

بسم الله الرحمن الرحيم



جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة والتكنولوجيا

دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

هندسة مباني

مشروع التخرج بعنوان :

" المقارنة بين نظامي ثنائي الابعاد وثلاثي الابعاد في التحليل والتصميم الانشائي
لمبنى مدرسة "

Comparison between 2D & 3D Structural Analysis & Design

"School Building Case"

فلسطين-الخليل

فريق العمل

مدحت أحمد ابو عصبه

حسين محمود الدشت

أحمد عادل سواد

محمد عصام عودة

محمد منير عوض

إشراف:

د. محمد طه سيد أحمد

كانون الأول - 2017 م

بسم الله الرحمن الرحيم



جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة والتكنولوجيا

هندسة مباني

" المقارنة بين نظامي ثنائي الأبعاد وثلاثي الأبعاد في التحليل والتصميم الإنشائي
لمبنى مدرسة "

Comparison between 2D & 3D Structural Analysis & Design "School Building Case" فريق العمل

مدحت أحمد ابو عصابة

حسين محمود الدشت

أحمد عادل سواد

محمد عصام عودة

محمد منير عوض

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

توقيع رئيس الدائرة

توقيع مشرف المشروع

م. فيضي شبانة

د. محمد طه سيد أحمد

كانون الأول - 2017م

الإهداء

الى المعلم الاول قائدنا للابد سيدنا محمد -صلّ الله عليه وسلم -...

...الى رمز العطاء بلا كلل والعمل بلا ملل "ابائنا الافاضل"...

...الى رمز الصبر والدعاء المستمر بلا انقطاع "امهاتنا الغاليات"...

...الى بيتنا الثاني ونهر العلم الذي شربنا منه طيلة فترتنا الدراسية جامعة بوليتكنك فلسطين متمثلة بطاقتها

الاداري والاكاديمي ...

...ولطلبة العلم نصيب باهدائنا فنهدي لهم هذا العمل ونخص بالذكر زملائنا في كلية الهندسة ودائرة

الهندسة المدنية والمعمارية..

...كما ونهدي هذا العمل الى اصدقائنا واخواننا من عاشوا معاناتنا ولحظات قوتنا وضعفنا ...

...ولا يطيب اهدائنا الا بذكر من قدموا اجسادهم من اجل ارض الاسلام "فلسطين-الارض المباركة"

شهادتنا الابرار ...

...ولا ننسى الاكرم منا جميعا من ضحوا بحريتهم من اجل كرامتنا "اسرى المسلمين" ..

فريق العمل

شكر وتقدير

لا فضل علينا إلا فضله، وما من نعمة نحن بها إلا من عنده، وما توفيقنا إلا به فله الحمد والشكر عدد الأوراق والأشجار، وعدد ما ذكره الذاكرون الأبرار، وعدد ما سبح الطير وطار وما تعاقب الليل والنهار، حمداً كثيراً طيباً مباركاً لا إنقضاء له في السعد والحزن، والسر والعلن.

كما ونتقدم بجزيل شكرنا، وعظيم امتناننا وتقديرنا وعرفاننا إلى كل من ساهم في إنجاز مشروعا هذا، متحدين كل الظروف والعقبات.

ونخص بالشكر أستاذنا الفاضل الـ "دكتور محمد طه سيد أحمد " المشرف والموجه، الذي لم يتوانى ولم يتأخر عن تقديم ما أتاه الله من علم وحلم لنا وبكل سعة صدر، ولم يدخر جهدا في توجيهنا والأخذ بأيدينا إلى طريق النجاح.

ونشكر طاقم دائرة الهندسة المدنية والمعمارية كل بمكانه، فقد كرسوا وقتهم وجهدهم لمساعدتنا ومساعدة زملائنا طوال فترة الدراسة.

ونشكر زملائنا وزميلاتنا الأعزاء الذين لولا وجودهم لما تذوقنا حلاوة العلم، ولا شعرنا بمتعة المنافسة الإيجابية.

وختام القول مسك، فكل الشكر لأبائنا وأمهاتنا أصحاب الدور الأبرز في الوصول إلى ما وصلنا إليه.

فريق العمل

خلاصة المشروع

المشروع هو عبارة عن مبنى مدرسة مكون من عدة طبقات يتم اجراء التحليل الانشائي والتصميم الانشائي للمبنى باستخدام برامج الحاسوب للمقارنة بين نظامي ثلاثي الابعاد وثنائي الابعاد في التحليل والتصميم للعناصر الإنشائية التي يحتويها المشروع، من عقدات وجسور وأعمدة وأساسات وجدران وغيرها من العناصر الإنشائية.

يتكون المشروع من ثلاثة طوابق بمساحة اجمالية حوالي 4590 ألف متر مربع

ويتكون المشروع من عدة مراحل تتمثل بدايةً بالتدقيق المعماري للمخططات، و سوف يتم اختيار العناصر الانشائية المختلفة من اعمدة وجسور وعقدات بشكل لا يتناقض مع المتطلبات المعمارية للمشروع. و بعد ذلك مرحلة التحليل والتصميم الانشائي للعناصر الانشائية بالطريقتين المذكورتين والمقارنه بينهما بمساعدة بعض البرامج التصميمية الانشائية وعرض نتائجها على شكل مخططات تنفيذية مرفقة بالنتائج والتوصيات التي سنخرج بها ان شاء الله .

ومن الجدير بالذكر انه سيتم استخدام الكود الأردني لتحديد الأحمال الحية، أما بالنسبة للتحليل الإنشائي وتصميم المقاطع فيتم استخدام الكود الأمريكي (ACI_318M-14)، والاعتماد على بعض البرامج مثل: ETABS2016, Autocad2007, Office2013, وغيرها.

والله ولي التوفيق

Abstract

The project is a school building to be designed and analyzed using 2D & 3D systems. Our goal is to have a comparison between the 2D & 3D systems results for the different structural members; slabs, beams, columns, foundations and walls.

This case of project is a school building that composed of 3 floors and has an approximate area of 1590 m² per floor.

It is worth mentioning that the Jordanian Code of Loads will be used for dead, snow, wind and live loads. UBC-97 and/or IBC codes will be used for seismic loads. ACI 318_14 will be used for the structural design.

It should be noted that some computer programs such as: Autocad2007, Office2013, ETABS2016 and others will be used during the process of working out the project.

We hope after the completion of the project to be able to provide structural design for all structural elements of the building is complete, and reach to results and recommendations regarding the comparison between the two adopted systems (i.e. 2D &3D).

رقم الصفحة	الصفحات الابتدائية
I	تقرير مقدمة مشروع التخرج
II	تقييم مقدمة مشروع التخرج
III	الاهداء
IV	الشكر والتقدير
V	الملخص باللغة العربية
VI	الملخص باللغة الانجليزية
VII	فهرس المحتويات
X	فهرس الجداول
X	List of Tables
XI	فهرس الاشكال
XII	List of Figures
XIII	List of Abbreviations

1	المقدمة	الفصل الاول
2	مقدمة	1-1
2	وصف عام للمشروع	2-1
2	أسباب اختيار المشروع	3-1
3	أهداف المشروع	4-1
4	مشكلة المشروع	5-1
4	المسلمات	6-1
5	فصول المشروع	7-1
5	الجدول الزمني للمشروع	8-1
6	الوصف المعماري	الفصل الثاني
7	مقدمة	1-2
8	لمحة عامة عن المشروع	2-2
8	موقع المشروع	3-2
9	أهمية الموقع	1-3-2
9	حركة الشمس والرياح	2-3-2
11	الرطوبة	3-3-2
11	العناصر المعمارية	4-3-2
12	وصف طوابق المشروع	4-2
12	الطابق الأرضي	1-4-2
13	الطابق الأول	2-4-2
14	الطابق الثاني	3-4-2

15	وصف واجهات المشروع	5-2
15	الواجهة الشرقية	1-5-2
15	الواجهة الغربية	2-5-2
16	الواجهة الشمالية	3-5-2
17	الواجهة الجنوبية	4-5-2
18	وصف الحركة	6-2
19	وصف المداخل	7-2

20	الوصف الانشائي	الفصل الثالث
21	مقدمة	1-3
21	الهدف من التصميم الانشائي	2-3
21	مراحل التصميم الانشائي	3-3
22	الأحمال	4-3
22	الأحمال الميتة	1-4-3
22	الأحمال الحية	2-4-3
23	الأحمال البيئية	3-4-3
23	أحمال الرياح	1-3-4-3
23	أحمال الثلوج	2-3-4-3
24	أحمال الزلازل	3-3-4-3
25	الاختبارات العملية	5-3
25	العناصر الانشائية	6-3
26	العقدات	1-6-3
26	عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد	1-1-6-3
27	عقدات العصب ذات الاتجاهين	2-1-6-3
27	العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد	3-1-6-3
28	العقدات المصمتة ذات الاتجاهين	4-1-6-3
28	الأدراج	2-6-3
29	الجسور	3-6-3
30	الأعمدة	4-6-3
31	جدران القص	5-6-3
32	الأساسات	6-6-3

33	برامج الحاسوب التي تم استخدامها	7-3
----	---------------------------------	-----

Chapter 4	Structural Analysis and Design	34
4-1	Introduction	35
4-2	Design Method and Requirements	36
4-3	Check of Minimum Thickness of Structural Member	37
4-4	Design of One Way Solid Slab	38
4-5	Design of Beam	43
4-6	Design of Column	53
4-7	Design of Stair	58
4-8	Design of Shear Wall	67
4-9	Design of Mat Foundation	72

78	النتائج والتوصيات	الفصل الخامس
79	مقدمة	1-5
79	النتائج	2-5
100	التوصيات	3-5

رقم الصفحة	اسم الجدول	رقم الجدول
5	الجدول الزمني للمشروع	جدول (1-1)
22	الكثافة النوعية للمواد المستخدمة	جدول (1-3)
22	الأحمال الحية لعناصر المبنى	جدول (2-3)
23	أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر	جدول (3-3)

Table #	Description	Page #
4-1	Check of Minimum Thickness of Structural Member	37
4-2	Dead Load Calculation One Way Solid Slab	39
4-3	Dead Load Calculation of Flight	59
4-4	Dead Load Calculation of Landing	63
4-5	Shear Wall Enough Calculations	69
5-1	Slabs Comparison 2D & 3D	80
5-2	Beam Reinforcement Area 2D & 3D (mm ²)	82
5-3	Axial Load Comparison (2D & 3D)	88
5-4	Axial Load Comparison Ratio	95
5-5	Shear Wall Comparison	96
5-6	Reactions of Columns Comparison	99

رقم الصفحة	اسم الشكل	رقم الشكل
8	الموقع العام لقطعة الأرض	الشكل (1-2)
10	اتجاه الرياح على قطعة الأرض	الشكل (2-2)
10	حركة الشمس على قطعة الأرض	الشكل (3-2)
12	مسقط الطابق الأرضي	الشكل (4-2)
13	مسقط الطابق الأول	الشكل (5-2)
14	مسقط الطابق الثاني	الشكل (6-2)
15	الواجهة الجنوبية	الشكل (7-2)
16	الواجهة الشرقية	الشكل (8-2)
16	الواجهة الشمالية	الشكل (9-2)
17	الواجهة الغربية	الشكل (10-2)
18	مقطع A-A	الشكل (11-2)
18	مقطع B-B	الشكل (12-2)
24	خريطة الزلازل في فلسطين	الشكل (1-3)
25	توضيح لبعض العناصر الانشائية للمبنى	الشكل (2-3)
26	عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد	الشكل (3-3)
27	عقدات العصب ذات الاتجاهين	الشكل (4-3)
27	العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد	الشكل (5-3)
28	العقدات المصمتة ذات الاتجاهين	الشكل (6-3)
28	الدرج	الشكل (7-3)
29	أنواع الجسور المستخدمة في المشروع	الشكل (8-3)
30	أنواع الأعمدة المستخدمة في المشروع	الشكل (9-3)
31	جدار قص	الشكل (10-3)
32	الأساسات	الشكل (11-3)

List of Figures

Figure #	Description	Page #
4-1	One Way Solid Slab (S 009)	38
4-2	Shear and Moment Envelope Diagram of Solid (S 009)	40
4-3	Statically System of Beam (B 029)	44
4-4	Moment Envelope Diagram of Beam (B 029)	44
4-5	Shear Envelope Diagram of Beam (B 029).	45
4-6	Column Reinforcement	56
4-7	Column Group Information	57
4-8	Stair Plan.	58
4-9	Stair Section	59
4-10	Statically System and Loads Distribution of Flight	60
4-11	Statically System and Loads Distribution At First 1m of Landing.	64
4-12	Stair Reinforcement	66
4-13	Shear Wall 1	67
4-14	ACI 318-14M require	69
4-15	Shear Wall Reinforcement	71
4-16	Mat Foundation.	72
4-17	Moment in X Direction.	73
4-18	Moment in Y Direction.	74
4-19	Deflection in mm.	74
4-20	Stress reaction form the soil on the man foundation KN/m ²	75
4-21	Punching Shear Result	76
4-22	Bottom Reinforcement for Mat	77
4-23	Top Reinforcement for Mat	77

List of Abbreviations

- **A_c** = area of concrete section resisting shear transfer.
- **A_s** = area of non-prestressed tension reinforcement.
- **A_g** = gross area of section.
- **A_v** = area of shear reinforcement within a distance (S).
- **A_t** = area of one leg of a closed stirrup resisting tension within a (S).
- **b** = width of compression face of member.
- **C_c** = compression resultant of concrete section.
- **C_s** = compression resultant of compression steel.
- **DL** = dead loads.
- **d** = distance from extreme compression fiber to centroid of tension reinforcement.
- **E_c** = modulus of elasticity of concrete.
- **f_c'** = compression strength of concrete.
- **f_y** = specified yield strength of non-prestressed reinforcement.
- **h** = overall thickness of member.

L_n = length of clear span in long direction of two- way construction, measured face-to-face of supports in slabs without beams and face to face of beam or other supports in other cases.
- **LL** = live loads.
- **M** = bending moment.
- **M_u** = factored moment at section.
- **M_n** = nominal moment.

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

الفصل الأول

المقدمة

1-1 مقدمة

2-1 وصف عام للمشروع

3-1 أسباب اختار المشروع

4-1 أهداف المشروع

5-1 مشكلة المشروع

6-1 المسلمات

7-1 فصول المشروع

8-1 الجدول الزمني للمشروع

1-1 مقدمة

دأب الإنسان منذ بداياته إلى البحث عن المسكن فلجأ إلى الكهوف والتجاويف الصخرية المحيطة به، ومع محاولته لتطوير أساليب الحياة لديه، والتكيف مع بيئته اجتهد لتطوير مسكنه، فاستخدم المواد المحيطة به لإنشاء هذا المأوى من أخشاب وجلود الحيوانات والحجارة والطين، وصولاً إلى استخدامه الحديد والاسمنت المستخدم حالياً في البناء.

واستجابة لمتطلبات التقدم والتطور بدأ بالاتجاه إلى الأبنية المتخصصة في مجالات حياته العامة والخاصة، فجعل لكل احتياج مبناه الخاص مثل الجامعات والمدارس والمستشفيات والشقق السكنية والمراكز الصحية والمجمعات التجارية... الخ.

ومع تطور الإنسان وتطور حياته ومع الانفتاح الصناعي المستمر كان لا بد من مواكبة الأحداث لتلبية احتياجات الناس بمختلف فئاتهم وأشغالهم، من هنا يأتي دور المهندس الذي يضع أفكاره وحلوله من أجل المضي قدماً في ركب الثورة البشرية.

محور الدراسة في هذا المشروع هو القيام بإجراء التصميم الإنشائي لمدرسه متعددة الطوابق باستخدام التصميم ثنائي الأبعاد وثلاثي الأبعاد والمقارنة بينهما.

2-1 وصف عام للمشروع

المشروع عبارة عن مدرسه تقع في مدينة الخليل، يتكون المبنى من ثلاثة طوابق، على مساحة قطعة أرض 5000 متر مربع، ومساحة البناء الكلية لجميع الطوابق 4390 متر مربع، موزعة على كتلة واحدة وهي الكتلة الرئيسية من 3 طوابق، مساحة كل طابق 1530 متر مربع، تحوي غرف صفيه، ومختبرات علميه وحاسوبية، وخدمات ... وغيرها .

3-1 أسباب اختيار المشروع

تعود أهمية اختيار المشروع إلى عدة أمور من أهمها: معرفه الفارق الجوهرى بين التصميم والتحليل ثنائي الأبعاد والتصميم ثلاثي الأبعاد، بالإضافة إلى زيادة المعرفة للنظم الإنشائية المتبعة في بلادنا والفرق بينها وبين النظم الحديثة التي لم يتم بدء العمل بها بعد، وكذلك اكتساب المعرفة العلمية والعملية المتبعة في تصميم وتنفيذ المشاريع الإنشائية والتي ستوجهنا بعد التخرج في سوق العمل إن شاء الله.

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

الأسباب المتعلقة بطبيعة المشروع:

1. حاجة الماسة للتوسع في فهم وإدراك النظم الحديثة بالتصميم الانشائي.
2. محاوله مواكبه العلم والتطور.
3. التركيز على تعلم برامج حاسوبيه بتوسع مما يسهل علينا العمل على ارض الواقع مستقبلاً.
4. التركيز على جانب البحث العلمي والابتعاد عن الاعمال التقليدية في المشاريع.

الأسباب الشخصية:

1. رغبة فريق المشروع بأن يكون المشروع مشروع بحث علمي وعملي ومقارنه بين أنواع التصميم الانشائي .
2. الرغبة في اكتساب مهارة التصميم الإنشائي من خلال الربط بين النواحي النظرية التي تم اكتسابها من المساقات المدروسة، وتطبيق ذلك فعلياً في هذا المشروع وما يحتويه من عناصر إنشائية مختلفة، وتصميم هذه العناصر بحيث تتناسب مع الأحمال الواقعة عليها، مع مراعاة توفير عاملي المتانة والاقتصاد.
3. الرغبة في تعلم ومعرفة كيفية التحليل والتصميم الانشائي لنظام ثلاثي الابعاد.
4. الرغبة في الاستفادة في استخدام البرامج الهندسية.

4-1 أهداف المشروع

1- أهداف علميه:

1. لفت الانتباه الى التحليل والتصميم ثلاثي الابعاد، والذي قد بدأ العالم بالتوجه نحوه لمزاياه التي سنتعرف عليها خلال هذا المشروع، والتي تنبع من قربها للواقع والابتعاد عن افتراض أن كل عنصر يعمل لوحده، بل اخذ المنشأة ككل.
2. تنمية القدرات العلمية للمجموعة عن طريق البحث ودراسة طرق جديده في التحليل والتصميم الانشائي، ومعرفة كيفية التعامل معها حسب الحاجة مما ينمي قدراتنا على البحث وتطوير الذات والمحصلة العلمية الذاتية دون الاعتماد الكلي على التلقين.

2- أهداف انشائية:-

1. القدرة على اختيار النظام الإنشائي المناسب للمشاريع المختلفة، وتوزيع عناصره الإنشائية على المخططات، مع مراعاة الحفاظ على الطابع المعماري، وتحديد الطريقة الأفضل.
2. العمل على توظيف كافة المعلومات التي اكتسبناها أثناء حياتنا الدراسية، من خلال المسابقات المختلفة، من أجل الوصول إلى مشروع متكامل بطريقتين مختلفتين، والمقارنة بينهما لتحديد الطريقة الأفضل، وتحديد مميزات وسلبيات كل طريقة.
3. التعرف على نماذج وطرق إنشائية جديدة لم نكتسبها خلال دراستنا.
4. وبذلك يمكن أن يعد المشروع بمثابة مرجع متكامل في مجال التحليل والتصميم بالطريقتين التي يتضمنها المشروع لمختلف العناصر الإنشائية في المباني؛ لما يحوي من أمثلة وتطبيقات على هذه الموضوعات.

5-1 مشكلة المشروع

تتمثل مشكلة هذا المشروع في انواع التحليل والتصميم الإنشائي لجميع العناصر الإنشائية المكونة للمبنى (ثنائي وثلاثي أبعاد)، وفي هذا المجال سيتم تحليل كل عنصر من العناصر الإنشائية مثل البلاطات والأعمدة والجسور وجدران القص والأساسات، وذلك بتحديد الأحمال الواقعة عليه باستخدام كلا الطريقتين، ومن ثم تحديد أبعاده وتصميم التسليح اللازم له، مع الأخذ بعين الاعتبار عامل الأمان للمنشأ يتبعه عامل الاقتصاد والتوفير.

6-1 المسلمات

تهدف دراستنا الى اعداد المخططات الإنشائية اللازمة لكافة عناصر المشروع، وسوف يتم الاعتماد في المشروع على كل من الكود الأمريكي (ACI-318M-14) والكود الأردني للأحمال الحية .

7-1 فصول المشروع

يتكون المشروع من أربع فصول على النحو التالي:

- الفصل الأول: المقدمة.
- الفصل الثاني: الوصف المعماري.
- الفصل الثالث: الوصف الإنشائي.
- الفصل الرابع: التحليل والتصميم الإنشائي.
- الفصل الخامس: النتائج والتوصيات.

8-1 الجدول الزمني للمشروع

يبين الجدول رقم (1-1) المخطط الزمني لمرحل العمل بالمشروع وفق الخطوات المقترحة للعمل خلال الفصل الدراسي.

32	30	28	26	24	22	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2	الفعاليات (الاسابيع)
																اختيار المشروع
																دراسة المخططات المعمارية
																تحليل وتصميم ثنائي الابعاد
																إعداد المخططات والنص
																عرض مقدمة المشروع
																إكمال تصميم ثنائي الابعاد
																تحليل وتصميم ثلاثي الابعاد
																إعداد المخططات والنص
																عرض المشروع

جدول (1-1): الجدول الزمني للمشروع.

2

الفصل الثاني

الوصف المعماري

1-2 المقدمة

2-2 لمحة عامة عن المشروع

3-2 موقع المشروع

4-2 وصف طوابق المشروع

5-2 وصف واجهات المشروع

6-2 وصف الحركة

7-2 المداخل

1-2 مقدمة

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

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

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

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

إن الفكرة المعمارية ليست هي الفكرة الرئيسية في هذا المشروع، ومع ذلك كان لا بد من إعطاءها جهداً لها؛ للتأكيد على قدره تطبيق النظم الإنشائية التي سيتم طرحها على التغلب على المشاكل المعمارية التي تواجه المهندس الإنشائي في تحويل مخططات المعماري إلى بناء آمن على أرض الواقع.

2-2 لمحة عامة عن المشروع

تتلخص فكرة المشروع في إنشاء مبنى مدرسه حديث في مدينة الخليل، يتضمن غرف صفية، وصالة رياضية، ومكتبة، ومختبر علمي، ومختبرات حاسوب، بالإضافة لغرفة معلمين، وغرفة امن، وغرفة ادارة المدرسة.

ولقد حصلنا على المخططات المعمارية للمشروع من احدى طلاب كلية الهندسة -تخصص هندسة معمارية في جامعة بوليتكنك فلسطين-. وذلك كي نشرع في أعمال التصميم الإنشائي بعد دراسة تحليلية ومفصلة لتلك المخططات المعمارية، من إعداد الطالبين (جهينة النمورة واسلام الرجوب) مشكورين، وتحت إشراف الدكتور (غسان دويك) مشكوراً، وتبلغ المساحة الإجمالية للمبنى حوالي 4390 متر مربع، في كتله واحدة رئيسية من 3 طوابق مساحة كل طابق 1530 متر مربع. وتتنوع فيها الخدمات الوظيفية بشكل مناسب مع الحاجة المبتغاة من التصميم.

3-2 موقع المشروع

لتصميم أي مشروع فإنه ينبغي دراسة الموقع المراد الإنشاء فيه بعناية فائقة، مراعيًا بذلك الموقع الجغرافي وتأثير الظروف المناخية السائدة في المنطقة، بحيث تصان العناصر القائمة وتتألف وتتناغم مع التصميم المقترح. فلذلك يجب إعطاء فكرة عامة عن عناصر الموقع من توضيح لمقاسات الأرض المقترحة للبناء، وعلاقة الموقع بالشوارع والخدمات المحيطة، وارتفاع المباني المحيطة، واتجاه الرياح السائدة والضجيج ومسار الشمس. يقع هذا المشروع المقترح على أرض في منطقة واد الهريه في مدينة الخليل ويظهر في الشكل (1-2) صورته جوية باستخدام خرائط جوجل والموقع العام لقطعة الأرض مع اتجاه الشمال.



الشكل (1-2): الموقع العام لقطعة الأرض.

1-3-2 أهمية الموقع:

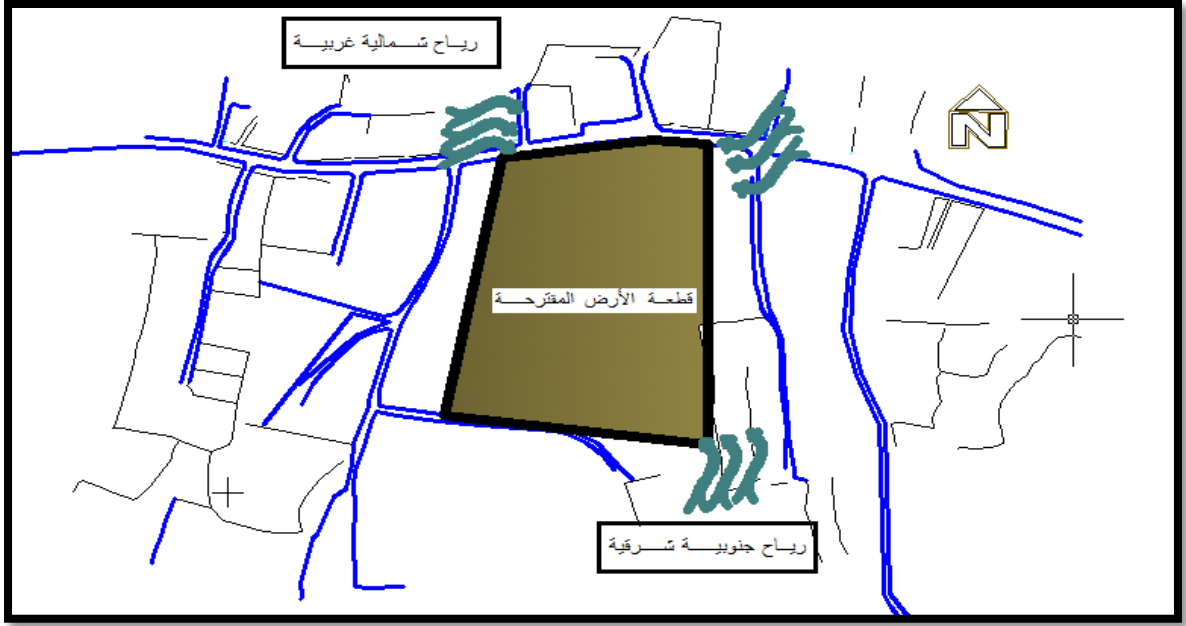
تتمتع مدينة الخليل بموقع مميز بين مدن فلسطين، بسبب المستوى الجغرافي والاقتصادي، وكانت هناك مجموعة من الأسباب التي أدت إلى اختيار هذه المنطقة لإنشاء هذه المدرسة إلى جانب حيوية المنطقة والمتطلبات الأخرى اللازمة لاختيار الموقع المناسب والمميزات التي توافرت في موقع هذا المشروع وتم مراعاتها وهي على النحو الآتي:

1. حاجة بعض المناطق في مدينه الخليل إلى مثل هذا المشروع.
2. توفر قطعة أرض بمساحة تستوعب حجم المشروع.
3. حيوية المنطقة.
4. سهولة الوصول إلى الموقع.
5. احتفاظ الموقع بمميزات طبيعية تؤهله لاحتواء المشروع.

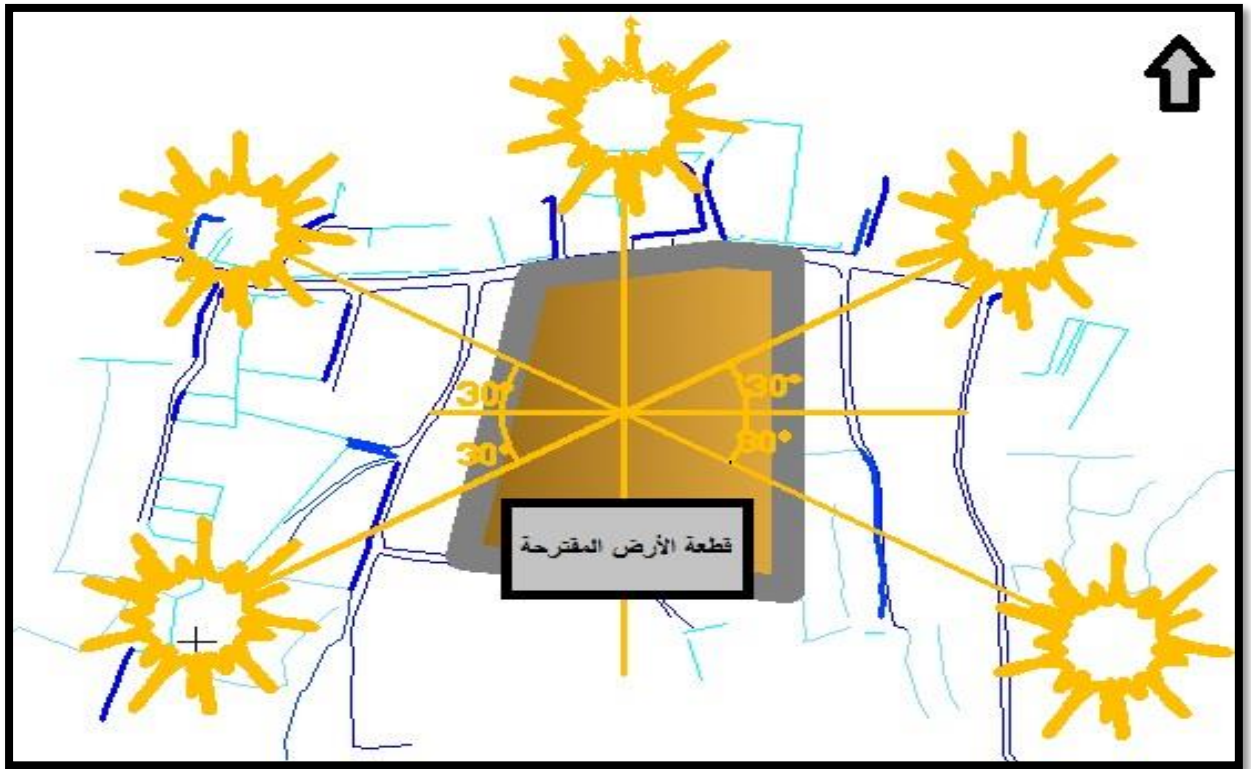
2-3-2 حركة الشمس والرياح:

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

إن دراسة حركة الشمس والرياح من العوامل المهمة في تحليل المبنى، فالشمس طاقة مرغوب فيها، وتوجيه المبنى تجاه الشمس مع حمايته من السطوع الواقع عليه من المنطقة الغربية هي وسيلة ناجحة في الحصول على أكبر قدر ممكن من الطاقة الشمسية في أيام البرد، والتقليل من كمية الطاقة المستهلكة للتدفئة، وللرياح تأثير كبير على المباني، فهي تعد حمل أفقي يؤثر على جدران المبنى وبالتالي على الهيكل الإنشائي له، لذلك فيجب مراعاة تأثير الشمس والرياح على المبنى ليتسنى تقسيمه إلى فراغات تتناسب وتوجيهه المناخي بحيث يلبي شروط التصميم المتعلقة بالتهوية والإضاءة الطبيعية، والشكلان (2-2) ، (2-3) يوضحان اتجاه الرياح وحركة الشمس على قطعة الأرض.



الشكل (2-2): اتجاه الرياح على قطعة الأرض.



الشكل (3-2): حركة الشمس على قطعة الأرض.

3-3-2 الرطوبة:

مناخ مدينة الخليل يتأثر بمناخ فلسطين الذي يعرف بأنه جاف وحار صيفاً ومعتدل وماطر شتاءً، ومناخ الخليل رغم صغرهما يتباين ؛ تبعاً للتضاريس والمسطحات المائية المجاورة والبعد عن الصحراء، أما فيما يتعلق بالأمطار فإن معدلات التساقط متفاوتة تبعاً لتضاريس المنطقة الجغرافية، حيث إن الأمطار في الخليل تتراوح ما بين (400-600 ملم) سنوياً.

4-3-2 العناصر المعمارية:

مدينة الخليل تقع الى الجنوب من الضفة الغربية محاطة بقمم الجبال العالية، وهذا ما أكسبها مقومات معينة جعلها تتحكم بالبوابة الطبيعية من النقب جنوباً إلى مرتفعات القدس شمالاً، وشهدت مدينة الخليل في العقود الأخيرة تزايداً في عدد السكان وفي عدد الأبنية والمنشآت، وهذا بالإضافة إلى طبيعة نشاطها الاقتصادي الذي هو في معظمه تجاري وصناعي، مما أكسب طرازها المعماري طرازاً فريداً يتماشى مع طبيعتها.

4-2 وصف طوابق المشروع

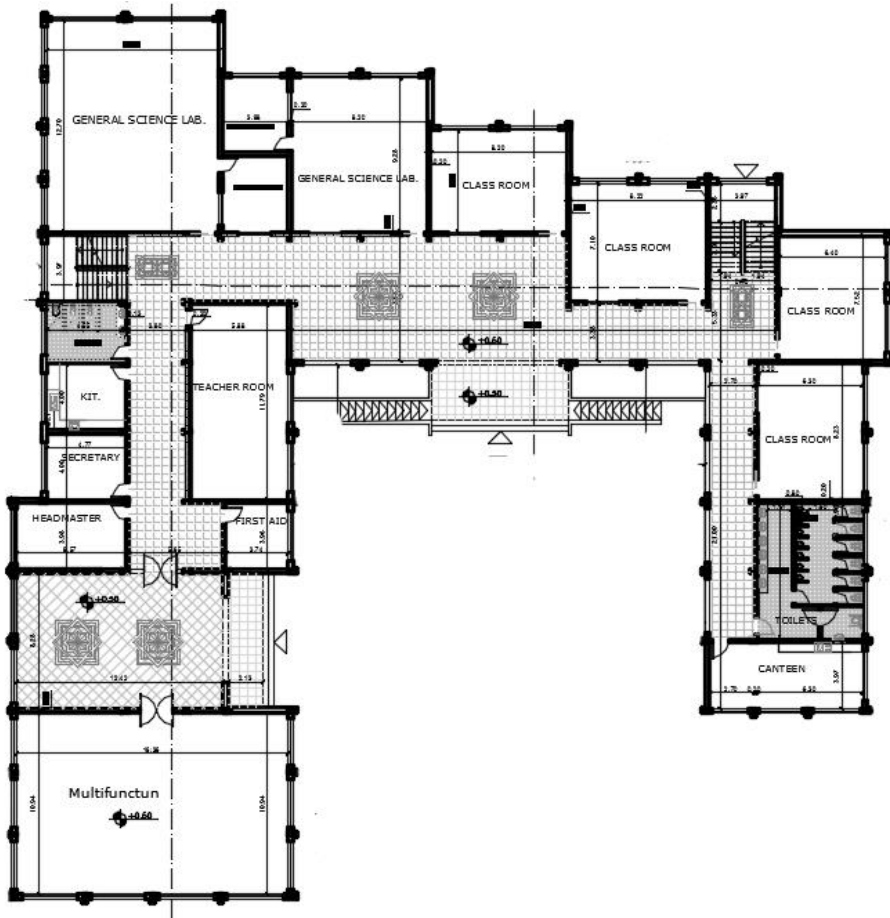
المبنى في تركيبته الهندسية يعتمد على الشكل المستطيل وهذا محكوم بطبيعة قطعة الارض وموقعها في مدخل المدينة وتبلغ مساحة البناء 4390 متر مربع، والتوزيع المعماري لهذه المرافق يتسم بالتنوع مما أدى إلى التنوع في التصميم الإنشائي، وهي موزعة على النحو التالي:

1-4-2 الطابق الأرضي:

(منسوب +0.50) بمساحة تقدر ب 1530 متر مربع.

استعمالات الطابق:

1. المدخل الرئيسي والأدراج.
2. غرفه المدير.
3. صالة رياضية.
4. غرفة المعلمين.
5. غرفه الأمن.
6. غرفه الإسعاف الأولي.
7. مطبخ.
8. وحدات صحية.
9. مختبرات علميه.
10. غرف صفيه.
11. كافيتريا (كانتين).



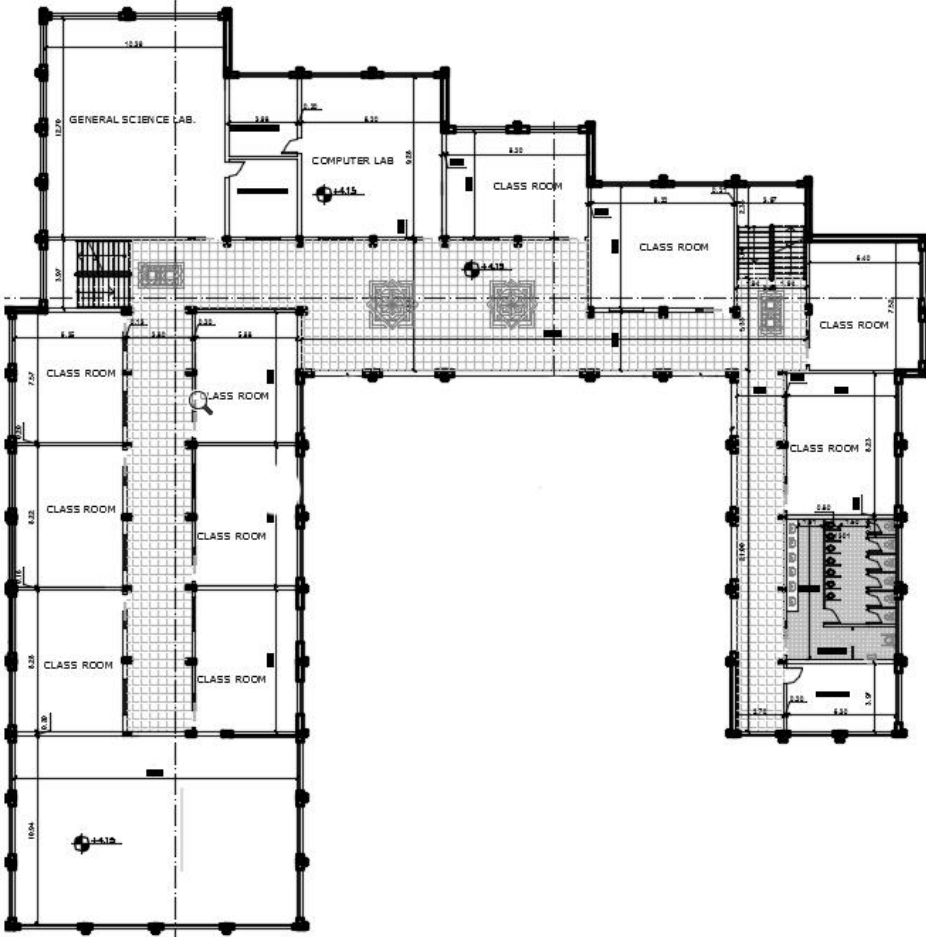
الشكل (4-2): مسقط الطابق الأرضي.

2-4-2 الطابق الأول:

بمساحة تقدر ب 1380 متر مربع. (منسوب +4.10)

استعمالات الطابق:

1. أدرج.
2. مختبرات علميه.
3. مختبرات حاسوب.
4. غرف صفيه.
5. وحدات صحية.
6. غرفه الحراسة.



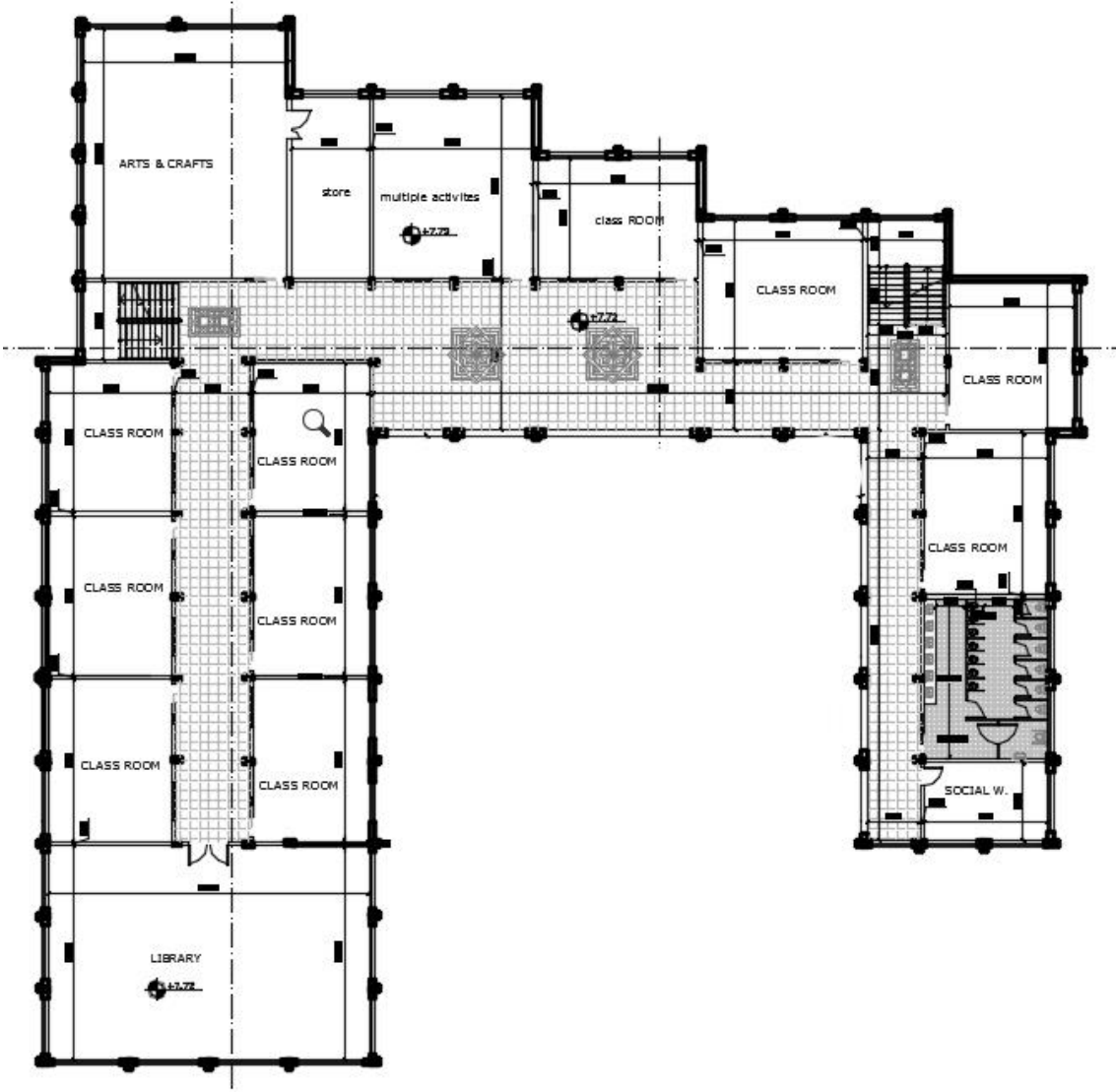
الشكل (5-2): مسقط الطابق الأول.

3-4-2 الطابق الثاني:

بمساحة تقدر ب 1530 متر مربع. (منسوب +7.70)

استعمالات الطابق:

1. مكتبة.
2. غرفة فنية.
3. غرفة أنشطة.
4. وحدات صحية.
5. غرف صفية.



الشكل (6-2): مسقط الطابق الثاني.

2-5 وصف واجهات المشروع

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

2-5-1 الواجهة الجنوبية :

هي الواجهة الرئيسية للمشروع حيث تمتلك الإطلالة الكاملة للمبنى ومدخله الرئيسي، وتضم هذه الواجهة تصوراً جيداً عن حجم المشروع للناظر كما أنها تبرز المدخل الرئيسي الذي يدفع المقبل على المبنى إلى التوجه إليه دون الحاجة إلى إشارة أو دليل، وتظهر فيها الساحة الرئيسية للمدرسة، كما تظهر الممرات المفتوحة على الساحة الرئيسية والشبابيك الطولية على اليسار والعرضية على اليمين بهدف التنوع المعماري وخدمة للفراغات الموجودة.



الشكل (2-7): الواجهة الجنوبية.

2-5-2 الواجهة الشرقية:

وفي هذه الواجهة تظهر بعض بحيث تضيف عليها بشكل واضح نوع من الجمال والحيوية، ويجعل لها طابعاً مميزاً ولمسة معمارية رائعة، بالإضافة الا الاستمرار به للشبابيك العرضية وكسرها ببروزات الأعمدة تجنباً للملل .



الشكل (8-2): الواجهة الشرقية.

3-5-2 الواجهة الشمالية:

ويظهر في هذه الواجهة كل من الغرف القصفية وقاعات المختبرات والمدخل الخلفي للمدرسة كما يظهر استمراريته الشبابيك على عرض المبنى مع كسر الاتجاه العرضي ببروزات طوليه لمنع الملل المعماري .



الشكل (9-2): الواجهة الشمالية.

4-5-2 الواجهة الغربية:

ويظهر في هذه الواجهة كل من الغرف القصفية وقاعات كل من المكتبة والصالة الرياضية والمدخل الغربية للمدرسة كما يظهر استمراريه الشبائيك على عرض المبنى مع كسر الاتجاه العرضي ببروزات طوليه لمنع الملل المعماري .



الشكل (2-10): الواجهة الغربية.

6-2 وصف الحركة

تأخذ الحركة أشكالاً عدة، سواء من خارج المبنى باتجاه الداخل أو الحركة داخل المبنى نفسها، فالحركة من خارج المبنى إلى داخلها تتم بشكل سلس نظراً لعدم وجود فرق كبير بين المنسوب الخارجي والداخلي، أما بالنسبة للحركة داخل المبنى فتقسم إلى حركة خطية وحركة رأسية، الحركة الخطية تكون في الممرات داخل الطوابق، على عكس الحركة الرأسية التي تكون بين الطوابق من خلال الأدراج حيث تأخذ أماكن متعددة في المبنى وهذا بدوره يسهل الحركة الأفقية داخل الطوابق والحركة الرأسية بينها، وهذا ما يوضحه الشكلان (11-2) ، (12-2).

الشكل (11-2): مقطع A-A.



الشكل (12-2): مقطع B-B.



7-2 وصف المداخل

يحتوي المشروع على مدخلين اساسيين، هما:

1. المدخل الجنوبي وهو المدخل الرئيس للمدرسة.
2. المدخل الغربي وهو مدخل اخر للمدرسة.
3. المدخل الشمالي وهو مدخل اخر للمدرسة.
4. مدخل شرقي في الجهة الغربية من المبنى.

الفصل الثالث

الوصف الإنشائي

- 1-3 مقدمة
- 2-3 الهدف من التصميم الإنشائي
- 3-3 مراحل التصميم الإنشائي
- 4-3 الأحمال
- 5-3 الإختبارات العملية
- 6-3 العناصر الإنشائية المكونة للمشروع
- 7-3 برامج الحاسوب

1-3 مقدمة

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

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

2-3 الهدف من التصميم الإنشائي

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

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

3-3 مراحل التصميم الإنشائي

يمكن تقسيم مراحل التصميم الإنشائي إلى مرحلتين رئيسيتين:-

1. المرحلة الأولى :-

وهي الدراسة الأولية للمشروع من حيث طبيعة المشروع وحجمه، بالإضافة لفهم المشروع من جميع جوانبه المختلفة وتحديد مواد البناء التي سوف يتم اعتمادها للمشروع، ثم عمل التحاليل الإنشائية الأساسية لهذا النظام ، والأبعاد الأولية المتوقعة منه.

2. المرحلة الثانية :-

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

4-3 الأحمال

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

1-4-3 الأحمال الميتة :-

هي الأحمال الناتجة عن الوزن الذاتي للعناصر الرئيسية التي يتكون منها المنشأ، بصورة دائمة وثابتة، من حيث المقدار والموقع ، بالإضافة لأجزاء إضافية كالقواطع الداخلية باختلافها وأي أعمال ميكانيكية أو إضافات تنفذ بشكل دائم وثابت في المبنى، ويمكن حسابها من خلال تحديد أبعاد العنصر الإنشائي، وكثافات المواد المكونة له ، والجدول (1-3) يبين الكثافات النوعية للمواد المستخدمة في المشروع.

الرقم	المادة المستخدمة	الكثافة (KN/m ³)
1	البلاط	23
2	الخرسانة المسلحة	25
3	الطوب	10
4	القضبان والمونة	22
5	الرمل	16

جدول (1-3) : الكثافة النوعية للمواد المستخدمة.

2-4-3 الأحمال الحية :-

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

الرقم	الاستخدام	الحمل الحي (KN/m ²)
1	الجامعات والمدارس	5
3	المكاتب	2
4	المطاعم	5
5	الأدراج	3

جدول (2-3) : الأحمال الحية لعناصر المبنى.

3-4-3 الأحمال البيئية :-

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

1-3-4-3 أحمال الرياح :

أحمال الرياح تؤثر بقوى أفقية على المبنى، ولتحديد أحمال الرياح يتم الإعتماد على سرعة الرياح القصوى التي تتغير بتغير إرتفاع المنشأ عن سطح الأرض وموقعه من حيث إحاطته بمباني مرتفعة أو وجود المنشأ نفسه في موقع مرتفع أو منخفض والعديد من المتغيرات الأخرى.

2-3-4-3 أحمال الثلوج :

تعتمد أحمال الثلوج على إرتفاع المنطقة عن سطح البحر، وعلى شكل السقف، ويتم تحديدها بإستخدام الكودات البناء المختلفة، من خلال جداول تأخذ إرتفاع المنشأ عن سطح البحر و زاوية ميل السقف كأساس لتحديد قيمة القوى التي تؤثر بها على المنشأ.

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

الارتفاع عن سطح "h" (المتر)	احمال الثلوج (KN/m^2)
$h < 250$	0
$500 > h > 250$	$(h-250)/1000$
$1500 > h > 500$	$(h-400) / 400$
$2500 > h > 1500$	$(h - 812.5) / 250$

جدول (3-3) : أحمال الثلوج حسب الإرتفاع عن سطح البحر.

إستناداً إلى جدول أحمال الثلوج السابق وبعد تحديد إرتفاع المبنى عن سطح البحر، و الذي يساوي (920م) وتبعاً للبند الثالث تم حساب أحمال الثلوج كالآتي:-

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

$$s_L = \frac{920 - 400}{400}$$

$$s_L = 1.3(\text{KN/m}^2)$$

3-3-4-3 أحمال الزلازل :

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

وسيتم مقاومتها في هذا المشروع عن طريق جدران القص الموزعة في المبنى بناءً على الحسابات الإنشائية لها، والتي ستستخدم من أجله، لتجنب الآثار الناتجة عن الزلازل مثل:-

- حدود صلاحية المبنى للتشغيل (Serviceability) من حيث تجنب أي هبوط زائد
- (Deflection) و تجنب التشققات (Cracks) التي تؤثر سلباً على المنظر المعماري المطلوب.
- الشكل والنواحي الجمالية للمنشأ.

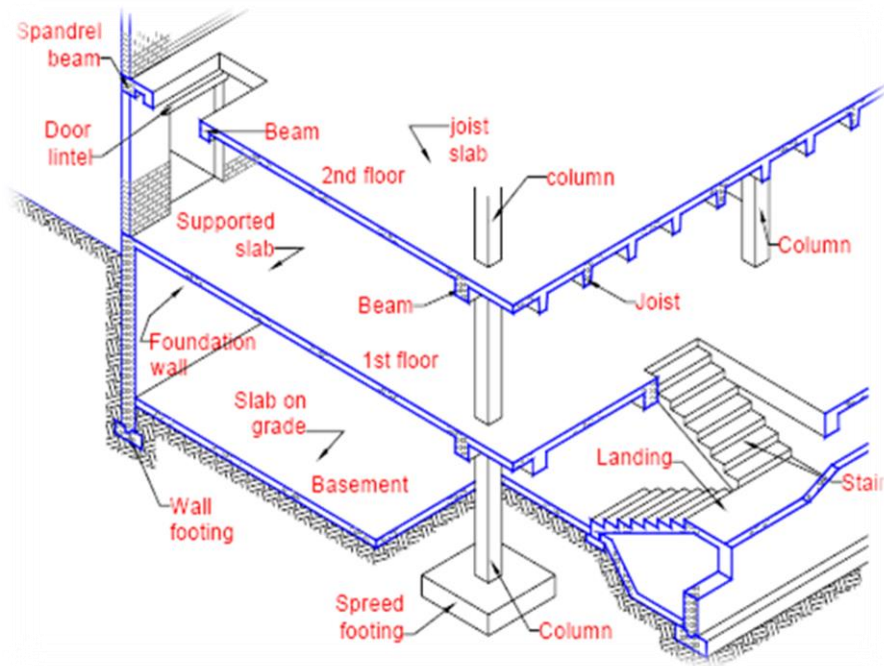
5-3 الإختبارات العملية

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

6-3 العناصر الإنشائية

تتكون المباني عادةً من مجموعة عناصر إنشائية تتقاطع مع بعضها لتقاوم الأحمال الواقعة على البناء وتشمل :-

العقدات والجسور والأعمدة وجدران القص والأدراج والأساسات.



الشكل (2-3) : توضيح لبعض العناصر الإنشائية للمبنى.

ويحتوي المشروع العناصر التالية:-

1-6-3 العقدات :-

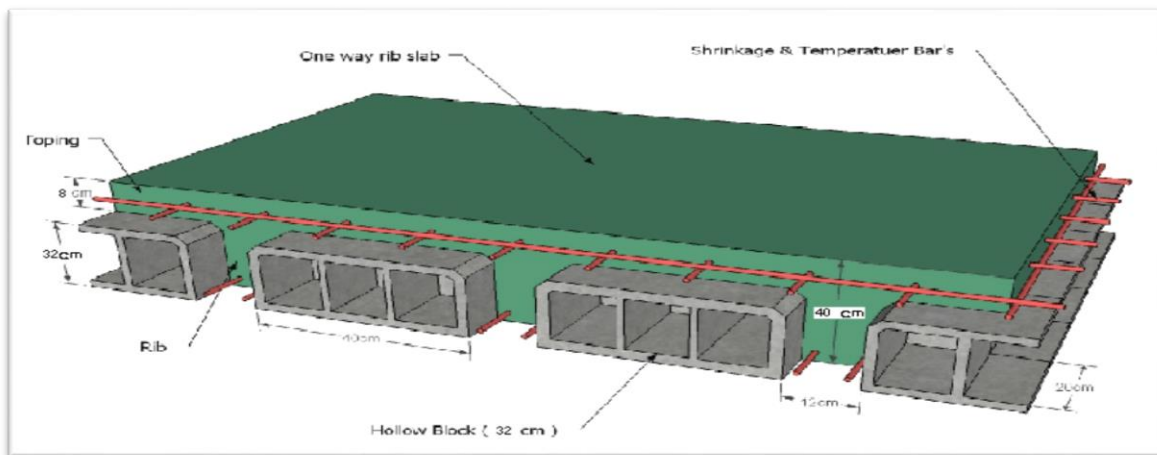
هي عبارة عن العناصر الإنشائية القادرة على نقل القوى الرأسية بسبب الأحمال المؤثرة عليها إلى العناصر الإنشائية الحاملة في المبنى مثل الجسور و الأعمدة و الجدران و الدراج و الأساسات، دون تعرضها إلى تشوهات.

وفي المشاريع الإنشائية يتم استخدام الأنواع التالية من العقدات :-

1. البلاطات المصمتة (Solid Slabs) وتقسم إلى :-
 - العقدات المصمتة ذات الإتجاه الواحد (One way solid slab).
 - العقدات المصمتة ذات الإتجاهين (Two way solid slab).
2. البلاطات المفرغة (Ribbed Slabs) وتقسم إلى :-
 - عقدات العصب ذات الإتجاه الواحد (One way ribbed slab).
 - عقدات العصب ذات الإتجاهين (Two way ribbed slab).

1-1-6-3 عقدات العصب ذات الإتجاه الواحد (One way ribbed slabs) :

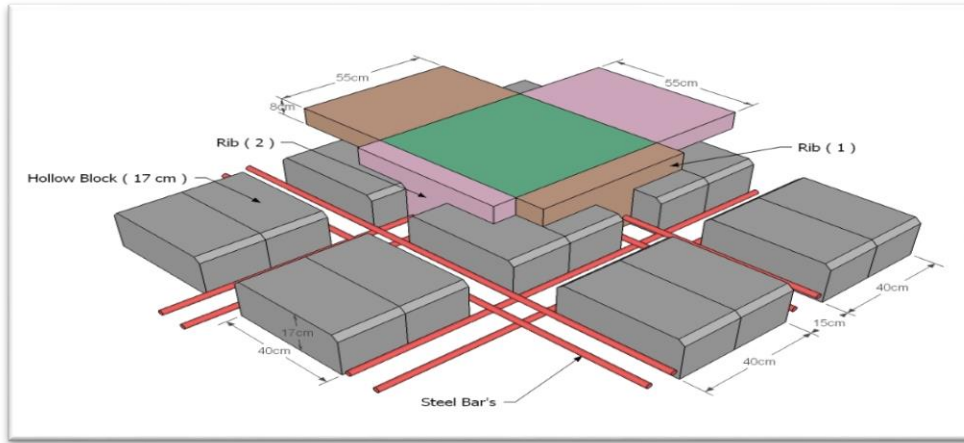
إحدى أشهر الطرق المستخدمة في تصميم العقدات في هذه البلاد وتتكون من صف من الطوب يليها العصب، ويكون التسليح بإتجاه واحد كما هو مبين في الشكل (3-3).



الشكل (3-3) : عقدات العصب ذات الإتجاه الواحد.

2-1-6-3 عتدات العصب ذات الإتجاهين (Two way ribbed slabs) :

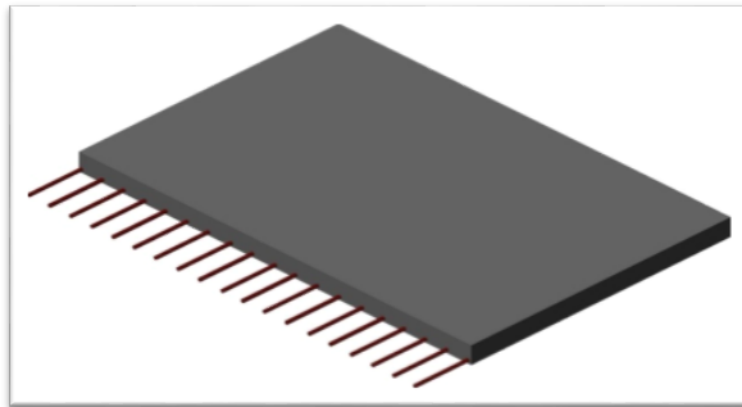
تشبه السابقة من حيث المكونات ولكن تختلف من حيث التسليح بإتجاهين ، ويتم توزيع الحمل في جميع الإتجاهات ويراعى عند حساب وزنها طوبتين و عصب في الإتجاهين ، كما يظهر في الشكل (4-3).



الشكل(4-3) : عتدات العصب ذات الإتجاهين.

3-1-6-3 العتدات المصمتة ذات الإتجاه الواحد (One way solid slabs) :

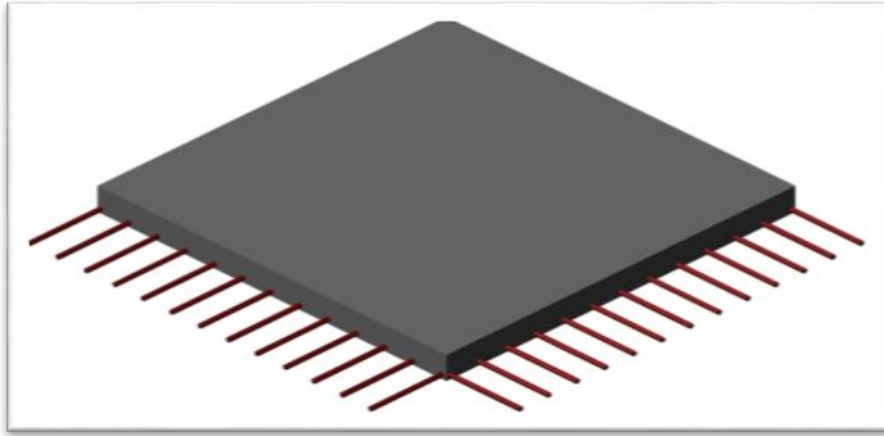
تستخدم في المناطق التي تتعرض كثيرا للأحمال الحية، وذلك تجنباً لحدوث إهتزاز نظراً للسماكة المنخفضة وتستخدم عادة في عتدات بيت الدرج ، كما في الشكل (5-3) .



الشكل (5-3) : العتدات المصمتة ذات الإتجاه الواحد.

4-1-6-3 العقدات المصمتة ذات الإتجاهين (Two way solid slabs) :

تستخدم في حال كانت الأحمال المؤثرة أكبر من المقدار الذي تستطيع العقدة المصمتة ذات الإتجاه الواحد مقاومتها، وعند ذلك يتم اللجوء إلى تصميم هذا النوع من العقدات وذلك لأنها تستطيع مقاومة الأحمال بشكل أكبر حيث يوزع التسليح الرئيسي فيها بإتجاهين موضحة في الشكل (6-3).

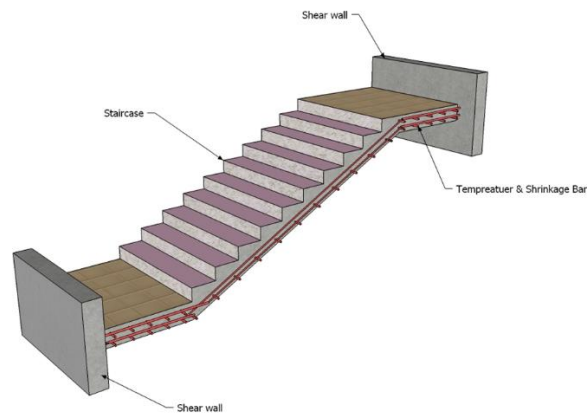


الشكل (6-3) : العقدات المصمتة ذات الإتجاهين.

ونظراً لوجود حركة ديناميكية عالية تتمثل بحركة الطلاب في مبنى المدرسة تم توحيد نوع العقدات واستخدام العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد .

2-6-3 الأدرج :-

الأدرج عنصر معماري يوجد في المباني للانتقال بين مستويين في نفس الطابق أو بين عدد من الطوابق عبر المبنى، ويتم عادةً تصميم الدرج إنشائياً بإعتباره عقدة مصمتة في إتجاه واحد كما في الشكل (7-3).



الشكل (7-3) : الدرج.

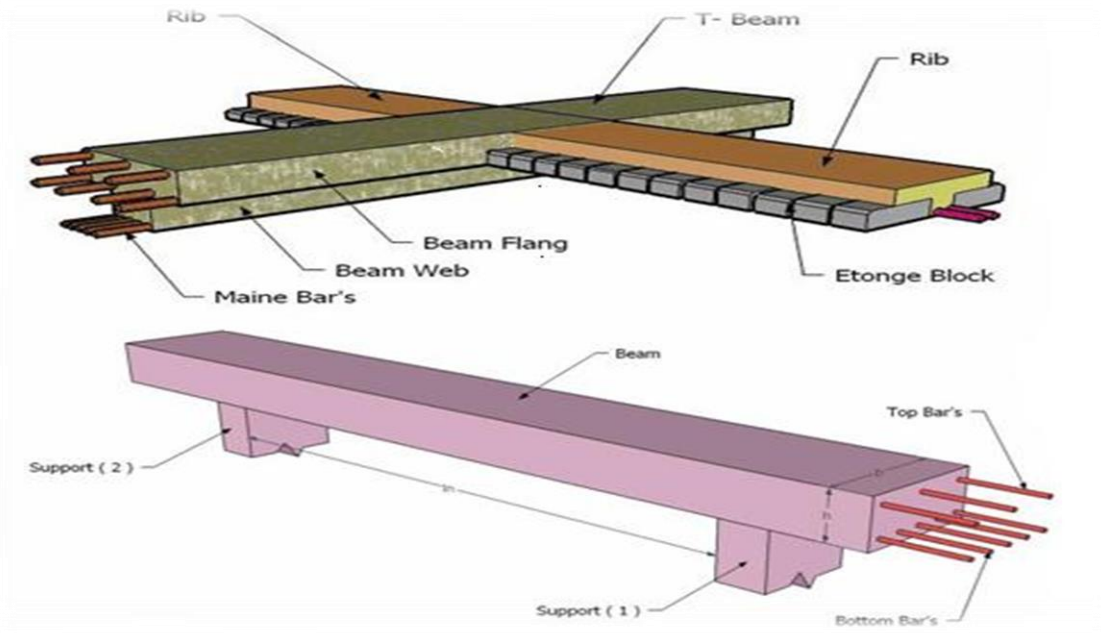
3-6-3 الجسور :-

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

- 1- جسور مسحورة (Hidden Beam). وهي التي يكون ارتفاعها مساوي لإرتفاع العقدة.
- 2- جسور ساقطة (Dropped Beam). وهي التي يكون ارتفاعها أكبر من إرتفاع العقدة، ويتم إبراز الجزء الزائد من الجسر في أحد الإتجاهين السفلي أو العلوي وتسمى L-section أو T-section أو Rectangular section .

ويكون التسليح بقضبان الحديد الأفقية لمقاومة العزم الواقع على الجسر، وبالكانات لمقاومة قوى القص والشكل

(8-3) يبين أنواع الجسور التي استخدمت في المشروع.



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

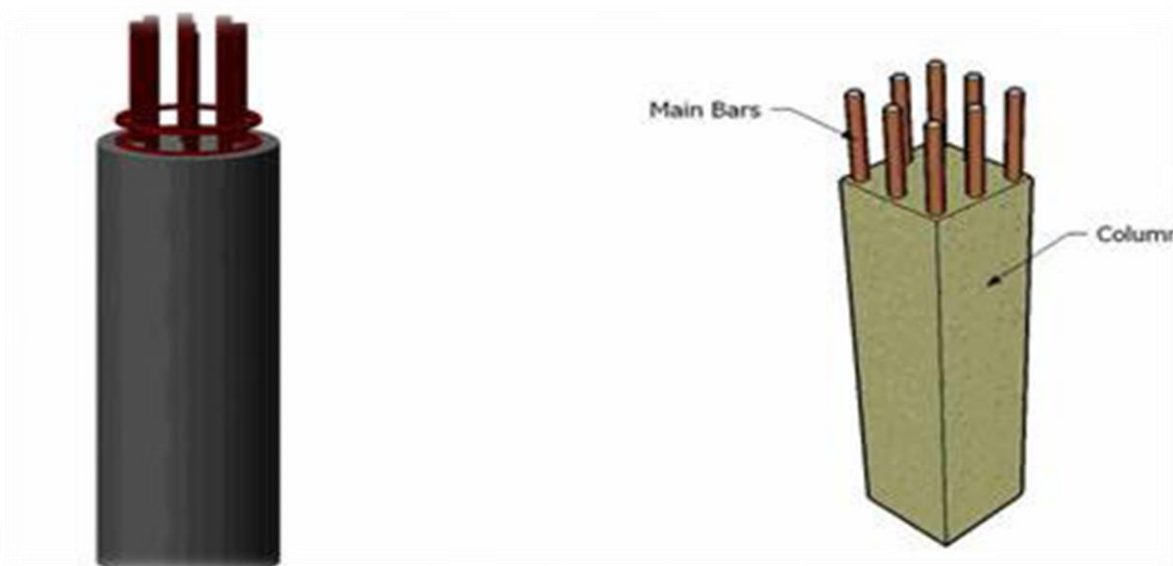
4-6-3 الأعمدة :-

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

1- الأعمدة القصيرة (short column).

2- الأعمدة الطويلة (long column).

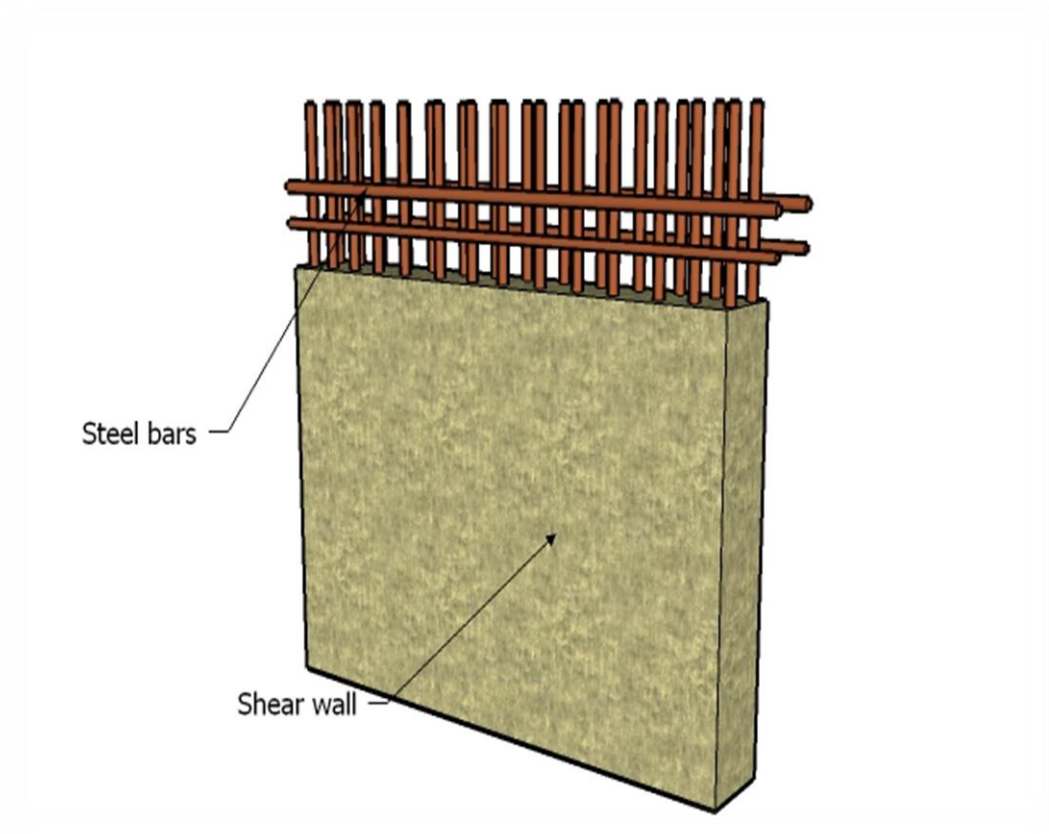
أما من حيث الشكل المعماري أو المقطع الهندسي فهي تقسم إلى ثلاث أنواع وهي :- المستطيلية والدائرية والمربعة وفي هذا المشروع تم استخدام الأعمدة المستطيلية كما هو مبين في الشكل (9-3).



الشكل (9-3) : أنواع الأعمدة المستخدمة في المشاريع الإنشائية.

3-6-5 جدران القص :-

هي الجدران التي تحيط ببيت الدرج، وجدران المصاعد، وأحياناً في بعض المناطق في المبنى حسب ما تقتضي الحاجة ووظيفة جدران القص مقاومة قوى القص الأفقية التي قد يتعرض لها المنشأ نتيجة لأحمال الزلازل والرياح إضافة إلى كونها جدران حاملة، ويراعى توفرها في إتجاهين متعامدين في المبنى لتوفير ثبات كامل للمبنى والشكل (10-3) يبين جدار قص مسلح الشكل.



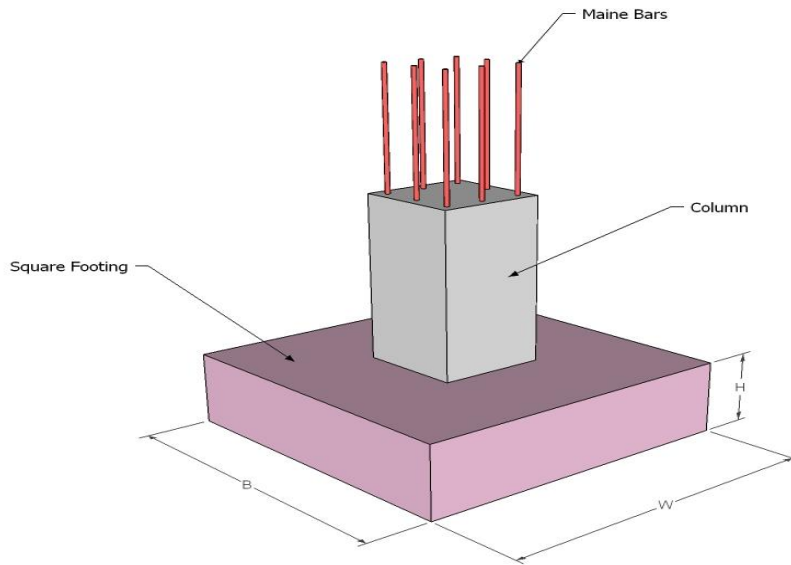
الشكل (10-3) : جدار قص.

6-6-3 الأساسات :-

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

- 1- أساسات منفصلة (Isolated Foundation).
- 2- أساسات مزدوجة (Combined Foundation).
- 3- أساسات شريطية (Strip Foundation).
- 4- أساسات البلاطة (Mat Foundation).

وسوف يتم تصميم الأساسات خلال الفصل القادم - ان شاء الله - في مرحلة مشروع التخرج .



الشكل (11-3) : الأساسات.

7-3 برامج الحاسوب التي تم استخدامها

1. AutoCAD (2007+2015) for Drawings Structural and Architectural
2. Microsoft Office (2010) For Text Edition
3. Microsoft Excel XP
4. ETAPS (2015 + 2016)

4

Chapter Four

Structural Analysis and Design

4-1 Introduction

4-2 Design Method and Requirement

4-3 Check of Minimum Thickness of Structural Member

4-4 Design of One Way Solid Slab

4-5 Design of Beam

4-6 Design of Column

4-7 Design of Stair

4-8 Design of Shear Walls

4-9 Design of Mat Foundation

4-1 Introduction

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

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

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

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

Structural concrete can be classified into:-

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

4-2 Design Method and Requirements

The design strength provided by a member is calculated in accordance with the requirements and assumptions of ACI_code (318M_14).

✓ Strength design method:-

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

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

Strength provided \geq strength required to carry factored loads.

NOTE:-

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

- Code:-

ACI-318-14M .

Jordanian Code for Live Load.

- Material:-

Concrete:- B300

$f_c' = 30 \text{ N} / \text{mm}^2 (\text{MPa})$ For circular section

but for rectangular section ($f_c' = 30 * 0.8 = 24 \text{MPa}$).

Reinforcement steel:-

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

✓ Factored loads:-

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

$$W_u = 1.2 D_L + 1.6 L_L$$

ACI-code-318M-14(5.3.1b)

4-3 Check of Minimum Thickness of Structural Member

Table 4-1:- Minimum Thickness of Non prestressed Beam or One-Way Slabs Unless Deflections are calculated. (ACI 318M-14) table (7.3.1.1)

Member	Minimum thickness (h)			
	Simply supported	One end continuous	Both end Continuous	Cantilever
solid one way slabs	L/20	L/24	L/28	L/10

Table (4-1): Check of Minimum Thickness of Structural Member.

For solid slab :-

$$h_{\min} \text{for (one end continuous)} = L/24 = 6.53/24 = 28 \text{ cm}$$

$$h_{\min} \text{for (both end continuous)} = L/28 = 3.7/28 = 14 \text{ cm}$$

$$h_{\min} \text{for (one end continuous)} = L/24 = 6.13/24 = 26 \text{ cm}$$

Take h = 30 cm for solid.

For Beam:-

$$h_{\min} \text{for (simply supported)} = L/16 = 11.3/16 = 71 \text{ cm , for B(140) . Take h = 80 cm}$$

$$h_{\min} \text{for (one end continuous)} = L/18.5 = 10.74/18.5 = 59 \text{ cm , for B(004) . Take h = 70 cm}$$

$$h_{\min} \text{for (simply supported)} = L/16 = 6.49/16 = 41 \text{ cm , for B(013) . Take h = 50 cm}$$

4-4 Design of One Way Solid Slab

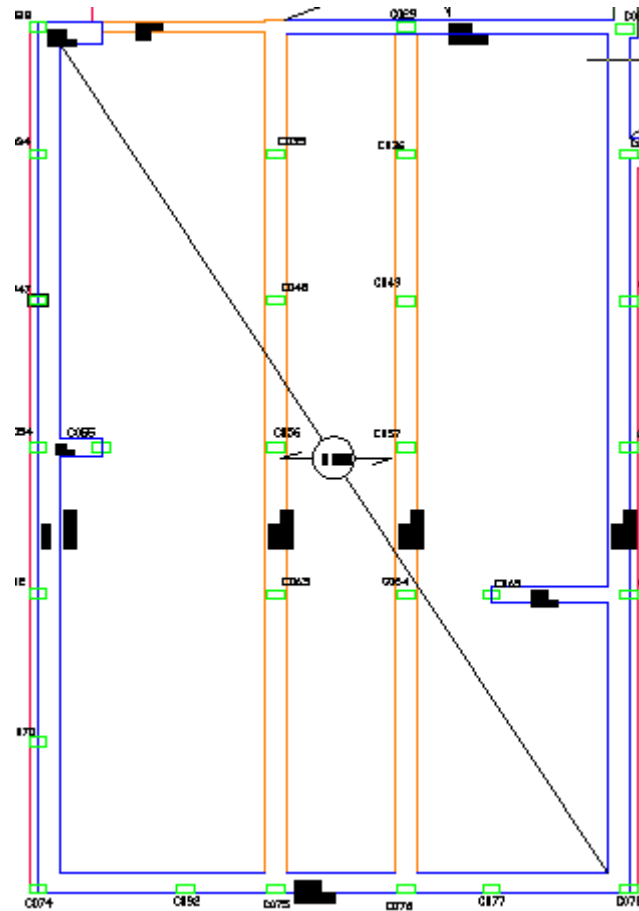


Fig 4-1: One Way Solid Slab.

❖ **Material:-**

⇒ concrete B300 $F_c' = 24 \text{ N/mm}^2$

⇒ Reinforcement Steel $F_y = 420 \text{ N/mm}^2$

✓ **Slab Thickness Calculation:-**

The overall depth must satisfy ACI Table (7.3.1.1):

Min h (deflection requirement):-

-For One end continuous:-

$$\frac{L}{24} = \frac{4.2}{24} = 0.175m$$

For One way solid slab, will use thickness of slab 30 cm.

✓ Load Calculation:-

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

-Load Calculation for the Horizontal Slab: - (For one Meter Strip)

#	material	Calculation
1	Tiles	0.03*23=0.69
2	mortar	0.03*22=0.66
3	Coarse sand	.05*17=0.85
4	RC concrete	0.3*25=7.5
5	Plaster	0.02*22=0.44
	Sum	10.14 kN/m

Table (4-2): Dead Load Calculation of Horizontal Solid Slab.

Live load = 5 kN/m

-Load Calculation for the Solid Slab (S009):- (For one Meter Strip)

DL = 10.14 kN/m

LL = 5 kN/m

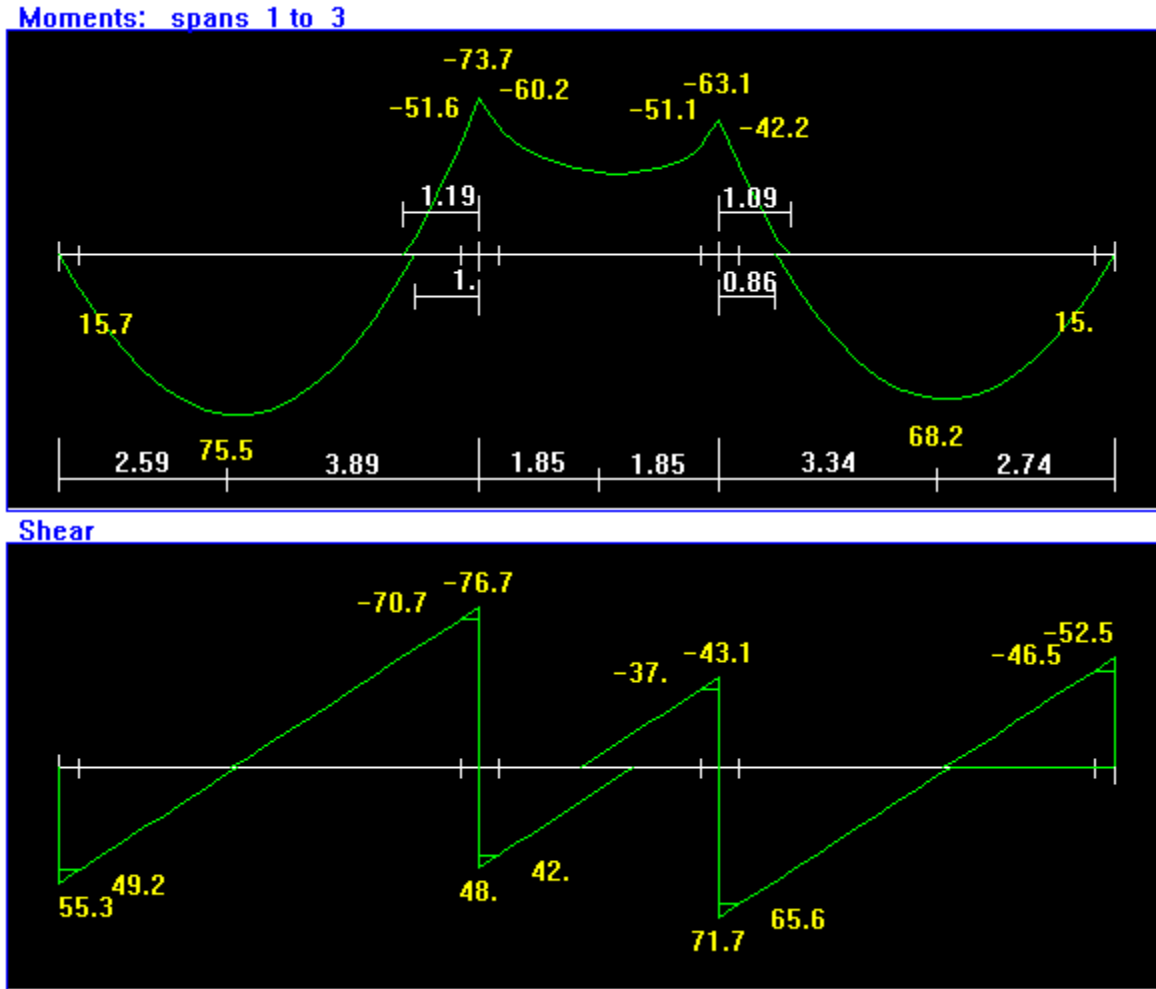


Fig 4-2: Shear and Moment Envelope Diagram of Solid Slab (S 009).

✓ Moment Design for (S 009):-

Spacing between Bars Is the Smallest of:-

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

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

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

$$\leq 3 * h = 3 * 300 = 900 \text{ m}$$

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

4.4.1 Design of Positive Moment for (S 009) :- (Mu=75.5 kN.m)

Assume bar diameter $\Phi 14$ for main reinforcement

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

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

$$R_n = \frac{75.5 * 10^6 / 0.9}{1000 * (273)^2} = 1.125 \text{ N/mm}^2 \text{ (Mpa)}$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.6)(1.125)}{420}} \right) = 0.00275$$

$$A_s = \rho * b * d = 0.00275 * 100 * 27.3 = 7.53 \text{ cm}^2$$

Check for A_s min:-

$$A_s \text{ min} = \rho_{\text{min}} * b * h = 0.0018 * 100 * 30 = 5.4 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{req}} = 7.53 \text{ cm}^2 > A_{s\text{min}} = 5.4 \text{ cm}^2 \quad \text{OK}$$

Use $\phi 14/20\text{cm}$, $A_{s, \text{provided}} = 7.7 \text{ cm}^2 > A_{s, \text{required}} = 7.53 \text{ cm}^2 \dots \text{Ok}$

Check for strain:

Tension = Compression

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

$$770 * 420 = 0.85 * 24 * 1000 * a$$

$$a = 15.85 \text{ mm}$$

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

$$\varepsilon_s = \frac{273 - 18.65}{18.65} * 0.003$$

$$\varepsilon_s = 0.041 > 0.005 \longrightarrow \text{ok}$$

4.4.2 Design of Negative Moment for (S 009):- (Mu=60.2 kN.m)

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

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

$$R_n = \frac{60.2 * 10^6 / 0.9}{1000 * (273)^2} = 0.9 \text{ N/mm}^2 \text{ (Mpa)}$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.6)(0.9)}{420}} \right) = 0.00219$$

$$A_s = \rho * b * d = 0.00219 * 100 * 273 = 6 \text{ cm}^2$$

Check for As min:-

$$A_s \text{ min} = \rho_{\text{min}} * b * h = 0.0018 * 100 * 30 = 5.4 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ req}} = 6 \text{ cm}^2 > A_{s \text{ min}} = 5.4 \text{ cm}^2 \quad \text{OK}$$

Use ϕ 14/20 cm, $A_{s, \text{ provided}} = 6.16 \text{ cm}^2 \geq A_{s, \text{ required}} = 6 \text{ cm}^2 \dots \text{ Ok}$

Check for strain:-

Tension = Compression

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

$$616 * 420 = 0.85 * 24 * 1000 * a$$

$$a = 12.68 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{12.68}{0.85} = 14.92 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = \frac{273 - 14.92}{14.92} * 0.003$$

$$\epsilon_s = 0.0519 > 0.005 \xrightarrow{1} \text{ok}$$

4-5 Design of Beam

❖ **Material :-**

⇒ concrete B300 $F_c' = 24 \text{ N/mm}^2$

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

❖ **Section :-**

⇒ B = 600 mm

⇒ h = 500 mm

⇒ d = $500 - 40 - 10 - 18/2 = 441 \text{ mm}$

✓ Statically System and Dimensions:-

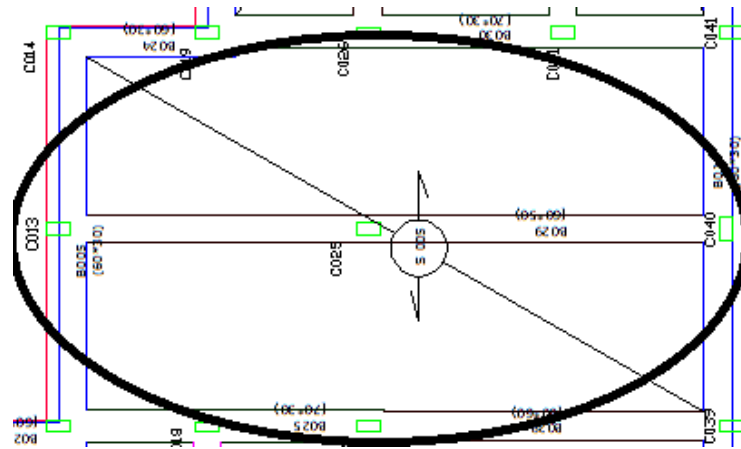


Fig 4-3: Statically System of Beam (B 029).

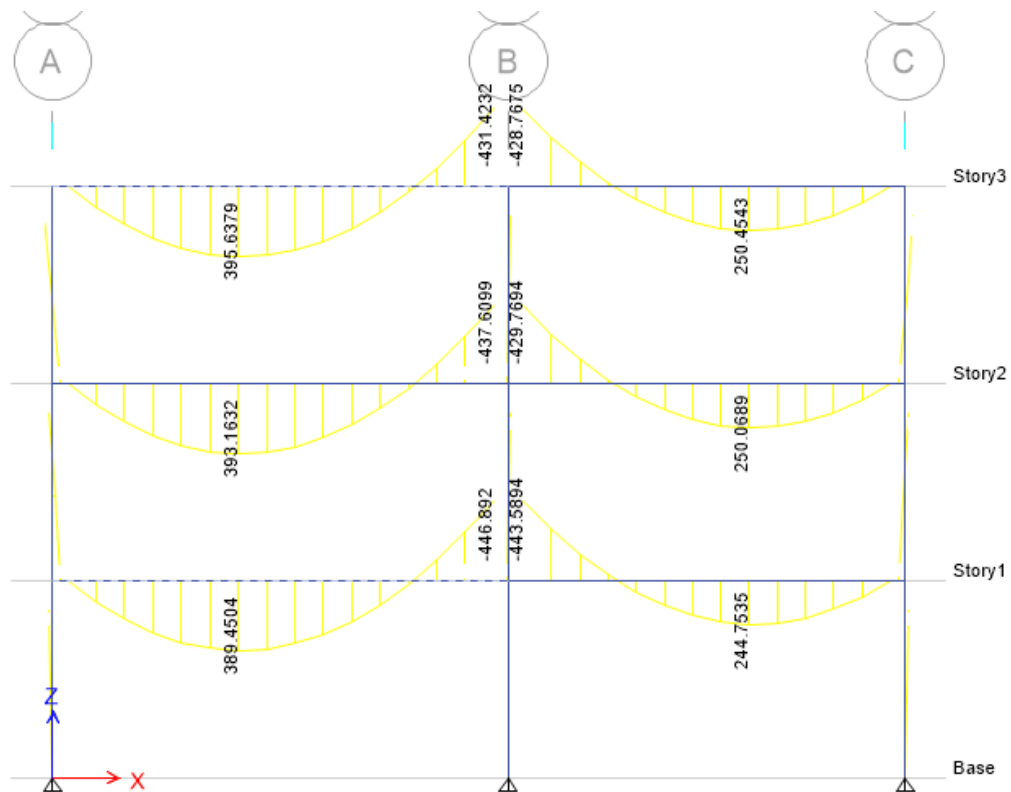


Fig 4-4: Moment Envelope Diagram of Beam (B 029)

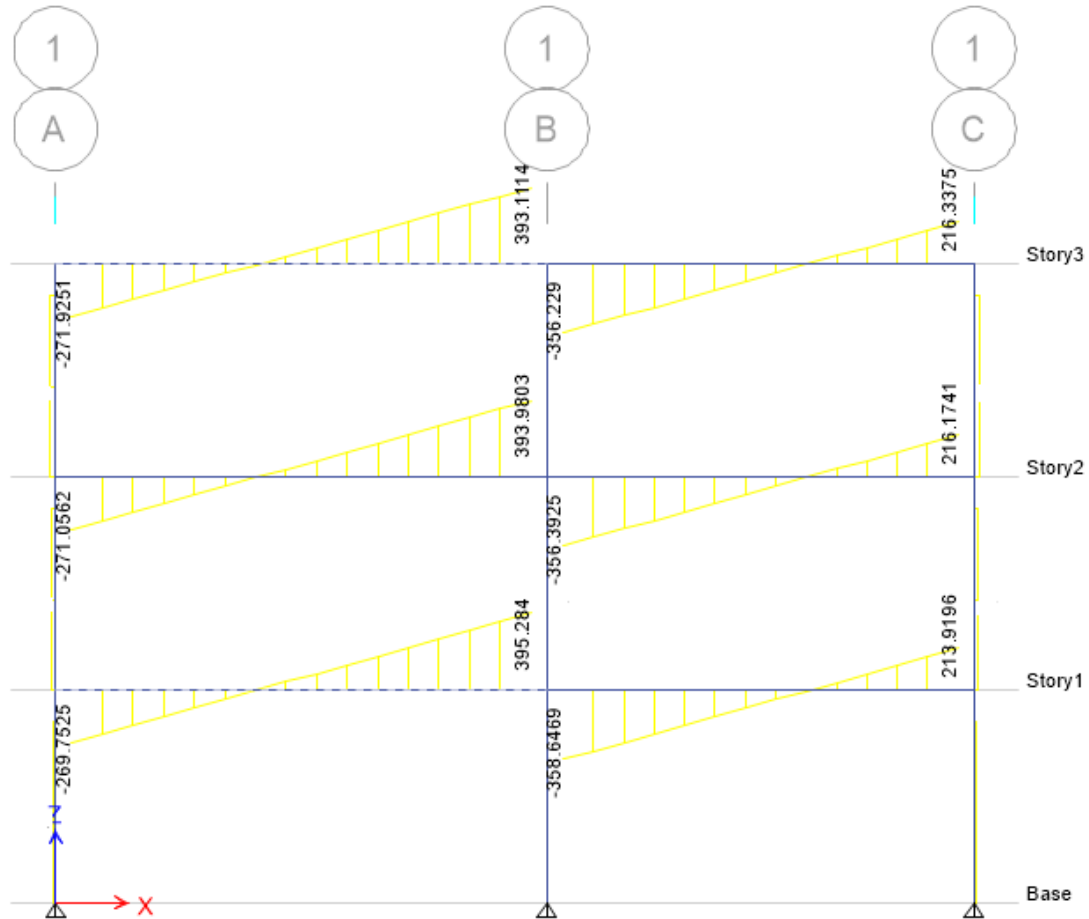


Fig 4-5: Shear Diagram of Beam (B 029).

✓ Load Calculations:-

Dead Load Calculations for Beam (B 029):-

The distributed Dead and Live loads acting upon B 029 can be defined from the support reactions of the (S 005).

From (S 005)

The maximum support reaction (factored) from Dead Loads for (S 005) upon (B029) is 51.2 KN/m ,
 self weight = 9 KN/m
 $DL = 51.2 + 9 = 60.2 \text{ KN/m}$

Live Load calculations for Beam (B 029):-

Distributed Live Load from the (S 005) on B 029.

$$LL = 33.6 \text{ KN/m}$$

✓ Moment Design for (B 029):-

4.5.1 Flexural Design of Positive Moment for (B 029) :- (Mu=395 KN.m)

Determine of Mn,max

$$d = 500 - 40 - 10 - 18 \sqrt{2} = 441 \text{ mm}$$

$$c = \frac{3}{7}d = \frac{3}{7} \cdot 441 = 189 \text{ mm}$$

$$a = \beta \cdot c = 189 \cdot 0.85 = 160.65 \text{ mm}$$

$$Mn_{\max} = 0.85f'_c ab \left(d - \frac{a}{2} \right) = 0.85 \cdot 24 \cdot 160.65 \cdot 600 \cdot \left(441 - \frac{160.65}{2} \right) \cdot 10^{-6} = 709.22 \text{ KN.m}$$

$$\phi Mn_{\max} = 0.9 \cdot 709.22 = 638.3 \text{ KN.m} > 395 \text{ KN.m}$$

Design as singly reinforcement

$$Rn = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{395 \times 10^6}{0.9 \times 600 \times 441^2} = 3.76 \text{ Mpa}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 3.76}{420}} \right) = 0.00998$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0.00998 \times 600 \times 441 = 2640 \text{ mm}^2$$

Check for As,min :-

$$A_{s\min} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4(f_y)} (b_w)(d) = \frac{\sqrt{24}}{4 \cdot 420} \cdot 600 \cdot 441 = 771.6 \text{ mm}^2$$

$$A_{s\min} = \frac{1.4}{(f_y)} (b_w)(d) = \frac{1.4}{420} \cdot 600 \cdot 441 = 882 \text{ mm}^2 \quad \text{Controls}$$

$$A_{s,\min} = 882 \text{ mm}^2 < A_s = 2640 \text{ mm}^2$$

Use 11 ϕ 18 Bottom, $A_{s,\text{provided}} = 2794 \text{ mm}^2 > A_{s,\text{required}} = 2640 \text{ mm}^2 \dots \text{Ok}$

Two Layers (L1 : 6 ϕ 18 , L2 : 5 ϕ 18)

Check spacing :-

$$S = \frac{600 - 40 \times 2 - 20 - (6 \times 18)}{5} = 78.4 \text{ mm} > 25 > d_b = 18 \quad \text{OK}$$

Check for strain:-

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{2794 \times 420}{0.85 \times 600 \times 24} = 95.87 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{95.87}{0.85} = 112.8 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d-c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{441-112.8}{112.8} \right) = 0.00873 > 0.005 \quad \text{Ok}$$

4.5.2 Flexural Design of Positive Moment for (B 029):-($M_u=251 \text{ KN.m}$)

Determine of $M_{n,\max}$

$$d = 500 - 40 - 10 - 18 \times 2 = 441 \text{ mm}$$

$$c = \frac{3}{7} d = \frac{3}{7} \cdot 441 = 189 \text{ mm}$$

$$a = \beta_1 c = 189 \times 0.85 = 160.65 \text{ mm}$$

$$M_{n,\max} = 0.85 f'_c a b \left(d - \frac{a}{2} \right) = 0.85 \times 24 \times 160.65 \times 600 \times \left(441 - \frac{160.65}{2} \right) \times 10^{-6} = 709.22 \text{ KN.m}$$

$$\phi M_{n,\max} = 0.9 \times 709.22 = 638.3 \text{ KN.m} > 251 \text{ KN.m}$$

Design as singly reinforcement

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{251 \times 10^6}{0.9 \times 600 \times 441^2} = 2.37 \text{ Mpa}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 2.37}{420}} \right) = 0.00602$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0.00602 \times 600 \times 441 = 1591 \text{ mm}^2$$

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

$$A_{s,\min} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4(f_y)} (bw)(d) = \frac{\sqrt{24}}{4 \times 420} * 600 * 441 = 771.6 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,\min} = \frac{1.4}{(f_y)} (bw)(d) = \frac{1.4}{420} * 600 * 441 = 882 \text{ mm}^2 \quad \text{Controls}$$

$$A_{s,\min} = 882 \text{ mm}^2 < A_s = 1591 \text{ mm}^2$$

Use 7 ϕ 18 Bottom, $A_{s,\text{provided}} = 1778 \text{ mm}^2 > A_{s,\text{required}} = 1591 \text{ mm}^2 \dots \text{Ok}$

Check spacing:-

$$S = \frac{600 - 40 \times 2 - 20 - (7 \times 18)}{6} = 62.33 \text{ mm} > 25 > d_b = 18 \quad \text{OK}$$

Check for strain:-

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{1778 \times 420}{0.85 \times 600 \times 24} = 61.01 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{61.01}{0.85} = 71.78 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{441 - 71.78}{71.78} \right) = 0.015 > 0.005 \quad \text{Ok}$$

4.5.3 Flexural Design of Negative Moment for (B 029):-($M_u=446.9 \text{ KN.m}$)

Determine of $M_{n,\max}$

$$d = 500 - 40 - 10 - 18 \div 2 = 441 \text{ mm}$$

$$c = \frac{3}{7}d = \frac{3}{7} \cdot 441 = 189 \text{ mm}$$

$$a = \beta \cdot c = 189 \cdot 0.85 = 160.65 \text{ mm}$$

$$M_{n_{\max}} = 0.85f'_c ab \left(d - \frac{a}{2} \right) = 0.85 \cdot 24 \cdot 160.65 \cdot 600 \cdot \left(441 - \frac{160.65}{2} \right) \cdot 10^{-6} = 709.22 \text{ KN.m}$$

$$\phi M_{n_{\max}} = 0.9 \cdot 709.22 = 638.3 \text{ KN.m} > 446.9 \text{ kN.m}$$

Design as singly reinforcement

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{446.9 \times 10^6}{0.9 \times 600 \times 441^2} = 4.26 \text{ Mpa}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 4.26}{420}} \right) = 0.0115$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0.01095 \times 600 \times 441 = 3044.65 \text{ mm}^2$$

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

$$A_{s_{\min}} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4(f_y)} (b_w)(d) = \frac{\sqrt{24}}{4 \cdot 420} \cdot 600 \cdot 441 = 771.6 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{1.4}{(f_y)} (b_w)(d) = \frac{1.4}{420} \cdot 600 \cdot 441 = 882 \text{ mm}^2 \quad \text{Controls}$$

$$A_{s,\min} = 882 \text{ mm}^2 < A_s = 2897.12 \text{ mm}^2$$

Use 12 ϕ 18 Bottom, $A_{s,\text{provided}} = 3048 \text{ mm}^2 > A_{s,\text{required}} = 3044.65 \text{ mm}^2 \dots \text{Ok}$

Two Layers (L1 : 6 ϕ 18 , L2 : 6 ϕ 18)

Check spacing :-

$$S = \frac{600 - 40 \cdot 2 - 20 - (6 \times 18)}{5} = 78.4 \text{ mm} > 25 > d_b = 18 \quad \text{OK}$$

Check for strain:-

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{3048 \times 420}{0.85 \times 600 \times 24} = 104.6 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{104.6}{0.85} = 123.04 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{441 - 123.04}{123.04} \right) = 0.0078 > 0.005 \quad \mathbf{Ok}$$

✓ Shear Design for (B 029):-

1. $V_u = -396 \text{ KN}$

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} b_w d = \frac{1}{6} \sqrt{24} * 600 * 441 * 10^{-3} = 216.045 \text{ KN}$$

$$\Phi V_c = 0.75 * 216.045 = 162.03 \text{ KN}$$

$$\Phi V_{smin} \geq 0.75 \left(\frac{1}{3} \right) * b_w * d = 0.75 * \left(\frac{1}{3} \right) * 600 * 441 * 10^{-3} = 66.15 \text{ KN} \quad \mathbf{Controls}$$

$$\Phi V_{smin} \geq 0.75 \left(\frac{\sqrt{f'_c}}{16} \right) * b_w * d = 0.75 * \left(\frac{\sqrt{24}}{16} \right) * 600 * 441 * 10^{-3} = 60.76 \text{ KN}$$

$$\Phi V_c < V_u \leq \Phi V_c + \Phi V_{smin}$$

162.03 < 396 ≤ 228.18..... not satisfied

Cases 1 & 2 & 3 is not suitable

Case 4 :-

$$v_{s'} = \frac{1}{3} \sqrt{f'_c} b_w d = \frac{1}{3} \sqrt{24} * 600 * 441 = 432.09 \text{ KN}$$

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

$$0.75(216.045 + 78) < 396 < 0.75(216.045 + 432.09)$$

shear reinforcement are required

Use 2 leg Φ 10

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

$$V_s = V_n - V_c = \frac{396}{0.75} - 216.045 = 311.95 \text{ kN.}$$

$$S = \frac{A_v f_{yt} d}{v_s} = \frac{157 * 420 * 441}{311.95 * 1000} = 101.22 \text{ mm} \quad \text{control}$$

$$s_{max} \leq \frac{d}{2} = \frac{441}{2} = 220.5 \text{ mm} \quad \text{or } s_{max} \leq 600 \text{ mm}$$

Use 2 leg Φ 10 @100mm

2. $V_u = 269 \text{ KN}$

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'c} b_w d = \frac{1}{6} \sqrt{24} * 600 * 441 * 10^{-3} = 216.045 \text{ KN}$$

$$\Phi V_c = 0.75 * 216.045 = 162.03 \text{ KN}$$

$$\Phi V_{smin} \geq 0.75 \left(\frac{1}{3}\right) * b_w * d = 0.75 * \left(\frac{1}{3}\right) * 600 * 441 * 10^{-3} = 66.15 \text{ KN} \quad \text{Controls}$$

$$\Phi V_{smin} \geq 0.75 \left(\frac{\sqrt{f'c}}{16}\right) * b_w * d = 0.75 * \left(\frac{\sqrt{24}}{16}\right) * 600 * 441 * 10^{-3} = 60.76 \text{ KN}$$

$$\Phi V_c < V_u \leq \Phi V_c + \Phi V_{smin}$$

162.03 < 269 ≤ 228.18..... not satisfied

Cases 1 & 2 & 3 is not suitable

Case 4 :-

$$v_{s'} = \frac{1}{3} \sqrt{f'c} b_w d = \frac{1}{3} \sqrt{24} * 600 * 441 = 432.09 \text{ KN}$$

$$\phi(v_c + v_{s,\min}) < v_u \leq \phi(v_c + v_{s'})$$

$$0.75(216.045 + 78) < 269 < 0.75(216.045 + 432.09)$$

shear reinforcement are required

Use 2 leg Φ 10

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

$$V_s = V_n - V_c = \frac{269}{0.75} - 216.045 = 142.62 \text{ kN.}$$

$$S = \frac{A_v f_{yt} d}{v_s} = \frac{157 * 420 * 441}{142.62 * 1000} = 203 \text{ mm} \quad \text{control}$$

$$s_{max} \leq \frac{d}{2} = \frac{441}{2} = 220.5 \text{ mm} \quad \text{or } s_{max} \leq 600 \text{ mm}$$

Use 2 leg Φ 10 @200mm

4-6 Design of Column

❖ **Material :-**

⇒ concrete B300 $F_c' = 24 \text{ N/mm}^2$

⇒ Reinforcement Steel $F_y = 420 \text{ N/mm}^2$

✓ **Load Calculation:- (From Column Group A)****Service Load :-**

Dead Load = 294 KN

Live Load = 190 KN

Factored Load :-

$P_U = 1.2 \times 294 + 1.6 \times 190 = 656.8 \text{ KN}$

✓ **Dimensions of Column:-**

Assume $\rho_g = 0.01$

$\phi * P_n = 0.65 \times 0.8 \times A_g \{0.85 f_c' (1 - \rho_g) + \rho_g * F_y\}$

$656.8 = 0.65 \times 0.8 \times A_g \{0.85 * 24 (1 - 0.01) + 0.01 * 420\}$

$A_g = 51774 \text{ mm}^2$

Take rectangular section

$B = 500 \text{ mm}$

$H = 250 \text{ mm}$

✓ **Check Slenderness Parameter:-**

$$\frac{klu}{r} < 34 - 12 \frac{M_1}{M_2} \leq 40$$

Lu: Actual unsupported (Unbraced) length.

K: effective length factor.

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

$Lu = 3.6 - 0.3 = 3.3 \text{ m}$

$M_1/M_2 = 1$

$K=1$ for braced frame.

- about X-axis ($b= 0.25\text{m}$)

$$\frac{kl_u}{r} < 34 - 12 \frac{M_1}{M_2} \leq 40$$

$$\frac{1 \times 3.3}{0.3 \times 0.25} = 38.6 > 22$$

Column is Long About X-axis

- about Y-axis ($h= 0.5\text{m}$)

$$\frac{kl_u}{r} < 34 - 12 \frac{M_1}{M_2} \leq 40$$

$$\frac{1 \times 3.3}{0.3 \times 0.5} = 21.9 < 22$$

Column is short About Y-axis

✓ Magnification Factor:-

$$\delta_{ns} = \frac{Cm}{1 - \frac{Pu}{0.75P_c}} \geq 1.0 \text{ and } \leq 1.4$$

$$Cm = 0.6 + 0.4 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) \geq 0.4$$

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

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(KL_u)^2}$$

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

$$E_c = 4700 \sqrt{f_c'} = 4700 \times \sqrt{24} = 23025.2 \text{ Mpa}$$

$$\beta_d = \frac{1.2DL}{Pu} = \frac{1.2 * (294)}{656.8} = 0.54 < 1$$

$$I_g = \frac{b \times h^3}{12} = \frac{0.5 \times 0.25^3}{12} = 0.00065 \text{ m}^4$$

$$EI = \frac{0.4 \times 23025.2 \times 0.00065}{1 + 0.54} = 3.89 \text{ MN.m}^2$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * 3.89}{(1 * 3.3)^2} = 3.53 \text{ MN}$$

$$\delta_{ns} = \frac{1}{1 - \frac{656.8}{0.75 * 3.53}} = 1.33 \geq 1.0 \text{ and } \leq 1.4$$

✓ Interaction Diagram:-

$$\text{Assume } \rho_g = 0.02$$

$$e_y = e_{\min} \times \delta_{ns} = 0.024 \times 1.33 = 0.032 \text{ m}$$

$$\frac{e_y}{h} = \frac{0.032}{0.25} = 0.13$$

$$\frac{\gamma}{h} = \frac{250 - 2 * 40 - 2 * 10 - 25}{250} = 0.544$$

$$\text{For } \frac{\gamma}{h} = 0.544 \text{ and } \rho_g = 0.02 \Rightarrow \frac{\phi * P_{nx}}{A_g} = \frac{\phi * P_{ny}}{A_g} = 2.23 \text{ KSI}$$

$$P_{ny} = 2.23 * \frac{1000}{145} * \frac{0.3 * 0.3}{0.65} = 2.13 \text{ MN}$$

$$A_s = \rho_g * A_g$$

$$A_s = 0.01 * 25 * 50 = 12.5 \text{ cm}^2$$

$$\text{Select } 10\phi 14 \Rightarrow A_{s \text{ prov}} = 15.4 \text{ cm}^2$$

✓ Design of the Stirrups:-

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

$$\text{spacing} \leq 16 \times d_b = 16 \times 1.4 = 22.4 \text{ cm}$$

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

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

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

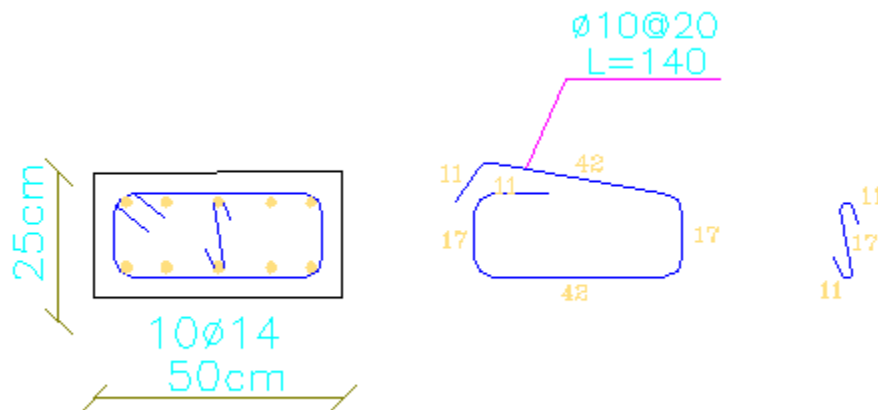


Fig 4-6: Column Reinforcement.

✓ Columns Groups :-

Group #	Floor #	Columns	Dimension	Reinforcement
Group A (0-299)kN	GF	046, 055, 065, 088, 090	25×50	10Φ14
	1st F	101, 114, 128, 146, 180, 182, 188, 190		
	2nd F	201, 202, 203, 206, 207, 208, 211, 213, 214, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 226, 227, 228, 230, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 240, 241, 242, 243, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 256, 257, 258, 259, 260, 262, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 276, 277, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 290		
Group #	Floor #	Columns	Dimension	Reinforcement
Group B (300-599)kN	GF	001, 003, 006, 007, 008, 014, 028, 041, 042, 051, 059, 067, 071, 080, 081, 082, 083, 084, 085, 086, 087, 092	30×50	10Φ14
	1st F	102, 103, 106, 107, 111, 113, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 126, 127, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 140, 141, 142, 143, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 176, 177, 181, 183, 184, 185, 186, 187, 192		
	2nd F	204, 205, 209, 210, 212, 215, 216, 223, 224, 225, 229, 238, 239, 244, 245, 263, 264, 266, 275, 278, 279		

Group #	Floor #	Columns	Dimension	Reinforcement
Group C (600-899)kN	GF	002, 011, 013, 017, 018, 019, 020, 021, 022, 026, 027, 029, 30, 031, 032, 033, 034, 035, 036, 040, 043, 047, 048, 049, 050, 052, 053, 054, 056, 057, 058, 060, 061, 062, 068, 069, 070, 072, 073, 076, 077	35×50	10Φ16
	1st F	104, 105, 109, 110, 112, 115, 116, 123, 124, 125, 137, 138, 139, 144, 145, 166, 174, 179		
	2nd F	289, 291		
Group #	Floor #	Columns	Dimension	Reinforcement
Group D (900-1199)kN	GF	004, 005, 009, 012, 015, 023, 024, 037, 038, 039, 044, 045, 074, 075, 078, 079	35×50	12Φ16
	1st F	164, 175, 178		
	2nd F	/		
Group #	Floor #	Columns	Dimension	Reinforcement
Group E (1200-1500)kN	GF	010, 016, 025, 063, 064, 066	45×50	12Φ16
	1st F	/		
	2nd F	/		
Group #	Floor #	Columns	Dimension	Reinforcement
Group F (1200-1500)kN	GF	089, 091	55×65	20Φ18
	1st F	189, 191		
	2nd F	/		

Fig 4-7: Column Groups Information.

4-7 Design of Stair

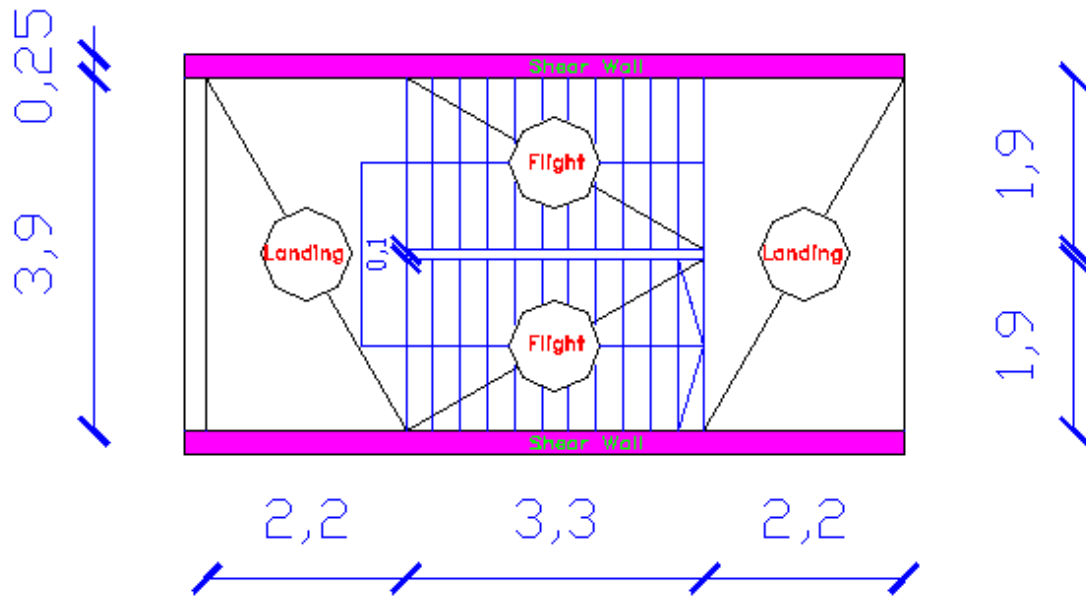


Fig 4-8 : Stair Plan.

❖ Material :-

⇒ concrete B300 $F_c' = 24 \text{ N/mm}^2$

⇒ Reinforcement Steel $F_y = 420 \text{ N/mm}^2$

1- Design of Flight :-✓ Determination of Thickness:-

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

$$h_{\min} = 5.5/20 = 27.5 \text{ cm}$$

Take $h = 30 \text{ cm}$

The Stair Slope by $\theta = \tan^{-1}(15 / 30) = 25.56^\circ$

✓ Load Calculation:-

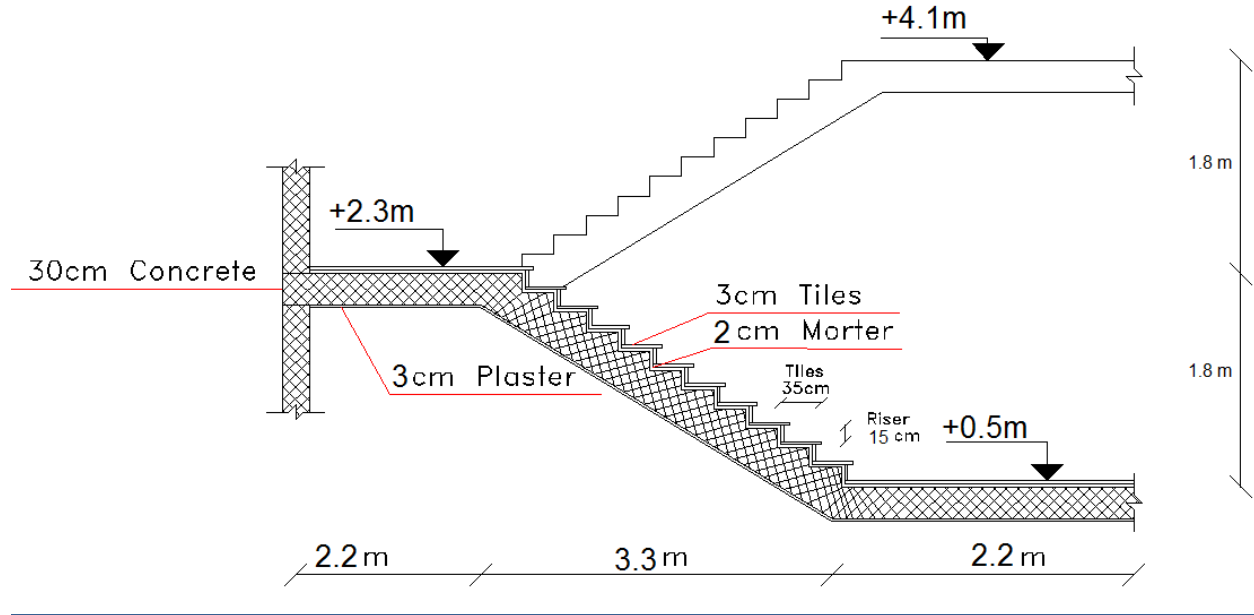


Fig 4-9: Stair Section.

Dead Load For Flight For 1m Strip:-

No.	Parts of Flight	Calculation
1	Tiles	$27 * 0.03 * 1 * (0.35 + 0.15 / 0.3) = 1.35 \text{ Kn/m}$
2	Mortar	$22 * 0.02 * 1 * (0.3 + 0.15 / 0.3) = 0.66 \text{ Kn/m}$
3	Stair	$25 * 0.5 * (0.15 * 0.3) * 1 / 0.3 = 1.88 \text{ Kn/m}$
4	R.C	$25 * 0.3 * 1 / \cos 26.56^\circ = 8.38 \text{ Kn/m}$
5	Plaster	$22 * 0.03 * 1 / \cos 26.56^\circ = 0.74 \text{ Kn/m}$
Sum		13.01 Kn/m

Table (4-3): Dead Load Calculation of Flight.

Live Load For Landing For 1m Strip = $5 \times 1 = 5 \text{ Kn/m}$

Factored Load For Flight :-

$$W_U = 1.2 \times 13.01 + 1.6 \times 5 = 23.61 \text{ Kn/m}$$

✓ System of Flight:-

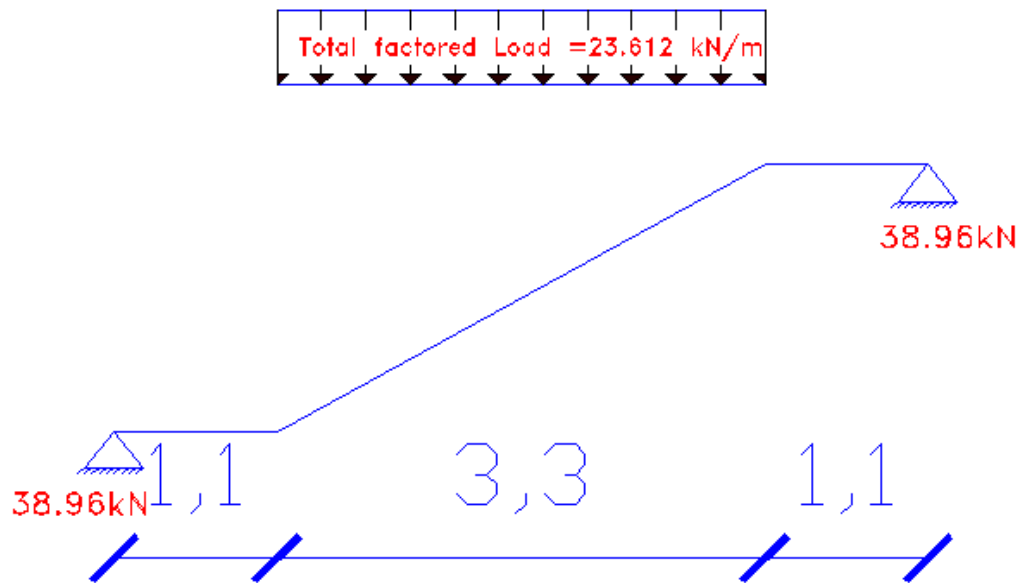


Fig 4-10 : Statically System and Loads Distribution of Flight.

1- Design of Shear for Flight :- ($V_u=38.96\text{Kn.m}$)

Assume bar diameter ϕ 14 for main reinforcement

$$d = h - \text{cover} - \frac{d_b}{2} = 300 - 20 - \frac{12}{2} = 274 \text{ mm}$$

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} b_w d = \frac{1}{6} \sqrt{24} * 1000 * 274 = 223.7 \text{ Kn}$$

$\Phi V_c = 0.75 * 223.7 = 167.8 \text{ KN} > V_u = 38.96 \text{ Kn}$ **No shear reinforcement are required**

2- Design of Bending Moment for Flight :- ($M_u=76.4 \text{ Kn.m}$)

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{76.4 \times 10^6}{0.9 \times 1000 \times 274^2} = 1.13 \text{ Mpa}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 1.13}{420}} \right) = 0.00272$$

$$A_{s,\text{req}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.00272 \times 1000 \times 274 = 745 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,\text{min}} = 0.0018 * 1000 * 300 = 540 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,\text{req}} = 745 \text{ mm}^2 \text{ is control}$$

Check for Spacing :-

$$S = 3h = 3 * 300 = 900 \text{ mm}$$

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

$$S = 450 \text{ mm}$$

$$S = 330 \text{ mm} \text{ is control}$$

Use $\phi 12$ @ 125 mm , $A_{s,\text{provided}} = 791 \text{ mm}^2 > A_{s,\text{required}} = 745 \text{ mm}^2 \dots \text{ Ok}$

Check for strain:-

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{791 \times 420}{0.85 \times 1000 \times 24} = 16.29 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{16.29}{0.85} = 19.16 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_s = 0.003 \left(\frac{d-c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{274-19.16}{19.16} \right) = 0.04 > 0.005 \dots \dots \mathbf{Ok}$$

3- Lateral or Secondary Reinforcement For Flight :-

$$A_{s,req} = A_{s,min} = 0.0018 \times 1000 \times 300 = 540 \text{ mm}^2$$

Use $\phi 12 @ 200 \text{ mm}$, $A_{s,provided} = 565 \text{ mm}^2 > A_{s,required} = 540 \text{ mm}^2 \dots \text{Ok}$

2- Design of Landing :- (For First One Meter)

✓ Determination of Thickness:-

Take $h = 30 \text{ cm}$

✓ Load Calculation:-

Dead Load For Landing For 1m Strip:-

No.	Parts of Landing	Calculation
1	Tiles	$22*0.03*1 = 0.66 \text{ Kn/m}$
2	Mortar	$22*0.02*1 = 0.44 \text{ Kn/m}$
4	R.C	$25*0.3*1 = 7.5 \text{ Kn/m}$
5	Plaster	$22*0.03*1 = 0.66 \text{ Kn/m}$
		Sum
		9.26 Kn/m

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

Live Load For Landing For 1m Strip = $5*1 = 5 \text{ Kn/m}$

$W_R = R_{S1} / B = 38.96/2.2 = 17.71 \text{ Kn/m}$

Total Dead Load From Landing = 19.11 Kn/m , factored

✓ System of Landing:-

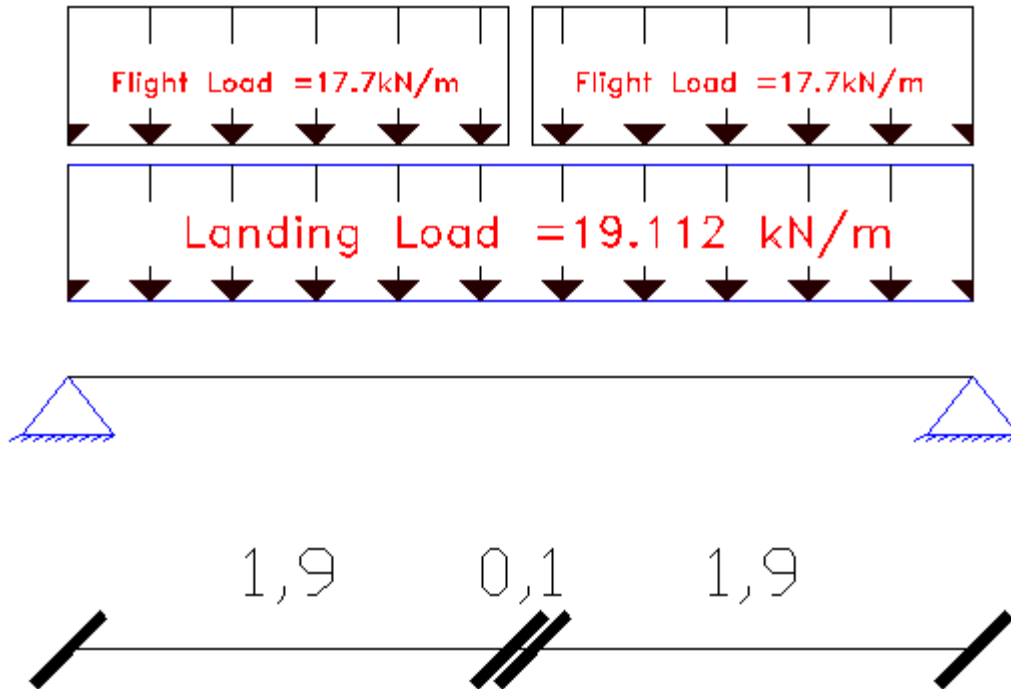


Fig 4-11 : Statically System and Loads Distribution At First 1m of Landing.

1- Design of Shear :- ($V_u=70.89$ Kn)

Assume bar diameter ϕ 14 for main reinforcement

$$d = h - \text{cover} - \frac{d_b}{2} = 300 - 20 - \frac{12}{2} = 274 \text{ mm}$$

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} b_w d = \frac{1}{6} \sqrt{24} * 1000 * 274 = 223.7 \text{ Kn}$$

$\Phi^* V_c = 0.75 * 223.7 = 167.8 \text{ Kn} > V_u = 70.89 \text{ Kn} \dots\dots$ **No shear reinforcement are required**

2- Design of Bending Moment :- ($M_u=68.27 \text{ Kn.m}$)

Assume bar diameter ϕ 14 for main reinforcement

$$d = h - \text{cover} - \frac{d_b}{2} = 300 - 20 - \frac{12}{2} = 274 \text{ mm}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{68.27 \times 10^6}{0.9 \times 1000 \times 274^2} = 1.01 \text{ Mpa}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 1.01}{420}} \right) = 0.00246$$

$$A_{s, \text{req}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.00246 \times 1000 \times 274 = 676.1 \text{ mm}^2$$

$$A_{s, \text{min}} = 0.0018 \times 1000 \times 300 = 540 \text{ mm}^2$$

$$A_{s, \text{req}} = 676.1 \text{ mm}^2 \text{ is control}$$

Check for Spacing :-

$$S = 3h = 3 \times 300 = 900 \text{ mm}$$

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

$$S = 450 \text{ mm}$$

$$S = 450 \text{ mm} \text{ is control}$$

Use $\phi 20$ @ 150 mm , $A_{s, \text{provided}} = 678 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 676.1 \text{ mm}^2 \dots \text{ Ok}$

Check for strain:-

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{678 \times 420}{0.85 \times 1000 \times 24} = 13.96 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{13.96}{0.85} = 16.4 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d-c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{274-16.4}{16.4} \right) = 0.047 > 0.005 \text{ Ok}$$

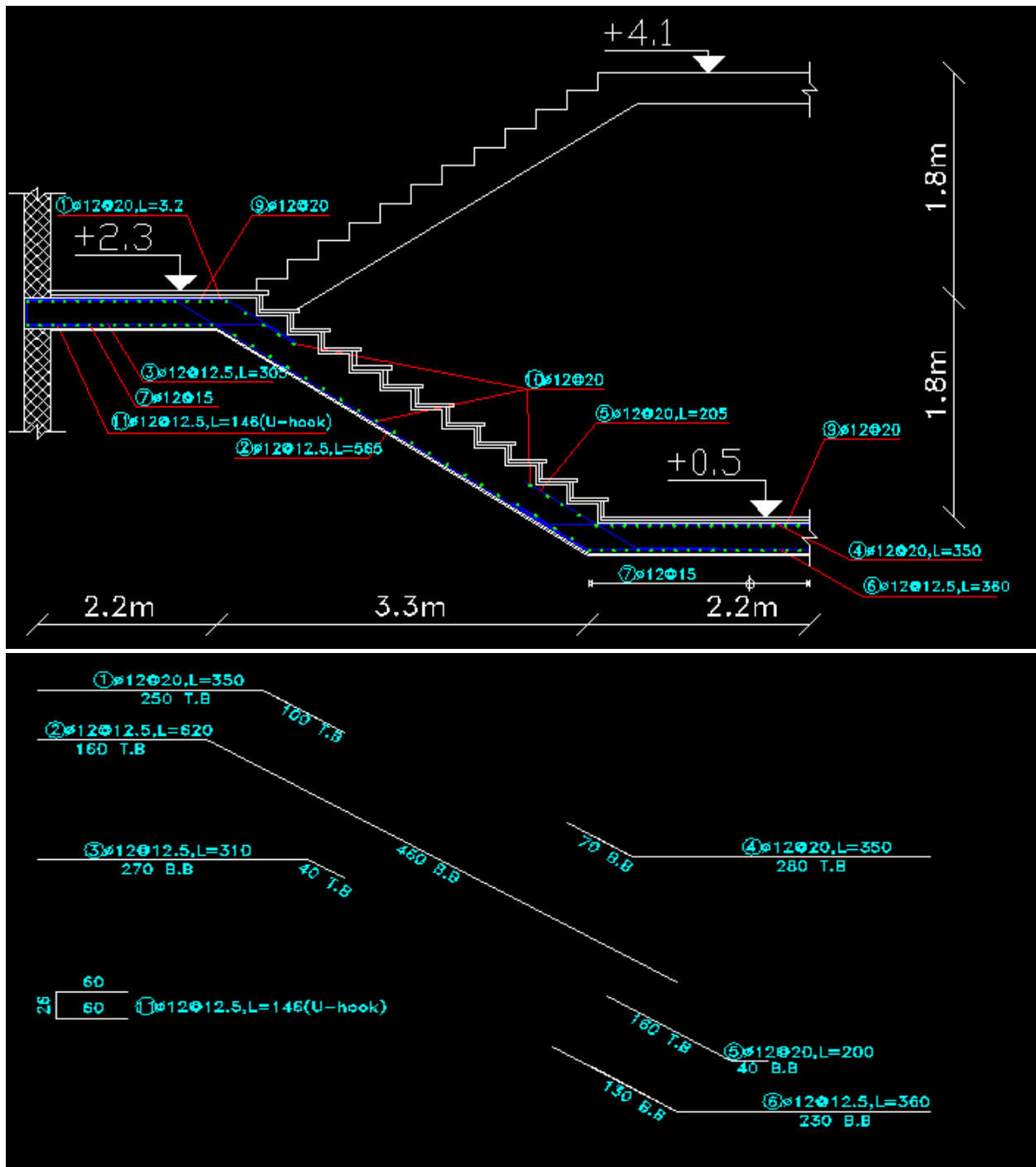


Fig 4-12 : Stair Reinforcement.

4-8 Design of Shear Wall

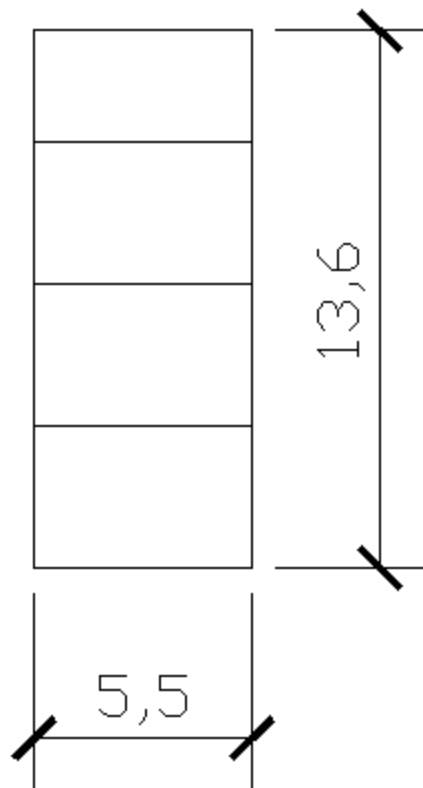


Fig 4-13 : Shear Wall 1.

❖ Material and Sections:- (From Shear Wall 1)

- ⇒ concrete B300 $F_c' = 24 \text{ N/mm}^2$
- ⇒ Reinforcement Steel $F_y = 420 \text{ N/mm}^2$
- ⇒ Shear Wall Thickness $t = 25 \text{ cm}$
- ⇒ Shear Wall Width $L_w = 5.5 \text{ m}$
- ⇒ Shear Wall Height $H_w = 13.6 \text{ m}$

COULMNS CALCULATION

no	b	h	bh ³ /12	hb ³ /12
1	0.25	0.5	0.002604	0.000651
2	0.25	0.5	0.002604	0.000651
3	0.25	0.5	0.002604	0.000651
4	0.5	0.25	0.000651	0.002604
5	0.25	0.5	0.002604	0.000651
6	0.25	0.5	0.002604	0.000651
7	0.25	0.5	0.002604	0.000651
8	0.25	0.5	0.002604	0.000651
9	0.5	0.25	0.000651	0.002604
10	0.2	0.5	0.002083	0.000333
11	0.2	0.5	0.002083	0.000333
12	0.25	0.5	0.002604	0.000651
13	0.25	0.5	0.002604	0.000651
14	0.25	0.5	0.002604	0.000651
15	0.5	0.25	0.000651	0.002604
16	0.2	0.5	0.002083	0.000333
17	0.2	0.5	0.002083	0.000333
18	0.2	0.5	0.002083	0.000333
19	0.25	0.5	0.002604	0.000651
20	0.25	0.5	0.002604	0.000651
21	0.25	0.5	0.002604	0.000651
22	0.25	0.5	0.002604	0.000651
23	0.25	0.5	0.002604	0.000651
24	0.25	0.5	0.002604	0.000651
25	0.25	0.5	0.002604	0.000651
26	0.2	0.5	0.002083	0.000333
27	0.5	0.25	0.000651	0.002604
28	0.5	0.25	0.000651	0.002604
29	0.5	0.25	0.000651	0.002604
30	0.5	0.25	0.000651	0.002604

no	b	h	bh ³ /12	hb ³ /12
31	0.25	0.5	0.002604	0.000651
32	0.25	0.5	0.002604	0.000651
33	0.5	0.25	0.000651	0.002604
34	0.5	0.25	0.000651	0.002604
35	0.5	0.25	0.000651	0.002604
36	0.5	0.25	0.000651	0.002604
37	0.5	0.25	0.000651	0.002604
38	0.25	0.5	0.002604	0.000651
39	0.25	0.5	0.002604	0.000651
40	0.25	0.5	0.002604	0.000651
41	0.25	0.5	0.002604	0.000651
42	0.25	0.5	0.002604	0.000651
43	0.5	0.25	0.000651	0.002604
44	0.5	0.25	0.000651	0.002604
45	0.5	0.25	0.000651	0.002604
46	0.5	0.25	0.000651	0.002604
47	0.5	0.25	0.000651	0.002604
48	0.5	0.25	0.000651	0.002604
49	0.5	0.25	0.000651	0.002604
50	0.5	0.25	0.000651	0.002604
51	0.5	0.25	0.000651	0.002604
52	0.5	0.25	0.000651	0.002604
53	0.5	0.25	0.000651	0.002604
54	0.5	0.25	0.000651	0.002604
55	0.5	0.25	0.000651	0.002604
56	0.5	0.25	0.000651	0.002604
57	0.5	0.25	0.000651	0.002604
58	0.5	0.25	0.000651	0.002604
59	0.5	0.25	0.000651	0.002604
60	0.5	0.25	0.000651	0.002604

no	b	h	bh ³ /12	hb ³ /12
61	0.5	0.25	0.000651	0.002604
62	0.5	0.25	0.000651	0.002604
63	0.5	0.25	0.000651	0.002604
64	0.5	0.25	0.000651	0.002604
65	0.5	0.25	0.000651	0.002604
66	0.5	0.25	0.000651	0.002604
67	0.5	0.25	0.000651	0.002604
68	0.5	0.25	0.000651	0.002604
69	0.5	0.25	0.000651	0.002604
70	0.5	0.25	0.000651	0.002604
71	0.5	0.25	0.000651	0.002604
72	0.5	0.25	0.000651	0.002604
73	0.5	0.25	0.000651	0.002604
74	0.5	0.25	0.000651	0.002604
75	0.5	0.25	0.000651	0.002604
76	0.5	0.25	0.000651	0.002604
77	0.5	0.25	0.000651	0.002604
78	0.5	0.25	0.000651	0.002604
79	0.5	0.25	0.000651	0.002604
80	0.25	0.5	0.002604	0.000651
81	0.25	0.5	0.002604	0.000651
82	0.5	0.25	0.000651	0.002604
83	0.5	0.25	0.000651	0.002604
84	0.5	0.25	0.000651	0.002604
85	0.5	0.25	0.000651	0.002604
86	0.5	0.25	0.000651	0.002604
87	0.5	0.25	0.000651	0.002604
88	0.25	0.5	0.002604	0.000651
89	0.25	0.5	0.002604	0.000651
90	0.25	0.5	0.002604	0.000651
91	0.5	0.25	0.000651	0.002604

SUM Columns in X Direction	SUM Columns in Y Direction
0.124479	0.166713542
COULMNS CALCULATION	

B = X Direction , H = Y Direction .

SHEAR WALL CALCULATION

B	H	BH ³ /12	HB ³ /12
0.25	7.85	20.15569	0.020442708
5.48	0.25	0.014271	6.856941333
SUM		20.16996	6.877384042
SHEAR WALL CALCULATION			

Table (4-5): Shear Wall Enough Calculation.

If bracing elements resisting lateral movement of a story have a total stiffness of at least 12 times the gross lateral stiffness of the columns in the direction considered, it shall be permitted to consider columns within the story to be braced against sidesway.

Fig 4-14: ACI 318-14M require .

$$I = BH^3 / 12$$

$$\text{Check In X Direction} = \frac{\frac{BH^3}{12} \text{ for walls}}{\frac{BH^3}{12} \text{ for Columns}} = \frac{20.16996}{0.124479} = 162$$

$$\text{Check In Y Direction} = \frac{\frac{HB^3}{12} \text{ for walls}}{\frac{HB^3}{12} \text{ for Columns}} = \frac{6.8774}{0.167} = 41.2$$

This calculation for one story, Shear wall is enough in both directions.

So the required reinforcement will be at minimum in Horizontal & Vertical directions.

✓ Design of Horizontal Reinforcement:-

Minimum ratio for horizontal reinforcement = 0.0020

Table 11.6.1 ACI 318-14M

$A_s \text{ required} = \rho.t.b = 0.0020 \times 250 \times 1000 = 500 \text{ mm}^2/\text{m}$ for 2 layers

$500/2 = 250 \text{ mm}^2/\text{m}$ for one layer .

$$\text{Use } \phi 10 \text{ mm } A_s = 79 \text{ mm}^2$$

$$\frac{250}{79} = 3.16 \quad \dots \text{ Use } 4\phi 10 / \text{m}$$

$$A_{s \text{ provided}} = 395 \text{ mm}^2 / \text{m} > A_{s \text{ required}} = 250 \text{ mm}^2 / \text{m} \quad \dots \text{ Ok .}$$

- Maximum spacing is the least of :

$$\frac{L_w}{5} = \frac{5500}{5} = 1100 \text{ mm}$$

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

450 mm Control

$$S = 1000 \text{ mm} / 4 \text{ Bars} = 250 \text{ mm}$$

Use $\phi 10/200$ mm for two layers.

✓ Design of Vertical Reinforcement:-

Minimum ratio for horizontal reinforcement = 0.0012

Table 11.6.1 ACI 318-14M

$$A_{s \text{ required}} = \rho \cdot t \cdot b = 0.0012 \times 250 \times 1000 = 300 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

.

$$\text{Use } \phi 10 \text{ mm } A_s = 79 \text{ mm}^2$$

$$\frac{300}{79} = 3.8 \quad \dots \text{ Use } 5\phi 10 / \text{m}$$

$$A_{s \text{ provided}} = 395 \text{ mm}^2 / \text{m} > A_{s \text{ required}} = 300 \text{ mm}^2 / \text{m} \quad \dots \text{ Ok .}$$

- Maximum spacing is the least of :

$$\frac{L_w}{5} = \frac{5500}{5} = 1100 \text{ mm}$$

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

450 mm Control

$$S = 1000 \text{ mm} / 5 \text{ Bars} = 200 \text{ mm}$$

Use $\phi 10/200$ mm for two layers.

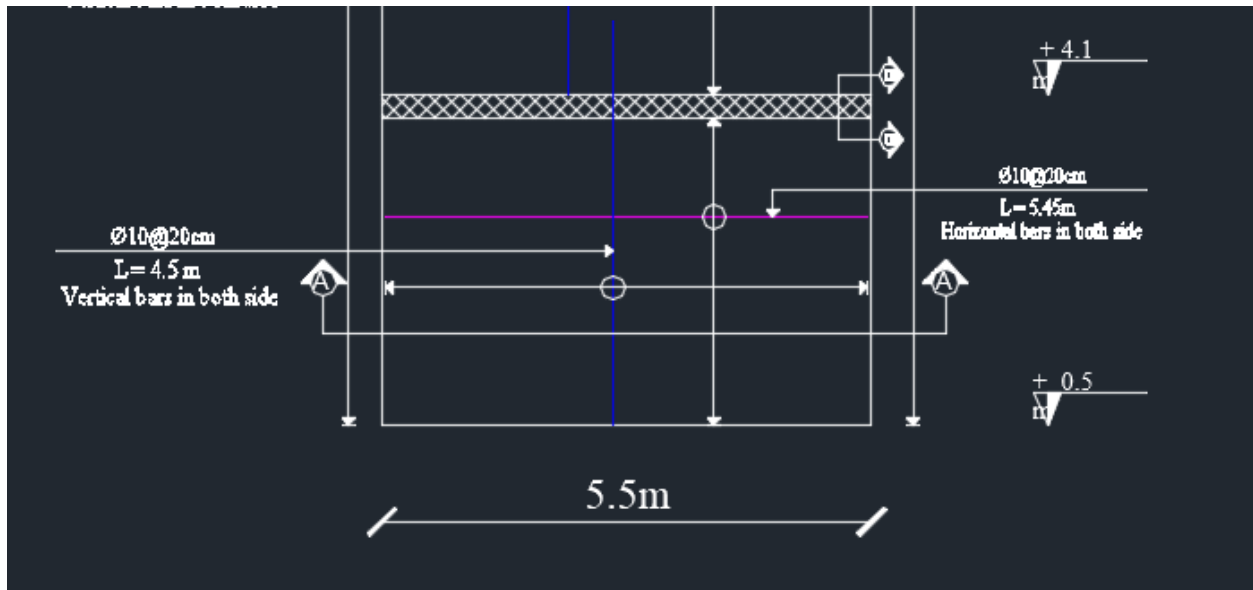


Fig 4-15 : Shear Wall Reinforcement.

4-9 Design of Mat Foundation

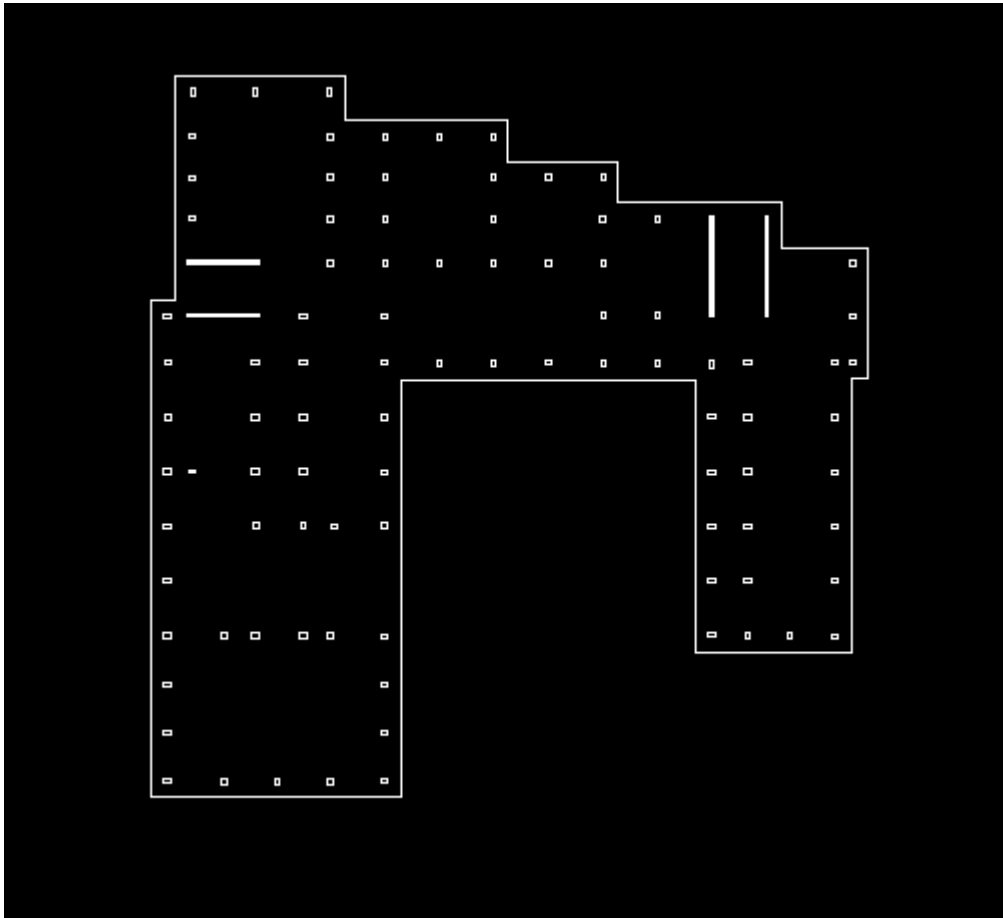


Fig 4-16 : Mat Foundation.

❖ **Material and Sections:- (From Mat)**

⇒ concrete B300 $F_c' = 24 \text{ N/mm}^2$

⇒ Reinforcement Steel $F_y = 420 \text{ N/mm}^2$

⇒ Mat Foundation Thickness $t = 60 \text{ cm.}$

✓ Method of Design for Mat:-

we analyzed and designed the mat foundation using CSI SAFE 2016 and the result.

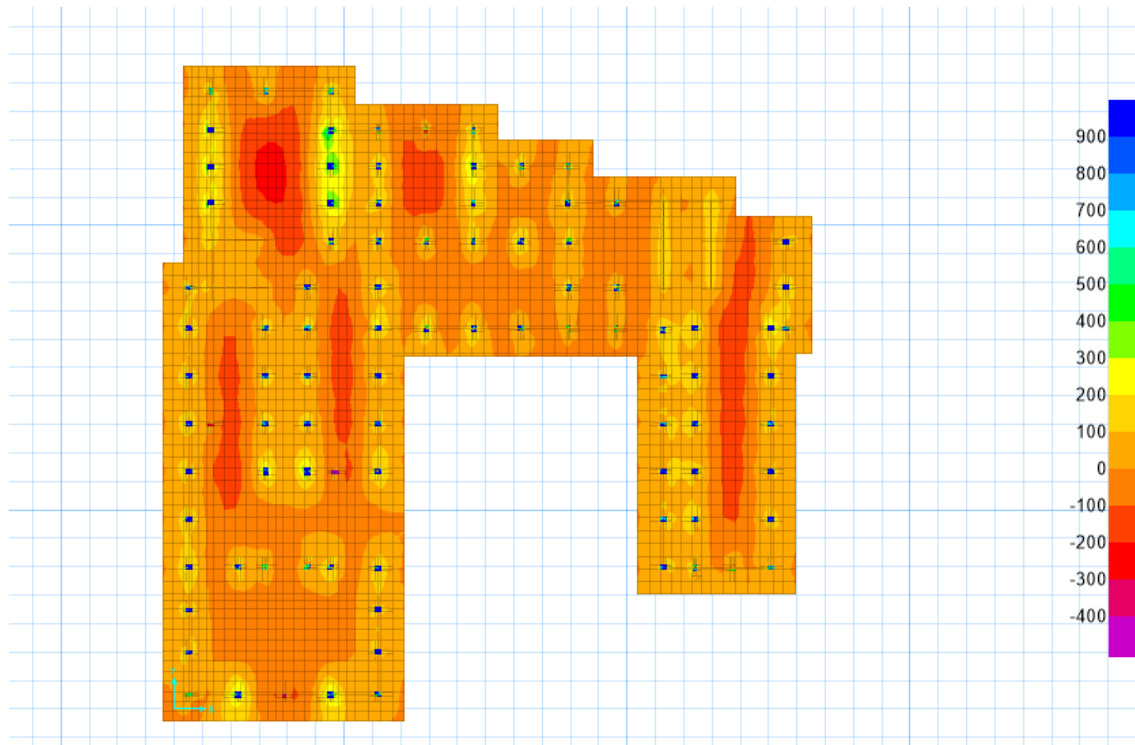


Fig 4-17: Moment in X Direction.

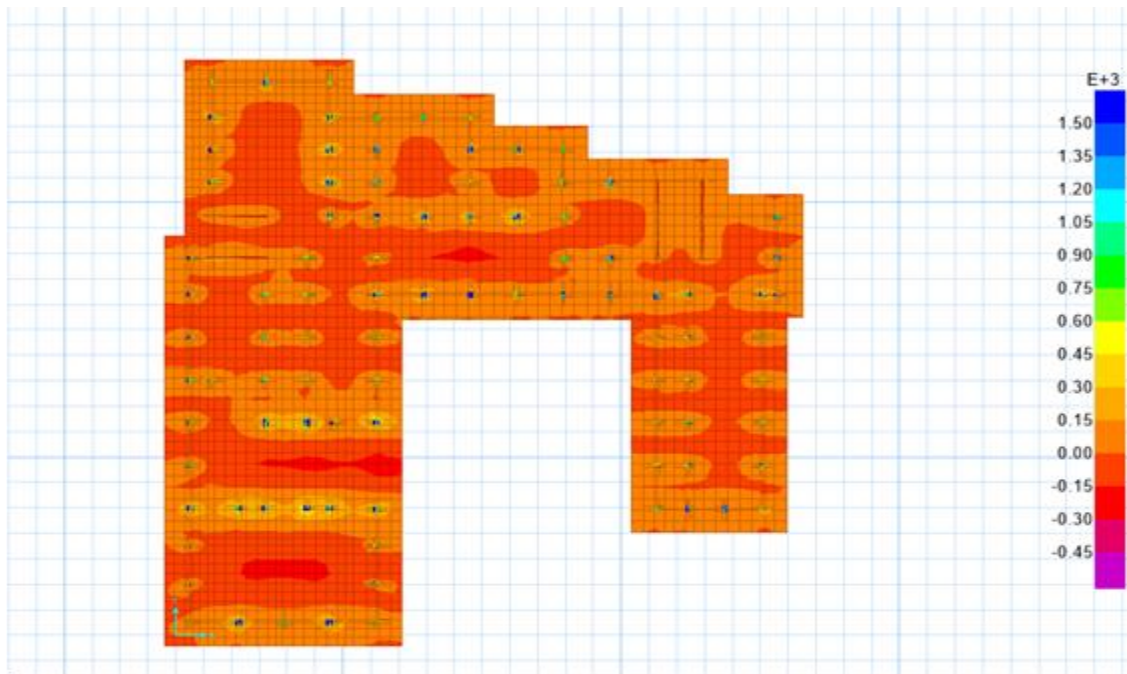


Fig 4-18: Moment in Y Direction.

The deflection was between 1.5 to 7 mm.

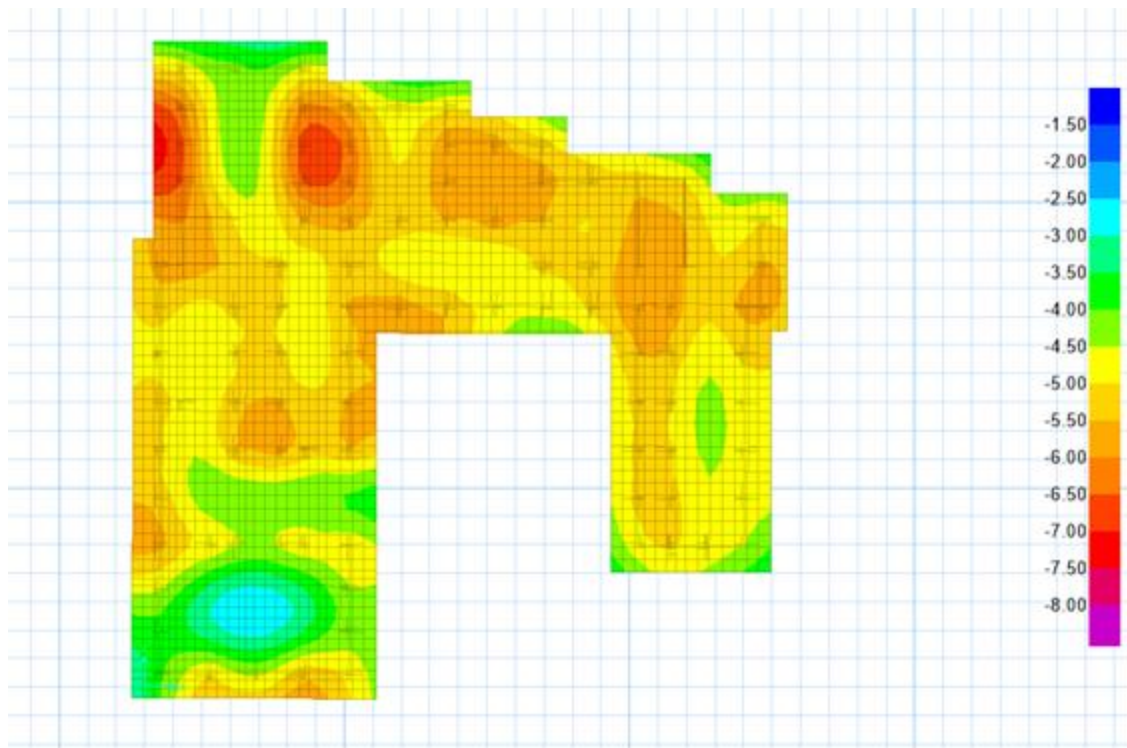


Fig 4-19: Deflection in mm.

We did check to determine the approximately value of bearing capacity B/C by using trial and error.

We used Terzaghi (1943) equation to calculate the Q_{ult} , and use $F.S=3$

$$Q_{ult} = C N_c + \gamma D N_q + 0.5 \gamma B N_\gamma$$

$$Q_{ult} = 529.8 \text{ KN/m}^2$$

$$Q_{all} = 176.6 \text{ KN/m}^2$$

While the allowable B/C of the soil was 176.6 KN/m^2 , The Reaction stresses from the soil on the foundation was as in the picture below: Max stress is $=157.85 \text{ KN/m}^2$.

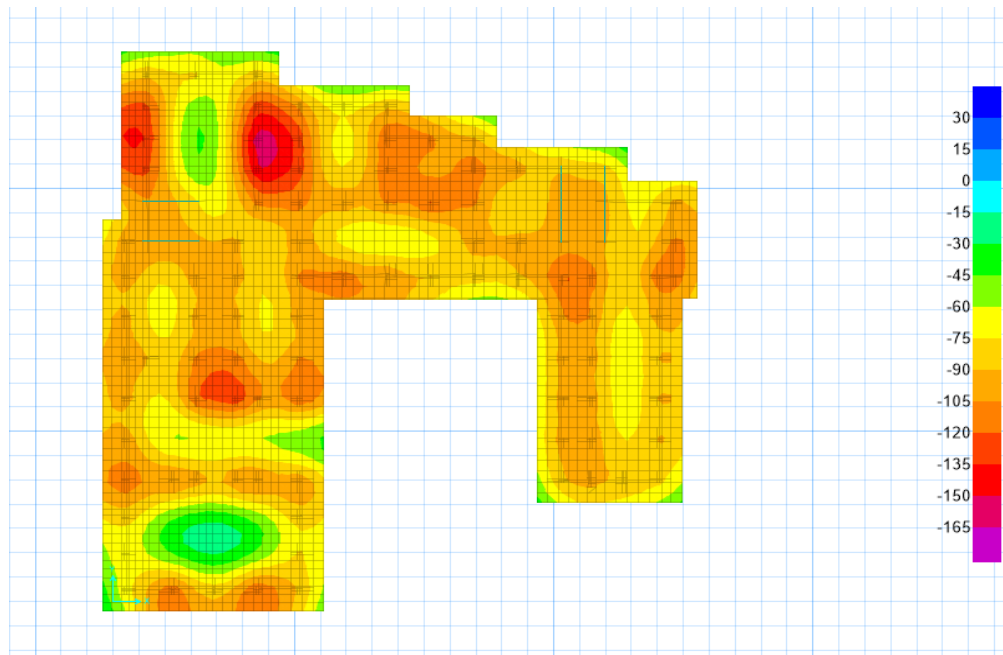


Fig 4-20: Stress reaction form the soil on the man foundation KN/m^2 .

✓ Check of Punching in Mat Foundation :-

By trial and error, the reasonable thickness of the mat was 60 cm making sure that punching shear over V_u not exceed 1.0 the it dose reach 0.9128 for maximum result so there is no need for drop panel or drop caps.

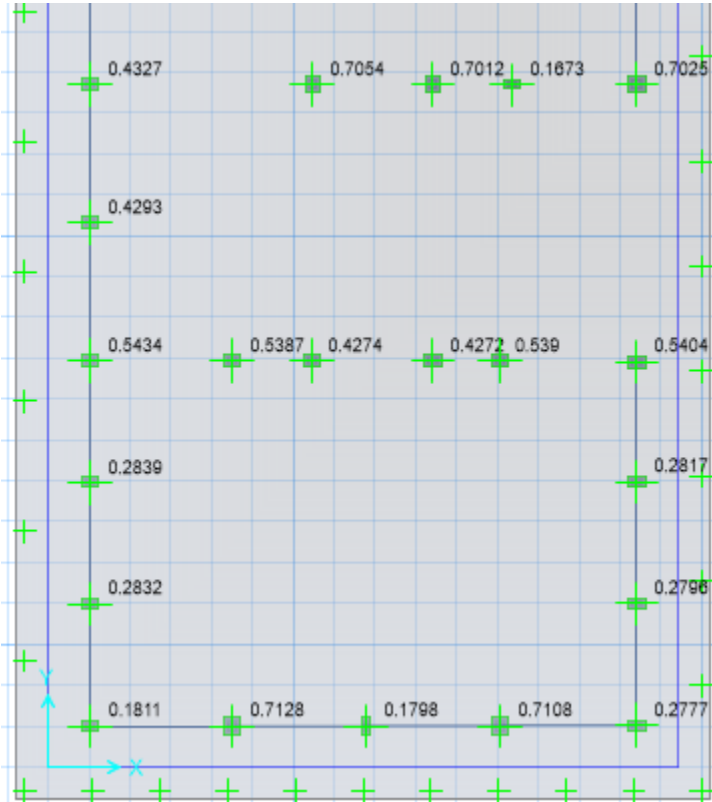


Fig 4-21: Punching Shear Result.

✓ Reinforcement in Mat Foundation :-

The main reinforcement was at the minimum according to ACI code Section 7.12.2 is represented by $\Phi 16@20\text{cm}$ both direction top and bottom with some additional $\Phi 16@20\text{cm}$ in top reinforcement as shown in the drawings.

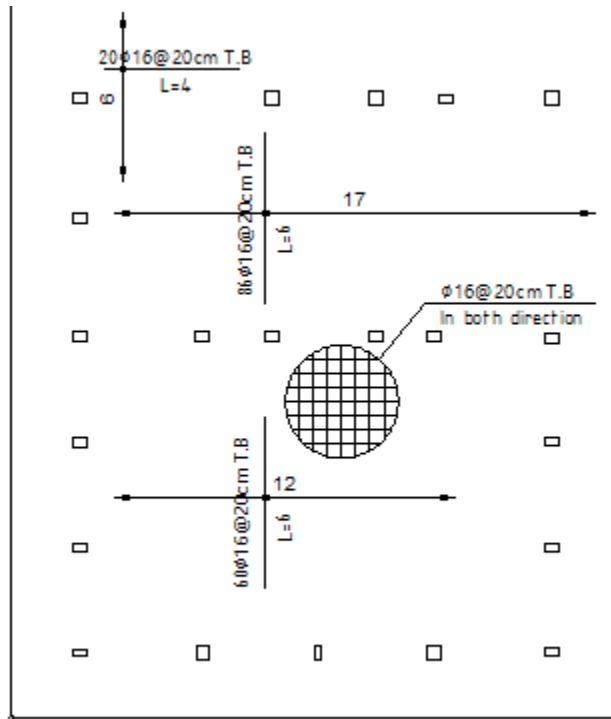


Fig 4-22: Top Reinforcement for Mat.

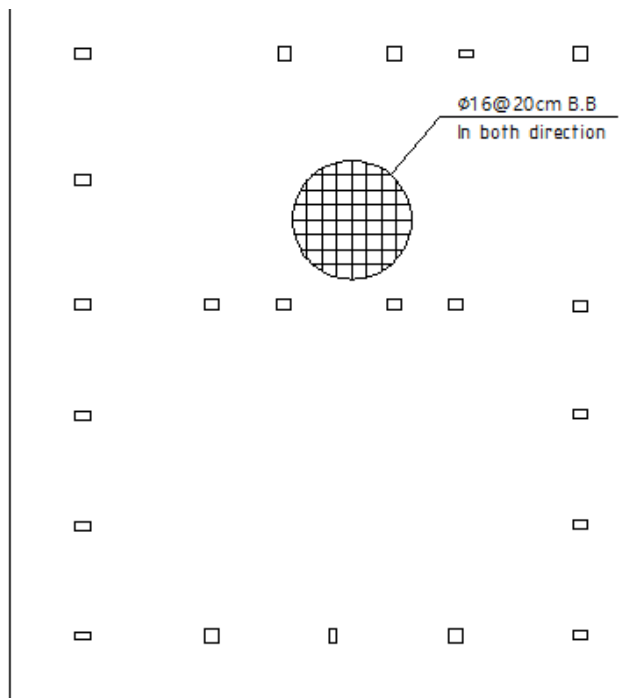


Fig 4-23: Bottom Reinforcement for Mat.

الفصل الخامس

النتائج والتوصيات

1-5 مقدمة

2-5 النتائج

3-5 التوصيات

1-5 مقدمة

يعتبر نظام ثنائي الأبعاد أكثر الأنظمة شيوعاً واستعمالاً في المكاتب الهندسية والكتب وطرق الحل اليدوية، حيث يتم تقسيم المنشأة إلى عناصر أحادية الأبعاد، وعمل نظام انشائي مشكل من بلاطة ذات إتجاه واحد (One Way) أو إتجاهين (Two Way)، محمولة على الجسور من خلال نقاط اما حرة الدوران او مثبتة، ومن خلال ردود فعل البلاطة المساحة التابعة لكل جسر (Tributary Area) يتم نقل احمال البلاطة على الجسور، ومن ثم إلى الأعمدة فالأساسات فالتربة.

وأما التعامل مع نظام ثلاثي الأبعاد ، يتم عن طريق نمذجة المبنى على برامج الحاسب الالي بصورة تشبه الواقع قدر الامكان ، ويعتمد بتحليله للمبنى على طريقة العناصر المحدودة (Finite Element Method) ، فيتم اسقاط الاحمال على العقدات حسب مقدارها بصورة حمل مساحي منتظم ، واطافة احمال شاقولية على الجسول كمل خطي اذا لزم الامر ، وبعدها يتم نقل الاحمال للعناصر عن طريق البرنامج واليته بتوزيع الاحمال المذكورة سابقا .
بعد تحليل وتصميم المبنى بالنظامين، تم الوصول الى نتائج وتوصيات ارتضى فريق العمل الى ذكرها.

2-5 النتائج

ان الهدف الاساسي للمشروع، هو الحصول على نتائج تثبت مقدار توافق التصميم ومدى جودته، فالنتائج التي تم الوصول اليها من بداية المشروع، انه لا بد ان يكون الطالب المصمم قادر على التحليل اليدوي للعناصر الانشائية خاصة بنظام ثنائي الأبعاد الذي يتم تدريسه من خلال مساقات (تحليل الانشاءات ، والتصميم الخرساني)، وان يكون قادر على اختيار اماكن وضع العناصر الانشائية بحيث لا يؤثر على جمالية الجانب المعماري.
النتائج الفعلية للمشروع والذي هو بعنوان المقارنه بين نظامين ثنائي الأبعاد وثلاثي الأبعاد في التحليل والتصميم الانشائي، سنعرضها بقراءات تم اخذها من البرنامج المستخدم (ETAPS2016) ووضعها بجداول.

• العقدات:

لم يكن هناك اي اختلاف بين النظامين للعقدات الموجودة لدينا التي هي بسمك 30 cm، فكان التسليح كما

يلي بالجدول.

Slabs Comparison								
Slab #	Reinforcement 2D				Reinforcement 3D			
	Max + / [mm ² /m]		Max - / [mm ² /m]		Max + / [mm ² /m]		Max - / [mm ² /m]	
	X Direction	Y Direction	X Direction	Y Direction	X Direction	Y Direction	X Direction	Y Direction
S001	540.00	770.00	540.00	1078.00	540.00	770.00	540.00	1078.00
S002	540.00	770.00	540.00	1078.00	540.00	770.00	540.00	1078.00
S003	540.00	770.00	540.00	1078.00	540.00	770.00	540.00	1078.00
S004	770.00	540.00	1078.00	540.00	770.00	540.00	1078.00	540.00
S005	770.00	540.00	1078.00	540.00	770.00	540.00	1078.00	540.00
S006	540.00	770.00	540.00	1078.00	540.00	770.00	540.00	1078.00
S007	540.00	770.00	540.00	1078.00	540.00	770.00	540.00	1078.00
S008	540.00	770.00	540.00	1078.00	540.00	770.00	540.00	1078.00
S009	770.00	540.00	1078.00	540.00	770.00	540.00	1078.00	540.00
S010	770.00	540.00	1540.00	540.00	770.00	540.00	1540.00	540.00
S101	540.00	770.00	540.00	1078.00	540.00	770.00	540.00	1078.00
S102	540.00	770.00	540.00	1078.00	540.00	770.00	540.00	1078.00
S103	540.00	770.00	540.00	1078.00	540.00	770.00	540.00	1078.00
S104	770.00	540.00	1078.00	540.00	770.00	540.00	1078.00	540.00
S105	770.00	540.00	1078.00	540.00	770.00	540.00	1078.00	540.00
S106	540.00	770.00	540.00	1078.00	540.00	770.00	540.00	1078.00
S107	540.00	770.00	540.00	1078.00	540.00	770.00	540.00	1078.00
S108	540.00	770.00	540.00	1078.00	540.00	770.00	540.00	1078.00
S109	770.00	540.00	1078.00	540.00	770.00	540.00	1078.00	540.00
S110	770.00	540.00	1540.00	540.00	770.00	540.00	1540.00	540.00
S111	1078.00	540.00	1540.00	540.00	1078.00	540.00	1540.00	540.00
S201	540.00	770.00	540.00	1078.00	540.00	770.00	540.00	1078.00
S202	540.00	770.00	540.00	1078.00	540.00	770.00	540.00	1078.00
S203	540.00	770.00	540.00	1078.00	540.00	770.00	540.00	1078.00
S204	770.00	540.00	1078.00	540.00	770.00	540.00	1078.00	540.00
S205	770.00	540.00	1078.00	540.00	770.00	540.00	1078.00	540.00
S206	540.00	770.00	540.00	1078.00	540.00	770.00	540.00	1078.00
S207	540.00	770.00	540.00	1078.00	540.00	770.00	540.00	1078.00
S208	540.00	770.00	540.00	1078.00	540.00	770.00	540.00	1078.00
S209	770.00	540.00	1078.00	540.00	770.00	540.00	1078.00	540.00
S210	770.00	540.00	1540.00	540.00	770.00	540.00	1540.00	540.00
S211	1078.00	540.00	1540.00	540.00	1078.00	540.00	1540.00	540.00
Reinforcement	540	mm ² /m	Ø12/200					
	770	mm ² /m	Ø14/200					
	1078	mm ² /m	Ø14/150					
	1540	mm ² /m	Ø14/100					

Table (5-1): Slabs Comparison 2D & 3D.

• الجسور:

في الجسور كان هناك اختلافات تذكر بين النظامين ، فقد لاحظنا ان هناك قراءات متفاوتة فكانت بعض الجسور في ثنائي الابعاد لديها حديد سفلي اعلى منه في ثلاثي الابعاد خاصه تلك التي تحمل فضاء واحد او فضائين، وكلما زادت الفضاء قلت نسبة الفرق، اما بالنسبة للحديد العلوي فكان هناك اختلاف طفيف في معظم الجسور كانت في ثلاثي الابعاد اعلى منه في ثنائي الابعاد بقضيب واحد لنفس القطر.

Beam Reinforcement Area 2D & 3D (mm ²)										
Type	Beam #	Span 1	Support 2	Span 2	Support 3	Span 3	Support 4	Span 4	Support 5	Span 5
		Max +ve	Max -ve	Max +ve	Max -ve	Max +ve	Max -ve	Max +ve	Max -ve	Max +ve
2D	B001	1078	3048	2032						
3D	B001	1540	3302	1792						
2D	B002	4318								
3D	B002	2286								
2D	B003	924	924	924	924	924				
3D	B003	616	1232	924	1232	924				
2D	B004+B006	3048	3556	1608	3556	1809				
3D	B004+B006	2794	3302	1608	3302	1608				
2D	B005	565	565	565						
3D	B005	452	565	452						
2D	B007	1005	1005	1005						
3D	B007	1005	1206	1005						
2D	B008	1407	1206	804	804	452	804	452		
3D	B008	1407	1005	603	1005	804	1005	804		
2D	B009	2794								
3D	B009	2032								
2D	B010	2412								
3D	B010	1407								
2D	B011	804	1206	1407						
3D	B011	804	804	804						
2D	B012	1005	804	804	804	603				
3D	B012	1005	804	804	804	603				
2D	B013	3048								
3D	B013	1778								
2D	B014	565	565	565	565	452	565	452	565	
3D	B014	452	565	452	904	339	904	339	904	
		Span5	Support 6	Span 6	Support 7	Span 7	Support 8	Span 8	Support 9	Span 9
		Max +ve	Max -ve	Max +ve	Max -ve	Max +ve	Max -ve	Max +ve	Max -ve	Max +ve
2D	B014	678	616	678	1608	678	1608	2412	2794	2412
3D	B014	678	770	678	804	678	804	804	762	804

Type	Beam #	Span 1	Support 2	Span 2	Support 3	Span 3	Support 4	Span 4	Support 5	Span 5
		Max +ve	Max -ve	Max +ve	Max -ve	Max +ve	Max -ve	Max +ve	Max -ve	Max +ve
2D	B015	1016								
3D	B015	1016								
2D	B018	1016	1016	1016	1016	1016	1016	1016	1016	1016
3D	B018	616	616	616	616	616	616	616	616	616
2D	B019	339	462	339	462	565				
3D	B019	226	462	226	462	339				
2D	B020	565	616	452	565	452	616	565		
3D	B020	452	616	452	678	452	616	452		
2D	B021	1016	1016	1016	1016	1016	1016	1016		
3D	B021	616	616	616	616	616	616	616		
2D	B022	565								
3D	B022	339								
2D	B023	565								
3D	B023	339								
2D	B024	924								
3D	B024	616								
2D	B025	616	616	616						
3D	B025	462	462	462						
2D	B026	1005								
3D	B026	603								
2D	B027+B028	3810								
3D	B027+B028	3048								
2D	B029	4064	3048	1778						
3D	B029	1778	1778	1016						
2D	B030	616	616	616	616	616				
3D	B030	616	616	616	616	616				
2D	B031	616	616	616						
3D	B031	462	616	308						
2D	B032	1407	1608	1407	1608	1005	1206	1005	1206	
3D	B032	603	603	603	603	603	603	603	603	
2D		Span5	Support 6	Span 6	Support 7	Span 7	Support 8	Span 8	Support 9	Span 9
3D		Max +ve	Max -ve	Max +ve	Max -ve	Max +ve	Max -ve	Max +ve	Max -ve	Max +ve
2D	B032	1005	1206	1005						
3D	B032	603	603	603						
2D	B033+B034	4572	4318	1005	1005	1005	1005	1005	1005	1005
3D	B033+B034	3048	1778	804	804	804	804	804	804	804
2D	B035	3556	4020	1005	1005	804	1005	804	1005	804
3D	B035	1778	1608	603	804	603	804	603	804	603
2D	B036	770	770	770	770	616	770	616	924	924
3D	B036	616	616	616	616	462	616	462	616	616
2D	B037	1206	1524	804	1005	804	1005	804	1524	1206
3D	B037	1206	1524	804	1005	804	1005	804	1524	1206
2D	B038	770	1206	1005	1206	1005	1206	1407	1524	1407
3D	B038	770	1206	1005	1206	1005	1206	1407	1524	1407
2D	B040+B041	8478								
3D	B040+B041	2826								
Table (5-2): Beam Reinforcement Area 2D & 3D (mm2).										

• الأعمدة:

كان لدينا اختلاف بمقدار الاحمال عند بعض الاعمدة، وهذا ما اعطى انطباع انه لم يكن انضباط فعلي في نقل الاحمال بين النظامين، فقد تم تقسيم الاعمدة حسب مواقعها الى اعمدة زاوية اعمدة طرفيه واعمدة وسطى، ليتم حصر ما اذا كان اي من الانواع اكثر توافقاً.

Axial Load Comparison (Corner Columns)									
Columns		2D				3D			
		SW	SD	Total Dead	Live	SW	SD	Total Dead	Live
Type		kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN
Corner	C001	-158.9	-234.4	-393.3	-56.7	-173.6	-232.6	-406.2	-57.1
Corner	C101	-101.2	-148.9	-250.1	-36.6	-107.8	-147.0	-254.8	-39.5
Corner	C201	-49.3	-72.5	-121.8	-17.6	-53.8	-73.1	-126.9	-18.4
Corner	C003	-204.8	-309.1	-513.9	-75.8	-202.7	-291.9	-494.6	-72.9
Corner	C103	-131.6	-198.7	-330.3	-48.7	-123.8	-195.9	-319.7	-50.5
Corner	C203	-61.1	-93.2	-154.3	-23.1	-57.3	-96.3	-153.6	-24.1
Corner	C005	-763.9	-401.6	-1165.6	-333.3	-718.4	-407.8	-1126.2	-307.1
Corner	C105	-507.8	-270.1	-777.9	-221.4	-487.9	-267.9	-755.8	-206.8
Corner	C205	-252.5	-137.0	-389.5	-109.9	-250.5	-135.6	-386.1	-105.8
Corner	C008	-125.2	-221.8	-347.0	-36.3	-152.2	-229.3	-381.5	-47.8
Corner	C108	-81.2	-141.9	-223.1	-24.3	-95.5	-147.1	-242.6	-29.0
Corner	C208	-37.5	-66.3	-103.8	-11.7	-43.6	-69.7	-113.3	-13.7
Corner	C012	-586.1	-361.8	-947.9	-264.5	-624.7	-385.6	-1010.3	-262.4
Corner	C112	-389.1	-240.8	-629.9	-175.4	-418.9	-255.7	-674.6	-176.2
Corner	C212	-196.3	-123.7	-319.9	-88.7	-214.7	-130.0	-344.7	-90.5
Corner	C014	-127.8	-210.6	-338.4	-43.9	-147.0	-216.7	-363.7	-51.5
Corner	C114	-79.3	-135.4	-214.8	-27.3	-92.5	-139.3	-231.8	-32.4
Corner	C214	-39.8	-69.4	-109.2	-13.7	-46.6	-71.0	-117.6	-16.4
Corner	C019	-323.5	-307.0	-630.5	-168.2	-400.5	-316.9	-717.4	-183.2
Corner	C119	-216.5	-206.2	-422.7	-113.5	-267.5	-210.1	-477.6	-122.4
Corner	C219	-104.7	-100.0	-204.8	-55.3	-134.5	-106.4	-240.9	-61.6
Corner	C027	-266.6	-329.5	-596.1	-100.7	-265.0	-310.8	-575.8	-100.2
Corner	C127	-178.3	-222.4	-400.7	-68.3	-175.8	-208.0	-383.8	-67.3
Corner	C227	-90.6	-113.7	-204.3	-35.2	-89.1	-106.0	-195.2	-34.7
Corner	C028	-141.0	-148.3	-289.2	-56.7	-102.0	-140.0	-242.0	-35.2
Corner	C128	-91.4	-97.8	-189.2	-36.8	-64.0	-90.0	-154.0	-22.3
Corner	C228	-45.8	-49.3	-95.1	-18.4	-32.0	-44.0	-76.0	-9.5
Corner	C037	-432.7	-343.5	-776.2	-230.5	-535.6	-375.9	-911.5	-255.1
Corner	C137	-288.3	-229.3	-517.7	-154.4	-357.5	-248.4	-605.9	-170.2
Corner	C237	-142.1	-114.6	-256.7	-77.2	-179.8	-124.2	-304.0	-85.8
Corner	C043	-201.3	-283.6	-484.9	-114.2	-266.8	-279.0	-545.8	-107.7
Corner	C143	-132.0	-187.2	-319.2	-75.2	-180.1	-183.0	-363.1	-73.3
Corner	C243	-63.7	-91.7	-155.3	-35.9	-87.8	-91.8	-179.6	-35.2
Corner	C045	-510.1	-279.5	-789.6	-247.2	-580.0	-292.5	-872.5	-214.4
Corner	C145	-337.9	-185.7	-523.6	-164.0	-379.3	-192.9	-572.2	-138.2
Corner	C245	-167.7	-93.0	-260.7	-81.9	-188.2	-99.2	-287.4	-75.1
Corner	C046	-114.0	-100.1	-214.1	-41.2	-114.0	-126.6	-240.6	-34.0
Corner	C146	-87.0	-67.4	-154.4	-26.6	-87.0	-86.8	-173.8	-28.0
Corner	C246	-32.0	-33.8	-65.8	-13.1	-32.0	-44.0	-76.0	-8.0
Corner	C080	-78.7	-174.2	-252.8	-43.8	-116.5	-181.9	-298.4	-33.6

Corner	C180	-51.7	-116.5	-168.2	-29.6	-78.0	-121.6	-199.7	-23.4
Corner	C280	-26.0	-58.4	-84.4	-14.9	-40.5	-61.2	-101.7	-12.6
Corner	C083	-181.6	-226.4	-408.0	-75.2	-166.7	-226.5	-393.2	-63.5
Corner	C183	-120.2	-151.2	-271.4	-49.9	-108.7	-149.8	-258.5	-41.3
Corner	C283	-59.0	-75.6	-134.6	-24.9	-53.5	-75.0	-128.4	-20.7
Corner	C088	-89.3	-142.9	-232.2	-35.8	-95.0	-160.8	-255.8	-24.0
Corner	C188	-79.0	-142.9	-221.9	-35.8	-85.0	-160.8	-245.8	-24.0
Corner	C288	-39.8	-71.5	-111.4	-18.1	-40.0	-80.5	-120.5	-27.9
Corner	C092	-90.2	-136.7	-226.9	-33.8	-100.0	-152.0	-252.0	-18.0
Corner	C192	-77.8	-136.7	-214.6	-33.8	-87.0	-152.0	-239.0	-18.0
Corner	C292	-39.3	-68.6	-107.8	-17.1	-41.0	-75.0	-116.0	-8.0
		-8793.3	-8522.6	-17315.9	-3935.8	-9541.8	-8766.2	-18308.1	-3778.5
Total Corner				-21251.7				-22086.5	
Axial Load Comparison (Edge Columns)									
		2D				3D			
Unique Name		SW	SD	Total Dead	Live	SW	SD	Total Dead	Live
Type		kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN
Edge	C002	-401.4	-485.1	-886.5	-189.7	-504.1	-444.2	-948.3	-216.9
Edge	C102	-273.8	-334.1	-607.9	-130.7	-337.2	-333.5	-670.7	-145.1
Edge	C202	-140.5	-172.8	-313.4	-67.6	-173.5	-168.8	-342.3	-74.7
Edge	C004	-590.4	-340.7	-931.1	-236.8	-556.4	-361.7	-918.1	-218.9
Edge	C104	-390.3	-229.0	-619.3	-155.9	-367.9	-239.9	-607.8	-144.6
Edge	C204	-194.2	-114.6	-308.8	-78.0	-180.8	-119.3	-300.1	-70.8
Edge	C006	-149.2	-290.6	-439.8	-63.2	-197.7	-277.3	-475.0	-78.4
Edge	C106	-101.3	-193.0	-294.3	-43.1	-131.8	-184.5	-316.3	-52.4
Edge	C206	-49.9	-94.9	-144.8	-21.5	-65.4	-92.2	-157.6	-27.1
Edge	C007	-226.9	-324.0	-550.9	-99.5	-335.0	-324.1	-659.1	-137.0
Edge	C107	-153.3	-219.9	-373.3	-67.7	-224.0	-215.8	-439.8	-92.0
Edge	C207	-78.9	-114.0	-192.9	-35.4	-112.0	-109.2	-221.2	-46.0
Edge	C009	-569.9	-307.1	-876.9	-256.9	-579.2	-309.4	-888.6	-244.7
Edge	C109	-381.3	-204.0	-585.3	-172.5	-386.9	-206.9	-593.8	-162.7
Edge	C209	-190.1	-101.7	-291.8	-86.3	-195.6	-103.1	-298.7	-80.5
Edge	C013	-421.1	-388.7	-809.8	-186.5	-379.8	-366.8	-746.6	-160.3
Edge	C113	-279.5	-262.1	-541.6	-124.2	-255.1	-245.4	-500.5	-107.5
Edge	C213	-132.7	-129.7	-262.4	-58.7	-123.9	-121.4	-245.3	-51.7
Edge	C015	-569.1	-333.4	-902.5	-247.8	-466.0	-289.0	-755.0	-177.9
Edge	C115	-378.0	-224.6	-602.5	-164.8	-308.0	-190.0	-498.0	-117.8
Edge	C215	-189.2	-114.0	-303.2	-83.0	-155.0	-97.0	-252.0	-59.5
Edge	C020	-268.1	-347.4	-615.5	-135.6	-374.6	-350.1	-724.7	-171.7
Edge	C120	-183.7	-235.8	-419.6	-94.2	-243.7	-232.2	-475.9	-112.3
Edge	C220	-96.5	-124.1	-220.6	-50.2	-118.6	-117.6	-236.2	-54.7
Edge	C033	-382.5	-383.3	-765.8	-154.6	-378.6	-369.1	-747.7	-160.6
Edge	C133	-252.7	-255.2	-507.8	-102.8	-249.4	-245.2	-494.6	-106.5
Edge	C233	-126.1	-127.7	-253.8	-51.8	-124.5	-123.2	-247.7	-53.6
Edge	C034	-398.5	-377.1	-775.6	-209.7	-390.0	-341.0	-731.0	-184.0
Edge	C134	-263.5	-251.1	-514.6	-139.6	-260.0	-227.0	-487.0	-123.0
Edge	C234	-130.7	-125.5	-256.2	-69.8	-130.0	-114.0	-244.0	-61.0
Edge	C038	-132.2	-493.7	-625.9	-242.9	-466.0	-362.0	-828.0	-194.2
Edge	C138	-88.1	-329.1	-417.2	-161.9	-331.8	-241.0	-572.8	-130.3
Edge	C238	-44.1	-164.6	-208.7	-80.9	-151.0	-120.0	-271.0	-62.3

Edge	C039	-454.7	-347.1	-801.8	-208.8	-562.2	-385.9	-948.1	-247.3
Edge	C139	-310.1	-233.7	-543.8	-143.6	-373.2	-256.6	-629.8	-164.1
Edge	C239	-154.8	-117.1	-271.9	-72.2	-184.0	-127.6	-311.6	-80.7
Edge	C040	-490.0	-380.7	-870.7	-228.7	-442.4	-359.4	-801.8	-190.7
Edge	C140	-321.1	-252.2	-573.3	-151.0	-295.5	-234.5	-530.0	-127.4
Edge	C240	-159.1	-125.6	-284.6	-74.7	-144.6	-119.0	-263.6	-61.9
Edge	C041	-266.3	-308.6	-575.0	-110.8	-300.1	-308.3	-608.4	-127.3
Edge	C141	-174.9	-205.0	-379.9	-72.6	-195.2	-205.3	-400.5	-82.4
Edge	C241	-82.4	-102.2	-184.6	-34.0	-87.6	-101.7	-189.3	-36.1
Edge	C042	-273.9	-336.7	-610.5	-122.9	-234.5	-301.9	-536.4	-98.7
Edge	C142	-182.6	-225.4	-408.0	-82.4	-152.9	-202.7	-355.6	-66.1
Edge	C242	-91.9	-114.4	-206.3	-42.1	-73.3	-103.0	-176.3	-33.4
Edge	C047	-386.1	-363.8	-749.9	-202.4	-385.2	-356.8	-742.0	-193.4
Edge	C147	-255.9	-242.9	-498.8	-135.2	-257.2	-237.6	-494.8	-129.2
Edge	C247	-127.1	-121.5	-248.6	-67.6	-127.7	-118.6	-246.3	-63.9
Edge	C050	-396.7	-405.7	-802.4	-205.7	-384.7	-391.3	-776.0	-193.6
Edge	C150	-259.1	-266.8	-525.9	-135.1	-250.6	-257.9	-508.4	-126.8
Edge	C250	-128.6	-133.3	-261.9	-67.5	-124.3	-128.8	-253.1	-63.4
Edge	C051	-106.5	-286.0	-392.5	-91.0	-147.0	-264.3	-411.3	-58.7
Edge	C151	-72.4	-193.1	-265.5	-61.0	-101.5	-176.7	-278.2	-42.3
Edge	C251	-38.1	-100.3	-138.4	-30.0	-51.3	-89.0	-140.3	-18.9
Edge	C053	-420.1	-406.5	-826.6	-218.4	-384.0	-353.0	-737.0	-197.3
Edge	C153	-278.2	-270.8	-549.0	-145.5	-255.6	-234.7	-490.4	-132.5
Edge	C253	-138.2	-135.3	-273.5	-72.7	-127.2	-117.0	-244.2	-66.5
Edge	C054	-389.7	-364.8	-754.4	-202.9	-316.0	-334.6	-650.7	-150.4
Edge	C154	-255.5	-242.4	-497.9	-134.8	-227.3	-232.6	-459.9	-113.5
Edge	C254	-126.8	-121.2	-248.0	-67.4	-112.8	-116.3	-229.1	-56.8
Edge	C058	-248.2	-225.8	-474.0	-123.5	-271.4	-260.5	-531.9	-131.2
Edge	C158	-175.5	-163.5	-339.0	-89.2	-191.9	-185.2	-377.0	-94.1
Edge	C258	-87.0	-81.9	-168.9	-44.7	-95.1	-92.9	-188.0	-47.1
Edge	C059	-107.6	-262.4	-370.0	-101.6	-175.5	-251.6	-427.1	-57.7
Edge	C159	-70.5	-174.3	-244.8	-67.3	-121.4	-167.1	-288.5	-41.4
Edge	C259	-33.6	-86.1	-119.7	-33.0	-57.0	-82.9	-139.9	-18.3
Edge	C061	-365.1	-350.9	-716.0	-187.4	-389.2	-358.1	-747.2	-199.2
Edge	C161	-241.6	-234.0	-475.6	-125.0	-259.1	-238.9	-498.0	-133.8
Edge	C261	-119.9	-117.1	-236.9	-62.5	-129.2	-119.5	-248.7	-67.2
Edge	C062	-382.7	-361.4	-744.1	-200.8	-394.6	-360.7	-755.3	-199.0
Edge	C162	-255.4	-243.5	-498.9	-135.2	-264.1	-240.5	-504.6	-133.3
Edge	C262	-126.8	-121.8	-248.6	-67.6	-130.9	-119.9	-250.8	-65.9
Edge	C066	-673.4	-666.8	-1340.3	-357.0	-658.2	-568.2	-1226.4	-305.8
Edge	C166	-419.0	-419.7	-838.8	-224.8	-431.2	-372.3	-803.5	-200.1
Edge	C266	-208.6	-209.8	-418.3	-112.3	-217.9	-189.4	-407.3	-100.9
Edge	C067	-105.3	-260.3	-365.6	-99.7	-136.8	-254.6	-391.4	-58.6
Edge	C167	-69.7	-173.8	-243.6	-66.6	-93.4	-169.4	-262.9	-42.0
Edge	C267	-34.2	-87.2	-121.4	-33.5	-46.5	-84.5	-131.0	-18.5
Edge	C069	-369.1	-353.6	-722.7	-189.7	-377.6	-348.6	-726.3	-192.7
Edge	C169	-244.4	-235.9	-480.3	-126.5	-250.5	-231.8	-482.3	-129.0
Edge	C269	-121.3	-118.0	-239.3	-63.3	-124.7	-115.8	-240.5	-64.7
Edge	C070	-413.3	-388.2	-801.4	-216.6	-453.2	-381.7	-834.9	-232.6
Edge	C170	-265.9	-249.4	-515.2	-139.4	-298.4	-251.5	-549.9	-153.1

Edge	C270	-132.0	-124.6	-256.6	-69.7	-148.7	-125.8	-274.5	-76.2
Edge	C071	-117.9	-302.7	-420.5	-116.0	-159.5	-283.2	-442.7	-62.7
Edge	C171	-77.9	-201.6	-279.5	-77.3	-110.2	-188.6	-298.8	-44.6
Edge	C271	-38.0	-100.7	-138.7	-38.6	-56.4	-94.5	-150.9	-20.5
Edge	C073	-421.7	-410.0	-831.6	-219.2	-435.2	-398.8	-834.0	-226.1
Edge	C173	-279.1	-273.1	-552.2	-146.0	-292.9	-268.0	-560.9	-153.5
Edge	C273	-138.5	-136.5	-275.0	-73.0	-146.3	-134.0	-280.4	-77.2
Edge	C074	-288.8	-264.6	-553.4	-141.6	-287.6	-320.1	-607.7	-116.6
Edge	C174	-220.1	-216.3	-436.3	-114.6	-214.4	-273.4	-487.8	-89.0
Edge	C274	-109.5	-108.2	-217.7	-57.4	-104.7	-136.5	-241.2	-43.1
Edge	C079	-505.0	-502.4	-1007.4	-266.0	-529.7	-487.2	-1016.9	-264.1
Edge	C179	-391.8	-404.3	-796.1	-213.2	-422.9	-403.6	-826.5	-216.4
Edge	C279	-195.0	-201.9	-397.0	-106.6	-210.3	-201.4	-411.6	-108.0
Edge	C081	-373.8	-301.8	-675.6	-183.3	-323.3	-298.3	-621.7	-146.3
Edge	C181	-240.4	-197.8	-438.2	-117.5	-205.3	-195.0	-400.4	-92.0
Edge	C281	-113.3	-95.5	-208.9	-54.9	-92.1	-93.6	-185.7	-40.5
Edge	C082	-91.1	-237.0	-328.0	-6.8	-121.5	-242.4	-363.9	-60.6
Edge	C182	-60.9	-158.0	-218.9	-5.3	-81.0	-162.0	-243.0	-41.3
Edge	C282	-30.9	-79.0	-109.9	-2.9	-40.5	-82.2	-122.7	-21.8
Edge	C084	-131.2	-169.5	-300.7	-80.7	-93.4	-154.6	-248.0	-106.9
Edge	C184	-118.9	-169.5	-288.3	-80.7	-81.0	-154.6	-235.6	-106.9
Edge	C284	-58.6	-84.8	-143.4	-40.4	-40.3	-77.6	-117.9	-53.4
Edge	C085	-71.5	-263.7	-335.2	-64.8	-253.5	-179.2	-432.7	-94.5
Edge	C185	-61.2	-263.7	-324.9	-64.8	-241.1	-179.2	-420.3	-94.5
Edge	C285	-30.4	-130.9	-161.3	-32.2	-115.1	-84.7	-199.8	-44.4
Edge	C086	-160.2	-206.0	-366.2	-99.3	-159.9	-204.9	-364.8	-102.6
Edge	C186	-147.9	-206.0	-353.8	-99.3	-147.5	-204.9	-352.4	-102.6
Edge	C286	-72.9	-102.9	-175.8	-49.6	-72.3	-102.2	-174.5	-51.1
Edge	C087	-171.3	-221.3	-392.6	-106.8	-160.7	-217.5	-378.2	-107.9
Edge	C187	-158.9	-221.3	-380.2	-106.8	-148.3	-217.5	-365.8	-107.9
Edge	C287	-78.2	-110.3	-188.5	-53.2	-72.6	-109.8	-182.4	-54.9
Edge	C089	-892.0	-418.9	-1310.9	-418.8	-810.6	-385.7	-1196.3	-355.7
Edge	C189	-862.5	-418.9	-1281.4	-418.8	-781.1	-385.7	-1166.8	-355.7
Edge	C289	-423.9	-209.2	-633.1	-208.9	-389.4	-193.1	-582.5	-177.2
Edge	C090	-73.6	-154.7	-228.2	-6.3	-95.7	-168.1	-263.8	-18.2
Edge	C190	-63.3	-154.7	-217.9	-6.3	-86.0	-168.0	-254.0	-18.2
Edge	C290	-32.9	-77.7	-110.6	-3.8	-44.5	-84.2	-128.7	-10.1
Edge	C091	-886.5	-413.5	-1300.0	-417.0	-790.8	-373.5	-1164.3	-344.4
Edge	C191	-857.0	-413.5	-1270.5	-417.0	-761.4	-373.5	-1134.9	-344.4
Edge	C291	-421.1	-206.5	-627.6	-208.0	-379.5	-186.8	-566.3	-171.5
		-29306.1	-29114.2	-58420.4	-15105.5	-30826.7	-27796.6	-58623.3	-14213.8
				-73525.9				-72837.1	
Axial Load Comparison (Middle Columns)									
		2D				3D			
Unique Name		SW	SD	Total Dead	Live	SW	SD	Total Dead	Live
Type		kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN
Middle	C010	-1086.3	-262.4	-1348.7	-449.0	-963.6	-243.2	-1206.8	-412.4
Middle	C110	-717.1	-172.7	-889.9	-298.0	-701.8	-173.2	-875.0	-303.7
Middle	C210	-354.6	-85.2	-439.8	-149.0	-346.6	-83.6	-430.2	-150.3
Middle	C011	-651.5	-142.9	-794.5	-322.4	-625.8	-173.7	-799.5	-268.8

Middle	C111	-437.3	-98.3	-535.6	-217.0	-415.4	-118.2	-533.6	-178.2
Middle	C211	-220.6	-50.3	-270.9	-109.9	-200.5	-56.9	-257.4	-89.8
Middle	C016	-1152.4	-279.7	-1432.1	-564.0	-879.7	-181.4	-1061.1	-374.5
Middle	C116	-757.1	-184.6	-941.7	-371.6	-574.5	-117.4	-691.9	-246.0
Middle	C216	-372.2	-91.0	-463.2	-182.9	-290.5	-59.7	-350.2	-125.2
Middle	C017	-702.4	-165.2	-867.6	-340.9	-650.3	-139.1	-789.4	-280.4
Middle	C117	-477.8	-112.6	-590.4	-232.8	-435.1	-93.7	-528.8	-187.9
Middle	C217	-246.5	-58.3	-304.8	-120.6	-209.4	-44.3	-253.7	-89.9
Middle	C018	-585.7	-135.6	-721.2	-286.4	-621.6	-150.9	-772.6	-279.5
Middle	C118	-395.8	-95.3	-491.1	-195.1	-438.1	-111.8	-549.8	-199.7
Middle	C218	-193.6	-46.6	-240.2	-96.0	-220.9	-56.2	-277.2	-101.7
Middle	C021	-525.8	-132.0	-657.8	-264.0	-538.6	-129.9	-668.5	-249.8
Middle	C121	-347.0	-87.2	-434.3	-175.0	-320.0	-71.4	-391.4	-149.8
Middle	C221	-173.9	-43.9	-217.8	-88.2	-163.3	-36.9	-200.2	-72.3
Middle	C022	-429.7	-100.2	-529.9	-200.5	-513.9	-121.5	-635.4	-231.4
Middle	C122	-288.1	-68.0	-356.1	-135.7	-324.5	-73.3	-397.8	-142.2
Middle	C222	-141.9	-33.9	-175.8	-67.5	-158.9	-35.8	-194.7	-69.6
Middle	C023	-790.0	-199.1	-989.0	-384.7	-877.9	-212.3	-1090.2	-404.3
Middle	C123	-517.9	-131.1	-649.1	-252.0	-557.7	-134.4	-692.1	-255.3
Middle	C223	-257.4	-65.4	-322.8	-125.6	-278.6	-67.4	-346.0	-128.0
Middle	C024	-659.1	-161.7	-820.8	-340.1	-908.3	-235.1	-1143.4	-439.5
Middle	C124	-424.8	-104.0	-528.8	-218.3	-577.6	-148.6	-726.1	-278.1
Middle	C224	-208.9	-50.7	-259.6	-107.5	-285.2	-73.4	-358.6	-137.5
Middle	C025	-988.4	-211.9	-1200.3	-506.0	-805.3	-213.9	-1019.2	-469.2
Middle	C125	-624.3	-141.1	-765.4	-357.0	-526.8	-140.3	-667.1	-312.8
Middle	C225	-261.9	-70.5	-332.4	-179.0	-263.1	-69.7	-332.8	-156.4
Middle	C026	-712.6	-186.5	-899.0	-379.0	-623.6	-176.5	-800.1	-309.7
Middle	C126	-469.8	-122.1	-591.8	-250.8	-417.4	-117.5	-535.0	-208.7
Middle	C226	-230.5	-58.2	-288.7	-123.6	-212.9	-57.1	-270.0	-107.2
Middle	C029	-624.8	-158.8	-783.6	-298.0	-524.7	-130.6	-655.3	-253.9
Middle	C129	-412.4	-105.2	-517.5	-199.8	-346.9	-86.1	-433.0	-168.0
Middle	C229	-205.8	-52.6	-258.4	-101.2	-172.2	-42.6	-214.8	-83.5
Middle	C030	-527.6	-123.8	-651.5	-280.2	-667.4	-183.3	-850.7	-327.4
Middle	C130	-350.4	-82.7	-433.0	-186.6	-443.2	-123.9	-567.1	-217.1
Middle	C230	-175.6	-41.6	-217.2	-93.6	-226.2	-61.1	-287.3	-111.0
Middle	C031	-434.0	-113.9	-547.9	-226.4	-622.5	-187.3	-809.8	-309.6
Middle	C131	-290.1	-77.8	-367.9	-152.6	-412.8	-126.0	-538.8	-205.3
Middle	C231	-146.4	-39.3	-185.7	-77.7	-212.4	-64.3	-276.7	-105.8
Middle	C032	-474.9	-126.6	-601.5	-251.4	-610.8	-192.4	-803.2	-313.6
Middle	C132	-316.6	-84.5	-401.1	-168.6	-404.1	-125.8	-529.9	-205.5
Middle	C232	-162.1	-43.4	-205.5	-86.9	-209.8	-62.5	-272.3	-104.9
Middle	C035	-634.9	-179.4	-814.3	-423.4	-598.5	-171.9	-770.4	-316.5
Middle	C135	-423.4	-120.0	-543.4	-283.1	-394.3	-113.2	-507.5	-208.3
Middle	C235	-211.0	-60.1	-271.1	-141.6	-198.7	-56.9	-255.6	-104.9
Middle	C036	-634.9	-179.4	-814.3	-423.4	-564.4	-153.6	-718.0	-290.3
Middle	C136	-423.4	-120.0	-543.4	-283.1	-377.1	-103.2	-480.3	-193.9
Middle	C236	-211.0	-60.1	-271.1	-141.6	-188.6	-51.2	-239.8	-96.9
Middle	C044	-621.8	-159.9	-781.7	-324.9	-587.2	-168.2	-755.4	-300.5
Middle	C144	-412.9	-106.0	-518.8	-216.2	-388.9	-113.1	-501.9	-199.2
Middle	C244	-203.8	-50.9	-254.7	-107.2	-192.7	-55.2	-247.9	-99.2

Middle	C048	-651.5	-186.0	-837.5	-441.1	-669.8	-198.1	-867.9	-359.3
Middle	C148	-426.1	-122.5	-548.5	-290.4	-444.8	-131.8	-576.6	-238.6
Middle	C248	-211.2	-60.9	-272.1	-144.4	-225.9	-66.9	-292.8	-121.4
Middle	C049	-651.5	-186.0	-837.5	-441.1	-614.5	-176.3	-790.8	-322.4
Middle	C149	-426.1	-122.5	-548.5	-290.4	-408.8	-117.8	-526.6	-214.4
Middle	C249	-211.2	-60.9	-272.1	-144.4	-207.4	-59.8	-267.2	-109.1
Middle	C052	-842.2	-257.2	-1099.4	-486.2	-718.4	-246.1	-964.5	-403.1
Middle	C152	-558.6	-171.1	-729.7	-323.4	-472.0	-164.5	-636.5	-265.3
Middle	C252	-278.0	-85.4	-363.4	-161.4	-233.3	-82.5	-315.8	-131.4
Middle	C056	-420.0	-111.4	-531.4	-265.5	-476.0	-134.0	-610.0	-244.6
Middle	C156	-296.3	-78.0	-374.3	-186.4	-358.3	-100.4	-458.7	-186.7
Middle	C256	-149.1	-39.6	-188.8	-94.6	-179.6	-50.6	-230.3	-94.2
Middle	C057	-420.0	-111.4	-531.4	-265.5	-464.4	-112.9	-577.3	-239.5
Middle	C157	-296.3	-78.0	-374.3	-186.4	-359.7	-103.1	-462.9	-186.9
Middle	C257	-149.1	-39.6	-188.8	-94.6	-179.1	-51.5	-230.7	-93.5
Middle	C060	-732.9	-223.0	-955.9	-421.0	-704.8	-243.2	-948.0	-399.3
Middle	C160	-488.0	-149.2	-637.2	-281.4	-464.0	-162.8	-626.8	-263.6
Middle	C260	-243.8	-74.9	-318.7	-141.1	-230.0	-81.8	-311.8	-131.1
Middle	C063	-1200.0	-350.5	-1550.5	-828.4	-1012.3	-295.7	-1308.0	-547.7
Middle	C163	-784.6	-231.1	-1015.6	-546.0	-668.8	-196.1	-864.9	-361.8
Middle	C263	-390.0	-115.1	-505.2	-272.1	-345.1	-101.3	-446.4	-187.2
Middle	C064	-1200.0	-350.5	-1550.5	-828.4	-987.9	-303.8	-1291.7	-524.7
Middle	C164	-784.6	-231.1	-1015.6	-546.0	-651.7	-199.9	-851.6	-346.1
Middle	C264	-390.0	-115.1	-505.2	-272.1	-336.3	-103.5	-439.8	-179.0
Middle	C068	-749.7	-227.5	-977.2	-431.4	-706.9	-234.7	-941.6	-400.5
Middle	C168	-496.3	-150.7	-647.0	-286.6	-463.6	-156.0	-619.5	-263.4
Middle	C268	-245.7	-74.3	-320.0	-142.2	-227.8	-77.5	-305.3	-129.8
Middle	C072	-812.1	-244.7	-1056.8	-467.0	-730.9	-266.7	-997.6	-411.0
Middle	C172	-547.3	-166.7	-714.0	-315.9	-488.1	-182.8	-670.9	-275.1
Middle	C272	-279.4	-87.4	-366.8	-162.3	-249.2	-94.9	-344.0	-140.9
Middle	C075	-850.1	-217.7	-1067.8	-418.4	-666.6	-181.3	-847.9	-310.4
Middle	C175	-825.0	-217.8	-1042.9	-419.1	-612.2	-170.0	-782.2	-292.1
Middle	C275	-410.1	-108.8	-518.9	-209.2	-305.6	-85.2	-390.8	-146.2
Middle	C076	-545.4	-145.9	-691.3	-347.9	-677.0	-173.8	-850.8	-333.5
Middle	C176	-361.8	-97.7	-459.5	-233.0	-491.7	-127.7	-619.4	-245.3
Middle	C276	-180.4	-49.0	-229.4	-117.0	-247.9	-63.9	-311.8	-123.6
Middle	C077	-545.4	-145.9	-691.3	-347.9	-684.2	-188.2	-872.4	-335.2
Middle	C177	-361.8	-97.7	-459.5	-233.0	-499.5	-136.8	-636.3	-247.8
Middle	C277	-180.4	-49.0	-229.4	-117.0	-251.8	-68.3	-320.1	-124.8
Middle	C078	-859.6	-216.7	-1076.3	-414.9	-640.3	-180.1	-820.4	-295.4
Middle	C178	-832.0	-216.6	-1048.6	-415.9	-584.8	-166.6	-751.4	-276.2
Middle	C278	-414.3	-108.2	-522.5	-207.5	-293.4	-84.1	-377.5	-139.0
		-45998.6	-12207.3	-58205.9	-25796.4	-44505.3	-12413.6	-56918.9	-22266.3
				-84002.29				-79185.2026	

Table (5-3):Axial Load Comparison (2D & 3D).

Corner columns				
	Ratio			
	SW	SD	Total Dead	Live
	2D/3D	2D/3D	2D/3D	2D/3D
C001	92%	101%	97%	99%
C101	94%	101%	98%	93%
C201	92%	99%	96%	96%
C003	101%	106%	104%	104%
C103	106%	101%	103%	96%
C203	107%	97%	100%	96%
C005	106%	98%	103%	109%
C105	104%	101%	103%	107%
C205	101%	101%	101%	104%
C008	82%	97%	91%	76%
C108	85%	96%	92%	84%
C208	86%	95%	92%	85%
C012	94%	94%	94%	101%
C112	93%	94%	93%	100%
C212	91%	95%	93%	98%
C014	87%	97%	93%	85%
C114	86%	97%	93%	84%
C214	85%	98%	93%	84%
C019	81%	97%	88%	92%
C119	81%	98%	89%	93%
C219	78%	94%	85%	90%
C027	101%	106%	104%	100%
C127	101%	107%	104%	101%
C227	102%	107%	105%	102%
C028	138%	106%	120%	161%
C128	143%	109%	123%	165%
C228	143%	112%	125%	194%
C037	81%	91%	85%	90%
C137	81%	92%	85%	91%
C237	79%	92%	84%	90%
C043	75%	102%	89%	106%
C143	73%	102%	88%	103%
C243	72%	100%	86%	102%
C045	88%	96%	91%	115%
C145	89%	96%	92%	119%
C245	89%	94%	91%	109%
C046	100%	79%	89%	121%
C146	100%	78%	89%	95%
C246	100%	77%	87%	164%

C080	68%	96%	85%	130%
C180	66%	96%	84%	126%
C280	64%	95%	83%	119%
C083	109%	100%	104%	118%
C183	111%	101%	105%	121%
C283	110%	101%	105%	120%
C088	94%	89%	91%	149%
C188	93%	89%	90%	149%
C288	100%	89%	92%	65%
C092	90%	90%	90%	188%
C192	89%	90%	90%	188%
C292	96%	91%	93%	214%
	92%	97%	95%	104%
			96%	
Edge columns				
	SW	SD	Total Dead	Live
	2D/3D	2D/3D	2D/3D	2D/3D
C002	80%	109%	93%	87%
C102	81%	100%	91%	90%
C202	81%	102%	92%	91%
C004	106%	94%	101%	108%
C104	106%	95%	102%	108%
C204	107%	96%	103%	110%
C006	75%	105%	93%	81%
C106	77%	105%	93%	82%
C206	76%	103%	92%	79%
C007	68%	100%	84%	73%
C107	68%	102%	85%	74%
C207	70%	104%	87%	77%
C009	98%	99%	99%	105%
C109	99%	99%	99%	106%
C209	97%	99%	98%	107%
C013	111%	106%	108%	116%
C113	110%	107%	108%	116%
C213	107%	107%	107%	113%
C015	122%	115%	120%	139%
C115	123%	118%	121%	140%
C215	122%	118%	120%	140%
C020	72%	99%	85%	79%
C120	75%	102%	88%	84%
C220	81%	106%	93%	92%
C033	101%	104%	102%	96%
C133	101%	104%	103%	97%
C233	101%	104%	102%	97%
C034	102%	111%	106%	114%
C134	101%	111%	106%	114%
C234	101%	110%	105%	114%
C038	28%	136%	76%	125%
C138	27%	137%	73%	124%

C238	29%	137%	77%	130%
C039	81%	90%	85%	84%
C139	83%	91%	86%	88%
C239	84%	92%	87%	89%
C040	111%	106%	109%	120%
C140	109%	108%	108%	119%
C240	110%	106%	108%	121%
C041	89%	100%	95%	87%
C141	90%	100%	95%	88%
C241	94%	100%	97%	94%
C042	117%	112%	114%	125%
C142	119%	111%	115%	125%
C242	125%	111%	117%	126%
C047	100%	102%	101%	105%
C147	99%	102%	101%	105%
C247	100%	102%	101%	106%
C050	103%	104%	103%	106%
C150	103%	103%	103%	107%
C250	103%	104%	103%	106%
C051	72%	108%	95%	155%
C151	71%	109%	95%	144%
C251	74%	113%	99%	159%
C053	109%	115%	112%	111%
C153	109%	115%	112%	110%
C253	109%	116%	112%	109%
C054	123%	109%	116%	135%
C154	112%	104%	108%	119%
C254	112%	104%	108%	119%
C058	91%	87%	89%	94%
C158	91%	88%	90%	95%
C258	91%	88%	90%	95%
C059	61%	104%	87%	176%
C159	58%	104%	85%	163%
C259	59%	104%	86%	180%
C061	94%	98%	96%	94%
C161	93%	98%	96%	93%
C261	93%	98%	95%	93%
C062	97%	100%	99%	101%
C162	97%	101%	99%	101%
C262	97%	102%	99%	103%
C066	102%	117%	109%	117%
C166	97%	113%	104%	112%
C266	96%	111%	103%	111%
C067	77%	102%	93%	170%
C167	75%	103%	93%	159%
C267	73%	103%	93%	181%

C069	98%	101%	100%	98%
C169	98%	102%	100%	98%
C269	97%	102%	99%	98%
C070	91%	102%	96%	93%
C170	89%	99%	94%	91%
C270	89%	99%	93%	91%
C071	74%	107%	95%	185%
C171	71%	107%	94%	173%
C271	67%	107%	92%	188%
C073	97%	103%	100%	97%
C173	95%	102%	98%	95%
C273	95%	102%	98%	94%
C074	100%	83%	91%	121%
C174	103%	79%	89%	129%
C274	105%	79%	90%	133%
C079	95%	103%	99%	101%
C179	93%	100%	96%	99%
C279	93%	100%	96%	99%
C081	116%	101%	109%	125%
C181	117%	101%	109%	128%
C281	123%	102%	112%	135%
C082	75%	98%	90%	11%
C182	75%	98%	90%	13%
C282	76%	96%	90%	13%
C084	141%	110%	121%	75%
C184	147%	110%	122%	75%
C284	146%	109%	122%	76%
C085	28%	147%	77%	69%
C185	25%	147%	77%	69%
C285	26%	155%	81%	73%
C086	100%	101%	100%	97%
C186	100%	101%	100%	97%
C286	101%	101%	101%	97%
C087	107%	102%	104%	99%
C187	107%	102%	104%	99%
C287	108%	100%	103%	97%
C089	110%	109%	110%	118%
C189	110%	109%	110%	118%
C289	109%	108%	109%	118%
C090	77%	92%	87%	35%
C190	74%	92%	86%	35%
C290	74%	92%	86%	38%
C091	112%	111%	112%	121%
C191	113%	111%	112%	121%
C291	111%	111%	111%	121%
	95%	105%	100%	106%
			101%	

Middle columns				
	SW	SD	Total Dead	Live
	2D/3D	2D/3D	2D/3D	2D/3D
C010	113%	108%	112%	109%
C110	102%	100%	102%	98%
C210	102%	102%	102%	99%
C011	104%	82%	99%	120%
C111	105%	83%	100%	122%
C211	110%	88%	105%	122%
C016	131%	154%	135%	151%
C116	132%	157%	136%	151%
C216	128%	152%	132%	146%
C017	108%	119%	110%	122%
C117	110%	120%	112%	124%
C217	118%	132%	120%	134%
C018	94%	90%	93%	102%
C118	90%	85%	89%	98%
C218	88%	83%	87%	94%
C021	98%	102%	98%	106%
C121	108%	122%	111%	117%
C221	106%	119%	109%	122%
C022	84%	83%	83%	87%
C122	89%	93%	90%	95%
C222	89%	95%	90%	97%
C023	90%	94%	91%	95%
C123	93%	98%	94%	99%
C223	92%	97%	93%	98%
C024	73%	69%	72%	77%
C124	74%	70%	73%	79%
C224	73%	69%	72%	78%
C025	123%	99%	118%	108%
C125	119%	101%	115%	114%
C225	100%	101%	100%	114%
C026	114%	106%	112%	122%
C126	113%	104%	111%	120%
C226	108%	102%	107%	115%
C029	119%	122%	120%	117%
C129	119%	122%	120%	119%
C229	120%	123%	120%	121%
C030	79%	68%	77%	86%
C130	79%	67%	76%	86%
C230	78%	68%	76%	84%
C031	70%	61%	68%	73%
C131	70%	62%	68%	74%
C231	69%	61%	67%	73%
C032	78%	66%	75%	80%
C132	78%	67%	76%	82%
C232	77%	69%	75%	83%

C035	106%	104%	106%	134%
C135	107%	106%	107%	136%
C235	106%	106%	106%	135%
C036	112%	117%	113%	146%
C136	112%	116%	113%	146%
C236	112%	117%	113%	146%
C044	106%	95%	103%	108%
C144	106%	94%	103%	109%
C244	106%	92%	103%	108%
C048	97%	94%	97%	123%
C148	96%	93%	95%	122%
C248	93%	91%	93%	119%
C049	106%	106%	106%	137%
C149	104%	104%	104%	135%
C249	102%	102%	102%	132%
C052	117%	105%	114%	121%
C152	118%	104%	115%	122%
C252	119%	103%	115%	123%
C056	88%	83%	87%	109%
C156	83%	78%	82%	100%
C256	83%	78%	82%	100%
C057	90%	99%	92%	111%
C157	82%	76%	81%	100%
C257	83%	77%	82%	101%
C060	104%	92%	101%	105%
C160	105%	92%	102%	107%
C260	106%	92%	102%	108%
C063	119%	119%	119%	151%
C163	117%	118%	117%	151%
C263	113%	114%	113%	145%
C064	121%	115%	120%	158%
C164	120%	116%	119%	158%
C264	116%	111%	115%	152%
C068	106%	97%	104%	108%
C168	107%	97%	104%	109%
C268	108%	96%	105%	110%
C072	111%	92%	106%	114%
C172	112%	91%	106%	115%
C272	112%	92%	107%	115%
C075	128%	120%	126%	135%
C175	135%	128%	133%	143%
C275	134%	128%	133%	143%

C076	81%	84%	81%	104%
C176	74%	76%	74%	95%
C276	73%	77%	74%	95%
C077	80%	78%	79%	104%
C177	72%	71%	72%	94%
C277	72%	72%	72%	94%
C078	134%	120%	131%	140%
C178	142%	130%	140%	151%
C278	141%	129%	138%	149%
	103%	98%	102%	116%
			106%	
Table (5-4):Axial Load Comparison Ratio.				

من ناحية تقسيم الاعمدة بمجموعات وتصميمها على النسبة الدنيا التي تعادل (1%)، كان لدينا 5 مجموعات تصميمية حسب الحمل ، اما بين النظامين اختلف فقط 44 عمود الى مجموعات أخرى.

• جدران القص:

لم يكن هناك اختلاف بين النظامين، حيث تم تصميم ثنائي الأبعاد على النسبة الدنيا، وكذلك في ثلاثي الأبعاد، من خلال القراءات المأخوذة من البرنامج المستخدم.

Shear Wall Comparison									
Wall	Reinforcement 2D mm ² /m				Reinforcement 3D mm ² /m				
	inside		outside		inside		outside		
	V.	H.	V.	H.	V.	H.	V.	H.	
W1&W2	300	250	300	250	311.4545	250	311.4545	250	
W3&W4	300	250	300	250	312.4841	250	312.4841	250	

Shear Wall Comparison					
Wall	V 2D/3D		H 2D/3D		H 2D/3D
	inside		outside		
W1&W2	96%	100%	96%	100%	
W3&W4	96%	100%	96%	100%	

Table (5-5):Shear Wall Comparison.

• اللبشة:

لقد وجدنا في تصميم البشة فرق في الاحمال الواقعة عليها بين النظامين ، والسبب بعض الاعمدة الواقعة في الطابق الارضي وكان عددها 22 عمود بتاثير مختلف، وعند تصميمها على برنامج ال (SAFE) كون برنامج ال (ETAPS) لا يصمم الاساسات، تبين ان حديد التسليح لم يتغير بين النظامين .

Reactions of Columns Comparison (Corner Columns)									
Reactions		2D				3D			
Columns Name		SW	SD	Total Dead	Live	SW	SD	Total Dead	Live
Type		kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN
Corner	C001	-158.9	-234.4	-393.3	-56.7	-173.6	-232.6	-406.2	-57.1
Corner	C003	-204.8	-309.1	-513.9	-75.8	-202.7	-291.9	-494.6	-72.9
Corner	C005	-763.9	-401.6	-1165.6	-333.3	-718.4	-407.8	-1126.2	-307.1
Corner	C008	-125.2	-221.8	-347.0	-36.3	-152.2	-229.3	-381.5	-47.8
Corner	C012	-586.1	-361.8	-947.9	-264.5	-624.7	-385.6	-1010.3	-262.4
Corner	C014	-127.8	-210.6	-338.4	-43.9	-147.0	-216.7	-363.7	-51.5
Corner	C019	-323.5	-307.0	-630.5	-168.2	-400.5	-316.9	-717.4	-183.2
Corner	C027	-266.6	-329.5	-596.1	-100.7	-265.0	-310.8	-575.8	-100.2
Corner	C028	-141.0	-148.3	-289.2	-56.7	-102.0	-140.0	-242.0	-35.2
Corner	C037	-432.7	-343.5	-776.2	-230.5	-535.6	-375.9	-911.5	-255.1
Corner	C043	-201.3	-283.6	-484.9	-114.2	-266.8	-279.0	-545.8	-107.7
Corner	C045	-510.1	-279.5	-789.6	-247.2	-580.0	-292.5	-872.5	-214.4
Corner	C046	-114.0	-100.1	-214.1	-41.2	-114.0	-126.6	-240.6	-34.0
Corner	C080	-78.7	-174.2	-252.8	-43.8	-116.5	-181.9	-298.4	-33.6
Corner	C083	-181.6	-226.4	-408.0	-75.2	-166.7	-226.5	-393.2	-63.5
Corner	C088	-89.3	-142.9	-232.2	-35.8	-95.0	-160.8	-255.8	-24.0
Corner	C092	-90.2	-136.7	-226.9	-33.8	-100.0	-152.0	-252.0	-18.0
		-4395.6	-4211.1	-8606.7	-1957.7	-4760.7	-4326.9	-9087.6	-1867.8
				-10564.4				-10955.3	
Reactions of Columns Comparison (Edge Columns)									
Unique Name		2D				3D			
Type		SW	SD	Total Dead	Live	SW	SD	Total Dead	Live
Type		kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN
Edge	C002	-401.4	-485.1	-886.5	-189.7	-504.1	-444.2	-948.3	-216.9
Edge	C004	-590.4	-340.7	-931.1	-236.8	-556.4	-361.7	-918.1	-218.9
Edge	C006	-149.2	-290.6	-439.8	-63.2	-197.7	-277.3	-475.0	-78.4
Edge	C007	-226.9	-324.0	-550.9	-99.5	-335.0	-324.1	-659.1	-137.0
Edge	C009	-569.9	-307.1	-876.9	-256.9	-579.2	-309.4	-888.6	-244.7
Edge	C013	-421.1	-388.7	-809.8	-186.5	-379.8	-366.8	-746.6	-160.3
Edge	C015	-569.1	-333.4	-902.5	-247.8	-466.0	-289.0	-755.0	-177.9
Edge	C020	-268.1	-347.4	-615.5	-135.6	-374.6	-350.1	-724.7	-171.7
Edge	C033	-382.5	-383.3	-765.8	-154.6	-378.6	-369.1	-747.7	-160.6
Edge	C034	-398.5	-377.1	-775.6	-209.7	-390.0	-341.0	-731.0	-184.0
Edge	C038	-132.2	-493.7	-625.9	-242.9	-466.0	-362.0	-828.0	-194.2
Edge	C039	-454.7	-347.1	-801.8	-208.8	-562.2	-385.9	-948.1	-247.3
Edge	C040	-490.0	-380.7	-870.7	-228.7	-442.4	-359.4	-801.8	-190.7
Edge	C041	-266.3	-308.6	-575.0	-110.8	-300.1	-308.3	-608.4	-127.3
Edge	C042	-273.9	-336.7	-610.5	-122.9	-234.5	-301.9	-536.4	-98.7

Edge	C047	-386.1	-363.8	-749.9	-202.4	-385.2	-356.8	-742.0	-193.4
Edge	C050	-396.7	-405.7	-802.4	-205.7	-384.7	-391.3	-776.0	-193.6
Edge	C051	-106.5	-286.0	-392.5	-91.0	-147.0	-264.3	-411.3	-58.7
Edge	C053	-420.1	-406.5	-826.6	-218.4	-384.0	-353.0	-737.0	-197.3
Edge	C054	-389.7	-364.8	-754.4	-202.9	-316.0	-334.6	-650.7	-150.4
Edge	C058	-248.2	-225.8	-474.0	-123.5	-271.4	-260.5	-531.9	-131.2
Edge	C059	-107.6	-262.4	-370.0	-101.6	-175.5	-251.6	-427.1	-57.7
Edge	C061	-365.1	-350.9	-716.0	-187.4	-389.2	-358.1	-747.2	-199.2
Edge	C062	-382.7	-361.4	-744.1	-200.8	-394.6	-360.7	-755.3	-199.0
Edge	C066	-673.4	-666.8	-1340.3	-357.0	-658.2	-568.2	-1226.4	-305.8
Edge	C067	-105.3	-260.3	-365.6	-99.7	-136.8	-254.6	-391.4	-58.6
Edge	C069	-369.1	-353.6	-722.7	-189.7	-377.6	-348.6	-726.3	-192.7
Edge	C070	-413.3	-388.2	-801.4	-216.6	-453.2	-381.7	-834.9	-232.6
Edge	C071	-117.9	-302.7	-420.5	-116.0	-159.5	-283.2	-442.7	-62.7
Edge	C073	-421.7	-410.0	-831.6	-219.2	-435.2	-398.8	-834.0	-226.1
Edge	C074	-288.8	-264.6	-553.4	-141.6	-287.6	-320.1	-607.7	-116.6
Edge	C079	-505.0	-502.4	-1007.4	-266.0	-529.7	-487.2	-1016.9	-264.1
Edge	C081	-373.8	-301.8	-675.6	-183.3	-323.3	-298.3	-621.7	-146.3
Edge	C082	-91.1	-237.0	-328.0	-6.8	-121.5	-242.4	-363.9	-60.6
Edge	C084	-131.2	-169.5	-300.7	-80.7	-93.4	-154.6	-248.0	-106.9
Edge	C085	-71.5	-263.7	-335.2	-64.8	-253.5	-179.2	-432.7	-94.5
Edge	C086	-160.2	-206.0	-366.2	-99.3	-159.9	-204.9	-364.8	-102.6
Edge	C087	-171.3	-221.3	-392.6	-106.8	-160.7	-217.5	-378.2	-107.9
Edge	C089	-892.0	-418.9	-1310.9	-418.8	-810.6	-385.7	-1196.3	-355.7
Edge	C090	-73.6	-154.7	-228.2	-6.3	-95.7	-168.1	-263.8	-18.2
Edge	C091	-886.5	-413.5	-1300.0	-417.0	-790.8	-373.5	-1164.3	-344.4
		-14142.4	-14006.2	-28148.7	-7217.9	-14861.5	-13347.7	-28209.2	-6785.4
				-35366.6				-34994.6	
Reactions of Columns Comparison (Middle Columns)									
		2D				3D			
Unique Name		SW	SD	Total Dead	Live	SW	SD	Total Dead	Live
Type		kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN
Middle	C010	-1086.3	-262.4	-1348.7	-449.0	-963.6	-243.2	-1206.8	-412.4
Middle	C011	-651.5	-142.9	-794.5	-322.4	-625.8	-173.7	-799.5	-268.8
Middle	C016	-1152.4	-279.7	-1432.1	-564.0	-879.7	-181.4	-1061.1	-374.5
Middle	C017	-702.4	-165.2	-867.6	-340.9	-650.3	-139.1	-789.4	-280.4
Middle	C018	-585.7	-135.6	-721.2	-286.4	-621.6	-150.9	-772.6	-279.5
Middle	C021	-525.8	-132.0	-657.8	-264.0	-538.6	-129.9	-668.5	-249.8
Middle	C022	-429.7	-100.2	-529.9	-200.5	-513.9	-121.5	-635.4	-231.4
Middle	C023	-790.0	-199.1	-989.0	-384.7	-877.9	-212.3	-1090.2	-404.3
Middle	C024	-659.1	-161.7	-820.8	-340.1	-908.3	-235.1	-1143.4	-439.5
Middle	C025	-988.4	-211.9	-1200.3	-506.0	-805.3	-213.9	-1019.2	-469.2
Middle	C026	-712.6	-186.5	-899.0	-379.0	-623.6	-176.5	-800.1	-309.7
Middle	C029	-624.8	-158.8	-783.6	-298.0	-524.7	-130.6	-655.3	-253.9
Middle	C030	-527.6	-123.8	-651.5	-280.2	-667.4	-183.3	-850.7	-327.4
Middle	C031	-434.0	-113.9	-547.9	-226.4	-622.5	-187.3	-809.8	-309.6
Middle	C032	-474.9	-126.6	-601.5	-251.4	-610.8	-192.4	-803.2	-313.6
Middle	C035	-634.9	-179.4	-814.3	-423.4	-598.5	-171.9	-770.4	-316.5
Middle	C036	-634.9	-179.4	-814.3	-423.4	-564.4	-153.6	-718.0	-290.3
Middle	C044	-621.8	-159.9	-781.7	-324.9	-587.2	-168.2	-755.4	-300.5

Middle	C048	-651.5	-186.0	-837.5	-441.1	-669.8	-198.1	-867.9	-359.3
Middle	C049	-651.5	-186.0	-837.5	-441.1	-614.5	-176.3	-790.8	-322.4
Middle	C052	-842.2	-257.2	-1099.4	-486.2	-718.4	-246.1	-964.5	-403.1
Middle	C056	-420.0	-111.4	-531.4	-265.5	-476.0	-134.0	-610.0	-244.6
Middle	C057	-420.0	-111.4	-531.4	-265.5	-464.4	-112.9	-577.3	-239.5
Middle	C060	-732.9	-223.0	-955.9	-421.0	-704.8	-243.2	-948.0	-399.3
Middle	C063	-1200.0	-350.5	-1550.5	-828.4	-1012.3	-295.7	-1308.0	-547.7
Middle	C064	-1200.0	-350.5	-1550.5	-828.4	-987.9	-303.8	-1291.7	-524.7
Middle	C068	-749.7	-227.5	-977.2	-431.4	-706.9	-234.7	-941.6	-400.5
Middle	C072	-812.1	-244.7	-1056.8	-467.0	-730.9	-266.7	-997.6	-411.0
Middle	C075	-850.1	-217.7	-1067.8	-418.4	-666.6	-181.3	-847.9	-310.4
Middle	C076	-545.4	-145.9	-691.3	-347.9	-677.0	-173.8	-850.8	-333.5
Middle	C077	-545.4	-145.9	-691.3	-347.9	-684.2	-188.2	-872.4	-335.2
Middle	C078	-859.6	-216.7	-1076.3	-414.9	-640.3	-180.1	-820.4	-295.4
		-22716.9	-5993.4	-28710.3	-12669.5	-21938.2	-6099.8	-28038.0	-10957.9
				-41379.854				-38995.8669	

Table (5-6): Reactions of Columns Comparison.

والى هنا نكون قد وصلنا الى توضيح الفروقات بين النظامين، فخلاصة ما توصلنا من فروقات، ان لا فرق بالعقدات وجدران القص، اما بالنسبة للجسور لم نلاحظ توافق بالنسب، والاعمدة كمجوع كلي لم يكن هناك فرق كبير كما كان موضح بنسبة التوافق في الجداول.

2-5 التوصيات

- استكمالاً لمشروعنا البحثي التصميمي، لا بد بان نوصي ونصح بما توصلنا اليه.
1. ننصح كل من يريد ان يبحث في مشروع مقارنة بين نظام ثنائي الابعاد وثلاثي الابعاد، ان يقرأ قراءة مستفيضة عن الموضوع ومعرفة الية سلوك العناصر الانشائية تحت تأثير الاحمال.
 2. اذا كان مشروع المصمم له علاقة بالمقارنات، فيفضل تثبيت المتغيرات وهذا شيء بديهي، في مشروع كمشروعنا ننصح بالبده بعينة بسيطة ومن ثم تكبيرها، ومتابعة اذا ما كان هناك اختلاف بمقدار الاحمال ام انها ثابتة.
 3. يجب ان يستند في عمله على مسلمات الكود التصميمي.

وفي الختام .. مع اننا لم نتوصل الى نتائج حاسمة، نتمنى ان يكون المشروع خطوة بداية لزملائنا اللاحقين في تخصص الهندسة المدنية، ونتمنى ان يختاروا مشاريع بعيدة عن الصيغة التقليدية، لما في ذلك من تحدي في الاطار الهندسي.

ولله الحمد من قبل ومن بعد