

التصميم الإنشائي لـ " مبنى مدرسة خاصة " المقترح إنشاؤه في

مدينه حلحول.

فريق العمل

اسلام ابو شرح محمد حروب

محمد دبابسه

إشراف:

د. نافذ ناصر الدين.

تقرير مشروع التخرج

مقدم إلى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في كلية الهندسة والتكنولوجيا

جامعة بوليتكنك فلسطين

للوفاة بجزء من متطلبات الحصول

على درجة البكالوريوس في الهندسة تخصص هندسة المباني

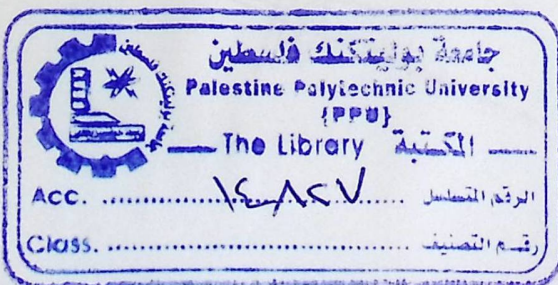


كلية الهندسة والتكنولوجيا دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل فلسطين

٢٠١٤-٢٠١٥



شهادة تقييم مقدمة مشروع التخرج

جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل - فلسطين



التصميم الإنشائي لـ " مبنى مدرسة خاصة " المقترح إنشاؤه في

مدينه حلحول.

فريق العمل

اسلام ابو شرح محمد حروب

محمد دبابسه

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

توقيع رئيس الدائرة

د. غسان دويك

توقيع مشرف المشروع

د. نافذ ناصر الدين

٢٠١٥-٢٠١٤

الإهداء

قال تعالى: (وَقُلْ اَعْمَلُوا فَسَيَرَى اللّهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ)

صدق الله العظيم

اهدي هذا العمل المنوَّضِع الى

من افندى وطنه بعلمه ودمه..... الأكرم منا جميعاً

من أخص الله الجنة تحت قدميها..... والدتي

الذي بذل جهد السنين سخياً وصاغ من الأيام سلام العلى لأرتقي لها في ذمرا الحياة..... والدي

العيون البرقة التي تنظر إلى خب..... أخوتي

الشموع التي أضأت لي طريق العلم..... أساتذتي

الذين وآكبوا سنين العس بإخلاص..... أصدقائي

أهدي ما وفقني إليه ربي مرذا للجميل الذي أحمله لهم جميعاً

فريق العمل

الإهداء

قال تعالى: (وَقُلْ اَعْمَلُوا فَسَيَرَى اللّهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ)

صدق الله العظيم

اهدي هذا العمل المتواضع الى

من افندى وطنه بعلمه ودمه..... الأكرم منا جميعاً

من أخص الله الجنة تحت قدميها..... والدتي

الذي بذل جهد السنين سخياً وصاغ من الأيام سلام العلى لأمرتني لها في ذمرا الحياة..... والدي

العيون البرقة التي تنظر ألى خب..... أخوتي

الشموع التي أضاءت لي طريق العلم..... أساتذتي

الذين وآكبوا سنين العسر بإخلاص..... أصدقائي

أهدي ما وفقني إليه ربي مرذا للجميل الذي أحمله لهم جميعاً

فريق العمل

الشكر والتقدير

إن الشكر وامنة لله وحده كما يليق بجلال وجهه وعظيم سلطانه أولاً وأخيراً.

نتقدم بخيريل الشكر والامنان

إلى جامعتنا العزيزة ... جامعة بولينكنك فلسطين.

إلى كلية الهندسة والتكنولوجيا.

إلى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية بطاقمها التدريسي والإداري.

إلى المشرف على هذا المشروع الدكتور نافذ ناصر الدين.

إلى د. نص عبوشي، د. هيثم عياد، م. خليل كرامته، م. سفيان الترك، د. ماهر عمرو، د. نبيل الجولاني وإلى جميع من

علمنا حرصاً في جامعتنا العزيزة.

إلى من دعمنا في جميع مراحل حياتنا أهلنا الأحباء..

إلى كل من ساهم في انجاز هذا البحث المتواضع.

فريق العمل

ملخص المشروع

التصميم الإنشائي لـ " مبنى مدرسة خاصة " المقترح إنشاؤه في

مدينة حلب.

فريق العمل

اسلام ابو شرح محمد حروب

محمد دبابسه

جامعة بوليتكنك فلسطين - ٢٠١٥

إشراف

د. نافذ ناصر الدين

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

المشروع عبارة عن مبنى مدرسة خاصة ، حيث يتكون المشروع من طابقين متعددي الاستخدام مع وجود القليل من التراجعات في الطوابق ؛ فالطابق الارضي يحوي على مساحات لما تحتاجه المنشأة من خدمات مثل غرفة إدارة ، ومكاتب سكرتارية ، قاعات تدريس ، قاعات اجتماعات ، والوحدات الصحية ، وصالة متعددة الاستخدامات وقاعات اجتماعات ، أما الطابق الأول فيحتوي على قاعات تدريس ومكاتب إدارية ومكتبة ومختبرات الكيمياء ، والفيزياء والحاسوب. ونتيجة لكبر حجم المنشأة ووجود تنوع في شكله فسيتم استخدام انواع مختلفة من العناصر الانشائية مثل تنوع العقدات في المبنى واستخدام الجسور المتدلية حتى تحمل الاحمال في المسافات البعيدة بين الاعمدة والتي ستستخدم في المبنى لتجنب تعطيل الحركة ، و حتى يتم اخراج المبنى حسب ما هو مصمم معماريا، حيث ان ما يميز تصميمه المعماري عن غيره هو طرق ترابط الكتل ببعضها والفكرة المعمارية المنبثق منها المشروع .

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: Office 2013, Atir v.11.5, Autocad2013، وغيرها.

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

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

والله ولي التوفيق

Structural Design of special school Building

Prepared by

Islam Abu-sharikh

Mohammad Hroub

Mohammad Dababseh

Palestine Polytechnic University -2015

Supervisor

Dr. Nafez Nasereddin

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 that we have used the Jordanian code to determine the 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: Autocad2012, Office2013, Atir v.11.5.

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 it's expected to gain a various results and to link the information that have been studied in the different courses , and the analysis and design of all structural elements and the statement of the impact of each of the elements on the other, and then the work of structural plans of the Executive are Full and detailed for each.

God grants success.

فهرس المحتويات

المقدمة

- ١ - ١ المقدمة: - 2
- ٢ - ١ مشكلة البحث (المشروع): - 2
- ٣ - ١ أسباب اختيار المشروع: - 3
- ٤ - ١ أهداف المشروع: - 4
- ٥ - ١ المسلمات: - 4
- ٦ - ١ فصول المشروع: - 4
- ٧ - ١ نطاق المشروع: - 4
- ٨ - ١ حدود المشروع: - 5
- ٩ - ١ وصف المشروع: - 6

الوصف المعماري

١-٢	المقدمة: -	8.....
٢-٢	لمحة عامة عن المشروع: -	8.....
٣-٢	موقع المشروع: -	9.....
٤-٢	أهمية الموقع: -	10.....
٥-٢	حركة الشمس والرياح: -	10.....
٦-٢	الرطوبة: -	11.....
٧-٢	وصف طوابق المشروع: -	11.....
١-٤-٢	الطابق الأرضي: -	11.....
١-١-٤-٢	الجزء الشمالي الغربي: -	11.....
٢-١-٤-٢	الجزء الشمالي الشرقي: -	12.....
٣-١-٤-٢	الجزء الجنوبي الغربي: -	12.....
٤-١-٤-٢	الجزء الجنوبي الشرقي: -	13.....
٢-٤-٢	الطابق الأول: -	14.....
١-٢-٤-٢	الجزء الغربي: -	14.....
٢-٢-٤-٢	الجزء الشمالي الشرقي: -	14.....
٣-٢-٤-٢	الجزء الجنوبي الشرقي: -	15.....
٨-٢	الواجهات: -	16.....
١-٥-٢	الواجهة الشمالية: -	16.....
٢-٥-٢	الواجهة الجنوبية الغربية: -	16.....
٣-٥-٢	الواجهة الجنوبية: -	17.....
٤-٥-٢	الواجهة الشرقية: -	17.....
٩-٢	وصف الحركة والمداخل: -	18.....
١٠-٢	الموقع العام: -	20.....
١١-٢	المداخل: -	21.....

الوصف الإنشائي

١-٣	مقدمة: -	24.....
٢-٣	هدف التصميم الإنشائي: -	24.....
٣-٣	الدراسات النظرية للعناصر الإنشائية في المبنى: -	24.....
١-٣-٣	الأحمال وتصنيفاتها: -	24.....
٢-٣-٣	الأحمال الميتة: -	25.....
٣-٣-٣	الأحمال الحية: -	25.....
٤-٣-٣	الأحمال البيئية: -	26.....
١-٤-٣-٣	الرياح: -	26.....
٢-٤-٣-٣	الثلوج: -	26.....
٣-٤-٣-٣	الزلازل: -	27.....
٤-٣	الاختبارات العملية: -	27.....
٥-٣	العناصر الإنشائية المكونة للمبنى: -	27.....
١-٥-٣	العقدات: -	28.....
1-1-٥-٣	العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد (One way solid slab): -	29.....
2-1-٥-٣	العقدات المصمتة ذات الاتجاهين (Two way solid slab): -	30.....
3-1-٥-٣	العقدات المركبة (composite slab): -	30.....
4-1-٥-٣	عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد (One way ribbed slab): -	31.....
5-1-٥-٣	عقدات العصب ذات الاتجاهين (Two way ribbed slab): -	32.....
2-5-3	الجسور: -	32.....
٤-٥-٣	الأعمدة: -	34.....
٤-٥-٣	الجدران الحاملة (جدران القص): -	35.....
٨-٥-٣	الأساسات: -	36.....
٨-٥-٣	أدراج: -	36.....
٨-٥-٣	الجدران الاستنادية: -	37.....
٨-٥-٣	فواصل التمدد (Expansions Joints): -	38.....

Structural Analysis & Design

4.1 Introduction:	41
4.1.1 Design method and requirements:	41
4.1.2 Strength design method:	41
4.2 Factored loads:	42
4.3 Slabs Thickness calculation:-	42
4.4 Load Calculation:-	43
4.5 Design of Topping:-.....	44
4.5.1 Calculation of Dead load.....	44
4.5.2 Calculation of live load.....	44
4.6 Design of Rib (3):-	45
4.6.1 Design constant:-	45
4.6.2 Calculation of Dead load:-	46
4.6.3 Calculation of Live load:-	46
4.6.4 Flexural Design: -.....	49
4.6.4.1 Design for positive Moment for Rib (R3):-.....	49
4.6.4.2 Design for Negative Moment for Rib (R3):	50
4.6.4.3 Design shear for Rib (R3):-	51
4.7 Design of Tow Way Ribbed Slab:-.....	53
4.7.1 Determination of Thickness for Two Way Rib Slab:-	53
4.7.2 Load Calculation:-	55
4.7.3 Determination of factored dead & live load :-.....	55
4.7.4 Flexural Design: -.....	55

4.7.4.1 Design for Negative moment:-	55
4.7.4.2 Design for Positive moment:-	56
4.7.4.3 Design Discontinuous edge:-	58
4.7.4.4 Design for shear:-	58
4.8 Design of Beam (B015):-.....	59
4.8.1 Calculation of Beam dead load	60
4.8.2 Check whether the section will be act as singly or doubly reinforcement section:-	62
4.8.3 Flexure design:	63
4.8.3.1 Design for positive moment:	63
4.8.3.2 Design for negative moment:	66
4.8.3.3 Design the beam for shear:	69
4.8.3.4 Check for section dimensions:	69
4.8.3.5 Check for the case of shear:	69
4.9 Design of long column (C64):-	72
4.9.1 Check the slenderness effect:-	72
4.9.2 Calculate e_{min} , M_{min} :-	73
4.9.3 Determine of Euler buckling load:-	73
4.9.4 Calculate the moment magnifier factor:-	74
4.9.5 Design the stirrups :-	74
4.9.6 Check for code requirements:-	75
4.10 Design of Isolated Footing (F2):-	75
4.10.1 Determination of Loads:-	75

4.10.2 Determination of Footing Area:-	76
4.10.3 Determination the depth of footing based on shear strength:-	76
4.10.4 Check for one-way shear strength:-	76
4.10.5 Check for two-way shear action (punching):-	76
4.10.6 Design of Bending Moment:-	78
4.10.7 Development Length of main Reinforcement for Mu :-	79
4.10.8 Design the column – footing joint:-	80
4.11 Design Of Combined Footing :-	81
4.11.1 Location and load of combined footing :-	81
4.11.2 Design of bearing :-	81
4.11.3 Design against sliding :-	82
4.11.4 Design one way shear :-	82
4.11.5 Design against punching shear :-	82
4.11.6 Design of bending moment :-	83
4.12 : Design of Strip footing :-	85
4.12.1 Load Calculation :	85

4.13 Shear wall (No 1) design:-	87
4.13.1 Check max shear strength permitted:-	88
4.13.2 Calculate shear strength provided by concrete:-	88
4.13.3 Determine required horizontal reinforcement:-	89
4.13.4 Determine required vertical reinforcement:-	90
4.13.5 Design for flexure (uniformly distributed flexure reinforcement):-	90
4.14 Design of stair (4):-	91
4.14.1 Determination of Slab Thickness:-	91
4.14.2 Load Calculations:-	91
4.14.3 Design of Shear for flight:-	93
4.14.4 Design of Bending Moment for Flight:-	94
4.14.5 Design of landing:-	95
4.14.6 Design of flexure for landing:-	97
4.14.7 for shrinkage and temperature reinforcement :-	98

النتائج والتوصيات

100	١-٥ المقدمة :-
100	٢-٥ النتائج :-
101	٣-٥ التوصيات :-

فهرس الجداول

<u>رقم الصفحة</u>	<u>الجدول</u>	<u>رقم الجدول</u>
5	الجدول الزمني للمشروع خلال السنة الدراسية (٢٠١٥/٢٠١٤)	1-1
25	الكثافة النوعية للمواد المستخدمة	3-1
26	الأحمال الحية لعناصر المبنى	3-2
27	قيمة احمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر	3-3
43	Calculation of the Total load for Rib (R3)	4-1
46	Calculation of the total load for (R3).	4-2
55	Calculation of two-way dead load.	4.3

فهرس الأشكال

<u>رقم الصفحة</u>	<u>الشكل</u>	<u>رقم الشكل</u>
9	خارطة الموقع الجغرافي	١-٢
١١	مسقط طابق الأرضي الجزء الشمالي الغربي	٢-٢
١٢	مسقط الطابق الارضي الجزء الشمالي الشرقي	٣-٢
١٣	مسقط الطابق الارضي الجزء الجنوبي الغربي	٤-٢
١٣	مسقط الطابق الارضي الجزء الجنوبي الشرقي	٥-٢
١٤	مسقط الطابق الاول الجزء الشمالي الغربي	٦-٢
١٥	مسقط الطابق الأول الجزء الشمالي الشرقي	٧-٢
١٥	مسقط الطابق الاول الجزء الجنوبي الشرقي	٨-٢
١٦	الواجهة الشمالية	٩-٢
١٧	الواجهة الجنوبية الغربية	١٠-٢
١٧	الواجهة الجنوبية	١١-٢
١٨	الواجهة الشرقية	١٢-٢
١٩	القطاع (A-A)	١٣-٢

١٩	القطاع (B-B)	١٤-٢
١٩	القطاع (C-C)	١٥-٢
٢٠	الموقع العام	١٦-٢
٢٨	انتقال الاحمال داخل المنشأة الواحدة	١-٣
٢٩	العقدات المصممة ذات الاتجاه الواحد	٢-٣
٣٠	العقدات المصممة ذات الاتجاهين	٣-٣
٣١	العقدات المركبة	٤-٣
٣١	عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد	٥-٣
٣٢	عقدات العصب ذات الاتجاهين	٦-٣
٣٣	جسور الربط في الاساسات	٧-٣
٣٣	اشكال الجسور المدلاة.	٨-٣
٣٣	اشكال الجسور المسحورة	٩-٣
٣٤	أحد اشكال الأعمدة	١٠-٣
٣٥	جدار القص	١١-٣
٣٦	مقطع طولي بالأساس	١٢-٣
٣٦	مسطط افقي في الاساس	١٣-٣
٣٧	الدرج	١٤-٣
٣٨	جدار استنادي	١٥-٣
٣٩	فاصل التمدد في المبنى	١٦-٣

List of Figures

<u>Figure #</u>	<u>Description</u>	<u>Page</u>
4-1	Rib(3) at ground floor slab	42
4-2	Typical section Ribbed slab	43
4-3	Typical section in topping	44
4-4	calculation of the total load for (R3).	46
4-5	Span length of rib(3)	47
4-6	Rib(3) geometry	47
4-7	Rib(3) Envelop	48
4-8	Reinforcement of rib (3)	52
4-9	Two waye rib slab in ground floor.	53
4-10	Calculation of two-way dead load.	55
4-11	location Beam B015.	59

4-12	Beam (015) at the ground floor slab.	60
4-13	Beam (015) geometry.	61
4-14	Beam(015) Envelope.	62
4-15	Detail of B015	71
4-16	Section in B015	72
4-17	C (64)Detail.	75
4-18	One way shear.	76
4-19	Two-way shear.	77
4-20	Footing's Details	80
4-21	location of combined footing .	81
4-22	Combined Footing load distribution.	81
4-23	critical parameter of column	83
4-24	Moment Diagram Of Combined Footing	83
4-25	location of Strip footing .	85
4-26	The shear wall	87
4-27	shear and moment for the shear wall	88
4-28	stair plan	91
4-29	Stair Geometry	92
4-30	Stair Moment & shear on flight	93
4-31	Flight geometry	96
4-32	Moment shear on landing	96

List of Abbreviations

- A_c = area of concrete section resisting shear transfer.
- A_s = area of non-prestressed tension reinforcement.
- $A_s^{\sim}$ = 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.
- b_w = 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.

1

الفصل الأول

المقدمة

١-١ المقدمة.

٢-١ مشكلة المشروع.

٣-١ أسباب اختيار المشروع.

٤-١ أهداف اختيار المشروع.

٥-١ المسلمات.

٦-١ فصول المشروع.

٧-١ نطاق المشروع.

٨-١ حدود المشروع.

٩-١ وصف المشروع.

١-١ المقدمة :-

تعتبر مهنة التدريس من أسمى المهن التي ابتكرها الإنسان وتكاد تكون أفضلها وأهمها نظراً لما تساهم به من تخريج اشخاص ذو مكانة اجتماعية عالية يساهمون في بناء مجتمعهم بأحسن صورة وطريقة ممكنة.

التدريس اساس المهن كلها. فبدون المعلم لا وجود للطبيب والمهندس والطيار ومختلف المهن الاخرى. وقد بدأ التعليم منذ فجر التاريخ كتبادل للخبرات والمهارات المكتسبة فطرياً او من الطبيعة، فرعاية الأم لوليدها وتعليمها له كيف يعيش ويمراس حياته منذ ولادته هي نوع من انواع التدريس.

ولما كان الإنسان يمثل أعلى قيمة خلقها الله على الأرض وسخرها له فقد بات من المؤكد أن عقل وتفكير هذا الإنسان وسلامة بدنه ونفسه تعد من أهم ضرورات حياته وضرورات استمرار إعمارها لهذا الكون، لذا فقد دأب الإنسان منذ الأزل على تطوير الدراسة ، التعلم ، والبحث عن المعلومات ، حتى وصل التطور مستخدماً كل وسائل العلم وكان الإنسان منذ القدم يسعى إلى التعلم والتطور من حين لآخر، وقد حظي العلم بمكانة عالية وعناية فائقة عند العرب والمسلمين منذ بزوغ شمس الإسلام، وكان المثال الأوضح نزول اول اية قرآنية مبدؤة بكلمة "اقرأ" .

يتضمن المشروع تصميم النظام الإنشائي لمدرسة خاصة تتكون من طابق ارضي وطابق أول . ويتمثل المشروع في اختيار النظام الإنشائي للمبنى من حيث توزيع العناصر الإنشائية كالأعمدة والجسور بما يتلائم مع المخططات المعمارية ومن ثم تصميم هذه العناصر ابتداء من العقدات وانتهاء بالقواعد والأساسات ومن ثم تجهيز المخططات الإنشائية التنفيذية وذلك من أجل الخروج بمشروع متكامل وقابل للتنفيذ.

٢-١ مشكلة البحث (المشروع) :-

تتمثل مشكلة هذا المشروع في التحليل والتصميم الإنشائي لجميع العناصر المكونة لمبنى المدرسة الذي تم اعتماده ليكون ميداناً لهذا البحث وهي " مبنى مدرسة خاصة في لحول "؛ وفي هذا المجال تم تحليل كل عنصر من العناصر الإنشائية مثل البلاطات والأعصاب والأعمدة والجسور ...الخ، بتحديد الأحمال الواقعة عليه، ومن ثم تحديد أبعادها وتصميم التسليح اللازم لها. مع الأخذ بعين الاعتبار عامل الأمان للمنشأ ومراعاة الجانب الاقتصادي ومن ثم تم عمل المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية التي تم تصميمها؛ لإخراج هذا المشروع من حيز الاقتراح إلى حيز التنفيذ.

٣-١ أسباب اختيار المشروع: -

تعود أهمية اختيار المشروع إلى عدة أمور من أهمها اكتساب المهارة في التصميم للعناصر الإنشائية في المباني، وخاصة المباني الضخمة مثل المشروع الذي نعرضه في هذا البحث. بالإضافة إلى زيادة المعرفة للنظم الإنشائية المتبعة في بلادنا، وكذلك اكتساب المعرفة العلمية والعملية المتبعة في تصميم وتنفيذ المشاريع الإنشائية والتي ستوجهنا بعد التخرج في سوق العمل إن شاء الله.

ومن الأمور التي دفعتنا إلى هذا البحث هو تقديم هذا المشروع إلى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في كلية الهندسة والتكنولوجيا في جامعة بوليتكنك فلسطين لاستيفاء شروط التخرج والحصول على درجة البكالوريوس في الهندسة المدنية لتخصص هندسة المباني.

هناك عدة أسباب دفعت إلى اختيار هذا المشروع؛ منها أسباب تتعلق بطبيعة المشروع كونها منشأة تعليمية ، وأخرى تعود إلى أسباب شخصية يمكن تلخيصها على النحو التالي: -

الأسباب المتعلقة بطبيعة المشروع: -

إن الواقع السياسي السائد في مجتمعنا الفلسطيني وما يشهده من تحدي وسباق مع الاحتلال من جهة والدول من جهة أخرى تكون على مستوى عال من التقدم والتطور وحاجتنا إلى الشباب الواعي المتعلم كل هذه الأسباب دفعت بنا إلى العمل على التشجيع على إنشاء وبناء مثل هذه المدرسة العصرية التي تساعد في الارتقاء بالواقع التعليمي للمنطقة، ولذا جاء هذا المشروع مساهمة للنهوض بالمستوى العملية والفكري وكان ذلك بالتصميم الإنشائي للمدرسة.

الأسباب الشخصية: -

١. رغبة فريق المشروع بأن يكون المشروع إنشائياً.
٢. الرغبة في اكتساب مهارة التصميم الإنشائي من خلال الربط بين النواحي النظرية التي تم اكتسابها من المساقات المدروسة، وتطبيق ذلك فعلياً في هذا المشروع وما يحتويه من عناصر إنشائية مختلفة، وتصميم هذه العناصر بحيث تتناسب مع الأحمال الواقعة عليها، مع مراعاة توفير عاملي المتانة والاقتصاد.

٤-١ أهداف المشروع: -

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

١. اكتساب المهارة في القدرة على اختيار النظام الإنشائي المناسب للمشاريع المختلفة وتوزيع عناصره الإنشائية على المخططات، بما يتناسب مع التخطيط المعماري له.
٢. القدرة على تصميم العناصر الإنشائية المختلفة.
٣. تطبيق وربط المعلومات التي تم دراستها في المساقات المختلفة.
٤. إتقان استخدام برامج التصميم الإنشائي.

٥-١ المسلمات: -

١. اعتماد الكود الأمريكي في التصميم الإنشائي لكافة العناصر (ACI-318-08).
٢. استخدام برامج التحليل والتصميم الإنشائي مثل (Atir, Staad pro, Safe, Etabs).
٣. برامج أخرى مثل Microsoft office Word & PowerPoint.

٦-١ فصول المشروع: -

١. الفصل الأول: يشمل المقدمة العامة ومشكلة البحث وأهدافه.
٢. الفصل الثاني: يشمل الوصف المعماري للمشروع.
٣. الفصل الثالث: يشمل وصف العناصر الإنشائية للمبنى.
٤. الفصل الرابع: التحليل والتصميم الإنشائي للعناصر الإنشائية.
٥. الفصل الخامس: النتائج والتوصيات.

٧-١ نطاق المشروع: -

١. دراسة المخططات المعمارية وذلك للتأكد من صحتها من النواحي المعمارية وتوافقها مع أهداف المشروع مع إجراء كافة التعديلات المعمارية اللازمة عليها.
٢. دراسة العناصر الإنشائية المكونة للمجمع والآلية الأنسب لتوزيع هذه العناصر كالأعمدة والجسور والأعصاب بشكل لا يصطدم مع التصميم المعماري الموضوع ويحقق الجانب الاقتصادي.
٣. تحديد النظام الإنشائي المناسب ومن ثم تحليل العناصر الإنشائية والأحمال المؤثرة عليها.

٤. تصميم العناصر الإنشائية بناءً على نتائج التحليل.
٥. إنجاز المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية التي تم تصميمها ليخرج المشروع بالشكل النهائي.
٦. عرض المشروع للمناقشة.

٨-١ حدود المشروع: -

تكمّن حدود المشروع في تصميم العناصر الإنشائية المختلفة، حيث تم عمل تصميم متكامل لهذه العناصر من جسور، أعمدة، أساسات، جدران القص، وعمل المخططات الإنشائية المتكاملة بجميع تفاصيلها، وفي الجدول التالي نوضح التسلسل الزمني للعمل في المشروع.

المرحلة / الزمن المقترح (أسبوع)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
اختيار المشروع																																
دراسة الموقع																																
جمع المعلومات حول المشروع																																
دراسة المبنى معمّارياً																																
دراسة المبنى إنشائياً																																
إعداد مقدمة المشروع																																
عرق مقالة المشروع																																
التحليل الإنشائي																																
التصميم الإنشائي																																
إعداد مخططات المشروع																																
كتابة المشروع																																
عرض المشروع																																

جدول ١-١ الجدول الزمني للمشروع خلال السنة الدراسية (٢٠١٥/٢٠١٤).

٩-١ وصف المشروع: -

تناسقت محتويات هذا المشروع مع التسلسل العملي للخطوات التي يتضمنها، حيث يقع في اربعة فصول كالآتي:

١. -الفصل الأول: -

يحتوي على مقدمة عن المشروع اشتملت على مشكلة المشروع، أسباب اختيار المشروع، أهدافه، الخطوات المتبعة

لعمل المشروع.

٢. الفصل الثاني: -

يحتوي على الوصف المعماري للمشروع؛ من حيث الموقع، المساحة، وصف الواجهات والطوابق...الخ.

٣. الفصل الثالث: -

تناول هذا الفصل الوصف الإنشائي لعناصر المشروع.

٤. الفصل الرابع: -

يحتوي على عمليات التحليل والتصميم للعناصر الإنشائية المقترحة لمقدمة المشروع.

٥. الفصل الخامس: -

تناول هذا الفصل النتائج والتوصيات النهائية لمشروع التخرج.

٢

الفصل الثاني

الوصف المعماري

- ١-٢ المقدمة.
- ٢-٢ لمحة عامة عن المشروع.
- ٣-٢ موقع المشروع.
- ٤-٢ أهمية الموقع.
- ٥-٢ حركة الشمس والرياح.
- ٦-٢ الرطوبة.
- ٧-٢ وصف طوابق المشروع.
- ٨-٢ الواجهات.
- ٩-٢ وصف الحركة والمداخل.
- ١٠-٢ الموقع العام.
- ١١-٢ المداخل.

١-٢ المقدمة :-

إن الوصف المعماري لأي مبنى بحاجة ماسة لنجاحه إذ يساعد في فهم وتحليل كافة الوظائف والفعاليات والحركات داخل المبنى حسب اختلاف نوعه والحاجة التي أنشأ لأجلها. ومن أهم ميزات المباني التعليمية توفير الراحة النفسية لدى الطلاب بالإضافة إلى توفير عدد من الخدمات الرئيسية مثل توفير القاعات الدراسية ومختبرات الحاسوب وغيرها من مختبرات ذات المساحات الكافية والخالية من الأعمدة الداخلية في منتصف الفراغ الإنشائي وهي بحاجة أيضاً إلى توفير التهوية والإضاءة المناسبة.

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

وبعد الانتهاء من عملية التصميم المعماري تبدأ عملية التصميم الإنشائي والتي تهدف إلى اختيار النظام الإنشائي الذي يتلاءم مع وظيفة المبنى وينسجم مع التصميم المعماري له وكما تهدف هذه العملية إلى تحديد أبعاد العناصر الإنشائية وتسليحها. وذلك لمقاومة الأحمال المختلفة التي تتعرض لها هذه العناصر التي تقوم بدورها بنقل الأحمال إلى الأساسات التي تنقل الأحمال بشكل كامل إلى التربة.

٢-٢ لمحة عامة عن المشروع :-

تقام فكرة المشروع على أساس تصميم متكامل مع مراعاة جميع المعايير المعمارية النموذجية في تصميم المدرسة وتوفير جميع العناصر التي سوف تجعل المدرسة مميزة من ناحية وظيفية واجتماعية ومعمارية وان تكون تواكب التطور العلمي المتجدد والتخصصات الجديدة في مجال التدريس وان يكون التخطيط العام مرناً وقابلاً للتمديد المستقبلي.

هي تشتمل على عدة عناصر رئيسية:

١. الإدارة العامة: وتتكون هذه الإدارة من الهيئة المسؤولة عن شؤون المدرسة وهي تتولى الإشراف وتسيير العمل وهي قريبة عن المدخل الرئيسي والإشراف على جميع الأنشطة المختلفة لتنظيم شؤون رواد هذا المشروع.
٢. القسم التعليمي: ويشمل على قاعات تدريس ومختبرات وقاعة المشرقيين ومختبرات الحاسوب والكيمياء.
٣. الخدمة العامة: وتشمل على الحمامات بالإضافة للصالة المغلقة وموقف لسيارات وموقف لحافلات الطلاب.
٤. يتكون المبنى من طابقين على قطعة أرض مساحتها 14485 متر مربع، ومساحة البناء 2669.8 متر مربع.

٣-٢ موقع المشروع: -

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

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

يقع المشروع في الجنوب الشرقي من مدينة لحول جنوب الضفة الغربية الى الشمال من مدينة الخليل على الشرق من الشارع الرئيسي "شارع القدس الخليل" بمساحة تقدر ب ١٤ دونم ويحدها من الشمال الغربي شارع معبد عرضة 5 يليه ومن الجنوب والشرق اراضي زراعية واسعة ومن الشمال ارضي زراعية.

وتقع المنطقة في خط كنتور يتراوح بين "975-967.75" متر فوق سطح البحر حيث ان قطعة الأرض تتحدر باتجاه الجنوب الشرقي ارتفاع 7.25 متر.



الشكل (٢-١) خارطة الموقع الجغرافي.

٢-٤ أهمية الموقع:-

الشروط العامة لاختيار الموقع:

إن عملية اختيار ارض لإقامة مبنى المدرسة لا تقام بشكل أساسي لتوفر قطعه الأرض بل بأنها تقام على أسس ومعايير تساعد في وضع قرار سليم يوجه المشروع إلى ذلك المسلك الذي يضيف على خدمات المشروع وأجزائه صبغه التكامل والتوافق مع النسيج الحضري العام.

وفيما يلي عدة نقاط مهمة في عملية اختيار ارض لبناء مبنى المدرسة:

- جغرافية الموقع: هو الجانب الذي يختص في دراسة موقع الأرض بالنسبة للنسيج العمراني بشكل عام، وتأثير الموقع على وظيفة المبنى، ودراسة المناخ وطبوغرافية الأرض.
- شبكة المواصلات: بالإضافة الى تعدد الطرق المؤدية للموقع فهناك طرق فرعية تحيط بالأرض.
- الغطاء النباتي: -هو الجانب الذي يتحدث عن طبيعة الأرض من حيث احتوائها على الغطاء النباتي من أشجار ونباتات.

- أنماط المباني المحيطة: طبيعة المباني المحيطة بقطعة الأرض ونوعها، تجاريه، 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.

٥-٢ حركة الشمس والرياح:

تتعرض مدينة لحول إلى الرياح الشمالية الشرقية وهي رياح باردة جدا (جافة) واليها يعود انخفاض الحرارة في المناطق المرتفعة، كما تتعرض إلى الرياح الجنوبية الغربية وهي رياح محملة بالأمطار والرطوبة، ونظرا لموقعها الجغرافي فإن الرياح الغربية تهب عليها وتصطدم بتيارات دافئة، وتلتقي تلك القادمة من الشرق بالرياح القادمة من الغرب فتقلل من رطوبتها وتجعلها أكثر انسجاما، إذ تجعل الهواء معتدلا جافاً، كما تهب على المدينة رياح جافة كرياح الخماسين في أواخر فصل الربيع.

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

٦-٢ الرطوبة:

يتراوح معدل الرطوبة في المدينة ٦٤-٨٤% في فصل الشتاء، ولارتفاع المدينة عن سطح البحر أثر في تقليل نسبة الرطوبة التي يحملها الهواء القادم من البحر، حيث يقدر ارتفاع مدينة لحول بحوالي ١٠٠٠ متر عن سطح البحر وبذلك تعد من أعلى المناطق في الضفة الغربية.

٧-٢ وصف طوابق المشروع:

يتكون المشروع من طابقين بتنوع خدماتي موزع على المبنى في تركيبته الهندسية الذي يعتمد اعتماداً كلياً على نظام المستطيل مما ساعد على تنظيم الخدمات والترتيبات اللازمة وتوفير أماكن للاستراحة في كل طابق. وتبلغ المساحات الطابقية لهذا المبنى 4000 م^٢ موزعة على الطوابق الأرضي والاول كالآتي: -

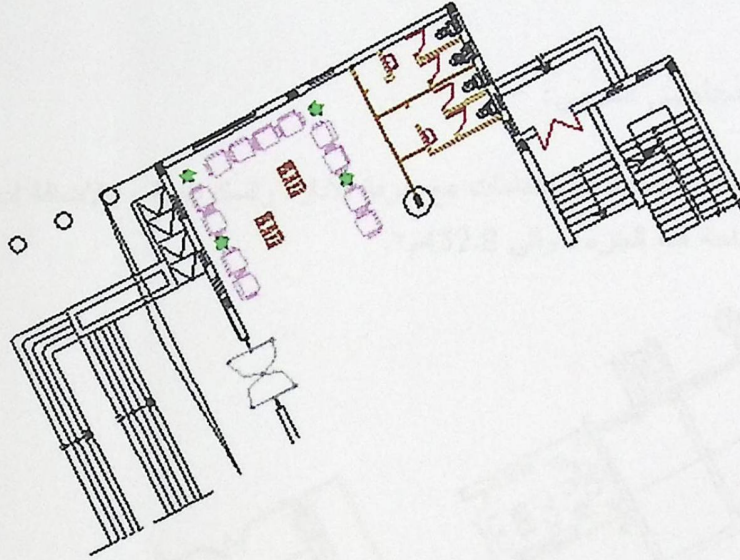
١-٤-٢ الطابق الأرضي:

تبلغ مساحة هذا الطابق 2021.8 م^٢ ذات بمنايب مختلفة (1.6 & 2.88 & 3.68)

ويمتاز بسهولة الحركة بين فراغاته المختلفة، وينقسم إلى أربع أجزاء:

٢-١-٤-١ الجزء الشمالي الغربي :-

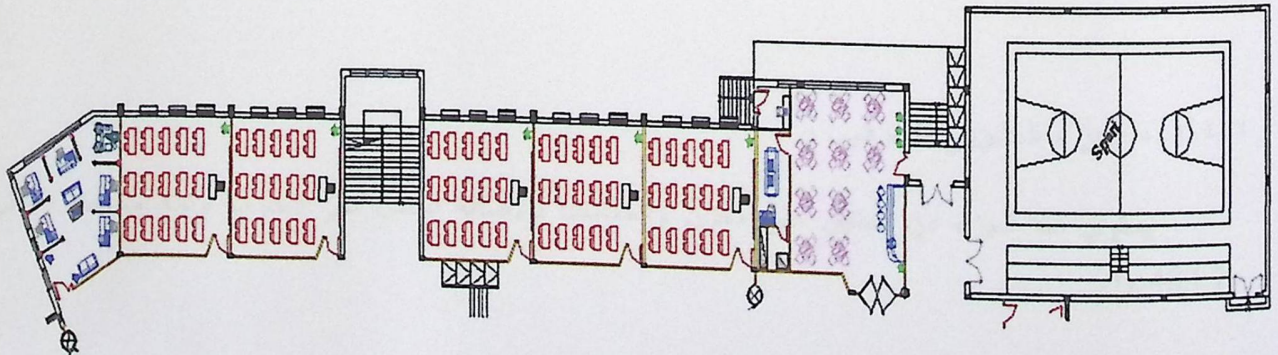
ويحتوي على المدخل الرئيسي، ومداخل فرعي وحمامات . بمساحة 232.257 م^٢.



الشكل (٢-٢) مسقط الطابق الأرضي الجزء الشمالي الغربي.

٢-١-٤-٢ الجزء الشمالي الشرقي :-

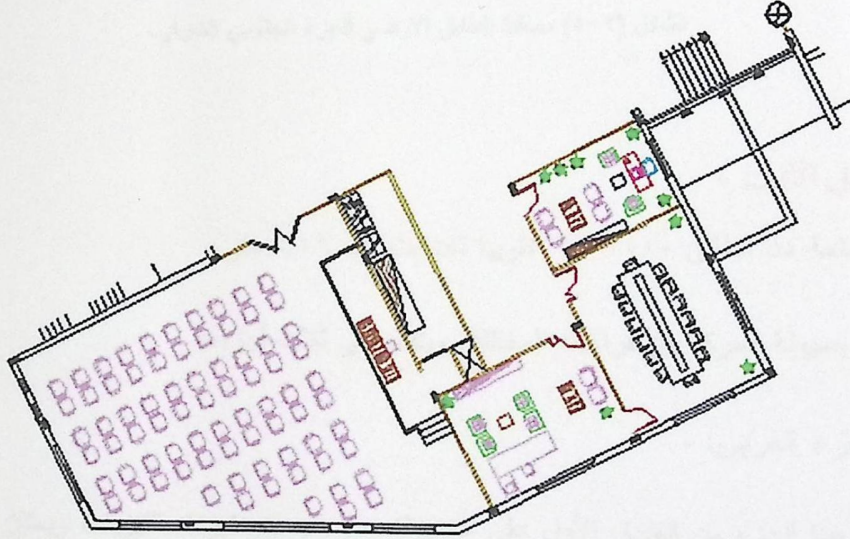
ويحتوي على قاعات تدريسية، قاعة للمشرفين وردة لدرج الانتقال بين الطوابق، وأيضا يحتوي على الكافتيريا والصالة المغلة وتبلغ مساحة هذا الجزء بحوالي 1016.5 م^٢ .



الشكل (٣-٢) مسقط الطابق الارضي الجزء الشمالي الشرقي.

٣-١-٤-٢ الجزء الجنوبي الغربي :-

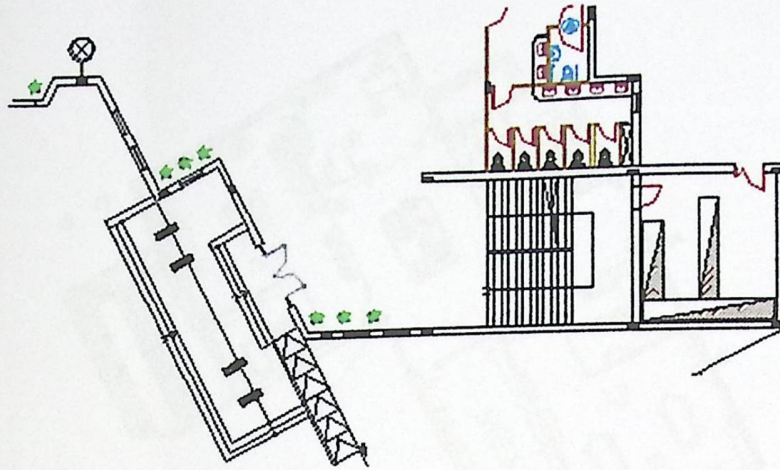
يحتوي على قاعة متعددة الاستخدامات مع غرفة الادارة والسكرتارية ، بالإضافة لدرج لانتقال لمنسوب مختلف من الطابق وتبلغ مساحة هذا الجزء حوالي ٢٤٥٢.٨ م^٢.



الشكل (٤-٢) مسقط الطابق الارضي الجزء الجنوبي الغربي.

٤-١-٤-٢ الجزء الجنوبي الشرقي :-

يحتوي هذا الجزء من الطابق على مخزن والحمامات بالإضافة لمدخل اخر للمدرسة وتبلغ مساحته حوالي ٤٨٣.٧ م^٢.



الشكل (٥-٢) مسقط الطابق الارضي الجزء الجنوبي الشرقي.

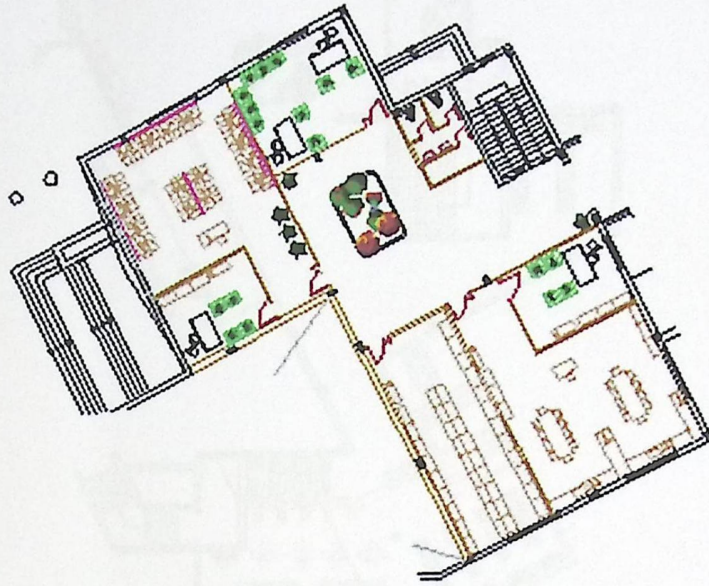
٢-٤-٢ الطابق الاول: -

تبلغ مساحة هذا الطابق ٢٠٠٠ م^٢ تقريبا ذات منسوب ٨.١٦ متر.

ويمتاز بسهولة الحركة بين فراغاته المختلفة، وينقسم الى ثلاث أجزاء:

١-٢-٤-٢ الجزء الغربي: -

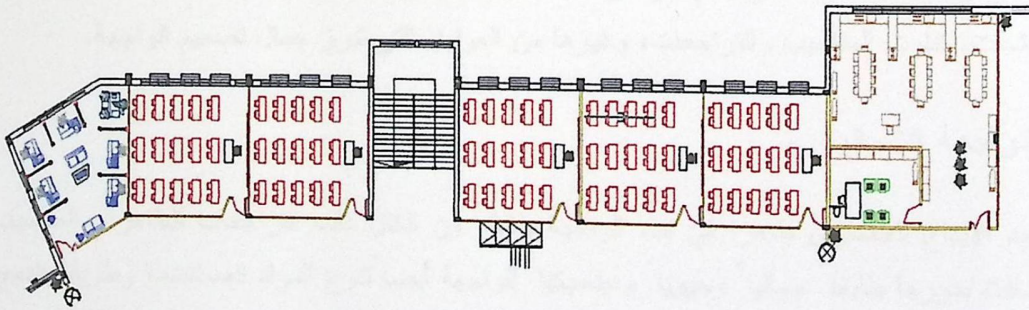
يحتوي هذا الجزء من الطابق الأول على مختبرات حاسوب ومختبرات الفيزياء، ويمتاز بوجود برندة او شرفه كبيره نتيجة التراجع الناتج من الطابق الأرضي ويرتبط هذا لجزء من الطابق الأول بالأجزاء الأخرى عن طريق ممرات للمشاة من جهتين الشرقية وتبلغ مساحة هذا الجزء من الطابق الأول بحوالي ٢٤٢١.٤ م^٢.



الشكل (٧-٢) مسقط الطابق الاول الشمالي الغربي.

٢-٢-٤-٢ الجزء الشمالي الشرقي :-

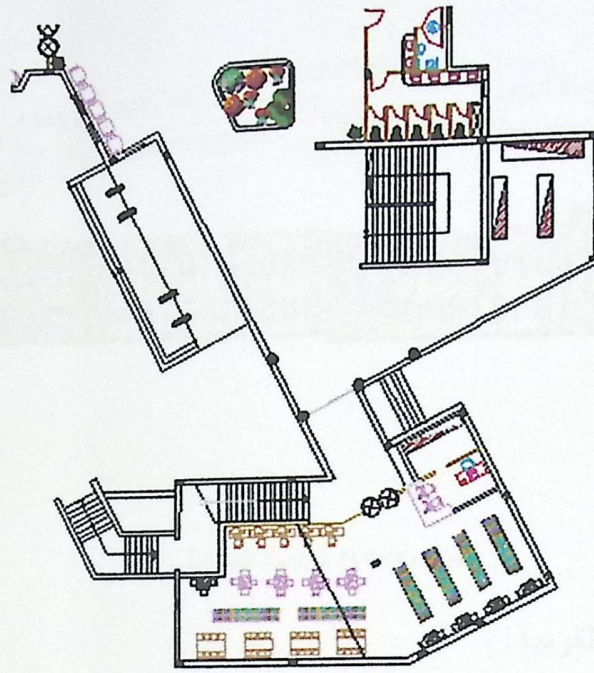
يحتوي هذا الجزء على غرف تدريسية ومختبر كيمياء وغرف المدرسين ودرج يربطه بالسقف يحتوي على درج
لسماح بالانتقال بالحركة وتبلغ مساحة هذا الجزء حوال 689.9 م^٢.



الشكل (٨-٢) مسقط الطابق الاول الجزء الشمالي الشرقي.

٢-٢-٤-٣ الجزء الجنوبي الشرقي :-

يحتوي هذا الجزء من المبنى بشكل عام على المكتبة الرئيسية للمدرسة وغرفة للأرشيف وغرفة الخدمات
وحدات صحية، مساحة هذا الجزء حوالي 657.7 م^٢.



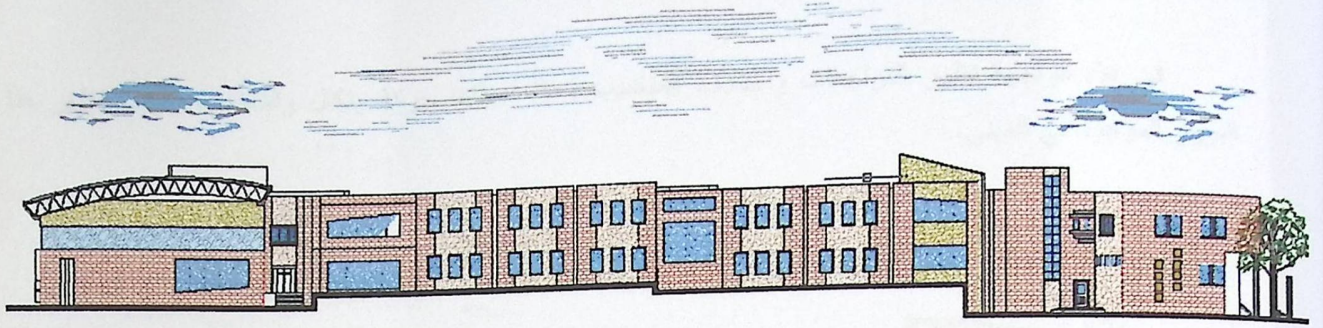
الشكل (٢-٩) مسقط الطابق الاول الجزء الجنوبي الشرقي.

٨-٢ الواجهات :-

إنَّ اهتمام أي مهندس معماري بالواجهات يكون كبيراً حيث أنَّ الواجهات يجب أن يكون منظرها العام منسجم مع طبيعة المبنى واستخداماته، لذا على المهندس مراعاة كل تفصيله من تفاصيل الواجهة من حيث المواد المستخدمة فيها، توزيع الفتحات، تفاوت المناسيب والتراجعات، وغيرها من العوامل التي تبرز جمال تصميم الواجهة.

١-٥-٢ الواجهة الشمالية :-

نجد الإبداع المعماري ظاهراً في هذه الواجهة بدايةً من الكتل ذات التراجعات الظاهرة والمناسيب المتفاوتة، والتي أضافت بدورها طابعاً جمالياً وحيوياً وديناميكياً للواجهة أيضاً تنوع المواد المستخدمة وطريقة الدمج بينهما.



North Elevation

الشكل (١٣-٢) الواجهة الشمالية.

٢-٥-٢ الواجهة الجنوبية الغربية :-

في هذه الواجهة أيضاً يتمثل الجمال المعماري بشكل واضح في آلية الدمج الجميل والمتناسق بين العناصر المستخدمة في الواجهة حيث نجد أنّ هناك سلاسة وإبداع في التنقل بين الخامات المستخدمة من الحجر والزجاج وأيضاً الادراج والمداخل تظهر في هذه الواجهة مما يضيف إليها طابعاً جمالياً خاص.

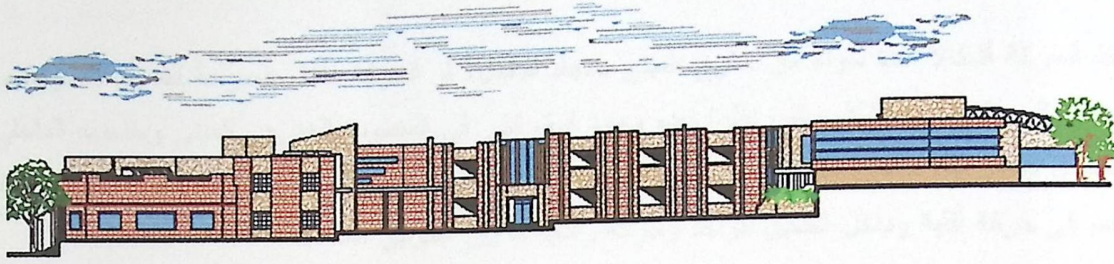


West-South Elevation

الشكل (١٤-٢) الواجهة الجنوبية الغربية.

٣-٥-٢ الواجهة الجنوبية: -

في هذه الواجهة تظهر التراجعات واختلاف المناسيب وهذا أعطاهما حركة وتكتل واضحين، وأيضا تظهر هنا البروز الموجود في المبنى.

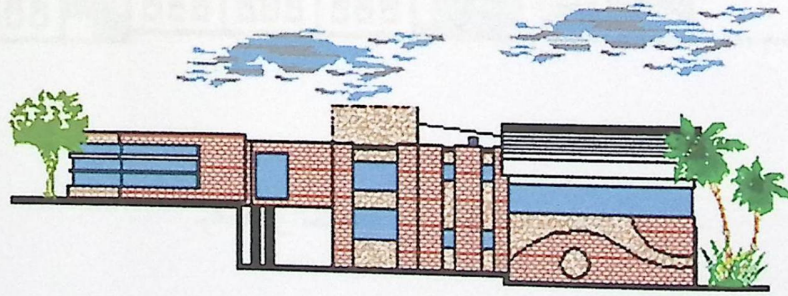


South Elevation

الشكل (١٥-٢) الواجهة الجنوبية .

٤-٥-٢ الواجهة الشرقية: -

كباقي الواجهات في المبنى اتحدت مجموعة من العناصر بشكل متناغم ومتناسق لتبرز الجمال المعماري لهذه الواجهة، ونجد التراجعات واختلاف المناسيب والمنحنيات، جميع هذه العناصر أبرزت الجمال والروعة المعمارية للواجهة.



East Elevation

الشكل (١٦-٢) الواجهة الشرقية.

٩-٢ وصف الحركة والمداخل :-

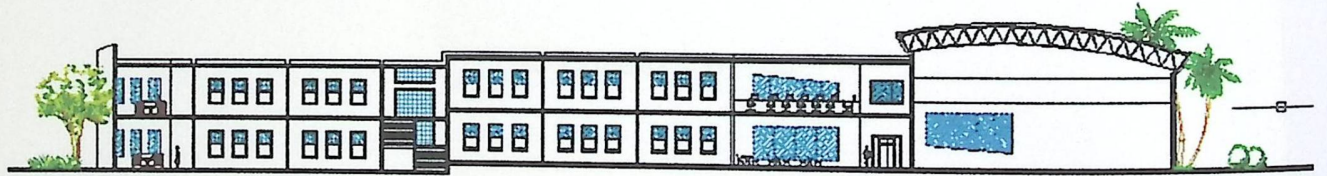
تم تصميم المنشأة بحيث تتيح حرية وسهولة التنقل بين أجزاء المبنى وطواقه من خلال الادراج التي توفر سهولة التنقل من حيث الحركة الأفقية داخل المبنى وكذلك وجود الرميات في ساحات المبنى الرابطة بين أجزاء المبنى، ويوفر التصميم انتظام في توزيع الفراغات مما يوفر راحة في التنقل.

تأخذ الحركة أشكالاً عدة سواءً من خارج المبنى باتجاه الداخل، أو الحركة داخل المدرسة نفسها؛ فالحركة من خارج المدرسة إلى داخلها تتم بشكل سلس نظراً لعدم وجود فرق كبير في المنسوب الخارجي للمبنى ومنسوبه الداخلي. إذ يمكن الدخول للمبنى من مكانين وهذا بدوره يتيح حرية الدخول والخروج من وإلى المبنى. أما بالنسبة للحركة داخل المبنى فتقسم إلى حركة أفقية وداخل الطابق الواحد وحركة راسية ما بين الطوابق المختلفة.

فالحركة في الطابق الأرضي تأخذ شكل خطي في الممرات ولكن يوجد في هذا الطابق حركة عمودية تماشياً مع منسوب الأرض. وتظهر الحركة الخطية في باقي الطوابق لتتم بشكل سهل بين الفراغات المختلفة في هذه الطوابق.

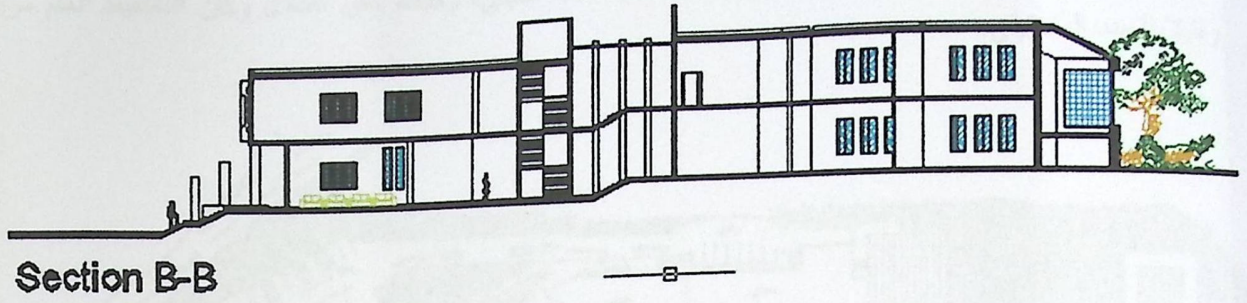
وفيما يتعلق بالحركة الراسية بين الطوابق فإنها تتم من خلال الأدراج حيث أنها تأخذ أماكن متعددة في المبنى وهذا بدوره يسهل الحركة الأفقية داخل الطوابق والحركة الراسية بينها.

فيما يلي نستعرض بعض القطاعات داخل المبنى :-

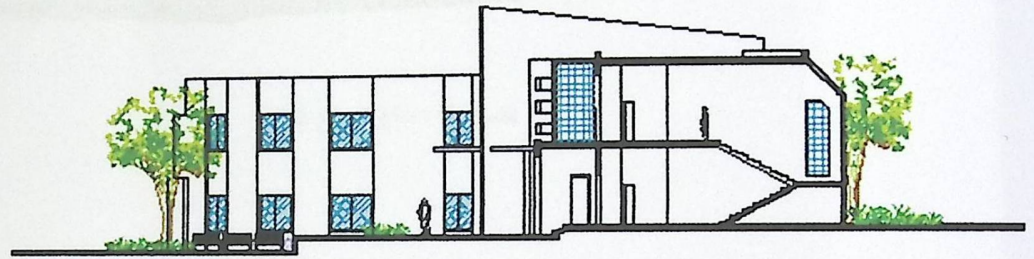


Section A-A

الشكل (١٧-٢) القطاع (A-A).



الشكل (١٨-٢) القطاع (B-B).



Section C-C

الشكل (١٩-٢) القطاع (C-C).

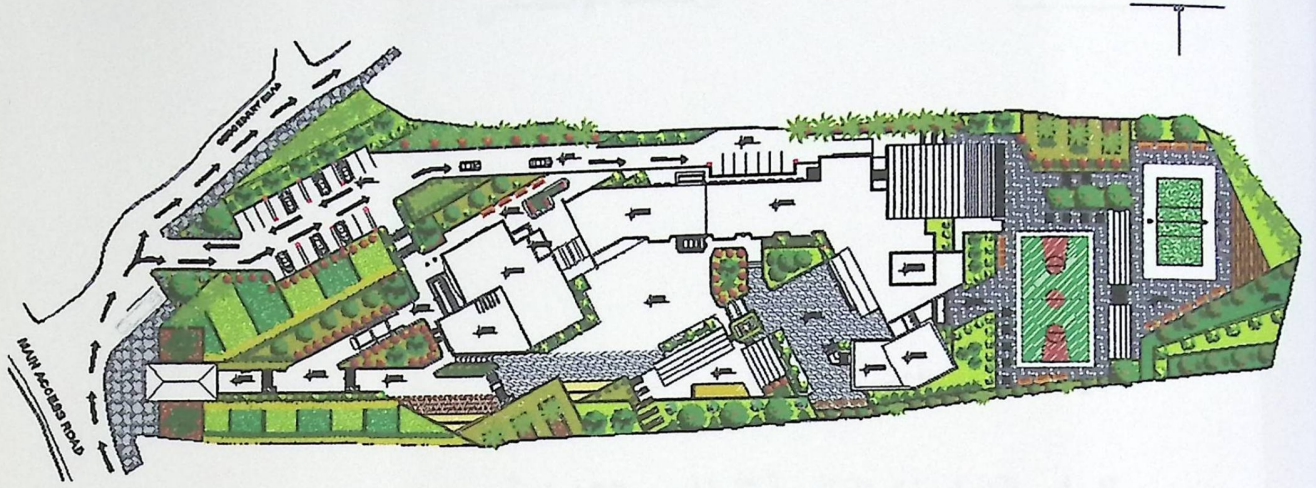
١٠-٢ الموقع العام: -

لقد قامت الفكرة التصميمية للمشروع على تصميم انشائي مرن مريح يتيح حرية تقسيم الفراغات في المدرسة وعلاقتها مع بعضها البعض وعلاقتها مع المحيط.

تتجلى الفكرة العامة في تصميم المبنى بالاعتماد على محور رئيسي لقطعة الأرض في تحديد مدخل المدرسة، اذ ان هذا المحور يصل بين المدخل الرئيسي للموقع ومدخل مبنى المدرسة في محور بصري مستمر ينتهي في منطقة التوسع المستقبلي.

يتكون الموقع العام من تناغم مفردات وعناصر فنية وجمالية من خلال تنظيم المساحات الخضراء، والمبلطة والملاعب والجلسات وتنظيم محاور الحركة، سواء للسيارات او للمشاة لضمان سهولة التنقل من كافة ارجاء المدرسة،

كما ان وجود البناء المفتوح ساعد على توفير الهواء والاضاءة للمبنى، وكذلك خلق الظلال وكان التخطيط العام مرنا وقابلا للتمدد المستقبلي.



الشكل (٢-٢٠) الموقع العام.

١١-٢ المداخل:-

يحتوي المشروع على ثلاث مداخل أساسية:

١. المدخل الغربي وهو للاستخدام المعتاد بحيث يوجد بقربه موقف سيارات.
٢. المدخل الجنوبي ويكون مرورا بالحديقة المركزية للمبنى.
٣. المدخل الجنوبي الغربي وهو عبارة عن المدخل الرئيسي للمبنى.

٣

الفصل الثالث

الوصف الإنشائي

١-٣ مقدمة.

٢-٣ هدف التصميم الإنشائي.

٤-٣ الدراسات النظرية للعناصر الإنشائية.

٥-٣ الاختبارات العملية.

٦-٣ العناصر الإنشائية المكونة للمبنى.

١-٣ المقدمة.

٢-٣ هدف التصميم الإنشائي.

٣-٣ الدراسات النظرية للعناصر الإنشائية في المبنى.

١-٣-٣ الأحمال وتصنيفها.

٢-٣-٣ الأحمال الميتة.

٣-٣-٣ الأحمال الحية.

٤-٣-٣ الأحمال البيئية.

١-٤-٣-٣ الرياح.

٢-٤-٣-٣ الثلوج.

٣-٤-٣-٣ الزلازل.

٤-٣ الاختبارات العملية .

٥-٣ العناصر الإنشائية المكونة للمبنى.

١-٥-٣ العقدات.

٢-٥-٣ الجسور.

٣-٥-٣ الأعمدة.

٤-٥-٣ الجدران الحاملة (جدران القص).

٥-٥-٣ الأساسات.

٦-٥-٣ الأدراج.

٧-٥-٣ الجدران الإستنادية.

٨-٥-٣ فواصل التمدد.

١-٣ مقدمة: -

إن أي عملية وصف لا تقتصر على جانب معين من جوانبه، وإنما يكون بالوصف والتعمق في جميع تفاصيله الداخلية التي تعتبر جزءاً لا يتجزأ منه. فبعد التجوال الموجز في الجانب المعماري للمدرسة، والتعرف على مقتضياتها الجمالية، كان لابد من توجيه الدراسة للتعرف على جانبها الإنشائي، ليصبح بالإمكان تشغيلها مع مراعاة السلامة والأمان.

إذ يعتمد التصميم الإنشائي بشكل أساسي على تصميم كافة العناصر الإنشائية بحيث تقاوم كافة الأحمال التي تؤثر عليها وبالتالي يجب وصف كافة هذه العناصر وصفاً دقيقاً يلبي متطلبات الحسابات الهندسية لهذا المشروع بالإضافة للحفاظ على التصميم المعماري وعدم تغييره.

٢-٣ هدف التصميم الإنشائي: -

يهدف التصميم الإنشائي بشكل أساسي إلى إنتاج منشأ متزن من جميع النواحي الهندسية والإنشائية ومقاوم لجميع المؤثرات الخارجية من أحمال ممتدة وحية وأيضاً أحمال بيئية من تأثير الزلازل والرياح والثلوج. وبالتالي يتم تحديد العناصر الإنشائية بناء على:

- الأمان (Safety): يتم تحقيقه عبر اختيار مقاطع للعناصر الإنشائية قادرة على تحمل القوى والإجهادات الناتجة عنها.
- التكلفة (Cost): يتم تحقيقها عن طريق مواد البناء ومقاطع مناسبة التكلفة وكافية للغرض الذي ستستخدم من أجله.
- حدود صلاحية المبنى للتشغيل (Serviceability) من حيث تجنب أي هبوط زائد (Deflection) وتجنب ظهور التشققات (Cracks) بشكل يؤثر سلباً على المنظر المعماري المطلوب.
- الشكل والنواحي الجمالية للمنشأ.

٣-٣ الدراسات النظرية للعناصر الإنشائية في المبنى: -

تعتبر الدراسة النظرية جزءاً رئيسياً ومهم يجب القيام به لإتمام عملية التحليل والتصميم، حيث أنه من خلالها يمكن الوصول إلى أفضل ما يكون من عمليات التحليل، لذلك يجب دراسة العناصر الإنشائية بشكل جيد وتحديد الأحمال الواقعة على كل عنصر للوصول إلى التصميم المثبت والأمن وطريقة العمل المناسبة.

١-٣-٣ الأحمال وتصنيفاتها: -

لابد للعناصر الإنشائية التي يتم تصميمها أن تكون قادرة على تحمل الأحمال الواقعة عليها دون حدوث انهيار للمنشأة ومن هذه الأحمال: الأحمال الميتة، الأحمال الحية، والأحمال البيئية.

٢-٣-٣ الأحمال الميتة: -

هي أحمال تتجم عن وزن المبنى الذاتي الذي يتكون من أوزان مواد البناء المستخدمة حيث تتضمن جميع العناصر الإنشائية والتجهيزات الثابتة فهي أحمال تلازم المبنى بشكل دائم، ثابتة المقدار والاتجاه.

وفيما يتعلق بالكثافة النوعية للمواد المستخدمة فهي كالتالي:

الرقم المتسلسل	المادة المستخدمة	الكثافة المستخدمة (KN/m ³)
1	البلاط	٢٣
2	المونة	٢٢
3	الخرسانة المسلحة	٢٥
4	الطوب	٩
5	القضارة	٢٢
6	الرمل	١٦

الجدول (١-٣) الكثافة النوعية للمواد المستخدمة.

٣-٣-٣ الأحمال الحية: -

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

١. أوزان الأشخاص مستعملي المنشأة.
٢. الأحمال الديناميكية، كالأجهزة التي ينشأ عنها اهتزازات تؤثر على المنشأة.
٣. الأحمال الساكنة، والتي يمكن تغيير أماكنها من وقت لآخر، كأثاث البيوت، والأجهزة والآلات الاستاتيكية غير المثبتة، والمواد المخزنة والأثاث والأجهزة والمعدات، والجدول (٢-٣) يبين قيمة الأحمال الحية اعتماداً على نوعية استخدام المبنى حسب الكود الأردني.

الرقم المتسلسل	طبيعة الاستخدام	الحمل الحي (KN/m ²)
1	مواقف السيارات	9.0
2	المدارس	5.0
3	المستشفيات	5.0
4	الفنادق	2.5
5	المطاعم	5.0
6	المباني السكنية	2.5
7	المباني التعليمية والكلية	7.0

الجدول (٣-٢) الأحمال الحية.

٤-٣-٣ الأحمال البيئية: -

وتتمثل في الأحمال الناجمة من المصادر الطبيعية وهي النوع الثالث من الأحمال التي يجب أن نأخذها بعين الاعتبار عند التصميم، وهذه الأحمال تتمثل في:

١-٤-٣-٣ الرياح: -

عبارة عن قوى أفقية تؤثر على المبنى ويظهر تأثيرها في المباني المرتفعة وهي القوى التي تؤثر بها الرياح على الأبنية أو المنشآت أو أجزائها، وتكون موجبة إذا كانت ناتجة عن ضغط وسالبة إذا كانت ناتجة عن شد، وتقاس بالكيلو نيوتن. وتحدد أحمال الرياح حسب الكود 1997 (UBC) اعتماداً على ارتفاع المبنى عن سطح الأرض، والموقع من حيث الإحاطة من مباني سواء كانت مرتفعة أو منخفضة وتصمم جدران القص حسب سرعة الرياح التصميمية لهذه المنطقة، حيث يتم حساب احمال الرياح حسب الكود 1997 (UBC).

٢-٤-٣-٣ الثلوج: -

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

- ارتفاع المنشأة عن سطح البحر.
 - ميلان السطح المعرض لتساقط الثلوج.
- والجدول التالي يبين قيمة أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر حسب الكود الأردني.

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

الجدول (٣-٣): قيمة أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر.

٣-٤-٣-٣ الزلازل:

من أهم الأحمال البيئية التي تؤثر على المبنى وهي عبارة عن قوى أفقية ورأسية يتولد عنها عزوم منها عزم الالتواء وعزم الانقلاب، ويمكن مقاومتها باستخدام جدران القص المصممة بسماكات وتسليح كافي يضمن سلامة المبنى عند تعرضه لمثل هذه الأحمال التي يجب مراعاتها في عملية التصميم لتقليل الخطورة والمحافظة على أداء المبنى لوظيفته أثناء الزلازل، ويتم تحديد أحمال الزلازل وقوى القص اعتماداً ورجوعاً إلى الكود المستخدم.

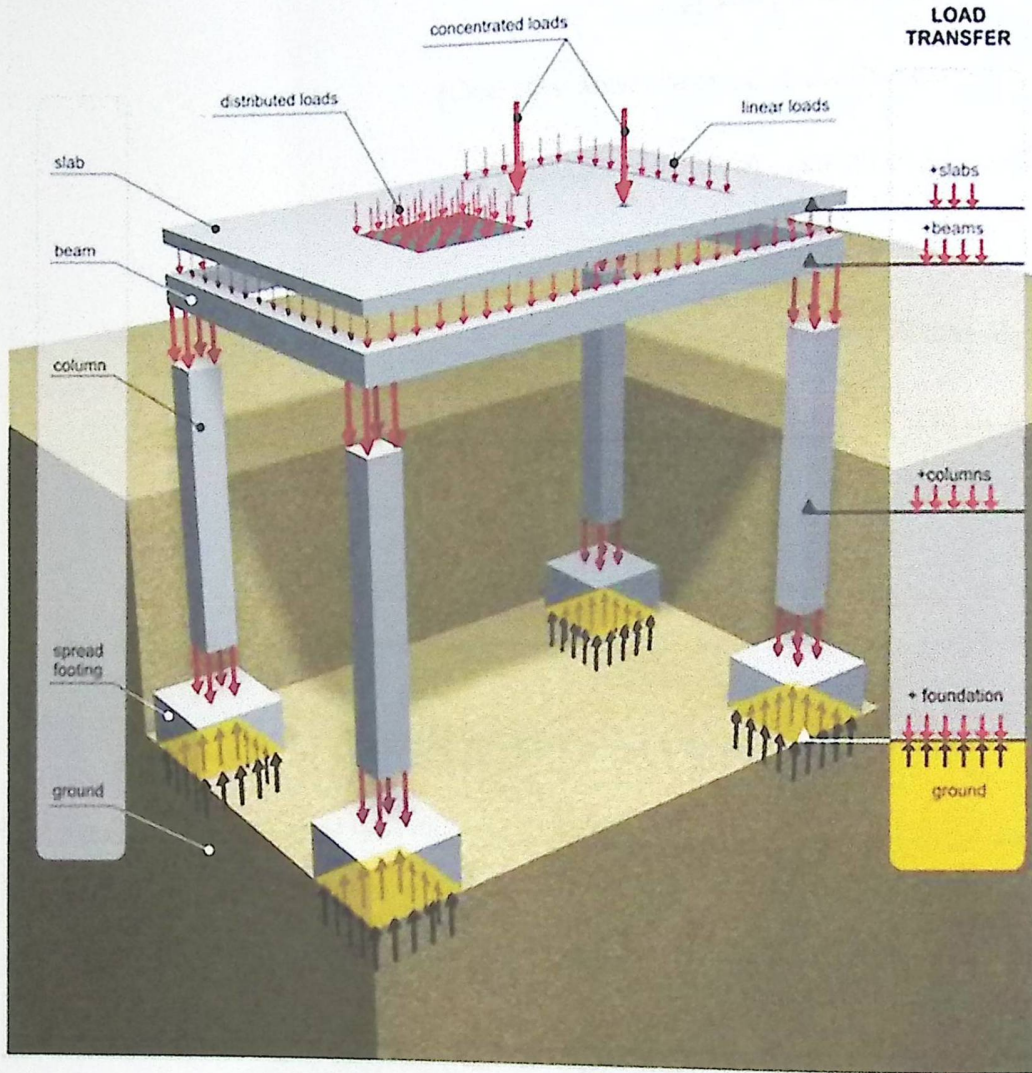
٤-٣-٤ الاختبارات العملية: -

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 وأما قوة تحمل التربة للموقع تساوي ٤٠٠ كيلو نيوتن لكل متر مربع على اعتبار ان نوع التربة هي صخرية.

٥-٣-٥ العناصر الإنشائية المكونة للمبنى: -

المبنى هو عبارة عن محصلة التحام العناصر الإنشائية مع بعضها البعض، لتصبح كتلة واحدة متكاملة لا يعترضه أي شائبة منتصباً أمام الأحمال التي يتعرض لها، ومن أهم هذه العناصر، العقدات والجسور والأعمدة والجدران الحاملة والأساسات وغيرها.

ان جميع العناصر الإنشائية تعمل كوحدة واحدة، حيث تنتقل الاحمال من العقدة الى الجسور ومن ثم الى الاعمدة والجدران الحاملة لكي تنتهي أخيرا الى الاساسات، وفيما يلي صورة توضح كيفية انتقال الاحمال في المنشأة.



الشكل (١-٣): انتقال الاحمال داخل المنشأة الواحدة.

١-٥-٣ العقدات:

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

ويتم اختيار النوع الأمثل بالاعتماد على عدة عوامل أهمها:

١. الفضاءات بين الأعمدة.
٢. وظيفة المنشأة.

٣. التكلفة.

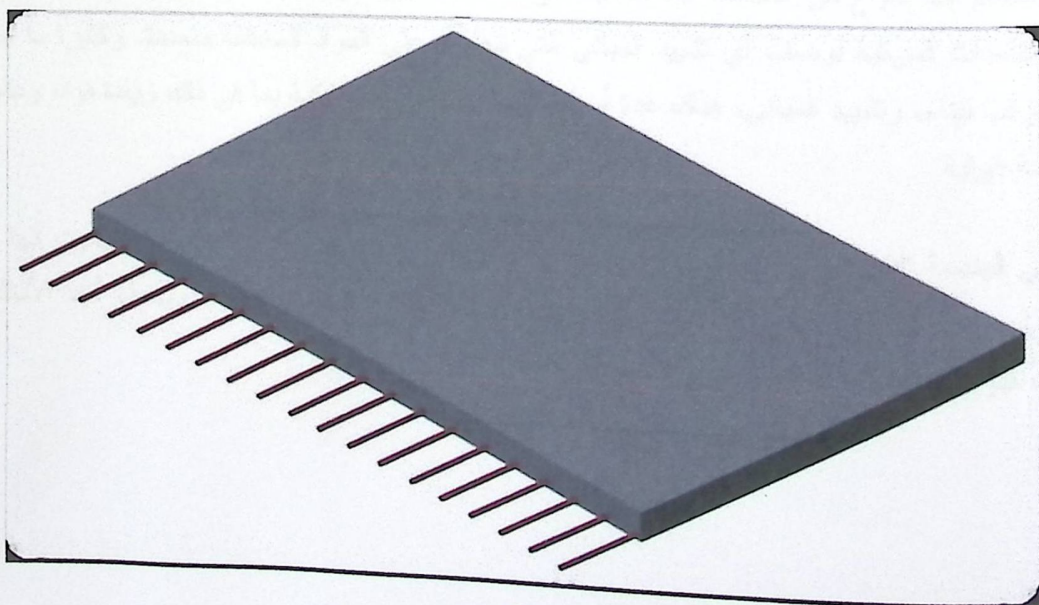
٤. السهولة، الوقت، القوالب الشائعة منها.

ونظراً لوجود العديد من الفعاليات في المشروع، وتنوع المتطلبات المعمارية فإنه تم استخدام الأنواع التالية حسبما هو ملائم لطبيعة الاستخدام:

- البلاطات المصمتة (Solid Slabs) وتنقسم إلى:
 - العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد (One way solid slab).
 - العقدات المصمتة ذات الاتجاهين (Two way solid slab).
 - العقدات المركبة (Composite slab).
 - البلاطات المفرغة (Ribbed Slabs) وتنقسم إلى:
 - عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد (One way ribbed slab).
 - عقدات العصب ذات الاتجاهين (Two way ribbed slab).
- وأيضاً نود ذكر بعض الأنواع الأخرى للعقدات التي لم يتم استخدامها في هذا المشروع، مثل:
- Flat Plat

٣-١-٥-١ العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد (One way solid slab):

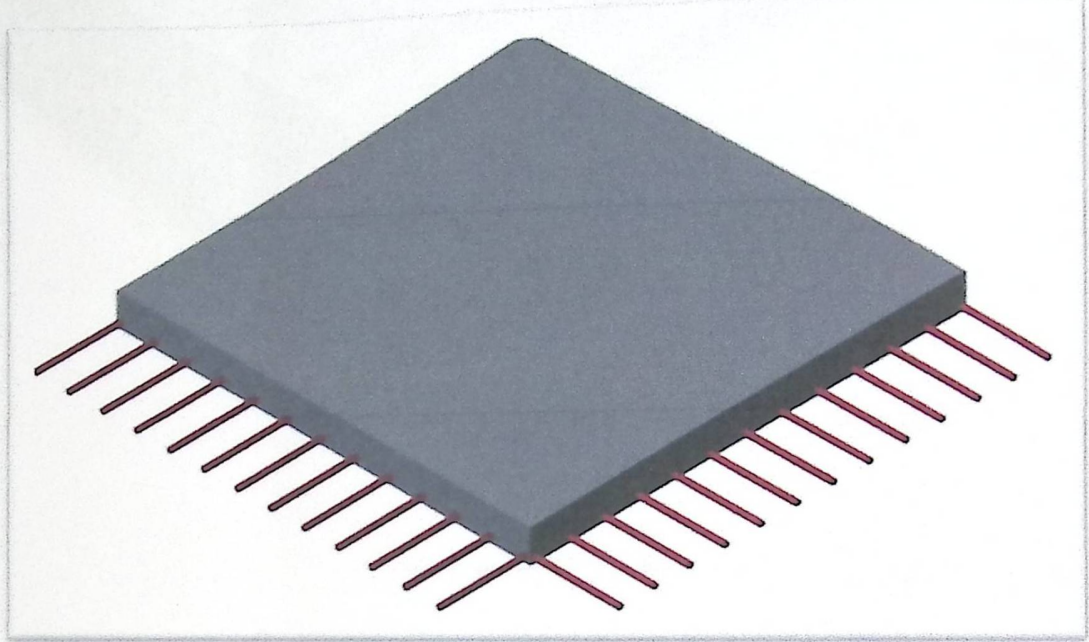
تستخدم في المناطق التي تتعرض كثيراً للأحمال الحية، وذلك تجنباً لحدوث اهتزاز نظراً للسماكة المنخفضة، ويتم استخدامها في عقده الدرج كما في الشكل (٣-٢):



الشكل (٣-٢): العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد.

٣-١-٥-٣ العقدات المصمتة ذات الاتجاهين (Two way solid slab):

تستخدم في حال كانت الأحمال المؤثرة أكبر من المقدار الذي تستطيع العقدة المصمتة ذات الاتجاه الواحد مقاومتها، وعند ذلك يتم اللجوء إلى تصميم هذا النوع من العقدات، وذلك لأنها تستطيع مقاومة الأحمال بشكل أكبر حيث يوزع التسليح الرئيسي فيها باتجاهين موضحه في الشكل (٣-٣).

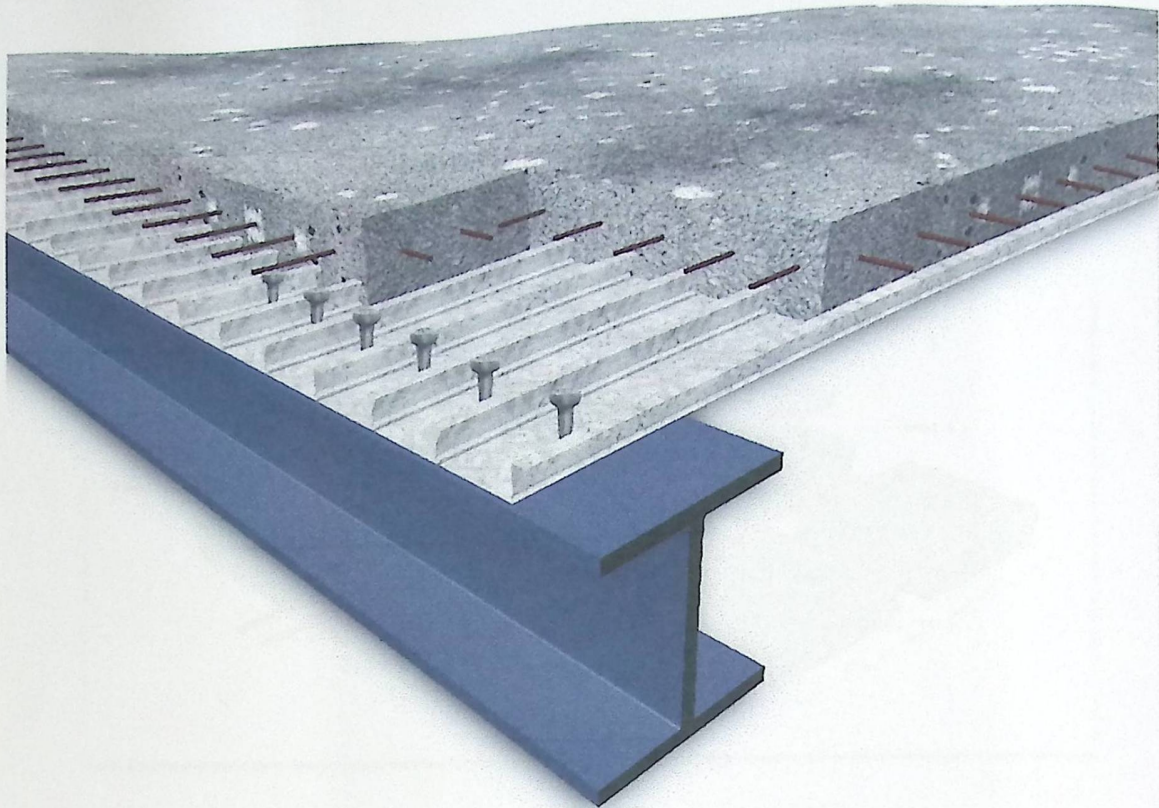


الشكل (٣-٣): العقدات المصمتة ذات الاتجاهين.

٣-١-٥-٣ العقدات المركبة (composite slab):

يستخدم هذا النوع من العقدات عند الحاجة إلى مسافات كبيرة دون استخدام الأعمدة في عملية التدعيم وتم تسميتها بالقواعد المركبة لوصف أي تشييد المباني التي تتطوي على المواد المختلفة متعددة. وكثيرا ما يستخدم في البناء المركب لبناء، وتشبيد المباني. هناك عدة أسباب لاستخدام المواد المركبة بما في ذلك زيادة قوة، وعلم الجمال، والاستدامة البيئية.

في الهندسة الإنشائية، وجود البناء المركب عندما لا بد اثنين من مواد مختلفة معا بقوة بحيث أنها تعمل معا كوحدة واحدة من جهة نظر هيكلية. عندما يحدث هذا، يتم استدعاؤه عمل مركب. ويشمل أحد الأمثلة الشائعة الدعامات الفولاذية الداعمة ألواح أرضية خرسانية.

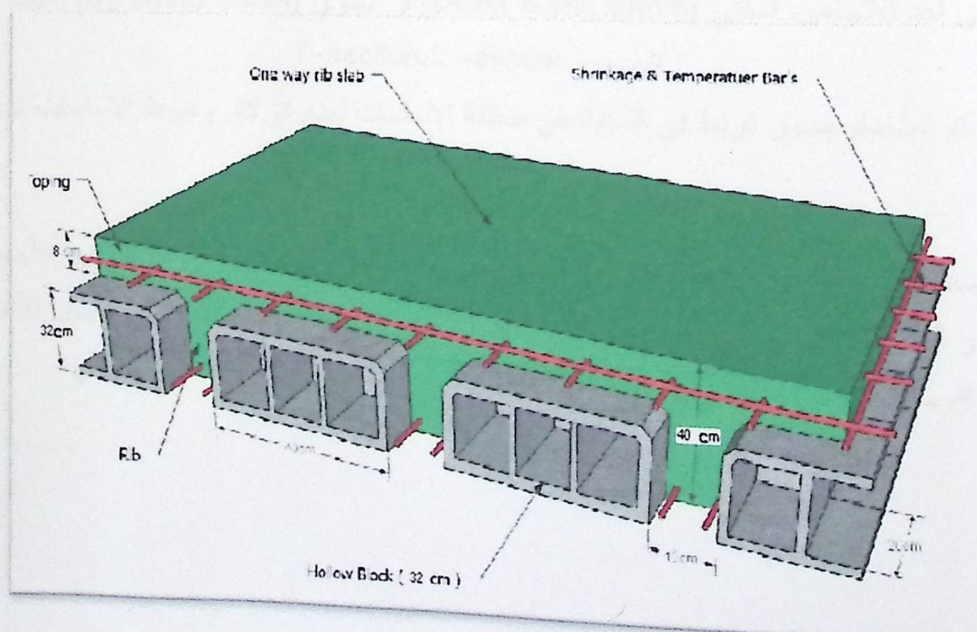


الشكل (٣-٤): العقدات المركبة.

٣-٥-١-٤ عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد (One way ribbed slab):

إحدى أشهر الطرق المستخدمة في تصميم العقدات في هذه البلاد وتتكون من صف من الطوب يليه

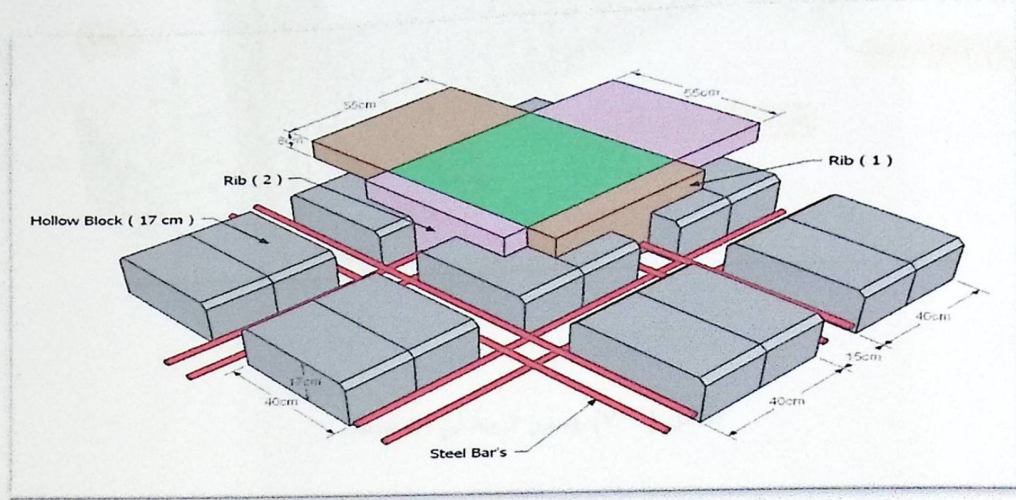
العصب، ويكون التسليح باتجاه واحد كما هو مبين في الشكل (٣-٥).



الشكل (٣-٥): عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد.

٥-١-٥-٣ عقدات العصب ذات الاتجاهين (Two way ribbed slab):

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 (٦-٣):



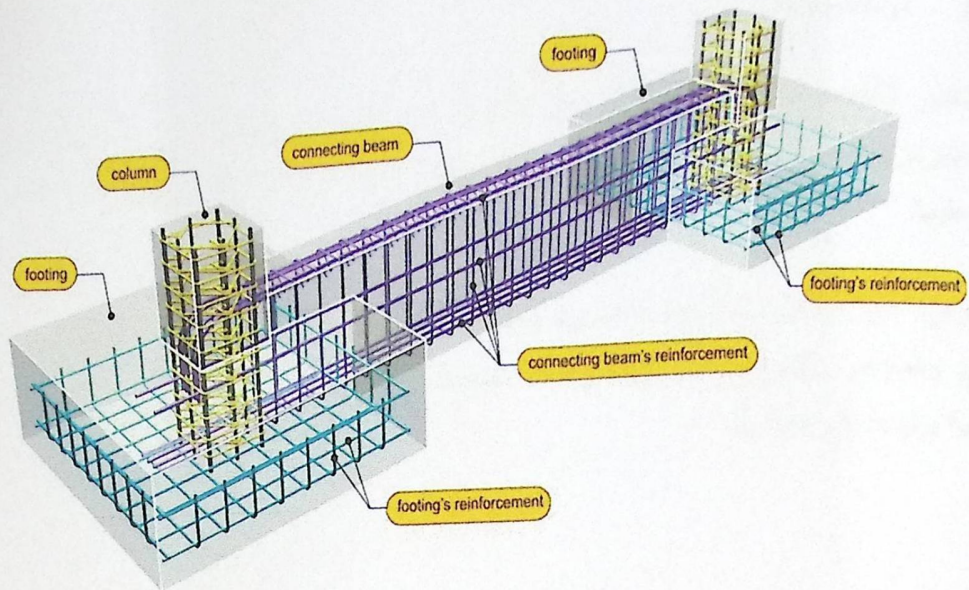
الشكل (٦-٣): عقدات العصب ذات الاتجاهين.

٢-٥-٣ الجسور:-

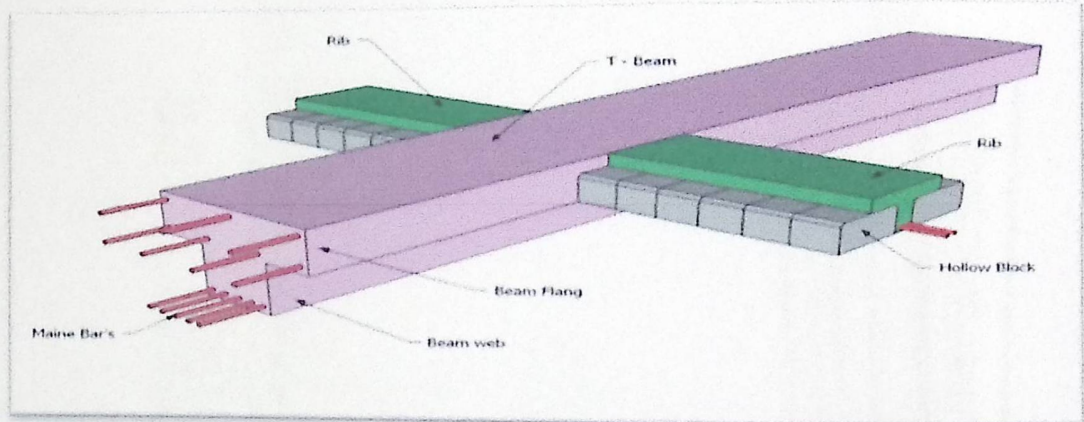
وهي عناصر إنشائية أساسية في نقل الأحمال من البلاطات داخل العقدة إلى الأعمدة، وهي نوعين

١. جسور مسحورة (مخفية داخل العقدات) بحيث يكون ارتفاعها يساوي ارتفاع العقدة.
٢. جسور المدلاة "Dropped Beams" وهي التي يكون ارتفاعها أكبر من ارتفاع العقدة ويتم إبراز الجزء الزائد من الجسر في أحد الاتجاهين السفلي (Down Stand Beam) أو العلوي (Up stand Beam) بحيث تسمى هذه الجسور T-section, L-section.
٣. كذلك أيضاً يتم استخدام جسور الربط في المنشأة في منطقة الأساسات لمنع انزلاق وهبوط الأساسات كل واحدة على حدا.

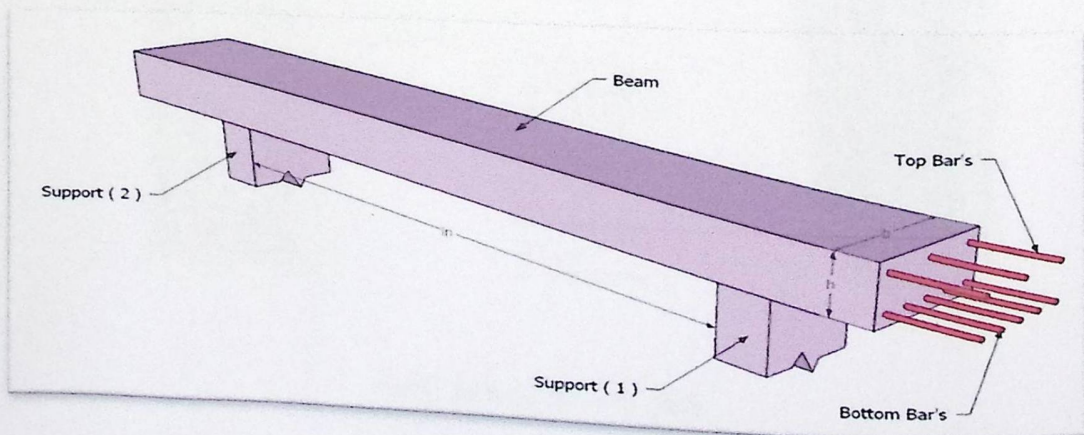
- ونظراً للمسافات المختلفة بين الأعمدة في المبنى المراد تصميمه في هذا المشروع، فضلاً عن الأحمال الواقعة، فإن الجسور التي سوف تستخدم في العقدة ستكون جسور مسحورة وأخرى مدلاة تقوم بنقل أحمال الأعصاب إليها.
- وقد تم ارفاق مجموعة من الاشكال التي توضح اشكال وأنواع الجسور حسب استخدامها كالتالي:



الشكل (٧-٣) جسر الربط في الاساسات.



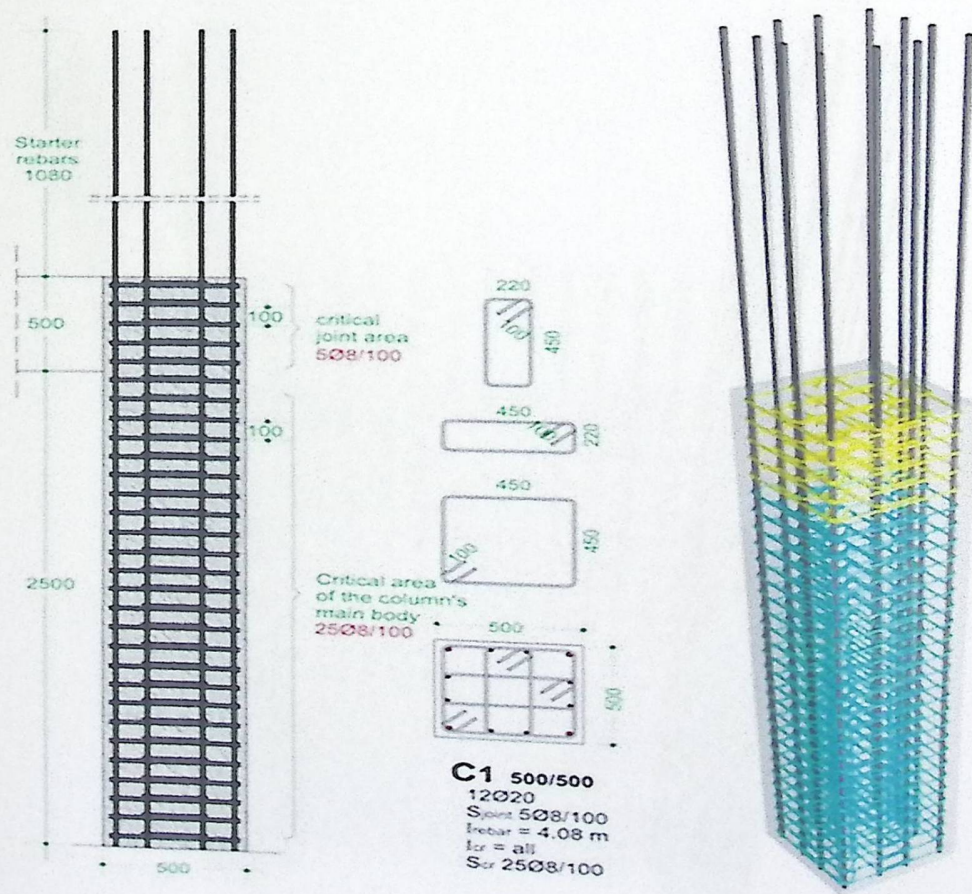
الشكل (٨-٣) أشكال الجسور المدلاة .



الشكل (٩-٣) أشكال الجسور المسحورة.

تعتبر الأعمدة العضو الرئيس في نقل الأحمال من العقدات والجسور إلى الأساسات، وبذلك فهي عنصر إنشائي ضروري لنقل الأحمال وثبات المبنى. لذلك يجب تصميمها بحيث تكون قادرة على حمل وتوزيع الأحمال الواقعة عليها.

وهي على نوعين: الأعمدة القصيرة والأعمدة الطويلة. ول مقاطع الأعمدة أشكال عديدة، منها المستطيل والدائري والمضلع والمربع والمركب. وهناك تصنيف آخر للأعمدة من حيث طبيعة المادة المستخدمة فمنها الخرسانية والمعدنية والخشبية.



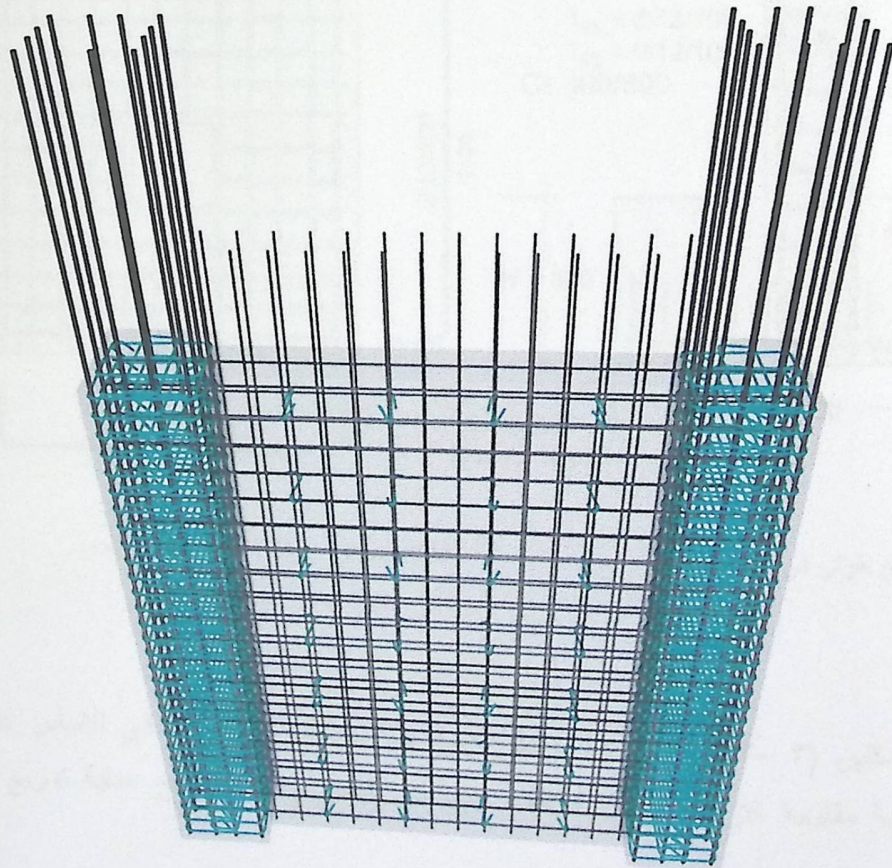
الشكل (٣-١٠): أحد أشكال الأعمدة.

٣-٥-٤ الجدران الحاملة (جدران القص): -

وهي عناصر إنشائية حاملة تقاوم القوى العمودية والأفقية الواقعة عليها وتستخدم بشكل أساسي لمقاومة الأحمال الأفقية مثل قوى الرياح والزلازل وتسمى جدران القص (shear wall).

وهذه الجدران تسليح بطبقتين من الحديد حتى تزيد من كفاءتها على مقاومة القوى الأفقية. وقد تم تحديد الجدران الحاملة في المبنى وتوزيعها المبنى، وتتمثل الجدران الحاملة بجدران بيت الدرج، وجدران المصاعد، والجدران الأخرى التي تبدأ من أساسات المبنى،

وتعمل على تحمل الأوزان الرأسية المنقولة إليها كما تعمل كجدران قص تقاوم القوى الأفقية التي يتعرض لها المنشأ، ويجب توفرها في الاتجاهين مع مراعاة أن تكون المسافة بين مركز المقاومة الذي تشكله جدران القص في كل اتجاه ومركز الثقل للمبنى أقل ما يمكن. وإن تكون هذه الجدران كافية لمنع أو تقليل تولد عزوم اللي وآثاره على جدران المبنى المقاومة للقوى الأفقية.

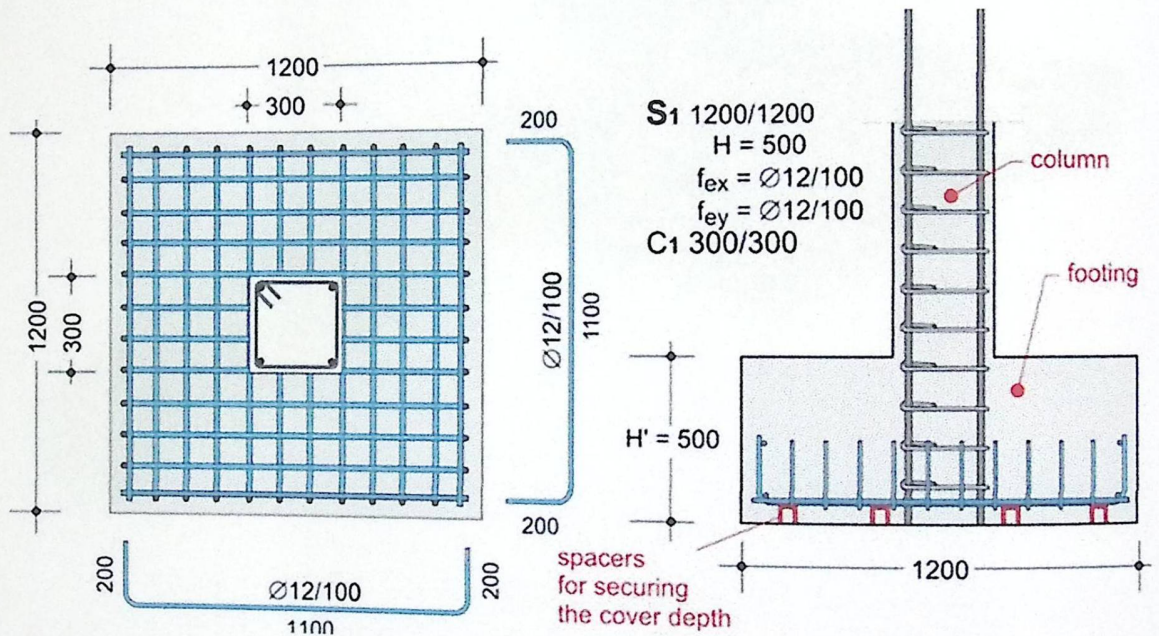


الشكل (٣-١١): جدار القص

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

وتعتبر الأساسات حلقة الوصل بين العناصر الإنشائية في المبنى والأرض ولمعرفة الأوزان والأحمال الواقعة عليها، فإن الأحمال الواقعة على العقدة تنتقل إلى الجسور ثم إلى الأعمدة وأخيرا إلى الأساسات، وتكون هذه الأحمال هي الأحمال التصميمية للأساسات، وبناءً على الأحمال الواقعة عليها وطبيعة الموقع يتم تحديد نوع الأساسات المستخدمة.

ومن المتوقع استخدام أساسات من أنواع مختلفة وذلك تبعا لقوة تحمل التربة والأحمال الواقعة على كل أساس ونظرا لما يتخذه هيكل المنشأ من شكل متدرج ليتلاءم وطبوغرافية الأرض.



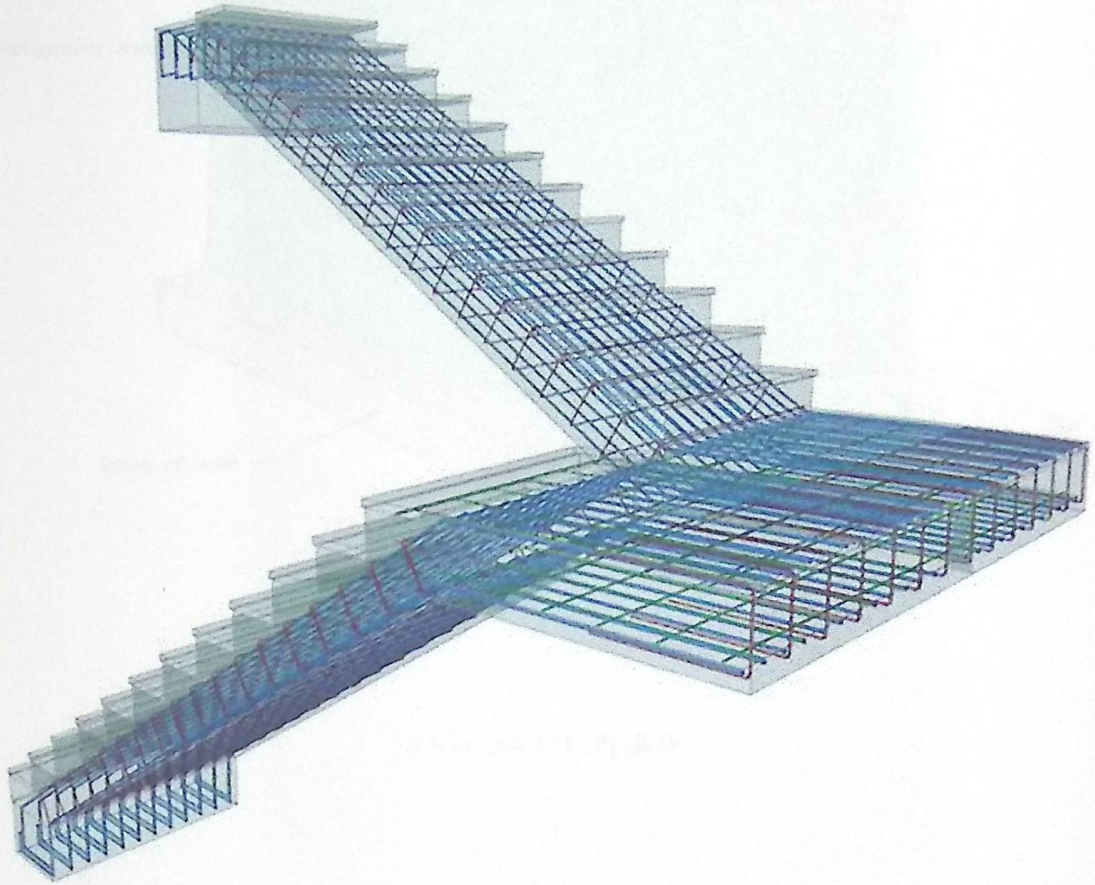
الشكل رقم (٣-١٣) مسقط أفقي للأساس

الشكل رقم (٣-١٢) مقطع طولي في الأساس

في الشكلين (٣-١٣)، (٣-١٢) يوضح كيفية نقل الأحمال من المبنى إلى الأساس عن طريق العمود، وتوضيح عملية مقاومة التربة للأحمال الواقعة عليها من المبنى وايضا توضح عملية توزيع حديد التسليح في الأساس.

الأدراج عبارة عن العنصر المسؤول عن الانتقال الراسي بين الطبقات في المبنى حيث يتم تقسيم ارتفاع الطابق إلى ارتفاعات صغيرة تمثل ارتفاع الدرجة الواحدة. ويتم تصميم الدرج إنشائيا باعتباره عقدة مصمتة في اتجاه واحد.

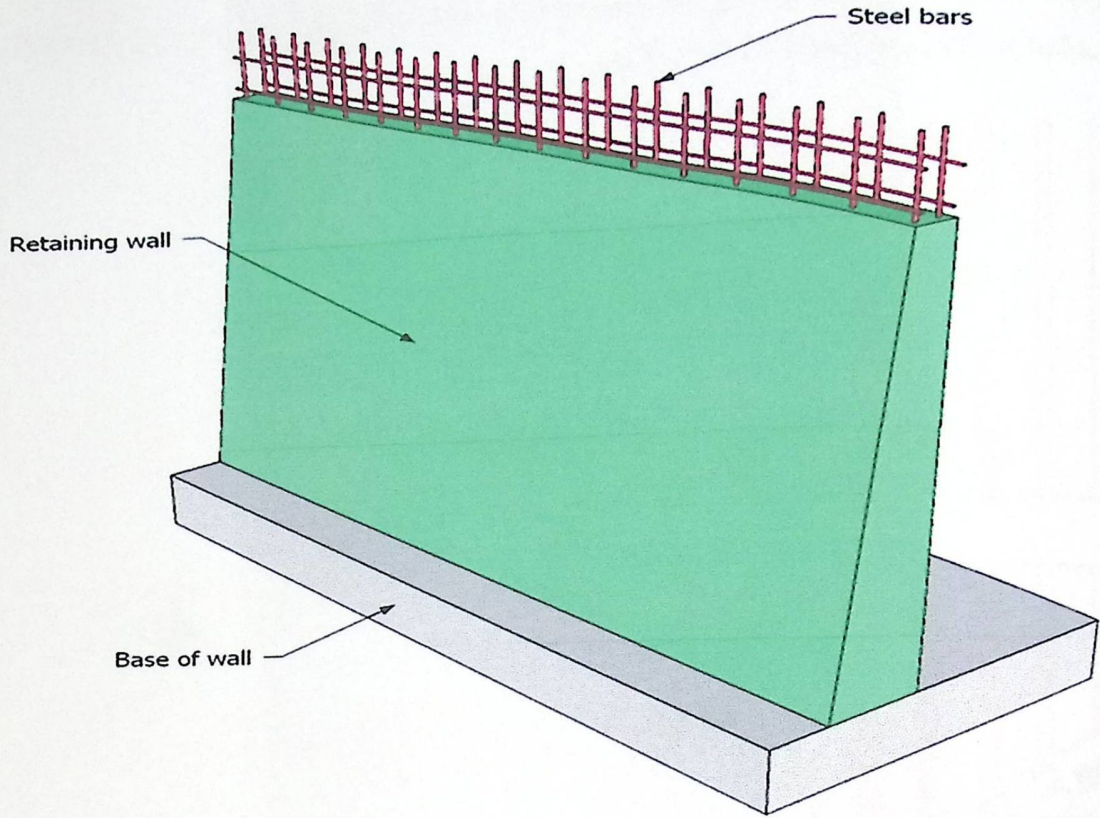
وتم استخدامها في مشروعنا بشكل واضح موزعة على أرجاء المشروع ، وكذلك اخذ في عين الاعتبار في التصميم الإنشائي الأحمال الناتجة عن وزن المصاعد الكهربائي .



الشكل (٣-١٤): الدرج.

٨-٥-٣ الجدران الاستنادية:-

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



الشكل (٣-١٥) جدار استنادي

٨-٥-٣ فواصل التمدد (Expansions Joints) :-

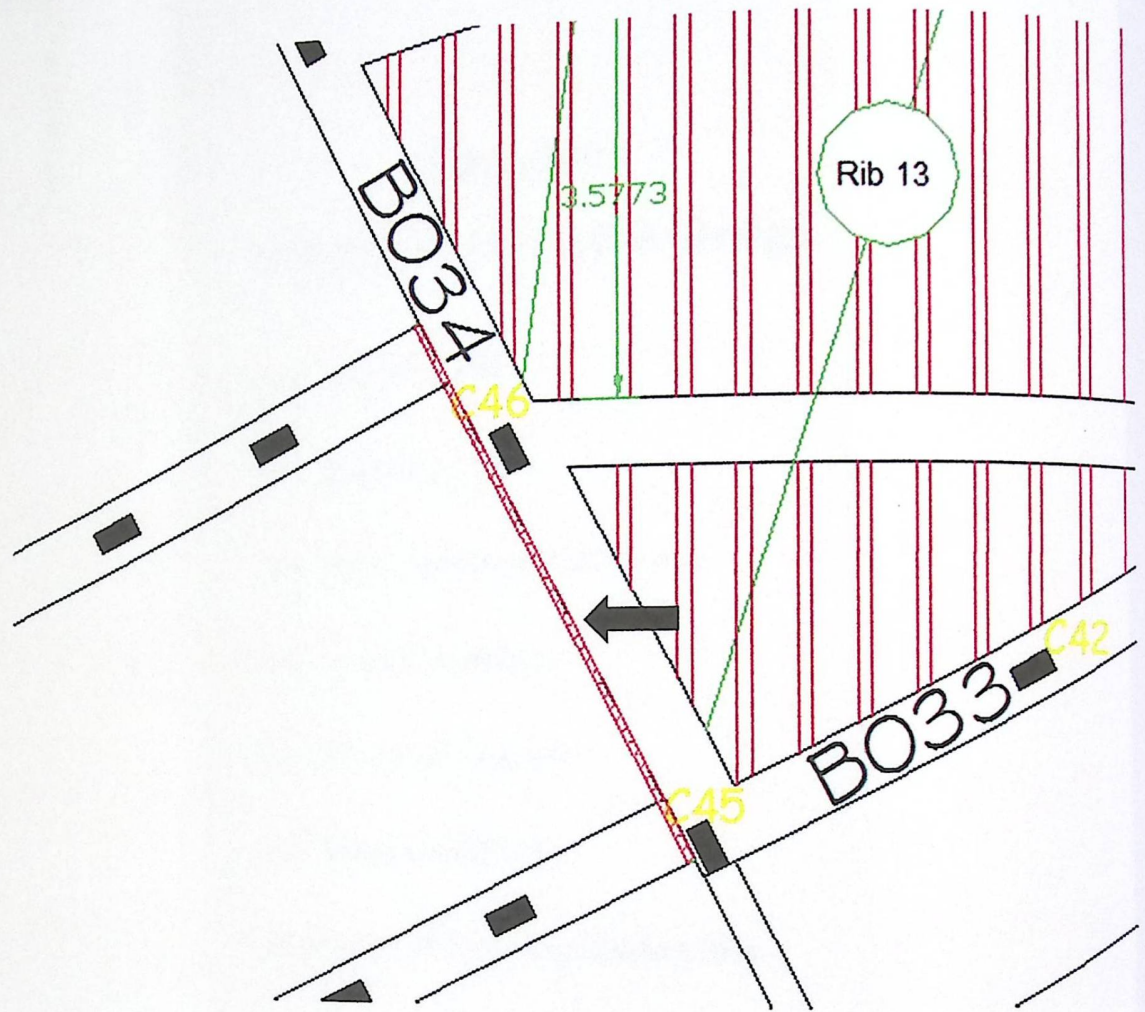
في المنشآت ذات الأبعاد الأفقية الكبيرة، أو ذات الأشكال والأوضاع الخاصة يتم استخدام فواصل التمدد الحراري. ويتم وضع فاصل التمدد إذا كان عرض المنشأ أكبر من 40 متراً، ولذلك للسماح للمنشأ بالتمدد دون أن يؤدي ذلك لحدوث تشققات. ولها بعض الاشتراطات:

١- ينبغي استخدام فواصل التمدد الحراري في كتلة المنشأ، على أن تصل هذه الفواصل إلى وجه الأساسات العلوي دون اختراقها، وتعتبر المسافات العظمى لأبعاد كتلة المبنى كما يلي:

- (40m) في المناطق ذات الرطوبة العالية.
- (36m) في المناطق ذات الرطوبة العادية.
- (32m) في المناطق ذات الرطوبة المتوسطة.
- (28m) في المناطق الجافة.

٢- يجب ألا يقل عرض الفاصل عن 3.0 cm

وتم استخدام ثلاث فواصل تمتد في هذا المشروع، وفي الشكل التالي صورة توضح موقع أحد فواصل التمدد الموجودة لدينا في المشروع والموضحة باللون الأحمر.



الشكل (٣-١٦) فاصل التمدد بالمبنى

4

Chapter 4

Structural Analysis & Design

4.1 Introduction.

4.2 Factored Loads.

4.3 Slabs Thickness calculation.

4.4 Load Calculation.

4.5 Design of Topping.

4.6 Design of Rib (3).

4.7 Design of Tow Way Ribbed Slab.

4.8 Design of Beam (B015).

4.9 Design of long column.

4.10 Design of Isolated Footing.

4.11 Design Of combined Footing.

4.12 Design of Strip footing.

4.13 Shear wall (No 1) design.

4.14 Design of stair (4).

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 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.

4.1.1 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).

4.1.2 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,

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

4.2 Factored loads:

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

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

NOTE:

$$f'_c = 24 \text{ Mpa.}$$

$$f_y = 420 \text{ Mpa}$$

$f_{yt} = 420 \text{ Mpa}$, will be used at design and calculations.

4.3 Slabs Thickness calculation:-

According to ACI-Code-318-08 table 9.5(a), the minimum thickness of non- prestressed beams or one way, slabs unless deflections are computed for simply supported one-way rib given as follow:

For rib (R3), as shown in fig. (4.1)

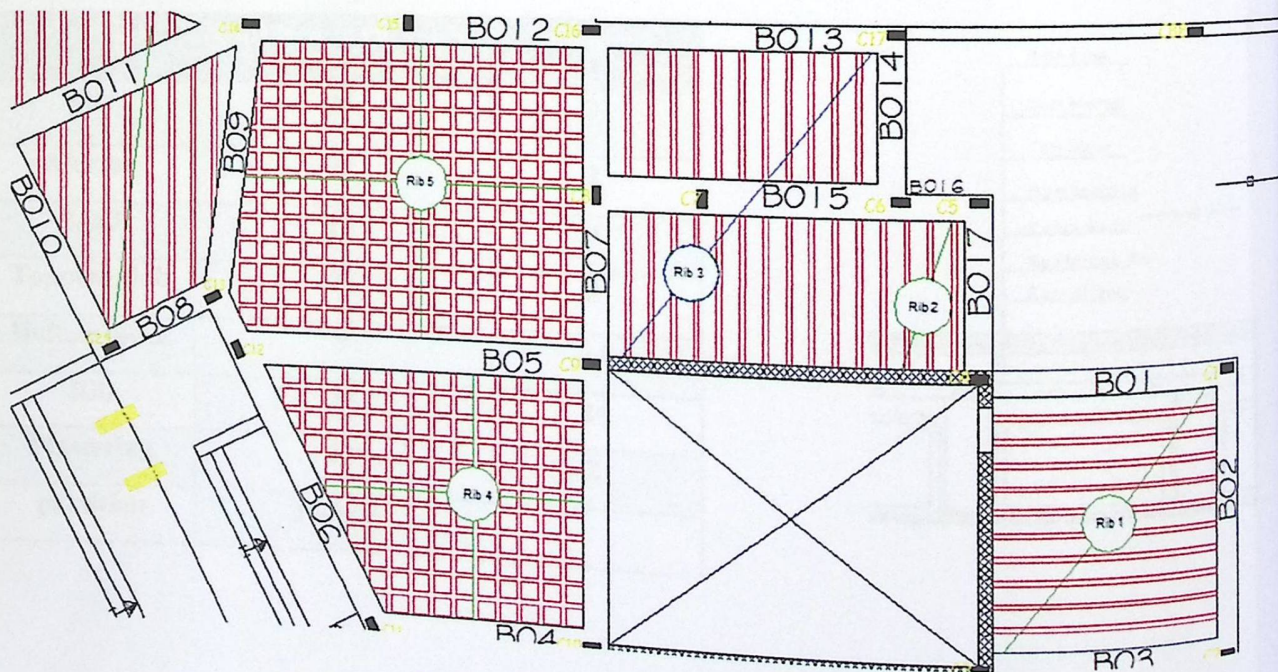


Fig (4-1): Rib(3) at the ground floor slab.

$h_{\min}$ for Simply supported = $L/16$

$h_{\min} = 5110/16 = 319\text{mm}$ longest simply supported cont is 5.11 m

$h_{\min}$ for one-end continuous = $L/18.5$ longest one-end cont. is 6.50m.

$h_{\min} = 6500/18.5 = 351\text{ mm}$

$h_{\min}$ for both-end continuous = $L/21$.longest both-end cont. is 7.017 m

$h_{\min} = 7017/21 = 334\text{ mm}$

For Ground floor slab, use thickness of slab 32cm.

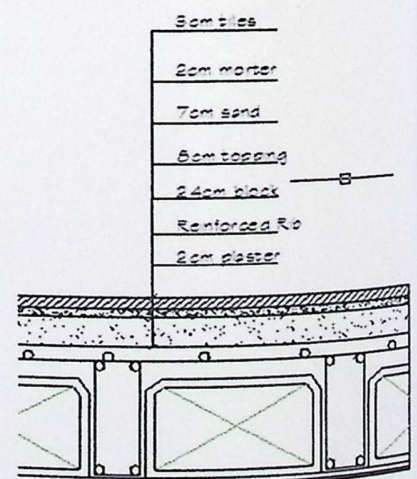
4.4 Load Calculation:-

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

table(4-1) calculation of total load of rib(3)

Material	Unit weight (KN/m ³)	Thickness (cm)
Tile	23	3
Mortar	22	2
Sand	16	7
Topping slab	25	8
Hollow block	9	24
Rib	25	24
Plastering	22	2
partition	1KN/m ²	

Fig (4-2) Typical section in ribbed slab)



4.5 Design of Topping:-

4.5.1 Calculation of Dead load

- Design For 1m strip:

$$\text{Tile} = 23 * 0.03 * 1 = 0.69 \text{ KN/m}$$

$$\text{Mortar} = 22 * 0.02 * 1 = 0.44 \text{ KN/m}$$

$$\text{Sand} = 16 * 0.07 * 1 = 1.12 \text{ KN/m}$$

$$\text{Topping} = 25 * 0.08 * 1 = 2 \text{ KN/m}$$

$$\text{Partition} = 1 * 1 = 1 \text{ KN/m}$$

$$\text{D.L total} = 5.25 \text{ KN/m}$$

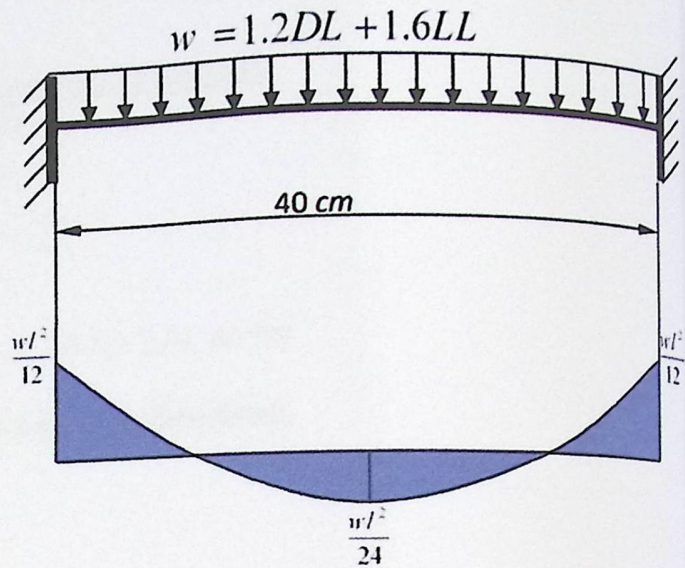


Fig (4-3) Typical section in Topping.

4.5.2 Calculation of live load

$$\text{L.L total} = 5 \text{ KN/m}$$

$$W_u = 1.2 \text{ D.L} + 1.6 \text{ L.L}$$

$$= 1.2 * 5.25 + 1.6 * 5 = 14.3 \text{ KN/m}$$

Check $\Phi M_n > M_u$

$$M_u = \frac{w_u * l^2}{12} = \frac{14.3 * 0.4^2}{12} = 0.19 \text{ kN.m}$$

$$M_n = 0.42 \sqrt{f_c'} * s$$

$$S = \frac{bh^2}{6}$$

$$\begin{aligned} M_n &= 0.42 \sqrt{f_c'} * \frac{bh^2}{6} \\ &= 0.42 \sqrt{25} * \frac{1 * 0.08^2}{6} * 10^3 = 2.24 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

$\Phi = 0.55$ for plain concrete

$$\phi * M_n = 0.55 * 2.24 = 1.232 \text{ kN.m.}$$

$$\phi * M_n = 1.232 > M_u = 0.19 \text{ kN.m.}$$

Shrinkage and temperature reinforcement must be provided.

For the shrinkage and temperature reinforcement:

$$\rho = 0.0018 \quad \text{ACI-318-08 (7.12.2)}$$

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

$$A_s (\phi 8) = 50.27 \text{ mm}^2$$

$$\text{So number of bars} = 144 / 50.27 = 2.86$$

$$\text{select mesh } \phi 8 / 20 \text{ cm, } A_{s\text{prov}} = 2.51 \text{ cm}^2 / \text{m} > A_{s\text{min}} = 1.44 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

Then use $\Phi 8 @ 20 \text{ cm}$ for practical purposes in both directions.

4.6 Design of Rib (3):-

Materials:-

Concrete B300, $F_c' = 0.8 * 30 = 24 \text{ N/mm}^2 = 24 \text{ Mpa}$

Reinforcement Steel, $f_y = 420 \text{ N/mm}^2 = 420 \text{ Mpa}$

4.6.1 Design constant:-

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

$$b_E = L_n / 4 = 3.25 / 4 = 0.8125 \text{ m}$$

$$b_E = b_w + 16 t_f = 12 + 16 (8) = 1.4 \text{ m}$$

$$b_E = \text{c/c spacing between beams} = 0.52 \text{ m}$$

Control ... 52cm

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

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

Select $b_w = 12 \text{ cm}$

$h \leq 3.5 * b_w$ ACI (8.13.2)

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

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

Select $t_f = 8 \text{ cm}$

4.6.2 Calculation of Dead load:-

Dead load Calculation		
Tiles	$23 \times 0.03 \times 0.52$	$= 0.3588 \text{ KN/m}$
Mortar	$22 \times 0.02 \times 0.52$	$= 0.2288 \text{ KN/m}$
Sand	$16 \times 0.07 \times 0.52$	$= 0.5824 \text{ KN/m}$
Topping	$25 \times 0.08 \times 0.52$	$= 1.04 \text{ KN/m}$
Block	$10 \times 0.24 \times 0.4$	$= 0.96 \text{ KN/m}$
Rib	$25 \times 0.24 \times 0.12$	$= 0.72 \text{ KN/m}$
Plastering	$22 \times 0.02 \times 0.52$	$= 0.2288 \text{ KN/m}$
Partition	1×0.52	$= 0.52 \text{ KN/m}$

Table (4-4) calculation of the total load for (R3).

Total dead load = 4.6388 KN/m/rib

4.6.3 Calculation of Live load:-

From Jordanian live loads table live load for hospital and school is 5 KN/m^2

Total live load = $5 \times 0.52 = 2.6 \text{ KN/m/rib}$

System:-

One -way ribbed slab.

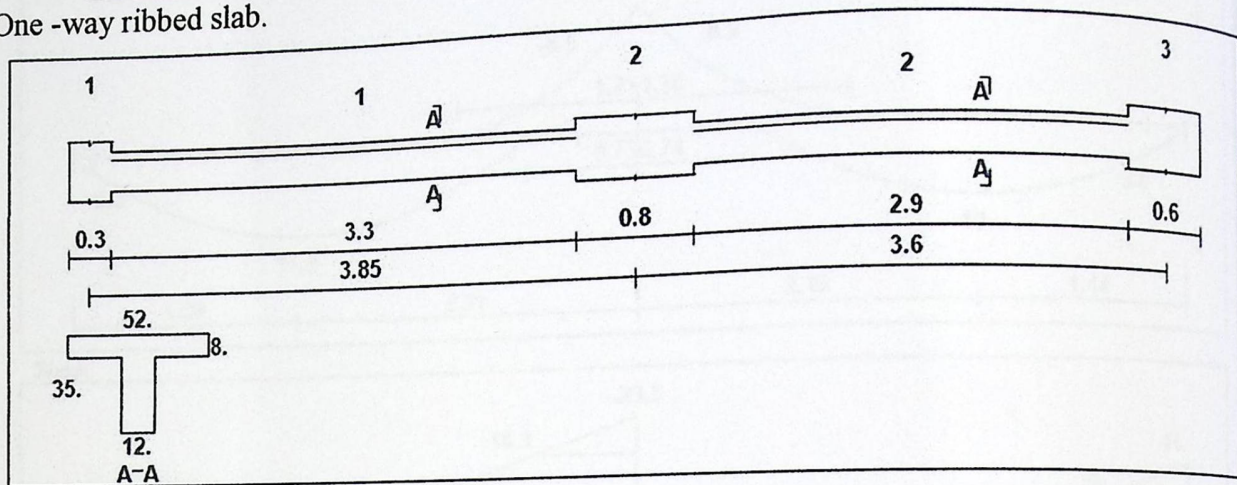


Fig. (4-5) Spans Length of Rib (3).

Loading:-

By using ATIR program, we get the envelope moment and shear diagram as the following:-

$$D.L_{total} = 1.2 \times 4.6388 = 5.566 \text{ KN/m/rib}$$

$$L.L_{total} = 1.6 \times 2.6 = 4.16 \text{ KN/m/rib}$$

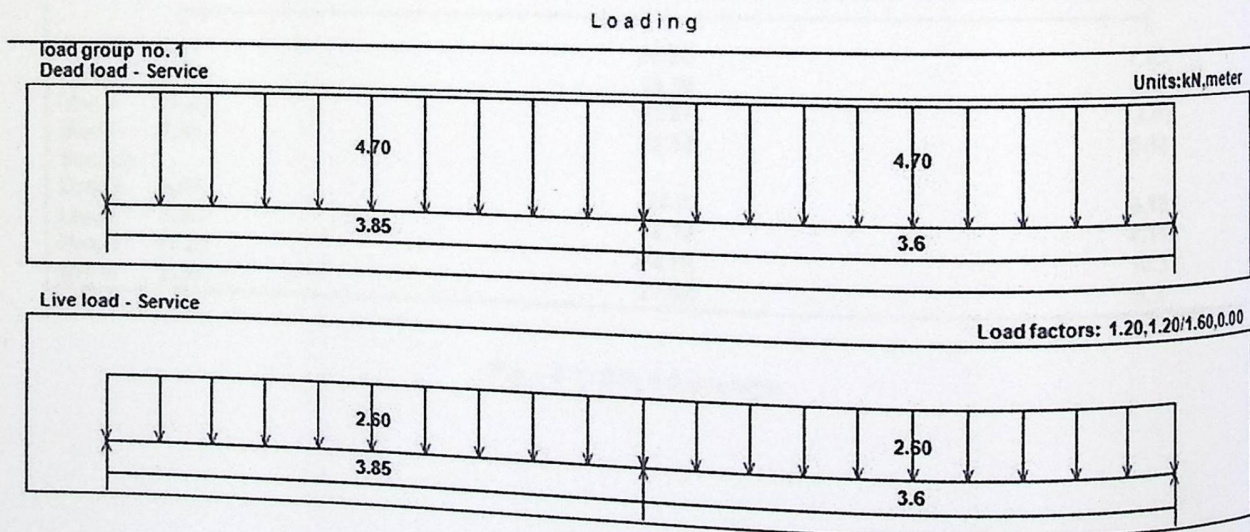


Fig. (4-6): Rib 3 geometry.

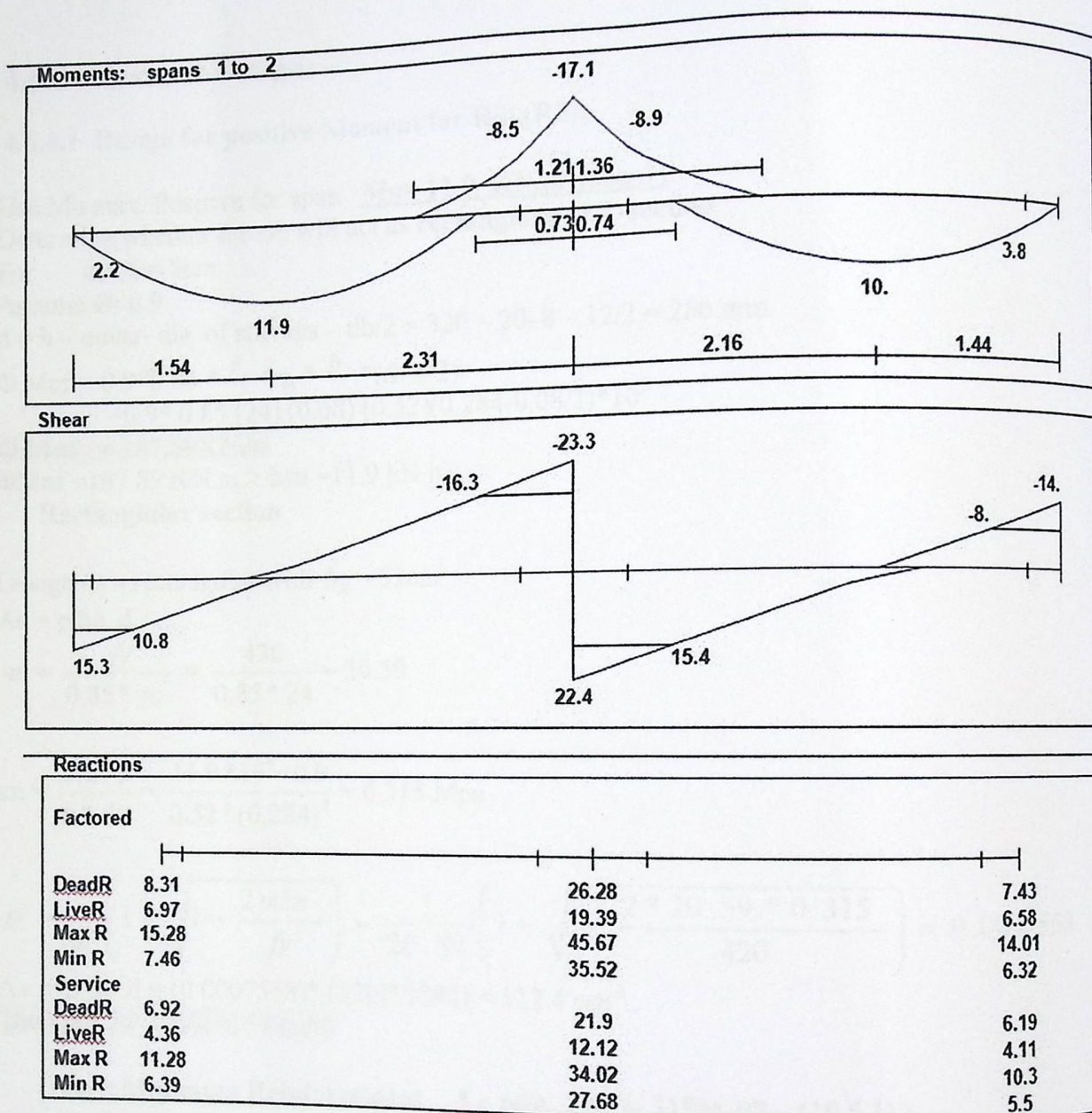


Fig. (4-7) Rib 3 Envelope.

4.6.4 Flexural Design: -

4.6.4.1 Design for positive Moment for Rib (R3):-

Use M_u max. Positive for span $M_u = 11.9 \text{ KN.m (span1)}$
Determine whether the rib will act as rectangular or T-section:

For $a = t_f = 8 \text{ cm}$

Assume $\phi = 0.9$

$d = h - \text{cover} - \text{dia. of stirrups} - db/2 = 320 - 20 - 8 - 12/2 = 286 \text{ mm.}$

$$\Phi.M_{nf} = 0.9 * 0.85 * f_c * t_f * b_E * (d - t_f/2) \\ = 0.9 * 0.85 (24) (0.08) (0.52) (0.284 - 0.08/2) * 10^3$$

$$\Phi.M_{nf} = 187.89 \text{ KN.m}$$

$$\Phi.M_{nf} = 187.89 \text{ KN.m} > M_u = 11.9 \text{ kN.m}$$

Rectangular section

Design as a rectangular with $b_E = 52 \text{ cm}$

$$A_s = \rho \cdot b_E \cdot d$$

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

$$k_n = \frac{M_u / \phi}{b * d^2} = \frac{11.9 * 10^6 / 0.9}{0.52 * (0.284)^2} = 0.315 \text{ Mpa}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mk_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{20.59} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 20.59 * 0.315}{420}} \right) = 0.0007558$$

$$A_s = \rho \cdot b_E \cdot d = (0.0007558) * (520) * (286) = 112.4 \text{ mm}^2$$

Then use $2\Phi 10, A_s = 157 \text{ mm}^2$

Check Minimum Reinforcement $A_{s \text{ min}}$ (ACI- 318M-08 – (10.5.1))

$$A_{s \text{ min}} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4(f_y)} (b_w)(d) = \frac{\sqrt{24}}{4(420)} (120)(286) = 100.0 \text{ mm}^2$$

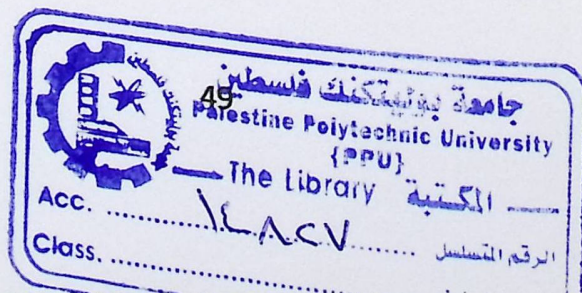
$$A_{s \text{ min}} = \frac{1.4}{(f_y)} (b_w)(d) = \frac{1.4}{420} (120)(286) = 114.4 \text{ mm}^2 \quad (\text{control})$$

For $2\Phi 10, A_s = 157 \text{ mm}^2 > 114.4$, OK

Check for Tension steel yielding:-

Tension = compression

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



$$157 * 420 = 0.85 * 24 * 520 * a$$

$$a = 6.22 \text{ mm}$$

$$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{6.22}{0.85} = 7.31 \text{ mm}$$

$$\beta = 0.85 \dots f_c < 28 \text{ MPa} \dots \text{ACI-318M-08(10.2.7.3)}$$

$$\epsilon_s = (d - x) / x \times 0.003 = \frac{286 - 7.31}{7.31} \times 0.003 = 0.114$$

$$\epsilon_s = 0.114 > 0.005$$

4.6.4.2 Design for Negative Moment for Rib (R3):

Use M_u max. negative for support $M_u = -8.9 \text{ KN.m}$

Design as a rectangular with $b = 12 \text{ cm}$

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

$$k_n = \frac{M_u / \phi}{b * d^2} = \frac{8.9 * 10^{-3} / 0.9}{0.12 * (0.284)^2} = 1.021 \text{ Mpa}$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.59} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.59)(1.021)}{420}} \right) = 0.00249$$

$$A_s = 0.00249 (120) (286) = 85.63 \text{ mm}^2$$

Then use $2\Phi 10, A_s = 157 \text{ mm}^2$

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

$$A_{s \text{ min}} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4(f_y)} (b_w)(d) = \frac{\sqrt{24}}{4(420)} (120)(286) = 100.0 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{1.4}{(f_y)} (b_w)(d) = \frac{1.4}{420} (120)(286) = 114.4 \text{ mm}^2 \quad (\text{control})$$

For $2\Phi 10, A_s = 157 \text{ mm}^2 > 114.4$, OK

Check for Tension steel yielding:-

Tension = compression

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

$$157 * 420 = 0.85 * 24 * 520 * a$$

$$a = 6.22 \text{ mm}$$

$$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{6.22}{0.85} = 7.31 \text{ mm}$$

$$\beta = 0.85 \dots f_c < 28 \text{ MPa} \dots \text{ACI-318M-08(10.2.7.3)}$$

$$\epsilon_s = (d - x) / x \times 0.003 = \frac{286 - 7.31}{7.31} \times 0.003 = 0.114$$

$$\epsilon_s = 0.114 > 0.005$$

ok**4.6.4.3 Design shear for Rib (R3):-**Factored shear forces at $d=0.286$ m from support

$$\underline{V_{u_{\max}} = 16.3 \text{ kN}} \quad (\text{From Shear Envelop})$$

Determine shear strength provided by concrete (ΦV_c).

$$\Phi V_c / 2 < V_u < \Phi V_c$$

$$1.1 \Phi V_c = 1.1 * \Phi * \frac{\sqrt{f_c'}}{6} b_w * d$$

$$= 1.1 * 0.75 * \frac{\sqrt{24}}{6} 0.12 * 0.286 * 10^3 = 23.12 \text{ kN}$$

$$\Phi V_c = 23.12 > V_u = 16.3 \text{ kN}$$

Min shear reinforcement is required except for concrete joist construction.

Use $\Phi 8/50$ cm Montage

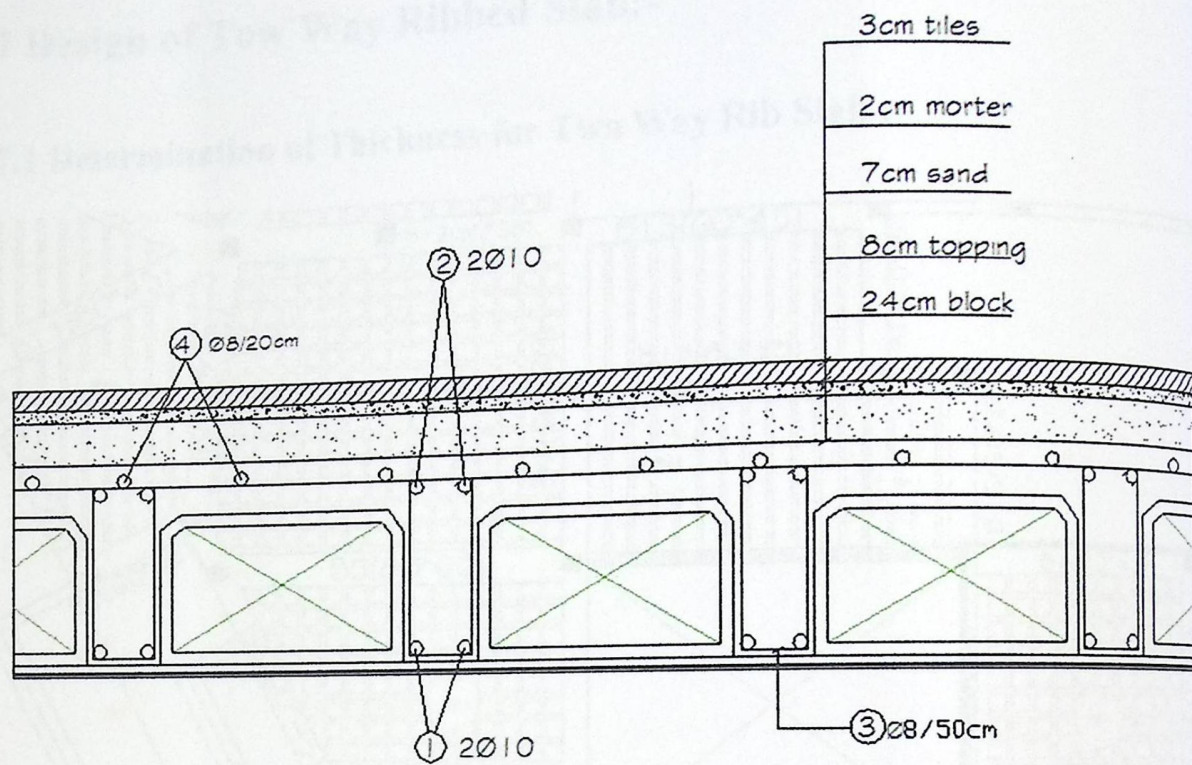


Fig (4-8): Reinforcement of Rib (3).

4.7 Design of Two Way Ribbed Slab:-

4.7.1 Determination of Thickness for Two Way Rib Slab :

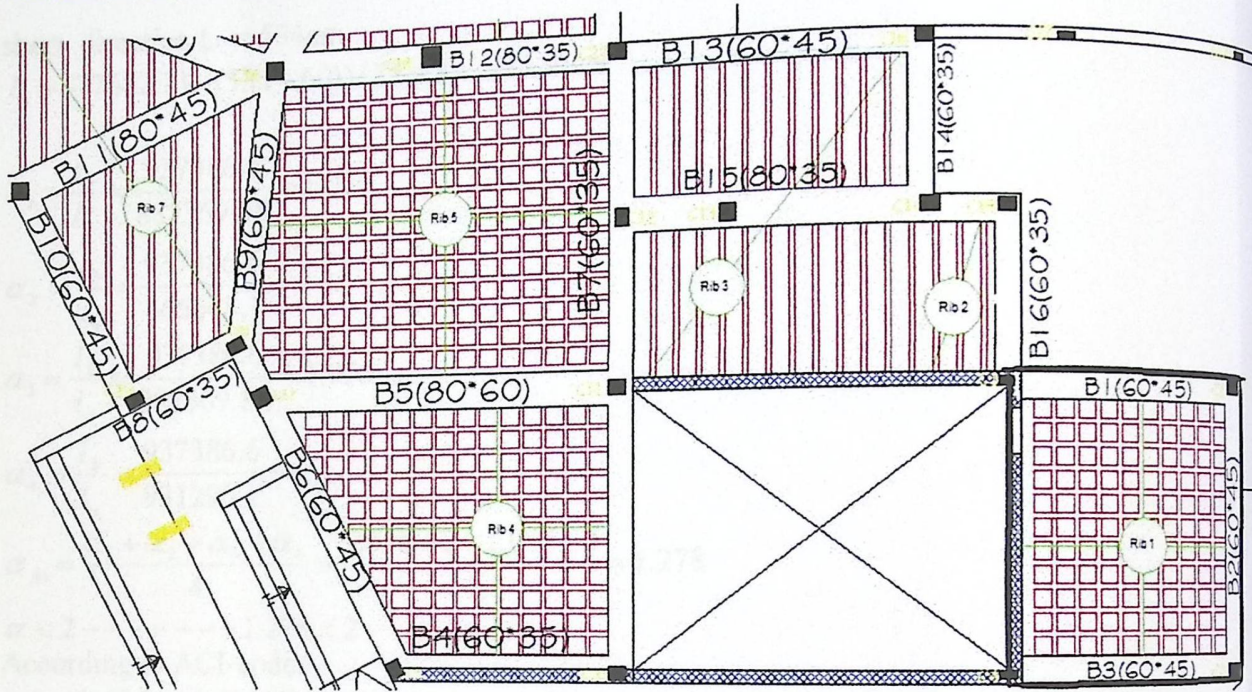


Fig. (4-9): Two way rib slab in ground floor.

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

$$\bar{Y} = \frac{40 \times 8 \times 4 + 35 \times 12 \times 17.5}{40 \times 8 + 35 \times 12} = 11.66 \text{ cm}$$

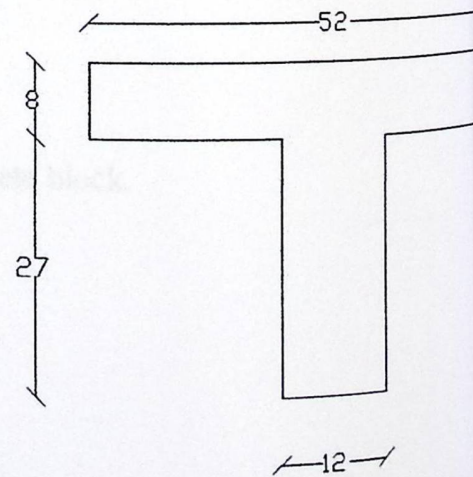
$$I_{rib} = \frac{52 \times (11.66)^3}{3} - \frac{(40) \times 3.66^3}{3} + \frac{12 \times (23.34)^3}{3}$$

$$I_{rib} = 77682.21 \text{ cm}^4$$

$$I_b = \frac{1}{12} b h^3 = \frac{1}{12} \times 80 \times (52)^3 = 937386.6 \text{ cm}^4$$

Long direction right L = 563.4 cm

$$I_s = (77682.21 \times (563.4 + 60)) / 52 = 931290.2 \text{ cm}^4$$



Long direction left $L = 563.4$ cm

$$I_s = (77682.21 \times (\frac{563.4}{2} + 30)) / 52 = 465645.1 \text{ cm}^4$$

short direction $L = 534$ cm

$$I_s = (77682.21 \times (534 + 60)) / 52 = 887369.86 \text{ cm}^4$$

$$\alpha_1 = \frac{I_b}{I_s} = \frac{937386.6}{887369.86} = 1.056$$

$$\alpha_2 = \frac{I_b}{I_s} = \frac{937386.6}{465645.1} = 2$$

$$\alpha_3 = \frac{I_b}{I_s} = \frac{937386.6}{887369.86} = 1.056$$

$$\alpha_4 = \frac{I_b}{I_s} = \frac{937386.6}{931290.2} = 1$$

$$\alpha_{fm} = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{4} = \frac{1.056 + 2 + 1.056 + 1}{4} = 1.278$$

$$\alpha < 2 \text{ ----- } 1.278 < 2$$

According to ACI-code:

$$h_m = \frac{\ln(0.8 + f_y / 1400)}{36 + 5\beta(\alpha_{fm} - 0.2)}$$

$$\beta = \frac{L_a}{L_b} = \frac{563.4}{534} = 1.055$$

$$h_m = 228.63 \text{ mm} > 125 \text{ mm}$$

First trial thickness $h = 350 \text{ mm} > 228.63 \text{ mm}$ -ok

Take slab thickness $h = 350$, 80mm - topping, 270mm concrete block.

4.7.2 Load Calculation:-

Determination of Dead load:-

No.	Parts of slab	Calculation
1	Tiles	$0.03 \times 0.52 \times 0.52 \times 22 = 0.178 \text{ KN.}$
2	Mortar	$0.02 \times 0.52 \times 0.52 \times 22 = 0.119 \text{ KN}$
3	Plaster	$0.02 \times 0.52 \times 0.52 \times 22 = 0.119 \text{ KN}$
4	Sand	$0.07 \times 0.52 \times 0.52 \times 16 = 0.303 \text{ KN}$
5	Topping	$0.08 \times 0.52 \times 0.52 \times 25 = 0.541 \text{ KN}$
6	Block	$0.4 \times 0.4 \times 0.27 \times 9 = 0.3888 \text{ KN}$
7	Rib	$(0.52 + 0.4) \times 0.27 \times 25 \times 0.12 = 0.7452 \text{ KN}$
8	Partions	$0.52 \times 0.52 \times 1.5 = 0.4056 \text{ KN}$
		2.7996 KN

Table (4-10) Calculation of two-way dead load.

Total Dead Load = 2.7996 KN/Rib.

$2.7996 / (0.52^2) = 10.353 \text{ KN/m}^2$

Nominal Total live load = 5 KN/m²

4.7.3 Determination of factored dead & live load :-

Factored dead load = 1.2 * Dead load = 1.2 * 10.353 = 12.424 KN/m².

Factored Live load = 1.6 * live load = 1.6 * 5 = 8 KN/m².

4.7.4 Flexural Design: -

4.7.4.1 Design for Negative moment:

$$d = 320 - 20 - 8 - \frac{14}{2} = 285 \text{ mm}$$

$$L_a/L_b = 5.634/5.34 = 1.055 \dots \dots \text{Case 4.}$$

$$C_a \text{ neg} = 0.071 \quad C_b \text{ neg} = 0.071$$

$$M_{a-ve} = C_a * W * L_a^2 = 0.071 * 21.424 * 5.634^2 * 0.52 = 25.1 \text{ KN.m/Rib}$$

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

$$R_n = \frac{M_n}{b * d^2} = \frac{(25.1 / 0.9) * 10^{-3}}{0.12 * (0.285)^2} = 3.16 \text{ Mpa.}$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(3.16)(20.6)}{420}} \right) = 0.00822$$

$$A_s = 0.00822 * 120 * 285 = 281.124 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4(f_y)} (b_w)(d) \geq \frac{1.4}{f_y} (b_w)(d)$$

$$A_{s_{\min}} = 99.73 \geq 114$$

$$A_{s_{\min}} = 114 \text{ mm}^2$$

$$A_s = 281.124 \text{ mm}^2 > A_{s_{\min}} = 114 \text{ mm}^2$$

select (2) bars $\Phi 14$ $A_s = 307.87$

4.7.4.2 Check for strain

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 f_c' * b}$$

$$a = \frac{307.87 * 420}{0.85 * 24 * 120} = 52.82 \text{ mm}$$

$$C = a / \beta_1 = 52.82 / 0.85 = 62.14 \text{ mm}$$

4.7.4.2 Design for Positive moment:

$$d = 320 - 20 - 8 - \frac{10}{2} = 287 \text{ mm}$$

$$C_{a_{\text{pos/dl}}} = 0.032$$

$$C_{a_{\text{pos/ll}}} = 0.035$$

$$\begin{aligned} M_{+ve} &= (C_{a_{\text{dl}}} * W_{\text{dl}} * L_a^2 * 0.52) + (C_{a_{\text{ll}}} * W_{\text{ll}} * L_a^2 * 0.52) \\ &= (0.032 * 12.424 * 5.634^2 * 0.52) + (0.035 * 8 * 5.634^2 * 0.52) = 11.2 \text{ KN.m/Rib} \end{aligned}$$

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

$$R_n = \frac{M_n}{b * d^2} = \frac{(11.2/0.9) * 10^{-3}}{0.52 * (0.287)^2} = 0.29 \text{ Mpa}$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(0.29)(20.6)}{420}} \right) = 0.000695.$$

$$A_s = 0.000695 * 520 * 285 = 103.8 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4(f_y)} (b_w)(d) \geq \frac{1.4}{f_y} (b_w)(d)$$

$$A_{s_{\min}} = 99.73 \geq 114$$

$$A_{s_{\min}} = 114 \text{ mm}^2$$

$$A_s = 157 \text{ mm}^2 > A_{s_{\min}} = 114 \text{ mm}^2 \text{ OK}$$

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

Select 2 bars $\Phi 10$

Check strain

Tension = Compression

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

$$157 \times 420 = 0.85 \times 24 \times 520 \times a$$

$$a = 6.22 \text{ m}$$

$$c = \frac{6.22}{0.85} = 7.316$$

$$\epsilon_s = \frac{287 - 7.316}{7.316} \times 0.003 = 0.114 > 0.005 \dots \text{ok}$$

$$\epsilon_s = (d - c) / c \times 0.003 = \frac{287 - 6.22}{6.22} \times 0.003 = 0.135$$

$$\epsilon_s = 0.135 > 0.005 \Rightarrow \phi = 0.9.$$

4.7.4.3 Design Discontinuous edge:

$$A_s = \frac{1}{3} A_{s, pos} = \frac{1}{3} * 157 = 52.33 \text{ mm}^2 < A_{s, min} = 114 \text{ mm}^2$$

Select $A_s = 114 \text{ mm}^2$

Select 2 bars $\Phi 10$.

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

4.7.4.4 Design for shear:

The shear in the slab calculated by using tributary area for shear :

$$V_{ud} = w_u \times b_f (l_n / 2 - d)$$

$$V_{ud} = 21.424 \times 0.52 \times (5.34 / 2 - 0.285) = 26.57 \text{ KN}$$

$$V_c = \frac{1.1}{6} \sqrt{f_c} \times b_w \times d$$

$$V_c = \frac{1.1}{6} \sqrt{24} \times 120 \times 285 \times 10^{-3} = 30.7 \text{ KN}$$

$$\phi V_c = 0.75 * 30.74 = 23.04$$

$$\phi V_c < V_{ud}$$

$$V_{s, min} = \frac{1}{3} b_w \times d \geq \frac{1}{16} \times \sqrt{f_c} \times b_w \times d$$

$$V_{s, min} = \frac{1}{3} \times 120 \times 285 \times 10^{-3} = 11.4$$

$$\geq \frac{1}{16} \times \sqrt{24} \times 120 \times 285 \times 10^{-3} = 10.473$$

case 3

$$\phi V_c = 23.04 < V_u = 26.57 \leq \phi (V_c + V_{s, min}) = 31.6$$

Case 4:-

$$\phi V_{s'} = \frac{1}{3} * 0.75 \sqrt{f_c'} * b_w * d$$

$$\phi V_{s'} = \frac{1}{3} * 0.75 \sqrt{24} * 0.12 * .285 * 1000 = 41.88 \text{ KN}$$

$$\phi V_{s'} + \phi V_c = 41.88 + 23.01 = 64.9 \text{ KN}$$

$$\phi V_c + \phi V_{s, min} = 31.6 < 44.47 < \phi V_{s'} + \phi V_c = 64.9$$

Provide minimum shear reinforcement.

Use 2 $\square$ 8 for stirrups $A_v, 2\square 8 = 100 \text{ mm}^2$

$$\frac{A_v \min}{s} = \frac{1bw}{3f_y t} = \frac{1 \cdot 120}{3 \cdot 420} = 0.0952$$

$$\frac{100}{s} = 0.0952 \rightarrow s = 1050 \text{ mm}$$

$$S_{\max} \leq d/2 \text{ and } \leq 600$$

$$S_{\max} = 285/2 = 142.5 \text{ mm} < 600 \text{ mm}$$

Use 2-leg $\square 8 @ 100 \text{ mm}$

4.8 Design of Beam (B015):-

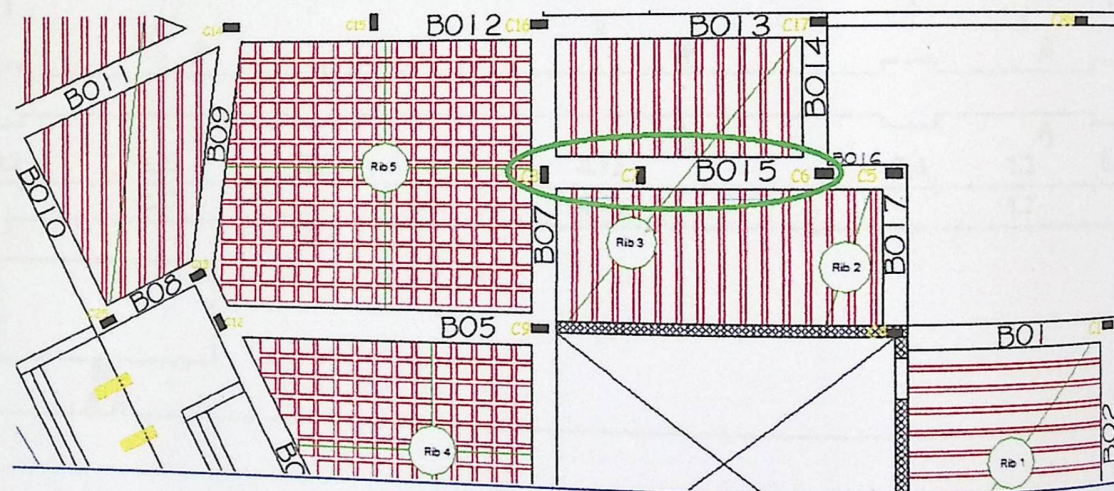


Fig. (4-11): location Beam B015.

Material :-

⇒ concrete B300

$$F_c' = 24 \text{ N/mm}^2$$

⇒ Reinforcement Steel

$$f_y = 420 \text{ N/mm}^2$$

⇒ Section :-

⇒ $B_e = 800 \text{ mm}$

⇒ $B_w = 800 \text{ mm}$

⇒ $h = 320 \text{ mm}$

⇒ $d = 320 - 40 - 10 - 18/2 = 261 \text{ mm}$

Loading :-

Reaction from Rib(R3),
 $D.L = 21.44/0.52 = 41.23 \text{ KN/m.}$
 $L.L = 12.02/0.52 = 23.12 \text{ KN/m}$

4.8.1 Calculation of Beam dead load

Dead load of beam = selfweight of beam = $25 \times 0.8 \times 0.35 = 7 \text{ KN/m}$

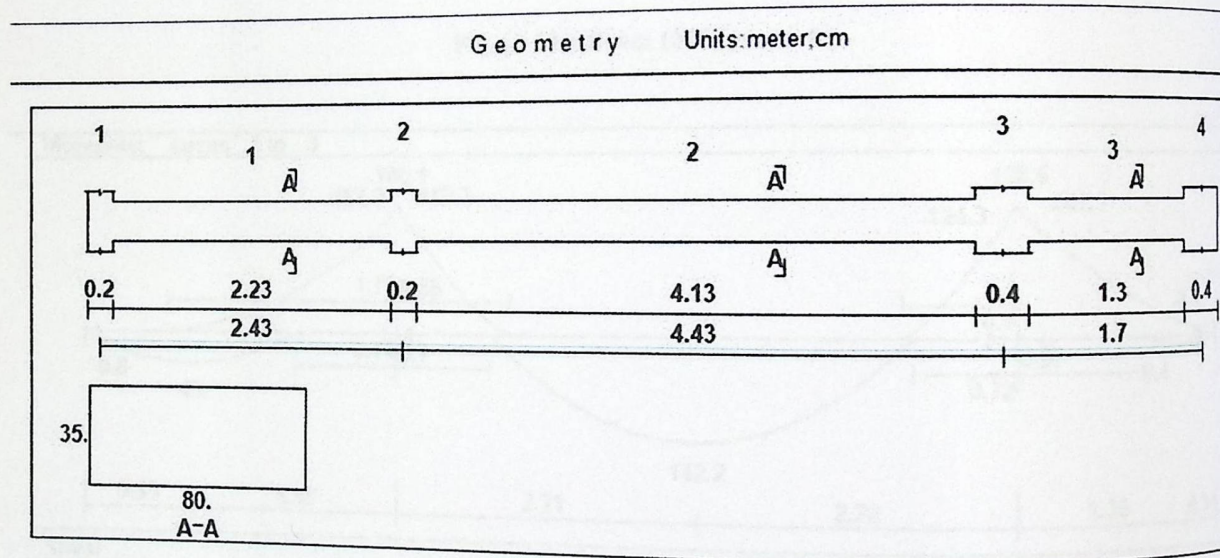


Fig (4-12): Beam (015) at the ground floor slab.

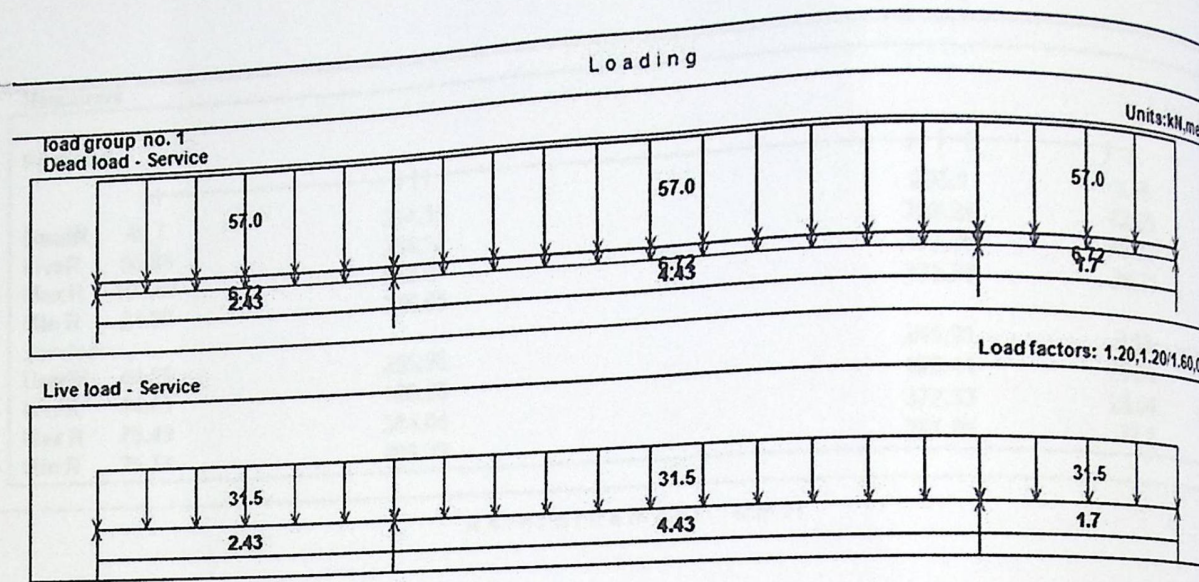
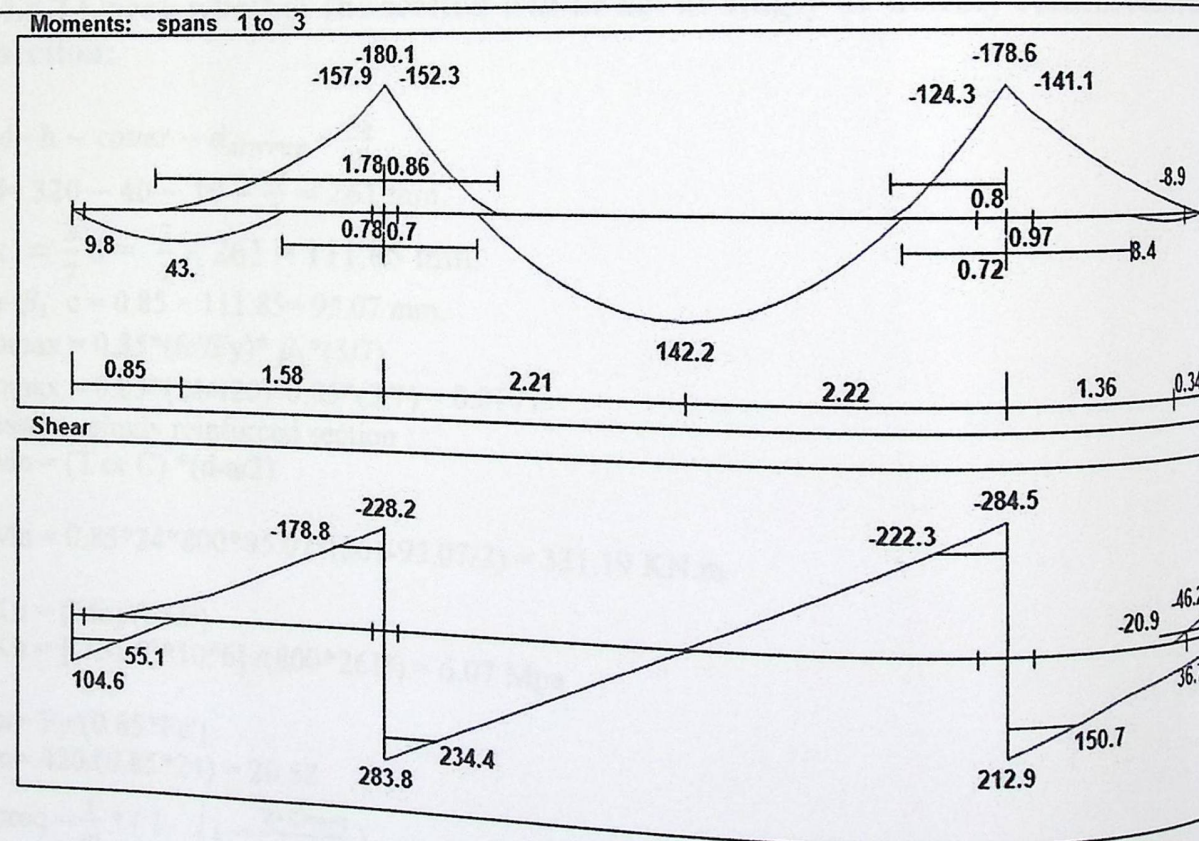


Fig. (4-13): Beam (015) geometry.



Reactions				
Factored				
			295.1	3.58
DeadR	48.7	307.15	202.26	42.65
LiveR	55.86	204.92	497.36	46.23
Max R	104.56	512.07	335.25	-36.71
Min R	24.95	376.65		
Service			245.91	2.98
DeadR	40.58	255.96	126.41	26.66
LiveR	34.91	128.08	372.33	29.64
Max R	75.49	384.04	271.01	-22.2
Min R	25.74	299.39		

Reinforcement (cm²)

Fig. (4-14) Beam Envelope.

4.8.2 Check whether the section will be act as singly or doubly reinforcement section:

$$d = h - \text{cover} - d_{\text{stirrup}} - \frac{d_b}{2}$$

$$d = 320 - 40 - 10 - \frac{18}{2} = 261 \text{ mm.}$$

$$x = \frac{3}{7} d = \frac{3}{7} \times 261 = 111.85 \text{ mm.}$$

$$a = \beta_1 \cdot c = 0.85 \times 111.85 = 95.07 \text{ mm.}$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.85 \cdot (f_c' / F_y) \cdot \beta_1 \cdot (3/7)$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.85 \cdot (24/420) \cdot 0.85 \cdot (3/7) = 0.0177$$

assume singly reinforced section :

$$M_n = (T \text{ or } C) \cdot (d - a/2)$$

$$M_n = 0.85 \cdot 24 \cdot 800 \cdot 95.07 \cdot (261 - 95.07/2) = 331.19 \text{ KN.m}$$

$$K_n = (M_n) / (b \cdot d^2)$$

$$K_n = [(331.9) \cdot 10^6] / (800 \cdot 261^2) = 6.07 \text{ Mpa}$$

$$m = F_y / (0.85 \cdot F_c')$$

$$m = 420 / (0.85 \cdot 24) = 20.58$$

$$\rho_{\text{req}} = \frac{1}{m} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot K_n \cdot m}{F_y}} \right)$$

$$\rho_{\text{req}} = (1/20.58) \cdot \left(1 - \sqrt{1 - (2 \cdot 6.67 \cdot 20.58) / 420} \right) = 0.0179$$

$$\rho_{\text{max}} > \rho_{\text{req}}$$

Design the section as singly reinforcement section.

4.8.3 Flexure design:

4.8.3.1 Design for positive moment:

span 1:

For $M_u = +43 \text{ KN.m}$

$$k_n = \frac{M_u}{\phi b d^2}$$

$$k_n = \frac{43 \times 10^6}{0.9 \times 800 \times 261^2} = 0.876 \text{ Mpa}$$

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

$$m = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.58$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot k_n}{420}} \right)$$

$$\rho_{\text{req}} = \frac{1}{20.58} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.58 \times 0.876}{420}} \right) = 0.002133.$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0.002133 \times 800 \times 261 = 445.42 \text{ mm}^2$$

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

$$A_{s, \min} = 0.25 \frac{\sqrt{24}}{420} 800 \times 261 = 608.8 \text{ mm}^2$$

$$A_{s, \min} = \frac{1.4}{420} 800 \times 261 = 696 \text{ mm}^2$$

$$A_{s, \min} > A_{s, \text{req}} \text{ so } A_{s, \min} \text{ control}$$

control.

Let use $\Phi 16$, with $A_s = 200.96 \text{ mm}^2$

$$n = \frac{696}{200.96} = 4 \text{ bars, with } A_s = 803.84 \text{ mm}^2.$$

Use 4 Φ 16, with $A_s = 803.84 \text{ mm}^2$

Check for placement of bas:

$$S = \frac{800 - 40 \times 2 - 10 \times 2 - 4 \times 16}{3} = 212 \text{ mm} > 25 \text{ mm} \quad \text{ok}$$

Check for the strain:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{803.84 \times 420}{0.85 \times 800 \times 24} = 20.69 \text{ mm}$$

$$x = \frac{a}{B_1} = \frac{20.69}{0.85} = 24.34 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d-x}{x} \right) = 0.003 \left(\frac{261-24.34}{24.34} \right) = 0.0292 > 0.005 \quad \text{ok}$$

$$\phi = 0.9,$$

$$\phi M_n = \phi A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) = 0.9 \times 803.84 \times 420 \left(261 - \frac{20.69}{2} \right) = 76.16 \text{ KN} > 43 \text{ KN.m}$$

span 2

For $M_u = +142.2 \text{ KN.m}$

$$k_n = \frac{142.2 \times 10^6}{0.9 \times 800 \times 261^2} = 2.899 \text{ Mpa}$$

$$\rho_{req} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot k_n}{420}} \right)$$

$$\rho = \frac{1}{20.58} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.58 \times 2.899}{420}} \right) = 0.00747.$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0.00747 \times 800 \times 261 = 1560.74 \text{ mm}^2$$

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

$$A_{s,min} = 0.25 \frac{\sqrt{24}}{420} 800 \times 261 = 608.8 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,min} = \frac{1.4}{420} 800 \times 261 = 696 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,req} > A_{s,min}$$

control

$$A_s = 1560.74 \text{ mm}^2$$

Let use $\square 18$, with $A_s = 254.34 \text{ mm}^2$

$$n = \frac{1560.74}{254.34} = 7 \text{ bars, with } A_s = 1780.38 \text{ mm}^2.$$

$$7\phi 18, \text{ with } A_s = 1780.38 \text{ mm}^2$$

check for placement :

$$S = \frac{800 - 40 \times 2 - 10 \times 2 - 7 \times 18}{6} = 95.67 \text{ mm} > 25 \text{ mm} \quad \text{ok}$$

Check for strain:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{1780.38 \times 420}{0.85 \times 800 \times 24} = 45.8 \text{ mm}$$

$$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{45.8}{0.85} = 53.9 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d-x}{x} \right) = 0.003 \left(\frac{261-53.9}{53.9} \right) = 0.0115 > 0.005 \quad \text{ok}$$

$$\phi = 0.9,$$

$$\phi M_n = \phi A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) = 0.9 \times 1780.38 \times 420 \left(261 - \frac{45.48}{2} \right) = 160.34 \text{ KN}$$

span 3

For $M_u = +8.4 \text{ KN.m}$

$$k_n = \frac{8.4 \times 10^6}{0.9 \times 800 \times 261^2} = 0.171 \text{ Mpa}$$

$$\rho_{req} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 m k_n}{420}} \right)$$

$$\rho = \frac{1}{20.58} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.58 \times 0.171}{420}} \right) = 0.00041.$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0.00041 \times 800 \times 261 = 85.5 \text{ mm}^2$$

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

$$A_{s,min} = 0.25 \frac{\sqrt{24}}{420} 800 \times 261 = 608.8 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,min} = \frac{1.4}{420} 800 \times 261 = 696 \text{ mm}^2$$

control

$$A_{s,req} < A_{s,min}$$

$$A_s = 696 \text{ mm}^2$$

$$\text{Let use } \Phi 16, \text{ with } A_s = 201.06 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{696}{201.06} = 4 \text{ bars, with } A_s = 804.24 \text{ mm}^2$$

$$4 \Phi 16, \text{ with } A_s = 804.24 \text{ mm}^2$$

check for placement :

$$S = \frac{800 - 40 \times 2 - 10 \times 2 - 7 \times 18}{6} = 95.67 \text{ mm} > 25 \text{ mm} \quad \text{ok}$$

Check for strain:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{1780.38 \times 420}{0.85 \times 800 \times 24} = 45.8 \text{ mm}$$

$$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{45.8}{0.85} = 53.9 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d-x}{x} \right) = 0.003 \left(\frac{261-53.9}{53.9} \right) = 0.0115 > 0.005 \quad \text{ok}$$

$$\phi = 0.9,$$

$$\phi M_n = \phi A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) = 0.9 \times 1780.38 \times 420 \left(261 - \frac{45.48}{2} \right) = 160.34 \text{ KN} >$$

4.8.3.2 Design for negative moment:

For $M_u = -157.9 \text{ KN.m}$

$$k_n = \frac{157.9 \times 10^6}{0.9 \times 800 \times 261^2} = 3.22 \text{ Mpa}$$

$$\rho_{req} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.kn}{420}} \right)$$

$$\rho_{req} = \frac{1}{20.58} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.58 \times 3.22}{420}} \right) = 0.00839$$

$$A_s = \rho.b.d = 0.00839 \times 800 \times 261 = 1751.7 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,min} < A_s \text{ Required}$$

$$A_s = 1751.7 \text{ mm}^2$$

$$\text{Let use } \Phi 18, \text{ with } A_s = 254.34 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{1751.7}{254.34} = 7 \text{ bars, with } A_s = 1780.38 \text{ mm}^2.$$

$$\text{use } 7 \Phi 18, \text{ with } A_s = 1780.38 \text{ mm}^2$$

Check for placement:

$$S = \frac{800 - 40 \times 2 - 10 \times 2 - 7 \times 18}{6} = 95.67 \text{ mm} > 25 \text{ mm} \quad \text{ok}$$

Check for strain:

$$a = \frac{A_s.f_y}{0.85b.f'_c} = \frac{1780.38 \times 420}{0.85 \times 800 \times 24} = 45.8 \text{ mm}$$

$$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{45.8}{0.85} = 53.9 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d-x}{x} \right) = 0.003 \left(\frac{261-53.9}{53.9} \right) = 0.0115 > 0.005 \quad \text{ok}$$

$$\phi = 0.9,$$

$$\phi M_n = \phi A_s.f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) = 0.9 \times 1780.39 \times 420 \left(261 - \frac{45.8}{2} \right) = 160.24 \text{ KN} > M_u = 157.9 \text{ KN.m}$$

$$\text{For } M_u = -141.1 \text{ KN.m}$$

$$kn = \frac{141.1 \times 10^6}{0.9 \times 800 \times 261^2} = 2.87 \text{ Mpa}$$

$$\rho_{req} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot kn}{420}} \right)$$

$$\rho_{req} = \frac{1}{20.58} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.58 \times 2.87}{420}} \right) = 0.00742$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0.00742 \times 800 \times 261 = 1549.3 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,min} < A_s \text{ Required}$$

$$A_s = 1549.3 \text{ mm}^2$$

$$\text{Let use } \Phi 18, \text{ with } A_s = 254.34 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{1751.7}{254.34} = 7 \text{ bars, with } A_s = 1780.38 \text{ mm}^2.$$

$$\text{use } 7 \Phi 18, \text{ with } A_s = 1780.38 \text{ mm}^2$$

Check for placement:

$$S = \frac{800 - 40 \times 2 - 10 \times 2 - 7 \times 18}{6} = 95.67 \text{ mm} > 25 \text{ mm} \quad \text{ok}$$

Check for strain:

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{1780.38 \times 420}{0.85 \times 800 \times 24} = 45.8 \text{ mm}$$

$$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{45.8}{0.85} = 53.9 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_s = 0.003 \left(\frac{d-x}{x} \right) = 0.003 \left(\frac{261-53.9}{53.9} \right) = 0.0115 > 0.005 \quad \text{ok}$$

$\phi = 0.9,$

$$\phi M_n = \phi A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) = 0.9 \times 1780.39 \times 420 \left(261 - \frac{45.8}{2} \right) = 160.24 \text{ KN} > M_u = 141.1 \text{ KN.m}$$

4.8.3.3 Design the beam for shear:

$$V_{u,\max} = 234.4 \text{ KN.}$$

$$d = h - \text{cover} - d_{\text{stirrup}} - \frac{d_b}{2} = 320 - 40 - 10 - \frac{18}{2} = 261 \text{ mm.}$$

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} b \cdot d = \frac{1}{6} \sqrt{24} \times 800 \times 261 \times 10^{-3} = 170.5 \text{ KN}$$

$$\phi V_c = 0.75 \times 170.5 = 127.875 \text{ KN.}$$

4.8.3.4 Check for section dimensions:

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c = \frac{234.4}{0.75} - 170.5 = 142 \text{ KN}$$

$$V_{s,\max} = \frac{2}{3} \sqrt{f'_c} b \cdot d = \frac{2}{3} \sqrt{24} \times 800 \times 261 \times 10^{-3} = 681.93 \text{ KN}$$

$$V_s < V_{s,\max}$$

so the section is large enough.

4.8.3.5 Check for the case of shear:

$V_u = 234.4 \text{ KN}$ (At critical section distance d from face of support)

Region (1):

$$V_u < \frac{\phi V_c}{2}$$

$$\phi V_c / 2 = 127.875 / 2 = 63.94 \text{ KN}, \text{ not Region 1.}$$

Region (2):

$$\frac{\phi V_c}{2} < V_u < \phi V_c$$

Not Region (2)

Case 3:

$$\Phi V_c < V_u < \Phi V_c + \Phi V_{s_{\min}}$$

$$\Phi V_{s_{\min}} \geq \frac{\Phi}{16} \sqrt{f_c'} * b_w * d = \frac{0.75}{16} \sqrt{24} * 800 * 261 = 47.9 \text{ KN}$$

$$\Phi V_{s_{\min}} \geq \frac{\Phi}{3} b_w * d = \frac{0.75}{3} * 261 * 800 = 52.2 \text{ KN (control)}$$

$$\therefore \Phi V_c + \Phi V_{s_{\min}} = 52.2 + 127.87 = 180.1 \text{ KN}$$

not Region (3)

Case 4:-

$$\Phi V_s' = \frac{1}{3} * 0.75 \sqrt{f_c'} * b_w * d$$

$$\Phi V_s' = \frac{1}{3} * 0.75 \sqrt{24} * 0.8 * 0.261 = 255.73 \text{ KN}$$

$$\Phi V_s' + \Phi V_c = 127.87 + 255.73 = 383.6 \text{ KN}$$

$$\Phi V_c + \Phi V_{s_{\min}} = 180.1 < V_u = 234.4 < \Phi V_s + \Phi V_c = 383.6$$

∴ Region # (4)

$$V_s = (V_u / \Phi) - V_c = (234.4 / 0.75) - 170.5 = 142 \text{ KN}$$

Use 4-leg $\Phi 10 @ 125 \text{ mm}$

$$\left(\frac{A_v}{s}\right) = \frac{V_s}{F_y * d}$$

$$A_v = (\pi/4) * (10)^2 * 4 = 314 \text{ mm}^2$$

$$s = (A_v * f_y * d) / V_s$$

$$s = (314 * 420 * 261) / (142) = 242.4 \text{ mm}$$

Check for max. spacing

$$S_{\max} = d/2 = 261/2 = 130.5 \text{ mm} \dots \text{control}$$

$$S_{\max} = 600 \text{ mm}$$

Use 4-leg $\Phi 10 @ 130 \text{ mm}$

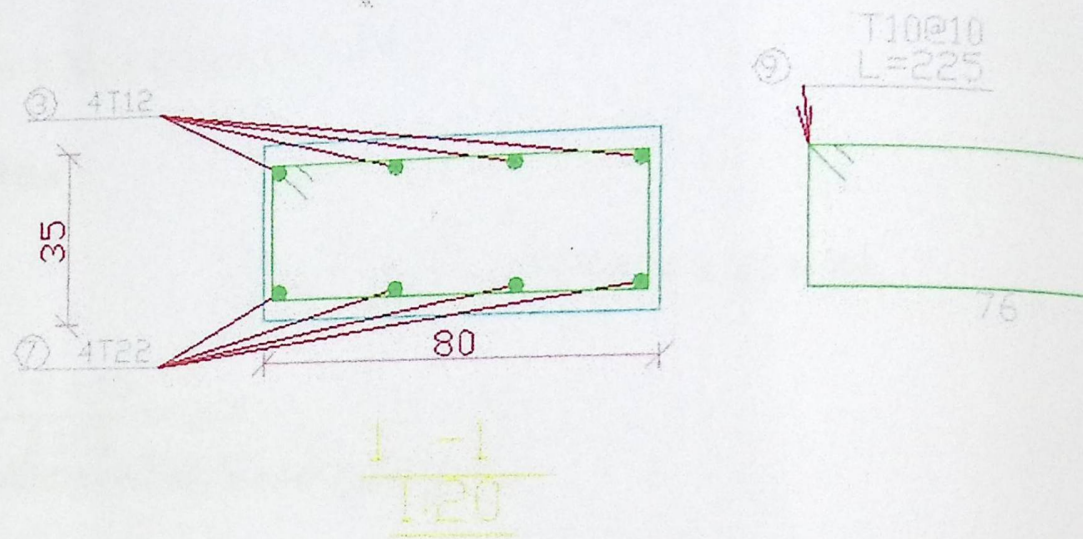


Fig. (4-16) Section in B015.

4.9 Design of long column (C64):

For one Floor (servies)

$$D_u = 255.96 \text{ KN}$$

$$L_u = 128.08 \text{ KN}$$

For two Floor (servies)

$$D_u = 511.92 \text{ KN}$$

$$L_u = 256.16 \text{ KN}$$

$$P_{uTotal} = 1.2(511.92) + 1.6(256.16) = 1025 \text{ KN}$$

4.9.1 Check the slenderness effect:

(Non-sway system)

$$\frac{kL_u}{r} < 34 - 12 \left(\frac{M_1}{M_2} \right)$$

ACI(10.12.2)

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}} \approx 0.3h = 0.3 \times 0.4 = 0.12.$$

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}} \approx 0.3h = 0.3 \times 0.35 = 0.105.$$

$$L_u = 4.18\text{m}$$

$$\frac{kL_u}{r} = \frac{1 \times 4.18}{0.12} = 34.8 > 34 - 12 = 22$$

$$\frac{kL_u}{r} = \frac{1 \times 4.18}{0.105} = 39.8 > 34 - 12 = 22$$

So the column is long at x and y directions.

4.9.2 Calculate e_{min} , M_{min} :

$$e_{min} = 15 + 0.03h = 15 + 0.03 \times 350 = 25.5\text{mm}.$$

$$M_{min} = P_u \times e_{min} = 1025 \times 0.0255 = 26.1375\text{KN.m}$$

$$E_c = 4700\sqrt{f'_c} = 4700\sqrt{24} = 23025.2\text{ Mpa}.$$

$$I_g = \frac{b \cdot h^3}{12} = 1.429 \times 10^9 \text{mm}^4.$$

$$\beta_{dns} = \frac{D_u}{P_u} \frac{614.3}{1025} = 0.6 < 1.$$

$$E.I = \frac{0.4E_c I_g}{1 + \beta_{dns}} = \frac{0.4 \times 23025.2 \times 1.429}{1.6} = 8225.75 \text{KN.m}^2$$

4.9.3 Determine of Euler buckling load:

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{(K L_u)^2} = \frac{\pi^2 \times 8225.75}{(4.18)^2} = 4646.46\text{KN}$$

4.9.4 Calculate the moment magnifier factor:

$$C_m = 0.6 + 0.4 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) = 1$$

$$\delta_{ns} = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{0.75P_c}} = \frac{1}{1 - \frac{1025}{0.75 \times 4646.46}} = 1.416 > 1 \quad ok$$

The magnified (e) and (M):

$$e = \delta_{ns} e_{min} = 1.416 \times 25.5 = 36.1 \text{ mm}$$

$$M = \delta_{ns} M_{min} = 1.416 \times 41.4 = 58.62 \text{ KN.m.}$$

$$e/h = 36.1/350 = 0.103$$

$$d-d'/h = (350 - 80 - 20 - 20)/350 = 0.65.$$

$$\phi P_n / A_g = 1025 / (400 \times 350) = 1.33$$

From the interaction diagram constructed in PCA _ COLUMN program:
 $\rho = 0.01$.

$$A_s = \rho \times A_g = 0.01 \times (350 \times 400) = 1400 \text{ mm}^2$$

$$n_{\phi 16} = \frac{1400}{201.06} = 8\phi 16$$

Use 8 ϕ 16

4.9.5 Design the stirrups:

The spacing of ties shall not exceed the smallest of:

- $16 \times d_b = 16 \times 16 = 256 \text{ mm}$
- $48 \times d_s = 48 \times 10 = 480 \text{ mm}$
- Least diminution of the column = 350 mm

Use $\phi 10 @ 250 \text{ mm}$.

4.9.6 Check for code requirements:

- clear spacing between longitudinal bars = $\frac{350 - 40 \times 2 - 10 \times 2 - 3 \times 16}{2} = 101 \text{ mm}$
- 101 mm > 40mm
- > 1.5 $d_b = 24 \text{ mm}$. ok
- gross reinforcement ratio = 0.0308 , $0.01 \leq 0.0308 < 0.08$ ok
- NO of bars = 10 > 4 bars for square columns.
- min ties diameter : $\phi 10$ for $\phi 32$ longitudinal bars and smaller.

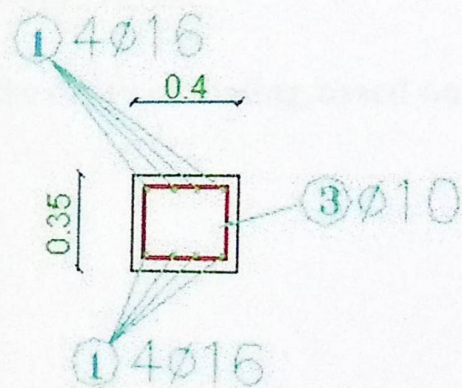


Fig (4-17): C (64)De

4.10 Design of Isolated Footing (F2):-

4.10.1 Determination of Loads:

Total factored load = 1025 KN.

Total services load = 768.1 KN

Column Dimensions = 40*35 cm.

Soil density = 18 KN/m³.

Service surcharge = 5 KN/m².

Allowable soil Pressure = 400 KN/m².

Assume footing to be about (50 cm) thick.

$$\text{Footing weight} = 25 \times 0.5 = 12.5 \text{ KN/m}^2.$$

$$\text{Soil weight above the footing} = 0.4 \times 18 = 7.2 \text{ KN/m}^2.$$

$$q_{\text{allow}} = 400 - 7.2 - 12.5 = 380.3 \text{ KN/m}^2$$

4.10.2 Determination of Footing Area:

$$A = \frac{768.1}{380.3} = 2.02 \text{ m}^2$$

$$\text{Try } 2.00 \times 2.0 \text{ m with area} = 4 \text{ m}^2 \geq A_{\text{req}} = 2.02 \text{ m}^2$$

$$\text{Determine } q_u = 1025/3.24 = 316.35 \text{ KN/m}^2$$

4.10.3 Determination the depth of footing based on shear strength:-

Assume $h = 50 \text{ cm}$.

$$d = 500 - 75 - 20 = 405 \text{ mm}$$

4.10.4 Check for one-way shear strength:-

$$V_u = 316.35 * \left(\frac{1.8}{2} - 0.35/2 - 0.405 \right) * 2.3 = 232.833 \text{ KN}$$

$$\phi.V_c = \phi \cdot \left(\frac{1}{6} * \sqrt{f_c'} * b_w * d \right)$$

$$\phi.V_c = 0.75 * \frac{1}{6} * \sqrt{24} * 1800 * 405 = 446.42 \text{ KN}$$

$$\phi.V_c = 446.42 \text{ KN} > V_u = 232.833 \text{ KN}$$

$\therefore$ Safe

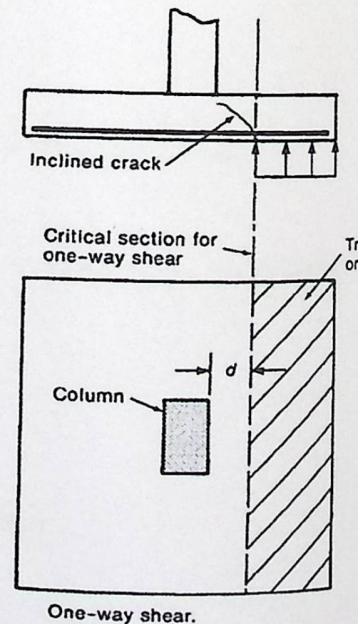


Fig (4-18): One way shear.

4.10.5 Check 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:

$$\beta_c = \frac{\text{Column Length } (a)}{\text{Column Width } (b)} = \frac{40}{35} = 1.143$$

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

$$b_o = 2(d + a_1) + 2(d + a_2) = 2(0.405 + 0.4) + 2(0.405 + 0.35) = 3.12m$$

$$= 40 \quad \text{for interior column } \alpha_s$$

$$\beta = 400/350 = 1.143.$$

$$\phi V_c = \phi \cdot \frac{1}{6} \left(1 + \frac{2}{\beta_c} \right) \sqrt{f'_c} b_o d = \frac{0.75}{6} * (1 + 2/1.143) * \sqrt{24} * 3.12 * 0.405 = 2127.76Kn$$

$$\phi V_c = \phi \cdot \frac{1}{12} \left(\frac{\alpha_s * d}{b_o} + 2 \right) \sqrt{f'_c} b_o d = \frac{0.75}{12} * \left(\frac{40 * 0.405}{3.12} + 2 \right) * \sqrt{24} * 3.12 * 0.405 = 2782.68Kn$$

$$\phi V_c = \phi \cdot \frac{1}{3} \sqrt{f'_c} b_o d = \frac{0.75}{3} * \sqrt{24} * 3.12 * 0.405 = 1607.11.8Kn$$

$$\phi V_c = 1607.11Kn \dots \text{Control}$$

$$Vu = 316.35 * \{ (2.0 * 2.0) - (0.4 + 0.405) * (0.35 + 0.405) \} = 1264.8kN$$

$$\phi V_c > Vu_C \dots \dots \dots \text{satisfied}$$

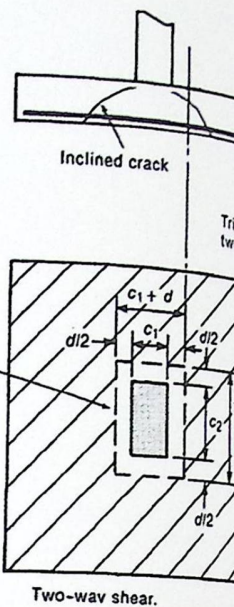


Fig (4-19): Two-way shear

4.10.6 Design of Bending Moment:

$$M_u = \left(q_{ult} \times W \times \left(\frac{L}{2} - \frac{a}{2} \right) \right) \times 0.5 \left(\frac{L}{2} - \frac{a}{2} \right)$$

$$= \left(316.35 \times 1.5 \times \left(\frac{2.0}{2} - \frac{0.35}{2} \right) \right) \times 0.5 \left(\frac{2.0}{2} - \frac{0.35}{2} \right) = 161.5 \text{ Kn.m}$$

$$M_n = 161.5 / 0.9 = 179.4 \text{ KN.m}$$

$$d = 500 - 75 - 20 = 405 \text{ mm}$$

$$K_n = \frac{M_n}{b * d^2} = \frac{179.4 \times 10^6}{2000 \times 405^2} = 0.546 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{F_y}{0.85 f_c'} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.59$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.59} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.59 \times 0.546}{420}} \right) = 0.0013$$

$$A_{s_{req}} = 0.0013 \times 2000 \times 405 = 1053 \text{ mm}^2 / m$$

$$A_{s_{min}} = 0.0018 * 2000 * 500 = 1800 \text{ mm}^2 / m$$

$$A_{s_{min}} = 1800 \text{ mm}^2 / m \geq A_{s_{req}} = 1053 \text{ mm}^2 / m$$

$$\# \text{ of bar in on meter} = \frac{1800}{153.94} = 11.7$$

Use 12Ø14 with $A_s = 1874.25 \text{ mm}^2 \geq A_{s_{req}} = 1800$

In tow direction

Check of strain

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

$$1847.2 * 420 = 0.85 * 24 * 2000 * a$$

$$a = 19.01$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{19.01}{0.85} = 22.37 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = \frac{405 - 22.37}{22.37} * 0.003 = 0.0513$$

$$\epsilon_s = 0.0513 > 0.005 \longrightarrow ok$$

4.10.7 Development Length of main Reinforcement for Mu :

$$Ld_{(1)req} = \frac{0.24 f_y}{\sqrt{f_c}} db = \frac{0.24 * 420}{\sqrt{24}} * 1.4 = 28.8 \text{ cm}$$

$$Ld_{(2)req} = 0.044 * f_y * db = 0.044 * 420 * 1.4 = 25.87$$

$$Ld_{(1)req} = 28.8 \text{ cm} > Ld_{(2)req} = 25.87 \text{ cm} \Rightarrow \text{control}$$

$$\text{Available } Ld = (500 - 75 - 2 * 14) = 387 \text{ mm}$$

$$\text{Available } Ld = 38.7 \text{ cm} > Ld_{(1)req} = 28.8 \text{ cm}$$

$$ld_{req} = \frac{9}{10} * \frac{F_y}{\lambda \sqrt{f_c}} * \frac{\psi_e \psi_s \psi_t}{\frac{ktr + cb}{db}} * db$$

$$ld_{req} = \frac{9}{10} * \frac{420}{1 * \sqrt{24}} * \frac{1 * 1 * 0.8}{2.5} * 14 = 345.8 \text{ mm}$$

$$Ld_{available} = 500 - 75 = 425 \text{ mm}$$

$$Ld_{available} = 425 \text{ mm} > ld_{req} = 395.8 \text{ mm}$$

Use the column bars as a dowels

4.10.8 Design the column – footing joint:

Total factored load = 1025KN.

The allowable bearing on the base of the column is:

$$\phi(0.85 f_c A_1) = 0.65 * 0.85 * 24 * 400 * 350 = 1856.45 \text{ Kn}$$

The allowable bearing on the footing is:

$$\phi(0.85 f_c A_1) \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = 0.65 * 0.85 * 24 * 400 * 350 * 2 = 3712.8 \text{ Kn}$$

Total factored load = 1025Kn < 3712.8Kn

$$A_{s_{\min}} = 0.005 * A_g = 0.005 * 400 * 350 = 700 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

$$A_{\text{dowels}} = \frac{P_u - \phi P_{nb}}{\phi F_y} > 0.005 A_g$$

Use 6 $\phi 14$, or use the same reinforcement as in the column if larger .

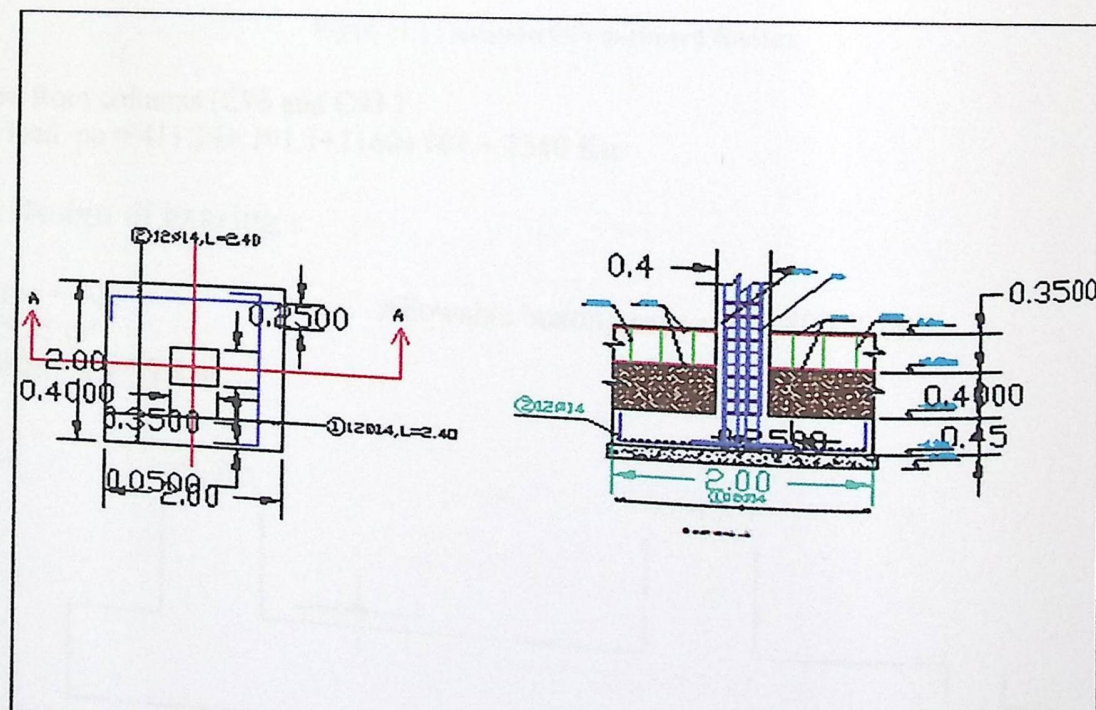


Figure (4-20): Footing's Details.

4.11 Design Of Combined Footing :

4.11.1 location and load of combined Footing :

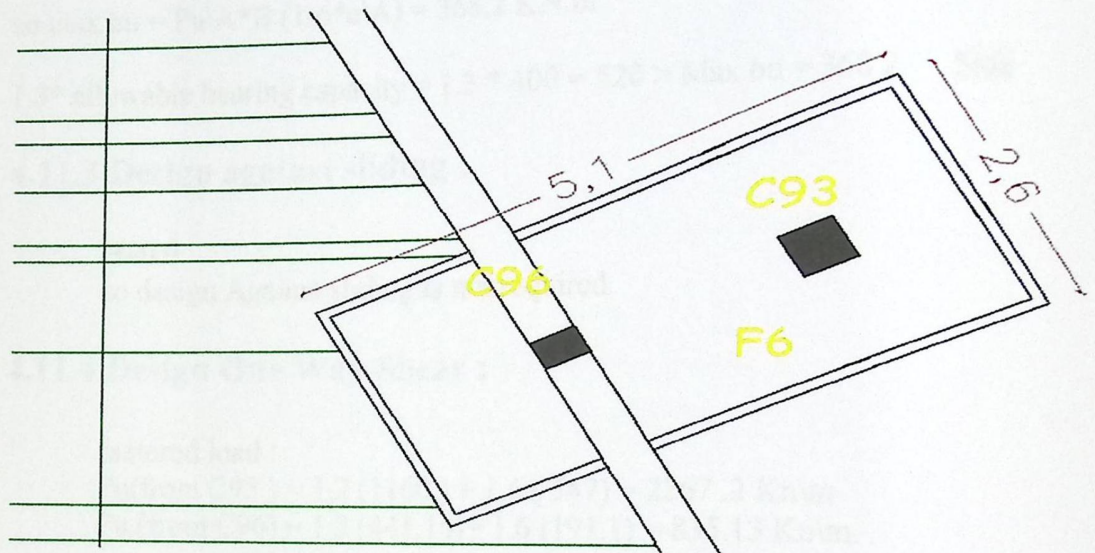


Fig (4-21) : location Of combined footing

loads are from columns (C96 and C93)

service load $pu = 411.14 + 191.1 + 1160 + 547 = 2340 \text{ Kn}$.

4.11.2 Design of bearing :

$2340 / A_{req} = 400$

$A_{req} = 5.85 \text{ m}^2$

select $A * B = 4.9 * 2.4 \text{ m}$.

Allowable bearing capacity = 400 Kn/m^2 .

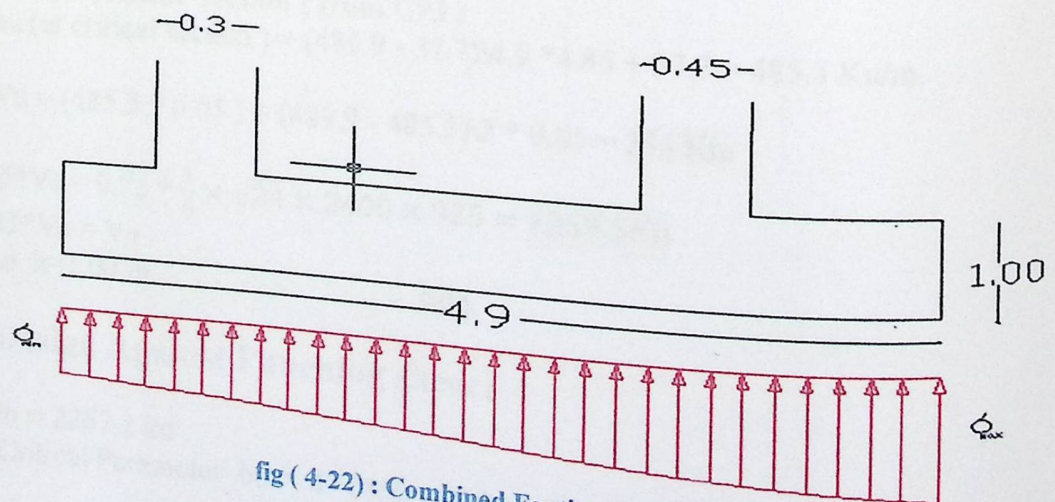


fig (4-22) : Combined Footing load distribution.

$$M_{Ro} = 1707 * (1.3) - 632.14 * (0.9) = 1650.2 \text{ Kn.m}$$

$$e = M_{Ro} / P_u = 1650.2 / 2340 = 0.7 \text{ m.}$$

$$a/6 = 4.9/6 = 0.81 > 0.7$$

$$\text{so max } b_u = P_u / A * B (1 - 6 * e / A) = 368.2 \text{ KN.m}$$

$$1.3 * \text{allowable bearing capacity} = 1.3 * 400 = 520 > \text{Max } b_u = 368.2 \quad \text{Safe}$$

4.11.3 Design against sliding :

$$H=0.0$$

so design Against sliding is not required.

4.11.4 Design One Way Shear :

factored load :

$$P_u(\text{from C93}) = 1.2 (1160) + 1.6 (547) = 2267.2 \text{ Kn/m}$$

$$P_u(\text{from C96}) = 1.2 (441.14) + 1.6 (191.1) = 835.13 \text{ Kn/m}$$

$$\text{sum of Factored load} = 2267.2 + 835.13 = 3102.3 \text{ Kn/m}$$

$$M_{Ro} = 2267.2 (1.3) - 835.13 (0.9) = 2196 \text{ Kn.m}$$

$$e = M_{Ro} / P_u = 2196 / 3102.3 = 0.7$$

$$\text{max } b_u = 489.9 \text{ Kn/m.}$$

$$\text{min } b_u = 37.7 \text{ Kn/m.}$$

$$\text{assume } h = 1.00 \text{ m}$$

$$d = 1000 - 50 - 25 = 925 \text{ mm.}$$

V_u (at critical section) from C93 :

$$b_u(\text{at critical section}) = (489.9 - 37.7) / 4.9 * 4.85 + 37.7 = 485.3 \text{ Kn/m.}$$

$$V_u = (485.3 * 0.05) + (489.9 - 485.3) / 2 * 0.05 = 244 \text{ Kn.}$$

$$\phi * V_c = 0.75 * \frac{1}{6} * \sqrt{24} * 2400 * 925 = 1359.5 \text{ Kn}$$

$$\phi * V_c > V_u$$

$$\text{so } h=1.00 \text{ m}$$

safe.

4.11.5 Design Against Punching shear:

$$P_u = 2267.2 \text{ kn.}$$

$$\text{-Critical Parameter } b_0 = 4 * (450 + 925) = 5500 \text{ mm.}$$

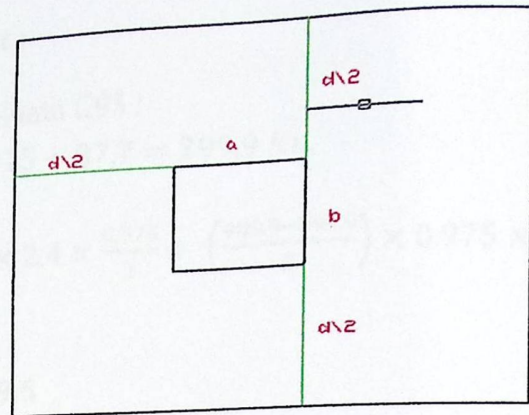


Fig (4-23) : critical parameter of column .

$$b_u(1) = \left(\frac{489.9 - 37.7}{4.9} \right) \times 3.01 + 37.7 = 315.5 \text{ Kn}\backslash m$$

$$b_u(2) = \left(\frac{489.9 - 37.7}{4.9} \right) \times 4.39 + 37.7 = 442.8 \text{ Kn}\backslash m$$

$$V_u = (2267.2) - \left(\frac{315.5 + 442.8}{2} \right) \times (0.925 \times 0.45)^2 = 1551 \text{ Kn}$$

- From Punching Shear Equations

$$\phi * V_c = 3388.75 \text{ Kn} > V_u = 1551 \text{ Kn} \quad \text{so Safe}$$

4.11.6 Design Of Bending Moment :

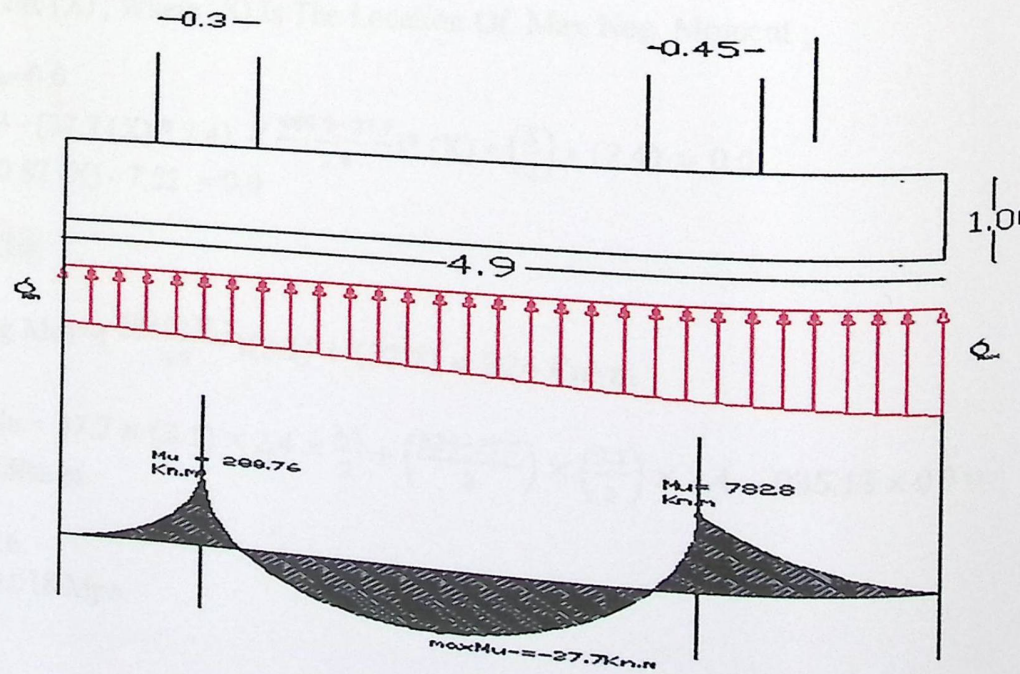


fig (4-24) : moment Diagram of combined Footing

• Design of positive moment :

Max + Mu At face of column C93 :

$$b_u(D) = \left(\frac{489.9 - 47.7}{4.9} \right) \times 3.925 + 37.7 = 399.9 \text{ Kn.}$$

$$M_u(D) = 399.9 \times 0.975 \times 2.4 \times \frac{0.975}{2} + \left(\frac{489.9 - 399.9}{2} \right) \times 0.975 \times 2.4 \times \left(\frac{2}{3} \right) \times 0.975 = 525 \text{ Kn.m}$$

$$m = \frac{F_y}{0.85 \times f_{c'}'} = \frac{400}{0.85 \times 24} = 19.6$$

$$K_n = \frac{M_u}{b \times d^2} = \frac{525 \times 10^6}{2400 \times 925^2} = 0.25 \text{ Mpa}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times K_n \times m}{f_y}} \right) = \frac{1}{19.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0.25 \times 19.6}{400}} \right) = 0.000628$$

$$A_s(\text{req}) = 0.000628 \times 240 \times 925 = 13.94 \text{ cm}^2.$$

$$A_s(\text{min}) = 0.0018 \times 100 \times 240 = 43.2 \text{ cm}^2 \quad \text{Ctrl}$$

select 14 Ø 20 with $A_s(\text{prov}) = 43.2 \text{ cm}^2 > A_s(\text{min})$.

• Design Of Negative Moment :

Calculate (X) , Where (X) Is The Location Of Max Neg. Moment ;

At $V_u = 0.0$

$$835.13 - (37.7)(X) \times 2.4 - \left(\frac{489.9 - 37.7}{3.9} \right) \times (X) \times \left(\frac{X}{2} \right) \times (2.4) = 0.0$$

$$X^2 + 0.82(X) - 7.52 = 0.0$$

$$X = 3.1 \text{ m}$$

$$b_u(\text{Neg } M_u) = \left(\frac{489.9 - 37.7}{4.9} \right) (3.1) + (37.7) = 324 \text{ Kn.m}$$

$$\text{Neg } M_u = 37.7 \times (3.1) \times 2.4 \times \frac{3.1}{2} + \left(\frac{324 - 37.7}{2} \right) \times \left(\frac{3.1}{3} \right) \times 2.4 - 835.13 \times 0.9 = -37.7 \text{ Kn.m}$$

$$m = 19.6.$$

$$K_n = 0.018 \text{ Mpa.}$$

$$\rho = \frac{1}{19.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 19.6 \times 0.018}{400}} \right) = 0.000046$$

$$A_s(\text{req}) = 0.000046 \times 240 \times 92.5 = 1.019 \text{ cm}^2 < A_s(\text{minm}) = 43.2 \text{ cm}^2.$$

select 14Ø20 with $A_s(\text{prov}) = 43.9 \text{ cm}^2 > A_s(\text{req})$.

4.12 : Design of Strip footing.

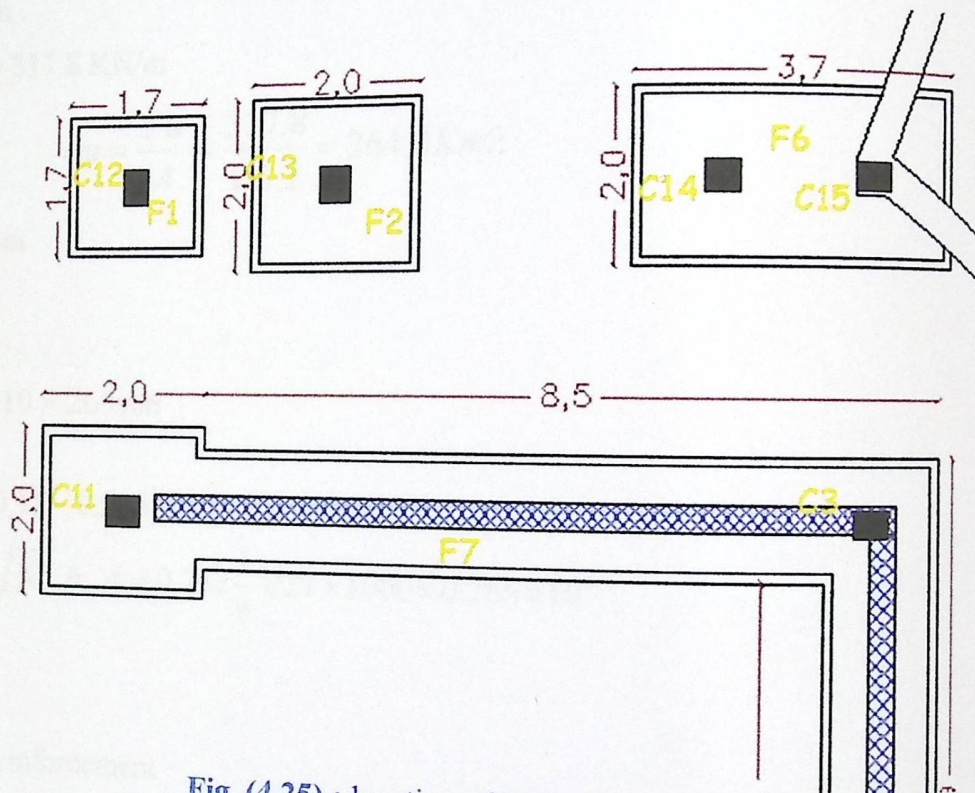


Fig. (4.25) : location of Strip footing .

4.12.1 Load Calculation :

$$H(\text{slab}) = 0.35\text{m}$$

$$H(\text{المدة}) = 0.15\text{m}$$

$$\text{Weight of wall (D.L.)} = \text{height} * \text{Thickness} * 1\text{m wide} * \gamma_c = 8 * 0.3 * 25 = 60 \text{ KN/m}$$

$$\text{Allowable soil pressure} = 400 \text{ KN/m}^2$$

Assume footing thickness is 0.25 m.

Reaction force from wall = 1500 kn

$$P_n = 1500 / 6.6 = 227 \text{ kn/m}$$

$$A = \frac{P_n}{q_{all}} = \frac{227}{400} = 0.567 \text{ m}^2$$

$$\Rightarrow B = 1.2 \text{ m}$$

Take B=120 cm .

$$P_u = 1.4 * 227 = 317.8 \text{ KN/m}$$

$$q_u = \frac{P_u}{A} = \frac{317.8}{1 \times 1.2} = 264.8 \text{ Km}^2$$

Assume h=35 cm

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

$$d = 350 - 75 - 10 = 265 \text{ mm}$$

$$V_u = 1 \times (0.6 - 0.15 - 0.265) \times 264.8 = 48.9 \text{ kn}$$

$$\phi V_c = 0.75 \times \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d = 0.75 \times \frac{1}{6} \sqrt{27} \times 1000 \times 0.265 \times 10^3$$

$$= 172.28 \text{ kn}$$

$$\phi V_c \gg V_u$$

So No Shear Reinforcement

$$M_u = 264.8 \times 0.45 \times 1 \times \left(\frac{0.45}{2} \right) = 26.8 \text{ kn/m}$$

$$M_n = \frac{M_u}{0.9} = \frac{26.8}{0.9} = 29.8 \text{ kn/m}$$

$$Kn = \frac{Mn}{b * d^2} = \frac{29.8 \times 10^6}{1000 \times 265^2} = 0.424 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f_c} = \frac{420}{0.85 (27)} = 18.3$$

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

$$\rho = \frac{1}{18.3} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 18.3 \times 0.424}{420}} \right) = 0.00102$$

$$A_{s \text{ (req)}} = 0.001 (1000) (265) = 265 \text{ mm}^2$$

$A_{s \text{ min}}$ for shrinkage and temperature:

$$A_{s \text{ min}} = 0.0018 * b * h$$

$$= 0.0018 * 1000 * 300 = 540 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ req}} = 450 \text{ mm}^2$$

$$\# \text{ of bar} = \frac{450}{113.1} = 4$$

Select $\Phi 12 / 25 \text{ c/c}$ with $A_{s \text{ prov.}} 452.4 \text{ mm}^2 /$

4.13 Shear wall (No 1) design:

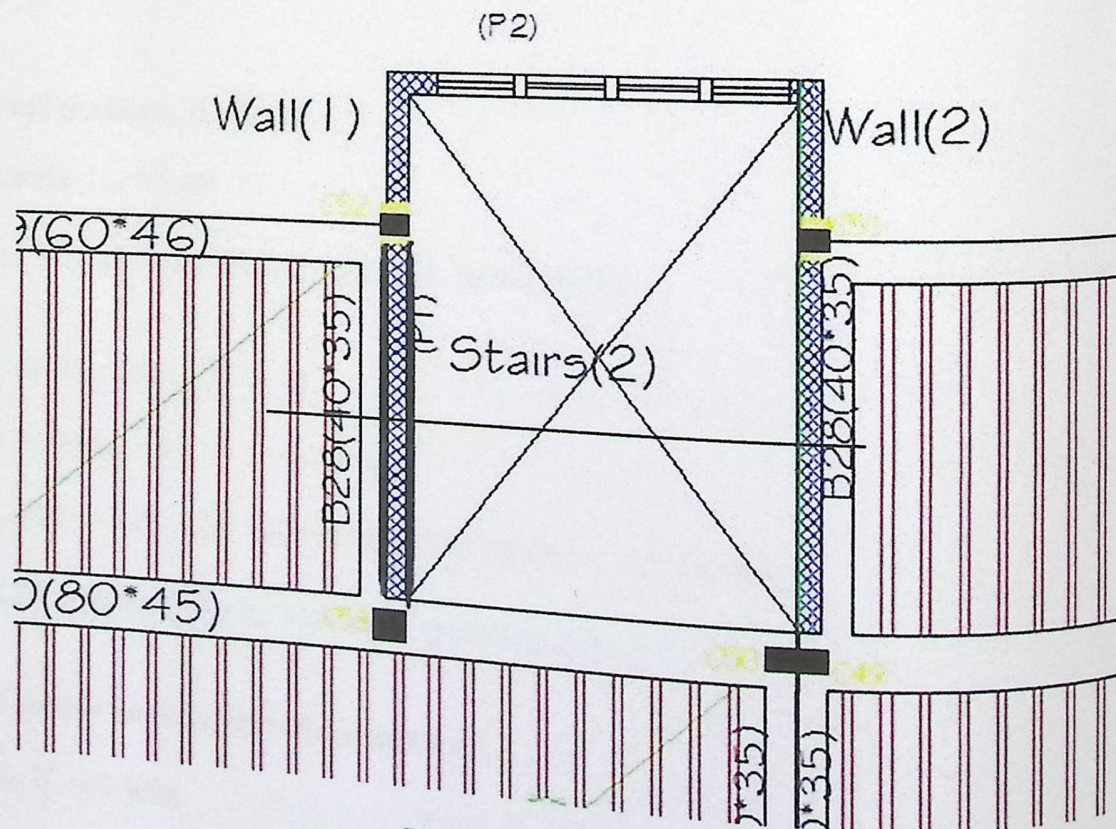


Fig (4-26): The shear wall.

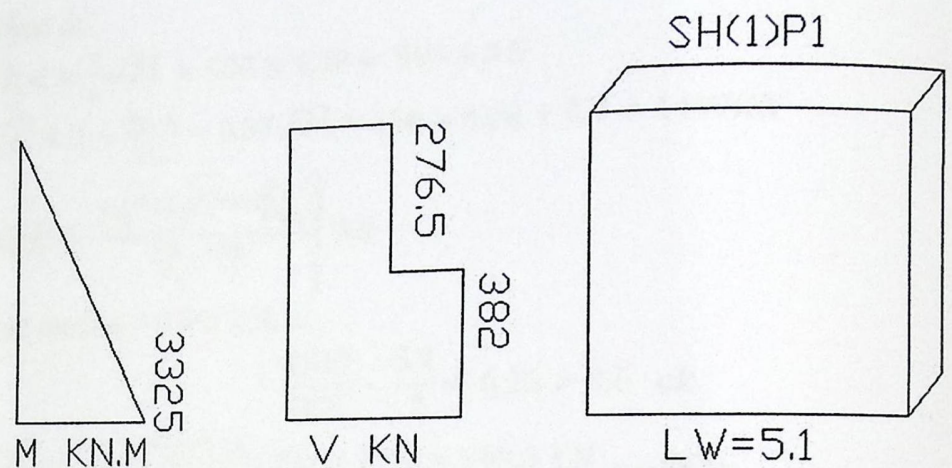


Fig (4-27): shear and moment for the shear wall.

Shear wall thickness, $h = 30 \text{ cm}$.

Story height, $L_w = 0.1 \text{ m}$

4.13.1 Check max shear strength permitted:

$$\phi V_{n,\max} = 0.75 \times 0.83 \times \sqrt{f'_c} \times h \times d$$

$$\text{let that } d = 0.8 L_w = 0.8 \times 0.1 = 4.08 \text{ m}$$

$$\phi V_{n,\max} = 0.75 \times 0.83 \times \sqrt{24} \times 300 \times 4.08 = 3732.72 \text{ KN} > V_u = 382 \text{ KN}$$

ok .

4.13.2 Calculate shear strength provided by concrete:

Critical section for concrete is the smallest of:

$$- \frac{L_w}{2} = \frac{5.1}{2} = 2.55 \text{ m}$$

cont.

- $\frac{\sum h_w}{2} = \frac{2 \times 5.05}{2} = 5.05 \text{ m}$
- Story height = 5 m.

V_c is the smallest of :

- $V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} h d = \frac{1}{6} \sqrt{24} \times 300 \times 4.08 = 999.4 \text{ KN}$
- $V_c = 0.25 \sqrt{f'_c} h d + \frac{N_u \cdot d}{4 l_w} = 0.27 \sqrt{24} \times 300 \times 4.08 + 0.0 = 1499 \text{ KN}$
- $V_c = \left[0.05 \lambda \sqrt{f'_c} + \frac{L_w \left(0.1 \lambda \sqrt{f'_c} + 0.2 \frac{N_u}{h l_w} \right)}{\frac{M_u}{V_u} - \frac{L_w}{2}} \right] h d$

M_u at critical section = 3325 KN.m

$$\frac{3325}{382} - \frac{5.1}{2} = 6.15 > 0.0 \text{ ok.}$$

- $V_c = \left[0.05 \sqrt{24} + \frac{5.1(0.1 \sqrt{24} + 0.0)}{6.15} \right] 300 \times 4.08 = 793.5 \text{ KN} \dots, \text{cont.}$

4.13.3 Determine required horizontal reinforcement:

$$V_u = 382 \text{ KN.}$$

$$0.5 \phi V_c = 0.5 \times 0.75 \times 793.5 = 297.56 \text{ KN.}$$

$V_u > 0.5 \phi V_c$ need reinforcement.

$$V_s = V_u - V_c = \frac{V_u}{\phi} - V_c = \frac{382}{0.75} - 793.5 = -284.16 \text{ KN.}$$

Negative vs use minimum reinforcement

$$(A_v h / s)_{\min} = 0.0025 h$$

$$0.0025 \times 300 = 0.75$$

Select $\Phi 14 / 2$ legs with $a_v = 307.87 \text{ mm}^2$

$$\frac{307.87}{s} = 0.75$$

$$\longrightarrow s = 400 \text{ mm.}$$

max. spacing is the smallest of:

- $\frac{L_w}{5} = \frac{5.1}{5} = 1.02 \text{ m}$

- $3h = 0.9 \text{ m.}$

- $450 \text{ mm} \quad \text{cont.}$

For horizontal reinforcement use $\Phi 14 @ 400 \text{ mm.}$

4.13.4 Determine required vertical reinforcement:

$$\frac{\sum h_w}{L_w} = \frac{5.05 * 2}{5.1} = 1.98m.$$

$$\rho_{v,min} > 0.0025 + 0.5 \left(2.5 - \frac{\sum h_w}{L_w} \right) (\rho_t - 0.0025) \geq 0.0025.$$

take $\rho_v = 0.0025$.

max spacing is the least of,

- $\frac{L_w}{3} = \frac{5.1}{3} = 1.7m$
- $3h = 0.9m.$
- 450mm cont.

Select $\Phi 14 @ 400mm$. In tow layer

4.13.5 Design for flexure (uniformly distributed flexure reinforcement):

Check moment strength based on required vertical reinforcement for shear,
The uniformly distributed vertical reinforcement $\Phi 12 @ 250mm$.

$$A_{st} = \frac{5100}{300} \times 2 \times 113.09 = 3845.06 \text{ mm}^2$$

$$\omega = \left(\frac{A_{st}}{L_w h} \right) \frac{f_y}{f'_c} = \left(\frac{3845.06}{5100 \times 300} \right) \frac{420}{24} = 0.0439$$

$$\alpha = \frac{P_u}{L_w f'_c h} = 0.0$$

$$\frac{c}{L_w} = \frac{\omega + \alpha}{2\omega + 0.85\beta_1} = \frac{0.0439 + 0.0}{2 \times 0.0439 + 0.85 \times 0.85} = 0.054$$

$$\phi M_n = \phi \left[0.5 A_{st} f_y L_w \left(1 + \frac{P_u}{A_s f_y} \right) \left(1 - \frac{c}{L_w} \right) \right]$$

$$= 0.9 [0.5 \times 3845.06 \times 420 \times 5100 (1 - 0.054)] \times 10^{-6} = 3506.11 \text{ KN.m}$$

$$\phi M_n > M_u,$$

Use $\phi 12 @ 250$ for vertical reinforcement.

4.14 Design of stair (4).

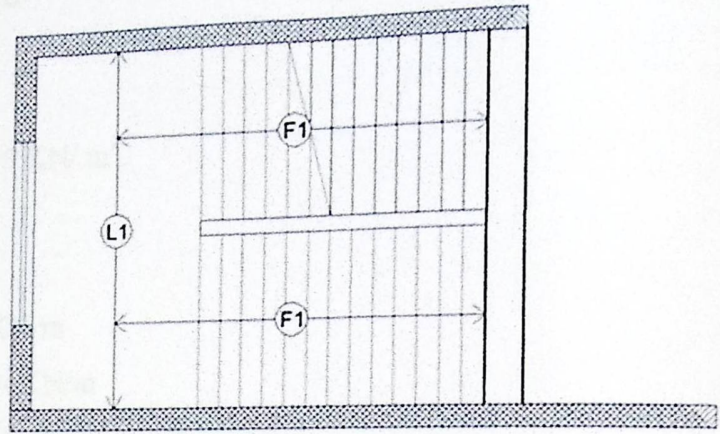


Figure (4-28): stair plan

4.14.1 Determination of Slab Thickness:

For Flight:

$$L = 4.70\text{m.}$$

$$h_{\text{req}} = L / 24.$$

$$h_{\text{req}} = 4.70 / 20 = 0.235 \text{ cm.}$$

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

$$\text{The stair slope by } \theta = \tan^{-1} \left(\frac{150}{300} \right) = 26.56.$$

4.14.2 Load Calculations:

For Flight :

Dead Load for flight:

$$\text{Tiles} = 27 \left(\frac{0.15 + 0.35}{0.3} \right) * 0.03 * 1 = 1.35 \text{ KN/m}$$

$$\text{Mortar} = 22 \left(\frac{0.15 + 0.3}{0.3} \right) * 0.02 * 1 = 0.66 \text{ KN/m}$$

$$\text{stair steps} = \frac{25}{0.3} \left(\frac{0.15 * 0.35}{2} \right) * 1 = 2.1875 \text{ KN/m}$$

$$slab = \left(\frac{25 * 0.25 * 1}{\cos 26.56} \right) = 6.98 \text{ KN/m}$$

$$Plaster = 22 \left(\frac{0.03 * 1}{\cos 26.56} \right) = 0.738 \text{ KN/m}$$

Dead load sum=11.915

Live load for flight:

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

For landing:-

Dead Load for landing:

$$\text{Tiles} = 23 * 0.03 * 1 = 0.69 \text{ KN/m}$$

$$\text{Mortar} = 22 * 0.02 * 1 = 0.44 \text{ KN/m}$$

$$\text{Slab} = 25 * 0.25 * 1 = 6.25 \text{ KN/m}$$

$$\text{Plaster} = 22 * 0.02 * 1 = 0.66 \text{ KN/m}$$

$$\text{Total dead load} = 8.04 \text{ KN/m}.$$

Live load:

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

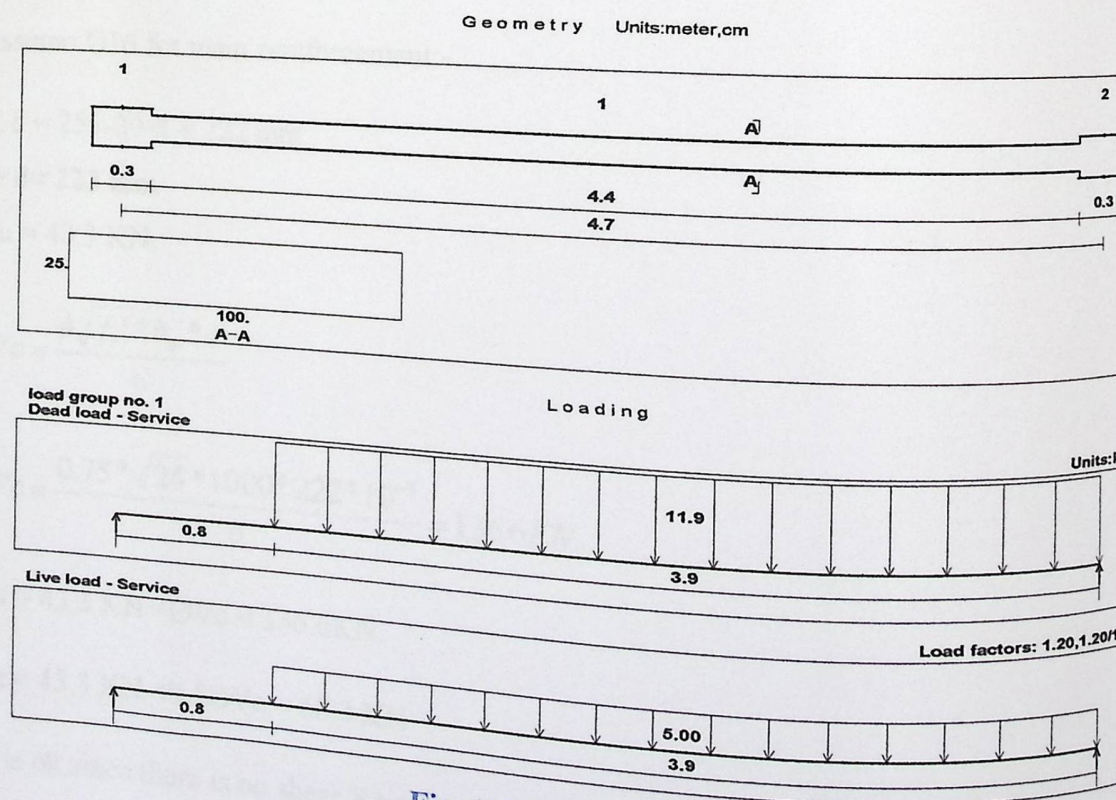


Fig. (4-29) Geometry

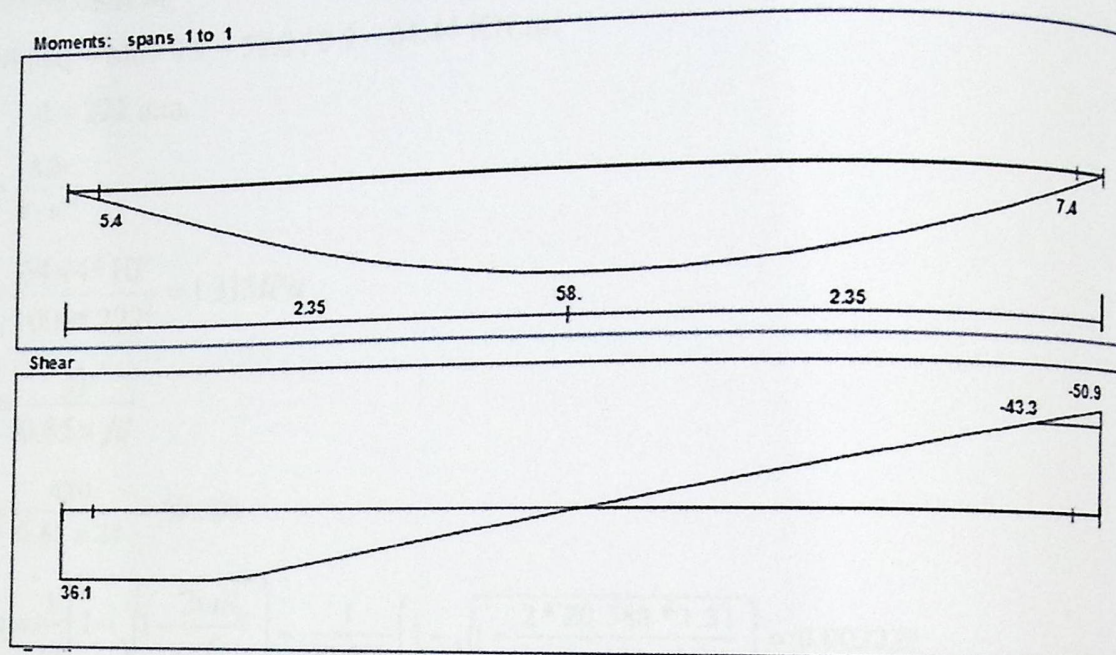


Fig. (4-30) Moment & shear on flight

4.14.3 Design of Shear for flight:

- Assume $\emptyset 16$ for main reinforcement:-

$$\text{So, } d = 250 - 20 - 8 = 222 \text{ mm.}$$

Take $d = 222 \text{ mm}$

- $V_u = 43.3 \text{ KN.}$

$$\phi V_c = \frac{\phi \sqrt{f'_c} * b_w * d}{6}$$

$$\phi V_c = \frac{0.75 * \sqrt{24} * 1000 * 222 * 10^{-3}}{6} = 136.6 \text{ KN}$$

$$V_u = 43.3 \text{ KN} < \phi V_c = 136.6 \text{ KN.}$$

$$V_u = 43.3 \text{ KN} < 0.5 \phi V_c = 68.3 \text{ KN}$$

Depth is ok since there is no shear Reinforcement.

4.14.4 Design of Bending Moment for Flight:

$$M_u = 58.0 \text{ KN.m.}$$

$$M_{n\text{req}} = M_u / 0.9 = 58.0 / 0.9 = 64.44 \text{ KN.m.}$$

$$d = 222 \text{ mm.}$$

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

$$R_n = \frac{64.44 \cdot 10^6}{1000 \cdot 222^2} = 1.31 \text{ MPa.}$$

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

$$m = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.588$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{20.588} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 20.588 \cdot 1.31}{420}} \right) = 0.003226$$

$$A_s \text{ req} = 0.003226 \cdot 1000 \cdot 222 = 716.214 \text{ mm}^2 \dots \text{control}$$

$$A_{s\text{min}} = 0.0018 \cdot 250 \cdot 1000 = 450 \text{ mm}^2$$

$$S = 201.06 / 716.214 = 0.2807 \text{ m}$$

$$N = 716.214 / 201.06 = 3.562.$$

Check for spacing

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

$$S = 450$$

$$s = 380 \left(\frac{280}{0.667 \cdot 420} \right) - 2.5 \cdot 20 = 330 \text{ mm}$$

$$s = 300 \left(\frac{280}{0.667 \cdot 420} \right) = 300 \text{ mm}$$

Use 1Φ16 @ 25 cm

or

Use 4Φ 16/m.

Check for strain:

Tension = Compression

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

$$804.24 * 420 = 0.85 * 24 * 1000 * a$$

$$a = 16.558 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{16.558}{0.85} = 19.48 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = \frac{222 - 19.48}{19.48} * 0.003$$

$$\epsilon_s = 0.0311 > 0.005 \longrightarrow \text{ok}$$

4.14.5 Design of landing:-

Same thickness = 25 cm

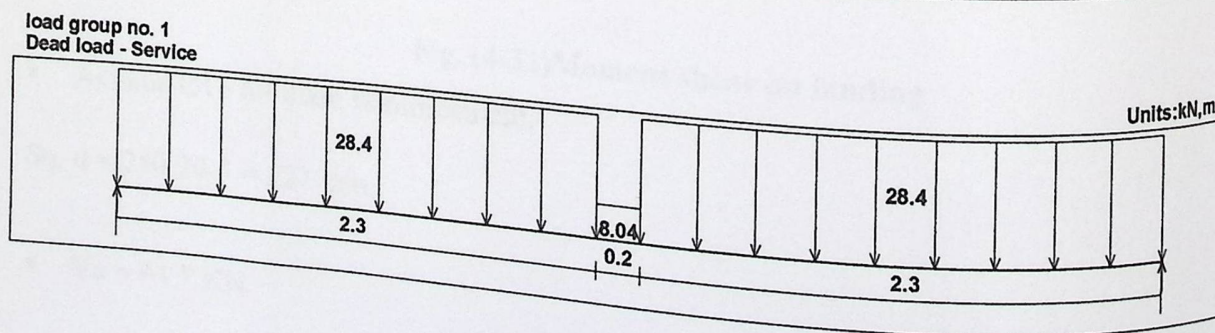
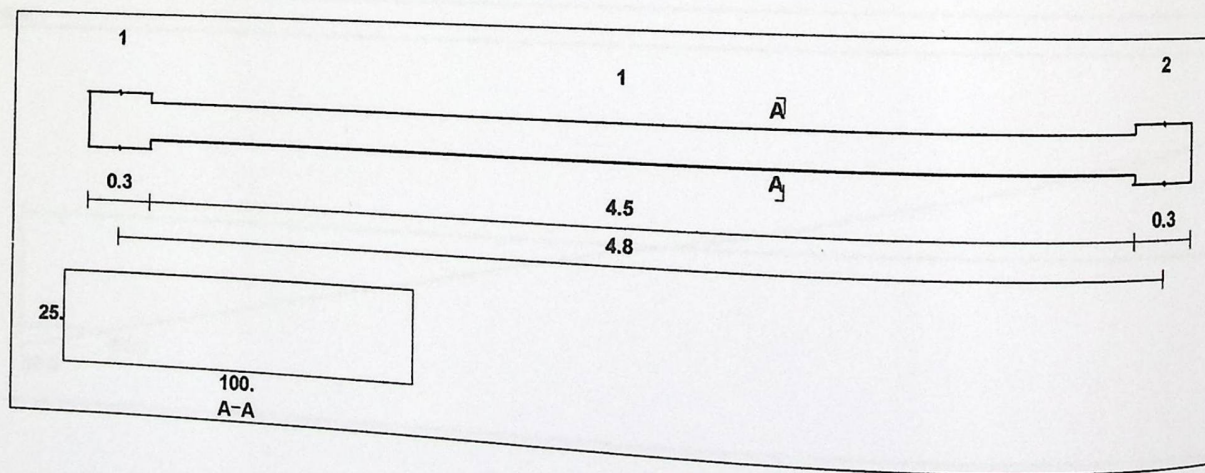
Dead load = 8.04 KN/m

Live load = 5.0 KN/m

Load from flight = $16.9/2.3 = 7.34 \text{ KN/m}$

Load = $7.34 + (1.0 * 1.0) = 8.34 \text{ KN/m}$

Geometry Units: meter, cm



Live load - Service

Load factors: 1.20, 1.20/1

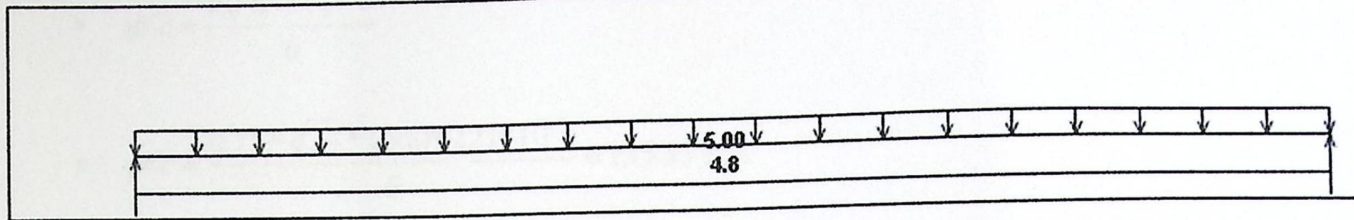
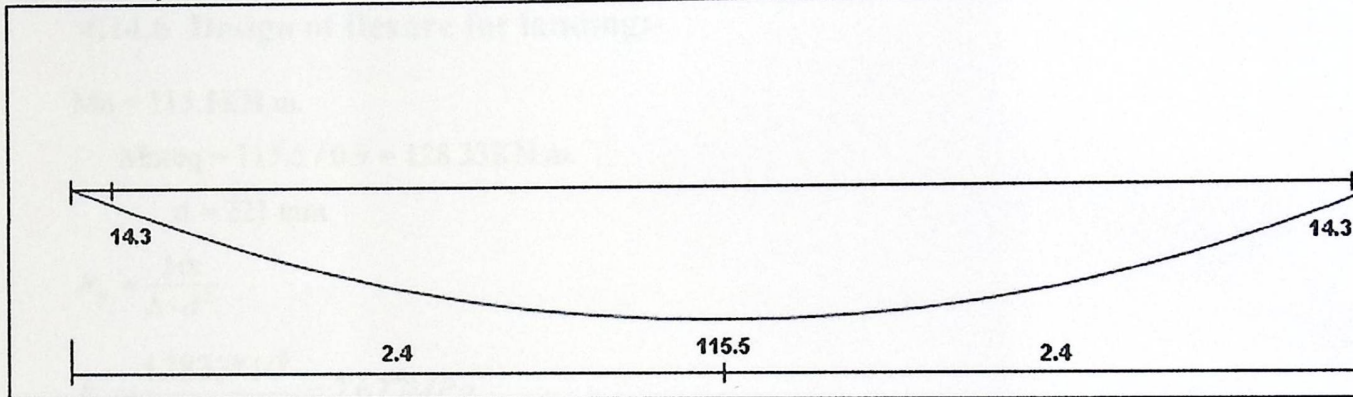


Fig. (4-31) Geometry

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

Moments: spans 1 to 1



Shear

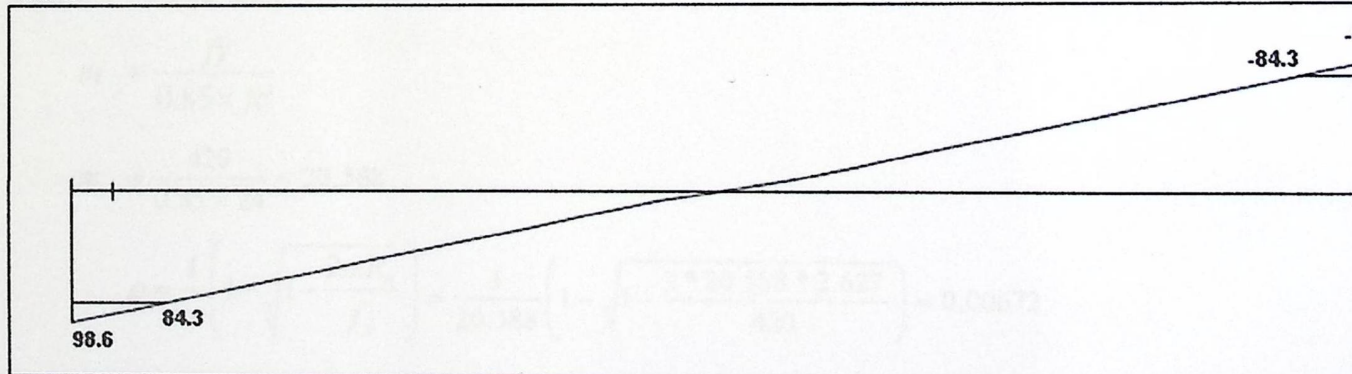


Fig. (4-32) Moment shear on landing

- Assume $\phi 1^{\wedge}$ for main reinforcement:-

So, $d = 250 - 20^{\wedge} = 22^{\wedge}$ mm.

- $V_u = 114.3$ KN.

$$\phi V_c = \frac{\phi \sqrt{f'_c} * b_w * d}{6}$$

$$\phi V_c = \frac{0.75 * \sqrt{24} * 1000 * 221 * 10^{-3}}{6} = 135.33 \text{ KN}$$

$$V_u = 84.3 \text{ KN} < \phi V_c = 135.33 \text{ KN.}$$

Depth is ok since no shear reinf is required.

4.14.6 Design of flexure for landing:-

$$M_u = 115.5 \text{ KN.m.}$$

$$M_{n\text{req}} = 115.5 / 0.9 = 128.33 \text{ KN.m.}$$

$$d = 221 \text{ mm.}$$

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

$$k_n = \frac{12833 * 10^6}{1000 * 221^2} = 2.627 \text{ MPa.}$$

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

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{20.588} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 20.588 * 2.627}{420}} \right) = 0.00672.$$

$$A_s \text{ req} = 0.00672 * 1000 * 221 = 1485.33 \text{ mm}^2. \text{Cont.}$$

$$A_s \text{ min} = 0.0018 * 1000 * 250 = 450 \text{ mm}^2$$

$$S = 254.47 / 1485.33 = 0.172 \text{ m.}$$

Check for spacing

$$3h = 3 * 250 = 750 \text{ mm}$$

$$S = 450$$

$$s = 380 \left(\frac{280}{0.667 * 420} \right) - 2.5 * 20 = 330 \text{ mm}$$

$$s = 300 \left(\frac{280}{0.667 * 420} \right) = 300 \text{ mm}$$

Use 6Φ 18/ m. or 1 Φ18 @15 cm

Check for strain:

Tension = Compression

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

$$1526.82 * 420 = 0.85 * 24 * 1000 * a$$

$$a = 31.43 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{31.43}{0.85} = 36.98 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = \frac{223 - 36.98}{36.98} * 0.003$$

$$\epsilon_s = 0.015 > 0.005 \longrightarrow \text{ok}$$

4.14.7 for shrinkage and temperature reinforcement:

$$A_s \text{ min} = 0.0018 * 1000 * 250 = 450 \text{ mm}^2$$

Assume Ø12 for main reinforcement:-

$$N = 450 / 113.09 \text{ mm} = 3.98$$

Take 1Ø12 @250 mm.

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 تفتقد الى الكثير من الامور، بعد دراسة جميع المتطلبات تم اعداد المخططات المعمارية والمخططات الإنشائية الشاملة للمبنى المقترح بناءه في مدينه لحول.

وتم اعداد المخططات الإنشائية بشكل مفصل ودقيق وواضح لتسهيل عملية البناء، ويقدم هذا التقرير شرحا لجميع خطوات التصميم المعمارية والإنشائية 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 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 مناطق بيت الدرج، نظراً لكونها أكثر فاعلية من عقدات الأعصاب في تحمل ومقاومة الأحمال المركزة.
6. برامج الحاسوب المستخدمة:
هناك عدة برامج حاسوب تم استخدامها في هذا المشروع وهي:
(a) AUTOCAD 2013/2007 : وذلك لعمل الرسومات المفصلة للعناصر الإنشائية.
(b) ATIR : للتصميم والتحليل الإنشائي للعناصر الإنشائية..
(c) (Office word XP): تم استخدامه في أجزاء مختلفة من المشروع مثل الكتابة النصوص والتنسيق وإخراج المشروع.
7. الأحمال الحية المستخدمة في هذا المشروع كانت من كود الأحمال الأردني.
8. من الصفات التي يجب أن يتصف بها المصمم، صفة الحس الهندسي التي يقوم من خلالها بتجاوز أية مشكلة ممكن أن تعترضه في المشروع وبشكل مقنع ومدرس.

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.

ففي البداية، يجب أن يتم تنسيق وتجهيز كافة المخططات المعمارية، بحيث يتم إختيار مواد البناء مع تحديد النظام الإنشائي للمبنى. ولابد في هذه المرحلة من توفر معلومات شاملة عن الموقع وتربته وقوة تحمل تربة الموقع، من خلال تقرير جيوتقني خاص بتلك المنطقة، بعد ذلك يتم تحديد مواقع الجدران الحاملة والأعمدة بالتوافق والتنسيق التام مع الفريق الهندسي المعماري. ويحاول المهندس الإنشائي في هذه المرحلة الحصول على أكبر قدر ممكن من الجدران الخرسانية المسلحة، بحيث تكون موزعة بشكل منتظم أو شبه منتظم في كافة أنحاء المبنى؛ ليتم استخدامها فيما بعد في مقاومة أحمال الزلازل وغيرها من القوى الأفقية.

الملاحق

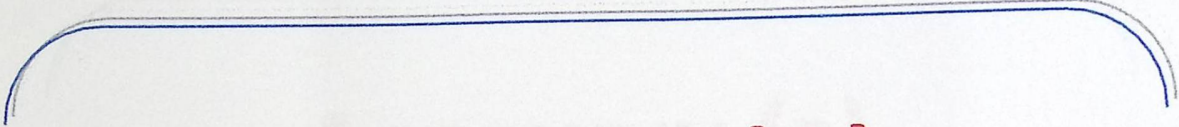
قائمة المصادر والمراجع

١. كودات البناء الوطني الأردني، كود الأحمال والقوى، مجلس البناء الوطني الأردني، عمان، الأردن، ١٩٩٠م.

٢. تلخيص مادة الخرسانة ل د.ماهر عمر.

3. Building Code Requirements for Structural Concrete)ACI 318M-08 (and Commentary, USA, 2008.

4. Uniform Building Code (UBC).



APPENDIX (A)

ARCHITECTURAL DRAWINGS

This appendix is an attachment with this project



APPENDIX (S)

STRUCTURAL DRAWINGS

This appendix is an attachment with this project

TABLE 8.4.9)---MINIMUM THICKNESS OF
NONPRESTRESSED BEAMS OF ONE-WAY SLABS
UNLESS DEFLECTIONS ARE CALCULATED

APPENDIX (C)

Span l , ft	10	12	14	16
Minimum thickness h , in.	11.5	13.5	15.5	17.5

Note: 1. Values given shall be rounded down to nearest 1/4 in. and not less than 10 in. for spans $l \leq 10$ ft, and 12 in. for spans $l > 10$ ft. For other conditions, the values shall be modified as follows:
 a. For slabs with supports having span length l_s in the range 10 to 12 ft, the values shall be modified by $(l_s - 10)/2$, but not less than 1.0.
 b. For l_s other than 10 ft, the values shall be modified by $(l_s - 10)/2$.

TABLE 8.4.9)---MINIMUM THICKNESS OF NONPRESTRESSED BEAMS OF
ONE-WAY SLABS UNLESS DEFLECTIONS ARE CALCULATED

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

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

Notes:

Values given shall be used directly for members with normalweight concrete (density $w_c = 2320 \text{ kg/m}^3$) and Grade 420 reinforcement. For other conditions, the values shall be modified as follows:

a) For structural lightweight concrete having unit density, w_c , in the range 1440-1920 kg/m^3 , the values shall be multiplied by $(1.65 - 0.003w_c)$ but not less than 1.09.

b) For f_y other than 420 MPa, the values shall be multiplied by $(0.4 + f_y/700)$.

**Table (MINIMUM THICKNESS OF NONPRESTRESSED BEAMS OR
ONE-WAY SLABS UNLESS DEFLECTIONS ARE CALCULATED)**