

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



كلية الهندسة والتكنولوجيا

دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

مشروع التخرج

التصميم الانشائي لـ " مستشفى عين ننقر " في مدينة دورا

فريق العمل

صهيب محمود سراحنة

يحيى ابراهيم سيد احمد

اشراف

د. محمد طه السيد احمد

الخليل - فلسطين

2020

الشكر والتقدير

الحمد لله الذي انار لنا درب العلم والمعرفة وأعاننا على اداء هذا الواجب ووفقنا الى انجاز هذا العمل، وصل اللهم على خاتم الرسل ومعلم البشرية وهادي الإنسانية، وعلى آله وصحبه ومن تبعهم بإحسان الى يوم الدين، صلاة تقضى بها الحاجات، وترفع بها الدرجات، وتبلغ بها اقصى الغايات، في هذه الحياة وما بعد الممات. أما بعد:

نوجه الشكر الى جامعة بوليتكنيك فلسطين، وكلية الهندسة والتكنولوجيا، ودائرة الهندسة المدنية والمعمارية على تخريج الاجيال. ونتوجه بخالص وأحر الشكر والعرفان الى اساتذتنا : د.محمد طه السيد أحمد، و د.هيثم عياد، و د.نصر عبوشي الذين كانوا ولا زالوا لنا وسيظلون لغيرنا بإذن الله بحرا لا يفنى عطاءه.

الإهداء

إلى كل من نقش بجانب اسمه وسام الجهاد بلون العلم أو فداء لموطن أو صنع الخير للعالم.
إلى آباء و أمهات بذلوا الغالي و النفيس ليسقوا بذورا غرسوها بنا منذ ولدنا، و انتظرونا بفارغ الصبر و بأمل
بحجم الكون.

إلى من أنبتوا فينا أشجار علم و فائدة، فجعلونا في قلوبهم و علمونا من عظيم الحروف و خير العلوم.
إلى من بنوا فينا قصور أمل و عزيمة بلبنات من كلام بسيط و ذو وقع عظيم.
إلى كل من هم قطع من أرواحنا و يفصل بيننا و بين وصالهم حكم طاغ و عدو.
إلى كل شهيد أهدى الوطن بروحه و روى ثراه بدمائه.

إلى كل أسير يستأصل الصبر و الثبات من نسيم وطنه الذي يتسلل إليه من بين قضبان سجنه.

فهرس المحتويات

رقم الصفحة	الموضوع
I.....	الشكر والتقدير.....
II.....	الإهداء.....
III.....	فهرس المحتويات.....
V.....	قائمة الاختصارات List of Abbreviations.....
VII.....	فهرس الاشكال.....
X.....	فهرس الجداول.....
XI.....	الملخص باللغة العربية.....
XII.....	الملخص باللغة الانجليزية.....
1.....	الفصل 1: المقدمة.....
2.....	(1-1) المقدمة.....
2.....	(2-1) مشكلة المشروع.....
2.....	(3-1) أهداف المشروع.....
3.....	(4-1) اسباب اختيار المشروع.....
3.....	(5-1) المسلمات.....
3.....	(6-1) فصول المشروع.....
4.....	(7-1) إجراءات المشروع.....
4.....	(8-1) المخطط الزمني لمراحل عمل المشروع.....
5.....	الفصل 2: الوصف المعماري للمشروع.....
6.....	(2-1) مقدمة.....
7.....	(2-2) لمحة عن المشروع.....
7.....	(3-2) موقع المشروع.....
8.....	(4-2) أهمية الموقع.....
8.....	(5-2) حركة الشمس والرياح.....
9.....	(6-2) عناصر الحركة في المبنى.....
9.....	(7-2) دراسة عناصر المشروع.....
9.....	(1-7-2) المساقط الأفقية.....
12.....	(2-7-2) وصف الواجهات.....
15.....	(8-2) وصف المقاطع.....
15.....	(9-2) وصف الحركة.....

16	الفصل 3: الوصف الإنشائي للمشروع
17	(1-3) مقدمة
17	(2-3) هدف التصميم الإنشائي
18	(3-3) الدراسات النظرية والتحليل وطريقة العمل
18	(4-3) الاختبارات العملية
18	(5-3) الأحمال
22	(6-3) العناصر الإنشائية
23	(1-6-3) العقدات أو البلاطات (Slabs)
26	(2-6-3) الجسور (Beams)
27	(3-6-3) الأعمدة (Columns)
28	(4-6-3) جدران القص (Shear Wall)
29	(5-6-3) الأساسات (Foundations)
30	(6-6-3) الأدراج (Stairs)
30	(7-3) البرامج الحاسوبية المستخدمة
31	الفصل 4: التحليل والتصميم الإنشائي
32	(1-4) مقدمة
33	(2-4) الحمل التصميمي Factored Load
33	(3-4) تحديد سماكة العقدة
34	(4-4) حساب الأحمال
39	(5-4) تصميم الجزء العلوي من العقدة Design of Topping
41	(6-4) تصميم عصب العقدة Design of Rib
47	(7-4) تصميم الجسر Design of Beam
57	(8-4) تصميم البلاطة الكمرية Design of Paneled Beams Slab ⁽¹⁾
75	(9-4) تصميم عمود Design of Column
79	(10-4) تصميم الادراج Design of Stairs
88	(11-4) تصميم جدار القص Design of Shear Wall
92	(12-4) تصميم جدار القبو Design of the Basement Wall
96	(13-4) تصميم قاعدة منفصلة Design Isolated Rectangular Footing
102	الفصل 5: النتائج والتوصيات
103	(1-5) مقدمة
103	(2-5) النتائج
104	(3-5) التوصيات
105	المراجع REFERENCES

LIST OF ABBREVIATIONS قائمة الاختصارات

- A_c = Area of concrete section resisting shear transfer.
- A_s = Area of non-prestressed tension reinforcement.
- A_s^{\prime} = 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).
- a = The distance of the compression zone from the top of the section
- b = Width of compression face of member.
- b_w = Web width, or diameter of circular section.
- c = The distance of the neutral axis from the top of the section.
- C_c = Compression resultant of concrete section.
- C_s = Compression resultant of compression steel.
- **D.L** = 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.
- **L.L** = 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
- R_n = A strength coefficient of resistance.
- S = Spacing of shear or 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. (Kg/m^3).
- W = Width of beam or rib.
- W_u = Factored load per unit area.
- X_{III} = the distance of region **III**.
- Φ = Strength reduction factor.
- ϵ_c = Compression strain of concrete = 0.003mm/mm.
- ϵ_s = Strain of tension steel.
- ϵ'_s = Strain of compression steel.
- ρ = Ratio of steel area.

فهرس الاشكال

رقم الصفحة	الوصف	رقم الشكل
7	قطعة الأرض الواقعة في عين نقر	الشكل (1-2)
8	حركة الشمس والرياح بالنسبة لقطعة الأرض.	الشكل (2-2)
10	المسقط الافقي للتسوية.	الشكل (3-2)
10	المسقط الافقي لطابق الأرضي.	الشكل (4-2)
11	المسقط الافقي لطابق الاول	الشكل (5-2)
12	المسقط الافقي للرووف.	الشكل (6-2)
13	الواجهة الجنوبية.	الشكل (7-2)
13	الواجهة الغربية.	الشكل (8-2)
14	الواجهة الشمالية.	الشكل (9-2)
14	الواجهة الجنوبية.	الشكل (10-2)
15	القطاع الطولي.	الشكل (11-2)
15	القطاع العرضي.	الشكل (12-2)
22	العناصر الانشائية المكونة للمبنى.	الشكل (1-3)
23	مقطع لعقدات الطوب المفرغ في اتجاه واحد.	الشكل (2-3)
23	مقطع لعقدات الطوب المفرغ في اتاجيهن	الشكل (3-3)
24	العقدات المصمتة.	الشكل (4-3)
24	البلاطة الكمرية.	الشكل (5-3)
25	مراحل عمل البلاطة سابقة الشد.	الشكل (6-3)
26	مراحل عمل بلاطة لاحقة الشد.	الشكل (7-3)
27	اشكال الجسور.	الشكل (8-3)
27	مقطع عمود.	الشكل (9-3)
28	جدار القص.	الشكل (10-3)
29	قاعدة منفصلة (مفردة).	الشكل (11-3)

رقم الشكل	الوصف	رقم الصفحة
الشكل (3-12)	مقطع عرضي لشكل وتسليح الدرج.	30
الشكل (4-1)	ابعاد الخزان المستخدم في المبني.	35
الشكل (4-2)	قطاع خلال عقدة باستخدام الطوب المفرغ.	38
الشكل (4-3)	تأثير العزم على الجزء العلوي من العقدة (Topping).	39
الشكل (4-4)	النظام الانشائي المستخدم في عقة الرووف.	41
الشكل (4-5)	قطاع خلال بلاطة بسمك 32cm.	42
الشكل (4-6)	الابعاد والمسافات بين الأعمدة للعصب الثاني.	43
الشكل (4-7)	ردود الافعال المستخدمة في التصميم.	43
الشكل (4-8)	ردود الافعال من العصب الثاني (Rib 2) على الجسور من خلال برنامج Atir.	47
الشكل (4-9)	ردود الافعال من العصب الثاني (Rib 3) على الجسور من خلال برنامج Atir.	48
الشكل (4-10)	الابعاد والنظام الهندسي للجسر b7 بالأحمال المؤثرة عليه.	49
الشكل (4-11)	ردود الافعال المستخدمة في تصميم الجسر b7 (العزم والقص).	49
الشكل (4-12)	قيم قوى القص التصميمية وتوزيع مناطق التسليح اللازمة.	56
الشكل (4-13)	تقسيم وتوزيع الاحمال للبلاطات الصغيرة بالنسبة للبلاطة كاملة.	58
الشكل (4-14)	توزيع الشرائح مختلفة الاحمال.	59
الشكل (4-15)	الاحمال والعزوم المؤثرة على الشريحة الأولى.	60
الشكل (4-16)	الاحمال والعزوم المؤثرة على الشريحة الثانية.	61
الشكل (4-17)	الاحمال والعزوم المؤثرة على الشريحة الثالثة.	62
الشكل (4-18)	الاحمال والعزوم المؤثرة على الشريحة الرابعة.	63
الشكل (4-19)	الحمل المؤثر على الجسر (B1).	71
الشكل (4-20)	ابعاد المقطع التصميمية للعمود (C17).	75
الشكل (4-21)	ناتج التسليح من عملية التصميم للعمود (C17).	78
الشكل (4-22)	مخطط الدرج الثالث (Stair 3).	79

رقم الشكل	الوصف	رقم الصفحة
الشكل (23-4)	النظام الانشائي لشاحط الدرج.	79
الشكل (24-4)	قوى القص المؤثرة على الدرج.	81
الشكل (25-4)	العزوم على الدرج.	81
الشكل (26-4)	النظام الانشائي لبسطة الدرج.	83
الشكل (27-4)	الحمل وردود الافعال على المنطقة 2 من البسطة.	84
الشكل (28-4)	الحمل وردود الافعال على المنطقة 1 من البسطة.	86
الشكل (29-4)	قطاع تفصيلي خلال الدرج يبين التسليح الناتج من عملية التصميم.	87
الشكل (30-4)	القوى الزلزالية وما تنتجه من قوى قص وعزوم مأخوذة من برنامج (E-tabs).	88
الشكل (31-4)	تسليح جدار القص (SW6).	91
الشكل (32-4)	الأحمال والنظام الانشائي لجدار القبو.	92
الشكل (33-4)	العزوم الناتجة على جدار القبو.	93
الشكل (34-4)	تسليح جدار القبو.	95
الشكل (35-4)	قاعدة منفصلة.	96
الشكل (36-4)	تسليح القاعدة المنفصلة.	101

فهرس الجداول

رقم الصفحة	الوصف	رقم الجدول
4	المخطط الزمني لمراحل العمل بالمشروع.	جدول (1-1)
19	الكثافات النوعية للمواد المستخدمة في المشروع.	جدول (1-3)
20	يبين قيمة أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر حسب الكود الأردني.	جدول (2-3)
21	معامل شكل السطح لأحمال الثلوج.	جدول (3-3)
33	أقل سمك للعقدات باتجاه واحد وللجسور.	جدول (1-4)
34	قيم الاحمال الحية لبعض انواع الفراغات كما في الكود الاردني.	جدول (2-4)
36	الحمل الاضافي المؤثر على أرضيات الطوابق.	جدول (3-4)
36	الأحمال الخطية من الحوائط الخارجية.	جدول (4-4)
38	الحمل الذاتي للبلاطة باتجاه واحد.	جدول (5-4)
38	الحمل الذاتي للبلاطة باتجاهين.	جدول (6-4)
48	الحمل القادم من الجسر وما فوقه.	جدول (7-4)
48	الاحمال المؤثرة على الجسر B7 من كل عصب مقسومة على عرض (52cm).	جدول (8-4)
57	قيمة كل من m' & m.	جدول (9-4)
58	قيم كل من (α & β) لكل بلاطة صغيرة.	جدول (10-4)
80	الحمال الميتة الواقعة على الدرج.	جدول (11-4)
83	الاحمال الميتة الواقعة على البسطة.	جدول (12-4)

المخلص باللغة العربية

التصميم الانشائي لـ " مستشفى عين ننقر " في مدينة دورا

فريق العمل

يحيى ابراهيم سيد احمد

صهيب محمود سراحنة

جامعة بوليتكنيك فلسطين - Palestine Polytechnic University

اشراف

د. محمد طه السيد احمد

المخلص

يهدف هذا البحث الى عمل التصميم الانشائي الكامل لجميع العناصر المكونة لمستشفى في منطقة عين ننقر الواقعة على مشارف مدينة دورا من الجهة الشرقية المتمثل بأربعة طوابق بمساحة تقدر بـ 7400 متر مربع، والذي يتبع اسلوب معماري يعتمد على توزيع الكتل الفراغية بشكل متناسق من الناحية الجمالية والوظيفية، بما يتضمنه التصميم من عقدات وجسور وأعمدة وجدران وأساسات وغيرها.

تتمثل منهجية عمل هذا البحث على عدة مراحل بدءاً بتفقد الرسومات والمخططات المعمارية لتأكد من عدم وجود اخطاء لربما قد غفل عنها - سهواً - المهندس المعماري، فتم بعدها وضع وتصحيح اماكن الاعمدة بما يخدم الهدف الانشائي مع مراعاة عدم تأثيرها على توزيع الفراغات داخل المبنى، ومن ثم تحديد الأحمال الحية والميتة المضافة الى العقدات، مما قادنا بدوره الى تحديد الانظمة الانشائية المراد اتباعها بناء على تلك الاحمال وغيرها من العوامل، وهدفنا الى التنوع فيها بما يخدم الهدف الانشائي، وبحصر هذه الامور نكون قد وفرنا جميع مستلزمات تصميم المبنى من العقدات وانتهاء بالأساسات.

بالتبايع خطوات التصميم الانشائي للمباني، ويتطبيق ما تعلمنا خلال فصول الدراسة الجامعية سيتم الحصول على مبنى يتميز بتعدد الانظمة الانشائية، وقادرا على مقاومة الأحمال المؤثرة عليه مدعوما بالمخططات والرسومات الانشائية الموضحة لتفاصيل اللازمة لعملية التنفيذ، مع المحافظة بقدر المستطاع على الناحية الجمالية ل الطابع المعماري.

المخلص باللغة الانجليزية

Structural Design Of " Ainnonkr's Hospital " In Dura City

Work Team

Yahya Said Ahmad

Suhaib Mahmud Sarahnh

جامعة بوليتكنيك فلسطين - Palestine Polytechnic University

Supervisor

Dr. Mohammad Taha Alsayyed Ahmad

Abstract

This research aims to make a complete structural design for all the element that is located in Dura city on a region called **Ainnonkr**, this building represented by four floors with an area of 7400 m², and it follows an architectural style that depends on the distribution of space blocks in a beauty and functional way. The design includes slabs, beams, columns, walls, foundations and others.

The methodology of this research is represented in several stages, starting with checking the architectural drawings and plans to ensure that there are no architectural errors, then the columns were placed and corrected in a way that serves the construction goal, taking into account that it does not affect the distribution of voids inside the building, and then Determining the live and dead loads added to the slabs, which in turn led us to define the structural systems based on those loads and other factors, and by counting these matters we have provided all the building design requirements from the slabs to the foundations.

By following the structural design steps of the buildings, and by applying what we learned during the university classes, a building will be obtained that is characterized by the multiplicity of construction systems, and able to resist the loads affecting it supported by the structural plans and drawings illustrating.

الفصل 1: المقدمة

- 1.2 المقدمة.
- 2.2 أهداف المشروع.
- 3.2 مشكلة المشروع.
- 4.2 أسباب اختيار المشروع.
- 5.2 المسلمات.
- 6.2 فصول المشروع.
- 7.2 إجراءات المشروع.
- 8.2 المخطط الزمني لمراحل عمل المشروع.

(1-1) المقدمة

يعد البناء أو المسكن من أهم مقومات الحياة، وأكثرها لزوماً على مر العصور، ومع مرور الزمن ظهرت الحاجة الملحة إلى وجود مباني متخصصة في مختلف نواحي الحياة البشرية، حيث ظهرت المباني الدينية ودور العبادة، كذلك المباني الحكومية من المحاكم ودور القضاء ومجالس الدولة المختلفة، كمجالس الوزراء ومجالس النواب وغيرها، كذلك ظهرت المستشفيات والمدارس والمكتبات والمنشآت الرياضية المتنوعة، هذا كله بالإضافة إلى المباني والمجمعات التجارية والسكنية.

ومع تطور الإنسان وتطور حياته ومع الانفتاح الصناعي المستمر كان لا بد من مواكبة الأحداث لتلبية احتياجات الناس بمختلف فئاتهم وأشغالهم، من هنا يأتي دور المهندس الذي يضع أفكاره وحلوله من أجل المضي قدماً في ركب الثورة البشرية. فالمهندس هو من يصمم وينشئ الملاذ الآمن لرجل عائد إلى بيته بعد يوم طويل مرهق ومتعب وهو ذاته من يجمع الناس تحت سقف واحد في حدث موسيقي هنا وآخر رياضي هناك، بكل اختصار المهندس هو من يظهر أو على الأقل من يحاول أن يظهر الجمال المدفون وراء وجه الطبيعة.

محور الدراسة في هذا المشروع هو القيام بإجراء التصميم الإنشائي لمستشفى يتكون من ثلاثة طوابق بالإضافة لطابق التسوية.

(2-1) مشكلة المشروع

تتمثل مشكلة هذا المشروع في التحليل والتصميم الإنشائي لجميع العناصر الإنشائية المكونة لهذا المشفى تم اعتمادها لتكون ميداناً لهذا البحث المقترح بناؤه في مدينة دورا، وفي هذا المجال سيتم تحليل كل عنصر من العناصر الإنشائية مثل البلاطات والأعمدة والجسور والأدراج والأساسات والحوائط الحاملة والساندة الخ. بتحديد الأحمال الواقعة عليها، ومن ثم تحديد أبعادها وتصميم التسليح اللازم لها، مع الأخذ بعين الاعتبار عامل الأمان للمنشأ. تم عمل المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية التي تم تصميمه لإخراج هذا المشروع من حيز الاقتراح إلى حيز التنفيذ.

(3-1) أهداف المشروع

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

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

(4-1) اسباب اختيار المشروع

تعود اسباب اختيار المشروع الى عدة أمور من أهمها اكتساب المهارة في التصميم للعناصر الإنشائية في المباني وفي نفس الوقت لا يكون المشروع معقدا لدرجة تتخطى معرفتنا، حيث نهدف في الأساس الى زيادة المعرفة للنظم الإنشائية المتبعة في بلادنا وكذلك الاطلاع على الانظمة الغريبة وقليلة الاستخدام لاكتساب المعرفة العلمية المتبعة في تصميم وتنفيذ المشاريع الإنشائية التي تواجهنا او قد تواجهنا بعد التخرج في سوق العمل ان شاء الله.

(5-1) المسلمات

هذا وسوف يتم:

- 1) اعتماد الكود الأمريكي في التصميم الإنشائية المختلفة (ACI-318M-11).
- 2) استخدام برامج التحليل والتصميم الإنشائي مثل (BEAMD)، (Safe)(Etabs2016) وغيرها.
- 3) استخدام برامج الحاسوب الأخرى مثل: Microsoft Word، Microsoft PowerPoint .

(6-1) فصول المشروع

يحتوي هذا المشروع على خمسة فصول بالإضافة إلى الملحقات وهي:

الفصل الأول: يشمل المقدمة العامة ومشكلة البحث وأهدافه.

الفصل الثاني: يشمل الوصف المعماري للمشروع.

الفصل الثالث: يشمل وصف العناصر الإنشائية للمبنى.

الفصل الرابع: التحليل والتصميم الإنشائي للعناصر الإنشائية.

الفصل الخامس: النتائج والتوصيات.

(7-1) إجراءات المشروع

- 1) دراسة المخططات المعمارية المقترحة للمشروع كاملةً والتأكد من صحتها من النواحي المعمارية وتوافقها مع أهداف المشروع وخدماته.
- 2) دراسة المبنى من الناحية الإنشائية واختيار النظام الإنشائي الأنسب لتوزيع العناصر الأساسية لهذا النظام كالأعمدة والجسور والأعصاب بشكل لا يتعارض مع التصميم المعماري الموضوع ويحقق الجانب الاقتصادي وعامل الأمان.
- 3) تحديد الأحمال الواقعة على مختلف العناصر الإنشائية وتحليل هذه العناصر إنشائياً لتحديد القوى الداخلية المتولدة في العناصر.
- 4) تصميم العناصر الإنشائية بناءً على نتائج التحليل.
- 5) التصميم باستخدام برامج التصميم المختلفة.
- 6) إنجاز المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية التي تم تصميمها ليخرج المشروع بشكله النهائي المتكامل والقابل للتنفيذ.

(8-1) المخطط الزمني لمراحل عمل المشروع

يبين الجدول الملحق رقم (1-1) المخطط الزمني لمراحل العمل بالمشروع وفق الخطوات المقترحة خلال الفصل الدراسي الثاني والفصل الاول من العام الأكاديمي 2021/2020:

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

المرحلة الزمن المقترح (اسبوعياً)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
اختيار المشروع	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
دراسة الموقع																									
جمع المعلومات حول المشروع																									
دراسة المبنى معمالياً																									
دراسة المبنى انشائياً																									
اعداد مقدمة المشروع																									
عرض مقدمة المشروع																									
التحليل الإنشائي																									
التصميم الإنشائي																									
اعداد مخططات المشروع																									
كتابة المشروع																									
عرض المشروع																									

الفصل 2: الوصف المعماري للمشروع

- 1.2 مقدمة.
- 2.2 لمحة عن المشروع.
- 3.2 موقع المشروع.
- 4.2 أهمية الموقع.
- 5.2 حركة الشمس والرياح.
- 6.2 عناصر الحركة في المبنى.
- 7.2 دراسة عناصر المشروع.
- 8.2 وصف المساقط الأفقية.
- 9.2 وصف الواجهات.
- 10.2 وصف المقاطع.
- 11.2 وصف الحركة.

(1-2) مقدمة

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

وبهذا أصبحت العمارة فن وموهبة وأفكار، تستمد وقودها مما وهبه الله للمعماري من مواهب الجمال. وإذا كان لكل فن أو علم ضوابط وحدود يقف عندها فإن العمارة لا تخضع لأي حد أو قيد فهي تتأرجح ما بين الخيال والواقع، والنتيجة قد تكون أبنية متناهية البساطة تثير فينا بعض الفضول رغم أنها قد تخبئ لنا العديد من المفاجآت عندما ندخلها ونتفاعل مع تفاصيلها.

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

وقد يبدو المبنى بسيطاً من الخارج، وكأنه مفكك إلى عدة قطع ضخمة دون الشعور بالاتصال بين هذه القطع، مع أنها في حقيقة الأمر متصلة ومترابطة عبر عدة فراغات وجسور، وقد يعتمد المبنى في تركيبته الهندسية اعتماداً كلياً على شكل هندسي منتظم كوحدة متكررة في كل أجزاء المبنى، وإن كانت أحياناً تحرف وتقطع لتخرج بتركيبة بصرية لا توحى بارتباطها بالشكل المنتظم.

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

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

(2-2) لمحة عن المشروع

من خلال التجوال في شارعنا الفلسطيني، وكشف الغطاء عن هوموه، نجد حاجة مجتمعنا الملحة إلى وجود مستشفيات في منطقتنا، نظراً للعجز الطبي القائم في بلادنا، ويكون الحل بوجود مستشفيات نموذجية، تراعي المتطلبات الحديثة لأنظمة الصحة والسلامة العامة.

تتلخص فكرة المشروع في إنشاء مستشفى في منطقة عين ننقر، الذي يتمتع بجميع المرافق والأقسام اللازمة، كما أنه يتمتع بشكل معماري جميل جداً، أضف إلى ذلك كله أنه يحافظ على أداء الوظيفة المرجوة منه بالموازاة مع كل ما يحتويه من اللامسات المعمارية لإبرازها في كثير من المنشآت، وهو أيضاً يقع في مكان يعطيه إطلالة رائعة على المدينة.

وبعد أن حصلنا على المخططات المعمارية للمشروع، شرعنا في أعمال التصميم الإنشائي بعد دراسة تحليلية ومفصلة لتلك المخططات المعمارية، حيث يتكون المشروع من 4 طوابق، وتتنوع فيها الخدمات الوظيفية بشكل مناسب مع الحاجة المبتغاة من التصميم.

(3-2) موقع المشروع

عند البدء بتصميم أي مشروع فإنه يجب أخذ جملة من الأمور بعين الاعتبار حتى نحصل في النهاية على مشروع جيد يلبي كل الاحتياجات التي أنشئ من أجلها، وأيضاً لا يعاني من أي مشكلات أخرى، وبالتالي نحصل على تناسق بين التصميم المقترح للموقع والعناصر المكونة لذلك الموقع المؤثرة فيه، لذلك فإنه يجب إعطاء فكرة جيدة عن عناصر الموقع من طبيعة الأرض المقترحة للبناء وارتباطها بالشوارع الرئيسية لتلك المنطقة، وأيضاً فإنه يجب الأخذ بعين الاعتبار وضع المبنى بالنسبة لحركة الشمس من الشروق إلى الغروب وطبيعة الرياح واتجاهها، أضف إلى ذلك طبيعة المباني المحيطة بالمنشأ نفسه ومدى ارتفاعها.

يقع هذا المشروع المقترح على قطعة أرض تابعة لمنطقة عين ننقر الواقعة على مشارف مدينة دورا الموضحة بالشكل (1-2)، والتي تقدر مساحتها 12283 متر مربع، ويجب القول إن البنية التحتية من طرق وكهرباء واتصالات تصل إلى ذلك الموقع وتلبي ما يحتاج إليه مع حاجة إلى بعض التطوير.



الشكل (1-2): قطعة الأرض الواقعة في عين ننقر.

(4-2) أهمية الموقع

تتمتع هذه المنطقة بموقع متميز على المستوى الجغرافي والحيوي ووجود هذه المنشآت فيها يزيد من حيوية المنطقة. والمميزات التي توافرت في موقع هذا المشروع تم مراعاتها وهي على النحو الآتي:

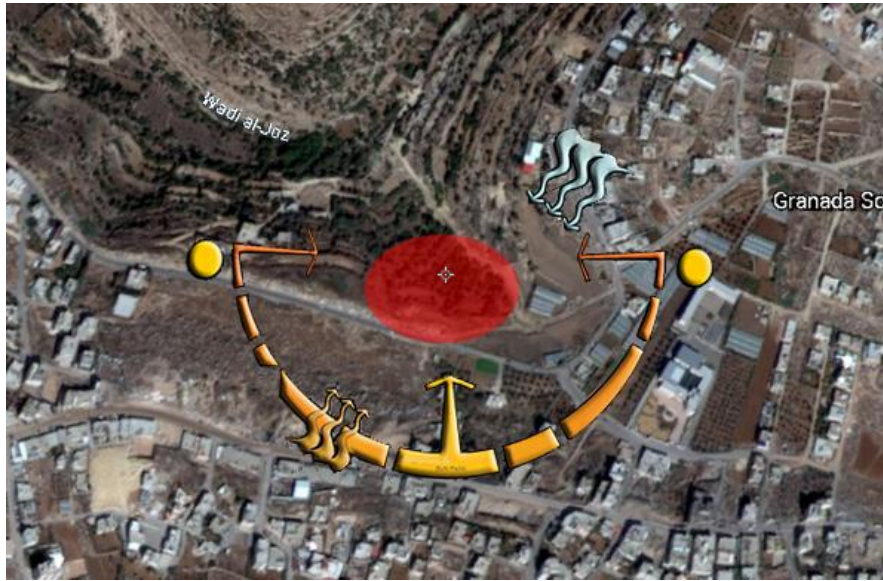
- (1) حاجة المنطقة إلى مثل هذا المشروع.
- (2) توفر قطعة أرض بمساحة تستوعب حجم المشروع.
- (3) حيوية المنطقة.
- (4) سهولة الوصول إلى الموقع.
- (5) احتفاظ الموقع بمميزات طبيعية تؤهله لاحتواء المشروع.

(5-2) حركة الشمس والرياح

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

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

الشكل (2-2) يوضح تأثير هذه العوامل حيث تبدو حركة الشمس ظاهره حيث تغطي معظم أجزاء المبنى منذ شروقها وحتى غروبها.



الشكل (2-2): حركة الشمس والرياح بالنسبة لقطعة الأرض.

(6-2) عناصر الحركة في المبنى

تأخذ الحركة أشكالاً عدة سواء من داخل المستشفى إلى خارجه أو بالعكس، حيث تقع طوابق المستشفى على مستويات مختلفة فوق مستوى سطح الأرض، وتتنوع أشكال الحركة إلى أفقية في المستوى الواحد من خلال الممرات والمساحات الفارغة، حيث تتناسب الحركة مع وظيفة الفراغ، وأيضاً الحركة الرأسية من خلال الأدراج والمصاعد الكهربائية بين مستويات الطوابق المختلفة.

(1) الأدراج

لقد تم تزويد هذا المبنى بثلاثة ادراج رئيسية اثنان منهما يصلان حتى موقف السيارات والثالث يبدأ من الطابق الأرضي، حيث تم رصد الموقع المناسب لهم على مساحة هذا المبنى لكي يخدم كل المبنى، وتتميز هذه الادراج بموقعها المناسب للمساحات التي سيخدمها، إضافة إلى وقوعه بالقرب من أماكن الحركة الرئيسية للتنقل بين الأقسام المختلفة، أضف إلى ذلك أنهم واضحين للجميع ولا يحتاج إلى الإرشاد حتى يستدل عليهم.

(2) الممرات

يتمتع المشروع بمساحات جيدة لأغراض الممرات بين الأقسام والغرف المختلفة، كما أن شكل المبنى يعطي فرصة جيدة لتوفر مثل هذه الممرات التي توفر الحركة الأفقية في المبنى وصولاً إلى الأدراج والمصاعد.

(3) المصاعد

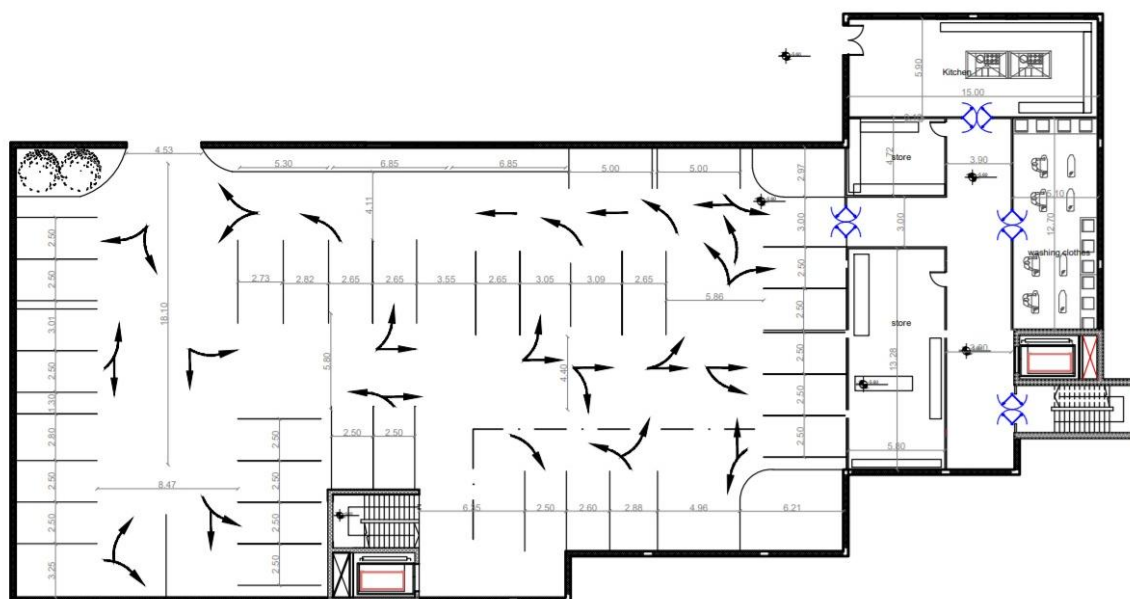
لقد تم تزويد هذا المبنى بثلاث مصاعد مرافقين للأدراج مما وفر لها الموقع المناسب بالقرب من أماكن الحركة الرئيسية للتنقل بين الأقسام المختلفة، أضف إلى ذلك أنها مرئية للجميع ولا تحتاج إلى الإرشاد حتى تستدل عليها.

(7-2) دراسة عناصر المشروع**(1-7-2) المسافات الأفقية**

يتكون المشروع من 4 طوابق من ضمنها طابق التسوية، وتبلغ المساحة الإجمالية له (5145) متر مربع بحيث يحتوي كل طابق على العديد من الأقسام والفعاليات الخاصة به.

(1) طابق التسوية (موقف السيارات) بمساحة 1770 متر مربع

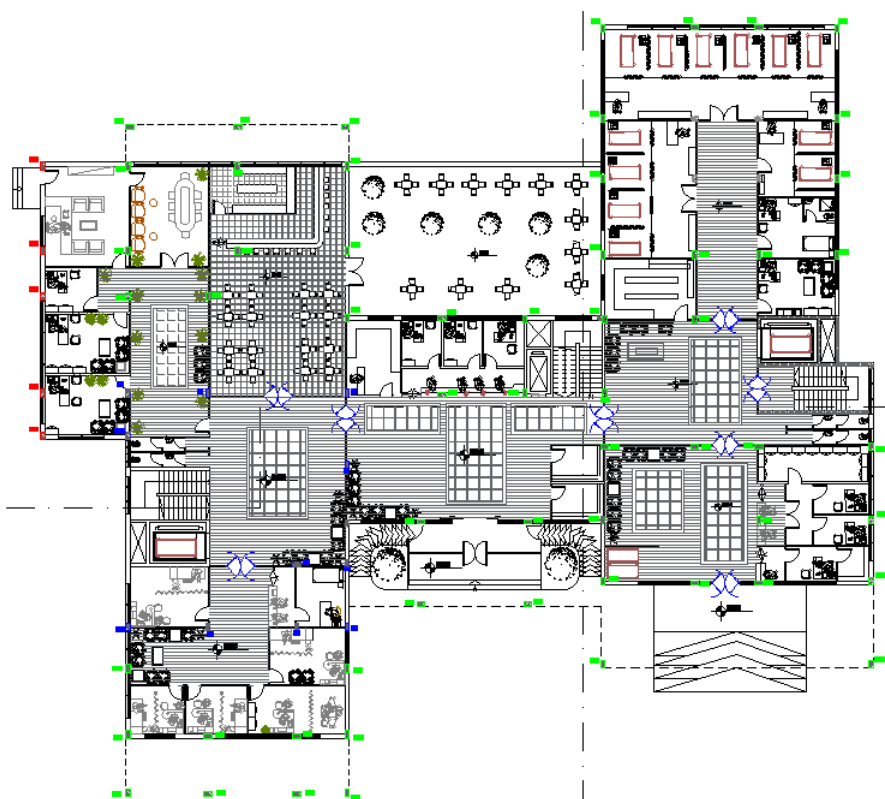
ويشمل مخازن وموقف السيارات يمكن الوصول له عن طريق منحدر للسيارات. كما تظهر الشكل رقم (2-3) توزيع الادراج والمصاعد في التسوية.



الشكل (3-2): المسقط الافقي للتسوية.

(2) الطابق الأرضي (Ground floor) بمساحة 1475 متر مربع

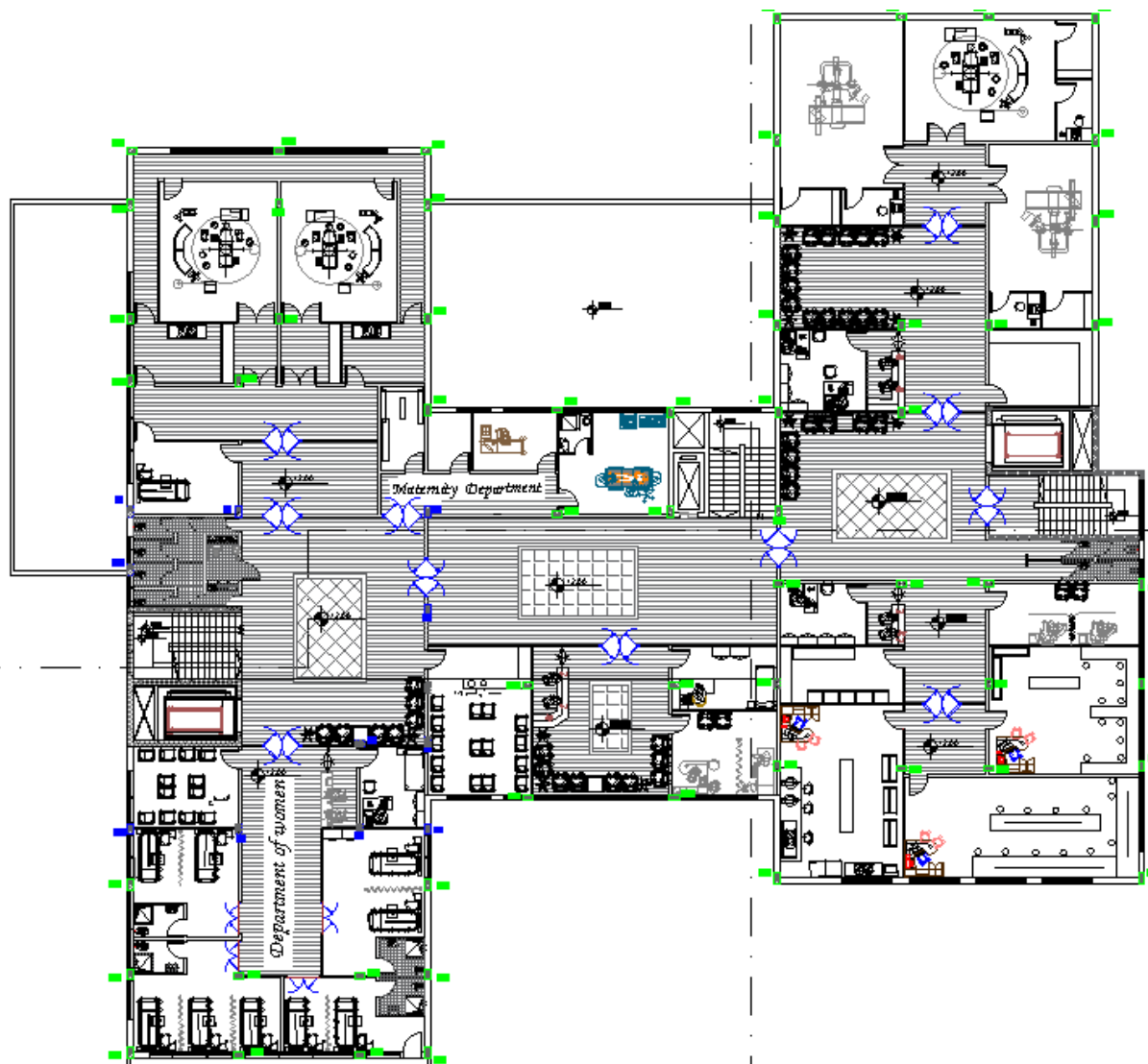
ويشمل مكاتب لخدمة الاستقبال (Reception) وقاعات انتظار وقسم الطوارئ والقسم الإداري للمستشفى وعيادات الأطباء وكافتيريا كما يظهر بالشكل رقم (4-2).



الشكل (4-2): المسقط الافقي لطابق الأرضي.

3) الطابق الأول بمساحة 1670 متر مربع

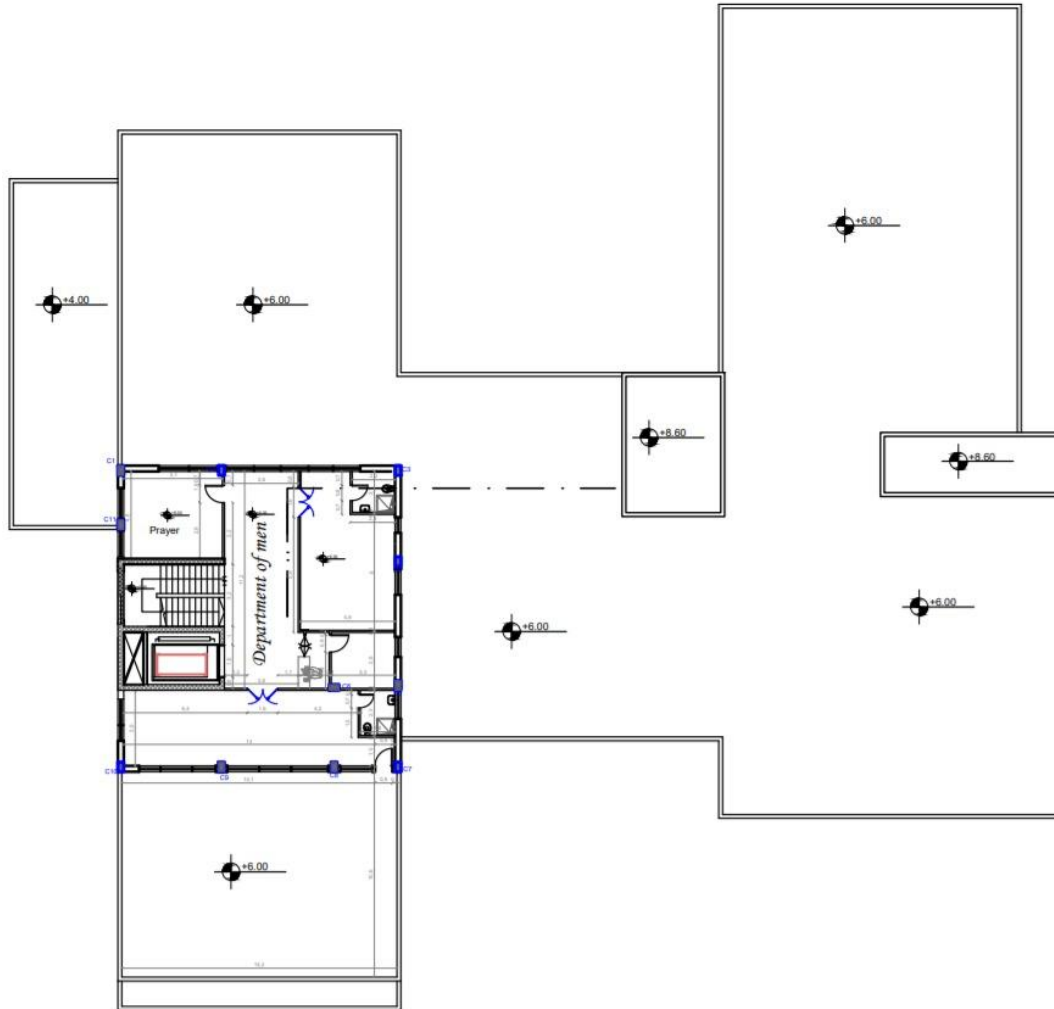
يتكون هذا الطابق من قسم النساء وقسم الجراحة والأشعة ومختبرات الفحص الطبي وبعض العيادات ومطوعة
مراحيض تخدم هذه الأقسام كما يوضح الشكل رقم (5-2).



الشكل (5-2): المسقط الأفقي لطابق الأول

(4) الطابق الرابع-الرووف بمساحة 230 متر مربع

يحتوي على مصلى وغرف تستخدم من قبل موظفي المستشفى كما يوضح الشكل (2-6).



الشكل (2-6): المسقط الافقي للرووف.

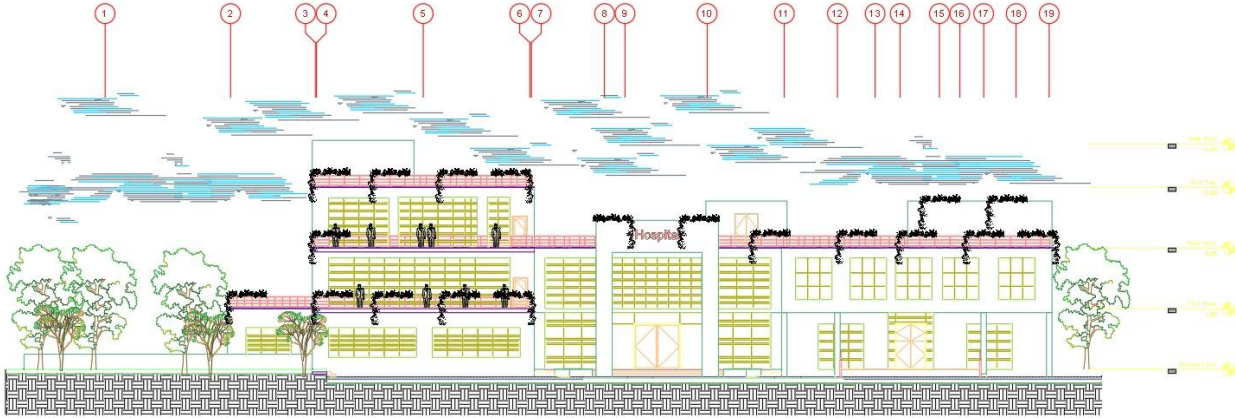
(2-7-2) وصف الواجهات

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

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

(1) الواجهة الجنوبية

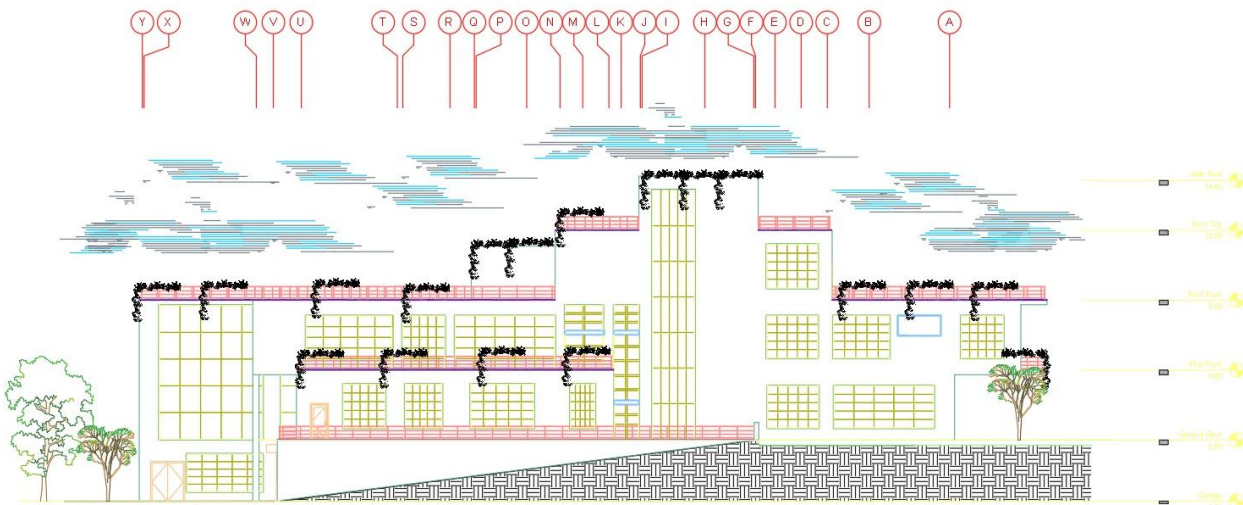
تعتبر هذه الواجهة الرئيسية للمشروع وهي تمتلك هذا الوصف لأنها تمتلك الإطلالة الكاملة للمبنى ومدخله الرئيسي بالإضافة إلى مدخل الطوارئ، وكافة التفاصيل المعمارية وتعدد أنظمة الفتحات المستخدمة ومستويات البناء المختلفة للطوابق، وتضم هذه الواجهة تصورا جيدا عن حجم المشروع للناظر كما أنها تبرز المدخل الرئيسي الذي يدفع المقبل على المبنى إلى التوجه إليه دون الحاجة إلى إشارة أو دليل، وتتضح عناصر الحركة الرأسية للمبنى في هذه الواجهة، كما هو موضح في شكل (7-2).



الشكل (7-2): الواجهة الجنوبية.

(2) الواجهة الغربية

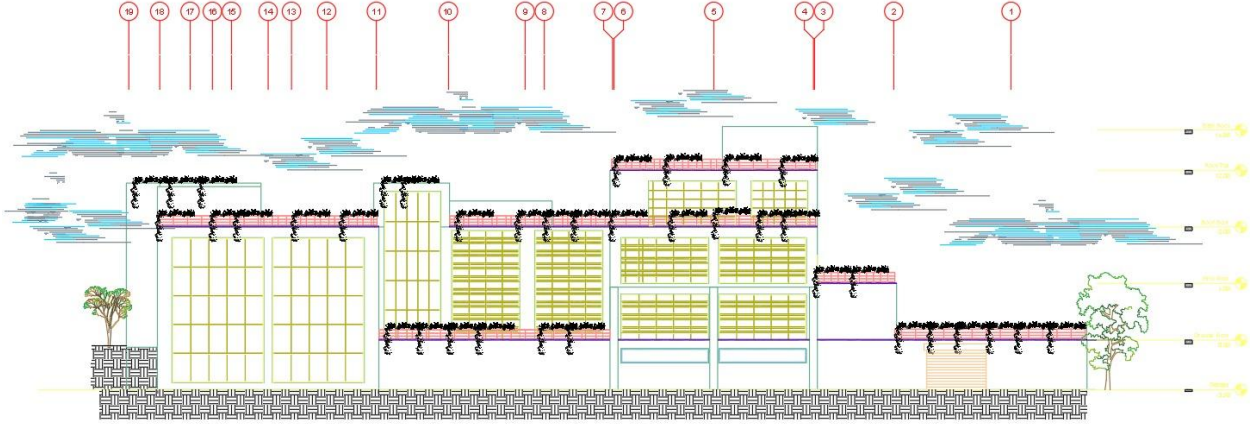
ويظهر فيها كافة التفاصيل المعمارية من شبابيك وحجر البناء وتعدد أنظمة الفتحات المستخدمة ومستويات البناء المختلفة للطوابق. كما هو موضح في شكل (8-2).



الشكل (8-2): الواجهة الغربية.

3) الواجهة الشمالية

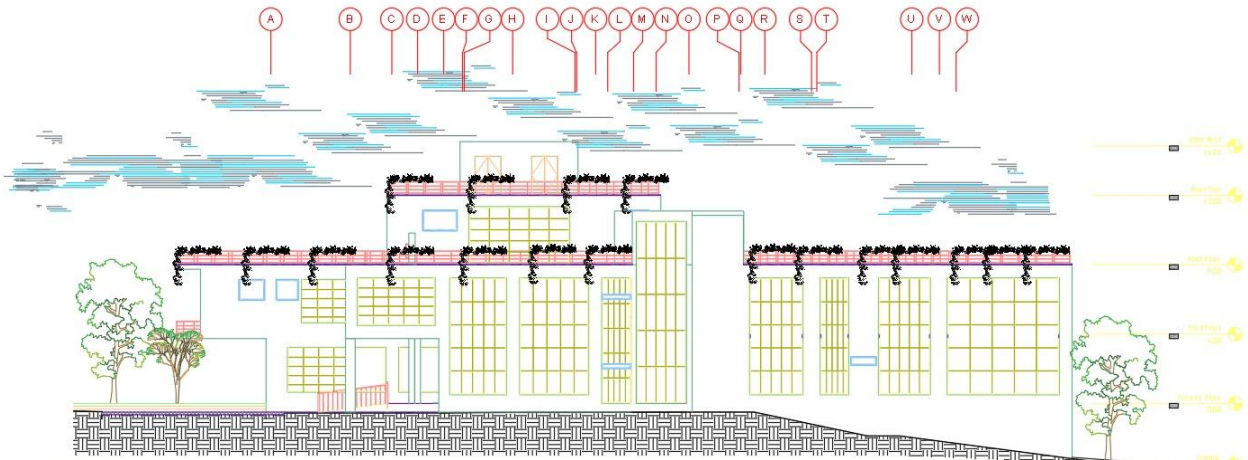
تتشابه هذه الواجهة مع الواجهات السابقة من حيث إخراجها المعماري، والذي يعطي المبنى المنظر الجمالي فضلاً عن تعدد أنظمة الفتحات المستخدمة، حيث ويظهر فيها كافة التفاصيل المعمارية من شبابيك وحجر البناء ومستويات البناء المختلفة للطوابق كما وتبين وجود اختلاف في المناسيب للمبنى حيث يظهر موقف السيارات في هذه الواجهة على عكس باقي الواجهات التي يكون مردوماً فيها كما هو موضح في الشكل (9-2).



الشكل (9-2): الواجهة الشمالية.

4) الواجهة الشرقية

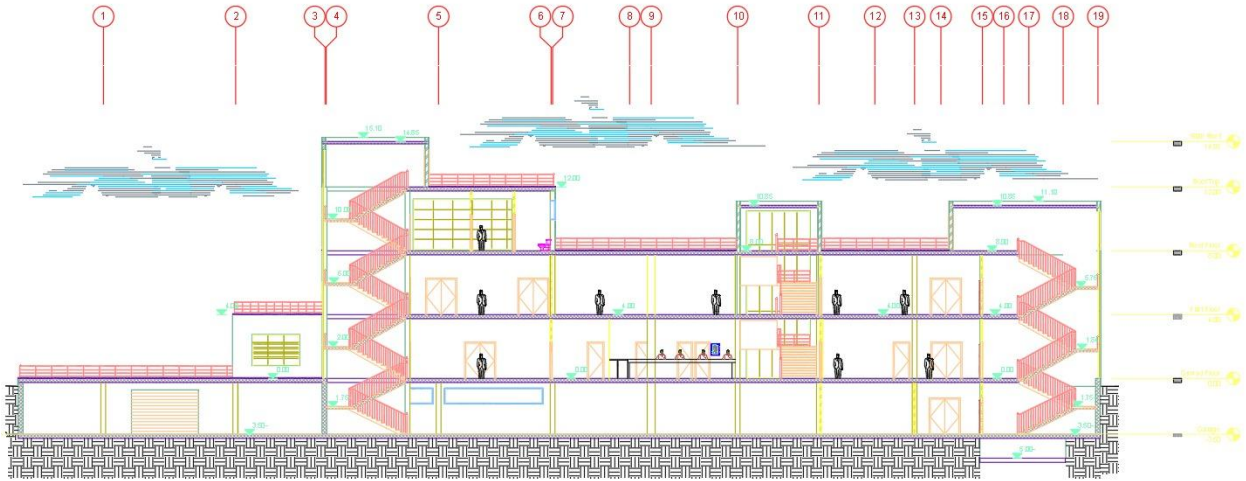
تتشابه هذه الواجهة مع الواجهة الشمالية من حيث الإخراج المعماري، والذي يعطي المبنى المنظر الجمالي الرائع فضلاً عن تعدد أنظمة الفتحات المستخدمة، كما تظهر عناصر الحركة الرأسية للمبنى في هذه الواجهة، وتم توزيع الفتحات الزجاجية بحيث يتم الاستفادة من الإضاءة الطبيعية بأكثر قدر كما هو موضح في الشكل (10-2).



الشكل (10-2): الواجهة الجنوبية.

(8-2) وصف المقاطع

يبين الشكل (11-2) والشكل (12-2) المقطع الطولي والعرضي للمبنى الذي يوضح التقطيع الداخلي والحركة الأفقية والراسية داخل المبنى.



الشكل (11-2): المقطع الطولي.



الشكل (12-2): المقطع العرضي.

(9-2) وصف الحركة

تأخذ الحركة أشكالاً عدة، سواء من الخارج أو من الداخل، فالحركة من الخارج إلى الداخل تتم بشكل سلس ويمكننا الوصول للمبنى من عدة أماكن مثل: الدرج، وهذا بدوره يتيح حرية الدخول والخروج من وإلى المبنى، أما بالنسبة للحركة داخل المبنى فتقسم إلى حركة أفقية داخل الطابق الواحد، وحركة راسية ما بين الطوابق المختلفة. فالحركة في الطابق الأرضي تأخذ شكل خطي في الممرات، بالإضافة إلى الحركة الراسية بين الطوابق فإنها تتم من خلال الأدراج والمصاعد الكهربائية المتوفرة في أماكن متعددة في المبنى، وهذا بدوره يسهل الحركة الأفقية داخل الطوابق والحركة الرأسية بينهم.

الفصل 3: الوصف الإنشائي للمشروع

- 1.3 مقدمة.
- 2.3 هدف التصميم الإنشائي.
- 3.3 الدراسات النظرية والتحليل وطريقة العمل.
- 4.3 الاختبارات العملية.
- 5.3 الأحمال.
- 6.3 العناصر الإنشائية.
- 7.3 البرامج الحاسوبية المستخدمة.

(1-3) مقدمة

لأي مشروع يجب أن يكون هناك وصف متكامل له حتى تكون الصورة واضحة تماماً للمشروع المراد إنشاؤه، فبعد الانتهاء من الفصل الثاني يصل بنا المطاف إلى مرحلة تعد من أهم المراحل التي تمر خلال تنفيذ أي مشروع والمقصود مرحلة التصميم الإنشائي.

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

(2-3) هدف التصميم الإنشائي

إن الهدف العام من التصميم الإنشائي لأي مشروع هو الحصول على مبنى آمن من جميع النواحي الهندسية والإنشائية، ومقاوم لجميع المؤثرات الخارجية من زلازل ورياح وثلوج وهبوط التربة، أي أن يتحمل جميع الأحمال الواقعة عليه سواء الأحمال المباشرة أو غير المباشرة، وفي نفس الوقت الحفاظ على صلاحية الاستخدام البشري له مع مراعاة التكلفة الاقتصادية.

ولهذا فإن التصميم الإنشائي الذي يراد القيام به في مشروعنا هو تصميم المقاطع الإنشائية للعناصر الحاملة بتطبيق الكود الأمريكي (ACI 318M-11)، ولتحديد أحمال الزلازل والرياح فسيتم استخدام (UBC 1997)، واستخدام الكود الأردني للأحمال لتحديد الأحمال الميتة والحية.

وباستخدام مجموعة من البرامج الحاسوبية لإتمام المشروع بشكل متكامل ومترايط والحصول في النهاية على مبنى مقاوم لمختلف القوى الواقعة عليه وتقديم مخططات تنفيذية متكاملة للمشروع.

وبالتالي يتم تحديد العناصر الإنشائية بناء على:

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

(3-3) الدراسات النظرية والتحليل وطريقة العمل

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

(4-3) الاختبارات العملية

من أهم الاختبارات العملية اللازمة قبل القيام بتصميم أي مشروع إنشائي هو إجراء فحوصات للتربة لمعرفة قوة تحملها ومواصفاتها ونوعها، ومعرفة منسوب المياه الجوفية وعمق الطبقة التأسيسية المناسبة لوضع الأساسات، ويتم ذلك بعمل ثقب استكشاف في التربة بأعداد وأعماق مدروسة، وأخذ العينات المستخرجة من أرض الموقع لعمل فحوصات التربة اللازمة عليها. ومن أهم النتائج التي نحتاجها من هذه الاختبارات:

مقدار قوة تحمل التربة للأعمال الواقعة عليها من المبنى ومقدار الضغط الجانبي المؤثر على الجدران الجانبية الاستنادية والذي يعتمد على نوع التربة، ولقد تم اعتماد قوة تحمل التربة $q_{allowable} = 350 \text{ kN/m}^2$

(5-3) الأحمال

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

(1) الأحمال الميتة (Dead Loads)

وهي الأحمال المستقرة والثابتة مع ثبات المنشأ الناتجة عن الجاذبية وتنقسم إلى قسمين: الأحمال التي تأتي من العناصر الإنشائية الخاصة بتشطيب المبنى، والأحمال القادمة من أوزان العناصر الإنشائية بذاتها كالبلاطات والجسور والأعمدة والأساسات وغيرها، ويتم معرفة هذه الأحمال من خلال أبعاد وكثافات المواد المستخدمة في العناصر الإنشائية.

ويدخل ضمن تعريف الأوزان الذاتية للمنشأ الخرسانة المستخدمة وحديد التسليح والجدران الخارجية، وأعمال الأرضيات، ومواد العزل، والحجارة المستخدمة في تغطية المبنى من الخارج، والقضبان والتمديدات الكهربائية والصحية والأتربة المحمولة. والجدول رقم (3-1) يوضح الكثافات النوعية لكل المواد المستخدمة حسب كود الأحمال والقوى الأردني.

جدول (3-1): الكثافات النوعية للمواد المستخدمة في المشروع.

المادة (Material)	الكثافة النوعية (KN/m ³) Weight
الحوائط الخارجية	
الخرسانة العادية (Plain Concrete)	23
الطوب الأسمنتي المفرغ (Hollow Block 7cm)	15
حجر البناء الحجر الجيري (stone)	27
العقدات (البلاطات)	
البلاط (Tile)	22
المونة الأسمنتية (Mortar)	22
الرمال (Sand)	17
القضارة (Plaster) لجميع العناصر الإنشائية	22
الطوب الأسمنتي المفرغ (Hollow Block 24cm)	12.5
الخرسانة المسلحة (Reinforced Concrete)	25

(2) الأحمال الحية (Live Loads)

هي الأحمال التي تتعرض لها الأبنية والإنشاءات بحكم استعمالاتها المختلفة، وتحدد الأحمال الحية على أي جزء من المنشأ تبعاً لوظيفة الاستثمار لهذا الجزء، وعادة تحدد كودات البناء المعمول بها في كل بلد الأحمال الحية الدنيا الواجب اعتمادها في التصميم بما في ذلك الأحمال الموزعة والمركزة، وأحمال القصور الذاتي، وسيتم اعتماد الكود الأردني للحصول عليها خلال هذا البحث، ويمكن تصنيفها كالتالي:

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

(3) الأحمال البيئية

وهي الأحمال الناتجة عن العوامل البيئية، وتشمل أحمال الثلوج وأحمال الهزات الأرضية وأحمال الرياح، وهذه الأحمال تعتبر أحمالاً متغيرة من ناحية المقدار والموقع. وأحمال الرياح تكون متغيرة في الاتجاه، وتعتمد على وحدة المساحة التي تواجهها، بحيث تقوم دوائر الأرصاد الجوية بتحديد سرعة الرياح القصوى. والعناصر التي يُعتمد عليها في تحديد هذه الأحمال هي السرعة، والارتفاع للمبنى، وموقعه بالنسبة للأبنية المحيطة به، وأهمية هذا المبنى بالإضافة إلى عوامل أخرى لها علاقة بالموضوع.

وفيما يلي بيان كل حمل على حدا:

a. أحمال الثلوج

يتم تقييم أحمال الثلوج من خلال معرفة الوزن النوعي للثلج والارتفاع عن سطح البحر وميلان السطح المعرض لتساقط الثلوج. ويتعين أخذ حالات تحميل الثلج المتعددة في الاعتبار عند التصميم للتأكد من أنماط حمل الثلج المختلفة التي يمكن أن تحدث، وكل حالة تحميل يمكن أن تتطلب استخدام واحد أو أكثر من قيم معاملات الشكل المختلفة لحمل الثلج. واعتماداً على أنماط حمل الثلج المأخوذة في الاعتبار يجب معاملة حمل الثلج على سقف المبنى إما على أساس أنه حمل منتظم التوزيع أو حمل متغير التوزيع فوق كامل سقف المبنى أو فوق جزء منه.

يعتمد نمط تراكم الثلج على سرعة الرياح واتجاهها ونوع الثلج والشكل الخارجي للسقف وعلى أماكن السقوف وارتفاعاتها وعلى العوائق المحيطة، ويمكن أن تتسبب الرياح في إعادة توزيع الثلج مما يؤثر في توزيع الحمل على كامل سقف المبنى. لتحديد قيم معاملات الشكل يلزم معرفة شكل سقف المبنى وزاوية ميلانه سواء كان منبسطة أو مائلا أو غيرها من التصنيفات الواردة في الكود الاردني.

حيث يتم حساب حمل الثلج على سقف المبنى (S_d) باستخدام الجدول (3-2) المأخوذ من كود القوى والحمال الاردني لحساب حمل الثلج الموقعي للأرض (S_o) من خلال تعويض ارتفاع المنطقة (h) في المعادلة، ومن ثم يتم ضرب هذه القيمة في معامل الشكل (μ_i) الذي يعتمد بالأساس على زاوية ميلان السطح (α) باستخدام الجدول رقم (3-3) المأخوذ ايضا من الكود.

جدول (3-2): يبين قيمة أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر حسب الكود الأردني.

أحمال الثلوج (S_o) (Snow Loads) (KN/m^2)	ارتفاع المنشأ عن سطح البحر (h) بالمتر (m)
0	$h < 250$
$(h - 250) / 800$	$500 > h > 250$
$(h - 400) / 320$	$1500 > h > 500$

جدول (3-3): معامل شكل السطح لأحمال الثلوج.

$60^\circ \leq \alpha^\circ$	$30^\circ < \alpha^\circ < 60^\circ$	$0^\circ \leq \alpha^\circ \leq 30$	زاوية ميل السقف α°
$\mu_1 = 0$	$\mu_1 = 0.8 \left[\frac{60 - \alpha}{30} \right]$	$\mu_1 = 0.8$	معامل الشكل μ_1

وسيتم توضيح حساب حمل الثلج المؤثر على سطح المبنى خلال الفصل القادم مع العلم بأن اعلى ارتفاع لأرض الموقع 845 م.

b. أحمال الرياح

أحمال الرياح تؤثر بقوة أفقية على المبنى، ولتحديد أحمال الرياح تم الاعتماد على سرعة الرياح القصوى التي تتغير بتغير ارتفاع المنشأ عن سطح الأرض وموقعه من حيث إحاطته بمباني مرتفعة أو وجود المنشأ نفسه في موقع مرتفع أو منخفض والعديد من المتغيرات الأخرى. ولتحديد هذه الأحمال سوف يتم استخدام (UBC 1997) وذلك وفقاً لهذه المعادلة:

$$P = C_e * C_q * q_s * I_w \quad (3.1)$$

C_e = combined height, exposure and gust factor coefficient as given in Table 16-G.

C_q = pressure coefficient for the structure or portion of structure under consideration as given in Table 16-H.

q_s = wind stagnation pressure at the standard height of 33 feet (10000 mm) as set forth in Table 16-F.

I_w = importance factor as set forth in Table 16-K.

P = design wind pressure.

وقد تم اعتماد السرعة الأساسية للرياح في مدينة دورا 120 Km/h، وسيتم حساب أحمال الرياح بشكل تفصيلي في مشروع التخرج⁽¹⁾.

c. أحمال الزلازل

من أهم الأحمال البيئية التي تؤثر على المبنى وهي عبارة عن أحمال رأسية تؤثر على المنشأ مؤديتا إلى تولد مجموعة من العزوم المعروفة بعزم الانقلاب وعزم اللي، وأحمال أفقية تنتج قوى القص التي تقاوم بجدران القص الموجودة في المنشأ، وتم تحديد أحمال الزلازل وقوى القص اعتماداً ورجوعاً إلى الكود المستخدم (ASCE-7-10).

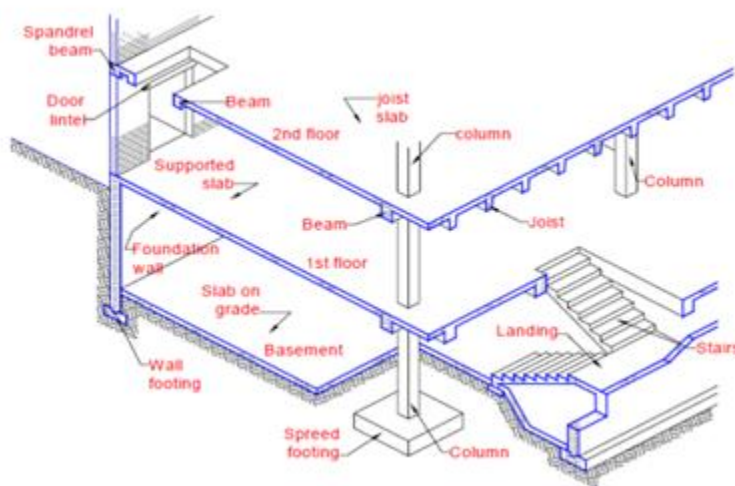
(1) الجداول المذكورة لأحمال الرياح موجودة في (UBC 1997).

(6-3) العناصر الإنشائية

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

- (1) الأساسات (Foundations).
- (2) الأعمدة (Columns).
- (3) الجسور (Beams).
- (4) العتقات (Slabs).
- (5) جدران القص (Shear walls).
- (6) الأدراج (Stairs).
- (7) الجدران الاستنادية (Retaining Walls).
- (8) الجدران الحاملة (Bearing Walls).
- (9) فواصل التمدد (Expansion Joints).

يوضح الشكل (3-1) بعض العناصر الإنشائية الموجودة في المبنى:



الشكل (3-1): العناصر الإنشائية المكونة للمبنى.

(1-6-3) العقدات أو البلاطات (Slabs)

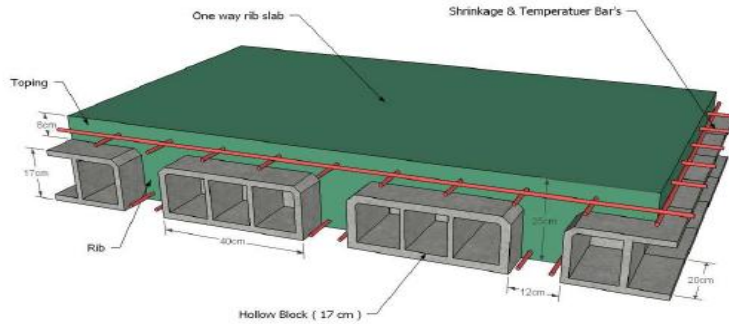
العقدات عبارة عن العناصر الإنشائية القادرة على نقل القوى الرئيسية بسبب الأحمال المؤثرة عليها إلى العناصر الإنشائية الحاملة في المبنى مثل الجسور والجدران والأعمدة، ونظراً لوجود العديد من الفعاليات في هذا المشروع، وتنوع المتطلبات المعمارية تم اختيار أنواع معينة من العقدات حسب ما هو ملائم لطبيعة الاستخدام،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

1. العقدات باستخدام الطوب المفرغ Ribbed Slabs

هذا النوع من العقدات يقسم إلى قسمين هما:

a. عقدات الطوب المفرغ في اتجاه واحد (One Way Ribbed Slabs)

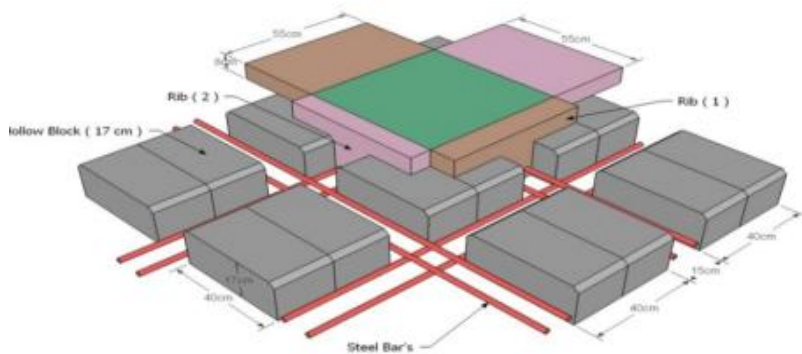
يعد هذا النوع الأكثر شيوعاً في البلاد وعادة ما تستخدم عندما تتخذ العقدة شكلاً مستطيلاً، وفي الغالب الأعم ما تكون الجسور مسحورة، وتتكون من صف من الطوب يليه العصب يعلوهما عقدة مصممة بسمك صغير نسبياً كما يوضح الشكل رقم (2-3)، ويكون التسليح باتجاه واحد، وتم استخدام هذه البلاطات في جميع طوابق هذا المشروع؛ وذلك لخفة وزنها وفعاليتها.



الشكل (2-3): مقطع لعقدات الطوب المفرغ في اتجاه واحد.

b. عقدات الطوب المفرغ في اتجاهين (Two Way Ribbed Slabs)

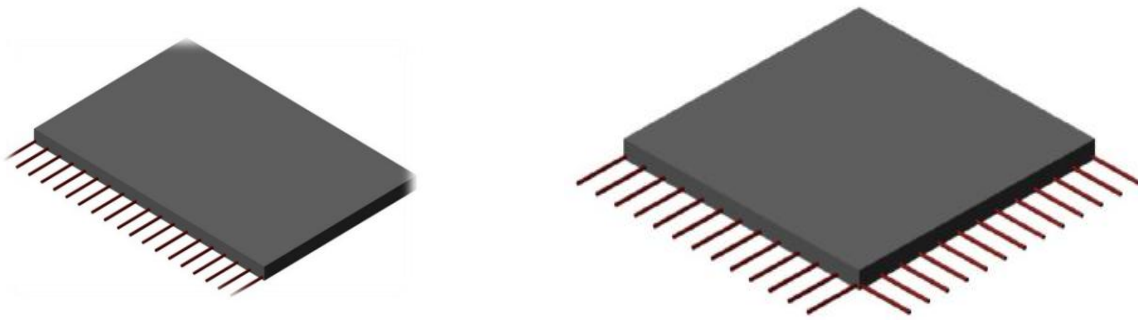
تستخدم في حالة المساحات الكبيرة نسبياً خاصة عندما تكون مسافات الجسور (spans) متقاربة، تتشابه مع سابقتها من حيث التكوين كما يظهر في الشكل (3-3)، إلا أن توزيع الأحمال يكون مع الأعصاب في كلا الاتجاهين، إلا أنها أكثر كلفة من عقدة الطوب المفرغ ذات الاتجاه الواحد.



الشكل (3-3): مقطع لعقدات الطوب المفرغ في اتجاهين

2. العقدات المصمتة (Solid Slabs)

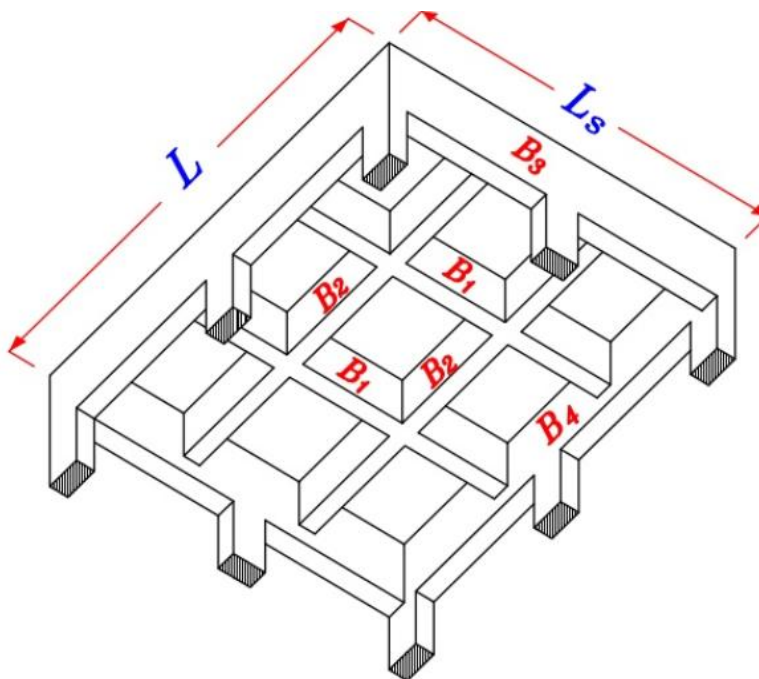
تستخدم في حال كانت العقدة كثيرا للأحمال الحية، وتقسّم أيضا إلى عقدات في اتجاه واحد (One Way) أي إن توزيع الأحمال يكون باتجاه واحد، وهو الاتجاه القصير، ويستخدم حين يكون الاتجاه الطويل ضعف الاتجاه القصير أو أكبر، وعقدات في اتجاهين (Two Way) وتستخدم في حالة المساحات الكبيرة نسبيا خاصة عندما تكون مسافات البحور (spans) متقاربة، ولا تستطيع ذات الاتجاه الواحد مقاومة الأحمال الواقعة عليها. يوضح الشكل (3-4) أنواع العقدات المصمتة.



الشكل (3-4): العقدات المصمتة.

3. البلاطات الكمرية (Paneled Beam)

عبارة عن جسور متقاطعة مع بعضها مكونة شبكة من الجسور لتعمل (Grid Action) مما يقلل من (Deflection) للعقدة والجسور وبالتالي يقل مقدار العزم (Bending Moment) عليهم، حيث لا تحتوي هذه العقدة على اعمدة داخلية كما يظهر الشكل (3-5)، ومعني ان الجسور تشكل شبكة هو انه لا يوجد حامل ومحمول في الجسور ويعمل كل جسر ك (Elastic Support) للجسور الأخرى.



الشكل (3-5): البلاطة الكمرية.

عند تقاطع الجسور فيما بينها تشكل بلاطات صغيرة (عقدات) قد تكون إما (Hollow Block) أو (Solid Slab)، ولا يشترط تساوي المسافات بين الجسور. يستخدم هذا النوع للعقدات ذات المساحات الكبيرة (80m² - 150m²)، وفي حال زادت المساحة عن ذلك يأخذ تأثير الأعمدة الطرفية وينفذ ما يسمى بـ (Paneled Frames) وعندها قد تصل المساحة إلى ما يقارب 500m².

ولكي يضمن ان لا تكون أي من الجسور حاملة للأخرى يتم التأكد من ان الجساءة (Stiffness) الخاصة بكل جسر متساوية تقريبا، وذلك بأن تكون مادة الجسر المستخدمة وأبعاد القطاع موحدة لجميع الجسور، كما ويجب ان تكون ابعاد العقدة متقاربة بحيث لا تزيد نسبة الاتجاه الطويل الى القصير عن ثلاثة ارباع.

توجد انواع مختلفة من البلاطات الكمرية مثل: (Continuous, Frame & Skew Paneled Beam) ولكن ما سيتم دراسته وتطبيقه هو ما يدعى (Simple Paneled Beam).

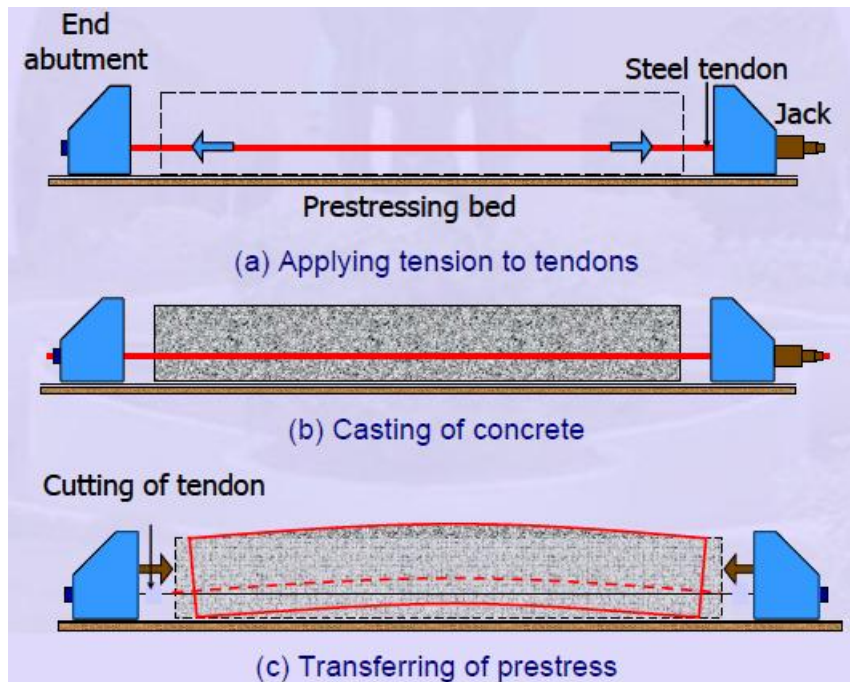
4. بلاطات الشد المسبق (Pre-stress Slab)

تستخدم هذه البلاطات حديد مسبق الاجهاد في عملية التسليح حيث تساعد في حل كثير من المشاكل الانشائية، منها البحور ذات المسافات الكبيرة التي تحتاج الى سمك كبير لمقاومة التشوه (Deflection) في حال استخدام العقدات الخرسانية، وكمية المواد اضافة الى الوقت المطلوب لتنفيذها وغيرها وما شابهها من المشاكل.

يكمن جوهر عمل هذه البلاطة في توليد الحديد المشدود لحمل ضغط معاكس على الخرسانة يؤدي الى الغاء جزء من الحمل الواقع عليها نتيجة الاوزان المؤثرة عليها. وتنقسم بلاطات الشد المسبق الى نوعين لهما نفس المبادئ التصميمية العامة مع الاختلاف في طريقة التنفيذ، وهما:

a. بلاطات سابقة الشد (Pre-Tensioned)

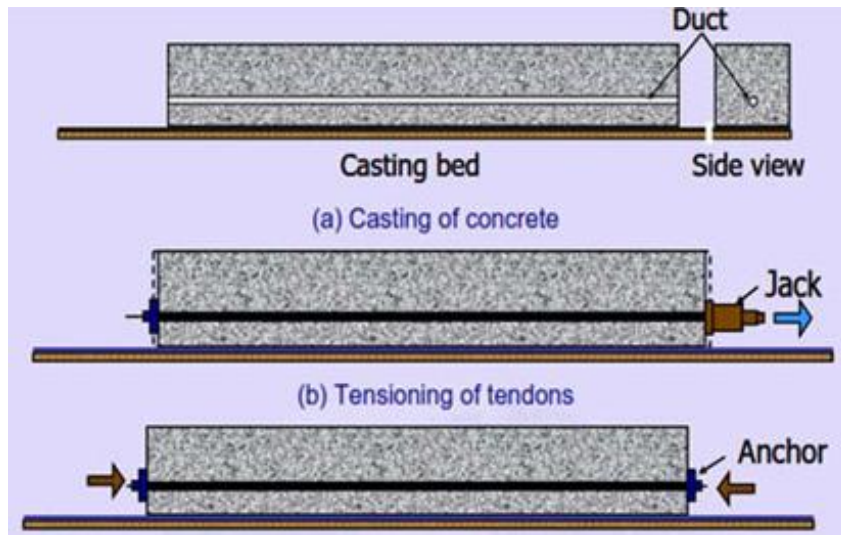
حيث يتم تعريض حديد التسليح للاجهاد-الشد-بواسطة ما يعرف (Jack) ومن ثم تصب عليه الخرسانة، وبعد ان تتصلب الخرسانة يقص الحديد كما يظهر الشكل (3-6)، ومن الجدير بالذكر ان هذا النوع لا يتم إلا في المصنع (لا ينفذ في الموقع).



الشكل (3-6): مراحل عمل البلاطة سابقة الشد.

b. بلاطات لاحقة الشد (Post-Tensioned)

حيث يتم -في الموقع- وضع الحديد الخاص بالعقدة وحديد التكتيف ان وجد ثم يوضع الحديد الخاص بالشد ويثبت على أطراف العقدة بواسطة (Anchors)، وعادة ما يكون مغلفا بـ (Ducts)، ثم يوضع الحديد الثانوي وتصب الخرسانة بعدها وينتظر حتى تتصلب، ثم يتم استخدام (Jack) لشد الحديد الظاهر من أطراف العقدة ثم يقطع وتملئ الفراغات بالمونة كما يظهر الشكل (7-3).



الشكل (7-3): مراحل عمل بلاطة لاحقة الشد.

كما وتوجد عدة تصنيفات لهذه لبلاطات تعتمد على عوامل مختلفة منها إذا ما كان هناك ارتباط بين الحديد والخرسانة، وعلى نوع وعدد الأوتار الحديدية المستخدمة (Tendons) وغيرها.

(2-6-3) الجسور (Beams)

وهي عناصر إنشائية أساسية تتلقى الأحمال من العقدات والأعصاب وتعمل على نقلها إلى الأعمدة، وتقسم إلى:

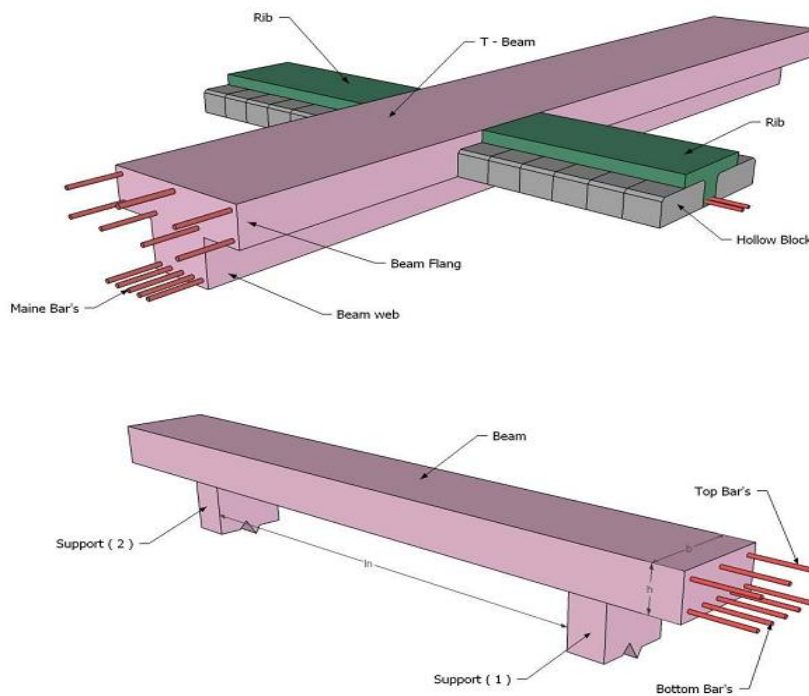
(1) الجسور المسحورة (Hidden Beams)

وهي الجسور المخفية داخل العقدة بحيث يكون ارتفاعها يساوي ارتفاع العقدة، وتستخدم مع عقدات الطوب المفرغ لان جساءة (Stiffness) العقدة يكون اقل من الجسر فلا يؤثر كونهما نفس السماكة على نقل الاحمال.

(2) الجسور الساقطة (Dropped Beams)

عبارة عن تلك الجسور التي يكون ارتفاعها أكبر من ارتفاع العقدة ويتم إبراز الجزء الزائد من الجسر في أحد الاتجاهين السفلي (Down Stand Beam) أو العلوي (Up stand Beam) بحيث تسمى هذه الجسور T or L- section، ويجب استخدام هذا النوع مع العقدات المصممة لتكون جساءة (Stiffness) الجسر أكبر من الخاص بالعقدة.

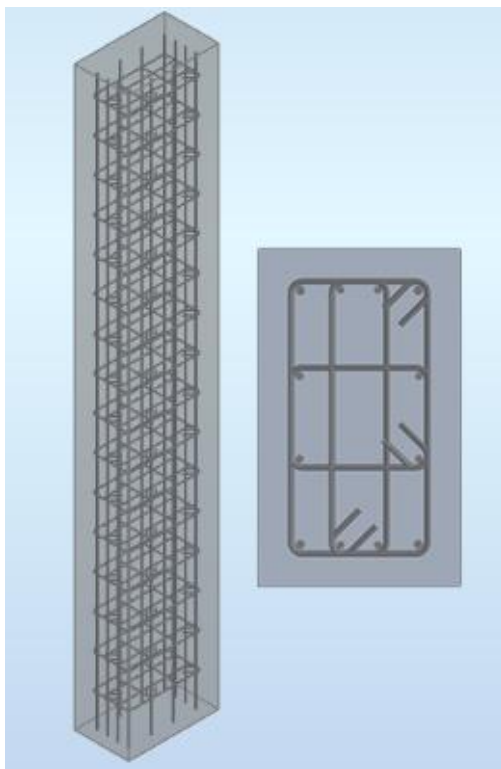
ونظراً لتوزيع القوى المؤثرة على السطح ومن ثم على الجسور والأعمدة وكذلك المسافات الكبيرة نوعاً ما لبحور الجسور، فقد تم استخدام الجسور الساقطة، ويظهر الشكل (8-3) اشكال الجسور.



الشكل (8-3): اشكال الجسور.

(3-6-3) الأعمدة (Columns)

تعتبر الأعمدة العنصر الرئيسي في نقل الأحمال من العقدات والجسور إلى الأساسات، لذلك يجب تصميمها بحيث تكون قادرة على نقل وتوزيع الأحمال الواقعة عليها، أما بالنسبة إلى أنواع الأعمدة فهي على نوعين، الأعمدة القصيرة (Short) والأعمدة الطويلة (Long). ولمقاطع الأعمدة أشكال عديدة، منها المستطيل والدائري والمضلع والمربع. وهناك تصنيف آخر للأعمدة من حيث طبيعة المادة المستخدمة فمنها الخرسانية والمعدنية والخشبية، وأما بالنسبة إلى الأعمدة المستخدمة في هذا المبنى فهي متساوية من حيث الطول، ومن حيث الشكل فهي مستطيلة الشكل، ويظهر الشكل (9-3) شكل قطاع العمود المستطيل.



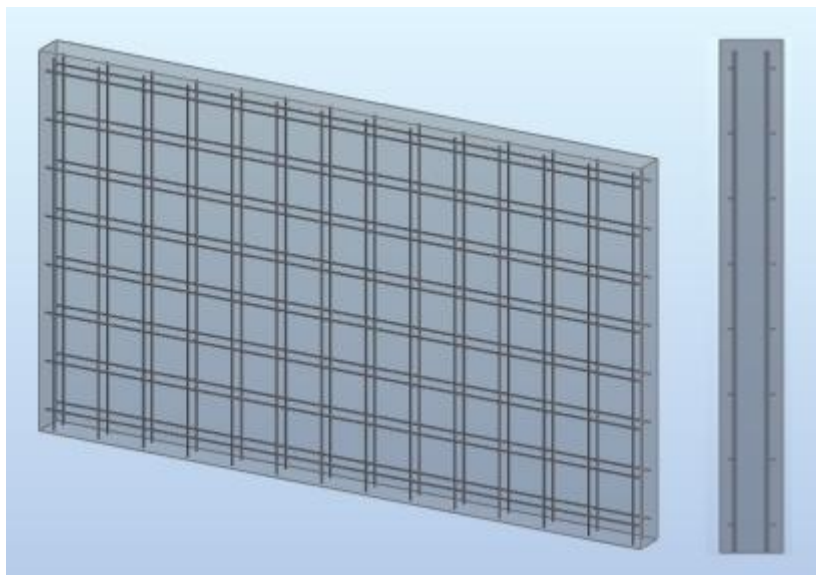
الشكل (9-3): مقطع عمود.

(4-6-3) جدران القص (Shear Wall)

وهي عناصر إنشائية حاملة تقاوم القوى العمودية والأفقية الواقعة عليها وتستخدم بشكل أساسي لمقاومة الأحمال الأفقية مثل قوى الرياح والزلازل وتسمى جدران القص (Shear Walls)، وهذه الجدران تسليح بطبقتين من الحديد حتى تزيد من كفاءتها على مقاومة القوى الأفقية كما يظهر في الشكل (10-3).

وتعمل هذه الجدران على تحمل الأوزان الرأسية المنقولة حيث يتم وضع جسر في اعلاه بعرض أكبر من عرض الجدار حتى لا تكون اعصاب وطوب العقدة محملة بشكل مباشر على الجدار 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.

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



الشكل (10-3): جدار القص.

(Foundations) (5-6-3)

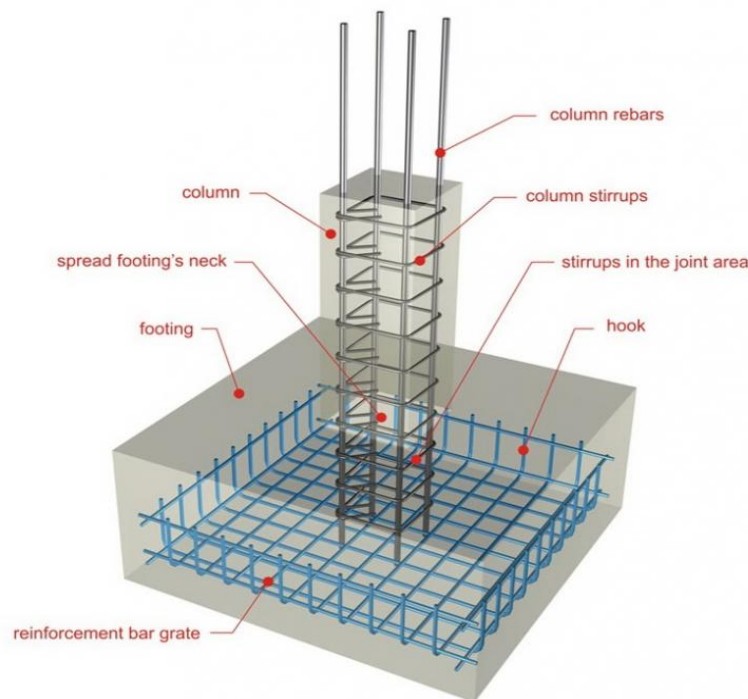
بالرغم من أن الأساسات هي أول ما نبدأ بتنفيذها عند بناء المنشأ، إلا أن تصميمها يتم بعد الانتهاء من تصميم كافة العناصر الإنشائية في المبنى.

وتعتبر الأساسات حلقة الوصل بين العناصر الإنشائية في المبنى والأرض، فالأحمال الواقعة على العقدة تنتقل إلى الجسور ثم إلى الأعمدة وأخيراً إلى الأساسات ومن ثم إلى التربة ويكون الأساس مسؤول عن تحمل الأحمال الميَّنة للمبنى وأيضا الأحمال الديناميكية الناتجة عن الرياح والتلوج والزلازل وأيضا الأحمال الحية داخل المبنى.

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

والأساس قد يكون قريباً من سطح الأرض ويسمى بالأساس السطحي (Shallow Foundation) وهذا النوع يكون بعدة صور كأن يكون أساساً شريطياً (Strip Foundation)، أو أساس قاعدة منفصلة (Isolated Footing) كما في الشكل (11-3) الذي يظهر شكل وتسلح القواعد المنفصلة، أو أساسات لبشة أو حصيرة (Mat Foundation).

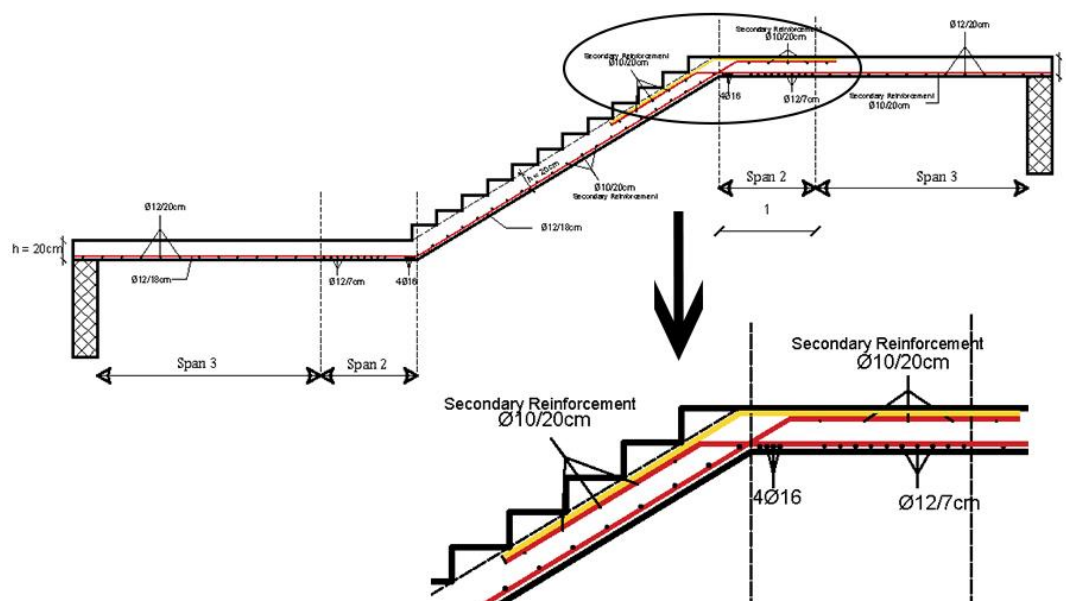
وقد يكون عميقاً داخل التربة لنقل أحمال المنشأ إلى طبقات التربة العميقة الأقوى، أو توزيعها على الطبقات بطريقة تدريجية ويسمى هذا النوع بالأساس العميق (Deep Foundation) حيث يتم اللجوء إليها عندما يتعذر الحصول على طبقة صالحة للتأسيس بالقرب من سطح الأرض لذلك يتم اللجوء إلى اختراق التربة إلى أعماق كبيرة للحصول على السطح الصالح للتأسيس مثل الأوتاد الخرسانية (Piles Foundation).



الشكل (11-3): قاعدة منفصلة (مفردة).

(6-6-3) الأدرج (STAIRS)

الأدرج عبارة عن العنصر المعماري والإنشائي المسؤول عن الانتقال الراسي بين الطبقات في المبنى حيث يتم تقسيم ارتفاع الطابق إلى ارتفاعات صغيرة تمثل ارتفاع الدرجة الواحدة. ويتم تصميم الدرج إنشائياً باعتباره عقدة مصممة في اتجاه واحد حيث يظهر الشكل (3-12) تسليح الدرج، وتم استخدامها في هذا المشروع بشكل واضح موزعة على أرجاء المشروع.



الشكل (3-12): مقطع عرضي لشكل وتسليح الدرج.

(7-3) البرامج الحاسوبية المستخدمة

(1) AutoCAD: وذلك لعمل الرسومات المفصلة للعناصر الإنشائية.

(2) Atir: للتصميم الإنشائي.

(3) .Etabs

(4) .Safe

الفصل 4: التحليل والتصميم الإنشائي

- 1.4 المقدمة.
- 2.4 الحمل التصميمي Factored load
- 3.4 تحديد سماكة الجسر.
- 4.4 حساب الاحمال.
- 5.4 تصميم الجزء العلوي من العقدة Design of Topping
- 6.4 تصميم عصب العقدة Design of Rib
- 7.4 تصميم الجسر Design of Beam
- 8.4 تصميم البلاطة الكمرية Design of Paneled Beams Slab
- 9.4 تصميم عمود Design of Column
- 10.4 تصميم الادراج Design of Stairs
- 11.4 تصميم جدار القص Design of Shear Wall
- 12.4 تصميم جدار القبو Design of the Basement Wall
- 13.4 تصميم قاعدة منفصلة Design Isolated Rectangular Footing

(1-4) مقدمة

الخرسانة هي مادة البناء الأساسية الوحيدة التي يمكن ان تصل الى موقع العمل في الحالة اللدنة، هذه الجودة المميزة تجعل من الخرسانة المادة الأكثر ملائمة لعملية البناء لإمكانية تشكيلها عمليا لأي شكل، وتنتج الخرسانة العادية بمزج الاسمنت "Portland Cement" مع الركام الناعم والخشن بالماء. تستخدم الخرسانة في اغلب ورشات البناء مدعمة بالحديد عند وجوب مقاومة عنصر الانشاء الخرساني لاجهادات الشد القصوى المعرضة عليه مكونة ما يعرف بالخرسانة المسلحة "Reinforced Concrete".

الخرسانة المسلحة "Reinforced Concrete" هي مادة مركبة يتم فيها مقاومة قوة الشد والليونة المنخفضة نسبياً للخرسانة عن طريق إدراج التعزيز الذي يتمتع بقوة شد أو ليونة أعلى، وهناك العديد من الأمثلة على هياكل الخرسانة المسلحة مثل المباني والجدران الاستنادية والأنفاق وغيرها الكثير.

في هذا المشروع هناك عدة انواع من العقودات لكن ما سيتم التعامل معه خلال هذا الفصل هو عقدة الطوب المفرغ في اتجاه واحد، حيث سيتم تحليلها وتصميمها باستخدام طريقة "Finite Element Method" بمساعدة برنامج "ATIR-Software" من أجل حساب القوى الداخلية "Internal Forces" والانحرافات "Deflections" والعزوم "Bending Moment"، ثم يتم إجراء حساب يدوي للعثور على الحديد المطلوب لبعض العناصر الخرسانية.

سيتم خلال هذا الفصل تصميم عينة من العناصر الانشائية، واخذ القدرة التصميمية لها "Design Strength" بناء على اعتبارات ومتطلبات الكود الأمريكي ACI-318. وامتثالاً لأسس كتابة البحث العلمي تم صياغة نص هذا الفصل باللغة العربية كباقي الفصول على ان تتم الحسابات باللغة الانجليزية نظراً لطبيعة المعادلات وطرق الحل المتبعة.

FACTORED LOAD الحمل التصميمي (2-4)

يتم تحديد الأحمال التي تم تحليلها والتي يعتمد عليها التحليل الهيكلي والتصميم لعناصر مشروعنا بناء على المعادلات المأخوذة من الكود الأمريكي ACI-318. حيث تأخذ القيمة الكبرى للأحمال الناتجة من هذه المعادلات:

1. $q_u = 1.4D.L$
2. $q_u = 1.2D. L + 1.6L.L$
3. $q_u = 1.2D. L + 1.6L. L + 0.5S. L$
4. $q_u = 1.2D. L + 0.5L. L + 1.6S. L$

By ACI 9.2.1

(3-4) تحديد سماكة العقدة

يتم تحديد سماكة العقدات ذات الاتجاه الواحد اعتمادا على نوعها وعلى المسافة الأقصر بين الأعمدة الحاملة لهذه العقدة، وعلى اتصالها أو عدمه من بلاطات اخرى، وذلك لمقاومة التشوه "Deflections" الحاصل لها كما يشترط الكود، حيث يظهر الجدول (1-4) المأخوذ من ACI- Code-318M-11 أقل سمك مسموح به في هذه العقدات والجسور.

جدول (1-4): أقل سمك للعقدات باتجاه واحد وللجسور.

Member	Simply supported	One end Continuous	Both end continuous	Cantilever
solid one way slabs	L/20	L/24	L/28	L/10
Beams or ribbed one way slabs	L/16	L/18.5	L/21	L/8

❖ **The minimum required thickness is:**

The maximum span length for one end continuous (for ribs) is 4.7m.

$$h_{\min} = \frac{l}{18.5} = \frac{4.7}{18.5} = 25.4\text{cm.}$$

The maximum span length for both end continuous (for ribs) is 6.4m.

$$h_{\min} = \frac{l}{21} = \frac{6.4}{21} = 30.48 \text{ cm}$$

So, select h= 32cm (24cm block + 8cm topping).

(4-4) حساب الأحمال

لكل نوع من الأحمال التي يتعرض لها المشروع طريقتة في الحساب تبع لاستخدامه واعتمادا على اشتراطات الكود المستعمل، وتتغير قيمة الحمل الحي والميت والتلج تبعا لنوع العقدة كما في حالة البلاطات المفرغة، وتحسب كل نوع من الأحمال على النحو التالي:

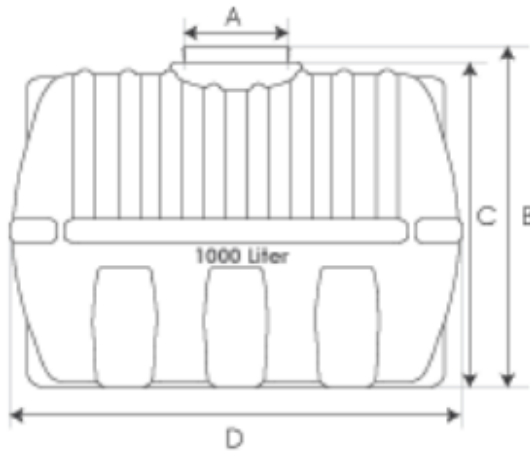
1. الأحمال الحية (Live Loads L.L)

يتم اخذ قيم الأحمال الحية من خلال الكود الاردني بناء على نوع الاستعمال لكل من الفراغات الموجودة في المبنى، حيث يبين الجدول (2-4) مثلا على قيم الأحمال الحية لعدة انواع من الفراغات المستخدمة في المباني السكنية والتي بدورها تنطبق على المشافي تبعا لما يفرضه الكود الاردني، حيث تتراوح قيم الحمل المؤثرة على المبنى بين (2-5 KN/m²).

جدول (2-4): قيم الأحمال الحية لبعض انواع الفراغات كما في الكود الاردني.

الحمل المركز البديل	الحمل الموزع م ² /كن	الاستعمال	نوع المبنى	
			عام	خاص
1.4	2.0	الاشغال	المباني السكنية	النوع الأول : مباني الشقق السكنية التي لا يزيد ارتفاعها عن ثلاثة طوابق ولا يزيد عدد الشقق التي يمكن الوصول إليها من خلال درج مشترك عن أربع شقق للطابق الواحد.
1.8	2.0	غرف النوم.	المباني التي لا ينطبق عليها	النوع الثاني : المباني التي لا ينطبق عليها
-	2.0	الحمامات.	المباني التي لا ينطبق عليها	المباني التي لا ينطبق عليها
2.7	2.0	الطعام ووردهات الاستراحة والبياردو.	المباني التي لا ينطبق عليها	المباني التي لا ينطبق عليها
4.5	3.0	الممرات والمداخل والأدراج و... .. سطحات الأدراج والممرات المرتفعة الموصلة بين المباني.	المباني التي لا ينطبق عليها	المباني التي لا ينطبق عليها
4.5	3.0	المطابخ وغرف الغسيل.	المباني التي لا ينطبق عليها	المباني التي لا ينطبق عليها

كما يتم اعتبار قيمة فرضية للحمل الحي على الاماكن غير المذكورة في الكود مثل السطح حتى تكون الحد الأدنى للقيمة التصميمية وتم اخذها بمقدار 2KN/m^2 ، لكن توجد بعض الاحمال الحية الاضافية التي توضع على سطح المبنى كالأحمال الميكانيكية القادمة من اوزان خزانات المياه ومستلزمات التهوية والتكييف، والتي تضيف احمال بمقادير معينة تعتمد في توزيعها على الاماكن المراد وضعها فيها وعلى طريقة وضعها حيث تعتبر احمال مركزة إذا رفعت على حوامل معدنية، وأحمال مساحية بدون تلك الحوامل. ولقد تم اعتبار وجود خزانات مياه على الجهة الجنوبية الشرقية لهذا المبنى، حيث بين الشكل (1-4) الخزان المستخدم، وتحسب قيمة الحمل القادم من خلالها كما يأتي:



حمل الخزان الواحد لكل وحدة مساحة = ارتفاع الخزان * كثافة المياه

$$\text{L.L per m}^2 = 9.81 * 1.045$$

$$\text{L.L per m}^2 = 10.25 \text{ KN/m}^2$$

A	B	C	D
345 mm	1095 mm	1045 mm	1456 mm

الشكل (1-4): ابعاد الخزان المستخدم في المبنى.

2. أحمال الثلوج (Snow Loads S.L)

تم توضيح طريقة حساب احمال الثلوج واهم الاعتبارات والمعاملات التي تؤثر عليها في الفصل الثالث، وبهذا نستطيع القول بأنها تحسب كالتالي:

$$S_d = \mu_i * S_o \quad (4.1)^{(2)}$$

$$\mu_i = 0.8 \dots 0 < \alpha^\circ < 30 \text{ (flat roof)}$$

$$h=845(\text{Site Level}) \dots 1500 > h > 500$$

$$S_o = (h-400) / 320 = (845-400) / 320 = 1.39 \text{ KN /m}^2$$

$$S_d = 0.8 \times 1.39 = 1.11 \text{ KN /m}^2$$

(2) اخذت المعادلة (4.2) من الكود الأردني لتوزيع الاحمال.

3. الأحمال الميتة (Dead Loads D.L)

يتم حساب الاحمال الميتة بضرب سمك المادة (Materials) بكثافتها التي سبق وبينهاها في الفصل الثالث، وتختلف قيم الاحمال بناء على نوع المادة وكذلك نوع العقدة المستخدمة، ويمكن تقسيمها على النحو التالي:

a. الاحمال الميتة الاضافية (Superimposed Dead Loads S.D.L)

هي تلك الحمال المضافة على وزن العقدة من خلال التنشيطيات التي تتم لطوابق المبنى، وهي ما يضاف من قواطع (Partitions) والذي تؤخذ بمقدار 1KN/m^2 ، وبلاط وقصارة وغيرها، كما وتؤثر الجدران الخارجية بحمل خطي على أطراف المبنى، ويوضح الجدول (3-4) مقدار الحمل المؤثر على ارضيات وأسطح الطوابق لكل مادة، كما يوضح الجدول رقم (4-4) احمال الجدران.

جدول (3-4): الحمل الاضافي المؤثر على ارضيات الطوابق.

المادة	السمك (cm)	الحمل (KN/m^2) $\gamma \times t$
أرضية الطوابق		
البلاط (Tile)	3	0.66
المونة الأسمنتية (Mortar)	2	0.44
الرمال (Sand)	7	1.19
القصارة (Plaster)	2	0.44
قواطع (Partitions)	---	1
المجموع		3.73
سطح المبنى		
مدة الميلان (Plain Concrete)	10	2.3
القصارة (Plaster)	2	0.44
المجموع		2.74

جدول (4-4): الأحمال الخطية من الحوائط الخارجية.

المادة	السمك (cm)	الارتفاع (m)	الحمل (KN/m) $\gamma \times t \times h$
الحوائط الخارجية			
الخرسانة العادية (Plain Concrete)	15	3.74	12.9
الطوب الأسمنتي المفرغ (Hollow Block)	7		3.93
حجر البناء الحجر الجيري (Stone)	5		5.05
القصارة (Plaster)	3		2.47
المجموع			24.35
التصوينات			
الخرسانة العادية (Plain Concrete)	15	0.8	2.76
حجر البناء الحجر الجيري (Stone)	5		1.08
المجموع			3.84

b. الوزن الذاتي للعناصر الإنشائية (Self-Weight Dead Loads S.W)

هي وزن العنصر الإنشائي بذاته وبحسب كما ما سبقه بضرب السماكة بالكثافة النوعية للمادة إلا ان هناك اختلافات بين العقدات المصمتة والمفرغة؛ بسبب تكون البلاطة المفرغة من عدة عناصر، وبناء عليه لا يحسب الحمل للبلاطة ذات الاتجاه الواحد لكل متر طولي بل لكل عصب واحد (Rib)، وعليه يضرب عرض المادة في السمك والكثافة.

اما بالنسبة للبلاطات ذات الاتجاهين فهو سيان إلا ان الحمل الناتج يكون حمل مركز (Concentrated Load) لوحدة مربعة من البلاطة يقدر ضلعها بعرض العصب، وتنتج بضرب المساحة التي يشغلها العنصر داخل هذه الوحدة بالسمك والكثافة، ولتحويله الى حمل لكل متر طولي يقسم مجموع حمل هذه الوحدة على عرض العصب. ولقد قمنا بتوزيع الاحمال الواقعة على العقدة ذات الاتجاهين على كل اتجاه على حدا مستخدمين لذلك معاملات حصلنا عليها من ورقة علمية.

حيث ان الحمل على الاتجاه القصير يعطى بالمعادلة (4.2):

$$q_s = q \left(\frac{b^4}{a^4 + b^4} \right) \quad (4.2)$$

والحمل على الاتجاه الطويل يعطى بالمعادلة (4.3) (3):

$$q_l = q \left(\frac{a^4}{a^4 + b^4} \right) \quad (4.3)$$

Where:

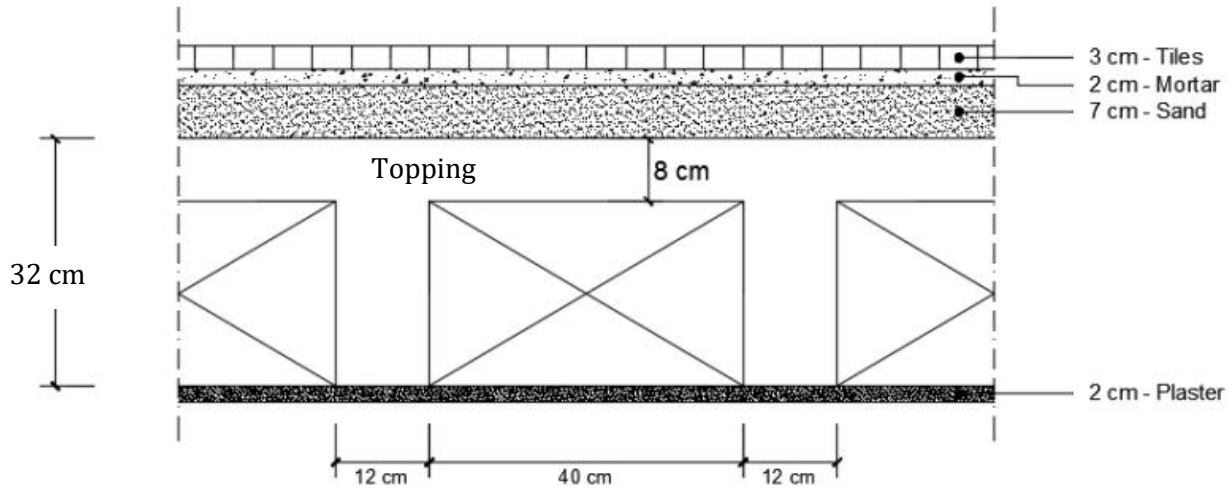
a = The short way.

b = The long way.

q_s = The linear load on the short way.

q_l = The linear load on the long way.

يظهر الشكل (4-2) سماكة المواد في عقدة الطوب المفرغ لبلاطة بسمك 32cm حيث ان عرض العصب 52 cm، ويظهر الجدول (4-5) و(4-6) وزن عقدة الطوب المفرغ ذات الاتجاه الواحد لكل متر طولي، ووزن عقدة الطوب المفرغ باتجاهين على الترتيب.



الشكل (2-4): قطاع خلال عقدة باستخدام الطوب المفرغ.

جدول (5-4): الحمل الذاتي للبلاطة باتجاه واحد.

الحمل (KN/m)	$t \times \gamma \times b$	المادة
1.04	$0.08 \times 25 \times 0.52$	الجزء العلوي من العقدة (Topping)
0.72	$0.24 \times 25 \times 0.12$	العصب الخرساني (RC Rib)
1.2	$0.24 \times 12.5 \times 0.4$	الطوب الأسمنتي المفرغ (Hollow Block 24cm)
2.96		المجموع

جدول (6-4): الحمل الذاتي للبلاطة باتجاهين.

الحمل (KN)	$t \times \gamma \times u$	المادة
0.54	$0.08 \times 25 \times 0.52^2$	الجزء العلوي من العقدة (Topping)
0.662	$0.24 \times 25 \times 0.12 \times (0.4 + 0.52)$	العصب الخرساني (RC Rib)
0.48	$4 \times 0.24 \times 12.5 \times 0.2^2$	الطوب الأسمنتي المفرغ (Hollow Block 24cm)
3.23	$1.683 / 0.52 =$ (KN/m)	المجموع

DESIGN OF TOPPING الجزء العلوي من العقدة (5-4)

عند تصميم الجزء العلوي من العقدة (Topping) تؤخذ شريحة بعرض متر واحد لحساب الحمل الواقع عليها، حيث يتم اعتبار طرفي هذه الشريحة مثبتا لمقاومة العزم (Fixed Support)، وعليه فإن الحمل الميت على العقدة بناء على الجداول (4-4) و (5-4) اضافة الى الحمل الحي والتلج كالتالي:

$$T.D.L = O. W_{Topping} + S.D.L$$

$$= 1.04/0.52 + 2.3 = 4.3 \text{ KN/m.}$$

$$T.L.L = 2 \text{ KN/m} \quad S.L = 1.11 \text{ KN/m}$$

وعليه فإن الحمل التصميمي (Factored load) حسب المعادلات التي ذكرت في القسم الثاني من هذا الفصل سيكون:

$$W_u = 1.2D + 1.6L + 0.5S$$

$$\rightarrow W_u = 1.2 \times 4.3 + 1.6 \times 2 + 0.5 \times 1.11 = 8.915 \text{ kN/m.} \quad (\text{Controls}).$$

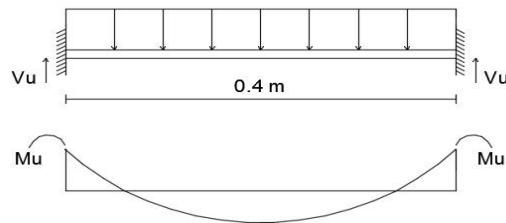
$$W_u = 1.2D + 0.5L + 1.6S$$

$$\rightarrow W_u = 1.2 \times 4.3 + 0.5 \times 2 + 1.6 \times 1.11 = 7.936 \text{ kN/m.}$$

$$\text{So, } W_u = 8.915 \text{ kN/m.}$$

حسب هذا ستكون أكبر قيمة للعزم عند الاطراف بمقدار $\frac{W_u l^2}{12}$ ، حيث يشترط حسب الكود الأمريكي ان لا تزيد هذه القيمة عن المقاومة الاسمية للقطاع (Nominal Strength = ϕM_n) حيث يتم التحقق من ذلك من خلال المعادلة (4.4)، ويظهر الشكل (3-4) سلوك العقدة تحت تأثير العزم (Bending Moment Diagram).

$$M_u = \frac{W_u l^2}{12} = \frac{8.915 \times 0.4^2}{12} = 0.119 \text{ kN.m/m of strip width.}$$



الشكل (3-4): تأثير العزم على الجزء العلوي من العقدة (TOPPING).

$\phi M_n \geq M_u$, where $\phi=0.55$ (for plain concrete)

$$M_n = 0.42 \lambda \sqrt{f_c'} S_m \quad (4.4)^4$$

Where S_m for rectangular section of the slab:

$$S_m = \frac{b h^2}{6} = \frac{1000 \times 80^2}{6} = 1066666.67 \text{ mm}^3$$

$$M_n = 0.42 \lambda \sqrt{f_c'} S_m = 0.42 \times 1 \times \sqrt{24} \times 1066666.67 \times 10^{-6} = 2.19 \text{ kN.m}$$

$$\phi M_n = 0.55 \times 2.19 = 1.207 \text{ KN.m} \gg M_u = 0.119 \text{ kN.m}$$

بناء على هذا لا يتطلب هذا القطاع أي حديد تسليح لكن تبعاً لـ **ACI 10.5.4** يجب تسليح العقدة بحد أدنى من الحديد ($A_{s,min}$) لمقاومة التقلص وتأثير الحرارة خلال الخرسانة.

إن أقل نسبة تسليح مسموح بها لمقاومة التقلص ($\rho_{shrinkage}$) حسب **ACI 7.12.2.1** تساوي 0.0018، وعليه تكون مساحة الحديد اللازم $A_{s,min}$:

$$A_s = \rho b h = 0.0018 \times 1000 \times 80 = 144 \text{ mm}^2 \text{ for 1m strip}$$

Try bars $\phi 8$ with $A_s = 50.27 \text{ mm}^2$.

$$\text{Bar numbers } n = \left(\frac{A_s}{A_{s,\phi 8}} \right) = \left(\frac{144}{50.27} \right) = 2.87.$$

Take $3\phi 8/\text{m}$ with $A_s = 150.8 \text{ mm}^2/\text{m strip}$ or $\phi 8 @ 300 \text{ mm}$ in both directions.

Choosing (S) is the smallest of:

1. $3h = 3 \times 80 = 240 \text{ mm}$ **By ACI 10.5.4**
2. 450mm.
3. $S = 380 \left(\frac{280}{f_s} \right) - 2.5 C_c = 380 \left(\frac{280}{\frac{2}{3} \cdot 420} \right) - 2.5 \cdot 20 = 330 \text{ mm}$ **By ACI 10.6.4**
4. $S \leq 300 \left(\frac{280}{f_s} \right) = 300 \text{ mm}$

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

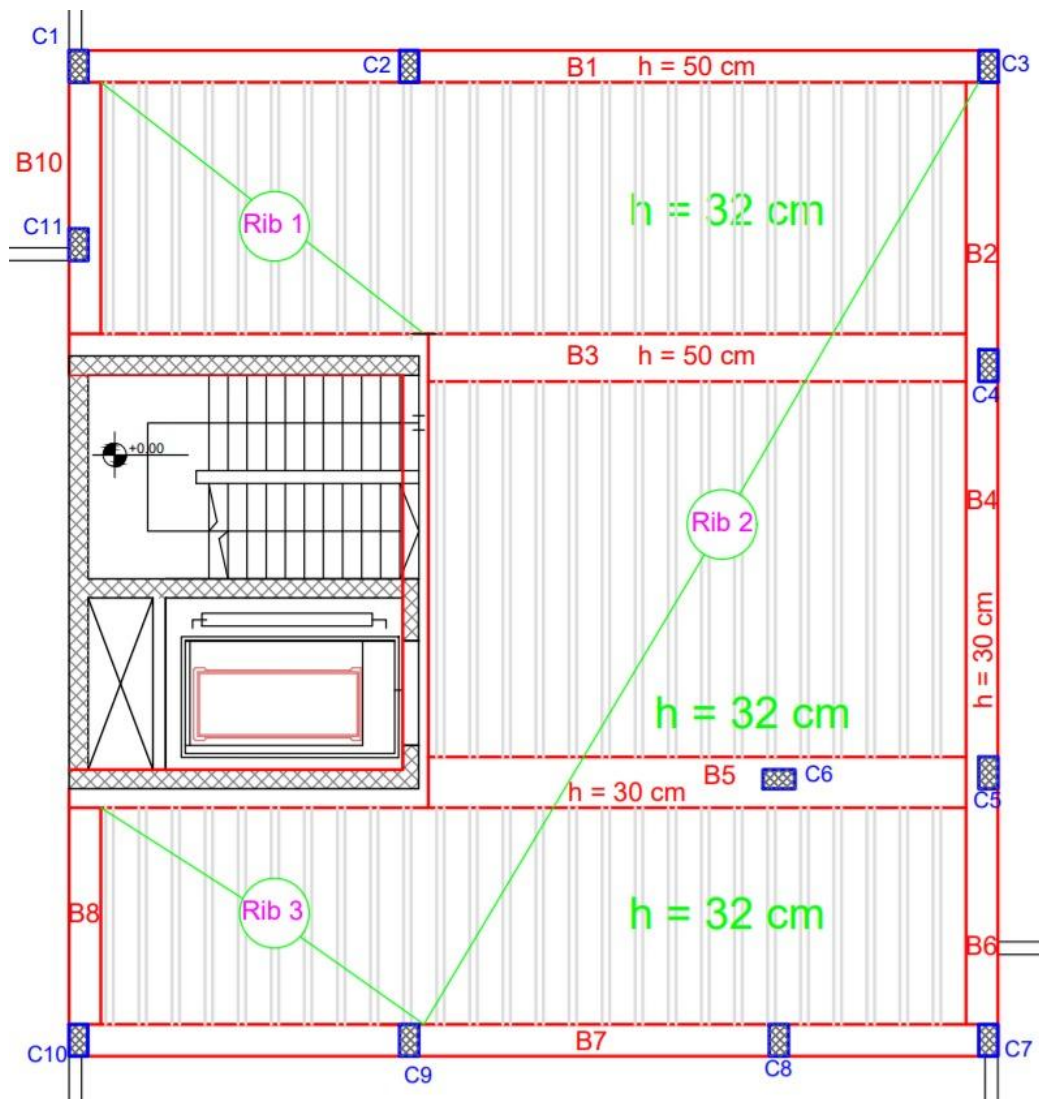
DESIGN OF RIB تصميم عصب العقدة (6-4)

سيتم خلال هذا القسم تصميم العصب الثاني (Rib 2) في عقدة الرووف المتكون من ثلاثة سواع كما يظهر في الشكل (4-4)، حيث سيتم ادخال ابعاد وأحمال⁽⁵⁾ العصب على برنامج Atir للحصول على قيم قوى القص (Shear Forces) وقوى العزم (Bending Moments) وإيجاد حديد التسليح بواسطة الحل اليدوي بناء على معادلات ACI- Code-318M-11، وسيتم التصميم بناء على المواد التالية:

Concrete B300 $f_c'=24\text{N/mm}^2$.

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

Reinforcement Steel of shear $f_{yt}=240\text{ N/mm}^2$.



الشكل (4-4): النظام الإنشائي المستخدم في عقدة الرووف.

(5) عند ادخال الأحمال الى برنامج Atir سوف يتم إضافة حمل الثلج للحمل الحي لعدم احتواء البرنامج على معاملاته ومنها لتسهيل الحسابات.

(1) تحديد ابعاد القطاع (Determination of geometry)

الابعاد المطلوبة لتصميم عقدة الطوب المفرغ (جسر بقطاع T-Sec) بناء على الكود ACI- 318-11 هي العرض والسماكة اعتماد على بعض الاعتبارات الموضحة تالياً، ويوضح الشكل (5-4) الابعاد المحسوبة.

$$b_w \geq 10 \text{ cm} \dots \text{select } b_w = 12 \text{ cm} \quad \text{ACI (8.13.2)}$$

$$h \leq 3.5b_w = 3.5 \times 12 = 42 \text{ cm} \dots \text{select } h = 32 \text{ cm} \quad \text{ACI (8.13.2)}$$

$$t_f \geq \frac{L_n}{12} \geq 50 \text{ mm} \dots \text{select } t_f = 8 \text{ cm} \quad \text{ACI (8.13.6.1)}$$

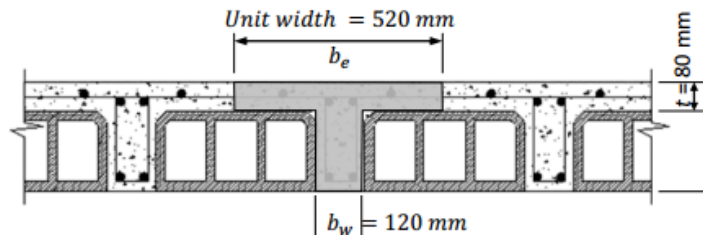
The effective flange width (b_e) is the smallest of: ACI (8.12.2)

$$1) b_e \leq \frac{L}{4} = \frac{3700}{4} = 925 \text{ mm}$$

$$2) b_e \leq b_w + 16hf = 120 + 16 \times 80 = 1400 \text{ mm}$$

$$3) b_e \leq \text{center to center spacing between adjacent beam} = \frac{400}{2} + \frac{400}{2} + 120 = 520 \text{ mm}$$

So, Take $b_e = 520 \text{ mm}$



الشكل (5-4): قطاع خلال بلاطة بسمك 32CM.

من خلال جداول حساب الاحمال في القسم الرابع من هذا الفصل نستطيع ادخال الاحمال الى برنامج Atir للعصب الثاني التي تظهر ابعاده كما في الشكل (6-4) للحصول على ردود الافعال التصميمية كما يظهر في الشكل (7-4)، ومع مراعاة شمول الحمل الحي لحمل الثلج، والأحمال كتالي:

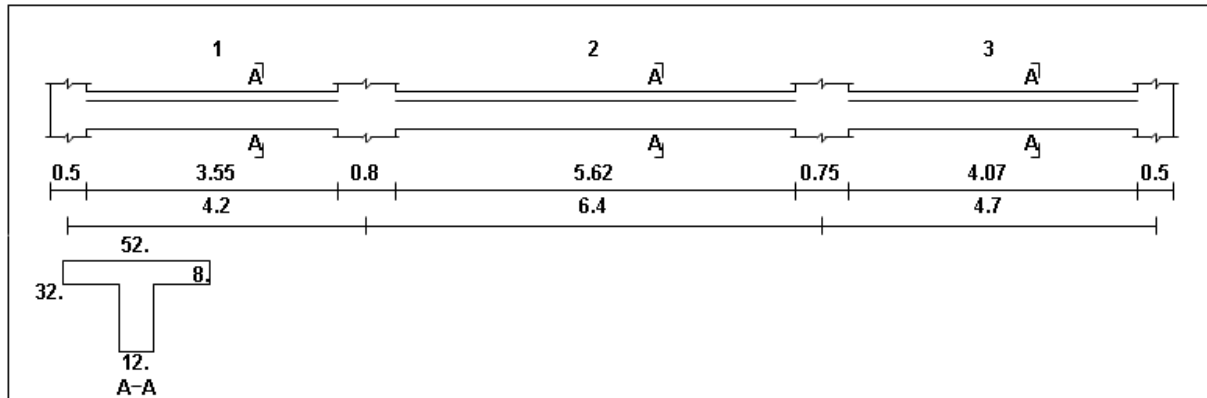
$$T.D.L = O.W + S.D.L * 0.52$$

$$= 2.96 + 2.74 * 0.52 = 4.385 \text{ KN/m.}$$

$$T.L.L = (L.L + S.L) * 0.52$$

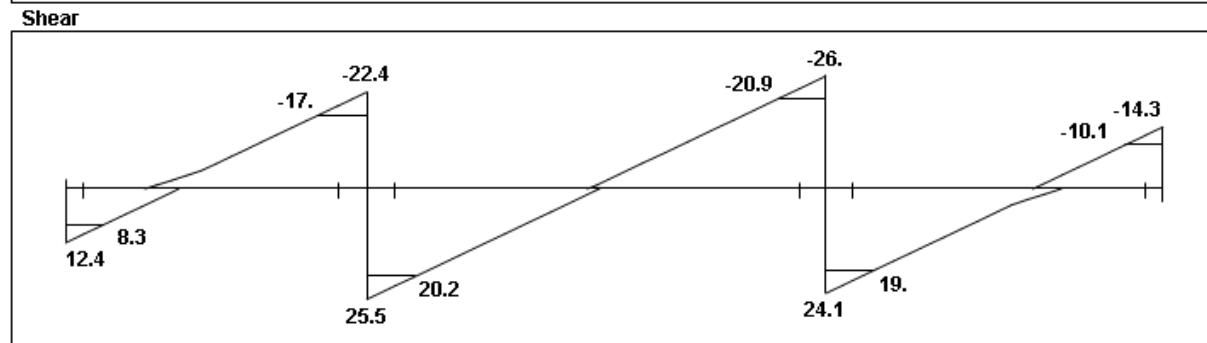
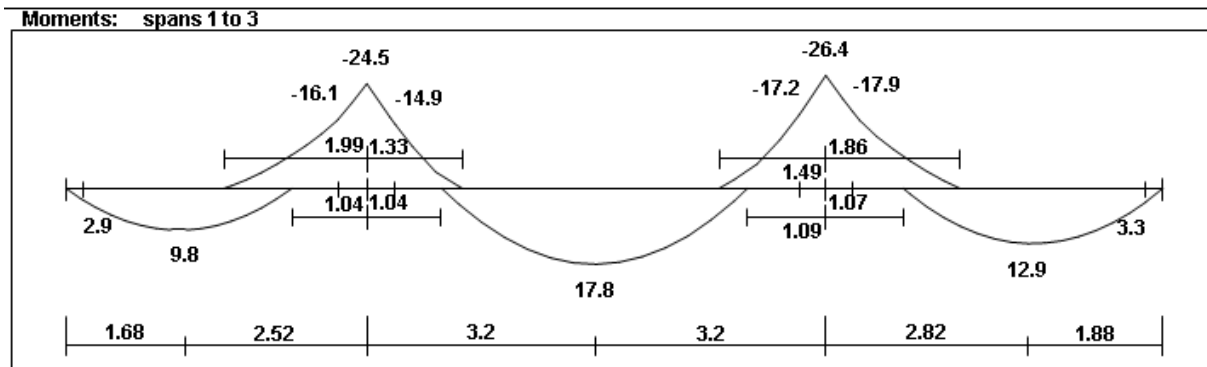
$$= (2 + 1.11) * 0.52 = 1.62 \text{ KN/m.}$$

Geometry Units: meter, cm



الشكل (6-4): الأبعاد والمسافات بين الأعمدة للعصب الثاني.

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



Reactions

Factored				
DeadR	7.34	31.5	33.2	8.74
LiveR	5.09	16.38	16.95	5.54
MaxR	12.43	47.87	50.15	14.28
MinR	5.85	37.12	40.02	7.5
Service				
DeadR	6.12	26.25	27.67	7.29
LiveR	3.18	10.24	10.59	3.46
MaxR	9.3	36.48	38.26	10.75
MinR	5.19	29.76	31.93	6.51

الشكل (7-4): ردود الأفعال المستخدمة في التصميم.

(2) تصميم العصب لمقاومة الانحناء (Design of Rib for Flexure)

يتم حساب مساحة مقطع الحديد اللازمة لمقاومة العزم - المأخوذ من الشكل (7-4) - الحاصل على الجسر (العصب في هذه الحالة) حسب معادلات الكود الأمريكي، وسيتم افتراض قطر اسياخ حديد التسليح الرئيسي (Main Reinforcement) بـ Ø12 لكل من الحديد السفلي (العزم الموجب)، والحديد العلوي (العزم السالب).

☒ تصميم الحديد لمنطقة العزم الموجب (الحديد السفلي) Design of Rib for Positive Moments

اقصى عزم موجب من بين جميع البحور (Spans) هو $(M_u^{(+)} = +17.8 \text{ KN.m})$ ، وللتحقق إذا ما كان سلوك مقطع الجسر (R-Sec. or T-Sec.) يتم فرض قيمة a بنفس قيمة h_f لحساب العزم من خلال المعادلة (4.5) ومقارنته بالعزم المؤثر على القطاع، وعليه فإن:

$$d = h - \text{cover} - d_{\text{stirrups}} - \frac{d_b}{2} = 320 - 20 - 8 - \frac{12}{2} = 286 \text{ mm}$$

$$M_{nf} = 0.85 \cdot f'_c \cdot b_e \cdot h_f \cdot (d - \frac{a}{2}) \quad (4.5)$$

$$\rightarrow M_{nf} = 0.85 \times 24 \times 520 \times 80 \times \left(286 - \frac{80}{2}\right) \times 10^{-6} = 208.765 \text{ KN.m}$$

$$\rightarrow M_{nf} = 208.765 \text{ KN.m} \gg \frac{M_u}{\phi} = \frac{17.8}{0.9} = 19.8 \text{ KN.m.}$$

Then $a < h_f$ (the section will be designed as rectangular section with $b_e = 520 \text{ mm.}$)

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{17.8 \times 10^6}{0.9 \times 520 \times 286^2} = 0.465 \text{ MPa}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}} \right) \quad (4.6)^{(6)}$$

$$\rightarrow \rho = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.465}{420}} \right) = 0.00112.$$

$$\rightarrow A_{s, \text{req}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.00112 \times 520 \times 286 = 166.6 \text{ mm}^2.$$

(6) المعادلات (4.5) و (4.6) ومعاملاتها مشتقة من الكود الأمريكي ACI-318M-11.

➤ Check for $A_{s, \min}$.

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

$$1. A_{s, \min} = 0.25 \frac{\sqrt{f_c'}}{f_y} b_w \cdot d \quad \text{ACI (10.5.1)}$$

$$\rightarrow A_{s, \min} = 0.25 \times \frac{\sqrt{24}}{420} \times 120 \times 286 = 100.1 \text{ mm}^2$$

$$2. A_{s, \min} = \frac{1.4}{f_y} b_w \cdot d$$

$$\rightarrow A_{s, \min} = \frac{1.4}{420} \times 120 \times 286 = 114.4 \text{ mm}^2 \text{ (Controls)}$$

$$\rightarrow A_{s, \text{req}} = 166.6 \text{ mm}^2 > A_{s, \min} = 114.4 \text{ mm}^2$$

Use 2 Ø12 with $A_{s, \text{provided}} = 226.2 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 166.6 \text{ mm}^2$. → Ok

➤ Check for strain:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f_c'} = \frac{226.2 \times 420}{0.85 \times 520 \times 24} = 8.95 \text{ mm}$$

Note: $f_c' = 24 \text{ MPa} < 28 \text{ MPa}$, then $\beta_1 = 0.85$.

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

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{286 - 10.5}{10.5} \right) = 0.079 > 0.005 \quad \therefore \phi = 0.9 \text{ (Ok)}$$

عادة لا يمكن استخدام تسليح اقل من 2Ø12 لذلك سيستخدم هذا التسليح لأي عزم موجب اقل او يساوي العزم الاقصى ($M_u^{(+)} = +17.8$) خلال جميع البحور.

✘ تصميم الحديد لمنطقة العزم السالب (الحديد العلوي) Design of Rib for Negative Moments

وفقاً لـ ACI 8.9.2 فإن الجسور المدمجة بشكل متكامل مع الاعمدة (Supports)، يُسمح بالتصميم بناءً على العزوم المحسوبة عند وجه العمود، وبما ان العزم المؤثر على المقطع سالب فإن سلوكه يكون (R-Sec.)، وأقصى عزم سالب عند الاعمدة (Supports) هو ($M_u^{(-)} = -17.9 \text{ KN.m}$)، وعليه فإن:

$$d = h - \text{cover} - d_{\text{stirrups}} - \frac{d_b}{2} = 320 - 20 - 8 - \frac{12}{2} = 286 \text{ mm}.$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{17.9 \times 10^6}{0.9 \times 120 \times 286^2} = 2.03 \text{ Mpa}.$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 2.03}{420}} \right) = 0.0051.$$

$$A_{s, req} = \rho.b.d = 0.0051 \times 120 \times 286 = 175.1 \text{ mm}^2$$

➤ Check for $A_{s, min}$.

$$A_{s, min} = 114.4 \text{ mm}^2$$

$$\rightarrow A_{s, req} = 175.1 \text{ mm}^2 > A_{s, min} = 114.4 \text{ mm}^2$$

Use 2 Ø12 with $A_{s, provided} = 226.2 \text{ mm}^2 > A_{s, required} = 175.1 \text{ mm}^2$. → Ok

➤ Check for strain:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f_c} = \frac{226.2 \times 420}{0.85 \times 120 \times 24} = 38.8 \text{ mm} \quad \text{Note: } f_c' = 24 \text{ MPa} < 28 \text{ MPa, then } B_1 = 0.85.$$

$$c = \frac{a}{B_1} = \frac{38.8}{0.85} = 45.6 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{286 - 45.6}{45.6} \right) = 0.016 > 0.005 \quad \therefore \phi = 0.9 \text{ (Ok)}$$

عادة لا يمكن استخدام تسليح اقل من 2Ø12 لذلك سيستخدم هذا التسليح لأي عزم سالب عند الاعمدة اقل او يساوي العزم الاقصى ($M_u^{(-)} = -17.9 \text{ KN.m}$) خلال جميع البحور.

(3) تصميم العصب لمقاومة قوى القص (Design of Rib for Shear)

أكبر قوة قص تصميمية على بعد d من وجه العمود هي ($V_u = 20.9 \text{ kN}$).

$$\Phi^* V_c = \Phi \times 1.1 \times \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} b w d \quad (4.7)^{(7)}$$

$$\rightarrow \Phi^* V_c = \Phi \times 1.1 \times \frac{1}{6} \times \sqrt{24} \times 120 \times 286 \times 10^{-3} = 23.12 \text{ KN.}$$

$$V_u = 20.9 \text{ kN} < \Phi V_c = 23.12 \text{ kN.}$$

No shear reinforcement is required.

So, Select Ø8/50cm for montage.

(7) معادلة مأخوذة من الكود الأمريكي (11.2.1) ACI حيث ان ($\Phi = 0.75$).

DESIGN OF BEAM تصميم الجسر (7-4)

سيتم خلال هذا القسم تصميم الجسر (B7) في عقدة الرووف الموضح في الشكل (4-4)، حيث سيتم ادخال ابعاد وأحمال (8) العصب على برنامج Atir للحصول على قيم قوى القص (Shear Forces) وقوى العزم (Bending Moments) وإيجاد حديد التسليح بواسطة الحل اليدوي بناء على معادلات ACI- Code-318M-11، وسيتم التصميم بناء على المواد التالية:

Concrete B300 $f_c'=24\text{N/mm}^2$.
 Reinforcement Steel $f_y=420\text{ N/mm}^2$.
 Reinforcement Steel of shear $f_{yt}=240\text{ N/mm}^2$.

(1) مقطع الجسر (Section)

وفقا لـ ACI-Code-318-11 فإن اقل سمك مسموح به للجسور العادية والعقدات احادية الاتجاه لمقاومة التشوه (Deflections) يحسب من خلال الجدول (1-4)، بفرض عرض الجسر بمقدار 50cm، وحيث ان أكبر مسافة بين الاعمدة لجسر مستمر من جهة واحدة (One End Continuous Beam) هي 5.2 m، وعليه يكون السمك:

$$h_{\min} = \frac{l}{18.5} = \frac{520}{18.5} = 28.1\text{cm}$$

So, Select total depth of beam h=40cm.

(2) حساب الاحمال لـ (B7) Load Calculations for

يتعرض هذا الجسر للأحمال المنتقلة عبر الأعصاب (Rib 2 & Rib 3) في العقدة، بالإضافة الى للوزن الذاتي للجسر بما يحمله من جدران فوقه (التصويبة في هذه الحالة)، وتم الحصول على احمال الأعصاب المؤثرة على الجسر من خلال برنامج Atir، حيث يبين كل من الشكل (8-4) و (9-4) هذه الاحمال.

Reactions				
Factored	B7			
DeadR	7.34	31.5	33.2	8.74
LiveR	5.09	16.38	16.95	5.54
MaxR	12.43	47.87	50.15	14.28
MinR	5.85	37.12	40.02	7.5
Service				
DeadR	6.12	26.25	27.67	7.29
LiveR	3.18	10.24	10.59	3.46
MaxR	9.3	36.48	38.26	10.75
MinR	5.19	29.76	31.93	6.51

الشكل (8-4): ردود الافعال من العصب الثاني (RIB 2) على الجسور من خلال برنامج ATIR.

(8) عند ادخال الأحمال الى برنامج Atir سوف يتم إضافة حمل الثلج للحمل الحي لعدم احتواء البرنامج على معاملاته ومنها لتسهيل الحسابات.

Reactions		
Factored	B7	
DeadR	10.43	10.43
LiveR	5.12	5.12
MaxR	15.55	15.55
MinR	10.43	10.43
Service		
DeadR	8.69	8.69
LiveR	3.2	3.2
MaxR	11.89	11.89
MinR	8.69	8.69

الشكل (9-4): ردود الأفعال من العصب الثاني (RIB 3) على الجسور من خلال برنامج ATIR.

تقسم الأحمال المؤثرة على الجسر (B7) إلى وزنه الذاتي وكذلك الأحمال الإضافية مما فوق العقدة المحسوبة في القسم الرابع من هذا الفصل، والمحسوبة على افتراض متر واحد من الجسر من خلال الجدول (7-4)، بالإضافة إلى الأحمال المنتقلة خلال الأعصاب، حيث تم أخذ ردود الأفعال الحقيقية (Service) من الأشكال (8-4) و (9-4)، وقسمتها على عرض العصب، كما يبين الجدول (8-4).

جدول (7-4): الحمل القادم من الجسر وما فوقه.

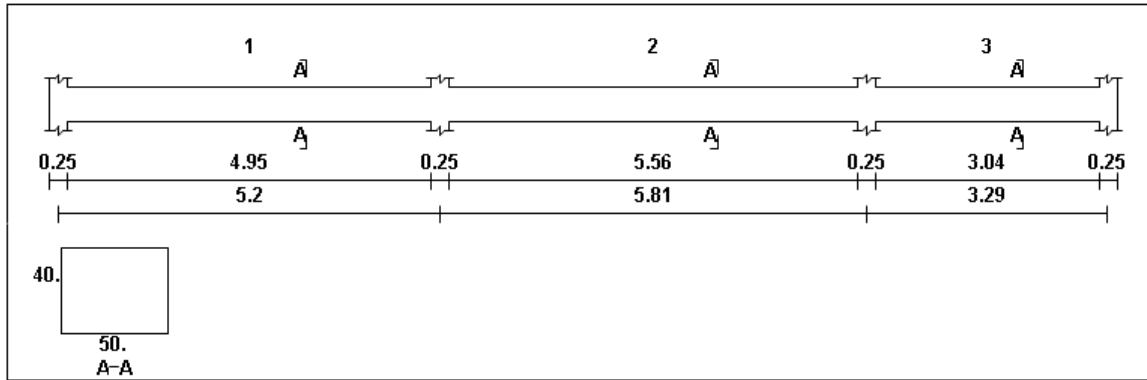
العنصر	الحمل الحقيقي (Service Load) (KN/m)
الجسر (RC Beam)	$0.4 \times 25 \times 1 = 10$
مدة الميلان (Plain Concrete)	2.3
القضارة (Plaster)	0.44
التصوينة	3.84
المجموع	16.58

جدول (8-4): الأحمال المؤثرة على الجسر B7 من كل عصب مقسومة على عرض (52CM).

Rib	الحمل الحقيقي (Service Load) (KN/m)		الحمل التصميمي (Factored) (Load (KN/m)		المجموع Sum	
	Dead		Live	1.2 * Dead		1.6 * Live
	From Rib	From Beam				
Rib 2	11.77	16.58	6.11	34.02	9.78	43.8
Rib 3	16.71		6.15	39.95	9.84	49.79

وتم ادخال الأبعاد الهندسية للجسر وكذلك الأحمال المؤثرة عليه إلى برنامج Atir للحصول على ردود الأفعال لاستخدامها في عملية التصميم والحسابات اليدوية، كما تظهر الأشكال (10-4) و (11-4).

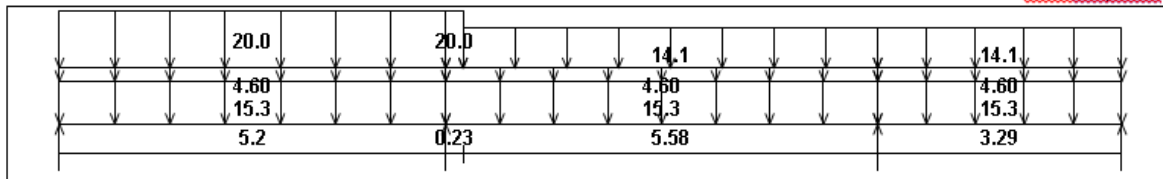
Geometry Units: meter, cm



Loading

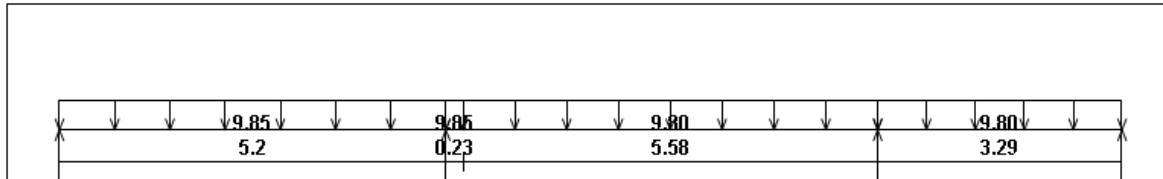
load group no. 1
Dead load - Service

Units: kN, meter



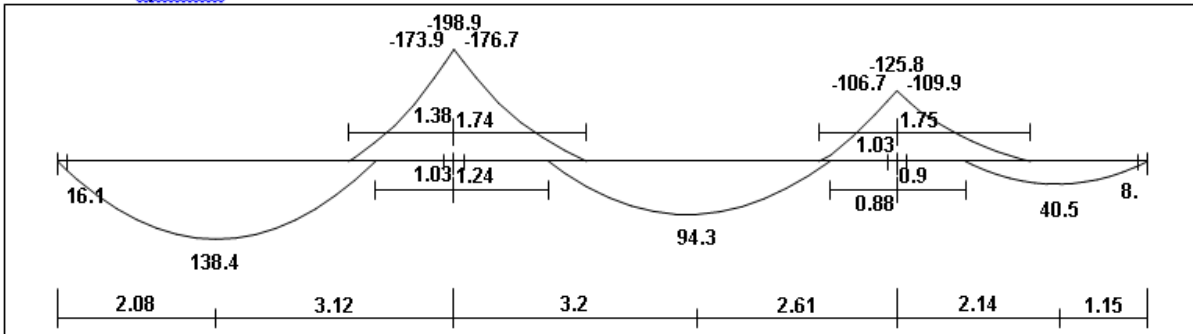
Live load - Service

Load factors: 1.20, 1.20/1.60, 0.00

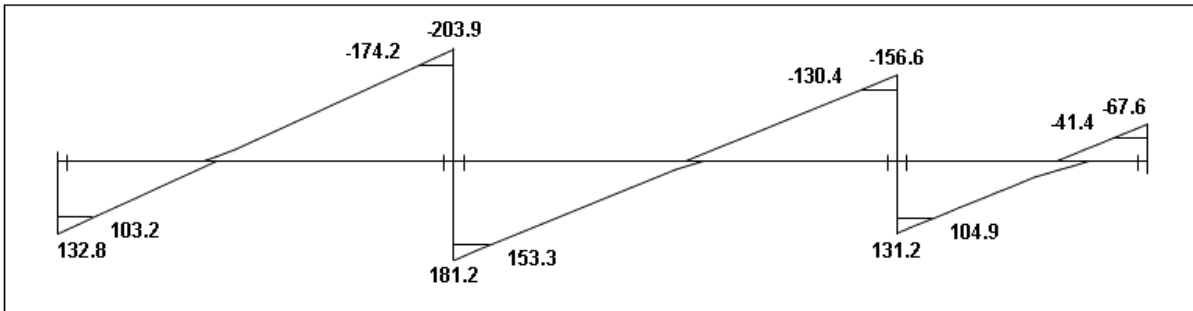


الشكل (10-4): الأبعاد والنظام الهندسي للجسر B7 بالأحمال المؤثرة عليه.

Moments: spans 1 to 3



Shear



الشكل (11-4): ردود الأفعال المستخدمة في تصميم الجسر B7 (العزم والقص).

(3) تصميم الجسر لمقاومة الانحناء (Design of B7 for Flexure)

بتحديد مقدار العزم -المأخوذ من الشكل (11-4) - وأبعاد مقطع الجسر سيتم تحديد مقدار الحديد اللازم لمقاومة الانحناء حسب معادلات الكود الأمريكي، وسيتم افتراض قطر اسياخ حديد التسليح الرئيسي (Main Reinforcement) بـ Ø25 لكل من الحديد السفلي (العزم الموجب)، والحديد العلوي (العزم السالب)، اما بالنسبة لحديد الكانات (Stirrups) فتستخدم اسياخ بقطر Ø10.

☒ تصميم الحديد لمنطقة العزم الموجب (الحديد السفلي) Design of B7 for Positive Moments

سيتم تصميم الحديد بناء على قيمة العزم الكبرى في كل بحر (Span)، وللتحقق إذا ما كان مقطع الجسر يحتاج الى تسليح ثنائي او احادي (Single or Doubly Reinforced) سيتم فرض قيمة a بأكبر قيمة ممكنة لها لحساب اقصى عزم يتحمله قطاع الجسر من خلال المعادلة (4.5) ومقارنته بأكبر عزم مؤثر على القطاع، وعليه فإن:

$$b = 50\text{cm} \quad h = 40\text{cm} \quad \phi_{st} = 10\text{mm.}$$

$$\rightarrow d = 400 - 40 - 10 - \frac{25}{2} = 337.5 \text{ mm}$$

Maximum nominal moment strength from strain condition $\epsilon_s = 0.004$

$$c = \frac{3}{7}d = \frac{3}{7} \times 337.5 = 144.64 \text{ mm} \rightarrow a = B1.c = 0.85 \times 144.64 = 122.95\text{mm}$$

$$M_{n, \max} = 0.85 f'_c a b \left(d - \frac{a}{2} \right) = 0.85 \times 24 \times 122.95 \times 500 \times \left(337.5 - \frac{122.95}{2} \right) \times 10^{-6} = 346.16 \text{ KN.m}$$

$$\phi = 0.82 \quad \rightarrow \quad \phi M_{n, \max} = 0.82 \times 346.16 = 283.85 \text{ KN.m}$$

$$M_u = 138.4 \text{ KN.m} < \phi M_{n, \max} = 283.85 \text{ KN.}$$

So, Design the section as singly reinforcement concrete section.

1) Positive Moment of First Span $M_u = + 138.4 \text{ KN. m}$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{138.4 \times 10^6}{0.9 \times 500 \times 337.5^2} = 2.7 \text{ Mpa.} \quad m = \frac{f_y}{0.85 f'_c} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 2.7}{420}} \right) = 0.006922.$$

$$\rightarrow A_{s, \text{req}} = \rho.b.d = 0.006922 \times 500 \times 337.5 = 1168.1 \text{ mm}^2.$$

➤ Check for $A_{s, \min}$.

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

$$1. A_{s, \min} = 0.25 \frac{\sqrt{f_c'}}{f_y} b_w \cdot d \quad \text{ACI (10.5.1)}$$

$$\rightarrow A_{s, \min} = 0.25 \times \frac{\sqrt{24}}{420} \times 500 \times 337.5 = 492.1 \text{ mm}^2$$

$$2. A_{s, \min} = \frac{1.4}{f_y} b_w \cdot d$$

$$\rightarrow A_{s, \min} = \frac{1.4}{420} \times 500 \times 337.5 = 562.5 \text{ mm}^2 \text{ (Control)}$$

$$\rightarrow A_{s, \text{req}} = 1168.1 \text{ mm}^2 > A_{s, \min} = 562.5 \text{ mm}^2$$

Use **4Ø 20 Bottom** with $A_{s, \text{provided}} = 1257 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 1168.1 \text{ mm}^2$. → Ok

➤ Check spacing:

$$S = \frac{500 - 40 \times 2 - 10 \times 2 - (20 \times 4)}{3} = 107 \text{ mm} > 25 \text{ mm}. \rightarrow \text{OK}$$

➤ Check for strain:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f_c'} = \frac{1257 \times 420}{0.85 \times 500 \times 24} = 51.7 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{B_1} = \frac{51.7}{0.85} = 60.9 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{337.5 - 60.9}{60.9} \right) = 0.0136 \geq 0.005 \rightarrow \text{Ok}$$

2) Positive moment of Second span $M_u = + 94.3 \text{ KN. m}$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{94.3 \times 10^6}{0.9 \times 500 \times 337.5^2} = 1.84 \text{ Mpa.}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 1.84}{420}} \right) = 0.004598.$$

$$\rightarrow A_{s, \text{req}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.004598 \times 500 \times 337.5 = 775.9 \text{ mm}^2.$$

➤ Check for $A_{s, \min} = 562.5 \text{ mm}^2$

$$\rightarrow A_{s, \text{req}} = 775.9 \text{ mm}^2 > A_{s, \min} = 562.5 \text{ mm}^2$$

Use **4Ø 16 Bottom** with $A_{s, \text{provided}} = 804 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 775.9 \text{ mm}^2$. → Ok

➤ Check spacing:

$$S = \frac{500 - 40 \times 2 - 10 \times 2 - (16 \times 4)}{3} = 112 \text{ mm} > 25 \text{ mm}. \rightarrow \text{OK}$$

➤ Check for strain:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{804 \times 420}{0.85 \times 500 \times 24} = 33.1 \text{ mm} \quad c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{33.1}{0.85} = 38.95 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{337.5 - 38.95}{38.95} \right) = 0.023 \geq 0.005 \rightarrow \text{OK}$$

3) Positive moment of Third span $M_u = + 40.5 \text{ KN.m}$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{40.5 \times 10^6}{0.9 \times 500 \times 337.5^2} = 0.8 \text{ Mpa}. \quad m = \frac{f_y}{0.85 f'_c} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.8}{420}} \right) = 0.00194.$$

$$\rightarrow A_{s, \text{req}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.00194 \times 500 \times 337.5 = 328 \text{ mm}^2.$$

➤ Check for $A_{s, \text{min}} = 562.5 \text{ mm}^2$

$$\rightarrow A_{s, \text{req}} = 328 \text{ mm}^2 < A_{s, \text{min}} = 562.5 \text{ mm}^2, \text{ then } A_s = 562.5 \text{ mm}^2.$$

Use 4Ø 14 Bottom with $A_{s, \text{provided}} = 616 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 562.5 \text{ mm}^2. \rightarrow \text{OK}$

➤ Check spacing:

$$S = \frac{500 - 40 \times 2 - 10 \times 2 - (14 \times 4)}{3} = 115 \text{ mm} > 25 \text{ mm}. \rightarrow \text{OK}$$

➤ Check for strain:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{616 \times 420}{0.85 \times 500 \times 24} = 25.36 \text{ mm} \quad c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{25.36}{0.85} = 29.84 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{337.5 - 29.84}{29.84} \right) = 0.031 \geq 0.005 \rightarrow \text{OK}$$

☒ Design of B7 for Negative Moments (الحديد العلوي) العزم السالب

سيتم تصميم الحديد بناء على اعلى قيمة للعزم عند وجه كل عمود (Support)، وبما ان أكبر قيمة للعزم السالب اقل من القيمة القصوى المحسوبة سابقا التي يتحملها القطاع فإن سلوك سيكون احادي (Single Reinforced).

$$M_u = 176.7 \text{ kN.m} < \phi M_{n, \max} = 283.85 \text{ KN.}$$

Design the section as singly reinforcement concrete section.

1) Negative moment at support (2): $M_u = -176.7 \text{ KN.m}$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{176.7 \times 10^6}{0.9 \times 500 \times 337.5^2} = 3.45 \text{ Mpa.} \quad m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 3.45}{420}} \right) = 0.009052.$$

$$\rightarrow A_{s, \text{req}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.00905 \times 500 \times 337.5 = 1528 \text{ mm}^2.$$

➤ Check for $A_{s, \min} = 562.5 \text{ mm}^2$

$$A_{s, \text{req}} = 1528 \text{ mm}^2 > A_{s, \min} = 562.5 \text{ mm}^2.$$

Use 5Ø 20 Top with $A_{s, \text{provided}} = 1571 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 1528 \text{ mm}^2$. → Ok

➤ Check spacing:

$$S = \frac{500 - 40 \times 2 - 10 \times 2 - (20 \times 5)}{4} = 75 \text{ mm} > 25 \text{ mm.} \rightarrow \text{OK}$$

➤ Check for strain:

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 b f_c'} = \frac{1571 \times 420}{0.85 \times 500 \times 24} = 64.7 \text{ mm} \quad c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{64.7}{0.85} = 76.1 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{337.5 - 76.1}{76.1} \right) = 0.0103 \geq 0.005 \rightarrow \text{Ok}$$

2) Negative moment at support (3): $M_u = -109.9 \text{ KN.m}$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{109.9 \times 10^6}{0.9 \times 500 \times 337.5^2} = 2.144 \text{ Mpa.} \quad m = \frac{f_y}{0.85 f'_c} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 2.114}{420}} \right) = 0.005406.$$

$$\rightarrow A_{s, \text{req}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.005406 \times 500 \times 337.5 = 912.2 \text{ mm}^2.$$

➤ Check for $A_{s, \text{min}} = 562.5 \text{ mm}^2$

$$\rightarrow A_{s, \text{req}} = 912.2 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{min}} = 562.5 \text{ mm}^2$$

➤ Check spacing:

$$S = \frac{500 - 40 \times 2 - 10 \times 2 - (18 \times 4)}{3} = 109 \text{ mm} > 25 \text{ mm.} \rightarrow \text{OK}$$

➤ Check for strain:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{1018 \times 420}{0.85 \times 500 \times 24} = 41.9 \text{ mm} \quad c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{41.9}{0.85} = 49.3 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{337.5 - 49.3}{49.3} \right) = 0.0175 \geq 0.005 \rightarrow \text{OK}$$

(4) تصميم الجسر لمقاومة قوى القص (Design of B7 for Shear)⁽⁹⁾

تقاوم قوى القص بإضافة حديد عمودي الى التسليح في ما يسمى كانة (Stirrup) حيث تتراوح اقطارها ما بين 6mm الى 12mm في المنشآت ذات الاحمال البسيطة، حيث تحسب نسبة تسليحها بناء على مقدار قوى القص التي يتعرض لها المقطع، وحسب الكود الامريكي المستخدم في هذا البحث فإنها تصمم اعتماد على خمس مناطق (Regions)، حيث انا لكل منطقة معادلاتها الخاصة التي تحدد مقدار قوى القص التي تستطيع مقاومتها، ويظهر الشكل (4-12) رسم توضيحي قيم قوى القص التصميمية وتوزيع مناطق التسليح اللازمة.

لنتحقق من ابعاد المقطع يتم مقارنة القوى المؤثرة على القطاع الموجودة في الشكل (4-11) مع القيمة المحسوبة للمنطقة الخامسة (Region V) حيث يشترط ألا تزيد القوة المؤثرة على المقطع عن هذه القيمة، وعليه ان زادت عن هذا الحد فيجب زيادة ابعاد المقطع كما سيتم تاليا.

$$V_{u(max)} \leq \Phi V_c + \Phi \frac{2}{3} \sqrt{f_c'} b_w d \quad \text{Case (V)}$$

$$\Phi V_c = \Phi \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} b_w d = 0.75 \times \frac{1}{6} \times \sqrt{24} \times 500 \times 337.5 \times 10^{-3} = 103.3 \text{ KN}$$

$$\Phi \frac{2}{3} \sqrt{f_c'} b_w d = 0.75 \times \frac{2}{3} \times \sqrt{24} \times 500 \times 337.5 \times 10^{-3} = 413.4 \text{ kN.}$$

$$\Phi V_c + \Phi \frac{2}{3} \sqrt{f_c'} b_w d = 103.3 + 413.4 = 516.6 \text{ kN.}$$

$V_{u(max)} = 174.2 \text{ KN} \leq 516.6 \text{ KN}$. Therefore, the section is large enough.

➤ **Region (III) for shear design.**

$$\Phi V_c < V_u \leq \Phi (V_c + V_{s, min}) \quad \text{Case (III)}$$

$V_{s, min}$ is the maximum of:

$$1. V_{s, min} = \frac{1}{3} b d = \frac{1}{3} 500 \times 337.5 \times 10^{-3} = 56.25 \text{ KN (Controls)}$$

$$2. V_{s, min} = \frac{1}{16} \sqrt{f_c'} b_w d = \frac{1}{16} \times \sqrt{24} \times 500 \times 337.5 \times 10^{-3} = 51.7 \text{ KN}$$

$$\rightarrow \Phi (V_c + V_{s, min}) = 0.75(137.8 + 56.25) = 145.5 \text{ KN} < V_{u(max)} = 174.2 \text{ KN}$$

$$X_{III} = \frac{\Phi (V_c + V_{s, min})}{W_u}$$

$$W_u = W_{T.D.L} + W_{T.L.L} = (20+4.6+15.3) + 9.85 = 49.75 \text{ KN/m.}$$

$$X_{III} = \frac{\Phi (V_c + V_{s, min})}{W_u} = \frac{145.5}{49.75} = 2.9 \text{ m.}$$

(9) جميع المعادلات في هذا القسم مأخوذة من الكود الامريكي (ACI- Code-318M-11) حيث ان $(\Phi = 0.75)$.

Use (2 legs stirrups) $\text{Ø}10$ with $A_v = 2 \times 78.5 = 157 \text{ mm}^2$

$$S = \frac{A_v f_{yt}}{V_{s,min}} d = \frac{157 \times 240 \times 337.5}{56.25 \times 10^3} = 226 \text{ mm}$$

Minimum reinforcement is required:

$$S \leq \frac{d}{2} \quad \text{or} \quad S \leq 600 \text{ mm. ... (Smaller value is Controls).}$$

$$\leq \frac{d}{2} = \frac{337.5}{2} = 167 \text{ mm (Controls)}$$

Take U-shape (2 legs stirrups) $\text{Ø}10 @ 150 \text{ mm} < S_{\max} = 167 \text{ mm}$

➤ **Region (IV) for shear design.**

$$\phi(V_c + V_{s,min}) < V_u \leq \phi(V_c + V_s') \quad \text{Case (IV)}$$

$$\rightarrow 145.5 \text{ kN} < V_u \leq 0.75(137.8 + \frac{1}{3}\sqrt{24} \times 500 \times 337.5 \times 10^{-3})$$

$$145.5 \text{ kN} < V_u \leq 310 \text{ kN}$$

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c = \frac{174.2}{0.75} - 137.8 = 94.5 \text{ kN}$$

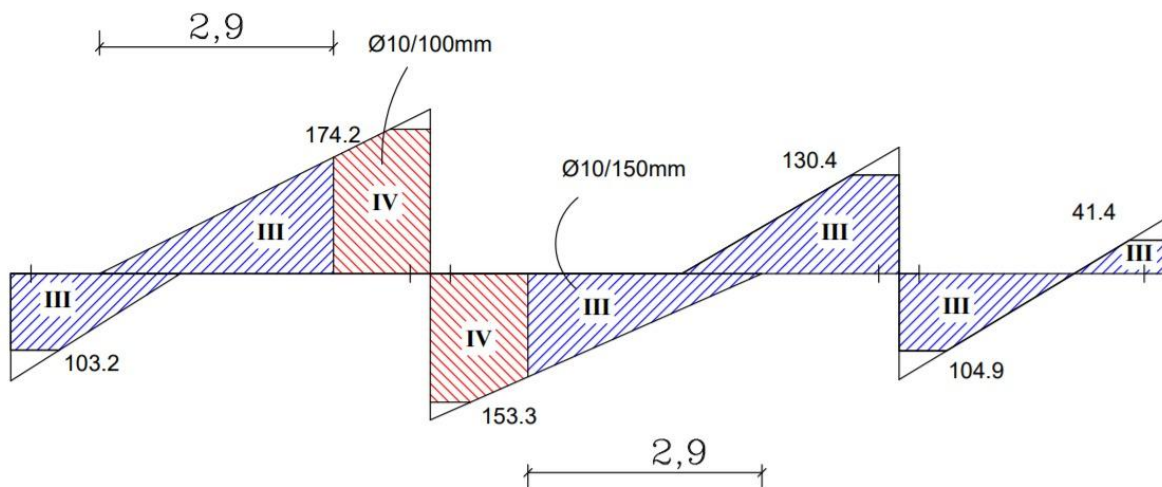
Use stirrups U-shape (2 legs stirrups) $\text{Ø}10$ with $A_v = 2 \times 78.5 = 157 \text{ mm}^2$

$$S = \frac{A_v f_{yt}}{V_s} d = \frac{157 \times 240 \times 337.5}{94.5 \times 10^3} = 134 \text{ mm (Controls)}$$

Minimum reinforcement is required:

$$S \leq \frac{d}{2} = \frac{337.5}{2} = 167 \text{ mm (Smaller value is Controls).}$$

Take (2 legs stirrups) $\text{Ø}10 @ 100 \text{ mm} < S = 134 \text{ mm}$



الشكل (12-4): قيم قوى القص التصميمية وتوزيع مناطق التسليح اللازمة.

(8-4) تصميم البلاطة الكمرية (DESIGN OF PANELED BEAMS SLAB)⁽¹⁰⁾

سيتم استخدام الماد بالمواصفات التالية خلال عملية التصميم، ومن ثم حساب المتغيرات والمعاملات اللازمة من احمال وأبعاد كما سيوضح تالياً:

Concrete B300 $f_c' = 24 \text{ N/mm}^2$.
 Reinforcement Steel $f_y = 420 \text{ N/mm}^2$.
 Reinforcement Steel of shear $f_{yt} = 240 \text{ N/mm}^2$.

(1) تصميم البلاطة كبلطة مصمتة (Design the Slab as Solid Slab)

سنفترض البلاطة بسبك 25 سم بناء على المعادلات المذكورة في الجدول (1-4) في بداية هذا الفصل، وعليه سيتم حساب الاحمال المؤثرة عليها في كلا الاتجاهين استنادا الى مخططات توزيع الاحمال كما يلي:

- Thickness of the slab (t_s) = 25cm.
- Get the loads on the slab (W_s).

$$W_s = 1.2(\text{O.W.L} + \text{S.D.L}) + 1.6 \text{ L.L}$$

$$W_s = 1.2(0.25 \times 25 + 3.73) + 1.6 \times 3 = 16.8 \text{ kN/m}^2$$

- Load Factors (α & β).

طبقا للكود المصري التنفيذي (Egyptian, code of practice) تختلف المعادلة التي تحسب من خلالها قيمة كل من المعاملات (α & β) تبعا للأحمال الحية المؤثرة على المنشأ، وحيث ان مقدار الحمل فوق المنطقة المستهدفة 3 KN/m^2 اقل من 5 KN/m^2 ، فإن قيمة كل منهما تحسب من خلال المعادلة (4.8) و(4.9) على التوالي:

$$\alpha = 0.5r - 0.15 \quad (4.8)$$

$$\beta = \frac{0.35}{r^2} \quad (4.9)$$

حيث ان قيمة (r) تحسب من المعادلة التالية التي تؤخذ معاملاتها الجدول (9-4)

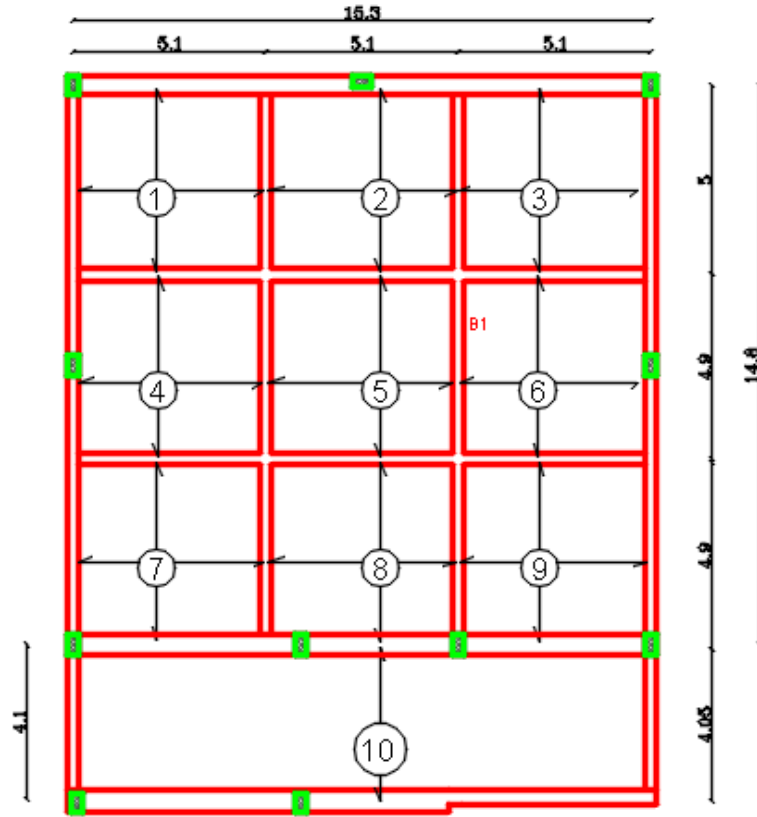
$$r = \frac{m \times L}{m' \times L_s} = \frac{m \times a}{m' \times b}$$

جدول (9-4): قيمة كل من m' & m .

	One end	Two end	Simple support
m	0.87	0.76	4.0
m'			

(10) سيتم التركيز على استخدام اللغة الانجليزية خلال عملية التصميم في هذا القسم وما يليه.

يبين الجدول (10-4) قيم كل من $(\alpha & \beta)$ لكل بلاطة صغيرة كما يوضح الشكل (4-13) اعتمادا على ما سبق، حيث ان قيمة (α) تمثل نسبة الحمل المؤثرة على الاتجاه القصير أي الراسي في حالتنا اما (β) في كسابقتها الا انها للاتجاه الطويل أي الافقي في هذه الحالة.



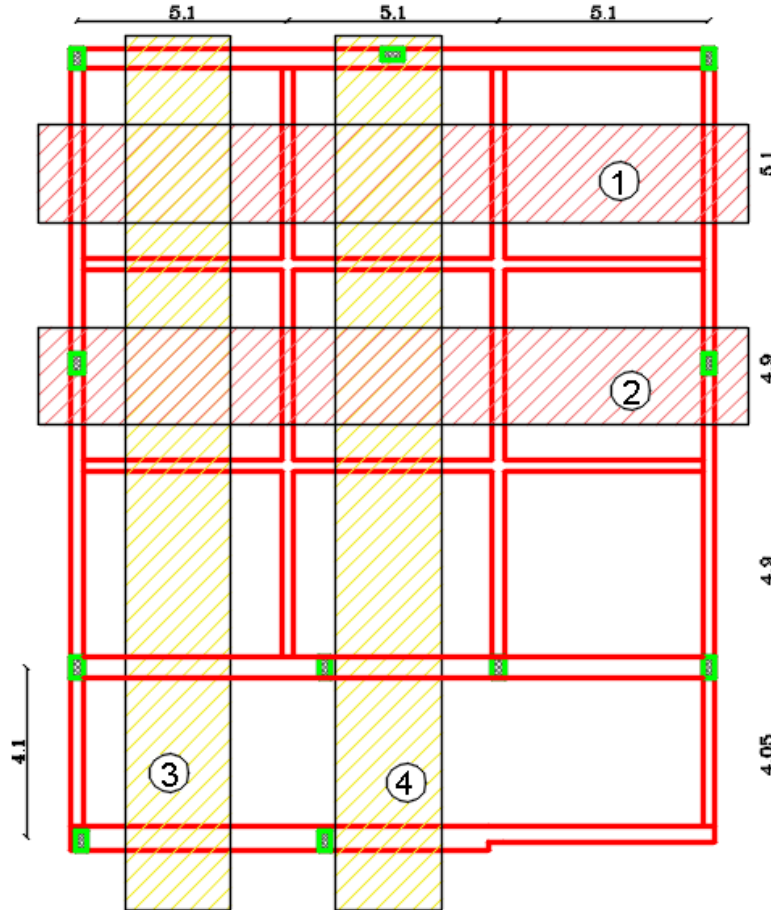
الشكل (4-13): تقسيم وتوزيع الاحمال للبلاطات الصغيرة بالنسبة للبلاطة كاملة.

جدول (10-4): قيم كل من $(\alpha & \beta)$ لكل بلاطة صغيرة.

Slab	1	2	3	4	5	6	7	8	9
m	0.87	0.76	0.87	0.87	0.76	0.87	0.87	0.76	0.87
m'	0.87	0.87	0.87	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76
r	1.02	0.89	1.02	1.19	1.04	1.19	1.19	1.04	1.19
α	0.36	0.3	0.36	0.45	0.37	0.45	0.45	0.37	0.45
β	0.34	0.44	0.34	0.25	0.33	0.25	0.25	0.33	0.25

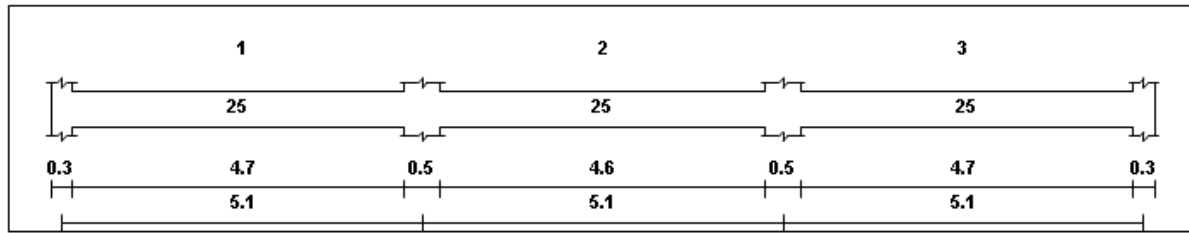
➤ Take a strip in the slab.

نعمد خلال هذه الخطوة الى تحديد الشرائح (Strips) المختلفة في توزيع احمالها ليتم تصميمها بناء عليها، حيث يوضح الشكل(14-4) توزيع الشرائح المختلفة حيث انا باقي الشرائح بنفس سلوك سابقاتها، كما يبين كل من الاشكال(15-4) و(16-4) و(17-4) و(18-4) قيمة الاحمال و ما تنتجها من ردود افعال و عزوم لشرائح 1 و 2 و 3 و 4 على الترتيب.



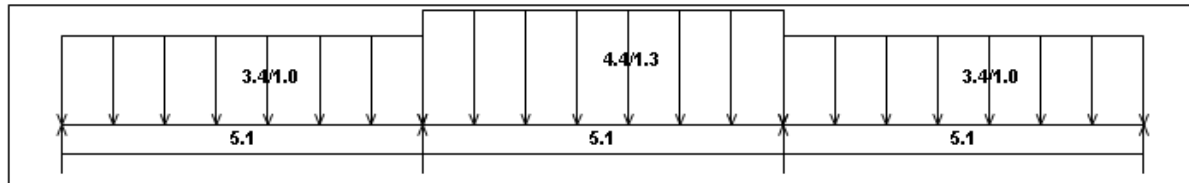
الشكل (14-4): توزيع الشرائح مختلفة الاحمال.

Geometry Units: meter, cm



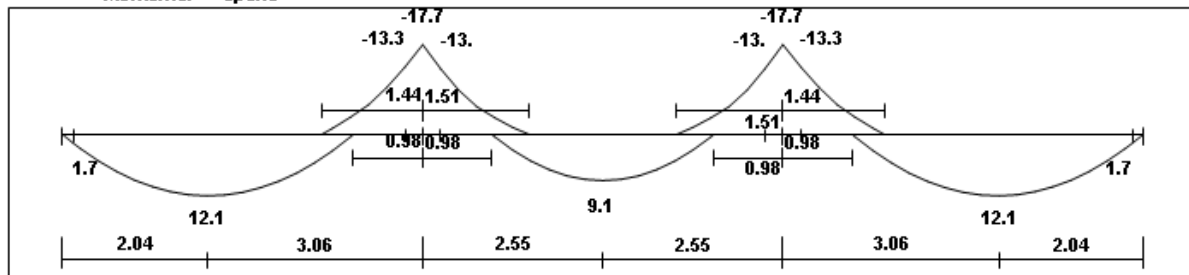
Loading

Dead/Live load - Service

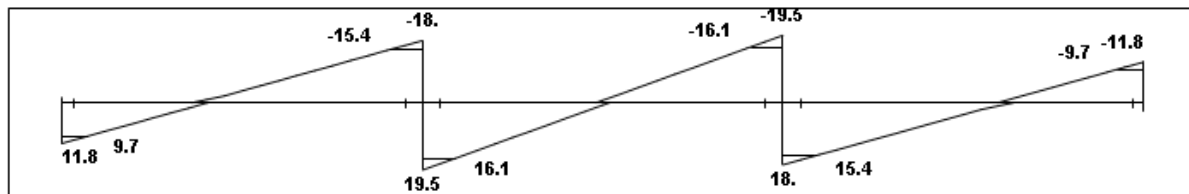


Moment/Shear Envelope (Factored) Units: kN, meter

• Moments: spans

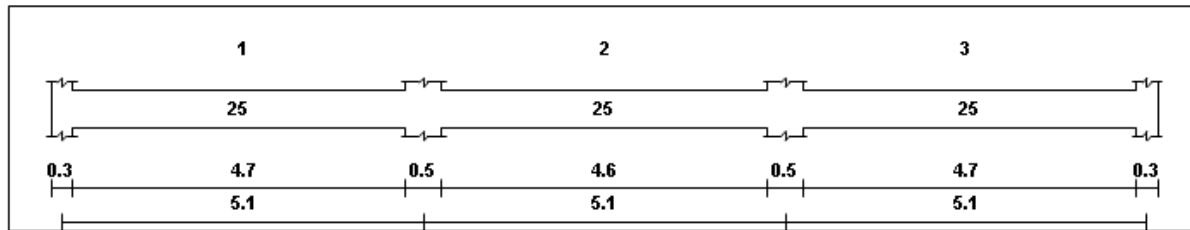


Shear



الشكل (4-15): الاحمال والعزوم المؤثرة على الشريحة الأولى.

Geometry Units: meter.cm

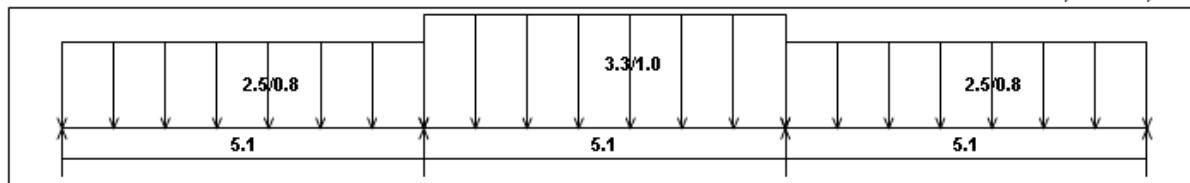


Loading

load group no. 1

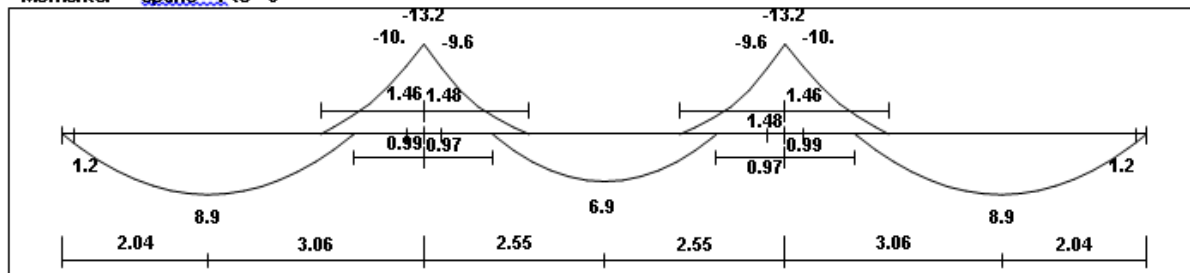
Dead/Live load - Service

Load factors: 1.20,1.20/1.60,0.00

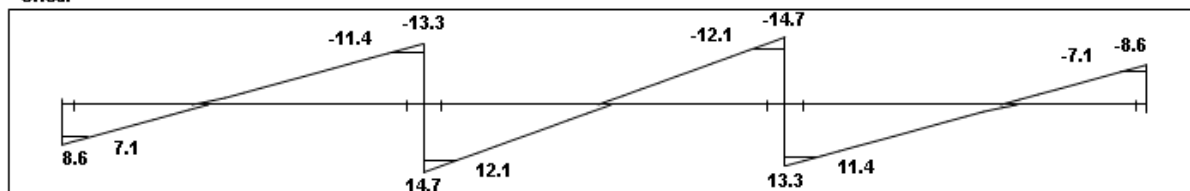


Moment/Shear Envelope (Factored) Units:kN.meter

Moments: spans 1 to 3

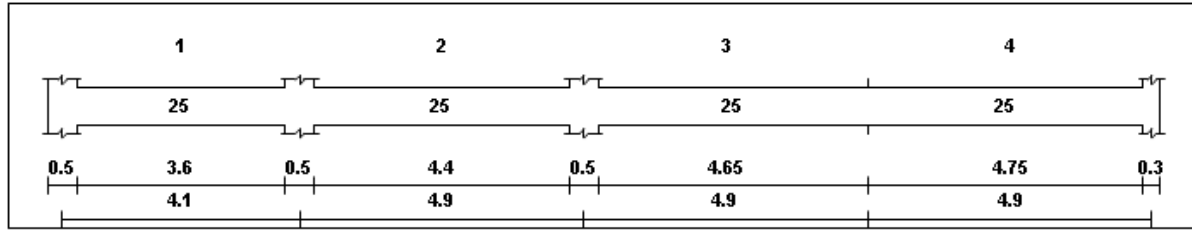


Shear



الشكل (4-16): الاحمال والعزوم المؤثرة على الشريحة الثانية.

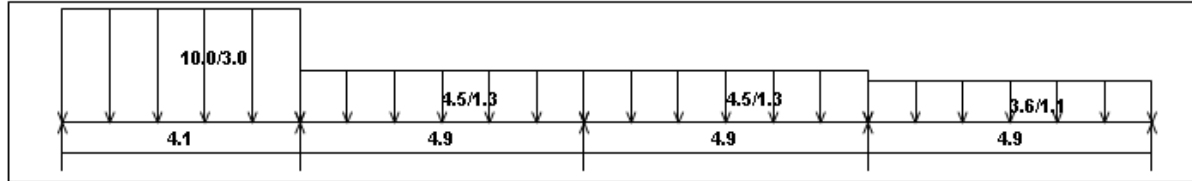
Geometry Units: meter, cm



Loading

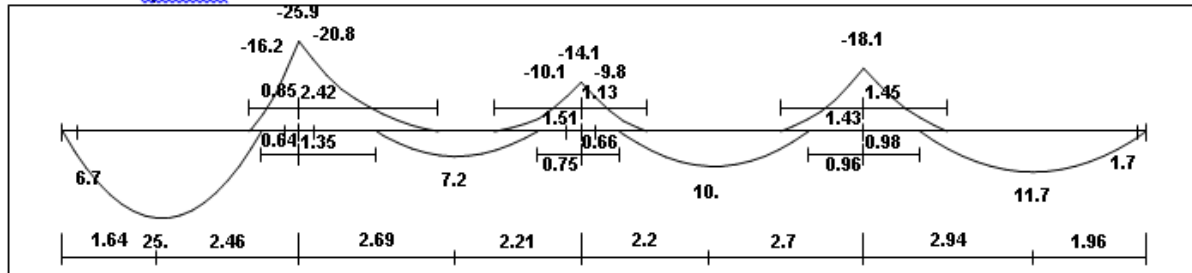
load group no. 1
Dead/Live load - Service

Load factors: 1.20, 1.20/1.60, 0.00

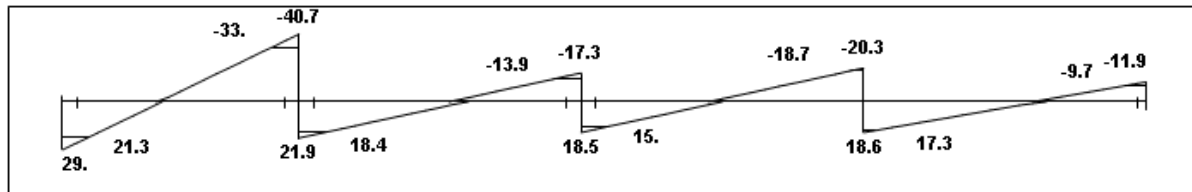


Moment/Shear Envelope (Factored) Units: kN, meter

Moments: spans 1 to 4

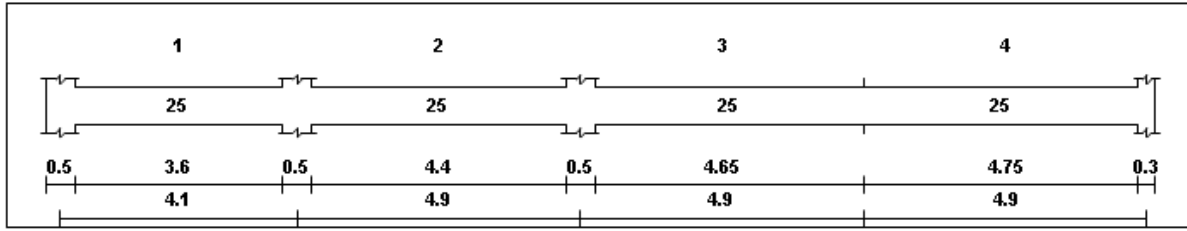


Shear



الشكل (17-4): الاحمال والعزوم المؤثرة على الشريحة الثالثة.

Geometry Units: meter.cm

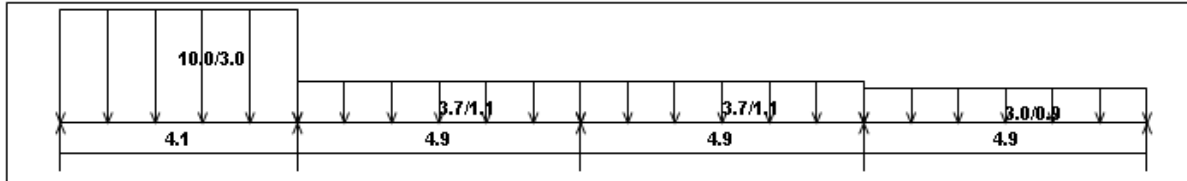


Loading

load group no. 1

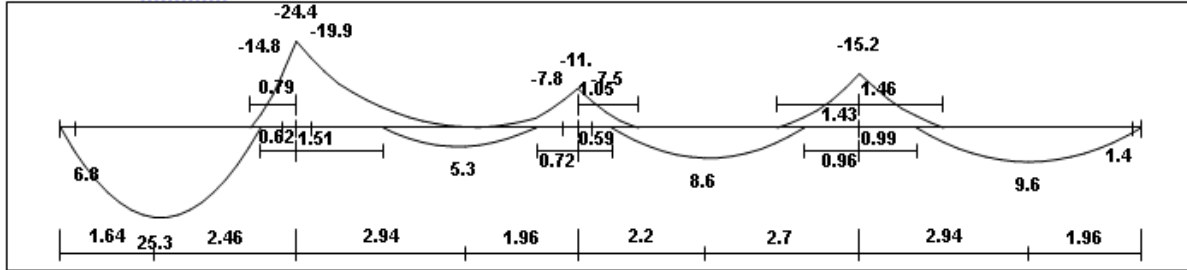
Dead/Live load - Service

Load factors: 1.20,1.20/1.60,0.00

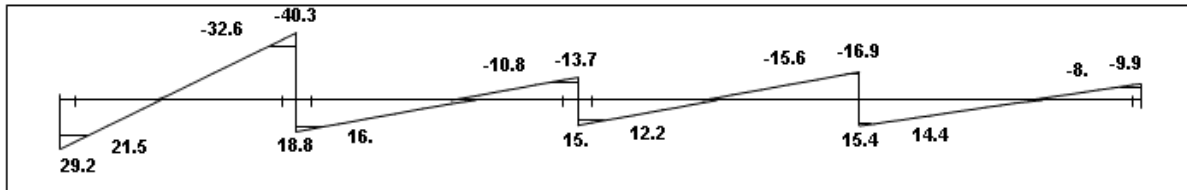


Moment/Shear Envelope (Factored) Units:kN.meter

Moments: spans_1 to 4



Shear



الشكل (4-18): الاحمال والعزوم المؤثرة على الشريحة الرابعة.

➤ **Check of Shear Force.**

- Maximum V_u from Shear envelope diagram = 33 kN.

$$\rightarrow d = 250 - 20 - 12 = 218 \text{ mm}$$

$$\Phi V_c = \Phi \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} b w d = 0.75 \times \frac{1}{6} \times \sqrt{24} \times 1000 \times 218 \times 10^{-3} = 133.5 \text{ kN} > V_u = 33 \text{ kN.}$$

So, No shear reinforcement is required.

➤ **Design of The Short Direction Strips for Flexure.**

☒ Design of Positive Moments.

إن أعلى قيمة للعزم الموجب للاتجاه القصير هي للشريحة الأولى بقيمة (+12.1 KN.m) و عليه سيتم تعميم ناتج التسليح لهذه القيمة لسائر البحور في هذا الاتجاه.

$$\rightarrow d = 250 - 20 - 12 = 218 \text{ mm}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{12.1 \times 10^6}{0.9 \times 1000 \times 218^2} = 0.3 \text{ Mpa.}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.3}{420}} \right) = 0.00072.$$

$$\rightarrow A_{s, \text{req}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.00072 \times 1000 \times 218 = 157 \text{ mm}^2.$$

▪ Check for $A_{s, \text{min}}$.

$$A_{s, \text{(min)}} \text{ for solid slab} = 0.0018 \times b \times h$$

$$= 0.0018 \times 1000 \times 250 = 450 \text{ mm}^2$$

$$\rightarrow A_{s, \text{req}} = 157 \text{ mm}^2 < A_{s, \text{min}} = 450 \text{ mm}^2$$

Use Ø 12/20 cm Bottom with $A_{s, \text{provided}} = 565 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 450 \text{ mm}^2$. → Ok

▪ Check spacing.

$$\text{Minimum spacing (s)} = 2.5 \text{ cm} + \text{Ø or } 2 \text{ Ø} = 2.5 + 1.2 = 3.7 \text{ cm.}$$

$$\text{Maximum spacing (s)} = 3h \text{ or } 45 \text{ cm} = 3 \times 25 = 75 \text{ cm.}$$

- Check for strain.

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f_c} = \frac{565 \times 420}{0.85 \times 1000 \times 24} = 11.6 \text{ mm} \quad c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{7.76}{0.85} = 13.7 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{218 - 13.7}{13.7} \right) = 0.045 \geq 0.005 \rightarrow \text{Ok}$$

☒ Design of Negative Moments.

إن أعلى قيمة للعزم السالب للاتجاه القصير هي للشريحة الأولى بقيمة (-13.3 KN.m) و عليه سيتم تعميم ناتج التسليح لهذه القيمة لسائر البحور في هذا الاتجاه.

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{13.3 \times 10^6}{0.9 \times 1000 \times 218^2} = 0.31 \text{ Mpa.} \quad m = \frac{f_y}{0.85 f_c} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.31}{420}} \right) = 0.00075.$$

$$\rightarrow A_{s, \text{req}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.00075 \times 1000 \times 218 = 163 \text{ mm}^2.$$

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

$$A_{s(\text{min})} \text{ for solid slab} = 0.0018 \times b \times h$$

$$= 0.0018 \times 1000 \times 250 = 450 \text{ mm}^2$$

$$\rightarrow A_{s, \text{req}} = 163 \text{ mm}^2 < A_{s, \text{min}} = 450 \text{ mm}^2$$

Use Ø 12/25cm Top with $A_{s, \text{provided}} = 452 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 450 \text{ mm}^2. \rightarrow \text{Ok}$

- Check spacing.

$$\text{Minimum spacing (s)} = 2.5 \text{ cm} + \text{Ø or } 2 \text{ Ø} = 2.5 + 1.2 = 3.7 \text{ cm}$$

$$\text{Maximum spacing (s)} = 3h \text{ or } 45 \text{ cm} = 3 \times 25 = 75 \text{ cm}$$

- Check for strain.

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f_c} = \frac{452 \times 420}{0.85 \times 1000 \times 24} = 9.3 \text{ mm} \quad c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{9.3}{0.85} = 10.95 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{218 - 10.95}{10.95} \right) = 0.057 \geq 0.005 \rightarrow \text{Ok}$$

➤ Design of The Long Direction Strips for Flexure.

☒ Design of Positive Moments.

إن اعلى قيمة للعزم الموجب للاتجاه الطويل هي للشريحة الثالثة بقيمة (+11.7 KN.m) و عليه سيتم تعميم ناتج التسليح لهذه القيمة لسائر الجوارب في هذا الاتجاه، وحيث ان العزم للبلاطة ذات الاتجاه الواحد تفوق الاخير بحوالي الضعف فسيتم تصميمها بشكل منفرد.

$$\rightarrow d = 250 - 20 - 12 = 218 \text{ mm}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{11.7 \times 10^6}{0.9 \times 1000 \times 218^2} = 0.27 \text{ Mpa.} \quad m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.27}{420}} \right) = 0.00066.$$

$$\rightarrow A_{s, \text{req}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.00066 \times 1000 \times 218 = 143 \text{ mm}^2.$$

▪ Check for $A_{s, \text{min}}$.

$$A_{s, \text{(min)}} \text{ for solid slab} = 0.0018 \times b \times h$$

$$= 0.0018 \times 1000 \times 250 = 450 \text{ mm}^2$$

$$\rightarrow A_{s, \text{req}} = 143 \text{ mm}^2 < A_{s, \text{min}} = 450 \text{ mm}^2$$

Use Ø 12/20cm Bottom with $A_{s, \text{provided}} = 565 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 450 \text{ mm}^2$. → Ok

▪ Check spacing.

$$\text{Minimum spacing (s)} = 2.5 \text{ cm} + \text{Ø or } 2 \text{ Ø} = 2.5 + 1.2 = 3.7 \text{ cm.}$$

$$\text{Maximum spacing (s)} = 3h \text{ or } 45 \text{ cm} = 3 \times 25 = 75 \text{ cm.}$$

▪ Check for strain.

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f_c'} = \frac{565 \times 420}{0.85 \times 1000 \times 24} = 11.6 \text{ mm} \quad c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{7.76}{0.85} = 13.7 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{218 - 13.7}{13.7} \right) = 0.045 \geq 0.005 \rightarrow \text{Ok}$$

☒ Design of Negative Moments.

إن أعلى قيمة للعزم السالب للاتجاه الطويل هي للشريحة الثالثة بقيمة (-18.1 KN.m) و عليه سيتم تعميم ناتج التسليح لهذه القيمة لسائر البحور في هذا الاتجاه، وحيث ان العزم للبلاطة ذات الاتجاه الواحد تفوق الاخير فسيتم تصميمها بشكل منفرد.

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{18.1 \times 10^6}{0.9 \times 1000 \times 218^2} = 0.42 \text{ Mpa.} \quad m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.42}{420}} \right) = 0.00102.$$

$$\rightarrow A_{s, \text{req}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.00102 \times 1000 \times 218 = 222 \text{ mm}^2.$$

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

$$A_{s, \text{(min)}} \text{ for solid slab} = 0.0018 \times b \times h$$

$$= 0.0018 \times 1000 \times 250 = 450 \text{ mm}^2$$

$$\rightarrow A_{s, \text{req}} = 222 \text{ mm}^2 < A_{s, \text{min}} = 450 \text{ mm}^2$$

Use Ø 12/25cm Top with $A_{s, \text{provided}} = 452 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 450 \text{ mm}^2$. → Ok

- Check spacing.

$$\text{Minimum spacing (s)} = 2.5\text{cm} + \text{Ø or } 2 \text{ Ø} = 2.5 + 1.2 = 3.7\text{cm.}$$

$$\text{Maximum spacing (s)} = 3h \text{ or } 45\text{cm} = 3 \times 25 = 75 \text{ cm.}$$

- Check for strain.

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 b f_c'} = \frac{452 \times 420}{0.85 \times 1000 \times 24} = 9.3 \text{ mm} \quad c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{9.3}{0.85} = 10.95 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{218 - 10.95}{10.95} \right) = 0.057 \geq 0.005 \rightarrow \text{Ok}$$

➤ Design of One-Way Solid Slab

☒ Design of Positive Moments

- The Maximum Positive Moment is +25.3 for strip (4)

$$\rightarrow d = 250 - 20 - 12 = 218 \text{ mm}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{25.3 \times 10^6}{0.9 \times 1000 \times 218^2} = 0.59 \text{ Mpa.} \quad m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.59}{420}} \right) = 0.00143.$$

$$\rightarrow A_{s, \text{req}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.00143 \times 1000 \times 218 = 312 \text{ mm}^2.$$

▪ Check for $A_{s, \text{min}}$.

$A_{s, \text{(min)}}$ for solid slab = $0.0018 \times b \times h$

$$= 0.0018 \times 1000 \times 250 = 450 \text{ mm}^2$$

$$\rightarrow A_{s, \text{req}} = 312 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{min}} = 450 \text{ mm}^2$$

Use Ø 10/15cm Bottom with $A_{s, \text{provided}} = 527 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 450 \text{ mm}^2$. → Ok

▪ Check spacing.

Minimum spacing (s) = $2.5 \text{ cm} + \text{Ø or } 2 \text{ Ø} = 2.5 + 1.2 = 3.7 \text{ cm}$.

Maximum spacing (s) = $3h \text{ or } 45 \text{ cm} = 3 \times 25 = 75 \text{ cm}$.

▪ Check for strain.

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f_c'} = \frac{527 \times 420}{0.85 \times 1000 \times 24} = 10.85 \text{ mm} \quad c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{10.85}{0.85} = 12.76 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{218 - 12.76}{12.76} \right) = 0.048 \geq 0.005 \rightarrow \text{Ok}$$

☒ Design of Negative Moments

- The Maximum Positive Moment is -20.8 for strip (3)

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{20.8 \times 10^6}{0.9 \times 1000 \times 218^2} = 0.49 \text{ Mpa.}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.49}{420}} \right) = 0.00117.$$

$$\rightarrow A_{s, \text{req}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.00117 \times 1000 \times 218 = 256 \text{ mm}^2.$$

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

$$A_{s, \text{(min)}} \text{ for solid slab} = 0.0018 \times b \times h$$

$$= 0.0018 \times 1000 \times 250 = 450 \text{ mm}^2$$

$$\rightarrow A_{s, \text{req}} = 256 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{min}} = 450 \text{ mm}^2$$

Use $\emptyset 12/20\text{cm}$ Top with $A_{s, \text{provided}} = 565 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 450 \text{ mm}^2$. \rightarrow Ok

- Check spacing.

Minimum spacing (s) = 2.5cm + \emptyset or $2 \emptyset = 2.5 + 1.2 = 3.7\text{cm}$.

Maximum spacing (s) = 3h or $45\text{cm} = 3 \times 25 = 75\text{ cm}$.

- Check for strain.

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f_c'} = \frac{565 \times 420}{0.85 \times 1000 \times 24} = 11.6 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{7.76}{0.85} = 13.7 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{218 - 13.7}{13.7} \right) = 0.045 \geq 0.005 \rightarrow \text{Ok}$$

(2) تصميم الجسور المتقاطعة (Design of Paneled Beam)

يتم تصميم هذا النوع من الجسور كبقايا الجسور الخرسانية العادية بحساب العزم وغيرها من مستلزمات التصميم كما مر في الأقسام السابقة إلا أن العزم الناتج يكون بنسبة أقل، نتيجة تأثير تقاطع الجسور بعضها ببعض مكونة شبكة تعمل على تقليل زاوية الترخيم (Angle of Deflection) بقيمة تحسب بالمعادلة (4.10)، ويوضح الشكل (4-19) الحمل المؤثر على الجسر المراد تصميمه برود أفعاله.

➤ Get the dimension.

$$\text{Take } b = 300\text{mm} \quad t_n = \frac{L}{16} = \frac{14.8}{16} = 0.925\text{m.}$$

So, Select beams with (30×100) cm.

➤ The load at the slab (W_{avg}).

$$W_{avg} = W_s + \left(\frac{b(t-ts) \times (\text{length of beams}) \times \gamma_c}{L \times L_s} \right) \times 1.2$$

$$W_{avg} = 16.8 + \left(\frac{0.3(1-0.25) \times (2 \times 14.8 + 2 \times 15.3) \times 25}{14.8 \times 15.3} \right) \times 1.2$$

$$W_{avg} = 18.6 \text{ kN/m}^2.$$

➤ Calculate (β & α) by using Grashoff.

$$r = \frac{L_s}{L} = \frac{15.3}{14.8} = 1.034.$$

$$\alpha = \frac{r^4}{1+r^4} = \frac{1.034^4}{1+1.034^4} = 0.533. \quad \beta = \frac{1}{1+r^4} = \frac{1}{1+1.034^4} = 0.467.$$

➤ Design of B1 (in α direction).

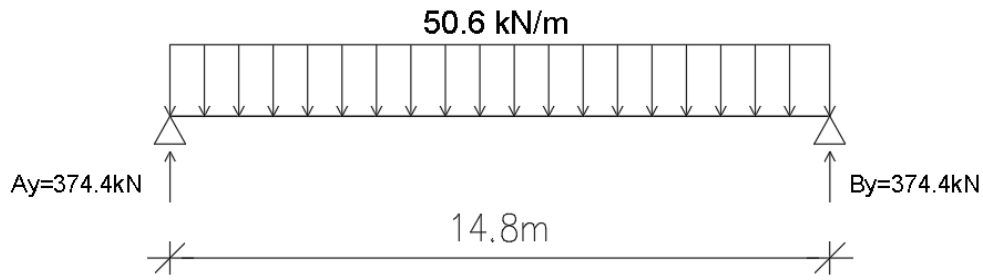
$$W = W_{av} \times \alpha \times a$$

Where: a=width of strip.

$$W = 18.6 \times 0.533 \times 5.1 = 50.6 \text{ kN/m.}$$

$$\theta = \frac{a}{L/2} \times 90 \quad (4.10)^{(II)}$$

Where: θ = Reduction angle of Deflection.



الشكل (19-4): الحمل المؤثر على الجسر (B1).

$$\theta_{B1} = \frac{51}{14.8/2} \times 90 = 60.$$

$$M_u = \frac{wL^2}{8} = \frac{50.6 \times 14.8^2}{8} = 1385.4 \text{ kN.m}$$

$$M_u = 1385.3 \times \frac{\sin 60}{\sin 90} = 1200 \text{ kN.m}$$

☒ Design as T-section.

The effective flange width (b_e) is the smallest of:

ACI (8.12.2)

$$1) b_e \leq \frac{L}{4} = \frac{1480}{4} = 370 \text{ cm}$$

$$2) b_e \leq b_w + 16h_f = 30 + 16 \times 25 = 430 \text{ cm}$$

$$3) b_e \leq \text{center to center spacing between adjacent beam} = 510 + 30 = 540 \text{ cm}$$

So, Take $b_e = 370 \text{ cm}$.

$$\rightarrow d = 1000 - 40 - 10 - 12.5 = 937.5 \text{ mm}$$

$$d = h - \text{cover} - d_{\text{stirrups}} - \frac{d_b}{2} = 320 - 20 - 8 - \frac{12}{2} = 286 \text{ mm}$$

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

$$\rightarrow M_{nf} = 0.85 \times 24 \times 3700 \times 250 \times \left(937.5 - \frac{250}{2}\right) \times 10^{-6} = 15332 \text{ KN.m}$$

$$\rightarrow M_{nf} = 15332 \text{ KN.m} \gg \frac{M_u}{\phi} = \frac{1200}{0.9} = 1333.3 \text{ KN.m.}$$

Then $a < h_f$ (the section will be designed as rectangular section with $b_e = 3700 \text{ mm}$.)

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{1200 \times 10^6}{0.9 \times 3700 \times 937.5^2} = 0.41 \text{ MPa}$$

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

$$\rightarrow \rho = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.41}{420}} \right) = 0.00099.$$

$$\rightarrow A_{s, \text{req}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.00099 \times 3700 \times 937.5 = 3421 \text{ mm}^2.$$

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

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

$$1. A_{s, \text{min}} = 0.25 \frac{\sqrt{f_c'}}{f_y} b_w \cdot d \quad \text{ACI (10.5.1)}$$

$$\rightarrow A_{s, \text{min}} = 0.25 \times \frac{\sqrt{24}}{420} \times 300 \times 937.5 = 820.1 \text{ mm}^2$$

$$2. A_{s, \text{min}} = \frac{1.4}{f_y} b_w \cdot d$$

$$\rightarrow A_{s, \text{min}} = \frac{1.4}{420} \times 300 \times 937.5 = 937.5 \text{ mm}^2 \text{ (Controls)}$$

$$\rightarrow A_{s, \text{req}} = 3421 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{min}} = 937.5 \text{ mm}^2$$

Use 7 Ø25 with $A_{s, \text{provided}} = 3437 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 3421 \text{ mm}^2$. → Ok

- Check for strain.

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 b f_c'} = \frac{3437 \times 420}{0.85 \times 3700 \times 24} = 19.1 \text{ mm}$$

Note: $f_c' = 24 \text{ MPa} < 28 \text{ MPa}$, then $\beta_1 = 0.85$.

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{19.1}{0.85} = 22.5 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{937.5 - 22.5}{22.5} \right) = 0.122 > 0.005 \quad \therefore \phi = 0.9 \text{ (Ok)}$$

Side Cover = 4cm so, the allowable No. of bars in each row (n) = $\frac{b-75}{\phi+25} = \frac{300-75}{25+25} = 4$ bars.

Select 2 Rows with 4 and 3 bars /row.

Stirrup hangers $(0.1 - 0.2) A_s = (343.7 - 687.4) \text{ mm}^2 \rightarrow$

Use 3Ø14 with $A_{s, \text{provided}} = 462 \text{ mm}^2$

☒ Design of B1 for Shear⁽¹²⁾.

ستتم عملية تصميم الجسر لمقاومة قوى القص كما تم شرحه سابقا.

$$\text{Max } V_u = 374.4 - 50.6 \times 1.14 = 316.7 \text{ kN.}$$

$$V_{u(\max)} \leq \Phi V_c + \Phi \frac{2}{3} \sqrt{f_c'} b_w d \quad \text{Case (V)}$$

$$\Phi V_c = \Phi \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} b_w d = 0.75 \times \frac{1}{6} \times \sqrt{24} \times 300 \times 937.5 \times 10^{-3} = 172.2 \text{ KN}$$

$$\Phi \frac{2}{3} \sqrt{f_c'} b_w d = 0.75 \times \frac{2}{3} \times \sqrt{24} \times 300 \times 937.5 \times 10^{-3} = 688.9 \text{ kN.}$$

$$\Phi V_c + \Phi \frac{2}{3} \sqrt{f_c'} b_w d = 172.2 + 688.9 = 861.11 \text{ kN.}$$

$V_{u(\max)} = 316.7 \text{ KN} \leq 861.11 \text{ KN}$. Therefore, the section is large enough.

➤ **Region (III) for shear design.**

$$\Phi V_c < V_u \leq \Phi (V_c + V_{s, \min}) \quad \text{Case (III)}$$

$V_{s, \min}$ is the maximum of:

$$1. \Phi V_{s, \min} = \Phi \frac{1}{3} b d = 0.75 \times \frac{1}{3} \times 300 \times 937.5 \times 10^{-3} = 70.3 \text{ KN (Controls)}$$

$$2. \Phi V_{s, \min} = \Phi \frac{1}{16} \sqrt{f_c'} b_w d = 0.75 \times \frac{1}{16} \times \sqrt{24} \times 300 \times 937.5 \times 10^{-3} = 64.6 \text{ KN}$$

$$\rightarrow \Phi V_c + \Phi V_{s, \min} = 172.2 + 70.3 = 242.5 \text{ KN} > V_{u(\max)} = 316.7 \text{ KN}$$

$$X_{III} = \frac{\phi(V_c + V_{s, \min})}{W_u}$$

$$W_u = 50.6 \text{ KN/m.}$$

$$X_{III} = \frac{\phi(V_c + V_{s, \min})}{W_u} = \frac{242.5}{50.6} = 4.8 \text{ m.}$$

Use (2 legs stirrups) Ø10 with $A_v = 2 \times 78.5 = 157 \text{ mm}^2$

$$S = \frac{A_v f_{yt}}{V_{s, \min}} d = \frac{157 \times 240 \times 937.5}{93.73 \times 10^3} = 377 \text{ mm (Controls)}$$

(12) جميع المعادلات في هذا القسم مأخوذة من الكود الأمريكي (ACI- Code-318M-11) حيث أن $(\Phi = 0.75)$.

Minimum reinforcement is required:

$$S \leq \frac{d}{2} \quad \text{or} \quad S \leq 600\text{mm. ... (Smaller value is Controls).}$$

$$S \leq \frac{d}{2} = \frac{937.5}{2} = 468.75 \text{ mm}$$

Take (2 legs stirrups) $\text{Ø}10 @ 350 \text{ mm} < S_{\text{max}} = 377 \text{ mm}$

➤ **Region (IV) for shear design.**

$$\phi(V_c + V_{s,\text{min}}) < V_u \leq \phi(V_c + V_s') \quad \text{Case (IV)}$$

$$\rightarrow 242.5 \text{ kN} < V_u \leq 0.75(229.6 + \frac{1}{3}\sqrt{24} \times 300 \times 937.5 \times 10^{-3})$$

$$242.5 \text{ KN} < V_u = 316.7 \text{ kN} \leq 516.7 \text{ KN}$$

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c = \frac{316.7}{0.75} - 229.6 = 192.7 \text{ KN}$$

Use stirrups U-shape (2 legs stirrups) $\text{Ø}10$ with $A_v = 2 \times 78.5 = 157\text{mm}^2$

$$S = \frac{A_v f_{yt}}{V_{s,\text{min}}} d = \frac{157 \times 240 \times 937.5}{192.7 \times 10^3} = 184 \text{ mm (Controls)}$$

Minimum reinforcement is required:

$$S \leq \frac{d}{2} \quad \text{or} \quad S \leq 600\text{mm. ... (Smaller value is Controls).}$$

$$S \leq \frac{d}{2} = \frac{937.5}{2} = 468.75 \text{ mm}$$

Take (2 legs stirrups) $\text{Ø}10 @ 150 \text{ mm} < S = 184 \text{ mm}$.

DESIGN OF COLUMN تصميم عمود (9-4)

سيتم خلال هذا القسم تصميم العمود (C17)، حيث سيتم حساب ابعاد القطاع ونسبة تسليح الحديد اللازمة لمقاومة الاحمال الواقعة استنادا الى المعادلات والرسومات البيانية الخاصة بـ(ACI- Code-318M-11)، وسيتم التصميم بناء على المواد والمعاملات التالية:

Concrete B350 $f_c' = 28 \text{ N/mm}^2$.

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

$\phi_{\text{Steel}} = 20 \text{ mm}$, $\phi_{\text{Stirrups}} = 10 \text{ mm}$.

Cover = 40mm.

1) Load Calculation.

• **Service Load.**

Dead Load = 1450 KN

Live Load = 500 KN

• **Factored Load.**

$P_u = 1.2 \times 1450 + 1.6 \times 500 = 2540 \text{ KN}$

2) Dimensions of Column.

سيتم التصميم باعتبار العمود كما لو كان عمود قصير بمقطع مستطيل مع حمل مركزي، وبافتراض الحد الأدنى للتسليح ($\rho_g = 0.01$)، وذلك بالتعويض خلال المعادلة (4.11)، ويوضح الشكل (20-4) الابعاد الناتجة من التعويض في المعادلة، كما ويبين الشكل (21-4) التسليح الناتج عن عملية التصميم.

$$\phi * P_n = 0.65 \times 0.8 \times A_g \{0.85 f_c' (1 - \rho_g) + \rho_g * f_y\} \quad (4.11)^{(13)}$$

$$\rightarrow 2540 \times 103 = 0.65 \times 0.8 \times A_g \{0.85 * 28$$

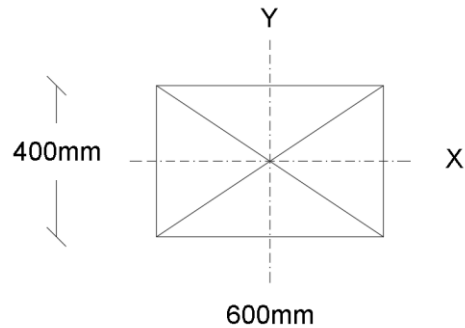
$$(1 - 0.01) + 0.01 * 420\}$$

$$\rightarrow A_g = 175946.1 \text{ mm}^2$$

$$h = 400 \text{ mm}$$

$$b = 175946.1 / 400 = 440 \text{ mm}$$

$$\text{Select } \rightarrow b = 600 \text{ mm}$$



الشكل (20-4): ابعاد المقطع التصميمية للعمود (C17).

13 (المعادلة مأخوذة من (10.3.6.1) ACI.

3) Classification of Column Section.

- Check Slenderness Parameter.

$$\frac{K L_u}{R} \leq 34 - 12 \frac{M_1}{M_2} \leq 40 \quad \text{ACI (10.3.6.1)}$$

Where:

Lu: Actual unsupported (Unbraced) length.

K: effective length factor. According to **ACI 318 (10.10.6.3)** The effective length factor K, shall be permitted to be taken as 1.0.

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

→ Lu = 3.50 m M1/M2 = 1 K=1 for pinned release columns in braced frame.

- System about X-Axis.

$$\frac{K_x L_x}{R_x} = \frac{1.0 \times 3.5}{0.3 \times 0.4} = 23.33$$

System is braced → $23.33 \leq 34 - 12 \left(\frac{0}{0}\right) \leq 40 \rightarrow 23.33 > 22$

∴System is LONG about X

- System about Y-Axis.

$$\frac{K_x L_x}{R_x} = \frac{1.0 \times 3.5}{0.3 \times 0.6} = 19.44$$

System is braced → $19.44 \leq 34 - 12 \left(\frac{0}{0}\right) \leq 40 \rightarrow 19.44 < 22 < 40$

∴System is SHORT about Y

4) Bressler equation.

$$\frac{1}{P_n} = \frac{1}{P_{n_x}} + \frac{1}{P_{n_y}} + \frac{1}{P_o} \quad \text{ACI (10.10.7.4)}$$

$P_{n_x} = P_n$ for short column without any eccentricity= P_o

$$\frac{1}{P_n} = \frac{1}{P_o} + \frac{1}{P_{n_y}} - \frac{1}{P_o} = \frac{1}{P_{n_y}}$$

Nominal axial strength column $P_n = P_{n_y}$ in e_y direction (long)

5) Minimum Eccentricity (min e).

$$\min e = 15 + 0.03 h$$

h in the direction of $e_y = 400 \text{ mm}$

$$\min e = 15 + 0.03 \times 400 = 27 \text{ mm}$$

6) Factored Load.

$$\text{Column weight} = 3.5 \times 0.4 \times 0.60 \times 25 = 21 \text{ KN}$$

$$Pu = 1.2 \times (1450 + 21) + 1.6 \times 500 = 2565 \text{ KN}$$

$$Mu_x = \min e \times Pu = 0.027 \times 2565 = 69.3 \text{ KN.m}$$

7) Magnification Factor (δ_{ns}).

$$\delta_{ns} = \frac{C_m}{1 - \left(\frac{Pu}{0.75 \times P_{cr}}\right)} \geq 1.0 \text{ and } \leq 1.4 \quad \text{ACI (10.10.7.4)}$$

Where:

$$C_m = 0.6 + 0.4 \times \left(\frac{M_1}{M_2}\right) \geq 0.4 \rightarrow C_m = 0.6 + 0.4 \times \left(\frac{0}{0}\right) = 1.0$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \times (E \times I)}{(k \times L_u)^2}, \quad E \times I = \frac{0.4 \times E_c \times I_g}{1 + B_d}$$

$$B_d = \frac{1.2 \times P_D}{1.2 \times P_D + 1.6 \times P_L}, \quad I_g = \frac{bh^3}{12}, \quad E_c = 4750 \times \sqrt{f'c'}$$

$$\rightarrow B_d = \frac{1.2 \times 1471}{2565} = 0.67, \quad E \times I = \frac{0.4 \times 4750 \times \sqrt{28} \times 600 \times \frac{400^3}{12}}{1 + 0.67} = 19264.9 \text{ kN/m}^2$$

$$\rightarrow P_{cr} = \frac{\pi^2 \times 19264.9}{(1 \times 3.5)^2} = 15521.4 \text{ kN}$$

$$\rightarrow \delta_{ns} = \frac{1.0}{1 - \left(\frac{2565}{0.75 \times 15521.4}\right)} = 1.28 \geq 1.0 \text{ and } \leq 1.4$$

8) Design of Moment M_{nx} .

$$Mn_x = \delta_{ns} \times Mu = 1.28 \times 69.3 = 88.9 \text{ KN.m}$$

$$e_y = \delta_{ns} \times \min e = 1.28 \times 0.027 = 0.035 \text{ m}$$

9) Interaction Diagram.

$$e_y = 0.035 \text{ m} \quad , \quad h = 0.4 \text{ m}$$

$$\frac{e_y}{h} = \frac{0.035}{0.4} = 0.0875$$

$$\gamma = \frac{d - d'}{h} = \frac{400 - 2 \times (40 + 10 + \frac{20}{2})}{400} = 0.70$$

$$\frac{\phi \times Pn}{Ag} = \frac{Pu}{Ag} \quad , \quad \frac{2565}{400 \times 600} \times 145 = 1.55 \text{ Ksi}$$

- Form Diagram A-9a ($\gamma = 0.6$)

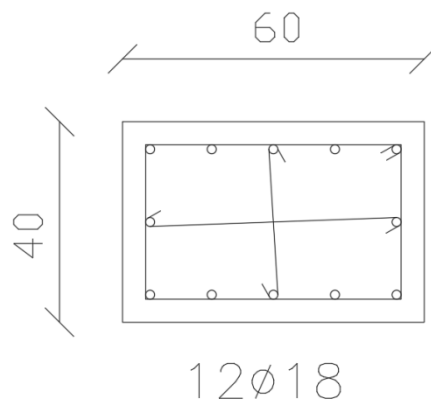
$$\rho_g = \min \rho_g = 0.01$$

- Form Diagram A-9b ($\gamma = 0.75$)

$$\rho_g = \min \rho_g = 0.01$$

$$\text{So, } \rho_g = \min \rho_g = 0.01$$

Use 12 Ø18 with $A_{s, \text{provided}} = 3048 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 2400 \text{ mm}^2$. → Ok



الشكل (21-4) : ناتج التسليح من عملية التصميم للعمود (C17).

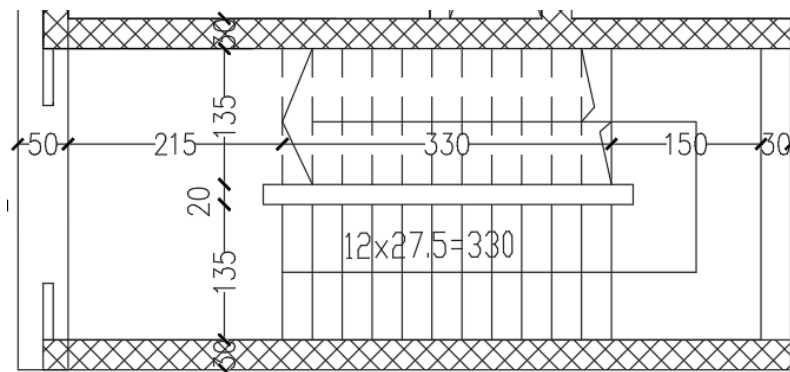
DESIGN OF STAIRS تصميم الادراج (10-4)

سيتم خلال هذا القسم تصميم الدرج الموجود على الجهة اليمنى للمنشأ (Stair 3)، حيث سيتم أخذ الأبعاد الخاصة به من الرسومات المعمارية حيث يبين الشكل (22-4) مخطط الدرج المعمول به في الرسومات، وعليه ستتم عملية التصميم تبعاً لـ (ACI- Code-318M-11)، واستناداً إلى ذلك فإن الشكل (23-4) والشكل (26-4) يبين النظام الإنشائي المستخدم في تصميم كل من الشاحط والبسطة على التوالي، وتظهر نتائج التصميم في الشكل (29-4)، وسيتم التصميم بناءً على المواد والمعاملات التالية:

Concrete B300 $f_c' = 24 \text{ N/mm}^2$.

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

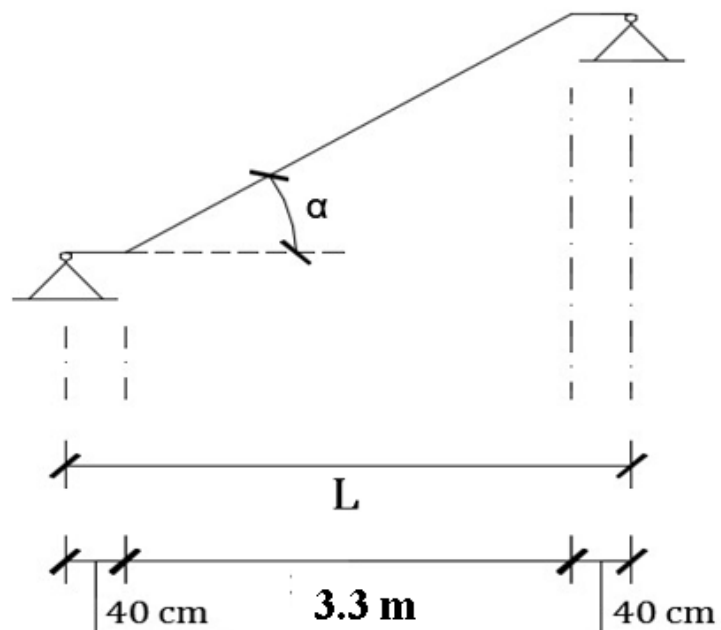
Wall thickness = 30 cm, Cover = 20 mm.



الشكل (22-4): مخطط الدرج الثالث (STAIR 3).

1) Design of Flight.

• **Structural System.**



الشكل (23-4): النظام الإنشائي لشاحط الدرج.

• **Limitation of deflection:**

$$h \text{ (min)} = \frac{L}{20} = \frac{410}{20} = 20.5\text{cm} \rightarrow \text{Select } h = 21 \text{ cm.}$$

$$\frac{400}{24} = 16.7 \text{ cm} \rightarrow \text{Angle } (\alpha): \tan (\alpha) = 16.7/27.5 \rightarrow \alpha = 31.3^\circ$$

• **Calculate Loads of The Flight.**

تؤخذ الاحمال الحية الواقعة الشاحط على حسب الجدول (2-4) في بداية هذا الفصل التابع لكود الاحمال الاردني، وتحسب الاحمال الميتة الواقع عليه بضرب الكثافة في السمك في عرض 1 متر في الميل للشاحط لتحويل الحمل للوضع الافقي كما يظهر في الجدول (11-4)، وعليه تحسب قوى القص والعزوم المؤثرة عليه كما يظهر في كل الاشكال (24-4) و(25-4).

جدول (11-4): الحمال الميتة الواقعة على الدرج.

الحمل (KN/m)		المادة
6.1	$0.21 \times 25 \times 1 \times \left(\frac{1}{\cos 31.3}\right)$	الشاحط (Flight)
1.01	$0.04 \times 23 \times \left(\frac{33}{30}\right)$	البلاط الافقي (Horizontal Tile)
0.38	$0.03 \times 23 \times \left(\frac{16.7}{30}\right)$	البلاط الرأسية (Vertical Tile)
0.66	$0.03 \times 22 \times 1$	المونة الاسمنتية الافقية (Horizontal Mortar)
0.37	$0.03 \times 22 \times \left(\frac{16.7}{30}\right)$	المونة الاسمنتية الرأسية (Vertical Mortar)
0.88	$0.03 \times 25 \times 1 \times \left(\frac{1}{\cos 31.3}\right)$	القسارة (Plaster)
2.09	$0.5 \times 0.167 \times 25$	الدرجة الخرسانية (Triangle Concrete)
11.3	المجموع	

$$\text{Dead Load} = 11.1 \text{ kN/m} \quad \& \quad \text{Live Load} = 3\text{kN/m}$$

- Factored Load (q_u).

$$q_u = 1.2 \times \text{Dead Load} + 1.6 \times \text{Live Load}$$

$$= 1.2 \times 11.3 + 1.6 \times 3$$

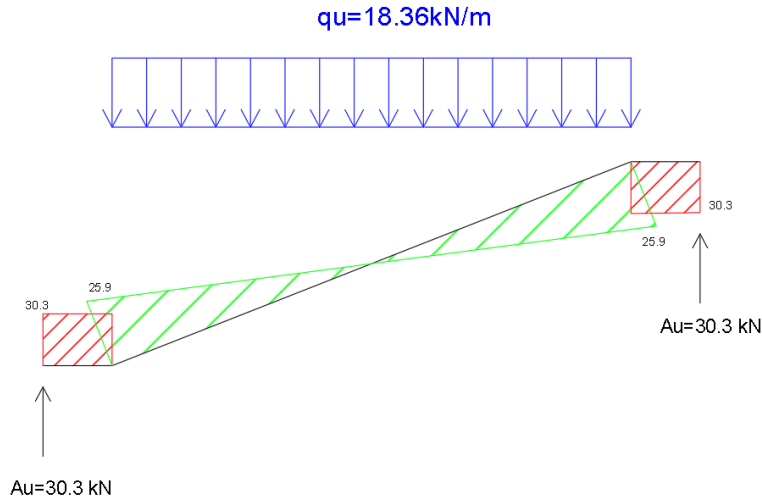
$$= 18.36 \text{ kN/m.}$$

• **Internal Forces of Flight.**

- Shear Force Diagram.

→ $A_u = (qu/2) \times 3.3 = (18.36/2) \times 3.3 = 30.3 \text{ kN}$.

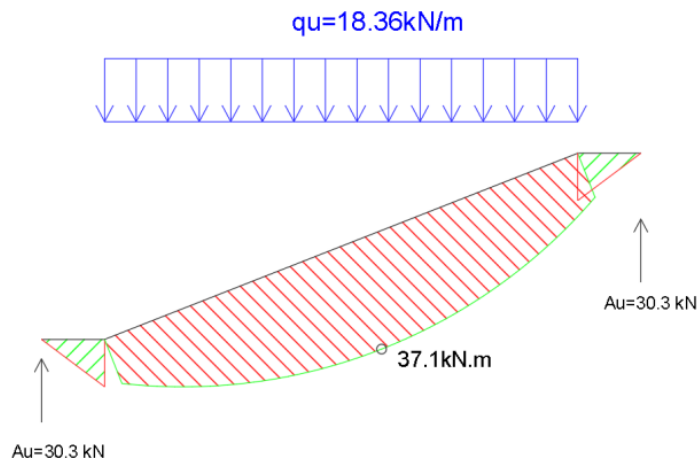
Max. V_u of Flight = $30.3 \times \cos 31.3 = 25.9 \text{ kN}$.



الشكل (4-24): قوى القص المؤثرة على الدرج.

- Bending Moment Diagram.

Max. M_u of Flight = $30.3 \times 2.05 - 18.36 \times 1.65 \times 0.825 = 37.1 \text{ kN.m}$



الشكل (4-25): العزوم على الدرج.

- **Design of Shear Force:**

$$d = 210 - (20 + 0.5 \times 12) = 184 \text{ mm}$$

$$\phi \times V_c = 0.75 \times \frac{1}{6} \times \sqrt{f_c'} \times b \times d = 0.75 \times \frac{1}{6} \times \sqrt{24} \times 1000 \times 184 = 112.6 \text{ kN}$$

$$\phi \times V_c = 112.6 \text{ kN} > V_{u \text{ Max}} = 25.6 \text{ kN}$$

So, No Shear Reinforcement is required.

So, (h=21 cm) is O.K

- **Design of Bending Moment:**

$$M_u = 37.1 \text{ KN.m}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{37.1 \times 10^6}{0.9 \times 1000 \times 184^2} = 1.22 \text{ Mpa.}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 1.22}{420}} \right) = 0.00299.$$

$$\rightarrow A_{s, \text{ req}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.00299 \times 1000 \times 184 = 550.4 \text{ mm}^2.$$

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

$$A_{s, \text{ min}} = 0.0018 \times b \times h = 0.0018 \times 1000 \times 210 = 378 \text{ mm}^2$$

$$\rightarrow A_{s, \text{ req}} = 550.4 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{ min}} = 378 \text{ mm}^2$$

Use 4Ø14 Bottom with $A_{s, \text{ provided}} = 616 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{ required}} = 550.4 \text{ mm}^2$. → Ok

- Check for strain:

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 b f_c'} = \frac{616 \times 420}{0.85 \times 1000 \times 24} = 12.7 \text{ mm}$$

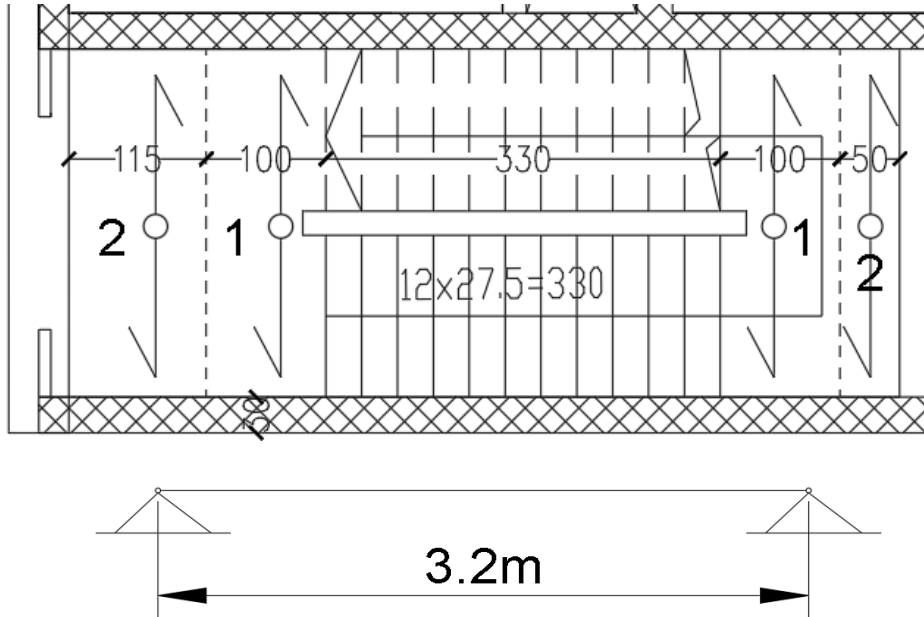
$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{12.7}{0.85} = 14.9 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{184 - 14.9}{14.9} \right) = 0.034 \geq 0.005 \rightarrow \text{Ok}$$

2) Design of Landing.

• **Structural System.**

Landing slab should be divided into two slab regions



الشكل (26-4): النظام الإنشائي لبسطة الدرج.

• **Limitation of Deflection.**

$$h \text{ (min)} = \frac{L}{20} = \frac{400}{20} = 16 \text{ cm} \rightarrow \text{Select } h = 21 \text{ cm.}$$

• **Calculate Loads of The Landing.**

تؤخذ الاحمال الحية الواقعة على البسطة حسب الجدول (2-4) في بداية هذا الفصل التابع لكود الاحمال الاردني، وتحسب الاحمال الميتة الواقعة عليها بضرب الكثافة في السمك في عرض 1 متر كما يظهر في الجدول (12-4).

جدول (12-4): الاحمال الميتة الواقعة على البسطة.

الحمل (KN/m ²) $\gamma \times t$	السمك (cm)	المادة
5.25	21	البلاطة (Slab)
0.88	4	البلاط (Tile)
0.44	2	المونة الأسمنتية (Mortar)
1.19	7	الرمل (Sand)
0.66	3	القسارة (Plaster)
8.42		المجموع

$$\text{Dead Load} = 8.42 \text{ kN/m} \quad \& \quad \text{Live Load} = 3 \text{ kN/m}$$

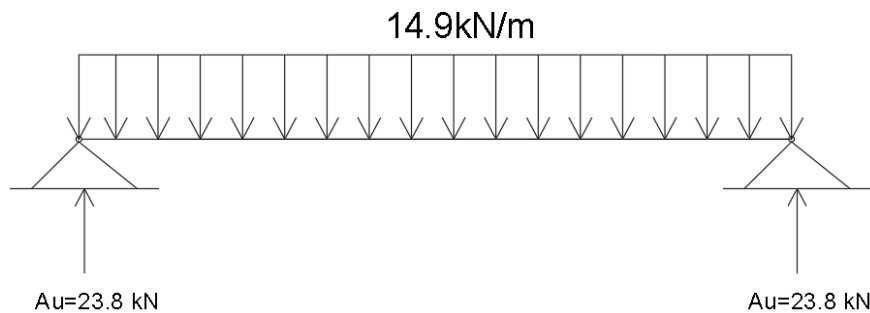
- Factored Load (q_u):

$$\begin{aligned} q_u &= 1.2 \times \text{Dead Load} + 1.6 \times \text{Live Load} \\ &= 1.2 \times 8.42 + 1.6 \times 3 \\ &= 14.9 \text{ kN/m.} \end{aligned}$$

- **Design of Slab (2) Far from The Flight.**

يجب على المنطقة رقم 2 حمل كلا من الحمل الميت والحي للبسطة وألا تعمل كدعامة للشاحط، وعليه تكون الاحمال الواقعة عليها كما يظهر في الشكل (27-4) والذي يبين بدوره ردود الافعال عليها.

V_u (at distance $d = 184$ mm from the face of support)



الشكل (27-4): الحمل وردود الافعال على المنطقة 2 من البسطة.

$$V_u = 23.8 - 14.9 \times (0.15 + 0.184) = 18.8 \text{ kN}$$

$$M_u = \frac{q_u \times L^2}{8} = \frac{14.9 \times 3.2^2}{8} = 19.1 \text{ kN.m}$$

- ❖ **Design of Shear Force:**

$$d = 210 - (20 + 0.5 \times 12) = 184 \text{ mm}$$

$$\emptyset \times V_c = 0.75 \times \frac{1}{6} \times \sqrt{f_{c'}} \times b \times d = 0.75 \times \frac{1}{6} \times \sqrt{24} \times 1000 \times 184 = 112.6 \text{ kN}$$

$$\emptyset \times V_c = 112.6 \text{ kN} > V_{u \text{ Max}} = 18.8 \text{ kN}$$

So, No Shear Reinforcement is required.

So, (h=21) is O.K

❖ Design of Bending Moment:

$$M_u = 19.1 \text{ KN.m}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{19.1 \times 10^6}{0.9 \times 1000 \times 184^2} = 0.63 \text{ Mpa.}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 1.22}{420}} \right) = 0.0015.$$

$$\rightarrow A_{s, \text{req}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.0015 \times 1000 \times 184 = 279 \text{ mm}^2.$$

- Check for $A_{s, \text{min}}$

$$A_{s, \text{min}} = 0.0018 \times b \times h = 0.0018 \times 1000 \times 210 = 378 \text{ mm}^2$$

$$\rightarrow A_{s, \text{req}} = A_{s, \text{min}} = 378 \text{ mm}^2$$

Use **12Ø20 Bottom** with $A_{s, \text{provided}} = 565 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 378 \text{ mm}^2$. → Ok

- Check for strain:

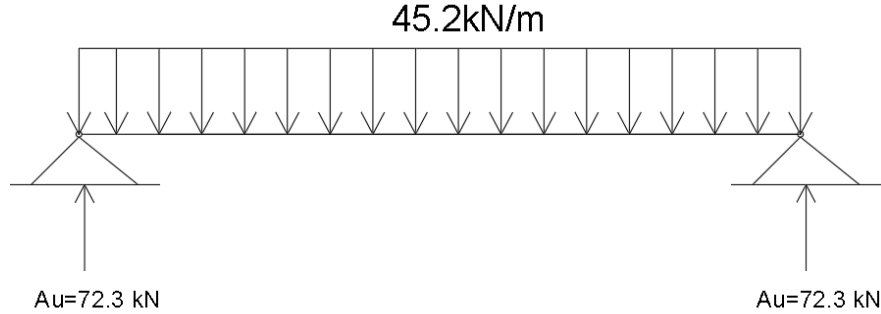
$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{565 \times 420}{0.85 \times 1000 \times 24} = 11.6 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{11.6}{0.85} = 13.7 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{184 - 13.7}{13.7} \right) = 0.037 \geq 0.005 \rightarrow \text{Ok}$$

• **Design of Slab (1) Near from The Flight.**

يجب على المنطقة رقم 2 حمل كلا من الحمل الميت والحي للبسطة وأن تعمل كدعامة للشاحط، وعليه تكون الاحمال الواقعة عليها كما يظهر في الشكل (28-4) والذي يبين بدوره ردود الافعال عليها.



الشكل (28-4): الحمل وردود الافعال على المنطقة 1 من البسطة.

$$V_u = 72.3 - 45.2 \times (0.15 + 0.184) = 57.2 \text{ kN}$$

$$M_u = \frac{q_u \times L^2}{8} = \frac{45.2 \times 3.2^2}{8} = 57.9 \text{ kN.m}$$

❖ **Design of Shear Force:**

$$d = 210 - (20 + 0.5 \times 12) = 184 \text{ mm}$$

$$\phi \times V_c = 0.75 \times \frac{1}{6} \times \sqrt{f_c'} \times b \times d = 0.75 \times \frac{1}{6} \times \sqrt{24} \times 1000 \times 184 = 112.6 \text{ kN}$$

$$\phi \times V_c = 112.6 \text{ kN} > V_{u \text{ Max}} = 57.2 \text{ kN}$$

So, No Shear Reinforcement is required.

So, (h=21) is O.K

❖ **Design of Bending Moment:**

$$M_u = 57.9 \text{ KN.m}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{57.9 \times 10^6}{0.9 \times 1000 \times 184^2} = 1.9 \text{ Mpa.}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 1.9}{420}} \right) = 0.00476.$$

$$\rightarrow A_{s, \text{ req}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.00476 \times 1000 \times 184 = 876 \text{ mm}^2.$$

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

$$A_{s, \min} = 0.0018 \times b \times h = 0.0018 \times 1000 \times 210 = 378 \text{ mm}^2$$

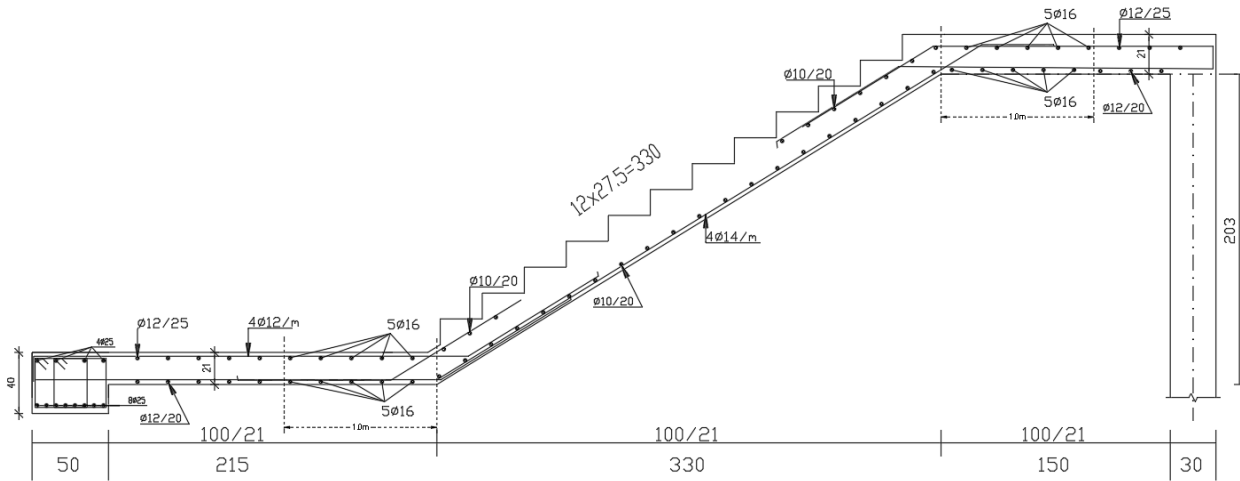
$$\rightarrow A_{s, \text{req}} = 876 \text{ mm}^2 > A_{s, \min} = 378 \text{ mm}^2$$

Use **5Ø16 Bottom** with $A_{s, \text{provided}} = 1005 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 876 \text{ mm}^2$. → Ok

- Check for strain:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f_c} = \frac{1005 \times 420}{0.85 \times 1000 \times 24} = 20.7 \text{ mm} \qquad c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{20.7}{0.85} = 24.3 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{184 - 34.3}{34.3} \right) = 0.02 \geq 0.005 \rightarrow \text{Ok}$$



الشكل (4-29): قطاع تفصيلي خلال الدرج يبين التسليح الناتج من عملية التصميم.

(14) DESIGN OF SHEAR WALL جدار القص (11-4)

سيتم خلال هذا القسم تصميم جدار القص (SW6)، حيث سيتم أخذ الأبعاد الخاصة به من الرسومات المعمارية كما وسيتم اخذ القوى الجانبية المؤثرة على المبنى نتيجة تأثير الزلازل من برنامج (E-tabs)، ويبين الشكل (4-30) القوى الزلزالية وما تنتجه من قوى قص وعزوم تؤثر على جدار (SW6)، وعليه ستتم عملية التصميم تبعاً لـ (ASCE-7-10)، وتظهر نتائج التصميم في الشكل (4-31)، وسيتم التصميم بناء على المواد والمعاملات التالية:

Concrete B300 $f'_c=24\text{N/mm}^2$.

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

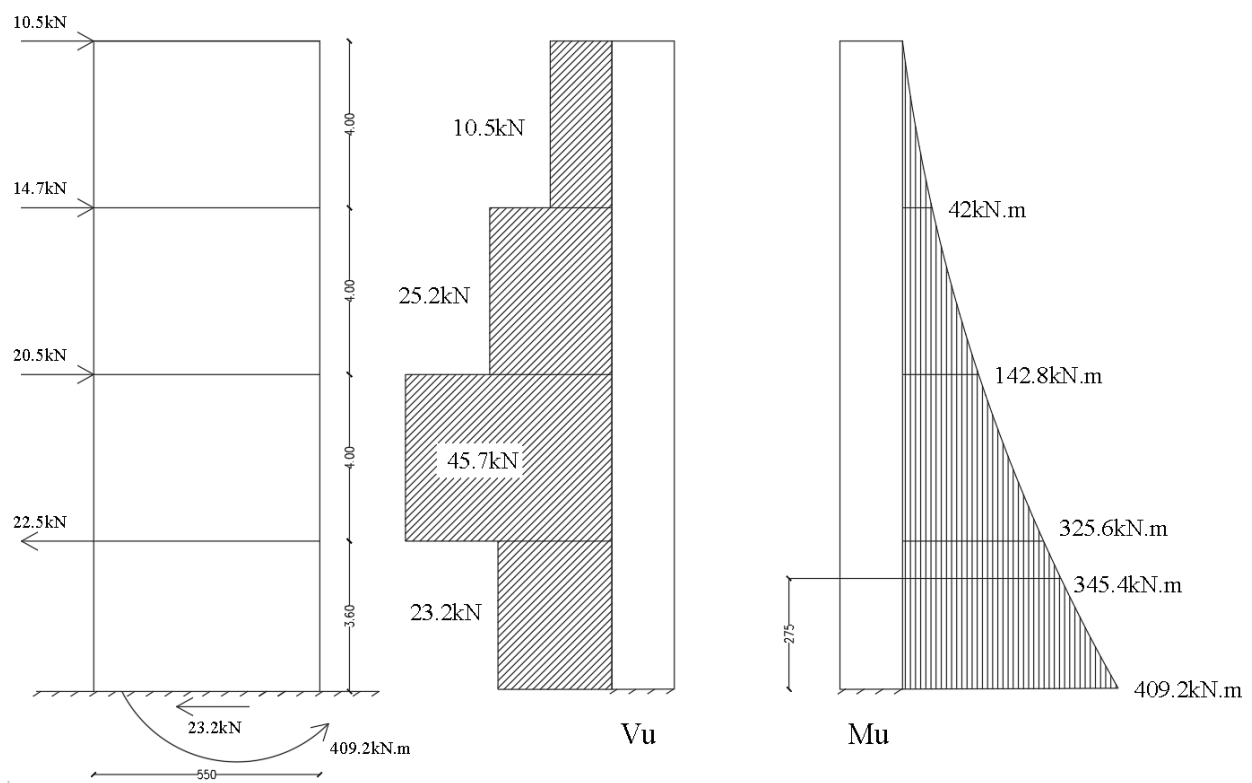
Wall thickness=30 cm, Cover = 20mm.

Lw=5.5 m , hw=15.6m

1) Analysis.

$$Pu = 0 \rightarrow Nu = 0 ; \sum Fx = 0 \rightarrow Vu = 23.2\text{ KN}$$

$$\sum \text{Moment} (Mu) = 409.2\text{ KN.m}$$



الشكل (4-30): القوى الزلزالية وما تنتجه من قوى قص وعزوم مأخوذة من برنامج (E-tabs).

14) معادلات هذا القسم غير المنسوبة الى مرجع تابعة الى (ASCE-7-10).

2) Determination of (Mu_1).

Where $Lw < hw$ Controlled section for ($Mu = Lw/2$) from the base of shear wall.

$$Lw/2 = 5.5/2 = 2.75 \text{ m}$$

$$\therefore Mu_1 = 409.2 - 2.75 \times 23.2 = 345.4 \text{ KN.m}$$

3) Design.

Design as rectangular section with:

$$\text{Since } Lw < hw \rightarrow d = 0.8 \times Lw = 0.8 \times 5.5 = 4.4 \text{ m}$$

a. Design of Horizontal Reinforcement for Story (1).

Horizontal reinforcement to resist factored shear force Vu .

$$Vu = Vu_{max} = 23.2 \text{ KN}$$

❖ Vc =The smallest of:

$$1. Vc = \frac{1}{6} \times \sqrt{f'c'} \times b \times d = \frac{1}{6} \times \sqrt{24} \times 300 \times 4400 = 1077.8 \text{ KN} \dots \text{Control}$$

$$2. Vc = \frac{1}{4} \times \sqrt{f'c'} \times b \times d + \frac{Nu \times d}{4 \times Lw} = \frac{1}{4} \times \sqrt{24} \times 300 \times 4400 + 0 = 1616.7 \text{ KN}$$

$$3. Vc = \left(0.5 \times \sqrt{f'c'} + \frac{Lw \times \left(\sqrt{f'c'} + \left(\frac{2 \times Nu}{Lw \times h} \right) \right)}{\left(\frac{Mu_1}{Vu} \right) - \left(\frac{Lw}{2} \right)} \right) \times \frac{h \times d}{10}$$

$$= \left(0.5 \times \sqrt{28} + \frac{5.5 \times (\sqrt{24} + 0)}{\left(\frac{325.6}{45.7} \right) - \left(\frac{5.5}{2} \right)} \right) \times \frac{300 \times 4400}{10} = 638.5 \text{ KN}$$

$$\therefore \phi \times Vc = 0.75 \times 638.5 = 478.9 \text{ KN} > Vu = 23.2 \text{ KN}$$

So, Horizontal reinforcement is Not required.

$$\left(\frac{Avh}{s} \right)_{min} = 0.0025 * h = 0.0025 * 300 = 0.75$$

$$\left(\frac{Avh}{s} \right)_{req} = \left(\frac{Avh}{s} \right)_{min} \rightarrow \frac{Avh}{s} = 0.75 \dots \text{Controls}$$

- According to (ACI) - step (s) must not be greater than:

1. $S_{max} = \frac{Lw}{5} = \frac{5500}{5} = 1100 \text{ mm}$
2. $S_{max} = 3 \times h = 3 \times 300 = 900 \text{ mm}$
3. $S_{max} = 450 \text{ mm} \dots \text{Controls}$

$$\text{Assume } \Phi 10 \text{ steel } \rightarrow Avh = 2 \text{ legs} \times \frac{\pi \times 10^2}{4} = 158 \text{ mm}^2$$

$$S_{req} = Avh/0.75 = 158/0.75 = 211 \text{ mm}$$

$$\text{select } S = 200 \text{ mm} < S_{max} = 450 \text{ mm ok}$$

Select $\Phi 10@200\text{mm}$ at each side.

b. Design of uniform distributed vertical reinforcement for Story (1):

Vertical reinforcement to resist N_u and apart of M_u .

$$A_{vv} = \left[0.0025 + 0.5 \left(2.5 - \frac{hw}{Lw} \right) \times \left(\frac{Avh}{S_{horizontal} \times h} - 0.0025 \right) \right] \times h \times S_{vertical}$$

$$\frac{A_{vv}}{s} = \left[0.0025 + 0.5 \times \left(2.5 - \frac{15.6}{5.5} \right) \times \left(\frac{2 \times 79}{200 \times 300} - 0.0025 \right) \right] \times 300 = 0.743$$

$$\text{Where } \rightarrow \left(2.5 - \frac{15.6}{5.5} \right) \leq 2.5$$

$$\text{Select } \Phi 10 - 2 \text{ layers } \rightarrow A_{vv} = 2 \times 79 = 158 \text{ mm}^2$$

$$\frac{158}{s} = 0.743, S_{req} = 212.65 \text{ mm}$$

Select $S = 200 \text{ mm}$

- According to (ACI) - step (s) must not be greater than:

1. $S_{max} = \frac{Lw}{3} = \frac{550}{3} = 1833.3 \text{ mm}$
2. $S_{max} = 3 \times h = 3 \times 300 = 900 \text{ mm}$
3. $S_{max} = 450 \text{ mm} \dots \text{Control}$

$$S = 200 \text{ mm} < 450 \text{ mm} \dots \text{Ok}$$

Select $\Phi 10@200\text{mm}$ at each side

c. Check for Boundary Reinforcement.

Part of moment that resisted through (Avv):

$$A_{sv} = 2 \times 79 \times \frac{5500}{200} = 4345 \text{ mm}^2$$

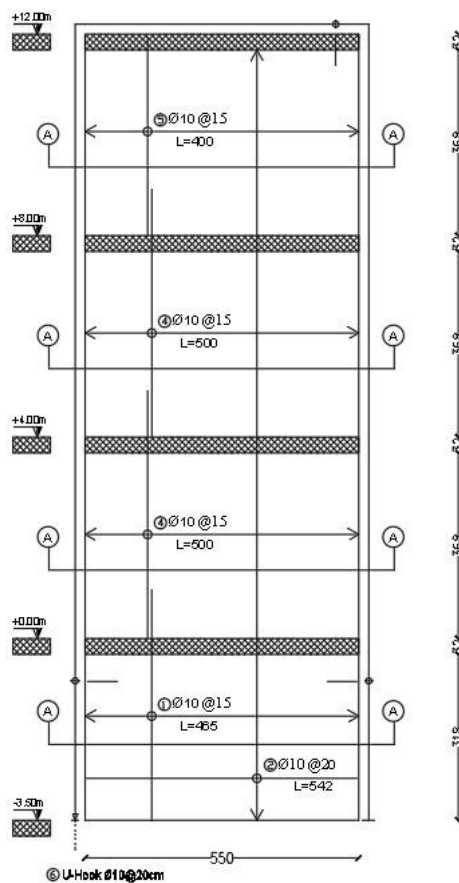
$$\frac{z}{Lw} = \frac{1}{2 + \left(\frac{0.85 * \beta * f'c' * Lw * h}{A_{sv} * f_y} \right)} = \frac{1}{2 + \left(\frac{0.85 * 0.8 * 24 * 5500 * 300}{4345 * 420} \right)} = 0.057$$

$$M_{uv} = 0.9 * \left(0.5 * A_{sv} * f_y * Lw * \left(1 - \frac{z}{2 * Lw} \right) \right)$$

$$= 0.9 * \left[0.5 * 4345 * 420 * 5500 * \left(1 - \frac{0.057}{2} \right) \right] = 4387.9 \text{ KN.m}$$

$$M_{uv} = 4387.9 \text{ KN.m} > M_u = 409.2 \text{ KN.m}$$

Boundary steel is not required.



الشكل (31-4): تسليح جدار القص (SW6).

DESIGN OF THE BASEMENT WALL (12-4) تصميم جدار القبو

سيتم خلال هذا القسم تصميم جدار القبو او الكراج، حيث سيتم أخذ الابعاد الخاصة به من الرسومات المعمارية كما وسيتم اخذ خصائص التربة الموجودة في الموقع من قبل مركز الفحص، ويبين الشكل (4-32) النظام الانشائي والأحمال التي يتعرض لها الجدار سواء كانت ناتجة عن الاحمال الحية او ضغط التربة، وتنتج هذه الاحمال عزوم تتضح في الشكل (4-33)، وعليه سنتم عملية التصميم تبعاً لـ (ACI- Code-318M-11)، وتظهر نتائج التصميم في الشكل (4-34)، وسيتم التصميم بناء على المواد والمعاملات التالية:

Concrete B300 $f'_c=24\text{N/mm}^2$.

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

Wall thickness=30 cm, Cover = 20mm.

$\gamma_{\text{soil}}=18\text{ KN/m}^3$, $\phi_{\text{soil}}=30.0^\circ$, Wall Height =3.28 m.

1) System and loads

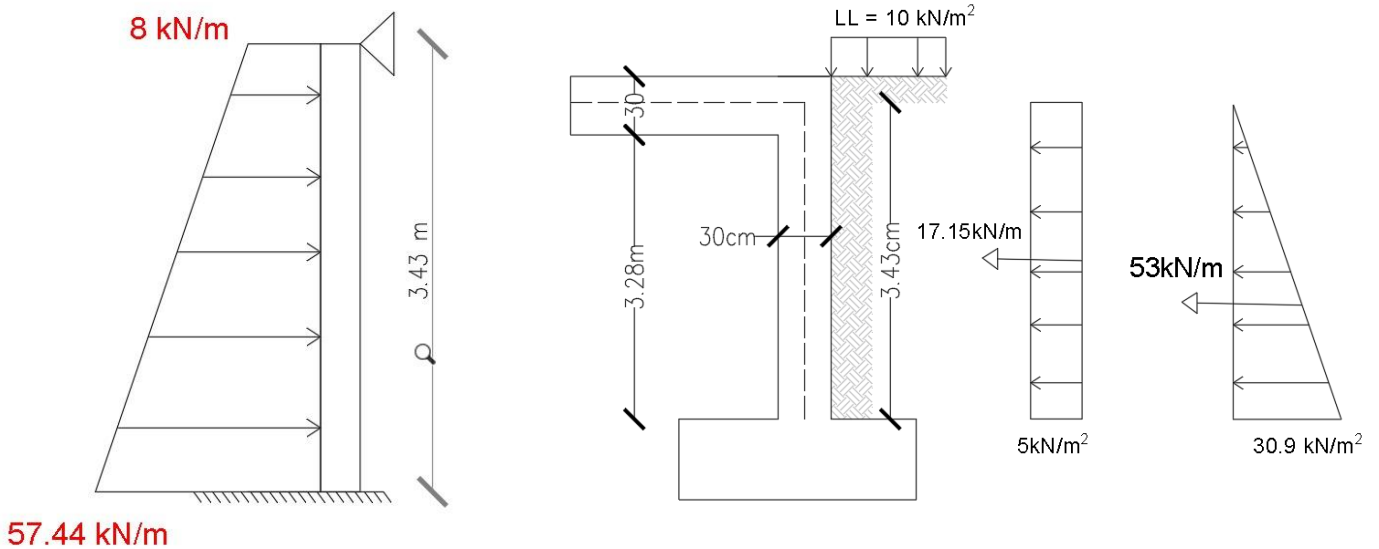
$$k_o = 1 - \sin \phi = 1 - \sin 30 = 0.5$$

$$e_o = k_o \times \gamma \times h = 0.5 \times 18 \times 3.43 = 30.9\text{ KN/m}^2$$

$$E_o = e_o \times \frac{h}{2} = 30.9 \times \frac{3.43}{2} = 53\text{ KN/m}$$

$$k_o \times LL = 0.5 \times 10 = 5\text{ KN/m}^2$$

$$5 \times 3.43 = 17.15\text{ KN/m}$$

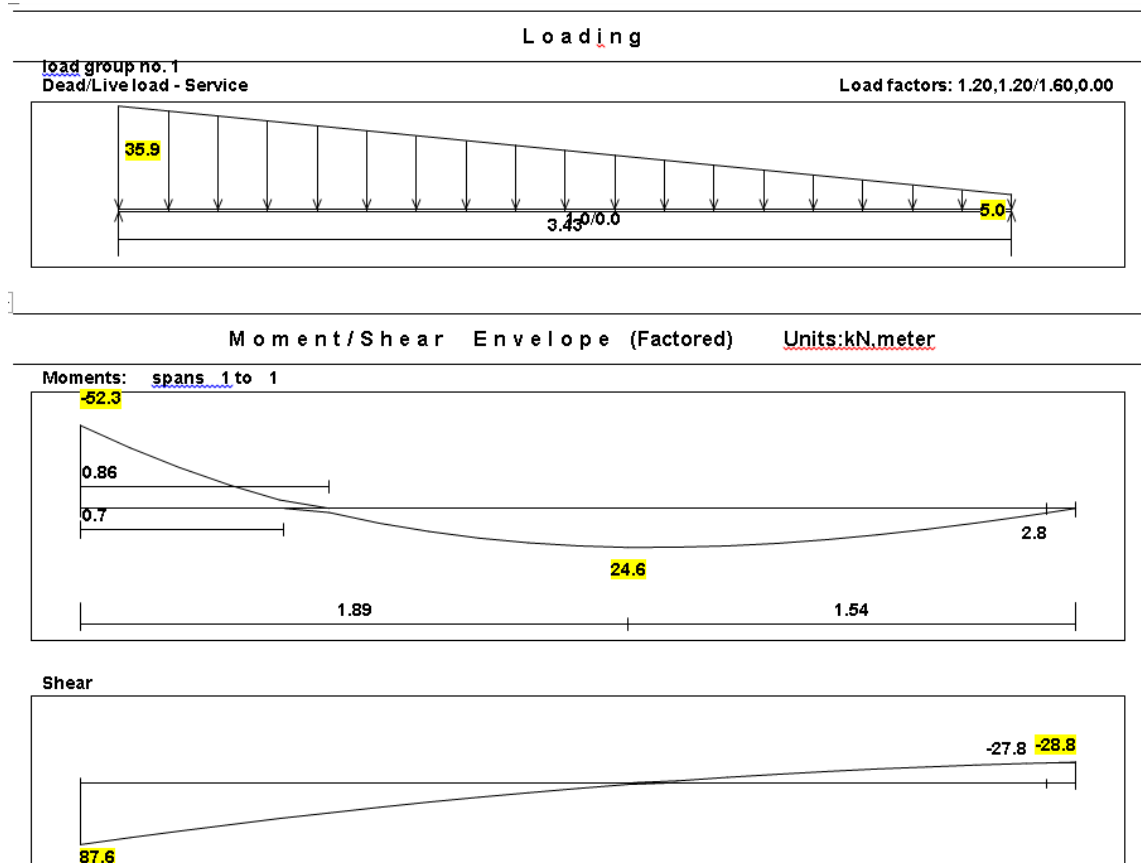


الشكل (4-32): الأحمال والنظام الانشائي لجدار القبو.

- For (1m) strip

$$\text{Factored loads } (q_u) = 1.6 \times (30.9 + 5) = 57.44 \text{ KN/m}$$

$$\text{Factored loads } (q_u) = 1.6 \times k_o \times LL = 1.6 \times 5 = 8 \text{ KN/m}$$



الشكل (4-33): العزوم الناتجة على جدار القبو.

2) Design of Shear Force.

$$d = 300 - 20 - 20 = 260 \text{ mm}$$

$$V_{u_{max}} = 87.6 \text{ kN}$$

$$\phi \times V_c = 0.75 \times \frac{1}{6} \times \sqrt{24} \times 1000 \times 260 = 159.22 \text{ kN} > V_u = 87.6 \text{ kN}$$

∴h=30 cm is Ok

3) Design of Bending Positive Moment.

$$M_u = + 24.6 \text{ KN.m}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b \times d^2} = \frac{27.3 \times 10^6}{1000 \times 260^2} = 0.4 \text{ MPa} \quad m = \frac{fy}{0.85 \times f_{c'}} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.6$$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{24.6}{0.9} = 27.3 \text{ KN.m}$$

$$\rho_{req} = \frac{1}{m} \times \left(1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2 \times Kn \times m}{Fy}} \right) \right) = \frac{1}{20.6} \times \left(1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2 \times 0.4 \times 20.6}{420}} \right) \right) = 0.00097$$

$$As_{req} = \rho_{req} \times b \times d = 0.00097 \times 100 \times 26 = 2.6 \text{ cm}^2$$

- Check for $A_{s \text{ min}}$.

∴ Select Ø10/20cm, with $As = 3.95 \text{ cm}^2$

4) Bending Negative Moment

$$M_u = - 52.3 \text{ KN.m}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b \times d^2} = \frac{58.1 \times 10^6}{1000 \times 260^2} = 0.86 \text{ MPa} \quad m = \frac{Fy}{0.85 \times F_{c'}} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.6$$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{52.3}{0.9} = 58.1 \text{ KN.m}$$

$$\rho_{req} = \frac{1}{m} \times \left(1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2 \times Kn \times m}{Fy}} \right) \right) = \frac{1}{20.6} \times \left(1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2 \times 0.86 \times 20.6}{420}} \right) \right) = 0.00209$$

$$As_{req} = \rho_{req} \times b \times d = 0.00209 \times 100 \times 26 = 5.4 \text{ cm}^2$$

- Check for $A_{s \text{ min}}$.

$$As_{min} = 0.0012 \times b \times h = 0.0012 \times 100 \times 30 = 3.6 \text{ cm}^2$$

$$As_{req} = 5.4 \text{ cm}^2 > As_{min} = 3.6 \text{ cm}^2$$

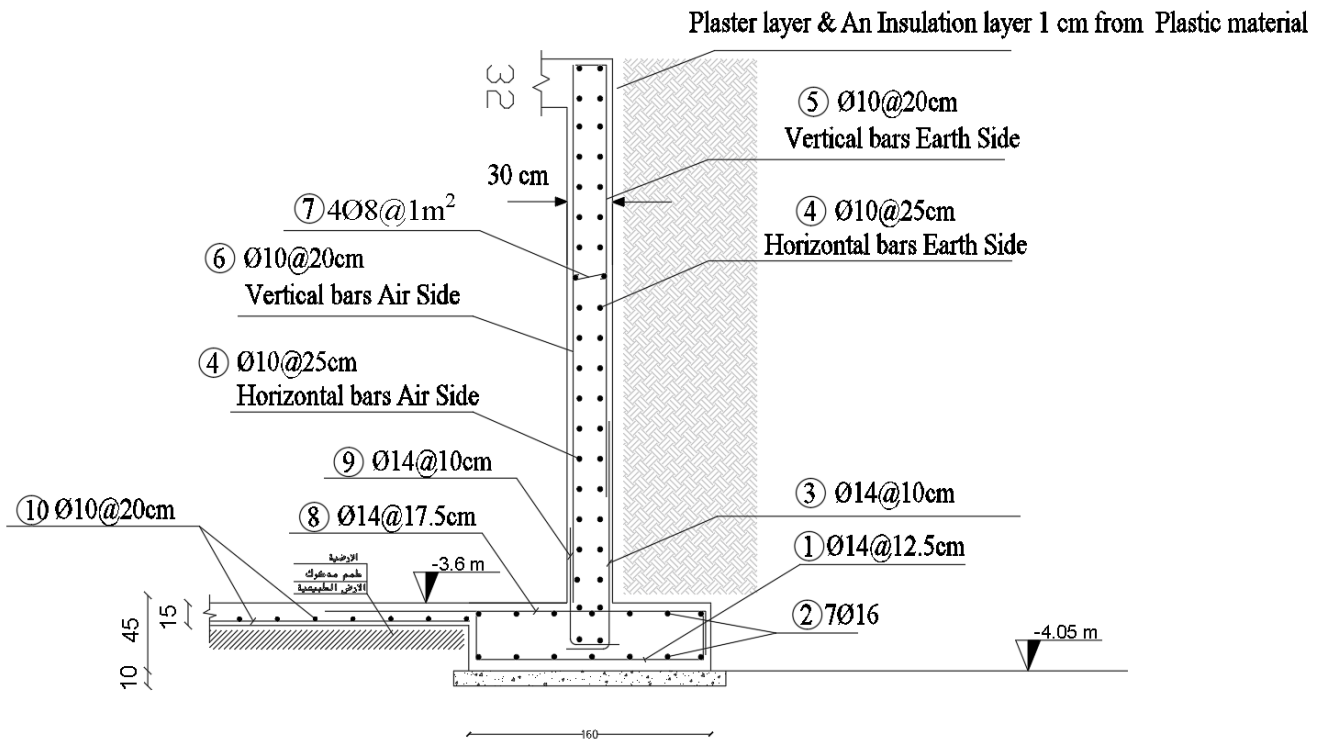
5) Design of Horizontal Reinforcement.

$$As = As_{min}$$

According to ACI: As_{min} for two layers = $0.002 \times b \times h$

For one layer; $As_{min} = 0.001 \times 100 \times 30 = 3 \text{ cm}^2/\text{m}$

∴ Select $\text{Ø}10/25 \text{ cm}$



الشكل (4-34): تسليح جدار القبو.

Design Isolated Rectangular Footing (13-4) تصميم قاعدة منفصلة

سيتم خلال هذا القسم تصميم قاعدة منفصلة، حيث سيتم أخذ خصائص التربة الموجودة في الموقع من قبل مركز الفحص، وسيتم تصميمها بافتراض ابعاد للقاعدة كما يبين الشكل (4-35) والتأكد من قدرتها على مقاومة الاحمال، وعليه ستم عملية التصميم تبعاً لـ (ACI- Code-318M-11)، وتظهر نتائج التصميم في الشكل (4-36)، وسيتم التصميم بناء على المواد والمعاملات التالية:

Concrete B300 $f'_c=24\text{N/mm}^2$.

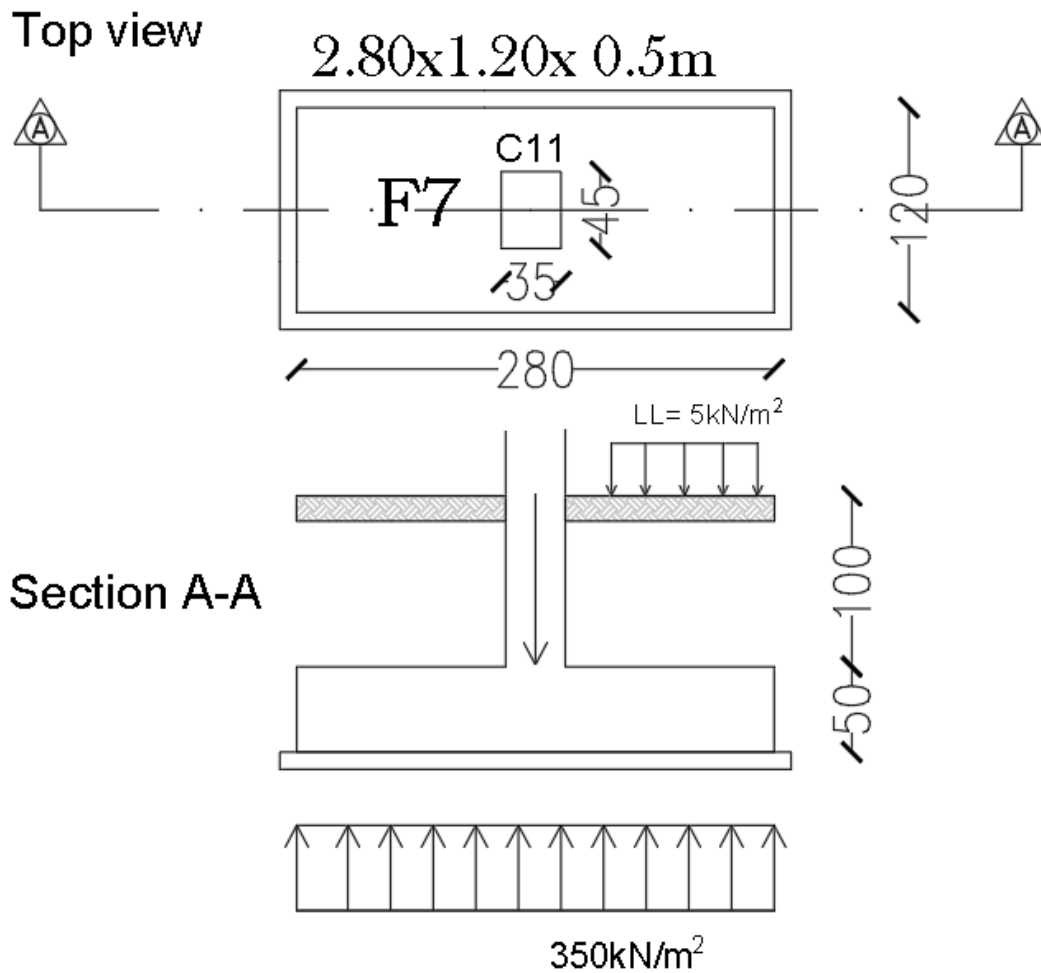
Reinforcement Steel $f_y=420\text{ N/mm}^2$.

Wall thickness=30 cm, Cover = 20mm.

$\gamma_{\text{soil}}=18\text{ KN/m}^3$, $\phi_{\text{soil}}=30.0^\circ$, Wall Height =3.28 m.

$\gamma_{\text{conc}} = 25\text{ kN/m}^3$ $\sigma_{b\text{-allowable}}=350\text{ kN/m}^2$

$P_D = 600\text{ kN}$ & $P_L = 400\text{ KN}$



الشكل (4-35): قاعدة منفصلة.

1) Design of Bearing Pressure.

Assume $h = 50\text{cm}$ For (1m^2) under the footing

$$\text{Weight of soil} = 18 \times 1 = 18 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Weight of footing} = 25 \times 0.5 = 12.5 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Net allowable bearing pressure } (\sigma_{b-\text{allowable}}) = 350 - 18 - 12.5 = 319.5 \text{ kN/m}^2$$

$$P_u = 1.2 \times PD + 1.6 \times PL = 1.2 \times 600 + 1.6 \times 400 = 1360 \text{ kN}$$

$$\frac{P_u}{A} \leq 1.4 \times \sigma_{b-\text{allowable-net}}$$

$$\frac{1360}{2.8 \times 1.2} = 405 \text{ kN/m}^2 < 1.4 \times 319.5 = 447.3 \text{ kN/m}^2$$

So, the Selected dimensions are O.K.

2) Design of Reinforced Concrete.

a. Design of One Way Shear.

Depth of footing will be selected so that $(\phi \times V_c > V_u)$ No shear reinforcement is required.

$$\phi \times V_c = 0.75 \times \frac{1}{6} \times \sqrt{f_c'} \times b \times d$$

$$d = h - \text{cover} - \phi = 500 - 75 - 16 = 409 \text{ mm}$$

$$V_u = 405 \times 0.816 \times 1.2 = 396.6 \text{ kN.}$$

$$\phi \times V_c = 0.75 \times \frac{1}{6} \times \sqrt{24} \times 1200 \times 409 = 374 \text{ kN} > V_u = 396.6 \text{ kN.}$$

h must be increased.Select $h = 60 \text{ cm}$.

$$d = h - \text{cover} - \phi = 600 - 75 - 16 = 509 \text{ mm.}$$

$$V_u = 405 \times 0.715 \times 1.2 = 347.5 \text{ kN.}$$

$$\phi \times V_c = 0.75 \times \frac{1}{6} \times \sqrt{24} \times 1200 \times 509 = 374 \text{ kN} > V_u = 347.5 \text{ kN.}$$

h = 60 cm is O.K

b. Design of Two-Way Shear.

$$d = 509 \text{ mm.}$$

$$b_0 = 2 \times (450+509) + 2 \times (350+509) = 3636.$$

$$B_c = 45/35 = 1.3 \quad , \quad \alpha_s = 40.$$

$$V_u = P_u - F_{RB} = 1360 - 405 \times 0.959 \times 0.859 = 1026 \text{ kN}$$

$$* \quad \emptyset \times V_c = 0.75 \times \left(2 + \frac{4}{1.3}\right) \times \frac{\sqrt{24}}{12} \times 3636 \times 509 = 2876.9 \text{ kN.}$$

$$* \quad \emptyset \times V_c = 0.75 \times \left(2 + \frac{40 \times 509}{3636}\right) \times \frac{\sqrt{24}}{12} \times 3636 \times 509 = 4306.4 \text{ kN.}$$

$$* \quad \emptyset \times V_c = 0.75 \times 4 \times \frac{\sqrt{24}}{12} \times 3636 \times 509 = 2266.7 \text{ kN. (Controls)}$$

$$\text{So , } \emptyset \times V_c = 2266.7 \text{ kN} > V_u = 1026 \text{ kN}$$

h = 60 cm is O.K

c. Design of Bending Moment.

i. In X direction :

$$M_u = 405 \times 1.2 \times 1.225 \times 0.6125 = 364.7 \text{ kN.m}$$

Design of rectangular section

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{364.7 \times 10^6}{0.9 \times 1200 \times 509^2} = 1.3 \text{ Mpa.} \quad m = \frac{f_y}{0.85 f'_c} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 1.3}{420}}\right) = 0.00321 .$$

$$\rightarrow A_{s, \text{req}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.00321 \times 1200 \times 509 = 1960.3 \text{ mm}^2.$$

➤ Check for $A_{s, \text{min}}$

$$A_{s, \text{min}} = 0.0018 \times b \times h = 0.0018 \times 1200 \times 600 = 1296 \text{ mm}^2$$

$$\rightarrow A_{s, \text{req}} = 1960.3 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{min}} = 1296 \text{ mm}^2$$

Use 10 Ø 16 Bottom with $A_{s, \text{provided}} = 2010 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 1960.3 \text{ mm}^2$. → Ok

ii. In Y direction :

$$M_u = 405 \times 0.375 \times 2.8 \times 0.1875 = 80 \text{ kN.m}$$

Design of rectangular section

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{80 \times 10^6}{0.9 \times 2800 \times 509^2} = 0.122 \text{ Mpa.} \quad m = \frac{f_y}{0.85 f'_c} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.122}{420}} \right) = 0.000293 .$$

$$\rightarrow A_{s, \text{req}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.000293 \times 2800 \times 509 = 417 \text{ mm}^2 .$$

➤ Check for $A_{s, \text{min}}$

$$A_{s, \text{min}} = 0.0018 \times b \times h = 0.0018 \times 2800 \times 600 = 3024 \text{ mm}^2$$

$$\rightarrow A_{s, \text{req}} = A_{s, \text{min}} = 3024 \text{ mm}^2$$

Use 32Ø 12 Bottom with $A_{s, \text{provided}} = 3616 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 3024 \text{ mm}^2$. → Ok

3) Design of Connection Between Column and Footing.

a. Design of bearing pressure at section of column .

$$\phi \times P_{nb} = 0.65 \times 0.85 \times f'_c \times A_1 = 0.65 \times 0.85 \times 24 \times 450 \times 350 = 2088.45 \text{ kN}$$

$$\phi \times P_{nb} = 2088.45 \text{ kN} > P_u = 1360 \text{ kN}$$

b. Design of Dowels .

Minimum A_s for dowels if required must be satisfied according to ACI:

$$A_{s \text{min}} = 0.005 \times A_1 = 0.005 \times 45 \times 35 = 7.9 \text{ cm}^2$$

$$\text{Select } 6\text{Ø}14 \text{ with } A_s = 6 \times 2.01 = 9.24 \text{ cm}^2 > A_{s \text{req}} = 7.9 \text{ cm}^2$$

c. Lap splice of dowels in column in compression (L_{sc})

$$L_{sc \text{ req}} = 0.071 \times f_y \times d_B = 0.071 \times 420 \times 14 = 417.5 \text{ mm}$$

$$\text{Select } L_{sc} = 1\text{m} = 1000\text{mm} > L_{sc \text{ req}}$$

d. Design of compression development length (L_{dc})

$$L_{dc} = 0.24 \times \frac{f_y}{\sqrt{f_c'}} \times db = 0.24 \times \frac{420}{\sqrt{24}} \times 14 = 288 \text{ mm. (Controls)}$$

$$= 0.043 \times f_y \times db = 0.043 \times 420 \times 14 = 252.8 \text{ mm}$$

$$\text{Available } L_{dc} = 600 - 75 - 16 - 12 = 489 \text{ mm} > L_{dc} = 288 \text{ mm}$$

e. Design of tension development length (L_{dt}): "For slabs and footings"

i. In X direction:

$$* \text{ Clear lateral spacing} = \frac{2800 - 75 \times 2 - 32 \times 12}{31} = 73 \text{ mm} > 2 \times db = 28 \text{ mm.}$$

$$* \text{ Clear cover} = 75 > 1 \times db = 14 \text{ mm.}$$

Category (A):

$$db < 20 \text{ mm}$$

$$L_{dt} = \frac{12 \times f_y \times \phi_t \times \phi_e \times db}{25 \times \sqrt{f_c'} \times 1} = \frac{12 \times 420 \times 1 \times 1 \times 16}{25 \times \sqrt{24} \times 1} = 658 \text{ mm.}$$

$$L_{dt \text{ available}} = 1225 - 7 = 1150 \text{ mm} > L_{dt} = 658 \text{ mm.. (O.K)}$$

ii. In Y direction:

$$* \text{ Clear lateral spacing} = \frac{1200 - 75 \times 2 - 10 \times 16}{9} = 98.9 \text{ mm} > 2 \times db = 28 \text{ mm.}$$

$$* \text{ Clear cover} = 75 > 1 \times db = 14 \text{ mm.}$$

Category (A):

$$db < 20 \text{ mm}$$

$$L_{dt} = \frac{12 \times f_y \times \phi_t \times \phi_e \times db}{25 \times \sqrt{f_c'} \times 1} = \frac{12 \times 420 \times 1 \times 1 \times 12}{25 \times \sqrt{24} \times 1} = 493 \text{ mm.}$$

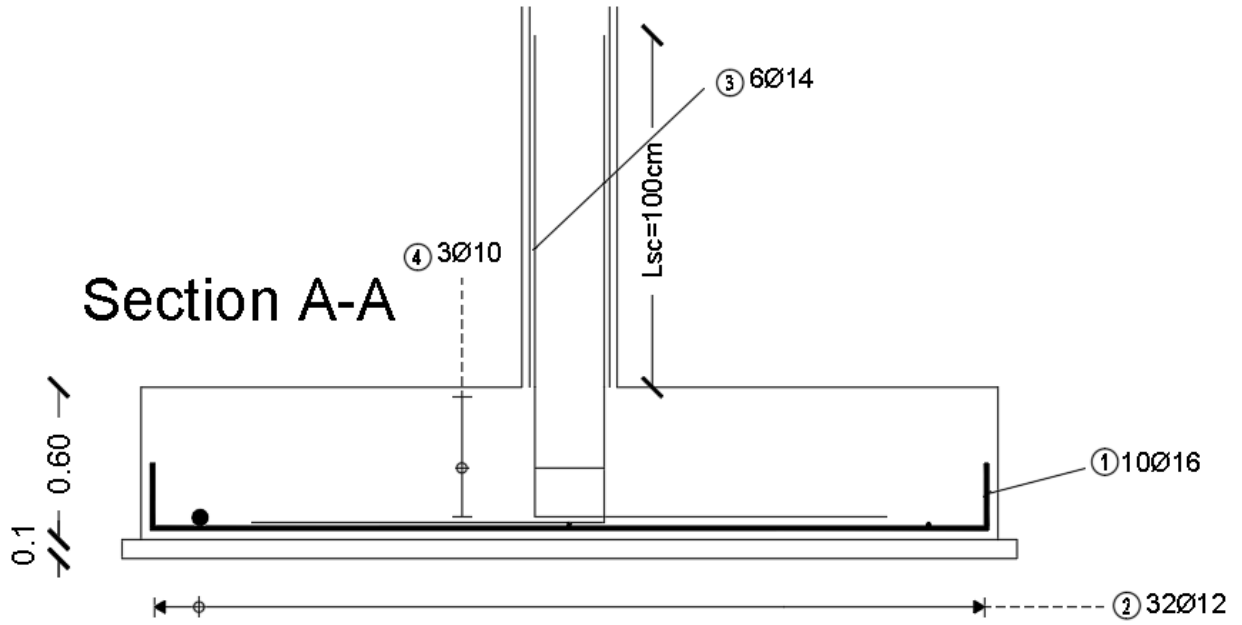
$$L_{dt \text{ available}} = 375 - 75 = 300 \text{ mm} < L_{dt} = 493 \text{ mm.. (N.O.K)}$$

$$L_{dt} = \frac{A_{sreq}}{A_{sprov}} \times 493 = \frac{3024}{3616} \times 493 = 412 \text{ mm}$$

Use Hock 90°

$$L_{dt} = 412 \times 0.7 = 289 \text{ mm}$$

$$L_{dt \text{ available}} = 375 - 75 = 300 \text{ mm} < L_{dt} = 289 \text{ mm.. (O.K)}$$



الشكل (4-36): تسليح القاعدة المنفصلة.

الفصل 5: النتائج والتوصيات

1.5 المقدمة.

2.5 النتائج.

3.5 التوصيات.

(1-5) مقدمة

في هذا المشروع تم الحصول على مخططات معمارية تفتقد إلى الكثير من الأمور, بعد دراسة جميع المتطلبات تم إعداد المخططات المعمارية والمخططات الإنشائية الشاملة للمستشفى المقترح بناؤه في محافظة الخليل .
وتم إعداد المخططات الإنشائية بشكل مفصل و دقيق و واضح لتسهيل عملية البناء , ويقدم هذا التقرير شرحا لجميع خطوات التصميم المعمارية و الإنشائية للمبنى.

(2-5) النتائج

1. يجب على كل طالب أو مصمم إنشائي أن يكون قادرا على التصميم بشكل يدوي حتى يستطيع امتلاك الخبرة والمعرفة في استخدام البرامج التصميمية المحوسبة و للتأكيد على حل البرامج المحسوبة وفهم طريقة عملها.
2. من العوامل التي يجب أخذها بعين الاعتبار, العوامل الطبيعية المحيطة بالمبنى وطبيعة الموقع وتأثير القوى الطبيعية على الموقع .
3. ومن أهم خطوات التصميم الإنشائي ، كيفية الربط بين العناصر الإنشائية المختلفة من خلال النظرة الشمولية للمبنى ومن ثم تجزئة هذه العناصر لتصميمها بشكل منفرد و معرفة كيفية التصميم ، مع أخذ الظروف المحيطة بالمبنى بعين الاعتبار.
4. لقد تم استخدام نظام عقدات المفرغة (Ribbed Slab) في الكثير من العقدات نظرا لطبيعة وشكل المنشأ. كما تم استخدام نظام المعقدات المصمتة (Solid Slab) في منطقة الكراج في التسوية (المدة الأرضية)، نظرا لكونها أكثر فاعلية من عقدات الأعصاب في تحمل ومقاومة الأحمال المركزة.

(3-5) 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 و النصح لمن يخطط الاختيار مشاريع ذات طابع إنشائي

1. يجب ان يكون هنالك تنسيق بين المصمم المعماري والإنشائي خلال عملية التصميم حتى ينتج عن ذلك مبنى متكامل إنشائية ومعماريا.
2. يجب توفر معلومات شاملة عن الموقع وتربته وقوة تحمل تربة الموقع ، من خلال تقرير جيوتقني خاص بتلك المنطقة.
3. ينصح بوجود مهندس مشرف للإشراف على التنفيذ وأن يلتزم بالمخططات والشروط لضمان التنفيذ الأفضل للمشروع
4. يجب استكمال التصميم الكهربائي و الميكانيكي للمشروع قبل المباشرة في التغطية لإدخال أي تعديلات محتملة عليه من الناحية الإنشائية.

REFERENCES المراجع

- [1] ح. عكور و ا. عباسي، كودة الاحمال والقوى، عمان: الجمعية العلمية الملكية مركز بحوث البناء، تموز 2006.
- [2] ACI Committee 318, Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318M-11), U.S.A.: 38800 Country Club Drive, September 2011, p. 509.
- [3] SamyA.Fawzy, "Design charts for simple & one continuous side paneled reinforced concrete beams," in *12th International Conference on Civil and Architecture Engineering ICCAE-12-2018*, Cairo, Egypt, 2018.
- [4] D. P. Ritz, P. Matt, C. Tellenbach, P. Schlub and H. U. Aeberhard, POST-TENSIONED, Switzerland: VSL INTERNATIONAL LTD, Berne/Switzerland, 1985, p. 44.
- [5] P. Amy Reineke Trygestad, "Post-Tensioning for Two-Way Flat Plate Construction," *PROFESSIONAL DEVELOPMENT SERIES*, p. 7, October 2005.
- [6] M. S. Al-Ansari, "Teaching two-way ribbed slab analysis and design using the MathCAD program," *World Transactions on Engineering and Technology Education*, Vols. 5, No.3, pp. 457-463, 2006.
- [7] A. B.Shuraim, "Applicability of Code Design Methods to RC Slabs on Secondary Beams. Part II: Moment Variations," *Journal of King Saud University - Engineering Sciences*, Vols. 15, Issue 2, pp. 199-215, 2003.