



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة عبد الحميد بن باديس – مستغانم
كلية العلوم والتكنولوجيا
قسم الهندسة المدنية



" مذكرة تخرج "

لنيل شهادة ماستر أكاديمي في الهندسة المدنية
تخصص الهياكل
تحت موضوع

الدراسة الإنشائية والزلزالية لمبنى سكني مكون من عشرة طوابق
وموقف للسيارات بمدينة سيدي بلعباس

من إعداد وتقديم : الطالبة آية زيدان

تمت مناقشتها بتاريخ « 26 / 06 / 2022 » أمام لجنة المناقشة المكونة من :

السيد : بو حلوفة أحمد رئيساً .

السيد : بن سولة محمد عضواً مشرفاً .

السيد : زلماط ياسين عضواً ممتحناً .

السيد : شريف موراد عضواً مدعواً .



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de Génie Civil



N° d'ordre : M/GCA/2022

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE DE MASTER ACADEMIQUE

Filière : Génie Civil

Spécialité : construction

Thème

Etude technique d'un bâtiment

R+9 avec un sous-sol à Sidi Belabès

Présenté par :

Zaidan Aya

Soutenu le 26 /06 / 2022 devant le jury composé de :

Président :	Mr. BOUHALOUFA Ahmed	M.A.A
Examineur :	Mr. ZELMAT Yassine	M.A.A
Encadrant :	Mr. BENSOUA MOHAMED	M.C.A
Invité :	Mr. CHERIF Mourad	P.Associé

Année Universitaire : 2021 / 2022

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿ سُبْحَانَكَ لَا عِلْمَ لَنَا إِلَّا مَا عَلَّمْتَنَا إِنَّكَ أَنْتَ الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ ﴾

صدق الله العظيم

" كلمة شكر "

وفي بداية كلمتي أشكر الله عزّ وجلّ الذي وفقني للوصول إلى هذه المرحلة العلمية العالية وحقق حلمي ومهدّ

طريقي لأن أكون بينكم اليوم لأناقش رسالتي في الماجستير

أتقدم بخالص شكري وامتناني إلى دولة الجزائر بلدي الثاني

إلى الشموع التي تضيء درب معرفتنا

أتقدم بجزيل الشكر والعرفان إلى الأستاذ الدكتور المشرف بن سولة محمد على كل ما قدمه لي من توجيهات

ومعلومات قيمة ساهمت في إثراء موضوع دراستنا في جوانبها المختلفة

إلى رئيس قسم الهندسة المدنية والمعمارية الأستاذ الدكتور بو حلوفة أحمد الذي منحني من وقته وخبرته

الواسعة وإستعانتني بكتبه لفهم المصطلحات لإكمال بحثي

كما أتوجه بشكري الجزيل لأعضاء لجنة المناقشة الكرام على تفضلهم بقبول مناقشة رسالة الماجستير

" إهداء "

أهدي تخرجي هذا وثمره جهدي وذروة سنام دراستي و إجتهادي وفرحتي التي أنتظرها طوال حياتي

إلى بلدي الحبيب حماك الله من كل شر

سوريا

إلى كنزي الغالي ومن كان لي خير عونٍ، إلى النور الذي أثار دربي وصاغ من الأيام سلاماً للعلی لأرتقي بها

في درج الحياة ..آدامكم الله ورعاكم لتكونوا منارة دائماً في حياتي

والدي ووالدتي

إلى من تطيبُ الدنيا برفقتهم ومن شاركهم كل حياتي أنتن زهراتي..حماكم الله

أخواتي

الأحبة والأصدقاء الذين رافقوني وشجعوا خطواتي عندما غلبتها الأيام...مني حبي وإمتناني

أصدقائي

" ملخص "

يقدم مشروعنا دراسة مفصلة لعمارة مكونة من طابق تحت سطح الأرض (القبو) مخصص لأماكن وقوف السيارات يعطوه طابق أرضي للمحلات التجارية وتسعة طوابق علوية مخصصة للسكن، يقع المبنى في حي ساقية الحمرا شارع هواورية عبد القادر بسيدي بلعباس، التي تصنف من المنطقة الزلزالية I وفقا للقوانين الجزائرية لمقاومة الزلازل (RPA- V2003).
وتم من خلاله تحديد الخصائص الهندسية للمبنى (طول، عرض، ارتفاع) وتحديد المواد المستخدمة في المشروع من خرسانة وفولاذ.. وغيرها، وتحديد طلبات الحساب ومجموعة الإجراءات المستخدمة في حساب القوى والأحمال على المبنى، إشملت الدراسة على ستة محاور وهي وصف عام للمشروع وعرض خصائص المواد المستخدمة، إعطاء الأبعاد الأولية للعناصر ودراسة الأجزاء الثانوية من العمارة (الأرضيات، الدرج، حافة جدار السطح، الشرفة، المصعد) أيضاً الدراسة الزلزالية باستخدام برنامج ال (ROBOT 2009) الذي يزودنا بالقيم النهائية التي تسمح بتسليح مختلف العناصر المكونة للعمارة للوصول إلى مبنى آمن وتسليح أجزاء المقاومة والتحقق من الخرسانة للعمارة (الأعمدة والروافد والجدران) وتحديد نوع البنية التحتية وتسليح الأساس وذلك بالإعتماد على القواعد المفروضة للحساب المسلحة (BAEL91، RPA- V2003)
الكلمات المفتاحية : المبنى ، الخرسانة المسلحة ، جدران القص ، الهياكل ، الأساسات .

" Résumé "

Ce projet consiste à l'étude détaillée d'un bâtiment à usage d'habitation constitué d'un rez de chaussée plus (09) étages et d'un sous-sol. Il est implanté au quartier El Sakia Elhamra , rue Hawwariya Abdelkader dans la wilaya de Sidi Belabes qui est classée en zone I selon le règlement parasismique Algérien (**RPA99 version 2003**).

Cette étude commence par une description générale du projet avec une présentation des caractéristiques des matériaux, puis le pré-dimensionnement de la structure et la descente des charges.

La partie suivante est consacrée aux éléments secondaires (poutrelles, escaliers, acrotère, balcon, ascenseur, et dalle pleine), puis une étude dynamique de la structure a été entamée en utilisant le logiciel (**Robot 2009**) afin de déterminer les différentes sollicitations dues aux chargements (charges permanentes, d'exploitation et charges sismiques). Enfin, l'étude et le ferrailage des éléments résistants de la structure (poteaux, poutres, voiles, radier général) et les fondations seront calculés. Les règlements utilisés dans cette étude sont le règlement parasismique Algérien (**RPA99 version 2003**) et le calcul du béton armé aux états limites (**B.A.E.L91**), d'autre part, le logiciel de simulation utilisé dans cette étude est (**ROBOT 2009**).

Mots clés : Bâtiment, Béton armé, voile, structure, fondation.

" Abstract "

This project consists of the detailed study of a building for residential use consisting of a ground floor plus (09) floors dedicated to housing , It is located in the El Sakia Elhamra district, rue Hawwariya Abdelkader in the wilaya of Sidi Belabes which is classified in zone I according to the Algerian paraseismic regulations (**RPA99 version 2003**).

This study begins with a general description of the project with a presentation of the characteristics of the materials, then the pre-sizing of the structure and the descent of the loads, The following part is devoted to the secondary elements (beams, stairs, acroterion, balcony, elevator, and solid slab), then a dynamic study of the structure was started using the software (**Robot 2009**) in order to determine the different stresses due to the loads (dead loads, operating loads and seismic loads).

Finally, the study and the reinforcement of the resistant elements of the structure (posts, beams, sails, general slab) and the foundations will be calculated. The regulations used in this study are the Algerian seismic regulations (**RPA99 version 2003**) and the calculation of reinforced concrete at limit states (**B.A.E.L91**), on the other hand, the simulation software used in this study is (**ROBOT 2009**).

Keywords: Building, Reinforced concrete, wall, structure, foundation.

" قائمة الأشكال "

الصفحة

الموضوع

المحور الأول : تقديم المشروع.

- الشكل 1 : تشوهات الحد (قاعدة المحاور الثلاثة) 4
- الشكل 2 : رسم بياني لمستطيل مكافئ (ملموسة)..... 5
- الشكل 3: منحنى (إجهاد – تشوه) لحساب التسليح..... 6
- الشكل 4 : مخطط الطوابق العلوية..... 8

المحور الثاني: حساب الأبعاد والنقل.

- الشكل 5:مقطع الروافد..... 9
- الشكل 6 : مقطع عرضي لأرضية ذات التجويف..... 11
- الشكل 7 : رسم تخطيطي لحساب أرضية جسم مجوف 12
- الشكل 8: مقطع الحساب لبلاطة ذات القوالب المفرغة..... 12
- الشكل 9 : أبعاد لوح البلاطة..... 13
- الشكل 10 : مقطع عرضي لأرضية السطح ذات بلاطة مفرغة يصعب الوصول إليها..... 15
- الشكل 11 : المقطع العرضي لأرضية الطابق الحالي ذات بلاطة مفرغة..... 16
- الشكل 12 : المقطع العرضي لأرضية الطابق الأرضي ذات بلاطة مُصمته..... 16
- الشكل 13: قانون التناقص..... 20
- الشكل 14: المنطقة المتعلقة بأكثر الوظائف ضغطاً..... 21
- الشكل 15: مخطط للطابق العادي 22
- الشكل 16 : مقطع عرضي لجدار القص..... 27

المحور الثالث : دراسة الأجزاء الثانوية.

- الشكل 17: مقطع عرضي لبلاطة ذات القوالب المفرغة..... 28
- الشكل 18: رسم ثابت للعوارض..... 31
- الشكل 19: شكل اللحظات..... 32
- الشكل 20 : قسم حساب العارضة..... 34
- الشكل 21 : تسليح العارضة..... 39
- الشكل 22: قسم تسليح أرضية ذات بلاطة مُصمته..... 40
- الشكل 23: طلاء..... 40
- الشكل 24 : تسليح البلاطة المُصمته..... 47

- 53.....**الشكل 25:** الجزء الأول من درج الطوابق الثمانية.....
- 59.....**الشكل 26:** تسليح أجزاء درج الطوابق الثمانية.....
- 59.....**الشكل 27:** رافدة الدرج.....
- 61.....**الشكل 28:** قسم الحساب.....
- 64.....**الشكل 29:** أبعاد حافة السطح.....
- 65.....**الشكل 30:** قسم الحساب لجدار حافة السطح.....
- 67.....**الشكل 31:** مركز موضع الضغط.....
- 69.....**الشكل 32:** تسليح حافة جدار السطح.....
- 70.....**الشكل 33:** مقطع عرضي للشرف.....
- 74.....**الشكل 34:** تسليح الشرفة.....

المحور الرابع: دراسة الزلازل.

- 76.....**الشكل 35:** عرض ثلاثي الأبعاد للهيكل.....

المحور الخامس: دراسة العناصر الإنشائية

- 87.....**الشكل 36:** رافدة في لحظة الأمتداد.....
- 89.....**الشكل 37:** رافدة في لحظة الدعم.....
- 91.....**الشكل 38:** التسليح الأفقي للرافدة.....
- 93.....**الشكل 39:** تسليح الروافد الرئيسية والثانوية.....
- 94.....**الشكل 40:** حالة الضغط على الأعمدة.....
- 95.....**الشكل 41:** شكل يوضح المنطقة العقدية للعمود.....
- 96.....**الشكل 42:** التسليح العمودي للأعمدة في منطقة التداخل.....
- 98.....**الشكل 43:** حساب العمود (55x55) cm.....
- 99.....**الشكل 44:** موضع M1 و M'1 و N'1 على المقطع الأفقي.....
- 104.....**الشكل 45:** تسليح جميع أنواع الأعمدة.....
- 105.....**الشكل 46:** أحمال جدار القص.....
- 106.....**الشكل 47:** التعزيزات العمودية في الجدران.....
- 107.....**الشكل 48:** جدران القص.....
- 109.....**الشكل 49:** أبعاد جدار القص بالنسبة للمحور XX.....
- 110.....**الشكل 50:** موضع M1 و M'1 و N'1 على المقطع العرضي.....
- 112.....**الشكل 51:** أبعاد جدار القص بالنسبة للمحور YY.....
- 113.....**الشكل 52:** موضع M1 و M'1 و N'1 على المقطع العرضي.....
- 116.....**الشكل 53:** تسليح جدار القص V₁₂.....

117.....الشكل 54: تسليح جدار القص V₁₆.....

118.....الشكل 55: إجهاد الجدار المحيط.....

122.....الشكل 56: تسليح الجدار المحيط.....

المحور السادسة : دراسة البنية التحتية.

124.....الشكل 57 : يوضح البلاطة الأرضية.....

126.....الشكل 58 : بلاطة الأرضية بشكل عرضي.....

133.....الشكل 59 : رسم تخطيطي للفانض.....

140.....الشكل 60 : تسليح الروافد الأرضية.....

143.....هيكل المنشأة ثلاثي الأبعاد مصور من برنامج الROBOT.....

144.....أبعاد الواجهة الرئيسية للمبنى.....

" قائمة الجداول "

الصفحة

الموضوع

المحور الأول : تقديم المشروع.

- 4.....الجدول 1: تصنيف الخرسانة وفق الكتلة الحجمية (kg/m^3)
- 6.....الجدول 2: قيم حد المرونة Fe.

المحور الثاني: حساب الأبعاد والنقل.

- 10.....الجدول 3: أبعاد الروافد.
- 15.....الجدول 4: أحمال أرضية السطح.
- 16.....الجدول 5: أحمال أرضية الطابق العادي.
- 17.....الجدول 6: أحمال أرضية الطابق الأرضي.
- 18.....الجدول 7: أحمال بلاطة الشرفة.
- 18.....الجدول 8: ملخص أحمال الأرضيات.
- 20.....جدول 9: ملخص الأنتقال والأحمال الزائدة التراكمية.
- 25.....جدول 10: تحقيق شروط الانتشاء للأعمدة.
- 27.....الجدول 11: دراسة أبعاد جدران القص.

المحور الثالث : دراسة الأجزاء الثانوية.

- 30.....الجدول 12: ملخص أحمال الأرضيات.
- 33.....الجدول 13: ملخص عزوم العوارض.
- 33.....الجدول 14: قيم العزوم القصوى.
- 46.....الجدول 15: نتائج التسليح في **XX** و **YY**.
- 46.....الجدول 16: التحقق من الضغوط وفقاً للتوجيهات **XX** و **YY**.
- 49.....الجدول 17: أحمال أرضية الدرج في حالة الفاصل.
- 50.....الجدول 18: أحمال أرضية الدرج في حالة القلبية.
- 52.....الجدول 19: أبعاد عناصر الدرج للطوابق الثمانية.
- 52.....الجدول 20: الأحمال الدائمة والتشغيلية.
- 52.....الجدول 21: ملخص تسليح أجزاء درج الطوابق الثمانية.

المحور الرابع: دراسة الزلازل.

- 79.....**الجدول 22:** قيمة عامل الجودة والعقوبات.....
- 80.....**الجدول 23:** الدور، فترات الكتل المتراكمة والمشروطة.....
- 82.....**الجدول 24:** نتائج الإزاحة.....
- 83.....**الجدول 25:** التحقق من التأثير **P-Δ** محور **xx**.....
- 84.....**الجدول 26:** جدول التحقق للتأثير **P-Δ** محور **yy**.....

المحور الخامس: دراسة العناصر الإنشائية.

- 86.....**الجدول 27:** لحظات الانحناء وقوة القص.....
- 92.....**الجدول 28:** تسليح الروافد.....
- 97.....**الجدول 29:** أنواع الأعمدة.....
- 97.....**الجدول 30:** مجموعة الأحمال على الأعمدة.....
- 103.....**الجدول 31:** تسليح الأعمدة.....
- 108.....**الجدول 32:** لحظات الضغط بالنسبة ل **XX**.....
- 108.....**الجدول 33:** لحظات الضغط بالنسبة ل **YY**.....
- 119.....**الجدول 34:** لحظات الدعم و الأمتداد للجدار المحيط.....
- 121.....**الجدول 35:** لحظات الضغط بالنسبة للحظات الدعم وفترات الأمتداد.....

المحور السادسة : دراسة البنية التحتية.

- 128.....**الجدول 36:** الحد الأقصى من الضغوط في حالة الأمتداد والدعم.....
- 135.....**الجدول 37:** جدول يلخص الضغوط على الروافد.....
- 139.....**الجدول 38:** تسليح الروافد الأرضية.....

" قائمة الرموز "

ارتفاع العناصر (الأعمدة والروافد)	: h	الخرسانة المسلحة في حالة الحد	: BAEL
عرض العنصر	: b	التنظيم الزلزالي الجزائري	: RPA
عامل الأمان للخرسانة	: σ_b	حالة المقاومة القصوى	: ELUR
الجهد الخرسانة	: $\bar{\sigma}_b$	حالة حد الخدمة	: ELS
قوة الفولاذ	: σ_s	الأحمال الدائمة	: G
الجهد المسموح به في الفولاذ	: $\bar{\sigma}_s$	أحمال التشغيل	: Q
جهد المماس	: τ_u	الحمل الزلزالي	: E
قطر التعزيز	: ϕ_t	تحميل نهائي	: q_u
التسليحات المحسوبة في ELUR	: A_u	تحميل الخدمة	: q_s
التسليحات المحسوبة ELS	: A_s	عزم الانحناء	: M_f
التسليح المحسوب في حالة الدعم	: A_a	عزم الانحناء في حالة الأمتداد	: M_t
التسليح في حالة الأمتداد	: A_t	عزم الانحناء في الدعم	: M_a
عزم العطالة فيما يتعلق بالمحور x	: I_{xx}	عزم في الدعم الأيمن	: M_d
عزم العطالة فيما يتعلق بالمحور y	: I_{yy}	عزم في الدعم الأيسر	: M_g
عزم الأتثناء	: M_{zz}	جهد ناظمي	: N
مقطع قسم مخفض	: B_r	قوة القص على يمين النقطة المعتبرة	: T_d
البعد الأصغر للوح البلاطة الصلبة	: L_x	قوة القص إلى يسار النقطة المعتبرة	: T_g
البعد الأصغر للوح البلاطة الصلبة	: L_x	قوة القص إلى يسار النقطة المعتبرة	: T_g
البعد الأكبر للوح بلاطة الصلبة	: L_y	المقاومة الخاصة لضغط الخرسانة في عمر 28 يوم	: fc28
عزم العطالة	: I_0	المقاومة الخاصة بالشد للخرسانة في عمر 28 يوم	: ft28
نصف قطر الانبعاج	: I_f	معامل المرونة الطولي اللحظي	: E_{ij}
العلاقة بين البعدين $(\frac{L_x}{L_y})$: ρ	وحدة التشوه الطولي المؤجلة	: E_{vj}
ارتفاع العناصر (الأعمدة والروافد)	: h	إجهاد الفولاذ	: σ_s

" الفهرس "

الصفحة

الموضوع

1.....	المقدمة العامة
2.....	1.1 / المقدمة
2.....	2.1 / الخصائص الهندسية
2.....	1.2.1 ارتفاع العناصر
2.....	2.2.1 أبعاد البناء
2.....	3.2.1 الأسطح
2.....	4.2.1 البناء
3.....	5.2.1 الطلاء
3.....	6.2.1 العزل
3.....	7.2.1 حافة جدار السطح
3.....	8.2.1 نطاق قواعد
3.....	9.2.1 قوة الضغط
3.....	10.2.1 المواد
3.....	11.2.1 الخرسانة المسلحة
3.....	12.2.1 الخصائص الحيوتقنية للتربة
4.....	3 / صفات الخرسانة
4.....	1.3.1 قوة الضغط
5.....	2.3.1 قوة الشد
5.....	3.3.1 وحدة التشوه الطولي للخرسانة
5.....	4.3.1 الفولاذ
6.....	5.3.1 الإجهادات:
7.....	4 / طلبات الحساب ومجموعات الإجراءات
7.....	1.4.1 حالة الحد النهائي
7.....	2.4.1 حالة حدود الخدمة

المحور الثاني: حساب الأبعاد والنقل.

9.....	1.1.II / المقدمة
9.....	2. II / حساب أبعاد العناصر
9.....	1.2. II / الروافد
9.....	2.2. II / الرافدة الرئيسية
10.....	3.2. II / الرافدة الثانوية
11.....	3. II / الأرضيات
11.....	1.3. II / بلاطة ذات القوالب المفرغة
13.....	2.3. II / بلاطة مُصمتة
15.....	4. II / توزيع الأحمال
15.....	1.4. II / أرضية السطح
16.....	2.4. II / أرضية الطابق العادي
18.....	3.4. II / أرضية بلاطة مُصمتة (أرضية الطابق الأرضي)
18.....	4.4. II / أرضية شرفة ذات بلاطة مُصمتة
18.....	5. II / الجدران
19.....	6. II / دراسة أبعاد الأعمدة
19.....	1.6. II / قانون التناقص
21.....	2.6. II / شروط دراسة أبعاد الأعمدة
21.....	3.6. II / شروط دراسة أبعاد الأعمدة
27.....	7.II / جدران القص

المحور الثالث : دراسة الأجزاء الثانوية.

28.....	1.III / دراسة الأرضيات
28.....	1.1.III / المقدمة
28.....	2.1.III / حساب الأرضيات
28.....	1.2.1.III / بلاطة ذات القوالب المفرغة
29.....	1.1.2.1.III / البعد المسبق للعوارض
29.....	2.1.2.1.III / تسليح بلاطة الإنضغاط
30.....	3.1.2.1.III / دراسة العوارض
30.....	2.2.1.III / أحمال بلاطة ذات قوالب مفرغة
31.....	1.2.2.1.III / أنواع العوارض
31.....	2.2.2.1.III / طريقة حساب بلاطة ذات قوالب مفرغة
32.....	3.2.2.1.III / التحقق من شروط طريقة (forfaitaire)

33.....	4.2.2.1.III تطبيق طريقة (forfaitaire)
34.....	3.1.III حساب تسليح بلاطة ذات قوالب مفرغة
34.....	1.3.1.III حساب التسليح العمودي
39.....	2.3.1.III تسليح بلاطة ذات قوالب مفرغة
39.....	4.1.III طريقة حساب بلاطة مُصمتة
47.....	5.1.III تسليح بلاطة مُصمتة
48.....	2.III دراسة الدرج
48.....	1.2.III المقدمة
48.....	2.2.III شرح معنى الدرج
48.....	3.2.III إختيار الأبعاد
49.....	4.2.III حالة الفاصل
50.....	5.2.III حالة القلبة
50.....	6.2.III طريقة الحساب
53.....	7.2.III حساب تسليح الدرج
57.....	8.2.III تسليح الدرج
59.....	9.2.III حساب رافدة الدرج
64.....	3.III حافة جدار السطح
64.....	1.3.III تعريف
64.....	2.3.III حساب تسليح حافة جدار السطح
64.....	3.3.III تحديد الوزن الذاتي للعناصر
69.....	4.3.III التحقق من القوى الأفقية
69.....	4.4.III تسليح حافة جدار السطح
70.....	4.III الشرفة
70.....	1.4.III التعريف
70.....	2.4.III مجموعة الأحمال
71.....	3.4.III حساب تسليح الشرفة
74.....	4.4.III تسليح الشرفة
74.....	5.III المصعد
74.....	1.5.III تعريف

المحور الرابع: دراسة الزلازل.

75.....	1.IV المقدمة
75.....	2.IV طريقة الحساب

75	1.2.IV / الطريقة الساكنة المكافئة.....
77	2.2.IV / الطريقة الديناميكية
77	3.IV / خطوات نمذجة الهيكل في برنامج Robot.....
77	4.IV / معايير تصنيف إصدار (RPA 99-V2003)
78	5.IV / تفسير النتائج
78	1.5.IV / التحقق من نتيجة القوى الزلزالية.....
81	2.5.IV / التحقق من الأراحة
82	3.5.IV / التحقق من تأثير (P – Δ) (P – Δ) (RPA 99/ 2003 , 5.9)

المحور الخامس: دراسة العناصر الإنشائية.

85	1.V . دراسة الروافد
85	1.1.V / المقدمة
85	2.1.V / العناصر الإنشائية
86	3.1.V / حساب تسليح الروافد
93	4.1.V / تسليح الروافد
94	2.V . دراسة الأعمدة
94	1.2.V / المقدمة
94	2.2.V / مجموعة الأحمال
94	3.2.V / حساب تسليح الأعمدة
104	4.2.V / تسليح الأعمدة
105	3.V . دراسة جدران القص.....
105	1.3.V / مقدمة
105	2.3.V / حساب تسليح جدران القص.....
105	3.3.V / التعزيزات العمودية
106	4.3.V / التسليح الأفقي
116	5.3.V / تسليح جدران القص
118	4.V . جدران المحيط الموجودة تحت سطح الأرض
118	1.4.V / حساب تسليح جدران المحيط.....
122	2.4.V / تسليح جدران المحيط

المحور السادس : دراسة البنية التحتية.

123	1. VI / مقدمة
124	2. VI / دراسة البلاطة الأرضية

127.....	3. VI / فحص الإجهادات في الأرض
129.....	4. VI / تسليح البلاطة الأرضية
129.....	1.4. VI / تسليح لوح الأساس
133.....	2.4. VI / تسليح الفانض
135.....	5. VI / حساب تسليح الروافد الأرضية
140.....	1.5. VI / حساب تسليح الروافد الأرضية
141.....	الخاتمة العامة
142.....	المراجع والمصادر

" مقدمة عامة "

تعد الهندسة المدنية واحدة من أهم وأقدم فروع الهندسة، حيث يمتد تاريخها إلى آلاف السنين، فقد ساهمت في الحفاظ على تاريخ الحضارات القديمة، وعلى مر العصور تطورت وتشعبت مجالاتها بهدف تحسين جودة المواد الإنشائية وإدخال معدات وأجهزة متطورة تساهم في زيادة كفاءة الأعمال الإنشائية .

إن أهمية تخصص الهندسة المدنية يمكن إدراكه من خلال تعريفها، وهي أحد أهم فروع الهندسة المعنية بدراسة وتصميم وتحليل المنشآت المدنية المختلفة كالأبنية السكنية والخدمية والتجارية، حيث تتكون المنشأة من جزئين أساسيين هما: الإنشاء القاعدي، وهو الواقع تحت سطح الأرض، و الإنشاء العلوي وهو الجزء الواقع فوق سطح الأرض .

التركيز الأساسي للمشروع ينصب حول كيفية إيجاد وحساب قيمة الأحمال الدائمة والزائدة، ودراسة أبعاد العناصر الإنشائية (الأعمدة ، روافد ، الأرضيات، جدران القص، جدران المحيط) والعناصر الثانوية (الأرضيات ، الدرج ، حافة جدار السطح، الشرفة ، ..) ودراسة أبعاد البنية التحتية والأساسات، وتوزيع الأحمال على جميع أجزاء المبنى ، ودراسة تأثير القوة الزلزالية ، من أجل إنشاء مبنى يتكون هيكله من الخرسانة المسلحة الذي يهدف إلى ضمان استقرار المبنى وضمان سلامة استخدامه و يقاوم القوى الخارجية وفقاً لقوانين وشروط البناء في الدولة.

لهذا من الضروري احترام المعايير والتوصيات الزلزالية التي تقوي الهيكل بشكل صحيح ، فإن دراساتهم تواجه العديد من الصعوبات في اختيار نموذج السلوك و تحديد اللوائح الزلازل الجزائرية والنماذج و الخاصة بكل نوع من أنواع المباني .

لوفاء بالمتطلبات الموضحة أعلاه ، يجب على المهندس اختيار المواد بشكل مناسب، وتحديد التصميم المناسب، وتفاصيل الشكل والبناء ، وتحديد الإجراءات اللازمة للمشروع ليتم النظر فيها ، في مراحل التصميم والتشغيل للقيام بذلك

لحساب العناصر المكونة للهيكل سوف نتبع اللوائح والأساليب الخاصة (**RPA99-V2003** و **B.A.E.L91**) التي تستند إلى معرفة المواد الخرسانة والفولاذ وأبعاد تقوية عناصر مقاومة الهيكل ومقاومة القوى الخارجية .

إشتملت الدراسة على ستة محاور وهي على التوالي، المحور الأول تقديم المشروع (تحديد الموقع وأبعاد المبنى، ودراسة خصائص المواد المستخدمة، وحساب الفرضيات) والمحور الثاني حساب الأبعاد والثقل (دراسة أبعاد الروافد، والأعمدة، والأرضيات، وتوزيع الأحمال، وأخيراً دراسة أبعاد جدران القص) والثالث دراسة العناصر الثانوية (الأرضيات، والدرج، وحافة جدار السطح، والشرفة، والمصعد) أما في المحور الرابع تم دراسة الزلازل (دراسة قوة الزلازل حسب موقع المشروع وتحقيق الشروط والقوانين المفروضة) وفي المحور الخامس دراسة العناصر الإنشائية (دراسة وتسليح الروافد والأعمدة وجدران القص وجدران المحيط) وفي المحور الأخير تمت دراسة البنى التحتية (دراسة نوع التربة حسب القوانين المفروضة واختيار نوع البنية التحتية، وتسليح الأساسات والروافد الأرضية).

" المحور الأول : تقديم المشروع "

1.I / المقدمة :

موضوع مذكرتي هو الدراسة الإنشائية والزلزالية لمبنى من الخرسانة المسلحة مكون من طابق تحت سطح الأرض (القبو) مخصص لأماكن وقوف السيارات يعلوه طابق أرضي للمحلات التجارية وتسعة طوابق علوية مخصصة للسكن حيث كل طابق يحتوي على ثلاثة شقق ماعدا الطابق الأخير فيحتوي على شقتين، تقع الأرضية المختارة في حي ساقية الحمرا شارع هوأورية عبد القادر بمدينة سيدي بلعباس .

التي تعتبر منطقة قليلة الزلازل (المنطقة I) على الخريطة الزلزالية حيث أقيم هذا الهيكل على تربة فضفاضة (S3) وتنتمي للمجموعة 2 حيث أن الارتفاع الإجمالي لا يتجاوز 48m، ذات مقاومة متوسطة مع إجهاد تربة مقبول يساوي 2,5 Bars على عمق 3,00m كما هو منصوص عليه في التقرير الجيوتقني .

بالاعتماد على الأساليب المعروفة (RPA 99-V 2003) .

2.I / الخصائص الهندسية :

1.2.I. ارتفاع العناصر:

- ارتفاع الطابق العادي: 3,23 m .
- ارتفاع الطابق الأرضي: 4,08 m .
- ارتفاع الطابق تحت سطح الأرض : 3,06 m .
- الارتفاع الكلي للمنشأ: 36,21m .
- الإرتفاع من المستوى +00,00 : 33,15 m .
- إجمالي ارتفاع المبنى : 37,66 m .

2.2. I. أبعاد البناء:

- عرض المبنى: 13,50 m .
- طول المبنى: 34,60 m .

3.2.I. الأسطح :

البلاطات تتكون من " قوالب مفرغة + بلاطة مصمته " سابقة التجهيز ، للأسباب التالية:

- سهولة التنفيذ.
- التقليل من وزن الأرضية وبالتالي التأثير الزلزالي.
- تقليل تكلفة القوالب.

ومع ذلك ، هناك مناطق اخترنا فيها بلاطات صلبة مُصمته، بسبب أشكالها الغير منتظمة (مثلث أو شبه منحرف)، وهذا من أجل تقليل الوقت والتكلفة اللازمين لتحقيق العوارض المناسبة مع هذه المناطق .

4.2. I. البناء :

يتم تنفيذ البناء في هيكلنا من الطوب الجوفاء.

الجدران الخارجية: تتكون من صفيين

- الطوب المجوف 15 cm .
- فراغ الهواء 5 cm .
- الطوب المجوف 10 cm .

الجدران الداخلية (جدران التقسيم): سمك 10 cm .

5.2.1. I. الطلاء :

تتكون كسوة المبنى من :

- طلاء الجص للأسقف.
- جص إسمنتي للغرف الرطبة .
- جص إسمنتي لجدران القصر الخارجية والداخلية.
- بلاط الأرضيات.
- تغطية أرضية السطح بطبقة عازلة للماء متعددة الطبقات ، على شكل منحدر مائل بنسبة 1% لإخلاء مياه الأمطار وتجنب أي ركود.

6.2.1. I. العزل :

- يتم ضمان العزل الصوتي عن طريق كتلة الأرضية ومساحة فراغات الهواء في جدران القصر الخارجية.
- يتم ضمان العزل الحراري بواسطة طبقات البوليسترين لأرضية السطح.

7.2.1. I. حافة جدار السطح :

في بنائنا ، لا يمكن الوصول إلى أرضية السطح لأن الأرضية محاطة بجدار ، وهو عبارة عن جدار منخفض ضروري للعزل المائي للأسطح المسطحة أو المنحدرة.

8.2.1. I. نطاق قواعد :

تنطبق قواعد الحساب (B.A.E.L91) على جميع الأعمال والمنشآت الخرسانية المسلحة التي تتكون فيها الخرسانة المستخدمة من الركام الطبيعي العادي مع جرعة إسمنتية لا تقل عن 350kg/m^2 .

9.2.1. I. قوة الضغط :

هي (القوى الطبيعية وقوة القطع والعزوم (عزم الانحناء وعزم الألتواء) المحسوبة بدءًا من الإجراءات التي تم الحصول عليها حسب الطرق المناسبة.

بشكل عام ، يتم حساب قوة الضغط باستخدام نموذج مرن وخطي للهيكل.

نحن نستخدم أساليب الميكانيك الهيكلية من مزيج من الإجراءات لتحديد الضغط الفائق ، يأخذ المرء في الاعتبار القسم الكلي للخرسانة وحده، من المفترض أن الأجزاء غير متشققة وبدون تسليح.

10.2.1. I. المواد :

لنكون قادرًا على قياس عناصر الخرسانة المسلحة ، من الضروري معرفة سلوك الفولاذ والمواد الخرسانية وأن تكون قادرًا على وضع النماذج.

11.2.1. I. الخرسانة المسلحة :

الخرسانة أو الببتون هي مادة مركبة غير متجانسة تتكون من الاسمنت والرمل والماء مع إضافة نوع من الركام مثل الحصى (وهو عبارة عن حجارة صغيرة).

تعد الخرسانة من أهم مواد البناء في العصر الحديث خصوص مع تدعيمها بالحديد لتصبح خرسانة مسلحة، إلى هذه المكونات تضاف في بعض الأحيان المواد المساعدة وحتى العناصر الدقيقة التي تحسن من أدائها بشكل كبير.

وهناك تشوه للأقسام (قاعدة المحاور الثلاثة) كما هو موضح في (الشكل 1) (B.A.E.L91) .

12.2.1. I. الخصائص الجيوتقنية للتربة :

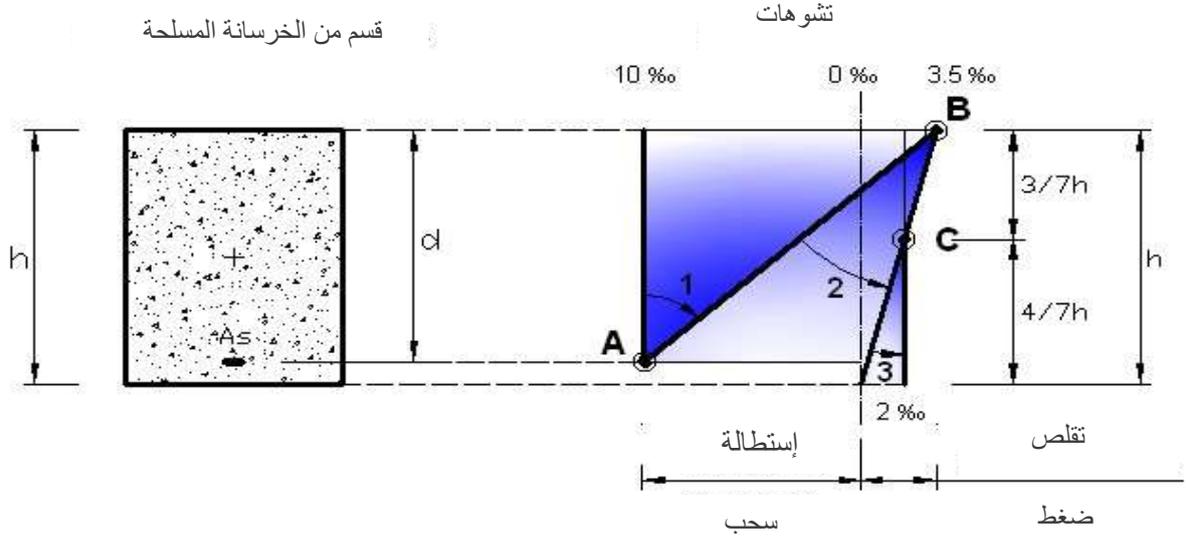
في دراستنا ، تعتبر التربة فضفاضة (S3) ، الهيكل ينتمي إلى مجموعة الاستخدام 2 .

-إجهاد التربة المسموح به : $\sigma = 2,5 \text{ bars}$.

-الوزن النوعي للأرضية : $\gamma_h = 17 \text{ KN/m}^3$.

-زاوية الاحتكاك الداخلي: $\phi = 35^\circ$.

-عدم وجود منسوب المياه الجوفية .



الشكل 1: تشوهات الحد (قاعدة المحاور الثلاثة) .

3.I / صفات الخرسانة :

1.3.I. قوة الضغط :

لإعداد المشروع ، في الحالات الشائعة ، يتم تعريف الخرسانة من خلال قيمة قوتها الضاغطة في عمر 28 يومًا ، وتسمى القيمة المميزة المطلوبة (أو المحددة (تم اختيار ذلك ، تم تحديده مسبقًا ، مع مراعاة الإمكانيات المحلية ؛ ومراقبة الإجراءات التي تجعل من الممكن التحقق من أنه تم الوصول إليها. لمشروعنا ، تم اختياره للعمل مع $f_{c28} = 25 \text{ MPa}$ (ملموسة في الاستخدام المشترك) بالنسبة للخرسانة التي يقل عمرها عن 28 يومًا ، يمكن الحصول على قوة الضغط بالصيغة التالية:

$$f_{cj} = \frac{j}{4,76+0,83j} \times f_{c28} \quad , j < 28 \text{ يوم} .$$

$$f_{cj} \leq 40 \text{ MPa} .$$

$$\gamma_{\text{béton}} = 25 \text{ KN/m}^3$$

الجدول 1: تصنيف الخرسانة وفق الكتلة الحجمية (Kg/m^3)

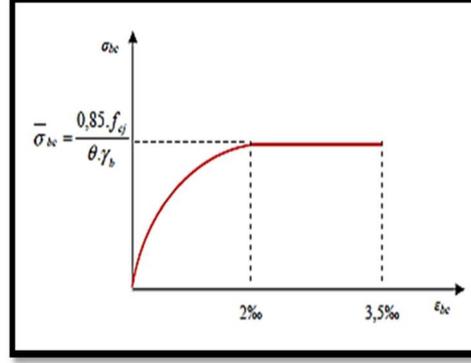
الكتلة الحجمية (Kg/m^3)	تصنيف الخرسانة
$\rho \leq 2500$	خرسانة ثقيلة جدا
$\rho \leq 2500 \leq 1800$	خرسانة ثقيلة
$\rho \leq 1800 \leq 500$	خرسانة خفيفة
$\rho > 500$	خرسانة خفيفة جدا

2.3.I. قوة الشد :

يتم إعطاء قوة الشد المميزة للخرسانة بواسطة الصيغة:

$$f_{t28} = 0,6 + 0,06 f_{c28} \rightarrow f_{t28} = 0,6 + 0,06 \times (25) \rightarrow f_{t28} = 2,1 \text{ MPa}$$

هذه الصيغة صالحة لقيم: $f_{cj} \leq 60 \text{ MPa}$.



الشكل 2 : رسم بياني لمستطيل مكافئ (ملموسة).

3.3.I. وحدة التشوه الطولي للخرسانة :

• وحدة اللحظة للتشوه الطولي:

يتم إعطاء معامل التشوه الطولي الفوري لخرسانة E_{ij} من خلال الصيغة:

$$E_{ij} = 11000(f_{cj})^{1/3} \text{ MPa} \quad \text{ومنه} \quad E_{ij} \text{ و } f_{cj} \rightarrow \text{MPa}$$

• الوحدة الطولية للتشوه المؤجل :

بالنسبة للتشوهات المؤجلة للخرسانة التي تشمل الانكماش والتمدد ، يعتبر المرء في الحساب أن آثار هاتين الظاهرتين

تضاف دون حساب التشوهات النهائية للخرسانة ، ويستخدم معامل التشوه الطولي المؤجل E_{ij} من خلال الصيغة:

$$E_v = 3700 \sqrt[3]{f_{c28}} = 10818,9 \text{ MPa}$$

$$E_i 28 = 32164,2 \text{ MPa}$$

4.3.I. الفولاذ :

هناك عدة أنواع من التسليحات: القضبان الناعمة ، التسليح العالي للالتصاق والشبكة الملحومة لتشكل تسليح لأجزاء

الخرسانة المسلحة ، يتم استخدام الدرجات التالية من الفولاذ:

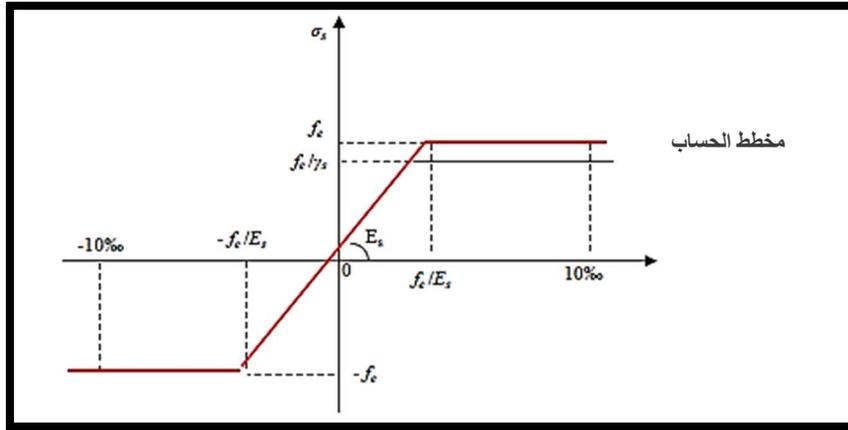
• معامل المرونة الطولي اللحظي .

• المعامل الطولي للصلب يساوي القيمة التالية: $E_s = 200.000 \text{ MPa}$.

يتم إعطاء قيم الحد المرن المضمنون fe بالجدول التالي:

الجدول 2: قيم الحد المرنة f_e .

النوع	تعيين	قوة العائد (MPa) f_e
القضبان الناعمة	FeE235	235
القضبان HA	FeE400	500
	FeE500	400
شبكة ملحومة ناعمة	TSL	500



الشكل 3: منحنى (إجهاد - تشوه) لحساب التسليح.

في حالتنا نستخدم التسليح عالي الصلابة.

(FeE400) → (fe=400MPa)

5.3.1. الإجهادات:

1- حالة الحد النهائي (E.L.U):

يتم تعريف الإجهاد المقبول للفولاذ بواسطة:

$$\sigma_s = \frac{f_e}{\gamma_s} \rightarrow \varepsilon_s \geq \varepsilon_L$$

$$\sigma_s = E_s \cdot \varepsilon_s \rightarrow \varepsilon_s < \varepsilon_L$$

مع العلم:

ε_s : الاستطالة النسبية للفولاذ ، محدودة بـ 10 %.

E_s : المعامل الطولي يساوي 200000 MPa.

Fe : قوة العائد.

مع العلم:

σ_s : إجهاد الفولاذ.

الوضع الطبيعي $\sigma_s = 348 \text{ Mpa}$

الوضع الأفقي $\sigma_s = 400 \text{ Mpa}$

2- حالة حد الخدمة (E.L.S):

نحن لا نحد من إجهاد الفولاذ إلا في حالة الحد الأقصى لفتح الشقوق:

η : معامل التكسير .

$$\eta = \begin{cases} 1.6 : HA \\ 1 : RL \end{cases}$$

$$\sigma_s \leq \min ((2/3) f_e ; 110\sqrt{\eta * f_{tj}})$$

وبالتالي:

$$\sigma_s \leq 201,63 \text{ MPa (H.A)}$$

$$\sigma_s \leq 156,66 \text{ MPa (R.lisses) avec } f_e = 235 \text{ MPa}$$

3- تشوه ضار جدا :

$$\sigma_s \leq \min ((1/2) f_e ; 90\sqrt{\eta * f_{tj}})$$

4- قليل التشوه:

لا يلزم التحقق من الفولاذ.

4.I / طلبات الحساب ومجموعات الإجراءات:

1.4.I. حالة الحد النهائي :

يتم تحديد طلبات الحساب من خلال مجموعة الإجراءات التالية: $1.35G + 1.5 Q$.

2.4.I. حالة حدود الخدمة :

مزيج من الإجراءات التالية: $G + Q$.

إذا كان هناك تدخل من القوى الأفقية بسبب الزلزال ، فإن قواعد الزلازل الجزائرية تنص على مجموعات العمل التالية:

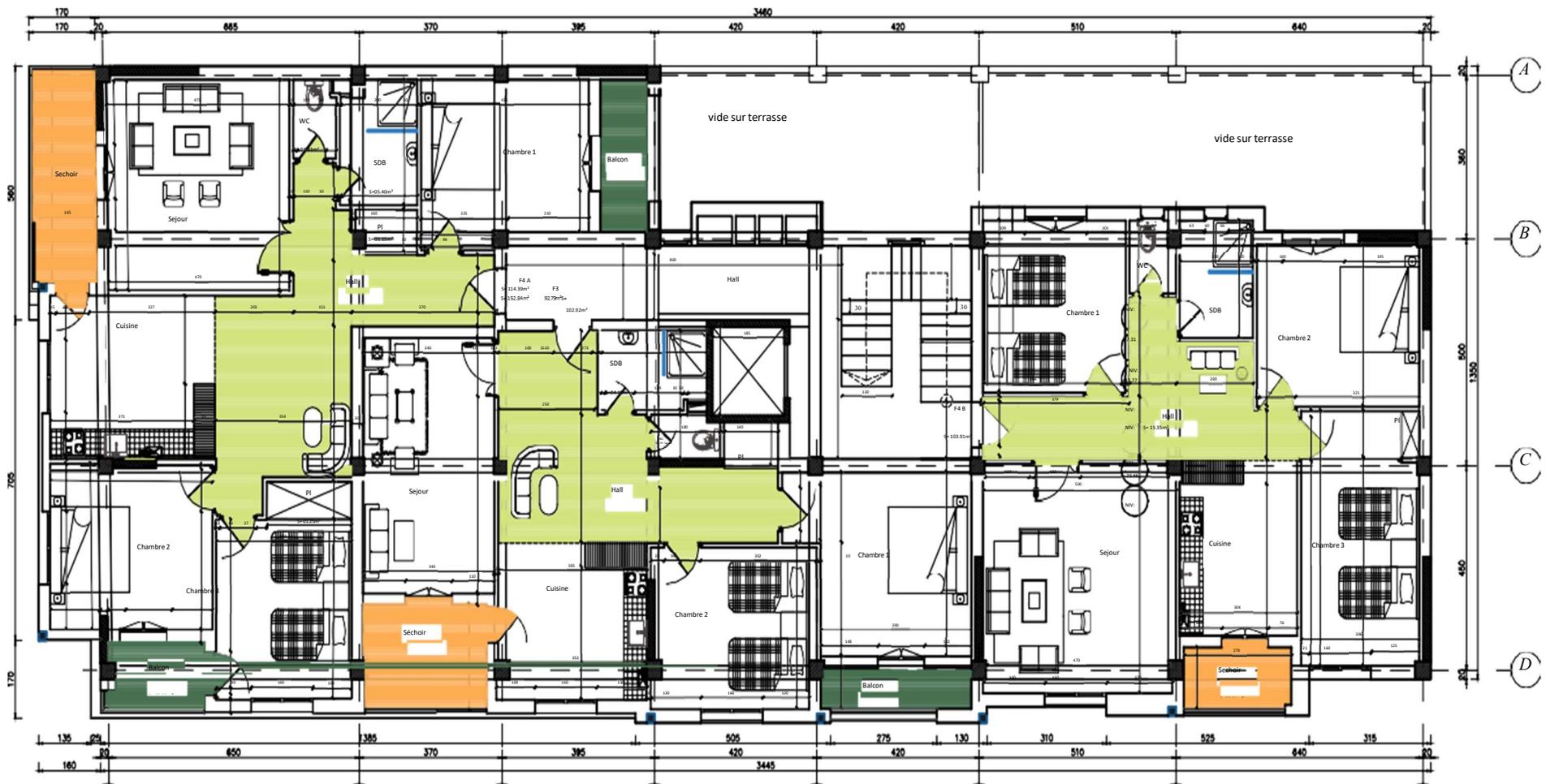
$$. . G+Q\pm E -$$

$$. G\pm 0,8E -$$

G : الأحمال الدائمة .

Q : الأحمال التشغيل .

E : جهد الزلزال .



الشكل 4: مخطط الطوابق العلوية .

" المحور الثاني: حساب الأبعاد والثقّل "

1.II / المقدمة :

إن البعد المسبق لعناصر المقاومة (الأرضيات, الروافد, الأعمدة, جدران القص) هي خطوة تحكمها القوانين التجريبية تمثل هذه الخطوة نقطة البداية وأساس تبرير مقاومة وإستقرار ومنانة الهيكل للضغوط التالية :

-الأحمال الرأسية وهي الناتجة عن الأحمال الدائمة وأحمال التشغيل الزائدة للأرضية والروافد والأعمدة وأخيراً تنتقل إلى الأرض بواسطة القواعد الأرضية .

-الضغوط الأفقية وهي عموماً ذات أصل زلزالي وتحتاجها عناصر الدعامة التي تشكلها جدران القص .

2. II / حساب أبعاد العناصر :

1.2. II / الروافد :

يجب أن تتوافق أبعاد الروافد مع القواعد التي تفرضها (RPA99-V (2003) المادة 7.5.1 :

$$- b \geq 20 \text{ cm} , h \geq 30 \text{ cm} , \frac{h}{b} \leq 4$$

وفقاً لقواعد (BAEL91)، يجب أن يفي ارتفاع الروافد الشروط التالية:

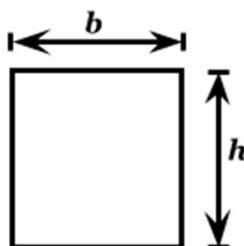
$$\frac{L}{15} \leq h \leq \frac{L}{10}$$

- مع العلم :

L : امتداد الرافدة .

h : ارتفاع الرافدة .

b : عرض الرافدة .



الشكل 5: مقطع الروافد.

2.2. II / الرافدة الرئيسية :

$$L_{\max} = 665 \text{ cm} \rightarrow \frac{L}{15} \leq h \leq \frac{L}{10} \rightarrow \frac{665}{15} \leq h \leq \frac{665}{10} \rightarrow 44,33 \text{ cm} \leq h \leq 66,5 \text{ cm}$$

- نأخذ : $h = 45 \text{ cm}$.

$$0.3h \leq b \leq 0.7h \rightarrow 13.5 \text{ cm} \leq b \leq 31.5 \text{ cm}$$

- نأخذ : $b = 30 \text{ cm}$.

- ومنه : $(30 \times 45) \text{ cm}^2$.

التحقق من الشروط التي يفرضها (RPA99-V 2003) :

$$* b = 30 \text{ cm} \geq 20 \text{ cm}$$

$$* h = 45 \text{ cm} \geq 30 \text{ cm}$$

$$* \frac{h}{b} = \frac{45}{30} = 1.5 < 4$$

← جميع الشروط محققة .

II. 3.2 / الرافدة الثانوية :

$$L_{\max} = 500 \text{ cm}$$

$$\rightarrow \frac{L}{15} \leq h \leq \frac{L}{10} \rightarrow \frac{500}{15} \leq h \leq \frac{500}{10} \rightarrow 33,33 \text{ cm} \leq h \leq 50 \text{ cm}$$

- سوف نأخذ : $h = 40 \text{ cm}$.

$$0.3h \leq b \leq 0.7h \rightarrow 12 \text{ cm} \leq b \leq 28 \text{ cm}$$

- سوف نأخذ : $b = 30 \text{ cm}$.

- نأخذ : $(30 \times 40) \text{ cm}^2$.

التحقق من الشروط التي يفرضها (BAEL91, RPA99-V 2003) :

$$* b = 30 \text{ cm} \geq 20 \text{ cm}$$

$$* h = 40 \text{ cm} \geq 30 \text{ cm}$$

$$* \frac{h}{b} = \frac{40}{30} = 1,3 < 4$$

← جميع الشروط محققة .

الجدول 3: أبعاد الروافد .

الرافدة الرئيسية (b × h) cm ²	الرافدة الثانوية (b × h) cm ²
(30 x 45)	(30 x 40)

II. 3. الأرضيات :

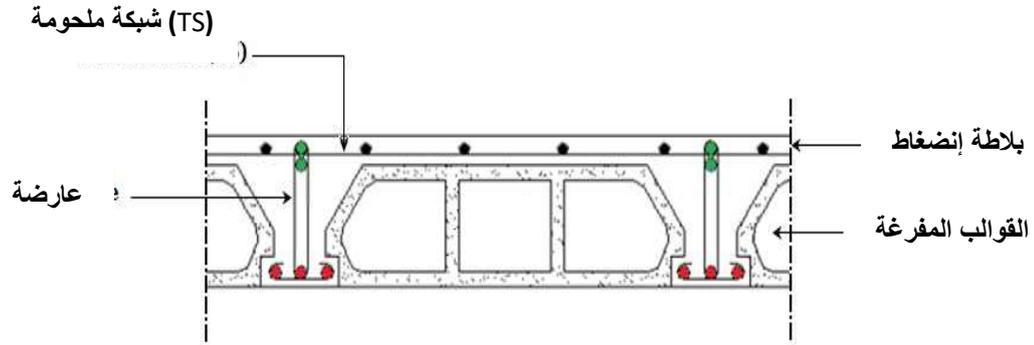
هي العنصر الرئيسي الحامل لجميع أحمال منشأة الخرسانة المسلحة حيث تنقل الأحمال إلى الروافد وجدران القص .
ونستخدم نوعين من الأرضيات:

1-بلاطة ذات القوالب المفرغة .

2-بلاطة مُصمتة .

II. 1.3. بلاطة ذات القوالب المفرغة :

تستخدم عندما تكون أبعاد البلاطات كبيرة أو عندما تكون البلاطات عازلة للحرارة و الصوت وهي مسبقة الصنع من الخرسانة المسلحة.



الشكل 6: مقطع عرضي لبلاطة ذات القوالب المفرغة.

مع العلم :

h_t : سماكة البلاطة .

$$L_{max} = (500-30) = 470 \text{ cm}$$

$$L = 470 \text{ cm} \rightarrow \frac{470}{25} \leq h_t \leq \frac{470}{20} \rightarrow 18,8 \text{ cm} \leq h_t \leq 23,5 \text{ cm} \rightarrow h_t = 20 \text{ cm}$$

- نعتد بلاطة ذات القوالب المفرغة بسمك $(16 + 4) \text{ cm}$.

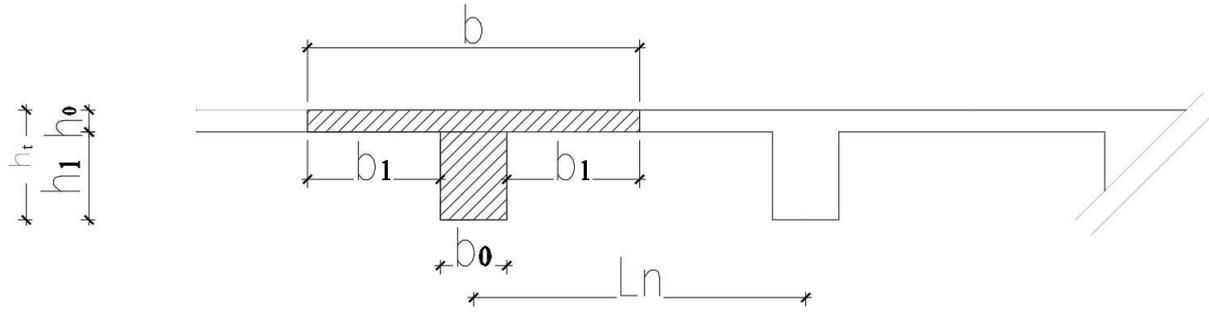
- سمك بلاطة الإنضغاط. $h_0 = 4 \text{ cm}$

- سمك القوالب المفرغة. $h_1 = 16 \text{ cm}$

1-تحديد أبعاد العوارض:

البلاطة التي سنقوم بدراستها تتكون من قوالب مفرغة بسمك 16 cm وبلاطة إنضغاط بسمك 4 cm .

تعمل العارضة كقسم T .



الشكل 7: رسم تخطيطي لحساب لبلاطة ذات القوالب المفرغة .

وفقاً لـ [BAEL91] جدول العرض ؛ سيتم حسابه من أدنى القيم التالية (b₁):

$$\begin{cases} b_1 \leq \frac{Ln - b_0}{2} \\ b_1 \leq (6 \div 8)h_0 \\ b_1 \leq \frac{L}{10} \end{cases}$$

مع العلم :

$$\begin{cases} h_t = 20 \text{ cm} \\ h - h_0 = 16 \text{ cm} \\ h_0 = 4 \text{ cm} \end{cases}$$

Ln : المسافة بين محاور العوارض .

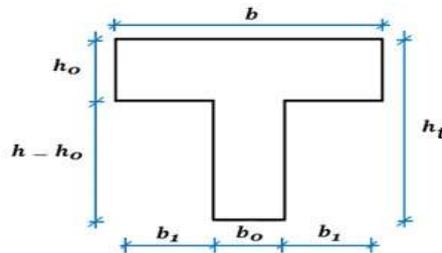
(Ln=60cm) [BAEL91] .

h₀ : ارتفاع بلاطة الإنضغاط .

b₀: سمك الضلع .

ومنه :

$$\begin{cases} b_1 \leq 24 \text{ cm} \\ 24 \text{ cm} \leq b_1 \leq 32 \text{ cm} \\ b_1 \leq 52 \text{ cm} \end{cases}$$



الشكل 8: قسم الحساب لبلاطة ذات القوالب المفرغة.

$$b_1 = \min (24 ; 32 ; 52) = 24 \text{ cm.}$$

- عرض بلاطة الأنضغاط :

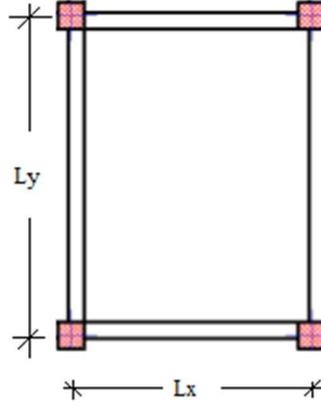
$$b = 2 \times b_1 + b_0$$

$$b = 2 \times 24 + 12 = 60\text{cm}$$

II. 2.3. بلاطة مُصمتة :

يتم استخدام أرضية ذات بلاطة مُصمتة في المستوى العلوي من الطابق تحت سطح الأرض للحصول على مقاومة جيدة للقوى الأفقية المتركمة بسبب الزلزال.

وفقاً لـ (B.A.E.L 91) يتم تحديد سمك اللوح من ظروف مقاومة الانحناء .



الشكل 9: أبعاد لوح البلاطة .

حالة بلاطة تحمل إتجاه واحد فقط :

$$\rho = \frac{Lx}{Ly} \leq 0,4 \text{ [A.8.2, 31 / BAEL91] -}$$

- يجب توزيع الحمولة بالتساوي .

$$h_d = \left(\frac{1}{35} \div \frac{1}{30} \right) Lx$$

حالة بلاطة ذات اتجاهين :

$$0.4 \leq \rho \leq 1-$$

- يجب توزيع الحمولة بالتساوي .

او تعرض البلاطة لحمولة مركزة مهما كانت قيمة p

$$h_d = \left(\frac{1}{50} \div \frac{1}{40} \right) Lx$$

مع العلم :

$$Lx \leq Ly$$

- Lx : أصغر أبعاد لوح البلاطة .

- Ly : أكبر أبعاد لوح البلاطة .

$$Lx = 500 - 30 = 470 \text{ cm}$$

$$Ly = 665 - 30 = 635 \text{ cm}$$

$$p = \frac{L_x}{L_y} = \frac{470}{635} = 0.74$$

$$0.4 \leq p \leq 1$$

- ومنه فإن اللوح يحمل كلا الاتجاهين :

$$\frac{L_x}{50} \leq h_d \leq \frac{L_x}{40}$$

$$\frac{470}{50} \leq h_d \leq \frac{470}{40}$$

$$9,4 \leq h_d \leq 11,75$$

$$h_d = 10 \text{ cm}$$

غالبا ما يعتمد سمك الألواح على شروط التالية :

1-شروط عزل الصوت :

- ضد الضوضاء المحمولة :

$$2500 \times h_d \geq 350 \text{ kg/m}^2 \Rightarrow h_d \geq 14 \text{ cm}$$

2-شروط السلامة من الحريق : لمدة

$$h_d = 7 \text{ cm}$$

- ساعة واحدة من الحريق :

$$h_d = 11 \text{ cm}$$

- لمدة ساعتين من مقاومة الحريق :

$$h_d = 17,5 \text{ cm}$$

- لمدة أربع ساعات من إندلاع الحريق :

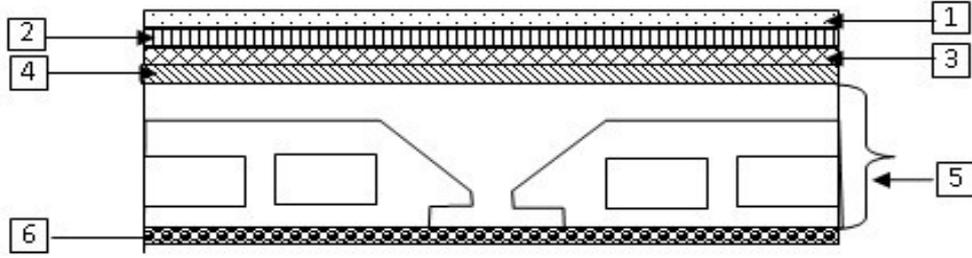
=> لتلبية مختلف الشروط السابقة , سيتم اعتماد السماكة لوح كامل من الهكتار : **h_d = 15cm**

II. 4/ توزيع الأحمال :

يتم إدراج الأحمال واستعادتها على جميع مستويات الهيكل لنقلها إلى مستوى القواعد الأرضية و نأخذ في الاعتبار الأحمال الدائمة وأحمال التشغيل ، والأحمال المناخية والأحمال الأفقية .
يمكن توزيع هذه الأحمال بشكل موحد أو على عناصر البناء الأرضيات أو الرافد .

II. 1.4/ أرضية السطح :

يتكون السطح من أرضية بلاطة ذات قوالب مفرغة تعلوها عدة طبقات حماية وشكل منحدر يسهل تصريف مياه الأمطار .

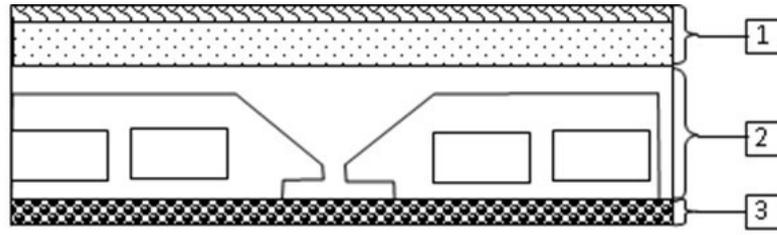


الشكل 10: مقطع عرضي لأرضية السطح بلاطة ذات قوالب مفرغة يصعب الوصول إليها .

الجدول 4: أحمال أرضية السطح .

G(KN/m ²)	ρ (KN/m ³)	e (m)	المواد	/
0.80	20	0.04	حماية الحصى	1
0.12	6	0.02	متعدد الطبقات تسرب المياه	2
2.97	22	0.135	شكل المنحدر	3
0.16	4	0.04	العزل الحراري في البوليسترين	4
2.80	/	/	(4+16 أرضية جوفاء)	5
0.15	10	0.015	طلاء الجص	6
7.00				الحمولات الدائمة G
1				حمولات التشغيل Q

II /2.4. أرضية الطابق العادي:

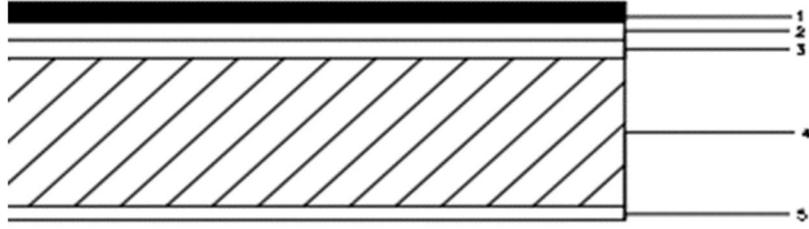


الشكل 11: المقطع العرضي لأرضية الطابق العادي بلاطة ذات قوالب مفرغة.

الجدول 5: أحمال أرضية الطابق العادي.

G[KN/m ²]	ρ KN/m ³	e[m]	المواد	/
1.2	/	0.06	بلاط + رمل	1
2.8	/	/	أرضية جوفاء (16+4)	2
0.1	10	0.01	بلاطة جص	3
1.0	10	0.1	الأقسام الداخلية	4
5.1				الحمولات الدائمة G
1.50				حمولات التشغيل Q

II 3.4 / أرضية بلاطة مُصمته (أرضية الطابق الأرضي):



الشكل 12: المقطع العرضي لأرضية الطابق الأرضي ذات بلاطة مُصمته.

الجدول 6: أحمال أرضية الطابق الأرضي .

G(KN/m ²)	ρ (KN/m ³)	e (m)	المواد	/
1.20	/	0.060	بلاط + رمل	1
0.16	4	0.040	العزل الحراري في البوليسترين	2
3.75	25	0.150	أرضية صلبة	3
2.02	10	0.202	الفواصل الداخلية	4
0.40	20	0.020	الجبس الإسمنت	5
7.53				الحمولات الدائمة G
1				حمولات التشغيل Q

II /4.4. أرضية شرفة ذات بلاطة مُصمتة:

الجدول 7: أحمال بلاطة الشرفة .

G(KN/m ²)	ρ (KN/m ³)	e (m)	المواد	/
0,44	22	0,02	تغطية البلاط	1
0,17	17	0,01	طبقة الرمل	2
0,20	10	0,02	طلاء الجص	3
3,75	25	0,15	أرضية صلبة	4
0,40	20	0,02	الجص الإسمنت	5
4.96				الحمولات الدائمة G
3,50				حمولات التشغيل Q

الجدول 8: ملخص أحمال الأرضيات .

E.L.S (G+Q)	E.L.U (1.35G+1.5Q)	Q KN/m ²	G KN/m ²	الأحمال والأرضيات
8,00	10,95	1,00	7,00	أرضية السطح
6,60	9,13	1,50	5,10	أرضية الطوابق التسعة
8,53	11,66	1,00	7,53	أرضية الطابق الأرضي

II /5. الجدران :

- الجدران الخارجية

البناء المستخدم هو الطوب (البلوك الإسمنتي)

1- جص اسمنتي .

(e=2cm ; $\rho=18\text{KN/m}^3$) 0,36KN/m²

2- جدران من الطوب ذات قوالب مفرغة .

$$(e=15\text{cm}) \dots\dots\dots 1,30\text{KN/m}^2$$

3- فجوة هوائية .

$$(e=5\text{cm}) \dots\dots\dots 0,00\text{KN/m}^2$$

4- جدران من الطوب ذات قوالب مفرغة .

$$(e=10\text{cm}) \dots\dots\dots 0,90\text{KN/m}^2$$

5- جص اسمنتي

$$(e=2\text{cm} ; \rho=18\text{KN/m}^3) \dots\dots\dots 0,36\text{KN/m}^2$$

$$G=2,92\text{KN/m}^2$$

- الجدران الداخلية (جدران فردية) .

1- جص اسمنتي .

$$(e=2\text{cm} ; \rho=18\text{KN/m}^3) \dots\dots\dots 0,36\text{KN/m}^2$$

2- جدران من الطوب ذات قوالب مفرغة .

$$(e=10\text{cm}) \dots\dots\dots 0,90 \text{KN/m}^2$$

3- جص اسمنتي .

$$(e=2\text{cm} ; \rho=18\text{KN/m}^3) \dots\dots\dots 0,36\text{KN/m}^2$$

$$G=1,62 \text{KN/m}^2$$

II. 6/ دراسة أبعاد الأعمدة :

الأعمدة هي إحدى أهم العناصر الحاملة في المباني المعمارية وتقوم بتحمل جميع الأحمال الناتجة عن الطوابق العلوية والجدران والبلاطات وتوزيعها على القواعد الأرضية من ثم إلى التربة.

تكون الأبعاد حسب القوانين الجزائرية لمقاومة القوى الزلزالية (RPA 99- V2003).

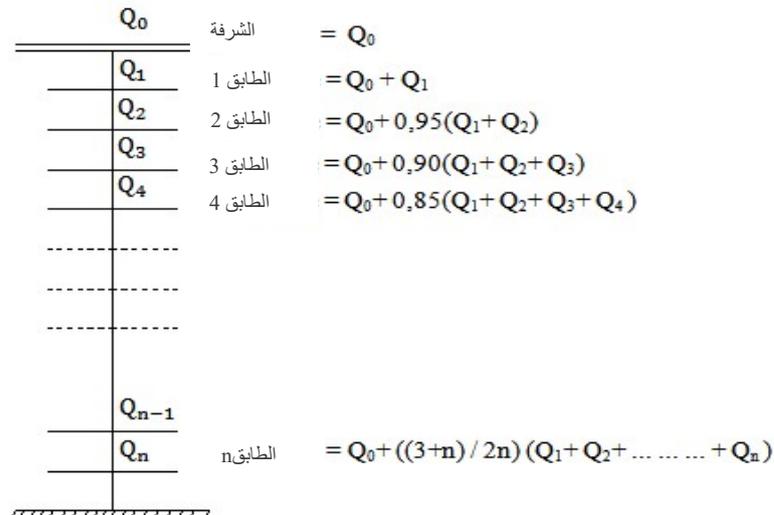
بالنسبة للأبعاد المسبقة , نفترض أن العمود يتعرض لضغط مركزي , ثم نحسب قسم العمود الأكثر تشديدا في هيكلنا .

سيتم تعميم هذا القسم للأعمدة الأخرى من نفس المستوى .

II. 1.6/ قانون التناقص :

Q_0 تكون رسوم التشغيل الإضافية على الشرفة هي التي تغطي المبنى .

لنفترض أن Q_1 و Q_2 و و Q_{n-1} و Q_n هي الأحمال الزائدة المتعلقة بالطوابق 1 و 2 و ... و $n-1$ و n يكون التقييم من أعلى المبنى .



الشكل 13: قانون التناقص .

جدول 9: ملخص الأنتقال والأحمال الزائدة التراكمية .

G(daN/m ²)	صيغة الحساب Q	Q(daN/m ²)	الطابق
700	Q_0	100	الطابق التاسع
1210	$Q_0 + Q$	250	الطابق الثامن
1720	$Q_0 + 0.95 * 2 * Q$	385	الطابق السابع
2230	$Q_0 + 0.90 * 3 * Q$	505	الطابق السادس
2740	$Q_0 + 0.85 * 4 * Q$	610	الطابق الخامس
3250	$Q_0 + 0.80 * 5 * Q$	700	الطابق الرابع
3760	$Q_0 + 0.75 * 6 * Q$	775	الطابق الثالث
4270	$Q_0 + 0.71 * 7 * Q$	850	الطابق الثاني
4780	$Q_0 + 0.69 * 8 * Q$	925	الطابق الأول
5290	$Q_0 + 0.66 * 9 * Q$	1000	الطابق الأرضي
60.43	$Q_0 + 0.65 * 10 * Q$	1075	الطابق تحت سطح الأرض (القبو)

II /2.6. شروط دراسة أبعاد الأعمدة :

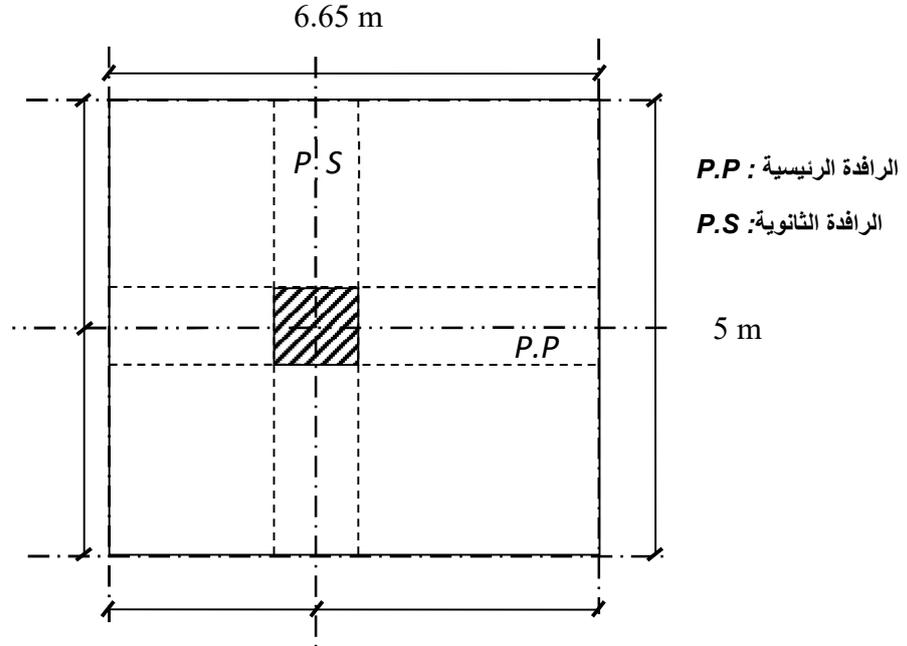
يجب أن تحترم الأبعاد المسبقة الشروط الثلاثة التالية :

-حالة المقاومة .

-حالة الأستقرار .

-تكون الأبعاد حسب القوانين الجزائرية لمقاومة القوى الزلزالية (RPA 99-V 2003).

II /3.6. شروط دراسة أبعاد الأعمدة :



الشكل 14: المنطقة المتعلقة بأكثر الوظائف ضغطاً .

- حالة المقاومة :

$$Br \geq \frac{\beta \times Nu}{[\theta \left(\frac{\sigma_{bc}}{0,9}\right) + 0,85 \frac{(A)}{Br} \times \sigma_s]}$$

وفقا لقواعد الزلازل الجزائرية (RPA 99-V 2003)

سوف نأخذ :

$$\frac{A}{Br} = 0.7\% = 0.007$$

- وفقا (للمنطقة I) :

- Br : قسم منخفض من الخرسانة .

$$Br = (a - 0,02) \times (b - 0,02) \text{ m}^2$$

- θ : عامل مدة تطبيق الحمل ($\theta=1$) .

- β : معامل التصحيح يعتمد على (λ) في الأعمدة التي تأخذ القيم .

$$\beta = 1 + 0,2 \left(\frac{\lambda}{35}\right)^2 \text{ si } \lambda \leq 50.$$

$$\beta = 0,85 + 2/1500 \text{ si } 50 < \lambda < 70.$$

تم أخذ $\lambda=35$ لنبقى ضمن المجال :

$$\beta = 1 + 0,2 \left(\frac{35}{35}\right)^2 \text{ à } \beta = 1.2$$

Nu- : هي القوة العادية في الحالة الحديدية للتشغيل في حالة التوازن.

$$Nu = 1.35 N_g + 1.5 N_q$$

N- : القوة الطبيعية بسبب الأحمال الدائمة .

N- : القوة العادية بسبب أحمال التشغيل .

σ_{bc} : مقاومة الخرسانة في حالة الأنضغاط في حالة الحد النهائي .

$$\sigma_{bc} = 0.85 \times \frac{f_{c28}}{\gamma_b} = 0.85 \times \frac{25}{1.5} = 14.2 \text{ MPa}$$

σ_s : قوة الفولاذ L'ELU .

$$\sigma_s = \frac{f_e}{\gamma_s} = \frac{400}{1.15} = 384 \text{ MPa}$$

- حالة الأستقرار :

$$\lambda = \frac{L_f}{i} \leq 35 \quad , \quad i = \sqrt{\frac{I}{B}} \quad , \quad L_f = 0.7 L_0$$

I- : عزم العطالة .

B- : مساحة المقطع .

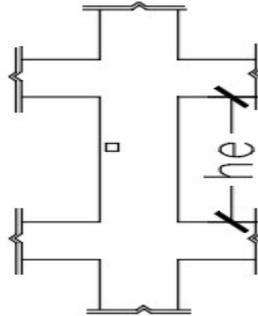
- تكون الأبعاد حسب القوانين الجزائرية لمقاومة القوى الزلزالية (RPA 99-V2003).

وفقا (للمنطقة I) :

$$1) \text{Min} (a, b) \geq 25 \text{ cm}$$

$$2) \text{Min} (a, b) \geq \frac{h_e}{20}$$

$$3) \frac{1}{4} \leq \frac{b}{a} \leq 4$$



الشكل 15: مخطط للطابق العادي .

h_e- : ارتفاع الأرضية .

ونعلم أن :

$$Nu = Nu_p + Nu_{pp} + Nu_{ps} + Nu_{pot}$$

$$S_{Aff} = 6,65 \times 5 = 33,25 \text{ m}^2$$

-مساحة الأرضية :

- الطول النسبي للرافدة الرئيسية : $L_{Aff} p_p = 6,65 \text{ m}$

- الطول النسبي للرافدة الثانوية : $L_{Aff} p_s = 5 \text{ m}$

حساب أبعاد الأعمدة (الطوابق التسعة) :

$$Nu_p = (1,35G + 1,5Q) \times S_{Aff} \text{ (الأرضيات)}$$

$$Nu_p = (1,35 \times 7 + 1,5 \times 1) \times 6,65 \times 5$$

$$Nu_p = 364,087 \text{ KN.}$$

- تحت تأثير القوة المحورية القصوى للرافدة الرئيسية :

$$Nu_{pp} = 1,35 (0,30 \times 0,45) 25 \times L_{Aff} \text{ الرافدة الرئيسية (6,65m)}$$

$$Nu_{pp} = 30,299 \text{ KN}$$

- تحت تأثير القوة المحورية القصوى للرافدة الثانوية :

$$Nu_{ps} = 1,35 (0,30 \times 0,40) 25 \times L_{Aff} \text{ الرافدة الثانوية (5m)}$$

$$Nu_{ps} = 20,250 \text{ KN}$$

- تحت تأثير القوة الطبيعية للعمود :

$$Nu_{pot} = 1.35(h_e - h_{pp}) \times a^2 \times 25 = 0$$

تصبح الصيغة متساوية في (المنطقة I) :

$$Br \geq \frac{1.2 \times Nu}{[1 \times (\frac{14.2}{0.9}) + 0.85 \frac{(0.8)}{100} \times 348]}$$

$$Br \geq 0,673767201. Nu$$

$$Nu = 364,087 + 30,299 + 20,250 + 0 = 414,637 \text{ KN}$$

$$Br \geq 0,673767201. Nu \quad \text{ومنه :}$$

$$Br \geq 0.6613690 \times 414.637 \text{ KN} = 279,368 \text{ cm}^2$$

$$Br = (a - 2) \times (b - 2) \geq 279,368 \Rightarrow a = b \geq 18,714$$

لذا فإن شكل الأعمدة في السطح هو $(35 \times 35) \text{ cm}^2$

وفقا للقوانين الجزائرية لمقاومة الزلازل (RPA 99, 2003) :

- $\text{Min}(35, 35) \geq 25\text{cm}$ (المنطقة I , S3)
- $\text{Min}(35, 35) \geq \frac{323}{20} = 16.15 \text{ cm}$ \Rightarrow الشروط محققة
- $\frac{1}{4} \leq \frac{b}{a} \leq 4 \Rightarrow \frac{1}{4} \leq \frac{35}{35} = 1 \leq 4$

ارتفاع الفراغ في الطابق $h_e = 3,23 \text{ m}$

معايير الانثناء :

$$\lambda = \frac{L_f}{i} \leq 35 \quad \lambda = \frac{L_f}{i} \leq 35 :$$

$$\Rightarrow B = a \times b$$

$$a = b$$

$$I = \frac{a \times a^3}{12} \Rightarrow i = \sqrt{\frac{I}{B}} = \frac{a}{\sqrt{12}}$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{L_f \times \sqrt{12}}{a} = \frac{0.7 \times 323 \times \sqrt{12}}{35} =$$

$$\Rightarrow \lambda = 22.37 \leq 35 \Rightarrow \text{الشرط محقق}$$

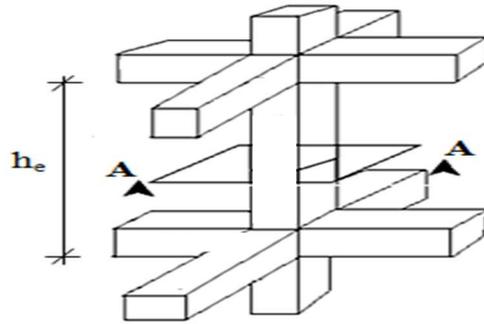
جدول 10: تحقيق شروط الانثناء للأعمدة .

الارتفاع h	الطوابق	G [KN]	Q [KN]	Nupp [KN]	Nups [KN]	Nlong [KN]	Nupot [KN]	Nplanc [KN]
3.23	الطابق التاسع	7	1	30.299	20.250		0.000	364.088
3.23	الطابق الثامن	12.1	2.5	60.598	40.500		11.494	667.826
3.23	الطابق السابع	17.2	3.85	90.897	60.750		22.987	964.084
3.23	الطابق السادس	22.3	5.05	121.196	81.000		34.481	1252.860
3.23	الطابق الخامس	27.4	6.1	151.495	101.250		49.493	1534.155
3.23	الطابق الرابع	32.5	7	181.794	121.500		64.505	1807.969
3.23	الطابق الثالث	37.6	7.75	212.093	141.750		83.504	2074.301
3.23	الطابق الثاني	42.7	8.5	242.392	162.000		102.504	2340.634
3.23	الطابق الأول	47.8	9.25	272.691	182.250		125.960	2606.966
4.08	الطابق الأرضي	52.9	10.000	302.990	202.500		149.416	2873.299
3.06	الطابق تحت سطح الرض (القبو)	60.43	10.75	333.289	222.750	45.487	186.476	3248.708

Nu [KN]	Ns [KN]	Br [cm2]	a	إختيار العמוד	تحقيق الشرط	$\min(a,b) \geq 25 ?$	$\min(a,b) \geq he/20 ?$	$1/4 \leq a/b \leq 4 ?$
414.637	303.444	279.368	18.714	35	22.379	محقق	محقق	محقق
780.418	568.851	525.820	24.931	35	22.379	محقق	محقق	محقق
1138.718	829.271	767.231	29.698	35	22.379	محقق	محقق	محقق
1489.537	1084.704	1003.601	33.680	40	19.582	محقق	محقق	محقق
1836.393	1337.755	1237.301	37.175	40	19.582	محقق	محقق	محقق
2175.767	1585.818	1465.961	40.288	45	17.406	محقق	محقق	محقق
2511.649	1831.848	1692.266	43.137	45	17.406	محقق	محقق	محقق
2847.530	2077.878	1918.572	45.802	50	15.666	محقق	محقق	محقق
3187.867	2327.210	2147.880	48.345	50	15.666	محقق	محقق	محقق
3528.205	2576.541	2377.189	50.756	55	17.989	محقق	محقق	محقق
4036.710	2950.440	2719.803	54.151	55	13.492	محقق	محقق	محقق

7.II / جدران القص:

- تم تحقيق أبعاد الخرسانة المسلحة وفقا للقانون (RPA99-V2003) وفقا للمادة 7.7.1 .
- من وظيفة جدران القص من ناحية لتدعيم المبنى عن خلال حمل القوى الأفقية (الزلازل والرياح) ومن ناحية أخرى لتولي جزء من القوى الأفقية (بالإضافة إلى 20 % لنظام التدعيم) التي يتم نقلها إلى الأساسات .
- الأحمال العمودية : الأحمال الدائمة والأحمال الزائدة.
 - الأحمال الأفقية : تأثير الزلازل والرياح.
- التحقق من الشروط التي يفرضها : (RPA99-V2003) .
- $$a \leq L/25 \text{ , } a \geq h_e /20$$



الشكل 11 : مقطع عرضي لجدار القص.

مع العلم :

L : طول الجدار.

a : سمك الجدار.

H : ارتفاع الأرضية.

h_e : ارتفاع الطابق.

h_d : سمك البلاطة.

$$h_e = H - h_d$$

$$h_{\max} = 408 \text{ cm} ; h_d = 20 \text{ cm} \text{ donc } \Rightarrow h_e = 388 \text{ cm}$$

الجدول 9: دراسة أبعاد جدران القص.

a (cm)	h _e /20	h _e (m)	h (m)	
20	0.143	2,86	3.06	الطابق تحت سطح الأرض (القبو)
20	0.194	3,88	4.08	الطابق الأرضي
20	0.151	3,03	3.23	الطوابق التسعة

الحد الأدنى لطول كل مجموعة من السرعة يساوي 1,25m لذلك تم التحقق من :

الشرط محقق => (RPA99-V2003)

" المحور الثالث : دراسة الأجزاء الثانوية "

1.III.دراسة الأرضيات :

1.1.III/ المقدمة :

العناصر الثانوية هي العناصر الحاملة ليست جزءاً من نظام التدعيم , أي العناصر الهيكلية الغير مساهمة في مقاومة الإجراءات الزلزالية .

خلال هذا الفصل سيتم حساب العناصر التالية :

- الأرضيات نات بلاطة (قوالب مفرغة ومُصممة) .

- الدرج .

- حافة جدار السطح.

- الشرفة.

-المصعد .

لحساب العناصر المكونة للهيكل سوف نتبع اللوائح والأساليب المعروفة (RPA99-V2003 و B.A.E.L91).

2.1.III/ حساب الأرضيات :

الأرضيات عبارة عن عناصر أفقية تستند إلى عناصر حاملة (الروافد والأعمدة والجدران الحاملة) التي تعتبر عناصر صلبة (عناصر غير قابلة للتشوه) ، وأنها تلعب عدة أدوار في البناء ، وهي :

1-العزل الحراري والصوتي .

2-دعم جميع الاحمال الدائمة وأحمال التشغيل .

3-إستعادة القوى الافقية .

4-إستئناف القوى الأفقية بسبب الرياح أو الزلازل على الجدران وتوزيع هذه القوى على العناصر الحاملة.

في بنائنا يمكننا التمييز بين نوعين من الارضيات :

-بلاطة ذات القوالب المفرغة.

-بلاطة مُصمته.

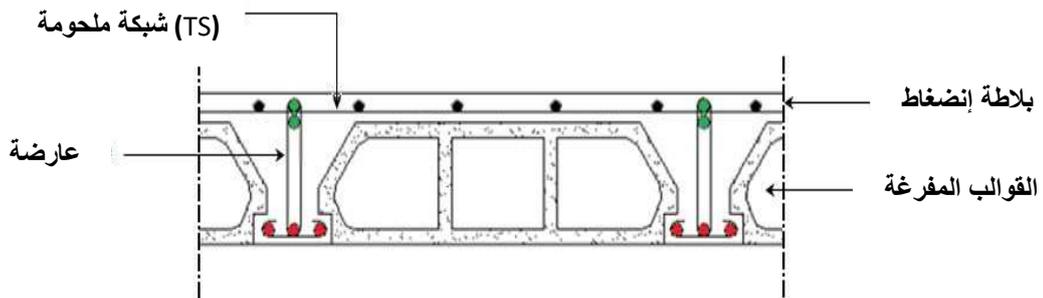
1.2.1.III/ بلاطة ذات القوالب المفرغة:

تتكون البلاطة ذات القوالب المفرغة من عنصرين أساسيين :

العناصر المقاومة: وهي عوارض على شكل حرف T مع توصيل فولاذي على لوح إنضغاط.

عصر الملاء (صب الخرسانة): ويتكون من الخرسانة يتم سكب و بلاطة الإنضغاط ملموسة ، معززة

بشبكة ملحومة ، مما يضمن توزيع أفضل للحمل.



الشكل 17: مقطع عرضي لبلاطة ذات القوالب المفرغة.

1.1.2.1.III / البعد المسبق للعوارض :

هي عوارض على شكل حرف T وهي مرتبة في إتجاه عمودي.
تعتبر البلاطة ذات القوالب المفرغة عنصر يعمل في إتجاه واحد .

- ارتفاع البلاطة : $h = 20\text{cm}$.

- سمك بلاطة الإنضغاط. $h_0 = 4\text{ cm}$

- سمك القوالب المفرغة. $h_1 = 16\text{ cm}$

2.1.2.1.III / تسليح بلاطة الإنضغاط :

يجب أن تتضمن بلاطة الإنضغاط شبكة من القضبان (شبكة ملحومة) ويجب ألا تتجاوز أبعاد الشبكة:

. 20 cm : التسليح العمودي على العوارض، والتي نلاحظ: A_{\perp} .

. 33 cm : للتسليحات الموازية للعوارض ، والتي نلاحظها: $A_{//}$.

يجب أن تفي أقسام التسليح بالشروط التالية:

$$Ln \leq 50\text{cm} \Rightarrow A_{\perp} \geq \frac{200}{f_e}$$

$$50\text{cm} \leq Ln \leq 80\text{cm} \Rightarrow A_{//} \geq \frac{4 \times Ln}{f_e}$$

يجب أن تحتوي التعزيزات الموازية للأضلاع على قسم :

$$A_{//} \geq \frac{A_{\perp}}{2}$$

مع العلم :

Ln : التباعد بين محاور العوارض بـ (cm) .

$f_e = 400\text{ MPa}$: f_e

A_{\perp} : حديد التسليح العمودي على العوارض بـ (cm/ml) .

$A_{//}$: حديد التسليح الموازي للعوارض بـ (cm/ml) .

1 - التعزيزات المتعامدة مع الأضلاع :

$$Ln = 60\text{cm} \Rightarrow 50\text{ cm} < Ln < 80\text{ cm}$$

لدينا في أرضيتنا

ومنه :

$$\emptyset 6 \Rightarrow f_e = 470\text{ MPa}$$

$$A_{\perp} = \frac{4 \times Ln}{f_e} = \frac{4 \times 60}{470} \Rightarrow A_{\perp} = 0.51\text{ cm}^2/\text{ml}$$

إختيار التسليح :

$$5T6/\text{ml} \rightarrow A = 1.41\text{ cm}^2/\text{ml}$$

(T6 \rightarrow e = 20cm).

2- التعزيزات المتوازية للأضلاع :

$$A // \geq \frac{A_{\perp}}{2} = \frac{0.51}{2} = 0.255 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

إختيار التسليح :

$$5T6/\text{ml} \rightarrow A = 1.41 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

(T6 \rightarrow e = 20 cm)

ومنه : الشبكة الملحومة المعتمدة هي : TSØ₆ (200x200) mm²:

3.1.2.1.III / دراسة العوارض :

في حالة الطوابق ذات الروافد (الثانوية أو الرئيسية) التي تعلوها لوحة عامة مرتبطة بها ، في المشروع لاستخدام حساب العوارض ، وطرق الحساب المبسطة التي يتم تحديد مجال تطبيقها أساساً اعتماداً على نسبة أحمال التشغيل وعلى الأحمال الدائمة وربما تكون محدودة بشروط إضافية: [20،BAEL91 / B.6.2] .

2.2.1.III / أحمال بلاطة ذات قوالب مفرغة:

- E.L.U :

$$Q_u = 1.35G + 1.5Q$$

- E.L.S :

$$Q_s = G+Q$$

$$q_u = (1.35G + 1.5Q) \times b$$

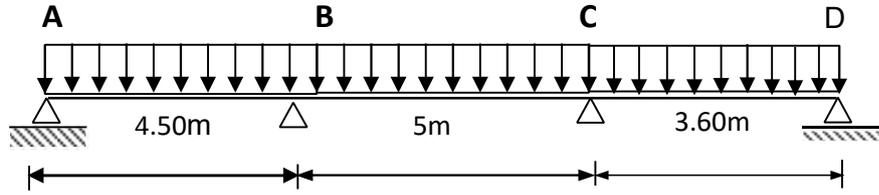
$$q_s = (G+Q) \times b$$

الجدول 12: ملخص أحمال الأرضيات .

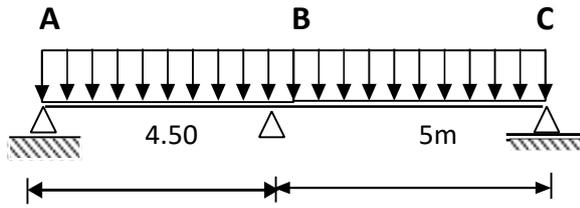
E.L.S	E.L.U	Q=Q×B (KN/m ²)	G=G×B (KN/m ²)	B(m)	الأحمال والأرضيات
q _s	q _u				
4.8	6.57	0.6	4.2	0.60	أرضية السطح
3.96	5.48	0.9	3.06	0.60	أرضية الطوابق الثمانية

1.2.2.1.III / أنواع العوارض :

-النوع الأول :



-النوع الثاني :



الشكل 18: رسم ثابت للعوارض.

2.2.2.1.III / طريقة حساب بلاطة ذات قوالب مفرغة:

الطرق المستخدمة لحساب عوارض الخرسانة المسلحة المستمرة هي:

طريقة (forfaitaire): للأرضيات ذات الحمل التشغيلي المعتدل ، [BAEL91 / B6.2 ، 21].

طريقة (Caquot): للأرضيات ذات الحمل التشغيلي العالي نسبياً أو غير المعتدل ، [BAEL91 / B.6.2 ، 22].

طريقة (forfaitaire):

1- مجال التطبيق (B.6.210):

لاستخدام طريقة (forfaitaire)، يجب إستيفاء الشروط التالية:

- أحمال التشغيل معتدلة ، أي: $Q \leq \max[2G ; 500] \text{ (daN/m}^2\text{)}$

- التشوه ليس ضاراً جداً.

- إن لحظات القصور الذاتي متطابقة لجميع الأزمنة .

- التحقق من الروافد المتتالية:

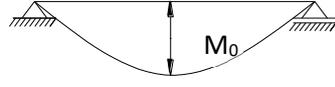
$$0.8 \leq \frac{L_i}{L_{i+1}} \leq 1.25$$

2- مبدأ الطريقة :

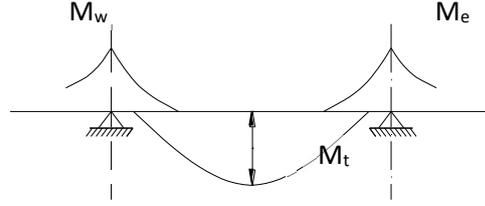
M_0 : القيمة القصوى لعزم الانحناء في الامتداد المرجعي (يتم دعم العارضة ببساطة).

M_e و M_w : القيم المطلقة للعزوم على الدعامات اليسرى واليمنى للامتداد.

M_t : الحد الأقصى للعزم في الامتداد.



(2) رافدة متوازنة .



(1) رافدة مستمرة .

الشكل 19: شكل اللحظات .

1 - في لحظة الأمتداد :

$$M_t + \frac{M_d + M_g}{2} \geq \max [(1 + 0.3\alpha)M, 1.05M].$$

$$M_t \geq \frac{1+1.03\alpha}{2} M \text{ (الأمْتدادات المتوسطة)}$$

$$M_t \geq \frac{1.2+1.03\alpha}{2} M \text{ (أمْتدادات الحواف)}$$

2- في لحظة الدعم :

$$M_{ar} = 0 \rightarrow \text{حالة الدعم البسيط}$$

$$M_{ar} = -0.2 M_0 \rightarrow \text{حالة شبه راحة}$$

$$M_{ar} = -0.4 M_0 \rightarrow \text{حالة الراحة}$$

3- في لحظة دعم الوسط :

$$M_{ai} = -0.6 M_0 \rightarrow \text{حالة الحزم بامتدادين}$$

$$M_{ai} = -0.5 M_0 \rightarrow \text{بالنسبة للدعامات المجاورة ، فإن حواف الحزم لحزمة تحتوي على أكثر من امتدادين}$$

$$M_{ai} = -0.4 M_0 \rightarrow \text{للدعامات الوسيطة الأخرى}$$

III.3.2.2.1/التحقق من شروط طريقة (forfaitaire):

التحقق من شروط طريقة (forfaitaire) في كلا النوعين :

$$Q \leq \max[2G; 5] \text{ en (KN/m}^2\text{)} \quad (1)$$

$$Q = 1 \text{ KN/m}^2 \text{ : لأرضية السطح}$$

$$Q = 1.50 \text{ daN/m}^2 \text{ : للطابق الحالي}$$

(2) تشوه .

(3) لحظات الجمود ثابتة.

$$0.8 \leq \frac{L_i}{L_{i+1}} = \frac{3.60}{5} = 0.72 \leq 1.25 \quad , \quad 0.8 \leq \frac{L_i}{L_{i+1}} = \frac{4.50}{5} = 0.9 \leq 1.25$$

← جميع الشروط محققة .

الخاتمة: إذن فإن طريقة (forfaitaire) قابلة للتطبيق لأنه تم التحقق من الشروط في النوعين .

4.2.2.1.III / تطبيق طريقة (forfaitaire):

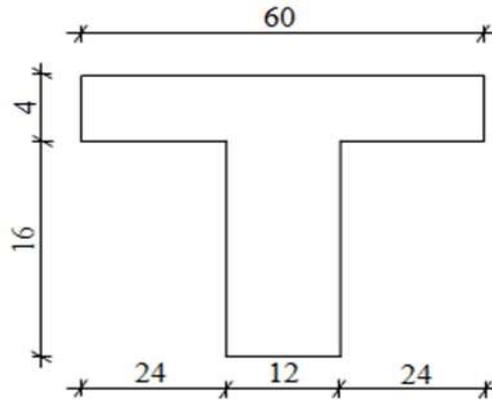
الجدول 13: ملخص عزوم العوارض .

قوة القص [KN]	لحظة الدعم [KN.m]		لحظة الأمتداد [KN.m]		الأنواع
	E.L.U	E.L.S	E.L.U	E.L.S	
E.L.U	E.L.U	E.L.S	E.L.U	E.L.S	النوع الأول
13.86	-7.24	-5.52	10.41	7.52	الطابق العادي والسطح
16.62	-8.68	-6.34	12.16	8.88	
17.37	-10.42	-7.61	11.29	13.16	النوع الثاني
14.49	-8.69	-6.28	9.68	11.29	الطابق العادي والسطح

الجدول 14: قيم العزوم القصوى .

قوة القص [KN]	لحظة الدعم [KN.M]		لحظة الأمتداد [KN.M]		الأنواع
	E.L.U	E.L.S	E.L.U	E.L.S	
E.L.U	E.L.U	E.L.S	E.L.U	E.L.S	النوع الثاني
17.37	-10.42	-7.61	12.16	13.16	

3.1.III / تسليح بلاطة ذات قوالب مفرغة:



الشكل 20: مقطع الحساب لبلاطة ذات القوالب المفرغة .

1.3.1.III / حساب التسليح العمودي:

حالة الحد النهائي (ELU):

لحظة الأمتداد:

$$M_t^u \max = 12.164 \text{ KN.m}$$

$$\rightarrow h = 20 \text{ cm} , h_0 = 4 \text{ cm} , b = 60 \text{ cm} , b_0 = 12 \text{ cm} , d = h - \frac{h_0}{10} = 18 \text{ cm} , c = h - d = 2 \text{ cm}.$$

التحقق من امتداد المنطقة المضغوطة:

$$M_T = \sigma_b \times b \times h_0 \times \left(d - \frac{h_0}{2} \right)$$

$$\sigma_b = \frac{0.85 \times f_{c28}}{\gamma_c} = \frac{0.85 \times 25}{1.5} = 14.2 \text{ MPa}$$

$$M_T = 14,2 \times 60 \times 4 \times \left(18 - \frac{4}{2} \right)$$

$$M_T = 54528 \text{ N.m} = 54.528 \text{ KN.M}$$

$$M_T = 54.528 \text{ KN.m} > M_t^u = 12.16 \text{ KN.m} \rightarrow \text{إذً يُعتبر قسم الحساب مستطيل الأبعاد .}$$

$$(b \times h) = (60 \times 20) \text{ cm}^2.$$

التحقق من وجود التسليح المضغوط A' :

$$\mu = \frac{M_t^u}{\sigma_b \times b \times d^2} = \frac{12164}{14,2 \times 60 \times 18^2} = 0,044$$

$$\mu = 0,044 < \mu_L = 0,392 \text{ (FeE400)} \Rightarrow A' \neq \emptyset$$

$$1000\varepsilon_s > 1000\varepsilon_l \Rightarrow \sigma_s = \frac{f_e}{\delta_s} = \frac{400}{1,15} = 348 \text{ MPa}$$

$$\alpha = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu}) \Rightarrow \alpha = 0,056$$

$$\beta = 1 - 0,4\alpha \Rightarrow \beta = 0,97$$

تحديد التسليح :

$$A_t^u = \frac{M_t^u}{\sigma_s \times \beta \times d} = \frac{12164}{348 \times 0,97 \times 18} = 2 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

حالة عدم الهشاشة :

$$f_{t28} = 0,6 + 0,06 \times f_{c28}$$

$$f_{t28} = 0,6 + 0,06 \times 25 = 2,1 \text{ MPa}$$

$$A_{\min} = 0,23 \times b_0 \times d \times \frac{f_{t28}}{f_e} = 0,23 \times 12 \times 21,6 \times \frac{2,1}{400} = 0,31 \text{ cm}^2$$

$$A_t^u = \max(A_{\text{cal}}; A_{\min}) \Rightarrow A_t^u = 2 \text{ cm}^2$$

$$3T10 \rightarrow A_t^u = 2,36 \text{ cm}^2$$

إختيار التسليح:

لحظة الدعم:

$$M_a^u = -10,426 \text{ KN.m}$$

$$M_a^u < 0 \rightarrow (b_0 \times h) = (12 \times 20) \text{ cm}^2.$$

التحقق من وجود التسليح المضغوط A' :

$$\mu = \frac{M_a^u}{\sigma_b \times b \times d^2} = \frac{10426}{14,2 \times 12 \times 18^2} = 0,18$$

$$\mu = 0,18 < \mu_L = 0,392 \text{ (FeE400)} \Rightarrow A' \nexists$$

$$1000\varepsilon_s > 1000\varepsilon_l \rightarrow \sigma_s = \frac{f_e}{\delta_s} = \frac{400}{1,15} = 348 \text{ MPa}$$

$$\alpha = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu}) \rightarrow \alpha = 0,25$$

$$\beta = 1 - 0,4\alpha \rightarrow \beta = 0,90$$

تحديد التسليح :

$$A_a^u = \frac{M_a^u}{\sigma_s \times \beta \times d} = \frac{10426}{348 \times 0,90 \times 18} = 1,84 \text{ cm}^2.$$

حالة عدم الهشاشة :

$$A_{\min} = 0,23 \times b_0 \times d \times \frac{f_{t28}}{f_e}$$

$$A_{\min} = 0,23 \times 12 \times 18 \times \frac{2,1}{400} = 0,26 \text{ cm}^2$$

$$A_a^u = \max(A_{\text{cal}}; A_{\min}) \Rightarrow A_a^u = 1,84 \text{ cm}^2$$

$$1T12 + 1T10 \rightarrow A_a^u = 1,92 \text{ cm}^2$$

إختيار التسليح:

حالة الحد الخدمة E.L.S :

لحظة الأمتداد :

$$M_t = 12.164 \text{ KN. m}$$

$$M_s = 13.168 \text{ KN. m}$$

$$\sigma_b < \bar{\sigma}_b = 0.6 \times f_{c28}$$

$$\rightarrow 0.6 \times 25 = 15 \text{ MPa}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{الأنحاء الفردي} \\ \text{مقطع مستطيل بدون فولاذ} \\ \text{FeF 400} \end{array} \right\} \rightarrow \alpha \leq \frac{\gamma-1}{2} + \frac{f_{c28}}{100}$$

$$\gamma = \frac{M_t^u}{M_t^{ser}} = \frac{12.164}{13.168} = 0.92$$

$$\frac{\gamma-1}{2} + \frac{f_{c28}}{100} = \frac{1.37-1}{2} + \frac{25}{100} = 0.21$$

$$\alpha = 0,045 < \frac{1,37-1}{2} + \frac{25}{100} = 0,435 \rightarrow \text{الشرط محقق}$$

ومنه: التسليح المحسوب في ELUR مناسب ل ELS.

لحظة الدعم :

$$M_u = -10.42 \text{ KN. M}$$

$$M_s = -7.61 \text{ KN. M}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{الأنحاء الفردي} \\ \text{مقطع مستطيل بدون فولاذ} \\ \text{FeF 400} \end{array} \right\} \rightarrow \alpha \leq \frac{\gamma-1}{2} + \frac{f_{c28}}{100}$$

$$\gamma = \frac{M_a^u}{M_a^{ser}} = \frac{10.42}{7.61} = 1,36$$

$$\frac{\gamma-1}{2} + \frac{f_{c28}}{100} = \frac{1.36-1}{2} + \frac{25}{100} = 0.43$$

$$\alpha = 0,16 < \frac{1,37-1}{2} + \frac{25}{100} = 0,43 \rightarrow \text{الشرط محقق}$$

ومنه: التسليح المحسوب في ELUR مناسب ل ELS.

حساب قوة القص:

التحقق من $\tau_u \leq \bar{\tau}_u$

$$T_{\max} = 17.377 \text{ KN}$$

$$\bar{\tau}_u = \min \left[0,2 \times \frac{f_{c28}}{\gamma_b}; 5 \text{ MPa} \right]$$

$$\bar{\tau}_u = 3.33 \text{ Mpa}$$

$$T_u = \frac{T_{\max}}{b_0 \times d} = \frac{17377}{120 \times 180} = 0.80 \text{ MPa}$$

$$\tau_u = 0,80 \text{ MPa} < \bar{\tau}_u = 3.33 \text{ MPa} \Rightarrow$$

التسليحات الأفقية متعامدة مع خط الوسط .

التحقق من وجود التسليح الأفقي المضغوط A' :

$$\phi_t \leq \min \left(\frac{h}{35}; \frac{b_0}{10}; \phi_{l \min} \right)$$

$$\phi_t \leq \min \left(\frac{20}{35}; \frac{12}{10}; 1 \right) = 0.66 \text{ cm}$$

$$\phi_t = 6 \text{ mm FeE235} \Rightarrow 2\phi_6 \quad \rightarrow \quad A_t = 0,56 \text{ cm}^2$$

قطر التسليحات الأفقية δ_t :

$$\begin{cases} K = 0 \\ \alpha = 90 \end{cases}$$

$$\delta_{t1} \leq \frac{A_t \times 0,8 f_e}{b_0 \times \tau_u} = 14.17$$

$$\delta_{t1} \leq \frac{0.57 \times 0,8 \times 235}{12 \times 0.60} = 14.88$$

$$\delta_{t2} \leq \min(0,9 d ; 40 \text{ cm}) = 16.2$$

$$\delta_t \leq \min(\delta_{t1}; \delta_{t2}) = 14.88$$

التحقق من الحالة الغير هشة :

$$A_s \geq \frac{0.23 \cdot b_0 \times d \times f_{t28}}{f_e}$$

$$(0.23 \times 12 \times 18 \times 2.1) / 400 = 0.26 < A_s = 2.36 \text{ cm}^2 \text{ (محقق).}$$

حالة الأمتداد :

$$A_s = 0.26 \text{ cm}^2 < 1.57 \text{ cm}^2 \text{ (محقق).}$$

حالة الدعم :

وفق القواعد (BAEL B.6.5,1) :

ليس من الضروري حساب انحراف الحزمة إذا كان الأخير يرتبط بحزمة

وإذا استوفيت جميع الشروط التالية:

$$\frac{h}{l} \geq \max \left[\frac{1}{16}; \frac{Mt}{10 \times M0} \right]$$

$$\frac{A_s}{b0 \times d} \leq \frac{4.2}{f_e}$$

$$l \leq 8m$$

لدينا:

$$\frac{20}{320} = 0.062$$

$$\max \left[0.063; \frac{12.164}{10 \times 13.168} \right] = \max [0.063 ; 0.09]$$

$$0.046 < 0.09$$

→ محقق

$$\frac{A_s}{b0 \times d} \leq \frac{4.2}{f_e}$$

$$\frac{2.36}{12 \times 18} \leq \frac{4.2}{400}$$

$$0.01 \leq 0.01$$

→ محقق

$$l \leq 8m$$

$$3.20 < 8$$

→ محقق

ومنه : تم التحقق من الإنحراف وفقاً للمادة (BAEL B.6.5,1).

$$f \leq \bar{f} \quad , \quad \bar{f} = 0.5 + \frac{1}{1000} \quad \rightarrow (l > 5 m)$$

$$f = \frac{M_u \times l^2}{10 \times E_v \times I_f}$$

$$I_f = \frac{1,1 \times I_0}{1 + \lambda \times \mu}$$

ومنه:

$$I_0 = \frac{b \times h^3}{12} + 15 \times A_s \times \left(\frac{h}{2} - c \right)$$

$$I_0 = \frac{0,6 \times 0,20^3}{12} + 15 \times 2,36 \times \left(\frac{0,20}{2} - 0,02 \right) \times 10^{-4}$$

$$I_0 = 0,683 \times 10^{-3} \text{ m}^4$$

$$\lambda_i = \frac{0,05 \times b \times f_{t28}}{(2 \times b + 3 \times b_0) \rho} \quad \text{et} \quad \rho = \frac{A_s}{d \times b_0}$$

$$\rho = \frac{2.36}{0.12 \times 0.18} = 0.01$$

$$\lambda_i = \frac{0,05 \times 0.6 \times 2.1}{(2 \times 0.6 + 3 \times 12)0.01} = 4.487$$

$$\mu = 1 - \frac{1,75 \times f_{t28}}{4 \times \rho \times \sigma_s + f_{t28}}$$

$$\mu = 0.748$$

$$I_f = \frac{1,1 \times 1.31 \times 10^{-3}}{1 + 1.794 \times 0.784}$$

$$I_f = 6.15 \times 10^{-4} \text{ m}^4$$

$$E_v = 3700 \times \sqrt[3]{f_{c28}} = 10818.87 \text{ MPa}$$

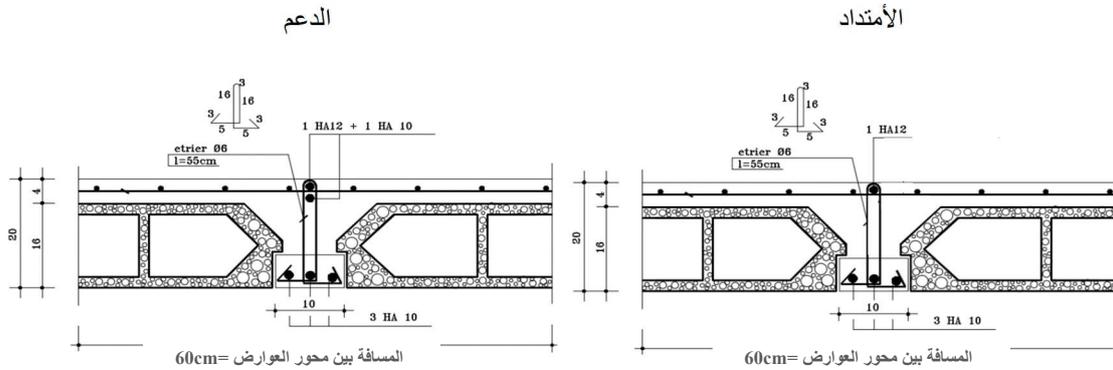
$$f = \frac{12164 \times 3.20^2}{10 \times 10818.9 \times 10^6 \times 6.15 \times 10^{-4}}$$

$$f = 0.00187 \text{ cm}$$

$$0.00187 < 0.5 + \frac{1}{1000} = 0.501$$

→ الشرط محقق

2.3.1.III / تسليح بلاطة ذات قوالب مفرغة :



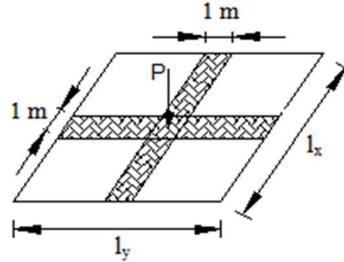
الشكل 21: تسليح العارضة.

4.1.III / طريقة حساب بلاطة مُصمتة :

البلاطة المُصمتة عبارة عن ألواح مستطيلة الشكل تمتد على نطاق واسع، وسمك عالي الدقة تكون دعوماتها عبارة عن روافد أو أعمدة خرسانية أو جدران القص.

طريقة الحساب :

يعتمد مبدأ الحساب على النقاط التالية :
تعتبر البلاطة بمثابة لوحة ترتكز على أربعة جوانب .



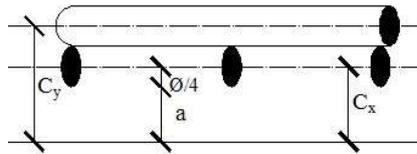
الشكل 22: قسم تسليح أرضية ذات بلاطة مُصممة.

شريط في الاتجاه x من الطول l_x والعرض 1 m ؛

شريط طول الاتجاه y طول l_y والعرض 1 m .

تحميل أولي P مطبق على شريط يساوي 1 m عمودياً على خطوط الدعم في E.L.U.R وفي E.L.S.

قطر التعزيزات :



الشكل 23: طلاء .

سيكون قطر التسليحات المستخدمة على الأكثر مساوياً لعشر سماكة البلاطة, وفق الـ [BAEL 91-14.5]

$$h_d = 15 \text{ cm.} \rightarrow \phi_{\max} \leq \frac{15}{10}$$

$$\phi_{\max} \leq \frac{15}{10} = 1.5 \text{ cm} \quad \text{سنأخذ} \quad \phi = 10 \text{ mm}$$

حساب الطلاء :

يعتبر التفسير غير ضار للغاية $a=10 \text{ mm}$

$$\begin{cases} C_x = a + \frac{\phi}{2} \\ C_y = a + \phi + \frac{\phi}{2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} C_x = 10 + \frac{10}{2} = 1.5 \text{ cm} \\ C_y = 10 + 10 + \frac{10}{2} = 2.5 \text{ cm} \end{cases}$$

مرتفعات مفيدة :

$$d_x = h_d - C_x = 15 - 1,5 = 13,5 \text{ cm}$$

$$d_y = h_d - C_y = 15 - 2,5 = 12,5 \text{ cm}$$

تباعد الإطار:

$$x-x : E = 25 \leq \min(3h_d ; 33\text{cm})$$

التعزيزات بالنسبة ل :

$$E = 25 \leq \min(45 ; 33)$$

$$E = 25 \text{ cm}$$

$$y-y : E = 25 \leq \min(4h_d ; 33\text{cm})$$

التعزيزات بالنسبة ل :

$$E = 25 \leq \min(60 ; 33)$$

$$E = 25 \text{ cm}$$

حساب إجهادات الضغط :

$$\text{لحظات الإنحناء : } \begin{cases} M_x^u = \mu_x \times \bar{q} \times l_x^2 \rightarrow \text{في الاتجاه في } I_x \\ M_y^u = \mu_y \times M_x^u \rightarrow \text{في الاتجاه في } I_y \end{cases}$$

$$\text{ومنه : } \mu_x \text{ et } \mu_y = f \left(\rho = \frac{l_x}{l_y} ; v \right)$$

$$\text{معامل بواسون : } \begin{cases} v = 0 \rightarrow \text{للخرسانة المنتشفقة [ELU] ;} \\ v = 0,2 \rightarrow \text{للخرسانة الغير منتشفقة [ELS].} \end{cases}$$

طريقة الحساب:

يتم أخذ الأستمرارية في الأعتبار على النحو الموصى به في (BAEL91):

لحظة الدعم:

$$0,3 M_0 \rightarrow \text{لدعم الحواف}$$

$$0,5 M_0 \rightarrow \text{لدعم المتوسط}$$

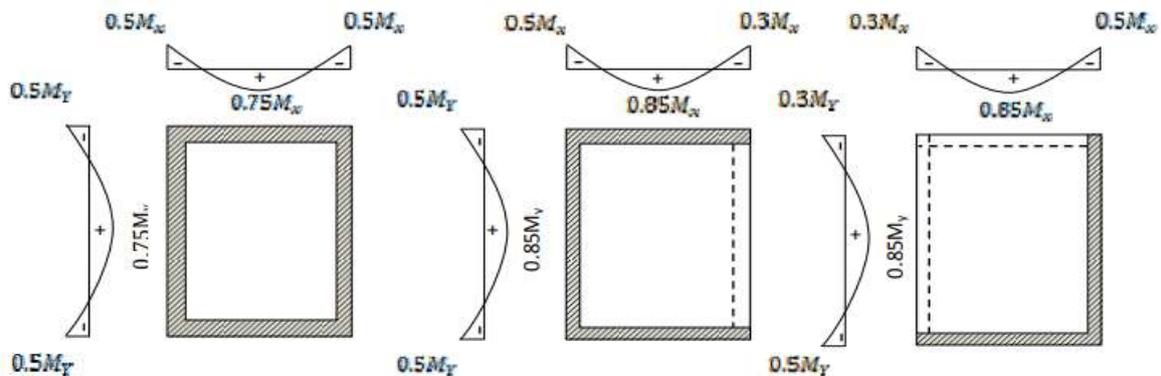
لحظة الأمتداد:

$$0,85 M_0 \rightarrow \text{بالنسبة لبلاطة الحواف}$$

$$0,75 M_0 \rightarrow \text{بالنسبة للبلاطة المتوسطة}$$

ومنه :

M_0 : لحظة الإنحناء للبلاطة المتوازية .



طريقة الحساب :

$$\alpha = \frac{l_x}{l_y} = \frac{1.12}{4.45} = 0.25 .$$

يتكون لوح الأرضية :

$$G' = 3,78 \text{ KN/m}^2.$$

$$Q = 2.5 \text{ KN/m}^2.$$

الوزن الذاتي :

$$g = \text{سمك البلاطة} \times 25 \text{ KN/m}^3.$$

$$g = 3.75 \text{ KN/m}^3.$$

ELU :

الأحمال الدائمة :

$$G = g + G'$$

$$G = 3.75 + 3,78 = 7,53 \text{ KN/m}^2.$$

: q_u

$$q_u = (1,35.G + 1,5 Q) = 1,35 \times 7,53 + 1,5 \times 2.5 = 13,92 \text{ KN/m}.$$

$$\mu_x = \frac{1}{8 \times (1 + 2.4 \alpha^3)}$$

$$\mu_x = \frac{1}{8 \times (1 + 2.4 \times 0.25^3)}$$

$$\mu_x = 0,120.$$

$$\mu_y = \alpha^2 \times (1 - 0,95 \times (1 - \alpha)^2)$$

$$\mu_y = 0.25^2 \times (1 - 0,95 \times (1 - 0.25)^2)$$

$$\mu_y = 0.029.$$

بالنسبة ل: L_x

$$M_{0x} = \mu_x \times q_u \times l_x^2 = 0.120 \times 13,92 \times 1,12^2 = 2,10 \text{ KN.m}.$$

$$T_{ux} = \frac{q_u \times l_x}{2 + \alpha}$$

$$T_{ux} = \frac{13,92 \times 1,12}{2 + 0.25}$$

$$T_{ux} = 6,93 \text{ KN}.$$

بالنسبة ل: L_y

$$M_{0y} = \mu_y \times M_x = 0,029 \times 2,10 = 0,06 \text{ KN.m}.$$

$$T_{uy} = \frac{q_u \times l_y}{3}$$

$$T_{uy} = \frac{13,92 \times 4,45}{3}$$

$$T_{u_x} = 20,65 \text{ KN.}$$

ELS :

$$q_s = (G + Q) \times 1$$

$$q_s = (7,53 + 2,5) \times 1$$

$$q_s = 10,03 \text{ KN /m.}$$

وفقاً لإتجاه L_x :

$$M_{0x} = \mu_x \times q_s \times l_x^2 = 0.120 \times 10,03 \times 1.12^2 = 1,50 \text{ KN.m.}$$

$$T_{u_x} = \frac{q_u \times l_x}{2 + \alpha}$$

$$T_{u_x} = \frac{13,92 \times 1,12}{2 + 0.25}$$

$$T_{u_x} = 31,18 \text{ KN..}$$

وفقاً لإتجاه L_y :

$$M_{0y} = \mu_y \times M_x = 0,029 \times 1.50 = 0,04 \text{ KN.m}$$

$$T_{u_y} = \frac{q_s \times l_y}{3}$$

$$T_{u_y} = \frac{10,03 \times 4,45}{3}$$

$$T_{u_x} = 15,27 \text{ KN.}$$

حساب التسليح في حالة الأمتداد:

ELU :

X-X :

$$M_{0x} = 1,79 \text{ KN.m}$$

$$\mu_x = \frac{M_x}{\sigma_b \times d^2 \times b}$$

$$\mu_x = \frac{1790}{14.2 \times 13.5^2 \times 100}$$

$$\mu_x = 0.048 \leq \mu_1 = 0.392 \text{ (Fe=400)}$$

$$A' \neq , 1000s_s > 1000s_L$$

$$\alpha = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu}) = 0,06$$

$$\beta = 1 - 0,4\alpha = 0.97$$

$$A_{cal} = \frac{M_t}{\beta \times d \times \sigma_b}$$

$$A_{cal} = \frac{1790}{0.97 \times 13.5 \times 348}$$

$$A_{cal} = 0,38 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

Y-Y :

$$M_{0y} = 0,05 \text{ KN.m.}$$

$$\mu_y = \frac{M_y}{\sigma_b \times d^2 \times b}$$

$$\mu_x = \frac{50}{14.2 \times 12.5^2 \times 100}$$

$$\mu_x = 0.0002 \leq \mu_l = 0.392 \text{ (Fe=400)}$$

$$A' \nlessgtr , 1000s_s > 1000s_L$$

$$\alpha = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu}) = 0,0002$$

$$\beta = 1 - 0,4\alpha = 0.99$$

$$A_{cal} = \frac{M_t}{\beta \times d \times \sigma_b}$$

$$A_{cal} = \frac{50}{0.99 \times 12.5 \times 348}$$

$$A_{cal} = 0,01 \text{ cm}^2/\text{ml}.$$

حساب التسليح في حالة الدعم:

ELU :

X-X :

$$M_{0x(w)} = 0,63 \text{ KN.m}$$

$$\mu_x = \frac{M_x}{\sigma_b \times d^2 \times b}$$

$$\mu_x = \frac{630}{14.2 \times 13.5^2 \times 100}$$

$$\mu_x = 0.002 \leq \mu_l = 0.392 \text{ (Fe=400)}$$

$$A' \nlessgtr \text{ et } 1000s_s > 1000s_L$$

$$\alpha = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu}) = 0.002$$

$$\beta = 1 - 0,4\alpha = 0.99$$

$$A_{cal(w)} = \frac{M_t}{\beta \times d \times \sigma_b}$$

$$A_{cal(w)} = \frac{630}{0.99 \times 13.5 \times 348}$$

$$A_{cal(w)} = 0,13 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

$$M_{0x(e)} = 1,05 \text{ KN.m}$$

$$\mu_x = \frac{M_x}{\sigma_b \times d^2 \times b}$$

$$\mu_x = \frac{1050}{14.2 \times 13.5^2 \times 100}$$

$$\mu_x = 0.004 \leq \mu_l = 0.392 \text{ (Fe=400)}$$

$$A' \nlessgtr , 1000s_s > 1000s_L$$

$$\alpha = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu}) = 0.005$$

$$\beta = 1 - 0,4\alpha = 0.99$$

$$A_{cal} = \frac{M_t}{\beta \times d \times \sigma_b}$$

$$A_{cal(e)} = \frac{1050}{0.99 \times 13.5 \times 348}$$

$$A_{cal(e)} = 0,22 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

Y-Y :

$$M_{0y} = 0,03 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$\mu_y = \frac{M_y}{\sigma_b \times d^2 \times b}$$

$$\mu_x = \frac{30}{14.2 \times 12.5^2 \times 100}$$

$$\mu_x = 0.0001 \leq \mu_1 = 0.392 \text{ (Fe=400)}$$

$$A' \neq , 1000s_s > 1000s_L$$

$$\alpha = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu}) = 0,0001$$

$$\beta = 1 - 0,4\alpha = 0.99$$

$$A_{cal} = \frac{M_t}{\beta \times d \times \sigma_b}$$

$$A_{cal} = \frac{30}{0.99 \times 12.5 \times 348}$$

$$A_{cal(n,s)} = 0,01 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

إختيار التسليح:

Y-Y :

$$A_{Y \min} = 8 h_0 \text{ (FeE400)} \rightarrow A_{Y \min} = 8 \times 0,15 = 1,2 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

$$A_{T_y} = 0,01 \text{ cm}^2 < A_{Y \min} \rightarrow A_{T_y} = 1,2 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

$$A_{A_y} = 0,01 \text{ cm}^2 < A_{Y \min} \rightarrow A_{A_y} = 1,2 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

X-X :

$$A_{x \min} = \frac{3 - \alpha}{2} \times A_{x \min}$$

$$A_{x \min} = \frac{3 - 0,25}{2} \times 1,2$$

$$A_{x \min} = 1,65 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

$$A_{T_x} = 0,38 \text{ cm}^2 < A_{x \min} \rightarrow A_{T_x} = 1,65 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

$$A_{A_x} = 0,22 \text{ cm}^2 < A_{x \min} \rightarrow A_{A_x} = 1,65 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

إختيار التسليح:

لحظة الأمتداد:

X-X :

$$A_{T_x} = 1,65 \text{ cm}^2/\text{ml} \rightarrow 4T8 = 2,01 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

$$A_{A_{y(w,e)}} = 1,65 \text{ cm}^2/\text{ml} \rightarrow 4T8 = 2,01 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

Y-Y :

$$A_{T_x} = 1,2 \text{ cm}^2/\text{ml} \rightarrow 4T8 = 2,01 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

$$A_{A_y(n,s)} = 1,2 \text{ cm}^2/\text{ml} \rightarrow 4T8 = 2,01 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

حساب قوة القص:

$$T_u = \frac{T_x}{d \times b_0} = \frac{6920}{1000 \times 135} = 0,051 \text{ MPa}$$

$$\bar{\tau}_u = 0,07 \times \frac{f_{c28}}{\gamma_b} = 0,07 \times \frac{25}{1,5} = 1,157 \text{ MPa}$$

الشرط محقق $1,157 > 0,232$

ومنه: التعزيزات الأفقية ليست ضرورية.

الجدول 15: نتائج التسليح في XX و YY.

		A_{cal} [cm ² /ml]	A_{min} [cm ² /ml]	إختيار التسليح [cm ² /ml]	التباعد (cm)
X-X	T	0,38	1,65	4T8	25
	A _w	0,13	1,65	4T8	25
	A _e	0,22	1,65	4T8	25
Y-Y	T	0,01	1,2	4T8	25
	A _n	0,01	1,2	4T8	25
	A _s	0,01	1,2	4T8	25

الجدول 16: التحقق من الضغوط وفقاً للتوجيهات XX و YY

		M_u	M_s	γ	$\alpha = \frac{\gamma-1}{2} + \frac{f_{c28}}{100}$	شرط التحقق
X-X	T	1,79	1,28	1.39	0.445	محقق
	A _w	-0,63	-0,452	1.39	0.445	محقق
	A _e	-1,05	-0,752	1.39	0.445	محقق
Y-Y	T	0,05	0,036	1.39	0.445	محقق
	A _n	-0,032	-0,023	1.39	0.445	محقق
	A _s	-0,032	-0,023	1.39	0.445	محقق

التحقق من وجود الإنحراف :

$$\frac{h_d}{L_x} > \frac{1}{16} \Rightarrow \frac{h_d}{L_x} = \frac{15}{234} = 0,064 < \frac{1}{16} = 0,0625 \dots \dots \text{لم يتحقق}$$

$$\frac{A}{b.d} \leq \frac{4.2}{f_e} \Rightarrow \frac{2,01}{100 \cdot 13.5} = 0,0014 < \frac{4.2}{400} = 0,0105 \dots \dots \text{تحقق}$$

لم يتم التحقق من أحد الشروط.

التحقق من الأتجاه:

بالنسبة للعوارض المدعومة :

$$f = \frac{M.l^2}{10 \cdot E_v \cdot I_{Fv}} , f \leq \bar{f}$$

$$\bar{f} = \begin{cases} \frac{1}{400} (L \leq 5) \\ 0,5 \text{ cm} + \frac{1}{1000} (L > 5) \end{cases}$$

$$I_{Fv} = \frac{bh^3}{12} = \frac{100 \cdot 13,5^3}{12} = 0,00020 \text{ m}^4$$

$$E_v = 3700 \cdot \sqrt[3]{f_{c28}} = 3700 \cdot \sqrt[3]{25} = 10818,9 \text{ MPa}$$

XX :

$$M_{u \max} = 1,79 \text{ KN.m}$$

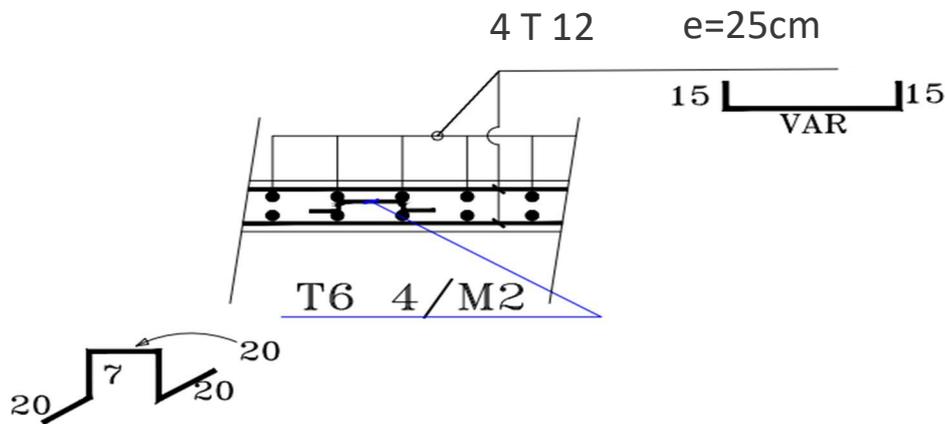
$$f = 0,0001 \text{ cm} < \bar{f} = 0,58 \text{ cm} \rightarrow \text{الشرط محقق}$$

YY :

$$M_{u \max} = 0,05 \text{ KN.m}$$

$$f = 0,00004 \text{ cm} < \bar{f} = 0,8 \text{ cm} \rightarrow \text{محقق}$$

5.1.III / تسليح بلاطة مُصمتة :



الشكل 24: تسليح بلاطة مُصمتة .

2.III. دراسة الدرج :

1.2.III/ المقدمة:

الدرج هو عنصر أساسي يتيح الوصول إلى طوابق المبنى المختلفة , يتكون من سلسلة من الدرجات من الخرسانة المسلحة أو الخشب أو المعدن.

2.2.III/ شرح معنى الدرج :

هو عبارة عن مستوى مائل الغرض منه الوصول بسهولة من طابق لآخر وعدد من الدرجات التي تحدد إرتفاع الأرض ، ويمكن أن تكون حاملة أو محمولة على مقعد.

1-مرحلة القلبة :

هو بلاطة خرسانية معززة يتوافق ميلها مع الدرج, تأخذ دور الهبوط أو الصعود.

2-مرحلة الفاصل :

يمكنك دائماً تجهيز الدرج ببلاطة صغيرة تسمى الفاصل، لأنها تتيح للمستخدمين الراحة.

3-سطح الدرجة:

طول الدرجة .

3.2.III/إختيار الأبعاد :

1-حالة سهولة الوصول :

يجب على المرء إحترام شرط علاقة بلانداي مما يجعل من الممكن تحديد قيمتي h و g كدالة للوحدة المقابلة لطول الدرجة :

$$59 \text{ cm} \leq 2h + g \leq 66 \text{ cm}$$

ومنه :

h : القائمة.

g : النائمة .

H : ارتفاع الطابق .

L : طول الدرجة .

n : عدد الدرجات.

- وفقاً لعلاقة بلانداي :

$$59 \text{ cm} \leq 2h + g \leq 66 \text{ cm}$$

$$59 \text{ cm} \leq 2 \times 17 + 30 \leq 66 \text{ cm}$$

$$59 \text{ cm} \leq 64 \text{ cm} \leq 66 \text{ cm}$$

→ الشرط محقق

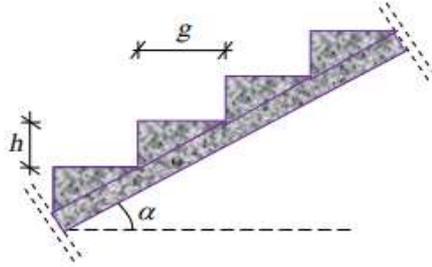
$$H = n \times h \rightarrow h = \frac{H}{n}$$

$$L = (n-1) \times g \rightarrow g = \frac{L}{n-1}$$

زاوية بداية صعود الدرج :

$$\tan \alpha = h/g = 17/30 = 0.567$$

$$\alpha = 29.53^\circ$$



الخاتمة: لدينا ثلاثة أنواع من الدرج :

- 1- النوع الأول : من الطابق الأول إلى الطابق الثامن , مكون من تسعة عشر درجة مكونة من ثلاث قلبات وحالتي فاصل .
- 2- النوع الثاني : من الطابق الأرضي إلى الطابق الأول , مكون من ثمانية عشر درجة مكونة من حالتي قلبة وحالة فاصلة واحدة .
- 3- النوع الثالث : من القبو إلى الطابق الأول , مكونة من ثمانية عشر درجة مكونة من حالتي فاصل وحالتي قلبات .

4.2.III/ حالة الفاصل:

هناك ثلاثة أنواع من الفواصل (فاصل الإنطلاق و فاصل الراحة و فاصل الوصول)

الجدول 17: أحمال أرضية الدرج في حالة الفاصل .

G (KN/m ²)	e (m)	ρ (KN/m ³)	المواد	/
3,75	0,15	25	تحميل الوزن الذاتي	1
0,42	0,02	21	طلاء الرخام	2
0,40	0,02	20	وضع الملاط	3
0.40	0,02	20	الجص الأسمنتي	4
4,97				الحمولات الدائمة G
2,50				حمولات التشغيل Q

5.2.III/ حالة القلبة :

الجدول 18: أحمال أرضية الدرج في حالة القلبة .

G (KN/m ²)	e (m)	ρ (KN/m ³)	المواد	/
0,42	0,02	21	كسوة رخامية أفقية	1
0,40	0,02	20	ملاط أفقي	2
0,25	/	21	طلاء رخامي عامودي ep x 20 x h/g	3
4,10	/	25	وزن الدرج في حالة الصعود ep x 25 /cos α	4
1,87	/	22	الوزن الخاص بالدرجات $\frac{h}{2} \times 22$	5
0,10	/	/	الحيط	6
0,11	0,01	10	طلاء الأسمنت ep x 10 /cosα	7
7,25				الحمولات الدائمة G
2,50				حمولات الاستغلال Q

6.2.III/ طريقة الحساب:

L'ELU :

$$q_{\text{الفصل}} = 1,35 \cdot 4,97 + 1,5 \cdot 2,5 = 10,46 \text{ KN/m}$$

$$q_{\text{القلبة}} = 1,35 \cdot 7,25 + 1,5 \cdot 2,5 = 13,54 \text{ KN/m}$$

L'ELS :

$$q \text{ الفاصل} = 4,97 + 2,5 = 7,47 \text{ KN/m}$$

$$q \text{ القلية} = 7,25 + 2,5 = 9,75 \text{ KN/m}$$

النوع الأول: درج الطوابق الثمانية .

$$n = N_c - 1 = 8 - 1 = 7 \text{ درجة}$$

طول بداية صعود الدرج:

$$L = L' + L \text{ حالة الفاصل}$$

$$L' = \frac{h \times n}{\sin \alpha}$$

$$L' = \frac{0,17 \times 7}{\sin 29,53} = 2,41 \text{ m}$$

$$L = L' + 1,30$$

$$\frac{L_R}{30} \leq ep \leq \frac{L_R}{20} \rightarrow \frac{371}{30} \leq ep \leq \frac{371}{20} \rightarrow 12,36 \leq ep \leq 18,5 \rightarrow ep = 15 \text{ cm}$$

الجزء الأول:

$$H = 1,36 \text{ m}; n = 8 \text{ درجة}; G = 30 \text{ cm}$$

$$\text{طول الدرجة} = 1,3 \text{ m}$$

$$h = 17 \text{ cm}$$

$$59 \text{ cm} \leq G + 2h = 30 + 2 \cdot 17 = 64 \leq 66 \text{ cm} \rightarrow \text{تم التحقق من علاقة بلاندا}$$

$$Tg \alpha = \frac{17}{30} \cong 0,56 \rightarrow 30 < (\alpha = 29,53^\circ) < 40 \rightarrow \text{الشرط محقق}$$

الجزء الثاني:

$$H = 0,68 \text{ m}; n = 4 \text{ درجة}; G = 30 \text{ cm}$$

$$\text{طول الدرجة} = 1,3 \text{ m}$$

$$h = 17 \text{ cm}$$

$$59 \text{ cm} \leq G + 2h = 30 + 2 \cdot 17 = 64 \leq 66 \text{ cm} \rightarrow \text{تم التحقق من علاقة بلاندا}$$

$$Tg \alpha = \frac{17}{30} \cong 0,56 \rightarrow 30 < (\alpha = 29,53^\circ) < 40 \rightarrow \text{الشرط محقق}$$

الجزء الثالث :

$$H = 1.19 \text{ m} ; n = 7 \text{ درجة} ; G = 30 \text{ cm}$$

$$\text{طول الدرجة} = 1.3 \text{ m}$$

$$h = 17 \text{ cm}$$

$$59 \text{ cm} \leq G+2h = 30 + 2 \cdot 17 = 64 \leq 66 \text{ cm} \rightarrow \text{تم التحقق من علاقة بلانندال}$$

$$\text{الشرط محقق} \rightarrow 30 < (\alpha = 29.53^\circ) < 40 \rightarrow \text{الشرط محقق} \rightarrow \text{Tg } \alpha = \frac{17}{30} \cong 0,56$$

الجدول 19: أبعاد عناصر الدرج للطوابق الثمانية .

أجزاء الدرج	عرض الدرجة (cm)	عدد الدرجات (cm)	طول القلبة (cm)	ارتفاع القلبة (cm)	زاوية الانحدار (α°)
الجزء الأول	30	8	210	136	29.53°
الجزء الثاني	30	4	90	68	29.53°
الجزء الثالث	30	7	180	119	29.53°

الجدول 20: الأحمال الدائمة والتشغيلية .

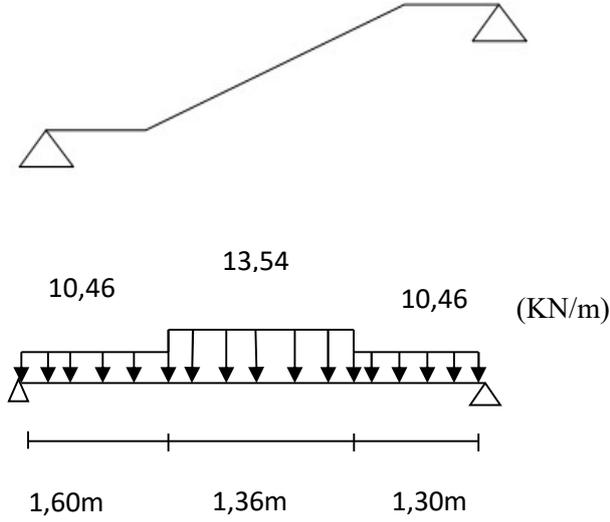
G(KN /m ²)	Q(KN/m ²)	Qu(KN/m ²)	Qs(KN/m ²)	
4.97	2.50	10.46	7.47	حالة الفاصل
7.25	2.50	13.54	9.75	حالة القلبة

7.2.III/حساب تسليح الدرج:

حساب لحظات الإنحناء والقوى الأفقية:

الجزء الأول :

حالة الحد النهائي (ELU) :



الشكل 25: الجزء الأول من درج الطوابق الثمانية .

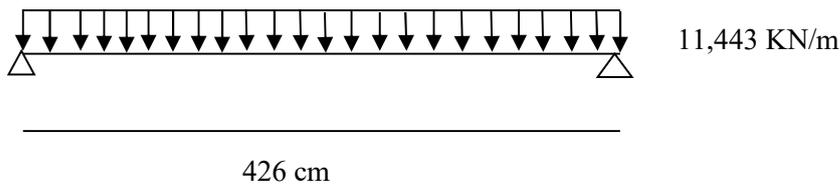
$$Q_{\text{الوسطى}} = \frac{10,46 \times 1,60 + 13,54 \times 1,36 + 10,46 \times 1,30}{4,26}$$

$$Q_{\text{الوسطى}} = 11,443 \text{ KN/m}$$

$$M_t = \frac{Q \times L^2}{8} = \frac{11,443 \times 4,26^2}{8} \times 0,85 = 22,063 \text{ KN.m}$$

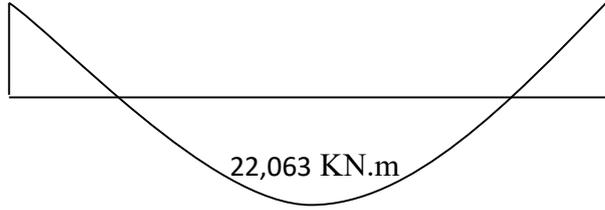
$$M_a = -0,3 \times M_{\text{max}} = -0,3 \times 25,957 = -7,787 \text{ KN.m}$$

$$T = \frac{Q \times l}{2} = \frac{11,443 \times 4,26}{2} = 24,373 \text{ KN}$$

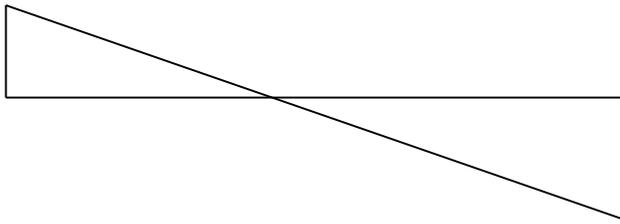


-7,787 KN.m

-7,787 KN.m



24,373 KN



-24,373KN

قوة القص (KN)	لحظة الدعم (KN.m)	لحظة الأمتداد (KN.m)
24,371	-7,787	22,063

لحظة الأمتداد :

$$\mu = \frac{Mt}{b \cdot d^2 \cdot \sigma_{bc}} = \frac{22063}{100 \cdot 12,5^2 \cdot 14,2} = 0,099 < 0,392 \text{ (FeE400)}$$

$$A' \neq A, \text{ ومنه } 1000\epsilon_s > 1000\epsilon_l \rightarrow \sigma_s = \frac{f_e}{\delta_s} = 348 \text{ MPa}$$

$$\diamond \alpha = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu}) = 0,13$$

$$\diamond \beta = 1 - 0,4\alpha = 0,94$$

$$\diamond \sigma_s = \frac{f_e}{\gamma_s} = \frac{400}{1,15} = 348 \text{ MPa}$$

$$A_{cal} = \frac{Mt}{\beta \times d \times \sigma_s} = \frac{22063}{0,94 \times 12,5 \times 348} = 5,39 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

$$A_{min} = 0,23 \times b \times d \times \frac{f_{t28}}{f_e} = 0,23 \times 100 \times 12,5 \times \frac{2,1}{400} = 1,50 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

$$A = \max (A_{cal} ; A_{min}) = \max (5,39 ; 1,50) \text{ cm}^2$$

$$A = 5,39 \text{ cm}^2 / \text{ml}$$

إختيار التسليح :

$$5HA12 = 5,65 \text{ cm}^2$$

إطار التوزيع:

$$A_r = \frac{A}{4} = \frac{5,65}{4} = 1,41 \text{ cm}^2$$

إختيار التسليح:

$$3HA10 = 2,35 \text{ cm}^2$$

$$e \leq \min[3h ; 45] = \min[30 ; 45] \text{ cm} = 30 \text{ cm} \rightarrow \text{الشرط محقق}$$

لحظة الدعم:

$$\mu = \frac{Ma}{b \cdot d^2 \cdot \sigma_{bc}} = \frac{7787}{100 \cdot 12,5^2 \cdot 14,2} = 0,035 < 0,392 \text{ (FeE400)}$$

$$A' \geq A, \text{ ومنه } 1000 \epsilon_s > 1000 \epsilon_l \rightarrow \sigma_s = \frac{f_e}{\delta_s} = 348 \text{ MPa}$$

$$\alpha = 1,25 \left(1 - \sqrt{(1 - 2\mu)} \right) = 0,044$$

$$\beta = 1 - 0,4\alpha = 0,98$$

$$\sigma_s = \frac{f_e}{\gamma_s} = \frac{400}{1,15} = 348 \text{ MPa}$$

$$A_{cal} = \frac{Ma}{\beta \cdot d \cdot \sigma_s} = \frac{7787}{0,98 \cdot 12,5 \cdot 348} = 1,82 \text{ cm}^2$$

$$A_{min} = 0,23 \times b \times d \times \frac{f_{t28}}{f_e} = 0,23 \times 100 \times 12,5 \times \frac{2,1}{400} = 1,50 \text{ cm}^2$$

$$A = \max (A_{cal} , A_{min}) = \max (1,82 ; 1,50) \text{ cm}^2$$

$$A = 1,82 \text{ cm}^2 / \text{ml}$$

إختيار التسليح:

$$3T12 = 3,39 \text{ cm}^2$$

$$e \leq \min[3h ; 33 \text{ cm}] = \min[30 ; 33] \text{ cm} = 30 \text{ cm} \rightarrow \text{الشرط محقق}$$

إطار التوزيع:

$$A_r = \frac{A}{4} = \frac{3,39}{4} = 0,84 \text{ cm}^2$$

إختيار التسليح:

$$3T10 = 2,35 \text{ cm}^2$$

$$e \leq \min[3h ; 45] = \min[30 ; 45] \text{ cm} = 30 \text{ cm} \rightarrow \text{الشرط محقق}$$

حالة حد الخدمة (ELS) :

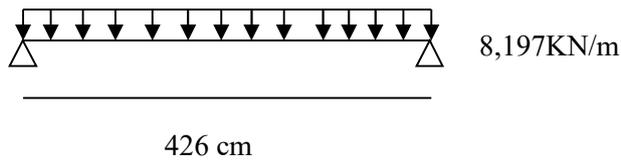
$$Q_{\text{الوسطى}} = \frac{7,47 \times 1,60 + 9,75 \times 1,36 + 7,47 \times 1,30}{4,26}$$

$$Q_{\text{الوسطى}} = 8,197 \text{ KN/m}$$

$$M_t = \frac{Q \times L^2}{8} = \frac{8,197 \times 4,26^2}{8} \times 0,85 = 15,804 \text{ KN.m}$$

$$M_a = -0,3 \times M_{\text{max}} = -5,578 \text{ KN.m}$$

$$T = \frac{Q \times L}{2} = \frac{8,197 \times 4,26}{2} = 17,459 \text{ KN}$$



$$-5,578 \text{ KN.m} \qquad -5,578 \text{ KN.m}$$



$$15,804 \text{ KN.m}$$

$$17,459 \text{ KN}$$



قوة القص (KN)	لحظة الدعم (KN.m)	لحظة الأمتداد (KN.m)
17,459	-5,578	15,804

ضارة
يمكن أن تكون الشقوق
الأنحاء الفردي
الجزء مستطيل
FeE400

$$\rightarrow \alpha < \frac{\gamma-1}{2} + \frac{f_{c28}}{100} \text{ مع } \gamma = \frac{M_u}{M_s}$$

في حالة عدم التحقق

التي تم إجراؤها على ELS

لحظة الأمتداد :

$$M_u = 22,063 \text{ KN.m}$$

$$M_s = 15,804 \text{ KN.m}$$

$$\gamma = 1,39$$

$$a = 0,4 < 0,445 \rightarrow \text{الشرط محقق}$$

لحظة الدعم :

$$M_u = - 7,787 \text{ KN.m}$$

$$M_s = - 5,578 \text{ KN.m}$$

$$\gamma = 1,39$$

$$\alpha = 0,4 < 0,445 \rightarrow \text{الشرط محقق}$$

التسليح المحسوب في ELUR مناسب ل ELS

الجدول 21: ملخص تسليح أجزاء درج الطوابق الثمانية .

إختيار التسليح	Ar إطار التوزيع	التسليح	إختيار التسليح	A min	A cal	الحالات	
	cm ²	cm ²		cm ²	cm ²		
3T10	1,41	5,65	5T12	1,50	5,39	الأمتداد	الجزء الأول
3T10	1,84	3,39	3T12	1,50	1,82	الدعم	
3T10	1,41	5,65	5T12	1,50	3	الأمتداد	الجزء الثاني
3T10	0,84	3,39	3T12	1,50	1,03	الدعم	
3T10	1,54	4,52	4T12	3,39	6	الأمتداد	الجزء الثالث
3T10	0,84	6,16	4T14	5,60	6	الدعم	

8.2.III/تسليح الدرج :

حساب قوة القص:

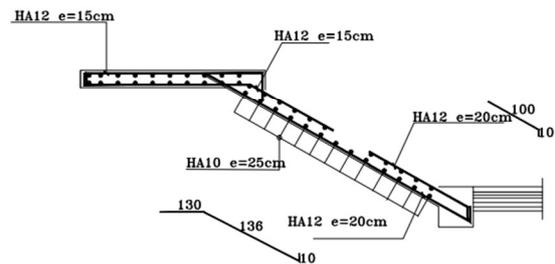
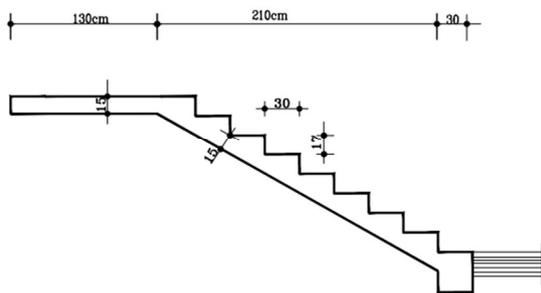
التحقق مما إذا كان التسليح الأفقي عمودى على خط الوسط:

$$\tau_u = \frac{T_u}{b_0 d} \leq \bar{\tau}_u$$

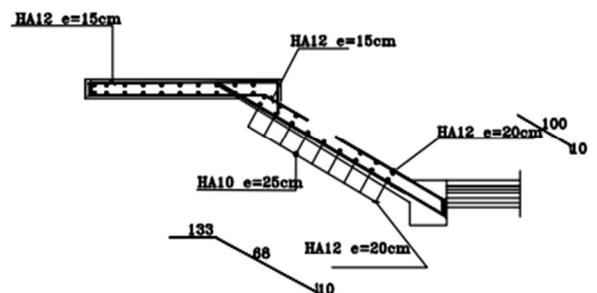
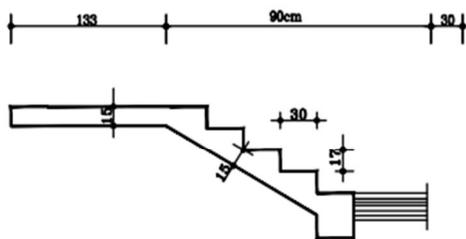
$$\bar{\tau}_u = \min \left(\frac{0,20 \cdot f_{c28}}{\gamma_b}; 5 \text{ MPa} \right) = \min (3,33 ; 5) = 3,33 \text{ MPa}$$

$$T_u = 9,74 \text{ KN} \Rightarrow \tau_u = \frac{24371}{1000 \cdot 125} = 0,194 \text{ MPa} < 3,33 \text{ MPa} \rightarrow \text{الشرط محقق}$$

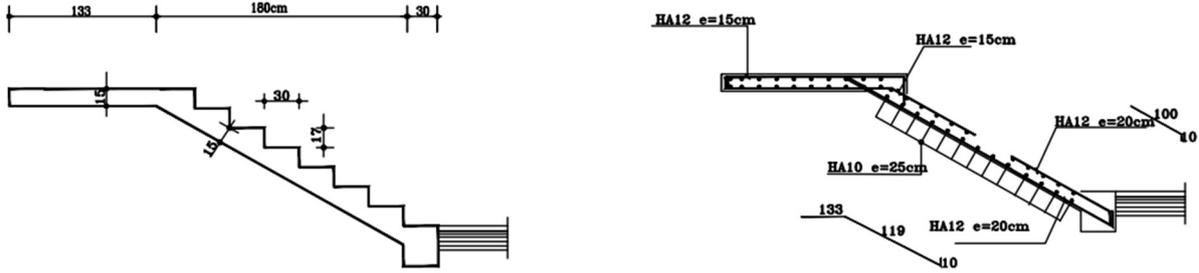
الجزء الأول



الجزء الثاني



الجزء الثالث

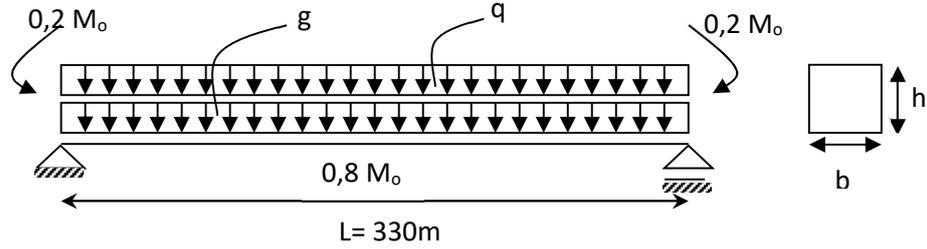


الشكل 26: تسليح أجزاء درج الطوابق الثمانية .

9.2.III / حساب رافدة الدرج:

يتم دعم رافدة الدرج على الروافد ويتم التأكيد عليها من خلال الأحمال القادمة من الدرجات ومرحل الراحة بالإضافة إلى الخطوات الحاملة.

يجب أن يتحقق ارتفاع رافدة الدرج من الشروط التالية:



الشكل 27: رافدة الدرج.

$$\frac{l}{15} \leq h \leq \frac{l}{10} \rightarrow \frac{330}{15} = 22 \leq h \leq \frac{330}{10} = 33$$

$$h = 30 \text{ cm}, b = 25 \text{ cm}$$

- طول الرافدة L

- عرض الرافدة b

- ارتفاع الرافدة h

- التحقق من الشروط التي تفرضها (RPA99-V 2003)

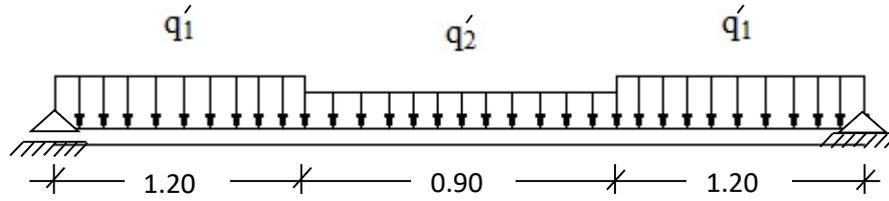
$$b = 25 \text{ cm} \geq 20 \text{ cm}$$

$$h = 30 \text{ cm} \geq 30 \text{ cm}$$

$$\frac{h}{b} = \frac{30}{25} = 1.2 \leq 4$$

⇒ الشرط محقق

لحظة الأحناء:



$$q_u^{eq} = \frac{q_2 \times l_2 + 2 \times q_1 \times l_1}{l_2 + 2l_1} + (g_p + g_m)$$

g_p ; g_{mur} : الوزن الميت لرافدة الدرج والجدار على التوالي.

q_1 : الحمل الموزع بشكل موحد بسبب ردود فعل النزول والصعود.

q_2 : الحمل الموزع بشكل موحد بسبب تفاعلات الخطوات الحاملة.

q_u^{eq} : حمل مكافئ يشدد على رافدة الدرج.

• حساب الوزن الذاتي للنقطة للحزمة المكسورة :

$$g_p = 0.30 \times 0.25 \times 2500 = 187,5 \text{ daN/m}$$

• حساب الحمل بسبب وزن الجدار :

$$g_{mur} = G_{mur} \times \frac{h_e}{2}$$

سمك الجدار :

$$e_p = 30 \text{ cm} \Rightarrow G_{mur} = 3,354 \text{ KN/ml}$$

ارتفاع الفراغ في الطابق :

$$h_e = 3.06 - 0.20 = 2.86 \text{ m} \Rightarrow g'_{mur} = 4,192 \text{ KN / ml}$$

المجموعات الأساسية :

حالة الحد النهائي (E.L.U.) :

$$q_u^1 = R_B^u = 31,63 \text{ KN/ ml}$$

$$q_u^2 = 17,664 \text{ KN / ml}$$

$$q_u^{eq} = 34,880 \text{ KN/ml}$$

$$M_0^u = \frac{q_{eq}^u \times l^2}{8} = 47,480 \text{ KN/ml}$$

لحظة الأمتداد :

$$M_t^u = 0.8 \times M_0^u = 37,984 \text{ KN. m}$$

لحظة الدعم :

$$M_0^u = -0.2 \times M_0^u = -9,496 \text{ KN. m}$$

حالة حد الخدمة (E.L.S.) :

$$q_1^s = R_b^s = 20,06 \text{ KN/ml}$$

$$q_2^s = 12,668 \text{ KN/ml}$$

$$q_{eq}^s = 23,273 \text{ KN/ml}$$

$$M_0^s = \frac{q_{eq}^s \times l^2}{8} = 31,680 \text{ KN/ml}$$

لحظة الأمتداد :

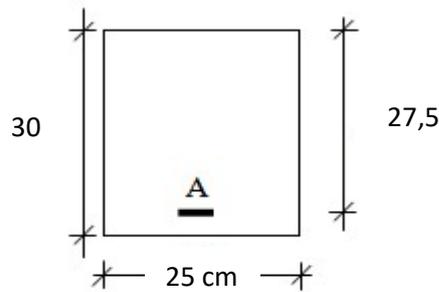
$$M_t^s = 0.8 \times M_0^s = 25,344 \text{ KN/ml}$$

لحظة الدعم :

$$M_a^s = -0.2 \times M_0^s = -6,336 \text{ KN/ml}$$

E.L.U (KN. m)	E.L.S (KN. m)	لحظة
37,984	25,344	الأمتداد
-9,496	-6,336	الدعم

حساب التسليح .



الشكل 28: قسم الحساب.

التحقق من وجود التعزيز المضغوط :

حالة الحد النهائي (E.L.U.) :

لحظة الأمتداد :

$$\mu = \frac{M_t}{b \cdot d^2 \cdot \sigma_b} = \frac{37984}{25 \cdot 27,5^2 \cdot 14,2} = 0,141 < 0,392 \text{ (FeE400)}$$

$$A' \nabla, \text{ ومنه } 1000\varepsilon_s > 1000\varepsilon_l \rightarrow \sigma_s = \frac{f_e}{\delta_s} = 348 \text{ MPa}$$

$$A_{cal} = \frac{Mt}{\beta \times d \times \sigma_s} = \frac{37984}{0,92 \times 27,5 \times 348} = 4,31 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

$$A_{min} = 0,23 \times b \times d \times \frac{ft_{28}}{f_e} = 0,23 \times 25 \times 27,5 \times \frac{2,1}{400} = 0,83 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

$$A = \max(A_{cal}; A_{min}) = \max(4,31; 0,83) \text{ cm}^2$$

$$A = 4,31 \text{ cm}^2 / \text{ml}$$

إختيار التسليح :

$$4\text{HA}14 = 6,16 \text{ cm}^2$$

إطار التوزيع :

$$A_r = \frac{A}{4} = \frac{6,16}{4} = 1,54 \text{ cm}^2$$

إختيار التسليح :

$$3 \text{ HA}10 = 2,35 \text{ cm}^2$$

$$e \leq \min[3h; 45] = \min[30; 45] \text{ cm} = 30 \text{ cm} \rightarrow \text{الشرط محقق}$$

لحظة الدعم :

$$\mu = \frac{Ma}{b \cdot d^2 \cdot \sigma_{bc}} = \frac{9496}{25 \cdot 27,5^2 \cdot 14,2} = 0,035 < 0,392 \text{ (FeE400)}$$

$$A' \nabla, \text{ ومنه } 1000\varepsilon_s > 1000\varepsilon_l \rightarrow \sigma_s = \frac{f_e}{\delta_s} = 348 \text{ MPa}$$

$$A_{cal} = \frac{Ma}{\beta \cdot d \cdot \sigma_s} = \frac{9496}{0,98 \cdot 27,5 \cdot 348} = 1,01 \text{ cm}^2$$

$$A_{min} = 0,23 \times b \times d \times \frac{ft_{28}}{f_e} = 0,23 \times 25 \times 27,5 \times \frac{2,1}{400} = 0,83 \text{ cm}^2$$

$$A = \max(A_{cal}, A_{min}) = \max(1,01; 0,83) \text{ cm}^2$$

$$A = 1,01 \text{ cm}^2 / \text{ml}$$

إختيار التسليح :

$$3\text{T}12 = 3,39 \text{ cm}^2$$

$$e \leq \min[3h; 33 \text{ cm}] = \min[30; 33] \text{ cm} = 30 \text{ cm} \rightarrow \text{الشرط محقق}$$

إطار التوزيع :

$$A_r = \frac{A}{4} = \frac{3,39}{4} = 0,84 \text{ cm}^2$$

إختيار التسليح :

$$3T10 = 2,35 \text{ cm}^2$$

$$e \leq \min[3h ; 45] = \min[30 ; 45] \text{ cm} = 30 \text{ cm} \rightarrow \text{الشرط محقق}$$

حالة حد الخدمة (ELS) :

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{يمكن أن تكون الشقوق ضارة} \\ \text{الأنحاء الفردي} \\ \text{الجزء مستطيل} \\ \text{FeE400} \end{array} \right. \rightarrow \alpha < \frac{\gamma-1}{2} + \frac{f_{c28}}{100} \text{ مع } \gamma = \frac{M_u}{M_s}$$

التي تم إجراؤها على ELS

لحظة الأمتداد:

$$M_u = 37,984 \text{ KN.m}$$

$$M_s = 25,344 \text{ KN.m}$$

$$\gamma = 1,49$$

$$\alpha = 0,4 < 0,445 \rightarrow \text{الشرط محقق}$$

التسليح المحسوب في E.L.U مناسب ل E.L.S

لحظة الدعم :

$$M_u = - 9,496 \text{ KN.m}$$

$$M_s = - 6,336 \text{ KN.m}$$

$$\gamma = 1,49$$

$$\alpha = 0,4 < 0,445 \rightarrow \text{الشرط محقق}$$

التسليح المحسوب في E.L.U مناسب ل E.L.S .

حساب قوة القص :

التحقق مما إذا كان التسليح العرضي الأفقي على خط الوسط :

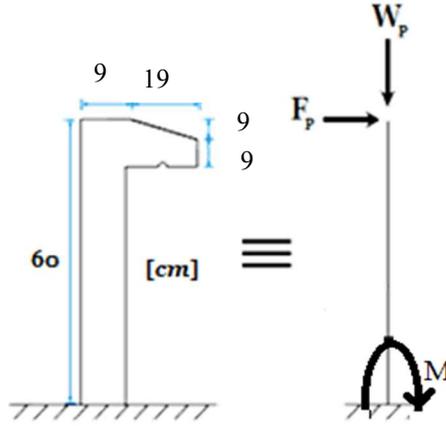
$$\bar{\tau}_u = \min \left(\frac{0,20 \cdot f_{c28}}{\gamma_b} ; 5 \text{ MPa} \right) = \min (3,33 ; 5) = 3,33 \text{ MPa}$$

$$\Rightarrow \tau_u = 0,837 \text{ MPa} < 3,33 \text{ MPa} \rightarrow \text{الشرط محقق}$$

3.III. حافة جدار السطح :

1.3.III/ تعريف :

حافة جدار السطح هي عنصر هيكلي يحيط بالمبنى، مصممة لحماية خط الأتصال بينها وبين شكل المنحدر ضد تسرب مياه الأمطار، يتم استيعابها بوحدة التحكم العمودي المضمنة في قاعدة أرضية السطح (شعاع الأرض) وتعرض الأخيرة لقوة طبيعية بسبب وزنها "WP" و "FP" الزائد المطبق أفقياً بسبب قوة الدفع .



الشكل 29: أبعاد حافة السطح .

2.3.III/ حساب تسليح حافة جدار السطح:

سيتم حساب حافة جدار السطح كوحدة تحكم على مستوى أرضية السطح الذي يتعذر الوصول إليه في الانحناء المركب لشريط يبلغ عرضه 1m وسمك 9 cm، سيتم حساب الحد في الإنحناء المركب تحت تأثير قوة عادية N وعزم الإنحناء في القاعدة .

نظراً لتعرض الطقس للأجواء الحادة، فسيتم اعتبار التشوه ضاراً .

3.3.III/ تحديد الوزن الذاتي للعناصر:

الوزن الذاتي : WP

WP: وزن العنصر المدروس .

$$W_p = \rho \times v = 25 \times \left[\frac{(0,09 \times 0,19)}{2} + (0,09 \times 0,19) + (0,60 \times 0,09) \right] \times 1 \text{ m}$$

$$W_p = 1,991 \text{ KN}$$

القوى الأفقية: FP [(R.P.A.99-V2003) (6.2.3)]

$$F_p = 4 \times A \times C_p \times W_p$$

ومنه :

A: معامل التسارع بالنسبة للمنطقة [(R.P.A.99-V2003) /T 4.1]

Cp : عامل القوة الأفقية للعناصر الثانوية [(R.P.A.99-V2003) /T 6.1]

-بالنسبة لبناننا :

(المنطقة I ; المجموعة 2) $A = 0.08$

(عنصر في وحدة التحكم) $C_p = 0.8$.

$$F_p = 4 \times 0.08 \times 0.8 \times 1.991$$

$$F_p = 0.509 \text{ KN}$$

$$F = \max(F_p, 1 \text{ KN}) = 1 \text{ KN}.$$

الجهد العادي والعزم:

حالة الحد النهائي (E.L.U.):

$$\begin{cases} N_u = 1.35 \times W_p \\ M_u = 1.5 \times F_p \times L \end{cases}$$

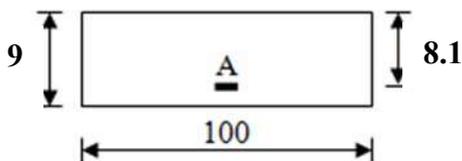
$$\begin{cases} N_u = 1.35 \times 1.991 \\ M_u = 1.5 \times 1 \times 0.6 \end{cases}$$

$$\begin{cases} N_u = 2.687 \text{ KN} \\ M_u = 0.900 \text{ KN.m} \end{cases}$$

حالة حد الخدمة (ELS):

$$\begin{cases} N_{ser} = W_p \\ M_{ser} = F_p \cdot L \end{cases}$$

$$\begin{cases} N_{ser} = 1.991 \text{ KN} \\ M_{ser} = 0.600 \text{ KN.m} \end{cases}$$



الشكل 30: قسم الحساب لجدار حافة السطح .

حساب التسليح :

التحقق من وجود التعزيز المضغوط :

حالة الحد النهائي (E.L.U.):

لحظة الأمتداد:

$$e = \frac{M}{N} = \frac{0.900}{2.687} = 0.334 \text{ m}$$

$$e = 33.4 \text{ cm} > h = \frac{9}{2} \text{ cm},$$

ستتم دراسة القسم في الإنحناء البسيط مع لحظة وهمية M_f مقارنة مع تسليح الشد.

$$M_1 = Nu \times (e + \frac{h}{2} - c)$$

$$M_1 = 0.900 \text{ KN.m}$$

$$\mu = \frac{M}{\sigma_b \times b \times d^2} = \frac{0.900 \times 1000}{14,2 \times 100 \times 8.1^2} = 0,009$$

$$\mu = 0,009 < \mu_L = 0,392 \text{ FeE400}$$

$$A' \geq A_s, \text{ ومنه } 1000\varepsilon_s > 1000\varepsilon_l \rightarrow \sigma_s = \frac{f_e}{\delta_s} = 348 \text{ MPa}$$

تحديد التسليح :

$$A_1 = \frac{M_1}{\sigma_s \times \beta \times d} = \frac{0.900 \times 1000}{348 \times 0,99 \times 8.1} = 0,322 \text{ cm}^2/\text{ml.}$$

$$A_s = A_1 - \frac{N_u}{100 \times \sigma_s} = 0,322 - \frac{2.687 \times 1000}{100 \times 348} = 0,24 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

حالة عدم الهشاشة :

$$A_s \text{ min} = 0.23 \times b \times d \times \frac{f_{t28}}{f_e}$$

$$A_s \text{ min} = 0.97 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

$$A_s = \max (A_{\text{Cal}}; A_{\text{min}})$$

$$A_s = 0.97 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

إختيار التسليح :

$$5T8/\text{mL} \longrightarrow A_s = 2.51 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

$$(T8 \longrightarrow e = 15 \text{ cm}).$$

إطار التوزيع :

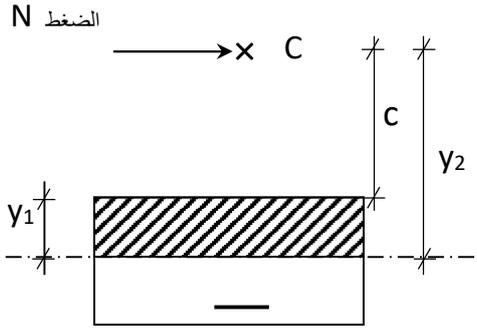
$$A_r = \frac{A_s}{4} = \frac{2.51}{4} = 0.63 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

إختيار التسليح :

$$5T8 \rightarrow A_r = 2.51 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

$$(T8 \longrightarrow e = 15 \text{ cm}).$$

حالة حد الخدمة (ELS) :



حساب الإجهادات :

C : مركز الضغط (نقطة تطبيق قوة الضغط العادية N_{ser}).

c : المسافة من النقطة C إلى الحافة الأكثر ضغطاً .

y : المسافة من النقطة c إلى المحور المحايد .

$$y_1 = y_2 + c$$

الشكل 31: مركز موضع الضغط .

C خارج القسم سيتم إعتبار c سالباً .

لذلك يجب التحقق مما يلي :

$$\sigma_s \leq \sigma_s \text{ adm}$$

$$\sigma_b \leq \sigma_b \text{ adm}$$

$$\sigma_b = 0,6 \cdot Fc28 = 0,6 \times 25 = 15 \text{ MPa}$$

$$\sigma_s = \min \left(\frac{2}{3} fe ; 110 \sqrt{\eta \times Ft28} \right)$$

$$\sigma_s = \min (266.67 ; 201.63)$$

$$\sigma_s = 201.63 \text{ MPa}$$

$$e = \frac{M_{ser}}{N_{ser}} = \frac{0.600}{1.991} = 0.301 \text{ m}$$

نقطة تطبيق قوة الضغط العادية خارج القسم N_{sur} سيتم ضغط القسم جزئياً (S.P.C) .

$$C = e + \frac{h}{2} = 0.153 + \frac{0.10}{2}$$

$$C = - 0.346 \text{ m} < 0$$

y_2 : جذر المعادلة .

$$y_2^3 + p \cdot y_2 + q = 0$$

$$\begin{cases} p = -3c^2 - \frac{6 \times \eta \times \dot{A}}{b} \times (c - d) + \frac{6 \times \eta \times As}{b} \times (d - c) \\ q = -2c^3 - \frac{6 \times \eta \times \dot{A}}{b} \times (c - d)^2 - \frac{6 \times \eta \times As}{b} \times (d - c)^2 \end{cases}$$

$$p = -3 \times (-34.6)^2 + \frac{6 \times 1.6 \times 2.51}{100} \times (8.1 + 34.6) = -3581.190 \rightarrow p = -3581.190$$

$$q = -2 \times (-34.6)^3 - \frac{6 \times 1.6 \times 2.51}{100} \times (8.1 + 34.6)^2 = 83282.811 \rightarrow q = 83282.811$$

$$y_2^3 - 3581.190 y_2 + 83282.811 = 0$$

$$\Delta = q^2 + \frac{4p^3}{27} = 83282.811^2 + \frac{4}{27} \times (-3581.190)^3$$

$$\rightarrow \Delta = -131807088.30 < 0$$

$$\cos \varphi = \frac{3q}{2p} \sqrt{\frac{-3}{p}} = -0.99 \rightarrow \varphi = 171.89$$

$$a = 2 \sqrt{\frac{-p}{3}} = 69.100$$

$$\begin{cases} y_{21} = a \times \cos\left(\frac{\varphi}{3}\right) = 37.333 \text{ cm} \\ y_{22} = a \times \cos\left(\frac{\varphi}{3} + 120^\circ\right) = -69.023 \text{ cm} \\ y_{23} = a \times \cos\left(\frac{\varphi}{3} + 240^\circ\right) = 31.689 \text{ cm} \end{cases}$$

$$0 \leq y_1 = y_2 + c \leq y_1$$

$$0 \leq 37.333 - 34.6 \leq 10 \text{ cm}$$

$$0 \leq 2.733 \leq 10$$

→ الشرط محقق

$$Y_1 = 2.733 \text{ cm}$$

حساب العزم الثابت :

$$S = \frac{b \times y_1^2}{2} - 15 A_s \times (d - y)$$

$$S = \frac{100 \times 2.733^2}{2} - 15 \times 2.51 \times (8.1 - 2.733)$$

$$S = 171.396 \text{ cm}^3$$

$$K = \frac{N_s}{100 \times S} = \frac{1991}{100 \times 171.396} = 0.116$$

$$\sigma_b = K \times Y_1$$

$$\sigma_b = 0.116 \times 2.733$$

$$\sigma_b = 0.317 \text{ MPa}$$

$$\sigma_s = 15 \times K \times (d - y)$$

$$\sigma_s = 15 \times 0.116 \times (8 - 2.733)$$

$$\sigma_s = 9.164 \text{ MPa}$$

تتعرض حافة السطح لسوء الأحوال الجوية , لذلك يعتبر التكسير ضار جداً (مشوهة)

$$\bar{\sigma}_s = \min\left(\frac{2}{3} f_e; 110 \times \sqrt{\eta \times f_{tj}}\right) \rightarrow \bar{\sigma}_s = 201,63 \text{ MPa}$$

الخلاصة:

$$\left. \begin{array}{l} \sigma_b < \bar{\sigma}_b = 15 \text{MPa} \\ \sigma_s < \bar{\sigma}_s = 201,68 \text{MPa} \end{array} \right\}$$

→. تم فحص ضغط شد الفولاذ, حيث أن التعزيزات E.L.U مناسبة ل E.L.S.

4.3.III / حساب قوى القص :

$$T_{\max}^u = 1,5 \times F_p$$

$$T_{\max}^u = 1,5 \times 1$$

$$T_{\max}^u = 1.5 \text{ KN}$$

$$\tau_u = \frac{T_{\max}^u}{b \times d}$$

$$\tau_u = \frac{1500}{1000 \times 81} = 0.018 \text{MPa}$$

$$\bar{\tau}_u = 0.15 \times \frac{f_{c28}}{\gamma_b}$$

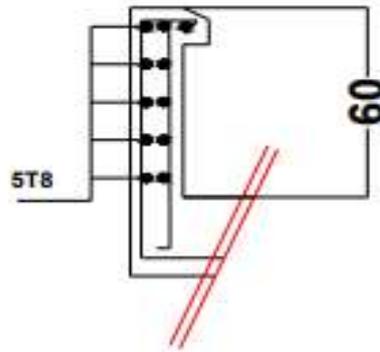
$$\bar{\tau}_u = 2.5 \text{ M Pa}$$

$$\tau_u = 0,018171.89 \text{ MPa} < \bar{\tau}_u = 2.5$$

← الشرط محقق

ومنه: التعزيزات الأفقية ليست ضرورية.

4.4.III / تسليح حافة جدار السطح :



الشكل 32: تسليح حافة جدار السطح.

4.III. الشرفة:

III. 1.4./التعريف :

الشرفات مبنية على الروافد ؛ يتم حسابها كوحدة تحكم واسعة بعرض متر واحد بواسطة الأحمال التالية الحمل الدائم والحمل الزائد .

نعمد على:

$$h = 15\text{cm} -$$

-الوزن الذاتي : $G = 4.96 \text{ KN/m}^2$

-حمل التشغيل : $Q = 3.5 \text{ KN/m}^2$

-القوة المركزة بفعل أوزان الجدار : P

-سمك الجدار : $e_{\text{mur}} = 10 \text{ cm}$

-ارتفاع الجدار : $h_{\text{mur}} = 1.20 \text{ m}$

$$P = G_{\text{mur}} \times h_{\text{mur}}$$

$$G_{\text{mur}} = 0.90 \times 1.30 + 2 (1.5 \times 0.18) = 2.74 \text{ KN/m}^2$$

$$P = 2.74 \times 1.05 = 2.87 \text{ KN/m}^2$$

III. 2.4./مجموعة الأحمال :

ELU

$$q_u = 1.35 \times G + 1.5 \times Q$$

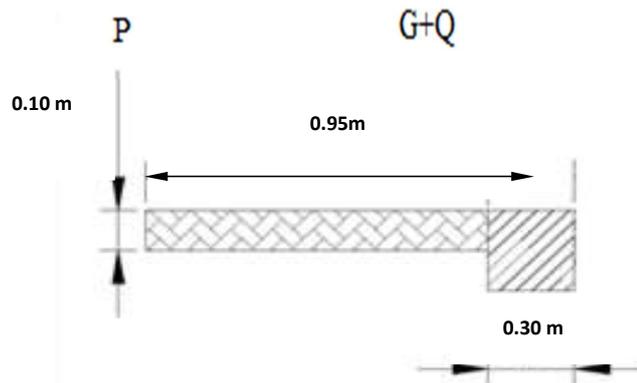
$$q_u = 1.35 \times 4.96 + 1.5 \times 3.5$$

$$q_u = 11.95 \text{ KN/m}^2$$

$$p_u = 1.35 \times P$$

$$p_u = 1.35 \times 2.87$$

$$p_u = 3.87 \text{ KN/m}^2$$



الشكل 33: مقطع عرضي للشرفة .

$$M_u = -\frac{q_u \times l^2}{2} - p_u \times l \times 1m$$

$$M_u = -\frac{11.95 \times (0.95)^2}{2} - 3.87 \times 0.95 \times 1m$$

$$M_u = -9.068 \text{ KN.m}$$

ELS

$$q_s = G + Q$$

$$q_s = 4.96 + 3.5$$

$$q_s = 8.46 \text{ KN/m}^2$$

$$p_s = P$$

$$p_s = 2.87 \text{ KN/m}^2$$

$$M_s = -\frac{q_s \times l^2}{2} - p \times l \times 1m$$

$$M_s = -\frac{8.46 \times (0.95)^2}{2} - 2.87 \times 0.95 \times 1m$$

$$M_s = -6.544 \text{ KN.m}$$

III 3.4/ حساب تسليح الشرفة:

ELU

$$M_u = 9068 \text{ N.m}$$

التحقق من وجود التسليح المضغوط :

$$C = \frac{h_d}{10} = \frac{15}{10} = 1.5 \text{ cm}$$

$$d = h_d - c = 15 - 1.5 = 13.5 \text{ cm}$$

$$\mu = \frac{M_u}{\sigma_b \times b \times d^2} = \frac{9068}{14,2 \times 100 \times 13,5^2} = 0,035$$

$$\mu = 0,035 < \mu_L = 0,392$$

$$\Rightarrow A' > A, \text{ ومنه } 1000\varepsilon_s > 1000\varepsilon_l \rightarrow \sigma_s = \frac{f_e}{\delta_s} = 348 \text{ MPa}$$

$$\alpha = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu})$$

$$\alpha = 0.044$$

$$\beta = 1 - 0,4\alpha$$

$$\beta = 0,98$$

تحديد التسليح :

$$A_{cal} = \frac{M_u}{\sigma_s \times \beta \times d}$$

$$A_{cal} = \frac{9068}{348 \times 0,98 \times 13,5}$$

$$A_{cal} = 1.96 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

$$A_{min} = 0.23 \times b \times d \times \frac{f_{t28}}{f_e}$$

$$A_{min} = 0.23 \times 100 \times 13.5 \times \frac{2.1}{400}$$

$$A_{min} = 1.63 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

$$A = \max(A_{cal}; A_{min}) \rightarrow A = 1.96 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

إختيار التسليح:

$$6T10 \rightarrow A = 4.71 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

إطار التوزيع :

$$A_r = \frac{A}{4} = \frac{4.71}{4} = 1.18 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

إختيار التسليح :

$$4T8 \rightarrow A = 2.01 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

التحقق من l'ELS:

$$M_u = 9.068 \text{ KN.m}$$

$$M_s = 6.544 \text{ KN.m}$$

$$A = 4.71 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

يجب التحقق من :

$$\sigma_s \leq \sigma_{s \text{ adm}}$$

$$\sigma_b \leq \sigma_{b \text{ adm}}$$

$$\sigma_{b \text{ adm}} = 0.6 \times f_{c25} = 0.6 \times 25 = 15 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{s \text{ adm}} = \min\left(\frac{2}{3}f_e; 110\sqrt{\eta \times f_{t28}}\right)$$

$$\sigma_{s \text{ adm}} = \min(266.67; 201.63)$$

$$\sigma_{s \text{ adm}} = 201.63 \text{ MPa}$$

$$S = \frac{b}{2} \times y^2 + n(A + A') \times y - n(d \times A + d' \times A') = 0$$

$$A' = 0 \rightarrow S = \frac{b}{2} \times y^2 + 15 \times A \times (y - d) = 0$$

$$D = \frac{15 \times A}{b}$$

$$D = \frac{15 \times 4.71}{100} = 0.71$$

$$E = 2 \times D \times d = 2 \times 0.71 \times 13.5 = 19.17$$

$$Y = -D + \sqrt{D^2 + E} = 3.73 \text{ cm}$$

حساب عزم العطالة :

$$I = \frac{b}{3} \times y^3 + 15 \times A \times (d - y)^2$$

$$I = \frac{100}{3} \times 3.73^3 + 15 \times 4.71 \times (13.5 - 3.73)^2$$

$$I = 8473.58 \text{ cm}^4$$

حساب الإجهادات :

$$\sigma_b = \frac{M_s}{I} \times y$$

$$\sigma_b = \frac{9.068}{8473.58} \times 3.73$$

$$\sigma_b = 3.99 \text{ MPa}$$

$$\sigma_b = 3.99 \text{ MPa} < \sigma_{b \text{ adm}} = 15 \text{ MPa}$$

تم فحص ضغط الخرسانة .

أقصى جهد لشد الفولاذ :

$$\sigma_{s \text{ adm}} = 201.63 \text{ MPa}$$

$$\sigma_s = \frac{15 \times M_s}{I} \times (d - y)$$

$$\sigma_s = \frac{15 \times 9068}{8473.58} \times (13.5 - 3.73)$$

$$\sigma_s = 156.83 \text{ MPa}$$

$$\sigma_s = 156.83 \text{ MPa} < \sigma_{s \text{ adm}} = 201.63 \text{ MPa} .$$

تم فحص ضغط شد الفولاذ, حيث أن التعزيزات المحسوبة في E.L.U مناسبة ل E.L.S

حساب قوة القص :

$$T_u = (1.35 \times G + 1.5 \times Q) \times l + 1.35 \times P$$

$$T_u = (1.35 \times 4.96 + 1.5 \times 3.5) \times 0.95 + 1.35 \times 2.87$$

$$T_u = 15.223 \text{ KN}$$

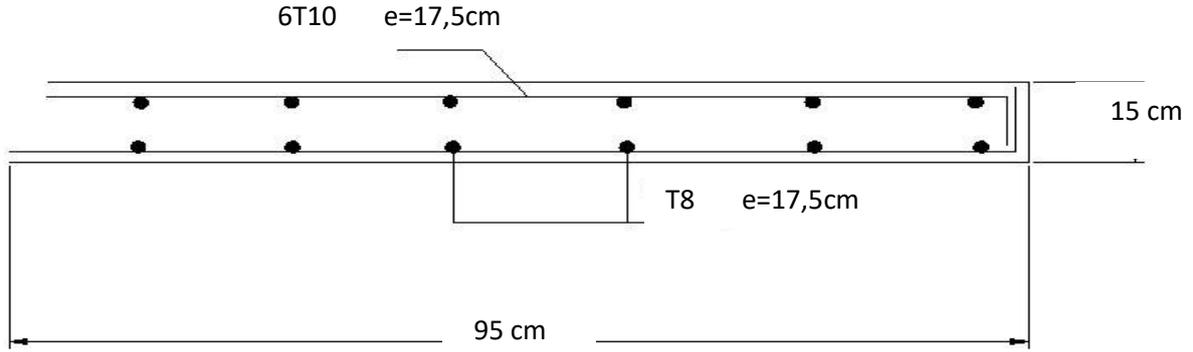
$$\tau_u = \frac{T_u}{d \times b} = \frac{15223}{135 \times 1000} = 0.11 \text{ MPa}$$

$$\bar{\tau}_u = 2.5 \text{ MPa}$$

$$\tau_u = 0.11 \text{ MPa} < \bar{\tau}_u = 2.5 \text{ MPa}$$

ومنه: التعزيزات الأفقية ليست ضرورية .

III. 4.4/تسليح الشرفة :



الشكل 34: تسليح الشرفة .

III. 5. المصعد:

III. 1.5/تعريف :

المصعد هو جهاز متحرك يقوم بنقل الأشخاص الى مستويات مختلفة في المبنى , هناك عدة أنواع من المصاعد , مثل المصاعد الهوائية ومصاعد الركاب ومصاعد الشحن , النقل الأمن مضمون بالأبعاد والتحكم في وقت واحد لإستخدام المصاعد , وفي مشروعنا نستخدم مصعد إلكتروني بحيث يوجد آلات الرفع أسفل المبنى في موقف السيارات ويعمل بنظام إلكتروني عن طريق لوحة كهربائية خلف المصعد فلا نحتاج الى حساب قوى المصعد.

" المحور الرابع: دراسة الزلازل "

1.IV / المقدمة :

الزلازل هو ظاهرة طبيعية تؤثر على سطح الأرض ، وتسبب أضراراً مدمرة على مستوى البناء وبالتالي حياة الإنسان لذا فإن هدفنا هو معالجة هذه الظاهرة من خلال التصميم الملائم للهيكل بحيث يقاوم ويقدم درجة مقبولة من الحماية لحياة البشر والسلع المادية.

غالبًا ما تكون الدراسة الديناميكية للهيكل معقدة للغاية، هذا هو السبب في أننا غالبًا ما نستخدم نماذج تسمح بتبسيط المشكلة بدرجة كافية حتى نتتمكن من تحليلها، تمثل النمذجة إنشاء نموذج يبدأ من الهيكل الحقيقي، وسيتم هذا العمل تعديلات معينة من أجل الإقتراب قدر الإمكان من سلوك الهيكل الحقيقي.

في إطار هذه الدراسة، اخترنا الحساب الديناميكي ، وسيتم التنفيذ في برنامج (ROBOT 2009) ولحساب الزلازل في إطار التنظيم الزلزالي الجزائري (RPA99-V 2003).

2.IV / طريقة الحساب :

وفقًا لـ (RPA 99)، يمكن حساب القوى الزلزالية وفقًا لثلاث طرق:

- الطريقة الساكنة المكافئة .
- طريقة التحليل النمطي الطيفي .
- طريقة التحليل الديناميكي بواسطة التسارع.

1.2.IV / الطريقة الساكنة المكافئة:

(1) مبدأ الطريقة:

(4.2.1 / 2003 -V RPA99)

وفقًا لهذه الطريقة ، يتم استبدال القوى الديناميكية الحقيقية التي تتطور في البناء بنظام من القوى الساكنة الوهمية (V) يتم تطبيقه على التوالي في الاتجاهين المتعامدين ولها تأثيرات مكافئة لتلك التي لها تأثير الزلازل. تسمح اللوائح السارية في ظل ظروف معينة بإجراء الحساب بالطريقة الموضحة، عند اعتبار الهيكل عرضة لقوة القص في قاعدته والتي يجب حسابها في كلا الاتجاهين بالصيغة التالية:

$$V = \frac{A \times D \times Q}{R} W$$

مع العلم :

A : معامل تسارع المنطقة .

D : متوسط عامل التضخيم الديناميكي .

Q : عامل الجودة .

R : معامل السلوك .

W : الوزن الكلي للهيكل .

(2) شروط التطبيق:

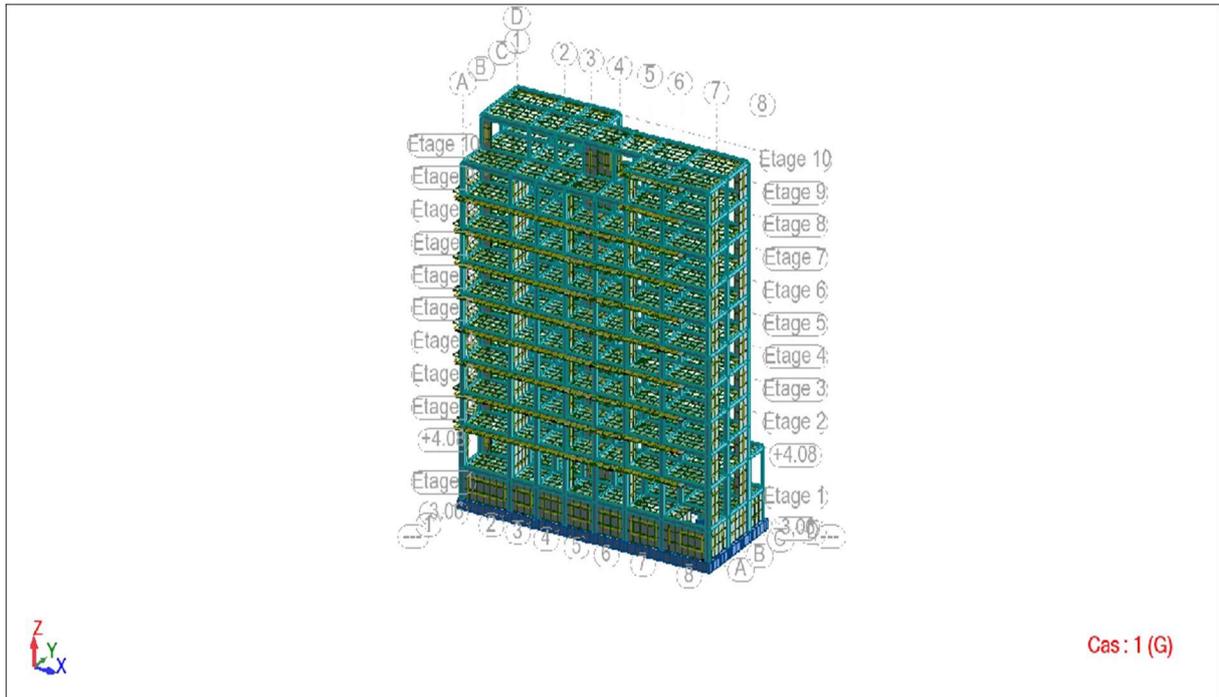
(4.1.2 / (RPA99-V 2003))

يمكن استخدام هذه الطريقة في الظروف التالية:

-الانتظام في الخطة:

(A.3.5.1 / (RPA99-V 2003)):

- 1- يجب تقديم المبنى بشكل متناظر إلى حد كبير في إتجاهين متعامدين.
- 2- في كل مستوى ، لا تتجاوز المسافة بين مركز الكتلة ومركز الصلابة 15% من أبعاد البناء المقاسة بشكل عمودي على اتجاه الفعل الزلزالي، يجب ألا يتجاوز مجموع أبعاد إعادة الدخول أو إسقاط أجزاء المبنى في اتجاه معين 25% من إجمالي أبعاد المبنى في هذا الاتجاه.
- 3- نسبة طول / عرض الأرضية أقل من 4.
- 4- يجب أن يكون للأرضية صلابة كافية تجاه خلية التدعيم العمودي حتى يمكن اعتبارها غير قابلة للتشوه في خطتها، وفي هذه الحالة يجب أن تظل المساحة الإجمالية لفتحات الأرضيات عند 15% من تلك الأخيرة.



الشكل 35: عرض ثلاثي الأبعاد للهيكل .

-الانتظام في الارتفاع:

(b.3.5.1 / (RPA99-V 2003)):

- 1- يجب ألا يحتوي نظام التدعيم على عنصر تحميل رأسي متقطع ، ولا ينتقل حملة مباشرة إلى الأساس.
- 2- الصلابة والكتل من مختلف المستويات تظل ثابتة أو تنخفض تدريجياً من القاعدة إلى أعلى المبنى.
- 3- اهتزاز البعد في المخطط بين مستويين متتاليين لا يتجاوز 20% ، البعد الجانبي الأكبر للمبنى لا يتجاوز 1.5 مرة من أصغر البعد .

(3) التحقق من شروط التطبيق :

لا يحتوي هيكلنا على تكوين متماثل إلى حد كبير مقابل اثنين من التخفيفات المتعامدة مما يعني أن المبنى مصنّف على أنه غير منتظم في التخطيط ، وبالتالي فإن الطريقة الثابتة المكافئة غير قابلة للتطبيق.

الخاتمة :

لا يتم تطبيق الطريقة الثابتة المكافئة ، في هذه الحالة سنطبق الطريقة الديناميكية (يتم الحساب بواسطة برنامج ال (ROBOT) .

2.2.IV / الطريقة الديناميكية النمط الطيفي:

(a) المبدأ :

بهذه الطريقة ، يتم البحث عن الحد الأقصى من التأثيرات الناتجة عن القوى الزلزالية الممثلة بطيف استجابة حسابية لكل وضع اهتزاز ، وبالتالي يتم دمج هذه التأثيرات للحصول على الاستجابة للهيكل.

(b) النمذجة :

سيتم تمثيل هيكلنا بنموذج ثلاثي الأبعاد مضمن في القاعدة.

(c) عرض البرنامج:

Robot هو برنامج حساب مصمم خصيصًا لحساب المباني، يتيح لك تصميم جميع أنواع المباني بسهولة وسرعة بفضل واجهة رسومية فريدة، يقدم العديد من الاحتمالات للتحليل الثابت والديناميكي. يسمح هذا البرنامج بمراعاة الخصائص غير الخطية للمواد ، بالإضافة إلى حساب الأبعاد الهيكلية وأبعادها وفقًا للوائح المختلفة السارية في جميع أنحاء العالم.

3.IV / خطوات نمذجة الهيكل في برنامج Robot:

اختيار نظام الوحدات (KN.m) , تعريف الهندسة الأساسية، تعريف المواد، تعريف الأقسام، تعريف عنصر البلاطة، إضافة مجموعات مختلفة لتسهيل تحديد موقع العناصر ، تحديد الرسوم الواجب تطبيقها، إدخال طيف الاستجابة للتطبيق، تعريف مجموعات الأحمال وما يلي :

$$C1 : G+Q$$

$$C2 : 1.35G+1.5Q$$

$$C3 : G+Q+Ex$$

$$C4 : G+Q+Ey$$

$$C5 : 0.8G+Ex$$

$$C6 : 0.8G+Ey$$

قم بتعيين الأقسام المحددة مسبقًا بالفعل لكل عنصر ، إضافة أرضية لكل طابق، تحديد شروط الحدود، بدء التحليل .

4.IV / معايير تصنيف (RPA 99-V2003) :

1.4.IV / تصنيف المناطق الزلزالية: [RPA99/2003-A3.1]

ولاية بلعباس ؛ المنطقة هي I

2.4.IV / تصنيف المصنف : [RPA99/2003-A3.2]

كوننا مبنى سكني وموقف سيارات ، سيتم تصنيفه في المجموعة 2.

3.4.IV / تصنيف المواقع : [RPA99/2003-A3.3]

وفقًا للتقرير الجيوتقني المتعلق بهذا العمل ، ضمن وجود تربة فضفاضة من الفئة S3.

5.IV / تفسير النتائج :

1.5.IV / التحقق من نتيجة القوى الزلزالية :

يجب ألا تقل نتيجة قوى الزلازل في القاعدة V ، التي تم الحصول عليها عن طريق مجموعة من القيم ، عن 80% من نتيجة القوى الزلزالية التي تحددها الطريقة الساكنة المكافئة لقيمة الفترة الأساسية المعطاة بالصيغة التجريبية المناسبة .

حساب القوة الزلزالية الكلية V:

(RPA99/2003- 4.1.2)

يجب حساب القوة الزلزالية الكلية في قاعدة الهيكل في كلا الاتجاهين من خلال:

$$V = \frac{A \times D \times Q}{R} \times W$$

A : معامل تسارع المنطقة:

(RPA99/2003-t4.1)

حسب المنطقة الزلزالية ومجموعة استخدام المبنى : A = 0,10

D : متوسط عامل التضخيم الديناميكي: يُحدد وفقاً لفئة الموقع وعامل تصحيح التخميد والفترة الأساسية للهيكل.

(RPA99/2003-t4.2)

$$D = \begin{cases} 2,5\eta & 0 \leq T \leq T_2 \\ 2,5\eta \left(\frac{T_2}{T}\right)^{2/3} & T_2 \leq T \leq 3s \\ 2,5\eta \left(\frac{T_2}{3}\right)^{2/3} & T \geq 3s \end{cases}$$

T₂ : الفترة المميزة المرتبطة بفئة الموقع : (RPA99/2003-t4.7)

Site	S1	S2	S3	S4
T1 (sec)	0,15	0,15	0,15	0,15
T2 (sec)	0,30	0,40	0,50	0,70

$$T_1 = 0,15 \text{ sec}$$

$$T_2 = 0,50 \text{ sec}$$

η : معامل تصحيح الاستهلاك؛ حسب الصيغة التالية :

$$\eta = \sqrt{7/(2 + \xi)} \geq 0,7$$

ξ : النسبة المئوية للاستهلاك الحرج : (RPA99/2003-t4.2).
إطار بوابة من الخرسانة المسلحة ، تعبئة كثيفة :

$$\xi = 7\% \Rightarrow \eta = 0,88$$

R : معامل السلوك العام للهيكل ؛ قيمته معطاة حسب نظام التدعيم ؛ (RPA99/2003-t4.3).

R=3,5 (جدران حاملة)

Q : يتم تحديد عامل الجودة بالصيغة التالية : $Q = 1 + \sum_1^5 p_q$..(RPA99/2003-t4.4) .
P_q : هي العقوبة التي سيتم تطبيقها بناءً على ما إذا كان معيار الجودة مستوفى أم لا .

الجدول 22: قيمة عامل الجودة والعقوبات .

P_{qx}	P_{qy}	عامل الجودة « q »
0,05	0,05	1- الحد الأدنى من الشروط في الصفوف الداعمة .
0,05	0,05	2- التكرار في الخطة .
0,05	0,05	3- الانتظام في الخطة .
0	0	4- الانتظام في الارتفاع .
0,05	0,05	5- مراقبة جودة المواد .
0,10	0,10	6- مراقبة جودة التنفيذ .
0,30	0,30	المجموع

$$Q = Q_x = Q_y = 1 + 0,05 + 0,05 + 0,05 + 0 + 0,05 + 0,1$$

$$Q = Q_x = Q_y = 1,30$$

T : الفترة الأساسية للهيكل .

$$T = C_T \times h_N^{3/4}$$

h_N : يقاس الارتفاع (m) من قاعدة الهيكل إلى المستوى الأخير .

C_T : المعامل اعتماداً على نظام التدعيم ، ونوع الحشوة (RPA99/2003-t4.6) .

يتم تقديم الدعامات جزئياً أو كلياً بأشعة خرسانية مسلحة :

$$C_T = 0,05$$

$$\bullet T = C_T \times h_N^{3/4} \Rightarrow T = 0,05 \times 34,60^{3/4} = 0,71$$

$$\bullet T_x = 0,09 \times \frac{h_N}{\sqrt{D_x}} \Rightarrow T_x = 0,53 \quad \text{الاتجاه الطولي}$$

$$\bullet T_y = 0,09 \times \frac{h_N}{\sqrt{D_y}} \Rightarrow T_y = 0,86 \quad \text{الاتجاه العرضي}$$

$$D_x = 2,114$$

$$D_y = 1,740$$

الجدول 23: الدور، فترات الكتل المتراكمة والمشروطة .

الدور	الفترات (s)	كتل متراكمة Ux %	كتل متراكمة Uy %	كتل مشروطة Ux %	كتل مشروطة Uy %
1	0.52	3.14	60.93	3.14	60.93
2	0.50	65.13	64.02	61.99	3.10
3	0.33	66.16	64.07	1.03	0.05
4	0.17	76.88	64.21	10.72	0.14
5	0.17	76.93	82.86	0.05	18.65
6	0.12	76.95	83.03	0.02	0.17
7	0.10	81.23	83.08	4.28	0.05
8	0.09	81.27	86.97	0.04	3.90
9	0.08	83.01	87.10	1.74	0.13
10	0.07	83.75	88.26	0.75	1.16
11	0.07	83.96	89.16	0.20	0.90
12	0.06	86.11	89.16	2.15	0.00
13	0.05	86.13	90.60	0.02	1.44
14	0.05	87.29	90.80	1.16	0.20
15	0.05	88.44	90.85	1.16	0.05
16	0.05	89.70	90.85	1.26	0.01
17	0.04	89.71	92.50	0.00	1.65
18	0.04	90.01	92.52	0.31	0.02

W : الوزن الكلي للهيكل .

يتم إعطاء الوزن الإجمالي للهيكل بواسطة برنامج ال **ROBOT** :

$$W = 109516.63 \text{ kN}$$

$$V_x = \frac{0,10 \times 2,114 \times 1,30}{3,5} \times 109516,63$$

$$V_x = 8600,02 \text{ KN}$$

$$V_y = \frac{0,10 \times 1,740 \times 1,30}{3,5} \times 109516,63$$

$$V_y = 7077,04 \text{ KN}$$

$$V_x = 8600,02 \times 0,8 = 6880,02 \text{ KN} < V_{dyn}^x = 7311,89 \text{ KN} \dots \dots \text{الشرط محقق}$$

$$V_y = 7077,04 \times 0,8 = 5661,63 \text{ KN} < V_{dyn}^y = 7171,36 \text{ KN} \dots \dots \text{الشرط محقق}$$

- التحقق من الفترات [RPA990/2003 -4.2.4] :

بالاعتماد على (RPA99/ 2003) يوصى بعدم تجاوز قيمة T_{dyn} المحسوبة بالطريقة العددية T_{emp}

ومنه:

$$1,3 \times T_{emp} = 1,3 \times 0,53 = 0,69 \text{ s} > T_{dyn} = 0,50 \text{ s} \text{ (الشرط محقق)}$$

الاتجاه X-X :

$$1,3 \times T_{emp} = 1,3 \times 0,71 = 0,93 \text{ s} > T_{dyn} = 0,52 \text{ s} \text{ (الشرط محقق)}$$

الاتجاه Y-Y :

-الاتجاه xx : الدور 18 : الكتلة المتراكمة = 90,01 % .

-الاتجاه yy : الدور 13 : الكتلة المتراكمة = 90,59 % .

2.5.IV / التحقق من الأزاحة :

يتم حساب الإزاحة الأفقية عند كل مستوى K من الهيكل على النحو التالي [RPA99/2003 -5.10] :

$$\delta_k = R \times \delta_{ek}$$

δ_{ek} : الإزاحة بسبب قوى الزلازل

$$R = 3.5$$

(متوسط عامل التضخيم الديناميكي)

الإزاحة النسبية على المستوى K مقارنة بالمستوى $K-1$ تساوي $\Delta_k = \delta_k - \delta_{k-1}$

يجب ألا تتجاوز الإزاحة الجانبية النسبية للأرضية بالنسبة للأرضيات المجاورة لها 1% من ارتفاع الأرضية.

الجدول 24: نتائج الإزاحة .

الطوابق	h [mm]	δ_{kx} (mm)	δ_{ky} (mm)	δ_{kx} (mm)	δ_{ky} (mm)	Δ_{kx} [mm]	Δ_{ky} [mm]	0,01h [mm]	الشرط $\Delta_{kx} < 0,01h$	الشرط $\Delta_{ky} < 0,01h$
الطابق التاسع	3230	29	35	101.5	122.5	3.5	10.5	32.3	محقق	محقق
الطابق الثامن	3230	28	32	98	112	7	14	32.3	محقق	محقق
الطابق السابع	3230	26	28	91	98	7	10.5	32.3	محقق	محقق
الطابق السادس	3230	24	25	84	87.5	10.5	14	32.3	محقق	محقق
الطابق الخامس	3230	21	21	73.5	73.5	10.5	14	32.3	محقق	محقق
الطابق الرابع	3230	18	17	63	59.5	14	14	32.3	محقق	محقق
الطابق الثالث	3230	14	13	49	45.5	10.5	10.5	32.3	محقق	محقق
الطابق الثاني	3230	11	10	38.5	35	14	10.5	32.3	محقق	محقق
الطابق الأول	3230	7	7	24.5	24.5	14	10.5	32.3	محقق	محقق
الطابق الأرضي	4080	3	4	10.5	14	10.5	10.5	32.3	محقق	محقق
الطابق تحت سطح الأرض (القبو)	3060	0	1	0	3.5	0	3.5	32.3	محقق	محقق

3.5.IV / التحقق من تأثير (P - Δ) (RPA 99 / 2003 , 5.9) :

يمكن تجاهل تأثيرات الترتيب أو التأثير الثاني (P - Δ) في حالة المباني إذا تم استيفاء الشرط التالي على جميع المستويات .

$$\theta = \frac{P_k \cdot \Delta_k}{V_k \cdot h_k} \leq 0,10$$

- إذا كان $0,10 < \theta_k < 0,20$ يجب زيادة تأثير الفعل الزلزالي المحسوب بواسطة عامل .

$$\frac{1}{(1 - \theta K)}$$

- إذا كان $\theta_K > 0.20$ يحتمل أن يكون الهيكل غير مستقر ويجب تغيير حجمه .

P_k : الوزن الكلي للهيكل وتكاليف التشغيل المرتبطة به فوق المستوى k .

V_k : جهد مستوى القص عند المستوى k .

Δ_k : الإزاحة النسبية للمستوى K مقارنة بالمستوى $K-1$.

h_k : ارتفاع طابق k .

الجدول 25: التحقق من التأثير P-Δ محور xx.

الطوابق	h [mm]	V_{kx} [KN]	P_x [KN]	Δ_{kx} [mm]	Θ_x	الشرط $\Theta \leq 0.10$
الطابق التاسع	3230	935.16	6941.881	3.5	0.00804	محقق
الطابق الثامن	3230	2045.28	8509.210	7	0.00902	محقق
الطابق السابع	3230	3110.91	9018.207	7	0.00628	محقق
الطابق السادس	3230	4063.08	9272.708	10.5	0.00742	محقق
الطابق الخامس	3230	4901.38	9272.708	10.5	0.00615	محقق
الطابق الرابع	3230	5624.13	9561.143	14	0.00737	محقق
الطابق الثالث	3230	6228.29	9561.143	10.5	0.00499	محقق
الطابق الثاني	3230	6703.91	9883.511	14	0.00639	محقق
الطابق الأول	3230	7039.9	9883.511	14	0.00609	محقق
الطابق الأرضي	4080	7258.28	13399.008	10.5	0.00475	محقق
الطابق تحت سطح الأرض (القبو)	3060	7175.67	15580.289	0	0	محقق

الجدول 26: جدول التحقق للتأثير P-Δ محور yy.

الطوابق	h [mm]	V _{ky} [KN]	P _y [KN]	Δ _{ky} [mm]	Θ _y	الشرط Θ ≤ 0.10
الطابق التاسع	3230	1088.57	6941.881	10.5	0.02073	محقق
الطابق الثامن	3230	2232.4	8509.210	14	0.01652	محقق
الطابق السابع	3230	3258.19	9018.207	10.5	0.009	محقق
الطابق السادس	3230	4121.19	9272.708	14	0.00975	محقق
الطابق الخامس	3230	4846.32	9272.708	14	0.00829	محقق
الطابق الرابع	3230	5463.37	9561.143	14	0.00759	محقق
الطابق الثالث	3230	5984.84	9561.143	10.5	0.00519	محقق
الطابق الثاني	3230	6421.98	9883.511	10.5	0.005	محقق
الطابق الأول	3230	6769.87	9883.511	10.5	0.00475	محقق
الطابق الأرضي	4080	7079.16	13399.008	10.5	0.00487	محقق
الطابق تحت سطح الأرض (القبو)	3060	7175.67	15580.289	3.5	0.00248	محقق

ملاحظة : بما أن جميع المعاملات أقل من 0.10 ؛ لذلك يمكن تجاهل تأثير P-Δ .

" المحور الخامس: دراسة العناصر الإنشائية "

1.V .دراسة الروافد :

1.1.V / المقدمة :

الروافد هي عناصر أفقية في الخرسانة المسلحة، تنقل أحمال الأرضيات إلى الأعمدة، وطريقة حسابها هي الإنحناء البسيط لأنها تخضع لقوى طبيعية ضعيفة للغاية .

2.1.V /العناصر الإنشائية :

-مجموعة من الإجراءات :

في حالة المباني القياسية ، يتم ملاحظة الإجراءات على النحو التالي:

G : الأحمال الدائمة .

Q : أحمال التشغيل .

E : جهود الزلازل.

$$\{1,35G+1,5QG+Q\Rightarrow [BAEL91].$$

$$\{G+Q+Ex ; G+Q+Ey;0,8G\pm Ex ; 0,8G\pm Ey \Rightarrow [RPA99/2003].$$

يتم حساب القوى من خلال أخذ هذه التركيبات في عين الاعتبار باستخدام برنامج "ROPOT"

هناك نوعان من الروافد :

الرافدة الرئيسية : $(30\times 45) \text{ cm}^2$.

الرافدة الثانوية : $(30\times 40) \text{ cm}^2$.

a / التسليح التنظيمي :

1- بالأعتماد على [RPA99-V2003] :

-التسليح العمودي :

• الحد الأدنى من التعزيز : 0.5 % B في أي قسم وفي المنطقة I ؛ (B: قسم الرافدة).

• التعزيز الأقصى .

$$\left\{ \begin{array}{l} 4\% \times B \Rightarrow (\text{المنطقة الحالية}) \\ 6\% \times B \Rightarrow (\text{منطقة التداخل}). \end{array} \right.$$

• طول الغلاف: $\emptyset 40$ للمنطقة I.

-التسليح الأفقي :

يتم إعطاء كمية الحد الأدنى من التسليح الأفقي بواسطة: $At=0,003 \times s \times b$

يتم تحديد التباعد الأقصى للتسليح الأفقي على النحو التالي:

• في المنطقة العقدية وفي الامتداد إذا كان التسليح المضغوط ضروريًا: $s = \min (h/4; 12\emptyset)$

• خارج المنطقة العقدية : $s \leq h/2$

2- القواعد :

الحد الأدنى من التسليح العمودي في الإنحناء البسيط هو:

$$A_{min}=0,23 \times \frac{ft_{28}}{fe} \times b \times d$$

b/ أحمال الروافد:

باستخدام ملف النتائج المقدم بواسطة برنامج **ROBOT** يتم الحصول على النتائج التالية :
الجدول 27: لحظات الانحناء وقوة القص .

الحالات	E.L.U		E.L.S		ACC		قوة القص
	M _t	M _a	M _t	M _a	M _t	M _a	T
اللحظات	[KN]	[KN]	[KN]	[KN]	[KN]	[KN]	[KN]
الرافدة الرئيسية	103,25	-68,49	75,85	-50,33	-32,,40	-64,82	179,05
					39,88	79,76	
الرافدة الثانوية	24,06	-43,13	17,67	-31,68	-40,22	-80,43	271,01
					37,71	75,42	

3.1.V/ حساب تسليح الروافد :

التسليح العمودي :

1-الشروط التي يفرضها (RPA99/V2003) :

-الروافد الرئيسية: $A_{min} = 0,005 \times 30 \times 45 = 6,75 \text{ cm}^2$

-الروافد الثانوية : $A_{min} = 0,005 \times 30 \times 40 = 6 \text{ cm}^2$

2-الشروط التي يفرضها (BAEL91) :

-الروافد الرئيسية :

$$h = 45 \text{ cm} ; b = 30 \text{ cm} ; d = 0,9 \times h = 0,9 \times 45 = 40,5 \text{ cm}$$

$$A_{min} = 0,23 \times 30 \times 40,5 \times \frac{2,1}{400} = 1,46 \text{ cm}^2$$

-الروافد الثانوية :

$$h = 40 \text{ cm} ; b = 30 \text{ cm} ; d = 0,9 \times h = 0,9 \times 40 = 36 \text{ cm}$$

$$A_{min} = 0,23 \times 30 \times 36 \times \frac{2,1}{400} = 1,30 \text{ cm}^2$$

3- طريقة الحساب :

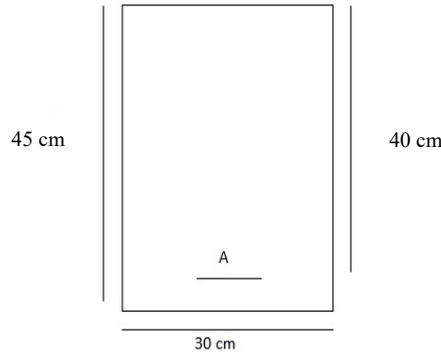
الرافدة الرئيسي $cm^2 (30 \times 45)$.

لحظة الإمتداد :

الحالة الدائمة :

حالة الحد النهائي (E.L.U.) :

$$M_t^u = 103,25 \text{ KN. m}$$



الشكل 36: مقطع لرافدة في لحظة الأمتداد .

التحقق من وجود التعزيز المضغوط :

$$\mu = \frac{M_u}{\sigma_b \times b \times d^2} = \frac{103250}{14,2 \times 30 \times (40)^2} = 0,151$$

$$\mu = 0,151 < \mu_L = 0,392$$

$$A' \neq \emptyset, \text{ ومنه } 1000\epsilon_s > 1000\epsilon_l \rightarrow \sigma_s = \frac{f_e}{\delta_s} = 348 \text{ MPa}$$

$$\alpha = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu}) \Rightarrow \alpha = 0,205$$

$$\beta = 1 - 0,4\alpha \Rightarrow \beta = 0,92$$

اختيار التسليح:

$$A^u = \frac{M_u}{\sigma_s \times \beta \times d} = \frac{103250}{348 \times 0,92 \times 40} = 8,06 \text{ cm}^2$$

حالة عدم الهشاشة :

$$A_{\min} = 0,23 \times b \times d \times \frac{ft_{28}}{f_e} = 0,23 \times 30 \times 40 \times \frac{2,1}{400} = 1,44 \text{ cm}^2.$$

الحالة الأفقية :

$$M_t^{\text{acc}} = 39,88 \text{ KN. m} = 39880 \text{ N. m}$$

التحقق من وجود التعزيز المضغوط :

$$\gamma_b = 1,15 \text{ MPa}$$

$$\mu = \frac{M_u}{\sigma_b \times b \times d^2} = \frac{39880}{18,48 \times 30 \times (40)^2} = 0,044$$

$$\mu = 0,044 < \mu_L = 0,379$$

$$A'_{\bar{s}}, \text{ ومنه } 1000\varepsilon_s > 1000\varepsilon_l \rightarrow \sigma_s = \frac{f_e}{\delta_s} = 348 \text{ MPa.}$$

$$\alpha = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu}) \Rightarrow \alpha = 0,056$$

$$\beta = 1 - 0,4\alpha \Rightarrow \beta = 0,977$$

$$A^u = \frac{M_u}{\sigma_s \times \beta \times d} = \frac{39880}{400 \times 0,977 \times 40} = 2,55 \text{ cm}^2$$

$$A_t = \max(A_{cal}; A_{min}; A_{acc}) \Rightarrow A_t = 8,06 \text{ cm}^2$$

إختيار التسليح :

$$3T10+5T14 \rightarrow A = 10,06 \text{ cm}^2$$

حالة الحد الخدمة (E.L.S.) :

$$M_t^s = 75,85 \text{ KN.m} = 75850 \text{ N.m}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{يمكن أن تكون الشقوق ضارة} \\ \text{الأنحاء الفردي} \\ \text{الجزء مستطيل} \\ \text{FeE400} \end{array} \right. \rightarrow \alpha < \frac{\gamma-1}{2} + \frac{f_{c28}}{100} \text{ مع } \gamma = \frac{M_u}{M_s} \text{ في حالة عدم التحقق}$$

التي تم إجراؤها على ELS

$$\alpha' \leq \frac{\gamma-1}{2} + \frac{f_{c28}}{100} \Rightarrow \sigma_b \leq \bar{\sigma}_b = 0,6 \times f_{c28} = 15 \text{ MPa.}$$

$$\gamma = \frac{M_u}{M_{ser}} = \frac{103250}{75850} = 1,36$$

$$\alpha \leq \frac{1,36-1}{2} + \frac{25}{100} = 0,36 \Rightarrow \sigma_b \leq \bar{\sigma}_b = 0,6 \times f_{c28} = 15 \text{ MPa.}$$

الخلاصة:

$$\left. \begin{array}{l} \sigma_b < \bar{\sigma}_b = 15 \text{ MPa} \\ \sigma_s < \bar{\sigma}_s = 201,68 \text{ MPa} \end{array} \right\} \rightarrow \text{تم فحص ضغط شد الفولاذ, حيث أن التعزيزات المحسوبة في E.L.U مناسبة ل E.L.S.}$$

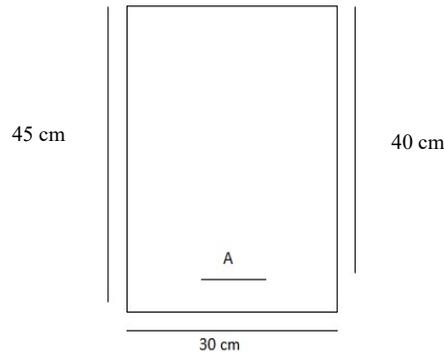
لحظة الدعم :

الحالة الدائمة :

حالة الحد النهائي (E.L.U.) :

$$M_a^u = -68,49 \text{ KN.m} = 68490 \text{ N.m}$$

التحقق من وجود التعزيز المضغوط :



الشكل 37: مقطع لرافدة في لحظة الدعم.

$$\mu = \frac{M_a^u}{\sigma_b \times b \times d^2} = \frac{68490}{14,2 \times 30 \times (40)^2} = 0,100$$

$$\mu = 0,100 < \mu_L = 0,392$$

إختيار التسليح:

$$A^u = \frac{M_u}{\sigma_s \times \beta \times d} = \frac{68490}{348 \times 0,947 \times 40} = 5,19 \text{ cm}^2$$

حالة عدم الهشاشة [CBA91/A4.2.1] :

$$A_{\min} = 0,23 \times b \times d \times \frac{f_{t28}}{f_e} = 0,23 \times 30 \times 40 \times \frac{2,1}{400} = 1,44 \text{ cm}^2$$

الحالة الأفقية :

$$M_t^{\text{acc}} = 64,82 \text{ KN.m} = 64820 \text{ N.m}$$

التحقق من وجود التعزيز المضغوط :

$$\gamma_b = 1,15 \text{ MPa}$$

$$\mu = \frac{M_u}{\sigma_b \times b \times d^2} = \frac{64820}{18,48 \times 30 \times (40)^2} = 0,073$$

$$\mu = 0,073 < \mu_L = 0,379$$

$$A^u = \frac{M_u}{\sigma_s \times \beta \times d} = \frac{64820}{400 \times 0,962 \times 40} = 4,21 \text{ cm}^2$$

$$A_t = \max(A_{cal}; A_{min}; A_{acc}) \Rightarrow A_t = 5,19 \text{ cm}^2$$

اختيار التسليح :

$$4T14 \rightarrow A=8,04 \text{ cm}^2$$

حالة الحد الخدمة (E.L.S.) :

$$M_t^s = -50,33 \text{ KN.m} = 50330 \text{ N.m}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{يمكن أن تكون الشقوق ضارة} \\ \text{الأنحاء الفردي} \\ \text{الجزء مستطيل} \\ \text{FeE400} \end{array} \right. \rightarrow \alpha < \frac{\gamma-1}{2} + \frac{f_{c28}}{100} \text{ مع } \gamma = \frac{M_u}{M_s} \text{ في حالة عدم التحقق}$$

التي تم إجراؤها على ELS

الخلاصة:

$$\left. \begin{array}{l} \sigma_b < \bar{\sigma}_b = 15 \text{ MPa} \\ \sigma_s < \bar{\sigma}_s = 201,68 \text{ MPa} \end{array} \right\}$$

تم فحص ضغط شد الفولاذ، حيث أن التعزيزات E.L.U مناسبة ل E.L.S.

قوة القص :

$$T_u^{\max} = 179,05 \text{ KN}$$

a-التحقق من تأثير القوى الأفقية على محيط الدعامات:

$$T_u^{\max} \stackrel{?}{\leq} 0,267 \times a \times b_0 \times f_{c28}$$

$$a = 0,9 \times d = 0,9 \times 40 = 36 \text{ cm}$$

$$T_u^{\max} = 179050 \leq 0,267 \times 36 \times 30 \times 25 \times 10^2 = 720900 \text{ N}$$

⇐ لا تأثر القوى الأفقية على محيط الدعامات .

b- التحقق من تأثير القوى الأفقية على التسليح الطولي:

$$A_l \geq \frac{\gamma_s}{f_e} \left(T_u + \frac{M_u}{0,9 d} \right)$$

$$A_l = 5,75 \text{ cm}^2 \geq \frac{1,15}{400} \left(179050 - \frac{68490}{0,9 \times 40} \right) 10^{-2} = 5,09 \text{ cm}^2$$

← لا تأثر القوى الأفقية على التسليح العمودي السفلي .

c- التحقق مما إذا كانت القوى الأفقية متعامدة مع خط المتوسط:

$$\tau_u \leq \bar{\tau}_u$$

$$\bar{\tau}_u = \min \left(0,2 \frac{f_{c28}}{\gamma_b}; 5 \text{ MPa} \right) = \min (3,33; 5) \text{ MPa}$$

$$\tau_u = \frac{T_u^{max}}{b_0 \times d} = \frac{179050}{30 \times 40 \times 10^2} = 1,49 \text{ MPa}$$

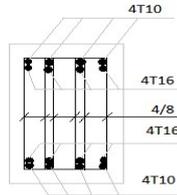
$\tau_u = 1,49 \text{ MPa} \leq \bar{\tau}_u = 3,33 \text{ MP}$. → التعزيزات الأفقية عمودية على خط المتوسط

d- مقطع من التسليح الأفقي A_t :

$$\Phi_t \leq \min \left(\frac{h}{35}; \frac{b_0}{10}; \Phi_{min} \right) \Rightarrow \Phi_t \leq \min \left(\frac{45}{35}; \frac{30}{10}; 1,44 \right)$$

$$\Rightarrow \Phi_t \leq \min(1,28; 3; 1,44) = 1,28 \text{ cm}$$

$$\Phi_t = 8 \text{ mm عند FeE235} \Rightarrow 4\Phi 8 \rightarrow A_t = 2,01 \text{ cm}^2$$



الشكل 38: التسليح الأفقي للرافدة.

e- مسافة التباعد بين التسليح الأفقي δ_t :

$$\frac{A_t}{b_0 \times \delta_{t1}} \geq \frac{\tau_u - 0,3 f_{t28} \times k}{0,8 \times f_e (\sin \alpha + \cos \alpha)}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} K = 1 \text{ (الأنحاء البسيط)} \\ \alpha = 90 \rightarrow \sin \alpha = 1; \cos \alpha = 0 \end{array} \right.$$

$$\delta_{t1} \leq \frac{A_t \times 0,8 f_e}{b_0 \times (\tau_u - 0,3 f_{t28})} = \frac{2,01 \times 0,8 \times 235}{30 \times (1,49 - 0,3 \times 2,1)} = 14,64 \text{ cm}$$

$$\delta_{t2} \leq \min(0,9 d; 40 \text{ cm}) = \min(36; 40) \text{ cm} = 36 \text{ cm}$$

$$\delta_{t3} \leq \frac{A_t \times f_e}{0,4 b_0 \times \sin \alpha} = \frac{2,01 \times 235}{0,4 \times 30 \times 1} = 39,36 \text{ cm}$$

$$\delta_t \leq \min(\delta_{t1} ; \delta_{t2} ; \delta_{t3}) \Rightarrow \delta_t \leq \min(14,64 ; 36 ; 39,36) = 27,38 \text{ cm}$$

وفقاً ل (RPA99 /2003) :

المنطقة العقدية :

$$\delta_{t4} \leq \min\left(\frac{h}{4}; 12 \times \emptyset\right) = \min\left(\frac{45}{4}; 12 \times 2,01\right) = \min(11,25; 24,12) \Rightarrow \delta_t = 11,25 \text{ cm}$$

منطقة العوارض :

$$\delta_t = \frac{h}{2} = \frac{45}{2} \Rightarrow \delta_t = 22,5 \text{ cm}$$

الخلاصة :

- المنطقة العقدية: $\delta_t = 10 \text{ cm}$

- المساحة الحالية: $\delta_t = 15 \text{ cm}$

f- التحقق من التسليح الأفقي :

a- المنطقة العقدية :

$$A_{t \min} = 0,003 \times S \times b$$

$$A_{t \min} = 0,003 \times 11,25 \times 30 = 1,01 \text{ cm}^2$$

b-منطقة العوارض :

$$A_{t \min} = 0,003 \times S \times b$$

$$A_{t \min} = 0,003 \times 22,5 \times 30 = 2,02 \text{ cm}^2$$

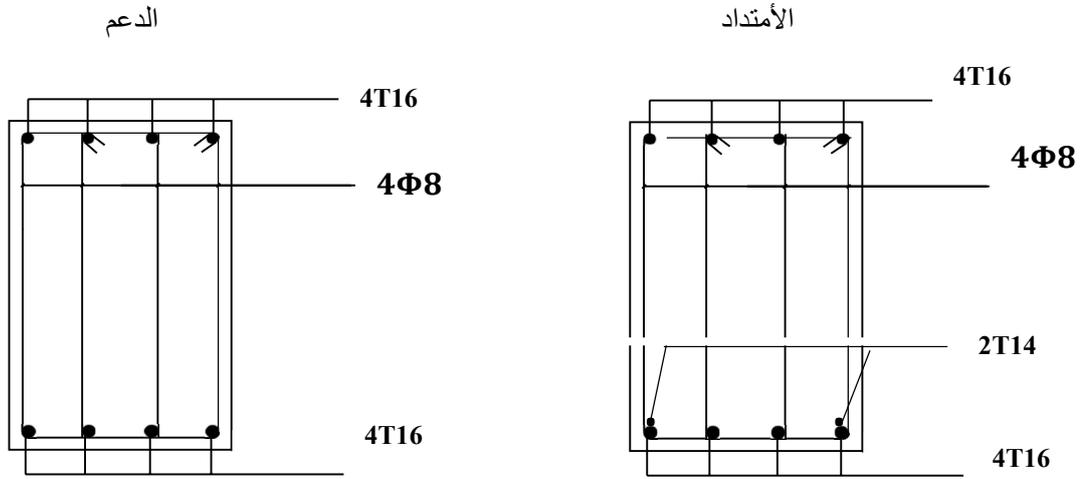
ملاحظة : إن إجراء فحص الضغوط وحساب التسليح هو نفسه الذي تم عرضه بالفعل، يتم إعطاء قيم التسليح الموجودة وإختيار التسليح مباشرة من الجدول أدناه .

الجدول 28: تسليح الروافد .

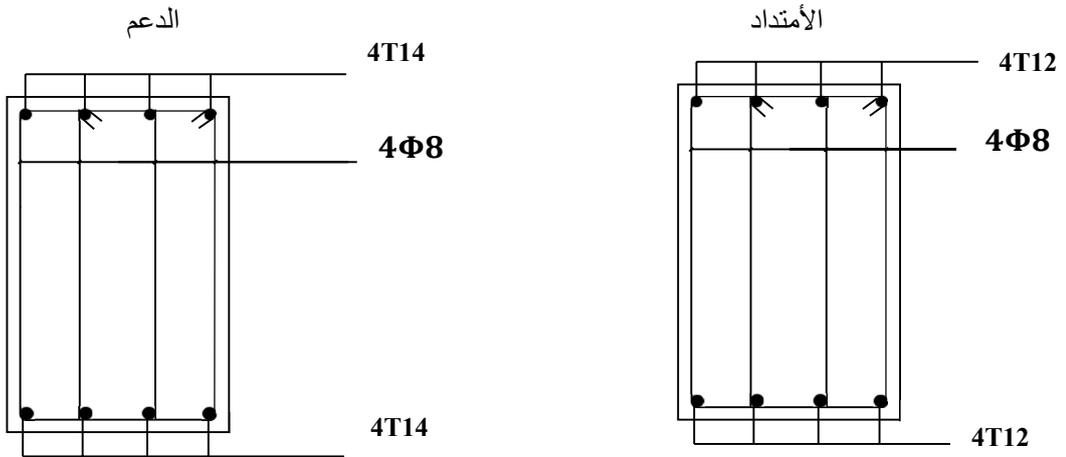
أنواع الروافد		A min [cm ²]		Acal [cm ²]	التسليح الذي تم إختياره	Acorr [cm ²]
		BAEL	RPA V2003			
الرافدة الرئيسية (30× 50)	الامتداد	1,46	6,75	8,06	2T14+4T16	11,12
	الدعم	1,46	6,75	5,19	4T16	8,04
الرافدة الثانوية (30× 45)	الامتداد	1,30	6	3,39	4T12	4,52
	الدعم	1,30	6	5.60	4T14	6,16

4.1.V / تسليح الروافد :

الرافدة الرئيسية :



الرافدة الثانوية :



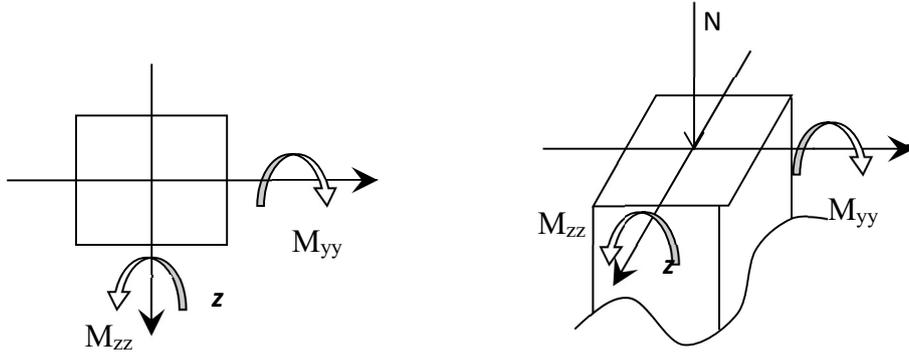
الشكل 39: تسليح الروافد الرئيسية والثانوية .

2.V. دراسة الأعمدة :

1.2.V / المقدمة :

الأعمدة هي عناصر عمودية حاملة في الخرسانة المسلحة تشكل نقاط دعم للروافد الرئيسية والثانوية مما يسمح بنقل الأحمال من البنية الفوقية إلى الأساسات، يتم التأكيد عليها في الأنحاء المركب.

تخضع الأعمدة لضغط بسيط أو الأنحاء مركب وفقاً لانحراف القوة الطبيعية فيما يتعلق بمركز ثقل المقطع ، يخضع كل عمود لقوة عادية (N) ولحظتين من الأنحاء (M_{y-y} , M_{z-z}).



الشكل 40: حالة الضغط على الأعمدة .

يمكن أن يكون الجزء المعرض للأنحاء المركب :

- قسم مضغوط جزئياً (S.P.C) .
- قسم مضغوط بالكامل (S.E.C) .
- قسم قابل للشد بالكامل (S.E.T) .

2.2.V / مجموعة الأحمال :

- المجموعات الأساسية أو المجموعات الدائمة وفقاً ل (B.A.E.L 91):

حالة الحد القصوى $1,35G + 1,5Q \longrightarrow$

حالة حد الخدمة $G + Q \longrightarrow$

- المجموعات الأفقية (RPA 99v2003) :

$0,8 \times G \pm E$

$G + Q \pm E$

3.2.V / حساب تسليح الأعمدة :

(a) التسليح التنظيمي :

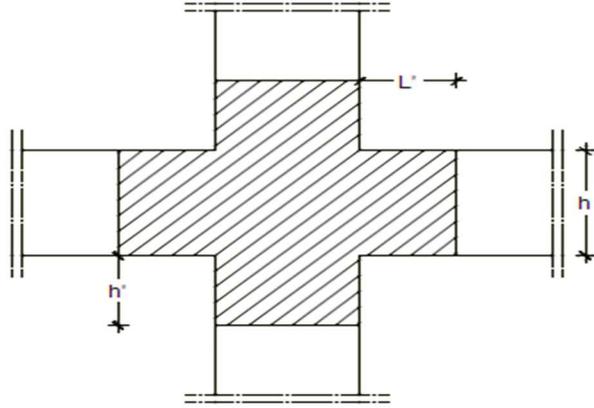
(1) بالإعتماد على [7.4.2.1] (R.P.A99-V 2003) :

- التسليح العمودي :

-بالنسبة للتعزير العمودي ، يجب إستيفاء الشروط التالية :

يجب أن يكون التعزير الطولي عالي التماسك ، مستقيماً وبدون خطافات .

- ستكون النسبة المئوية الصغرى : 0.7% بالنسبة للمنطقة I .
- ستكون النسبة المئوية القصوى



في المنطقة الحالية 4%

في منطقة الترابط 6%

- الحد الأدنى للقطر 12 mm

- الحد الأدنى لطول التداخل هو:

40Φ درجة في المنطقة

- يجب ألا تتجاوز المسافة بين القضبان العمودية :

25cm بالنسبة للمنطقة I

الشكل 41: شكل يوضح المنطقة العقدية للعمود .

يجب عمل المفاصل المتداخلة خارج المنطقة العقدية (المنطقة الحرجة).

الأطوال التي يجب مراعاتها لكل شريط من التعزيزات العمودية :

$$L'=2h$$

$$h' = \max\left(\frac{h_e}{6}; b; h; 60\text{cm}\right)$$

h : ارتفاع الرافدة .

a.b : قسم الرافدة .

h_e : الارتفاع الواضح بين طابقيين .

- التسليح الأفقي :

يتم حساب التسليح الأفقي للأعمدة باستخدام الصيغة التالية :

$$\frac{A_t}{\delta_t} \geq \frac{\rho_a \times T_u}{a \times f_e} \quad [\text{RPA99/7.4.2.2}]$$

T_u : قوة التسليح الأفقية .

a : الأرتفاع الكلي للقسم الإجمالي .

f_e : حد المرونة للقضبان .

λ_g : معامل مرتبط بالأبعاد الهندسية .

$$\begin{cases} \rho_a = 2,5 \rightarrow \lambda_g \geq 5 & \lambda_g = \frac{L_f}{a} \\ \rho_a = 3,75 \rightarrow \lambda_g < 5 \end{cases}$$

δ_t : التباعد بين التعزيزات الأفقية والتي يمكن تحديدها من خلال :

$$\delta_t \leq \min(10\phi_L ; 15\text{cm})$$
 المنطقة العقدية:

$$\delta_t \leq 15.\phi_L$$
 منطقة العوارض:

ϕ_L : الحد الأدنى لقطر القضبان الطولية للعمود .

قسم الحد الأدنى من التسليح الأفقي :

$$\frac{A_t}{\delta_t \times b}$$
 تعطى على النحو التالي

$$\lambda_g \geq 5 \rightarrow 0.4\%$$

$$\lambda_g \leq 3 \rightarrow 0.8\%$$

$$3 \leq \lambda_g \leq 5 \rightarrow \text{إذا تم التحقق من النتائج السابقة} \rightarrow \lambda_g = \left(\frac{L_f}{a}, \frac{L_f}{b}\right)$$

مع العلم :

a و b : البعد الأصغر للمقطع العرضي للأعمدة .

L_f : طول الانثناء .

(2) بالاعتماد على BAEL91 :

- التسليح العمودي [B.A.E.L91/A.8.1.2.1] :

الحد الأدنى من التعزيزات التي يفرضها BAEL.91 :

$$A_{\min} \geq \max \left[0,2 \times \frac{b \times h}{100} ; 8 \times \frac{b+h}{100} \right] \Rightarrow \text{للضغط البسيط}$$

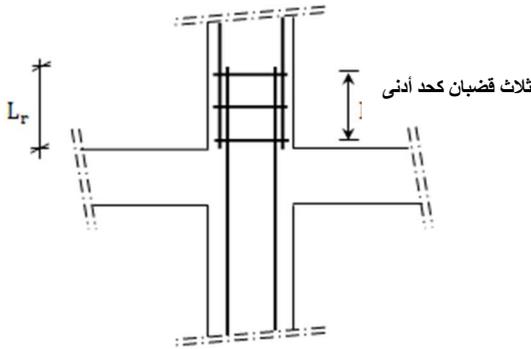
$$A_{\min} = \frac{0,23 \cdot t_{28}}{f_e} \cdot b \cdot d \Rightarrow \text{للإنحناء البسيط}$$

$$A_{\min} = \frac{B \cdot f_{t28}}{f_e} \Rightarrow \text{لسحب البسيط}$$

-التسليح الأفقي [BAEL91/A.8.1.3] :

الحد الأدنى من التعزيزات الأفقية: $\phi_t \geq \frac{\phi_{L \max}}{3}$.

$$\delta_t = \min[15\phi_{\min}, 40\text{cm}, (b + 10\text{cm})]$$



الشكل 42 : التسليح العمودي للأعمدة في منطقة التداخل.

b: أصغر أبعاد المقطع الأفقي للعمود .

$\phi_{L \min}$: أصغر قطر بالنسبة للتعزيزات الطولية .

في منطقة الترابط بين التعزيزات العمودية من الضروري توفير ثلاث قضبان من التسليح الأفقي .

أنواع الأعمدة :

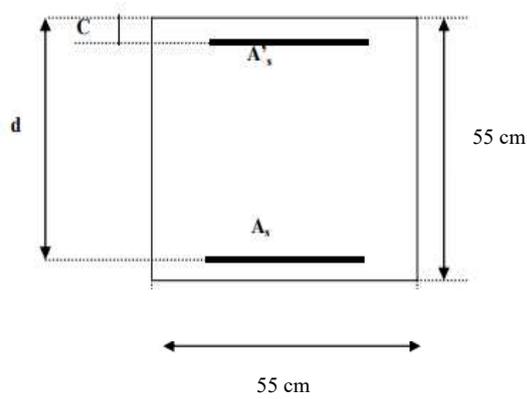
- في هيكلنا هناك 6 أنواع من الأعمدة :

الجدول 29: أنواع الأعمدة .

الأنواع [cm ²]	المستوى	/
(55x55)	الطابق التحت أرضي (القبو) والطابق الأرضي	1
(50x50)	الطابق الأول والثاني	2
(45x45)	الطابق الثالث والرابع	3
(40x40)	الطابق الخامس والسادس	4
(35x35)	الطابق السابع والثامن والتاسع	5
(30x30)	أعمدة زيادة في الطابق الأرضي والقبو	6

يتم حساب الأحمال باستخدام برنامج ال ROBOT ضمن المجموعات التالية :
الجدول 30: مجموعة الأحمال على الأعمدة.

		الأنواع (cm ²)	55x55	50x50	45x45	40x40	35x35	30x30
ELU	1	N _{max} KN	3328.72	2536.56	1813.65	1168.63	614.76	472.89
		M _{corr.} KN .m	58.31	0.27	0.14	0.05	0.01	0.30
	2	N _{min} KN	-122.16	-86.68	-54.55	-29.19	-11.20	-7.44
		M _{corr.} KN. M	-0.14	-54.11	-33.15	-17.37	-6.66	-4
	3	M _{max} KN. M	82.66	53.75	32.16	16.24	5.73	2.89
		N _{corr.} KN	3282.44	2429.13	1613.63	929.45	389.88	393.93
ACC	1	N _{max} KN	3807.37	3109.61	2184.48	1363.89	677.29	616.82
		M _{corr.} KN. M	212.61	97.30	63.14	34.33	14.27	5.71
	2	N _{min} KN	-194.67	-191.91	-136.38	-80.62	-52.52	-20.60
		M _{corr.} KN. M	-178.24	-135.81	-92.74	-52.39	-15.90	-5.35
	3	M _{max} KN. M	212.61	167.81	113.05	63.45	26.33	6.29
		N _{corr.} KN	3807.37	2425.11	1800.13	1186.34	613.73	551.53



الشكل 43: حساب العمود (55x55) cm.

- تسليح الأعمدة (55x55) cm² :

التعزيزات العمودية :

حالة الحد النهائي (E.L.U) : (1.35G+1.5Q)

$$b = 55 \text{ cm} \quad h = 55 \text{ cm} \quad d = 0.9 \times h = 49.5 \text{ cm} \quad c = c' = 5.5 \text{ cm}$$

- $N_{\max} = 3328.72 \text{ KN}$
- $M_{\text{corr}} = 58.31 \text{ KN} \cdot \text{m}$

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{58.31}{3328.72} = 1.75 \text{ cm} < \frac{h}{12} = \frac{55}{12} = 4.58 \text{ cm} \quad \rightarrow \quad \text{يتم تطبيق قوة الضغط العادية داخل القسم}$$

- التحقق من وجود ضغط خارج المركز :

?

$$\frac{L_f}{h} \leq \text{Max} [15 ; 20 \cdot \frac{e_0}{h}]$$

$$L_f = 0,7 \times L_0 = 0,7 \times 408 = 285.6 \text{ cm} \quad (\text{مبنى متعدد الطوابق}) \quad [\text{BAEL91/VI.2}]$$

$$\frac{L_f}{h} = \frac{285.6}{55} = 5.19 \text{ cm} ; \quad \text{Max} [15 ; 20 \cdot \frac{e_0}{h}] = 15$$

$$\frac{L_f}{h} = 5.19 \leq \text{Max} [15 ; 20 \cdot \frac{e_0}{h}] = 15 \quad \rightarrow \quad \text{نستخدم الطريقة المبسطة لتحديد التسليح الموجود خارج المركز}$$

طريقة الحساب :

سيتم الحساب في الإنحناء المركب عن طريق زيادة القوى على النحو التالي :

$$N'_1 = N$$

$$M'_1 = N'_1 \times (e_0 + e_a + e_2)$$

$$e_0 = \frac{M}{N} : \text{الانحراف الهندسي}$$

$$e_a : \text{الانحراف خارج المركز}$$

الإحراف الإضافي من خارج المركز : e_2

- الإحراف خارج المركز e_a [BAEL91] :

$$e_a = \max \left[2 \text{ cm} ; \frac{L}{250} \right] = \max \left[2 \text{ cm} ; \frac{323}{250} \right]$$

$$e_a = 2 \text{ cm}$$

- الإحراف الإضافي من خارج المركز e_2 [BAEL91] :

$$e_2 = \frac{3 \times L_f^2}{10^4 \times h} \times [2 + \alpha \times \Phi] ; \Phi = 2$$

$$\lambda = \sqrt{12} \times \frac{l_f}{h} \Rightarrow \sqrt{12} \times \frac{285.6}{55} = 17.988$$

$$\lambda < 50 \Rightarrow \alpha = \frac{0.85}{1 + 0.2 \left(\frac{\lambda}{35} \right)^2} = 0.80$$

$$e_2 = \frac{3 \times 285.6^2}{10^4 \times 55} \times [2 + 0.8 \times 2]$$

$$e_2 = 1.60 \text{ cm}$$

$$M'_1 = 3328.72 \times (0,0175 + 0,02 + 0,016)$$

$$M'_1 = 178.086 \text{ KN.m}$$

$$N'_1 = 3328.72 \text{ KN}$$

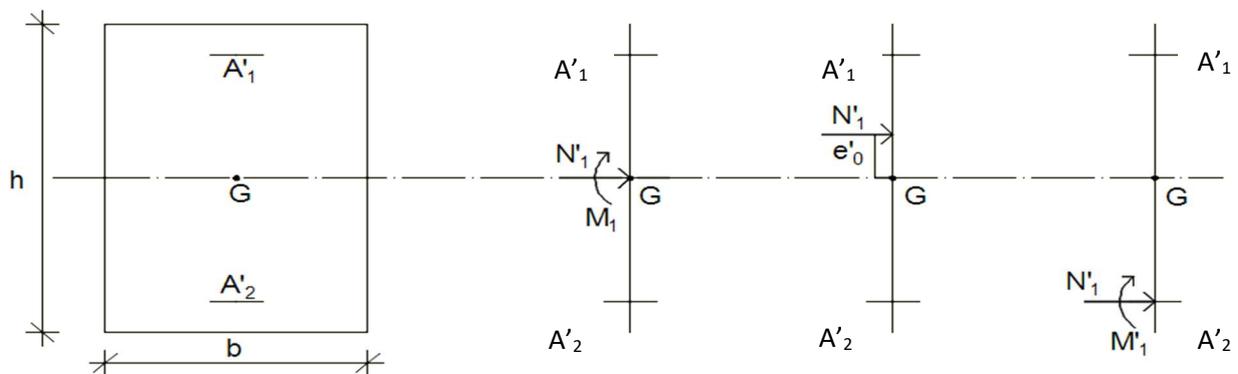
- موضع تطبيق نقطة قوة الضغط العادية N'_1 :

$$e'_0 = \frac{M'_1}{N'_1} = \frac{17808.6}{3328.72} = 5.34 \text{ cm} < \frac{h}{2} = \frac{55}{2} = 27.5 \text{ cm} \rightarrow$$

يتم تطبيق قوة الضغط العادية داخل القسم

- تحقق مما إذا كان القسم مضغوطاً جزئياً :

$$\underbrace{(0.337 \times h - 0.81 \times c_1)}_1 \times \sigma_b \times b \times h \leq \underbrace{N'_1 \times (d - c_1)}_2 - M_1$$



الشكل 44: موضع N'_1 , M'_1 و M_1 على المقطع الأفقي .

- لحظة التسليح بالنسبة للتعزير الأقل ضغطاً :

$$M_1 = N_1 \times e' \text{ avec : } e' = e_1 + \left(\frac{h}{2} - c\right) = 23.75 \text{ cm}$$

$$N_1 = 0.81 \times 3328.72 = 2696.263 \text{ kN}$$

$$N_1 = 2696.263 \times 0.2375$$

$$M_1 = 640.361 \text{ KN.m}$$

$$(1) = (0.337 \times h - 0.81 \times c_1) \times \sigma_b \times b \times h$$

$$(1) = (0,337 \times 55 - 0,81 \times 5.5) \times 14,2 \times 55 \times 55 = 604806.4 \text{ N.m}$$

$$(1) = 604.8064 \text{ KN.m}$$

$$(2) = N'_1 \times (d - c_1) - M_1$$

$$(2) = 3328.72 \times (0.495 - 0.055) - 910.404$$

$$(2) = 554.232 \text{ KN.m}$$

الخلاصة :

$$(1) = 604.806 \text{ KN.m} > (2) = 554.232 \text{ KN.m} \rightarrow \text{الجسم مضغوط جزئياً (S.P.C).}$$

ملاحظة:

سيتم حساب التعزيزات في الإنحناء البسيط مع لحظة مقارنة بالتعزيزات المتواترة M_1

حساب التسليح في الإنحناء البسيط :

التحقق من وجود التعزير المضغوط :

$$\mu = \frac{M_1}{\sigma_b \times b \times d^2} = \frac{440361}{14,2 \times 55 \times (49.5)^2} = 0,230$$

$$\mu = 0,230 < \mu_L = 0,392 \Rightarrow A' \neq \emptyset, \text{ ومنه } 1000\varepsilon_s > 1000\varepsilon_1 \rightarrow \sigma_s = \frac{f_e}{\delta_s} = 348 \text{ MPa}$$

$$\alpha = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu}) \Rightarrow \alpha = 0,331$$

$$\beta = 1 - 0,4\alpha \Rightarrow \beta = 0,867$$

$$A_1 = \frac{M_1}{\sigma_s \times \beta \times d} = \frac{440361}{348 \times 0,867 \times 49,5} = 29.485 \text{ cm}^2$$

نعود إلى الإنحناء المركب (الإجهاد الحقيقي) :

$$A = A_1 - \frac{N'_1}{100 \times \sigma_s} = 29.485 - \frac{332872}{100 \times 348} = 19.91$$

الخلاصة :

$$A_{\text{cal}} = \max(A_{\text{ELU}}; A_{\text{ACC}}) = 19.91 \text{ cm}^2$$

الحد الأدنى من التسليحات :

بالاعتماد على الشروط التي يفرضه: (RPA99/2003) :

$$A_{\text{min}} = 0,8\% \times (b \times h) = 0.008 \times 55 \times 55 = 24.2 \text{ cm}^2.$$

وأيضاً (B.A.E.L 91):

$$A_{\min} = \max\left(\frac{0,2 \times b \times h}{100}; \frac{8 \times (b + h)}{100}\right) = \max\left(\frac{0,2 \times 55 \times 55}{100}; \frac{8 \times (55 + 55)}{100}\right)$$

$$A_{\min} = \max(6.05; 8.8)$$

$$A_{\min} = 8.8 \text{ cm}^2$$

الخلاصة:

$$A = \max(A_{CAL}; A_{\min RPA}; A_{\min BAEL}) = 24.2 \text{ cm}^2$$

إختيار التسليح:

$$10T16 + 4T12 \longrightarrow A = 24.63 \text{ cm}^2$$

حالة حد الخدمة:

التحقق من القيود:

يجب التحقق مما يلي:

$$\sigma_s \leq \sigma_s \text{ adm}$$

$$\sigma_b \leq \sigma_b \text{ adm}$$

$$\sigma_{badm} = 0.6 \times f_{c28} = 0.6 \times 25 = 15 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{sadm} = \min(2 f_e; 110 \cdot \sqrt{\eta \cdot f_{t28}})$$

التعزيزات عالية الربط ← 1,6 .

سلسلة قضبان ناعمة ← 1 .

$$f_{t28} = 0,6 + 0,06 \cdot f_{c28} = 0.6 + 0.06 \times 25 = 2,1 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{sadm} = \min(2 \times 400; 110 \times \sqrt{1,6 \cdot 2,1}) = \min(266,67; 201,63),$$

$$M_s = 42.85 \text{ KN} \cdot \text{m}; N_s = 2446.32 \text{ KN}.$$

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{4285}{2446.32} = 1.75 \text{ cm} < \frac{h}{2} = \frac{55}{2} = 27.2 \text{ cm} \rightarrow \text{ELS}$$
 يتم تطبيق قوة الضغط العادية داخل القسم عند

التحقق مما إذا كان القسم مضغوطاً بالكامل (SEC):

$$e_G = \frac{M_{ser}^G}{N_{ser}} \leq \frac{I_{xx'}}{[B + 15 \cdot (A'_1 + A'_2)] \cdot V_2}$$

إحداثيات مركز الثقل للقسم المتجانس:

$$V_1 = \frac{\sum S_i \times Y_i}{\sum S_i} = \frac{b \times h \times \frac{h}{2} + 15 \times (A'_1 \times d' + A'_2 \times d)}{b \times h + 15 \times (A'_1 + A'_2)}$$

$$V_1 = \frac{55 \times 55 \times \frac{55}{2} + 15 \times (24.63 \times 5.5 + 24.63 \times 49.5)}{55 \times 55 + 15 \times (24.63 + 24.63)}$$

$$V_1 = 27.5 \text{ cm}$$

$$M_{ser}^G = M_{ser} - N_{ser} \times \left(\frac{h}{2} - V_1\right)$$

$$M_{ser}^G = 24.63 - 2446.32 \times \left(\frac{0.55}{2} - 0.275\right)$$

$$M_{ser}^G = 24.63 \text{ KN.m}$$

$$I_{XX} = \frac{b}{3} \times (V_1^3 + V_2^3) + 15(A'_1 \times (V_1 - d')^2 + A'_2 \times (d - V_1)^2)$$

$$I_{XX} = \frac{55}{3} \times (27.5^2 + 27.5^2) + 15(24.63 \times (27.5 - 5.5)^2 + 24.63 \times (49.5 - 27.5)^2)$$

$$I_{XX} = 385356.766 \text{ cm}^4$$

$$e_G = \frac{M_{ser}^G}{N_{ser}} = \frac{42.85}{2446.32} = 1.75 \text{ cm} < \frac{I_{XX'}}{[B + 15.(A_1 + A_2)].V_2} 16.50 \text{ cm}$$

ومنه : القسم مضغوط بالكامل (SEC) .

التحقق من القيود :

$$\sigma_0 = \frac{N_{ser}}{100 \times B_0} = \frac{2446320}{100 \times 3025} = 8.08 \text{ MPa.}$$

$$K = \frac{M_{ser}^G}{I_{XX}} = \frac{4285}{385356.766} = 0.011$$

$$\sigma_b^1 = \sigma_0 + k \times V_1 = 8.08 + 0.011 \times 27.5 = 8.38 \text{ MPa}$$

$$\sigma_b^1 = 8.38 \text{ MPa} \leq \bar{\sigma}_b = 0,6 \times f_{c28} = 15 \text{ MPa} \Rightarrow \text{التعزيزات المحددة لحالة حد القوة النهائية كافية}$$

-التحقق من قوة القص :

a- من ملف ال ROBOT تم أخذ النتائج :

$$T_U^{\text{MAX}} = 74.47 \text{ KN}$$

$$\tau_u = \frac{T_u^{\text{max}}}{b \times d} = \frac{74470}{55 \times 55 \times 100} = 0,24 \text{ MPa}$$

$$\bar{\tau}_u = \min \left[0,2 \times \frac{f_{c28}}{\gamma_b}; 4 \text{ MPa} \right] = 3,33 \text{ MPa}$$

$$\tau_u = 0,24 \text{ MPa} < \bar{\tau}_u = 3.33 \text{ MPa}$$

الأعمدة العرضية متعامدة مع الخط المركزي للعمود .

b- قطر التعزيزات الأفقية :

$$\phi_t \geq \frac{\phi_{Lmax}}{3} = \frac{2}{3} = 0.66 \text{ cm} = 6,6 \text{ mm}$$

$$\text{FeE235} \rightarrow \phi_t = 8 \text{ mm}$$

c- التباعد بين التعزيزات الأفقية :

بالاعتماد على BAEL 91 :

$$\delta_t \leq \min(15\phi_L^{\text{min}}; 40 \text{ cm}; b+10\text{cm}) = 21 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow \delta_t = 15 \text{ cm}$$

وأيضاً RPA 99 (2003) المنطقة (I) :

المنطقة العقدية : $\delta_t \leq \min (10 \phi_L^{\min} ; 15 \text{ cm})$

$\delta_t = 10 \text{ cm}$

منطقة العوارض : $\delta_t \leq 15 \phi_L^{\min} = 18 \text{ cm}$

$\delta_t = 15 \text{ cm}$

- الحد الأدنى من التعزيزات الأفقية :

$\lambda_g = \frac{l_f}{h} = \frac{226.1}{55} = 4.11 \text{ cm} < 5$

$A_{\min} = 0,5\% \times b \times \delta_t = 0.005 \times 55 \times 15 = 4.12 \text{ cm}^2$

- تحديد المنطقة العقدية [RPA99 /2003. 7.4.2.1] :

تتكون المنطقة العقدية من العقد التي تربط الأعمدة بالروافد ;

$L' = 2.h \rightarrow L' = 2 \times 55 \rightarrow L' = 110 \text{ cm}$

$h' = \max \left(\frac{h_e}{6} ; b ; h ; 60 \right) = \max \left(\frac{408}{6} ; 55 ; 55 ; 55 \right) = 68 \text{ cm}$

- طول العقدة :

$L_r = 40. \phi_{L_{\max}}$

$L_r = 80 \text{ cm}$

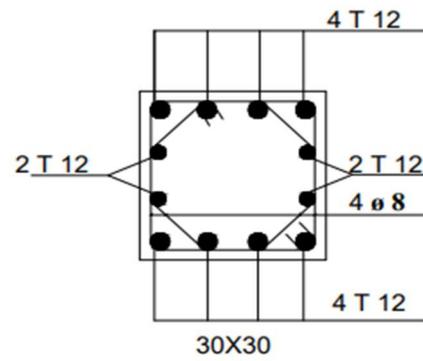
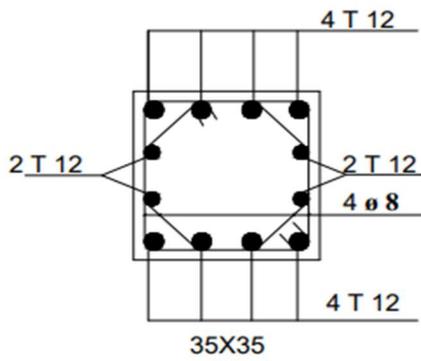
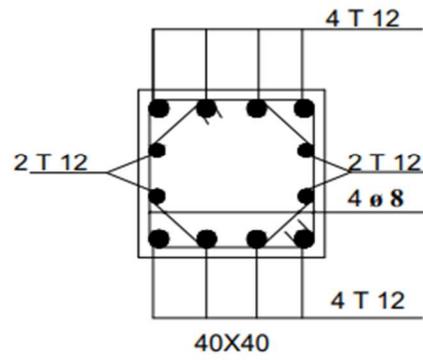
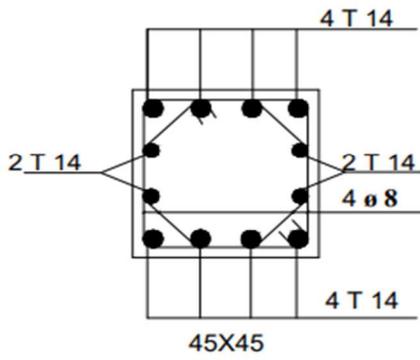
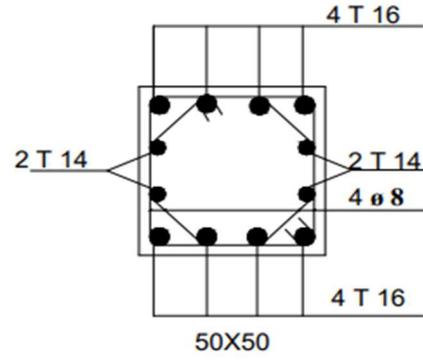
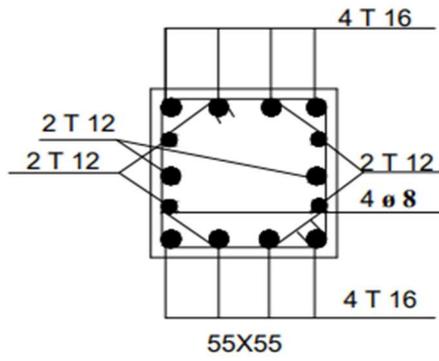
الخلاصة:

سيتم حساب التعزيزات أو التسليح لأنواع الأعمدة الأخرى بنفس طريقة حساب , وسيتم تلخيص التعزيز في الجدول التالي .

الجدول 31: تسليح الأعمدة .

الأنواع cm ²	A cal Cm ²	A min Cm ²	A RPA Cm ²	Choix	A adopte Cm ²
(55x55)	19.91	8.8	24.2	10T16+4T12	24.63
(50x50)	17.70	8	20	8T16+4T14	22.24
(45x45)	15.08	7.2	16.2	8T14+4T14	18,48
(40x40)	12.64	6.4	12.8	8T12+4T12	13.57
(35x35)	10.35	5.6	9.8	12T12	13,57
(30x30)	7.06	4.8	7.2	12T12	13,57

4.2.V / تسليح الأعمدة :



الشكل 45: تسليح جميع أنواع الأعمدة .

3.V دراسة جدران القص:

1.3.V / مقدمة :

الجدران عبارة عن عناصر خرسانية مسلحة (يكون الطول على الأقل أكبر 4 مرات من العرض)، الدور الرئيسي لجدران القص هو دعم المبنى من خلال مقاومة الأحمال الأفقية (الزلازل والرياح) والأحمال العمودية (الأحمال الدائمة والأحمال الزائدة) الناتجة عن الطوابق العلوية وتوزيعها على الأساسات من ثم إلى التربة.

1. جدران القص .

2. جدران المحيط موجودة تحت سطح الأرض .

ستتم تقوية جدران القص حسب (BAEL91) والفحوصات حسب لوائح مقاومة الزلازل الجزائرية (RPA99, 2003).

2.3.V / حساب تسليح جدران القص:

وفقاً ل [RPA99-V 2003 / 7.7.4]

سيتم حساب الجدران القص حصراً في إتجاه مستوى سطحها المتوسط من خلال تطبيق القواعد الكلاسيكية للخرسانة المسلحة

إذا يجب التحقق من الشروط التالية :

- استيفاء شروط الأبعاد المحددة في (RPA99-V 2003).

- يتم ترتيب جدران القص في اتجاهين متعامدين.

← بالنسبة لهيكلنا ، يتم استيفاء الشرطين السابقين .

سيتم حساب طلبات الحساب باستخدام مجموعات الإجراءات التالية :

$$- 1.35G + 1.5Q$$

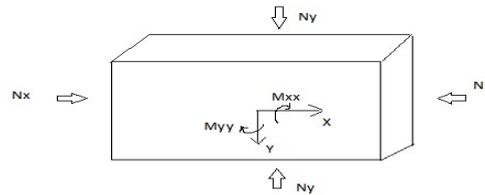
$$- G + Q$$

$$- G \pm Q \pm E \quad [RPA99/2003/V.5.2]$$

$$- 0.8G \pm E$$

3.3.V / التعزيزات العمودية :

يتم التأكيد على التسليح في الإتجاهين ، وسيتم حسابها في الإنحناء الم [RPA99/v.2003/7.7.4] .



الشكل 46: أحمال جدار القص.

مقطع من التسليح العمودي في نهاية الجدار => N_{yy} ; M_{xx} : yy

التسليح العمودي الموازي لجدار القص في كل طرف من طرفي جدار القص N_{yy} ; $M_{xx} = 4HA10 \geq AV$: xx

- حالة التنظيم الجزائري للزلازل (RPA99, 2003)/7.7.4.1 :

- تسليح الحد الأدنى : كل طرف من طرفي جدار القص $4HA10 \geq AV$;
في منطقة العوارض (قسم الفولاذ العمودي موازي لواجهات الجدار) :

$$A_1 = [(L - 2a) \times e] \times 0,10\%$$

$$A_2 = [L \times e \times 0,15\%] \times 2 A_v$$

$$A'_v = \max (A_1 ; A_2).$$

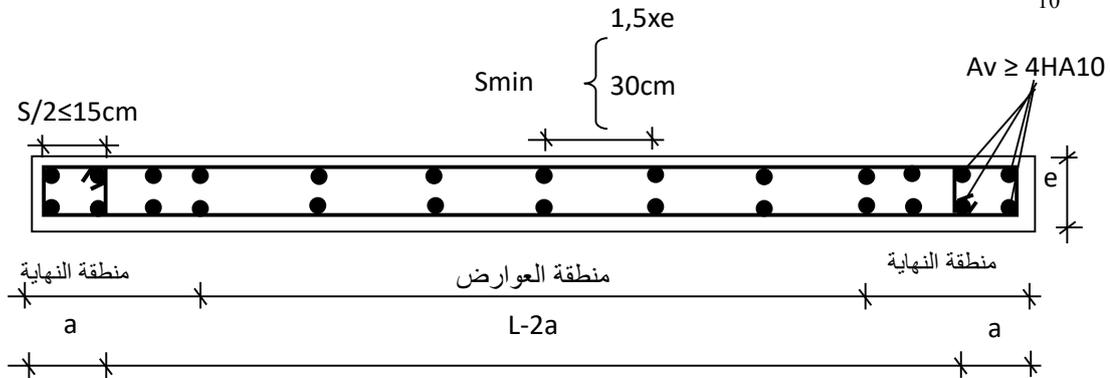
- عندما يتم شد جزء من الجدار تحت تأثير القوى العمودية والأفقية , يجب أن تؤخذ قوة الشد بالكامل بواسطة التعزيزات أو التسليح, والحد الأدنى لنسبة التعزيزات العمودية على كامل المنطقة الممتدة هي % 0.20 .
- إذا كانت هناك قوى ضغط كبيرة تعمل في النهاية , فإن القضبان العمودية يجب أن تحترم الشروط المفروضة على الوظائف .
- يجب تزويد القضبان العمودية من المستوى الأخير بخطافات للجزء الأعلى منها , أما بالنسبة للقضبان الأخرى ليس بها خطافات .
- التباعد بين القضبان العمودية :

$$1- S = \min(1,5 \times a ; 30 \text{ cm}) \text{ في منطقة العوارض.}$$

2- في كل طرف من اطراف الجدار ، يجب تقليل تباعد القضبان بمقدار النصف $\frac{L}{10}$ من عرض الجدار ,

3- تباعد الأطراف مساوياً لـ 15cm على الأكثر .

$$4- \phi \leq \frac{L}{10} \text{ قطر القضبان العمودية .}$$



الشكل 47: التعزيزات العمودية في الجدران .

4.3.V / التسليح الأفقي :

يتم حساب التسليح الأفقي باستخدام :

$$\frac{A_t}{b_0 \times S_t} \geq \frac{\tau_u - 0,3 \times f_{C28} \times k}{0,9 \times \frac{f_e}{\delta_s}} \rightarrow k = 1 ; \delta_s = 1$$

- يجب أن تكون القضبان الأفقية مزودة بخطافات عند 135 درجة بطول 10ϕ في الحالات التي توجد فيها كعب من الصلابة , يجب تثبيت القضبان الأفقية بدون خطافات إذا كانت أبعاد الكعب تسمح بتحقيق التثبيت المستقيم .

- يجب وضع طبقتين من التسليح للخارج .
- يجب أن تكون أطوال التداخل مساوية ل :
- Ø40-1 للقضبان الموجودة في المناطق يكون الإجهاد فيها تحت تأثير تركيبات مختلفة .
- Ø20-2 للقضبان الموجودة في مناطق مضغوطة تحت تأثير جميع الأحمال الممكنة.

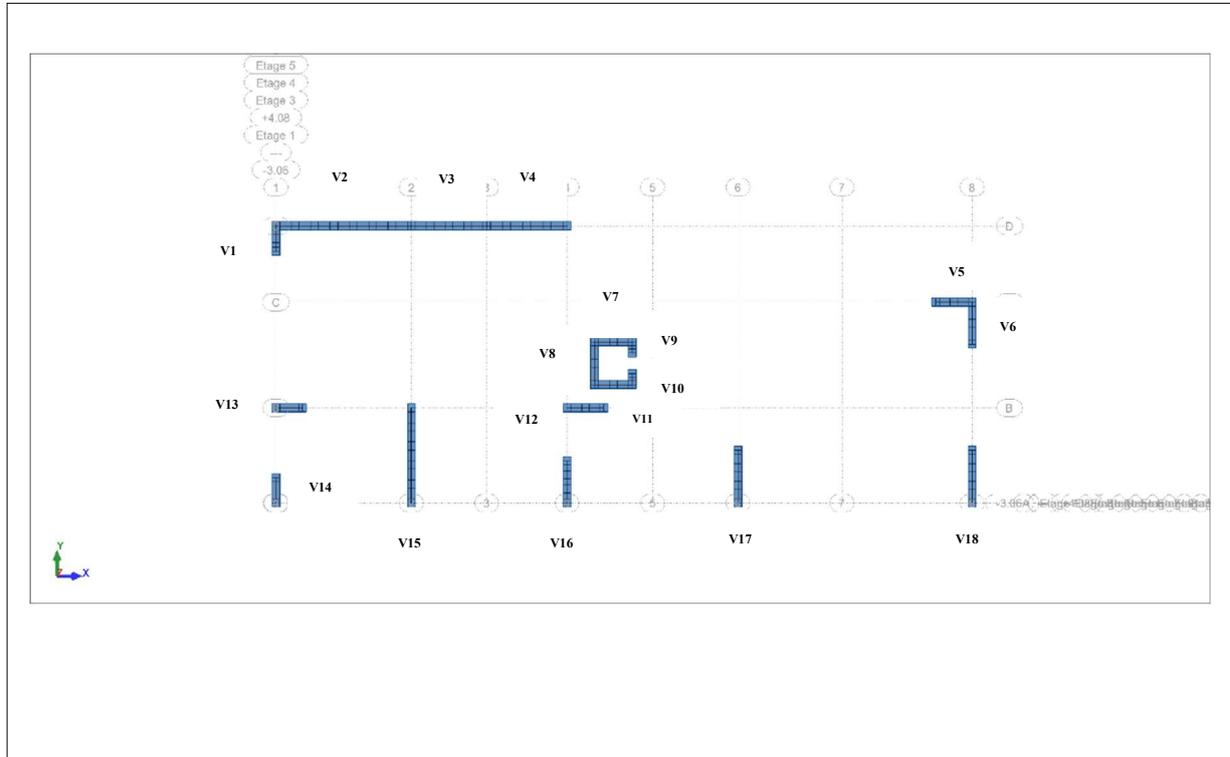
- إستنتاج طبيعة مقطع من الجدار :

- إذا كان σ_a و σ_b ذات علامة سالبة , سيكون لدينا قسم متواتر بالكامل (SET) .
- إذا كان σ_a و σ_b ذات علامة موجبة , سيكون لدينا قسم مضغوط بالكامل (SEC) .
- إذا كان σ_a و σ_b ذات علامة معاكسة , سيكون لدينا قسم مضغوط جزئياً (SPC) .

- أمثلة حسابية :

- يتم أخذ المعطيات بواسطة برنامج **ROBOT**.

صورة توضح جدران القص في المخطط.



الشكل 48: جدران القص .

طريقة الحساب بالنسبة للمحورين YY و XX :

الجدول 32: لحظات الضغط بالنسبة ل XX .

المجموعات		ELS	ACC
Cas 1	N_{yy}^{max} [KN]	-71,02	-1281,92
	M_{xx}^{corr} [KN.m]	1,14	0,05
Cas 2	N_{yy}^{min} [KN]	-1406,42	-1979,79
	M_{xx}^{corr} [KN.m]	-0,01	-1,07
Cas 3	M_{xx}^{max} [KN.m]	1,77	6,40
	N_{yy}^{corr} [KN]	131,82	294,21

الجدول 33: لحظات الضغط بالنسبة ل YY :

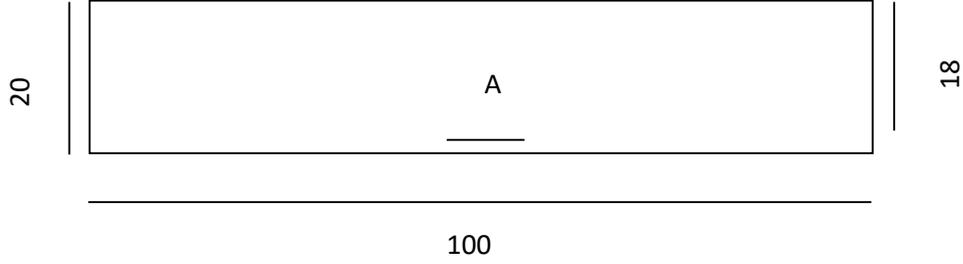
المجموعات		ELS	ACC
Cas 1	N_{xx}^{max} [KN]	55,60	279,68
	M_{yy}^{corr} [KN.m]	2,69	6,95
Cas 2	N_{xx}^{min} [KN]	-361,83	-481,26
	M_{yy}^{corr} [KN.m]	-0,39	-1,43
Cas 3	M_{yy}^{max} [KN.m]	5,10	32,01
	N_{xx}^{corr} [KN]	22,95	125,41

- الحالة الأولى : (ACC) ← بالنسبة للمحور XX :

الطلبات التي تؤخذ في الاعتبار هي :

- $N^{max} = -1979,79$ KN
- $M_{xx}^{cor} = -1,07$ KN.m

B= 100 cm; h= 20 cm; c= 2cm; d= 18 cm



الشكل 49: أبعاد جدار القص بالنسبة للمحور XX.

- موضع تطبيق نقطة قوة الضغط العادية N :

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{-1,07}{-1979,79} = 0,054 \text{ cm} < \frac{B}{12} = \frac{340}{12} = 28,33 \text{ cm} \Leftrightarrow \text{يتم تطبيق خارج النواة المركزية } e < h/12 \text{ ومنه}$$

- التحقق من استخدام الطريقة المبسطة :

$$\frac{L_f}{h} \leq \max [15 ; 20 \times \frac{e_0}{h}]$$

$$L_f = 0,7 \times L_0 = 0,7 \times 408 = 285,6 \text{ cm}$$

$$\frac{L_f}{h} = \frac{285,6}{20} = 14,28 \text{ cm}; \max [15; 20 \times \frac{e_0}{h}] = \max [15; 20 \times \frac{1,65}{20}] = 15$$

$$\frac{L_f}{h} = 10,71 \leq \max [15 ; 20 \times \frac{e_0}{h}] = 15 \Rightarrow \text{سيتم حساب القسم في الانحناء المركب بواسطة تكثيف الجهود المركب}$$

بواسطة تكثيف الجهود على النحو التالي :

$$\begin{cases} N'_1 = N' \\ M'_1 = N'_1 \times (e_0 + e_a + e_2) \end{cases}$$

- الانحراف خارج المركز e_a [BAEL91] :

$$e_a = \max [2 \text{ cm} ; \frac{L}{250}] = \max [2 \text{ cm} ; \frac{340}{250}] \Rightarrow e_a = 2 \text{ cm}$$

- الانحراف الإضافي من خارج المركز e_2 [BAEL91] :

$$e_2 = \frac{3 \times L_f^2}{10^4 \times h} \times [2 + \alpha \times \Phi] ; \Phi = 2$$

$$M_G = 0,75 \text{ KN.m} ; M_Q = 0,21 \text{ KN.m}$$

$$\alpha = \frac{M_G}{M_G + M} = \frac{0,75}{0,75 + 0,21} = 0,78$$

$$e_2 = \frac{3 \times 285,6^2}{10^4 \times 20} \times [2 + 0,78 \times 2] \Rightarrow e_2 = 4,28 \text{ cm}$$

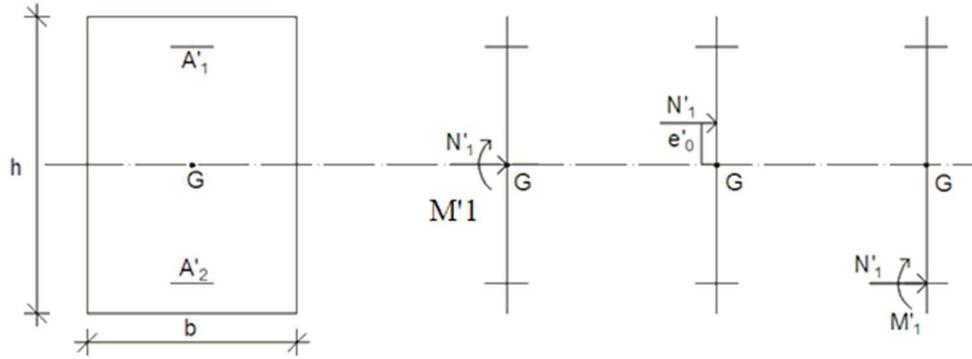
$$\begin{cases} N'_1 = N' = -1979,79 \text{ KN} \\ M'_1 = N'_1 \times (e_0 + e_a + e_2) = -1979,79 \times (0,00054 + 0,02 + 0,042) = -123,816 \text{ KN.m} \\ N'_1 = -1979,79 \text{ KN} \\ M'_1 = -123,816 \text{ KN.m} \end{cases}$$

- موضع تطبيق نقطة قوة الضغط العادية N'_1 :

$$e_0 = \frac{M_1}{N_1} = \frac{-12,816}{-1979,79} = 0,06 < \frac{h}{2} = \frac{20}{2} = 10 \text{ cm} \Rightarrow \text{يتم تطبيق قوة الضغط العادية داخل القسم}$$

- التحقق مما إذا كان القسم مضغوط جزئياً :

$$\underbrace{(0,337 \times h - 0,81 \times c_1) \times \sigma_b \times b \times h}_{(1)} \leq \underbrace{N'_1 \times (d - c_1) - M_1}_{(2)} ?$$



الشكل 50: موضع N'_1 , M'_1 و M_1 على المقطع العرضي .

- لحظة التسليح بالنسبة للتعزيز الأقل ضغطاً :

$$M_1 = M'_1 + N'_1 \left(d - \frac{h}{2} \right)$$

$$M_1 = -123,816 + (-1979,79) \times \left(0,18 - \frac{0,2}{2} \right) \Rightarrow M_1 = -282,199 \text{ KN}$$

$$(1) = (0,337 \times 20 - 0,81 \times 2) \times 14,2 \times 100 \times 20 = 145408 \Rightarrow (1) = 145,408 \text{ KN.m}$$

$$(2) = -1979,79 \times (0,18 - 0,02) - 145,408 \Rightarrow (2) = -462,174 \text{ KN}$$

- الخلاصة :

$$(1) = 145,408 \text{ KN.m} < (2) = -462,174 \text{ KN} \Rightarrow \text{سيكون لدينا قسم مضغوط بالكامل (SEC)}$$

- ملاحظة :

سيتم حساب التعزيزات في الإنحناء البسيط مع لحظة مقارنة بالتعزيزات المتواترة M_1 .

- حساب التسليح في الإنحناء البسيط A'_1 والتحقق من وجود التعزيز المضغوط :

$$\mu = \frac{M_1}{\sigma_b \times b \times d^2} = \frac{282199}{18,47 \times 100 \times 18^2} = 0,471$$

$$\mu = 0,471 > \mu_L \Rightarrow A' \exists, \xi_{bc} = 3,5\% \Rightarrow \mu_L = 0,8\alpha_1 \times (1 - 0,4\alpha_1)$$

$$\alpha_1 = \frac{3,5}{3,5 + 1000\xi_l}$$

$$\xi_l = \frac{f_e}{\gamma_s \times E} \rightarrow \xi_l = \frac{400}{1 \times 2 \times 10^5} \rightarrow \xi_l = 2 \cdot 10^{-3}$$

$$\alpha_1 = 0,636$$

$$\mu_L = 0,379$$

$$\mu > \mu_L$$

$$\sigma_s = \frac{f_e}{\gamma_s} = \frac{400}{1,00} = 400 \text{ MPa}$$

$$\alpha = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu}) \Rightarrow \alpha = -0,62$$

$$\beta = 1 - 0,4\alpha \Rightarrow \beta = 1,249$$

$$A_1 = \frac{M_1}{\sigma_s \times \beta \times d} = \frac{282199}{400 \times 1,249 \times 18} = 31,38 \text{ cm}^2$$

← نطبق الانحناء المركب

$$A = A_1 - \frac{N}{100 \times \sigma_s} = 31,38 + \frac{197979}{100 \times 400} = 36,32 \text{ cm}^2 \quad A > 0$$

- الحد الأدنى من التعزيزات [A7.7.4.3] RPA99 :

الفولاذ العمودي :

$$A_{\min} = 0,2\% \times b \times h$$

$$A_{\min} = 0,2\% \times 100 \times 20$$

$$A_{\min} = 4 \text{ cm}^2$$

الفولاذ العمودي والأفقي :

$$A_{\min} = 0,15\% \times a \times L = 0,15\% \times 100 \times 20 = 3 \text{ cm}^2$$

المنطقة بشكل عام :

$$A_{\min} = 0,10\% \times (L - 2 \times \frac{L}{10}) \times a = 0,10\% \times (100 - 2 \times \frac{100}{10}) \times 20 = 1,6 \text{ cm}^2$$

المنطقة الحالية :

$$A = \max(A_{cal}; A_1; A_{\min}) \Rightarrow A = 12,42 \text{ cm}^2$$

اختيار التسليح :

$$12T12 + 12T16 \rightarrow A = 37,7 \text{ cm}^2$$

الحالة الثانية (E.L.S) :

$$e'_0 = \frac{M_{ser}}{N_{ser}} = \frac{-0,01}{-14,42} = 0,0007 \text{ cm} \Rightarrow$$

قوة الضغط العادية داخل قسم الحساب

$$e'_0 = \frac{M_{ser}}{N_{ser}} = \frac{-0,01}{-351,12} < \frac{h}{6} = \frac{20}{6} = 3,34 \text{ cm} \Rightarrow$$

المقطع مضغوط بالكامل

حساب الإجهادات :

$$\sigma_b \leq \bar{\sigma}_b = 0,6 \times f_{c28}$$

التشوّه ضار قليلاً ← ليس من الضروري التحقق من σ_s

$$b=100 \text{ cm}; h=20 \text{ cm}; c=2 \text{ cm}; d=18 \text{ cm}, \quad A'_1 = A'_2 = 37,7 \text{ cm}^2$$

$$B_0 = b \times h + 15 (A'_1 + A'_2) = 100 \times 20 + 15 \times (37,7 \times 2) = 3089,60 \text{ cm}^2$$

$$V_1 = \frac{1}{B_0} \times \left[\frac{b \times h^2}{2} + 15 \times (A'_1 \times d' + A'_2 \times d) \right]$$

$$= \frac{1}{3089,60} \times \left[\frac{100 \times 20^2}{2} + 15 \times (37,7 \times 2 + 37,7 \times 18) \right] = 10 \text{ cm}$$

$$V_2 = h - V_1 = 20 - 10 = 10 \text{ cm}$$

$$I_{xx}' = \frac{b}{3} \times (V_1^3 + V_2^3) + 15 \times [A_1' \times (V_1 - d')^2 + A_2' \times (d - V_1)^2] \Rightarrow$$

$$I_{xx}' = \frac{100}{3} \times (10^3 + (-10)^3) + 15 \times [37,7 \times (10 - 2)^2 + 37,7 \times (18 - 10)^2]$$

$$\rightarrow I_{xx}' = 7381848,5 \text{ cm}^4$$

$$M_G = M_{ser} - N_{ser} \times \left(\frac{h}{2} - V_1 \right) = -0,01 + 1406,42 \times \left(\frac{20}{2} - 10 \right) = -0,01 \text{ KN.m}$$

$$\sigma = \frac{N_{ser}}{100 \times B_0} = \frac{-1406,42 \times 10^3}{100 \times 3089,60 \times 10^2} = -0,045 \text{ MPa.}$$

$$k = \frac{M_G}{I_{xx}} = \frac{-0,01}{7381848,5} = -0,000001 \text{ KN/cm}^3$$

$$\sigma_b^1 = \sigma + k \times V_1 = -0,045 - 0,000001 \times 10 = -0,045 \text{ MPa}$$

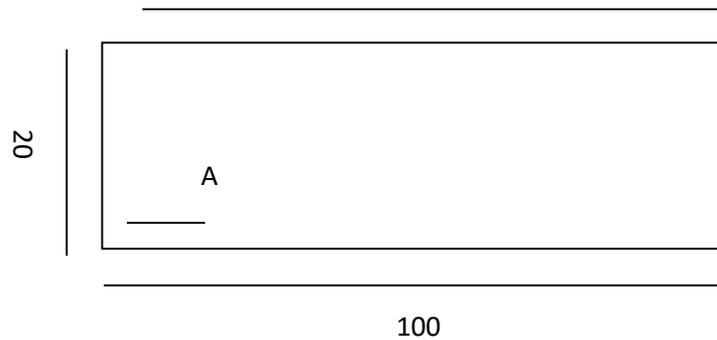
$$\sigma_b^1 = -0,045 \text{ MPa} \leq \bar{\sigma}_b = 0,6 \times f_{c28} = 15 \text{ MPa} \Rightarrow \text{التعزيزات الأفقية كافية}$$

- الحالة الأولى (ACC) ← بالنسبة للمحور YY

الطلبات التي تؤخذ في الاعتبار هي :

- $N^{\max} = -481,26 \text{ KN}$
- $M_{yy}^{\text{cor}} = -1,43 \text{ KN.m}$

$$B = 20 \text{ cm}; h = 100 \text{ cm}; c = 10 \text{ cm}; d = 90 \text{ cm} \quad 90$$



الشكل 51: أبعاد جدار القص بالنسبة للمحور YY.

- موضع تطبيق نقطة قوة الضغط العادية N :

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{-1,43}{-48,26} = 0,297 \text{ cm} < \frac{B}{12} = \frac{20}{12} = 1,66 \text{ cm} \Leftrightarrow \text{منه } e < h/12 \text{ يتم تطبيق خارج النواة المركزية}$$

- التحقق من استخدام الطريقة المبسطة :

$$\frac{Lf}{h} \leq \max [15 ; 20 \times \frac{e_0}{h}]$$

$$L_f = 0,7 \times L_0 = 0,7 \times 408 = 285,6 \text{ cm}$$

$$\frac{L_f}{h} = \frac{285,6}{100} = 2,856 \text{ cm}; \max [15; 20 \times \frac{e_0}{h}] = \max [15; 20 \times \frac{1,65}{100}] = 15$$

$$\frac{L_f}{h} = 10,71 \leq \max [15; 20 \times \frac{e_0}{h}] = 15 \Rightarrow$$

سيتم حساب القسم في الأحناء المركب بواسطة تكثيف الجهود المركب

بواسطة تكثيف الجهود على النحو التالي :

$$\begin{cases} N'_1 = N' = -481,260 \text{ KN} \\ M'_1 = N'_1 \times (e_0 + e_a + e_2) = -481,260 \times (0,002 + 0,02 + 0,008) = -14,437 \text{ KN.m} \end{cases}$$

$$\begin{cases} N'_1 = -481,260 \text{ KN} \\ M'_1 = -14,437 \text{ KN.m} \end{cases}$$

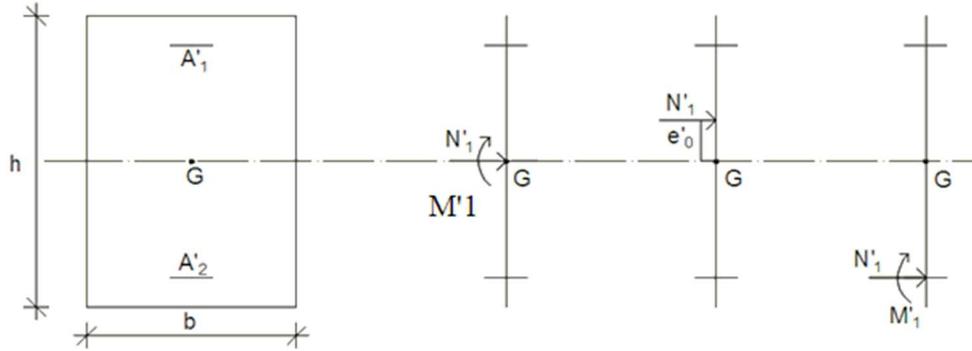
- موضع تطبيق نقطة قوة الضغط العادية N'_1 :

$$e_0 = \frac{M'_1}{N'_1} = \frac{-14,437}{-481,260} = 0,029 < \frac{h}{2} = \frac{100}{2} = 50 \text{ cm} \Rightarrow$$

يتم تطبيق قوة الضغط العادية داخل القسم

- التحقق مما إذا كان القسم مضغوط جزئياً :

$$\underbrace{(0,337 \times h - 0,81 \times c_1) \times \sigma_b \times b \times h}_{(1)} \leq \underbrace{N'_1 \times (d - c_1) - M'_1}_{(2)} ?$$



الشكل 52: موضع M_1 و M'_1 و N'_1 على المقطع العرضي .

- لحظة التسليح بالنسبة للتعزيز الأقل ضغطاً :

$$M_1 = -14,437 + (-481,260 \text{ KN}) \times \left(0,9 - \frac{1}{2}\right) \Rightarrow M_1 = -206,941 \text{ KN}$$

$$(1) = (0,337 \times 100 - 0,81 \times 10) \times 18,47 \times 20 \times 100 = 945664 \Rightarrow (1) = 945,664 \text{ KN.m}$$

$$(2) = -481,260 \times (0,9 - 1) + 945,664 \Rightarrow (2) = -993,790 \text{ KN}$$

- الخلاصة :

(1) = 945,664 KN.m < (2) = -993,790KN \Rightarrow (SEC) بالكامل مضغوط سيكون لدينا قسم مضغوط

- حساب التسليح في الانحاء البسيط A'1 والتحقق من وجود التعزيز المضغوط :

$$\mu = \frac{M_1}{\sigma_b \times b \times d^2} = \frac{206941}{18,47 \times 20 \times 90^2} = 0,069$$

$$\mu = 0,069 < \mu_L = 0,392A'1 \text{، ومنه } 1000\varepsilon_s > 1000\varepsilon_l \rightarrow \sigma_s = \frac{f_e}{\delta_s} = 400 \text{ MPa}$$

$$A_1 = \frac{M_1}{\sigma_s \times \beta \times d} = \frac{206941}{400 \times 0,964 \times 90} = 5,96 \text{ cm}^2$$

- الحد الأدنى من التعزيزات [Article 7.7.4.3] RPA99 :

الفولاذ العمودي :

$$A_{\min} = 0,2\% \times b \times h$$

$$A_{\min} = 4 \text{ cm}^2$$

في كل طرف من طرفي الجدار . $A \geq 4HA10$

إختيار التسليح :

$$6T12 \rightarrow 6,79 \text{ cm}^2$$

- الحالة الثانية (E.L.S) :

$$e'_0 = \frac{M_{ser}}{N_{ser}} = \frac{-0,01}{-36,83} = 0,002 \text{ cm} \rightarrow \text{قوة الضغط العادية داخل قسم الحساب}$$

$$e'_0 = \frac{M_{ser}}{N_{ser}} = \frac{-0,01}{-36,83} < \frac{h}{6} = \frac{100}{6} = 16,6 \text{ cm} \rightarrow \text{المقطع مضغوط بالكامل}$$

حساب الإجهادات :

$$\sigma_b \leq \bar{\sigma}_b = 0,6 \times f_{c28}$$

التشوّه ضار قليلاً ← ليس من الضروري التحقق من σ_s

$$b=20 \text{ cm}; h=100 \text{ cm}; c= 10 \text{ cm}; d= 90 \text{ cm} \quad , \quad A'_1 = A'_2 = 6,79 \text{ cm}^2$$

$$B_0 = b \times h + 15 (A'_1 + A'_2) = 100 \times 20 + 15 \times (6,79 \times 2) = 2203,70 \text{ cm}^2$$

$$V_1 = \frac{1}{B_0} \times \left[\frac{b \times h^2}{2} + 15 \times (A'_1 \times d' + A'_2 \times d) \right] = \frac{1}{2203,70} \times \left[\frac{20 \times 100^2}{2} + 15 \times (6,79 \times 10 + 6,79 \times 90) \right] = 50 \text{ cm}$$

$$V_2 = h - V_1 = 100 - 50 = 50 \text{ cm}$$

$$\rightarrow I_{xx'} = 325920 \text{ cm}^4$$

$$M_G = M_{ser} - N_{ser} \times \left(\frac{h}{2} - V_1 \right) = -0,01 + 361,83 \times \left(\frac{100}{2} - 50 \right) = -0,01 \text{ KN.m}$$

$$\sigma = \frac{N_{ser}}{100 \times B_0} = \frac{-361,83 \times 10^3}{100 \times 2203,70 \times 10^2} = -0,016 \text{ MPa.}$$

$$k = \frac{M_G}{I_{xx}} = \frac{-0,01}{325920} = -0,0003 \text{ KN/cm}^3$$

$$\sigma_b^l = \sigma + k \times V_1 = -0,016 - 0,0003 \times 50 = -0,166 \text{ MPa}$$

$$\sigma_b^l = -0,116 \text{ MPa} \leq \bar{\sigma}_b = 0,6 \times f_{c28} = 15 \text{ MPa} \Rightarrow \text{التعزيزات الأفقية كافية}$$

- الحد الأدنى من التباعد بين القضبان الرأسية والأفقية :

وفقاً ل (RPA99 -2003) :

$$S \leq \min (1.5 \times a ; 30 \text{ cm})$$

$$S = 15 \text{ cm}$$

$$S' = \frac{15}{2} = 7,50 \text{ cm}$$

- حساب قوة القص :

$$\bar{\tau}_u = \min (0.2f_{c28} ; 5 \text{ MPa}) = 5 \text{ MPa}$$

$$\tau_u = \frac{T}{e \times d} ; T = 1.4 T_u$$

$$\tau_u = \frac{1,4 \times 24860}{20 \times 180 \times 100} = 0,096 \text{ MPa} \Rightarrow \tau_u \leq \bar{\tau}_u$$

حساب التعزيز الأفقي ليس ضرورياً .

التباعد بين التعزيز الأفقي :

$$S \leq \min (1.5 \times 20 ; 30 \text{ cm}) = 30 \text{ cm}$$

S = 20cm سوف نعتد على تباعد

اختيار التسليح :

$$\frac{At}{b_0 \times S} \geq \frac{\tau_u - (0.3 \times f_{t28} \times k)}{0.9 \frac{f_e}{\gamma_s}}$$

$$\rightarrow \frac{At}{b_0 \times S} \geq \frac{\tau_u}{0.9 \frac{f_e}{\gamma_s}} \Rightarrow At \geq \frac{\tau_u}{0.9 \frac{f_e}{\gamma_s}} \times b_0 \times S$$

$$At \geq \frac{0,096}{0,9 \times \frac{400}{1,15}} \times 20 \times 20 = 0,122 \text{ cm}^2$$

الحد الأدنى من التسليح المستعرض:

$$\frac{At_{min}}{b \times S} \geq \frac{1}{f_e} \min \left[\frac{T_u}{2} ; 0.4 \text{ MPa} \right]$$

$$At_{min} \geq \frac{b \times S}{\gamma_e} \times \frac{T_u}{2} = \frac{20 \times 20}{400} \times \frac{0,096}{2} = 0,048 \text{ cm}^2$$

$$A = \max (At_{cal} ; At_{min}) = 0,122 \text{ cm}^2$$

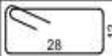
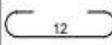
اختيار التسليح :

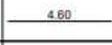
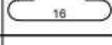
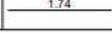
$$2T8 \rightarrow A = 1,01 \text{ cm}^2$$

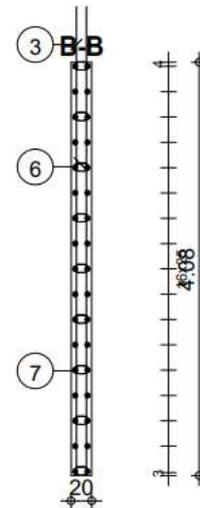
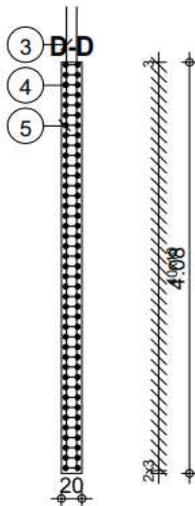
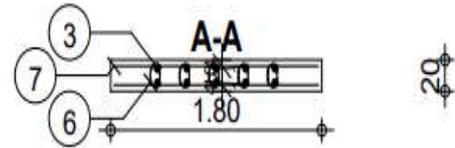
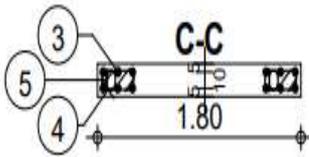
5.3.V / تسليح جدران القص :

- تم أخذ أمثلة لنتائج تسليح جدران القص بواسطة برنامج ROBOT ،

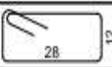
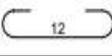
بالنسبة للمحور XX

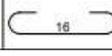
Pos.	Armature	Code	Forme
③	12HA 40012 l=4.60	0.00	
④	82HA 4006 l=1.01	5.20	
⑤	82HA 4006 l=46	2.01	

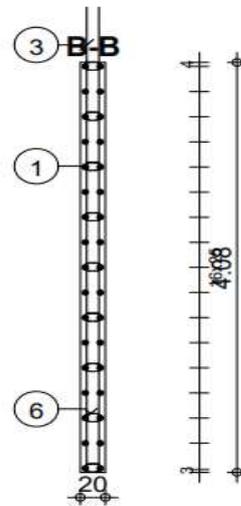
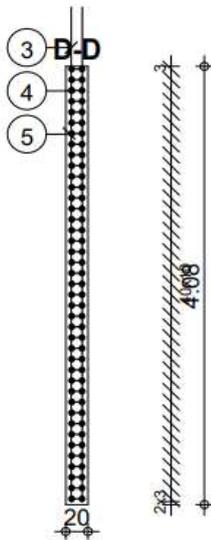
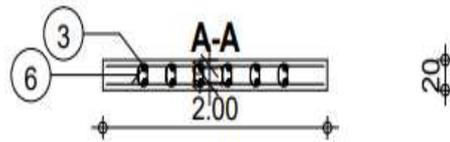
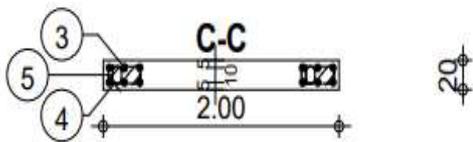
Pos.	Armature	Code	Forme
②	51HA 40012 l=0.0	2.21	
③	10HA 40012 l=4.60	0.00	
⑥	45HA 40012 l=50	2.01	
⑦	34HA 40012 l=1.74	0.00	



الشكل 53: تسليح جدار القص V₁₂ .

Pos.	Armature	Code	Forme
③	12HA 40012 l=4.60	0.00	4.60
④	82HA 4006 l=1.01	5.20	
⑤	82HA 4006 l=46	2.01	

Pos.	Armature	Code	Forme
①	34HA 40012 l=1.94	0.00	1.94
②	34HA 40012 l=0.0	2.21	
③	12HA 40012 l=4.60	0.00	4.60
⑥	54HA 40012 l=50	2.01	



الشكل 54: تسليح جدار القص V₁₆.

4.V. جدران المحيط الموجودة تحت سطح الأرض :

1.4.V/حساب تسليح جدران المحيط:

وفقاً ل (10.1.2/ RPA99, 2003) يجب أن تتضمن الإطارات الموجودة أسفل المستوى الأساسي والمكونة

من أعمدة قصيرة ، حجاب طرفي مستمر بين مستوى الأساسات والمستوى الأساسي .

من خصائص جدار المحيط :

- سمك $\leq 15\text{cm}$.

- تتكون الإطارات من طبقتين .

- الحد الأدنى لنسبة التسليح 0.10 في الاتجاهين (أفقي وعمودي) .

- يجب ألا تقل الفتحات الموجودة في هذا الجدار الصلابة بشكل كبير .

تحديد الضغوط :

- حساب القوة N:

$$P_{Pr} = \gamma_b \times V_b$$

$$\gamma_b = 25 \text{ KN/m}^3$$

$$V_b = 1 \times h \times e$$

h : ارتفاع الجدار الاستنادي .

e : سمك الجدار .

$$V_b = 1 \times 2,56 \times 0,15 = 0,384 \text{ m}^3$$

$$P_{Pr} = 25 \times 0,38 = 9,6 \text{ KN}$$

حالة الحد النهائي (E.L.U.):

$$N = 1,35 \times 9,6 = 12,96 \text{ KN}$$

حالة حد الخدمة (E.L.S.):

$$N = P_{Pr} = 9,6 \text{ KN}$$

حساب ضغط الأرض q :

$$\sigma = K_p \times \gamma \times h$$

$$K_p = \text{tg}^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right)$$

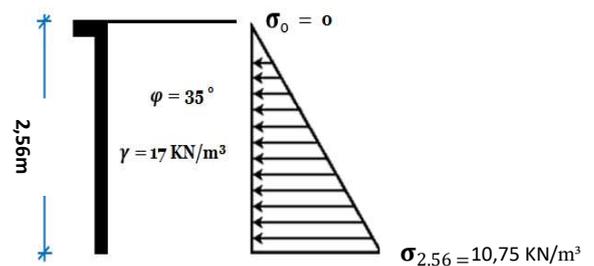
K_p : معامل الدفع .

γ : كثافة الأرض .

$$\delta = \frac{2}{3} \varphi ; \varphi = 35^\circ \text{ (الأرضية / إحتكاك الجدار : } \delta \text{)}$$

$$K_p = 0,247.$$

$$\gamma = 17 \text{ KN/m}^3$$



الشكل 55 : إجهاد الجدار المحيط .

حساب الإجهادات :

$$\sigma_i = K_p \times \gamma \times h$$

$$h = 0 \Rightarrow \sigma_0 = 0 \text{ kN/m}^2$$

$$h = 2,56 \Rightarrow \sigma_1 = 0,247 \times 17 \times 2,56 = 10,75 \text{ kN/m}^2$$

سننظر إلى الجدار على أنه لوح يقع على أربعة جوانب مع حمولة موزعة بالتساوي $q = 10 \text{ kN/m}^2$.

طريقة الحساب :

حالة الحد النهائي (E.L.U.) :

$$\rho = 0,77 \Rightarrow \begin{cases} \mu_x^u = 0,0550 \\ \mu_y^u = 0,6135 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} M_x^u = \mu_x^u \times q_u \times l_x^2 \Rightarrow M_x^u = 6,952 \text{ KN.m} \\ M_y^u = \mu_y^u \times M_x^u = 4,265 \text{ KN.m} \end{cases}$$

حالة حد الخدمة (E.L.S.) :

$$\rho = 0,77 \Rightarrow \begin{cases} \mu_x^{ser} = 0,0617 \\ \mu_y^{ser} = 0,7246 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} M_x^{ser} = \mu_x^{ser} \times q_{ser} \times l_x^2 \Rightarrow M_x^{ser} = 5,777 \text{ KN.m} \\ M_y^{ser} = \mu_y^{ser} \times M_x^{ser} = 4,186 \text{ KN.m} \end{cases}$$

الجدول 34: لحظات الدعم و الأمتداد للجدار المحيط.

المجموعات	X-X		Y-Y	
	E.L. U	E.L. S	E.L. U	E.L. S
M_a [KN.m]	2,085	1,733	2,132	2,093
M_t [KN.m]	5,909	4,910	3,198	3,139

- حساب التسليح :

حساب الطلاء :

$$d_x = h - C_x = 15 - 2,5 = 12,5 \text{ cm}$$

$$d_y = h - C_y = 15 - 3,5 = 11,5 \text{ cm}$$

التباعد الأقصى بين التعزيزات [BAEL . IV.5.c] :

$$\delta \leq \min(3h_d; 33\text{cm}) = 33 \text{ cm} \rightarrow x - x.$$

$$\delta \leq \min(4h_d; 45\text{cm}) = 45 \text{ cm} \rightarrow y - y.$$

ملاحظة :

التعزيز في الدعم والامتداد هو نفسه , سنأخذ أقصى لحظة (لحظة في المدى).

X-X :

حالة الحد النهائي (E.L.U.) :

$$M_{tx}^u = 5,909 \text{ KN.m}$$

التحقق من وجود التعزيز المضغوط :

$$\mu = \frac{M_{tx}^u}{\sigma_b \times b \times d^2} = \frac{5909}{14,2 \times 100 \times (12,5)^2} = 0,026$$

$$\mu = 0,026 < \mu_1 = 0,392 \Rightarrow A' \neq$$

$$1000\varepsilon_s > 1000\varepsilon_1 \Rightarrow \sigma_s = \frac{f_e}{\delta_s} = \frac{400}{1,15} = 348 \text{ MPa}$$

تحديد التسليح :

$$A = \frac{M_1}{\sigma_s \times \beta \times d} = \frac{5909}{348 \times 0,987 \times 12,5} = 1,37 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

حالة غير قابلة للكسر :

$$A_{\min} = 0,0008 \times b \times h = 0,0008 \times 100 \times 15 = 1,2 \text{ cm}^2$$

الحد الأدنى من التسليحات :

بالاعتماد على الشروط التي يفرضها: RPA99/V2003 :

$$A = \max(A_{\text{cal}}; A_{\min}; A_{\min\text{RPA}}) \Rightarrow A = 1,5 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

إختيار التسليح :

$$4T10 \longrightarrow A=3,14 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

حالة حد الخدمة (E.L.S.) :

$$M_{tx}^{\text{ser}} = 4,910 \text{ KN.m}$$

$$D = \frac{15 \times A}{b} = \frac{15 \times 3,14}{100} = 0,471 \Rightarrow D = 0,471$$

$$E = 2 \times d \times D = 2 \times 12,5 \times 0,471 = 11,775 \Rightarrow E = 11,775$$

$$Y_1 = -D + \sqrt{D^2 + E} \Rightarrow Y_1 = 2,99 \text{ cm}$$

$$I_1 = \frac{b \times Y_1^3}{3} + 15 \times A(d - Y_1)^2 \Rightarrow I_1 = 5150,758 \text{ cm}^4$$

$$K = \frac{M_{\text{ser}}}{I_1} = \frac{4910}{5150,758} = 0,953 \Rightarrow K = 0,953$$

$$\sigma_b = K \times Y_1 \Rightarrow \sigma_b = 2,849 \text{ MPa}$$

$$\sigma_s = 15K \times (d - Y_1) \Rightarrow \sigma_s = 135,945 \text{ MPa}$$

الإجهاد المسموح به :

$$\bar{\sigma}_b = 0,6 \times f_{c28} \Rightarrow \bar{\sigma}_b = 15 \text{ MPa}$$

التشوه ضار :

$$\bar{\sigma}_s = \min\left(\frac{2}{3} \times f_e ; 110\sqrt{\eta \times f_{t28}}\right) = \min\left(\frac{2}{3} \times 400 ; 110\sqrt{1.6 \times 2.1}\right)$$

$$\Rightarrow \bar{\sigma}_s = 201,63 \text{ MPa}$$

$$\sigma_b = 2.65 \text{ MPa} < \bar{\sigma}_b = 15 \text{ MPa}$$

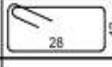
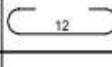
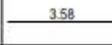
$$\sigma_s = 135,945 \text{ MPa} < \bar{\sigma}_s = 201,63 \text{ MPa} \Rightarrow \text{E.L.U. المحسوبة في}$$

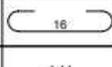
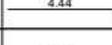
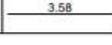
الجدول 35: لحظات الضغط بالنسبة للحظات الدعم وفترات الأمتداد .

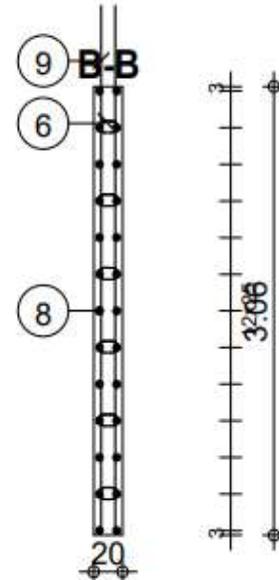
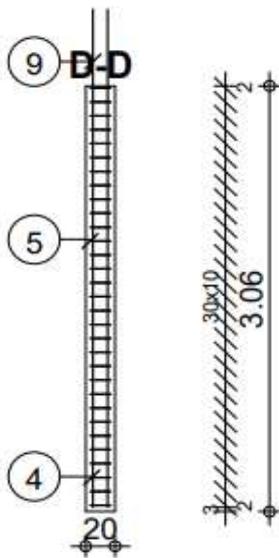
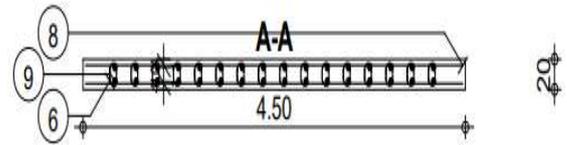
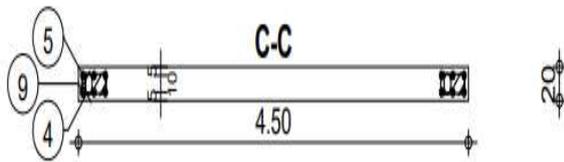
	A _{Cal} [cm ² /mL]	A _{min} [cm ² /mL]	A _{minRPA} [cm ² /mL]	إختيار التسليح	A _{adopté} [cm ² /mL]	سمك الجدار [cm]
X-X	1,37	1,6	1,5	4T10	3.14	20
Y-Y	0.80	1.6	1,5	4T10	3.14	20

2.4.V / التسليح جدران المحيط :

- تم أخذ أمثلة لنتائج تسليح جدران المحيط بواسطة برنامج ROBOT ،
بالنسبة للمحورين YY و XX

Pos.	Armature	Code	Forme
④	62HA 4006 l=1.01	5.20	
⑤	62HA 4006 l=46	2.01	
⑨	12HA 40012 l=3.58	0.00	

Pos.	Armature	Code	Forme
②	39HA 40012 l=0.0	2.21	
⑥	96HA 40012 l=50	2.01	
⑧	26HA 40012 l=4.44	0.00	
⑨	32HA 40012 l=3.58	0.00	



الشكل 56: تسليح الجدار المحيط .

" المحور السادس : دراسة البنية التحتية "

1. VI / مقدمة :

تعمل الأساسات على نقل الأحمال القادمة من البنية الفوقية إلى الأرض , وهي :
الوزن الذاتي، أحمال التشغيل، الأحمال الزائدة وهي القوى الأفقية الناتجة عن المناخ والزلازل .
يعتمد إختيار نوع الأساس على عدة معاملات :

-طبيعة ووزن البنية الفوقية، نوعية وكمية الأحمال المطبقة على البناء، جودة التربة الأساسية .

حساب الأساسات :

1/ الأبعاد :

بالنسبة لأبعاد القاعدة من الضروري أن :

-أن تكون قادرة على المقاومة، وأن تكون صلبة أي لا تخضع لتشوهات كبيرة و أن تكون مستقرة.

-يجب نقل الأحمال على النحو الأمثل إلى الأرض حتى لا تتسبب في حدوث تشوهات واضطرابات كبيرة في الأرض .

2/ دور الأساسات :

تقوم بتأمين دوريين أساسيين :

-تلقي الأحمال الثابتة والمتغيرة .

-نقل الأحمال إلى التربة في ظروف جيدة بحيث يتم المحافظة على توازن المبنى .

3/ اختيار نوع الأساسات :

يعتمد اختيار نوع الأساس بشكل أساسي على العوامل التالية :

قدرة تحمل التربة، الأحمال المرسله إلى الأرض، المسافة بين محاور الدعامات، عمق التربة الجيدة .

لاختيار نوع الأساس يتم فحص الأساس بدءاً من القاعدة البسيطة قاعدة معزولة، قاعدة مستطيلة، أرضية كاملة .

وفقاً لنسبة التربة، فإن الإجهاد المسموح به هو 2,5 bar .

لهذا يجب علينا التحقق من عدم وجود تداخل بين القواعد (معزول ومستمر) .

وفقاً ل (RPA 99 -V2003) للمادة 10.1.4.1, يتم تحديد حجم الأساسات وفقاً لمجموعة الإجراءات التالية :

$$\begin{cases} G + Q + E \\ 0.8 G \pm E \end{cases}$$

وفقاً ل (DTR) للمادة 2.33.1 :

$$\begin{cases} 1.35G + 1.5Q \\ G + Q \end{cases}$$

سيتم تحديد القاعدة عن طريق التحقق من N :

$$\frac{N}{S_{semelle}} \leq \overline{\sigma}_{sol} \Rightarrow S \geq \frac{N}{\overline{\sigma}_{sol}} \rightarrow \begin{cases} N: \text{ جهد عادي} \\ S: \text{ مساحة السطح} \\ \overline{\sigma}_{sol}: \text{ إجهاد التربة المسموح به} \end{cases}$$

$$\overline{\sigma}_{sol} = 2.5 \text{ bars} = 250 \text{ KN/m}^2$$

$$N = 4382,49 \text{ KN} ;$$

$$S_{\text{bât}} = 448,020 \text{ m}^2$$

مساحة البناء :

$$\rightarrow \frac{S_s}{S_r} = \frac{448,020}{521,220} = 0,85 \implies 0,85 > 0,5$$

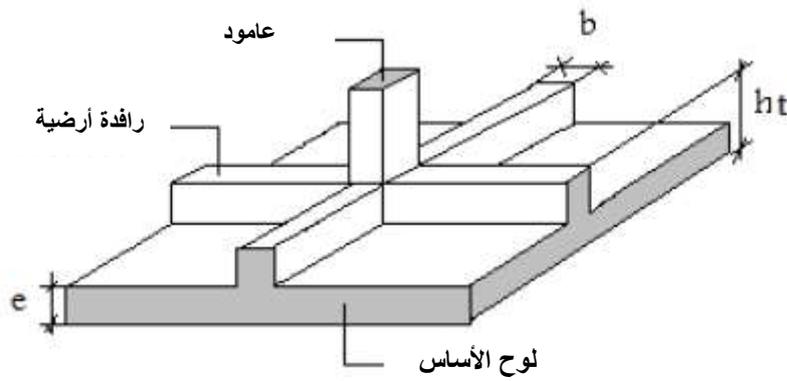
الخلاصة :

بعد دراسة تطبيق القاعدة المعزولة على مركز العمود (55×55) تبين بأن القاعدة تأخذ أكثر 50 % من مساحة سطح الهيكل , ولذلك لم نطبق دراسة القواعد تحت جدران القص وباقي الأعمدة .

الاستنتاج :

تحتل القواعد الأكثر من 50 % من مساحة سطح الهيكل ولذلك نختار البلاطة الأرضية الكاملة كأساس .

2. VI / دراسة البلاطة الأرضية :



الشكل 57 : يوضح البلاطة الأرضية .

لوح الأساس :

يجب أن يستوفي سمك لوح القاعدة الشروط التالية :

الحالة الثابتة، حالة غير قابلة للقص، حالة الصلابة، حالة عدم تشوه الأرضية .

سمك البلاطة الأرضية h_r :

/a الحالة الثابتة :

$$\frac{L}{8} \leq h \leq \frac{L}{5}$$

L : أطول أمتداد للوح .

$$L_x = 665 \text{ cm}$$

$$L_y = 500 \text{ cm}$$

$$L_{\text{max}} = 6,65 \text{ m} \rightarrow \frac{L_{\text{max}}}{8} \leq h \leq \frac{L_{\text{max}}}{5} \rightarrow \frac{6,65}{8} \leq h \leq \frac{6,65}{5} \rightarrow 0,83 \text{ m} \leq h \leq 1,33 \text{ m}$$

/b الحالة غير قابلة للقص :

$$\tau_u = \frac{V_u}{b.d} \leq 0,07 f_{cj} / \gamma_b$$

إعتماذا على [BAEL91-1.5] :

- V_u : القيمة الحسابية من قوة القص في ELU .

- b : يحدد العرض .

- γ_b : 1,15 .

$$V_u = \frac{q_u \times L_{\max}}{2} = \frac{N_s}{S_{rad}} \times \frac{L_{\max}}{2}$$

$$L_{\max} = 6,65 \text{ m.}$$

$$\tau_u = \frac{Nu}{S_{rad}} \times \frac{L_{\max}}{2} \times \frac{1}{b \times 0.9h} \leq \frac{0.07 f_{cj}}{\gamma_b}$$

$$\Rightarrow h \geq \frac{Nu \times L_{\max} \times \gamma_b}{0.9 \times 2S \times 0.07 f_{cj}}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} Nu = 4382,49 \text{ KN} = 4382,49 \times 30 = 97.10 \times 10^3 \text{ Kn} \\ S = 521,22 \text{ m}^2 \\ L_{\max} = 6,65 \text{ m} \\ \gamma_b = 1,15 \\ f_{cj} = 22.10^3 \text{ kn/m}^2 \end{array} \right. \Rightarrow h_r \geq 47 \text{ cm} \quad (1)$$

c/ حالة الصلابة :

لكي تكون الأرضية صلبة يجب التحقق من : $L \leq \frac{\pi}{2} L_e$

$$L_e = \frac{1}{\lambda} \quad , \quad \lambda = \sqrt[4]{\frac{k \times b}{4 \times D}} \quad \text{et } D = E \times I \Rightarrow L_e = \sqrt[4]{\frac{4 \times E \times I}{K \times b}}$$

. $K=40 \text{ MN/m}^3$ معامل مرونة التربة ، لتربة متوسطة الكثافة .

. $E=3.10^4 \text{ MPa}$ معامل الخرسانة .

$$I = \frac{b \times h^3}{12} \quad ; \quad I$$

. عرض البلاطة : b

$$L = 6.65 \text{ m}$$

$$h \geq \sqrt[3]{\frac{3K}{E} \left(\frac{2b}{\pi}\right)^4} \Rightarrow h \geq \sqrt[3]{\frac{3 \times 40}{3 \times 10^4} \left(\frac{2 \times 6.65}{\pi}\right)^4} = 1,08 \quad (2)$$

الخلاصة من 1 و 2 نستنتج أن $h_r = 110 \text{ cm}$.

سماك الرافدة h_n :

يجب أن يستوفي سمك الضلع الشروط التالية :

$$h_n \geq L_{\max} / 10 \rightarrow L_{\max} : L_{\max} = 665 \text{ cm} \rightarrow h_n \geq \frac{L}{10} = \frac{665}{10} = 65,5 \text{ cm} \rightarrow h_n = 110 \text{ cm} .$$

$$\rightarrow 0,4 h \leq b \leq 0,7 \rightarrow 44 \leq b \leq 77 \rightarrow b = 65 \text{ cm} .$$

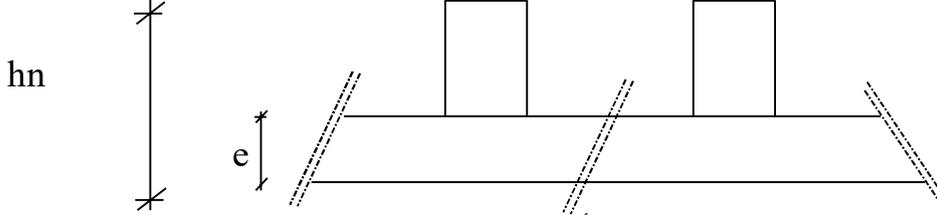
سماكة لوح الأساس :

يجب أن يستوفي لوح الأساس الشروط التالية :

$$hd \geq L_{\max} / 20.$$

$$L_{\max} = 4.99m .$$

$$e \geq \frac{L}{20} = \frac{665}{20} = 33,25cm \rightarrow e = 40cm$$



الشكل 58: بلاطة الأرضية بشكل عرضي .

حساب q_u :

مساحة الأرضية الصلبة :

$$S_r = S_b + S_{\text{débordement}} \Rightarrow S_r = 521,220 \text{ m}^2$$

وزن البنية الفوقية :

$$G = 61868,09 \text{ KN} ; Q = 5 \text{ KN/m}^2$$

$$\bar{q}_u = 1,35 \times \frac{G}{S_r} + 1,5Q = 1,35 \times \frac{61868,09}{521,220} + 1,5 \times 5 \Rightarrow \bar{q}_u = 167,743 \text{ KN/m}^2$$

$$q_u = \bar{q}_u = 1 \times 167,743 = 167,743 \text{ KN/ml}$$

$$T_x^u = \frac{167,743 \times 5}{2} \times \frac{6,65^4}{6,65^4 + 5^4} = 317,79 \text{ KN}$$

$$T_y^u = \frac{167,743 \times 6,65}{2} \times \frac{5^4}{5^4 + 6,40^4} = 135,079 \text{ KN}$$

$$T^{\max} = \max(T_x^{\max}, T_y^{\max}) \Rightarrow T^{\max} = 317,79 \text{ KN}$$

$$h \geq \frac{T^{\max}}{0,9 \times b \times \tau_u} = \frac{317790}{(0,9 \times 100 \times 1.25) \times 100} = 28,248 \text{ cm}$$

d/ حالة عدم تشوه الأرضية :

$$N_u \leq 0,045 \times U_C \times h \times \frac{f_{c28}}{\gamma_b} \dots \dots \dots (1)$$

N_u : الحمولة القصوى المطبقة , المحسوبة بواسطة E.L.UR .

U_C : المحيط عند مستوى الطبقة الوسطى .

h : السماكة الكلية للأرضية .

طريقة الحساب :

$N_u = 4382,49 \text{ KN}$ (تطبيقه عن طريق أكبر عمود $(55 \times 55) \text{ cm}^2$).

$$U_C = 2 \times (a_1 + b_1)$$

$$a_1 = (a + h)$$

$$b_1 = (b + h)$$

$$U_c = 2 \times (a + b + 2h)$$

a : قسم العمود الأكثر تشديداً .

$$N_u \leq 0,045 \times 3,8 \times 0,40 \times \frac{25}{1,5}$$

$$N_u \leq 0,045 \times 3,8 \times 0,40 \times 16,67$$

$$3h^2 + 1.8 h - N_u \geq 0$$

$$\rightarrow N_u = 4382,49 \text{ KN} = 4,38 \text{ MN}$$

حساب قوة القص:

$$\tau_u = N_u / (h \times U_c) = 3844,28 \text{ KN/m}^2$$

أقصى حالة لقوة القص:

$$\tau_{\max} = 0,045 / \frac{400}{1,15} = 15660 \text{ KN/m}^2$$

→ الشرط محقق

التحقق من جهد الرفع:

يجب التحقق من أن المبنى لا يرفع تحت الضغط الهيدروستاتيكي :

$$p \geq 1,5 \times S \times \gamma \times Z$$

P: وزن المبنى .

S : سطح قاعدة المبنى .

γ : وزن كثافة الماء .

$$\gamma = 10 \text{ KN/m}^3$$

$$P = 73483,23 \text{ KN}$$

$$1,5 \times S \times \gamma \times Z \Rightarrow$$

$$1,5 \times 521,220 \times 10 \times 4,5 = 35182,35 \text{ KN}$$

الهيكل مستقر لذلك لا يوجد خطر من الارتفاع => $p \geq 1,5 \times S \times \gamma \times Z$

3. VI / فحص الإجهادات في الأرض :

اعتماداً على (RPA99/2003) 10.1.4.1 :

الحالة الدائمة :

$$\bar{\sigma}_{\text{adm}} = \bar{\sigma}_{\text{sol}}^s = 2,5 \text{ bars (E.L.S)}$$

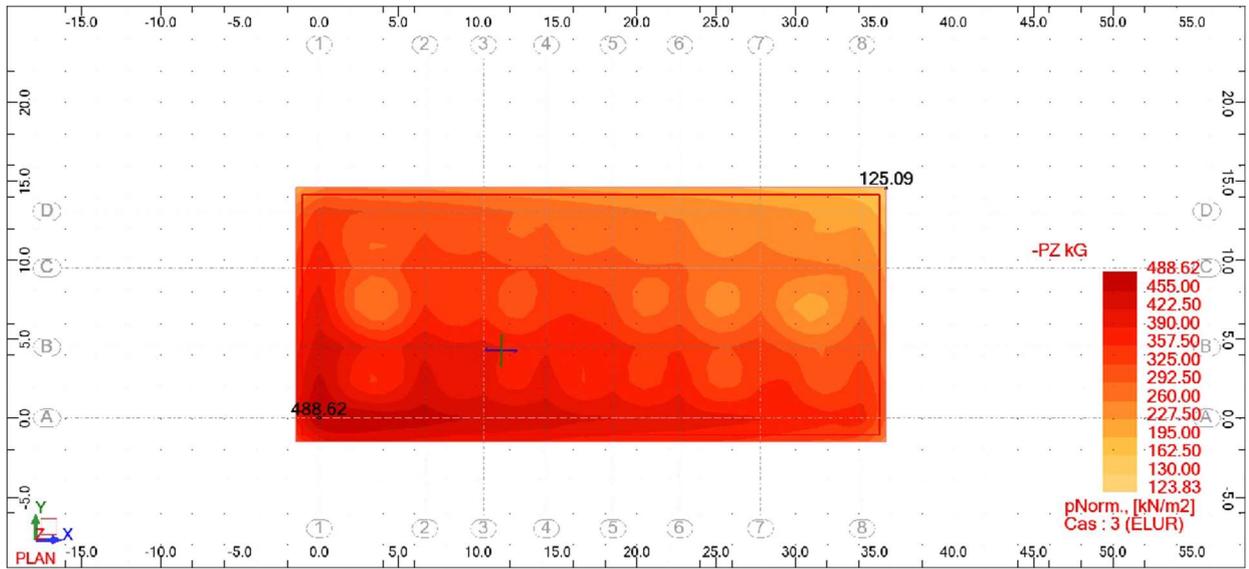
$$\bar{\sigma}_{\text{adm}} = \bar{\sigma}_{\text{sol}}^u = 3,75 \text{ bars (E.L.S)}$$

الحالة الأفقية :

$$\bar{\sigma}_{\text{adm}} = \bar{\sigma}_{\text{sol}}^s = 2 \times \bar{\sigma}_{\text{sol}} = 5 \text{ bars (S.AC)}$$

$$S = 521,22 \text{ m}^2.$$

توزيع الضغوط في ELU



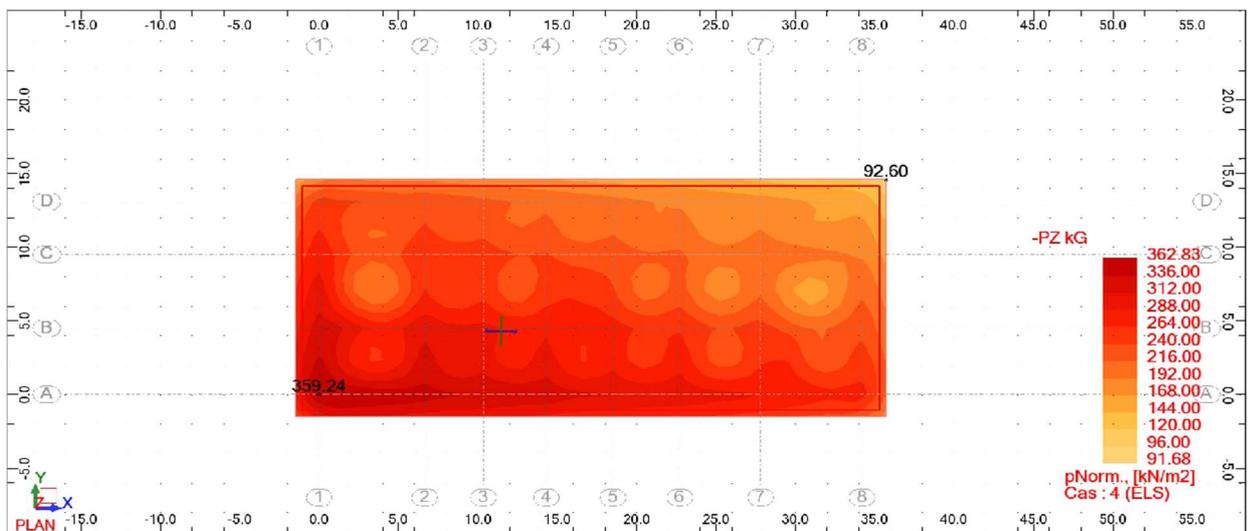
$$\sigma_{\max} = 4,88 \text{ bar}$$

$$\sigma_{\min} = 1,25 \text{ bar}$$

- مخطط الإجهاد شبه المنحرف :

$$\sigma_{\text{moy}} = \frac{3 \times \sigma_{\max} + \sigma_{\min}}{4} = \frac{3 \times 4,88 + 1,25}{4} = 3,97 \text{ bar} < \bar{\sigma}_{\text{adm}}$$

توزيع الضغوط في ELS



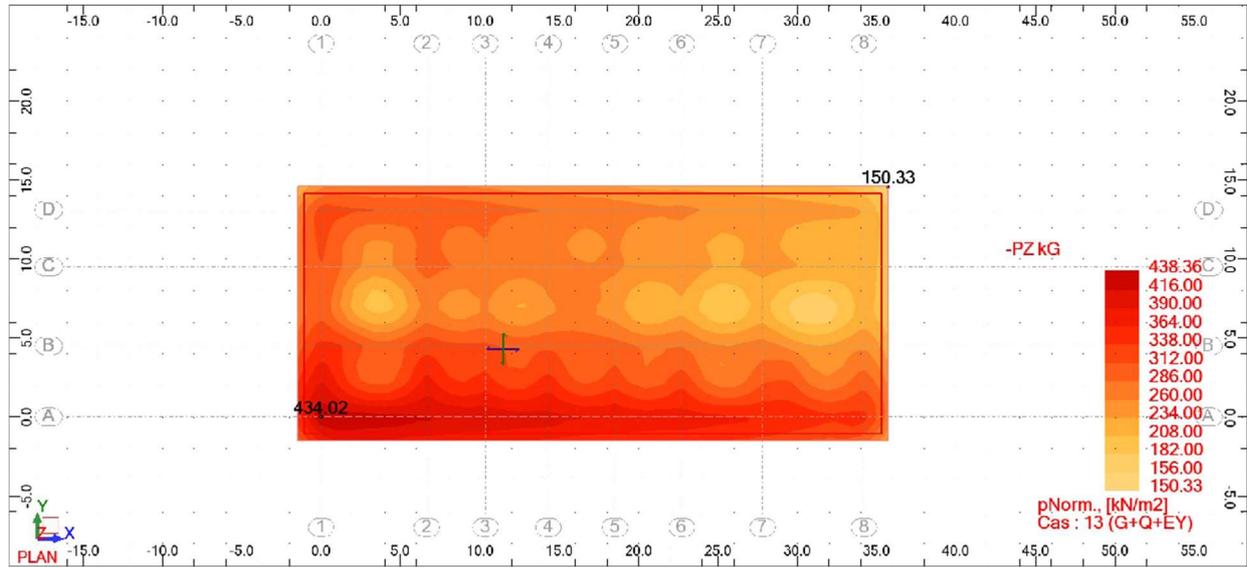
$$\sigma_{\max} = 3,59 \text{ bar}$$

$$\sigma_{\min} = 0,92 \text{ bar}$$

- مخطط الإجهاد شبه المنحرف :

$$\sigma_{\text{moy}} = \frac{3 \times \sigma_{\max} + \sigma_{\min}}{4} = \frac{3 \times 3,59 + 0,92}{4} = 2,92 \text{ bar} < \bar{\sigma}_{\text{adm}}$$

توزيع الضغوط في ACC



$$\sigma_{\max} = 4,34 \text{ bar}$$

$$\sigma_{\min} = 1,50 \text{ bar}$$

- مخطط الإجهاد شبه المنحرف :

$$\sigma_{\text{moy}} = \frac{3 \times \sigma_{\max} + \sigma_{\min}}{4} = \frac{3 \times 4,34 + 1,50}{4} = 3,63 \text{ bar} < \bar{\sigma}_{\text{adm}}$$

4. VI / تسليح البلاطة الأرضية :

1.4. VI / تسليح لوح الأساس :

- يتم الحساب لشريط بعرض 1m.

حساب الإجهادات :

ELU

$$q = \sigma_m \times 1m_L = 397,422 \times 1m_L = 397,422 \text{ KN}/m_L$$

ELS

$$q = \sigma_m \times 1m_L = 292,580 \times 1m_L = 292,580 \text{ KN}/m_L$$

$$\rightarrow \rho = \frac{Lx}{Ly} = \frac{4,45}{6,1} = 0,729$$

$\rho = 0,729 > 0,4 \rightarrow$ تحمل اللوح في كلا الاتجاهين

الجدول 36: الحد الأقصى من الضغوط في حالة الأمتداد والدعم .

في القسم	ELU	ELU	ELS	ELS
	حالة الأمتداد M [KN.m]	حالة الأمتداد M [KN.m]	حالة الدعم M [KN.m]	حالة الدعم M [KN.m]
X-X	432,807	-152,755	318,630	-112,457
Y-Y	188,652	-125,768	138,885	-92,59

حساب التسليح :

حساب الطلاء :

$$d_x = h_0 - C_x = 40 - 5 = 35 \text{ cm}$$

$$d_y = h_0 - C_y = 40 - 7 = 33 \text{ cm}$$

حساب تسليح لوح الأساس :

لحظة الأمتداد :

(X-X)

حالة الحد النهائي (E.L.U.) :

$$M_a^u = 432,807 \text{ KN.m}$$

التحقق من وجود التعزيز المضغوط :

$$\mu = \frac{Mt_x^u}{\sigma_b \times b \times d^2} = \frac{432807}{14,2 \times 100 \times (35)^2} = 0,248$$

$$\mu = 0,248 < \mu_L = 0,392 \Rightarrow A' \neq \text{et } 1000\varepsilon_s > 1000\varepsilon_l \Rightarrow \sigma_s = \frac{f_e}{\gamma_s} = \frac{400}{1,15} = 348 \text{ MPa}$$

$$\alpha = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu}) \Rightarrow \alpha = 0,362$$

$$\beta = 1 - 0,4\alpha \Rightarrow \beta = 0,86$$

تحديد التسليح :

$$A = \frac{Mt_x^u}{\sigma_s \times \beta \times d} = \frac{432807}{348 \times 0,86 \times 35} = 41,31 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

حالة عدم الهشاشة :

$$A_{\min} = 0,0008 \times b \times h = 0,0008 \times 100 \times 40 = 3,2 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

$$A = \max(A_{\text{cal}}; A_{\min}) \Rightarrow A = 41,31 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

إختيار التسليح :

$$14T20/\text{ml} \rightarrow A = 43,98 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

حالة الحد الخدمة (E.L.S.):

$$M_t^{ser} = 318,630 \text{ KN.m}$$

$$D = \frac{15 \times A}{b} = \frac{15 \times 43,98}{100} = 6,59 \text{ cm}$$

$$E = 2 \times d_x \times D = 2 \times 35 \times 6,59 = 461,3 \text{ cm}^2$$

$$y_1 = -D + \sqrt{D^2 + E} = 15,876 \text{ cm}$$

$$I = \frac{b \times y_1^3}{3} + 15 \times A \times (d - y_1)^2$$

$$I = \frac{100 \times 15,876^3}{3} + 15 \times 43,98 \times (35 - 15,876)^2 = 374653,821 \text{ cm}^4$$

$$K = \frac{M_t^{ser}}{I} = \frac{318630}{374653,821} = 0,85$$

$$\sigma_b = K \times y_1 = 13,494 \text{ MPa} < \bar{\sigma}_b = 0,6f_{c28} = 15 \text{ MPa}$$

$$\sigma_s = 15 \times k \times (d - y_1) = 243,831 \text{ MPa}$$

$$\bar{\sigma}_s = \min \left[\frac{2}{3} f_e; 110 \sqrt{\eta \times f_{t28}} \right] = 201,63 \text{ MPa}$$

$$\left. \begin{array}{l} \sigma_b < \bar{\sigma}_b = 15 \text{ MPa} \\ \sigma_s > \bar{\sigma}_s = 201,63 \text{ MPa} \end{array} \right\} \Rightarrow \text{E.L.S في إعادة التعزيز}$$

تحديد التسليح في حالة حد الخدمة:

$$\mu_1 = \frac{M_t^{ser}}{\bar{\sigma}_s \times b \times d^2} = \frac{318630}{201,63 \times 100 \times (35)^2} = 0,012$$

$$\mu_1 = 0,012 \xrightarrow{\text{الجدول}} \left\{ \begin{array}{l} \beta_1 = 0,872 \\ K_1 = 24,06 \end{array} \right.$$

التحقق من وجود التعزيز المضغوط:

$$\sigma_b = \frac{\bar{\sigma}_s}{K_1} = \frac{201,63}{24,06} = 8,38 \leq \bar{\sigma}_b = 15 \text{ MPa} \Rightarrow A' \neq$$

$$A_s = \frac{M_t^{ser}}{\bar{\sigma}_s \times \beta_1 \times d} = \frac{318360}{201,63 \times 0,872 \times 35} = 51,73 \text{ cm}^2$$

اختيار التسليح:

$$7T20/ml + 10 T20/ml \rightarrow A = 53,41 \text{ cm}^2/ml$$

لحظة الدعم :
(X-X)

$$Ma_x^u = -152,755 \text{ KN.m}$$

حالة الحد النهائي (E.L.U.) :

التحقق من وجود التعزيز المضغوط :

$$\mu = \frac{Ma_x^u}{\sigma_b \times b \times d^2} = \frac{152755}{14,2 \times 100 \times (35)^2} = 0,087$$

$$\mu = 0,087 < \mu_L = 0,392 \Rightarrow A' \nexists \text{ et } 1000\varepsilon_s > 1000\varepsilon_1$$

$$\Rightarrow \sigma_s = \frac{f_e}{\gamma_s} = \frac{400}{1,15} = 348 \text{ MPa}$$

$$\alpha = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu}) \Rightarrow \alpha = 0.11$$

$$\beta = 1 - 0,4\alpha \Rightarrow \beta = 0,956$$

تحديد التسليح :

$$A = \frac{Ma_x^u}{\sigma_s \times \beta \times d} = \frac{152755}{348 \times 0,956 \times 35} = 13,11 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

حالة عدم الهشاشة :

$$A_{\min} = 0,0008 \times b \times h = 3,2 \text{ cm}^2$$

$$A = \max(A_{\text{cal}}; A_{\min}) \Rightarrow A = 13,11 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

اختيار التسليح :

$$5T20/\text{ml} \rightarrow A = 15,71 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

حالة الحد الخدمة (E.L.S.) :

$$Ma_x^{\text{ser}} = -112,457 \text{ KN.m}$$

$$D = \frac{15 \times A}{b} = \frac{15 \times 15,71}{100} = 2,356 \text{ cm}$$

$$E = 2 \times d_x \times D = 2 \times 35 \times 2,356 = 164,92 \text{ cm}^2$$

$$y_1 = -D + \sqrt{D^2 + E} = -2,356 + \sqrt{2,356^2 + 164,92} = 10,70 \text{ cm}$$

$$I = \frac{b \times y_1^3}{3} + 15 \times A \times (d - y_1)^2$$

$$I = \frac{100 \times 10,700^3}{3} + 15 \times 15,21 \times (35 - 10,700)^2 = 175555,06 \text{ cm}^4$$

$$K = \frac{M_{ax}^{ser}}{I} = \frac{112457}{175555,06} = 0,64$$

$$\sigma_b = K \times y_1 = 6,84 \text{ MPa} < \bar{\sigma}_b = 0,6f_{c28} = 15 \text{ MPa}$$

$$\sigma_s = 15 \times k \times (d - y_1) = 15 \times 0,64 \times (35 - 10,70) = 233,280 \text{ MPa}$$

$$\bar{\sigma}_s = \min \left[\frac{2}{3} f_e; 110 \sqrt{\eta \times f_{t28}} \right] = 201,63 \text{ MPa}$$

$$\left. \begin{array}{l} \sigma_b < \bar{\sigma}_b = 15 \text{ MPa} \\ \sigma_s > \bar{\sigma}_s = 201,63 \text{ MPa} \end{array} \right\} \Rightarrow \text{E.L.S في إعادة التعزيز}$$

تحديد التسليح في حالة حد الخدمة :

$$\mu_1 = \frac{M_{ax}^{ser}}{\bar{\sigma}_s \times b \times d^2} = \frac{112457}{201,63 \times 100 \times (35)^2} = 0,0045$$

$$\mu_1 = 0,0045 \xrightarrow{\text{الجدول}} \begin{cases} \beta_1 = 0,863 \\ K_1 = 21,50 \end{cases}$$

التحقق من وجود التعزيز المضغوط :

$$\sigma_b = \frac{\bar{\sigma}_s}{K_1} = \frac{201,63}{21,50} = 9,37 \leq \bar{\sigma}_b = 15 \text{ MPa} \Rightarrow A' \neq$$

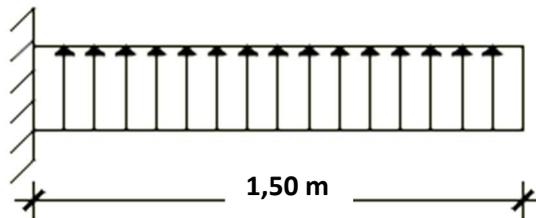
$$A_s = \frac{M_{ax}^{ser}}{\bar{\sigma}_s \times \beta_1 \times d} = \frac{112457}{201,63 \times 0,863 \times 35} = 18,46 \text{ cm}^2$$

إختيار التسليح :

$$6T20/ml \rightarrow A = 18,85 \text{ cm}^2/ml$$

2.4.VI / تسليح الفانض :

يجب ألا يقل عن 0.50m على كل جانب .



الشكل 59: رسم تخطيطي للفانض .

حالة الحد النهائي (E.L.U.) :

$$\sigma_m = 397,422 \text{KN/m}^2$$

يتم الحساب لشريط بعرض 1m في الإنحناء البسيط .

$$q = \sigma_m \times 1\text{ml} = 397,422 \times 1\text{m}_L = 397,422 \text{KN/m}_L$$

$$M_u = -q_u \times \frac{l^2}{2} = -397,422 \times \frac{1,50^2}{2} = -447,099 \text{KN.m}$$

التحقق من وجود التعزيز المضغوط :

$$\mu = \frac{M_u}{\sigma_b \times b \times d^2} = \frac{447099}{14,2 \times 100 \times (36)^2} = 0,242$$

$$\mu = 0,242 < \mu_L = 0,392 \Rightarrow A' \neq$$

$$1000\varepsilon_s > 1000\varepsilon_l \Rightarrow \sigma_s = \frac{f_e}{\gamma_s} = \frac{400}{1,15} = 348 \text{MPa}$$

$$\alpha = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu}) \Rightarrow \alpha = 0,35$$

$$\beta = 1 - 0,4\alpha \Rightarrow \beta = 0,86$$

تحديد التسليح :

$$A = \frac{M_u}{\sigma_s \times \beta \times d} = \frac{447099}{348 \times 0,86 \times 36} = 41,49 \text{cm}^2/\text{ml}$$

حالة عدم الهشاشة :

$$A_{\min} = 0,23 \times b \times d \times \frac{2,1}{f_e} = 0,23 \times 100 \times 36 \times \frac{2,1}{400} = 4,35 \text{cm}^2$$

$$A = \max(A_{\text{cal}}; A_{\min}) \Rightarrow A = 41,49 \text{cm}^2/\text{ml}$$

اختيار التسليح :

$$14\text{T}20 \text{cm}^2/\text{ml} \rightarrow A = 43,98 \text{cm}^2/\text{ml}$$

حالة الحد الخدمة (E.L.S.) :

$$\sigma_m = 292,580 \text{KN/m}^2$$

يتم الحساب لشريط بعرض 1m في الانحناء البسيط .

$$q_{\text{ser}} = \sigma_m \times 1\text{ml} = 292,580 \times 1\text{m}_L = 292,580 \text{KN/m}_L$$

$$M_{\text{ser}} = -q_{\text{ser}} \times \frac{l^2}{2} = -292,580 \times \frac{1,50^2}{2} = -295,402 \text{KN.m}$$

$$D = \frac{15 \times A}{b} = \frac{15 \times 43,98}{100} = 6,597 \text{cm}$$

$$E = 2 \times d_x \times D = 2 \times 36 \times 6,597 = 42,984 \text{cm}^2$$

$$y_1 = -D + \sqrt{D^2 + E} = 7,703 \text{cm}$$

$$I = \frac{b \times y_1^3}{3} + 15 \times A \times (d - y_1)^2$$

$$I = 543470,68 \text{ cm}^4$$

$$K = \frac{M_{tx}^{ser}}{I} = \frac{292580}{543470,68} = 0,53$$

$$\sigma_b = K \times y_1 = 4,08 \text{ MPa} < \bar{\sigma}_b = 0,6f_{c28} = 15 \text{ MPa}$$

$$\sigma_s = 15 \times k \times (d - y_1) = 15 \times 0,53 \times (36 - 7.703) = 224,961 \text{ MPa}$$

$$\bar{\sigma}_s = \min \left[\frac{2}{3} f_e; 110 \sqrt{\eta \times f_{t28}} \right] = 201,63 \text{ MPa}$$

$$\left. \begin{array}{l} \sigma_b < \bar{\sigma}_b = 15 \text{ MPa} \\ \sigma_s > \bar{\sigma}_s = 201,63 \text{ MPa} \end{array} \right\} \Rightarrow \text{E.L.S في إعادة التعزيز}$$

تحديد التسليح في حالة حد الخدمة :

حساب قوة القص:

a- التحقق من تأثير القوى الأفقية على محيط الدعامات :

$$T_u^{max} = q_u \times L = 397,422 \times 0,5 = 596,133 \text{ KN}$$

$$\tau_u = \frac{T_u^{max}}{b \times d} = \frac{596133}{100 \times 36 \times 10^2} = 1,65 \text{ MPa}$$

$$\bar{\tau}_u = \min \left[0,15 \times \frac{f_{c28}}{\gamma_b}; 4 \text{ MPa} \right] = 2,5 \text{ MPa}$$

$$\tau_u = 1,65 \text{ MPa} < \bar{\tau}_u = 2,5 \text{ MPa}$$

← لا تأثر القوى الأفقية على محيط الدعامات .

5.VI / حساب تسليح الروافد الأرضية :

الجدول 37 : جدول يلخص الضغوط على الروافد.

الحالات	الرافدة الرئيسية		الرافدة الثانوية	
	الامتداد	الدعم	الامتداد	الدعم
Mu [KN.m]	2513,54	-1451,19	1692,64	-885,49
M ser [KN.m]	1680,07	-1066,50	1244,18	-651,01
M acc [KN.m]	1677,87	-1207,43	1237,07	-731,07
Tu [KN]	2005,64		1851,79	

الرافدة الرئيسية $cm^2(65 \times 110)$.

حساب التعزيز :

مثال لحساب الشعاع الرئيسي مع العلم أن القسم هو قسم T.

لحظة الأمتداد :

(X-X)

حالة الحد النهائي (E.L.U.) :

$$M_a^u = 432,807 \text{ KN.m}$$

التحقق من إمتداد المنطقة المضغوطة :

$$M_T = \sigma_b \times b \times h_0 \times \left(d - \frac{h_0}{2}\right)$$

$$M_T = 14,2 \times 65 \times 40 \times \left(100 - \frac{40}{2}\right) \Rightarrow M_T = 2953600 \text{ N.m}$$

المنطقة المضغوطة موجودة في جدول الضغط , لذلك $M_t^u = 2513540 \text{ N.m} < M_T = 2953600 \text{ N.m} \Rightarrow$

سيتم إعتبار قسم الحساب مستطيل من الأبعاد $(b \times h) = (65 \times 110) \text{ cm}^2$

التحقق من وجود التعزيز المضغوط :

$$\mu = \frac{M_t^u}{\sigma_b \times b \times d^2} = \frac{2513540}{14,2 \times 65 \times 100^2} = 0,272$$

$$\mu = 0,272 < \mu_1 = 0,392 \text{ (Acier FeE400)} \Rightarrow A' \geq 1000 \varepsilon_s > 1000 \varepsilon_1$$

$$\Rightarrow \sigma_s = \frac{f_e}{\gamma_s} = \frac{400}{1,15} = 348 \text{ MPa}$$

$$\alpha = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu}) \Rightarrow \alpha = 0,405$$

$$\beta = 1 - 0,4\alpha \Rightarrow \beta = 0,84$$

تحديد التسليح :

$$A_t^u = \frac{M_t^u}{\sigma_s \times \beta \times d} = \frac{2513540}{348 \times 0,84 \times 100} = 85,98 \text{ cm}^2.$$

حالة عدم الهشاشة :

$$A_{\min} = 0,23 \times b_0 \times d \times \frac{f_{t28}}{f_e} = 0,23 \times 65 \times 100 \times \frac{2,1}{400}$$

$$A_{\min} = 7,84 \text{ cm}^2$$

$$A_t^u = \max(A_t^u; A_{\min}) \Rightarrow A_t^u = 85,98 \text{ cm}^2$$

الحالة العرضية (A.A.C):

$$M_t^{acc} = 1677,87 \text{ KN.m}$$

المنطقة المضغوطة موجودة في جدول الضغط ,
 $M_t^{acc} = 1677870 \text{ N.m} < M_T = 2953600 \text{ N.m} \Rightarrow$
لذلك سيتم إعتبار قسم الحساب مستطيل من الأبعاد $(b \times h) = (65 \times 110) \text{ cm}^2$

التحقق من وجود التعزيز المضغوط :

$$\mu = \frac{M_t^{acc}}{\sigma_b \times b \times d^2} = \frac{1677870}{14.2 \times 65 \times 100^2} = 0,181$$

$$\mu = 0,181 < \mu_1 = 0,379 \text{ (Acier FeE400)} \Rightarrow A' \neq \text{et } 1000\varepsilon_s > 1000\varepsilon_l \Rightarrow \sigma_s = \frac{f_e}{\gamma_s} = \frac{400}{1} = 400 \text{ MPa}$$

$$\alpha = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu}) \Rightarrow \alpha = 0,251$$

$$\beta = 1 - 0,4\alpha \Rightarrow \beta = 0,899$$

تحديد التسليح :

$$A_t^{acc} = \frac{M_t^{acc}}{\sigma_s \times \beta \times d} = \frac{1677870}{400 \times 0,899 \times 100} = 46,65 \text{ cm}^2.$$

$$A_t = \max(A_t^u; A_{min}; A_t^{acc}) \Rightarrow A_t^u = 85,98 \text{ cm}$$

إختيار التسليح :

$$12T20 + 16T20 \longrightarrow A_t = 87,97 \text{ cm}^2$$

حالة الحد الخدمة (E.L.S):

$$M_t^{ser} = 1680,07 \text{ KN.m}$$

التحقق من إمتداد المنطقة المضغوطة :

$$H = \frac{b \times h_0^2}{2} - 15 \times A \times (d - h_0) = \frac{110 \times 40^2}{2} - 15 \times 87,97 \times (100 - 40) = 8827 \text{ cm}^3 > 0$$

المنطقة المضغوطة موجودة في جدول الضغط ,
لذلك سيتم إعتبار قسم الحساب مستطيل من الأبعاد $(b \times h) = (65 \times 110) \text{ cm}^2$

$$D = \frac{15 \times A}{b} = \frac{15 \times 87,97}{110} = 11,99 \text{ cm}$$

$$E = 2 \times d \times D = 2398 \text{ cm}^2$$

$$y_1 = -D + \sqrt{D^2 + E} = 38,42 \text{ cm}$$

$$I = \frac{b \times y_1^3}{3} + 15 \times A \times (d - y_1)^2$$

$$I = \frac{110 \times 38,42^3}{3} + 15 \times 87,97 \times (100 - 38,42)^2 = 5005269,53 \text{ cm}^4$$

$$K = \frac{M_t^{\text{ser}}}{I} = \frac{1680070}{5005269,53} = 0,33$$

$$\sigma_b = K \times y_1 = 12,67 \text{ MPa} < \bar{\sigma}_b = 0,6f_{c28} = 15 \text{ MPa}$$

$$\sigma_s = 15 \times k \times (d - y_1) = 15 \times 0,33 \times (100 - 38,42) = 304,821 \text{ MPa}$$

$$\bar{\sigma}_s = \min \left[\frac{2}{3} f_e; 110 \sqrt{\eta \times f_{t28}} \right] = 201,63 \text{ MPa}$$

$$\left. \begin{array}{l} \sigma_b < \bar{\sigma}_b = 15 \text{ MPa} \\ \sigma_s > \bar{\sigma}_s = 201,63 \text{ MPa} \end{array} \right\} \Rightarrow \text{E.L.S. يجب إعادة التعزيز في}$$

التحقق من القوى الأفقية :
تحديد التعزيز في حالة حد الخدمة :

$$\mu_1 = \frac{M_t^{\text{ser}}}{\bar{\sigma}_s \times b \times d^2} = \frac{1680070}{201,63 \times 110 \times (100)^2} = 0,007$$

$$\mu_1 = 0,007 \xrightarrow{\text{الجدول}} \begin{cases} \beta_1 = 0,870 \\ K_1 = 23,46 \end{cases}$$

حساب الإجهادات :

$$\sigma_b = \frac{\bar{\sigma}_s}{K_1} = \frac{201,63}{23,46} = 8,59 \leq \bar{\sigma}_b = 15 \text{ MPa} \Rightarrow A' \text{ n'existe pas.}$$

$$A_{\text{ser}} = \frac{M_t^{\text{ser}}}{\bar{\sigma}_s \times \beta_1 \times d} = \frac{1680070}{201,63 \times 0,870 \times 100} = 95,77 \text{ cm}^2$$

إختيار التسليح :

$$14T20 + 17T20 \rightarrow A = 97,39 \text{ cm}^2$$

الجدول 38: تسليح الروافد الأرضية.

التعزيزات	الرافدة الرئيسية		الرافدة الثانوية	
	الامتداد	الدعم	الامتداد	الدعم
A_u [cm ²]	85,98	45,82	54,65	26,78
A_{acc} [cm ²]	46,65	37,30	38,86	19,48
A_{ser} [cm ²]	95,77	61,9	46,5	39,0
$A = \max (A_u ; A_{acc} ; A_{min})$	95,77	61,9	46,5	39,0
إختيار التسليح	14T20 +17T20	7T20+8T20	15T20	14T20
A_{corr} [cm ²]	97,39	53,14	47,12	43,98

- حساب قوة القص :

a- التحقق مما إذا كانت القوى الأفقية متعامدة مع خط المتوسط :

$$\tau = \frac{T_u^{\max}}{b \times d} = \frac{200564}{110 \times 100 \times 100} = 0,182 \text{ MPa}$$

$$\bar{\tau}_u = \min \left[0,15 \frac{f_{c28}}{\gamma_b} ; 4 \text{Mpa} \right] = 2,5 \text{ MPa}$$

$$\tau = 0,182 \text{ MPa} < \bar{\tau}_u = 2,5 \text{ MPa} \Rightarrow \text{التعزيزات الأفقية متعامدة}$$

b- التحقق من تأثير القوى الأفقية على محيط الدعامات:

$$T_u \leq 0,267 \times a \times b_0 \times f_{c28}$$

$$a = 0,9 \times d = 0,9 \times 100 \Rightarrow a = 90 \text{ cm}$$

$$T_u^{\max} = 2005640 \text{ N} \leq 0,267 \times 90 \times 65 \times 25 \times 10^2 = 39604875 \text{ N}$$

لذلك : لا يوجد تأثير للقوة العرضية في محيط الدعامات .

c- التحقق من تأثير القوة الأفقية على التسليح الطولي العلوي:

$$A_l \geq \frac{\gamma_s}{f_e} \left(T_u + \frac{M_u}{0,9 d} \right)$$

$$A_l = 21,99 \geq \frac{\gamma_s}{f_e} \left(T_u + \frac{M_u}{0,9 d} \right) = 5,84$$

ليس لقوة الأفقية أي تأثير على التسليح الطولي العلوي .

d- مقطع من التسليح الأفقي A_t :

[BAEL91/4.2.3] : A_t :

" الخاتمة العامة "

في ختام مذكرتي أتمنى أن أكون قد وفقت إلى حد بعيد في إبراز كل مايتعلق بشروط إنجاز وإنشاء المباني ودراسة جميع أجزاء المبنى وإستيعاب التقنيات المختلفة وبرمجيات الحساب وكذلك اللوائح التي تحكم مبادئ التصميم وحساب الأعمال في قطاع البناء .

فمن الضروري أن تأخذ المنشأة شكلها مع ضمان مقاومتها للأحمال إضافة لوزن المبنى مع الأخذ بعين الإعتبار الرياح والزلازل والثلوج وتأثيرات درجات الحرارة وجميع القوى والأحمال الممكنة .

ساعدني دراسة المشروع على وضع جميع معارفي المكتسبة خلال الخمس سنوات السابقة لدي لتعميق معرفتي بناءً على المستندات الغنية و تطبيق اللوائح، لتسليط الضوء حول كيفية إيجاد و حساب قيمة الحمولة التي سيتحملها المنشأ ليقاوم أثناء فترة وجوده وضمان الأمان و الإستقرار .

وفقاً للدراسة التي قمت بها يجب التأكيد على التصميم الزلزالي بحيث من المهم جداً أن يعمل المهندس المدني والمعماري بتعاون وثيق من بداية المشروع لتجنب جميع التصميمات الغير آمنة مع تحقيق السلامة من الزلازل وذلك دون تكلفة إضافية كبيرة، لأن معظم المشاكل التي واجهتني كانت في التأكد في تحقيق من شروط دراسة الزلازل من أجل الحفاظ على صلابة المبنى وعدم تأثره بالقوى الخارجية .

وفي نهاية هذا المشروع أتمنى أن يرقى هذا العمل إلى مستوى إعجاب ورضى الأساتذة الكرام والأساتذ المشرف خاصة وإدارة الجامعة وجميع طلاب الهندسة المدنية .

لقد حاولت قدر المستطاع إستعمال المصطلحات التقنية الدقيقة في اللغة العربية وذلك من خلال إستعانتني بكتب خاصة ولكن لا بد من وقوعي في الأغلط سواءاً في المصطلحات أو المفاهيم لكوني أول طالبة تقوم بعمل مذكرة باللغة العربية، لذا أرجو من الطلبة المقبلين تصحيح المصطلحات إن وجدت مصطلحات أدق منها، كما أرجو أن تكون ثمرة مجهودي هذه فائدة ومرجع لطلبة السنوات المقبلة .

" المراجع والمصادر "

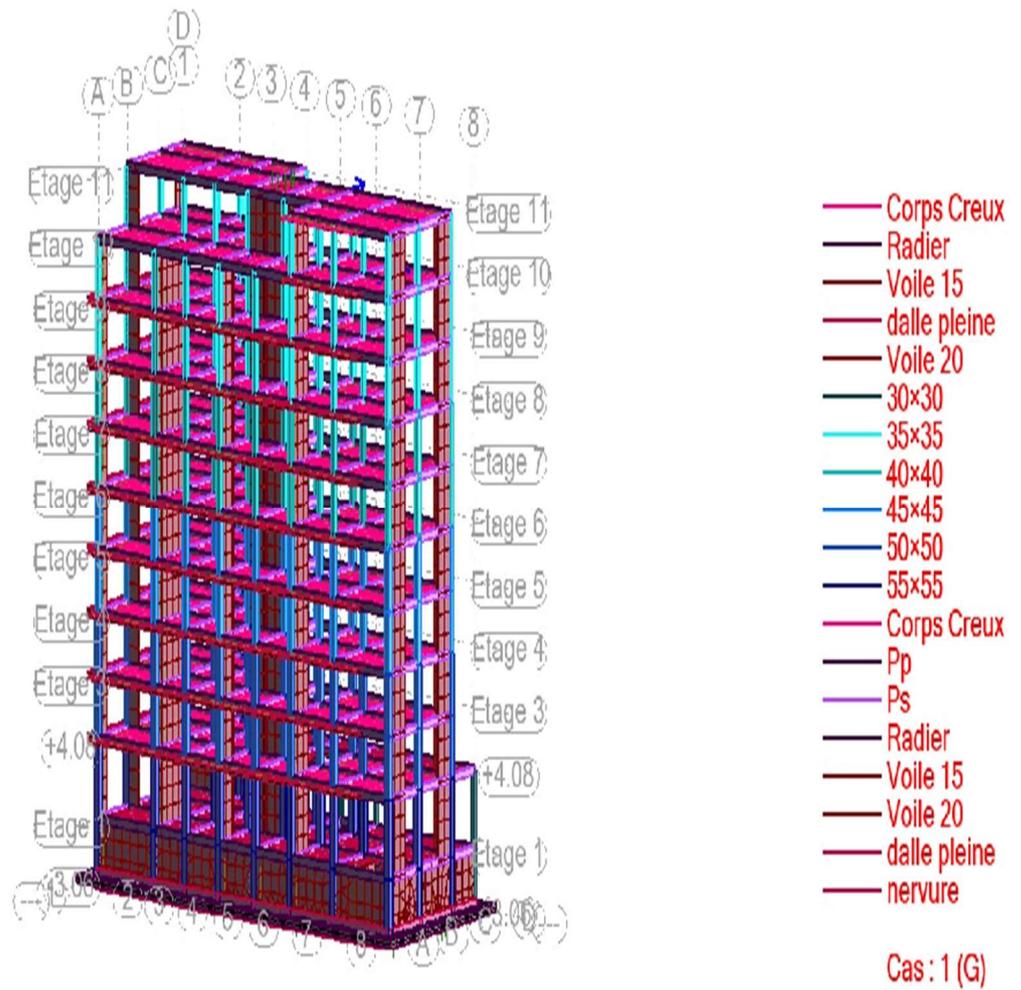
-الكتب:

- Calcul des éléments simples et des structures de bâtiment BAEL91, J.P Mougine, édition Eyrolles, Paris (1991).
- DTR – B.C.2.2, Charges permanentes et charges d'exploitation, Edition office des publications universitaires, Alger (1989).
- DTR – B.C.2.48, Règles parasismique algérienne RPA 99 (version2003), Edition office des publications universitaires, Alger (2003).

-البرمجيات والبرامج :

- AUTOCAD 2016 (المخطط المعماري للمنشأة)
- ROBOT 2009 (تحليل الهيكل).
- Office 2016 .

" هيكل المنشأة ثلاثي الأبعاد مصور من برنامج الـ ROBOT "



" أبعاد الواجهة الرئيسية للمبنى "

