التَّصْميمُ المِعْمارِيُّ والإنْشائيُّ المُقْتَرَحُ لـِ " وِحْداتِ مَرْكَزِ التَّدْريبِ "

في مَدِينَة يَطّا.

فريق العمل

ميمون صالح، محمد المخامرة، خالد سلامة.

المشرف

د. محمد السيد أحمد.

مقدم لدائرة الهندسة المدنية والمعمارية في كلية الهندسة والتكنولوجيا، للوفاء بجزء من متطلبات الحصول على درجة البكالوريوس في الهندسة تخصص هندسة المباني.

جامعة بوليتكنك فلسطين، الخليل، فلسطين

حزيران – سنة 2015 م

تقرير مشروع التخرج

التصميم المِعْماري والإنشائي المقترح لـِ " وحدات مركز التدريب " في مدينة يطا.

فريق العمل

ميمون صالح، محمد المخامرة، خالد سلامة.

المشرف

د. محمد السيد.

مقدم إلى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في كلية الهندسة والتكنولوجيا

جامعــة بوليتكنك فلسطيــن

للوفاء بجزء من متطلبات الحصول على درجة البكالوريوس في الهندسة تخصص هندسة المباني

كلية الهندسة والتكنولوجيا دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل–فلسطين

حزيران – سنـة 2015 م

شهادة تقييم مشروع التخرج

جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل – فلسطين

التصميم المِعْماري والإنشائي المقترح لـِ " وحدات مركز التدريب " في مدينة يطا.

فريق العمل

ميمون صالح، محمد المخامرة، خالد سلامة.

المشرف

د. محمد السيد.

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

توقيع مشرف المشروع	توقيع رئيس الدائرة
د. محمد السيد	د. غسان دويك

توقيع اللجنة الممتحنة

حزيران – سنة 2015 م

الإهداء

إلى من جرع الكأس فارغاً ليسقيني قطرة حب

إلى من كلّت أنامله ليقدم لنا لحظة سعادة

إلى من حصد الأشواك عن دربي ليمهد لي طريق العلم

إلى القلب الكبير (والدي العزيز)

إلى من أرضعتني الحب والحنان

إلى رمز الحب وبلسم الشفاء

إلى القلب الناصع بالبياض (والدتي الحبيبة)

إلى القلوب الطاهرة الرقيقة والنفوس البريئة إلى رياحين حياتي (إخوتي)

الآن تفتح الأشرعة وترفع المرساة لتنطلق السفينة في عرض بحر واسع مظلم هو بحر الحياة وفي هذه الظلمة لا يضيء إلا قنديل الذكريات ذكريات الأخوة البعيدة إلى الذين أحببتهم وأحبوني (أصدقائي)

فريق العمل

الشكر والتقدير

إلهي لا يطيب الليل إلا بشكرك، والنهار إلا بطاعتك، واللحظات إلا بذكرك، والآخرة إلا بعفوك، والجنة إلا برؤيتك، صلِّي على من بلغ الرسالة وأدى الأمانة ونصح الأمة، نور العالمين نبينا محمد عليه صلوات ربي وسلامه إلى يوم الدين، بهذه الكلمات أقدم أسمي آيات الشكر والتقدير والامتنان الى كل من ...

بيتنا الثاني جامعة بوليتكنك فلسطين الموقرة، وكلية الهندسة والتكنولوجيا، ودائرة الهندسة المدنية والمعمارية بكافة طاقمها العامل على تخريج أجيال الغد.

جميع الأساتذة بالجامعة ونخص بالذكر الدكتور (محمد السيد أحمد) والذي بذل كل جهد مستطاع للخروج بهذا العمل بالشكل اللائق.

إلى زملائي المخلصين، الذين ما توانوا عن تقديم ولو قليل المساعدة.

لمكتبة الجامعة والقائمين عليها لتعاونهم الكامل ومساعدتهم.

كما ونتقدم بخالص الشكر إلى كل من ساهم في إتمام هذا البحث، بدأً بالمؤسسة التعليمية وعلى رأسها رابطة الجامعيين مروراً بالكادر التعليمي ونخص بالذكر أساتذة قسم المباني وكل من ساهم في إنجاح هذا العمل.

فريق العمل

التصميم المِعْماري والإنشائي المقترح لـِ " وحدات مركز التدريب " في مدينة يطا.

فريق العمل

ميمون صالح، محمد المخامرة، خالد سلامة.

المشرف

د. محمد السيد.

جامعة بوليتكنك فلسطين

ملخص المشروع

تدور فكرة هذا المشروع حول التصميم المعماري والإنشائي لأربع من الوحدات التصميمية والتي تم اختيارها بعد دراسة مجموعة من وحدات مركز التدريب المقترحة من قبل الدكتور محمد السيد، تتألف هذه الوحدات أولاْ من بوابة رئيسية ذات مدخل ومخرج منفصلين وغرفتي تحكم وأمن على الجانبين، ثانياً من قاعة تدريب ورياضة مع بعض الغرف خدمة لهذا الغرض، ثالثاْ من مبنى متعدد الوظائف حيث يشمل أربعة طوابق أحدها يستخدم لوظائف إدارية والأخرى تستخدم لوظائف سكنية، ورابعاْ اثنين من خزانات المياه الأرضية ذات الحجم الكبير.

تصميم المشروع سيقدم الحلول المثلى للجانبين المعماري والإنشائي، بحيث يتم مراعاة الأغراض الجمالية والوظيفية وتوفير الراحة والسهولة والسرعة في الاستخدام، سيشتمل المشروع على العناصر الإنشائية المعروفة من عقدات مصمتة وأعصاب، جسور مسبقة وغير مسبقة الإجهاد، أعمدة مستطيلة ودائرية الشكل، وأساسات منفصلة ومستمرة أو

بلاطات مصمتة ... إلخ.

المشروع تم تصميمه بناءً على عدة معايير وكودات قياسية، فيما يتعلق بالمقاطع الخرسانية فقد تم استعمال كود ACI 318-11، فيما يتعلق بتحديد الأحمال فقد تم استعمال كود الأحمال الأردني وكود UBC 97، تم استخدام عدة برامج هندسية، مثل: AutoCAD، ETABS، SAFE، BEAMD، SAP2000، وفي النهاية تم تقديم دراسة إنشائية تفصيلية، حساب وتحليل للأحمال ومخططات تصميم للوحدات الإنشائية، إضافة للتصميم المعماري، وقد أشرنا إلى المراجع المستخدمة.

والله ولي التوفيق

The Architectural and Structural Design of "Training Center Units"

In Yatta City.

Working Team:

MAYMOON SALEH, MOHAMED AL-MAKHAMRIH, KHALED SALAMEH.

Supervisor:

DR. MOHAMMAD AL_SAYYED.

Project Abstract

The idea of this project revolves around the architectural and structural design of four units, which selected after a study of many units of training center units.

These units are firstly, a main gate that consists of separated passageways and two control rooms on the sides. Secondly, a training hall with some rooms to serve this purpose. Thirdly, a multi-functional building which includes four floors, one is used as administrative functions and the others used as accommodations. Fourthly, two large groundwater water tanks.

The project provides an acceptable solution for both sides architectural and structural, so that it is taking into account the functional and aesthetic purposes, provide comfort, ease and speed of use, the project will include the well-known structural elements as RC and solid slabs, prestressed or non- prestressed beams, columns, foundations ... etc.

The project is designed based on code ACI 318 - 11, several programs will be used for, such as: AutoCAD, Office, ETABS, SAFE, BEAMD, SAP2000،eventually a structural details, load analysis and elements design are offered for these units, added to the architect design, references and several projects are referred.

Allah grants success.

فهرس المحتويات

القسم	المحتويات	رقم الصفحة
	صفحة العنوان	I
	شهادة تقييم مقدمة مشروع التخرج	II
	الإهداء	III
	الشكر والتقدير	IV
	ملخص المشروع باللغة العربية	V
	ملخص المشروع باللغة الانجليزية	VI
	فهرس المحتويات	VII
	فهرس الجداول	XIV
	فهرس الأشكال	XIV
	List of Abbreviations	XVIII
الفصل الأول	المقدمة	1
1-1	مقدمة	2
2-1	أهداف المشروع	3
3-1	مشكلة المشروع	3
4-1	حدود مشكلة المشروع	3
5-1	الكودات المعتمدة	4
6-1	فصول المشروع	4
7-1	إجراءات المشروع	5-4
8-1	المخطط الزمني لمراحل العمل بالمشروع	5

الفصل الثاني	الوصف المعماري	6
1-2	مقدمة	7
2-2	لمحة عامة عن المشروع	8
3-2	موقع المشروع	8
4-2	أهمية المشروع	9
5-2	عناصر الحركة في المبنى	11-10
6-2	حركة الشمس والرياح	11
7-2	دراسة عناصر المشروع	17-12
1-7-2	وصف المساقط الأفقية	14-12
1-1-7-2	الصالة الرياضية	12
2-1-7-2	البوابة	13
3-1-7-2	خزانات المياه	13
4-1-7-2	المبنى متعدد الوظائف	14
2-7-2	وصف الواجهات	17-15
1-2-7-2	واجهة البوابة	15
2-2-7-2	واجهة الصالة	16
3-2-7-2	واجهات المبنى متعدد الوظائف	17-16
8-2	وصف الحركة	17
الفصل الثالث	الوصف الإنشائي	18
1-3	مقدمة	19
2-3	هدف التصميم الإنشائي	20-19

3-3	الدراسة النظرية التحليل وطريقة العمل	20
4-3	الاختبارات العملية	21-20
5-3	الأحمال	26-21
1-5-3	الأحمال الرئيسة	21
2-5-3	الأحمال الثانوية	22
1-1-5-3	الأحمال الميتة	23-22
2-1-5-3	الأحمال الحية	23
3-1-5-3	الأحمال البيئية	25-24
6-3	العناصر الإنشائية	27-26
1-6-3	العقدات	28
1-1-6-3	العقدات المصمتة	29-28
2-1-6-3	العقدات المفرغة	29
2-6-3	الجسور	30
1-2-6-3	الجسور الخرسانية العادية	30
2-2-6-3	الجسور الخرسانية مسبقة الإجهاد	32-31
1-2-2-6-3	طرق واساليب الاجهاد المسبق	32
2-2-2-6-3	المواد المستخدمة في عملية الاجهاد المسبق والاجهادات المسموح بها	34-33
3-2-2-6-3	اختيار المقطع للعنصر الخرساني	35-34
4-2-2-6-3	الخسارات الجزئية في الاجهاد المسبق	36-35
3-6-3	الأعمدة	36

4-6-3	جدران القص	37
5-6-3	فواصل التمدد	38-37
6-6-3	الأساسات	39-38
7-6-3	الأدراج	39
7-3	تصميم الخزانات الأرضية	-40
1-7-3	اشتراطات الموقع	40
2-7-3	اشتراطات العزل	41
3-7-3	حساب سعة خزان المياه الأرضي	42-41
4-7-3	الملحقات التي تركب على خزان المياه الأرضي	42
5-7-3	متطلبات التنفيذ والاختبار	43-42
6-7-3	الردميات	43
7-7-3	اشتراطات التصميم	45-43
8-7-3	اشتراطات الصيانة الدورية	46
8-3	برامج الحاسوب المستخدمة	46
Chapter 4	Structural Analysis and Design	47
1-4	Introduction	48
2-4	Design of One Way Ribbed Slab at Building	54-49
1-2-4	Slab Thickness Calculations	49
2-4	Design Steps	49
1-2-2-4	Design of Topping	50-49
2-2-2-4	Design of Rib01	54-50

51−50	Load Calculations	1−2−2−2−4
53−52	Design of Positive Moment of Span 1& 5	2−2−2−2−4
53	Design of Positive Moment of Span 2 & 3 & 4	3−2−2−2−4
53	Design of Negative Moment of Supports 2 & 5	4−2−2−2−4
53	Design of Negative Moment of Supports 3 & 4	5−2−2−2−4
54	Design of Shear	6−2−2−2−4
59−55	Design of Beam	3−4
55	Beam Thickness Calculations	1−3−4
55	Design Steps	2−3−4
57−56	Design of Positive Moment of Span 2 & 4	1−2−3−4
57	Design of Positive Moment of Span 3	2−2−3−4
57	Design of Negative Moment of Supports 2 & 5	3−2−3−4
58	Design of Negative Moment of Supports 3	4−2−3−4
58	Design of Negative Moment of Supports 4	5−2−3−4
59-58	Design of Shear	6−2−3−4
64-60	Design of Stairs at Building	4−4
63−60	Design of Flight 1	1−4−4
60	Determination of Thickness	1−1−4−4
61-60	Load Calculations of Flight	2−1−4−4
61	Load Calculations of Landing	3−1−4−4
62	Analysis	4−1−4−4

62	Design of Shear	5−1−4−4
63-62	Design of Moment	6−1−4−4
36	Design of Flight 2	2−4−4
64	Design of Flight 3	3−4−4
65-64	Design of Column 7 at Gate	5−4
66−65	Design of Footing F2 at Gate	6−4
65	Design of Bearing Pressure	1−6−4
66	Design of One Way Shear	2−6−4
66	Design of Two Way Shear	3−6−4
67-66	Design of Bending Moment	4−6−4
72-67	Design of Prestressed Beam B2 at hall	7−4
67	Selection of Section	1−7−4
67	Design of Strands	2−7−4
68	Location of Strands	1−2−7−4
69-68	Check Allowable Stress	2−2−7−4
70-69	Check Strain	3−2−7−4
71-70	Design of Shear Reinforcement	3−7−4
75−73	Design of Shear Wall W2 at Hall	8−4
74−73	Design of Horizontal Reinforcement	1−8−4
74	Design of Vertical reinforcement	2−8−4
75−74	Design of Bending Moment	3−8−4

80–75	Design of Underground Tank	9–4
75	Design of Bearing Capacity	1–9–4
75	Design of Thickness of Wall	2–9–4
76	Design of Mat	3–9–4
76	Design of One Way Shear	1–3–9–4
76	Design of Two Way Shear	2–3–9–4
77	Design of Bending Moment	3–3–9–4
77	System & Loading	1–3–3–9–4
78	Analysis	4–3–9–4
79-78	Bending Moment Reinforcement	5–3–9–4
79-78	Design of Positive Moment	1–5–3–9–4
79	Design of Negative Moment	2–5–3–9–4
80	Design of Walls	4–9–4
81	النتائج والتوصيات	الفصل الخامس
82	النتائج	1–5
82	التوصيات	2–5
83	قائمة المصادر والمراجع	3-5
88–84	الملاحق	4–5

فهرس الجداول

اسم الجدول	وصف الجدول	رقم الصفحة
1-1	المخطط الزمني لمراحل العمل بالمشروع.	5
1-3	نتائج اختبارات التربة	21
2-3	الكثافة النوعية للمواد المستخدمة في البناء	23
3-3	خصائص البناء والتي تؤثر في حساب أحمال الثلوج	24
4-3	خصائص المنطقة والتي تؤثر في حساب أحمال الزلازل	26
1-4	Calculation of The Total Dead Load for One Way Ribbed Slab	51
2-4	Tank Elements Analysis	77
3-4	Mat Reinforcements	78
3-4	Walls Reinforcements	79

فهرس الأشكال

اسم الشكل	وصف الشكل	رقم الصفحة
1-2	مخطط الموقع المقترح للمشروع	9
2-2	وسائل الحركة في المبنى متعدد الوظائف	11
3-2	مخطط الصالة الرياضية	12
4-2	مخطط البوابة	13
5-2	مخطط خزانات المياه الأرضية	13
6-2	مخطط المبنى متعدد الوظائف	14
7-2	واجهة البوابة	15

8-2	واجهات الصالة الرياضية	16
9-2	واجهات المبنى متعدد الوظائف	17
1-3	انتقال الاحمال	21
2-3	تأثير سرعة الرياح على قيمة الضغط الواقع على المبنى	24
3-3	تأثير اتجاه الرياح على قيمة الضغط الواقع على المبنى	24
4-3	عناصر إنشائية مستخدمة في البوابة	26
5-3	عناصر إنشائية مستخدمة في الصالة	26
6-3	عناصر إنشائية مستخدمة في المبنى	26
7-3	عناصر إنشائية مستخدمة في الخزان	26
8-3	عقدة مصمتة في اتجاه واحد في عقدة الصالة	27
9-3	عقدة مصمتة باتجاهين في البوابة	28
10-3	عقدة الأعصاب في المبنى متعدد الوظائف	28
11-3	أشكال الجسور المستخدمة في وحدات المشروع	30
12-3	مسار الكوابل داخل الجسر	32
13-3	كابل مجدول	33
14-3	مقاطع على شكل Double T Section	34
15-3	أشكال مقاطع الأعمدة المستخدمة	35
16-3	بعض جداران القص في المشروع	36
17-3	شكل الاساس المنفرد	38
18-3	مقطع توضيحي في الدرج	39
19-3	طريقة حماية خزان مياه أرضي بمادة عازلة	41

20-3	قطاع رأسي في خزان مياه أرضي، يوضح الملحقات التي تركب على خزان المياه الأرضي	43
21-3	قطاع رأسي في خزان مياه أرضي من الخرسانة المسلحة يوضح تفاصيل حديد التسليح	45
22-3	تفاصيل أغطية خزان الماء الأرضي	45
1-4	Building Slab	49
2-4	One Way Ribbed Slab Component	50
3-4	Rib Geometry	51
4-4	Moment and Shear Envelope of Rib	52
5-4	Section at Span 5 of Rib01	54
6-4	Beam Geometry	55
7-4	Moment and Shear Envelope for Beam	56
8-4	Reinforcement of B013	59
9 -4	System of Stairs at Building	60
10 -4	Flight's Load Analysis	61
11 -4	Shear & Moment Envelope of Flight	62
10 -4	Flight's Load Analysis	63
10 -4	Flight's Load Analysis	64
12 -4	Column Section	65
13-4	Footing Details	67
14-4	Cross Section at Mid of the Span	72
15 -4	Cross Section at End of the Span	72

73	**Shear Wall Analysis**	**16−4**
75	**Tank System**	**17−4**
76	**Column Punishing Area**	**18−4**
77	**Case I Loading**	
77	**Case II Loading**	

List of Abbreviation:

DL: dead load.

LL: live load.

Wu: factored total load.

Ln: clear length of member.

δ: thickness of a layer.

γ: unit weight of material.

Mn: nominal moment.

Mu: factored moment at section.

fc'f'_c: Compression strength of concrete.

fy: specified yield strength of non-prestressed reinforcement.

ρ: ratio of steel area.

εs: strain of tension steel.

Ø: strength reduction factor.

Vn: nominal shear strength.

Vu: factored shear force at section.

Vc: nominal shear strength provided by concrete.

Vs: nominal shear strength provided by shear reinforcement.

As: area of steel.

Av: area of shear reinforcement.

b: width of compression face of member.

bw: web width.

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

h: over all thickness of member.

Pn: nominal axial load.

Pu: factored axial load.

S: spacing between bars.

fpe: compressive stress in concrete due to effective pre-stress forces only.

f_{ci}': compressive strength of concrete at initial time.

fti: tensile strength of concrete at initial time.

fci: temporary compressive stress before losses due to creep and shrinkage.

fcs: compressive strength of concrete after losses.

fts: tensile strength of concrete after losses.

fpy: specified tensile strength of pre-stressing steel.

fpu: yield strength of pre-stressing steel.

الفصل الأول: المقدمة

1-1 المقدمة.

2-1 أهداف المشروع.

3-1 مشكلة المشروع.

4-1 حدود مشكلة المشروع.

5-1 الكودات المعتمدة.

6-1 فصول المشروع.

7-1 إجراءات المشروع.

8-1 الجدول الزمني لمراحل عمر المشروع.

(1-1) المقدمة:

يقول العلاّمة ابن خلدون "في صناعة البناء":

"هذه الصناعة هي أول صنائع العمران الحضري وأقدمها وهي معرفة العمل في اتخاذ البيوت والمنازل للكن والمأوى للأبدان في المدن. وذلك أن الإنسان لما جبل عليه من الفكر في عواقب أحواله لابد أن يفكر فيما يدفع عنه الأذى من الحر والبرد كاتخاذ البيوت المكتنفة بالسقف والحيطان من سائر جهاتها ...." (مقدمة العلامة ابن خلدون ص 406).

يشهد المجتمع المحلي تغيرات اجتماعية وثقافية نشأت نتيجة تطور الحياة الاقتصادية، وتؤثر تلك التغيرات على كافة نواحي الحياة وخاصة على البيئة العمرانية والإنشائية، فمع تزايد القدرة الاقتصادية تغيرت احتياجات ومتطلبات الفرد والمجتمع، فعلى مستوى المجتمع ككل تغيرت الاحتياجات من بيئة عمرانية بسيطة تنتشر في أنحاء البلاد إلى تجمعات مدنية كبيرة تتوافر فيها الطرق الواسعة للسيارات والمباني عامة والحكومية والاسواق التجارية وخلافه، وعلى مستوى الفرد والأسرة تغير الاحتياج من بيوت تقليدية مبنية بمواد البناء والتكنولوجيا البدائية المتوفرة في المنطقة إلى أنماط سكنية متطورة مثل القصور والفيلات والتجمعات السكنية. وتوافرت طرق وأساليب ومواد الإنشاء الحديثة التي أثرت تأثيرا كبيرا على التصميم المعماري والإنشائي.

إن طبيعة عمل المهندس المدني واشتراكه في تصميم مختلف مكونات البيئة العمرانية من المساكن والمدارس والمصانع والفنادق والمستشفيات والاسواق التجارية وجميع ما تحتاجه البيئة العمرانية على مختلف مستوياتها واشكالها تجعله في موقف متميز يرى منه بالتجربة الشخصية المباشرة النتائج العملية والاجتماعية للبرامج الحكومية والاستثمارات الخاصة وتأثيرها على مستوى المعيشة وكيفيتها، فالمهندس 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.

محور الدراسة في هذا المشروع هو القيام بإجراء التصميم المعماري والإنشائي لأربع وحدات تدريبية مقترحة في مدينة يطا، فبحمد الله وفضله تم إعداد وحدتين في مقدمة المشروع وهما عبارة عن بوابة وصالة رياضية، وخلال مشروع التخرج تم انجاز الوحدتين المتبقيتين وهما عبارة عن مبنى متعدد الوظائف وخزانات مياه أرضية كبيرة الحجم.

(1-2) أهداف المشروع:

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

1) القدرة على اختيار النظام الإنشائي المناسب للمشاريع المختلفة 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 للوحدات التي تم اعتمادها لتكون ميدانا لهذا البحث، وفي هذا المجال سيتم تحليل كل عنصر من العناصر الإنشائية مثل البلاطات والأعصاب والأعمدة والجسور .... الخ، بتحديد الأحمال الواقعة عليه، ومن ثم تحديد أبعادها وتصميم التسليح اللازم لها، مع الأخذ بعين الاعتبار عامل الأمان للمنشأ، وتم عمل المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية التي تم تصميمها، لإخراج هذا المشروع من حيز الاقتراح إلى حيز التنفيذ.

(1-4) حدود مشكلة المشروع:

يتناول العمل لهذا المشروع على الناحيتين الإنشائية والمعمارية، حيث تم العمل خلال الفصلين الأول والثاني من السنة الدراسية (2015/2014) من خلال مقدمة مشروع التخرج في الفصل الأول ومشروع التخرج في الفصل الثاني.

(1-5) الكودات المعتمدة:

هذا وسوف يتم:

1) اعتماد الكود الأمريكي في تصميم العناصر الإنشائية المختلفة (ACI-318-11).
2) اعتماد كود البناء الأردني للأحمال الحية، وكود (UBC 97) في تصميم أحمال الزلازل والرياح.

(1-6) فصول المشروع:

يحتوي هذا المشروع على ستة فصول وهي:

الفصل الأول: يشمل المقدمة العامة ومشكلة البحث وأهدافه.

الفصل الثاني: يشمل الوصف المعماري للمشروع.

الفصل الثالث: يشمل وصف العناصر الإنشائية للمبنى.

الفصل الرابع: التحليل والتصميم الإنشائي للعناصر الإنشائية.

الفصل الخامس: النتائج والتوصيات.

(1-7) إجراءات المشروع:

1) إعداد المخططات المعمارية كاملة والتأكد من صحتها من النواحي المعمارية وتوافقها مع أهداف المشروع وخدماته.
2) دراسة العناصر الإنشائية المكونة للوحدات والآلية الأنسب لتوزيع هذه العناصر كالأعمدة والجسور والأعصاب بشكل لا يتعارض مع التصميم المعماري الموضوع ويحقق الجانب الاقتصادي وعامل الأمان.
3) تحليل العناصر الإنشائية والأحمال المؤثرة عليها.

4) تصميم العناصر الإنشائية بناء على نتائج التحليل.

5) التصميم عن طريق برامج التصميم المختلفة.

6) إنجاز المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية التي تم تصميمها ليخرج المشروع بشكله النهائي المتكامل والقابل للتنفيذ.

(1-8)المخطط الزمني لمراحل عمل المشروع:

يبين الجدول الملحق رقم (1-1) المخطط الزمني لمراحل العمل بالمشروع، والذي تم استخدامه أولا في انجاز الوحدات الأولى، وثانياً في انجاز الوحدات الثانية كل على حدا وفق الخطوات المقترحة:

الجدول (1-1): المخطط الزمني لمراحل العمل بالمشروع.

الاسبوع / المهمة	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
اختيار وحدات المشروع																
دراسة الموقع																
جمع المعلومات																
تصميم الوحدات معماريا																
دراسة الوحدات انشائيا																
اعداد ملخص المشروع																
اختيار العناصر الإنشائية																
التحليل الانشائي																
التصميم الانشائي																
اعداد مخططات المشروع																
كتابة المشروع																
عرض المشروع																

الفصل الثاني: الوصف المعماري

2-1 مقدمة.

2-2 لمحة عن المشروع.

2-3 موقع المشروع.

2-4 أهمية الموقع.

2-5 عناصر الحركة في المشروع.

2-6 حركة الشمس والرياح.

2-7 دراسة عناصر المشروع.

2-8 وصف الحركة.

(2-1) مقدمة:

تعتبر العمارة أحد أبرز 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 تفاصيله.

إن بساطة المبنى ليست دليلاً على بساطة العمل المعماري، بل إن المبنى على الرغم من البساطة قد يخبئ لنا بين ثناياه من الجمال والفن المعماري في أجزاءه الداخلية ما يجعله يتفوق على الكثير من الأبنية الأخرى، فالمبنى مهما كانت وظيفته يكون قد حقق الشروط المعمارية تماما عندما يمزج بين الجمال الحقيقي في واجهات وشكل المبنى والوظيفة التي سيؤديها ذلك المبنى وبذلك يكون قد نجح معمارياً ، لأن المفهوم المعماري لا يقتصر على الشكل فحسب كما يظن البعض؛ وإنما يحقق الوظيفة أيضاً.

وقد يبدو المبنى بسيطاً من الخارج، وكأنه مفكك إلى عدة قطع ضخمة دون الشعور بالاتصال بين هذه القطع؛ مع أنها في حقيقة الأمر متصلة ومترابطة عبر عدة فراغات وجسور، وقد يعتمد المبنى في تركيبته الهندسية اعتماداً كلياً على شكل هندسي منتظم كوحدة متكررة في كل أجزاء المبنى، وإن كانت أحياناً 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 التهوية والحركة والتنقل وغيرها من المتطلبات الوظيفية.

(2-2) لمحة عن المشروع:

تتلخص فكرة المشروع في إنشاء أربع وحدات تدريبية، وهي بوابة مركزية مع غرف التحكم، صالة رياضية، مبنى متعدد الأغراض يحتوي على مكاتب وغرف فندقية، وخزانات مياه أرضية، يتمتع كل منها بجميع المرافق والأقسام اللازمة، كما أنها تتمتع بشكل معماري جميل جداً، أضف إلى ذلك كله أنها تحافظ على أداء الوظيفة المرجوة منها بالموازاة مع كل ما تحتويه من اللمسات المعمارية لإبرازها في كثير من الأجزاء.

(2-3) موقع المشروع:

عند البدء بتصميم أي مشروع فإنه يجب أخذ جملة من الأمور بعين الاعتبار حتى نحصل في النهاية على مشروع جيد يلبي كل الاحتياجات التي أنشئ من أجلها, وأيضاً بأن لا يعاني من أي مشاكل أخرى، وبالتالي نحصل على تناسق بين التصميم المقترح للموقع والعناصر المكونة لذلك الموقع المؤثرة فيه، لذلك فإنه يجب إعطاء فكرة جيدة عن عناصر الموقع من طبيعة الأرض المقترحة للبناء وارتباطها بالشوارع الرئيسية لتلك المنطقة، وأيضاً فانه يجب الأخذ بعين الاعتبار وضع المبنى بالنسبة لحركة الشمس من الشروق إلى الغروب وطبيعة الرياح واتجاهها, أضف إلى ذلك طبيعة المباني المحيطة بالمنشأ نفسه ومدى ارتفاعها ، ويقع هذا المشروع المقترح في مدينة يطا بمحافظة الخليل ويجب القول إن البنية التحتية من طرق وكهرباء واتصالات تصل إلى ذلك الموقع وتلبي ما يحتاج إليه مع حاجة إلى بعض التطوير، كما هو موضح في الشكل(2-1).

شكل(2-1): موقع المشروع.

(2-4) أهمية الموقع:

يكتسب الموقع أهمية اقتصادية وجغرافية لعدة أسباب، أهم هذه الاسباب وجود أربعة من الوحدات الإنشائية ذات الأهمية في نفس المكان مما يضفي على المنطقة حيوية، وقرب هذه الوحدات من بعضها يجعل العملية تكاملية بين الوحدات، والمميزات التي توافرت في موقع هذا المشروع تم مراعاتها وهي على النحو الآتي:

1) حاجة المنطقة إلى مثل هذا المشروع.
2) حيوية المنطقة.
3) سهولة الوصول إلى الموقع.
4) احتفاظ الموقع بمميزات طبيعية تؤهله لاحتواء المشروع.

(2-5) عناصر الحركة في المشروع:

يمكن أن تساعد عناصر الحركة في الوحدات إلى صياغة العناصر المعمارية، لما لها من الأهمية في مثل هذه المشاريع نظراً لتنوعها والاهتمام بها، ولقد برز لدينا في هذا المشروع مجموعة من تلك العناصر أهمها:

1) الأدراج:

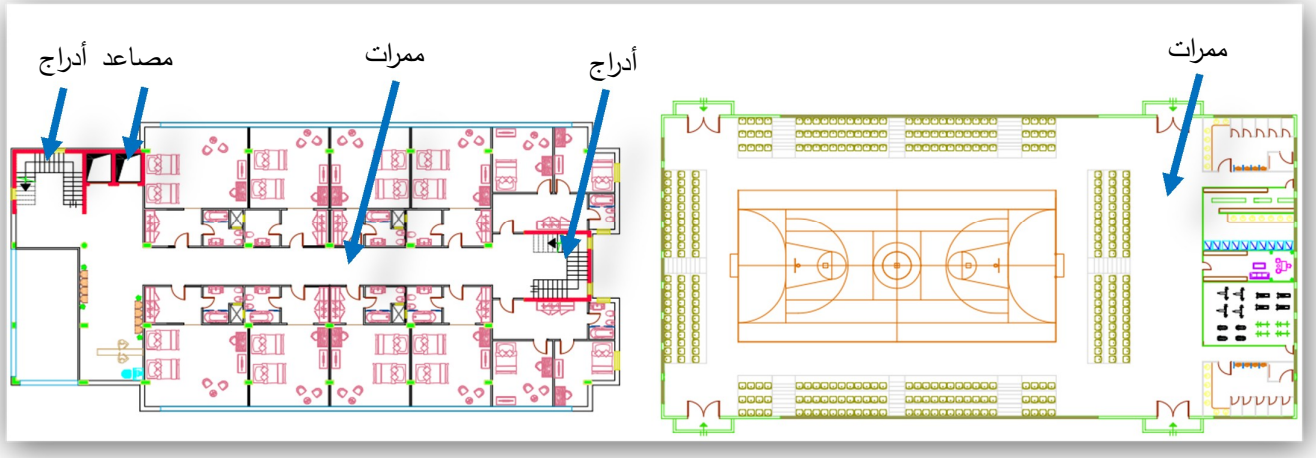
لقد تم تزويد المبنى متعدد الوظائف بمجموعة من الأدراج تتوزع على مساحة هذا المبنى لكي يخدم كل منها كتلة من المبنى، وتتميز هذه الأدراج بموقعها المناسب للمساحات التي ستخدمها، إضافة إلى وقوعها بعيداً عن الغرف قدر الإمكان كي لا تكون مصدرا لإزعاج مستخدمي المبنى، أضف إلى ذلك أنها مرئية للجميع ولا تحتاج إلى الإرشاد حتى تستدل عليها.

2) الممرات:

يتمتع المبنى متعدد الوظائف بمساحات جيدة لأغراض الممرات بين الأقسام والغرف المختلفة، كما أن شكل المبنى يعطي فرصة جيدة لتوفر مثل هذه الممرات التي توفر الحركة الأفقية في المبنى وصولا إلى الأدراج والمصاعد، أيضاً تم توفير الممرات الكافية لمرور الجماهير المستخدمة للصالات الرياضية.

3) المصاعد:

للتعامل مع ارتفاع المبنى، تم استخدام المصاعد كوسيلة حركة آلية عمودية، وهذه الوسيلة ظهرت في المبنى متعدد الوظائف بحيث تتركز في موقع يخدم كافة أجزاء المبنى، وتتميز هذه المصاعد بموقعها المناسب للمساحات التي ستخدمها، إضافة إلى وقوعها بعيداً عن الغرف قدر الإمكان كي لا تكون مصدرا لإزعاج مستخدمي المبنى، أضف إلى ذلك أنها مرئية للجميع ولا تحتاج إلى الإرشاد حتى تستدل عليها.



شكل(2-2): وسائل الحركة في المبنى متعدد الوظائف والصالة الرياضية.

4) السلالم الحديدية:

تم استخدامها للحركة العمودية في خزانات المياه الأرضية.

(2-6) حركة الشمس والرياح:

إن دراسة حركة الشمس والرياح من العوامل المهمة في تحليل المبنى، فالشمس طاقة مرغوب فيها، وتوجيه المبنى تجاه الشمس مع حمايته من السطوع الواقع عليه من المنطقة الغربية هي وسيلة ناجحة في الحصول على أكبر قدر ممكن من الطاقة الشمسية في أيام البرد، والتقليل من كمية الطاقة المستهلكة للتدفئة.

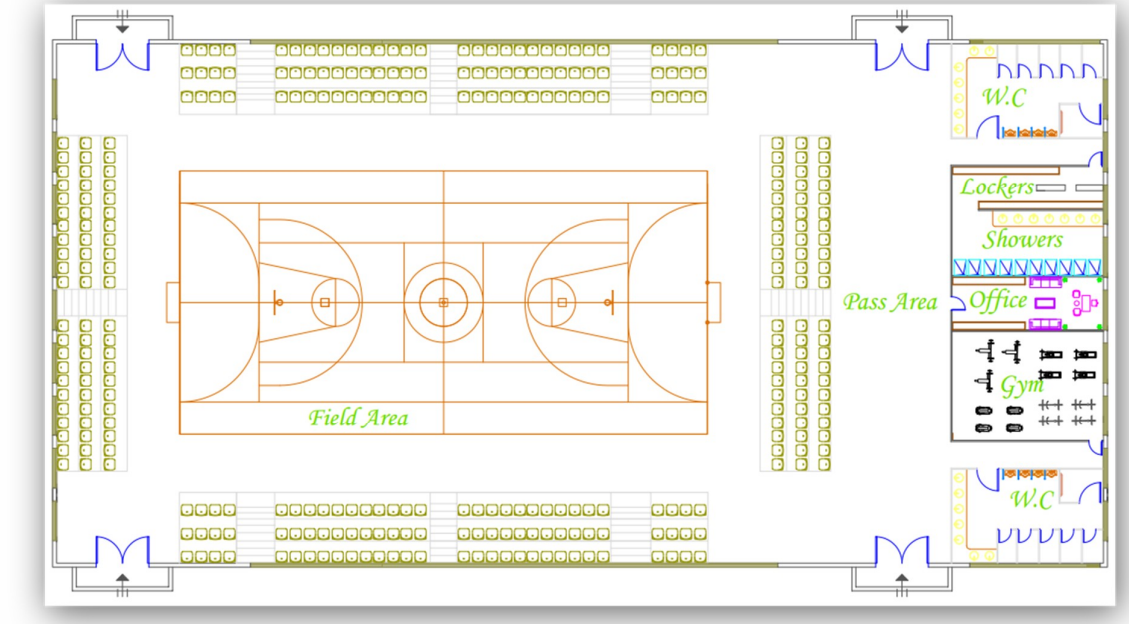
أما الرياح تأثير كبير على المباني، فهي تعد حمل أفقي يؤثر على جدران المبنى، وبالتالي على الهيكل الإنشائي له فيجب مراعاة تأثير الرياح والشمس على المبنى ليتم تصميمه بشكل يلبي شروط التصميم المتعلقة بالتهوية والإضاءة الطبيعية.

(2-7) دراسة عناصر المشروع:

(2-7-1) المساقط الأفقية:

(2-7-1-1) الصالة الرياضية بمساحة "3200 متر مربع":

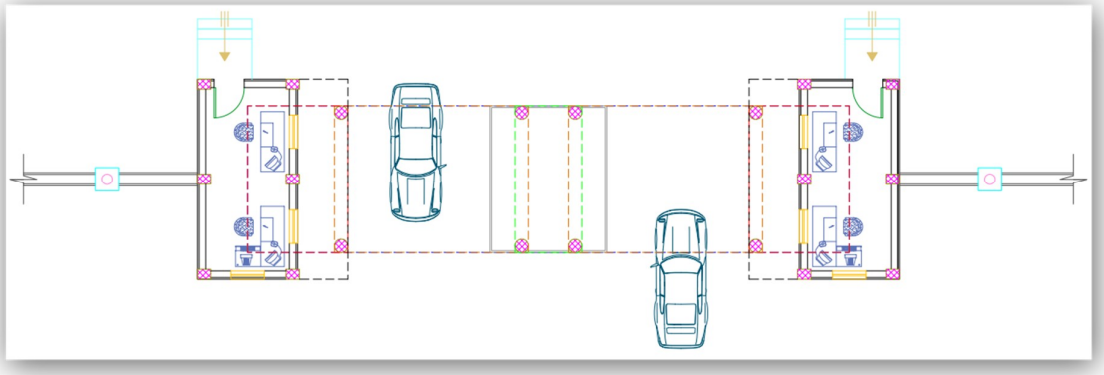
وتشمل الأجزاء الآتية كما هو موضح بالشكل رقم(2-3): قسم إداري، غرفة ملابس، وحدات صحية، أربعة مداخل، مدرجات، منطقة اللعب، منطقة التدريب.



شكل(2-3): مخطط الصالة الرياضية.

(2-1-7-2) البوابة بمساحة "125 متر مربع":

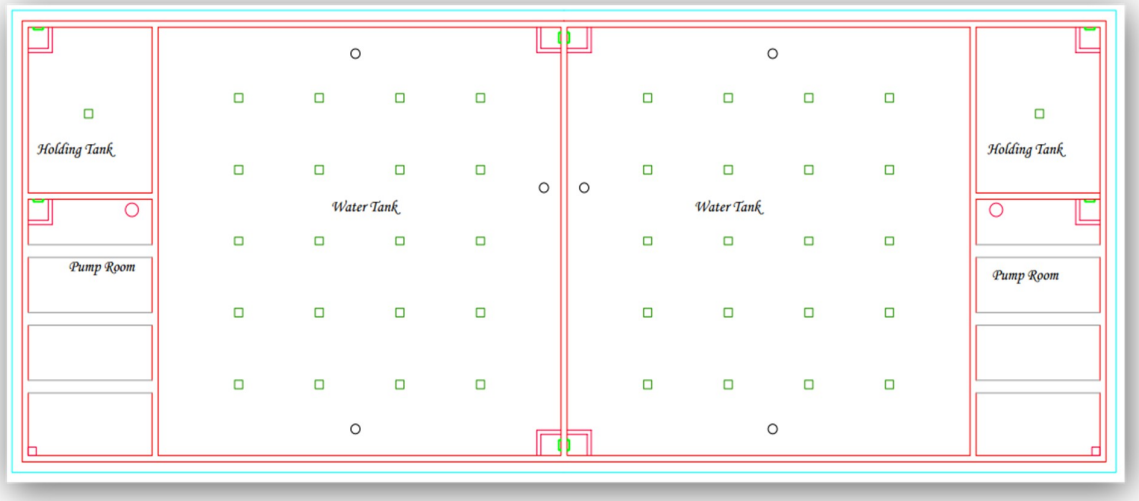
وتشمل الأجزاء الآتية كما هو موضح بالشكل رقم(2-4): غرف تحكم، مدخل، مخرج، ممرات خاصة بالمشاة.



شكل(2-4): مخطط البوابة.

(2-1-7-3) خزانات المياه بمساحة "1125 متر مربع":

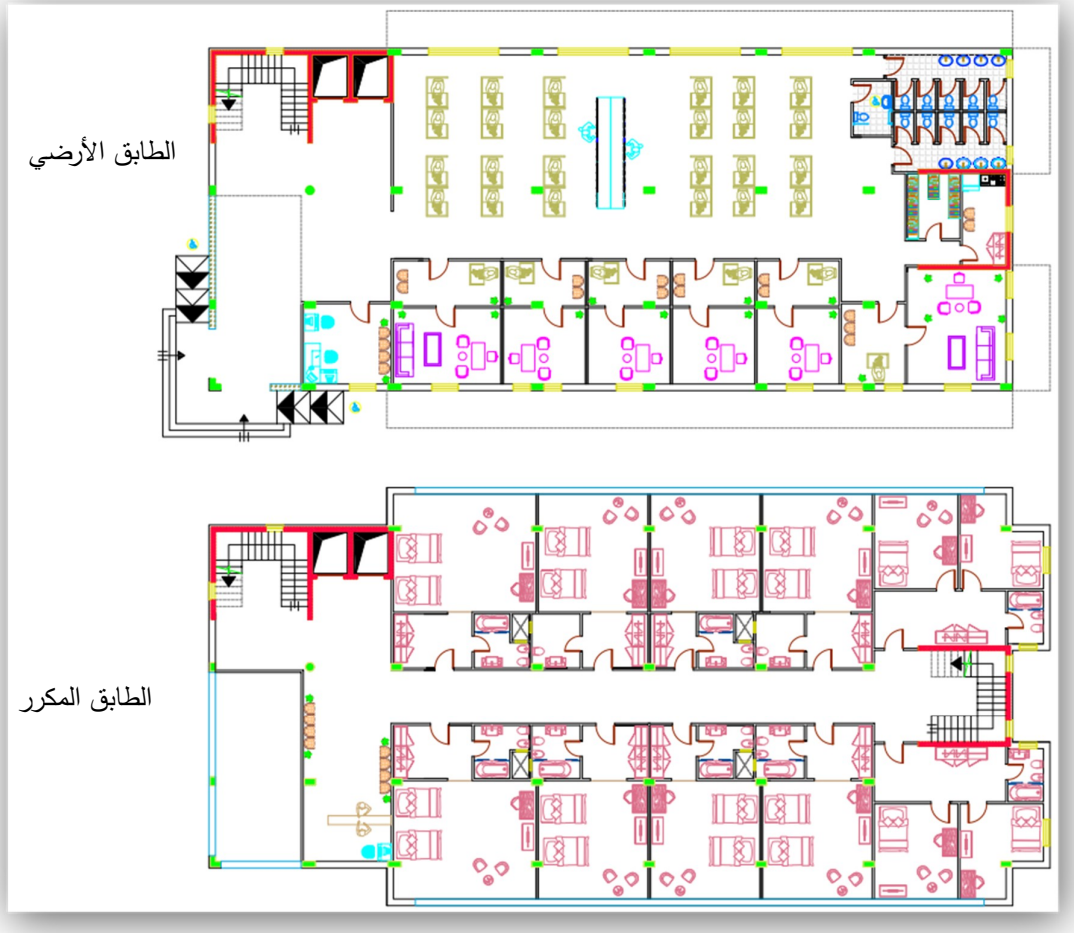
وتشمل الأجزاء الآتية كما هو موضح بالشكل رقم(2-5): الخزانات الرئيسة، مداخل، غرف المضخات، خزانات الطوارئ.



شكل(2-5): مخطط خزانات المياه الأرضية.

(2-7-1-4) المبنى متعدد الوظائف بمساحة "3320 متر مربع":

ويشمل الأجزاء الآتية كما هو موضح بالشكل رقم(2-6): مجموعة من المكاتب في الطابق الأرضي، مدخل، مصاعد، أدراج غرف سكنية في الطوابق الأخرى.



شكل(2-6): مخطط المبنى متعدد الوظائف.

(2-7-2) وصف الواجهات:

إن الواجهات المنبثقة عن أي تصميم تعطي الانطباع الأرضي عن المبنى، حيث يظهر من خلال التصميم المعماري لواجهات هذا المشروع استخدام الطراز الحديث والتكنولوجيا الحديثة من خلال وجود تداخل في الكتل الرأسية والأفقية واستخدام الكتل الزجاجية الكبيرة المكونة من الألمنيوم والزجاج.

كما أن المواد الرئيسية التي تم استخدامها في عملية البناء هي الخرسانة المسلحة، والخرسانة العادية وبعض الأنواع من الحجر، شريطة مناسبتها لشروط مقاومة الظروف الجوية وتوفير عنصر الجمال.

(2-7-2-1) واجهة البوابة:

تعد الواجهة الأهم للمشروع ككل، كيف لا وهي أول ما يراه المقبل على الموقع، لذلك كان تميزها المعماري حاضراً بالأعمدة الحجرية والقطع التي تعلو سطح البوابة، واستخدم هنا أيضا نفس نوع الحجر المستخدم في الواجهات الأخرى، كما هو موضح في شكل (2-7).

شكل(2-7): واجهة البوابة.

(2-2-7-2) واجهات الصالة الرياضية:

تمتلك واجهات الصالة إطلالة مميزة بجمال المداخل وتوزع النوافذ الزجاجية بحجمها الكبير، وتضم هذه الواجهات تصورا جيداً للناظر عن حجم المبنى، كما أنها تلعب يطا في المنظر العام للوحدات الإنشائية، الأمر الذي يدفع المقبل على الموقع إلى التوجه إليه دون الحاجة إلى إشارة أو دليل كما هو موضح في شكل (2-8).

شكل(2-8): واجهات الصالة الرياضية.

(2-2-7-3) واجهات المبنى متعدد الوظائف:

تمتلك واجهات المبنى ميزة عن غيرها من الوحدات في الارتفاع، الأمر الذي ساعد في رسم لوحة معمارية حديثة ذات إطلالة فريدة من خلال توزع النوافذ الزجاجية بحجمها الكبير وبشكلها المميز، وتضم هذه الواجهات تصورا جيداً للناظر عن حجم المبنى، كما أنها تلعب يطا في المنظر العام للوحدات الإنشائية، الأمر الذي يدفع المقبل على الموقع إلى التوجه إليه دون الحاجة إلى إشارة أو دليل كما هو موضح في شكل (2-9).

شكل(2-9): واجهات المبنى متعدد الوظائف.

(2-8) وصف الحركة:

تتعدد أشكال الحركة حول المبنى، حيث تم مراعاة الراحة والأمان والسهولة في الحركة، والتي تتمثل خارجياً في الوصول إلى الوحدات الإنشائية والتي تستوعب أعداداً كبيرة من الناس بسبب وظائفها الأساسية كما في الصالة والمبنى متعدد الوظائف، وأيضاً حركة الشاحنات الملازمة لخزانات المياه والتي تتطلب مسارات حركة واسعة، ولا ننسى أهمية وجود البوابة في ترتيب كل هذا وتنظيم عملية الدخول والخروج.

أما بالنسبة للحركة الأفقية والعمودية في داخل الوحدات فإنها تتم في جميع الطوابق بشكل خطي من خلال ممر بين الفراغات مع وضوح الحركة وسهولتها وكذلك عن طريق المصاعد والأدراج.

الفصل الثالث: الوصف الإنشائي

3-1 مقدمة.

3-2 هدف التصميم الإنشائي.

3-3 الدراسات النظرية والتحليل وطريقة العمل.

3-4 الاختبارات العملية.

3-5 الأحمال.

3-6 العناصر الإنشائية.

3-7 تصميم الخزانات الأرضية.

3-8 البرامج الحاسوبية المستخدمة.

(3-1) مقدمة:

لأي مشروع يجب أن يكون هناك وصف متكامل له حتى تكون الصورة واضحـــة تماما للمشروع المراد إنشاؤه، فبعد الانتهاء من الفصـــلين الأول والثاني يصـــل بنا المطاف إلى مرحلة تعد من أهم المراحل التي تمر خلال تنفيذ أي مشـــروع والمقصود مرحلة التصميم الإنشائي.

إن الغرض من عملية تصميم المنشآت، هو ضمان وجود مزايا التشغيل الضروري فيها، مع احتواء العناصر الإنشائية على أبعاد أكثر ملائمة من الناحية الاقتصـــادية، بالإضـــافة إلى توفير عامل مهم وهو الأمان، لذا لا بد من تحديد الهياكل الإنشائية التي يشتمل عليها المشروع لأجل اختيار العناصر الأنسب وذلك لعمل مقارنات بين الأنواع المختلفة لهذه العناصر بحيث تحقق العاملين السابقين إضافة إلى عدم التضارب مع المخططات المعمارية الموضوعة، ولذلك فإن هذا يتطلب وصفاً شاملاً للعناصر الإنشائية المكونة للمشروع والتي سيتم التعامل معها وتصميمها لاحقاً في بنود هذا المشروع من أجل الوصول إلى تصميم إنشائي كامل، وفي هذا الفصل سوف يتم وصف العناصر الإنشائية المكونة للمشروع.

(3-2) هدف التصميم الإنشائي:

إن الهدف العام من التصـــميم الإنشـــائي لأي مشـــروع هو الحصـــول على مبنى آمن من جميع النواحي الهندســـية والإنشائية ,ومقاوم لجميع المؤثرات الخارجية من زلازل، رياح، ثلوج، وهبوط التربة أي يتحمل جميع الأحمال الواقعة عليه سواء الأحمال المباشرة أو غير المباشرة، وفي نفس الوقت الحفاظ على صلاحية الاستخدام البشري له مع مراعاة التكلفة الاقتصادية، ولهذا فإن التصـميم الإنشـائي الذي يراد القيام به في مشـروعنا هو تصـميم المقاطع الإنشـائية للعناصـر الحاملة بتطبيق الكود الأمريكي (ACI 318-11)، ولتحديد أحمال الزلازل فسيتم استخدام كود (UBC 97)، واستخدام الكود الاردني لتحديد الاحمال الميتة والحية وأحمال الثلوج والرياح.

وباستخدام مجموعة من البرامج الحاسوبية لإتمام المشروع بشكل متكامل ومترابط والحصول في النهاية على وحدات إنشائية مقاومة لمختلف القوى الواقعة عليها وتقديم مخططات تنفيذية متكاملة للمشروع.

وبالتالي يتم تحديد العناصر الإنشائية بناء على:

1) عامل الأمان: يتم تحقيقه عبر اختيار مقاطع للعناصر الإنشائية قادرة على تحمل القوى والإجهادات الناتجة عنها.
2) التكلفة: يتم تحقيقها عن طريق مواد البناء ومقاطع مناسبة التكلفة وكافية للغرض الذي ستستخدم من أجله.
3) حدود صلاحية المبنى للتشغيل: من حيث تجنب أي ترخيم زائد وتجنب التشققات التي تؤثر سلباً على المنظر المعماري المطلوب.
4) الشكل والنواحي الجمالية للمنشأ.

(3-3) الدراسات النظرية والتحليل وطريقة العمل:

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 المطلوب والآمن وطريقة العمل المناسبة.

(3-4) الاختبارات العملية:

من أهم الاختبارات العملية اللازمة قبل القيام بتصميم أي مشروع إنشائي هو إجراء فحوصات للتربة لمعرفة قوة تحملها ومواصفاتها ونوعها، ومعرفة منسوب المياه الجوفية وعمق الطبقة التأسيسية المناسبة لوضع الأساسات، ويتم ذلك بعمل ثقوب استكشاف في التربة بأعداد وأعماق مدروسة، وأخذ العينات المستخرجة من أرض الموقع لعمل فحوصات التربة اللازمة عليها ومن أهم النتائج التي نحتاجها من هذه الاختبارات مقدار قوة تحمل التربة للأعمال الواقعة عليها من المبنى ومقدار الضغط الجانبي المؤثر على الجدران الجانبية الاستنادية والذي يعتمد على نوع التربة، جدول(3-1) يوضح نتائج اختبارات التربة التي نحتاجها في عملية التصميم.

جدول(3-1): نتائج اختبارات التربة.

الاختبار	الوحدة	القيمة
الكثافة	KN/m^3	22
عمق التأسيس	cm	70 على الأقل + سمك الأساس
زاوية الاحتكاك (Ø)	°	40
تحمل التربة	KN/m^2	500

(3-5) الأحمال:

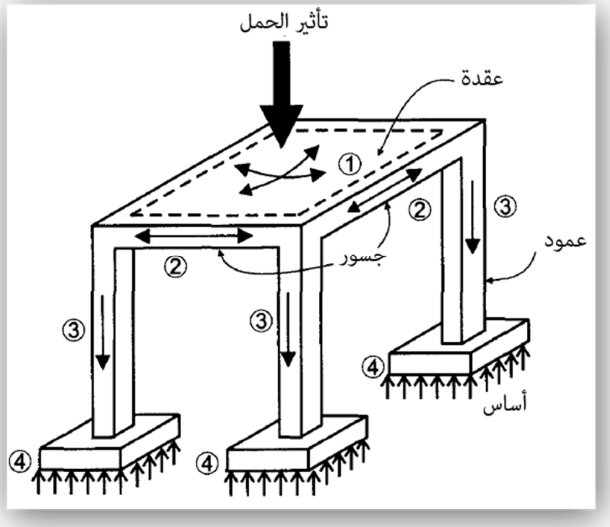
الأحمال هي مجموعة القوى التي تؤثر على المنشأ ويتم تصمم المنشأ ليتحملها، إن أي مبنى يتعرض لعدة أنواع من الأحمال يجب حسابها بدقة عالية لأن أي خطأ في عملية حساب الأحمال ينعكس سلباً على التصميم الإنشائي للعناصر الإنشائية المختلفة، وفي هذا الفصل سوف نتطرق إلى كل حمل من هذه الأحمال على حدا لنبين تأثيره على المنشأ وكيفية التعامل معه، ويمكن تصنيف الأحمال المؤثرة على أي منشأ كالتالي:

(3-5-1) الأحمال الرئيسية، ومنها:

1-الأحمال الميتة.

2-الأحمال الحية: وهي الأحمال الناتجة من طبيعة الاستخدام لهذه المباني وحملها بالسكان والأثاث المتنوع.

3-الأحمال البيئية.



شكل (3-1): انتقال الأحمال.

(3-5-2) الأحمال الثانوية (غير المباشرة):

وتشـــتمل على الانكماش الناتج عن الجفاف للخرســـانة والتمدد الناتج عن التأثير الحراري والزحف والهبوط لتربة الأساس، وقد تم تصنيفها بالأحمال كونها تسبب ضغوطاً داخلية على الخرسانة، وتظهر نتيجة تأثير الأحمال المباشرة خلال الزمن، وقد تم أخذها بعين الاعتبار من خلال توفير فواصـل التمدد الحراري داخل المبنى بحيث يلبي الشـروط الخاصـة بهما والذي سيرد لاحقا خلال هذا الفصل.

(3-5-1-1) الأحمال الميتة:

هي الأحمال الناتجة دائما عن وزن العناصـر الإنشـائية (عن الجاذبية)، كالأوزان على مختلف أنواعها سـواء الأوزان الذاتية للمنشأ، أو أوزان العناصر الثابتة فوقها، وتعتبر هذه الأحمال ذات تأثير دائم على المبنى، أو القوى الجانبية الناتجة عن قوى خارجية كقوة دفع التربة للجدران الاسـتنادية مثلاً، ويتم معرفة هذه الأحمال من خلال أبعاد وكثافات المواد المسـتخدمة في العناصر الإنشائية.

ويدخل ضمن هذا التعريف الأوزان الذاتية للمنشأ كالخرسانة المستخدمة وحديد التسليح والجدران الخارجية، وأعمال الأرضيات، ومواد العزل، والحجارة المستخدمة في تغطية المبنى من الخارج، والقصارة والتمديدات الكهربائية والصحية والأتربة المحمولة، والجدول رقم (3-2) يوضح الكثافات النوعية لكل المواد المستخدمة حسب كود الأحمال والقوى الأردني.

جدول(3-2): الكثافات النوعية للمواد المستخدمة في البناء.

المادة	الكثافة النوعية (KN/m^3)
البلاط	24
المونة الإسمنتية	22
الرمل	17
الطوب الإسمنتي المفرغ	12.5
الخرسانة المسلحة	25
القصارة	22

(3-5-1-2) الأحمال الحية:

هي الأحمال التي تتعرض لها الأبنية والإنشاءات بحكم استعمالاتها المختلفة، أو استعمالات أي جزء منها، بما في ذلك الأحمال الموزعة والمركزة، وأحمال القصور الذاتي، ويمكن تصنيفها كالتالي:

1) الأحمال الديناميكية: مثل الأجهزة التي ينشأ عنها اهتزازات تؤثر على المنشأ.
2) الأحمال الساكنة: والتي يمكن تغيير أماكنها من وقت إلى آخر، كأثاث البيوت، والقواطع، والأجهزة الكهربائية، والآلات الاستاتيكية غير المثبتة، والمواد المخزنة.
3) أحمال الأشخاص: وتختلف باختلاف استخدام المبنى ويؤخذ بعين الاعتبار العامل الديناميكي في حالة وجوده، مثلاً في الملاعب والصالات والقاعات العامة.
4) أحمال التنفيذ: وهي الأحمال التي تكون موجودة في مرحلة تنفيذ المنشأ مثل الشدّات الخشبية والرافعات.

(3-5-1-3) الأحمال البيئية:

وهي الأحمال الناتجة عن العوامل البيئية، وتشمل أحمال الثلوج وأحمال الهزات الأرضية وأحمال التربة، وهذه الأحمال تعتبر أحمالا متغيرة من ناحية المقدار والموقع، وأحمال الرياح تكون متغيرة في الاتجاه، وتعتمد على وحدة المساحة التي تواجهها، بحيث تقوم دوائر الأرصاد الجوية بتحديد سرعة الرياح القصوى.

والعناصر التي يعتمد عليها في تحديد هذه الأحمال هي السرعة، والارتفاع للمبنى، وموقعه بالنسبة للأبنية المحيطة به، وأهمية هذا المبنى بالإضافة إلى عوامل أخرى لها علاقة بالموضوع.

وفيما يلي بيان كل حمل على حدا:

1) أحمال الثلوج:

يمكن حساب أحمال الثلوج حسب كود الأحمال والقوى الأردني، وبالاعتماد على خصائص المنطقة كما يتضح في العوامل التالية:

جدول (3-3): خصائص البناء والتي تؤثر في حساب أحمال الثلوج.

الخاصية	القيمة
معامل الشكل	0.8
الارتفاع عن سطح البحر	850
حمل الثلج الموقعي على الأرض(KN/m^2)	1.4

أحمال الثلوج = 1.2 كيلو نيوتن/متر مربع.

2) أحمال الرياح:

أحمال الرياح تؤثر بقوى أفقية على المبنى، ولتحديد أحمال الرياح تم الاعتماد على سرعة الرياح القصوى التي تتغير بتغير بطبوغرافية المنطقة والتي تزيد على 15 كم/الساعة، وموقع المنشأ من حيث إحاطته بمباني مرتفعة أو وجود المنشأ نفسه في موقع مرتفع أو منخفض والعديد من المتغيرات الأخرى.

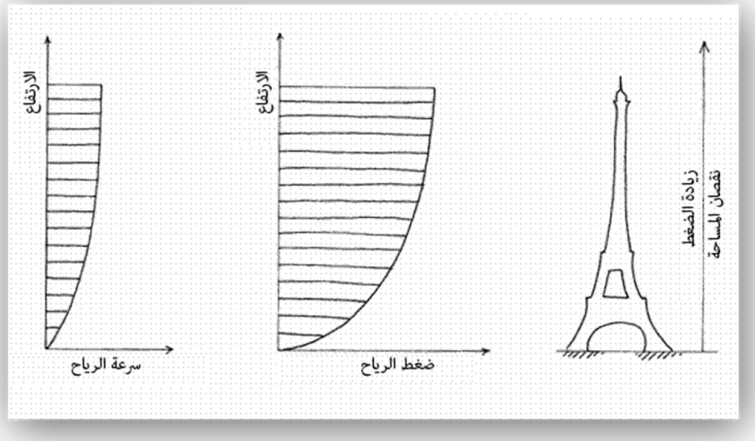
ولتحديد هذه الأحمال سوف يتم استخدام كود الأحمال الأردني وذلك وفق هذه المعادلة:

P=Ce x Cq x qs.

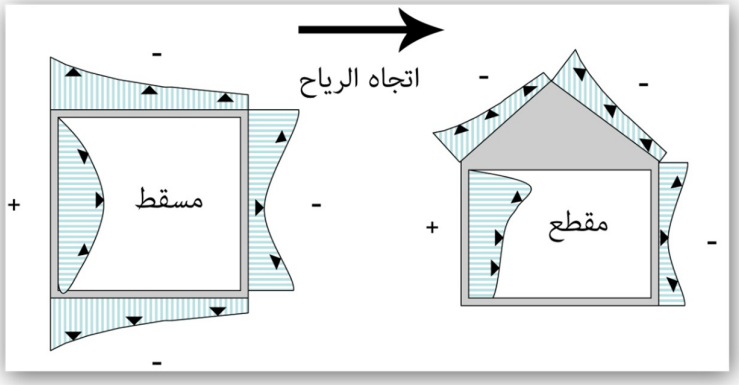
Ce: عامل تأثير حجم المبنى = 0.9.

Cq: معامل الضغط الخارجي = 0.8 .

qs(KN/m^2): الضغط الديناميي الناجم عن عصف الرياح = 2.37.



شكل (3-2): تأثير سرعة الرياح وارتفاع المبنى على قيمة الضغط الواقع على المبنى.



شكل (3-3): تأثير أتجاه الرياح على الضغط الواقع على المبنى.

3) أحمال الزلازل:

وهي عبارة عن أحمال رأسية وأفقية تؤثر على المنشأ، وتؤدي إلى تولد عزوم على المنشأ مثل العزوم المعروفة بعزم الانقلاب وعزم اللّي، وأما القوى الأفقية وهي قوى القص فهي تُقاوَمُ بجدران القص الموجودة في المنشـــأ، وتؤخذ هذه الأحمال بعين الاعتبار في منطقة الخليل، ذلك أن هذه المنطقة تعرف أنها نشطة زلزالياً.

جدول (3-4): خصائص المنطقة التي تؤثر في حساب أحمال الزلازل.

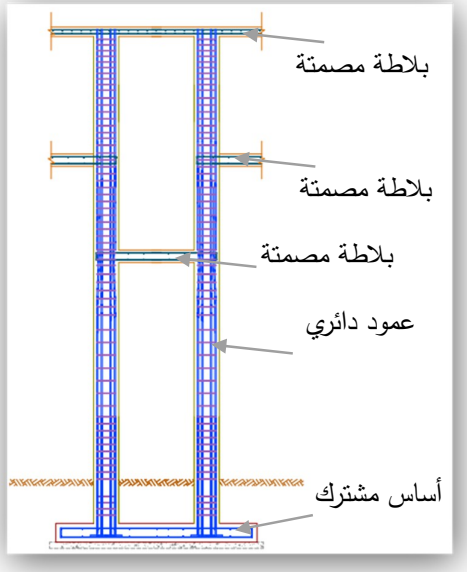
الخاصية	القيمة
المنطقة الزلزالية	3
معامل الأهمية	1
معامل المطاوعة	1
معامل الدور	0.0488
نوع التربة	SB
معامل التربة	0.4

(3-6) العناصر الإنشائية:

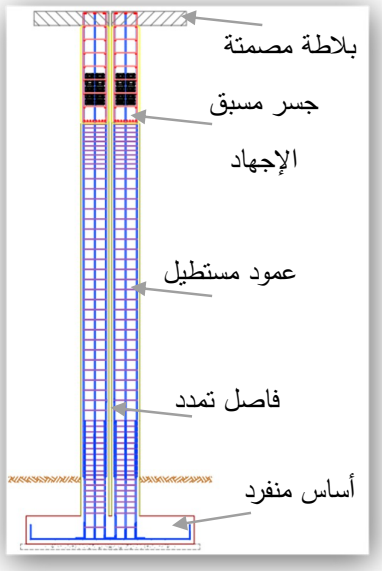
تتكون جميع المباني عادة من مجموعة من العناصر الإنشائية التي تتكاثف لكي تحافظ على استمرارية وجود المبنى وصلاحيته للاستخدام البشري، ومن أهم هذه العناصر:

1) الأساسات Foundation.
2) الأعمدة Columns.
3) الجسور Beams.
4) العقدات Slabs.
5) جدران القص Shear Walls.
6) الأدراج Stairs.
7) فواصل التمدد Expansion Joint.

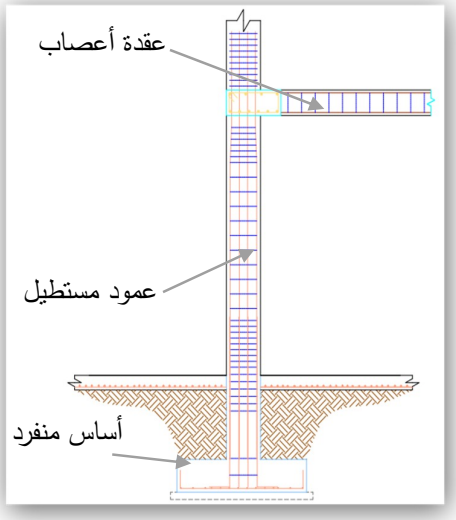
وتوضح الأشكال التالية أهم العناصر الإنشائية الموجودة في المشروع:



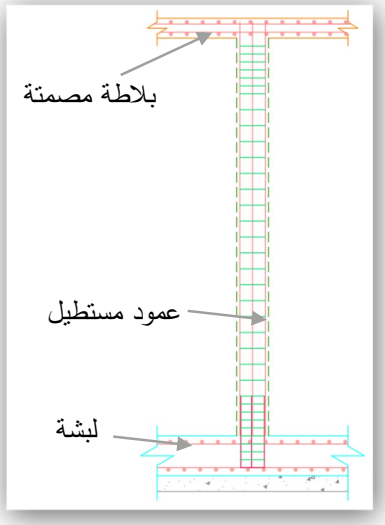
شكل (3 –4): عناصر إنشائية مستخدمة في البوابة.



شكل (3 –5): عناصر إنشائية مستخدمة في الصالة.



شكل (3 –6): عناصر إنشائية مستخدمة في المبنى.



شكل (3 –7): عناصر إنشائية مستخدمة في الخزان.

(3-6-1) العقدات (البلاطات):

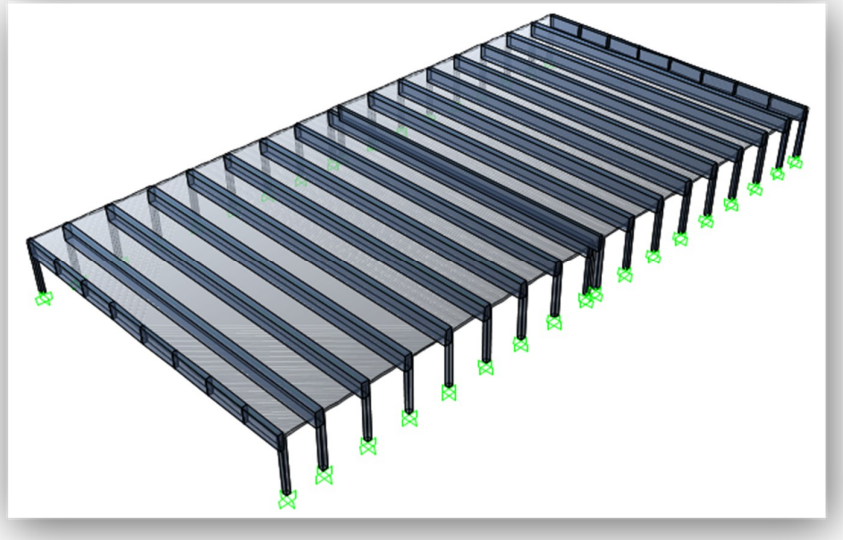
العقدات عبارة عن العناصر الإنشائية القادرة على نقل القوى الرئيسية بسبب الأحمال المؤثرة عليها إلى العناصر الإنشائية الحاملة في المبنى مثل الجسور والجدران والأعمدة، دون تعرضها إلى تشوهات، ونظرا لوجود العديد من الفعاليات في هذا المشروع، وتنوع المتطلبات المعمارية تم اختيار نوعين من العقدات كل حسب ما هو ملائم لطبيعة الاستخدام، والذي سيوضح في التصاميم الإنشائية في الفصول اللاحقة، وفيما يلي بيان لهذه الأنواع:

1) العقدات المصمتة Solid Slabs.
2) العقدات المفرغة(المعصبة)Ribbed Slabs.

(3-6-1-1) العقدات المصمتة Solid Slabs:

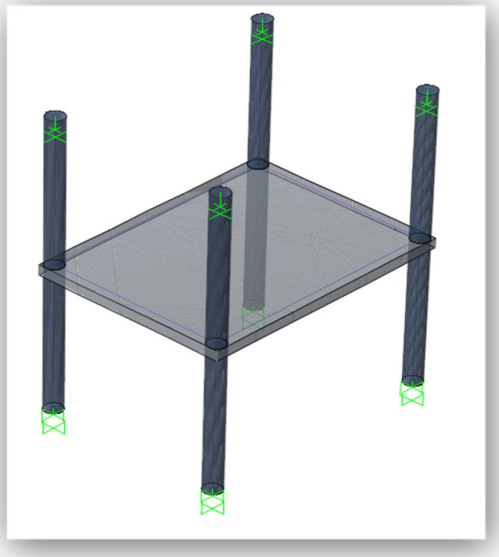
وينقسم هذا النوع إلى قسمين وهما:

1) العقدات المصمتة في اتجاه واحد One Way Solid Slabs.



شكل (3-8): عقدة مصمتة باتجاه واحد في عقدة الصالة.

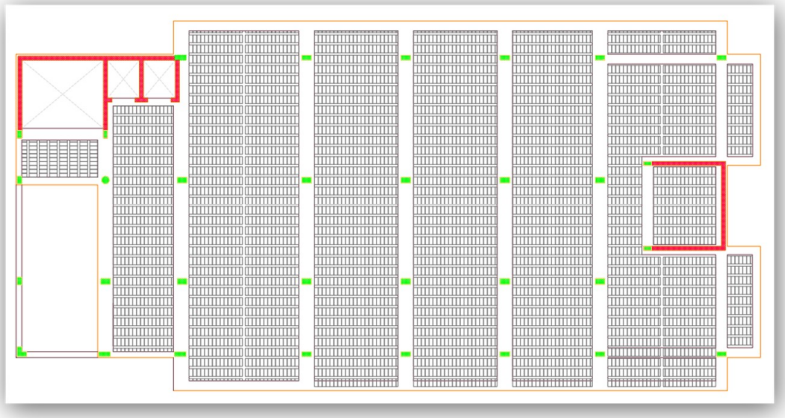
2) العقدات المصمتة في اتجاهين Two Way Solid Slabs.



شكل (3 –9): عقدة مصمتة باتجاهين في نظام البوابة(Flat Plate) .

(3–6–1–2) العقدات المفرغة One Way Ribbed Slabs:

تستخدم هذه العقدات عندما يراد تغطية مساحات بدون جسور ساقطة، وتم استخدام هذه البلاطات في بعض عقدات البوابة وأيضاً في عقدات المبنى متعدد الوظائف، وذلك لخفة وزنها وفعاليتها.



شكل (3–10): عقدات الأعصاب في المبنى متعدد الوظائف.

(3-6-2) الجسور:

وهي عناصر إنشائية أساسية في نقل الأحمال من الأعصاب والعقدات المصمتة، تستخدم الجسور في المباني للأغراض التالية:

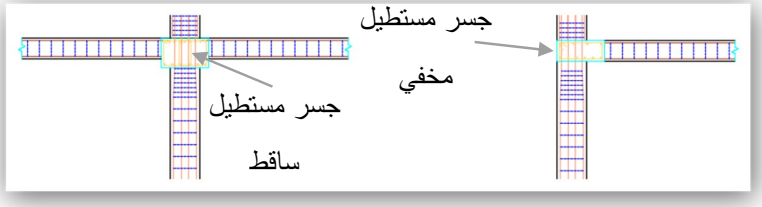
1) توضع الجسور تحت الحائط لتحميل الحائط عليها تجنبا لتحميله مباشر على البلاطة الخرسانية الضعيفة.
2) توضع الجسور أعلى الحائط للتعتيب عليها وفي هذه الحالة يكون عمق الجسر كاف للنزول حتى منسوب الأعتاب ويمكن أن تكون مساوية أو أكبر من سمك الحائط.
3) تقليل طول الانبعاج للأعمدة.
4) تقسيم البلاطات الخرسانية ذات المساحات الواسعة إلى أجزاء كل جزء منها بمساحة يمكن تصميمها لتصبح بسمك وتسليح اقتصادي.
5) تربيط الأعمدة مع بعضها وذلك لعمل مفعول الإطارات (Frames) بين الجسور والأعمدة للحصول على أفضل توزيع لعزوم الانحناء في الجسور.

وهي نوعان، خرسانية ومعدنية، أما الخرسانية فهي:

(3-6-2-1) الجسور الخرسانية العادية:

1) الجسور المخفية (Hidden Beam) داخل العقدة بحيث يكون ارتفاعها يساوي ارتفاع العقدة.
2) الجسور الساقطة (Dropped Beam):

عبارة عن تلك الجسور التي يكون ارتفاعها أكبر من ارتفاع العقدة ويتم إبراز الجزء الزائد من الجسر في أحد الاتجاهين السفلي (Down Stand Beam) أو العلوي (Up stand Beam) بحيث تسمى هذه الجسور L –section ، T–section.ونظراً للتوزيع الجيد للقوى المؤثرة على السطح ومن ثم على الأعمدة والجسور، فقد تم استخدام الجسور الساقطة مع مراعاة عامل التقوس(الانحناء) (Limitation of Deflection).



شكل (3-11): أشكال الجسور المستخدمة في وحدات المشروع.

(3-6-2-2) الجسور مسبقة الإجهاد (Prestressed Beam):

تعتبر الخرسانة مادة جيدة المقاومة للضغط وضعيفة المقاومة للشد، حيث تشكل المقاومة للشد % (8-14)من قوة المقاومة للضغط، هذا العيب في الخرسانة يسبب ظهور التشققات في مراحل مبكرة من تحميل المنشأ بالأحمال الخارجية، وللتقليل ولمنع تطور هذه الشقوق لا بد من تأثير قوة محورية أو غير محورية (لا مركزية) على طول العنصر الإنشائي.

الغرض من هذه القوى هو الحد من إجهادات الشد –في المقاطع الحرجة سواء في منتصف الفضاء أو عند المساند –الناتجة من الأحمال الخدمية مما يرفع من قدرة المقطع على مقاومة عزم الانحناء وقوى القص وعزم الليّ وغيرها، هذا يؤدي بالمقاطع العرضية للعنصر إلى الاستمرار في سلوكها المرن وبالتالي استغلال خواص وقوة تحمل الخرسانة على الضغط بشكل فعّال وشبه كامل من خلال استخدام مجمل العمق للمقطع الخرساني عند تحميل المنشأ بكافة الأحمال الخارجية المتوقعة.

إن هذه القوى المؤثرة على طول العنصر تسمـــــــى بقوى الإجهاد المسبق –بمعنى آخر –هي قوى الضغط المسببة للإجهادات المسبقة في المقاطع العرضية على طول الفضاء للعنصر الإنشائي قبل تأثير وتطبيق الأحمال الرأسية العرضية الميتة أو الحية أو تأثير الأحمال الحية الأفقية الزائلة أو العابرة.

إن تحديد طبيعة ونوعية قوة الإجهاد المسبق يعتمد بشكل رئيسي على أساس وطبيعة النظام الإنشائي المراد تنفيذه وكذلك على أطوال الفضاءات وسمك العنصر المطلوب، وقد تم استخدام الإجهاد المسبق الخطي في المشروع وفيه تكون القوة المؤثرة على طول محور العنصر الإنشائي أو بشكل موازٍ له.

العناصر الإنشائية مسبقة الإجهاد من الخرسانة المسلحة تكون في مقطعها أقل عمقاً من مثيلاتها من الخرسانة المسلحة العادية والتي لها نفس الفضاءات وظروف التحميل، بشكل عام عمق العنصر المسبق الإجهاد يشكل عادةً حوالي % (65-80)من عمق العنصر المكافئ له من الخرسانة المسلحة العادية، لهذا العنصر الإنشائي المسبق الإجهاد يتطلب

خرسانة أقل وبنسبة تتراوح بين % (35–20)أقل من كمية التسليح وبالتالي أقل وزناً، إلا أن هذا المكسب في توفير المواد يتم ضياعه وفقدانه نتيجةً للكلفة العالية للمواد عالية الجودة المطلوب استخدامها في عملية الإجهاد المسبق ، هذا بالإضافة إلى أن عملية الإجهاد المسبق للخرسانة هي عملية ذات تكاليف باهظة.

(3–6–2–2–1) طرق وأساليب الإجهاد المسبق (Prestressing Methods):

ويتم تصنيف العناصر الإنشائية الخرسانية مسبقة الإجهاد عادةً حسب طريقة شد الفولاذ المستخدمة وكيفية تثبيته مع الخرسانة، وتقسم إلى قسمين:

1) الشد المسبق (Pretensioning System).
2) الشد اللاحق (Posttensioning System).

وقد تم استخدام الطريقة الثانية في المشروع؛ والتي يتم فيها تحديد المسار المنحني للكابل سلفاً وصب الخرسانة ومن ثمَّ تمرير أسلاك الشد الفولاذية من خلال المسار، ولتثبيت الأوتار مع الخرسانة يمكن حقن القنوات تحت الضغط بمونة إسمنتية (رمل + إسمنت) خاصةً، هذا ويمكن إبقاء الأسلاك دون تثبيت مع الخرسانة إذا كان ذلك مطلوباً حسب التصميم مع الأخذ بعين الاعتبار عندئذٍ حماية الأسلاك من الصدأ أو استخدام أسلاك فولاذية مغلفة بطبقة عازلة للرطوبة.

عند تثبيت الصفيحة بطرف الكابل وإزالة المشدات، يحاول الكابل بعد إزالة القوة الرجوع إلى طوله الأصلي ولكن يعيقه في ذلك وجود الخرسانة مما يسبب ضغط هذا العنصر الخرساني وتسمى هذه المرحلة بمرحلة النقل (نقل قوة الشد من المشدات إلى المقطع الخرساني كقوة ضغط)، نتيجةً للضغط الحاصل للخرسانة تقوم العتبة بالانكماش المرن (القصر المرن) في حين تقل استطالة الكابل وتنقص قيمة القوة فيه.

شكل (3-12): مسار الكوابل داخل الجسر.

(3-6-2-2-2) المواد المستخدمة في عملية الإجهاد المسبق والإجهادات المسموح بها (Materials and Allowable Stress):

إن المغزى من عمل الإجهاد المسبق هو أن تكون قيمة الإجهاد الداخلي الابتدائي في الأوتار الفولاذية كافية لدرجة أن نسبة الإجهادات المتبقية في الفولاذ بعد حدوث التغيرات السابقة في الخرسانة كبيرة بالمقارنة مع الإجهادات الضائعة بسببها، الإجهادات من القصر المرن للخرسانة تسبب ضياع في إجهاد الفولاذ يتراوح تقريباً بين (137.9 – 344.7) MPaوعليه يتراوح الإجهاد الابتدائي في الفولاذ بين (862 – 1310) MPa.

إن الفولاذ المستخدم في عملية الإجهاد المسبق متوفر على عدة أنواع وأشكال:

1) سلك فولاذي على طريقة السحب البارد Cold – Drawn Wire.
2) كابل مجدول (على الأغلب سبعة أسلاك مجدولة مع بعضها البعض) Standard Cable.
3) قضبان فولاذية خليطة.

شكل (3-13): كابل مجدول.

ويتـــم إنتاج الأسلاك من النوعين الأول والثاني بقوة شد قصوى تتراوح بين MPa (1862 – 1724)، في حين أن القضـــبان عالية المقاومة وذات أســـطح ملســـاء وأقطارها تتراوح بين mm (35 – 19) تصـــنع بقوة شـــد قصـــوى MPa (1103 – 1000).

(3-6-2-2-3) اختيار المقطع للعنصر الخرساني (Proper Section of Beam Sections):

على عكس المقاطع الفولاذية، مقاطع العتبات من الخرسانة المسلحة مسبقة الإجهاد ليست كلها مجدولة ومثبتة، ففي كثير من الأحيان يحتاج المهندس إلى اختيار المقطع لاستخدامه في الموقع المصمم لأجله، وأحياناً أخرى قد لا تكون المقاطع المختارة في الجداول.

في معظم حالات تصميم العتبات بسيطة الإسناد، فإن اللامركزية للمسار بين (cgc Line) و(cgs Line) تتناسب وقوة الشد المطلوبة، وحيث أن التصميم على أساس العزم في منتصف الفضاء؛ فإن أكبر لامركزية في منتصف الفضاء تعطي

أصغر قوة شدٍ مطلوبة، وبالتالي أفضل حلٍ من الناحية الاقتصادية. وكلما زادت اللامركزية للوتر، كانت مساحة الخرسانة في الألياف العليا اللازمة أكبر ولهذا فإن المقاطع على شكل Tأو ـلذات الحواف العريضة تعتبر الأنسب عند التصميم.

هذه المقاطع تستخدم في الإنشاءات الهندسية المختلفة، فالمقاطع على شكل I تستخدم كعتبات لأرضيات الكراجات ذات الفضاءات الواسعة، والمقاطع على شكل T تستخدم بشكل واسع في الجسور، في حين المقاطع عل شكل Double–T يشيع استخدامها في أرضيات المباني ومنشآت الكراجات.

هناك أيضاً مقاطع مغلقة على شكل صندوق تستخدم بشكل خاص في الجسور؛ وذلك لمقاومتها العالية للدوران (Large Torsional Resistance)، هذا بالإضافة إلى أن مقاومتا لوزنها الذاتي عالٍ مقارنة مع المقاطع الأخرى المستخدمة في أنظمة الإجهاد المسبق.

شكل (3–14): مقاطع على شكل Double–T.

(3–6–2–2–4) الخسارات الجزئية في الإجهاد المسبق (Partial Loss of Prestress):

إن قوة الإجهاد المسبق الابتدائية للعنصر الخرساني تتعرض لتغير تدريجي مع الزمن، حيث تتضاءل قيمة القوة في فترة تصل إلى 5 سنوات تقريباً ومن الضروري معرفة مستوى هذه القوة في كل مرحلة من مراحل التحميل، من مرحلة النقل إلى مرحلة الأحمال الخدمية إلى الحد النهائي للقوة.

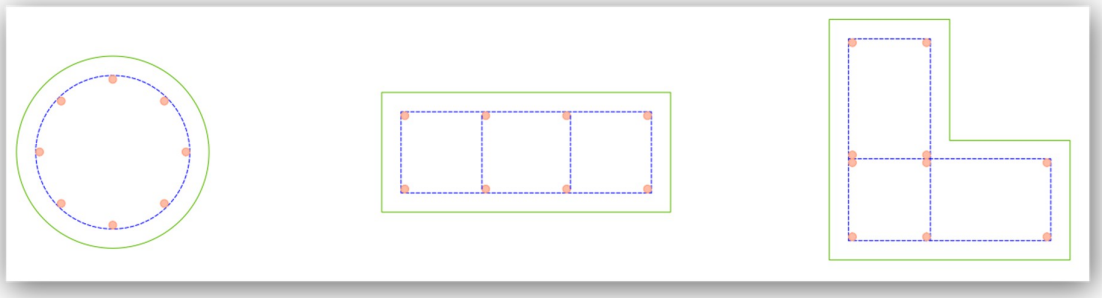
إن الخسارات (النقصان) في قيمة الإجهاد المسبق يمكن تقسيمه إلى قسمين:

1) الخسارة المرنة المباشرة خلال التصنيع والإنشاء، مثل: القصر المرن (Elastic Shortening)، خسارات التثبيت (Anchorage Losses)، خسارات الاحتكاك (Frictional Losses).
2) الخسارات المعتمدة على الوقت، مثل: الزحف (Creep)، الانكماش (Shrinkage)، وكذلك الخسارات من تأثير الحرارة وارتخاء الفولاذ (Steel Relaxation).

إن الخسارات من المجموعة الثانية يصعب تحديدها؛ وذلك لاعتمادها على عدة عوامل مترابطة فيما بينها، وتختلف طرق تحديدها باختلاف الكود المستخدم حسب الطرق المعتمدة لتحديد هذه الخسارات.

(3-6-3) الأعمدة:

تعتبر الأعمدة العنصر الرئيسي في نقل الأحمال من العقدات والجسور ونقلها إلى الأساسات، وبذلك فهي عنصر إنشائي ضروري في نقل الأحمال وثبات المبنى. لذلك يجب تصميمها بحيث تكون قادرة على نقل وتوزيع الأحمال الواقعة عليها، أما بالنسبة إلى أنواع الأعمدة فهي على نوعين، الأعمدة القصيرة والأعمدة الطويلة، ولمقاطع الأعمدة أشكال عديدة، منها المستطيل والدائري والمضلع والمربع والمركب، وهناك تصنيف آخر للأعمدة من حيث طبيعة المادة المستخدمة فمنها الخرسانية والمعدنية والخشبية، وأما بالنسبة إلى الأعمدة المستخدمة في هذا المبنى فهي متنوعة من حيث الطول، فهناك الأعمدة الطويلة، بالإضافة إلى الأعمدة القصيرة، ومن حيث طبيعتها، ومن حيث الشكل فمنها ما هو دائري وأخرى مستطيلة الشكل، ويبين الشكل (3-10) عدد من مقاطع الأعمدة.



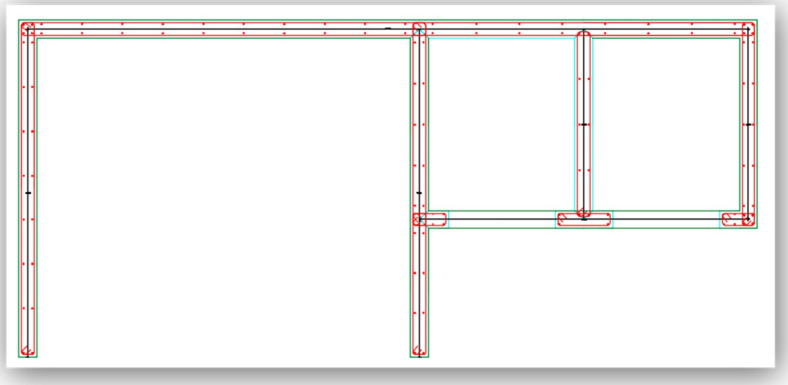
شكل (3 – 15): أشكال مقاطع الأعمدة المستخدمة.

(3-6-4) جدران القص:

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

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

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



شكل (3 -16): بعض جدران القص في المشروع.

(3-6-5) فواصل التمدد:

تنفذ في كتل المباني ذات الأبعاد الأفقية الكبيرة أو ذات الأشكال والأوضاع الخاصة فواصل تمدد حراري أو فواصل هبوط، وقد تكون الفواصل للغرضين معاً. وعند تحليل المنشآت لدراستها كمقاوم لأفعال الزلازل تدعى هذه الفواصل بالفواصل الزلزالية، ولهذه الفواصل بعض الاشتراطات والتوصيات الخاصة بها وفقاً لما يلي: ينبغي استخدام فواصل تمدد حراري في كتلة

المنشأ حسب الكود المعتمد، على أن تصل هذه الفواصل إلى وجه الأساسات العلوي دون اختراقها، وتعتبر المسافات العظمى لأبعاد كتلة المبنى كما يلي:

1) (40m) في المناطق ذات الرطوبة العالية.
2) (36m) في المناطق ذات الرطوبة العادية.
3) (32m) في المناطق ذات الرطوبة المتوسطة.
4) (28m) في المناطق الجافة.

كما يجب ألا يقل عرض الفاصل عن (3cm).

(3-6-6) الأساسات:

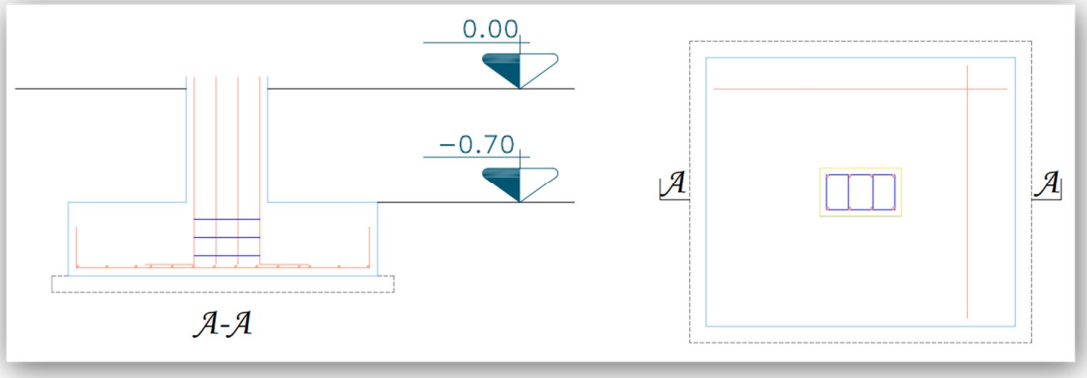
وبالرغم من أن الأساسات هي أول ما نبدأ بتنفيذها عند بناء المنشأ، إلا أن تصميمها يتم بعد الانتهاء من تصميم كافة العناصر الإنشائية في المبنى.

وتعتبر الأساسات حلقة الوصل بين العناصر الإنشائية في المبنى والأرض، ولمعرفة الأوزان والأحمال الواقعة عليها، فإن الأحمال الواقعة على العقدة تنتقل إلى الجسور ثم إلى الأعمدة وأخيرا إلى الأساسات إلى التربة ويكون الأساس مسؤول عن تحمل الأحمال الميتة للمبنى وأيضا الأحمال الديناميكية الناتجة عن الرياح والثلوج والزلازل وأيضا الأحمال الحية داخل المبنى.

وتكون هذه الأحمال هي الأحمال التصميمية للأساسات، وبناءً على الأحمال الواقعة عليها وطبيعة الموقع يتم تحديد نوع الأساسات المستخدمة، ومن المتوقع استخدام أساسات من أنواع مختلفة وذلك تبعا لقوة تحمل التربة والأحمال الواقعة على كل أساس.

والأساس قد يكون قريبا من سطح الأرض ويسمى بالأساس السطحي (Shallow Foundation) وهذا النوع يكون بعدة صور كأن يكون أساسات شريطية، أو أساسات منفصلة، أو أساسات لبشة أو حصيرة.

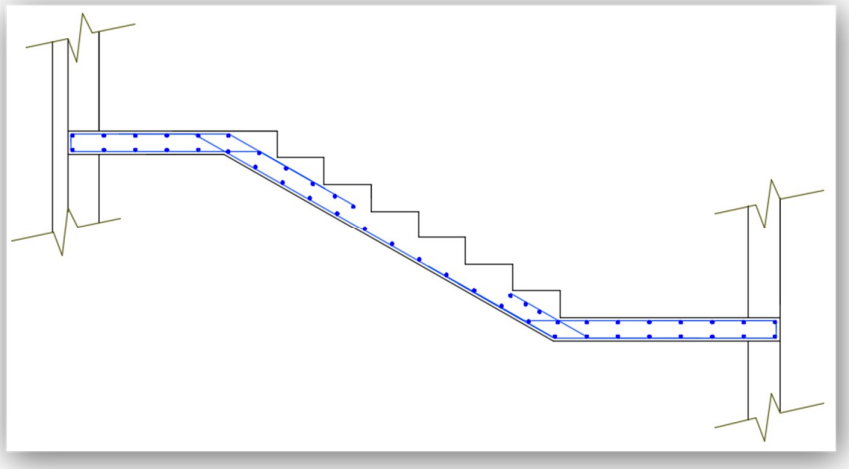
وقد يكون عميقا داخل التربة لنقل أحمال المنشـــأ إلى طبقات التربة العميقة الأقوى، أو توزيعها على الطبقات بطريقة تدريجية ويسـمى هذا النوع بالأسـاس العميق (Deep Foundation) حيث يتم اللجوء اليها عندما يتعذر الحصـول على طبقة صالحة للتأسيس بالقرب من سطح الأرض لذلك يتم اللجوء الى اختراق التربة الى اعماق كبيرة للحصول على السطح الصالح للتأسيس مثل الأوتاد الخرسانية.



شكل (3-17): شكل الأساس المنفرد.

(3-6-7) الأدراج:

الأدراج عبارة عن العنصر المعماري والإنشائي المسؤول عن الانتقال الراسي بين الطبقات في المبنى حيث يتم تقسيم ارتفاع الطابق إلى ارتفاعات صـغيرة تمثل ارتفاع الدرجة الواحدة. ويتم تصـميم الدرج إنشـائيا باعتباره عقدة مصـمتة في اتجاه واحد، وتم اسـتخدامها في مشـروعنا بشـكل واضـح موزعة على أرجاء المشـروع، وكذلك اخذ في عين الاعتبار في التصـميم الإنشائي الأحمال الناتجة عن وزن المصعد الكهربائي، والشكل (3-16) يبين شكل الدرج وطريقة تسليحه.



شكل (3 -18): مقطع توضيحي في الدرج.

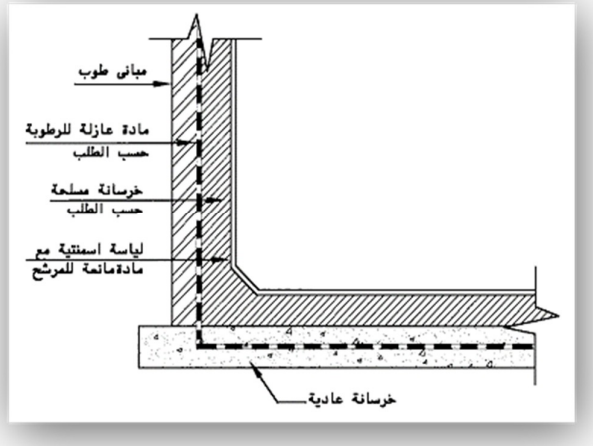
(3-7) تصميم الخزانات الأرضية:

(3-7-1) اشتراطات الموقع:

- أن تكون بعيدة ما أمكن عن جميع مصادر التلوث بحيث لا يقل البعد عن (10) متر من أي مصدر من مصادر التلوث مثل خزانات التحليل والتجميع أو بيارات الصرف الصحي أو غرف التفتيش.
- أن يكون موقع الخزان غير منخفض حتى لا تغمره مياه الأمطار المحملة بالأتربة والأوساخ وتؤدي إلى تلوث المياه داخله، كما يجب أن يكون مرتفعاً عن موقع بيارات الصرف وبما يسمح بأن يكون اتجاه سير المياه السطحية من الخزان إلى البيارة وليس العكس، ويجب أن يكون منسوب خزان المياه الأرضي أعلى من منسوب مصادر التلوث إن وجدت بما لا يقل عن 50 سم.
- إذا كان منسوب المياه الأرضية مرتفعاً يجب عمل صرف جوفي حول خزان المياه الأرضي وذلك لمنع الترشيح إلى داخل الخزان.
- يراعى عند إنشاء الخزانات الأرضية للمياه أن تكون مجاورة ما أمكن لسور المدخل وفي حالة إنشاء الخزانات الأرضية داخل بناء العمارات السكنية يراعى أن تكون أقرب ما يمكن لمدخل العمارة لسهولة ملئها أو عمل صيانة خارجية لها.

(3-7-2) اشتراطات العزل:

يلزم أن تكون حوائط وقاع الخزانات الأرضية محكمة إحكاماً تاماً لمنع الرشح وحتى لا تكون عرضة للتلوث وذلك بتلييس قاع وحوائط الخزان من الداخل والخارج بلياسه أسمنتية مع إضافة مادة مانعة للرشح ويشترط ألا تكون مادة سامة وتغليف قاع وحوائط الخزان من الخارج بطبقات عازلة للرطوبة أفقياً ورأسياً، اشتراطات العزل شكل(3-19).



شكل (3 -19): طريقة حماية خزان مياه أرضي بمادة عازلة.

(3-7-3) حساب سعة خزان المياه الأرضي:

يجب أن تتناسب سعة خزان المياه الأرضي مع عدد الشقق والسكان المستفيدين وأن تكفي السكان لمدة يومين على الأقل ويتم تقديرها على أساس معدل لا يقل عن (100) لتر/فرد/يوم ولا تقل سعة الخزان عن (10م3) بحيث يراعى الآتي:

- في المنشآت الصغيرة (سكن مستقل "فيلا" – مبنى مؤلف من وحدتين سكنيتين لا تزيد مساحة مبانيها عن 500م2) ينصح أن تكون سعة الخزان الأرضي 12م3 مع إضافة 3 م3 لكل وحدة سكنية أو لكل 150م2 إضافية من مساحات المباني.
- بالنسبة للمباني الكبيرة:

1. يتم تحديد معدل استهلاك المياه حسب طبيعة استخدام المبنى وذلك من(National Plumbing Code) N.P.C.
2. يتم تصميم مواسير التغذية على أساس أن سرعة المياه لا تزيد عن 8 قدم/ث لقوائم المياه و5قدم/ث للمواسير الفرعية.

- يتم تقدير سعة الخزان على الأسس التالية:

1. سعة تخزين كافية للإمداد بالمياه لمدة 3 أيام وذلك لاستهلاك السكان.
2. تحديد نوع المبنى من حيث درجة تعرضه للحريق حسب (N.F.P.A National Fire Protection Association) وعلى ذلك يتم تحديد أنظمة مكافحة الحريق، وبناء على ذلك يمكن تحديد كمية المياه اللازمة لمكافحة الحريق كالآتي:
1. كمية المياه المطلوب تخزينها لشبكة الرشاشات إن وجدت = (500–750) جالون / دقيقة ولمدة تتراوح من 30–60 دقيقة.
2. كمية المياه المطلوب تخزينها لخراطيم الحريق الداخلية والخارجية = 100 جالون/دقيقة ولمدة 30 دقيقة.
3. سعة الخزان الأرضي = كمية المياه المطلوبة للحريق (الرشاشات + خراطيم الحريق) + كمية المياه المطلوبة للاستهلاك العام.

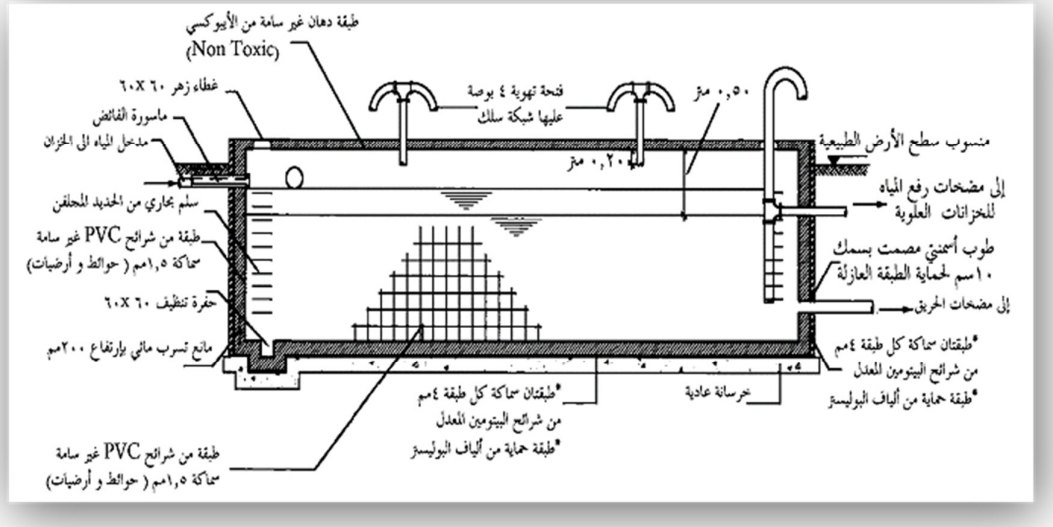
(3–7–4) الملحقات التي تركب على خزان المياه الأرضي:

- يزود خزان المياه الأرضي بالمواسير الآتية: ماسورة تغذية الخزان من الشبكة العامة ويركب عليها محبس عوامة، ماسورة سحب الماء من الخزان بواسطة مجموعة الضخ لرفعه للخزان العلوي ويركب عليها محبس قفل، ماسورة فائض وخطوط صرف غسيل ذات صمامات قفل مع ملاحظة دهان المواسير الحديدية الملاصقة للمياه بمادة ضد الصدأ وغير سامة.
- تركب ماسورة تهوية (قطر حوالي 2 بوصة) بسقف الخزان وبكوع إلى أسفل في نهايتها شبك سلك لمنع دخول الحشرات.
- تركب داخل خزانات المياه الأرضية سلالم بحاري من مواد تكون مقاومة للصدأ وغير سامة لتسهيل الدخول للخزانات والخروج منها لإجراء أعمال الصيانة والتطهير الدورية، شكل(3–20).

(3–7–5) متطلبات التنفيذ والاختبار:

- يستخدم في بناء هذه الخزانات الاسمنت المقاوم للكبريتات (الاسمنت نوعV) حسب ما جاء بالتصنيف الأمريكي(ASTM).
- تطلى جدران وأرضيات الخزانات بمادة الإيبوكسي أو غيرها من المواد المستعملة لمنع تسرب المياه.

- تؤسس بلاطة الأرضية إذا كانت واقعة فوق منسوب المياه الأرضية بأكثر من متر واحد على طبقة من الركام المدكوك جيداً، وتوضع فوقها طبقة مانعة للرطوبة، أما إذا كانت بلاطة الأرضية واقعة تحت المنسوب المتوقع للمياه الأرضية أو قريبة منه فيجب تغطية هذه البلاطة وجميع الوجوه الخارجية للخزان بما لا يقل عن طبقتين من الأغشية العازلة المشبعة بالأسفلت.



شكل (3 –20): قطاع رأسي في خزان مياه أرضي، يوضح الملحقات التي تركب على خزان المياه الأرضي.

- يتم اختبار الطبقات العازلة الداخلية في الخزان بعد انتهاء تنفيذها وقبل العزل الخارجي والردم وذلك بملء الخزان بالماء لمدة 48 ساعة، وعلاج أسباب أي تسرب أو رشح يتبين وجوده قبل البدء في العزل الخارجي والردم ثم يتم اختبار العزل الخارجي بعد تنفيذه وذلك بعد تفريغ الخزان من الماء تماماً وتركه ليجف.

(3–7–6) الردميات:

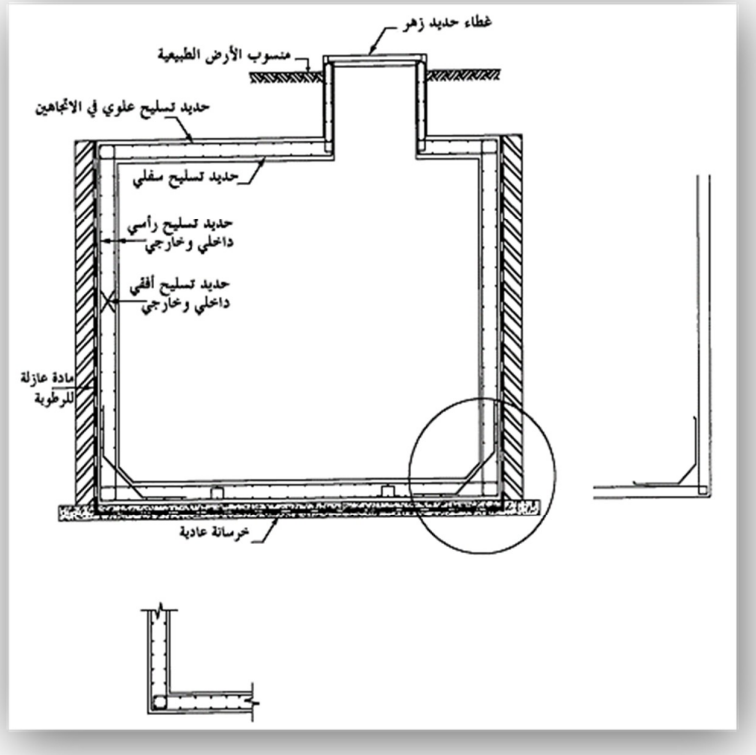
يستخدم في الردم حول الخزان مواد من نوع الردم الإنشائي (منتقى) طبقاً للتصنيف المواصفات الأمريكية للطرق AASHTO رقم (A–1) أو (A–2) أو ما يعادلها ، ويتم الردم على طبقات لا يتجاوز سمك كل منها 20سم ، ويتم دك كل طبقة بطريقة ميكانيكية حتى تحقيق كثافة لا تقل عن 95 ٪ من الكثافة العظمى الجافة على أن تقاس هذه الكثافة بطريقة اختبار بروكتور المعدل ، ويتعين أن يشرف على تنفيذ عملية الردم فني متخصص ذو خبرة في هذه الأعمال ، كما يتعين إجراء جميع الاختبارات الميدانية اللازمة للتأكد من جودة الردم وتسجيل نتائجها بانتظام.

(3–7–7) اشتراطات التصميم:

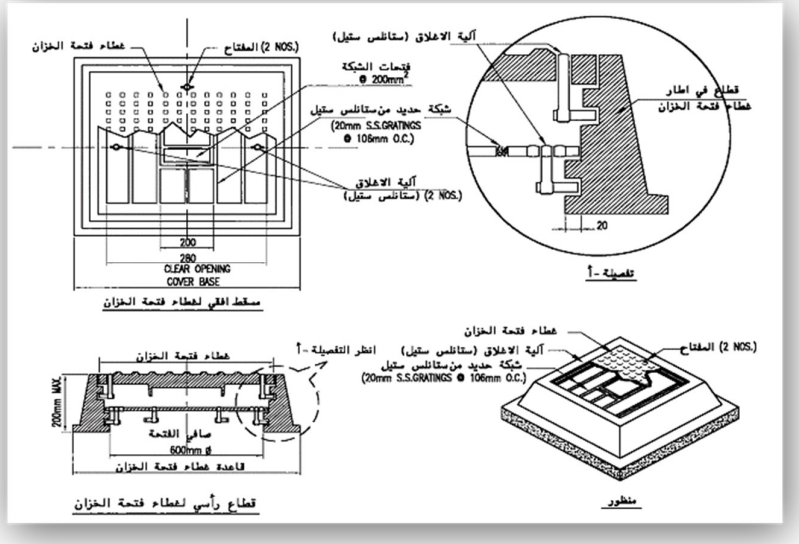
- يجب مراعاة الأصول الفنية عند تصميم الخرسانات المسلحة لبلاطة أرضية وحوائط الخزانات الأرضية وعند تنفيذها يعمل مانع تسرب مائي بين الصبات المختلفة وخاصة فيما بين بلاطة الأرضية والحوائط الرأسية وأيضا العناية بوصلات الحديد الرأسي للحوائط والأفقي لبلاطة الأرضية والحوائط الرأسية حتى يكون أداؤها سليماً ومأموناً تحت تأثير الأحمال المتوقعة

على الخزان خلال عمرها الافتراضي مثل الضغط الأفقي للتربة وضغط المياه وأي أحمال أخرى متوقعة مع مراعاة عمل رباط بين الصبات المختلفة وخاصة فيما بين القاع والحوائط الرأسية .

- يتم تسليح جدران وأرضية الخزانات بشبكتي تسليح وتثبت بواسطة الشناكل والكراسي، شكل(3-21).
- تستخدم أسياخ التسليح ذات الأقطار الصغيرة مثل قطر 10مم، 12مم 14مم في التسليح لمقاومة الشروخ.
- تزود الخزانات الأرضية بفتحات ذات أغطية من مادة الحديد الزهر مطابقة للمواصفة القياسية وتكون من النوع المحكم لمنع تسرب المياه إلى داخل الخزان مع تركيب شبك حماية من مادة غير قابلة للصدأ والتآكل وضرورة رفع منسوب الفتحات وأغطيتها عن مستوى سطح الخزانات لتلافي تسرب مياه الأمطار أو مياه الغسيل إلى داخل الخزانات مع حمايتها واتخاذ الاحتياطات الكفيلة بعدم عبث الأطفال بها أو سقوطهم داخلها مع الزام المكاتب الهندسية والاستشارية عند إعداد التصاميم لخزانات المياه الأرضية بأن تكون الأغطية الخاصة بها وفقاً للمخططات والنماذج المعدة لها، شكل(3-22) .
- يجب العناية بتصميم بلاطة سقف الخزان الأرضي تحت تأثير الأحمال المتوقعة عليها مثل وزن طبقات التربة فوقها وكذلك أي أحمال حية متوقعة.
- يجب اختيار مسار خط المواسير الذي يغذي الخزان الأرضي من الشبكة العامة وكذلك المواسير الخارجة منه بعيداً عن جميع مصادر التلوث المحتملة وأخذ الاحتياطات اللازمة لعزل هذه المواسير.
- أن يتم عمل هبوط صغير بقاع الخزان بمقاس لا يقل عن (50سم ×50 سم) وعمق (25 سم) في المنطقة أسفل ماسورة سحب المياه من الخزان.
- أن يعمل ميل قليل إلى الخارج بظهر سقف الخزان لسهولة تصريف مياه الأمطار.
- تزود غرفة المضخات الملحقة بالخزان (إذا كانت في منسوبها) بغرفة تجميع المياه المتسربة من الوصلات بأبعاد 0.5×0.5×0.35م وتزود بمضخة مياه غاطسه لنزح هذه المياه.
- يوصى بدهان الخزان من الداخل بمادة معتمدة مانعة لتكوين الطحالب والبكتريا والفطريات داخل الخزان.
- تركيب سلالم السلامة تحت أغطية خزانات المياه الأرضية.



شكل (3 –21): قطاع رأسي في خزان مياه أرضي من الخرسانة المسلحة يوضح تفاصيل حديد التسليح.



شكل (3 –22): تفاصيل أغطية خزان الماء الأرضي.

(3-7-8) اشتراطات الصيانة الدورية:

- إصلاح الخزانات الأرضية في حالة وجود أي تلف فيها ومعالجة التسربات إذا ظهرت أي تسربات وذلك بتفريغ الخزان من الماء وتجفيفه وإجراء المعالجة الضرورية لمنع تسرب المياه.
- العناية بالعوامات والصمامات وملحقاتها وتنظيفها وإزالة الانسدادات فيها من الأملاح والترسيبات وتغييرها في حالة تلفها.
- العناية بالخزانات وإحكام غلقها حتى يصعب فتحها أو العبث بها.
- فحص واختبار المضخات (أجزاء نقل الحركة والموتور وأجهزة التحكم والتوصيلات الكهربائية).
- في حالة ما إذا كان الخزان الأرضي يعمل كخزان لمياه الحريق فإنه يجب توفير مصدر دائم لمياه الحريق أثناء عملية الصيانة.
- إلزام الشركات والمؤسسات القائمة بأعمال الصيانة بتأمين معدات السلامة لأفرادها.

(3-8) البرامج الحاسوبية المستخدمة:

1) AutoCad: و ذلك لعمل المخططات المعمارية والإنشائية.
2) Atir: للتصميم الإنشائي.
3) ETABS.
4) SAFE.
5) SAPE2000.

Chapter Four : Structural Design

4-1 Introduction.
4-2 Design of One-Way Ribbed Slab at Building.
4-3 Design of Beam B013 at Building.
4-4 Design of Stairs at Building.
4-5 Design of Column C7 at Gate.
4-6 Design of Footing F2 at Gate.
4-7 Design of Prestressed Beam B2 at Hall.
4-8 Design of Shear Wall at Hall.
4-9 Design of Underground Tank.

(4-1) Introduction:

Concrete is the only major building material that can be delivered to the job site in a plastic state. This unique quality makes concrete desirable as a building material because it can be molded to virtually any form or shape.

Concrete used in most construction work is reinforced with steel. When concrete structure members must resist extreme tensile stresses, steel supplies the necessary strength. Steel is embedded in the concrete in the form of a mesh, or roughened or twisted bars. A bond forms between the steel and the concrete, and stresses can be transferred between both components.

In this project, all of design calculation for all structural members would be made upon the structural system which was chosen in the previous chapter.

So, in this project, there are many type of slabs “one way ribbed slab, solid slabs”, They would be analyzed and designed by using finite element method of design, with aid of computer programs like "ATIR- Software and SAFE " to find the internal forces, deflections and moments, and then handle calculation would be made to find the required steel for all members.

The design strength provided by a member, its connections to other members, and its cross – sections in terms of flexure, and load, shear, and torsion is taken as the nominal strength calculated in accordance with the requirements and assumptions of ACI-318-11code.

NOTE: $fc' = 24$ MPa For gate, hall walls, column and footing, and building.
$fc' = 45$ MPa For hall slab and beams.
$fc' = 30$ MPa For tank.

(4 -2) Design of One-Way Ribbed Slab at Building:

(4-2-1) Slabs Thickness Calculation:

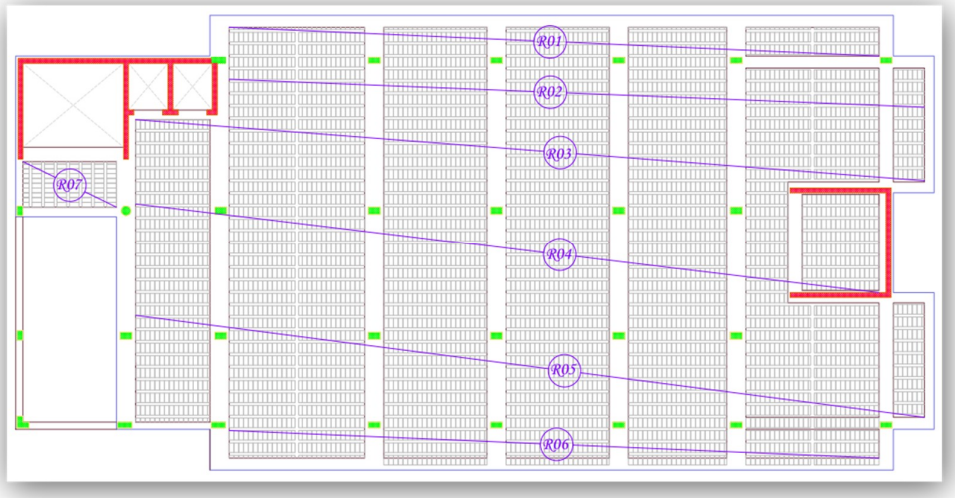


Figure (4-1): Building Slab.

According to ACI-Code-318-11, the minimum thickness of non-Prestressed beams or one way slabs unless deflections are computed as follow:

The maximum span length for one end continuous (for ribs):
h_{min} for one-end continuous = L/18 = 6.45/18 = 0.35m =35cm.
The maximum span length for both end continuous (for ribs):
h_{min} for both-end continuous = L/21 = 5.1/21 = 0.243m =25cm.

Note: We solved this deflection by reinforcements.
Select Slab thickness h= 35 with block 27 cm & Topping 8cm

(4-2-2) Design Steps:

(4-2-2-1)Design of Topping:

Dead load of topping:
Topping 0.08 x 25 = 2 KN/m^2
Sand 0.07 x 16 = 1.12 KN/ m^2
Mortar 0.02 x 22 = 0.44 KN/ m^2
Tiles 0.03 x 23 = 0.69 KN/ m^2
Partitions = 2.3 KN/m^2.
Summation = 6.84 KN/ m^2
Live Load = 4 KN/m^2.
W_u = 1.6 LL+1.2DL = 1.6 x 4 + 1.2 x 6.84 = 14.61 KN/m^2. (Total Factored Load)

$M_u = \frac{W_u \text{ x } l^2}{12} = \frac{14.61 \text{ x } 0.4^2}{12} = 0.195 \text{ KN. m}$

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

$\emptyset M_n = 1.35 \text{ KN. m} > M_u = 0.195 \text{ KN. m}$

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

For the shrinkage and temperature reinforcement:

$\rho = 0.0018$

$A_s = \rho \text{ x } b \text{ x } h = 0.0018 \text{ x } 1000 \text{ x } 80 = 144 \text{ mm}^2.$

Number 0f bars (Ø8/20) $= \frac{As_{req}}{A_{bar}} = \frac{144}{50} = 2.5 \rightarrow$ Spacing(S) $= \frac{1}{2.5} = 40$ cm $= 400$ mm.

$\leq 380 \left(\frac{280}{fs}\right) - 2.5 \text{ x Cc} \leq 380 \left(\frac{280}{fs}\right)$, Cc: concrete cover.

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

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

$= 330$ mm. ≤ 400 mm.

$\leq 3 \text{ x } h = 3 \text{ x } 80 = 240$ mm →controlled.

≤ 450 mm.

SelectØ8 @ 20 cm in both directions.

(4-2-2-2) Design of Rib01:

(4-2-2-2-1) Load Calculations:

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

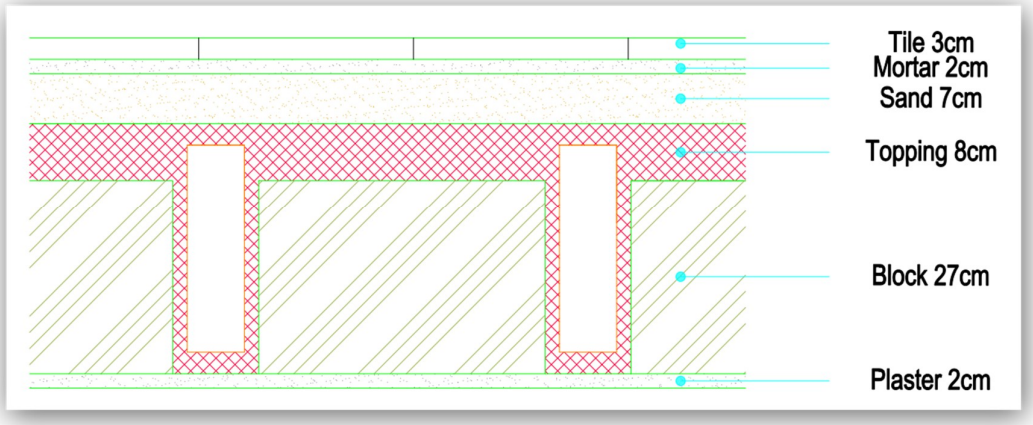


Figure (4-2): One-Way Ribbed Slab Components.

Calculation of the total dead load for the one-way rib slab is shown in the following table:

Table (4 – 1): Calculations of the Total Dead Load for One-Way Rib Slab.

Parts of Rib	Calculation		
Rib	0.12 x 25 x 0.27 = 0.81KN/m		
Top Slab	0.08 x 25 x 0.52 = 1.04KN/m.		
Plaster	0.02 x 0.52 x 22 = 0.2288KN/m.		
Block	0.4 x 12.5 x 0.27 = 1.35 KN/m		
Sand Fill	0.07 x 16 x 0.52 = 0.5824 KN/m		
Tile	0.03 x 23 x 0.52 = 0.3588 KN/m		
Mortar	0.02 x 22 x 0.52 = 0.2288KN/m.		
Partition	2.3 x 0.52 = 1.20 KN/m		
		6.31	KN/m

Nominal total dead load = 6.31 KN/m of rib.
Nominal total live load = 4 x 0.52 = 2.1 KN/m of rib.

Material:
Concrete B300 fc' = 24 N/mm^2
Reinforcement Steel fy = 420 N/mm^2

Section:
b =12cm bf=52 cm h =35cm Tf=8 cm

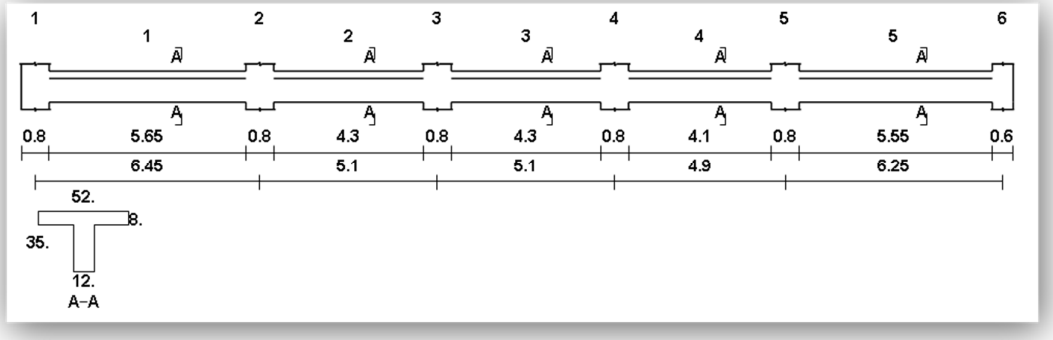


Figure (4-3): Rib Geometry.

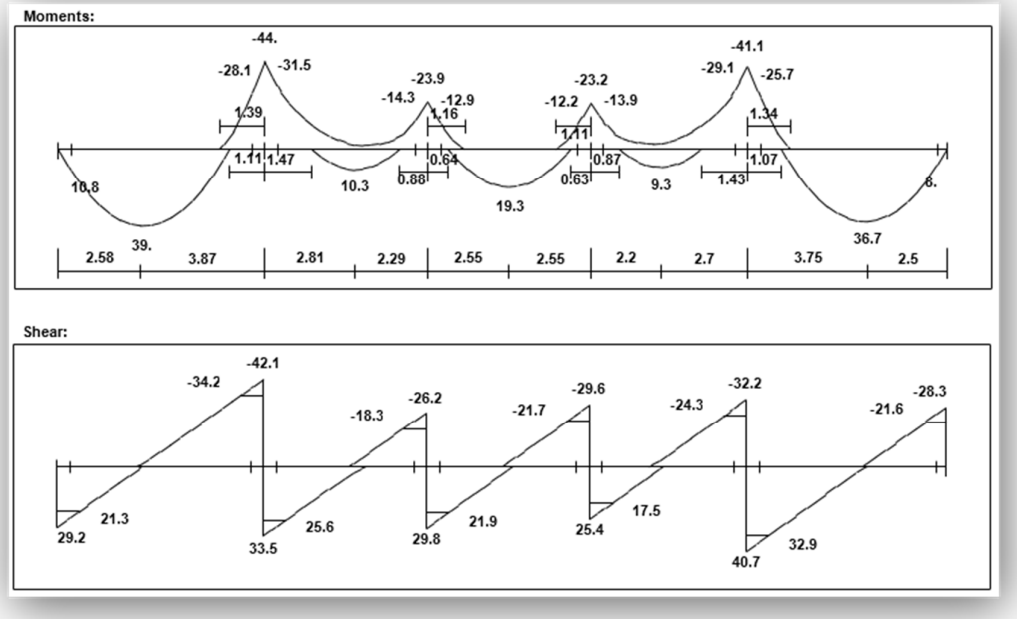


Figure (4-4): Moment & Shear Envelope of Rib.

(4-2-2-2-2) Design of Positive Moment of Spans 1 & 5:

d = depth - cover – diameter of stirrups – (diameter of bar/ 2)

$= 350 - 20 - 10 - \frac{14}{2} = 313$ mm.

Mu =39 KN.m.

Mn = Mu /∅ = 39/ 0.9 = 42.33 KN.m

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

$K_n = \frac{M_n}{b \times d^2} = \frac{42.33 \times 10^6}{520 \times 313^2} = 0.85$ MPa

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

$= \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0.85 \times 20.6}{420}}\right) = 0.0021.$

$A_s = \rho \times b_E \times d = 0.0021 \times 520 \times 313 = 336.81$ mm^2.

$As_{min} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4\,(f_y)} \times b_w \times d \geq \frac{1.4}{f_y} \times b_w \times d$

$= \frac{\sqrt{24}}{4 \times 420} \times 120 \times 313 \geq \frac{1.4}{420} \times 120 \times 313$

= 109.5 mm^2 < 125.2 mm^2 ……. Larger value is control.

As_{min} = 125.2 mm^2 < As_{req} = 336.81 mm2.

∴ As = 336.81 mm^2.

2 Ø 16 = 402 mm^2>As_{req} = 336.81 mm^2. OK.
Select 2 Ø 16.

Check for Strain:
Tension = Compression
A_s x fy = 0.85 x f'_c x b x a. Note: f'_c = 24MPa< 28 MPa→ β_1 = 0.85
402 x 420 = 0.85 x 24 x a x 520 → a = 15.9.

$$x = \frac{15.9}{0.85} = 18.7, \qquad \frac{0.003}{18.7} = \frac{0.003 + \varepsilon_s}{313}$$

ε_s= 0.047 > 0.005, ∴ Ø =0.9 OK.

(4-2-2-2-3) Design of Positive Moment of Spans 2 & 3 & 4:

Mu = 19.3 KN.m.
Mn = 22.33 KN.m.
ρ = 0.001
As_{req} = 171.75 > As_{min} = 125.2 mm^2.
Select 2 Ø12, As = 226 mm^2.
Check for Strain:
ε_s= 0.114 > 0.005, ∴ Ø =0.9 OK.

(4-2-2-2-4) Design of Negative Moment of Supports 2 & 5:

Mu = 31.5 KN.m.
Mn = 33.88 KN.m.
ρ = 0.0074
As_{req} = 278.1 > As_{min} = 125.2 mm^2.
Select 2 Ø 14, As = 308 mm^2.
Check for strain:
ε_s= 0.014 > 0.005, ∴ Ø =0.9 OK.

(4-2-2-2-5) Design of Negative Moment of Supports 3 & 4:

Mu = 14.3 KN.m.
Mn = 16.67 KN.m.
ρ = 0.0035
As_{req} = 131.1 > As_{min} = 125.2 mm^2.
Select 2 Ø10, As = 158 mm^2.
Check for Strain:
ε_s= 0.033 > 0.005, ∴ Ø =0.9 OK.

(4-2-2-2-6) Design of Shear:

Vu =34.2 KN.

$\emptyset \times V_c = \emptyset \times \frac{\sqrt{f'_c}}{6} \times bw \times d = 0.75 \times \frac{\sqrt{24}}{6} \times 0.12 \times 0.313 \times 10^3 = 23$ KN.

$1.1 \times \emptyset \times Vc = 1.1 \times 23 = 25.3$ KN.

Check For region V:

$\emptyset \times Vc + (\frac{2}{3} \times \emptyset \times \sqrt{f'_c} \times b_w \times d) = 25.3 + (\frac{2}{3} \times 0.75 \times \sqrt{24} \times 0.12 \times 0.313 \times 10^3)$

$= 25.3 + 92 = 117.3$ KN > Vu = 34.2 KN.

Take region III:

$V_{limit} = \emptyset \times Vc + \emptyset \times Vs$

$\emptyset \times Vs_{min} \geq \frac{0.75}{16} \times \sqrt{24} \times 0.12 \times 0.313 \times 10^3 = 8.6$ KN

$\geq \frac{0.75}{3} \times 0.12 \times 0.313 \times 10^3 = 9.4$ KN

$\emptyset \times Vs_{min} = 9.4$ KN

V_{limit}=9.4+25.3=34.7 KN

$Vu < \emptyset \times Vc \rightarrow$ 34.2 KN < 34.7 KN

min reinforceiment is required

$Vs_{min} = \frac{9.4}{0.75} = 12.5$ KN

Select 2 legs Ø10 , $Av = 2 \times 0.785 = 1.57$ cm^2

$\frac{Av}{S_{req}} = \frac{Vs_{min}}{f_y \times d}, S_{req} = \frac{157 \times 420 \times 313}{12.5 \times 10^3} = 1651.1$ cm

$S_{req} \leq \frac{d}{2} = \frac{31.3}{2} = 15.65 \leq 60$ cm

Select Ø10@15cm.

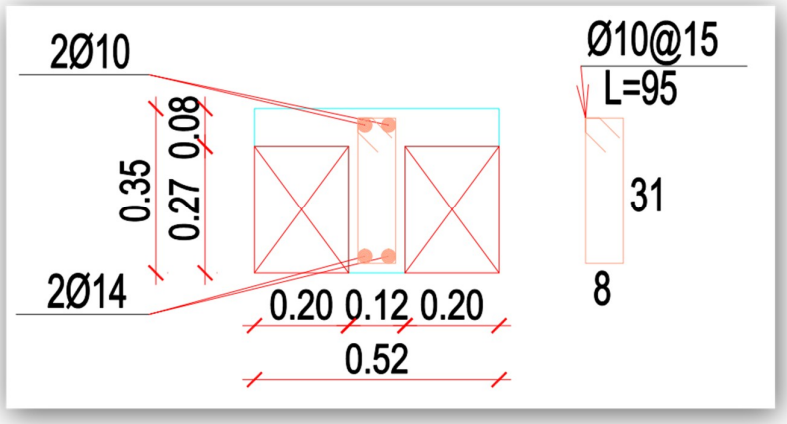


Figure (4-5): Section at Span 5 of Rib01.

(4 -3) Design of Beam B013 at Building:

(4-3-1) Beam Thickness Calculation:

Material:

Concrete B300 fc' = 24 N/mm^2

Reinforcement Steel fy = 420 N/mm^2

According to ACI-Code-318-11, the minimum thickness of non-Prestressed beams or one way slabs unless deflections are computed as follow:

h_{min} for both-end continuous = L/21 = 5.25/21 = 0.25 cm.

h_{min} for one-end continuous = L/18 = 6.275/18 = 0.35 cm.

The controller beam total depth is 35 cm.

Select Total depth of beam (after many design trails) h=50cm.

(4-3-2) Design Steps:

Section:

B =80 cm.

h =50 cm.

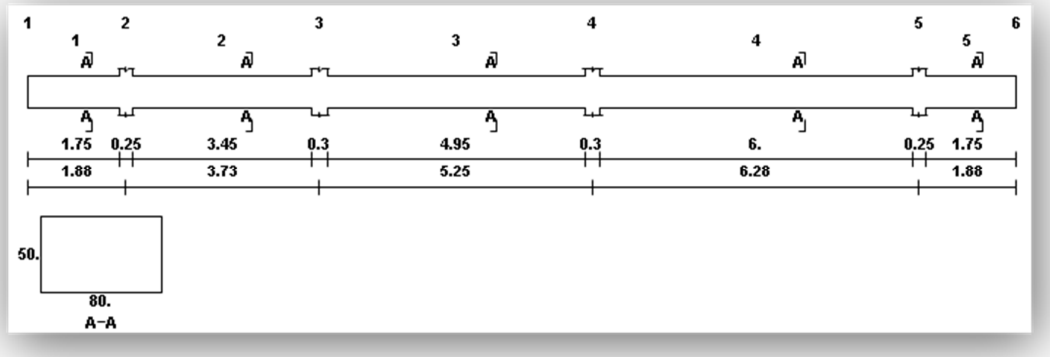


Figure (4-6): Beam Geometry.

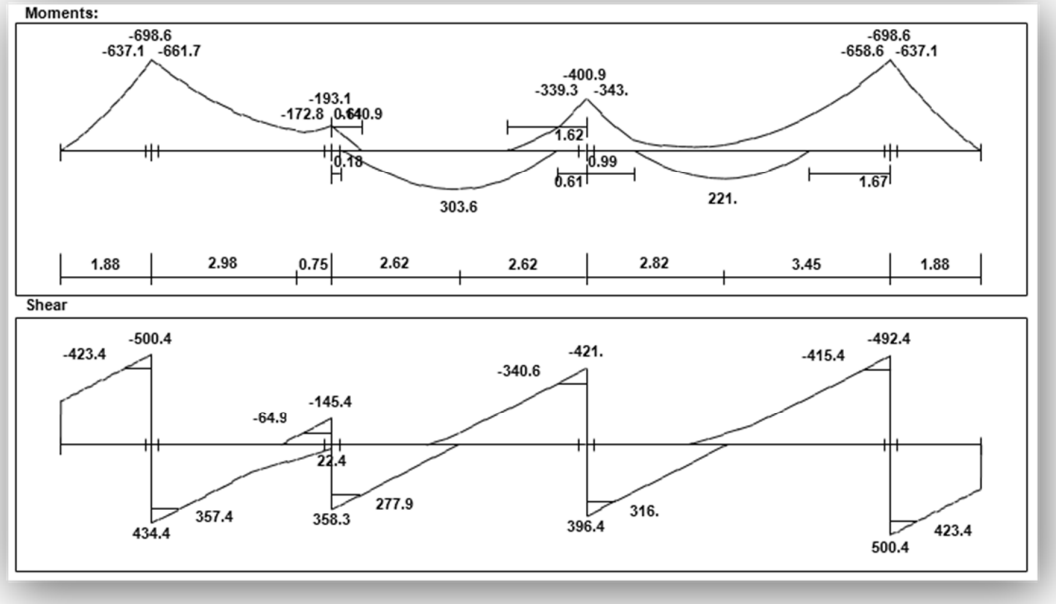


Figure (4-7): Moment & Shear Envelope of Beam.

(4-3-2-1) Design of Positive Moment of Span 2 & 4:

b = 80 cm. , h = 50 cm.

d = depth - cover – diameter of stirrups – (diameter of bar/ 2)

$= 500 - 40 - 10 - \frac{16}{2} = 442$ mm.

$C_{max} = \frac{3}{7}$ x d $= \frac{3}{7}$ x 442 = 189.43 mm.

$a_{max} = \beta_{one}$ x Cmax = 0.85 x 189.43 = 161 mm. Note: f'_c = 24 MPa < 28 MPa→β_1 = 0.85

Mn_{max} = 0.85 x f'_c x b x a x $(d - \frac{a}{2})$

$= 0.85 \times 24 \times 161 \times 800 \times (244 - \frac{161}{2}) \times 10^{-6}$

= 950 KN.m.

$\emptyset = 0.65 + \frac{250}{3}$ x (0.004-0.002) = 0.816.

$\emptyset$ x Mn_{max} = 0.9 x 950 = 855 KN.m.

Mu = 115.8 < 855 KN.m.

∴Singly reinforced concrete section.

Mu = 221 KN.m.

Mn = Mu /$\emptyset$ = 221/ 0.9 = 245.6 KN.m.

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

$K_n = \frac{M_n}{b \times d^2} = \frac{245.6 \times 10^{-3}}{0.8 \times (0.442)^2} = 1.57$ MPa.

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

$= \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \text{ x} 1.57 \text{ x } 20.6}{420}}\right) = 0.004.$

$As_{req} = \rho$ x b x d = 0.004 x 800 x 442 = 1378 mm2.

$As_{min} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4\,(f_y)}$ x b x d $\leq \frac{1.4}{f_y}$ x b_w x d …… (ACI-10.5.1)

$= \frac{\sqrt{24}}{4 \text{ x } 420}$ x 800 x 442 $\leq \frac{1.4}{420}$ x 800 x 442

= 1031 mm^2 < 1178.7 mm^2 ……. Larger value is control.

As_{min} = 1178.7 mm^2 < As_{req} = 1378 mm2.

∴ As = 1378 mm^2.

Number of bars = $\frac{As_{req}}{A_{bar}} = \frac{1378}{314} = 5$.

Select 5Ø 20, As = 5 x 314 =1570 mm2 >As_{req} = 1378 mm^2.

Check for Strain:

Tension = Compression

A_s x fy = 0.85 x f'_c x b x a. Note: f'_c = 24MPa< 28 MPa→ β_1 = 0.85

1570 x 420 = 0.85 x 24 x a x 800 → a = 40.4 mm.

$x = \frac{31.04}{0.85} = 47.5, \quad \frac{0.003}{36.52} = \frac{0.003 + \varepsilon_s}{442}$

ε_s= 0.025 > 0.005, ∴ Ø =0.9 OK.

(4-3-2-2) Design of Positive Moment of Span 3:

Mu = 303.6 KN.m.

Mn = 337.33 KN.m.

ρ = 0.0054

As_{req} = 1925 mm^2 > As_{min} = 1178.7 mm^2.

Select 6 Ø25, As = 2453 mm^2.

Check for Strain:

ε_s= 0.015 > 0.005, ∴ Ø =0.9 OK.

(4-3-2-3) Design of Negative Moment of Supports 2 & 5:

Mu = 661.7 KN.m.

Mn = 735.22 KN.m.

ρ = 0.013

As_{req} = 4568 mm^2 > As_{min} = 1178.7 mm^2.

Select 15 Ø20, As = 4710 mm^2.

Check for Strain:

ε_s= 0.006 > 0.005, ∴ Ø =0.9 OK.

(4-3-2-4) Design of Negative Moment of Support 3:

Mu = 661.7 KN.m.
Mn = 735.22 KN.m.
ρ = 0.013
As_{req} = 4568 mm^2 > As_{min} = 1178.7 mm^2.
Select 15 Ø20, As = 4710 mm^2.
Check for Strain:
ε_s = 0.006 > 0.005, ∴ Ø =0.9 OK.

(4-3-2-5) Design of Negative Moment of Support 4:

Mu = 343 KN.m.
Mn = 381.1 KN.m.
ρ = 0.0062.
As_{req} = 2193 > As_{min} = 1178.7 mm^2.
Select 5 Ø25, As = 2453 mm^2.
Check for Strain:
ε_s = 0.015 > 0.005, ∴ Ø =0.9 OK.

(4-3-2-6) Design of Shear:

Vu = 423.4 KN.

$$\emptyset \times Vc = \emptyset \times \frac{\sqrt{f'_c}}{6} \times bw \times d$$

$$= 0.75 \times \frac{\sqrt{24}}{6} \times 0.8 \times 0.442 \times 10^3 = 216.53 \text{ KN}.$$

Check for region V:

$$\emptyset \times Vc + \left(\frac{2}{3} \times \emptyset \times \sqrt{f'_c} \times b_w \times d\right) = 216.53 + \left(\frac{2}{3} \times 0.75 \times \sqrt{24} \times 0.8 \times 0.442 \times 10^3\right)$$

$$= 216.53 + 866.14 = 1082.67 \text{ KN} > Vu = 423.4 \text{ KN}.$$

Take region IV:

$$\emptyset\,(Vs_{min} + Vc) < Vu < \emptyset\,(Vc + Vs')$$

$$\emptyset \times Vs_{min} = \frac{0.75}{16} \times \sqrt{24} \times 0.8 \times 442 = 81.2 \text{ KN}$$

$$\text{or } \emptyset \times Vs_{min} = \frac{0.75}{3} \times 0.8 \times 442 = 88.4 \text{ KN}$$

$$\emptyset \times Vs_{min} = 88.4 \text{ KN}$$

$$\emptyset\,(Vs_{min} + Vc) = 305 \text{ KN} < Vu = 423.4 \text{ KN}$$

$$Vs' = \frac{1}{3} \times \sqrt{24} \times 0.8 \times 442 = 577.3 \text{ KN}$$

$$\emptyset \times Vs' = 433 \text{ KN}$$

$$Vu = 423.4 \text{ KN} < \emptyset\,(Vc + Vs') = 649 \text{ KN}$$

$$Vs = \frac{Vu}{0.75} - Vc = \frac{423.4}{0.75} - 288.7 = 275.33 \text{ KN}$$

Select 2 legs Ø10 , $Av = 2 \text{ x } 0.785 = 1.57 \text{ cm}^2$

$$\frac{Av}{S_{req}} = \frac{Vs_{min}}{f_y \text{ x } d} \geq S_{req} = \frac{157 \text{ x } 420 \text{ x } 442}{275.33 \text{ x } 10^3} = 10.6 \text{ cm}$$

$$S_{req} \leq \frac{d}{2} = \frac{44.2}{2} = 21.1 \leq 60 \text{ cm}$$

Select Ø10@10 cm.

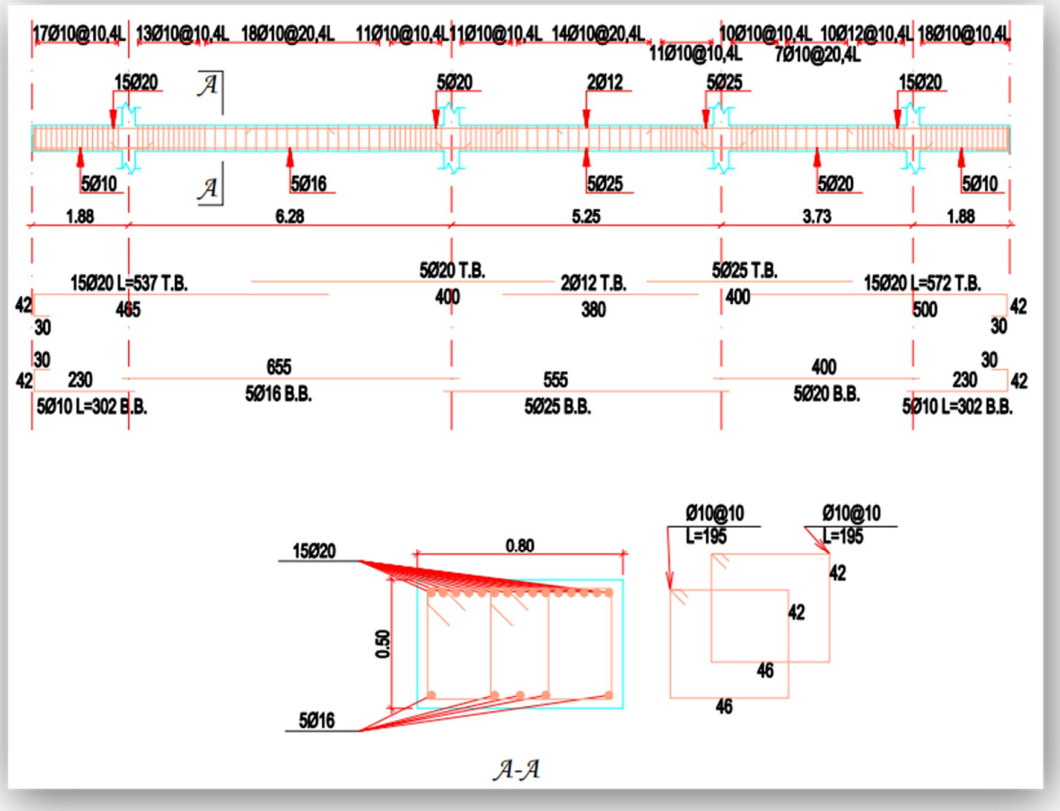


Figure (4-8): Reinforcement of B013.

(4 -4) Design of Stairs at Building:

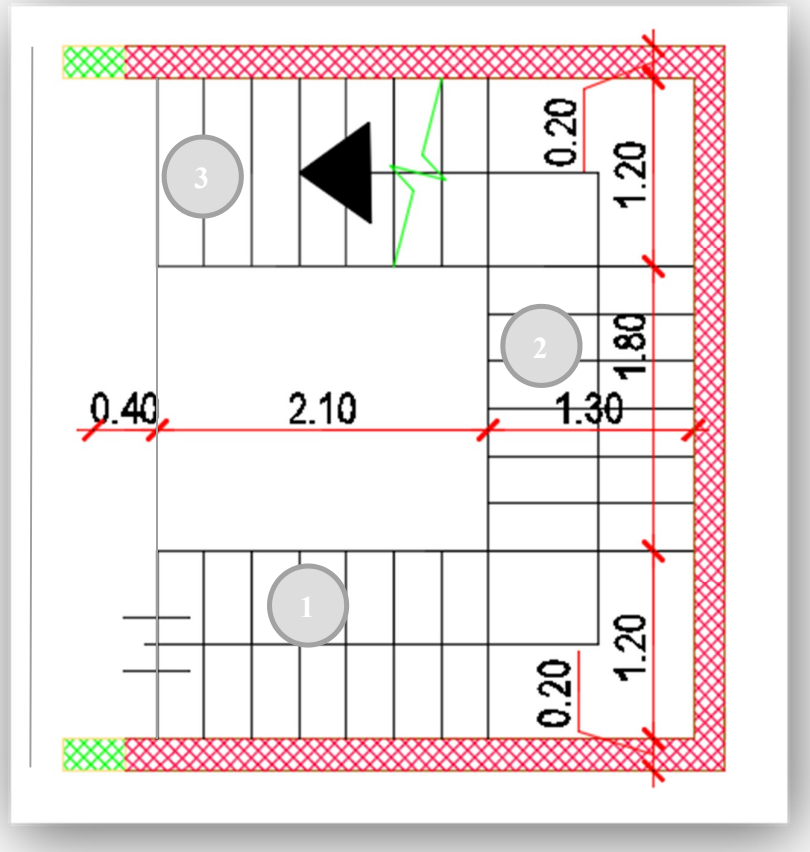


Figure (4-9): System of Stairs at Building.

(4-3-1) Design of Flights 1:

(4-3-1-1) Determination of Thickness:

L = 2.9 m

Thickness (req.) = 2.9/20 = 14.5 cm.

Select thickness = 15 cm.

$\alpha = \tan^{-1}(\frac{17}{30}) \rightarrow \alpha = 29.5^{o}$.

(4-4-1-2) Loads Calculations of flight:

Dead Load for Flight:

$$\text{Tiles(v)} = 23\left(\frac{0.17}{0.3}\right) \text{ x } 0.03 \text{ x } 1 = 0.4 \text{ KN/m}$$

$$\text{Tiles(h)} = 24\left(\frac{0.33}{0.3}\right) \text{ x } 0.04 \text{ x } 1 = 1.1 \text{ KN/m}$$

$$\text{Mortar(v)} = 22\left(\frac{0.17}{0.3}\right) \text{ x } 0.03 \text{ x } 1 = 0.4 \text{ KN/m}$$

$$\text{Mortar(h)} = 22 \text{ x } 0.03 \text{ x } 1 = 0.7 \text{ KN/m}$$

$$\text{Stair Stips} = 25\left(\frac{0.17}{2}\right) \text{ x } 1 = 2.2 \text{ KN/m}$$

$$\text{Slab} = \left(\frac{25 \text{ x } 0.15 \text{ x } 1}{\cos 29.5}\right) = 4.3 \text{ KN/m}$$

$$\text{Plaster} = 22\left(\frac{0.03 \text{ x } 1}{\cos 29.5}\right) = 0.8 \text{ KN/m}$$

Total Dead Load = 9.9 KN/m.
Live Load = 3 x 1 = 3.5 KN/m.
Factored Load for Flight = 1.2 x 9.9 + 1.6 x 3 = 16.7 KN/m.

(4-4-1-3) Loads Calculations of landing:

Dead Load for Landing:

Tiles = 23 x 0.03 = 0.69 KN/m
Mortar = 22 x 0.02 x 1 =0.4 KN/m
Slab = 25 x 0.15 x 1= 3.75 KN/m
Plaster = 22 x 0.02 x 1= 0.4 KN/m
Sand = 16 x 0.07 x 1= 1.1 KN/m
Flight Support =18.4 KN/m
Total dead load for landing = 24.8 KN/m.
Live Load = 3 KN/m.

Factored Load for landing = 1.2 x 24.8 + 1.6 x 3 = 34.6 /1.2 = 28.82 KN/m.

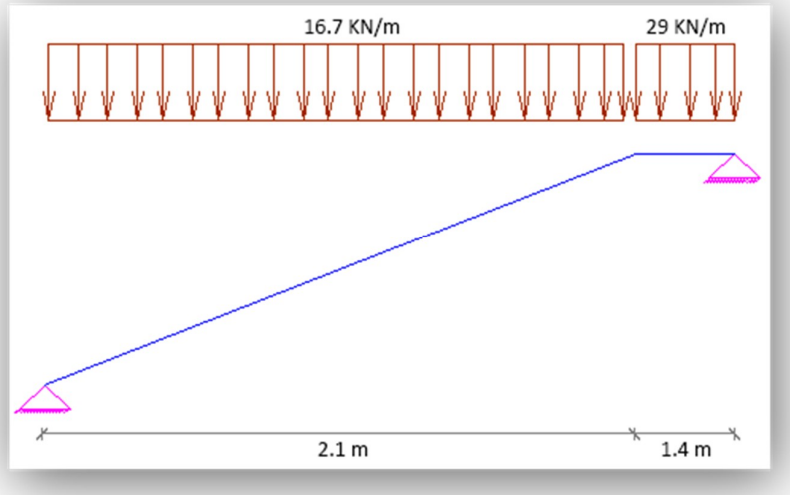


Figure (4-10): Flight's Load Analysis.

(4-4-1-4) Analysis:

Right support reaction = 16.7 x 2.1 x 2.1 x 0.5 + 29 x 1.4 x 2.8 = 150.5 KN.m/3.5 = 43 KN.
Left support reaction = 16.7 x 2.1 + 29 x 1.4 – 43 = 33 KN.
Max. Vu = 43 / cos 29.5° = 49.3 KN.
Max. Mu = 43 x (2.1 x 0.5 + 1.4) – 16.7 x 2.1 x 0.5 (2.1 x 0.5 x 0.5) – 29 x 1.4 x 1.4 x 0.5 x 1.75 = 46.4 KN.m

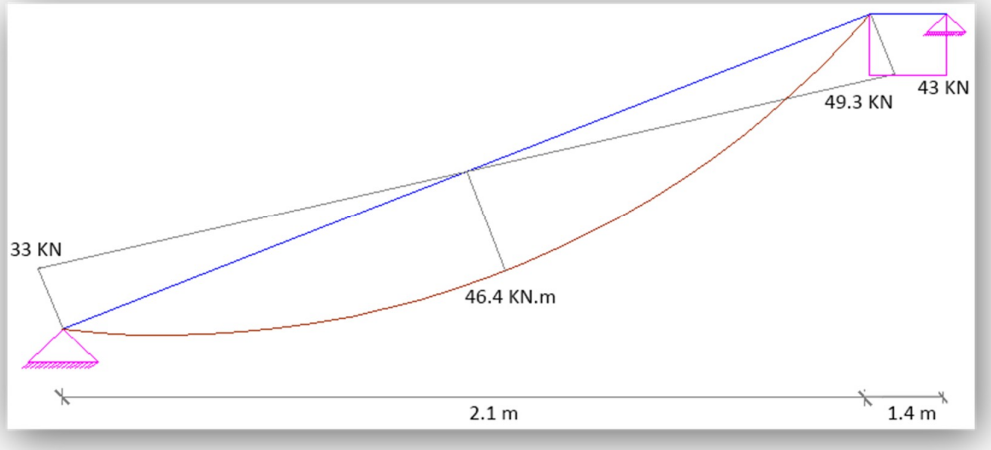


Figure (4-11): Shear & Moment Envelope of Flight.

(4-4-1-5) Design of Shear:

$\Phi x Vc = \phi \times \frac{\sqrt{f'_c}}{6} \times bw \times d = 0.75 \times \frac{\sqrt{30}}{6} \times 1000 \times 125 = 85.6$ KN > 49.3 KN.
Thickness = 20 cm is safe.

(4-4-1-6) Design of Moment:

Mn = Mu /ϕ = 46.4/ 0.9 = 51.6 KN.m

$m = \frac{f_y}{0.85\, f'_c} = \frac{420}{0.85 \times 30} = 16.5$

$K_n = \frac{M_n}{b \times d^2} = \frac{51.6 \times 10^{-3}}{1 \times (0.125)^2} = 3.3$ MPa

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

$= \frac{1}{16.5}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 16.5 \times 3.3}{420}}\right) = 0.009.$

As = ρ x bw x d = 0.009 x 100 x 12.5 = 10.78 cm2/m.
$As_{min} = \rho \times bw \times h = 0.0018 \times 100 \times 20 = 3.6$ cm2/m < 10.78 cm2/m.
As = 10.78 cm2.
Select Φ18@ 20 cm =12.7 cm2/m > Asreq = 10.78 cm2/m.

Check for Strain:

Tension = Compression

A_s x fy = 0.85 x f'_c x b x a. Note: f'_c = 24MPa< 28 MPa→ β_1 = 0.85

632 x 420 = 0.85 x 24 x a x 1000 → a = 32.7 mm.

$x = \frac{14.46}{0.85} = 38.5$ mm, $\frac{0.003}{17} = \frac{0.003 + \varepsilon_s}{215}$

ε_s= 0.007 > 0.005, ∴ Ø =0.9 OK.

For secondary reinforcement, select Φ10@ 20 cm.

(4-4-2) Design of Flights 2:

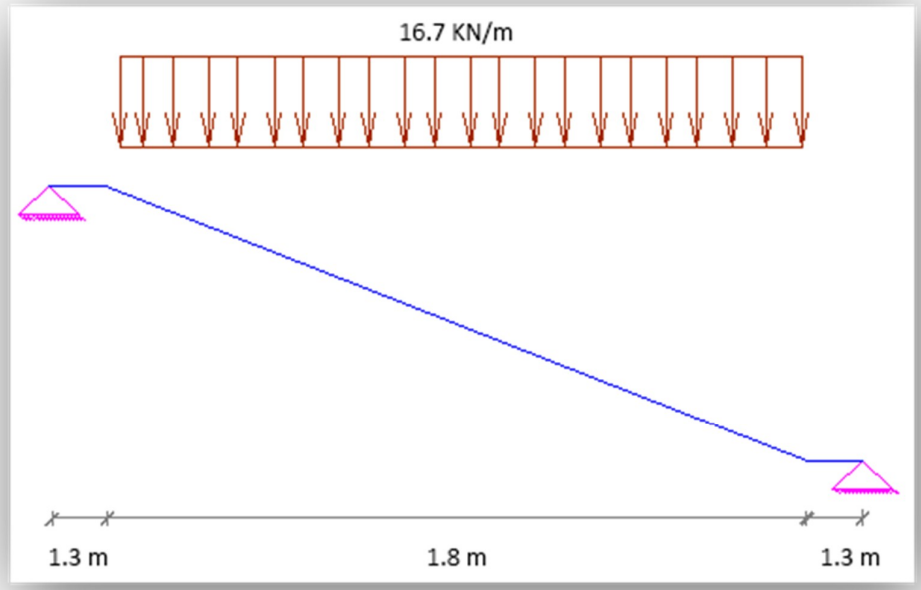


Figure (4-12): Flight's Load Analysis.

Flight:

For primary reinforcement, select Φ10@ 20 cm.

For secondary reinforcement, select Φ10@ 20 cm.

(4-4-3) Design of Flights 2:

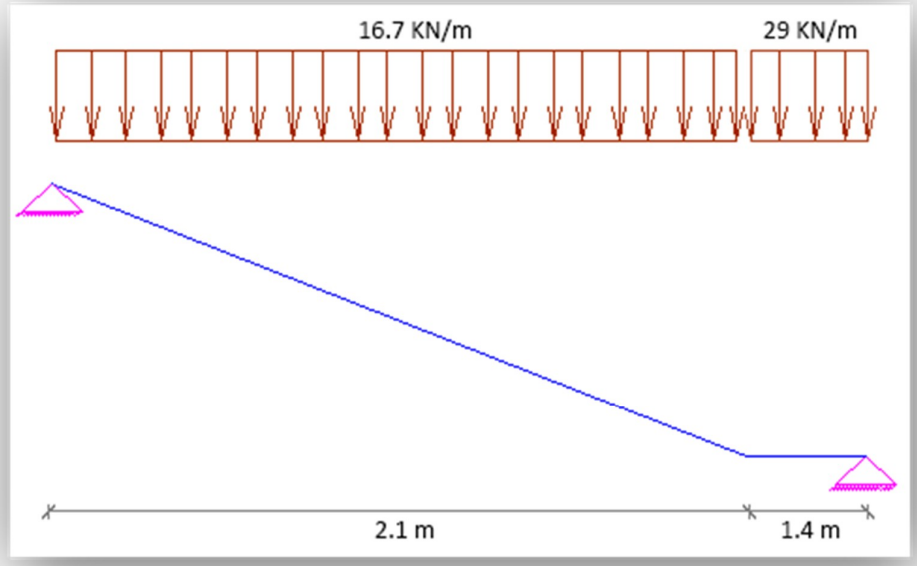


Figure (4-13): Flight's Load Analysis.

Flight:
For primary reinforcement, select Φ18@ 20 cm.
For secondary reinforcement, select Φ10@ 20 cm.
Landing:
For primary reinforcement, select Φ14@ 20 cm.
For secondary reinforcement, select Φ10@ 20 cm.

(4 -5) Design of Column C7 at Gate:

Pu = 155.23 KN.

Assume $\rho = 0.015$, $\emptyset = 0.75$.

CalculateAg_{req} :

$\emptyset$ x Pn $= 0.85$ x $\emptyset$ x Ag$\{0.85$ x $f'_c(1 - \rho_g) + fy$ x $\rho_g\}$.

155.23 x 10^3=0.85 x 0.75 x Ag$\{0.85$ x $24(1 - 0.015) + 420$ x $0.015\}$.

Ag_{req} = 9225.5mm^2 .

$Ag_{selected}$ = 125600mm^2 .

Calculateρg_{req} :

$155.23 \times 10^3 = 0.85*0.75*125600\{0.85*24(1-\rho_g)+420*\rho_g\}$.

$\rho_g = -0.046$. Take $\rho_g = 0.01$.

As = 0.01 x 125600 = 1256mm^2 .

Number of bars = $\frac{1256}{314}$ =
4 bar.

Minimum bar in circular column = 6 bar.

Select 6Ø18.

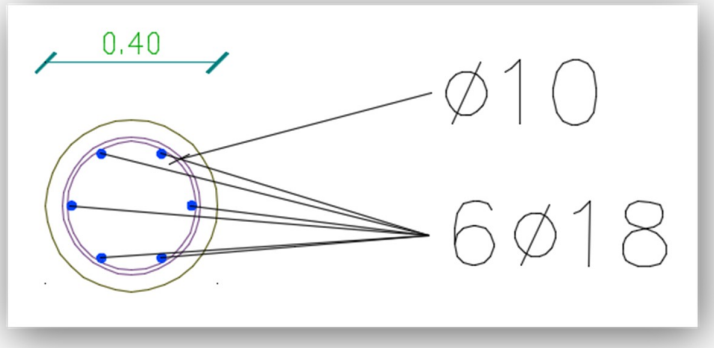


Figure (4-14): Column Section.

(4 -6) Design of Footing F2 at Gate:

Pu = 155.23 KN.... $f'_c = 24$ Mpa

$\sigma_{allow} = 490 \frac{KN}{m^2}$

(4-6-1) Design of Bearing Pressure:

Assume h = 30 cm.

$\sigma_{allow(net)} = \sigma_{allow} - 25 \times h = 490 - 25 \times 0.3 = 482.5$ KN/m^2.

$\frac{Pu}{A_{req}} = 1.4 \times \sigma_{allow} \rightarrow a = \frac{155.23}{482 \times 1.4} = 0.23$ m .

... Select a = 90 cm.

$\frac{Pu}{A_{req}} = \frac{155.23}{0.9^2} = 191.6 \frac{KN}{m^2}$

(4-6-2) Design of One-Way Shear:

d = 300 - 75 - 10 = 215 mm
Vu = 0.035 x 191.6 x 0.9 = 6.0354 KN.
Check thickness
$\emptyset$ x Vc $\geq$ Vu
$\emptyset$ x Vc $= 0.75$ x $\frac{1}{6}$ x $\sqrt{f'_c}$ x bw x d $= \frac{0.75}{6}$ x $\sqrt{24}$ x 900 x 215 $= 118.5$ KN.

118.5 > 6.0354... OK $\therefore$ safe

(4-6-3) Design Two-Way Shear:

bo = (d + 40) x 4 = (21.5 + 40) x 4 = 246 cm.

Vu=Pu - F_{RB}
F_{RB} = 191.6 x 0.615 x 0.615 = 72.47 KN.
Vu = 155.23 - 72.47 = 82.76 KN.
$\emptyset$ x Vc(punshing) $\geq$ Vu
$\emptyset$ x Vc $\geq$ Vu

$$\emptyset \text{ x Vc} = 0.75\left(2 + \frac{4}{1}\right) \text{ x } \frac{\sqrt{24}}{12} \text{ x } 2460 \text{ x } 215 = 971.65 \text{ KN}$$

$$\emptyset \text{ x Vc} = 0.75 \text{ x } \left(\frac{40 \text{ x } 215}{2203} + 2\right) \text{ x } \frac{\sqrt{24}}{12} \text{ x } 2460 \text{ x } 215 = 890 \text{ KN}$$

$$\emptyset \text{ x Vc} = 0.75 \text{ x } 4 \text{ x } \frac{\sqrt{24}}{12} \text{ x } 2460 \text{ x } 215 = 647.8 \text{ KN}$$

$\emptyset$ x Vc $= 647.8$ KN $>$ Vu $= 82.76$ ..... $\therefore$ safe

(4-6-4) Design of Bending Moment:

Mu = 191.6 x 0.25 x 0.9 x $\frac{0.25}{2}$ = 5.39 KN.m

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

$$K_n = \frac{M_n}{b \text{ x } d^2} = \frac{6 \text{ x } 10^{-3}}{0.9 \text{ x } (0.215)^2} = 0.144 \text{ MPa.}$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \text{ x } K_n \text{ x } m}{f_y}}\right)$$

$$= \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \text{ x } 0.144 \text{ x } 20.6}{420}}\right) = 0.00034$$

$A_s = \rho$ x bw x d = 0.00034 x 900 x 215 = 65.79 mm^2.
$As_{min} = 0.0018$ x 300 x 900 $=$ 486 mm2 $>$ As $=$ 65.79 mm2 .
Select 8Ø10 with As = 632 mm^2.
Check Strain:
632 x 420 = 0.85 x 24 x a x 900 $\rightarrow$ a = 14.46.

$$x = \frac{14.46}{0.85} = 17 \text{ ..... } \frac{0.003}{17} = \frac{0.003 + \varepsilon_s}{215}$$

$\varepsilon_s = 0.035 > 0.005$ .....$\emptyset = 0.9$ OK .

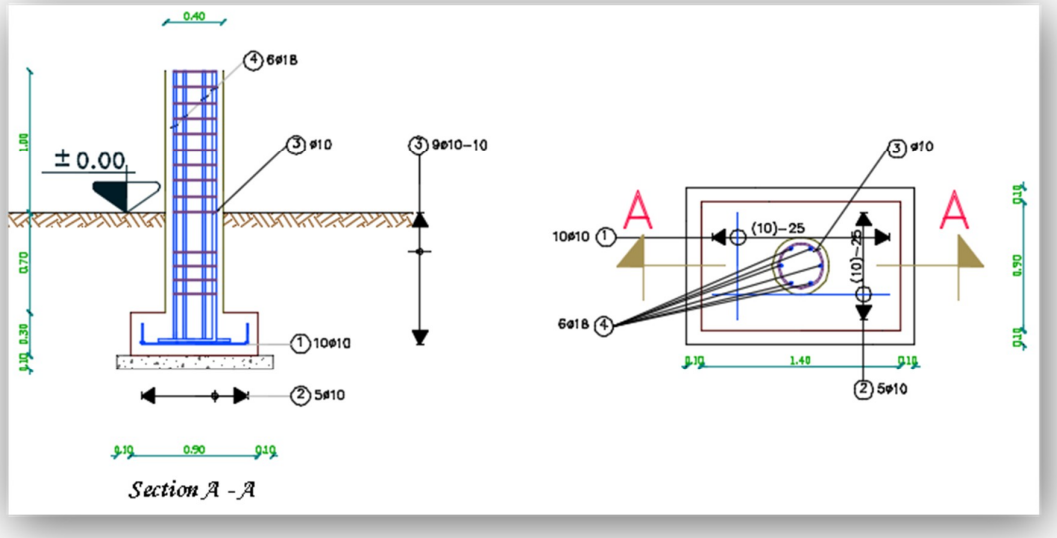


Figure (4-15): Footing Details.

(4 -7) Design of Prestressed Beam B2 at Hall:

References: Prestressed concrete, a fundamental approach, 5th Ed, nawy. ACI 318-11, Chapter 18

Span = 40m, fc' = 45 MPa, variable eccentricity case, time dependent losses, class T, fpe = 1066 MPa

D+L = 40 KN/m

fts = $\frac{12}{12}\sqrt{fc'}$ = 6.71 Mpa

R = 1 – 0.15 = 0.85, Losses = 15%

Fci′ = 0.75 fc′ =33.75 Mpa

fti = $\frac{3}{12}\sqrt{fc'}$ = 1.45 Mpa

fci = 0.6 fci′ = 20.25 Mpa

fcs = 0.6 fc′ = 27 Mpa

(4-7-1) Selection of Section:

Try Wo = 30 KN/m

Mo = 30 $\frac{(40)^2}{8}$= 6000 KN.m

MD+ML = 40 $\frac{(40)^2}{8}$ = 8000 KN.m

S1 = $\frac{6000 \text{ x } 0.15+8000}{0.85 \text{ x } 1.45+27}$ = 315 mm^3

S2 = $\frac{6000 \text{ x } 0.15+8000}{0.85 \text{ x } 6.71+20.25}$ = 343 mm^3

Select a rectangular section with B = 800 mm, H = 2000 mm
A = 160 x 104 mm^2
S = 533 x 106 mm^3, S > S2
I = 533 X 109 mm^4
r^2 = I / A = 333 x 103 mm^2
Wo = (25 KN/m^3) x A = 40 KN
Mo = $40\frac{(40)^2}{8}$= 8000KN.m

(4-7-2) Design of Strands:

$$fcci = fti - \frac{C}{h} \text{ x } (fti - fci) = 1.45 - 0.5\ (1.45 - 20.25) = -9.4 \text{ MPa}$$

Pi = fcci x Ac = 9.4 x 1600 = 15040 KN
Material Specification: fpy = 1676 MPa, fpu = 1860 MPa
Controlled value of design is the smallest of:
0.82 x fpy = 1374 MPa
0.74 x fpu = 1376.4 MPa

$$Aps = \frac{15040 \text{ x } (10)^3}{1374} = 10946 \text{ mm}^2$$

No. of strands = 112 Bonded strands = 16 Tendons

(4-7-2-1) Location of Strands:

At Mid

$$e = (fti - fcci) \text{ x } \frac{S}{Pi} + \frac{M_\circ}{Pi} = (1.45 + 9.4)\frac{533 \text{ x } (10)^6}{15040 \text{ x } (10)^3} + \frac{8000 \text{ x } (10)^6}{15040 \text{ x } (10)^3} = 916 \text{ mm} < 1000 - 40\text{mm}$$

At End

$$e = (fti - fcci) \text{ x } \frac{S}{Pi} = (1.45 + 9.4)\frac{533 \text{ x } (10)^6}{15040 \text{ x } (10)^3} = 385 \text{ m.}$$

(4-7-2-2) Check Allowable Stresses:

a. Stage Pi alone (e end = 385 mm):

$$f1 = \frac{-Pi}{Ac} \text{ x } \left(1 - \frac{e \text{ x } C}{r^2}\right)$$

$$f1 = \frac{-15040}{1600} \text{ x } \left(1 - \frac{385 \text{ x } 1000}{333 \text{ x } 10^3}\right) = 1.47$$

$$f2 = \frac{-Pi}{Ac} \text{ x } \left(1 + \frac{e \text{ x } C}{r^2}\right)$$

$$f2 = \frac{-15040}{1600} \text{ x } \left(1 + \frac{385 \text{ x } 1000}{333 \text{ x } 10^3}\right) = -20.3$$

$$-0.7 \text{ x } fci' = -0.7 \text{ x } 33.75 = -23.6 > -20.3$$

$$\frac{6}{12} \text{ x } \sqrt{fci'} = \frac{6}{12} \text{ x } \sqrt{33.75} = 2.9 > 1.47$$

b. Stage Pi + $M_\circ$ at Beam Centre (e mid = 916 mm):

$$f1 = \frac{-Pi}{Ac} \text{ x } \left(1 - \frac{e \text{ x } C}{r^2}\right) - \frac{M_\circ}{S}$$

$$f1 = \frac{-15040}{1600} \text{ x } \left(1 - \frac{916 \text{ x } 1000}{333 \text{ x } 10^3}\right) - \frac{8000}{533} = 16.46 - 15 = 1.45$$

$$f2 = \frac{-Pi}{Ac} \text{ x } \left(1 + \frac{e \text{ x } C}{r^2}\right) + \frac{M_\circ}{S}$$

$$f2 = \frac{-15040}{1600} \text{ x } \left(1 + \frac{916 \text{ x } 1000}{333 \text{ x } 10^3}\right) + \frac{8000}{533} = -35.25 + 15 = -20.25$$

$$-0.6 \text{ x } fci' = -0.6 \text{ x } 33.75 = -20.25 = -20.25$$

$$\frac{3}{12} \text{ x } \sqrt{fci'} = \frac{3}{12} \text{ x } \sqrt{33.75} = 1.45 = 1.45$$

c. Stage Pi + Mtot at Beam centre (e mid = 916 mm):

$$f1 = \frac{-Pi}{Ac} \text{ x } \left(1 - \frac{e \text{ x } C}{r^2}\right) \text{ x R} - \frac{M_\circ}{S} - \frac{M_{tot}}{S}$$

$$f1 = \frac{-15040}{1600} \text{ x } \left(1 - \frac{916 \text{ x } 1000}{333 \text{ x } 10^3}\right) \text{ x } 0.85 - \frac{8000}{533} - \frac{8000}{533}$$

$$f1 = 14 - 15 - 15 = -16$$

$$f2 = \frac{-Pi}{Ac} \text{ x } \left(1 + \frac{e \text{ x } C}{r^2}\right) \text{ x R} + \frac{M_\circ}{S} + \frac{M \text{ tot}}{S}$$

$$f2 = \frac{-15040}{1600} \text{ x } \left(1 + \frac{916 \text{ x } 1000}{333 \text{ x } 10^3}\right) \text{ x } 0.85 + \frac{8000}{533} + \frac{8000}{533}$$

$$f2 = -30 + 15 + 15 = 0.0$$

$$0.45 \text{ x } fc' = -0.45 \text{ x } 45 = -20.25 > -16$$

$$\frac{12}{12} \text{ x } \sqrt{fc'} = \frac{12}{12} \text{ x } \sqrt{45} = 6.7 > 0.0$$

$$\frac{7.5}{12} \text{ x } \sqrt{fc'} = \frac{12}{12} \text{ x } \sqrt{45} = 4.2 > 0.0$$

(4-7-2-3) Check Strain:

Fpe = 1066 MPa> 0.5 fpu = 0.5 x 1860 = 930 MPa

$\rho p = \frac{Aps}{b \text{ x } dp} = \frac{112 \text{ x } 98.7}{1916 \text{ x } 800} = 0.007$, dp = 1000 + e mid = 916 + 1000 = 1916 mm

$$fps = fpu \text{ x } \left[1 - \frac{\gamma b}{\beta 1} \text{ x } \left(\rho p \text{ x } \frac{fpu}{fc'}\right)\right]$$

Fps = $1860\left(1-\frac{0.28 \text{ x } 1860 \text{ x } 0.007}{0.73 \text{ x } 45}\right)$ = 1656.5 MPa

B = $0.85 - 0.05\left(\frac{45-28}{7}\right)$ = 0.73

x < $\frac{0.003 \text{ x d}}{0.003+0.005}$ = 718.5 mm

T = C → 112 x 98.7 x 1656.5 = 0.85 x 45 x 800 x a

a = 598.4 mm

Mn = T (d – 0.5a) = 112 x 98.7 x 1656.5 x (1916 – 598.4 x 0.5) = 29606KN.m

x = $\frac{a}{B}$ = $\frac{598.4}{0.73}$ = 819.8 mm

Select bottom reinforcement = 12ϕ 25

T = C12 x 491 x 420 = 0.85 x 45 x 800 x a

a = 81 mm

a strands = 598.4 – 81 = 5.174 mm

x = $\frac{5.174}{0.73}$ = 709 mm <718.5 mm

→$\emptyset = 0.90$

(4-7-3) Design of Shear Reinforcement:

For shear design, take the critical section at h/2 from the face of support (ACI 11.1.3.2).

$$\frac{h}{2} = \frac{2000}{2} = 1000 \text{ mm from face of support}$$

$$x = \frac{h}{2} + \frac{\text{support width}}{2} = 1000 + \frac{500}{2} = 1250 \text{ mm from center of support}$$

$$w = 40 \frac{KN}{m}$$

$$Vu_d = R - (w \text{ x } x) = 800 - (40 \text{ x } 1.25) = 750 \text{ KN}$$

$$Mu_d = R \text{ x } x - w \text{ x } \frac{x^2}{2} = (800 \text{ x } 1.25) - \left(40 \text{ x } \frac{1.25^2}{2}\right) = 969 \text{ KN.m}$$

$0.4 \text{ x fpu} = 0.4 \text{ x } 1860 = 74 \text{ MPa} < \text{fpe} = 1066 \text{ MPa} \rightarrow$ Use ACI altenate method

$$e_d = e \text{ end} + \frac{e \text{ end} - e \text{ mid}}{\frac{L}{2}} \text{ x } 0.7 = 385 + \frac{916 - 385}{\frac{40}{2}} \text{ x } 0.7 = 404 \text{ mm}$$

$dp = C + e_d = 1000 + 404 = 1404 \text{ mm} > 0.8 \text{ x h} = 0.8 \text{ x } 2000 = 1600 \text{mm}$

Use $dp = 1600$mm at the critical section .

$\text{min. } V_c = \frac{1}{6} \text{ x } \sqrt{fc'} \text{ x b x dp} = \frac{1}{6} \text{ x } \sqrt{45} \text{ x 800 x 1600} = 1431\text{KN.}$

$\text{max. } V_c = \frac{5}{12} \text{ x } \sqrt{fc'} \text{ x b x dp} = \frac{5}{12} \text{ x } \sqrt{45} \text{ x 800 x 1600} = 3578 \text{ KN}$

$\frac{\text{Vu x dp}}{\text{Mu}} \text{ x } 10^{-3} = \frac{750 \text{ x } 1600}{969} \text{ x } 10^{-3} = 1.24 > 1.0 \rightarrow \text{Take it} = 1.0$

$Vc = \left[\frac{1}{20} \text{ x } \sqrt{fc'} + 5 \text{ x } \frac{V_u \text{ x } d_p}{Mu}\right] \text{ x } b_w \text{ x } d_p$

$Vc = \left[\frac{1}{20} \text{ x } \sqrt{45} + 5 \text{ x } 1.0\right] \text{ x 800 x 1600} = 6829 \text{ KN} > \text{max. Vc} = 3578\text{KN}$

Take $Vc = 3578\text{KN}$

$\emptyset \text{ xVc} = 0.75 \text{ x } 3578\text{KN} = 2684\text{KN}$

$\frac{1}{2} \emptyset \text{ xVc} = \frac{1}{2} \text{ x } 2684 = 1342\text{KN}$

$\text{Vu} < \frac{1}{2} \emptyset \text{ xVc}$

$750 < 1342$

Item II → min. shear reinforcement is required.

$\frac{\text{Av}_{\text{min}}}{S} \geq \frac{1}{3} \text{ x } \frac{\text{bw}}{\text{fy}} = \frac{1}{3} \text{ x } \frac{800}{420} = 0.63$

$\geq \frac{1}{16} \text{ x } \frac{\sqrt{fc'}}{\text{fy}} \text{ x bw} = \frac{1}{16} \text{ x } \frac{\sqrt{45}}{420} \text{ x 800} = 0.80 \rightarrow \text{Conrol}$

$\geq \frac{\text{Aps x fpu}}{80 \text{ x fy x dp}} \text{ x } \sqrt{\frac{\text{dp}}{\text{bw}}} = \frac{11054.4 \text{ x } 1860}{80 \text{ x } 420 \text{ x } 1600} \text{ x } \sqrt{\frac{1600}{800}} = 0.54$

By using Ø10 with $As = 2 \text{ x } 78.5 = 157 \text{ mm}^2$
$\frac{\text{Av}_{\text{miin}}}{S} = \frac{157}{S} = 0.80 \rightarrow S = 200 \text{ mm}$
Use Ø10@20 cm as shear reinforcement .

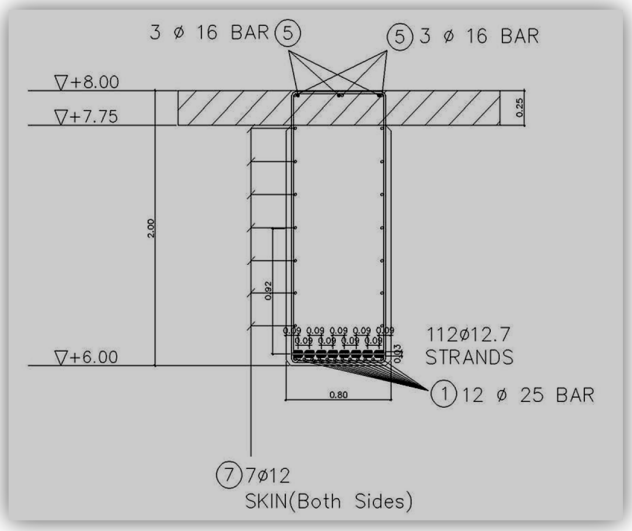


Figure (4-16): Cross Section at Mid of the Span.

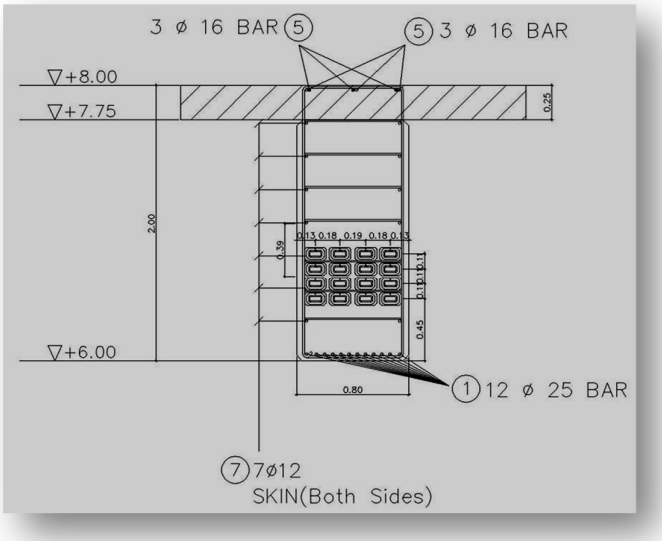


Figure (4-17): Cross Section at End of the Span.

(4 -8) Design of Shear Wall W2 at Hall:

Fc' = 30 MPa
Thickness = 20 cm
Fy = 420 MPa
Δ = 0.1mm
Height = 8.7 m

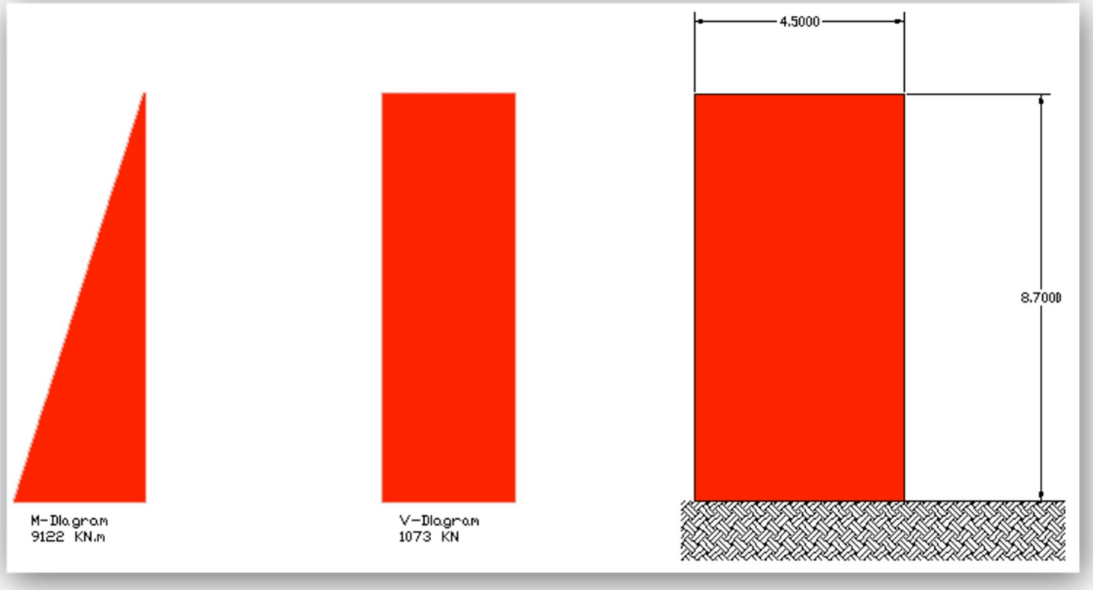


Figure (4-18): Shear Wall Analysis.

Lw < Hw, moment section at Lw/2 from base of wall
Lw/2 = 4.5/2 = 2.25 m
Mu_1 = 9122*(8.7-2.25)/8.7 = 6762.86 KN.m
Vu = 1073 KN
d=0.8Lw = 0.8*4.5 = 3.6 m.

(4-8-1) Design of Horizontal Reinforcement:
To determine Vc for wall using the following equation:

1- $Vc = \frac{\sqrt{fc'}}{6} b.d = \frac{\sqrt{30}}{6}$ x 200 x 3600 = 657.267 kN

2- $Vc = \frac{\sqrt{fc'}}{4} b.d + \frac{Nu.d}{4\,Lw} = \frac{\sqrt{30}}{4} 200 \text{ x } 3600 + \frac{0 \text{ x } 3600}{4 \text{ x } 4500} = 985.9$ kN

3- $Vc = \left[\frac{\sqrt{fc'}}{2} + \frac{Lw\left(\sqrt{fc}+\frac{2.Nu}{Lw.h}\right)}{\frac{Mu}{Vu} - \frac{Lw}{2}}\right] h.\frac{d}{10} = \left[\frac{\sqrt{30}}{2} + \frac{4.5\left(\sqrt{f30c}+0\right)}{\frac{6726.86}{1073} - \frac{4.5}{2}}\right] 200 \text{ x } \frac{3.6}{10} = 635.06$ kN

Vc = 635.06 kN controlled

Ø Vc +Ø Vs = Vu
Vs = Vu/ø – Vc = 1073*10^3 / 0.75 – 635.06 = 795.6 KN
this force will carried by steel bars in horizontal direction.

$\frac{Av_h}{S} = \frac{Vs}{fy.d} = \frac{795.6 \text{ x } 10^3}{420 \text{ x } 3600} = 0.526$

check minimum ratio : $\frac{Av_h}{S}_{min} = 0.0025h$= 0.0025*200 = 0.5 < 0.526

therefore , take ratio = 0.526
select Ø10 two legs with As = 157.1 mm²
S = $\frac{157.1}{0.526}$ = 298.66 mm ≤ Lw/5 = 4500/5 = 900 mm
≤ 3.h = 3*200 = 600 mm
select S = 250

(4-8-2) Design of Vertical Reinforcement:
ρt = $\frac{Av_h}{S.h} = \frac{157.1}{250 \text{ x } 200}$ = 0.00314

ρl = 0.0025+ 0.5(2.5- Hw/Lw)(ρt -0.0025)
ρl = 0.0025+ 0.5(2.5- 8.7/4.5)(0.00314 -0.0025) = 0.00268

ρl = $\frac{Av_v}{S.h}$
select Ø10 two legs with As = 157.1 mm²
S = $\frac{157.1}{0.00268 \text{ x } 200}$ = 293.1 mm ≤ Lw/3 = 4500/3 =1500 mm
≤ 3.h = 3*200 = 600 mm
select S = 250 mm

(4-8-3) Design of Bending Moment:
Mu (of boundary) = Mu max – Mu (by uniform vertical bars)
Av.v = 4500*157.1/250 = 2827.8 mm²
$\frac{Z}{Lw} = \frac{1}{2+\frac{0.85fc'.b.h.\beta}{fy.Avv}} = \frac{1}{2+\frac{0.85 \text{ x } 30 \text{ x } 4500 \text{ x } 200 \text{ x } 0.85}{420 \text{ x } 2827.8}} = 0.054$
Mu = 0.9(0.5Av.fy.Lw (1 - $\frac{Z}{2Lw}$)) = 0.9(0.5*2827.8*420*4500*(1-0.054/2)) = 2340.1 kN.m
Mu_b = 9122 – 2340.1 = 6781.9 KN.m
C= compression zone
C = $\frac{Lw}{600.\frac{\Delta u}{Hw}}$
$\frac{\Delta u}{Hw} = \frac{0.1}{8.7} = 0.0115$
C = $\frac{4500}{600 \text{ x } 0.0115}$ = 652.5 mm
Lb > c/2 = 652.5/2 = 362.25 mm
> C - 0.1x Lw = 652.5- 0.1 x 4500 = 205.5 mm

select Lb = 650 mm

$$As_b = \frac{Mu/\phi}{fy(lw-lb)} = \frac{6781.9 \times 10^6/0.9}{420(4500-650)} = 4660 \text{ mm}^2$$

Select Ø25 with As = 490.625 mm²
N = 4660/491 = 9.5 ≈ 10 bars

Select 10Ø25 in each boundary side, and Ø25 for each stirrup corner.

(4 -9) Design of Underground Tank:

The Soil of location has an allowable bearing capacity = 500 KN/m^2, a specific weight = 22 KN/m^3, and a coefficient of active earth pressure = 0.3.
The dimensions of the tanks have been suggested as following:
The internal height = 5 m, and the total height of concrete tank = 5.75m + 0.2m (Unreinforced Concrete).

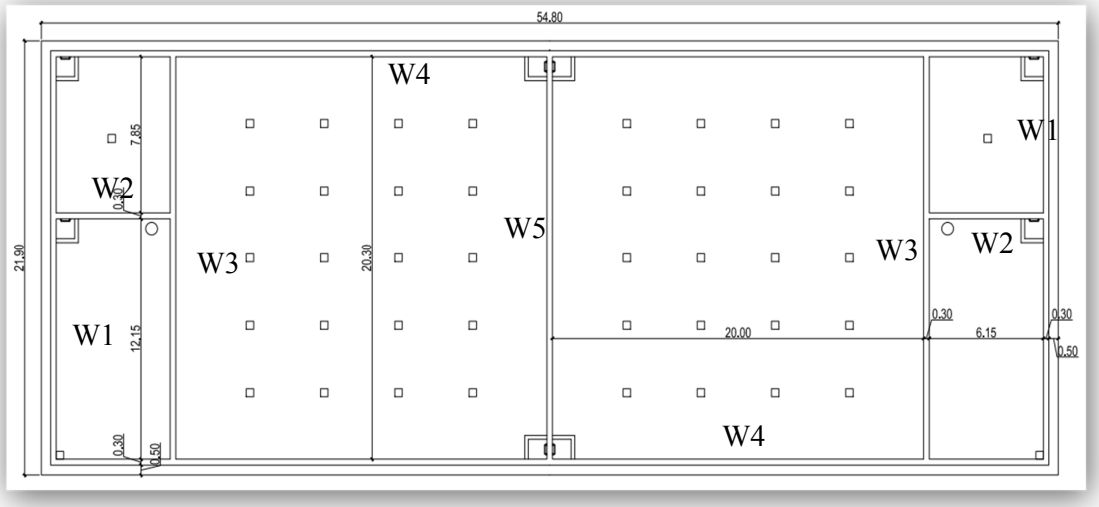


Fig (4-19): Tank System.

(4-9-1) Design of Bearing Capacity:
∑Loads on Soil = Weight of Slab + Weight of Walls + Weight of Mat + Weight of Water + Weight of Soil (Edge)
= 0.25x25x20.9x53.8+0.3x5x25x202.3+0.5x25x21.9x54.8+2000x2x10 +22x5.22x0.5x75.7 = 74 MN.
Stress on Soil = $\frac{74}{21.9\ x\ 54.8}$ = 62 KN/m^2 < 500 KN/m^2.
(4-9-2) Design of Thickness of Walls:
Vu = 16 KN (using SAP2000)

ΦxVc = ϕ x $\frac{\sqrt{f'_c}}{6}$ x bw x d = 0.75 x $\frac{\sqrt{30}}{6}$ x 0.3 x 238 = 49 KN > 16 KN. Thickness = 30 cm is safe.

(4-9-3) Design of Mat:

(4-9-3-1) Design of One-Way Shear:

Vu = 120 KN (using SAP2000)

$\Phi x Vc = \phi \times \frac{\sqrt{f'_c}}{6} \times bw \times d = 0.75 \times \frac{\sqrt{30}}{6} \times 0.5 \times 409 = 560$ KN > 120 KN.

Thickness = 50 cm is safe.

(4-9-3-2) Design of Two-Way Shear:

For Columns having Pu = 240 KN

F = 62 x 0.809 x 0.809 = 40.6 KN

Vu = 240 - 40.6 = 199.4 KN

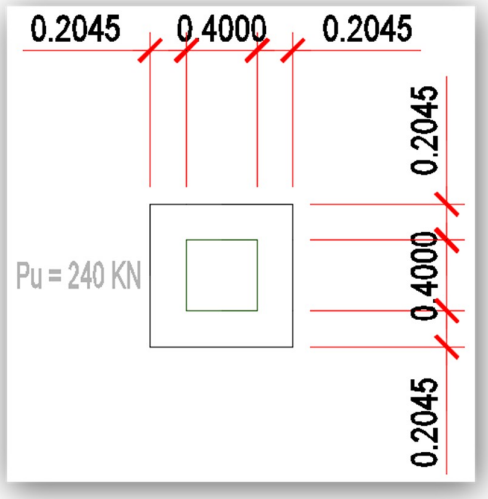


Figure (4-20): Column Punishing Area.

$\Phi x Vc = \phi \times \frac{\sqrt{f'_c}}{3} \times bo \times d = 0.75 \times \frac{\sqrt{30}}{3} \times 3.236 \times 409 = 1812$ KN > 199.4 KN

Thickness = 50 cm is safe.

(4-9-3-3) Design of Bending Moment:

(4-9-3-3-1) System and Loading:

Case I:

Tank full of water and no earth pressure, System and Loads: Water loading on walls and mat.

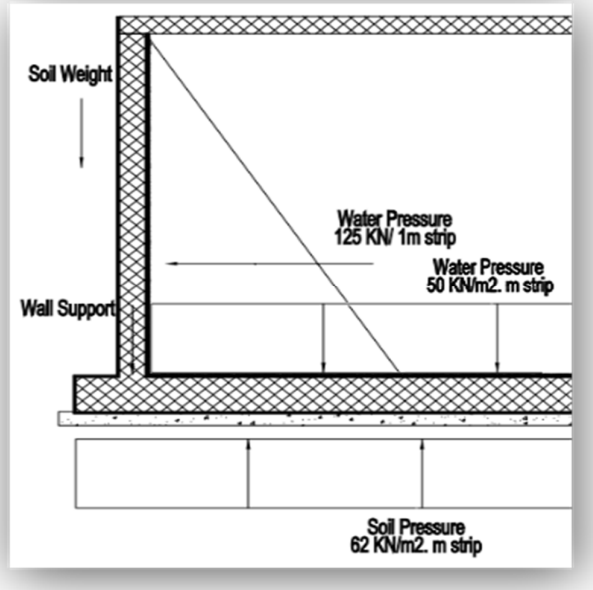


Figure (4-21): Case I Loading.

Case II:

Earth pressure without water, System and Loads: Earth Pressure loading on walls and mat.

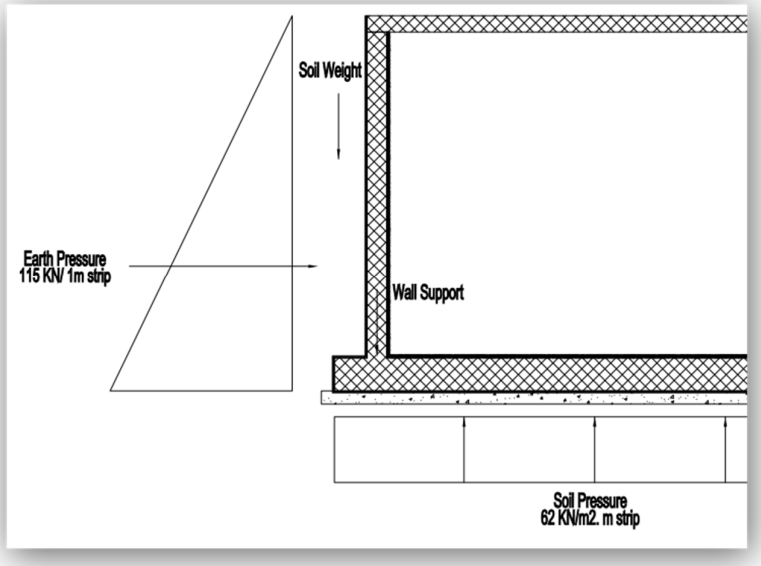


Figure (4-22): Case II Loading.

(4-9-3-4) Analysis (Confirmed by SAP2000):

Take max. Values of Mu between two cases:

Table (4-2): Tank Elements Analysis.

Wall	Mu (KN)
W4	
In	132
Out	214
W2	
Water Side	0.0
Air Side	42
W1	
In	132
Out	214
W3	
Water-Air Side	42
Water Side	42
W5	
Both Sides	42
Mat	
Bottom	270
Top	180

(4-9-3-5) Bending Moment Reinforcement:

(4-9-3-5-1) Design of Positive Moment:

Mu = 270 KN.

Mn = Mu /ϕ = 270/ 0.9 = 300 KN.m

$$m = \frac{f_y}{0.85\, f'_c} = \frac{420}{0.85 \times 30} = 16.5$$

$$K_n = \frac{M_n}{b \times d^2} = \frac{300 \times 10^{-3}}{1 \times (0.409)^2} = 1.79 \text{ MPa}$$

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

$= \frac{1}{16.5}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \text{ x } 16.5 \text{ x } 1.79}{420}}\right) = 0.0044.$

As = ρ x bw xd = 0.0044 x 100 x 40.9 = 18 cm2/m.

As_{min} = ρ x bw x h = 0.0018 x 100 x 50 = 9 cm2/m < 18 cm2/m.

As = 18 cm2.

Select Φ20@ 15 cm =20.9 cm2/m > Asreq = 18 cm2/m.

Check for Strain:

Tension = Compression

A_s x fy = 0.85 x f'_c x b x a. Note: f'_c = 30 MPa > 28 MPa→ β_1 = 0.835

1884 x 420 = 0.85 x 30 x a x 1000 → a = 31 mm.

$x = \frac{31}{0.835} = 37.3$ mm, $\frac{0.003}{37.3} = \frac{0.003 + \varepsilon_s}{409}$

ε_s= 0.030 > 0.005, ∴ Ø =0.9 OK.

(4-9-3-5-2) Design of Negative Moment:

Mu = 180 KN.

Mn = Mu /ϕ = 180/ 0.9 = 200 KN.m

$m = \frac{f_y}{0.85\, f'_c} = \frac{420}{0.85 \text{ x } 30} = 16.5$

$K_n = \frac{M_n}{b \text{ x } d^2} = \frac{200 \text{ x } 10^{-3}}{1 \text{ x } (0.409)^2} = 1.19$ MPa

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \text{ x } K_n \text{ x } m}{f_y}}\right)$

$= \frac{1}{16.5}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \text{ x } 16.5 \text{ x } 1.19}{420}}\right) = 0.0029.$

As = ρ x bw xd = 0.0044 x 100 x 40.9 = 12 cm2/m.

As_{min} = ρ x bw x h = 0.0018 x 100 x 50 = 9 cm2/m < 12 cm2/m.

As = 12 cm2.

Select Φ16@ 15 cm =13.3 cm2/m > Asreq = 12 cm2/m.

Check for Strain:

Tension = Compression

A_s x fy = 0.85 x f'_c x b x a. Note: f'_c = 30 MPa > 28 MPa→ β_1 = 0.835

1206 x 420 = 0.85 x 30 x a x 1000 → a = 19.9 mm.

$x = \frac{19.9}{0.835} = 23.9$ mm, $\frac{0.003}{23.9} = \frac{0.003 + \varepsilon_s}{409}$

ε_s= 0.048 > 0.005, ∴ Ø =0.9 OK.

Table (4-3): Mat Reinforcements.

Mat	As x	As y
Bottom	20@15	20@15
Top	16@15	16@15

(4-9-4) Design of Walls:

Table (4-4): Walls Reinforcements.

Wall	Hor	Ver
W4		
In	10@20	16@10
Out	10@20	20@10
W2		
Water Side	10@20	12@20
Air Side	10@20	12@20
W1		
In	10@20	16@10
Out	10@20	20@10
W3		
Water-Air Side	10@20	12@20
Water Side	10@20	12@20
W5		
Both Sides	10@20	12@20

الفصل الخامس: النتائج والتوصيات

5-1 النتائج.

5-2 التوصيات.

5-3 المراجع.

5-4 الملاحق.

(5-1) النتائج:

من خلال هذا التجوال في هذا البحث، والتعرف على معطياته وجوانبه، تم الخروج بزبدة هذا البحث من خلال نتائج تتمثل فيما يلي:

1) إن فهم المخططات المعمارية له دور كبير في إيجاد الحلول الإنشائية الملائمة لنوع الاستخدام في المبنى.
2) إن القدرة على الحل اليدوي ضرورية للمصمم الإنشائي للتأكيد على حل البرامج المحسوبة وفهم طريقة عملها.
3) التعرف على العناصر الإنشائية، وكيفية التعامل معها، ومع آلية عملها، وذلك ليتم تصميمها تصميما جيدا يحقق الأمان والقوة الإنشائية.

(5-2) التوصيات:

4) يجب أن يكون هنالك تنسيق بين المصمم المعماري والإنشائي خلال عملية التصميم حتى ينتج مبنى متكاملاً إنشائياً ومعمارياً.
5) يوصى بتنفيذ المشروع حسب المخططات المرفقة بالمشروع بأقل تغييرات ممكنة.
6) ينصح بوجود مهندس مشرف للإشراف على التنفيذ وأن يلتزم بالمخططات والشروط لضمان التنفيذ الأفضل للمشروع.
7) يجب استكمال التصميم الكهربائي والميكانيكي للمشروع قبل المباشرة في التنفيذ لإدخال أي تعديلات محتملة عليه من الناحية الإنشائية.

(5-3) قائمة المصادر والمراجع:

1. كودات البناء الوطني الأردني، **كود الأحمال والقوى**، مجلس البناء الوطني الأردني، عمان، الأردن، 1990م.
2. ملاحظات الأستاذ المشرف.
3. شرح وتلخيصات المدرسين.
4. واكد، خليل إبراهيم، **الدليل الإنشائي لتصميم البلاطات الخرسانية**، دار الكتب العالمية للنشر والتوزيع، جمهورية مصر العربية, 2001 م.

5. ACI Committee 318 (2011), **ACI 318-11: Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary**, American Concrete Institute, ISBN-13: 978-0870317446.
6. D. Fanella, I. Alsamsam, "**The Design of Concrete Floor Systems**", PCA Professional Development Series, 2005.
7. Nawy, Edward, **Prestressed Concrete Fifth Edition Upgrade: ACI, AASHTO, IBC Codes Version (5th Edition),** 2009.

(5-4) الملاحق:

ملحق (A)

TABLE 9.5(a)—MINIMUM THICKNESS OF NONPRESTRESSED BEAMS OR ONE-WAY SLABS UNLESS DEFLECTIONS ARE CALCULATED

	Minimum thickness, *h*			
	Simply supported	One end continuous	Both ends continuous	Cantilever
Member	Members not supporting or attached to partitions or other construction likely to be damaged by large deflections.			
Solid one-way slabs	$\ell/20$	$\ell/24$	$\ell/28$	$\ell/10$
Beams or ribbed one-way slabs	$\ell/16$	$\ell/18.5$	$\ell/21$	$\ell/8$

Notes:
Values given shall be used directly for members with normalweight concrete (density w_c = 2320 kg/m^3) and Grade 420 reinforcement. For other conditions, the values shall be modified as follows:
a) For structural lightweight concrete having unit density, w_c, in the range 1440-1920 kg/m^3, the values shall be multiplied by $(1.65 - 0.003w_c)$ but not less than 1.09.
b) For f_y other than 420 MPa, the values shall be multiplied by $(0.4 + f_y/700)$.

أقل سماكة مسموح بها للبلاطات المصمتة وعقدات الأعصاب ذات الاتجاه الواحد للتحميل

والجسور غير مسبقة الإجهاد بناءً على الترخيم الأكبر.

ملحق (B)

TABLE 9.5(a)—MINIMUM THICKNESS OF NONPRESTRESSED BEAMS OR ONE-WAY SLABS UNLESS DEFLECTIONS ARE CALCULATED

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

Notes:
Values given shall be used directly for members with normalweight concrete (density w_c = 2320 kg/m^3) and Grade 420 reinforcement. For other conditions, the values shall be modified as follows:
a) For structural lightweight concrete having unit density, w_c, in the range 1440-1920 kg/m^3, the values shall be multiplied by $(1.65 - 0.003w_c)$ but not less than 1.09.
b) For f_y other than 420 MPa, the values shall be multiplied by $(0.4 + f_y/700)$.

أكبر ترخيم مسموح به في العناصر الخرسانية.

ملحق (C)

الأحمال الحية للأرضيات والعقدات حسب كود الأحمال الأردني

نوع المبنى		الاستعمال	الحمل الموزع	الحمل المركز البديل
عام	خاص	الاشغال	كن/م^2	كن
المباني الخاصة والسكنية.	النوع الأول : مباني الشقق السكنية التي لا يزيد ارتفاعها عن ثلاثة طوابق ولا يزيد عدد الشقق التي يمكن الوصول إليها من خلال درج مشترك عن أربع شقق للطابق الواحد.	جميع الغرف بما في ذلك غرف النوم والمطابخ وغرف الغسيل وما شابه ذلك (All Usages).	2.0	1.4
	النوع الثاني : المباني التي لا ينطبق عليها ما ورد في النوع الأول و البنسيونات والمباني المخصصة لاقامة الضيوف.	غرف النوم.	2.0	1.8
		الحمامات.	2.0	–
		الطعام وردهات الاستراحة والبلياردو.	2.0	2.7
		الممرات والمداخل والأدراج وبسطات الأدراج والممرات المرتفعة الموصلة بين المباني.	3.0	4.5
		المطابخ وغرف الغسيل.	3.0	4.5

نوع المبنى		الاستعمال	الحمل الموزع	الحمل المركز البديل
عام	خاص	الاشغال	كن/م^2	كن
تابع للمباني الخاصة والسكنية.	تابع النوع الثاني:	المراجل والمحركات والمراوح وما شابه ذلك بما فيها أوزان الماكينات.	7.5	4.5
		الشرفات.	حمل الغرفة التي تؤدي اليها على أن لا يقل عن (3).	1.5 لكل متر طولي يؤثر عند الحافة الخارجية.
		الممرات الضيقة.	–	1.0 على مسافة متر واحد بين الحمل والآخر.
	النوع الثالث: الفنادق والموتيلات ومنازل الطلبة وماشابهها.	غرف النوم والمهاجع.	2.0	1.8
		الحمامات.	2.0	–
		الطعام وردهات الاستراحة والبلياردو.	2.0	2.7
		الممرات والمداخل والأدراج وبسطات الأدراج والممرات المرتفعة الموصلة بين المباني.	4.0	4.5
		المطابخ وغرف الغسيل.	3.0	4.5

مباني المكاتب.	المكاتب والبنوك.	مستودعات القرطاسية.	4 لكل متر من ارتفاع التخزين.	9.0
		غ رف حفظ الملفات.	5.0	4.5
		قاعات البنوك.	3.0	–
		مكاتب للاستعم . الات الخفيف ة.	2.5	2.7
		المم رات والم . داخل والأدراج وب . . سطات الأدراج والممرات المرتفعة الموصلة بين المبان ي.	4.0	4.5

نوع المبنى		الاستعمال	الحم ل الم وزع	الحمل المركز البديل
ع ام	خاص	الاشغ ال	كن/م^2	كن
تابع مباني التجمعات العامة.	تابع القاعات، قاع ات الاجتماعات، المطاعم، المتاحف، المكتبات، النوادي، المسارح، ستوديوهات الاذاعة.	المم . رات والم . داخل والأدراج وب . . سطات الأدراج والممرات المرتفعة الموصلة بين المباني.	4.0	4.5
		المنص . ات.	7.5	4.5
		أرضي ات المتاح ف وصالات عرض الفنون.	4.0	4.5
		أماكن العبادة (الم ساجد والكنائس).	3.0	2.7