

تشبيد المباني ٤

أ.د. نبيل ابراهيم الصوالحي
استاذ في الهندسة المدنية
ادارة التشبيد

النظم الإنشائية للمباني

- تعريف النظام الإنشائي
- يعرف النظام الإنشائي بأنه السلوك الاستاتيكي الخاص باستقبال وتوزيع الأحمال وترحيلها من خلال النظام إلى الأساس إلى الأرض وهو المسئول عن متانة المنشأ.
- ويتكون النظام الإنشائي من مجموعة من العناصر: الحوائط- الأعمدة - الكمرات- البلاطات- العقود- الإطارات - الكبلات - الجمالونات.
- يتوقف نوع النظام الإنشائي على :
- وظيفة المبنى والتي تحدد المسطحات المطلوبة (البحور الإنشائية)
- نوع الأحمال

أنواع النظم الإنشائية

• يمكن تقسيم غالبية المنشآت من حيث السلوك الاستاتيكي، والتي تختلف بطريقة التكوين وانتقال الأحمال إلى الأنواع التالية:

- ١. نظام الحوائط الحاملة
- ٢. النظام الهيكلي
- ٣. نظام الإطارات
- ٤. نظام الجمالونات
- ٥. نظام الخرسانة مسبقة الصب

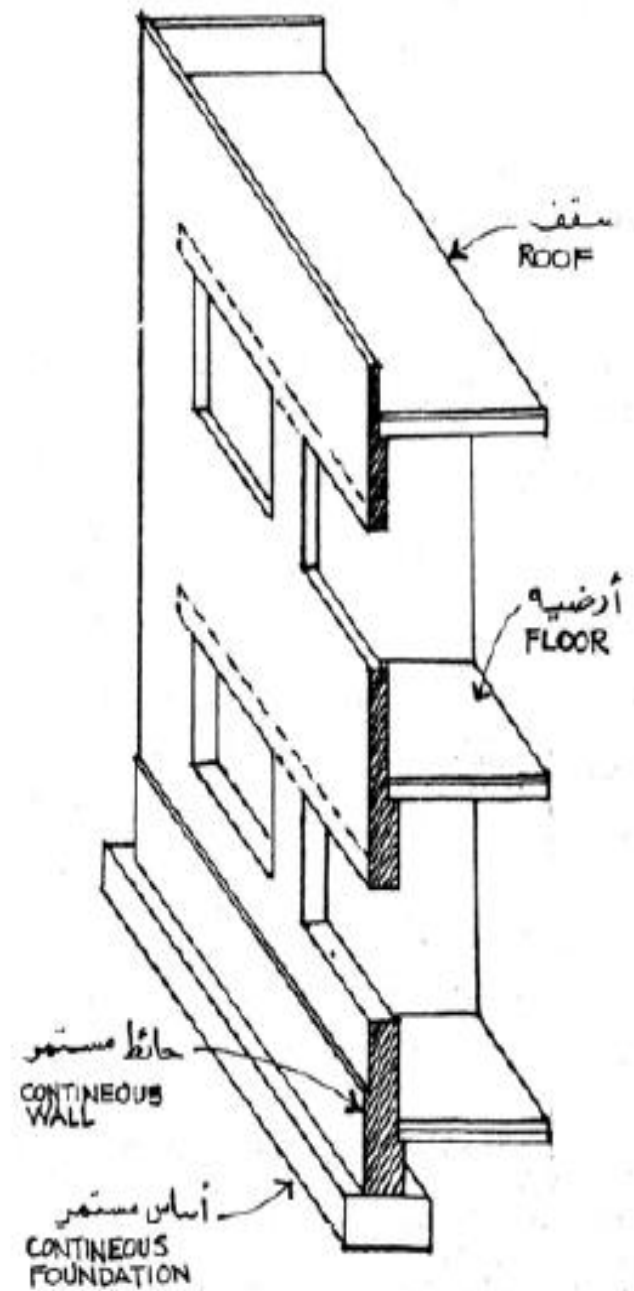
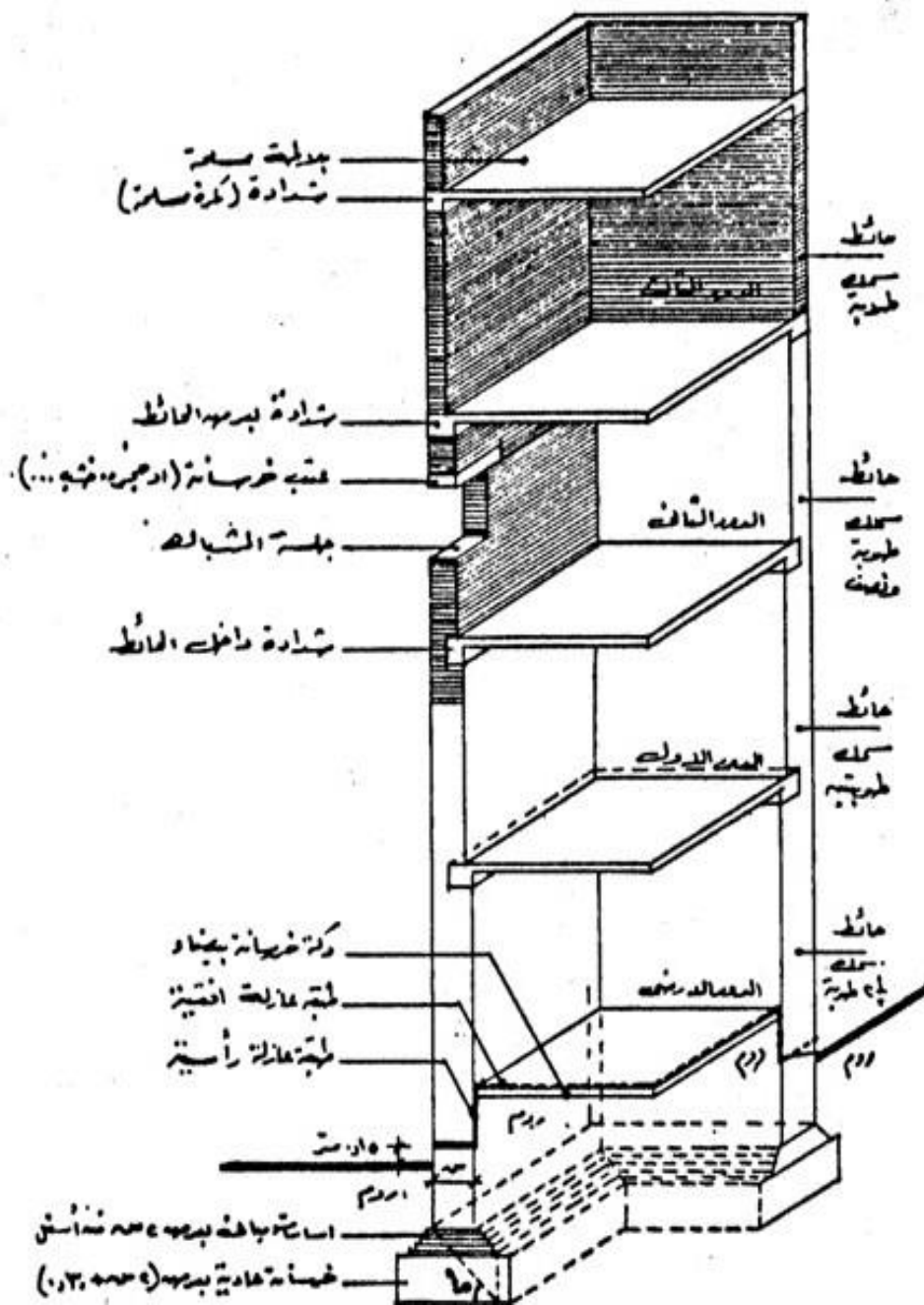
نظام الحوائط الحاملة

- يعد نظام البناء بالحوائط الحاملة من أقدم أنظمة البناء
- تنتقل الأحمال الميتة والحية من السقف إلى الحوائط، التي تنقلها بدورها بالإضافة إلى وزنها الذاتي إلى الحوائط التي تحتها، وهكذا حتى تصل الأحمال إلى الأساس المستمر تحت الحوائط، والذي يقوم بتوزيع الأحمال على طبقة التربة الصالحة للتأسيس.

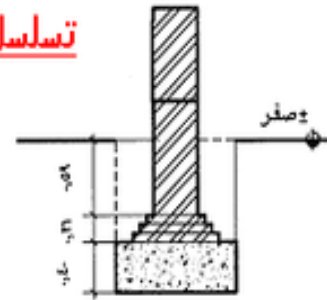
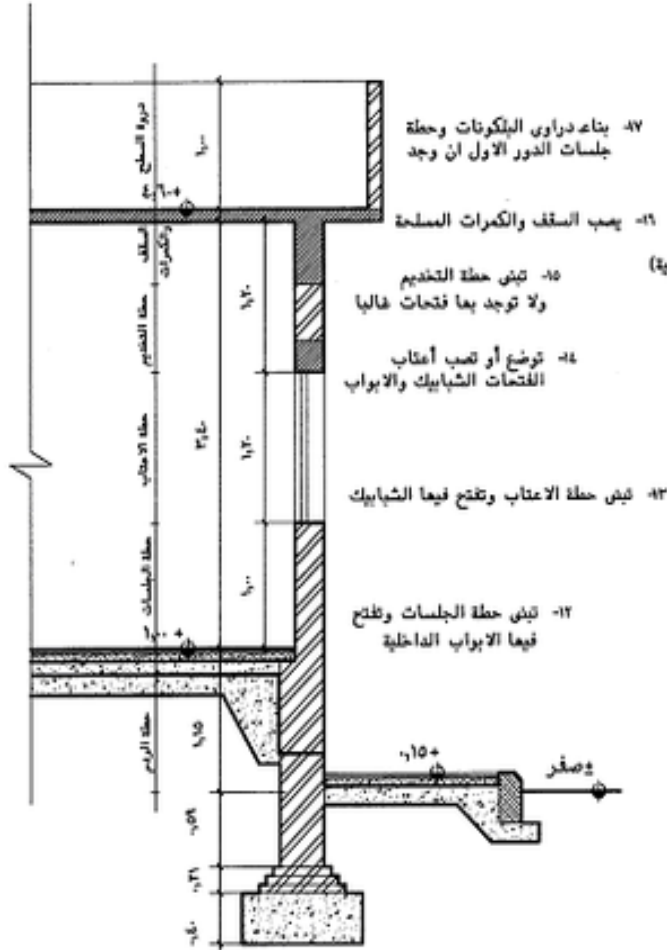
- وقد تكون هذه الحوائط من الطوب أو الحجر أو الخرسانة.
- وهذا النظام نادر الاستعمال حالياً.
- و تعتبر الحوائط بمثابة العنصر الإنشائي الذي يعمل على تحمل الأحمال و نقلها إلى التربة. لذلك يكون سمك الحوائط في الدور الأرضي اكبر من سمك الأدوار العلوية. ويمكن ربط أجزاء المبنى مع بعض باستخدام الأحزمة الأرضية.
- و يجب إن تكون القواعد مستمرة أسفل جميع الحوائط لنقل الحمل بانتظام إلى التربة.

مكونات نظام الحوائط الحاملة

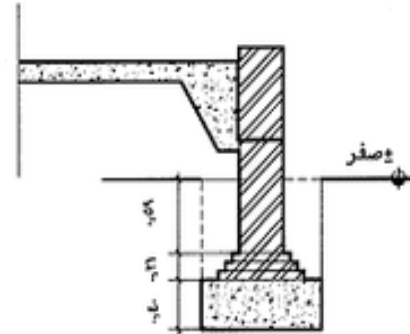
- القواعد الشريطية (المستمرة أسفل الحوائط الحاملة).
- الحوائط الحاملة باستخدام الحجر أو الخرسانة أو الطوب الأحمر.
- السقف من بلاطات مصبوبة في الموقع مثل النوع ذو الأعصاب الخرسانية أو من البلاطات مسبقة الصب أو البلاطات المصمتة.
- الأدراج وعناصر غير إنشائية مثل الأبواب، والنوافذ، ومواد التكسية و التشطيب.



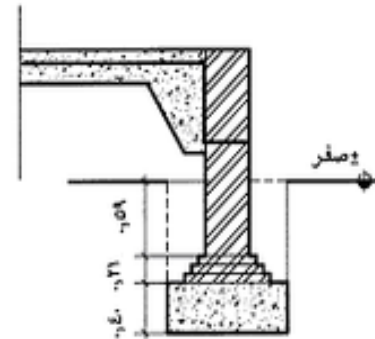
تسلسل أعمال البناء لمبنى حوائط حاملة مكون من دور واحد



١- بناء الحواشي حتى منسوب حطة الردم الداخلي للمبنى

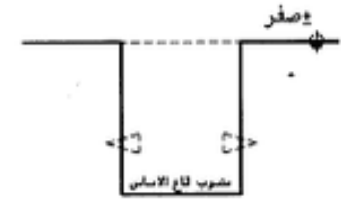


- الردم الداخلي حتى منسوب دكة الأرضية (طبقة الخرسانة العادية)
- رمي دكة الأرضية (الخرسانة العادية)



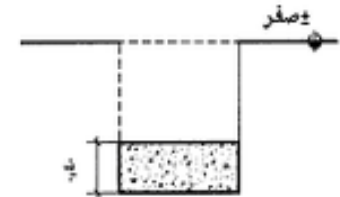
٦- عمل الطبقة العازلة الأفقية فوق دكة الخرسانة العادية

١١- رمي الخرسانة الفيبر فوق الطبقة العازلة الالفة

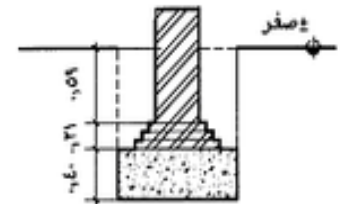


١ - تخطيط المبني

٢- الحفر الى منشوب قاع الاساس ووضع خوابير على جوانب الحفر وعلى منشوب المسطح العلوي لخرسانة الاساس



٤- صب خرسانة الاساس



٤- بناء جدران الأساس حتى مشوب الطبقة العازلة الأفقية والردم حول الأساس

٥- وضع الطبقة العازلة الأفقية

مميزات نظام الحوائط الحاملة

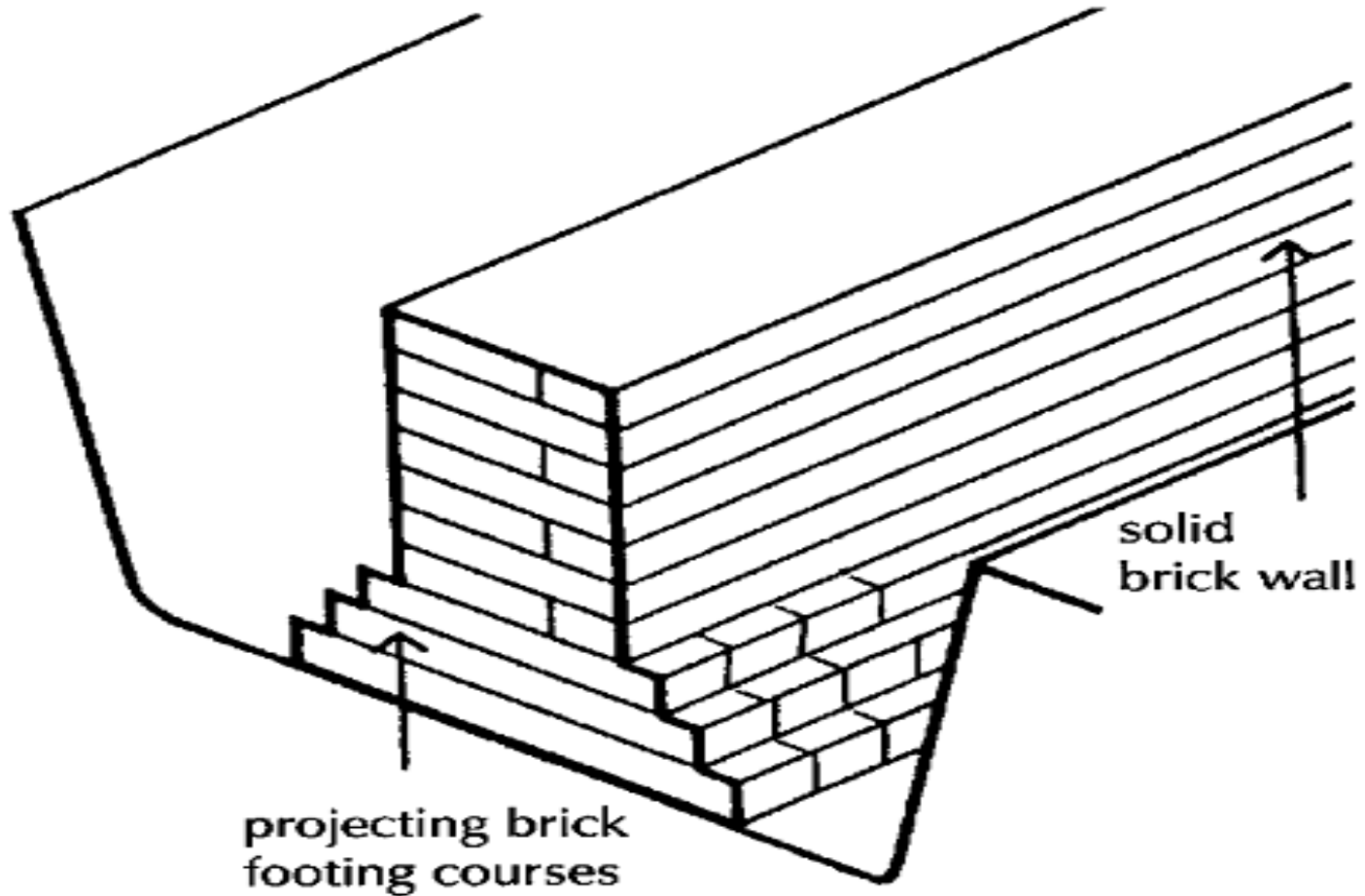
- رخيص الثمن نظراً لأن المواد المستخدمة في هذا النظام قليلة التكلفة ولا تحتاج إلى تقنيات عالية في البناء.
- سريع البناء.
- توزيع الأحمال الإنشائية بانتظام على طول الحوائط الحاملة.

عيوب نظام الحوائط الحاملة

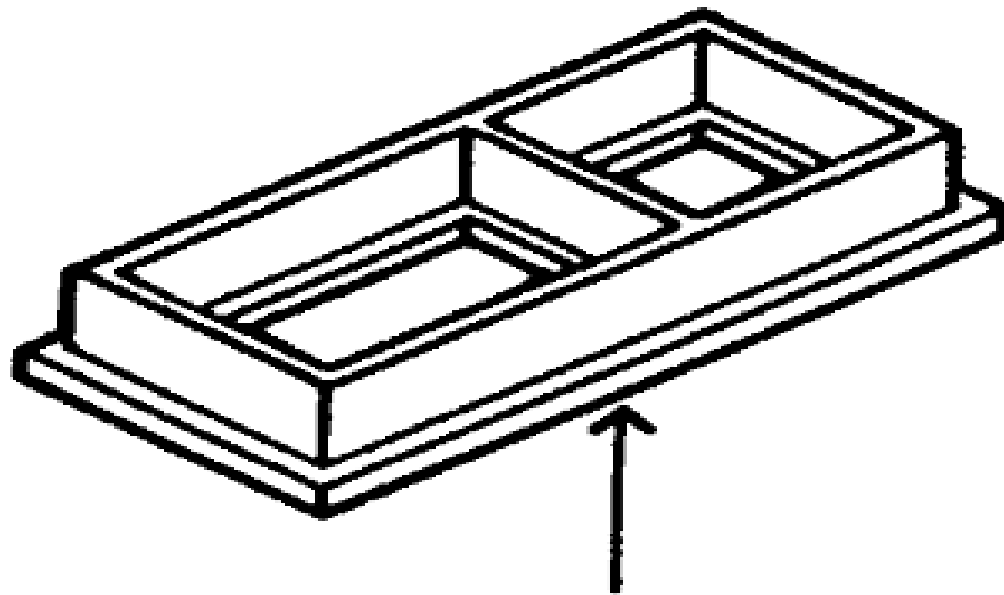
١. كبر الحجم الفراغي لها، حيث يزيد سمك الحوائط كلما اقتربنا من الأساس لزيادة الأحمال التي يتعرض لها الحائط.
٢. صعوبة التغيير المعماري فيها، حيث يمنع عمل أي تعديل كإزالة حوائط أو تعديل تقسيم المبنى من دور إلى دور آخر دون اتخاذ احتياطات شديدة تضمن عدم انهيار المبنى.
٣. وجود الفتحات في حوائط هذا النوع من الإنشاء يضعف المبنى، وبالتالي يجب الإقلال منها وخاصة ما كان عرضه كبيراً.

٤. محدودية التشكيلات المطلوبة في الواجهات.
٥. محدودية الارتفاع المسموح به حيث لا يزيد عدد الأدوار عن خمسة.
٦. صعوبة التمديدات الكهربائية و الصحية بسبب استخدام الحوائط المصمتة.
٧. عزل رديء للصوت و الحرارة
٨. عدم مقاومة القوى الأفقية

Brick Footing



Load Bearing Footing



continuous strip of concrete
under load bearing walls

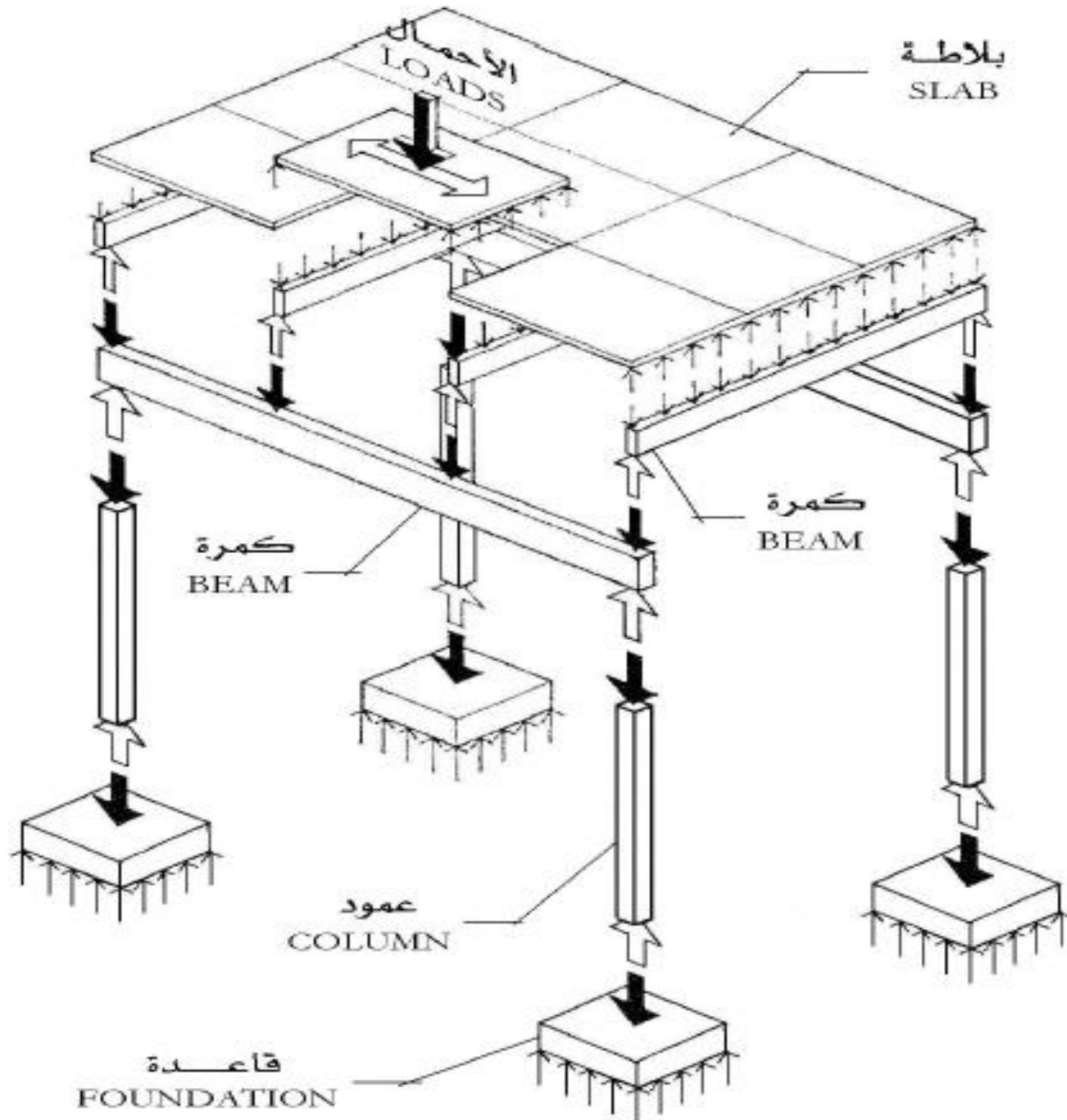
اعتبارات السلامة في نظام الحوائط الحاملة

- لا يجب عمل تعديلات داخلية في هذا النوع من المباني دون اتخاذ الاحتياطات اللازمة لضمان عدم انهيار المبنى.
- يجب الإقلال من مساحة الفتحات بحيث يكون العرض قليل و الارتفاع كبير.
- عمل دراسة جيدة لخصائص التربة.
- تجنب التكسير في أي جزء تم بناءه. وإن تطلب ذلك فيكون بشكل لا يعرض الحجر للاهتزاز والخلخلة.
- ضرورة أن تكون مونة البناء قوية .
- العناية التامة بالعزل المضاد للرطوبة في كافة أجزاء المباني.

النظام الهيكلي

- يعتبر النظام الهيكلي أكثر الأنظمة انتشاراً في العالم أي أن الهيكل الخرساني في المبنى هو الذي يحمل الأوزان أو الأحمال من خلال السلسلة تبدأ بنقل الأحمال من السقف إلى الكمرات (وهي جزء من السقف) إلى الأعمدة إلى الأساسات إلى التربة.
- ويستخدم هذا النظام لتشييد المباني ذات الارتفاعات العالية التي تصل إلى ارتفاع ٩٠ متر.
- ويعتمد هذا النظام على الخرسانة المسلحة كمادة أساسية، ولكن يمكن استخدام الكمرات والأعمدة الحديدية في إنشاء هيكل المبنى والذي يتميز في هذه الحالة بخفة الوزن مقارنة بالخرسانة المسلحة مما يتيح إمكانية زيادة ارتفاع المبنى عن ١٠٠ متر، وقد يصل إلى ٣٠٠ متر أو أكثر،

- ويحتاج نظام الإنشاء الهيكلي إلى تصميم دقيق لجميع العناصر في المبنى حتى يمكن للمبنى تحمل الأحمال الواقعة عليه بأمان.
- ويتم تحديد مقاسات الأعمدة طبقاً لارتفاع الدور الواحد بالإضافة إلى الأحمال الموجودة عليه والتي تزيد كلما اقتربنا من أساسات المبنى.



- مكونات النظام الهيكلي

- العناصر الإنشائية: الأساسات، الأعمدة، الجسور، السقف، السلالم.

- العناصر غير الإنشائية: الجدران، الأبواب والنوافذ، تغطية الأرضية وهي البلاط مثل السيراميك أو غطاء خشب، تغطية الجدران وهي الدهان، والجبس وورق الجدران وغير ذلك.

- وهناك عدة مزايا لهذا النظام جعلتها الأكثر انتشاراً وهي:
- ١. سرعة وسهولة التنفيذ
- فمثلاً تستطيع البدء في مراحل التشطيبات للدوار السفلية بالتوازي مع مرحلة الخرسانة للدوار العلوية.
- ٢. يمكن عمل مباني عالية Multi-story نتيجة لخفة وزن النظام الهيكلي وقوة تحمل المواد المستخدمة في الانشاء يمكن عمل أبراج وهذا غير ممكن في نظام الجدران الحاملة مثلاً (من ٤-٥ أدوار كحد أقصى) لأن النظام الهيكلي به أوزان خفيفة في الأساس وهي أوزان الأعمدة والأسقف وباقي الأوزان يمكن تخفيفها عن طريق عمل جدران خفيفة مثل جدران الألمنيوم والزجاج والجبس، وما يؤهل النظام الهيكلي لعمل مباني عالية هو كون الأوزان على العناصر الخرسانية أوزان قليلة نسبياً.

- ٣. سهولة التمديدات الصحية والكهربائية .
- لأن طبيعة الطوب المفرغ المستخدم في هذا النظام تسمح بالحفر بسهولة خلاله ووضع الأسلاك والمواسير عكس الجدران الحاملة التي يستخدم الطوب المصمت.
- ٤. عزل أفضل للصوت
- لأن الطوب المفرغ يساعد في عزل الصوت بينما الطوب المصمت ينقل الصوت.

- ٥. المقاطع الخرسانية (صغيرة نسبياً) .
- فالأعمدة مثلاً مقاطعها صغيرة نسبياً وحتى الجدران مقاطعها صغيرة مقارنة بالجدار الحاملة.
- ٦. إمكانية التغيير المعماري
- فيمكن إزالة أي حائط أو توسيع أي غرفة أو تضيقها وهذا غير متوفر في الحوائط الحاملة
- ٧. إمكانية عمل فتحات (أبواب + شبابيك) واسعة .
- في الجدران الحاملة مثلاً كلما كانت الفتحات أوسع فإن ذلك يعني ضعف الجدار لأن الجدار هو الذي يحمل الأوزان، بينما في النظام الهيكلي يمكن عمل الواجهة كلها شباك أو عمل باب بأي حجم

عيوب النظام الهيكلي

- ١. الضعف في مقاومة القوى الأفقية (الرياح والزلازل)، ويمكن التغلب على هذه المشكلة بواسطة إنشاء ما يسمى بجدران القص (Shear Walls)
- ٢. لا يستطيع البناء مقاومة درجة الحرارة العالية وتأثير الرطوبة بسبب السماكة القليلة للجدران.
- ٣. يحتاج لعدد كبير من الأيدي العاملة
- ٤. يحتاج لكثير من المعدات .



تشيد مباني ٤

اعتبارات السلامة في النظام الهيكلي

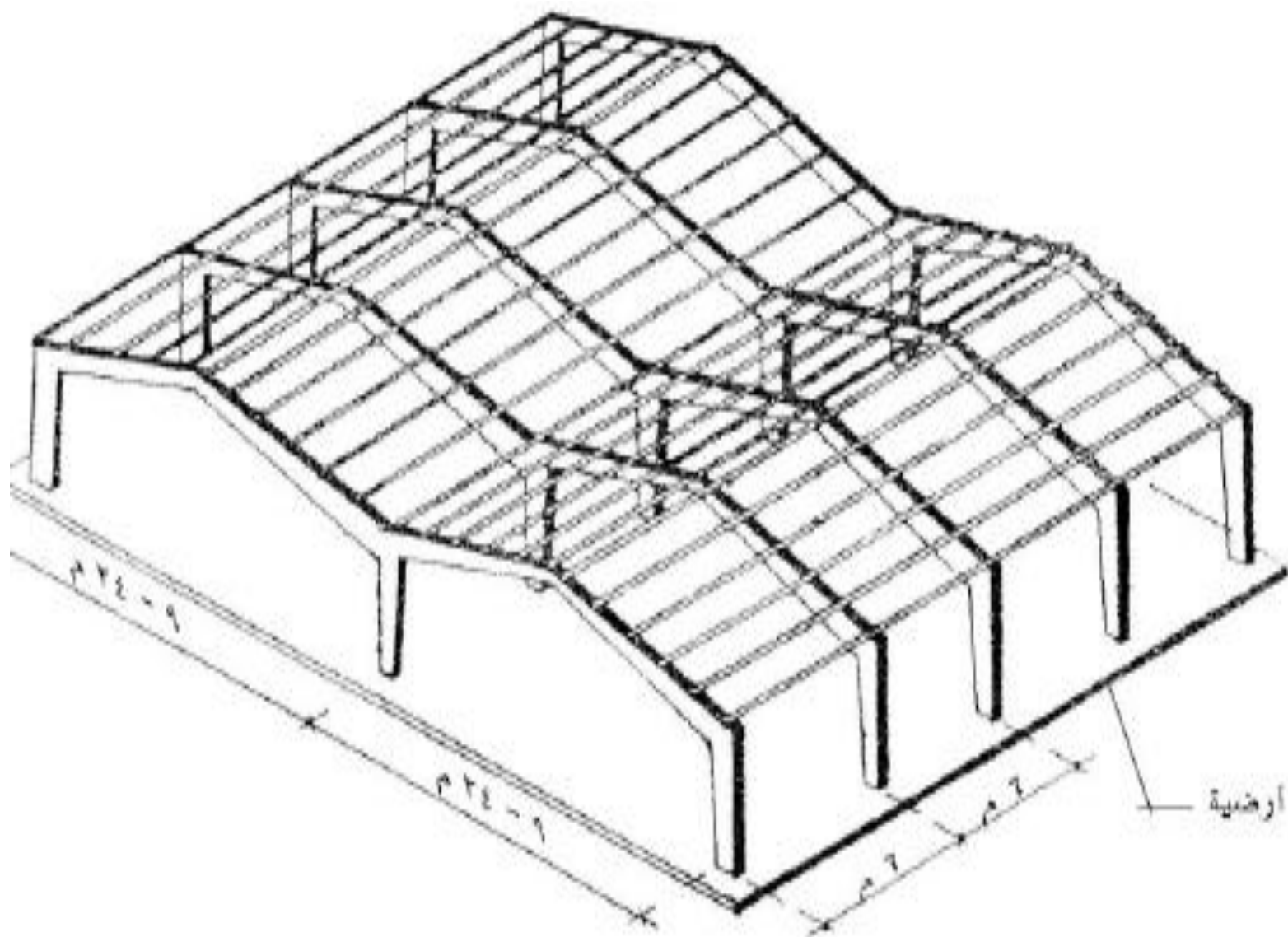
التأكد من استيفاء العناصر التالية للسلامة :

- السقالات بأنواعها.
- منافذ الدخول والخروج.
- المركبات الميكانيكية والروافع والشاحنات.
- الترتيب والتنظيم في موقع العمل.
- الوقاية من المخاطر الكهربائية.
- متابعة وسائل الحماية الفردية اللازمة للعمال.

نظام الإطارات

Frames

- الإطارات:
- نظام الإطارات مشابه للنظام الهيكلي من حيث طريقة نقل الأحمال، إلا أنه يختلف عنه في كيفية اتصال الأعمدة بالجسور في الأسقف، حيث يتميز نظام الإطارات بالترابط بين الأعمدة والجسور، والتوحد في كيفية الاستجابة للتشوهات، بما يضمن ثبات الزوايا بين الأعمدة والجسور المتصلة بها، ويتم ذلك عن طريق نظام تسليح خاص بالإطارات، يختلف عن نظام تسليح المنشآت الهيكلية.



مميزات نظام الإطارات

- يمكن استخدامه في الطوابق المتعددة
- يسمح بمسافات كبيرة بين الأعمدة تصل إلى ٢٥ م (في حالة الصالات الواسعة مثلاً)، دون الحاجة إلى أعمدة وسطية.
- يقاوم الأحمال الأفقية حال وجود أحمال رياح أو زلازل.
- تستخدم كبديل لجدران القص في حالة وجود قوى أفقية، وعدم التمكن من إضافة حوائط قص.
- توزيع أفضل للأحمال بين الأحزمة و الأعمدة.

– عيوب نظام الإطارات

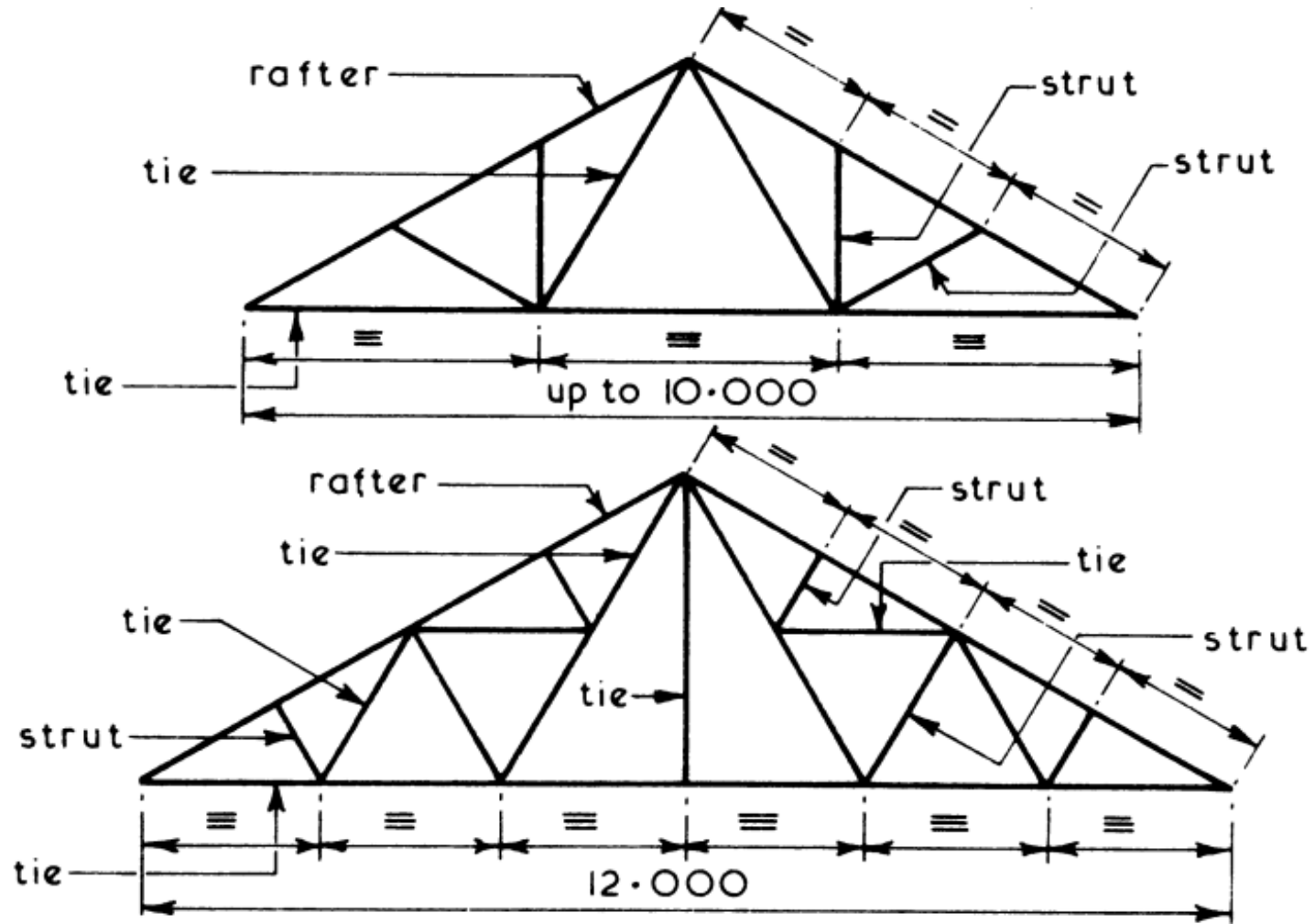
- تكلفة عالية للمواد
- يحتاج لخبرات خاصة في التنفيذ
- عملية التصميم معقدة

الجمالونات

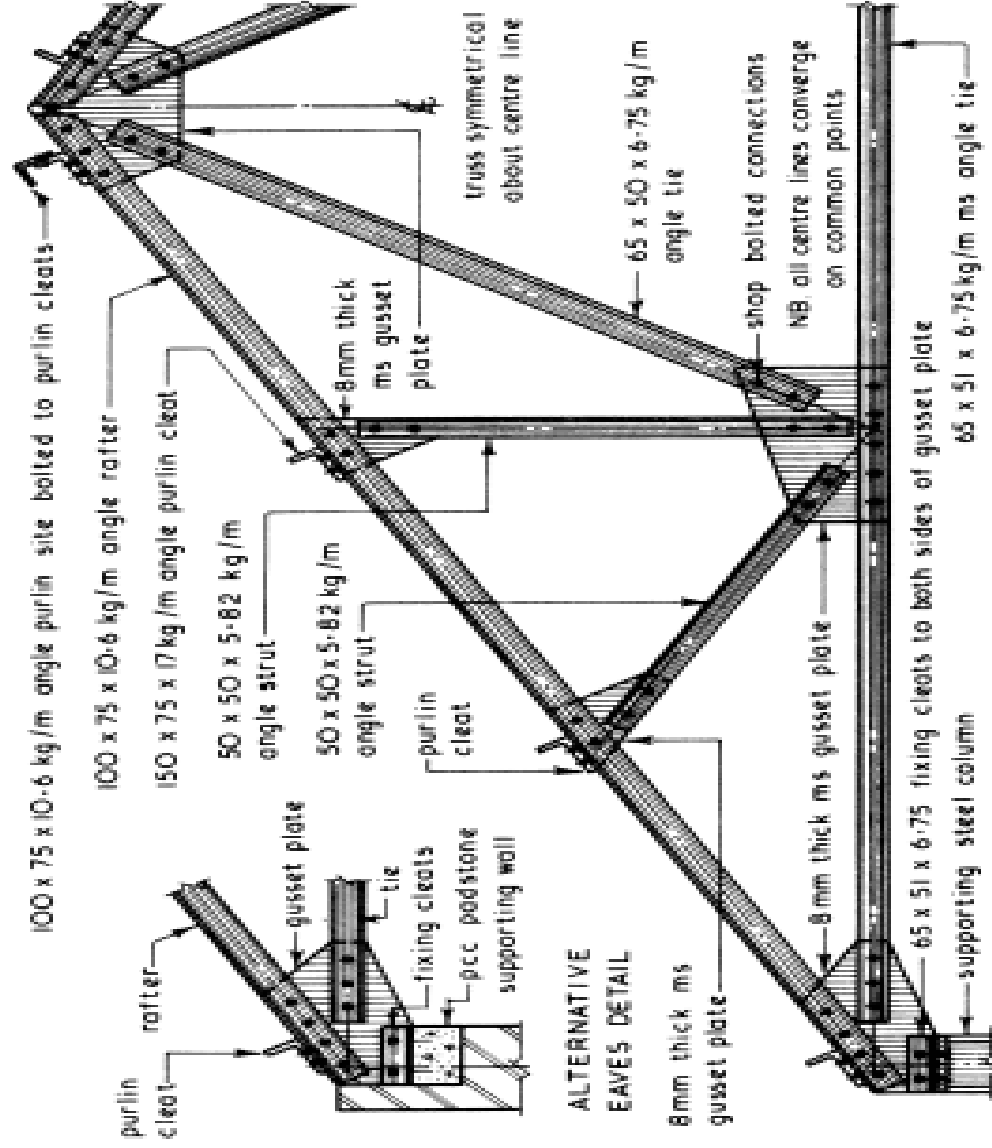
Trusses

- تتكون الجمالونات إما من الخشب، أو الحديد، أو الباطون (نادر لفقدان فرضية أن نقطة الاتصال بين الأعضاء تكون مفصلية Hinge .
- وتستخدم الجمالونات في حالة الحاجة إلى مساحات أسقف واسعة بدون أعمدة قد تصل الى ٥٠ أو ٦٠ متر.
- و يتكون الجمالون من أزواج من العوارض توضع أعلاه، و يتم ربطها بواسطة دعامات و شدادات مكونه مع بعضها مثلثات أو مستطيلات تتصل معا في نقاط تسمى العقد.
- تنتقل الأحمال في الجمالون من الأسقف إلى الجمالونات عن طريق المدادات العرضية و منها إلى الأعمدة ثم إلى القواعد ثم إلى التربة.

Truss

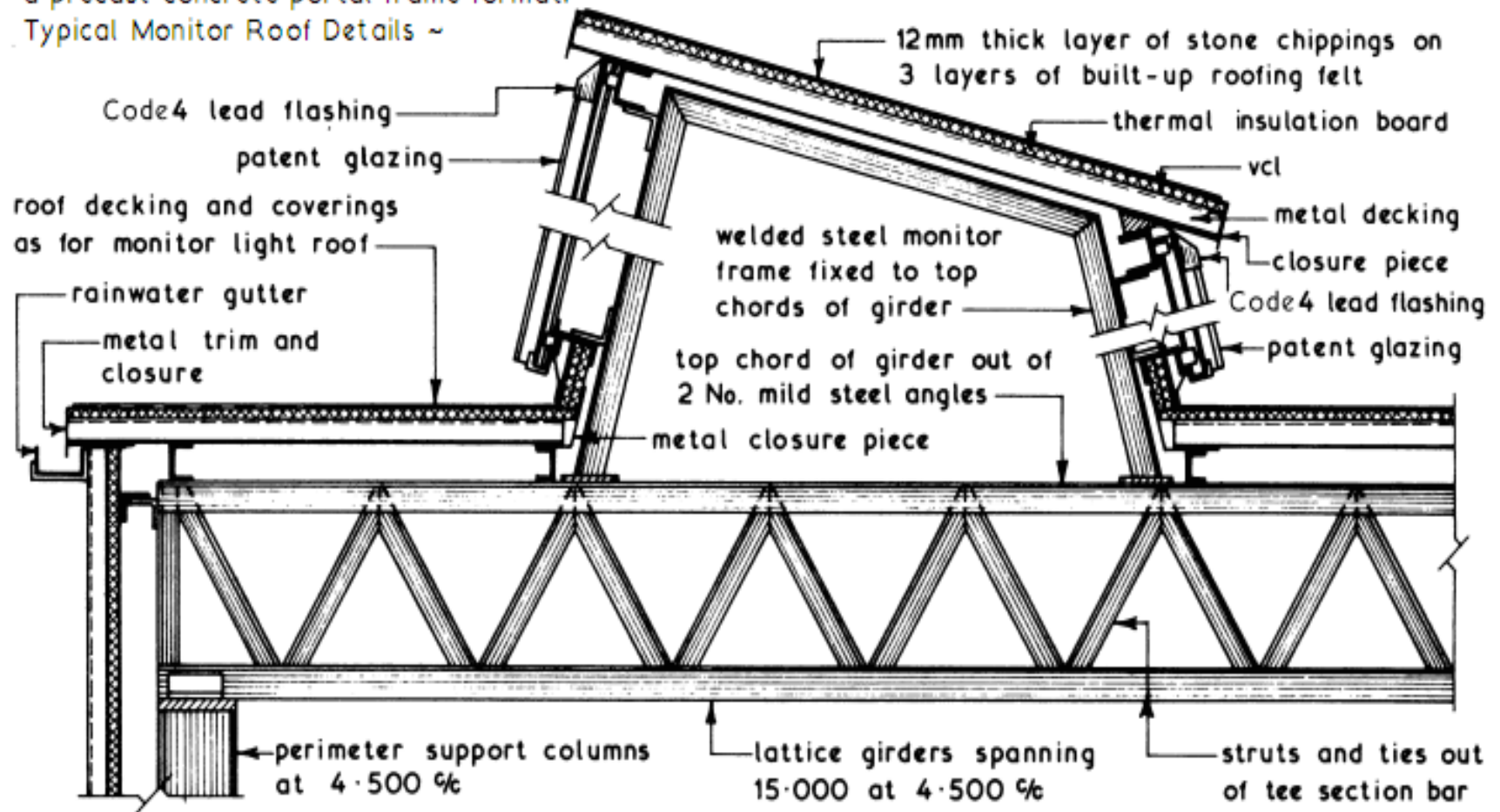


Typical Steel Roof Truss Details ~



Truss

a precast concrete portal frame format.
Typical Monitor Roof Details ~



- العناصر الإنشائية للجمالون
- عناصر وصل مستقيمة .
- الأعمدة .
- المدادات العرضية .
- القواعد.

مميزات نظام الجمالونات

- ١. يمكن من خلال الجمالون إنشاء بحور بأبعاد قد تصل إلى ٥٠ أو ٦٠ متر.

- ٢. تنفيذ الجمالون أسهل وأسرع من الإطارات.

- ٣. أوزان قليلة على الأساسات.

– عيوب نظام الجمالونات

- ١. لا يمكن عمل ادوار متكررة

- ٢. يحتاج إلى معدات ثقيلة لتنفيذه

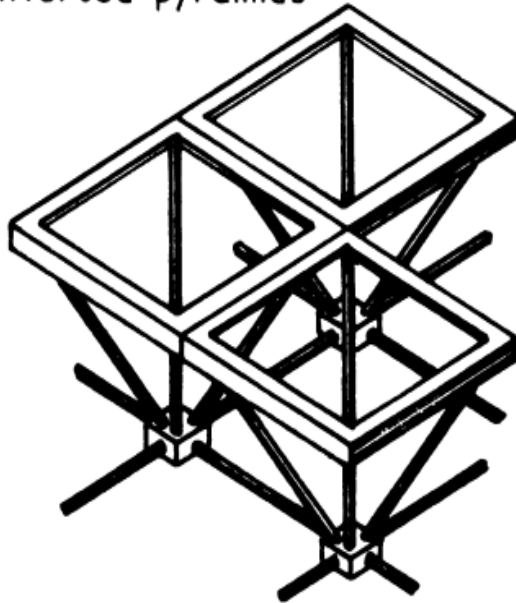
- ٣. يحتاج إلى إجراءات سلامة خاصة أثناء التنفيذ

الجمالونات الفراغية

- و تعرف ب Space Truss و يستعمل لتغطية الأسقف ذات البحور الواسعة و تأخذ الوحدات الشكل الهرمي حيث تؤثر على كل عضو في الوحدة قوى الشد و الضغط.
- يستخدم مقاطع الحديد لتشكيل الهرم.
- مميزات الجمالون الفراغي
 - سرعة التنفيذ
 - تغطية مساحات واسعة
 - منظر معماري رائع
- عيوب الجمالون الفراغي
 - تكلفة عالية
 - يحتاج دقة عالية في التنفيذ

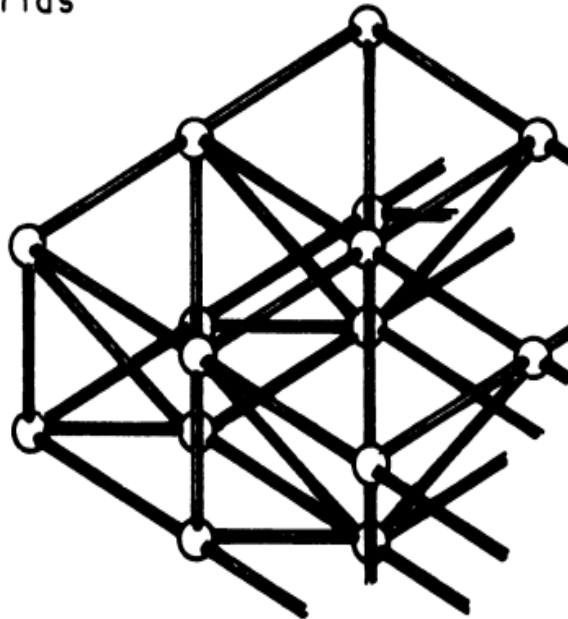
Space Truss

a series of interconnected
inverted pyramids



SPACE DECK

a series of interconnected
grids



SPACE FRAME

٥. نظام الخرسانة مسبقة الصب

Precast Concrete

- وهي الخرسانة التي تصب في المصنع أو في الموقع على شكل عناصر إنشائية حاملة أو غير حاملة وتنتقل وترفع لتركيبها وتوصيلها بواسطة وصلات معينة لتكون المبنى
- أسباب ظهور الخرسانة مسبقة الصب
 ١. وجود كوارث طبيعية وغير طبيعية و حاجة ماسة لإقامة مباني بسرعة.
 ٢. نمو سكاني سريع لا يوازي معدلات التنمية العمرانية.
 ٣. يوجد مناطق يصعب بها نقل اليد العاملة " مثل الصحراء "
 ٤. ندرة مواد البناء في بعض المناطق.
 ٥. عوامل جوية لا تسمح لصب الخرسانة في الموقع كالحر الشديد او البرد الشديد

٤. نظام الخرسانة مسبقة الصب

Precast Concrete

- مميزات طرق التشييد بالخرسانة مسبقة الصب:
- السرعة بسبب التكرار النمطي
- الاقتصاد
- سهولة ضبط الجودة و المراقبة.
- قلة الأيدي العاملة.
- سهولة استخدام الوحدات مرة أخرى وانخفاض نسبة الهالك
- توفر إمكانية للعمل والتشييد تحت أى ظروف مناخية أو غيرها.

• عيوب الخرسانة مسبقة الصب

١. الحاجة إلى مساحات واسعة لتخزين الوحدات على الموقع.
٢. إجراءات الأمان و السلامة على الموقع مطلوبة.
٣. تحتاج إلى معدات خاصة لنقلها إلى الموقع.
٤. تمهيد الموقع و إعداده إلى مكان مناسب لتخزين الوحدات و ترتيبها بطريقة منظمة حسب طريقة البناء و الاستعمال.
٥. بتكرار الوحدات النمطية يزداد الملل و التقييد المعماري

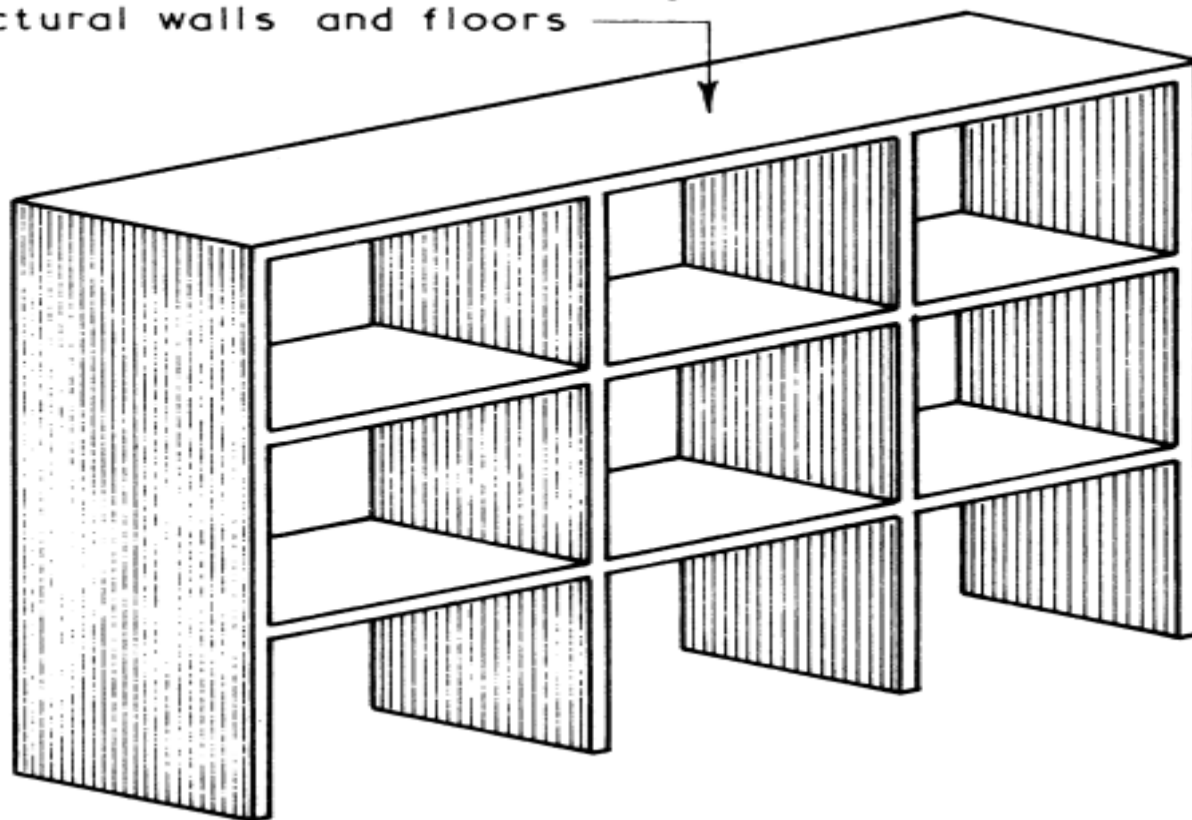
- ٦. تحتاج إلى نظام التوحيد القياسي "Module".
- ٧. الحاجة إلى خبراء و فنيين
- ٨. تحتاج إلى شبكة طرق متطورة لعمليات النقل الخاصة
- ٩. تحتاج إلى دقة كبيرة في تركيب الوحدات والحرص على تركيب كل وحدة في مكانها الموضح في المخططات
- ١٠. تحتاج إلى مخططات تنفيذية وجداول تركيب وتوريد ومواصفات وبرامج أخرى ما لا تحتاجه الطريقة التقليدية

- إجراءات السلامة اثناء تنفيذ المباني مسبقة الصب
- تمهيد الموقع و إعداده إلى مكان مناسب لتشوين الوحدات.
- فحص المعدات الثقيلة عند كل استخدام.

Precast panels



structure consists of a series
of interconnected plates forming
structural walls and floors



PANEL OR BOX CONSTRUCTION

Lifted Slab system

