. SP column:

قمنا باستعماله للتصميم الإنشائي للأعمدة.

3-5 التوصيات :-

لابد من وجود منطقية في التوزيع للفراغات المعمارية التي ستحكم في نهاية المطاف توزيع العناصر الانشائية، وهنا يجب أن يكون هناك تنسيق وتعاون بين المهندس المعماري والانشائي، على سبيل المثال في المناطق ذات البحور الصغيرة من المنطقي استخدام نظام العقدات المفرغة لأنها أقل كلفة وهذا النظام يتطلب انتظاماً في توزيع الأعمدة لتمرير الجسور عليها، بينما في المناطق ذات البحور الكبيرة يكون هناك حرية أكبر في توزيع الأعمدة لأنه يصبح من الممكن استخدام نظام Flat Slab ويكون عندها مجدياً.

في المشاريع الكبيرة والنوعية من المهم العمل بأدق التفاصيل وذلك لتلافي أكبر قدر ممكن من المشاكل، وهذا يتطلب فحوصات وتقارير عن التربة لمعرفة قوة تحملها واذا ما كان هناك تكهفات أو أمور أخرى، وكذلك يتطلب نمذجة لجميع الأعمال للمبنى لتجنب المشاكل التي قد تحدث في التقاطعات والتضاربات بين الأعمال المختلفة (أعمال انشائية وميكانيكة وكهربائية).

يجب الاهتمام في تصميم النظام المقاوم للأحمال الأفقية كأحمال الزلازل، وهنا على سبيل المثال في حال استخدام نظام (Shear walls) يجب مراعاة الحصول على عدد كافي من الجدران المسلحة.