التصميم الإنشائي لـِ "مستشفى حلحول " المقترح إنشاؤه في محافظة الخليل.

فريق العمل

باسم جودت شويكي

مصعب فخري عبيدو **معتز جواد سلهب**

إشراف :

م. سفيان الترك .

تقرير مقدمة مشروع التخرج

مقدم إلى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في كلية الهندسة والتكنولوجيا

جامعـــة بوليتكنك فلسطيـــن

للوفاء بجزء من متطلبات الحصول

على درجة البكالوريوس في الهندسة تخصص هندسة المباني

كلية الهندسة و التكنولوجيا دائرة الهندسة المدنية و المعمارية

جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل- فلسطين

أيار – 2012م

شهادة تقييم مقدمة مشروع التخرج

جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل – فلسطين

التصميم الإنشائي لـِ "مستشفى حلحول" المقترح إنشاؤه في محافظة الخليل.

فريق العمل

باسم جودت شويكي

مصعب فخري عبيدو **معتز جواد سلهب**

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

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

أيار - 2012 م

الإهـــداء

إلى . . . المعلم الأول سيد البشرية . . . . رسولنا محمد بن عبدالله ﴿عليه السلام﴾.

إلى . . . من هم أحق منا بالحياة إلى . . . . الشهداء

إلى . . . الأسود الرابضة خلف القضبان

إلى من كسروا قيد السجان إلى . . . الأسرى

إلى . . . أنشودة الصغر وقدوة الكبر إلى . . . . . أبي العزيز

إلى . . . نبع العطاء وسيل الحنان إلى . . . . أمي العزيزة

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

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

إلى . . . الشموع المحترقة لإنارة الدرب إلى . . . . . أساتذتي

إلى . . . من عرفتهم في زمن قل فيه الأخيار . . . . . زملائي وزميلاتي

إلى . . . منهل العلم إلى . . . . جامعتي

إلى . . . من أحبني وأحببته

نهدي هذا البحث

فريق العمل

الشكر والتقدير

إن الشكر والمنة لله وحدة كما يليق بجلال وجهه وعظيم سلطانه أولا وأخيرا .

تتقدم بجزيل الشكر والامتنان

إلى جامعتنا العزيزة . . . جامعة بوليتكنك فلسطين .

إلى كلية الهندسة والتكنولوجيا .

إلى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية . . . . بطاقمها التدريسي والإداري .

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

إلى من دعمنا في جميع مراحل حياتنا . . . . . أهلنا الأحباء .

إلى كل من ساهم في انجاز هذا البحث المتواضع .

فريق العمل

خلاصة المشروع

التصميم الإنشائي لـِ "مستشفى حلحول " المقترح إنشاؤه في محافظة الخليل.

فريق العمل

باسم جودت شويكي

مصعب فخري عبيدو **معتز جواد سلهب**

جامعة بوليتكنك فلسطين – 2012 م

إشراف

م. سفيان الترك

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

المشروع عبارة عن مستشفى حيث يتكون المشروع من أربعة طوابق بالإضافة إلى طابق التسوية ،تتدرج في المساحة من حوالي313متر مربع إلى حوالي 5966 متر مربع و تتنوع فيها الخدمات الوظيفية بشكل مناسب مع الحاجة المبتغية من التصميم , ونتيجة لكبر حجم المستشفى ووجود تنوع في شكله فسيتم استخدام انواع مختلفة من العناصر الانشائية مثل تنوع العقدات في المبنى واستخدام الجسور المتدلية حتى تحمل الاحمال في المسافات البعيدة بين الاعمدة والتي ستستخدم في المبنى لتجنب تعطيل الحركة ,اضافة لوجود أكثر من قبة معدنية تحتاج الى تصميم حتى يتم اخراج المبنى حسب ما هو مصصم معماريا, وما يميز تصميمه المعماري عن غيره هو وجود تراجع واحد في كل طابق على الاقل مما يضيف عليه مظهر معماري خاص به ويجعله اكثر صعوبه من الناحيه الانشائيه .

ومن الجدير بالذكر انه تم استخدام الكود الأردني لتحديد الأحمال الحية ,ولتحديد أحمال الزلازل تم استخدام (U.B.C- 97) ،أما بالنسبة للتحليل الإنشائي وتصميم المقاطع فقد تم استخدام الكود الأمريكي (ACI_318- 02) ,ولا بد من الإشارة إلى انه تم الاعتماد على بعض البرامج الحاسوبية مثل :Autocad2010وSap2000 ,Office2007 , Atir وغيرها.

نتمنى بعد إتمام المشروع أن نكون قادرين على تقديم التصميم الإنشائي لجميع العناصر الإنشائية للمبنى كاملا.

وبعد تصميم هذا المشروع وعمل كل ما تم ذكره يتوقع أن نخلص إلى عدد من النتائج والتوقعات تتمثل في ربط المعلومات التي تم دراستها في المساقات المختلفة ، و تحليل وتصميم جميع العناصر الإنشائية وبيان تأثير كل عنصر من العناصر على الآخر، ومن ثم عمل المخططات الإنشائية التنفيذية بشكل كامل ومفصل لكل منها.

والله ولي التوفيق

Structural Design of Hospital

Prepared by

Basim Shweiki

Musab Abido Mutaz Salhab

Palestine Polytechnic University -2012

Supervisor

Eng .Sufian Alturk

Abstract

Objective of the project can be summarized in the structural design of all structural elements contained in the project, slabs, beams, columns and foundations, walls and other structural elements.

It is worth mentioning the code has been used to determine the Jordanian live loads, seismic loads and to determine the use of UBC-97)), As for the structural analysis and design of sections has been the use of the U.S. Code (ACI_318-02), It must be pointed out that he was relying on some computer programs such as: Autocad2010, Office2007, Atir.

We hope after the completion of the project to be able to provide structural design for all structural elements of the building is complete.

After designing this project and the work of what has been said is expected to conclude a number of results and projections is to link the information that has been studied in the courses different, and the analysis and design of all structural elements and the statement of the impact of each of the elements on the other, and then the work of structural plans of the Executive are Full and detailed for each.

God grants success.

فهرس المحتويات

الموضوع	رقم الصفحة
صفحة تقرير المشروع	I
صفحة شهادة تقييم مشروع التخرج	II
صفحة الإهداء	III
صفحة الشكر والتقدير	IV
صفحة الملخص باللغة العربية	V
صفحة الملخص باللغة الانجليزية	VII
فهرس المحتويات	IX
List of abbreviations	XIII
فهرس الجداول	XV
فهرس الأشكال	XVI
List of Figures	XVI I
الفصل الأول : المقدمة	1
1-1 المقدمة	2
1-2 أهداف المشروع	3
1-3 مشكلة المشروع	3
1-4 حدود مشكلة المشروع	3
1-5 المسلمات	3
1-6 فصول المشروع	4
1-7 إجراءات المشروع	4
الفصل الثاني : الوصف المعماري	6
2-1 مقدمة	7
2-2 لمحة عن المشروع	7
2-3 موقع المشروع	8
2-3-1 أهمية الموقع	9
2-3-2 حركة الشمس والرياح	9
2-3-3 العناصر المعمارية	10
2-4 وصف عناصر المشروع	10
2-4-1 طابق التسوية	10
2-4-2 الطابق الأرضي	11
2-4-3 الطابق الأول	13
2-4-4 الطابق الثاني	15
2-4-5 الطابق الثالث	16
2-4-6 الأدراج والمصاعد	17
2-4-7 مواقف السيارات والمناطق الخضراء والمداخل	17
2-5 وصف الواجهات	18
2-5-1 الواجهة الشمالية	18
2-5-2 الواجهة الشمالية الشرقية	19
2-5-3 الواجهة الجنوبية الشرقية	19
2-5-4 الواجهة الجنوبية الغربية	20
2-6 وصف الحركة	20

2-6-1 الحركة 20
2-6-2 المداخل 21
الفصل الثالث : الوصف الإنشائي 22
3-1 مقدمة 23
3-2 هدف التصميم الإنشائي 23
3-3 مراحل التصميم الإنشائي 23
3-4 الأحمال 24
3-4-1 الأحمال الميتة 24
3-4-2 الأحمال الحية 25
3-4-3 الأحمال البيئية 26
3-4-3-1 أحمال الرياح 26
3-4-3-2 أحمال الثلوج 28
3-4-3-3 أحمال الزلازل 29
3-5 الاختبارات العملية 29
3-6 العناصر الإنشائية المكونة للمبنى 29
3-6-1 العقدات 30
3-6-1-1 عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد 30
3-6-1-2 عقدات العصب ذات الاتجاهين 31
3-6-1-3 العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد 32
3-6-1-4 العقدات المصمتة ذات الاتجاهين 33
3-6-2 الأدراج 34
3-6-3 الجسور 35
3-6-4 الأعمدة 36
3-6-5 جدران القص 37
3-6-6 الأساسات 38
3-6-7 الجدران الاستنادية. 39
3-7 فواصل التمدد (Expansion Joints) 40
3-8 برامج الحاسوب التي تم استخدامها 44

Subject	Page

Chapter 4 : Structural Analysis and Design 45
4-1 Introduction 46
4-2 Determination of Slab Thickness 46
4-3 Determination of Factored Load 50
4-3-1 Determination of Dead Load 50
4-3-2 Determination of Factored Dead and Live 51
4-4 Design of Topping 51
4-5 Design of Rib (R44) at ground Slab 52

4-5-1 Design of Positive moment of rib 44 55
4-5-1-1 Design of Span 1 55
4-5-1-2 Design of Span 2 56
4-5-2 Design of Negative moment 58
4-5-2-1 Design of Support 2 58
4-6 Design of Two way Ribbed Slab 62
4-6-1 Determination of Dead Load 62
4-6-2 Determination of Live Load 62
4-6-3 Design of Shear 63
4-6-4 Design of moments 64
4-7 Design of Two way Solid Slab 68
4-7-1 Determination of Loads 68
4-7-2 Design of moments 69
4-7-3 Design of Shear 72
4-8 Design of Beam (9C)(Dropped Beam) 73
4-8-1 Design of Positive moments 75
4-8-1-1 Design of Span 1 75
4-8-1-2 Design of Span 2 77
4-8-1-3 Design of Span 3 79
4-8-1-4 Design of Span 4 81
4-8-1-5 Design of Span 5 83
4-8-2 Design of Negative moments 85
4-8-2-1 Design of Support 2 85
4-8-2-2 Design of Support 3 87
4-8-2-3 Design of Support 4 89
4-8-2-4 Design of Support 5 91
4-8-3 Design of Shear 93
4-8-3-1 Design of Span 1 93
4-8-3-2 Design of Span 2 95
4-8-3-3 Design of Span 3 97
4-8-3-4 Design of Span 4 98

4-8-3-5 Design of Span 5 100
4-9 Design of Beam (19C)(Hidden Beam) 102
4-9-1 Design of Positive moments 104
4-9-1-1 Design of Span 1 104
4-9-1-2 Design of Span 2 106
4-9-2 Design of Negative moments 108
4-9-2-1 Design of Support 2 108
4-9-3 Design of Shear 110
4-9-3-1 Design of Span 1 110
4-9-3-2 Design of Span 2 112
4-10 Design of Flat Plate 114
4-10-1 Determination of Load 114
4-10-2 Calculation of Punching Shear For (C89D) 114
4-10-3 Reinforcement of Flat Plate 116
4-11 Design of Steel Dome 117
4-12 Design of Stairs 119
4-13 Design of Long Column (C25F) 128
4-14 Design of Shear Wall (Wall 1 in Building D) 132
4-15 Design of Isolated Footing (F26) 139
4-16 Design of Strip Footing (Strip No. 11) 148
4-17 Design of Mat Foundation (Mat No. 6) 152
4-18 Design of Basement wall 157
الفصل الخامس : النتائج والتوصيات 161
5-1 مقدمة 162
5-2 النتائج 162
5-3 التوصيات 163

List of Abbreviations

- **Ac** = area of concrete section resisting shear transfer.
- **As** = area of non-prestressed tension reinforcement.
- **$A_s^{`}$** = area of non-prestressed compression reinforcement.
- **Ag** = gross area of section.
- **Av** = area of shear reinforcement within a distance (S).
- **At** = area of one leg of a closed stirrup resisting tension within a (S).
- **b** = width of compression face of member.
- **bw** = web width, or diameter of circular section.
- **C_c** = compression resultant of concrete section.
- **C_s** = compression resultant of compression steel.
- **DL** = dead loads.
- **d** = distance from extreme compression fiber to centroid of tension reinforcement.
- **Ec** = modulus of elasticity of concrete.
- **$f_c^{`}$** = compression strength of concrete .
- **fy** = specified yield strength of non-prestressed reinforcement.
- **h** = overall thickness of member.
- **Ln** = length of clear span in long direction of two- way construction, measured face-to-face of supports in slabs without beams and face face of beam or other supports in other cases.
- **LL** = live loads.
- **Lw** = length of wall.
- **M** = bending moment.
- **Mu** = factored moment at section.
- **Mn** = nominal moment.
- **Pn** = nominal axial load.
- **Pu** = factored axial load

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

فهرس الجداول

رقم الجدول	الجدول	رقم الصفحة
1-1	الجدول الزمني للمشروع خلال السنة الدراسية (2011/2012)	5
1-3	الكثافة النوعية للمواد المستخدمة	24
2-3	الأحمال الحية لعناصر المبنى	25
3-3	سرعة وضغط الرياح اعتمادا على الكود الألماني	26
4-3	أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر	28

فهرس الأشكال

رقم الشكل	الشكل	رقم الصفحة
1-2	يوضح قطعة الأرض التي تم اختيارها	8
2-2	حدود الموقع	9
3-2	مسقط طابق التسوية	10
4-2	مسقط الطابق الأرضي	12
5-2	مسقط الطابق الأول	14
6-2	مسقط الطابق الثاني	15
7-2	مسقط الطابق الثالث	17
8-2	حدائق عامة	18
9-2	الواجهة الشمالية	18
10-2	الواجهة الشمالية الشرقية	19
11-2	الواجهة الجنوبية الشرقية	19
12-2	الواجهة الجنوبية الغربية	20
13-2	يوضح بشكل مفصل كيفية الحركة من خلال إلقاء نظرة على الموقع	21
1-3	تأثير الرياح على المباني من حيث ارتفاع المبنى والبيئة المحيطة به	27
2-3	العقدات ذات العصب الواحد	30
3-3	العقدات ذات العصب باتجاهين	31
4-3	العقدات المصمته ذات الاتجاه الواحد	32
5-3	العقدات المصمته ذات الاتجاهين	33
6-3	الدرج	34
7-3	أنواع الجسور المستخدمة في المشروع	35
8-3	أنواع الأعمدة	36
9-3	جدار قص	37
10-3	أساس مفرد	38
11-3	جدار استنادي	39
12-3	فاصل تمدد 1 و 7	40
13-3	فاصل تمدد 2	41
14-3	فاصل تمدد 3	41
15-3	فاصل تمدد 4	42
16-3	فاصل تمدد 5	43
17-3	فاصل تمدد 6	43

List of Figures

Figure #	Description	Page
4-1	Floor Slab	46
4-2	Two way Ribbed Slab (Building E)	47
4-3	Flat Plate (Building D)	49
4-4	Structural Plane	52
4-5	Rib 44 Geometry	53
4-6	Rib Section	53
4-7	Loading of Rib 44	53
4-8	Moment Envelope of Rib 44	54
4-9	Shear Envelope of Rib 44	54
4-10	Two way Rib Slab	63
4-11	Two way Solid Slab	69
4-12	Beam (9C) Geometry	73
4-13	Loading of Beam (9C)	73
4-14	Moment Envelope for Beam (9C)	74
4-15	Shear Envelope for Beam (9C)	74
4-16	Design of Beam (19 C) Geometry	102
4-17	Loading of Beam (19C)	102
4-18	Moment Envelope for Beam (19C)	103
4-19	Shear Envelope for Beam (19C)	103
4-20	Column C89D	114
4-21	Dome 1 Elevation	117
4-22	Stairs Plane	119
4-23	Loads in Stairs	120
4-24	Shear Envelope	121
4-25	Moment Envelope	121
4-26	Loads on Landing	123
4-27	Shear Envelope	124
4-28	Moment Envelope	124
4-29	Stair Section	126
4-30	Landing Section	127
4-31	Long Column Details	131
4-32	Fx Diagram	134
4-33	Moment and Shear Diagram For Shear Wall	134
4-34	Isolated Footing	142
4-35	Isolated Footing Details	147
4-36	Strip Footing	148
4-37	Strip Footing Details	151
4-38	Mat Footing	152
4-39	Shear in X-Direction	153
4-40	Shear in Y-Direction	153
4-41	Moment in X-Direction	154

4-42	Moment in Y-Direction	155
4-43	Loads on Basement Wall	157
4-44	Loading of Basement Wall	158
4-45	Shear/Moment Envelope for Basement Wall	158

الفصل الأول

المقدمة

1

1-1 المقدمة.

2-1 أهداف المشروع.

3-1 مشكلة المشروع.

4-1 حدود مشكلة المشروع.

5-1 المسلمات.

6-1 فصول المشروع.

7-1 إجراءات المشروع.

1-1 المقدمة

بدأت حياة الإنسان في القدم كحياة بسيطة و يسيرة بكافة ملامحها و أشكالها, حيث كان الإنسان يحصل على ما يريد من البيئة المحيطة إما بالصدفة, أو عن طريق التسلسل لوصوله إلى مبتغاه , إذ انه اتخذ من الكهوف بيوتا , ومن أوراق الأشجار و جلد الحيوان ثيابا , ومن الشعلة ضوءا يستنير به من الظلام وكان الإنسان القديم في صراع دائم مع الحياة وما فيها من معوقات ومستجدات.

بعد هذه الحياة البسيطة التي مر فيها الإنسان, أخذت حياته بالرقي و التطور شيئا فشيئا , وذلك حسب احتياجاته الضرورية في كافة مظاهر الحياة وما يستجد من أمور مختلفة , ومن اجل هذه الاحتياجات والمتطلبات سعى بدون كلل أو ملل لتحقيق كل ما يحتاج إليه للتأقلم مع ضروريات الحياة الجديدة.

وكان الإنسان منذ القدم وهو يسعى إلى التعلم والتطور من حين لآخر, و قد حظي العلم بمكانة عالية وعناية فائقة عند العرب والمسلمين منذ بزوغ شمس الإسلام, حيث كان العلم يختصر على الجلسات التعليمية في المساجد, وبعد ذلك اتسعت هذه المجالس لتتطور إلى ما يسمى القراء وهي أماكن كان يتم بناؤها ليتم مزاولة التعليم فيه وتكون مخصصة للتعلم فقط, وبعده تم بناء المدارس التي أصبحت في أيامنا هذه الأساس الذي تبنى عليه الدراسات الجامعية والعليا .

يتضمن المشروع تصميم النظام الإنشائي لمستشفى تتكون من طابق أرضي و وطابق أول وأخر ثاني واخر ثالث واخر رابع (رووف) هو مشروع اعتيادي من حيث توزيع العناصر الإنشائية كالأعمدة والجسور بما يتلائم مع المخططات المعمارية ومن ثم تصميم هذه العناصر ابتداء من العقدات وانتهاء بالقواعد و الأساسات ومن ثم تجهيز المخططات الإنشائية التنفيذية وذلك من أجل الخروج بمشروع متكامل وقابل للتنفيذ.

2-1 أهداف المشروع

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

1. اكتساب المهارة في القدرة على اختيار النظام الإنشائي المناسب للمشاريع المختلفة وتوزيع عناصره الإنشائية على المخططات، بما يتناسب مع التخطيط المعماري له.
2. القدرة على تصميم العناصر الإنشائية المختلفة.
3. تطبيق وربط المعلومات التي تم دراستها في المساقات المختلفة .
4. اتقان استخدام برامج التصميم الإنشائي.

3-1 مشكلة المشروع

يدور البحث حول تصميم العناصر الإنشائية لمستشفى حلحول في مدينه الخليل ، حيث يتضمن التصميم الإنشائي لمختلف العناصر من البلاطات و الجسور والأعمدة و الأساسات بما يتلائم مع التوزيع الإنشائي لهذه العناصر وما لا يتعارض مع التصميم المعماري..

4-1 حدود مشكلة المشروع

يقتصر العمل لهذا المشروع على الناحية الإنشائية فقط، حيث سيتم العمل خلال الفصلين الأول والثاني من السنة الدراسية 2012-2011 من خلال مقدمة مشروع التخرج في الفصل الأول و مشروع التخرج في الفصل الثاني.

يقع المبنى الذي اختير لتصميم عناصره الإنشائية في مدينة الخليل.

5-1 المسلمات

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

6-1 فصول المشروع

يحتوي هذا المشروع على خمسة فصول وهي:

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

7-1 إجراءات المشروع

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

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

3) تحليل العناصر الإنشائية والأحمال المؤثرة عليها.

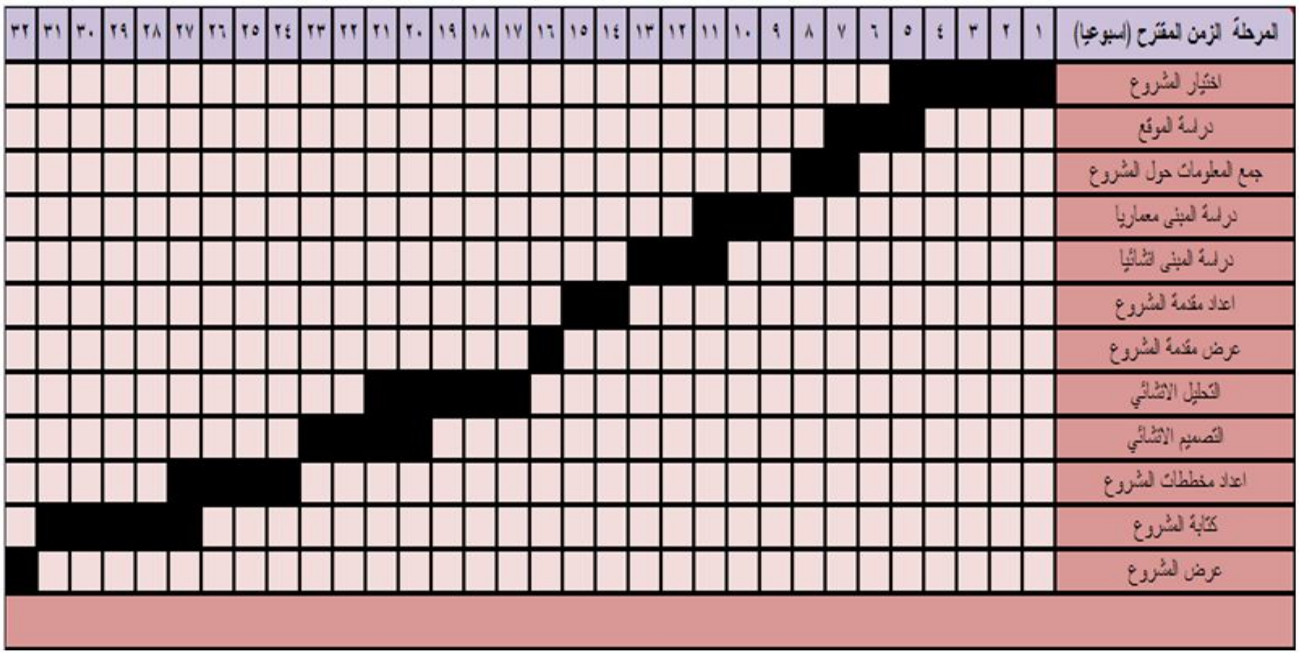
4) تصميم العناصر الإنشائية بناء على نتائج التحليل.

5) التصميم عن طريق برامج التصميم المختلفة.

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

والجدول التالي يوضح تسلسل أعمال المشروع والزمن اللازم لكل نشاط.

جدول (1-1) الجدول الزمني للمشروع خلال السنة الدراسية (2012\2011)



الفصل الثاني

الوصف المعماري للمشروع

2

1-2 مقدمة.

2-2 لمحة عن المشروع.

3-2 موقع المشروع.

4-2 وصف عناصر المشروع .

5-2 وصف الواجهات.

6-2 وصف الحركه والمداخل .

2-1 مقدمة

في النفس البشرية حاجة ماسة للإبداع – كانت ولا زالت – رفعت من خلالها حضارات وأطاحت بأخرى ,وكان سعي الإنسان لتحقيق هذه الغاية كبيرا , ولم تكد تقضي أجيال حتى جاءت غيرها لتكمل مسيرة الإبداع البشرية المستمرة . وهذا ما يتمثل قي يومنا هذا وشاهدة للعيان , فأبدع الفرعوني بأهراماته والإغريقي بتماثيله ومتاحفه ولحقهم الصيني بسوره العظيم وأكمل غيرهم المشوار.

ومن هنا تكمن أهمية التصميم لأي منشأ أو مبنى و الذي يمر بعدة مراحل , بحيث تتمثل محطتها الأولى 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، ، بهدف تحقيق الفراغات والأبعاد المطلوبة وتحديد مواقع الأعمدة والمحاور، وتتم في هذه العملية أيضا دراسة الإنارة والتهوية والحركة والتنقل وغيرها من المتطلبات الوظيفية.

وأما كان التصميم من منظور طبي ,فيجب النظر إلى الحاجة المطلوبة منها بقدر الإمكان وعلى أكمل وجه، وهذه الحاجة تكمن في تقديم مستوى رعاية طبية ممتازة وهذا يتأتي من خلال التصميم المعماري الجيد للمبني مع الآخذ بكل الاعتبارات التصميمية الخاصة بالمباني الطبية التي تتمثل في توزيع الأقسام وربطها ببعضها، وفي نفس الوقت فصلها لعدم تأثير احدها على الأخر ،وتوفير المساحات الكافية والخالية من الأعمدة الداخلية في منتصف الفراغات الإنشائية، و توفير التهوية والإضاءة المناسبة والالتزام بالمواصفات والمقاييس الخاصة .

لأداء أي عمل لا بد أن يتم بمراحل عدة حتى يتم انجازه على أكمل وجه ,وكذلك لإقامة أي بناء لا بد أن يتم تصميمه على ناحيتين (الناحية المعمارية والناحية الإنشائية) ,ويبدأ ذلك بالتصميم المعماري الذي يحدد شكل المنشأ , ويأخذ بعين الاعتبار تحقيق الوظائف والمتطلبات المختلفة إذ يجري التوزيع الأولي لمرافقه بهدف تحقيق الفراغات والأبعاد المطلوبة ويتم في هذه العملية دراسة الإنارة والعزل والتهوية والتنقل والحركة وغيرها من المتطلبات الوظيفية .

وبعد الانتهاء من عملية التصميم المعماري تبدأ عملية التصميم الإنشائي والتي تهدف إلى تحديد أبعاد العناصر الإنشائية وخصائصها , وذلك اعتماد على الأحمال المختلفة التي تتعرض لها هذه العناصر التي تقوم بدورها بنقل الأحمال إلى الأساسات التي تنقل الأحمال بشكل كامل إلى التربة .

2-2 لمحة عن المشروع

من خلال التجوال في شارعنا الفلسطيني , و كشف الغطاء عن همومه , نجد حاجة مجتمعنا الملحة إلى وجود مستشفيات في منطقتنا , نظرا للعجز الطبي القائم في البلاد , ويكون الحل وجود مستشفيات نموذجية ,تراعي المتطلبات الحديثة لأنظمة الصحة و السلامة العامة .

وتتلخص فكرة المشروع بعمل تصميم لمستشفى عام يحقق الأهداف التي ذكرت آنفاً ويلبي جميع الاحتياجات التي تطلبها الأسرة الفلسطينية حيث يتكون المشروع من أربعة طوابق بالإضافة إلى طابق التسوية ،تتدرج في المساحة من حوالي313متر مربع إلى حوالي 5966 متر مربع و تتنوع فيها الخدمات الوظيفية بشكل مناسب مع الحاجة المبتغية من التصميم.

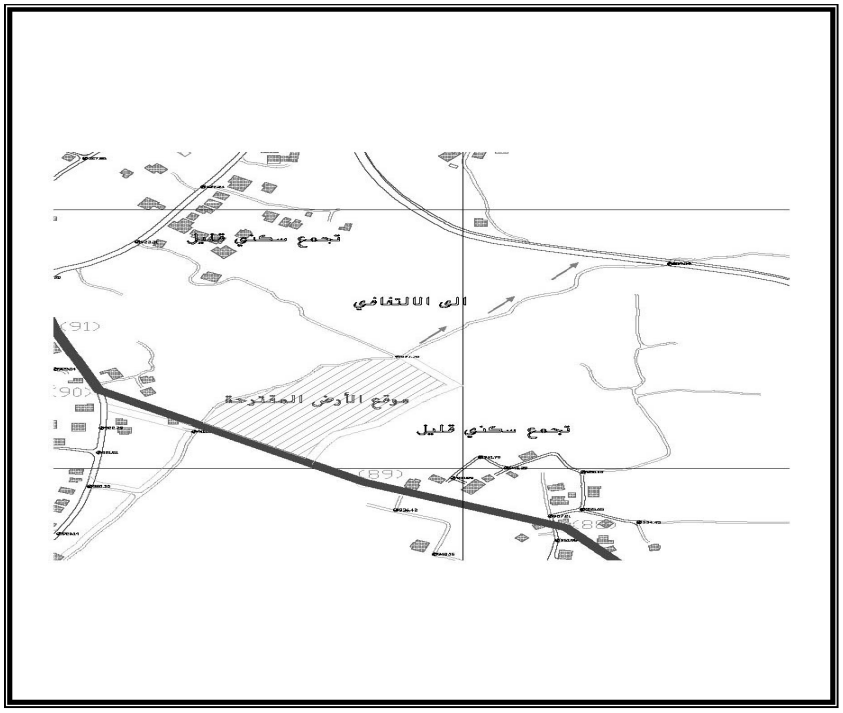
3-2 موقع المشروع

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

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

تقع أرض المشروع في المنطقة الشمالية الشرقية لمدينة حلحول وهي أرض جبلية ، حيث تم اختيار هذا الموقع لخدمة كلا من منطقة (سعير ، بيت أمر ، العروب ، الجبعة ، الشيوخ ، وصوريف)

وذلك لقرب الأرض من الشارع الإقليمي الالتفافي وبالتالي احتمالية خدمة تلك المناطق أكثر من غيرها .



الشكل (2-1) يوضح قطعة الأرض التي تم اختيارها.

الشكل(2-2) حدود الموقع

2-3-1 أهمية الموقع

- الموقع حدوده واضحة ومفصولا تماما عن المناطق السكنية وتزيد المسافة عن ضعف ارتفاع المبنى المجاور
- تعدد الطرق المؤدية للموقع فهناك طرق فرعية تحيط بالأرض من جميع النواحي وأيضا الموقع قريب من الطريق الالتفافي
- الموقع قريب من كافة الخدمات وهو في منطقة مرتفعة وهادئة, كما أن الموقع على اتصال مع شبكات الطرق الرئيسية ومع شارع الالتفافي ولا يوجد أي مصدر لإثارة التلوث أو الضوضاء
- موقع المستشفى المقترح مخصص كمرفق صحي
- كما أن هناك إمكانية التوسع المستقبلي .

2-3-2 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، وللرياح 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

2-3-3 العناصر المعمارية

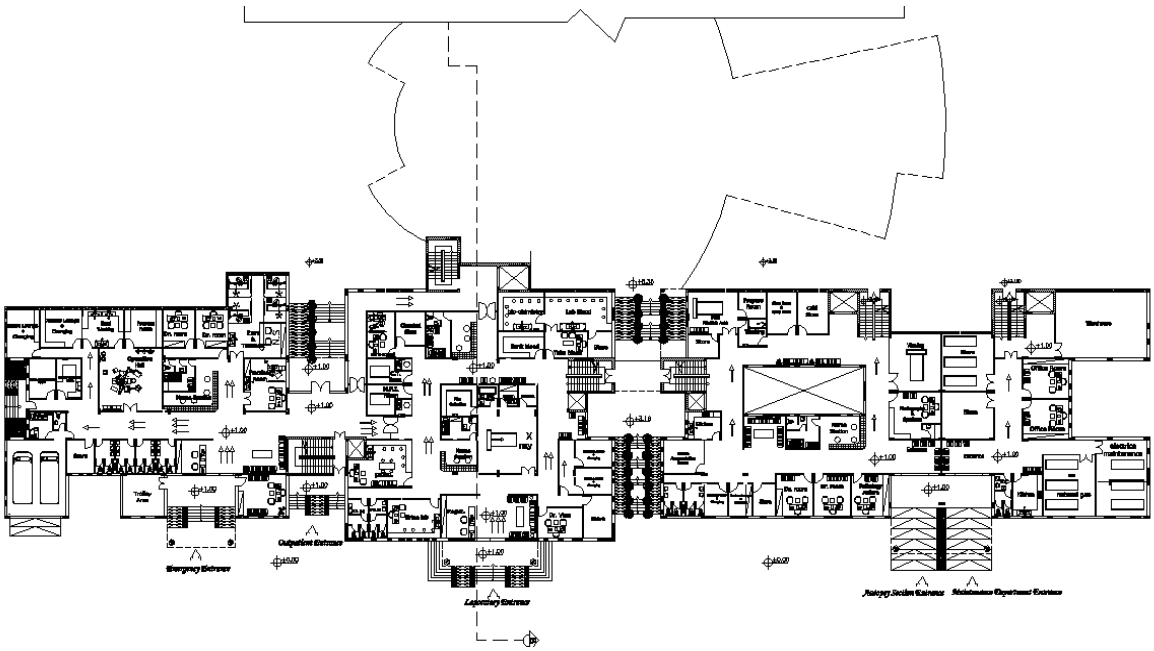
تجثم مدينة الخليل في بطن وادي الخليل، حيث تحصنت خلف تلال الوادي مما أكسبها مقومات دفاعية خاصة جعلتها تتحكم بالبوابة الطبيعية المؤدية إلى سقف مرتفعات القدس وما يليها شمالا و صحراء النقب جنوبا، هذا الموقع المتميز يضفي على الطرز المعمارية السائدة فيها جمالاً ورونقاً خاصاً، وبدأت المدينة شيئاً فشيئاً باكتساب حلة معمارية جديدة ظهرت من خلال الأبنية التي نلحظها عبر أطراف المدينة المترامية والتي تظهر تغيراً ملحوظاً في الطرز المعمارية التي سيطرت على المدينة في أوج ثورتها المعمارية.

2-4 وصف عناصر المشروع

يشمل المشروع على خمسة طوابق , ذوات تنوع خدماتي في كل طابق موزعة وفق الآتي :

2-4-1 طابق التسوية :

مساحة هذا الطابق هي 2533 متر مربع , ويحتوي على الأقسام التالية كما هو موضح في الشكل (2-3) :



الشكل(2-3) مسقط الطابق التسويه

- **قسم الطوارئ :**

وتقدر مساحته بحوالي (641) م2

ويوجد في طابق التسوية ويحتوي على أسرة للفحص والمعالجة ، غرفة عمليات بسيطة تحتوي على كل ما يلزمها للحفاظ على تعقيم المكان ، وأيضا يحتوي هذا القسم على محطة التمريض ، انتظار ، وخدمات أخرى مثل غرفة الغيار للأطباء والممرضات ، والوحدات الصحية . وغرفة خاصة بالكسور ، إضافة إلى كراج لسيارتي إسعاف.

- **قسم المختبرات :**

وتقدر مساحتها (654)م2

وهو موجود في طابق التسوية وله مدخل خاص . وأيضا متصل بشكل مباشر مع قسم الطوارئ وبشكل عمودي مع باقي الأقسام – ويحتوي على كافة أنواع المختبرات وتوابعها مثل : (مختبر الأنسجة ، ومختبر الدم ، والبول ، ...)

وكافة الخدمات من انتظار ومحطة التمريض وغرف الغيار والوحدات الصحية ومخازن الأدوية .

- **قسم التشريح وقسم الصيانة** :

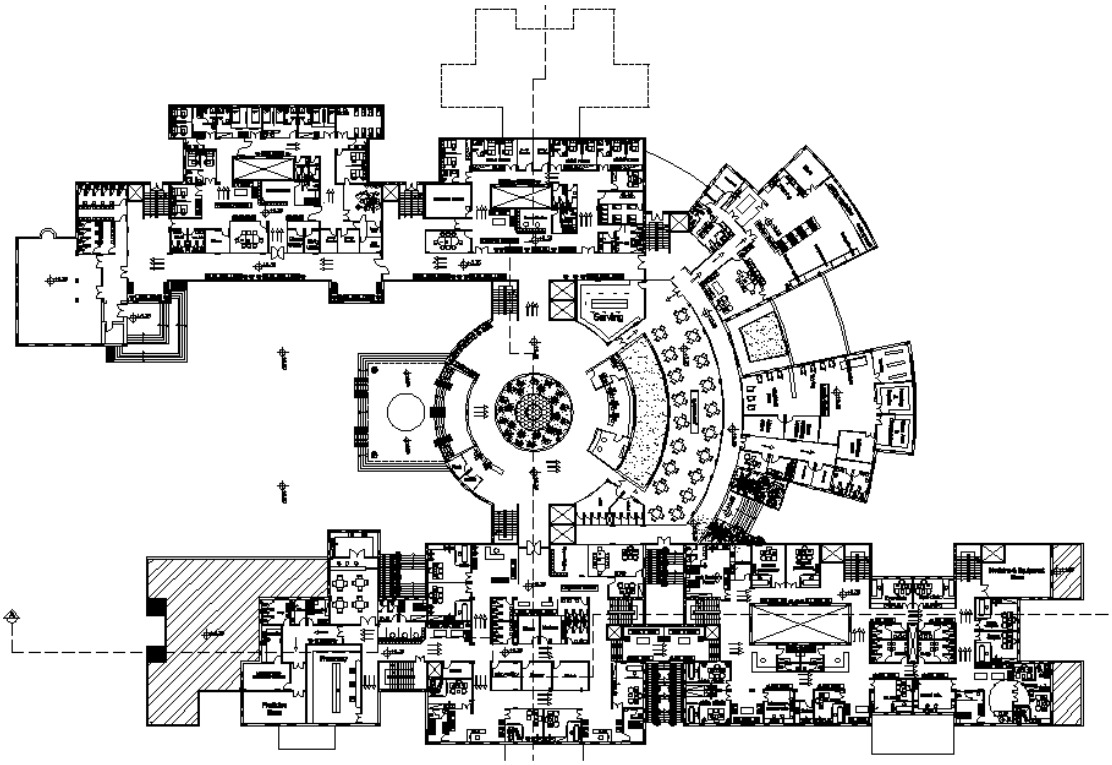
وتقدر مساحته (994) م2

وهما موجودان في طابق التسوية . لهما مدخل خاص مشترك ، حيث يحتوي قسم التشريح على (غرفة الفحص ، وغرفة التشريح ، ومناطق للتنظيف ، وثلاجة للموتى ، ومناطق لتصوير الموتى ، ومخازن أدوية ، وغرف غيار للأطباء والممرضات ، وغرفة أطباء ووحدات صحية إضافة إلى مناطق الانتظار ومحطة التمريض .

أما في قسم الصيانة ويحتوي على كافة أنواع الصيانة من صيانة الكهرباء وصيانة الغاز الطبيعي وصيانة الأكسجين وكافة الخدمات من وحدات صحية ، مخازن ومستودعات للتخزين ومكاتب موظفين .

2-4-2 الطابق الارضي :

مساحة هذا الطابق 5966 متر مربع ويحتوي على الاقسام التالية كما هو موضح في الشكل (2-4) :



الشكل(2-4) مسقط الطابق الارضي

- **قسم العيادات الخارجية :**

تقدر مساحته بحوالي (3277) م2

حيث يوجد في الطابق الأرضي والأول ذو المنسوب الثاني في الأرض وله مدخل خاص به ، إضافة إلى ارتباطه مع مدخل الاستعلامات بشكل مباشر ، حيث يحتوي هذا القسم على كافة أنواع العيادات مثل (الأسنان ، العيون ، الباطني ، السكري ، العظام ، الأمومة والطفل ، أنف وأذن وحنجرة ..... الخ) إضافة إلى مناطق الانتظار ومحطات للتمريض وكافة الخدمات من وحدات صحية ومخازن ومناطق للعمليات إضافة إلى صيدلية تحتوي على مختبر لتحضير الأدوية و مخزن أدوية وخدمات ـ كذلك تحتوي كافتيريا صغيرة تابعة إلى العيادات ، وهذا القسم مستمر على طبقتين .

- **المدخل الرئيسي:**

وتقدر مساحته بحوالي (494) م2

وهو موجود في الطابق الأرضي في المنسوب الثاني في الأرض ويحتوي على قسم الاستعلامات والمحاسبة ومكاتب موظفين وكذلك مناطق انتظار ومكاتب للأمن ، إضافة إلى منطقة خضراء في وسط الساح

- **قسم الغسيل والمطبخ :**

وتقدر مساحة تلك الأقسام (1011) م2

قسم المطبخ – حيث يحتوي على منطقة للطبخ وتقطيع اللحوم والخضراوات وثلاجات لطعام ومخازن حفظ الأغذية وأماكن غسيل الأطباق وكافة الخدمات ومنطقة للاستراحة الموظفين . ويتبع لهذا المطبخ منطقة لتقديم الطعام للموظفين إضافة إلى ساحة للاستراحة فيها لتناول الطعام مع وحدات صحية تابعة لها .

أما قسم الغسيل حيث يحتوي على منطقة لغسيل كل ما يختص بغرف المرضى ، ومناطق للتنشيف والتعقيم والكوي ومنطقة لغسل الملابس التي تحتاج إلى عزل . إضافة إلى كافة الخدمات الصحية والاستراحات ومكتب مسؤول وغرف غيرات للموظفين .

وتلك الأقسام لها مدخل خاص في الجهة الجنوبية الغربية وكذلك اتصالها بمداخل أخرى من داخل المتشفى .

- **قسم الأطفال:**

وتقدر مساحته بحوالي (443) م2

ويقع هذا القسم في الطابق الأرضي ويحتوي على غرف خاصة بالأطفال ، حضانة ، غرف للألعاب ، غرفة للتقارير اليومية ، غرف صحية ، مكتب طبيب ، مخزن ، وغرف غيار للأطباء والممرضات .

- **قسم الولادة :**

وتقدر مساحته (536 م2)

يحتوي قسم الولادة : غرف للولادة وكل غرفة تحتوي على سريرين وهناك غرفة عمليات قيصرية مع غرفة تخدير وغسل اليدين وهناك غرفة للأطفال حديثي الولادة بالإضافة إلى غرف غيار للأطباء والممرضات ومخازن للتخزين الأغراض النظيفة وأخرى للنفايات كما أن هناك خدمات أخرى مثل دورات المياه وانتظار.....الخ

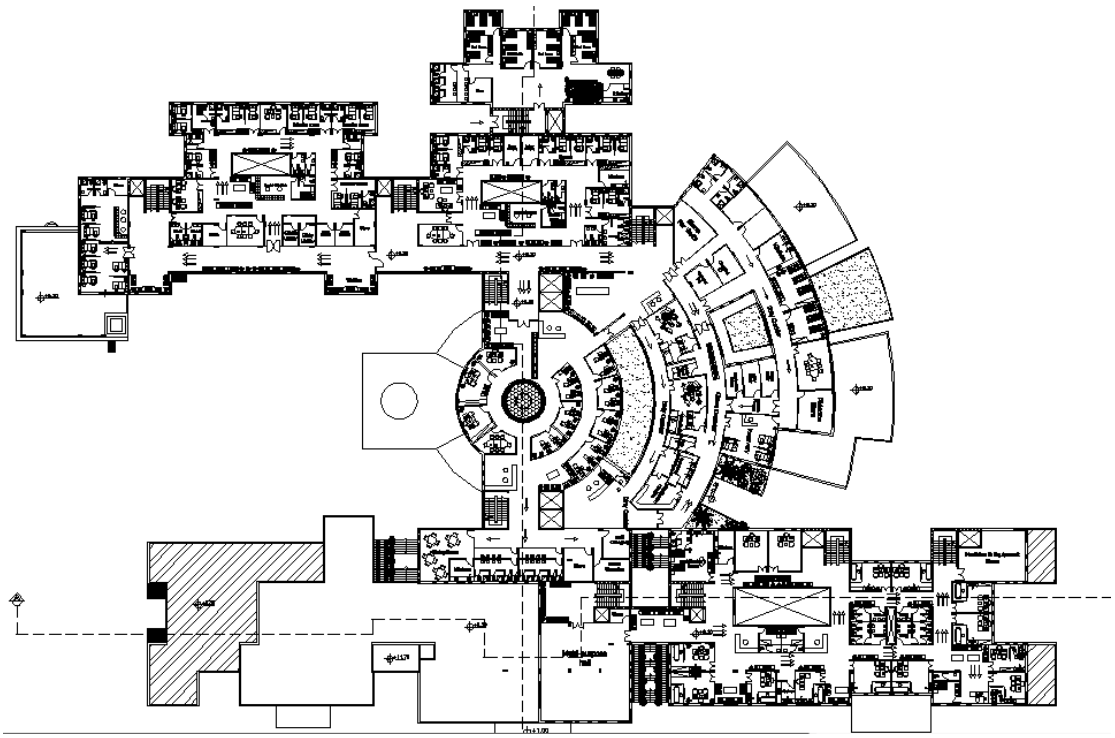
- **المسجد :**

وتقدر مساحته (297 م2)

يتكون المسجد من دورات مياه للجنسين بالإضافة إلى مصلى للنساء والرجال.

2-4-3 الطابق الاول:

مساحة هذا الطابق 4591 متر مربع ويحتوي على الاقسام التالية كما هو موضح في الشكل (2-5) :



الشكل(2-5)مسقط الطابق الاول

- **العناية المركزة :**
وتقدر مساحتها (114) م2

وتتكون العناية المركزة من غرفة تحتوي على 7 أسره للمرضى وبداخلها محطة ممرضات لمراقبه المريض ودورات مياه للموظفين ومخزن للدواء.

- **قسم العيادات الخارجية :**
تقدر مساحته بحوالي (3277) م2

حيث يوجد في الطابق الأرضي والأول ذو المنسوب الثاني في الأرض وله مدخل خاص به ، إضافة إلى ارتباطه مع مدخل الاستعلامات بشكل مباشر ، حيث يحتوي هذا القسم على كافة أنواع العيادات مثل (الأسنان ، العيون ، الباطني ، السكري ، العظام ، الأمومة والطفل ، أنف وأذن وحنجرة ..... الخ) إضافة إلى مناطق الانتظار ومحطات للتمريض وكافة الخدمات من وحدات صحية ومخازن ومناطق للعمليات إضافة إلى صيدلية تحتوي على مختبر لتحضير الأدوية و مخزن أدوية وخدمات ـ كذلك تحتوي كافتيريا صغيرة تابعة إلى العيادات ، وهذا القسم مستمر على طبقتين .

- **قسم العمليات :**
وتقدر مساحته (878 م2)

ويتكون قسم العمليات من غرف عمليات عدد 2 وخدماتها من غرف تخدير وتعقيم وأيضا هناك غرفة إنعاش ومكتب طبيب وغرفة تخزين الأسرة ومحطة ممرضات مع استراحة لهن وغرفة اجتماعات للأطباء

وغرف تعقيم الأدوات غير النظيفة بالإضافة إلى الخدمات العامة من دورت مياه ومطبخ ... الخ وما يميز هذا القسم وجود الممرات المعقمة وغير المعقمة .

- **قسم الباطني :**

وتقدر مساحته (536م2)

يتكون القسم الباطني من غرف مرضى عدد 7 لكل غرفة حمام بداخلها . بالإضافة إلى غرفة اجتماعات الأطباء ومحطة ممرضات واستراحة لهن وانتظار وغرفة غيار للأطباء والممرضات بالإضافة إلى خدمات أخرى من دورات مياه ومطبخ .....الخ.

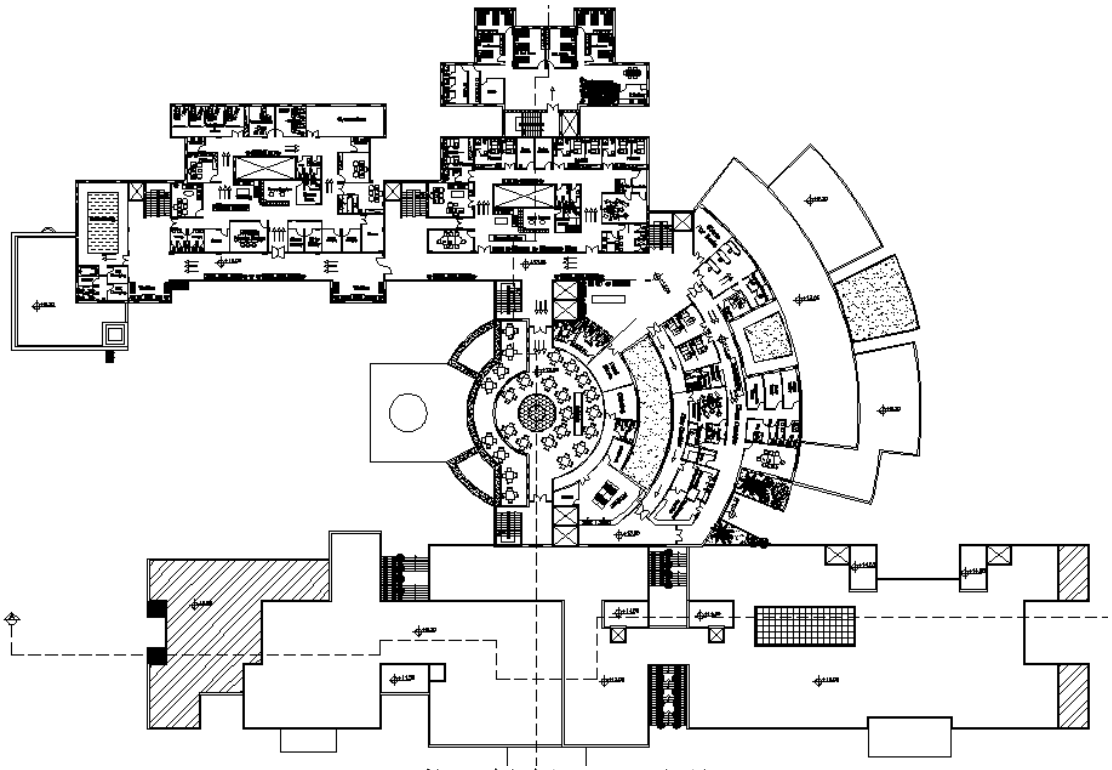
- **قسم الإدارة :**

وتقدر مساحته (640 م2)

ويتكون قسم الإدارة من غرفة مدير المستشفى و السكرتيرة وغرفة اجتماعات وغرفة المدير الإداري وغرفة الإدارة المالية والحسابات والشؤون الإدارية و الإدارة الهندسية وإدارة المخازن والمشتريات وإدارة الخدمة الاجتماعية بالإضافة إلى غرف أطباء عدد 3 وخدمات مرفقة بالإدارة مثل المطبخ وقاعه طعام ودورات المياه وخدمات أخرى .

2-4-4 الطابق الثاني:

مساحة هذا الطابق 2987 متر مربع ويحتوي على الأقسام التالية كما هو موضح في الشكل (2-6) :



الشكل(2-6)مسقط الطابق الثاني

- **الكافيتريا :**

وتقدر مساحتها (380)م2

تتكون الكافتيريا من مطبخ لعمل الطعام وغرفة لتقديم الطعام بالإضافة إلى مخزن للأغذية ودورات مياه للجنسين وصالة للأكل .

- **قسم الحروق :**

وتقدر مساحتها ب (500 م2)

يتكون قسم الحروق من غرف للمرضى عدد 2 بمساحة 30 م2 لكل غرفه. وغرفة عمليات مع غرفة تخدير وغسل اليدين بالإضافة إلى غرف تعقيم الأدوات المتسخة وغرفة طبيب وغرفة غيار للأطباء والممرضات وغرفة استقبال المريض وغرفة اجتماعات للأطباء وخدمات أخرى مثل : دورات المياه والمطبخ والمخازن

- **قسم العلاج الطبيعي :**

وتقدر مساحته (650 م2)

ويتكون قسم العلاج الطبيعي من غرفة التمارين الرياضية مع غرفه للمدرب وغرفة العلاج بالأعصاب وغرفة الأطراف الصناعية وغرفة العلاج بشمع البرافين وغرفه العلاج بالكهرباء والشد الكهربائي وغرف العلاج بالماء مع غرف غيار وغرفة طبيب عدد 2 وغرفة رئيس القسم بالإضافة إلى انتظار وخدمات أخرى مثل : دورات المياه وغرفة غيار للأطباء والممرضات ومخازن ومحطة ممرضات مع استراحة .

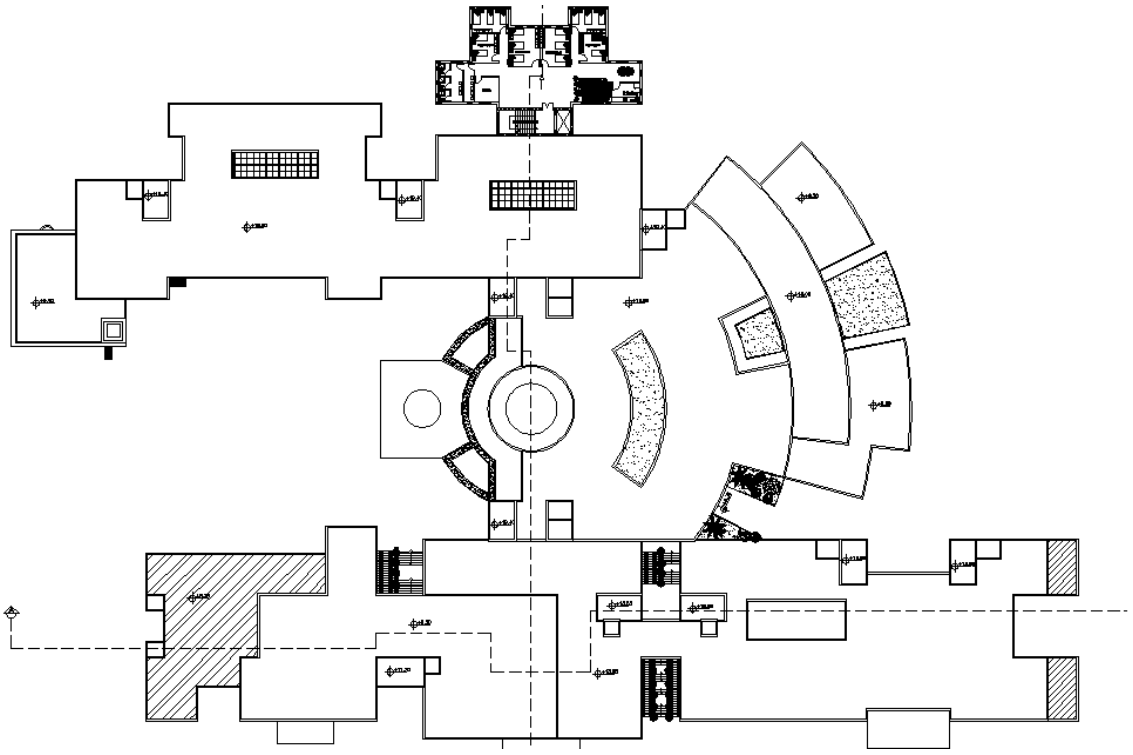
- **قسم العظام :**

وتقدر مساحته (443 م2)

ويتكون من غرف مرضى عدد 4 بمساحه 30 م2 ولكل غرفة حمام وغرفة عمليات مع غرفه تخدير وغسل اليدين وغرفه طبيب وغرفه اجتماعات الأطباء ومحطة الممرضات مع استراحة وانتظار وخدمات أخرى مثل دورات المياه وغرف غيار للأطباء والممرضات ومخازن للنفايات والأغراض النظيفة .

2-4-5 الطابق الثالث :

مساحة هذا الطابق 313 متر مربع ويحتوي على قسم واحد فقط كما هو موضح بالشكل (2-7) :



الشكل(2-7)مسقط الطابق الثالث

- **وحدة سكن للأطباء والممرضات والممرضين :**
وتقدر مساحتها (831 م2)

تتوزع على 3 طوابق الطابق الأول والثاني سكن للممرضات والثالث للأطباء . كل طابق يتكون من 6 غرف نوم وصالة معيشة ومطبخ وصالة طعام وحمامات ومخزن .

2-4-6 الأدراج والمصاعد :

وتقدر مساحته الأدراج والمصاعد بـ (892 م2)

بحيث تتوزع الأدراج والمصاعد في كل الأقسام مما يتيح الفرصة أمام الأشخاص من الانتقال في داخل المستشفى لأي مكان بسهوله . كما هناك أدراج خاصة بالخدمة وأخرى بالطاقم الطبي وأخرى للزوار والمرضى.

2-4-7 مواقف السيارات – والمناطق الخضراء والمداخل :

هناك عدة مواقف للسيارات حسب الحالة، فهناك مواقف سيارات للعمال وأيضا للأطباء والممرضين ومواقف سيارات للسكان وللزوار كل منهم له موقف مفصول عن الآخر.

وتعددت المداخل أيضا حسب نوعها فهناك مدخل للطوارئ ومدخل رئيسي للمستشفى ومدخل للخدمه ومدخل للسكن.

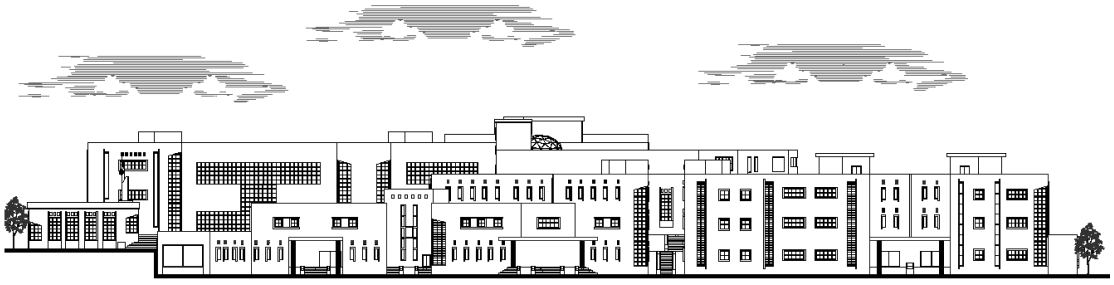
وبالنسبة للمناطق الخضراء فهي تتوزع في أرض المستشفى بشكل يتناسق مع المبنى وفيها أماكن للجلوس والترفية عن النفس

الشكل(2-8)حدائق عامة

2-5 وصف الواجهات :

لا شك في أن الواجهات المنبثقة من أي تصميم تعطي الانطباع الأول عن المبنى ومدى علاقته مع البيئة المحيطة بل إنها تظهر اختلاف الوظيفة التي تؤديها الفراغات والتي تعكسها الواجهة؛ وهذا يتأتى من خلال نظام الفتحات التي تظهرها الواجهة والتي لا بد وأن تتناسب مع وظيفة هذا الفراغ، أو من خلال المناسيب وتفاوتها .

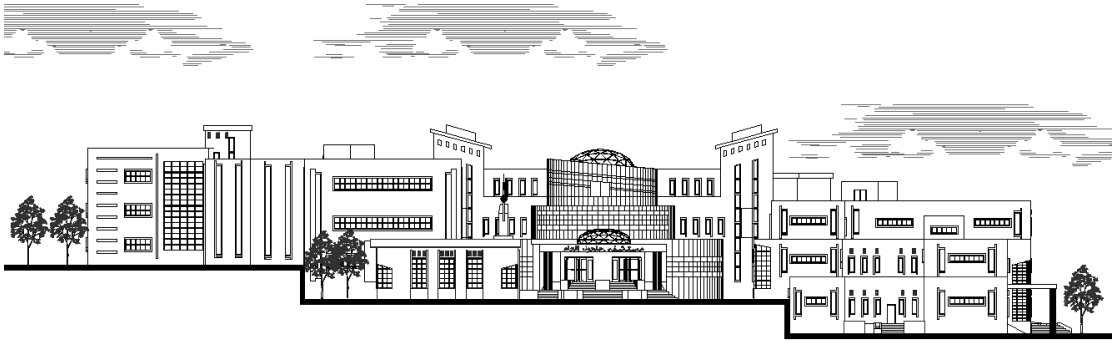
2-5-1 الواجهة الشمالية :



الشكل(2-9)الواجهة الشمالية

وهي الواجهة التي تقابل الحديقة , وتطل على موقف السيارات, ويظهر فيها منسوبان, المنسوب الأول منسوب طابق الاول, و المنسوب الثاني منسوب الطابق الثاني , حيث ساعد تدرج المناسيب في إظهار جمال الواجهة .تحتوي هذه الواجهة على مدخل الطوارئ العام للمستشفى , كما يبين الشكل (2-9).

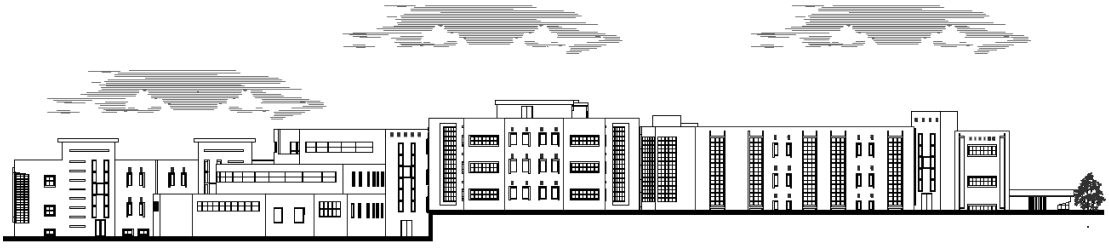
2-5-2 الواجهة الشمالية الشرقية :



الشكل(2-10)الواجهة الشمالية الشرقية

تحوي هذه على المدخل الرئيس للمستشفى وتحوي على ثلاثة مناسيب هما منسوب الطابق التسوية والارضي ومنسوب الطابق الاول , تتضمن بروزات معمارية جميلة تظهر في باقي الطوابق.

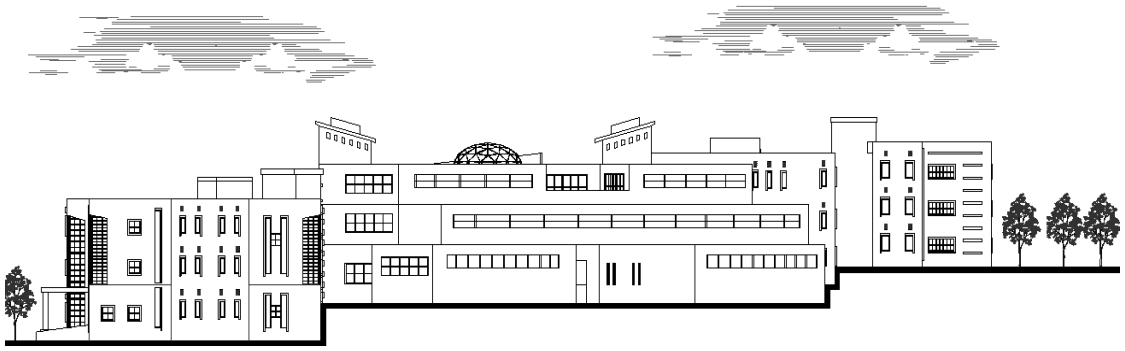
3-5-2 الواجهة الجنوبية الشرقية :



الشكل(2-11)الواجهة الجنوبية الشرقية

تحوي هذه الواجهة على مدخل فرعي ويظهر منسوب التسوية الأول والأرضي و الأول والثاني والثالث.

4-5-2 الواجهة الجنوبية الغربية :



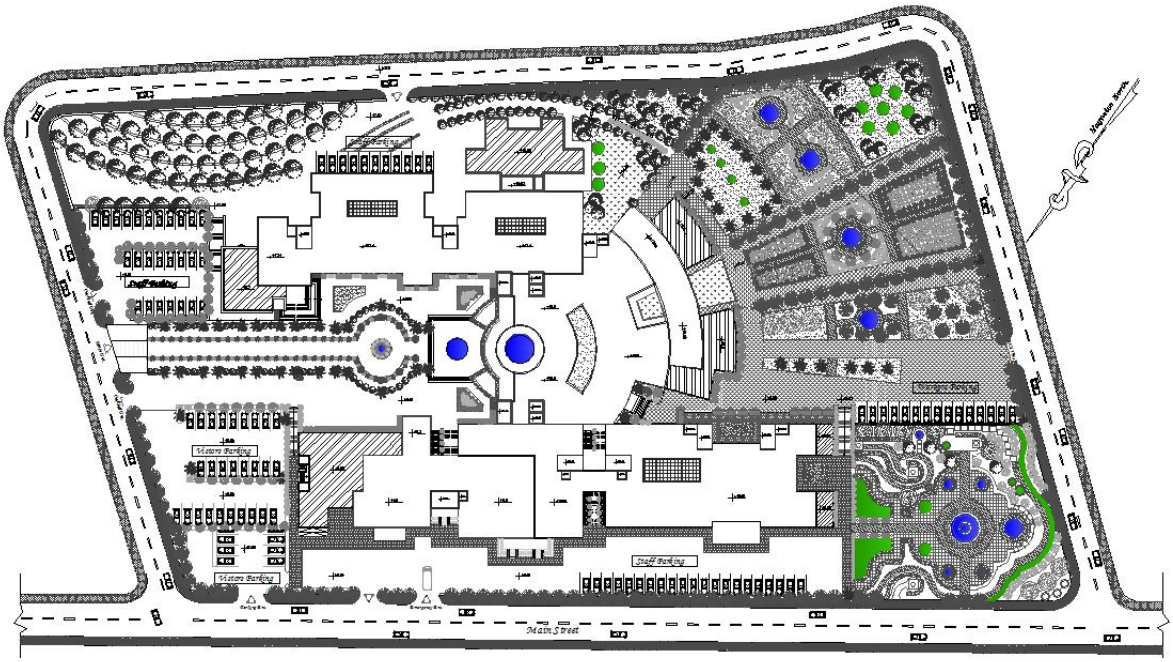
الشكل (2-12)الواجهة الجنوبية الغربية

تحوي على مدخل فرعي يصل الطابق التسوية مباشرة وتحوي على من منسوب الطابق التسوية و الأرضي و الأول والثاني والثالث.

6-2 وصف الحركة والمداخل :

1-6-2 الحركة :

يتم توزيع الحركة بناءا على المستويات المختلفة لذا فان المساحات والخدمات توضع على الجانب الخارجي للمبنى وفي الداخلي الحركة والممرات ,وهناك عوامل تمكن من الحصول على قياسات واسعة للمبنى والتي تجعل المريض وتحفزه على البقاء دون أن يشعر لرهبة من المكان .وهذه العوامل هي الانتظام ,الفضاء ,التخصص ,مع تركيب منظم في الاتصال .



الشكل(2-13) يوضح بشكل مفصل كيفية الحركة من خلال إلقاء نظرة على الموقع العام .

2-6-2 المداخل :

- المدخل الرئيسي للمستشفى من الطابق الأرضي من فراغ رئيسي موزع لأكثر من مكان .
- الاتصال الرئيسي من طريق محيط بالمستشفى .
- الرابط بين الطرق أو المسارات العامة في الموقع والمستشفى من خلال ثلاثة نقاط هي :

1-محور يربط بين الطريق الرئيسي والطريق الداخلي

2-ومحور رئيسي يوصل على المستشفى

3-محور يوصل إلى الطوارئ ومحور أخر يوصل إلى المبنى

الفصل الثالث

الوصف الإنشائي

3

3-1 مقدمة .

3-2 الهدف من التصميم الإنشائي .

3-3 مراحل التصميم الإنشائي .

3-4 الأحمال الواقعة على المبنى .

3-5 الاختبارات العملية .

3-6 العناصر الإنشائية المكونة للمبنى .

3-7 فواصل التمدد (Expansion Joints) .

3-8 برامج الحاسوب التي تم استخدامها .

1-3 مقدمة :-

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

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

2-3 الهدف من التصميم الإنشائي:-

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

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

3-3 مراحل التصميم الإنشائي:-

يمكن تقسيم مراحل التصميم الإنشائي إلى مرحلتين رئيسيتين:

1. المرحلة الاولى :- وهي الدراسة الأولية للمشروع من حيث طبيعة المشروع وحجمه, بالإضافة لفهم المشروع من جميع جوانبه المختلفة , وتحديد مواد البناء التي سوف يتم اعتمادها للمشروع, ثم عمل التحاليل الإنشائية الأساسية لهذا النظام , والأبعاد الأولية المتوقعة منه.
2. المرحلة الثانية: تتمثل في التصميم الإنشائي لكل جزء من أجزاء المنشأ , بشكل مفصل ودقيق وفقاً للنظام الإنشائي الذي تمّ اختياره وعمل التفاصيل الإنشائية اللازمة له من حيث رسم المساقط الأفقية والقطاعات الرأسية وتفاصيل تفريد حديد التسليح.

3-4 الأحمال:-

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

3-4-1 الأحمال الميتة :-

هي الأحمال الناتجة عن الوزن الذاتي للعناصر الرئيسة التي يتكون منها المنشأ, بصورة دائمة وثابتة, من حيث المقدار والموقع , بالإضافة لأجزاء إضافية كالقواطع الداخلية باختلافها وأي أعمال ميكانيكية أو إضافات تنفذ بشكل دائم وثابت في المبنى :-

ويمكن حسابها من خلال تحديد أبعاد العنصر الإنشائي, وكثافات المواد المكونة له , والجدول (3-1) يبين الكثافات النوعية للمواد المستخدمة في المشروع .

الرقم المتسلسل	المادة المستخدمة	الكثافة المستخدمة (kg/m^3)
1	المونة والبلاط	2200
2	الطمم	1600
3	الخرسانة	2500
4	الطوب	900
5	القصارة	2200
6	الرمل	1600

جدول (3-1) الكثافة النوعية للمواد المستخدمة .

2-4-3 الأحمال الحية:-

وهي الأحمال التي تتغير من حيث المقدار والموقع بصورة مستمرة كالأشخاص، الأثاث، الاجهزه ، والمعدات ، وتعتمد قيمة هذه الأحمال على طبيعة الاستخدام للمنشأ و يؤخذ عادة مقدارها من جداول خاصة في الكودات المختلفة, والجدول (3-2) يبين الأحمال الحية في المشروع والمحددة بالرجوع إلى الكود الأردني.

الرقم المتسلسل	طبيعة الاستخدام	الحمل الحي (kg/m^2)
1	الفنادق	450
2	المستشفيات	500
3	الأدراج	500
4	السقوف	200
5	المطاعم	500
6	المكاتب	250

جدول (3- 2) الاحمال الحية لعناصر المبنى

3-4-3 الأحمال البيئية:

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

3-4-3-1 أحمال الرياح:-

أحمال الرياح تؤثر بقوى أفقية على المبنى،ولتحديد احمال الرياح تم الاعتماد على سرعة الرياح القصوىالتي تتغير بتغير ارتفاع المنشأ عن سطح البحر وموقعه من حيث احاطته بمباني مرتفعة أو وجود المنشأ نفسه في موقع مرتفع أو منخفض والعديد من المتغيرات الاخرى .

وسيتم اعتماد الكود الالماني (DIN 1055-5) للحصول على قيم قوى الرياح الافقية ، وهذا يظهر جليا في المعادلة التالية ، وباستخدام الجدول رقم (3-3) الموضح فيما يلي :-

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

جدول (3 – 3) سرعة وضغط الرياح اعتمادا على الكود الالماني DIN 1055-5

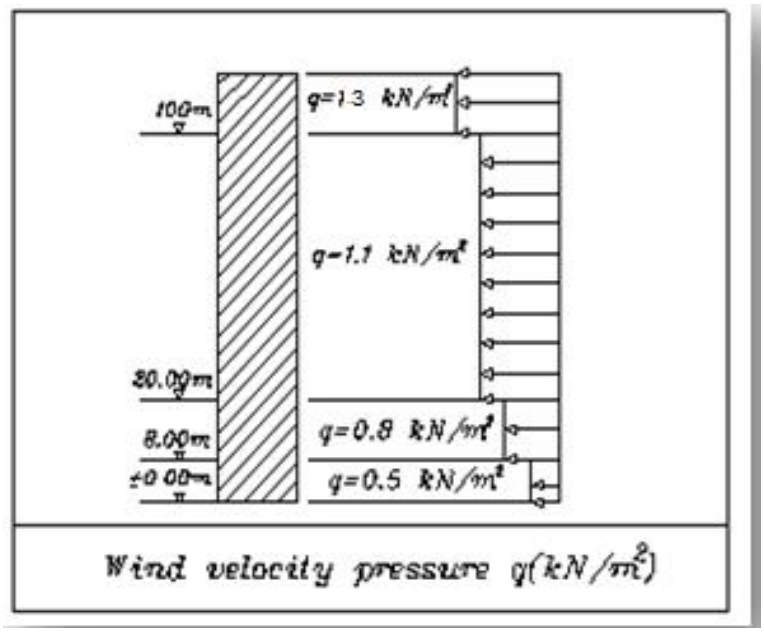
$$q = \frac{v^2}{1600}$$

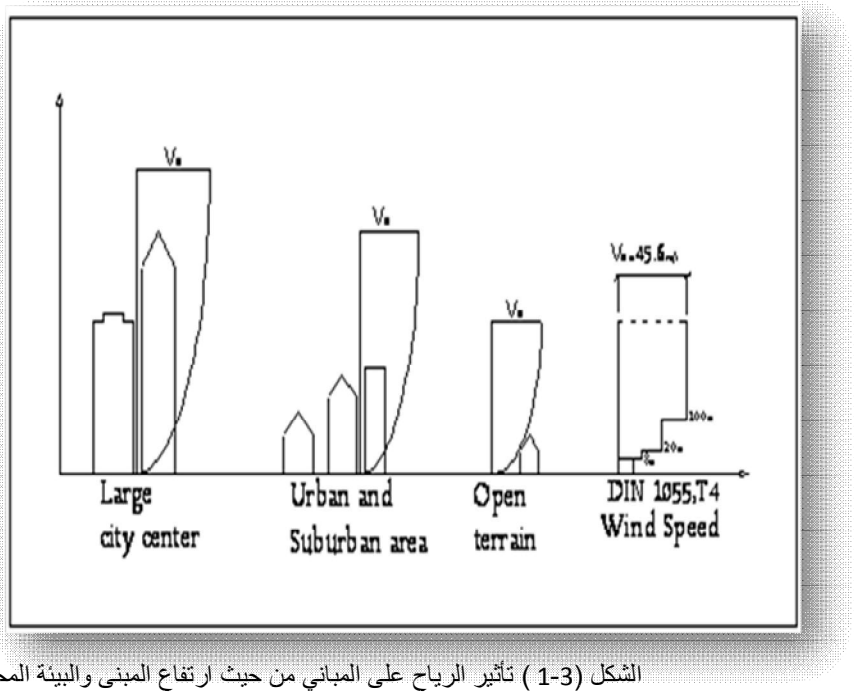
حيث أن :

q: (wind velocity pressure) الضغط الديناميكي للرياح على ارتفاع محدد من منسوب سطح الارض المحيطة (KN/ m^2)

V : السرعة التصميمية للرياح (m/sec)

ويبين الشكل (3-1) تأثير الرياح على المباني من حيث ارتفاع المبنى والبيئة المحيطة به .





الشكل (3-1) تأثير الرياح على المباني من حيث ارتفاع المبنى والبيئة المحيطة به .

2-3-4-3 أحمال الثلوج:-

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

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

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

جدول (3 – 4) احمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر .

استناداً إلى جدول أحمال الثلوج السابق وبعد تحديد ارتفاع المبنى عن سطح البحر, و الذي يساوي (977م) وتبعاً للبند الثالث تم حساب أحمال الثلوج كالأتي:

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

$$s_L = \frac{977 - 400}{400}$$

$$s_L = 1.4425(\text{KN}/\text{m}^2)$$

3-3-4-3 أحمال الزلازل:

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

وسيتم مقاومتها في هذا المشروع عن طريق جدران القص الموزعة في المبنى بناءً على الحسابات الإنشائية لها.

الذي ستستخدم من أجله.

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

3-5 الاختبارات العملية:

يسبق الدراسة الإنشائية لأي مبنى , عمل الدراسات الجيوتقنية للموقع، ويعنى بها جميع الأعمال التي لها علاقة باستكشاف الموقع ودراسة التربة والصخور والمياه الجوفية , وتحليل المعلومات وترجمتها للتنبؤ بطريقة تصرف التربة ,عند البناء عليها, وأكثر ما يهتم به المهندس الإنشائي هو الحصول على قوة تحمل التربة (Bearing Capacity) اللازمة لتصميم أساسات المبنى.

3-6 العناصر الإنشائية المكونة للمبنى:

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

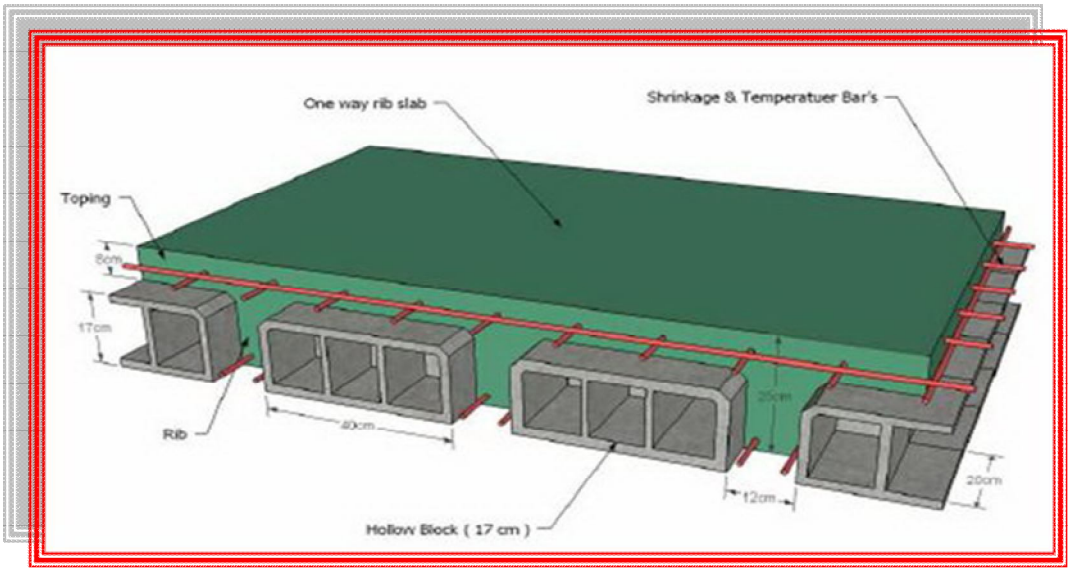
3-6-1 العقدات:

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

1. عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد (One way ribbed slab).
2. عقدات العصب ذات الاتجاهين (Two way ribbed slab).
3. العقدات المصمتة ذات الاتجاهين (Two way solid slab).

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

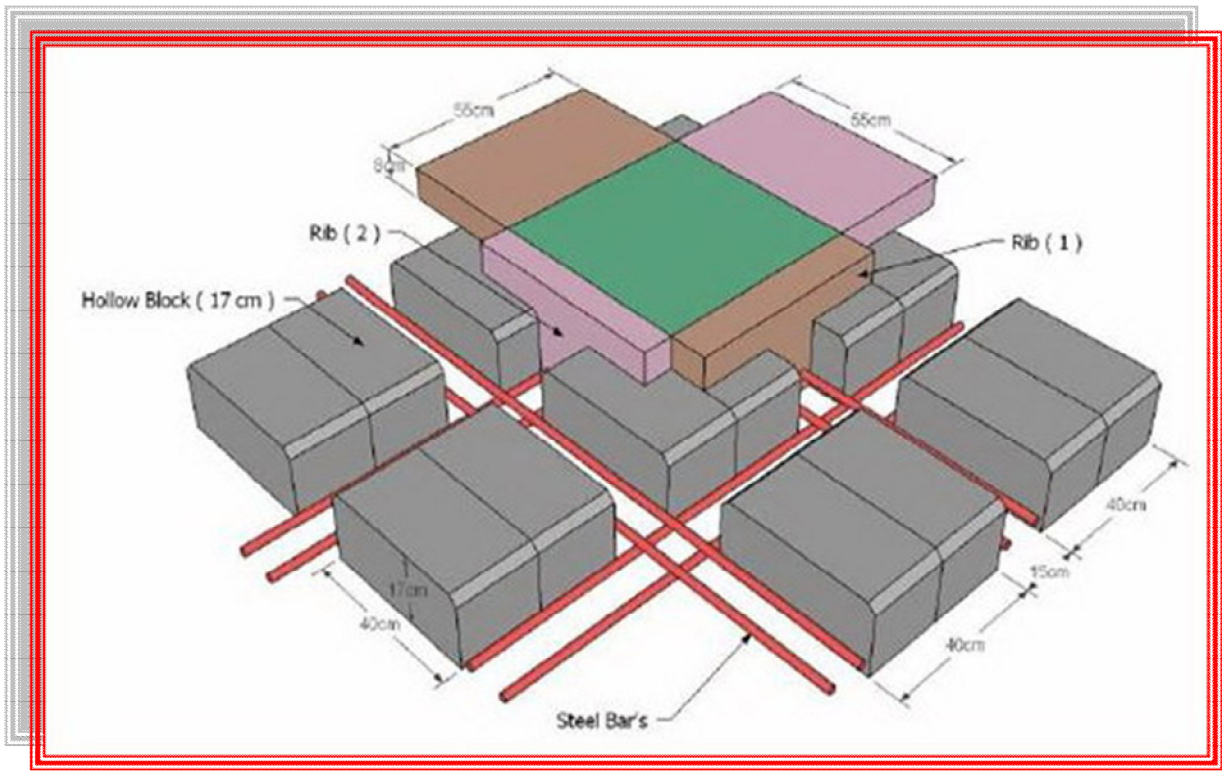
إحدى أشهر الطرق المستخدمة في تصميم العقدات في هذه البلاد وتتكون من صف من الطوب يليه العصب, ويكون التسليح باتجاه واحد كما هو مبين في الشكل (3-2).



الشكل (3 – 2) العقدات دات العصب الواحد .

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

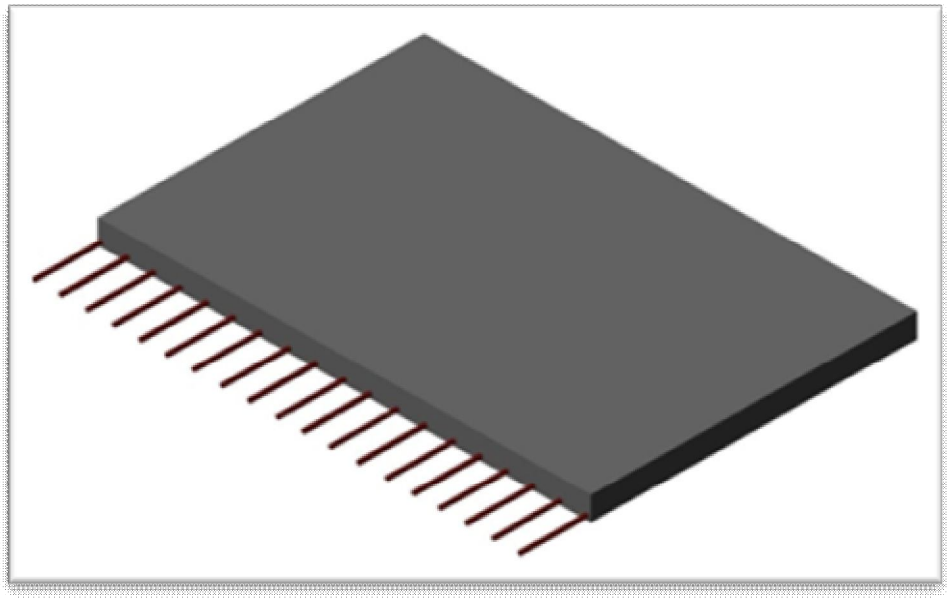
تشبه السابقة من حيث المكونات ولكنها تختلف من حيث كون التسليح باتجاهين ويتم توزيع الحمل في جميع الاتجاهات, ويراعى عند حساب وزنها طوبتين وعصب في الاتجاهين, كما يظهر في الشكل (3-3):



الشكل (3 – 3) العقدة ذات العصب باتجاهين .

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

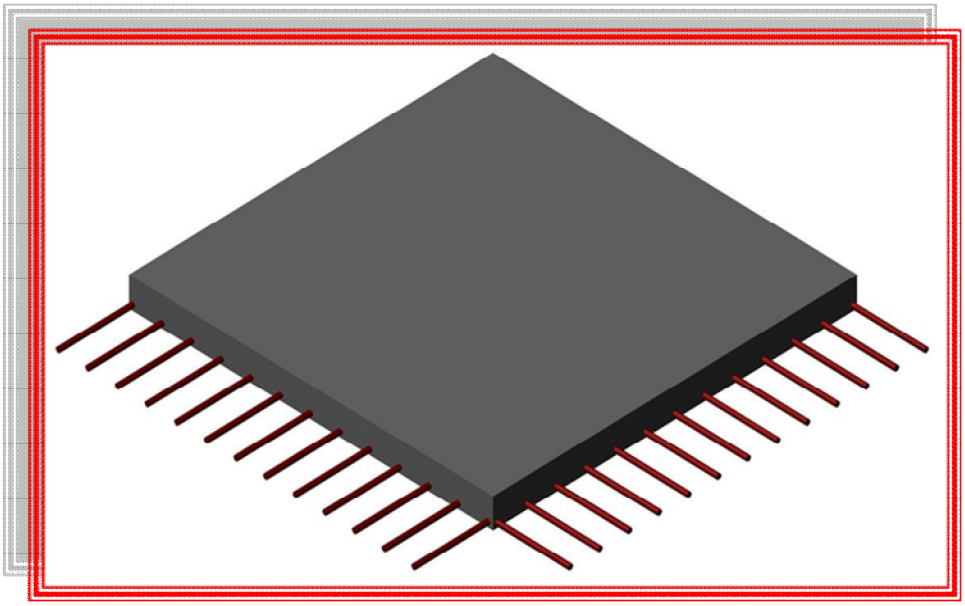
تستخدم في المناطق التي تتعرض كثيرا للأحمال الحية، وذلك تجنباً لحدوث اهتزاز نظرا للسماكة المنخفضة, كما في الشكل (3-4) :



الشكل (3-4): العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد .

4-1-6-3 العقدات المصمتة ذات الاتجاهين (Two way solid slab)

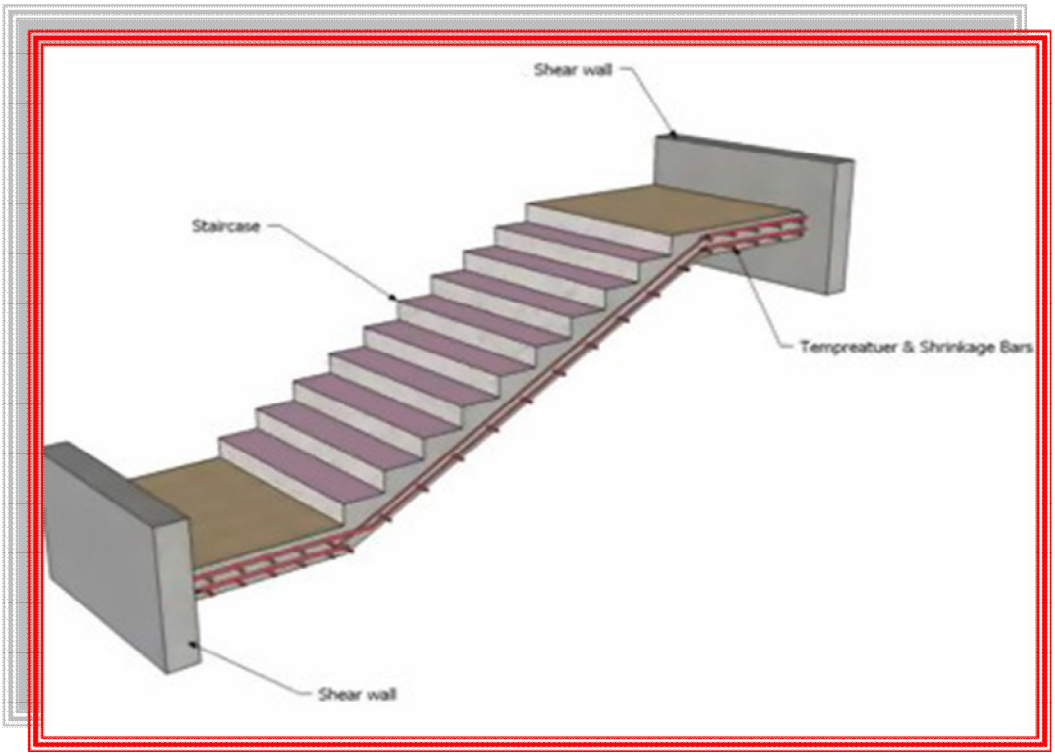
تستخدم في حال كانت الأحمال المؤثرة أكبر من المقدار الذي تستطيع العقدة المصمتة ذات الاتجاه الواحد مقاومتها، وعند ذلك يتم اللجوء إلى تصميم هذا النوع من العقدات و ذلك لأنها تستطيع مقاومة الأحمال بشكل أكبر حيث يوزع التسليح الرئيسي فيها باتجاهين موضحه في الشكل (3-5).



الشكل (3 – 5):- العقدات المصمتة ذات الاتجاهين .

2-6-3 الأدراج:

الأدراج عنصر معماري يوجد في المباني للانتقال بين مستويين في نفس الطابق أو بين عدد من الطوابق عبر المبنى، ويتم عادةً تصميم الدرج إنشائيا باعتباره عقدة مصمتة في اتجاه واحد الشكل (3-6).



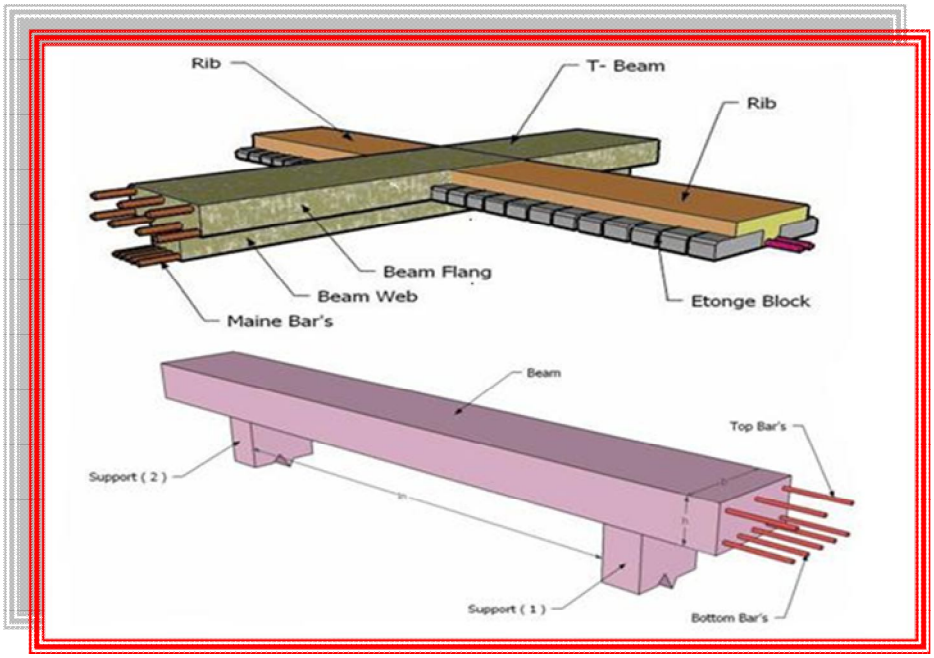
الشكل (3 – 6) :- الدرج .

3-6-3 الجسور:-

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

1- جسور مسحورة.
2- وجسور متدلية(T-section) .
3- وجسور مقلوبة.
4- جسور (L-section).

ويكون التسليح بقضبان الحديد الأفقية لمقاومة العزم الواقع على الجسر, وبالكانات لمقاومة قوى القص والشكل (3-7) يبين أنواع الجسور التي استخدمت في المشروع.



الشكل (3 – 7) : - انواع الجسور المستخدمة في المشروع .

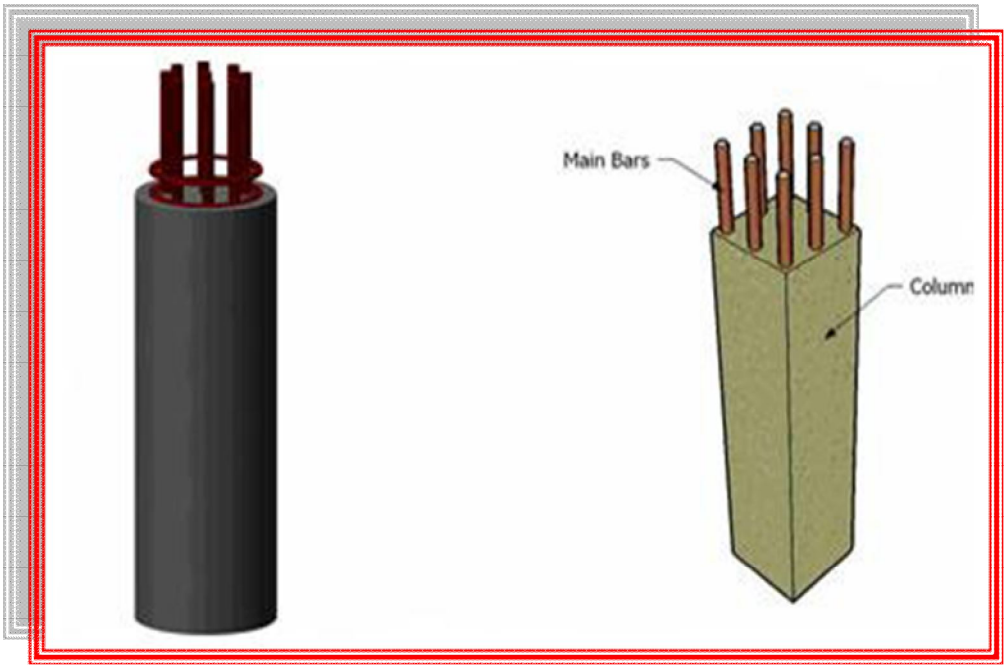
3-6-4 الأعمدة:

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

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

أما من حيث الشكل المعماري أو المقطع الهندسي:

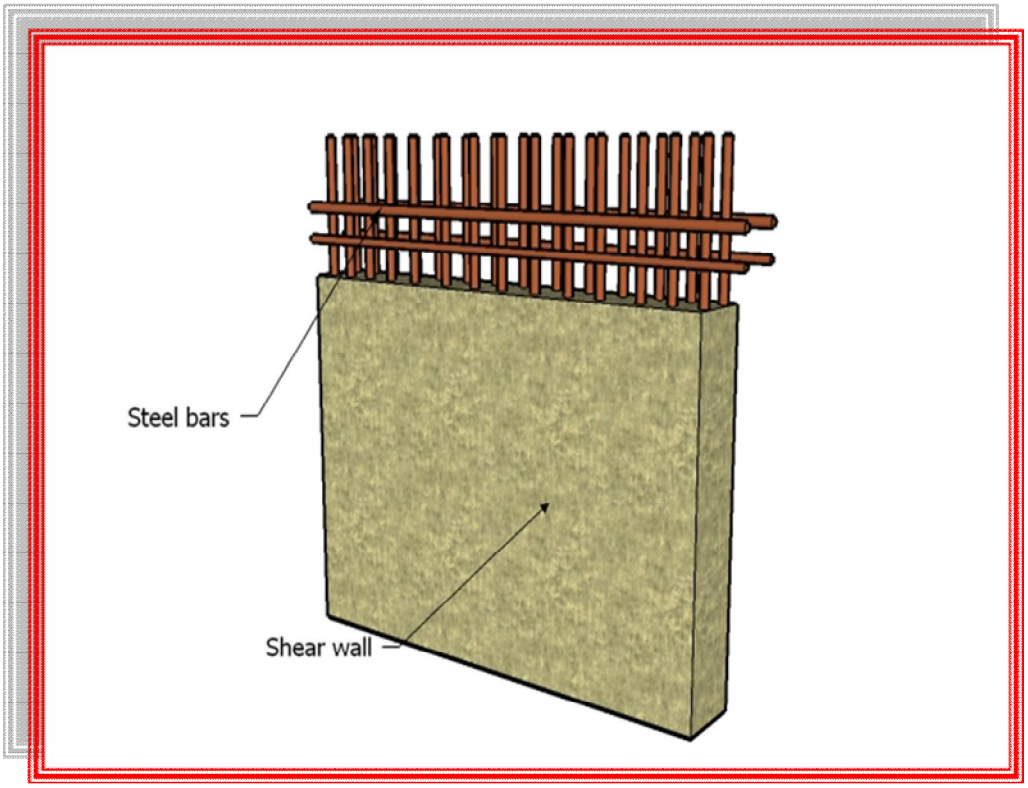
منها المستطيل والدائري والمضلع , والمربع والمركب، والمشروع يحتوي على نوعين من الأعمدة هما المستطيلة والدائرية كما في الشكل (3-8).



الشكل (3 – 8) : - انواع الاعمدة .

3-6-5 جدران القص:

هي الجدران التي تحيط بيت الدرج، وجدران المصاعد، وأحيانا في بعض المناطق في المبنى حسب ما تقتضي الحاجة ، ووظيفة جدران القص مقاومة قوى القص الأفقية التي قد يتعرض لها المنشأ نتيجة لأحمال الزلازل والرياح إضافة إلى كونها جدران حاملة، ويراعى توفرها في اتجاهين متعامدين في المبنى لتوفير ثبات كامل للمبنى والشكل التالي يبين جدار قص مسلح الشكل (3-9).



الشكل (3-9):- جدار قص .

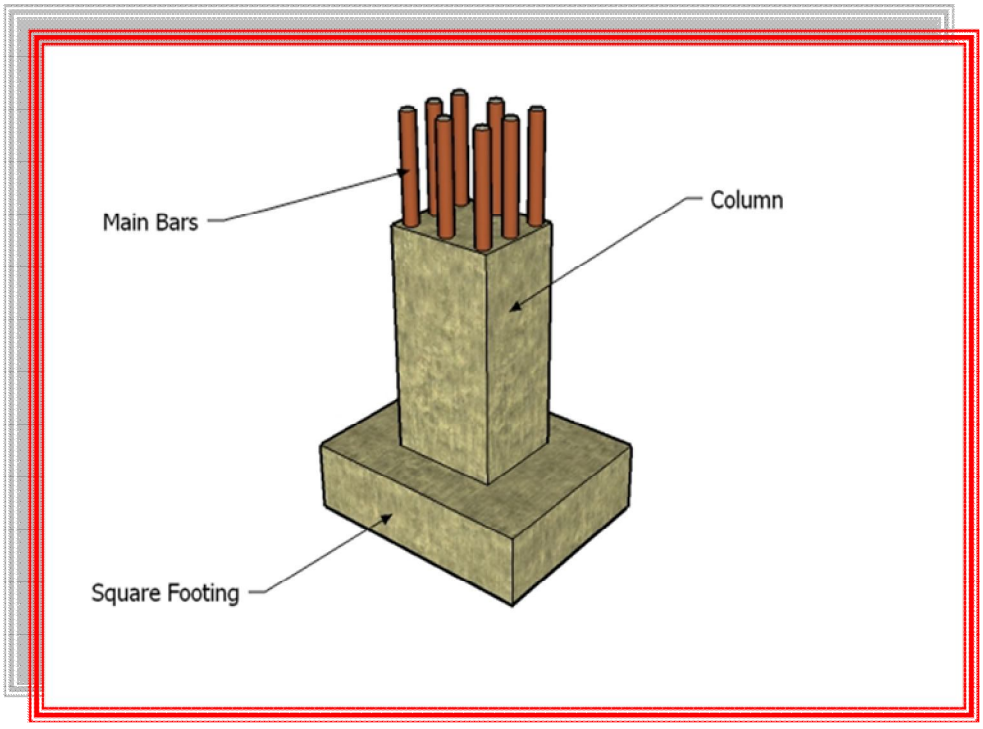
3-6-6 الأساسات:

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

1- أساسات منفصلة
2- أساسات مزدوجة
3- أساسات شريطية.

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

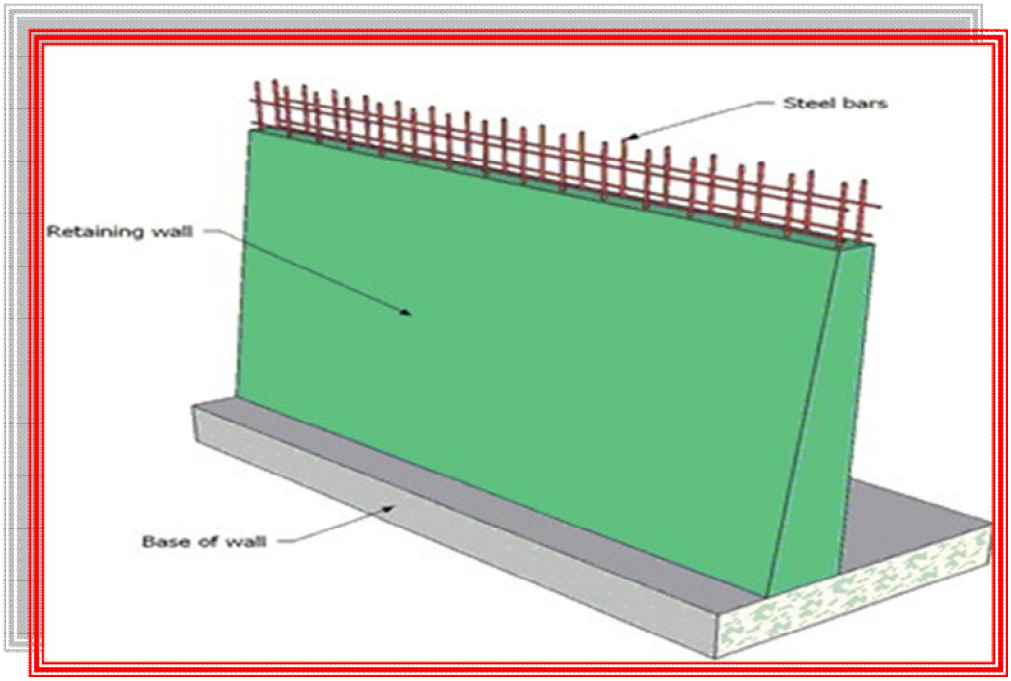
ولعمل تصميم للأساسات تم اعتماد قوة تحمل التربة (4.0) كغم/سم² لمنطقة المشروع الشكل (3-10).



الشكل (3 – 10) :- اساس مفرد .

3-6-7 الجدران الإستنادية:

نظراً لوجود مناسيب مختلفة في موقع المشروع و قطعة الأرض، فكان لابد من عمل جدران استنادية تعمل على تحديد مناسب موقع المشروع , وتمنع أي انزلاق في الموقع حيث تصمم وتنفذ الجدران الاستنادية على أسس ومعايير يحددها الكود الأمريكي كما في الشكل (3-10).



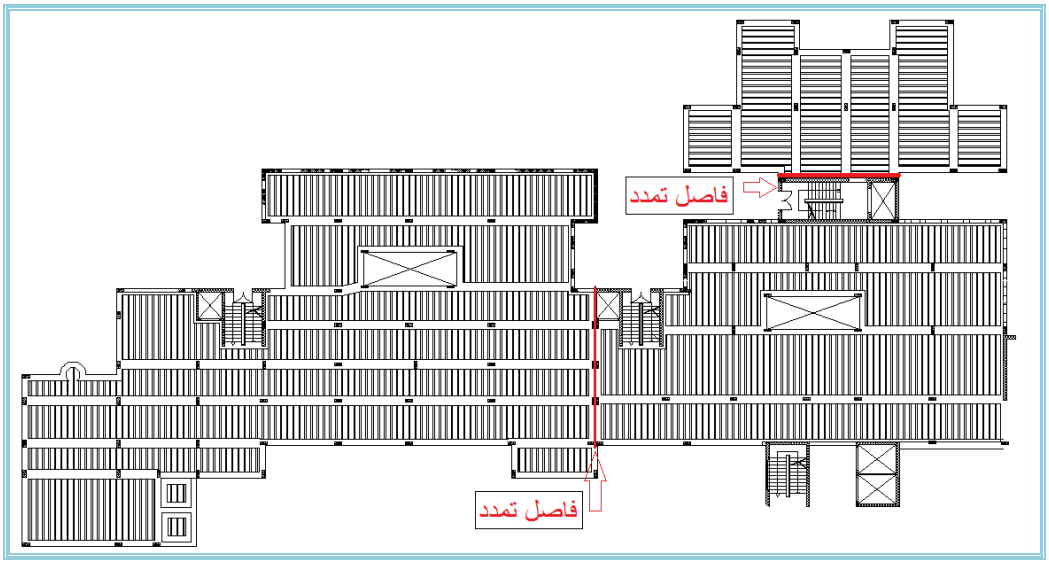
الشكل (3 – 11) :- جدار استنادي .

7-3 فواصل التمدد (Expansions Joints)

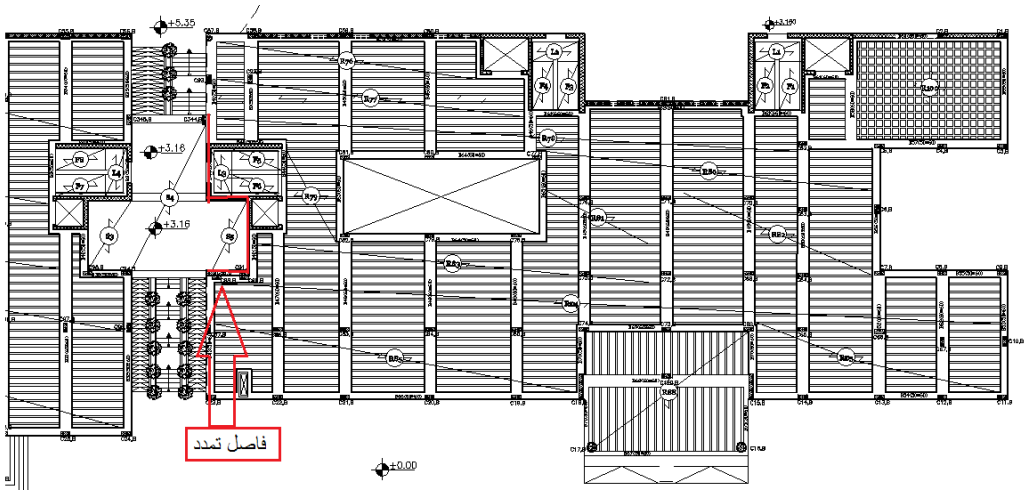
يمكن تحديد المسافة القصوى بين فواصل التمدد للمنشات العادية كما يلي :

- من 40 إل 45 م في المناطق المعتدلة كما هو الحال في فلسطين .
- من 30 إل 35 م في المناطق الحارة .
- و يمكن زيادة هذه المسافات بشرط الأخذ بعين الاعتبار تأثير عوامل الانكماش و التمدد و الزحف .
- و في حالة أعمال الخرسانة الكتلية كالحوائط الأستنادية و الأسوار يجب تقليل المسافات بين الفواصل و اخذ الاحتياطات اللازمة لمنع تسرب المياه من خلال فواصل التمدد .

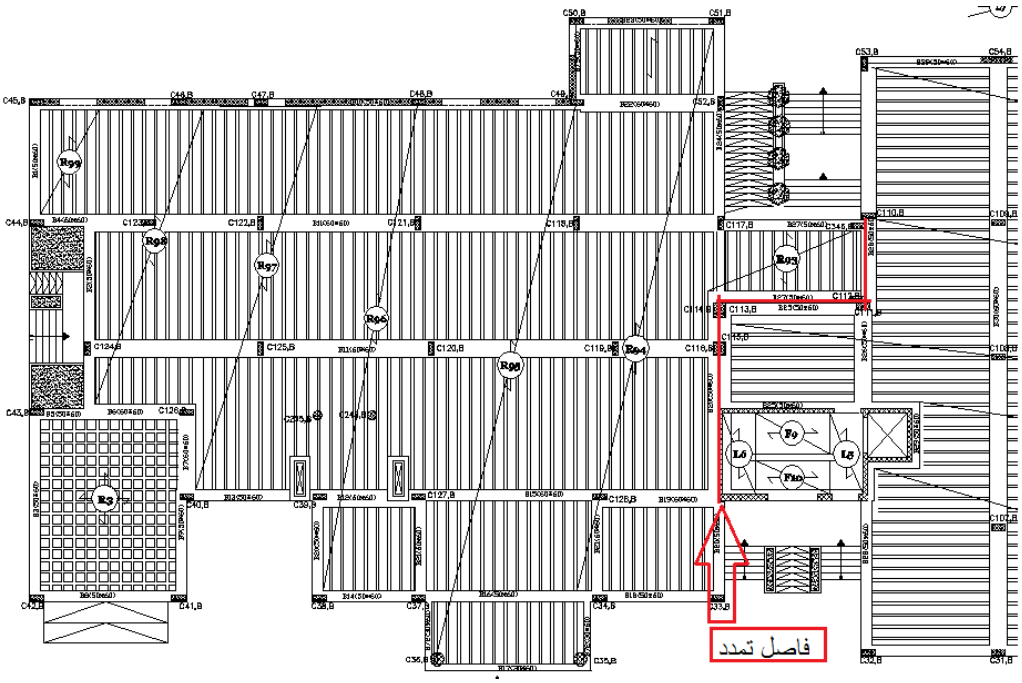
وتم استخدام سبع فواصل في هذا المشروع .



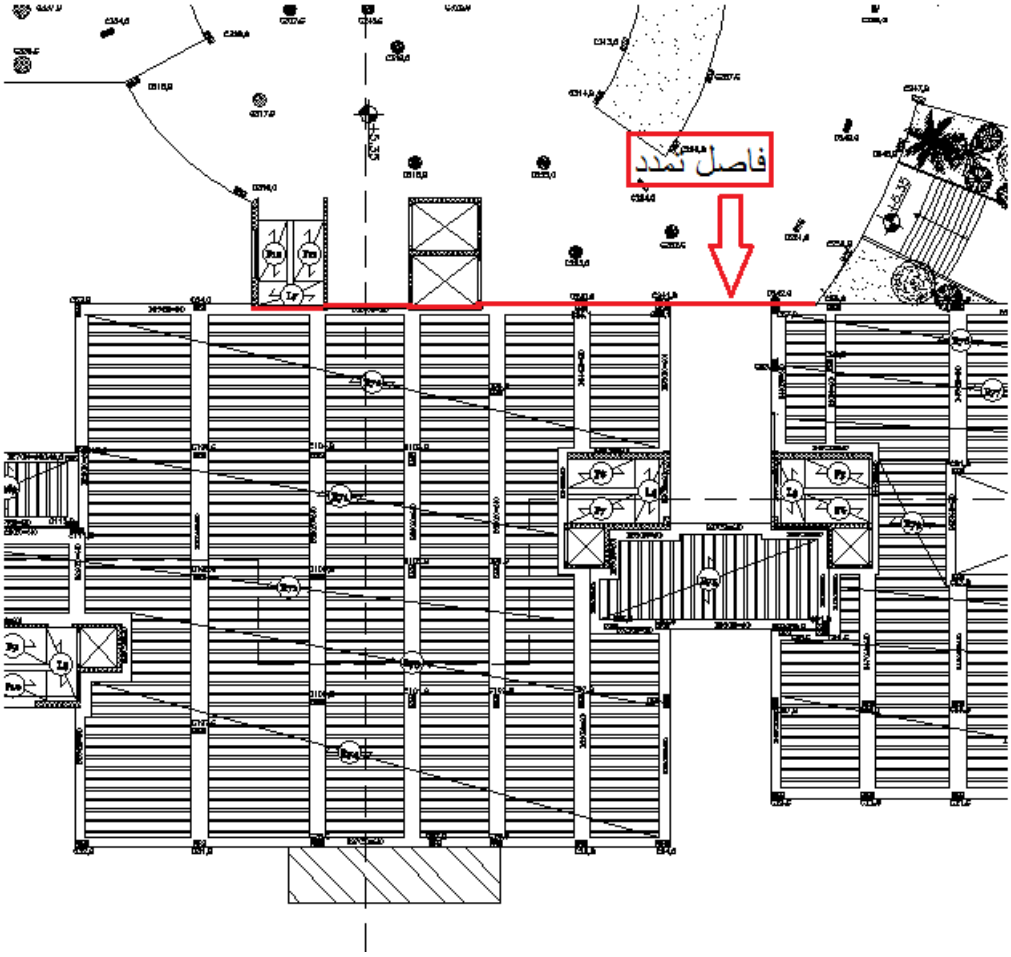
الشكل (3 – 12) :- فاصل تمدد 1 و 7



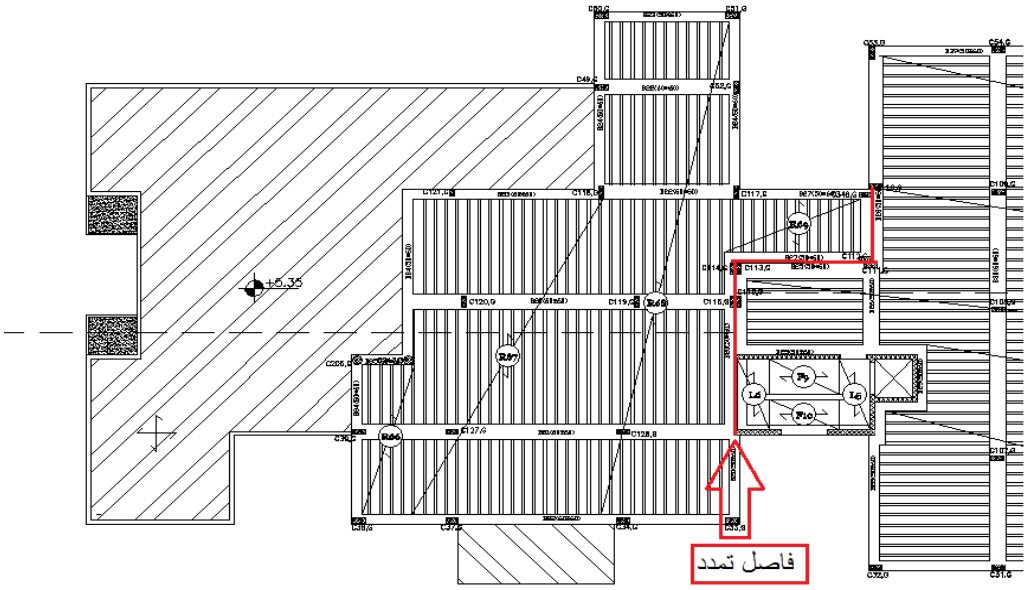
الشكل (3 – 13) :- فاصل تمدد 2



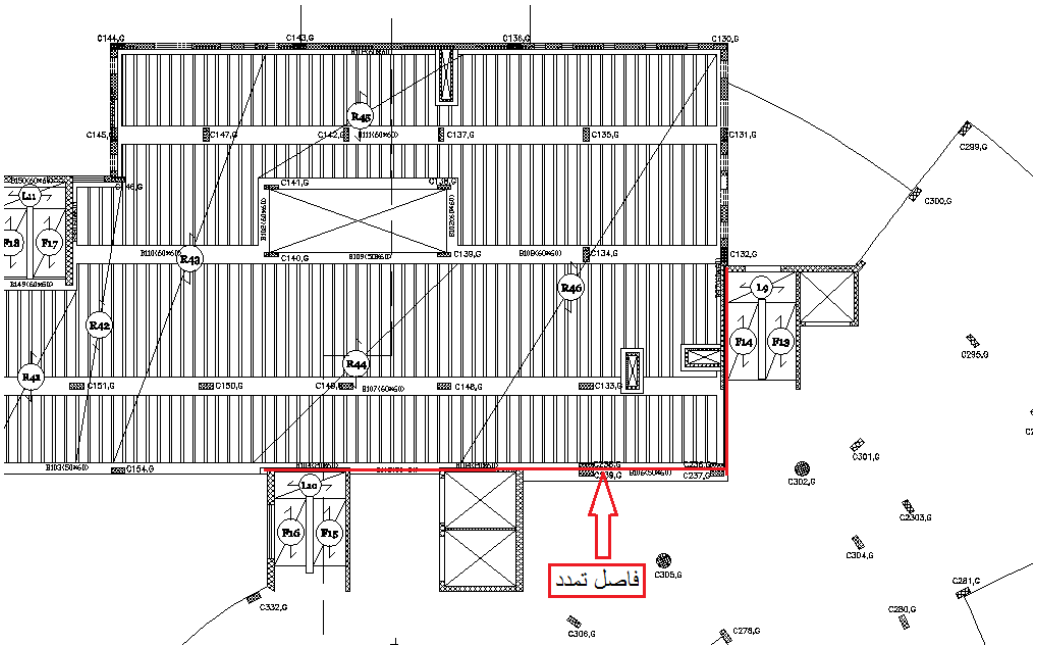
الشكل (3 – 14) :- فاصل تمدد 3



الشكل (3 – 15) :- فاصل تمدد 4



الشكل (3 – 16) :- فاصل تمدد 5



الشكل (3 – 17) :- فاصل تمدد 6

8-3 برامج الحاسوب التي تم استخدامها:

1. AutoCAD (2010) for Drawings Structural and Architectural.
2. Microsoft Office (2010) For Text Edition.
3. Atir Software for Structural Calculations.
4. Safe Software for Structural Calculations
5. Etabs For Shear Wall Design

Chapter 4

Structural Analysis & Design

4

4.1 Introduction.

4.2 Determination of Slab Thickness.

4.3 Determination of Factored Load.

4.4 Design of Topping.

4.5 Design of Rib 44.

4.6 Design of Two way Ribbed slab.

4.7 Design of Two way Solid slab.

4.8 Design of Beam (9C)(Dropped Beam) .

4.9 Design of Beam (19C)(Hidden Beam) .

4.10 Design of Flat plate .

4-11 Design of steel Dome .

4.12 Design of Stairs

4.13 Design of Long Column.

4.14 Design of Shear wall.

4.15 Design of Isolated Footing.

4.16 Design of strip Footing.

4.17 Design of Mat Foundation.

4.18 Design of Basement Wall.

4.1 Introduction

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

4.2 Determination of Slab Thickness

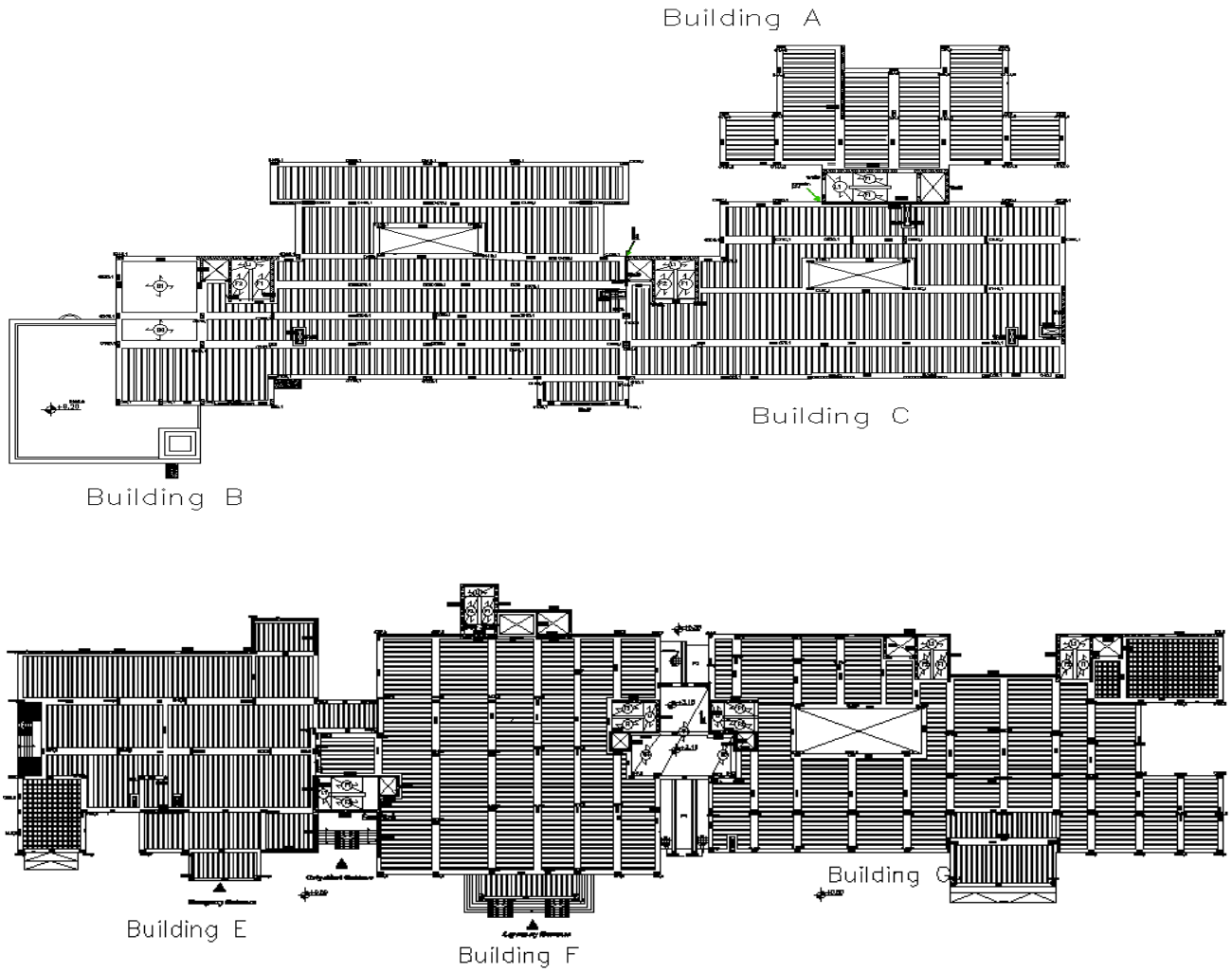


Figure (4-1): Floor Slabs.

According to ACI-Code-318-05, the minimum thickness of non prestressed beams or one way slabs unless deflections are computed, given in table (9.5-a), as follows:

h_{min} for one-end continuous = L1/18.5

= 580 /18.5 = 31.35 cm.

h_{min} for both-end continuous = L2/21

= 610/21 = 29.04 cm

h_{min} for Simply supported = L4/16

= 420/16 = 26.25 cm

We selected h = 32cm…… For one-end continuous is control.

Determination of Thickness for Two Way Rib Slab:

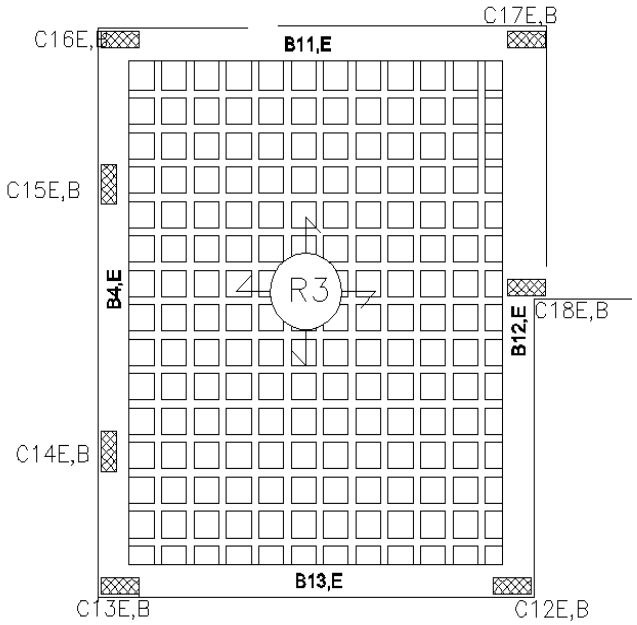


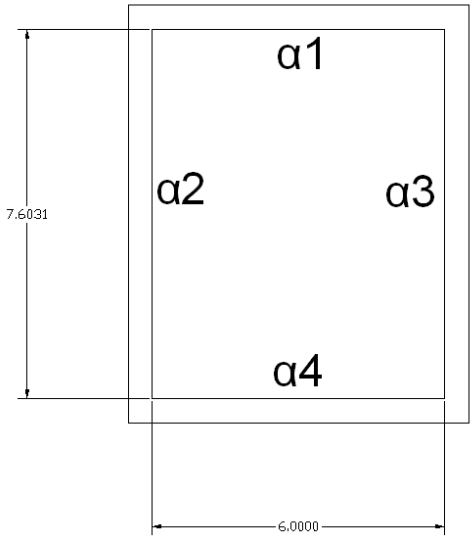
Figure (4-2): two way rib slab.(Building E)

$$\bar{Y} = \frac{\sum A.Y}{\sum A}$$

$$\bar{y} = \frac{52*8*28 + 12*24*12}{52*8 + 12*24} = 21.45cm$$

$$I_{rib} = \frac{0.52*0.1055^3}{3} - \frac{0.4*0.0255^3}{3} + \frac{0.12*0.2145^3}{3}$$

$$I_{rib} = 5.961*10^{-4} m^4$$



$$I_b = \frac{0.5*0.32^3}{12} = 1.3653*10^{-3} m^4$$

$$I_{s1} = I_{rib} * \frac{L_b}{0.52} = \frac{5.961*10^{-4}}{0.52}(\frac{7.6}{2} + 0.5) = 4.93*10^{-3} m^4$$

$$\alpha_1 = \frac{I_b}{I_{s1}} = \frac{1.3653}{4.93} = 0.277$$

$$I_{s2} = \frac{5.961*10^{-4}}{0.52} * (\frac{6}{2} + 0.5) = 4.0115*10^{-3} m^4$$

$$\alpha_2 = \frac{1.3653}{4.0115} = 0.3403$$

$$\alpha_3 = \alpha_2 = 0.3403$$

$$\alpha_4 = \alpha_1 = 0.277$$

$$\alpha_{fm} = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{4} = \frac{0.277 + 0.3403 + 0.277 + 0.3403}{4} = 0.3087 < 2$$

$$h_{\min} = \frac{Ln*(0.8 + f_y/1400)}{36 + 5\beta(\alpha_{fm} - 0.2)} = \frac{7.6*(0.8 + \frac{420}{1400})}{36 + 5*(\frac{7.6}{6})*(0.3087 - 0.2)} = 22.7cm < 32cm$$

We select from one & two way rib slab, The Thickness Rib Slab = 32 cm with block 24cm & Topping 8cm.

Determination of Slab Thickness of flat plate :

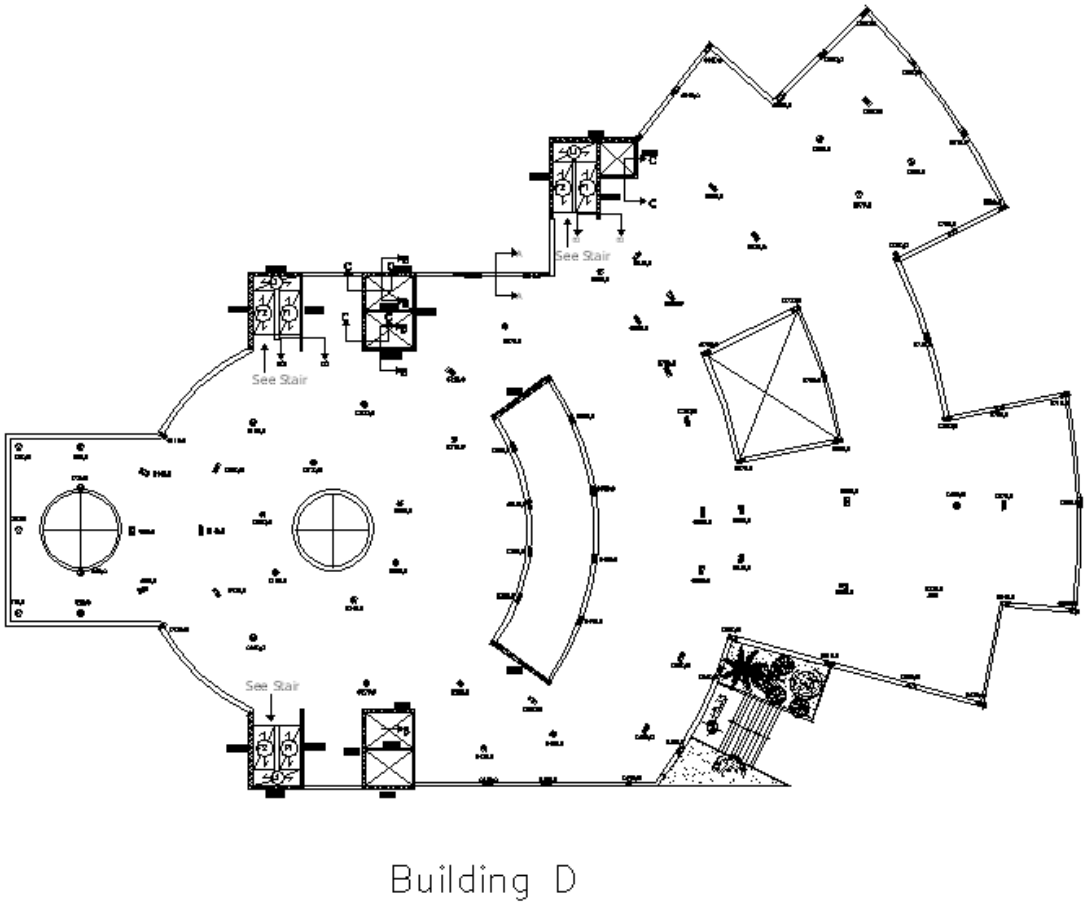


Figure (4-3): Flat Plate .(Building D)

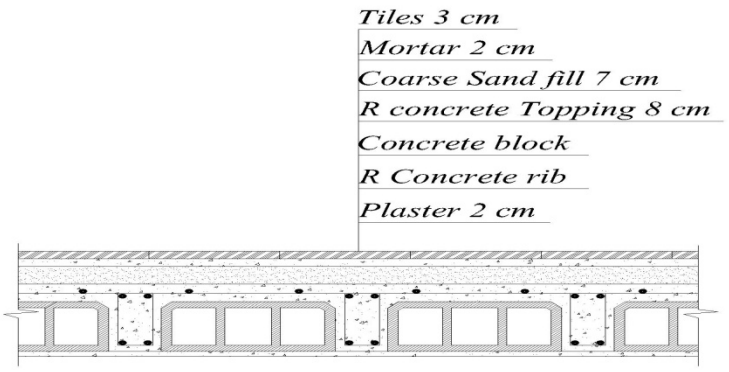
Ln=8.6 m

Minimum Slab Thickness=8.6/33=26.06 cm

Select Slab Thickness 35 cm. To prevent punching shear

4-3 Determination of factored Load

4.3.1 Determination of Dead load



TYPICAL SECTION IN RIBBED SLAB

Tiles	$0.03 \times 0.52 \times 23$	= 0.3588 kN/m /rib
Mortar	$0.02 \times 0.52 \times 22$	= 0.2288 kN/m / rib
Coarse Sand Fill	$0.07 \times 0.52 \times 16$	= 0.5824 kN/m / rib
Topping	$0.08 \times 0.52 \times 25$	= 1.04 kN/m./rib
Block	$0.24 \times 0.40 \times 9$	= 0.864 kN/m / rib
Concrete Rib	$0.24 \times 0.12 \times 25$	= 0.72 kN/m / rib
Plaster	$0.02 \times 0.52 \times 22$	= 0.2288 kN/m / rib
partitions	1.50×0.52	= 0.78 kN/m / rib

Nominal Total Dead Load =

0.3588 + 0. 2288 + 0.5824 + 1.04 + 0.864 + 0.72 + 0.2288 + 0.78

= 4.803 kN/m of rib

Nominal Total live load = 5 * 0.52 = 2.6 kN/m of rib

Total Dead Load (service) = 4.803/0.52 = 9.236 kN/m^2

Total live load = 5 kN/m^2

4-3-2 Determination of factored dead & live load

Factored dead load = 1.2*Dead load = 1.2*4.803 = 5.7636 KN/m of rib.

Factored Live load = 1.6*live load = 1.6*2.6 = 4.16 KN/m of rib.

4-4 Design of Topping:

Used fy = 420 MPa & fc' = 24 MPa

Dead load of topping = $W_{topping} + W_{tiles} + W_{sand} + W_{mortor} + W_{partiones}$

= 1.04 + 0.3588 + 0.5824 + 0.2288+0.78 = 2.99 KN/m

Total Dead Load = 2.99/0.52 = 5.75 KN/m^2.

Live Load = 5 KN/m^2.

qu = 1.2 DL + 1.6 LL

= 1.2 * 5.75 + 1.6 * 5 = 14.9 KN/m^2. (Total Factored Load)

$$Mu = \frac{q_u \times l^2}{12} = \frac{14.90 \times (0.4)^2}{12} = 0.1986 \ \ kN.m$$

$$Mn = 0.42\sqrt{fc'} \times \frac{b \times h^2}{6}$$

$$= 0.42 * \sqrt{24} * \frac{1000(80)^2}{6} = 2.195 \ \ KN.m$$

$$\phi \times Mn = 0.55 * 2.195 = 1.205 kN.m.$$

$$\phi \times Mn = 1.2051 kN.m > Mu = 0.1986 kN.m.$$

No structural reinforcement is required.

Therefore, shrinkage and temperature reinforcement must be provided

$\rho = 0.0018$ *ACI-318-02 (7.12.2)*

$As_{\min} = \rho \times b \times h = 0.0018 \times 100 \times 8 = 1.44 cm^2 / 1m.$

Use Φ8=0.5 mm^2

Spacing<50/144=0.35m.

<3h=3*0.08=0.24

Select s =20cm.

Use 1Φ8@20 cm c/c in both directions.

4-5 Design of Rib (R44) at ground slab:

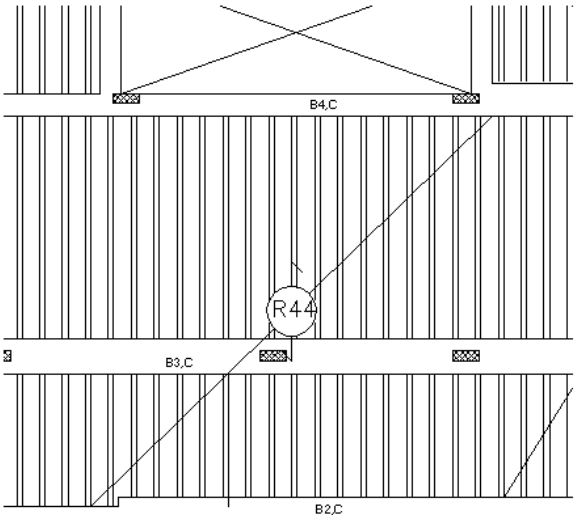


Figure (4-4): Structural Plane

Using "Atir" software for the following values of the envelope moment and shear diagram:

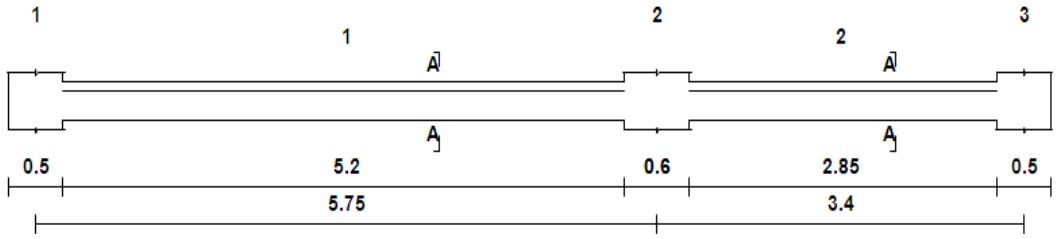


Figure (4-5): Rib 44 geometry.

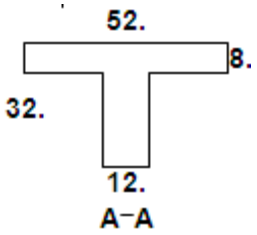


Figure (4-6) : Rib Section

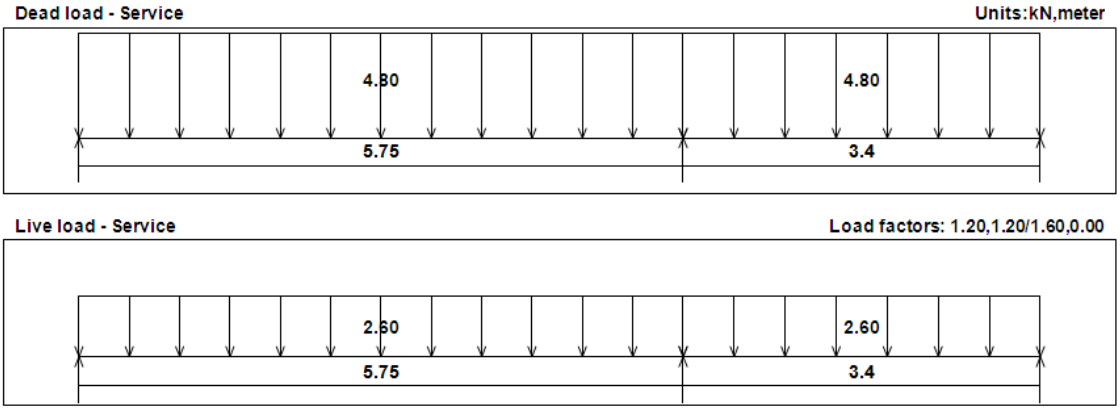


Figure (4-7) : loading of Rib 44

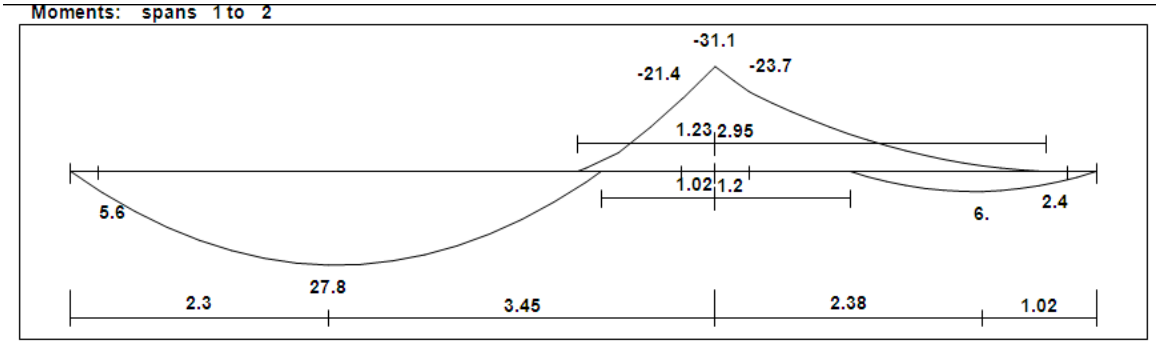


Figure (4-8) : Moment Envelop of rib 44.

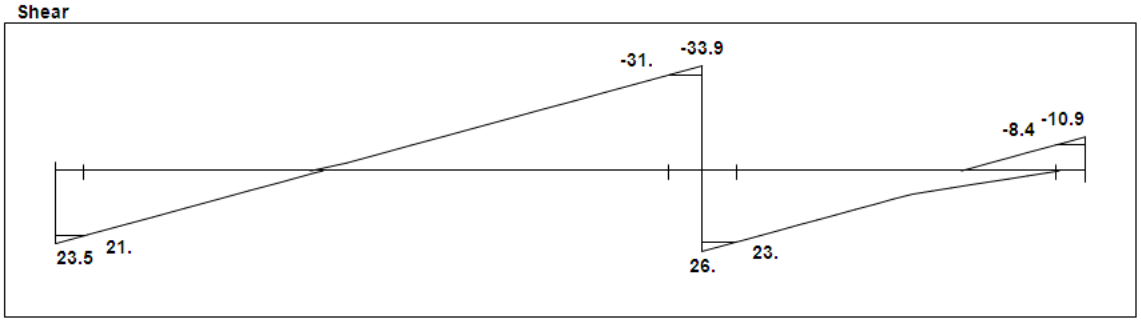


Figure (4-9) : Shear Envelop of rib 44.

- **Effective Flange width (b_E) ……*ACI-318-02 (8.10.2)***

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

b_E = L / 4 = 2.85 / 4 = 71.25 cm

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

$b_E \leq$ center to center between rib = 52 cm

Control ……. 52cm

- **Check rectangular section or T-section**

$bw = 12cm, h = 32cm$

$d = 320 - 20 - 8 - 7 = 285mm$

Mu_{max} = 27.8 KN .m

$Mn_f = 0.85 * fc * bf * \text{tf} * \left(d - \frac{\text{tf}}{2}\right)$

$Mn_f = 0.85 * 24 * 0.52 * 0.08 * \left(0.285 - \frac{0.08}{2}\right) * 10^3 = 208 \text{ KN .m}$

$\Phi\ Mn_f = 0.9 * 208 = 187.2 \text{ KN .m} >> Mu_{\max}$

rectangular section

4-5-1 Design of Positive moment of rib 44:

4-5-1-1 Design of Span 1

$Mu = 27.8 \text{ KN .m}$

$$Mn = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{27.8}{0.9} = 30.89 \text{ KN .m}$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy}(bw)(d) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (ACI - 10.5.1)$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(12)(28.5) \geq \frac{1.4}{420}(12)(28.5)$$

$As_{\min} = 0.997 < 1.14$ ……the larger is control

$As_{\min} = 1.14 cm^2$

$$\text{Kn} = \frac{Mn}{b * d^2}$$

$$\text{Kn} = \frac{30.89 * 10^{-3}}{0.52 * (0.285)^2} = 0.731 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.588$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.588}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.588)(0.731)}{420}}\right) = 1.7737 * 10^{-3}$$

A req = ρ * b * d = $1.7737 * 10^{-3}$ * 52 * 28.5 = 2.63 cm²

$2.63\ cm^2 > As_{\min} = 1.26 cm^2$

Use Φ 14 >> # of bar = $\frac{2.63}{1.54} = 1.7$ * Note $A_{\Phi 14}$ = 1.54 cm²

Then we select (2) bars Φ 14 $A_s\ provided = 2 * 1.54 = 3.08 cm^2$

- **Check for yielding**

Tension = compression

As * fy = 0.85 * f_c * b * a

$$308 * 420 = 0.85 * 24 * 520 * a$$
$$a = 12.2 mm$$
$$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{12.2}{0.85} = 14.35 mm$$
$$\varepsilon_s = \frac{285 - 14.35}{14.35} X 0.003$$
$$\varepsilon_s = 0.056 > 0.005$$

$\Rightarrow$ Ok

4-5-1-2 Design of Span 2

Mu = 6 KN .m

$$Mn = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{6.0}{0.9} = 6.67 \text{ KN .m}$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy}(bw)(d) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (ACI - 10.5.1)$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(12)(28.5) \geq \frac{1.4}{420}(12)(28.5)$$

$As_{\min} = 0.997 < 1.14$ ……the larger is control

$As_{\min} = 1.14 cm^2$

$$\text{Kn} = \frac{Mn}{b * d^2}$$

$$\text{Kn} = \frac{6.67 * 10^{-3}}{0.52 * (0.285)^2} = 0.158 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.588$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.588}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.588)(0.158)}{420}}\right) = 3.7766 * 10^{-4}$$

A req = ρ * b * d = $3.7766 * 10^{-4}$ * 52 * 28.5 = 0.56 cm²

$0.56\ cm^2 < As_{\min} = 1.14 cm^2$

Use Φ 10 >> # of bar = $\frac{1.14}{0.79} = 1.44$ * Note $A_{\Phi 10} = 0.79$ cm²

Then we select (2) bars Φ 10 $A_s\ provided = 2 * 0.79 = 1.58 cm^2$

- **Check for yielding**

Tension = compression

As * fy = 0.85 * f_c * b * a

$158 * 420 = 0.85 * 24 * 520 * a$

$a = 6.255mm$

$$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{6.255}{0.85} = 7.36mm$$

$$\varepsilon_s = \frac{285 - 7.36}{7.36} \text{X} 0.003$$

$$\varepsilon_s = 0.113 > 0.005$$

$\Rightarrow$ Ok

4-5-2 Design of Negative moment

4-5-2-1 Design of support (2)

Mu = 23.7 KN .m

$$Mn = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{23.7}{0.9} = 26.3 \text{ KN .m}$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy}(bw)(d) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (ACI - 10.5.1)$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(12)(28.5) \geq \frac{1.4}{420}(12)(28.5)$$

$As_{\min} = 0.997 < 1.14$ ……the larger is control

$As_{\min} = 1.14cm^2$

$$\text{Kn} = \frac{Mn}{b * d^2}$$

$$\text{Kn} = \frac{26.3 * 10^{-3}}{0.12 * (0.285)^2} = 2.702 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.588$$

$$\rho = \frac{1}{m}(1 - \sqrt{1 - \frac{2mKn}{fy}})$$

$$\rho = \frac{1}{20.588}(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.588)(2.702)}{420}}) = 6.92645 * 10^{-3}$$

A req = ρ * b * d = $6.92645 * 10^{-3}$* 12 * 28.5 = 2.369 cm²

$2.369\ cm^2 > As_{\min} = 1.14 cm^2$

Use Φ 14 >> # of bar = $\frac{2.369}{1.54} = 1.54$ * Note $A_{\Phi 14}$ = 1.54 cm²

Then we select (2) bars Φ 14 $A_s\ provided = 2 * 1.54 = 3.08 cm^2$

- **Check for yielding**

Tension = compression

As * fy = 0.85 * f_c * b * a

$$308 * 420 = 0.85 * 24 * 120 * a$$
$$a = 52.84 mm$$
$$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{52.84}{0.85} = 62.17 mm$$
$$\varepsilon_s = \frac{285 - 62.17}{62.17} X 0.003$$
$$\varepsilon_s = 0.01075 > 0.005$$

$\Rightarrow$ Ok

4-5-3 Design of shear for Rib (R44):

ACI – 318 – Categories for shear design:

Vu = 31 kN

Use Φ8 with two legs

$$Av = 2 \times 50 = 100 \text{ mm}^2$$

1. $Item1 : \Phi Vc \geq Vu$

$$\Phi \text{ Vc} = \Phi \frac{\sqrt{fc'}}{6} \times \text{b}_\text{w} \times \text{d}$$

$$= \Phi \text{ Vc} = 0.75 \times \frac{\sqrt{24}}{6} \times 120 \times 285$$

= 20.94 kN

Since $\Phi \text{ Vc} \leq \text{Vu}$

Not control

2. Item 2

$$\frac{1}{2}\Phi Vc \leq Vu \leq \Phi Vc$$

$$\Phi \text{ Vc} = 20.94\, kn$$

$$\frac{1}{2}\Phi Vc = \frac{20.94}{2} = 10.47 Kn$$

Not control

3. Item 3

$$\Phi Vc \leq Vu \leq \Phi Vc + \Phi Vs_{\min}$$

$$\Phi Vs_{\min} \geq \frac{\Phi}{3} \times \text{bw} \times \text{d}$$

$$\Phi Vs_{\min} = 0.75 (\frac{1}{3}) \times 0.12 \times 0.285 \times 10^3 = 8.55 kN$$

$$\Phi Vs_{\min} \geq \frac{1}{16} \times \sqrt{\text{fc}'} \times bw \times d$$

$$\Phi Vs_{\min} = \frac{1}{16} \times \sqrt{24} \times 0.12 \times 0.285 \times 10^3 = 10.47\ KN \quad control$$

$$\Phi Vc + \Phi Vs_{\min} = 20.93 + 10.47 = 31.4kN$$

$$\text{Vu} = 31\text{kN} < \Phi Vc + \Phi Vs_{\min} = 31.4\text{kN} \quad \text{control}$$

Minimum shear reinforcement is required

$$\frac{Av}{S_{req}} \geq \frac{1}{3}\frac{bw}{fy}$$

$$\frac{Av}{S_{req}} \geq \frac{1}{16}\frac{\sqrt{fc'}}{fy} \times bw$$

$$S_{\max} \leq \frac{d}{2} \leq 600$$

$$\frac{Av}{S_{req}} \geq \frac{1}{3}\frac{bw}{fy} \Rightarrow S_{req} = \frac{3 \times 2 \times 50 \times 10^{-6} \times 420}{0.12} = 1.05m$$

$$\frac{Av}{S_{req}} \geq \frac{1}{16}\frac{\sqrt{fc'}}{fy} \times bw \Rightarrow S_{req} = \frac{2 \times 50 \times 10^{-6} \times 16 \times 420}{\sqrt{24} \times .12} = 1.14m$$

$$S_{\max} \leq \frac{d}{2} \leq 600 \Rightarrow S_{\max} = \frac{28.5}{2} = 14.25cm$$

Then Select $\text{S} = 12.5\text{cm} < \frac{\text{d}}{2}$ .....*ok*

Select 2 leg Φ 8 / 12.5 cm c/c

4-6 Design of Two way Ribbed slab:

4-6-1 Determination of Dead Load

Tiles=0.03*0.52*0.52*22=0.1785 KN

Mortar=0.02*0.52*0.52*22=0.1190 KN

Sand=0.07*0.52*0.52*16=0.3028 KN

Topping=0.08*0.52*0.52*25=0.5410 KN

Rib=0.12*0.24*(0.52+0.4)*25=0.6624 KN

Block=0.24*0.4*0.4*9=0.3456 KN

Plaster=0.02*0.52*0.52*22=0.1190 KN

Total Dead Load (service) =

0.17852.268+0.1190+0.3028+0.5410+0.6624+0.3456+0.1190 = 2.682 kN

Dead load =2.268/(0.52*0.52)=8.388 KN/m^2

4-6-2 Determination of Live Load

Total live load (service) = 1.5 KN/m^2 (Roof)

q_{uD} =1.2 D =8.388*1.2=10.06 KN/m^2

q_{uL} = 1.6 L = 1.5*1.6=2.4 KN/m^2

q_u =12.46 KN/m^2

$bw = 12cm, h = 32cm$

$d = 320 - 20 - 8 - 12 = 280mm$

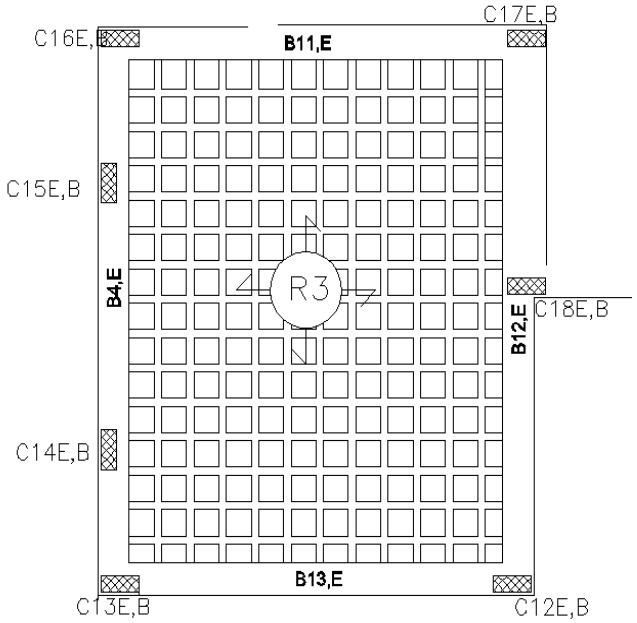


Figure (4-10): two way rib slab.

4-6-3 Design of shear:

$$1.1\Phi \text{ Vc} = \frac{1.1*0.75*\sqrt{24}*0.12*0.28*10^3}{6} = 22.66KN$$

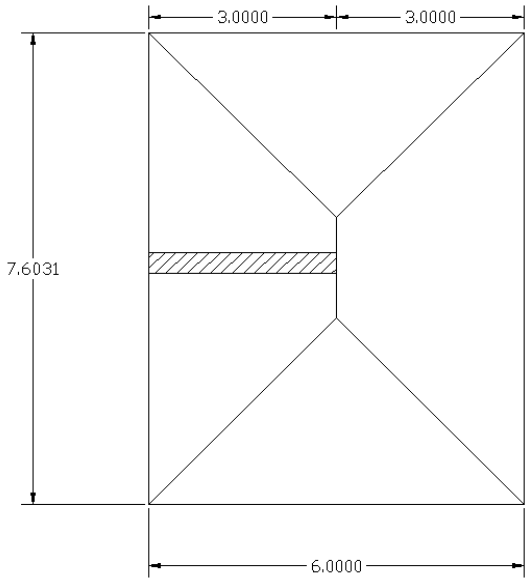
$$Vu_d = (3-0.280)*12.46*0.52 = 17.62KN$$

$$1.1\phi V_c > V_{ud}$$

ok

No shear reinforcement is required

Use 2leg Φ 8 @ 20 cm c/c for practical purpose



4-6-4 Design of moments

⇒ **Design of positive moment:**

La/ Lb = 6/7.6 = 0.79

From table (12-4) and interpolation

Assume Case (1)

$C_{a,dL}$=0.057

$C_{b,dL}$=0.0222

$C_{a,LL}$=0.057

$C_{b,LL}$=0.0222

$M_{a,pos}$=

$$(qu_d * Ca_{dl} + qu_{ll} * Ca_{ll}) * La^2 * 0.52 = (10.06 * 0.057 + 0.057 * 2.4) * 6^2 * 0.52 = 13.3 KN.m$$

$M_{b,pos}$=

$$(qu_d * Cb_{dl} + qu_{ll} * Cb_{ll}) * Lb^2 * 0.52 = (10.06 * 0.0222 + 0.0222 * 2.4) * 7.6^2 * 0.52 = 8.31 KN.m$$

Design as a rectangular with b_E = 52 cm

$$Mn = \frac{M_{a,pos}}{\Phi} = \frac{13.3}{0.9} = 14.78 \text{KN .m}$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy}(bw)(d) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (ACI - 10.5.1)$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(280) \geq \frac{1.4}{420}(120)(280)$$

$As_{\min} = 98 < 112$ ……the larger is control

$As_{\min} = 112mm^2$

$$\text{Kn} = \frac{Mn}{b*d^2} = \frac{14.78*10^{-3}}{0.52*(0.280)^2} = 0.3625 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{fy}{0.85*fc'} = \frac{420}{0.85*24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m}(1 - \sqrt{1-\frac{2mKn}{fy}}) = \frac{1}{20.6}(1 - \sqrt{1-\frac{2(20.6)(0.3625)}{420}}) = 8.71 * 10^{-4}$$

A req = ρ * b * d = $8.71 * 10^{-4}$ * 520 * 280 = 126.8 mm²

$126.8\ mm^2 > As_{\min} = 112mm^2$

Use Φ 10 >> # of bar = $\frac{126.8}{79} = 2$ * Note $A_{\Phi 10}$ = 79 mm²

Then we select (2) bars Φ 10 $A_s provided = 2*79 = 158mm^2$

- **Check for yielding**

Tension = compression

As * fy = 0.85 * f_c * b * a

$158*420 = 0.85*24*520*a$

$a = 6.25mm$

$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{6.25}{0.85} = 7.36mm$

$\varepsilon_s = \frac{280-7.36}{7.36} \text{X} 0.003 = 0.111 > 0.005 \Rightarrow \phi = 0.9$

Use 2 Φ 10 mm , A s = 158 mm² in y direction (Bottom Bar)

$M_{b,pos}$ = 8.31 KN .m

Design as a rectangular with $b_E = 52$ cm

$$Mn = \frac{M_{b,pos}}{\Phi} = \frac{8.31}{0.9} = 9.23\text{KN .m}$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy}(bw)(d) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (ACI - 10.5.1)$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(280) \geq \frac{1.4}{420}(120)(280)$$

$As_{\min} = 98 < 112$ ……the larger is control

$As_{\min} = 112mm^2$

$$\text{Kn} = \frac{Mn}{b*d^2} = \frac{9.23*10^{-3}}{0.52*(0.280)^2} = 0.226 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{fy}{0.85*fc'} = \frac{420}{0.85*24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m}(1 - \sqrt{1 - \frac{2mKn}{fy}}) = \frac{1}{20.6}(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.6)(0.226)}{420}}) = 54.23 * 10^{-5}$$

A req = ρ * b * d = $54.23 * 10^{-5}$ * 520 * 280 = 78.95 mm²

78.95 $mm^2 < As_{\min} = 112mm^2$

Use Φ 10 >> # of bar = $\frac{112}{79} = 2$ * Note $A_{\Phi 10} = 79\text{mm}^2$

Then we select (2) bars Φ 10 $A_s\, provided = 2*79 = 158mm^2$

- **Check for yielding**

Tension = compression

As * fy = 0.85 * f_c * b * a

$158 * 420 = 0.85 * 24 * 520 * a$

$a = 6.26mm$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{6.26}{0.85} = 7.36mm$$

$$\varepsilon_s = \frac{280 - 7.36}{7.36} \text{X} 0.003 = 0.111 > 0.005 \Rightarrow \phi = 0.9$$

Use 2 Φ 10 mm , As = 158mm^2 in X direction (Bottom Bar)

4-7 Design of Two way Solid slab:

4-7-1 Determination of Loads :

Plaster = 0.02* 22 = 0.44 kN/m^2

Slab = 0.15* 25 = 3.75 kN/m^2

$D.L = 4.19 kN/m^2$

$From\ TANK\ \ L.L = 10\ kN/m^2$

q_{uD} =1.2 D.L =1.2*4.19= 5.028 kN/m^2

q_{uL} = 1.6 L.L = 1.6*10 =16 KN/m^2

$qu = 21.028 KN/m^2$

$For\ \ 1m\ \ Strip\ \ in\ \ X\ \&\ Y\ \ direction\ \ qu = 21.028\ \ KN/m$

$Lb = 5.4m$

$La = 3.65m$

$\frac{Lb}{La} = \frac{5.4}{3.65} = 1.48 < 2.0$

$\therefore\ \ Tow\ \ way$

$$h_{min} = \frac{Perimeter}{180} = \frac{5.4*2 + 3.65*2}{180} = 0.1005$$

select h = 150 mm > h_{min} = 100.5 mm

$b = 100cm, h = 15cm$

$d = 150 - 20 - 12 = 118mm$

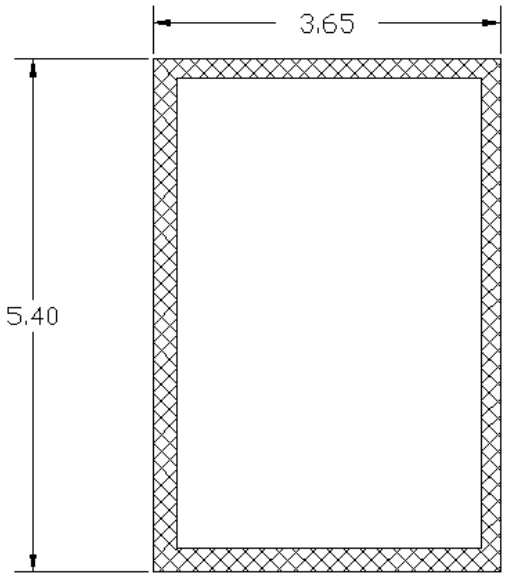


Figure (4-11): two way solid slab.

4-7-2 Designs of moment

⇒ **Design of positive moment:**

La/ Lb = 3.65/5.4 = 0.676

From table (12-4) and from interpolation

Case (1)

$C_{a,dL}$=0.07088

$C_{b,dL}$=0.01456

$M_{a,dL} = C_{a,dL} * q_{uD} * (La)^2$

$M_{b,dL} = C_{b,dL} * q_{uD} * (Lb)^2$

From table (12-5)

$C_{a,LL}$=0.07088

$C_{b,LL}$=0.01456

$M_{a,LL} = C_{a,LL} * q_{uL} * (La)^2$

$M_{b,LL} = C_{b,LL} * q_{uL} * (Lb)^2$

$M_{a,pos} = (M_{a,dL} + M_{a,LL}) =$

$\{(0.07088*5.028*(3.20)^2) + (0.07088*16*(3.20)^2)\} = 15.26$ KN.m / m

$M_{b,pos} = (M_{b,dL} + M_{b,LL}) =$

$\{(0.01456*5.028*(4.95)^2) + (0.01456*16*(4.95)^2)\} = 7.50$ KN.m / m

$M_{a,pos} = 15.26$ KN .m

$$Mn = \frac{M_{a,pos}}{\Phi} = \frac{15.26}{0.9} = 16.96 \text{ KN .m}$$

$$As_{min} = \rho \times b \times h = 0.0018 \times 100 \times 15 = 2.7 cm^2 / 1m.$$

$$As_{min} = 2.7 cm^2$$

$$\text{Kn} = \frac{Mn}{b * d^2}$$

$$\text{Kn} = \frac{16.96 * 10^{-3}}{1 * (0.118)^2} = 1.218 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.588$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.588}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.588)(1.218)}{420}}\right) = 2.992 * 10^{-3}$$

As req = ρ * b * d = $2.992 * 10^{-3}$ * 100 * 11.8 = 3.53 cm²

$3.53\ cm^2 > As_{\min} = 2.7cm^2$

Use Φ 10 >>> 3.53/0.79 = 4.46 * Note $A_{\Phi 10}$ = 0.79cm²

Use 1Φ 10 @ 20 cm c/c …….. with As =(100 / 20)*0.79 = 3.95 cm².

As provided = 3.95 > As req……..**OK.**

- **Check for strain**

Tension = compression

As * fy = 0.85 * f_c * b * a

$$395 * 420 = 0.85 * 24 * 1000 * a$$
$$a = 8.13mm$$
$$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{8.13}{0.85} = 9.56mm$$
$$\varepsilon_s = \frac{118 - 9.56}{9.56} \text{X} 0.003$$
$$\varepsilon_s = 0.034 > 0.005$$

$\Rightarrow$ Ok

Use 1Φ 10 @ 20 cm c/c …….. in x direction

Use 1Φ 10 @ 20 cm c/c …….. in y direction

⇒ **For Top Bar :**

$$\frac{A_{s,req}}{3} = \frac{3.95}{3} = 1.3167 \ \ as \ \ Top \ \ at \ \ Edge \ \ Support$$

Use 1Φ8 @ 25 cm …….. With As = (100 / 25)*0.5024 = 2 cm².

4-7-3 Design of shear:

$$Vc = \frac{\sqrt{fc'}}{6} \ b * d$$

$$= \frac{\sqrt{24}}{6} * 1000 * 0.118 = 99.34 \text{ KN}$$

$$\Phi \text{ Vc} = 0.75 * 99.34 = 74.5 \text{ KN}$$

$$V_u = (\frac{3.65}{2} - 0.2 - 0.118) * 21.028$$

$$V_u = 31.69 \ \ KN$$

$$\Phi Vc \geq Vu$$

$\therefore$ No Shear Reiforcement Required

4-8 Design of Beam (9C)(Dropped Beam) :

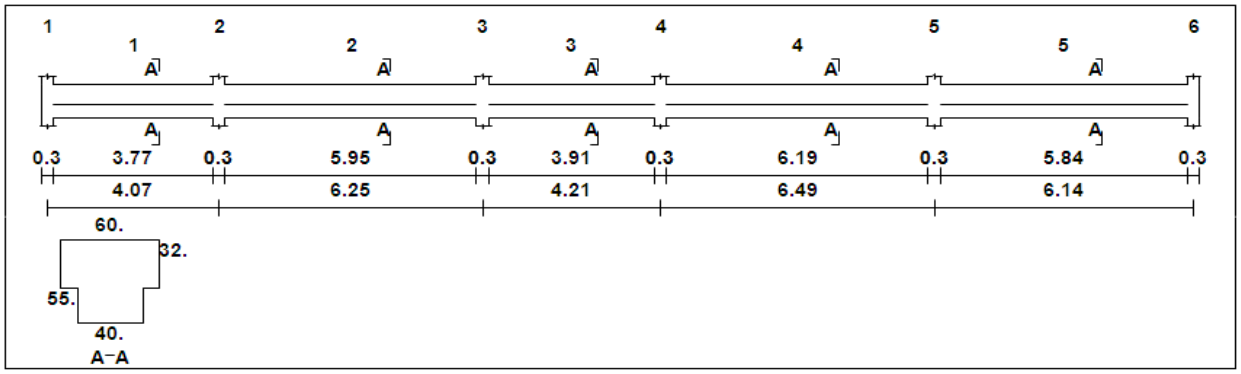


Figure (4-12) : Beam (9C) Geometry.

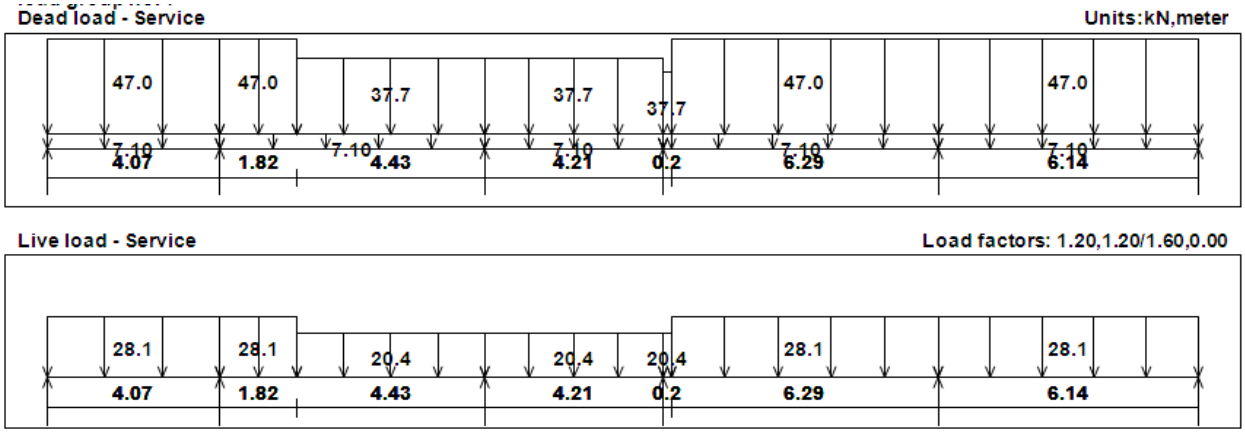


Figure (4-13) : loading of Beam (9C)

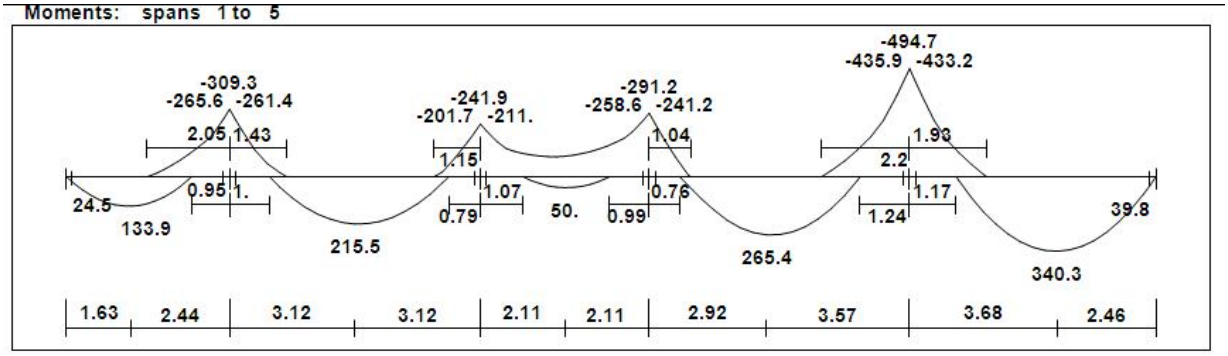


Figure (4-14) : Moment Envelop for Beam (9C).

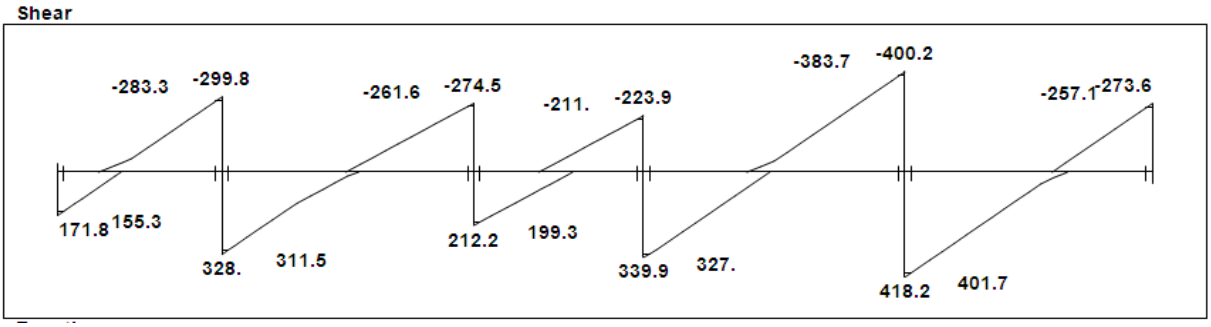


Figure (4-15) : Shear Envelop for Beam (9C).

- **Check rectangular section or T-section**

$bw = 40cm, h = 55cm$

$d = 550 - 40 - 10 - 10 = 490mm$

$Mu_{\max} = 340.3$ KN .m

$Mn_f = 0.85 * fc * bf * \text{tf} * \left(d - \frac{\text{tf}}{2}\right)$

$Mn_f = 0.85 * 24 * 0.6 * 0.32 * \left(0.49 - \frac{0.32}{2}\right) * 10^3 = 1292.544$ KN .m

$\Phi\ Mn_f = 0.9 * 1292.544 = 1163.29$ KN .m >> $Mu_{\max}$

- ❖ rectangular section

- **Check single section or Doubly section**

$$Mn_{max} = 0.85 * fc * b * a * \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

C= 3/7 *d = 3/7 * 490 = 210 mm

a= 210*0.85 = 178.5 mm

$$Mn_{max} = 0.85 * 24 * 0.6 * 0.1785 * \left(0.49 - \frac{0.1785}{2}\right) * 10^3 = 875.57 \text{ KN .m}$$

$$\emptyset = 0.65 * \frac{250}{3} * (0.004 - 0.002) = 0.817$$

$$\Phi\ Mn_{max} = 0.817 * 875.57 = 715.34 \text{ KN .m} > Mu_{max}$$

- ❖ Singly section

4-8-1 Design of Positive Moment

4-8-1-1 Design of Span 1

$bw = 40cm, h = 55cm$
$d = 550 - 40 - 10 - 10 = 490mm$

$Mu = 133.9$ KN .m

$$Mn = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{133.9}{0.9} = 148.78 \text{ KN .m}$$

$$As_{min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy}(bw)(d) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (ACI - 10.5.1)$$

$$As_{min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(40)(49) \geq \frac{1.4}{420}(40)(49)$$

$As_{min} = 5.715 < 6.53$ ……the larger is control

$As_{\min} = 6.53cm^2$

$$\text{Kn} = \frac{Mn}{b * d^2}$$

$$\text{Kn} = \frac{148.78 * 10^{-3}}{0.6 * (0.49)^2} = 1.0327 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.588$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.588}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.588)(1.0327)}{420}}\right) = 2.525 * 10^{-3}$$

A req = ρ * b * d = $2.525 * 10^{-3} * 60 * 49 = 7.422 cm^2$

$7.422\,cm^2 > As_{\min} = 6.53cm^2$

$$\text{Use } \Phi 16 >> \#\text{ of bar} = \frac{7.422}{2.01} = 3.7$$

Then we select (4) bars Φ 16 $A_s\,provided = 4 * 2.01 = 8.04cm^2$

- **Check for yielding**

Tension = compression

As * fy = 0.85 * f_c * b * a

$$804 * 420 = 0.85 * 24 * 600 * a$$

$$a = 27.6mm$$

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

$$\varepsilon_s = \frac{490 - 32.47}{32.47} \text{X} 0.003$$

$$\varepsilon_s = 0.04 > 0.005 \Rightarrow \phi = 0.9$$

- **Check for spacing between the bar**

$$\text{S} = \frac{400 - 2*40 - 2*10 - 2*20 - 3*16}{3}$$

$$\text{S} = 70.67\,mm \geq \frac{4}{3}\text{M.A.S}$$

$$\geq 25\,mm$$

$$\geq \text{db} = 16\,mm$$

4-8-1-2 Design of Span 2

$Mu = 215.5$ KN .m

$$Mn = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{215.5}{0.9} = 239.4 \text{ KN .m}$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy}(bw)(d) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (ACI - 10.5.1)$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(40)(49) \geq \frac{1.4}{420}(40)(49)$$

$As_{\min} = 5.715 < 6.53$ ……the larger is control

$$As_{\min} = 6.53cm^2$$

$$Kn = \frac{Mn}{b * d^2}$$

$$Kn = \frac{239.4 * 10^{-3}}{0.6 * (0.49)^2} = 1.6621 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.588$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.588}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.588)(1.6621)}{420}}\right) = 4.13 * 10^{-3}$$

A req = ρ * b * d = $4.13 * 10^{-3}$* 60 * 49 = 12.152 cm²

$$12.152\ cm^2 > As_{\min} = 6.53 cm^2$$

$$\text{Use } \Phi\ 20 >> \#\text{ of bar} = \frac{12.152}{3.14} = 3.87$$

Then we select (4) bars Φ 20 $A_s\ provided = 4 * 3.14 = 12.56 cm^2$

- **Check for yielding**

Tension = compression

As * fy = 0.85 * f_c * b * a

$$1256 * 420 = 0.85 * 24 * 600 * a$$

$$a = 43.09mm$$

$$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{43.09}{0.85} = 50.7mm$$

$$\varepsilon_s = \frac{490 - 50.7}{50.7} \text{X} 0.003$$

$$\varepsilon_s = 0.026 > 0.005 \Rightarrow \phi = 0.9$$

- **Check for spacing between the bar**

$$\text{S} = \frac{400 - 2*40 - 2*10 - 2*20 - 3*20}{3}$$

$$\text{S} = 66.67\,mm \geq \frac{4}{3}\text{M.A.S}$$

$$\geq 25\,mm$$

$$\geq \text{db} = 20\,mm$$

4-8-1-3 Design of Span 3

Mu = 50 KN .m

$$Mn = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{50}{0.9} = 55.56 \text{ KN .m}$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy}(bw)(d) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (ACI - 10.5.1)$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(40)(49) \geq \frac{1.4}{420}(40)(49)$$

$$As_{\min} = 5.715 < 6.53 \ldots\ldots\ldots\ldots \text{the larger is control}$$

$$As_{\min} = 6.53cm^2$$

$$Kn = \frac{Mn}{b * d^2}$$

$$Kn = \frac{55.56 * 10^{-3}}{0.6 * (0.49)^2} = 0.3856 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.588$$

$$\rho = \frac{1}{m}(1 - \sqrt{1 - \frac{2mKn}{fy}})$$

$$\rho = \frac{1}{20.588}(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.588)(0.3856)}{420}}) = 0.927 * 10^{-3}$$

A req = ρ * b * d = $0.927 * 10^{-3}$* 60 * 49 = 2.725 cm²

$$2.725\ cm^2 < As_{\min} = 6.53 cm^2$$

$$\text{Use } \Phi 16 >> \#\text{ of bar} = \frac{6.53}{2.01} = 3.248$$

Then we select (4) bars Φ 16 $A_s\ provided = 4 * 2.01 = 8.04 cm^2$

- **Check for yielding**

Tension = compression

As * fy = 0.85 * f_c * b * a

$804 * 420 = 0.85 * 24 * 600 * a$

$a = 27.6mm$

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

$\varepsilon_s = \frac{490 - 32.47}{32.47} \text{X} 0.003$

$\varepsilon_s = 0.04 > 0.005 \Rightarrow \phi = 0.9$

- **Check for spacing between the bar**

$$S = \frac{400 - 2*40 - 2*10 - 2*20 - 3*16}{3}$$

$$S = 70.67\,mm \geq \frac{4}{3}\text{M.A.S}$$

$$\geq 25\,mm$$

$$\geq \text{db} = 16\,mm$$

4-8-1-4 Design of Span 4

$Mu = 265.4$ KN .m

$$Mn = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{265.4}{0.9} = 294.89 \text{ KN .m}$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy}(bw)(d) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (ACI - 10.5.1)$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(40)(49) \geq \frac{1.4}{420}(40)(49)$$

$As_{\min} = 5.715 < 6.53$ ……the larger is control

$As_{\min} = 6.53cm^2$

$$\text{Kn} = \frac{Mn}{b * d^2}$$

$$\text{Kn} = \frac{294.89 * 10^{-3}}{0.6 * (0.49)^2} = 2.047 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.588$$

$$\rho = \frac{1}{m}(1 - \sqrt{1 - \frac{2mKn}{fy}})$$

$$\rho = \frac{1}{20.588}(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.588)(2.047)}{420}}) = 5.146 * 10^{-3}$$

A req = ρ * b * d = $5.146 * 10^{-3} * 60 * 49 = 15.13$ cm²

$15.13\ cm^2 > As_{\min} = 6.53cm^2$

$$\text{Use } \Phi 22 >> \#\text{ of bar} = \frac{15.13}{3.80} = 3.98$$

Then we select (4) bars Φ 22 $A_s\ provided = 4 * 3.80 = 15.2cm^2$

- **Check for yielding**

Tension = compression

As * fy = 0.85 * f_c * b * a

$$1520*420 = 0.85*24*600*a$$

$$a = 52.1568mm$$

$$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{52.157}{0.85} = 61.36mm$$

$$\varepsilon_s = \frac{490-61.36}{61.36} \text{X} 0.003$$

$$\varepsilon_s = 0.0209 > 0.005 \Rightarrow \phi = 0.9$$

- **Check for spacing between the bar**

$$\text{S} = \frac{400-2*40-2*10-2*20-3*22}{3}$$

$$\text{S} = 64.67\ mm \geq \frac{4}{3}\text{M.A.S}$$

$$\geq 25\,mm$$

$$\geq \text{db} = 22\,mm$$

4-8-1-5 Design of Span 5

Mu = 340.3 KN .m

$$Mn = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{340.3}{0.9} = 378.11 \text{ KN .m}$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy}(bw)(d) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (ACI-10.5.1)$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(40)(49) \geq \frac{1.4}{420}(40)(49)$$

$$As_{\min} = 5.715 < 6.53 \ldots\ldots\ldots\ldots \text{the larger is control}$$

$$As_{\min} = 6.53cm^2$$

$$Kn = \frac{Mn}{b * d^2}$$

$$Kn = \frac{378.11 * 10^{-3}}{0.6 * (0.49)^2} = 2.625 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.588$$

$$\rho = \frac{1}{m}(1 - \sqrt{1 - \frac{2mKn}{fy}})$$

$$\rho = \frac{1}{20.588}(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.588)(2.625)}{420}}) = 6.713 * 10^{-3}$$

A req = ρ * b * d = $6.713 * 10^{-3}$ * 60 * 49 = 19.736 cm²

$$19.736\ cm^2 > As_{\min} = 6.53 cm^2$$

$$\text{Use } \Phi\ 25 >> \#\text{ of bar} = \frac{19.74}{491} = 4.2$$

Then we select (5) bars Φ 25 $A_s\ provided = 5 * 4.91 = 24.55 cm^2$

- **Check for yielding**

Tension = compression

As * fy = 0.85 * f_c * b * a

$$2455*420 = 0.85*24*600*a$$
$$a = 84.24mm$$
$$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{84.24}{0.85} = 99.1mm$$
$$\varepsilon_s = \frac{490-99.1}{99.1} \text{X} 0.003$$
$$\varepsilon_s = 0.0118 > 0.005 \Rightarrow \phi = 0.9$$

- **Check for spacing between the bar**

$$\text{S} = \frac{400-2*40-2*10-2*20-4*25}{4}$$

$$\text{S} = 40\ mm \geq \frac{4}{3}\text{M.A.S}$$

$$\geq 25\,mm$$

$$\geq \text{db} = 25\,mm$$

4-8-2 Design of Negative moment

4-8-2-1 Design of support (2)

$Mu = 265.6$ KN .m

$$Mn = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{265.6}{0.9} = 295.11 \text{ KN .m}$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy}(bw)(d) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (ACI-10.5.1)$$
$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(40)(49) \geq \frac{1.4}{420}(40)(49)$$

$As_{\min} = 5.715 < 6.53$ ……the larger is control

$As_{\min} = 6.53cm^2$

$$\text{Kn} = \frac{Mn}{b * d^2}$$

$$\text{Kn} = \frac{295.11 * 10^{-3}}{0.4 * (0.49)^2} = 3.0728 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.588$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.588}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.588)(3.0728)}{420}}\right) = 7.97 * 10^{-3}$$

A req = ρ * b * d = $7.97 * 10^{-3}$ * 40 * 49 = 15.62 cm²

$15.62\ cm^2 > As_{\min} = 6.53cm^2$

$$\text{Use } \Phi 25 >> \#\text{ of bar} = \frac{15.62}{4.91} = 3.2$$

Then we select (4) bars Φ 25 $A_s\ provided = 4 * 4.91 = 19.64cm^2$

- **Check for yielding**

Tension = compression

As * fy = 0.85 * f_c * b * a

$$1964 * 420 = 0.85 * 24 * 400 * a$$
$$a = 101.08mm$$
$$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{101.08}{0.85} = 118.93mm$$
$$\varepsilon_s = \frac{490 - 118.93}{118.93} \text{X} 0.003$$
$$\varepsilon_s = 0.00936 < 0.005 \Rightarrow \phi = 0.9$$

- **Check for spacing between the bar**

$$\text{S} = \frac{600 - 2*40 - 2*10 - 2*20 - 3*25}{3}$$

$$\text{S} = 128.33\,mm \geq \frac{4}{3}\text{M.A.S}$$

$$\geq 25\,mm$$

$$\geq \text{db} = 25\,mm$$

4-8-2-2 Design of support (3)

$Mu = 211$ KN .m

$$Mn = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{211}{0.9} = 234.44 \text{ KN .m}$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy}(bw)(d) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (ACI - 10.5.1)$$
$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(40)(49) \geq \frac{1.4}{420}(40)(49)$$

$As_{\min} = 5.715 < 6.53$ ……the larger is control

$As_{\min} = 6.53cm^2$

$$Kn = \frac{Mn}{b * d^2}$$

$$Kn = \frac{234.44 * 10^{-3}}{0.4 * (0.49)^2} = 2.441 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.588$$

$$\rho = \frac{1}{m}(1 - \sqrt{1 - \frac{2mKn}{fy}})$$

$$\rho = \frac{1}{20.588}(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.588)(2.441)}{420}}) = 6.21 * 10^{-3}$$

A req = ρ * b * d = $6.21 * 10^{-3}$ * 40 * 49 = 12.17 cm²

$$12.17\ cm^2 < As_{\min} = 6.53 cm^2$$

$$\text{Use } \Phi\ 20 >> \#\text{ of bar} = \frac{12.17}{3.14} = 3.87$$

Then we select (4) bars Φ 20 $A_s\ provided = 4 * 3.14 = 12.56 cm^2$

- **Check for yielding**

Tension = compression

As * fy = 0.85 * f_c * b * a

$$1256 * 420 = 0.85 * 24 * 400 * a$$

$$a = 64.64mm$$

$$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{64.64}{0.85} = 76.05mm$$

$$\varepsilon_s = \frac{490 - 76.05}{76.05} \text{X} 0.003$$

$$\varepsilon_s = 0.016 > 0.005 \Rightarrow \phi = 0.9$$

- **Check for spacing between the bar**

$$\text{S} = \frac{600 - 2*40 - 2*10 - 2*20 - 3*20}{3}$$

$$\text{S} = 133.33\,mm \geq \frac{4}{3}\text{M.A.S}$$

$$\geq 25\,mm$$

$$\geq \text{db} = 20\,mm$$

4-8-2-3 Design of support (4)

$Mu = 258.6$ KN .m

$$Mn = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{258.6}{0.9} = 287.33 \text{ KN .m}$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy}(bw)(d) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (ACI - 10.5.1)$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(40)(49) \geq \frac{1.4}{420}(40)(49)$$

$As_{\min} = 5.715 < 6.53$ ……the larger is control

$$As_{\min} = 6.53cm^2$$

$$Kn = \frac{Mn}{b * d^2}$$

$$Kn = \frac{287.33 * 10^{-3}}{0.4 * (0.49)^2} = 2.9918 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.588$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.588}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.588)(2.9918)}{420}}\right) = 7.74 * 10^{-3}$$

A req = ρ * b * d = $7.74 * 10^{-3}$ * 40 * 49 = 15.17 cm²

$15.17\ cm^2 < As_{\min} = 6.53 cm^2$

Use Φ 20 >> # of bar = $\frac{15.17}{3.14} = 4.83$

Then we select (5) bars Φ 20 $A_s\ provided = 5 * 3.14 = 15.7 cm^2$

- **Check for yielding**

Tension = compression

As * fy = 0.85 * f_c * b * a

$$1570 * 420 = 0.85 * 24 * 400 * a$$

$$a = 80.8mm$$

$$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{80.8}{0.85} = 95.07mm$$

$$\varepsilon_s = \frac{490 - 95.07}{95.07} \text{X} 0.003$$

$$\varepsilon_s = 0.012 > 0.005 \Rightarrow \phi = 0.9$$

- **Check for spacing between the bar**

$$\text{S} = \frac{600 - 2*40 - 2*10 - 2*20 - 4*20}{4}$$

$$\text{S} = 95\,mm \geq \frac{4}{3}\text{M.A.S}$$

$$\geq 25\,mm$$

$$\geq \text{db} = 20\,mm$$

4-8-2-4 Design of support (5)

$Mu = 435.9$ KN .m

$$Mn = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{435.9}{0.9} = 484.33 \text{ KN .m}$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy}(bw)(d) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (ACI - 10.5.1)$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(40)(49) \geq \frac{1.4}{420}(40)(49)$$

$As_{\min} = 5.715 < 6.53$ ……the larger is control

$$As_{\min} = 6.53cm^2$$

$$Kn = \frac{Mn}{b * d^2}$$

$$Kn = \frac{484.33 * 10^{-3}}{0.4 * (0.49)^2} = 5.043 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.588$$

$$\rho = \frac{1}{m}(1 - \sqrt{1 - \frac{2mKn}{fy}})$$

$$\rho = \frac{1}{20.588}(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.588)(5.043)}{420}}) = 14.035 * 10^{-3}$$

A req = ρ * b * d = $14.035 * 10^{-3} * 40 * 49 = 27.51$ cm²

$27.51\ cm^2 > As_{\min} = 6.53 cm^2$

$$\text{Use } \Phi 20 >> \#\text{ of bar} = \frac{27.51}{3.14} = 8.76$$

Then we select (9) bars Φ 20 $A_s\ provided = 9 * 3.14 = 28.26 cm^2$

- **Check for yielding**

Tension = compression

As * fy = 0.85 * f_c * b * a

$$2826 * 420 = 0.85 * 24 * 400 * a$$
$$a = 145.45mm$$
$$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{145.45}{0.85} = 171.125mm$$
$$\varepsilon_s = \frac{490 - 171.125}{171.125} \text{X} 0.003$$
$$\varepsilon_s = 0.0056 > 0.005 \Rightarrow \phi = 0.9$$

- **Check for spacing between the bar**

$$\text{S} = \frac{600 - 2*40 - 2*10 - 2*20 - 8*20}{8}$$

$$\text{S} = 37.5\ mm \geq \frac{4}{3}\text{M.A.S}$$

$$\geq 25\,mm$$

$$\geq \text{db} = 20\,mm$$

4-8-3 Design of shear

4-8-3-1 Design of Span 1

$$\text{Vc} = \frac{\sqrt{fc'}}{6}\ \text{bw} * \text{d}$$

$$= \frac{\sqrt{24}}{6} * 400 * 0.49$$

$$= 160.03\ \text{KN}$$

$$\Phi\ \text{Vc} = 0.75 * 160.03 = 120.025\ \text{KN}$$

$$\Phi\ \text{Vsmin} \geq 0.75\,(\frac{1}{3}) * \text{bw} * \text{d} = 0.75 * (\frac{1}{3}) * 400 * 490 * 10^{-3} = 49\ \text{KN}.$$ control

$$\geq 0.75\ (\frac{\sqrt{fc'}}{16})\ *\ bw\ *\ d = 0.75\ (\frac{\sqrt{24'}}{16})\ *\ 400\ *\ 490*10^{-3} = 45\ KN\ .$$

$\Phi\ V_{smin} = 49\ KN.$

$V_u = 283.3\ KN$ (From shear Envelope)

Item 1 &2 is not suitable .

Item 3

$\Phi\ V_c < V_u \leq \Phi\ V_c + \Phi\ V_{smin}$

$120.02 < 283.3 \leq (120.02+49)$

So Item (3) not satisfy.

Item 4

$$\Phi\ V_c + \Phi\ V_{smin} \leq V_u \leq \Phi\ V_c + \Phi\ *\ \frac{\sqrt{fc'}}{3}\ \ bw\ *\ d$$

$$\Phi\ *\ \frac{\sqrt{fc'}}{3}\ \ bw\ *\ d = 0.75\frac{\sqrt{24}}{3}\ \ 400\ *\ 0.49=240.05$$

$(120.02 + 49) < 283.3\ \leq (120.02+240.05)$

$169.02 < 283.3\ \leq 360.07$

So Item (4) satisfy.

$$V_s = \frac{Vu}{\Phi} - V_c = \frac{283.3}{0.75} - 160.03 = 217.7\ KN$$

Try 2 leg Φ 10 Φ 10 = 79 mm²

$$\frac{Av}{S} = \frac{Vs}{fy * d}$$

$$\frac{2 * 79 * 10^{-6}}{S} = \frac{217.7 * 10^{-3}}{420 * 0.49}$$

S = 149.36 mm

≤ 600 mm

≤ d/2 = 490/2 = 245 mm control

Use S = 12.5 cm

Use 2 leg Φ 10 at 12.5 cm c/c

4-8-3-2 Design of Span 2

$$Vc = \frac{\sqrt{fc'}}{6} bw * d$$

$$= \frac{\sqrt{24}}{6} *400 * 0.49$$

=160.03 KN

Φ Vc = 0.75 * 160.03 = 120.025 KN

$$\Phi V_{smin} \geq 0.75 (\frac{1}{3}) * bw * d = 0.75*(\frac{1}{3})*400*490*10^{-3} = 49 \text{ KN.}$$ control

$$\geq 0.75 (\frac{\sqrt{fc'}}{16}) * bw * d = 0.75 (\frac{\sqrt{24'}}{16}) * 400 * 490*10^{-3} = 45 \text{ KN}.$$

Φ V_{smin} = 49 KN.

Vu = 311.5 KN (From shear Envelope)

Item 1 &2 &3 is not suitable .

Item 4

$$\Phi Vc + \Phi Vs_{min} \leq Vu \leq \Phi Vc + \Phi * \frac{\sqrt{fc'}}{3} bw * d$$

$$\Phi * \frac{\sqrt{fc'}}{3} bw * d = 0.75 \frac{\sqrt{24}}{3} 400 * 0.49 = 240.05$$

$$(120.02 + 49) < 311.5 \leq (120.02 + 240.05)$$

$$169.02 < 311.5 \leq 360.07$$

So Item (4) satisfy.

$$Vs = \frac{Vu}{\Phi} - Vc = \frac{311.5}{0.75} - 160.03 = 255.30 KN$$

Try 2 leg Φ 10 Φ 10 = 79 mm²

$$\frac{Av}{S} = \frac{Vs}{fy * d}$$

$$\frac{2 * 79 * 10^{-6}}{S} = \frac{255.30 * 10^{-3}}{420 * 0.49}$$

S = 127.4 mm

≤ 600 mm

≤ d/2 = 490/2 = 245 mm control

Use S = 12.5 cm

Use 2 leg Φ 10 at 12.5 cm c/c

4-8-3-3 Design of Span 3

$Vc = \frac{\sqrt{fc'}}{6}\ bw * d$

$= \frac{\sqrt{24}}{6} *400 * 0.49$

=160.03 KN

$\Phi\ Vc = 0.75 * 160.03 = 120.025$ KN

$\Phi\ V_{smin} \geq 0.75\ (\frac{1}{3}) * bw * d = 0.75*(\frac{1}{3})*400*490*10^{-3} = 49$ KN. control

$\geq 0.75\ (\frac{\sqrt{fc'}}{16}) * bw * d = 0.75\ (\frac{\sqrt{24'}}{16}) * 400 * 490*10^{-3} = 45$ KN .

$\Phi\ V_{smin} = 49$ KN.

Vu = 211 KN (From shear Envelope)

Item 1 &2&3 is not suitable .

Item 4

$\Phi\ Vc + \Phi\ V_{smin} \leq Vu \leq \Phi\ Vc + \Phi * \frac{\sqrt{fc'}}{3}\ bw * d$

$\Phi * \frac{\sqrt{fc'}}{3}\ bw * d = 0.75\frac{\sqrt{24}}{3}\ 400 * 0.49 = 240.05$

$(120.02 + 49) < 211 \leq (120.02+240.05)$

$169.02 < 211 \leq 360.07$

So Item (4) satisfy.

$Vs = \frac{Vu}{\Phi} - Vc = \frac{211}{0.75} - 160.03 = 121.3KN$

Try 2 leg Φ 8 Φ 8 = 50 mm²

$\frac{Av}{S} = \frac{Vs}{fy * d}$

$\frac{2 * 50 * 10^{-6}}{S} = \frac{121.3 * 10^{-3}}{420 * 0.49}$

S = 169.66 mm

≤ 600 mm

≤ d/2 = 490/2 = 245 mm control

Use S = 15 cm

Use 2 leg Φ 8 at 15 cm c/c

4-8-3-4 Design of Span 4

$Vc = \frac{\sqrt{fc'}}{6}$ bw * d

$= \frac{\sqrt{24}}{6}$ *400 * 0.49

=160.03 KN

Φ Vc = 0.75 * 160.03 = 120.025 KN

$\Phi V_{smin} \geq 0.75 (\frac{1}{3}) * bw * d = 0.75 * (\frac{1}{3}) * 400 * 490 * 10^{-3} = 49$ KN. control

$$\geq 0.75\left(\frac{\sqrt{fc'}}{16}\right) * bw * d = 0.75\left(\frac{\sqrt{24'}}{16}\right) * 400 * 490*10^{-3} = 45 \text{ KN}.$$

ΦV_{smin} = 49 KN.

Vu = 383.7 KN (From shear Envelope)

Item 1 &2&3&4 is not suitable .

Item 5

$$\Phi Vc + \Phi * \frac{\sqrt{fc'}}{3} bw * d \leq Vu \leq \Phi Vc + \Phi *2 \frac{\sqrt{fc'}}{3} bw * d$$

$$\Phi * \frac{\sqrt{fc'}}{3} bw * d = 0.75\frac{\sqrt{24}}{3} 400 * 0.49=240.05$$

$$\Phi *2 \frac{\sqrt{fc'}}{3} bw * d=0.75*2 \frac{\sqrt{24}}{3} 400 * 0.49=480.1$$

(120.02 + 240.05) < 383.7 ≤ (120.02+480.1)

360.07 < 383.7 ≤ 600.12

So Item (5) satisfy.

$$Vs = \frac{Vu}{\Phi} - Vc = \frac{383.7}{0.75} - 160.03 = 351.57\text{KN}$$

Try 2 leg Φ 12 Φ 12 = 113 mm²

$$\frac{Av}{S} = \frac{Vs}{fy * d}$$

$$\frac{2 * 113 * 10^{-6}}{S} = \frac{351.57 * 10^{-3}}{420 * 0.49}$$

S = 132.3 mm

≤ 300 mm

≤ d/4 = 490/4 = 122.5 mm control

Use S = 10 cm

Use 2 leg Φ 12 at 10 cm c/c

4-8-3-5 Design of Span 5

$Vc = \frac{\sqrt{fc'}}{6}$ bw * d

$= \frac{\sqrt{24}}{6}$ *400 * 0.49

=160.03 KN

Φ Vc = 0.75 * 160.03 = 120.025 KN

$\Phi V_{smin} \geq 0.75 (\frac{1}{3}) * bw * d = 0.75 * (\frac{1}{3}) * 400 * 490 * 10^{-3} = 49$ KN. control

$\geq 0.75 (\frac{\sqrt{fc'}}{16}) * bw * d = 0.75 (\frac{\sqrt{24'}}{16}) * 400 * 490 * 10^{-3} = 45$ KN .

ΦV_{smin} = 49 KN.

Vu = 401.7 KN (From shear Envelope)

Item 1 &2&3&4 is not suitable .

Item 5

$\Phi Vc + \Phi * \frac{\sqrt{fc'}}{3}$ bw * d ≤ Vu ≤ Φ Vc + Φ *2 $\frac{\sqrt{fc'}}{3}$ bw * d

$\Phi * \frac{\sqrt{fc'}}{3}$ bw * d = $0.75\frac{\sqrt{24}}{3}$ 400 * 0.49=240.05

$\Phi * 2 \frac{\sqrt{fc'}}{3}$ bw * d=0.75*2 $\frac{\sqrt{24}}{3}$ 400 * 0.49=480.1

(120.02 + 240.05) < 401.7 ≤ (120.02+480.1)

360.07 < 401.7 ≤ 600.12

So Item (5) satisfy.

Vs = $\frac{Vu}{\Phi}$ - Vc = $\frac{401.7}{0.75}$ -160.03 = 375.57KN

Try 2 leg Φ 12 Φ 12 = 113 mm²

$\frac{Av}{S} = \frac{Vs}{fy * d}$

$\frac{2 * 113 * 10^{-6}}{S} = \frac{375.57 * 10^{-3}}{420 * 0.49}$

S = 123.84 mm

≤ 300 mm

≤ d/4 = 490/4 = 122.5 mm control

Use S = 10 cm

Use 2 leg Φ 12 at 10 cm c/c

4-9 Design of Beam (19C)(Hidden Beam) :

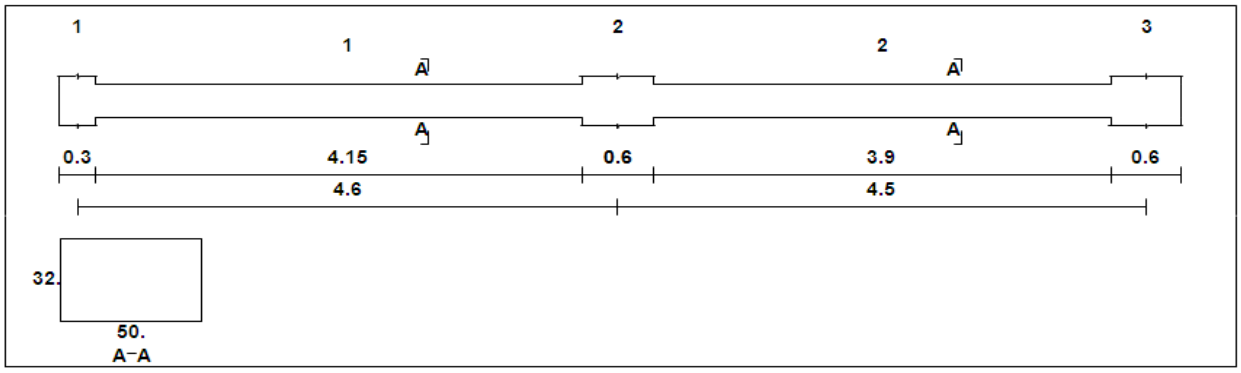


Figure (4-16) : Beam (19C) Geometry.

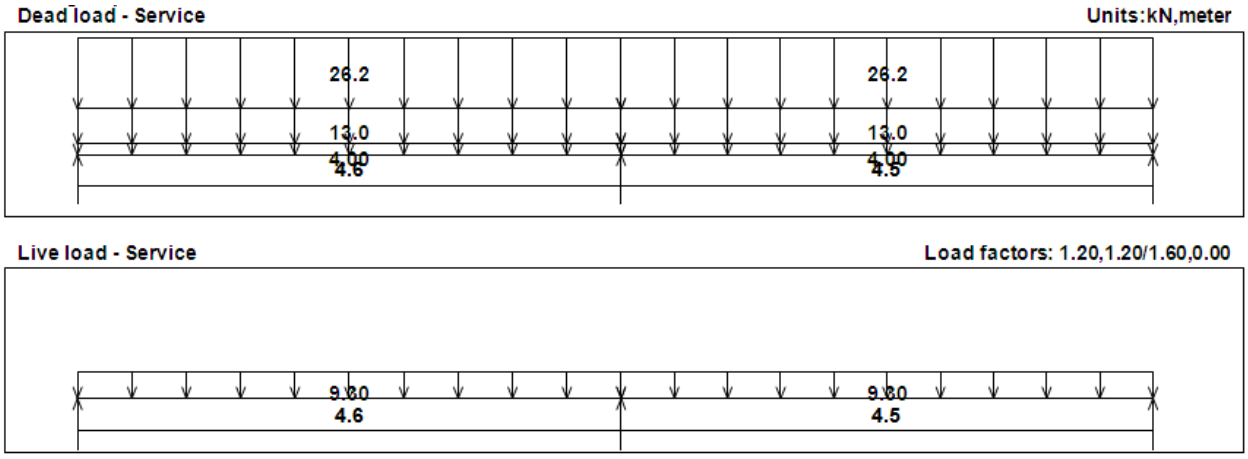


Figure (4-17) : loading of Beam (19C)

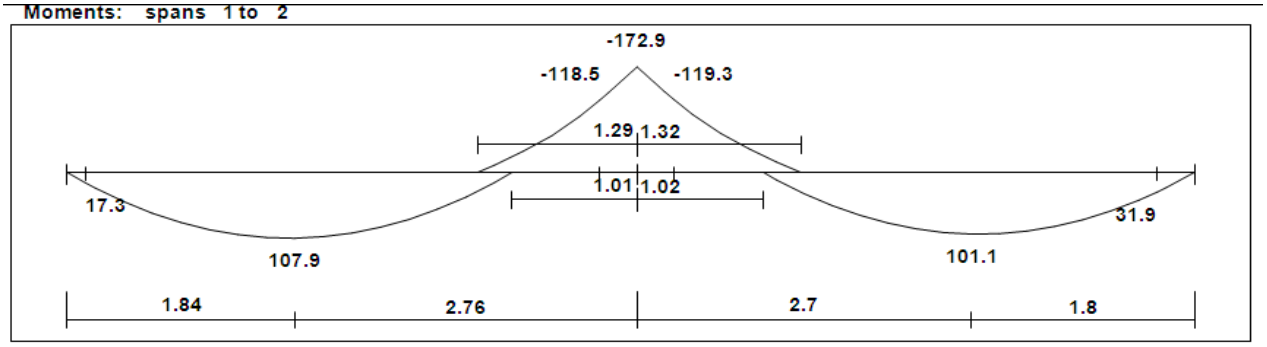


Figure (4-18) : Moment Envelop for Beam (19C).

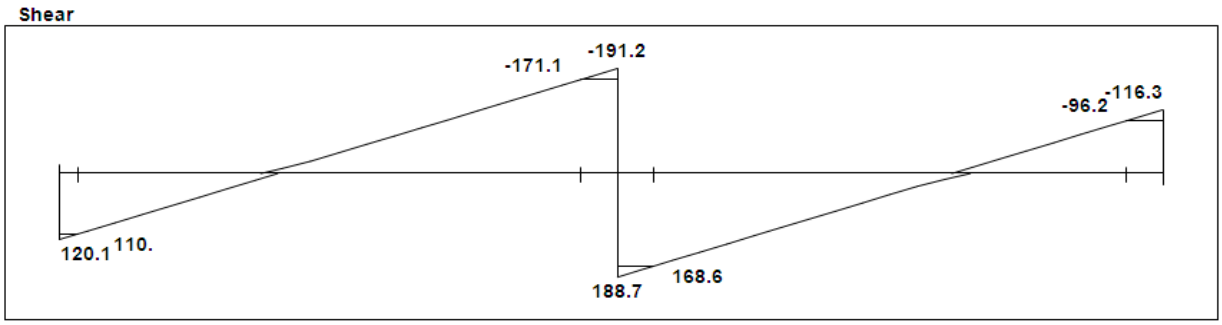


Figure (4-19) : Shear Envelop for Beam (19C).

- **Check single section or Doubly section**

$bw = 50cm, h = 32cm$

$d = 320 - 40 - 10 - 10 = 260mm$

$$Mn_{\max} = 0.85 * fc * b * a * \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

C= 3/7 *d = 3/7 * 260 = 111.43 mm

a= 111.43*0.85 = 94.72 mm

$$Mn_{\max} = 0.85 * 24 * 0.5 * 0.09472 * \left(0.26 - \frac{0.09472}{2}\right) * 10^3 = 205.44 \text{ KN .m}$$

$$\emptyset = 0.65 * \frac{250}{3} * (0.004 - 0.002) = 0.817$$

$\Phi\ Mn_{max} = 0.817 * 205.44 = 167.85$ KN .m $>$ $Mu_{max} = 119.3$ KN.m

- ❖ Singly section

4-9-1 Design of Positive Moment

4-9-1-1 Design of Span 1

$bw = 50cm, h = 32cm$

$d = 320 - 40 - 10 - 10 = 260mm$

$Mu = 107.9$ KN .m

$$Mn = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{107.9}{0.9} = 119.3 \text{ KN .m}$$

$$As_{min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy}(bw)(d) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (ACI - 10.5.1)$$

$$As_{min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(50)(26) \geq \frac{1.4}{420}(50)(26)$$

$As_{min} = 3.8 < 4.33$ ……the larger is control

$As_{min} = 4.33cm^2$

$$\text{Kn} = \frac{Mn}{b * d^2}$$

$$\text{Kn} = \frac{119.89 * 10^{-3}}{0.5 * (0.26)^2} = 3.547 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.588$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.588}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.588)(3.547)}{420}}\right) = 9.344 * 10^{-3}$$

A req = ρ * b * d =$9.344 * 10^{-3} * 50 * 26 = 12.147cm^2$

$12.147\,cm^2 > As_{\min} = 4.33cm^2$

Use Φ 18 >> # of bar = $\frac{12.147}{2.54} = 4.78$

Then we select (5) bars Φ 18 $A_s\,provided = 5 * 2.54 = 12.7cm^2$

- **Check for yielding**

Tension = compression

As * fy = 0.85 * f_c * b * a

$$1270 * 420 = 0.85 * 24 * 500 * a$$
$$a = 52.3mm$$
$$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{52.3}{0.85} = 61.52mm$$
$$\varepsilon_s = \frac{260 - 61.52}{61.52} \text{X} 0.003$$
$$\varepsilon_s = 0.0097 > 0.005 \Rightarrow \phi = 0.9$$

- **Check for spacing between the bar**

$$S = \frac{500 - 2*40 - 2*10 - 2*20 - 4*18}{4}$$

$$S = 72\,mm \geq \frac{4}{3}\,\text{M.A.S}$$

$$\geq 25\,mm$$

$$\geq \text{db} = 18\,mm$$

4-9-1-2 Design of Span 2

$$bw = 50cm, h = 32cm$$
$$d = 320 - 40 - 10 - 10 = 260mm$$

$$Mu = 101.1 \text{ KN .m}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{101.1}{0.9} = 112.33 \text{ KN .m}$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy}(bw)(d) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (ACI - 10.5.1)$$
$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(50)(26) \geq \frac{1.4}{420}(50)(26)$$

$$As_{\min} = 3.8 < 4.33 \ldots\ldots\ldots\ldots \text{the larger is control}$$

$$As_{\min} = 4.33cm^2$$

$$\text{Kn} = \frac{Mn}{b * d^2}$$

$$\text{Kn} = \frac{112.33 * 10^{-3}}{0.5 * (0.26)^2} = 3.323 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.588$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.588}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.588)(3.323)}{420}}\right) = 8.69 * 10^{-3}$$

A req = ρ * b * d =$8.69 * 10^{-3}$ * 50 * 26 = 11.29cm²

$$11.29\,cm^2 > As_{\min} = 4.33cm^2$$

Use Φ 18 >> # of bar = $\frac{11.29}{2.54} = 4.45$

Then we select (5) bars Φ 18 $A_s\,provided = 5 * 2.54 = 12.7cm^2$

- **Check for yielding**

Tension = compression

As * fy = 0.85 * f_c * b * a

$$1270 * 420 = 0.85 * 24 * 500 * a$$
$$a = 52.3mm$$
$$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{52.3}{0.85} = 61.52mm$$
$$\varepsilon_s = \frac{260 - 61.52}{61.52} \text{X} 0.003$$
$$\varepsilon_s = 0.0097 > 0.005 \Rightarrow \phi = 0.9$$

- **Check for spacing between the bar**

$$S = \frac{500 - 2*40 - 2*10 - 2*20 - 4*18}{4}$$

$$S = 72\,mm \geq \frac{4}{3}\,\text{M.A.S}$$

$$\geq 25\,mm$$

$$\geq \text{db} = 18\,mm$$

4-9-2 Design of Negative moment

4-9-2-1 Design of support (2)

$bw = 50cm, h = 32cm$

$d = 320 - 40 - 10 - 10 = 260mm$

$Mu = 119.3$ KN .m

$$Mn = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{119.3}{0.9} = 132.55 \text{ KN .m}$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy}(bw)(d) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (ACI - 10.5.1)$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(50)(26) \geq \frac{1.4}{420}(50)(26)$$

$As_{\min} = 3.8 < 4.33$ ……the larger is control

$As_{\min} = 4.33cm^2$

$$\text{Kn} = \frac{Mn}{b * d^2}$$

$$\text{Kn} = \frac{132.55 * 10^{-3}}{0.5 * (0.26)^2} = 3.922 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.588$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.588}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.588)(3.922)}{420}}\right) = 10.46 * 10^{-3}$$

A req = ρ * b * d =$10.46 * 10^{-3}$ * 50 * 26 = 13.6cm²

$$13.6\,cm^2 > As_{\min} = 4.33cm^2$$

Use Φ 18 >> # of bar = $\frac{13.6}{2.54} = 5.35$

Then we select (6) bars Φ 18 $A_s\,provided = 6 * 2.54 = 15.24cm^2$

- **Check for yielding**

Tension = compression

As * fy = 0.85 * f_c * b * a

$$1524 * 420 = 0.85 * 24 * 500 * a$$
$$a = 62.75mm$$
$$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{62.75}{0.85} = 73.83mm$$
$$\varepsilon_s = \frac{260 - 73.83}{73.83} \text{X} 0.003$$
$$\varepsilon_s = 0.0075 > 0.005 \Rightarrow \phi = 0.9$$

- **Check for spacing between the bar**

$$\text{S} = \frac{500 - 2*40 - 2*10 - 2*20 - 5*18}{5}$$

$S = 54\,mm \geq \frac{4}{3}$ M.A.S

$\geq 25\,mm$

$\geq db = 18\,mm$

4-9-3 Design of shear

4-9-3-1 Design of Span 1

$Vc = \frac{\sqrt{fc'}}{6}$ bw * d

$= \frac{\sqrt{24}}{6}$ *500 * 0.26

=106.14 KN

Φ Vc = 0.75 * 106.14 = 79.61 KN

Φ V_{smin} $\geq 0.75\,(\frac{1}{3})$ * bw * d =0 .75*$(\frac{1}{3})$*500*260*10^{-3} = 32.5 KN. control

$\geq 0.75\,(\frac{\sqrt{fc'}}{16})$ * bw * d = 0.75 $(\frac{\sqrt{24'}}{16})$ * 500 * 260*10^{-3} = 29.85 KN .

Φ V_{smin} = 32.5 KN.

Vu = 171.1 KN (From shear Envelope)

Item 1 &2 is not suitable .

Item 3

Φ Vc < Vu ≤ Φ Vc + Φ V_{smin}

$79.61 < 171.1 \leq (79.61+32.50)$

So Item (3) not satisfy.

Item 4

$$\Phi Vc + \Phi Vs_{min} \leq Vu \leq \Phi Vc + \Phi * \frac{\sqrt{fc'}}{3} bw * d$$

$$\Phi * \frac{\sqrt{fc'}}{3} bw * d = 0.75 \frac{\sqrt{24}}{3} 500 * 0.26 = 159.217$$

$(79.61+32.50) < 171.1 \leq (79.61+159.217)$

$112.11 < 171.1 \leq 238.83$

So Item (4) satisfy.

$$Vs = \frac{Vu}{\Phi} - Vc = \frac{171.1}{0.75} - 106.14 = 122 \text{ KN}$$

Try 2 leg Φ 10 Φ 10 = 79 mm²

$$\frac{Av}{S} = \frac{Vs}{fy * d}$$

$$\frac{2 * 79 * 10^{-6}}{S} = \frac{122 * 10^{-3}}{420 * 0.26}$$

S = 141.42 mm

≤ 600 mm

≤ d/2 = 260/2 = 130 mm control

Use S = 12.5 cm

Use 2 leg Φ 10 at 12.5 cm c/c

4-9-3-2 Design of Span 2

$Vc = \frac{\sqrt{fc'}}{6}$ bw * d

$= \frac{\sqrt{24}}{6}$ *500 * 0.26

=106.14 KN

Φ Vc = 0.75 * 106.14 = 79.61 KN

$\Phi V_{smin} \geq 0.75 (\frac{1}{3}) * bw * d = 0.75 * (\frac{1}{3}) * 500 * 260 * 10^{-3} = 32.5$ KN. control

$\geq 0.75 (\frac{\sqrt{fc'}}{16}) * bw * d = 0.75 (\frac{\sqrt{24'}}{16}) * 500 * 260 * 10^{-3} = 29.85$ KN .

$\Phi V_{smin} = 32.5$ KN.

Vu = 168.6 KN (From shear Envelope)

Item 1 &2 is not suitable .

Item 3

$\Phi Vc < Vu \leq \Phi Vc + \Phi V_{smin}$

$79.61 < 168.6 \leq (79.61+32.50)$

So Item (3) not satisfy.

Item 4

$\Phi Vc + \Phi V_{smin} \leq Vu \leq \Phi Vc + \Phi * \frac{\sqrt{fc'}}{3}$ bw * d

$\Phi * \frac{\sqrt{fc'}}{3}$ bw * d = $0.75\frac{\sqrt{24}}{3}$ 500 * 0.26=159.217

(79.61+32.50) < 168.6 ≤ (79.61+159.217)

112.11< 168.6 ≤ 238.83

So Item (4) satisfy.

$Vs = \frac{Vu}{\Phi} - Vc = \frac{168.6}{0.75} - 106.14 = 118.66$ KN

Try 2 leg Φ 10 Φ 10 = 79 mm²

$$\frac{Av}{S} = \frac{Vs}{fy * d}$$

$$\frac{2 * 79 * 10^{-6}}{S} = \frac{118.66 * 10^{-3}}{420 * 0.26}$$

S = 145.4 mm

≤ 600 mm

≤ d/2 = 260/2 = 130 mm control

Use S = 12.5 cm

Use 2 leg Φ 10 at 12.5 cm c/c

4-10 Design of Flat Plate :

4-10-1 Determination of Loads :

Tiles = 0.03* 22 = 0.66 kN/m^2

Mortar = 0.02* 22 = 0.44 kN/m^2

Sand = 0.07* 16 = 1.12 kN/m^2

Partitions = 1.5* 1 = 1.5 kN/m^2

Plaster = 0.02* 22 = 0.44 kN/m^2

Slab = 0.35* 25 = 8.75 kN/m^2

$D.L = 12.91 \ kN/m^2$

$L.L = 5 \ kN/m^2$

q_{uD} =1.2 D.L =1.2*12.91= 15.492 kN/m^2

q_{uL} = 1.6 L.L = 1.6*5 =8 KN/m^2

$qu = 23.492 KN/m^2$

For $1m$ *Strip in* X & Y *direction* $qu = 23.492 \ KN/m$

4-10-2 Calculation of Punching shear For (C89D):

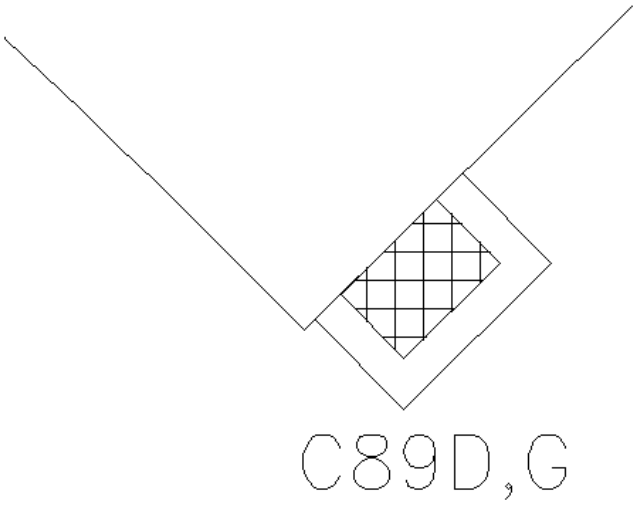


Figure (4-20) : Column C89D

DL=4.16+25*0.35=12.91 KN/m²

LL=5 KN/m²

Wu = 1.2DL + 1.6LL = 1.2*12.91 + 1.6*5 = 23.5 KN/m²

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

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

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

$$\phi.V_c = \phi.\frac{1}{3}\sqrt{f_c'}\,b_o d$$

Where:

$$\beta_C = \frac{Column\ \ Length\ \ (a)}{Column\ \ Width\ \ (b)} = \frac{60}{40} = 1.5$$

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

$$d = 350 - 20 - 12 = 318mm$$

$$b_o = 2(0.4+\frac{0.318}{2}) + 2(0.6+0.318) = 2.036m$$

α_s = 30 for exterior column

$$\phi.V_C = \phi.\frac{1}{6}\left(1+\frac{2}{\beta_c}\right)\sqrt{f_c'}\,b_o d = \frac{0.75}{6}*\left(1+\frac{2}{1.5}\right)*\sqrt{24}*2.036*0.318*10^3 = 925.11KN$$

$$\phi.V_C = \phi.\frac{1}{12}\left(\frac{\alpha_s}{b_o/d}+2\right)\sqrt{f_c'}\,b_o d = \frac{0.75}{12}*\left(\frac{30*0.318}{2.036}+2\right)*\sqrt{24}*2.036*0.318*10^3 = 1325.36KN$$

$$\phi.V_C = \phi.\frac{1}{3}\sqrt{f_c'}\, b_o d = \frac{0.75}{3} * \sqrt{24} * 2.036 * 0.318 * 10^3 = 792.96KN$$

$\phi.V_C = 792.96KN$ ..... *Control*

$Vu_d = Pu - FR_b$

$FR_b = \sigma_{bu} * area\ of\ critical\ \text{sec}tion$

$$Vu_d = 760 - \left[(0.4 + \frac{0.318}{2}) * (0.6 + 0.318) * 23.50 \right] = 747.9KN$$

$\phi.Vc = 792.96KN > Vu_d = 747.9KN$..... *satisfied*

4-10-3 Reinforcement of Flat Plate :

See " Safe " outputs

4-11 Design of steel Dome:

The Analysis & Design was done by Using Software (Sap2000),The Results as the following :-

Loads = Dead + Wind + Snow

After Design We get the profile as Horizontal is HSS 2X2 X0.125

as Vertical HSS 2 X 2 X 0.125

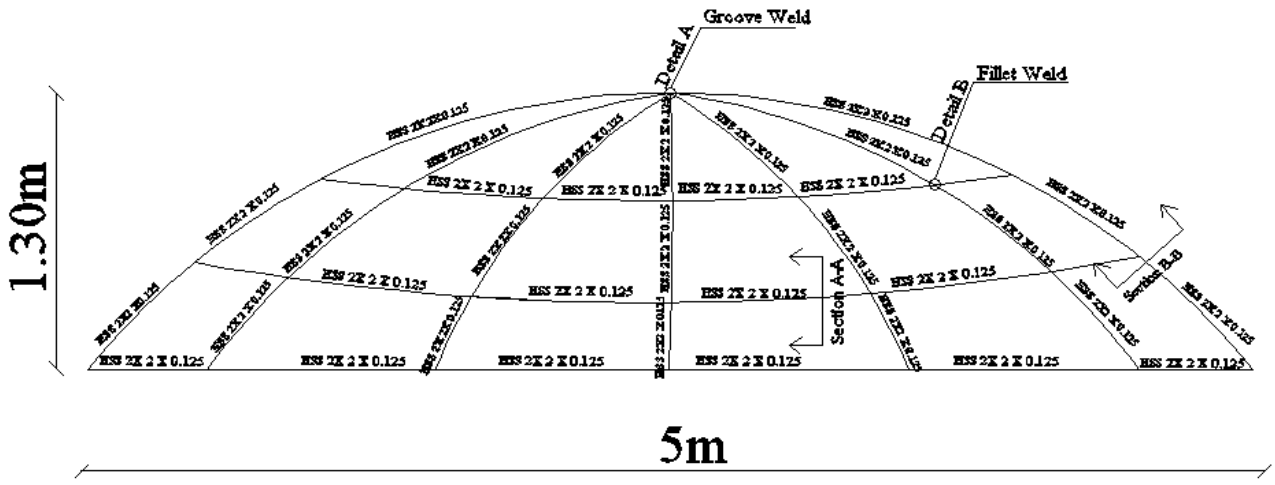


Figure (4-21) : Dome 1 Elevation

Design of Fillet Weld

Use (SAW) …….. Fu= 60 Ksi

Tu =2 KN = 0.445633 Kip

$a_{min} = \frac{1"}{8}$ from table 5.11.1

$a_{max} = \frac{3"}{16}$ …… select a = $\frac{3"}{16}$

$a = \frac{3"}{16} \leq \frac{3"}{8}$ so $t_e = a = \frac{3"}{16}$

Shear fracture of weld metal :

$\varphi R_{nw} \geq Ru$

$0.75 * t_e * 0.6 * F_{uw} \geq \mathrm{R}u$

$0.75 * \frac{3"}{16} * 0.6 * 60 = 5.06$ Kip/in

$\mathrm{Lw}_{\mathrm{req}} = \frac{Tu}{\varphi \mathrm{R}_{\mathrm{nw}}} = \frac{0.445633}{5.06} = 0.08807$ in

$\mathrm{Lw}_{\mathrm{min}} = 4 * a = 0.75$ in

Use L = 4*0.5 = 2 in > 0.75 in

4-12 Design of Stairs :

4-12-1 Determination of Slab Thickness:

L = 3.4+0.5 = 3.9 m.

h_{req} = L/ 20

h_{req} = 390 / 20 = 19.5 cm ……take h= 20 cm.

$\Rightarrow$ **Use h = 20cm**.

$\theta = 33^{o}$

Cos θ = 0.839

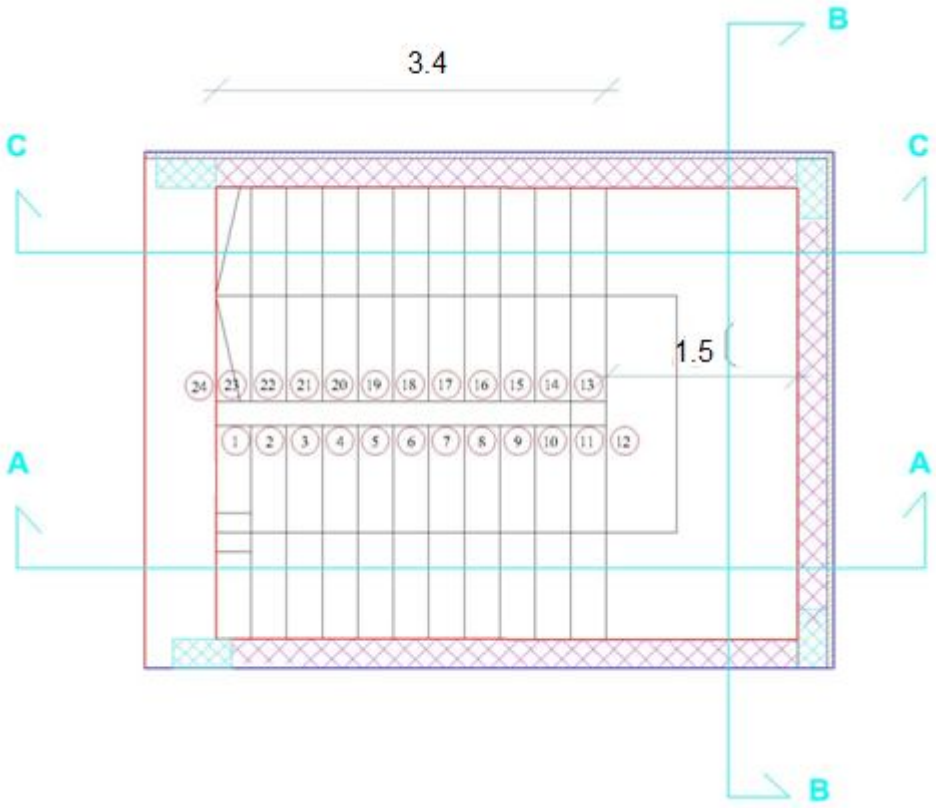


Figure (4-22) : Stairs plan

4-12-2 Load Calculations at section (A-A):

4-12-2-1 Load on Stringer:

Dead Load:

Tiles = 0.03*24*((0.33+0.17)/0.30) = **1.2 KN/m**.

mortar = 0.02*22 *((0.17+0.3)/0.3) = **0.68 KN/ m**.

Plaster = (0.02*22)/ (Cos 33) = **0.52 KN/ m**.

Steps = (0.5*0.3*0.17*25/0.3) = **2.125 KN / m**.

Slab = 0.20 *25/ Cos 33 = **6 KN/ m**.

Total dead load = **10.5 KN/ m**.

Live load:

Live load for stairs =5 KN/ m^2.

Factored load

qu =1.2*10.5 + 1.6*5 = 20.6 KN/ m^2.

For one meter Strip, qu = 20.6 KN/ m.

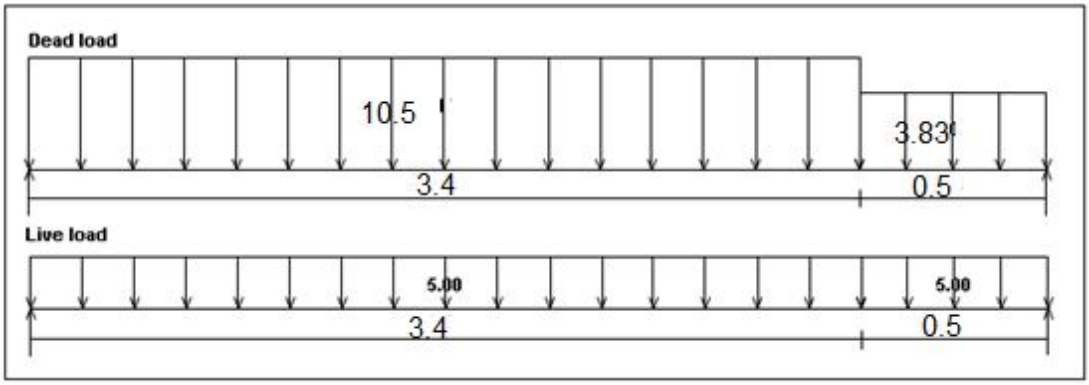


Figure (4-23) : Loads on stairs

4-12-3 Design of Shear :

- Assume Ø 12 for main reinforcement:-

So, d = 200-20 -7 = 173 mm = 17.3 cm

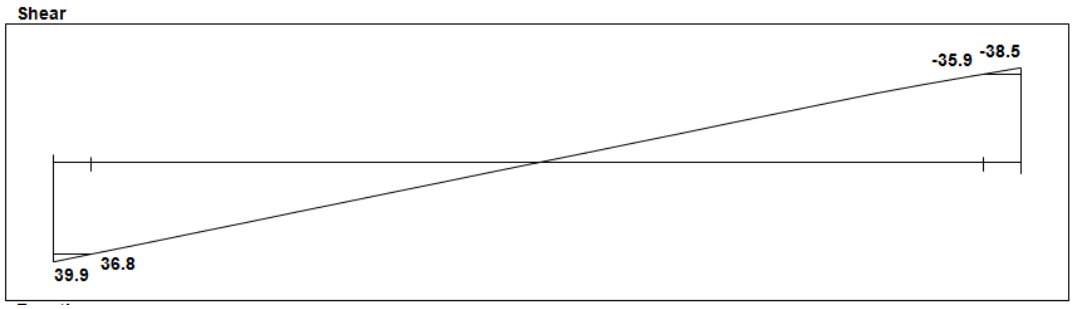


Figure (4-24) : Shear Envelope

Vu = 36.8 KN .

$$\phi Vc = \frac{\phi\sqrt{f_c'} * b_w * d}{6}$$

$$\phi Vc = \frac{0.75 * \sqrt{24} * 1000 * 173}{6} = 105.94 KN$$

Vu = 36.8 KN < ϕVc = 105.94 KN .

>>>>No shear Reinforcement is required. So the depth of the stair is OK.

4-12-4 Design of Bending Moment :

The Following figure shows the Moment Envelope acting on the stair

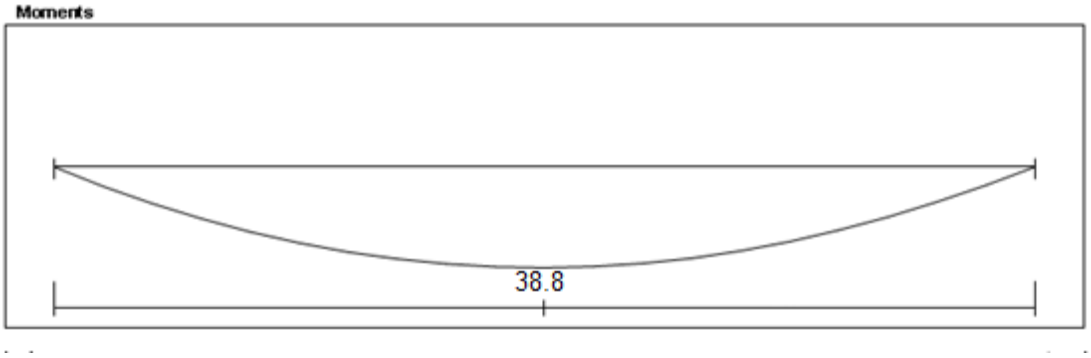


Figure (4-25) : Moment Envelope

Mu = 38.8 kN.m

Mn = Mu / 0.9 = 38.8 / 0.9 = 43.11 KN.m.

d = 17.3 cm.

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

$$K_n = \frac{43.11 * 10^6}{1000 * 173^2} = 1.44 MPa \ .$$

$$m = \frac{fy}{0.85 \times fc'}$$

$$m = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.588$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mK_n}{f_y}}\right) = \frac{1}{20.588}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 20.588 * 1.44}{420}}\right) = 3.56 * 10^{-3}$$

$As_{req} = 3.56 * 10^{-3} * 100 * 17.3 = 6.16$ cm$^{2.}$

$As_{\min} = 0.0018 * b * h = 0.0018 * 100 * 20 = 3.6 cm^2$

$As_{\min} = 3.6$ cm^2 $< As_{req} = 6.16$ cm^2

Use Φ 12 >>> 616/113 = 5.45

Use 1Φ 12 @ 17.5 cm c/c …….. with As =(100 / 17.5)*1.13 = 6.46 cm².

As provided = 6.46 > As req……..**OK.**

Check for strain:

Tension = Compression

$A_s * fy = 0.85 * fc^{\backslash} * b * a$

$646 * 420 = 0.85 * 24 * 1000 * a$

$a = 13.3 mm$

$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{13.3}{0.85} = 15.6 mm$

$\varepsilon_s = \frac{173 - 15.6}{15.6} * 0.003$

$\varepsilon_s = 0.030 > 0.005 \longrightarrow ok$

4-12-5 Secondary reinforcement:

$As_{Shrinkage} = 0.0018 \times b \times h = 0.0018 \times 100 \times 20 = 3.6 cm^2$

Use Φ10 @ 20 cm …….. With As = (100 / 20)*0.79 = 3.95 cm².

4-12-6 Load on landing :

Dead Load:

Tiles = 0.03*22 = 0.66 kN/m^2

Mortar =0.02*22 = 0.44 kN/m^2

Sand =0.07*16 = 1.12 kN/m^2

Slab = 0.20*25 = 5 KN/m².

Plaster = 0.02*22 = 0.44 KN/m².

dead load = 7.66 KN/m².

Additional Dead Load from Flight = 20.8 KN/ m^2

Live load:

Live load for stairs = 5 KN/ m^2.

Additional Live Load from Flight = 9.6 KN/ m^2

Factored load

qu =1.2*(20.8+(7.66/2))+ 1.6 *(9.6+5)=1.2*24.63+1.6*14.6 = 52.916 KN/ m^2.

For one meter Strip, qu = 52.916 KN/ m.

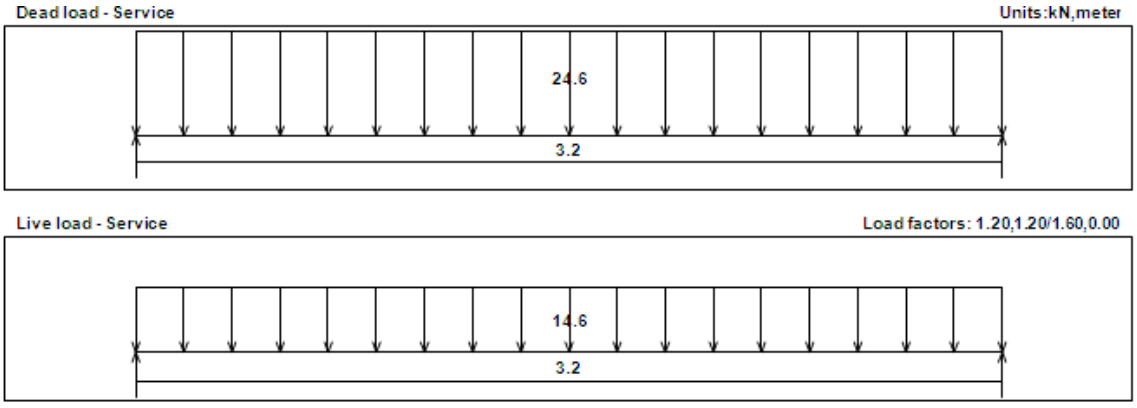


Figure (4-26) : Loads on Landing

4-12-7 Design of Shear :

- Assume Ø 12 for main reinforcement:-

So, d = 200-20 -7 = 173 mm = 17.3 cm

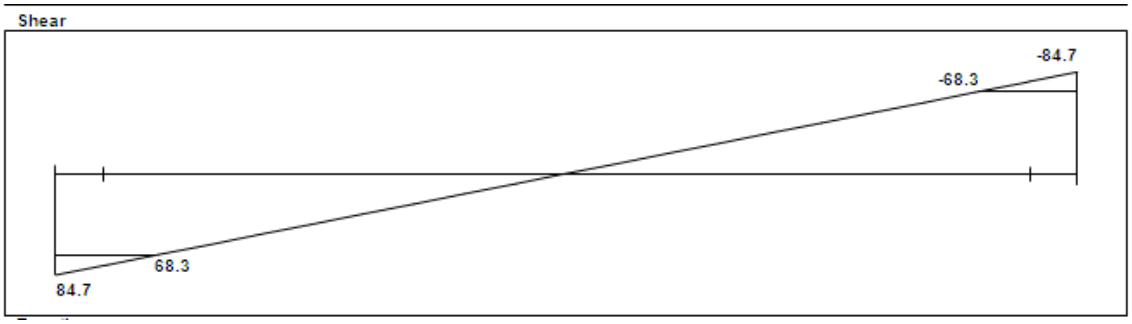


Figure (4-27) : Shear Envelope

Vu = 68.3 KN .

$$\phi Vc = \frac{\phi \sqrt{f_c'} * b_w * d}{6}$$

$$\phi Vc = \frac{0.75 * \sqrt{24} * 1000 * 173}{6} = 105.94 KN$$

Vu = 68.3 KN < ϕVc = 105.94 KN .

>>>>No shear Reinforcement is required. So the depth of the stair is OK.

4-12-8 Design of Bending Moment :

The Following figure shows the Moment Envelope acting on the stair

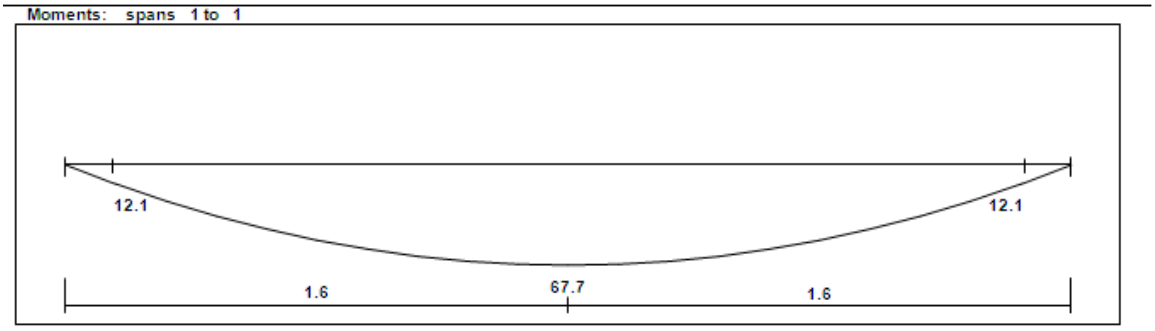


Figure (4-28) : Moment Envelope

Mu = 67.7 kN.m

Mn = Mu / 0.9 = 67.7 / 0.9 = 75.22 KN.m.

d = 17.3 cm.

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

$$K_n = \frac{75.22 * 10^6}{1000 * 173^2} = 2.513 MPa \ .$$

$$m = \frac{fy}{0.85 \times fc'}$$

$$m = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.588$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mK_n}{f_y}}\right) = \frac{1}{20.588}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 20.588 * 2.513}{420}}\right) = 6.41 * 10^{-3}$$

As_{req} = $6.41 * 10^{-3} * 100 * 17.3$ = 11.08 cm^2.

$As_{\min} = 0.0018 * b * h = 0.0018 * 100 * 20 = 3.6 cm^2$

$As_{\min}$ = 3.6 cm^2 < As_{req} = 11.08 cm^2

Use Φ 14 >>> 1108/154 = 7.19

Use 1Φ 14 @ 12.5 cm c/c …….. with As =(100 / 12.5)*1.54 = 12.32 cm².

As provided = 12.32 > As req……..**OK.**

Check for strain:

Tension = Compression

$$A_s * fy = 0.85 * fc' * b * a$$
$$1232 * 420 = 0.85 * 24 * 1000 * a$$
$$a = 25.36mm$$
$$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{25.36}{0.85} = 29.84mm$$
$$\varepsilon_s = \frac{173 - 29.84}{29.84} * 0.003$$
$$\varepsilon_s = 0.014 > 0.005 \longrightarrow ok$$

4-12-9 Secondary reinforcement:

$$As_{Shrinkage} = 0.0018 \times b \times h = 0.0018 \times 100 \times 20 = 3.6cm^2$$

Use Φ10 @ 20 cm …….. With As = (100 / 20)*0.79 = 3.95 cm².

4-12-10 Stairs at section (A-A) Details:

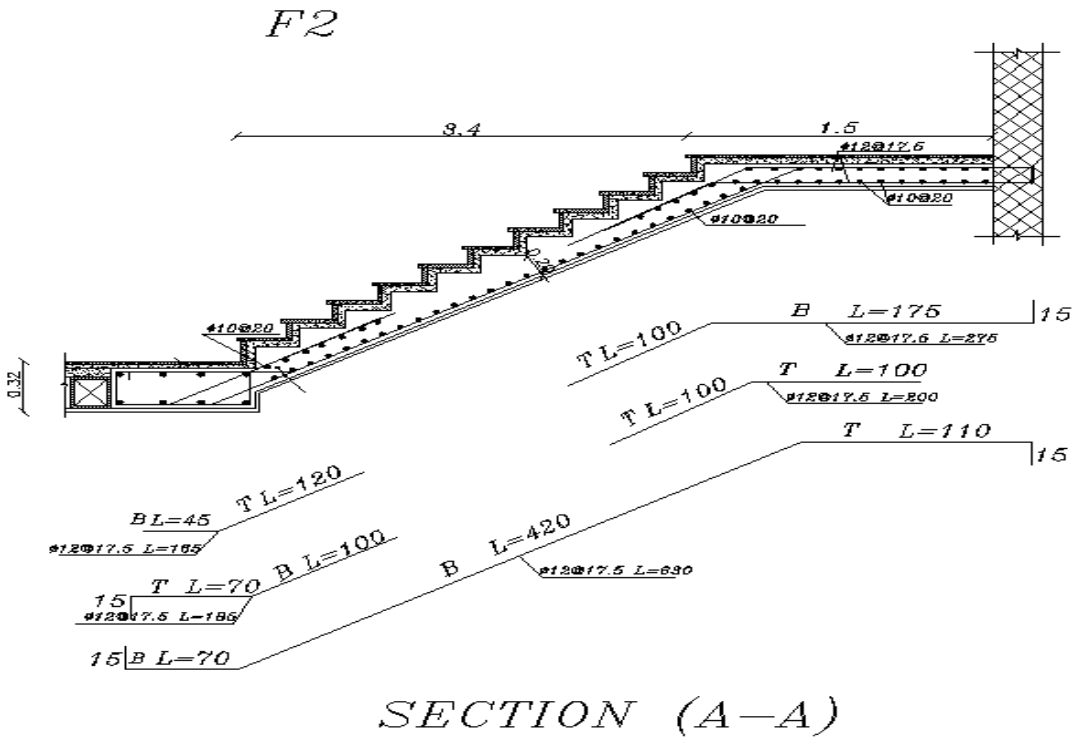


Figure (4-29) : Stair Section

4-12-11 Landing at section (B-B) Details:

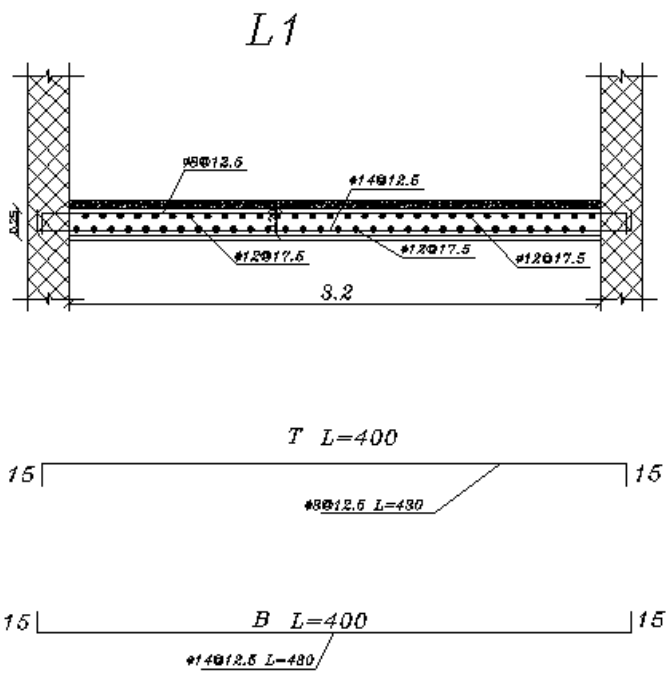
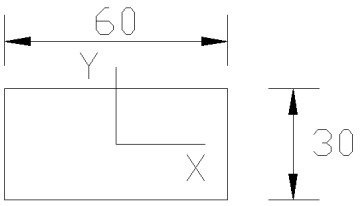


Figure (4-30) : Landing Section

4-13 Design of Long Column (C25F) :

Select column (C25F) for design :



$P_{DL} = 1334.52KN$

$P_{LL} = 610.58KN$

Pu = 2578.35 KN

4-13-1 Design of Longitudinal Reinforcement :

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

Lu: Actual unsupported (unbraced) length.

K: effective length factor (K= 1 for braced frame).

R: radius of gyration = 0.3 h = $\sqrt{\frac{I}{A}}$

Lu = 3.5 m

M1&M2 =1

K=1 , According to ACI 318-2002 (**10.10.6.3)** The effective length factor, ***k***, shall be permitted to be taken as 1.0.

$$\left(\frac{Klu}{r}\right) \le (34 - 12\left(\frac{M1}{M2}\right) \le 40 \quad \text{..... ACI 10-12-2}$$

$r_x = 0.3 * 0.3 = 0.09$

$$\frac{1.0 * 3.5}{0.09} = 38.89 > 22$$

$\therefore long \quad Coloumn \quad in \quad y - Direction$

$r_y = 0.3 * 0.6 = 0.18$

$$\frac{1.0 * 3.5}{0.18} = 19.44 < 22$$

$\therefore Short \quad Column \quad in \quad x - Direction$

$So \quad P_n = P_{ny} \quad According \quad to \quad Bresler's \quad Equation$

$$EI = 0.4\frac{E_c I_g}{1+\beta_d} \quad .....[ACI318-2002\ \ (Eq.\ 10-15)]$$

$$E_c = 4750\sqrt{fc'} = 4750*\sqrt{24} = 23270.15Mpa$$

$$\beta_d = \frac{1.2DL}{Pu} = \frac{1.2*1334.52}{2578.35} = 0.6211$$

$$I_g = \frac{b*h^3}{12} = \frac{0.6*0.3^3}{12} = 1.35*10^{-3}m^4$$

$$EI = \frac{0.4*23270.15*1.35*10^{-3}}{1+0.6211} = 7.75MN.m^2$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(KLu)^2} \quad .....ACI318-2002(Eq.\ 10-13)$$

$$P_c = \frac{3.14^2*7.75}{(1.0*3.5)^2} = 6.244MN.$$

$$Cm = 0.6+0.4\left(\frac{M1}{M2}\right) \ .....ACI318-2002(Eq.10-16)$$

$$Cm = 1 \ .....According\ to\ ACI318-2002(10.10.6.4)$$

$$\delta_{ns} = \frac{Cm}{1-(Pu/0.75P_c)} \geq 1.0 \quad .....ACI318-2002(Eq.\ 10-12)$$

$$\delta_{ns} = \frac{1}{1-(2578.35/0.75*6.244*10^3)} = 2.225 > 1$$

$$e_{\min} = 15+0.03*h = 15+0.03*300 = 24mm = 0.024\,m$$

$$e = e_{\min} \times \delta_{ns} = 0.024*2.225 = 0.0534\,m$$

$$\frac{e}{h} = \frac{0.0534}{0.3} = 0.178$$

From Interaction Diagram

$$\gamma = \frac{300-2*40-2*10-20}{300} = 0.6$$

$$\frac{\phi P_n}{A_g} = \frac{2578.35}{0.6*0.3}*\frac{145}{1000} = 2077 \ \ Psi$$

$$\rho_g = 0.0244 > \rho_{\min} = 0.01$$

$A_s = \rho * Ag = 0.024*30*60 = 43.92\ cm^2$

Use Φ 20 >> $\#\ of\ bar = \frac{43.92}{3.14} = 13.98$

Use 14 Φ 20 with As = 43.96 cm² >As $_{req}$ = 43.92 cm²

- **Check for spacing between the bar**

$$S = \frac{600 - 2*40 - 2*10 - 2*20 - 5*20}{5}$$

$$S = 72\ mm \geq \frac{4}{3}\text{M.A.S}$$

$$\geq 40\,mm$$

$$\geq 1.5\text{db} = 30\,mm$$

4-13-2 Design of the Tie Reinforcement :

$S \leq 16$ db (longitudonal bar diameter).....ACI - 7.10.5.2

$S \leq 48$dt (tie bar diameter).

$S \leq$ Least dimension.

$Spacing \leq 16 \times d_b\,(Longitudinal.bar.diameter) = 20 \times 1.6 = 32cm.$

$Spacing \leq 48 \times d_t\,(tie.bar.diameter) = 48 \times 1.0 = 48cm.$

$Spacing \leq Least.\text{dim}\,ension = 30cm$

$\therefore\ Use\ 2\phi 10@30cm$

4-13-3 Detail of column 25F:

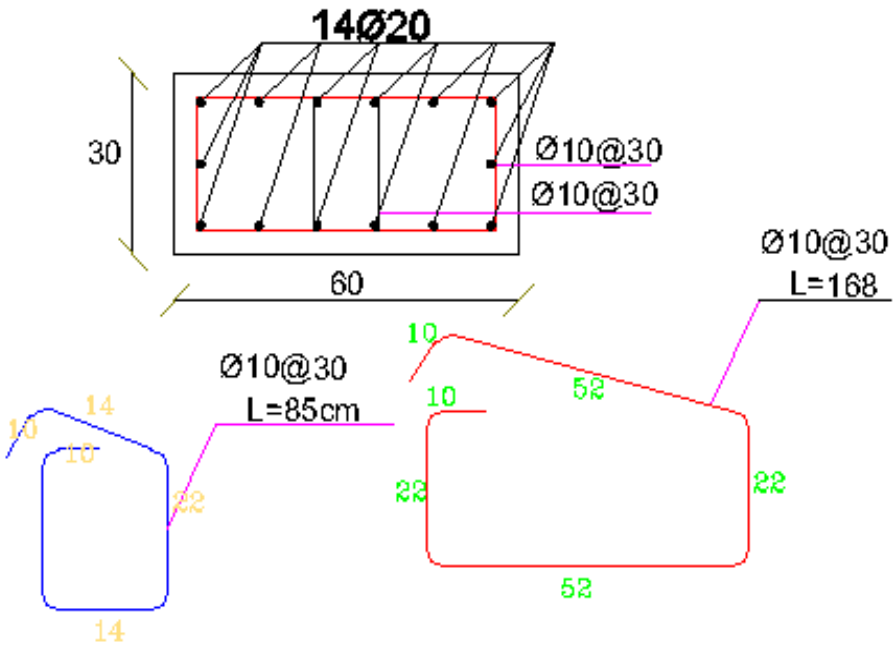


Figure (4-31) : Long Column Detail

4-14 Design of Shear wall (wall 1 in Building D):

Calculation of loads:

W Ground Floor = Weight of slab + Weight of stairs + 0.5* (Weight of upper columns &walls) = 1803.76KN

W First Floor = Weight of slab + Weight of stairs + 0.5* (Weight of upper columns &walls + Weight of lower columns & walls) = 1404.8KN

W Second Floor = Weight of slab + Weight of stairs +(0.5 Weight of lower columns & walls) = 1272.97KN

$\mathbf{W_{Total}} = W_{Ground} + W_{First} + W_{Second}$

$\mathbf{W_{Total}}$ = 4481.53KN

Calculation of shear force on shear walls:

From Uniform Building Code 1997 (UBC):

Z=0.3 zone "3"

R= 5.5

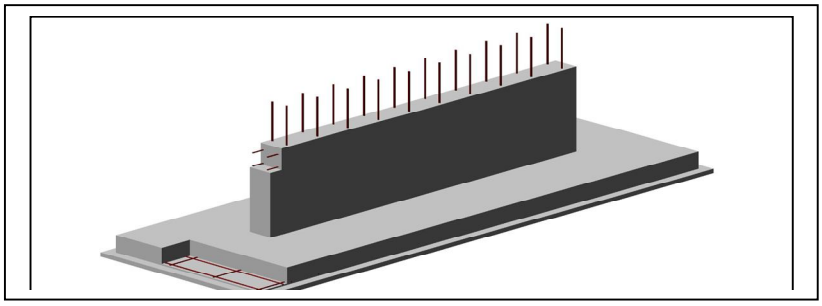
I=1

Ca = 0.24

Cv = 0.24

h_n =10.5

Ct = 0.0488



Where:

Z=Seismic zone factor as given in table 16-1.

R= numerical coefficient representative of the inherent over strength and global ductility capacity of lateral force resisting systems, as set in Table 16-N or 16-P.

I= importance factor given in table 16-K.

Ca = seismic coefficient, as set forth in Table 16-Q.

Ct = numerical coefficient given in section 1630.2.2.

Cv = seismic coefficient, as set forth in Table 16-R.

hi, hn, hx = height in feet (m) above the base to level *i , n or x*, respectively.

$T = C_t (h_n)^{3/4}$ Eq…. 30-8 (UBC)

$T = 0.0488(10.5)^{3/4} = 0.285$

$V_1 = \frac{Cv.I}{R.T} W = \frac{0.24 * 1}{5.5 * 0.285} * w = 0.1533w$

$V \le 0.11 * WKN ....control$

$V \ge 0.03 * WKN$

$F_t = 0.07 * T * V = 0.07 * 0.1533 * 492.97 = 5.3KN$

Table (4 – 1) Calculation of the total Fx.

floor	W (KN)	V (KN)	H (m)	Ft (KN)	(V-Ft)	(W*h)	Fx	FX
Second	1803.76	492.9	10.5	5.3	487.6	18939.48	277.92	277.92
First	1404.8	492.9	7.0	5.3	487.6	9833.6	144.3	422.22
Ground	1272.9	492.9	3.5	5.3	487.6	4455.15	65.37	487.59
∑	4481.46					33228.23		

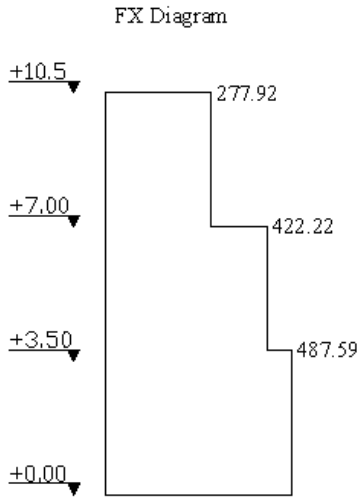


Figure (4-32) : Fx-Diagram

By using the software (etabs) to Analysis the shear wall it was get result as the following:

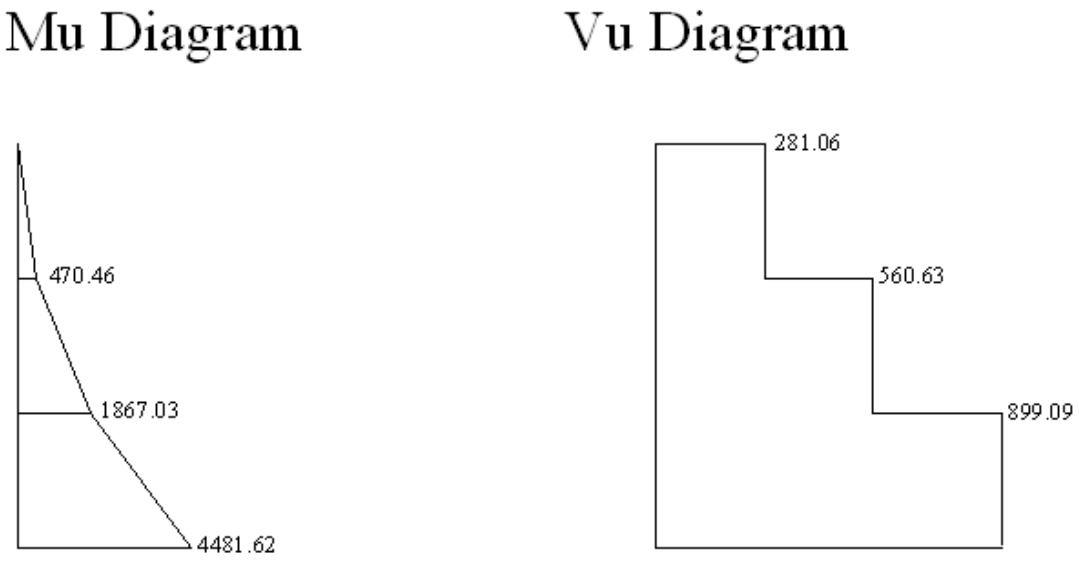


Figure (4-33) : Moment & Shear-Diagram for Shear Wall.

Shear Wall Design Parameters:

fc' =24 MPa

fy =420 MPa.

h=30 cm. Shear wall thickness.

L_w= 4.8 m. shear wall width

Hw=10.5 m. Story height.

Design of the Horizontal reinforcement:

Internal forces & moments:

$$\sum Fx = Vu = 899.09KN$$

Critical Section

$$\frac{Lw}{2} = \frac{4.8}{2} = 2.4m(Control)$$

$$\frac{hw}{2} = \frac{10.5}{2} = 5.25m$$

$$Mu = 2688.76KN$$

Design it by using Reinforced concrete:

$$Vu = 899.09\,KN$$

$$Vn = Vu / 0.75 = 1198.78\,KN$$

Design of shear

$$d = 0.8 * Lw = 0.8 * 4.8 = 3.84\,m$$

$$Vc_1 = \frac{1}{6} * \sqrt{fc'} * h * d = \frac{1}{6}\sqrt{24} * 0.30 * 3.84 = 940.6\,KN\,(Control)$$

$$Vc_2 = \frac{\sqrt{fc'} * h * d}{4} + \frac{N_u * d}{4 * l_w} = \frac{\sqrt{24} * 0.3 * 3.84}{4} + \frac{4.48153 * 3.84}{4 * 4.8} = 2307.21\,KN$$

$$Vc_3 = \left(\frac{\sqrt{fc'}}{2} + \frac{l_w\left(\sqrt{fc'} + \frac{2 * N_u}{l_w * h}\right)}{\frac{M_u}{V_u} - \frac{l_w}{2}} \right) * \frac{h * d}{10} = \left(\frac{\sqrt{24}}{2} + \frac{4.8\left(\sqrt{24} + \frac{2 * 4.48153}{4.8 * 0.30}\right)}{\frac{2688.76}{899.09} - \frac{4.8}{2}} \right) * \frac{0.3 * 3.84}{10} = 10698.36\,KN$$

$$Vs = Vn - Vc1$$

$$Vs = 1198.78 - 940.6 = 258.18\,KN$$

$$\left(\frac{Av_h}{S2}\right) = \frac{Vs}{Fy * d} = \frac{258.18 * 10^{-3}}{420 * 3.84} = 0.16 * 10^{-3}\,m$$

$$\left(\frac{Av_{h\,min}}{S2}\right) = 0.0025 * h = 0.0025 * 0.3 = 0.75 * 10^{-3}\,m\,(Control)$$

$$S2 = \frac{Lw}{5} = 4800 / 5 = 960\,mm$$

$$S2 = 3 * h = 3 * 300 = 900\,mm$$

$$select \longrightarrow 2\phi 10 \longrightarrow As = 1.58\,cm2$$

$$\frac{Av}{S2} = 0.75\,mm$$

$$\frac{158}{S2} = 0.75 \rightarrow S2 = 210.67\,mm\,(Control)$$

$$Select \ldots\ldots S2 = 20\,cm < Sreq. = 21.067\,cm$$

$$S2 selected = 25\,cm < 75\,cm < 70\,cm$$

$$use \ldots. 2\phi 10 @ 25\,cm\,(c/c) in\ 2 layer$$

Select 2Φ 10 / 20cm. In tow layer

Design of the Vertical reinforcement:

$$\rho_{\min} = (0.0025 + 0.5(2.5 - \frac{hw}{lw})(\frac{Avh}{S_2 h} - 0.0025))S_1 h_1$$

$$\frac{h_w}{L_w} = \frac{10.5}{4.8} = 2.1875 < 2.5$$

$$\rho_{\min} = (0.0025 + 0.5(2.5 - 2.1875)(\frac{2*79}{200*300} - 0.0025)) * S_1 h_1$$

$$Avn = 0.002521 \times S_1 \times h_1$$

$$S_1 = \frac{1}{3} L_w = \frac{1}{3} \times 4.8 = 1600mm$$

$$S_1 = 3 \times h = 3 \times 300 = 900mm$$

$$Select\ 2\phi 10\ With\ area\ As = 158mm^2$$

$$158 = 0.002521 \times S_1 \times 300$$

$$\therefore S_1 = 208.92mm(Control)$$

$$Select\ S_1 = 20cm < 20.892cm$$

$$S = 20cm$$

$$\longrightarrow Select\ 2\phi 10 / 20cm\ c/c$$

Select 2Φ 10 / 20cm. In tow layer

Design of bending moment:

Mu = 2688.76 KN.m

$$C \geq \frac{l_w}{600 * (S_n / h_w}$$

Assume Sn/hw = 0.007

$$C \geq \frac{4.8}{600 * 0.007} =$$

$$C_w = C - 0.1 \times L_w$$

$$C_w = 1.143 - 0.1 \times 4.8 = 0.663m$$

$$C_w = \frac{C}{2.0} = \frac{1.143}{2.0} = 0.571m$$

$$Select\ The\ boundary\ element = 70cm > 66.3cm$$

$$As_{\mathrm{t}} = \frac{Lw}{s1} \times As_v \longrightarrow = \frac{4.8}{0.20} \times 158 = 3792mm^2$$

$$\frac{Z}{Lw} = \frac{1}{2 + (0.85 * \beta * fc * Lw * h)/(As_{\mathrm{t}} * Fy)}$$

$$\frac{Z}{Lw} = \frac{1}{2 + (0.85 \times 0.85 \times 24 \times 4.8 \times 0.3)/(3792 \times 10^{-6} \times 420)} = 0.05656$$

$$Mu = 0.9 \times Fy \times 0.5 \times As_{\mathrm{t}} \times Lw \times \left(1 - \left(\frac{Z}{Lw}/2\right)\right) =$$

$$0.9 * 420 * 0.5 * 3792 \times 10^{-3} \times 4.8 * (1 - \frac{0.05656}{2}) = 3342.80\,kN.m$$

$$Mu_{\mathrm{Design}} = 2688.76 - 3342.80 = -654.04\,kN.m \qquad (Negative)$$

So Boundary Element not needed .

4-15 Design of Isolated Footing (F26) :

4-15-1 Load Calculation :

Total factored load = 2635 KN.

Total services load = 1992.35 KN.

Column Dimensions = 60*30 cm.

Soil density = 16 Kg/cm3.

Allowable soil Pressure = 400 KN/m2.

Assume footing to be about (60 cm) thick.

live load =5 KN/m2.

q_{allow} =400 - 5 - 0.4*16 - 0.60*25 = 373.6 kN/m^2

4-15-2 Determination of Footing Area :

$$A = \frac{1992.35}{373.6} = 5.33\ m^2$$

➔ **L= 2.31 m**

Try 2.4 * 2.4 m with area = 5.76 m^2 > A $_{req}$ = 5.32 m^2

Determinate q_u = 2635/5.76 = 457.46 KN/m^2

4-15-3 Determine the depth of footing based on shear strength:

Assume h = 60 cm ….. d = 600-75-14 = 511 mm

- **Check for one way shear strength**

$Critical\ \ Section\ \ at\ \ \frac{a}{2}+d$

$\frac{a}{2}+d=\frac{0.3}{2}+0.511=0.661m$

$Vu=457.46*(\frac{2.40}{2}-0.661)*2.4=591.77KN$

$\phi.Vc=\phi.(\frac{1}{6}*\sqrt{fc'}*b_w*d)$

$\phi.Vc=0.75*\frac{1}{6}*\sqrt{28}*2400*0.511=811.187KN$

$\phi.Vc=811.187KN>Vu=591.77KN$

$\therefore\ \ Safe$

- **Check for two way shear action (punching)**

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

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

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

$$\phi.V_c=\phi.\frac{1}{3}\sqrt{f_c'}\,b_o d$$

Where:

$$\beta_C=\frac{Column\ \ Length\ \ (a)}{Column\ \ Width\ \ (b)}=\frac{60}{30}=2.0$$

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

$b_o=2(d+a)+2(d+b)=2(60+51.1)+2(30+51.1)=384.4cm$

α_s = 40 for interior column

$$\phi.V_C = \phi.\frac{1}{6}\left(1+\frac{2}{\beta_c}\right)\sqrt{f_c'}\,b_o d = \frac{0.75}{6}*\left(1+\frac{2}{2}\right)*\sqrt{28}*3844*0.511 = 2598.50KN$$

$$\phi.V_C = \phi.\frac{1}{12}\left(\frac{\alpha_s}{b_o/d}+2\right)\sqrt{f_c'}\,b_o d = \frac{0.75}{12}*\left(\frac{40*0.511}{3.844}+2\right)*\sqrt{28}*3844*0.511 = 4753.56KN$$

$$\phi.V_C = \phi.\frac{1}{3}\sqrt{f_c'}\,b_o d = \frac{0.75}{3}*\sqrt{28}*3844*0.511 = 2598.50KN$$

$\phi.V_C = 2598.50KN$ ..... *Control*

$Vu_C = Pu - FR_b$

$FR_b = \sigma_{bu} * area\ \ of\ \ critical\ \ \text{sec}\,tion$

$Vu_C = 2635 - [457.46*(0.6+0.511)*(0.3+0.511)] = 2222.82KN$

$\phi.Vc = 2598.5KN > Vu_C = 2222.82KN$..... *satisfied*

4-15-4 Design for Bending Moment:

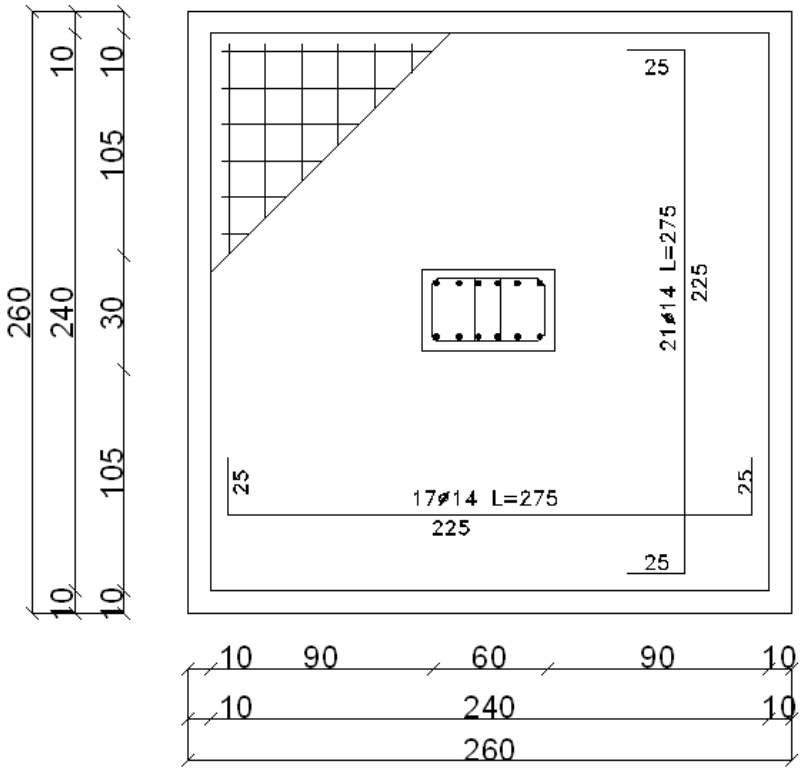


Figure (4-34): Isolated Footing

$$Mu1 = 457.46 * 2.40 * \frac{1.05^2}{2} = 605.22 KN.m$$

Mu =605.22 KN.m in one direction

Using Reinforced Concrete.

$$Mn = \frac{605.22}{0.9} = 672.46 KN.m$$

$$\text{Kn} = \frac{Mn}{bd^2} = \frac{672.46 \times 10^{-3}}{2.40 \times 0.511^2} = 1.073 Mpa$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 28} = 17.65$$

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

$$\rho = \frac{1}{17.65}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 17.65 \times 1.073}{420}}\right) = 2.615 * 10^{-3}$$

$$As_{\text{Req.}} = \rho * b * d = 2.615 * 10^{-3} * 240 * 51.1 = 32.07 \ cm^2$$

$$As_{Shrinkage} = 0.0018 * b * h = 0.0018 * 240 * 60 = 25.92 cm^2$$

$$As_{\text{Req.}} = 32.07 > As_{Shrinkage} = 25.92 cm^2$$

$$Select \ \ 21\phi 14 .... As_{\text{Provided}} = 32.34 cm^2 > 32.07 cm^2 .....ok$$

$$Select \ \ 21\phi 14 .... As_{\text{Provided}} = 32.34 cm^2 > 32.07 cm^2 .....oK$$

Check of strain:

As * fy = 0.85 * f_c * b * a

$$3234 * 420 = 0.85 * 28 * 2400 * a$$

$$a = 23.78 mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{23.78}{0.85} = 27.97 mm$$

$$\varepsilon_s = \frac{511 - 27.97}{27.97} \text{X} 0.003$$

$$\varepsilon_s = 0.052 > 0.005$$

$\Rightarrow$ OK

$$Mu2 = 457.46 * 2.40 * \frac{0.9^2}{2} = 444.65 KN.m$$

Mu =444.65 KN.m in the other direction

Using Reinforced Concrete.

$$Mn = \frac{444.65}{0.9} = 494.05KN.m$$

$$\text{Kn} = \frac{Mn}{bd^2} = \frac{494.05\times10^{-3}}{2.40\times0.511^2} = 0.788Mpa$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85*28} = 17.65$$

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

$$\rho = \frac{1}{17.65}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times17.65\times0.788}{420}}\right) = 1.909*10^{-3}$$

$$As_{\text{Re}q.} = \rho*b*d = 1.909*10^{-3}*240*51.1 = 23.42\ \ cm^2$$

$$As_{Shrinkage} = 0.0018*b*h = 0.0018*240*60 = 25.92cm^2$$

$$As_{\text{Re}q.} = 23.42 < As_{Shrinkage} = 25.92cm^2$$

$$Select\ \ 17\phi14....As_{\text{Pr}ovided} = 26.18cm^2 > 25.92cm^2.....ok$$

$$Select\ \ 17\phi14....As_{\text{Pr}ovided} = 26.18cm^2 > 25.92cm^2.....oK$$

Check of strain:

As * fy = 0.85 * f_c * b * a

$$2618*420 = 0.85*28*2400*a$$

$$a = 19.25mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{19.25}{0.85} = 22.65mm$$

$$\varepsilon_s = \frac{511-22.65}{22.65}\text{X}0.003$$

$$\varepsilon_s = 0.065 > 0.005$$

$\Rightarrow$ OK

4-15-5 Development Length of main Reinforcement :

$$ld_{req} = \frac{9}{10} * \frac{F_y}{\lambda \sqrt{f_c}} * \frac{\psi_e \psi_s \psi_t}{\frac{ktr + cb}{db}} * db$$

$Ktr = 0\ (No\ stirrups)$ $cb = 75 + 7 = 82cm$

$$\frac{ktr + cb}{db} = \frac{0 + 82}{14} = 5.86 > 2.5$$

$$\frac{ktr + cb}{db} = 2.5$$

$$ld_{req} = \frac{9}{10} * \frac{420}{1 * \sqrt{28}} * \frac{1 * 1 * 0.8}{2.5} * 14 = 320\ mm$$

Ld1 $_{available}$ = 1050-75= 975 mm

Ld2 $_{available}$= 900-75= 825 mm

Ld $_{available}$ > $ld_{req} = 320\ mm$

- not required hook

Development length of column

$$L_d = 0.24 * \frac{f_y}{\sqrt{f_c'}} db = 0.24 * \frac{420}{\sqrt{28}} * 14 = 266.7mmControl$$

$$> 0.043 * f_y * db = 0.043 * 420 * 14 = 252.84mm$$

$$L_d available = 600 - 75 - 2 * 14 = 497mm$$

$$L_d available > L_d req = 266.7$$

Using hook $\geq 16 * \phi$

Required length of hook $\geq 16 * \phi \geq 16 * 1.4 = 22.4$cm

Use Hooks= 25cm > 22.4cm

Lap splice of column

$$L_s = 0.071 * f_y * db = 0.071 * 420 * 14 = 417.48mm$$

4-15-6 Design of dowels :

$P_u = 2635$ KN

$$\phi.Pn = \phi.(0.85 fc' Ag)$$
$$\phi.Pn = 0.65 * [0.85 * 28 * (0.30 * 0.60)] * 1000 = 2784.6KN$$
$$But \;\; Pu = 2635 < \phi.Pn = 2784.6KN$$

But use the minimum reinforcement of dowels:

$$As_{\min} = 0.005 * Ag = 0.005 * 600 * 300 = 900mm^2$$

$use 6\Phi 14$

In footing

$$P_{nb} = \phi 0.85 * f_c^{'} * A_1 * \sqrt{\frac{A_2}{A_1}}$$

$$\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = \sqrt{\frac{2.4 * 2.1}{0.3 * 0.6}} = 5.29 > 2 \;\; use \;\; 2$$
$$= 0.65 * 0.85 * 28 * 0.3 * 0.6 * 2 = 5.57MN > 2.6$$

Use As=900 mm^2 or use $6\Phi 14$

4-15-7 Isolated Footing Detail:

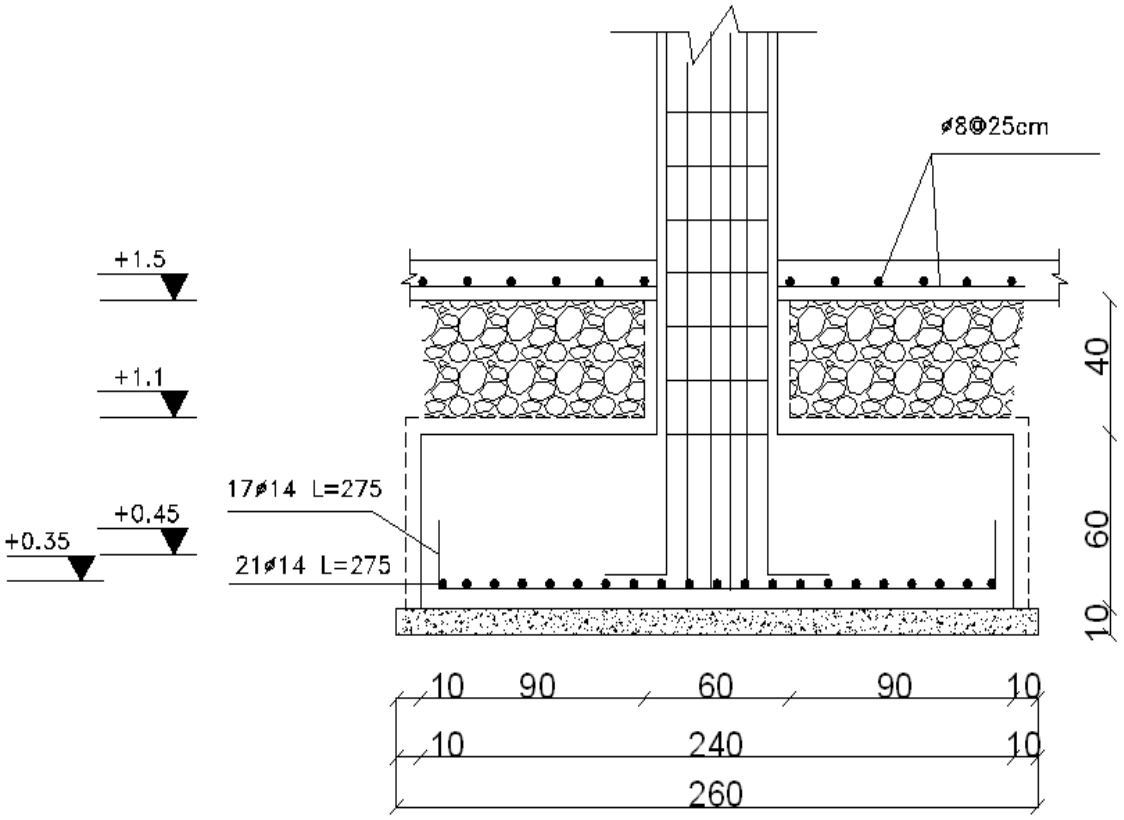


Figure (4-35): Isolated Footing Detail

4-16 Design of strip Footing(strip No. 11):

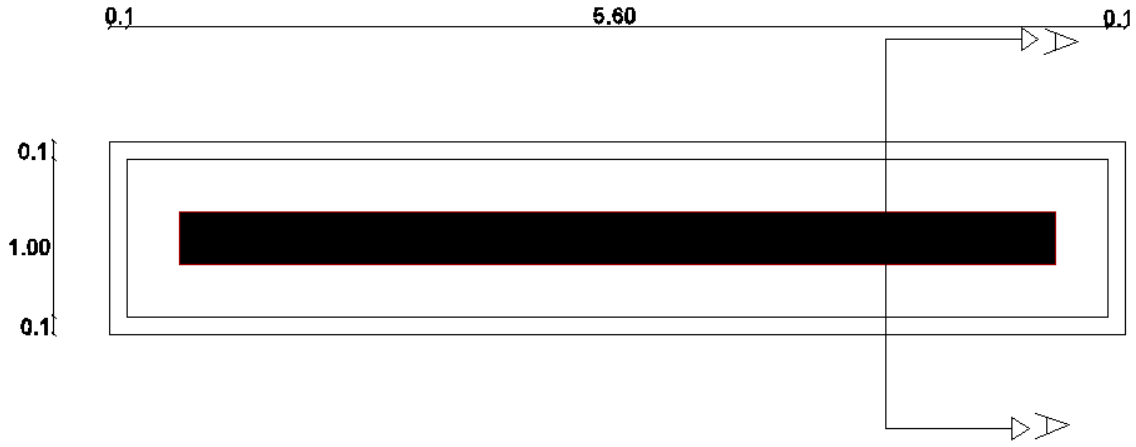


Figure (4-36): strip footing

4-16-1 Determination of load:

From slab and Wight wall

Total factored load = 413.6 KN/m.

Total service load = 322 KN/m

Soil density = 16 Kg/cm3.

Allowable soil Pressure = 400 KN/m2.

Assume footing to be about (30 cm) thick.

live load =5 kN/m^2

$q_{allow\ net}$ =400 - 5- 0.4*16 – 0.3*25 = 381.1 kN/m^2

$\Rightarrow$ For one meter strip

$$A = \frac{322}{381.1} = 0.845\ m$$

L=1m, B = 1.00 m , h= 30 cm

d= 300 – 75 – 20 = 205 mm

q_{ult} = 413.6/ 1.0 *1 = 413.6 kN/m^2.

4-16-2 Check of One Way Shear:

$$Vu = \left(\frac{1.0-0.3}{2} - 0.205\right) * 413.6 = 59.972 \text{ kN}$$

$$\emptyset Vc = \frac{\emptyset}{6}\sqrt{fc} * d * b$$

$$\emptyset Vc = \frac{0.75}{6}\sqrt{28} * 0.205 * 1 = 135.6\ kN$$

$$\emptyset Vc > Vu$$

4-16-3 Design of Bending Moment:

In longitudinal direction

Mu = 413.6*0.35^2/2 = 25.33 kN.m

$$Mn = \frac{25.33}{0.9} = 28.15 KN.m$$

$$\text{Kn} = \frac{Mn}{bd^2} = \frac{28.15 * 10^{-3}}{1 * 0.205^2} = 0.6698 Mpa$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 28} = 17.647$$

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

$$\rho = \frac{1}{17.647}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 17.647 \times 0.6698}{420}}\right) = 1.618 * 10^{-3}$$

$$As_{\text{Req.}} = \rho * b * d = 1.618 * 10^{-3} * 205 * 1000 = 331.66\ mm^2$$

$$As_{Shrinkage} = 0.0018 * b * h = 0.0018 * 300 * 1000 = 540 mm^2$$

$$As_{\text{Req.}} = 331.66 < As_{Shrinkage} = 540 mm^2$$

Use ϕ 12

No. = 540/113 = 4.78 , Use 6 bars

ϕ 12 at 20 cm c/c=565 mm^2 \m.

Check of strain:

As * fy = 0.85 * f_c * b * a

$565 * 420 = 0.85 * 28 * 1000 * a$

$a = 9.97mm$

$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{9.97}{0.85} = 11.73mm$

$\varepsilon_s = \frac{205 - 11.73}{11.73} X0.003$

$\varepsilon_s = 0.049 > 0.005$

$\Rightarrow$ OK

In transverse direction :

A_{smin} = 0.0018 * B * h

A_{smin} = 0.0018 * 1000* 300 = 540 mm^2

Use ϕ 12

No. = 540/113 = 4.77 , Use 6 bars

Use ϕ 12 @ 20 cm c/c

4-16-4 Development Length of main Reinforcement

$$ld_{req} = \frac{9}{10} * \frac{F_y}{\lambda\sqrt{f_c}} * \frac{\psi_e\psi_s\psi_t}{\frac{ktr+cb}{db}} * db$$

$K_{tr} = 0 \ \ and \ \ cb = 75 + \frac{12}{2} = 81mm$

$\frac{K_{tr} + c_b}{d_b} > 2.5 \ \ Select \frac{K_{tr} + c_b}{d_b} = 2.5$

$$ld_{req} = \frac{9}{10} * \frac{420}{1 * \sqrt{28}} * \frac{1 * 1 * 0.8}{2.5} * 12 = 274.3\ mm$$

Ld $_{available}$ = 350 - 75= 275mm

Ld $_{available}$= 275 mm > $ld_{req} = 274.3mm$

Use Using hook $\geq 16*\phi$

Required length of hook $\geq 16*\phi \geq 16*1.2 = 19.2$ cm

Use Hooksel. = 25 cm > Hookreq = 19.2cm

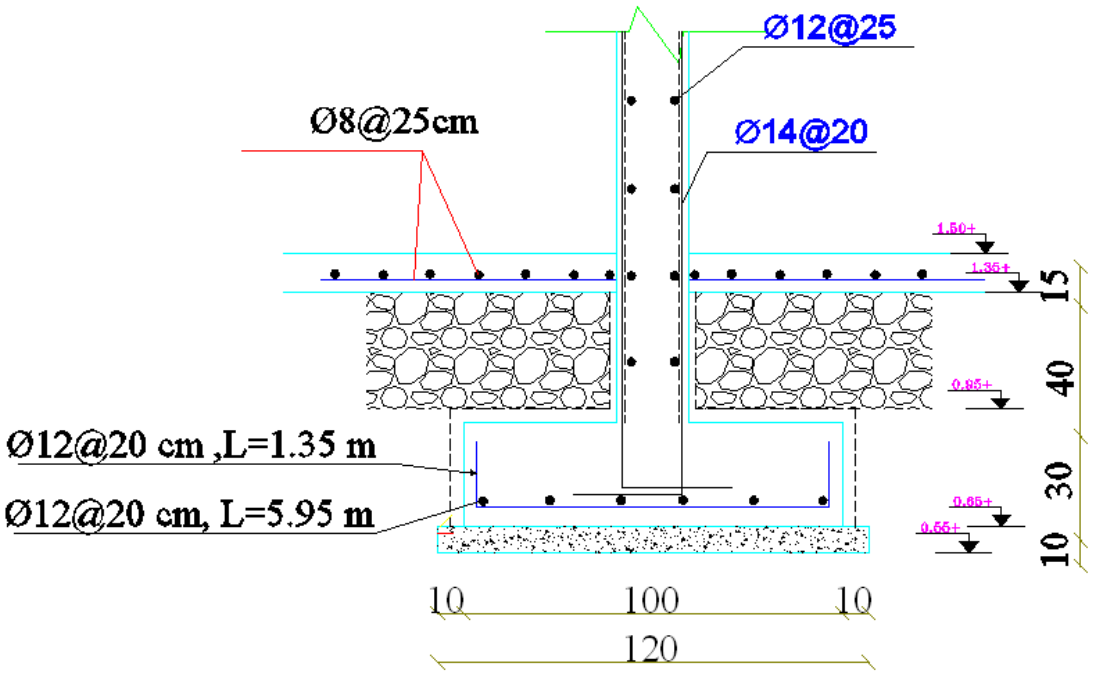


Figure (4-37) Strip Footing Detail

4-17 Design of Mat Foundation(Mat No. 6):

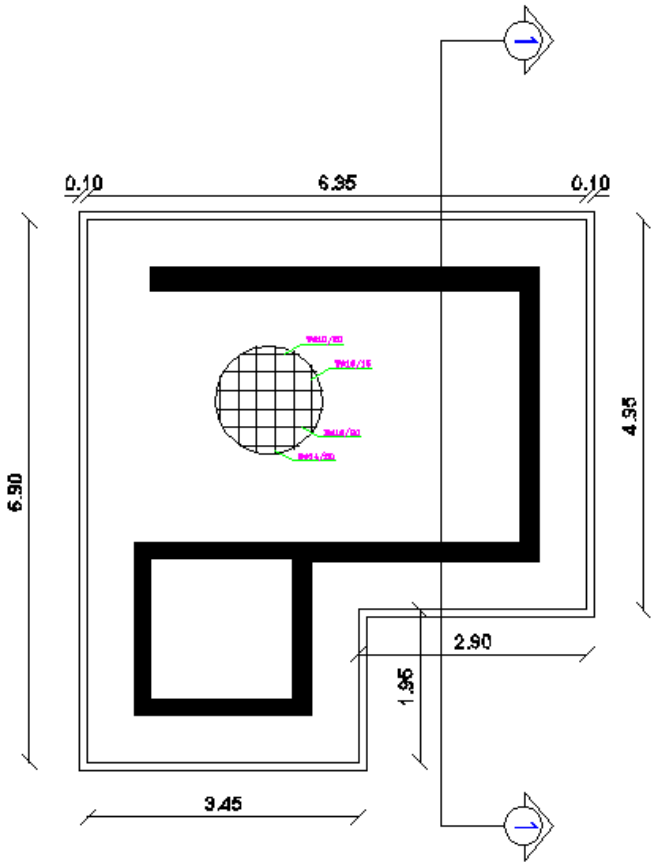


Fig.(4.38) Mat footing

4-17-1 Design of shear :

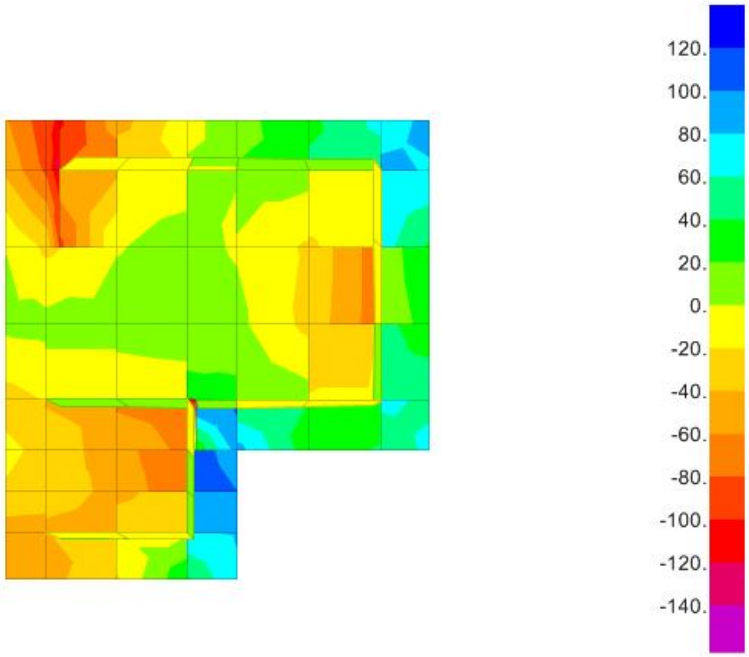


Fig.(4.39) shear in X-direction

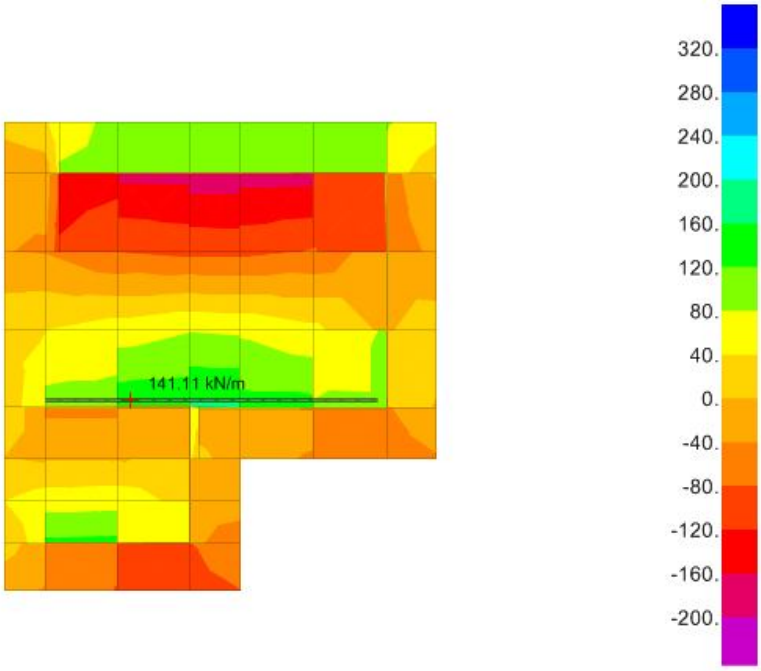


Fig.(4.40) shear in Y-direction

$$d = 40 - 7.5 - 1.4 = 31.1cm$$

$$\phi.Vc = 0.75 * \frac{1}{6} * \sqrt{fc'} * bw * d$$

$$\phi.Vc = 0.75 * \frac{1}{6} * \sqrt{28} * 1000 * 311 * 10^{-3} = 205.7KN$$

$$Vu_{max} = 180\ KN\ /\ m = 180\ x1 = 180\ KN$$

$$\phi.Vc = 205.7KN > Vu = 180\ KN \ldots\ldots\ldots .OK$$

4-17-2 Design of bending moment

By using the safe software to analyze the foundation, the moment result is as in the following chart:

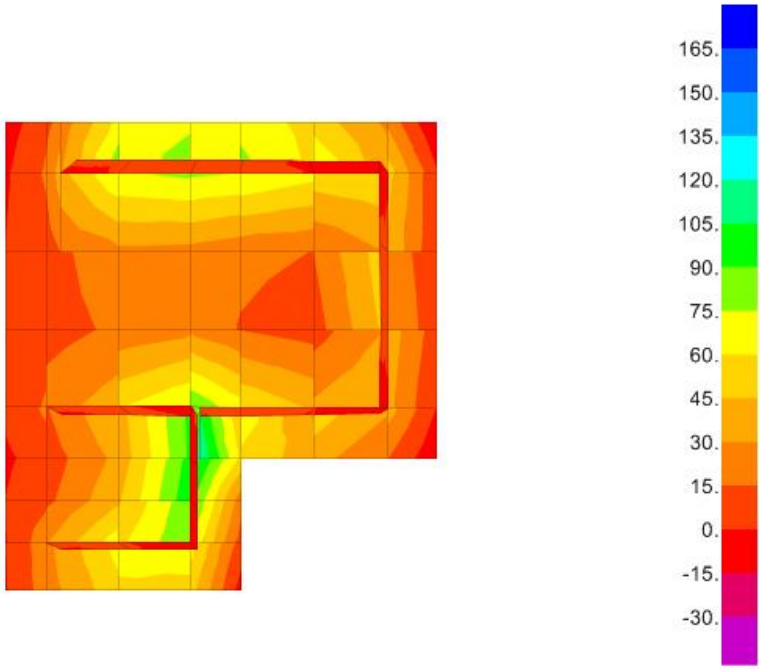


Fig.(4.41) Moment in X-direction

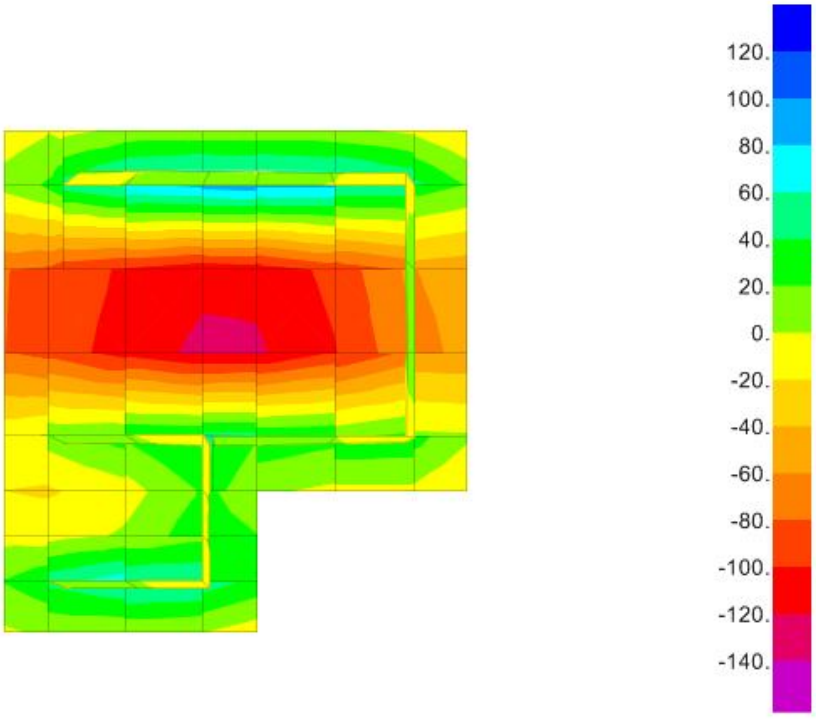


Fig.(4.42) Moment in Y-direction

Design In Y-directions:

h = 40 cm

$d = 40 - 7.5 - 1.4 = 31.1cm$.

Fy = 420 Mpa.

Fc' = 28 Mpa

Design of Negative Moment

$-ve \quad Mu_X = 123\,KN.m$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{123}{0.9} = 136.67\,KN.m$$

$$Rn = \frac{Mn}{b.d^2} = \frac{136.67 * 10^6}{1000 * 311^2} = 1.413\,Mpa$$

$$m = \frac{fy}{0.85\,fc'} = 17.647$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.Kn}{fy}}\right) = \frac{1}{17.647}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 17.647 * 1.413}{420}}\right) = 3.4706 * 10^{-3}$$

$$As_{req} = \rho * b * d = 3.4706 * 10^{-3} * 100 * 31.1 = 10.8 \quad cm^2$$

$$Shrinkage \quad \& \quad temperatur\ e \quad = 0.0018 * b * h = 0.0018 * 100 * 40 = 7.2 \quad cm^2$$

$$As_{req} = 10.8 \quad cm^2 \ldots\ldots\ldots Control$$

$$Select\ \phi 16\ @\ 15cm \Rightarrow As = \frac{100}{15} * \left(\frac{\pi * 1.6^2}{4}\right) = 13.4cm^2 > As_{\min} = 10.8 \quad cm^2$$

Design of Positive moment

$$Select \phi 14 @ 20cm \Rightarrow As = \frac{100}{20} * \left(\frac{\pi * 1.4^2}{4}\right) = 7.7cm^2 > As_{\min} = 7.2cm^2$$

Design In X-directions:

Design of negative moment

$$Select \phi 12 @ 15cm \Rightarrow As = \frac{100}{15} * \left(\frac{\pi * 1.2^2}{4}\right) = 7.54cm^2 > As_{\min} = 7.2cm^2$$

Design of positive moment

$$Select \phi 16 @ 20cm \Rightarrow As = \frac{100}{20} * \left(\frac{\pi * 1.6^2}{4}\right) = 10.05cm^2 > As_{\min} = 7.2cm^2$$

4-18 Design of Basement Wall :

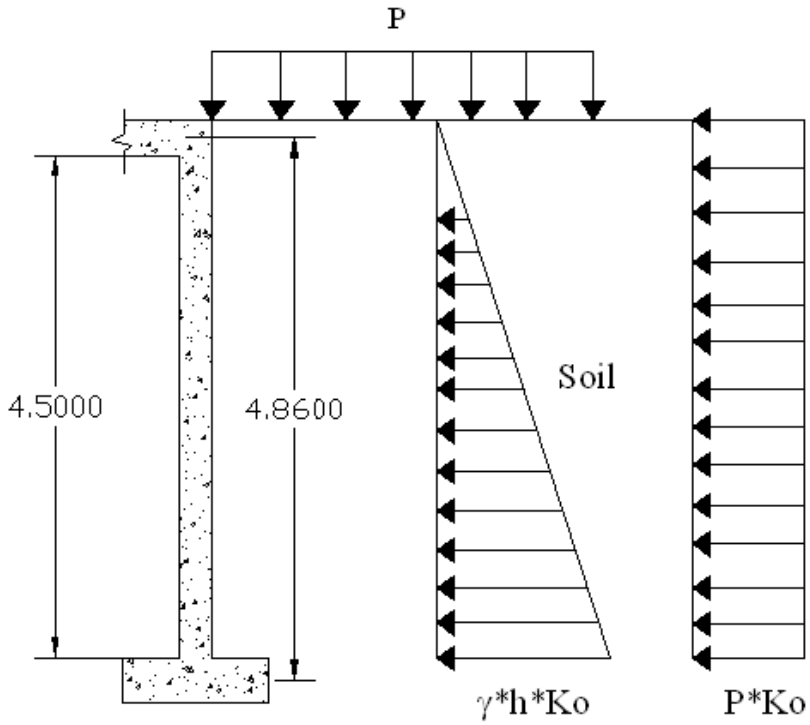


Figure (4-43) : Loads on Basement Wall

⇒ 4-18-1 Loading of Basement wall :

- **Self weight of earth :**

$q_1 = \gamma \times h \times K_0$

Assume that :

$\gamma_{soil} = 16\ Kn/m^3$

$\theta = 30^o$

$K = 1 - \sin\theta = 1 - \sin 30 = 0.5$

$q_1 = 16 \times 4.86 \times 0.5 = 38.88\ \text{KN/m}^2$

- **Load from live load:**

$q_2 = P \times K_0$

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

- **Normal Load :**

Is very small , it will be neglected (safe side) .

W_{min}= 2.5*1= 2.5 kN/m
W_{max}= 2.5*1 + 38.88= 41.38 kN/m
$W_{min(factored)}$ =1.6*2.5= 4 kN/m
$W_{max(factored)}$ = 1.6*41.38= 66.2 kN/m

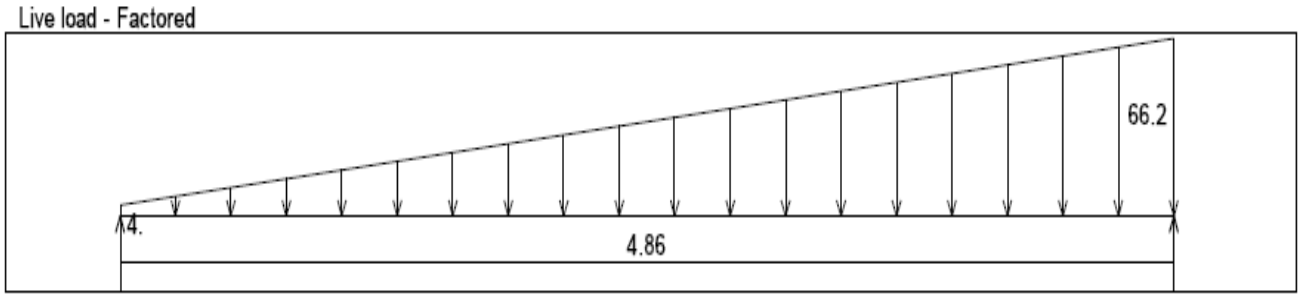


Fig (4-44): Loading of Basement Wall.

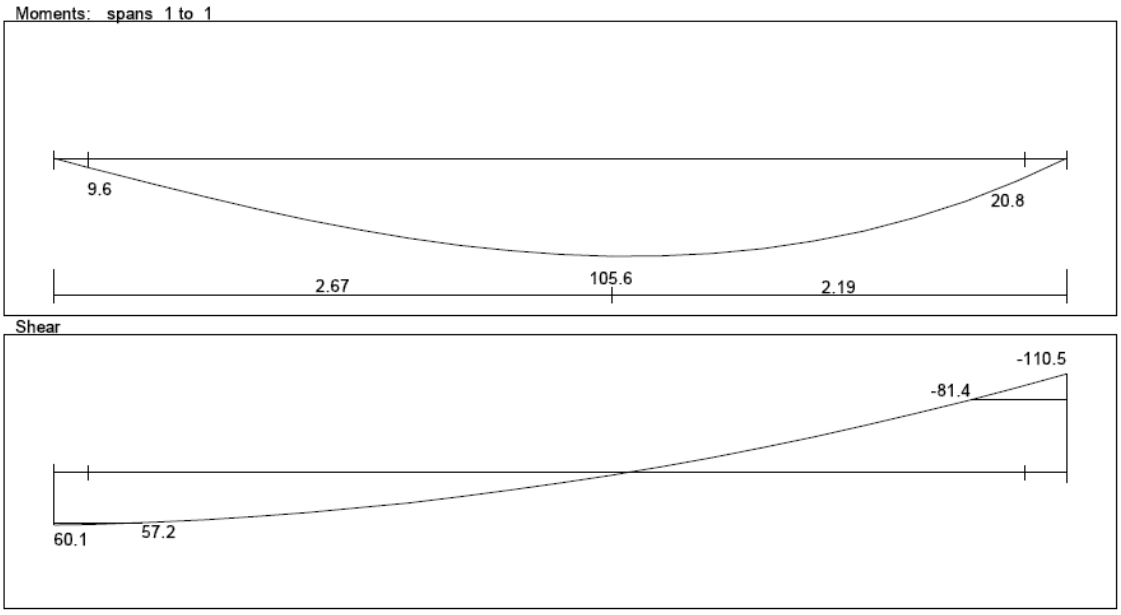


Figure (4-45) : Shear/Moment envelope for basement wall

4-18-2 Design of the Vertical reinforcement:

Assume h=30cm

Mu =105.6 kN.m

Mn =105.6 /0.9 =117.33 kN.m

$$d = 300 - 20 - 7 = 273mm$$

$$m = \frac{Fy}{0.85\,fc'} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.588 \qquad select \quad h = 300\,mm$$

$$K_n = \frac{Mn}{bd^2} \Rightarrow K_n = \frac{117.33}{1*0.273^2} = 1.5743Mpa$$

$$\rho = \frac{1}{m}(1 - \sqrt{1 - \frac{2mKn}{fy}})$$

$$\rho = \frac{1}{20.588}(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.588 \times 1.5743}{420}}) = 3.9053 \times 10^{-3}$$

$$As_{req} = 3.9053 \times 10^{-3} \times 1000 \times 273 = 1066.15\,mm^2/m$$

$$As_{\min} = 0.0012*1000*300 = 360mm^2/m$$

$$As_{\min} = 360mm^2/m < As_{req} = 1066.15mm^2/m$$

$$\#of\ bar\ in\ one\ meter = \frac{1066.15}{201} = 6$$

Select Φ16@15cm c/c *in Air Side*

Select $\phi 12@15cmc/c$ *in earth Side*

4-18-3 Design of the Horizontal reinforcement:

Select the greater of:

$$As_{horezantal} = 0.002*1000*300 = 600mm^2/m$$

$$\#of\ bar\ in\ on\ meter = \frac{600}{79} = 7.6$$

Select two layer Φ10@20cm c/c , In tow layer

4-18-4 Check for Shear :

$$Slope = \frac{66.2 - 4}{4.86} = 12.79$$

$$q_u = 66.2 - 12.79 * (0.2 + 0.273) = 60.15$$

$$Vu = 110.5 - \frac{(66.2 + 60.15)}{2} \times (0.2 + 0.273) = 81.40 KN.m$$

$$\phi \times Vc \geq Vu$$

$$\phi \times Vc = \frac{0.75}{6} \sqrt{fc'} \times b \times d = \frac{0.75}{6} \sqrt{24} \times 1000 \times 273$$

$$\phi.Vc = 167.2 >> Vu = 81.4 kN$$

$$\therefore \ No\ Shear\ \text{Re}\ iforcement\ \text{Re}\ quired$$

الفصل الخامس

النتائج والتوصيات

5

5-1 مقدمة.

5-2 النتائج .

5-3 التوصيات .

5-1 المقدمه :

في هذا المشروع تم الحصول على مخططات معمارية تفتقد الى الكثير من الامور, بعد دراسة جميع المتطلبات تم اعداد المخططات المعمارية والمخططات الإنشائية الشاملة لمستشفى حلحول المقترح بناءها في محافظة الخليل .

وتم اعداد المخططات الانشائية بشكل مفصل ودقيق وواضح لتسهيل عملية البناء, ويقدم هذا التقرير شرحا لجميع خطوات التصميم المعمارية والانشائية للمبنى.

5-2 النتائج:

1. يجب على كل طالب أو مصمم إنشائي أن يكون قادراً على التصميم بشكل يدوي حتى يستطيع امتلاك الخبرة والمعرفة في استخدام البرامج التصميمية المحوسبة.
2. من العوامل التي يجب أخذها بعين الاعتبار، العوامل الطبيعية المحيطة بالمبنى وطبيعة الموقع وتأثير القوى الطبيعية على الموقع.
3. من أهم خطوات التصميم الإنشائي، كيفية الربط بين العناصر الإنشائية المختلفة من خلال النظرة الشمولية للمبنى، ومن ثم تجزئة هذه العناصر لتصميمها بشكل منفرد ومعرفة كيفية التصميم، مع أخذ الظروف المحيطة بالمبنى بعين الاعتبار.
4. القيمة الخاصة بقوة تحمل التربة هي 4 كغم/سم^2 .
5. لقد تم استخدام نظام عقدات (One-Way Ribbed Slab) في جميع العقدات نظراً لطبيعة وشكل المنشأ. كما تم استخدام نظام عقدات (Two-Way Ribbed Slab) في اجزاء معينة من الطوابق، كما تم استخدام نظام العقدات المصمتة (Solid Slab) لبيوت الدرج والمصاعد، نظراً لكونها أكثر فاعلية من عقدات الأعصاب في تحمل ومقاومة الأحمال المركزة.
6. برامج الحاسوب المستخدمة :

هناك عدة برامج حاسوب سيتم استخدمها في هذا المشروع وهي:

a) AUTOCAD 2010/2007 : و ذلك لعمل الرسومات المفصلة للعناصر الإنشائية.
b) Safe & Etabs: وذلك لإجراء التحاليل الإنشائية لبعض العناصر الإنشائية.
c) ATIR: للتصميم والتحليل الإنشائي للعناصر الإنشائية.

d) (Office XP) : تم استخدامه في أجزاء مختلفة من المشروع مثل الكتابة النصوص والتنسيق وإخراج المشروع.

e) Sap2000 : لتحليل وتصميم القبة .

7. الأحمال الحية المستخدمة في هذا المشروع كانت من كود الأحمال الأردني.

8. من الصفات التي يجب أن يتصف بها المصمم، صفة الحس الهندسي التي يقوم من خلالها بتجاوز أية مشكلة ممكن أن تعترضه في المشروع وبشكل مقنع ومدروس.

5-3 التوصيات :

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

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

- تم بحمد الله -

الملاحق

قائمة المصادر والمراجع

1. كودات البناء الوطني الأردني، كود الأحمال والقوى، مجلس البناء الوطني الأردني، عمان، الأردن، 1990م.

2. تلخيص الأستاذ المشرف.

3. Building Code Requirements for Structural Concrete)ACI 318M-05 (and Commentary, USA, 2005.

4. Uniform Building Code (UBC).

APPENDIX (A)

ARCHITECTURAL DRAWINGS

This appendix is an attachment with this project

APPENDIX (B)

STRUCTURAL DRAWINGS

This appendix is an attachment with this project

APPENDIX (C)

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 $(0.4 + f_y/700)$.

Table (MINIMUM THICKNESS OF NONPRESTRESSED BEAMS OR ONE-WAY SLABS UNLESS DEFLECTIONS ARE CALCULATED