

مقدمة

تعريف الجسر:

الجسر عبارة عن منشأ يتم استخدامه للعبور من مكان إلى آخر بينهما عائق وقد يكون هذا العائق مائي أو أرض وعرة. يتم إنشاء الجسر من الخرسانة المسلحة أو الصلب أو من مواد أخرى كالخشب أو الحبال و هو بمثابة بناء يوفر مروراً دائماً فوق ممر مائي أو طريق أو وادي. وعموماً يكون الجسر بمثابة ممر لطريق أو لخطوط سكة حديد ولكنه قد يحمل خطوط إمداد الطاقة أو خطوط أنابيب.

أهمية الجسور :

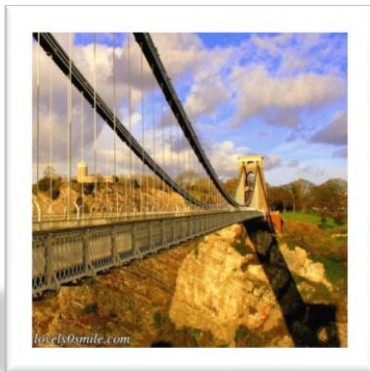
الجسور منشآت هندسية طرقية مبدؤها بسيط وتأثيرها كبير . للجسور أهميتها في ربط الأجزاء المنعزلة مثل ضفاف الأنهار والجزر المنعزلة ، كما أن للجسور أهمية خاصة في الحروب ، حيث أن الجسر هو هدف استراتيجي يجب حمايته مهما كلف الأمر ، وأحياناً يتطلب الأمر تفجير الجسور حتى لا تمر عليها القوات الغازية.

وبسبب الأهمية الكبيرة للجسور أقيمت المعاهد المتخصصة بدراساتها وأصبح تنفيذ الجسور واحداً من أصعب الأعمال الهندسية وأكثرها تعقيداً حتى غدت الجسور صروحاً تتباهى بها الأمم والبلدان وتتفنن في أشكالها وطرق اظهارها .

أنواع الجسور :

تقسيم الجسور من حيث الاستخدام

- 1- جسور سيارات ومشاه .
- 2- جسور سكك حديدية .
- 3- جسور مشاه .
- 4- جسور خطوط الأنابيب (خطوط أنابيب بترول - مياه - صرف صحي) .
- 5- الجسور المؤقتة .



جسور مشاة



جسور سكة حديد

تقسيم الجسور من حيث مواد البناء

جسور خرسانية

- ١ - جسور خرسانية مصبوبة بالموقع . 2- جسور خرسانية سابقة الصب . 3- جسور خرسانية مصبوبة بالموقع سابقة الإجهاد . 4- جسور خرسانية سابقة الصب سابقة الإجهاد .

جسور معدنية

- ١ - جسور الجمالونات المعدنية . 2- جسور الكمرات المعدنية . 3- جسور معدنية معلقة ،

جسور خرسانية ومعدنية

- 1- الجسور الخرسانية المعلقة . 2- الجسور الخشبية المعدنية (كباري المشاة بجدة) . 3- الجسور الحجرية (المعابر على النزع الصغيرة - القناطر القديمة) .

جسور خشبية

صغيرة وينقسم الخشب المستخدم في الإنشاء عامة إلى نوعين وهما الخشب الطري (Soft Timbre) والخشب الصلب (Hard Timbre) ويفضل استخدام النوع الثاني لأنه أشد صلادة وأقل عرضة للتشكيلات الدائمة تحت تأثير الأحمال الثابتة ، ويجب معالجة الأخشاب المستخدمة ضد الرطوبة والحشرات وخاصة النمل الأبيض قبل الاستخدام ، مع مراعاة عمل كشف دوري وصيانة لهذا النوع من الجسور .



جسور حجرية

جسور حجرية



جسور معدنية

تقسيم الجسور من حيث الشكل :

الجسر المسطح

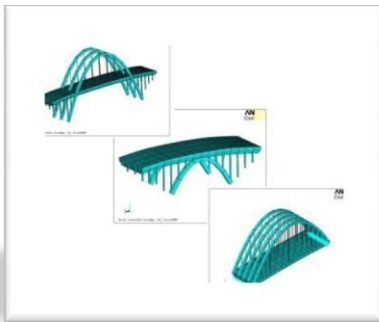
وهو إنشاء أفقي صلب يلقي بوزنه على الرصيفين اللذين يصل بينهما، فهي تعمل على احتمال وزن الجسر بالإضافة إلى وزن السيارات المارة فوقه، ومن ثم تعمل على نقل الوزن مباشرة إلى الأسفل.

الجسر المقوس

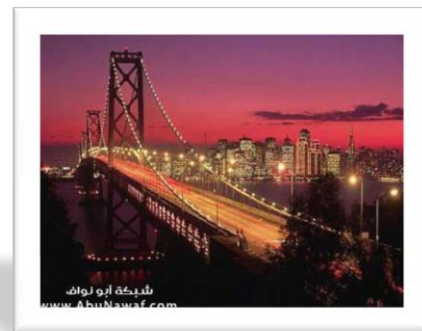
وهو إنشاء نصف دائري يحتوي على الدعامات في كلا طرفيه بحيث يتحول تمرکز ثقل تصميمه من سطح الجسر إلى الدعامات.

الجسور المعلقة

تعتبر الجسور المعلقة من منجزات العصر الحديث حيث أن إنشاء جسر معلق يعتبر من المنجزات الهندسية والإنشائية المتقدمة ، وفي الغالب تكون الجسور المعلقة فوق المجاري المائية الواسعة كما هو جسر جولدن جيت -أو البوابة الذهبية - في سان فرانسيسكو



جسور مقوسة



جسر معلق

والجسر الذي سنقوم بدراسته في مشروعنا هذا يتألف قسمه العلوي من جوائز من البيتون المسلح المصبوب بالمكان – الجسر على طريق يجتاز نهراً .
يتألف الجسر من عدد من الفتحات طول الفتحة الطرفية هو طول المجاز التصميمي L_p المطلوب حسابه .

وفي هذا الجسر المطيات التالية :

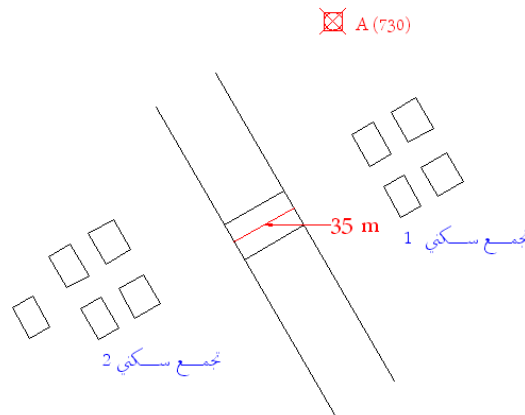
- | | |
|------------------------|--------------------------|
| $C = 8 \quad m$ | • عرض حارة المرور |
| $T = 1 \quad m$ | • عرض الرصيف |
| $L_p = 13 \quad m$ | • طول المجاز التصميمي |
| $N = 4$ | • عدد الجوائز الرئيسية |
| $M = 350 \quad N/mm^2$ | • ماركة البيتون المستخدم |
| $H = 2.5 \quad m$ | • منسوب التأسيس |

الفصل الأول : المذكرة التفسيرية

1-1: الموقع :

1-1-1: الجسر يصل بين تجمعين سكانيين يفصل بينهما نهر ولتنفيذه يجب مراعاة ما يلي:

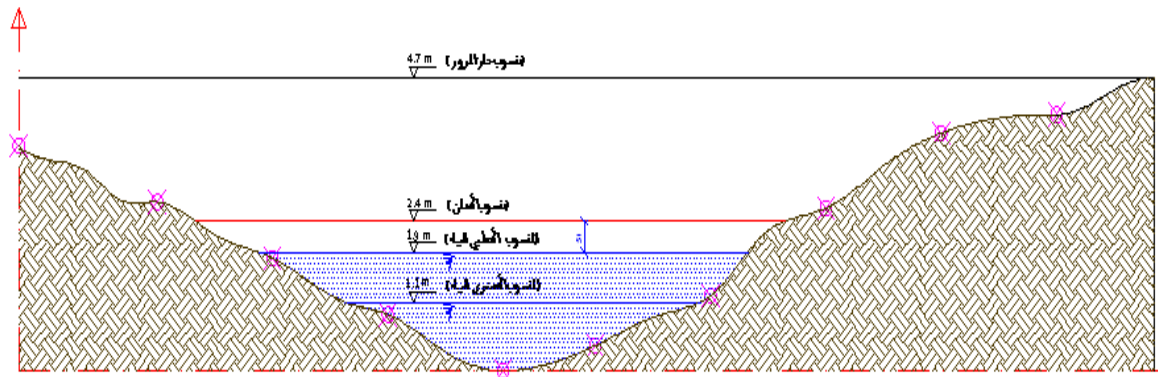
- ١ - أن يكون الجسر عمودي على محور النهر
- ٢ - أن ينفذ عند أضيق منطقة للنهر



الشكل 1 - 1 يمثل الموقع العام للجسر—

2-1-1: المعطيات الهيدرولوجية :

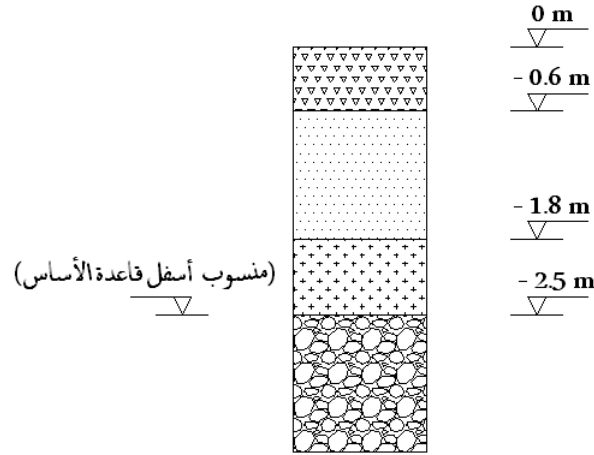
منسوب الماء الأصغري 1.1 ، منسوب الماء الأعظمي 1.9
أعماق المقطع العرضي للنهر وجوانبه مبينة بالشكل (2-1):



الشكل رقم 2-1 المقطع العرضي للنهر ومناسيب المياه الأعظمية والأصغرية

3-1-1: المقطع الجيولوجي للتربة (السبور) :

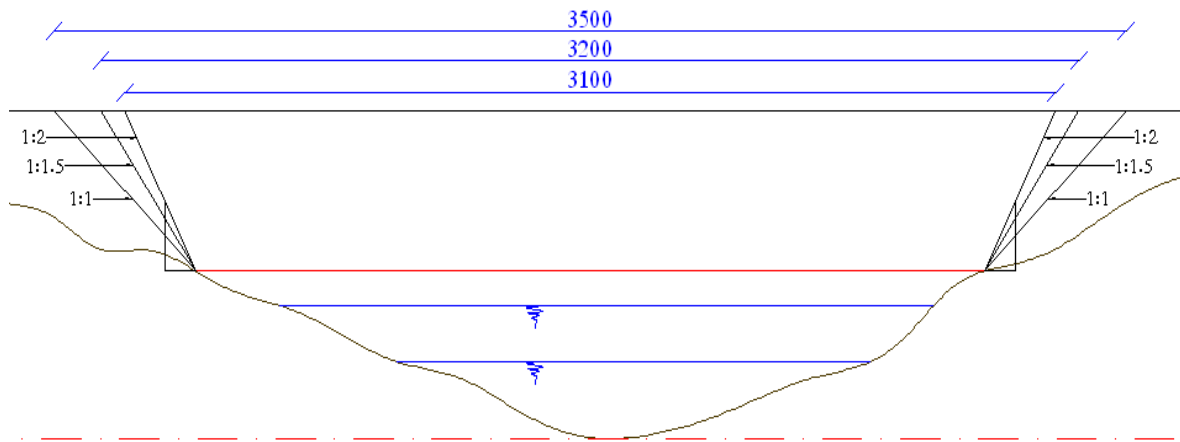
عند إجراء سبر للتربة بمعدل سبرين لكل فتحة تبين أن توزع طبقات التربة كما يلي الشكل (3-1):



(الشكل رقم 3-1 مقطع جيولوجي)

4-1-1: تحديد الأبعاد المطلوبة للفراغ تحت الجسر :

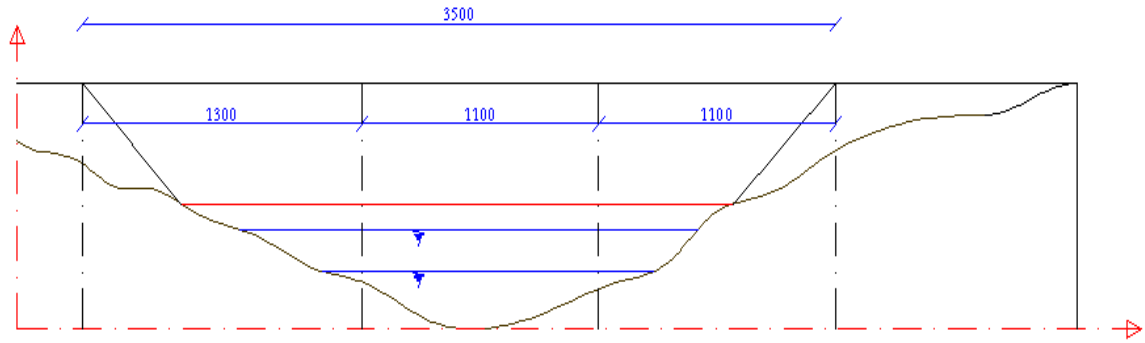
يجب أن يكون موقع استناد الجسر فوق مستوي النهر $\leq 0.5 \text{ m}$. ثم نختار الميل (1:2 - 1:1.5 - 1:1) ونقاطه مع منسوب حارة المرور ونحدد الطول الكلي للجسر. وسنختار الطول 35 م حسب الشكل



2-1: تقسيم الجسر إلى فتحات :

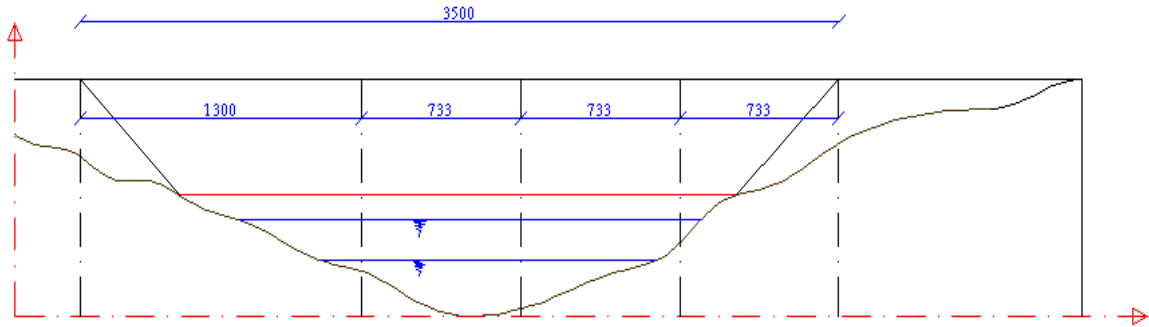
سنقوم بتقسيم الجسر إلى عدة فتحات بعد اقتطاع مسافة البداية أو طول الفتحة التصميمية $l_b = 13 \text{ m}$.

الاقتراح الأول أن نقسم الجسر إلى ثلاث فتحات كما في الشكل (4-1):



الشكل رقم 4-1 الاقتراح الأول لتقسيم الجسر - ثلاث فتحات

الاقتراح الثاني أن نقسم الجسر إلى أربع فتحات كما في الشكل (5-1):



الشكل رقم 5-1 الاقتراح الثاني لتقسيم الجسر - أربع فتحات

سنختار الاقتراح الأول لأنه الأكثر منطقية والأكثر اقتصادية و لأنه عملي أكثر من الاقتراح الثاني .

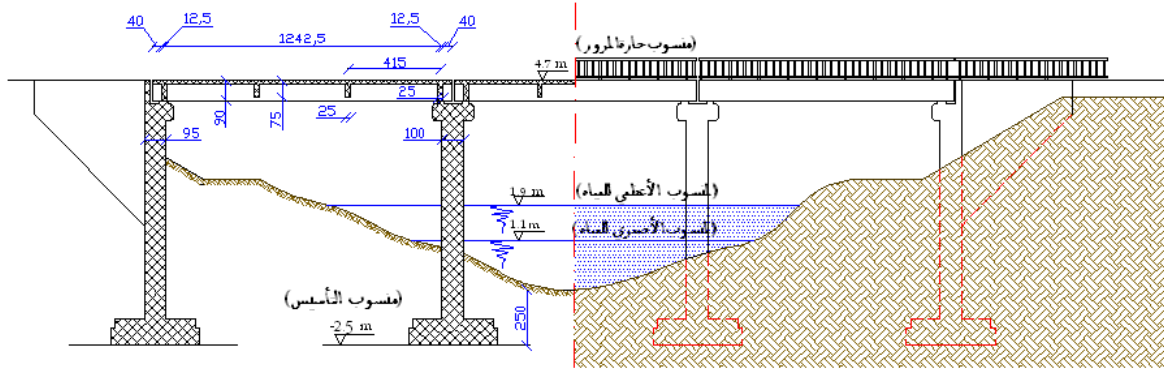
الفتحة الأولى مجازها 13 م :

$$\frac{L}{15} = \frac{13}{15} = 0.87 \quad \Rightarrow \quad H = 0.9 \text{ m}$$

الفتحتان الثانية والثالثة مجاز كل منهما 11 م :

$$\frac{L}{13} = \frac{11}{13} = 0.85 \quad \Rightarrow \quad H = 0.9 \text{ m}$$

ويكون شكل الجسر الشكل (6-1) :



الشكل 6-1 مقطع جانبي في الجسر -
نصفه مقطع ونصفه مقطع

3-1 : طريقة التنفيذ :

يتم تنفيذ القسم العلوي للجسر من البيتون المسلح المصبوب بالمكان بماركة:

$$M = 350 \text{ Kg/cm}^2$$

يتم تنفيذ القسم السفلي للجسر من البيتون المسلح المصبوب بالمكان بماركة:

$$M = 350 \text{ Kg/cm}^2$$

والجملة الإنشائية عبارة عن جائز بسيط الاستناد .

4-1 : المقطع العرضي للقسم العلوي :

المقطع العرضي للقسم العلوي من الجسر المراد تصميمه موضح بالشكل (7-1) حيث:

$$C = 8 \text{ (حارات) , } N = 4 \text{ (جيزان) , } T = 1 \text{ m , } Lb = 13 \text{ m}$$

الفصل الثاني : تصميم وحساب

بلاطة ظفر الرصيف

1-2 : حساب ظفر الرصيف :

1-1-2 : الأبعاد الافتراضية :

أولاً تعيين طول ظفر الرصيف حسب

الشكل كما يلي :

$$L_k = 100 - 15 - 15 + 10$$

$$L_k = 80 \text{ cm}$$

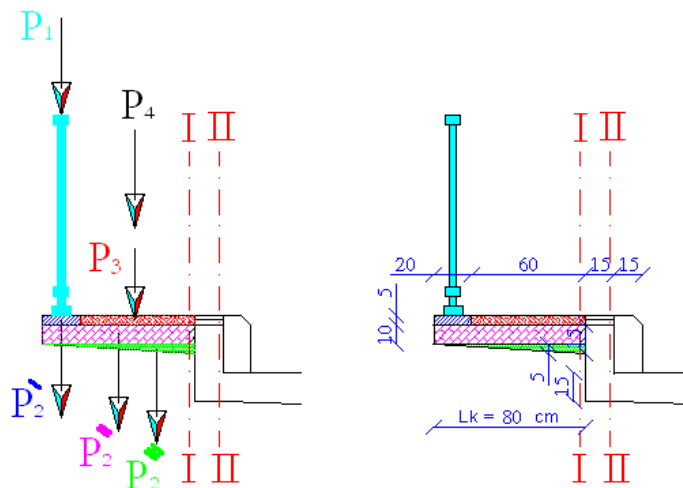
بأخذ شريحة عرضها $B = 1 \text{ m}$

وسماكة الظفر عند المقطع I-I :

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

2-1-2 : تعيين الحمولات المؤثرة :

يوضح الشكل (1-2) الحمولات المؤثرة بظفر الرصيف



الشكل 1-2 مقطع عرضي في ظفر بلاطة الرصيف والقوى المطبقة

1-2-1-2 : الحمولات الدائمة الطبيعية :

(a) حمولات وزن ذاتي :

• وزن الدرايزين :

$$P_1^H = 100 \quad \text{Kg/m}^2$$

$$P_1^H = 0.1 \quad \text{t/m}^2$$

• وزن الظفر :

$$P_2^{H'} = 0.05 * 0.2 * 1 * 2.5$$

$$P_2^{H'} = 0.025 \quad \text{t/m}^2$$

$$P_2^{H''} = 0.8 * 0.1 * 1 * 2.5$$

$$P_2^{H''} = 0.2 \quad \text{t/m}^2$$

$$P_2^{H'''} = \frac{1}{2} * 0.05 * 0.8 * 1 * 2.5$$

$$P_2^{H'''} = 0.05 \quad \text{t/m}^2$$

(b) حمولات إضافية (التغطية) :

$$P_3^H = 0.6 * 0.05 * 1 * 1.8$$

$$P_3^H = 0.054 \quad \text{t/m}^2$$

2-2-1-2 : الحمولات الدائمة التصميمية :

نقوم بتصعيد الحمولات الطبيعية بعوامل تصعيد هي :

$$\text{حمولات ذاتية} \implies n_1 = 1.1$$

$$\text{حمولات تغطية} \implies n_2 = 1.5$$

وبالتالي تكون الحمولات التصميمية الدائمة :

(a) حمولات وزن ذاتي :
• وزن الدرايزين :

$$P_1^P = 1.1 * 0.1$$

$$P_1^P = 0.11 \quad t/m^`$$

• وزن الظفر :

$$P_2^{P^`} = 1.1 * 0.05 * 0.2 * 1 * 2.5$$

$$P_2^{P^`} = 0.0275 \quad t/m^`$$

$$P_2^{P^{``}} = 1.1 * 0.8 * 0.1 * 1 * 2.5$$

$$P_2^{P^{``}} = 0.22 \quad t/m^`$$

$$P_2^{P^{````}} = 1.1 * \frac{1}{2} * 0.05 * 0.8 * 1 * 2.5$$

$$P_2^{P^{````}} = 0.055 \quad t/m^`$$

(b) حمولات إضافية (التغطية) :

$$P_3^P = 1.5 * 0.6 * 0.05 * 1 * 1.8$$

$$P_3^P = 0.081 \quad t/m^`$$

3-2-1-2 الحمولات المؤقتة الطبيعية :

$$q = 400 \text{ Kg/m}^2 \quad \text{حمولة المشاة:}$$

$$P_4^H = 0.6 * 0.4 * 1 = 0.24 \quad t/m^`$$

4-2-1-2 الحمولات المؤقتة التصميمية :

نقوم بتصعيد الحمولات الطبيعية بعوامل تصعيد هي :

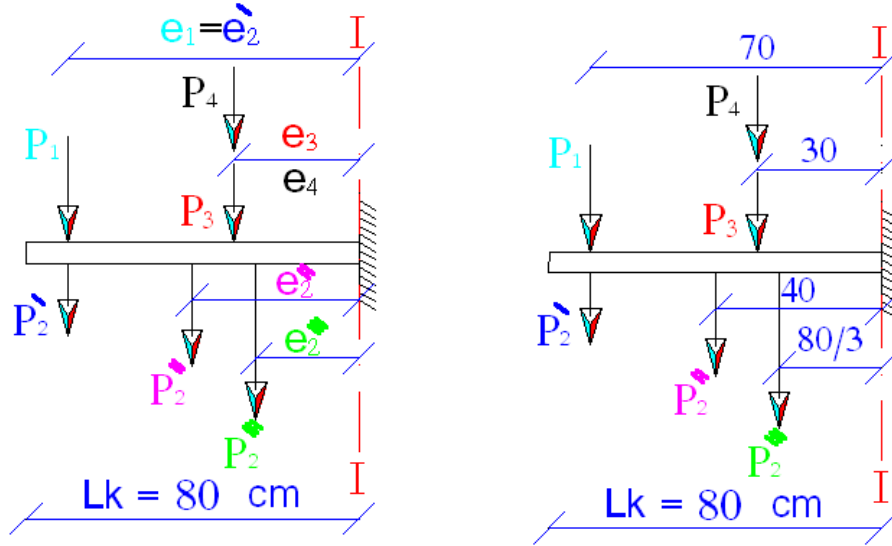
$$\text{حمولات مؤقتة} \longrightarrow n_1 = 1.4$$

وبالتالي تكون الحمولات التصميمية المؤقتة :

$$P_4^P = 1.4 * 0.6 * 0.4 * 1 = 0.336 \quad t/m^`$$

3-1-2 الاجهادات المؤثرة بالمقطع I-I :

الشكل (2-2) توزيع القوى على الظفر



الشكل 2-2 يوضح توزيع القوى على الظفر

أ - عزم الانعطاف الطبيعي :

$$M_{I-I}^H = \sum P_i^H * e_i$$

$$M_{I-I}^H = (0.1 * 0.7) + (0.025 * 0.7) + (0.2 * 0.4) + (0.05 * \frac{0.8}{3}) * (0.054 * 0.3) + (0.24 * 0.3)$$

$$M_{I-I}^H = 0.269 \quad \text{t.m}$$

ب - عزم الانعطاف التصميمي :

$$M_{I-I}^P = \sum P_i^P * e_i$$

$$M_{I-I}^P = (0.11 * 0.7) + (0.0275 * 0.7) + (0.22 * 0.4) + (0.055 * \frac{0.8}{3}) * (0.081 * 0.3) + (0.336 * 0.3)$$

$$M_{I-I}^P = 0.324 \quad \text{t.m}$$

ج - القص الطبيعي :

$$Q_{I-I}^H = \sum P_i^p$$

$$Q_{I-I}^H = 0.1 + 0.025 + 0.2 + 0.05 + 0.054 + 0.24$$

$$Q_{I-I}^H = 0.669 \quad t$$

والنتائج موضحة بالجدول :

الرقم	الحمولة		الذراع m	عامل التصعيد	العزم		القص الطبيعي t
	الرمز	القيمة t			التصميمي	الطبيعي	
1	P1	0.1	0.7	1.1	0.0770	0.0700	0.1
2	P2`	0.025	0.7	1.1	0.0193	0.0175	0.025
	P2``	0.2	0.4	1.1	0.0880	0.0800	0.2
	P2'''	0.05	0.267	1.1	0.0147	0.0134	0.05
3	P3	0.054	0.3	1.5	0.0243	0.0162	0.054
4	P4	0.24	0.3	1.4	0.1008	0.0720	0.24
$\Sigma =$					0.324	0.269	0.669

4-1-2 تحقيق متانة المقطع I-I :

يتم تحقيق المقطع وفق الحالات الحدية الثلاث :

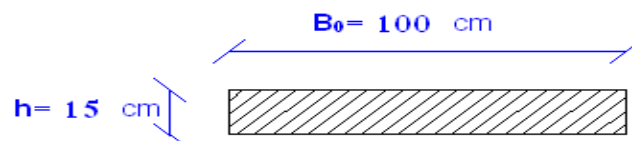
• حد المتانة

• حد السهم

• حد التشقق

1-4-1-2 تحقيق متانة المقطع I-I وفق الحالة الحدية الأولى (حد المتانة) :

١ - تعيين أبعاد المقطع :



٢ - خصائص المقطع :

المقطع من البيتون المسلح ماركة $M = 350 \text{ N/mm}^2$

المقاومة التصميمية للبيتون على الضغط : $R_u = 165 \text{ Kg/cm}^2$

الفولاذ من الصنف A-I

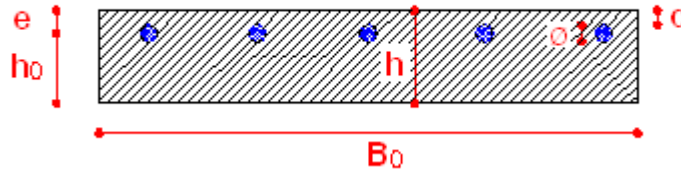
المقاومة التصميمية للفولاذ على الشد : $R_a = 1900 \text{ Kg/cm}^2$

٣ - الاجهادات المؤثرة في المقطع I-I :

$$M_{I-I}^P = 0.324 \text{ t.m}$$

٤ - حساب مقطع التسليح :

بفرض أننا نستخدم قضبان بقطر $\varnothing = 8 \text{ mm}$



وسنفرض $c = 2 \text{ cm}$

$$e = c + \frac{\varnothing}{2} = 2 + \frac{0.8}{2} = 2.4 \text{ cm}$$

$$h_0 = h - e = 15 - 2.4 = 12.6 \text{ cm}$$

وباعتماد طريقة الجداول نحسب مقطع التسليح :

$$r_0 = \frac{h_0}{\sqrt{\frac{M_{I-I}^P}{m_2 * B_0 * R_u}}}$$

$$r_0 = \frac{0.126}{\sqrt{\frac{0.324 * 10^3}{1 * 1 * 165 * 10^4}}}$$

$$r_0 = 8.99 \quad \Rightarrow$$

$$\delta = 0.9932 \quad , \quad \alpha = 0.0165 \quad , \quad A_0 = 0.0165$$

فتكون مساحة التسليح :

$$F_a = \frac{M_{I-I}^p}{\delta * R_a * h_0}$$

$$F_a = \frac{0.324 * 10^5}{0.9932 * 1900 * 12.6}$$

$$F_a = 1.36 \text{ cm}^2 \quad \Rightarrow$$

$$3 \text{ } \emptyset 8 = 1.5 \text{ cm}^2/\text{m}^{\cdot}$$

$$5 \text{ } \emptyset 8 = 2.5 \text{ cm}^2/\text{m}^{\cdot}$$

ولكننا سنستخدم :

ويكون التسليح إنشائي .

ونقوم بتحديد موقع المحور المحايد كما يلي :

$$x * B_0 * R_u = F_a * R_a$$

$$x = \frac{F_a * R_a}{B_0 * R_u} = \frac{2.5 * 1900}{100 * 165} = 0.29 \text{ cm}$$

يجب تحقيق المتراجحة :

$$\frac{x}{h_0} < 0.55 \quad \Rightarrow$$

$$\frac{0.29}{12.6} = 0.23 < 0.55$$

.....O.K

والمقطع اقتصادي .

٥ -حساب العزم الحدي :

$$M_u = m_2 * B_0 * x * R_u * (h_0 - \frac{x}{2})$$

$$M_u = 1 * 100 * 0.29 * 165 * (12.6 - \frac{0.29}{2}) * 10^{-5}$$

$$M_u = 0.596 \quad \text{t.m} > M_{I-I}^p = 0.324 \quad \text{t.m}$$

...O.K

2-4-1-2 تحقيق متانة المقطع I-I وفق الحالة الحدية الثانية (حد السهم) :

$$f = \frac{L_k}{250} = \frac{800}{250} = 3.2 \quad \text{mm}$$

السهم الناتج صغير وبالتالي لا داعي لتحقيق السهم .

3-4-1-2 تحقيق متانة المقطع I-I وفق الحالة الحدية الثالثة (حد التشقق) :

$$\tau = \frac{Q_{I-I}^H}{B_0 * (h_0 - \frac{x}{2})} < \tau_{ad}$$

$$\tau_{ad} = 0.7 * \sigma_p \quad \text{حيث :}$$

 σ_p : اجهاد الشد المحوري في البيتون و يؤخذ حسب الماركة

$$\sigma_p = 10.25 \quad \text{Kg/cm}^2 \Rightarrow$$

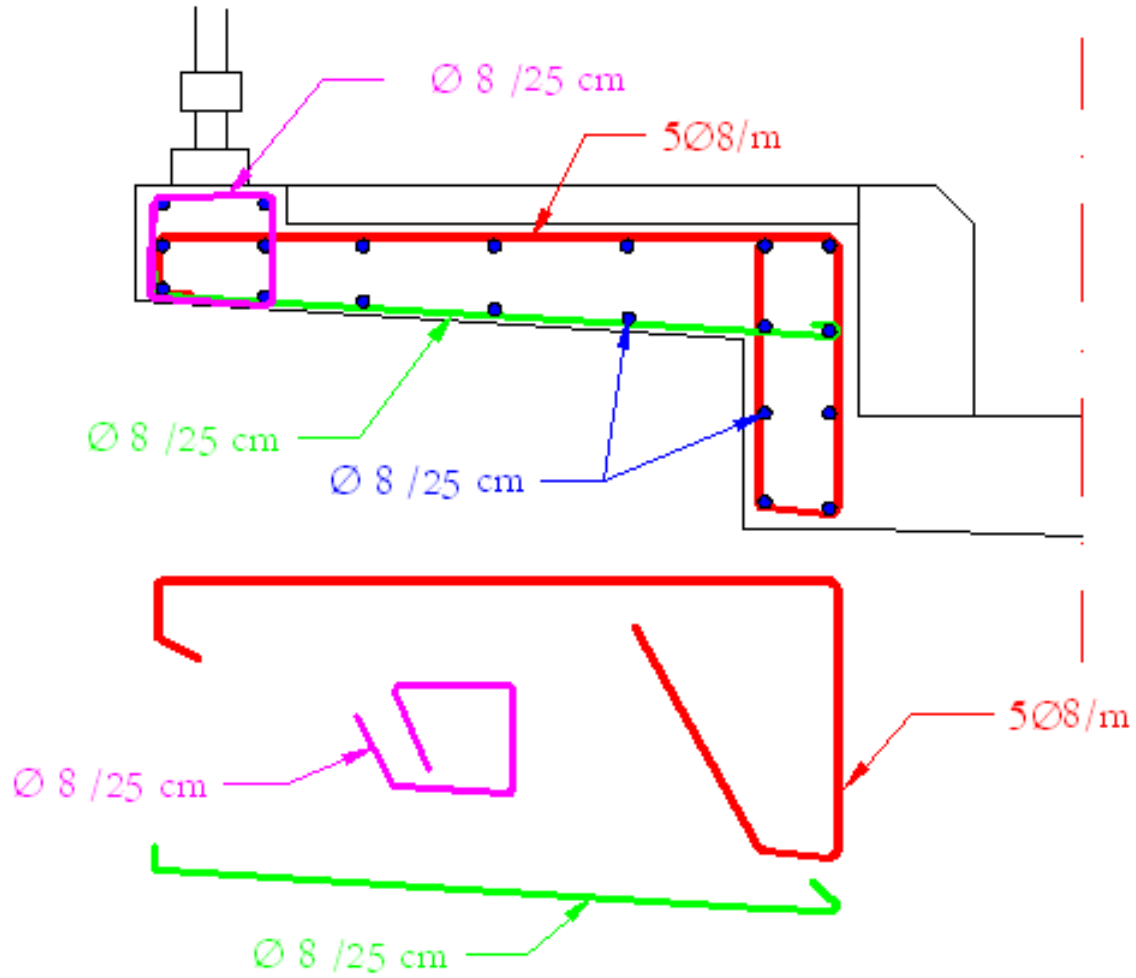
$$\tau_{ad} = 0.7 * 10.25 = 7.175 \quad \text{Kg/cm}^2$$

$$\tau = \frac{0.669 * 10^3}{100 * (12.6 - \frac{0.29}{2})} = 0.537 \quad \text{Kg/cm}^2 < \tau_{ad}$$

.....O.K

لا توجد حاجة لتكسيح القضبان .

ويكون تسليح الظفر كما في الشكل (3-2) :



الشكل 3-2 يوضح تسليح الظفر

انتهى الفصل الثاني

الفصل الثالث : تصميم وحساب

ظفر بلاطة حارة المرور

1-3 : حساب ظفر بلاطة حارة المرور :

1-1-3 : الأبعاد الافتراضية :

أولاً تعيين طول ظفر الرصيف
حسب الشكل كما يلي :

$$L_k = 100 + 10 + 85$$

$$L_k = 195 \text{ cm}$$

بأخذ شريحة عرضها $B = 1 \text{ m}$

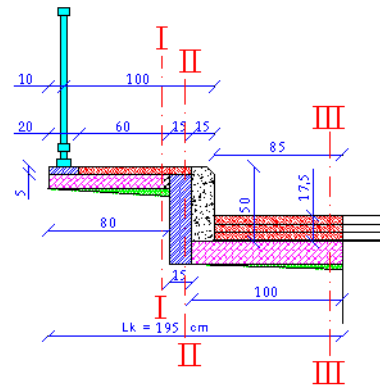
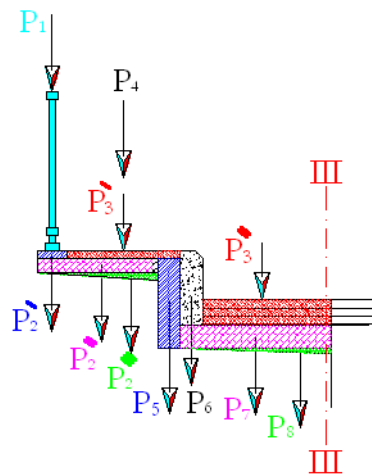
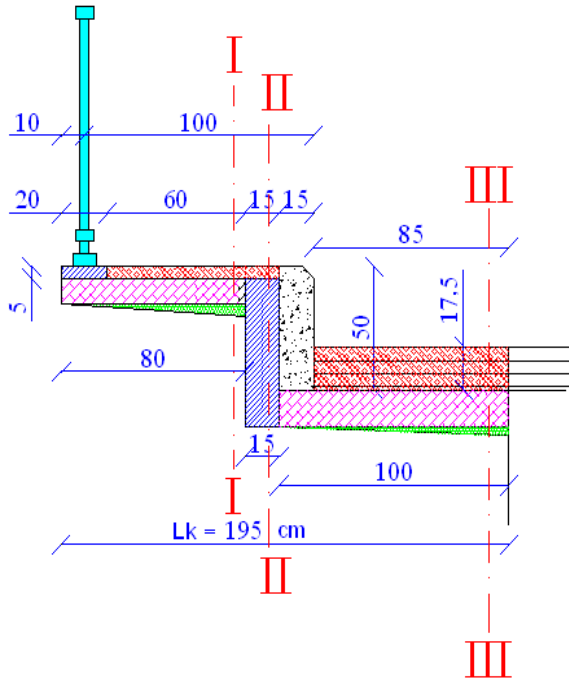
وسماكة الظفر عند المقطع

$$h = 18 \text{ cm} : \text{III-III}$$

2-1-3 : تعيين الحمولات المؤثرة :

يوضح الشكل (1-3) الحمولات

المؤثرة بظفر الرصيف :



الشكل 1-3 مقطع عرضي في ظفر بلاطة حارة المرور والقوى المطبقة عليه

1-2-1-3 : الحمولات الدائمة :

❖ الحمولات الطبيعية :

(a) حمولات ذاتية :

• وزن الدرايزين :

$$P_1^H = 100 \quad \text{Kg/m}^2$$

$$P_1^H = 0.1 \quad \text{t/m}^2$$

• وزن ظفر الرصيف :

$$P_2^H = 0.05 * 0.2 * 1 * 2.5$$

$$P_2^H = 0.025 \quad \text{t/m}^2$$

$$P_2^{H''} = 0.8 * 0.1 * 1 * 2.5$$

$$P_2^{H''} = 0.2 \quad \text{t/m}^2$$

$$P_2^{H'''} = \frac{1}{2} * 0.05 * 0.8 * 1 * 2.5$$

$$P_2^{H'''} = 0.05 \quad \text{t/m}^2$$

• وزن الجائز الرابط :

$$P_5^H = 0.15 * 0.6 * 2.5 * 1$$

$$P_5^H = 0.225 \quad \text{t/m}^2$$

• وزن الاطروفة :

$$P_6^H = 0.5 * 0.15 * 1 * 2.2$$

$$P_6^H = 0.165 \quad \text{t/m}^2$$

• وزن ظفر حارة المرور :

$$P_7^H = (0.85 + 0.15) * 0.15 * 1 * 2.5$$

$$P_7^H = 0.375 \quad \text{t/m}^2$$

$$P_8^H = 0.5 * [(1) * (0.18 - 0.15)] * 1 * 2.5$$

$$P_8^H = 0.0375 \quad \text{t/m}^2$$

(b) حمولات إضافية (التغطية) :

• تغطية الرصيف :

$$P_3^H = 0.75 * 0.05 * 1 * 1.8$$

$$P_3^H = 0.068 \quad t/m^3$$

حيث الوزن الحجمي لطبقات التغطية : $1.8 \quad t/m^3$

• تغطية حارة المرور :

$$P_3^{H''} = 0.85 * 0.175 * 1 * 1.8$$

$$P_3^{H''} = 0.268 \quad t/m^3$$

❖ الحمولات التصميمية :

نقوم بتصعيد الحمولات الطبيعية بعوامل تصعيد هي :

$$\text{حمولات ذاتية} \longrightarrow n_1 = 1.1$$

$$\text{حمولات تغطية} \longrightarrow n_2 = 1.5$$

(a) حمولات ذاتية :

• وزن الدرابزين :

$$P_1^P = 1.1 * 0.1$$

$$P_1^P = 0.11 \quad t/m^3$$

• وزن ظفر الرصيف :

$$P_2^P = 1.1 * 0.05 * 0.2 * 1 * 2.5$$

$$P_2^P = 0.0275 \quad t/m^3$$

$$P_2^{P''} = 1.1 * 0.8 * 0.1 * 1 * 2.5$$

$$P_2^{P''} = 0.22 \quad t/m^3$$

$$P_2^{P'''} = 1.1 * \frac{1}{2} * 0.05 * 0.8 * 1 * 2.5$$

$$P_2^{P'''} = 0.055 \quad t/m'$$

• وزن الجائز الرابط :

$$P_5^P = 1.1 * 0.15 * 0.6 * 2.5 * 1$$

$$P_5^P = 0.248 \quad t/m'$$

• وزن الاطروفة :

$$P_6^P = 1.1 * 0.5 * 0.15 * 1 * 2.2$$

$$P_6^P = 0.182 \quad t/m'$$

• وزن ظفر حارة المرور :

$$P_7^P = 1.1 * (0.85 + 0.15) * 0.15 * 1 * 2.5$$

$$P_7^P = 0.413 \quad t/m'$$

$$P_8^P = 1.1 * 0.5 * [(1) * (0.18 - 0.15)] * 1 * 2.5$$

$$P_8^P = 0.04125 \quad t/m'$$

(b) حمولات إضافية (التغطية) :

• تغطية الرصيف :

$$P_3^{P'} = 1.5 * 0.75 * 0.05 * 1 * 1.8$$

$$P_3^{P'} = 0.102 \quad t/m'$$

• تغطية حارة المرور :

$$P_3^{P''} = 1.5 * 0.85 * 0.175 * 1 * 1.8$$

$$P_3^{P''} = 0.402 \quad t/m'$$

2-2-1-3 الحمولات المؤقتة :

❖ الحمولات الطبيعية :

(a) حمولات المشاة :

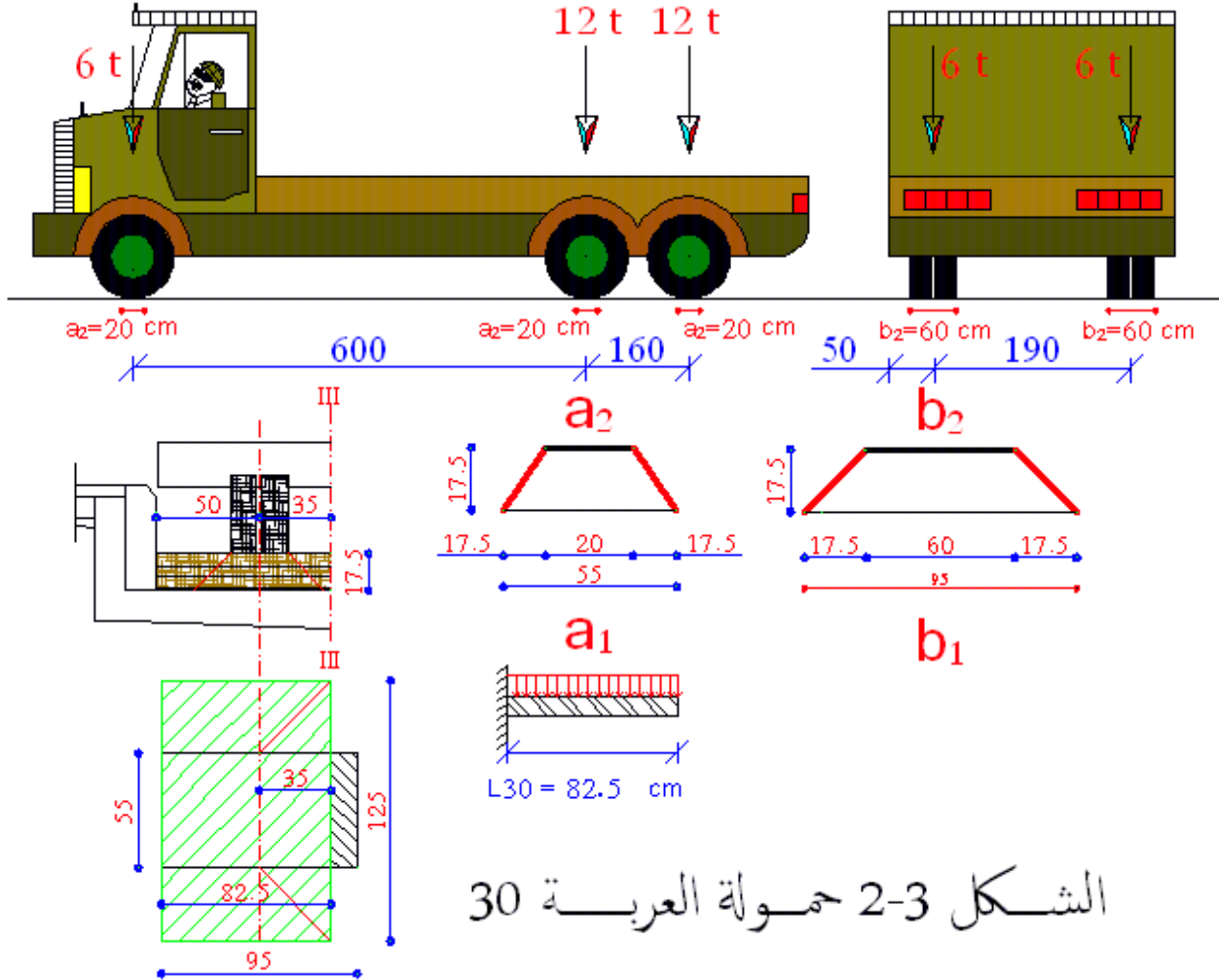
$$q = 400 \text{ Kg/m}^2 \quad \text{حمولة المشاة :}$$

$$P_4^H = 0.75 * 0.4 * 1 = 0.3 \quad t/m'$$

(b) حمولات العربات :

• حمولة العربة H-30 : يوضح الشكل (2-3) كيفية تحديد حمولة

العربة H-30 :



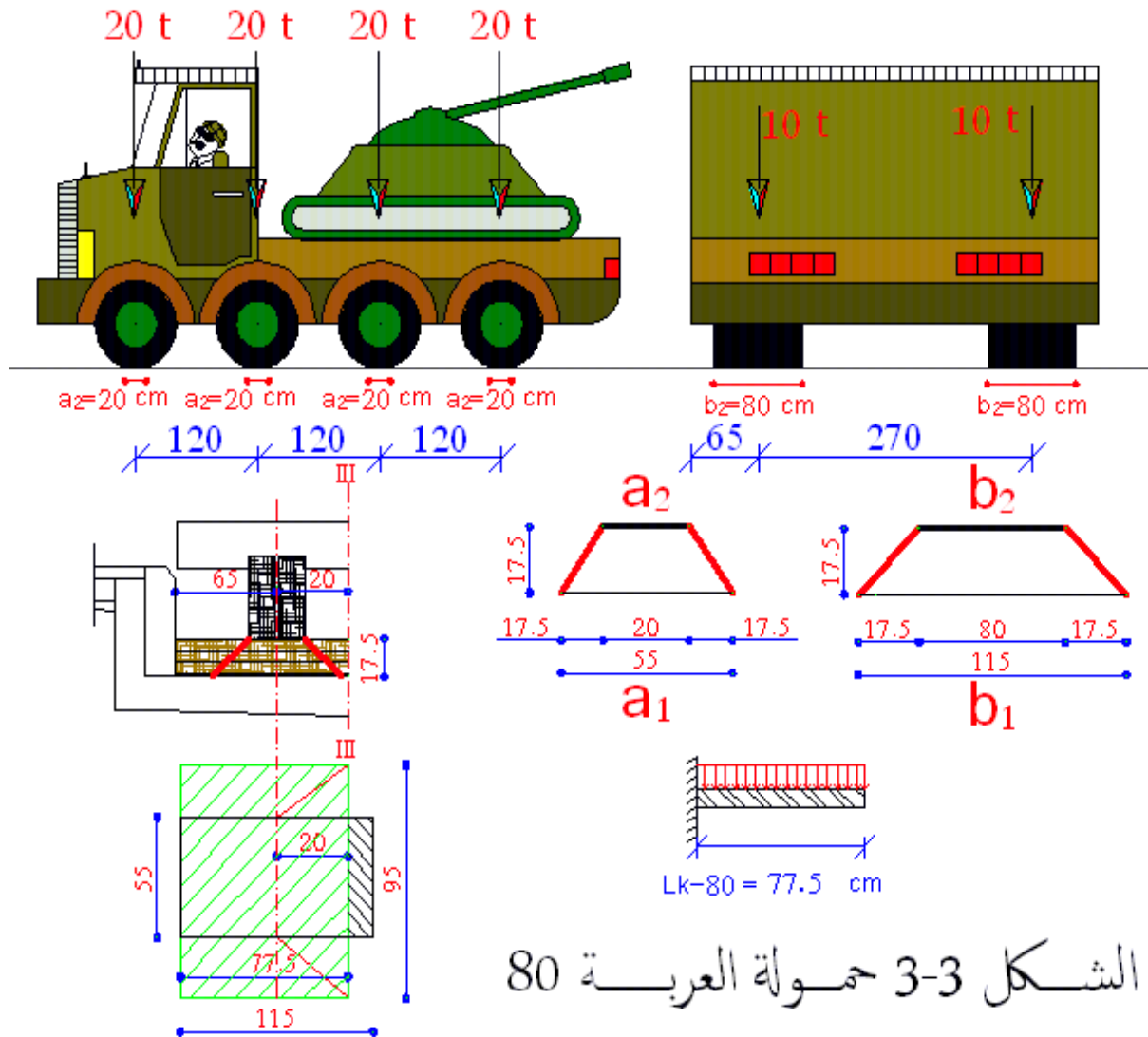
الشكل 2-3 حمولة العربة 30

$$P_{30} = \frac{P}{a_1 * b_1} * \frac{a_1}{b} * B_0$$

$$P_{30} = \frac{6}{0.55 * 0.95} * \frac{0.55}{1.25} * 1$$

$$P_{30} = 5.05 \quad t/m'$$

• حمولة العربة Hk_{80} : يوضح الشكل (3-3) كيفية تحديد حمولة العربة Hk_{80} :



الشكل 3-3 حمولة العربة 80

$$P_{80} = \frac{P}{a_1 \cdot b_1} * \frac{a_1}{b} * B_0$$

$$P_{80} = \frac{10}{0.55 \cdot 1.15} * \frac{0.55}{0.95} * 1$$

$$P_{80} = 9.15 \quad t/m^2$$

❖ الحمولات التصميمية :

نقوم بتصعيد الحمولات الطبيعية المؤقتة بعوامل تصعيد هي :

$$\text{حمولات مؤقتة} \longrightarrow n_1 = 1.4$$

$$\text{حمولة العربدة 30} \longrightarrow n_{30} = 1.4$$

$$\text{حمولة العربدة 80} \longrightarrow n_{80} = 1.1$$

(a) حمولات المشاة :

$$P_4^p = 1.4 \times 0.75 \times 0.4 \times 1 = 0.42 \text{ t/m}^2$$

(b) حمولات العربات :

● حمولة العربدة H-30 :

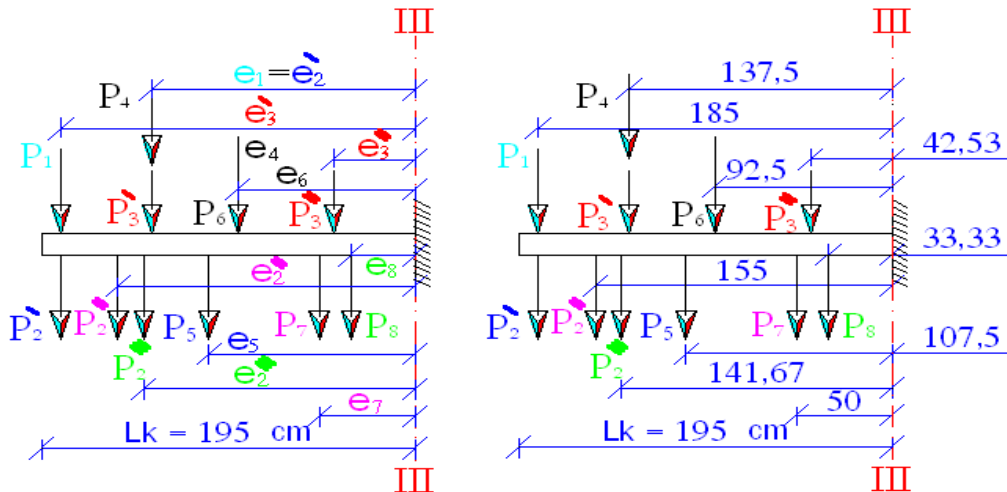
$$P_{30}^p = 1.4 \times 5.05 = 7.07 \text{ t/m}^2$$

● حمولة العربدة Hk-80 :

$$P_{80}^p = 1.1 \times 9.15 = 10.07 \text{ t/m}^2$$

3-1-3 الاجهادات المؤثرة بالمقطع III-III :

الشكل (4-3) يوضح توضع القوى المؤثرة على ظفر حارة المرور :



الشكل 4-3 يوضح توضع القوى
على ظفر بلاطة حارة المرور

أ - عزم الانعطاف الطبيعي الناتج عن الحمولات الدائمة :

$$M_{III-III}^{n.H} = \sum P_i^H * e_i$$

$$M_{III-III}^{n.H} = (0.1 * 1.85) + (0.025 * 1.85) + (0.2 * 1.55) + (0.05 * 1.4167) + (0.225 * 1.075) + (0.165 * 0.925) + (0.375 * 0.5) + (0.0375 * 0.333) + (0.068 * 1.375) + (0.268 * 0.425)$$

$$M_{III-III}^{n.H} = 1.4 \quad t.m$$

ب - عزم الانعطاف التصميمي الناتج عن الحمولات الدائمة :

$$M_{III-III}^{n.P} = \sum P_i^P * e_i$$

$$M_{III-III}^{n.P} = (0.11 * 1.85) + (0.0275 * 1.85) + (0.22 * 1.55) + (0.055 * 1.4167) + (0.248 * 1.075) + (0.182 * 0.925) + (0.413 * 0.5) + (0.04125 * 0.333) + (0.102 * 1.375) + (0.402 * 0.425)$$

$$M_{III-III}^{n.P} = 1.62 \quad t.m$$

ج - عزم الانعطاف الطبيعي الناتج عن الحمولات المؤقتة :

● المشاة :

$$M_{III-III}^{B.H} = P_4 * e_4$$

$$M_{III-III}^{B.H} = 0.3 * 1.375 = 0.413 \quad t.m$$

● العربات H-30 :

$$M_{III-III}^{B.H_{30}} = \frac{P_{30} * L_{30}^2}{2} = \frac{5.05 * 0.825^2}{2} = 1.72 \quad t.m$$

• العربة Hk-80 :

$$M_{III-III}^{B.H_{80}} = \frac{P_{80}^* L_{80}^2}{2} * 0.8 = \frac{9.15 * 0.775^2}{2} * 0.8 = 2.2 \text{ t.m}$$

د - عزم الانعطاف التصميمي الناتج عن الحمولات المؤقتة :

• المشاة :

$$M_{III-III}^{B.P} = P_4^P * e_4$$

$$M_{III-III}^{B.P} = 0.42 * 1.375 = 0.578 \text{ t.m}$$

• العربة H-30 :

$$M_{III-III}^{P.H_{30}} = \frac{P_{30}^P * L_{30}^2}{2} * (1 + \mu)$$

$$L < 5 \text{ m} \quad \Rightarrow$$

$$(1 + \mu) = 1.3$$

$$M_{III-III}^{P.H_{30}} = \frac{7.07 * 0.825^2}{2} * 1.3 = 3.128 \text{ t.m}$$

• العربة Hk-80 :

$$M_{III-III}^{P.H_{80}} = \frac{P_{80}^P * L_{80}^2}{2} * (1 + \mu)$$

$$(1 + \mu) = 1 \text{ : لحاملة الدبابات}$$

$$M_{III-III}^{P.H_{80}} = \frac{10.07 * 0.775^2}{2} * 1 = 3.02 \text{ t.m}$$

ه - القص الطبيعي الناتج عن الحمولات الدائمة :

$$Q_{III-III}^{n.H} = \sum P_i^H$$

$$Q_{III-III}^{n.H} = (0.1) + (0.025) + (0.2) + (0.05)$$

$$+ (0.225) + (0.165) + (0.375) + (0.0375) + (0.068) + (0.268)$$

$$Q_{III-III}^{n.H} = 1.51 \quad t$$

و - القص التصميمي الناتج عن الحمولات الدائمة :

$$Q_{III-III}^{n.P} = \sum P_i^P * e_i$$

$$Q_{III-III}^{n.P} = (0.11) + (0.0275) + (0.22) + (0.05) + (0.248) + (0.182) + (0.413) + (0.04125) + (0.102) + (0.402)$$

$$Q_{III-III}^{n.P} = 1.79 \quad t.m$$

ز - القص الطبيعي الناتج عن الحمولات المؤقتة :

● المشاة :

$$Q_{III-III}^{B.H} = P_4^H = 0.3 \quad t.m$$

● العربـة H-30 :

$$Q_{III-III}^{B.H_{30}} = P_{30}^H * L_{30}^H = 5.05 * 0.825 = 4.17 \quad t$$

● العربـة Hk-80 :

$$Q_{III-III}^{B.H_{80}} = P_{80}^H * L_{80}^H * 0.8 = 9.15 * 0.775 * 0.8 = 5.67 \quad t$$

س - القص التصميمي الناتج عن الحمولات المؤقتة :

● المشاة :

$$Q_{III-III}^{B.P} = P_4^P = 0.42 \quad t.m$$

● العربـة H-30 :

$$Q_{III-III}^{B.P_{30}} = P_{30}^P * L_{30}^P = 7.07 * 0.825 = 5.83 \quad t$$

● العربـة Hk-80 :

$$Q_{III-III}^{B.P_{80}} = P_{80}^P * L_{80}^P = 10.07 * 0.775 = 7.8 \quad t$$

والنتائج موضحة بالجدول :

الرقم	الحمولة		الذراع m	عامل التصعيد	العزم		القص	
	الرمز	القيمة t			التصميمي	الطبيعي	التصميمي	الطبيعي
1	P1	0.1	1.85	1.1	0.204	0.185	0.11	0.1
2	P2`	0.025	1.85	1.1	0.051	0.046	0.028	0.025
	P2``	0.2	1.55	1.1	0.341	0.310	0.22	0.2
	P2```	0.05	1.4167	1.1	0.078	0.071	0.055	0.05
3	P3`	0.058	1.375	1.5	0.120	0.080	0.087	0.058
	P3``	0.268	0.425	1.5	0.171	0.114	0.402	0.268
4	P4	0.3	1.375	1.4	0.578	0.413	0.42	0.3
5	P5	0.225	1.075	1.1	0.266	0.242	0.248	0.225
6	P6	0.165	0.925	1.1	0.168	0.153	0.182	0.165
7	P7	0.375	0.5	1.1	0.206	0.188	0.413	0.375
8	P8	0.0375	0.333	1.1	0.016	0.014	0.04125	0.043
H-30	H-30	5.05	0.825	1.4	3.128	1.719	5.833	4.166
Hk-80	Hk-80	9.15	0.775	1.1	3.023	2.198	7.8	5.673
Σ=		دائمة + مشاة + H30			5.33	3.53	8.04	5.98
		دائمة + Hk80			4.64	3.60	9.59	7.18
Max					5.33	3.60	9.59	7.18

الآن نقوم بتركيب الأحمال كما يلي :

• (حمولات دائمة + حمولات مشاة + العربة H-30)

• (حمولات دائمة + العربة Hk-80)

ثم نأخذ الأكبر من حالتي التحميل السابقتين فيكون وبناءً على الجدول السابق :

$$M_{III-III}^H \max = 3.6 \quad t.m$$

$$M_{III-III}^P \max = 5.33 \quad t.m$$

$$Q_{III-III}^H \max = 7.18 \quad t$$

$$Q_{III-III}^P \max = 9.59 \quad t$$

4-1-3 تحقيق متانة المقطع III-III :

يتم تحقيق المقطع وفق الحالات الحدية الثلاث :

• حد المتانة

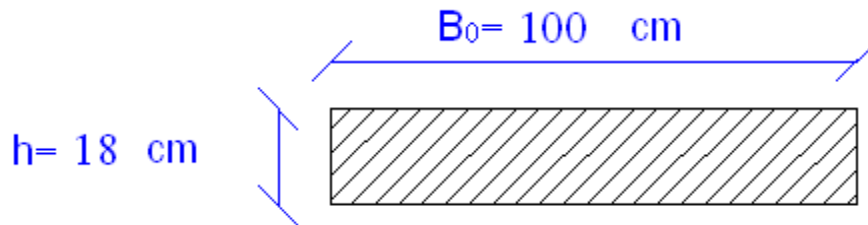
• حد السهم

• حد التشقق

1-4-1-3 تحقيق متانة المقطع III-III وفق الحالة الحدية الأولى

(حد المتانة) :

١- تعيين أبعاد المقطع :



٢- خصائص المقطع :

المقطع من البيتون المسلح ماركة $M = 350 \text{ N/mm}^2$

المقاومة التصميمية للبيتون على الضغط : $R_u = 165 \text{ Kg/cm}^2$

الفولاذ من الصنف A-II

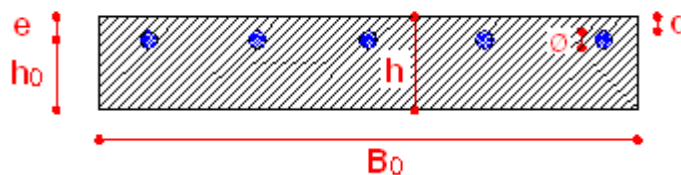
المقاومة التصميمية للفولاذ على الشد : $R_a = 2400 \text{ Kg/cm}^2$

٣- الاجهادات المؤثرة في المقطع III-III :

$$M_{III-III}^P \max = 5.33 \text{ t.m}$$

٤- حساب مقطع التسليح :

بفرض أننا نستخدم قضبان بقطر $\varnothing = 14 \text{ mm}$



وسنفرض $c = 2 \text{ cm}$ ←

$$e = c + \frac{\emptyset}{2} = 2 + \frac{1.4}{2} = 2.7 \text{ cm}$$

$$h_0 = h - e = 18 - 2.7 = 15.3 \text{ cm}$$

وباعتماد طريقة الجداول نحسب مقطع التسليح :

$$r_0 = \frac{h_0}{\sqrt{\frac{M_{III-III}^P}{m_2 * B_0 * R_u}}}$$

$$r_0 = \frac{0.153}{\sqrt{\frac{5.33 * 10^3}{1 * 1 * 165 * 10^4}}}$$

$$r_0 = 2.69 \quad \Rightarrow$$

$$\delta = 0.926 \quad , \quad \alpha = 0.149 \quad , \quad A_0 = 0.138$$

فتكون مساحة التسليح :

$$F_a = \frac{M_{III-III}^P}{\delta * R_a * h_0}$$

$$F_a = \frac{5.33 * 10^5}{0.926 * 2400 * 15.3}$$

$$F_a = 15.68 \text{ cm}^2 \quad \Rightarrow$$

$$11 \text{ } \emptyset 14 = 16.9 \text{ cm}^2/\text{m}$$

ونقوم بتحديد موقع المحور المحايد كما يلي :

$$x * B_0 * R_u = F_a * R_a$$

$$x = \frac{F_a * R_a}{B_0 * R_u} = \frac{16.9 * 2400}{100 * 165} = 2.45 \text{ cm}$$

يجب تحقيق المتراجحة :

$$\frac{x}{h_0} < 0.55 \quad \Rightarrow$$

$$\frac{2.45}{15.3} = 0.16 < 0.55 \quad \dots\dots\dots \text{O.K}$$

٥ -حساب العزم الحدي :

$$M_u = m_2 * B_0 * x * R_u * (h_0 - \frac{x}{2})$$

$$M_u = 1 * 100 * 2.45 * 165 * (15.3 - \frac{2.45}{2}) * 10^{-5}$$

$$M_u = 5.69 \quad \text{t.m} > M_{III-III}^P = 5.33 \quad \text{t.m}$$

...O.K

2-4-1-2 تحقيق متانة المقطع III-III وفق الحالة الحدية الثانية

(حد السهم) :

$$f = \frac{L_k}{250} = \frac{1950}{250} = 7.8 \quad \text{mm}$$

السهم الناتج صغير وبالتالي لا داعي لتحقيق السهم .

3-4-1-2 تحقيق متانة المقطع III-III وفق الحالة الحدية الثالثة

(حد التشقق) :

$$\tau = \frac{Q_{III-III}^H \max}{B_0 * (h_0 - \frac{x}{2})} < \tau_{ad}$$

$$\tau_{ad} = 0.7 * \sigma_p \quad \text{حيث :}$$

σ_p : اجهاد الشد المحوري في البيتون و يؤخذ حسب الماركة :

$$\sigma_p = 10.25 \quad \text{Kg/cm}^2 \quad \Rightarrow$$

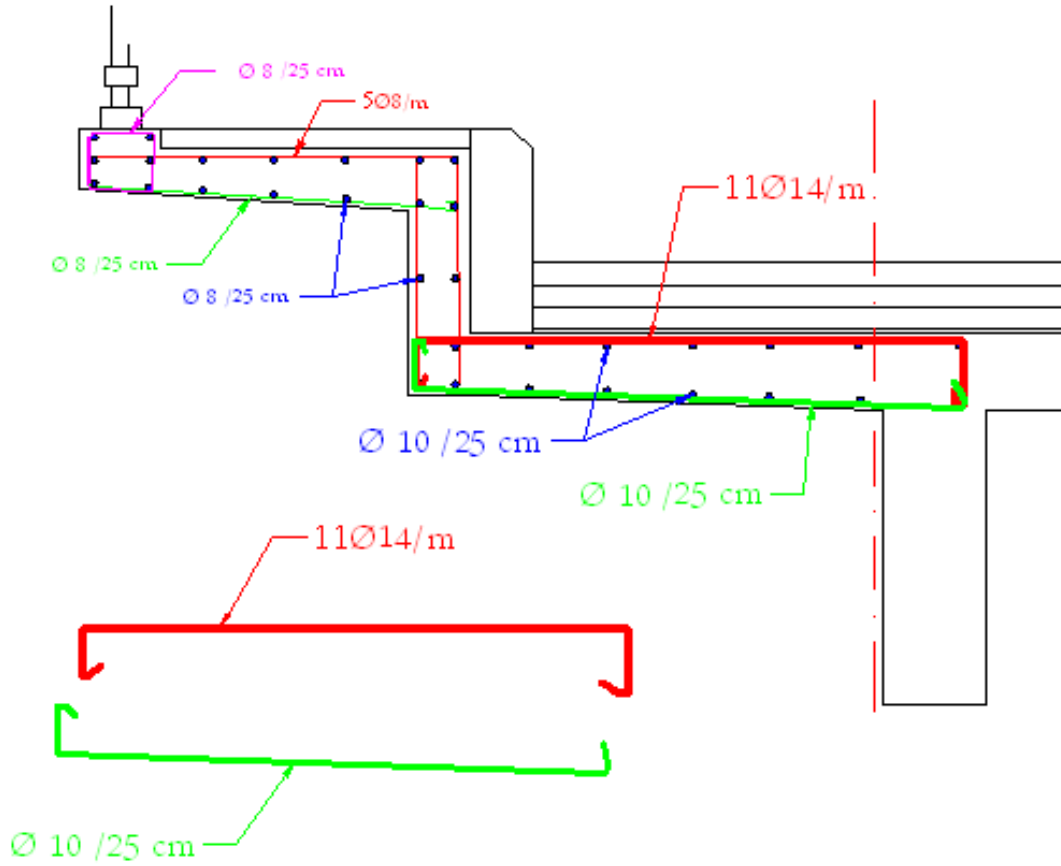
$$\tau_{ad} = 0.7 * 10.25 = 7.175 \quad \text{Kg/cm}^2$$

$$\tau = \frac{7.18 * 10^3}{100 * (15.3 - \frac{2.45}{2})} = 5.1 \text{ Kg/cm}^2 < \tau_{ad}$$

.....O.K

لا توجد حاجة لتكسيح القضبان .

ويكون تسليح ظفر بلاطة حارة المرور كما في الشكل (5-3) :



الشكل 5-3 يوضح تسليح ظفر بلاطة حارة المرور

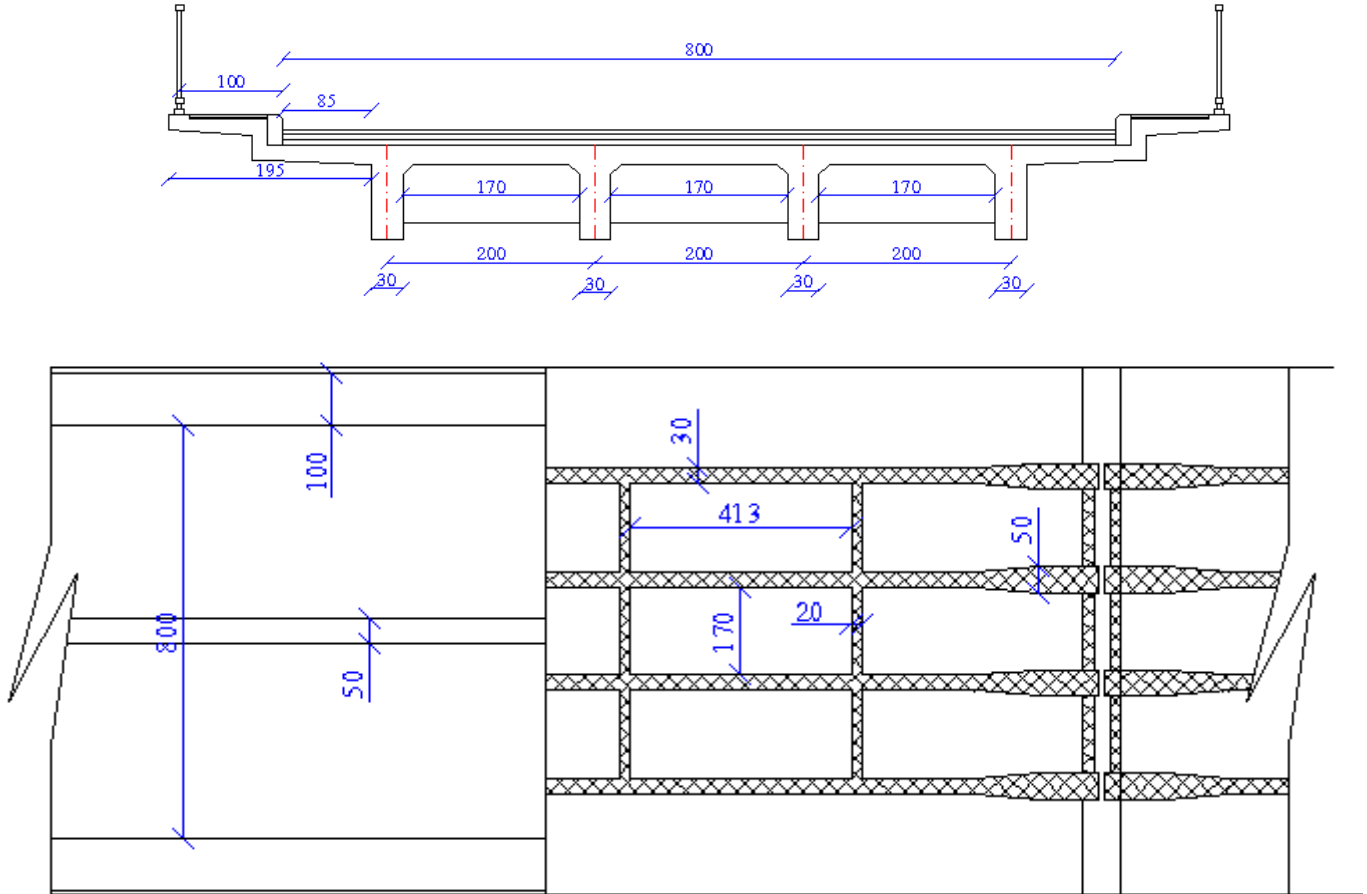
انتهى الفصل الثالث

الفصل الرابع : تصميم

وحساب بلاطة حارة المرور

1-4 حساب بلاطة حارة المرور :

1-1-4 : الأبعاد الافتراضية :



الشكل 1-4 يوضح مقطع في بلاطة الجسر—
ومسقط أفقي جزء مقطع وجزء مسقط لبلاطة
حارة المرور

الجملة الإنشائية جائز مستمر مستند على الجوائز الطولية وسوف ندرس على
أساس جائز بسيط ومن ثم ندخل عوامل الاستمرارية .

● حساب التباعد بين المحاور :

$$a = \frac{C + 2T - 2(1.85) - 0.3}{N - 1} = \frac{8 + 2 * 1 - 2(1.85) - 0.3}{4 - 1} = 2$$

$$a = 2 - 0.3 = 1.7 \quad m$$

نفرض عدد الجوائز العرضية $N' = 4$.

ولدينا طول المجاز التصميمي $L_b = 13 \text{ m}$

$$b = \frac{L_b}{N - 1} = \frac{13}{3} = 4.33 \text{ m}$$

$$b = 4.33 - 0.2 = 4.13 \text{ m}$$

الآن نريد أن نحدد طريقة عمل البلاطة :

$$\frac{b}{a} = \frac{4.13}{1.7} = 2.43 > 2 \implies$$

البلاطة تعمل باتجاه واحد .

• المجاز التصميمي على العزم :

$$L_m = a + h$$

$$L_m = 1.7 + 0.15$$

$$L_m = 1.85 \text{ m} < 2 \text{ m} \dots\dots\text{O.K.}$$

• المجاز التصميمي على القص :

$$L_Q = L = 2 \text{ m}$$

2-1-4- تحديد الحمولات المؤثرة :

1-1-2-4- الحمولات الدائمة :

أ- حمولات ذاتية :

• وزن البلاطة :

$$P_1 = 0.15 \times 2.5 \times 1 = 0.375 \text{ t/m}^2$$

• وزن التغطية :

$$P_1 = 0.175 \times 2 \times 1 = 0.35 \text{ t/m}^2$$

2-1-2-4- الحمولات المؤقتة :

• العربة H-30 :

التباعد بين الدواليب أكبر من المجاز

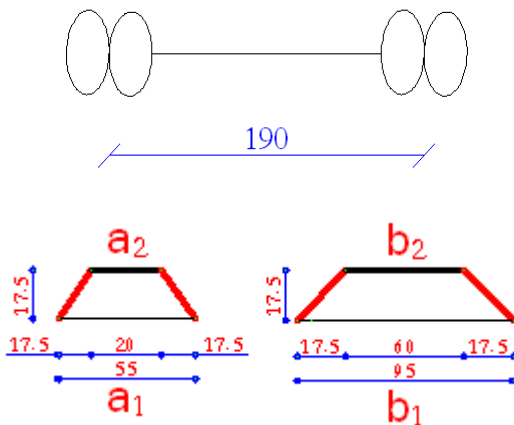
لذلك ندرس دولا ب واحد فقط .

حددنا سابقاً :

$$a_1 = 0.55 \text{ m}$$

$$b_1 = 0.95 \text{ m}$$

وهناك شرط :



$$a = a_1 + \frac{L_m}{3} \geq \frac{2}{3} L_m$$

$$a = 0.55 + \frac{1.85}{3} \geq \frac{2}{3} * 1.85$$

$$1.167 < 1.23 \quad \longrightarrow$$

$$a_1 = 1.23 \quad m$$

$$P_{30} = \frac{P}{a * b_1} * B_0$$

$$P_{30} = \frac{6}{1.23 * 0.95} * 1$$

$$P_{30} = 5.13 \quad t/m'$$

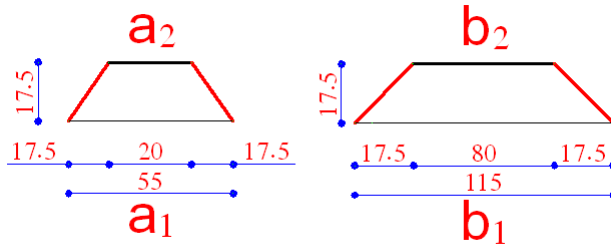
• العربية Hk-80 :

هنا لايسمح بوجود أكثر من دولاب على المجاز الواحد لذلك ندرس دولاب واحد فقط .

$$a_1 = 0.55 \quad m$$

$$b_1 = 1.15 \quad m$$

وهناك شرط :



$$a = a_1 + \frac{L_m}{3} \geq \frac{2}{3} L_m$$

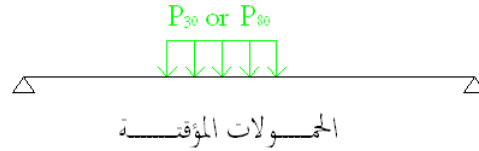
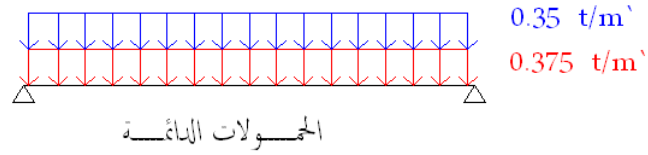
$$a = 0.55 + \frac{1.85}{3} \geq \frac{2}{3} * 1.85$$

$$1.167 < 1.23 \quad \longrightarrow$$

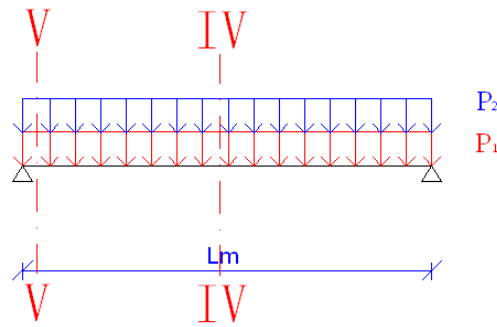
$$a_1 = 1.23 \quad m$$

$$P_{80} = \frac{P}{a * b_1} * B_0$$

$$P_{80} = \frac{10}{1.23 * 1.15} * 1 = 7.07 \quad t/m'$$

4-1-3- تعيين الجهود المؤثرة في المقاطع الحرجة على العزم والقص :

أ - عزم الانعطاف الطبيعي الناتج عن الحمولات الدائمة :



$$M_{IV-IV}^{n.H} = \frac{(P_1 + P_2) * L_m^2}{8}$$

$$M_{IV-IV}^{n.H} = \frac{(0.375 + 0.35) * 1.85^2}{8}$$

$$M_{IV-IV}^{n.H} = 0.31 \quad t.m$$

ب - عزم الانعطاف التصميمي الناتج عن الحمولات الدائمة :

$$M_{IV-IV}^{n.P} = \frac{(P_1 * n_1 + P_2 * n_2) * L_m^2}{8}$$

$$M_{IV-IV}^{n.P} = \frac{(0.375 * 1.1 + 0.35 * 1.5) * 1.85^2}{8}$$

$$M_{IV-IV}^{n.P} = 0.4 \quad t.m$$

ت - القص الطبيعي الناتج عن الحمولات الدائمة :

$$Q_{V-V}^{n.H} = \frac{(P_1 + P_2) * L_Q}{2}$$

$$Q_{V-V}^{n.H} = \frac{(0.375 + 0.35) * 2}{2}$$

$$Q_{V-V}^{n.H} = 0.725 \quad t$$

ث - القص التصميمي الناتج عن الحمولات الدائمة :

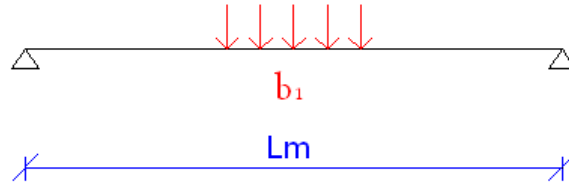
$$Q_{V-V}^{n.H} = \frac{(P_1 * n_1 + P_2 * n_2) * L_Q}{2}$$

$$Q_{V-V}^{n.H} = \frac{(0.375 * 1.1 + 0.35 * 1.5) * 2}{2}$$

$$Q_{V-V}^{n.H} = 0.94 \quad t$$

ج - عزم الانعطاف الطبيعي الناتج عن الحمولات المؤقتة :

• العربة H-30 :



$$M_{IV-IV}^{H-30} = P_{30} * \frac{b_1}{4} * (L_m - \frac{b_1}{2})$$

$$M_{IV-IV}^{H-30} = 5.13 * \frac{0.95}{4} * (1.85 - \frac{0.95}{2})$$

$$M_{IV-IV}^{H-30} = 1.67 \quad t.m$$

• العربة Hk-80 :

$$M_{IV-IV}^{H-80} = P_{80} * \frac{b_1}{4} * (L_m - \frac{b_1}{2}) * 0.8$$

$$M_{IV-IV}^{H-80} = 7.07 * \frac{1.15}{4} * (1.85 - \frac{1.15}{2}) * 0.8$$

$$M_{IV-IV}^{H-80} = 2.07 \quad t.m$$

ح - عزم الانعطاف التصميمي الناتج عن الحمولات المؤقتة :

• العربة H-30 :

$$M_{IV-IV}^{P-30} = P_{30} \cdot n_{30} \cdot \frac{b_1}{4} \cdot \left(L_m - \frac{b_1}{2} \right) \cdot (1 + \mu)$$

$$M_{IV-IV}^{P-30} = 5.13 \cdot 1.4 \cdot \frac{0.95}{4} \cdot \left(1.85 - \frac{0.95}{2} \right) \cdot 1.3$$

$$M_{IV-IV}^{P-30} = 3.05 \quad \text{t.m}$$

• العربة Hk-80 :

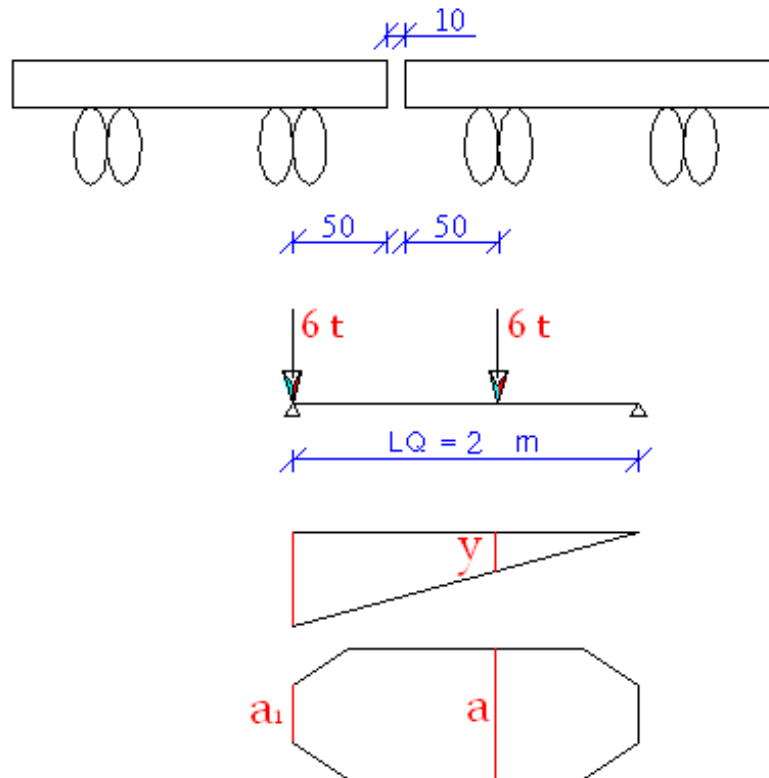
$$M_{IV-IV}^{P-80} = P_{80} \cdot n_{80} \cdot \frac{b_1}{4} \cdot \left(L_m - \frac{b_1}{2} \right) \cdot (1 + \mu)$$

$$M_{IV-IV}^{P-80} = 7.07 \cdot 1.1 \cdot \frac{1.15}{4} \cdot \left(1.85 - \frac{1.15}{2} \right) \cdot 1$$

$$M_{IV-IV}^{P-80} = 2.85 \quad \text{t.m}$$

خ - القص الطبيعي الناتج عن الحمولات المؤقتة :

• العربة H-30 :



$$a_1 = 0.55 \text{ m}$$

$$a_1 \geq \frac{L_Q}{3} = \frac{2}{3} = 0.67 \text{ m}$$

$$a_1 = 0.67 \text{ m}$$

$$a = \max \begin{cases} a_1 + \frac{L_Q}{3} = 0.67 + \frac{2}{3} = 1.33 \text{ m} \\ \frac{2}{3} * L_Q = \frac{2}{3} * 2 = 1.33 \text{ m} \end{cases}$$

$$a = 1.33 \text{ m}$$

الآن حساب القص :

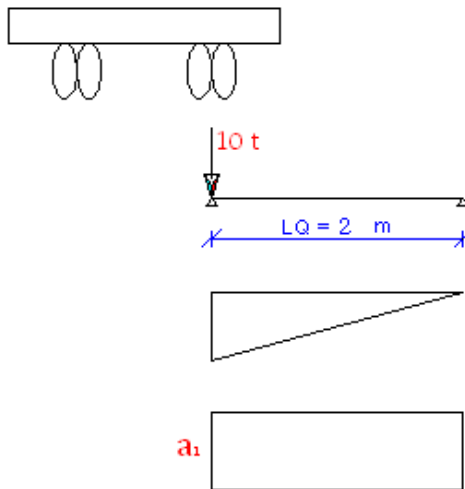
$$Q_{V-V}^{H-30} = P \left(\frac{1}{a_1} + \frac{y}{a} \right)$$

$$y = 0.353$$

$$Q_{V-V}^{H-30} = 6 * \left(\frac{1}{0.67} + \frac{0.353}{1.33} \right)$$

$$Q_{V-V}^{H-30} = 10.55 \text{ t}$$

• العربة Hk-80 : لا نسمح بمرور عربتين



$$Q_{V-V}^{H-80} = P \left(\frac{1}{a_1} \right)$$

$$Q_{V-V}^{H-80} = 10 * \left(\frac{1}{0.67} \right)$$

$$Q_{V-V}^{H-80} = 14.93 \text{ t}$$

د - القص التصميمي الناتج عن الحمولات المؤقتة :

• العرببة H-30 :

$$Q_{V-V}^{P-30} = P \left(\frac{1}{a_1} + \frac{y}{a} \right) * n_{30}$$

$$Q_{V-V}^{P-30} = 6 * \left(\frac{1}{0.67} + \frac{0.353}{1.33} \right) * 1.4$$

$$Q_{V-V}^{P-30} = 14.77 \text{ t}$$

• العرببة Hk-80 :

$$Q_{V-V}^{P-80} = P \left(\frac{1}{a_1} \right) * n_{80}$$

$$Q_{V-V}^{P-80} = 10 * \left(\frac{1}{0.67} \right) * 1.1$$

$$Q_{V-V}^{P-80} = 16.42 \text{ t}$$

والنتائج موضحة في الجدول التالي :

القوة	العزم		القص	
	طبيعي	تصميمي	طبيعي	تصميمي
ذاتية + تغطية	0.31	0.4	0.725	0.94
H-30	1.67	3.05	10.55	14.77
Hk-80	2.07	2.85	14.93	16.42
دائمة + H-30	1.98	3.45	11.275	15.71
دائمة + Hk-80	2.38	3.25	15.655	17.36

الآن نقوم بتركيب الأحمال كما يلي :

• (حمولات دائمة + العرببة H-30)

• (حمولات دائمة + العرببة Hk-80)

ثم نأخذ الأكبر من حالتي التحميل السابقتين فيكون وبناءً على الجدول السابق :

$$M_{IV-IV}^H \max = 2.38 \quad t.m$$

$$M_{IV-IV}^P \max = 3.45 \quad t.m$$

$$Q_{V-V}^H \max = 15.655 \quad t$$

$$Q_{V-V}^P \max = 17.36 \quad t$$

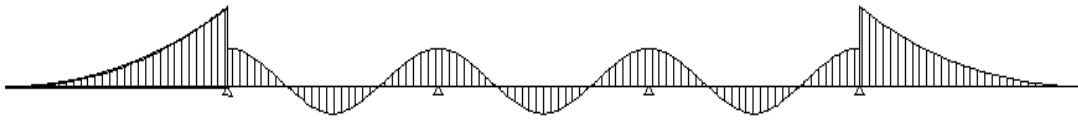
والآن ندخل أثر الاستمرارية :

$$\frac{h}{H} = \frac{15}{90} < \frac{1}{4} \quad \longrightarrow$$

$$M^- = 0.7 * 3.45 = 2.42 \quad t.m$$

$$M^+ = 0.5 * 3.45 = 1.23 \quad t.m$$

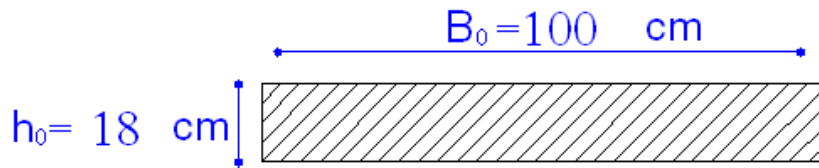
ويكون مخطط العزم :



1-2-4 تحقيق متانة المقاطع الحرجة وفق الحالة الحدية الأولى (حد المتانة) :

A. تحقيق المقطع على العزم الموجب وسط المجاز :

١- تعيين أبعاد المقطع :



٢- خصائص المقطع :

المقطع من البيتون المسلح ماركة $M = 350 \quad N/mm^2$

المقاومة التصميمية للبيتون على الضغط : $R_u = 165 \quad Kg/cm^2$

الفولاذ من الصنف A-II

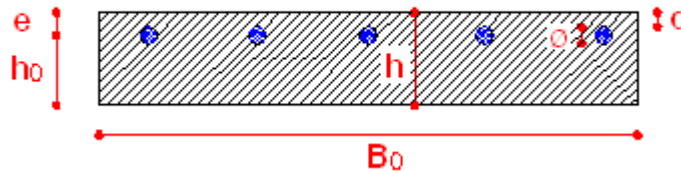
المقاومة التصميمية للفولاذ على الشد : $R_a = 2400 \quad Kg/cm^2$

٣- الاجهادات المؤثرة في المقطع :

$$M^+ = 1.23 \quad \text{t.m}$$

٤- حساب مقطع التسليح :

بفرض أننا نستخدم قضبان بقطر $\varnothing = 12 \text{ mm}$



وسنفرض $c = 2 \text{ cm}$

$$e = c + \frac{\varnothing}{2} = 2 + \frac{1.2}{2} = 2.6 \text{ cm}$$

$$h_0 = h - e = 18 - 2.6 = 15.4 \text{ cm}$$

وباعتماد طريقة الجداول نحسب مقطع التسليح :

$$r_0 = \frac{h_0}{\sqrt{\frac{M^+}{m_2 * B_0 * R_u}}}$$

$$r_0 = \frac{0.154}{\sqrt{\frac{1.23 * 10^3}{1 * 1 * 165 * 10^4}}}$$

$$r_0 = 5.64 \quad \Rightarrow$$

$$\delta = 0.983 \quad , \quad \alpha = 0.033 \quad , \quad A_0 = 0.033$$

فتكون مساحة التسليح :

$$F_a = \frac{M^+}{\delta * R_a * h_0}$$

$$F_a = \frac{1.23 * 10^5}{0.983 * 2400 * 12.4}$$

$$F_a = 4.21 \text{ cm}^2 \Rightarrow$$

$$4 \text{ } \varnothing 12 = 4.52 \text{ cm}^2/\text{m}$$

ونقوم بتحديد موقع المحور المحايد كما يلي :

$$x * B_0 * R_u = F_a * R_a$$

$$x = \frac{F_a * R_a}{B_0 * R_u} = \frac{4.52 * 2400}{100 * 165} = 0.66 \text{ cm}$$

يجب تحقيق المتراجحة :

$$\frac{x}{h_0} < 0.55 \Rightarrow$$

$$\frac{0.66}{12.4} = 0.05 < 0.55 \quad \dots\dots\dots \text{O.K}$$

والمقطع اقتصادي .

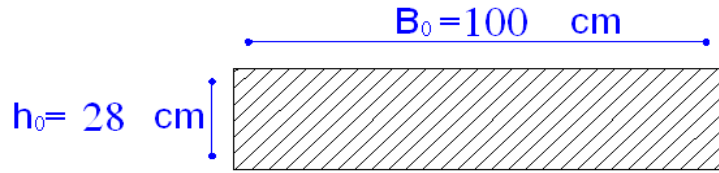
٥ - حساب العزم الحدي :

$$M_u = m_2 * B_0 * x * R_u * (h_0 - \frac{x}{2})$$

$$M_u = 1 * 100 * 0.66 * 165 * (12.4 - \frac{0.66}{2}) * 10^{-5}$$

$$M_u = 1.31 \text{ t.m} > M^+ = 1.23 \text{ t.m}$$

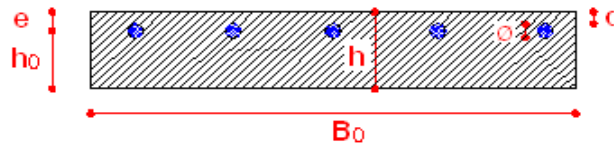
...O.K

B. تحقيق المقطع على العزم السالب عند المسند :**١ - تعيين أبعاد المقطع :****٢ - خصائص المقطع :**المقطع من البيتون المسلح ماركة $M = 350 \text{ N/mm}^2$ المقاومة التصميمية للبيتون على الضغط : $R_u = 165 \text{ Kg/cm}^2$

الفولاذ من الصنف A-II

المقاومة التصميمية للفولاذ على الشد : $R_a = 2400 \text{ Kg/cm}^2$ **٣ - الاجهادات المؤثرة في المقطع :**

$$M^- = 2.42 \text{ t.m}$$

٤ - حساب مقطع التسليح :بفرض أننا نستخدم قضبان بقطر $\varnothing = 12 \text{ mm}$ وسنفرض $c = 2 \text{ cm}$

$$e = c + \frac{\varnothing}{2} = 2 + \frac{1.2}{2} = 2.6 \text{ cm}$$

$$h_0 = h - e = 28 - 2.6 = 25.4 \text{ cm}$$

وباعتماد طريقة الجداول نحسب مقطع التسليح :

$$r_0 = \frac{h_0}{\sqrt{\frac{M^-}{m_2 * B_0 * R_u}}}$$

$$r_0 = \frac{0.254}{\sqrt{\frac{2.42 * 10^3}{1 * 1 * 165 * 10^4}}}$$

$$r_0 = 6.63 \quad \Rightarrow$$

$$\delta = 0.988 \quad , \quad \alpha = 0.023 \quad , \quad A_0 = 0.023$$

فتكون مساحة التسليح :

$$F_a = \frac{M^-}{\delta * R_a * h_0}$$

$$F_a = \frac{2.42 * 10^5}{0.988 * 2400 * 22.4}$$

$$F_a = 4.56 \text{ cm}^2 \quad \Rightarrow$$

$$5 \text{ } \varnothing 12 = 5.65 \text{ cm}^2/\text{m}^2$$

ونقوم بتحديد موقع المحور المحايد كما يلي :

$$x * B_0 * R_u = F_a * R_a$$

$$x = \frac{F_a * R_a}{B_0 * R_u} = \frac{5.65 * 2400}{100 * 165} = 0.82 \text{ cm}$$

يجب تحقيق المتراجحة :

$$\frac{x}{h_0} < 0.55 \quad \Rightarrow$$

$$\frac{0.82}{22.4} = 0.036 < 0.55$$

.....O.K

والمقطع اقتصادي .

٥ - حساب العزم الحدي :

$$M_u = m_2 * B_0 * x * R_u * (h_0 - \frac{x}{2})$$

$$M_u = 1 * 100 * 0.82 * 165 * (22.4 - \frac{0.82}{2}) * 10^{-5}$$

$$M_u = 2.975 \text{ t.m} > M^- = 2.42 \text{ t.m}$$

...O.K

2-2-4 تحقيق متانة المقطع وفق الحالة الحدية الثانية (حد السهم) :

$$f = \frac{L_k}{250} = \frac{1850}{250} = 7.4 \text{ mm}$$

السهم الناتج صغير وبالتالي لا داعي لتحقيق السهم .

1-3-2-4 تحقيق متانة المقطع الحرج من الشقوق الناتجة عند المسند(حد التشقق) :

$$\tau = \frac{Q_{V-V}^H \max}{B_0 * (h_0 - \frac{x}{2})} < \sigma_{ad}$$

$$\sigma_{ad} = \sigma_p$$

 σ_p : اجهاد الشد المحوري في البيتون و يؤخذ حسب الماركة:

$$\sigma_p = 10.25 \text{ Kg/cm}^2 \Rightarrow$$

$$\sigma_{ad} = 10.25 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\tau = \frac{15.655 * 10^3}{100 * (22.4 - \frac{0.82}{2})} = 7.12 \text{ Kg/cm}^2 < \sigma_{ad}$$

.....O.K

2-3-2-4 تحقيق متانة المقطع الحرج من الشقوق الناتجة عن تأثير عزم**الانعطاف الطبيعي (حد التشقق) :**الشرط هو : $a_T < 0.02$

$$a_T = 3 * \frac{\sigma_a}{E_a} * \Psi_2 * \sqrt{R_r}$$

وهنا نقوم بدراسة مقطع مكافئ للمقطع المدروس :

 Ψ_2 : معامل يأخذ بعين الاعتبار التشوهات في التسليح والتشوهات في البيتون

في المنطقة المشدودة = 0.5

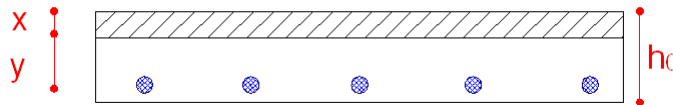
 E_a : معامل مرونة الفولاذ = $2.1 * 10^6$ σ_a : اجهاد الفولاذ المشدود :

$$\sigma_a = n * \frac{M^H}{I} * y$$

n : النسبة المعيارية للمقطع المكافئ :

$$n = \frac{E_a}{E_b} = \frac{E_a}{E_b} = \frac{2.1 * 10^6}{382500} = 5.5$$

المقطع المكافئ :



$$S_{xx} = 0$$

$$S_{xx} = B_0 * \frac{x^2}{2} - n * F_a (h_0 - x) = 0$$

$$S_{xx} = 100 * \frac{x^2}{2} - 5.5 * 4.52(15 - x) = 0$$

$$x = 2.5 \text{ cm}$$

$$y = h_0 - x = 15 - 2.5 = 12.5 \text{ cm}$$

$$I = B_0 * \frac{x^3}{3} + n * F_a (h_0 - x)^2 = 0$$

$$I = 100 * \frac{2.5^3}{3} + 5.5 * 4.52(15 - 2.5)^2$$

$$I = 4405.21 \text{ cm}^4$$

$$M^H = 0.5 * 2.38 = 1.19 \text{ t.m}$$

$$\sigma_a = 5.5 * \frac{1.19 * 10^5}{4405.21} * 12.5$$

$$\sigma_a = 1857.18 \quad \text{Kg/cm}^2$$

R_r : نصف قطر منطقة التأثير المتبادل بين البيتون والحديد :

$$R_r = \frac{F_r}{\beta * \sum n_i * \varphi}$$

F_r : مساحة منطقة التأثير المتبادل :

$$F_r = B_0 \left(C + \frac{\varphi_1}{2} + 6 * \varphi \right)$$

$$F_r = 100 \left(2 + \frac{1.35}{2} + 4 * 1.2 \right)$$

$$F_r = 747.5 \quad \text{cm}^2$$

$\beta = 1$ يتعلق بعدد طبقات التسليح المستخدم .

$$R_r = \frac{747.5}{1 * 6 * 1.2} = 155.73 \quad \text{cm}$$

$$a_T = 3 * \frac{1857.18}{2.1 * 10^6} * 0.5 * \sqrt{155.73}$$

$$a_T = 0.0166 < 0.02$$

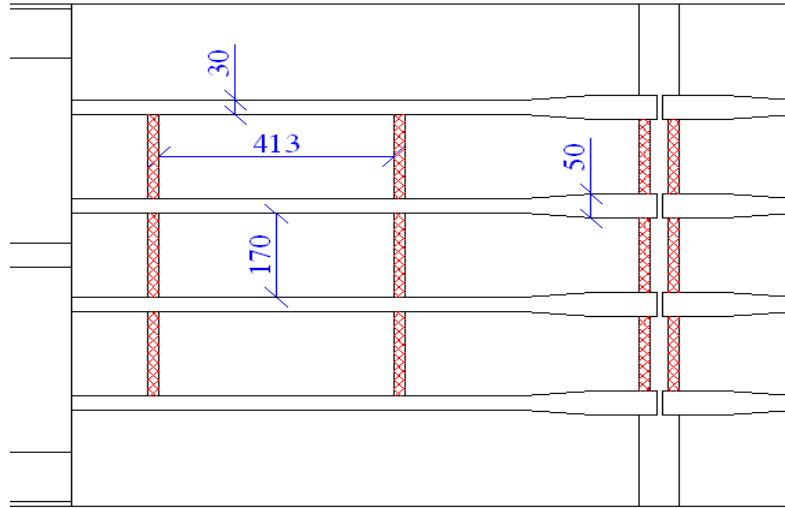
.....O.K.

انتهى الفصل الرابع

الفصل الخامس : تصميم

وحساب الجائز العرضي

1-5 تحديد الجملة الإنشائية :

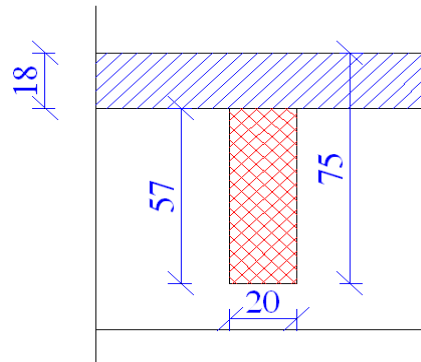


الجملة جائز بسيط مستمر مستند إلى جوائز طولية .

2-5 تحديد الحمولات المؤثرة :

1-2-5 الحمولات الدائمة :

(a) الحمولات الذاتية :



• وزن السقوط :

$$q_1 = 0.2 \cdot (0.75 - 0.18) \cdot 2.5 \cdot 1$$

$$q_1 = 0.285 \quad \text{t/m}^2$$

● بلاطة حارة المرور :

$$q_2 = \frac{0.18 * 2 * 4.33 * 2.5}{2}$$

$$q_2 = 1.95 \quad t/m'$$

(b) التغطية :

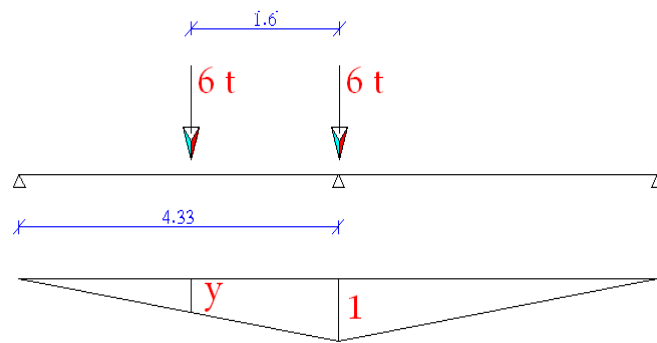
$$q_3 = \frac{0.175 * 2 * 2 * 4.33}{2}$$

$$q_3 = 1.52 \quad t/m'$$

2-2-5 الحمولات المؤقتة :

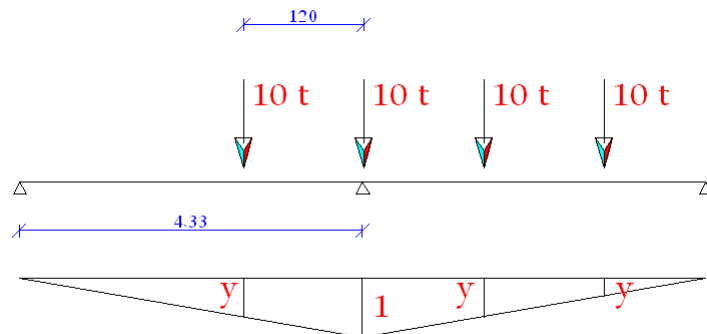
سوف نحسب عامل التوزيع العرضي بطريقة الذراع :

● العربة H-30 :



$$\eta_{30} = \sum y_i = 1 + 0.63 = 1.63$$

● العربة Hk-80 :



$$\eta_{80} = \sum y_i = 1 + 0.72 + 0.72 + 0.45 = 2.89$$

3-5 تعيين الاجهادات المؤثرة :

أ - عزم الانعطاف الطبيعي الناتج عن الحمولات الدائمة :

$$M^{nH} = \frac{\sum q_i * L^2}{8}$$

$$M^{nH} = \frac{(0.285 + 1.95 + 1.52) * 2^2}{8}$$

$$M^{nH} = 1.88 \quad \text{t.m}$$

ب - عزم الانعطاف التصميمي الناتج عن الحمولات الدائمة :

$$M^{nP} = \frac{\sum (q_i * n_i) * L^2}{8}$$

$$M^{nP} = \frac{(0.285 * 1.1 + 1.95 * 1.1 + 1.52 * 1.5) * 2^2}{8}$$

$$M^{nP} = 2.37 \quad \text{t.m}$$

ت - القص الطبيعي الناتج عن الحمولات الدائمة :

$$Q^{nH} = \frac{\sum q_i}{2}$$

$$Q^{nH} = \frac{0.285 + 1.95 + 1.52}{2}$$

$$Q^{nH} = 1.88 \quad \text{t}$$

ث - القص التصميمي الناتج عن الحمولات الدائمة :

$$Q^{nP} = \frac{\sum q_i * n_i}{2}$$

$$Q^{nP} = \frac{0.285 * 1.1 + 1.95 * 1.1 + 1.52 * 1.5}{2}$$

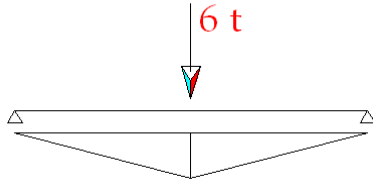
$$Q^{nP} = 2.37 \quad \text{t}$$

ج - عزم الانعطاف الطبيعي الناتج عن الحمولات المؤقتة :

• العربية H-30:

هناك حالتان للدراسة :

(a) حالة دولايب واحد في الوسط :

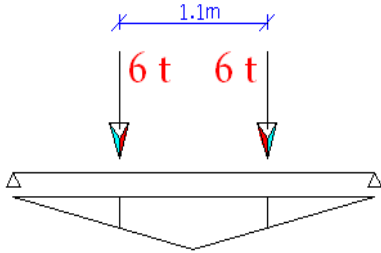


$$M_1^{H30} = P * y * \eta_{30}$$

$$M_1^{H30} = 6 * 1 * 1.63$$

$$M_1^{H30} = 9.78 \quad t$$

(b) حالة دولايبين متناظرين ضمن المجاز :



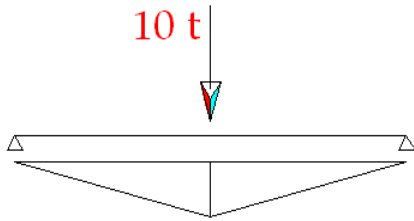
$$M_2^{H30} = P * \sum y * \eta_{30}$$

$$M_2^{H30} = 6 * (0.45 + 0.45) * 1.63$$

$$M_2^{H30} = 8.8 \quad t$$

• العربة Hk-80 :

هنا توجد حالة واحدة فقط للدراسة :



$$M^{H80} = P * y * \eta_{80} * 0.8$$

$$M^{H80} = 10 * 1 * 2.89 * 0.8$$

$$M^{H80} = 23.12 \quad t$$

ح - عزم الانعطاف التصميمي الناتج عن الحمولات المؤقتة :

• العربة H-30 :

هناك حالتان للدراسة :

(a) حالة دولايب واحد في الوسط :

$$M_1^{H30} = P * y * \eta_{30} * (1 + \mu) * n_{30}$$

$$M_1^{H30} = 6 * 1 * 1.63 * 1.3 * 1.4$$

$$M_1^{H30} = 17.8 \quad t$$

(b) حالة دولايبين متناظرين ضمن المجاز :

$$M_2^{H30} = P * \sum y * \eta_{30} * (1 + \mu) * n_{30}$$

$$M_2^{H30} = 6 * (0.45 + 0.45) * 1.63 * 1.3 * 1.4$$

$$M_2^{H30} = 16.02 \quad t$$

• العربة Hk-80:

هنا توجد حالة واحدة فقط للدراسة :

$$M^{H80} = P * y * \eta_{80} * (1 + \mu) * n_{80}$$

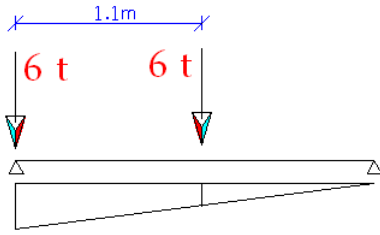
$$M^{H80} = 10 * 1 * 2.89 * 1 * 1.1$$

$$M^{H80} = 31.79 \quad t$$

خ - القص الطبيعي الناتج عن الحمولات المؤقتة :

(a) القص عند المسند :

• العربة H-30:

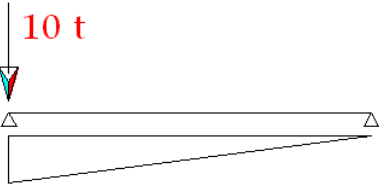


$$Q^{nH30} = P * \sum y * \eta_{30}$$

$$Q^{nH30} = 6 * (1 + 0.45) * 1.63$$

$$Q^{nH30} = 14.18 \quad t$$

• العربة Hk-80:



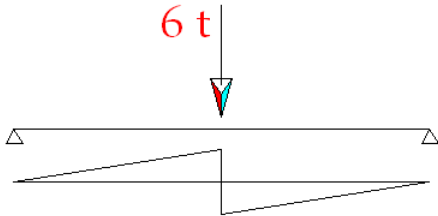
$$Q^{nH80} = P * \sum y * \eta_{80}$$

$$Q^{nH80} = 10 * 1 * 2.89$$

$$Q^{nH80} = 28.9 \quad t$$

(b) القص وسط المجاز :

• العربة H-30:

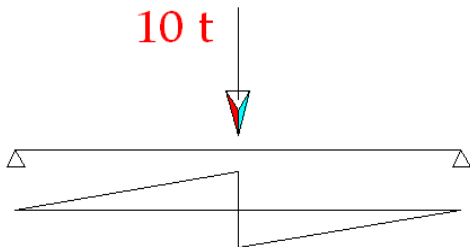


$$Q^{nH30} = P * \sum y * \eta_{30}$$

$$Q^{nH30} = 6 * 0.5 * 1.63$$

$$Q^{nH30} = 4.89 \quad t$$

• العربة Hk-80:



$$Q^{nH80} = P * \sum y * \eta_{80}$$

$$Q^{nH80} = 10 * 0.5 * 2.89$$

$$Q^{nH80} = 14.45 \quad t$$

د - القص التصميمي الناتج عن الحمولات المؤقتة :

(a) القص عند المسند :

• العربية H-30 :

$$Q^{nH30} = P * \sum y * \eta_{30} * (1 + \mu) * n_{30}$$

$$Q^{nH30} = 6 * (1 + 0.45) * 1.63 * 1.3 * 1.4$$

$$Q^{nH30} = 25.81 \quad t$$

• العربية Hk-80 :

$$Q^{nH80} = P * \sum y * \eta_{80} * (1 + \mu) * n_{80}$$

$$Q^{nH80} = 10 * 1 * 2.89 * 1 * 1.1$$

$$Q^{nH80} = 31.79 \quad t$$

(b) القص وسط المجاز :

• العربية H-30 :

$$Q^{nH30} = P * \sum y * \eta_{30} * (1 + \mu) * n_{30}$$

$$Q^{nH30} = 6 * 0.5 * 1.63 * 1.3 * 1.4$$

$$Q^{nH30} = 8.9 \quad t$$

• العربية Hk-80 :

$$Q^{nH80} = P * \sum y * \eta_{80} * (1 + \mu) * n_{80}$$

$$Q^{nH80} = 10 * 0.5 * 2.89 * 1 * 1.1$$

$$Q^{nH80} = 15.9 \quad t$$

القوة	العزم		القص الطبيعي	
	الطبيعي	التصميمي	وسط المجاز	عند المسند
الدائمة	1.88	2.37	0	1.88
H-30	9.78	17.8	4.89	14.18
Hk-80	23.12	31.79	14.45	28.9
H-30+ دائمة	11.66	20.17	4.89	16.06
Hk-80+ دائمة	25	34.16	14.45	30.78

الآن نقوم بتركيب الأحمال كما يلي :

• (حمولات دائمة + العرببة H-30)

• (حمولات دائمة + العرببة Hk-80)

ثم نأخذ الأكبر من حالتي التحميل السابقتين فيكون وبناءً على الجدول السابق :

$$\text{عند المسند} \quad \begin{cases} M_{\max}^P = 34.16 & \text{t.m} \\ Q_{\max}^H = 30.78 & \text{t} \end{cases}$$

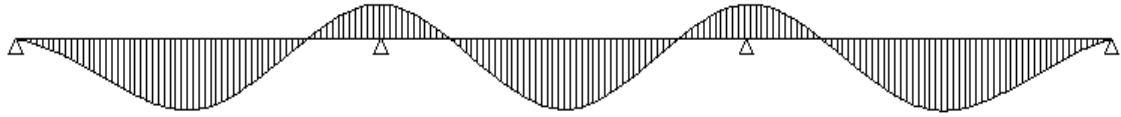
$$\text{وسط المجاز} \quad \begin{cases} Q_{\max}^H = 14.45 & \text{t} \end{cases}$$

والآن ندخل أثر الاستمرارية :

$$M^+ = 1 * 34.16 = 34.16 \quad \text{t.m}$$

$$M^- = 0.5 * 34.16 = 17.1 \quad \text{t.m}$$

ويكون مخطط العزم :

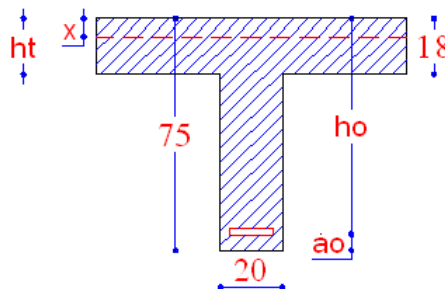


4-5 التحقيقات :

1-4-5 التحقيق على المتانة :

A. تحقيق المقطع وسط المجاز :

١. تعيين أبعاد المقطع :



٢. خصائص المقطع :

المقطع من البيتون المسلح ماركة $M = 350 \text{ N/mm}^2$

المقاومة التصميمية للبيتون على الضغط : $R_u = 165 \text{ Kg/cm}^2$

الفولاذ من الصنف A-II

المقاومة التصميمية للفولاذ على الشد : $R_a = 2400 \text{ Kg/cm}^2$

٣. الاجهادات المؤثرة في المقطع :

$$M_{\max}^P = 34.16 \text{ t.m}$$

٤. حساب مقطع التسليح :

بفرض أننا نستخدم قضبان بقطر $\varnothing = 18 \text{ mm}$

وسنفرض $a_0 = 5 \text{ cm}$ ←

$$h_0 = h - a_0 = 75 - 5 = 70 \text{ cm}$$

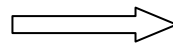
$$b_f = b_w + 12 \cdot h_t = 20 + 12 \cdot 18 = 236 \text{ cm} < 433$$

..... O.K.

$$F_a = \frac{M_{\max}^P}{R_a \cdot \left(h_0 - \frac{h_t}{2}\right)}$$

$$F_a = \frac{34.16 \cdot 10^5}{2400 \cdot \left(70 - \frac{18}{2}\right)}$$

$$F_a = 23.33 \text{ cm}^2$$



$10 \varnothing 18 = 25.4 \text{ cm}^2/\text{m}$ التسليح السفلي هو :

نحدد المحايد كما يلي :

$$x \cdot b_f \cdot R_u = F_a \cdot R_a$$

$$x = \frac{F_a \cdot R_a}{b_f \cdot R_u} = \frac{25.4 \cdot 2400}{236 \cdot 165} = 1.57 \text{ cm} < h_t = 18 \text{ cm}$$

.....O.K.

٥. حساب العزم الحدي :

$$M_u = m_2 * b_f * x * R_u * (h_0 - \frac{x}{2})$$

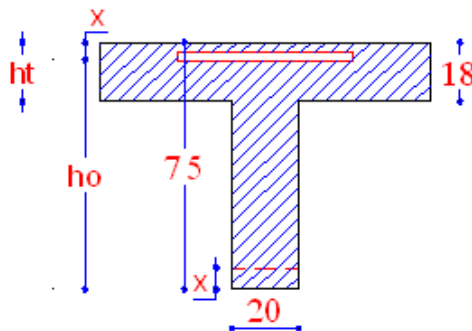
$$M_u = 1 * 236 * 1.57 * 165 * (70 - \frac{1.57}{2}) * 10^{-5}$$

$$M_u = 42.32 \text{ t.m} > M_{max}^P = 34.16 \text{ t.m}$$

.....O.K.

B. تحقيق المقطع عند المسند :

١. تعيين أبعاد المقطع :



٢. خصائص المقطع :

$M = 350 \text{ N/mm}^2$ المقطع من البيتون المسلح ماركة

$R_u = 165 \text{ Kg/cm}^2$ المقاومة التصميمية للبيتون على الضغط :

الفولاذ من الصنف A-II

$R_a = 2400 \text{ Kg/cm}^2$ المقاومة التصميمية للفولاذ على الشد :

٣. الاجهادات المؤثرة في المقطع :

$$M_{max}^P = 17.1 \text{ t.m}$$

٤. حساب مقطع التسليح :

بفرض أننا نستخدم قضبان بقطر $\varnothing = 18 \text{ mm}$

وسنفرض $a_0 = 5 \text{ cm}$

$$h_0 = h - a_0 = 75 - 5 = 70 \text{ cm}$$

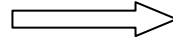
$$b_f = b_w + 12 * h_t = 20 + 12 * 18 = 236 \text{ cm} < 433$$

..... O.K.

$$F_a = \frac{M_{max}^P}{R_a * (h_0 - \frac{h_t}{2})}$$

$$F_a = \frac{17.1 * 10^5}{2400 * (70 - \frac{18}{2})}$$

$$F_a = 11.68 \text{ cm}^2$$



التسليح العلوي هو :
نحدد المحور المحايد كما يلي :

$$x * b_w * R_u = F_a * R_a$$

$$x = \frac{F_a * R_a}{b_w * R_u} = \frac{12.7 * 2400}{20 * 165} = 9.23 \text{ cm}$$

٥. حساب العزم الحدي :

$$M_u = m_2 * b_w * x * R_u * (h_0 - \frac{x}{2})$$

$$M_u = 1 * 20 * 9.23 * 165 * (70 - \frac{9.23}{2}) * 10^{-5}$$

$$M_u = 19.92 \text{ t.m} > M^+ = 12.7 \text{ t.m}$$

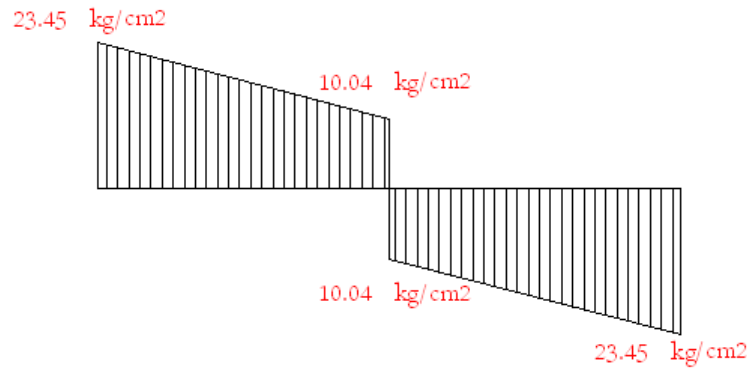
2-4-5 تحقيق متانة المقطع ضد التشقق الناتج من تأثير إجهادات الشد الرئيسية :

$$\tau = \frac{Q_{V-V}^{H \max}}{b * (h_0 - \frac{x}{2})} < \sigma_{ad}$$

من أجل الحل نقوم بإنشاء الجدول التالي :

الرمز	وسط المجاز	عند المسند	الواحدة
Q	14.45	30.78	t
b	20	20	cm
h ₀	70	70	cm
x	1.57	9.23	cm
Z	69.215	65.385	cm
τ	10.04	23.54	kg/cm ²
τ _u	10.25	34.5	kg/cm ²
	O.K.	O.K.	

ونرسم مخطط الاجهادات :



ونحسب القوة القاصة الكلية المطبقة على نصف طول الجائز :

$$N = \frac{\tau_1 + \tau_2}{2} * \frac{L}{2} * b * \sin 45$$

$$N = \frac{23.45 + 10.04}{2} * \frac{200}{2} * 20 * \sin 45$$

$$N = 23681.01 \quad \text{kg}$$

ونقوم بفرض أتااري لمقاومة هذه القوة :

نفرض أسوارة واحدة ← عدد الأفرع: $K=2$

$F_a = 0.78$ ← $\phi 10 \text{ mm}$

الخطوة : $S=10 \text{ cm}$

نحسب قوة القص التي يتحملها الجائز :

$$N_x = \tau_x * \frac{L}{2} * b * \sin 45$$

$$\tau_x = \frac{K * F_a * R_{ax}}{S * b}$$

$$R_{ax} = 0.8 * R_a = 0.8 * 2400 = 1920 \quad \text{kg/cm}^2$$

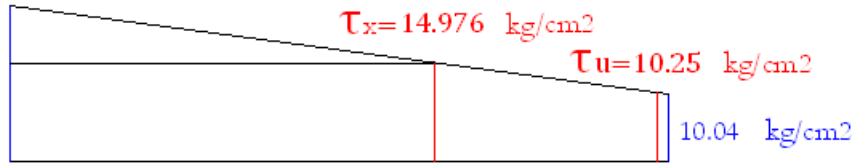
$$\tau_x = \frac{2 * 0.78 * 1920}{10 * 20}$$

$$\tau_x = 14.976 \quad \rightarrow$$

$$N_x = 14.976 * \frac{200}{2} * 20 * \sin 45$$

$$N_x = 21179.26 < N = 23681.01$$

علينا أن نكسح التسليح .

23.45 kg/cm²

$$N_b = \frac{\tau_1 + \tau_2}{2} * d * b * \sin 45$$

$$N_b = \frac{23.45 + 10.04}{2} * 1.57 * 20 * \sin 45$$

$$N_b = 371.79 \quad \text{kg}$$

$$N_s = N - N_b - N_x$$

$$N_s = 23681.01 - 371.79 - 21179.26$$

$$N_s = 2129.96 \quad \text{kg}$$

ويكون عدد القضبان المطلوب تكسيحها :

$$n = \frac{N_s}{F_a * R_{ax}} = \frac{2129.96}{2.54 * 1920} = 0.437$$

أي أقل من قضيب واحد ولكن نقوم بتكسيح قضيبين لكي نحقق التناظر .

3-4-5 تحقيق متانة المقطع على السهم :

(a) السهم الناتج عن الحمولات الدائمة :

$$F_n = \frac{5}{48} * M^{n-H} * \frac{L^2}{B_1} \leq \frac{L}{250}$$

$$B_1 = 0.85 * E_b * I$$

نقوم بحساب عزم عطالة المقطع ومعلوم لدينا معامل مرونة البيتون فنحصل على مايسمى بـ صلابة المقطع :

$$B_1 = 0.85 * 382500 * 11760550420$$

$$B_1 = 3.82 * 10^{15}$$

$$F_n = \frac{5}{48} * 1.88 * 10^6 * \frac{2000^2}{3.82 * 10^{15}} \leq \frac{2000}{250}$$

$$F_n = 0.0002 \text{ mm} < 8 \text{ mm} \quad \text{.....O.K.}$$

(b) السهم الناتج عن الحمولات المتحركة (السهم اللحظي) :

$$F_B = \frac{5}{48} * M^{B-H} * \frac{L^2}{B_1} \leq \frac{L}{400}$$

$$M^{B-H} = \max \begin{cases} M^{H-30} = 9.78 & \text{t.m} \\ M^{H-80} = 23.12 & \text{t.m} \end{cases}$$

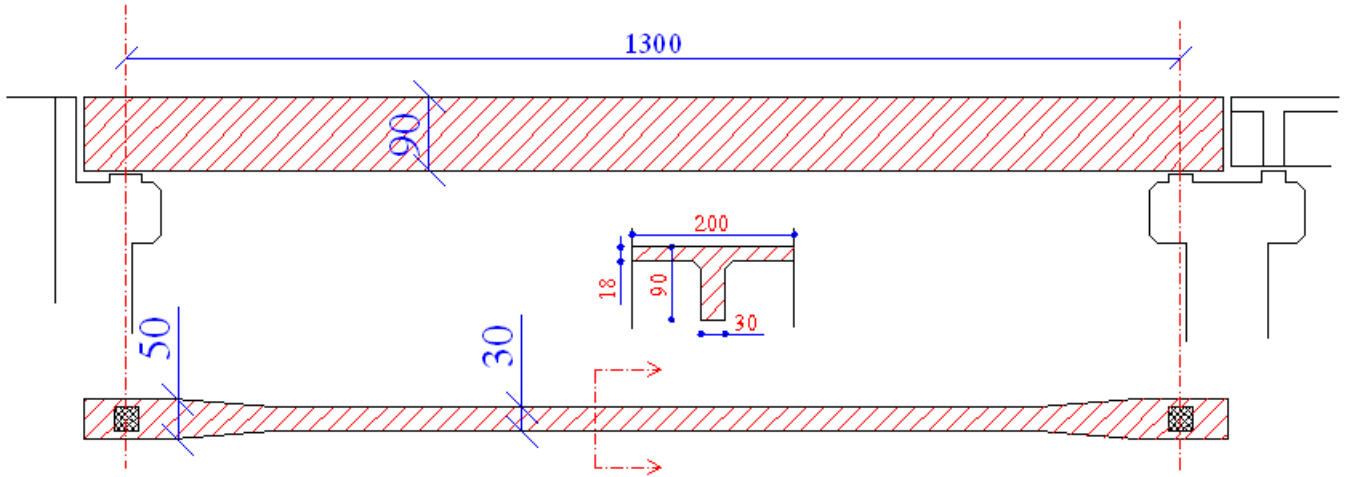
$$F_B = \frac{5}{48} * 23.12 * 10^6 * \frac{2000^2}{3.82 * 10^{15}} \leq \frac{2000}{400}$$

$$F_B = 0.0025 \text{ mm} < 5 \text{ mm} \quad \text{.....O.K.}$$

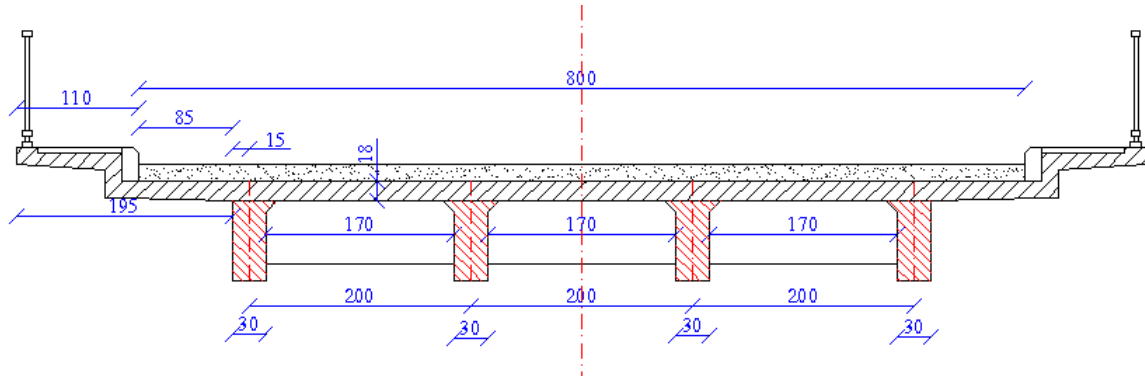
انتهى الفصل الخامس

الفصل السادس : تصميم و حساب الجانز الطولي الرئيسي

1-6 تحليل الجملة الإنشائية :



2-6 تحليل الحمولات المؤثرة :



1-2-6 الحمولات الدائمة :

(a) حمولات ذاتية :

• وزن الدرابزين :

$$P_1^H = 100 \times 2 \quad \text{Kg/m}^{\text{`}}$$

$$P_1^H = 0.2 \quad \text{t/m}^{\text{`}}$$

• وزن ظفر الرصيف :

$$P_2^H = 0.05 * 0.2 * 1 * 2.5 * 2$$

$$P_2^H = 0.05 \quad t/m^2$$

$$P_2^{H''} = 0.8 * 0.1 * 1 * 2.5 * 2$$

$$P_2^{H''} = 0.4 \quad t/m^2$$

$$P_2^{H'''} = \frac{1}{2} * 0.05 * 0.8 * 1 * 2.5 * 2$$

$$P_2^{H'''} = 0.1 \quad t/m^2$$

• وزن الجائز الرابط :

$$P_5^H = 0.15 * 0.6 * 2.5 * 1 * 2$$

$$P_5^H = 0.45 \quad t/m^2$$

• وزن الاطروفة :

$$P_6^H = 0.5 * 0.15 * 1 * 2.2 * 2$$

$$P_6^H = 0.33 \quad t/m^2$$

• وزن ظفر حارة المرور :

$$P_7^H = (0.85 + 0.15) * 0.15 * 1 * 2.5 * 2$$

$$P_7^H = 0.75 \quad t/m^2$$

$$P_8^H = 0.5 * [(1) * (0.18 - 0.15)] * 1 * 2.5 * 2$$

$$P_8^H = 0.075 \quad t/m^2$$

• وزن بلاطة حارة المرور :

$$P_9^H = h_t * (C - 2 * X) * B_0 * \gamma$$

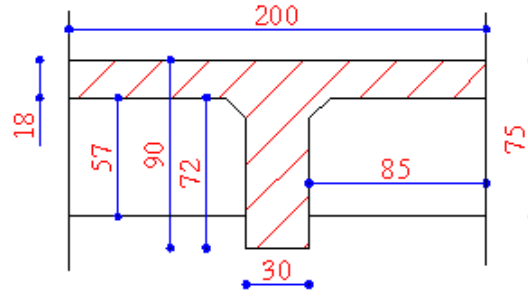
$$P_9^H = 0.18 * (8 - 2 * 0.85) * 1 * 2.5$$

$$P_9^H = 2.835 \quad t/m^2$$

فتكون حصة الجائز الواحد :

$$\frac{\sum P_i}{N} = \frac{5.19}{4} = 1.298 \quad t/m^2$$

• وزن السقوط :



$$P_{10} = \left[(0.3 * 0.72) + 2 * \left(\frac{0.1 * 0.1}{2} \right) + \left(0.57 * 0.85 - \frac{0.1 * 0.1}{2} \right) * \frac{2 * 0.2}{4.33} \right] * 2.5 * 1$$

$$P_{10} = 0.663 \quad t/m'$$

وبالتالي حصة الجائز الواحد من الوزن الذاتي :

$$P = \frac{\sum P_i}{N} + P_{10} = 1.289 + 0.663 = 1.95 \quad t/m'$$

(b) حمولات إضافية (التغطية) :

• تغطية الرصيف :

$$P_3^{H'} = 0.75 * 0.05 * 1 * 1.8 * 2$$

$$P_3^{H'} = 0.136 \quad t/m'$$

حيث الوزن الحجمي لطبقات تغطية الرصيف: $1.8 \quad t/m^3$

• تغطية حارة المرور :

$$P_3^{H''} = 0.175 * 8 * 2 * 1$$

$$P_3^{H''} = 2.8 \quad t/m'$$

حيث الوزن الحجمي لطبقات تغطية حارة المرور : $2 \quad t/m^3$

فتكون حصة الجائز الواحد :

$$q = \frac{\sum P_i}{N} = \frac{2.936}{4} = 0.734 \quad t/m'$$

2-2-6 الحمولات المؤقتة :

• المشاة :

$$K_T = \frac{q * L * B_0 * n}{N} = \frac{0.4 * 0.75 * 1 * 2}{4}$$

$$K_T = 0.15 \quad t/m^2$$

(a) الحمولة المكافئة :

تتعين من خلال جداول خاصة بدلالة طول المجاز التصميمي وشكل خط التأثير ونوع الحمولة وذلك لرتل واحد من العربات .

• العربة H-30 :

$$K_{30} = 3.31 \quad - \text{ في الوسط :}$$

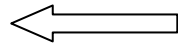
$$K_{30} = 3.59 \quad - \text{ في الربع :}$$

$$K_{30} = 3.85 \quad - \text{ في النهاية :}$$

• العربة Hk-80 :

$$K_{80} = 10.03 \quad - \text{ في الوسط و الربع :}$$

$$K_{80} = 10.6 \quad - \text{ في النهاية :}$$

(b) العامل الديناميكي :

$$45 > L_P > 5$$

$$1 + \mu = 1 + \frac{45 - L_P}{133.33}$$

$$1 + \mu = 1 + \frac{45 - 13}{133.33}$$

$$1 + \mu = 1.24$$

(c) عامل تعدد خطوط السير :

يتعلق بنوع الحمولة المكافئة وطول التحميل وعرض حارة المرور .

$$\left. \begin{array}{l} C = 8 \quad m \\ L_P = 13 \quad m \end{array} \right\} \Rightarrow \beta = 1$$

(d) عامل التوزيع العرضي :

يحسب بعدة أشكال ويتعلق بحسابه بعدد الجوائز وعدد العربات والمسافة بين محاور الجوائز والمسافة بين مركز تطبيق الحمولة المتحركة على عرض الجسر ومركز ثقل المقطع المدروس . وسنستخدم طريقة الضغط اللامركزي :

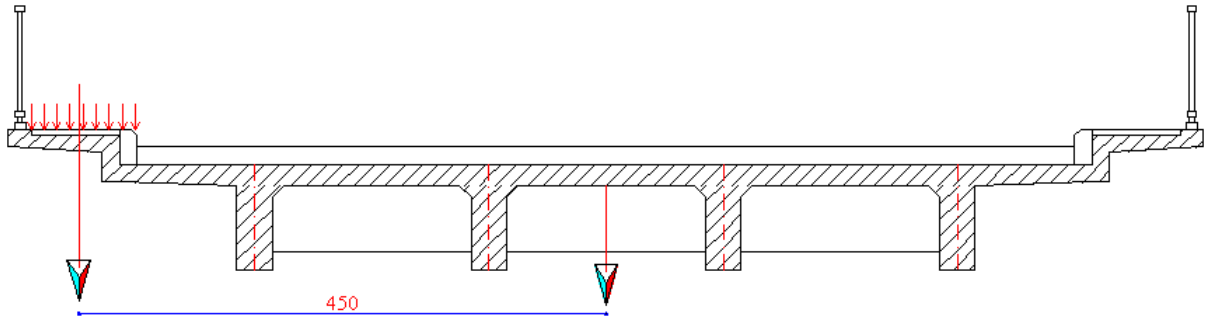
$$\eta_{80} = \frac{n_n}{N} + \frac{n_n * C_{80} * B_1}{B_1^2 + B_2^2 + B_3^2}$$

$$\eta_{80} = \frac{1}{4} + \frac{1 * 2 * 6}{6^2 + 2^2 + 0^2}$$

$$\eta_{80} = 0.55$$

• المشاة :

أيضاً نتعامل مع رتل واحد .

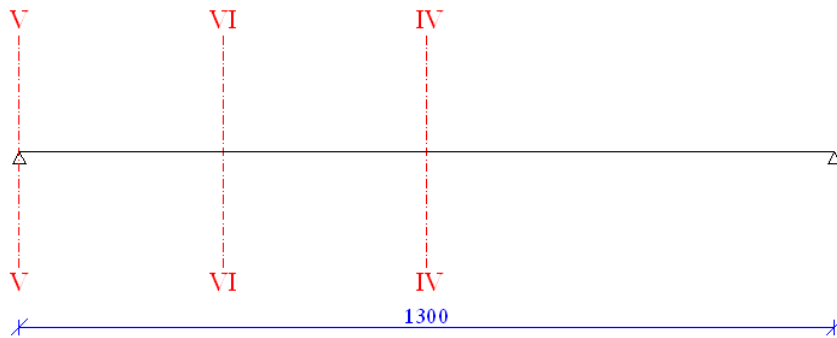


$$\eta_T = \frac{n_n}{N} + \frac{n_n * C_T * B_1}{B_1^2 + B_2^2 + B_3^2}$$

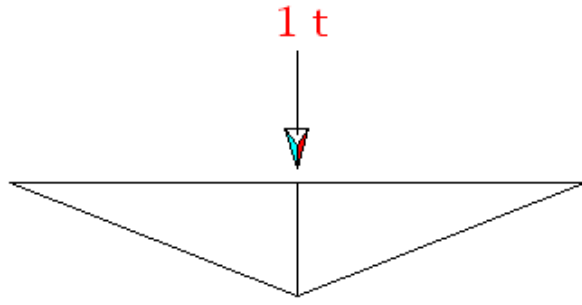
$$\eta_T = \frac{1}{4} + \frac{1 * 4.5 * 6}{6^2 + 2^2 + 0^2}$$

$$\eta_T = 0.925$$

4-6 تحديد الجهود المؤثرة :



علينا أولاً حساب مساحة مخططات التأثير لكل من العزم والقص في المقاطع الحرجة :

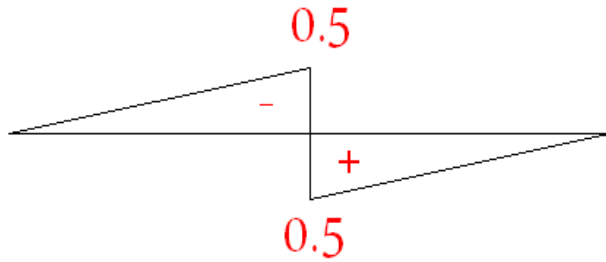


W_m : مساحة مخطط العزم

$$W_m = \frac{L_p^2}{8}$$

$$W_m = \frac{13^2}{8}$$

$$W_m = 21.125 \text{ m}^2$$



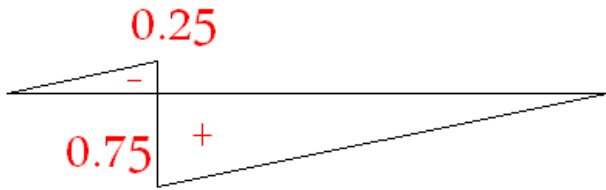
W_Q : مساحة مخطط القص :
i. وسط المجاز :

$$W_Q(\text{الدائمة}) = W_1 + W_2 = 0$$

$$W_Q(\text{المتحركة}) = W_1 = \frac{L_p}{2} * 0.5 * 0.5$$

$$W_Q(\text{المتحركة}) = \frac{13}{2} * 0.5 * 0.5 = 1.625 \text{ m}^2$$

ii. في ربع المجاز :



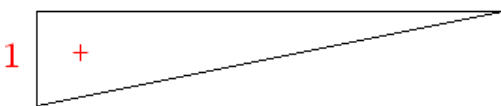
$$W_Q(\text{الدائمة}) = W_1 + W_2 = \frac{L_p}{4}$$

$$W_Q(\text{الدائمة}) = W_1 + W_2 = \frac{13}{4}$$

$$W_Q(\text{الدائمة}) = 3.25 \text{ m}^2$$

$$W_Q(\text{المتحركة}) = W_1 = \frac{9 * L_p}{32} = \frac{9 * 13}{32} = 3.66 \text{ m}^2$$

iii. في نهاية المجاز :



$$W_Q(\text{الدائمة}) = \frac{L_p}{2} = \frac{13}{2} = 6.5 \text{ m}^2$$

$$W_Q(\text{المتحركة}) = \frac{L_p}{2} = \frac{13}{2} = 6.5 \text{ m}^2$$

والآن نقوم بتعديل الحمولة المكافئة في ربع المجاز :

$$L = \frac{3 * L_p}{4} = 9.75 \quad \longrightarrow$$

$$K_{30} = 3.39$$

$$K_{80} = 12.37$$

1-4-6 تعيين عزوم الإنعطاف الطبيعية الناتجة عن الحمولات الدائمة :

$$M^{n.H} = P * W_m + q * W_m$$

$$M^{n.H} = 1.95 * 21.125 + 0.734 * 21.125$$

$$M^{n.H} = 56.7 \quad t.m$$

2-4-6 تعيين عزوم الإنعطاف التصميمية الناتجة عن الحمولات الدائمة :

$$M^{n.P} = n_1 * P * W_m + n_2 * q * W_m$$

$$M^{n.P} = 1.1 * 1.95 * 21.125 + 1.5 * 0.734 * 21.125$$

$$M^{n.P} = 68.57 \quad t.m$$

3-4-6 تعيين عزوم الإنعطاف الطبيعية الناتجة عن الحمولات المؤقتة :

● المشاة :

$$M^{H.T} = K_T * \eta_T * W_m$$

$$M^{H.T} = 0.15 * 0.925 * 21.125$$

$$M^{H.T} = 2.93 \quad t.m$$

● العربة H-30 :

$$M^{H.30} = K_{30} * \eta_{30} * W_m * \beta$$

$$M^{H.30} = 3.31 * 0.815 * 21.125 * 1$$

$$M^{H.30} = 56.99 \quad t.m$$

● العربة Hk-80 :

$$M^{H.80} = K_{80} * \eta_{80} * W_m * \beta$$

$$M^{H.80} = 12.37 * 0.55 * 21.125 * 1$$

$$M^{H.80} = 143.72 \quad t.m$$

4-4-6 تعيين عزوم الإنعطاف التصميمية الناتجة عن الحمولات المؤقتة :

● المشاة :

$$M^{P.T} = n_T * K_T * \eta_T * W_m$$

$$M^{P.T} = 1.4 * 0.15 * 0.925 * 21.125$$

$$M^{P.T} = 4.1 \quad t.m$$

• العربية H-30:

$$M^{P.30} = n_{30} * (1 + \mu) * K_{30} * \eta_{30} * W_m * \beta$$

$$M^{P.30} = 1.4 * 1.24 * 3.31 * 0.815 * 21.125 * 1$$

$$M^{P.30} = 98.93 \quad t.m$$

• العربية Hk-80:

$$M^{P.80} = n_{80} * (1 + \mu) * K_{80} * \eta_{80} * W_m$$

$$M^{P.80} = 1.1 * 1 * 12.37 * 0.55 * 21.125$$

$$M^{P.80} = 158.1 \quad t.m$$

وتكون عزوم الإنعطاف الكلية :

$$M_a^H = M^{n.H} + M^{H.T} + M^{H.30}$$

$$M_a^H = 56.7 + 2.93 + 56.99 = 116.62 \quad t.m$$

$$M_a^P = M^{n.P} + M^{P.T} + M^{P.30}$$

$$M_a^P = 68.37 + 4.1 + 98.93 = 171.4 \quad t.m$$

$$M_b^H = M^{n.H} + M^{H.80}$$

$$M_a^H = 56.7 + 143.72 = 200.42 \quad t.m$$

$$M_b^P = M^{n.P} + M^{P.80}$$

$$M_a^P = 68.37 + 158.1 = 226.47 \quad t.m$$

5-4-6 تعيين القص الطبيعي الناتج عن الحمولات الدائمة :

$$Q^{n.H} = P * W_Q + q * W_Q$$

– في وسط المجاز :

$$Q^{n.H} = 1.95 * 0 + 0.734 * 0 = 0$$

– في ربع المجاز :

$$Q^{n.H} = 1.95 * 3.25 + 0.734 * 3.25 = 8.72 \text{ t}$$

– في نهاية المجاز :

$$Q^{n.H} = 1.95 * 6.5 + 0.734 * 6.5 = 17.45 \text{ t}$$

6-4-6 تعيين القص التصميمي الناتج عن الحمولات الدائمة :

$$Q^{n.P} = 1.1 * P * W_Q + 1.5 * q * W_Q$$

– في وسط المجاز :

$$Q^{n.H} = 1.1 * 1.95 * 0 + 1.5 * 0.734 * 0 = 0$$

– في ربع المجاز :

$$Q^{n.H} = 1.1 * 1.95 * 3.25 + 1.5 * 0.734 * 3.25 = 10.55 \text{ t}$$

– في نهاية المجاز :

$$Q^{n.H} = 1.1 * 1.95 * 6.5 + 1.5 * 0.734 * 6.5 = 21.1 \text{ t}$$

7-4-6 تعيين القص الطبيعي الناتج عن الحمولات المؤقتة :

● المشاة :

$$Q^{H.T} = K_T * \eta_T * W_Q$$

– في وسط المجاز :

$$Q^{H.T} = 0.15 * 0.925 * 1.625 = 0.225 \text{ t}$$

– في ربع المجاز :

$$Q^{H.T} = 0.15 * 0.925 * 3.66 = 0.51 \text{ t}$$

– في نهاية المجاز :

$$Q^{H.T} = 0.15 * 0.925 * 6.5 = 0.9 \text{ t}$$

• العربية H-30:

$$Q^{H.30} = K_{30} * \eta_{30} * W_Q$$

– في وسط المجاز :

$$Q^{H.30} = 3.31 * 0.815 * 1.625 = 4.38 \quad t$$

– في ربع المجاز :

$$Q^{H.30} = 3.39 * 0.815 * 3.66 = 10.11 \quad t$$

– في نهاية المجاز :

$$Q^{H.30} = 3.85 * 0.815 * 6.5 = 20.4 \quad t$$

• العربية Hk-80:

$$Q^{H.80} = K_{80} * \eta_{80} * W_Q$$

– في وسط المجاز :

$$Q^{H.80} = 12.37 * 0.55 * 1.625 = 11.1 \quad t$$

– في ربع المجاز :

$$Q^{H.80} = 12.37 * 0.55 * 3.66 = 24.9 \quad t$$

– في نهاية المجاز :

$$Q^{H.80} = 10.6 * 0.55 * 6.5 = 37.9 \quad t$$

8-4-6 تعيين القص التصميمي الناتج عن الحمولات المؤقتة:

• المشاة :

$$Q^{P.T} = n_T * K_T * \eta_T * W_Q$$

– في وسط المجاز :

$$Q^{P.T} = 1.4 * 0.15 * 0.925 * 1.625 = 0.32 \quad t$$

– في ربع المجاز :

$$Q^{P.T} = 1.4 * 0.15 * 0.925 * 3.66 = 0.71 \quad t$$

– في نهاية المجاز :

$$Q^{P.T} = 1.40.15 * 0.925 * 6.5 = 1.26 \quad t$$

• العربية H-30:

$$Q^{P.30} = n_{30} * (1 + \mu) * K_{30} * \eta_{30} * W_Q$$

– في وسط المجاز :

$$Q^{P.30} = 1.4 * 1.24 * 3.31 * 0.815 * 1.625 = 7.61 \quad t$$

– في ربع المجاز :

$$Q^{P.30} = 1.4 * 1.24 * 3.39 * 0.815 * 3.66 = 17.56 \quad t$$

– في نهاية المجاز :

$$Q^{P.30} = 1.4 * 1.24 * 3.85 * 0.815 * 6.5 = 35.4 \quad t$$

• العربية Hk-80:

$$Q^{P.80} = n_{80} * (1 + \mu) * K_{80} * \eta_{80} * W_Q$$

– في وسط المجاز :

$$Q^{P.30} = 1.1 * 1 * 12.37 * 0.55 * 1.625 = 12.16$$

– في ربع المجاز :

$$Q^{P.30} = 1.1 * 1 * 12.37 * 0.55 * 3.66 = 27.39 \quad t$$

– في نهاية المجاز :

$$Q^{P.30} = 1.1 * 1 * 10.6 * 0.55 * 6.5 = 41.68 \quad t$$

ونشكل الجدول التالي :

الاسم	الحمولة		Wm	WQ	n	1+μ	β	η	القص		العزم	
	الرمز	القيمة	m²	m²					طبيعي	تصميمي	طبيعي	تصميمي
ذاتية	P	1.95	21.125	0	1.1	-	-	-	0.00	0.00	41.19	45.31
		1.95	-	3.25	1.1	-	-	-	6.34	6.97	-	-
		1.95	-	6.5	1.1	-	-	-	12.68	13.94	-	-
تغطية	q	0.734	21.125	0	1.5	-	-	-	0.00	0.00	15.51	23.26
		0.734	-	3.25	1.5	-	-	-	2.39	3.58	-	-
		0.734	-	6.5	1.5	-	-	-	4.77	7.16	-	-
مشاة	T	0.15	21.125	1.625	1.4	-	-	0.925	0.23	0.32	2.93	4.10
		0.15	-	3.66	1.4	-	-	0.925	0.45	0.63	-	-
		0.15	-	6.5	1.4	-	-	0.925	0.90	1.26	-	-
العربة 30	H-30	3.31	21.125	1.625	1.4	1.24	1	0.815	4.38	7.61	56.99	98.93
		3.39	-	3.66	1.4	1.24	1	0.815	8.98	15.59	-	-
		3.85	-	6.5	1.4	1.24	1	0.815	20.40	35.41	-	-
العربة 80	Hk-80	12.37	21.125	1.625	1.1	1	-	0.55	11.1	12.16	143.72	158.10
		12.37	-	3.66	1.1	1	-	0.55	22.11	24.32	-	-
		10.6	-	6.5	1.1	1	-	0.55	37.90	41.68	-	-
				H-30+ مشاة + مشاة			في الوسط	4.61	7.93	116.62	171.61	
							في الربع	18.15	26.77			
							في النهاية	38.74	57.77			
				Hk-80 + مشاة			في الوسط	11.1	12.16	200.42	226.67	
							في الربع	30.83	34.87			
							في النهاية	55.34	62.78			

الآن نقوم بتركيب الأحمال كما يلي :

• (حمولات دائمة + المشاة + العربة H-30)

• (حمولات دائمة + العربة Hk-80)

ثم نأخذ الأكبر من حالتي التحميل السابقين فيكون وبناءً على الجدول السابق :

$$M_{\max}^H = 200.42 \quad \text{t.m}$$

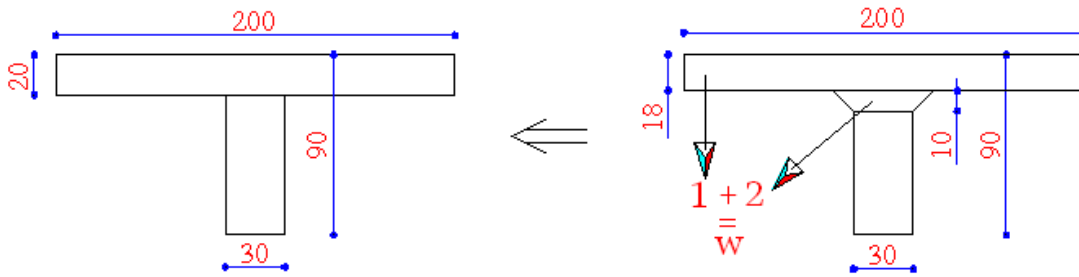
$$M_{\max}^P = 226.67 \quad \text{t.m}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\max}^H & \begin{cases} \text{في الوسط} = 7.93 \text{ t} \\ \text{في الربع} = 30.83 \text{ t} \\ \text{في النهاية} = 55.34 \text{ t} \end{cases} \\
 Q_{\max}^P & \begin{cases} \text{في الوسط} = 13.16 \text{ t} \\ \text{في الربع} = 34.87 \text{ t} \\ \text{في النهاية} = 62.78 \text{ t} \end{cases}
 \end{aligned}$$

5-6 تحقيق متانة المقطع IV-IV وفق الحالة الحديدية الأولى (حد المتانة) :

١. تعيين أبعاد المقطع :

نحول المقطع إلى مقطع مكافئ :



$$h_t = \frac{w}{b_f} = \frac{400+3600}{200} = 20 \text{ cm}$$

٢. خصائص المقطع :

المقطع من البيتون المسلح ماركة $M = 350 \text{ N/mm}^2$

المقاومة التصميمية للبيتون على الضغط : $R_u = 165 \text{ Kg/cm}^2$

الفولاذ من الصنف A-I

المقاومة التصميمية للفولاذ على الشد : $R_a = 1900 \text{ Kg/cm}^2$

الفولاذ من الصنف A-II

المقاومة التصميمية للفولاذ على الشد : $R_a = 2400 \text{ Kg/cm}^2$

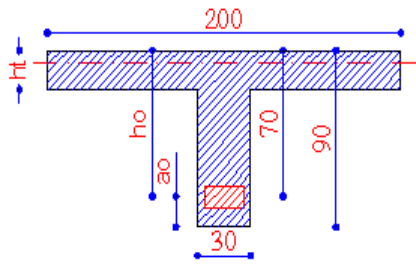
٣. الاجهادات المؤثرة في المقطع :

$$M_{\max}^P = 226.67 \text{ t.m}$$

٤. حساب مقطع التسليح :

سنفرض $a_0 = 20 \text{ cm}$

$$h_0 = h - a_0 = 90 - 20 = 70 \text{ cm}$$

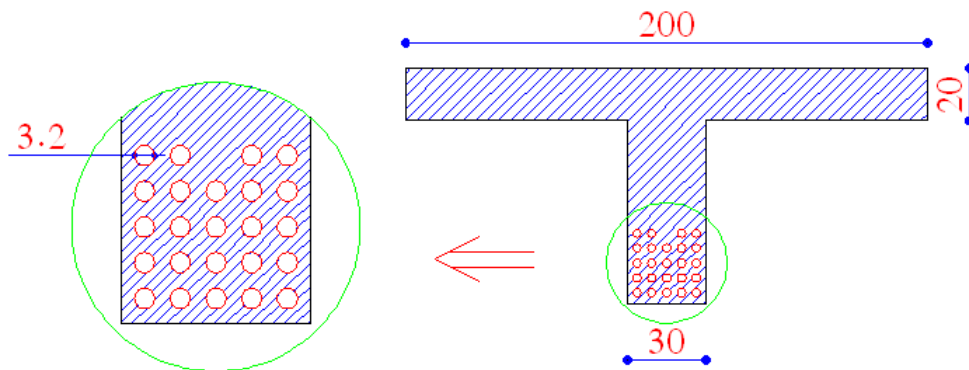


$$F_a = \frac{M_{\max}^P}{R_a * (h_0 - \frac{h_t}{2})} = \frac{226.67 * 10^5}{2400 * (70 - \frac{20}{2})}$$

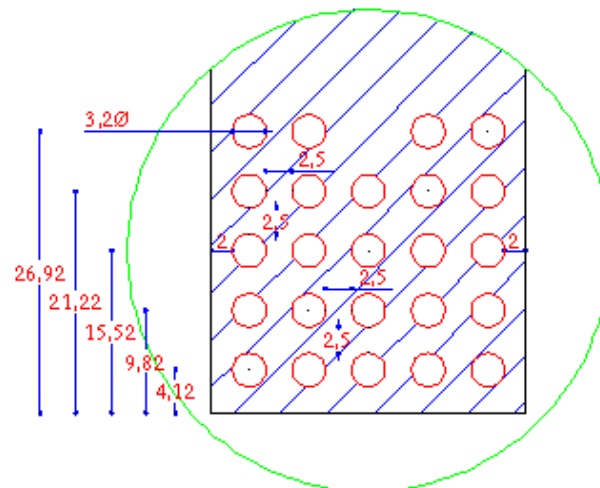
$$F_a = 185.19 \text{ cm}^2 \quad \longrightarrow$$

$$\emptyset 32 = 8.04$$

$$n = 23.02 \quad \longrightarrow \quad n = 24$$

علينا أن نتحقق من a_0 :

$$a_0 = \frac{a_1 * n_1 + a_2 * n_2 + a_3 * n_3 + 0.9 * a_4 * n_4 + 0.8 * a_5 * n_5}{n_1 + n_2 + n_3 + 0.9 * n_4 + 0.8 * n_5}$$



$$a_0 = \frac{4.12 * 5 + 9.82 * 5 + 15.52 * 5 + 0.9 * 21.22 * 5 + 0.8 * 26.92 * 4}{5 + 5 + 5 + 0.9 * 5 + 0.8 * 4}$$

$$a_0 = 14.49 \text{ cm} < 20 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{O.K.}$$

$$24 \text{ } \emptyset \text{ } 32 = 192.96 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \text{التسليح السفلي هو :}$$

نحدد المحاييد كما يلي :

$$x * b_f * R_u = F_a * R_a$$

$$x = \frac{F_a * R_a}{b_f * R_u} = \frac{192.96 * 2400}{200 * 165} = 14.03 \text{ cm} < h_t = 20 \text{ cm}$$

$\dots\dots\dots \text{O.K.}$

يجب تحقيق المتراجحة :

$$\frac{x}{h_0} < 0.55 \quad \Rightarrow$$

$$\frac{14.03}{70} = 0.2 < 0.55 \quad \dots\dots\dots \text{O.K}$$

والمقطع اقتصادي .

هـ . حساب العزم الحدي :

$$M_u = m_2 * b_f * x * R_u * (h_0 - \frac{x}{2})$$

$$M_u = 1 * 200 * 14.03 * 165 * (70 - \frac{14.03}{2}) * 10^{-5}$$

$$M_u = 291.61 \text{ t.m} > M_{\max}^P = 226.67 \text{ t.m}$$

$\dots\dots\dots \text{O.K.}$

6-6 تحقيق متانة لمقطع IV-IV على الحمولات الدائمة بعد فك القالب :

تخفيض المقاومة التصميمية للبيتون 20% فتكون الحمولات المؤثرة هي الدائمة فقط
عزم الإنعطاف التصميمي في وسط المجاز من تأثير الحمولات الدائمة :

$$M^{n.P} = 68.57 \quad t.m$$

$$M_u = 0.8 m_2 * b_f * x * R_u * (h_0 - \frac{x}{2})$$

$$M_u = 0.8 * 1 * 200 * 14.03 * 165 * (70 - \frac{14.03}{2}) * 10^{-5}$$

$$M_u = 233.29 \quad t.m > M^{n.P} = 68.57 \quad t.m \quad \dots\dots O.K.$$

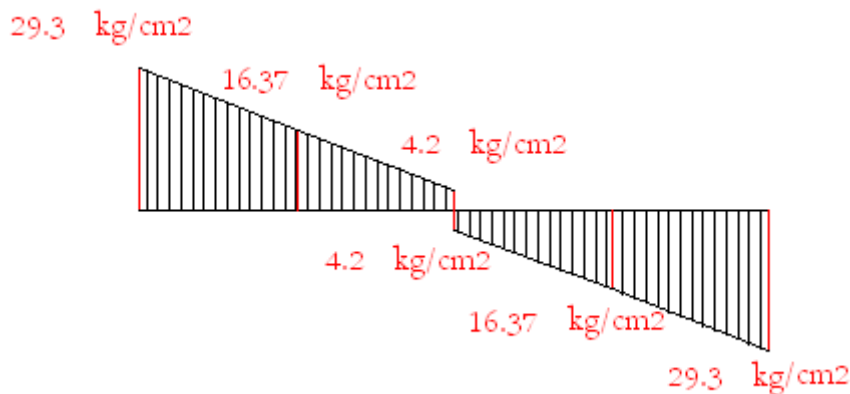
7-6 تحقيق متانة المقطع الحرج على القص :

$$Q_{max}^H \begin{cases} \rightarrow \text{في الوسط} = 7.93 \quad t \\ \rightarrow \text{في الربع} = 30.83 \quad t \\ \rightarrow \text{في النهاية} = 55.34 \quad t \end{cases}$$

$$\tau = \frac{Q_{max}^H}{b * (h_0 - \frac{x}{2})}$$

$$\tau \begin{cases} \rightarrow \text{في الوسط} = 4.2 \quad Kg / cm^2 \\ \rightarrow \text{في الربع} = 16.37 \quad Kg / cm^2 \\ \rightarrow \text{في النهاية} = 29.3 \quad Kg / cm^2 \end{cases}$$

والآن نحسب التسليح العرضي ((الأساور)) :
نرسم مخطط الاجهادات :



ونحسب القوة القاصة الكلية المطبقة على نصف طول الجائز :

$$N_T = \frac{\tau_1 + \tau_2}{2} * \frac{L_p}{2} * b * \sin 45$$

$$N_T = \frac{29.3 + 4.2}{2} * \frac{1300}{2} * 30 * \sin 45$$

$$N_T = 230958.75 \quad \text{kg}$$

ونقوم بفرض أتااري لمقاومة هذه القوة :

نفرض أسواره واحدة ← عدد الأفرع: $K = 2$

$F_a = 1.13$ ← $\phi 12 \text{ mm}$

الخطوة : $S = 15 \text{ cm}$

نحسب قوة القص التي يتحملها الجائز :

$$N_x = \tau_x * \frac{L_p}{2} * b * \sin 45$$

$$\tau_x = \frac{K * F_a * R_{ax}}{S * b}$$

$$R_{ax} = 0.8 * R_a = 0.8 * 2400 = 1920 \quad \text{kg/cm}^2$$

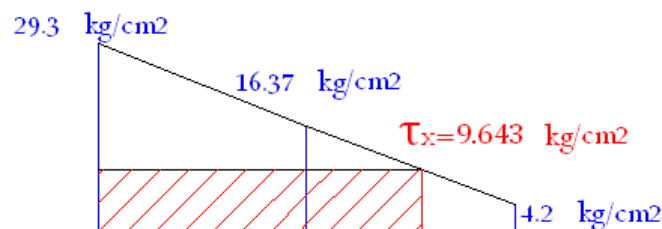
$$\tau_x = \frac{2 * 1.13 * 1920}{15 * 30}$$

$$\tau_x = 9.643 \quad \longrightarrow$$

$$N_x = 9.643 * \frac{1300}{2} * 30 * \sin 45$$

$$N_x = 132963.3 \text{ Kg} < N_T = 230958.75 \text{ Kg}$$

علينا أن نكسح التسليح .



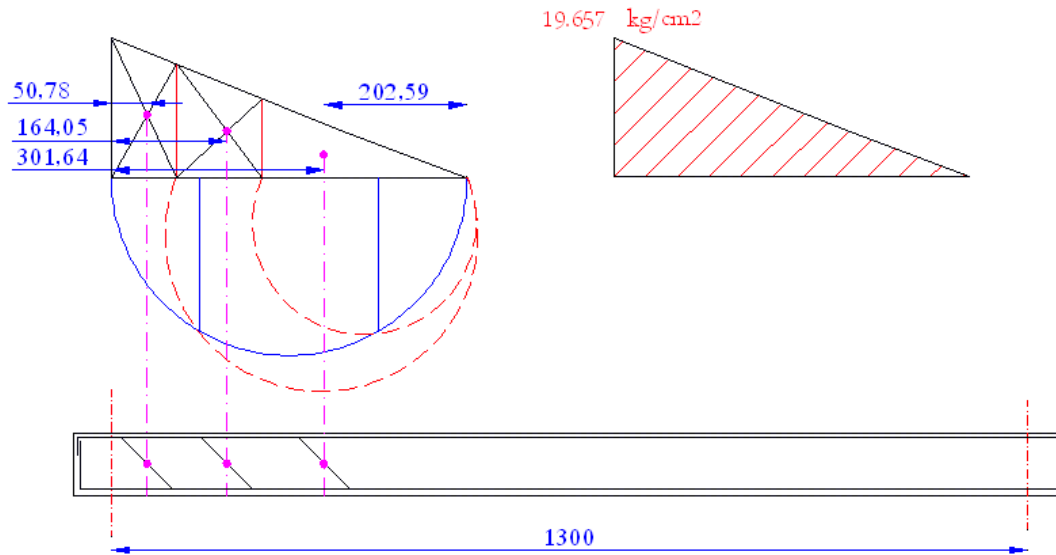
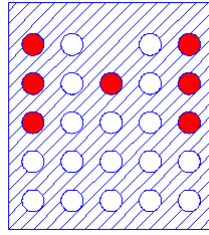
$$N_S = N_T - N_x$$

$$N_S = 230958.75 - 132963.3 = 98995.45 \text{ Kg}$$

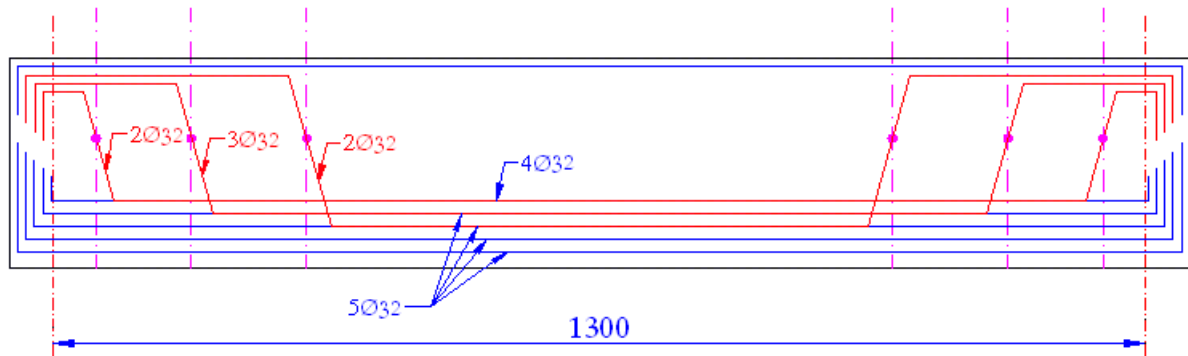
ويكون عدد القضبان المطلوب تكسيحها :

$$n = \frac{N_s}{F_a * R_{ax}} = \frac{98995.45}{8.04 * 1920} = 6.41$$

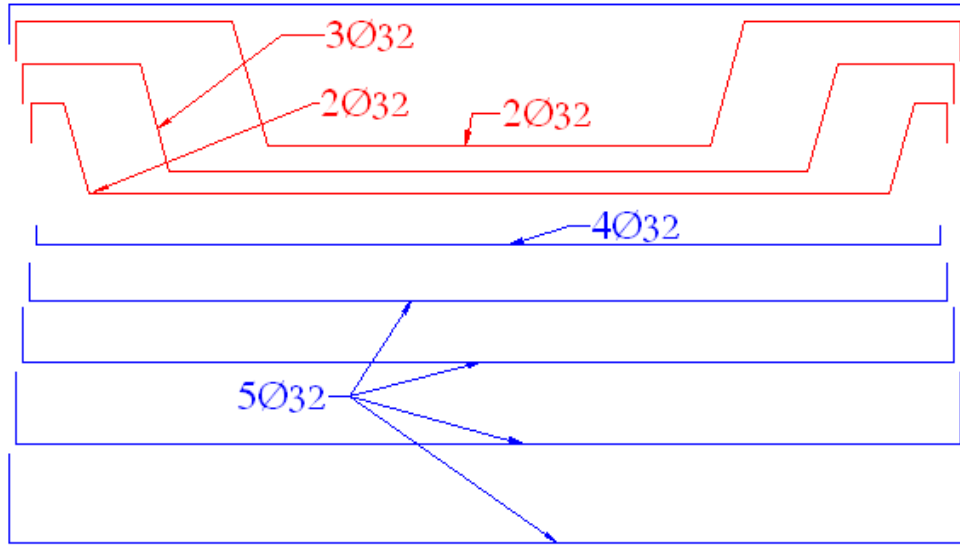
نقوم بتكسيح 7 قضبان على ثلاث مراحل في البداية قضبان ثم ثلاثة قضبان ثم اثنين حتى نحقق التناظر ونقوم بتعيين نقاط رفع القضبان المكسحة بتقسيم مخطط القضبان المكسحة إلى ثلاثة أجزاء وحساب مراكز ثقلها كما في الأشكال التالية :



ويكون شكل التكسيح :



وتفريد التسليح كما يلي :



8-6 تحقيق مقاومة تشكل الشقوق الناتجة عن عزم الإنعطاف الطبيعي :

الشرط هو : $a_T < 0.02 \text{ cm}$

$$a_T = 3 * \frac{\sigma_a}{E_a} * \Psi_2 * \sqrt{R_r}$$

Ψ_2 : معامل يأخذ بعين الاعتبار التشوهات في التسليح والتشوهات في البيتون في المنطقة المشدودة = 0.6

E_a : معامل مرونة الفولاذ = $2.1 * 10^6$

σ_a : اجهاد الفولاذ المشدود :

$$\sigma_a = n * \frac{M^H}{I} * y$$

n : النسبة المعيارية للمقطع المكافئ :

$$n = \frac{E_a}{E_b} = \frac{E_a}{E_b} = \frac{2.1 * 10^6}{382500} = 5.5$$

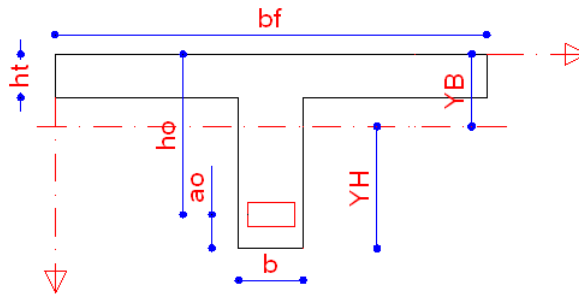
حساب مساحة المقطع المكافئ :

$$F_n = b * H + (b_f - b) * h_t + n * F_a$$

$$F_n = 30 * 90 + (200 - 30) * 20 + 24 * 8.4$$

$$F_n = 6293.02 \text{ cm}^2$$

نحسب العزم الستاتيكي لمحور يمر بأعلى الجائز :



$$S_{nxx} = b * \frac{H^2}{2} + (b_f - b) * \frac{h_t^2}{2} + n * F_a * h_0$$

$$S_{nxx} = 30 * \frac{90^2}{2} + (200 - 30) * \frac{20^2}{2} + 24 * 8.04 * 70$$

$$S_{nxx} = 169007.2 \quad \text{cm}^3$$

$$Y_B = \frac{S_{nxx}}{F_n} = \frac{169007.2}{6293.02} = 26.86 \quad \text{cm}$$

$$Y_H = H - Y_B = 90 - 26.86 = 63.14 \quad \text{cm}$$

$$I_n = b * \frac{H^3}{12} + b * H * \left(\frac{H}{2} - Y_B \right)^2 + (b_f - b) * \frac{h_t^3}{12} + (b_f - b) * h_t * \left(Y_B - \frac{h_t}{2} \right)^2 + n * F_a * (Y_H - a_0)^2$$

$$I_n = 30 * \frac{90^3}{12} + 30 * 90 * \left(\frac{90}{2} - 26.86 \right)^2 + (200 - 30) * \frac{20^3}{12} + (200 - 30) * 20 * \left(26.86 - \frac{20}{2} \right)^2 + 24 * 8.04 * (63.14 - 20)^2$$

$$I_n = 3.31 * 10^6 \quad \text{cm}^4$$

$$M^H = 200.42 \quad \text{t.m}$$

$$\sigma_a = 5.5 * \frac{200.42 * 10^5}{3.31 * 10^6} * (70 - 14.03)$$

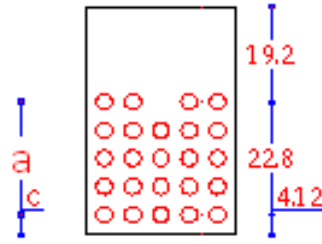
$$\sigma_a = 1863.94 \quad \text{Kg/cm}^2$$

R_r : نصف قطر منطقة التأثير المتبادل بين البيتون والحديد :

$$R_r = \frac{F_r}{\beta * \sum n_i * \varphi}$$

F_r : مساحة منطقة التأثير المتبادل :

$$F_r = b(C + a + 6 * \varphi)$$



$$F_r = 30(4.12 + 22.8 + 6 * 3.2)$$

$$F_r = 1383.6 \text{ cm}^2$$

$\beta = 0.9$ يتعلق بعدد طبقات التسليح المستخدم .

$$R_r = \frac{1383.6}{0.9 * 24 * 3.2} = 20.02 \text{ cm}$$

$$a_T = 3 * \frac{1863.94}{2.1 * 10^6} * 0.6 * \sqrt{20.02}$$

$$a_T = 0.007 < 0.02 \text{O.K.}$$

9-6 تحقيق متانة المقطع على السهم :

(a) السهم الناتج عن الحمولات الدائمة :

$$F_n = \frac{5}{48} * M^{n-H} * \frac{L_p^2}{B_1} * C \leq \frac{L_p}{250}$$

$$B_1 = 0.85 * E_b * I$$

$$B_1 = 0.85 * 382500 * 3.31 * 10^{10}$$

$$B_1 = 1.076 * 10^{16}$$

C : عامل يأخذ بعين الاعتبار زيادة السهم نتيجة سيلان البيتون بسبب التحميل طويل الأمد ويؤخذ بحسب مناخ المنطقة .

بفرض مناخ المنطقة عادي (رطوبة عادية + حرارة عادية) : C = 2

$$F_n = \frac{5}{48} * 56.7 * 10^6 * \frac{13000^2}{1.076 * 10^{16}} * 2 \leq \frac{13000}{250}$$

$$F_n = 0.1855 \text{ mm} < 52 \text{ mm} \text{O.K.}$$

(b) السهم الناتج عن الحمولات المتحركة (السهم اللحظي) :

$$F_B = \frac{5}{48} * M^{B-H} * \frac{L^2}{B_1} * C \leq \frac{L}{400}$$

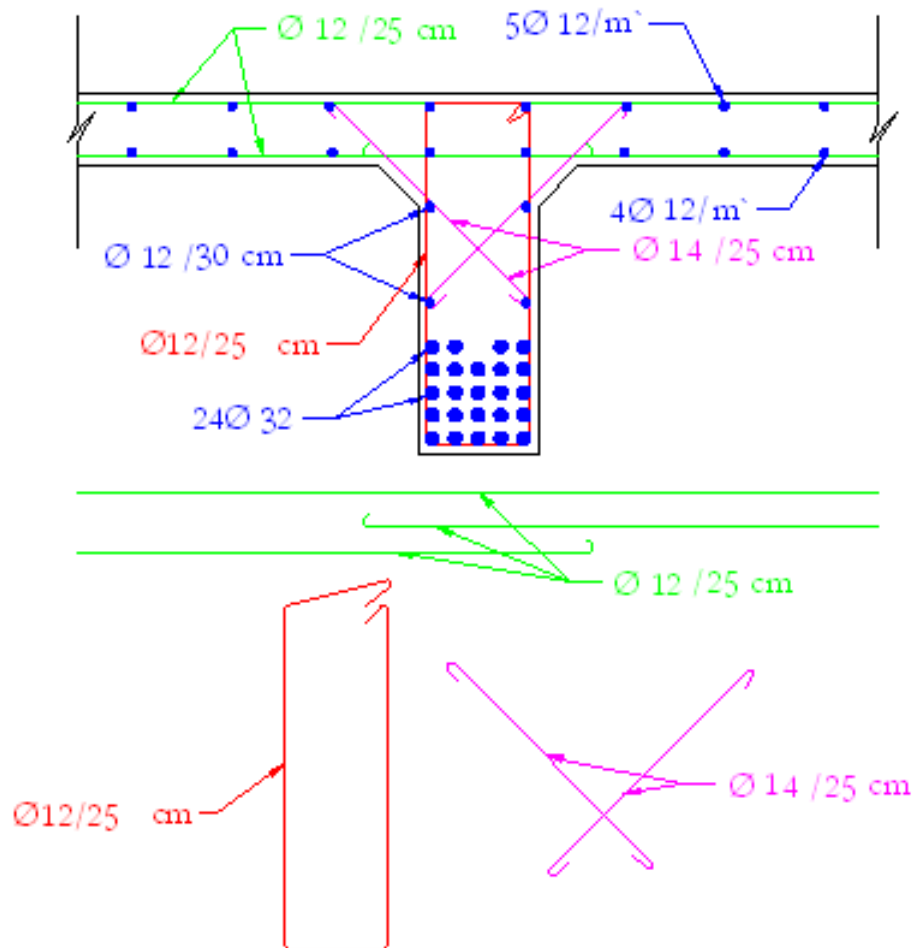
$$M^{B-H} = \max \begin{cases} M^{H-30} = 56.99 & \text{t.m} \\ M^{H-80} = 143.72 & \text{t.m} \end{cases}$$

$$F_B = \frac{5}{48} * 143.72 * 10^6 * \frac{13000^2}{1.076 * 10^{16}} * 2 \leq \frac{13000}{400}$$

$$F_B = 0.47 \text{ mm} < 32.5 \text{ mm} \quad \text{.....O.K.}$$

$$F_n + F_B = 0.1855 + 0.47 = 0.6555 < \frac{13000}{1600} = 8.125$$

تفريد التسليح :



انتهى الفصل السادس

الفصل السابع : تصميم

و حساب جهاز الاستناد

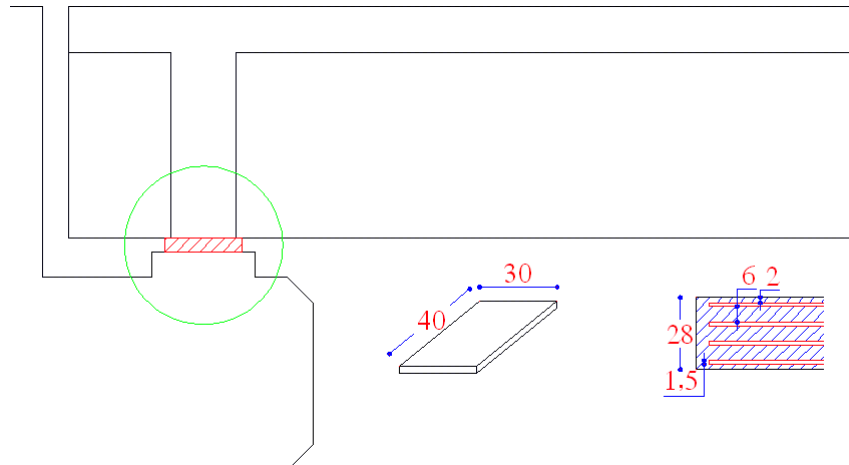
7-1 تعريف أجهزة الاستناد والغاية منها :

هي العنصر الذي يقوم بنقل الحمولات من الجزء العلوي إلى الركائز .
ولها عدة أنواع بحسب الحاجة والاستخدام فمنها ما يكون معدنياً ومنها ما يصنع من النيوبرين . وقد تكون ثابتة أو متحركة .

يتعرض جهاز الاستناد إلى رد الفعل الشاقولي وقوة الفرملة ويتعرض أيضاً لإنزياح جانبي نتيجة تأثير درجات الحرارة وبما أن المجاز أصغر من 24 m نهمل تأثير الدوران في جهاز الاستناد .

7-2 تحديد مساحة جهاز الاستناد :

نفرض مساحة جهاز الاستناد (40*30*2.8) cm ونحسب المساحة المطلوبة لجهاز الاستناد :



$$F = \frac{A_{\max}^P}{m_C * R_C}$$

A_{\max}^P : رد الفعل التصميمي الأعظمي عند المسند .
 m_C : عامل شروط عمل جهاز الاستناد وله علاقة بالنسبة بين سماكة طبقات المطاط و b البعد الأصغري لجهاز الاستناد :

$$\frac{h_i}{b} = \frac{6}{300} \approx \frac{1}{50} \rightarrow \frac{1}{55} \implies m_C = 0.85$$

R_C : المقاومة التصميمية الوسطية للمطاط على الضغط .

للأجهزة الثابتة : $R_C = 250 \text{ Kg / cm}^2$

للأجهزة المتحركة : $R_C = 100 \text{ Kg / cm}^2$

وستعامل مع جهاز استناد متحرك .

$$F = \frac{62.78 \times 10^3}{0.85 \times 100} = 738.59 \text{ cm}^2$$

$$40 \times 30 = 1200 \text{ cm}^2$$

ونحن فرضنا مساحة :

3-7 تحديد سماكة جهاز الاستناد :

ويتم التحقق من شرط عمل المطاط على الزحف .

$$\tan \gamma_1 = \frac{\Delta r}{h} \leq 0.35$$

γ_1 : زاوية زحف المطاط المسموح بها الناتجة عن اتغيرات الحرارية .

Δr : الانتقال الأفقي الأعظمي لمقطع جهاز الاستناد بالنسبة للمقطع الأساسي .

$$\Delta r = \alpha * L * t_0$$

α : عامل التمدد الطولي للبيتون = 10^{-5}

L : طول بلاطة الجسر كاملة : $13 + 2 \times 0.4 = 13.8 \text{ m}$

t_0 : الفرق بين درجة حرارة التصنيع و درجة الحرارة العظمى والدنيا .

$$\left\{ \begin{array}{l} t_1 : \text{درجة الحرارة عند التصنيع} = 10^\circ \\ t_2' : \text{أعلى درجة حرارة يمكن أن تصل في المنطقة} = 45^\circ \\ t_2'' : \text{أدنى درجة حرارة يمكن أن تصل في المنطقة} = -20^\circ \end{array} \right.$$

$$t_{0-1} = 45 - 10 = 35^\circ$$

$$\Delta r_1 = 10^{-5} * 1380 * 35 = 0.48$$

$$t_{0-2} = -20 - 10 = -30^\circ$$

$$\Delta r_2 = 10^{-5} * 1380 * -30 = 0.41$$

$$\left\{ \begin{array}{l} h = 13.7 \text{ mm} \\ h = 11.7 \text{ mm} \end{array} \right\} < h = 28 \text{ mm} \dots\dots \text{O.K.}$$

4-7 تحقيق سماكة جهاز الاستناد على تأثير قوى الفرملة :

$$T = \alpha * P$$

α : عامل يتعلق بطول المجاز : $L < 25 \text{ m}$ ← $\alpha = 0.3$

P : نأخذها وزن سيارة 30 t

فتكون القوة المطبقة على أجهزة الاستناد :

$$T_0 = \frac{T * 1.4}{N}$$

$$T = 0.3 * 30 = 9 \text{ t}$$

1.4 : عامل تغير الحمولة .

N : عدد المساند تحت الجوائز الرئيسية .

$$T_0 = \frac{9 * 1.4}{4} = 3.15 \text{ t}$$

$$\tan \gamma_2 = \frac{T_0}{F * G}$$

F : مساحة جهاز الاستناد .

G : عامل زحف المطاط = 10 بناءً على صلابة المطاط = 10 .

γ_2 : زاوية انزلاق المطاط نتيجة قوى الفرملة الأفقية.

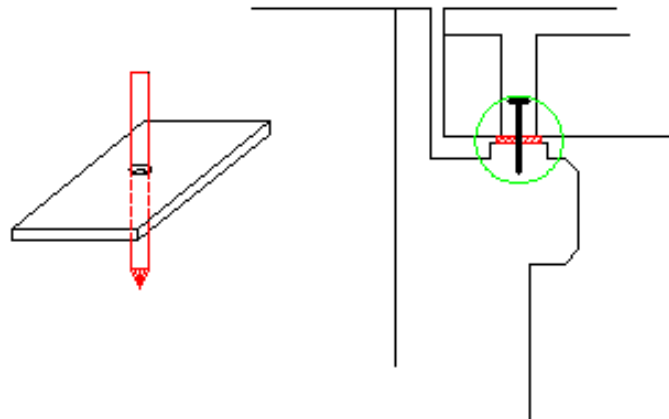
$$\tan \gamma_2 = \frac{3.15 * 10^3}{1200 * 10} = 0.263$$

$$\tan \gamma_1 = \frac{0.48}{2.8} = 0.171$$

$$\tan \gamma_1 + \tan \gamma_2 = 0.171 + 0.263 = 0.434 < 0.6 \text{O.K.}$$

5-7 جهاز الاستناد الثابت :

هو جهاز استناد ممنوع من الحركة بواسطة مسمار ولكن يسمح بالدوران .
يدرس المسمار على القوى الأفقية أو قوى الاحتكاك .



اجهادات القص المقبولة في فولاذ البرغي :

$$R_{CP} = 0.6 * R_U = 0.6 * 2400 = 1440 \quad \text{Kg / cm}^2$$

$$T_f = f * A_{\max}^P$$

f : 0.2 لأجهزة الاستناد الثابتة و 0.25 لأجهزة الاستناد المتحركة .

$$T_f = 0.2 * 62.78 = 12.556 \quad t < T_0 = 3.15 \quad t$$

$$\sigma = \frac{T_f}{as} = \frac{12.556 * 10^3}{12.566} = 999.2 \quad \text{Kg/cm}^2 < R_{CP}$$

.....O.K.

وذلك بفرض استخدام مسمار بقطر 40 mm .

انتهى الفصل السابع

النهاية