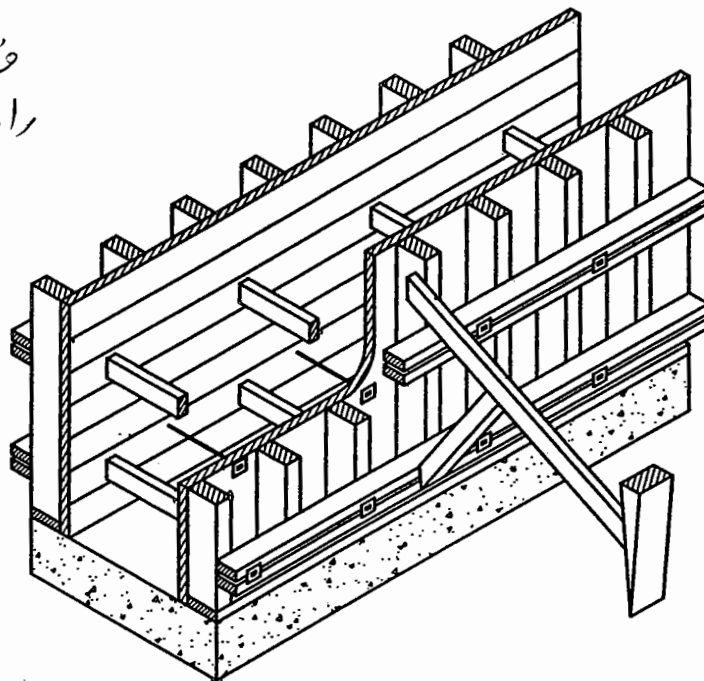


فرم و سدا
راجه انشاءات
۱۱

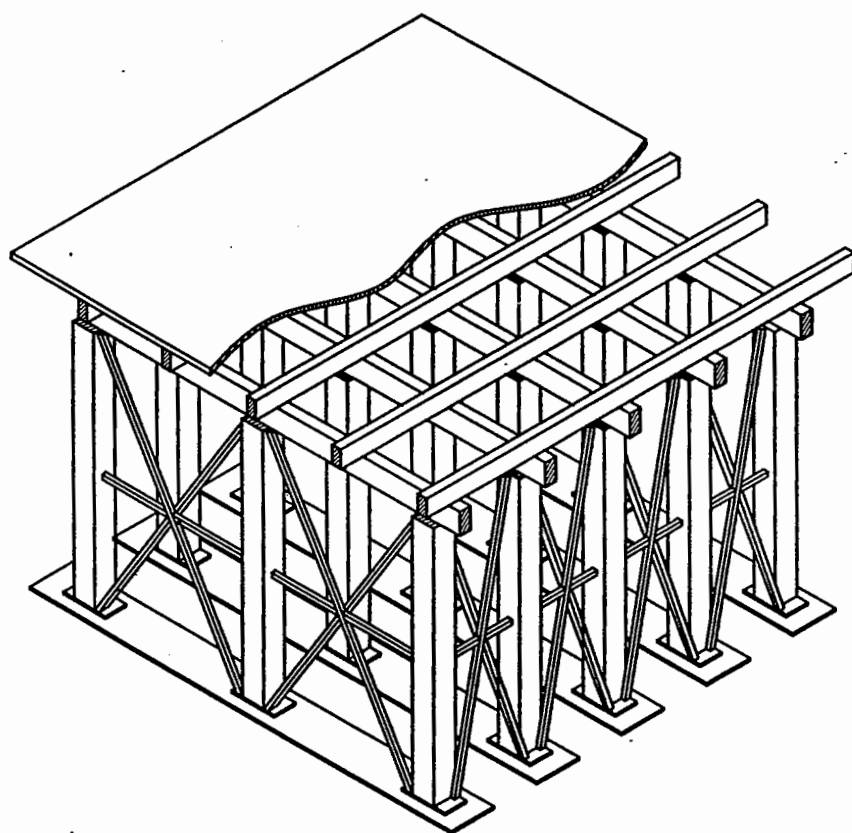
۴۳



Construction Techniques (I)

1

Structural Department



4th year Civil

Main objectives of designing formwork:

1- Quality in produced concrete.

تحقيق جودة فى انتاج الخرسانة المطلوبة.

2- Safety for workers and project.

تحقيق سلامة المشروع والعمالة وضمان سلامة العناصر المنفذة.

3- Economy for project.

تنفيذ الخرسانة المطلوبة بأقل تكلفة ممكنة وفى أسرع وقت.

Types of formwork:

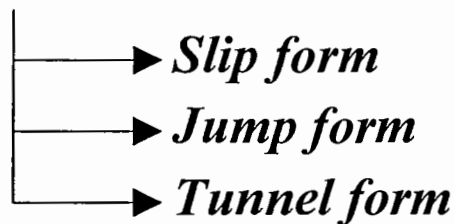
1- Formwork and Falsework.

2- Permanent and Temporary formwork.

3- Wooden, Metal and Plastic forms.

4- Traditional formwork.

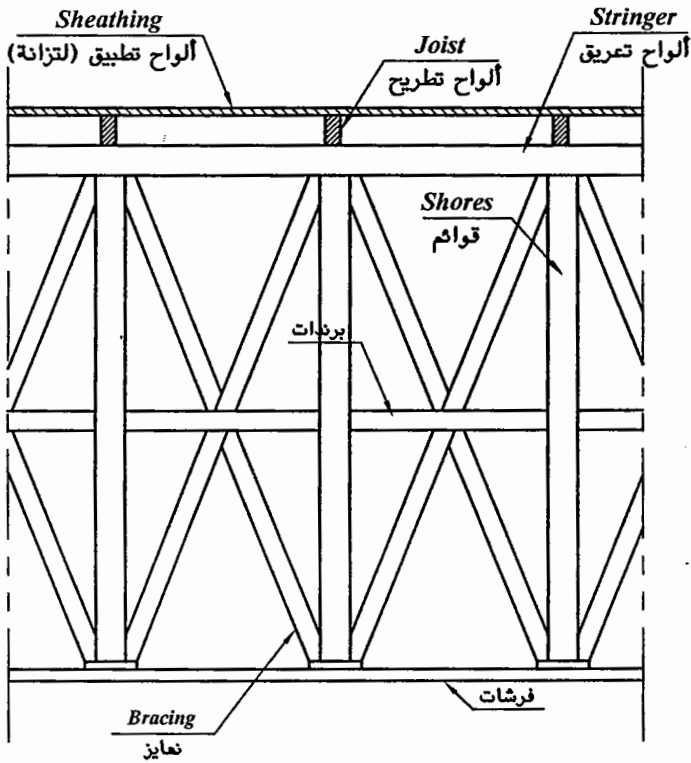
5- Non traditional formwork.



1- Formwork and Falsework:

Formwork

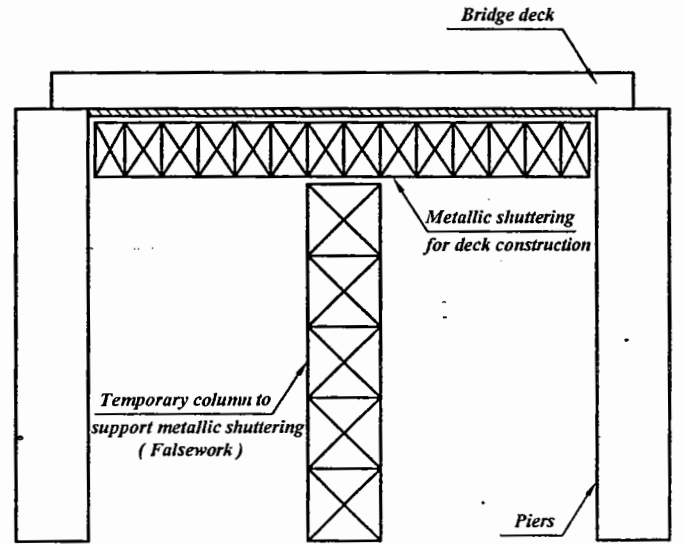
Everything from sheathing to supporting elements, hardware and bracing.



هى كل ما تحتويه الشدة من ألواح وعناصر خشبية أو معدنية رأسية أو أفقية نحتاجها للصب

Falsework

Temporary structure to support work in the process of construction (usually for heavy construction as bridges)



هى عناصر إضافية مؤقتة تساعد أثناء الإنشاء وعادة ما تستخدم فى المنشآت الثقيلة مثل الكبارى

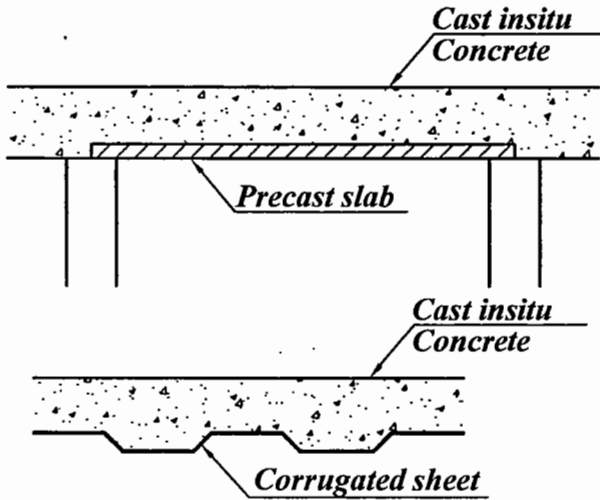
2- Permanent and Temporary formwork:

Permanent الشدات المستديمة

هو استخدام عناصر للشدّة تستخدم بعد
الصب كعنصر انشائي مثل استخدام

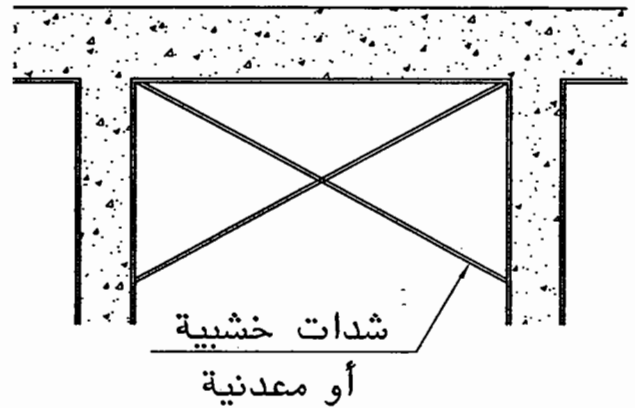
Precast slab or Corrugated sheets

كشدة يتم الصب عليها وتظل كعنصر
انشائي في المبنى بعد الانتهاء من الصب



Temporary الشدات المؤقتة

هو استخدام عناصر مؤقتة لازمة لصب
الخرسانة ويتم إزالتها بعد إكتساب
الخرسانة المقاومة اللازمة



3- Wooden, Metal and Plastic forms:

يمكن تقسيم الشدة من حيث المادة إلى ثلاث أنواع شدات خشبية - معدنية وبلاستيكية

Metal Forms الشدات المعدنية

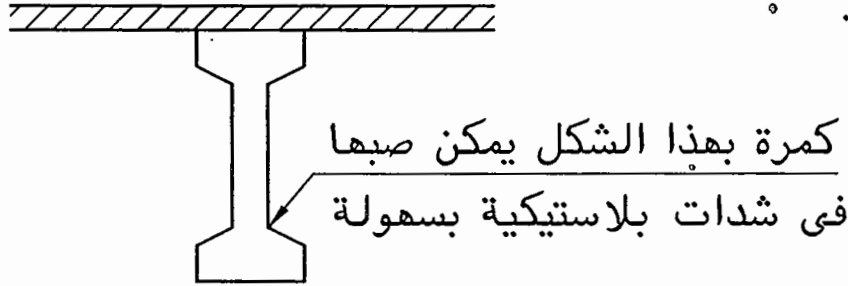
- أقل شيوعا وانتشارا.
- أغلى في التكاليف الأولية على المدى القصير.
- أرخص في التكاليف على المدى البعيد.
- تستخدم على الأقل ٢٠٠ مره .
- أسهل في الفك والتركيب.
- تحتاج عمالة أقل.
- تحتاج وقت أقل في التنفيذ.
- بها فواقد أقل من الخشب والخرسانة.

Wooden Forms الشدات الخشبية

- أكثر شيوعا وانتشارا.
- أرخص في التكاليف الأولية على المدى القصير.
- أغلى في التكاليف على المدى البعيد.
- تستخدم على الأكثر ١٢ مره .
- أصعب في الفك والتركيب.
- تحتاج عمالة أكثر.
- تحتاج وقت أطول في التنفيذ.
- بها فواقد كثيرة من الخشب والخرسانة.

Plastic Forms: الشدات البلاستيكية

هو استخدام فرم لصب الخرسانة مصبوبة ومصنوعة من البلاستيك تأخذ شكل العنصر المراد تنفيذه. وهى من الأنواع غير المنتشرة ولكنها تستخدم بكثرة عند صعوبة التنفيذ باستخدام الشدات التقليدية (خشبية أو معدنية) تكون العناصر المراد صبها معقدة الشكل.



4- Traditional formwork:

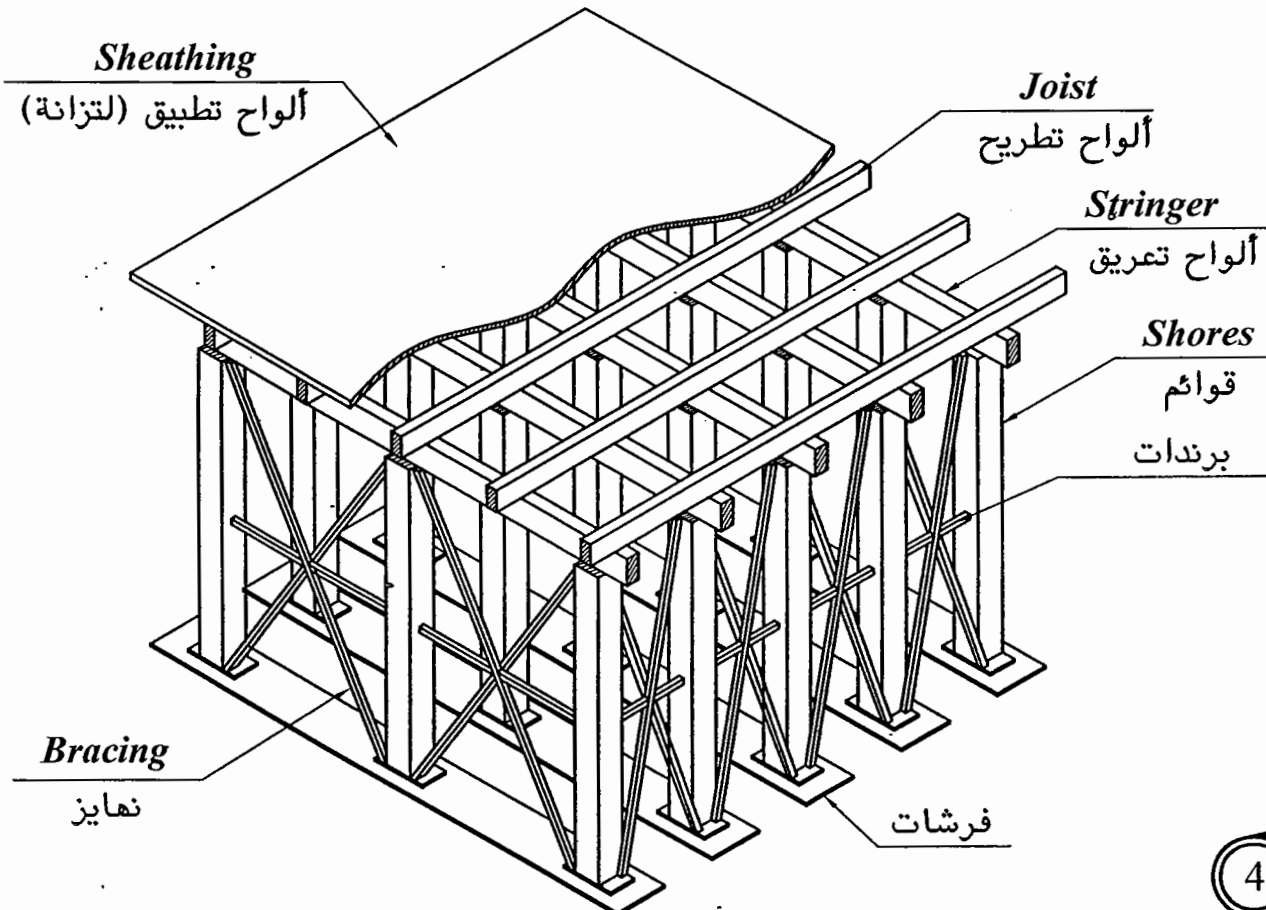
عيوبها

- ١ - تحتاج وقت طويل فى التنفيذ وعمالة كثيرة.
- ٢ - توجد فواقد فى الخشب والخرسانة.

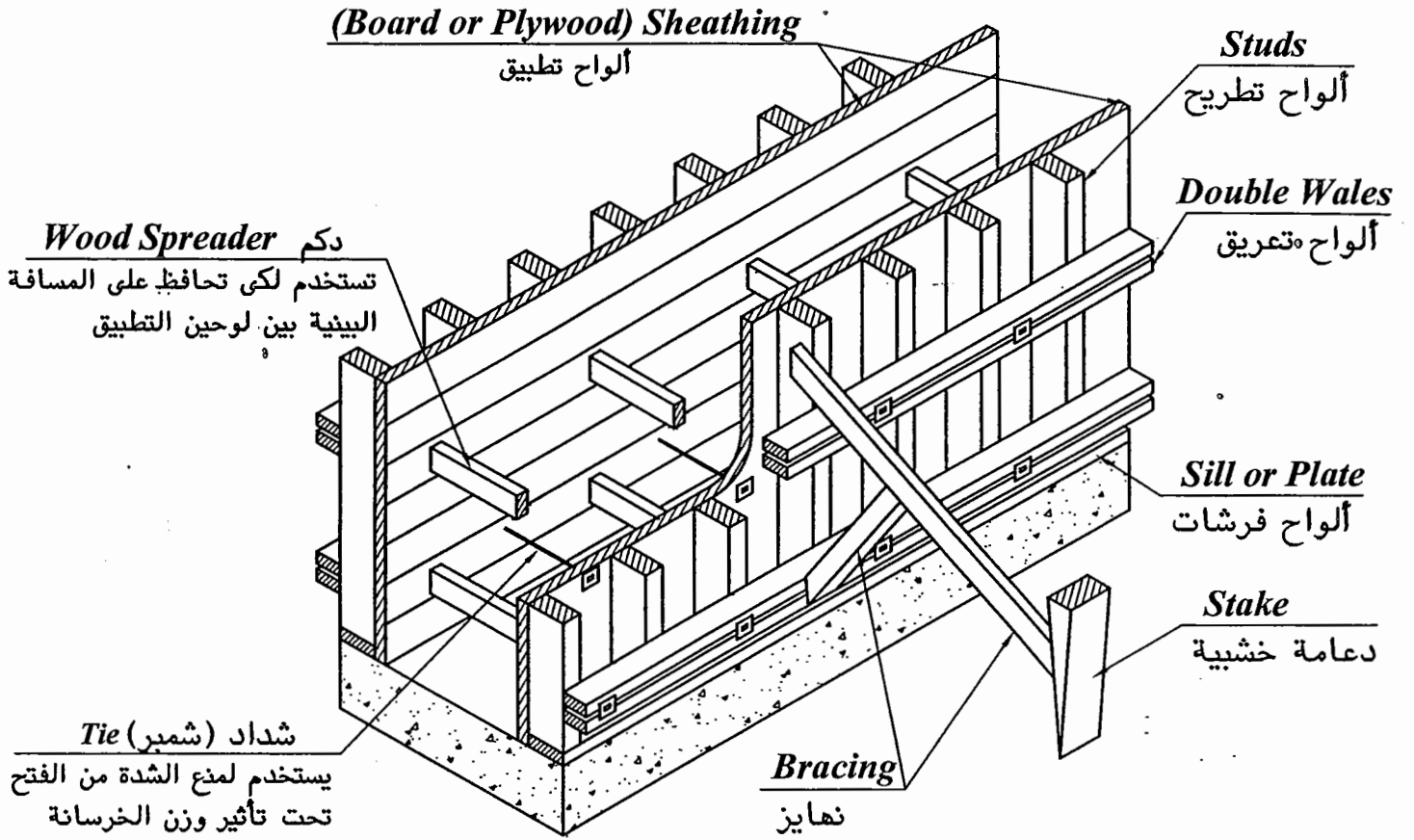
مميزاتها

- ١ - سهلة فى التركيب.
- ٢ - معروفة وغير مكلفة.

Elements of wooden formwork for slabs



Elements of wooden formwork for walls



- Available wood sizes are: $1'' \times 4''$, $2'' \times 4''$, $2'' \times 6''$, $3'' \times 3''$ and $4'' \times 4''$

عناصر الشدة الخشبية

١ - ألواح تطبيق (لتزانة). (Sheathing)

٢ - ألواح تطريح وتكون عادة 2×4 أو 2×6 (Joist)

٣ - ألواح تعريق وتكون عادة 2×4 أو 2×6 (Stringer)

٤ - قوائم وتكون عادة 3×3 أو 4×4 (Shores)

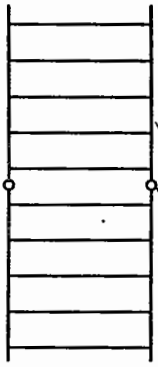
٥ - فرشات وتوضع فوقها القوائم وغالبا لا تحتاج إلى تثبيت.

٦ - نهايز وتستخدم لمقاومة الأحمال الأفقية (مثل الرياح). (Bracing)

٧ - برندات وتستخدم لمقاومة الانبعاج فى القوائم ويوضع أول صف على ارتفاع ٢,٢٥ م من أسفل وذلك لسهولة التحرك فى الموقع.

٨ - شداد (Tie) ويستخدم فى حالة وجود كمرة أو حائط وذلك لمنع فتح الشدة تحت تأثير الضغط الجانبى للخرسانة.

Metal forms:



باكيا كاملة

Frame connectors

تختلف الشدات المعدنية عن الخشبية فى أن القوائم وألواح التعريق والتطريح تكون قطاعات معدنية وليست ألواح خشبية.

هذه القطاعات غالبا تكون مواسير **Pipe section**

يمكن أن تورد هذه الشدات إلى الموقع فى أحد الصور التالية

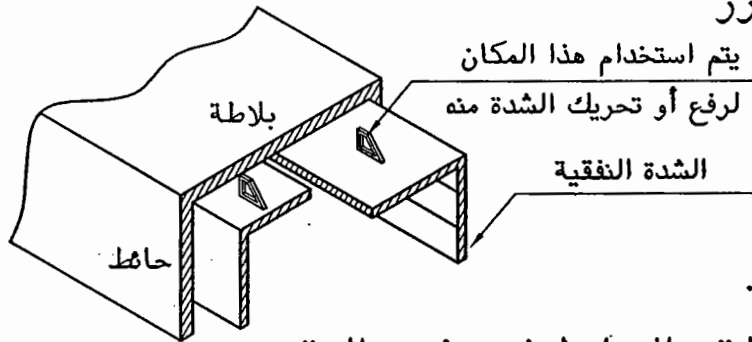
- ١ - عناصر منفردة ثم يتم تجميعها مع بعض فى الموقع
- ٢ - باكيا كاملة وهذه أسرع فى التركيب ولكن غير عملية فى النقل

5- Non traditional formwork:

A- Tunnel Forms:

الشدات النفقية

هى عبارة عن شدات متحركة (أنفاق) لصب الحوائط والأسقف كقطعة واحدة على شكل حرف *U* أو على شكل حرف *L* وتتحرك على عجلات يتم نقل الشدات عن طريق أوناش للأدوار الأعلى أو للأجزاء المجاورة وتستخدم هذه الشدات فى المباني النمطية ذات الطابع المتكرر



مميزات هذه الشدة

- ١ - معدل انتاج سريع.
- ٢ - نفس الشدة تستخدم لكلا من البلاطة والحائط فى نفس الوقت.
- ٣ - كفاءة عالية عند الاستخدام المتكرر.

عيوب هذه الشدة

- ١ - لا توجد مرونة فى التصميم المعماري.
- ٢ - استخدام الخرسانة فى الحوائط الخارجية لا تلائم الأجواء الحارة.
- ٣ - قد يحدث ثلاث أنواع من الشروخ

شروخ انكماش لوجود تغيير للحركة
شروخ التمدد والانكماش الحرارى
شروخ سرطانة فى المناطق الباردة

Design of formwork:

بما أن عملية تصميم الشدات هي عملية هندسية هامة لأنها إن لم تتم بسلامة قد تؤدي إلى كوارث ولذلك يجب عمل تصميم جيد للشدّة.

خطوات تصميم الشدة :

- ١ - حساب الأحمال الواقعة على الشدة *Loads*
- ٢ - توزيع هذه الأحمال على العناصر المختلفة *Load Distribution*
- ٣ - عمل تحليل إنشائي لكل عنصر (*Structural analysis (S.F.D., B.M.D. & deflection)*)
- ٤ - اختبار الأبعاد المناسبة للعنصر *Dimensioning*
- ٥ - عمل تصميم للعنصر للتأكد من أن الأبعاد المفروضة تتحمل الإجهادات بأمان *Check design comptability* وهذه الخطوة تتم تبعا للـ *Design criteria* المتبعة
- ٦ - عمل تفاصيل لعناصر الشدة *Detailing & shop drawing*

Loads:

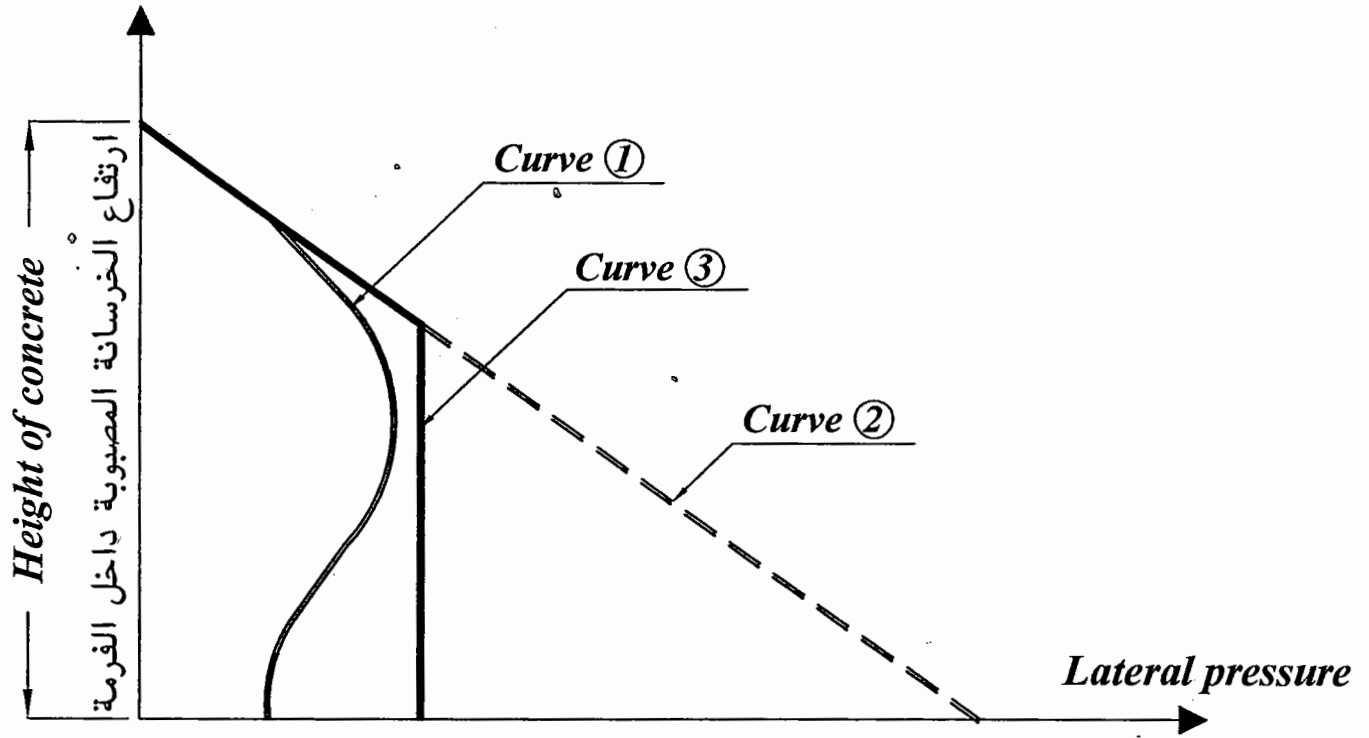
A- Vertical Loads:

- 1- Own weight of formwork.
- 2- Weight of reinforcement.
- 3- Weight of fresh concrete.
- 4- Weight of casting labor and equipment
 - For ordinary concrete pouring = 200 kg/m^2
 - For using concrete pump = 500 kg/m^2 & will be multiplied with an impact factor [$I = 1.10 - 1.20$]
- 5- Parts of higher floors.

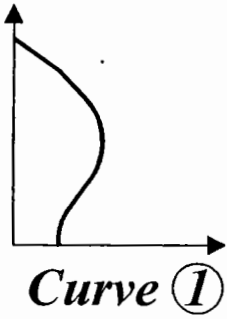
B- Horizontal Loads:

- Wind and earthquake, it should be
 - Not less than 2 % vertical loads
 - Not less than 0.20 t/m

C- Lateral Concrete Pressure:

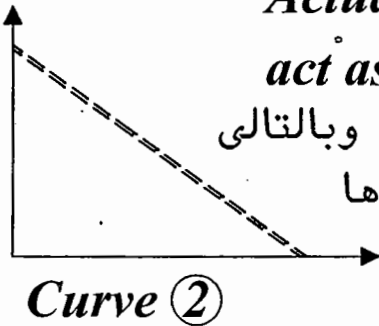


Typical envelop of pressure on formwork if concrete doesn't act as fluid



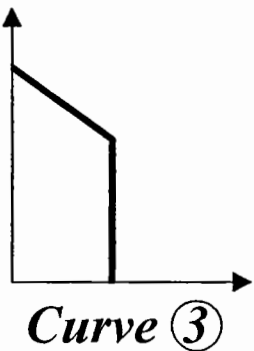
هذا المنحنى يدل على أنه بعد صب الخرسانة ينزل الركام لأسفل مما يقلل الضغط الجانبي في الجزء العلوي. وهذا المنحنى يعبر عن الضغط الحقيقي للخرسانة.

Actual & design envelop of pressure if concrete act as fluid



هذا المنحنى يعبر عن الضغط الحقيقي الناتج عن أى سائل وبالتالي هذا المنحنى يعبر عن الضغط الناتج عن الخرسانة باعتبارها سائل وهذا لا يعتبر تمثيل حقيقى لضغطك الخرسانة.

Design pressure envelop for non fluid cases



هذا هو المنحنى التصميمى الذى يستخدم للحصول على الضغط الجانبي المستخدم فى تصميم الشدة وهذا المنحنى يمكن تحويله إلى معادلة كما يلى.

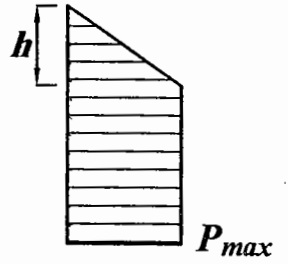
According to ACI Committee:

$$\text{Lateral Pressure} = P = w \times h$$

where:

$$w = \text{Unit weight of concrete} = \gamma = 2.4 \text{ t/m}^3$$

$$h = \text{Depth of plastic concrete}$$



يتم حساب ضغط الخرسانة كأنه ماء γh حتى تصل قيمة P الى P_{max} بعد ذلك يصبح الضغط خط مستقيم.

For the case of ordinary portland cement, no admixtures, slump < 10 cm, normal internal vibration, the following formules may be used

$$2.4 \text{ t/m}^2 < P_{max} < 10 \text{ t/m}^2$$

For Placement rate (R) < 2 m/hr

$$P_{max} = 0.754 + \frac{149.40 R}{32 + 1.8 T} \text{ t/m}^2$$

For Placement rate (R) < 3 m/hr

$$P_{max} = 0.754 + \frac{46.48 R}{32 + 1.8 T} + \frac{218.3}{32 + 1.8 T} \text{ t/m}^2$$

where:

R = Rate of placement

T = Temperature

NOTE

دائماً نأخذ γ للخرسانة اللدنة في حساب الضغط الجانبي = 2400 kg/m^3

دائماً نأخذ γ للخرسانة المتصلده في حساب الاحمال الرأسية = 2500 kg/m^3
يتم إعطاء المعادلات في الامتحان

عند استخدام الوحدات بال kg/m^2 يتم استخدام القوانين التالية

$$2400 \text{ kg/m}^2 < P_{max} < 10000 \text{ kg/m}^2$$

1- Walls:

Placement rate < 2 m/hr

$$P_{max} = 5.03 (150 + 9000 \frac{3.3 R}{32 + 1.8 T}) \cdot \text{kg/m}^2$$

2 m/hr < Placement rate < 3 m/hr

$$P_{max} = 5.03 (150 + \frac{43400}{32 + 1.8 T} + 2800 \frac{3.3 R}{32 + 1.8 T}) \text{ kg/m}^2$$

where:

R = Rate of placement

T = Temperature

2- Columns:

$$P_{max} = 5.03 (150 + 9000 \frac{3.3 R}{32 + 1.8 T}) \text{ kg/m}^2$$

Own Weight of Slabs

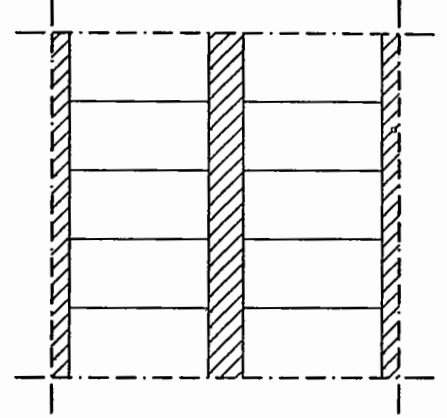
لحساب وزن البلاطة

Soild Slab

$$W_{o.w.} = t_s \delta_c$$

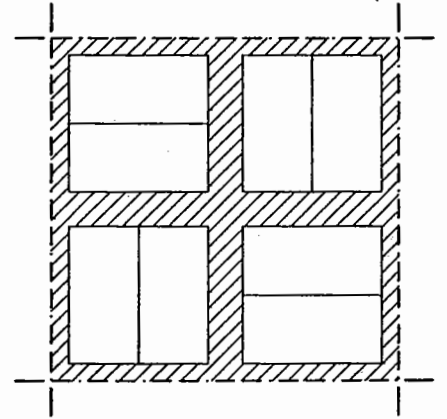
One way Hollow Blocks

$$W_{o.w.} = t_s \delta_c + 2(b h \times \delta_c) + 10 \left(\frac{O.W. \text{ block}}{1000} \right)$$



Two way Hollow Blocks

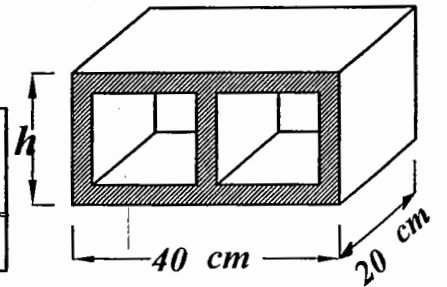
$$W_{o.w.} = t_s \delta_c + 2(b h \times 1.8 \times \delta_c) + 8 \left(\frac{O.W. \text{ block}}{1000} \right)$$



أوزان البلوكات

$$h = 15 \text{ cm or } 20 \text{ cm or } 25 \text{ cm}$$

h (ارتفاع البلوك)	15 cm	20 cm	25 cm
weight (وزن البلوك)	100 N	150 N	200 N



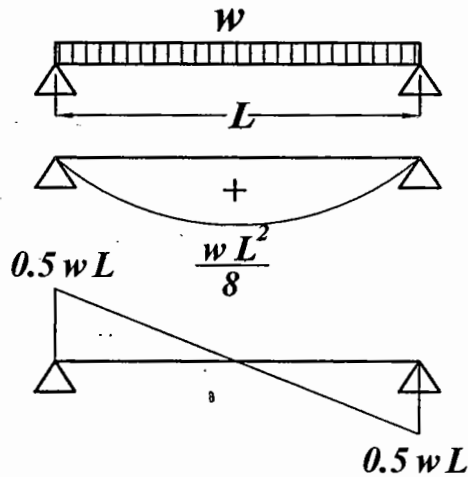
Structural analysis:

For Simple Span:

$$M_{max.} = \frac{w L^2}{8}$$

$$V_{max.} = 0.5 w L$$

$$\Delta_{max.} = \frac{5}{384} \times \frac{w L^4}{E I}$$

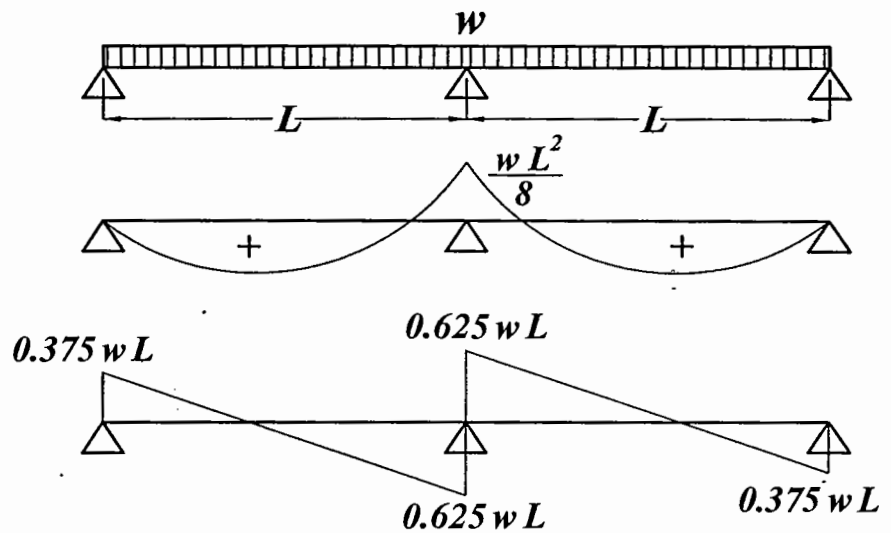


For two Span:

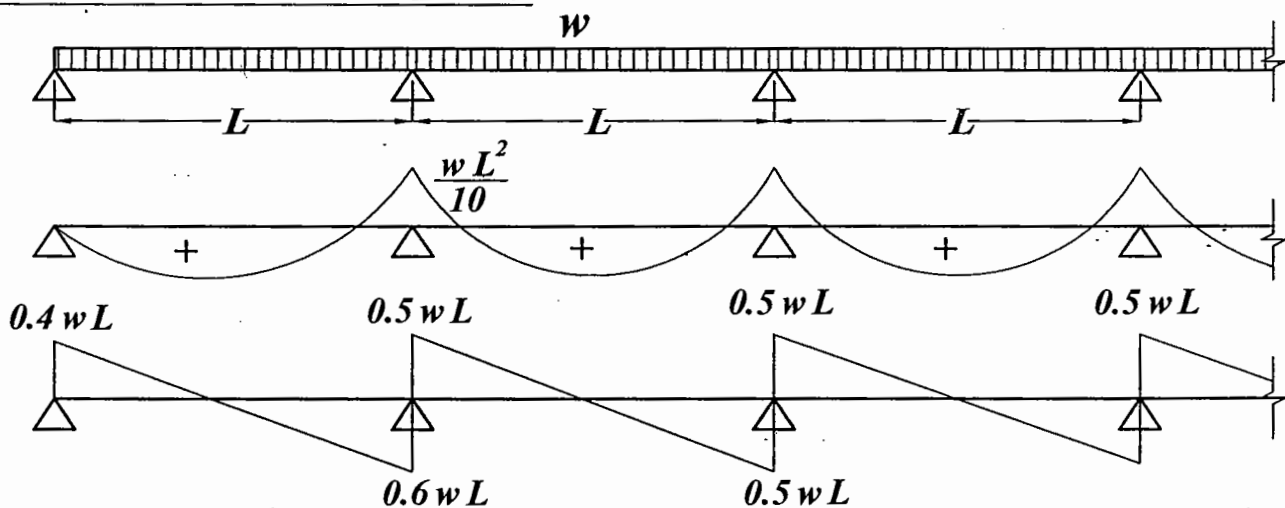
$$M_{max.} = \frac{w L^2}{8}$$

$$V_{max.} = 0.625 w L$$

$$\Delta_{max.} = \frac{1}{185} \times \frac{w L^4}{E I}$$



For three spans or more:



$$M_{max.} = \frac{w L^2}{10}$$

$$V_{max.} = 0.6 w L$$

$$\Delta_{max.} = \frac{1}{145} \times \frac{w L^4}{E I}$$

NOTE

يتم تصميم الشدة في المسألة على أنها 3 spans or more ما لم يحدد عدد البواكي

Design Criteria:

تعتمد فكرة تصميم الشدات على حساب إجهادات الانحناء والقص والتأكد من أنها أقل من مقاومة القطاعات سواء الخشبية أو المعدنية طبقاً لنوع الشدة بالإضافة إلى التأكد من أن الـ *deflection* أقل من المسموح به.

i.e Design is made using working stress design

(i) *Working Bending stress* \nless *Allowable Bending stress*

(ii) *Working Shear stress* \nless *Allowable Shear stress*

(iii) *Deflection* \nless $\frac{\text{Span}}{240 - 360}$

تكون قيم الـ *allowable bending & shear stresses* معطاه فى المسألة وتكون فى الحدود الآتية

For moderate strength wood:

- *Allowable bending stress* = 60 - 100 kg/cm²

- *Allowable shear stress* = 7 - 12 kg/cm²

- *Allowable axial compression* = least of $\left\{ \begin{array}{l} 0.7 \times \text{All. bending stress} \\ \frac{0.3 E}{(L/d)^2} \text{ (to avoid buckling)} \end{array} \right.$

- *Young's modulus* \simeq 90 - 100 t/cm²

المطلوب فى تصميم الفرص والشدات الآتى

١ - حساب المسافة بين ألواح التطريح والمسافة بين ألواح التعريق وكذلك المسافة بين القوائم.

٢ - اختيار قطاعات مناسبة لكل عنصر على حدة.

٣ - التأكد من أن القطاعات التى تم اختيارها مع المسافات المناسبة تحقق إجهادات أقل من المسموح بها.

Example (1):

Design different wooden form elements used for construction of reinforced flat slab with 20 cm thickness and height of the form is 3.0 m. The project specifications states that the max. deflection value should be the least of (1.5 mm OR $\frac{\text{Span}}{360}$)

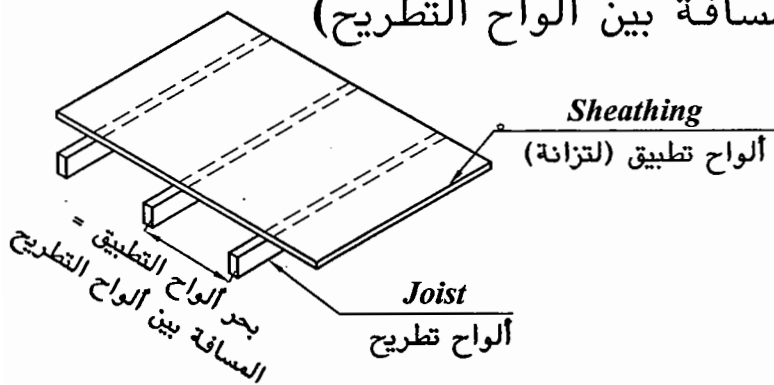
Draw to scale 1:20 an elevation showing the elements of the form

Given:

- Available wood sizes are: 4" × 4", 1" × 4", 2" × 4", 2" × 6"
- Young's modulus of wood = 90 t/cm²
- Allowable bending stress for wood = 80 kg/cm²
- Allowable shear stress for wood = 9 kg/cm²
- Allowable axial compression = least of $\left\{ \begin{array}{l} 0.7 \times \text{All. bending stress} \\ \frac{0.3 E}{(L/d)^2} \end{array} \right.$

Solution:

- ١ - فرض قطاع لألواح التطبيق (*Sheathing*) وحساب أقصى بحر مقابل لهذه الأبعاد (بحر ألواح التطبيق = المسافة بين ألواح التطريخ)



- ٢ - فرض قطاع لألواح التطريخ (*Joist*) وحساب أقصى بحر مقابل لهذه الأبعاد (بحر ألواح التطريخ = المسافة بين ألواح التعريق)

- ٣ - فرض قطاع لألواح التعريق (*Stringer*) وحساب أقصى بحر مقابل لهذه الأبعاد (بحر ألواح التعريق = المسافة بين القوائم)

- ٤ - فرض أبعاد للقوائم وعمل *Check* بناء على المسافة المحسوبة من الخطوة السابقة

1 - Sheathing span [Joist spacing]:

تستخدم ألواح $1'' \times 4''$ ($2.5 \times 10.0 \text{ cm}$) . ألواح التطبيق المتاحة يكون طولها في حدود ٣-٤ م ويفضل أن يكون المسافة بين ألواح التطريخ أقل من ١ م وبالتالي يكون عدد بحورها فوق ألواح التطريخ أكبر من ٣ بحور .

Loads:

يتم فرض الأحمال بالقيم الآتية أو تكون معطاه في السؤال

$$\text{Dead load of slab} = t_s \gamma_c = 0.20 \times 2.5 = 0.50 \text{ t/m}^2$$

$$\text{O.W. of shuttering} = 30.0 - 60.0 \text{ kg/m}^2 \simeq 40.0 \text{ kg/m}^2$$

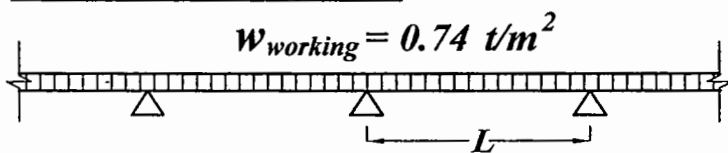
$$\text{Live load on slab} = 200 \text{ kg/m}^2$$

$$\rightarrow W_{\text{working}} = 0.50 + 0.04 + 0.20 = 0.74 \text{ t/m}^2$$

$$\rightarrow \text{Use } 1'' \times 4'' = 2.5 \text{ cm} \times 10.0 \text{ cm}$$

يتم تصميم شريحة بعرض ١ م من ألواح التطبيق

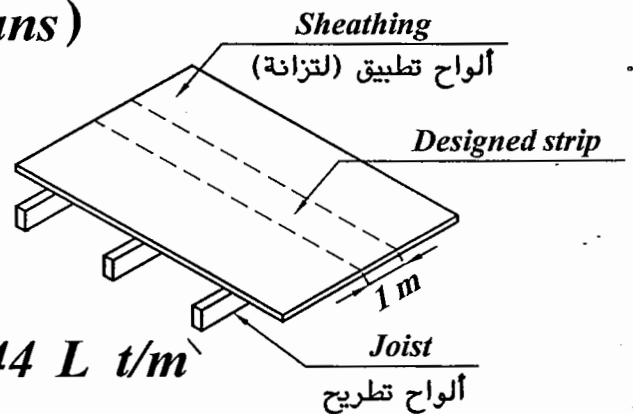
Straining actions: (more than 3 spans)



$$M_{\text{max.}} = \frac{w L^2}{10} = 0.074 L^2 \text{ m.t/m}$$

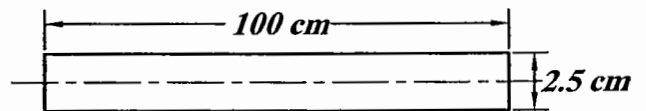
$$V_{\text{max.}} = 0.6 w L = 0.6 \times 0.74 L = 0.44 L \text{ t/m}$$

$$\Delta_{\text{max.}} = \frac{1}{145} \times \frac{w L^4}{E I}$$



Flexure requirements:

$$M_{\text{max.}} = \frac{w L^2}{10} = 0.074 L^2 \text{ m.t/m}$$



$$F = \frac{M}{Z} \leq F_{\text{all.}} \quad \& \quad F_{\text{all.}} = 80 \text{ kg/cm}^2 = 800 \text{ t/m}^2$$

$$Z = \frac{b t^2}{6} = \frac{1.0 \times 0.025^2}{6} = 1.04 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$\rightarrow F = \frac{M}{Z} = F_{\text{all.}}$$

$$= \frac{0.074 L^2}{1.04 \times 10^{-4}} = 800$$

$$\underline{\underline{L = 1.06 \text{ m}}}$$

— (1)

Shear requirements:

$$V_{max.} = 0.44 L \text{ t/m}$$

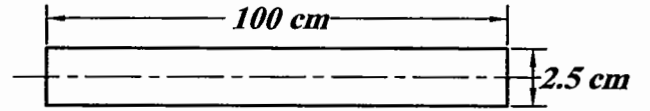
$$F = \frac{3}{2} \times \frac{V}{A} \leq F_{all.} \quad \& \quad F_{all.} = 9 \text{ kg/cm}^2 = 90 \text{ t/m}^2$$

$$\rightarrow F = \frac{3}{2} \times \frac{V}{A} = F_{all.}$$

$$= \frac{3}{2} \times \frac{0.44 L}{1.0 \times 0.025} = 90 \quad \underline{\underline{L = 3.41 m}} \quad \text{--- (2)}$$

Deflection requirements:

$$\Delta_{max.} = \frac{1}{145} \times \frac{w L^4}{E I}$$



$$I = \frac{b t^3}{12} = \frac{1.0 \times 0.025^3}{12} = 1.30 \times 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$E = 90 \text{ t/cm}^2 = 90 \times 10^4 \text{ t/m}^2$$

$$\Delta_{max.} = \frac{1}{145} \times \frac{0.74 L^4}{90 \times 10^4 \times 1.30 \times 10^{-6}} = 4.36 \times 10^{-3} L^4 \text{ m}$$

$$\Delta_{max.} \leq \Delta_{all.} \quad \& \quad \Delta_{all.} = \text{least of} \begin{cases} 1.5 \text{ mm} \\ \frac{\text{Span}}{360} \end{cases}$$

$$\rightarrow 4.36 \times 10^{-3} L^4 = 0.0015 \quad \underline{\underline{L = 0.76 m}} \quad \text{--- (3)}$$

$$\rightarrow 4.36 \times 10^{-3} L^4 = \frac{L}{360} \quad \underline{\underline{L = 0.86 m}} \quad \text{--- (4)}$$

Take least of 1, 2, 3 and 4

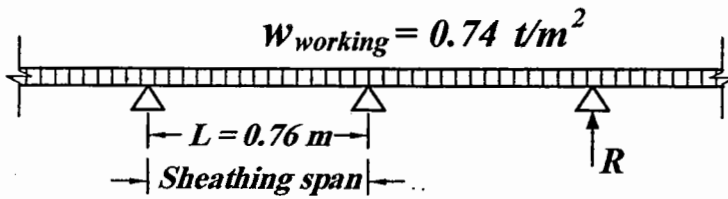
$$\boxed{L = 0.76 m}$$

NOTE

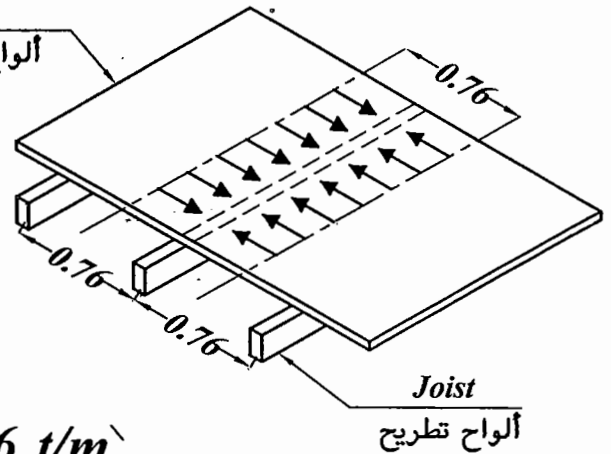
هذه الخطوة حددت أن أقصى مسافة بين ألواح التطريح = ٧٦ سم فمثلا لو كان طول ألواح التطبيق المتاحة = ٤ م اذا عدد الباكيات = $\frac{4}{0.25} = 16$ وبحور وبالتالي تكون بحور الباكيات الداخلية = ٧٠ سم والخارجية = ٦٠ سم ولكن للتسهيل يتم استخدام ال ٧٦ سم في باقى حسابات المسألة.

2 - Joist span [Stringer spacing]:

Loads:



Sheathing
ألواح تطبيق (لتزانة)



$w_{Joist} = \text{Reaction of sheathing}$

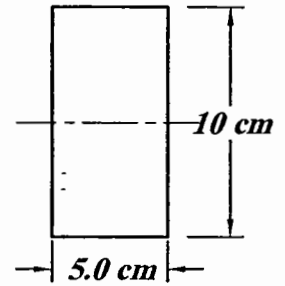
$$= w \times L = 0.74 \times 0.76 = 0.56 \text{ t/m}$$

→ Use $2'' \times 4'' = 5.0 \text{ cm} \times 10.0 \text{ cm}$

$$A = b t = 0.10 \times 0.05 = 0.005 \text{ m}^2$$

$$I = \frac{b t^3}{12} = \frac{0.05 \times 0.10^3}{12} = 4.167 \times 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$Z = \frac{b t^2}{6} = \frac{0.05 \times 0.10^2}{6} = 8.33 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$



Flexure requirements:

$$M_{max.} = \frac{w L^2}{10} = 0.056 L^2 \text{ m.t}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow F &= \frac{M}{Z} = F_{all.} \\ &= \frac{0.056 L^2}{8.33 \times 10^{-5}} = 800 \end{aligned}$$

$$\underline{\underline{L = 1.09 \text{ m}}} \quad \text{--- (1)}$$

Shear requirements:

$$V_{max.} = 0.6 w L = 0.6 \times 0.56 L = 0.34 L \text{ t}$$

$$\rightarrow F = \frac{3}{2} \times \frac{V}{A} = F_{all.}$$

$$= \frac{3}{2} \times \frac{0.34 L}{0.005} = 90$$

$$\underline{\underline{L = 0.88 \text{ m}}} \quad \text{--- (2)}$$

Deflection requirements:

$$\Delta_{max.} = \frac{1}{145} \times \frac{w L^4}{E I}$$

$$= \frac{1}{145} \times \frac{0.56 L^4}{90 \times 10^4 \times 4.167 \times 10^{-6}} = 1.03 \times 10^{-3} L^4 \text{ m}$$

$$\rightarrow 1.03 \times 10^{-3} L^4 = 0.0015 \quad \underline{\underline{L = 1.09 \text{ m}}} \quad \text{--- (3)}$$

$$\rightarrow 1.03 \times 10^{-3} L^4 = \frac{L}{360} \quad \underline{\underline{L = 1.39 \text{ m}}} \quad \text{--- (4)}$$

Take least of 1, 2, 3 and 4

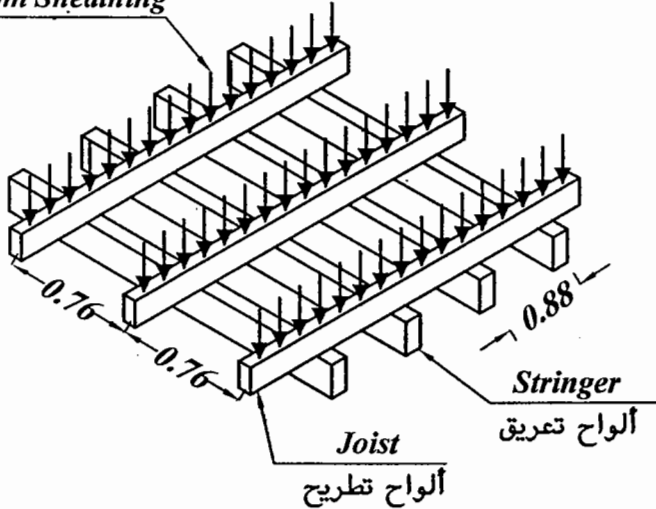
$$\boxed{L = 0.88 \text{ m}}$$

3 - Stringer span [Shores spacing]:

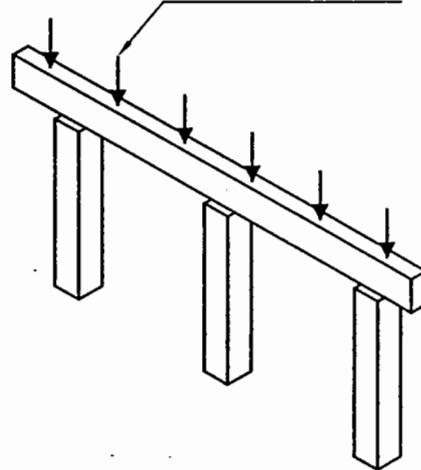
Loads:

المفروض الأحمال المنقولة من ال *Joist* إلى ال *Stringer* تكون أحمال مركزة ولكن للتسهيل يمكن اعتبارها أحمال موزعة منقولة من ال *Sheathing* مباشرة

Load from Sheathing

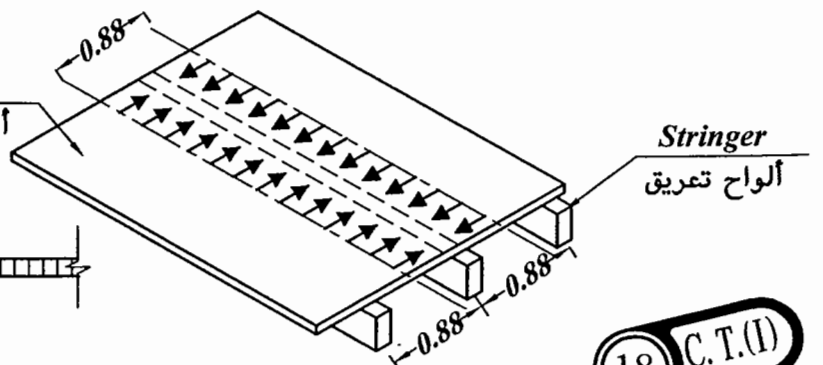
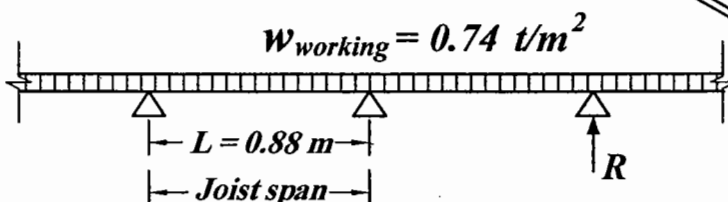


Load from Joist



Sheathing

ألواح تطبيق (لتزانة)



$w_{\text{Stringer}} = \text{Reaction of sheathing}$

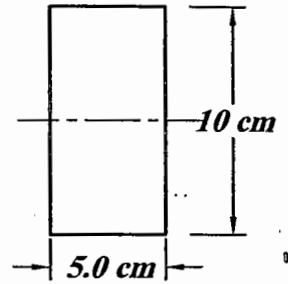
$$= w \times L = 0.74 \times 0.88 = 0.65 \text{ t/m}$$

→ Use $2'' \times 4'' = 5.0 \text{ cm} \times 10.0 \text{ cm}$

$$A = b t = 0.10 \times 0.05 = 0.005 \text{ m}^2$$

$$I = \frac{b t^3}{12} = \frac{0.05 \times 0.10^3}{12} = 4.167 \times 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$Z = \frac{b t^2}{6} = \frac{0.05 \times 0.10^2}{6} = 8.33 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$



Flexure requirements:

$$M_{\text{max.}} = \frac{w L^2}{10} = 0.065 L^2 \text{ m.t}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow F &= \frac{M}{Z} = F_{\text{all.}} \\ &= \frac{0.065 L^2}{8.33 \times 10^{-5}} = 800 \end{aligned} \quad \underline{\underline{L = 1.01 \text{ m}}} \quad \text{--- (1)}$$

Shear requirements:

$$V_{\text{max.}} = 0.6 w L = 0.6 \times 0.65 L = 0.39 L \text{ t}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow F &= \frac{3}{2} \times \frac{V}{A} = F_{\text{all.}} \\ &= \frac{3}{2} \times \frac{0.39 L}{0.005} = 90 \end{aligned} \quad \underline{\underline{L = 0.76 \text{ m}}} \quad \text{--- (2)}$$

Deflection requirements:

$$\begin{aligned} \Delta_{\text{max.}} &= \frac{1}{145} \times \frac{w L^4}{E I} \\ &= \frac{1}{145} \times \frac{0.65 L^4}{90 \times 10^4 \times 4.167 \times 10^{-6}} = 1.195 \times 10^{-3} L^4 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\rightarrow 1.195 \times 10^{-3} L^4 = 0.0015 \quad \underline{\underline{L = 1.06 \text{ m}}} \quad \text{--- (3)}$$

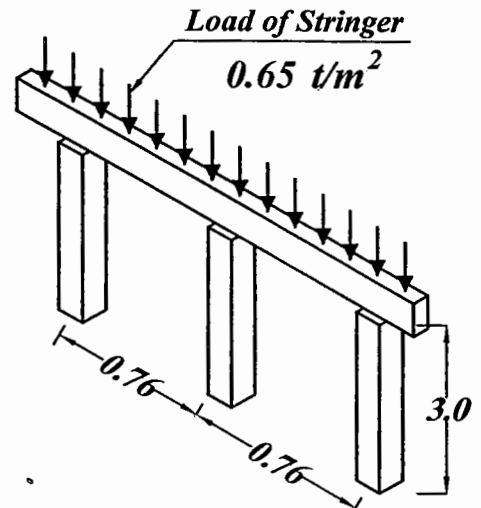
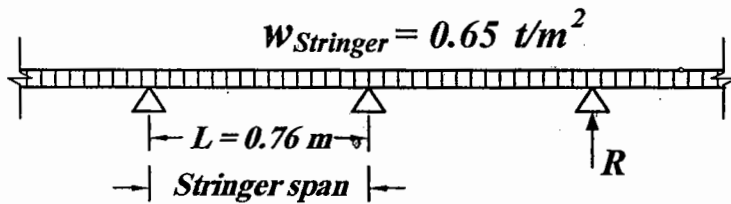
$$\rightarrow 1.195 \times 10^{-3} L^4 = \frac{L}{360} \quad \underline{\underline{L = 1.32 \text{ m}}} \quad \text{--- (4)}$$

Take least of 1, 2, 3 and 4

$$\boxed{L = 0.76 \text{ m}}$$

4 - Shores:

Loads:



$P = \text{Reaction of stringers}$

$$= w \times L = 0.65 \times 0.76 = 0.49 \text{ t/m}$$

→ Use $4'' \times 4'' = 10.0 \text{ cm} \times 10.0 \text{ cm}$

Check axial compression:

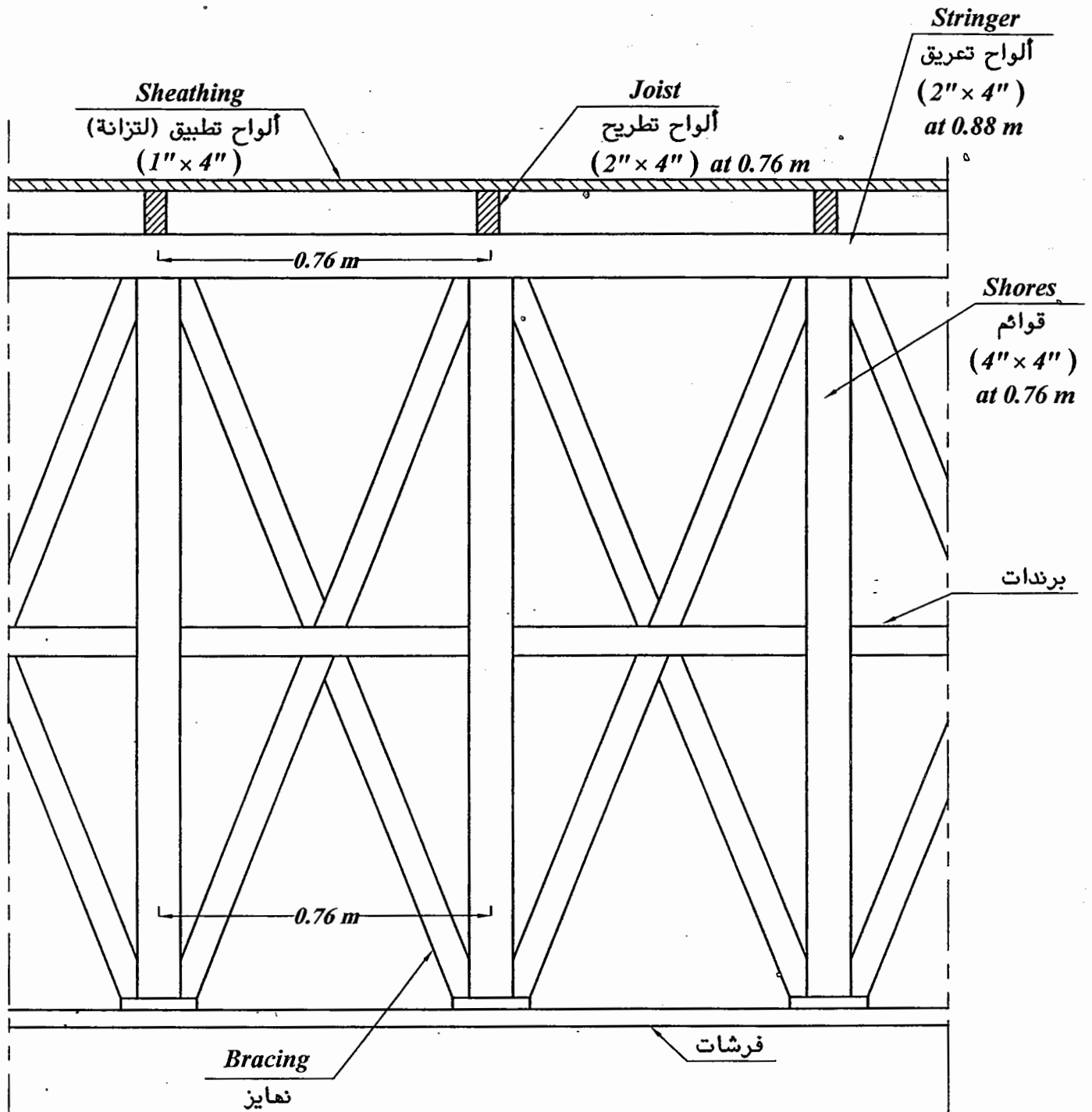
$$F_{actual} = \frac{P}{A} = \frac{0.49}{0.10 \times 0.10} = 49.0 \text{ t/m}^2$$

$$F_{all.} = \text{least of} \begin{cases} 0.7 \times \text{All. bending stress} = 0.7 \times 800 = 560 \text{ t/m}^2 \\ \frac{0.3 E}{(L/d)^2} = \frac{0.3 \times 90 \times 10^4}{(3/0.1)^2} = 300 \text{ t/m}^2 \end{cases}$$

$$\rightarrow F_{all.} = 300 \text{ t/m}^2 \geq F_{actual}$$

O.K.
Safe

Elevation to show the elements of the form:



Example (2):

Design different wooden form elements used for construction of reinforced wall with height of 3.6 m.

Draw to scale 1:20 an elevation showing the elements of the form

Given:

- Available wood sizes are: $2.0\text{ cm} \times 10.0\text{ cm}$ (For Sheathing)
 $5.0\text{ cm} \times 10.0\text{ cm}$ (For Studs)
 $10.0\text{ cm} \times 10.0\text{ cm}$ (For Wales)
- Young's modulus of wood = 90 t/cm^2
- Allowable bending stress for wood = 70 kg/cm^2
- Allowable shear stress for wood = 9 kg/cm^2
- Allowable axial compression for wood = least of $\left\{ \begin{array}{l} 0.7 \text{ flexure} \\ \frac{0.3 E}{(L/d)^2} \end{array} \right.$
- Allowable deflection = $\frac{L}{240}$
- Rate of placement = 1 m/hr
- Temperature = 30° C

$$P_{max} = 5.03 \left(150 + 9000 \frac{3.3 R}{32 + 1.8 T} \right) \text{ kg/m}^2$$

Solution:

١ - فرض قطاع لألواح التطبيق (*Sheathing*) وحساب أقصى مسافة بين ال Studs (*Sheathing span = Studs spacing*)

٢ - فرض قطاع لل Studs وحساب أقصى مسافة مقابلة لهذا القطاع بين ال Wales (*Studs span = Wales spacing*)

٣ - فرض قطاع لل Wales وحساب أقصى مسافة مقابلة لهذا القطاع بين ال Ties (*Wales span = Ties spacing*)

٥ - تصميم ال Bracing

٤ - تصميم ال Ties

1 - Sheathing design:

Loads:

هنا الأحمال المؤثرة على ألواح التطبيق هي ضغط الخرسانة الجانبى فقط
Lateral concrete pressure. يتم حساب الضغط المؤثر على شريحة 1 م

$$P_{max} = 5.03 \left(150 + 9000 \frac{3.3R}{32 + 1.8T} \right)$$

$$P_{max} = 5.03 \left(150 + 9000 \frac{3.3 \times 1}{32 + 1.8 \times 30} \right) = 2491 \text{ kg/m}^2$$

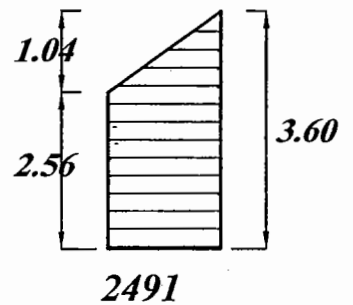
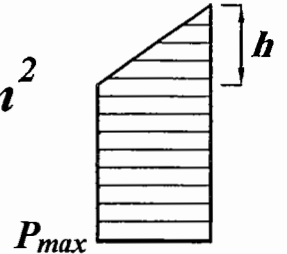
$$2400 \text{ kg/m}^2 < P_{max} < 10000 \text{ kg/m}^2$$

O.K.

To get h

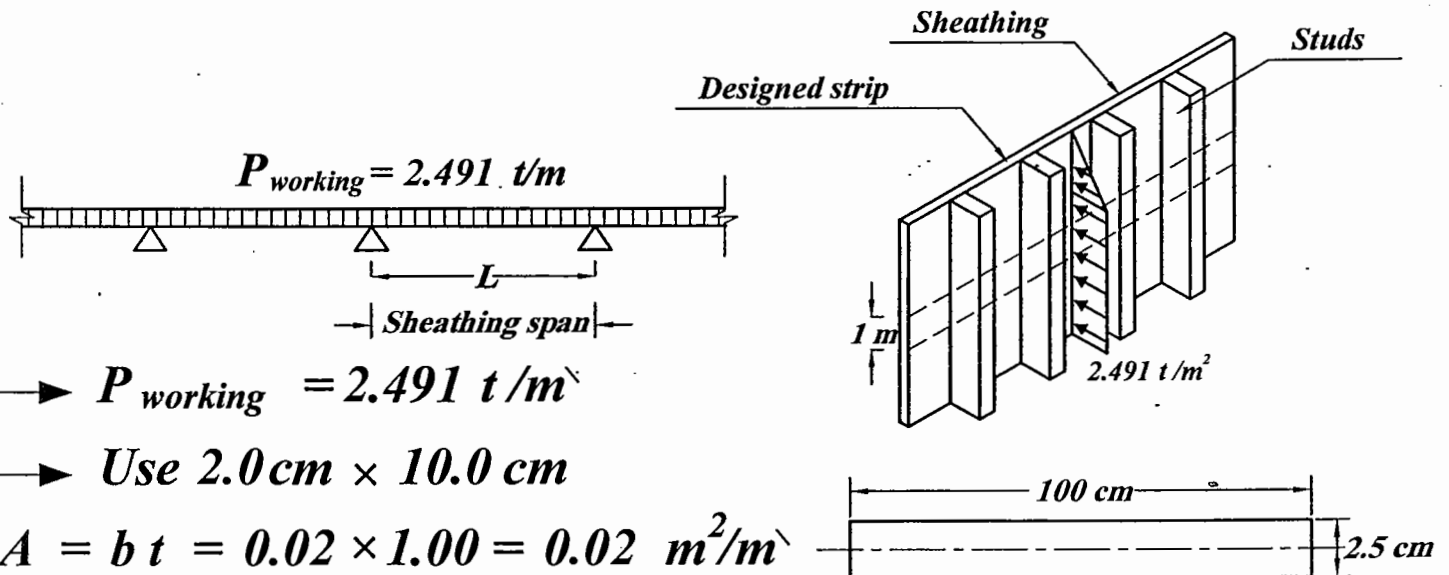
$$P = \gamma \times h = P_{max}$$

$$2400 \times h = 2491 \rightarrow h = 1.04 \text{ m}$$



NOTE

دائماً نأخذ γ للخرسانة اللدنة فى حساب الضغط الجانبى = 2400 kg/m^3
 دائماً نأخذ γ للخرسانة المتصلدة فى حساب الاحمال الرأسية = 2500 kg/m^3



$$\rightarrow P_{working} = 2.491 \text{ t/m}$$

$$\rightarrow \text{Use } 2.0 \text{ cm} \times 10.0 \text{ cm}$$

$$A = b t = 0.02 \times 1.00 = 0.02 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$I = \frac{b t^3}{12} = \frac{1.00 \times 0.02^3}{12} = 6.67 \times 10^{-7} \text{ m}^4/\text{m}$$

$$Z = \frac{b t^2}{6} = \frac{1.00 \times 0.02^2}{6} = 6.67 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{m}$$

Flexure requirements:

$$M_{max.} = \frac{P L^2}{10} = \frac{2.491 L^2}{10} = 0.2491 L^2 \text{ m.t}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow F &= \frac{M}{Z} = F_{all.} \\ &= \frac{0.2491 L^2}{6.67 \times 10^{-5}} = 700 \quad \underline{\underline{L = 0.43 \text{ m}}} \quad \text{---(1)} \end{aligned}$$

Shear requirements:

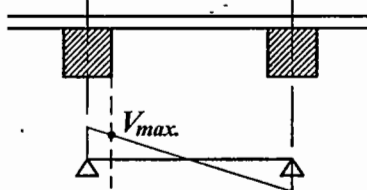
$$V_{max.} = 0.6 P L_{net} = 0.6 \times 2.491 L_{net} = 1.495 L_{net} \text{ t}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow F &= \frac{3}{2} \times \frac{V}{A} = F_{all.} \\ &= \frac{3}{2} \times \frac{1.495 L_{net}}{0.02} = 90 \quad L_{net} = 0.80 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow L &= L_{net} + \text{Support width (Width of Studs)} \\ &= 0.80 + 0.05 = 0.85 \text{ m} \quad \underline{\underline{L = 0.85 \text{ m}}} \quad \text{---(2)} \end{aligned}$$

NOTE

يتم استخدام L_{net} بدلا من L عند حساب اجهادات القص وذلك لان أقصى اجهاد للقص تكون عند وجه الـ *support*



Deflection requirements:

$$\begin{aligned} \Delta_{max.} &= \frac{1}{145} \times \frac{P L^4}{E I} \\ &= \frac{1}{145} \times \frac{2.491 L^4}{90 \times 10^4 \times 6.67 \times 10^{-7}} = 28.62 \times 10^{-3} L^4 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\rightarrow 28.62 \times 10^{-3} L^4 = \frac{L}{240} \quad \underline{\underline{L = 0.52 \text{ m}}} \quad \text{---(3)}$$

Take least of 1, 2 and 3

$$L = 0.43 \text{ m} \rightarrow \boxed{L = 0.40 \text{ m}}$$

$$\rightarrow \text{Spacing between studs} = 0.40 \text{ m}$$

2- Stud design:

Loads:

$$w = \text{Pressure /m}^2 \times \text{Spacing bet. studs}$$

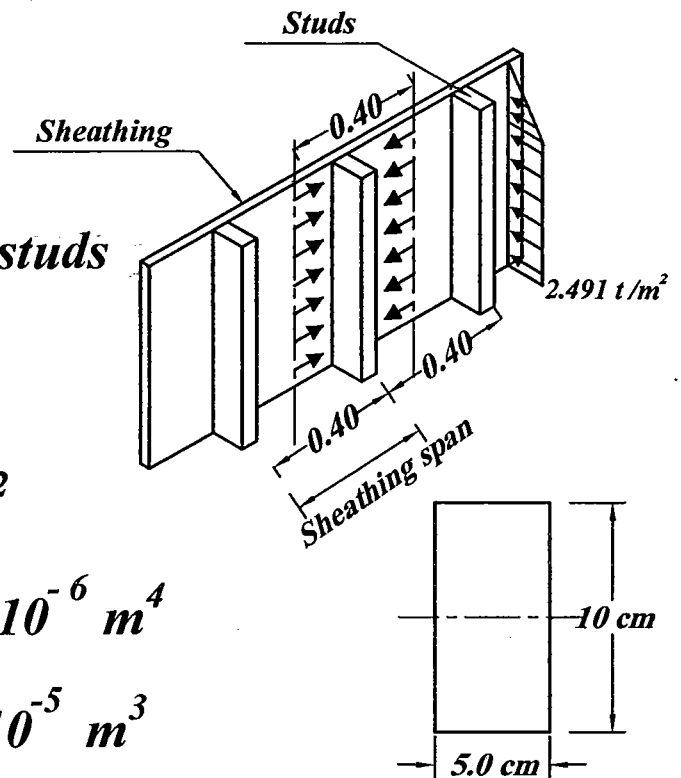
$$= 2.491 \times 0.40 = 0.996 \text{ t/m}$$

→ Use 5.0 cm × 10.0 cm

$$A = b t = 0.10 \times 0.05 = 0.005 \text{ m}^2$$

$$I = \frac{b t^3}{12} = \frac{0.05 \times 0.10^3}{12} = 4.167 \times 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$Z = \frac{b t^2}{6} = \frac{0.05 \times 0.10^2}{6} = 8.33 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$



Flexure requirements:

$$M_{max.} = \frac{w L^2}{10} = \frac{0.996 L^2}{10} = 0.0996 L^2 \text{ m.t}$$

$$\rightarrow F = \frac{M}{Z} = F_{all.}$$

$$= \frac{0.0996 L^2}{8.33 \times 10^{-5}} = 700$$

$$\underline{\underline{L = 0.76 \text{ m}}} \quad \text{--- (1)}$$

Shear requirements:

$$V_{max.} = 0.6 w L_{net} = 0.6 \times 0.996 L_{net} = 0.598 L_{net} \text{ t}$$

$$\rightarrow F = \frac{3}{2} \times \frac{V}{A} = F_{all.}$$

$$= \frac{3}{2} \times \frac{0.598 L_{net}}{0.005} = 90 \quad L_{net} = 0.50 \text{ m}$$

$$\rightarrow L = L_{net} + \text{Support width (Width of Wale)}$$

$$= 0.50 + 0.10 = 0.60 \text{ m} \quad \underline{\underline{L = 0.60 \text{ m}}} \quad \text{--- (2)}$$

Deflection requirements:

$$\Delta_{max} = \frac{1}{145} \times \frac{w L^4}{E I}$$

$$= \frac{1}{145} \times \frac{0.996 L^4}{90 \times 10^4 \times 4.167 \times 10^{-6}} = 1.83 \times 10^{-3} L^4 \text{ m}$$

$$\rightarrow 1.83 \times 10^{-3} L^4 = \frac{L}{240} \quad \underline{\underline{L = 1.31 \text{ m}}} \quad \text{--- (3)}$$

Take least of 1, 2 and 3

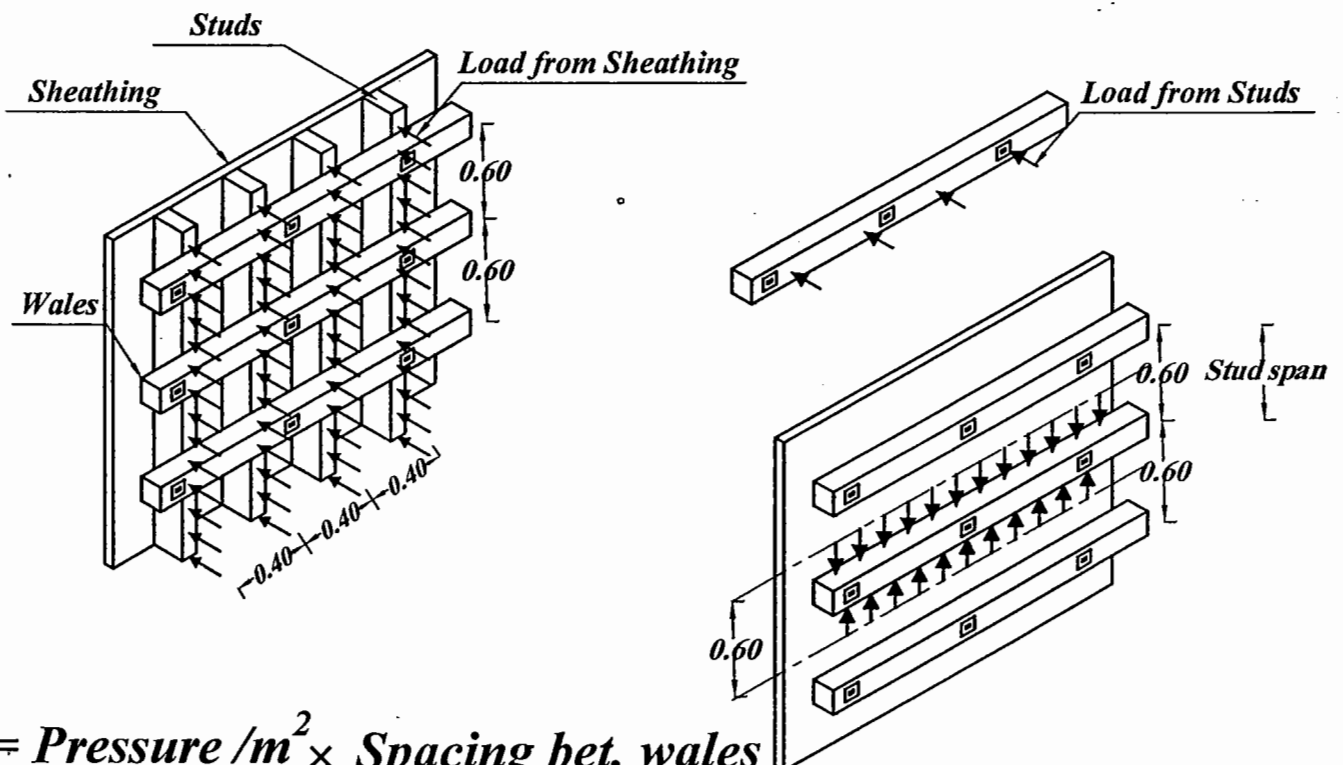
$$\boxed{L = 0.60 \text{ m}}$$

→ Spacing between wales = 0.60 m

3- Wale design:

Loads:

المفروض الأحمال المنقولة من ال *Stud* إلى ال *Wale* تكون أحمال مركزة ولكن للتسهيل يمكن اعتبارها أحمال موزعة منقولة من ال *Sheathing* مباشرة



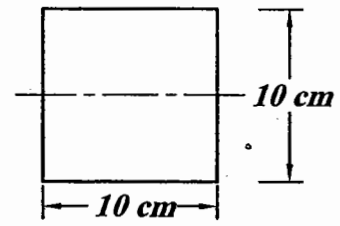
$$w = \text{Pressure /m}^2 \times \text{Spacing bet. wales}$$
$$= 2.491 \times 0.60 = 1.50 \text{ t/m}$$

→ Use $10.0 \text{ cm} \times 10.0 \text{ cm}$

$$A = b t = 0.10 \times 0.10 = 0.01 \text{ m}^2$$

$$I = \frac{b t^3}{12} = \frac{0.10 \times 0.10^3}{12} = 8.33 \times 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$Z = \frac{b t^2}{6} = \frac{0.10 \times 0.10^2}{6} = 1.67 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$



Flexure requirements:

$$M_{max.} = \frac{w L^2}{10} = \frac{1.50 L^2}{10} = 0.15 L^2 \text{ m.t}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow F &= \frac{M}{Z} = F_{all.} \\ &= \frac{0.15 L^2}{1.67 \times 10^{-4}} = 700 \quad \underline{\underline{L = 0.88 \text{ m}}} \quad \text{--- (1)} \end{aligned}$$

Shear requirements:

$$V_{max.} = 0.6 w L_{net} = 0.6 \times 1.50 L_{net} = 0.90 L_{net} \quad t$$

$$\begin{aligned} \rightarrow F &= \frac{3}{2} \times \frac{V}{A} = F_{all.} \\ &= \frac{3}{2} \times \frac{0.90 L_{net}}{0.01} = 90 \quad L_{net} = 0.66 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow L &= L_{net} + \text{Support width (Washer of Tie)} \\ &= 0.66 + 0.05 = 0.71 \text{ m} \quad \underline{\underline{L = 0.71 \text{ m}}} \quad \text{--- (2)} \end{aligned}$$

Deflection requirements:

$$\begin{aligned} \Delta_{max.} &= \frac{1}{145} \times \frac{w L^4}{E I} \\ &= \frac{1}{145} \times \frac{1.50 L^4}{90 \times 10^4 \times 8.33 \times 10^{-6}} = 1.38 \times 10^{-3} L^4 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\rightarrow 1.38 \times 10^{-3} L^4 = \frac{L}{240} \quad \underline{\underline{L = 1.45 \text{ m}}} \quad \text{--- (3)}$$

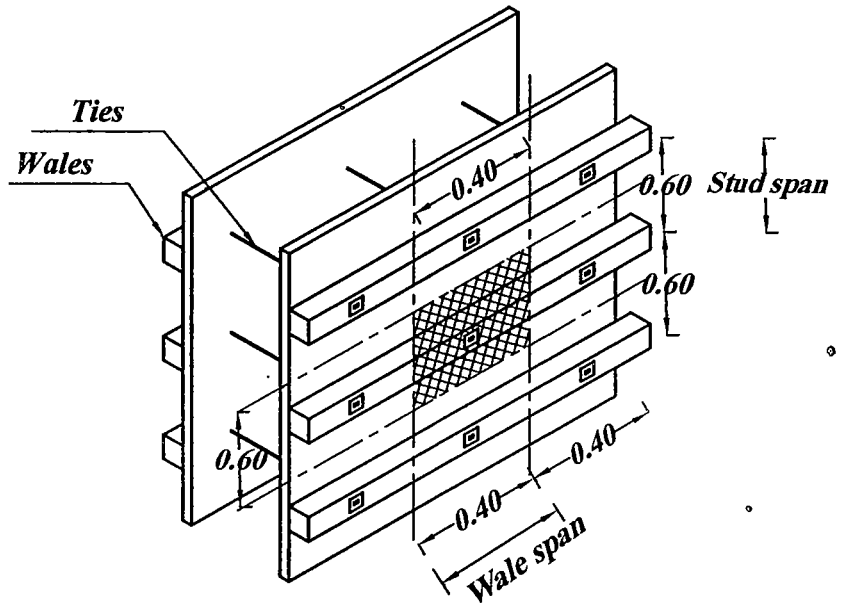
Take least of 1, 2 and 3

$$L = 0.71 \text{ m} \rightarrow \boxed{L = 0.70 \text{ m}}$$

→ Spacing between ties = 0.70 m

4- Tie design:

Loads:



$$\begin{aligned} \text{Tension} &= \text{Pressure /m}^2 \times \text{Wales span} \times \text{Stud span} \\ &= \text{Pressure /m}^2 \times \text{Spacing bet. ties} \times \text{Spacing bet. wales} \\ &= 2.491 \times 0.70 \times 0.60 = 1.05 \text{ t} \end{aligned}$$

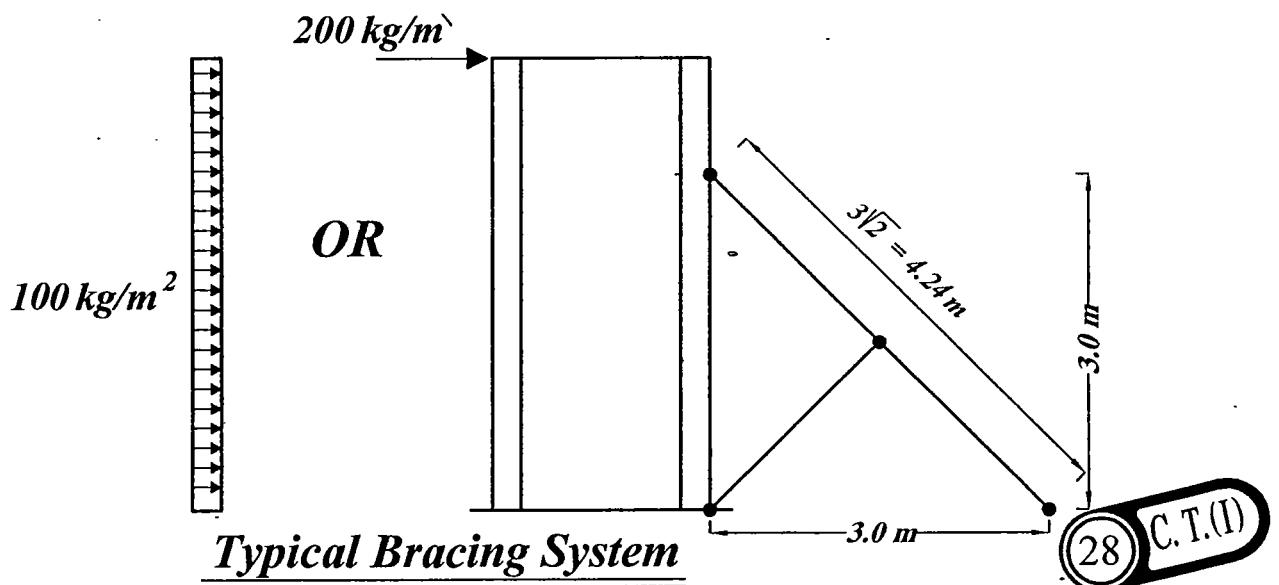
→ Select a tie with a capacity of at least 1.10 t

5- Bracing design:

Loads:

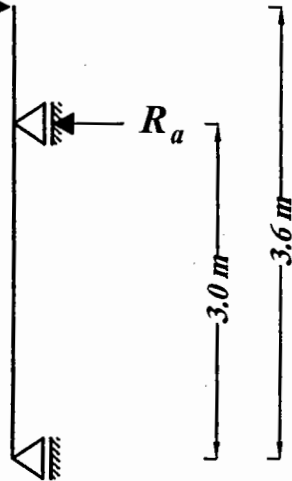
Bracing shall be designed to withstand the following forces as minimum:

- Wind load (distributed) = 100 kg/m^2
- Top horizontal load (line load) = 200 kg/m

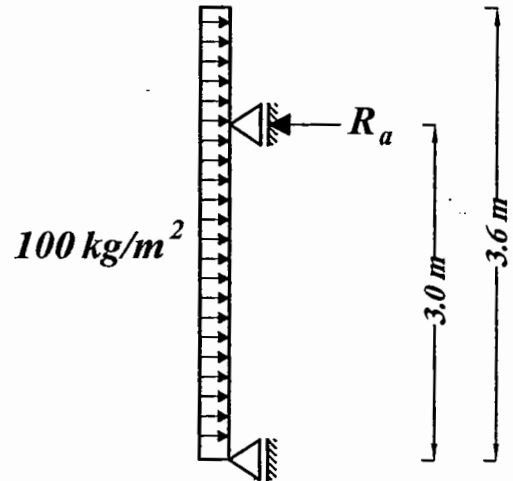


→ We shall try 2 loading cases to get the critical case

200 kg/m



OR



$$R_a \times 3.0 = 200 \times 3.6$$

$$\rightarrow R_a = 240 \text{ kg/m}$$

$$R_b \times 3.0 = 100 \times 3.6 \times \frac{3.6}{2}$$

$$\rightarrow R_b = 216 \text{ kg/m}$$

→ Design bracing on the most critical value = 240 kg/m

NOTE

Bracing members are designed as axially loaded members under compression

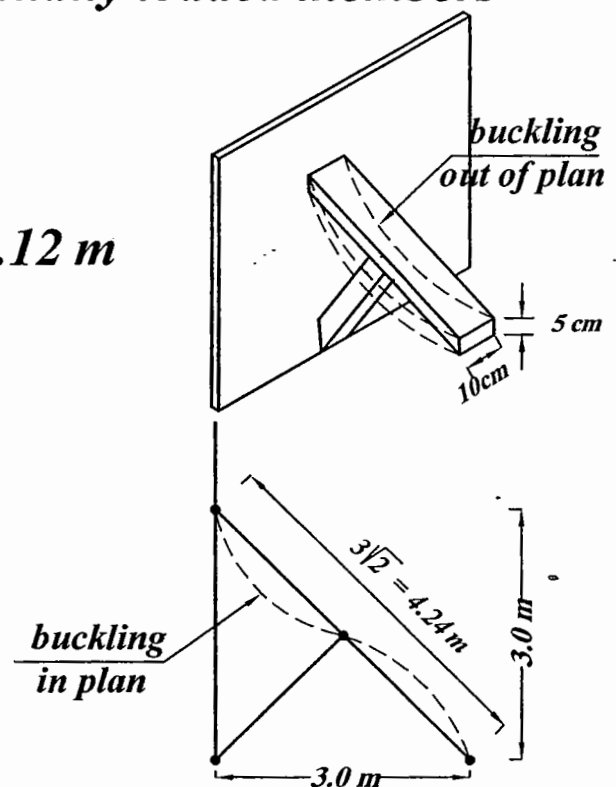
→ Use 5.0 cm × 10.0 cm

$$L_{\text{buckling in plan}} = \frac{L}{2} = \frac{4.24}{2} = 2.12 \text{ m}$$

$$L_{\text{buckling out of plan}} = L = 4.24 \text{ m}$$

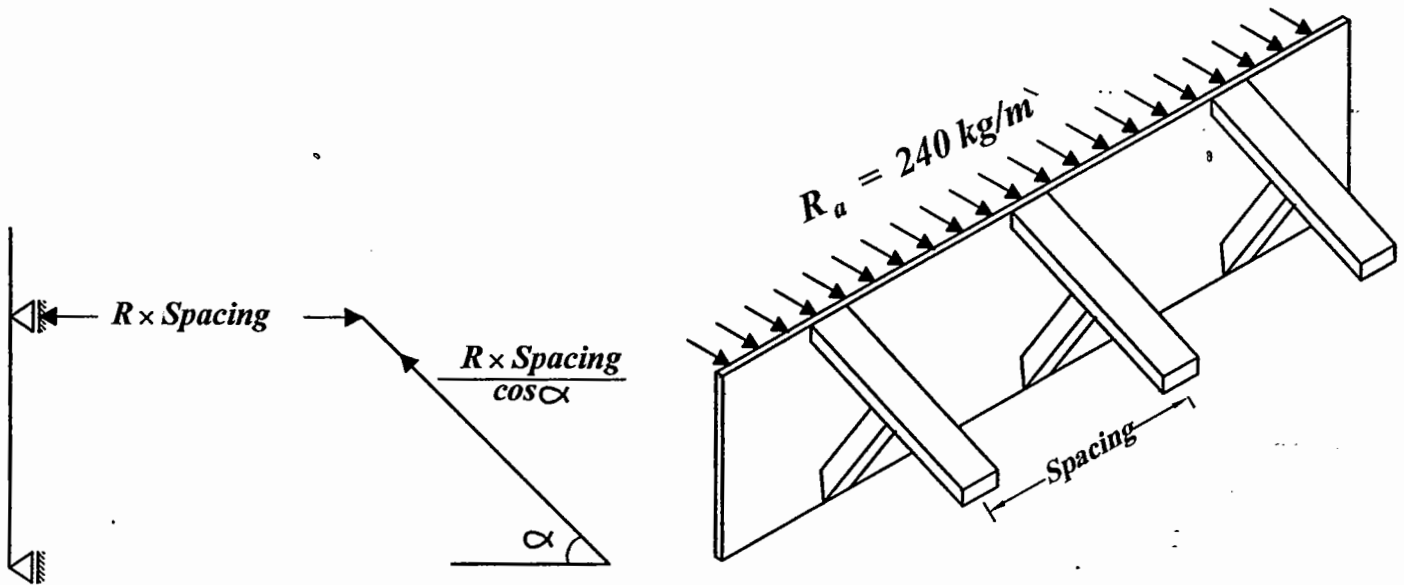
$$\rightarrow (L/d)_{\text{in plan}} = \frac{2.12}{0.05} = 42.4$$

$$(L/d)_{\text{out of plan}} = \frac{4.24}{0.10} = 42.4$$



$$F_{all.} = \text{least of} \begin{cases} 0.7 \times \text{All. bending stress} = 0.7 \times 700 = 490 \text{ t/m}^2 \\ \frac{0.3 E}{(L/d)^2} = \frac{0.3 \times 90 \times 10^4}{(42.4)^2} = 150 \text{ t/m}^2 \end{cases}$$

$$F_{all.} = 150 \text{ t/m}^2$$



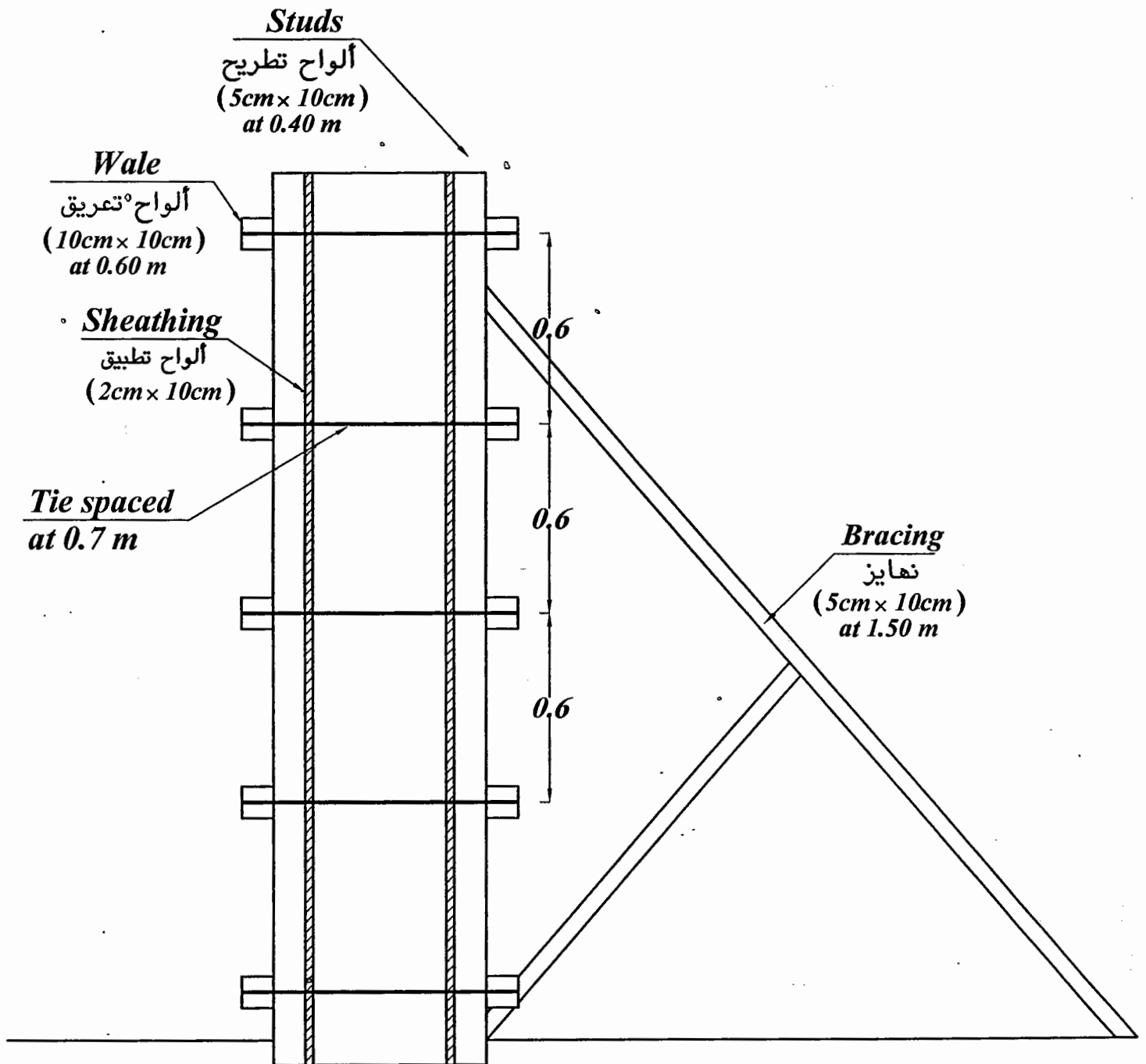
$$\begin{aligned} \text{Force in diagonal bracing} &= \frac{R \times \text{Spacing}}{\cos \alpha} = \frac{240 \times \text{Spacing}}{\cos 45} \\ &= 339 \text{ kg/m} \times \text{Spacing} \\ &= 0.34 \text{ t/m} \times \text{Spacing} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow F_{actual} &= \frac{P}{A} = F_{all.} \\ &= \frac{0.34 \times \text{Spacing}}{0.10 \times 0.05} = 150 \end{aligned}$$

$\rightarrow \text{Max. spacing} = 2.20 \text{ m}$
Choose spacing $< 2.20 \text{ m}$

Take spacing = 1.50 m

Elevation to show the elements of the form:



اشتراطات الكود المصرى لتجهيز الموقع

٩-١ استلام وإعداد وتجهيز الموقع

لاستلام الموقع المحدد للمشروع تتخذ إجراءات إعداد وتنظيم وتجهيز الموقع على النحو

التالى:

٩-١-١ التأكد من الحصول على كافة التراخيص والموافقات للمشروع قبل بدء العمل وكذلك صلاحية الموقع جيولوجياً واتخاذ الاحتياطات المناسبة في حالة تواجد فوالق أرضية أو مناطق انهيارات أو مخرات سيول ، خاصة في المدن الجديدة والمناطق التى لم يسبق البناء فيها.

٩-١-٢ تحديد موقع المشروع طبقاً لرسم الموقع العام والمبين عليه موقع كل منشأ وأبعاده ومحاوره وعلاقته بالمنشآت الأخرى وتطهيره من العوائق وإزالة المخلفات إن وجدت سواء كانت مبانى أو أشجار أو أساسات أو خلافه تعترض تنفيذ المنشآت وتحصر كمياتها وتحدد نوعيتها. وفى حالة وجود مرافق تحت الأرض يقوم المهندس المنفذ بالاتصال بالمختصين لاتخاذ الإجراء المناسب.

٩-١-٣ عمل ميزانية شبكية للموقع لتحديد مناسيب الأرض الطبيعية وحساب كميات الحفر والردم وأعمال التسويات وتحديد نقطة بدء مرجعية (روبيير ثابت) للأعمال المساحية مع المحافظة على هذه النقطة سليمة وواضحة طوال مدة تنفيذ المشروع.

٩-١-٤ عمل احتياطات الأمن ومراعاة تعليمات الأمن الصناعى.

٩-١-٥ تخطيط الموقع وتحديد أماكن المنشآت والتشوينات ومعرفة المساحات المحيطة لتمهيد الطرق التى تسهل وصول المهمات والمعدات والمواد وتحديد وتأمين المداخل والمخارج وإمداد الموقع بالمياه والكهرباء وورش الصيانة اللازمة ووسائل الاتصال السلكية أو اللاسلكية وكذلك عمل الأسوار والمخازن المغلقة والمكشوفة ومكاتب المهندسين والعاملين.

٦-١-٩ بعد تحديد أماكن المنشآت في الموقع يجب عمل جسات وأخذ عينات من التربة على أعماق مختلفة طبقاً لكود الأساسات واشتراطات المشروع ومواصفاته وذلك للتأكيد على عمق التأسيس وجهد التربة المذكورين بالرسومات الإنشائية للأساسات كذلك التعرف على منسوب وحركة المياه الجوفية وطبقات التربة المختلفة لاتخاذ الاحتياطات اللازمة لنزح المياه الجوفية بالطرق المناسبة أثناء التأسيس مع أخذ الاحتياطات اللازمة للمحافظة على سلامة المنشآت المجاورة أثناء تنفيذ الأساسات وعمل التصميمات اللازمة لسند جوانب الحفر قبل البدء في أعمال الأساسات.

٧-١-٩ يراعى تحديد أماكن التجارب السابقة للتنفيذ مثل تجارب الضخ لاختبار الخزانات الجوفية والطرق المناسبة للتخلص من المياه الجوفية بحيث يراعى إنشاء شبكة مواسير للتخلص من المياه الجوفية خارج نطاق مسارات المعدات وبعيداً عن التشوينات الحساسة للرطوبة وتجارب تحميل الخوازيق غير العاملة والتي تقع خارج نطاق المساحة المخصصة للبناء .

اشتراطات الكود المصرى لتشوين المواد

٢-٩ تشوين المواد

يتم تشوين المواد بالموقع فى أماكن التشوينات التى تم تحديدها عند إعداد وتجهيز الموقع بالأسلوب الذى يضمن سلامتها وعدم تعرضها لأى إتلاف ويجب أن تتم على جميع التشوينات إجراءات ضبط الجودة فور ورودها للموقع وطبقاً للمعدلات المشار إليها بالجدول (٨-٤-أ) الخاص بضبط الجودة للتأكد من مطابقتها للمواصفات القياسية المصرية.

١-٢-٩ الأسمنت

- ١- يورد الأسمنت للموقع فى أكياس محكمة أو حاويات مغلقة ، ويشون بحيث تكون طريقة التخزين كافية لمنع وصول الرطوبة للأسمنت وعدم تعرضه لأشعة الشمس المباشرة وأن يتم الفصل فى أماكن التخزين بين أنواع الأسمنت المختلفة.
- ٢- فى حالة تشوين الأسمنت على هيئة شكاير فيجب رصها بحيث تكون غير ملاصقة للأرض ويلزم أن يسمح التوزيع للرصات بالتهوية المستمرة ، بحيث لا يزيد عدد الطبقات فى الرصة الواحدة على ١٠ طبقات ويدون على الرصات تاريخ إنتاج الأسمنت وبما يسمح باستخدام الأسمنت الأسبق إنتاجاً مع مراعاة ما ورد بالبند رقم (٨-٦-٢-١) من باب ضبط الجودة .
- ٣- فى حالة توريد الأسمنت للموقع سائباً فى حاويات يجب انتظار فترة قبل استخدامه بحيث لا تزيد درجة حرارته عند الاستخدام على ٧٥ درجة مئوية .
- ٤- يجب اختبار الأسمنت عند بداية توريده للموقع قبل الاستخدام ، وفى حالة تخزين الأسمنت بالموقع لمدة تزيد على شهر - حتى وإن كان التخزين بطريقة سليمة - فإنه يلزم إعادة اختبارها للتحقق من مطابقتها للحدود الواردة بالمواصفات القياسية المصرية طبقاً للجدول (٨-٤-أ) .

يجب تشوين الركام الصغير والكبير كل على حدة وبكيفية تجنبه التلوث واختلاطه بأى مواد أخرى وطبقاً للتدرج المحدد مسبقاً بالخلطات التصميمية للمشروع ، وفى الأعمال التى تحتاج إلى خرسانة خاصة أو رتبة عالية يجب عمل أرضية صلبة جيدة الصرف لتشوين الركام حسب مقاساته المختلفة طبقاً للتدرج الحبيبي المطلوب.

يجب عمل فحص بصرى للركام قبل التشوين ومراجعة شهادة الصلاحية للاستخدام فى أعمال الخرسانة والصادرة من المُحجر والتأكد من عدم وجود أى مواد عضوية مثل الحشائش والنباتات والجذور وكذلك عدم اختلاط الركام بأى مواد غريبة أو كتل طفلية سواء كبيرة أو صغيرة وعدم تغليف سطح حبيبات الركام بطبقة ناعمة من الطفلة . كما يجب التأكد من صلاحية الطبقات السفلية من الركام المشون وعدم تجمع المواد الناعمة بها .

٩-٢-٣ صلب التسليح

يُشون صلب التسليح بحيث يكون مخمياً من التعرض للصدأ وذلك بتغطيته لمنع تعرضه للرطوبة أو المياه، وألا يكون ملاصقاً للأرض، وبحيث لا يتعرض لأى مواد تؤثر على تماسكه بالخرسانة ويُفضل إجراء تشكيل صلب التسليح قبل الاستعمال مباشرة.

يجب التأكد من سلامة صلب التسليح بالفحص البصرى قبل تشوينه فى الموقع وعدم وجود أى زيوت أو شحوم أو مواد عضوية على سطحه وكذلك عدم وجود صدأ به .

٩-٢-٤ الإضافات

يتم تشوين الإضافات فى عبواتها الأصلية مدوناً عليها كافة البيانات المتعلقة بالإضافة طبقاً لشروط التخزين الواردة بنشرة المنتج مع مراعاة الاحتياطات الخاصة عند درجات الحرارة القصوى عند التخزين على ألا تخزن بالعراء ومع مراعاة ما ورد بالبند رقم (٨-٦-٤-٢) من باب ضبط الجودة.

ويتم ذكر التعليمات الخاصة بالاستخدام أو أى احتياطات أمن ضرورية (على سبيل المثال إذا كانت الإضافات كاوية أو سامة أو محدثة للصدأ).

يراعى تسجيل أى توصيات أو إجراءات مطلوب اتباعها قبل الاستخدام خاصة فى حالة التخزين لفترات طويلة (على سبيل المثال التقليل أو دحرجة البراميل أو خلاقه).

المياه الصالحة للخلطات الخرسانية هي المياه الصالحة للشرب ، وفي حالة عدم توافر مصدر مياه مستمر بالموقع فإنه يمكن تخزين المياه بالموقع في حاويات مغلقة لاتسمح بحدوث تلوث للمياه بالمواد الضارة مثل الزيوت والأحماض والمواد العضوية وأي مواد قد تؤثر تأثيرا متلفا على مكونات الخرسانة أو صلب التسليح.

اشتراطات الكود المصرى لتصميم وتنفيذ الشدات

٩-٤ الشدات والفرم

يجب أن تتحقق عند تنفيذ أعمال الشدات والفرم الأسس الآتية :

- أ - دراية كل من المصمم والمنفذ لنوعيات الشدات والفرم المستخدمة.
- ب - توفير الأمان الكافى لجميع عناصر المنشأ الخرسانى أثناء التجهيز ورص أسياخ التسليح والصب وأثناء مرحلة التصليد وحتى موعد إزالة الشدات.
- ج- فى حالة وجود فتحات بالأسقف والكمرات والحوائط لزوم مجارى تكييف الهواء أو المواسير أو خلافه فيعمل حساب لهذه الفتحات فى الشدات قبل رص صلب التسليح وصب الخرسانة.
- د - اتباع تعليمات وتوفير وسائل الأمان الصناعى لجميع العاملين والمشرفين أثناء التنفيذ مع توافر إمكانية التفتيش والمراقبة بيسر وأمان.

٩-٤-١ تصميم وإعداد وتركيب الشدات والفرم

يجب تصميم وإعداد الشدات والفرم بجميع أنواعها بحيث تحقق الآتى :

- ٩-٤-١-١ تكون الشدات والركائز والأربطة مترنة للمحافظة على وضع العناصر الخرسانية فى مكانها الصحيح وكذلك بالقطاعات الصحيحة المصممة على أساسها.
- ٩-٤-١-٢ أن تكون الفرمة متينة ومحكمة لمنع تسرب خليط الأسمنت والماء (اللبنانى) من الخرسانة خلال مراحل العمل المختلفة .
- ٩-٤-١-٣ فى حالة تعرض الفرمة الخشبية للشمس والعوامل الجوية لفترة طويلة قبل صب الخرسانة عليها فيلزم التأكد من عدم حدوث أى التواءات أو تغيير فى أبعادها.
- ٩-٤-١-٤ تربيط الركائز وخاصة القوائم بحيث لا تؤثر عليها الصدمات الأفقية الناتجة عن حركة العمال أو المعدات الصغيرة أو قوة الدفع الناتجة عن ضخ الخرسانة وكذلك ضغط الرياح والاهتزازات الناتجة عن المعدات المستخدمة فى العمل.
- ٩-٤-١-٥ تركز القوائم على أرضية ثابتة تتناسب مقاومتها مع الحمل الواقع عليها.

٩-٤-١-٦ فى حالة استعمال الشدات أو الفرغ ذات الطابع الخاص يجب أن تنفذ حسب الرسومات التصميمية والاشتراطات الخاصة بهذا النوع من الشدات ويتم التفشيح عليها قبل البدء فى رص صلب التسليح.

٩-٤-١-٧ تحديق فرغ بطنيات الكمرات والبلاطات طبقاً للبيانات الواردة بمستندات المشروع . وفى حالة عدم توافر هذه البيانات تحديق الفرغ للبحور التى تصل أو تزيد على ثمانية أمتار بقيمة من (٣٠٠/١) إلى (٥٠٠/١) من طول البحر . وفى حالة الكوابيل التى يزيد بروزها على متر ونصف يكون التحديق فى حدود (١٥٠/١) من طول الكابولى.

٩-٤-١-٨ يجب ألا يتعدى التفاوت فى مقاسات الفرغ من الداخل - أى مقاسات قطاعات الخرسانة - القيم الواردة بالبند (٩-٨-٣).

٩-٤-١-٩ يجب أن تنظف الفرغ من الداخل - أى الأسطح الملاصقة للخرسانة - بعناية قبل رص أسياخ التسليح وقبل صب الخرسانة مباشرة وذلك بإزالة الأتربة والفضلات ويتم التنظيف باستخدام الماء أو الهواء المضغوط . وفى حالة الأعمدة والحوائط والكمرات العميقة يتم عمل فتحات بالفرغ عند أقل منسوب بهذه العناصر حتى يسهل نظافتها ويتم إغلاقها بعد إتمام عملية التنظيف وقبل صب الخرسانة مباشرة.

٩-٤-١-١٠ فى حالة الفرغ الخشبية ترش الأسطح الملاصقة للخرسانة قبل الصب بالمياه لمنع امتصاص الأخشاب لماء الخلط.

٩-٤-١-١١ يفضل دهان أو رش سطح الفرغ الملاصقة للخرسانة بمواد خاصة تمنع التصاق الخرسانة بالفرغ وذلك قبل رص صلب التسليح لسهولة فك الفرغ والمحافظة على السطح الخرساني من الالتصاق بها.

٩-٤-١-١٢ يجب إعداد مسارات للعمال بحيث لا تؤثر حركتهم على أبعاد وأشكال صلب التسليح.

٩-٤-٢ فك الشدات والفرغ

تؤثر درجة الحرارة وطول البحر ونوع الأسمنت المستخدم ورتبة الخرسانة وأسطوب المعالجة والحمل الذى سيتعرض له المنشأ بعد الفك على تحديد المدة الواجب انقضاؤها بين صب الخرسانة وفك الشدات والفرغ؛ وعلى ذلك يجب التأكد قبل الفك من أن مقاومة الخرسانة قد وصلت إلى القدر الذى يحقق الأمان الكافى بعد الفك وبشرط ألا ينتج عن الفك حدوث عدم اتزان

للمنشأ أو ترخيم أو شروخ غير مسموح بها. وإذا لم تتوافر نتائج كسر المكعبات قبل الفك وإذا لم تقدم حسابات إنشائية خاصة عن قيم الترخيم والشروخ كما سبق الإشارة إليه يكون فك الشدات بعد انقضاء فترة لا تقل عن حد أدنى بعد الصب طبقاً للقواعد التالية :

١ - في حالة استعمال الأسمنت البورتلاندى العادى

- لا يجوز فك فرم الجوانب والتي تعمل كمجرد غلاف للخرسانة قبل مرور ٤٨ ساعة من الصب للكمرات والأعمدة والحوائط ؛ وفى الحالات الخاصة كالشدات النفقية والمنزلة يتم الرجوع إلى المهندس المصمم.

- لا يجوز فك الفرص والشدات الحاملة للكمرات والبلاطات إلا بعد انتظار مدة تساوى بالأيام ضعف البحر بالأمتار مضافاً إلى ذلك يومان، ويعتبر البحر عند حساب زمن الفك للبلاطات هو الطول الأصغر للبلاطة وبحيث لا تقل المدة عن أسبوع.

- فى حالة الكوابيل تعتبر المدة اللازم انقضاؤها قبل فك الشدة بالأيام مساوية لأربع مرات بروز الكابولى بالأمتار مضافاً إلى ذلك يومان، وبحيث لا تقل المدة عن أسبوع للكابولى الذى يقل بروزه عن ١,٥٠ متراً.

٢ - فى حالة استعمال الأسمنت البورتلاندى سريع التصلد

- يمكن فك الشدات والفرم الحاملة للكمرات والبلاطات وذلك فى مدة مساوية لنصف المدة المستخدمة فى حالة استخدام أسمنت بورتلاندى عادى بحيث لا تقل عن ٣ أيام وعلى أن تتحمل الخرسانة عند الفك بأمان الاجهادات الناتجة عن الأحمال الفعلية المؤثرة، ويُفضل عمل اختبارات على مقاومة الضغط لمكعبات الخرسانة المستخدمة قبل فك الشدات للتأكد من وصول الخرسانة إلى المقاومة المطلوبة.

- فى الحالات التى تتخفف فيها درجات الحرارة عن ١٥ درجة مئوية وخاصة عند استعمال الأسمنت البورتلاندى سريع التصلد يجب الحذر وتأجيل فك الفرص والشدات مدة مناسبة بالإضافة للمدد المشار إليها عليه.

٩-٤-٣ احتياطات خاصة لفك الشدات والفرم

٩-٤-٣-١ عندما تكون الفرص والركائز حاملة لأحمال إضافية كما فى حالة الطابق الذى يحمل وزن الطابق التالى حديث الصب - لا يجوز فك القوائم قبل انقضاء ثمانية وعشرين يوماً مع اتخاذ كافة الاحتياطات التى تضمن ارتكاز القوائم على أرضية تتحمل الأثقال عليها بأمان وبعد التأكد من أن مقاومة الخرسانة قد أوفت باشتراطات المشروع ؛ ويمكن تخفيض المدة الزمنية المذكورة فى حالة ثبوت توافر أمان

إنشائي كاف لجميع العناصر الإنشائية الحاملة للفرم بعد موافقة المهندس المصمم للمشروع.

في الحالات الخاصة مثل الكمرات المقلوبة والأسقف المعلقة بواسطة أعمدة شد تبدأ المدة المحسوبة لفك الشدات من تاريخ صب الكمرة المقلوبة أو السقف الحامل للسقف المعلق .

٢-٣-٤-٩ يراعى عند فك الشدات في جميع الحالات اتزان المنشأ وعدم حدوث أى إجهادات مخالفة في عناصره.

٤-٤-٩ فك الشدات النفقية ونصف النفقية

في الشدات النفقية أو نصف النفقية يلزم عمل تجارب مقاومة الضغط قبل فك الشدات والتحقق من استيفاء الشروط الواردة بالبند (٢-٤-٩).

٥-٤-٩ التكسير في الخرسانة بعد فك الفرغ

لا يجوز اطلاقاً التكسير أو عمل فجوات في الأعمدة أو فتحات في الكمرات والبلاطات بعد صبها أو تقطيع صلب التسليح لأى سبب من الأسباب إلا بعد الرجوع إلى المهندس المصمم.

Important Notes

- يلزم رش الخرسانة بالمياه لمدة أسبوع على الأقل للمعالجة قبل فك الفرغ.
- يتم فك الفرغ بعد مضي فترة
- ل = طول البحر الأصغر بالمتر
- البلطات والكمرات $2 + 2$
- الكوابيل $2 + 4$
- ويجب ألا تقل هذه المدة عن ٧ أيام فى حالة استخدام أسمنت بورتلاندى عادى.
- فى حالة استخدام أسمنت بورتلاندى سريع التصلد يقل زمن فك الفرغ إلى النصف بشرط ألا تقل هذه المدة عن ٣ أيام.
- فى حالة أسقف تحمل أسقف تليها فى الصب يجب ألا يقل زمن فك الفرغ عن ٢٨ يوم.

العوامل المؤثرة على زمن فك الشدة

- ١ - درجة حرارة الموقع
- ٢ - بحر البلاطة أو الكمرة
- ٣ - نوع الاسمنت المستخدم
- ٤ - نوع الاضافات المستخدمة
- ٥ - المقاومة المطلوبة للخرسانة
- ٦ - اسلوب المعالجة
- ٧ - أحمال الفرغ للشدات الاعلى

Comparison of units

Comparison between Metric system & International system

Force

$$1 \text{ kg} = 9.81 \text{ N} \approx 10 \text{ N} \quad \text{تقرب للسهولة}$$

$$1 \text{ ton} = 9.81 \text{ kN} \approx 10 \text{ kN}$$

Example

$$\text{if Normal force} = 230 \text{ ton} = 2300 \text{ kN}$$

Stress

$$1 \text{ kg/cm}^2 = 0.1 \text{ N/mm}^2 = 0.1 \text{ MPa}$$

$$1 \text{ t/m}^2 = 10 \text{ kN/m}^2$$

Example

$$w_s = 0.85 \text{ t/m}^2 = 8.5 \text{ kN/m}^2$$

$$f_{cu} = 250 \text{ kg/cm}^2 = 25 \text{ N/mm}^2$$

$$f_y = 3600 \text{ kg/cm}^2 = 360 \text{ N/mm}^2$$

Dimension

$$1 \text{ cm} = 10 \text{ mm}$$

Example

$$\text{depth} = 55 \text{ cm} = 550 \text{ mm}$$