بسم الله الرحمن الرحيم

كليـــــــة الهندســـــة والتكنولوجيا

دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

التصميم الإنشائي لمستشفى دورا التخصصي

فريق العمل

كامل أحمد طيطي **أحمد جمال حريزات**

إشراف

د. ماهر عمرو

أيار - 2019

بسم ا ◘ الـرحمن الـرحيم

كليـــــــة الهندســـــة والتكنولوجيا

دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

التصميم الإنشائي لمستشفى دورا التخصصي

فريق العمل

كامل أحمد طيطي **أحمد جمال حريزات**

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

توقيع مشرف المشروع	توقيع اللجنة الممتحنة	توقيع رئيس الدائرة
د .ماهر عمرو		م . فيضي شبانة .
.....	.....	.....

أيا ر - 2019

الإهداء

إلي كل من أضاء بعلمه عقل غيره

أو هدى بالجواب الصحيح حيرة سائليه

فأظهر بسماحته تواضع العلماء

وبرحابته سماحة العارفين.

أهدي هذا العمل المتواضع إلى أبي الذي لم يبخل علي يوماً **بشيء**

وإلى أمي التي ذودتني بالحنان والمحبة

أقول لهم: أنتم وهبتموني الحياة والأمل والنشأة على شغف الاطلاع والمعرفة

ثم إلى كل من علمني حرفاً أصبح سنا برقه يضيء الطريق أمامي

إلى أهلي وعشيرتي

إلى أساتذتي

إلى زملائي وزميلاتي

إلى كل من علمني حرفا

إلى أبي ومعلمي الدكتور معتز مرقة

أهدي هذا البحث المتواضع راجياً من المولى

عز وجل أن يجد القبول والنجاح

فـريـق الـعـمـل

الشكر والتقدير

إن الشكر واجبة لا تليق إلا لواهب العقول و منير الدروب لله عز وجل

كما ونتقدم بجزيل الشكر والامتنان

إلى بانية الجيل الواعد ...جامعة بوليتكنيك فلسطين

إلى كلية الهندسة والتكنولوجيا

إلى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية ....بطاقمها التدريسي و الإداري

إلى المشرف على هذا البحث الدكتور **ماهر عمرو**

والشكر واصل لكل من ساهم في انجاز هذا البحث المتواضع

فريق العمل

ملخص المشروع

التصميم الإنشائي لـِ "مبنى جديد لمستشفى دورا التخصصي" بمدينة دورا

التصميم الإنشائي هو أهم التصميمات اللازمة للمبنى بعد التصميم المعماري فتوزيع الأعمدة وحساب الأحمال والحفاظ على المتانة بأفضل طريقة اقتصادية وأعلى درجات الأمان والسلامة يقع على عاتق الإنشائي.

سنقوم في هذا المشروع بالتصميم الإنشائي لهذا المبنى، حيث يتكون من كتلة واحدة مكونة من **ستة طوابق**: **طابق** التسوية والأرضي بالإضافة إلى **ثلاثة** طوابق فوق الأرضي، حيث تبلغ مساحة المشروع الإجمالية10552.9م^2.

حيث صُمّم المشروع بحيث يلبي الغاية التي يسعى المشروع إلى تحقيقها وهي حاجة مستشفى الهلال لمبنى إضافي، حيث أن عدد زوار المستشفى في تزايد.

مـن الجـدير بالـذكر أنـه سـيتم اسـتخدام الكـود الأردنـي لتحديـد الأحمـال الحيـة، ولتحديـد أحمـال الـزلازل، أمـا بالنسـبة للتحليـل الإنشـائي وتصـميم المقـاطع فسـيتم اسـتخدام الكـود الأمريكـي (ACI_318_08) ، ولا بـد مـن الإشـارة إلـى أنـه سـيتم الاعتماد على بعض برامج الحاسوب مثل :-
AutoCAD (2007+2015), ATIR, ETABS 2015, SAFE 2014 ,SAP 2000 , Microsoft Office XP.

وسيتضـمن المشـروع دراسـة إنشـائية تفصـيلية مـن تحديـد وتحليـل للعناصـر الإنشـائية والأحمـال المختلفـة المتوقعـة ومـن ثـم التصـميم الإنشـائي للعناصـر وإعـداد المخططـات التنفيذيـة بنـاء علـى التصـميم المعـد لجميـع العناصـر الإنشـائية التـي تكـوّن الهياكل الإنشائية للمبنى .

والله ولي التوفيق

فهرس المحتويات

المحتويات	رقم الصفحة
صفحة العنوان	1
الإهداء	3
الشكر والتقدير	4
ملخص المشروع	5
فهرس المحتويات	6
فهرس الجداول	10
فهرس الأشكال والخرائط	10
List of abbreviations	13
الفصل الأول المقدمة	14

1-1	مقدمة	16
2-1	أهداف المشروع	16
3-1	مشكلة المشروع	17
4-1	حدود المشروع	17
5-1	المسلمات	17
6-1	فصول المشروع	17
7-1	إجراءات المشروع	18
8-1	الجدول الزمني للمشروع	19
الفصل الثاني	الوصف المعماري	18
1-2	مقدمة	20
2-2	لمحة عن المشروع	20
3-2	موقع المشروع	21
4-2	أسباب اختيار المشروع	22
5-2	وصف المساقط الأفقية	22
1-5-2	طابق التسوية الأول	23
1-5-2	الطابق التسوية الثاني	23
2-5-2	الطابق الأرضي	23
3-5-2	الطابق الأول	24
4-5-2	الطابق الثاني	25
5-5-2	الطابق الثالث (الرووف)	26
6-2	وصف الواجهات	27
1-6-2	الواجهة الشمالية	27
2-6-2	الواجهة الجنوبية	28
3-6-2	الواجهة الشرقية	28
4-6-2	الواجهة الغربية	29

7-2	وصف الحركة في المبنى	29
8-2	حركة الشمس والرياح	29
الفصل الثالث	الوصف الإنشائي	28
1-3	مقدمة	28
2-3	الهدف من التصميم الإنشائي	32
3-3	مراحل التصميم الإنشائي	33
4-3	الأحمال	33
2-4-3	الأحمال الميتة	34
3-4-3	الأحمال الحية	35
4-4-3	الأحمال البيئية	35
1-4-4-3	أحمال الرياح	35
1-4-4-3	أحمال الزلازل	37
5-4-3	أحمال التمدد و الانكماش	37
5 – 3	الاختبارات العملية	37
6-3	العناصر الإنشائية المكونة للمبنى	38
1-6-3	العقدات	39
1-1-6-3	عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد	39
2-1-6-3	عقدات العصب ذات الاتجاهين	40
1-2-6-3	العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد	40
2-2-6-3	العقدات المصمتة ذات الاتجاهين	41
3-6-3	الأدراج	42
4-6-3	الجسور	42
5-6-3	الأعمدة	43
6-6-3	جدران القص	44
7-6-3	الأساسات	45
7-3	فواصل التمدد	46

8-3	برامج الحاسوب التي تم استخدامها	46

الفصل الرابع	Structural analysis and design	47
1-4	Introduction	47
2-4	Factored loads	47
3-4	Slab thickness calculations	48
4-4	Load calculations	49
1-4-4	One way ribbed slab	52
5-4	Design of topping	52
6-4	Design of rib	55
1-6-4	Design of flexure of rib	57
1-1-6-4	Design of positive moment	57
2-1-6-4	Design for shrinkage reinforcement	58
2-6-4	Design of shear of rib	60
7-4	Design of beam(37)	62
1-7-4	Design of flexure	64
2-1-7-4	Design of positive moment	66
2-7-4	Design of beam of shear	68
8-4	Design of column(c5)	64
9-4	Design of isolated footing F4	68
10-4	Design of Shear wall #7	75
11-4	Design of stair	79
الفصل الخامس	النتائج والتوصيات	93
1-5	النتائج	94
2-5	التوصيات	95

3-5	قائمة المصادر والمراجع	95
4-5	الملاحق (Attachments)	96

فهرس الجداول

رقم الجدول	اسم الجدول	رقم
1-1	الجدول الزمني لمقدمة المشروع	17
1-3	الكثافة النوعية للمواد المستخدمة	34
2-3	الأحمال الحية لعناصر المبنى وفقاً للكود الأردني	35
1-4	Determination of Thickness for One Way Ribbed Slab	50
2-4	Calculation of the total dead load for one way rib slab.	51
3-4	Calculation of the total dead load for topping	53

فهرس الأشكال

رقم الشكل	الشكل	رقم الصفحة
1-2	الموقع العام للمشروع	20
2-2	مخطط طابق التسوية الأول	22
3-2	مخطط الطابق التسوية الثاني	23
4-2	مخطط الطابق الأرضي	24
5-2	مخطط الطابق الأول	25
6-2	مخطط الطابق الثاني	25
7-2	مخطط الطابق الثالث (الرووف)	26
8-2	الواجهة الشمالية	27
9-2	الواجهة الجنوبية	28
10-2	الواجهة الشرقية	28
11-2	الواجهة الغربية	29
1-3	مسار نقل الأحمال	34
4-3	بعض العناصر الإنشائية الموجودة في المبنى	38
5-3	عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد	40
6-3	عقدات العصب ذات الاتجاهين	40
7-3	العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد	41
8-3	العقدات المصمتة ذات الاتجاهين	41
9-3	الدرج	42
10-3	المقاطع المختلفة للجسور في العقدات	42
11-3	التسليح في الجسور	43
12-3	أنواع الأعمدة المستخدمة في المشروع	44
13-3	جدار االقص	45
14-3	أساسات منفردة	46

52	**Topping load and moment diagram**	**1-4**
55	**Location of rib**	**2-4**
56	**Rib geometry**	**3-4**
56	**Moment envelope of rib**	**4-4**
59	**Design of flexure of rib**	**5-4**
60	**shear Envelope of rib**	**6-4**
61	**shear reinforcement**	**7-4**
62	**Beam Geometry**	**8-4**
62	**Load of Beam**	**9-4**
63	**Moment Envelope for Beam**	**10-4**
67	**Shear Envelope for Beam**	**11-4**
69	**Shear reinforcement for Beam**	**12-4**
70	**Column Section**	**13-4**
75	**Critical section of column**	**14-4**
80	**Footing reinforcement details**	**15-4**
81	**Section for footing**	**16-4**
82	**Shear wall**	**17-4**
83	**Shear and moment diagram of shear wall**	**18-4**
88	**Stair plan**	**20-4**
89	**Stair section**	**21-4**
90	**Load distribution of flight**	**22-4**
91	**Shear &moment envelop diagram of flight**	**23-4**
95	**Load distribution of middle landing**	**24-4**
95	**Shear & moment envelop diagram of middle landing**	**25-4**

96	**Minimum thickness of one way**	**1-5**
96	**MAXIMUM PERMISSIBLE COMPUTED DEFLECTIONS**	**2-5**

List of abbreviation:

D_L: Dead load.

L_L: live load.

W_u: factored total load.

L_n: clear length of member.

δ: thickness of a layer.

γ: unit weight of material.

M_n: nominal moment.

M_u: factored moment at section.

f_c': Compression strength of concrete.

f_y: specified yield strength of non-pre-stressed reinforcement.

ρ: ratio of steel area.

ε_s: strain of tension steel.

Ø: strength reduction factor.

V_n: nominal shear strength.

V_u: factored shear force at section.

V_c: nominal shear strength provided by concrete.

V_s: nominal shear strength provided by shear reinforcement.

A_s: area of steel.

A_v: area of shear reinforcement.

b: width of compression face of member.

b_w: web width.

d: distance from extreme compression fibers to centroid of tension reinforcement.

h: over all thickness of member.

P_n: nominal axial load.

P_u: factored axial load.

S: spacing between bars

الفصل الأول: المقدمة

١ مقدمة

٢ أهداف المشروع

٣ مشكلة المشروع

٤ حدود المشروع

٥ المسلمات

٦ فصول المشروع

٧ إجراءات المشروع

٨ الجدول الزمني للمشروع

مقدمة:

يعد البناء أو المسكن من أهم مقومات الحياة ، وأكثرها لزوما 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 والمنشات الرياضية المتنوعة، هذا كله بالإضافة إلى المباني والمجتمعات 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 اجل المضي قدما 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 وأخر رياضي هنك ، 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 متعدد الطوابق** في مدينة **دورا** .

أهداف المشروع:

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

١) القدرة على اختيار النظام الإنشائي المناسب للمشاريع المختلفة وتوزيع عناصره الإنشائية على المخططات، مع **مراعاة الحفاظ على الطابع المعماري**.
٢) القدرة على تصميم العناصر الإنشائية المختلفة.
٣) تطبيق وربط المعلومات التي تم دراستها في المساقات **المختلفة**.
٤) إتقان استخدام برامج التصميم الإنشائي ومقارنتها مع الحل اليدوي.

مشكلة المشروع:

تتمثل مشكلة هذا المشروع في التحليل و التصميم الإنشائي لجميع العناصر الإنشائية **المكونة للمشروع**، وفي هذا المجال سيتم تحليل كل عنصر من العناصر الإنشائية مثل **البلاطات والأعصاب والأعمدة والجسور ....الخ**. بتحديد الأحمال الواقعة عليه ، ومن ثم تحديد أبعادها وتصميم التسليح اللازم لها ، مع الأخذ بعين الاعتبار عامل الأمان للمنشأ ، ومن ثم سيتم عمل المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية التي تم تصميمها ، لإخراج هذا المشروع من حيز الاقتراح إلى حيز التنفيذ .

حدود المشروع:

يقتصر العمل لهذا المشروع على الناحية الإنشائية فقط، حيث سيتم العمل خلال الفصلين **الأول والثاني من السنة** الدراسية ٢٠١٨- ٢٠١٩ **من خلال مقدمة مشروع التخرج في الفصل الأول و مشروع التخرج في الفصل الثاني.**

المسلمات :-

هذا وسوف يتم:

١) اعتماد الكود الأمريكي في التصاميم الإنشائية المختلفة (ACI-318-08M) .
٢) استخدام برامج التحليل والتصميم الإنشائي مثل (Atir)،(Safe)(Etabs) وغيرها.
٣) **برامج أخرى مثل**:(Microsoft Office.)، (Microsoft Word).

فصول المشروع :-

يحتوي هذا المشروع على **خمسة** فصول وهي:-

الفصل الأول : يشمل المقدمة العامة ومشكلة البحث و أهدافه.

الفصل الثاني : يشمل الوصف المعماري للمشروع.

الفصل الثالث : يشمل وصف العناصر الإنشائية للمبنى.

الفصل الرابع : التحليل والتصميم الإنشائي للعناصر الإنشائية.

الفصل الخامس: النتائج و التوصيات .

إجراءات المشروع :-

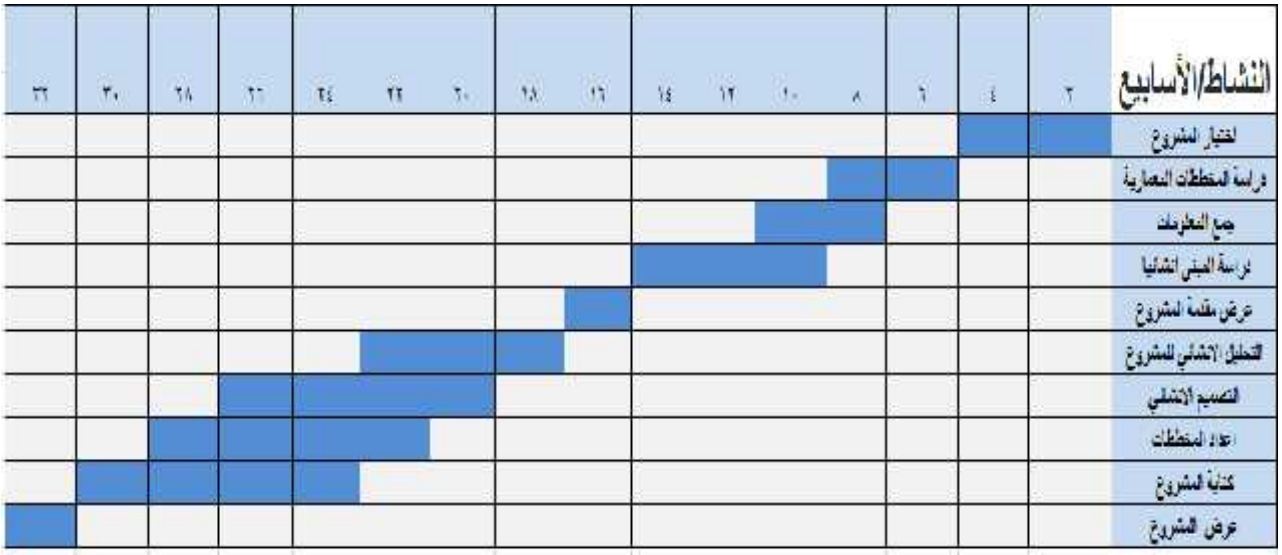
١) دراسة المخططات المعمارية وذلك للتأكد من صحتها من النواحي المعمارية وتوافقها مع أهداف **المشروع** مع إجراء كافة التعديلات المعمارية اللازمة عليها، وإكمال النقص الموجود فيها إن وجد.
٢) ودراسة العناصر الإنشائية المكونة **للمبنى والآلية** الأنسب لتوزيع هذه العناصر كالأعمدة **والجسور والأعصاب** بشكل لا يصطدم مع التصميم المعماري الموضوع ويحقق الجانب الاقتصادي و عامل **الأمان**.
٣) تحليل العناصر الإنشائية والأحمال المؤثرة عليها.

٤) تصميم العناصر الإنشائية بناء على نتائج التحليل.

٥) التصميم عن طريق برامج التصميم المختلفة.

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

الجدول الزمني المتوقع لمقدمة للمشروع :-



(١-١): الجدول الزمني لمقدمة المشروع

الفصل الثاني:الوصف المعماري

١ المقدمـــــــــــــــــة
٢ لمحة عن المشروع
٣ موقع المشروع
٤ أسباب اختيار المشروع
٥ وصف المساقط الأفقية للمبنى
٦ وصف الواجهات
٧ وصف الحركة في المبنى
٨ حركة الشمس والرياح

مقدمة :ـ

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

وبهذا أصبحت العمارة فن وموهبة وأفكار، تستمد وقودها مما وهبه الله للمعماري من مواهب الجمال. **وإذا كان لكل فن أو** علم ضوابط وحدود يقف عندها فإن العمارة لا تخضع لأي حد أو قيد، فهي تتأرجح مابين الخيال والواقع؛ رغم أنها قد تخبئ لنا العديد من المفاجآت عندما ندخلها ونتفاعل مع تفاصيله.

إن بساطة المبنى ليست دليلا 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 تماما عندما يمزج بين الجمال الحقيقي في واجهات وشكل المبنى والوظيفة التي سيؤديها ذلك المبنى وبذلك يكون قد نجح معمارياً ، لان المفهوم المعماري لا يقتصر على الشكل فحسب كما يظن البعض ؛ وإنما يحقق الوظيفة أيضاً .

إن عملية التصميم لأي منشأ أو مبنى تتم عبر عدة مراحل حتى يتم إنجازه على أكمل وجه، تبدأ أولا بمرحلة التصميم المعماري حيث يتم في هذه المرحلة تحديد شكل المنشأ ويؤخذ بعين الاعتبار تحقيق الوظائف والمتطلبات المختلفة التي من أجلها سيتم إنشاء هذا المبنى، حيث يجري توزيع أولي لمرافقه، بهدف تحقيق الفراغات والأبعاد المطلوبة وتحديد مواقع **الأعمدة والمحاور**، وتتم في هذه العملية أيضا 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 اعتمادا على الأحمال المختلفة الواقعة عليها والتي يتم نقلها عبر هذه العناصر **إلى الأساسات ومن ثم إلى التربة**.

لمحة عن المشروع :

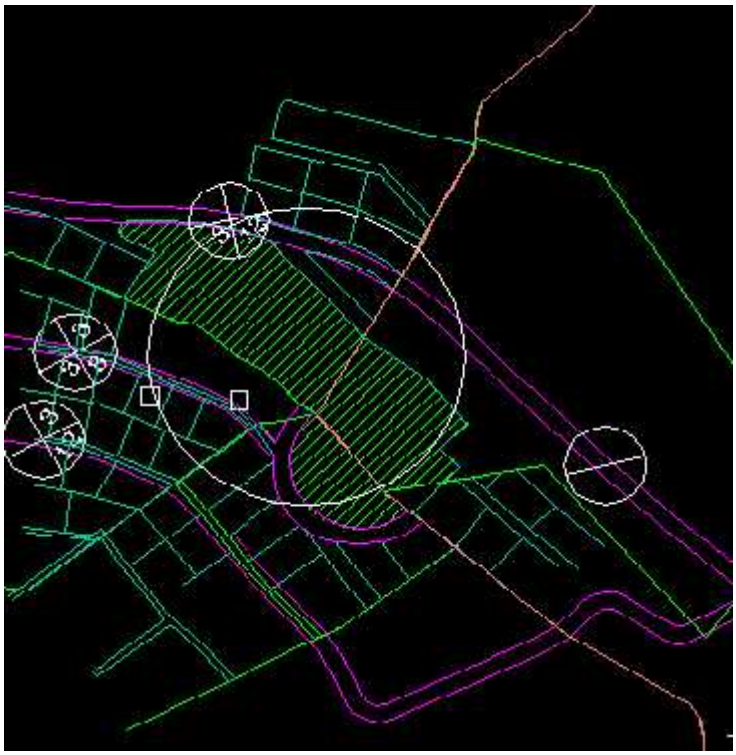
تتلخص فكرة المشروع في إنشاء مبنى مستشفى يتمتع بجميع المرافق والأقسام اللازمة كما أنه يتمتع بشكل معماري جميل جداً، أضف إلى ذلك كله أنه يحافظ على أداء الوظيفة المرجوة منه **بالموازاة مع** كل ما يحويه من اللمسات المعمارية لإبرازها في كثير من المنشآت.وكما يقوم المشروع على فكرة استغلال كافة الفراغات لتعمل على خدمة المستخدمين بشكل جيد.

وقد كانت هذه الأفكار ترتكز بشكل أساسي على استعمالات المبنى وعلى العوامل المحلية التي تؤثر في التصميم مثل مدخل **المبنى و أشعة الشمس** واتجاه الرياح والمناخ وكغيرها ,ولقد حصلنا على المخططات المعمارية للمشروع من خريجة كلية الهندسة - تخصص هندسة معمارية في جامعة بوليتكنك فلسطين، وذلك كي نشرع في أعمال التصميم الإنشائي بعد دراسة تحليليـــة ومفصـــلة لتلـــك المخططـــات المعماريـــة، وتبلـــغ المســـاحة الإجماليـــة للمبنـــى حـــوالي 10552.9 **م**^{2}.

موقع المشروع :

يقـع هـذا المشـروع المقتـرح شـمال مدينـة **دورا** فـي منطقـة **وادي قمـرة** ، المنطقـة تتصـف بموقعهـا الخـلاب، و يمتـاز الموقـع بأنـه يقـع بـالقرب مـن مـدخل المدينـة الشـمالي، إذ يسـهل الوصـول إليـه مـن خـلال الطـرق المفتوحـة. **تمتـاز الأرض**

بوقوعها على شارعين رئيسيين في المنطقة، من حيث السكان نجد أن هذه القطعة بالقرب من تجمع سكني، ويجب القول أن البنية التحتية من طرق وكهرباء واتصالات تصل إلى ذلك الموقع وتلبي ما يحتاجه المشروع .



شكل(٢-١): الموقع العام للمشروع

أسباب اختيار المشروع:

يعود السبب الرئيسي لاختيار المشروع **إلى** وجود حاجه **لإقامة مستشفى متخصص في تلك المنطقة نظراً لعدم** وجود مستشفى يلبي احتياجات الناس .

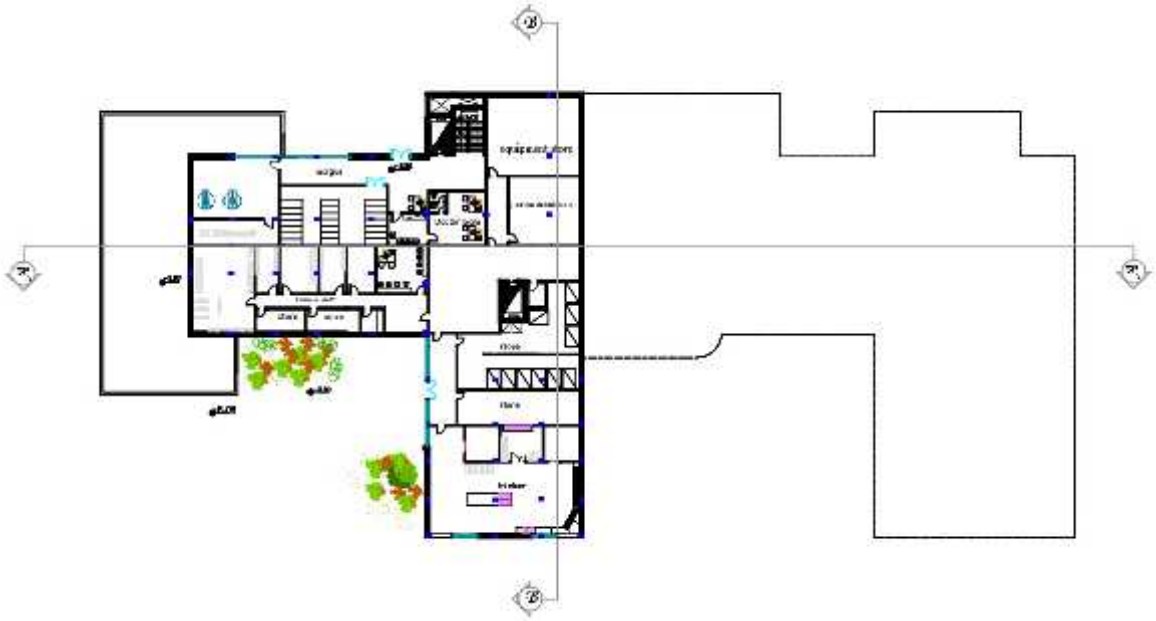
وصف المساقط الأفقية للمشروع:

المبنى في تركيبته الهندسية يعتمد على الشكل المستطيل وهذا محكوم بطبيعة قطعة الأرض وموقعها وتبلغ مساحة البناء 10552.9**متر مربع**،والتوزيع المعماري لهذه المرافق يتسم بالتنوع مما أدى إلى التنوع في التصميم الإنشائي،وهي **موزعة على النحو التالي**:-

طابق التسوية الأول:

- مساحة هذا الطابق هي 1367.9 **متر مربع**

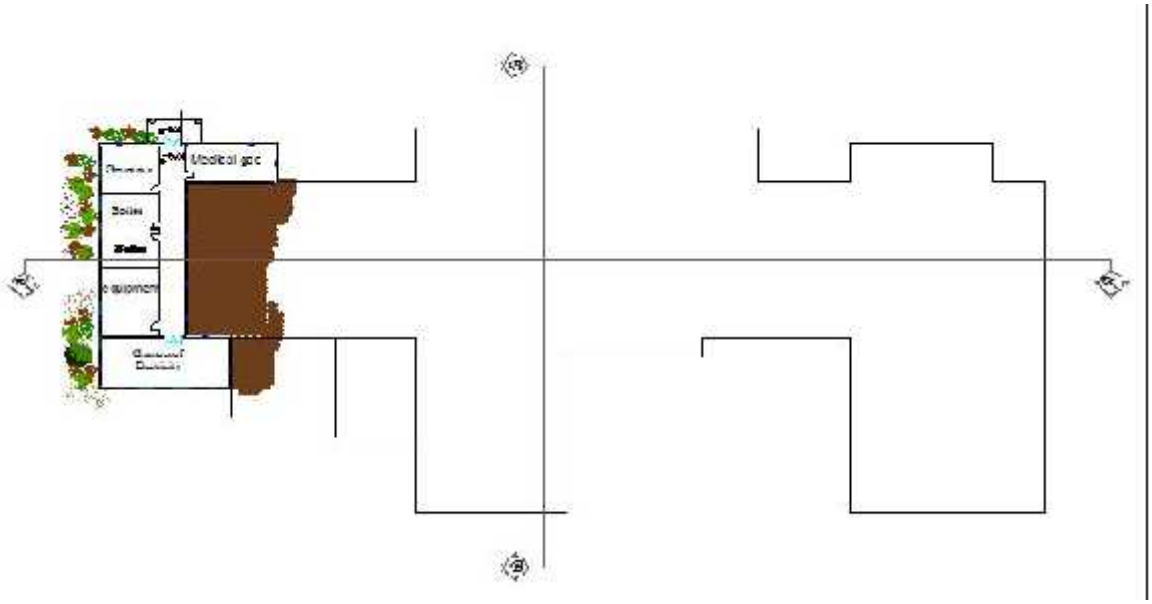
- **بمنسوب -٣.٨٠ متر**
- يتم الوصول إليه عن طريق بابان رأسيان للطابق وعن طريق درج ومصعد كهربائي.
- استخدامات هذا الطابق هي غرفة للأمن وغرفة استقبال والعديد من المخازن ومكاتب وغرف أطباء وغرف للغسيل والكي والحمامات وممرات بالإضافة **إلى** الدرج والمصعد الكهربائي للوصول **إلى المنسوب العلوي**.



شكل (٢-٢): مخطط طابق التسوية الأول

طابق التسوية الثاني:

- مساحة هذا الطابق هي **٣٩٥.٤٩ متر مربع**
- **بمنسوب -٨.٠٥ تحت مستوى منسوب الأرض**
- ويتم الوصول إليه عن طريق باب رئيسي **للطابق**.
- **و**استخدامات هذا الطابق هي غرفة لنظام الغاز وغرفة للمحول وعدة عرف للبويلرات وغرفة الكهرباء.



شكل (٢-٣): طابق التسوية الثاني

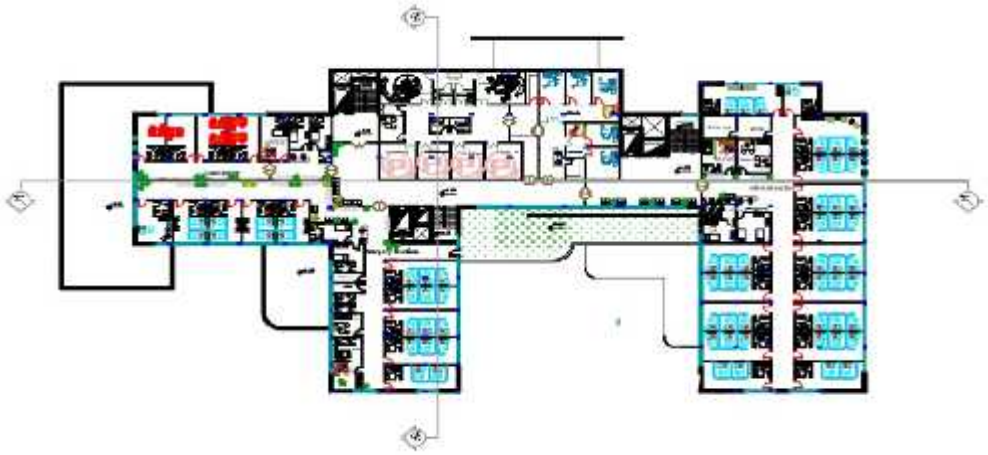
الطابق الأرضي :

- مساحة هذا الطابق هي ٣٣٠٢.٨٤ متر مربع
- منسوب ٠.٤٥+ من منسوب الأرض
- يتم الوصول إليه عن طريق باب رئيسي خاص بالطوارئ وعن طريق عدة سلالم أدارج ومصاعد كهربائية.
- استخدامات هذا الطابق هي قسم الطوارئ وغرف ممرضين وغرف للأطباء وغرف للمرضى وقسم الأشعة وقسم المختبرات الطبية وقسم جراح العظام وقسم الأمن وقسم العيادات الخارجية ومتجر للهدايا وكفتيريا وحمامات وممرات.

شكل (٢-٤): مخطط الطابق الأرضي

الطابق الأول :

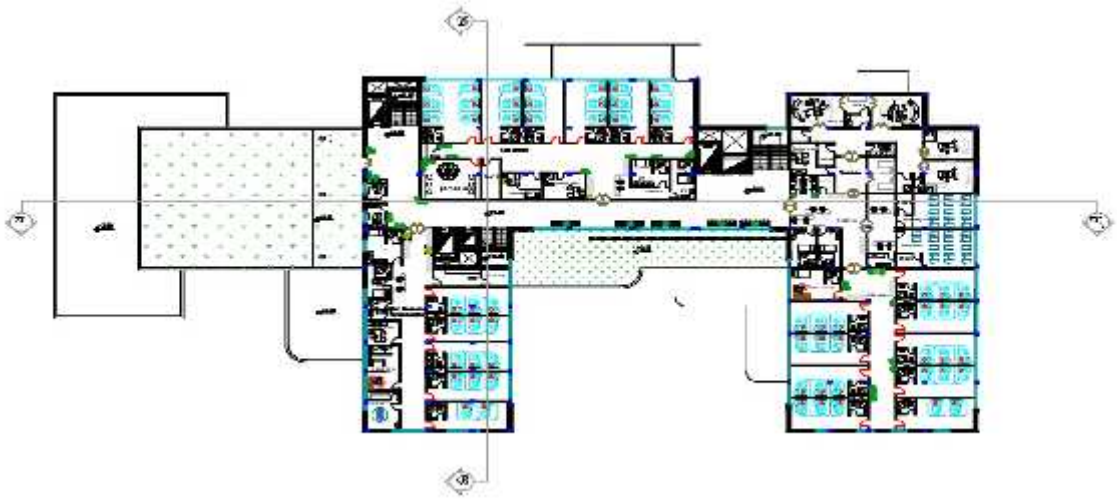
- مساحة هذا الطابق هي ٣١٦٥.١٢ متر مربع
- منسوب ٤.٧٠+ من منسوب الأرض
- يتم الوصول إليه عن طريق عدة سلالم أدراج ومصاعد كهربائية موزعة في المبنى.
- استخدامات هذا الطابق هي قسم داخلي وقسم العمليات الجراحية وغرف للمرضى وغرف للأطباء وغرف للممرضين وحمامات وممرات.



شكل (٢-٥): مخطط الطابق الأول

الطابق الثاني:

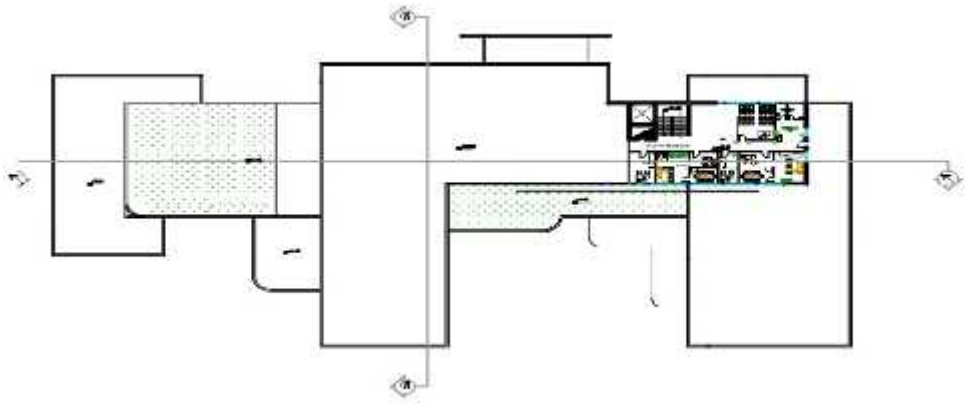
- مساحة هذا الطابق هي ٢٤٣٦.٨٤ متر مربع
- ومنسوبه ٨.٩٥+ من منسوب الأرض
- ويتم الوصول إليه عن طريق عدة سلالم أدراج ومصاعد كهربائية موزعة في المبنى.
- واستخدامات هذا الطابق هي قسم التوليد وقسم العناية بالأطفال لحديثي الولادة وقسم العناية بالأطفال الخدج وقسم الأذن والأنف والحنجرة وغرف للمرضى وغرف للأطباء وغرف للممرضين وحمامات وممرات.



شكل (٢-٦): مخطط الطابق الثاني

الطابق الثالث (الروف):

- مساحة هذا الطابق هي ٤٩٤.٨٠ متر مربع
- منسوب ١٣.٢+ من منسوب الأرض
- ويتم الوصول إليه عن طريق سلم الدرج ومصعد كهربائي. واستخدامات هذا الطابق هي قسم الإدارة.



شكل (٢-٧): مخطط الطابق الثالث (الروف)

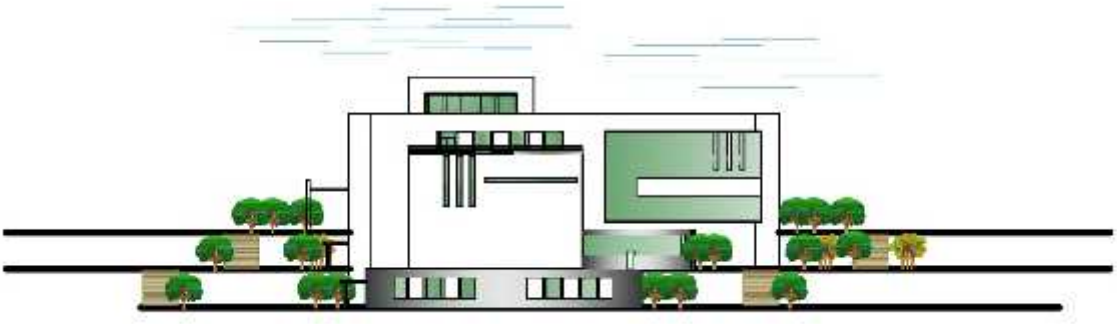
وصف الواجهات :

إن الواجهات المنبثقة عن أي تصميم تعطي الانطباع الأول عن المبنى، حيث يظهر من خلال التصميم المعماري لواجهات هذا المشروع استخدام الطراز الحديث.

كما أن المواد الرئيسية التي تم استخدامها في عملية البناء هي الخرسانة المسلحة والواجهات الزجاجية وبعض الأنواع من الحجر، شريطة مناسبتها لشروط مقاومة الظروف الجوية وتوفير عنصر الجمال .

الواجهة الشمالية :

تتكون هذه الواجهة من أكثر من كتلة حيث تحتوي على شبابيك طويلة و كتل حجرية ، وهذه الكتل تعطي منظرا معماريا جميلاً للمبنى .



شكل (٢-٨): الواجهة الشمالية

الواجهة الجنوبية :

تحتوي علة مدخل للطابق الأرضي تتكون هذه الواجهة من أكثر من كتلة حيث تحتوي على شبابيك طويلة و كتل حجرية ، وهذه الكتل تعطي منظرا معماريا جميلاً للمبنى .

شكل (٢-٩): الواجهة الجنوبية

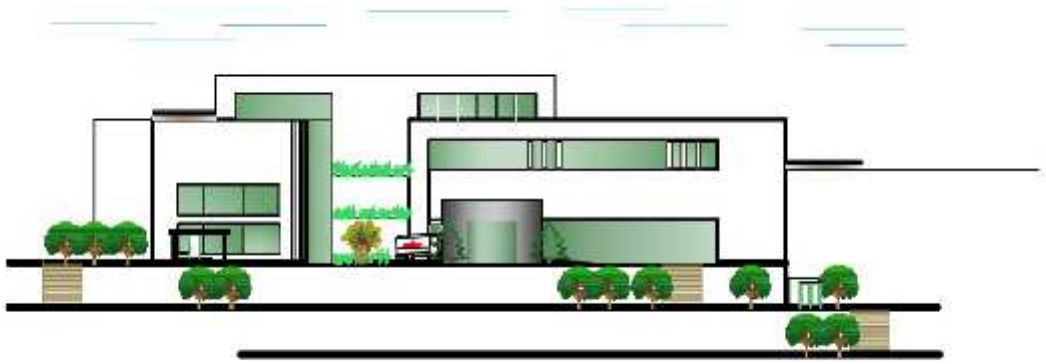
الواجهة الشرقية:

تتكون هذه الواجهة من أكثر من كتلة حيث تحتوي على شبابيك طويلة و كتل حجرية ، وهذه الكتل تعطي منظرا معماريا جميلاً للمبنى .

شكل (٢- ١٠): الواجهة الشرقية

الواجهة الغربية:

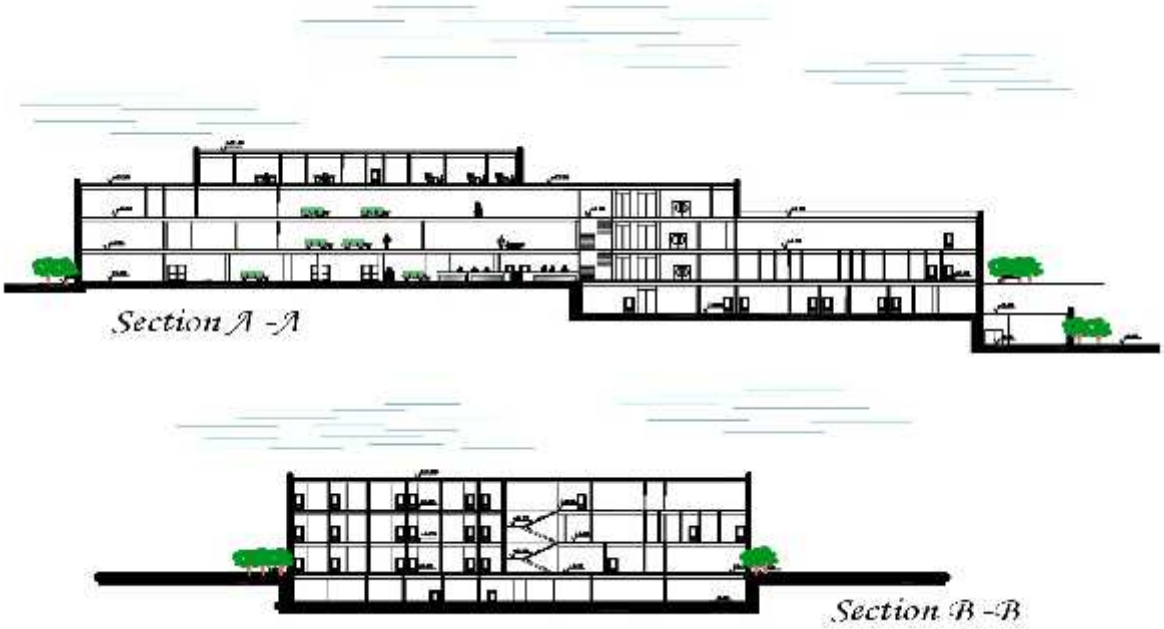
وتحتوي على المدخل الرئيسي وعلى شرفات زجاجية وشبابيك طويلة وتمتاز هذه الواجهة بأنها زجاجية وحجرية والحجر المستخدم من الرخام البني، تعطي الواجهة جمالا معماريا يعكس رونق المبنى.



شكل (٢-١١): الواجهة الغربية

وصف الحركة في المبنى:

تأخذ الحركة أشكالاً عدة سواء من داخل المستشفى إلى خارجه أو بالعكس، حيث تقع الطوابق 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**.



شكل (٢-١٢): المقاطع العمودية

حركة الشمس والرياح:

تعتبر دراسة حركة الرياح والشمس من العوامل المهمة في تحليل المبنى، فيجب معرفة تأثير كل منهما على المبنى ليتسنى تقسيمه إلى فراغات تتناسب وتوجيهه المناخي، بحيث يلبي شروط التصميم المتعلقة بالتهوية والإنارة الطبيعية.

الفصل الثالث : الوصف الإنشائي

---

١ مقدمة

٢ الهدف من التصميم الإنشائي.

٣ مراحل التصميم الإنشائي.

٤ الأحمال.

٥ الاختبارات العملية.

٦ العناصر الإنشائية المكونة للمشروع.

٧ فواصل التمدد.

٨ برامج الحاسوب.

مقدمة

بعد دراسة المشروع من الناحية المعمارية في الفصل السابق لابد من الانتقال لدراسة المشروع من الناحية الإنشائية و ذلك بدراسة العناصر الإنشائية ووصفها وصفاً دقيقاً حيث يتم دراسة طبيعة الأحمال المسلطة على المبنى بمختلف أنواعها وكيفية التعامل معها للخروج بتصميم إنشائي يلبي جميع المتطلبات الوظيفية و التشغيلية للمبنى ويحقق عامل الأمان المطلوب ضمن محددات التكلفة الاقتصادية للمشروع .

كما يتطلب التصميم الإنشائي اختيار العناصر الإنشائية المناسبة للمشروع المراد بما يتناسب مع الوظيفة المعمارية التي صمم لأجلها مع مراعاة عدم التضارب مع المخططات المعمارية الموضوعة ومراعاة قابلية تنفيذها على أرض الواقع بحيث يكون المبنى آمناً، ويحافظ على التصاميم المعمارية.

الهدف من التصميم الإنشائي

يعتبر التصميم الإنشائي عملية متكاملة تلبي مجموعة من الأهداف والعوامل التي من شأنها الخروج بمنشأ يحقق الأهداف الوظيفية المرجو منه ، وتتلخص هذه الأهداف:-

- عامل الأمان (Factor of Safety): يتم تحقيقه عبر اختيار مقاطع للعناصر الإنشائية قادرة على تحمل القوى المسلطة على المبنى و الإجهادات الناتجة عنها.
- التكلفة الاقتصادية(Economical):-يتم تحقيقها عن طريق اختيار مواد البناء والمقاطع الإنشائية المناسبة في مرحلة التصميم تضمن متطلبات الأمان وبأقل تكلفة اقتصادية و كافية للغرض الذي ستستخدم من أجله.
- ضمان كفاءة الاستخدام (Serviceability):-تجنب أي خلل في المنشأ مثل الهبوط الزائد (Deflection) و ظهور التشققات (Cracks) التي تؤثر سلباً على المظهر المعماري وتبعد ظروف الراحة المطلوبة في المبنى.
- الحفاظ على التصميم المعماري للمنشأ.

ولهذا فأن التصميم الإنشائي الذي يراد القيام به في مشروعنا هو تصميم المقاطع الإنشائية للعناصر الحاملة وفقا للكود الأمريكي (ACI318-11) (American Concrete Institute)، ولتحديد أحمال الزلازل فسيتم استخدام الكود(UBC97) واستخدام الكود الأردني لتحديد الأحمال الحية.

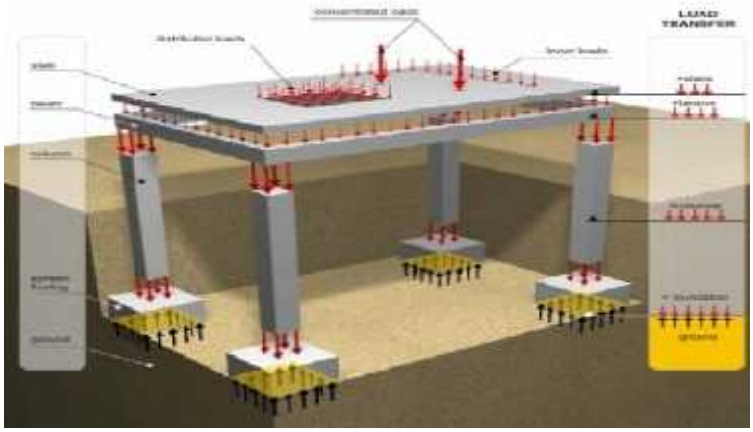
مراحل التصميم الإنشائي

يمكن تقسيم مراحل التصميم الإنشائي إلى مرحلتين رئيسيتين:-

المرحلة الأولى : وتشمل الدراسة الأولية للمشروع من حيث طبيعة المشروع وحجمه، وتحديد مواد البناء التي سوف يتم اعتمادها للمشروع، و اختيار النظام الإنشائي المناسب للمشروع من توزيع للأعمدة والجسور واختيار **أنواع العقدات المناسبة** وتوزيع جدران القص واختيار الأبعاد الأولية **للمقاطع** تمهيداً لدراستها وتصميمها بشكل دقيق في المرحلة الثانية في التصميم **الإنشائي**.

المرحلة الثانية: تتمثل في التصميم الإنشائي لكل جزء من أجزاء المنشأ ، بشكل دقيق وفقاً للنظام الإنشائي الذي تمّ اختياره ودراسة المشروع باستخدام البرامج الهندسية ونمذجة العناصر ونقل الأحمال إليها ودراسة سلوكها وتصميمها ضمن محددات الكود المستخدم واستخراج المخططات الإنشائية اللازمة لها من حيث رسم المساقط الأفقية والقطاعات الرأسية وتفاصيل تفريد حديد التسليح في كل عنصر من **هذه العناصر**، تمهيداً لتنفيذها على أرض الواقع ضمن حدود الجدول الزمني **للمشروع بشكل عام**.

الأحمال: هي مجموعة القوى **المؤثرة على المبنى وتقسم** لعدة أنواع من الأحمال لابد من حسابها بشكل دقيق من أجل دراسة وتصميم العناصر الإنشائية تحت تأثير هذه الأحمال وتكون وظيفة النظام **الإنشائي الذي** تم اختياره ، نقل جميع الأحمال الرأسية أو الأفقية التي يمكن أن يتعرض لها المنشأ إلى الأرض بأمان وفق مسار الأحمال حيث يتم نقل الأحمال **من العقدات إلى الجسور ومن الجسور إلى الأعمدة ومن الأعمدة إلى الأساسات بمختلف** أنواعها والتي بدورها تنقل الأحمال **إلى الأرض** ، والشكل التالي يوضح **مسار نقل الأحمال** :



الشكل (٣-١) :مسار نقل الأحمال Load path from structure to the ground

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

الأحمال الميتة :

وتشمل الأحمال الناتجة عن الوزن الذاتي للعناصر الرئيسة التي يتكون منها المنشأ، **بصورة دائمة وثابتة**، من حيث **المقدار والموقع** ، بالإضافة لأجزاء إضافية كالقواطع الداخلية باختلافها وأي أعمال ميكانيكية أو إضافات تنفذ بشكل دائم وثابت **في المبنى**، ويمكن حسابها من خلال تحديد **أبعاد العنصر الإنشائي**، وكثافات المواد المكونة له ، **والجدول** (٣-١) يبين الكثافات النوعية للمواد المستخدمة في المشروع .

الرقم	المادة المستخدمة	الكثافة(KN/m^3)
1	البلاط	23
2	الخرسانة المسلحة	25
3	الطوب	10
4	القصارة والمونة الإسمنتية	22
5	الرمل	17

جدول (٣-١) : الكثافة النوعية للمواد المستخدمة.

الأحمال الحية:-

وهي الأحمال التي تتغير من حيث القيمة والموقع بصورة مستمرة كالأشخاص، الأثاث، الأجهزة ، والمعدات **وأحمال** التنفيذ كالخشب والمعدات وتعتمد قيمة هذه الأحمال على طبيعة الاستخدام للمنشأ وتحددها كودات البناء المعمول بها في كل بلد **والجدول** (٣-٢) يبين الأحمال الحية في المشروع والمحددة بالرجوع إلى الكود الأردني.

الرقم	الاستخدام	الحمل الحيKN/m^2
1	غرف العمليات والأطباء	٢
٢	الدكاكين والمحلات التجارية	٢.٤
٣	الكراجات (سكني)	٢.٥
٤	الممرات و المداخل و الأدراج و الشرفات	3

جدول (٣-٢) : الأحمال الحية لعناصر المبنى وفقاً للكود الأردني .

الأحمال البيئية :-

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

أحمال الرياح :

أحمال الرياح تؤثر بقوى أفقية على المبنى، ولتحديد أحمال الرياح تم الاعتماد على سرعة الرياح القصوى التي تتغير بتغير ارتفاع المنشأ عن سطح البحر وموقعه من حيث إحاطته بمباني مرتفعة أو وجود المنشأ نفسه في موقع مرتفع أو منخفض و العديد من المتغيرات الأخرى و الشكل التالي يوضح تباين سرعة الرياح بالنسبة **للارتفاع** :

ولتحديد حمل الرياح سوف يتم استخدام(UBC-97) وذلك وفق هذه المعادلة:

$$p = c_e . c_q .$$

Where:

p: design wind

c_e: combined

c_q: pressure co

q_s: The pressu

mo

l_w: Importanc

أحمال الزلازل :

تنشأ الزلازل بسبب الحركة النسبية لطبقات الأرض المختلفة في الظروف الجيولوجية وينتج عن هذه الحركة اهتزازات أفقية ورأسية **تسبب قوى قص** عزوم واجهادات **تؤثر على المنشأة**، ويجب أن تؤخذ هذه الأحمال بعين الاعتبار عند تصميم العناصر الإنشائية وذلك لضمان مقاومة المبنى للزلازل في حال حدثت وبالتالي التقليل من الأضرار المحتملة نتيجة حدوثها .

وسيتم مقاومتها في هذا المشروع عن طريق جدران القص الموزعة في المبنى بحيث لا تقل عن **٣** جدران و تماشياً مع الظروف المعمارية الموجودة ومطابقة مركز كتلة المبنى مع مركز الصلابة قدر الإمكان أثناء عملية التصميم.

أحمال التمدد و الانكماش:

وهي أحمال ناتجة عن تمدد وانكماش العناصر الخرسانية للمبنى نتيجة اختلاف درجات الحرارة خلال فصول السنة، ويتم اخذ هذه الأحمال بعين الاعتبار من خلال توفير فواصل التمدد الحراري داخل المبنى **بالرجوع على الكود المستخدم في** التصميم.

الاختبارات العملية

قبل البدء بالدراسة الإنشائية للمبنى ، لا بد من عمل الدراسات الجيوتقنية للموقع وتشمل استكشاف الموقع ودراسة التربة والصخور والمياه الجوفية و إجراء فحوصات للتربة لمعرفة قوة تحملها ومواصفاتها ونوعها ، ومعرفة منسوب المياه الجوفية وعمق الطبقة التأسيسية المناسبة لوضع الأساسات ، ويتم ذلك بعمل ثقوب استكشاف في التربة بأعداد وأعماق **مدروسة** ، وأخذ العينات المستخرجة من أرض الموقع لعمل فحوصات التربة اللازمة عليها ، ومن هذه الفحوصات:

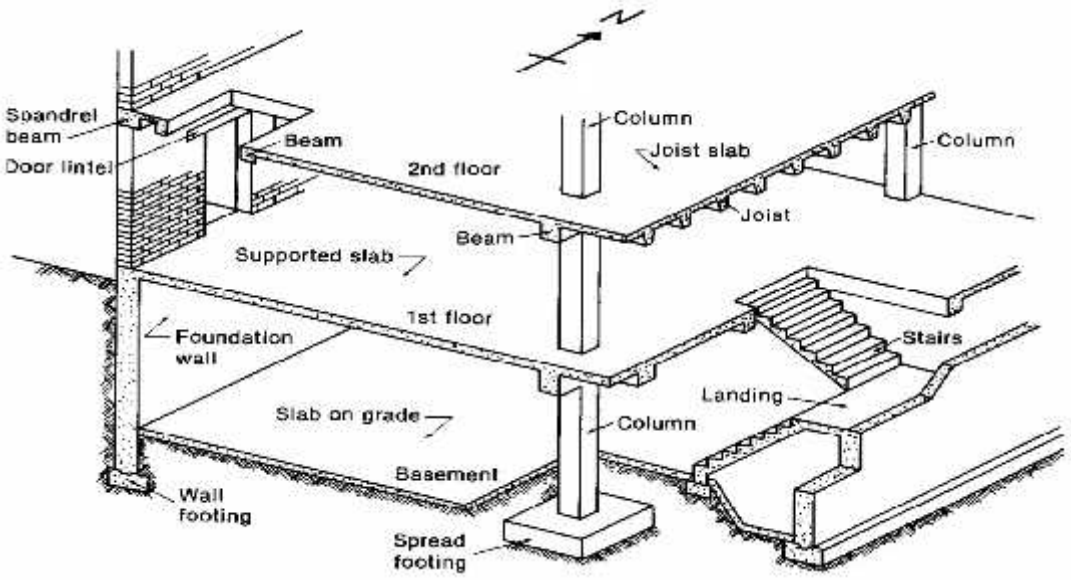
- Unconfined Compression test
- Triaxial test .
- Unconfined Shear test.

لاستخراج نتائج وقيم قوة تحمل التربة للأعمال الواقعة عليها من المبنى ومقدار الضغط الجانبي المؤثر على الجدران الجانبية الإستنادية و الذي يعتمد على نوع التربة وذلك لاختيار أنواع الأساسات وطريقة تنفيذها التي تحقق المطلوب في عملية نقل الأحمال.

العناصر الإنشائية:

تتكون المباني من مجموعة عناصر إنشائية التي تعمل معاً بشكل متكامل لتقاوم الأحمال الواقعة على البناء وتجعل منه مبنى قائماً يؤدي وظيفته التي صمم من اجلها وتشمل:-

١) الأساسات Foundation .
٢) الأعمدة Columns .
٣) الجسور Beams .
٤) العقدات Slabs .
٥) جدران القص Shear walls .
٦) الأدراج Stairs .
٧) جدران استنادية Retaining Walls .
٨) جدران حاملة Bearing Walls .
٩) فواصل إنشائيةJoint System.



الشكل(٣-٤)بعض العناصر الإنشائية الموجودة في المبنى.

وتحتوي المشاريع على العناصر التالية:-

العقدات :-

هي عبارة عن العناصر الإنشائية القادرة على نقل القوى الرأسية بسبب الأحمال المؤثرة عليها إلى العناصر الإنشائية الحاملة في المبنى مثل الجسور و الأعمدة و الجدران و الدراج و الأساسات، دون تعرضها إلى تشوهات.

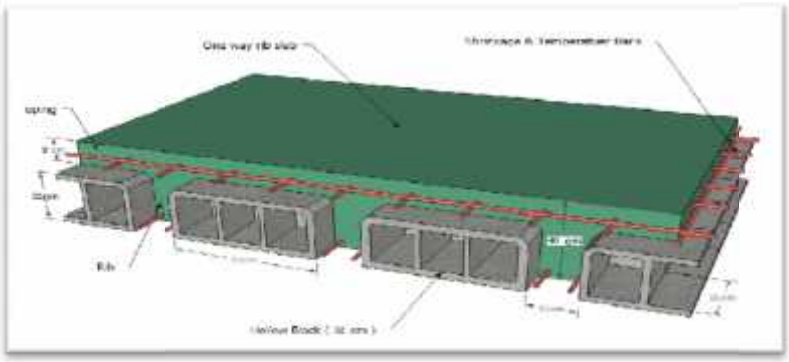
ونظراً لوجود العديد من الفعاليات المختلفة في المباني ومراعاة للمتطلبات المعماريةفيتم استخدام أنواع العقدات التالية في المشاريع:-

١. البلاطات المصمتة (Solid Slabs) المستخدمة في مكرر بيت الدرج وتقسم إلى :-
   - العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد (One way solid slab).
٢. البلاطات المفرغة (Ribbed Slabs) وتقسم إلى :-
   - عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد (One way ribbed slab).
   - عقدات العصب ذات الاتجاهين (Two way ribbed slab).

هذا وتستخدم عقدات الأعصاب ذات الاتجاه الواحد في تغطية المساحات التي تتراوح فيها الأبعاد بين الأعمدة من ٥ الى ٦ متر ، أما عقدات العصب ذات الاتجاهين فتستخدم في حالة المساحات الكبيرة نسبياً، و في التصميم الانشائي لهذا المشروع سنستخدم كلا النوعين.

١)عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد (One way ribbed slabs) :

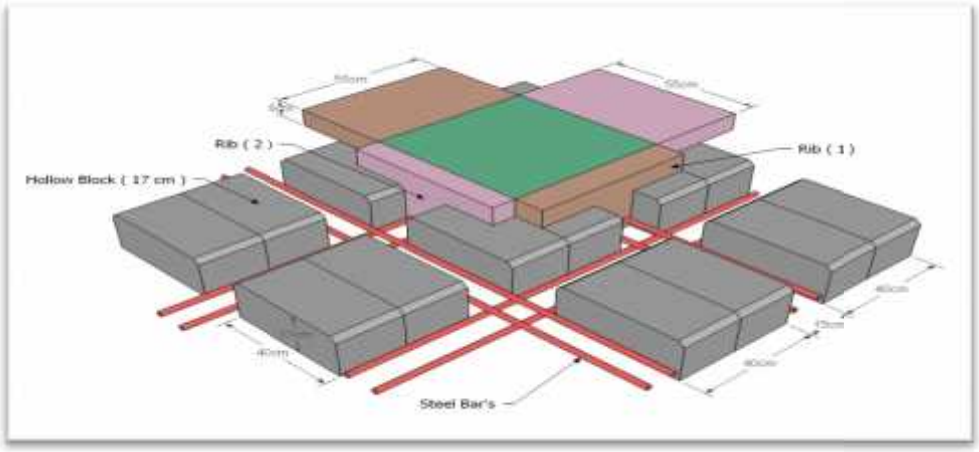
إحدى أشهر الطرق المستخدمة في تصميم العقدات في هذه البلاد وتتكون من صف من الطوب يليها العصب، ويكون التسليح باتجاه واحد كما هو مبين في الشكل (3-5).



الشكل(3-5) : عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد.

٢)عقدات العصب ذات الاتجاهين (Two way ribbed slabs) :

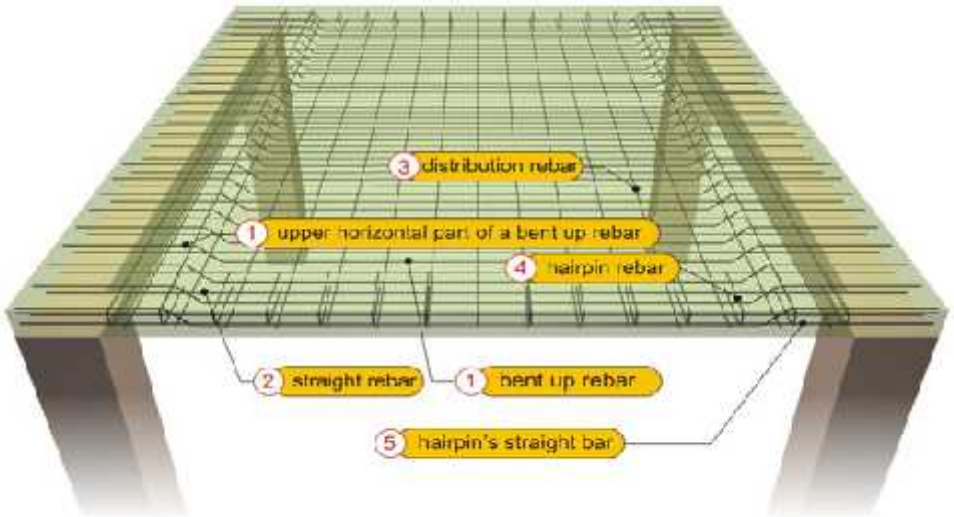
تشبه السابقة من حيث المكونات ولكن تختلف من حيث تقاطع الأعصاب في الاتجاهين و كون التسليح باتجاهين، ويتم توزيع الحمل في جميع الاتجاهات ويراعى عند حساب وزنها طوبتين و عصب في الاتجاهين، كما يظهر في الشكل (٣-6).



الشكل(3-6) : عقدات العصب ذات الاتجاهين.

٣) العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد (One way solid slabs) :

تستخدم في المناطق التي تتعرض كثيرا للأحمال الحية، وذلك تجنباً لحدوث اهتزاز نظراً للسماكة المنخفضة **وتستخدم عادة** في عقدات الكراجات والأدراج ويلعب شكل توزيع الجسور في العقدات المصمتة و النسبة بين ابعادها الدور الأساسي في تحديد ما إذا كانت العقدة المصمته في اتحاه واحد أو اتجاهين ، و الشكل (٣-7) يوضح One way solid slab.



الشكل (٣-7) : العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد One way solid slab.

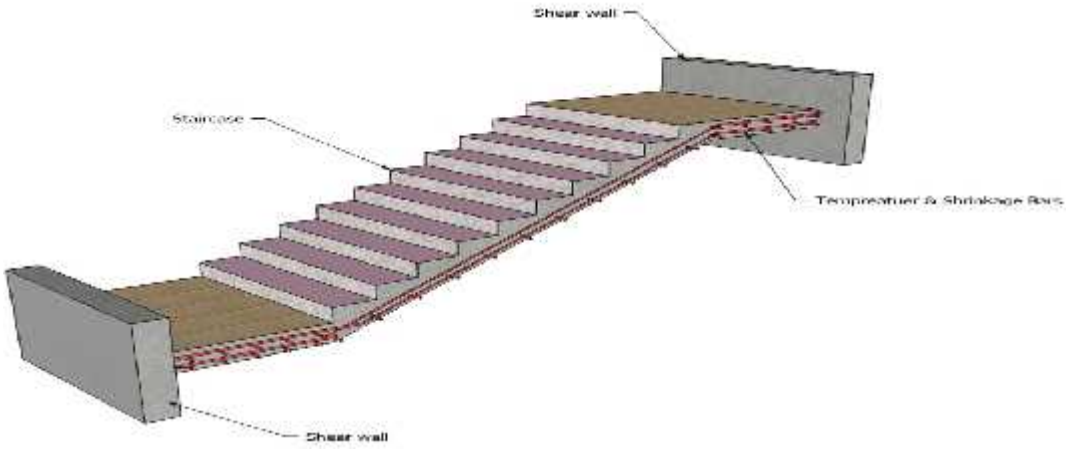
٤) العقدات المصمتة ذات الاتجاهين (Two way solid slabs) :

تستخدم في حال النسبة ما بين **الاتجاه** الطويل إلى **الاتجاه** القصير للعقدة أقل من ٢ ويتم هنا نقل الحمل الواقع عليها **في** الاتجاهين وتستخدم في الفضاءات الكبيرة نسبياً ويكون التسليح الرئيسي فيها flexural reinforcement بالاتجاهين كما هو موضح في الشكل (٣-٨).

الشكل (٣-٨) : العقدات المصمتة ذات الاتجاهين.

الأدراج :-

الأدراج عنصر معماري يوجد في المباني للانتقال بين مستويين في نفس الطابق أو بين عدد من الطوابق عبر المبنى، ويتم تصميم الدرج إنشائيا باعتباره عقدة مصمتة في اتجاه واحد كما في الشكل (٣-٩).



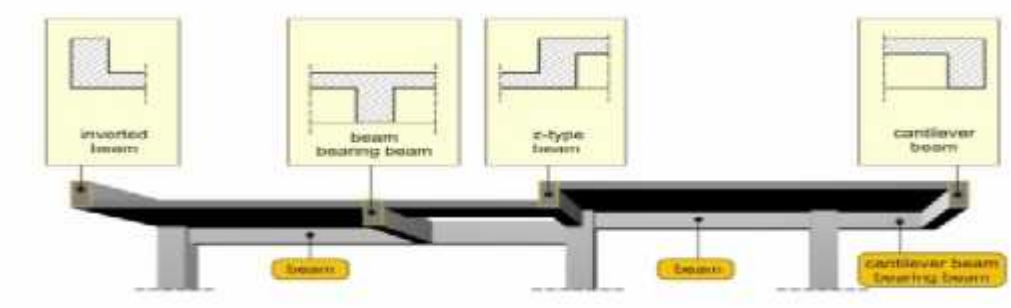
الشكل (٣-٩): الدرج.

الجسور :-

وهي العناصر الإنشائية في البناء الهيكلي التي تقوم بنقل الأحمال الواقعة عليها من مختلف الأنواع من العقدات إلى **الأعمدة**، حيث تقسم الى:-

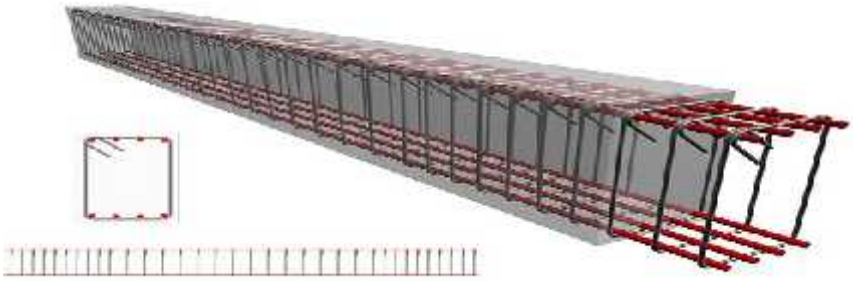
١- **جسور مستورة** (Hidden Beam):وهي الجسور التي يكون ارتفاعها مساوي لارتفاع العقدة.

٢- **جسور بارزة** (Dropped Beam).:وهي التي يكون ارتفاعها اكبر من ارتفاع **العقدة**، ويتم إبراز الجزء الزائد من الجسر في أحد الاتجاهين السفلي أو **العلوي وتسمى**L-sectionأوT-section. **و الشكل** (٣-١١) يوضح عدة أنواع منها مع مقاطعها المختلفة في العقدات.



الشكل (٣-١٠) المقاطع المختلفة للجسور في العقدات .

يتم تسليح الجسور وفقاً لمتطلبات flexural reinforcement **لمقاومة العزم الواقع على الجسر، و بالكانات لمقاومة قوى** القص كما هو موضح **بالشكل(٣-١١)**.

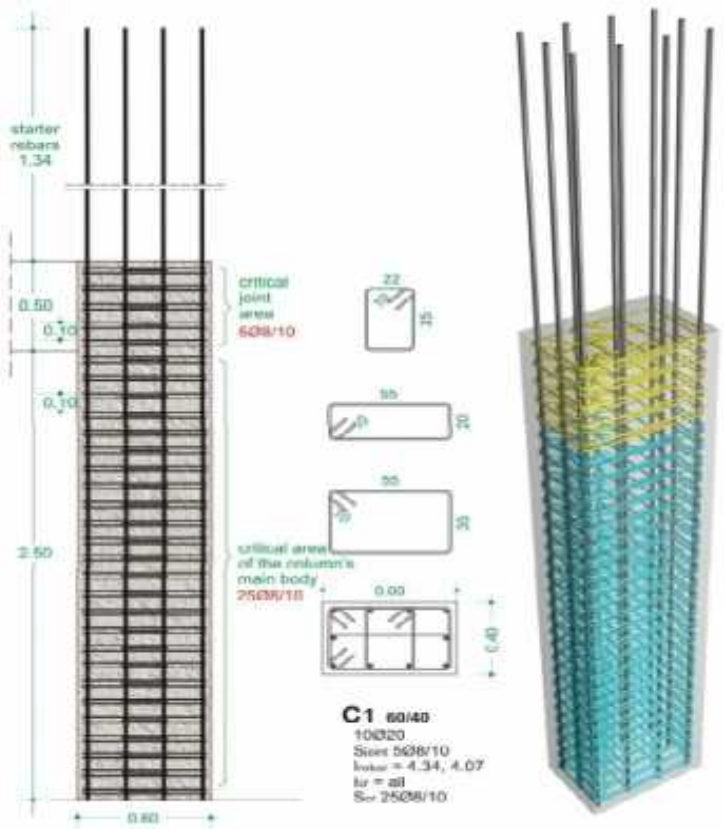


الشكل (٣-١١) التسليح في الجسور.

الأعمدة:-

هي العناصر الإنشائية في البناء الهيكلي التي تقوم بنقل الأحمال الواقعة عليها من الجسور إلى الأساسات **لذلك لابد** من تصميمها بشكل دقيق لتكون قادرة على نقل وتوزيع الأحمال الواقعة عليها والأعمدة من ناحية إنشائية نوعين الأعمدة القصيرة (short column) و الأعمدة الطويلة (long column).

أما من حيث الشكل , لمقاطع الأعمدة أشكال عديدة، منها المستطيل و الدائري و المضلع و المربع و المركب، وهناك تصنيف آخر للأعمدة من حيث طبيعة المادة المستخدمة، فمنها الخرسانية والمعدنية والخشبية والشكل (٣-١٢) يوضح غالبية الأعمدة المستخدمة في المشروع وهي الأعمدة المستطيلة .



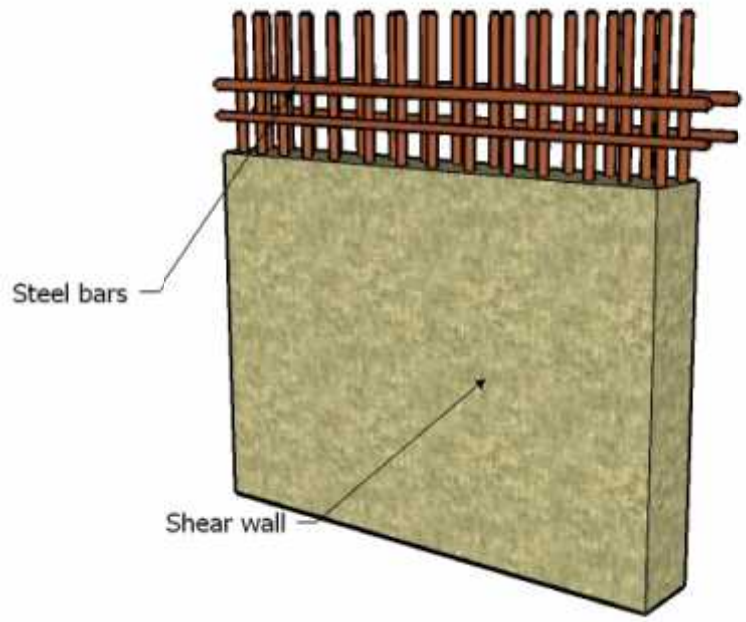
الشكل (٣-١٢) : أنواع الأعمدة المستخدمة في المشروع.

جدران القص:-

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

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

وأن تكون هذه الجدران بالأبعاد التصميمية المطلوبة لمنع أو تقليل تولد العزوم وآثارها على جدران المبنى المقاومة للقوى الأفقية، **والشكل**(٣-١٣)يوضح جدار قص وشكل التسليح فيه.



الشكل (٣-١٣) : جدار قص.

الأساسات:-

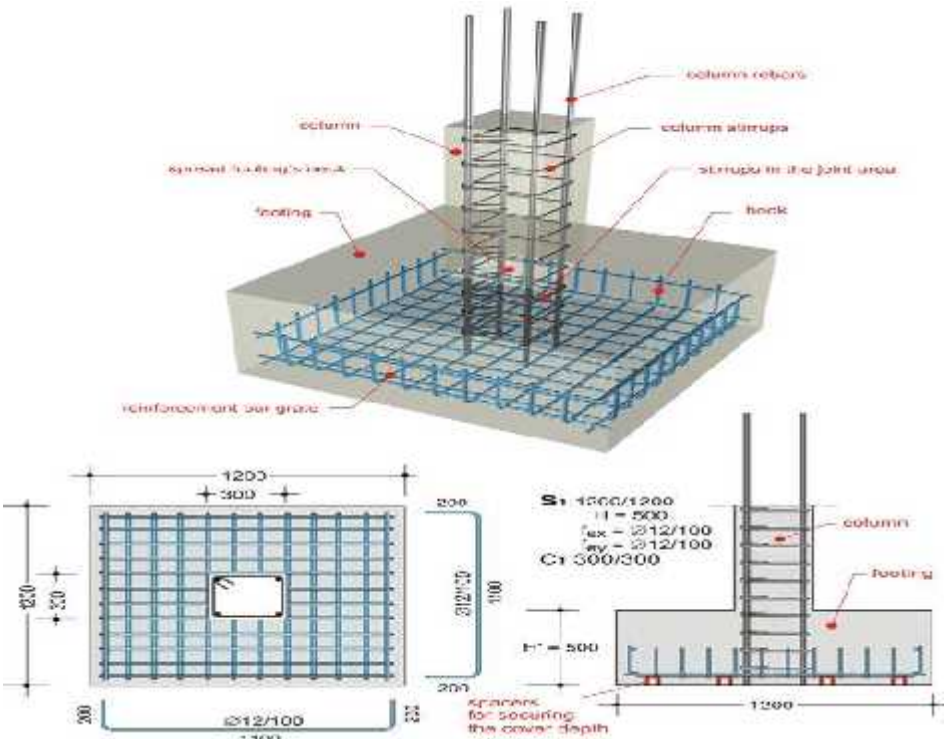
الأسلس هي أول ما يبدأ بتنفيذها عند بناء المنشأ، إلا أن تصميمها يتم بعد الانتهاء من تصميم كافة العناصر الإنشائية في المبنى، حيث تقوم الأساسات بنقل الأحمال من الأعمدة والجدران الحاملة إلى التربة على شكل قوة ضغط،**والأساس قد** يكون قريبا من سطح الأرض ويسمى بالأساس السطحي (Shallow Foundation) وهذا النوع يكون بعدة أشكال كأن يكون أساسات لقواعد شريطية(strip footing)،**أو أسلس لقواعد مفصلة** (isolated footing)،أو أساسات حصيرة (mat foundation).

وقد يكون عميقا داخل التربة لنقل أحمال المنشأ إلى طبقات التربة العميقة الأقوى، **أو** توزيعها على الطبقات بطريقة تدريجية ويسمى هذا النوع بالأساس العميق(Deep Foundation) 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).

وفيما يلي بعض **أنواع الأسلس** :

١- **أسلس مفردة** (Isolated Foundation).
٢- **أسلس مزدوجة**(Combined Foundation).
٣- أساسات شريطية(Strip Foundation).
٤- أساسات حصيرة(Mat Foundation).

وسوف يتم استخدام أساسات من أنواع مختلفة وذلك تبعا لنوع التربة وقوة تحملها والأحمال الواقعة عليها ، **للشكل** (3-14) يوضح شكل الأساس المنفصل وتفاصيل التسليح فيه.



الشكل (٣- ١٤):أساسات منفردة (Isolated Foundation).

فواصل التمدد:

تنفذ في كل المباني ذات الأبعاد الأفقية الكبيرة أو ذات الأشكال والأوضاع الخاصة فواصل تمدد حراري أو فواصل هبوط، وقد تكون الفواصل للغرضين معاً, وعند تحليل المنشآت لدراستها كمقاوم لأفعال الزلازل تدعى هذه الفواصل بالفواصل الزلزالية، ولهذه الفواصل بعض الاشتراطات والتوصيات الخاصة بها, وينبغي استخدام فواصل تمدد حراري في كتلة المنشأ حسب الكود المعتمد، على أن تصل هذه الفواصل إلى وجه الأساسات العلوي دون اختراقها, وتعتبر المسافات العظمى لأبعاد كتلة المبنى كما يلي:-

١) (40m)في المناطق ذات الرطوبة العالية.
٢) (36m)في المناطق ذات الرطوبة العادية.
٣) (32m)في المناطق ذات الرطوبة المتوسطة.
٤) (28m)في المناطق الجافة, كما يجب أن لا يقل عرض الفاصل عن (٣سم)

برامج الحاسوب التي تم استخدامها:

١. AutoCAD (2007) for Drawings Structural and Architectural.
٢. Microsoft Office (2016) For Text Editing.
٣. Microsoft Excel2016.
٤. Atir.
٥. Etabs 2016 .
٦. Safe 2016 .
٧. Sp column

Chapter 4

Structural Analysis & Design

---

1 Introduction.

2 Factored load.

3 Slabs thickness calculation

4 Load calculations.

5 Design of Topping.

6 Design of Rib (10).

7 Design of beam (B37).

8 Design of column(c1)

9 Design of footing(type4)

10 Design of shear wall(2)

11 Design of stairs

4 .1 Introduction:-

Concrete is the only major building material that can be delivered to the job site in a plastic state. This unique quality makes concrete desirable as a building material because it can be molded to virtually any form or shape.

Concrete used in most construction work is reinforced with steel. When concrete structure members must resist extreme tensile stresses, steel supplies the necessary strength. Steel is embedded in the concrete in the form of a mesh, or roughened or twisted bars. A bond forms between the steel and the concrete, and stresses can be transferred between both components.

In this project, all of design calculation for all structural members would be made upon the structural system which was chosen in the previous chapter.

So, in this project, there are one type of slabs : One way ribbed slab, with aid of a computer program called "ATIR- Software " to find the internal forces, deflections and moments for ribbed slabs and by using the previous program and Etabs ,Safe ,And programs to find the internal forces, deflections and moments for both types of slabs, and then handle calculation would be made to find the required steel for all members.

The design strength provided by a member, its connections to other members, and its cross – sections in terms of flexure, and load, shear, and torsion is taken as the nominal strength calculated in accordance with the requirements and assumptions of ACI-318-08 code.

Factored loads:

The factored loads on which the structural analysis and design is based for our project members, is determined as follows:

$qu = 1.2D.L + 1.6L.L$.

Slabs thickness calculation:

Determination of Thickness for One Way Ribbed Slab:

According to ACI-Code-318-08:

	Minimum thickness , h			
	Simply supported	One end continuous	Both end continuous	Cantilever
Member	Members not supporting or attached to partitions or other construction likely to be damaged by large deflection			
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

Table (4.1): Check of minimum thickness of structural members

the minimum thickness of non-pre-stressed beams or one way slabs unless deflections are computed as follow:

For rib:

hmin for one-end continuous = L/18.5 longest one-end cont. is 6.37 m

hmin =6.37/18.5 = 34.46cm

hmin two-end continuous = L/21 longest two-end cont. is 7.5 m

hmin = 7.5 /21 = 35.7 cm

hmin simply = L/16 longest simply is 7.5 m

hmin = 7.5/16= 39.88 cm

Select Slab thickness h= 35cm with block27 cm & Topping 8cm

For beam

h min for one-end continuous = L/18.5 longest one-end cont. is 6.375m

hmin =6.37/18.5 = 34.46cm

hmin two-end continuous = L/21 longest two-end cont. is 7.5 m

Select beam thickness h= 35cm

Load calculations:

One way ribbed slab:

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

Parts of Rib	Density(KN/m^3)	Calculation
RC Rib	**25**	**0.14*0.27*25= 0.945 KN/m**
Top Slab	**25**	**0.08*0.54*25 = 1.08 KN/m.**
Plaster	**22**	**0.02*0.54*22 = 0.238 KN/m.**
Block	**10**	**0.4*0.27*10 = 1.08 KN/m**
Sand Fill	**16**	**0.07*0.54*16= 0.605 KN/m**
Tiles	**23**	**0.03*0.54*23 = 0.373 KN/m**
Mortar	**22**	**0.02*0.54*22 = 0.238 KN/m.**
partition	**-**	**1*0.54 =0.54 KN/m**

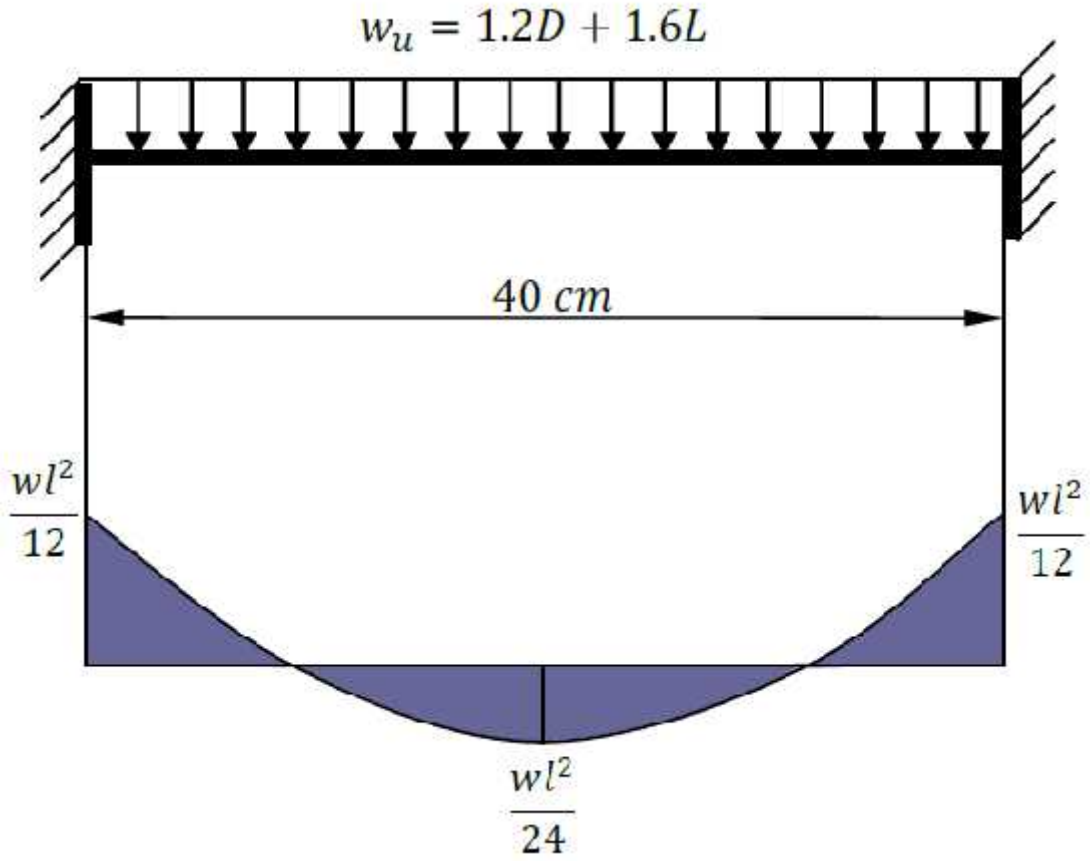
Table (4 – 2) Calculation of the total dead load for one way rib slab.

Total Dead load= **5.16 KN/m** of rib (service load)

Total live load=**3 KN/m** of rib

Design of Topping:

Topping in One way ribbed slab can be considered as a strip of 1 meter width and span of hollowblock length with both end fixed in the ribs.



Fig(4-1): Topping load and moment diagram

The calculation of the total dead load for the topping is shown below:

Dead load from	$\delta \times \gamma \times 1$	KN/m
Topping	0.08 * 25	2 KN/m
Tiles	0.03 * 23	0.69 KN/m
Mortar	0.02 * 22	0.44 KN/m
Sand	0.07 * 16	1.12 KN/m
Partitions	1 * 1	1 KN/m
		∑ 5.25 KN/m

Table (4 – 3) Calculation of the total dead load for topping

Dead Load =**5.25KN/m.**

Live Load calculations: 3 **KN/m.**

Total Factored Load:W_u = 1.2 DL + 1.6 LL

= 1.2 * 5.25 + 1.6 * 3 = 11.1 KN/m.

$M_u = \frac{W_u * l^2}{12} = \frac{11.1 * 0.4^2}{12} = 0.148 KN.m/m$ of strip width

- $\phi M_n \geq M_u$ Strength condition, where for ϕ = 0.55 - plain concrete.

$M_n = 0.42 \sqrt{f_c'} * S_m$……..(ACI 22.5.1, Equation 22-2)

Where S_m for rectangular section of the slab:

$S_m = \frac{bh^2}{6} = \frac{1000 * 80^2}{6} = 1066666.67$ mm^3

$M_n = 0.42 \sqrt{f_c'} * \frac{bh^2}{6} = 0.42 \sqrt{24} * 1066666.67 * 10^{-6} = 2.19 \ KN.m$

$\phi M_n = 0.55 * 2.19 = 1.2045 \ KN.m$

$\phi M_n = 1.2045 \ KN.m > M_u = 0.148 \ KN.m$

∴NO Reinforcement is required by analysis. According to ACI 10.5.4., provide As_{min} for slabs as shrinkage and temperature reinforcement.

According to ACI 7.12.2.1, $\rho_{shrinkge}$ = 0.0018

$A_s = \rho * b * t = 0.0018 * 1000 * 80 = 144 \ mm^2/m$ strip

Try bars Ø 8 with A_s= 50.27 mm^2

Bar numbers $n = \frac{A_s}{A_{s\,\emptyset\,8}} = \frac{144}{50.27} = 2.87$

Take 3 Ø 8 /m with A_s= 150.8 mm^2/m strip or Ø 8 @ 300 mm in both directions .

Step (S) is the smallest of :

1. 3 * h = 3* 80 = 240 mm……..Controlled.
2. 450 mm
3. s = 380 $(\frac{280}{fs})$ – 2.5 * C_c = 380 * ($\frac{280}{\frac{2}{3}420}$) – 2.5* 20 = 330 mm but

$$s \leq 380\left(\frac{280}{fs}\right) = 380\left(\frac{280}{\frac{2}{3}420}\right) = 300 \text{ mm}$$

Take Ø 8 @ 200 mm in both direction. S = 200 mm <s_{max} = 240 mm – OK

From practical consideration, the secondary reinforcement parallel to the ribs shall be placed in the slab and spaced at distances not more than half of the spacing's between ribs (usually two bars upon each 40 cm width block)

Shrinkage and temperature reinforcement must be provided.

Design of Rib (10) :

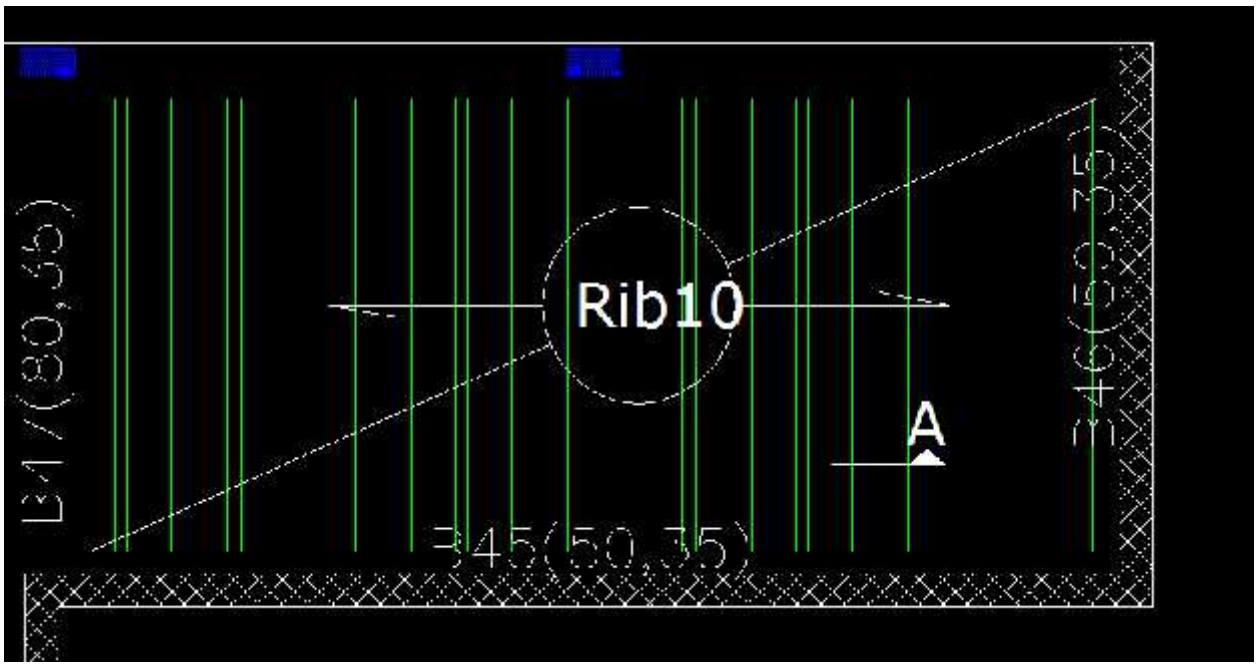


Fig. (4-2): Location of rib(10)

Material :-

concrete B300 $f_c' = 24\ N/mm^2$

Reinforcement Steel $f_y = 420\ N/mm^2$

Section :-

b_e =14cm b_f =54 cm

h =35 cm T_f =8 cm

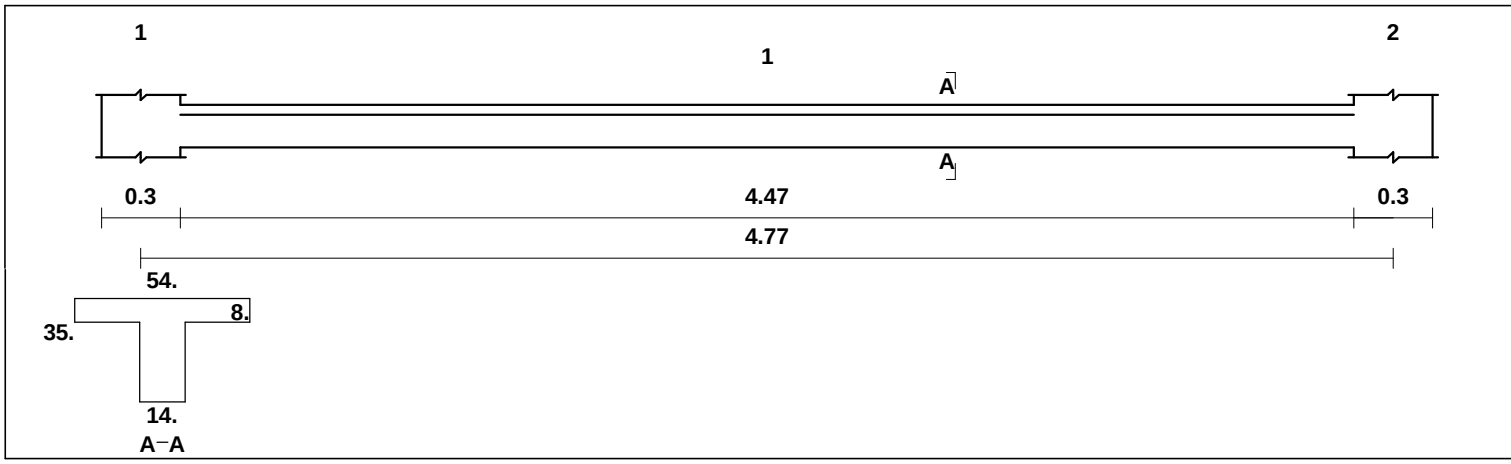


Fig. (4-3): Rib geometry

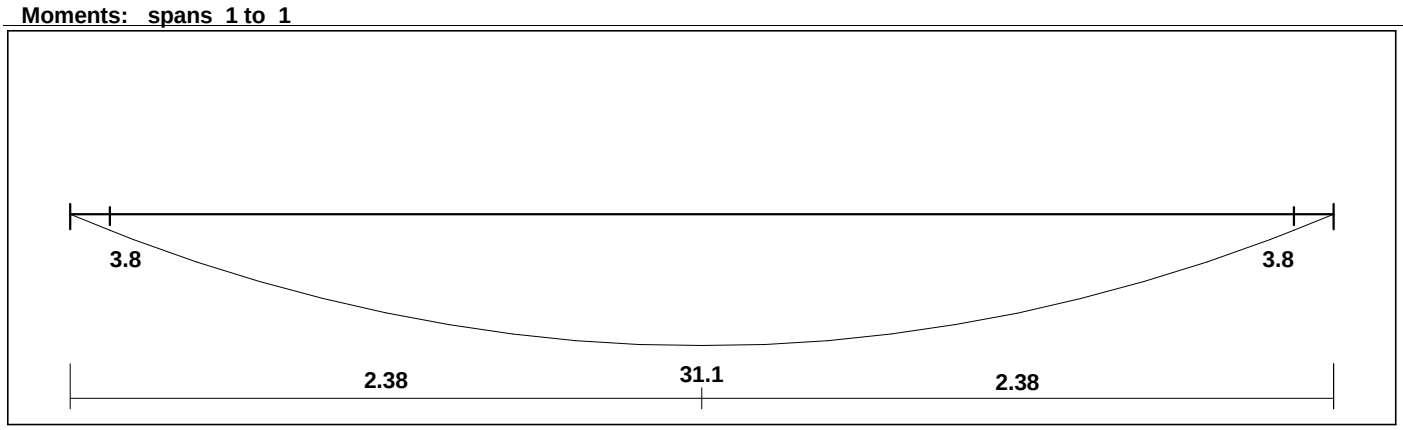


Fig. (4-4): Moment Envelope of rib

Design of flexure:-

1) Design of Positive moment of rib (Rib١٠):

1.1) Maximum positive moment $Mu^{(+)} = \frac{Wu * l^2}{8}$ **=31.1 KN.m.**

Assume bar diameterØ 16 for main positive reinforcement.

d = depth - cover – diameter of stirrups – (diameter of bar/ 2)

= 350 – 20 – 10 – $\frac{16}{2}$= 312 mm.

Check if a ≥ h_f

M_{nf}= 0.85*fc*b *h_f (d – $\frac{h_f}{2}$) = 0.85*24 *540 *80 (312 – $\frac{80}{2}$)10^{-6} = 240.59 KN.m

M_{nf}= 240.59 KN.m >> $\frac{Mu}{Ø}$= $\frac{31.1}{0.9}$= 34.55 KN.m

The section will be designed as **rectangular section** with b = 540 mm.

$R_n = \frac{M_u}{Ø*b*d^2} = \frac{31.1*10^6}{0.9*540*312^2}$ = 0.66 MPa

$m = \frac{f_y}{0.85\,f'_c} = \frac{420}{0.85*24}$ =20.59

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*R_n*m}{f_y}}\right) = \frac{1}{20.59}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*0.66*20.59}{420}}\right)$ = 0.0016

$A_s = \rho$ * b *d = 0.0016 * 540 *312 = 269.6 mm^2.

$As_{min} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4(f_y)} * b_w * d = \frac{\sqrt{24}}{4(420)} * 140 * 312 = 127.78\ mm^2$

$As_{min} = \frac{1.4}{f_y} * b_w * d = \frac{1.4}{420} * 140 * 312 = 146.42 mm^2$ -Control.

A_s =269.6mm^2>As_{min} = 146.42 mm^2 -OK

Use 2Ø 14 with A_s = 3.08 cm^2> As_{req}= 2.69 cm^2 -OK

Check for strain:

$a = \frac{As*f_y}{0.85*f'_c*b} = \frac{308*420}{0.85*24*540}$=11.74 mm

f'_c = 24 MPa < 28 MPa→ β_1 = 0.85

$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{11.74}{0.85}$ =13.82 mm

$\varepsilon_s = 0.003*(\frac{d-c}{c}) = 0.003*(\frac{313-13.82}{13.82}) = 0.0649 > 0.005$ -OK

∴ϕ =0.9 -OK

Note: no negative moment for the rib.....simple rib

1.2) Design for shrinkage raiforcement of rib (Rib١٠):

$A_{S(shrinkage)}$ = 0.0018x*b*x*h*

= 0.0018x1000x80

= 144 *mm*^{2}

Use 2Ø10 with A_S =157.08 *mm*^{2}

Fig.(4-5): Design of flexure of rib

Design of Rib 10)for shear :

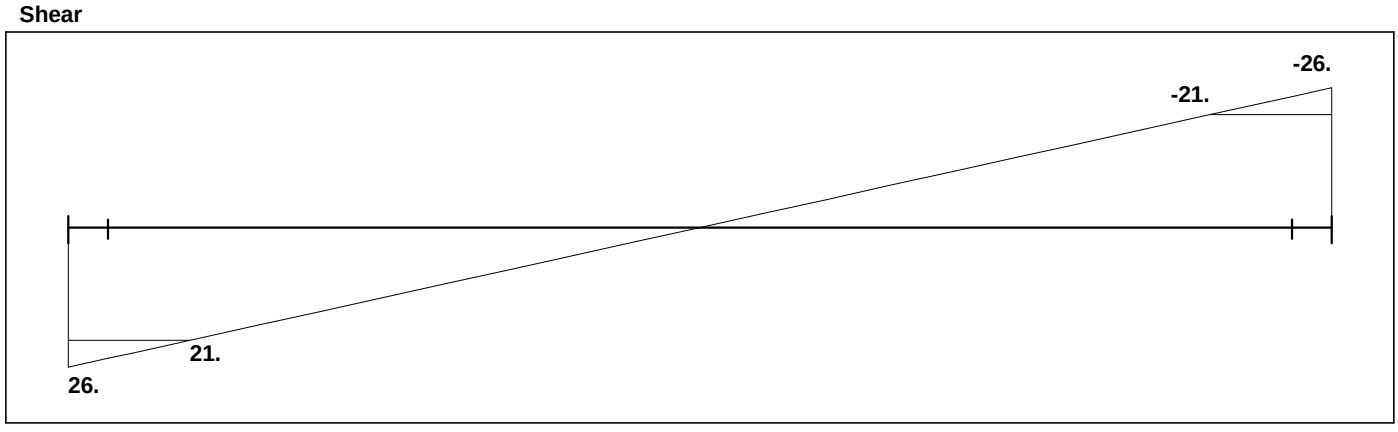


Fig. (4-6): shear Envelope of rib

The maximum shear force at the distance from the faceof support $V_u = \frac{w_u l}{2}$ =21KN.

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

(ACI Code, Section 8.13.8).

(1.1)V_c = (1.1) *$\frac{\sqrt{f'_c}}{6}$* b_w * d = (1.1) *$\frac{\sqrt{24}}{6}$ * 140 * 313* 10^{-3} =39.36 KN.

ϕ V_c = 0.75 * 39.36 = 29.52 KN.

V_u=21 KN <ϕ V_c = 29.52 KN.....OK

Minimum shear reinforcement is required **except** for **concrete joist construction. So, No shear reinforcement is provided.**

thinuseminimum shear reinforcement

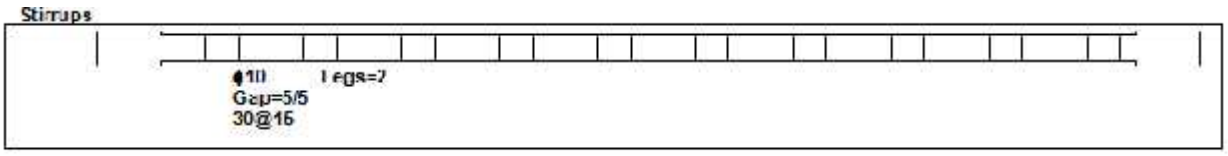


Fig. (4-7): shear reinforcement

Design of Beam (37) :

Load calculation for the beam:

Dead Load calculations:

No reaction (service) from Dead Loads for rib upon beam because itis parallel with ribs

The distributed Dead Load from the Rib 3 on Beam 1a=0.0:

$$only\ dead\ load\ the\ weight\ over\ beam = 4.25 * .3 * 25 = 31.88\ kn/m$$

-No Live Load on beam .

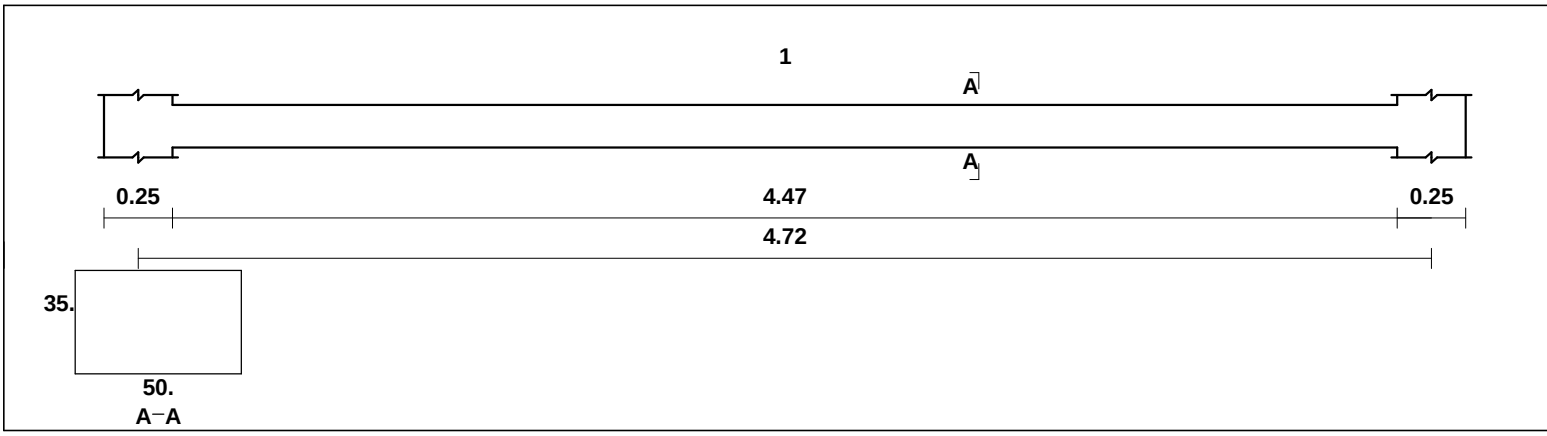


Fig. (4-8) : Beam Geometry

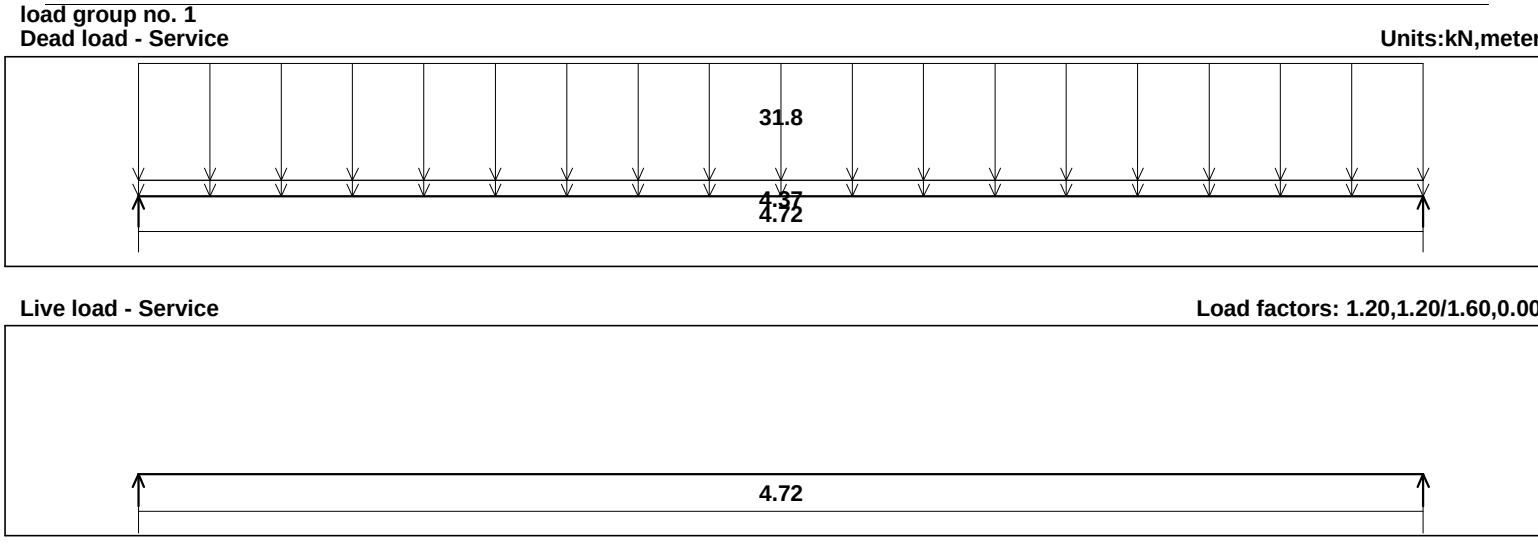


Fig.(4-9) : Load of Beam

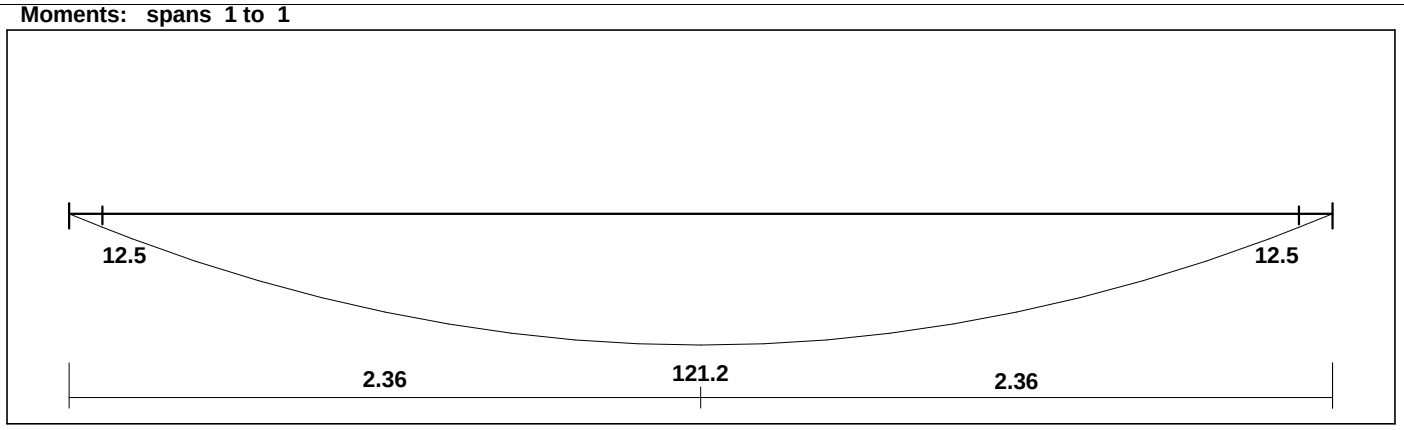


Fig.(4-10) : Moment Envelope for Beam

Design of flexure:-

1) Design of positive moment:-

→For positive moment $Mu^{(+)}$ = 121.2 KN.m .

Assume bar diameter Ø 20 for main positive reinforcement.

d = depth - cover – diameter of stirrups – (diameter of bar/ 2)

= 350 – 40 – 8 – $\frac{20}{2}$ = 292 mm

b_w = 50 Cm. , h = 35 Cm.

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

Maximum nominal moment strength from straincondition$\varepsilon_s = 0.004$

Assume bar diameter Ø 20 for main positive reinforcement.

d = depth - cover – diameter of stirrups – (diameter of bar/ 2)

= 350 – 40 – 8 – $\frac{20}{2}$ = 292 mm

b_w = 50 Cm. , h = 35 Cm.

C = $\frac{3}{7}$ * dt = $\frac{3}{7}$ * 292 125 mm.

f'_c = 24 MPa < 28 MPa → β_1 = 0.85

a = β_1* C= 0.85 * 125= 106.25 mm.

$M_{n\max}$ = 0.85 * f'_c * b * a * (d - $\frac{a}{2}$)

= 0.85 * 24 * 500* 106.25 * (292 – $\frac{106.25}{2}$) * 10^{-6}

=258.88 KN.m .

ϵ_s = 0.004

ϕ=0.65+ $\frac{250}{3}$ *(0.004-0.002) = 0.816

→ϕMn_{max} = 0.82* 258.88 = 212.28 KN.m .

→ϕMn_{max} = 212.28 KN.m > Mu =121.2 KN.m .

∴**Design the section as Singly reinforced concrete section.**

$m = \frac{f_y}{0.85\, f'_c} = \frac{420}{0.85*24}$ = 20.59

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset * b_w * d^2} = \frac{121.2*10^6}{0.9*500*292^2}$ = 3.15 MPa

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

$= \frac{1}{20.59}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*20.59*3.15}{420}}\right)$ = 0.00819

→ $A_s = \rho * b_w * d$ = 0.00819 * 500 * 292 = 1196 mm^2.

→ $As_{min} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4\,(f_y)} * b_w * d = \frac{\sqrt{24}}{4*420} * 500 * 292$= 425.7 mm^2

→ $\frac{1.4}{fy} * b_w * d = \frac{1.4}{420} * 700 * 443 =$486.67 mm^2 ……. Control

→ As_{req} = 1196 mm^2>.As_{min} =486.66 mm^2

∴ As = 1196 mm^2.

0f Ø 20 = $\frac{As_{req}}{A_{bar}} = \frac{1196}{\frac{\pi 20^2}{4}}$ = 3.8 → # of bars = 4 bars.

∴ Take **4 Ø 20** in one layer with As =**1256 mm^2**> As_{req}1196**mm^2** - OK.

→ Check for bar spacing :

Sb =$\frac{500-40*2-2*8-4*20}{3}$ **=108mm > 25 mm -OK**

→ Check for strain:- ($\varepsilon_s \geq 0.005$)

$$a = \frac{As*f_y}{0.85*f'_c*b} = \frac{1256*420}{0.85*24*500} = 51.7 \text{ mm}$$

f'_c = 24 MPa < 28 MPa → β_1 = 0.85

$$C = \frac{a}{\beta_1} = \frac{51.7}{0.85} = 60.84 \text{ mm.}$$

$d = 350 - 40 - 8 - \frac{20}{2}$ = 292

$$\varepsilon_s = 0.003 * (\frac{d-c}{c}) = 0.003 * (\frac{292-60.84}{60.84}) = 0.0113 > 0.005 \text{ -OK}$$

∴ **Use 4 Ø20**

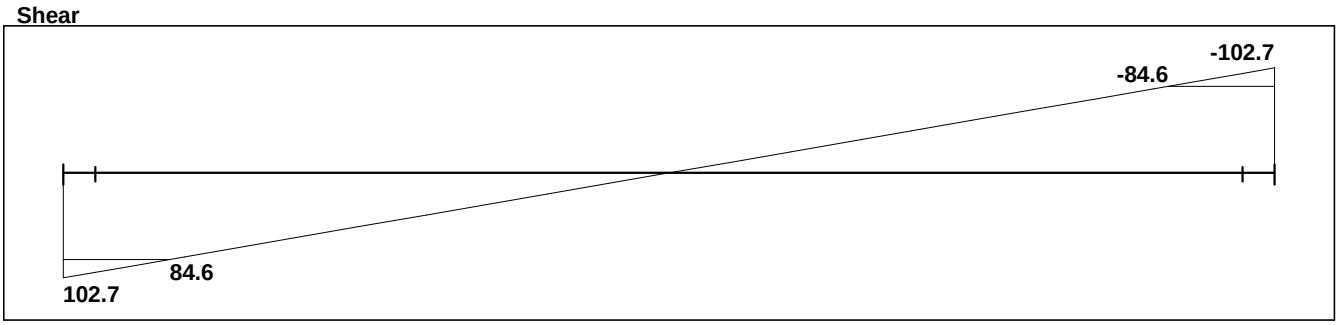


Fig. (4-11) : Shear Envelope for Beam

Design of Beam () for shear:-

Critical section at distance d = 292 mm from the face of support . $V_{u,max}$ = 84.6 KN

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

$$= \frac{\sqrt{24}}{6} * 500 * 292 * 10^{-3} = 119.2 \text{ KN.}$$

→ Check For dimensions:-

$$\mathbf{V_{s,max}} = \frac{2}{3} * \sqrt{f'_c} * b_w * d$$

$$= \frac{2}{3} * \sqrt{24} * 500 * 292 * 10^{-3} = 447 \text{ KN}$$

$\Phi(V_c + Vs_{min})$= **0.75(119.2+447)= 424.6>84.6 - The section is large enough**

→ Check For Cases:-

1- Case 1 : $V_u \leq \frac{\phi V_c}{2}$.

$$84.6 \leq \frac{0.75*119.2}{2} = 44.7 \ldots\ldots \textbf{Not satisfy.}$$

2- Case 2 : $\frac{\phi V_c}{2} < V_u \leq \phi V_c$

$$44.7 < 84.6 \leq 89.4 \ldots\ldots \textbf{satisfy}$$

To find spacing , and with using 4 legs Ø 10($A_v = 314.2\ mm^2$)

$(\frac{A_{v,min}}{S}) \geq \frac{bw}{(3 f y_t)} \geq \frac{1}{16} \quad \overline{f_c} \frac{b_w}{f y_t}$

$\frac{bw}{(3 f y_t)} = \frac{500}{3*420} = 0.396$.....control

$\frac{1}{16} \quad \overline{f_c} \frac{b_w}{f y_t} = 0.36$

$S = \frac{(3 f y_t)(A_{v,min})}{bw}$

$S = 198 mm$

$s_{max} \leq \frac{d}{2} = \frac{292}{2} = 146$ mm.

≤ 600 mm.

∴Use 4 LegØ10 @ 10 cm .

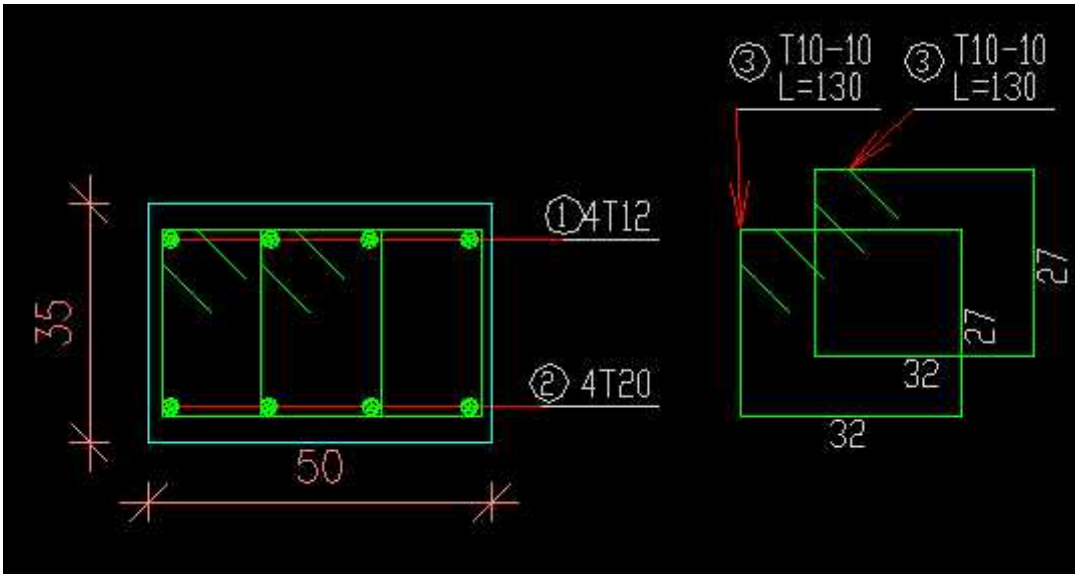


Fig. (4-12) : Shear reinforcement for Beam

4-8 Design of Column

❖ **Material :-**

⇒ concrete B350 Fc' = 28 N/mm^2

⇒ Reinforcement Steel Fy = 420 N/mm^2

Load Calculation:- (From Column Group E)

Service Load:-

Dead Load =2512KN
Live Load =1476 KN

Factored Load:-

P_U = 1.2 ×2512+ 1.6×1476 =5376 KN

Dimensions of Column:-

Assume $\rho g = 0.02$

$\phi * Pn = 0.65 x\, 0.8 \times Ag\{0.85 fc'(1-\rho g) + \rho g * Fy\}$

5376 *10^3 = 0.65 x 0.8 × Ag {0.85 * 28 (1 – 0.02) + 0.02 * 420}

Ag= 218495 mm2
Assume square Section
a= 467mm
Select a = 500 mm

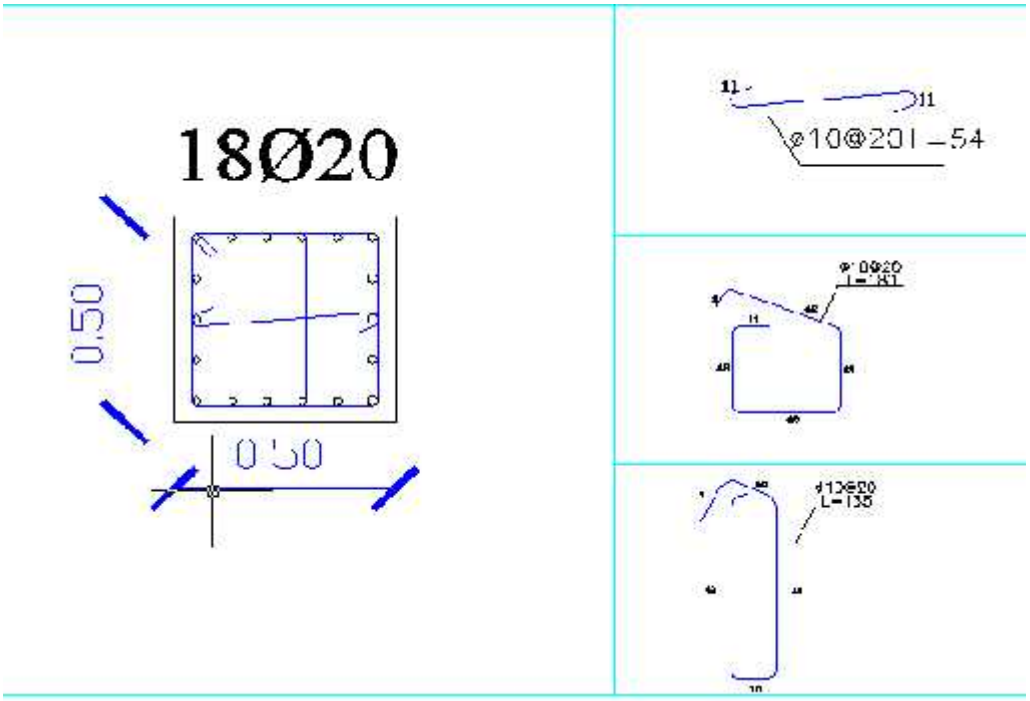


Fig (4-13): Column section

$$¤*Pn = 0.65x\,0.8\times Ag\{0.85\,fc'(1-°g)+°g*Fy\}$$

- ✓ **Check Slenderness Parameter:-**

$$\frac{klu}{r} < 34 - 12\,\frac{M1}{M2} \le 40$$

Lu: Actual unsupported (Unbraced) length.

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

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

Lu = 3.90m
M1/M2 =1
K=1 for braced frame.

about y-axis (b= 0.50 m)

$$\frac{klu}{r} < 34 - 12\frac{M1}{M2} \le 40$$

$$\frac{1\times 3.9}{0.3\times 0.50} = 26 > 22$$

Column Is long About Y-axis

about X-axis (h= 0.50m)

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

$\frac{1\times 3.9}{0.3\times 0.50} = 26 > 22$ Then Column Is long About X-axis

<u>Minimum Eccentricity</u>:-

$$ey = \frac{Mux}{Pu} = ex = 0$$

$$\min\ ey = 15 + 0.03\times h = 15 + 0.03\times 500 = 300\ mm$$

$$ey = 0.030\ m$$

$$ex = 0.030m$$

- ✓ **<u>Magnification Factor</u>:-**

$$¢_{ns} = \frac{Cm}{1 - \frac{Pu}{0.75\ P_c}} \ge 1.0\ and\ \le 1.4$$

$$Cm = 0.6 + 0.4\left(\frac{M1}{M2}\right) \ge 0.4$$

$$Cm = 0.6 + 0.4 * 1 = 1 \ge 0.4$$

$$P_{cr} = \frac{®^2 EI}{(KLu)^2}$$

$$EI = 0.4\frac{E_c I_g}{1+\ _d}$$

$$E_c = 4700\sqrt{fc'} = 4700\times\sqrt{28} = 24870.6 Mpa$$

$$_d = \frac{1.2DL}{Pu} = \frac{1.2*(2512)}{5376} = 0.560 < 1$$

$$I_g = \frac{b\times h^3}{12} = \frac{0.50\times 0.50^3}{12} = 0.00521\, m^4$$

$$EI = \frac{0.4\times 24870\times 0.00521}{1+0.560} = 33.224\, MN.m^2$$

$$P_{cr} = \frac{®^2 * 33.224}{(1*3.9)^2} = 21.56 MN$$

$$¢_{ns} = \frac{1}{1-\frac{5376}{0.75\ *\ 21560}} = 1.498\ \ge 1.0$$

- ✓ **Interaction Diagram:-**

$$= e_{\min}\times ¢_{ns} = 0.030\times 1.498 = 0.0449m$$

$$\frac{ey}{h} = \frac{0.0449}{0.50} = 0.089$$

$$\frac{¥}{h} = \frac{500-2*40-2*10-25}{500} = 0.75$$

From the interaction diagram chart

from chart A9 - b for $\frac{¥}{h} = 0.75 \rightarrow °g = 0.02$

Select reinforcement

$$\text{Ast} = °g\times Ag = 0.02\times 500*500 = 5500 mm^2$$

$$\text{Select } 18¤20 \text{ with } As = 5654 mm^2 > \text{Ast} = 5500 mm^2$$

Design of the Stirrups:-

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

$$spacing \le 16\times d_b = 16\times 2.0 = 32\ cm$$

$$spacing \le 48\times d_s = 48\times 1.0 = 48\ cm$$

$$spacing \le least\ \text{dim} = 50\ cm$$

Use ¤10 @ 20 *cm*

4-9 Design of Footing

✓ **Material :-**

⇒ concrete B350 Fc' = 28 N/mm^2

⇒ Reinforcement Steel Fy = 420 N/mm^2

✓ **Load Calculations :- (From Column C5)**

, Live Load = 600 KN Dead Load = 1200KN

Total services load = 1200 + 600 = 1800 KN

Total Factored load = 1.2*1200 + 1.6*600 = 2400 KN

Column Dimensions (a*b) = 25*50 cm

Soil density = 18 Kg/cm3

Allowable Bearing Capacity = 400 Kn/m2

Assume h = 60cm

Assume surcharge = 5 KN/m2

$q_{net-allow}$ = 400 – (25*0.6) – (18*1.0) – 5 = 362 KN/ m^2

✓ **rea of Footing :-**

$$A = \frac{Pt}{q_{net-allow}} =$$

Assume Square Footing

B required = 2.3 m

Select B = 2.3 m

Bearing Pressure :-

KN/m^2 q_u = 2400/2.3*2.3 = 453.7

Design of One Way Shear Strength :-

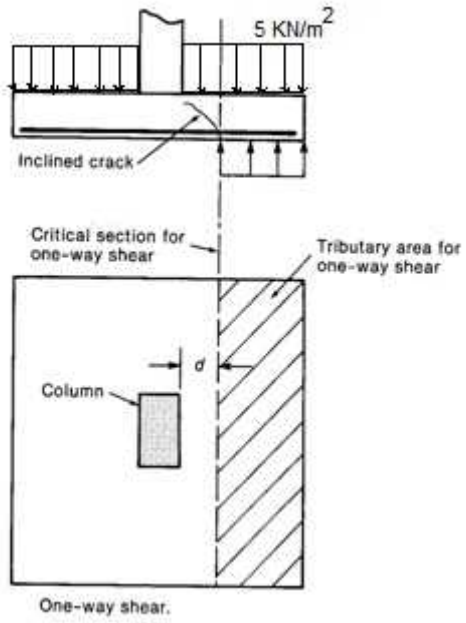


Figure (4-14)

(Critical Section at Distance d From The Face of Column)

Assume h = 60cm , bar diameter ø 14 for main reinforcement and 7.5 cm Cover

d = 600 – 75 – 14 =511 mm

$Vu = q_u * \frac{B-a}{2} - d * L$

$Vu = 453.7 * \frac{2.3-0.3}{2} - 0.511 * 2.3 = 510.3Kn$

$$¤.Vc = ¤.\frac{1}{6} * \sqrt{fc'} * b_w * d$$

$$¤.Vc = 0.75 * \frac{1}{6} * \sqrt{28} * 2300 * 511 = 777.4Kn$$

$$¤.Vc = 777.4KN > Vu = 510.3Kn$$

$$\therefore \quad Safe$$

Design of Two Way Shear Strength :-

$$Vu = Pu - FR_b$$

$$FR_b = q_u * area\ \ of\ \ critical\ \ section$$

$$Vu = 2400 - 453.7[(0.5 + 0.511) * (0.25 + 0.511)] = 2050Kn$$

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

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

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

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

Where:-

$$_C = \frac{Column\ \ Length\ \ (a)}{Column\ \ Width\ \ (b)} = 500/250 = 2$$

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

$$b_o = 2 * (51.1 + 50) + 2 * (51.1 + 25) = 3.54m$$

$\sim_s = 40$ for interior column

$$¤.V_C = ¤.\frac{1}{6}\left(1 + \frac{2}{\ _c}\right)\sqrt{f_c'}\, b_o d = \frac{0.75}{6} * \left(1 + \frac{2}{2}\right) * \sqrt{28} * 3544 * 511 = 2395.7KN$$

$$¤.V_C = ¤.\frac{1}{12}\left(\frac{\sim_s}{b_o/d}+2\right)\sqrt{f_c'}\,b_o d = \frac{0.75}{12}*\left(\frac{40*511}{3544}+2\right)*\sqrt{28}*3544*511 = 4652.16KN$$

$$¤.V_C = ¤.\frac{1}{3}\sqrt{f_c'}\,b_o d = \frac{0.75}{3}*\sqrt{28}*3544*511 = 2395.Kn$$

Vu=2050KN>ΦVc =2395.7Kn

∴ *Safe*

Design of Bending Moment :-

Critical Section at the Face of Column

= 548.16 KN.m/2Mu = 453.7*2.3* 1.025*1.025

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{548.16\times10^6}{0.9\times2300\times511^2} = 1.01\ Mpa$$

$$m = \frac{f_y}{0.85f_c'} = \frac{420}{0.85\times28} = 17.65$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{17.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times17.65\times1.01}{420}}\right) = 0.00246$$

$A_{s,req}$ = ρ.b.d = 0.00246×2300×511 = 2891 mm^2

$A_{s,min}$ = 0.0018*2300*600 = 2484 mm^2

$A_{s,req}$ = 2891mm^2 **…… is control**

Check for Spacing :-

S = 3h = 3*60 = 180cm

S = 45 cm **…… is control**

Use 19ø14 in Both Direction, $A_{s,\ provided}$= 2925mm^2>$A_{s,\ required}$= 2891 mm^2… Ok

mm<450mm ok S=(2300-(75*2)-(19*14))/18=104.67

Check for strain:-

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f_c'} = \frac{2925 \times 420}{0.85 \times 2300 \times 28} = 22.44\ mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{22.44}{0.85} = 26.4 mm$$

ε_s :

Design of Dowels :-

Load Transfer In Footing :-

$$\Phi Pn.b = \Phi(0.85\, fc' A_1 \times \sqrt{\frac{A_2}{A_1}})$$

$A_1 = 0.50 * 0.25 = 0.125\ m^2$

$A_2 = 2.30 * 2.30 = 5.29\ m^2$

$$\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = \sqrt{\frac{5.29}{0.125}} = 6.5 > 2 \ldots\ldots\ldots\ldots$$

$\Phi Pn.b = 0.65 \times (0.85 \times 28 \times 500 \times 250 \times 2) = 3868\ KN$

$\Phi Pn = 3868 > Pu = 2400$ ..... *ok*

No Need For Dowels

Load Transfer In Column :-

$\Phi Pn.b = 0.65 \times (0.85 \times 28 \times 500 \times 250) = 1934\ Kn$

$\Phi Pn = 1934 < Pu = 2400\ kN$ ..... *.ok*

Need For Dowels

$$A_{dowels} = \frac{P_u - \phi P_{nb}}{\phi f_y} \geq 0.005 A_g$$

=2400-1934/0.65(420)=1706mm

As,min = 0.005 * Ac = 0.005 * 500 * 250 = 625 mm2

Use 10 Ø 16=2010mm2

Check100% **Lap Splice**=Ast/Acon=(10*1.6+10*1.8)/(50*25)=2.7% < 8%

Use 10ø16, $A_{s,provided}$= 2010mm^2>$A_{s,required}$= 1706 mm^2… Ok

Development Length In Footing :

Tension Development Length In Footing :-

300mm $> Ld_{T\,req} = \frac{9}{10} * \frac{F_y}{\lambda \sqrt{f_c}} * \frac{\psi_e \psi_s \psi_t}{\frac{ktr+cb}{db}} * db$

$Ktr = 0$ Nos

$cb = 75 + \frac{14}{2}$

$\frac{ktr+cb}{db} = \frac{0}{1}$

$\frac{ktr+cb}{db} = 2.5$

300mm$> Ld_{T\,req} = \frac{9}{10} * \frac{420}{1*\sqrt{28}} * \frac{1*0.8*1}{2.5} * 14 = 320mm$

$Ld_{T\ available} = \frac{2300-500}{2}$ -75= 825 mm

$Ld_{T\ available}$ = 825 mm $> ld_{req} = 320\ mm$…….. **OK**

Compression Development Length In Footing :

200mm> 0.043*Fy*dB >$Ld_{Creq} = \frac{0.24*Fy*dB}{\sqrt{24}}$

200mm> 0.043*420*14 = 253>$Ld_{Creq} = \frac{0.24*420*14}{\sqrt{28}}$ = 266.7

Ld_{Creq}= 267 mm

Ld_{Creq}= 253 mm …….. **Ok**>$Ldc_{available}$= 600 – 75 – 14 – 14 = 497mm

Lap Splice of Dowels In Column :-

Lsc = 0.071×fy×db = 0.071×420 ×18 = 477 mm > 300 mm

Select Lsc = 500 mm

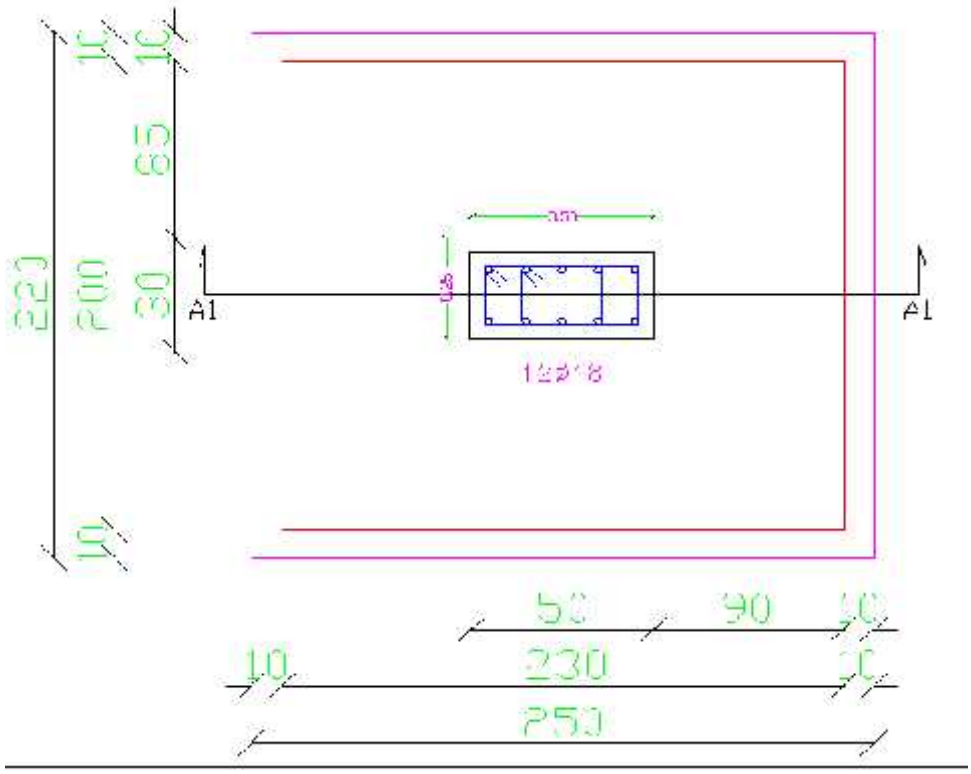


Figure (4-15): Footing Reinforcement Details.

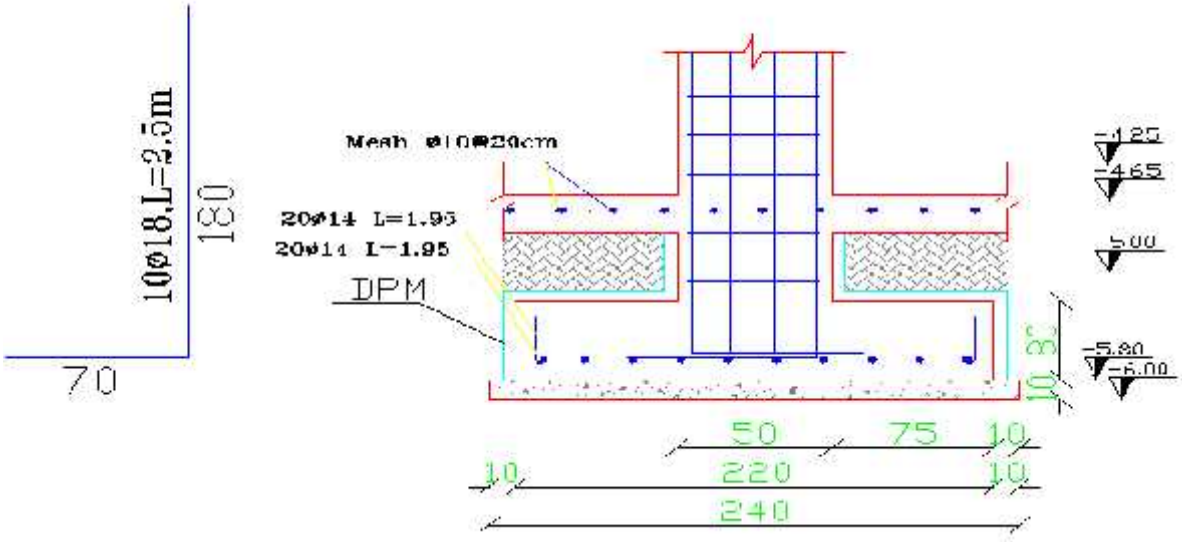


Figure (4-16) : Section from Footing

4-10 Design of Shear Wall

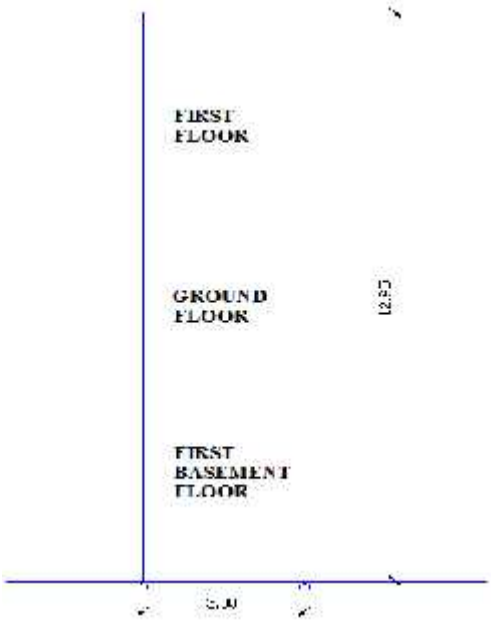


Figure (4-17): Shear Wall.

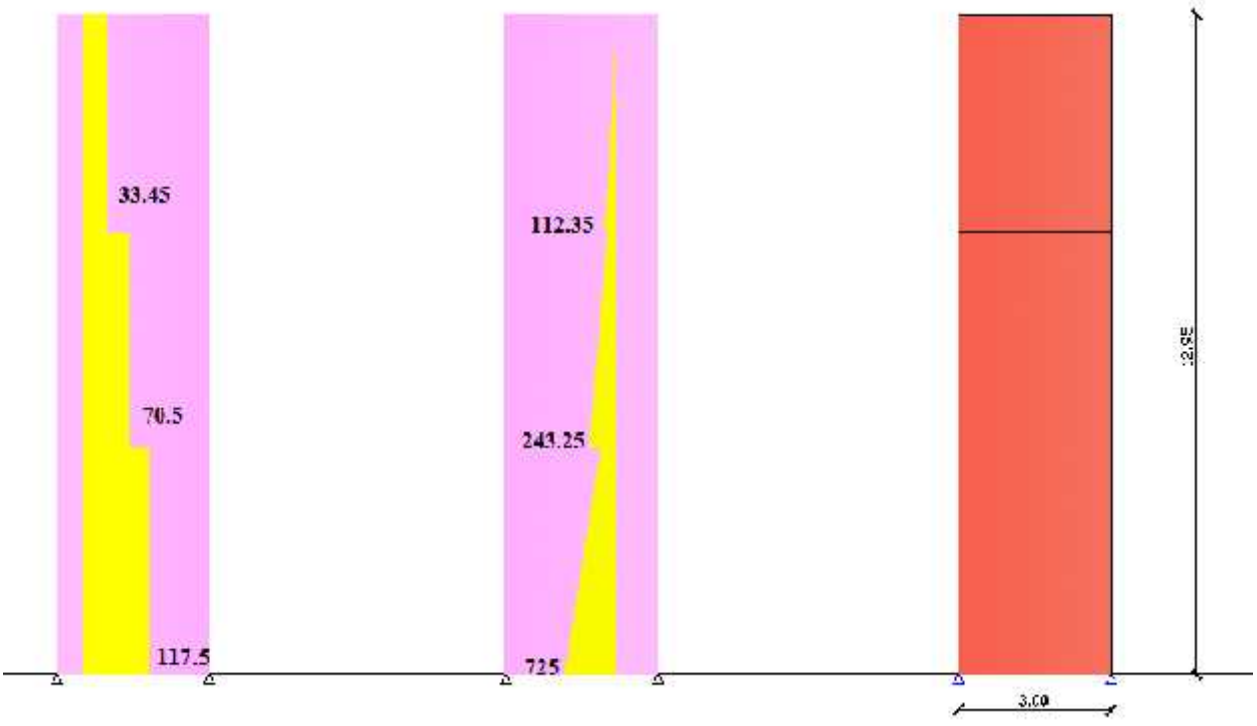


Figure (4-18): Shear Diagram moment of Shear Wall.

✓ **Material and Sections:- (From Shear Wall 7)**

⇒ concrete B350 Fc' = 28 N/mm^2

⇒ Reinforcement Steel Fy = 420 N/mm^2

⇒ Shear Wall Thickness h = 25 cm

⇒ Shear Wall Width Lw = 3.0 m

⇒ Shear Wall Height Hw = 12.95 m

Design of Horizontal Reinforcement:

$$\sum Fx = Vu = 690.5\,KN$$

The critical Section is the smaller of:

$$\frac{lw}{2} = \frac{3}{2} = 1.50m \ldots\ldots Control$$

$$\frac{hw}{2} = \frac{12.95}{2} = 6.475m$$

$$storyheigh(Hw) = 4.25m$$

$$d = 0.8 \times Lw = 0.8 \times 3 = 2.4m$$

$$\emptyset V_{nmax} = \emptyset \frac{5}{6}$$
$$= 0.75$$

V_c is the smallest of :

$$2 - V_c = 0.27$$

$3 - V_c = 0.05$

$3 - V_c = 0.05$

$M_u = 243.25$

$\frac{M_u}{V_u} - \frac{l_w}{2} = \frac{64}{11}$

Vc =148.64KN

$\emptyset * vc + \emptyset vs$

$\emptyset * vs$=vu-$\emptyset * vc$
Vs=vu/$\emptyset - vc$
Vs=117.5/0.75-148.64= 8kn **need reinforcement**

$\frac{A_{vh}}{S_2} = \frac{v_s}{f_y\, d} = \frac{}{4}$

$\rho_t = \frac{A_{vh}}{S_2 * h} = \frac{0.}{}$

- Maximum spacing is the least of :

$\frac{Lw}{5} = \frac{3000}{5}$ = 600 mm……. Control
3*h = 3*250 = 750mm

450 mm

Select ∅10 ,tow layers

Sh=157/0.75=209.33

$\rho_t = \frac{A_{vh}}{S_2 * h} = \frac{2}{S_2}$

Sh=251

Select Sh=200mm≤Smax= 251 mm.

4-10-2 Design of Vertical Reinforcement:-

$$\frac{A_{vv}}{S_v} = 0.0025 + 0.5 \ \ 2.5 - \frac{h_w}{Lw} \ \ \rho_t - 0.0025 \ \ \geq 0.0025$$

$$\frac{h_w}{Lw} = \frac{7.55}{1.45} = 5$$

$$for\ this\ wall\ with\ \frac{h_w}{Lw} \geq 2.5, \rho_t = 0.0025$$

- Maximum spacing is the least of :

$$\frac{Lw}{3} = \frac{1450}{3} = 483.3 \text{ mm}$$

3*h = 3*300 = 900mm

450 mm ……. Control

Use ϕ 10/200 mm for two layers

4-10-3 Design of Bending Moment:-

$$A_{st} = \frac{1450}{200}$$

$$w = \frac{A_{st}}{L_w h} \ \frac{f_y}{f_c}$$

$$\alpha = \frac{P_u}{l_w h f_c'} =$$

$$\frac{C}{l_w} = \frac{w +}{2w + 0.8}$$

$$\emptyset M_n = \emptyset \ \ 0.5$$

$$= 0.9 \ \ 0.5$$

Not OK

Try **ϕ 14/150 mm for two layers**

$$A_{st} = \frac{1450}{150}$$

$$w = \frac{A_{st}}{L_w h} \frac{f_y}{f_c}$$

$$\alpha = \frac{P_u}{l_w h f_c'} =$$

$$\frac{C}{l_w} = \frac{w +}{2w + 0.8}$$

$$\emptyset M_n = \emptyset \ 0.5$$

$$= 0.9$$

4-11 Design of Stair (2)

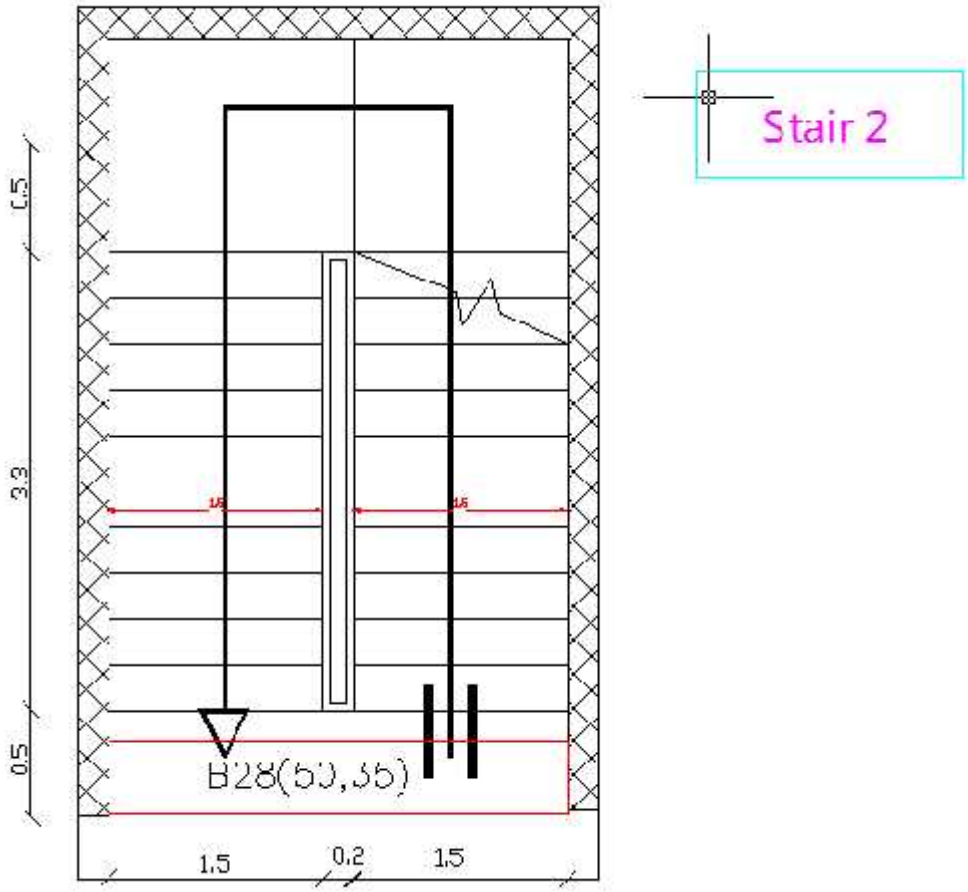


Fig (4-20): Stair Plan.

❖ **Material :-**

⇒ concrete B300 $Fc' = 24\ N/mm^2$

⇒ Reinforcement Steel $Fy = 420\ N/mm^2$

Design of Flight :-

✓ **Determination of Thickness:-**

$h_{min} = L/20$

$h_{min} = 3.30/20 = 16.5$ cm

Take h = 25 cm

The Stair Slope by $\theta = \tan^{-1}(16.3 / 30) = 28.6^{o}$

✓ **Load Calculation:**

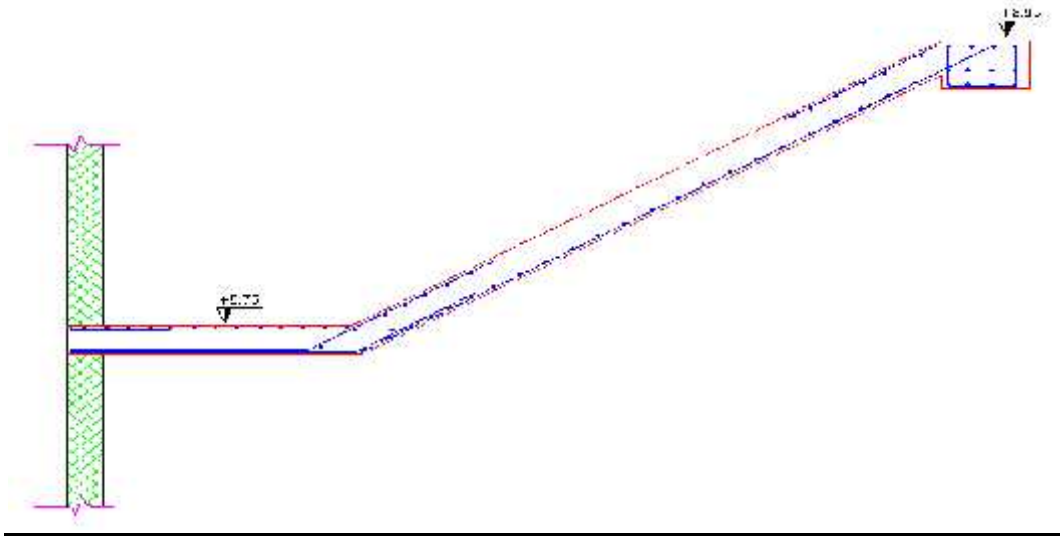


Fig (4.21):Stair Section.

Dead Load for Flight for 1m Strip:-

No.	Parts of Flight	Calculation	
1	Tiles	23*0.03*1*((0.35+0.163)/0.3) = 1.18Kn/m	
2	Mortar	22*0.03*1*((0.3+0.163)/0.3) = 1.02Kn/m	
3	Stair	25*0.5*0.163*1 = 2.04Kn/m	
4	R.C	25*0.25*1 / cos28.6 ^{o} = 7.11Kn/m	
5	Plaster	22*0.02*1 / cos28.6^{o} = 0.51Kn/m	
		Sum	11.9Kn/m

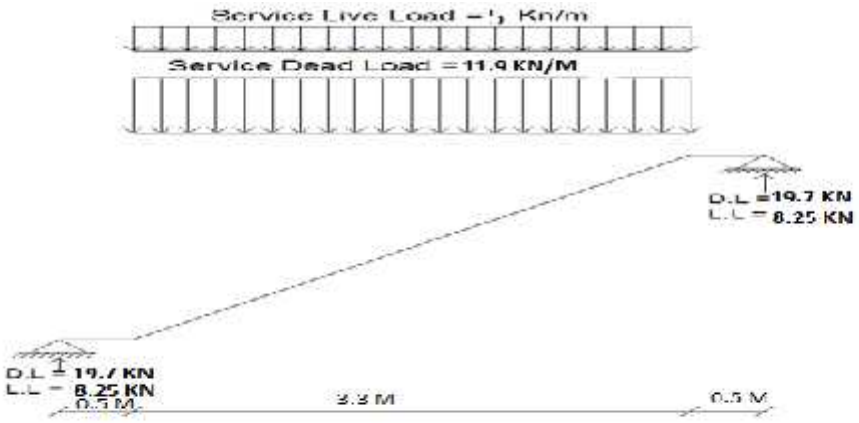
Table (4-5): Dead Load Calculation of Flight.

Live Load For Landing For 1m Strip = 5*1 = 5 Kn/m

Factored Load For Flight :-

W_U = 1.2 ×11.90 + 1.6×5 =19.9Kn/m

- ✓ **System of Flight:-**



(Fig 4.22): Statically System and Loads Distribution of Flight**.**

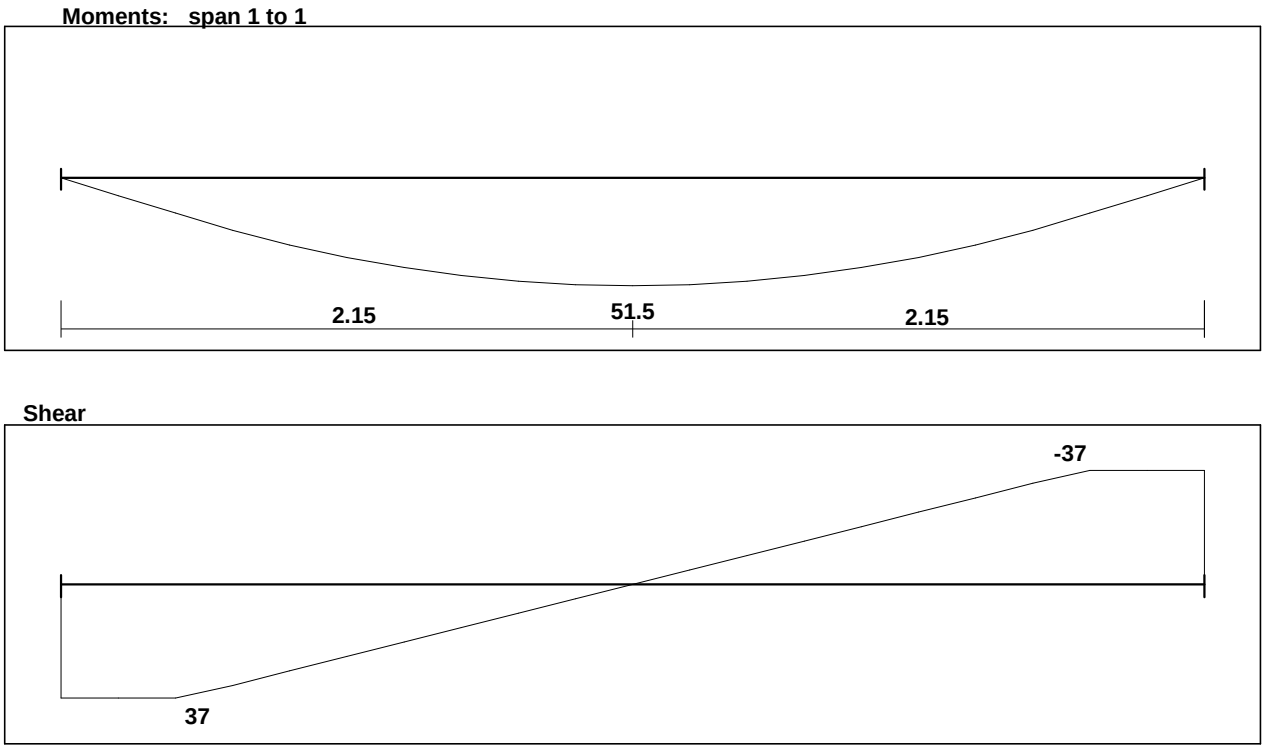


Fig (4-23): Shear and Moment Envelope Diagram of Flight**.**

Design of Shear for Flight :- (Vu=37.0 Kn)

Assume bar diameter ø 14 for main reinforcement

d =h- cover $-\frac{d_b}{2} = 250 - 20 - \frac{14}{2} = 223\ mm$

$V_c = \frac{1}{6}\ \overline{fc'}b_w\ d == \frac{1}{6}\sqrt{24} * 1000 * 223 = 182.1$ Kn

$\Phi\ V_c = 0.75 * 182.1 = 136.6$ KN> Vu = 37Kn**…… No shear reinforcement are required**

Design of Bending Moment for Flight :- (Mu=51.5 Kn.m)

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{51.5\times10^6}{0.9\times1000\times223^2} = 1.15\ Mpa$

$m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{420}{0.85\times24} = 20.6$

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 m R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times20.6\times1.15}{420}}\right) = 0.00282$

$A_{s,req} = \rho.b.d = 0.00282 \times1000\times223 = 630\ mm^2/m$

$A_{s,min} = 0.0018*1000*250 = 450 mm^2/m$

$As_{req} = 630\ mm^2 > A_{s,min} = 450 mm^2/m$

Check for Spacing :-

S = 3h = 3*300 =900 mm

$S = 380*(\frac{280}{\frac{2}{3}*420}) - 2.5*20 = 330$

S = 450 mm

S = 330mm **…… is control**

<u>Use ø12 @ 150 mm ,$A_{s,provided}$= 770 mm^2>$A_{s,required}$= 630mm^2… Ok</u>

Check for strain:-

$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f_c'} = \frac{770\times420}{0.85\times1000\times24} = 15.85\ mm$

$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{15.85}{0.85} = 18.65\ mm$

$\varepsilon_s =$

1- Lateral or Secondary Reinforcement For Flight :-

$A_{s,req} = A_{s,min} = 0.0018*1000*250 = 450mm^2$

Use ø10@ 150mm ,$A_{s,provided} = 523\ mm^2 > A_{s,required} = 360mm^2$… Ok

Design of Middle Landing :-

- ✓ **Determination of Thickness:-**

$h_{min} = L/20$

$h_{min} = 3.30/20 = 16.5\ cm$

Take h = 25 cm

- ✓ **Load Calculation:-**

Dead Load For Solid 7 Landing For 1m Strip:-

No.	Parts of Landing	Calculation	
1	Tiles	23*0.03*1= 0.69Kn/m	
2	Mortar	22*0.03*1= 0.66Kn/m	
4	R.C	25*0.25*1= 6.25Kn/m	
5	Plaster	22*0.02*1= 0.44Kn/m	
		Sum	8.04Kn/m

Table (4-6): Dead Load Calculation of Middle Landing.
Live Load For Landing = 5*1 = 5 Kn/m

Reaction From Flight:-

DL =19.7Kn/m
LL =8.25Kn/m

Total Dead Load = 8.04 + 19.7 = 27.74Kn/m

Total Live Load = 5 + 8.25 = 13.25 Kn/m

Factored Load For Landing :-

W_U = 1.2 ×27.74 + 1.6×13.25 =54.50Kn/m

- ✓ **System of Landing:-**

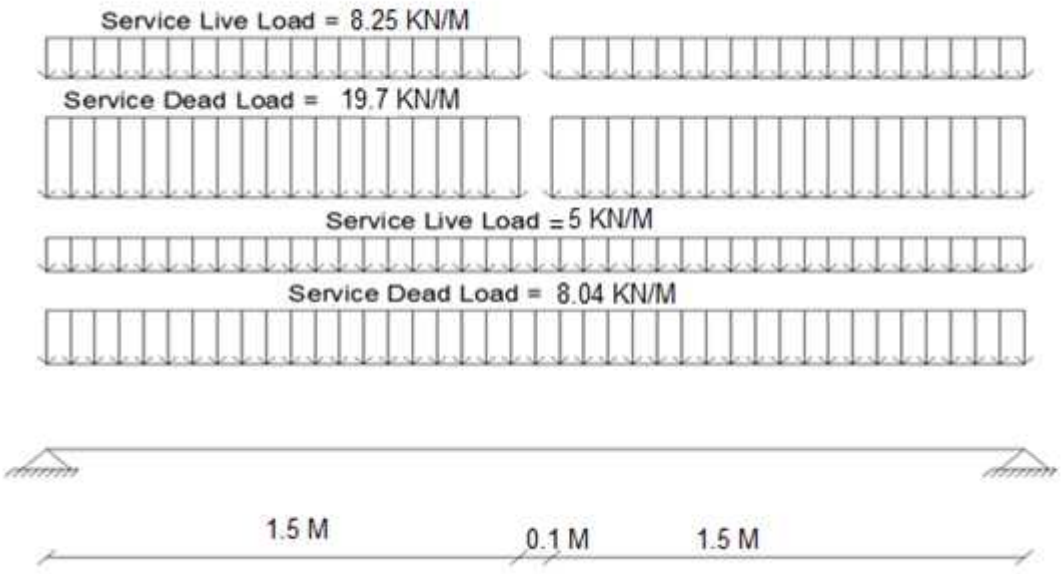


Fig (4-24): Statically System and Loads Distribution of Middle Landing.

M o m e n t / S h e a r E n v e l o p e (Factored) Units:kN,meter

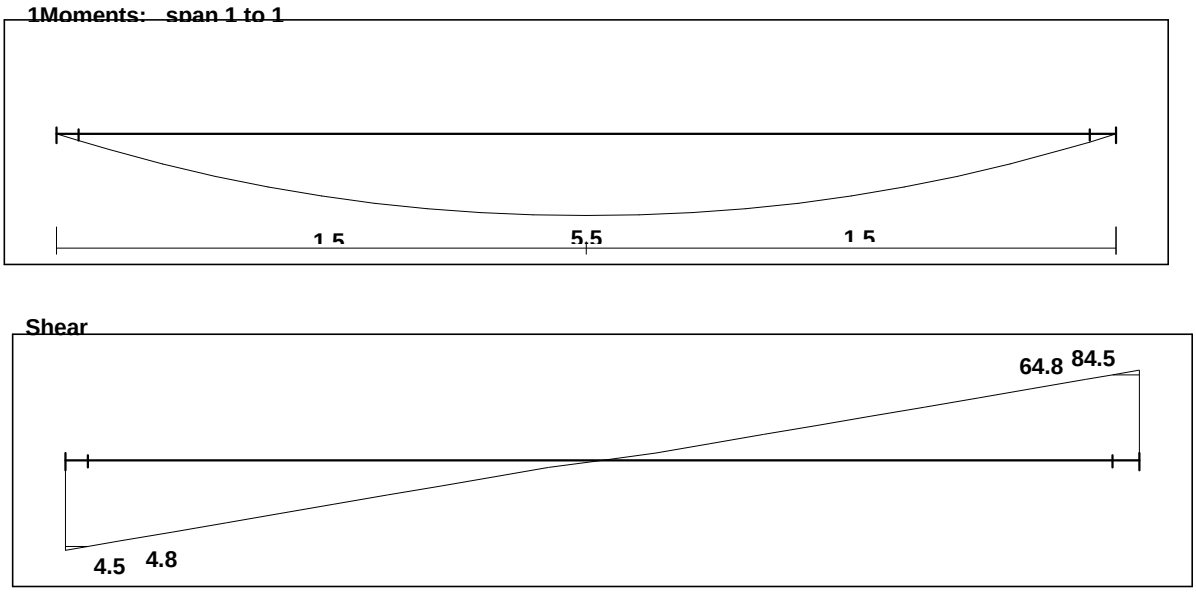


Fig (4-25): Shear and Moment Envelope Diagram of Middle Landing.

Design of Shear:- (Vu=64.8Kn)

Assume bar diameter ø 14 for main reinforcement

d =h- cover $-\frac{d_b}{2} = 250 - 20 - \frac{14}{2} = 223\ mm$

$V_c = \frac{1}{6}\ \sqrt{f'c}\, b_w\, d = = \ \frac{1}{6}\sqrt{24} * 1000 * 223 = 182.1$ Kn

Φ* V_c = 0.75* 182.1 = 136.6Kn> Vu = 64.8Kn**…... No shear reinforcement are required**

Design of Bending Moment :- (Mu=65.5Kn.m)

Assume bar diameter ø 14 for main reinforcement

d =h- cover $-\frac{d_b}{2} = 250 - 20 - \frac{14}{2} = 223\ mm$

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{65.5\times10^6}{0.9\times1000\times223^2} = 1.46\ Mpa$

$m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{420}{0.85\times24} = 20.6$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times20.6\times1.46}{420}}\right) = 0.0036$$

$A_{s,req}$ = ρ.b.d = 0.0036×1000×223 = 807.12 mm^2

$A_{s,min}$ =0.0018*1000*250 = 450mm^2

$A_{s,req}$ = 807.12 mm^2**…… is control**

Check for Spacing :-

S = 3h = 3*300 =900 mm

S = 380*($\frac{280}{\frac{2}{3}*420}$) – 2.5*20 = 330

S = 450 mm

S = 330mm **…… is control**

Use ø14@ 15mm ,$A_{s,provided}$= 1026 mm^2>$A_{s,required}$= 807.12 mm^2… Ok

Check for strain:-

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f_c'} = \frac{1026\times420}{0.85\times1000\times24} = 21.14\ mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{21.14}{0.85} = 24.87\ mm$$

ε_s =

lateral or Secondary Reinforcement For Landing :-

$A_{s,req}$= $A_{s,min}$ =0.0018*1000*250 = 450 mm^2

Use ø10 @ 150 mm ,$A_{s,provided}$= 523 mm^2>$A_{s,required}$= 450 mm^2… Ok

Design of Main Landing :-

- ✓ **Determination of Thickness:-**

h_{min} = L/20

h_{min} = 3.20 /20 = 16 cm

Take h = 25 cm

- ✓ **Load Calculation:-**

Dead Load For middle Landing For 1m Strip:-

No.	Parts of Landing	Calculation	
1	Tiles	23*0.03*1= 0.69Kn/m	
2	Mortar	22*0.03*1= 0.66Kn/m	
4	R.C	25*0.25*1= 8.75 Kn/m	
5	Plaster	22*0.02*1= 0.44Kn/m	
		Sum	10.54 Kn/m

Table (4-7): Dead Load Calculation of Main Landing.

Live Load For Landing For 1m Strip = 5*1 = 5 Kn/m

Reaction From Flight:-

DL = 19.7 Kn/m
LL = 8.25 Kn/m

Total Dead Load = 10.54 + 19.7 = 30.24 Kn/m

Total Live Load = 5 + 8.25 = 13.25 Kn/m

Factored Load For Landing :-

$W_U = 1.2 \times 30.24 + 1.6 \times 13.25 = 57.48$ Kn/m

- ✓ **System of Landing:-**

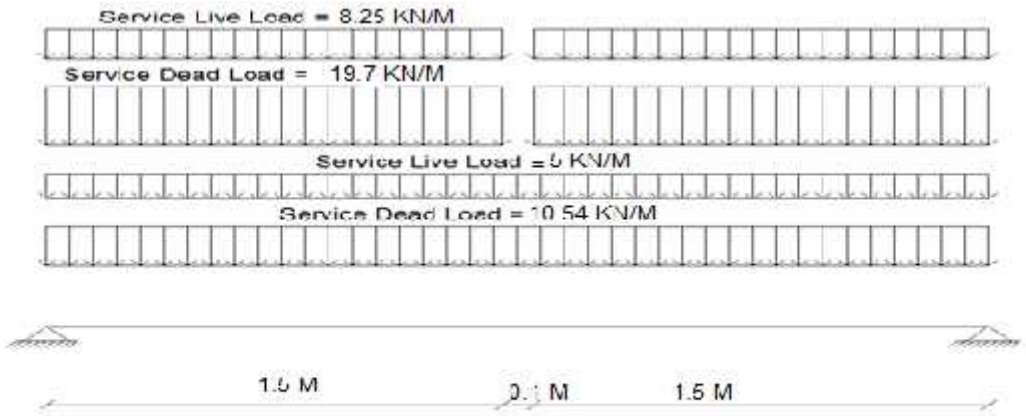


Fig (4-26): Statically System and Loads Distribution of Main Landing.

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

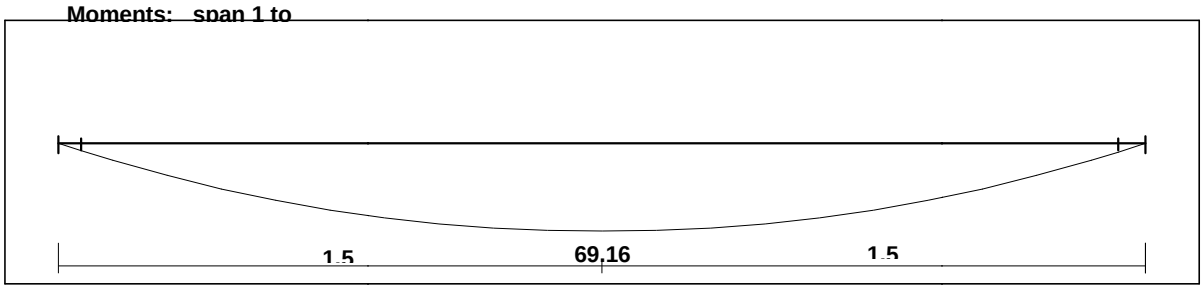
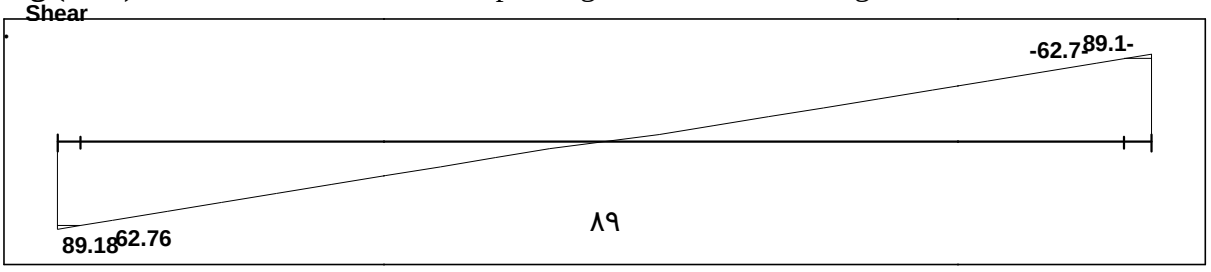


Fig (4-27): Shear and Moment Envelope Diagram of Main Landing



Design of Shear:- (Vu=62.7 Kn)

Assume bar diameter ø 14 for main reinforcement

d =h- cover $-\frac{d_b}{2} = 350 - 20 - \frac{14}{2} = 323\ mm$

$V_c = \frac{1}{6}\ \sqrt{fc'}b_w\ d == \frac{1}{6}\sqrt{24} * 1000 * 323 = 263.7$ Kn

Φ* V_c = 0.75* 263.7 = 19.8Kn> Vu = 62.7Kn**….. No shear reinforcement are required**

Design of Bending Moment :- (Mu=69.1Kn.m)

Assume bar diameter ø 14 for main reinforcement

d =h- cover $-\frac{d_b}{2} = 350 - 20 - \frac{14}{2} = 323\ mm$

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{69.1\times10^6}{0.9\times1000\times323^2} = 0.74\ Mpa$

$m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{420}{0.85\times24} = 20.6$

$\rho = \frac{1}{m}\ 1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}} = \frac{1}{20.6}\ 1 - \sqrt{1 - \frac{2\times20.6\times0.74}{420}} = 0.0018$

$A_{s,req}$ = ρ.b.d = 0.0018×1000×323 = 576.6 mm^2

$A_{s,min}$ =0.0018*1000*350 = 630mm^2

$A_{s,req}$=576.6mm^2<$A_{s,min}$630.0 mm^2**…… is control**

$A_{s,min}$630.0 mm^2**…… is control**

Check for Spacing :-

S = 3h = 3*300 =900 mm

S = 380*($\frac{280}{\frac{2}{3}*420}$) – 2.5*20 = 330

S = 450 mm

S = 330mm **…… is control**

Use ø12@ 15 mm ,$A_{s,\ provided}$= 753 mm^2>$A_{s,\ required}$= 630mm^2… Ok

Check for strain:-

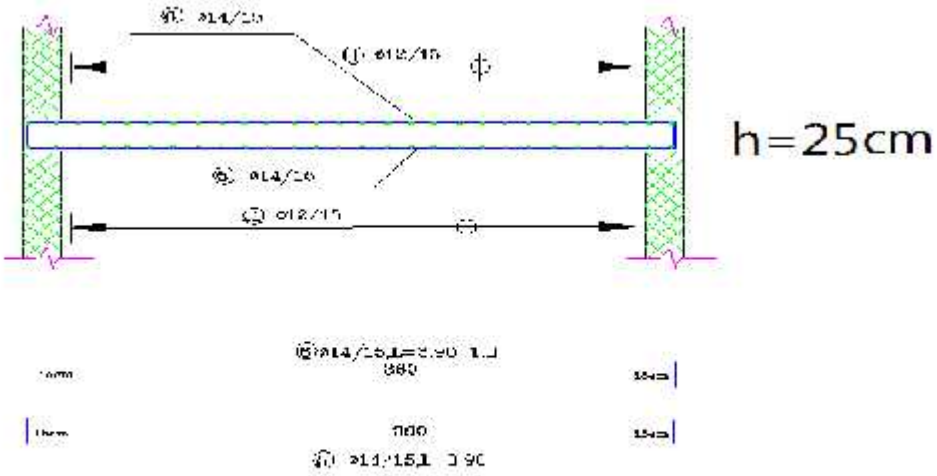
$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f_c'} = \frac{753\times420}{0.85\times1000\times24} = 15.5\ mm$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{21.14}{0.85} = 18.23\ mm$$

lateral or Secondary Reinforcement For Landing :-

$A_{s,req} = A_{s,min}$ =0.0018*1000*350 = 630 mm^2

<u>Use ø12 @ 150 mm ,$A_{s,provided}$= 785 mm^2>$A_{s,required}$= 630 mm^2… Ok</u>



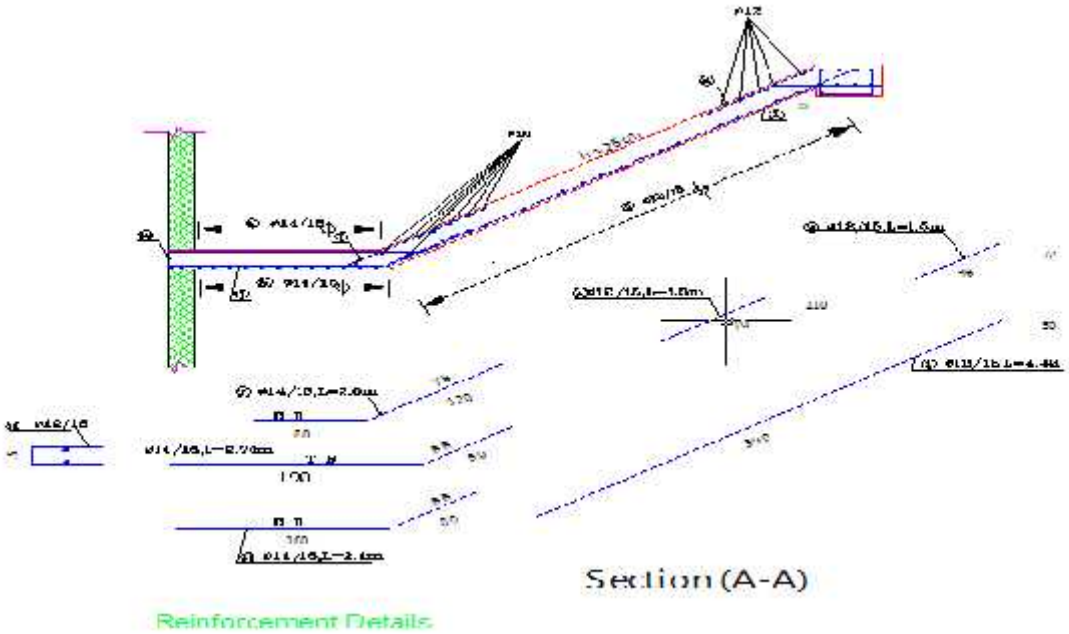


Fig (4-28): Stair Reinforcement Details

الفصل الخامس:

النتائج و التوصيات

---

١ النتائج

٢ التوصيات

٣ المصادر

٤ الملاحق

النتائج:

من خلال العمل في هذا البحث ، و التعرف على معطياته و جوانبه ، تم الخروج بزبدة هذا البحث من خلال نتائج تتمثل فيما يلي :-

١- تم في مساق مشروع التخرج وضع حلول للتصميم الإنشائي للمبنى الجديد للمستشفى.

٢- يجب على كل مصمم إنشائي أن يكون قادراً على التصميم بشكل يدوي حتى يستطيع امتلاك الخبرة والمعرفة في استخدام البرامج التصميمية المحوسبة.

٣ - إن فهم المخططات المعمارية له دور كبير في إيجاد الحلول الإنشائية الملائمة لنوع الاستخدام في المبنى .

٤- التعرف على العناصر الإنشائية ، وكيفية التعامل معها، ومع آلية عملها ، وذلك ليتم تصميمها تصميما جيدا يحقق الأمان بأقل تكلفة اقتصادية.

٥ - برامج الحاسوب المستخدمة:

هناك عدة برامج حاسوب تم استخدمها في المشروع وهي:

a) AutoCAD 2007: وذلك لعمل الرسومات المفصلة للعناصر الإنشائية.
b) برامج التحليل والتصميم الإنشائي مثل (Atir)و(Safe)و(BEAMD) و(sp-column),(Etabs) وغيرها.
c) Microsoft Office: تم استخدامه في أجزاء مختلفة من المشروع مثل كتابة النصوص والتنسيق وإخراج المشروع ، وإعداد الجداول المرافقة للتصميم.

٦- القيمة الخاصة بقوة تحمل التربة هي 400KN/m2.

٧- الأحمال الحية المستخدمة في هذا المشروع كانت من كود الأحمال الأردني.

التوصيات:

١. يجب أن يكون هنالك توافق بين المصمم المعماري والإنشائي خلال عملية التصميم حتى ينتج مبنى **متكاملاً** إنشائياً ومعمارياً.

٢. يجب استكمال التصميم الكهربائي و الميكانيكي للمشروع قبل المباشرة في التنفيذ لإدخال أي تعديلات محتملة عليه من الناحية الإنشائية.

٣. يجب أن يتم تنسيق وتجهيز كافة المخططات المعمارية، بحيث يتم اختيار مواد البناء مع تحديد النظام **الإنشائي للمبنى** .

٤. يوصى بتنفيذ المشروع حسب المخططات المرفقة بالمشروع بأقل تغييرات ممكنة.

٥. لابد من توفر معلومات شاملة عن الموقع وتربته وقوة تحمل تربة الموقع، من خلال تقرير جيوتقني خاص بتلك **المنطقة**.

قائمة المصادر والمراجع :-

1. **كودات البناء الوطني الأردني**، كود الأحمال والقوى، **مجلس البناء الوطني الأردني، عمان، الأردن، ١٩٩٠م.**
2. **ملاحظات الأستاذ المشرف.**

3. **Reinforced concrete** , Dr. Nasr Younis Abboushi,2014

4. ACI Committee 318 (٢٠١٤), ***ACI 318-14: Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary***, American Concrete Institute, ISBN 0-87031-264-2.

5. D. Fanella, I. Alsamsam, "***The Design of Concrete Floor Systems***", PCA Professional Development Series, 2005.

6. Nawy, Edward, ***Pre stressed Concrete Fifth Edition Upgrade: ACI, AASHTO, IBC Codes Version (5th Edition),***2009.

المـــلاحـــــق (Attachments):-

-Appendix (A)

-Architectural Drawings

-This appendix is an attachment with this project

-Appendix (B)

-Structural Drawings

-This appendix is an attachment with this project

-Appendix (C)

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

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

Notes:
Values given shall be used directly for members with normalweight concrete (density w_c = 2320 kg/m^3) and Grade 420 reinforcement. For other conditions, the values shall be modified as follows:
a) For structural lightweight concrete having unit density, w_c, in the range 1440-1920 kg/m^3, the values shall be multiplied by $(1.65 - 0.003w_c)$ but not less than 1.09.
b) For f_y other than 420 MPa, the values shall be multiplied by $(0.4 + f_y/700)$.

MINIMUM THICKNESS OF NONPRESTRESSED BEAMS O

-ONE WAY SLABS UNLESS DEFLECTIONS ARE CALCULATED)

TABLE 9.5(b) — MAXIMUM PERMISSIBLE COMPUTED DEFLECTIONS

Type of member	Deflection to be considered	Deflection limitation
Flat roofs not supporting or attached to nonstructural elements likely to be damaged by large deflections	Immediate deflection due to live load L	$\ell/180^*$
Floors not supporting or attached to nonstructural elements likely to be damaged by large deflections	Immediate deflection due to live load L	$\ell/360$
Roof or floor construction supporting or attached to nonstructural elements likely to be damaged by large deflections	That part of the total deflection occurring after attachment of nonstructural elements (sum of the long-term deflection due to all sustained loads and the immediate deflection due to any additional live load)†	$\ell/480^\ddagger$
Roof or floor construction supporting or attached to nonstructural elements not likely to be damaged by large deflections		$\ell/240^\S$

* Limit not intended to safeguard against ponding. Ponding should be checked by suitable calculations of deflection, including added deflections due to ponded water, and considering long-term effects of all sustained loads, camber, construction tolerances, and reliability of provisions for drainage.

† Long-term deflection shall be determined in accordance with 9.5.2.5 or 9.5.4.3, but may be reduced by amount of deflection calculated to occur before attachment of nonstructural elements. This amount shall be determined on basis of accepted engineering data relating to time-deflection characteristics of members similar to those being considered.

‡ Limit may be exceeded if adequate measures are taken to prevent damage to supported or attached elements.

§ Limit shall not be greater than tolerance provided for nonstructural elements. Limit may be exceeded if camber is provided so that total deflection minus camber does not exceed limit.

MAXIMUM PERMISSIBLE COMPUTED DEFLECTIONS

تم بحمد الله