بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة بولتكنيك فلسطين

كلية الهندسة والتكنولوجيا

دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

تخصص هندسة مدنية فرع هندسة مباني

اسم المشروع

التصميم الانشائي لمول تجاري في مدينة الخليل

فريق العمل

اسراء فايز نصار

ايناس نضال ناصر الدين

بيان عزام الحرباوي

مرام محمد عابدين

اشراف :

د.نصر يونس عبوشي

2014

فلسطين – الخليل

جامعة بوليتكنك فلسطين
Palestine Polytechnic University
(PPU)
The Library المكتبة
الرقم المتسلسل ١٢٩٥٧
Acc. .....
رقم التصنيف
Class. .....

جامعة بوليتيكنك فلسطين
الخليل-فلسطين
كلية الهندسة و التكنولوجيا
دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

اسم المشروع :-
التصميم الإنشائي لمجمع تجاري في مدينة الخليل

أسماء الطلبة :-
اسراء فايز نصار ايناس نضال ناصر الدين بيان عزام الحرباوي مرام محمد عابدين

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

توقيع المشرف
.....

توقيع رئيس الدائرة
.....

الشكر والتقدير

يتقدم فريق العمل بالشكر الجزيل والعميق لله أولا ثم لكل من
ساهم في رعاية هذا المشروع وأنبت ينعه وزاد حصاده إلى الشكل الذي هو عليه, إلى :

- جامعة بوليتكنك فلسطين الموقرة, وكلية الهندسة والتكنولوجيا, ودائرة الهندسة المدنية والمعمارية بكافة طاقمها العامل على تخريج الأجيال وبناة الغد.

- جميع الأساتذة بالجامعة ونخص بالذكر الدكتور نصر يونس عبوشي , الذي بذل الجهد النفيس للخروج بهذا العمل بالشكل اللائق.

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

- لكل من قدم العون وكانت سواعده سواعدنا ولم يبخل بالمساعدة بأي شيء.

الأهداء

الى رسول البشرية معلم الخير محمد بن عبد الله صلى الله عليه وسلم وعلى اله وصحبه أجمعين .

الى من قدم لنا وضحى من أجلنا وسهر على راحتنا وبذل كل جهد لنصل الى مؤهلات التخرج وميدان العمل .....آبائنا الكرام .

الى مشاعل العطاء وفيض الحنان الذي لا ينضب معينه .....الى من تطلب الجنة تحت اقدامهن ..... امهاتنا الغاليات .

الى من شاركنا افراحنا وأتراحنا ةتقاسم معنا حلو الحياة ومره .....اخواننا وأخواتنا.

الى من آثروا شهادة الله على شهادة الدراسة فأرتحلوا سراعا للعلا .....اخواننا الشهداء عامة وشهداء جامعتنا خاصة.

الى من رفضوا الخضوع .....الى الأقمار خلف القضبان ....أسرنا الأبطال.

الى من طلبوا العزة وحملوا السلاح الى المرابطين على ثغور الوطن .....مجاهدونا.

الى من اجتمعنا معهم على محبة الله ....نستظل بحبهم وننهل من نبع عطائهم .....أحبائنا.

فريق العمل

ملخص المشروع

عمل التصاميم و التفاصيل الإنشائية الكاملة لمول تجاري

فريق العمل:

اسراء فايز نصار ايناس نضال ناصرالدين بيان عزام الحرباوي

مرام محمد عابدين

جامعة بوليتكنك فلسطين-2013م

بإشراف: د.نصر يونس عبوشي

تتلخص فكرة هذا المشروع في عمل التصميم الإنشائي و كافة التفاصيل الإنشائية اللازمة لمول تجاري متعدد الطوابق في مدينة الخليل حيث يتألف من15 طابق بما فيهم طابقين التسوية .

و هذا المشروع مكون من خمسة عشر طابق حيث يحتوي على الكثير من الفعاليات والخدمات التي يحتاجها أي شخص مع كل وسائل الراحة ، و قد صمم هذا المبنى على احدث الطرز المعمارية، بالإضافة إلى احتوائها على وسائل الراحة و الأمان ، ووضعت المصاعد الكهربائية لخدمة كافة مرتادي هذ المول .

وهذا المبنى هو خرساني مسلح تم تصميمه وفقا لكود الخرسانة الأمريكي ، بالإضافة الى وجود عناصر إنشائية معدنية "جمالونات " ويحتوي المشروع على التفاصيل الكاملة لتحليل الأوزان الرأسية و الأفقية ثم توزيعها على العناصر الإنشائية الأفقية والراسية، ثم التحاليل الإنشائية الخاصة بكل عنصر،ثم التصميم الكامل حسب الكود المتبع ، و قد تمت مراجعة جميع الخرائط المعمارية لتتوافق مع التصاميم الإنشائية كما تم تجهيز جميع المخططات الإنشائية .

Abstract

Structural Design and Details of a Mall

Project Team

Bayan A.Al-herbawi *Isra F.Nassar* *Inas N.Naser Al-deen*
Maram M.Abdeen

Palestine Polytechnic University-2013

Supervisor :
Dr. Nasr Younis Abboushi.

The idea of the project is to make the structural design and all structural details for this Mall in hebron city which will include all the nesseary structural analysis and design details. .
This project consist of Fifteen floors including two basement floors , these floors contain all the spaces needed for Any person with a modern architectural & civil design which is safe , economic and modern , there is an elevators to serve all these mall-goers.
This project is a reinforced concrete building will be designed according to the American Concrete Code in addition to steel structure members "trusses" and shells, and with all details for the vertical , horizontal , dead , live , wind , and earthquake loads . And the workshop drawing for all the structural members in this project .

Table of Contents

فهرس المحتويات

	رقم الصفحة
صفحة العنوان الرئيسية	i
شهادة تقييم مقدمة مشروع التخرج	ii
الإهداء	iii
الشكر و التقدير	iv
ملخص المشروع باللغة العربية	v
ملخص المشروع باللغة الإنجليزية	vi
فهرس المحتويات	vii
فهرس الجداول	x
فهرس الأشكال	x
الرموز والاختصارات	xi
الفصل الأول : المقدمة	1
1.1 المقدمة	2
2.1 نظرة عامة	2
3.1 اسباب اختيار المشروع	3
4.1 اهداف المشروع	3
5.1 مشكلة المشروع	3
6.1 نطاق المشروع	4
7.1 المسلمات	4
8.1 الدراسات السابقة	4
9.1 فصول المشروع	4
10.1 اجراءات المشروع	5
11.1الجدول الزمني للمشروع	6
الفصل الثاني : الوصف المعماري	7
1.2 مقدمة	8
2.2 لمحة عن المشروع	8
3.2 موقع المشروع	9
4.2 النواحي المعمارية	11
1. المقدمة	12
2. وصف الطوابق	14
1.طابق التسوية الثاني	15
2. طابق التسوية الأول	16
3.الطابق الأرضي	17
4.الطابق الأول	18
5.الطابق الثاني	19
6 . الطابق الثالث	20
7. الطابق الرابع	21
8. الطابق الخامس	22
9. الطابق السادس	23
10.الطابق السابع	24
11. الطابق الثامن	25

26
27 12. الطابق التاسع
28 13. الطابق العاشر
29 14. الطابق الحادي عشر
30 15 . الطابق الثاني عشر
30 5.2 وصف الواجهات
31 1.الواجهة الشمالية
32 2. الواجهة الجنوبية
33 3. الواجهة الشرقية
24 4.الواجهة الغربية
6.2 وصف الحركة والمداخل

36
37 **الفصل الثالث : الوصف الإنشائي**
37 1.3 مقدمة
37 2.3 هدف التصميم الإنشائي
38 3.3 مراحل التصميم الإنشائي
38 4.3 الأحمال
38 1.4.3 الأحمال الميتة
40 2.4.3 الأحمال الحية
40 3.4.3 الأحمال البيئية
40 1. الرياح
41 2. الثلوج
41 3. الزلازل

42 5.3 الاختبارات العملية

43 6.3 العناصر الإنشائية
43 1.6.3 العقدات
44 1.1.4.3 عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد
44 2.1.4.3 عقدات العصب ذات الاتجاهين
45 3.1.4.3 العقدات المصمتة والمسطحة
45 4.1.4.3العقدات المصمتة ذات الاتجاهين
flat plates 5.1.4.3

46
47 2.6.3 الجسور
48 3.6.3 الاعمدة
49 4.6.3 جدران القص
50 5.6.3 الاساسات
51 6.6.3 الادراج
7.6.3 الجدران الاستنادية

52
53 7.3 فواصل التمدد
53 8.3 الجملونات
9.3 برامج الحاسوب التي تم استخدامها

54 **Chapter 4 : Structural Design & Analysis**

56 4.1 Introduction
57 4.2 Design method and requirements.
58 4. 3 Comparison Between a Thickness of one way and Two Rib slab
66 4.4 Design of topping

68 4.5 Load calculations for one way Rib slab (R21).

70 4.6 Design of one way Rib slab.
72 4.6.1 Design of positive moment
74 4.6.2 Design of negative moment
75 4.6.3 Design of shear
77 4.7 Design of two way Rib slab.
4.7.1Design of two way Rib slab(s=35)
77 4.7.1.1 Load calculation
78 4.7.1.2 Design of positive and negative moments.
84 4.7.1.3 Design of Two way for shear
84 4.7.2 Design of two way Rib slab(s=3)
89 4.7.3 Design of two way Rib slab(s=5)
95 4.7.4 Design of two way Rib slab(s=7)
101 4.7.5 Design of two way Rib slab(s=33)
106 4.7.6 Design of two way Rib slab(s=43)
112 4.7.7 Design of two way Rib slab(s=44)
117 4.7.8 Design of two way Rib slab(s=45)
123 4.7.9 Design of two way Rib slab(s=55)
129 4.7.10Design of two way Rib slab(s=57)
136 4.7.10Design of two way Rib slab(s=59)

142 4.8 Design of one way solid slab
143 4.8.1 Determination of thickness of one way solid slab
144 4.8.2 Load calculation.
145 4.8.3 Design of one way solid slab .

152 4.9 Design of Flat Plate
152 4.9.1 Determination of thickness for Flat Plate
153 4.9.2 Load calculation..
153 4.9.3 Design of Flat Plate.

157 4.10 Design of Beam (B,54,G)
157 4.10.1 Load calculations
160 4.10.2 Design of positive and negative moments.
166 4.10.3 Design Beam for Shear .

168 4.11 Design of Short Coulmn
169 4.11.1 Design of Longitudinal Reinforcement.

172 4.12 Design of Short Coulmn
172 4.12.1 Design of Longitudinal Reinforcement.

176 4.13 Design of Isolated footing
176 4.13.1 Load Calculation.
177 4.13.2 Design of Isolated Footing.

187 4.14 Design of Basement Wall
190 4.14.1 Design of Shear.
190 4.14.2 Design of Flexure.

193 4.15 Design of Shear Wall
194 4.15.1 Design of Shear.
194 4.15.2 Design for Horizontal reinforcement.
196 4.15.3 Design for Vertical reinforcement.
196 4.15.4 Design of Bending moment.

199 4.16 Design of Stairs
199 4.16.1 Design of stair pos1.
208 4.16.2 Design of stair pos2.

فهرس الجداول

6 جدول (1-1) الجدول الزمني للمشروع خلال السنة الدراسية 2014/2013
38 جدول (3-1) الكثافة النوعية للمواد المستخدمة
39 جدول (3-2) الأحمال الحية حسب الكود الأردني
40 جدول (3-3) قيمة أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر.

فهرس الأشكال

شكل (2-1) تحليل الموقع العام 10
شكل (2-2) الشوارع المحيطة بالموقع 11
شكل (2-3) التحليل العام لقطعة الارض 13
شكل (2-4) مخطط طابق التسوية الثاني 15
شكل (2-5) مخطط طابق التسوية الأول 16
شكل (2-6) مخطط الطابق الأرضي 17
شكل (2-7) مخطط الطابق الأول 18
شكل (2-8) مخطط الطابق الثاني 19
شكل (2-9) مخطط الطابق الثالث 20
شكل (2-10) مخطط الطابق الرابع 21
شكل (2-11) مخطط الطابق الخامس 22
شكل (2-12) مخطط الطابق السادس 23
شكل (2-13) مخطط الطابق السابع 24
شكل (2-14) مخطط الطابق الثامن 25
شكل (2-15) مخطط الطابق التاسع 26
شكل (2-16) مخطط الطابق العاشر 27
شكل (2-17) مخطط الطابق الحادي عشر 28
شكل (2-18) مخطط الطابق الثاني عشر 29

شكل (2-19) الواجهة الشمالية 30
شكل (2- 20) الواجهة الجنوبية 31
شكل (2- 21) الواجهة الشرقية 32
شكل (2-10) الواجهة الغربية 33

شكل (3- 1) العناصر الإنشائية المكونة للمبنى 42
شكل (3-2) عقدة العصب ذات الاتجاه الواحد 43
شكل (3-3) عقدة العصب ذات الاتجاهين 44
شكل (3-4) العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد 44
شكل (3-5) العقدات المصمتة ذات الاتجاهين 45
شكل (3-6) العقدات المسطحة 45
شكل (3-7) أنواع الجسور المستخدمة في المشروع 46
شكل (3-8) أشكال الأعمدة 47
شكل (3-9) جدار قص 48
الشكال (3-10) الأساسات 49
الشكل (3-10.أ) : شكل الأساس المنفرد 49
الشكل رقم (3-10.ب) مسقط أفقي للأساسات 50
الشكل رقم (3-10.جـ)مقطع طولي في الأساس 50

شكل (3-11) مقطع توضيحي في الدرج 50
شكل (3-12) جدار استنادي 51
شكل (3-13) فواصل التمدد في المبنى 52
شكل (3-14) الجمالونات (Trusses) 52

Fig 4.1: Ground Floor Slab 58

Fig 4.2: One Way Ribbed Slab (R37) and Two Way Ribbed Slab (S35) 58

Fig 4.3: One Way Ribbed slab (R 37) 59
Fig 4.4: Statically system for (R 37) 59

Fig 4.5: Section in ribbed slab 59

Fig 4.6: Two way Rib slab (S 35 60
Fig 4.7: Detailing of S12 61

Fig 4.8:Statically system for(S12 61
Fig 4.9: Statically system for beam. **62**
Fig 4.10: topping load. 66
Fig 4.11: Typical Section In Ribbed Slab 66

Fig 4.12: one way Rib slab. 68
Fig 4.13: Section in one way Rib slab 69

Fig 4.14: Two way Rib slab plan 77
Fig. (4-15): one way solid slab 142
Fig. (4-16): section in one way solid slab 143

Fig.(4-17): Spans Length of One way solid slab (S6) . **146**

(4-18): Solid (S6) envelope **147**

Fig. (4-19) flat slab in Basement 2 floor 153

Fig. (4-20) Flat Plate Shape in Safe Program. 154

Fig. (4-21) Deformed Shape Basement floor. 155

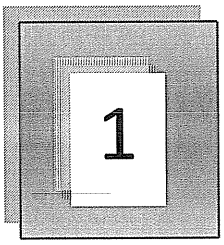
Fig. (4-22) bottom reinforcement in X-dir. Basement floor. 156
Fig. (4-23) Bottom reinforcement in Y-dir. Basement floor 156
Fig. (4-24) Top reinforcement in X-dir. Basement floor. 157
Fig. (4-25) Top reinforcement in Y-dir. Basement floor. 157
Figure (4-26) : Geometry Of Column (C33) **159**
Figure (4-27) : Details Of Column (C33) 172
Figure (4-28) : Geometry Of Column (C106) **173**

Figure (4-29) : Details Of Column (C106) 176
Figure (4-30) : Details Of isolated footing (C106) 177
Figure (4-31) : Tributary Area of one way shear 180
Figure (4-32) : Tributary Area of two way shear 182
Figure (4-33) : Isolated Footing details 187
Figure (4-34) : Basement Wall 188
Figure (4-35) : Geometry Of Basement Wall (BW1) 189
Figure (4-36) : Loading and Envelope of Basement Wall (BW1) 190
Figure (4-37): Reinforcement Of Basement Wall (BW1) 193
Figure (4-38): Diagram From ETABS 194
Figure (4-39): Shear and Moment Diagrams of Shearwall 195
Figure (4-40): Stair (ST1A) 199
Figure (4-41): Structural System of Flight 201
Figure (4-42): Section ofm Landing 207

List of Abbreviations

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

- **Vs** = nominal shear strength provided by shear reinforcement.
- **Vu** = factored shear force at section.
- **Wc** = weight of concrete. (Kg/m^3).
- **W** = width of beam or rib.
- **Wu** = factored load per unit area.
- **Φ** = strength reduction factor.
- ε_c = compression strain of concrete = 0.003mm/mm.
- ε_s = strain of tension steel.
- $\acute{\varepsilon}_s$ = strain of compression steel.
- ρ = ratio of steel area .



الفصل الأول
المقدمة

1.1 المقدمة .

2.1 نظرة عامة .

3.1 أسباب اختيار المشروع .

4.1 أهداف المشروع .

5.1 مشكلة المشروع.

6.1 نطاق المشروع .

7.1 المسلمات .

8.1 الدراسات السابقة .

9.1 فصول المشروع .

10.1 إجراءات المشروع .

11.1 الجدول الزمني للمشروع

1.1 المقدمة :

إننا نعيش اليوم في عصر التقدم والتكنولوجيا, عصر لا يقبل الارتجال أو العفوية , عصر شهد نمو بشري وزيادة متواصلة في عدد السكان وما يترتب على ذلك من نمو اقتصادي يمكن وصفه بالهائل في جميع مناطق العالم ، وقد ظهرت معالم هذا النمو في وطننا وعلى الصعيد الخاص في محافظة الخليل ، وما سببه هذا النمو من ازدياد مستمر في رؤوس الاموال ورغبتهم في الاستثمار في المجالات المربحة وعلى رأسها المجمعات التجارية ، وتأتي هذه الرغبة بالتوافق مع الحاجة لتغطية المتطلبات المختلفة المترتبة على هذا الازدياد السكاني وتوفير نوع من الرفاهية والراحة والأمان .

ويعزى سبب اختيارنا لهذا المشروع ما وصلت اليه المجمعات التجارية بكونها اصبحت من أهم المعالم الرائدة والحيوية في بلادنا خلال السنوات الأخيرة تماشيا مع النمو البشري ونقص الاراضي وارتفاع أسعارها بشكل ملحوظ في بعض المناطق التي تضج بالحيوية ، وعلى هذا الأساس تم اختيار المشروع وسوف يتم عمل كافة التصميمات الخاصة به من الناحية الانشائية .

2.1 نظرة عامة :

لقد أصبح الشكل المعماري للمبنى واحدا من أهم العناصر الجذابة للمبنى وتعتبر أيضا من عناصر الدعاية , مما تكسب هذا المبنى الشهرة , ويعتبر انتشار هذه المجمعات التجارية في بلادنا أحد الأسباب الرئيسية التي أدت إلى ظهور طراز معماري جديد تضفي على المدينة طابع الحداثة لما تشهده من توسع عمراني . وتماشيا مع هذا التطور الإنشائي وقع الاختيار على تصميم مبنى مركز تجاري مكون من خمسة عشر طابقا في مدينة خليل الرحمن على قطعة أرض تقع في منطقة نمرة , وتبلغ مساحتها الإجمالية ما يقارب $16000\ m^2$. وهذا المشروع يلبي كافة متطلبات التصميم المعماري الخاصة بتصميم المباني التجارية بما يتلاءم مع وظيفة هذه المباني وما تقدمه من خدمات من حيث موقع المشروع وما يلزم ذلك من مساحات واسعة لمختلف الأنشطة , وقد تم تصميم هذا المشروع معماريا من قبل طلاب الهندسة المعمارية في جامعة بوليتكنك فلسطين تحت إشراف الدكتور بشار عطاونة .

يتلخص العمل في هذا المشروع في اختيار النظام الإنشائي لهذا المبنى بما يحقق عاملي الأمان والاقتصاد المنشودين في أي مشروع إنشائي بحيث لا يتعارض مع التصميم الإنشائي للمبنى .

وقد تم تصميم جسر وعقدتين , و في سبيل إتمام هذا المشروع على أكمل وجه من الناحية الإنشائية فإن ذلك يقتضي أن يتم لاحقا تصميم جميع العناصر الانشائية ابتداء من العقدات وانتهاء بالقواعد و الأساسات ومن

ثم تجهيز كافة المخططات والتصاميم الإنشائية التنفيذية ,وذلك من أجل الخروج بمشروع متكامل وقابل للتنفيذ.

3.1 أسباب اختيار المشروع :

إن اختيارنا لهذا المشروع يرجع لعدة أسباب هي:

- اكتشاف الخبرة اللازمة للقيام بتصميم مبنى مكون من عدة طبقات ومتعدد العناصر الإنشائية وكذلك معرفة كافة التفاصيل الإنشائية اللازمة لتصميم المبنى .
- زيادة الطلب على مثل هذه المشاريع في الآونة الأخيرة نظرا لما أوردناه سابقا من أسباب .
- الحاجة الماسة لوجود مجمعات تجارية في مدينة الخليل تخدم الموظفين والتجار .

4.1 أهداف المشروع :

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

- دراسة التصاميم المعمارية المقدمة للمشروع دراسة وافية لاختيار النظام الانشائي الأفضل لها .
- عمل دراسة انشائية بناء على التصاميم المعمارية وتوزيع العناصر الانشائية بحيث لا تتعارض مع التوزيع المعماري الداخلي ولا تخل بالمنظر الخارجي .
- عمل تصميم انشائي متكامل لمجمع تجاري ، وما يتبع ذلك من تجهيزات للمخططات الانشائية والتنفيذية بحيث يكون المشروع جاهزا للتنفيذ .
- المحافظة على الجانب المعماري في المشروع وعمل كافة القدرات الانشائية لإبقاء العناصر الجمالية في المشروع .
- الربط ما بين المعلومات النظرية التي قمنا بدراستها بشكل منفرد في مساقات الهندسة المدنية المختلفة بالجانب التطبيقي .
- إتقان استخدام برامج التصميم الإنشائي ومقارنتها مع الحل اليدوي.
- التعرف على محتويات الكود الأمريكي (ACI-318-2008) المستخدم وتطبيق ما يتضمنه هذا الكود في دراسة المشروع.

5.1 مشكلة المشروع :

تتمثل مشكلة هذا المشروع في التحليل و التصميم الإنشائي لجميع العناصر الإنشائية المكونة لمجمع تجاري , وسوف تتم دراسة المشروع دراسة إنشائية شاملة , ويتطلب ذلك معرفة تامة بالعناصر الإنشائية الحاملة , وذلك من أجل إيجاد حلول إنشائية توفر عاملي الأمان والاقتصاد, حيث أن العامل الاقتصادي مهم جدا في هذه الحالة نظرا لضخامة هذا المشروع بشرط أن لا يؤثر هذا العامل على عامل الأمان , كذلك يتم عمل كافة التصاميم لجميع العناصر الانشائية من أساسات وأعمدة وأعصاب وجسور , ومن ثم سيتم عمل المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية التي تم تصميمها , لإخراج هذا المشروع من حيز الاقتراح إلى حيز التنفيذ .

6.1 نطاق المشروع :

سوف تقتصر الدراسة في هذا المشروع على إعداد المخططات الإنشائية الهندسية المطلوبة لمختلف العناصر الإنشائية في المباني الموجودة على تنوعها،وكذلك إجراء التعديلات المعمارية اللازمة على التصميم المعماري إن وجدت على التصميم المعماري في حال تعذرت الحلول الإنشائية الممكنة بما يضمن مشروع متكامل من الناحيتين المعمارية والإنشائية , حيث سيتم العمل خلال الفصلين الأول والثاني من السنة الدراسية 2013_2014من خلال مقدمة مشروع التخرج في الفصل الأول و مشروع التخرج في الفصل الثاني .

7.1 المسلمات :

1. اعتماد الكود الأمريكي في التصاميم الإنشائية المختلفة (ACI-318-11) .
2. استخدام برامج التحليل والتصميم الإنشائي مثل (Atir ,Safe , AutoCAD , Etabs STAAD (pro. 2008
3. برامج أخرى مثل Microsoft office Word & Power Point.

8.1 الدراسات السابقة :

- تتمثل الدراسات السابقة لهذا المشروع بعمل التصاميم المعمارية فقط وذلك من قبل قسم العمارة في جامعة بوليتكنك فلسطين , ولم تتم دراسته إنشائيا .
- الاطلاع على المشاريع السابقة المتشابهة التي تم تصميمها من قبل طلبة الدائرة للإلمام بأكبر قدر ممكن من الأنظمة الإنشائية الممكن استخدامها وتفادي بعض الأخطاء التي من الممكن الوقوع بها.

9.1 فصول المشروع :

يحتوي هذا المشروع على خمسة فصول وهي:

1- الفصل الأول : يشمل المقدمة العامة عن المشروع ومشكلة البحث و أهدافه .
2- الفصل الثاني : يشمل الوصف المعماري للمشروع .
3- الفصل الثالث : يشمل الدراسة الإنشائية للمشروع بما يحتويه من عناصر إنشائية وأحمال، و الوصف الوظيفي لهذه العناصر.
4- الفصل الرابع : التحليل والتصميم الإنشائي للعناصر الإنشائية.
5- الفصل الخامس: النتائج والتوصيات.

10.1 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 على الأحمال المؤثرة عليها.

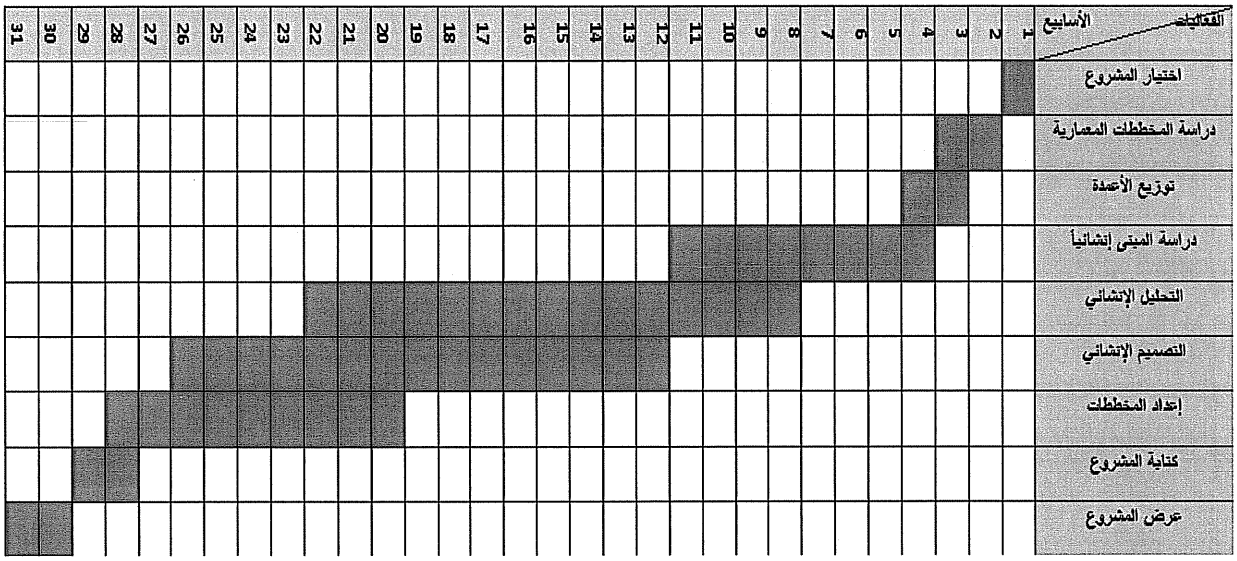
4) تصميم العناصر الإنشائية بناء على نتائج التحليل.

5) التصميم عن طريق برامج التصميم المختلفة.

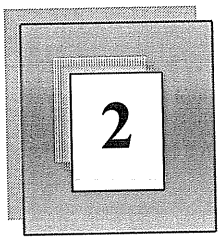
6) إنجاز المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية التي تم تصميمها ليخرج المشروع بشكله النهائي المتكامل والقابل للتنفيذ .

11.1 الجدول الزمني للمشروع :

والجدول التالي يوضح تسلسل أعمال المشروع والزمن اللازم لكل نشاط.



جدول (1-1) الجدول الزمني للمشروع خلال السنة الدراسية (2014/2013)



الفصل الثاني

2-1 مقدمة .

2-2 لمحة عامة عن المشروع .

2-3 موقع المشروع .

2-4 النواحي المعمارية.

2-5 الواجهات .

2-6 وصف الحركة و المداخل .

2-7 المداخل.

2-1 مقدمة :

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

وبهذا أصبحت العمارة فن وموهبة وأفكار، تستمد وقودها مما وهبه الله للمعماري من مواهب الجمال. وإذا كان لكل فن أو علم ضوابط وحدود يقف عندها فإن العمارة لا تخضع لأي حد أو قيد، فهي تتأرجح مابين الخيال والواقع؛ والنتيجة قد تكون أبنية متناهية البساطة والصراحة تثير فينا بعض الفضول رغم أنها قد تخبئ لنا العديد من المفاجآت عندما ندخلها ونتفاعل مع تفاصيلها.
وقد يبدو المبنى بسيطاً من الخارج، وكأنه مفكك إلى عدة قطع ضخمة دون الشعور بالاتصال بين هذه القطع؛ مع أنها في حقيقة الأمر متصلة ومترابطة عبر عدة فراغات وجسور. وقد يعتمد المبنى في تركيبته الهندسية اعتماداً كلياً على شكل هندسي منتظم كوحدة متكررة في كل أجزاء المبنى، وإن كانت أحياناً تحّرف وتقطع لتخرج بتركيبة بصرية لا توحي بارتباطها بالشكل المنتظم.

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

وبعد الانتهاء من مرحلة التصميم المعماري وإخراجها بصورتها النهائية تبدأ عملية التصميم الإنشائي التي تتمثل في اختيار النظام الانشائي للمبنى بحيث يضمن هذا النظام متانة وتشغيلية المبنى واستقراره بشكل عام .

2-2 لمحة عامة عن المشروع :

تعاني مدينة الخليل من الكثافة السكانية العالية فيها وقلة الأراضي الممكن استغلالها للبناء, لذلك تم التوجه في التصميم المعماري نحو الاتجاه العمودي في البناء , بالإضافة إلى الامتداد العمراني فيها إلى الشمال وما يتبع ذلك من حاجة المجتمع الى تصميم متكامل يلبي اكبر قدر ممكن من احتياجات السكان المتنوعة من ناحية تجارية وسكنية ورياضية وترفيهية في فراغ واحد يوفر في مساحة الاراضي المستغلة وهو مشروع مول متعدد الاستخدامات ويقدم خدماته لسكان مدينة الخليل في وقت وجهد أقل مع امكانية تواجد العائلة بشكل كامل فيه مع اختلاف اهتماماتهم وقضاء وقت ممتع فيه مع توفير الخدمات الوظيفية لهم.

2-3 موقع المشروع :

1.3.2 المقدمة:

تظهر براعة المهندس المعماري عند تصميمه لأي منشأ عندما يراعي ملائمة المبنى لاستعمالاته . كم وتتجسد هذه البراعة في التعامل مع ظروف أرض المشروع مهما كانت ، سواء من ناحية موقعها أو شكلها.

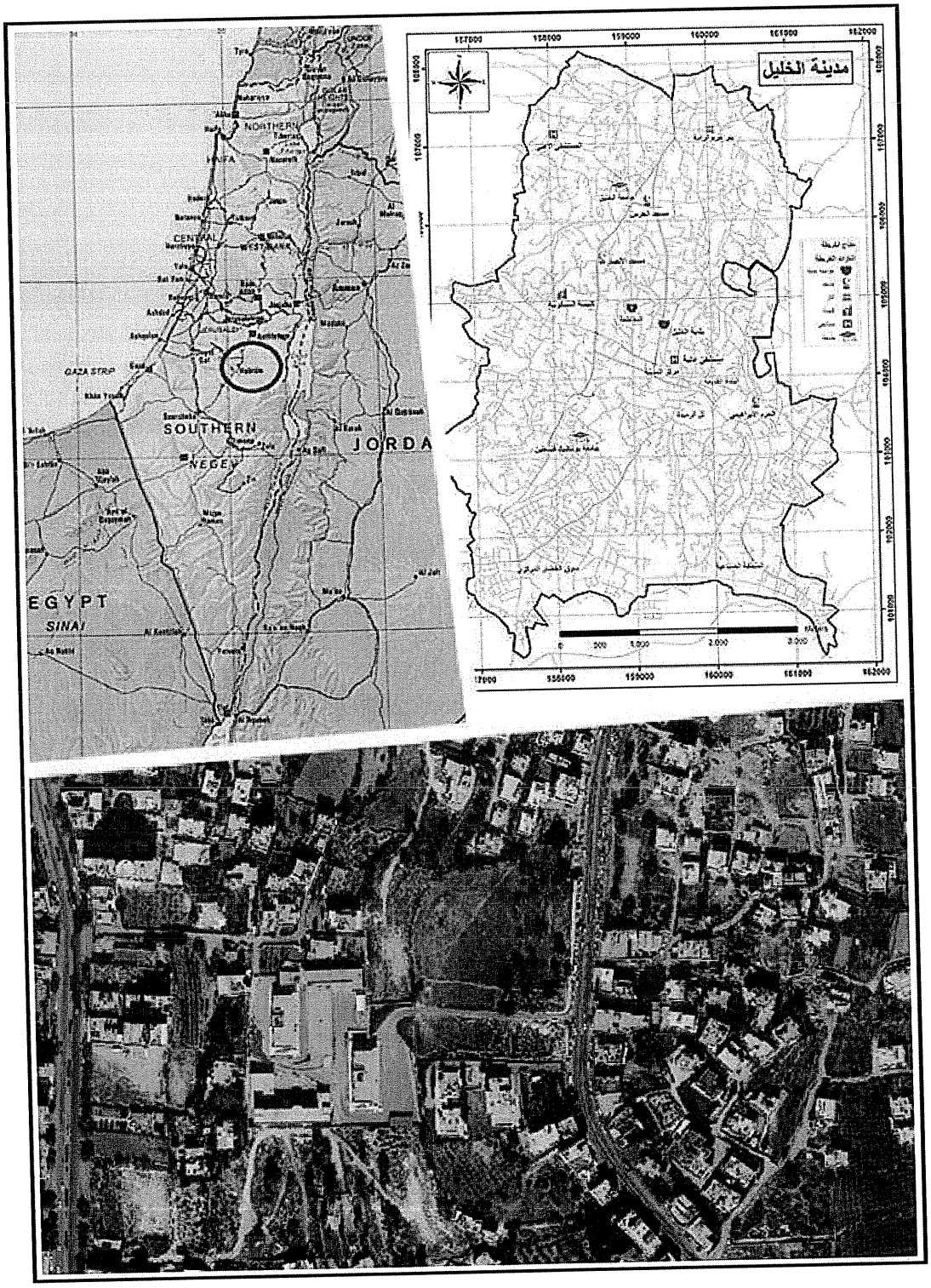
أما علاقة الموقع العام بالتصميم تتجسد في كون التصميم يجب أن يتم على أسس مراعية كون المشروع تجاريا ، وهذا يتطلب وقوعه على شارع رئيسي واستغلال أرض المشروع بشكل كامل ، حيث أنه ليس من الضروري وجود ساحات خارجية وفراغات جمالية مع مراعاة القوانين والتشريعات المطبقة في المنطقة بالاضافة الى الاهتمام بالعناصر الجمالية في المشروع بما يحقق الجذب والدعاية للمشروع .

2.3.2 وصف الموقع:

1.2.3.2 وصف عام للموقع:

يقع موقع قطعة الأرض المقترحة للمشروع في منطقة نمرة , مدينة الخليل ,جنوب الضفة الغربية خطي طول (35.5، 34.55) شرقي غرينتش وخطي عرض (31.26،31.31) خط الاستواء على وجه التقريب .ويبلغ ارتفاعها عن سطح البحر(970م).وتعتبر مدينة الخليل من اكبر المدن الفلسطينية من حيث عدد السكان والمساحة بعد غزه، حيث يبلغ عدد سكانها قرابة 250 ألف نسمة، وتبلغ مساحتها 42 كم^2.

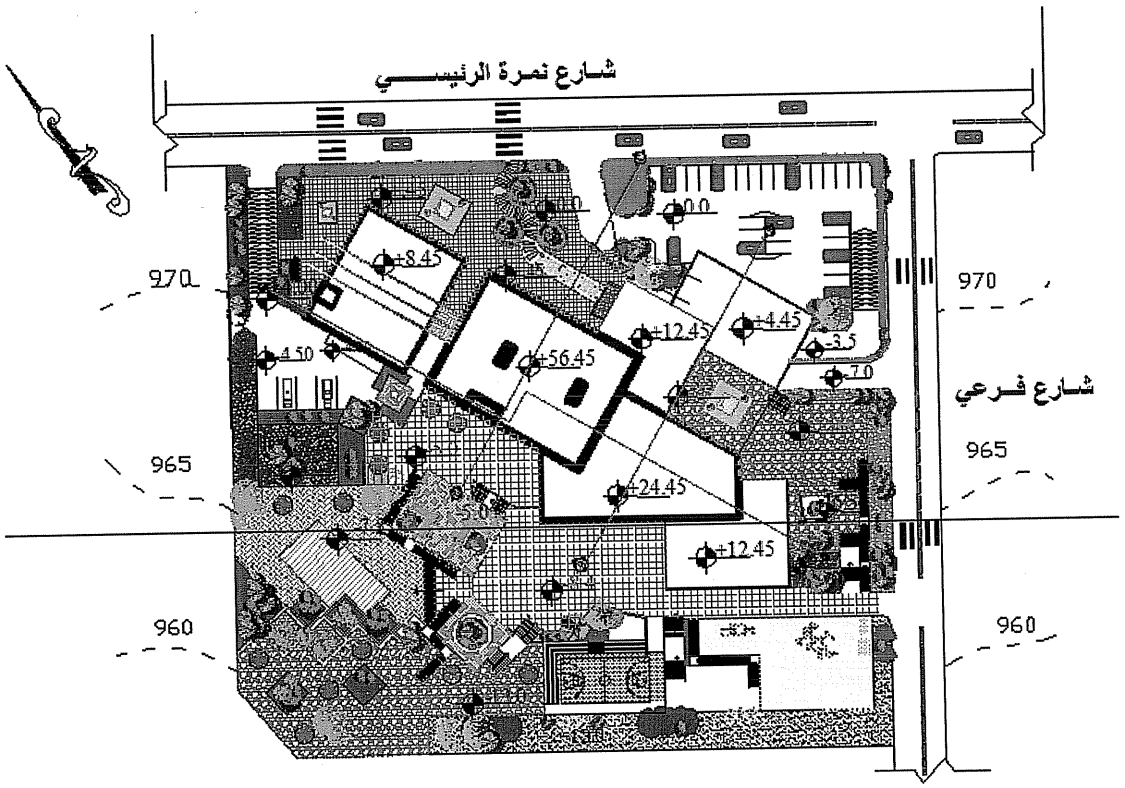
وتبلغ مساحة قطعة الأرض المقترحة 16 دونم والشكل التالي يبين موقع قطعة الأرض تدرجا من دولة فلسطين - جنوب الضفة الغربية -الخليل - الموقع المقترح .



شكل(2-1) تحليل الموقع العام.

2.2.3.2 الشوارع المحيطة بالموقع :

تقع الأرض على شارع نمرة الرئيسي الذي يرتبط بشارع عين سارة الشرياني من جهة, وبشارع رأس الجورة الرئيسي من جهة أخرى, ويتميز شارع نمرة بحركة سير متفاوتة نسبياً مابين كبيرة ومتوسطة, ويوجد شارع ترابي جانبي للأرض خاص للمشاة,والشكل التالي يوضح الشوارع المحيطة بالموقع .



شكل(2-2) الشوارع المحيطة بالموقع .

3.3.2أهمية الموقع :

1.3.3.2الشروط العامة لاختيار الموقع :

إن عمليه اختيار ارض لإقامة مول قيمت بشكل أساسي بناء على الامتداد العمراني نحو شمال مدينة الخليل وعلى متطلبات المشروع التي تستدعي وجوده في ارض يمكن الوصول إليها بشكل سهل وسريع ,حيث يفضل ان يكون على شارع رئيسي داخل المدينة ,لذلك تم الاعتماد على أسس ومعايير تساعد في وضع قرار سليم يوجه المشروع إلى ذلك المسلك الذي يضفي على خدمات المشروع وأجزائه صبغه التكامل والتوافق مع النسيج الحضري العام . وفيما يلي عدة نقاط مهمة في عملية اختيار ارض المشروع:

1- يعتبر هذا المبنى من المباني ذات الملكية العامة أو الاستخدام العام، وعليه فإن وجود هذا الموقع بجوار عدد من المباني الحيوية ذات الاستخدام العام يزيد من أهمية موقع المبنى.

2- توفر مساحة كافية من الأرض مبيناً عليها حدود الأرض وحدود الجوار. وتكفي لموقع البناء، ومواقف السيارات والمداخل والمخارج، وتراعي عروض الشوارع والارتدادات والمناسيب المختلفة للأرضيات المحيطة بالمبنى.

3- توفر الخدمات والمرافق العامة من مياه، كهرباء، شوارع، مواصلات.... الخ.

4- الموقع المقترح ذو طبيعة جبلية، تمتاز أرضه بكونها زراعية. والموقع على هضبة حيث يمر فيه خطوط كنتور من 960 إلى 970 حسب خرائط بلدية الخليل.

2.3.3.2التحليل المناخي للمنطقة:

تقع فلسطين على خط عرض 34درجه وتتميز باعتدال المناخ فيها، فيحدها من الشرق الصحراء الأردنية و الأغوار ومن الجنوب صحراء سيناء و على السواحل الغربية البحر الأبيض المتوسط فكان لكل هذه العوامل التأثير على المناخ فيها. يوصف المناخ في الخليل بشكل عام على أنه حار وشبه جاف صيفاً, ومعتدل شتاءاً, أي ما يسمى بمناخ البحر الأبيض المتوسط, ويبلغ معدل درجة الحرارة السنوية فيها حوالي (18)س^{o}, ويتذبذب معدل الهطول المطري فيها من سنة إلى أخرى, إلا أن معدل الهطول الأمطار فيها بحدود (316) ملم سنويا.

وتقسم عناصر المناخ إلى :

1-الرياح

تهب على مدينة الخليل نوعين من الرياح وتؤثر على الموقع المقترح وهي الرياح الجنوبية الشرقية التي تهب شتاءا, والرياح الشمالية الغربية التي تهب صيفا شتاءا, وعادة ما يختلف معدل هبوب الرياح وسرعتها من منطقة إلى أخرى ومن فصل إلى آخر, ولابد من معرفة اتجاهات الرياح وتأثيرها على الموقع لتوجيه المبنى بالاتجاه الصحيح دون التأثير سلباً عليه .

2-الشمس

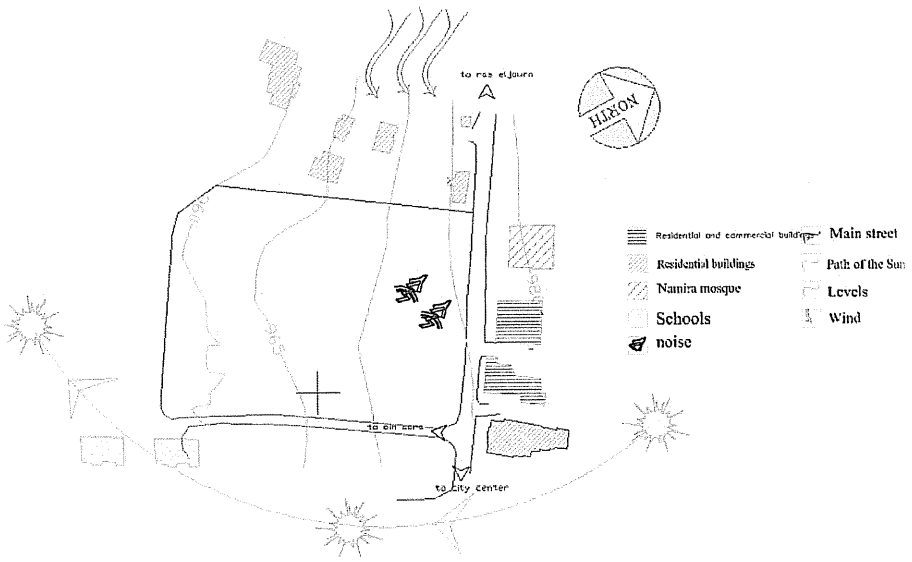
يعتبر الإشعاع الشمسي العنصر الأساسي والمؤثر على المناخ, إن اختلاف درجات الحرارة وحركة الهواء والرياح والأمطار وفرق الضغط الجوي بين منطقة وأخرى ما هي إلا نتيجة مباشرة لحركة ودوران الشمس, وما ينتج عنها من إشعاع شمسي تختلف شدته وكميته من منطقة إلى أخرى, يصل معدل الإشعاع السنوي في فلسطين إلى 3400 ساعة.

3- الرطوبة

تختلف درجة الرطوبة النسبية في الجو تبعا للمكان والزمن واعتمادا على عدة عوامل أهمها الغطاء النباتي, والمسطحات الخضراء في موقع ما ووجود مسطحات مائية بالقرب من الموقع, اضافة إلى درجة الحرارة والرياح والإشعاع الشمسي, وتقدر نسبة الرطوبة في مدينة الخليل حوالي 60%.

2-3-4 طبوغرافية الأرض:-

تتميز قطعة الأرض بأنها مرتفعة, حيث أن الفرق بين كل خط كنتور والخط الذي يليه يساوي 5م تقريباً, وهذا يساعد على اعطاء صورة جمالية للتصميم, ويساعد في تشكيله .



الشكل (2-3) التحليل العام لقطعة الارض .

4.2وصف المساقط الأفقية للمشروع :

1.4.2 المقدمة:

يلاحظ مطابقة التصميم للمعايير الخاصة بأنظمة البناء العادية و البيئية، كالارتفاعات ونوع الاستخدام والبروزات والارتدادات الملائمة والمناخ، وملائمة المداخل والمخارج للمبنى مع حركة السير في الشوارع المحيطة. وبشكل عام فقد احتفل المبنى بالعناصر الإنشائية والشفافية التي حول الإنسان المستخدم كجزء من التصميم بالإضافة إلى بساطة المنطق.

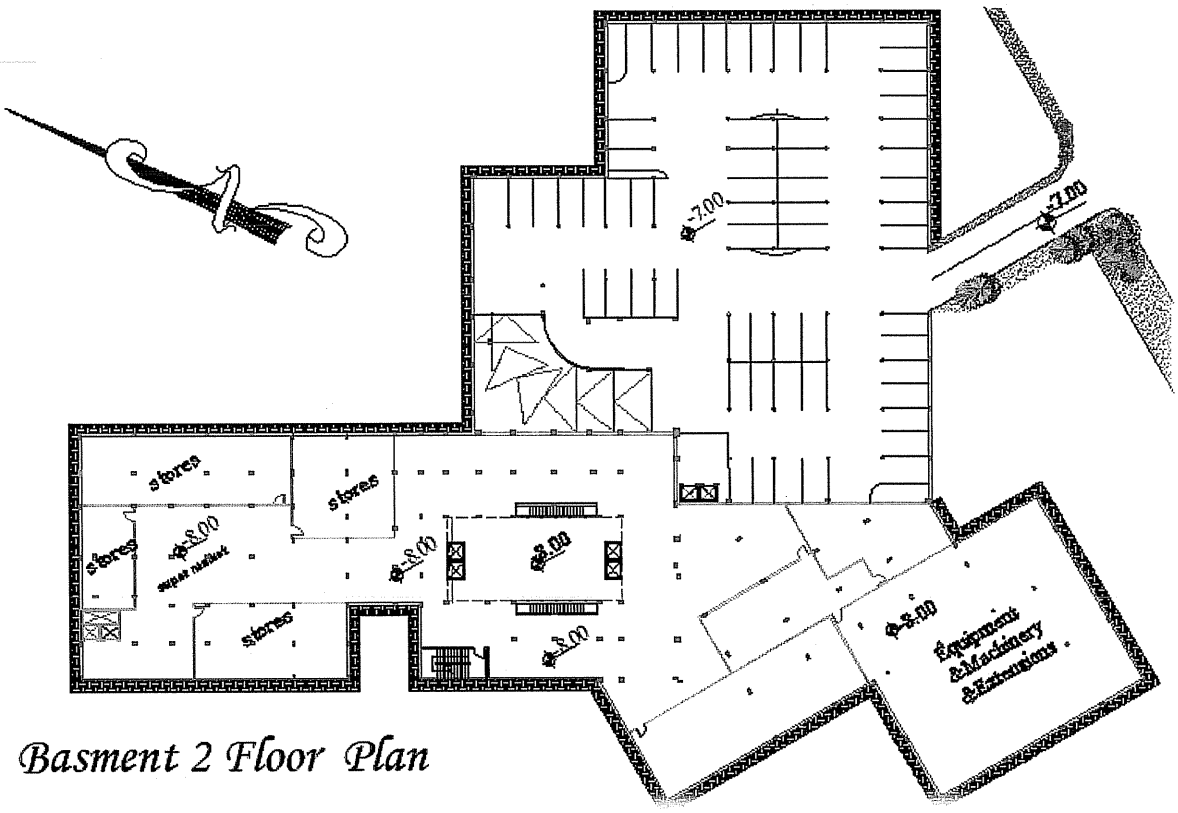
2.4.2وصف الطوابق:

يتكون المشروع من خمسة عشر طابق ذات تنوع خدماتي ، وهو عبارة عن منشاة معقدة ذات مرافق متعددة، التوزيع المعماري لهذه المرافق يتسم بالتعقيد وعدم التماثل بين الطوابق وهذا أدى إلى صعوبة في التصميم الإنشائي للمشروع .

2.4.2.1طابق التسوية الثاني :-

مساحة الطابق 4780 م^2 تقريبا.

ينقسم إلى منسوبين احدهما - 7ويحتوي على مواقف سيارات والاخر بمنسوب -8 مستغل لأغراض التخزين بشكل عام حيث يتكون من مخازن, غرف صيانة , غرف للآلات والمعدات , غرف ميكانيك .مع مراعاة العلاقة السهلة المباشرة والواضحة بين هذه الفراغات من حيث قربها من بعضها البعض، وسهولة الحركة فيما بينها. كما أن وجود هذه الأماكن هنا بحد ذاته أمر منطقي وواجب، لأن أشعة الشمس لا تصل إلى هذا الحيز مباشرة.



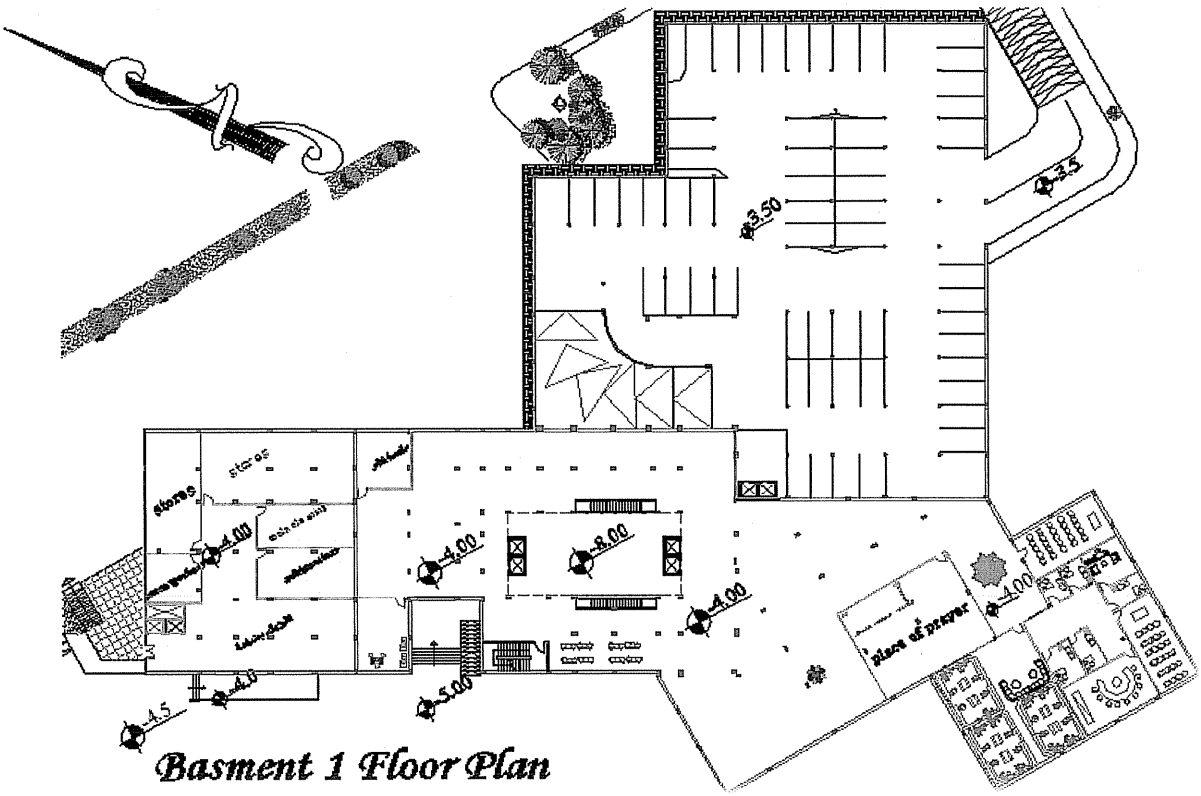
Basment 2 Floor Plan

الشكل (2-4) طابق التسوية الثاني .

2.4.2.2طابق التسوية الأول :-

مساحة الطابق 4780 م^2 تقريبا.

ينقسم إلى منسوبين احدهما -3.5 ويحتوي على مواقف سيارات والآخر بمنسوب -4 م ويحتوي على أماكن تخزين, ثلاجات,غرف عاملين النظافة, مكان استقبال الشاحنات المحملة بالمعدات والمواد, وملعب للتزلج بكامل خدماته , كافتيريا, مصلى, بالإضافة إلى مكاتب عامة لجميع موظفين المول والحرس والأمن وقاعتين متعددة الأغراض.

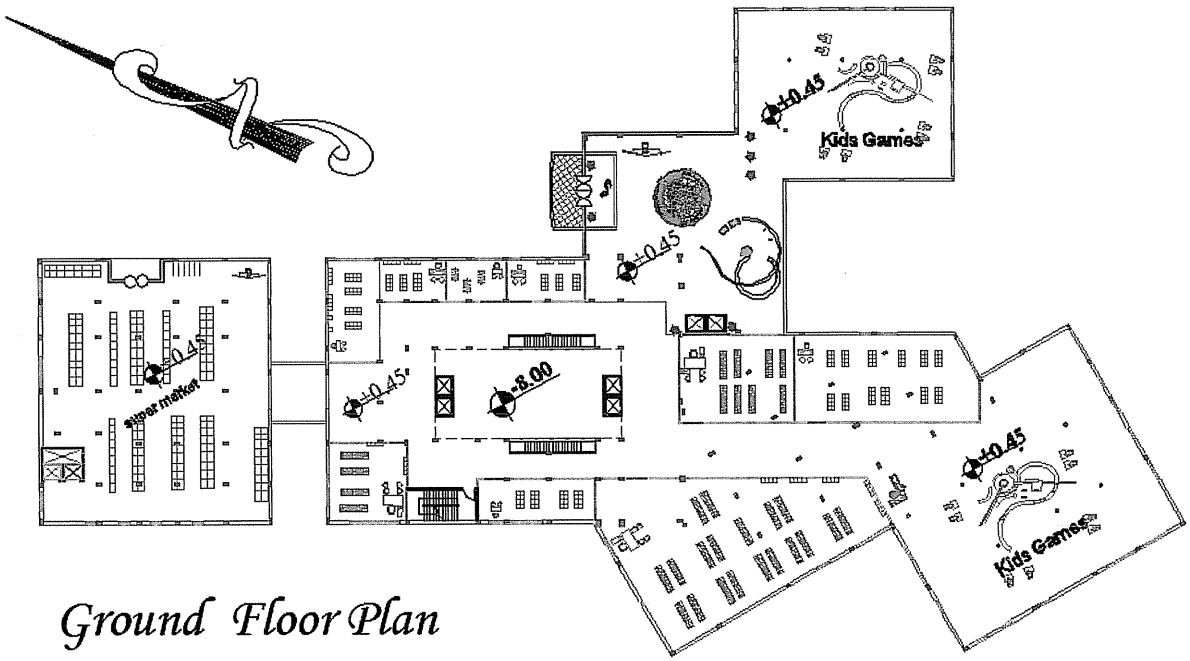


الشكل (2-5) طابق التسوية الأول .

2.4.2.3الطابق الأرضي :-

منسوب الطابق 0.45 م^2, مساحة الطابق 3354 م^2 تقريبا.

يحتوي هذا الطابق على المدخل الرئيسي للمول, بالإضافة إلى جلسات عائلية في منطقة الانتظار على مدخل المول بارتفاع طابقين, محلات تجارية متعددة, مناطق ألعاب أطفال, مع سوبر ماركت موزع على طابقين منفصل بمدخل خاص .

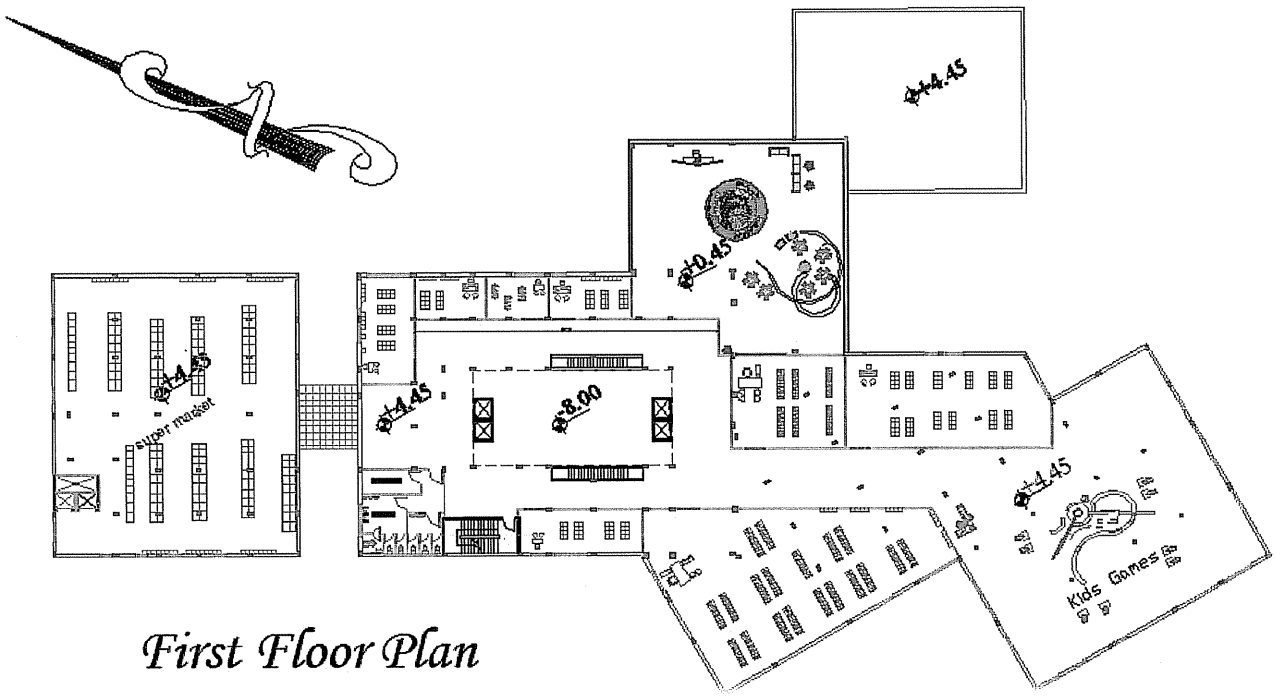


الشكل (2-6) الطابق الأرضي .

2.4.2.4الطابق الأول :-

منسوب الطابق 4.45 م^2, مساحة الطابق 3041 م^2 تقريبا.

يحتوي هذا الطابق محلات تجارية متعددة, منطقة ألعاب أطفال, سوبر ماركت , دورات مياه.

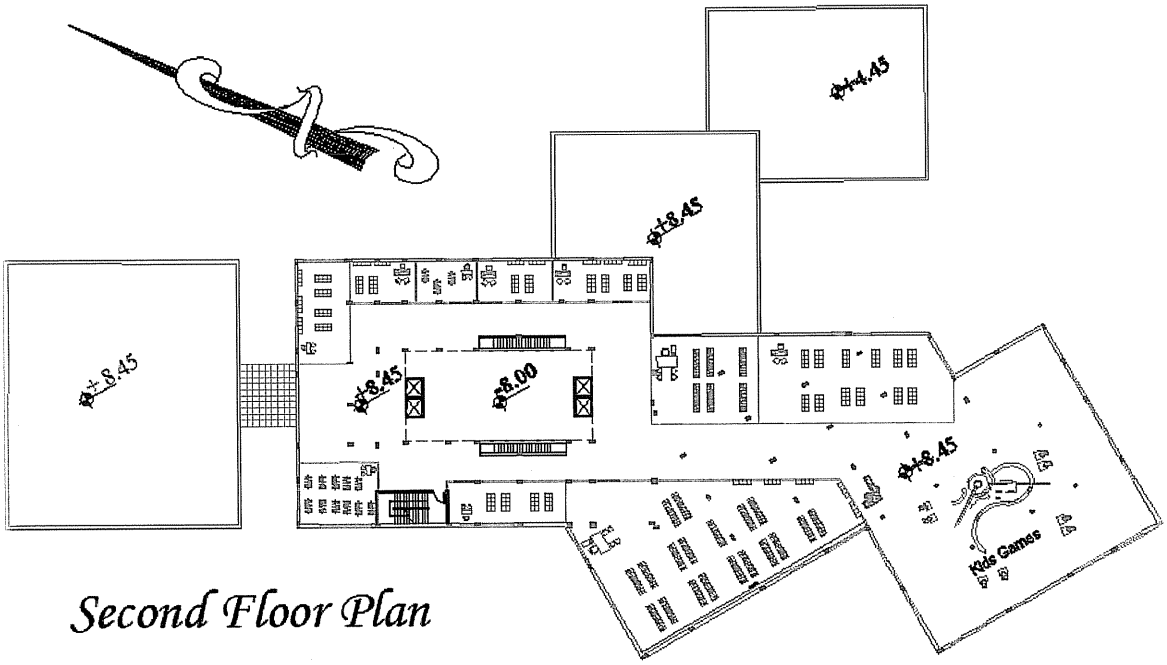


الشكل (2-7) الطابق الأول .

2.4.2.5الطابق الثاني:-

منسوب الطابق 8.45 م^2, مساحة الطابق 2031 م^2 تقريبا.

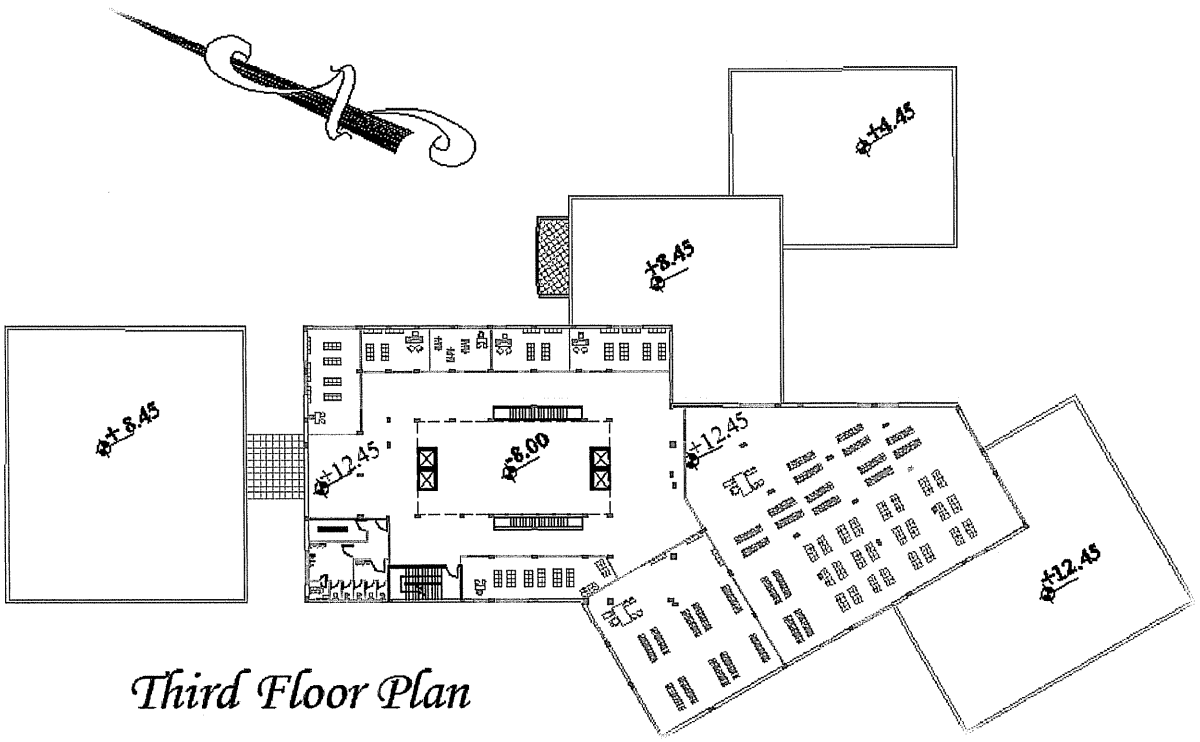
يحتوي هذا الطابق على محلات تجارية متعددة, منطقة ألعاب أطفال.



الشكل (2-8) الطابق الثاني .

2.4.2.6 الطابق الثالث:-

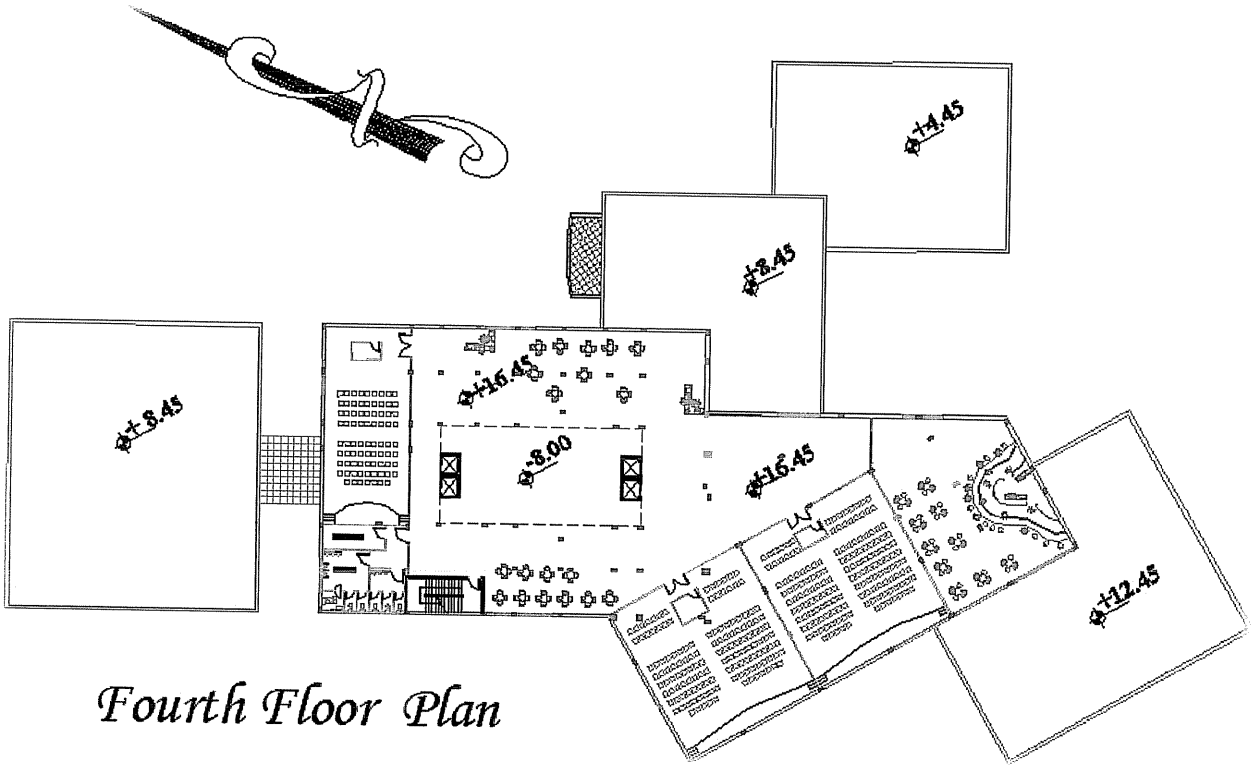
-منسوب الطابق 12.45م^2, مساحة الطابق 1637 م^2 تقريبا.
يحتوي هذا الطابق على محلات تجارية متعددة, دورات مياه.



الشكل (2-9) الطابق الثالث .

2.4.2.7 الطابق الرابع :

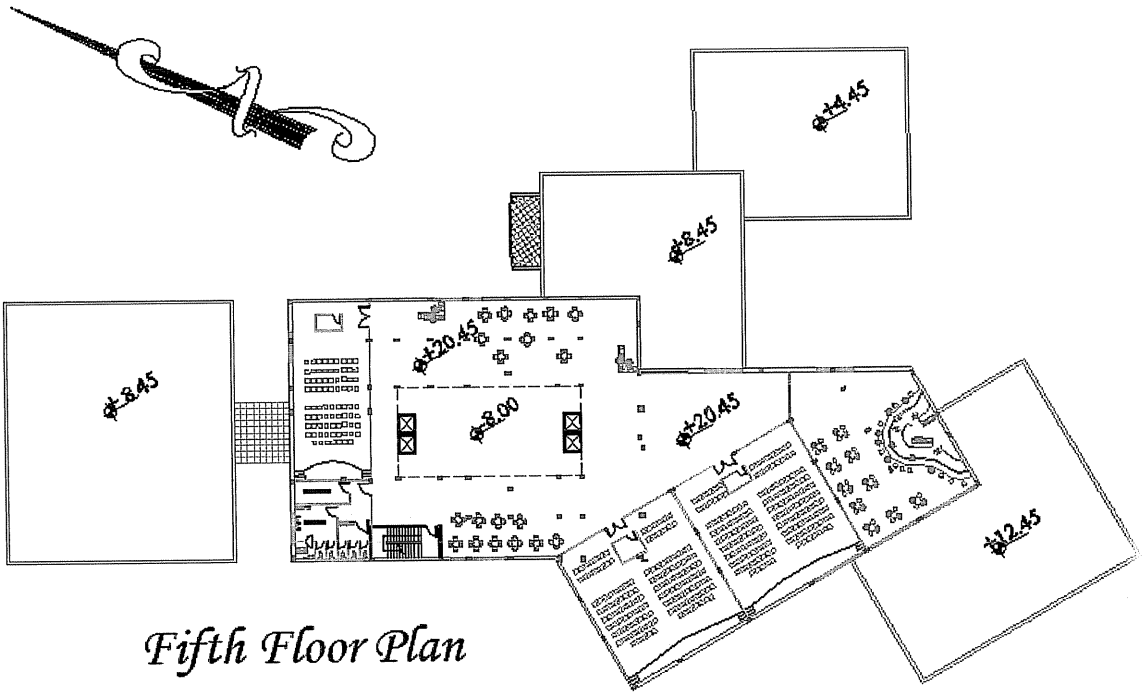
منسوب الطابق الرابع 16.45م^2, مساحة الطابق 1637 م^2 تقريبا , يحتوي هذا الطابق على 3 دور سينما,كافتيريا كبيرة, ودورات مياه.



الشكل (2-10) الطابق الرابع .

2.4.2.8 الطابق الخامس :

ومنسوب الطابق الخامس 20.4م^2، مساحة الطابق 1637 م^2 تقريبا , يحتوي هذا الطابق على 3 دور سينما,كافتيريا كبيرة, ودورات مياه.

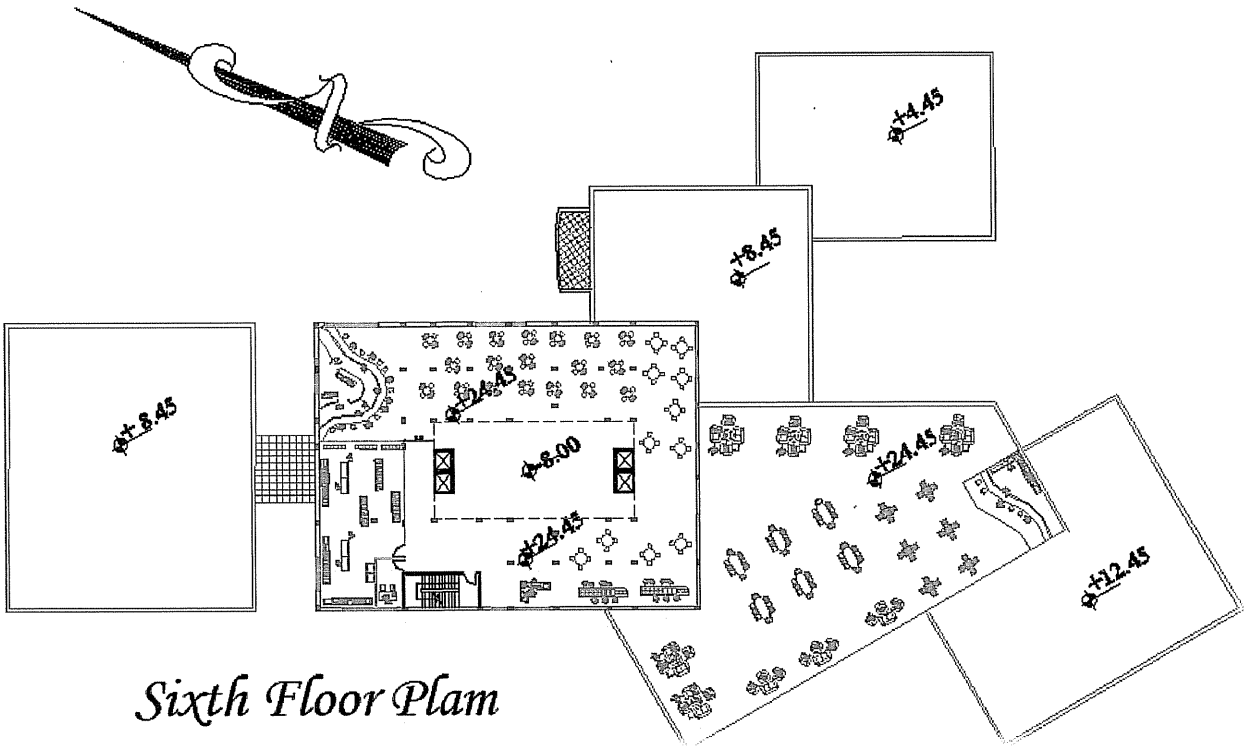


الشكل (2-11) الطابق الخامس .

2.4.2.9 الطابق السادس:-

منسوب الطابق 24.45م^2, مساحة الطابق 901 م^2 تقريبا.

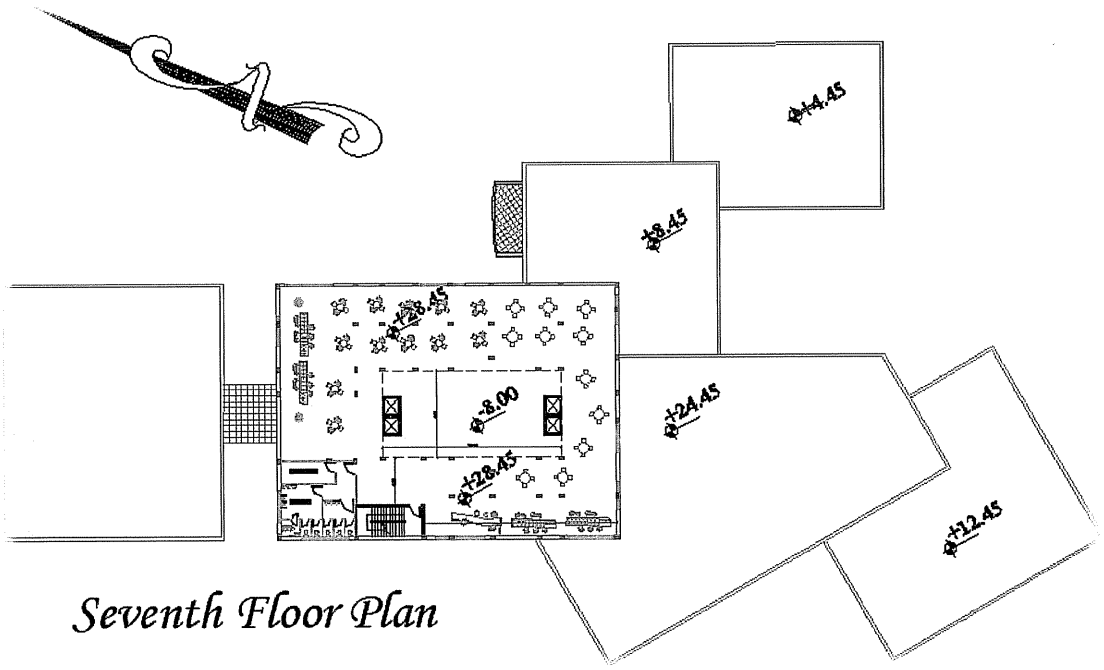
يحتوي هذا الطابق على مطعم كبير بكافة مرا ففقه ,مع جلسة خارجية على سطح الطابق الخامس.



الشكل (2-12) الطابق السادس .

2.4.2.10 الطابق السابع:-

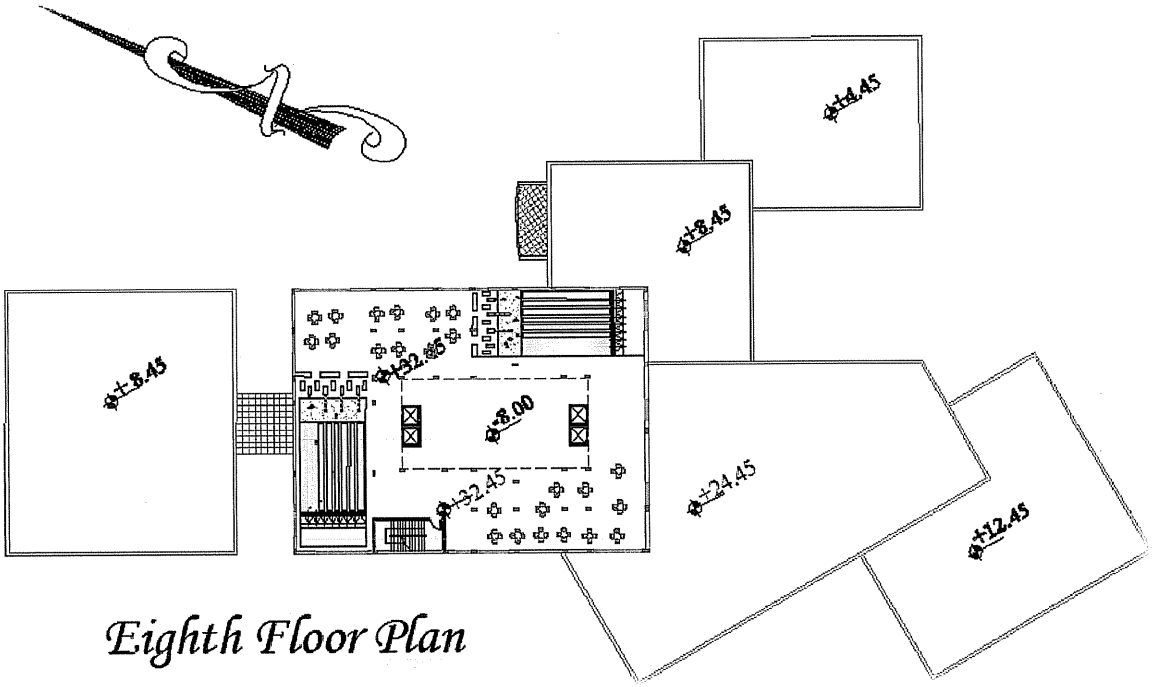
منسوب الطابق 28.45م^2, مساحة الطابق 901 م^2 تقريبا.
وهذا الطابق هو طابق ثاني للمطعم الموجود في الطابق السادس.



الشكل (2-13) الطابق السابع .

2.4.2.11 الطابق الثامن:-

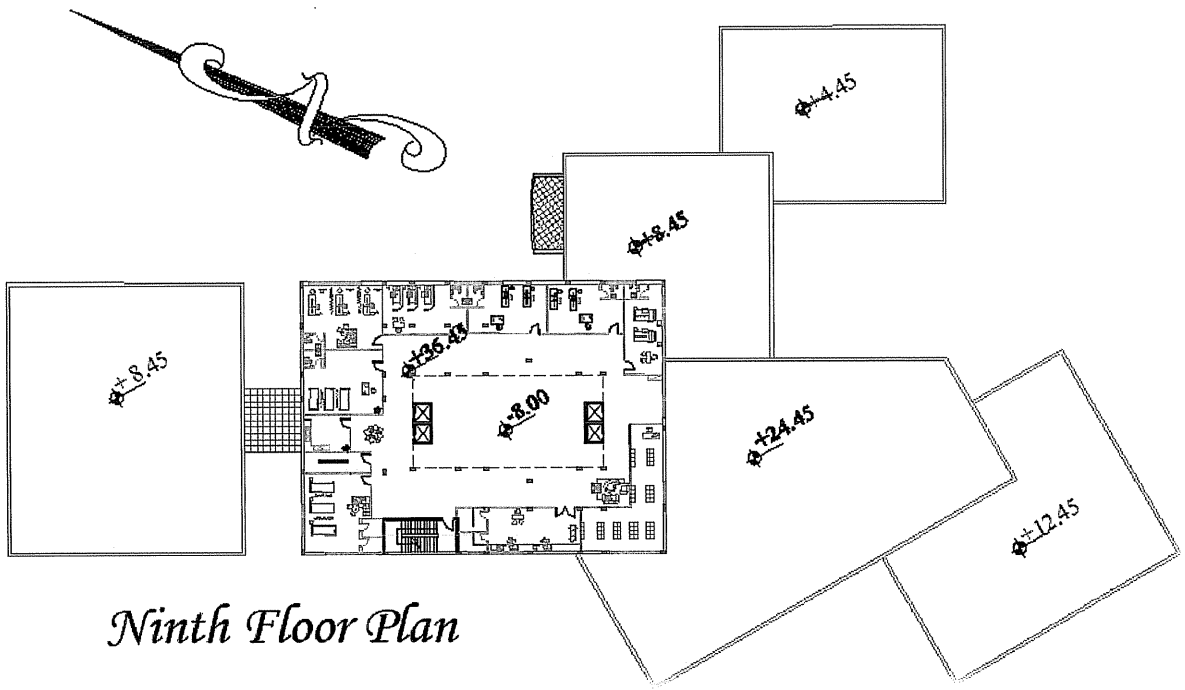
منسوب الطابق 32.45م^2, مساحة الطابق 901 م^2 تقريبا.
يحتوي هذا الطابق على ملعبين بولينغ بالإضافة إلى جلسات.



الشكل (2-14) الطابق الثامن .

2.4.2.12 الطابق التاسع :-

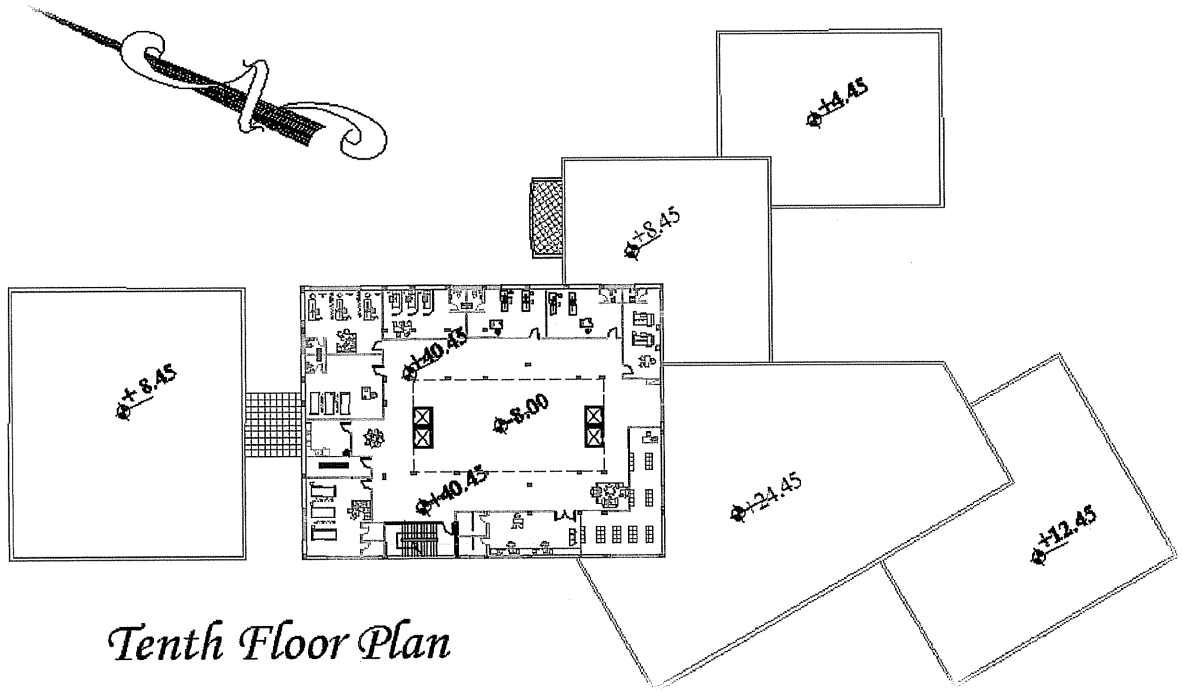
منسوب الطابق التاسع 36.45م^2, مساحة الطابق تعادل901 م^2 تقريبا.يحتوي هذا الطابق على جيم ومناطق للألعاب الرياضية, عيادات طبية, مختبر للفحوصات الطبية, ومطبخ صغير ,غرف للمسؤولين على هذا الطابق, محل تجاري لبيع المستلزمات الرياضية.



الشكل (2-15) الطابق التاسع .

2.4.2.13 الطابق العاشر :-

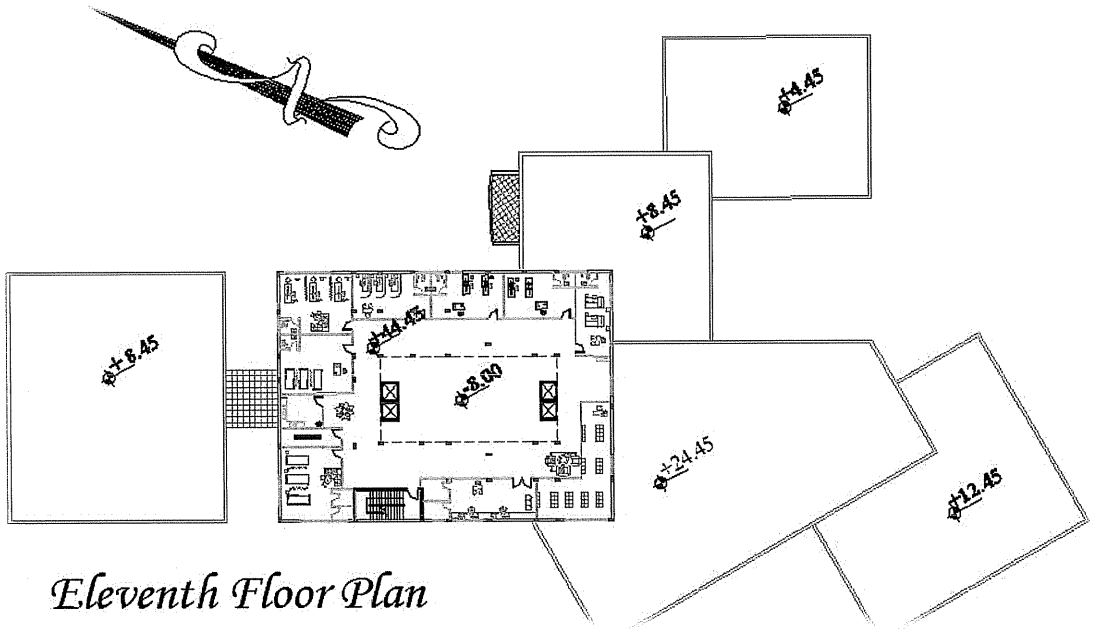
منسوب الطابق العاشر 40.45م^2, مساحة الطابق تعادل901 م^2 تقريبا.يحتوي هذا الطابق على جيم ومناطق للألعاب الرياضية, عيادات طبية, مختبر للفحوصات الطبية, ومطبخ صغير ,غرف للمسؤولين على هذا الطابق, محل تجاري لبيع المستلزمات الرياضية.



الشكل (2-16) الطابق العاشر .

2.4.2.14 الطابق الحادي عشر :-

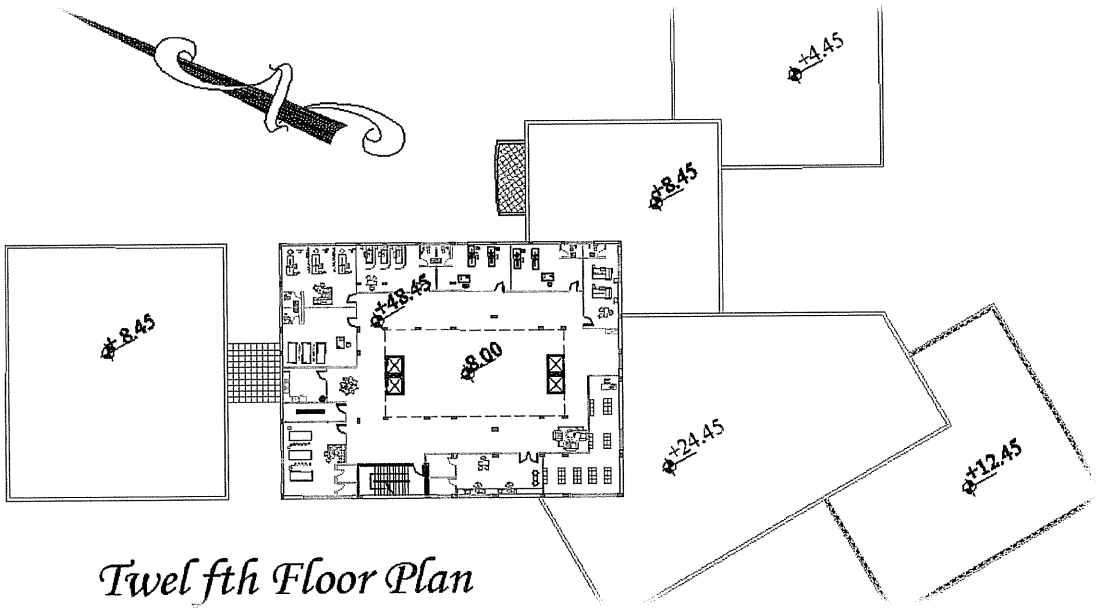
منسوب الطابق الحادي عشر44.45م^2,تبلغ مساحته 901 م^2 تقريبا.يحتوي هذا الطابق على جيم ومناطق للألعاب الرياضية, عيادات طبية, مختبرللفحوصات الطبية, مكاتب للمسؤولين على هذا الطابق.



الشكل (2-17) الطابق الحادي عشر .

2.4.2.15 الطابق الثاني عشر :-

الطابق الثاني عشر 40.45 م ^{2}, تبلغ مساحته 901 م^2 تقريبا.يحتوي هذا الطابق على جيم ومناطق للألعاب الرياضية, عيادات طبية, مختبرللفحوصات الطبية, مكاتب للمسؤولين على هذا الطابق.



الشكل (2-18) الطابق الثاني عشر.

5.2الواجهات :

1.5.2 المقدمة:

يتجلى الجمال المعماري لأي مبنى من خلال الواجهات المعمارية، التي هي بمثابة مرآة تعكس وتبرز مدى ارتباط وتناغم المبنى مع البيئة المحيطة.

1.5.2 وصف عام للواجهات:

1.2.5.2الواجهة الشمالية :-

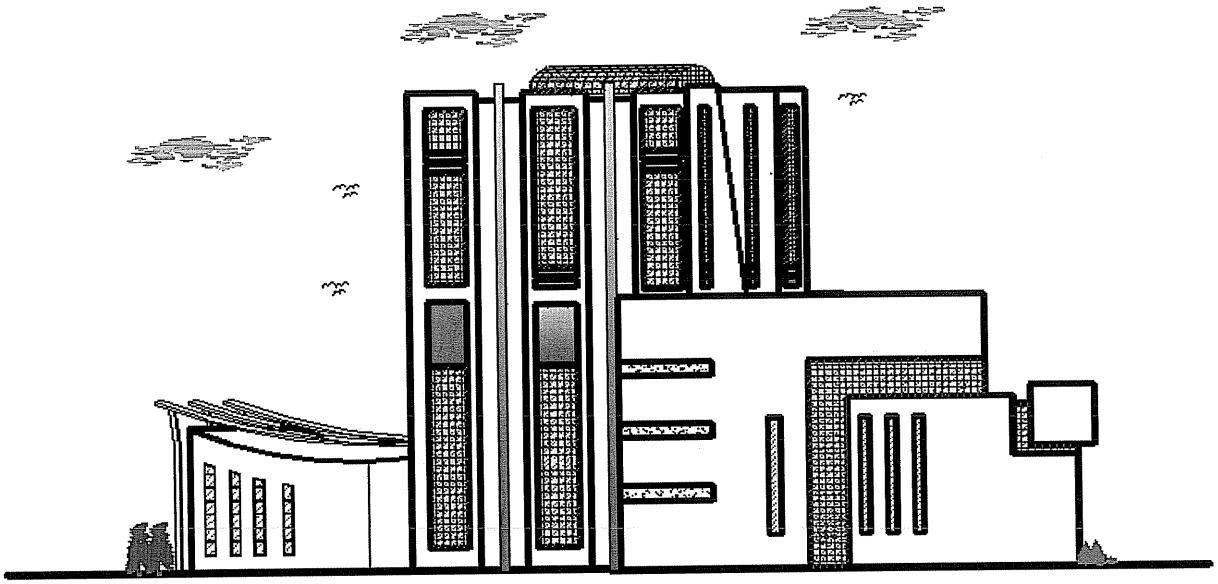
تعتبر الواجهة الرئيسية وتحتوي على المدخل الرئيسي وعلى مدخل السوبر ماركت وتحتوي على شرفات زجاجية وشبابيك طويلة وتمتاز هذه الواجهة بأنها زجاجية وحجرية واحجار بارزة ملونة لاضفاء المظهر الجمالي واعطاء الواجهة جمالا معماريا يعكس رونق المبنى وتحتوي اعمدة بارزة جمالية, بالاضافة الى وجود العنصر الأخضر وتبين وجود التراجعات العديده.

NORTH ELEVATION

الشكل (2-19) الواجهة الشمالية.

2.5.2الواجهة الجنوبية :-

تحتوي على شرفات زجاجية وشبابيك طويلة وتمتاز هذه الواجهة بأنها زجاجية وحجرية وأحجار بارزة ملونة لإضفاء المظهر الجمالي وإعطاء الواجهة جمالا معماريا يعكس رونق المبنى وتحتوي أعمدة من الستيل بارزة فوق بعض الكتل.

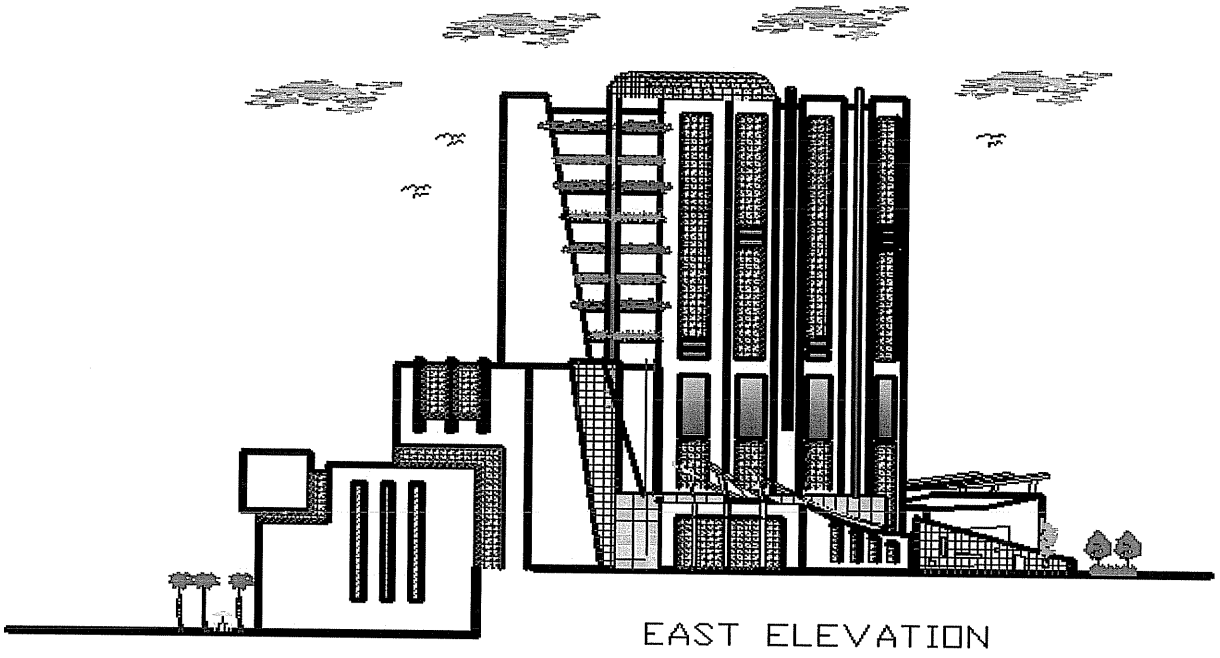


SOUTH ELEVATION

الشكل (2-20) الواجهة الجنوبية .

3.5.2الواجهة الشرقية :-

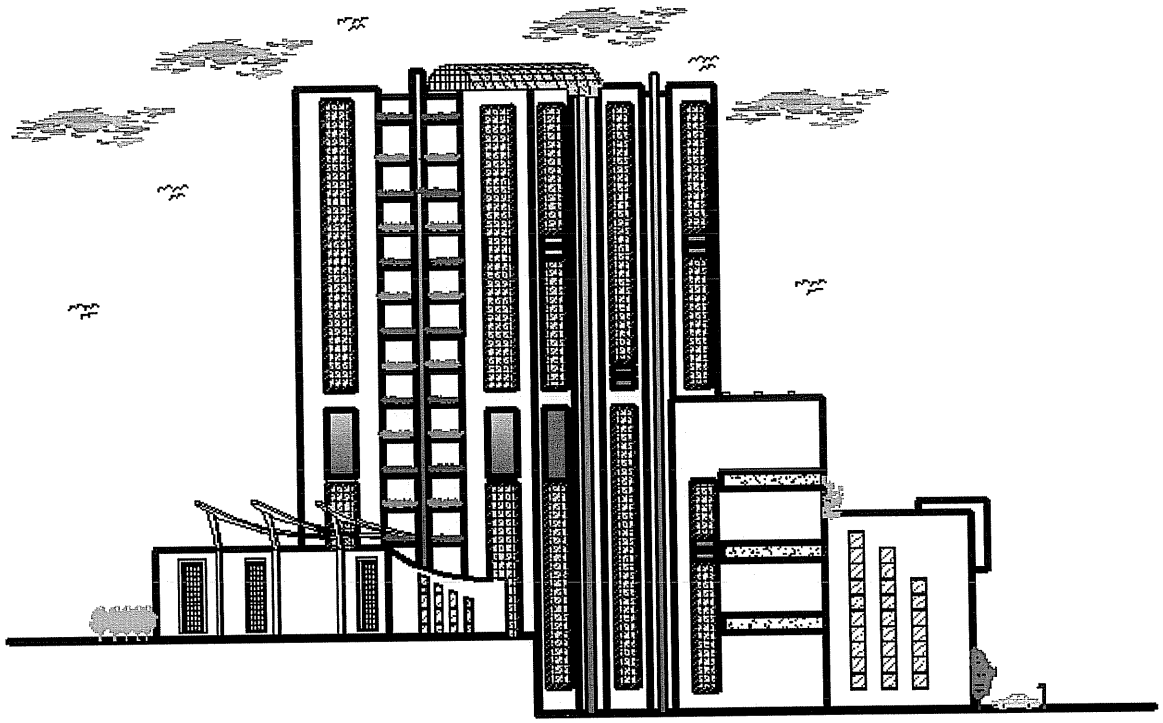
تتضمن الواجهة الشرقية طبيعة مناسيب الأرض, وتحتوي على شرفات زجاجية وشبابيك طويلة وتمتاز هذه الواجهة بأنها زجاجية وحجرية وأحجار بارزة ملونة لإضفاء المظهر الجمالي وإعطاء الواجهة جمالا معماريا يعكس رونق المبنى وتحتوي أعمدة من الستيل بارزة فوق بعض الكتل مع وجود العنصر الاخضر.



الشكل (2-21) الواجهة الشرقية.

4.5.2الواجهة الغربية :-

تتضمن الواجهة الغربية طبيعة مناسيب الأرض, وتبين تراجعات الكتل المعمارية بشكل واضح.



WEST ELEVATION

الشكل (2-22) الواجهة الغربية

2-6 وصف الحركة و المداخـــل

تم تصميم المنشأة بحيث تتيح حرية و سهولة التنقل بين أجزاء المبنى و طوابقه من خلال المصاعدوالأدراج بنوعيها الكهربائية والعادية الموزعة على كافة أجزاء المبنى و وجودالـ Ramp في طابق التسوية لتسهل عملية التنقل . و يوفر التصميم انتظام في توزيع الفراغات مما يوفر راحة في التنقل .

2-7 المداخل

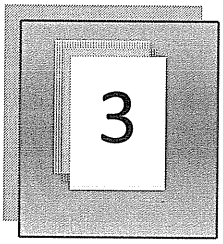
يحتوي المشروع على مدخلين أساسيين:

1.المدخل الشمالي وهو المدخل الرئيسي هو للاستخدام العام.

2. المدخل الجنوبي وهو مدخل للطوارئ .

3. المدخل الشمالي وهو خاص بالسوبر ماركت

4.المدخل الجنوبي وهو للاستخدامات الخاصة بحيث يؤدي الى طابق التسوية مباشره .



الفصل الثالث
الوصف الإنشائي

3-1 مقدمة .
3-2 الهدف من التصميم الإنشائي .
3-3 مراحل التصميم الإنشائي .
3-4 الأحمال.
3-5 الاختبارات العملية .
3-6 العناصر الإنشائية المكونة للمبنى .
3-7 فواصل التمدد .
3-8 الجمالونات (Trusses) .
3-9 برامج الحاسوب.

3-1 مقدمـــــــــة (Introduction)

إن عملية التصميم الإنشائي لأي منشأ هي عملية متكاملة غير قابلة للتجزئة، فبعد الانتهاء من مرحلة الوصف المعماري للعناصر الموجودة في مشروع المجمع التجاري ننتقل إلى مرحلة دراسة العناصر الإنشائية الموجودة في المبنى من اجل تحديد النظام الإنشائي الأمثل بهدف القيام بتصميم العناصر الإنشائية المختلفة.

في هذه الفصل نجري دراسة للعناصر الإنشائية المختلفة من أعمدة وجسور وأساسات وغيرها من العناصر الإنشائية ، كما سيتم أيضا تحديد قيم الأحمال المختلفة على كل عنصر من هذه العناصر و نوع هذه الأحمال من أحمال ميتة أو أحمال حية أو أحمال بيئية أخرى بحسب العنصر الإنشائي. كل ذلك وفقا للمتطلبات و المقاييس و المواصفات القياسية التي سنذكرها لاحقا.

3-2 الهدف من التصميم الانشائي(The Target of Structural Design)

الهدف السامي من التصميم الإنشائي , هو ولادة منشأ متكامل و مترابط ومتزن من جميع النواحي الهندسية الإنشائية, يعمل كوحدة واحدة في مقاومة الظروف و العوامل التي يتعرض لها , من أحمال حية و ميتة و بيئية , و عند تصميم أي عنصر من العناصر الإنشائية , لابد أن يراعى فيه المعايير التالية :-

- ✓ **الأمان(Safety):** يتم الوصول إليه من خلال اختيار العنصر الإنشائي المناسب, في المكان المناسب , القادر على مقاومة الأحمال و الإجهادات التي يتعرض لها بأمان .
- ✓ **التكلفة الاقتصادية(Economical):** يتم تحقيقها عن طريق أنواع مواد البناء المستخدمة ومقاطع مناسبة التكلفة و كافية للغرض الذي ستستخدم من أجله , من دون المبالغة فيها .
- ✓ **ضمان كفاءة الاستخدام (Serviceability):** من حيث تجنب أي هبوط زائد (Deflection) و تجنب التشققات (Cracks) التي تشوه المبنى معمارياً , و تضعفه إنشائياً .
- ✓ **الحفاظ على التصميم المعماري للمنشأة.**

3-3 مراحل التصميم الانشائي (Stages of structural design)

يمكن تقسيم مراحل التصميم الإنشائي إلى مرحلتين رئيسيتين:

1. المرحلة الأولى

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

2. المرحلة الثانيـة

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

4-3 الأحمال (Loads)

لابد للعناصر الإنشائية التي يتم تصميمها أن تكون قادرة على تحمل الأحمال الواقعة عليها دون حدوث انهيار للمنشاة ومن هذه الأحمال: الأحمال الميتة، الأحمال الحية، والأحمال البيئية. لذا في جانب الحساب الإنشائي, يجب مراعاة الدقة المتناهية في عملية تمثيل الأحمال على العناصر الإنشائية على حسب التصنيف السابق , فالخرسانة مثلا تمتلك معامل تمدد و انكماش مخالف تماما للحديد الذي يكون فيه ,و لابد للعناصر الإنشائية التي يتم تصميمها أن تكون قادرة على تحمل الأحمال الواقعة عليها دون حدوث انهيار للمنشاة لهذه الأحمال :

3-4-1 الأحمال الميتة (Dead Loads)

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

الرقم المتسلسل	المادة المستخدمة	الكثافة المستخدمة (kN/m^3)
1	المونة والقصارة	22
2	الرمل	17
3	الخرسانة	25
4	الطوب	10
5	البلاط	23

جدول (3-1) الكثافة النوعية للمواد المستخدمة .

3-4-2 الأحمال الحية (Live Loads)

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

1. أوزان الأشخاص مستعملي المنشأة.
2. الأحمال الديناميكية, كالأجهزة التي ينشأ عنها اهتزازات تؤثر على المنشأة .
3. الأحمال الساكنة, والتي يمكن تغيير أماكنها من وقت لآخر, كأثاث البيوت , والأجهزة والآلات الاستاتيكية غير المثبتة, والمواد المخزنة و الأثاث والأجهزة والمعدات، والجدول (3-2) يبين قيمة الأحمال الحية اعتمادا على نوعية استخدام المبنى حسب الكود الأردني.

الرقم	نوع المنشأ	الاحمال الحية (KN /m2)
1	المباني التعليمية	
	• غرف التدريس	3
	• الممرات والمداخل والادراج	3
	• المختبرات	3
	• قاعات التجمع والمسارح	5
2	المباني الإدارية	
	• المكاتب	3
	• السلالم	4
	• غرف التخزين	10-5
3	التجمعات	
	المولات التجارية	5
	• الكفتيريا	2
5	القاعات والمطاعم والصالات	
	• القاعات ذات المقاعد الثابتة	5
	• القاعات بدون مقاعد ثابتة	6
7	المكتبات	
	• غرف الاطلاع	4
	• غرف تكديس الكتب	6.5 على الاقل
8	مواقف السيارات	5.0

الجدول (3-2): قيمة الاحمال الحية حسب الكود الاردني .

3-4-3 الأحمال البيئية (Environmental Loads)

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:-

1-3-4-3 أحمال الرياح (Wind Loads)

عبارة عن قوى تؤثر على المبنى ويظهر تأثيرها في المباني المرتفعة وهي القوى التي تؤثر بها الرياح على الأبنية أو المنشآت أو أجزائها، وتكون موجبة إذا كانت ناتجة عن ضغط وسالبة إذا كانت ناتجة عن شد، وتقاس بالكيلو نيوتن. وتحدد أحمال الرياح اعتماداً على ارتفاع المبنى عن سطح الأرض، والموقع من حيث الإحاطة من مباني سواء كانت مرتفعة أو منخفضة. وتصمم جدران القص اعتماداً على ضغط الرياح حسب الكود الموحد (UBC -97).

2-3-4-3 أحمال الثلوج (Snow Loads)

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

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

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

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

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

استناداً إلى جدول أحمال الثلوج السابق وبعد تحديد ارتفاع المبنى عن سطح البحر, و الذي يساوي (920م) وتبعاً للبند الثالث تم حساب أحمال الثلوج كالأتي:

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

$$s_L = \frac{932.6 - 400}{400}$$

$$s_L = 1.33(\text{KN}/\text{m}^2)$$

3-3-4-3 أحمـال الـزلازل (Earthquakes Loads)

تنتج الزلازل عن اهتزازات 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 ، لتجنب الآثار الناتجة عن الزلازل مثل :

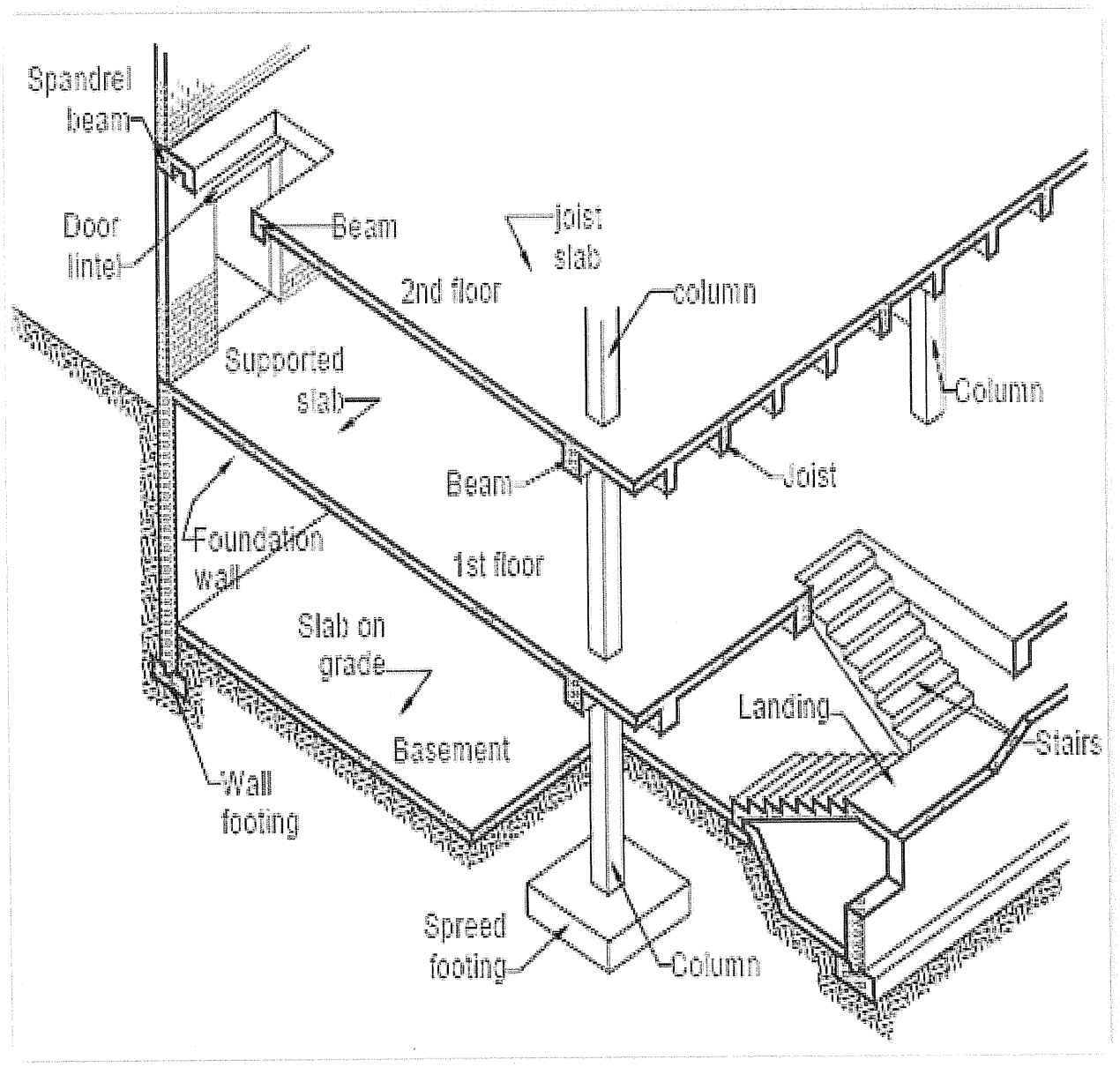
- حدود صلاحية المبنى للتشغيل (Serviceability) من حيث تجنب أي هبوط زائد (Deflection) و تجنب التشققات (Cracks) التي تؤثر سلباً على المنظر المعماري المطلوب.
- الشكل و النواحي الجمالية للمنشأ.

5-3 الاختبارات العملية (Practical Tests)

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 (Bearing Capacity),عند البناء عليها, وأكثر ما يهتم به المهندس الإنشائي هو الحصول على قوة تحمل التربة اللازمة لتصميم أساسات المبنى. وفي مشروعنا تم فحص قوة تحمل التربة ووجد انها تساوي 400كيلو نيوتن لكل متر مربع.

6-3 العناصر الإنشائية المكونة للمبنى

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



الشكل (3-1):العناصر الإنشائية المكونة للمبنى

3-6-1 العقدات (Slabs)

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

ويوجد أنواع مختلفة وعديدة شائعة الاستعمال من البلاطات الخرسانية المسلحة , منها مايلي :

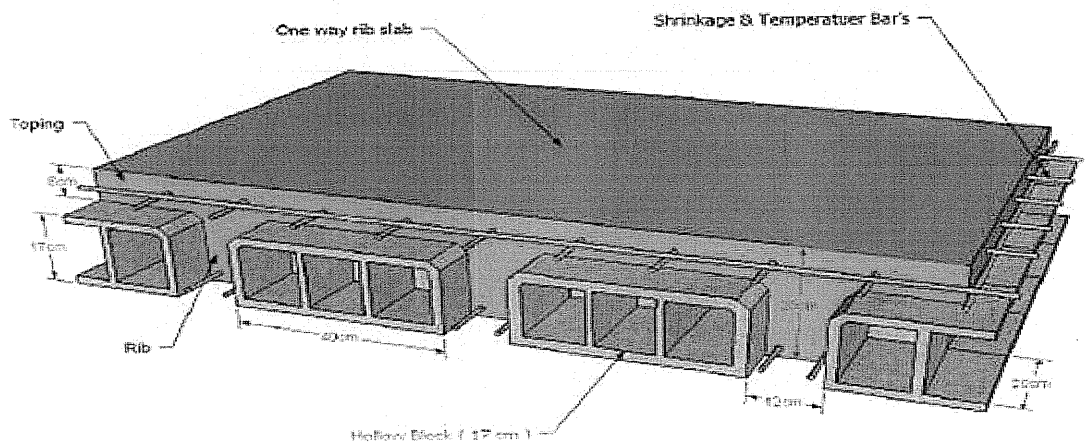
1. العقدات المصمتة Solid Slabs .
2. العقدات المفرغة Ribbed Slabs .

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

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

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

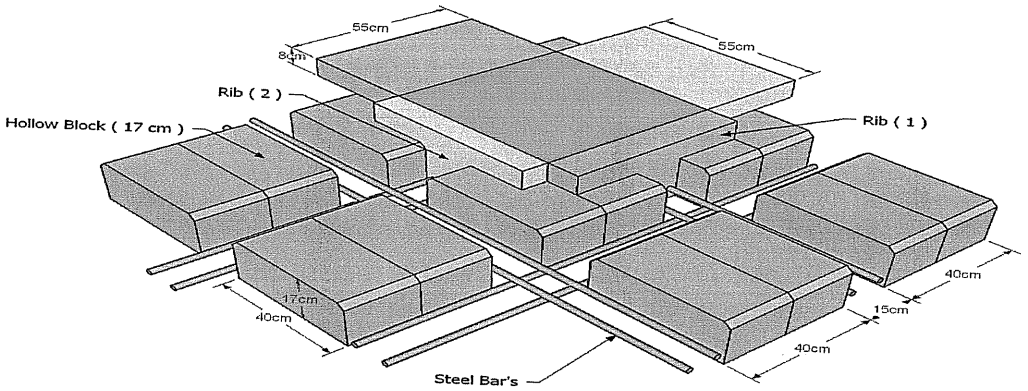
إحدى أشهر الطرق المستخدمة في تصميم العقدات في هذه البلاد وتتكون من صف من الطوب يليها العصب وتتميزبخفة وزنها وفعاليتها , ويكون التسليح باتجاه واحد كما هو مبين في الشكل (3-3)



الشكل– (3-2) عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد.

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

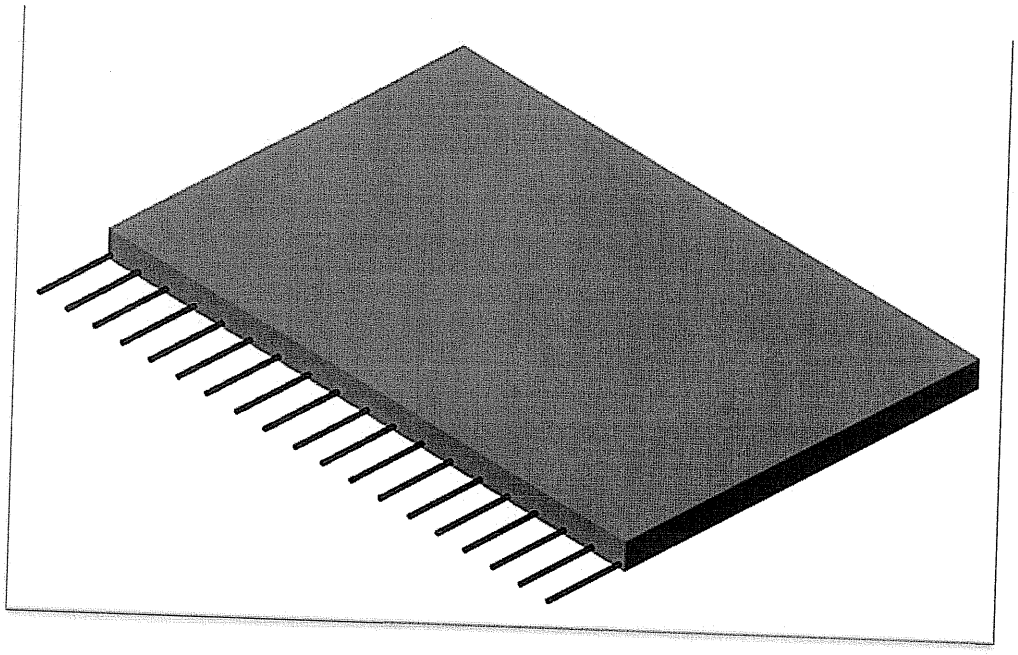
تشبه السابقة من حيث المكونات ولكنها تختلف من حيث كون التسليح باتجاهين ويتم توزيع الحمل في جميع الاتجاهات, ويراعى عند حساب وزنها طوبتين وعصب في الاتجاهين, كما يظهر في الشكل (3- 4):



الشكل (3 – 3) عقدات العصب ذات الاتجاهين.

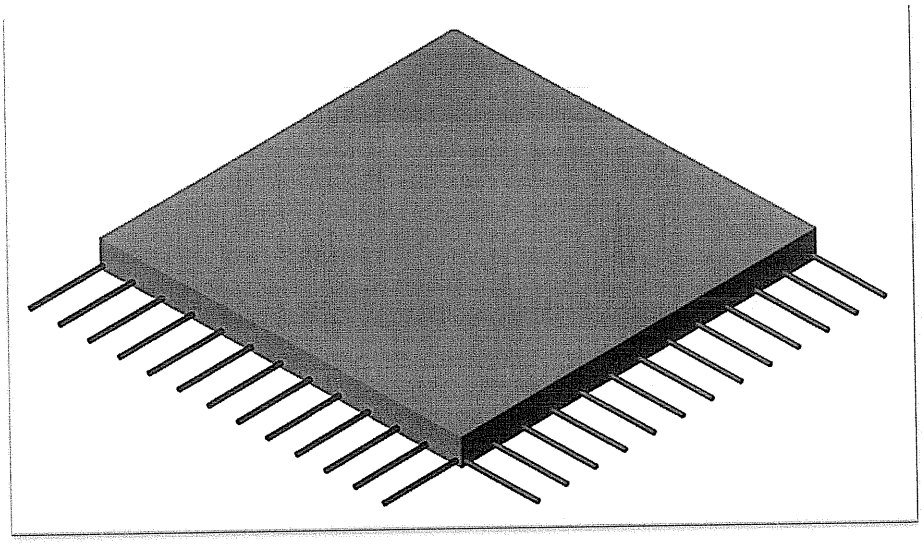
3-6-1-3 العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد (One way solid slab)

تستخدم في المناطق التي تتعرض كثيرا للأحمال الحية. كما في الشكل (3-5)



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

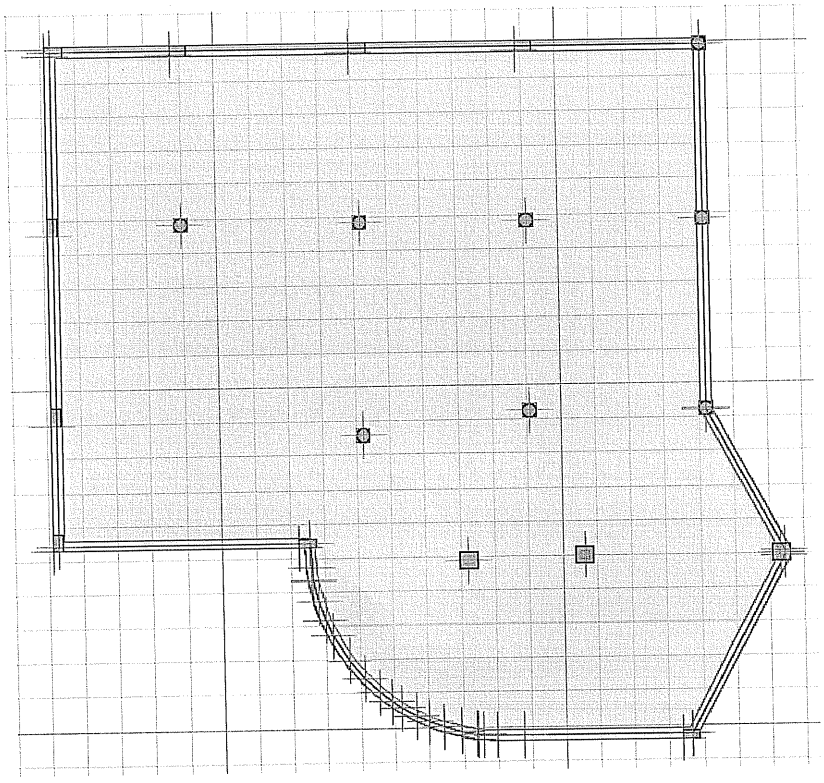
4-1-6-3 العقدات المصمتة ذات الاتجاهين (Two way solid slab)



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

5-1-6-3العقدات المسطحة Flat plate

و تم استخدامها في حاله عدم الانتظام في توزيع الأعمدة في الطابق الارضي رقم 2 .



الشكل (3 – 6) :- Flat Plate .

2-6-3 الجسور (Beams)

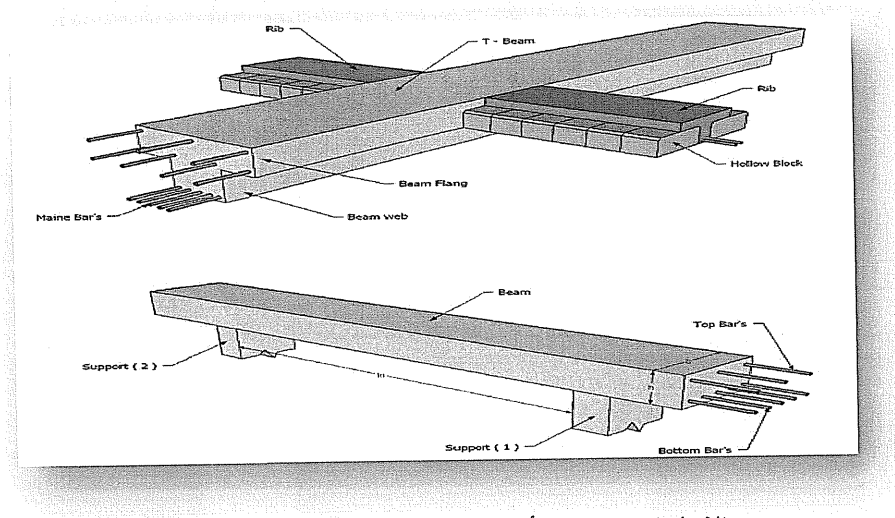
وهي عناصر إنشائية أساسية , تقوم بنقل الأحمال من الأعصاب والعقدات المصمتة لتقوم بنقلها إلى الأعمدة, و الجسور الخرسانية على نوعين هما :-

- ✓الجسور المسحورة : - عبارة عن الجسور المخفية داخل العقدة بحيث يكون ارتفاعها يساوي ارتفاع العقدة .
- ✓الجسور الساقطة (Dropped Beam) : -

عبارة عن تلك الجسور التي يكون ارتفاعها اكبر من ارتفاع العقدة ويتم إبراز الجزء الزائد من الجسر في احد الاتجاهين السفلي (Down Stand Beam) او العلوي (Up stand Beam) ..... بحيث تسمى هذه الجسور

L –section , T-section

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



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

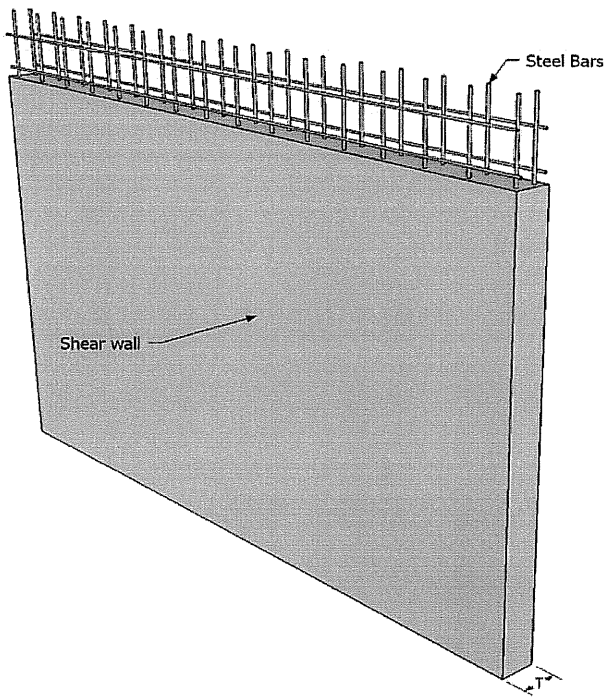
4-6-3 جدران القص (Shear Walls)

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

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

ويجب ان تكون هذه الجدران كافية لمنع أو تقليل تولد العزوم وآثارها على جدران المبنى المقاومة للقوى الأفقية .

وقد تم تحديد جدران القص في المبنى وتوزيعها بشكل مدروس في كامل المبنى وذلك لنتمكن من تصميمها في مشروع التخرج , وتتمثل هذه الجدران , بجدران بيت الدرج , وجدران المصاعد , والجدران الأخرى التي تبدأ من أساسات المبنى .



الشكل (3-9):- جدار قص .

5-6-3 الأساسات (Foundations)

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

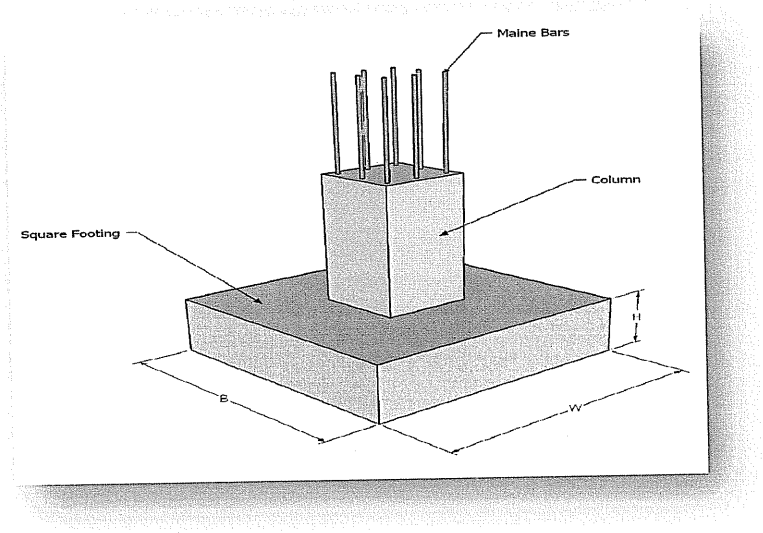
وتعتبر الأساسات حلقة الوصل بين العناصر الإنشائية في المبنى والأرض , ولمعرفة الأوزان والأحمال الواقعة عليها ,فإن الأحمال الواقعة على العقدة تنتقل إلى الجسور ثم إلى الأعمدة وأخيرا إلى الأساسات إلى التربة ويكون الأساس مسؤول عن تحمل الأحمال الميتة للمبنى وأيضا الأحمال الديناميكية الناتجة عن الرياح والثلوج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

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

وتكون الأساسات على عدة أنواع كما يلي:-

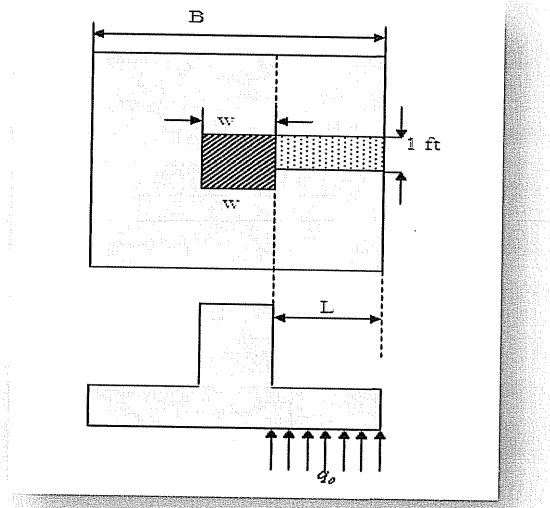
1- أساسات منفصلة (Isolated footing)
2- أساسات مزدوجة (Compound footing)
3- أساسات مستمرة .(Continues footing)

والأساس قد يكون قريبا من سطح الأرض ويسمى بالأساس السطحي (Shallow Foundation) وقد يكون عميقا داخل التربة لنقل أحمال المنشأ إلى طبقات التربة العميقة الأقوى, أو توزيعها على الطبقات بطريقة تدريجية ويسمى هذا النوع بالأساس العميق (Deep Foundation)

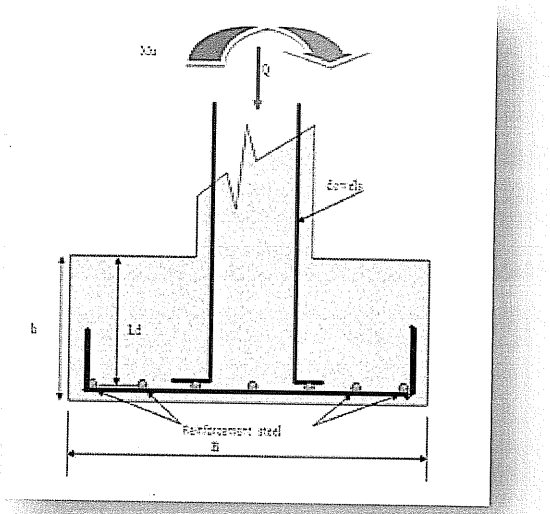


الشكل (3-10.أ) : شكل الأساس المنفرد

جامعة بوليتكنك فلسطين
Palestine Polytechnic University
(PPU)
The Library المكتبة
الرقم المتسلسل ١٣٩٥٧
Acc. .....
رقم التصنيف
Class. .....



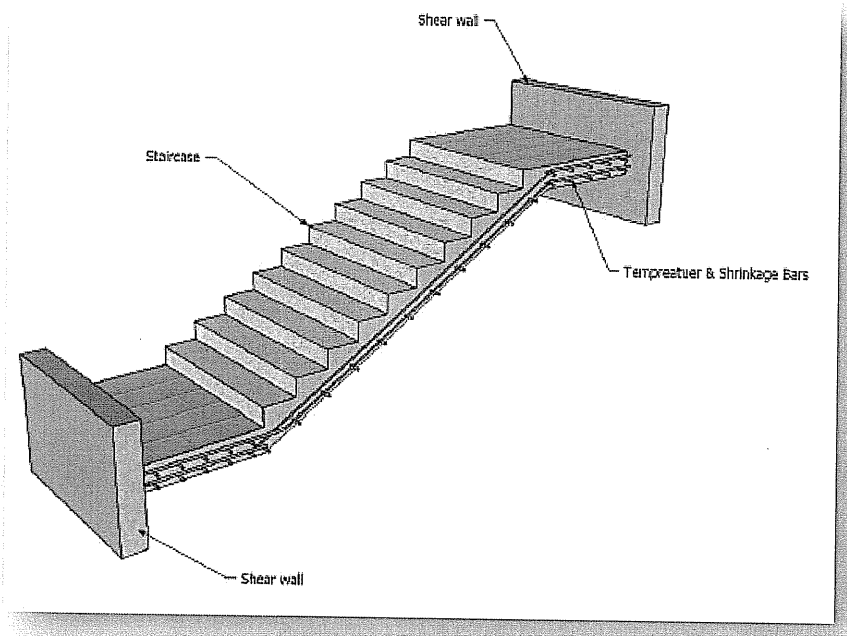
الشكل رقم (3-10.ب) مسقط أفقي للأساسات



الشكل رقم (3-10.جـ)مقطع طولي في الأساس

3-6-7 الأدراج (Stairs)

الأدراج عبارة عن العنصر المسؤول عن الانتقال الراسي بين الطبقات في المبنى حيث يتم تقسيم ارتفاع الطابق إلى ارتفاعات صغيرة تمثل ارتفاع الدرجة الواحدة . ويتم تصميم الدرج إنشائيا باعتباره عقدة مصمتة في اتجاه واحد , وتم استخدامها في مشروعنا بشكل واضح موزعة على أرجاء المشروع , وكذلك اخذ في عين الاعتبار في التصميم الإنشائي الأحمال الناتجة عن وزن المصاعد الكهربائي .



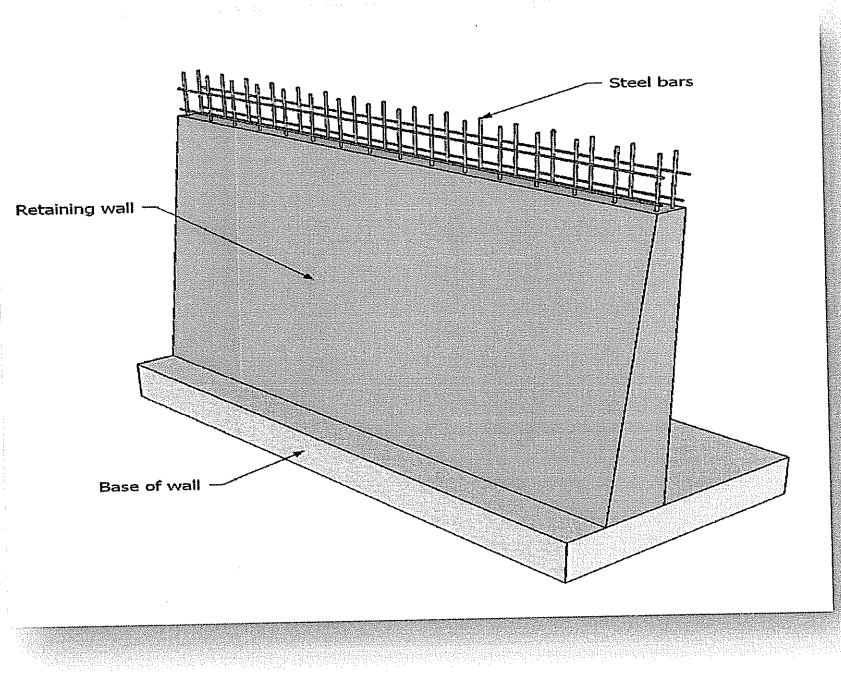
الشكل (3 - 11) مقطع توضيحي في الدرج .

3-6-8 الجدران الإستنادية (Retaining Walls)

تبنى هذه الحوائط لتسند التراب والماء الذي خلفها وما ينتج عن هذا التراب من ضغوط تحاول أن تقلب أو تحرك هذا الجدار، وتصمم الجدران الإستنادية لمقاومة وزن التربة راسيا وضغوط التربة الأفقية وقوى الرفع من المياه الجوفية .

بسبب الاختلاف الواضح في مناسيب قطعة أرض المشروع، كان لا بد من استخدام جدران استنادية لتحمي التربة من الانهيار أو الانزلاق. ويمكن أن تنفذ الجدران الإستنادية من الخرسانة المسلحة أو العادية أو من الحجر. وهناك عدة أنواع من الجدران الإستنادية منها :

- جدران الجاذبية (gravity walls) التي تعتمد على وزنها .
- الجدران الكابولية (cantilever walls) .
- جدران مدعمة (braced walls).



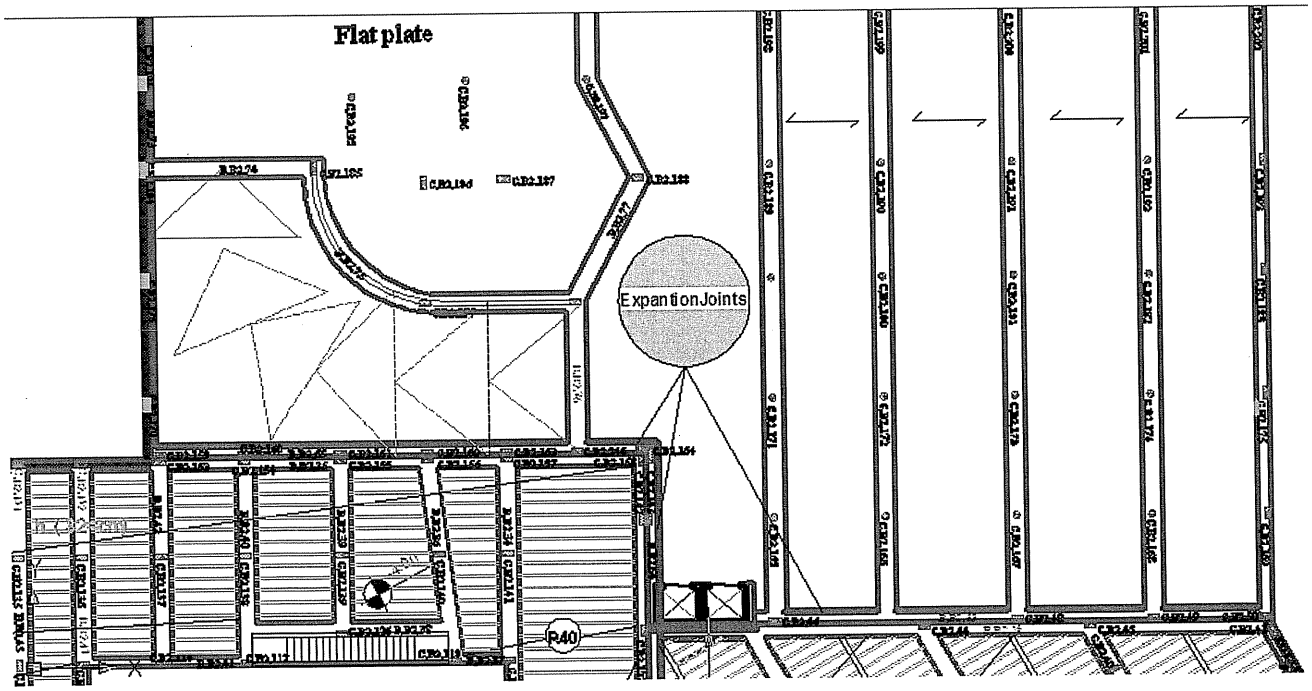
الشكل (3 - 12) جدار استنادي

7-3 فواصل التمدد (Expansion Joints)

تنفذ في كتل المباني ذات الأبعاد الأفقية الكبيرة أو ذات الأشكال والأوضاع الخاصة فواصل تمدد حراري أو فواصل هبوط، وقد تكون الفواصل للغرضين معاً, و يتم وضع الفاصل إذا كان عرض المبنى من (35-40) متر , و لذا للسماح للمبنى بالتمدد دون أن يؤدي ذلك إلى حدوث تشققات . وعند تحليل المنشآت لدراستها كمقاوم لأفعال الزلازل تدعى هذه الفواصل بالفواصل الزلزالية، ولهذه الفواصل بعض الاشتراطات والتوصيات الخاصة بها وفقاً لما يلي:

1. ينبغي استخدام فواصل تمدد حراري في كتلة المنشأ حسب الكود المعتمد، على أن تصل هذه الفواصل إلى وجه الأساسات العلوي دون اختراقها. وتعتبر المسافات العظمى لأبعاد كتلة المبنى كما يلي:
   - (40m) في المناطق ذات الرطوبة العالية.
   - (36m) في المناطق ذات الرطوبة العادية.
   - (32m) في المناطق ذات الرطوبة المتوسطة.
   - (28m) في المناطق الجافة.
2. يجب أن لا يقل عرض الفاصل عن (3cm) .

وتم استخدام أربعة فواصل تمدد في هذا المشروع كما هو مبين في الشكل أدناه :

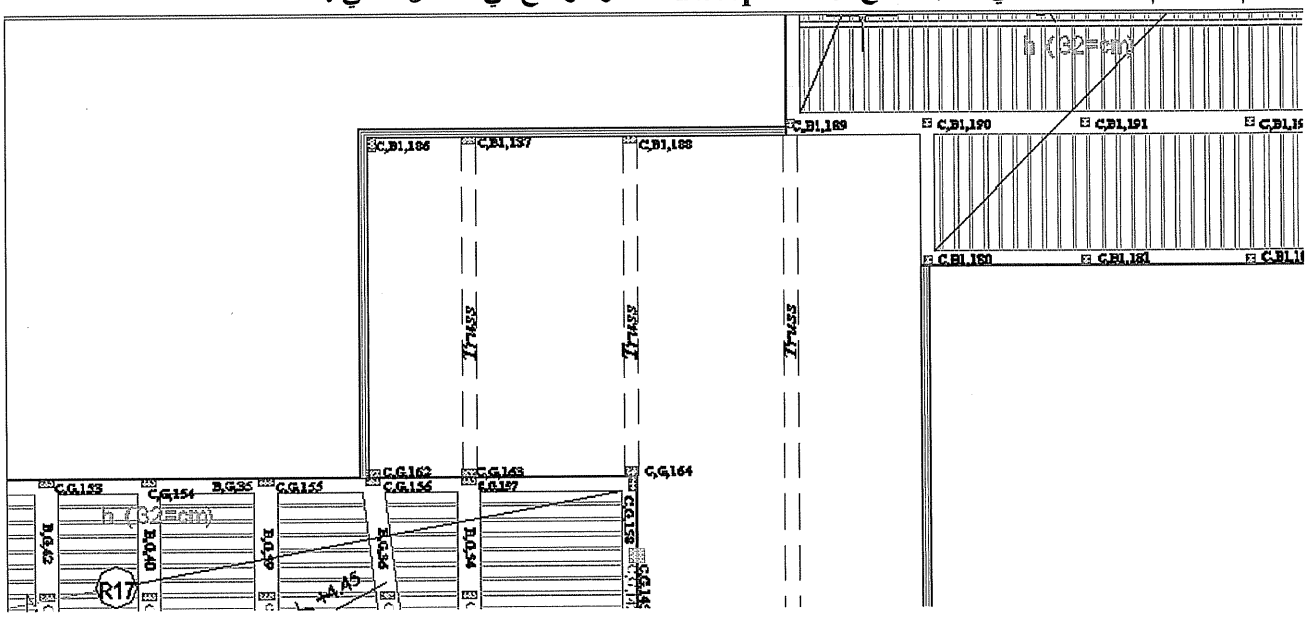


الشكل (3 - 13) فواصل التمدد في المبنى

3_8 الجمالونات (Trusses)

هو عنصر إنشائي يتألف من مجمعه من الوحدات المثلثية المترابطه فيما بينها , بحيث يتم تركيب أجزاء الـ **Truss** باستخدام البراغي و البراشم و اللحام ,و يتميز بخفة وزنة و فضاءاته الكبيرة .

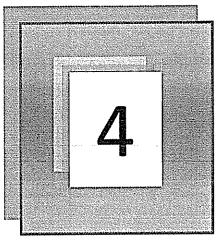
وقد تم استخدام ال **Truss** في تغطية سطح ال **Reception** كما هو موضح في الشكال التالي :



الشكل (3-14) : الجمالونات Trusses

3-9 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.



Structural Analysis And Design

4.1 Introduction.

4.2 Design method and requirements.

4.3 Determination of Slab Thickness.

4.3.1Compare Between a Thickness of one way and Two Rib slab

4.4 Design of topping.

4.5 Load calculations for one way Rib slab.

4.6 Design of one way Ribbed slab.

4.7 Design of two way Ribbed slab.

4.8 Design of one way Solid slab.

4.9 Design of Flat slab.

4.10 Design of Short Coulmn.

4.11 Design of Long Coulmn.

4.12 Design of Isolated Footing.

4.13 Design of Basement Wall.

4.14 Design of Stairs.

4.15 Design of Shear Wall.

Chapter 4 Structural Analysis And Design

4.1 Introduction:

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

-Concrete is a construction material composed of cement (commonly Portland cement) as well as other cementations materials such as fly ash and slag cement, aggregate (generally a coarse aggregate such as gravel, limestone, or granite, plus a fine aggregate such as sand), water, and chemical admixtures.

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

-Structural concrete can be classified into:-

- Lightweight concrete with unit weight from about 1350 to 1850 kg/m^3.
- Normal weight concrete with unit weight from about 1800 to 2400 kg/m^3.
- Heavyweight concrete with unit weight from about 3200 to 5600 kg/m^3.

In This Project, there are three types of slabs: solid slabs, one-way and two-way ribbed slabs. They would be analyzed and designed by using programs such as Beam D, Safe, Staad pro. to find the internal forces, deflections , and then hand calculation would be made to find the required steel for some members.

In this Chapter, we will show the procedure for designing the several structural members of our project, so we will discuss the steps that we followed to design the Ribs, beams, slabs.

So, this chapter will contain a sample calculation related to one of the preceding members contained in this project.All of these members will be designed according to (ACI –318-code).

4.2 Design method and requirements:-

The design strength provided by a member is calculated in accordance with the requirements and assumptions of **ACI_code (318_11).**

4.2.1 Strength design method:

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

Strength provided ≥ strength required to carry factored loads.

NOTE:

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

- Code UBC: ACI 2008.
- Material:-

  Concrete: B300 ..... $fc' = 300 * 0.8 = 24 N/mm^2 (MPa)$ For rectangular section.

- Reinforcement steel :-

  The specified yield strength of the reinforcement $\{fy = 400\ N/mm^2\ (MPa)$

- Mild steel : A-36.
- Connection Type : Weld , Bolts.

4.2.2 Factored loads:

The factored loads for members in our project are determined by:

$\boldsymbol{Wu = 1.2\,DL + 1.6\,LL}$ $\boldsymbol{ACI - code - 318 - 08(9.2.1)}$.

4.3 Determination of Slab Thickness:-

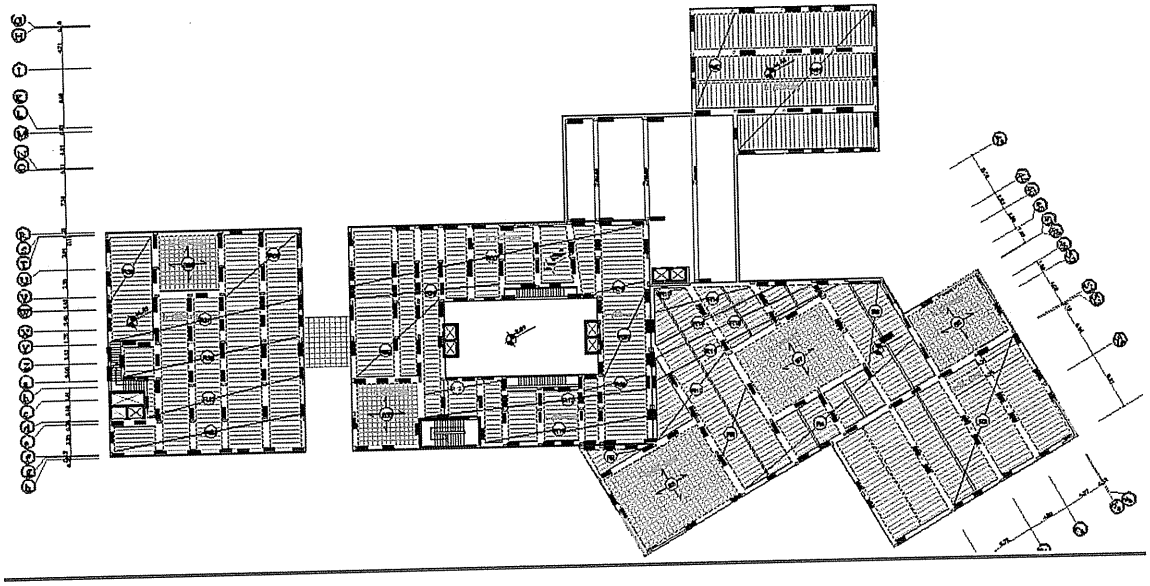


Fig 4.1: Ground Floor Slab

4.3.1Determination of The thickness of one way and two way ribbed slab:-

- One Way Ribbed Slab :R37.
- Two Way Ribbed Slab :S35.

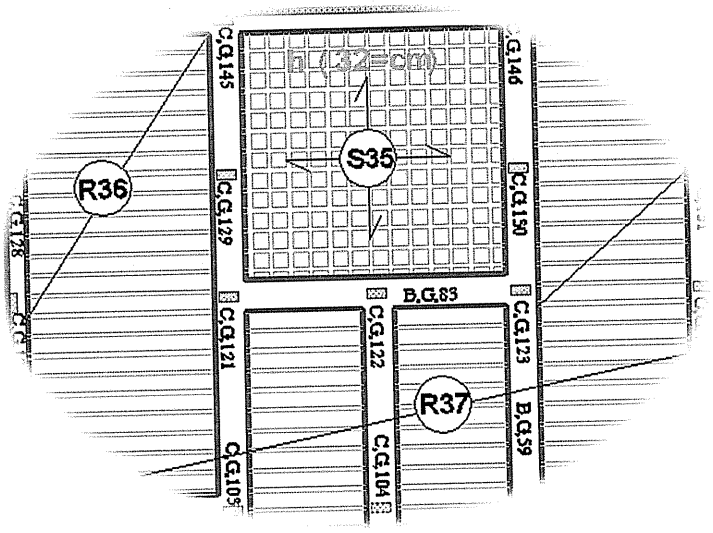


Fig 4.2: One Way Ribbed Slab (R37) and Two Way Ribbed Slab (S35)

❖ Check Thickness of one way ribbed slab.

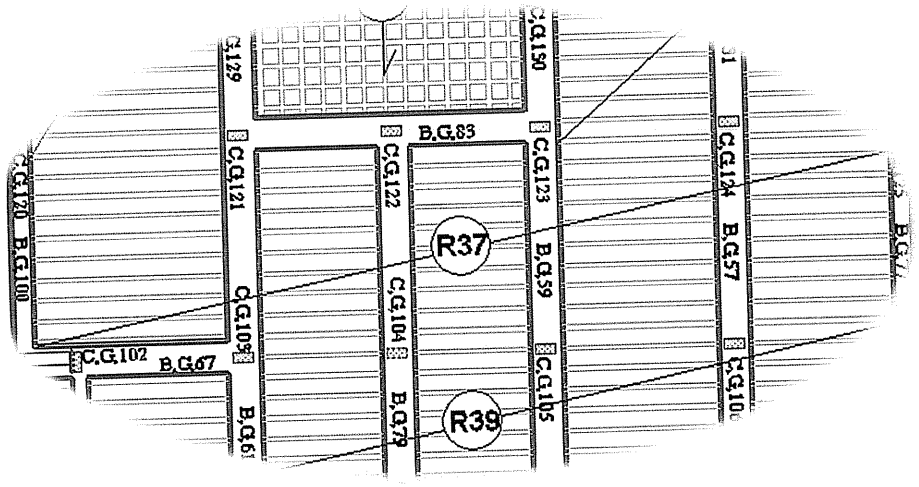


Fig 4.3: One Way Ribbed slab (R 37)

❖ Statically system for (R 37) :-

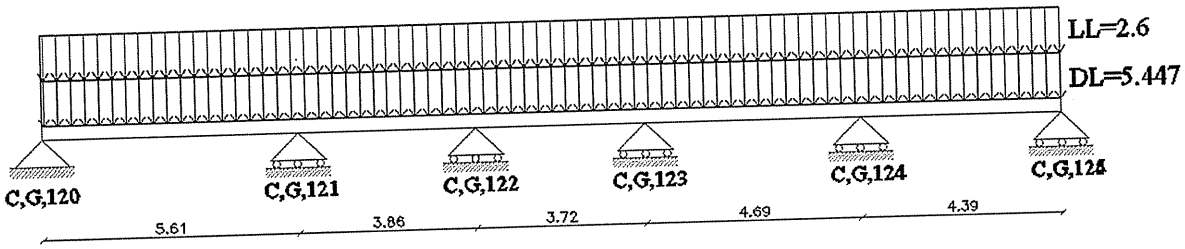


Fig 4.4: Statically system for (R 37)

❖ Section in ribbed slab :-

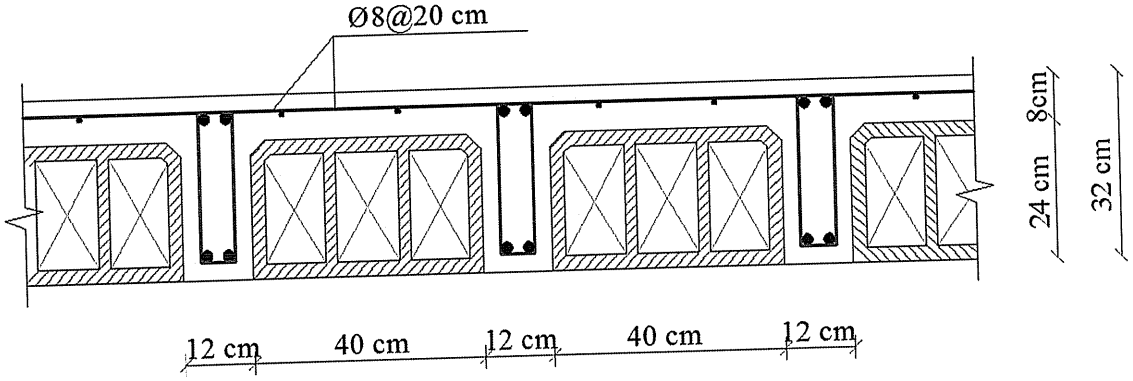


Fig 4.5: Section in ribbed slab

The overall depth must be satisfying ACI table (9.5.a) for nonprestressed beams or one way slabs unless deflections are computed.

The minimum required thickness is:-

-Maximum span length for one-end continuous : L=5.61 m =561 cm.

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

$h_{min=}$= L/18.5 = 561/18.5 = **30.32 cm. .....control.**

-Maximum span length for both –end continuous : L=4.69 m =469 cm.

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

h_{min} = L/21 = 469/21 = **22.33 cm.**

- **The controller slab thickness is 30.32 cm.**

But by deflection checked it was controlled at 32 cm thickness.

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

❖ **Check Thickness of two way ribbed slab:**

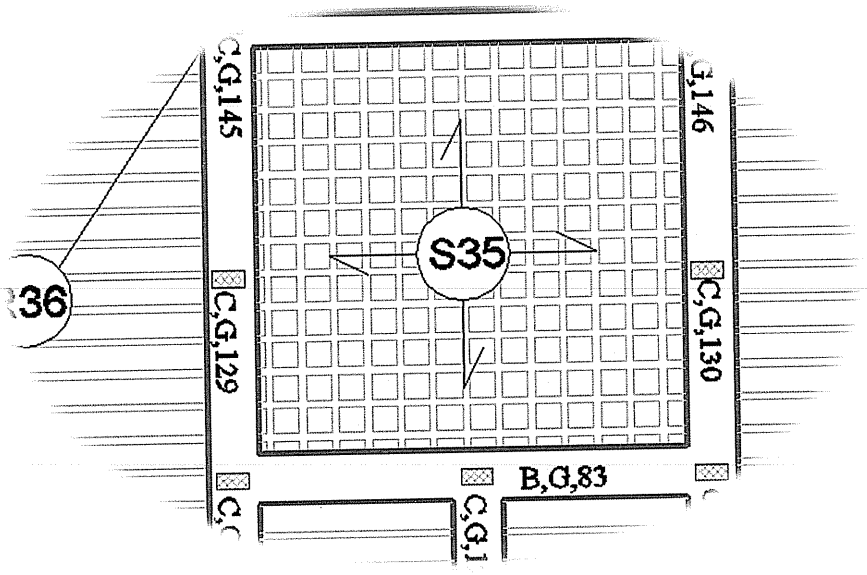


Fig 4.6: Two way Rib slab (S 35)

- **Two way ribbed slab(S35):-**

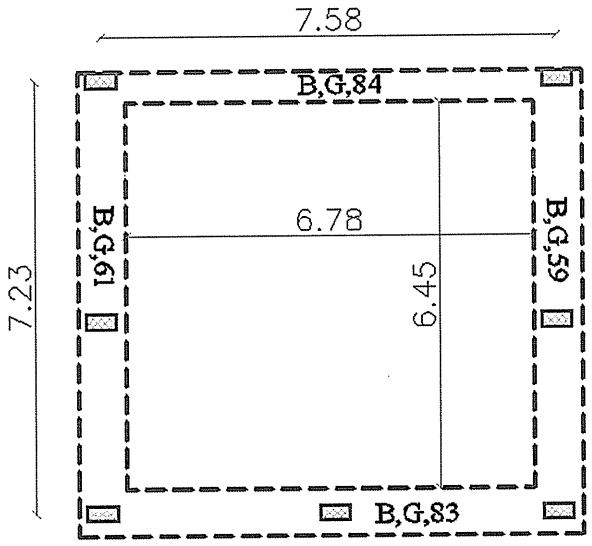


Fig 4.7: Detailing of S12

- **Statically system for (S35) :-**

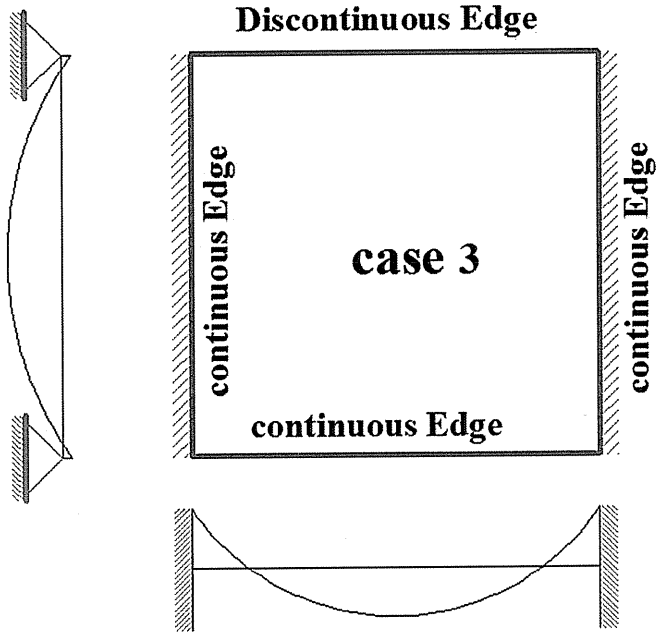
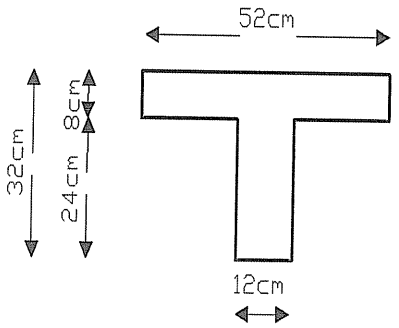


Fig 4.8:Statically system for(S12)

➢ **Ribbed slab section :-**



$$bf = be = \mathbf{250mm.}$$

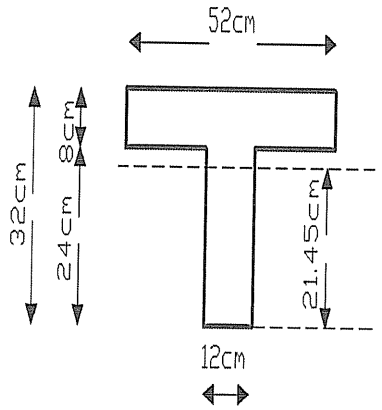
$$Yc = \frac{\sum A * Y}{\sum A}$$

$$Yc = \frac{\left\{\left(12 * 24 * \frac{24}{2}\right)\right\} + (8 * 52 * 28)}{(12 * 24) + (8 * 52)} = 21.45\ cm$$

$$Irib = \sum(b * h^3)/3$$

$$Irib = \left(52 * \frac{10.55^3}{3}\right) - \left(40 * \frac{2.55^3}{3}\right) + \left(12 * \frac{21.45^3}{3}\right)$$

$$= 59609.23\ cm^4$$



Exterior and Interior Beams (B,G,59-- B,G,61– B,G,83- B,G,84):

➢ **Statically system for beams :-**

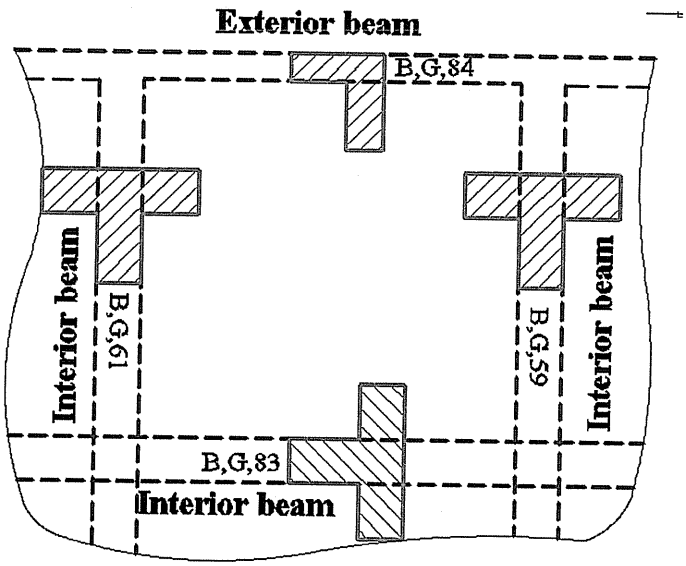
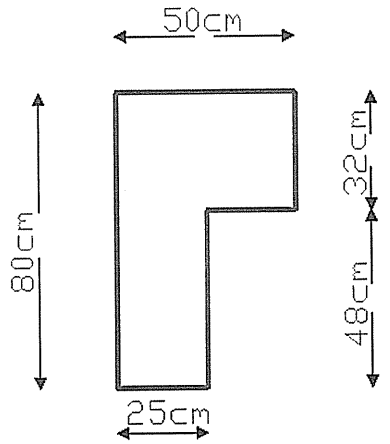


Fig 4.9: Statically system for beam.

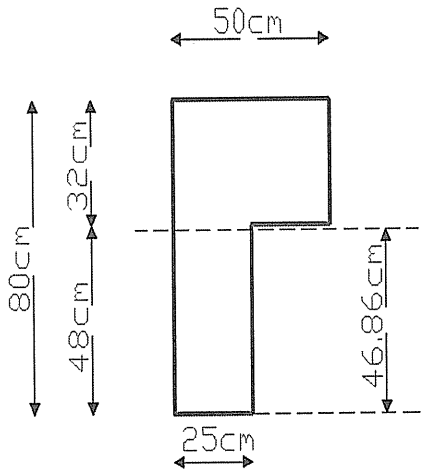
-Exterior Beam (L-SECTION).....B,G,84



$$Yc = \frac{\sum A * Y}{\sum A}$$

$$Yc = \frac{\sum A * Y}{\sum A} = \frac{\left\{\left(50 * 32\right) * \left(48 + \frac{32}{2}\right)\right\} + \{(25 * 48 * 48/2)\}}{(50 * 32) + (48 * 25)}$$

$$= 46.86\ cm$$

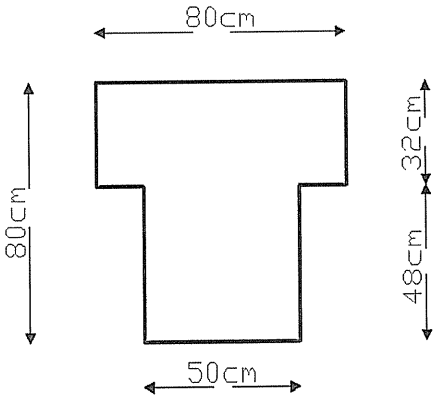


$$Ib = \sum(b * h^3)/3$$

$$Ib = \left(50 * \frac{33.14^3}{3}\right) - \left(25 * \frac{1.14^3}{3}\right) + (25 * \frac{46.86^3}{3})$$

$$= 1464076.21\ cm^4$$

-Interior Beam (T-SECTION).....B,G,59-- B,G,61 – B,G,83



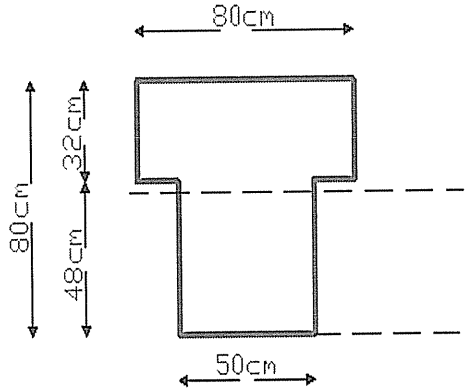
$$Yc = \frac{\sum A * Y}{\sum A}$$

$$Yc = \frac{\left\{\left(80 * 32\right) * \left(48 + \frac{32}{2}\right)\right\} + \{(50 * 48 * 48/2)\}}{(80 * 32) + (48 * 50)}$$

$$= 44.65\ cm$$

$$Ib = \sum(b * h^3)/3$$

$$Ib = \left(80 * \frac{35.35^3}{3}\right) - 2\left(15 * \frac{3.35^3}{3}\right) + \left(50 * \frac{44.65^3}{3}\right) = 2661188.94\ cm^4$$



➢ **For Exterior Beam**

-In Short direction **(B,G,84)** .....L = 645 cm

$$I_s = \frac{I_{rib}(\frac{l}{2} + b_w)}{b_f}$$

$$I_s = \frac{59609.23(\frac{645}{2} + 50)}{52} = 427006.78cm^4$$

-In Short direction ((**B,G,83)** ..... L_{left}= 645cm

$$I_s = \frac{59609.23(\frac{645}{2} + 80)}{52} = 461398.37\ cm^4$$

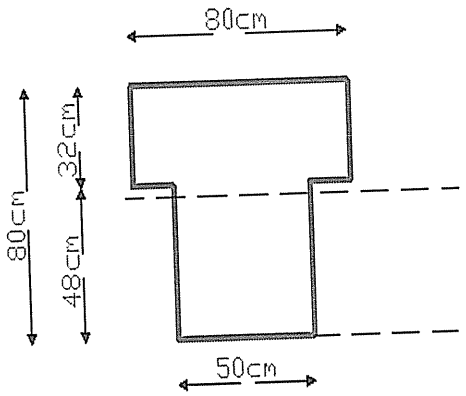
➢ **For Interior Beam**

-In Long direction ((**B,G,59)** ..... L_{right}=390cm, . L_{left}= 678cm

$$I_s = \frac{59609.23(\frac{390}{2} + \frac{678}{2} + 80)}{52} = 703847.45cm^4$$

-In Long direction ((**B,G,61)** ..... L_{right}=678cm, . L_{left}= 438cm

$$I_s = \frac{59609.23(\frac{678}{2} + \frac{438}{2} + 80)}{52} = 731359.4cm^4$$



$$Ib = \sum(b * h^3)/3$$

$$Ib = \left(80 * \frac{35.35^3}{3}\right) - 2\left(15 * \frac{3.35^3}{3}\right) + \left(50 * \frac{44.65^3}{3}\right) = 2661188.94\ cm^4$$

➢ **For Exterior Beam**

-In Short direction **(B,G,84)** .....L = 645 cm

$$I_s = \frac{I_{rib}(\frac{L}{2} + b_w)}{b_f}$$

$$I_s = \frac{59609.23(\frac{645}{2} + 50)}{52} = 427006.78cm^4$$

-In Short direction **((B,G,83)** ..... L_{left}= 645cm

$$I_s = \frac{59609.23(\frac{645}{2} + 80)}{52} = 461398.37\ cm^4$$

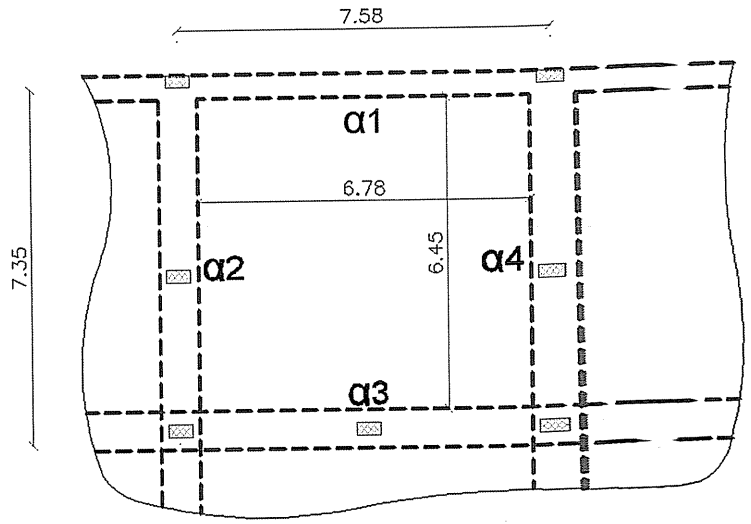
➢ **For Interior Beam**

-In Long direction **((B,G,59)** ..... L_{right}=390cm, . L_{left}= 678cm

$$I_s = \frac{59609.23(\frac{390}{2} + \frac{678}{2} + 80)}{52} = 703847.45cm^4$$

-In Long direction **((B,G,61)** ..... L_{right}=678cm, . L_{left}= 438cm

$$I_s = \frac{59609.23(\frac{678}{2} + \frac{438}{2} + 80)}{52} = 731359.4cm^4$$



➢ $\alpha_f = \frac{I_b}{I_s}$

$\alpha_1 = \frac{1464076.21}{427006.78} = 3.43$

$\alpha_2 = \frac{2661188.94}{731359.4} = 3.64$

$\alpha_3 = \frac{2661188.94}{461398.37} = 5.77$

$\alpha_4 = \frac{2661188.94}{703847.45} = 3.78$

$\alpha_{fm} = \frac{\alpha 1 + \alpha 2 + \alpha 3 + \alpha 4}{4} = 4.155 \longrightarrow \alpha_{fm} = 4.155 > 2$

where $\alpha_{fm} > 2$

$$\beta = \frac{I_{n,long}}{I_{n,short}} = \frac{6.78}{6.45} = 1.05$$

$$h_{min} = \frac{6780\ (0.8 + \frac{400}{1400})}{36 + 9(1.05)} = 161.196 \text{ mm} > 90 \text{ mm}$$

$$h_{assumed=}320\ mm > 161.196mm - OK$$

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

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

4.4 Design of topping:

Topping in One way ribbed slab can be considered as a strip of **-1 meter width-**and a span of hollow block length **(b=40 cm)** with both end fixed in the ribs.

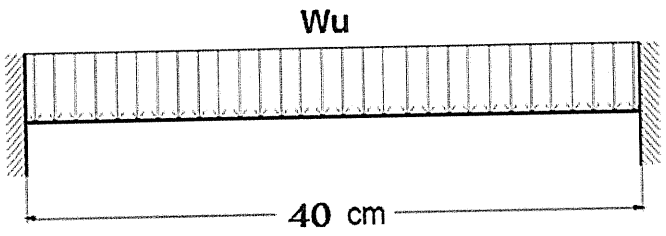
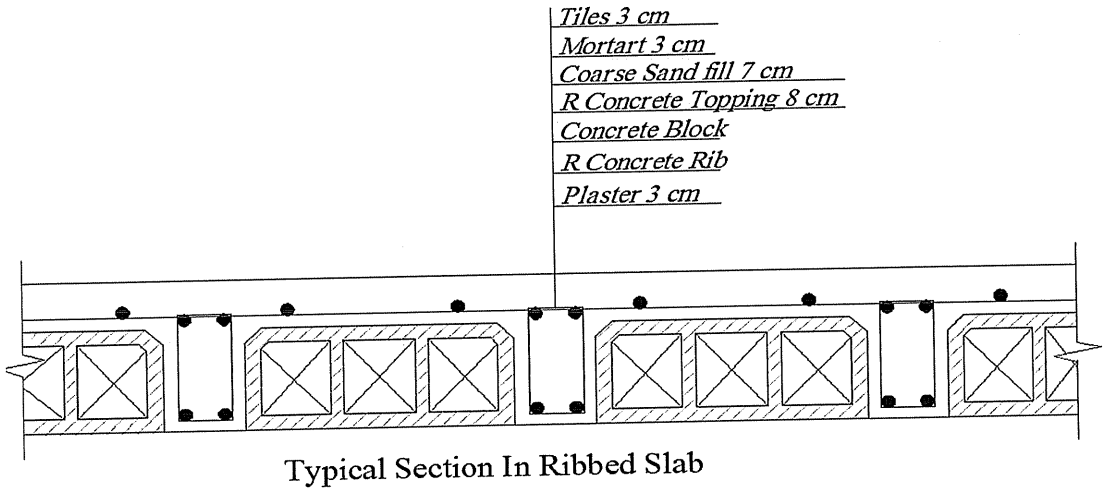


Fig 4.10: topping load.

4.4.1 Determination of dead load:-



Typical Section In Ribbed Slab

Fig 4.11: Typical Section In Ribbed Slab

Dead load calculations:

Dead load from:	δ×γ×1	KN/m
Tiles	**0.03**×23	**0.69**
Mortar	**0.03**×22	**0.66**
Sand	**0.07**×16	**1.12**
Topping	**0.08**×25	**2**
Interior partitions	**2.3**	**2.3**
	∑	**6.77**

Table (4.1)Calculation of one way dead load

Live load :

L_L =5 KN/m^2 ⟶ L_L =5 KN/m^2 × 1m= 5KN/m

Factored load :

W_U = 1.2 ×6.77 + 1.6×5 =16.124 KN/m.

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

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

S_m(modulus of cross section of slab) $= \frac{b.h^2}{6} = \frac{1000\times80^2}{6} = 1066666.67\ mm^3$.

$$\emptyset Mn = 0.55 \times 1 \times 0.42 \times \sqrt{25} \times 1066666.67 \times 10^{-6} = 1.232 KN.m$$

-Mu $= \frac{W_u L^2}{12} = \frac{16.124*0.4^2}{12} = 0.215\ KN.m(negative\ moment)$.

$$\emptyset Mn >> Mu = 0.215\ KN.m$$

-No reinforcement is required by analysis. According **ACI 10.5.4,**provide$A_{s,min}$for slabs as shrinkage and temperature reinforcement.

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

$As = \rho \times b \times htopping = 0.0018 \times 1000 \times 80 = 144\ mm^2/m\ strip.$

Try bars ϕ8 with As= 50.27 mm^2.

Bar numbersn$=\frac{As}{As_{(\emptyset 8)}} = \frac{144}{50.27} = 2.87$ .....take 3 bars.

➢ Step (s) is the smallest of:

1. 3h = 3 × 80 = 240 mm. .... control .... **ACI 10.5.4**

2. 450mm.
3. $S = 380\left(\frac{280}{f_s}\right) - 2.5C_c = 380\left(\frac{280}{\frac{2}{3}400}\right) - 2.5 \cdot 20 = 349mm$

but .....

$$S \leq 300\left(\frac{280}{f_s}\right) = 300\left(\frac{280}{\frac{2}{3}400}\right) = 315mm \text{.....ACI 10.6.4}$$

Use ϕ8 @ 200 mm in both direction, As provided =250 mm^2/m , S = 200 mm <S_{max} = 240 mm.

4.5 Load calculations for one way Rib slab

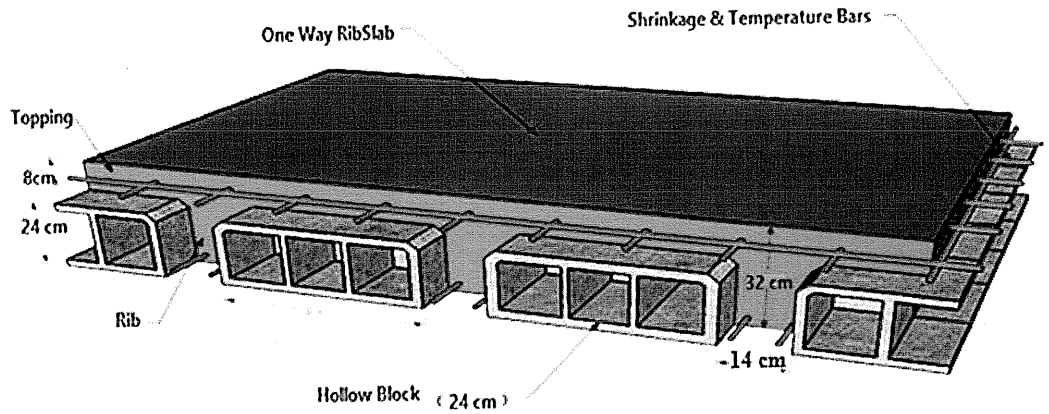


Fig 4.12: one way Rib slab.

-The effective flange width (b_e), according to **ACI 8.12.2** is the smallest of:

- $be \leq \frac{L}{4} = \frac{3720-400-400}{4} = \frac{2920}{4} = 730\ mm$ *L: is the span of the rib.*
- $be \leq bw + 16hf = 120 + 16 \times 80 = 1400\ mm.$
- $be \leq$ *center to center spacing between adjacent beams* $= 400 + 120 = 540\ mm.$ .....**Control**

Requirements For Slab Floor According to ***ACI- (318-08)*** .

- $bw \geq 10cm$ ..... $ACI(8.13.2)$

Select bw=12cm

- $h \leq 3.5 * bw$ ……$ACI(8.13.2)$

$Select\ h = 32cm < 3.5 * 12 = 42\ cm$

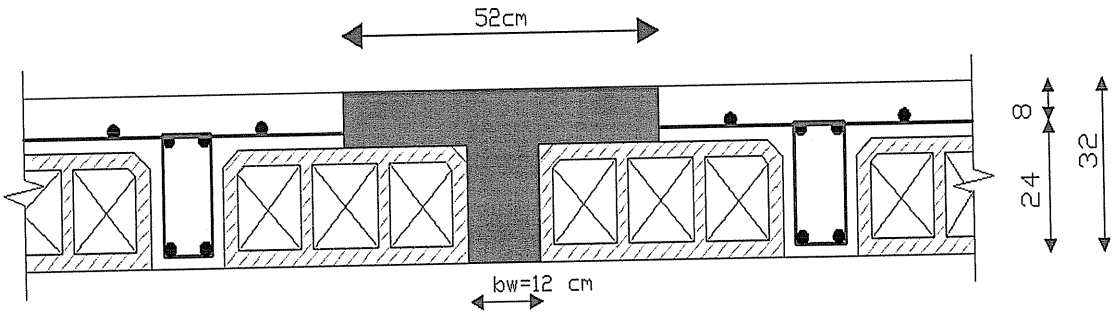
- $tf \geq Ln/12 \geq 50mm$ ……$ACI(8.13.6.1)$

$Select\ tf = 8cm.$

- Unit width $(b_f) = bw + \frac{1}{2}$ block$+\frac{1}{2}$ block

$b_f = 12 + \frac{1}{2}\ 40 + \frac{1}{2}\ 40 = 52$ cm

$Select\ bf = 52cm$



Typical Section In Ribbed Slab

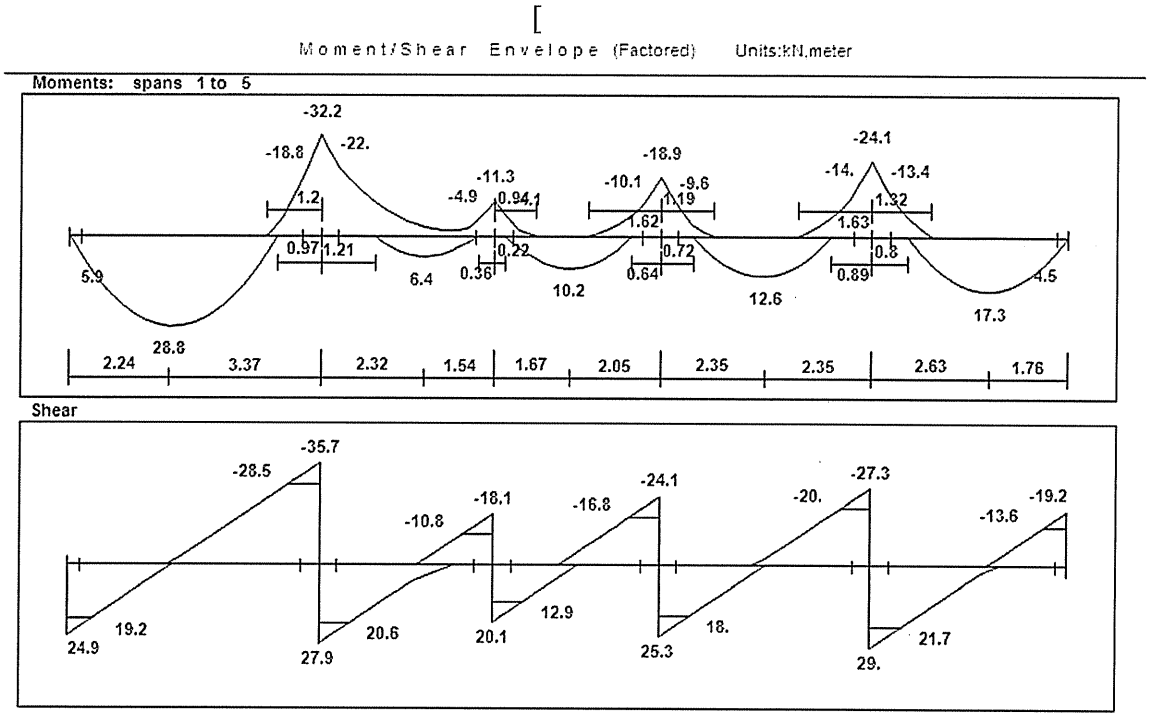
Fig 4.13: Section in one way Rib slab.

- **Dead load calculations:**

Dead load from:	$\delta \times \gamma \times b_e$	KN/m
Tiles	**0.03×23×0.52**	**0.359**
Mortar	**0.03×22×0.52**	**0.343**
Sand	**0.07×16×0.52**	**0.582**
Topping	**0.08×25×0.52**	**1.040**
Interior partitions	**2.3×0.52**	**1.196**
RC rib	**0.24×25×0.12**	**0.720**
Hollow Block	**0.24×9×0.4**	**0.864**
Plaster	**0.03×22×0.52**	**0.343**
	∑	**5.447**

- **Table (4.2)Calculation of one way dead load**

❖ Moment / Shear Envelope (Factored):



❖ Reactions:

Reactions

Factored

DeadR	14.89	38.26	19.37	28.12	33.83	11.09
LiveR	9.96	25.4	18.9	21.27	22.42	8.13
Max R	24.86	63.67	38.27	49.39	56.25	19.23
Min R	14.41	45.25	21.55	33.13	43.31	10.02
Service						
DeadR	12.41	31.89	16.14	23.43	28.19	9.24
LiveR	6.23	15.88	11.81	13.3	14.01	5.08
Max R	18.64	47.76	27.95	36.73	42.2	14.33
Min R	12.11	36.25	17.5	26.56	34.12	8.57

❖ 4.6.1 Design for positive Moment for Rib (R37)

➢ $Mu\ (max.positive\ moment) = 28.8\ KN.m.$

Assume bar diameter ϕ12 for main positive reinforcement.

$$d = h - cover - dstirrups - \frac{d_b}{2} = 320 - 20 - 10 - \frac{12}{2} = 284\ mm.$$

➢ Check if a>h_f to determine whether the section will act as rectangular or T_ section,

$$M_{nf} = 0.85.f'_c.b_e.h_f.(d - \frac{h_f}{2})$$

$$M_{nf} = 0.85 \times 25 \times 520 \times 80 \times \left(284 - \frac{80}{2}\right) \times 10^{-6} = 215.696\ KN.m$$

$M_{nf} > \frac{M_u}{\emptyset} = \frac{28.8}{0.9} = 32$ KN.m,

-The section will be designed as **rectangular section**with b = 520 mm.

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{28.8 \times 10^6}{0.9 \times 540 \times 286^2} = 0.7629\ Mpa.$$

$$m = \frac{f_y}{0.85f'_c} = \frac{400}{0.85 \times 25} = 18.82$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{400}}\right) = \frac{1}{18.82}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 18.82 \times 0.7629}{400}}\right) = 0.01943$$

$$As = \rho.b.d = 0.001943 \times 520 \times 284 = 286.94\ mm^2.$$

➢ Check for $A_{s,min}$.

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

$$As,min = 0.25\frac{\sqrt{54}}{400}\ 120 \times 282 = 106.5\ mm^2$$

$$As,min = \frac{1.4}{400}120 \times 284 = 119.28\ mm^2\ \ldots.\ \boldsymbol{Control.}$$

$As,required$ =286.94 mm^2.> $As,min = 119.28\ mm^2$

$Use\ 2\phi14\ ,Bottom\ ,As,provided = 307.9\ mm^2 > As,required = 286.94\ mm^2$ Ok

➢ Check for strain:

$$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\,f'_c} = \frac{307.9\times400}{0.85\times520\times25} = 11.139mm$$

$$c = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{11.139}{0.85} = 13.105\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{284-13.105}{13.105}\right) = 0.062 > 0.005 \quad \ldots\ldots \quad 0k$$

➢ **Design for positive moment** $Mu = 12.6\ KN.m$

-Assume bar diameter ϕ12 for main positive reinforcement

$$d = h - cover - dstirrups - \frac{d_b}{2} = 320 - 20 - 10 - \frac{12}{2} = 284\ mm.$$

$$M_{nf} = 215.696\ KN.m$$

$M_{nf} >> \frac{M_u}{\emptyset} = \frac{12.6}{0.9} = 14$ KN.m, the section will be designed as **rectangular section**with b = 520 mm.

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{12.6\times10^6}{0.9\times520\times284^2} = 0.334\ Mpa$$

$$m = \frac{f_y}{0.85f'_c} = \frac{400}{0.85\times25} = 18.82$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{400}}\right) = \frac{1}{18.82}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times18.82\times0.334}{400}}\right) = 0.000842$$

$$As = \rho.b.d = 0.000842\times520\times284 = 124.35\ mm^2.$$

➢ Check for $A_{s,min}$.

As,min 119.28 mm^2 .

$As,required$ =124.35 mm^2.> $As,min = 119.28\ mm^2$

$Use\ 2\phi10\ Bottom\ ,As,provided = 157.08\ mm^2 > As,required = 124.35\ mm^2..Ok$

➢ Check for strain:-

$$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\,f'_c} = \frac{157.08\times400}{0.85\times520\times25} = 5.69mm$$

$$c = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{5.69}{0.85} = 6.69\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{284-6.69}{6.69}\right) = 0.124 > 0.005 \ldots\ldots \quad 0k$$

Note: All spans with positive moments less than 12.6 KN.m will bereinforced with 2ϕ10

❖ 4.6.2 Design for negative Moment for Rib (R37)

- ***Mu* = 22 *KN.m.*** **(maximum negative moment at the face of support –ACI 8.9.3)**

-Assume bar diameter ϕ12 for main negative reinforcement.

$$d = h - cover - dstirrups - \frac{d_b}{2} = 320 - 20 - 10 - \frac{12}{2} = 284\ mm.$$

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{22 \times 10^6}{0.9 \times 120 \times 284^2} = 2.526\ Mpa.$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{18.82}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times18.82\times2.526}{400}}\right) = 0.00674$$

$$As = \rho.b.d = 0.00674 \times 120 \times 284 = 229.699\ mm^2$$

- Check for $A_{s,min}$.

$$As = 229.699 > As,min = 119.28\ mm^2 - OK$$

$$Use\ 2\phi14, Top\ , As,provided = 307.88mm^2 > As,required = 229.699\ mm^2 \quad Ok$$

- Check for strain:

$$a = \frac{As.f_y}{0.85b\ f'_c} = \frac{307.88\times400}{0.85\times120\times25} = 48.269mm$$

$$c = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{48.269}{0.85} = 56.79\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{284-56.79}{56.79}\right) = 0.0149 > 0.005 \qquad 0k$$

➢ $Design for Mu = -14.0 Kn.m$

Assume bar diameter ϕ12

$$d = h - cover - dstirrups - \frac{d_b}{2} = 320 - 20 - 10 - \frac{12}{2} = 284\ mm.$$

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{14.0 \times 10^6}{0.9 \times 120 \times 284^2} = 1.61 Mpa.$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{400}}\right) = \frac{1}{18.82}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 18.81 \times 1.61}{400}}\right) = 0.00419$$

$$As = \rho.b.d = 0.00419 \times 120 \times 284 = 142.79\ mm^2$$

➢ Check for As minimum:-

$$As = 142.79 > As,min = 119.28\ mm^2 - OK$$

$$Use\ 2\phi10, Top\ , As, provided = 157.08 mm^2 > As, required = 142.79\ mm^2$$

➢ Check for strain:

$$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85 b\ f'_c} = \frac{157.08 \times 400}{0.85 \times 120 \times 25} = 24.64\ mm$$

$$c = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{24.64}{0.85} = 28.99\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{284 - 28.99}{28.99}\right) = 0.0264 > 0.005 \ \ldots\ldots \quad 0k$$

Note: All spans with Negative moments less than 14KN.m will be Reinforced with 2ϕ10

❖ 4.6.3 Design of Rib for shear

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

From shear envelope diagram: $V_u = 28.5\ KN$

$$Vc = \frac{1.1}{6}\lambda\sqrt{f'_c} b_w d = \frac{1.1}{6}\sqrt{25} \times 120 \times 284 \times 10^{-3} = 31.24 KN$$

$$\emptyset\, Vc = 0.75 \times 31.24 = 23.43\ KN$$

$V_{s,min} = \frac{1}{16}\sqrt{f_c'}\,b_w d = \frac{1}{16}\sqrt{25} \times 120 \times 284 \times 10^{-3} = 10.65KN$

$V_{s,min} = \frac{1}{3} b_w d = \frac{1}{3} \times 120 \times 284 \times 10^{-3} = 11.36\ KN \quad -\boldsymbol{control}$

$\emptyset\ Vc < V_u < \emptyset(Vc + V_{s,min})$

$\emptyset\ Vc$=23.43 $< V_u$=28.5$< \emptyset(Vc + V_{s,min})$=31.95 $\quad -\boldsymbol{Case\ 3}$

$minimum\ shear\ reinforcement\ is\ required\ (A_{v,min})$

$Use\ stirrups\ U-shape\ (2\ leg\ stirrups\ )\ \phi 8\ Av\ =\ 2\times\ 50.24\ = 100.48mm^2.$

If $V_s < V_s'$

$V_s = V_u - V_c = V_u/\ \phi - V_c$= 28.5/0.75 -31.24 =6.76 KN

Then

$$S_{max} \le \frac{d}{2} \le 600\ mm \qquad ,S_{max} = \frac{d}{2} = \frac{284}{2}$$
$$= 142\ mm \quad -control$$

➢ Check for $V_{s,min}$: –

-$V_{s,min}$=11.36 KN

-$S_{required}$ = minimum of :

$$\frac{3A_v f_{yt}}{b_w} = \frac{3 \times 100.48 \times 400}{120} = 1004.8\ mm$$

$\frac{16A_v f_{yt}}{b_w\sqrt{25}} = \frac{16\times100.48\times400}{120\times\sqrt{25}} = 1071.79\ mm$–..... **control**

Take S=140 mm

Use stirrups U- shape (2 leg stirrups)ϕ8/14cm c/c

4.7 Design of two Way Ribbed slab:

4.7.1 Design of two way Ribbed Slab (S35):-

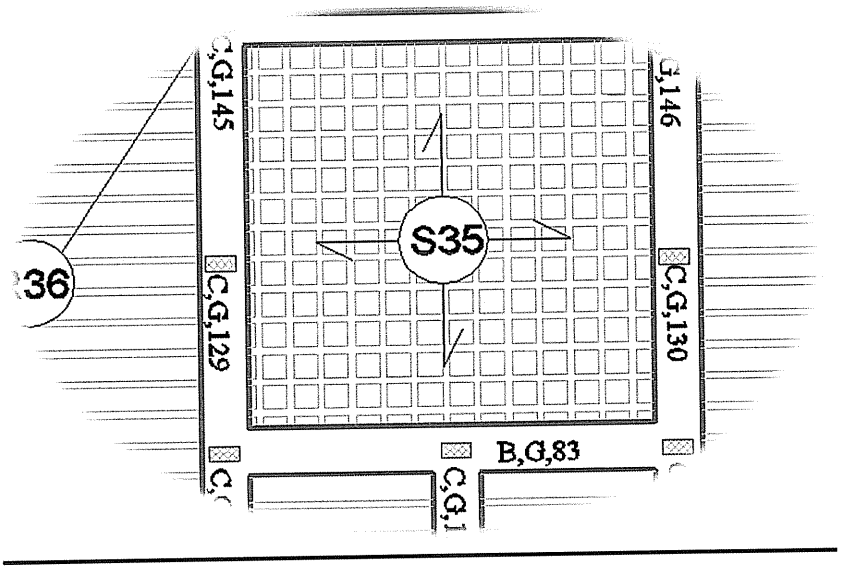
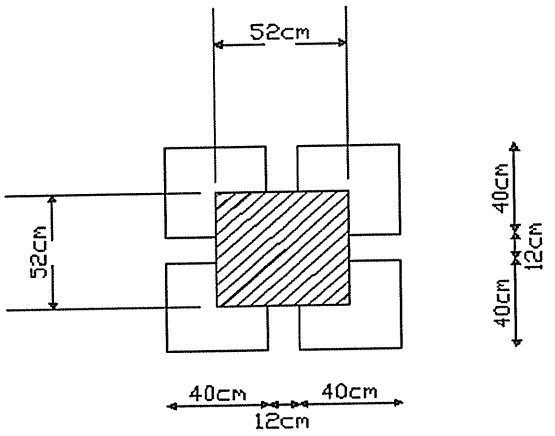


Fig 4.14: Two way Rib slab plan.

4-7.1.1 Load Calculation

- **Determination of Dead load**



Dead load from:	W = γ×V	KN
Tiles	$0.03\times23\times0.52^2$	0.187
Mortar	$0.03\times22\times0.52^2$	0.179
Coarse sand	$0.07\times16\times0.52^2$	0.303
Topping	$0.08\times25\times0.52^2$	0.541
Interior partitions	2.3×0.52^2	0.622
RC rib	$0.24\times25\times0.12\times(0.52+0.4)$	0.662
Hollow Block	$0.24\times9\times0.4\times0.4$	0.346
Plaster	$0.03\times22\times0.52^2$	0.179
	∑	3.02

Table (4.3)Calculation of two way dead load

$$Total\ Dead\ Load\ = 3.02\ KN$$

$$DL = \frac{3.02}{0.52 \times 0.52} = 11.17 KN/m^2 \qquad Total\ live\ load\ = 5\ KN/m^2$$

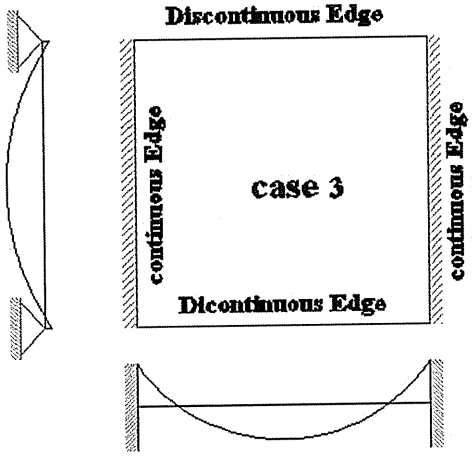
- **Determination of factored dead & live load**

$$Factored\ dead\ load\ = 1.2 \times Dead\ load\ = 1.2 \times 11.17\ = 13.404\ KN/m^2.$$

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

- $Wu = 13.404 + 8 = 21.404\ KN/m2$

- 4.7.1.2Design for Positive and Negative Moment:-



➢ **Moments calculations**

$$Ma = Ca\, wla^2 bf \quad and \quad Mb = Cb\, wlb^2 bf$$

$$\frac{la}{lb} = \frac{6.7}{6.78} = 0.988$$

- **Negative moments:_**

$$C_{a,neg}(\frac{la}{lb} = 0.95) = 0$$

$$\boldsymbol{M_{a,neg} = 0}$$

$$C_{a,neg}\left(\frac{la}{lb} = 0.95\right) = 0.072$$

$$\boldsymbol{M_{b,neg} = 0.072 * 21.404 * 6.78^2 * 0.52 = 35.8\, Kn.m}$$

- **Positive Moments:-**

$$C_{a,dl}\left(\frac{la}{lb} = 0.95\right) = 0.021$$

$$\boldsymbol{M_{a,pos,dl} = 0.021 * 13.404 * 6.45^2 * 0.52 = 6.09 KN.m}$$

$$C_{a,ll}\left(\frac{la}{lb} = 0.95\right) = 0.031$$

$$\boldsymbol{M_{a,pos,ll} = 0.031 * 8 * 6.45^2 * 0.52 = 5.37 KN.m}$$

- $\boldsymbol{M_{a,pos} = 6.09 + 5.37 = 11.46\, KN.m/rib}$

$C_{b,dl}\left(\frac{la}{lb}=0.95\right)=0.035$

$$M_{b,pos,dl}=0.035*8*6.78^2*0.52=8.01\ KN.m$$

$C_{b,ll}\left(\frac{la}{lb}=0.95\right)=0.029$

$$M_{b,pos,ll}=0.029*8*6.78^2*0.52=5.55KN.m$$

- $M_{b,pos}=8.01+5.55=13.56\ KN.m/rib$

➢ ***Negative moments at Discontinuous edge*** ($\frac{1}{3}$ ***positive moment***):

$$M_{a,neg,edge}=\frac{1}{3}*11.46=3.82\ KN.m/rib$$
$$M_{b,neg,edges}=\frac{1}{3}*13.56=4.52\ KN.m/rib$$

- **Short Direction:**

➢ ***Design for positive moment*** (**Mid Span**)$Mu=11.46\ KN.m$

➢ $bf=520\ mm$.

Assume bar diameter ϕ14 for main positive reinforcement.

$$d=h-cover-dstirrups-\frac{d_b}{2}=320-20-8-\frac{14}{2}=285\ mm.$$

$$R_n=\frac{M_u}{\emptyset bd^2}=\frac{11.46\times10^6}{0.9\times520\times285^2}=0.30\ Mpa.$$

$$m=\frac{fy}{0.85\,fc'}=\frac{400}{0.85*24}=19.61.$$

$$\rho=\frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{400}}\right)=\frac{1}{19.61}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times19.61\times0.30}{400}}\right)=0.00076$$

$$As=\rho.b.d=0.00076\times520\times285=112.632\ mm^2$$

- *Check for As, min..*

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

- $As, min = 0.25\frac{\sqrt{24}}{400}\ 120 \times 285 = 104.72\ mm^2$
- $As, min = \frac{1.4}{400} 120 \times 285 = 119.7\ mm^2$ .. ***Control.***

$As, required = 112.632\ mm^2 < As, min = 119.7\ mm^2$ OK

Use ϕ10 with As= 78.54 mm^2 .

$$n = \frac{As}{As\phi 10} = \frac{112.632}{78.5} = 1.52 \approx 2 .$$

Use 2ϕ10 , Bottom As, = 157 mm^2 > As, required = 78.50 mm^2. Ok

- ***Check for strain:***

$$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85 b\ f'_c} = \frac{157 \times 400}{0.85 \times 520 \times 24} = 5.92\ mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{5.92}{0.85} = 6.96\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{285 - 6.96}{6.96}\right) = 0.119 > 0.005 \quad 0k$$

- **Check spacing :**

$$S = \frac{120 - 20 \times 2 - 8 \times 2 - (2 \times 10)}{1} = 44\ mm > 25 \quad OK$$

➢ ***Design for Discontinuous edge***

$$A_s = \frac{1}{3} A_{s,pos} = \frac{1}{3} * 157\ mm^2 = 67.48 mm^2 < As, min = 119.7\ mm^2$$

Provide $As, min = 119.7 mm^2$

$$n = \frac{As}{As\phi 10} = \frac{119.7}{78.5} = 1.52$$

Use 2 ϕ10 , with As = 157 mm^2.

➢ **(Design for negative moment) , $Mu = -35.8\ KN.m$**

Assume bar diameter ϕ14 for main positive reinforcement.

$$d = h - cover - dstirrups - \frac{d_b}{2} = 320 - 20 - 8 - \frac{14}{2} = 285\ mm.$$

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{35.8 \times 10^6}{0.9 \times 120 \times 285^2} = 4.08\ Mpa.$$

$$m = \frac{fy}{0.85\ fc'} = \frac{400}{0.85 * 24} = 19.61$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{400}}\right) = \frac{1}{19.61}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times19.61\times4.08}{400}}\right) = 0.0115$$

$$As = \rho.b.d = 0.0115 \times 120 \times 285 = 393.3\ mm^2$$

- *Check for As, min..*

$$As, \min = 119.7\ mm^2$$ control .

- $As, required = 393.3\ mm^2 > As, min = 119.7\ mm^2$ ok

Use ϕ16 with As= 201.1 mm^2 .

$$n = \frac{As}{As\phi 16} = \frac{393.3}{201.1} = 1.95 \approx 2\ .$$

Use 2ϕ16 , Top As = 402.2 mm^2 > As, required = 393.3 mm^2. Ok

- ***Check for strain:***

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f_c'} = \frac{402.2\times400}{0.85\times200\times24} = 65.72\ mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{65.72}{0.85} = 77.32\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{285 - 77.32}{77.32}\right) = 0.0081 > 0.005 \qquad Ok$$

- **Check spacing :**

$$S = \frac{120-20\times2-8\times2-(2\times16)}{1} = 32mm > 25 \quad OK$$

4.7.1.3 Design of Two way Rib for shear

$$W_a\left(\frac{la}{lb}=0.95\right)=0.20 \qquad Wb\left(\frac{la}{lb}=0.95\right)=0.80$$

- *The total load on the panel being* $(6.45\times6.78\times21.404 = 936.09\ KN)$
- *The load per rib at face of the long beam is* $(0.2\times936.09\times\frac{0.52}{2\times6.78}=$ $7.18\ KN)$

$$Vud = 7.18 - 21.404\times0.52\times0.285 = 4.01\ KN$$

$$Vc = \frac{1.1}{6}\lambda\sqrt{f_c'}b_w d = \frac{1.1}{6}\sqrt{25}\times120\times285\times10^{-3} = 31.35\ KN$$

$$\phi Vc = 0.75\times31.35 = 23.51KN.$$

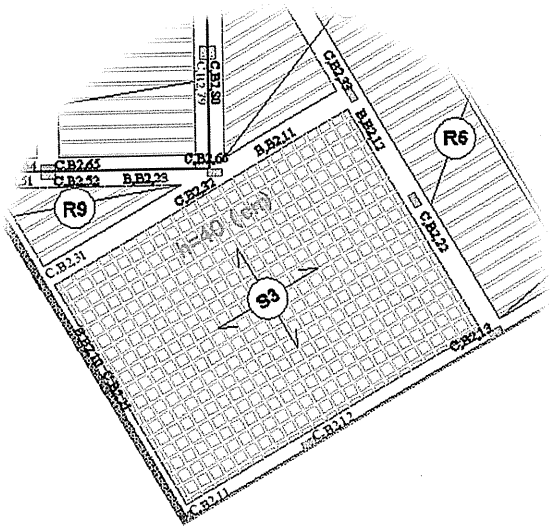
$$0.5\,\phi Vc = 0.5\times23.51 = 11.76\ KN$$

$$0.5\phi Vc < V_u < \phi Vc \quad -\textbf{Case 2}$$

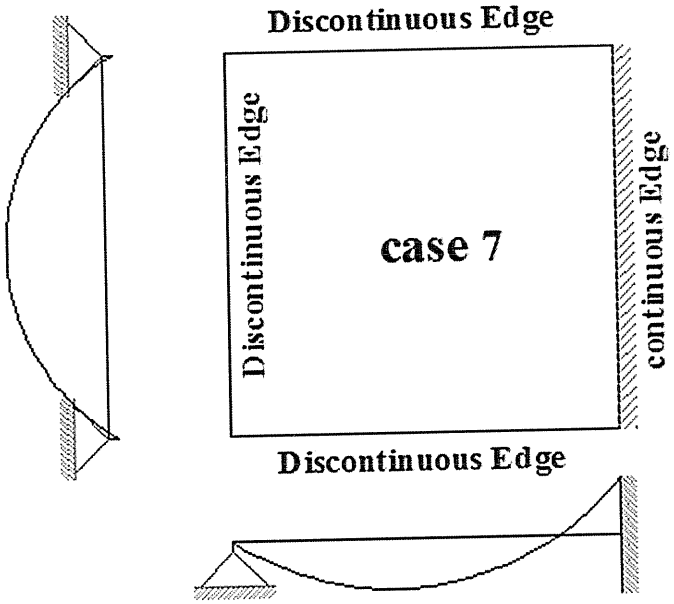
No shear Reinforcement is required .....**the the thickness of the slab is adequate enough.**

Even, if $0.5\phi Vc < V_u < \phi Vc$ **for ribbed slab,the the thickness of the slab is adequate enough.**

4.7.2 Design of two way Ribbed Slab (S3):-



4.7.2.2Design for Positive and Negative Moment:-



Dl=12.44 KN . **LL=8 KN.**

- **Moments calculations**
- $Ma = Ca\, wla^2 bf \quad and \quad Mb = Cb\, wlb^2 bf$

$$\frac{la}{lb} = \frac{9.38}{12.44} = 0.75$$

- **Negaive moments:_**

$$C_{a,neg}(\frac{la}{lb} = 0.75) = 0$$

$C_{a,neg}(\frac{la}{lb} = 0.75) = 0$

$M_{a,neg} = 0$ $M_{b,neg} = 0$

- **Positive Moments:-**

$C_{a,dl}\left(\frac{la}{lb} = 0.75\right) = 0.061$

$M_{a,pos,dl} = 0.061 * 12.44 * 9.38^2 * 0.55 = 36.72KN.m$

$C_{a,ll}\left(\frac{la}{lb} = 0.75\right) = 0.061$

$M_{a,pos,ll} = 0.061 * 8 * 9.38^2 * 0.55 = 23.62KN.m$

- $M_{a,pos} = 36.72 + 23.62 = 60.34KN.m/rib$

$C_{b,dl}\left(\frac{la}{lb} = 0.75\right) = 0.019$

$M_{b,pos,dl} = 0.0019 * 12.44 * 12.44^2 * 0.55 = 20.12KN.m$

$C_{b,ll}\left(\frac{la}{lb} = 0.75\right) = 0.019$

$M_{b,pos,ll} = 0.019 * 8 * 12.44^2 * 0.55 = 12.94KN.m$

- $M_{b,pos} = 20.12 + 12.94 = 33.06KN.m/rib$

➢ ***Negative moments at Discontinuous edge*** ($\frac{1}{3}$ ***positive moment***):

$M_{a,neg,edge} = \frac{1}{3} * 60.43 = 20.14\ KN.m/rib$

$M_{b,neg,edges} = \frac{1}{3} * 33.06 = 11.02KN.m/rib$

➢ Design for Positive and Negative Moment:-

- **Short Direction:**

➢ ***Design for positive moment*** **(Mid Span)** $Mu = 60.34 KN.m$

➢ $bf = 550\ mm$.

Assume bar diameter ϕ18 for main positive reinforcement.

$$d = h - cover - dstirrups - \frac{d_b}{2} = 400 - 20 - 8 - \frac{18}{2} = 363\ mm.$$

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{60.34 \times 10^6}{0.9 \times 550 \times 363^2} = 0.93\ Mpa.$$

$$m = \frac{fy}{0.85\ fc'} = \frac{400}{0.85 * 24} = 19.61$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{400}}\right) = \frac{1}{19.61}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 19.61 \times 0.93}{400}}\right) = 0.00238$$

$$As = \rho.b.d = 0.00238 \times 550 \times 363 = 475.167\ mm^2$$

- *Check for As,min..*

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

- $As,min = 0.25\frac{\sqrt{24}}{400}\ 150 \times 363 = 166.72\ mm^2$
- $As,min = \frac{1.4}{400} 150 \times 363 = 190.58\ mm^2$ .. **Control.**

$As,required = 475.167\ mm^2 > As,min = 190.58\ mm^2$ OK

Use ϕ18 with As= 254.47 mm^2 .

$$n = \frac{As}{As\phi 14} = \frac{475.167}{254.47} = 1.86 \approx 2\ .$$

Use 2ϕ18 , Bottom As, = 508.94 mm^2 > As,required = 475.167 mm^2. **Ok**

- ***Check for strain:***

$$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85 b\ f'_c} = \frac{508.94 \times 400}{0.85 \times 550 \times 24} = 18.14\ mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{18.14}{0.85} = 21.34mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{363-21.34}{21.34}\right) = 0.048 > 0.005 \qquad 0k$$

- **Check spacing :**

$$S = \frac{150-20\times2-8\times2-(2\times18)}{1} = 58\ mm > 25 \qquad OK$$

➢ ***Design for Discontinuous edge***

$$A_s = \frac{1}{3}A_{s,pos} = \frac{1}{3} * 508.94\ mm^2 = 169.65mm^2 < As,min = 190.58mm^2$$

Provide $As,min = 190.58$

$$n = \frac{As}{As\phi12} = \frac{190.58}{113.1} = 1.68$$

Use 2 ϕ12, Top , with As = 226.2 mm^2 .

- **Long Direction**

➢ **(Design for positive moment (mid span)) , $Mu = 33.06\ KN.m$**

Assume bar diameter ϕ16 for main positive reinforcement.

$$d = h - cover - dstirrups - \frac{d_b}{2} = 400 - 20 - 8 - \frac{16}{2} = 364\ mm.$$

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{33.06\times10^6}{0.9\times550\times364^2} = 0.5\ Mpa.$$

$$m = \frac{fy}{0.85\,fc'} = \frac{400}{0.85*24} = 19.61$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{400}}\right) = \frac{1}{19.61}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times19.61\times0.5}{400}}\right) = 0.00127$$

$$As = \rho.b.d = 0.00127\times550\times364 = 254.25\ mm^2$$

- *Check for As,min..*

$As,\min = 190.58\ mm^2$ control .

- $As,required = 254.25\ mm^2 > As,min = 190.58\ mm^2$ OK

Use ϕ14 with As= 153.94 mm^2 .

$$n = \frac{As}{As\phi 14} = \frac{254.25}{153.94} = 1.65 \approx 2 .$$

Use 2ϕ14 , Bottom As, = 307.8 mm^2 > As, required = 254.25mm^2. Ok

- ***Check for strain:***

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f_c'} = \frac{307.8 \times 400}{0.85 \times 550 \times 24} = 10.97\ mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{10.97}{0.85} = 12.91\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{364 - 12.06}{12.06}\right) = 0.00875 > 0.005 \qquad Ok$$

- **Check spacing :**

$$S = \frac{150 - 20\times2 - 8\times2 - (2\times14)}{1} = 62\ mm > 25 \qquad OK$$

➢ **Design for Discontinuous edges**

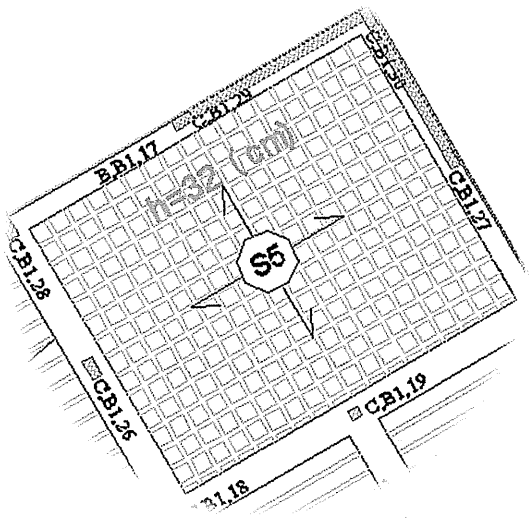
$$A_s = \frac{1}{3}A_{s,pos} = \frac{1}{3} * 254.25\ mm^2 = 84.75\ mm^2 < As, min = 190.58\ mm^2$$

Provide $As, min = 190.58\ mm^2$

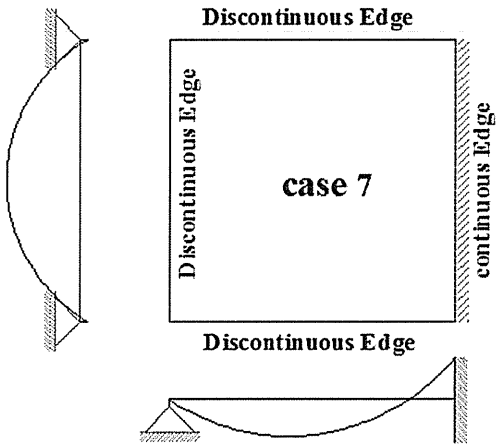
$$n = \frac{As}{As\phi 12} = \frac{190.58}{113.1} = 1.68$$

Use 2 ϕ12, Top , with As = 226.2 mm^2 .

4.7.3 Design of two way Ribbed Slab (S5):-



4.7.3.1 Design for Positive and Negative Moment:-



Dl=12.44 KN . **LL=8 KN**

- **Moments calculations**
- $Ma = Ca\,wla^2bf \quad and \quad Mb = Cb\,wlb^2bf$

$$\frac{la}{lb} = \frac{7.42}{9.22} = 0.80$$

- **Negaive moments:_**

$$C_{a,neg}\left(\frac{la}{lb} = 0.80\right) = 0$$

$$C_{a,neg}\left(\frac{la}{lb} = 0.80\right) = 0.051$$

$$M_{b,neg} = 0.051 * 20.44 * 9.22^2 * 0.55 = 48.74KN.m$$

- **Positive Moments:-**

$$C_{a,dl}\left(\frac{la}{lb} = 0.8\right) = 0.045$$
$$M_{a,pos,dl} = 0.045 * 12.44 * 7.42^2 * 0.55 = 16.95KN.m$$

$$C_{a,ll}\left(\frac{la}{lb} = 0.8\right) = 0.051$$
$$M_{a,pos,ll} = 0.061 * 8 * 7.42^2 * 0.55 = 12.35KN.m$$

- $M_{a,pos} = 16.95 + 12.35 = 29.3KN.m/rib$

$$C_{b,dl}\left(\frac{la}{lb} = 0.8\right) = 0.022$$
$$M_{b,pos,dl} = 0.0022 * 12.44 * 9.22^2 * 0.55 = 12.79KN.m$$

$$C_{b,ll}\left(\frac{la}{lb} = 0.8\right) = 0.023$$
$$M_{b,pos,ll} = 0.023 * 8 * 9.22^2 * 0.55 = 8.61KN.m$$

- $M_{b,pos} = 12.79 + 8.61 = 21.4KN.m/rib$

➢ ***Negative moments at Discontinuous edge*** ($\frac{1}{3}$ ***positive moment***):

$$M_{a,neg,edge} = \frac{1}{3} * 29.3 = 9.77\ KN.m/rib$$
$$M_{b,neg,edges} = \frac{1}{3} * 21.4 = 7.13KN.m/rib$$

➢ Design for Positive and Negative Moment:-

- **Short Direction:**

➢ ***Design for positive moment*** **(Mid Span)** $Mu = 29.3KN.m$

➢ $bf = 550\ mm$.

Assume bar diameter ϕ14 for main positive reinforcement.

$$d = h - cover - dstirrups - \frac{d_b}{2} = 400 - 20 - 8 - \frac{14}{2} = 365\ mm.$$

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{29.3 \times 10^6}{0.9 \times 550 \times 365^2} = 0.444\ Mpa.$$

$$m = \frac{fy}{0.85\, fc'} = \frac{400}{0.85 * 24} = 19.61$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{400}}\right) = \frac{1}{19.61}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times19.61\times0.444}{400}}\right) = 0.001122$$

$$As = \rho.b.d = 0.001122 \times 550 \times 365 = 225.24\ mm^2$$

- *Check for As,min..*

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

- $As,min = 0.25\frac{\sqrt{24}}{400}\ 150 \times 365 = 167.64\ mm^2$
- $As,min = \frac{1.4}{400} 150 \times 365 = 191.63\ mm^2$ .. ***Control.***

$As,required = 225.24\ mm^2 > As,min = 191.63\ mm^2$ OK

Use ϕ12 with As= 113.1 mm^2 .

$$n = \frac{As}{As\phi 14} = \frac{225.24}{113.1} = 1.99 \approx 2\ .$$

Use 2ϕ12, Bottom As, = 226.2 mm^2 > As,required = 225.24 mm^2. Ok

- ***Check for strain:***

$$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f'_c} = \frac{226.2\times400}{0.85\times550\times24} = 8.06\ mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{8.06}{0.85} = 9.5\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{365-9.5}{9.5}\right) = 0.112 > 0.005 \qquad Ok$$

- **Check spacing :**

$$S = \frac{150-20\times2-8\times2-(2\times12)}{1} = 70\ mm > 25 \qquad OK$$

➢ ***Design for Discontinuous edge***

$$A_s = \frac{1}{3}A_{s,pos} = \frac{1}{3} * 226.08\ mm^2 = 75.36\ mm^2 < As,min = 191.63mm^2$$

Provide $As,min = 191.63$

$$n = \frac{As}{As\phi12} = \frac{191.63}{113.1} = 1.69$$

Use 2 ϕ12, Top , with As = 226.2 mm^2 .

- **Long Direction**

➢ **(Design for positive moment (mid span)) , $Mu = 21.4\ KN.m$**

Assume bar diameter ϕ14 for main positive reinforcement.

$$d = h - cover - dstirrups - \frac{d_b}{2} = 400 - 20 - 8 - \frac{14}{2} = 365\ mm.$$

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{21.4\times10^6}{0.9\times550\times365^2} = 0.324\ Mpa.$$

$$m = \frac{fy}{0.85\,fc'} = \frac{400}{0.85*24} = 19.61$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{400}}\right) = \frac{1}{19.61}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times19.61\times0.324}{400}}\right) = 0.000817$$

$$As = \rho.b.d = 0.000817\times550\times365 = 164.012\ mm^2$$

- *Check for As,min..*

$As,\min = 191.63\ mm^2$ control .

- $As,required = 164.014\ mm^2 < As,min = 191.63\ mm^2$ use As,min

Use ϕ12 with As= 113.1 mm^2 .

$$n = \frac{As}{As\phi12} = \frac{191.63}{113.1} = 1.69 \approx 2\ .$$

$Use\ 2\phi12\ , Bottom\ As = 226.2\ mm^2 > As, required\ = 191.63\ mm^2.$ Ok

- ***Check for strain*:**

$$a = \frac{As.fy}{0.85b\ f_c'} = \frac{226.2\times400}{0.85\times550\times24} = 8.06\ mm$$

$$c = \frac{a}{B_1} = \frac{8.06}{0.85} = 9.5\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{365-9.5}{9.5}\right) = 0.112 > 0.005 \qquad 0k$$

- **Check spacing :**

$$S = \frac{150-20\times2-8\times2-(2\times12)}{1} = 70\ mm > 25 \qquad OK$$

➢

➢ **Design for Discontinuous edges**

$$A_s = \frac{1}{3}A_{s,pos} = \frac{1}{3} * 226.08\ mm^2 = 75.36\ mm^2 < As, min = 191.63\ mm^2$$

Provide $As, min = 191.63\ mm^2$

$$n = \frac{As}{As\phi12} = \frac{191.63}{113.1} = 1.69$$

$Use\ 2\ \phi12, Top\ , with\ As = 226.2\ mm^2$.

➢ **(Design for negative moment) , $Mu = -48.74KN.m$**

Assume bar diameter $\phi14$ for main positive reinforcement.

$$d = h - cover - dstirrups - \frac{d_b}{2} = 400 - 20 - 8 - \frac{14}{2} = 365\ mm.$$

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{48.74\times10^6}{0.9\times550\times365^2} = 2.71Mpa.$$

$$m = \frac{fy}{0.85\ fc'} = \frac{400}{0.85 * 24} = 19.61$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{400}}\right) = \frac{1}{19.61}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times19.61\times2.71}{400}}\right) = 0.007297$$

$$As\ = \rho.b.d\ = 0.007297\times550\times365\ = 399.5\ mm^2$$

- *Check for As, min..*

$As, \min = 191.63\ mm^2$ control .

- $As, required\ = 339.5\ mm^2 > As, min = 191.63\ mm^2$ ok

Useϕ16 with As= 201.1 mm^2 .

$$n = \frac{As}{As\phi 12} = \frac{339.5}{201.1} = 1.69 \approx 2 .$$

Use 2ϕ16 , Top As = 401.92 mm^2 > As, required = 339.5 mm^2. Ok

- ***Check for strain:***

$$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85 b\, f'_c} = \frac{401.92 \times 400}{0.85 \times 150 \times 24} = 52.54\ mm$$

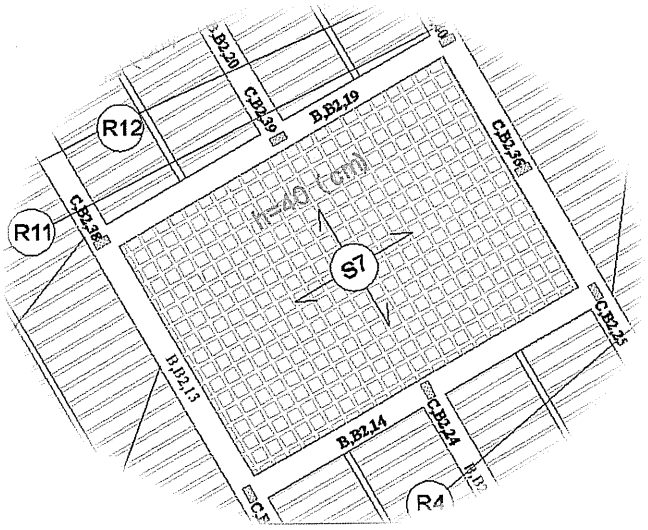
$$c = \frac{a}{B_1} = \frac{52.54}{0.85} = 61.81\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{365-61.81}{61.81}\right) = 0.0147 > 0.005 \qquad Ok$$

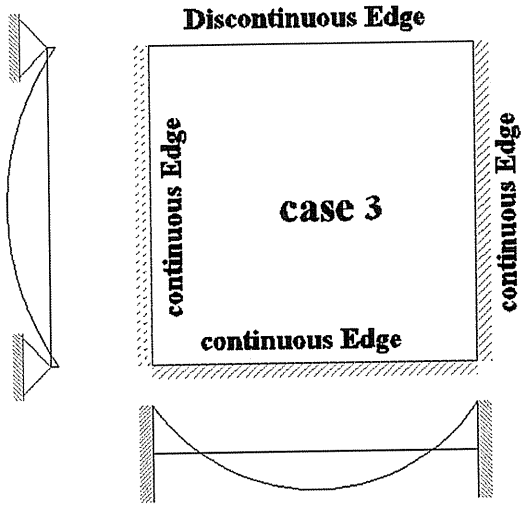
- **Check spacing :**

$$S = \frac{150-20\times2-8\times2-(2\times16)}{1} = 62\ mm > 25 \qquad OK$$

4.7.4 Design of two way Ribbed Slab (S7):-



4.7.4.1 Design for Positive and Negative Moment:-



DL=12.43 KN. **LL=8KN.**

- **Moments calculations**
- $Ma = Ca\, wla^2 bf \quad and \quad Mb = Cb\, wlb^2 bf$

$$\frac{la}{lb} = \frac{6.3}{8.0} = 0.72 \approx 0.80$$

- **Negaive moments:_**

$$C_{a,neg}\left(\frac{la}{lb} = 0.80\right) = 0.061$$

$$\boldsymbol{M_{a,neg} = 0.061 * 20.44 * 6.3^2 * 0.52 = 25.73 KN.m}$$

$$C_{b,neg}\left(\frac{la}{lb} = 0.80\right) = 0$$

$$\boldsymbol{M_{b,neg} = 0}$$

- **Positive Moments:-**

$C_{a,dl}\left(\frac{la}{lb}=0.80\right)=0.034$

$\boldsymbol{M_{a,pos,dl}=0.034*12.43*6.3^2*0.52=8.72KN.m}$

$C_{a,ll}\left(\frac{la}{lb}=0.80\right)=0.045$

$\boldsymbol{M_{a,pos,ll}=0.045*8*6.3^2*0.52=16.99KN.m}$

- $\boldsymbol{M_{a,pos}=7.43+8.72=16.15KN.m/rib}$

$C_{b,dl}\left(\frac{la}{lb}=0.80\right)=0.02$

$\boldsymbol{M_{b,pos,dl}=0.02*12.43*8^2*0.52=8.32KN.m}$

$C_{b,ll}\left(\frac{la}{lb}=0.80\right)=0.022$

$\boldsymbol{M_{b,pos,ll}=0.022*8*8^2*0.52=5.86KN.m}$

- $\boldsymbol{M_{b,pos}=8.32+5.86=14.18KN.m/rib}$

➢ ***Negative moments at Discontinuous edge*** $(\frac{1}{3}$ ***positive moment***$)$:

$$\boldsymbol{M_{a,neg,edge}=\frac{1}{3}*14.18=4.727\ KN.m/rib}$$

➢ Design for Positive and Negative Moment:-

- **Short Direction:**

➢ ***Design for positive moment*** **(Mid Span)** $\boldsymbol{Mu=16.15KN.m}$

➢ $\boldsymbol{bf=520\ mm}$.

Assume bar diameter ϕ14 for main positive reinforcement.

$$d = h - cover - dstirrups - \frac{d_b}{2} = 320 - 20 - 8 - \frac{14}{2} = 285\ mm.$$

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{16.15 \times 10^6}{0.9 \times 520 \times 285^2} = 0.425\ Mpa.$$

$$m = \frac{fy}{0.85\, fc'} = \frac{400}{0.85 * 24} = 19.61$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{400}}\right) = \frac{1}{19.61}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times19.61\times0.425}{400}}\right) = 0.00107$$

$$As = \rho.b.d = 0.00107 \times 520 \times 285 = 158.57\ mm^2$$

- *Check for As, min..*

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

- $As, min = 0.25\frac{\sqrt{24}}{400}\ 120 \times 285 = 104.72\ mm^2$
- $As, min = \frac{1.4}{400} 120 \times 285 = 119.7\ mm^2$ .. ***Control.***

$As, required = 158.57\ mm^2 > As, min = 119.7\ mm^2$ OK

Use ϕ12 with As= 113.1 mm^2 .

$$n = \frac{As}{As\phi 14} = \frac{158.57}{113.1} = 1.40 \approx 2\ .$$

Use 2ϕ12, Bottom As, provided = 226.2 mm^2 > As, required = 158.57 mm^2. Ok

- ***Check for strain:***

$$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\, f'_c} = \frac{226.2\times400}{0.85\times520\times24} = 8.52\ mm$$

$$c = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{8.52}{0.85} = 10.02\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{285 - 10.02}{10.02}\right) = 0.082 > 0.005 \quad 0k$$

- **Check spacing :**

$$S = \frac{120-20\times2-8\times2-(2\times12)}{1} = 40mm > 25 \quad OK$$

➢ **(Design for negative moment) , $Mu = -25.73KN.m$**

Assume bar diameter ϕ14 for main positive reinforcement.

$$d = h - cover - dstirrups - \frac{d_b}{2} = 320 - 20 - 8 - \frac{14}{2} = 285\ mm.$$

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{25.73 \times 10^6}{0.9 \times 520 \times 285^2} = 2.93Mpa.$$

$$m = \frac{fy}{0.85\ fc'} = \frac{400}{0.85 * 24} = 19.61$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{400}}\right) = \frac{1}{19.61}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times19.61\times2.93}{400}}\right) = 0.0079$$

$$As = \rho.b.d = 0.0079 \times 520 \times 285 = 270.18\ mm^2$$

- *Check for As, min..*

$As, \min = 119.7\ mm^2$ control .

- $As, required = 270.18\ mm^2 > As, min = 119.7\ mm^2$ ok

Use ϕ14 with As= 153.94 mm^2 .

$$n = \frac{As}{As\phi 14} = \frac{270.17}{153.94} = 1.76 \approx 2\ .$$

Use 2ϕ14 , Top As, provided = 307.88 mm^2 > As, required = 270.18 mm^2. Ok

- ***Check for strain*:**

$$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f_c'} = \frac{307.9\times400}{0.85\times520\times24} = 50.3\ mm$$

$$c = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{50.3}{0.85} = 59.188\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{285-59.188}{59.188}\right) = 0.011 > 0.005 \qquad 0k$$

- **Check spacing :**

$$S = \frac{120-20\times2-8\times2-(2\times14)}{1} = 32\ mm > 25 \qquad OK$$

- **Long Direction**

➢ **(Design for positive moment (mid span)) , $Mu = 26.33KN.m$**

Assume bar diameter ϕ14 for main positive reinforcement.

$$d = h - cover - dstirrups - \frac{d_b}{2} = 400 - 20 - 8 - \frac{14}{2} = 365\ mm.$$

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{26.33\times10^6}{0.9\times550\times365^2} = 0.41\ Mpa.$$

$$m = \frac{fy}{0.85\,fc'} = \frac{400}{0.85*24} = 19.61$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{400}}\right) = \frac{1}{19.61}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times19.61\times0.41}{400}}\right) = 0.0011$$

$$As = \rho.b.d = 0.0011\times550\times365 = 200.75\ mm^2$$

- *Check for As,min..*

$$As,\min = 191.63\ mm^2 \qquad \text{control .}$$

- $As,required = 200.75\ mm^2 > As,min = 191.63\ mm^2$

Useϕ12 with As= 113.1 mm^2 .

$$n = \frac{As}{As\phi12} = \frac{200.75}{113.1} = 1.77 \approx 2\ .$$

$Use\ 2\phi12\ , Bottom\ As,provided = 226.2\ mm^2 > As,required = 200.75\ mm^2.\ Ok$

- ***Check for strain*:**

$$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f_c'} = \frac{226.2\times400}{0.85\times550\times24} = 8.06\ mm$$

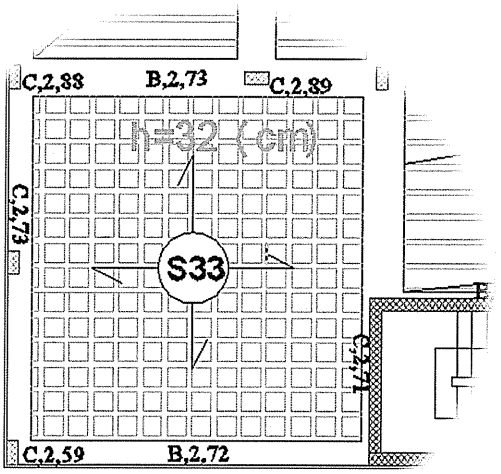
$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{8.06}{0.85} = 9.5\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{365-9.5}{9.5}\right) = 0.112 > 0.005 \qquad 0k$$

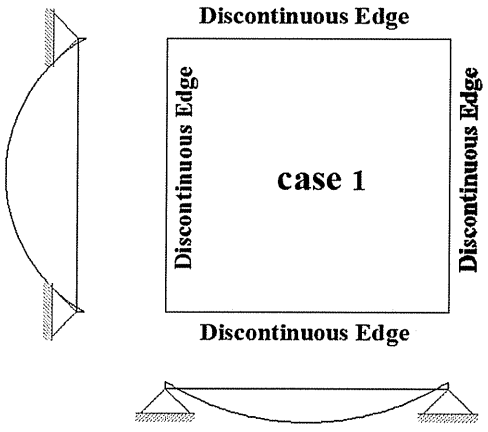
- **Check spacing :**

$$S = \frac{150-20\times2-8\times2-(2\times12)}{1} = 70\ mm > 25 \qquad OK$$

4.7.5 Design of two way Ribbed Slab (S33):-



4.7.5.1 Design for Positive and Negative Moment:-



DL=12.44KN. **LL=8KN.**

- **Moments calculations**
- $Ma = Ca\, wla^2 bf \quad and \quad Mb = Cb\, wlb^2 bf$

$$\frac{la}{lb} = \frac{6.91}{7.22} = 0.95$$

- **Negaive moments:_**

$$C_{a,neg}\left(\frac{la}{lb} = 0.95\right) = 0$$

$$C_{a,neg}\left(\frac{la}{lb} = 0.95\right) = 0$$

$$\boldsymbol{M_{a,neg} = 0} \qquad \boldsymbol{M_{b,neg} = 0}$$

- **Positive Moments:-**

$$C_{a,dl}\left(\frac{la}{lb} = 0.95\right) = 0.036$$
$$\boldsymbol{M_{a,pos,dl} = 0.036 * 12.44 * 6.91^2 * 0.52 = 11.12KN.m}$$

$$C_{a,ll}\left(\frac{la}{lb} = 0.95\right) = 0.036$$
$$\boldsymbol{M_{a,pos,ll} = 0.036 * 8 * 6.91^2 * 0.52 = 7.15KN.m}$$

- $\boldsymbol{M_{a,pos} = 11.12 + 7.15 = 18.27KN.m/rib}$

$C_{b,dl}\left(\frac{la}{lb}=0.95\right)=0.036$

$M_{b,pos,dl}=0.036*12.44*7.22^2*0.52=12.14KN.m$

$C_{b,ll}\left(\frac{la}{lb}=0.95\right)=0.036$

$M_{b,pos,ll}=0.036*8*7.22^2*0.52=7.81KN.m$

- $M_{b,pos}=12.14+7.81=19.95KN.m/rib$

➢ ***Negative moments at Discontinuous edge*** ($\frac{1}{3}$ ***positive moment***):

$M_{a,neg,edge}=\frac{1}{3}*18.27=6.09\ KN.m/rib$

$M_{b,neg,edges}=\frac{1}{3}*19.95=6.65KN.m/rib$

➢ **Design for Positive and Negative Moment:-**

- **Short Direction:**

➢ ***Design for positive moment*** (Mid Span)$Mu=18.27KN.m$

➢ $bf=520\ mm$.

Assume bar diameter ϕ14 for main positive reinforcement.

$d=h-cover-dstirrups-\frac{d_b}{2}=320-20-8-\frac{14}{2}=285\ mm.$

$R_n=\frac{M_u}{\emptyset bd^2}=\frac{18.27\times10^6}{0.9\times520\times285^2}=0.481\ Mpa.$

$m=\frac{fy}{0.85\ fc'}=\frac{400}{0.85*24}=19.61$

$\rho=\frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{400}}\right)=\frac{1}{19.61}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times19.61\times0.481}{400}}\right)=0.001217$

$As=\rho.b.d=0.001217\times520\times285=180.359\ mm^2$

- *Check for As, min..*

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

- $As, min = 0.25\frac{\sqrt{24}}{400}\ 120 \times 285 = 104.72\ mm^2$
- $As, min = \frac{1.4}{400} 120 \times 285 = 119.7\ mm^2$ .. ***Control.***

$As, required = 180.359\ mm^2 > As, min = 119.7\ mm^2$ OK

Use ϕ12 with As= 113.1 mm^2 .

$$n = \frac{As}{As\phi 14} = \frac{180.359}{113.1} = 1.59 \approx 2 .$$

Use 2ϕ12 , Bottom As, provided = 226.2 mm^2 > As, required = 180.359 mm^2. Ok

- ***Check for strain:***

$$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85 b\ f'_c} = \frac{226.2 \times 400}{0.85 \times 520 \times 24} = 36.94mm$$

$$c = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{36.94}{0.85} = 43.46mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{285-43.46}{43.46}\right) = 0.0167 > 0.005 \quad 0k$$

- **Check spacing :**

$$S = \frac{120-20\times2-8\times2-(2\times12)}{1} = 40\ mm > 25 \quad OK$$

➢ ***Design for Discontinuous edge***

$$A_s = \frac{1}{3}A_{s,pos} = \frac{1}{3} * 508.94\ mm^2 = 169.65mm^2 < As, min = 190.58mm^2$$

Provide $As, min = 190.58$

$$n = \frac{As}{As\phi 12} = \frac{190.58}{113.1} = 1.68$$

Use 2 ϕ12, Top , with As = 226.2 mm^2 .

- **Long Direction**

➢ **(Design for positive moment (mid span)) , $Mu = 19.95\ KN.m$**

Assume bar diameter ϕ14 for main positive reinforcement.

$$d = h - cover - dstirrups - \frac{d_b}{2} = 320 - 20 - 8 - \frac{14}{2} = 285\ mm.$$

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{19.95 \times 10^6}{0.9 \times 550 \times 285^2} = 0.525\ Mpa.$$

$$m = \frac{fy}{0.85\, fc'} = \frac{400}{0.85 * 24} = 19.61$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{400}}\right) = \frac{1}{19.61}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times19.61\times0.525}{400}}\right) = 0.0013298$$

$$As = \rho.b.d = 0.0013298 \times 520 \times 285 = 197.1\ mm^2$$

- *Check for As, min..*

$$As, \min = 119.7\ mm^2$$ control .

- $As, required = 197.1\ mm^2 > As, min = 119.7\ mm^2$ OK

Use ϕ12 with As= 113.1 mm^2 .

$$n = \frac{As}{As\phi 12} = \frac{197.1}{113.1} = 1.74 \approx 2.$$

Use 2ϕ12 , Bottom As, provided = 226.2 mm^2 > As, required = 197.1mm^2. Ok

- ***Check for strain:***

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f_c'} = \frac{226.2\times400}{0.85\times520\times24} = 8.529\ mm$$

$$c = \frac{a}{B_1} = \frac{8.529}{0.85} = 10\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{285-10}{10}\right) = 0.0825 > 0.005 \quad 0k$$

- **Check spacing :**

$$S = \frac{120-20\times2-8\times2-(2\times12)}{1} = 40\ mm > 25 \quad OK$$

➢ **Design for Discontinuous edges**

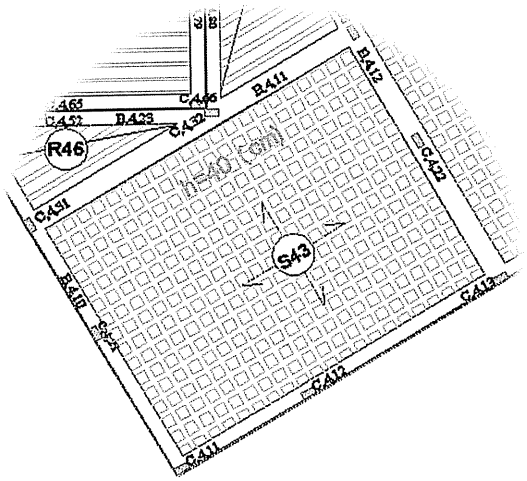
$$A_s = \frac{1}{3}A_{s,pos} = \frac{1}{3} * 226.2\ mm^2 = 75.4\ mm^2 < As,min = 119.7mm^2$$

Provide $As,min = 119.7\ mm^2$

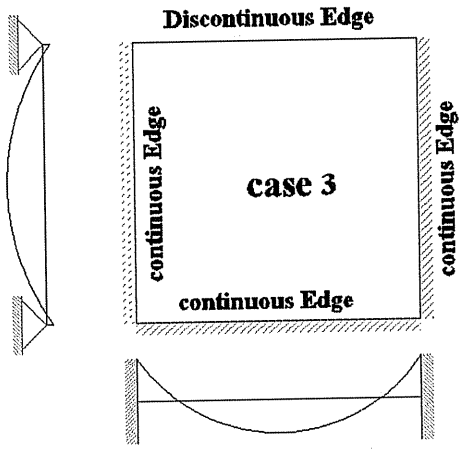
$$n = \frac{As}{As\phi 10} = \frac{119.7}{78.5} = 1.52$$

Use 2 ϕ10, Top, with As = 157 mm^2 .

4-7.6 Design of two way Ribbed Slab (S43):-



4.7.6.1 Design for Positive and Negative Moment:-



➢ **DL=13.33 KN.** **LL= 8KN.**

- **Moments calculations**
- $Ma = Ca\, wla^2 bf \quad and \quad Mb = Cb\, wlb^2 bf$

$$\frac{la}{lb} = \frac{9.38}{12.44} = 0.75$$

- **Negaive moments:_**

$$C_{a,neg}\left(\frac{la}{lb} = 0.75\right) = 0$$

$$\boldsymbol{M_{a,neg} = 0}$$

$$C_{a,neg}\left(\frac{la}{lb} = 0.75\right) = 0.044$$

$$\boldsymbol{M_{b,neg} = 0.044 * 21.33 * 12.44^2 * 0.6 = 87.14 KN.m}$$

- **Positive Moments:-**

$$C_{a,dl}\left(\frac{la}{lb} = 0.75\right) = 0.051$$
$$\boldsymbol{M_{a,pos,dl} = 0.045 * 13.33 * 9.38^2 * 0.6 = 35.9 KN.m}$$

$$C_{a,ll}\left(\frac{la}{lb} = 0.75\right) = 0.056$$
$$\boldsymbol{M_{a,pos,ll} = 0.056 * 8 * 9.38 * 0.6 = 23.65\ KN.m}$$

- $\boldsymbol{M_{a,pos} = 35.9 + 23.65 = 59.55\ KN.m/rib}$

$C_{b,dl}\left(\frac{la}{lb}=0.75\right)=0.02$

$\boldsymbol{M_{b,pos,dl}=0.002*13.33*12.44^2*0.6=24.75KN.m}$

$C_{b,ll}\left(\frac{la}{lb}=0.75\right)=0.022$

$\boldsymbol{M_{b,pos,ll}=0.022*8*12.44^2*0.6=14.86\ KN.m}$

- $\boldsymbol{M_{b,pos}=24.75+14.86=39.61KN.m/rib}$

➢ ***Negative moments at Discontinuous edge*** ($\frac{1}{3}$ ***positive moment***):

$$\boldsymbol{M_{a,neg,edge}=\frac{1}{3}*59.55=19.85\ KN.m/rib}$$

$$\boldsymbol{M_{b,neg,edges}=\frac{1}{3}*39.61=13.2\ KN.m/rib}$$

➢ **Design for Positive and Negative Moment:-**

- **Short Direction:**

➢ ***Design for positive moment*** **(Mid Span)** $\boldsymbol{Mu=59.55KN.m}$

➢ $\boldsymbol{bf=600\ mm}$.

Assume bar diameter ϕ14 for main positive reinforcement.

$$d=h-cover-dstirrups-\frac{d_b}{2}=600-20-8-\frac{14}{2}=565\ mm.$$

$$R_n=\frac{M_u}{\emptyset bd^2}=\frac{59.55\times10^6}{0.9\times600\times565^2}=0.35Mpa.$$

$$m=\frac{fy}{0.85\,fc'}=\frac{400}{0.85*24}=19.61$$

$$\rho=\frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{400}}\right)=\frac{1}{19.61}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times19.61\times0.35}{400}}\right)=0.0009$$

$$As=\rho.b.d=0.0009\times600\times565=299\ mm^2$$

- *Check for As, min..*

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

- $As, min = 0.25\frac{\sqrt{24}}{400}\ 200 \times 565 = 345.99\ mm^2$
- $As, min = \frac{1.4}{400} 200 \times 565 = 395.5\ mm^2$ .. ***Control.***

$As, required = 299\ mm^2 < As, min = 395.5\ mm^2$ use As,min OK

Use $\phi 16$ with As= 201.1 mm^2 .

$$n = \frac{As}{As\phi 16} = \frac{395.5}{201.1} = 1.97 \approx 2 .$$

Use 2ϕ16, Bottom As, provided = 402.2 mm^2 > As, required = 395.5 mm^2. Ok

- ***Check for strain:***

$$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85 b\ f'_c} = \frac{402.2 \times 400}{0.85 \times 600 \times 24} = 13.13\ mm$$

$$c = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{13.13}{0.85} = 15.44\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{565 - 15.44}{15.44}\right) = 0.11 > 0.005 \qquad 0k$$

- **Check spacing :**

$$S = \frac{200 - 20 \times 2 - 8 \times 2 - (2 \times 16)}{1} = 112\ mm > 25 \qquad OK$$

➢ ***Design for Discontinuous edge***

$$A_s = \frac{1}{3} A_{s,pos} = \frac{1}{3} * 402.2\ mm^2 = 134.1\ mm^2 < As, min = 395.5 mm^2$$

Provide $As, min = 395.5$

$$n = \frac{As}{As\phi 16} = \frac{395.5}{201.1} = 1.97$$

Use 2 ϕ16, Top , with As = 402.2 mm^2 .

- **Long Direction**

➢ **(Design for positive moment (mid span)) , $Mu = 39.61\ KN.m$**

Assume bar diameter ϕ14 for main positive reinforcement.

$$d = h - cover - dstirrups - \frac{d_b}{2} = 600 - 20 - 8 - \frac{14}{2} = 565\ mm.$$

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{39.61 \times 10^6}{0.9 \times 600 \times 565^2} = 0.23\ Mpa.$$

$$m = \frac{fy}{0.85\ fc'} = \frac{400}{0.85 * 24} = 19.61$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{400}}\right) = \frac{1}{19.61}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times19.61\times0.23}{400}}\right) = 0.00058$$

$$As = \rho.b.d = 0.00058 \times 600 \times 565 = 196\ mm^2$$

- *Check for As, min..*

$$As, \min = 395.5\ mm^2$$ control .

- $As, required = 196\ mm^2 < As, min = 395.5\ mm^2$ use As, min

Use ϕ16 with As=201.1mm^2 .

$$n = \frac{As}{As\phi 16} = \frac{395.5}{201.1} = 1.97 \approx 2\ .$$

Use 2ϕ16 , Bottom As = 402.2 mm^2 > As, required = 395.5 mm^2. Ok

- ***Check for strain:***

$$a = \frac{A_s.f_y}{0.85b\ f_c'} = \frac{395.5\times400}{0.85\times600\times24} = 13.13\ mm$$

$$c = \frac{a}{B_1} = \frac{13.13}{0.85} = 15.44\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{565 - 15.44}{15.44}\right) = 0.11 > 0.005 \qquad 0k$$

- **Check spacing :**

$$S = \frac{200-20\times2-8\times2-(2\times16)}{1} = 112\ mm > 25 \qquad OK$$

➢ **Design for Discontinuous edges**

$$A_s = \frac{1}{3}A_{s,pos} = \frac{1}{3} * 402.2\ mm^2 = 134.1\ mm^2 < As,min = 395.5\ mm^2$$

Provide $As,min = 395.5\ mm^2$

$$n = \frac{As}{As\phi 16} = \frac{395.5}{201.1} = 1.97$$

Use 2 ϕ16, Top , with As = 402.2 mm^2 .

➢ **(Design for negative moment) , $Mu = -87.14KN.m$**

Assume bar diameter ϕ14 for main positive reinforcement.

$$d = h - cover - dstirrups - \frac{d_b}{2} = 600 - 20 - 8 - \frac{14}{2} = 565\ mm.$$

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{87.14 \times 10^6}{0.9 \times 600 \times 565^2} = 0.51Mpa.$$

$$m = \frac{fy}{0.85\,fc'} = \frac{400}{0.85 * 24} = 19.61$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{400}}\right) = \frac{1}{19.61}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times19.61\times0.51}{400}}\right) = 0.0013$$

$$As = \rho.b.d = 0.0013 \times 600 \times 565 = 440.7\ mm^2$$

- *Check for As,min..*

  $As,\min = 395.5\ mm^2$ control .

- $As,required = 440.7\ mm^2 > As,min = 3695.5\ mm^2$ ok

Use ϕ18 with As= 254.5 mm^2 .

$$n = \frac{As}{As\phi 18} = \frac{440.7}{254.5} = 1.73 \approx 2\ .$$

Use 2ϕ18 , Top As,provided = 509 mm^2 > As,required = 440.7mm^2. Ok

- ***Check for strain*:**

$$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\,f_c'} = \frac{509\times400}{0.85\times200\times24} = 49.9\ mm$$

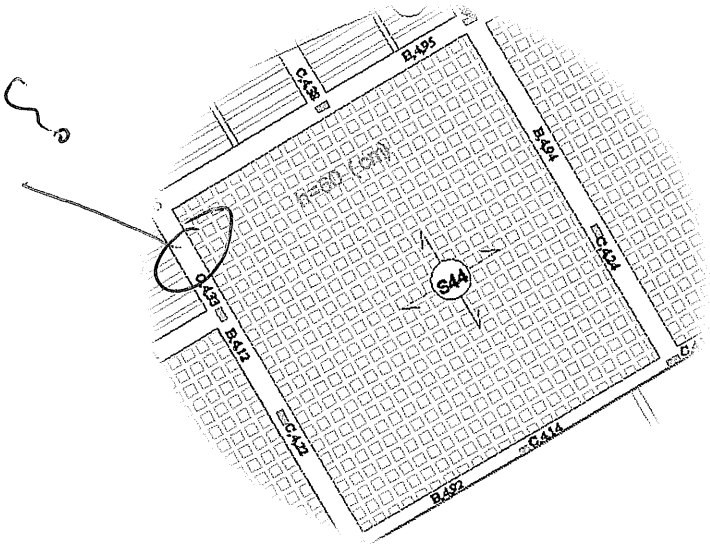
$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{49.9}{0.85} = 58.7\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{565 - 58.7}{58.7}\right) = 0.026 > 0.005 \qquad 0k$$

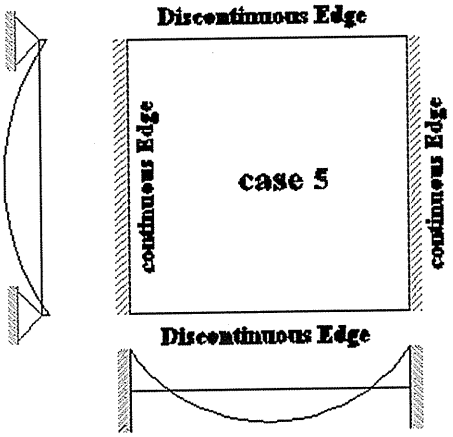
- **Check spacing :**

$$S = \frac{200-20\times2-8\times2-(2\times18)}{1} = 108\ mm > 25 \qquad OK$$

4.7.7 Design of two way Ribbed Slab (S44):-



4.7.7.1 Design for Positive and Negative Moment:-



DL=16.68 KN. **LL=8 KN.**

- **Moments calculations**
- $Ma = Ca\,wla^2bf \quad and \quad Mb = Cb\,wlb^2bf$

$$\frac{la}{lb} = \frac{12.79}{14.04} = 0.9$$

- **Negaive moments:_**

$$C_{a,neg}\left(\frac{la}{lb} = 0.9\right) = 0.08$$

$$\boldsymbol{M_{a,neg} = 0.08 * 24.68 * 12.79^2 * 0.6 = 193.79KN.m}$$

$$C_{a,neg}(\frac{la}{lb} = 0.9) = 0$$

$$\boldsymbol{M_{b,neg} = 0}$$

- **Positive Moments:-**

$$C_{a,dl}\left(\frac{la}{lb} = 0.9\right) = 0.029$$

$$\boldsymbol{M_{a,pos,dl} = 0.029 * 16.68 * 12.79^2 * 0.6 = 47.48KN.m}$$

$$C_{a,ll}\left(\frac{la}{lb} = 0.9\right) = 0.037$$

$$\boldsymbol{M_{a,pos,ll} = 0.037 * 8 * 12.79^2 * 0.6 = 29.05\ KN.m}$$

- $\boldsymbol{M_{a,pos} = 47.48 + 29.05 = 76.53KN.m/rib}$

$$C_{b,dl}\left(\frac{la}{lb} = 0.9\right) = 0.013$$

$M_{b,pos,dl} = 0.013 * 16.68 * 14.04^2 * 0.6 = 25.65 KN.m$

$C_{b,ll}\left(\frac{la}{lb} = 0.9\right) = 0.021$

$M_{b,pos,ll} = 0.021 * 8 * 14.04^2 * 0.6 = 19.87\ KN.m$

- $M_{b,pos} = 25.65 + 19.87 = 45.52 KN.m/rib$

➢ Design for Positive and Negative Moment:-

- **Short Direction:**

➢ ***Design for positive moment*** **(Mid Span)** $Mu = 76.53 KN.m$

➢ $bf = 600\ mm$.

Assume bar diameter ϕ14 for main positive reinforcement.

$$d = h - cover - dstirrups - \frac{d_b}{2} = 600 - 20 - 8 - \frac{14}{2} = 565\ mm.$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{76.53 \times 10^6}{0.9 \times 600 \times 565^2} = 0.44 Mpa.$$

$$m = \frac{fy}{0.85\, fc'} = \frac{400}{0.85 * 24} = 19.61$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{400}}\right) = \frac{1}{19.61}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times19.61\times0.44}{400}}\right) = 0.001121$$

$$As = \rho.b.d = 0.001121 \times 600 \times 565 = 380.091\ mm^2$$

- *Check for As, min..*

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

- $As, min = 0.25\frac{\sqrt{24}}{400}\ 200 \times 565 = 345.99\ mm^2$
- $As, min = \frac{1.4}{400} 200 \times 565 = 395.5\ mm^2$ .. ***Control.***

$As,required = 380.091\ mm^2 < As,min = 395.5\ mm^2$ use As,min
OK

Use ϕ16 with As= 201.1 mm^2 .

$$n = \frac{As}{As\phi 16} = \frac{395.5}{201.1} = 1.97 \approx 2 .$$

$Use\ 2\phi 16, Bottom\ As, provided = 402.12\ mm^2 > As, required = 395.5\ mm^2$. Ok

- ***Check for strain*:**

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f_c'} = \frac{402.12 \times 400}{0.85 \times 600 \times 24} = 13.13\ mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{13.13}{0.85} = 15.45\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{565 - 15.45}{15.45}\right) = 0.106 > 0.005 \qquad 0k$$

- **Check spacing :**

$$S = \frac{200 - 20\times2 - 8\times2 - (2\times16)}{1} = 112\ mm > 25 \qquad OK$$

➢ **(Design for negative moment) , $Mu = -193.79 KN.m$**

Assume bar diameter ϕ14 for main positive reinforcement.

$$d = h - cover - dstirrups - \frac{d_b}{2} = 600 - 20 - 8 - \frac{14}{2} = 565\ mm.$$

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{193.79 \times 10^6}{0.9 \times 200 \times 565^2} = 3.37 Mpa.$$

$$m = \frac{fy}{0.85\, fc'} = \frac{400}{0.85 * 24} = 19.61$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{400}}\right) = \frac{1}{19.61}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times19.61\times3.37}{400}}\right) = 0.00927$$

$$As = \rho.b.d = 0.00927 \times 200 \times 565 = 1047.51\ mm^2$$

- *Check for As,min..*

$As, \min = 395.5\ mm^2$ control .

- $As,required = 1047.51\ mm^2 > As,min = 1047.51\ mm^2$ ok

Useϕ20 with As= 314 mm^2 .

$$n = \frac{As}{As\phi 20} = \frac{1047.51}{314} = 3.34 \approx 4 .$$

$Use\ 4\phi 20\ , Top\ As = 1256\ mm^2 > As,required = 1047.51\ mm^2.$ Ok

- ***Check for strain*:**

$$a = \frac{As.f_y}{0.85b\ f_c'} = \frac{1256\times400}{0.85\times200\times24} = 123.14\ mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{123.14}{0.85} = 144.87\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{565-144.87}{144.87}\right) = 0.0087 > 0.005 \qquad Ok$$

- **Check spacing :**

$$S = \frac{200-20\times2-8\times2-(4\times20)}{1} = 21.33mm > 25 \quad Not\ OK$$

- **Long Direction**

➢ **(Design for positive moment (mid span)) , $Mu = 45.52\ KN.m$**

Assume bar diameter ϕ14 for main positive reinforcement.

$$d = h - cover - dstirrups - \frac{d_b}{2} = 400 - 20 - 8 - \frac{14}{2} = 365\ mm.$$

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{45.52\times10^6}{0.9\times600\times365^2} = 0.264\ Mpa.$$

$$m = \frac{fy}{0.85\ fc'} = \frac{400}{0.85*24} = 19.61$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{400}}\right) = \frac{1}{19.61}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times19.61\times0.264}{400}}\right) = 0.000664$$

$$As = \rho.b.d = 0.000664\times600\times365 = 225.096\ mm^2$$

- *Check for As,min..*

$$As,min = 395.5\ mm^2 \quad \text{control .}$$

- $As,required = 225.096\ mm^2 < As,min = 395.5\ mm^2$ use As,min

Useϕ16 with As= 201.1 mm^2 .

$$n = \frac{As}{As\phi 16} = \frac{369.5}{201.1} = 1.97 \approx 2 .$$

Use 2ϕ16 , Bottom As = 402.12 mm^2 > As, required = 395.5 mm^2. Ok

- ***Check for strain:***

$$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\, f_c'} = \frac{402.12\times400}{0.85\times600\times24} = 13.13\ mm$$

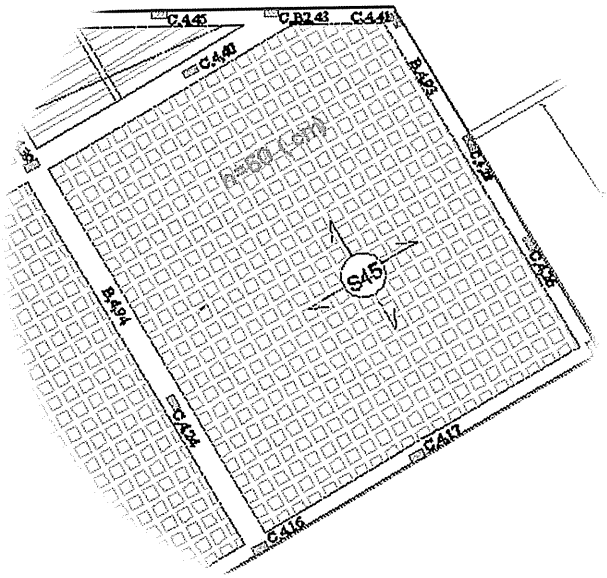
$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{13.13}{0.85} = 15.45\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{365-15.45}{15.45}\right) = 0.106 > 0.005 \qquad 0k$$

- **Check spacing :**

$$S = \frac{200-20\times2-8\times2-(2\times16)}{1} = 112\ mm > 25 \qquad OK$$

4.7.8 Design of two way Ribbed Slab (S45):-



- $As, required = 1047.51\ mm^2 > As, min = 1047.51\ mm^2$ ok

Useϕ20 with As= 314 mm^2 .

$$n = \frac{As}{As\phi 20} = \frac{1047.51}{314} = 3.34 \approx 4 .$$

Use 4ϕ20 , Top As = 1256 mm^2 > As, required = 1047.51 mm^2. Ok

- ***Check for strain:***

$$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85 b\, f_c'} = \frac{1256\times400}{0.85\times200\times24} = 123.14\ mm$$

$$c = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{123.14}{0.85} = 144.87\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{565-144.87}{144.87}\right) = 0.0087 > 0.005 \qquad 0k$$

- **Check spacing :**

$$S = \frac{200-20\times2-8\times2-(4\times20)}{1} = 21.33mm > 25 \quad Not\ OK$$

- **Long Direction**

➢ **(Design for positive moment (mid span)) , $Mu = 45.52\ KN.m$**

Assume bar diameter ϕ14 for main positive reinforcement.

$$d = h - cover - dstirrups - \frac{d_b}{2} = 400 - 20 - 8 - \frac{14}{2} = 365\ mm.$$

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{45.52\times10^6}{0.9\times600\times365^2} = 0.264\ Mpa.$$

$$m = \frac{fy}{0.85\, fc'} = \frac{400}{0.85 * 24} = 19.61$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{400}}\right) = \frac{1}{19.61}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times19.61\times0.264}{400}}\right) = 0.000664$$

$$As = \rho.b.d = 0.000664\times600\times365 = 225.096\ mm^2$$

- *Check for As, min..*

$$As, \min = 395.5\ mm^2 \quad \text{control .}$$

- $As, required = 225.096\ mm^2 < As, min = 395.5\ mm^2$ use As, min

Useϕ16 with As= 201.1 mm^2 .

$$n = \frac{As}{As\phi 16} = \frac{369.5}{201.1} = 1.97 \approx 2 .$$

Use 2ϕ16 , Bottom As = 402.12 mm^2 > As, required = 395.5 mm^2. Ok

- ***Check for strain:***

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{402.12 \times 400}{0.85 \times 600 \times 24} = 13.13\ mm$$

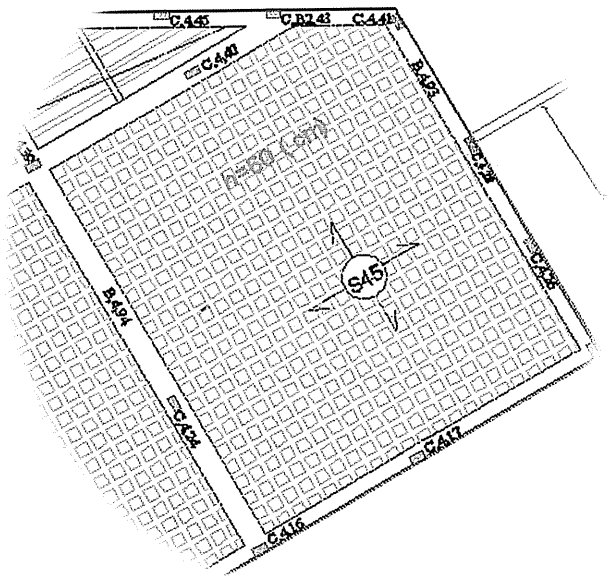
$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{13.13}{0.85} = 15.45\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{365-15.45}{15.45}\right) = 0.106 > 0.005 \qquad Ok$$

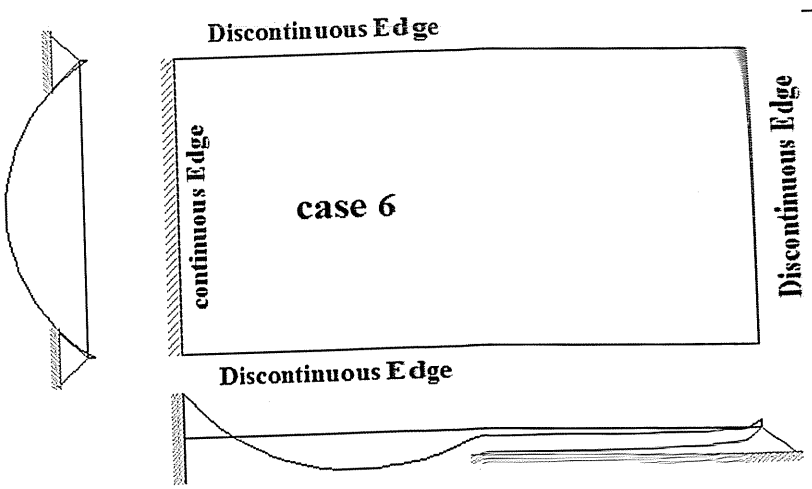
- **Check spacing :**

$$S = \frac{200-20\times2-8\times2-(2\times16)}{1} = 112\ mm > 25 \qquad OK$$

4.7.8 Design of two way Ribbed Slab (S45):-



4.7.8.1 Design for Positive and Negative Moment:



DL=16.68 KN. LL=8KN

- **Moments calculations**
- $Ma = Ca\,wla^2bf \quad and \quad Mb = Cb\,wlb^2bf$

$$\frac{la}{lb} = \frac{12.07}{14.04} = 0.9$$

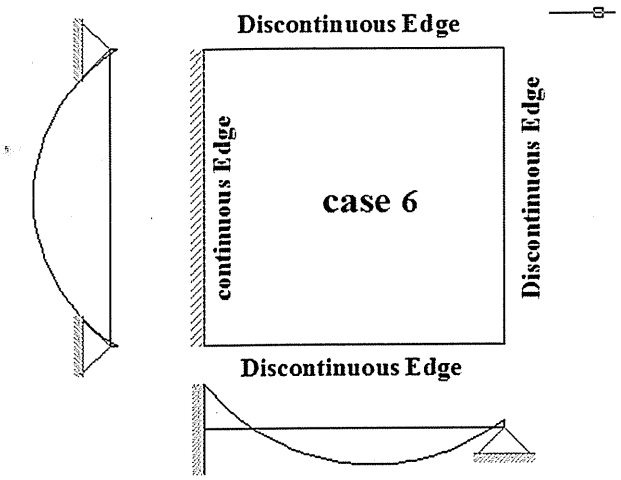
- **Negaive moments:_**

$$C_{a,neg}\left(\frac{la}{lb} = 0.90\right) = 0.079$$

$$\boldsymbol{M_{a,neg} = 0.079 * 24.68 * 12.07^2 * 0.60 = 170.42 KN.m}$$

$$C_{b,neg}\left(\frac{la}{lb} = 0.90\right) = 0$$

4.7.8.1 Design for Positive and Negative Moment:-



DL=16.68 KN. LL=8KN.

- **Moments calculations**
- $Ma = Ca\,wla^2bf \quad and \quad Mb = Cb\,wlb^2bf$

$$\frac{la}{lb} = \frac{12.07}{14.04} = 0.9$$

- **Negaive moments:_**

$$C_{a,neg}\left(\frac{la}{lb} = 0.90\right) = 0.079$$

$$\boldsymbol{M_{a,neg} = 0.079 * 24.68 * 12.07^2 * 0.60 = 170.42KN.m}$$

$$C_{b,neg}\left(\frac{la}{lb} = 0.90\right) = 0$$

$M_{b,neg} = 0$

- **Positive Moments:-**

$C_{a,dl}\left(\frac{la}{lb} = 0.90\right) = 0.039$

$M_{a,pos,dl} = 0.039 * 16.68 * 12.07^2 * 0.60 = 56.86 KN.m$

$C_{a,ll}\left(\frac{la}{lb} = 0.90\right) = 0.042$

$M_{a,pos,ll} = 0.042 * 8 * 12.07^2 * 0.60 = 29.37 KN.m$

- $M_{a,pos} = 56.86 + 48.95 = 29.37\ KN.m/rib$

$C_{b,dl}\left(\frac{la}{lb} = 0.90\right) = 0.021$

$M_{b,pos,dl} = 0.021 * 16.68 * 14.04^2 * 0.60 = 41.43\ KN.m$

$C_{b,ll}\left(\frac{la}{lb} = 0.90\right) = 0.025$

$M_{b,pos,ll} = 0.025 * 8 * 14.04^2 * 0.60 = 23.652 KN.m$

- $M_{b,pos} = 41.43 + 23.652 = 65.08\ KN.m/rib$

➢ ***Negative moments at Discontinuous edge*** ($\frac{1}{3}$ ***positive moment***):

$$M_{a,neg,edge} = \frac{1}{3} * 170.42 = 56.80\ KN.m/rib$$

$$M_{b,neg,edge} = \frac{1}{3} * 65.08 = 21.70\ KN.m/rib$$

- **Design for Positive and Negative Moment:-**
  - **Short Direction:**
- ***Design for positive moment*** **(Mid Span)** $Mu = 86.23KN.m$
- $bf = 600\ mm$.

Assume bar diameter ϕ14 for main positive reinforcement.

$$d = h - cover - dstirrups - \frac{d_b}{2} = 600 - 20 - 8 - \frac{14}{2} = 565\ mm.$$

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{86.23 \times 10^6}{0.9 \times 600 \times 565^2} = 0.50\ Mpa.$$

$$m = \frac{fy}{0.85\ fc'} = \frac{400}{0.85 * 24} = 19.61$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{400}}\right) = \frac{1}{19.61}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times19.61\times0.50}{400}}\right) = 0.0013$$

$$As = \rho.b.d = 0.0013 \times 600 \times 565 = 440.70\ mm^2$$

- *Check for* As, min..

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

- $As, min = 0.25\frac{\sqrt{24}}{400}\ 200 \times 565 = 346\ mm^2$
- $As, min = \frac{1.4}{400} 200 \times 565 = 395.5\ mm^2$ .. ***Control.***

$As, required = 440.70\ mm^2 > As, min = 395.5\ mm^2$ OK

Use ϕ18 with As= 254.5 mm^2 .

$$n = \frac{As}{As\phi 18} = \frac{440.7}{254.5} = 1.73 \approx 2\ .$$

Use 2ϕ18, Bottom As, provided = 509 mm^2 > As, required = 440.7 mm^2. Ok

- ***Check for strain***:

$$a = \frac{A_s.f_y}{0.85b\,f_c'} = \frac{509\times400}{0.85\times600\times24} = 16.62\ mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{16.62}{0.85} = 19.60\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{565-19.60}{19.60}\right) = 0.083 > 0.005 \qquad 0k$$

- **Check spacing :**

$$S = \frac{200-20\times2-8\times2-(2\times18)}{1} = 108\ mm > 25 \qquad OK$$

➢ **(Design for negative moment) , $Mu = -170.42KN.m$**

Assume bar diameter ϕ14 for main positive reinforcement.

$$d = h - cover - dstirrups - \frac{d_b}{2} = 600 - 20 - 8 - \frac{14}{2} = 565\ mm.$$

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{170.42\times10^6}{0.9\times600\times565^2} = 0.988\ Mpa.$$

$$m = \frac{fy}{0.85\,fc'} = \frac{400}{0.85*24} = 19.61$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{400}}\right) = \frac{1}{19.61}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times19.61\times0.988}{400}}\right) = 0.0025$$

$$As = \rho.b.d = 0.0025\times600\times565 = 847.5\ mm^2$$

- *Check for As, min..*

$As, \min = 395.5\ mm^2$ control .

- $As, required = 847.50\ mm^2 > As, min = 395.5\ mm^2$ ok

Use ϕ25 with As= $490.9\ mm^2$.

$$n = \frac{As}{As\phi25} = \frac{847.50}{490.90} = 1.73 \approx 2\ .$$

Use 2ϕ18 , Top As, provided = 981.80mm² > As, required = 847.50 mm². Ok

- ***Check for strain***:

$$a = \frac{A_s.f_y}{0.85b\,f_c'} = \frac{981.8\times400}{0.85\times600\times24} = 32.1\ mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{32.1}{0.85} = 37.76\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{565-37.76}{37.76}\right) = 0.0419 > 0.005 \qquad 0k$$

- **Check spacing :**

$$S = \frac{200-20\times2-8\times2-(2\times25)}{1} = 144\ mm > 25 \qquad OK$$

- **Long Direction**

➢ **(Design for positive moment (mid span)) , $Mu = 65.08KN.m$**

➢

Assume bar diameter ϕ14 for main positive reinforcement.

$$d = h - cover - dstirrups - \frac{d_b}{2} = 600 - 20 - 8 - \frac{14}{2} = 565\ mm.$$

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{65.08\times10^6}{0.9\times600\times565^2} = 0.38\ Mpa.$$

$$m = \frac{fy}{0.85\,fc'} = \frac{400}{0.85*24} = 19.61$$

$$P = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{400}}\right) = \frac{1}{19.61}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times19.61\times0.38}{400}}\right) = 0.001$$

$$As = \rho.b.d = 0.001\times600\times565 = 339\ mm^2$$

- *Check for As,min..*

$As,\min = 395.5\ mm^2$ control .

- $As,required = 339\ mm^2 < As,min = 395.5\ mm^2$ use As,min

Useϕ16 with As= 201.1 mm^2 .

$$n = \frac{As}{As\phi 16} = \frac{395.5}{201.1} = 1.97 \approx 2.$$

Use 2ϕ16, Bottom As, provided = 401.92 mm² > As, required = 395.5 mm². Ok

- ***Check for strain:***

$$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\, f'_c} = \frac{401.92\times400}{0.85\times600\times24} = 13.13\ mm$$

$$c = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{13.13}{0.85} = 15.44\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{565-15.44}{15.44}\right) = 0.11 > 0.005 \qquad 0k$$

- **Check spacing :**

$$S = \frac{200-20\times2-8\times2-(2\times12)}{1} 112mm > 25 \qquad OK$$

➢ ***Design for Discontinuous edge***

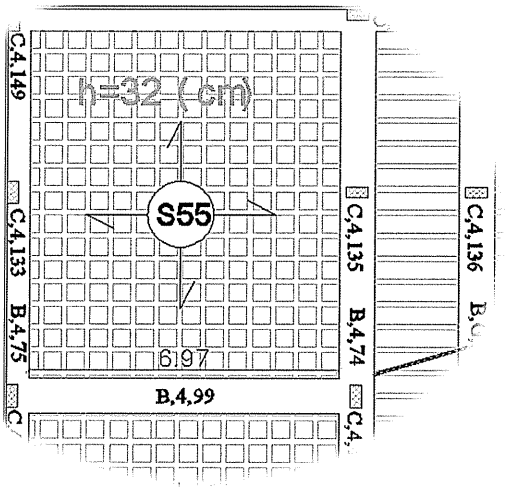
$$A_s = \frac{1}{3}A_{s,pos} = \frac{1}{3} * 401.92\ mm^2 = 133.97mm^2 < As, min = 395.5mm^2$$

Provide $As, min = 395.5$

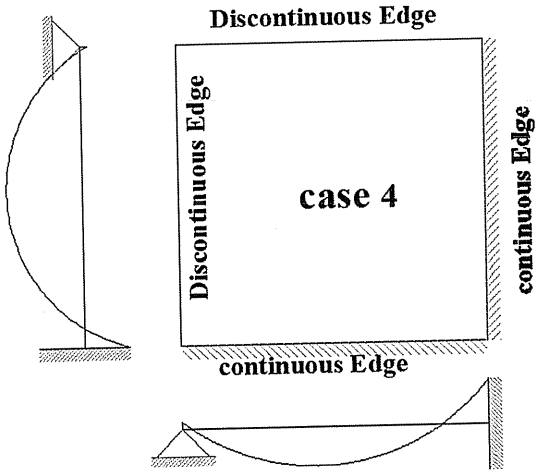
$$n = \frac{As}{As\phi 16} = \frac{395.5}{201.1} = 1.97$$

Use 2 ϕ16, Top, with As = 402.2 mm².

4-7.9 Design of two way Ribbed Slab (S55):-



4.7.9.1 Design for Positive and Negative Moment:-



DL=12.44 KN. LL=8KN.

- **Moments calculations**
- $Ma = Ca\,wla^2bf \quad and \quad Mb = Cb\,wlb^2bf$

$$\frac{la}{lb} = \frac{7.75}{8.52} = 0.90$$

- **Negaive moments:_**

$$C_{a,neg}\left(\frac{la}{lb} = 0.90\right) = 0.06$$

$$\boldsymbol{M_{a,neg} = 0.06 * 20.44 * 7.75^2 * 0.52 = 38.30KN.m}$$

$$C_{a,neg}(\frac{la}{lb} = 0.90) = 0.04$$

$$\boldsymbol{M_{b,neg} = 0.04 * 20.44 * 8.52^2 * 0.52 = 30.86KN.m}$$

- **Positive Moments:-**

$C_{a,dl}\left(\frac{la}{lb}=0.90\right)=0.033$

$\boldsymbol{M_{a,pos,dl}=0.033*12.44*7.75^2*0.52=12.82KN.m}$

$C_{a,ll}\left(\frac{la}{lb}=0.90\right)=0.039$

$\boldsymbol{M_{a,pos,ll}=0.039*8*7.75^2*0.52=9.75\ KN.m}$

- $\boldsymbol{M_{a,pos}=12.82+9.75=22.57\ KN.m/rib}$

$C_{b,dl}\left(\frac{la}{lb}=0.90\right)=0.022$

$\boldsymbol{M_{b,pos,dl}=0.022*12.44*8.52^2*0.52=10.33\ KN.m}$

$C_{b,ll}\left(\frac{la}{lb}=0.90\right)=0.026$

$\boldsymbol{M_{b,pos,ll}=0.026*8*8.52^2*0.52=7.80\ KN.m}$

- $\boldsymbol{M_{b,pos}=10.33+7.80=18.13\ KN.m/rib}$

➢ Design for Positive and Negative Moment:-

- **Short Direction:**

➢ ***Design for positive moment*** **(Mid Span)** $\boldsymbol{Mu=22.57KN.m}$

➢ $\boldsymbol{bf=520\ mm}$.

Assume bar diameter ϕ14 for main positive reinforcement.

$d=h-cover-dstirrups-\frac{d_b}{2}=320-20-8-\frac{14}{2}=285\ mm.$

$R_n=\frac{M_u}{\emptyset bd^2}=\frac{22.57\times10^6}{0.9\times520\times285^2}=0.59\ Mpa.$

$m=\frac{fy}{0.85\ fc'}=\frac{400}{0.85*24}=19.61$

$$\rho=\frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{400}}\right)=\frac{1}{19.61}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times19.61\times0.59}{400}}\right)=0.001496$$

$$As = \rho.b.d = 0.001496\times520\times285 = 222.30\ mm^2$$

- *Check for As,min..*

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

- $As,min = 0.25\frac{\sqrt{24}}{400}\ 120\times285 = 104.72\ mm^2$
- $As,min = \frac{1.4}{400}120\times285 = 119.70\ mm^2$ ..***Control.***

$As,required = 222.30\ mm^2 > As,min = 119.70\ mm^2$ OK

Use ϕ12 with As= 113.1 mm^2 .

$$n=\frac{As}{As\phi12}=\frac{222.30}{113.1}=1.97\approx2\ .$$

Use 2ϕ12, Bottom As,provided = 226.2 mm² > As,required = 113.1 mm². Ok

- ***Check for strain:***

$$a=\frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f'_c}=\frac{226.2\times400}{0.85\times520\times24}=8.53\ mm$$

$$c=\frac{a}{\mathcal{B}_1}=\frac{8.53}{0.85}=10.05\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right)=0.003\left(\frac{285-10.05}{10.05}\right)=0.082>0.005 \qquad 0k$$

- **Check spacing :**

$$S=\frac{120-20\times2-8\times2-(2\times12)}{1}=40\ mm>25 \qquad OK$$

➢ **(Design for negative moment) , $Mu = -38.30\ KN.m$**

Assume bar diameter ϕ14 for main positive reinforcement.

$$d = h - cover - dstirrups - \frac{d_b}{2} = 320 - 20 - 8 - \frac{14}{2} = 285\ mm.$$

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{38.30 \times 10^6}{0.9 \times 120 \times 285^2} = 4.36\ Mpa.$$

$$m = \frac{fy}{0.85\ fc'} = \frac{400}{0.85 * 24} = 19.61$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{400}}\right) = \frac{1}{19.61}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times19.61\times4.36}{400}}\right) = 0.0124$$

$$As = \rho.b.d = 0.0124 \times 120 \times 285 = 424.08\ mm^2$$

- *Check for As,min..*

$$As,\min = 119.70\ mm^2$$ control .

- $As,required = 424.08\ mm^2 > As,min = 119.70\ mm^2$ ok

Useϕ18 with As= 254.5 mm^2 .

$$n = \frac{As}{As\phi 18} = \frac{424.08}{254.5} = 1.67 \approx 2\ .$$

Use 2ϕ18 , Top As = 508.9 mm^2 > As,required = 424.08 mm^2. Ok

- ***Check for strain:***

$$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f_c'} = \frac{208.9\times400}{0.85\times120\times24} = 83.15\ mm$$

$$c = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{85.15}{0.85} = 97.8\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{285 - 97.8}{97.8}\right) = 0.00574 > 0.005 \qquad Ok$$

- **Check spacing :**

$$S = \frac{120-20\times2-8\times2-(2\times18)}{1} = 28\ mm > 25 \quad Not\ OK$$

- **Long Direction**

➢ **(Design for positive moment (mid span)) , $Mu = 18.13\ KN.m$**

Assume bar diameter ϕ12 for main positive reinforcement.

$$d = h - cover - dstirrups - \frac{d_b}{2} = 320 - 20 - 8 - \frac{12}{2} = 286\ mm.$$

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{18.13 \times 10^6}{0.9 \times 520 \times 286^2} = 0.47\ Mpa.$$

$$m = \frac{fy}{0.85\ fc'} = \frac{400}{0.85 * 24} = 19.61$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{400}}\right) = \frac{1}{19.61}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times19.61\times0.47}{400}}\right) = 0.001189$$

$$As = \rho.b.d = 0.001189 \times 520 \times 286 = 176.80\ mm^2$$

- *Check for As,min..*

$As,\min = 119.70\ mm^2$ control .

- $As,required = 176.80\ mm^2 > As,min = 119.70\ mm^2$ OK

Use ϕ12 with As= 113.1 mm^2 .

$$n = \frac{As}{As\phi 12} = \frac{176.80}{113.1} = 1.56 \approx 2.$$

Use 2ϕ12 , Bottom As = 226.20 mm^2 > As,required = 176.80 mm^2. Ok

- ***Check for strain*:**

$$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f_c'} = \frac{226.20\times400}{0.85\times520\times24} = 8.53\ mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{8.53}{0.85} = 10.05\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{286 - 10.05}{10.05}\right) = 0.083 > 0.005 \qquad 0k$$

- **Check spacing :**

$$S = \frac{120-20\times2-8\times2-(2\times12)}{1} = 40\ mm > 25 \qquad OK$$

➢ **(Design for negative moment) , $Mu = -30.86\ KN.m$**

Assume bar diameter ϕ16 for main positive reinforcement.

$$d = h - cover - dstirrups - \frac{d_b}{2} = 320 - 20 - 8 - \frac{16}{2} = 284\ mm.$$

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{30.86 \times 10^6}{0.9 \times 120 \times 284^2} = 3.54\ Mpa.$$

$$m = \frac{fy}{0.85\, fc'} = \frac{400}{0.85 * 24} = 19.61$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{400}}\right) = \frac{1}{19.61}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times19.61\times3.54}{400}}\right) = 0.009789$$

$$As = \rho.b.d = 0.01009789 \times 120 \times 284 = 333.60\ mm^2$$

- *Check for As,min..*

$As,\min = 119.70\ mm^2$ control .

- $As,required = 333.60\ mm^2 > As,min = 119.70\ mm^2$ ok

Useϕ16 with As= 201.1 mm^2 .

$$n = \frac{As}{As\phi 16} = \frac{333.60}{201.1} = 1.66 \approx 2\ .$$

Use 2ϕ16 , Top As = 402.12 mm^2 > As,required = 333.60 mm^2. Ok

- ***Check for strain:***

$$a = \frac{A_s.f_y}{0.85 b\, f_c'} = \frac{402.12\times400}{0.85\times120\times24} = 65.71\ mm$$

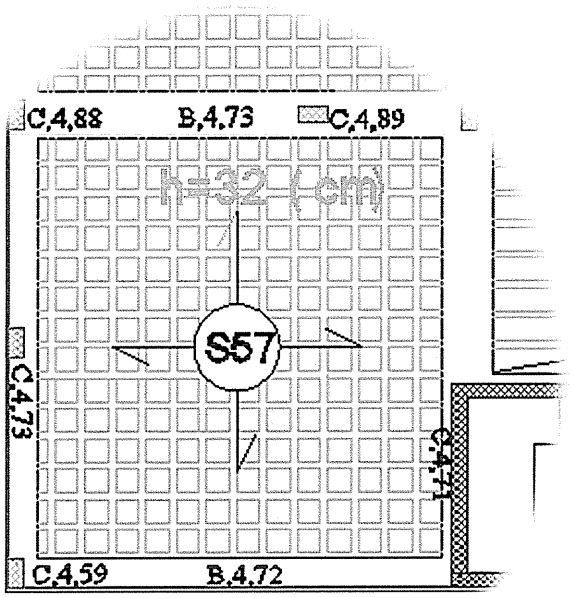
$$c = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{65.71}{0.85} = 77.31\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{284 - 77.31}{77.31}\right) = 0.00800 > 0.005 \qquad 0k$$

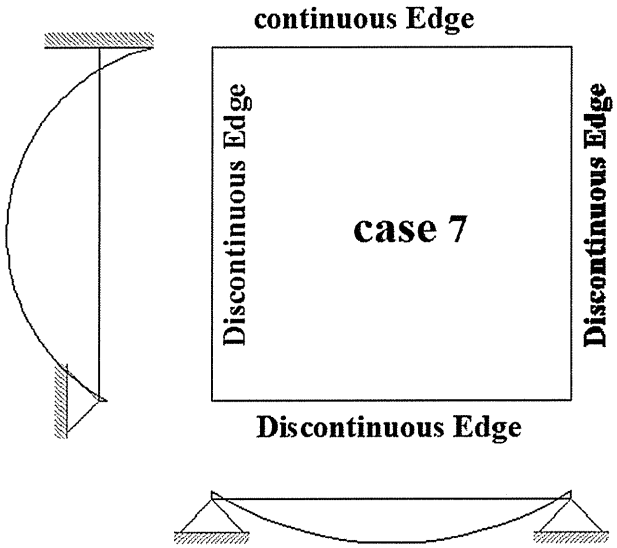
- **Check spacing :**

$$S = \frac{120-20\times2-8\times2-(2\times16)}{1} = 32\ mm > 25 \quad Not\ OK$$

4.7.10 Design of two way Ribbed Slab (S57):-



4.7.10.1 Design for Positive and Negative Moment:-



DL=12.44KN. LL=8KN.

- **Moments calculations**
- $Ma = Ca\, wla^2 bf \quad and \quad Mb = Cb\, wlb^2 bf$

$$\frac{la}{lb} = \frac{6.91}{7.22} = 0.95$$

- **Negaive moments:_**

$$C_{a,neg}\left(\frac{la}{lb} = 0.95\right) = 0$$

$$C_{a,neg}\left(\frac{la}{lb} = 0.95\right) = 0.067$$

$$\boldsymbol{M_{b,neg} = 0.067 * 20.44 * 7.22^2 * 0.52 = 37.12KN.m}$$

- **Positive Moments:-**

$$C_{a,dl}\left(\frac{la}{lb} = 0.95\right) = 0.031$$

$$\boldsymbol{M_{a,pos,dl} = 0.031 * 12.44 * 6.914^2 * 0.52 = 9.57KN.m}$$

$$C_{a,ll}\left(\frac{la}{lb} = 0.95\right) = 0.036$$

$$\boldsymbol{M_{a,pos,ll} = 0.036 * 8 * 6.91^2 * 0.52 = 7.15KN.m}$$

- $\boldsymbol{M_{a,pos} = 9.75 + 7.15 = 16.72KN.m/rib}$

$C_{b,dl}\left(\frac{la}{lb}=0.95\right)=0.031$

$M_{b,pos,dl}=0.0031*12.44*7.22^2*0.52=10.45KN.m$

$C_{b,ll}\left(\frac{la}{lb}=0.95\right)=0.032$

$M_{b,pos,ll}=0.032*8*7.22^2*0.52=6.94KN.m$

- $M_{b,pos}=10.45+6.94=17.39KN.m/rib$

➢ ***Negative moments at Discontinuous edge*** ($\frac{1}{3}$ ***positive moment***):

$$M_{a,neg,edge}=\frac{1}{3}*29.3=9.77\ KN.m/rib$$

$$M_{b,neg,edges}=\frac{1}{3}*21.4=7.13KN.m/rib$$

➢ **Design for Positive and Negative Moment:-**

- **Short Direction:**

➢ ***Design for positive moment*** (Mid Span)$Mu=16.72KN.m$

➢ $bf=520\ mm$.

Assume bar diameter ϕ14 for main positive reinforcement.

$$d=h-cover-dstirrups-\frac{d_b}{2}=320-20-8-\frac{14}{2}=285\ mm.$$

$$R_n=\frac{M_u}{\emptyset bd^2}=\frac{16.72\times10^6}{0.9\times520\times285^2}=0.44\ Mpa.$$

$$m=\frac{fy}{0.85\,fc'}=\frac{400}{0.85*24}=19.61$$

$$\rho=\frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{400}}\right)=\frac{1}{19.61}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times19.61\times0.44}{400}}\right)=0.00111$$

$$As=\rho.b.d=0.00111\times520\times285=164.5\ mm^2$$

- *Check for As,min..*

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

- $As,min = 0.25\frac{\sqrt{24}}{400}\ 120 \times 285 = 104.72\ mm^2$
- $As,min = \frac{1.4}{400} 120 \times 285 = 119.7\ mm^2$ .. ***Control.***

$As,required = 164.5\ mm^2 > As,min = 119.7\ mm^2$ OK

Use ϕ12 with As= 113.1 mm^2 .

$$n = \frac{As}{As\phi 14} = \frac{164.5}{113.1} = 1.45 \approx 2\ .$$

Use 2ϕ12, Bottom As,provided = 226.2 mm^2 > As,required = 164.5 mm^2. Ok

- ***Check for strain:***

$$a = \frac{As.fy}{0.85b\ f'_c} = \frac{226.2\times400}{0.85\times520\times24} = 8.53\ mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{8.53}{0.85} = 10.04\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{365-10.04}{10.04}\right) = 0.082 > 0.005 \quad Ok$$

- **Check spacing :**

$$S = \frac{120-20\times2-8\times2-(2\times12)}{1} = 40\ mm > 25 \quad OK$$

➢ ***Design for Discontinuous edge***

$$A_s = \frac{1}{3}A_{s,pos} = \frac{1}{3} * 164.5\ mm^2 = 54.83\ mm^2 < As,min = 119.7mm^2$$

Provide $As,min = 119.7$

$$n = \frac{As}{As\phi 10} = \frac{153.3}{78.5} = 1.52$$

Use 2 ϕ10, Top , with As = 157 mm^2 .

- **Long Direction**

➢ **(Design for positive moment (mid span)) , $Mu = 17.39\ KN.m$**

Assume bar diameter ϕ14 for main positive reinforcement.

$$d = h - cover - dstirrups - \frac{d_b}{2} = 320 - 20 - 8 - \frac{14}{2} = 285\ mm.$$

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{17.39 \times 10^6}{0.9 \times 520 \times 285^2} = 0.46\ Mpa.$$

$$m = \frac{fy}{0.85\ fc'} = \frac{400}{0.85 * 24} = 19.61$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{400}}\right) = \frac{1}{19.61}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times19.61\times0.46}{400}}\right) = 0.00116$$

$$As = \rho.b.d = 0.00116 \times 520 \times 285 = 171.9\ mm^2$$

- *Check for As,min..*

$As, \min = 119.7\ mm^2$ control .

- $As, required = 171.9\ mm^2 < As, min = 119.7\ mm^2$ use As, min

Useϕ12 with As= $113.1\ mm^2$.

$$n = \frac{As}{As\phi 12} = \frac{171.9}{113.1} = 1.52 \approx 2 .$$

Use 2ϕ12 , Bottom As = 226.2 mm² > As, required = 171.9 mm². Ok

- ***Check for strain:***

$$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f_c'} = \frac{226.2\times400}{0.85\times520\times24} = 8.53\ mm$$

$$c = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{8.53}{0.85} = 10.04\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{285 - 10.04}{10.04}\right) = 0.082 > 0.005 \qquad 0k$$

- **Check spacing :**

$$S = \frac{120-20\times2-8\times2-(2\times12)}{1} = 40mm > 25 \qquad OK$$

➢ **Design for Discontinuous edges**

$A_s = \frac{1}{3}A_{s,pos} = \frac{1}{3} * 226.08\ mm^2 = 75.36\ mm^2 < As,min = 119.7mm^2$

Provide $As,min = 119.7\ mm^2$

$$n = \frac{As}{As\phi 10} = \frac{119.7}{78.5} = 1.52$$

Use 2 ϕ10, Top, with As = 157 mm^2

➢ **(Design for negative moment), $Mu = -37.12m$**

Assume bar diameter ϕ14 for main positive reinforcement.

$$d = h - cover - dstirrups - \frac{d_b}{2} = 320 - 20 - 8 - \frac{14}{2} = 285mm.$$

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{37.12 \times 10^6}{0.9 \times 520 \times 285^2} = 4.23\ Mpa.$$

$$m = \frac{fy}{0.85\ fc'} = \frac{400}{0.85 * 24} = 19.61$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{400}}\right) = \frac{1}{19.61}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times19.61\times4.23}{400}}\right) = 0.0119$$

$$As = \rho.b.d = 0.0119 \times 520 \times 285 = 406.98\ mm^2$$

- *Check for As,min..*

  $As,\min = 119.7\ mm^2$ control .

- $As,required = 406.98\ mm^2 > As,min = 119.7\ mm^2$ ok

Use ϕ16 with As= 201.1 mm^2 .

$$n = \frac{As}{As\phi 12} = \frac{406.98}{201.1} = 2.02 \approx 2.$$

Use 2ϕ16, Top As = 401.92 mm^2

- ***Check for strain:***

$$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f_c'} = \frac{402.2\times400}{0.85\times120\times24} = 65.72\ mm$$

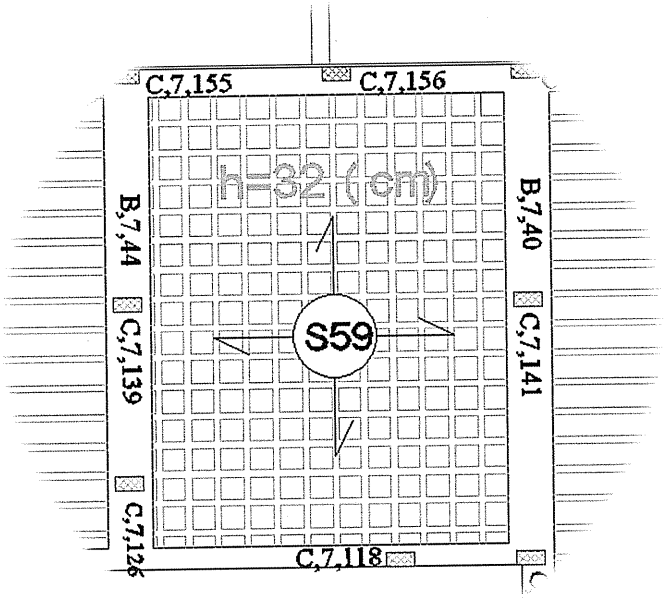
$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{65.72}{0.85} = 77.32\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{285 - 77.32}{77.32}\right) = 0.008 > 0.005 \quad 0k$$

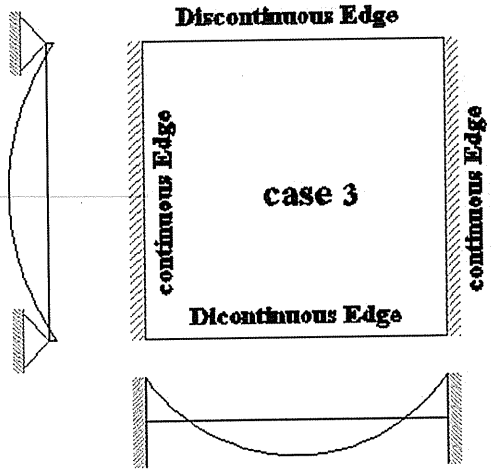
- **Check spacing :**

$$S = \frac{120-20\times2-8\times2-(2\times16)}{1} = 52\ mm > 25 \qquad OK$$

4.7.11 Design of two way Ribbed Slab (S59):-



4.7.11.1 Design for Positive and Negative Moment:-



DL=12.43KN. LL=8KN.

- **Moments calculations**
- $Ma = Ca\, wla^2 bf$ and $Mb = Cb\, wlb^2 bf$

$$\frac{la}{lb} = \frac{6.3}{8.0} = 0.72 \approx 0.80$$

- **Negaive moments:_**

$$C_{a,neg}\left(\frac{la}{lb} = 0.80\right) = 0.061$$

$$\boldsymbol{M_{a,neg} = 0.061 * 20.44 * 6.3^2 * 0.52 = 25.73KN.m}$$

$$C_{b,neg}\left(\frac{la}{lb} = 0.80\right) = 0$$

$$\boldsymbol{M_{b,neg} = 0}$$

- **Positive Moments:-**

$$C_{a,dl}\left(\frac{la}{lb} = 0.80\right) = 0.034$$
$$\boldsymbol{M_{a,pos,dl} = 0.034 * 12.43 * 6.3^2 * 0.52 = 8.72KN.m}$$

$$C_{a,ll}\left(\frac{la}{lb} = 0.80\right) = 0.045$$
$$\boldsymbol{M_{a,pos,ll} = 0.045 * 8 * 6.3^2 * 0.52 = 16.99KN.m}$$

- $\boldsymbol{M_{a,pos} = 7.43 + 8.72 = 16.15KN.m/rib}$

$C_{b,dl}\left(\frac{la}{lb}=0.80\right)=0.02$

$M_{b,pos,dl}=0.02*12.43*8^2*0.52=8.32KN.m$

$C_{b,ll}\left(\frac{la}{lb}=0.80\right)=0.022$

$M_{b,pos,ll}=0.022*8*8^2*0.52=5.86KN.m$

- $M_{b,pos}=8.32+5.86=14.18KN.m/rib$

➢ ***Negative moments at Discontinuous edge*** ($\frac{1}{3}$ ***positive moment***):

$M_{a,neg,edge}=\frac{1}{3}*14.18=4.727\ KN.m/rib$

➢ **Design for Positive and Negative Moment:-**

- **Short Direction:**

➢ ***Design for positive moment*** **(Mid Span)** $Mu=16.15KN.m$

➢ $bf=520\ mm$.

Assume bar diameter ϕ14 for main positive reinforcement.

$d=h-cover-dstirrups-\frac{d_b}{2}=320-20-8-\frac{14}{2}=285\ mm.$

$R_n=\frac{M_u}{\emptyset bd^2}=\frac{16.15\times10^6}{0.9\times520\times285^2}=0.425\ Mpa.$

$m=\frac{fy}{0.85\,fc'}=\frac{400}{0.85*24}=19.61$

$\rho=\frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{400}}\right)=\frac{1}{19.61}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times19.61\times0.425}{400}}\right)=0.00107$

$As=\rho.b.d=0.00107\times520\times285=158.57\ mm^2$

- *Check for As, min..*

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

- $As,min = 0.25\frac{\sqrt{24}}{400}\ 120 \times 285 = 104.72\ mm^2$
- $As,min = \frac{1.4}{400} 120 \times 285 = 119.7\ mm^2$ .. ***Control.***

$As,required = 158.57\ mm^2 > As,min = 119.7\ mm^2$ OK

Use ϕ12 with As= 113.1 mm^2 .

$$n = \frac{As}{As\phi 14} = \frac{158.57}{113.1} = 1.40 \approx 2 .$$

Use 2ϕ12, Bottom As,provided = 226.2 mm^2 > As,required = 158.57 mm^2. Ok

- ***Check for strain:***

$$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f'_c} = \frac{226.2\times400}{0.85\times520\times24} = 8.52\ mm$$

$$c = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{8.52}{0.85} = 10.02\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{285-10.02}{10.02}\right) = 0.082 > 0.005 \quad 0k$$

- **Check spacing :**

$$S = \frac{120-20\times2-8\times2-(2\times12)}{1} = 40mm > 25 \quad OK$$

➢ **(Design for negative moment) , $Mu = -25.73KN.m$**

Assume bar diameter ϕ14 for main positive reinforcement.

$$d = h - cover - dstirrups - \frac{d_b}{2} = 320 - 20 - 8 - \frac{14}{2} = 285\ mm.$$

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{25.73\times10^6}{0.9\times520\times285^2} = 2.93Mpa.$$

$$m = \frac{fy}{0.85\,fc'} = \frac{400}{0.85 * 24} = 19.61$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{400}}\right) = \frac{1}{19.61}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times19.61\times2.93}{400}}\right) = 0.0079$$

$$As = \rho.b.d = 0.0079 \times 520 \times 285 = 270.18\ mm^2$$

- *Check for As, min..*

$As, \min = 119.7\ mm^2$ control .

- $As, required = 270.18\ mm^2 > As, min = 119.7\ mm^2$ ok

Useϕ14 with As= 153.94 mm^2 .

$$n = \frac{As}{As\phi 14} = \frac{270.17}{153.94} = 1.76 \approx 2\ .$$

Use 2ϕ14 , Top As, provided = 307.88 mm^2 > As, required = 270.18 mm^2 . Ok

- ***Check for strain:***

$$a = \frac{A_s.f_y}{0.85b\,f_c'} = \frac{307.9\times400}{0.85\times120\times24} = 50.3\ mm$$

$$c = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{50.3}{0.85} = 59.188\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{285 - 59.188}{59.188}\right) = 0.011 > 0.005 \qquad 0k$$

- **Check spacing :**

$$S = \frac{120-20\times2-8\times2-(2\times14)}{1} = 32\ mm > 25 \qquad OK$$

- **Long Direction**

➢ **(Design for positive moment (mid span)) , $Mu = 14.18KN.m$**

Assume bar diameter ϕ14 for main positive reinforcement.

$$d = h - cover - dstirrups - \frac{d_b}{2} = 320 - 20 - 8 - \frac{14}{2} = 285\ mm.$$

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{14.18\times10^6}{0.9\times520\times285^2} = 0.37\ Mpa.$$

$$m = \frac{fy}{0.85\,fc'} = \frac{400}{0.85 * 24} = 19.61$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{400}}\right) = \frac{1}{19.61}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times19.61\times0.37}{400}}\right) = 0.000933$$

$$As = \rho.b.d = 0.000933 \times 520 \times 285 = 252.28\ mm^2$$

- *Check for As, min..*

$As, \min = 119.7\ mm^2$ control .

- $As, required = 252.28\ mm^2 > As, min = 119.7\ mm^2$

Useϕ14 with As= 153.94 mm^2 .

$$n = \frac{As}{As\phi 14} = \frac{252.28}{153.94} = 1.64 \approx 2\ .$$

Use 2ϕ14 , Bottom As, provided = 307.9 mm^2 > As, required = 252.28 mm^2. Ok

- ***Check for strain:***

$$a = \frac{A_{s.fy}}{0.85b\,f_c'} = \frac{307.9\times400}{0.85\times520\times24} = 11.6\ mm$$

$$c = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{11.6}{0.85} = 13.65\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{285 - 13.65}{13.65}\right) = 0.059 > 0.005 \qquad 0k$$

- **Check spacing :**

$$S = \frac{120-20\times2-8\times2-(2\times14)}{1} = 36\ mm > 25 \qquad OK$$

➢ ***Design for Discontinuous edge***

$$A_s = \frac{1}{3}A_{s,pos} = \frac{1}{3} * 307.9\ mm^2 = 102.63\ mm^2 < As, min = 119.7mm^2$$

Provide $As, min = 119.7$

$$n = \frac{As}{As\phi 10} = \frac{119.7}{78.5} = 1.52$$

Use 2 ϕ10, Top , with As = 157 mm^2 .

4.8 Design of One Way Solid Slab....Pos. (SS1):-

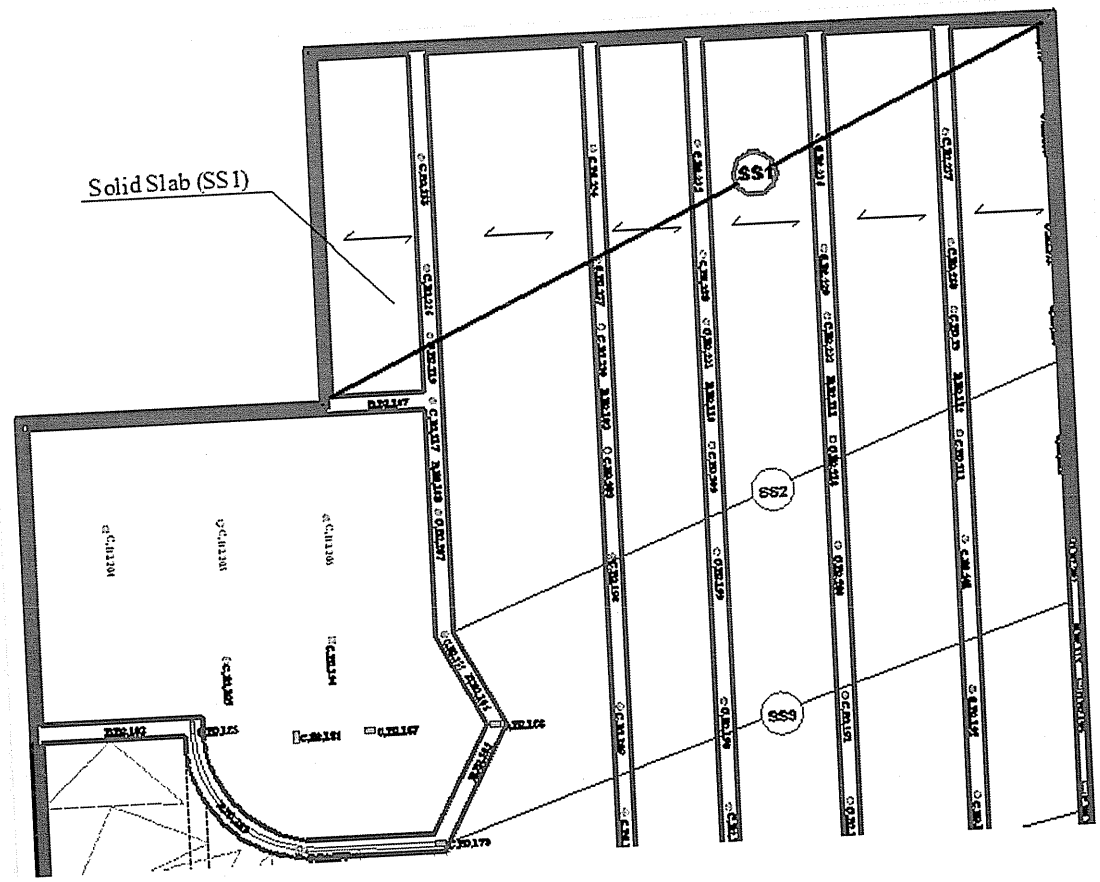


Fig. (4-15): one way solid slab

NOTE:

- Code UBC: ACI 2008.
- Material:-

  Concrete: B300 ..... $fc' = 300 * 0.8 = 24 N/mm^2 (MPa)$ For rectangular section.

➢ Reinforcement steel :-

The specified yield strength of the reinforcement $\{fy = 400\ N/mm^2\ (MPa)$

Live load(KN/m2)	fc'	fy
LL = 5 KN/m2	fc' = 24 Mpa	fy = 420 Mpa

➢ Factored Loads :-

The factored loads for members in our project are determined by:

$\boldsymbol{Wu = 1.2\,DL + 1.6\,LL}$ $\boldsymbol{ACI - code - 318 - 08(9.2.1)}$.

4.8.1 Determination of The thickness of one way Solid slab -

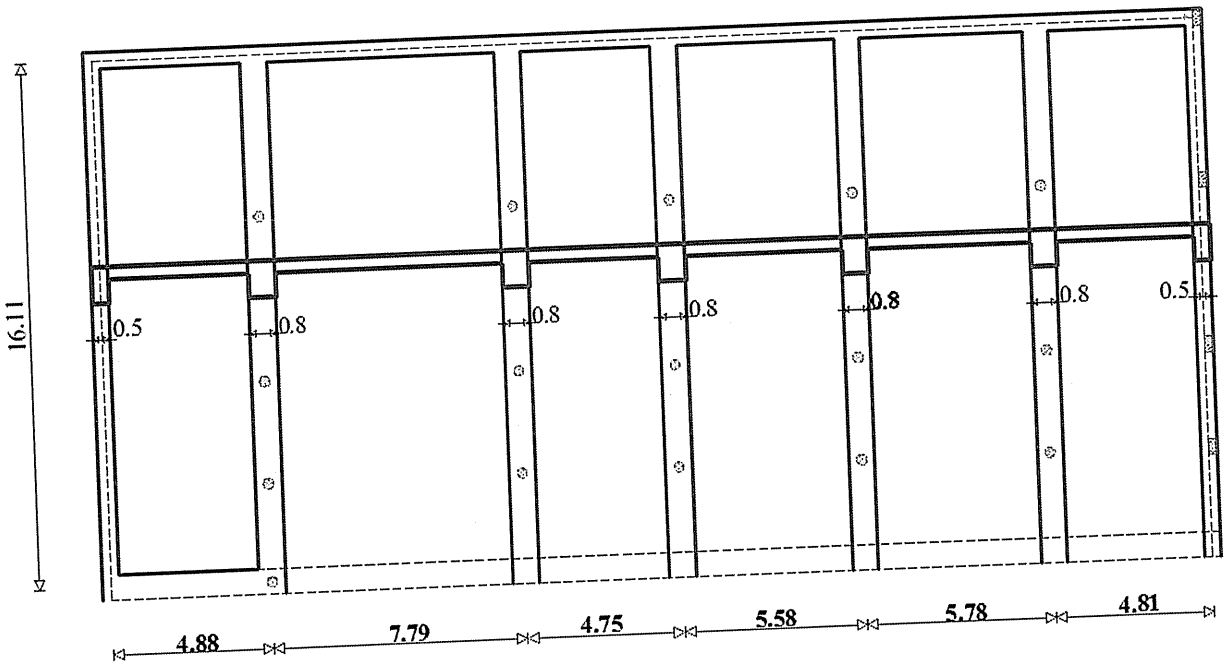


Fig. (4-16): section in one way solid slab

The overall depth must be satisfying ACI table (9.5.a) for nonprestressed beams or one way slabs unless deflections are computed.

The minimum required thickness is:-

-Maximum span length for one-end continuous : L=4.88 m =488 cm.

- h_{min} for one-end continuous = L/24.

$$h_{min=} = L/24 = 488/24 = \mathbf{20.33\ cm.}$$

-Maximum span length for both –end continuous : L=7.79 m =779 cm.

-h_{min} for both-end continuous = L/28.

$$h_{min} = L/21 = 469/28 = \mathbf{27.82\ cm. \ldots\ldots\ldots control.}$$

- The controller slab thickness is 27.82 cm.

But by deflection checked it was controlled at 30 cm thickness.

So Select Slab thickness **h= 30cm**.

Thickness of slab provided	Thickness of slab required
h = 27.82 cm	30

4.8.2 Determination of The Loads of one way Solid slab

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

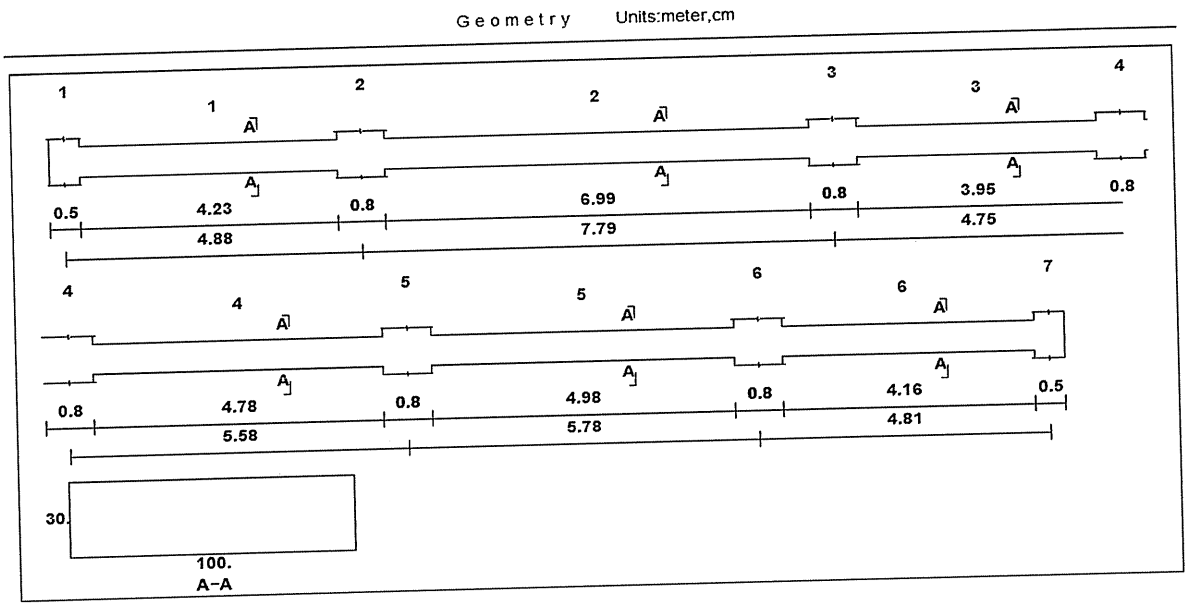
Determination of Dead Load and live load :

Solid Slab Load Calculations/ strip 1m wide

material	gama	h	b	KN/m
RC slab	25	0.3	1	7.5
Live Load	**1.3**		**1**	**1.3**

Reaction Support from (S4)

DL = 9.84 KN\m ; LL = 1.56 KN\m



For One way solid slab , as shown in fig.

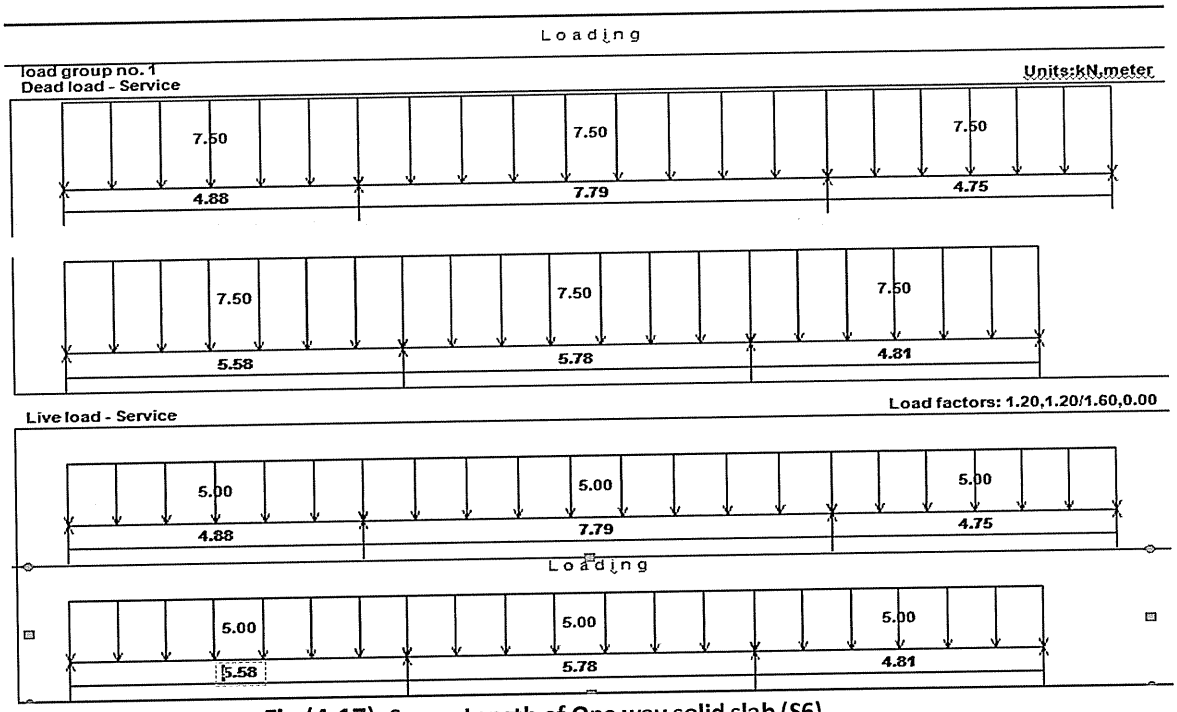
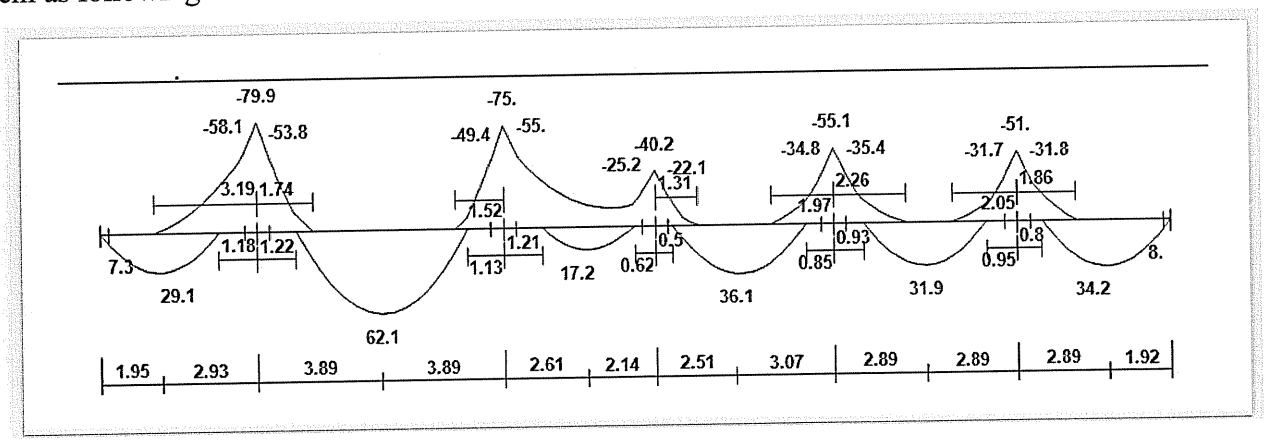
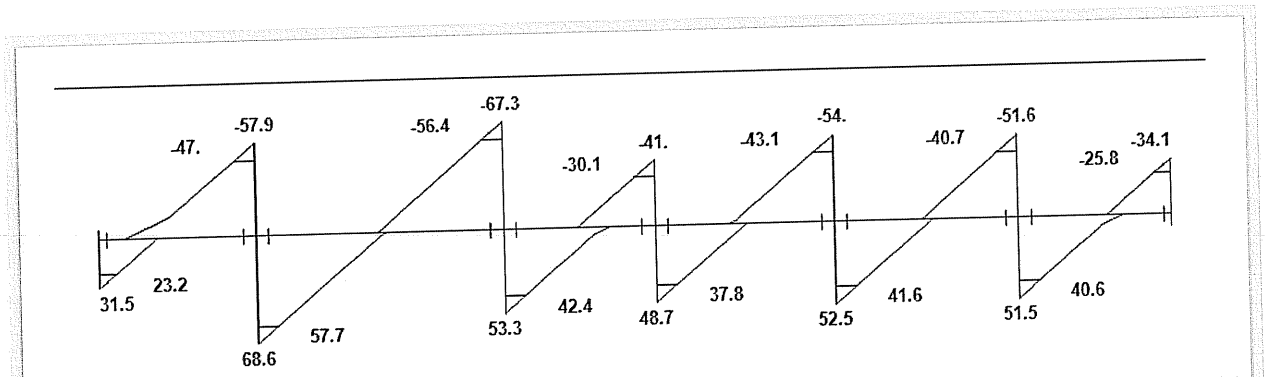


Fig.(4-17): Spans Length of One way solid slab (S6) .

* Moment and Shear Diagrams:-

The Development Moment diagrams for beam has width =1m , and the thickness is 35 cm as following :





Factored

DeadR	13.54	66.04	60.29	40.03	53.28	52.72	16.41
LiveR	17.96	60.39	60.28	49.63	53.22	50.32	17.71
Max R	31.49	126.44	120.57	89.66	106.5	103.04	34.12
Min R	7.61	87.46	73.23	48.42	72.06	72.74	13.28
Service							
DeadR	11.28	55.04	50.25	33.36	44.4	43.93	13.67
LiveR	11.22	37.75	37.67	31.02	33.27	31.45	11.07
Max R	22.5	92.78	87.92	64.38	77.66	75.38	24.75
Min R	7.58	68.42	58.33	38.6	56.13	56.45	11.72

(4-18): Solid (S6) envelope

* Design of slab:-

➢ For shear:

-check whether thickness is adequate for shear:

$V_{u,\max}$ = **57.7 KN/ 1m strip**

$$d = h - cover - dstirrups - \frac{d_b}{2} = 300 - 20 - \frac{10}{2} = 275\ mm$$

$$\Phi Vc = \frac{1}{6} * \Phi * \sqrt{fc'} * bw * d$$

$$= \frac{1}{6} * 0.75 * \sqrt{24} * 1000 * 0.275 = 168.4 KN / 1\text{ m strip}$$

$\frac{1}{2}$ ΦVc = $\frac{168.4}{2}$ = 84.2 KN/1m strip

ΦVc = 168.4 > $V_{u,max}$ = 57.7 KN/ 1m strip > $\frac{1}{2}$ ΦVc = 84.2

The thickness of the slab is adequate enough.

$V_{u,max}$	ΦVc
114.7 KN	168.4 KN

➢ **For negative Moment:**

Assume bar diameter **Φ10** for main reinforcement

d = h – 20 – db = 300 – 20 – (10 /2) = 275 mm

h	db	d
300 mm	10 mm	275 mm

Mu = -58.1 KN.m

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{400}{0.85 * 24} = 19.61$$

$$Rn = \frac{Mu \ / \phi}{b * d^2}$$

$$Rn = \frac{58.1 * 10^{-3} / 0.9}{1.0 * (0.275)^2} = 0.854 \text{ N/mm}^2 \text{ (Mpa)}$$

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

$$\rho = \frac{1}{19.61}\left(1 - \sqrt{1-\frac{2(19.61)(0.1)}{400}}\right) = 0.00505 > \rho_{min} = 0.0018 \quad \text{ok}$$

$$As = \rho * b * d = 0.00505 * 1000 * 275 = 1388.75 \text{ mm}^2$$

As (mm2)	m	Rn(Mpa)	ρ	Mu
1454.9	20.59	2.1	0.00529	-143 KN.m

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

$$A_{s\ min} = \rho_{min} * b * h = 0.0018 * 1000 * 300 = 540 mm^2 \quad \text{(control)}$$

$A_s > A_{s\,min}$

$\Rightarrow$ **$A_s$min = 540 mm² < Asreq = 1388.75 mm² .OK .**

$\Rightarrow$ **Use Φ14 / 10 cm , As prov = 1538.6 mm²/cm**

step (s) is the smallest of :-

$$\leq 380\left(\frac{280}{fs}\right) - 2.5 * C_c$$

$$\leq 380 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3} f_y}\right) - 2.5 * 20 = 380 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3} * 420}\right) - 2.5 * 20 = 330 \text{mm}$$

$$\leq 300\left(\frac{280}{fs}\right) = 300 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3} f_y}\right) = 300 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3} * 420}\right) = 300 \text{ mm} \quad \text{(control)}$$

$$\leq 3 * h = 3 * 300 = 900 \text{ m}$$

$$\leq 450 \text{ mm.}$$

∴Use Φ14 @ 10 cm C/C in main directions.

- Check for strain:

$\frac{1}{2}$ ΦVc = $\frac{168.4}{2}$ = 84.2 KN/1m strip

ΦVc = 168.4 > $V_{u,max}$ = 57.7 KN/ 1m strip > $\frac{1}{2}$ ΦVc = 84.2

The thickness of the slab is adequate enough.

$V_{u,max}$	**ΦVc**
114.7 KN	168.4 KN

➢ **For negative Moment:**

Assume bar diameter **Φ10** for main reinforcement

d = h – 20 – db = 300 – 20 – (10 /2) = 275 mm

h	**db**	**d**
300 mm	10 mm	275 mm

Mu = -58.1 KN.m

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{400}{0.85 * 24} = 19.61$$

$$Rn = \frac{Mu \ / \phi}{b * d^2}$$

$$Rn = \frac{58.1 * 10^{-3} / 0.9}{1.0 * (0.275)^2} = 0.854 \text{ N/mm}^2 \text{ (Mpa)}$$

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

$$\rho = \frac{1}{19.61}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(19.61)(0.1)}{400}}\right) = 0.00505 > \rho_{min} = 0.0018 \quad \text{ok}$$

$$As = \rho * b * d = 0.00505 * 1000 * 275 = 1388.75 \text{ mm}^2$$

Mu
-143 KN.m

As (mm2)	m	Rn(Mpa)	ρ
1454.9	20.59	2.1	0.00529

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

$A_s \text{ min} = \rho_{min} * b * h = 0.0018 * 1000 * 300 = 540 mm^2$ (control)

$A_s > A_s$min

⇒ **$A_s$min =540 mm² < Asreq =1388.75 mm² .OK .**

⇒ **Use Φ14 / 10 cm , As prov = 1538.6 mm²/cm**

step (s) is the smallest of :-

$$\leq 380\left(\frac{280}{fs}\right) - 2.5 * C_c$$

$$\leq 380 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3}fy}\right) - 2.5 * 20 = 380 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3} * 420}\right) - 2.5 * 20 = 330 mm \text{ (control)}$$

$$\leq 300\left(\frac{280}{fs}\right) = 300 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3}fy}\right) = 300 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3} * 420}\right) = 300 \text{ mm}$$

$$\leq 3 * h = 3 * 300 = 900 \text{ m}$$

$$\leq 450 \text{ mm.}$$

∴Use Φ14 @ 10 cm C/C in main directions.

- Check for strain:

$\frac{1}{2}$ ΦVc = $\frac{168.4}{2}$ = 84.2 KN/1m strip

ΦVc = 168.4 > $V_{u,max}$ = 57.7 KN/ 1m strip > $\frac{1}{2}$ ΦVc = 84.2

The thickness of the slab is adequate enough.

$V_{u,max}$	ΦVc
114.7 KN	168.4 KN

➢ **For negative Moment:**

Assume bar diameter **Φ10** for main reinforcement

d = h – 20 – db = 300 – 20 – (10 /2) = 275 mm

h	db	d
300 mm	10 mm	275 mm

Mu = -58.1 KN.m

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{400}{0.85 * 24} = 19.61$$

$$Rn = \frac{Mu \ / \phi}{b * d^2}$$

$$Rn = \frac{58.1 * 10^{-3} / 0.9}{1.0 * (0.275)^2} = 0.854 \text{ N/mm}^2 \text{ (Mpa)}$$

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

$$\rho = \frac{1}{19.61}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(19.61)(0.1)}{400}}\right) = 0.00505 > \rho_{min} = 0.0018 \quad \text{ok}$$

$$As = \rho * b * d = 0.00505 * 1000 * 275 = 1388.75 \text{ mm}^2$$

Mu
-143 KN.m

As (mm2)	m	Rn(Mpa)	ρ
1454.9	20.59	2.1	0.00529

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

$A_s \text{ min} = \rho_{min} * b * h = 0.0018 * 1000 * 300 = 540 mm^2$ (control)

$A_s > A_s$min

⇒ **$A_s$min =540 mm^2 < Asreq =1388.75 mm^2 .OK .**

⇒ **Use Φ14 / 10 cm , As prov = 1538.6 mm^2/cm**

step (s) is the smallest of :-

$$\leq 380\left(\frac{280}{fs}\right) - 2.5 * C_c$$

$$\leq 380 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3}fy}\right) - 2.5 * 20 = 380 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3} * 420}\right) - 2.5 * 20 = 330 mm$$

(control)

$$\leq 300\left(\frac{280}{fs}\right) = 300 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3}fy}\right) = 300 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3} * 420}\right) = 300 \text{ mm}$$

$$\leq 3 * h = 3 * 300 = 900 \text{ m}$$

$$\leq 450 \text{ mm.}$$

∴Use Φ14 @ 10 cm C/C in main directions.

- Check for strain:

$$\rho = \frac{1}{19.61}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(19.61)(0.1)}{400}}\right) = 0.00505 > \rho_{min} = 0.0018 \quad \text{ok}$$

$$As = \rho * b * d = 0.00505 * 1000 * 275 = 1388.75\ mm^2$$

As (mm2)	m	Rn(Mpa)	ρ	*Mu*
1454.9	20.59	2.1	0.00529	-143 KN.m

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

$A_s \text{ min} = \rho_{min} * b * h = 0.0018 * 1000 * 300 = 540 mm^2$ (control)

$A_s > A_s$min

⇒ **$A_s$min =540 mm² < Asreq =1388.75 mm² .OK .**

⇒ **Use Φ14 / 10 cm , As prov = 1538.6 mm²/cm**

step (s) is the smallest of :-

$$\leq 380\left(\frac{280}{fs}\right) - 2.5 * C_c$$

$$\leq 380 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3}f_y}\right) - 2.5 * 20 = 380 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3} * 420}\right) - 2.5 * 20 = 330\text{mm}$$

$$\leq 300\left(\frac{280}{fs}\right) = 300 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3}f_y}\right) = 300 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3} * 420}\right) = 300 \text{ mm (control)}$$

$$\leq 3 * h = 3 * 300 = 900 \text{ m}$$

$$\leq 450 \text{ mm.}$$

∴Use Φ14 @ 10 cm C/C in main directions.

- Check for strain:

Tension = Compression

$A_s * fy = 0.85 * fc' * b * a$

$1538.6 * 400 = 0.85 * 24 * 1000 * a$

$a = 30.17m$

$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{30.17}{0.85} = 35.49mm$

$\varepsilon_s = \frac{275 - 35.49}{35.49} * 0.003$

$\varepsilon_s = 0.02 > 0.005 \longrightarrow ok$

(Temperature and Shrinkage) :

$\rightarrow \rho = 0.0018$

$As\ \min = \rho_{\min} * b * h \quad = 0.0018 * 1000 * 300 = 540mm^2$ (control)

Use Φ8 @ 200 mm
step (s) is the smallest of :-

$\leq 5 * h = 5 * 300 = 1500$ mm

≤ 450 mm. . (control)

➢ **For Positive Moment :**

Assume bar diameter **Φ10** for main reinforcement

d = h – 20 – db = 300 – 20 – (10 /2) = 275 mm

h	db	d
300 mm	10 mm	275 mm

Mu = **+62.1 KN.m**

$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{400}{0.85 * 24} = 19.61$

$Rn = \frac{Mu \ / \phi}{b * d^2}$

$$Rn = \frac{62.1 * 10^{-3} / 0.9}{1.0 * (0.275)^2} = 0.92 \text{ N/mm}^2 \text{ (Mpa)}$$

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

$$\rho = \frac{1}{19.61}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(19.61)(0.92}{400}}\right) = 0.00235$$

$$As = \rho * b * d = 0.00235 * 1000 * 275 = 646.25 \text{ mm}^2$$

As (mm2)	m	Rn(Mpa)	ρ	*Mu*
646.25	19.61	0.92	0.00235	62.1 KN.m

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

$A_s \text{ min} = \rho_{min} * b * h = 0.0018 * 1000 * 300 = 540 mm^2$ (control)

$A_s > A_s$min

$\Rightarrow$ **$A_s$min =540 mm^2 < Asreq =1520.9 mm^2 .OK .**

Use Φ14@100 mm

step (s) is the smallest of :-

$$\leq 380\left(\frac{280}{fs}\right) - 2.5 * C_c$$

$$\leq 380 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3} fy}\right) - 2.5 * 20 = 380 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3} * 420}\right) - 2.5 * 20 = 330\text{mm}$$

$$\leq 300\left(\frac{280}{fs}\right) = 300 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3} fy}\right) = 300 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3} * 420}\right) = 300 \text{ mm (control)}$$

$$\leq 450 \text{ mm.}$$

∴Use Φ14@ 10 cm C/C in main directions.

- Check for strain:

Tension = Compression

$$A_s * fy = 0.85 * fc' * b * a$$
$$1538.6 * 400 = 0.85 * 24 * 1000 * a$$
$$a = 30.17m$$
$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{30.17}{0.85} = 35.49mm$$
$$\varepsilon_s = \frac{275 - 35.49}{35.49} * 0.003$$
$$\varepsilon_s = 0.0202 > 0.005 \longrightarrow ok$$

4.9 Design Of Flat Plate :_

4.9.1 Determination of Thickness for flat plate :

The structure may be exposed to different loads such as dead and live loads. The value of the load depends on the structure type and the intended use.

The overall depth must satisfy ACI :

For the slab plan as shown in fig (4.1).

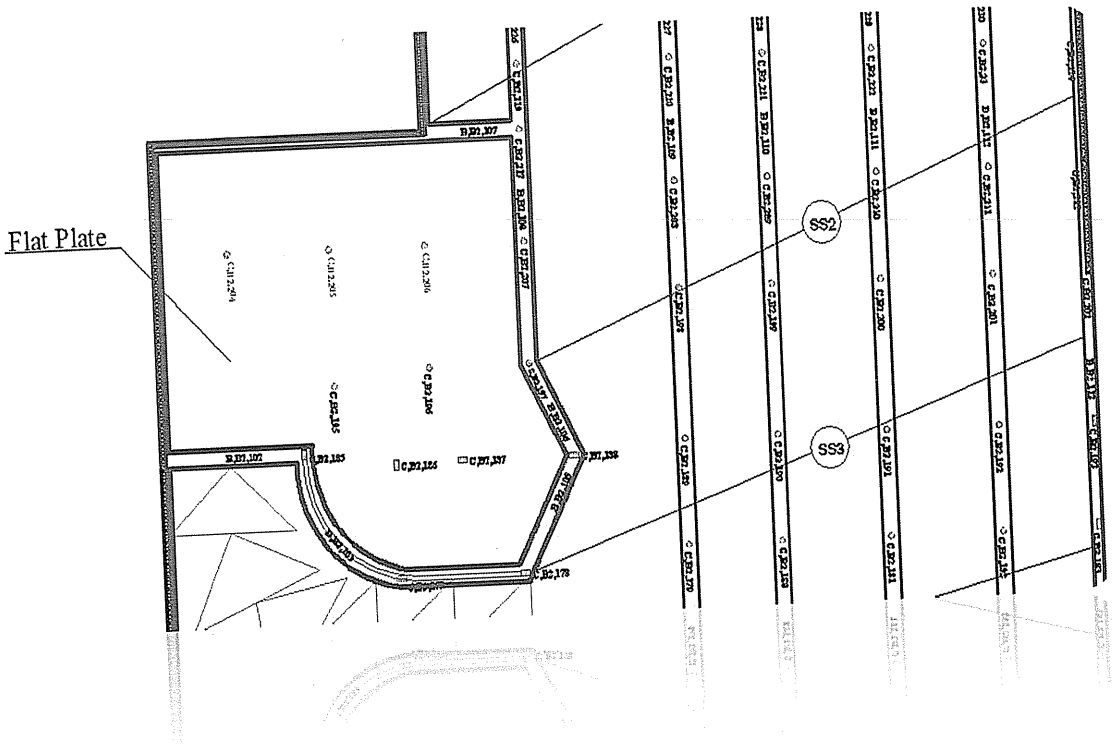


Fig. (4-19) flat slab in Basement 2 floor

For flat plate without drop panels with no edge beams, minimum slab thickness equal:

- hmin = *ln* /30 = 9.1/30 = 0.3033 m

h=300 mm

4.9.2 Load Calculation:

D.L. $_{total}$ = 1*0.3*25 = 7.50 KN/ m^2.

Live load = 5.00 KN/m^2.

Factored dead Load = 1.2* 7.50 = 12.00 KN/m^2.

Factored live Load = 1.6 * 5 = 8.00 KN/m^2.

Wu = 12.00 + 8.00 = 20.00 KN/m^2

4.9.3 Design of Flat Plate of Basement 2 Floor Slab.

*** Basement Flat plate Shape in Safe program:**

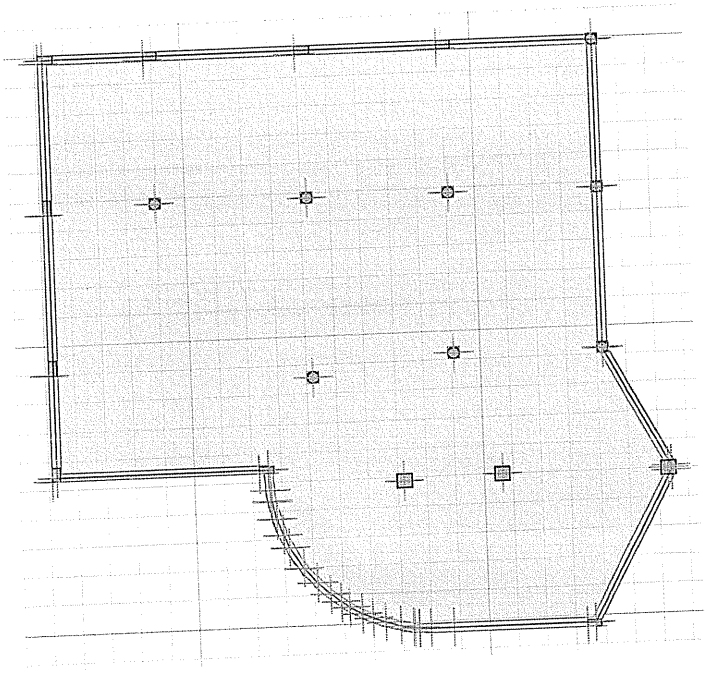


Fig. (4-20) Flat Plate Shape in Safe Program.

*** Deformed Shape of basement Flat plate floor in Safe program:**

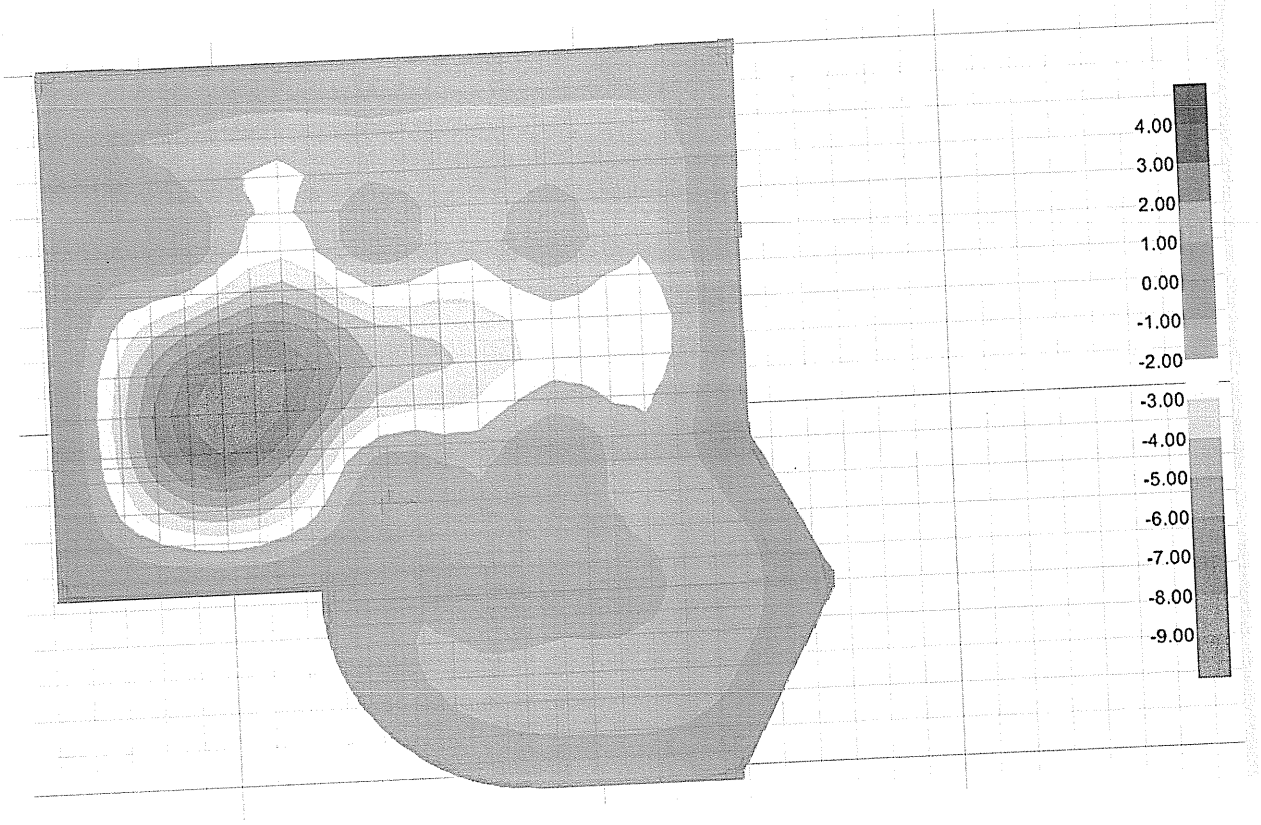


Fig. (4-21) Deformed Shape Basement floor.

***Reinforcement of Basement Flat Plate:**

finite element method has been used to analysis all slabs in this project , because slabs contains many openings and the shapes un regular ,so its difficult to take strip and use equivalent frame method .

***(bottom- reinforcement flat plate of basement) from safe :**

1) In horizontal direction :
   Basic reinforcement Φ 14 @15 cm

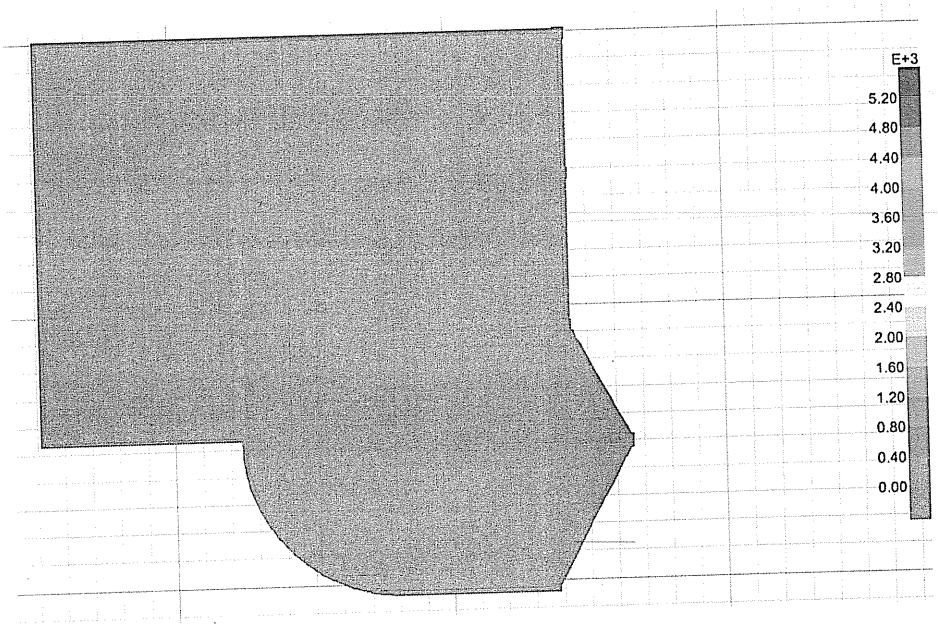


Fig. (4-22) bottom reinforcement in X-dir. Basement floor.

2)In Vertical direction :

Basic reinforcement Φ 14 @15 cm

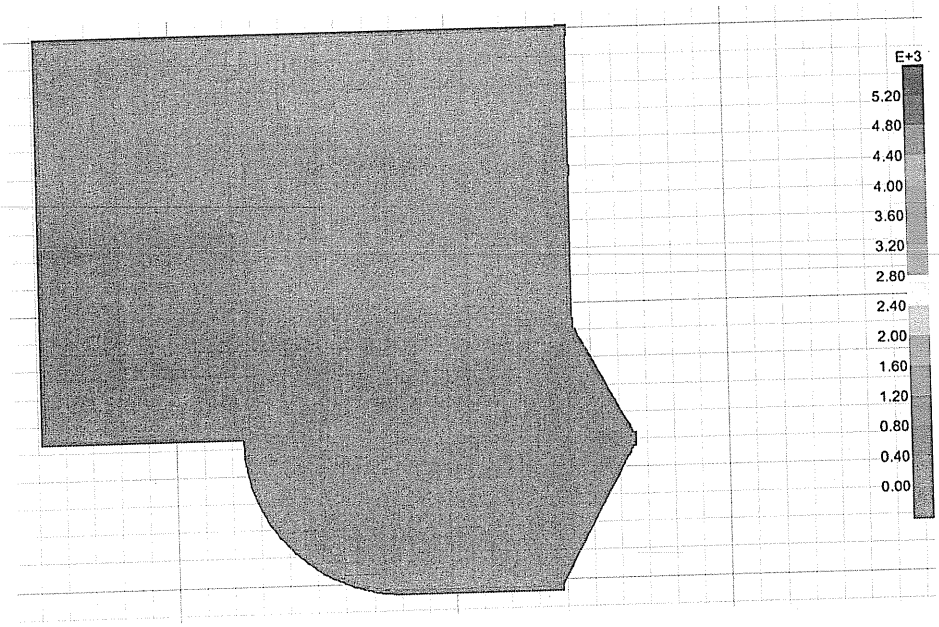


Fig. (4-23) Bottom reinforcement in Y-dir. Basement floor.

***(Top - reinforcement flat plate of basement) from safe :**

1) In horizontal direction :
   Basic reinforcement Φ 12 @15cm

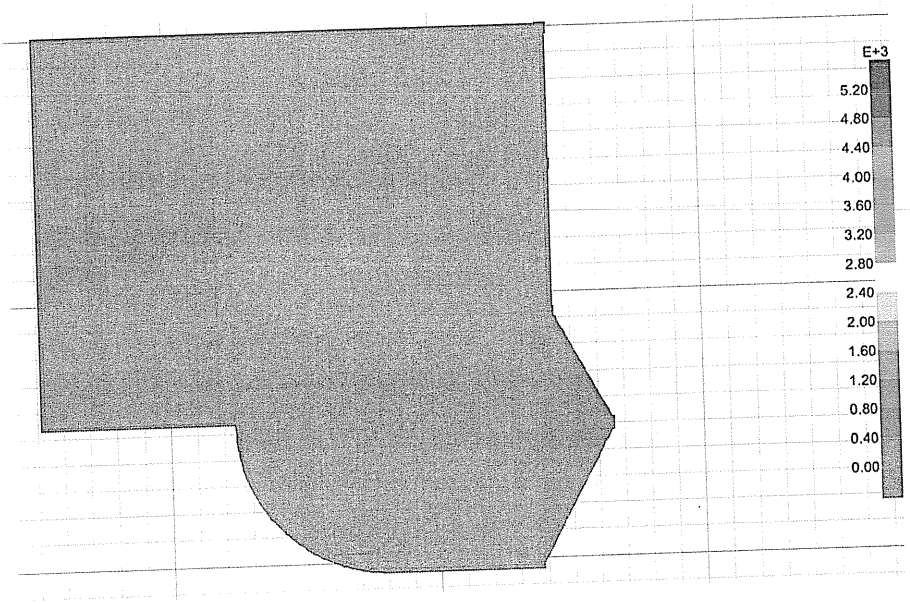


Fig. (4-24) Top reinforcement in X-dir. Basement floor.

2)In Vertical direction :

Basic reinforcement Φ14 @15 cm

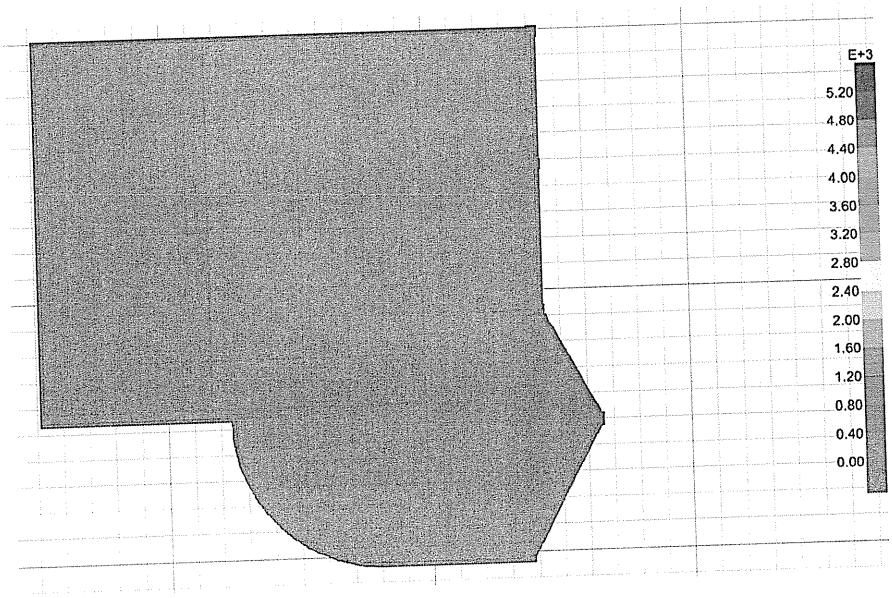
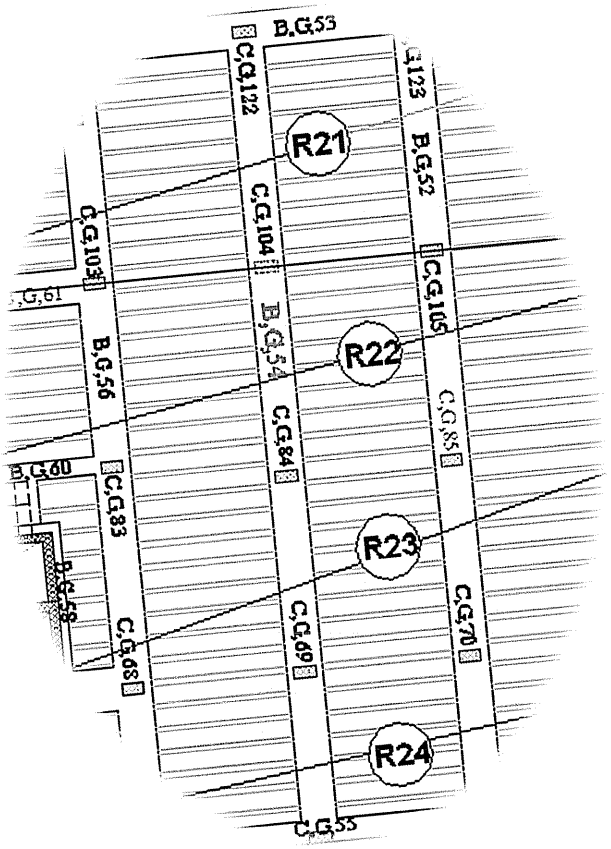


Fig. (4-25) Top reinforcement in Y-dir. Basement floor.

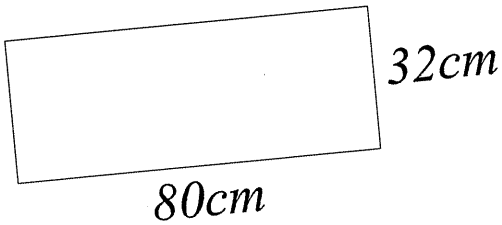
So the main reinforcement is:

1) Bottom reinforcement Basic Mesh # in both Direction Ø 14 / 20 cm C/C
2) Top reinforcement basic Mesh # in both Direction Ø 20 / 20 cm C/C

4.10 Design of Beam (B,54,G)



4.10.1 Load calculations



Dead load from:	W = δ×γ×b	KN/m
Tiles	**0.03×23×0.8**	0.552
Mortar	**0.03×22×0.8**	0.528
Coarse sand	**0.07×16×0.8**	0.896
Interior partitions	**2.3×0.8**	1.84
RC Beam	**0.32×25×0.8**	6.4
Plaster	**0.03×22×0.8**	0.528
	∑	**10.774**

Total Dead Load*within the beam width = 10.774 *KN / m

The live load within the beam width = 5*0.52 =4 *KN / m*

- The support reaction (service) from Dead loads of Rib (R21) upon beam (B54G) is**(16.14 KN)**. The distributed Dead load from Rib (R21) on Beam (B54G):

$$DL_{from\ Rib}=\frac{16.14}{0.52}=31.038KN/m$$

- The support reaction (service) from Live loads of Rib (R21) upon beam (B54G) is**(11.81 KN)** . The distributed Live load from Rib (R21) on Beam (B54G):

$$LL_{from\ Rib}=\frac{11.81}{0.52}=22.712KN/m$$

- The support reaction (service) from Dead loads of Rib (R22) upon beam (B54G) is**18.95 KN)**. The distributed Dead load from Rib (R22) on Beam (B54G):

$$DL_{from\ Rib}=\frac{18.95}{0.52}=36.442KN/m$$

- The support reaction (service) from Live loads of Rib (R22) upon beam (B54G) is**(11.72 KN)** . The distributed Live load from Rib (R22) on Beam (B54G):

$$LL_{from\ Rib}=\frac{11.72}{0.52}=22.538KN/m$$

- The support reaction (service) from Dead loads of Rib (R23) upon beam (B54G) is**(20.95 KN)**. The distributed Dead load from Rib (R23) on Beam (B54G):

$$DL_{from\ Rib}=\frac{20.95}{0.52}=40.288KN/m$$

- The support reaction (service) from Live loads of Rib (R23) upon beam (B54G) is **(12.27 KN)** . The distributed Live load from Rib (R23) on Beam (B54G):

$$LL_{from\ Rib}=\frac{12.27}{0.52}=23.596KN/m$$

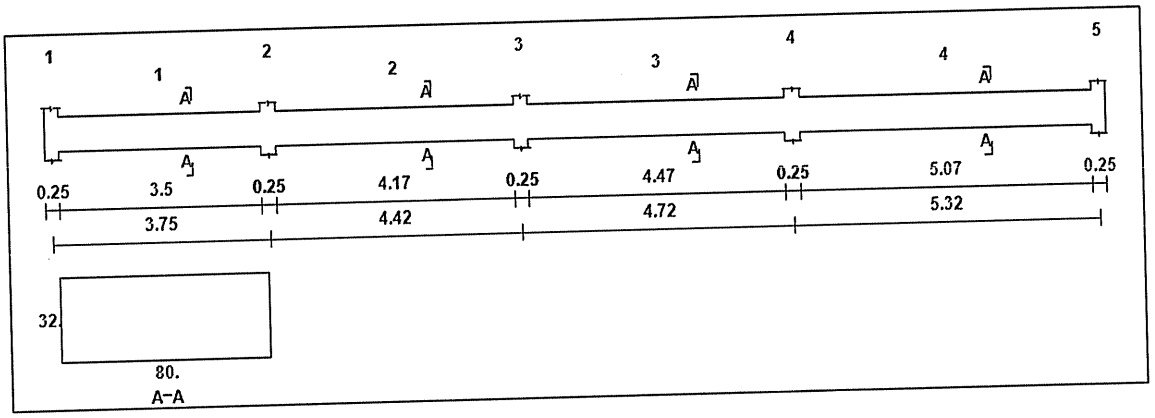
- The support reaction (service) from Dead loads of Rib (R24) upon beam (B54G) Is(**16.14 KN**). The distributed Dead load from Rib (R24) on Beam (B54G):

$$DL_{from\ Rib}=\frac{16.14}{0.52}=31.038KN/m$$

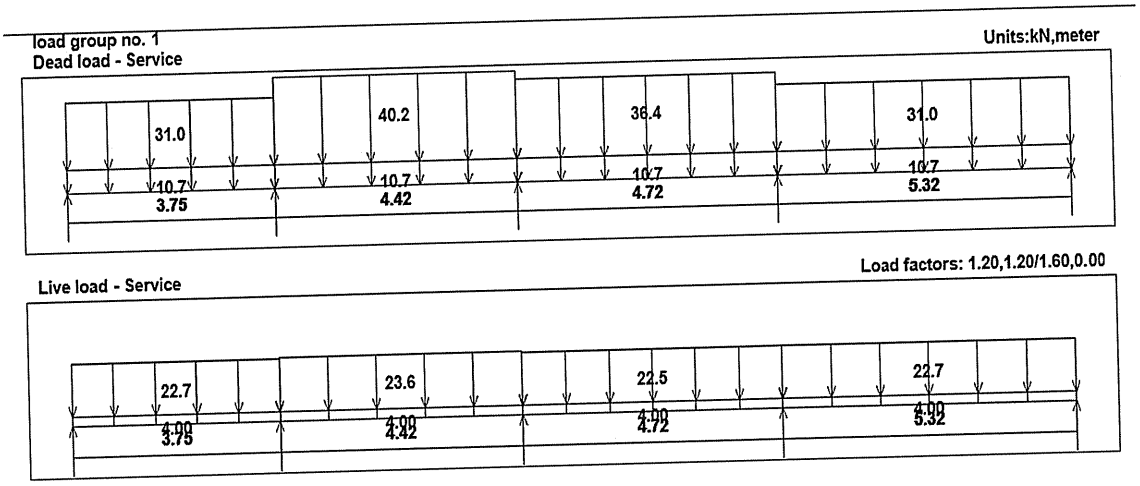
- The support reaction (service) from Live loads of Rib (R24) upon beam (B54G) is(**11.81 KN**) . The distributed Live load from Rib (R24) on Beam (B54G):

$$LL_{from\ Rib}=\frac{11.81}{0.52}=22.712KN$$

❖ beam system



❖ Loading



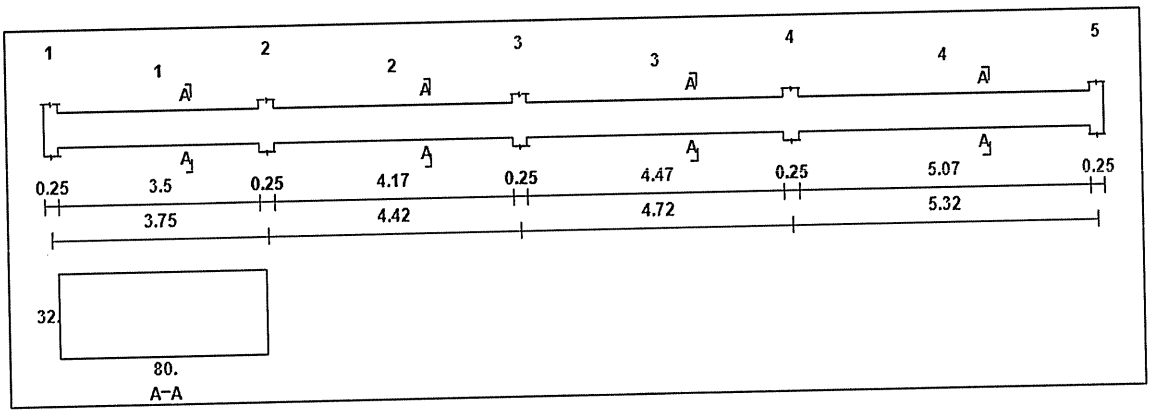
- The support reaction (service) from Dead loads of Rib (R24) upon beam (B54G) Is(**16.14 KN**). The distributed Dead load from Rib (R24) on Beam (B54G):

$$DL_{from\ Rib}=\frac{16.14}{0.52}=31.038KN/m$$

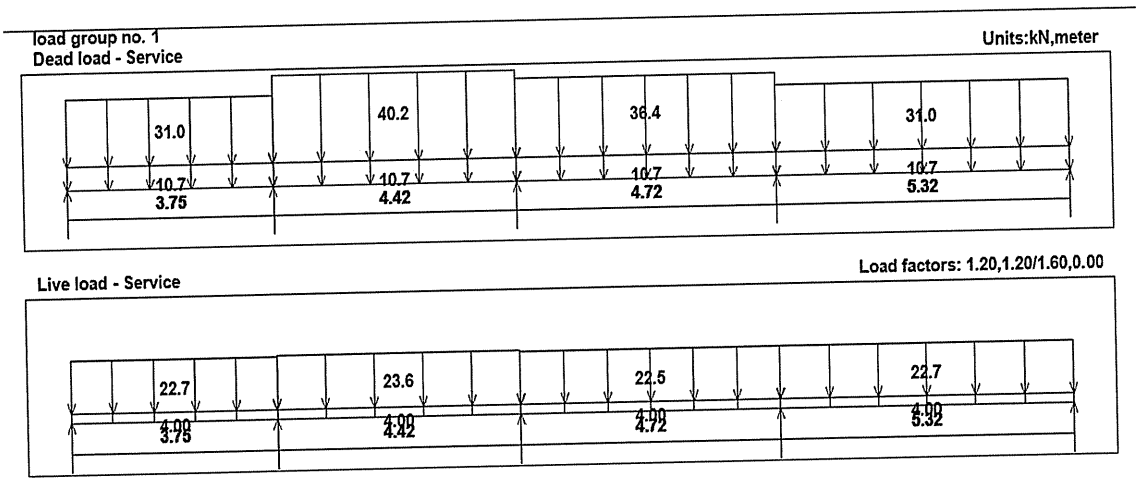
- The support reaction (service) from Live loads of Rib (R24) upon beam (B54G) is(**11.81 KN**) . The distributed Live load from Rib (R24) on Beam (B54G):

$$LL_{from\ Rib}=\frac{11.81}{0.52}=22.712KN$$

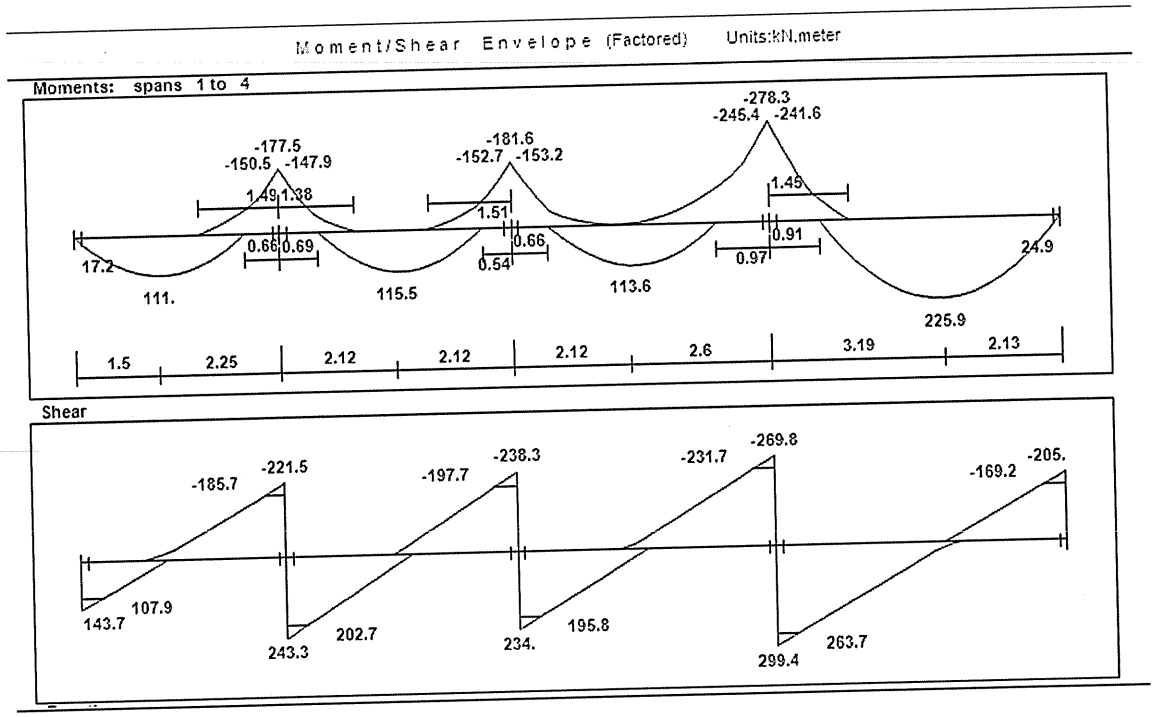
❖ beam system



❖ Loading



❖ Moment / Shear Envelope (Factored):



❖ Reaction:

Reactions

Factored

DeadR	68.34	255.85	256.78	305.87	105.87
LiveR	74.13	219.81	226.09	262.02	99.53
Max R	142.46	475.66	482.87	567.89	205.4
Min R	54.21	337.23	322.05	398.65	97.36
Service					
DeadR	56.95	213.21	213.99	254.9	88.22
LiveR	46.33	137.38	141.3	163.76	62.21
Max R	103.28	350.59	355.29	418.66	150.43
Min R	48.12	264.07	254.78	312.88	82.9

4.10.2 Design of positive and negative moments.

➢ **Design for maximum positive moment,** $Mu = 226.8KN.m$

Assume bar diameter ϕ18 .

$$d = h - cover - dstirrups - \frac{d_b}{2} = 320 - 40 - 8 - \frac{18}{2} = 263\ mm$$

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

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

$$Cmax = \frac{3}{7}d = \frac{3}{7} * 263 = 112.7\ mm\ .$$

$$a = \mathcal{B}_1 C = 0.85 * 112.7 = 95.79mm$$

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

$$M_{nmax} = 0.85 * 25 * 95.79 * 800\left(263 - \frac{95.79}{2}\right) * 10^{-6} = 350.28KN.m$$

$$\emptyset = 0.82 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad \emptyset M_{nmax} = 0.82 * 350.28 = 282.23\ KN.m$$

$$M_u < \emptyset M_n = 226.8\ KN.m < 282.23KN.m \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots design\ as\ singly$$

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{226.8 \times 10^6}{0.9 \times 800 \times 263^2} = 4.554\ Mpa.$$

$$m = \frac{fy}{0.85fc'} = \frac{400}{0.85*25} = 18.823$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{400}}\right) = \frac{1}{18.823}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times18.823\times4.554}{400}}\right) = 0.01296$$

$$As = \rho.b.d = 0.01296 \times 800 \times 263 = 2726.78\ mm^2$$

- *Check for As, min..*

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

- $As,min = 0.25\frac{\sqrt{25}}{400}\ 800 \times 263 = 657.5\ mm^2$
- $As,min = \frac{1.4}{400}800 \times 263 = 736.4\ mm^2$ ..... ***Control.***

$As, required = 2726.78\, mm^2 > As, min = 736.4\, mm^2$ ..... OK

Use ϕ18 with As= $254.34 mm^2$.

$$n = \frac{As}{As\phi 18} = \frac{2726.78}{254.34} = 10.72 \approx 11.$$

Use 11ϕ18 with As, = 2797.74 mm^2 > As, required = 2726.78 mm^2. Ok

- ***Check for strain***

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f_c'} = \frac{2797.74 \times 400}{0.85 \times 800 \times 25} = 65.83mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{65.83}{0.85} = 77.45mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{263-77.45}{77.45}\right) = 0.0072 > 0.005 \qquad ok$$

$$use\phi = 0.9$$

$$Mn = Asf_y\left(d - \frac{a}{2}\right) = 2797.74 * 400\left(263 - \frac{65.83}{2}\right) * 10^{-6} = 257.49KN.m$$

$$\phi Mn = 0.9 * 257.49 = 231.74\, KN.m > Mu = 226.8KN.m \ldots\ldots\ldots OK$$

- ***Check for spacing***:

$$s = \frac{800 - 40 * 2 - 8 * 2 - 11 * 18}{10} = 50.6 > 25 \ldots\ldots\ldots ok$$

➢ **Design for positive moment, $Mu = 126.5\ KN.m$**

Assume bar diameter ϕ18 .

$$d = h - cover - dstirrups - \frac{d_b}{2} = 320 - 40 - 8 - \frac{18}{2} = 263\ mm$$

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{126.5 \times 10^6}{0.9 \times 800 \times 263^2} = 2.54\ Mpa.$$

$$m = \frac{fy}{0.85 fc'} = \frac{400}{0.85*25} = 18.823$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{400}}\right) = \frac{1}{18.823}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times18.823\times2.54}{400}}\right) = 0.00678$$

$$As = \rho.b.d = 0.00678 \times 800 \times 263 = 1426.5\ mm^2$$

- *Check for As, min..*
- $As, min = \frac{1.4}{400} 800 \times 263 = 736.4\ mm^2$ ..... ***Control.***

$$\underline{As, required = 1426.5\ mm^2 > As, min = 736.4 mm^2}.$$

Use ϕ18 with As= 254.34mm^2 .

$$n = \frac{As}{As\phi 18} = \frac{1426.5}{254.34} = 5.6 \approx 6.$$

Use 6ϕ18 with As, = 1526.04 mm^2 > As, required = 1426.5 mm^2. Ok

- ***Check for strain***

$$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85 b\ f_c'} = \frac{1526.04\times400}{0.85\times800\times25} = 35.91\ mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{35.91}{0.85} = 42.25 mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{263 - 42.25}{42.25}\right) = 0.0156 > 0.005 \quad ok$$

$use\phi = 0.9$

$$Mn = Asf_y\left(d - \frac{a}{2}\right) = 1526.04 * 400\left(743 - \frac{35.91}{2}\right) * 10^{-6} = 149.58KN.m$$

$$\phi Mn = 0.9 * 149.58 = 134.6\ KN.m > Mu = 126.5KN.m \ldots\ldots\ldots\ldots OK$$

- ***Check for spacing***:

$$s = \frac{800 - 40 * 2 - 8 * 2 - 6 * 18}{5} = 119.2\ > 25 \ldots\ldots\ldots\ldots ok$$

Design for maximum negative moment, $Mu = -277.3\ KN.m$

Assume bar diameter $\phi 18$

$$d = h - cover - dstirrups - \frac{d_b}{2} = 320 - 40 - 8 - \frac{18}{2} = 263mm$$

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

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

$$Cmax = \frac{3}{7}d = \frac{3}{7} * 263 = 112.7mm.$$

$$a = \mathcal{B}_1 C = 0.85 * 112.7 = 95.79mm$$

$$M_{nmax} = 0.85.f_c'.a.b_f.\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_{nmax} = 0.85 * 25 * 95.79 * 800\left(263 - \frac{95.79}{2}\right) * 10^{-6} = 350.28KN.m$$

$$\emptyset = 0.82 \ldots\ldots\ldots\ldots \emptyset M_{nmax} = 0.82 * 350.28 = 282.23\ KN.m$$

$$M_u < \emptyset M_n = 277.3\ KN.m < 282.23KN.m \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots design\ as\ singly$$

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{277.3 \times 10^6}{0.9 \times 800 \times 263^2} = 5.568Mpa.$$

$m = \frac{fy}{0.85fc'} = \frac{400}{0.85*25} = 18.823$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{400}}\right) = \frac{1}{18.823}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times18.823\times5.568}{400}}\right) = 0.01647$$

$$As = \rho.b.d = 0.01647 \times 800 \times 263 = 3465.29\ mm^2$$

- *Check for As, min..*

$$As, min = 736.4\ mm^2 \ldots\ldots \textbf{Control}$$

$As, required = 3465.29\ mm^2 > As, min = 736.4\ mm^2$ ..... OK

Use ϕ18 with As= 254.34mm^2 .

$$n = \frac{As}{As\phi 18} = \frac{3465.29}{254.34} = 13.624 \approx 14.$$

Use 14ϕ18 with As, = 3560.76 mm^2 > As, required = 3465.29mm^2. Ok

- ***Check for strain***

$$a = \frac{A_s.f_y}{0.85b\ f_c'} = \frac{3560.76\times400}{0.85\times800\times25} = 83.78\ mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{83.78}{0.85} = 98.56mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{263-98.56}{98.56}\right) = .0051 > 0.005 \quad ok$$

$use\phi = 0.9$

$$Mn = Asf_y\left(d - \frac{a}{2}\right) = 3560.76 * 400\left(263 - \frac{83.78}{2}\right) * 10^{-6} = 314.93KN.m$$

$\phi Mn = 0.9 * 314.93 = 283.44\ KN.m > Mu = 277.3\ KN.m \ldots\ldots\ldots OK$

- ***Check for spacing***:

$$s = \frac{800 - 40 * 2 - 8 * 2 - 14 * 18}{13} = 34.77 > 25 \ldots\ldots\ldots ok$$

4.10.3 *Design Beam(B54G)for Shear .*

$$\mathbf{Vu\ max = 263.7\ KN}$$

$$\mathbf{d = 263\ mm}$$

$$Vc = \frac{1}{6}\sqrt{f_c'}b_w d = \frac{1}{6}\sqrt{25} \times 800 \times 263 \times 10^{-3} = 175.33\ KN$$

$$\emptyset Vc = 0.75 \times 175.33 = 131.5\ KN.$$

$$V_s = \frac{Vu}{\emptyset} - V_C = \frac{263.7}{0.75} - 175.33 = 176.27KN$$

Check for section dimension:-

- $V_{s,max} = \frac{2}{3}\sqrt{f_c'}b_w d = \frac{2}{3}\sqrt{25} \times 800 \times 263 \times 10^{-3} = 701.33KN$

$V_s < V_{s,max} \ldots\ldots\ldots$ *the section is large enough.*

Find the max stirrups spacing:-

If $V_s < Vs' \ldots\ldots Vs' = \frac{1}{3}\sqrt{f_c'}b_w d$ *then* $S_{max} \leq \frac{d}{2}$ *Or* $S_{max} < 600\ mm$

- $Vs' = \frac{1}{3}\sqrt{f_c'}b_w d = \frac{1}{3}\sqrt{25} \times 800 \times 263 \times 10^{-3} = 350.67KN$

$$V_s = 176.27KN < Vs' = 350.67KN \quad OK$$

$S_{max} \leq 600\ mm$ *Or* $S_{max} \leq \frac{d}{2} \leq \frac{263}{2} = 131.5mm \ldots.. control$

Check for section dimension:-

- $V_{s,min} = \frac{1}{16}\sqrt{f_c'}b_w d = \frac{1}{16}\sqrt{25} \times 800 \times 263 \times 10^{-3} = 65.75KN$
- $V_{s,min} = \frac{1}{3}b_w d = \frac{1}{3} \times 800 \times 263 \times 10^{-3} = 70.13\ KN$ $\mathbf{- control}$

$\emptyset(Vc + V_{s,min}) = 0.75(175.33 + 70.13) = 184.1\ KN$

$Vu > \emptyset(Vc + V_{s,min})$

$\emptyset(Vc + Vs') = 0.75(175.33 + 350.67) = 394.5\ KN$

$\emptyset(Vc + V_{s,min}) < Vu \leq (Vc + Vs')$ …… **case 4** *stirrups are required*

$S_{max} = 131.5mm$

Use stirrups U − shape (2 *leg stirrups*)ϕ10 $Av = 2 \times 78.5 = 157mm^2$.

$$S = \frac{A_V f_{yt} d}{V_s} = \frac{157 * 400 * 263}{176.27 * 1000} = 93.7mm$$

***Use stirrups U − shape* (2*leg stirrups*)ϕ10 @90*mm* < S_{max}**

4.11.1 Design of Longitudinal Reinforcement :

➢ Selecting column dimensions:

Pu = 4922.7KN

$\rho g = 1.7\%$

As =ρg *Ag = 0.017Ag

ϕ Pn,max = Pu

ϕ Pn,max = ϕ *0.8 [0.85*fc'(Ag-As) + As*fy]

ϕ =0.65 – for tied column.

$4922.7*10^3 = 0.65*0.8\ [\ 0.85*24(Ag-0.017Ag) + 0.017*400\ ]$

$$Ag = \frac{4922.7*10^3}{13.96} = 352628.94mm^2$$

$Ag = a^2 \rightarrow a = \sqrt{Ag} = \sqrt{352628.94} = 593.8$ mm.

Try $a = 600mm$, $Ag = a^2 = 600^2 = 360000\ mm^2$.

➢ Check for Slenderness :

b= 600 mm , h = 600 mm

$$\frac{klu}{r} < 34 - 12\frac{M1}{M2} \quad .....ACI-(10.12.2)$$

Lu: Actual unsupported (unbraced) length.

K: effective length factor (K= 1 for braced frame).

R: radius of gyration = $\sqrt{\frac{I}{A}}$ ≈0.3 h .....For rectangular section.

$r_x = r_x = 0.3*0.6 = 0.18$

Lu = 3.68 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.

$$\frac{klu}{r} < 34 - 12\frac{M1}{M2} \quad \text{..... } ACI - (10.12.2)$$

$$\frac{1 \times 3.68}{0.18} = 20.4 < 22$$

So , Short Column in both direction

➢ Selecting longitudinal bars:

ϕ Pn = 0.65*0.8 [0.85*fc'(Ag-As) + As*fy]

ϕ Pn = 0.65*0.8 [0.85*24(600^2-As) + As*400]

$4922.7*10^3 = 0.65*0.8$ [0.85*24(600^2-As) + As*400]

$$As = \left[\frac{4922.7 * 10^3}{0.65 * 0.8} - 7344000\right]\frac{1}{379.6} = 5592.019\ mm^2$$

$$\rho g = \frac{As}{Ag} = \frac{5592.019}{360000} = 0.0155 > 0.01$$

So , Take ρg = 0.0155

Use Φ 20, with As = 314 mm^2

$$n = \frac{5592.019}{314} = 17.8 \text{ bars ,}$$

Use 16ϕ18 with As, = 5652 mm^2 > $As, required$ = 5592.019 mm^2. Ok

➢ Design For Ties :

Use tiesΦ 10 With Spacing of ties shall not exceed the smallest of:

1) 48*d_s = 48*10 = 480 mm

2) 16*d_b =16*20=320 mm - Control

3) Least Dimension of Column = 600 mm

So , Use Φ 10 @ 200 mm.

➢ Check For Code Requirements :

1) Clear Spacing between longitudinal bars

spacing $= \frac{600-40*2-10*2-6*20}{5} = 76$ mm > 40mm

> 1.5*db = 30 mm - **OK**

2) Gross Reinforcement Ratio:

$0.01 < \rho g = 0.0155 < 0.08$ - **OK**

3) Number of bars : 18 > 4 –for square section - **OK**

3) Minimum ds : Φ 10 for Φ 16 Bars - **OK**

4) Spacing Of Ties : S=200 mm - **OK**

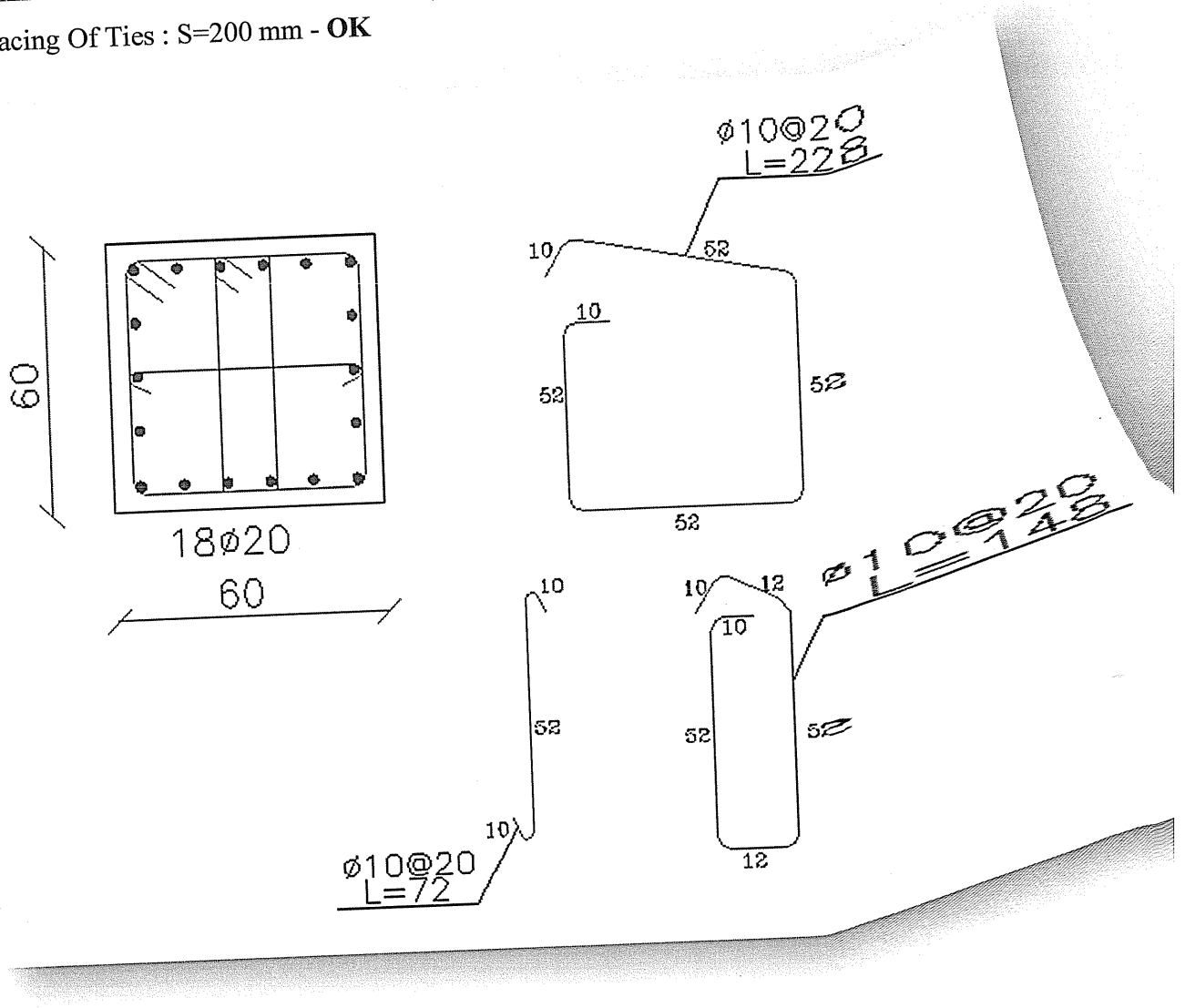


Figure (4-27) : Details Of Column (C33)

$$\text{spacing} = \frac{600-40*2-10*2-6*20}{5} = 76 \text{ mm} > 40\text{mm}$$

> 1.5*db = 30 mm - **OK**

2) Gross Reinforcement Ratio:

$0.01 < \rho g = 0.0155 < 0.08$ - **OK**

3) Number of bars : 18 > 4 –for square section - **OK**

3) Minimum ds : Φ 10 for Φ 16 Bars - **OK**

4) Spacing Of Ties : S=200 mm - **OK**

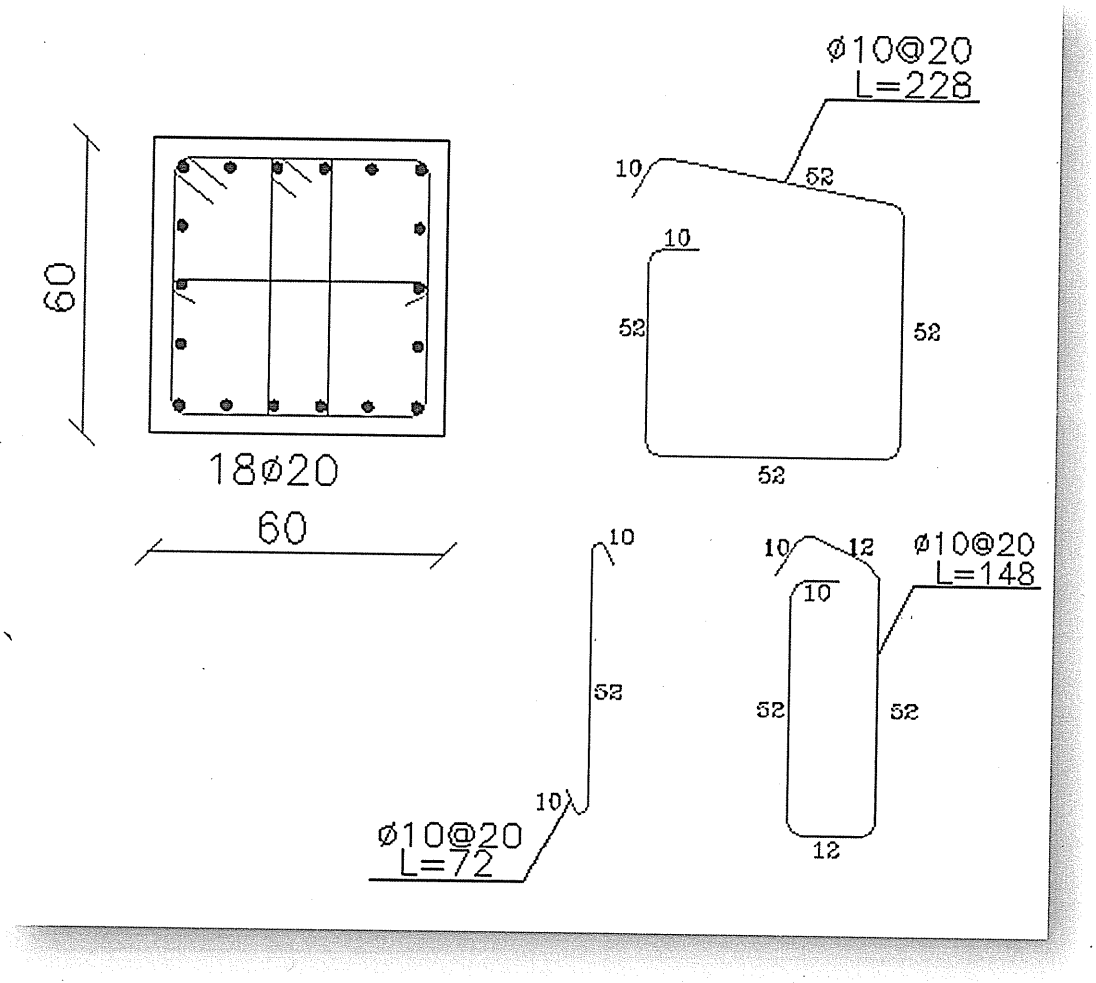
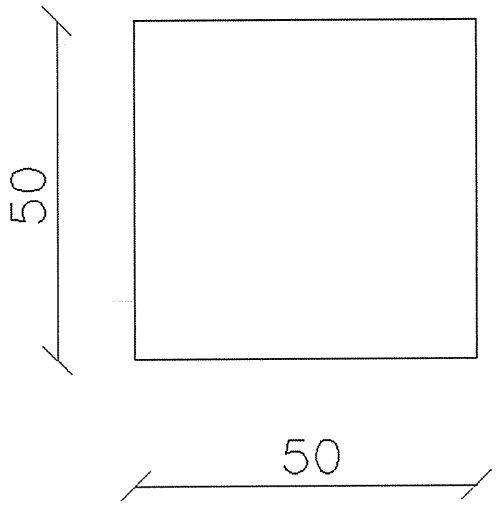


Figure (4-27) : Details Of Column (C33)

4.12 Design of Long Column (C106)



Column (C106)

Figure (4-28) : Geometry Of Column (C106)

4.12.1 Design of Longitudinal Reinforcement :

- **Selecting column dimensions:**

Pu = 3500.4KN

$\rho g = 1.22\%$

As =ρg *Ag = 0.0122Ag

ϕ Pn,max = Pu

ϕ Pn,max = ϕ *0.8 [0.85*fc'(Ag-As) + As*fy]

ϕ =0.65 – for tied column.

$3500.4*10^3 = 0.65*0.8$ [0.85*24(Ag-0.0122Ag) + 0.0122*400]

$$Ag = \frac{3500.4*10^3}{13.016} = 258658.8mm^2$$

Ag = $a^2 \rightarrow a = \sqrt{Ag}$ =$\sqrt{258658.8}$ = 508.5 mm.

Try $a = 500mm$, $Ag = a^2 = 500^2 = 250000\ mm^2$.

➢ Check for Slenerness :

b= 500 mm , h = 500 mm

$$\frac{klu}{r} < 34 - 12\frac{M1}{M2} \quad \text{.....} ACI - (10.12.2)$$

Lu: Actual unsupported (unbraced) length.

K: effective length factor (K= 1 for braced frame).

R: radius of gyration = $\sqrt{\frac{I}{A}} \approx 0.3$ h .....For rectangular section.

$r_x = r_x = 0.3*0.5 = 0.15$

Lu = 3.68 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.

$$\frac{klu}{r} < 34 - 12\frac{M1}{M2} \quad \text{.....} ACI - (10.12.2)$$

$$\frac{1\times 3.68}{0.15} = 24.53 > 22$$

So , Long Column in both direction

➢ Selecting longitudinal bars:

$$EI = 0.4\frac{E_c I_g}{1+\beta_d}$$

$$E_c = 4750\sqrt{fc'} = 4750*\sqrt{24} = 23270.15Mpa$$

$$\beta_d = \frac{1.2DL}{Pu} = \frac{1.2*1876.49}{3500.4} = 0.6433$$

$$I_g = \frac{b*h^3}{12} = \frac{500*500^3}{12} = 5.208*10^9 mm^4$$

$$EI = \frac{0.4*23270.15*5.208}{1+0.6443} = 29188.89 KN.m^2$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(KLu)^2}$$

$$P_c = \frac{3.14^2 * 29188.89}{(1.0*3.68)^2} = 21251.09KN.$$

$$Cm = 0.6 + 0.4\left(\frac{M1}{M2}\right)$$

$$Cm = 0.6 + .04*1 = 1$$

$$\delta_{ns} = \frac{Cm}{1-(Pu/0.75P_c)} \geq 1.0$$

$$\delta_{ns} = \frac{1}{1-(3500.4/0.75*21251.09)} = 1.28 > 1$$

$$e_{\min} = 15 + 0.03 * h = 15 + 0.03 * 500 = 30mm = 0.03m$$

$$e = e_{\min} \times \delta_{ns} = 0.03 * 1.28 = 0.0384\ m$$

$$\frac{e}{h} = \frac{0.0384}{0.5} = 0.0768$$

$$\frac{\phi P_n}{A_g} = \frac{3500.4*10^3}{500*500} * 0.145 = 2.13\ \ Ksi$$

Use $\Phi 18 >> \gamma = \frac{500-2*40-2*10-18}{500} = 0.764$

From Interaction Diagram:_

Diagram A-9b (For $\gamma = 0.75$*)*, $\rho g = 0.012$

Diagram A-9c (For $\gamma = 0.9$*)*, $\rho g = 0.0116$

$$\rho g(\gamma = 0.764) = 0.012 - \left(\frac{0.012 - 0.0116}{0.9 - 0.75}\right)(0.764 - .75) = 0.01196$$

$A_s = \rho * Ag = 0.01196*500*500 = 2990\ mm^2$

$$\text{Use } \Phi 18 >> n = \frac{2990}{254.34} = 11.76$$

Use 12ϕ18 with As, = 3052. 08mm² > *As, required* = 2990mm². *Ok*

➢ Design For Ties :

Use tiesΦ 10 With Spacing of ties shall not exceed the smallest of:

1) $48*d_s = 48*10 = 480$ mm

2) $16*d_b = 16*18 = 288$ mm - Control

3) Least Dimension of Column =500 mm

So , Use Φ 10 @ 200 mm.

➢ Check For Code Requirements :

1) Clear Spacing between longitudinal bars

$$\text{spacing} = \frac{500-40*2-10*2-4*18}{3} = 109.33 \text{ mm} > 40\text{mm}$$

$> 1.5*db = 27$ mm - **OK**

2) Gross Reinforcement Ratio:

$0.01 < \rho g = 0.01196 < 0.08$ - **OK**

3) Number of bars : 12> 4 –for square section - **OK**

3) Minimum ds : Φ 10 for Φ 12 Bars - **OK**

4) Spacing Of Ties : S=200 mm

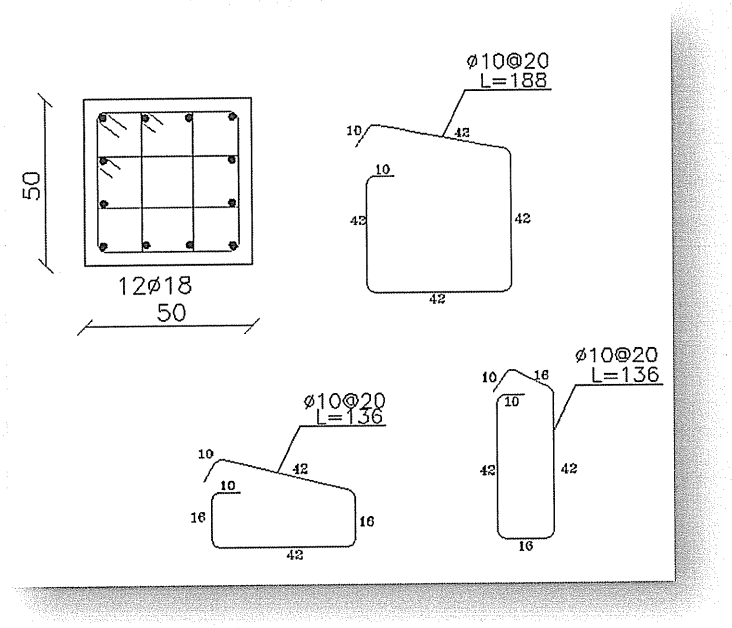


Figure (4-29) : Details Of Column (C106)

4.13 Design of Isolated Footing....Pos. (F21):-

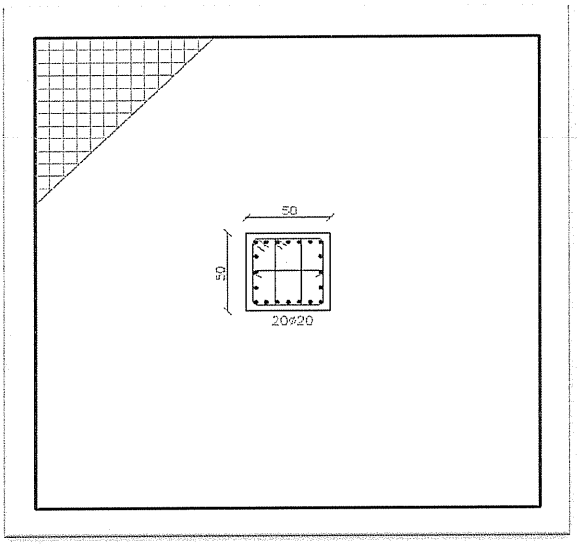


Figure (4-30) : Details Of isolated footing (F21)

➢ Design of Isolated footing (Under Col. 36):

f_c'	fy
24 Mpa	400 Mpa

➢ 4.13.1 Load calculations:

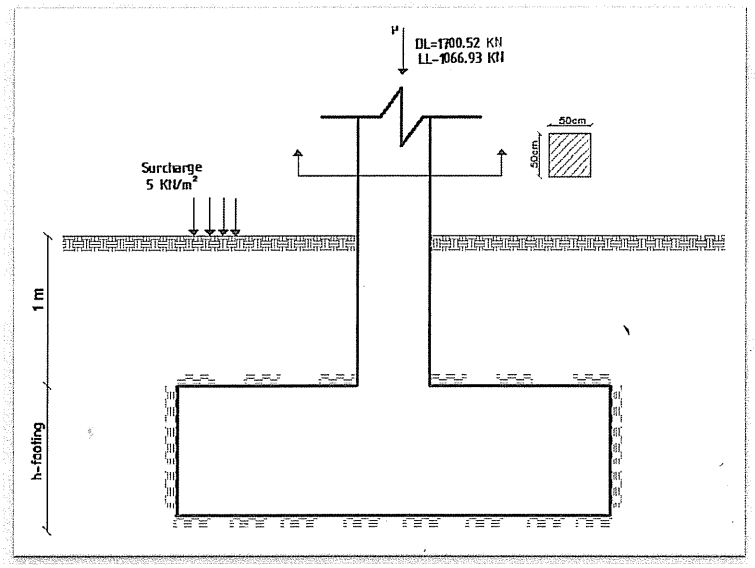
	second Floor			First Floor			Ground Floor			Basement 1 Floor			Basement 2Floor			Load On Footing			Column
LL	Beam	Load DL	Load LL	Beam	Load DL	Load LL	Beam	Load DL	Load LL	Beam	Load DL	Load LL	Beam	Load DL	Load LL				
9.11	B11	224.38	209.11	B11	224.38	209.11	B11	224.38	209.11	B11	224.38	209.11	B11	224.38	209.11	∑ Survice	DL	2838.4	32
5.35	B23	110.72	35.35	B23	110.72	35.35	B23	110.72	35.35	B23	110.72	35.35	B23	110.72	35.35		LL	1962.08	
4.46	∑ Survice	335.1	244.46	∑ Survice	335.1	244.46	∑ Survice	335.1	244.46	∑ Survice	335.1	244.46	∑ Survice	335.1	244.46	Factored	6545.408		
	Factored	793.256		Factored	793.256		Factored	793.256		Factored	793.256		Factored	793.256					
8.79	B11	27.29	28.79	B11	27.29	28.79	B11	27.29	28.79	B11	27.29	28.79	B11	27.29	28.79	∑ Survice	DL	2034.2	33
5.85	B12	234.33	165.85	B12	234.33	165.85	B12	234.33	165.85	B12	234.33	165.85	B12	234.33	165.85		LL	1551.04	
4.64	∑ Survice	261.62	194.64	∑ Survice	261.62	194.64	∑ Survice	261.62	194.64	∑ Survice	261.62	194.64	∑ Survice	261.62	194.64	Factored	4922.704		
	Factored	625.368		Factored	625.368		Factored	625.368		Factored	625.368		Factored	625.368					
6.73	B4	217.04	186.04	B4	217.04	186.04	B4	217.04	186.04	B4	217.04	186.04	B4	217.04	186.04	∑ Survice	DL	1700.5	36
6.73	∑ Survice	217.04	186.04	∑ Survice	217.04	186.04	∑ Survice	217.04	186.04	∑ Survice	217.04	186.04	∑ Survice	217.04	186.04		LL	1066.9	
	Factored	558.112		Factored	558.112		Factored	558.112		Factored	558.112		Factored	558.112		Factored	3747.712		
4.15	B12	382.51	224.15	B12	382.51	224.15	B12	382.51	224.15	B12	382.51	224.15	B12	382.51	224.15	∑ Survice	DL	2918.16	37
4.15	∑ Survice	382.51	224.15	∑ Survice	382.51	224.15	∑ Survice	382.51	224.15	∑ Survice	382.51	224.15	∑ Survice	382.51	224.15		LL	1680.94	
	Factored	817.652		Factored	817.652		Factored	817.652		Factored	817.652		Factored	817.652		Factored	6191.296		
6.77	B13	346.06	256.77	B13	346.06	256.77	B13	346.06	256.77	B13	346.06	256.77	B13	346.06	256.77	∑ Survice	DL	3192.24	38
2.9	B19	39.18	32.9	B19	39.18	32.9	B19	39.18	32.9	B19	39.18	32.9	B19	39.18	32.9		LL	2321.44	
9.67	∑ Survice	385.24	289.67	∑ Survice	385.24	289.67	∑ Survice	385.24	289.67	∑ Survice	385.24	289.67	∑ Survice	385.24	289.67	Factored	7544.992		
	Factored	925.76		Factored	925.76		Factored	925.76		Factored	925.76		Factored	925.76					
9.46	B19	172.2	159.46	B19	172.2	159.46	B19	172.2	159.46	B19	172.2	159.46	B19	172.2	159.46	∑ Survice	DL	3558.56	39
8.42	B20	207.39	118.42	B20	207.39	118.42	B20	207.39	118.42	B20	207.39	118.42	B20	207.39	118.42		LL	2489.94	
7.88	∑ Survice	379.59	277.88	∑ Survice	379.59	277.88	∑ Survice	379.59	277.88	∑ Survice	379.59	277.88	∑ Survice	379.59	277.88	Factored	8254.176		
	Factored	900.116		Factored	900.116		Factored	900.116		Factored	900.116		Factored	900.116					
5.65	B4	199.92	131.2	B4	199.92	131.2	B4	199.92	131.2	B4	199.92	131.2	B4	199.92	131.2	∑ Survice	DL	1744.66	40
0.54	B19	34.9	30.54	B19	34.9	30.54	B19	34.9	30.54	B19	34.9	30.54	B19	34.9	30.54		LL	1243.87	
6.19	∑ Survice	234.82	161.74	∑ Survice	234.82	161.74	∑ Survice	234.82	161.74	∑ Survice	234.82	161.74	∑ Survice	234.82	161.74	Factored	4083.784		
	Factored	540.568		Factored	540.568		Factored	540.568		Factored	540.568		Factored	540.568					

- From column (36): (DL &LL)

*Total Service dead load (DL) = 1200.52 KN
*Total Service live load (LL) = 1066.93.8 KN
* Column dimensions =50 cm*50 cm
* Allowable soil pressure = 400 KN/ m²
* Soil Density= 18 KN/ m³

DL(KN)	LL(KN)	Column dimensions	all. soil pressure
1700.52	1066.93	(50*50) cm	400 KN/ m²

➢ 4.13.2 Calculating the weight of footing , soil, and the surcharge floor load:



-Weight of footing(assume $h_{footing}$ = 70cm)

$W_{footing}$ = 0.7*25 = 17.5 KN/m²

-Weight of soil:

W_{soil} = 1*18 = 18 KN/m²

-Weight of surcharge:

$W_{surcharge}$ =5 KN/m²

-Total surcharge load on foundation:

$W_T = W_{footing} + W_{soil} + W_{surcharge} = 17.5 + 18 + 5 = 40.5 \ KN/m^2$

Net soil pressure,($q_{a\ net}$) :-

$q_{allow,net} = q_{allow} - W_T$

$= 400 - 40.5 = 359.5 \ KN/m^2$

➢ 4.13.3 Determination of Footing Area:

- Required sizes of footing:

$q = P/A \ , \ A = P/q$

$$A,required = \frac{p_n}{q_{net}} = \frac{1700.52 + 1066.93}{400 - 5 - (0.7 * 25)} = 7.698 \ m$$

$A = b^2 \Rightarrow \quad b = (A)^{\wedge 0.5} \ldots\ldots b = (6.307)^{\wedge 0.5} = 2.77 \ m$

Assume Square footing , where is b=a= 2.8 m

Try 2.8 * 2. 8 m with area = $7.84 m^2 > A_{req} = 7.698 \ m^2$

$h_{footing}$	$w_{footing}$	q_{net}	A,required
70 cm	17.5 KN/m^2	359.5 KN/m^2	7.698m^2

➢ 4.13.4 Determination of the depth of Footing based on shear strength:

- $Pu = 1.2DL + 1.6LL = 1.2*1700.52 + 1.6*1066.93 = 3747.712 \ KN$

$$- qu = \frac{3747.712}{7.84} = 478.024 \ KN/m^2$$

Try area	Pu	qu
2.8m* 2.8m	3747.712 KN	478.024 KN/m^2

➢ -4.13.5 Check for One Shear Strength

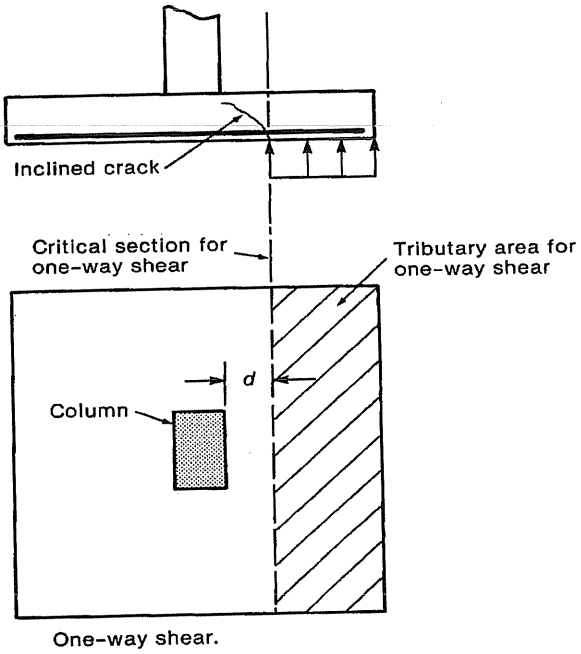
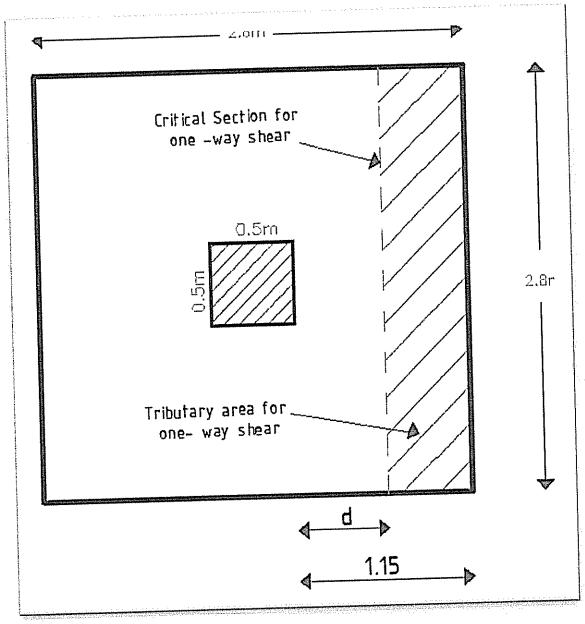
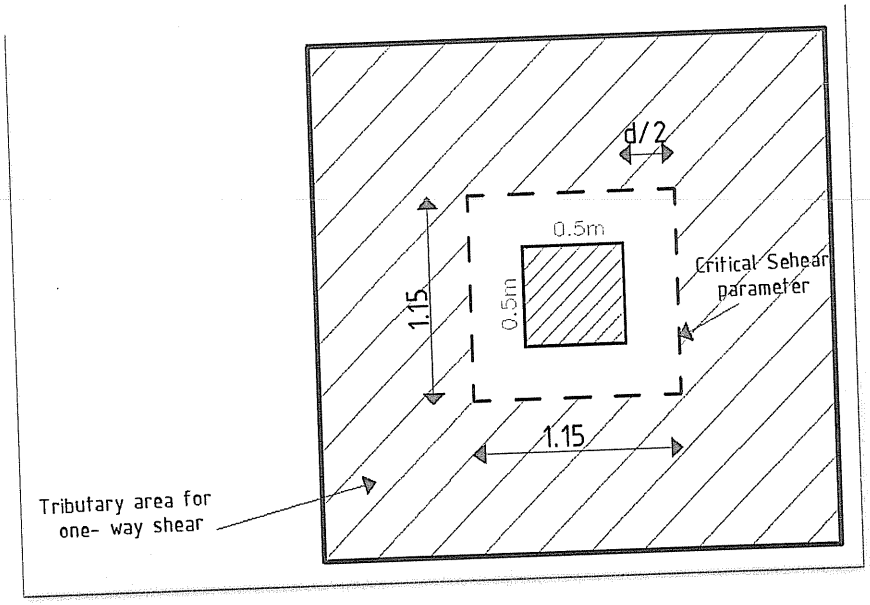


Figure (4-31) : Tributary Area of one way shear

Critical section at (a/2+d)





$$Vu = \left(\frac{l}{2} - \frac{a}{2} - d\right) * qu * b = \left(\frac{2.8}{2} - \frac{0.5}{2} - d\right) * 478.024 * 2.8$$

$$\phi Vc = \frac{0.75}{6}\sqrt{24} * 2.8 * d * 10^3$$

$Let, \phi Vc = Vu$

$d = 0.515m$

Assume ***cover = 75*** *mm and* ***db=20 mm***

$h = 515 + 75 + 20 = 610mm$

Take h = 650 mm *……..then* $d = 650 - 75 - 20 = 555mm$

Φ	d (mm)	h (mm)	Try h(mm)	Try d (mm)
0.75	515	610	650	555

-
-

-4.13.5 Check for Two-way Shear (Punching Shear) :

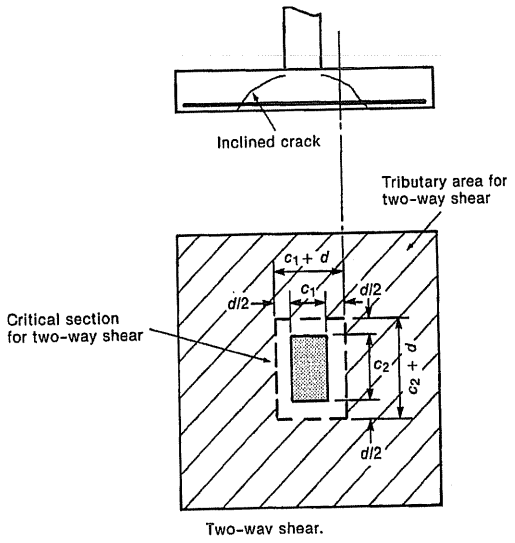


Figure (4-32) : Tributary Area of two way shear

Let Vu = ϕ Vc , where $\phi = 0.75$

Vu = 476.08*(2.8*2.8 - (0.6 + .561)^2 = 3090.734 KN

According to ACI , The punching shear strength (Vc) 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:

$$\beta_C = \frac{Column\ Length\ (a)}{Column\ Width\ (b)} = \frac{500}{500} = 1.0$$

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

$$b_o = 2(d+a1)+2(d+a2) = 2(100+50.5)+2(30+50.5) = 4.32m$$

=4 * (0.5+0.555) = 4.22m.

$\alpha_s = 40$ for interior column

$$\phi.V_C = \phi.\frac{1}{6}\left(1+\frac{2}{\beta_c}\right)\sqrt{f_c'}\,b_o d = \frac{0.75}{6}*\left(1+\frac{2}{1}\right)*\sqrt{24}*4.22*0.555*10^3 = 4302.71kN$$

$$\phi.V_C = \phi.\frac{1}{12}\left(\frac{\alpha_s}{b_o/d}+2\right)\sqrt{f_c'}\,b_o d = \frac{0.75}{12}*\left(\frac{40*0.555}{4.22}+2\right)*\sqrt{24}*4.22*0.555*10^3 = 5206.76kN$$

$$\phi.V_C = \phi.\frac{1}{3}\sqrt{f_c'}\,b_o d = \frac{0.75}{3}*\sqrt{24}*4.22*0.555*10^3 = 2671.9Kn$$

$\phi.V_C = 2671.9Kn$ .... *Control*

$Vu = 478.024*\{(2.8*2.8)-(0.5+0.555)*(0.5+0.555)\} = 3215.66kN$

$\phi.Vc = 2671.9Kn \prec Vu_C = 3215.66Kn$.....*not satisfied*

β_C	b_o (m)	α_s	$\phi.V_C$ (KN)
1.0	4.22	40	2138.32

Try h = 800 mm.....*then d = 800 - 75 - 20 = 705mm*

$b_o = 4(0.5+0.705) = 4.82$ m

$$\phi.V_C = \phi.\frac{1}{3}\sqrt{f_c'}\,b_o d = \frac{0.75}{3}*\sqrt{24}*4.82*0.705*10^3 = 4161.81Kn$$

$\phi.V_C = 4161.81Kn$ .... *Control*

$Vu = 478.024*\{(2.8*2.8)-(0.5+0.705)*(0.5+0.705)\} = 3053.61kN$

$\phi.Vc = 4161.8Kn \succ Vu_C = 3053.61Kn$..... *satisfied*

(Two Way Shear is OK)

h (mm)	d (mm)	b_o (m)	Vu (KN)	$\phi.V_C$ (KN)
800	705	4.82	3053.61	4161.8

➢ -4.13.6 Design for Bending Moment of both direction :-

h (mm)	d (mm)	b(m)
800	705	2.8

d = 800-75-20 = 705 m
Mu = $wl^2/2$ = 478.024*1.15^2 *2.8/2 = 885.06 KN.m
Mn = 885.06/0.9 = 983.31 KN.m

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

$$= \frac{983.31*10^{-3}}{2.8*(0.705)^2} = 0.7066 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{fy}{0.85 \times fc'}$$

$$= \frac{400}{0.85 \times 24} = 19.607$$

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

$$= \frac{1}{19.607}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*19.607*0.7066}{400}}\right) = 0.00179$$

As_{req} = 0.00179*2800*705 = 3533.46 mm^2
As min = 0.0018*b*h = 0.0018*2800*800 = 4032 mm^2
As_{req} = 3533.46 mm^2 <As_{min} = 4032 mm^2
As_{min} =4032 mm^2 ....control

Take 17Φ 18 , As,provided = 43.24 cm^2 >As,required = 40.32 cm^2

$$S = \frac{2800 - 75*2 - 17*18}{16} = 146.5 \text{ mm}$$

- Step(S) is smallest of:

1. 3h = 3*800 = 2400 mm
2. 450 mm - control

S = 146.5 mm <S,max = 450 mm – OK

Mu(KN.m)	m	Rn	ρ	As_{req}(mm^2)	As_{min}(mm^2)	S(mm)
885.06	19.607	0.706 Mpa	0.00179	3533.46	4032	146.5

- Check strain

Tension = Compression

$$A_s \times fy = 0.85 \times f_c' \times b \times a$$

$$4324 \times 400 = 0.85 \times 24 \times 2800 \times a$$

$$a = 30.28mm$$

$$c = \frac{30.28}{0.85} = 35.62$$

$$\varepsilon_s = \frac{705 - 35.62}{35.62} \times 0.003 = 0.0564 > 0.005 ...ok$$

As (mm^2)	a (mm)	c (mm)	ε_s
3533.46	30.28	35.62	0.0564

➢ 4.13.7 Development length of flexural reinforcement:-

Ld for Φ 18:

$$L_d = \frac{9}{10} \times \frac{fy}{\sqrt{fc'}} \times \frac{\alpha \times \beta \times \gamma \times \lambda}{\left(\frac{k_{tr} + c}{db}\right)} \times db$$

$$Ktr = 0\ (Nostripes) cb = 75 + 9 = 83cm$$

$$\frac{ktr + cb}{db} = \frac{0 + 83}{18} = 4.61 > 2.5$$

$$\frac{ktr + cb}{db} = 2.5$$

$$ld_{req} = \frac{9}{10} * \frac{400}{1 * \sqrt{24}} * \frac{1 * 1 * 0.8}{2.5} * 18 = 423.27\ mm$$

$Ld_{available}$ = ((2800-500)\2-75= 1075mm

$Ld_{available}$= 1075 mm > $ld_{req} = 423.27mm$

not required hoo

➢ -4.13.8 Load transfer at the column-foundation interface(Dowels design in footing):-

$$\Phi Pn.b = \Phi(0.85 fc' A_1 \times \sqrt{\frac{A_2}{A_1}})$$

$A_1 = 0.5 * 0.5 = 0.25\ m^2$

$A_2 = 2.8 * 2.8 = 7.48\ m^2$

$$\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = \sqrt{\frac{7.48}{0.25}} = 5.47 > 2 \ldots\ldots\ldots\ldots \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = 5.47$$

$$\Phi Pn.b = 0.65 \times (0.85 \times 24 \times 0.25 \times 5.47) \times 1000 = 18133.05 KN$$

$$\Phi Pn = 18133.05 > Pu = 3747.712 \ldots\ldots\ldots ..ok$$

The Dowels are not needed for load transfer

But use the minimum reinforcement of dowels:

$$As_{\min} = 0.005 * Ag = 0.005 * 500 * 500 = 1250 mm^2$$

Use the column bars as a dowels

Select $20\Phi 20$

$$As_{Provided} = 6280 cm^2 > As_{Req.} = 1250 cm^2$$

Use 20Φ 20 , As,provided = 6280 mm² > As, required = 1250 mm

$$Ld_{(1)req} = \frac{0.24 fy}{\sqrt{fc}} db = \frac{0.24 * 400}{\sqrt{24}} 2.0 = 39.192 cm.$$

$Ld_{(2)req} = 0.043 \times fy \times db = 0.043 \times 400 \times 2.0 = 34.4cm$

$Ld_{(2)req} = 34.4cm < Ld_{(1)req} = 39.192cm$ ➔ control

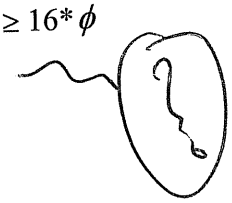
$Ls = 0.071 \times fy \times db = 0.071 \times 400 \times 2.0 = 56.8\ cm > 28.81cm$

$Ls = 56.8cm$

Available $Ld = 80 - 7.5 - 2 * 2.0 = 68.5$ cm.

Available $Ld = 68.5$ cm $> Ls = 56.8cm$

Using hook $\geq 16 * \phi$



Required length of hook ≥ 16* ϕ ≥ 16*2.0=32cm

Use Hooks= 32cm>30cm

Isolated Footing Detail:

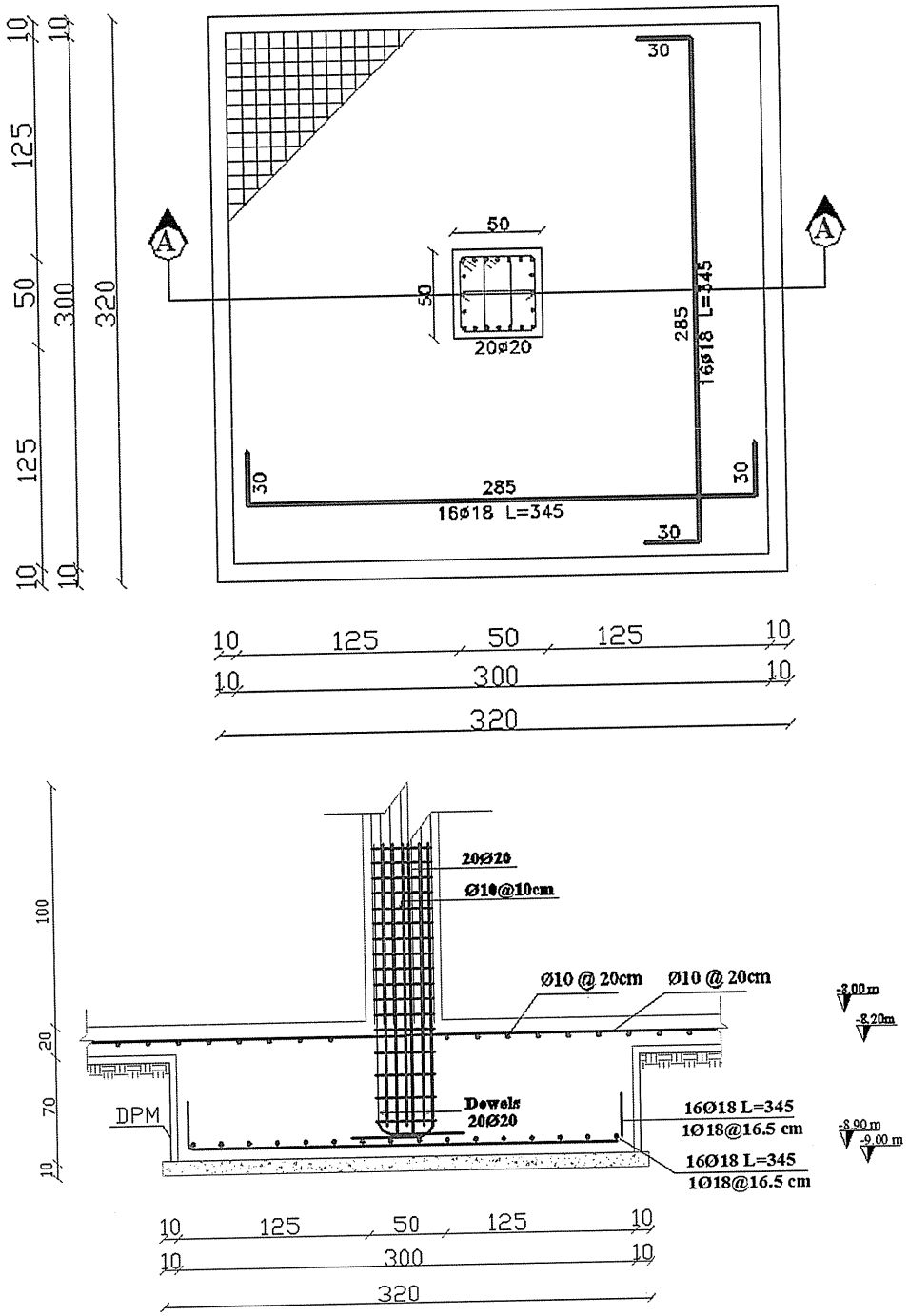


Figure (4-33) : Isolated Footing details

4. 14 Design of Basement Wall (BW1) :-

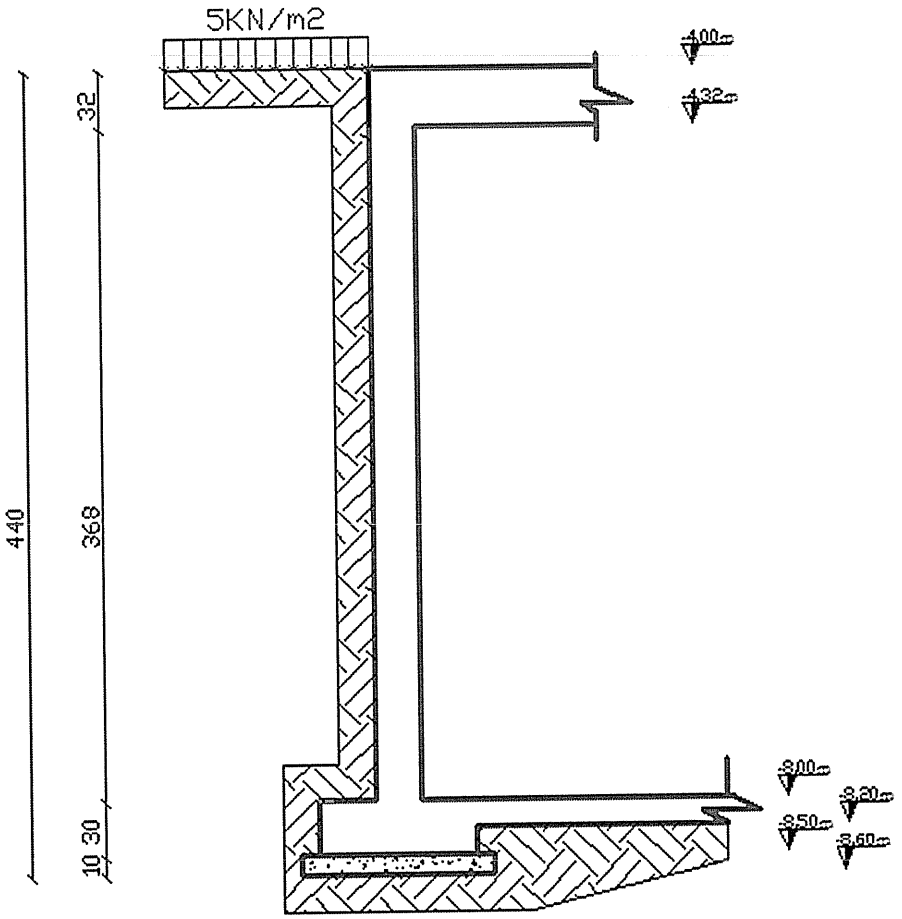


Figure (4-34) : Basement Wall

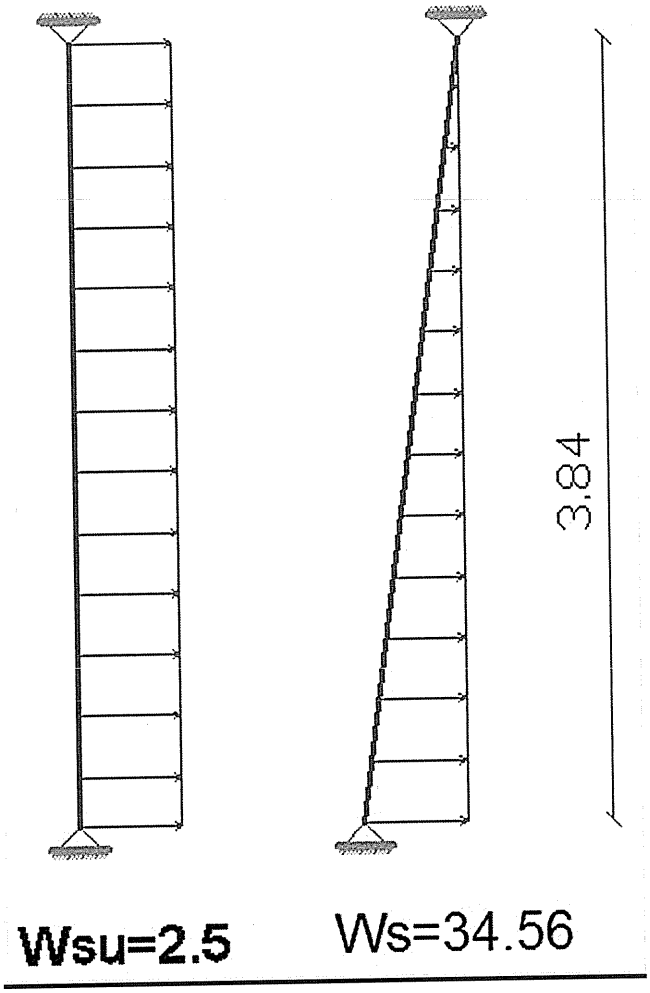


Figure (4-35) : Geometry Of Basement Wall (BW1)

Fc'= 28 MPa, Fy = 400 MPa , ϒs = 1 8KN/m^3, qal l= 400 KN/m^2, φ = 30° , surcharge = 5 KN/m^2

Wall Thickness = 25 cm

Consider at rest pressure

$$C_a = 1 - \sin\phi = 1 - \sin 30 = 0.50$$

$$W_s = C_a * h * \gamma = 0.50 * 3.84 * 18 = 34.56\ KN/m^2$$

$$W_{su} = C_a * P = 0.50 * 5 = 2.50\ KN/m^2$$

From Atir we have moment and shear envelop :

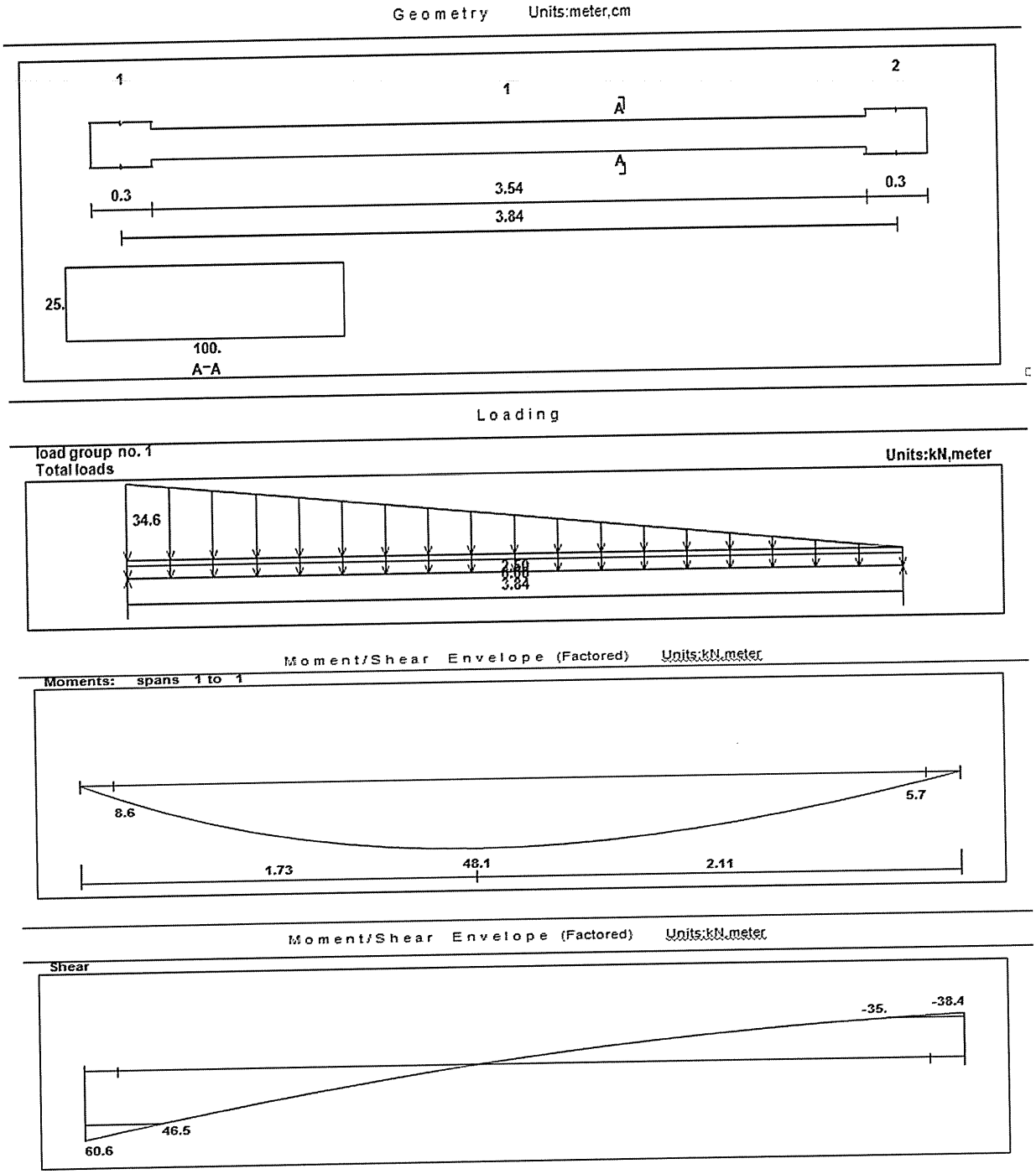


Figure (4-36) : Loading and Envelope of Basement Wall (BW1)

4.14.1 : Design Of Shear :

Check for wall thickness

d = 250-75-20/2 = 250 mm

$$\phi V_c = \frac{\phi}{6}\sqrt{f_c'} * b * d = \frac{0.75}{6}\sqrt{24} * 1000 * 250 * 10^{-3} = 122.50\ KN$$

Vu (At face of support) = 46.50 KN

ϕV_c > Vu at face of support , So ϕV_c will be greater than Vud - **OK**

The thickness of Wall is Adequate Enough

4.14.2 : Design for Flexure :

Mu = 48.1 KN.m

Mn = 53.44

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

$$R_n = \frac{53.44*10^6}{1000*200^2} = 1.34MPa\ .$$

$$m = \frac{fy}{0.85 \times fc'}$$

$$m = \frac{400}{0.85 \times 24} = 19.61$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}}\right) = \frac{1}{19.61}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 19.61 * 2.495}{400}}\right) = 0.00347$$

As req = 0.00347*1000*200= 694 mm^2/m .....control

As min (for bars < 16 = 0.0012*1000*250 =300 mm2/m

$$As\,min = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(1000)(200) = 583.21.mm^2 / m$$

$$As\ min = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d) = \frac{1.4}{420}(1000)(200) = 666.67mm^2 / m \qquad \text{(control)}$$

As = 694.00 mm^2/m > As min = 666.67 mm^2/m

Use Φ12/15 cm As,provided = 753.9 mm^2/m

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

$0.5*Ash_{min}=0.5*0.0025*250*1000 = 312.5\ mm^2/m$

Use ϕ =8

Use for horizontal bare ϕ 8@15 cm in each side

Use ϕ10@20 cm for vertical in outer side to hold the horizontal bares

Check for strain:

Tension = Compression

$A_s * fy = 0.85 * fc' * b * a$

$753.9 * 400 = 0.85 * 24 * 1000 * a$

$a = 14.78\ mm$

$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{14.78}{0.85} = 17.39\ mm$

$\varepsilon_s = \frac{200 - 17.39}{17.39} * 0.003 = 0.0135 \rangle 0.005\ ok...$

$\varepsilon_s = 0.01108 > 0.005 \longrightarrow ok$

Check for step

Smax = 450 mm , 3*h = 3*250 = 750mm

note : all steps are less than Smax , So its OK

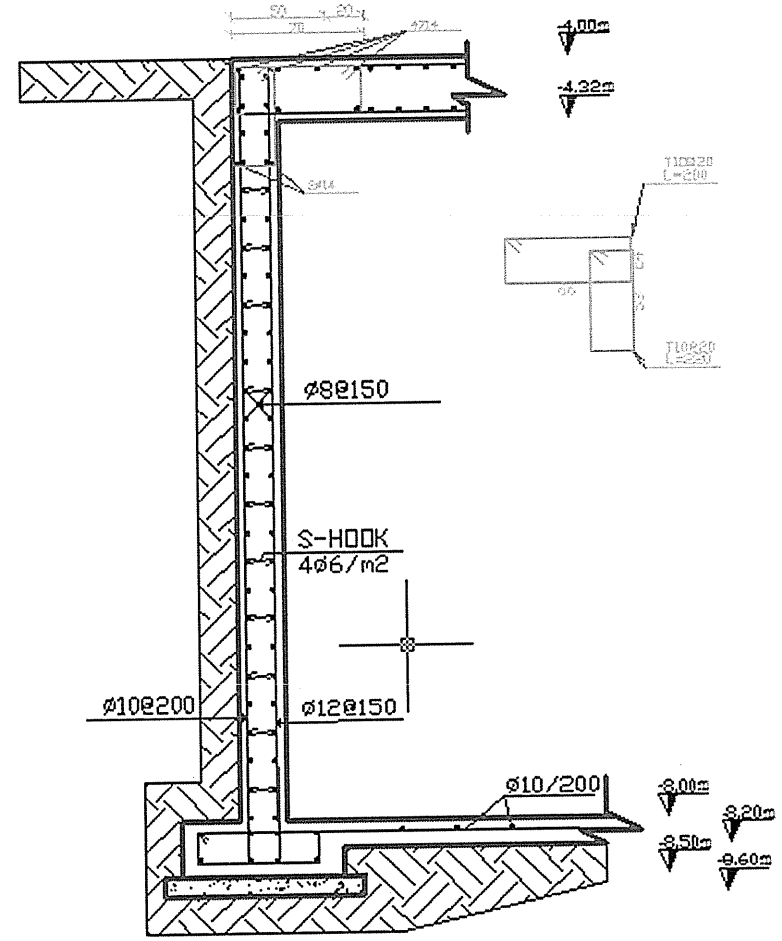


Figure (4-37) : Reinforcement Detail of Basement Wall (BW1)

4 -15 : Design of shear wall :-

To design shear walls we use (CSI ETABS) Software , and this diagram from ETABS:-

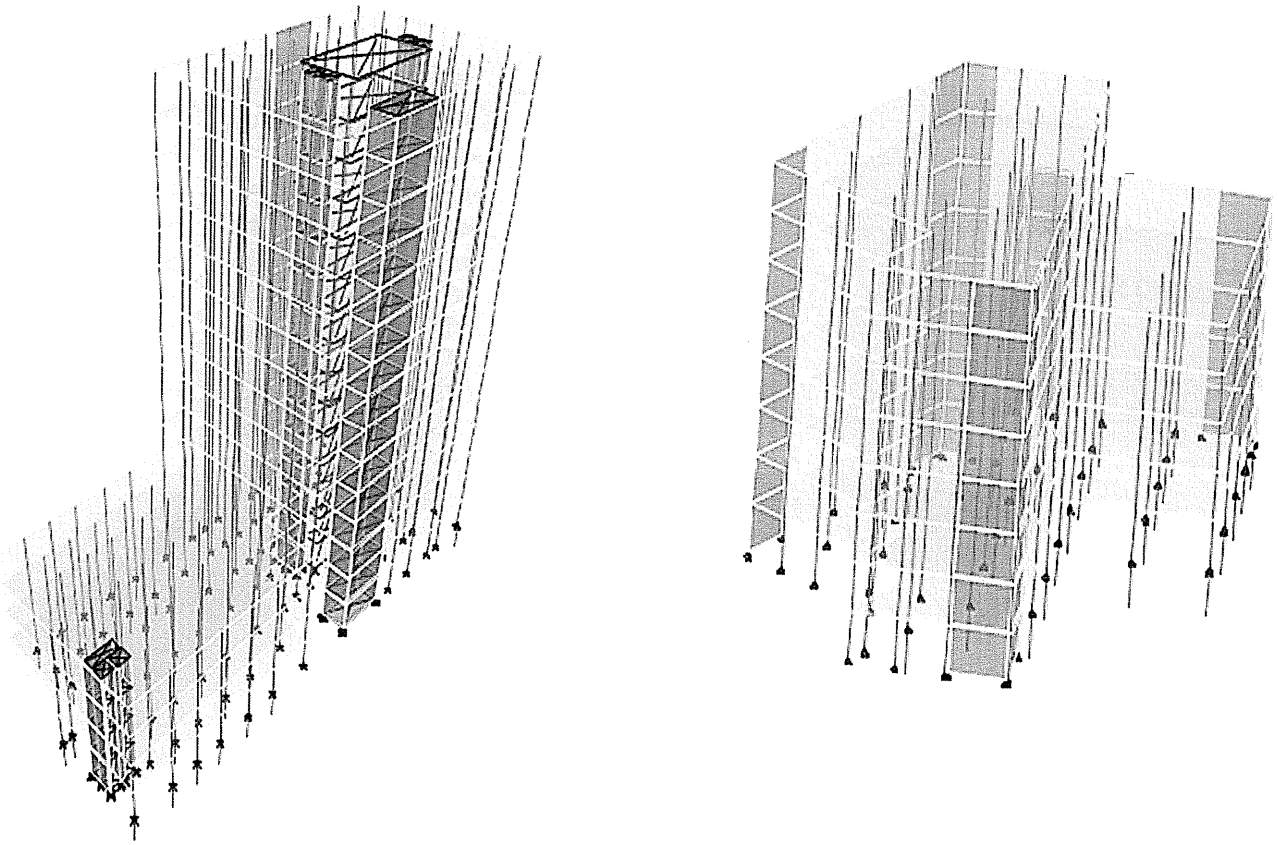


Figure (4-38) Diagram From ETABS

manual example of shear wall design :

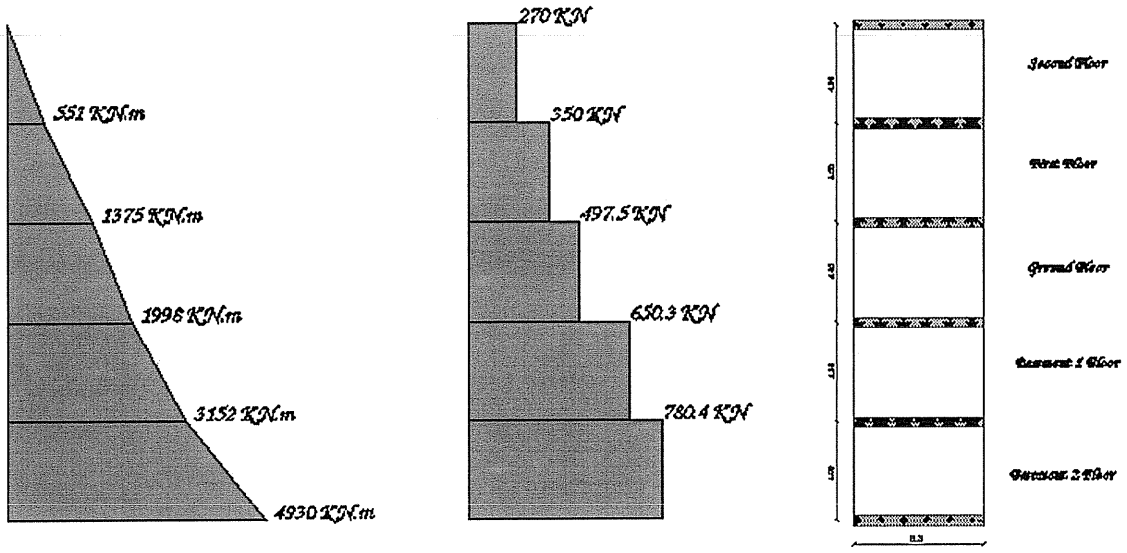


Figure (4-24) Shear and Moment Diagrams of Shearwall

Fc (MPa)	Fy (MPa)	t (cm)	LW(m)	HW(m)
24	400	25	5.4	4

4 .15.1: Design of shear

$$\sum Fx = Vu = 780.4KN$$

4.15.2: Design of the Horizontal reinforcement:

The critical Section is the smaller of:

$$\frac{lw}{2} = \frac{5.4}{2} = 2.7m \ldots\ldots \quad control$$

$$\frac{hw}{2} = \frac{20}{2} = 10\,m$$

$$storyheigh \quad t = 4m$$

$$d = 0.8 \times lw = 0.8 \times 5.4 = 4.32\,m$$

$$\emptyset V_{nmax} = \emptyset \frac{5}{6}\sqrt{f_c'}hd$$

$$= 0.75 * 0.83 * \sqrt{24} * 250 * 4320 = 3293.6KN > V_u$$

$$V_c = \frac{1}{6}\sqrt{f_c'}hd = \frac{1}{6}\sqrt{24} * 250 * 4320 * 10^{-3} = 881.8KN \ldots . cont$$

$$V_c = 0.27\sqrt{f_c'}hd + \frac{N_u d}{4l_w} = 0.27\sqrt{24} * 250 * 4320 * 10^{-3} + 0 = 1428.5KN$$

$$\frac{4930 - 3152}{4} = \frac{M_u - 3152}{4 - 2.7} \Longrightarrow M_u = 3729.85KN.m$$

$$\frac{M_u}{V_u} - \frac{l_w}{2} = \frac{3729.85}{780.4} - \frac{5.4}{2} = 2.08$$

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

$$= \left[0.05\sqrt{24} + \frac{5.4\left(0.1\sqrt{24} + 0\right)}{2.08}\right] 250 * 4320 * 10^{-3} = 1638.14\ KN$$

$$Vs = Vn - Vc$$

$$Vs = (780.4 / 0.75) - 881.8 = 158.7KN$$

$$\frac{A_s}{S} = \frac{V_s}{f_y d} = \frac{158.7 * 10^3}{400 * 4320} = 0.09184mm^2/mm$$

$$\rho = \frac{A_s}{s * h} = \frac{0.09184}{250} = 0.000367 < 0.0025$$

Use ϕ12 As=113.04 mm^2

$$\rho = \frac{2 * 113.04}{S * 250} = 0.0025 \Longrightarrow S = 361.73mm$$

- Max. Spacing is the least of:-

$$\frac{l_w}{5} = \frac{5400}{5} = 1080\ mm$$

$$3h = 3 * 250 = 75\ mm$$

450 mm.....cont.

Use ϕ12@250mm in tow layer

4.15.3 : Design for Vertical reinforcement :-

$$\frac{h_w}{L_w} = \frac{20}{5.4} = 3.7$$

$$\rho_{vmin} > 0.0025 + 0.5\left(2.5 - \frac{h_w}{l}\right)(\rho_t - 0.0025) > 0.0025$$

- Max. Spacing is the least of:-

$$\frac{l_w}{3} = \frac{5400}{3} = 1800mm$$

$$3h = 3 * 250 = 750mm$$

450 mm.....cont.

Use ϕ12@250mm in tow layer

4.15.4 : Design of bending moment :

$$A_{st} = \left(\frac{5400}{250}\right) * 2 * 113.04 = 4883.3\ mm^2$$

$$w = \left(\frac{A_{st}}{L_w h}\right)\frac{f_y}{f_c'} = \left(\frac{4883.3}{5400 * 250}\right)\frac{400}{24} = 0.0603$$

$$\alpha = \frac{P_u}{l_w h f_c'} = 0$$

$$\frac{C}{l_w} = \frac{w+\alpha}{2w+0.85\beta_1} = \frac{0.0603+0}{2*0.0603+0.85*0.85} = 0.072$$

$$\emptyset M_n = \emptyset\left[0.5A_{st}f_y l_w(1+\frac{P_u}{A_{st}f_y})(1-\frac{c}{l_w})\right]$$

$$= 0.9[0.5*4883.3*400*5400(1+0)(1-0.072)]*10^{-6} = 4404.8KN.m$$

$$\emptyset M_n = 4404.8KN.m < Mu = 4930KN.m \qquad Not\ Ok$$

Try ϕ14@200 mm

$$A_{st} = \left(\frac{5400}{250}\right)*2*153.86 = 6646.75mm^2$$

$$w = \left(\frac{A_{st}}{L_w h}\right)\frac{f_y}{f_c'} = \left(\frac{6646.75}{5400*250}\right)\frac{400}{24} = 0.082$$

$$\alpha = \frac{P_u}{l_w h f_c'} = 0$$

$$\frac{C}{l_w} = \frac{w+\alpha}{2w+0.85\beta_1} = \frac{0.082+0}{2*0.082+0.85*0.85} = 0.093$$

$$\emptyset M_n = \emptyset\left[0.5A_{st}f_y l_w(1+\frac{P_u}{A_{st}f_y})(1-\frac{c}{l_w})\right]$$

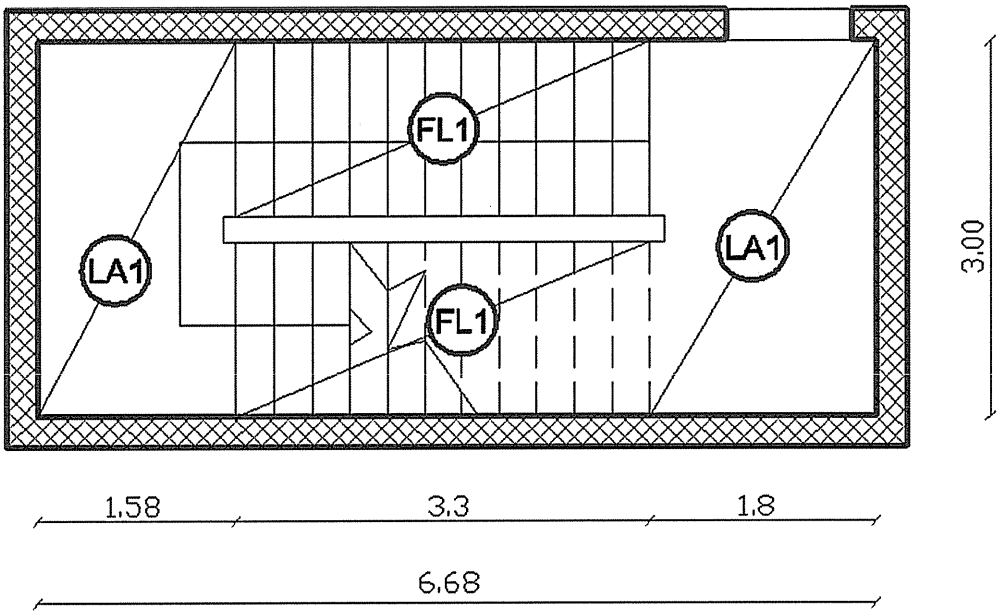
$$= 0.9[0.5*6646.75*400*5400(1+0)(1-0.093)]*10^{-6} = 6510.89KN.m$$

$$\emptyset M_n = 4404.8KN.m > Mu = 4930KN.m \qquad Ok$$

use ϕ14@200 mm for vertical reinforcement

4.16 Design of Stairs:

4.16.1 Design of stairs (ST A)



(4-40) : Stair (ST1A)

NOTE: (Material)

- *B300.... $fc' = 30 N/mm^2 (MPa)$ For circular section

  but for rectangular section ($fc' = 30 * 0.8 = 24 MPa$) .

- **Determination of Thickness:**

height = 4.0 m

Rise = 4.0/22 = 18 cm

height	rise	run	LL	*fc'*	**fy**
4m	18 cm	30 cm	5 KN/m2	24 Mpa	400 Mpa

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

  h,min = L/ 20

  h,min =(0.79+3.3+0.9) / 20 = 24.89 cm .....take h= 25 cm.

⇒ **Use h = 25cm.**

$\theta = \tan^{-1}(18 / 30) = 30.9^{o}$

h,min (cm)	θ
25	30.9^{o}

➢ **Load Calculations**

Dead Load calculations of Flight :

$$Plaster = \frac{0.03 \times 23}{\cos 30.9} = 0.81\ KN/m$$

$$concrete = \frac{0.25 \times 25}{\cos 30.9} = 7.28\ KN/m$$

$$mortar = \frac{0.3 + 0.18}{0.3}\ 0.02 \times 22 = 0.748\ KN/m$$

$$stair = \frac{0.3 + 0.18}{0.3 \times 2}\ 25 = 2.25\ KN/m$$

$$Tile = \frac{0.33 + 0.18}{0.3}\ 0.03 \times 22 = 1.122\ KN/m$$

Total load (DL) = 12.21 KN/m

Live load (LL) = 5 KN/m

Dead Load calculations of Landing

material	gama	h(m)	b(m)	KN/m
Tiles	22	0.03	1	0.66
Mortar	22	0.02	1	0.44
R C	25	0.25	1	6.25
Plaster	22	0.03	1	0.66
Total load (DL)				**8.03**
Live load (LL) = 5 KN/m2				

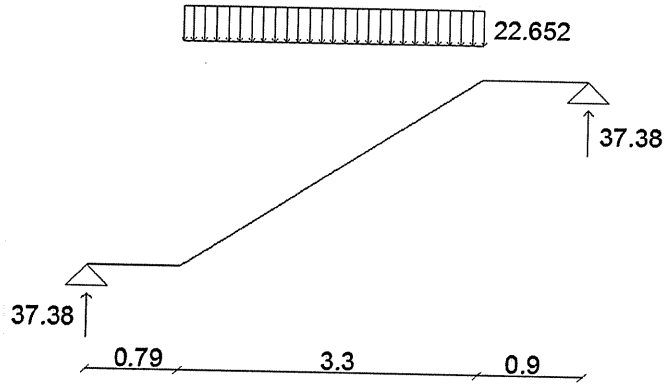
Total Factored load,,,, (W = 1.2DL + 1.6LL)

For W_{flight} , W = 1.2*12.21+ 1.6*5 = 22.652 KN/m

For $W_{landing}$, W = 1.2*8.03+ 1.6*5 = 17.64 KN/m

W_{flight} (KN/m)	$W_{landing}$ (KN/m)
22.652	17.64

- Structural System Of Flight (FL1) :



(4-41) : structural system of flight

Check for shear strength For Flight:

Assume Ø 14 for main reinforcement:-

d = h – 20 – db/2 = 250 – 20 – 14/2 = 223 mm

Vu = 32.1KN at distance d .

$$\phi Vc = \frac{0.75 * \sqrt{24} * 1000 * 223}{6} = 136.56 KN/m$$

$Vu = 32.1$ KN $< 0.5 * \phi Vc = 68.28$ KN .

Thickness is adequate enough

db (mm)	h(mm)	d (mm)	Vu (KN)	ϕVc **(KN)**
Ø 14	250	223	35.27	136.56

➢ **Design of Flexure By Hand Calculations:**

- Design for Flight:

Mu = **62.365 KN.m**

Mn = Mu / 0.9 = 62.365/ 0.9 = 69.29 KN.m/m

d = h – 20 – db/2 = 250 – 20 – 14/2 = 223 mm

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

$$R_n = \frac{69.29 * 10^6}{1000 * 223^2} = 1.27 MPa \ .$$

$$m = \frac{fy}{0.85 \times fc'}$$

$$m = \frac{400}{0.85 \times 24} = 19.61$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}}\right) = \frac{1}{19.61}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 19.61 * 1.27}{400}}\right) = 0.003278$$

$As_{req} = 0.003278 * 1000 * 223 = 763.957$ mm^2/m > $As_{\min} = 450 mm^2$/m.... OK

$$As_{\min} = 0.0018 * b * h = 0.0018 * 1000 * 250 = 450 mm^2/m$$

Use Φ 14 then,

Mu(KN.m)	m	Rn	ρ	$As_{req}(mm^2)$	$As_{min}(mm^2)$	S(mm)
69.29	19.61	1.27Mpa	0.003278	763.957	450	200

Use Φ 14 @ 20 cm c/c , As = 769.6 mm2/m strip

- Step (s) is the smallest of :-

1. 3*h = 3* 250 = 750 mm
2. 450 mm

$\leq 380\,(\frac{280}{fs}) - 2.5 * C_c$

$\leq 380 * (\frac{280}{\frac{2}{3}fy}) - 2.5 * 20 = 380 * (\frac{280}{\frac{2}{3} * 420}) - 2.5 * 20 = 330mm$

$\leq 300\,(\frac{280}{fs}) = 300 * (\frac{280}{\frac{2}{3}fy}) = 300 * (\frac{280}{\frac{2}{3} * 420}) = 300$ mm … (control)

- Check for strain:

Tension = Compression

$A_s * fy = 0.85 * fc' * b * a$

$769.6 * 400 = 0.85 * 24 * 1000 * a$

$a = 15.1m$

$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{15.1}{0.85} = 17.76mm$

$\varepsilon_s = \frac{223 - 17.76}{17.76} * 0.003$

$\varepsilon_s = 0.0346 > 0.005 \longrightarrow ok$

- **Temperature & Shrinkage reinforcement:**

$As_{Shrinkage} = 0.0018 \times b \times h = 0.0018 \times 1000 \times 250 = 450mm^2/\text{m}$

Use Φ 14 @ 300 cm c/c, As prov = 461.8.33 mm2/m strip

- Step (s) is the smallest of :-

1. 5*h = 5* 250 = 1250 mm

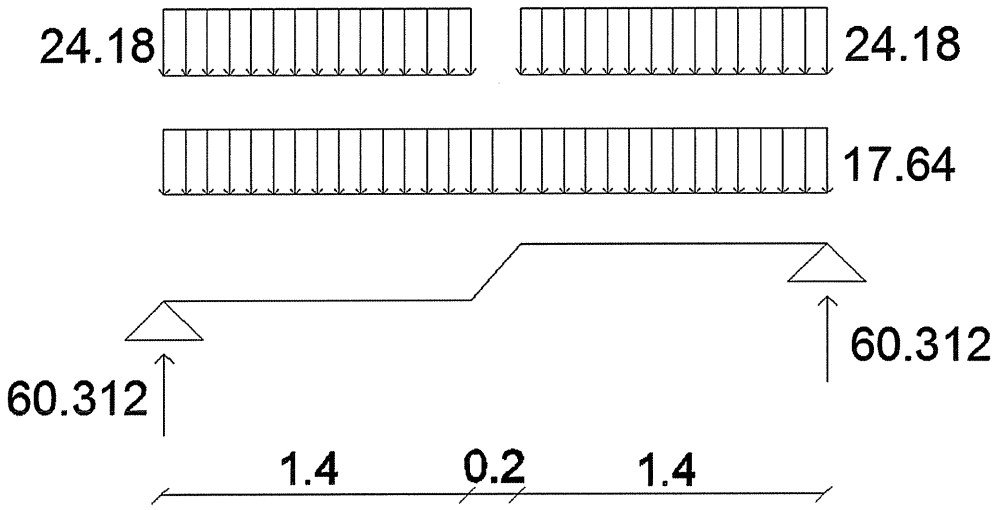
2. 450 mm – control

$As_{Shrinkage}\ (mm^2)$	S(mm)	d_b (mm)
450	300	Φ 14

WRA = 37.38 KN/m , WRB = 37.38 KN/m From Hand calculations

Load For Landing = $\frac{WRA}{L} = \frac{38.2}{1.58} = 24.18\ KN/m$

- Design for landing (S1):



Structural System Of Landing (L1A)

Vu = 60.312 KN/m

- Check for shear strength (S1):

Assume Ø 14 for main reinforcement:-

$d = h - 20 - db/2 = 250 - 20 - 14/2 = 223$ mm

$$\phi Vc = \frac{0.75 * \sqrt{24} * 1000 * 223}{6} = 136.56 KN/m$$

$Vu = 60.321$ KN /m < $0.5 * \phi Vc = 68.28$ KN/m .

- Thickness is adequate enough

- Calculate the maximum bending moment:

Mu = **43.5 kN.m/m**

Mn = Mu / 0.9 = 43.5 / 0.9 = 48.38 KN.m/m

$d = h - 20 - db/2 = 250 - 20 - 14/2 = 223$ mm

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

$$R_n = \frac{48.38 * 10^6}{1000 * 223^2} = 0.973 MPa .$$

$$m = \frac{fy}{0.85 \times fc'}$$

$$m = \frac{400}{0.85 \times 24} = 19.6$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}}\right) = \frac{1}{19.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 19.6 * 0.973}{400}}\right) = 0.00249$$

$As_{req} = 0.00249 * 1000 * 223 = 556.04$ mm^2/m> $As_{min} = 450 mm^2$ /m.... OK

$$As_{min} = 0.0018 * b * h = 0.0018 * 1000 * 250 = 450 mm^2/\text{m}$$

Use Φ 14@ 20 cm c/c

Mu(KN.m)	m	Rn	ρ	$As_{req}(mm^2)$	$As_{min}(mm^2)$	S(mm)
43.5	19.6	0.973 Mpa	0.00249	556.04	450	300

- Step (s) is the smallest of :-

1. 3*h = 3* 250 = 750 mm

2. 450 mm

$\leq 380\,(\frac{280}{fs}) - 2.5 * C_c$

$\leq 380 * (\frac{280}{\frac{2}{3} f_y}) - 2.5 * 20 = 380 * (\frac{280}{\frac{2}{3} * 420}) - 2.5 * 20 = 330\text{mm}$

$\leq 300\,(\frac{280}{fs}) = 300 * (\frac{280}{\frac{2}{3} f_y}) = 300 * (\frac{280}{\frac{2}{3} * 420}) = 300\text{ mm}$ (control)

- Check for strain:

Tension = Compression

$A_s * fy = 0.85 * fc' * b * a$

$615.7 * 400 = 0.85 * 24 * 1000 * a$

$a = 12.07m$

$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{12.07}{0.85} = 14.2mm$

$\varepsilon_s = \frac{223 - 14.2}{14.2} * 0.003$

$\varepsilon_s = 0.044 > 0.005 \longrightarrow ok$

➢ **Temperature & Shrinkage reinforcement:**

$As_{Shrinkage} = 0.0018 \times b \times h = 0.0018 \times 1000 \times 250 = 450 mm^2/\text{m}$

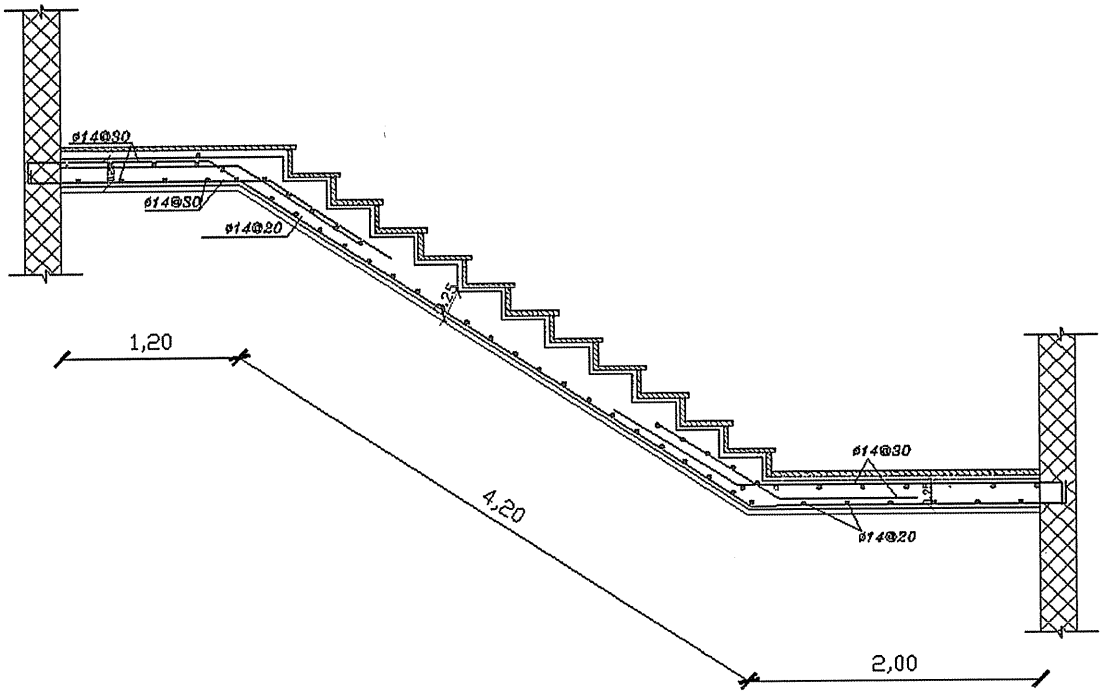
Use Φ 14 @ 30 cm c/c, As prov = 461.8 mm2/m strip

- Step (s) is the smallest of :-

1. 5*h = 5* 250 = 1250 mm

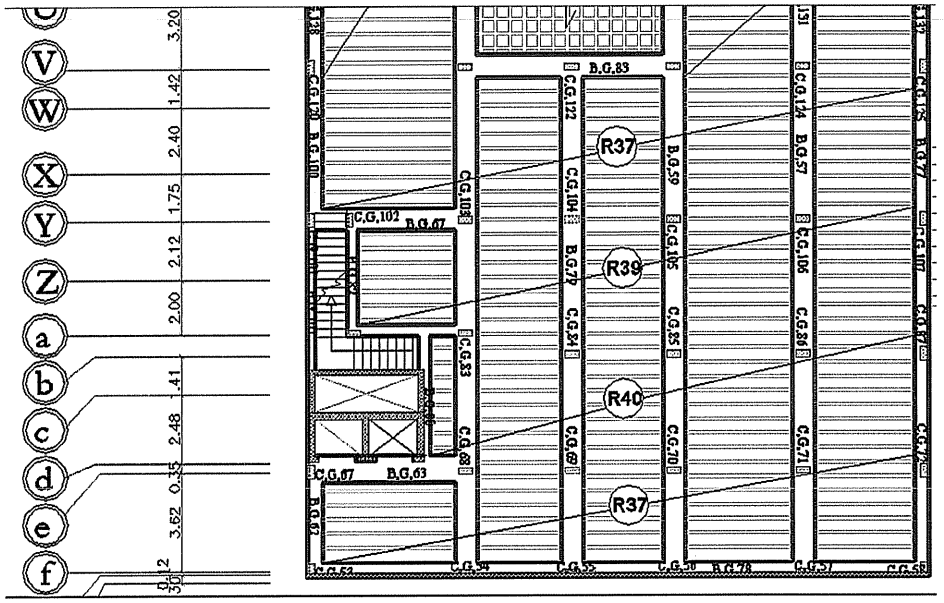
2. 450 mm – control

$As_{Shrinkage}\ (mm^2)$	S(mm)	d_b (mm)
450	300	Φ 14

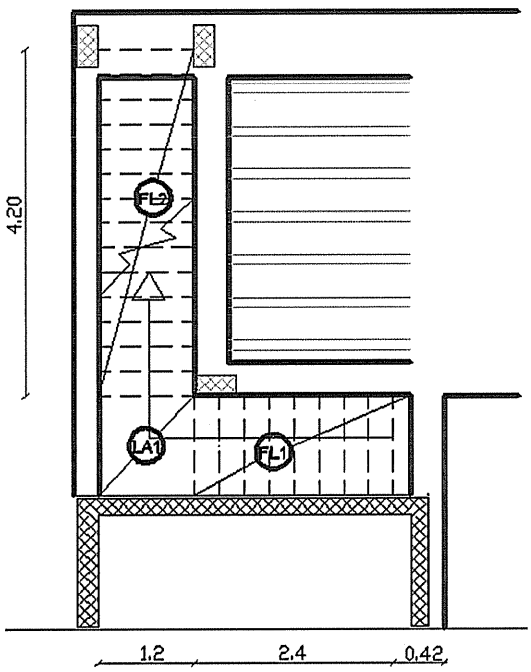


(4-42) : section of Landing

4.16.2Design of Stairs....Pos. (ST B):



(4-43) :Stair (ST B)



Chapter 4 Structural Analysis And Design

NOTE: (Material)

➢ *B300.... $fc' = 30N/mm^2 (MPa)$ For circular section

but for rectangular section ($fc' = 30 * 0.8 = 24MPa$) .

➢ **Determination of Thickness:**

height = 4.0 m

Rise = 4.0/22 = 18 cm

height	rise	run	LL	*fc'*	fy
4m	18 cm	30 cm	5 KN/m2	24 Mpa	400 Mpa

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

h,min = L/ 20

h,min =(0.6+2.4+.38) / 20 = 16.9 cm .....take h= 25 cm.

⇒ **Use h = 25cm.**

$\theta = \tan^{-1}(18 / 30) = 30.9^{o}$

h,min (cm)	θ
25	30.9^{o}

- **Load Calculations**

Dead Load calculations of Flight :

$$Plaster = \frac{0.03 \times 23}{\cos 30.9} = 0.81\ KN/m$$

$$concrete = \frac{0.25 \times 25}{\cos 30.9} = 7.28\ KN/m$$

$$mortar = \frac{0.3 + 0.18}{0.3}\ 0.02 \times 22 = 0.748\ KN/m$$

$$stair = \frac{0.3 + 0.18}{0.3 \times 2}\ 25 = 2.25\ KN/m$$

$$Tile = \frac{0.33 + 0.18}{0.3}\ 0.03 \times 22 = 1.122\ KN/m$$

Total load (DL) = 12.21 KN/m

Live load (LL) = 5 KN/m

Dead Load calculations of Landing

material	gama	h(m)	b(m)	KN/m
Tiles	22	0.03	1	0.66
Mortar	22	0.02	1	0.44
R C	25	0.25	1	6.25
Plaster	22	0.03	1	0.66
Total load (DL)				**8.03**
Live load (LL) = 5 KN/m2				

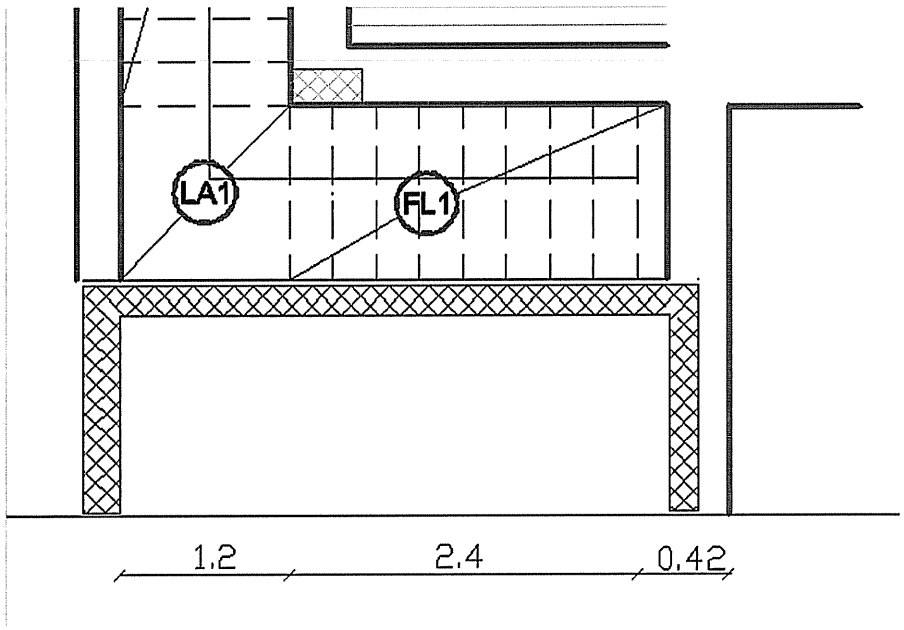
Total Factored load,,,, (W = 1.2DL + 1.6LL)

For W_{flight} , W = 1.2*12.21+ 1.6*5 = 22.652 KN/m

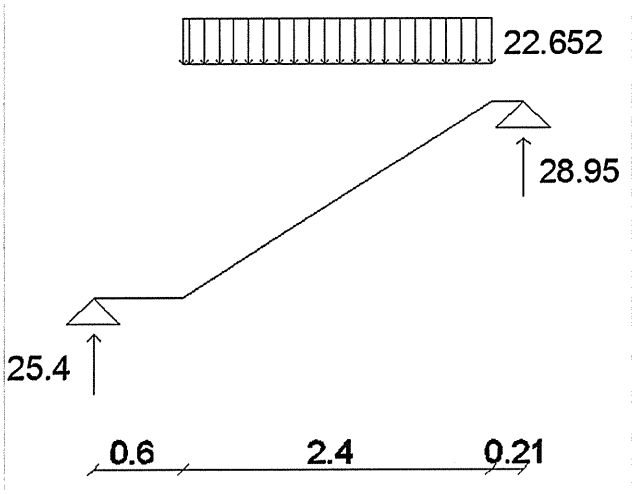
For $W_{landing}$, W = 1.2*8.03+ 1.6*5 = 17.64 KN/m

W_{flight} (KN/m)	$W_{landing}$ (KN/m)
22.652	17.64

Design of Flight(FL1):-



- Structural System Of Flight (FL1) :



Check for shear strength For Flight:

Assume Ø 14 for main reinforcement:-

d = h – 20 – db/2 = 250 – 20 – 14/2 = 223 mm

$Vu = 28.95KN$ at distance d .

$$\phi Vc = \frac{0.75 * \sqrt{24} * 1000 * 223}{6} = 136.56KN/m$$

$Vu = 28.95$ KN $< 0.5 * \phi Vc = 68.28$ KN .

Thickness is adequate enough

db (mm)	h(mm)	d (mm)	Vu (KN)	ϕVc (KN)
Ø 14	250	223	28.95	136.56

- **Design of Flexure:**

Design for Flight:

Mu = **27.85 KN.m**

Mn = Mu / 0.9 = 27.85/ 0.9 = 30.95 KN.m/m

d = h – 20 – db/2 = 250 – 20 – 14/2 = 223 mm

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

$$R_n = \frac{30.95 * 10^6}{1000 * 223^2} = 0.62MPa .$$

$$m = \frac{fy}{0.85 \times fc'}$$

$$m = \frac{400}{0.85 \times 24} = 19.61$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2mR_n}{f_y}}\right) = \frac{1}{19.61}\left(1-\sqrt{1-\frac{2*19.61*0.62}{400}}\right) = 0.00157mm2$$

As_{req} = 0.00157*1000*223 = 350.9 mm^2/m < As_{min} = 450mm^2 /m.. **use Asmin**

$$As_{min} = 0.0018 * b * h = 0.0018 * 1000 * 250 = 450mm^2/\text{m}$$

Use Φ 14 then,

Mu(KN.m)	m	Rn	ρ	$As_{req}(mm^2)$	$As_{min}(mm^2)$	S(mm)
30.95	19.61	0.62Mpa	0.00157	350.9	450	300

Use Φ 14 @ 30 cm c/c , As = 450 mm2/m strip

- Step (s) is the smallest of :-

1. 3*h = 3* 250 = 750 mm
2. 450 mm

$\leq 380\left(\frac{280}{fs}\right) - 2.5 * C_c$

$\leq 380 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3}f_y}\right) - 2.5* 20 = 380 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3}* 420}\right) - 2.5 * 20 = 330\text{mm}$

$\leq 300\left(\frac{280}{fs}\right) = 300 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3}f_y}\right) = 300 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3}* 420}\right) = 300$ mm … (control)

- Check for strain:

Tension = Compression

$$A_s * fy = 0.85 * fc' * b * a$$
$$450 * 400 = 0.85 * 24 * 1000 * a$$
$$a = 8.82m$$
$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{8.82}{0.85} = 10.4mm$$
$$\varepsilon_s = \frac{223 - 10.4}{10.4} * 0.003$$
$$\varepsilon_s = 0.06 > 0.005 \longrightarrow ok$$

➢ **Temperature & Shrinkage reinforcement:**

$$As_{Shrinkage} = 0.0018 \times b \times h = 0.0018 \times 1000 \times 250 = 450mm^2/\text{m}$$

Use Φ 14 @ 300 cm c/c, As prov = 461.8.33 mm2/m strip

- Step (s) is the smallest of :-

1. 5*h = 5* 250 = 1250 mm

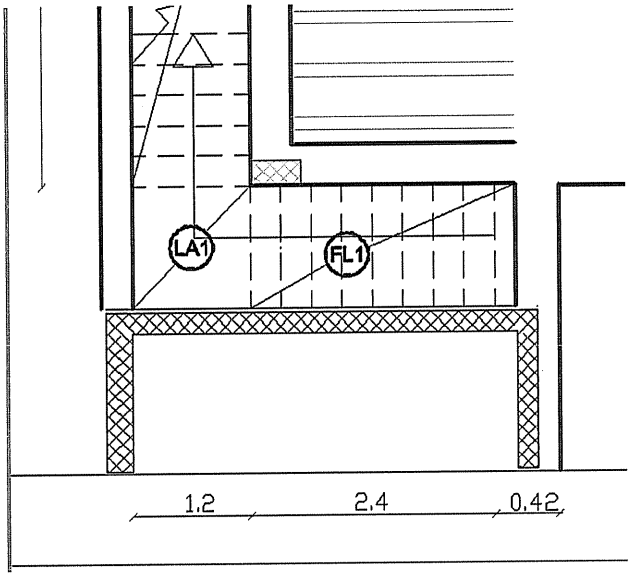
2. 450 mm – control

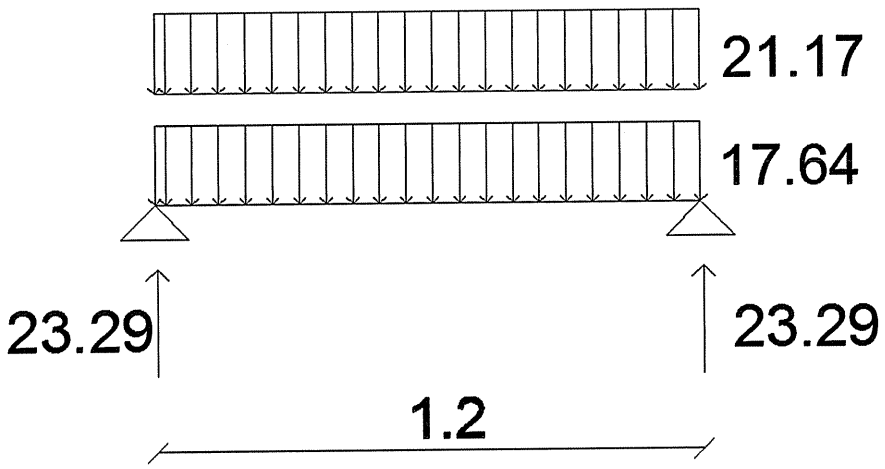
$As_{Shrinkage}\ (mm^2)$	S(mm)	d_b (mm)
450	300	Φ 14

WRA = 25.4 KN/m , WRB = 28.95 KN/m From Hand calculations

Load For Landing $= \frac{WRA}{L} = \frac{25.4}{1.2} = 21.17\ KN/m$

Design of Landing (LA1):-





Structural System Of Landing (L1A)

Vu = 23.29 KN/m

- Check for shear strength (S1):

Assume Ø 14 for main reinforcement:-

d = h – 20 – db/2 = 250 – 20 – 14/2 = 223 mm

$$\phi Vc = \frac{0.75 * \sqrt{24} * 1000 * 223}{6} = 136.56 KN / m$$

Vu = 23.29 KN /m < 0.5* ϕVc = 68.28 KN/m .

- Thickness is adequate enough

- Calculate the maximum bending moment:

Mu = **6.99 kN.m/m**

Mn = Mu / 0.9 = 6.99 / 0.9 = 7.77 KN.m/m

d = h – 20 – db/2 = 250 – 20 – 14/2 = 223 mm

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

$$R_n = \frac{7.77 * 10^6}{1000 * 223^2} = 0.156 MPa \ .$$

$$m = \frac{fy}{0.85 \times fc'}$$

$$m = \frac{400}{0.85 \times 24} = 19.6$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2mR_n}{f_y}}\right) = \frac{1}{19.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2*19.6*0.156}{400}}\right) = 0.000391$$

As_{req} = 0.000391*1000*223 = 87.3 mm^2/m< As_{min} = 450mm^2 /m..**use** As_{min}

$$As_{min} = 0.0018 * b * h = 0.0018 * 1000 * 250 = 450mm^2/\text{m}$$

Use Φ 10@ 20 cm c/c

Mu(KN.m)	m	Rn	ρ	$As_{req}(mm^2)$	$As_{min}(mm^2)$	S(mm)
6.99	19.6	0.156Mpa	0.000391	450	450	200

- Step (s) is the smallest of :-

1. 3*h = 3* 250 = 750 mm

2. 450 mm

$\leq 380\,(\frac{280}{fs}) - 2.5 * C_c$

$\leq 380 * (\frac{280}{\frac{2}{3}fy}) - 2.5 * 20 = 380 * (\frac{280}{\frac{2}{3} * 420}) - 2.5 * 20 = 330\text{mm}$

$\leq 300\,(\frac{280}{fs}) = 300 * (\frac{280}{\frac{2}{3}fy}) = 300 * (\frac{280}{\frac{2}{3} * 420}) = 300$ mm (control)

- Check for strain:

No need to check for strain since As=Asmin.

- **Temperature & Shrinkage reinforcement:**

$As_{Shrinkage} = 0.0018 \times b \times h = 0.0018 \times 1000 \times 250 = 450mm^2/\text{m}$

Use Φ 10 @ 20 cm c/c, As prov = 471.2 mm2/m strip

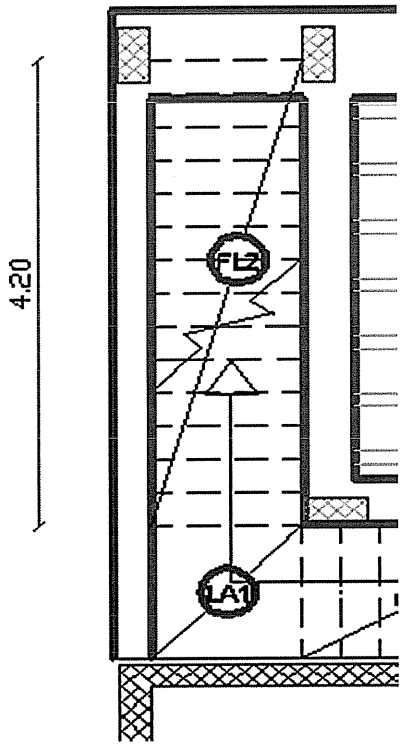
- Step (s) is the smallest of :-

1. 5*h = 5* 250 = 1250 mm

2. 450 mm – control

$As_{Shrinkage}\ (mm^2)$	S(mm)	d_b (mm)
450	200	Φ 10

Design of Landing (LA1):-



Check for shear strength For Flight:

Assume Ø 14 for main reinforcement:-

d = h – 20 – db/2 = 250 – 20 – 14/2 = 223 mm

$Vu = 58.8KN$ at distance d .

$$\phi Vc = \frac{0.75 * \sqrt{24} * 1000 * 223}{6} = 136.56KN/m$$

Vu = 58.8 KN < 0.5* ϕVc = 68.28 KN .

Thickness is adequate enough

db (mm)	h(mm)	d (mm)	Vu (KN)	ϕVc (KN)
Ø 14	250	223	58.8	136.56

➢ **Design of Flexure By Hand Calculations:**

- Design for Flight:

Mu = **75.84 KN.m**

Mn = Mu / 0.9 = 75.84/ 0.9 = 84.27 KN.m/m

d = h – 20 – db/2 = 250 – 20 – 14/2 = 223 mm

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

$$R_n = \frac{84.27 * 10^6}{1000 * 223^2} = 1.69MPa .$$

$$m = \frac{fy}{0.85 \times fc'}$$

$$m = \frac{400}{0.85 \times 24} = 19.61$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}}\right) = \frac{1}{19.61}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*19.61*1.69}{400}}\right) = 0.00441mm2$$

$As_{req} = 0.00441*1000*223 = 984.8\ mm^2/m > As_{min} = 450mm^2/m$... **OK**

$$As_{min} = 0.0018 * b * h = 0.0018 * 1000 * 250 = 450mm^2/m$$

Use Φ 14 then,

Mu(KN.m)	m	Rn	ρ	$As_{req}(mm^2)$	$As_{min}(mm^2)$	S(mm)
75.84	19.61	1.69Mpa	0.00441	984.8	450	150

Use Φ 14 @ 15 cm c/c , As = 450 mm2/m strip

- Step (s) is the smallest of :-

1. 3*h = 3* 250 = 750 mm
2. 450 mm

$\leq 380\ (\frac{280}{fs}) - 2.5 * C_c$

$\leq 380 * (\frac{280}{\frac{2}{3}f_y}) - 2.5* 20 = 380 * (\frac{280}{\frac{2}{3}* 420}) - 2.5 * 20 = 330mm$

$\leq 300\ (\frac{280}{fs}) = 300 * (\frac{280}{\frac{2}{3}f_y}) = 300 * (\frac{280}{\frac{2}{3}* 420}) = 300$ mm ... (control)

- Check for strain:

Tension = Compression

$$A_s * fy = 0.85 * fc' * b * a$$
$$1077.6 * 400 = 0.85 * 24 * 1000 * a$$
$$a = 21.1m$$
$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{8.82}{0.85} = 24.86mm$$
$$\varepsilon_s = \frac{223 - 24.86}{24.86} * 0.003$$
$$\varepsilon_s = 0.024 > 0.005 \longrightarrow ok$$

➢ **Temperature & Shrinkage reinforcement:**

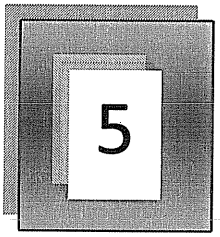
$$As_{Shrinkage} = 0.0018 \times b \times h = 0.0018 \times 1000 \times 250 = 450mm^2/\text{m}$$

Use Φ 14 @ 300 cm c/c, As prov = 461.8.33 mm2/m strip

- Step (s) is the smallest of :-

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

$As_{Shrinkage}\ (mm^2)$	S(mm)	d_b (mm)
450	300	Φ 14



الفصل الخامس
النتائج والتوصيات

1.5النتائج

2.5 التوصيات

3.5 المصادر والمراجع

Appendix A: Architectural Drawings4.5

Appendix B : Structural Drawings 5.5

5-1 النتائج :

- تعد إحدى أهم خطوات التصميم الإنشائي هي كيفية الربط بين العناصر الإنشائية المختلفة من خلال النظرة الشمولية للمبنى ومن ثم تجزئة هذه العناصر للتصميم بشكل منفرد .

- يجب على أي طالب أو مصمم إنشائي تصميم العناصر بشكل يدوي حتى يستطيع امتلاك الخبرة والقدرة على استخدام البرامج التصميمية المحوسبة .

- من العوامل التي يجب أخذها بعين الاعتبار هي العوامل الطبيعية المحيطة بالمبنى وطبيعة الموقع وتأثير القوى الطبيعية عليها .

- . 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 أجزاء معينة من الطوابق، كما تم استخدام نظام العقدات المصمتة (Solid Slab) في الباركنج نظر لكونها أكثر فاعلية من عقدات الأعصاب في تحمل ومقاومة الأحمال المركزة , كما تم استخدام العقدة (waffle slab) .

- برامج الحاسوب المستخدمة:

-هناك عدة برامج حاسوب تم استخدمها في هذا المشروع وهي:

- AUTOCAD 2013/2007 : و ذلك لعمل المخططات الإنشائية والتعديل على المخططات المعمارية.
- ETABS: للتصميم والتحليل الإنشائي للعناصر الإنشائية
- ATIR: للتصميم والتحليل الإنشائي للعناصر الإنشائية.
- SAFE: لتصميم بعض العناصر الإنشائية.

- بعد ذلك تم عمل مراجعة لكافة المخططات المعمارية , والمخططات الإنشائية ,لتعديل ما اختلف فيهما من أمور .

- الأحمال الحية المستخدمة في هذا المشروع كانت من كود الأحمال الأردني .

- من الصفات التي يجب أن يتصف بها المصمم هي الحس الهندسي للذي يقوم من خلاله بتجاوز أية مشكلة ممكن أن تعترضه في المشروع وبشكل مقنع ومدروس .

5-2 التوصيات :

- لقد كان لهذا المشروع دور كبير في توسيع وتعميق فهمنا لطبيعة المشاريع الإنشائية بكل ما فيها من تفاصيل وتحاليل وتصاميم. حيث نود هنا - من خلال هذه التجربة - أن نقدم مجموعة من التوصيات، نأمل بأن تعود بالفائدة والنصح لمن يخطط لاختيار مشاريع ذات طابع إنشائي.

1- ففي البداية، يجب أن يتم تنسيق وتجهيز كافة المخططات المعمارية، بحيث يتم اختيار 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

2- 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.

3- بعد أن يتم إيجاد نظام كامل للأعمدة بما يتلاءم مع المخططات المعمارية , يقوم المهندس الإنشائي بعمل الجسور مع مراعاة توفير العامل الاقتصادي , ومن ثم يقوم بعمل الأعصاب , وبالتالي إيجاد نظام إنشائي متكامل .

4- الاطلاع على المشاريع السابقة المتشابهة التي تم تصميمها من قبل طلبة الدائرة للإلمام بأكبر قدر ممكن من الأنظمة الإنشائية الممكن استخدامها وتفادي بعض الأخطاء التي من الممكن الوقوع بها.

3-5 المصادر والمراجع

1. American Concrete Institute (A.C.I),
2. Building code Requirement for structural concrete (ACI-318M-08).
3. Uniform Building Code (UBC).
4. كودات البناء الوطني الأردني، كود الأحمال والقوى، مجلس البناء الوطني الأردني، عمان، الأردن، 2006م.
5. إبراهيم عابد – عمر أبو عرام- نوح زيدات , " التصميم الإنشائي لمعهد الدراسات المالية و المصرفية" ، مشروع تخرج استكمالاً لمتطلبات درجة البكالوريوس ، جامعة بوليتكنك فلسطين ، الخليل ، فلسطين ، 2012م.

5-4 Appendix A: Architectural Drawings