

بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة بوليتكنك فلسطين



كلية الهندسة والتكنولوجيا

دائرة الهندسة المدنية و المعمارية

مشروع التخرج

التصميم الإنشائي لـ " فندق وصالة رياضية " في مدينة بيت لحم.

فريق العمل

اسلام صالح الشاعر

تهاني ابو داوود

اسراء خالد ابوردة

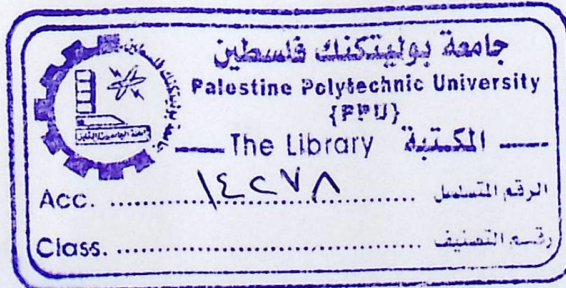
اسراء صالح الشاعر

إشراف :

م. سفيان الترك .

الخليل - فلسطين

2014



الإهداء

إلى المعلم الأول سيد الخلق اجمعين رسولنا الكريم محمد صلى الله عليه وسلم
إلى الشموع التي استطاعت قهر الظلام بقوة إرادة نورهما... الذين كلما مر الوقت أكثر
نفهم كم هو صعب أن نحاول سداد ديوننا لهم.... خاصة عندما يكون "الثبات"

على ما نؤمن به... هو من بعض غرسهم

أمهاتنا وآبائنا أدام الله نورهم..

إلى العلم، والتربية، والوقار، والإخلاص، والتواضع

أساتذتنا الكرام..

إلى دعائم قوتنا وطموحنا.... بلسم علتنا وجروحنا

إخواننا وأخواتنا..

إلى كل الوفيات المخلصات اللواتي جعلن من الوفاء شمعة تنير دربهن

إلى من يجسدن الوفاء في أرقى صوره

صديقاتنا ورفيقات دربنا ..

وإلى كل من أخذ ويأخذ بأيدينا إلى قمة المجد

نُهدي هذا المشروع ..

فريق العمل

شـكـر و تـقـديـر

ليس هناك شكر أعظم من الاعتراف بالجميل، وليس هناك مشكور أعظم من صاحب الفضل الذي لا ينقطع فضله ولا تنحصر نعمه، فحمدًا لله حمداً لا ينتهي عند حد ولا ينقطع عند أجل.

وفي هذا المقام لا يسعنا إلا أن نتقدم بجزيل شكرنا، وعظيم امتناننا وتقديرنا وعرفاننا؛ إلى كل من ساهم في إنجاز بحثنا هذا، متحدين معنا كل الصعاب فلهم جميعاً الشكر والتقدير كله.

ونخص بشكرنا وتقديرنا أستاذنا الفاضل المهندس سفيان الترك المشرف والموجه والمعلم، الذي لم يتوان، ولم يتأخر عن تقديم ما آتاه الله من علم وحلم لنا، ونشكر طاقم دائرة الهندسة المدنية والمعمارية كل بمكانه الذين كرسوا وقتهم وجهدهم لمساعدتنا ومساعدة زملائنا طوال سنوات الدراسة.

كما نتقدم بشكرنا إلى زملائنا وزميلاتنا الأعزاء الذين لولا وجودهم لما أحسنا بمتعة البحث ، ولا حلاوة المنافسة الإيجابية.

وختام القول مسك، فالشكر كل الشكر إلى أبائنا وأمهاتنا وإخواننا الذين كان لهم الدور الأكبر في الوصول إلى ما وصلنا إليه، ولعلنا نوفيهم حقهم ببلوغنا رضاهم جميعاً.

فريق العمل

خلاصة المشروع

التصميم الإنشائي لـ " فندق وصالة رياضية " في مدينة بيت لحم.

فريق العمل

اسلام صالح الشاعر

اسراء صالح الشاعر

تهاني محمد ابو داود

اسراء خالد ابوردة

إشراف :

م. سفيان الترك .

جامعة بوليتكنك فلسطين-2014 م

يمكن تلخيص هدف المشروع في عمل التصميم الإنشائي لجميع العناصر الإنشائية التي يحتويها المشروع، من عقدات وجسور وأعمدة وأساسات وجدران وغيرها من العناصر الإنشائية. يتكون الفندق من خمسة طوابق ذات تنوع خدماتي ، وهو عبارة عن مبنى معقد يحتوي على مرافق متعددة، التوزيع المعماري لهذه المرافق يتسم بالتعقيد وعدم التماثل بين الطوابق وهذا أدى إلى صعوبة في التصميم الإنشائي للمشروع اما بالنسبة للصالة الرياضية فهي عبارة عن ثلاثة طوابق .

تتلخص فكرة هذا المشروع في التصميم الإنشائي لفندق وصالة رياضية ، ويتميز التصميم المعماري للمشروع بأنه تم بأسلوب يقوم على تعدد الكتل الفراغية وتوزيعها بشكل متناسق من الناحية الجمالية والوظيفية بالإضافة الى الراحة وسهولة وسرعة الوصول للمستخدمين .

ويتكون المشروع من عدة مراحل تتمثل بداية بالتدقيق المعماري للمخططات، وقد تم اختيار العناصر الإنشائية المختلفة من اعمدة وجسور وعقدات بشكل لا يتناقض مع المتطلبات المعمارية للمشروع. وبعد ذلك سنقوم ان شاء الله بمرحلة التصميم الإنشائي للعناصر الإنشائية بمساعدة بعض البرامج التصميمية الإنشائية وعرض نتائجها على شكل مخططات تنفيذية.

ومن الجدير بالذكر انه تم استخدام الكود الأردني لتحديد الأحمال الحية ، ولتحديد أحمال الزلازل تم استخدام U.B.C- (97) ، أما بالنسبة للتحليل الإنشائي وتصميم المقاطع فقد تم استخدام الكود الأمريكي (ACI_318- 08) ، ولا بد من الإشارة إلى انه تم الاعتماد على بعض البرامج الحاسوبية مثل : Atir12, Autocad2010, Office2010, وغيرها.

والله ولي التوفيق .

Structural design for "hotel and gym" in the City of Bethlehem.

Prepared by

Isra Alshaer

Islam Alshaer

Tahany Abu Dawood

Isra Abu Warda

Palestine Polytechnic University -2014

Supervisor

Eng .Sufian Al-Turk

Abstract

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

It is worth mentioning the code has been used to determine the Jordanian live loads, seismic loads and to determine the use of(UBC-97), As for the structural analysis and design of sections has been the use of the U.S. Code (ACI_318-08), It must be pointed out that he was relying on some computer programs such as: Autocad2010, Office2010, Atir12.

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

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

فهرس المحتويات

رقم الصفحة	الموضوع
I	تقرير مقدمة المشروع
II	تقييم مقدمة مشروع التخرج
III	الإهداء
IV	الشكر والتقدير
V	الملخص باللغة العربية
VI	الملخص باللغة الانجليزية
IX	فهرس المحتويات
X	List of abbreviations
XII	فهرس الجداول
XIII	فهرس الأشكال
XIV	List of Figures
1	الفصل الأول : المقدمة
2	1-1 المقدمة
2	2-1 أهداف المشروع
3	3-1 مشكلة المشروع
3	4-1 حدود مشكلة المشروع
3	5-1 المسلمات
3	6-1 فصول المشروع
4	7-1 إجراءات المشروع
6	الفصل الثاني : الوصف المعماري
6	1-2 مقدمة
6	2-2 لمحة عامة عن المشروع
7	3-2 موقع المشروع
9	1-3-2 أهمية الموقع
9	2-3-2 حركة الشمس والرياح
10	3-3-2 الرطوبة
10	4-2 وصف طوابق الفندق
10	1-4-2 طابق التسوية (-2)
11	2-4-2 طابق التسوية (-1)
12	3-4-2 الطابق الأرضي
12	4-4-2 الطابق الاول
13	5-4-2 الطابق الثاني
14	5-2 الواجهات
14	1-5-2 الواجهة الشرقية
15	2-5-2 الواجهة الغربية
15	3-5-2 الواجهة الشمالية
15	4-5-2 الواجهة الجنوبية
15	6-2 وصف الحركة والمداخل
15	7-2 المدخل

16	8-2 وصف طوابق الصالة الرياضية
16	1-8-2 طابق التسوية (-1)
16	2-8-2 الطابق الأرضي
18	9-2 الواجهات
18	1-9-2 الواجهة الشرقية
18	2-9-2 الواجهة الغربية
19	3-9-2 الواجهة الشمالية
19	4-9-2 الواجهة الجنوبية
19	10-2 وصف الحركة والمدخل
20	11-2 المدخل
21	الفصل الثالث : الوصف الإنشائي
22	1-3 مقدمة
22	2-3 هدف من التصميم الإنشائي
22	3-3 مراحل التصميم الإنشائي
23	4-3 الأحمال
23	1-4-3 الأحمال الميتة
24	2-4-3 الأحمال الحية
20	3-4-3 الأحمال البيئية
24	1-3-4-3 أحمال الرياح
26	2-3-4-3 أحمال الثلوج
26	3-3-4-3 أحمال الزلازل
27	5-3 الاختبارات العملية
27	6-3 العناصر الإنشائية المكونة للمبنى
27	1-6-3 العقدات
28	1-1-6-3 عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد
28	2-1-6-3 عقدات العصب ذات الاتجاهين
29	3-1-6-3 العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد
29	4-1-6-3 العقدات المصمتة ذات الاتجاهين
30	2-6-3 الأدرج
30	3-6-3 الجسور
31	4-6-3 الأعمدة
32	5-6-3 جدران القص
33	6-6-3 الأساسات
34	7-3 فواصل التمدد (Expansion Joints)
35	8-3 برامج الحاسوب
55	الفصل الخامس : النتائج و التوصيات
56	1.5 المقدمة
56	2.5 النتائج
57	3.5 التوصيات

<u>Subject</u>	<u>Page</u>
Chapter 4 : Structural Analysis and Design	36
4-1 Introduction	37
4-2 Design method and requirements.	37
4-3 The thickness of one way	38
4-4 Design of Topping	40
4-5 Pos(R8) : Design of one way Rib slab	41
4-6 Pos(B3) : Design of beam (B3)	48
4-7 Pos(S3) : Design of one way solid slab (S3)	55
4-8 Pos. Design of column .	63
4-9 Pos (STIA). Design of stair.	67
4-10 Pos. Design of basement wall .	82
4-11 Pos: Design of shear wall.	85
4-12 Pos. Design of isolating footing .	89
4-12 Design of Truss.	90

List of Abbreviations

- **A_c** = area of concrete section resisting shear transfer.
- **A_s** = area of non-prestressed tension reinforcement.
- **A_s⁻** = area of non-prestressed compression reinforcement.
- **A_g** = gross area of section.
- **A_v** = area of shear reinforcement within a distance (S).
- **A_t** = 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.

- **E_c** = modulus of elasticity of concrete.
- **f_c⁻** = compression strength of concrete .
- **f_y** = specified yield strength of non-prestressed reinforcement.
- **h** = overall thickness of member.
- **L_n** = 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.
- **L_w** = length of wall.
- **M** = bending moment.
- **M_u** = factored moment at section.
- **M_n** = nominal moment.
- **P_n** = nominal axial load.
- **P_u** = factored axial load

- S = Spacing of shear in direction parallel to longitudinal reinforcement.
- V_c = nominal shear strength provided by concrete.
- V_n = nominal shear stress.
- V_s = nominal shear strength provided by shear reinforcement.
- V_u = factored shear force at section.
- W_c = weight of concrete.
- W = width of beam or rib.
- W_u = factored load per unit area.
- Φ = strength reduction factor.
- ϵ_c = compression strain of concrete = 0.003.
- ϵ_s = strain of tension steel.
- ϵ'_s = strain of compression steel.
- ρ = ratio of steel area .

فهرس الجداول

<u>رقم الصفحة</u>	<u>الجدول</u>	<u>رقم الجدول</u>
5	الجدول الزمني للمشروع خلال السنة الدراسية (2014/2015)	1-1
23	الكثافة النوعية للمواد المستخدمة	1-3
23	الأحمال الحية لعناصر المبنى	2-3
24	سرعة وضغط الرياح اعتمادا على الكود الألماني	3-3
26	أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر	4-3
40	Dead load calculation	2-4
40	Dead load calculation	3-4
42	Calculation of one way dead load (R8)	4-4
91	sheet metal for 2&3 spans	5-4
93	vertical member forces	6-4
94	diagonal member forces	7-4
94	diagonal member forces	8-4
95	tension member forces	9-4
100	HSS	4-10.a
101	HSS	4-10.b
102	W shape	4-10.c
103	W shape	4-10.d
104	Angle	4-10.e
105	Angle	4-10.f

فهرس الأشكال

رقم الصفحة	الشكل	رقم الشكل
8	خارطة الموقع الجغرافي للفندق	1-2
9	خارطة الموقع الجغرافي لموقع الصالة الرياضية	2-2
11	مسقط طابق التسوية (2-)	3-2
11	المسقط الأفقي لطابق التسوية (1-)	4-2
12	المسقط الأفقي للطابق الأرضي	5-2
13	المسقط الأفقي للطابق الأول	6-2
13	المسقط الأفقي للطابق الثاني	7-2
14	الواجهة الشرقية	8-2
14	الواجهة الغربية	9-2
15	الواجهة الشمالية	10-2
15	الواجهة الجنوبية	11-2
16	مسقط طابق التسوية (1-)	12-2
17	المسقط الأفقي للطابق الأرضي	13-2
17	المسقط الأفقي للطابق الأرضي	14-2
18	الواجهة الشرقية	15-2
18	الواجهة الغربية	16-2
19	الواجهة الشمالية	17-2
19	الواجهة الجنوبية	18-8
25	تأثير الرياح على المباني من حيث ارتفاع المبنى والبيئة المحيطة به	1-3
28	العقدات ذات العصب الواحد	2-3
28	العقدات ذات العصب باتجاهين	3-3
29	العقدات المصمته ذات الاتجاه الواحد	4-3
29	العقدات المصمته ذات الاتجاهين	5-3
30	الدرج	6-3
31	أنواع الجسور المستخدمة في المشروع	7-3
32	أنواع الأعمدة	8-3
33	جدار قص	9-3
34	أساس مفرد	10-3
35	فاصل تمدد	11-3

List of Figures

<u>Figure #</u>	<u>Description</u>	<u>Page</u>
4-1	One way Rib slab (R8)	38
4-2	statically system for (R 8)	39
4-3	Topping load	40
4-4	One way Rib slab (R8)	42
4-5	Loads of Rib (R8)	43
4-6	loads of rib (shear R 8)	46
4-7	Beam(B16) envelope	50
4-8	Spans Length of One way solid slab (S3) .	57
4-9	Solid (S3) envelope	57
4-10	Stair (ST1A)	67
4-11	Envelope diagram Flight (ST1A)	70
4-12	Envelope diagram Of Landing (L1A)	72
4-13	Envelope diagram Of Landing (LA1) and (LA2) part 2	76
4-14	Envelope diagram Of Landing (LA1) and (LA2) part 2	78
4-15	Envelope diagram Of Landing (LA2)	79
4-16	basement wall	82
4-17	shear and moment diagram for basement wall	83
4-18	Moment and shear diagram	85
4-19	Cross section of sheet metal	90
4-20	static system for purlins	91
4-21	moment envelope for Purlins	91
4-22	shear envelop for purling	92
4-23	support reaction for purling	92
4-24	Truss system	93
4-25	weld between vertical member and gusset plate	97
4-26	weld between diagonal member and gusset plate	98
4-27	weld between gusset plate and bottom member	99

1

الفصل الأول

المُقدِّمة

- 1-1 المقدمة.
- 2-1 أهداف المشروع.
- 3-1 مشكلة المشروع.
- 4-1 حدود مشكلة المشروع.
- 5-1 المسلمات.
- 6-1 فصول المشروع.
- 7-1 إجراءات المشروع.

1-1 المقدمة :

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

فالهندسة المدنية عموماً هي الوسيلة الوحيدة التي تجعل من العالم مكاناً انسب وأصلح للعيش فيه .

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

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

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

1-2 أهداف المشروع :

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

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

3-1 مشكلة المشروع :

تتمثل مشكلة هذا المشروع في التحليل و التصميم الإنشائي لجميع العناصر الإنشائية المكونة لمشروع "فندق وصالة رياضية " الذي تم اعتماده ليكون ميدانا لهذا المشروع ،حيث يتضمن التصميم الإنشائي مختلف العناصر من البلاطات والجسور والأعمدة والأساسات بما يتلائم مع التوزيع الإنشائي لهذه العناصر وما لا يتعارض مع التصميم المعماري ،وذلك لإخراج هذا المشروع من حيز الاقتراح إلى حيز التنفيذ .

4-1 حدود مشكلة المشروع :

يقتصر العمل لهذا المشروع على الناحية الإنشائية فقط، حيث سيتم العمل خلال الفصلين الثاني والأول من السنة الدراسية 2014-2015 من خلال مقدمة مشروع التخرج في الفصل الثاني ومشروع التخرج في الفصل الأول .

5-1 المسلمات :

1. اعتماد الكود الأمريكي في التصاميم الإنشائية المختلفة (ACI-318-08) .
2. استخدام برامج التحليل والتصميم الإنشائي مثل (Atir12 , Safe , Etabs , Stad pro)
3. برامج أخرى مثل Microsoft office Word , Power Point , Excel , Autocad .

6-1 فصول المشروع :

يحتوي هذا المشروع على خمسة فصول وهي:

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

3-1 مشكلة المشروع :

تتمثل مشكلة هذا المشروع المعمارية وذلك للتأكد من صحتها من النواحي المعمارية وتوافقها مع أهداف "فندق وصالة رياضية" التي تتطلب التعديلات المعمارية اللازمة عليها، وإكمال النقص الموجود فيها إن وجد. العناصر من البلاطات والجسور يتعارض مع التصميم الإنشائية المكونة للمبنى والآلية الأنسب لتوزيع هذه العناصر كالأعمدة والجسور. لا يصطدم مع التصميم المعماري الموضوع ويحقق الجانب الاقتصادي و عامل الأمان.

4-1 حدود مشكلة المشروع الإنشائية والأحمال المؤثرة عليها.

يقتصر العمل على جميع العناصر الإنشائية بناء على نتائج التحليل.

من السنة الخرام بعض برامج التصميم المختلفة في بعض الحسابات.

الفصل الأول
الجزء المخطط للتنفيذية للعناصر الإنشائية التي تم تصميمها ليخرج المشروع بشكله النهائي المتكامل
التنفيذ.

7-1 إجراءات المشروع :

- 1) دراسة المخططات المعمارية وذلك للتأكد من صحتها من النواحي المعمارية وتوافقها مع أهداف المشروع مع إجراء كافة التعديلات المعمارية اللازمة عليها، وإكمال النقص الموجود فيها إن وجد.
- 2) دراسة العناصر الإنشائية المكونة للمبنى والآلية الأنسب لتوزيع هذه العناصر كالأعمدة والجسور والأعصاب بشكل لا يصطدم مع التصميم المعماري الموضوع ويحقق الجانب الاقتصادي و عامل الأمان.
- 3) تحليل العناصر الإنشائية والأحمال المؤثرة عليها.
- 4) تصميم جميع العناصر الإنشائية بناء على نتائج التحليل.
- 5) استخدام بعض برامج التصميم المختلفة في بعض الحسابات.
- 6) انجاز المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية التي تم تصميمها ليخرج المشروع بشكله النهائي المتكامل والقابل للتنفيذ.

والجدول التالي يوضح تسلسل أعمال المشروع والزمن اللازم لكل نشاط.

الأسابيع	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
اختيار المشروع																
دراسة المخططات المعمارية																
دراسة المبنى انشائيا																
توزيع الاعمدة																
التحليل الانشائي للمشروع																
التصميم الانشائي للمشروع																
اعداد المخططات																
كتابة المشروع																
عرض المشروع																

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

2

الفصل الثاني
الوصف المعماري

1-2 مقدمة .

2-2 لمحة عامة عن المشروعين .

3-2 موقع المشروعين .

4-2 وصف طوابق الفندق .

5-2 واجهات الفندق .

6-2 وصف الحركة و المداخل للفندق .

7-2 المداخل للفندق.

8-2 وصف طوابق الصالة الرياضية .

9-2 واجهات الصالة الرياضية .

10-2 وصف الحركة والمداخل للصالة الرياضية .

11-2 المداخل للصالة الرياضية .

1-2 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 ما بين الخيال والواقع؛ والنتيجة قد تكون أبنية متناهية البساطة والصرامة تثير فينا بعض الفضول رغم أنها قد تخبي لنا العديد من المفاجآت عندما ندخلها ونفاعل مع تفاصيلها.

إن عملية التصميم لأي منشأ أو مبنى تتم عبر عدة مراحل حتى يتم إنجازه على أكمل وجه ، تبدأ أولاً 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 لمراقه ، بهدف تحقيق الفراغات والأبعاد المطلوبة وتحديد مواقع الأعمدة والمحاور ، وتتم في هذه العملية أيضاً دراسة الإنارة والتهوية والحركة والتنقل وغيرها من المتطلبات الوظيفية.

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

2-2 لمحة عن المشروع :

المشروع هو عبارة عن مبنيين المبنى الأول فندق مقترح في منطقة القبة في بيت لحم ، أما المبنى الثاني هي صالة رياضية مقترحة في منطقة بيت ساحور و صمم المبنيين بحيث يكونا شاملان للمتطلبات الوظيفية المعمارية المذكورة آنفاً ، وقد تم الحصول على هذه المخططات من قبل دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في جامعة بوليتكنك فلسطين ، ليتسنى لنا عمل التصميم الإنشائي وإعداد المخططات التنفيذية لجميع العناصر الإنشائية التي يشملها المبنيين .

يتكون الفندق من ثلاثة طوابق بالإضافة لطابق تسوية ، على مساحة قطعة أرض 4500 متر مربع ، بمساحة بناء 4304.92 متر مربع .

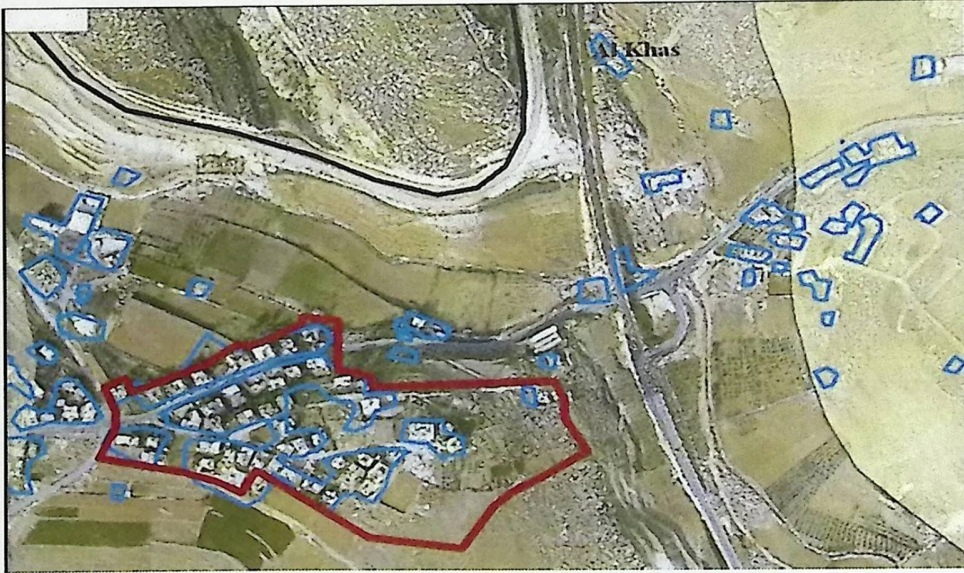
أما بالنسبة للصالة الرياضية تتكون من طابق واحد بالإضافة لطابق تسوية ، على مساحه قطعة ارض 2000 متر مربع ، بمساحه طابقه 1541.89 متر مربع .

3-2 موقع المشروع :

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

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

الموقع المقترح لمشروع الفندق هو جزء من ارض بالقرب من منطقة القبة في مدينة بيت لحم ، جنوب الضفة الغربية، ترتفع قطعة الأرض 735م عن سطح البحر .



الشكل (1-2) خارطة الموقع الجغرافي لموقع الفندق .

أما الموقع المقترح لمشروع الصالة الرياضية هو جزء من ارض بالقرب من منطقة بيت ساحور في مدينة بيت لحم ، جنوب الضفة الغربية، ترتفع قطعة الأرض 70م عن سطح البحر .



الشكل (2-2) خارطة الموقع الجغرافي لموقع الصالة الرياضية .

2-3-1 أهمية الموقع :

الشروط العامة لاختيار الموقع :

إن عملية اختيار ارض لإقامة المشاريع لا تقيم بشكل أساسي لتوفر قطعه الأرض ، بل تقيم على أسس ومعايير تساعد في وضع قرار سليم يوجه المشروع إلى ذلك المسلك الذي يضيف على خدمات المشروع وأجزائه صبغة التكامل والتوافق مع النسيج الحضري العام . وفيما يلي عدة نقاط مهمة في عملية اختيار أرض لإقامة المشروع :

1. جغرافيه الموقع : هو الجانب الذي يختص في دراسة موقع الأرض بالنسبة للنسيج العمراني بشكل عام ، وتأثير الموقع على وظيفة المبنى ، ودراسة المناخ وطبوغرافية الأرض .
2. شبكه المواصلات : هو الجانب الذي يتم فيه دراسة الطرق الرئيسية والفرعية المؤدية للموقع.
3. الغطاء النباتي : هو الجانب الذي يتحدث عن طبيعة الأرض من حيث احتوائها على الغطاء النباتي من أشجار ونباتات .
4. أنماط المباني المحيطة : طبيعة المباني المحيطة بقطعة الأرض ونوعها ، تجارية ،صناعية ، سكنية ، أم خدماتية ... الخ . وكيفية تأثير هذه المباني على قطعه الأرض وتأثيرها على المبنى المراد إنشاؤه ، ونوعية مواد البناء المستخدمة في المباني المحيطة وارتفاعاتها إن وجدت .

2-3-2 حركة الشمس و الرياح :

إن دراسة حركة الشمس والرياح من العوامل المهمة في تحليل المبنى ، فالشمس طاقة مرغوب فيها ، وتوجيه المبنى تجاه الشمس مع حمايته من السطوح الواقع عليه من المنطقة الغربية هي وسيلة ناجحة في الحصول على أكبر قدر ممكن من الطاقة الشمسية في أيام البرد ، والتقليل من كمية الطاقة المستهلكة للتدفئة ، وللرياح تأثير كبير على المباني ، فهي تعد حمل أفقي يؤثر على جدران المبنى ، وبالتالي على الهيكل الإنشائي له فيجب مراعاة تأثير الرياح والشمس على المبنى ليتم تصميمه بشكل يلبي شروط التصميم المتعلقة بالتهوية .

3-3-2 الرطوبة :

مناخ بيت لحم يتأثر بمناخ فلسطين الذي يعرف بأنه جاف وحار صيفاً ومعتدل وماطر شتاءً ، ومناخ بيت لحم رغم صغرهما يتباين تبعاً للتضاريس والمساحات المائية المجاورة والبعد عن الصحراء ، أما فيما يتعلق بالأمطار فإن معدلات التساقط متفاوتة تبعاً لتضاريس المنطقة الجغرافية حيث أن الأمطار في بيت لحم تتراوح ما بين (170 _ 589 ملم) سنوياً .

4-2 وصف طوابق الفندق :-

يتكون المشروع من ثلاثة طوابق وطابقي تسوية ذات تنوع خدماتي ، وهو عبارة عن مؤسسة معقدة ذات مرافق متعددة ، وهذا أدى إلى صعوبة في التصميم الإنشائي للمشروع .

1-4-2 طابق التسوية (2):-

أ- مساحة الطابق :

مساحة هذا الطابق 521.06 متر مربع .

ب- استعمالات الطابق :

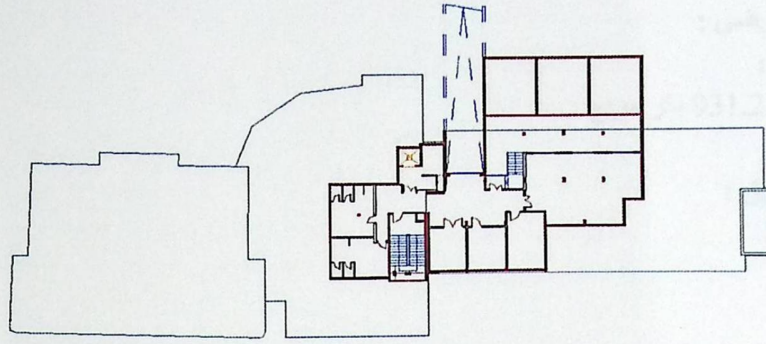
- أغراض التخزين .
- غرف صيانة .
- غرف غيار للعاملين والعاملات في الفندق .
- ثلاثة آبار .
- غرفة للمضخة .
- غرف كهرباء .

ج- طريقة الوصول للطابق :

- من خلال درج داخلي واحد .
- من خلال مدخل السيارات .
- من خلال مصعد كهربائي واحد .

د- المناسيب المتوفرة في الطابق :

يوجد عدة مناسيب في الطابق حيث يوجد فيه منسوب (8.93-) ومنسوب آخر هو (7.06-) عن سطح الأرض .



الشكل (2-3) : مسقط طابق التسوية (2-) .

1-4-2 طابق التسوية (1)-:-

أ- مساحة الطابق :

مساحة هذا الطابق 990.06 متر مربع .

ب- استعمالات الطابق :

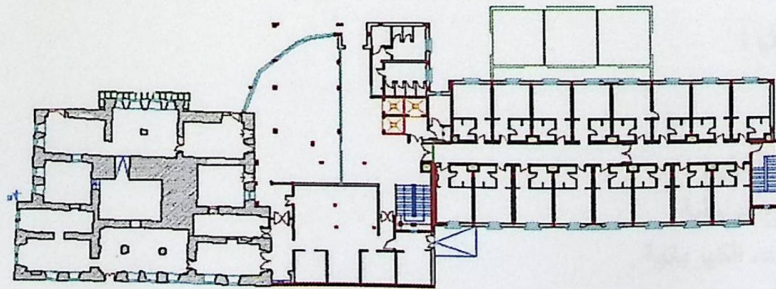
- غرف نوم .
- مطابخ .
- مطاعم .
- دورات مياه .

ج- طريقة الوصول للطابق :

- من خلال الأدرج الداخلية .
- من خلال المصاعد الكهربائية .

د- المناسيب المتوفرة في الطابق :

الجهة اليمنى بمنسوب (3.58- م) ، والجهة الوسطى بمنسوب (3.56-م) أما الجهة اليسرى بمنسوب (3.86- م).



الشكل (2-4): المسقط الأفقي لطابق التسوية (1-) .

2-4-2 الطابق الأرضي :

أ- مساحة الطابق :

مساحة هذا الطابق 931.23 متر مربع .

ب- استعمالات الطابق :

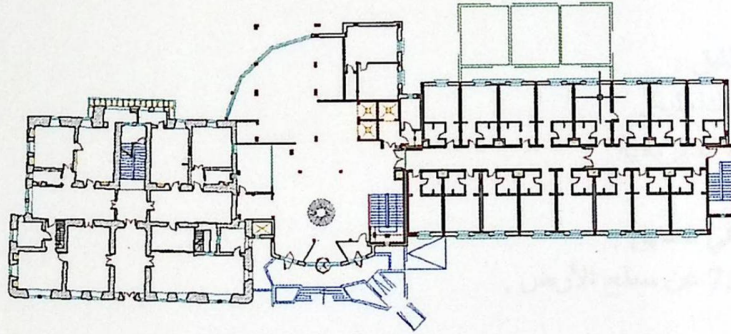
- غرف نوم .
- قاعة اجتماعات
- مطاعم .
- دورات مياه.

ج- طريقة الوصول للطابق :

- من خلال الأدرج الداخلية .
- من خلال المصاعد الكهربائية .
- من خلال المدخل الرئيسي .

د- المناسيب المتوفرة في الطابق :

منسوب هذا الطابق 0.0 .



الشكل (2-5): المسقط الأفقي للطابق الأرضي.

3-4-2 الطابق الأول :

أ- مساحة الطابق :

مساحة هذا الطابق 897.93 متر مربع .

ب- استعمالات الطابق :

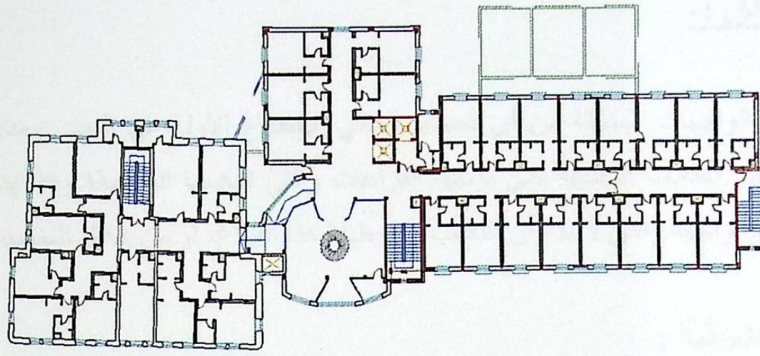
- غرف نوم .

ج- طريقة الوصول للطابق :

- من خلال الأدرج الداخلية .
- من خلال المصاعد الكهربائية .

د- المناسيب المتوفرة في الطابق :

منسوب هذا الطابق 3.88 .



الشكل (2-6) : المسقط الأفقي للطابق الأول.

4-4-2 الطابق الثاني :

أ- مساحة الطابق :

مساحة هذا الطابق 897.93 متر مربع .

ب- استعمالات الطابق :

• غرف نوم .

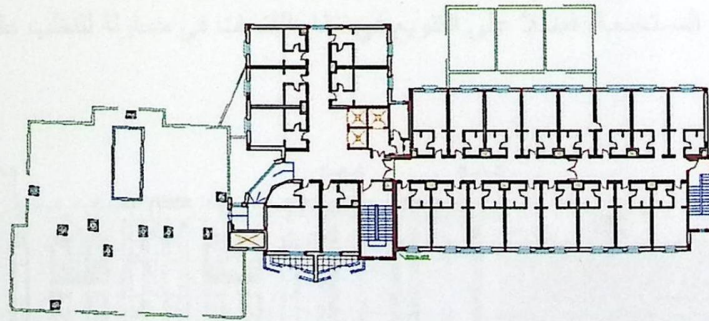
ج- طريقة الوصول للطابق :

• من خلال الأدرج الداخلية .

• من خلال المصاعد الكهربائية .

د- المناسيب المتوفرة في الطابق :

منسوب هذا الطابق 7.88 عن سطح الأرض .



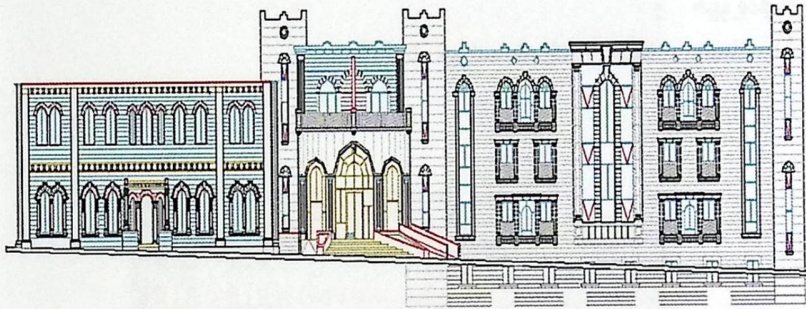
الشكل (2-7) : المسقط الأفقي للطابق الثاني.

5-2 واجهات الفندق :-

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

1-5-2 الواجهة الشرقية :

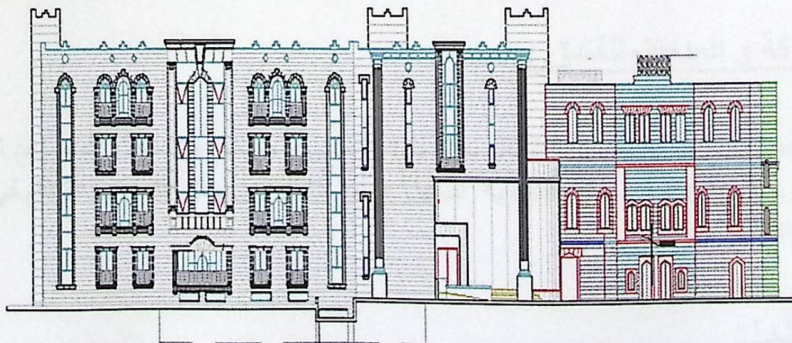
تعد هذه الواجهة هي الواجهة الرئيسية و يظهر فيها المدخل الرئيسي للمبنى ، وجمالية توزيع الكتل المعمارية ، حيث اعتمد الطراز المعماري القديم من اجل الربط بين المبنيين القديم والحديث حيث استخدم طرز معمارية قديمة في اظهار الواجهة من حيث استخدام الشبايك ذات الأقواس .



الشكل (2-8): الواجهة الشرقية .

2-5-2 الواجهة الغربية :

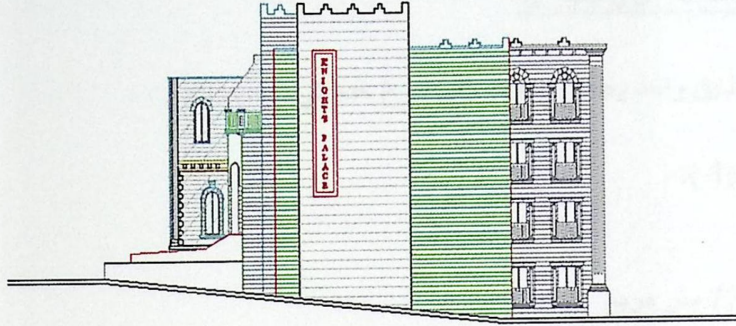
و يظهر فيها مدخل آخر للمبنى بالإضافة إلى ممر للمركبات يؤدي إلى داخل طابق التسوية تظهر هذه الواجهة القوة في التنوع ما بين المواد المستخدمة، فضلا على التنوع في نظام الفتحات في محاولة للتغلب على الرتابة وقطع الملل.



الشكل (2-9): الواجهة الغربية .

3-5-2 الواجهة الشمالية :

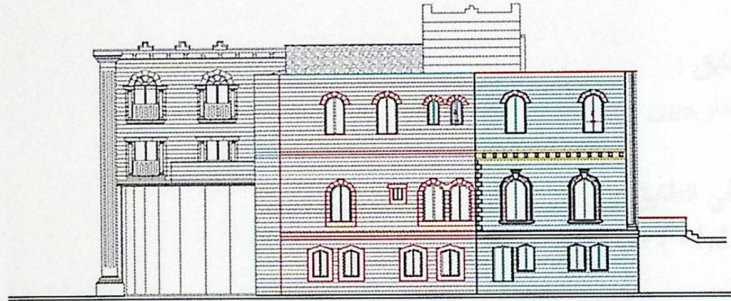
و يظهر فيها مدخل آخر للمبنى وأيضا يظهر فيها الكتل المعمارية .



الشكل (10-2): الواجهة الشمالية.

4-5-2 الواجهة الجنوبية :

و يظهر فيها مدخل آخر للمبنى و تظهر الكتل المعمارية بشكل أوضح .



الشكل (11-2): الواجهة الجنوبية .

6-2 وصف الحركة و المداخل للفندق :-

تم تصميم المنشأة بحيث تتيح حرية و سهولة التنقل بين أجزاء المبنى و طوابقه من خلال المصاعد الموزعة على كافة أجزاء المبنى و وجود Ramp في طابق التسوية لتسهيل عملية التنقل . و يوفر التصميم انتظام في توزيع الفراغات مما يوفر راحة في التنقل .

7-2 مداخل الفندق :-

يحتوي الفندق على عدة مداخل :

1. المدخل الشرقي وهو المدخل الرئيسي هو للاستخدام العام .

2. المدخل الشمالي وهو مدخل لطابق التسوية .
3. المدخل الغربي وهو للاستخدامات الخاصة بحيث يؤدي إلى طابق التسوية مباشرة .

8-2 وصف طوابق الصالة الرياضية :-

يتكون المشروع من طابق واحد وطابق تسويه ذات تنوع خدماتي .

1-8-2 طابق التسوية (1):-

أ- مساحة الطابق :

مساحة هذا الطابق 771.32 متر مربع .

ب- استعمالات الطابق :

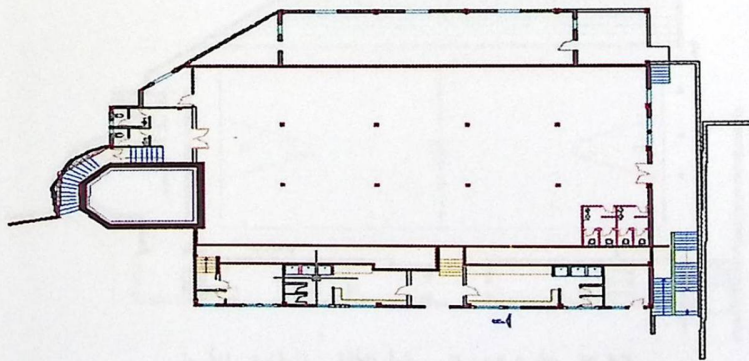
- ساحة للعب البلياردو .
- بئر .
- حمامات .
- غرفة للاحتفالات بمنسوب مختلف عن طابق التسوية حيث منسوب هذه الغرفة (-2.85) .

ج- طريقة الوصول للطابق :

- من خلال درجين خارجيين .

د- المناسيب المتوفرة في الطابق :

منسوب هذا الطابق (-4.24) عن سطح الأرض .



الشكل (12-2) : مسقط طابق التسوية (1) .

2-8-2 طابق الأرضي :-

أ- مساحة الطابق :

مساحة هذا الطابق 770.57 متر مربع .

ب- استعمالات الطابق :

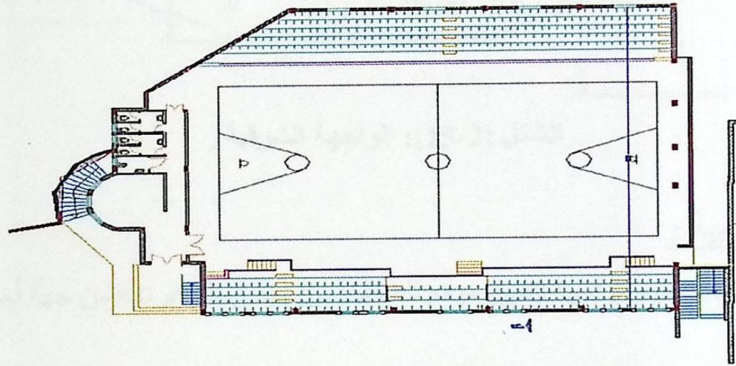
- ملعب كرة سلة .
- كافيتريا .
- مدرج لمشاهدة الجمهور حيث قام باستغلال المنطقة تحت المدرج وقام ببناء غرف لغير اللاعبين وغرف صيانة وغرفة كهرباء كما يظهر في الشكل (14-2) .

ج- طريقة الوصول للطابق :

- من خلال الأدرج الداخلية .

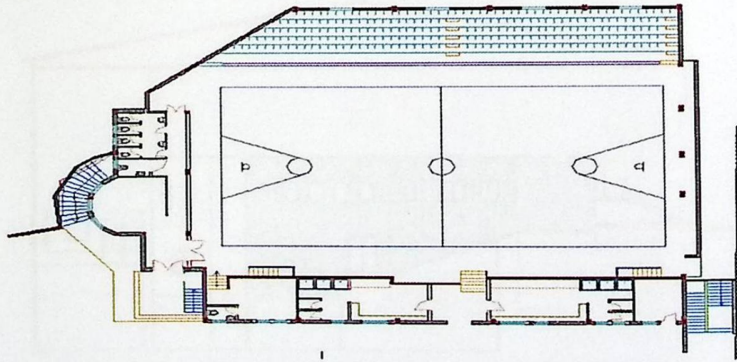
د- المناسيب المتوفرة في الطابق :

- منسوب هذا الطابق (0.0) .



الشكل (13-2): المسقط الأفقي للطابق الأرضي .

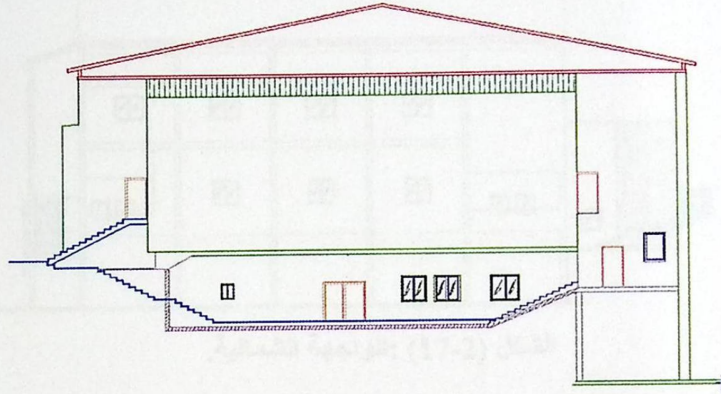
المسقط الأفقي للطابق الأرضي حيث تم توضيح ما قام به من استغلال ما تحت مدرج مشاهدة الجمهور حيث يظهر فيه غرف لغير اللاعبين وغرف الصيانة وغرفة الكهرباء .



الشكل (14-2): المسقط الأفقي للطابق الأرضي .

9-2 واجهات الصالة الرياضية :-

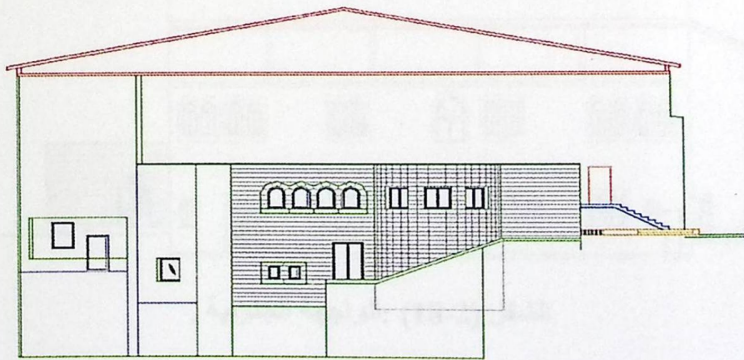
1-9-2 الواجهة الشرقية :



الشكل (2-15): الواجهة الشرقية .

2-9-2 الواجهة الغربية :

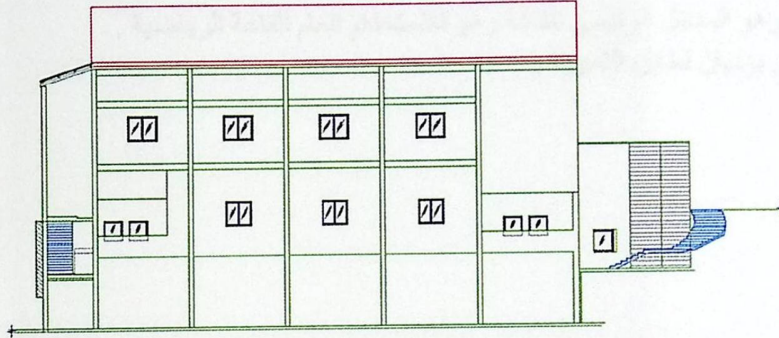
قام باستخدام أكثر من مادة لتغطيه الواجهة لتمييز موقع الفتحات من جهة وقطع الرتابة من جهة أخرى.



الشكل (2-16): الواجهة الغربية .

2-9-3 الواجهة الشمالية :

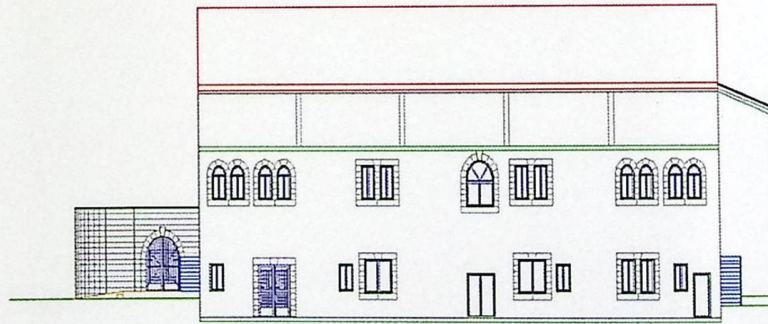
يلاحظ الناظر لهذه الواجهة عدم اختلاف المناسيب تبعاً للوظيفة التي تؤديها .



الشكل (2-17): الواجهة الشمالية.

2-9-4 الواجهة الجنوبية :

تعد هذه الواجهة هي الواجهة الرئيسية وفيها يظهر المدخل الرئيسي للمبنى ، وكما تظهر مدخلان اخران لطابق التسوية ، والناظر لهذه الواجهة يرى تعدد أنظمة الفتحات المستخدمة وهذا بدوره يعكس اختلاف الوظيفة التي تحويها فراغات المبنى. وفي هذا المشروع يظهر من خلال التصميم المعماري للواجهات وجود ارتفاعات مختلفة للكتل ، وقام باستخدام Steel Trusses لتغطية المبنى .



الشكل (2-18): الواجهة الجنوبية .

2-10 وصف الحركة و المداخل :-

تم تصميم المنشأة بحيث تتيح حرية و سهولة التنقل بين أجزاء المبنى التسوية ، و يوفر التصميم انتظام في توزيع الفراغات مما يوفر راحة في التنقل .

11-2 المداخل :-

1. المدخل الجنوبي وهو المدخل الرئيسي للقاعة وهو للاستخدام العام للقاعة الرياضية .
- 2- مدخلان جنوبيان يؤديان لطابق التسوية .

3

الفصل الثالث
الوصف الإنشائي

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

1-3 مقدمة :-

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

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

2-3 الهدف من التصميم الإنشائي :-

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

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

3-3 مراحل التصميم الإنشائي:-

يمكن تقسيم مراحل التصميم الإنشائي إلى مرحلتين رئيسيتين:

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

4-3-4 الأحمال:-

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

1-4-3 الأحمال الميتة :-

هي الأحمال الناتجة عن الوزن الذاتي للعناصر الرئيسية 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 (1-3) يبين الكثافات النوعية للمواد المستخدمة في المشروع .

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

جدول (1-3) الكثافة النوعية للمواد المستخدمة .

$$\text{أحمال القواطع (Partition) } = 1.5 \text{ kN/m}^2$$

2-4-3 الأحمال الحية:-

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

الرقم المتسلسل	طبيعة الاستخدام	الحمل الحي (kN/m ²)
1	الفنادق	5
2	الأدراج	3
3	المدرجات والاستادات الرياضية	5

جدول (2-3) الأحمال الحية للمبنى

3-4-3 الأحمال البيئية:

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

1-3-4-3 أحمال الرياح :

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

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

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

جدول (3 - 3) سرعة وضغط الرياح اعتماداً على الكود الألماني DIN 1055-5

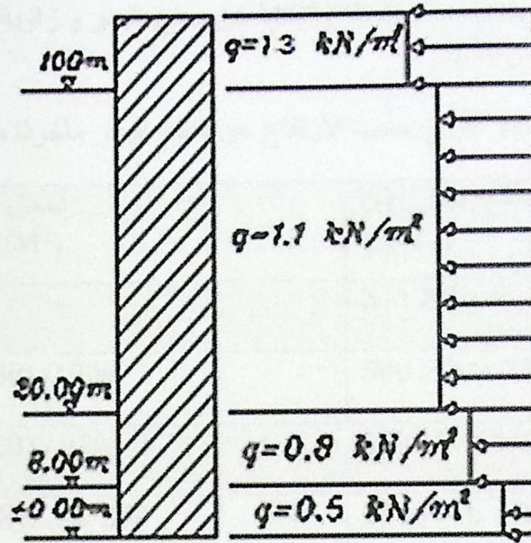
$$q = \frac{v^2}{1600}$$

حيث أن :

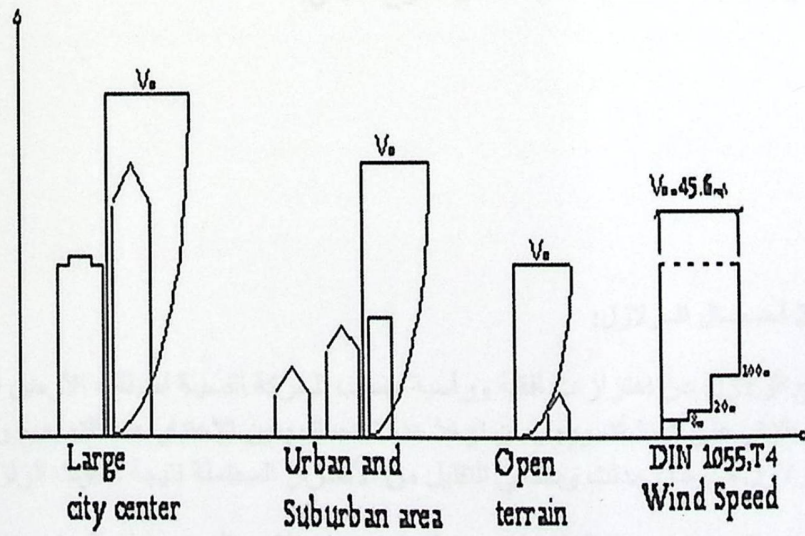
q : (wind velocity pressure) الضغط الديناميكي للرياح على ارتفاع محدد من منسوب سطح الأرض المحيطة (KN/ m²).

V : السرعة التصميمية للرياح (m/sec) .

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



Wind velocity pressure $q(kN/m^2)$



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

2-3-4-3 أحمال الثلوج:

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

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

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

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

استناداً إلى جدول أحمال الثلوج السابق وبعد تحديد ارتفاع المبنى عن سطح البحر، و الذي يساوي (764م) وتبعاً للبند الثالث تم حساب أحمال الثلوج كالاتي:

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

$$s_L = \frac{764 - 400}{400}$$

$$s_L = 0.9(\text{KN} / \text{m}^2)$$

3-3-4-3 أحمال الزلازل:

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

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:

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

6-3 العناصر الإنشائية المكونة للمبنى:

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

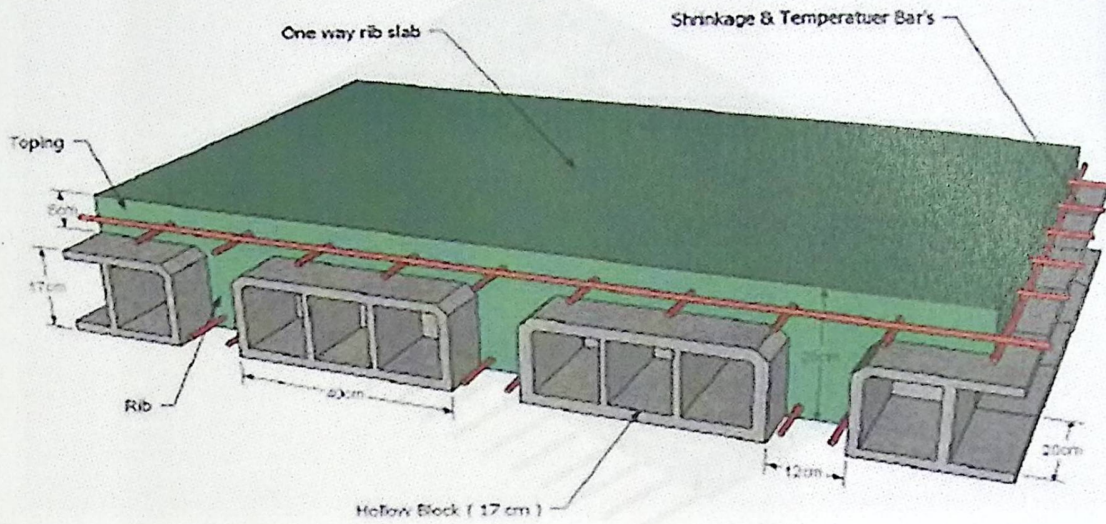
1-6-3 العقدات:

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

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

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

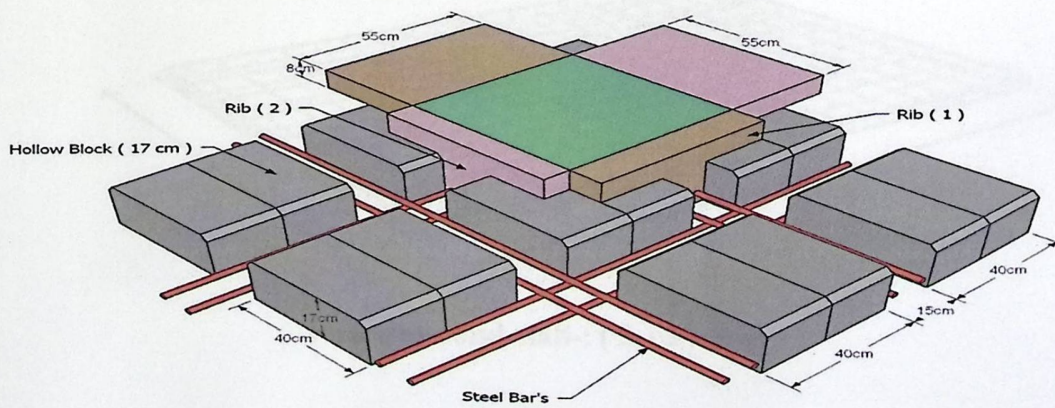
إحدى أشهر الطرق المستخدمة في تصميم العقدات في هذه البلاط وتتكون من صف من الطوب يليها العصب، ويكون التسليح باتجاه واحد كما هو مبين في الشكل (2-3)



الشكل (2 - 3) العقدات ذات العصب الواحد .

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

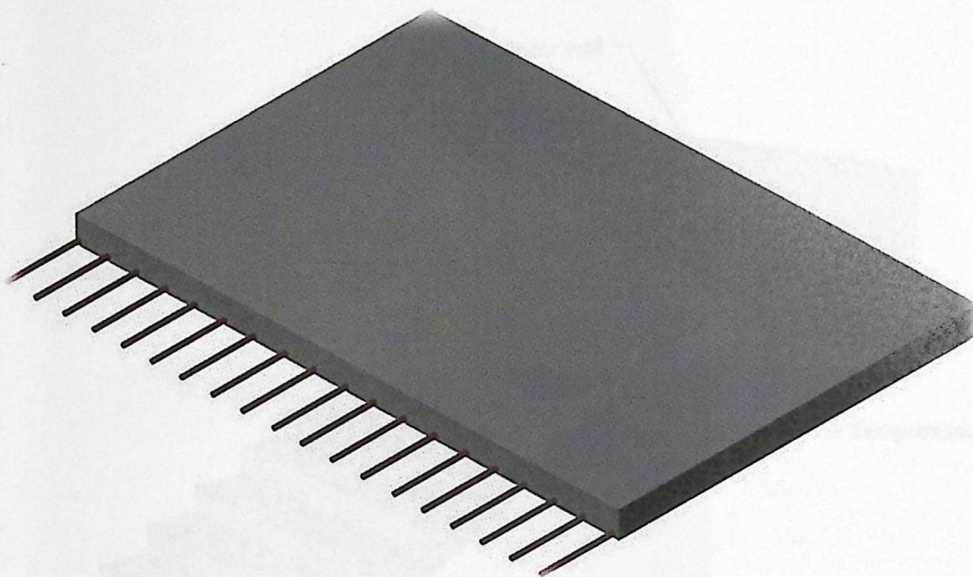
تشبه السابقة من حيث المكونات ولكنها تختلف من حيث كون التسليح باتجاهين ويتم توزيع الحمل في جميع الاتجاهات، ويراعى عند حساب وزنها طوبتين وعصب في الاتجاهين، كما يظهر في الشكل (3-3):



الشكل (3 - 3) العقدة ذات العصب باتجاهين .

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

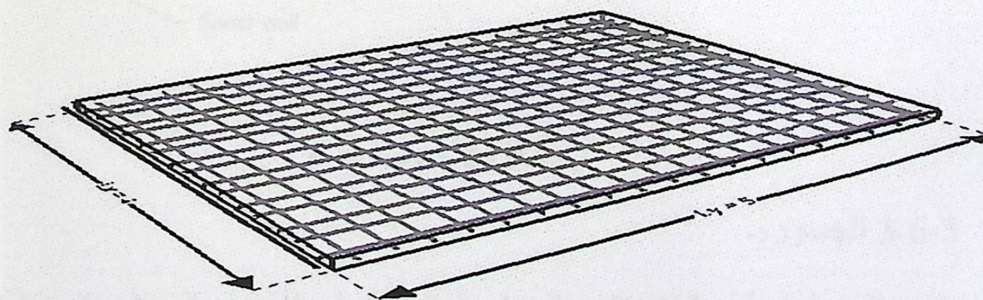
تستخدم في المناطق التي تتعرض كثيرا للأحمال الحية، كما في الشكل (3-4):-



الشكل (3 - 4) العقدات المصممة ذات الاتجاه الواحد .

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

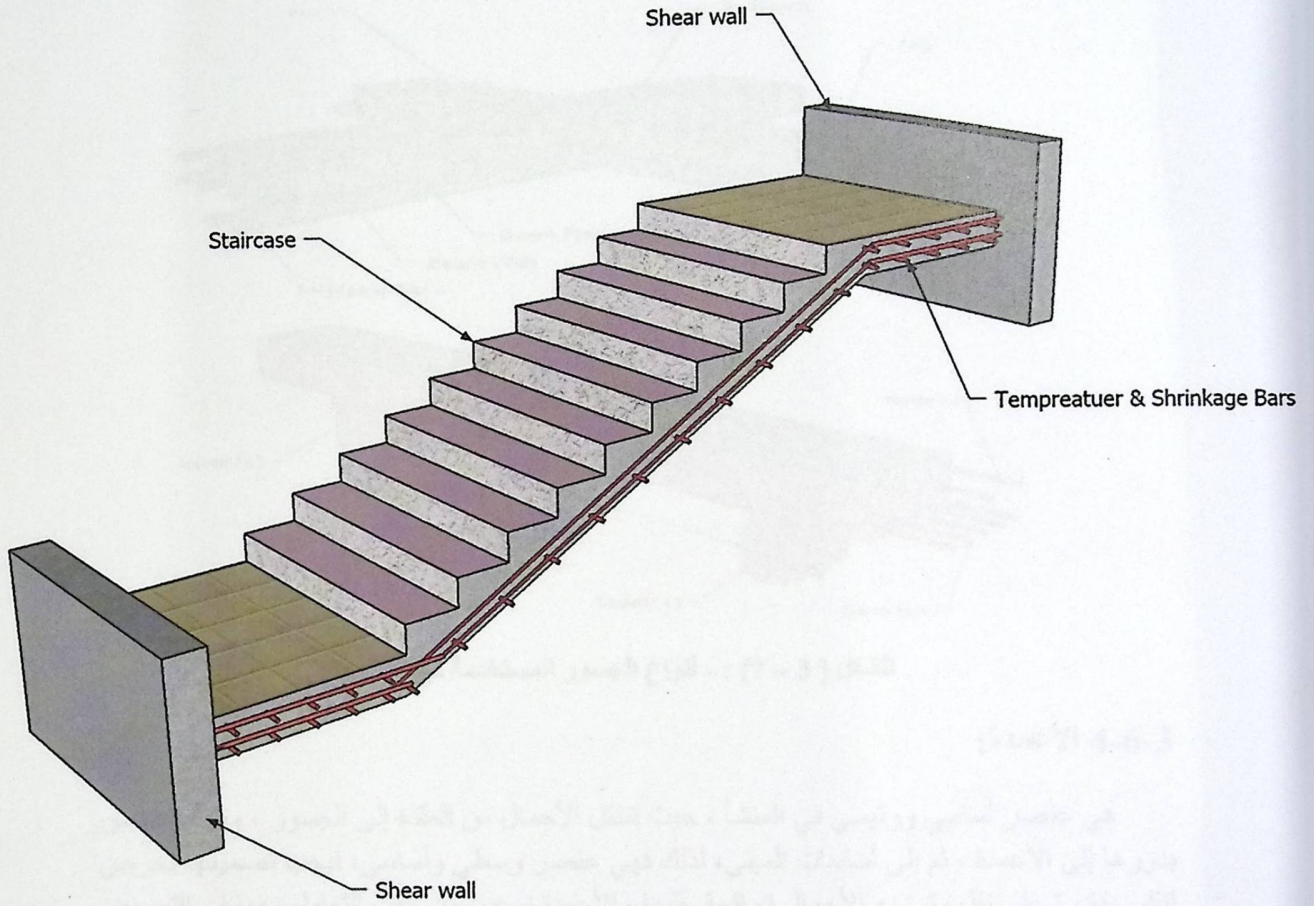
يكون التسليح باتجاهين ويتم توزيع الحمل في جميع الاتجاهات.



الشكل (3 - 5) Two way solid slab:-

2-6-3 الأدرج:

الأدرج عنصر معماري يوجد في المباني للانتقال بين مستويين في نفس الطابق أو بين عدد من طوابق المبنى ، الشكل (6-3).



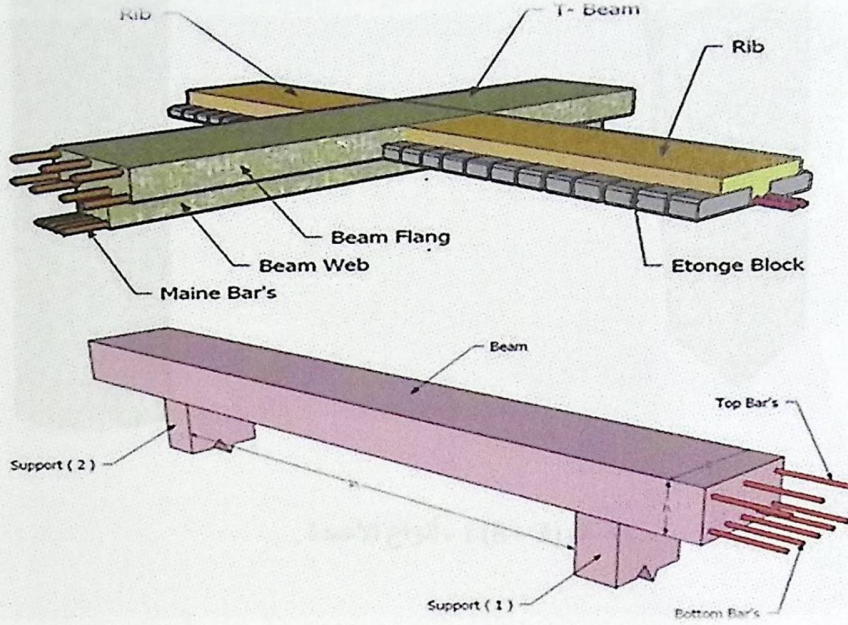
الشكل (3 - 6) :- الدرج .

3-6-3 الجسور:-

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

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

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



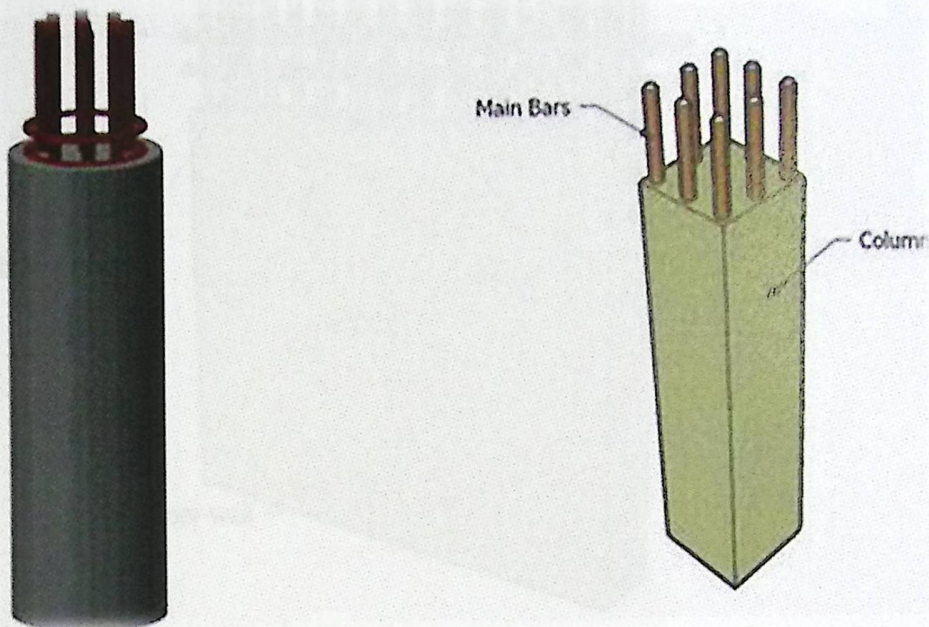
الشكل (3 - 7) : - أنواع الجسور المستخدمة في المشروع .

4-6-3 الأعمدة:

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

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

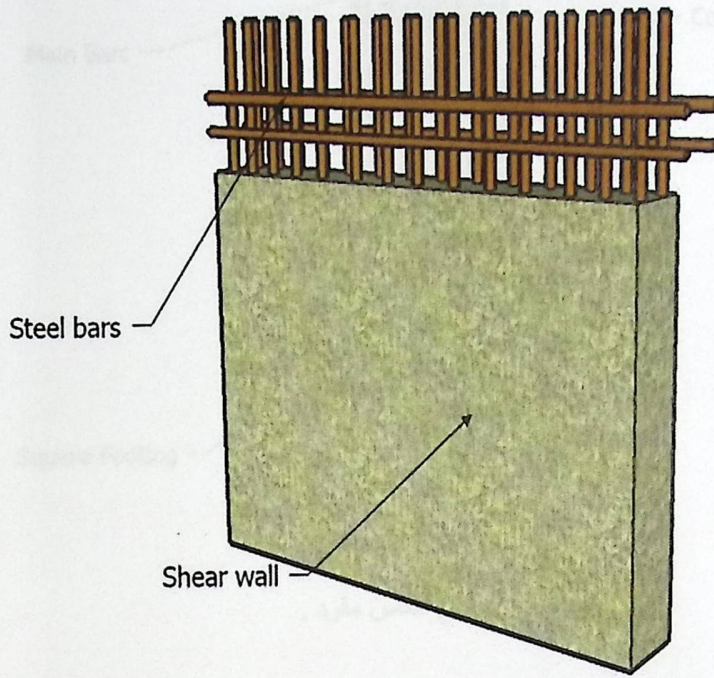
أما من حيث الشكل المعماري أو المقطع الهندسي فالمشروع يحتوي على ثلاثة أنواع من الأعمدة: هي المستطيلة والدائرية والمربعة كما في الشكل (3-8).



الشكل (3 - 8) : - أنواع الأعمدة .

5-6-3 جدران القص:

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

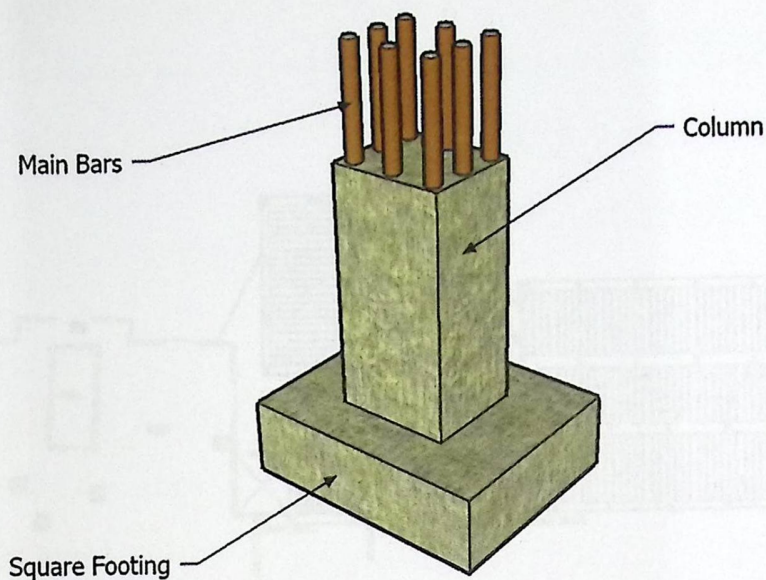


الشكل (9-3) جدار قص .

6-6-3 الأساسات:

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

- 1- أساسات منفصلة (Isolated footing)
 - 2- أساسات مزدوجة (Compound footing)
 - 3- أساسات شريطية (Strip footing)
- وسوف يتم استخدام أساسات من أنواع مختلفة وذلك تبعاً لنوع التربة وقوة تحملها والأحمال الواقعة عليها.

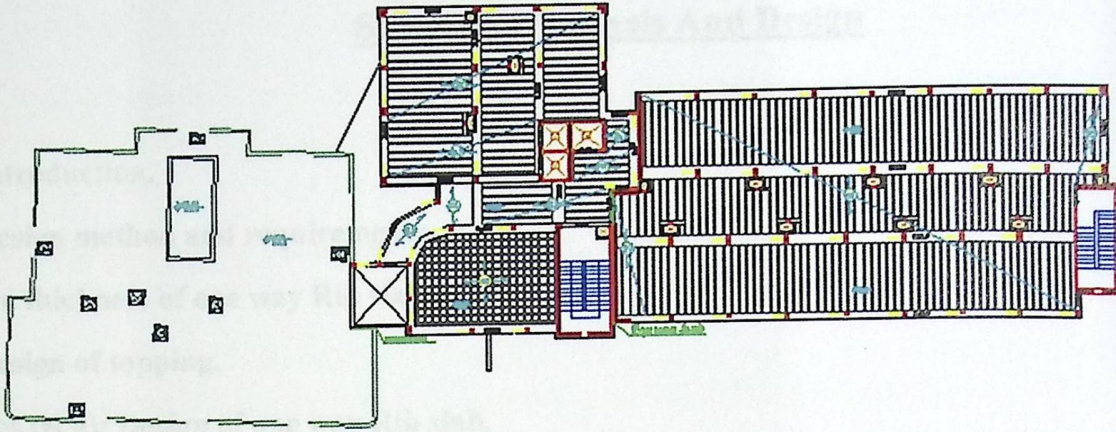


الشكل (3-10) أساس مفرد .

7-3 فواصل التمدد (Expansions Joints)

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

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



الشكل (3 - 11) فواصل التمدد.

8-3 برامج الحاسوب التي تم استخدامها:

- 1 .AutoCAD (2010) for Drawings Structural and Architectural
- 2 .Microsoft Office (2010) For Text Edition
- 3 .Excel
- 4 .Atir 12

Chapter 4**Structural Analysis And Design****4.1 Introduction.****4.2 Design method and requirements.****4.3 the thickness of one way Rib slab .****4.4 Design of topping.****4.5 Pos (R 8): Design of one way Rib slab.****4.6 Pos. (B16): Design of Beam.****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, 98).

Strength design method:

In ultimate strength design method, the service loads are increased by factors to obtain the load at which failure is considered to be occurring.

This load called factored load or factored service load. The structure or structural element is then proportioned such that the strength is reached when factored load is acting. The computation of the strength takes into account the nonlinear stress-strain behavior of concrete.

The strength design method is expressed by the following

$$\text{Strength provided} \geq \text{strength required to carry factored loads}$$

NOTE:

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

Code: ACI 208

INC

4.1 Introduction:

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

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

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

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

Structural concrete can be classified into:

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

4.2 Design method and requirements:

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

✓ **Strength design method:**

In ultimate strength design method, the service loads are increased by factors to obtain the load at which failure is considered to be occurring.

This load called factored load or factored service load. The structure or structural element is then proportioned such that the strength is reached when factored load is acting. The computation of this strength takes into account the nonlinear stress-strain behavior of concrete.

The strength design method is expressed by the following,

$$\text{Strength provided} \geq \text{strength required to carry factored loads.}$$

NOTE:

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

- ✓ Code : ACI 2008
UBC

Chapter 4

✓ Material :

Concrete: B300... $f_c' = 30 \text{ N/mm}^2 (\text{MPa})$ For circular section
 but for rectangular section ($f_c' = 30 * 0.8 = 24 \text{ MPa}$).

Reinforcement steel : The specified yield strength of the reinforcement $\{f_y = 420 \text{ N/mm}^2 (\text{MPa})\}$

Mild steel : A-36

Connection Type : Weld , Bolts

✓ Factored loads:

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

$$W_u = 1.2 D_L + 1.6 L_L \quad \text{ACI-code-318-08(9.2.1)}$$

4.3 the thickness of one way rib slab:

*Check Thickness of one way rib slab

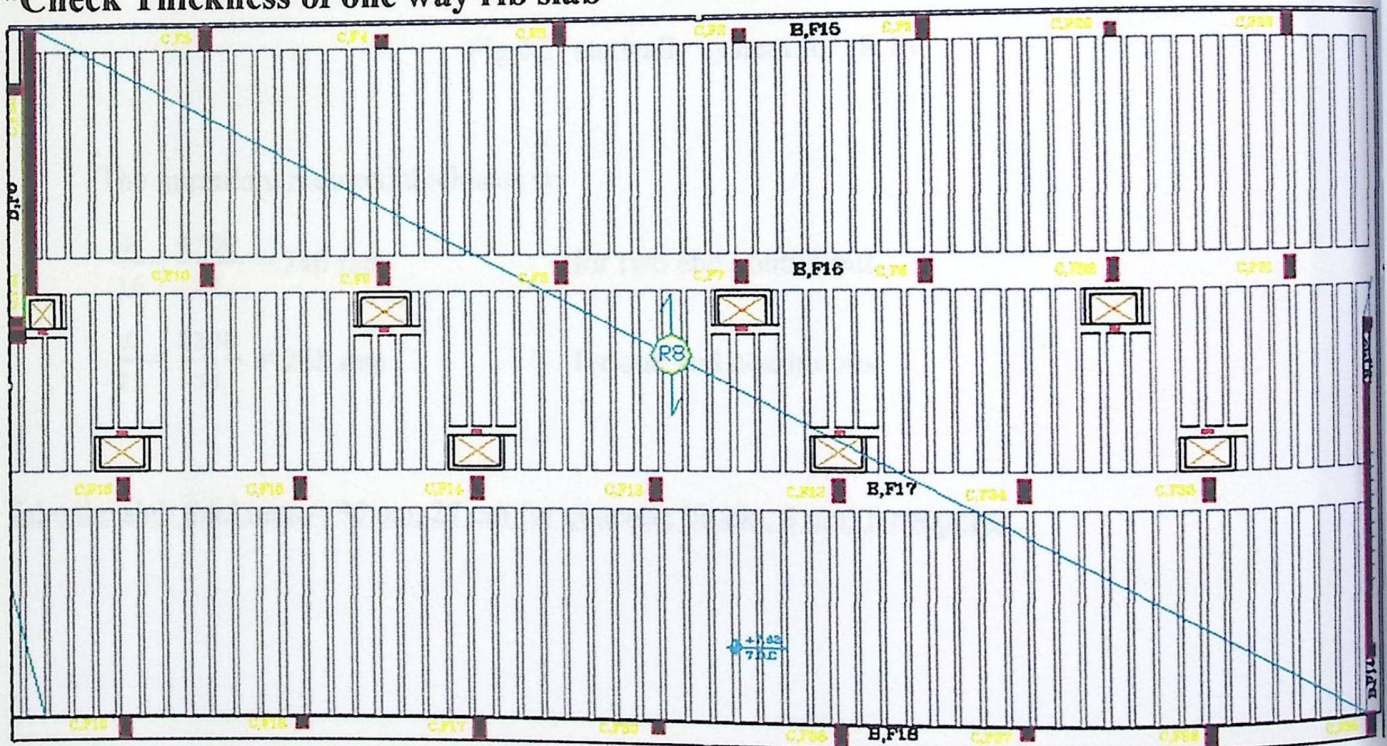


Fig 4.1: One Way Rib slab (R 8)

✓ Statically system for (R 8) :

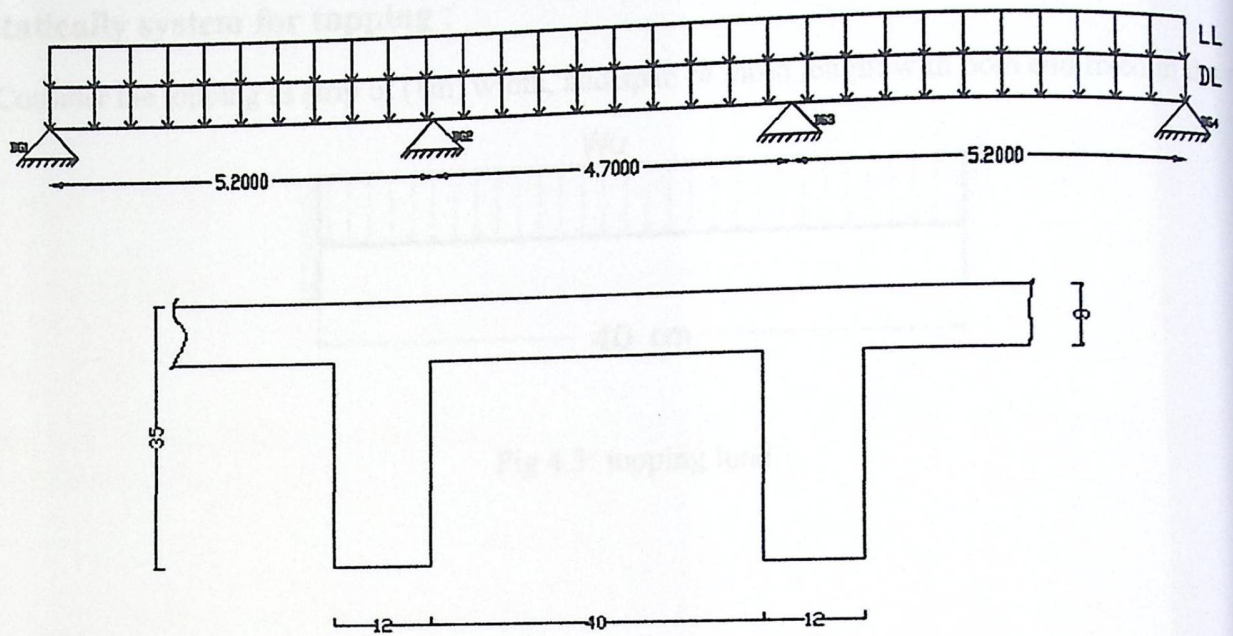


Fig 4.2: statically system for (R 8)

The minimum required thickness is:

$$\frac{L}{16} = \frac{4700}{21} = 240 \text{ mm} \quad \text{for two end continuous.}$$

$$\frac{L}{21} = \frac{5200}{21} = 248 \text{ mm} \quad \text{for one end continuous.}$$

Take the slab thickness = 35 cm, 27 cm for concrete block , 8 cm, for topping.

4.4 Design of topping:

✓ **Statically system for topping :**

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

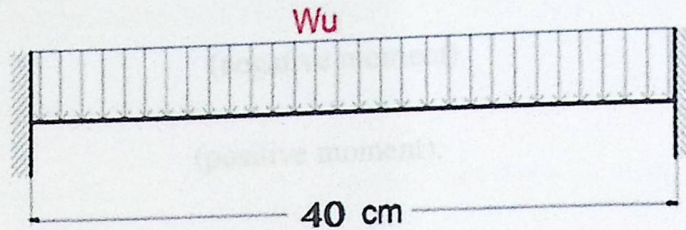


Fig 4.3: topping load.

✓ **Load calculations:**

Dead load calculations:

Dead load from:	$\delta \times \gamma \times 1$	KN/m
Tiles	$0.03 \times 23 \times 1$	0.69
Mortar	$0.03 \times 22 \times 1$	0.66
Coarse sand	$0.07 \times 16 \times 1$	1.12
Topping	$0.08 \times 25 \times 1$	2
Interior partitions	1.5×1	1.5
	Σ	5.97

Live load :

$$L_L = 5 \text{ KN/m}^2 \longrightarrow L_L = 5 \text{ KN/m}^2 \times 1\text{m} = 5 \text{ KN/m}$$

Factored load :

$$W_U = 1.2 \times 5.97 + 1.6 \times 5 = 15.164 \text{ KN/m.}$$

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

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

$$S_m = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{1000 \times 8^2}{6} = 1066666.67 \text{ mm}^2.$$

$$\phi M_n = 0.55 \times 1 \times \sqrt{24} \times 1066666.67 \times 10^{-6} = 1.232 \text{ KN.m}$$

$$M_u = \frac{W_u L^2}{12} = 0.202 \text{ KN.m} \quad (\text{negative moment}).$$

$$M_u = \frac{W_u L^2}{24} = 0.101 \text{ KN.m} \quad (\text{positive moment}).$$

$$\phi M_n \gg M_u = 0.202 \text{ KN.m}$$

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

$$\rho_{\text{shrinkage}} = 0.0018 \quad \text{ACI 7.12.2.1}$$

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

Step (s) is the smallest of:

$$1. \quad 3h = 3 \times 80 = 240 \text{ mm.} \quad \text{control} \quad \text{ACI 10.5.4}$$

$$2. \quad 450 \text{ mm.}$$

$$3. \quad S = 380 \left(\frac{280}{f_s} \right) - 2.5 C_c = 380 \left(\frac{280}{\frac{2}{3} 420} \right) - 2.5 \times 20 = 330 \text{ mm} \quad \text{but}$$

$$S \leq 300 \left(\frac{280}{f_s} \right) = 300 \left(\frac{280}{\frac{2}{3} 420} \right) = 300 \text{ mm} \quad \text{ACI 10.6.4}$$

Take $\phi 8 @ 200 \text{ mm}$ in both direction, $S = 200 \text{ mm} < S_{\max} = 240 \text{ mm} \dots \text{OK}$

4.5 Po. (R 8): Design of one way Rib slab.

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

$$b_w \geq 10 \text{ cm} \dots \dots \dots \text{ACI}(8.13.2)$$

Select $b_w = 12 \text{ cm}$

$$h \leq 3.5 \cdot b_w \dots \dots \dots \text{ACI}(8.13.2)$$

Select $h = 35 \text{ cm} < 3.5 \cdot 12 = 42 \text{ cm}$

$$t_f \geq L_n / 12 \geq 50 \text{ mm} \dots \dots \dots \text{ACI}(8.13.6.1)$$

Select $t_f = 8 \text{ cm}$

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

- $b_e \leq \frac{L}{4} = \frac{4000-800}{4} = 800 \text{ mm}$ L , is the clear span of the rib.
- $b_e \leq b_w + 16h_f = 120 + 16 \times 80 = 1400 \text{ mm.}$
- $b_e \leq$ center to center spacing between adjacent beams = 520 mm.

Control

✓ **Statically system and Dimensions.**

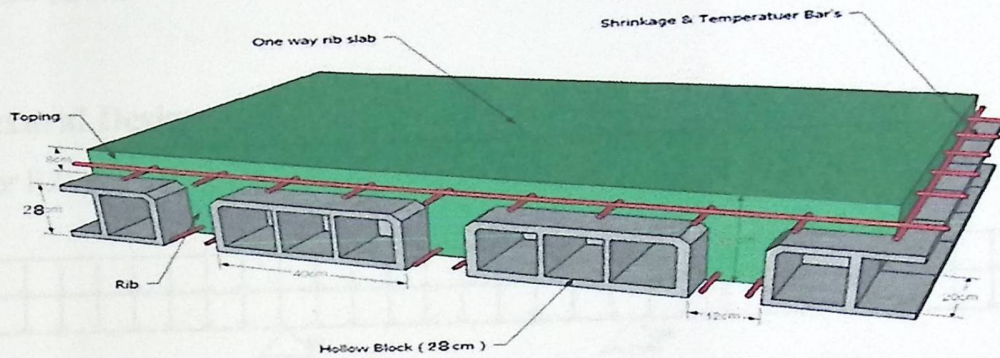


Fig 4.4: One way Rib slab (R 8)

✓ **Load calculations:**

Dead load calculations:

Dead load from:	$\delta \times \gamma \times b_e$	KN/m
Tiles	$0.03 \times 23 \times 0.52$	0.3588
Mortar	$0.03 \times 22 \times 0.52$	0.3432
Coarse sand	$0.07 \times 16 \times 0.52$	0.5824
Topping	$0.08 \times 25 \times 0.52$	1.04
Interior partitions	1.5×0.52	0.78
RC rib	$0.27 \times 25 \times 0.12$	0.81
Hollow Block	$0.27 \times 10 \times 0.4$	1.08
Plaster	$0.03 \times 22 \times 0.52$	0.3432
	Σ	5.3376

Chapter 4

Live load :

Live load /rib = $5 \text{ KN/m}^2 \times 0.52\text{m} = 2.6 \text{ KN/m}$.

Factored load :

$D_u = 1.2 \times 5.3376 = 6.4 \text{ KN/m}$.

$L_u = 1.6 \times 2.6 = 4.16 \text{ KN/m}$.

$W_u = 10.56 \text{ KN/m}$.

✓ **Flexural Design for (R 8):**

Moment for R2:

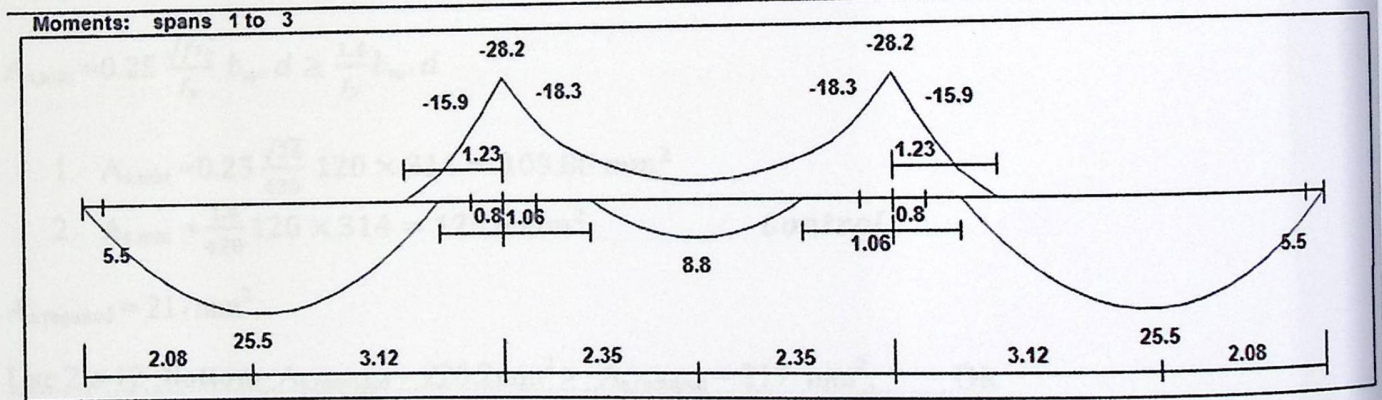
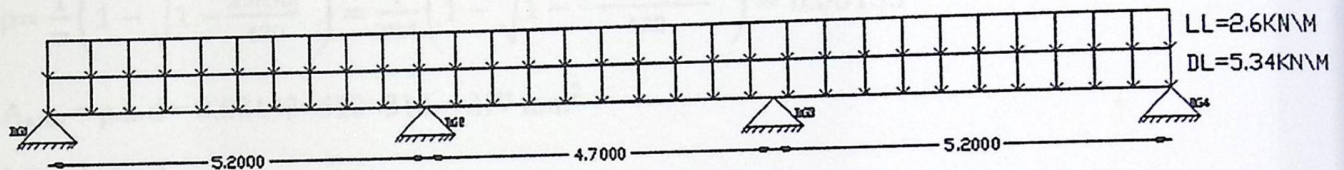


Fig 4.5: loads of rib (R 8)

➤ **Design of Positive Moment :**

▪ **Design Span 1 and 3**

$M_u = 25.5 \text{ KN.m}$.

Assume bar diameter $\phi 12$ for main positive reinforcement.

$d = h - \text{cover} - d_{\text{stirrups}} - \frac{d_b}{2} = 350 - 20 - 10 - \frac{12}{2} = 314\text{mm}$.

Chapter 4

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

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

$$= 0.85 \times 24 \times 520 \times 80 \times \left(314 - \frac{80}{2}\right) \times 10^{-6} = 232.53 \text{ KN.m}$$

$M_{nf} \gg \frac{M_u}{\phi} = 28.3 \text{ KN.m}$, the section will be designed as **rectangular section** with $b = b_e = 520 \text{ mm}$.

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{25.5 \times 10^6}{0.9 \times 520 \times 314^2} = 0.55 \text{ Mpa.}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.55}{420}}\right) = 0.00133$$

$$A_{s, \text{req}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.00133 \times 520 \times 314 = 217 \text{ mm}^2$$

*Check for $A_{s, \text{min}}$.

$A_{s, \text{min}}$ is the maximum of :-

$$A_{s, \text{min}} = 0.25 \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y} b_w \cdot d \geq \frac{1.4}{f_y} b_w \cdot d$$

$$1. A_{s, \text{min}} = 0.25 \frac{\sqrt{24}}{420} 120 \times 314 = 109.88 \text{ mm}^2$$

$$2. A_{s, \text{min}} = \frac{1.4}{420} 120 \times 314 = 125.6 \text{ mm}^2 \quad \text{Control}$$

$$A_{s, \text{required}} = 217 \text{ mm}^2.$$

Use 2 ϕ 12 **Bottom** $A_{s, \text{provided}} = 226.2 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 217 \text{ mm}^2$ **Ok**

$$S = \frac{120 - 40 - 20 - (2 \times 12)}{1} = 32 \text{ mm} > d_b = 12 > 25 \text{ mm} \quad \text{OK}$$

Check for strain:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{226 \times 420}{0.85 \times 520 \times 24} = 8.95 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{8.95}{0.85} = 10.5 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003 \left(\frac{314-10.55}{10.5}\right) = 0.086 > 0.005 \quad \text{Ok}$$

Chapter 4

▪ Design of Span 2:

$$M_{u \min} = 8.8 \text{ KN.m}$$

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

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

$$= 0.85 \times 24 \times 520 \times 80 \times \left(314 - \frac{80}{2}\right) \times 10^{-6} = 232.53 \text{ KN.m}$$

$M_{nf} \gg \frac{M_u}{\phi} = 9.7 \text{ KN.m}$, the section will be designed as **rectangular section** with $b = b_e = 520 \text{ mm}$.

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{8.8 \times 10^6}{0.9 \times 520 \times 314^2} = 0.2 \text{ Mpa.}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.2}{420}}\right) = 0.0005$$

$$A_{s, \text{req}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.0005 \times 520 \times 314 = 81.6 \text{ mm}^2$$

*Check for $A_{s, \min}$.

$$A_{s, \min} = 125.6 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{req}} = 81.6 \text{ mm}^2$$

$$A_s = 125.6 \text{ mm}^2$$

Select 2Ø10 Bottom, with $A_s = 157 \text{ mm}^2 > A_{s, \min} = 125.6 \text{ mm}^2$

Check for strain:

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{157 \times 420}{0.85 \times 520 \times 24} = 6.2 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{6.2}{0.85} = 7.3 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003 \left(\frac{314-7.3}{7.3}\right) = 0.126 > 0.005 \quad \text{Ok}$$

➤ Design of Negative Moment:

$$M_u = -18.3 \text{ KN.m.}$$

$$d = 314 \text{ mm}$$

Chapter 4

▪ Design of Span 2:

$$M_{u \min} = 8.8 \text{ KN.m}$$

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

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

$$= 0.85 \times 24 \times 520 \times 80 \times \left(314 - \frac{80}{2}\right) \times 10^{-6} = 232.53 \text{ KN.m}$$

$M_{nf} \gg \frac{M_u}{\phi} = 9.7 \text{ KN.m}$, the section will be designed as **rectangular section** with $b = b_e = 520 \text{ mm}$.

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{8.8 \times 10^6}{0.9 \times 520 \times 314^2} = 0.2 \text{ Mpa.}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.2}{420}}\right) = 0.0005$$

$$A_{s, \text{req}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.0005 \times 520 \times 314 = 81.6 \text{ mm}^2$$

*Check for $A_{s, \min}$.

$$A_{s, \min} = 125.6 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{req}} = 81.6 \text{ mm}^2$$

$$A_s = 125.6 \text{ mm}^2$$

Select 2Ø10 Bottom, with $A_s = 157 \text{ mm}^2 > A_{s, \min} = 125.6 \text{ mm}^2$

Check for strain:

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{157 \times 420}{0.85 \times 520 \times 24} = 6.2 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{6.2}{0.85} = 7.3 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003 \left(\frac{314-7.3}{7.3}\right) = 0.126 > 0.005 \quad \text{Ok}$$

➤ Design of Negative Moment:

$$M_u = -18.3 \text{ KN.m.}$$

$$d = 314 \text{ mm}$$

Chapter 4

design as rectangular section $bE = bw = 120\text{mm}$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{18.3 \times 10^6}{0.9 \times 120 \times 314^2} = 1.72 \text{ Mpa.}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 1.72}{420}} \right) = 0.0043$$

$$A_{s, \text{req}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.0043 \times 120 \times 314 = 162.024 \text{ mm}^2$$

*Check for $A_{s, \text{min}}$.

$$A_{s, \text{required}} = 162.024 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{min}} = 125.6 \text{ mm}^2$$

$$\text{Use } 2\phi 12, A_{s, \text{provided}} = 226.2 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 162.024 \text{ mm}^2 \quad \text{OK}$$

$$S = \frac{120 - 40 - 20 - (2 \times 12)}{1} = 36 \text{ mm} > d_b = 12 > 25 \text{ mm} \quad \text{OK}$$

Check for strain:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{226.2 \times 420}{0.85 \times 120 \times 24} = 38.8 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{38.8}{0.85} = 45.64 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d-c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{314 - 45.64}{45.64} \right) = 0.017 > 0.005 \quad \text{OK}$$

✓ Shear Design for (R 8)

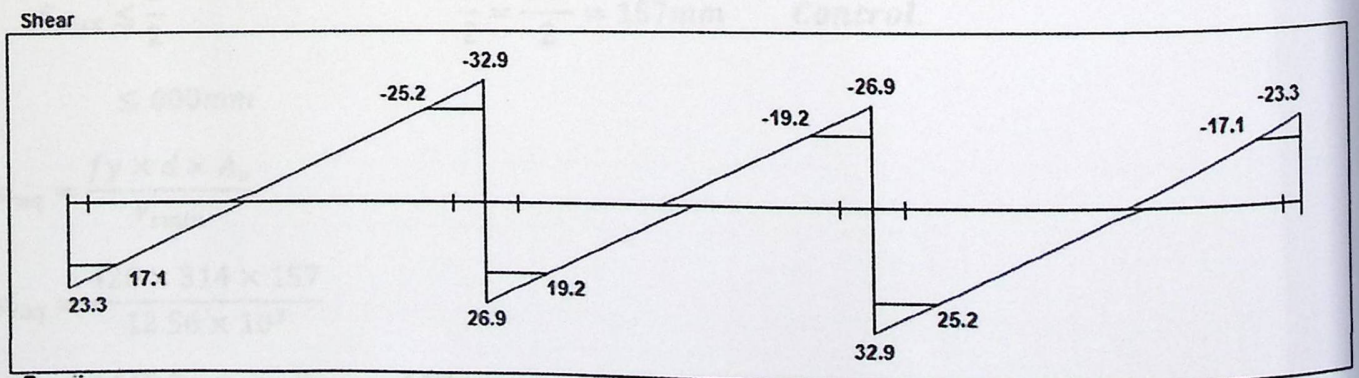


Fig 4.6: loads of rib (shear R 8)

Chapter 4

V_u max at the face of support = 32.9KN

V_u at $d = 314$ mm from the face of support.

V_u max = 25.2KN

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

$$V_c = \frac{1.1}{6} \lambda \sqrt{f'_c} b_w d = \frac{1.1}{6} \sqrt{24} \times 120 \times 314 \times 10^{-3} = 33.84 \text{ KN}$$

$$\phi V_c = 0.75 \times 33.84 = 25.38 \text{ KN.}$$

$$\phi V_c = 25.38 \text{ KN} > V_u = 25.2 \text{ KN}$$

Case (2) for shear Design : Minimum shear reinforcement is required.

Use stirrups U-shape (2 leg stirrups) $\phi 10 A_v = 2 \times 78.5 = 157 \text{ mm}^2$.

$$\phi V_s \text{ min} = 0.75 \times \sqrt{f'_c} b_w d \times \frac{1}{16} > 0.75 \times \frac{1}{3} \times b_w d$$

$$\phi V_s \text{ min} = 0.75 \times \sqrt{24} \times 120 \times 314 \times \frac{1}{16} \times 10^{-3} = 8.65 \text{ KN}$$

OR

$$\phi V_s \text{ min} = 0.75 \times 120 \times 314 \times \frac{1}{3} \times 10^{-3} = 9.42 \text{ KN} \quad \text{Control}$$

$$\phi V_s \text{ min} = 9.42 \text{ KN}$$

$$V_{s \text{ min}} = \frac{9.42}{0.75} = 12.56 \text{ KN}$$

$$S_{\text{max}} \leq \frac{d}{2} \quad \frac{d}{2} = \frac{284}{2} = 157 \text{ mm} \quad \text{Control.}$$

$$\leq 600 \text{ mm}$$

$$S_{\text{req}} = \frac{f_y \times d \times A_v}{V_{s \text{ min}}}$$

$$S_{\text{req}} = \frac{420 \times 314 \times 157}{12.56 \times 10^3}$$

$$S_{\text{req}} = 1648.5 \text{ mm} > S_{\text{max}} = 157 \text{ mm}$$

$$\text{select } s = 150 \text{ mm} < \frac{d}{2} = 157 \text{ mm} < 600 \text{ mm}$$

4.6 Pos. (B 16): Design of Beam.

✓ **Load calculations:**

Dead load calculations:

self weight of the Beam = $0.8 \times 0.35 \times 25 = 7 \text{ KN/m}$

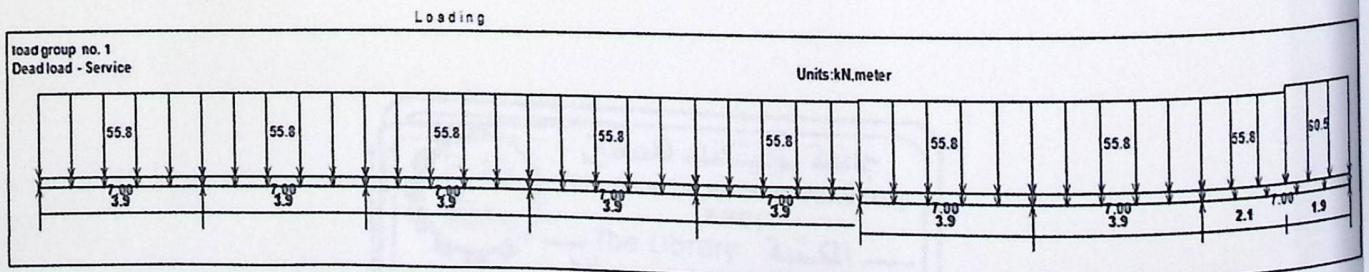
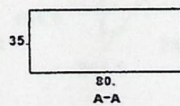
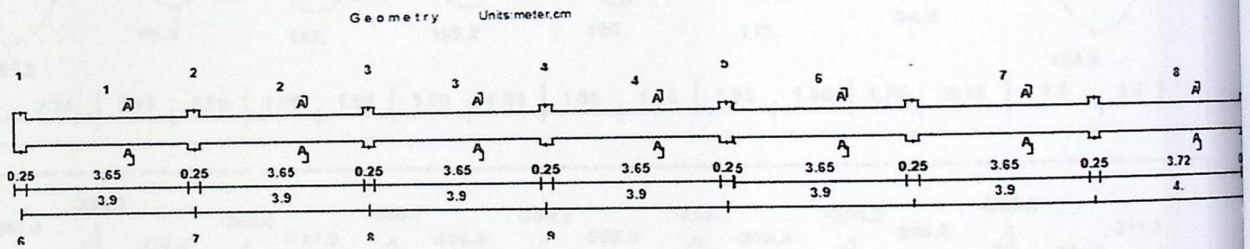
➤ **load calculations from (R2) :**

(DL = $28.99 \div 0.52 = 55.75 \text{ KN/m}$, LL = $15.63 \div 0.52 = 30.06 \text{ KN/m}$)

➤ **load calculations from (R3) :**

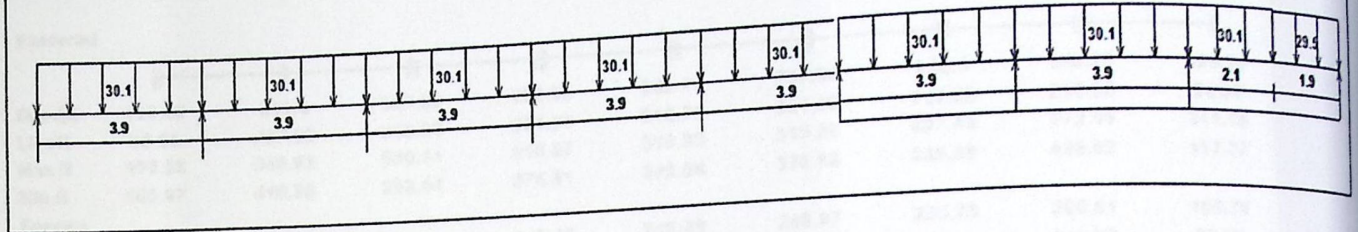
(DL = $31.46 \div 0.52 = 60.5 \text{ KN/m}$, LL = $15.32 \div 0.52 = 29.46 \text{ KN/m}$)

✓ **Statically system and Dimensions.**



Chapter 4

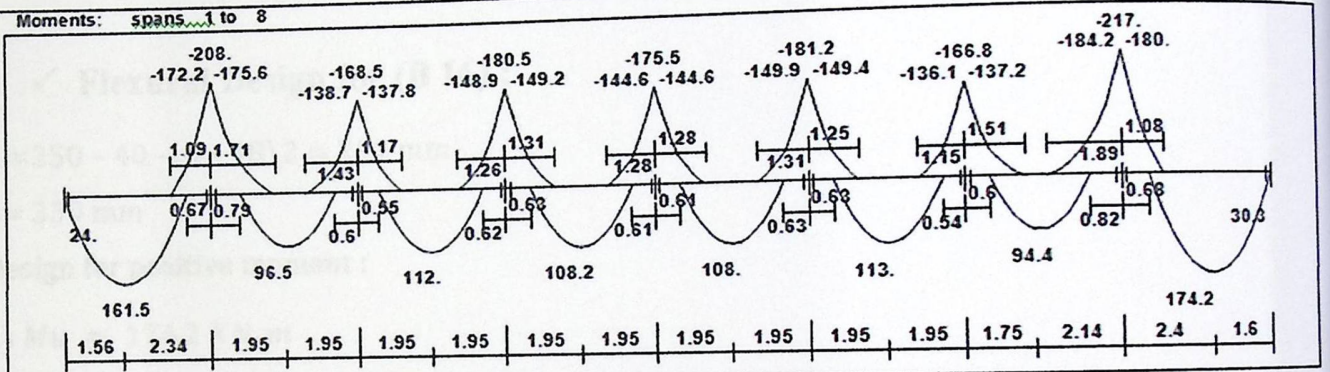
Live load - Service



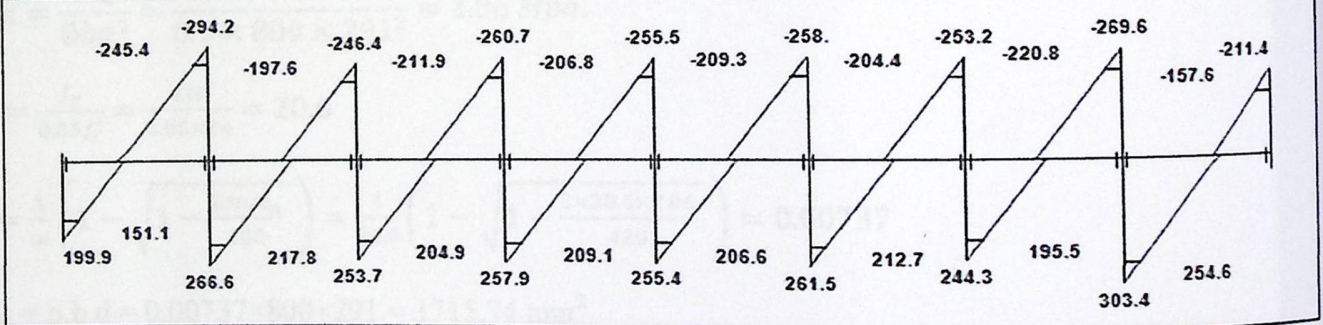
-+

Moment/Shear Envelope (Factored) Units: kN.meter

Moments: spans 1 to 8



Shear



Reactions									
Factored									
DeadR	115.89	333.3	283.28	296.99	292.19	297.68	280.5	342.73	126.91
LiveR	83.99	227.52	216.83	221.58	218.74	221.89	216.98	230.22	84.53
Max R	199.88	560.82	500.11	518.57	510.93	519.58	497.48	572.95	211.45
Min R	105.97	419.96	352.54	375.91	369.56	376.68	348.59	429.02	117.37
Service									
DeadR	96.58	277.75	236.07	247.49	243.49	248.07	233.75	285.61	105.76
LiveR	52.49	142.2	135.52	138.49	136.71	138.68	135.61	143.89	52.83
Max R	149.07	419.95	371.59	385.98	380.2	386.75	369.36	429.49	158.6
Min R	90.38	331.91	279.36	296.82	291.85	297.44	276.31	339.54	99.8

Fig (4.7): Beam(B16) envelope

✓ Flexural Design for (B 16) :

$$d = 350 - 40 - 10 - 18\sqrt{2} = 291 \text{ mm}$$

$$h = 350 \text{ mm}$$

Design for positive moment :

$$1) M_u = 174.2 \text{ KN.m}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{174.2 \times 10^6}{0.9 \times 800 \times 291^2} = 2.86 \text{ Mpa.}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 2.86}{420}} \right) = 0.00737$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0.00737 \times 800 \times 291 = 1715.74 \text{ mm}^2.$$

Check for $A_{s,min}$.

$$A_{s,min} = 0.25 \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y} b_w \cdot d \geq \frac{1.4}{f_y} b_w \cdot d$$

$$A_{s,min} = 0.25 \frac{\sqrt{24}}{420} 800 \times 291 = 678.85 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,min} = \frac{1.4}{420} 800 \times 291 = 776 \text{ mm}^2 \quad \text{Control.}$$

$$A_{s,min} = 776 \text{ mm}^2 < A_s = 1715.74 \text{ mm}^2$$

Chapter 4

Use 6 \emptyset 20 Bottom, $A_{s,provided} = 1884.95 \text{ mm}^2 > A_{s,required} = 1715.24 \text{ mm}^2$ Ok

Check spacing :

$$S = \frac{800 - 40 \times 2 - 20 - (6 \times 20)}{5} = 116 \text{ mm} > d_b = 20 > 25 \quad OK$$

Check for strain:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{1884.95 \times 420}{0.85 \times 800 \times 24} = 48.5 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{48.5}{0.85} = 57 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d-c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{291-57}{57} \right) = 0.0123 > 0.005 \quad Ok$$

2) $M_u = 113 \text{ KN.m}$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{113 \times 10^6}{0.9 \times 800 \times 291^2} = 1.85 \text{ Mpa.}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 1.85}{420}} \right) = 0.00462$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0.00462 \times 800 \times 291 = 1075.5 \text{ mm}^2.$$

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

$$A_{s,min} = 776 \text{ mm}^2 < A_s = 1075.5 \text{ mm}^2$$

Use 4 \emptyset 20 Bottom, $A_{s,provided} = 1257 \text{ mm}^2 > A_{s,required} = 1075.5 \text{ mm}^2$ Ok

Check spacing :

$$S = \frac{800 - 40 \times 2 - 20 - (4 \times 20)}{3} = 207 \text{ mm} > d_b = 18 > 25 \quad OK$$

Check for strain:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{1257 \times 420}{0.85 \times 800 \times 24} = 32.3 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{32.7}{0.85} = 38 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d-c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{291-38}{38} \right) = 0.0199 > 0.005 \quad Ok$$

Chapter 4

Design for Negative moment :

$$1) M_u = -184.2 \text{ KN.m}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{184.2 \times 10^6}{0.9 \times 800 \times 291^2} = 3.02 \text{ Mpa.}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 3.02}{420}} \right) = 0.0078$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0.0078 \times 800 \times 291 = 1815.84 \text{ mm}^2.$$

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

$$A_{s,\min} = 776 \text{ mm}^2 < A_s = 1815.84 \text{ mm}^2$$

$$\text{Use } 6 \phi 20 \text{ Top } A_{s,\text{provided}} = 1884.95 \text{ mm}^2 > A_{s,\text{required}} = 1815.84 \text{ mm}^2. \quad \text{Ok}$$

Check spacing :

$$S = \frac{800 - 40 \cdot 2 - 20 - (6 \times 20)}{5} = 116 \text{ mm} > d_b = 20 > 25 \quad \text{OK}$$

Check for strain:

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{1884.95 \times 420}{0.85 \times 800 \times 24} = 48.5 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{48.5}{0.85} = 57 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d-c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{291-57}{57} \right) = 0.0123 > 0.005 \quad \text{Ok}$$

$$2) M_u = -149.9 \text{ KN.m}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{149.9 \times 10^6}{0.9 \times 800 \times 291^2} = 2.46 \text{ Mpa.}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 2.46}{420}} \right) = 0.00626$$

Chapter 4

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0.00626 \times 800 \times 291 = 1457.33 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,\min} = 776 \text{ mm}^2 < A_s = 1457.33 \text{ mm}^2$$

$$\text{Use } 5 \text{ } \phi \text{ } 20 \text{ Top, } A_{s,\text{provided}} = 1570.8 \text{ mm}^2 > A_{s,\text{required}} = 1457.33 \text{ mm}^2 \dots \text{Ok}$$

Check spacing :

$$S = \frac{800 - 40 \times 2 - 20 - (5 \times 20)}{4} = 150 \text{ mm} > d_b = 20 > 25 \quad \text{OK}$$

Check for strain:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{1570.5 \times 420}{0.85 \times 800 \times 24} = 40.4 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{40.4}{0.85} = 47.5 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d-c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{291-47.5}{47.5} \right) = 0.0154 > 0.005 \quad \text{Ok}$$

✓ Shear Design for (B 3):

1. $V_u = 254.6 \text{ KN}$

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} b_w d = \frac{1}{6} \sqrt{24} \times 800 \times 291 = 190.1 \text{ KN}$$

$$\Phi V_c = 0.75 \times 190.1 = 142.57 \text{ KN}$$

$$v_{s,\min} = \frac{1}{16} \sqrt{f'_c} b_w d > v_{s,\min} = \frac{1}{3} b_w d$$

$$v_{s,\min} = \frac{1}{16} \sqrt{f'_c} b_w d = \frac{1}{16} \sqrt{24} \times 800 \times 291 = 71.28 \text{ KN}$$

$$v_{s,\min} = \frac{1}{3} b_w d = \frac{1}{3} \times 800 \times 291 = 77.6 \text{ KN} \quad \text{control}$$

$$v_{s'} = \frac{1}{3} \sqrt{f'_c} b_w d = \frac{1}{3} \sqrt{24} \times 800 \times 291 = 380.16 \text{ KN}$$

$$\Phi(v_c + v_{s,\min}) < v_u \leq \Phi(v_c + v_{s'}) \quad \text{case 4}$$

$$0.75(190.1 + 77.6) < 254.6 < 0.75(190.1 + 380.16)$$

Chapter 4

shear reinforcement is required .

Use 2 leg Φ 10 .

$$A_v = 157 \text{ mm}^2 .$$

$$V_s = (V_u - \phi V_c) \times \frac{1}{\phi} = (254.6 - 142.57) \times \frac{1}{0.75} = 149.37 \text{ KN}$$

$$S = \frac{A_v f_{yt} d}{v_s} = \frac{157 * 420 * 291}{149.37 * 1000} = 128.5 \text{ mm} \quad (\text{control})$$

$$s_{max} \leq \frac{d}{2} = \frac{291}{2} = 145.5 \text{ mm} \quad \text{or } s_{max} \leq 600 \text{ mm}$$

Use 2 leg Φ 10 @ 125 mm .

$$2. \quad V_u = 197.6 \text{ KN}$$

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} b_w d = \frac{1}{6} \sqrt{24} * 800 * 291 = 190.1 \text{ KN}$$

$$\phi V_c = 0.75 * 190.1 = 142.57 \text{ KN}$$

$$v_{s,min} = 77.6 \text{ KN}$$

$$\phi v_c < v_u \leq \phi(v_c + v_{s,min}) \quad \text{case 3}$$

$$0.75 * 190.1 < 197.6 < 0.75(190.1 + 77.6)$$

Minimum shear reinforcement is required .

Use 2 leg Φ 10 .

$$A_s = 157 \text{ mm}^2 .$$

$$s_{max} \leq \frac{d}{2} = \frac{291}{2} = 145.5 \text{ mm} \quad (\text{control}) \quad \text{or } s_{max} \leq 600 \text{ mm}$$

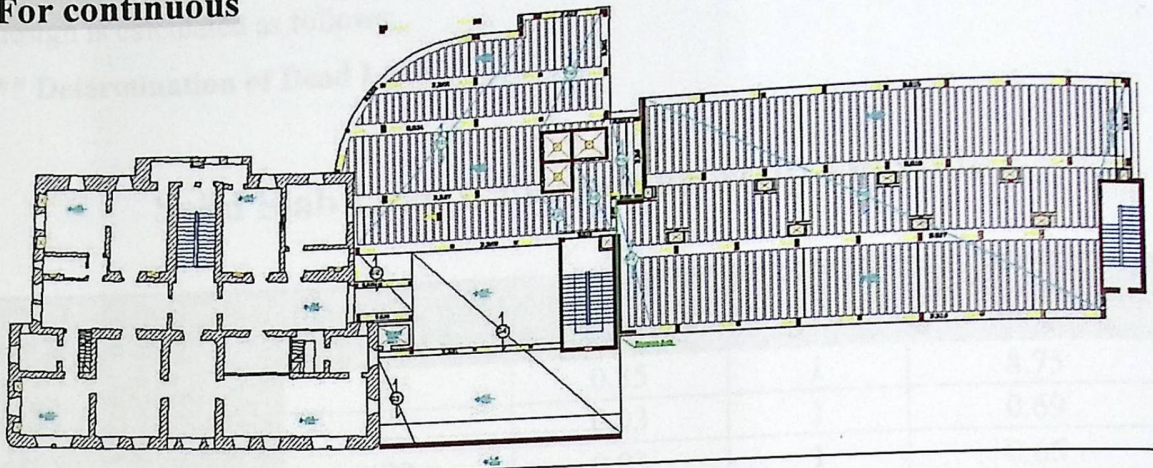
$$S_{req} = \frac{A_v f_{yt} d}{v_{s,min}} = \frac{157 * 420 * 291}{77.6 * 1000} = 247.275 \text{ mm} > S_{max}$$

$$\text{take } S = 145 \text{ mm} < S_{max} = 145.5 \text{ mm}$$

Use 2 leg Φ 10 @ 145 mm

4.9 Po. (S3) :Design One Way Solid Slab :-

- For continuous



- *B300.... $f_c' = 30 \text{ N/mm}^2 \text{ (MPa)}$ For circular section
but for rectangular section ($f_c' = 30 * 0.8 = 24 \text{ MPa}$).

- The specified yield strength of the reinforcement $\{f_y = 420 \text{ N/mm}^2 \text{ (MPa)}\}$
- Live Load (LL) = 5 KN/m^2 .

Live load(KN/m ²)	f_c'	f_y
LL = 5 KN/m ²	$f_c' = 24 \text{ Mpa}$	$f_y = 420 \text{ Mpa}$

* Factored Loads :-

$$q_u = 1.2DL + 1.6L \quad \text{ACI-318-08 (9.2.1)}$$

* Slabs Thickness calculation:-

The overall depth must satisfy ACI Table (9.5.a):

→ from ACI-318-08 table (9.5a)

Min h (deflection requirement) ≥ :

- One end continuous :

$$\frac{L}{24} = \frac{7.1}{24} = 0.3 \text{ m}$$

For One way solid slab ,will use thickness of slab **35 cm** , $h_{\text{min}} = 30 \text{ cm}$.

Thickness of slab provided	Thickness of slab required
$h = 35 \text{ cm}$	30 cm

*** Load Calculation:-**

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 :**

Solid Slab Load Calculations/ strip 1m wide

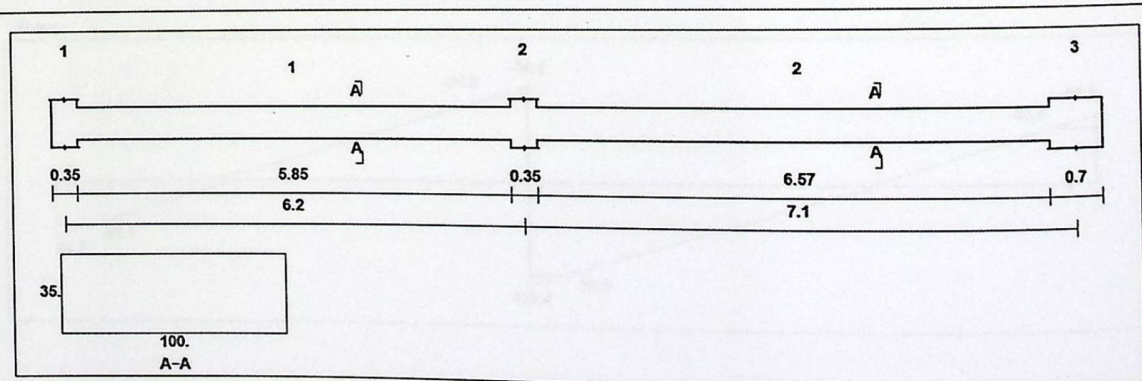
material	γ	h	b	KN/m
RC slab	25	0.35	1	8.75
Tiles	23	0.03	1	0.69
Mortar	22	0.03	1	0.66
Corse Sand	16	0.07	1	1.12
Plaster	22	0.02	1	0.44
				13.2
Live Load	5		1	5

Reaction Support from (S4)

$DL = 13.2 \text{ KN/m} ; LL = 5 \text{ KN/m}$

For One way solid slab , as shown in fig.

Geometry Units:meter,cm



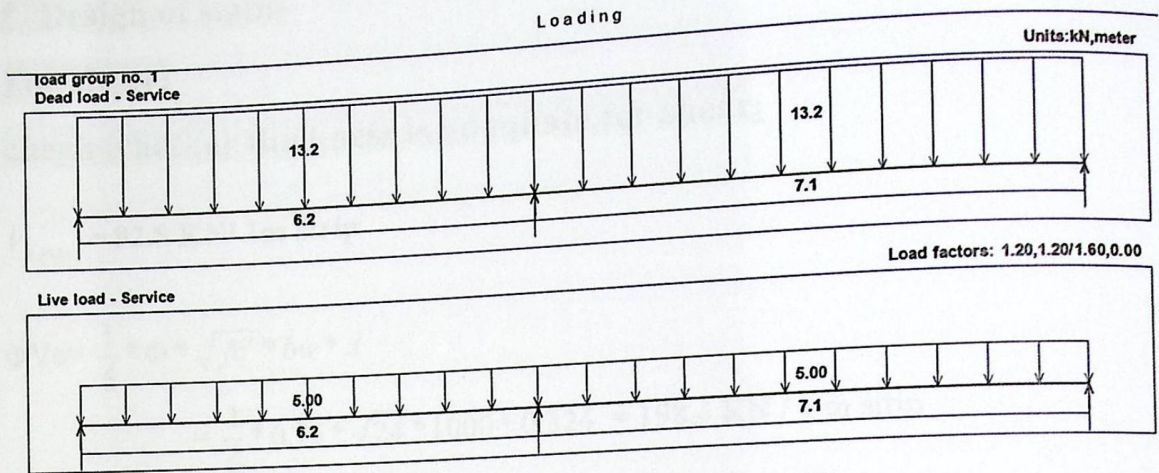


Fig.(4-8): Spans Length of One way solid slab (S3) .

*** Moment and Shear Diagrams:-**

The Development Moment diagrams for beam has width =1m , and the thickness is 35 cm as following :

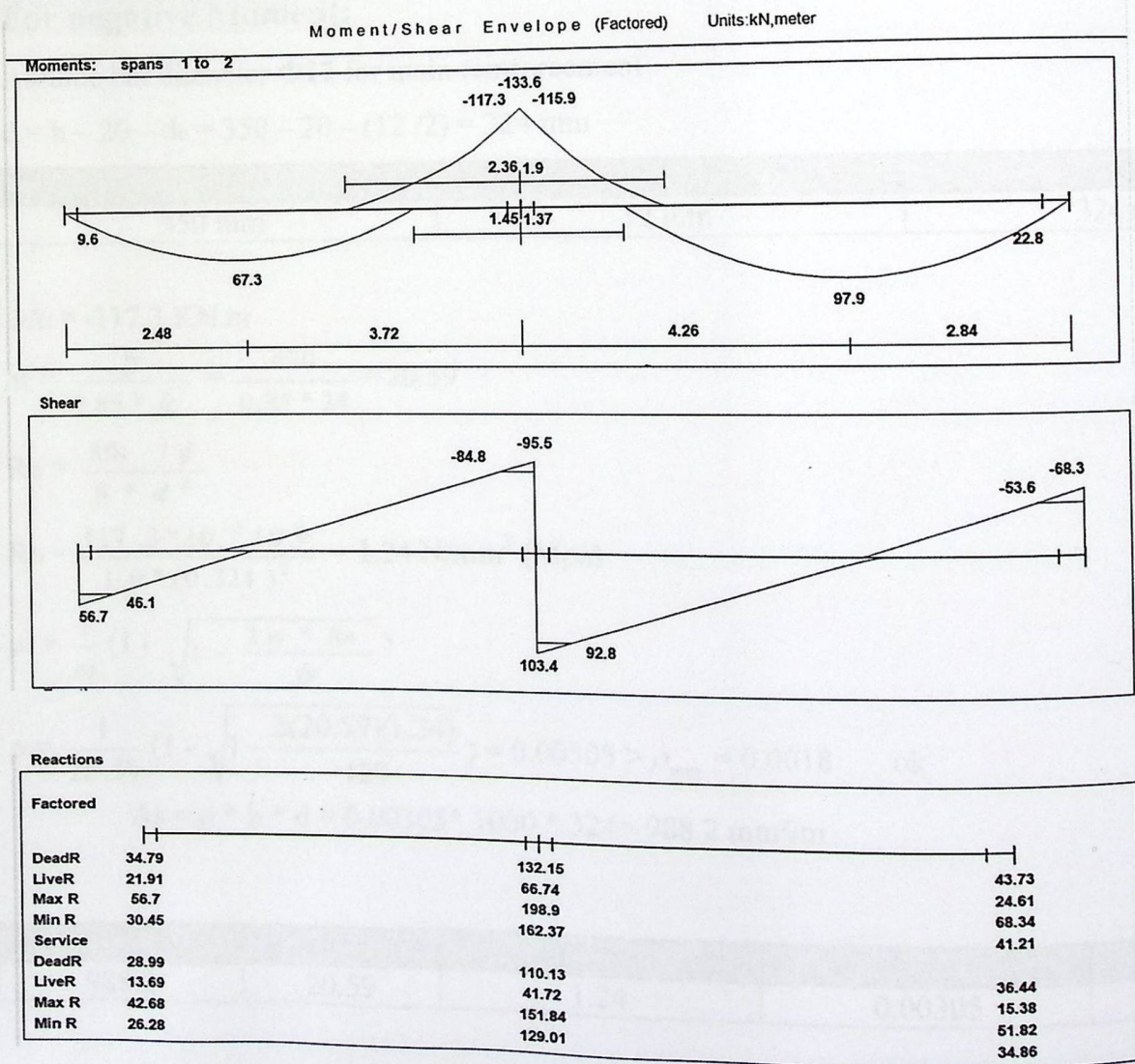


Fig (4-9): Solid (S3) envelope

*** Design of slab:-**

• **For shear:**

check whether thickness is adequate for shear:

$$V_{u,max} = 92.8 \text{ KN/ 1m strip}$$

$$\Phi V_c = \frac{1}{6} * \Phi * \sqrt{f_c'} * b_w * d$$

$$= \frac{1}{6} * 0.75 * \sqrt{24} * 1000 * 0.324 = 198.4 \text{ KN / 1 m strip}$$

$$\Phi V_c = 198.4 > V_{u,max} = 92.8 \text{ KN/ 1m strip}$$

The thickness of the slab is adequate enough.

$V_{u,max}$	ΦV_c
92.8 KN	198.4 KN

• **For negative Moment:**

Assume bar diameter $\Phi 12$ for main reinforcement

$$d = h - 20 - d_b = 350 - 20 - (12 / 2) = 324 \text{ mm}$$

h	d_b	d
350 mm	12 mm	324 mm

$$M_u = -117.3 \text{ KN.m}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 * f_c'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.59$$

$$R_n = \frac{M_u / \phi}{b * d^2}$$

$$R_n = \frac{117.3 * 10^{-3} / 0.9}{1.0 * (0.324)^2} = 1.24 \text{ N/mm}^2 \text{ (Mpa)}$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.59} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.59)(1.24)}{420}} \right) = 0.00305 > \rho_{min} = 0.0018 \quad \text{ok}$$

$$A_s = \rho * b * d = 0.00305 * 1000 * 324 = 988.2 \text{ mm}^2/\text{m}$$

A_s (mm ²)	m	R_n (Mpa)	ρ	M_u
988.2	20.59	1.24	0.00305	-117.3 KN.m

Check Minimum Reinforcement $A_s \text{ min... (ACI-318M-08 - (10.5.1))}$

$$A_s \text{ min} = \rho_{\text{min}} * b * h = 0.0018 * 1000 * 350 = 630 \text{ mm}^2 \quad (\text{control})$$

$$A_s > A_s \text{ min}$$

$$\Rightarrow A_s \text{ min} = 630 \text{ mm}^2 < A_{s \text{ req}} = 988.2 \text{ mm}^2 \text{ .OK .}$$

\Rightarrow Use $\Phi 12 / 10 \text{ cm}$, $A_{s \text{ prov}} = 1131 \text{ mm}^2 / \text{cm}$

step (s) is the smallest of :-

$$\leq 380 \left(\frac{280}{f_s} \right) - 2.5 * C_c$$

$$\leq 380 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3} f_y} \right) - 2.5 * 20 = 380 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3} * 420} \right) - 2.5 * 20 = 330 \text{ mm}$$

$$\leq 300 \left(\frac{280}{f_s} \right) = 300 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3} f_y} \right) = 300 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3} * 420} \right) = 300 \text{ mm (control)}$$

$$\leq 3 * h = 3 * 350 = 1050 \text{ mm}$$

$$\leq 450 \text{ mm.}$$

Use $\Phi 12 @ 10 \text{ cm C/C}$ in main directions.

- Check for strain:

Tension = Compression

$$A_s * f_y = 0.85 * f_c' * b * a$$

$$1131 * 420 = 0.85 * 24 * 1000 * a$$

$$a = 23.29 \text{ m}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{23.29}{0.85} = 27.4 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = \frac{324 - 27.4}{27.4} * 0.003$$

$$\epsilon_s = 0.032 > 0.005 \longrightarrow \text{ok}$$

(Temperature and Shrinkage) :

$$\rightarrow \rho = 0.0018$$

$$A_s \text{ min} = \rho_{\text{min}} * b * h = 0.0018 * 1000 * 350 = 630 \text{ mm}^2 \quad (\text{control})$$

Use $\Phi 10 @ 100 \text{ mm}$

step (s) is the smallest of :-

$$\leq 5 * h = 5 * 350 = 1750 \text{ mm}$$

$$\leq 450 \text{ mm.} \quad (\text{control})$$

• For Positive Moment :

Assume bar diameter $\Phi 12$ for main reinforcement

$$d = h - 20 - d_b = 350 - 20 - (12/2) = 324 \text{ mm}$$

h	d _b	d
350 mm	12 mm	324 mm

$$M_u = +97.9 \text{ KN.m}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 * f_c'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.59$$

$$R_n = \frac{M_u / \phi}{b * d^2}$$

$$R_n = \frac{97.4 * 10^{-3} / 0.9}{1.0 * (0.324)^2} = 1.03 \text{ N/mm}^2 \text{ (Mpa)}$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.59} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.59)(1.03)}{420}} \right) = 0.00251$$

$$A_s = \rho * b * d = 0.00251 * 1000 * 324 = 813.24 \text{ mm}^2/\text{m}$$

As (mm ²)	m	Rn(Mpa)	ρ	Mu
813.24	20.59	1.03	0.00251	97.9 KN.m

Check Minimum Reinforcement $A_s \text{ min} \dots (\text{ACI- 318M-08} - (10.5.1))$

$$A_s \text{ min} = \rho_{\text{min}} * b * h = 0.0018 * 1000 * 350 = 630 \text{ mm}^2 \quad (\text{control})$$

$$A_s > A_s \text{ min}$$

$$\Rightarrow A_s \text{ min} = 630 \text{ mm}^2 < A_{s \text{ req}} = 813.24 \text{ mm}^2 \text{ .OK .}$$

Use $\Phi 12 @ 100 \text{ mm}$

step (s) is the smallest of :-

$$\leq 380 \left(\frac{280}{f_s} \right) - 2.5 * C_c$$

$$\leq 380 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3} f_y} \right) - 2.5 * 20 = 380 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3} * 420} \right) - 2.5 * 20 = 330 \text{ mm}$$

$$\leq 300 \left(\frac{280}{f_s} \right) = 300 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3} f_y} \right) = 300 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3} * 420} \right) = 300 \text{ mm (control)}$$

$$\leq 450 \text{ mm.}$$

Use $\Phi 12 @ 10 \text{ cm C/C}$ in main directions.

- Check for strain:

Tension = Compression

$$A_s * f_y = 0.85 * f_c' * b * a$$

$$1131 * 420 = 0.85 * 24 * 1000 * a$$

$$a = 23.24m$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{23.24}{0.85} = 27.4mm$$

$$\epsilon_s = \frac{324 - 27.4}{27.4} * 0.003$$

$$\epsilon_s = 0.032 > 0.005 \longrightarrow ok$$

Positive Moment :

$$Mu = +67.3 \text{ KN.m}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 * f_c'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.59$$

$$Rn = \frac{Mu / \phi}{b * d^2}$$

$$Rn = \frac{67.3 * 10^{-3} / 0.9}{1.0 * (0.324)^2} = 0.712 \text{ N/mm}^2 \text{ (Mpa)}$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.59} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.59)(0.712)}{420}} \right) = 0.00173$$

$$A_s = \rho * b * d = 0.00173 * 1000 * 324 = 560.52 \text{ mm}^2$$

A_s (mm ²)	m	Rn(Mpa)	ρ	Mu
560.52	20.59	0.712	0.00173	67.3 KN.m

Check Minimum Reinforcement $A_s \text{ min} \dots (\text{ACI- 318M-08} - (10.5.1))$

$$A_s \text{ min} = \rho_{\text{min}} * b * h = 0.0018 * 1000 * 350 = 630 \text{ mm}^2 \quad (\text{control})$$

$$A_s < A_s \text{ min}$$

$$\Rightarrow A_s \text{ min} = 630 \text{ mm}^2 > A_{s \text{ req}} = 560.52 \text{ mm}^2$$

Use $\Phi 10 @ 100 \text{ mm}$

step (s) is the smallest of :-

$$\leq 380 \left(\frac{280}{f_s} \right) - 2.5 * C_c$$

$$\leq 380 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3} f_y} \right) - 2.5 * 20 = 380 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3} * 420} \right) - 2.5 * 20 = 330 \text{ mm}$$

$$\leq 300 \left(\frac{280}{f_s} \right) = 300 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3} f_y} \right) = 300 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3} * 420} \right) = 300 \text{ mm (control)}$$

$$\leq 450 \text{ mm.}$$

$$A_s * f_y = 0.85 * f_c' * b * a$$

$$1131 * 420 = 0.85 * 24 * 1000 * a$$

$$a = 23.24m$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{23.24}{0.85} = 27.4mm$$

$$\epsilon_s = \frac{324 - 27.4}{27.4} * 0.003$$

$$\epsilon_s = 0.032 > 0.005 \longrightarrow ok$$

Positive Moment :

$$Mu = +67.3 \text{ KN.m}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 * f_c'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.59$$

$$Rn = \frac{Mu / \phi}{b * d^2}$$

$$Rn = \frac{67.3 * 10^{-3} / 0.9}{1.0 * (0.324)^2} = 0.712 \text{ N/mm}^2 \text{ (Mpa)}$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.59} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.59)(0.712)}{420}} \right) = 0.00173$$

$$A_s = \rho * b * d = 0.00173 * 1000 * 324 = 560.52 \text{ mm}^2$$

A_s (mm ²)	m	Rn(Mpa)	ρ	Mu
560.52	20.59	0.712	0.00173	67.3 KN.m

Check Minimum Reinforcement $A_s \text{ min} \dots (\text{ACI-318M-08} - (10.5.1))$

$$A_s \text{ min} = \rho_{\text{min}} * b * h = 0.0018 * 1000 * 350 = 630 \text{ mm}^2 \quad (\text{control})$$

$$A_s < A_s \text{ min}$$

$$\Rightarrow A_s \text{ min} = 630 \text{ mm}^2 > A_{s \text{ req}} = 560.52 \text{ mm}^2$$

Use $\Phi 10 @ 100 \text{ mm}$

step (s) is the smallest of :-

$$\leq 380 \left(\frac{280}{f_s} \right) - 2.5 * C_c$$

$$\leq 380 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3} f_y} \right) - 2.5 * 20 = 380 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3} * 420} \right) - 2.5 * 20 = 330 \text{ mm}$$

$$\leq 300 \left(\frac{280}{f_s} \right) = 300 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3} f_y} \right) = 300 * \left(\frac{280}{\frac{2}{3} * 420} \right) = 300 \text{ mm (control)}$$

$$\leq 450 \text{ mm.}$$

Use $\Phi 8$ @ 20 cm C/C in main directions.

- Check for strain:

Tension = Compression

$$A_s * f_y = 0.85 * f_c' * b * a$$

$$785.4 * 420 = 0.85 * 24 * 1000 * a$$

$$a = 16.17m$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{16.17}{0.85} = 19.02mm$$

$$\epsilon_s = \frac{324 - 19.02}{19.02} * 0.003$$

$$\epsilon_s = 0.048 > 0.005 \longrightarrow ok$$

(Temperature and Shrinkage) :

$$\rightarrow \rho = 0.0018$$

$$A_s \text{ min} = \rho_{\text{min}} * b * h = 0.0018 * 1000 * 350 = 630mm^2 \quad (\text{control})$$

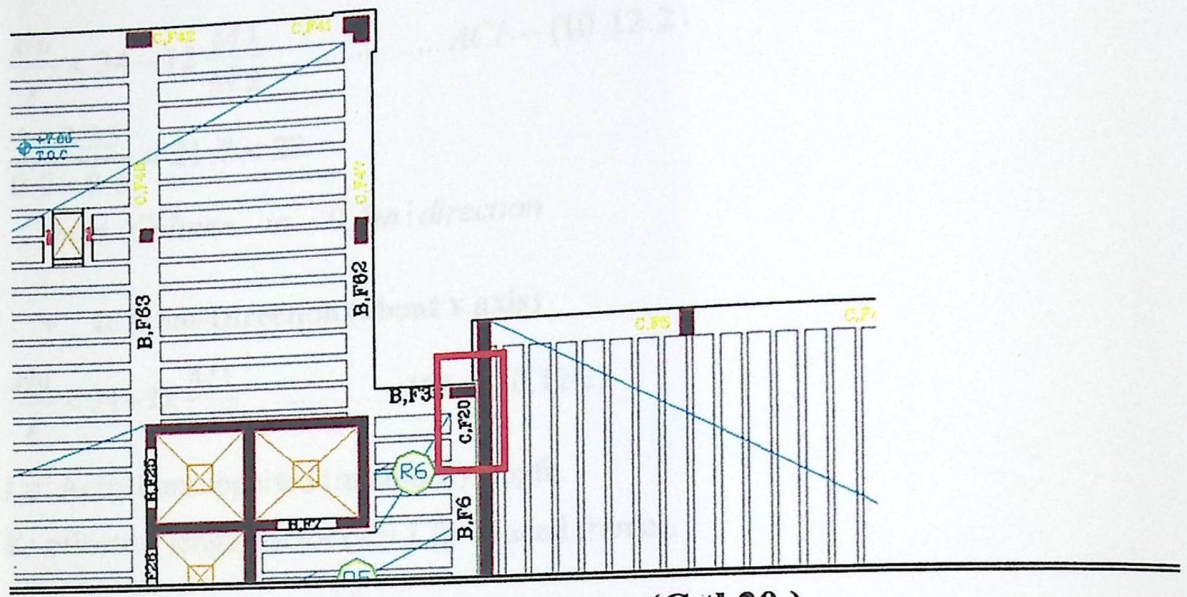
Use $\Phi 10$ @ 100 mm

step (s) is the smallest of :-

$$\leq 5 * h = 5 * 350 = 1750 \text{ mm}$$

$$\leq 450 \text{ mm.} \quad (\text{control})$$

4.8 Pos. (C,TH20): Design of column.



Place of column (C,th20)

Column	Column Dimensions	f_c'	f_y
Col. 20	50cm*20cm	28 Mpa	420Mpa

C20 :

DI = 614KN

LI = 213 KN

Pu = 1077.6 KN

- In 0.5m-Direction (about yaxis)

$$\frac{klu}{r} < 34 - 12 \frac{M1}{M2} \dots\dots\dots ACI - (10.12.2)$$

Lu: Actual unsupported (unbraced) length.

K: effective length factor (K= 1 for braced frame).

R: radius of gyration = $\sqrt{\frac{I}{A}} \approx 0.3 h \dots\dots\dots$ For rectangular section

$$L_u = 3.7 - 0.35 = 3.35 \text{ m}$$

$$M_1/M_2 = 1$$

$K=1$, According to ACI 318-2002 (10.10.6.3) The effective length factor, k , shall be permitted to be taken as 1.0.

$$\frac{klu}{r} < 34 - 12 \frac{M_1}{M_2} \quad \dots\dots\dots \text{ACI} - (10.12.2)$$

$$\frac{1 \times 3.35}{0.3 \times 0.5} = 21.7 < 22$$

\therefore short Column in 0.5m:direction

• In 0.5m-Direction (about x axis)

$$\frac{klu}{r} < 34 - 12 \frac{M_1}{M_2} \quad \dots\dots\dots \text{ACI} - (10.12.2)$$

L_u : Actual unsupported (unbraced) length.

K : effective length factor ($K=1$ for braced frame).

$$R: \text{radius of gyration} = \sqrt{\frac{I}{A}} \approx 0.3 h$$

$$L_u = 3.7 - 0.35 = 3.35 \text{ m}$$

$$M_1/M_2 = 1$$

$K=1$, According to ACI 318-02 (10.10.6.3) The effective length factor, k , shall be permitted to be taken as 1.0.

$$\frac{klu}{r} < 34 - 12 \frac{M_1}{M_2} \quad \dots\dots\dots \text{ACI} - (10.12.2)$$

$$\frac{1 \times 3.35}{0.3 \times 0.2} = 55.83 > 22$$

\therefore long Coloumn in 0.2m:direction

$$EI = 0.4 \frac{E I_g}{1 + \beta_d} \quad \dots\dots\dots [\text{ACI 318-05 (Eq. 10-15)}]$$

$$E_c = 4700 \sqrt{f'c} = 4700 \times \sqrt{28} = 25135 \text{ Mpa}$$

$$\beta_d = \frac{1.2DL}{Pu} = \frac{1.2 \times 614}{1077.6} = 0.68 < 1$$

$$I_g = \frac{b \times h^3}{12} = \frac{0.5 \times 0.2^3}{12} = 0.00033 \text{ m}^4$$

$$EI = \frac{0.4 \times 25135 \times 0.00033}{1 + 0.68} = 1.97 \text{ N.m}^2$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(KLu)^2} \dots\dots\dots ACI318-05(Eq. 10-13)$$

$$P_c = \frac{3.14^2 \times 1.97}{(1.0 \times 3.35)^2} = 1.73 MN.$$

$$C_m = 0.6 + 0.4 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) \dots\dots\dots ACI 318 - 05 (Eq. 10 - 16)$$

$$C_m = 1 \dots\dots According \text{ to } ACI 318 - 05 (10.10.6.4)$$

$$\delta_{ns} = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{0.75 P_c}} \geq 1.0 \dots\dots\dots ACI 318 - 05 (Eq. 10 - 12)$$

$$\delta_{ns} = \frac{1}{1 - \frac{1077.6}{0.75 \times 1730}} = 1.2 > 1$$

$$e_{min} = 15 + 0.03 \times h = 15 + 0.03 \times 200 = 21 mm = 0.021 m$$

$$e = e_{min} \times \delta_{ns} = 0.021 \times 1.2 = 0.0252 m$$

$$\frac{e}{h} = \frac{0.0252}{0.2} = 0.126$$

$$\gamma = 500 - 40 \times 2 - 10 \times 2 - 25 = 375$$

$$\frac{\gamma}{h} = 0.75$$

$$\frac{\phi \times p_n}{A_g} = \frac{P_u}{A_g} \times \frac{145}{1000}$$

$$\frac{\phi \times p_n}{A_g} = 1.7 Ksi$$

From the interaction diagram in chart:

$$\text{For } \frac{\gamma}{h} = 0.75 \quad \frac{\phi \times p_n}{A_g} = 1.6 Ksi \quad \rho = 0.01$$

Select the longitudinal bars:

$$A_s = \rho \times A_g = 0.01 \times 500 \times 300 = 1500 \text{ mm}^2$$

$$\therefore \text{use } 4 \phi 25 \Rightarrow A_s = 1963.6 \text{ mm}^2$$

1.10.3 Design of the Stirrups:

The spacing of ties shall not exceed the smallest of:-

$$\text{spacing} \leq 16 \times d_b = 16 \times 2.5 = 40 \text{ cm}$$

$$\text{spacing} \leq 48 \times d_s = 48 \times 1.0 = 48 \text{ cm}$$

$$\text{spacing} \leq \text{least dim.} = 30 \text{ cm}$$

Use $\phi 10 @ 20 \text{ cm}$

Fig (4-10) : Stair (ST/CA)

NOTE: (Material)

* $f_{yk} = 30 \text{ N/mm}^2$ (MPa) For circular section

and for rectangular section ($f_{yk} = 30 \times 0.8 = 24 \text{ MPa}$)

* Determination of thickness

17.5 cm	30 cm	5 kN/m ²	24 MPa	420 MPa
---------	-------	---------------------	--------	---------

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

$$h_{min} = L/20$$

$$h_{min} = 4.05 / 20 = 20.405 \text{ cm} \dots \text{take } h = 25 \text{ cm}$$

\therefore Use $h = 25 \text{ cm}$

$$\theta = \tan^{-1}(17.5/30) = 30.3^\circ$$



4-13 Po.(ST1A): Design of Stairs

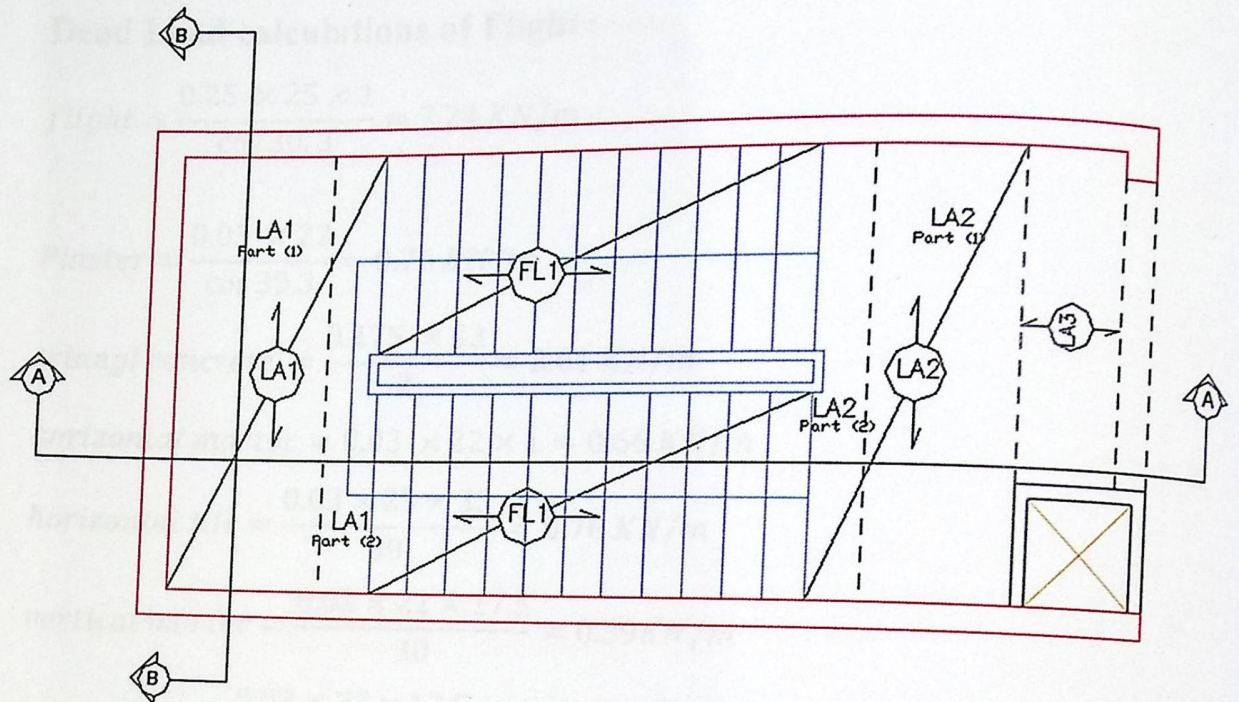


Fig (4-10) : Stair (ST1A)

NOTE: (Material)

* B300.... $f_c' = 30 \text{ N/mm}^2$ (MPa) For circular section
but for rectangular section ($f_c' = 30 * 0.8 = 24 \text{ MPa}$).

• Determination of Thickness:

rise	run	LL	f_c'	f_y
17.5 cm	30 cm	5 KN/m ²	24 Mpa	420 Mpa

- Minimum slab thickness for deflection is (for simply supported one way solid slab)
 $h_{\min} = L / 20$

$h_{\min} = 4.081 / 20 = 20.405 \text{ cm}$ take $h = 25 \text{ cm}$.

⇒ Use $h = 25 \text{ cm}$.

$$\theta = \tan^{-1}(17.5 / 30) = 30.3^\circ$$

h_{\min} (cm)	θ
25	30.3°

- Load Calculations**

Dead Load calculations of Flight :

$$flight = \frac{0.25 \times 25 \times 1}{\cos 30.3} = 7.24 \text{ KN/m}$$

$$Plaster = \frac{0.03 \times 22}{\cos 30.3} = 0.76 \text{ KN/m}$$

$$triangl \text{ concrete} = \frac{0.175 \times 23}{2} = 2.01 \text{ KN/m}$$

$$horizontal \text{ mortor} = 0.03 \times 22 \times 1 = 0.66 \text{ KN/m}$$

$$horizontal \text{ tile} = \frac{0.03 \times 23 \times 33}{30} = 0.76 \text{ KN/m}$$

$$vertical \text{ mortor} = \frac{0.03 \times 22 \times 17.5}{30} = 0.39 \text{ KN/m}$$

$$vertical \text{ tile} = \frac{0.03 \times 23 \times 17.5}{30} = 0.40 \text{ KN/m}$$

Total load (DL) = 12.22 KN/m

Live load (LL) = 5.00 KN/m

Dead Load calculations of Landing :

<u>material</u>	<u>density</u>	<u>h(m)</u>	<u>b(m)</u>	<u>load</u>
Tiles	23	0.03	1	0.69
Mortar	22	0.03	1	0.66
R C	25	0.25	1	6.25
Plaster	22	0.03	1	0.66
sand	16	0.07	1	1.1
Total service dead load = 9.36				

Total load (DL) = 9.36 KN/m

Total load (DL) = 5 KN/m

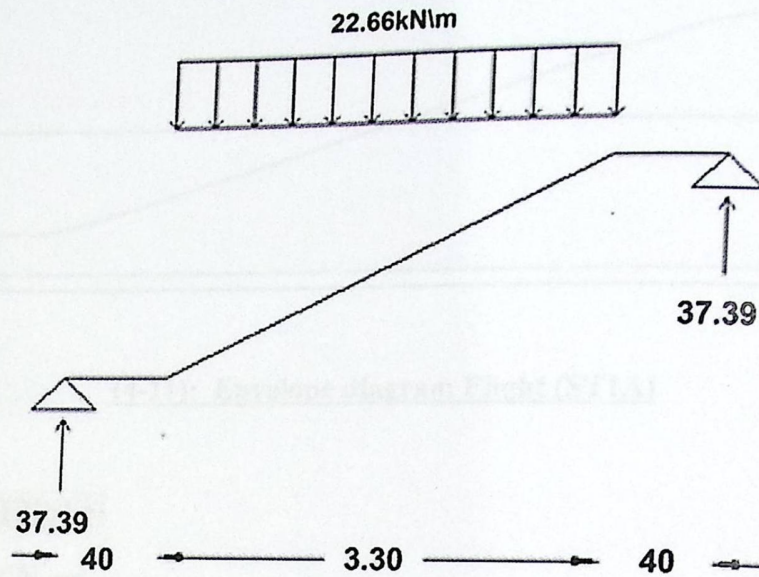
Total Factored load, (W = 1.2DL + 1.6LL)

For W_{flight} , $W = 1.2 \times 12.22 + 1.6 \times 5 = 22.66 \text{ KN/m}$

For $W_{landing}$, $W = 1.2 \times 9.36 + 1.6 \times 5 = 19.23 \text{ KN/m}$

W_{flight} (KN/m)	$W_{landing}$ (KN/m)
22.66	19.23

- Structural System Of Flight :



Check for shear strength For Flight:

Assume $\varnothing 12$ for main reinforcement:-

$$d = h - 20 - db/2 = 250 - 20 - 12/2 = 224 \text{ mm}$$

$$V_u = 37.39 \text{ KN}$$

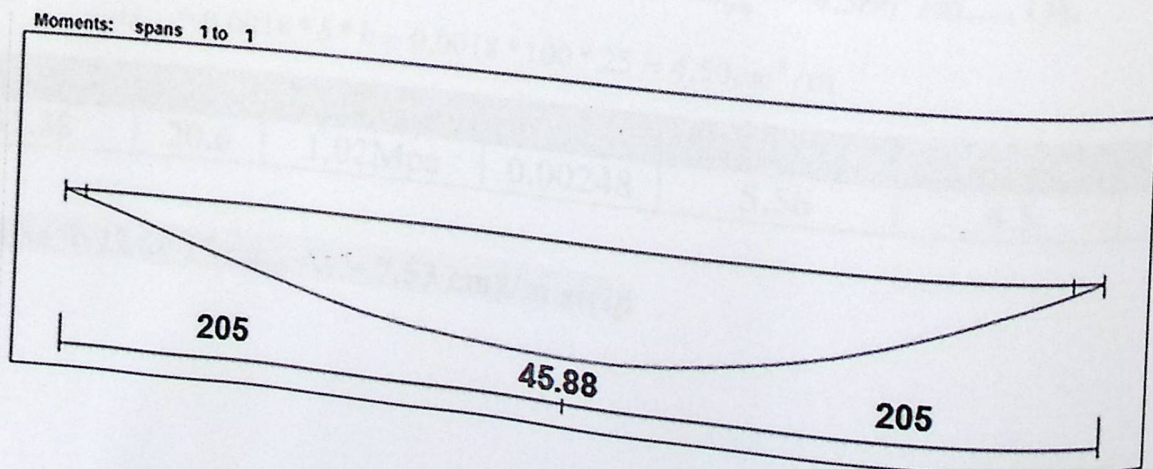
$$\phi V_c = \frac{0.75 * \sqrt{24} * 1000 * 224}{6} = 137.17 \text{ KN/m}$$

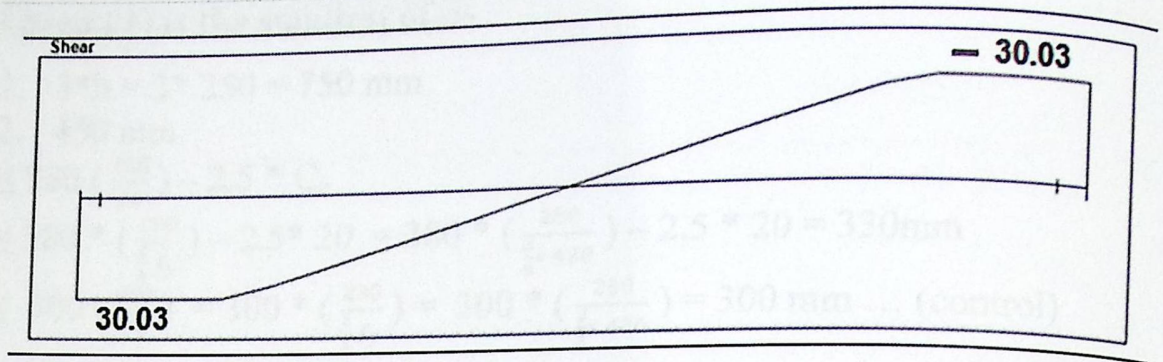
$$V_u = 37.39 \text{ KN} < \phi V_c = 137.17 \text{ KN}$$

Thickness is adequate enough

db (mm)	h (mm)	d (mm)	V _u (KN)	φV _c (KN)
Ø 12	250	224	37.39	137.17

• Design of Flexure:





(4-11): Envelope diagram Flight (ST1A)

- Design for Flight:

$$M_u = 45.88 \text{ KN.m}$$

$$M_n = M_u / 0.9 = 45.88 / 0.9 = 50.98 \text{ KN.m/m}$$

$$d = h - 20 - db/2 = 250 - 20 - 12/2 = 224 \text{ mm}$$

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

$$R_n = \frac{50.98 \cdot 10^6}{1000 \cdot 224^2} = 1.02 \text{ MPa}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 \times f_c'}$$

$$m = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 20.6 \cdot 1.02}{420}} \right) = 0.00248$$

$$A_{s_{req}} = 0.00248 \cdot 1000 \cdot 224 = 5.56 \text{ cm}^2/\text{m} > A_{s_{min}} = 4.5 \text{ cm}^2/\text{m} \dots \text{OK}$$

$$A_{s_{min}} = 0.0018 \cdot b \cdot h = 0.0018 \cdot 100 \cdot 25 = 4.50 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Mu(KN.m)	m	Rn	ρ	As _{req} (cm ²)	As _{min} (cm ²)	S(cm)
45.88	20.6	1.02Mpa	0.00248	5.56	4.5	15

Use Φ 12 @ 15 cm , As = 7.53 cm²/m strip

- Step (s) is the smallest of :-

$$\begin{aligned}
 1. \quad & 3 \cdot h = 3 \cdot 250 = 750 \text{ mm} \\
 2. \quad & 450 \text{ mm} \\
 & \leq 380 \left(\frac{280}{f_s} \right) - 2.5 \cdot C_c \\
 & \leq 380 \cdot \left(\frac{280}{\frac{2}{3} f_y} \right) - 2.5 \cdot 20 = 380 \cdot \left(\frac{280}{\frac{2}{3} \cdot 420} \right) - 2.5 \cdot 20 = 330 \text{ mm} \\
 & \leq 300 \left(\frac{280}{f_s} \right) = 300 \cdot \left(\frac{280}{\frac{2}{3} f_y} \right) = 300 \cdot \left(\frac{280}{\frac{2}{3} \cdot 420} \right) = 300 \text{ mm} \dots (\text{control})
 \end{aligned}$$

- Check for strain:

Tension = Compression

$$\begin{aligned}
 A_s \cdot f_y &= 0.85 \cdot f_c' \cdot b \cdot a \\
 753.3 \cdot 420 &= 0.85 \cdot 24 \cdot 1000 \cdot a \\
 a &= 15.51 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{15.51}{0.85} = 18.25 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = \frac{224 - 18.25}{18.25} \cdot 0.003$$

$$\epsilon_s = 0.033 > 0.005 \longrightarrow \text{ok}$$

• Temperature & Shrinkage reinforcement:

$$A_{S_{\text{Shrinkage}}} = 0.0018 \times b \times h = 0.0018 \times 1000 \times 250 = 450 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

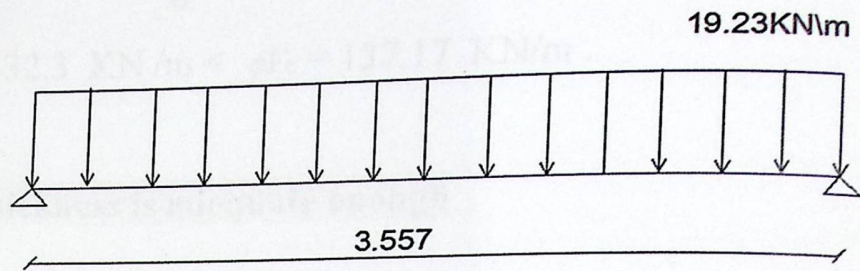
Use $\Phi 10$ @ 15cm, $A_s \text{ prov} = 5.27 \text{ cm}^2 / \text{m strip}$

- Step (s) is the smallest of :-

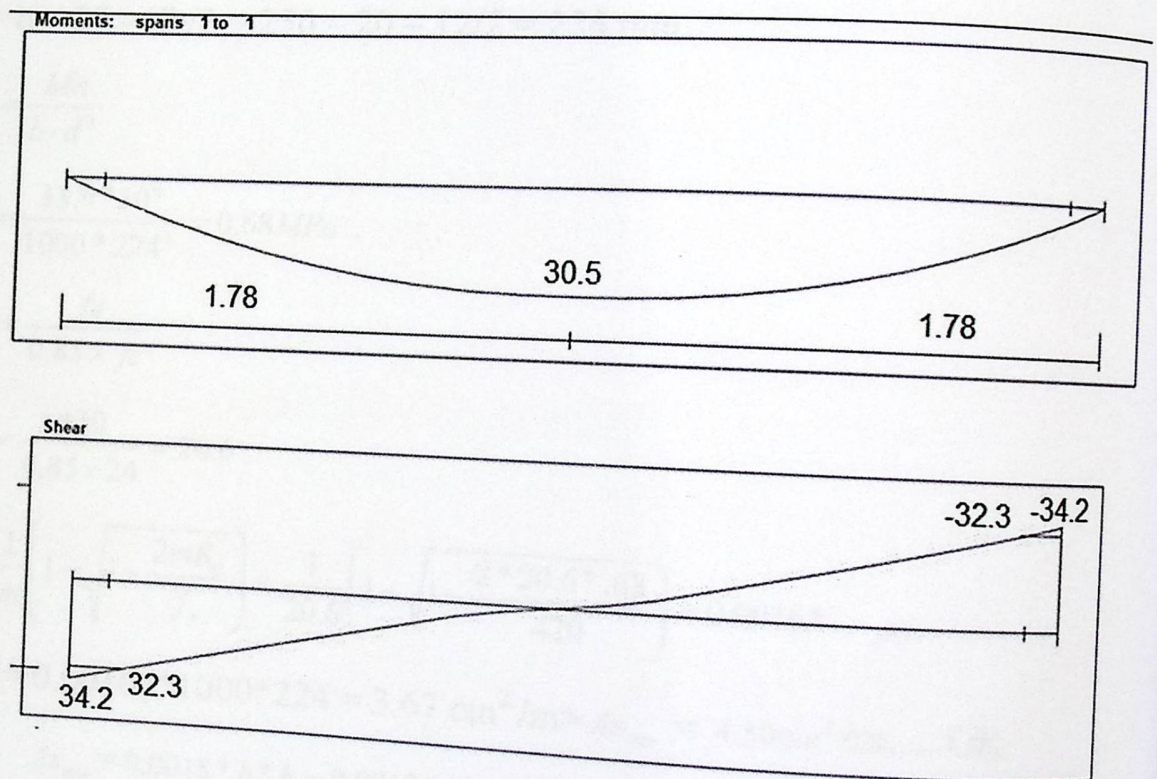
1. $5 \cdot h = 5 \cdot 250 = 1250 \text{ mm}$
2. 450 mm - control

$A_{S_{\text{Shrinkage}}} (\text{mm}^2)$	S(mm)	d_b (mm)
450	150	$\Phi 10$

- Design for landing (L1A) part 1 :



Structural System Of Landing (L1A)



(4-12): Envelope diagram Of Landing (L1A)

$V_u = 32.3 \text{ KN/m}$

- Check for shear strength (L1A):

Assume $\varnothing 12$ for main reinforcement:-

$$d = h - 20 - db/2 = 250 - 20 - 12/2 = 224 \text{ mm}$$

$$\phi V_c = \frac{0.75 * \sqrt{24} * 1000 * 224}{6} = 137.17 \text{ KN/m}$$

$$V_u = 32.3 \text{ KN/m} < \phi V_c = 137.17 \text{ KN/m}$$

- Thickness is adequate enough

- Calculate the maximum bending moment:

$$M_u = 30.5 \text{ kN.m/m}$$

$$M_n = M_u / 0.9 = 30.5 / 0.9 = 33.9 \text{ KN.m/m}$$

$$d = h - 20 - db/2 = 250 - 20 - 12/2 = 224 \text{ mm}$$

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

$$R_n = \frac{33.9 * 10^6}{1000 * 224^2} = 0.68 \text{ MPa}$$

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

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 20.6 * 0.68}{420}} \right) = 0.00164$$

$$A_{s_{req}} = 0.00164 * 1000 * 224 = 3.67 \text{ cm}^2/\text{m} > A_{s_{min}} = 4.50 \text{ cm}^2/\text{m} \dots \text{OK}$$

$$A_{s_{min}} = 0.0018 * b * h = 0.0018 * 1000 * 250 = 450 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Use $\Phi 10 @ 15 \text{ cm}$

Mu(KN.m)	m	Rn	ρ	$A_{s_{req}}(\text{cm}^2)$	$A_{s_{min}}(\text{cm}^2)$	S(mm)
30.5	20.6	0.68 MPa	0.00164	3.67	4.5	150

- Step (s) is the smallest of :-

1. $3 \cdot h = 3 \cdot 250 = 750 \text{ mm}$

2. 450 mm

$\leq 380 \left(\frac{280}{f_s} \right) - 2.5 \cdot C_c$

$\leq 380 \cdot \left(\frac{280}{\frac{2}{3} f_y} \right) - 2.5 \cdot 20 = 380 \cdot \left(\frac{280}{\frac{2}{3} \cdot 420} \right) - 2.5 \cdot 20 = 330 \text{ mm}$

$\leq 300 \left(\frac{280}{f_s} \right) = 300 \cdot \left(\frac{280}{\frac{2}{3} f_y} \right) = 300 \cdot \left(\frac{280}{\frac{2}{3} \cdot 420} \right) = 300 \text{ mm (control)}$

- Check for strain:

Tension = Compression

$A_s \cdot f_y = 0.85 \cdot f_c' \cdot b \cdot a$

$526.7 \cdot 420 = 0.85 \cdot 24 \cdot 1000 \cdot a$

$a = 10.84 \text{ mm}$

$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{10.84}{0.85} = 12.76 \text{ mm}$

$\epsilon_s = \frac{224 - 12.76}{12.76} \cdot 0.003$

$\epsilon_s = 0.0496 > 0.005 \rightarrow \text{ok}$

• Temperature & Shrinkage reinforcement:

$A_{s \text{ Shrinkage}} = 0.0018 \cdot b \cdot h = 0.0018 \cdot 1000 \cdot 250 = 450 \text{ mm}^2 / \text{m}$

Use $\Phi 12 @ 20 \text{ cm}$, $A_s \text{ prov} = 5.65 \text{ cm}^2 / \text{m strip}$

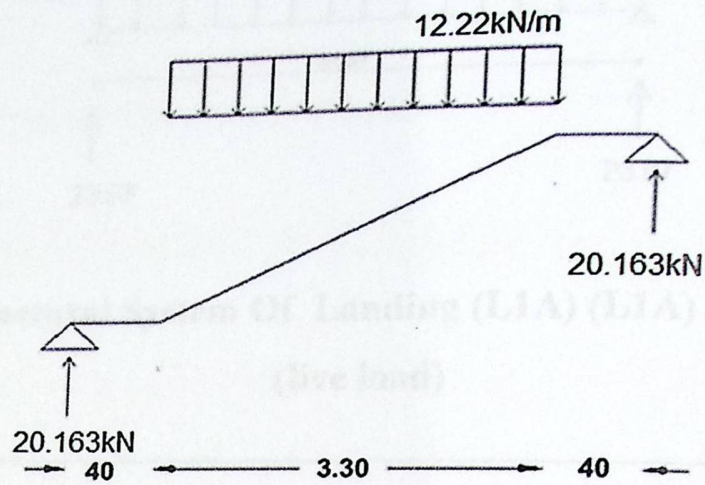
- Step (s) is the smallest of :-

1. $5 \cdot h = 5 \cdot 250 = 1250 \text{ mm}$

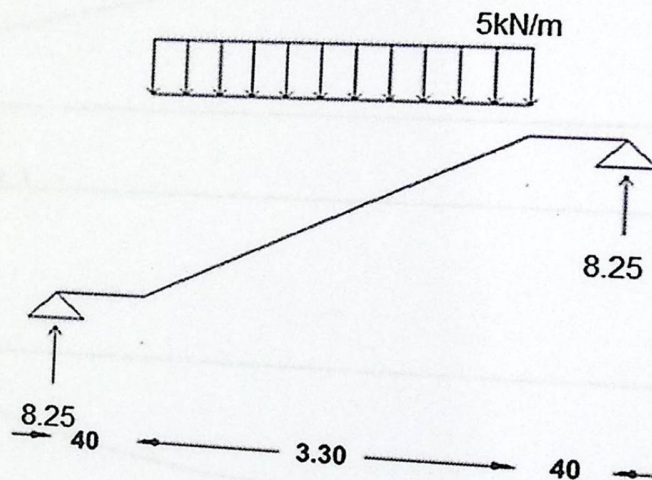
2. $450 \text{ mm} - \text{control}$

$A_{s \text{ Shrinkage}} (\text{cm}^2)$	S(mm)	d_b (mm)
5.65	200	$\Phi 12$

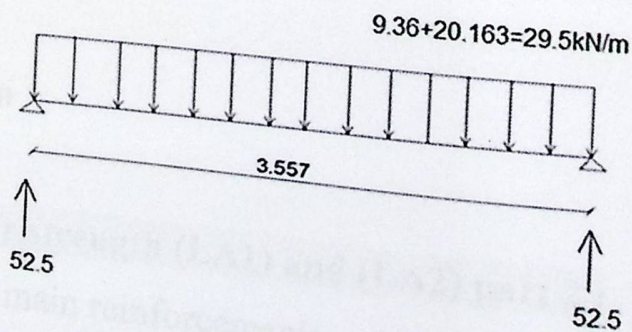
- Design for landing (LA1) and (LA2) part 2 :



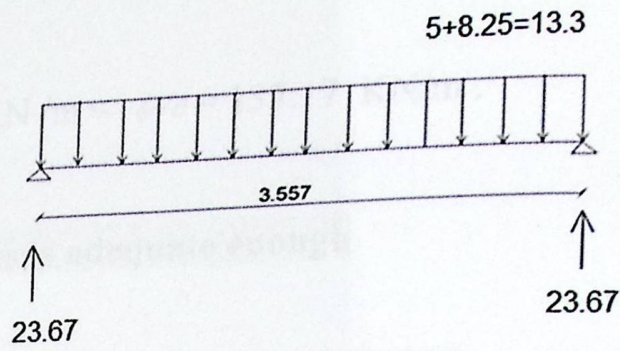
Reaction support from dead load on flight



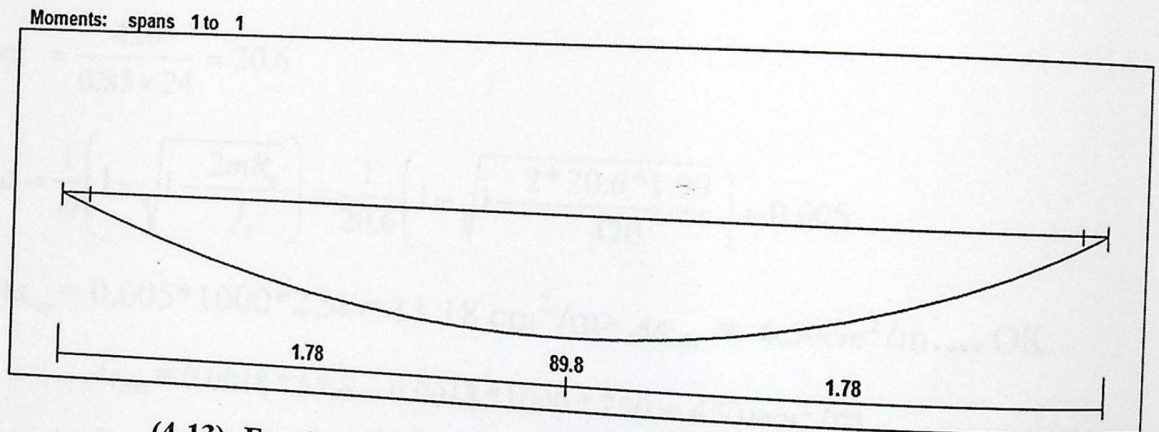
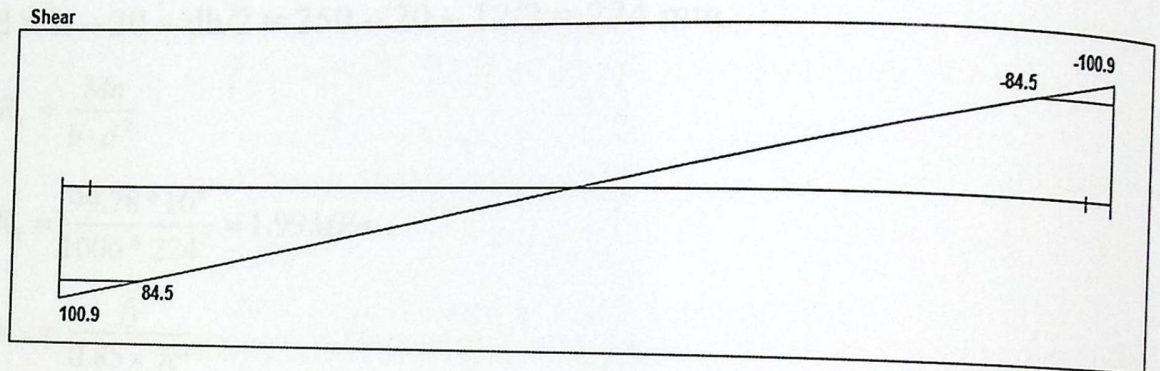
Reaction support from live load on flight



**Structural System Of Landing (L1A) (L1A) part 2
(dead load)**



**Structural System Of Landing (L1A) (L1A) part 2
(live load)**



(4-13): Envelope diagram Of Landing (LA1) and (LA2) part 2

$V_u = 84.5 \text{ KN/m}$

- Check for shear strength (LA1) and (LA2) part 2 :

Assume $\phi 12$ for main reinforcement:-

$$d = h - 20 - db/2 = 250 - 20 - 12/2 = 224 \text{ mm}$$

$$\phi V_c = \frac{0.75 * \sqrt{24} * 1000 * 224}{6} = 137.17 \text{ KN/m}$$

$$V_u = 84.5 \text{ KN/m} < \phi V_c = 137.17 \text{ KN/m} .$$

- Thickness is adequate enough

- Calculate the maximum bending moment:

$$M_u = 89.8 \text{ kN.m/m}$$

$$M_n = M_u / 0.9 = 89.8 / 0.9 = 99.78 \text{ KN.m/m}$$

$$d = h - 20 - db/2 = 250 - 20 - 12/2 = 224 \text{ mm}$$

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

$$R_n = \frac{99.78 \cdot 10^6}{1000 \cdot 224^2} = 1.99 \text{ MPa} .$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 \times f_c'}$$

$$m = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 20.6 \cdot 1.99}{420}} \right) = 0.005$$

$$A_{s_{req}} = 0.005 \cdot 1000 \cdot 224 = 11.18 \text{ cm}^2/\text{m} > A_{s_{min}} = 4.50 \text{ cm}^2/\text{m} \dots \text{OK}$$

$$A_{s_{min}} = 0.0018 \cdot b \cdot h = 0.0018 \cdot 1000 \cdot 250 = 450 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Addition to $\emptyset 10/15$ in landing, use $\emptyset 10/20$ at bottom...select $3\emptyset 10$ in 40cm

Mu(KN.m)	m	Rn	ρ	$A_{s_{req}}(\text{cm}^2)$	$A_{s_{min}}(\text{cm}^2)$	S(mm)
89.8	20.6	1.99 Mpa	0.005	11.18	4.5	150

• Temperature & Shrinkage reinforcement:

$$A_{s_{Shrinkage}} = 0.0018 \times b \times h = 0.0018 \times 1000 \times 250 = 450 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Use $\Phi 10 @ 15 \text{ cm c/c}$, $A_s \text{ prov} = 523.33 \text{ mm}^2/\text{m strip}$

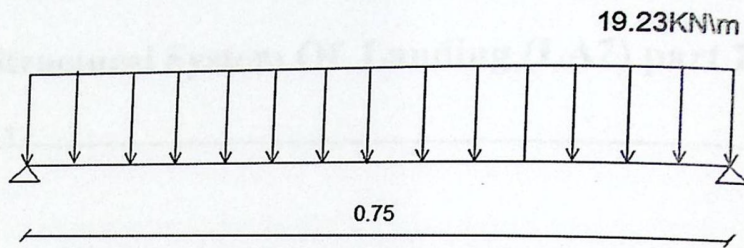
- Step (s) is the smallest of :-

$$1. 5 \cdot h = 5 \cdot 250 = 1250 \text{ mm}$$

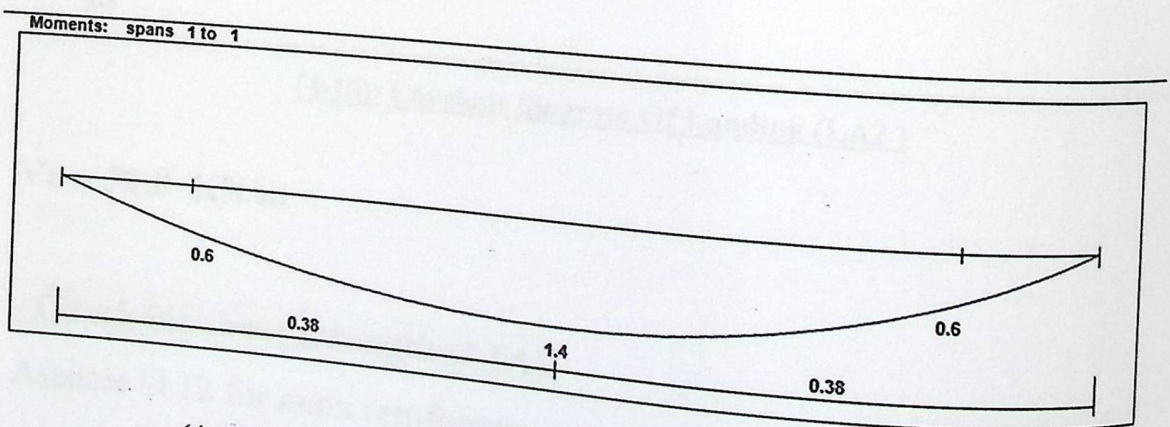
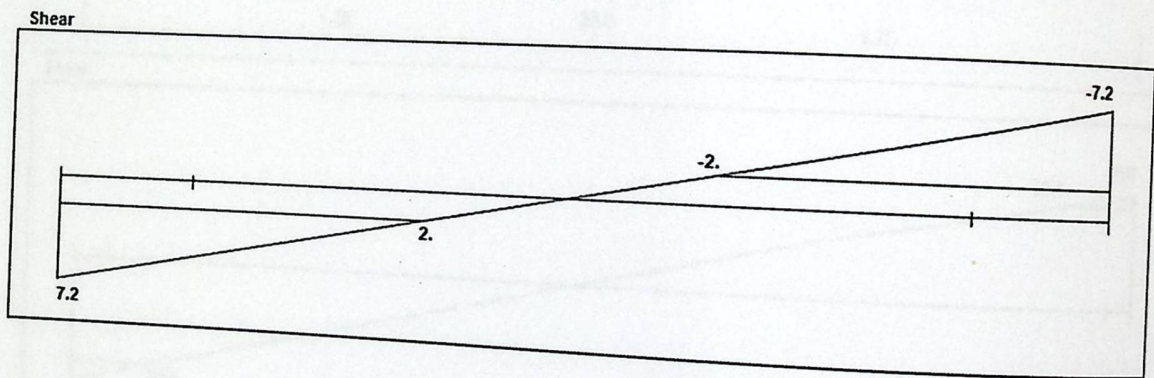
$$2. 450 \text{ mm} - \text{control}$$

$A_{S_{Shrinkage}} (mm^2)$	S(mm)	d_b (mm)
450	150	Φ 10

- Landing (LA3) :

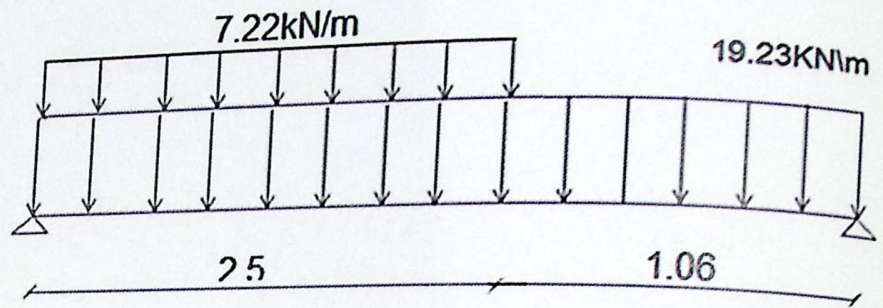


Structural System Of Landing (LA3)

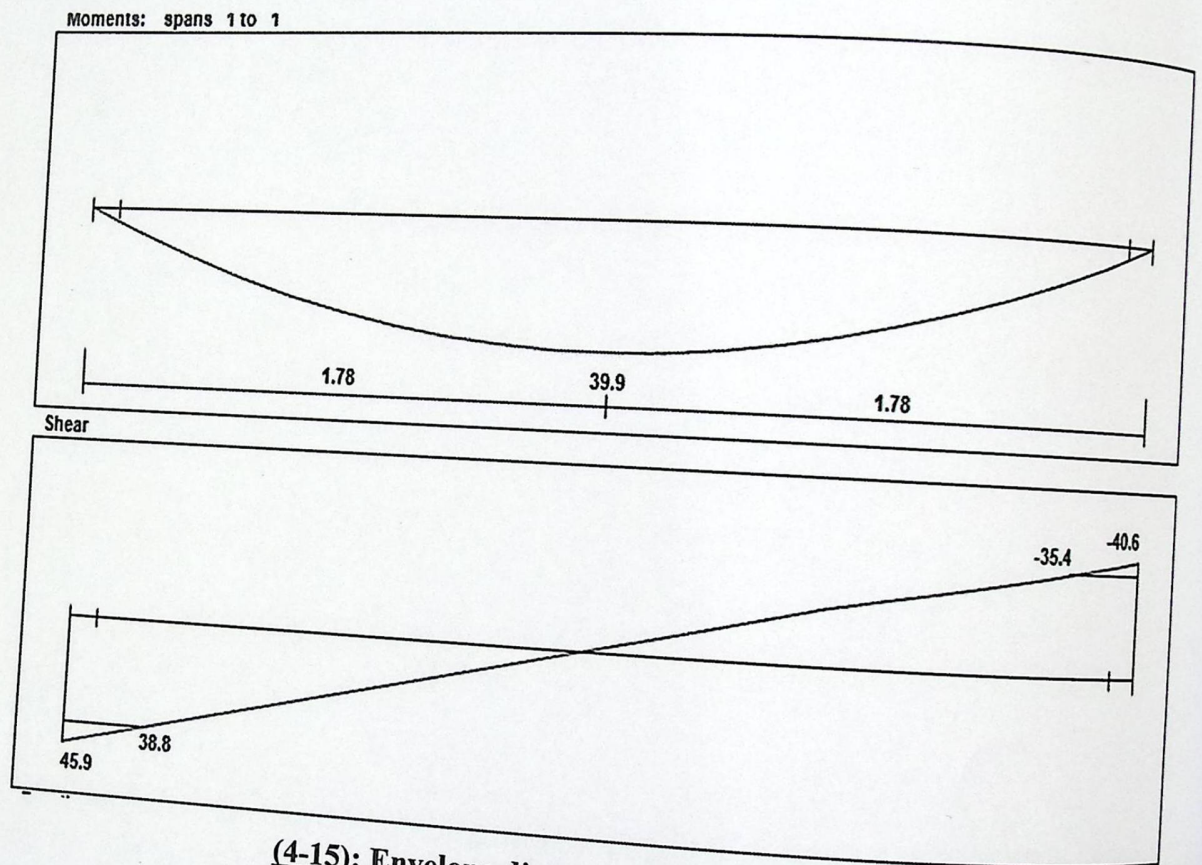


(4-14): Envelope diagram Of Landing (LA1) and (LA2) part 2

- Design for landing (LA2) part 1 :



Structural System Of Landing (LA2) part 1



(4-15): Envelope diagram Of Landing (LA2)

$V_u = 38.8 \text{ KN/m}$

- Check for shear strength (L1A):

Assume $\emptyset 12$ for main reinforcement:-

$$d = h - 20 - db/2 = 250 - 20 - 12/2 = 224 \text{ mm}$$

$$\phi V_c = \frac{0.75 * \sqrt{24} * 1000 * 224}{6} = 137.17 \text{ KN/m}$$

$$V_u = 38.8 \text{ KN/m} < \phi V_c = 137.17 \text{ KN/m}$$

- Thickness is adequate enough

- Calculate the maximum bending moment:

$$M_u = 38.8 \text{ kN.m/m}$$

$$M_n = M_u / 0.9 = 38.8 / 0.9 = 43.11 \text{ kN.m/m}$$

$$d = h - 20 - db/2 = 250 - 20 - 12/2 = 224 \text{ mm}$$

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

$$R_n = \frac{44.33 \cdot 10^6}{1000 \cdot 224^2} = 0.86 \text{ MPa}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 \cdot f_c'}$$

$$m = \frac{420}{0.85 \cdot 24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 20.6 \cdot 0.86}{420}} \right) = 0.00209$$

$$A_{s_{req}} = 0.00209 \cdot 1000 \cdot 224 = 4.68 \text{ cm}^2/\text{m} > A_{s_{min}} = 4.50 \text{ cm}^2/\text{m} \dots \text{OK}$$

$$A_{s_{min}} = 0.0018 \cdot b \cdot h = 0.0018 \cdot 1000 \cdot 250 = 450 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Use $\Phi 10 @ 15 \text{ cm}$

Mu(KN.m)	m	Rn	ρ	$A_{s_{req}}(\text{cm}^2)$	$A_{s_{min}}(\text{cm}^2)$	S(mm)
38.8	20.6	0.86 MPa	0.00209	4.68	4.5	150

- Step (s) is the smallest of :-

$$1. 3 \cdot h = 3 \cdot 250 = 750 \text{ mm}$$

$$2. 450 \text{ mm}$$

$$\leq 380 \left(\frac{280}{f_s} \right) - 2.5 \cdot C_c$$

$$\leq 380 \cdot \left(\frac{280}{\frac{2}{3} \cdot 420} \right) - 2.5 \cdot 20 = 380 \cdot \left(\frac{280}{\frac{2}{3} \cdot 420} \right) - 2.5 \cdot 20 = 330 \text{ mm}$$

$$\leq 300 \left(\frac{280}{f_s} \right) = 300 \cdot \left(\frac{280}{\frac{2}{3} \cdot 420} \right) = 300 \cdot \left(\frac{280}{\frac{2}{3} \cdot 420} \right) = 300 \text{ mm (control)}$$

- Thickness is adequate enough

- Calculate the maximum bending moment:

$$M_u = 38.8 \text{ kN.m/m}$$

$$M_n = M_u / 0.9 = 38.8 / 0.9 = 43.11 \text{ kN.m/m}$$

$$d = h - 20 - db/2 = 250 - 20 - 12/2 = 224 \text{ mm}$$

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

$$R_n = \frac{44.33 \cdot 10^6}{1000 \cdot 224^2} = 0.86 \text{ MPa}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 \times f_c'}$$

$$m = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 20.6 \cdot 0.86}{420}} \right) = 0.00209$$

$$A_{s_{req}} = 0.00209 \cdot 1000 \cdot 224 = 4.68 \text{ cm}^2/\text{m} > A_{s_{min}} = 4.50 \text{ cm}^2/\text{m} \dots \text{OK}$$

$$A_{s_{min}} = 0.0018 \cdot b \cdot h = 0.0018 \cdot 1000 \cdot 250 = 450 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Use $\Phi 10 @ 15 \text{ cm}$

Mu(KN.m)	m	Rn	ρ	$A_{s_{req}}(\text{cm}^2)$	$A_{s_{min}}(\text{cm}^2)$	S(mm)
38.8	20.6	0.86 MPa	0.00209	4.68	4.5	150

- Step (s) is the smallest of :-

$$1. 3 \cdot h = 3 \cdot 250 = 750 \text{ mm}$$

$$2. 450 \text{ mm}$$

$$\leq 380 \left(\frac{280}{f_s} \right) - 2.5 \cdot C_c$$

$$\leq 380 \cdot \left(\frac{280}{\frac{2}{3} f_y} \right) - 2.5 \cdot 20 = 380 \cdot \left(\frac{280}{\frac{2}{3} \cdot 420} \right) - 2.5 \cdot 20 = 330 \text{ mm}$$

$$\leq 300 \left(\frac{280}{f_s} \right) = 300 \cdot \left(\frac{280}{\frac{2}{3} f_y} \right) = 300 \cdot \left(\frac{280}{\frac{2}{3} \cdot 420} \right) = 300 \text{ mm (control)}$$

- Check for strain:

Tension = Compression

$$A_s * f_y = 0.85 * f_c' * b * a$$
$$526.7 * 420 = 0.85 * 24 * 1000 * a$$

$$a = 10.84 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{10.84}{0.85} = 12.76 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = \frac{224 - 12.76}{12.76} * 0.003$$

$$\epsilon_s = 0.0496 > 0.005 \longrightarrow \text{ok}$$

• **Temperature & Shrinkage reinforcement:**

$$A_{s_{Shrinkage}} = 0.0018 * b * h = 0.0018 * 1000 * 250 = 450 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

Use $\Phi 10$ @ 15 cm, $A_s \text{ prov} = 526.67 \text{ mm}^2 / \text{m strip}$

- Step (s) is the smallest of :-

1. $5 * h = 5 * 250 = 1250 \text{ mm}$
2. 450 mm – control

$A_{s_{Shrinkage}} (\text{mm}^2)$	S(mm)	d_b (mm)
450	150	$\Phi 10$

4-10 Po. (W) : Basement wall

4-15.1:- load calculation

$f_c' = 28 \text{ MPa}$, $f_y = 420 \text{ MPa}$, $\gamma_s = 18 \text{ KN/m}^3$, $q_{all} = 400 \text{ KN/m}^2$, $\phi = 30$,
surcharge = 5 KN/m^2 , wall thickness = 20 cm

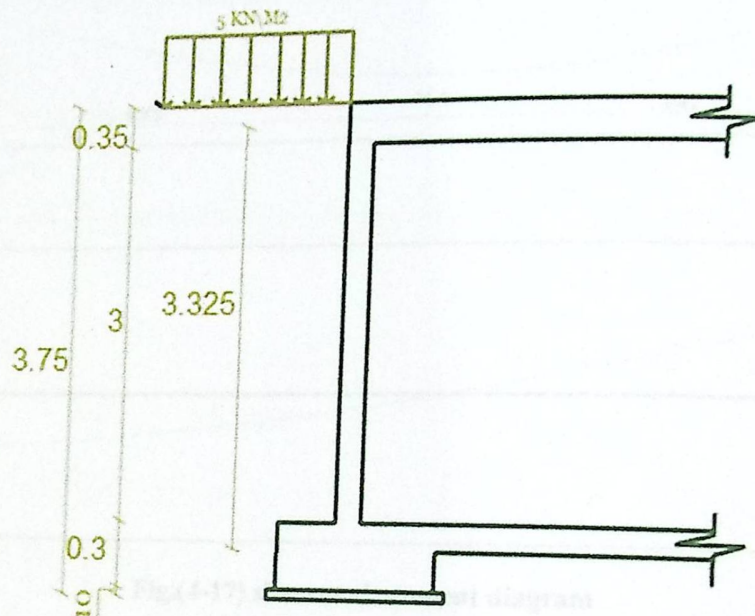
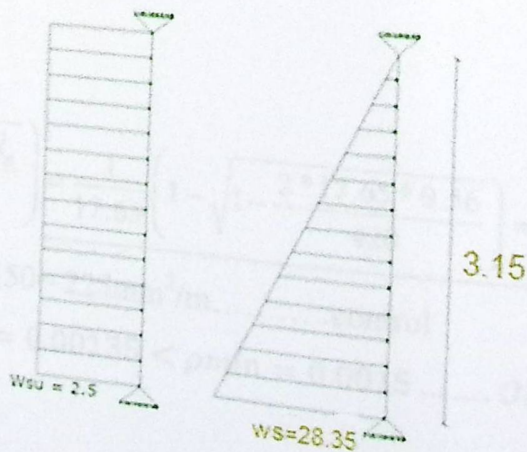


Fig.(4-16) basement wall

$$K = 1 - \sin \phi = 1 - \sin 30 = 0.5$$

$$W_s = K * h * \gamma = 0.5 * 3.15 * 18 = 28.35 \text{ KN/m}^2$$

$$W_{su} = K * P = 0.5 * 5 = 2.5 \text{ KN/m}^2$$



From Atir we have moment and shear envelop (Factored) :

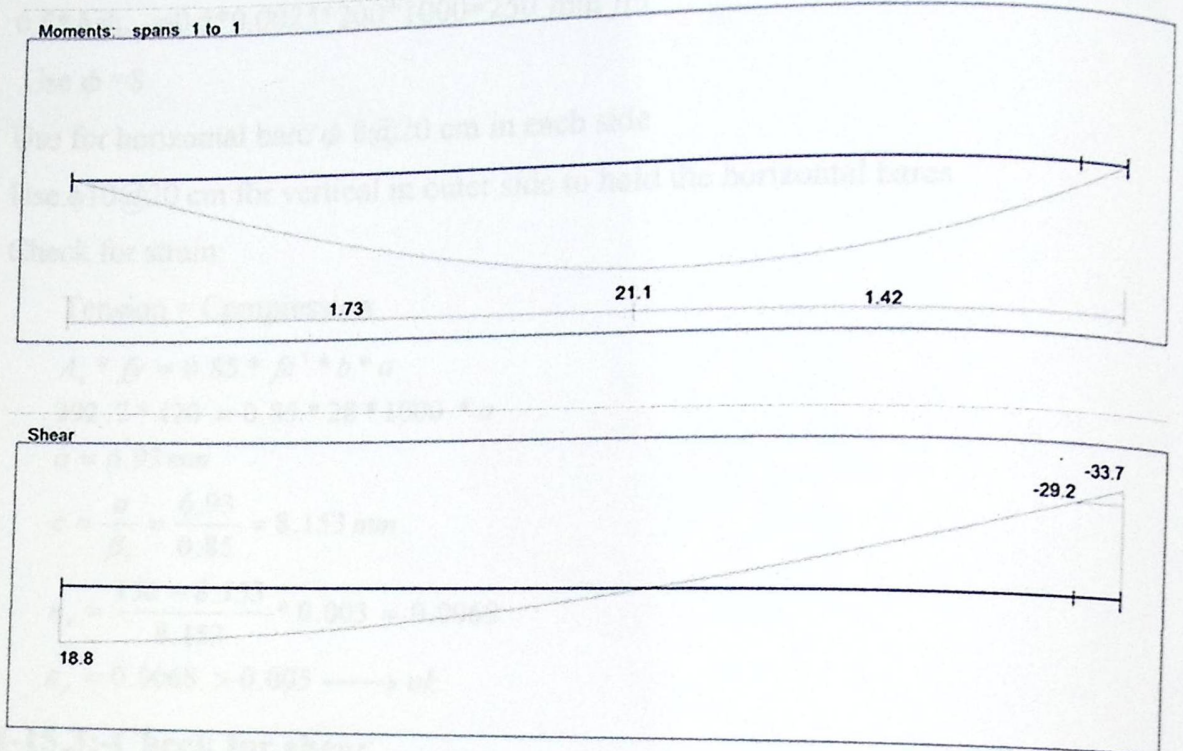


Fig.(4-17) shear and moment diagram

4-15.2:-Design of Bending Moment

$$D = 250 - 40 - 10/2 = 205 \text{ mm}$$

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

$$R_n = \frac{21.1 \cdot 10^6}{0.9 \cdot 1000 \cdot 205^2} = 0.56 \text{ MPa}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 \times f_c'}$$

$$m = \frac{420}{0.85 \times 28} = 17.65$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{17.65} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 17.65 \cdot 0.56}{420}} \right) = 0.00135$$

As req = $0.0015 \cdot 1000 \cdot 150 = 225 \text{ mm}^2/\text{m}$ control

$$\rho = 0.00135 < \rho_{min} = 0.0015 \text{ OK}$$

Check for spacing

$$3h = 3 \cdot 300 = 900 \text{ mm}$$

$$S = 450$$

Use $\Phi 10 @ 20 \text{ cm}$, As prov = $392.7 \text{ mm}^2/\text{m}$

From Atir we have moment and shear envelop (Factored) :

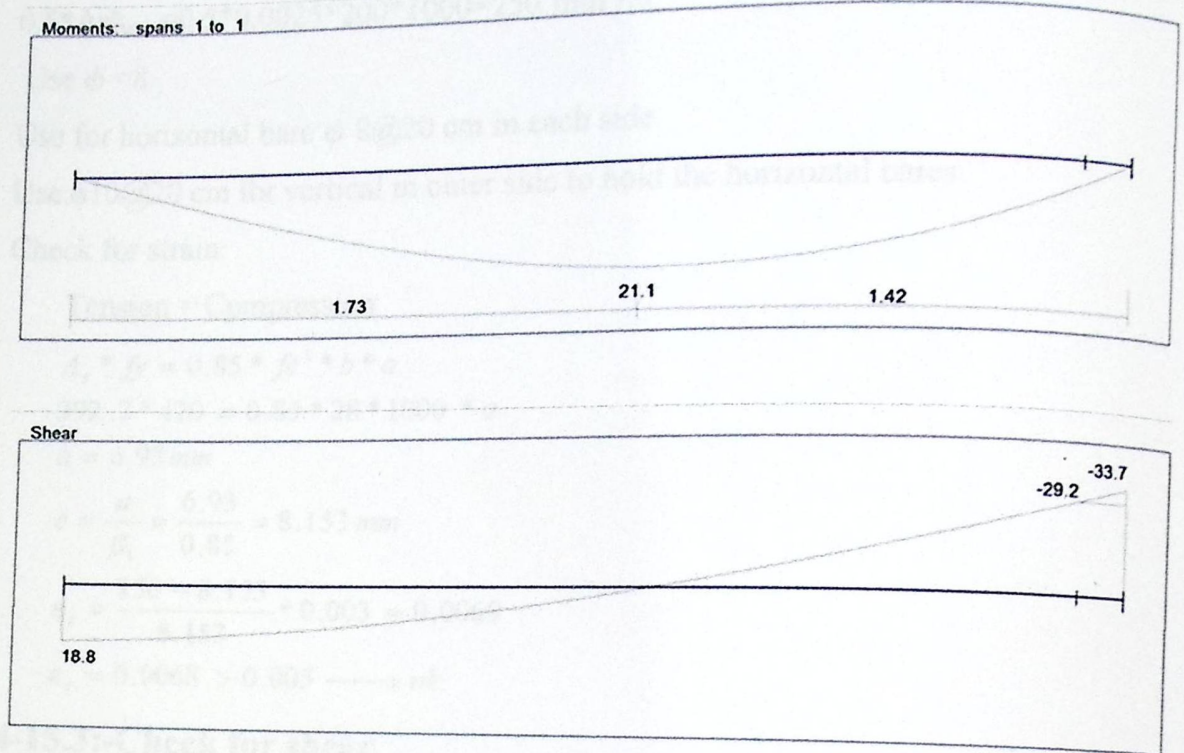


Fig.(4-17) shear and moment diagram

4-15.2:-Design of Bending Moment

$$D = 250 - 40 - 10/2 = 205 \text{ mm}$$

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

$$R_n = \frac{21.1 \cdot 10^6}{0.9 \cdot 1000 \cdot 205^2} = 0.56 \text{ MPa}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 \times f_c'}$$

$$m = \frac{420}{0.85 \times 28} = 17.65$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{17.65} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 17.65 \cdot 0.56}{420}} \right) = 0.00135$$

$$\text{As req} = 0.0015 \cdot 1000 \cdot 150 = 225 \text{ mm}^2/\text{m} \dots \dots \dots \text{control}$$

$$\rho = 0.00135 < \rho_{min} = 0.0015 \dots \dots \dots \text{OK}$$

Check for spacing

$$3h = 3 \cdot 300 = 900 \text{ mm}$$

$$S = 450$$

Use $\Phi 10 @ 20 \text{ cm}$, As prov = $392.7 \text{ mm}^2/\text{m}$

For horizontal bars use the half of the min. in each side

$$0.5 * A_{sh_{min}} = 0.5 * 0.0025 * 200 * 1000 = 250 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Use $\phi = 8$

Use for horizontal bare $\phi 8@20$ cm in each side

Use $\phi 10@20$ cm for vertical in outer side to hold the horizontal bares

Check for strain:

Tension = Compression

$$A_s * f_y = 0.85 * f_c' * b * a$$

$$392.7 * 420 = 0.85 * 28 * 1000 * a$$

$$a = 6.93 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{6.93}{0.85} = 8.153 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = \frac{150 - 8.153}{8.153} * 0.003 = 0.0068$$

$$\epsilon_s = 0.0068 > 0.005 \longrightarrow \text{ok}$$

4-15.3:-Check for shear

$$\phi V_c = \frac{\phi}{6} \sqrt{f_c'} * b * d = \frac{0.75}{6} \sqrt{28} * 1000 * 150 * 10^{-3} = 99.2 \text{ KN}$$

$$\phi V_c > V_u$$

$$99.2 > 29.2$$

The thickness is enough

$$F_c = 28 \text{ MPa}$$

$$F_y = 420 \text{ MPa}$$

$$t = 35 \text{ cm .shear wall thickness}$$

$$L_w = 7.44 \text{ m .shear wall width}$$

$$H_w \text{ for one wall} = 3.85 \text{ m story height}$$

4-18-1: Design of shear

$$\sum F_x = V_u = 307 \text{ KN}$$

4-18-1-1: Design of the Horizontal reinforcement:

The critical Section is the smaller of:

$$\frac{l_w}{2} = \frac{7.44}{2} = 3.72 \text{ m} \dots \dots \text{ control}$$

$$\frac{h_w}{2} = \frac{18.15}{2} = 9.075 \text{ m}$$

$$\text{story height } (H_w) = 3.85 \text{ m}$$

$$d = 0.8 \times h_w = 0.8 \times 7.44 = 5.952 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \phi V_{nmax} &= \phi \frac{5}{6} \sqrt{f_c'} h d \\ &= 0.75 * 0.83 * \sqrt{28} * 350 * 5952 * 10^{-3} = 6862 \text{ KN} > V_u \end{aligned}$$

V_c is the smallest of :

$$1 - V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} h d = \frac{1}{6} \sqrt{28} * 350 * 5952 * 10^{-3} = 1837.2 \text{ KN}$$

$$2 - V_c = 0.27 \sqrt{f_c'} h d + \frac{N_u d}{4 l_w} = 0.27 \sqrt{28} * 350 * 5952 + 0 = 2976.28 \text{ KN}$$

$$3 - V_c = \left[0.05 \sqrt{f_c'} + \frac{l_w \left(0.1 \sqrt{f_c'} + 0.2 \frac{N_u}{l_w h} \right)}{\frac{M_u}{V_u} - \frac{l_w}{2}} \right] h d = \left[0.05 \sqrt{28} + \frac{7.44 (0.1 \sqrt{28} + 0)}{7.68} \right] 350 * 5952$$

$$= 2044.85 \text{ KN} \dots \text{cont}$$

$$\frac{4784 - 3187.6}{3.85} = \frac{M_u - 3187.6}{3.85 - 2.75} \Rightarrow M_u = 3643.7 \text{ KN.m}$$

$$\frac{M_u}{V_u} - \frac{l_w}{2} = \frac{3643.7}{307} - \frac{7.44}{2} = 8.15$$

$$V_u = 307 \text{ KN} < \frac{1}{2} * 0.75 * 1837.2 = 688.95 \text{ KN} \quad \text{No need reinforcement}$$

- Minimum shear reinforcement is required:

$$\text{Take } \rho = 0.0025$$

- Maximum spacing is the least of :

$$\frac{L_w}{5} = \frac{7440}{5} = 1488 \text{ mm}$$

$$3 * h = 3 * 350 = 1050 \text{ mm}$$

450 mm Control

Try $\phi 12$ ($A_s = 113.1 \text{ mm}^2$) for two layers

$$\rho = \frac{A_v h}{h * S_2} = \frac{2 * 113.1}{300 * S_2} = 0.0025$$

$$S_2 = 301.6 \text{ mm} , \quad \phi 12 @ 200 \text{ mm}$$

→ use $\phi 12 @ 300 \text{ mm}$ in two layer

4-18-1-2: Design for Vertical reinforcement:-

$$\frac{h_w}{L_w} = \frac{20}{7.44} = 2.69$$

$$\rho_{vmin} > 0.0025 + 0.5 \left(2.5 - \frac{h_w}{l} \right) (\rho_t - 0.0025) > 0.0025$$

For this wall with $\frac{h_w}{l_w} = 3.69 > 2.5$, $\rho_{min} = 0.0015$

Select $\Phi 10 @ 250 \text{ mm}$. In two layer

4.9 Pos. (F24): Design of foundation :

- Design of Isolated footing (Under Col. 48):

f'_c	f_y
28 Mpa	420 Mpa

- Load Calculation:-

- From column (15): (DL & LL)

- * Service dead load (DL) = 1150KN.
- * Service live load (LL) = 720 KN
- * Column dimensions = 25 cm * 70 cm
- * Allowable soil pressure = 400 KN/ m²

DL(KN)	LL(KN)	Column dimensions	all. soil pressure
1150	720	(25*70) cm	400 KN/ m ²

- Calculating the weight of footing:

- Weight of footing (assume $h_{footing} = 90\text{cm}$)

$$w_{footing} = 0.9 * 25 = 22.5 \text{ KN/m}^2$$

- Required sizes of footing:

$$A_{required} = \frac{P_n}{q_{net}} = \frac{1150 + 720}{400 - 5 - (0.9 * 25)} = 5.02 \text{ m}^2$$

$$\text{Try } 2.2 * 2.6 \text{ Area} = 5.72 \text{ m}^2$$

$h_{footing}$	$w_{footing}$	q_{net}	A,required
90 cm	25 KN/m ²	400 KN/m ²	5.02m ²

•

• 0.

- Depth of footing and shear design:

$$P_u = 1.2DL + 1.6LL = 1.2 * 1150 + 1.6 * 720 = 2532 \text{ KN.}$$

$$q_u = \frac{2532}{5.72} = 442.66 \text{ KN/m}^2$$

Try area	P_u	q_u
2.2m * 2.6m	2532 KN	442.66KN/m ²

- Determine the Depth of Footing Based on Shear Strength:-

Check for One Way Shear Strength

$$V_u = \left(\frac{l}{2} - \frac{a}{2} - d \right) * q_u * b = \left(\frac{2.2}{2} - \frac{0.25}{2} - d \right) * 442.6 * 2.6 = 112.7$$

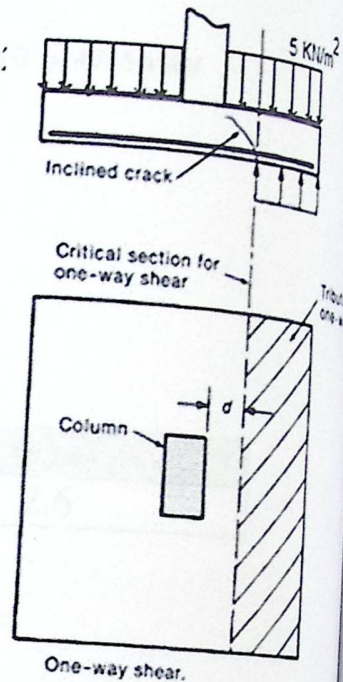
$$\phi V_c = \frac{0.75}{6} \sqrt{28} * 2.2 * d * 10^3$$

$$\text{Let, } \phi V_c = V_u$$

$$d = 0.43m.$$

$$h_{req} = 770 + 75 + 20 = 525mm$$

$$\text{Try } h = 600 \text{ mm } d = 600 - 75 - 20 = 505 \text{ mm}$$



Φ	d (mm)	h req(mm)	Try h(mm)	Try d (mm)
0.75	447	525	600	505

- for Two Way shear Action (Punching).

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

$$\phi V_c = \phi \cdot \frac{1}{6} \left(1 + \frac{2}{\beta_c} \right) \sqrt{f'_c} b_o d$$

$$\phi V_c = \phi \cdot \frac{1}{12} \left(\frac{\alpha_s}{b_o / d} + 2 \right) \sqrt{f'_c} b_o d$$

$$\phi V_c = \phi \cdot \frac{1}{3} \sqrt{f'_c} b_o d$$

Where:

$$\beta_c = \frac{\text{Column Length (a)}}{\text{Column Width (b)}} = \frac{750}{250} = 3$$

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

$$b_o = 2 * (0.25 + 0.505) + 2 * (0.75 + 0.505) = 4.02 \text{ m}$$

$$V_u = ((2.2 * 2.6) - ((0.25 + 0.505) * (0.75 + 0.505))) * 442.66 = 1863.6 \text{ kN}$$

$\alpha_s = 40 \dots \dots$ for interior column

$$\phi V_c = \phi \cdot \frac{1}{6} \left(1 + \frac{2}{\beta_c} \right) \sqrt{f'_c} b_o d = \frac{0.75}{6} * \left(1 + \frac{2}{3} \right) * \sqrt{28} * 4.02 * 0.505 * 10^3 = 2238$$

$$kN$$

$$\phi V_c = \phi \cdot \frac{1}{12} \left(\frac{\alpha_s}{b_o/d} + 2 \right) \sqrt{f'_c} b_o d = \frac{0.75}{12} * \left(\frac{40 * 0.505}{4.02} + 2 \right) * \sqrt{28} * 4.02 * 0.505 * 10^3 = 4716.45 \text{ kN}$$

$$\phi V_c = \phi \cdot \frac{1}{3} \sqrt{f'_c} b_o d = \frac{0.75}{3} * \sqrt{28} * 4.02 * 0.505 * 10^3 = 2685.57 \text{ kN}$$

$V_u = 1863.6 \text{ kN} > \phi V_c = 2238 \text{ kN} \dots \dots \dots \text{ OK}$

• Bending Moment of both direction.

h (mm)	d (mm)	b (m)
600	505	2.6

9

$$M_u = 442.66 * (2.2/2 - 0.25/2) * 2.6 = 1122.14 \text{ kN.m}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 * f'_c} = \frac{420}{0.85 * 28} = 17.65$$

$$R_n = \frac{M_u / \phi}{b * d^2} = \frac{1201.36 * 10^{-3} / 0.9}{2.6 * (0.505)^2} = 1.88 \text{ Mpa}$$

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

$$\rho = \frac{1}{17.65} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(17.65)(2.01)}{420}} \right) = 0.005$$

$$A_{s_{req}} = 0.005 (2600) (505) = 6565 \text{ mm}^2 > A_{s_{min}} = 2808 \text{ mm}^2 \dots \text{ control}$$

$$A_{s_{min}} = 0.0018 * b * h = 0.0018 (2600) (600) = 2808 \text{ mm}^2$$

Take 14 Φ 25, $A_{s, provided} = 68.6 \text{ cm}^2 > A_{s, required} = 65.65 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{2200 - 75 * 2 - 14 * 25}{13} = 131 \text{ mm}$$

- Step(S) is smallest of:

1. $3h = 3 * 600 = 1800 \text{ mm}$

2. 450 mm - control

$S = 131 \text{ mm} < S_{,max} = 450 \text{ mm} - \text{OK}$

Mu(KN.m)	m	Rn	ρ	$A_{sreq}(mm^2)$	$A_{smin}(mm^2)$	$A_{spro}(mm^2)$	S(mm)
1122.14	17.65	1.88 Mpa	0.005	6565	2808	6860	130

- Check strain

Tension = Compression

$$A_s \times f_y = 0.85 \times f_c' \times b \times a$$

$$6860 \times 420 = 0.85 \times 28 \times 2600 \times a$$

$$a = 46.6mm$$

$$c = \frac{46.6}{0.85} = 54.8$$

$$\epsilon_s = \frac{505 - 54.8}{54.8} \times 0.003 = 0.025 > 0.005 \dots ok$$

$A_s (mm^2)$	a (mm)	c (mm)	ϵ_s
6860	46.6	54.8	0.025

• **Development length of flexural reinforcement:**

Ld for $\Phi 20$:

$$L_d = \frac{9}{10} \times \frac{f_y}{\sqrt{f_c'}} \times \frac{\alpha \times \beta \times \gamma \times \lambda}{\left(\frac{k_{tr} + c}{db}\right)} \times db = \frac{9}{10} \times \frac{420}{\sqrt{28}} \times \frac{1 \times 1 \times 0.8 \times 1}{2.5} \times 20 = 458mm$$

Available length = $((2200-250) \times 2) - 75 = 900$
 $900mm > 458mm \dots \dots \dots ok$

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

$$\Phi Pn.b = \Phi(0.85 f_c' A_1 \times \sqrt{\frac{A_2}{A_1}})$$

$$A_1 = 0.25 \times 0.70 = 0.175 m^2$$

$$A_2 = 2.2 \times 2.6 = 5.72 m^2$$

$$\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = \sqrt{\frac{5.72}{0.175}} = 5.7 > 2 \dots\dots\dots$$

$$\Phi P_n \cdot b = 0.65 \times (0.85 \times 28 \times 0.175) \times 1000 = 2707.25 \text{ KN}$$

$$\Phi P_n = 2707.25 > P_u = 2532 \dots\dots\dots$$

The Dowels are Not needed for footing:

$$A_{s,\min} = 0.005 \cdot A_c = 0.005 \cdot 250 \cdot 700 = 875 \text{ mm}^2$$

Use 4Φ 12 , $A_{s,\text{provided}} = 11300 \text{ mm}^2 > A_{s,\text{required}} = 875 \text{ mm}^2 \dots\dots \text{OK.}$

0Truss Design:-

❖ Load calculation

1. Dead Load:-

- Surface layer of steel sheet with thickness of 0.6mm = 0.05 KN/m^2
 $(0.6/1000) * 78.5 \text{ KN/m}^3 = 0.05 \text{ KN/m}^2$
- Heat insulation layer of rock wool with thickness of 100mm = 0.1 KN/m^2
 $10 \text{ cm} * 0.01 \text{ KN/m}^2 / 1 \text{ cm} = 0.1 \text{ KN/m}^2$
- Sheet metal with thickness of 0.63mm = 0.066 KN/m^2
- Additional for insulation = 0.02 KN/m^2
- **D.L = $0.05 + 0.1 + 0.066 + 0.02 = 0.236 \text{ KN/m}^2$**

2. Snow load

$$S = h - 400 / 400$$

$$= 650 - 400 / 400 = 0.625 \text{ KN/m}^2$$

$$Q_t = 0.625 + 0.236 = 0.861 \text{ KN/m}^2$$

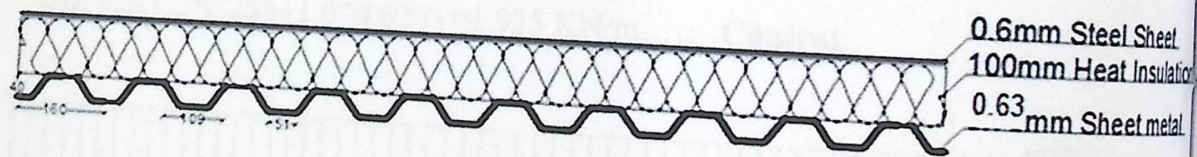


Fig (4-19) Cross section of sheet metal

Zwischenaufgabenbreite $\geq 60 \text{ mm}$

Dicke mm	Gewicht kN/m ²	l cm/m ²	Zulässige, gleichmäßig verteilte Belastung in kN/m ² bei einer Stützweite l in m (inkl. Eigengewicht)																
			1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	3.25	3.50	3.75	4.00	4.25	4.50	4.75	
0.63	0.066	16.5	1	7.98	5.64	3.94	2.92	2.24	1.77	1.43	1.18	0.99	0.85	0.73	0.64	0.56	0.50	0.44	0.40
			2	7.98	5.64	3.94	2.92	2.24	1.77	1.43	1.18	0.99	0.85	0.73	0.61	0.50	0.42	0.35	0.30
			3	7.98	5.64	3.94	2.92	2.24	1.77	1.43	1.18	1.03	0.79	0.62	0.50	0.41	0.33	0.28	0.23
0.75	0.078	20.8	1	10.70	7.44	5.16	3.79	2.90	2.30	1.86	1.54	1.29	1.10	0.95	0.83	0.73	0.64	0.57	0.51
			2	10.70	7.44	5.16	3.79	2.90	2.30	1.86	1.54	1.29	1.10	0.94	0.77	0.63	0.53	0.44	0.38
			3	10.70	7.44	5.16	3.79	2.90	2.30	1.73	1.30	1.00	0.79	0.63	0.51	0.42	0.35	0.30	0.25
0.88	0.092	26.8	1	13.94	9.44	6.56	4.82	3.69	2.91	2.36	1.95	1.64	1.40	1.20	1.05	0.92	0.82	0.73	0.65
			2	13.94	9.44	6.56	4.82	3.69	2.91	2.36	1.95	1.64	1.40	1.17	0.95	0.78	0.65	0.55	0.47
			3	13.94	9.44	6.56	4.82	3.69	2.91	2.13	1.60	1.23	0.97	0.78	0.63	0.52	0.43	0.37	0.31
1.00	0.104	30.4	1	17.17	11.41	7.92	5.82	4.46	3.52	2.85	2.30	1.98	1.69	1.46	1.27	1.11	0.99	0.88	0.79
			2	17.17	11.41	7.92	5.82	4.46	3.52	2.85	2.30	1.98	1.69	1.38	1.12	0.92	0.77	0.65	0.55
			3	17.17	11.41	7.92	5.82	4.46	3.46	2.52	1.89	1.46	1.15	0.92	0.75	0.62	0.51	0.43	0.37
1.25	0.130	39.4	1	24.56	15.78	10.96	8.05	6.16	4.87	3.94	3.26	2.74	2.33	2.01	1.75	1.54	1.36	1.22	1.09
			2	24.56	15.78	10.96	8.05	6.16	4.87	3.94	3.26	2.74	2.23	1.78	1.45	1.19	1.00	0.84	0.71
			3	24.56	15.78	10.96	8.05	6.16	4.49	3.26	2.45	1.89	1.48	1.19	0.97	0.80	0.66	0.56	0.48
1.50	0.156	47.5	1	31.80	20.35	14.13	10.38	7.95	6.28	5.09	4.20	3.53	3.01	2.60	2.26	1.99	1.76	1.57	1.41
			2	31.80	20.35	14.13	10.38	7.95	6.28	5.09	4.20	3.42	2.69	2.15	1.75	1.44	1.20	1.01	0.86
			3	31.80	20.35	14.13	10.38	7.69	5.40	3.94	2.96	2.26	1.79	1.43	1.17	0.96	0.80	0.67	0.57

Zwischenauflegerbreite > 80 mm

Zulässige, gleichmäßig verteilte Belastung in kN/m² bei einer Stützweite l in m (inkl. Eigengewicht)

Dicke mm	Gewicht kN/m ²	l _{cr} cm/m	Zulässige, gleichmäßig verteilte Belastung in kN/m ² bei einer Stützweite l in m (inkl. Eigengewicht)															
			1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75
0,63	0,066	16,5	1 8,95	5,73	3,98	2,99	2,38	1,93	1,60	1,35	1,15	0,99	0,86	0,75	0,67	0,59	0,53	0,48
0,75	0,078	20,8	3 11,62	7,44	5,16	3,96	3,14	2,56	2,03	1,59	1,18	0,92	0,74	0,60	0,50	0,41	0,38	0,30
0,88	0,092	25,8	3 14,75	9,44	6,65	5,11	4,04	3,27	2,70	2,26	1,92	1,65	1,43	1,26	1,11	0,99	0,89	0,80
1,00	0,104	30,4	3 17,82	11,41	8,15	6,25	4,93	3,98	3,28	2,75	2,33	2,00	1,74	1,52	1,34	1,20	1,07	0,96
1,25	0,130	39,4	3 24,65	15,78	11,55	8,81	6,93	5,26	3,94	2,88	2,22	1,75	1,40	1,14	0,94	0,78	0,66	0,56
1,50	0,156	47,5	3 31,80	20,80	15,19	11,55	9,06	7,28	5,98	4,99	4,23	3,62	3,14	2,75	2,42	2,15	1,92	1,73

Table (4-5) sheet metal for 2&3 spans

From the table above the bearing load of sheet metal is 3.98 KN/m²

$$Q_u = 3.98 \text{ KN/m}^2 > Q_t = 0.861 \text{ KN/m}^2 \dots \dots \text{Ok}$$

Note: the members are A36 (F_Y=36 ksi and F_U=58 ksi)

▪ Purlins design

$$Q_u = 1.5(1.4 * 0.236) = 0.496 \text{ KN/m}$$

$$Q_u = 1.5(1.2 * 0.236 + 1.6 * 0.625) = 1.925 \text{ KN/m} \dots \dots \text{Control.}$$

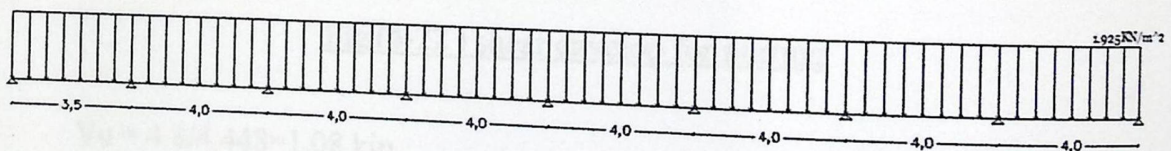


Fig (4-20) static system for purlins

▪ Design of Moment Max. Mu = 3.6 KN/m.

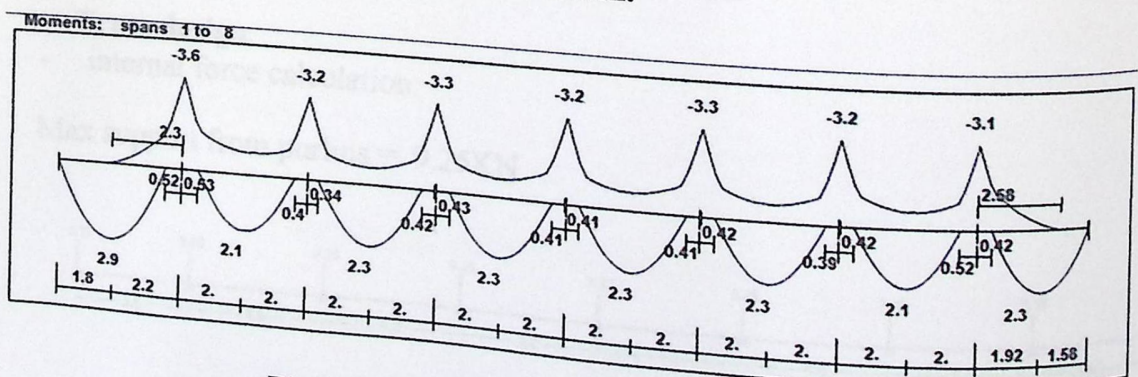


Fig (4-21) moment envelope for Purlins

$$M_u (\text{max}) = 3.6/4.448 \times 1000 \times 1/25.4 = 31.86 \text{ kip.in}$$

$$M_p \geq M_u$$

$$0.9 \cdot 36 \cdot Z_x = 31.86 \rightarrow Z_x = 0.983 \text{ in}^3$$

$$\text{Select HSS } 3 \frac{1}{2} \times 2 \times \frac{1}{8} \rightarrow Z_x = 1.34 \text{ in}^3$$

$$b/t = 14.2, \quad h/t = 27.2$$

▪ **Check Compact :**

$$\lambda_p = 1.12 \sqrt{E/F_y} = 1.12 \sqrt{(29000/36)} = 31.8$$

$$\lambda_r = 1.4 \sqrt{E/F_y} = 1.4 \sqrt{(29000/36)} = 39.73$$

b/t and $h/t < \lambda_p$ so Compact section

▪ **Design of shear stress Max. = 4.8 KN**

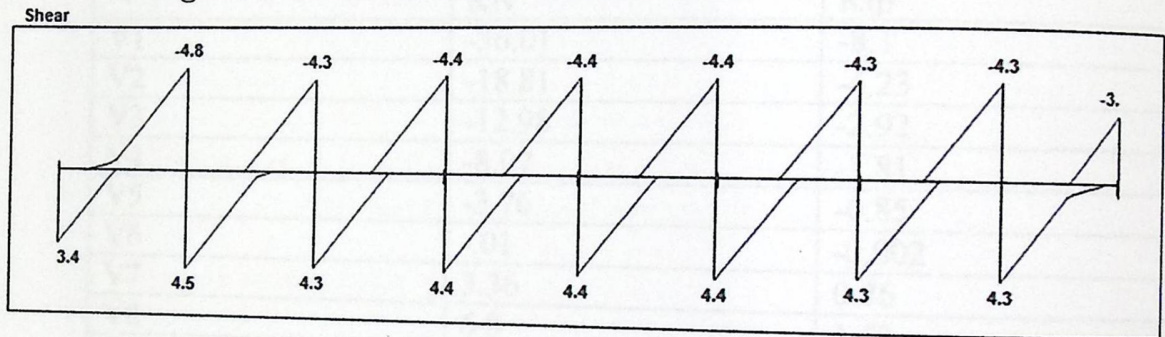


Fig (4-22) shear envelop for purling

$$V_u = 4.8/4.448 = 1.08 \text{ kip}$$

$$V_p \geq V_u$$

$$0.9 \cdot 0.6 \cdot F_y \cdot d \cdot t_w \geq 1.08$$

$$0.9 \cdot 0.6 \cdot 36 \cdot 3.5 \cdot \frac{1}{8} = 8.505 \text{ kip} > 1.08 \dots \text{Ok}$$

▪ **Truss design:**

- internal force calculation:

Max support from purlins = 9.25KN

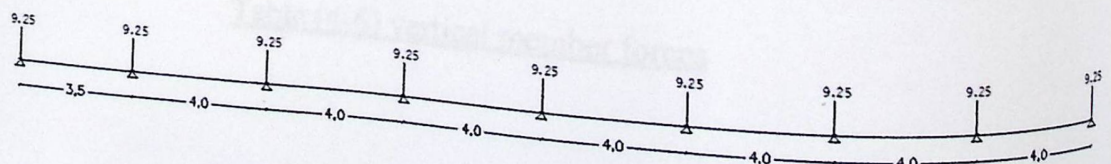


Fig (4-23) support reaction for purling

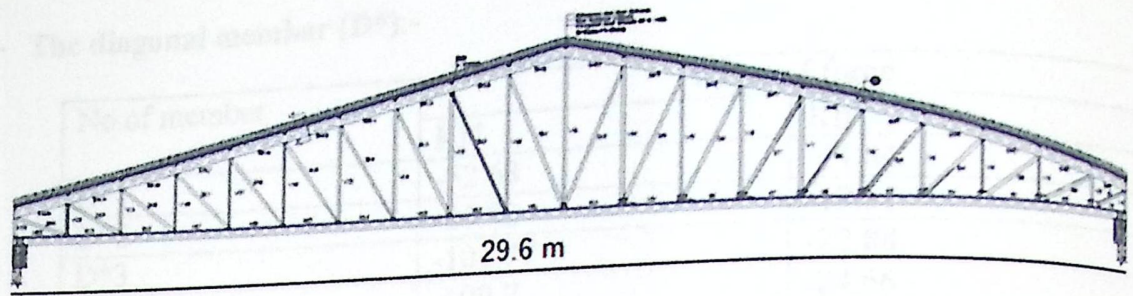


Fig (4-24) Truss system

The truss consist of for types of members :-

1-The vertical members (V) :-

No.of member	Value of force	
	KN	Kip
V1	-36.01	-8.1
V2	-18.81	-4.23
V3	-12.98	-2.92
V4	-8.07	-1.81
V5	-3.76	-0.85
V6	-.01	-0.002
V7	3.36	0.76
V8	6.8	1.53
V9	9.74	2.19
V10	12.64	2.84
V11	28.73	6.46
V12	13.12	2.95
V13	10.4	2.34
V14	7.43	1.67
V15	4.3	0.97
V16	1.37	0.31
V17	-2.94	-0.66
V18	-6.8	-1.53
V19	-12.02	-2.7
V20	-17.09	-3.84
V21	-35.94	-8.08

Table (4-6) vertical member forces

2- The diagonal member (D*):-

No. of member	Value of force	
	KN	Kip
D*1	-52.68	-11.84
D*2	-85.92	-19.31
D*3	-101.77	-22.88
D*4	-109.7	-24.66
D*5	-108.19	-24.32
D*6	-104.67	-23.53
D*7	-99.7	-22.41
D*8	-93.56	-21.03
D*9	-86.95	-19.55
D*10	-93.64	-21.05
D*13	-100.08	-22.5
D*14	-105.35	-23.68
D*15	-109.28	-24.57
D*16	-111.3	-25.02
D*17	-110.56	-24.86
D*18	-105.4	-23.7
D*19	-92.31	-20.75
D*20	-61.72	-13.88

Table (4-7) diagonal member forces

3- The diagonal member (D):-

No. of member	Value of force	
	KN	Kip
D1	36	8.09
D2	25.54	9.65
D3	13.77	3.1
D4	6.2	1.39
D5	1.17	0.26
D6	0.62	0.13
D7	6.27	1.41
D8	-9.5	-2.13
D9	-13.93	-3.13
D10	-12.95	-2.91
D11	-13.61	-3.05
D12	-14.58	-3.27
D13	-10.5	-2.36
D14	-7.73	-1.73
D15	-4.28	-0.96
D16	4.99	1.12
D17	11.5	2.58
D18	23.45	5.27
D19	39.47	8.87

Table (4-8) diagonal member forces

4- The Tension member (T):-

No. of member	Value of force	
	KN	Kip
		2.5
T1	11.13	3.67
T2	16.34	3.87
T3	17.25	3.47
T4	15.46	2.65
T5	11.83	1.54
T6	6.89	0.11
T7	0.5	0.17
T8	0.76	1.66
T9	7.41	2.84
T10	12.966	3.74
T11	16.66	4.25
T12	18.91	4.19
T13	18.66	3.27
T14	14.55	
T15	3.75	0.84

Table (4-9) tension member forces

▪ Design of tension member :

Bottom member Max. tension = 18.91 KN = 4.25 Kip

- Tensile yielding :-

$$P_u = \Phi * F_Y * A_g$$

$$A_g = 4.25 / 0.9 * 36 = 0.13 \text{ in}^2$$

Try W6*8.5 with $A_g = 2.52 \text{ in}^2$

- Tensile rupture

$$\Phi P_n = \Phi * F_u * (U * A_g) = 0.75 * 58 * (1 * 2.52) = 109.62 \text{ Kip} > 4.25 \text{ Kip} \dots \text{Ok}$$

▪ Diagonal member Max. tension = 39.47 KN = 8.87 Kip

- Tensile rupture :-

$$P_u = \Phi * F_Y * A_g$$

$$A_g = 8.87 / 0.9 * 36 = 0.27 \text{ in}^2$$

Try L2*2*1/8 with $A_g = 0.484 \text{ in}^2$

$$\Phi P_n = \Phi * F_u * (U * A_g) = 0.75 * 58 * 0.85 * 0.48 = 17.75 \text{ Kip} > 8.87 \text{ Kip} \dots \text{Ok}$$

▪ Design of compression member :

Vertical member Max. compression = 36.01 = 8.1 Kip
Take section member L2*2*1/8

Section property: $A=0.484 \text{ in}^2$, $r_x=0.62 \text{ in}$, $r_y=0.62 \text{ in}$
 $L=1.5 \text{ m}=4.92 \text{ ft}$

- Determine of the reduction factor for slender "Unstiffened element":

$$\lambda = b/t = 2/(1/8) = 16$$

$$\lambda = b/t = 0.45\sqrt{E/F_y} = 0.45\sqrt{(29000/36)} = 12.77 < b/t = 16 < 0.91\sqrt{E/F_y} = 20$$

$$Q_s = 1.34 - 0.76 * 16 * \sqrt{(36/29000)} = 0.91$$

$$KL/r = 1 * 4.92 * 12 / 0.62 = 95.23$$

$$F_e = \pi^2 E / (KL/r)^2 = \pi^2 * 29000 / 95.23^2 = 31.56$$

$$F_{cr} = Q * F_y * 0.658^{(Q * F_y / F_e)}$$

$$= 0.91 * 36 * 0.658^{(0.91 * 36 / 31.56)} = 21.22$$

$$\Phi P_n = \Phi * F_{cr} * A_g = 0.9 * 21.22 * 0.484 = 9.24 \text{ Kip} > 8.87 \text{ Kip}$$

Top member Max. compression = 111.3KN = 25.02 Kip

Assume $KL/r = 75$

$$4.71\sqrt{E/F_y} = 4.71\sqrt{(29000/36)} = 133.68$$

$$F_e = \pi^2 E / (KL/r)^2 = \pi^2 * 29000 / 75^2 = 50.88$$

$$F_{cr} = F_y * 0.658^{(F_y / F_e)} = 36 * 0.658^{(36 / 50.88)} = 26.77 \text{ Kip}$$

$$KL/r = 1 * 4.92 * 12 / r = 75 \rightarrow 0.787$$

$$A_g = P_u / \Phi * F_{cr} = 25.02 / 0.9 * 26.77 = 1.04$$

Use W6*8.5 with $A_g = 2.52 \text{ in}^2$

▪ **Design of weld**

- The calculations of weld based on the following:

1. Fillet Weld is used.
2. The plates are A36 ($F_Y = 36 \text{ ksi}$, $F_u = 58 \text{ ksi}$).
3. The plate thickness is ($t = 1/2 \text{ in}$).
4. The electrodes having $F_{EXX} = 70 \text{ ksi}$.
5. The shielded metal arc welding (SMAW) is used.

First: Design of weld between the vertical member and the Gusset plate in the corners of the truss:-

The section of the vertical member is angel ($L2*2*1/8$)

Member property..... $A_g = 0.484 \text{ in}^2$, $y = 0.534 \text{ in}$

✓ The value of Max. Compression in the vertical member is $V_u = 8.1 \text{ kip}$.

Max. Weld size (a_{max}) = $t - 1/16 = 0.5 - 1/16 = 7/16$

Min. weld size (a_{min}) = $3/16$

Use weld size (a) = $6/16$

▪ **Design strength of weld :-**

$$\Phi R_{nw} = \Phi t e * 0.6 * F_{Exx}$$

$$= 0.75 * 0.707 * (6/16) * 0.6870 = 8.35 \text{ kips}$$

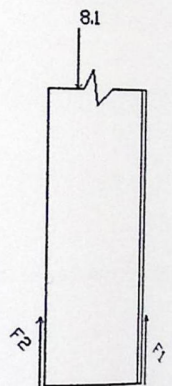


Fig: (4-25): weld between vertical member and gusset plate

▪ **Design strength of base material :-**

$$\Phi R_{nw} = \Phi 0.6 F_y * t = 1 * 0.6 * 36 * 0.5 = 10.8 > 8.35 \text{ kips}$$

$$\Phi R_{nw} = \Phi 0.6 F_u * t = 0.75 * 0.6 * 58 * 0.5 = 13.05 \text{ kips} > 8.35 \text{ kips}$$

$$F_1 = F_2 = 8.1/2 = 4.05 \text{ kip}$$

$$L_w = 4.05/8.35 = 0.49 \dots \dots \dots \text{ take } L_w = 4 \text{ in}$$

Second: Design of weld between the diagonal member and the gusset plate:

- The section of the diagonal member is angel (L2*2*1/8)
- For the vertical member use the same size and dimension of weld for the previous vertical member.

- The value if Max. Tension in the diagonal member is $T_u = 8.87$ kip.

$$\text{Max. Weld size } (a_{\text{max}}) = 7/16$$

$$\text{Min. weld size } (a_{\text{min}}) = 3/16$$

$$\text{Use weld size } (a) = 6/16$$

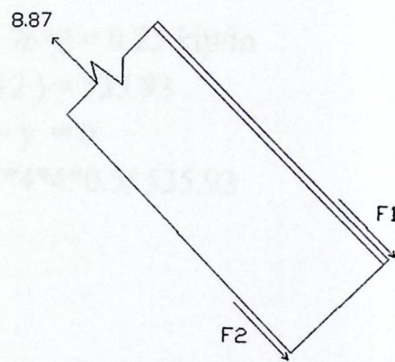


Fig: (4-26): weld between diagonal member and gusset plate

- Design strength of weld:-

$$\Phi R_{nw} = \Phi t_e * 0.6 * F_{Exx}$$

$$= 0.75 * 0.707 * (6/16) * 0.68 * 70 = 8.35 \text{ kips}$$

- Design strength of base material:-

$$\Phi R_{nw} = \Phi 0.6 F_y * t = 1 * 0.6 * 36 * 0.5 = 10.8 > 8.35$$

OR

$$\Phi R_n = \Phi * 0.6 * F_u * t = 0.75 * 0.6 * 58 * 0.5 = 13.05 > 8.35 \text{ kips}$$

▪ Check for rupture

$$F1 = F2 = 4.435 \text{ kip}$$

$$Lw1 = Lw2 = F1 / \Phi Rnw = 4.435 / 8.35 = 0.53 \dots \text{ take } Lw = 4 \text{ in}$$

Third: Design of weld between the bottom member and the gusset plate:

The section of the bottom member is W-section W6*8.5

$$10.2 / 2.54 = 4 \text{ in}$$

$$37.5 \text{ cm} / 2.54 = 14.76 \text{ in}$$

$$R_u = \sqrt{[R_v + R_y]^2 + [R_h + R_x]^2}$$

$$R_v = \frac{P_y}{L} = 0$$

κ

$$h = P_x / L = 7.27 / 14.76 * 2 = 0.25 \text{ kip/in}$$

$$I_p = 2 * (14.76^3 / 12) = 535.93$$

$$R_x = M * y / I_p = 0 \rightarrow y = 0$$

$$R_y = M * x / I_p = 7.27 * 4 * 4 * 0.5 / 535.93 = 0.11$$

$$R_u = 0.27 \text{ kip/in}$$

$$R_{nw} = R_u$$

$$0.75 * 0.707a * 0.6 * 70 = 0.27 \rightarrow 0.0123 \text{ in}$$

$$\text{Take } a = 1/16 \text{ in}$$

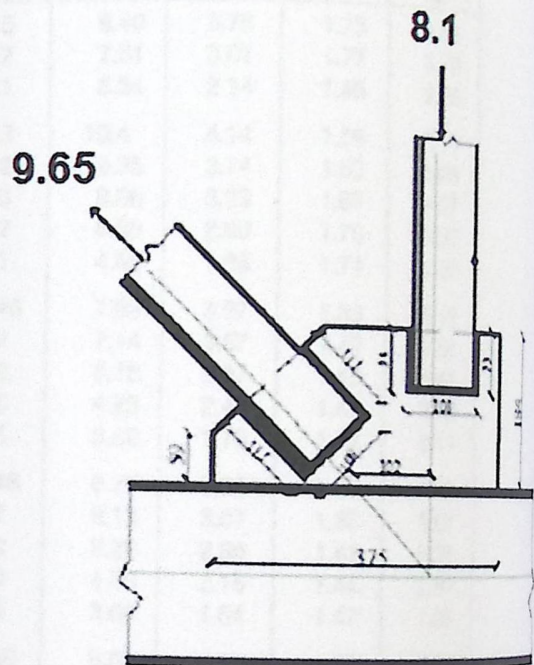
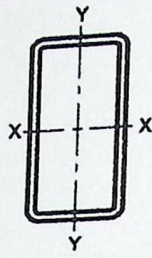


Fig: (4-27): weld between gusset plate and bottom member



**Table 1-11 (continued)
Rectangular HSS
Dimensions and Properties**

Shape	Design Wall Thickness, t	Nominal Wt.	Area, A	b/t	h/t	Axis X-X			
						I	S	r	Z
						in. ⁴	in. ³	in.	in. ³
HSS5x2 1/2x1/4	0.233	11.33	3.14	7.73	18.5	9.40	3.76	1.73	4.83
	x ^{3/16}	0.174	8.79	2.41	11.4	25.7	7.51	3.01	3.79
	x ^{1/8}	0.116	6.02	1.65	18.6	40.1	5.34	2.14	2.65
HSS5x2x3/8	0.349	14.65	4.09	2.73	11.3	10.4	4.14	1.59	5.71
	x ^{5/16}	0.291	12.67	3.52	3.87	14.2	9.35	3.74	1.63
	x ^{1/4}	0.233	10.48	2.91	5.58	18.5	8.08	3.23	1.67
	x ^{3/16}	0.174	8.15	2.24	8.49	25.7	6.50	2.60	1.70
	x ^{1/8}	0.116	5.60	1.54	14.2	40.1	4.65	1.86	1.74
HSS4x3x3/8	0.349	14.65	4.09	5.60	8.46	7.93	3.97	1.39	5.12
	x ^{5/16}	0.291	12.67	3.52	7.31	10.7	7.14	3.57	1.42
	x ^{1/4}	0.233	10.48	2.91	9.88	14.2	6.15	3.07	1.45
	x ^{3/16}	0.174	8.15	2.24	14.2	20.0	4.93	2.47	1.49
	x ^{1/8}	0.116	5.60	1.54	22.9	31.5	3.52	1.76	1.52
HSS4x2 1/2x3/8	0.349	13.37	3.74	4.16	8.46	6.77	3.38	1.35	4.48
	x ^{5/16}	0.291	11.60	3.23	5.59	10.7	6.13	3.07	1.38
	x ^{1/4}	0.233	9.63	2.67	7.73	14.2	5.32	2.66	1.41
	x ^{3/16}	0.174	7.51	2.06	11.4	20.0	4.30	2.15	1.44
	x ^{1/8}	0.116	5.17	1.42	18.6	31.5	3.09	1.54	1.47
HSS4x2x3/8	0.349	12.09	3.39	2.73	8.46	5.60	2.80	1.29	3.84
	x ^{5/16}	0.291	10.54	2.94	3.87	10.7	5.13	2.56	1.32
	x ^{1/4}	0.233	8.78	2.44	5.58	14.2	4.49	2.25	1.36
	x ^{3/16}	0.174	6.87	1.89	8.49	20.0	3.66	1.83	1.39
	x ^{1/8}	0.116	4.75	1.30	14.2	31.5	2.65	1.32	1.43
HSS3 1/2x2 1/2x3/8	0.349	12.09	3.39	4.16	7.03	4.75	2.72	1.18	3.59
	x ^{5/16}	0.291	10.54	2.94	5.59	9.03	4.34	2.48	1.22
	x ^{1/4}	0.233	8.78	2.44	7.73	12.0	3.79	2.17	1.25
	x ^{3/16}	0.174	6.87	1.89	11.4	17.1	3.09	1.76	1.28
	x ^{1/8}	0.116	4.75	1.30	18.6	27.2	2.23	1.28	1.31
HSS3 1/2x2x1/4	0.233	7.93	2.21	5.58	12.0	3.17	1.81	1.20	2.36
	x ^{3/16}	0.174	6.23	1.71	8.49	17.1	2.61	1.49	1.23
	x ^{1/8}	0.116	4.32	1.19	14.2	27.2	1.90	1.09	1.27

Note: For compactness criteria, refer to the end of Table 1-12.

Table (4-10.a) HSS

Table 1-11 (continued)
Rectangular HSS
Dimensions and Properties



HSS5-HSS3¹/₂

Shape	Axis Y-Y				Workable Flat		Torsion		Surface Area ft ² /ft
	<i>I</i>	<i>S</i>	<i>r</i>	<i>Z</i>	Depth	Width	<i>J</i>	<i>C</i>	
	in. ⁴	in. ³	in.	in. ³	in.	in.	in. ⁴	in. ³	
HSS5x2 ¹ / ₂ x ¹ / ₄	3.13	2.50	0.999	2.95	3 ⁷ / ₈	—	7.93	4.99	1.18
	x ³ / ₁₆ 2.53	2.03	1.02	2.33	4 ³ / ₁₆	—	6.26	3.89	1.20
	x ¹ / ₈ 1.82	1.46	1.05	1.64	4 ⁷ / ₁₆	—	4.40	2.70	1.22
HSS5x2x ³ / ₈	2.28	2.28	0.748	2.88	3 ⁵ / ₁₆	—	6.61	5.20	1.07
	x ⁵ / ₁₆ 2.10	2.10	0.772	2.57	3 ⁵ / ₈	—	5.99	4.59	1.08
	x ¹ / ₄ 1.84	1.84	0.797	2.20	3 ⁷ / ₈	—	5.17	3.88	1.10
	x ³ / ₁₆ 1.51	1.51	0.823	1.75	4 ³ / ₁₆	—	4.15	3.05	1.12
	x ¹ / ₈ 1.10	1.10	0.848	1.24	4 ⁷ / ₁₆	—	2.95	2.13	1.13
HSS4x3x ³ / ₈	5.01	3.34	1.11	4.18	2 ⁵ / ₁₆	—	10.6	6.59	1.07
	x ⁵ / ₁₆ 4.52	3.02	1.13	3.69	2 ⁵ / ₈	—	9.41	5.75	1.08
	x ¹ / ₄ 3.91	2.61	1.16	3.12	2 ⁷ / ₈	—	7.96	4.81	1.10
	x ³ / ₁₆ 3.16	2.10	1.19	2.46	3 ³ / ₁₆	—	6.26	3.74	1.12
	x ¹ / ₈ 2.27	1.51	1.21	1.73	3 ⁷ / ₁₆	—	4.38	2.59	1.13
HSS4x2 ¹ / ₂ x ³ / ₈	3.17	2.54	0.922	3.20	2 ⁵ / ₁₆	—	7.57	5.32	0.983
	x ⁵ / ₁₆ 2.89	2.32	0.947	2.85	2 ⁵ / ₈	—	6.77	4.67	1.00
	x ¹ / ₄ 2.53	2.02	0.973	2.43	2 ⁷ / ₈	—	5.78	3.93	1.02
	x ³ / ₁₆ 2.06	1.65	0.999	1.93	3 ¹ / ₈	—	4.59	3.08	1.03
	x ¹ / ₈ 1.49	1.19	1.03	1.36	3 ⁷ / ₁₆	—	3.23	2.14	1.05
HSS4x2x ³ / ₈	1.80	1.80	0.729	2.31	2 ⁵ / ₁₆	—	4.83	4.04	0.900
	x ⁵ / ₁₆ 1.67	1.67	0.754	2.08	2 ⁵ / ₈	—	4.40	3.59	0.917
	x ¹ / ₄ 1.48	1.48	0.779	1.79	2 ⁷ / ₈	—	3.82	3.05	0.933
	x ³ / ₁₆ 1.22	1.22	0.804	1.43	3 ³ / ₁₆	—	3.08	2.41	0.950
	x ¹ / ₈ 0.898	0.898	0.830	1.02	3 ⁷ / ₁₆	—	2.20	1.69	0.967
HSS3 ¹ / ₂ x2 ¹ / ₂ x ³ / ₈	2.77	2.21	0.904	2.82	—	—	6.16	4.57	0.900
	x ⁵ / ₁₆ 2.54	2.03	0.930	2.52	2 ¹ / ₈	—	5.53	4.03	0.917
	x ¹ / ₄ 2.23	1.78	0.956	2.16	2 ³ / ₈	—	4.75	3.40	0.933
	x ³ / ₁₆ 1.82	1.46	0.983	1.72	2 ¹¹ / ₁₆	—	3.78	2.67	0.950
	x ¹ / ₈ 1.33	1.06	1.01	1.22	2 ¹⁵ / ₁₆	—	2.67	1.87	0.967
HSS3 ¹ / ₂ x2x ¹ / ₄	1.30	1.30	0.766	1.58	2 ³ / ₈	—	3.16	2.64	0.850
	x ³ / ₁₆ 1.08	1.08	0.792	1.27	2 ¹¹ / ₁₆	—	2.55	2.09	0.867
	x ¹ / ₈ 0.795	0.795	0.818	0.912	2 ¹⁵ / ₁₆	—	1.83	1.47	0.883

—Flat depth or width is too small to establish a workable flat.

Table (4-10.b) HSS

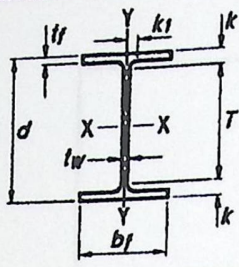


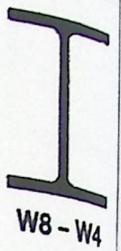
Table 1-1 (continued)
W Shapes
Dimensions

Shape	Area, A	Depth, d		Web			Flange				Distance			Work- able Gage	
				Thickness, t _w	t _w / 2	Width, b _f	Thickness, t _f	k		k ₁	T				
								k _{des}	k _{det}			in.	in.		
in. ²	in.	in.	in.	in.	in.	in.	in.	in.	in.	in.	in.				
W8×67	19.7	9.00	9	0.570	9/16	5/16	8.28	8 1/4	0.935	15/16	1.33	1 5/8	15/16	5 3/4	5 1/2
×58	17.1	8.75	8 3/4	0.510	1/2	1/4	8.22	8 1/4	0.810	13/16	1.20	1 1/2	7/8	↓	↓
×48	14.1	8.50	8 1/2	0.400	3/8	3/16	8.11	8 1/8	0.685	11/16	1.08	1 3/8	13/16	↓	↓
×40	11.7	8.25	8 1/4	0.360	3/8	3/16	8.07	8 1/8	0.560	9/16	0.954	1 1/4	13/16	↓	↓
×35	10.3	8.12	8 1/8	0.310	5/16	3/16	8.02	8	0.495	1/2	0.889	1 3/16	13/16	↓	↓
×31 ¹	9.12	8.00	8	0.285	5/16	3/16	8.00	8	0.435	7/16	0.829	1 1/8	3/4	↓	↓
W8×28	8.24	8.06	8	0.285	5/16	3/16	6.54	6 1/2	0.465	7/16	0.859	15/16	5/8	6 1/8	4
×24	7.08	7.93	7 7/8	0.245	1/4	1/8	6.50	6 1/2	0.400	3/8	0.794	7/8	9/16	6 1/8	4
W8×21	6.16	8.28	8 1/4	0.250	1/4	1/8	5.27	5 1/4	0.400	3/8	0.700	7/8	9/16	6 1/2	2 3/4 ⁹
×18	5.26	8.14	8 1/8	0.230	1/4	1/8	5.25	5 1/4	0.330	5/16	0.630	13/16	9/16	6 1/2	2 3/4 ⁹
W8×15	4.44	8.11	8 1/8	0.245	1/4	1/8	4.02	4	0.315	5/16	0.615	13/16	9/16	6 1/2	2 1/4 ⁹
×13	3.84	7.99	8	0.230	1/4	1/8	4.00	4	0.255	1/4	0.555	3/4	9/16	↓	↓
×10 ^{c,1}	2.96	7.89	7 7/8	0.170	3/16	1/8	3.94	4	0.205	3/16	0.505	11/16	1/2	↓	↓
W6×25	7.34	6.38	6 3/8	0.320	5/16	3/16	6.08	6 1/8	0.455	7/16	0.705	15/16	9/16	4 1/2	3 1/2
×20	5.87	6.20	6 1/4	0.260	1/4	1/8	6.02	6	0.365	3/8	0.615	7/8	9/16	↓	↓
×15 ¹	4.43	5.99	6	0.230	1/4	1/8	5.99	6	0.260	1/4	0.510	3/4	9/16	↓	↓
W6×16	4.74	6.28	6 1/4	0.260	1/4	1/8	4.03	4	0.405	3/8	0.655	7/8	9/16	4 1/2	2 1/4 ⁹
×12	3.55	6.03	6	0.230	1/4	1/8	4.00	4	0.280	1/4	0.530	3/4	9/16	↓	↓
×9 ¹	2.68	5.90	5 7/8	0.170	3/16	1/8	3.94	4	0.215	3/16	0.465	11/16	1/2	↓	↓
×8.5 ¹	2.52	5.83	5 7/8	0.170	3/16	1/8	3.94	4	0.195	3/16	0.445	11/16	1/2	↓	↓
W5×19	5.56	5.15	5 1/8	0.270	1/4	1/8	5.03	5	0.430	7/16	0.730	13/16	7/16	3 1/2	2 3/4 ⁹
×16	4.71	5.01	5	0.240	1/4	1/8	5.00	5	0.360	3/8	0.660	3/4	7/16	3 1/2	2 3/4 ⁹
W4×13	3.83	4.16	4 1/8	0.280	1/4	1/8	4.06	4	0.345	3/8	0.595	3/4	1/2	2 5/8	2 1/4 ⁹

^c Shape is slender for compression with $F_y = 50$ ksi.
¹ Shape exceeds compact limit for flexure with $F_y = 50$ ksi.
⁹ The actual size, combination, and orientation of fastener components should be compared with the geometry of the cross-section to ensure compatibility.

Table (4-10.c) W shape

Table 1-1 (continued)
W Shapes
Properties



Nom- inal Wt.	Compact Section Criteria		Axis X-X				Axis Y-Y				r_{ts}	h_o	Torsional Properties	
	$\frac{b_f}{2t_f}$	$\frac{h}{t_w}$	I	S	r	Z	I	S	r	Z			J	C_w
lb/ft			in. ⁴	in. ³	in.	in. ³	in. ⁴	in. ³	in.	in. ³	in.	in.	in. ⁴	in. ⁸
67	4.43	11.1	272	60.4	3.72	70.1	88.6	21.4	2.12	32.7	2.43	8.07	5.05	1440
58	5.07	12.4	228	52.0	3.65	59.8	75.1	18.3	2.10	27.9	2.39	7.94	3.33	1180
48	5.92	15.9	184	43.2	3.61	49.0	60.9	15.0	2.08	22.9	2.35	7.82	1.96	931
40	7.21	17.6	146	35.5	3.53	39.8	49.1	12.2	2.04	18.5	2.31	7.69	1.12	726
35	8.10	20.5	127	31.2	3.51	34.7	42.6	10.6	2.03	16.1	2.28	7.63	0.769	619
31	9.19	22.3	110	27.5	3.47	30.4	37.1	9.27	2.02	14.1	2.26	7.57	0.536	530
28	7.03	22.3	98.0	24.3	3.45	27.2	21.7	6.63	1.62	10.1	1.84	7.60	0.537	312
24	8.12	25.9	82.7	20.9	3.42	23.1	18.3	5.63	1.61	8.57	1.82	7.53	0.346	259
21	6.59	27.5	75.3	18.2	3.49	20.4	9.77	3.71	1.26	5.69	1.46	7.88	0.282	152
18	7.95	29.9	61.9	15.2	3.43	17.0	7.97	3.04	1.23	4.66	1.43	7.81	0.172	122
15	6.37	28.1	48.0	11.8	3.29	13.6	3.41	1.70	0.876	2.67	1.06	7.80	0.137	51.8
13	7.84	29.9	39.6	9.91	3.21	11.4	2.73	1.37	0.843	2.15	1.03	7.74	0.0871	40.8
10	9.61	40.5	30.8	7.81	3.22	8.87	2.09	1.06	0.841	1.66	1.01	7.69	0.0426	30.9
25	6.68	15.5	53.4	16.7	2.70	18.9	17.1	5.61	1.52	8.56	1.74	5.93	0.461	150
20	8.25	19.1	41.4	13.4	2.66	14.9	13.3	4.41	1.50	6.72	1.70	5.84	0.240	113
15	11.5	21.6	29.1	9.72	2.56	10.8	9.32	3.11	1.45	4.75	1.66	5.73	0.101	76.5
16	4.98	19.1	32.1	10.2	2.60	11.7	4.43	2.20	0.967	3.39	1.13	5.88	0.223	38.2
12	7.14	21.6	22.1	7.31	2.49	8.30	2.99	1.50	0.918	2.32	1.08	5.75	0.0903	24.7
9	9.16	29.2	16.4	5.56	2.47	6.23	2.20	1.11	0.905	1.72	1.06	5.69	0.0405	17.7
8.5	10.1	29.1	14.9	5.10	2.43	5.73	1.99	1.01	0.890	1.56	1.05	5.64	0.0333	15.8
19	5.85	13.7	26.3	10.2	2.17	11.6	9.13	3.63	1.28	5.53	1.45	4.72	0.316	50.9
16	6.94	15.4	21.4	8.55	2.13	9.63	7.51	3.00	1.26	4.58	1.43	4.65	0.192	40.6
13	5.88	10.6	11.3	5.46	1.72	6.28	3.86	1.90	1.00	2.92	1.16	3.82	0.151	14.0

Table (4-10.d) W shape

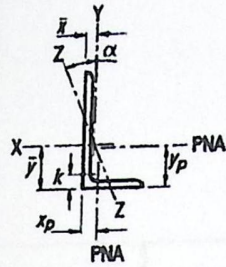


Table 1-7 (continued)
Angles
Properties

Shape	k	Wt.	Area, A	Axis X-X						Flexural-Torsional Properties			
				I	S	r	\bar{y}	Z	y_p	J	C_w	\bar{r}_o	
				in. ⁴	in. ³	in.	in.	in. ³	in.	in. ⁴	in. ⁶	in.	
L4x3 ¹ / ₂ x ¹ / ₂	7/8	11.9	3.50	5.30	1.92	1.23	1.24	3.46	0.497	0.301	0.302	2.03	
	x ³ / ₈	3/4	9.10	2.67	4.15	1.48	1.25	2.66	0.433	0.132	0.134	2.06	
	x ⁵ / ₁₆	11/16	7.70	2.25	3.53	1.25	1.25	2.24	0.401	0.0782	0.0798	2.08	
	x ¹ / ₄	5/8	6.20	1.81	2.89	1.01	1.26	1.14	1.81	0.368	0.0412	2.09	
L4x3x ⁵ / ₈	1	13.6	3.89	6.01	2.28	1.23	1.37	4.08	0.810	0.529	0.472	1.91	
	x ¹ / ₂	7/8	11.1	3.25	5.02	1.87	1.24	3.36	0.747	0.281	0.255	1.94	
	x ³ / ₈	3/4	8.50	2.48	3.94	1.44	1.26	2.60	0.683	0.123	0.114	1.97	
	x ⁵ / ₁₆	11/16	7.20	2.09	3.36	1.22	1.27	2.19	0.651	0.0731	0.0676	1.98	
	x ¹ / ₄	5/8	5.80	1.69	2.75	0.988	1.27	1.22	1.77	0.618	0.0386	0.0356	1.99
L3 ¹ / ₂ x3 ¹ / ₂ x ¹ / ₂	7/8	11.1	3.25	3.63	1.48	1.05	1.05	2.66	0.466	0.281	0.238	1.87	
	x ⁷ / ₁₆	13/16	9.80	2.87	3.25	1.32	1.06	2.36	0.412	0.192	0.164	1.89	
	x ³ / ₈	3/4	8.50	2.48	2.86	1.15	1.07	2.06	0.357	0.123	0.106	1.90	
	x ⁵ / ₁₆	11/16	7.20	2.09	2.44	0.969	1.08	1.74	0.301	0.0731	0.0634	1.92	
	x ¹ / ₄	5/8	5.80	1.69	2.00	0.787	1.09	0.954	1.41	0.243	0.0386	0.0334	1.93
L3 ¹ / ₂ x3x ¹ / ₂	7/8	10.2	3.00	3.45	1.45	1.07	1.12	2.61	0.480	0.260	0.191	1.75	
	x ⁷ / ₁₆	13/16	9.10	2.65	3.10	1.29	1.08	2.32	0.446	0.178	0.132	1.76	
	x ³ / ₈	3/4	7.90	2.30	2.73	1.12	1.09	2.03	0.411	0.114	0.0858	1.78	
	x ⁵ / ₁₆	11/16	6.60	1.93	2.33	0.951	1.09	1.72	0.375	0.0680	0.0512	1.79	
	x ¹ / ₄	5/8	5.40	1.56	1.92	0.773	1.10	1.02	1.39	0.336	0.0360	0.0270	1.80
L3 ¹ / ₂ x2 ¹ / ₂ x ¹ / ₂	7/8	9.40	2.75	3.24	1.41	1.08	1.20	2.52	0.736	0.234	0.159	1.66	
	x ³ / ₈	3/4	7.20	2.11	2.56	1.09	1.10	1.96	0.668	0.103	0.0714	1.69	
	x ⁵ / ₁₆	11/16	6.10	1.78	2.20	0.925	1.11	1.67	0.633	0.0611	0.0426	1.71	
	x ¹ / ₄	5/8	4.90	1.44	1.81	0.753	1.12	1.10	1.36	0.596	0.0322	0.0225	1.72
L3x3x ¹ / ₂	7/8	9.40	2.75	2.20	1.06	0.895	0.929	1.91	0.458	0.230	0.144	1.59	
	x ⁷ / ₁₆	13/16	8.30	2.43	1.98	0.946	0.903	1.70	0.405	0.157	0.100	1.60	
	x ³ / ₈	3/4	7.20	2.11	1.75	0.825	0.910	1.48	0.351	0.101	0.0652	1.62	
	x ⁵ / ₁₆	11/16	6.10	1.78	1.50	0.699	0.918	0.860	1.26	0.296	0.0597	0.0390	1.64
	x ¹ / ₄	5/8	4.90	1.44	1.23	0.569	0.926	0.836	1.02	0.239	0.0313	0.0206	1.65
	x ³ / ₁₆	9/16	3.71	1.09	0.948	0.433	0.933	0.812	0.774	0.181	0.0136	0.00899	1.67
L3x2 ¹ / ₂ x ¹ / ₂	7/8	8.50	2.50	2.07	1.03	0.910	0.995	1.86	0.494	0.213	0.112	1.46	
	x ⁷ / ₁₆	13/16	7.60	2.21	1.87	0.921	0.917	1.66	0.462	0.146	0.0777	1.48	
	x ³ / ₈	3/4	6.60	1.92	1.65	0.803	0.924	1.45	0.430	0.0943	0.0507	1.49	
	x ⁵ / ₁₆	11/16	5.60	1.67	1.41	0.681	0.932	1.23	0.397	0.0560	0.0304	1.51	
	x ¹ / ₄	5/8	4.50	1.31	1.16	0.555	0.940	0.900	1.000	0.363	0.0296	0.0161	1.52
	x ³ / ₁₆	9/16	3.39	0.996	0.899	0.423	0.947	0.874	0.761	0.328	0.0130	0.00705	1.54

Note: For compactness criteria, refer to the end of Table 1-7.

Table (4-5.e) Angle

**Table 1-7 (continued)
Angles
Properties**

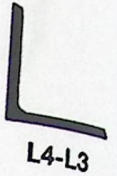


Shape	Axis Y-Y						Axis Z-Z				Q _v F _y =36 ksi
	I	S	r	\bar{x}	Z	x _p	I	S	r	Tan α	
	in. ⁴	in. ³	in.	in.	in. ³	in.	in. ⁴	in. ³	in.		
L4×3½×½	3.76	1.50	1.04	0.994	2.69	0.438	1.80	0.719	0.716	0.750	1.00
×¾	2.96	1.16	1.05	0.947	2.06	0.334	1.38	0.555	0.719	0.755	1.00
× ⁵ / ₁₆	2.52	0.980	1.06	0.923	1.74	0.281	1.17	0.470	0.721	0.757	0.997
×¼	2.07	0.794	1.07	0.897	1.40	0.227	0.950	0.382	0.723	0.759	0.912
L4×3× ⁵ / ₈	2.85	1.34	0.845	0.867	2.45	0.498	1.59	0.720	0.631	0.534	1.00
×½	2.40	1.10	0.858	0.822	1.99	0.407	1.30	0.592	0.633	0.542	1.00
×¾	1.89	0.851	0.873	0.775	1.52	0.311	1.01	0.460	0.636	0.551	1.00
× ⁵ / ₁₆	1.62	0.721	0.880	0.750	1.28	0.262	0.851	0.390	0.638	0.554	0.997
×¼	1.33	0.585	0.887	0.725	1.03	0.211	0.691	0.318	0.639	0.558	0.912
L3½×3½×½	3.63	1.48	1.05	1.05	2.66	0.466	1.51	0.609	0.679	1.00	1.00
× ⁷ / ₁₆	3.25	1.32	1.06	1.03	2.36	0.412	1.34	0.540	0.681	1.00	1.00
×¾	2.86	1.15	1.07	1.00	2.05	0.357	1.17	0.471	0.683	1.00	1.00
× ⁵ / ₁₆	2.44	0.969	1.08	0.979	1.74	0.301	0.989	0.400	0.685	1.00	1.00
×¼	2.00	0.787	1.09	0.954	1.41	0.243	0.807	0.326	0.688	1.00	0.965
L3½×3×½	2.32	1.09	0.877	0.869	1.97	0.431	1.15	0.537	0.618	0.713	1.00
× ⁷ / ₁₆	2.09	0.971	0.885	0.846	1.75	0.382	1.03	0.478	0.620	0.717	1.00
×¾	1.84	0.847	0.892	0.823	1.52	0.331	0.895	0.418	0.622	0.720	1.00
× ⁵ / ₁₆	1.58	0.718	0.900	0.798	1.28	0.279	0.761	0.356	0.624	0.722	1.00
×¼	1.30	0.585	0.908	0.773	1.04	0.226	0.623	0.292	0.628	0.725	0.965
L3½×2½×½	1.36	0.756	0.701	0.701	1.39	0.395	0.782	0.420	0.532	0.485	1.00
×¾	1.09	0.589	0.716	0.655	1.07	0.303	0.608	0.329	0.535	0.495	1.00
× ⁵ / ₁₆	0.937	0.501	0.723	0.632	0.900	0.256	0.518	0.281	0.538	0.500	1.00
×¼	0.775	0.410	0.731	0.607	0.728	0.207	0.425	0.232	0.541	0.504	0.965
L3×3×½	2.20	1.06	0.895	0.929	1.91	0.458	0.924	0.436	0.580	1.00	1.00
× ⁷ / ₁₆	1.98	0.946	0.903	0.907	1.70	0.405	0.819	0.386	0.580	1.00	1.00
×¾	1.75	0.825	0.910	0.884	1.48	0.351	0.712	0.336	0.581	1.00	1.00
× ⁵ / ₁₆	1.50	0.699	0.918	0.860	1.25	0.296	0.603	0.284	0.583	1.00	1.00
×¼	1.23	0.569	0.926	0.836	1.02	0.239	0.491	0.231	0.585	1.00	1.00
× ³ / ₁₆	0.948	0.433	0.933	0.812	0.774	0.181	0.374	0.176	0.586	1.00	0.912
L3×2½×½	1.29	0.736	0.718	0.746	1.34	0.418	0.666	0.370	0.516	0.666	1.00
× ⁷ / ₁₆	1.17	0.656	0.724	0.724	1.19	0.370	0.591	0.329	0.516	0.671	1.00
×¾	1.03	0.573	0.731	0.701	1.03	0.321	0.514	0.287	0.517	0.675	1.00
× ⁵ / ₁₆	0.888	0.487	0.739	0.677	0.873	0.271	0.437	0.244	0.518	0.679	1.00
×¼	0.734	0.397	0.746	0.653	0.707	0.220	0.356	0.199	0.520	0.683	1.00
× ³ / ₁₆	0.568	0.303	0.753	0.627	0.536	0.167	0.272	0.153	0.521	0.687	0.912

Note: For compactness criteria, refer to the end of Table 1-7.

Table (4-5.f) Angle

Table 1-7 (continued)
Angles
Properties



Shape	Axis Y-Y						Axis Z-Z				Q ₂	F _y =36 ksi
	I	S	r	\bar{x}	Z	x _p	I	S	r	Tan α		
	in. ⁴	in. ³	in.	in.	in. ³	in.	in. ⁴	in. ³	in.			
L4×3½×½	3.76	1.50	1.04	0.994	2.69	0.438	1.80	0.719	0.716	0.750	1.00	
×¾	2.96	1.16	1.05	0.947	2.06	0.334	1.38	0.555	0.719	0.755	1.00	
×⅝	2.52	0.980	1.06	0.923	1.74	0.281	1.17	0.470	0.721	0.757	1.00	
×¼	2.07	0.794	1.07	0.897	1.40	0.227	0.950	0.382	0.723	0.759	0.912	
L4×3×⅝	2.85	1.34	0.845	0.867	2.45	0.498	1.59	0.720	0.631	0.534	1.00	
×½	2.40	1.10	0.858	0.822	1.99	0.407	1.30	0.592	0.633	0.542	1.00	
×¾	1.89	0.851	0.873	0.775	1.52	0.311	1.01	0.460	0.636	0.551	1.00	
×⅝	1.62	0.721	0.880	0.750	1.28	0.262	0.851	0.390	0.638	0.554	1.00	
×¼	1.33	0.585	0.887	0.725	1.03	0.211	0.691	0.318	0.639	0.558	0.912	
L3½×3½×½	3.63	1.48	1.05	1.05	2.66	0.466	1.51	0.609	0.679	1.00	1.00	
×⅞	3.25	1.32	1.06	1.03	2.36	0.412	1.34	0.540	0.681	1.00	1.00	
×¾	2.86	1.15	1.07	1.00	2.05	0.357	1.17	0.471	0.683	1.00	1.00	
×⅝	2.44	0.969	1.08	0.979	1.74	0.301	0.989	0.400	0.685	1.00	1.00	
×¼	2.00	0.787	1.09	0.954	1.41	0.243	0.807	0.326	0.688	1.00	0.965	
L3½×3×½	2.32	1.09	0.877	0.869	1.97	0.431	1.15	0.537	0.618	0.713	1.00	
×⅞	2.09	0.971	0.885	0.846	1.75	0.382	1.03	0.478	0.620	0.717	1.00	
×¾	1.84	0.847	0.892	0.823	1.52	0.331	0.895	0.418	0.622	0.720	1.00	
×⅝	1.58	0.718	0.900	0.798	1.28	0.279	0.761	0.356	0.624	0.722	1.00	
×¼	1.30	0.585	0.908	0.773	1.04	0.226	0.623	0.292	0.628	0.725	0.965	
L3½×2½×½	1.36	0.756	0.701	0.701	1.39	0.395	0.782	0.420	0.532	0.485	1.00	
×¾	1.09	0.589	0.716	0.655	1.07	0.303	0.608	0.329	0.535	0.495	1.00	
×⅝	0.937	0.501	0.723	0.632	0.900	0.256	0.518	0.281	0.538	0.500	1.00	
×¼	0.775	0.410	0.731	0.607	0.728	0.207	0.425	0.232	0.541	0.504	0.965	
L3×3×½	2.20	1.06	0.895	0.929	1.91	0.458	0.924	0.436	0.580	1.00	1.00	
×⅞	1.98	0.946	0.903	0.907	1.70	0.405	0.819	0.386	0.580	1.00	1.00	
×¾	1.75	0.825	0.910	0.884	1.48	0.351	0.712	0.336	0.581	1.00	1.00	
×⅝	1.50	0.699	0.918	0.860	1.25	0.296	0.603	0.284	0.583	1.00	1.00	
×¼	1.23	0.569	0.926	0.836	1.02	0.239	0.491	0.231	0.585	1.00	1.00	
×⅜	0.948	0.433	0.933	0.812	0.774	0.181	0.374	0.176	0.586	1.00	0.912	
L3×2½×½	1.29	0.736	0.718	0.746	1.34	0.418	0.666	0.370	0.516	0.666	1.00	
×⅞	1.17	0.656	0.724	0.724	1.19	0.370	0.591	0.329	0.516	0.671	1.00	
×¾	1.03	0.573	0.731	0.701	1.03	0.321	0.514	0.287	0.517	0.675	1.00	
×⅝	0.888	0.487	0.739	0.677	0.873	0.271	0.437	0.244	0.518	0.679	1.00	
×¼	0.734	0.397	0.746	0.653	0.707	0.220	0.356	0.199	0.520	0.683	1.00	
×⅜	0.568	0.303	0.753	0.627	0.536	0.167	0.272	0.153	0.521	0.687	0.912	

Note: For compactness criteria, refer to the end of Table 1-7.

Table (4-5.g) Angle

5

الفصل الخامس

النتائج والتوصيات

- ١-٥ مقدمة.
- ٢-٥ النتائج.
- ٣-٥ التوصيات.

١-٥ المقدمة :

في هذا المشروع تم الحصول على مخططات معمارية تفنّدت الى الكثير من الامور، بعد دراسة جميع المتطلبات تم اعداد المخططات المعمارية والمخططات لتوزيع العناصر الانشائية للمشروع المقترح بناءه في مدينة بيت لحم. وتم اعداد المخططات الانشائية بشكل مفصل ودقيق وواضح لتسهيل عملية البناء، ويقدم هذا التقرير شرحاً لجميع خطوات التصميم المعمارية والانشائية للمبنى.

٢-٥ النتائج:

1. يجب على كل طالب أو مصمم إنشائي أن يكون قادراً على التصميم بشكل يدوي حتى يستطيع امتلاك الخبرة والمعرفة في استخدام البرامج التصميمية المحوسبة.
2. من العوامل التي يجب أخذها بعين الاعتبار، العوامل الطبيعية المحيطة بالمبنى وطبيعة الموقع وتأثير القوى الطبيعية على الموقع.
3. من أهم خطوات التصميم الإنشائي، كيفية الربط بين العناصر الإنشائية المختلفة من خلال النظرة الشمولية للمبنى، ومن ثم تجزئة هذه العناصر لتصميمها بشكل منفرد ومعرفة كيفية التصميم، مع أخذ الظروف المحيطة بالمبنى بعين الاعتبار.
4. لقد تم استخدام نظام عقدات (one-Way Ribbed Slab) في كثير من العقدات نظراً لطبيعة وشكل المنشأ. كما تم استخدام نظام عقدات (two-Way Ribbed Slab) في اجزاء معينة من الطوابق، كما تم استخدام نظام العقدات المصمتة (Solid Slab) في اجزاء معينة من المبنى بالإضافة الى مناطق بيت الدرج، نظراً لكونها أكثر فاعلية من عقدات الأعصاب في تحمل ومقاومة الأحمال المركزة.
5. برامج الحاسوب المستخدمة:
هناك عدة برامج حاسوب تم استخدامها في هذا المشروع وهي:
(a) AUTOCAD 2013/2007 : وذلك لعمل الرسومات الخاصة بتوزيع العناصر الإنشائية.
(b) ATIR: للتصميم والتحليل الإنشائي لبعض العناصر الإنشائية.
(c) (Microsoft Office XP): تم استخدامه في اجزاء مختلفة من المشروع مثل الكتابة النصوص والتنسيق وإخراج المشروع ، واعداد الجداول المرافقة للتصميم.
6. الأحمال الحية المستخدمة في هذا المشروع كانت من كود الأحمال الأردني.

7. من الصفات التي يجب أن يتصف بها المصمم، صفة الحس الهندسي التي يقوم من خلالها بتجاوز أية مشكلة ممكن أن تعترضه في المشروع وبشكل مقنع ومدروس.

٣-٥ 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.

في البداية، يجب أن يتم تنسيق وتجهيز كافة المخططات المعمارية، بحيث يتم اختيار مواد البناء مع تحديد النظام الإنشائي للمبنى. ولا بد في هذه المرحلة من توفر معلومات شاملة عن الموقع وتربته وقوة تحمل تربة الموقع، من خلال تقرير جيوتقني خاص بتلك المنطقة، بعد ذلك يتم تحديد مواقع الجدران الحاملة والأعمدة بالتوافق والتنسيق التام مع الفريق الهندسي المعماري. ويحاول المهندس الإنشائي في هذه المرحلة الحصول على أكبر قدر ممكن من الجدران الخرسانية المسلحة، بحيث تكون موزعة بشكل منتظم أو شبه منتظم في كافة أنحاء المبنى؛ ليتم استخدامها فيما بعد في مقاومة أحمال الزلازل وغيرها من القوى الأفقية.