تشييد المباني 6

Dr. Mauin Qasem

أعمال التشييد فوق الأرض

- **الأعمدة**
- العمود هو عنصر إنشائي ينصب بشكل عامودي ووظيفته نقل الحمولات من ما فوق العمود إلى ما أسفله, وللعمود وظائف متعددة نذكر منها:
- عنصر داعم لمختلف العناصر الإنشائية.
- عنصر تجميلي.
- عنصر مقاوم لمختلف العوامل (الزلازل والرياح...)

- **تصنيف الأعمدة حسب موادها إلي ما يلي:**
- أعمدة من الطوب أو الحجر
- أعمدة خشبية
- أعمدة معدنية
- أعمدة خرسانية مسلحة والتي سنتحدث عنها .

- **الأعمدة الخرسانية**
- يغلب استخدامها في المباني الهيكلية حيث أنها عبارة عن أعمده مكونه من الخرسانة ,
- مقطع دائري أو مربع أو مستطيل أو مضلع أو زاوية أو على شكل حرف (T)
- والتسليح يستمر على طول العامود مع إضافة زيادة في الطرفين للربط مثلا مع الأساس من الأسفل ومع الأعمدة أو الجسور من الأعلى.
-

مراحل انشاء الاعمدة

- يتم إعداد خشب الطوبار على حسب حجم العامود تم يتم إعداد حديد التسليح والذي يكون على شكل هيكل (قفص)
- يتم تركيب خشب الطوبار من ثلاث جهات حيث تبقى الجهة الرابعة مفتوحة لتركيب حديد التسليح.
- يتم تركيب حديد التسليح (قفص الحديد) وربطه جيدا بحديد العامود الأسفل والذي يكون بارزا عن السقف بارتفاع معين .
- و يعد أكثر المقاطع العرضية شيوعا الأعمدة الخرسانية هي ما كانت على شكل مستطيل أو مربع أو دائرة ، كما تستخدم مقاطع عرضية أخرى في الأعمال الإنشائية.

- ويتم تسليح الأعمدة الخرسانية باستخدام قضبان طولية يتم تجميعها وتوزيعها على شكل هيكل (قلب) حديدي يوضع راسيا داخل قالب الطوبار،
- وبعد صب الخرسانة تتخلل هذه الهياكل الحديدية و تغلفه بغطاء خارجي، لينتج بعد إزالة الطوبار وجفاف الخرسانة أعمدة خراسانية مسلحة, ويتم توزيع قضبان التسليح الطولية داخل حلقات (أساور) حديدية تسمى بالكانات و يختلف شكلها وأبعادها باختلاف المقطع العرضي للعمود الخرساني.

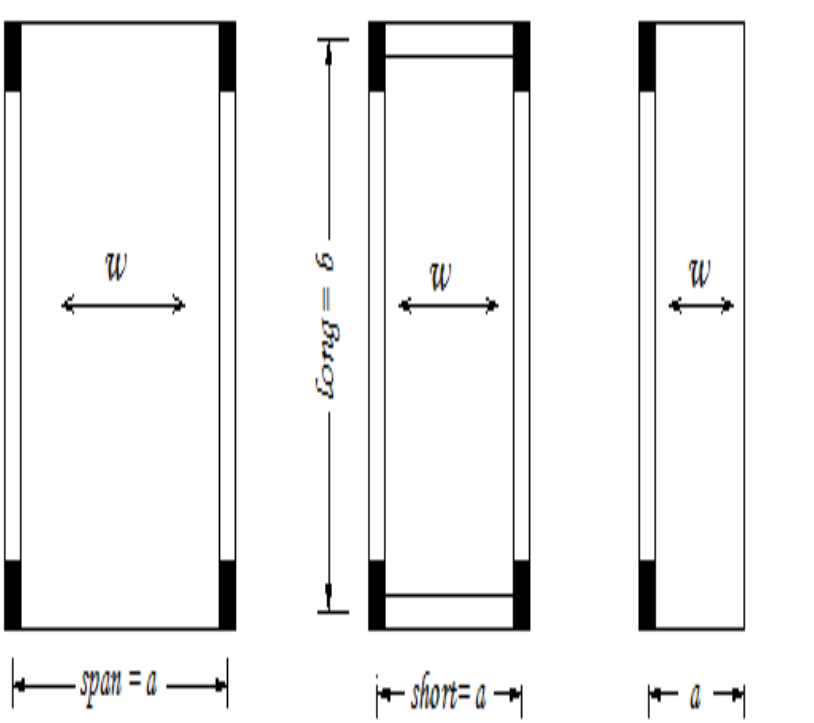
- والكانات في الأعمدة الخرسانية ذات دور مهم للغاية ،
- تكون مع القضبان الطولية الراسية الهيكل الحديدي من ناحية وتمنع القضبان الطولية من الانبعاج تحت تأثير الضغط الواقع على العمود ،
- وتفيد الخرسانة المحصورة داخل الهيكل مما يعطي العمود قوة اكبر من ناحية أخرى.
- و يجب أن يكون مركز العامود مطابقا لمركز العامود الأسفل منه حتى يتمكن الحديد من نقل الأحمال بأمان.

- يتم تركيب الجهة الرابعة من خشب الطوبار و وضع الدعامات الخشبية بشكل مائل وتثبيتها جيدا بالأرض حتى تمنع من تفكك خشب الطوبار بسبب ضغط و وزن الخرسانة من ثم صب الخلطة الخرسانية بالعامود باستخدام المضخة ويمكن الصب يدويا مع استخدام الرجاج بشكل جيد داخل العامود وفي قاع العامود لمنع التعشيش بسبب ارتفاع العامود والذي يختلف عن القواعد والأسقف.

اسقف المباني

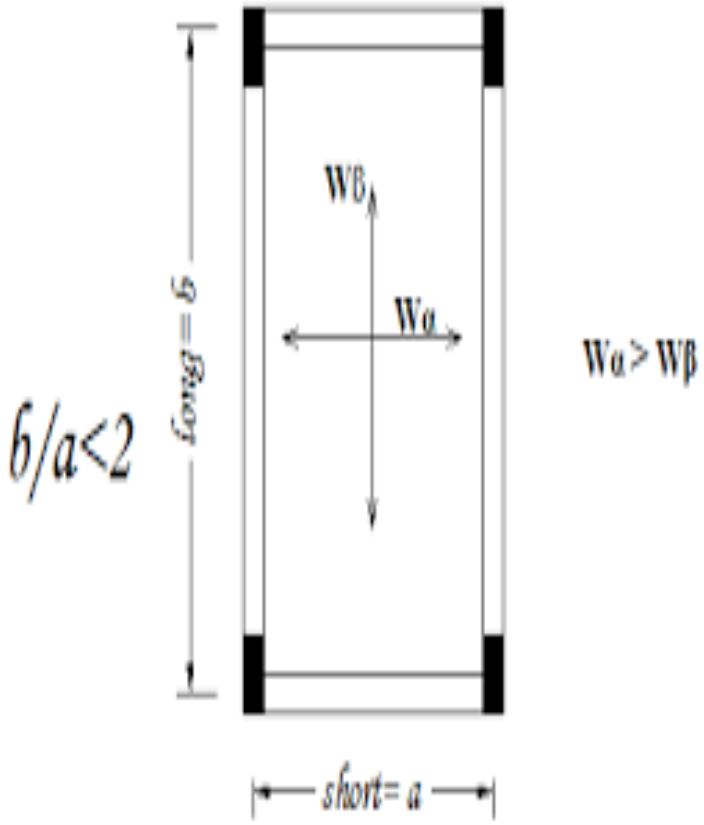
- تنقسم الأسقف الخرسانية إلى ثلاثة أنواع حسب المسافة بين الأعمدة:
- 1. **أسقف ذات مسافات قصيرة بين الأعمدة: وتعتبر المسافات بين الأعمدة قصيرة إذا كانت أقل من أو تساوي 9م تقريباً**، ويمكن الحديث هنا عن نوعين من البلاطات:

- أولاً: **البلاطات المصمتة**(Solid Slab):
- وهي بلاطة بسمك ثابت على امتدادها، وغالباً ما تكون مرتبطة بأحزمة ساقطة (Drop beam) وتسلح بحديد علوي وسفلي حسب اتجاه العزم، ويمكن القول أن حديد البلاطات ،المصمتة يكون دائماً في الاتجاهين.
- **آلية عمل البلاطة المصمتة:**
- تعتمد هذه الآلية على نسبة الطول إلى العرض، حيث تتصرف البلاطة كبلاطة في اتجاه واحد في حالة كون نسبة الطول إلى العرض أكبر من أو تساوي 2، وتتصرف كبلاطة في اتجاهين في حالة كون النسبة المذكورة أصغر من 2



بلاطة مرتكزة على كمرتين فقط بلاطة مرتكزة على اربع كمرات بلاطة كابولية

بشرط $b/a \geq 2$



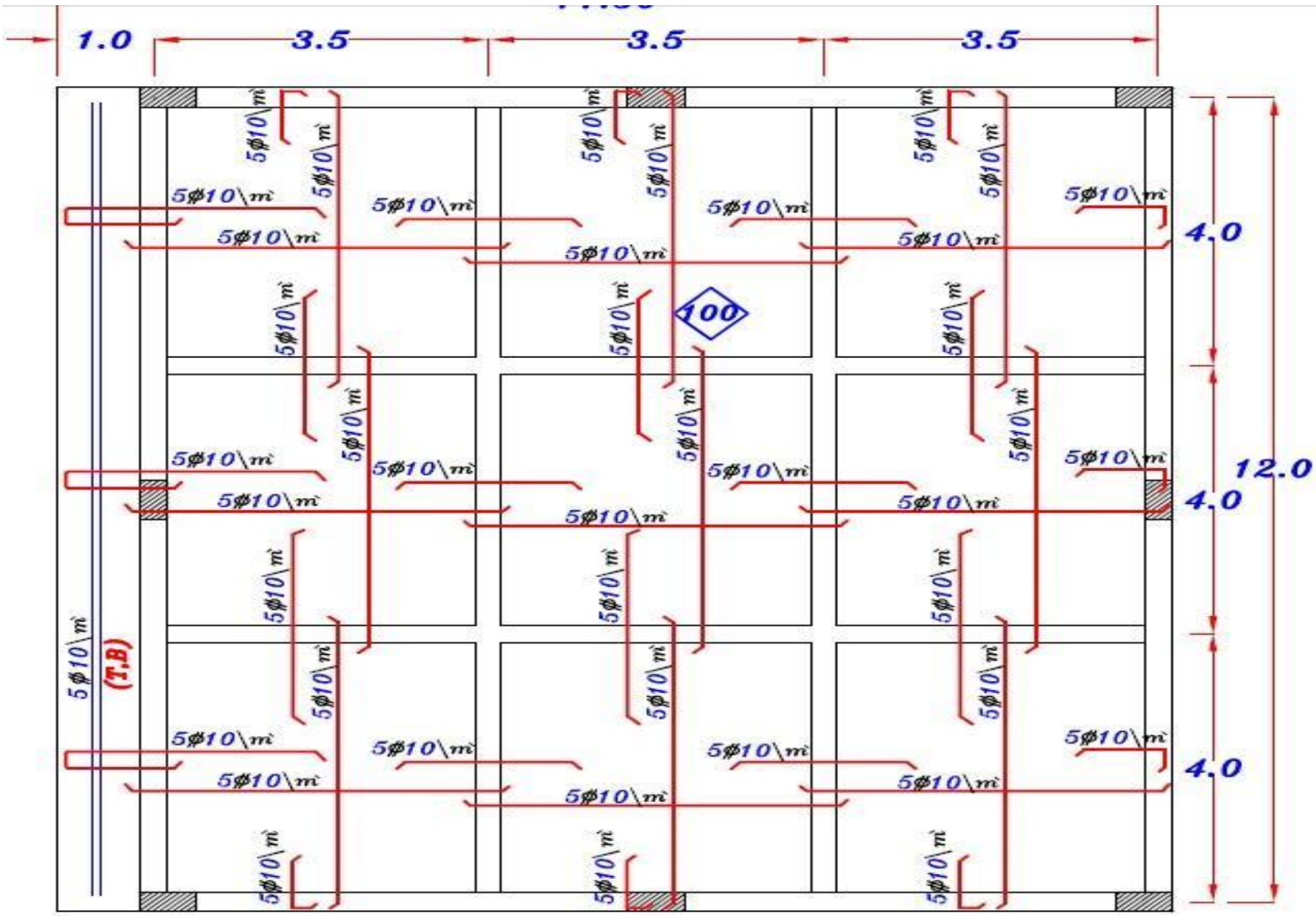
- في الحالة الأولى تنتقل الأحمال في الاتجاه القصير دائماً، وبالتالي تكون الأحزمة الرئيسية الحاملة هي المتعامدة على الاتجاه القصير، أي الأحزمة التي تمتد في الاتجاه الطويل.
- بينما في الحالة الثانية تعتمد نسبة انتقال الأحمال بين الاتجاهين على نسبة الطول إلى العرض، فكلما زادت نسبة الطول إلى العرض ازداد فرق انتقال الحمل بين الاتجاهين.

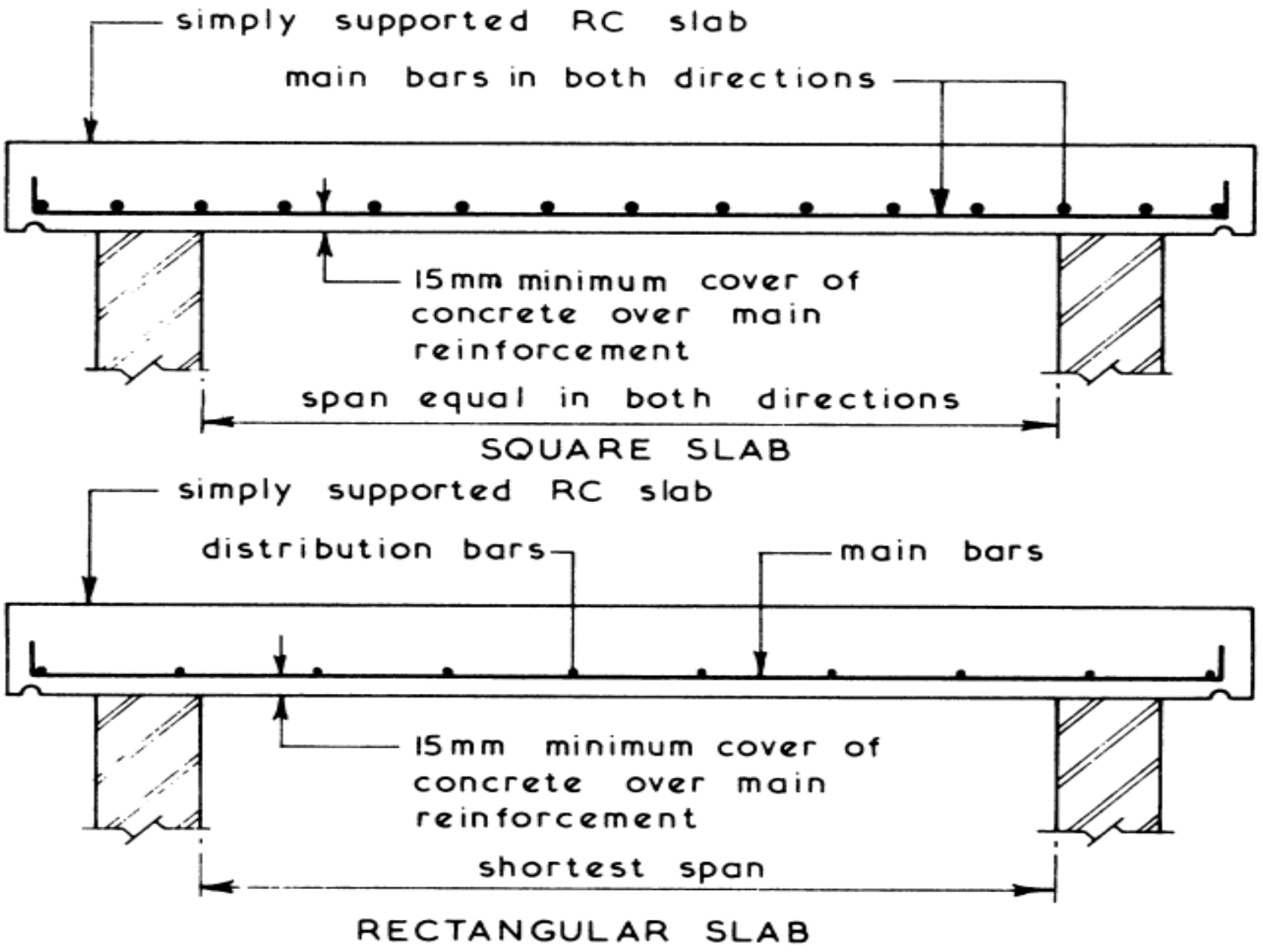
- **ملاحظة(1):** يمكن تعريف البلاطة على أنها كل سقف محصور بين 4 حزامات.
- **ملاحظة(2):** في حالة التحميل في اتجاهين تكون أقل قيمة لنسبة الطول إلى العرض هي 1 أي تكون البلاطة مربعة، وتنتقل الأحمال بالتساوي في الاتجاهين، وتكون أكبر قيمة لهذه النسبة هي القيمة الأكثر تقارباً ل 2
- **ملاحظة(3):** في حالة البلاطات المصمتة لا يمكن التحكم في تصرف السقف من حيث كونه باتجاه واحد أو باتجاهين.
- **ملاحظة(4):** يتعين سمك السقف اعتماداً على حسابات التشوه بشكل أساسي، وبحسب (ACI) فإن السمك الأدنى للسقف المصمت يكون كالآتي:

Element	Simply supported	One end continuous	Both ends cont.	Cantilever
t	L/20	L/24	L/28	L/10

L = Span length measured center to center.

- لحساب سمك السقف، يتم حساب سمك كل بلاطة، وتؤخذ القيمة القصوى كسمك للسقف ككل في حالة تقارب القيم، أما في حالة وجود تشتت كبير في القيم الناتجة، فمن غير المجدي أن تؤخذ القيمة القصوى كسمك كلي للسقف، وبالتالي يمكن السماح بتفاوت السماكات فيه، ويساعد في ذلك وجود نظام الأحزمة الساقطة في الأسقف المصمتة بكثرة، مما يجعل من تفاوت السماكات على جانبي الحزام أمراً غير مرئي تقريباً، ويكون الأمر أفضل في حالة وجود جدار تحت الحزام الساقط.
- **ملاحظة(4):** أقل سمك للسقف المصمت هو 8 سم، ويحبذ ألا يزيد السمك عن 20 سم.

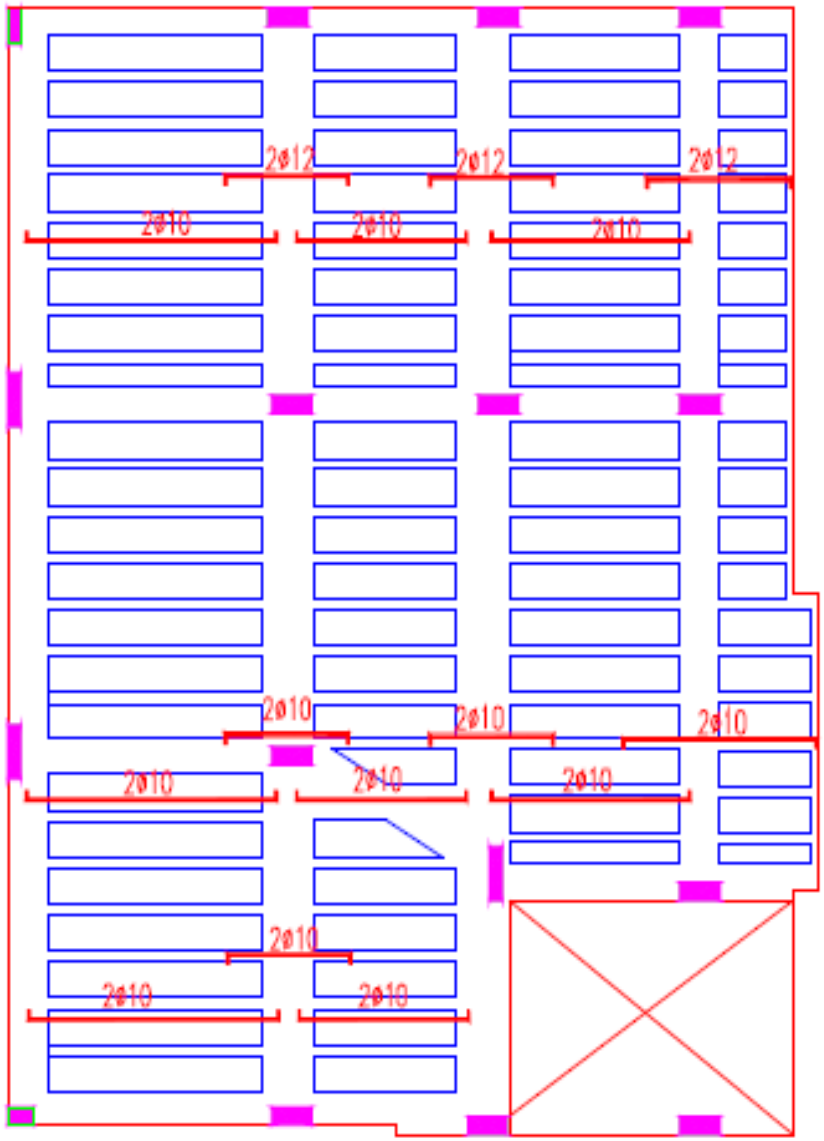

1.0
3.5
3.5
3.5
4.0
4.0
4.0
12.0
100
(T,B)
5ϕ10\m`

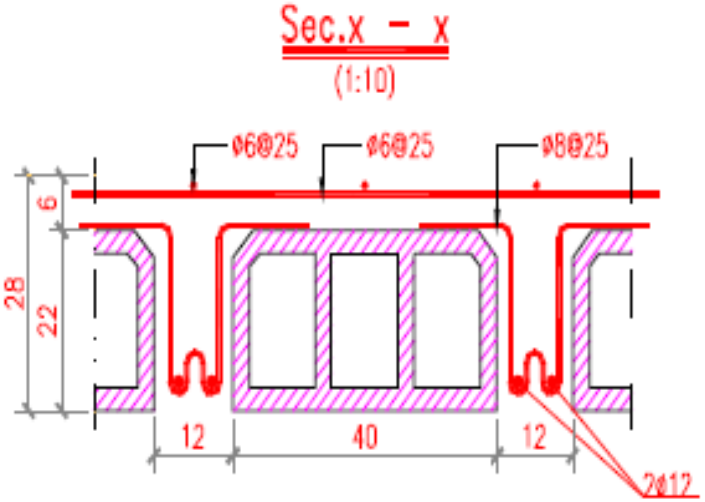

simply supported RC slab
main bars in both directions
15mm minimum cover of concrete over main reinforcement
span equal in both directions
SQUARE SLAB
simply supported RC slab
distribution bars
main bars
15mm minimum cover of concrete over main reinforcement
shortest span
RECTANGULAR SLAB

ثانياً: البلاطة المفرغة - Ribbed Slab

- تقوم فكرة هذا النظام على محاولة تخفيف أوزان السقف مع الاحتفاظ بقيمة عالية لعزم القصور الذاتي (I) وذلك عند الحاجة إلى تكبير السقف، ويتم ذلك بتفريغ منطقة السقف المعرضة للشد، أو ، ملئها بأحجار خفيفة يتم صفها على مسافات محسوبة على جوانب الأعصاب.
- وهنا يجب الانتباه إلى أن وظيفة هذه الأحجار هي تعبئة الفراغ ليس إلا، وبالتالي يمكن إزالتها واستبدالها بأي مادة أخرى تضمن منع وصول الخرسانة للمنطقة المقرر تفريغها.

الأسقف


2ø12
2ø12
2ø12
2ø10
2ø10
2ø10
2ø10
2ø10
2ø10
2ø10
2ø10
2ø10
2ø10
2ø10
2ø10


Sec.x – x
(1:10)
ø6@25
ø6@25
ø8@25
6
28
22
12
40
12
2ø12

آلية عمل البلاطة المفرغة:

- تتصرف البلاطة المفرغة كبلاطة اتجاه واحد أو اتجاهين.
- البلاطة ذات الاتجاه الواحد هي عبارة عن مجموعة أحزمة (الأعصاب) مصفوفة إلى جانب بعضها، تشكل بلاطة، بمعنى أنه يمكن اعتبار كل عصب حزام T، وتشكل هذه الأعصاب بلاطة كاملة عند اتصالها في منطقة ال(Flange) لكل عصب.
- البلاطة ذات الاتجاهين يتم صف الأعصاب فيها في كلا الاتجاهين.

- والجدير ذكره هنا أن تحديد كون البلاطة ذات اتجاه واحد أو اتجاهين يتم حسب اتجاه العصب، الأمرالذي يجعل من المهندس قادراً على التحكم في نوع البلاطة من حيث كونها ذات اتجاه واحد أو اتجاهين لأنه هو الذي يحدد اتجاه الأعصاب.
- وبالتالي، يمكن جعل الأعصاب في اتجاه واحد (القصير أو الطويل حسب قناعة المصمم)، وبالتالي جعل البلاطة ذات اتجاه واحد، أو توزيع الأعصاب على الاتجاهين، وجعل البلاطة ذات اتجاهين.

- ملاحظة (1): السمك الأدنى للسقف المفرغ بحسب (ACI Code 9.5.2.1) هو:

Element	Simply supported	One end continuous	Both ends cont.	Cantilever
t	L/16	L/18.5	L/21	L/8

- **ملاحظة (2):** إذا زاد سمك البلاطة المحسوب من الجدول السابق عن30 سم، يفضل جعل البلاطة ذات اتجاهين، لأن ذلك يؤدي إلى تقليل السمك، ويلاحظ ذلك في حالة زيادة المسافات بين الأعمدة عن 6م.

- **ملاحظة (3):** أقل سمك للبلاطة المفرغة هو 20 سم، و تمثل 14 سم سمك الحجر و 6 سم سمك خرسانة السقف (Top Slab).
- **مراحل إنشاء السقف**
- بعد الانتهاء من الأعمدة يتم نصب خشب الطوبار للسقف معتمدا على الدعامات الحديد. ويتم ترتيب الأحجار بحيث تكون الفراغات في الحجر متقابلة مما لا يتيح المجال للخلطة الدخول في هذه الفراغات حتى لا يزيد من وزن السقف

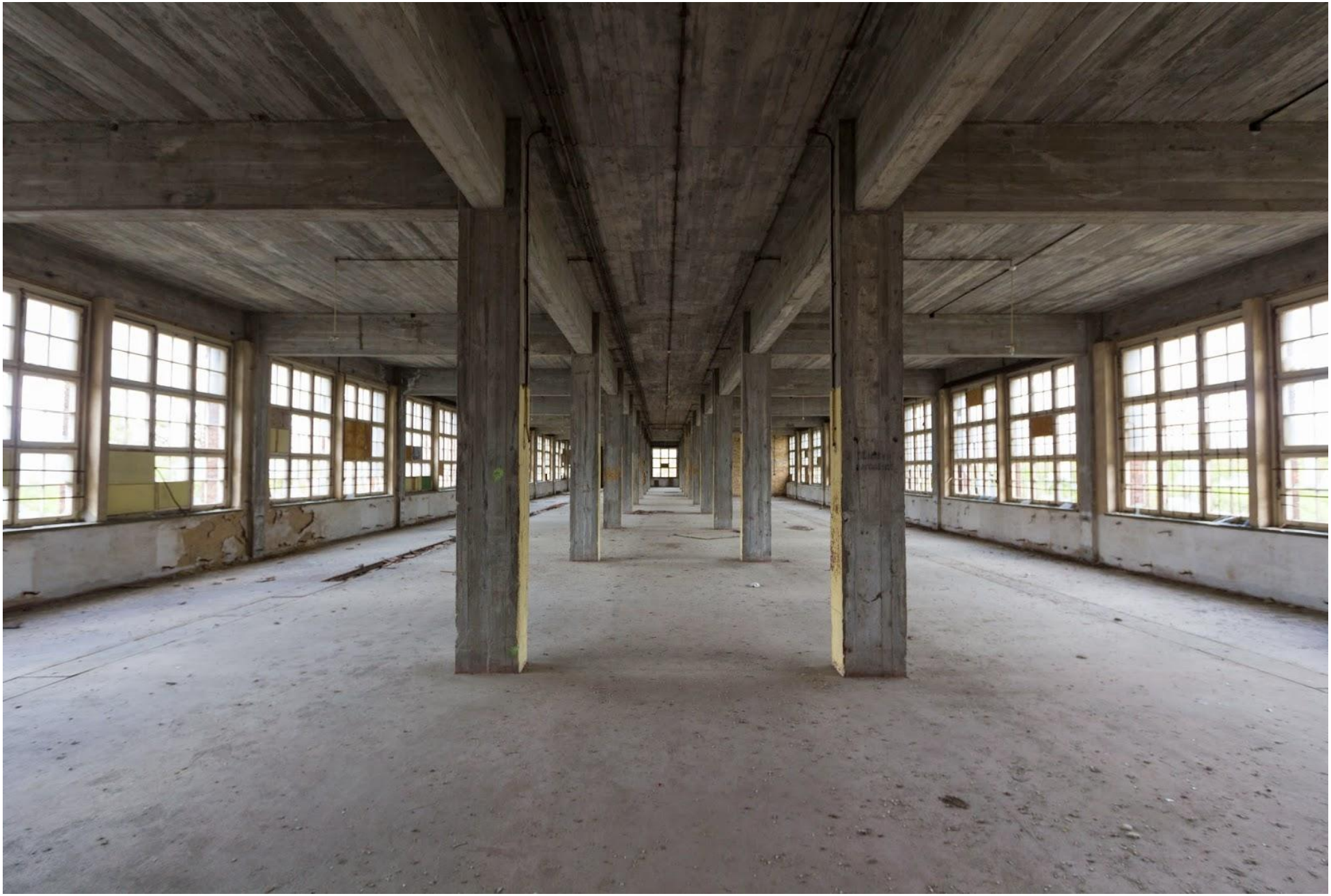
- يتم وضع حجر الربس المناسب ويوجد منه عدة مقاسات تستخدم حسب سماكة السقف ثم تسوية منسوب السقف باستخدام جهاز level لضمان استوائية السقف.و يتم تسليح المناطق الفارغة من الأحجار والتي تسمى (الحزام) بالحديد المناسب حسب المخططات , ومن الجدير ذكره انه يوجد أحزمة رئيسة وأحزمة ثانوية بحيث أن الأحزمة الثانوية توزع الأحمال الواقعة عليها على الأحزمة الرئيسة وبالتالي تكون كميه الحديد فيها اقل .
- وكما هو مبين في الصورة تعمل الأساور التي على ربط أسياخ الحديد في الحزامات والأخذ بعين الاعتبار وضع غطاء من الخرسانة لرفع الحديد عن الخشب حتى لا يظهر الحديد من الأسفل. ثم يتم عمل شبكة من الحديد قطر 6-8مم توضع على سطح طبقة الأحجار ويتم ربطها بواسطة الأعصاب. و أخيرا يتم عمل التمديدات الصحية والكهربائية.

- **2. أسقف ذات مسافات متوسطة بين الأعمدة: أي تنحصر المسافة بين 9-12 م.**
- في هذا النظام يتم إنشاء الأسقف بحيث يتم تحميلها في اتجاهين دائماً، وأشهر الأنظمة ذات الاتجاهين في هذا المضمار نظام(Waffle Slab) التي تصمم كالأسقف المفرغة ذات الاتجاهين، إلا أن الأحجار تستبدل بما يعرف بالصناديق.

- 3. **أسقف ذات مسافات طويلة بين الأعمدة: المسافة فيها أكبر من12 م.** وقد تصل في بعض الأحيان إلى 24 او 30 م.
- في حالة الأسقف ذات المسافات الطويلة بين الأعمدة: تزداد التكلفة اللازمة للإنشاء مما يستدعي إيجاد حلول أقل تكلفة، ومن هذه الحلول:
- 1. الإطارات (Frames): وذلك بجعل العلاقة بين العامود والجسر علاقة ارتكاز وتماسك، بحيث يحدث تأثير متبادل بينهما، مما يجعل العزم موزعاً بين العامود والجسر.

من خصائص الإطارات:

- أ. يمكن استخدامها في طوابق متكررة.
- ب. اقتصادية التكلفة من حيث التصميم والتنفيذ (العمالة).
- ج. مكلفة من ناحية المواد.
- د. الناحية الجمالية في الإطارات ضعيفة.
- ه. سهولة التنفيذ والتحليل نسبياً.

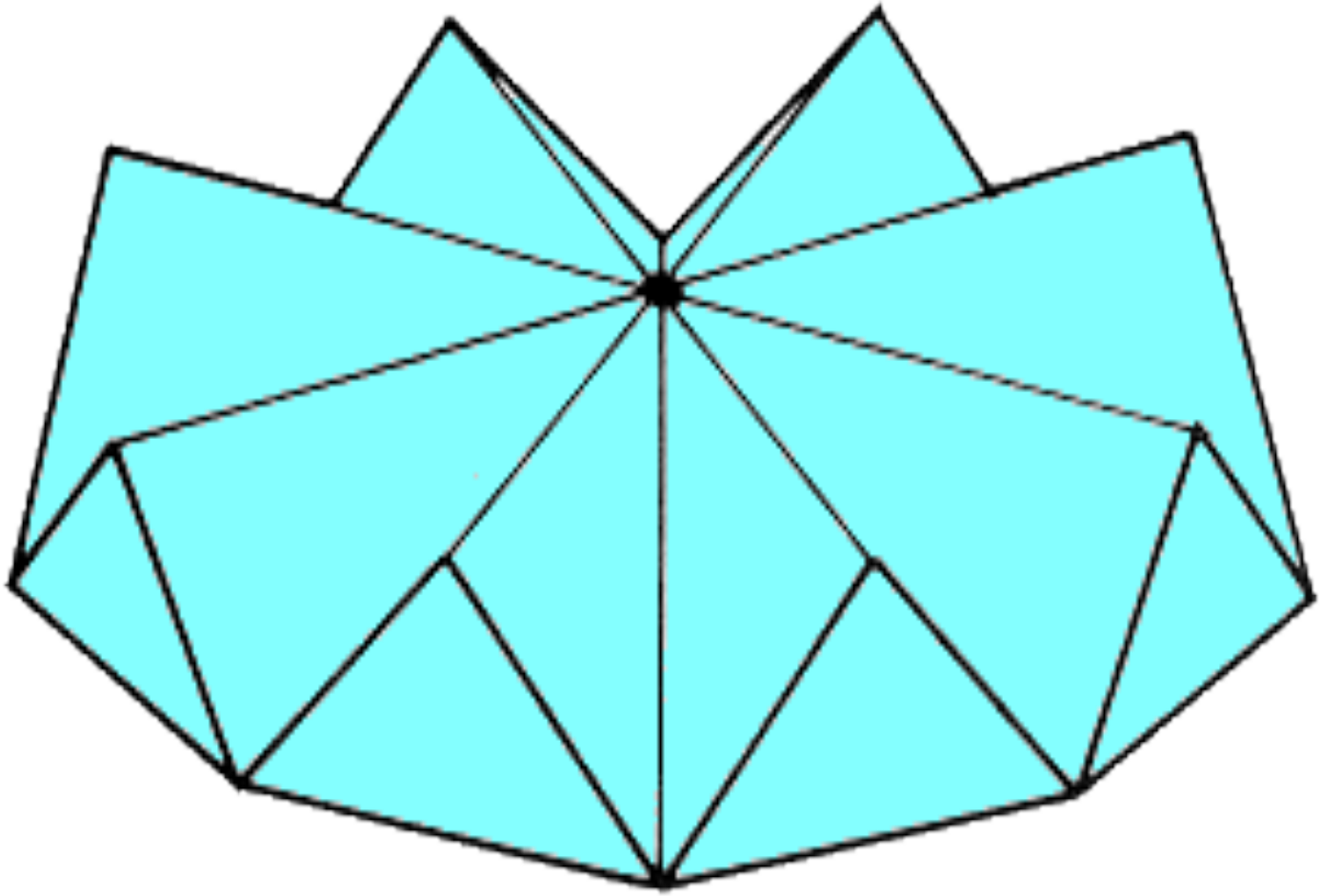


الصفائح المقواة(Folded plates)

- . تقوم فكرة الصفائح المقواة على حقيقة التناسب العكسي بين عزم القصور الذاتي (I)، وقيمة الضغط الناتج عن العزم، والمطبق على المقطع، وذلك من العلاقة المعروفة (Q = P/A +/- Mc/I)
- وبالتالي يمكن من خلال تكبير قيمة(I) تقليل قيمة الضغط الواقع على المقطع وبالتالي تقليل كمية الحديد اللازمة للتسليح.
- ولتكبير قيمة (I) يمكن عمل انحناءات في السقف تزيد من مقاومته للعزوم، وهذا ما يتم تطبيقه في فكرة الصفائح المقواة، وبأشكال مختلفة.

خصائص الصفائح المقواة

- أ. لا يمكن استخدامها في طوابق متكررة، حيث يجب أن يكون السقف ذو الصفائح المقواة سقفاً نهائياً.
- ب. ارتفاع تكلفة التصميم والتنفيذ.
- ج. اقتصادية من ناحية المواد، حيث لا يزيد سمك السقف فيها عن قيم 10-12 سم
- د. تعطي منظراً جمالياً أفضل.

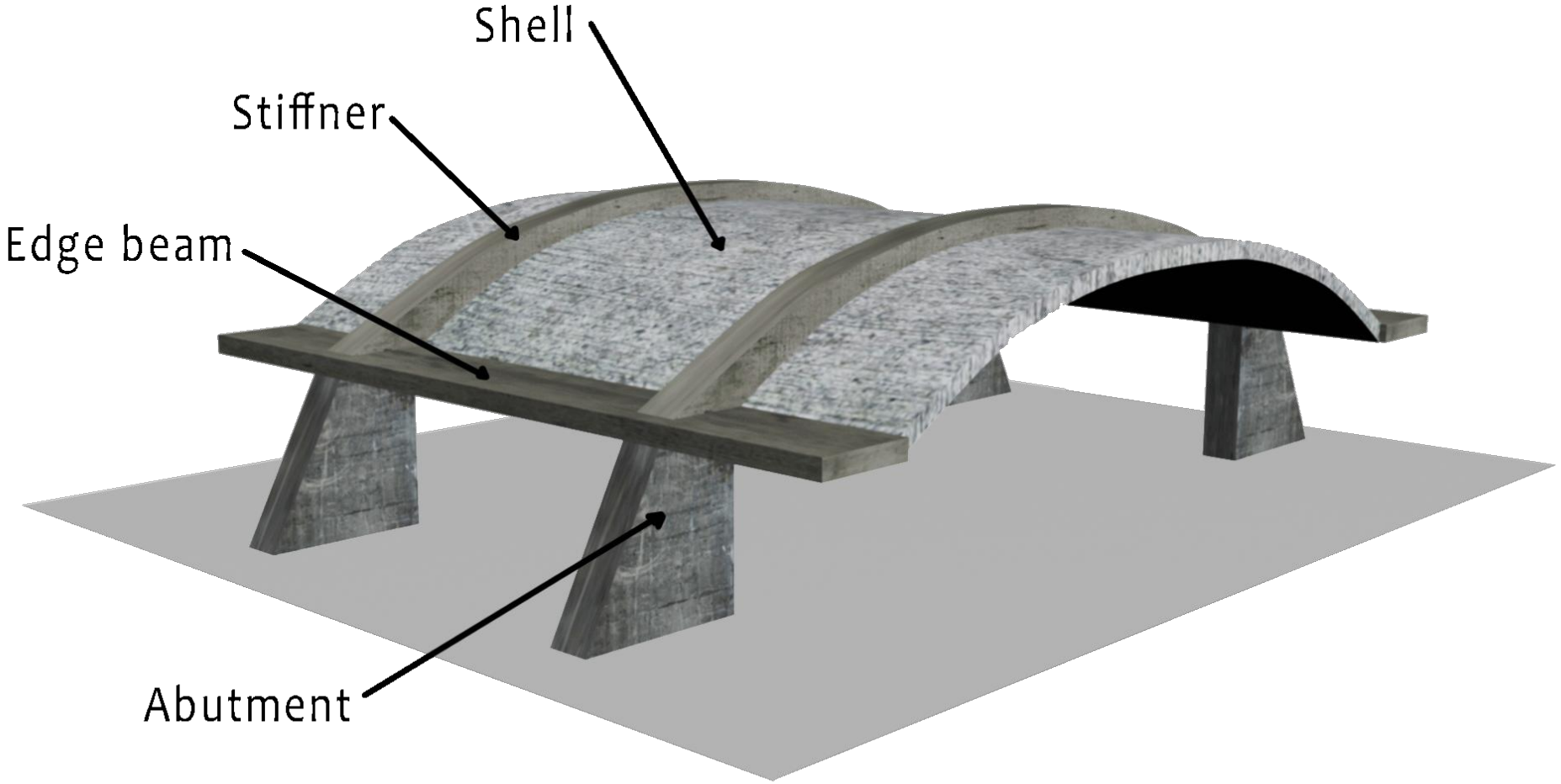


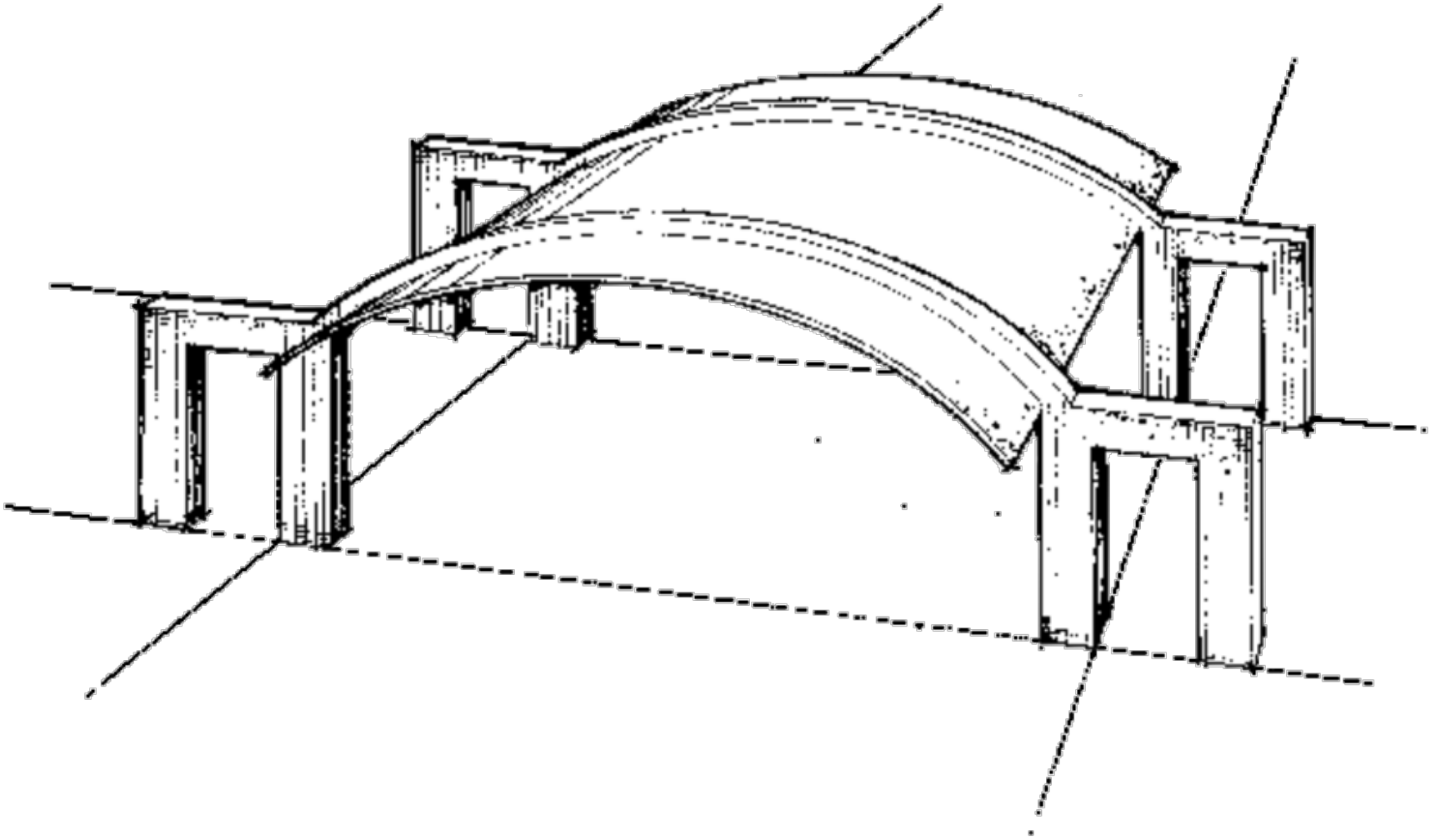
Z – shape folded plate ,there are windows between the tilted z shaped for natural light

Folded plate north light is usually achived for this roof

3. القشريات

- حيث يكون السقف ذا ميل في اتجاه واحد، أو اثنين، أو ثلاثة كما في قباب المساجد.
- من خصائص القشريات:
- أ. أقل الأنواع على الإطلاق تكلفةً من ناحية المواد، حيث تتحول العزوم المؤثرة على القشرية إلى ضغوط تتحملها الخرسانة وحدها دون الحاجة إلى حديد إلا لمقاومة الانكماش.
- ب. تعطي منظراً جمالياً متميزاً.
- ج. معقدة في التصميم والتنفيذ.


Shell
Stiffner
Edge beam
Abutment



- **أمور يجب مراعاتها قبل صب السقف:**
- عند استلام السقف هناك أمور يجب التحقق منها قبل بداية الصب، وذلك لضمان أكبر قدر من الأمان للأيدي العاملة وتجنباً للخسارة الاقتصادية، ومن هذه الأمور ما يلي:
- **أولاً الطوبار: وفيه يجب التأكد من الأمور الآتية:**
- 1) التدعيم: لكي يضمن المهندس المشرف تصرفاً سليماً للطوبار تحت تأثير الأحمال يجب أن يتأكد بنفسه من الأمور الآتية قدر الإمكان:
- - أن يكون السقف كاملاً مدعم.
- - أن تكون المسافات بين أعمدة الدعم متناسبة مع الأحمال بحيث تستطيع تحملها

- ألا توجد فراغات في الدعم.
- - إذا كان الدعم على طبقتين، يجب أن تكون الدعامات فوق بعضها تماماً.
- ملاحظة: الأحمال الواقعة على الدعم هي: الخشب، الأحجار، الحديد، الباطون، التأثير الديناميكي أثناء عملية الصب والناتج عن الآلات المستخدمة في الصب.
- 2) المحيط: وتكمن أهميته في أنه يعطي مؤشراً على شكل المبنى، ويجب أن يحقق الشروط الآتية:
- - أن يكون بأبعاد صحيحة.
- - أن يطابق المخططات.
- - أن يكون بزوايا صحيحة.
- - كما يجب أن يكون الدعم الجانبي للمحيط كافياً بحيث يستطيع تحمل الأحمال الواقعة عليه.

- 3) **ميزانية السقف**: يجب التأكد من كون السقف بمستو واحد.
- ملاحظة: يجب دهن خشب الطوبار بالزيت النظيف غير المحروق قبل الصب لمنع التصاق الخرسانة به، ومنع تشرب الخشب لمياه الخرسانة.
- وتزال طبقة الزيت المتكونة على الخرسانة نتيجة هذه العملية بسهولة بعد فك الطوبار.

ثانياً الحديد:

- حيث يجب التأكد من مطابقة الحديد المستخدم للتصميم المقرر، وذلك كالآتي:
- - عدد قضبان الحديد المستخدمة يجب أن يطابق العدد الموجود في المخططات.
- - أقطار الحديد يجب أن تطابق التصميم.
- - مساحة الحديد المستخدم ككل يجب أن تطابق المساحة المقررة في التصميم.
- - أطوال قضبان الحديد كذلك يجب التأكد من مطابقتها للتصميم.
- - المسافات بين قضبان الحديد يجب أن تكون صحيحة ومطابقة للكود.
- - أماكن وضع الحديد يجب أن تكون صحيحة وفي مناطق الشد المقررة في التصميم.
- - أماكن القطع في الحديد يجب أن تكون بعيدة عن المناطق الممنوع فيها القطع مثل مناطق العزم الأقصى.

- ـ مناطق التشريك يجب التأكد منها ومن طريقة تنفيذها.
- ـ التأكد من خلو الحديد من الأوساخ مثل الصدأ.
- ـ يجب تنظيف الحديد من زيت خشب الطوبار، لأنه يؤدي إلى منع التصاق الخرسانة به.
- ويتم تنظيفه إما بإحدى مشتقات البترول كالكاز أو بالرمل.

ثالثاً الأعمال الصحية

- حيث يجب التأكد من الآتي:
- - أن تكون التمديدات الصحية في مواقعها قبل الصب.
- - التمديدات الصحية يجب أن تكون مثبتة جيداً.
- - القطع الصحية يجب أن تكون صالحة وغير مسربة للماء، ويتم التأكد من ذلك عن طريق إضافة كمية من المياه للقطعة ومراقبة ثبات أو اختلاف منسوبها.

رابعاً أعمال الكهرباء:

- وهي من اختصاص المهندس الكهربائي تحت إشراف ومسئولية المهندس المدني المشرف على المشروع، وفيها يتم التأكد من صحة التمديدات الكهربية ومطابقتها للمخططات قبل البدء بعملية صب السقف.
- **خامساً أعمال عامة: مثل**
- - التأكد من نظافة السقف وخلوه من الأتربة والنفايات.
- - التأكد من خلو السقف من المواد الضارة بالخرسانة مثل المواد السكرية.
- - التحقق من وجود عدد كافٍ من مكعبات الفحص قبل الصب.
- - التأكد من وجود رجاجات ومضخات باطون بعدد كاف.
- - كما يجب التأكد من وجود عدد كاف من العمال في الموقع قبل الصب.