بسم الله الرحمن الرحيم

جامعـــــــــة بوليتكنك فلسطيـــــــن

كلية الهندسة والتكنولوجيا

دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

مشروع التخرج

التصميم الإنشائي لمبنى بلدية الخليل

فريق العمل :

اروى فتحي الواوي **بيسان نعمان حمدان**

ثائر احمد صرار **راني عماد ملحم**

عبد المعز ناصر الدين

إشراف

م . فهد صلاحات

الخليل - فلسطين

2018 - 2019

شهادة تقييم مشروع التخرج

جامعـــــــــة بوليتكنك فلسطيـــــــن

الخليل - فلسطين

عمل التصاميم والتفاصيل الانشائية الكاملة لمبنى بلدية الخليل

فريق العمل :

اروى فتحي الواوي **بيسان نعمان حمدان**

ثائر احمد صرار **راني عماد ملحم**

عبد المعز ناصر الدين

بناء على نظام كلية الهندسة و التكنولوجيا و إشراف و متابعة المشرف المباشر على المشروع و موافقة أعضاء اللجنة الممتحنة تم تقديم هذا المشروع إلى دائرة الهندسة المدنية و المعمارية و ذلك للوفاء بمتطلبات درجة البكالوريوس في الهندسة تخصص هندسة المباني .

توقيع المشرف

.....

توقيع اللجنة الممتحنة

....

توقيع رئيس الدائرة

.....

الإهـــــــــــــداء

إلى .... المعلم الأول سيد البشرية .... رسولنا محمد بن عبد الله .

إلى .... من هم أحق منا بالحياة إلى .... الشهداء .

إلى .... الأسود الرابضة خلف القضبان .... إلى من كسروا قيد السجان إلى .... الأسرى .

إلى .... أنشودة الصغر وقدوة الكبر إلى .... أبي العزيز .

إلى .... نبع العطاء وسيل الحنان إلى .... أمي العزيزة .

إلى .... عنوان سعادتي .... إلى .... إخوتي الأعزاء .

إلى .... هبة السماء .... إلى .... أصدقائي الأوفياء .

إلى .... الشموع المحترقة لإنارة الدرب إلى .... أساتذتي .

إلى .... من عرفتهم في زمن قل فيه الأخيار.... زملائي وزميلاتي .

إلى .... منهل العلم إلى .... جامعتي .

إلى .... من أحبني وأحببته.

نهدي هذا البحث .

الشكر و التقدير

إن الشكر و المنة لا تليق إلا لواهب العقول و منير الدروب لله عز و جل .

كما و نتقدم بجزيل الشكر و الامتنان
إلى بانية الجيل الواعد ... جامعة بوليتكنك فلسطين

إلى كلية الهندسة و التكنولوجيا

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

إلى الذين مهدوا لنا طريق الهداية و العلم و المعرفة ...
إلى جميع أساتذتنا الأفاضل ...

"كن عالما ... فان لم تستطع فكن متعلما,فان لم تستطع فأحب العلماء,فان لم تستطع فلا تبغضهم"

إلى المشرف على هذا المشروع المهندس ... فهد صلاحات .

و الشكر واصل لكل من ساهم في انجاز هذا البحث المتواضع .

عمل التصاميم و التفاصيل الإنشائية الكاملة لمبنى بلدية الخليل

فريق العمل :

اروى فتحي الواوي **بيسان نعمان حمدان**

ثائر احمد صرار **راني عماد ملحم**

عبد المعز ناصر الدين

إشراف :

م.فهد صلاحات

ملخص المشروع

يتمثل هدف المشروع في التصميم الإنشائي لجميع العناصر الخراسانية والمعدنية التي يحتويها من عقدات وجسور وأعمدة وأساسات وغيرها من العناصر الأخرى .

يتكون المشروع من خمسة طوابق بمساحة إجمالية (8,463 م^2) بحيث يحتوي كل طابق على العديد من الفعاليات ابتداء من الطابق الأرضي الذي يحتوي على قاعة عامة للاجتماعات والمؤتمرات العلمية بالإضافة لمركز الاستقبال والمعرض وكذلك قسم المياه والصرف الصحي . أما بقية الطوابق فتتكون من أقسام مختلفة موزعة معماريا بشكل جيد انتهاء بقسم الإدارة في الطابق الثالث .

وهذا المبنى هو خرساني مسلح تم تصميمه وفقا لكود الخرسانة الأمريكي , ويحتوي المشروع على التفاصيل الكاملة لتحليل الأوزان الرأسية و الأفقية , ثم توزيعها على العناصر الإنشائية الأفقية والراسية ، ثم التحاليل الإنشائية الخاصة بكل عنصر ، ثم التصميم الكامل حسب الكود المتبع .

نتمنى بعد إتمام المشروع أن نكون قادرين على تقديم التصميم الإنشائي لجميع العناصر المختلفة للمبنى كاملا .

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

و الله ولي التوفيق

The Structural Design of a Municipality

Working Team

Abd Al-Muiz Naser Aldeen

Arwa Al-Wawi **Bissan Hamdan**
Rany Milhem **Tha'er Sarrar**

Supervisor

Eng. Fahed Salahat

Project Abstract

The main aim of this project is to prepare all of the structural design and executive details of research center.

This project consists of fifth floors with total area (8,463 m^2), each floor of the building consists of many departments with different activities.

This building is reinforced concrete structure and composite steel-concrete structure. The project contains the structural analysis for vertical and horizontal loads and the structural design and details for each member in the project.

By the end of this project, the structural elements in the building will be designed.

فهرس المحتويات

الموضوع	رقم الصفحة
الفصل الأول	1
1- المقدمة	2
2- تعريف عام بالمشروع	2
3- مشكلة البحث (المشروع)	2
4- أسباب اختيار المشروع	3
5- أهداف المشروع	4
6- خطوات المشروع	5
7- نطاق المشروع	5
8- حدود المشروع	6
9- وصف المشروع	7
الفصل الثاني	8
1- المقدمة	9
2- لمحة عامة عن المشروع	10
3- موقع المشروع	10
4- أهمية الموقع	11
5- حركة الشمس والرياح	12
6- عزل الصوت	12
7- التعديلات التي جرت على المبنى	12
8- توزيع عناصر المشروع	13
9- النواحي المعمارية	18
10- الواجهات	21
الفصل الثالث	24
1- المقدمة	25
2- هدف التصميم الإنشائي	25
3- الدراسات النظرية والتحليل وطريقة العمل	26
4- الاختبارات العملية	26
5- الأحمال	27
3-5-1 الأحمال الرئيسية (المباشرة)	27
3-5-2 الأحمال الثانوية (غير المباشرة)	28
3-5-2-1 الأحمال الميتة	28
3-5-2-2 الأحمال الحية	29
3-5-2-3 الأحمال البيئية	30
6- العناصر الإنشائية	32
3-6-1 العقدات (البلاطات)	33
3-6-1-1 العقدات المصمتة	34
3-6-1-2 العقدات المفرغة	35
3-6-1-2- أ عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد	35

3-6-1-2- ب عقدات العصب ذات الاتجاهين	35
3-6-2 الجسور	36
3-6-3 الأعمدة	38
3-6-4 الجدران الخراسانية	39
3-6-5 فواصل التمدد	40
3-6-6 الأساسات	41
3-6-7 الأدراج	41
3-6-8 الجدران الإستنادية	42
3-7 البرامج الحاسوبية المستخدمة	43
الفصل الرابع	44
1- Introduction	45
2- Determination of slab thickness	45
3- Determination of loads for rib	46
4- Design of Rib	47
5- Design of Beam	56
6- Design of Column	65
7- Design of Footing	70
8- Design of Stairs	79
9- Design of Shear Wall	81
10- Design of Basement Wall	85
الفصل الخامس	91
1- النتائج	92
2- التوصيات	93
الفصل السادس	94
1- المخططات المعمارية	95
2- المخططات الانشائية	96
3- المصادر و المراجع	97

فهرس الجداول

رقم الجدول	اسم الجدول	رقم الصفحة
1-1	الجدول الزمني للمشروع	6
1-3	الكثافة النوعية للمواد المستخدمة في العناصر الإنشائية	28
2-3	الأحمال الحية في المباني المختلفة	29
3-3	Wind Velocity Pressure (q) According To The German Code (DIN 1055-5)	31

فهرس الأشكال و الصور

رقم الشكل - الصورة	اسم الشكل - الصورة	رقم الصفحة
2- 1	مخطط موقع المبنى	11
2- 2	المسقط الأفقي لطابق التسوية	13
2- 3	المسقط الأفقي للطابق الارضي	14
2- 4	المسقط الأفقي للطابق الاول	15
2- 5	المسقط الأفقي للطابق الثاني	16
2- 6	المسقط الأفقي للطابق الثالث	17
2- 7	الأدراج الكهربائية	19
2- 8	المصاعد الكهربائية	20
2- 9	الواجهة الجنوبية الشمالية	21
2- 10	الواجهة الشمالية الجنوبية	22
2-11	الواجهة الشمالية الشرقية	23
2-12	الواجهة الجنوبية الغربية	23
3-1	انتقال الأحمال	27
3-2	تأثير سرعة الرياح على قيمة الضغط الواقع على المبنى	31
3-3	رسم توضيحي للعناصر الإنشائية	33
3-4	عقدة مصمتة باتجاه واحد	34
3-5	عقدة مصمتة باتجاهين	34
3-6	عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد	35
3-7	عقدات العصب ذات الاتجاهين	36
3-8	أشكال الجسور	37
3-9	أنواع الأعمدة المستخدمة	38
3-10	جدار القص	39
3-11	استخدام فواصل التمدد في المبنى	40
3-12	شكل الأساس المنفرد	41
3-13	مقطع توضيحي في الدرج	42
3-14	جدار استنادي	43
4-1	Third Floor Slab	45
4-2	Rib geometry	47
4-3	loading of Rib	48
4-4	Moment Envelop of Rib	49
4-5	Shear Envelop of Rib.	49
4-6	Beam Plan	56
4-7	Beam Geometry	57
4-8	Load of beam	57
4-9	Moment Envelop for Beam	58
4-10	Shear Envelop for Beam	58

List of Abbreviations

Av = area of shear reinforcement within a distance (S).

At = area of one leg of a closed stirrup resisting tension within a distance (S).

b = width of compression face of member.

bw = web width, or diameter of circular section.

DL = dead loads.

d = distance from extreme compression fiber to centroid of tension reinforcement.

Ec = modulus of elasticity of concrete.

fy = specified yield strength of non-prestressed reinforcement.

h = overall thickness of member.

I = moment of inertia of section resisting externally applied factored loads.

Ln = length of clear span in long direction of two-way construction, measured face to face of supports in slabs without beams and face to face of beam or other supports in other cases.

LL = live loads.

M = bending moment.

Mu = factored moment at section.

Mn = nominal moment.

S = spacing of shear in direction parallel to longitudinal reinforcement.

Vc = nominal shear strength provided by concrete.

Vn = nominal shear stress.

Vs = nominal shear strength provided by shear reinforcement.

Vu = factored shear force.

Wu = factored load per unit area.

F = strength reduction factor.

1

الفصل الاول

المقدمة

1-1 المقدمة .

1-2 تعريف عام بالمشروع .

1-3 مشكلة البحث (المشروع) .

1-4 أسباب اختيار المشروع .

1-5 أهداف المشروع .

1-6 خطوات المشروع .

1-7 نطاق المشروع .

1-8 حدود المشروع .

1-9 وصف المشروع .

1-1 المقدمة

البلدية هي دائرة حكومية تقوم بتطوير المدن والقرى المحيطة بها ، وإنارة الطرق وتجميل الشوارع بالأشجار واللوحات الإرشادية وتنفيذ المخططات للمواطنين وتنظيم الأسواق ، كما تقوم بتصريف مياه الأمطار والمحافظة على نظافة المدينة . تقوم الدولة بتخصيص ميزانية ضخمه للبلدية من أجل التطوير وتحسين مظاهر المدن .

1-2 تعريف عام بالمشروع

المشروع عبارة عن مبنى بلدية مقترح انشاؤه في مدينة الخليل ، حيث تشكل هذه البلدية إحدى المباني المهمة التي من المطلوب أن تتواجد في كل منطقة حتى تشعر بالاستقلالية و حتى تتمكن من تقديم جميع الخدمات لمواطنيها على مختلف النواحي . تتكون هذه البلدية من خمسة طوابق حيث يضم كل طابق منها العديد من الأقسام و الأنشطة .

1-3 مشكلة البحث (المشروع)

تتمثل مشكلة هذا المشروع في التحليل و التصميم الإنشائي لجميع العناصر المكونة للبلدية التي تم اعتمادها لتكون ميداناً لهذا البحث وهو " البلدية المقترح بناؤها في مدينة الخليل " ، وفي هذا المجال سيتم تحليل كل عنصر من العناصر الإنشائية مثل البلاطات و الأعصاب و الأعمدة والجسور ...الخ ، بتحديد الأحمال الواقعة عليه ، ومن ثم تحديد أبعادها وتصميم التسليح اللازم لها ، مع الأخذ بعين الاعتبار عامل الأمان للمنشأ ومراعاة الجانب الاقتصادي ومن ثم سيتم عمل المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية التي تم تصميمها ؛ لإخراج هذا المشروع من حيز الاقتراح و الدراسة إلى حيز التنفيذ .

1-4 أسباب اختيار المشروع

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

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

- **الأسباب المتعلقة بطبيعة المشروع :-**

1. التأكيد على أهمية و دور البلديات في بناء المجتمعات من خلال ما تقدمه من خدمات لمواطنيها .
2. الحاجة لتوفير بناء متكامل تتوفر فيه كافة الاحتياجات التي يستحقها المواطن ، و تخدمه في جميع نواحي حياته .

- **الأسباب الشخصية :-**

1. رغبة فريق العمل في أن يكون المشروع إنشائيا .
2. الرغبة في اكتساب مهارة التصميم الإنشائي من خلال الربط بين النواحي النظرية التي تم اكتسابها من المساقات المدروسة ، و تطبيق ذلك فعليا على هذا المشروع و ما يحتويه من عناصر إنشائية مختلفة ، و تصميم هذه العناصر بحيث تتناسب مع الأحمال الواقعة عليها ، مع مراعاة توفير عاملي النتانة و الاقتصاد .
3. اكتساب الخبرة و المهارة في إعداد المخططات التنفيذية المختلفة مع مراعاة متطلبات السوق المحلي .

1-5 أهداف المشروع

تنقسم أهداف المشروع إلى قسمين :-

- **أهداف معمارية :-**

الناحية الجمالية و المعمارية للمبنى هي العلامة الاولى للفت انتباه المواطنين و الزوار، فالطابع المعماري الجميل يدل على تطور الذوق المعماري ، و لا يقتصر هذا الذوق على المظهر الخارجي فقط و إنما ينعكس أيضا على الفراغات الداخلية من حيث التقسيم الداخلي للمنشاة بشكل مدروس و منتظم ، مما يؤدي إلى سهولة الحركة و الاستعمال للمستخدم ، بالإضافة إلى ذلك التمتع بالنواحي الجمالية التي يضيفها المهندس المعماري على المبنى من الداخل .

- **أهداف إنشائية :-**

1. **القدرة على اختيار النظام الإنشائي المناسب للمشاريع المختلفة و توزيع عناصره الإنشائية على المخططات مع مراعاة الحفاظ على الطابع المعماري .**
2. **العمل على توظيف كافة المعلومات المكتسبة أثناء حياتنا الدراسية من خلال المساقات المختلفة من اجل الوصول إلى مشروع متكامل .**
3. **التعرف على نماذج و طرق إنشائية جديدة لم تكتسب خلال الدراسة و معرفة كيفية التعامل معها حسب الحاجة .**

و بذلك يمكن أن يعد المشروع بمثابة مرجع متكامل في مجال التحليل و التصميم لمختلف العناصر الإنشائية في المباني لما يحويه من أمثلة و تطبيقات على هذه الموضوعات .

1-6 خطوات المشروع

1. عمل التصميم الإنشائي المتكامل وإعداد المخططات الخاصة بكل عنصر من العناصر الإنشائية ليكون هذا المشروع متكاملاً دون التأثير على الطابع المعماري والحركة داخل هذا المبنى .
2. تطبيق المكتسبات النظرية على مدى السنوات الدراسية الماضية وما أضفاه التدريب الميداني في عمل هذا التصميم وربط هذه المعلومات مع بعضها البعض .
3. اكتساب المهارة في التعامل مع برامج الحاسوب التي استخدمت في التصميم الإنشائي للمشروع .
4. التدرب على كيفية التنسيق بين الوظيفتين الإنشائية و المعمارية للعناصر المختلفة التي يتألف منها المنشأ .

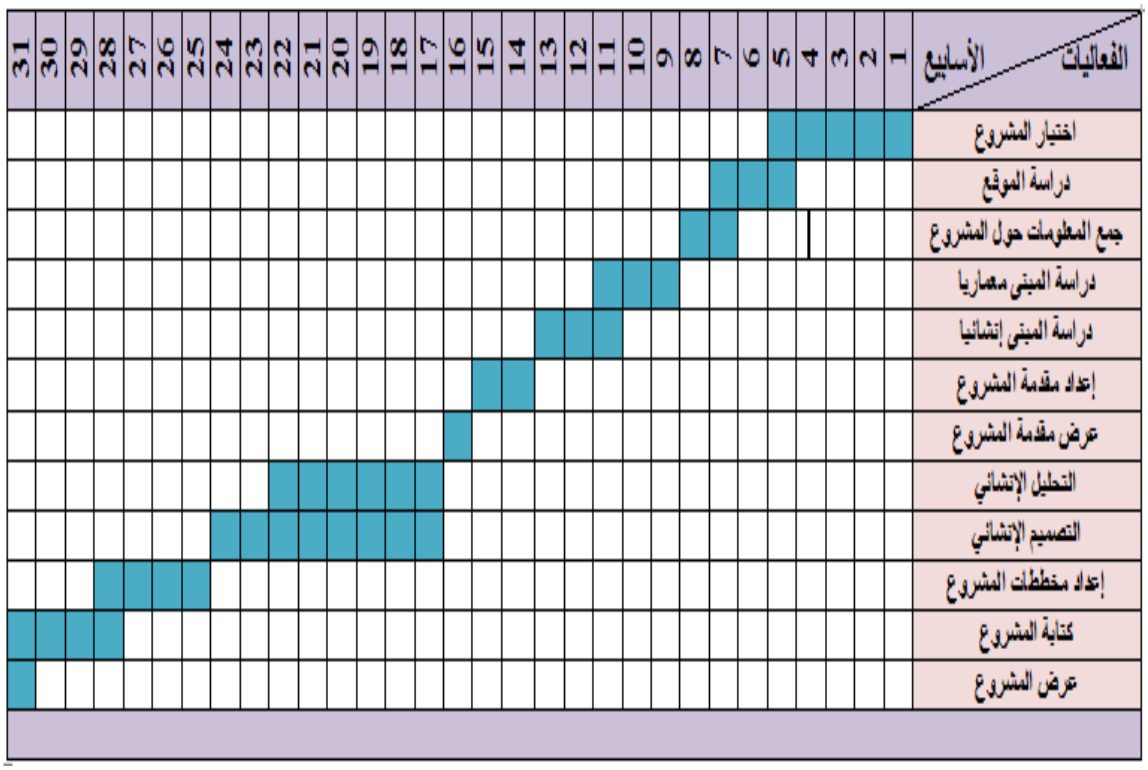
1-7 نطاق المشروع

1. دراسة المخططات المعمارية وذلك للتأكد من صحتها من النواحي المعمارية وتوافقها مع أهداف المشروع مع إجراء كافة التعديلات المعمارية اللازمة عليها، وإكمال النقص الموجود فيها إن وجد .
2. دراسة العناصر الإنشائية المكونة للبلدية والآلية الأنسب لتوزيع هذه العناصر كالأعمدة والجسور والأعصاب بشكل لا يصطدم مع التصميم المعماري الموضوع ويحقق الجانب الاقتصادي و عامل الأمان .
3. تحليل العناصر الإنشائية والأحمال المؤثرة عليها ومن ثم تحديد النظام الإنشائي المناسب .
4. تصميم العناصر الإنشائية بناءا على نتائج التحليل .
5. التأكد من صحة التصميم وذلك عن طريق برامج التصميم المختلفة .
6. إنجاز المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية التي تم تصميمها ليخرج المشروع بالشكل النهائي المتكامل والقابل للتنفيذ .
7. عرض المشروع للمناقشة .

1-8 حدود المشروع

تكمن حدود المشروع في تصميم العناصر الإنشائية المختلفة، حيث تم عمل تصميم متكامل لهذه العناصر من جسور، أعمدة ، أساسات، جدران القص ، وعمل المخططات الإنشائية المتكاملة بجميع تفاصيلها .

ويبين الجدول (1-1) تسلسل أعمال المشروع و الزمن اللازم لكل نشاط :-



جدول (1-1) الجدول الزمني للمشروع .

1-9 وصف المشروع

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

- **الفصل الأول :-**

يحتوي على مقدمة عن المشروع اشتملت على مشكلة المشروع ، أسباب اختيار المشروع ، أهدافه ، والخطوات المتبعة لعمل المشروع .

- **الفصل الثاني :-**

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

- **الفصل الثالث : -**

تناول هذا الفصل الوصف الإنشائي لعناصر المشروع .

- **الفصل الرابع :-**

يحتوي على عمليات التحليل و التصميم للعناصر الإنشائية للمشروع .

- **الفصل الخامس :-**

ويمثل هذا الفصل نقطة النهاية بما يعرضه من نتائج وتوصيات والتي تعتبر وليدة الأعمال التي تم القيام بها .

- **الفصل السادس :-**

يحتوي هذا الفصل على قائمة بالمصادر و المراجع التي استخدمت في البحث وكذلك الملاحق للمخططات المعمارية و المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية التي تم تصميمها والجداول والأشكال و الرموز التي استخدمت .

2

الفصل الثاني
الوصف المعماري للمشروع

2-1 المقدمة .

2-2 لمحة عامة عن المشروع .

2-3 موقع المشروع .

2-4 أهمية الموقع .

2-5 حركة الشمس والرياح .

2-6 عزل الصوت .

2-7 التعديلات التي جرت على المبنى .

2-8 توزيع عناصر المشروع .

2-9 النواحي المعمارية .

2-10 الواجهات .

2-1 المقدمة

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

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

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

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

وبعد الانتهاء من مرحلة التصميم المعماري وإخراجها بصورتها النهائية تبدأ عملية التصميم الإنشائي التي 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 .

كانت فكرة تصميم البلدية في مدينة الخليل ، تكمن بحد ذاتها بموقع مدينة الخليل المميز إذ تقع في جنوب الضفة الغربية وما تتمتع به هذه المنطقة من أهمية ، ولذلك فأنها بحاجة بشكل طبيعي إلى مثل هذا المبنى لتوفير الاحتياجات للمواطنين وتسهيلها دون الحاجة إلى البحث في أكثر من مكان وذلك بتوفير كل ما يحتاجونه في مكان واحد .

2-2 لمحة عامة عن المشروع

المشروع عبارة عن بلدية ، حيث تشكل مركزا رئيسيا من مراكز الخدمات هدفها الرئيسي تقديم الخدمات و الاحتياجات للمواطنين في الخليل .

يشتمل هذا المشروع على العديد من المكاتب للموظفين كالمكتب الخاص بالمدير و المكاتب الخاصة بالسكرتارية ، بالإضافة إلى مكاتب المحاسبة و غيرها . كما يشتمل على العديد من الأقسام كقسم الكمبيوتر و قسم التخطيط و التنظيم و قسم الكهرباء و قسم المياه و الصرف الصحي و غيرها . بالإضافة إلى ذلك فقد تم إنشاء صالة كبيرة داخل البلدية .

لقد تم الحصول على المخططات المعمارية للمشروع من قبل دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في جامعة بوليتكنك فلسطين في الخليل ليتسنى عمل التصميم الإنشائي وإعداد المخططات التنفيذية لجميع العناصر الإنشائية التي يشملها.

2-3 موقع المشروع

لتصميم أي مشروع فإنه ينبغي دراسة الموقع المراد إنشاء المبنى عليه بعناية فائقة سواء تعلق ذلك بالموقع الجغرافي أم بتأثير القوى المناخية السائدة في المنطقة ، بحيث تكون العناصر القائمة وعلاقاتها بالتصميم المقترح في تناسق لتحقيق التصميم الأمثل ، فلذلك يجب إعطاء فكرة عامة عن عناصر الموقع، من توضيح للأرض المقترحة للبناء ولعلاقة الموقع بالشوارع والخدمات المحيطة ، و ارتفاع المباني المحيطة ، واتجاه الرياح السائدة ومسار الشمس .

يقع هذا المشروع في مدينة الخليل ، و تبلغ مساحته حوالي 8,463 م^2.

وقد تم ملائمة المشروع مع الموقع الذي تم اختياره، الشكل (2-1) ، وكذلك تم مراعاة تحقيق الوظيفة للمبنى وتحقيق شروط الجمال ، وتم مراعاة اختيار مكان مناسب من حيث التوجيه والتهوية .

الشكل (2-1) موقع المبنى .

2-4 أهمية الموقع

إن مدينة الخليل تتمتع بموقع مميز بين مدن فلسطين، حيث تعتبر من أهم مدن فلسطين الجنوبية .

وكان هذا واحد من أسباب اختيار هذه المنطقة لإنشاء البلدية بالإضافة إلى حيوية المنطقة والمتطلبات الاخرى اللازمة لاختيار الموقع .

وإن من أهم الأمور التي تميز موقع هذا المشروع وتم مراعاتها في اختيار هذا الموقع هي في النقاط التالية :

- **توفر قطعة أرض بمساحة تستوعب حجم المشروع .**
- **حاجة المنطقة إلى مثل هذا المشروع .**
- **حيوية المنطقة .**
- **سهولة الوصول إلى الموقع .**
- **احتفاظ الموقع بمميزات طبيعية .**

2-5 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 .

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

2-6 عزل الصوت

نظراً لفعاليات المشروع المختلفة . وكون هذا المشروع عبارة عن بلدية تحتوي الطوابق العليا على مكاتب إدارية تحتاج إلى الهدوء والبعد عن الضجيج. لذلك كان لا بد من عزل الصوت وتوفير الأجواء الملائمة لهذا المبنى. حيث تم استخدام الزجاج المزدوج في الواجهات . وصممت جدرانه بسماكة تتيح عزل الصوت ، وسوف نأخذ بعين الاعتبار عزل الصوت في التصميم الإنشائي للبلاطات .

2-7 التعديلات التي جرت على المبنى

ارتكز التعديل المعماري للمخططات المعمارية على أساس مواقع الأعمدة الصحيحة بما يوافق الاتزان الإنشائي مع المحافظة على الشكل و المظهر المعماري . فكان التغيير يشمل بعض التوزيعات الداخلية للفراغات وتعديل المخططات بحيث لا تتعارض مع التصميم الإنشائي .

2-8 توزيع عناصر المشروع

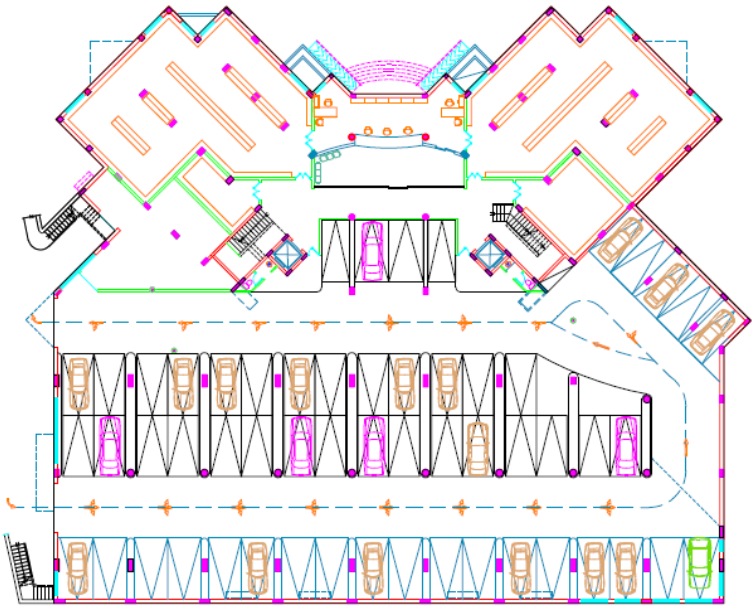
المبنى في تركيبته الهندسية يعتمد اعتماداً كلياً على الشكل المربع نظراً لطبيعة الأرض وتتراوح المساحة الطابقية لهذا المبنى ما بين (1200 -2350 م^2) .

يتكون المشروع من خمسة طوابق، طابقي التسوية والارضي على درجة عالية من التماثل،حيث يتكون كل منهما من أربعة كتل ، أما الطابقين الاول و الثاني أيضا على درجة عالية من التماثل فيتكونان من خمسة كتل . اما الطابق الثالث , فيتكون من ثلاثة كتل , حيث تتلاشى فيه الكتلتين الاخرتين.

وفيما يلي وصف لهذه الطوابق :

2-8-1 طابق التسوية :-

تبلغ المساحة المقترحة لهذا الطابق حوالي (2357م^2) تقريبا ، بارتفاع (3.00م) ، ويحتوي على كراج للسيارات و قسم الارشيف .

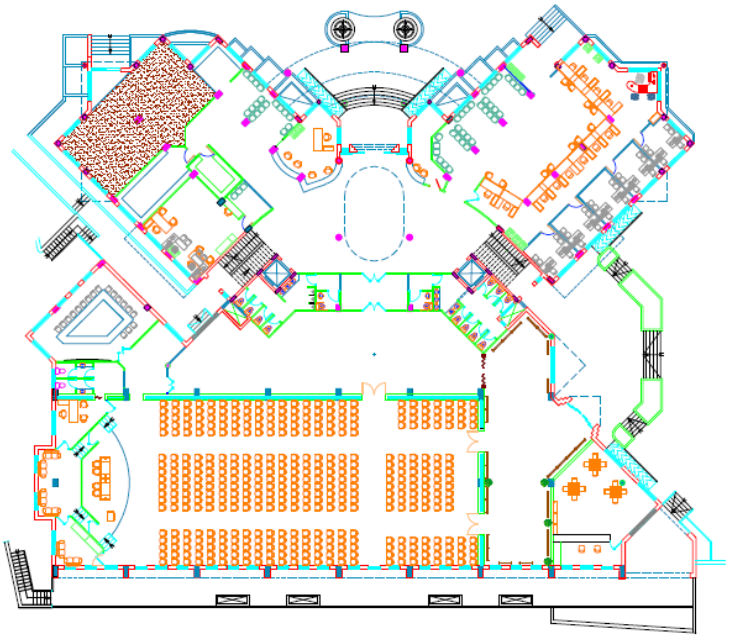


الشكل (2-2) المسقط الأفقي لطابق التسوية .

2-8-2 الطابق الأرضي :-

تبلغ المساحة المقترحة لهذا الطابق حوالي (1961م^2) تقريبا ، بارتفاع (4.50 م) ، و تم تقسيم الفعاليات المختلفة في هذا الطابق بشكل مناسب. ويحتوي هذا الطابق على عدة مداخل و مخارج ، كما و يحتوي على أدراج و مصاعد للصعود إلى الطابق الأول ، يخدم الطوابق العليا و يسهل على المواطنين تحقيق احتياجاتهم و الحصول على متطلباتهم .

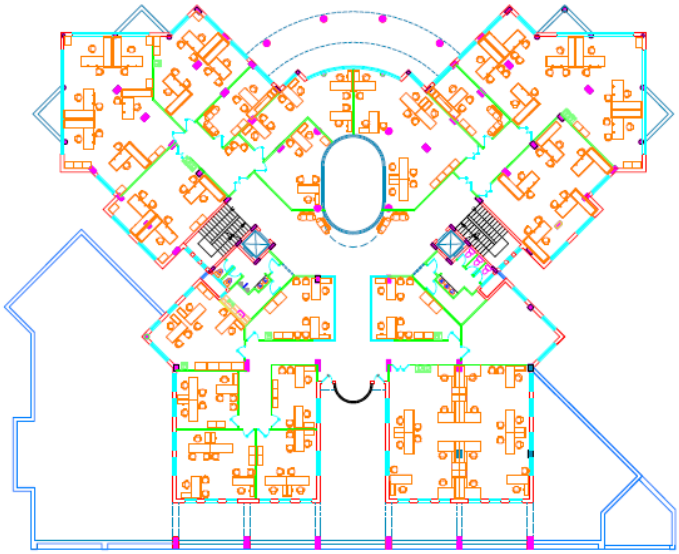
ومن الفعاليات الموجودة في هذا الطابق : مناطق الاستعلامات الموزعة في أكثر من جزء من الطابق ، قاعة الانتظار ، مكتب خدمة الجمهور ، صالة كبيرة متعددة الاستخدام ، مصلى ، كفتيريا للموظفين ، بالإضافة إلى مناطق الحمامات التي تخدم كلا الجنسين ،أنظر الشكل (2- 2) .



الشكل (2-3) المسقط الأفقي للطابق الأرضي .

3-8-2 الطابق الأول :-

تبلغ المساحة المقترحة لهذا الطابق حوالي (1429م^2) تقريبا ، بارتفاع (4.50 م) ، و قد تم تقسيم الأنشطة المختلفة في هذا الطابق بشكل مناسب ، ومن أهم الأقسام الموجودة فيه : قسم الطرق ، قسم العمارة ,قسم المساحة, قسم المشاريع الانشائية ، قسم الاشغال , قسم الميكانيك والصيانة, قسم الصيانة والدعم الفني ،قسم الصحة ،قسم البرمجة وتطوير النظام، قسم التراث والسياحة والاثار ،منطقة امن و مراقبة ، قسم نظم المعلومات الجغرافية ، قسم الابنية والتنظيم والترخيص والتفتيش والرقابة ، بالإضافة إلى الحمامات تخدم كلا الجنسين . يتم الوصول إلى هذا الطابق عن طريق أدراج و مصاعد كهربائية متعددة . انظر الشكل (3-2)

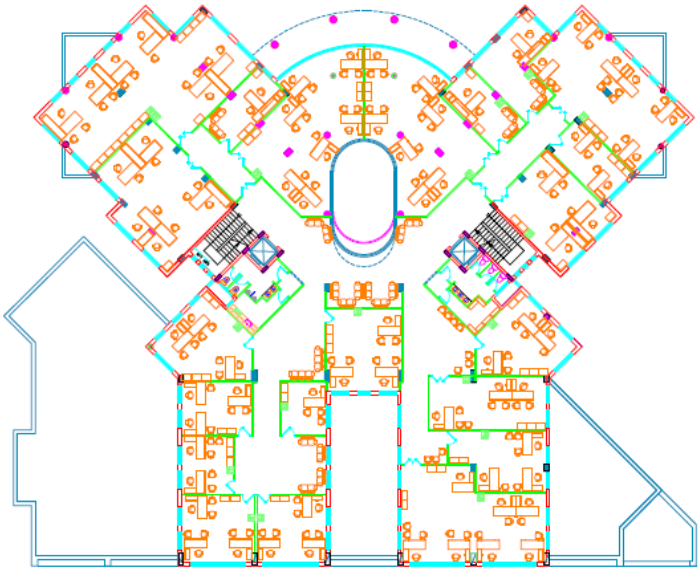


الشكل (4-2) المسقط الأفقي للطابق الأول

4-8-2 الطابق الثاني :-

تبلغ المساحة المقترحة لهذا الطابق حوالي (1550م^2) تقريبا ، بارتفاع (3.50م) ، و قد تم تقسيم الأنشطة المختلفة في هذا الطابق بشكل مناسب ، حيث تتوزع مساحته على الفعاليات الرئيسية التالية :

قسم المحاسبة (الصندوق , الرواتب , الايرادات) , قسم الموازنات والموجودات , مدير المالية , دائرة خدمة الجمهور (قسم الفوترة والتحققات) , قسم الدراسات المالية , قسم التوريدات , قسم الازمات والكوارث , قسم العطاءات , قسم الحركة والنقل , وحدة قانونية , قسم العلاقات الدولية , قسم الاعلام , وحدة الرقابة والتدقيق الداخلي , قسم البروتوكول والتشريفات , قسم الشؤون الادارية والموارد البشرية , بالاضافة الى مخازن وحمامات تخدم كلا الجنسين ، أنظر الشكل (2-4) .

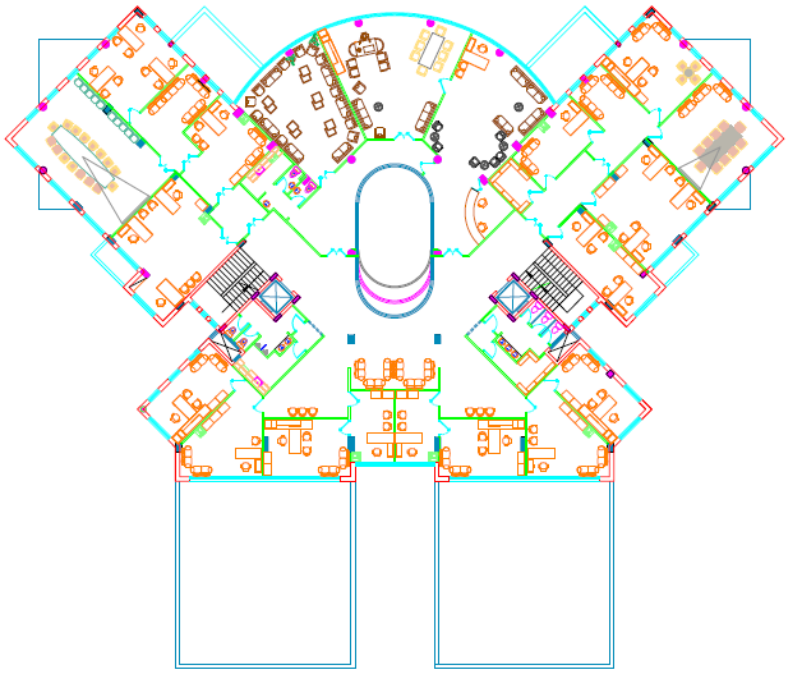


الشكل (2-5) المسقط الأفقي للطابق الثاني .

2-8-5 الطابق الثالث :-

الداخل لهذا الطابق لا يجد صعوبة في قراءته،حيث تبلغ المساحة المقترحة لهذا الطابق حوالي (1166م^2) تقريبا ، بارتفاع (3.50م) ، أنظر الشكل (2- 5) ، و تم تقسيم الفعاليات المختلفة في هذا الطابق بشكل مناسب .
وتتوزع هذه المساحة على الفعاليات الرئيسية التالية :-

مكتب رئيس البلدية , مكتب مدير البلدية ,قسم المجلس البلدي حيث يحتوي على قاعة اجتماعات ومكتب للاعضاء واستراحة ، وحدة التخطيط الاستراتيجي ، مكتب مدير الشؤون المالية ، مكتب مدير العطاءات ، مكتب مدير الشؤون الهندسية , مكتب مدير الشؤون الادارية , المستشار القانوني , بالإضافة إلى قاعة لكبار الزوار وقاعات اجتماعات وانتظار و مطابخ ومخازن صغيرة ، و حمامات لكلا الجنسين



الشكل (2-6) المسقط الأفقي للطابق الثالث .

2-9 النواحي المعمارية

يهدف التصميم المعماري بشكل عام إلى الوصول إلى الشكل المعماري المناسب لقطعة الأرض و المنسجم مع المباني الموجودة حوله وبحيث يكون ملبيا للاحتياجات الإنسانية المختلفة، وبالرغم من تعدد العوامل المؤثرة على هذه العملية التصميمية وتداخلها فلا بد من الوصول إلي الشكل المعماري المناسب الذي يؤدي إلى الغاية من إنشاءه وهذه الأمور نبرزها في هذا القسم كما هو معروض في الصفحات التالية :

1- 9 - 2 العناصر المعمارية :-

إن البناء المقترح لهذا المشروع هو عبارة عن بناية مكونة من خمسة طوابق حيث يحتوي هذا المبنى على مكاتب و أدراج و ممرات و مصاعد والكثير من العناصر المعمارية التي سيتم تفصيلها في ما يلي:

1- المكاتب :

يوجد في هذه البلدية الكثير من المكاتب التي تتعدد استخداماتها حيث يمكن أن تكون هذه المكاتب لرؤساء أو موظفين .

2- الأدراج :

لقد زود مبنى البلدية بمجموعة من الأدراج الداخلية و الخارجية ، حيث تسهل الأدراج الخارجية الدخول للمبنى و الخروج منه ، في حين تسهل مجموعة الأدراج الداخلية التي تصل بين الطوابق المختلفة عملية التنقل بين هذه الطوابق .

3- المصاعد :

يتوفر في هذا المبنى العديد من المصاعد الكهربائية التي تسهل عملية التنقل بين الطوابق المختلفة للمبنى

2- 9 - 2 الحركة في المبنى :-

يمكن الدخول و الخروج للمبنى من مدخلين وهذا بدوره يتيح حرية الدخول والخروج من والى المبنى ، حيث تنقسم الحركة :-

- **الحركة خارج البلدية :-**

هي حركة الموظفين والمواطنين بالإضافة إلى حركة السيارات ، وهذه الحركة صممت على أساس تجنب أي تقاطع قد يحدث بين السيارات وذلك بالاعتماد على تصميم طريق باتجاه واحد حيث لا تضطر أي سيارة تدخل الموقع إلى الرجوع من نفس الطريق .

- **الحركة داخل البلدية :-**

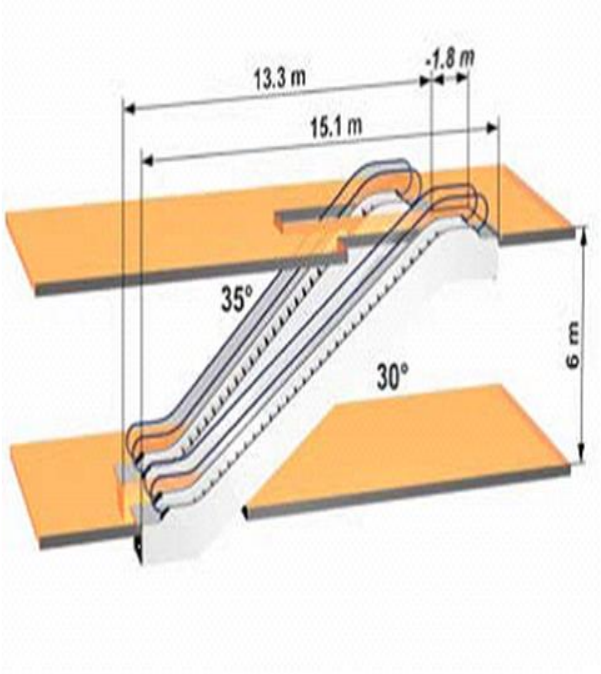
تنقسم الحركة داخل المبنى إلى نوعين هما : -

- **الحركة الأفقية : -**

تتم من خلال ساحة كبيرة تتفرع منها إلى الأدراج الداخلية وبيت الدرج والمصاعد الكهربائية التي تسهل الحركة ما بين طوابق المبنى، و تتوزع إلى الأقسام المختلفة داخل الطابق الواحد، ومن الملاحظ أن الحركة الأفقية تتم في جميع الطوابق بشكل خطي من خلال ممر بين الفراغات مع وضوح الحركة وسهولتها.

- **الحركة الرأسية (العمودية) :-**

تتم من خلال الأدراج والمصاعد الكهربائية ، وهذا بدوره يسهل الحركة الأفقية داخل الطوابق والحركة الراسية (العمودية) بين طابق وآخر .
وهذا ما يوضحه الشكل (2-7) .



الشكل (2-7) الأدراج الكهربائية .

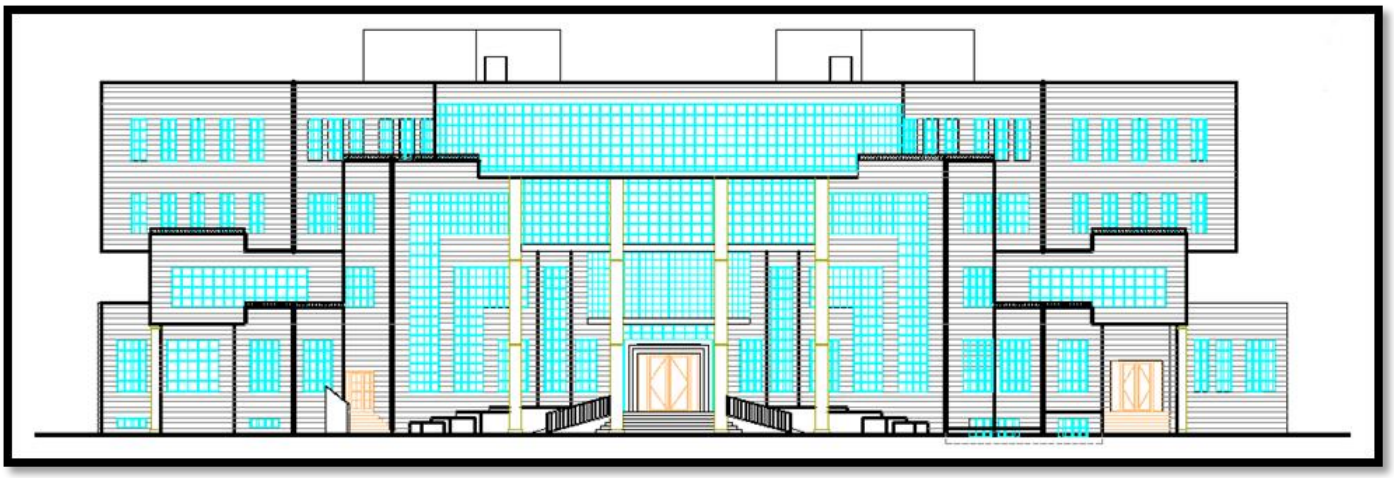
الشكل (8- 2) المصاعد الكهربائية .

2-10 الواجهات

إن الواجهات المنبثقة عن أي تصميم تعطي الانطباع الأول 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.

- الواجهة الشمالية (الواجهة الرئيسية):-

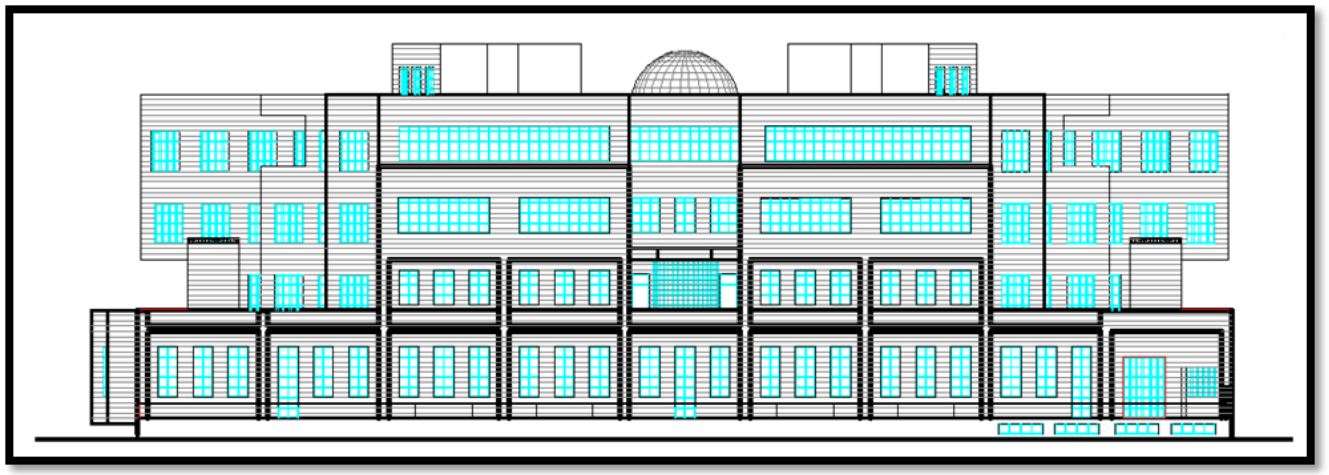
هذه الواجهة هي الواجهة الرئيسية وفيها المدخل الرئيسي للمبنى الذي يطل على الشارع الرئيسي .
والناظر لهذه الواجهة يرى استخدام الطراز الحديث في المباني المتمثل في استخدام الكتل الزجاجية الكبيرة المكونة من الألمنيوم والزجاج وهذا يسهم بشكل كبير في توفير الإضاءة، ووجود التداخل في الكتل الأفقية والرأسية، كما يلاحظ استخدام أكثر من نوع من الحجر لتمييز موقع الفتحات من جهة وإعطاء منظر جمالي فريد من جهة أخرى حيث تميزت هذه الواجهة باستخدام الزجاج على طول الطوابق مما زاد الواجهة جمالا ملحوظاً، وجعل لها طابعاً مميزاً ولمسة معمارية رائعة وإعطائها نوعا من الفخامة مما يعكس طبيعة المبنى .



الشكل (9- 2) الواجهة الشمالية .

- **الواجهة الجنوبية :-**

في هذه الواجهة يظهر بعض التداخلات كما يظهر الاختلاف في المناسيب في المبنى بحيث يضفي عليه بشكل واضح نوع من الجمال والحيوية الملحوظة ،واستخدم هنا أيضا نفس نوع الحجر المستخدم في الواجهات الأخرى كما تم ترتيب الفتحات والشبابيك كما في الواجهات الأخرى، وجعل لها طابعاً مميزاً ولمسة معمارية رائعة .



الشكل(10-2) الواجهة الجنوبية .

●الواجهة الشرقية :-

في هذه الواجهة يظهر استمرارية طوابق المبنى حتى الطابق الأخير مع وجود بعض التداخلات في المبنى مما أضفى جمالا ملحوظا على المبنى , واستخدم هنا أيضا نفس نوع الحجر المستخدم في الواجهات الأخرى كما تم ترتيب الفتحات والشبابيك كما في الواجهات الأخرى .

الشكل(2-11) الواجهة الشرقية .

●الواجهة الغربية :-

في هذه الواجهة يظهر استمرارية طوابق المبنى حتى الطابق الأخير ، واستخدم هنا أيضا نفس نوع الحجر المستخدم في الواجهات الأخرى كما تم ترتيب الفتحات والشبابيك كما في الواجهات الأخرى .

الشكل(2-12) الواجهة الجنوبية الغربية .

3

الفصل الثالث
الوصف الانشائي

3-1 المقدمة .

3-2 هدف التصميم الإنشائي .

3-3 الدراسات النظرية والتحليل وطريقة العمل .

3-4 الاختبارات العملية .

3-5 الأحمال .

3-6 العناصر الإنشائية .

3-7 البرامج الحاسوبية المستخدمة .

3-1 المقدمة

لأي مشروع يجب أن يكون هناك وصف متكامل له حتى تكون الصورة واضحة تماما للمشروع المراد إنشاؤه ، فبعد الانتهاء من الفصلين الأول والثاني 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 أبعاد أكثر ملائمة من الناحية الاقتصادية ، بالإضافة إلى توفير عامل مهم وهو الأمان. لذا لا بد من تحديد الهياكل الإنشائية التي يشتمل عليها المشروع لأجل اختيار العناصر الأنسب وذلك لعمل مقارنات بين الأنواع المختلفة لهذه العناصر بحيث تحقق العاملين السابقين إضافة إلى عدم التضارب مع المخططات المعمارية الموضوعة ، ولذلك فأن هذا يتطلب وصفاً شاملاً للعناصر الإنشائية المكونة للمشروع التي سيتم التعامل معها وتصميمها لاحقا في بنود هذا المشروع من أجل الوصول إلى تصميم إنشائي كامل .

وفي هذا الفصل سوف يتم وصف العناصر الإنشائية المكونة للمشروع .

3-2 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 ، رياح ، ثلوج ، وهبوط التربة أي 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 فان التصميم الإنشائي الذي يراد القيام به في مشروعنا هو تصميم المقاطع الإنشائية للعناصر الحاملة بتطبيق الكود الأمريكي

(Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI) .

وباستخدام مجموعة من البرامج المحوسبة لإتمام المشروع بشكل متكامل ومترابط و الحصول في النهاية على مبنى مقاوم لمختلف القوى الواقعة علية و تقديم مخططات تنفيذية متكاملة للمشروع .

وبالتالي يتم تحديد العناصر الإنشائية بناء على :-

- عامل الأمان (Safety Factor): و يتحقق هذا العامل من خلال اختيار مقاطع إنشائية قادرة على تحمل كافة القوى و الأحمال و الاجهادات الواقعة عليها .
- التكلفة الاقتصادية (Economical Cost): و يتحقق هذا العامل بالاعتماد على نوع المواد المستخدمة في البناء بحيث تكون مناسبة من حيث التكلفة و تلبي الغرض المستخدمة لأجله .
- حدود صلاحية المبنى للتشغيل (Serviceability): من حيث تجنب أي هبوط زائد (Deflection) و تجنب التشققات (Cracks) المثيرة لإزعاج المستخدمين .
- الشكل و النواحي الجمالية للمنشأ .

3-3 الدراسات النظرية والتحليل وطريقة العمل

إن من أهم الأعمال اللازمة للقيام بعملية التحليل و التصميم هي القيام بالدراسة النظرية للمشروع للوصول إلى أفضل ما يكون من عمليات التحليل و التصميم ، و يكون ذلك بعد دراسة العناصر الإنشائية بشكل كامل للمبنى و تحديد الأحمال الواقعة على كل عنصر للوصول إلى التصميم المتين و الأمن و طريقة العمل المناسبة .

3-4 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 ثقوب استكشاف في التربة بأعداد وأعماق مدروسة ، وأخذ العينات المستخرجة من أرض الموقع لعمل فحوصات التربة اللازمة عليها .

3-5 الأحمال

الأحمال هي مجموعة القوى التي تؤثر على المنشأ و يتم تصميم المنشأ ليتحملها . إن أي مبنى يتعرض لعدة أنواع من الأحمال يجب حسابها بدقة عالية لان 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 حدة لنبين تأثيره على المنشأ وكيفية التعامل معه .

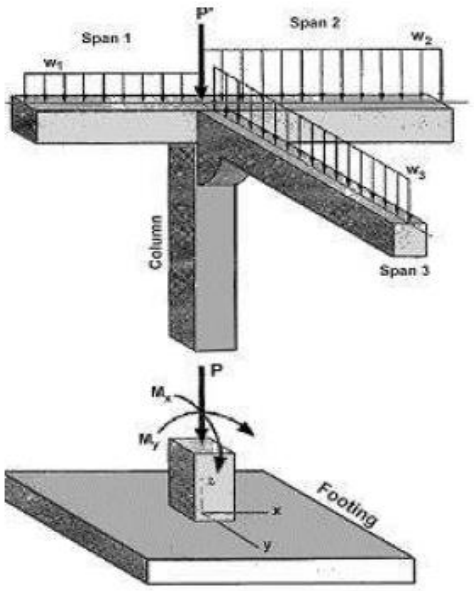
ويمكن تصنيف الأحمال المؤثرة على أي منشأ كالتالي :-

3-5-1 الأحمال الرئيسية (المباشرة) (Main Loads) , و هذه الأحمال تتضمن

- الأحمال الميتة (Dead Loads – DL) .
- الأحمال الحية (Live Load – LL) .

وهي الأحمال الناتجة من طبيعة الاستخدام لهذه المباني و حملها بالسكان والأثاث المتنوع .

- الأحمال البيئية.



الشكل (3-1) انتقال الأحمال .

3-5-2الأحمال الثانوية (غير المباشرة) (Secondary Loads) :-

وتشتمل على الانكماش الناتج عن الجفاف للخرسانة و التمدد الناتج عن التأثير الحراري و الزحف و الهبوط لتربة الأساس .

3-5-2-1 الأحمال الميتة :-

هي الأحمال الناتجة دائما عن وزن العناصر الإنشائية ، كالأوزان على مختلف أنواعها ، سواء الأوزان الذاتية للمنشأ ، أو أوزان العناصر الثابتة فوقها ، وتعتبر هذه الأحمال ذات تأثير دائم على المبنى ، أو قوى الجانبية الناتجة عن قوى خارجية كقوة دفع التربة للجدران الإستنادية مثلاً ، ويتم معرفة هذه الأحمال من خلال أبعاد وكثافات المواد المستخدمة في العناصر الإنشائية.

ويدخل ضمن هذا التعريف الأوزان الذاتية للمنشأ كالخرسانة المستخدمة وحديد التسليح و الجدران الخارجية ، و أعمال الأرضيات ، ومواد العزل ، و الحجارة المستخدمة في تغطية المبنى من الخارج، و القصارة ، و التمديدات الكهربائية والصحية و الأتربة المحمولة . والجدول رقم (3-1) يوضح الكثافات النوعية لكل المواد المستخدمة .

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

الجدول (3-1)الكثافة النوعية للمواد المستخدمة في العناصر الانشائية

3-5-2-2 الأحمال الحية :-

هي الأحمال التي تتعرض لها الأبنية و الإنشاءات بحكم استعمالاتها المختلفة ، أو استعمالات أي جزء منها ، بما في ذلك الأحمال الموزعة و المركزة ، وأحمال القصور الذاتي . و هي أحمال متغيرة من حيث المقدار و الموقع خلال عمر المبنى ، كما أنها تؤثر بشكل راسي و توضع بشكل مؤقت و يمكن نقلها, ويمكن تصنيفها كالتالي :-

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

و اعتمادا على الكود الأردني تم تحديد الحمل الحي ب $4\ KN/m^2$.

ويبين الجدول (3-2) قيم الأحمال الحية الواقعة على كل عنصر في المبنى اعتماداً على كود الأحمال والقوى الأردني :

رقم البند	نوع المساحات (Type of Area)	Live Loads (KN/m^2)
1	مساحات بمقاعد غير ثابتة	3.6
2	قاعات التجمع بمقاعد ثابتة	4
3	المطابخ (Kitchen)	4.5
4	الأدراج (Stairs)	4.5
5	المكاتب (Offices)	2.50
6	الممرات (Corridors)	4.5
7	المصعد (Elevator)	10.00
وقواطع الطوب (Partitions) مقدارها ($2.3\ KN/m^2$)		

جدول (3-2) يبين الأحمال الحية في المباني المختلفة .

3-5-2-3 الأحمال البيئية :-

وهي الأحمال الناتجة عن العوامل البيئية ، وتشمل أحمال الثلوج وأحمال الهزات الأرضية وأحمال التربة ، وهذه الأحمال تعتبر أحمالا متغيرة من ناحية المقدار و الموقع . وأحمال الرياح تكون متغيرة في الاتجاه ، وتعتمد على وحدة المساحة التي تواجهها ، بحيث تقوم دوائر الأرصاد الجوية بتحديد هذه القيم . و العناصر التي يعتمد عليها في تحديد هذه الأحمال هي السرعة ، والارتفاع للمبنى ، وأهمية هذا المبنى بالإضافة إلى عوامل أخرى لها علاقة بالموضوع . وفيما يلي بيان كل حمل على حدى :-

1 - أحمال الثلوج :-

هي الأحمال التي يمكن أن يتعرض لها السقف بفعل تراكم الثلوج ، و يمكن تقييم أحمال الثلوج على الأسس التالية :

- ارتفاع المنشأ عن سطح البحر .
- ميلان السطح المعرض لميلان الثلوج .
- لقد تم اعتماد حمل حي يبلغ($4\ KN/m^2$) للأسقف و ($1.5KN/m^2$) للسقف الاخير حسب الكود الاردني للاحمال الحية , حيث ان هذه القيمة أعلى من قيمة الثلوج و لذلك سوف يتم اخذ الاحمال الحية فقط بعين الاعتبار .

2 - أحمال الرياح :-

عبارة عن قوى أفقية تؤثر على الواجهات الخارجية للمبنى و قوى عمودية تؤثر على أسقف المبنى، و تكون موجبة إذا كانت ناتجة عن ضغط و سالبة إذا كانت ناتجة عن شد ، و تقاس بوحدة الضغط . و تحدد أحمال الرياح اعتمادا على سرعة الرياح القصوى و ارتفاع المبنى عن سطح الأرض ، و الموقع من حيث الإحاطة من مباني سواء كانت مرتفعة أم منخفضة ، و العديد من العوامل الأخرى . أحمال الزلازل أعلى من أحمال الرياح و لذلك سوف يتم اخذ أحمال الزلازل فقط بعين الاعتبار .

و سيتم اعتماد الكود الألماني (DIN 1055- 5) للحصول على قيم قوى الرياح الأفقية ، وهذا يظهر جليا في المعادلة التالية :

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

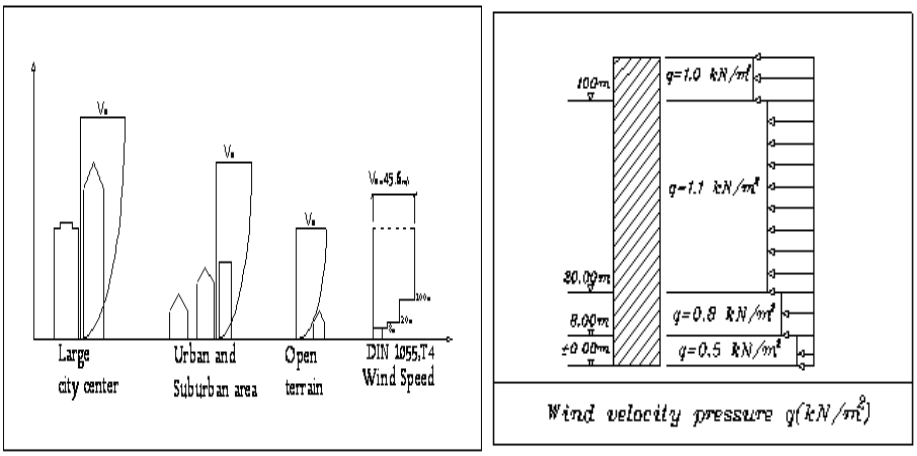
حيث أن :-

q: (Wind Velocity Pressure) الضغط الديناميكي للرياح على ارتفاع محدد من منسوب سطح الأرض المحيطة و وحدته (KN/m^2).

v : السرعة التصميمية للرياح (m/sec)

Height Above the surface. [m]	0 To 8	>8 To 20	>20 To 100	>100
Wind Speed. [m/sec]	**28.3**	**35.8**	**42**	45.6
Wind Velocity Pressure (q). [KN/m²]	**0.50**	**0.80**	**1.1**	1.30

Table (3 - 3): Wind Velocity Pressure (q) According To the German Code (DIN 1055-5).



الشكل (3-2) تأثير سرعة الرياح على قيمة الضغط الواقع على المبنى .

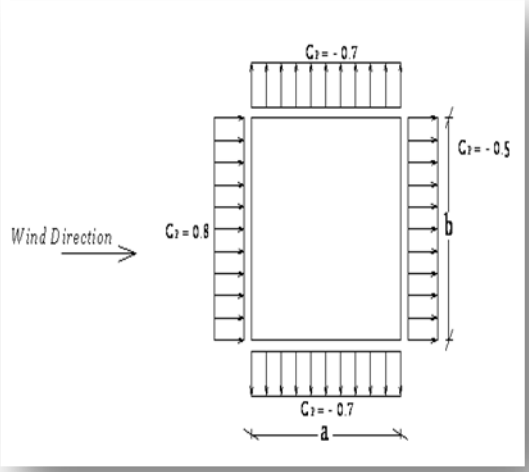
- **Wind Resultant :-**

W =Cp *q [KN/m²]

W=Cp *q *A [KN]

Cp: External Pressure Coefficient.

A: Exposure Area.



الشكل (3-3) تأثير أتجاه الرياح على قيمة الضغط الواقع على المبنى .

- **External Pressure Coefficient (Cp):-**

Cp = + 0.8 (pressure, Wind Ward)

Cp = - 0.5 (section, Lee Ward)

Cp = - 0.7 (section, Sideward), for ……. h/a > 0.5

Cp = - 0.5 (section Sideward), for ……. h/a ≤ 0.5

3- أحمال الزلازل :-

من أهم الأحمال البيئية وهي عبارة عن أحمال رأسية وأفقية تؤثر على المبنى، وتؤدي إلى تولد عزوم منها عزم الالتواء و عزم الانقلاب ، و يتم مقاومتها باستخدام جدران القص المصممة بمقطع و تسليح كافي تضمن سلامة المبنى عند تعرضه لمثل هذه الأحمال ، لذا يجب مراعاتها في عملية التصميم لتقليل الخطورة و المحافظة على ادعاء المبنى لوظيفته أثناء الزلازل .

3-6 العناصر الإنشائية

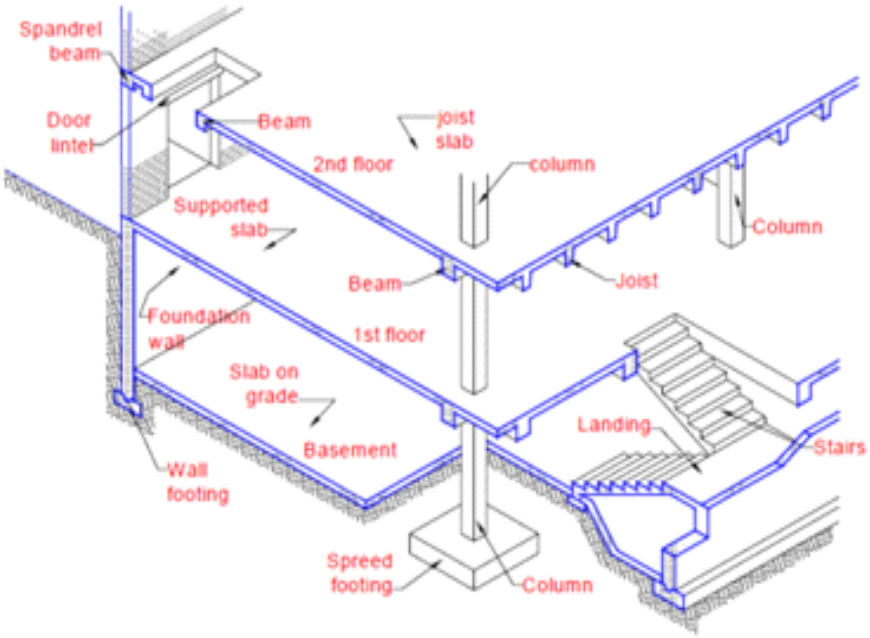
تتكون جميع المباني عادة من مجموعة من العناصر الإنشائية التي تتكاثف لكي تحافظ على استمرارية وجود المبنى وصلاحيته للاستخدام البشري ، ومن أهم هذه العناصر : -

- **الأساسات Foundations .**
- **الأعمدة Columns .**
- **الجسور Beams .**
- **العقدات Slabs .**
- **جدران القص Shear walls .**
- **الأدراج Stairs .**
- **الجدران الاستنادية Retaining Walls .**

- الجدران الحاملة Bearing Walls .

- فواصل التمدد System Joints

يوضح هذا المخطط بعض العناصر الإنشائية الموجودة في المبنى :-



الشكل (3-3) رسم توضيحي للعناصر الإنشائية .

3-6-1 العقدات (البلاطات) :-

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

ويوجد أنواع مختلفة وعديدة شائعة الاستعمال من البلاطات الخرسانية المسلحة ، منها ما يلي :

- العقدات المصمتة (Solid Slabs) .

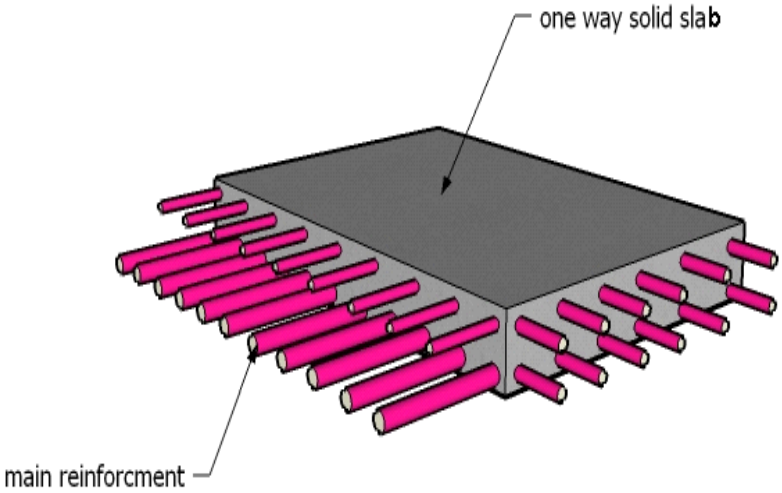
- العقدات المفرغة (Ribbed Slabs) .

ونظرا لوجود العديد من الفعاليات في هذا المشروع ، وتنوع المتطلبات المعمارية تم اختيار ثلاثة أنواع من العقدات كل حسب ما هو ملائم لطبيعة الاستخدام ، والذي سيوضح في التصاميم الإنشائية في الفصول اللاحقة ، وفيما يلي بيان لهذه الأنواع :-

3-6-1-1 العقدات المصمتة (Solid Slabs) :-

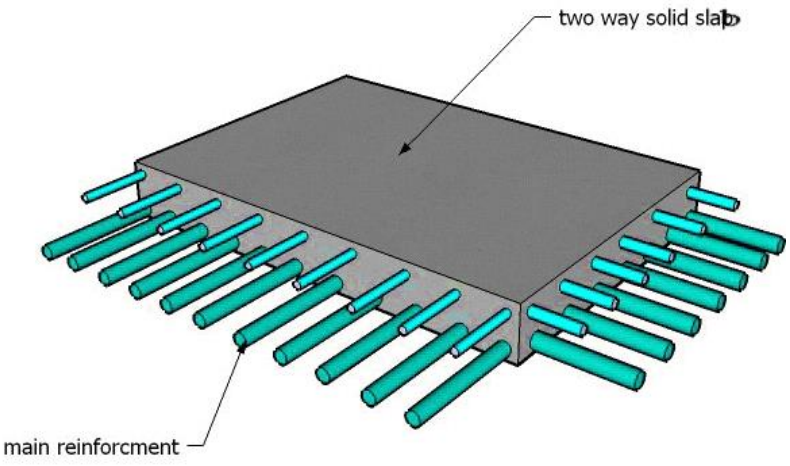
وينقسم هذا النوع إلى قسمين وهما :-

- **العقدات المصمتة في اتجاه واحد (One Way Solid Slabs) .**



الشكل (3-4) عقدة مصمتة باتجاه واحد .

- **العقدات المصمتة في اتجاهين (Two Way Solid Slabs) .**



الشكل (3-5) عقدة مصمتة باتجاهين .

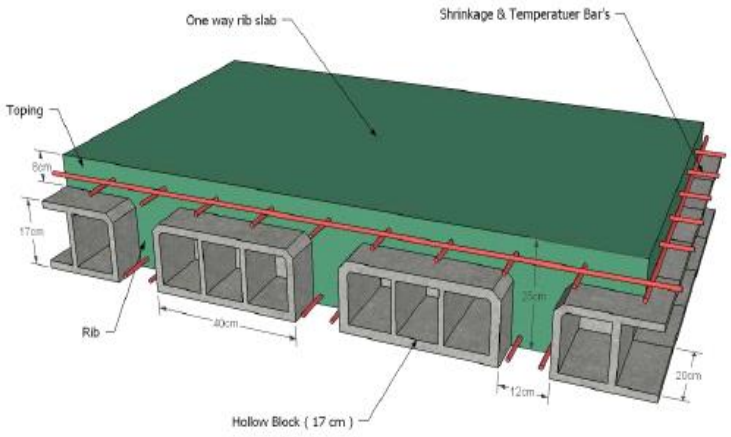
3-6-1-2 العقدات المفرغة (Ribbed Slabs) :-

أما العقدات المفرغة فتقسم إلى قسمين هما :-

- عقدات عصب في اتجاه واحد (One Way Ribbed Slabs) .
- عقدات عصب في اتجاهين (Two Way Ribbed Slabs) .

3-6-2-1-1 عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد (One Way Ribbed Slabs):-

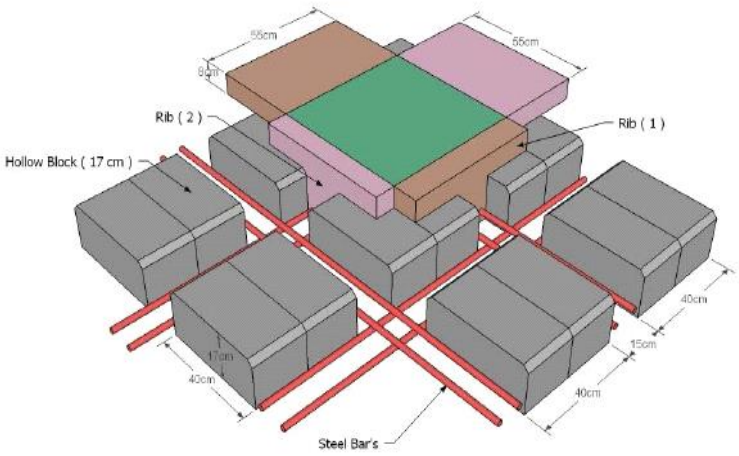
تستخدم هذه العقدات عندما يراد تغطية مساحات بدون جسور ساقطة ، وتستخدم لبحور طويلة ، ويتم استخدام هذه البلاطات في جميع طوابق هذا المشروع ، وذلك لخفة وزنها و فعاليتها .



الشكل (3-6) عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد .

3-6-2-1-2 عقدات العصب ذات الاتجاهين (Two Way Ribbed Slabs):-

عقدات العصب ذات الاتجاهين تستخدم في حالة المساحات الكبيرة نسبيا خاصة عندما تكون مسافات البحور للعقدة متقاربة و تكون المسافات أكثر من 6م .



الشكل (3-7) عقدات العصب ذات الاتجاهين .

2-6-3 الجسور :-

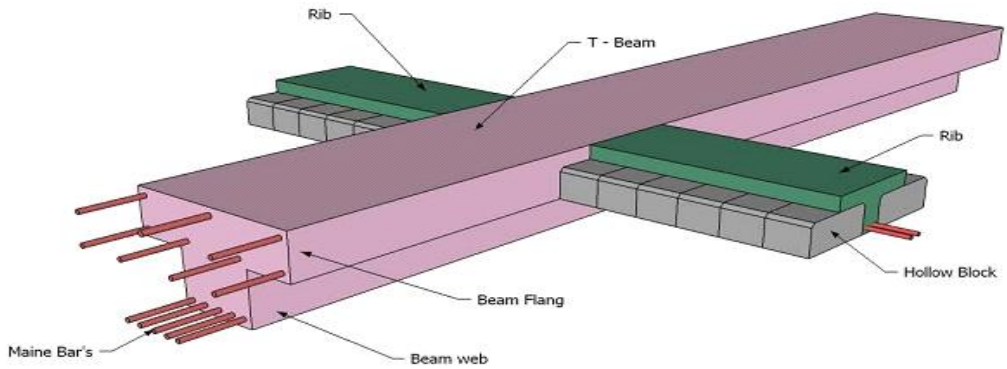
وهي عناصر إنشائية أساسية في نقل الأحمال من الأعصاب داخل العقدة إلى الأعمدة ، وهي نوعان :-

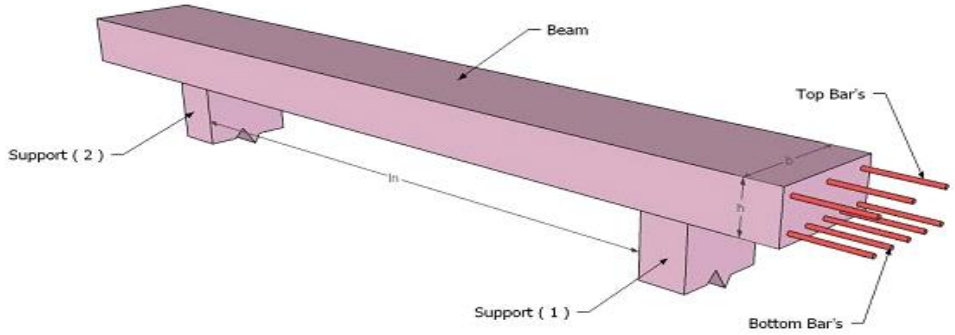
- **الجسور المسحورة :- عبارة عن الجسور المخفية داخل العقدات بحيث يكون ارتفاعها مساو لارتفاع العقدة .**

- **الجسور الساقطة (Dropped Beams) :-**

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

ونظرا للتوزيع الجيد القوى المؤثرة على السطح ومن ثم على الأعمدة و الجسور ، فقد استخدمنا الجسور المسحورة مع مراعاة عامل التقوس(الانحناء) (Limitation of Deflection) ، كما استخدمنا الجسور الساقطة .





الشكل (3-8) أشكال الجسور .

تستخدم الجسور في المباني للأغراض التالية :

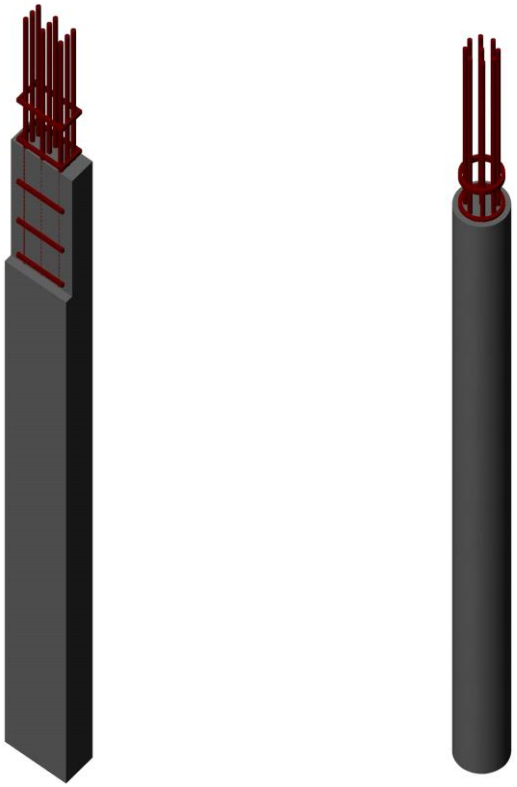
- **توضع الجسور تحت الحوائط لتحميل الحائط عليها تجنبا لتحميله مباشر على البلاطة الخراسانية الضعيفة .**
- **توضع الجسور أعلى الحوائط للتعتيب عليها وفي هذه الحالة يكون عمق الجسر كاف للنزول حتى منسوب الأعتاب ويمكن أن تكون مساوية أو اكبر من سمك الحائط .**
- **تقليل طول الانبعاج للأعمدة .**
- **تقسيم البلاطات الخرسانية ذات المساحات الواسعة إلى أجزاء كل جزء منها بمساحة يمكن تصميمها لتصبح بسمك وتسليح اقتصادي .**
- **تربيط الأعمدة مع بعضها وذلك لعمل مفعول الإطارات (Frames)**

3-6-3 الأعمدة :-

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

أما بالنسبة إلى أنواع الأعمدة فهي على نوعين : الأعمدة القصيرة والأعمدة الطويلة . ولمقاطع الأعمدة أشكال عديدة ، منها المستطيل و الدائري و المضلع و المربع و المركب .

وأما بالنسبة إلى الأعمدة المستخدمة في هذا المبنى فهي متنوعة من حيث الطول ، فهناك الأعمدة الطويلة ، بالإضافة إلى الأعمدة القصيرة ، ومن حيث طبيعتها ، فهناك ما هو من الخرسانة المسلحة و أخرى من الحجر الطبيعي أو من الحديد (Steel) ، ومن حيث الشكل فمنها ما هو دائري وأخرى مستطيلة ، الشكل (3-9) يبين عدد من مقاطع الأعمدة .



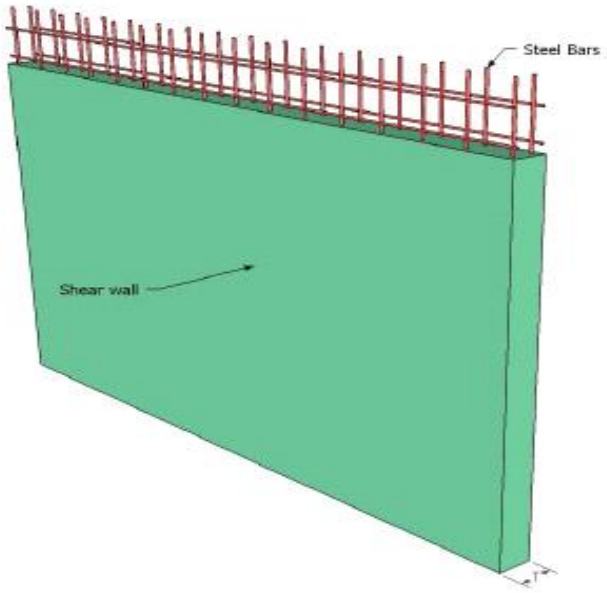
الشكل (3-9) يبين أنواع الأعمدة المستخدمة .

3-6-4 الجدران الخرسانية (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 walls) ، وهذه الجدران تسلح بطبقتين من الحديد حتى تزيد من كفاءتها على مقاومة القوى الأفقية .

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

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



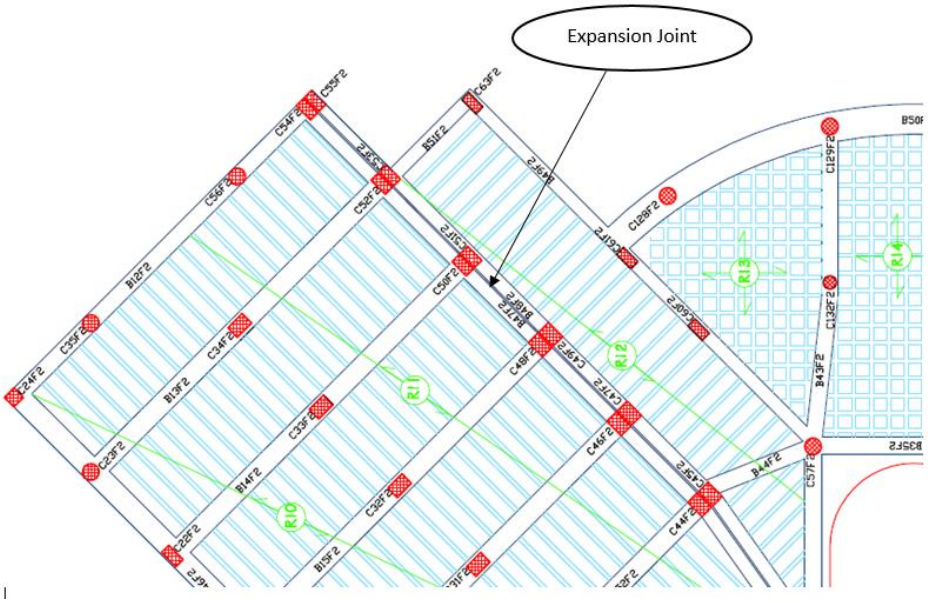
الشكل (3-10) جدار القص .

3-6-5 فواصل التمدد:-

تنفذ في كتل المباني ذات الأبعاد الأفقية الكبيرة أو ذات الأشكال والأوضاع الخاصة فواصل تمدد حراري أو فواصل هبوط ، وقد تكون الفواصل للغرضين معا. وعند تحليل المنشآت لدراستها كمقاوم لأفعال الزلازل تدعى هذه الفواصل بالفواصل الزلزالية ، ولهذه الفواصل بعض الاشتراطات والتوصيات الخاصة بها وفقاً لما يلي :-

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

وقد تم استخدام الفواصل في المبنى كما يظهر في الشكل (3-11)



الشكل (3-11) استخدام فواصل التمدد في المبنى .

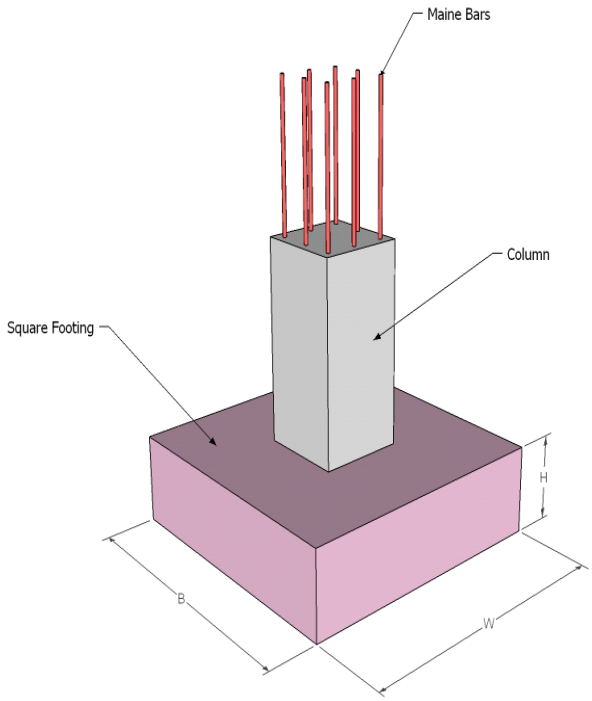
3-6-6 الأساسات:-

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

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

وتكون هذه الأحمال هي الأحمال التصميمية للأساسات ، وبناءا على الأحمال الواقعة عليها وطبيعة الموقع يتم تحديد نوع الأساسات المستخدمة ، ومن المتوقع استخدام أساسات من أنواع مختلفة وذلك تبعا لقوة تحمل التربة والأحمال الواقعة على كل أساس ، ونظرا لما يتخذه هيكل هذا المنشأ من شكل أفقي ليتلاءم وطبوغرافية الموقع .

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

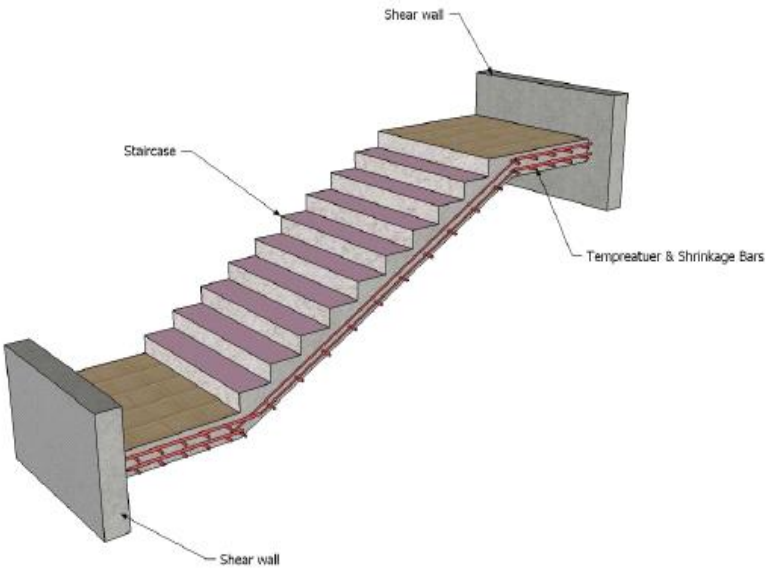


الشكل (3-12) شكل الأساس المنفرد .

3-6-7 الأدراج:-

الأدراج عبارة عن العنصر المعماري و الإنشائي المسؤول عن الانتقال الراسي بين الطبقات في المبنى ، حيث يتم تقسيم ارتفاع الطابق إلى ارتفاعات صغيرة تمثل ارتفاع الدرجة الواحدة . ويتم تصميم الدرج إنشائيا باعتباره عقدة مصمتة في اتجاه واحد ، وتم استخدامها في مشروعنا بشكل واضح موزعة على أرجاء المشروع .

والشكل (3-13) يبين شكل الدرج و طريقة تسليحه .



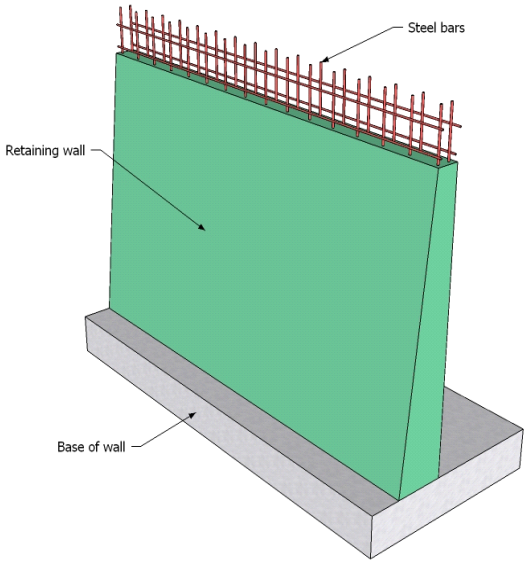
الشكل (3-13) مقطع توضيحي في الدرج .

3-6-8 الجدران الإستنادية:-

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

وهناك عدة أنواع من الجدران الإستنادية منها :

- **جدران الجاذبية (Gravity walls) التي تعتمد على وزنها .**
- **الجدران الكابولية (Cantilever walls) .**
- **جدران مدعمة (Braced walls) .**



الشكل (3-14) جدار استنادي .

3-7 البرامج الحاسوبية المستخدمة

- **AUTOCAD 2007: و ذلك لعمل الرسومات المفصلة للعناصر الإنشائية.**
- **ATIR: للتصميم الإنشائي.**
- **Microsoft Office 2016: تم استخدامه في أجزاء مختلفة من المشروع مثل كتابة النصوص و التنسيق و إخراج.**
- **ETABS**
- **SAFE لتصميم البلاطات المصمتة والقواعد المشتركة**

4

Chapter 4

Structural Analysis & Design

4-1 Introduction.

4-2 Determination of Slab Thickness.

4-3 Determination of Loads for rib.

4-4 Design of Rib.

4-5 Design of Beam.

4-6 Design of Column.

4-7 Design of Footing.

4-8 Design of Stairs.

4-9 Design of Shear Wall.

4-10 Design of Basement Wall

4.1 Introduction

The project consists of several structural elements that will be designed according to the ACI code and by using the finite element method using much of computer software such as "ATIR" and "STAADpro" to find the internal forces, deflections and moments for the all structural element in order to design them.

4.2 Determination of Slab Thickness

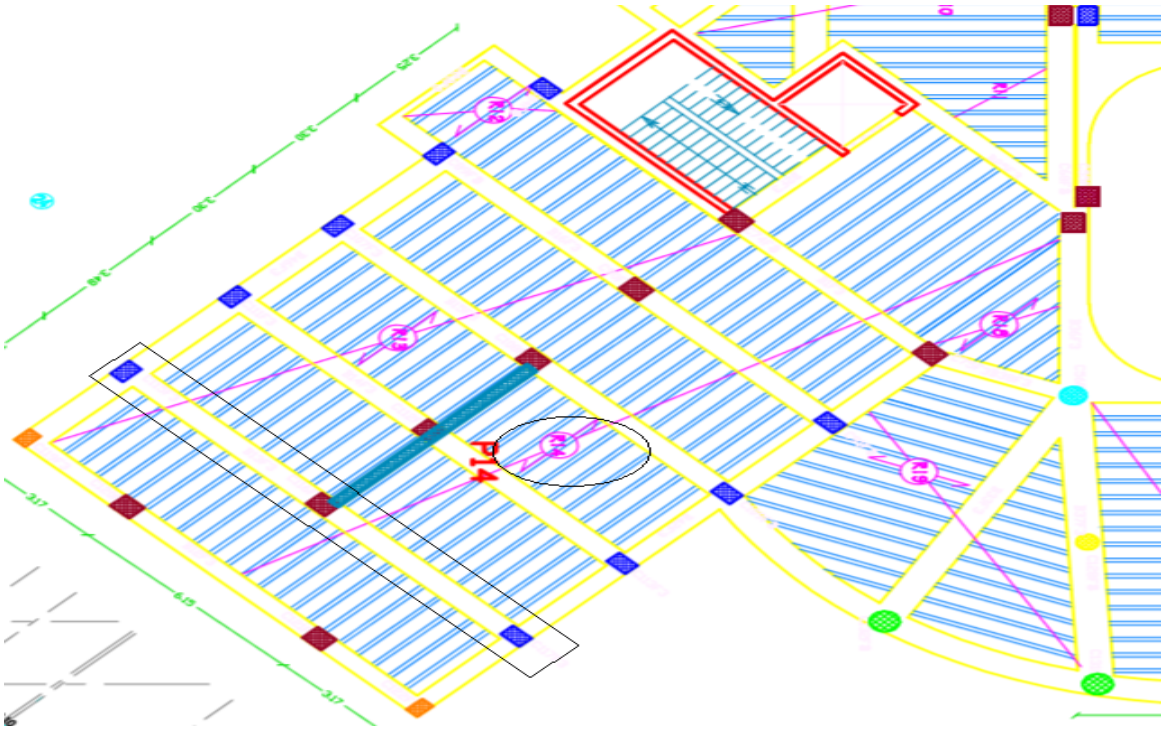


Figure (4-1): Third Floor Slab.

According to ACI-Code-318-05, the minimum thickness of non-prestressed beams or one way slabs unless deflections are computed as follow:

- For one-end continuous $h_{min=} \frac{L}{18.5}$

$h_{min=} \frac{625}{18.5} = 33.78$ **cm.**

- For both-end continuous $h_{min=} \frac{L}{21}$**:**

$h_{min=} \frac{615}{21} = 29.28$ **cm.**

The minimum ribbed slab thickness will be $h_{min=}$ **338 mm.**

Take slab thickness $h_{=}$ **350 mm >** $h_{min=}$ **338 mm .**

$h_{=}$ **35 cm (27 cm Hollow Block + 8 cm Topping).**

4.3 Determination of Loads for rib

4.3.1. A Determination of Dead loads

Type	γ_b h	KN/m
Topping	0.08*0.52*25	1.04
Hollow block	0.4*0.27*10	1.08
Plaster	0.03*0.52*22	0.343
R.C rib	0.12*0.27*25	0.81
Sum	3.27	

4.3.1. B Determination of live loads

Nominal Total live load = 1.5 * 0.52 = 0.78 KN/m of rib.

4.3.1. C Determination of factored dead and live loads

Factored dead load = 1.2*Dead load = 1.2*3.27 = 3.924 KN/m.

Factored Live load = 1.6*live load = 1.6*0.78 = 1.248 KN/m.

4.4 Design of Rib

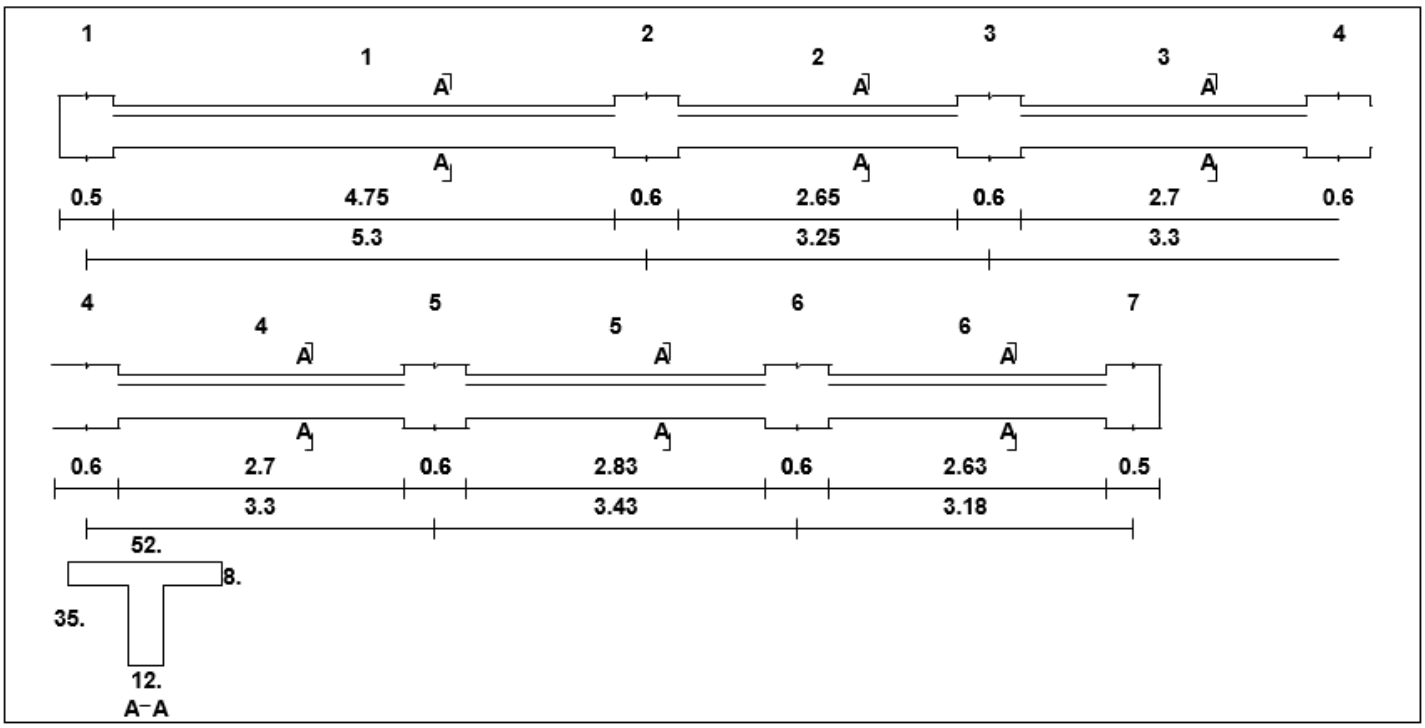


Figure (4-2): Rib geometry

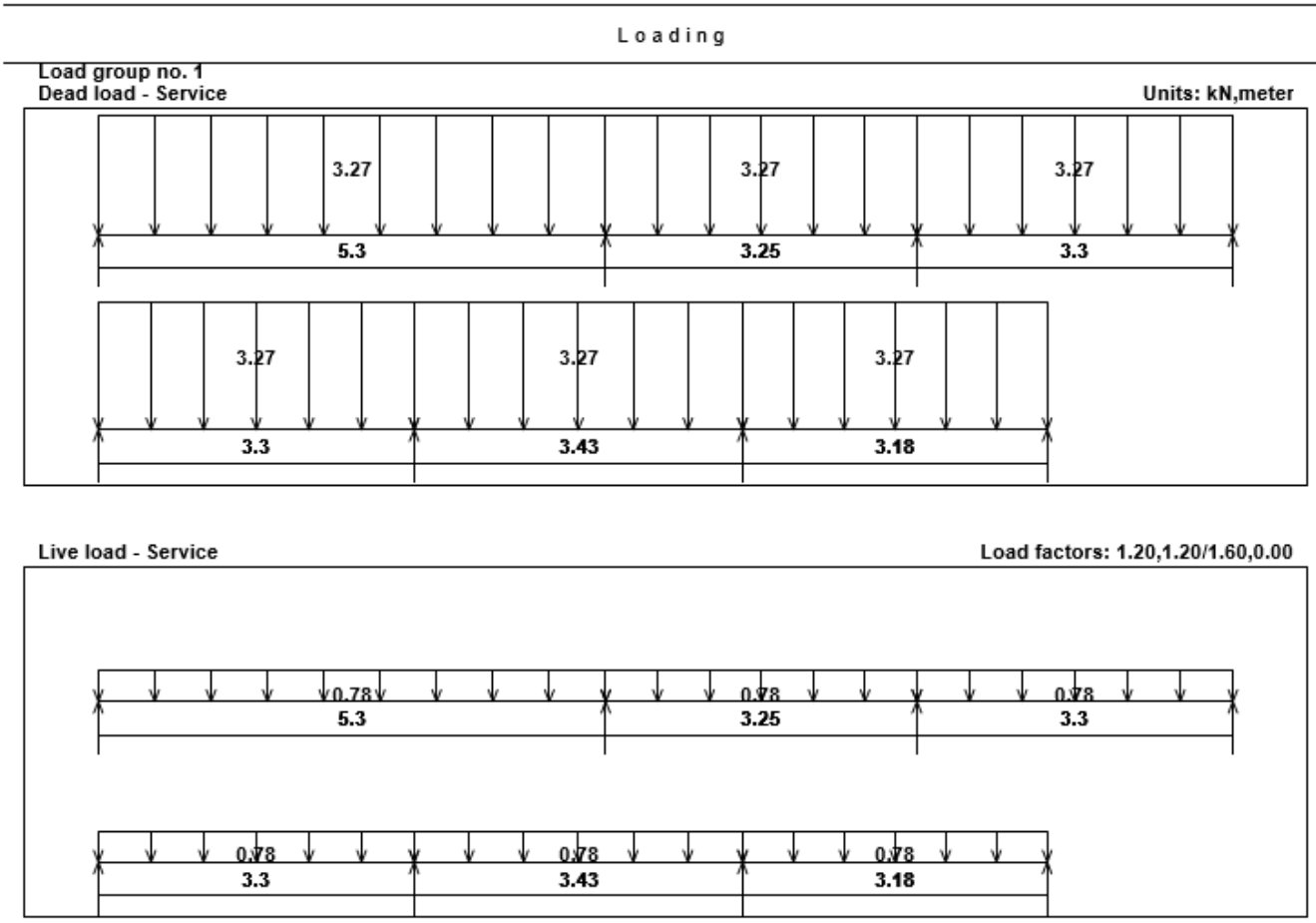


Figure (4-3): loading of Rib.

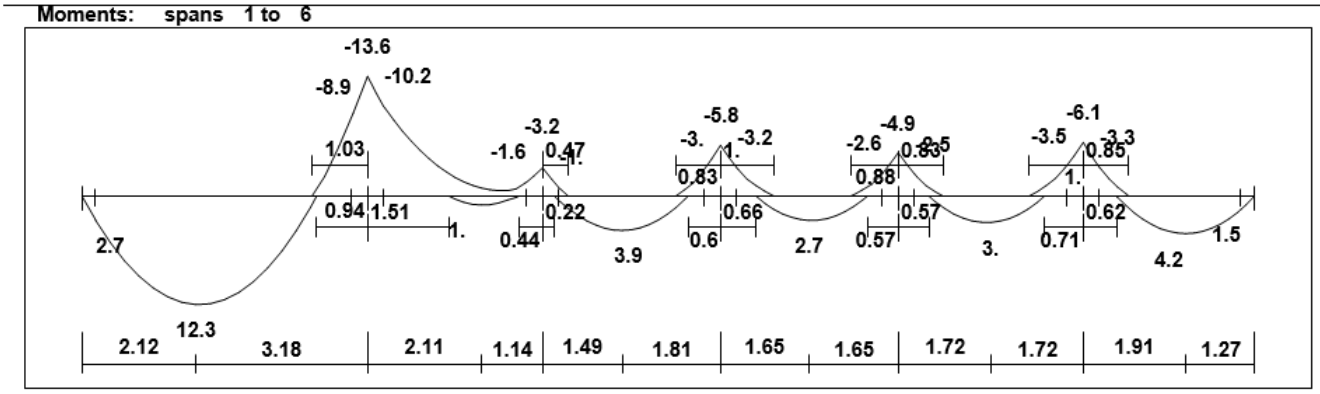


Figure (4-4): Moment Envelop of Rib.

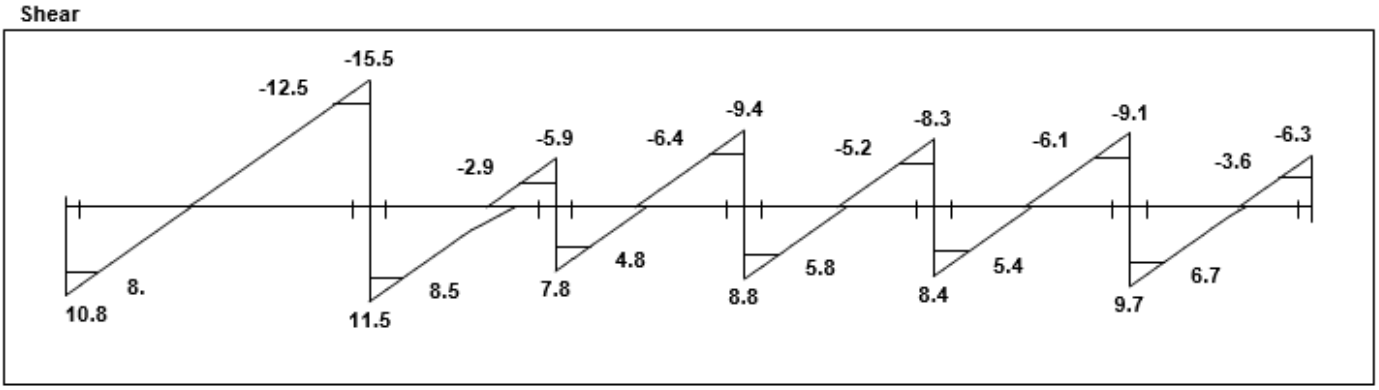
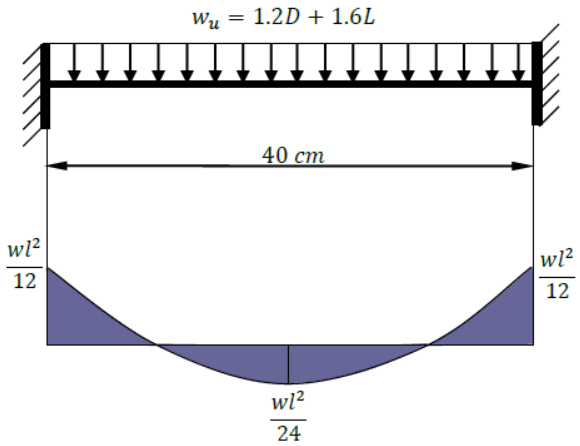


Figure (4-5): Shear Envelop of Rib.

4.4.1Topping Design

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



Dead Load calculations

Topping = 0.08*25 = 2 kN/m

Live Load calculations

1.5*0.52 = 0.78 kN/m

Total Factored Load: Wu = 1.2(2) +1.6(0.78) =3.65 kN/m

Mu = $\frac{Wu*l^2}{12}$ =$\frac{3.65*0.4^2}{12}$ = 0.0487 kN.m/ m strip width

ØMn ≥ Mu-Strength condition, where Ø=0.55 for plain concrete.

Mn = 0.42λ$\sqrt{fc'}\,Sm$ (ACI 22.5.1, Equation 22-2)

Where Sm for rectangular section of the slab:

Sm = $\frac{bh^2}{6}$ = $\frac{1000*80^2}{6}$ = 1066666.67 mm3

Mn = 0.42*1$\sqrt{24} * 1066666.67 * 10^{-6}$ = 2.24 kN.m

ØMn = 0.55*2.24 = 1.232 kN.m ≥ Mu = 0.0487 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, $\rho shrinkage = 0.0018$.

As = ρbd = 0.0018*1000*80 = 144mm2 /m strip

Try bars Ø8 with As = 50.27

Bar # = $\frac{144}{50.27}$ = 2.86 bar

Use 3Ø8 mm, As = 150.8 mm^2 / m strip or Ø8 @ 300 mm in both directions.

Step(s) is the smallest of:

1. 3h = 3*80 = 240 mm – Control
2. 450 mm
3. S = 380($\frac{280}{fs}$)-2.5Cc = 380 ($\frac{280}{\frac{2}{3}*420}$)-2.5(20) = 349 mm but

   S ≤ 300($\frac{280}{fs}$)-2.5Cc = 300($\frac{280}{\frac{2}{3}*420}$) = 315 mm

   Take Ø 8 @ 200 mm in both directions. S = 200mm < S max = 240 mm – Ok

   From practical concederation, 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 width block).

4.4.2 Design for flexure

4.4.2.1 Design of rib for Positive moments

Mu* = +12.3 *KN.m

Assume bar diameter Ø10 for main positive reinforcement:

$\boldsymbol{d = 350 - 20 - 10 - (\frac{10}{2}) = 315\ mm.}$

The effective flange width (b_{eff}) is the smallest of:

a- $\boldsymbol{b_{eff} \leq L/4 = \frac{2630}{4} = 658mm.}$

b- $b_{eff} \leq 120+16(80) = 1400mm.$

c- $b_{eff} \leq 400 + 120 = 520mm.$ **(Control)**

Take $b_{eff} = 520mm.$

Check if $> h_f$ **:**

$Mnf = 0.85*24*520*80*(315 - \frac{80}{2})*10^{-6} = 232.53\ KN.m.$

$Mnf = 232.53 >> \frac{Mu}{\emptyset} = \frac{12.3}{0.9} = 13.67\ KN.m \rightarrow a < h_f$ **.**

The section will be designed as rectangular section with $b = 520\ mm.$

$M_n = \frac{12.3}{0.9} = 13.67\ KN.m.$

$m = \frac{fy}{0.85*fc'} = \frac{420}{0.85*24} = 20.60$

$Rn = \frac{Mn}{b*d^2} = \frac{13.67*10^6}{520*(315)^2} = 0.267\ MPa.$

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*Rn*m}{fy}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*0.267*20.6}{420}}\right) = 0.00064$

$As = \rho * b * d = 0.00064\ (520)\ (315) = 104.5\ mm^2$ **.**

Check for min **:**

$As\ min = \frac{\sqrt{fc'}}{4*fy} * bw * d \geq \frac{1.4}{fy} * bw * d$

$\frac{\sqrt{24}}{4 * 420} * 120 * 315 \geq \frac{1.4}{420} * 120 * 315$

$As\ min = 109.88\ mm^2$

$As\ min = 125.6\ mm^2$

$As\ min = 125.6\ mm^2 \geq As = 104.5\ mm^2$

# of bars = $As / As\ bar$ **= 125.6/78.54 = 1.6 bars** *** Note** $A_{\Phi 10}$**= 78.54** mm^2.

Use 2 ∅ 10 mm ***As = 157.08*** mm^2 $\geq As, min$ ***OK***

- Chick for strain :

  Tension = compression

  As * fy = 0.85 * fc' * b * a

  $157.08 * 420 = 0.85 * 520 * 24 * a$

  $a = 6.22\ mm$

  $c = \frac{a}{B1} = 7.32\ mm$

  $\varepsilon_s = \frac{d-c}{c} * 0.003 = 0.125 \geq 0.005$ *Ok*

Usually, no reinforcement less than 2Ø10 can be used. So, for all spans with positive moments equal or less than Mu=+12.3 $. m$ ***, use 2Ø10 for each rib span.***

4.4.2.2 Design of rib for negative moments

Mu = -10.2 $KN. m$

Assume bar diameter ∅10 for main negative reinforcement:

d **= 350 - 20 - 10 -** $(\frac{10}{2})$ **= 315**mm**.**

$M\ n = \frac{10.2}{0.9}$ **= 11.33** $KN. m$.

m = $\frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24}$ **= 20.60**

$$Rn = \frac{Mn}{b*d^2} = \frac{11.33*10^6}{120*(315)^2} = 0.951\ MPa.$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*Rn*m}{fy}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*0.905*20.6}{420}}\right) = 0.00232$$

$$As = \rho * b * d = 0.00232\ (120)\ (315) = 87.74\ mm^2\ .$$

Check for min :

$$As\ min = \frac{\sqrt{fc'}}{4*fy} * bw * d \geq \frac{1.4}{fy} * bw * d$$

$$\frac{\sqrt{24}}{4*420} * 120 * 315 \geq \frac{1.4}{420} * 120 * 315$$

$$As\ min = 109.88\ mm^2 \geq As\ min = 125.6\ mm^2$$

$$As\ min = 125.6\ mm^2 \geq As = 87.74\ mm^2$$

# of bars = $As/\ As\ bar$ = 125.6/78.54 = 1.6 bars *** Note $A_{\Phi 10}$= 78.54 mm^2.**

Use 2 ∅ 10 mm ***As = 157.08 mm^2 ≥ As, min OK***

- **Chick for strain :**

  Tension = compression

  As * fy = 0.85 * fc' * b * a

  $157.08 * 420 = 0.85 * 120 * 24 * a$

  a = 26.95 mm *c* = $\frac{a}{B1}$ *= 31.71 mm*

  $\varepsilon_s = \frac{d-c}{c} * 0.003$ *= 0.0268 ≥ 0.005 Ok*

  Usually, no reinforcement less than 2Ø10 can be used. So, for all spans with negative moments equal or less than Mu= -10.2 . m , use 2Ø10 for each rib span.

4.4.3 Design of shear for rib

The maximum shear force at the distance from the face of support Vu = -12.5 kN. Shear strength, Vc, 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).

Vu = -12.5 kN

Vc = 1.1*(0.17)*$\sqrt{fc'}$* bw*d = 1.1*(0.17)* $\sqrt{24}$*$\frac{120*315}{1000}$ = 34.63 kN.

$$\emptyset Vc = 0.75 * 34.63 = 25.97kN$$

$$\frac{1}{2}\emptyset Vc = 12.99 \geq Vu = 12.5 \quad Ok$$

So, No shear reinforcement is provided.

4.5 Design of Beam

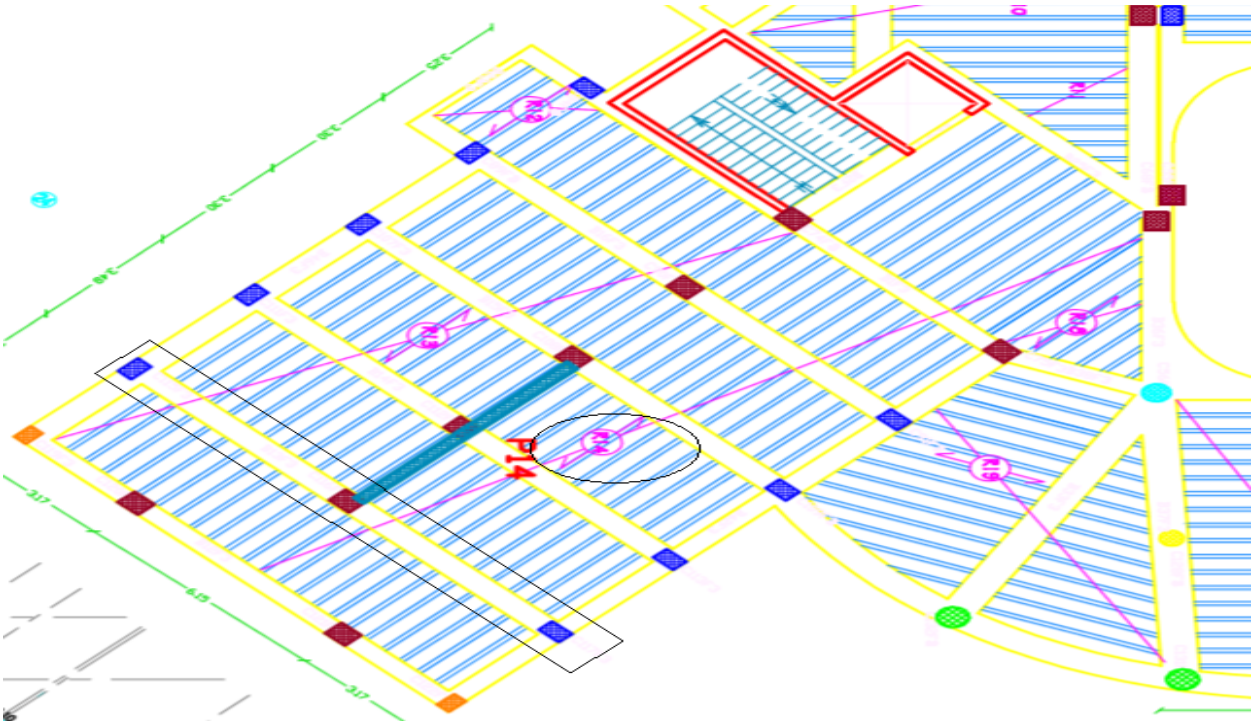


Figure (4-6): Beam Plan

4.5.1. A Determination of Dead load for beam

O.W = 24*0.6*0.35 =5.04 kN/m

From Rib 16: D.L = 11.5/0.52 = 22.1 kN/m

From Rib 17: D.L = 11.43/0.52 = 21.98 kN/m

4.5.1. B Determination Live loads for beam

From Rib 16: L.L = 3.1/0.52 = 5.96 kN/m

From Rib 17: L.L = 3.1/0.52 = 5.96 kN/m

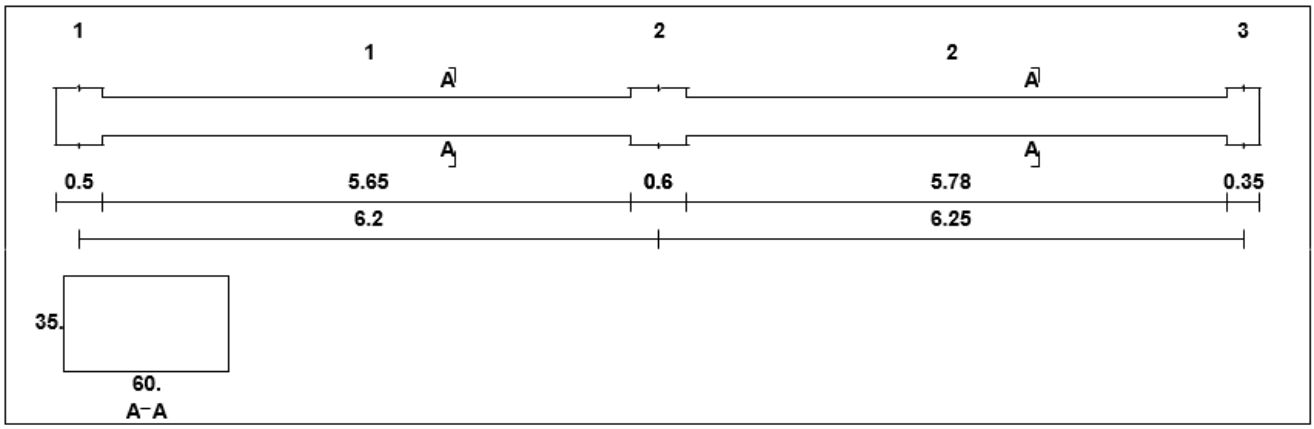


Figure (4-7): Beam Geometry

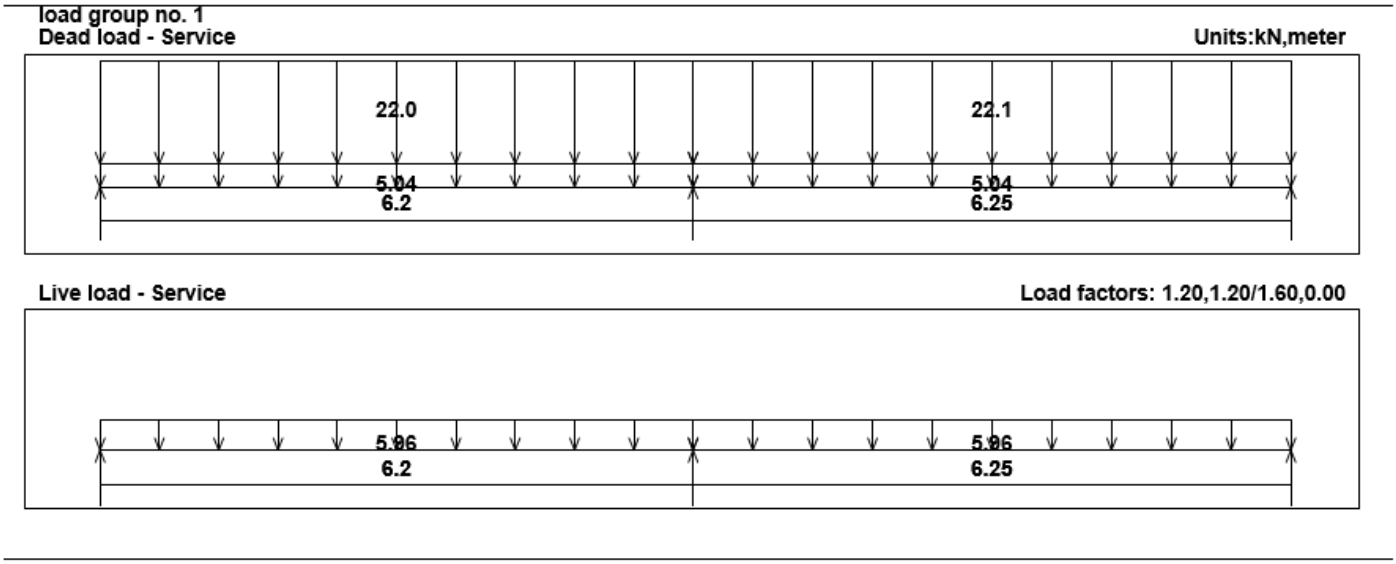


Figure (4-8): Load of beam

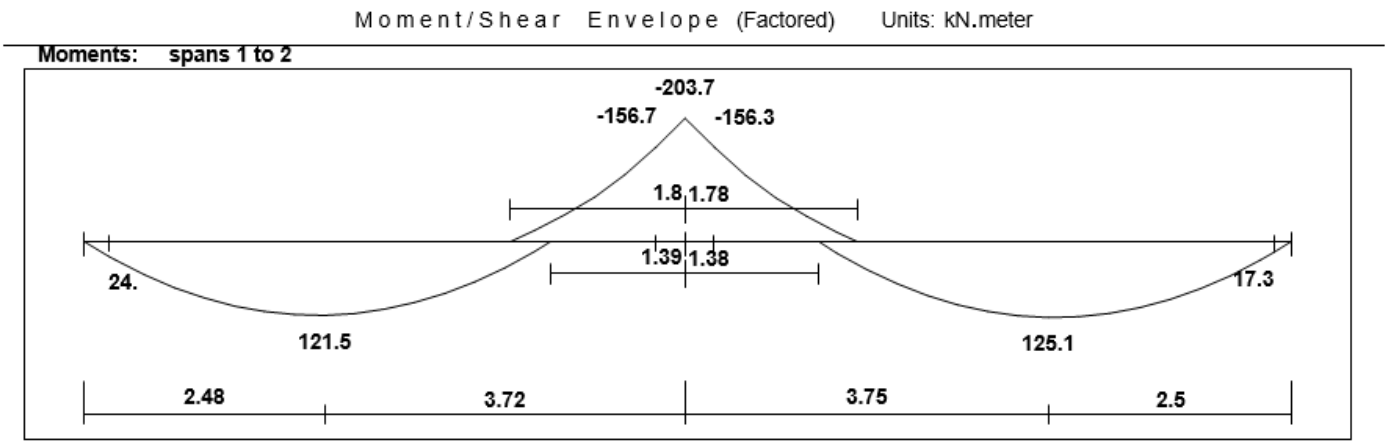


Figure (4-9): Moment Envelop for Beam

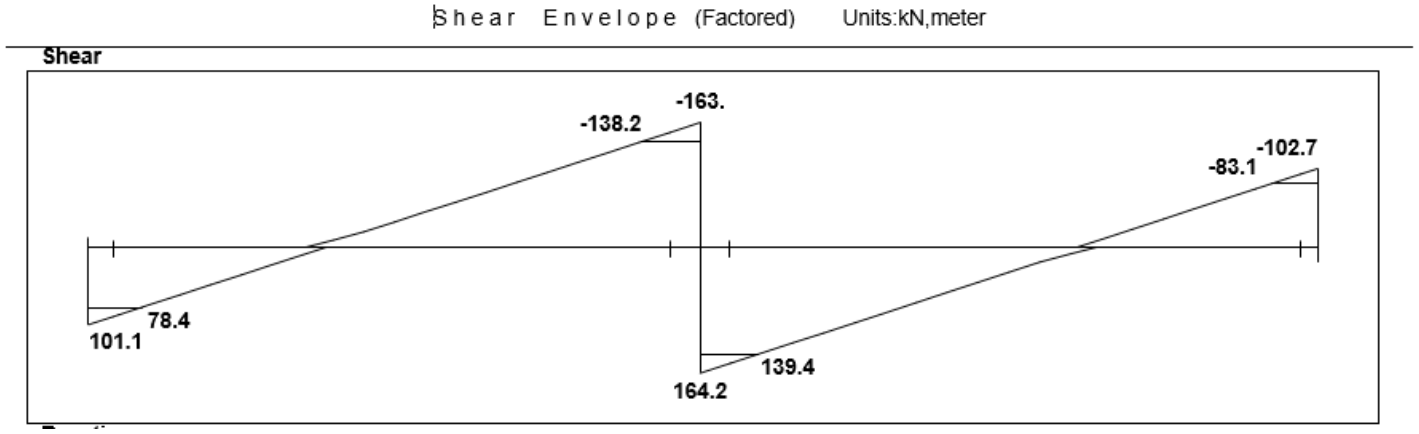


Figure (4-10): Shear Envelop for Beam

4.5.2 Design for flexure

4.5.2.1 Design of beam for Positive moments

Assume bar diameter = ∅20:

d = 350 - 40 - 10 - ($\frac{20}{2}$) = 290 mm.

$Mu = +125.1\ KN.m$:

$$cmax = \frac{3}{7}d = 3 * \frac{290}{7} = 125.14\ mm$$

$$a = 0.85\ C = 0.85 * 125.14 = 106.37\ mm.$$

$$\Phi\ Mn\ max = \Phi\ 0.85\ fc' * a * b\ (d - a/2)$$

0.82*0.85 *24*106.37*600*(290 -106.37/2)*10^-6 = 254.96 KN.m > Mu = 125.1 $KN.m$ –ok.

Design as singly reinforced concrete section.

$$Mn = Mu/0.9 = 125.1/0.9 = 139\ KN.m.$$

$$Rn = \frac{Mn}{b * d^2} = \frac{139 * 10^6}{600 * 290^2} = 1.81\ \text{Mpa}$$

m = $\frac{fy}{0.85*fc'}$ = $\frac{420}{0.85*24}$= 20.60

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*Rn*m}{fy}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*1.81*20.6}{420}}\right)$ = 0.0045

$As = \rho * b * d$ = 0.0045 (600) (292) = 788.4 mm^2 .

Check for min :

$$\boldsymbol{As\ min = \frac{\sqrt{fc'}}{4*fy} * bw * d\ \geq\ \frac{1.4}{fy} * bw * d}$$

$$\boldsymbol{\frac{\sqrt{24}}{4 * 420} * 600 * 292\ \geq\ \frac{1.4}{420} * 600 * 292}$$

$$\boldsymbol{As\ min = 510.90\ mm^2}$$

$$\boldsymbol{As\ min = 584\ mm^2}$$

$$\boldsymbol{As\ = 788.4\ mm^2 \geq As\ min = 584\ mm^2}$$

# of bars = $As/\ As\ bar$ = 788.4/314.2 = 4 bars *** Note $A_{\Phi 20}$= 314.2 mm²**

Use 4 ∅ 20 mm ***As = 1256.6 mm² ≥ As, min OK***

- Chick for strain :

  Tension = compression

  As * fy = 0.85 * fc' * b * a

  $1256.6 * 420 = 0.85 * 600 * 24 * a$

  a = 52.38 mm

  $c = \frac{a}{B1}$ *= 61.62 mm*

  $\varepsilon_S = \frac{d-c}{c} * 0.003$ *= 0.0112 ≥ 0.005 Ok*

  Check for bars spacing:

$S = \ (600 \ - \ 40 * 2 - \ 2 * 10 \ - 4 * 20 \ )/3 \ = \ 140 \text{ mm} \ > \ 25 \ mm \ - \ OK.$

4.5.2.2 Design of beam for Negative moments

Assume bar diameter ∅20:

d = 350 - 40 - 10 - ($\frac{20}{2}$) = 290 mm.

$Mu = -156.7 \ KN.m$:

$$cmax = \frac{3}{7} d = 3 * \frac{290}{7} = 125.14 \ mm$$

$$a = 0.85 \ C = 0.85 * 125.14 = 106.37 \ mm.$$

$$\Phi \ Mn \ max = \Phi \ 0.85 \ fc' * a * b \ (d - a/2)$$

0.82*0.85 *24*106.37*600*(290 -106.37/2)*10^-6 = 254.96 KN.m > Mu = 156.7 $KN.m$ –ok.

Design as singly reinforced concrete section.

$$Mn = \frac{Mu}{0.9} = \frac{156.7}{0.9} = 174.11 \ KN.m.$$

$$Rn = \frac{Mn}{b * d^2} = \frac{174.11 * 10^6}{600 * 290^2} = 3.40 \text{ Mpa}$$

m = $\frac{fy}{0.85 * fc'}$ = $\frac{420}{0.85 * 24}$= 20.60

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * Rn * m}{fy}}\right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 3.40 * 20.6}{420}}\right) = 0.0089$$

$As = \rho * b * d$ = 0.0089 (600) (292) = 1559.3 mm^2 .

Check for min :

$$As\ min = \frac{\sqrt{fc'}}{4*fy} * bw * d \geq \frac{1.4}{fy} * bw * d$$

$$\frac{\sqrt{24}}{4 * 420} * 600 * 290 \geq \frac{1.4}{420} * 600 * 290$$

$$As\ min = 510.90\ mm^2$$

$$As\ min = 584\ mm^2$$

$$As = 1559.3\ mm^2 \geq As\ min = 584\ mm^2$$

# of bars = $As / As\ bar$ = 1559.3 /314.2 = 5 bars *** Note $A_{\Phi 20}$= 314.2 mm²**

Use 6 ∅ 20 mm ***As = 1884.96 mm² ≥ As, min OK***

- Chick for strain :

  Tension = compression

  As * fy = 0.85 * fc' * b * a

  $1884.96 * 420 = 0.85 * 600 * 24 * a$

  a = 64.68 mm

  $c = \frac{a}{B1}$ *= 76.0 mm*

  $\varepsilon_S = \frac{d-c}{c} * 0.003$ *= 0.0085 ≥ 0.005 Ok*

  Check for bars spacing:

$S = [600 - (40 * 2) - (2 * 10) - (6 * 20)]/5 = 76\ \text{mm} > 25\ mm - OK.$

4.5.3 Design of shear for beam

$\boldsymbol{Vu = +139.4\ KN}$:

Critical section at distance d =290 mm from the face of support. Vu max = 139.4 kN.

Vc = $0.17 * \sqrt{fc'} * \boldsymbol{bw} * \boldsymbol{d} = \boldsymbol{0.17} * \sqrt{\boldsymbol{24}} * 600 * 292 = 145.91\ kN$

$\boldsymbol{\emptyset Vc = 0.75 * 145.91 = 109.43\ kN}$ **< Vu**

Check for section dimensions:

Vs = $\frac{\boldsymbol{Vu}}{\emptyset} - \boldsymbol{Vc} = \frac{139.4}{\boldsymbol{0.75}} - \boldsymbol{145.91 = 39.96\ kN}$

Vs max = $\frac{\boldsymbol{2}}{\boldsymbol{3}}\sqrt{\boldsymbol{fc'}} * \boldsymbol{bw} * \boldsymbol{d} = \frac{\boldsymbol{2}}{\boldsymbol{3}}\sqrt{\boldsymbol{24}} * \boldsymbol{600} * \boldsymbol{292} * \boldsymbol{10^{-3}} = \boldsymbol{572.20\ kN}$

Vs = 39.96 < Vs max = 572.20

The section is large enough.

Find the maximum stirrups spacing

Vs' = $\frac{\boldsymbol{1}}{\boldsymbol{3}}\sqrt{\boldsymbol{fc'}} * \boldsymbol{bw} * \boldsymbol{d} = \frac{\boldsymbol{1}}{\boldsymbol{3}}\sqrt{\boldsymbol{24}} * \boldsymbol{600} * \boldsymbol{290} = \boldsymbol{286.10\ kN}$

Vs = 39.96 < Vs' = 286.10 KN then

S max ≤ 600 mm, **S max ≤** $\frac{\boldsymbol{d}}{\boldsymbol{2}} = \frac{\boldsymbol{290}}{\boldsymbol{2}} = \boldsymbol{145\ mm - Control}$

Check for $\boldsymbol{Vsmin}$ **:-**

Av, min = $\frac{\boldsymbol{1}}{\boldsymbol{16}}\sqrt{\boldsymbol{fc'}} * \frac{\boldsymbol{bw*s}}{\boldsymbol{fyt}}$ ***but not less than***

Av, min = $\frac{1}{3} * \frac{bw*s}{fyt}$ ***- Control*** $\left(\frac{1}{16}\sqrt{fc'} = \frac{5}{16} < \frac{1}{3}\right)$

Vs, min = $\frac{1}{16}\sqrt{fc'} * bw * d = \frac{1}{16}\sqrt{24} * 600 * 292 * 10^{-3} = 53.64\ KN$

Vs, min = $\frac{1}{3} * bw * d = \frac{1}{3} * 600 * 292 * 10^{-3} = 58.40\ KN - conrol$

$\emptyset Vc < Vu \leq (vc + Vs, min)$

*0.75*145.91 = 109.43 < 139.4 ≤* 0.75*(145.91+58.4) = 153.23 -ok*

$Take\ Av = 2\Phi 10 = 2 * 78.5 = 157.1\ mm2$

$Av/S = Vs/fy * d$

$157.1/S = 39.96/(292 * 420) \rightarrow S = 482\ mm.$

$S = 482\ mm < 292/2 = 146\ mm$ – *not ok.*

$Select\ S = 15\ cm$

Use $\Phi 10$ ($2\ legs$) @ $15\ cm$.

4-6 Design of column (C82)

$f_c' = 24\ Mpa$

$P_D = 2200\ KN$

$P_L = 715KN$

$P_u = 1.2P_D + 1.6P_L = 1.2 \times 2200 + 1.6 \times 715 = 3784KN$

$P_n = \frac{P_u}{\phi} = \frac{3784}{0.65} = 5821.5\ KN \quad \dots\ use\ \phi = 0.65 - for\ tied\ column$

$Assume\ rectangular\ section\ with$:

$Use\ \rho = 1.5\ \%$

$P_n = 0.85\big(0.85 \times f_c^{'}(A_g - A_{ST}) + A_{ST}[f_y]\big)$

$A_{ST} = .015 * A_g$

$Use\ 0.85\ for\ tied\ column$

$5821.5 * 10^3 = 0.85 \times \big(0.85 \times 24 * \big(A_g - 0.015A_g\big) + \big[.015A_g * 420\big]\big)$

$A_g = 259483.2\ mm^2$

$Use\ 0.6 \times 0.5\ m^2\ with\ A_g = 300000\ mm^2 > A_{g.required} = 259483.2\ mm^2$

1) $Check\ \ for\ Slenderness$:

$$\frac{K \times l_u}{r} \leq 34 - 12\left(\frac{M_1}{M_2}\right) \leq 40$$

$$\left(\frac{M_1}{M_2}\right) = 1 - for\ braced\ \ frame\ with\ M_{min}.$$

l_u: $Actual\ unsupported\ (unbraced)\ length.$

r: $radius\ of\ gyration\ of\ its\ cross\ section =\ 0.3\ h$

$l_u\ = 4\ m$

$K = 1.0 - for\ columns\ in\ nonsway\ frame.$

$a)\ In\ 50\ cm - Dirction$:

$$\frac{K \times l_u}{r} \leq 34 - 12 \times 1.0 = 22 < 40$$

$$\frac{K \times l_u}{r_x} = \frac{1 \times 4}{0.3 \times 0.5} = 26.7 > 22$$

$\therefore\ long\ \ Column\ for\ bending\ about\ X - axis.$

$b)\ In\ 60\ cm - Dirction$:

$$\frac{K \times l_u}{r} \leq 34 - 12 \times 1.0 = 22 < 40$$

$$\frac{K \times l_u}{r_y} = \frac{1 \times 4}{0.3 \times 0.6} = 22.22 < 22$$

$\therefore\ short\ Column\ for\ bending\ about\ Y - axis.$

- $long\ \ Column\ in\ one\ direction$

2) $Calculate\ the\ minimum\ eccentricity\ e_{min}\ and\ \ the\ minimum\ moment\ M_{min}$:

About x- axis

$e_{min}\ =\ 15\ +\ 0.03 \times h\ =\ 15\ +\ 0.03 \times 500\ = 30\ mm$

$P_u = 3784\ KN$

$M_{min} = P_u \times e_{min} = 3784 * .03 = 113.52\ KN.m$

3) *Compute EI*:

$$EI = 0.4\ \frac{E_C \times I_g}{1 + \beta_{dns}}$$

$$E_c = 4750 \times \sqrt{f_c'} = 4750 \times \sqrt{24} = 23270.15\ MPa$$

$$\beta_{dns} = \frac{1.2 \times DL}{P_u} = \frac{1.2 \times 2200}{3784} = 0.69$$

$$I_g = \frac{b \times h^3}{12} = \frac{500 \times 600^3}{12} = 9 \times 10^9\ mm^4$$

$$EI = 0.4 \times \frac{23270.15 \times 9}{1 + 0.69} = 49569.6\ KN.m^2$$

4) *Determine the Euler buckling load*, P_c :

$$P_c = \frac{\pi^2 \times EI}{(K \times l_u)^2} = \frac{\pi^2 \times 49569.6}{(1 \times 4)^2} = 30577\ KN$$

5) *Calculate the moment magnifier factor* δ_{ns} :

$$C_m = 0.6 + 0.4 \times \frac{M_1}{M_2} = 0.6 + 0.4 \times 1 = 1.0$$

$$\delta_{ns} = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{0.75 \times P_c}} = \frac{1}{1 - \frac{3784}{0.75 \times 30577}} = 1.2 > 1$$

$$< 1.4 \ - \ OK$$

$\rightarrow The\ magnifid\ eccentricity\ and\ moment$:

$ey\ =\ e_{min} \times \delta_{ns}\ = 30 \times 1.2 = 36\ mm$

$M_c = \delta_{ns} \times M_2 = 1.2 \times 113.5 = 136.2KN.m$

$\Rightarrow where\ M_2 = M_{min} = P_u * e_{min} = 3784 * 30 = 113.5\ KN.m$

$The\ magnifid\ moment\ are\ less\ than\ (1.4 \times 113.5 = 158.9), are\ required$

$by - ACI - Code\ Section\ 10.10.2.1$.

6) $Select\ the\ \ column\ reinforcement\ from\ Interaction\ Diagram$:

About x – axis

$a)\ Compute\ the\ ratio\ \ e/h$:

$$\frac{ey}{h} = \frac{36}{500} = 0.072$$

$b)\ Compute\ the\ ratio\ \gamma$:

$$Assume\ \emptyset 20\ for\ bars: \gamma = \frac{d - d^{'}}{h} = \frac{500 - 2 \times 40 - 2 \times 10 - 20}{500} = 0.76$$

$c)\ Use\ interaction\ diagram\ A - 9a\ and\ A - 9b$

$selected\ dimention: h = 500\ mm\ \ , b = 600\ mm.$

$assum\ \rho = 0.015$

$at\ \gamma = 0.75 \ldots\ldots\ldots\ldots \frac{\emptyset P_n}{A_g} = 2.18\ Ksi$

$at\ \gamma = 0.9 \ldots\ldots\ldots\ldots \frac{\emptyset P_n}{A_g} = 2.26\ Ksi$

$by\ interpolation\ \ \gamma = 0.76 \ldots\ldots\ldots\ldots \frac{\emptyset P_n}{A_g} = 2.185\ Ksi$

$\emptyset * Pnx = 2.185 * 0.145 * 600 * 500 = 4.52\ MN$

$\emptyset * Pn = 4520KN > Pu = 3784\ KN\ \ - Safe$

7) $Select\ the\ reinforcement$:

$A_{st} = \rho_g \times A_g = 0.015 \times 600 \times 500 = 4500\ mm^2$ …… Use 14 Ø 20

$Design\ of\ the\ Tie\ Reinforcement$:

$S \leq 16\ d_b(longitudonal\ bar\ diameter) \rightarrow 16 \times 20 = 320\ mm$

$S \leq 48\ d_t\ (tie\ bar\ diameter) \rightarrow 48 \times 10 = 480\ mm$

$S \leq Least\ dimension. \rightarrow Least\ dim. = 500\ mm$

$Use\ Ø10$ @ 20 $cm.$

4-7 Design of Footing

4-7-1 Isolated Footing (F80)

$P_D = 1173N$

$P_L = 351KN$

$P_u = 1969KN$

$Column\ Dimensions = a * b = (40 * 60)\ cm$

$Allowble\ bearing\ capacity = q_{all} = 350\ KN/m^2$

4-7-1-1 Area of Footing:

$Soil\ Density = 17\ KN/m^3$

Assume $h = 60\ cm$

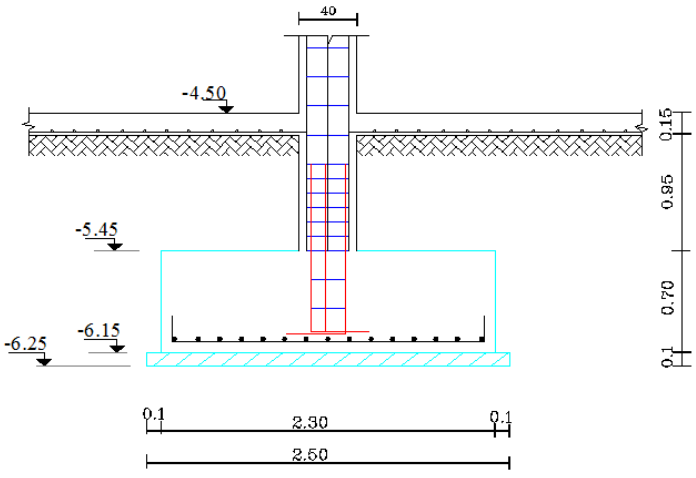
$q_{all-net} = 350 - 0.6 * 17 - 0.6 * 25 = 324.8KN/m^2$

$$Area = \frac{P_D + P_L}{q_{all-net}} = \frac{1524}{324.8} = 4.7\ m^2$$

Assume rectangular footing $a = 2.4$

Select $a = 2.4\ m$

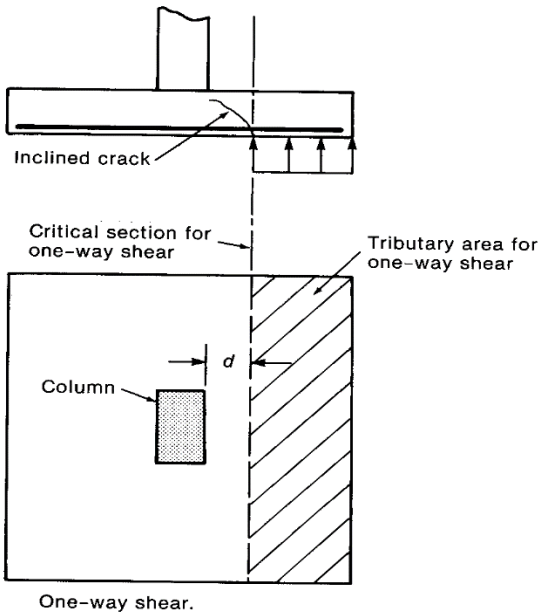
$b = 2.2\ m$



4-7-1-2 Depth of footing:

Assume $h = 60\ cm$

Fig. (4.25): Footing- F8.



4-7-1-3 A Check one-way shear:

$$q_{ult} = \frac{P_u}{Area} = \frac{1969}{5.28} = 372.9\ KN/m^2$$

$$d = 600 - 75 - 10 = 515\ mm$$

$$V_u = q_{ult} * b * \left(\frac{a}{2} - \frac{B}{2} - d\right)$$

$$= 372.9 * 2.4 * \left(\frac{2.2}{2} * \frac{0.4}{2} - 0.515\right)$$

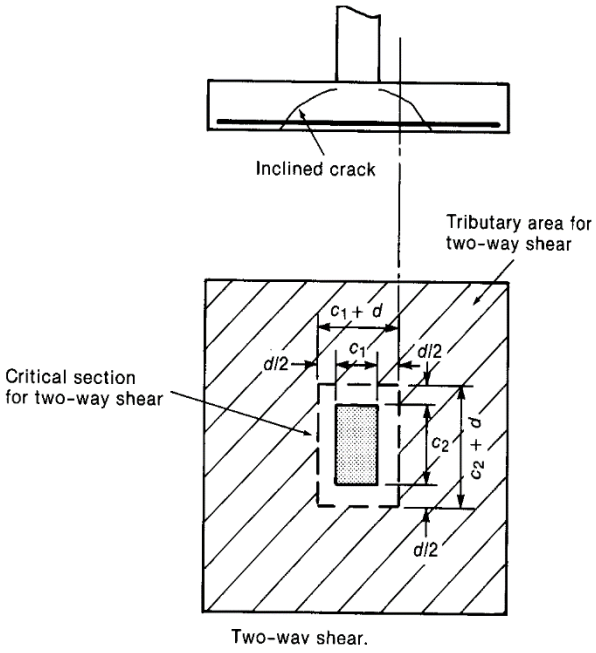
$$= 344.6\ KN$$

$$\phi V_c = 0.75 * \frac{\sqrt{f_c'}}{6} b_w d$$

$$= 0.75 * \frac{\sqrt{24}}{6} * 2400 * 515 * 10^{-3} = 756.9\ KN$$

$$V_u = 344.6 << \phi * V_c = 756.9 \quad - OK$$

4-7-1-3 B Check two-way shear:



$$\frac{d}{2} = \frac{515}{2} = 257.5\ mm$$

$$V_u = q_u * \left(A - (0.6 + d) * (0.4 + d)\right)$$

$V_u = 372.9 * (2.4 * 2.2 - (0.6 + 0.515) * (0.4 + 0.515))$

$= 1588.4\ KN$

$\propto_s = 40$ for interior column

$\beta_c = \frac{0.60}{0.4} = 1.5$

$b_o = (2 * 1.115) + (2 * 0.915) = 4.06$

According to ACI, V_c shall be the smallest of:

$V_c = \left(1 + \frac{2}{\beta_c}\right) * \frac{\sqrt{f_c'}}{6} b_o d = \left(1 + \frac{2}{1.5}\right) * \frac{\sqrt{24}}{6} * 4.06 * 515 = 3983.5\ KN$

$V_c = \left(\frac{\propto_s * d}{b_c} + 2\right) * \frac{\sqrt{f_c'}}{12} b_o d = \left(\frac{40 * 515}{4.06} + 2\right) * \frac{\sqrt{24}}{12} * 4.06 * 515 = 4332.8 KN$

$- \ Control$

$V_c = \frac{\sqrt{f_c'}}{3} b_o d = \frac{\sqrt{24}}{3} * 4.06 * 515 = 3414.4\ KN$

$V_u = 1588.4\ KN < \phi * V_c = 3249.6\ KN$

$- \ h = 60\ cm\ is\ OK.$

4-7-1-4 A Design of Bending moment: Y direction

$$F_{Ru} = q_{ult} * b * \left(\frac{a}{2} - \frac{B}{2}\right) = 372.9 * 2.4 * \left(\frac{2.2}{2} - \frac{0.4}{2}\right) = 805.5\ KN$$

$$M_u = 805.5 * \frac{0.9}{2} = 362.5\ KN.m$$

$Mn = Mu / \phi = 362.5 / 0.9 = 402.8\ KN.m$

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

$$R_n = \frac{M_n}{b*d^2} = \frac{402.8*10^6}{2400*(515)^2} = 0.633\ MPa$$

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

$$= \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*0.633*20.6}{420}}\right) = 0.0015$$

$$A_{s,req} = \rho bd = 0.0015 * 2400 * 515 = 1892.7\ mm^2$$

Check for $A_{s,min}$

$$A_{s,min} = 0.0018 * 2400 * 515 = 2224.8\ mm$$

$$A_{s,req} = 1892.7\ mm^2 < A_{s,min} = 2224.8\ mm^2 \ldots.\ OK$$

$$\therefore A_{s,min} = 2224.8\ mm^2$$

$$Select\ \mathbf{31\emptyset 10}\ with\ A_{s,pro} = 2434.7\ mm^2 > A_{s,req} = 2224.8\ mm^2 \ldots.\text{OK}$$

4-7-1-4 B Design of Bending moment: X direction

$$F_{Ru} = q_{ult} * b * \left(\frac{a}{2} - \frac{B}{2}\right) = 372.9 * 2.2 * \left(\frac{2.4}{2} - \frac{0.6}{2}\right) = 738.3\ KN$$

$$M_u = 738.3 * \frac{0.9}{2} = 332.3 KN.m$$

$$Mn = Mu\ /\phi = 332.3/\ 0.9 = 369.2\ KN.m$$

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

$R_n = \frac{M_n}{b*d^2} = \frac{369.2*10^6}{2200*(515)^2} = 0.633MPa$

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

$= \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*0.633*20.6}{420}}\right) = 0.0015$

$A_{s,req} = \rho bd = 0.0015 * 2200 * 515 = 1699.5\, mm^2$

Check for $A_{s,min}$

$A_{s,min} = 0.0018 * 2200 * 515 = 2039.4\, mm$

$A_{s,req} = 1699.5\, mm^2 < A_{s,min} = 2039.4\, mm^2 \ldots. OK$

$\therefore A_{s,min} = 2039.4\, mm^2$

$Select\ \mathbf{28\emptyset 10}\ with\ A_{s,pro} = 2199.1\, mm^2 > A_{s,req} = 2039.4\, mm^2 \ldots.$OK

$Spacing = \frac{2200 - 75*2 - 28*10}{27} = 65.6mm$

The smallest S:

1- $3h = 3 * 600 = 1800\, mm$

2- $450\, mm\ - Control$

$\boldsymbol{S = 7.5\ cm\ is\ OK}$

4-7-1-5 Development length of flexural reinforcement

$L_{dt}\ for\ \emptyset 14$

$$req\ L_{dt} = \frac{9}{10} * \frac{f_y}{\lambda\sqrt{f_c'}} * \frac{\psi_t * \psi_e * \psi_s}{\left(\frac{C_b + K_{tr}}{d_b}\right)} * d_b \ \geq 300\ mm$$

$$req\ L_{dt} = \frac{9}{10} * \frac{420}{1 * \sqrt{24}} * \frac{1 * 1 * 0.8}{(2.5)} * 10 = 246.9\ mm\ > 300\ mm\ \ -Use\ 300$$

$$available\ L_{dt} = \left(\frac{2400 - 600}{2}\right) - 75 = 825\ mm$$

$$available\ L_{dt} = 825\ mm \gg req\ L_{dt} = 300\ mm\ \ -\ \ OK$$

4-7-1-6 Load transfer at the column-foundation interface (Dowels design):

- **In Footing**

$$\emptyset P_{nb} = \emptyset * \left(0.85 * f_c' * A_1 * \sqrt{\frac{A_2}{A_1}}\right) * 1000$$

$$A_1 = 0.6 * 0.4 = 0.24\ m^2$$

$$A_2 = 2.4 * 2.2 = 5.28\ m^2$$

$$\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = \sqrt{\frac{5.28}{0.24}} = 4.69 > 2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = 2$$

$$\emptyset P_{nb} = 0.65 * (0.85 * 24 * 0.24 * 2) * 1000 = 6364.8\ KN > \ P_u = 1969\ KN - OK$$

The Dowels are not needed for the footing

- **In Column**

$$\emptyset P_{nb} = \emptyset * (0.85 * f_c' * A_1) * 1000$$

$$A_1 = 0.6 * 0.4 = 0.24\ m^2$$

$$\emptyset P_{nb} = 0.65 * (0.85 * 24 * 0.24) * 1000 = 3182.4\ KN > \ P_u = 1969\ KN - OK$$

The Dowels are not needed for the column

$A_{s,min} = 0.005 * A_g = 0.005 * 65 * 40 = 130\ mm^2$

Lap splice of column:

$L_s = 0.071 * f_y * d_b = 0.071 * 420 * 20 = 596.4\ mm\ -\ \ use\ l_s = 600\ mm$

Development length of column reinforcement:

$$req\ L_{dc} = \frac{0.24\ f_y}{\lambda\sqrt{f_c'}} * d_b$$

$$= \frac{0.24 * 420}{1 * \sqrt{24}} * 20 = 411.5\ mm$$

$\geq \min L_{dc} = 0.043 * f_y * d_b = 0.043 * 420 * 20 = 361.2\ mm$

$available\ embedment = 700 - 75 - 2 * 10 = 605\ mm\ \geq req\ L_{dc} = 361.2\ mm\ \ - OK$

4-7-2 Design of Strip Footing for Basement Wall

Allowable Bearing Pressure = 400 KN/m²

Dead Load= 150 KN

Live Load = 50 KN

Surcharge $\gamma = 18\ KN\ /m^3$

Assume h= 40cm

4-7-2-1 Select foundation Area:

$$q\ footing = 0.4 * 25 = 10\ \frac{KN}{m^2}$$

$$q\ soil = 0.6 * 18 = 10.8 \frac{KN}{m^2}$$

$$q_u = q_{all} - q\ footing - q\ soil$$

$$q_u = 400 - 10 - 10.8 = 379.2 \frac{KN}{m^2}$$

$$A = \frac{P}{q_u} = \frac{150 + 50}{379.2} = 0.53 m^2$$

Select b = 100 cm , a = 100 cm

$$Pu = 150 * 1.2 + 1.6 * 50 = 260\ KN$$

$$q_u = \frac{Pu}{A} = \frac{260}{1 * 1} = 260 KN/m^2$$

4-7-2-2 A Design of shear

$$d = 400 - 75 - \frac{20}{2} = 315mm$$

$$Vu = 260 * (0.5 - 0.125 - 0.315) * 1 = 15.6\ KN$$

$$\emptyset V_c = \frac{0.75}{6} * \sqrt{fc'} * bw * d = \frac{0.75}{6} * \sqrt{24} * 1000 * 315 = 192.9\ KN$$

$$\emptyset V_c = 192.9\ KN > Vu = 15.6\ KN \quad - OK$$

4-7-2-2 B Design of Moment

$$Mu = 260 * 0.25 * \frac{0.25}{2} = 8.125KN$$

$$Mn = \frac{Mu}{0.9} = \frac{8.125}{0.9} = 9.03KN.m$$

$$Kn = \frac{Mn}{bd^2} = \frac{9.03 * 10^6}{1000 * 315^2} = 0.091\ Mpa$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} * \left(1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2Kn * m}{fy}}\right)\right) = \frac{1}{20.6} * \left(1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2 * 0.091 * 20.6}{420}}\right)\right) = 0.000217$$

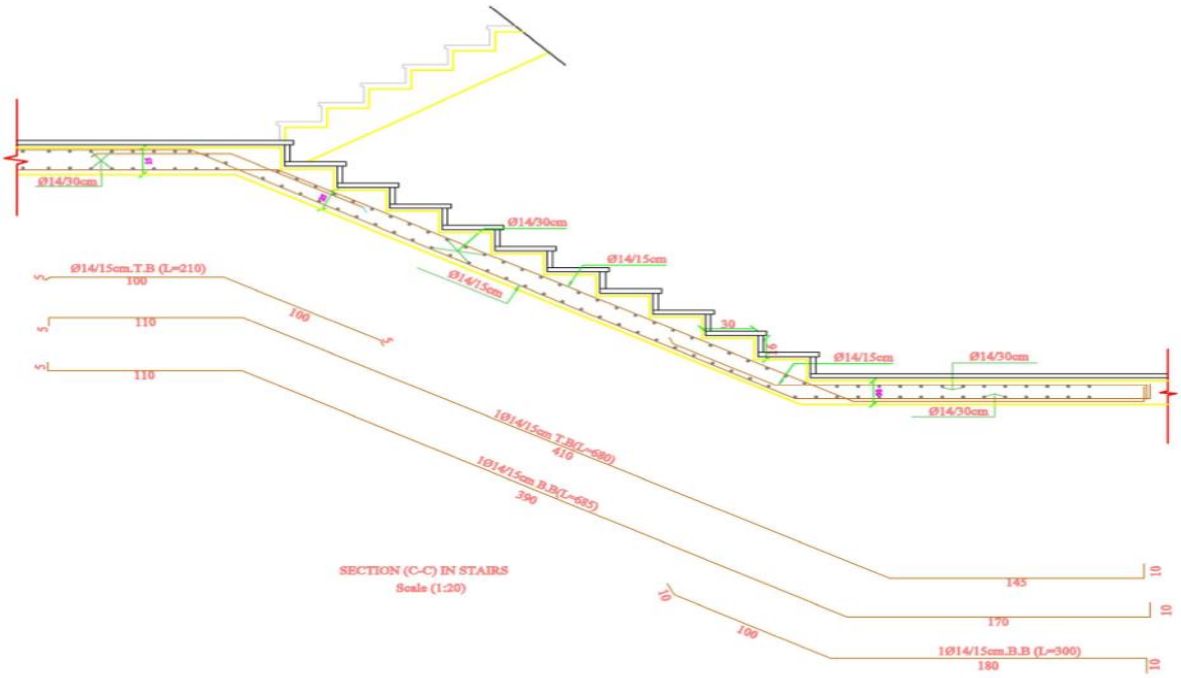
$$Asreq = 0.000217 * 1000 * 315 = 68.4\ mm^2$$

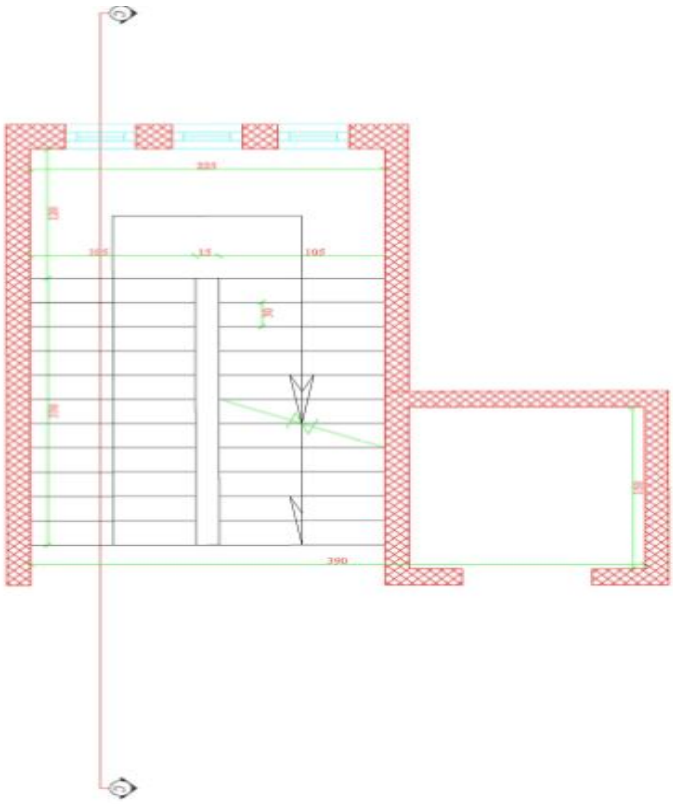
$$Asmin = 0.0018 * 100 * 40\ = 720\ mm^2 - \ is\ controlled$$

$$select\ \emptyset 10@10\ cm$$

$$for\ shrinkage\ and\ tempreature\ select\ \emptyset 10@20cm$$

4-8 Design of Stairs:-





4-8-1 Determination of Slab thickness:

L=5.88

h=(5.88/20)*0.85=25 cm

Use h= 25 cm and limitation of deflection will considered.

4-8-2 Load calculation:

Dead load (Total for flight) =10.7 KN/m2

Dead load (Total for landing 1) =8.29 KN/m2

Dead load (Total for landing 2) =10.79 KN/m2

Live load for stairs =5 KN/ m2

Total factored Load: Wu =1.2*DL + 1.6*LL

for flight W=1.2*10.78 + 1.6*5 =20.93 KN/m2

W=1.4*20.93=29.3 KN/m

for landing 1 W=1.2*8.29+1.6*5=17.95 KN/m2

W=17.95*1.5=26.92 KN/m

For landing 2 W=1.2*10.79+1.6*5=20.95 KN/m2

W=20.95*1.5=31.4 KN/m

4-8-3 Design

4-8-3-A of Bending:

Mu = 108 KN . m (from Atir)

Mn req = Mu / 0.9 = 108 / 0.9 = 120 KN.m/m

Assume Ø 14 for main Reinforcement:-

d=250-20-14/2=223 mm

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

$$R_n = \frac{120 * 10^6}{1000 * 223^2} = \quad 2.4 \quad \text{Mpa} .$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85*42} = 20.59$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mRn}{fy}}\right) = 0.0061$$

As = ρ *b*d

=.0061*1000*223=1360 mm^2

As_{min} = 0.0018*1000*250 = 450 mm^2

A_s=1360 mm^2 > $A_{s,\,min}$ =450 mm^2

Use Φ 14 @ 15 cm. ……. with $As_{Provided}$ = 13.77 cm^2

. As(For Shrinkage & Temperature Reinforcement)=.0018*1000*250=450 mm^2

take 3 Φ14/m with As=461.7 mm2/m strip

4-8-3-B Design of shear:

Vu=35 KN

$$\phi Vc = \frac{\phi\sqrt{f_c'} * b_w * d}{6}$$

=136.6 KN

Vu < ΦVc

No shear Reinforcement is required. So the depth of the stair is…… OK.

4-9 Design of a shear wall (p14):

To design shear walls we use (CSI ETABS) Software , and this is a manual example of shear wall design :

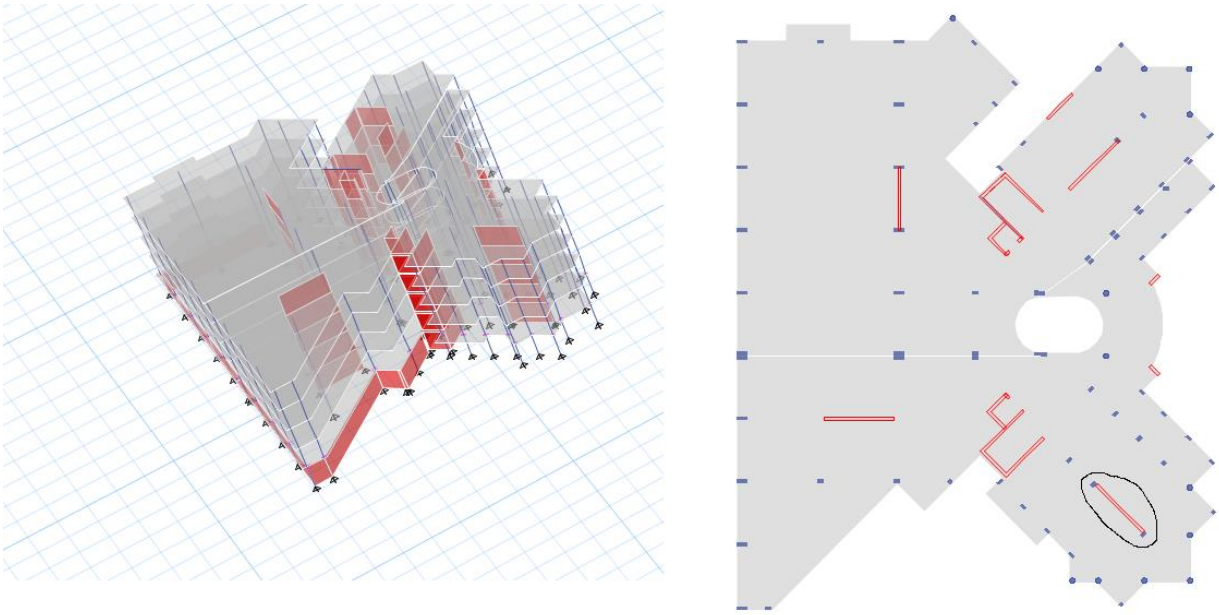


Fig. (4-20) Location of the Shear wall

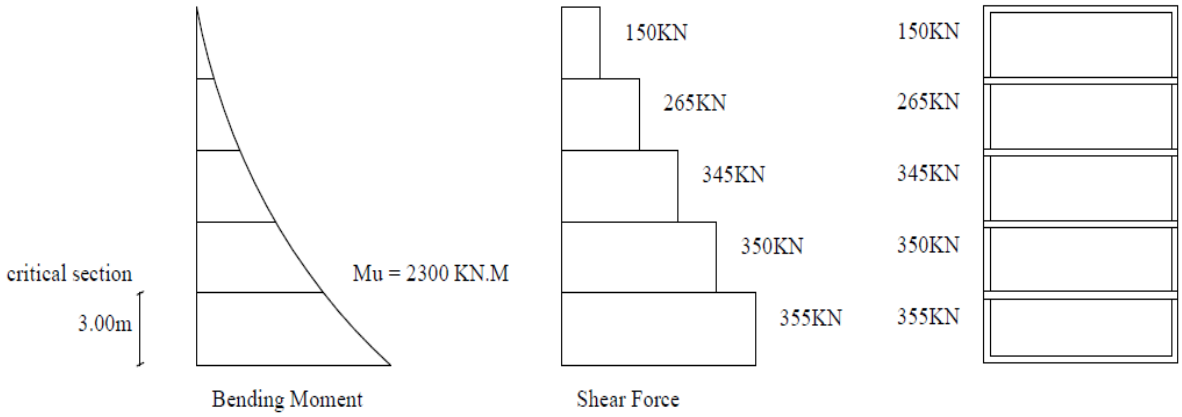


Fig. (4-21) Shear and Moment Diagrams of Shear wall

Fc = 24MPa

Fy = 420 MPa

t=25 cm .shear wall thickness

Lw = 6.3 m .shear wall width

Hw for first wall = 3. m story height

Hw for secound wall = 4.5 m story height

Hw for the rest walls =3.55 m story height

➡ 4-9-1 Design of shear (Horizontal and Vertical Reinforcement)

$$\sum Fx = Vu = 150 + 265 + 345 + 350 + 355 = 1465KN$$

The critical Section is the smaller of:

$$\frac{lw}{2} = \frac{6.3}{2} = 3.15m....$$
$$\frac{hw}{2} = \frac{18.15}{2} = 9.075m$$
$$storyheight = 3m \quad control$$
$$d = 0.8 \times lw = 0.8 \times 3600 = 2880mm$$

$$\emptyset V_{nmax} = \emptyset \frac{5}{6}\sqrt{f_c'}hd$$

$$= 0.75 * 0.83 * \sqrt{24} * 250 * 2880 * 10^3 = 2195.7KN$$

$$V_c = \frac{1}{6}\sqrt{f_c'}hd = \frac{1}{6}\sqrt{24} * 250 * 2880 * 10^{-3} = 587.9\ KN \text{ Control}$$

$$V_c = 0.27\sqrt{f_c'}hd + \frac{N_u d}{4l_w} = 0.27\sqrt{24} * 250 * 2880 + 0 = 952.4\ KN$$

$$Mu = 2300KN.m$$

$$\frac{M_u}{V_u} - \frac{l_w}{2} = \frac{2300}{355} - \frac{6.3}{2} = 3.3 > 0\ (+ve\ value)$$

$$V_c = \left[0.05\sqrt{f_c} + \frac{l_w\left(0.1\sqrt{f_c'} + 0.2\frac{N_u}{l_w h}\right)}{\frac{M_u}{V_u} - \frac{l_w}{2}}\right] hd \quad = \left[0.05\sqrt{24} + \frac{6.3\left(0.1\sqrt{24} + 0\right)}{3.3}\right] 250 * 2880 = 849.7\ KN$$

For last 2 stories, Vu = 265 KN < $\frac{\emptyset Vc}{2}$ = 293.95 KN

Horizontal:-

P = 0.002 for $\emptyset < 16$

P= $\frac{\text{Ahmin}}{s.h}$, S = 31.4 cm

Use 1Ø 10 @ 20 cm in each side

Vertical:-

P = 0.0012 for $\emptyset < 16$

P = $\frac{\text{Ahmin}}{s.h}$, S = 52.3 cm

Use 1Ø 10 @ 20 cm in each side

For the first 3 stories, $\emptyset Vc = 587.9KN$ >Vu = 355 KN > $\frac{\emptyset Vc}{2}$ = 293.95 KN

Horizontal:-

P = 0.0025 for $\emptyset < 16$

P= $\frac{\text{Ahmin}}{s.h}$, S = 25.2 cm

Use 1Ø 10 @ 20 cm in each side

Vertical:-

P = 0.0025+0.25(2.5-$\frac{hw}{lw}$) (Ph-0.0025)

Pv = 0.0025

P = $\frac{Ahmin}{s.h}$, S = 25.2 cm

Use 1Ø 10 @ 20 cm in each side

4-9-2 Design for flexure :

$$A_{st} = \left(\frac{6300}{200}\right) * 2 * 78.5 = 4945.5mm^2$$

$$w = \left(\frac{A_{st}}{L_w h}\right)\frac{f_y}{f_c'} = \left(\frac{4945.5}{6300 * 250}\right)\frac{420}{24} = 0.055$$

$$\alpha = \frac{P_u}{l_w h f_c'} = 0$$

$$\frac{C}{l_w} = \frac{w + \alpha}{2w + 0.85\beta_1} = \frac{0.055 + 0}{2 * 0.055 + 0.85 * 0.85} = 0.066$$

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

$$= 0.9[0.5 * 4945.5 * 420 * 6300(1 + 0)(1 - 0.066)] = 5499.96KN.m > Mu$$

→ No Additional vertical Reinforcement is needed

Use Use 1Ø 10 @ 20 cm in each side

4-10 Design of Basement wall

$f_c' = 24\ MPa$

$f_y = 420\ MPa$

$\gamma = 18\ KN/m^3$

$\emptyset = 30°$

$LL = 5\ KN/m^2$

$Thickness = h = 25cm,\ cover = 2\ cm$

-The design will be for 1 m width

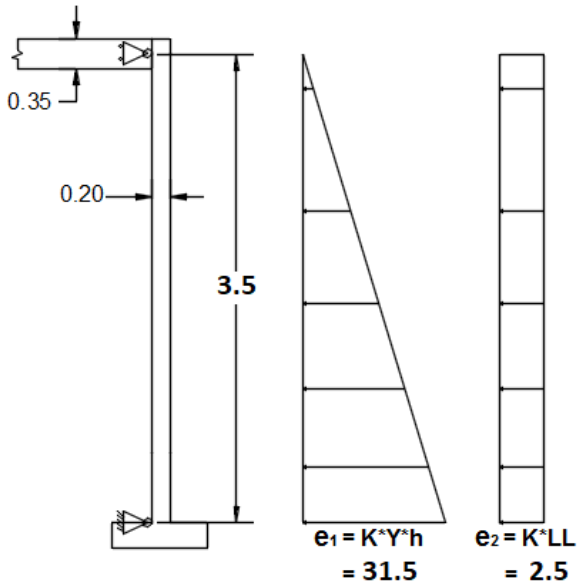


Fig.(4.26): Basement wall

- **4-10-1 Analysis**

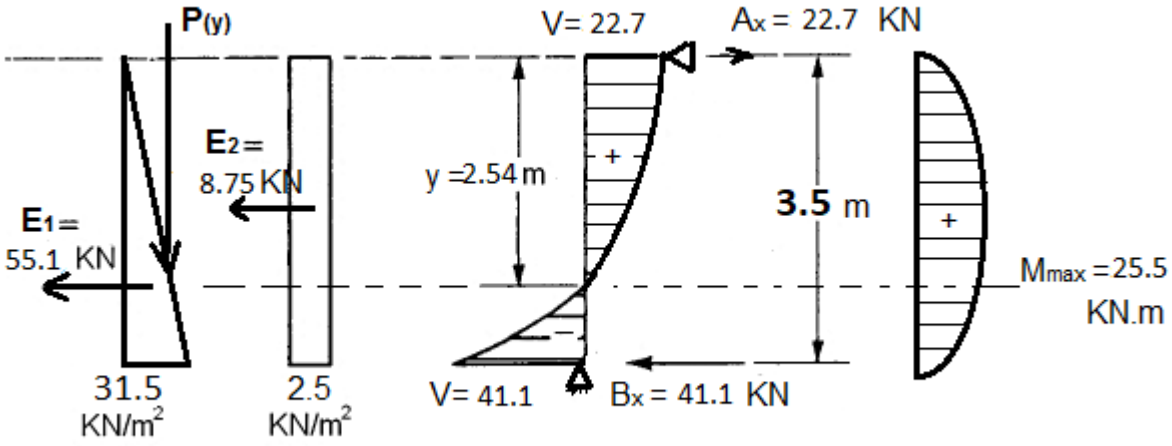


Fig. (4.27): Shear and Moment diagram.

-4-10-2 Loads

Neglect the axial load, since its low value.

$e_1 = K_o * \gamma * h$

$e_2 = K_o * LL$

$K_o = 1 - \sin \emptyset$

So,

$K_o = 1 - \sin 30 = 1 - 0.5 = 0.5$

$e_1 = 0.5 * 18 * 3.5 = 31.5 KN/m^2$

$E_1 = 31.5 * \frac{3.5}{2} = 55.1\ KN/m^2$

$e_2 = 0.5 * 5 = 2.5\ KN/m^2$

$E_2 = 2.5 * 3.5 = 8.75\ KN/m^2$

4-10-2-1 Support reactions:

$M_{RA} = 0.0$

$8.75 * \frac{3.5}{2} + 55.1 * 2 * \frac{3.5}{3} - B_X * 3.5 = 0.0$

$B_X = 41.1\ KN$

$M_{RB} = 0.0$

$55.1 * \frac{3.5}{3} + 8.75 * \frac{3.5}{2} - A_X * 3.5 = 0.0$

$A_X = 22.7\ KN$

$V = 0 \quad at \quad y = ?$

$$22.7 - P(y) * \frac{y}{2} - 2.5 * y = 0$$

$$\frac{P_y}{y} = \frac{38.93}{4.325} = 9$$

$$22.7 - 9 * y * \frac{y}{2} - 2.5 * y = 0$$

$$4.5y^2 + 0.56y - 5.04 = 0$$

$$y = 2.54\ m$$

$$M_{u,max} = 22.7 * 2.5 - 9 * 2.5 * \frac{2.5}{3} * \frac{2.5}{2} - 2.5 * 2.5 * \frac{2.5}{2} = 25.5KN.m$$

4-10-2-2Factored internal forces

$$V_u = 1.6 * V_{max} = 1.6 * 41.1 = 65.76\ KN$$

$$M_u = 1.6 * M_{max} = 1.6 * 25.5 = 40.8\ KN$$

-4-10-3 Design

4-10-3-1 Design of shear

$$d = 250 - 20 - 12 = 218mm$$

$$V_u = 65.76\ KN$$

$$\phi V_c = 0.75 * \frac{\sqrt{f_c'}}{6} b_w d = \phi V_c = 0.75 * \frac{\sqrt{24}}{6} * 1000 * 218 = 133.5KN > V_u = 65.76\ KN$$

The thickness of Wall is Adequate Enough

4-10-3-2 Design of flexure

4-10-3-2 A Vertical reinforcement of Tension face

$$M_u = 40.8\ KN.m$$

$$Mn = Mu/\phi = 40.8/0.9 = 45.33\ KN.m$$

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

$$R_n = \frac{M_n}{b*d^2} = \frac{45.33*10^6}{1000*(218)^2} = 0.95\ MPa$$

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

$$= \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*0.95*20.6}{420}}\right) = .00232$$

$$A_{s,req} = \rho bd = 0.00232 * 1000 * 218 = 507.3\ mm^2$$

$$A_{s,min} = 0.0012 * 1000 * 250 = 300\ mm$$

$$A_{s,req} = 507.3\ mm^2 > A_{s,min} = 300\ mm^2 \ldots.\ OK$$

$$\therefore A_{s,req} = 507.3\ mm^2$$

$$Select\ \mathbf{5\emptyset 12}\ with\ A_{s,pro} = 565\ mm^2 > A_{s,req} = 507.3\ mm^2 \ldots.\text{OK}$$

4-10-3-2 B Vertical reinforcement of Compression face:

$$A_{s,min}\ for\ flexture = 0.25 * \frac{\sqrt{fc'}}{fy} * bw * d = 0.25 * \frac{\sqrt{24}}{420} * 1000 * 218 = 635.7\ mm^2/m$$

$$A_{s,min}\ for\ flexture = \frac{1.4}{fy} * bw * d = \frac{1.4}{420} * 1000 * 218 = \frac{726.6mm^2}{m} - controll$$

$Select\ \mathbf{7\emptyset 12}\ \ with\ A_{s,pro} = 791mm^2 > A_{s,min} = 726.6mm^2/m$

For inside wall $\emptyset 12@20\ \text{cm} = 5.65\text{cm}^2 > 5.07\ \text{cm}^2$

For outside wall $\emptyset 12@15\ \text{cm} = 7.91\text{cm}^2 > 7.26\ \text{cm}^2$

4-10-3-2 C Horizontal Reinforcement due to Cracking:

$A_{s,req} = 0.002 * b * h = 0.002 * 100 * 25 = 5\ cm^2/m$

For one side $As = 2.5\ cm^2/m$

Select for one side horizontal reinforcement $\emptyset 10@25\ cm = 3.16m^2 > 2.5\ cm^2$

5

الفصل الخامس
النتائج والتوصيات

5-1 النتائج.

5-2 التوصيات.

5-1 النتائج

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

- من العوامل التي يجب أخذها بعين الاعتبار ، العوامل الطبيعية المحيطة بالمبنى وطبيعة الموقع وتأثير القوى الطبيعية على الموقع .

- يجب اختيار النظام الإنشائي الأنسب من حيث الأمان والتكلفة الاقتصادية .

- على المهندس المصمم أن يكون ملماً بطرق تنفيذ العناصر الإنشائية حتى يتمكن من تصميم المنشأ بطريقة قابلة للتنفيذ .

- الأحمال الحية المستخدمة في المشروع تم الحصول عليها من الكود الأردني .

- من الصفات التي يجب أن يتصف بها المصمم هي الحس الهندسي الذي يقوم من خلاله بتجاوز أية مشكلة ممكن أن تعترضه في المشروع وبشكل مقنع ومدروس .

5-2 التوصيات

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

- **يوصى بتنفيذ المشروع حسب المخططات المرفقة بالمشروع بأقل تغييرات ممكنة .**

- **ينصح بوجود مهندس مشرف للإشراف على التنفيذ وأن يلتزم بالمخططات والشروط لضمان التنفيذ الأفضل للمشروع .**

- **إذا تبين أن قوة تحمل التربة أقل من القوة التي تم تصميم المشروع بناءً عليها ؛ فإنه يجب إعادة تصميم الأساسات وفقاً للقيمة الجديدة .**

- **بعد المراجعة الشاملة للمخططات التنفيذية فإن هذا المشروع يعتبر جاهزاً للتنفيذ إنشائياً ومعمارياً .**

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

6

الفصل السادس
الملحقات

Appendix A: Architectural Drawings **6-1**

Appendix B : Structural Drawings **6-2**

المصادر و المراجع **6-3**

6-1 Appendix A: Architectural Drawings

6-2 Appendix B: Structural Drawings

6-3 المصادر والمراجع

1. **American Concrete Institute (A.C.I), Building code Requirement for structural concrete (ACI-318M-05).**

2. **Dr. Nasr Younis Abboushi - Reinforced Concrete ,2014**

3. **كودات البناء الوطني الأردني، كود الأحمال والقوى، مجلس البناء الوطني الأردني، عمان، الأردن، 1990م.**

4. **مرام حمدان – دنيا الطل- , " التصميم الإنشائي لمبنى بلدية طولكرم" ، مشروع تخرج استكمالاً لمتطلبات درجة البكالوريوس ، جامعة بوليتكنك فلسطين ، الخليل ، فلسطين ، 2014م.**

5. **اسحق ابراهيم عودة الله – جعفر منير عويضة- عمر زايد عودة , " تصميم مبنى بلدية لمدينة الخليل" ، مشروع تخرج استكمالاً لمتطلبات درجة البكالوريوس ، جامعة بوليتكنك فلسطين ، الخليل ، فلسطين ، 2016م.**