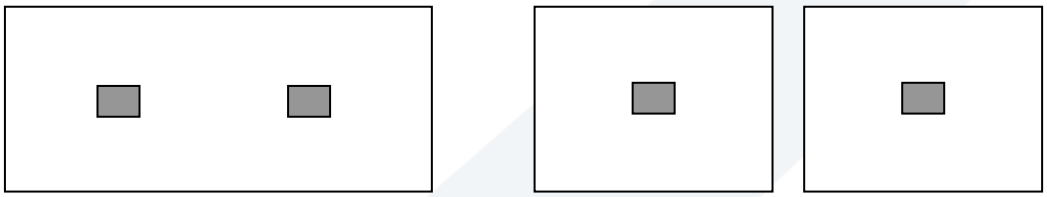
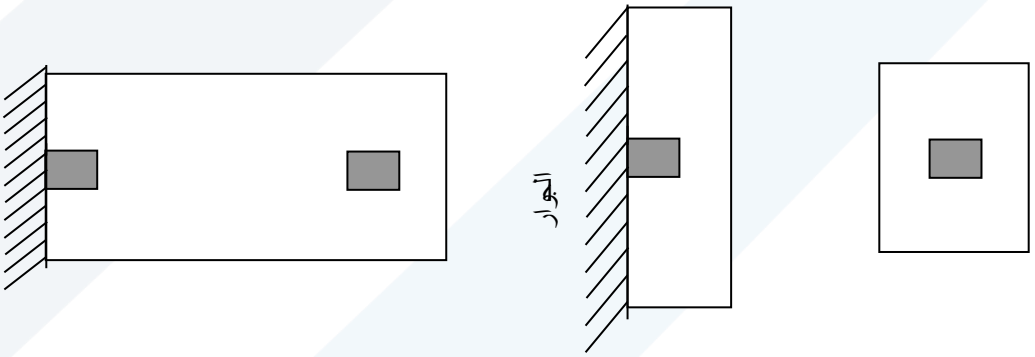
الأساسات المشتركة

يعرف الأساس المشترك بأنه أساس يحمل أكثر من عمود على نفس المحور. تستخدم الأساسات المشتركة عندما تتقارب الأساسات المنفردة من بعضها (الشكل 1. 5- أ) أو عند تداخلها (الشكل 1. 5- ب), كما يمكن استخدامها مع الأساسات المنفردة في بعض المواقع التي تظهر فيها بعض المشاكل التي تمنع استخدام الأساسات المنفردة , كحالة أساسات الأعمدة المحازية لخط الجوار, حيث أنها يمكن أن تتعرض لدورانات كبيرة فيما لو تم استخدام أساسات منفردة (الشكل 1. 5- ت).



-أ- تقارب الأساسات من بعضها

-ب- تداخل الأساسات



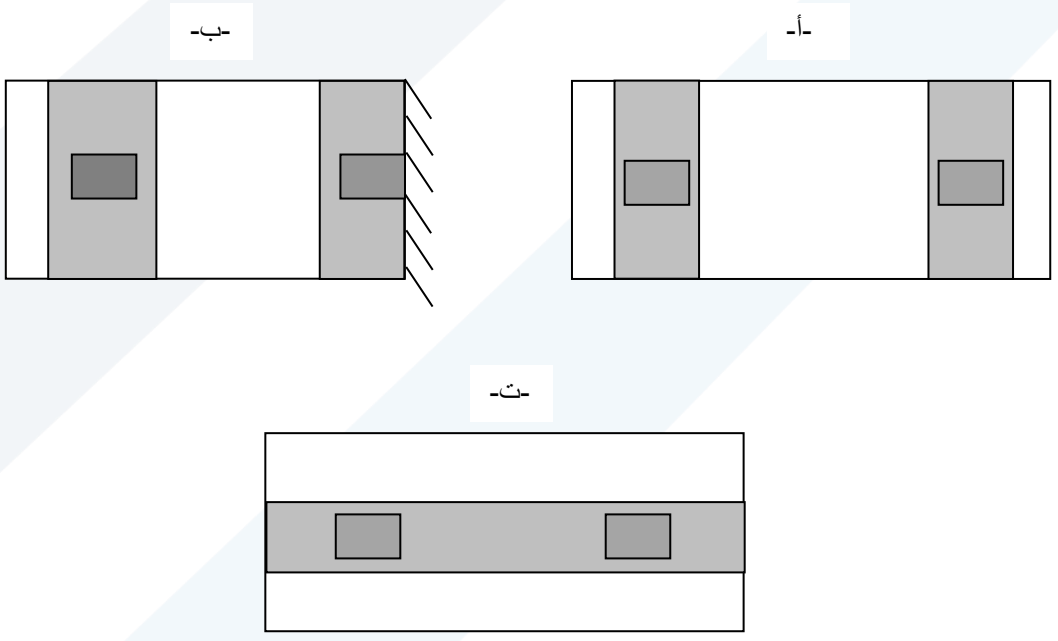
-ت- محازاة خط الملكية

الشكل 1. 5: حالات استخدام الأساسات المشتركة

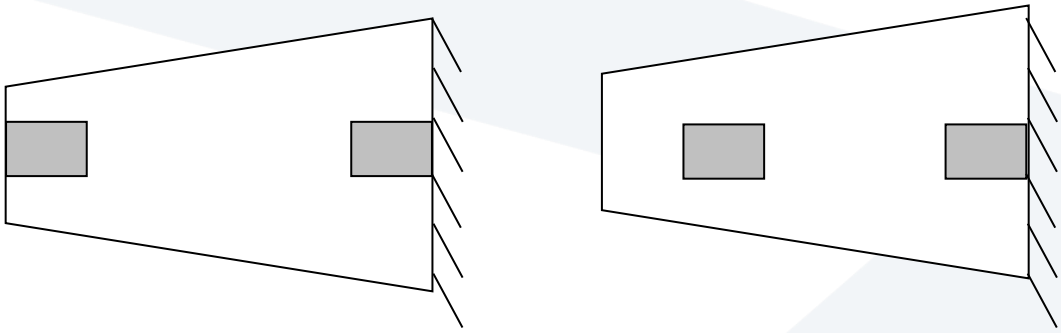
غالباً ما تصمم الأساسات المشتركة باعتبارها عالية الصلابة, حيث يفترض أن محصلة القوى مؤثرة في مركز ثقل الأساس, مما يضمن توزيعاً منتظماً للاجهادات تحت الأساس.

يمكن أن تأخذ الأساسات المشتركة أشكالاً عديدة نذكر منها :

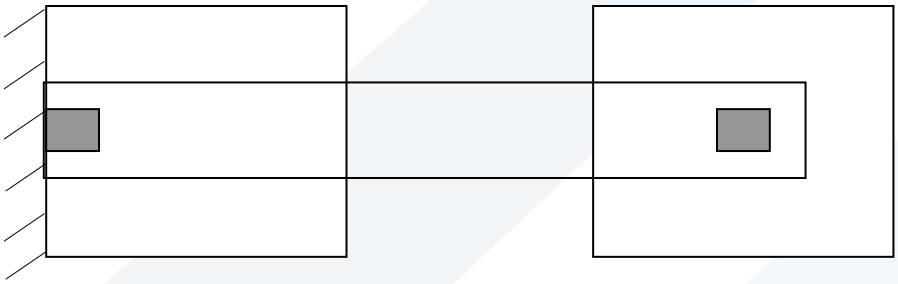
1- أساسات مشتركة مستطيلة الشكل : تستخدم الأساسات المشتركة المستطيلة عندما تكون حمولة العمود الخارجي أصغر من حمولة العمود الداخلي، وبحيث يمكن تطبيق محصلة القوى على مركز ثقل الأساس المستطيل والحصول على توزع منتظم للاجهادات تحت الأساس، وتكون الأساسات المشتركة المستطيلة إما بدون جائز (الأشكال 5. 2-أ و 5. 2-ب) أو بجائز (الشكل 5. 2-ت).
2- أساسات مشتركة شبه منحرف أساسات مشتركة بشكل شبه منحرف : يستخدم الأساس المشترك شبه المنحرف عندما تكون حمولة العمود الملاصق لحد الملكية أكبر من حمولة العمود الداخلي ويكون من الضروري ربط الأساس الملاصق لحد الملكية بالأساس المجاور. في هذه الحالة، و من أجل تطبيق مركز ثقل الأساس على مركز محصلة القوى الخارجية والحصول على توزع منتظم للاجهادات تحت الأساس يكون بعد القاعدة عند العمود الخارجي (عند حد الملكية) أكبر من بعده بالقرب من العمود الداخلي (الشكل 5. 3)
3- أساسات مشتركة بجائز رابط شداد : يستخدم الأساس المشترك بجائز رابط شداد عند وجود أساس ملاصق لحد الملكية من الضروري ربطه بالأساس المجاور ولكن قدرة تحمل التربة كبيرة وليس هناك حاجة لمساحة كبيرة، حيث يقوم الشداد بنقل العزوم الناتجة عن لا مركزية محصلة القوى من القاعدة الخارجية إلى القاعدة الداخلية (الشكل 5. 4)



الشكل 5. 2 : الأساسات المشتركة المستطيلة



الشكل 5. 3 : الأساسات المشتركة شبه منحرف



الشكل 5. 4 : الأساسات المشتركة بجائز رابط شداد

سوف تقتصر دراستنا هنا على حالة الأساسات المشتركة المستطيلة

5. 1 تصميم الأساسات المشتركة المستطيلة

تستخدم الأساسات المشتركة المستطيلة في الحالات التالية :

أ- عندما يحد العمود الخارجي حد ملكية أو أي عائق يمنع امتداد أساسه المنفرد, ويشترط في هذه الحالة أن تكون حمولة العمود الخارجي أقل من حمولة العمود الداخلي (الشكل 5. 2-ب).

ب- عندما تكون المسافة بين عمودين داخليين صغيرة بحيث لا تسمح بتنفيذ أساس منفرد لكل منهما (الشكلين 5. 1-أ و 5. 1-ب).

تتلخص خطوات تصميم الأساسات المشتركة المستطيلة بالتالي :

1- تحديد أبعاد الأساس L و B من شرط تطابق محصلة القوى الخارجية مع مركز ثقل الأساس (شرط التوزع المنتظم للاجهادات).

بفرض G مركز ثقل الأساس و X_G بعد محصلة القوى P عن طرف الأساس الأيسر (المحور o في الشكل 5. 4). لكي يكون الاجهاد منتظم تحت الأساس يجب أن ينطبق مركز ثقل الأساس على مركز محصلة القوى P .

باخذ عزوم جميع القوى حول المحور o, نحصل على :

$$P_1 \frac{a_1}{2} + P_2(L_p + \frac{a_1}{2}) - (P_1 + P_2).X_G = 0$$

أي أن :

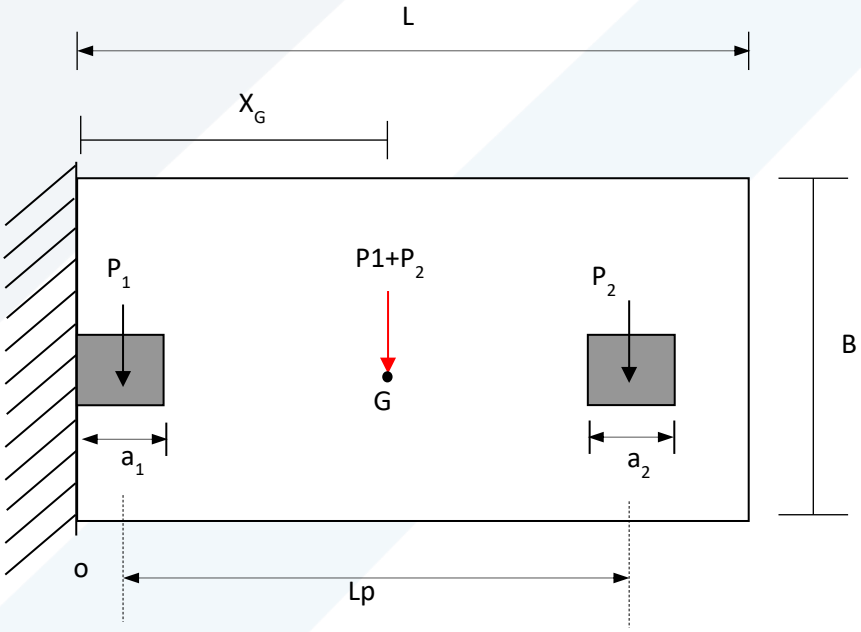
$$X_G = \frac{P_1 \frac{a_1}{2} + P_2(L_p + \frac{a_1}{2})}{P_1 + P_2}$$

يكون طول الأساس الحسابي L = 2 XG

يتم اختيار طول الأساس بتقريب الطول الحسابي إلى أقرب 5cm زيادة, ولا يفضل زيادة L كثيراً لأن ذلك من شأنه أن يسبب انزياح مركز ثقل الأساس عن نقطة تطبيق محصلة القوى الخارجية, مما يجعل توزع الاجهادات تحت الأساس غير منتظم.

بعد تحديد طول الأساس L, نستطيع تحديد عرض الأساس من العلاقة :

$$B = \frac{P_1 + P_2}{L.q_{a-net}}$$



الشكل 5. 4 : الأساس المشترك المستطيل

ملاحظة :

في اختيار طول الأســـاس يتم التقريب إلى أقرب 5 ســـم زيادة فقط ولا يتم زيادة الطول أكثر من ذلك وذلك كي تبقى اللامركزية مهملة ويكون توزع الاجهادات تحت الأســـاس منتظم. في الحالات المخالفة لذلك، يجب أخذ اللامركزية بعين الاعتبار واعتبار الاجهادات تحت الأساس غير منتظمة.

2- حساب الاجهادات تحت الأساس

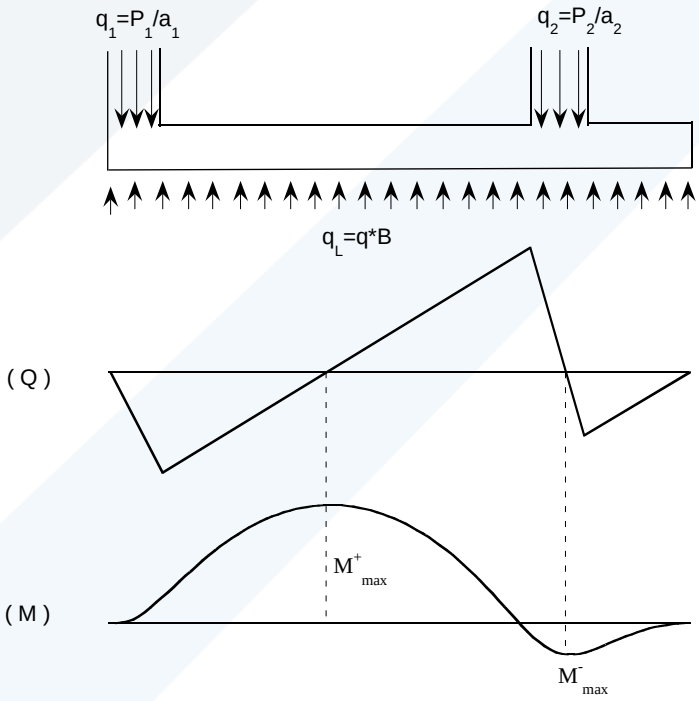
إذا كانت لامركزية محصلة القوى مهملة يكون الاجهاد موزع بانتظام تحت الأساس وتعطى قيمته بالعلاقة :

$$q = \frac{P_1 + P_2}{B.L}$$

3- رسم مخططات العزم والقص

يعتبر الأســـاس المشـــترك جائزاً مقرراً ســـتاتيكياً وذلك لأن ردود الأفعال (حمولات الأعمدة) معلومة. يمكن رســـم مخططات العزم والقص ببساطة عن طريق القطع وأخذ معادلات اسقاط وعزوم حول نقاط القطع.

يبين الشكل 5. 5 المخططات النموذجية لعزوم الانعطاف وقوى القص لأساس مشترك لعمودين.



الشكل 5. 5 : مخططات القص وعزم الانعطاف للأساس المشترك

4- تحديد ارتفاع الأساس

يتحكم شرط العزم عادة بارتفاع الأساس المشترك, وتكون عزوم الأظفار هي المسيطرة في حالة الأظفار الكبيرة, أما في حالة الأظفار الصغير فيكون العزم الموجب ضمن الفتحة هو المسيطر.

أ- شرط العزم

يحسب ارتفاع الأساس الأصغري من شرط العزم بالعلاقة :

$$h = \gamma_h \sqrt{\frac{M_{\max}}{\bar{\sigma}_c' B}}$$

ب- شرط القص باتجاهين

يتم التحقق من كفاية الارتفاع المفروض لمقاومة القص باتجاهين من أجل العمود ذو الحمولة العظمى, وطريقة التحقق مماثلة لحالة الأساس المنفرد

ج- شرط القص باتجاه واحد

يتم التأكد من مقاومة القص باتجاه واحد باستخدام نفس قوانين الأساس المنفرد, حيث تؤخذ Q من مخطط القص للأساس على بعد h من وجه العمود.

5- حساب التسليح

يحسب التسليح باستخدام العلاقة $A_S = \frac{M}{\gamma_Z \bar{\sigma}_S' h}$ وتستخدم $M_{\max}^-$ لحساب التسليح الطولاني السفلي ويتم مده على كامل طول الأساس. كما تستخدم $M_{\max}^+$ لحساب التسليح الطولاني العلوي ويتم مده على كامل طول الأساس أيضاً. ويجب ألا يقل التسليح الطولي العلوي أو السفلي عن القيم التالية :

5T10 mm/m للفولاذ عالي المقاومة

5ϕ12 mm/m للفولاذ المطاوع

كما يجب ألا تقل مساحة حديد التسليح الأصغرية عن 0.002 A'_c, حيث A'_C مقطع البيتون الفعال العمودي على الفولاذ

أما التسليح العرضاني العلوي والسفلي بالمتر الطولي فيؤخذ كل منهما مساوياً لـ 25% من التسليح الطولاني المتعامد عليه بالمتر الطولي على ألا تقل هذه النسبة عن :

5T10 mm/m للفولاذ عالي المقاومة

5ϕ12 mm/m للفولاذ المطاوع

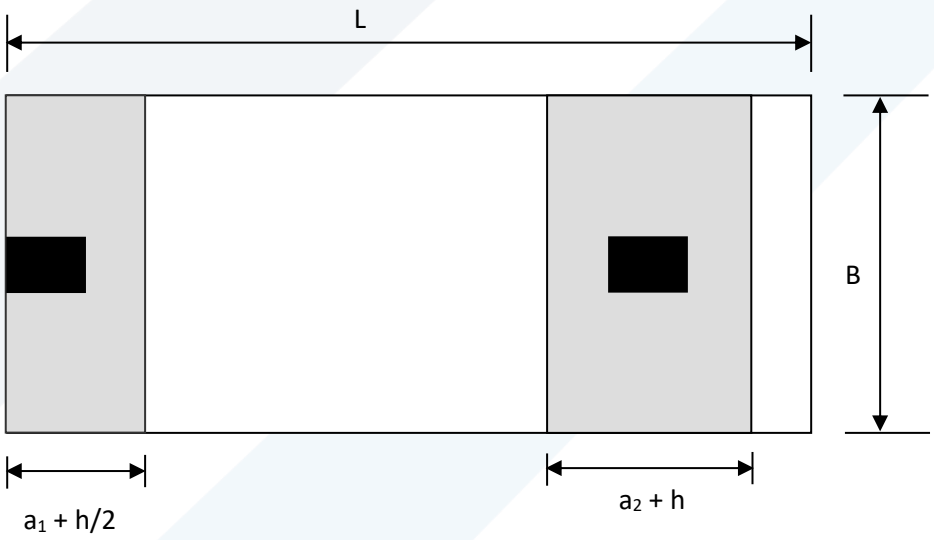
ويتم توزيع الحديد العرضاني العلوي على كامل طول الأساس بينما يوزع الحديد السفلي خارج الجوائز المخفية فقط.

ملاحظة :

لا داعي للتحقق من التماسك وذلك لأن العزوم القصوى تحدث في المناطق الخالية من القص.

6- تصميم الجوائز المخفية

توضع جوائز مخفية تحت الأعمدة بالاتجاه القصير للأساس, طولها مساوٍ لعرض الأساس B, أما عرضها فيؤخذ عادة مساوياً للعرض المحدد بمسافة h/2 من وجهي كل عمود (أي a_2+h للعمود الداخلي و a_1+h/2 للعمود المجاور لحد ملكية) (الشكل 5. 6).



الشكل 5. 6 : الجوائز المخفية

حمولة الجائز المخفي

تقسم حمولة العمود على طول الجائز المخفي, فتكون حمولة الجائز المخفي $q_i=Pi/B$

يحسب عزم الانعطاف للجائز المخفي بالعلاقة $M_i=q_i C^2/2$

حيث C البروز باتجاه العرض B $\left(C=\frac{B-b}{2}\right)$

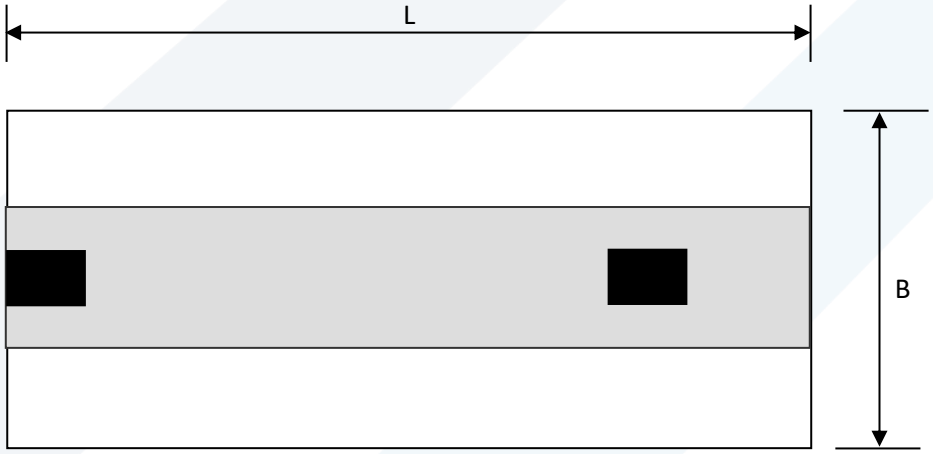
يتم التأكد من كفاية ارتفاع الجائز المخفي (مساوٍ لارتفاع الأساس) ثم حساب تسليح الجائز ووضعه في الجهة السفلية من الجائز.

5. 2 الأساس المشترك بجائز

يمكن إضافة جائز رابط بين الأعمدة (الشكل 5. 7)حيث يقوم الجائز بتحمل كامل العزم والقص بالاتجاه الطولي للأساس, ويصمم باعتباره جائز بمقطع T أو مستطيل, أما البلاطة فتدرس بالاتجاه العرضي, حيث $M=qC^2/2$. تمثل C بروز الأساس بالاتجاه العرضي, وتمثل المسافة بين طرف الأساس ووجه الجائز الرابط.

ملاحظات

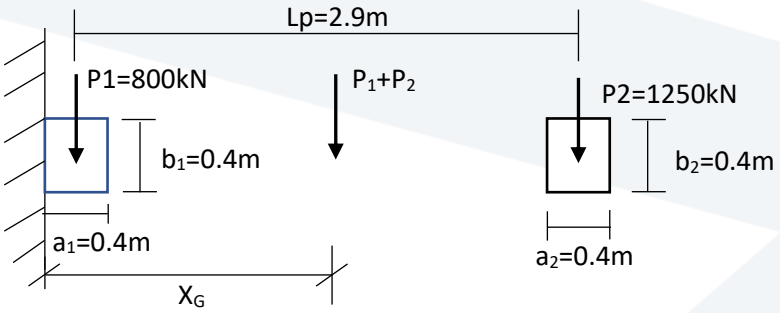
1- لا داعي للتحقق من القص باتجاهين للأساس المشترك بجائز
2- لا تستخدم جوائز مخفية في الأساس المشترك بجائز



الشكل 5. 7 : أساس مشترك بجائز رابط

مثال

يطلب تصميم أساس مشترك مستطيل الشكل مع عدم تجاوز حد الملكية، لعمودين مربعين، طول ضلع كل منهما 40cm. حمولة العمود الخارجي P1=800kN وحمولة العمود الداخلي P2=1250kN. علماً بأن قدرة تحمل التربة المسموحة الصافية وأن خواص البيتون وفولاذ التسليح كالتالي : f'_c=18MPa و f_y=400MPa .



الحل

1- تحديد أبعاد الأساس

يتم تحديد طول الأساس من شرط تطابق مركز ثقل الأساس (G) مع مركز محصلة القوى.

من الشكل السابق :

$$P_1.\frac{a_1}{2}+P_2.(L_p+\frac{a_1}{2})=(P_1+P_2).X_G$$

$$\Rightarrow X_g=\frac{P_1.\frac{a_1}{2}+P_2.(L_p+\frac{a_1}{2})}{P_1+P_2}=\frac{800*0.2+1250*3.1}{2050}=1.97m$$

$$L=2X_g=2*1.97=3.94m$$

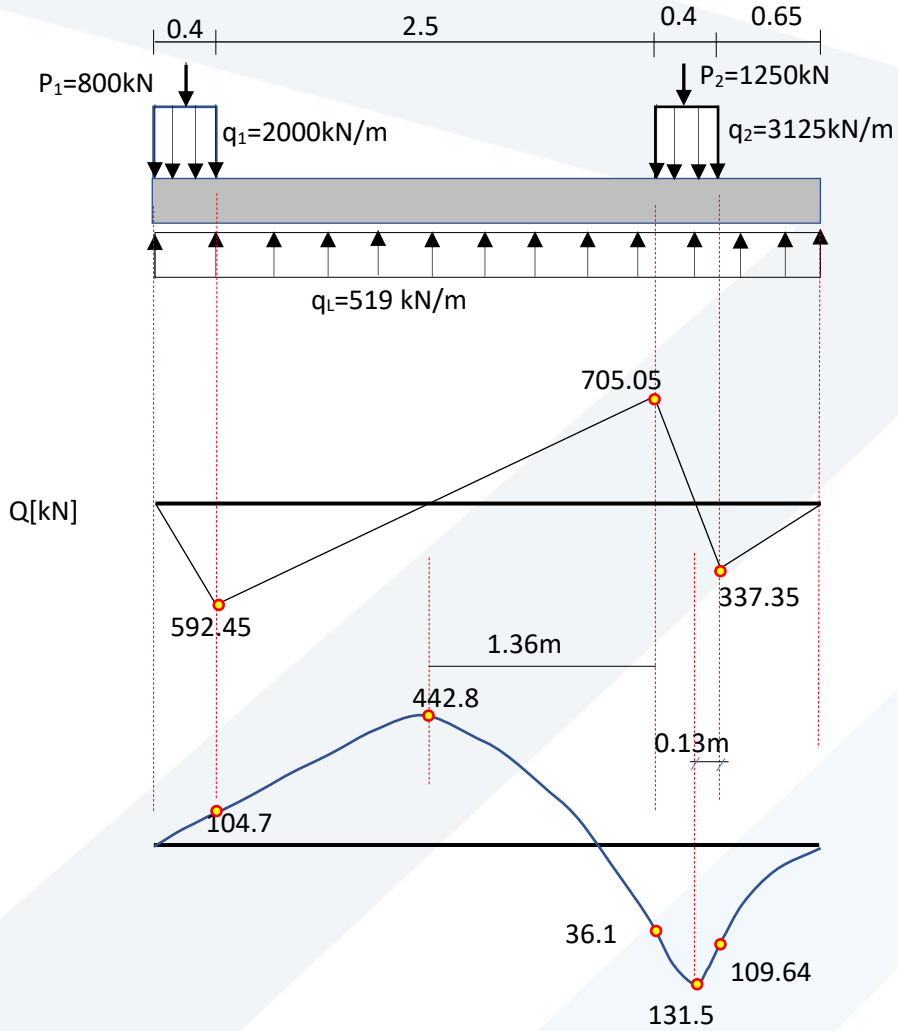
$$Take\ L=3.95m\Rightarrow B=\frac{P_1+P_2}{L.q_{a-net}}=\frac{2050}{3.95*200}=2.6m$$

2- حساب الاجهادات تحت الأساس

$$q=\frac{P_1+P_2}{L.B}=\frac{2050}{3.95*2.6}=199.6\,kN/m^2$$

3- حساب ورسم مخططات العزم والقص

- رد فعل التربة $q_L=\frac{P_1+P_2}{L}=\frac{2050}{3.95}=519\,kN/m$
- حمولة العمود الخارجي الموزعة بانتظام : $q_1=\frac{P_1}{a_1}=\frac{800}{0.4}=2000\,kN/m$
- حمولة العمود الداخلي الموزعة بانتظام : $q_2=\frac{P_2}{a_1}=\frac{1250}{0.4}=3125\,kN/m$



- حساب الارتفاع اللزم لمقاومة عزم الانعطاف الأعظمي

$$h = \gamma_h \sqrt{\frac{M_{\max}}{\bar{\sigma}_c'.B}} = 2.4\sqrt{\frac{442.8}{0.55*18000*2.6}} = 0.32m$$

نفرض $H = 45cm \Rightarrow h = 38cm$

4- التحقق من القص باتجاهين

-العمود الخارجي

$$\tau_u = \frac{Q}{0.85 P_c\ h} \le 5.5\sqrt{f_c'}$$

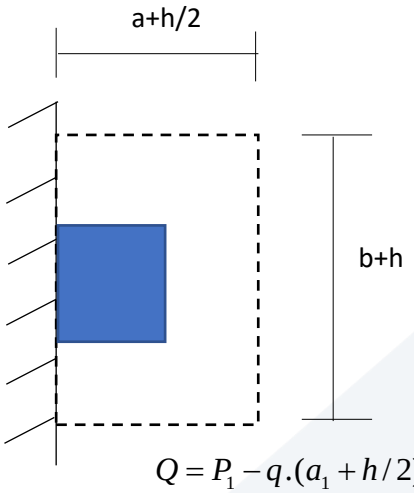
$$Q = P_1 - q.(a_1 + h/2)(b_1 + h) = 800 - 199.6*(0.4+0.19)(0.4+0.38) = 708.1kN$$

$$P_c = 2(a_1 + h/2) + (b_1 + h) = 2*(0.4+0.19) + (0.4+0.38) = 1.96\,m$$

$$\tau_u = \frac{708.1}{0.85*1.96*0.38} = 1118.5\,kN/m^2 > 5.5\sqrt{21000} = 797\,kN/m^2$$

شرط القص باتجاهين غير محقق لذلك نزيد الارتفاع

نفرض $h = 53cm \Leftarrow H = 60cm$



$$Q = P_1 - q.(a_1 + h/2)(b_1 + h) = 800 - 199.6*(0.4+0.265)(0.4+0.53) = 676.6kN$$

$$P_c = 2(a_1 + h/2) + (b_1 + h) = 2*(0.4+0.265) + (0.4+0.53) = 2.26m$$

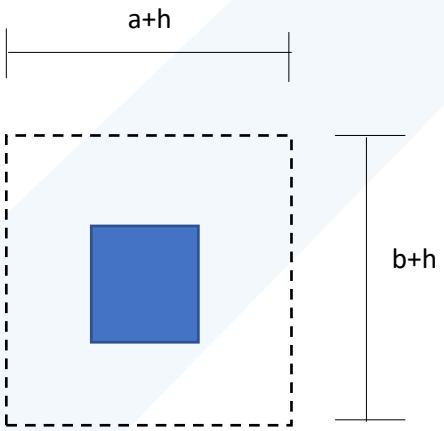
$$\tau_u = \frac{676.6}{0.85*2.26*0.53} = 664.6\,kN/m^2 < 5.5\sqrt{21000} = 797\,kN/m^2 \quad OK$$

-العمود الداخلي

$$Q = P_2 - q.(a_2 + hb_2 + h) = 1250 - 199.6*(0.4+0.53)(0.4+0.53) = 1077.4kN$$

$$P_c = 2(a_2 + h) + 2(b_2 + h) = 2*(0.4+0.53) + 2(0.4+0.53) = 3.72m$$

$$\tau_u = \frac{1077.4}{0.85*3.72*0.53} = 642.9kN/m^2 < 5.5\sqrt{21000} = 797\,kN/m^2 \quad OK$$



5- التحقق من القص باتجاه واحد

$$\tau_u = \frac{Q}{0.85 B.h} < 4.4\sqrt{f'_c} = 4.4\sqrt{21000} = 637.6 kN/m^2$$

Q قوة القص الأعظمية على بعد h من أوجه العمود

من مخطط القص :

$$\frac{0.53}{2.5} = \frac{705.05 - Q}{705.05 + 592.45} \Rightarrow Q = 430 kN$$

$$\tau_u = \frac{430}{0.85 * 2.6 * 0.53} = 367.1 kN/m^2 < 637.6 kN/m^2 \quad OK$$

6- حساب التسليح

- التسليح الطولاني السفلي

$$A_s = \frac{131.5}{0.85 * 0.53 * 0.55 * 400000} = 0.00133 m^2 = 13.3 cm^2$$

$$A_{s,min} = 0.002 * 0.53 * 2.6 = 0.00276 m^2 = 27.6 m^2 / 2.6m \Leftrightarrow 10.6 cm^2/m$$

$$Take\ A_s = A_{s,min} = 27.6 m^2 \Rightarrow 14T16mm$$

- التسليح العرضاني السفلي

يؤخذ 25% من التسليح الرئيسي السفلي ولا يقل 5T10mm/m

نستخدم 5T10mm/m كتسليح عرضاني سفلي

- التسليح الطولاني العلوي

$$A_s = \frac{442.8}{0.85 * 0.53 * 0.55 * 400000} = 0.00447 m^2 = 44.7\ cm^2 / 2.6m \Leftrightarrow 17.2 cm^2/m$$

$$Take\ 18T18mm$$

- التسليح العرضاني العلوي

$$A_s = 0.25 * 17.2 = 4.3 cm^2/m$$

$$Take\ 6T10mm/m$$

لا داعي للتحقق من التماسك وذلك لأن العزوم القصوى تحدث في المناطق الخالية من القص.

7-تصميم الجوائز المخفية

-الجائز الخارجي

طوله مساو لعرض الأساس B=2.6m وعرضه $b=a_1+h/2=0.4+0.53/2=0.665m$

$$q_1 = \frac{P_1}{B} = \frac{800}{2.6} = 307.7\ kN/m$$

$$M = q\frac{C^2}{2} = 307.7 * \frac{1.1^2}{2} = 186.2\ kN.m$$

$$A_{s,1} = \frac{186.2}{0.85 * 0.53 * 0.55 * 400000} = 0.00188m^2 = 18.8cm^2$$

$$Take\ 8T18mm$$

-الجائز الداخلي

طوله مساو لعرض الأساس B=2.6m وعرضه $b=a_2+h=0.4+0.53=0.93m$

$$q_2 = \frac{P_2}{B} = \frac{1250}{2.6} = 480.8\ kN/m$$

$$M = q\frac{C^2}{2} = 480.8 * \frac{1.1^2}{2} = 290.9\ kN.m$$

$$A_{s,2} = \frac{290.9}{0.85 * 0.53 * 0.55 * 400000} = 0.00294m^2 = 29.4cm^2$$

$$Take\ 12T18mm$$