الخرسانة سابقــة الصب Precast Concrete

- **مقدمة:-**

الخرسانة سابقة الصب تصنع فى المصنع تحت ظروف من التحكم فى الجودة و طرق و تكنولوجيا التصنيع ولا تنقل إلى الموقع بعد تصلدها التام ووصولها إلى المقاومة المطلوبة و يوجد العديد من المنشات المصنوعة من الخرسانة سابقة الصب حيث يتكون المنشأ من العدي من الأجزاء المنفصلة المصبوبة بعيدا عن الموقع ثم يتم نقلها إلى الموقع و تجميعها و تشييدها هناك و الخرسانة سابقة الصب مثل الخرسانة التقليدية فيوجد منها الخرسانة العادية و المسلحة و سابقة الإجهاد.

والسؤال الآن:-

هل كل وحدات الخرسانة سابقة الصب يتم صبها فى المصنع؟

و الإجابة..

إنه فى ظروف خاصة يتم صب الخرسانة سابقة الصب فى الموقع مثل حالة أن يكون مطلوب جزء طويل نسبيا أو عريض بالدرجة التى لا يمكن نقله على وسائل النقل أو أن قوانين المرور لا تسمح بنقله فيتم صبه فى الموقع بالقرب من المكان المطلوب تشييده فيه مثل أجزاء الكبارى الكبيرة Site Precast.

خرسانة سابقة الصب فى الموقع Site Precast

- **مراحل تصنيع الخرسانة سابقة الصب:-**

يمكن تلخيص المراحل التى يتم فيها تصنيع الخرسانة سابقة الصب فى المراحل الآتية:-

1. عمل التقفيصه الحديدية و الوصلات..يوجد فى كل نصنع فنيين متخصصين فى عمل القفص الحديدى و الوصلات آخذين فى الاعتبار طريقة تقفيل القوالب وعلاقة ذلك بحديد التسليح.

تجهيز القفص الحديدي لكمرة سابقة الصب

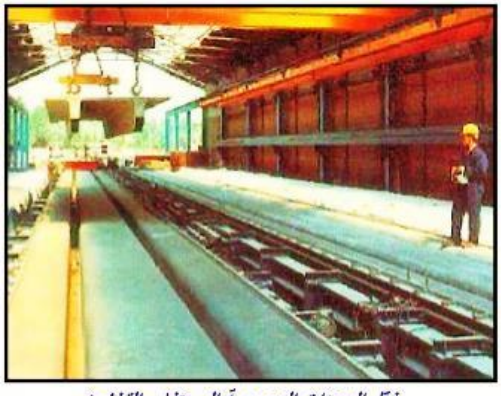
تجهيز حديد التسليح لبلاطة سابقة الصب

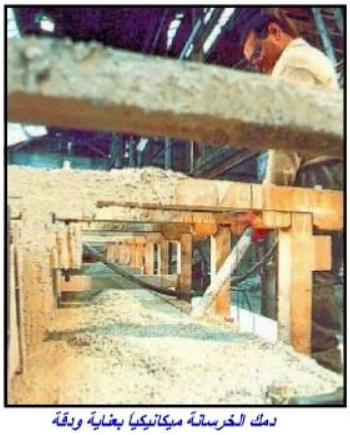
2. تجهيز القوالب و تجميعها..بعد وضع الحديد يتم تجميع باقى أجزاء القوالب و تقفيلها بإحكام.
3. صب الخرسانة..حيث يتم تصميم الخلطة بدقة و عناية و معظم مصانع الخرسانة بها محطات خلط مزودة بأجهزة كمبيوتر وبرامج لتصميم الخلطات.

تجميع القوالب لكمرة من الخرسانة سابقة الصب

صب الخرسانة فى القوالب ميكانيكيا.

4. دمك الخرسانة..تستخدم هزازات ميكانيكية خارجية ذات ترددات عالية للتأكد من الوصول لأقصى كثافة و أفضل مقاومة.
5. نقل الوحدات المصبوبة..بعد التأكد من وصول الخرسانة إلى المقاومة المطلوبة يتم نقل الوحدات إلى عنابر التخزين بالمصنع و التى من الممكن أن تتم بعد عدة ساعات من الصب وذلك لتعجيل دورات الإنتاج.
6. تخزين الوحدات الخرسانية..الوحدات التى تم نقلها يتم تخزينها بوضعها على عوارض خشبية أو وسائد بلاستيكية مع مراعاة وضع العوارض الخشبية فتق بعضها مباشرة و بدقة.
7. نقل الوحدات الخرسانية إلى الموقع...يتم بعد ذلك نقل الوحدات إلى الموقع بالكيفية و الترتيب المحدد سلفا بحيث نضمن أن الأجزاء الموردة يتم تركيبها مباشرة بدون عوائق أو تأخير أو بدون انتظار وحدات أخرى بحيث يجب تركيبها أولا.


نقل الوحدات المصبوبة إلى عنابر التخزين


دمك الخرسانة ميكانيكيا بعناية ودقة

تخزين الوحدات الخرسانية التي تم صبها و تصلدها بطريقة فنية

نقل الوحدات الخرسانية سابقة الصب على لواري خاصة

8. تركيب الوحدات فى صورة المنشأ المطلوب...وذلك بعد رفعها من على ظهر اللورى مباشرة دون الحاجة إلى تخزين فى الموقع وهذا يؤدى إلى معدل أفضل فى التشييد مع توفير الانشطة الموقعية.
9. تشطيب المبنى..حيث من الممكن أن يظل الهيكل الإنشائى ظاهر أو مختفى حسب الرغبة المعمارية.

تركيب الوحدات الخرسانية الجاهزة فى مكانها مباشرة

منشأ من الخرسانة سابقة الصب بعد تشطيبه به أجزاء من الهيكل ظاهرة وأجزاء مختفية

- **أسباب استخدام الخرسانة سابقة الصب:-**

للخرسانة سابقة الصب سمات أو مميزات خاصة تتميز بها بالاضافة إلى المميزات التى تشترك فيها مع الخرسانة المصبوبة فى الموقع. ويمكن تلخيص ذلك فى النقاط الآتية:

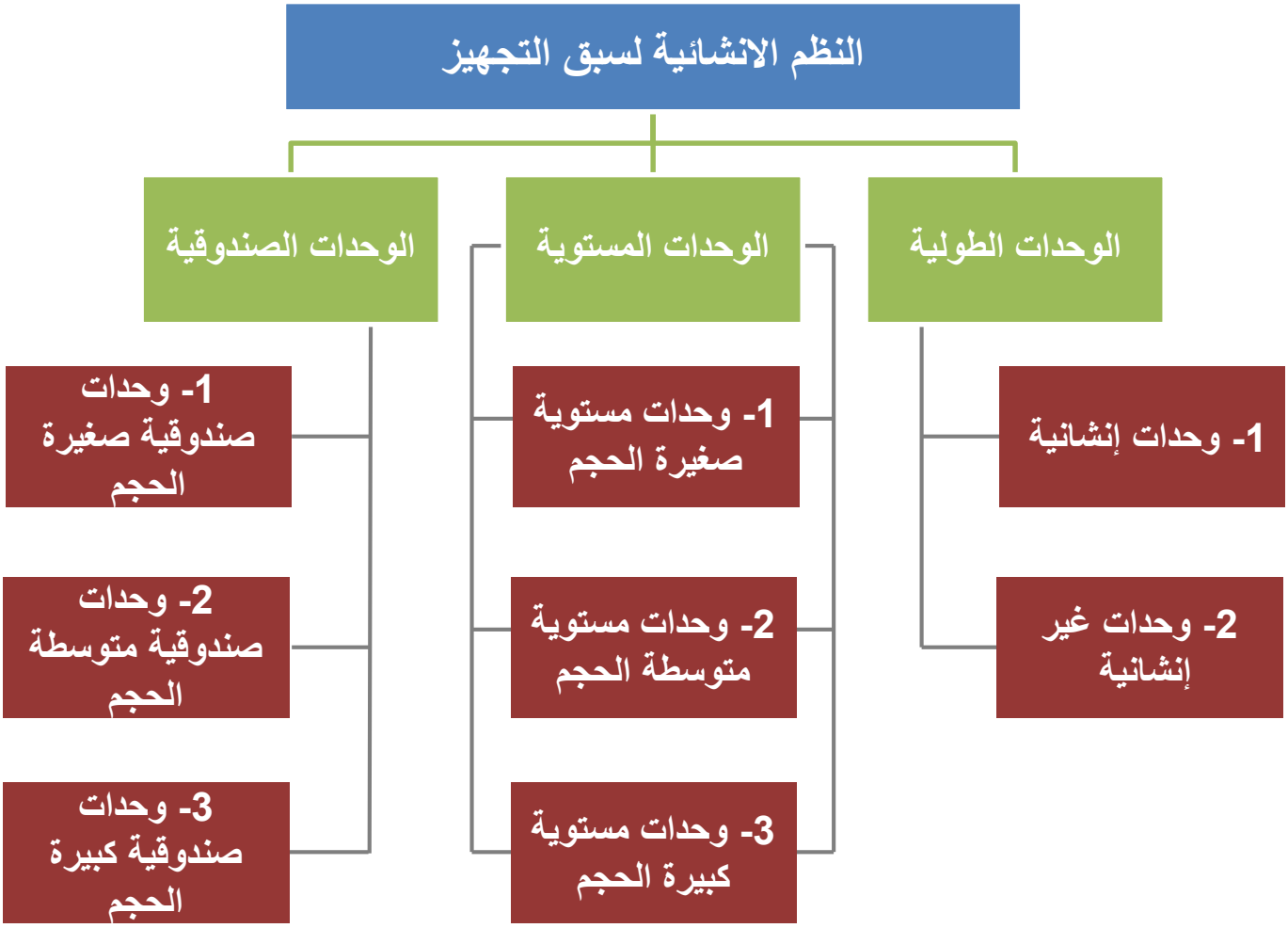
1. جودة عالية.
2. دقة فى التفاصيل.
3. قلة زمن تشييد المبنى.
4. مقاومة عالية للحريق.
5. استخدامات عديدة و متنوعة.

- **سمات خاصة بالخرسانة سابقة الصب:-**

لها سطح نهائى أملس جيد خالى من من المناطق المعششة أو رديئة النهو نتيجة أن قوالب الصب فى المصنع تظل بحالة جيدة و يمكن التحكم فى جودتها.

خرسانة سابقة الصب جيدة التشطيب والنهو

خرسانة مصبوبة فى الموقع رديئة التشطيب


النظم الانشائية لسبق التجهيز
الوحدات الطولية
الوحدات المستوية
الوحدات الصندوقية
1- وحدات إنشانية
2- وحدات غير إنشانية
1- وحدات مستوية صغيرة الحجم
2- وحدات مستوية متوسطة الحجم
3- وحدات مستوية كبيرة الحجم
1- وحدات صندوقية صغيرة الحجم
2- وحدات صندوقية متوسطة الحجم
3- وحدات صندوقية كبيرة الحجم

النظم الانشائية لسبق التجهيز

يمكن تقسيم نظم المبانى سابقة التصنيع الخرسانية من الجانب الانشائى إلى نظم رئيسية (Generic System) وتنقسم بدورها بمجموعة من النظم غير رئيسيية وتعتمد فكرة تصميمها على الأنواع الرئيسية وهذه النظم الرئيسية هى :

-1 الوحدات الطولية
-2 الوحدات المستوية
-3 الوحدات الصندوقية

أولاً : الوحدات الطولية :- Linear System

هي عبارة عن وحدات نمطية سابقة التجهيز في المصنع أو في مكان مخصص لها في الموقع، وهذه الوحدات يمكن أن تكون من الحديد أو من الخرسانة المسلحة، يتم نقل تلك الوحدات إلى الموقع بعد سبق تجهيزها حيث يمكن تجميعها مع بعضها البعض بإحدى الطرق الخاصة بالوصلات ، سواء كانت جافة أو رطبة لتكوين الهيكل الإنشائي للمبنى .

وتنقسم الوحدات الطولية إلى نوعين أساسين :-

1- وجدات إنشائية Structural Unit.
2-وحدات غير إنشائية Non Structural Unit.

1- وجدات إنشائية Structural Unit:

- وحدات الأعمدة والكمرات التي تكون الهيكل الإنشائي للمبنى بعد تجميعها ويكمن لتلك الوحدات أما أن تكون من الحديد أو الخرسانة المسلحة أو خرسانة سابقة الإجهاد وتكون قطاعات الوحدات صغيرة .

شكل(1) يوضح وحدات الأعمدة والكمرات التي تكون الهيكل الإنشائي للمبنى

و تكون الأعمدة على هيئة **أعمدة مستمرة** بأرتفاع المبنى بالكامل فيتراوح بذلك أرتفاع المبنى ما بين 10 أمتار إلى 30 متر بحد أقصى، أو تكون الأعمدة منفصلة تأخذ أرتفاع طابق من المبنى أو أرتفاع طابقين مما يتيح مرونة أكبر فى أرتفاع المبنى ككل.

- وحدات إنشائية أخرى لتقفيل الفراغات يمكن أن تكون وحدات طولية لتشكل الأسقف والحوائط بحيث يتم وضع الوحدات بجانب بعضها على الكمرات السابق تركيبها لتقفيل الفراغات .

شكل(2) يوضح الأعمدة المتصلة التى تكون بأرتفاع المبنى

شكل (3) يوضح وحدات إنشائية أخرى لتقفيل الفراغات

2- وحدات غير إنشائية Non Structural Unit

- وهي عبارة عن الحوائط الغير الإنشائية حيث تكون الوظيفة الأساسية لها هي فصل الفراغات داخل المبنى بالإضافة إلى الوظائف الأخرى الخاصة بالعزل الحراري أو الصوتي أو المتطلبات الأخرى . وتكون هذه الوحدات خفيفة ويجب تصميمها بطريقة تتحمل القوى التي سوف تتعرض لها أثناء الحمل والنقل والتركيب .

شكل (4) يوضح الوحدات الغير إنشائية

ثانياً : الوحدات المستوية :- Planar/Panel System

الوحدات المستوية تعتبر من أكثر الطرق شيوعا في البلدان المتقدمة، وهي عبارة عن وحدات من الحوائط والأسقف بأحجام مختلفة طبقاً للتصميم الموضوع يتم تجهيزها في المصنع، ثم تنقل لموقع التنفيذ حيث يتم تجميع الحوائط والأسقف لتكوين الفراغات المختلفة للمنشأ . وتتراوح أحجام الوحدات المستوية من وحدات صغيرة ومتوسطة إلى وحدات كبيرة .

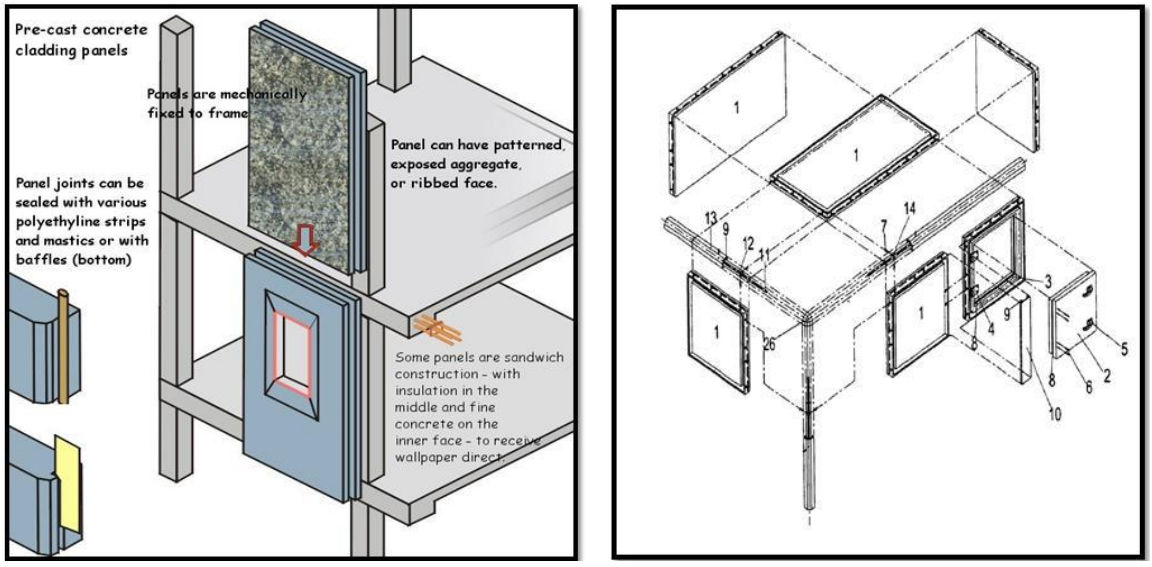
وتختلف أحجام الوحدات المستوية إلى :

- وحدات صغيرة الحجم (Small Size Unit)

عبارة عن وحدات يتم تجميعها في الموقع لتكوين لفراغات المختلفة، ولا يقل عدد الوحدات المكون لحائط أو سقف غرفة عن 3 وحدات ويكون متوسط أبعاد الوحدة 4*2م.

مميزاته : عدم احتياجه إلى معدات كبيرة(شاحنات نقل-أوناش).

عيوبه : الفراغ الواحد يحتاج إلى عدد كبير من الوصلات، حيث زيادة زمن الإنشاء وعمليات التنفيذ فيحتاج إلى عدد أكبر من العمالة وبالتالي زيادة التكلفة الكلية .

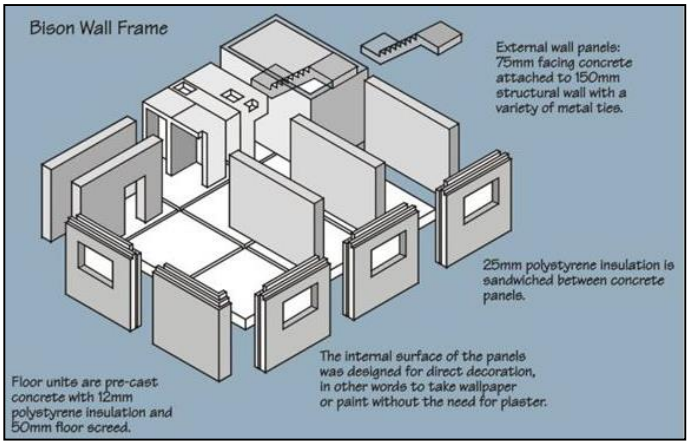


شكل (5) يوضح الوحدات صغيرة الحجم

- وحدات متوسطة الحجم (Medium Size Unit)

الوحدات متوسطة الحجم عبارة عن وحدات مستوية للحوائط والأسقف، يتم تجميعها في الموقع لتكوين الفراغات المختلفة، بإفتراض ألا تزيد عن وحدتين لتكوين حائط أو سقف غرفة عن ويكون متوسط أبعاد الوحدة 4*4م.

مميزاته : عدم احتياجه إلى معدات كبيرة (شاحنات نقل-أوناش)، وأيضاً قلة عدد الوصلات في الفراغ الواحد .



شكل (6) يوضح الوحدات متوسطة الحجم

- وحدات كبيرة الحجم (Large Size Unit)

هي وحدات مستوية من الحوائط والأسقف يمكنها أن تكون فيما بينها الفراغ الكامل للغرفة الواحدة، أي أن الوحدة الواحدة يمكنها تشكيل حائط لفراغ غرفة 4*4م.

ميزاته : عدد قليل للوصلات، سرعة تجميع الوحدات وبالتالي تقليل زمن التنفيذ .

عيوبه : يحتاج إلى معدات ثقيلة في الموقع لتتناسب مع أحجامه وأوزانه .

شكل (7) يوضح الوحدات كبيرة الحجم

❑ وحدات الاسقف Slabs Units فى نظام الوحدات المستوية..

تقوم هذه الوحدات بوظيفه تغطية الفراغات المختلفة المتكونة بالحوائط السابقة . إضافة إلى أنها أيضا تستخدم كأرضية للأدوار التى تعلوها ، مما يتطلب تصميمها بطريقة تسمح بأداء تلك الوظائف ، وتتحمل القوى التى تتعرض لها. وتختلف إشكال وسماكات وحدات الأسقف طبقا للمسطح المراد تغطيته والوظيفة المطلوبة ، حيث توجد وحدات مصمتة ذات كمرات ساقطة على شكل حرف (T) ووحدات مفرغة .

أشكال الوحدات المستوية لبلاطات الاسقف :-

1- وحدات مصمتة :-

وهى وحدات تصلح لان تكون بلاطات للاسقف أو وحدات للحوائط وان اختلف التصميم الإنشائى بعض الشىء وهذا الشكل المصمت الشائع الاستخدام ، من أهم عيوبة وزنه الكبير .

شكل (8) يوضح الوحدات المستوية المصمتة

2- وحدات مفرغة بلاطات مفرغة (Hollow Core):-

وهى وحدات تصلح أيضا لان تكون بلاطات للاسقف أو وحدات للحوائط ومن مميزات هذا التصميم للبلاطات :

1. تخفيف وزن بلاطة السقف.
2. العزل الحرارى الجيد وذلك لوجود الهواء بالداخل.
3. العزل الصوتى خاصة إذا كانت تستخدم للأسقف بين الآدوار.

شكل (9) يوضح الوحدات المفرغة

3- وحدات مزدوجة على شكل حرف - T:-

وفى هذه الحالة يستخدم سقوط الكمرات لتقليل سمك بلاطة السقف فتتوزع الاحمال على الكمرات الساقطة .

شكل (10) يوضح وحدات مزدوجة على شكل حرف T

مميزات طريقه الوحدات المستويه :

1. سرعة التنفيذ بالمقارنة بطريقة النظام الهيكلى .
2. يمكن أن تحضر الحوائط منتهية تماما من جميع التشطيبات والتركيبات سواء الكهربائية أو الصحية والقصارة والدهان .

عيوب طريقه الوحدات المستوية :

1. كثرة الوصلات خاصة إذا كانت الوحدات من النوع الصغير والمتوسط.
2. الاحتياج إلى عمالة فنية مدربة تقوم بإعمال الوصلات.
3. اقل مرونة من النظام الهيكلى(يصعب عمل فتحات جديدة أو إجراء أى تغيير فى المسقط الآفقى).
4. عملية ضبط الحوائط الرأسية تحتاج إلى وقت طويل و مهارة عالية ومعدات خاصة.

ثالثا : الوحدات الصندوقية :- Box Units-Box System

الوحدات الصندوقية هى عباره عن وحدات مفرغة ثلاثية الابعاد تحتوى على فراغ بداخلها ، يتم تجهيزها فى المصنع وتتكون من جزء او فراغ أو عدة فراغات ، ثم يتم نقلها إلى الموقع ليتم تجميعها لتنتج الشكل النهائى للفراغ .

شكل (10) يوضح الوحدات المفرغة

- **حجم الوحدات الصندوقية : (Size Of Box Units)**

تنقسم الوحدات الصندوقية من حيث الحجم إلى عدة مصاسات وهى كالتالى :

1. الوحدة الصندوقية الصغيرة : - (Small Size Units – Ring Units)

وهى عبارة عن شرائح من وحدات على شكل صندوق مغلق الحوائط والأسقف و الأرضيات ، حيث تصب كوحدة واحدة ، ويتم تجميعها بجانب بعضها لتكون الفراغ المطلوب .

شكل (11) يوضح الوحدات الصندوقية الصغيرة

مميزات الحجم الصغير من الوحدات الصندوقية :

1. مرونه كبيرة عالية فى التصميم .
2. تعطى مقاسات متعددة وتغطى معظم المقاسات المطلوبة.
3. سهولة نقل الوحدات من المصنع إلى الموقع.
4. سهولة التشغيل فى الموقع مع استخدام أوناش ذات قوة رفع معقولة.

عيوب الحجم الصغير من الوحدات الصندوقية :

1. كثرة الوصلات فى الفراغ الواحد نتيجة للحاجة إلى عدد كبير لتكوين الفراغ .
2. تحتاج إلى عمالة فنية مدربة لتجميع الوحدات.
3. تحتاج إلى وقت كبير فى عملية الإنشاء.

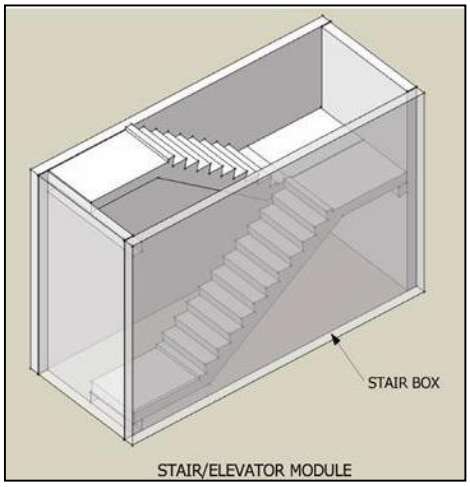
2. الوحده الصندوقية متوسطة الحجم (حجم الغرفة) (Room Module) : -

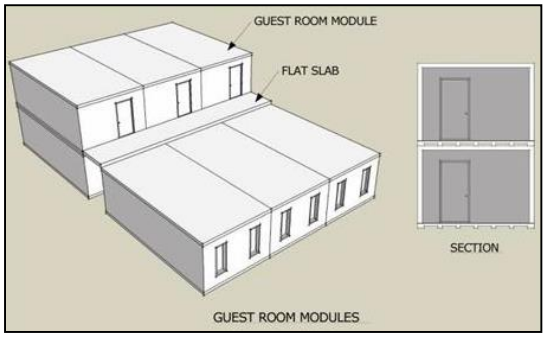
وهى عبارة عن حجم يساوى حجم غرفة النوم حيث يمكن تجميعها بشكل أو بآخر طبقا للتصميم لتكوين الوحدات السكنية .

الوحدة = نصف أو غرفة نوم كاملة.

وحدتين = فراغ المعيشة.

الوحدة = فراغ للمطبخ أو الحمام أو الفراغين معا .





شكل (12) يوضح الوحدات الصندوقية متوسطة الحجم

مميزات الحجم المتوسط من الوحدات الصندوقية :

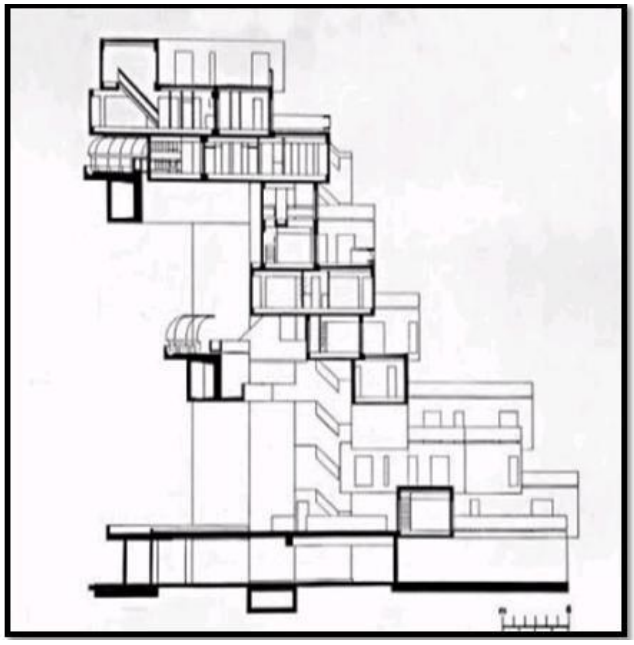
1. مرونة كبيرة عالية فى تجميع الوحدات .
2. سهولة نقل الوحدات من المصنع إلى الموقع.
3. تحتاج إلى وقت أقل فى عملية الإنشاء من الحجم السابق.

عيوب الحجم المتوسط من الوحدات الصندوقية :

1. وجود الوصلات فى الوحدة السكنية الواحدة.
2. يحد هذاالحجم من أبعاد الغرف المختلفة ويصعب استخدام الموديل للفراغات الصغيرة كالحمامات والمطابخ .

3. الوحده الصندوقية كبيرة الحجم : - (Large Box System)

وهى عبارة عن وحدات تحتوى على جزء من مسكن أو وحدات تحتوى على المسكن بأكملة .



شكل (13) يوضح الوحدات الصندوقية كبيرة الحجم

مميزات الحجم الكبير من الوحدات الصندوقية :

1. عدد قليل من الوصلات ، حيث أن الوصلات تتركز بين الوحدات وبعضها .
2. سرعة الإنشاء ، حيث تأتى الوحدة السكنية على أجزاء كبيرة أو كوحدة واحدة أيضا كاملة التشطيب والتجهيز.

عيوب الحجم الكبير من الوحدات الصندوقية :

1. صعوبة النقل لكبر الحجم الفراغى للوحدة.
2. تحتاج إلى معدات و أوناش كبيرة الحجم لزيادة وزن الوحدة.
3. وحددات غير مرنة عند عملية الجمع من الخارج ، حيث تقتصر المرونة على الوحدة من الداخل فقط باستخدام القواطع الخفيفة لفصل الفراغات .

▪ الوصلات : joints

الوصلة هى سطح الالتقاء أو الاتصال بين وحدتين منفصلتين أو متشابهتين فى المادة المصنوعة منها الوحدات ، وتعتبر نهاية وحدة وبداية أخرى ، وحيث أن الوصلة هى منطقة لالتقاء بين أجزاء المبنى فيجب أن تعالج بشكل سليم .

وترجع أهمية الوصلات فى نظام الوحدات المستوية إلى أنها ضرورية لتجميع أجزاء الوحدات ، من حيث أن الفكرة الأساسية للمبانى سابقة التصنيع هى تجزئة المبنى إلى وحدات صغيرة . وتزداد أهمية الوصلات فى الوحدات المستوية الصغيرة والمتوسطة الحجم حيث تلعب دورا هاما فى مقابل جميع القوى التى يتعرض لها المبنى ، لذا لابد من الاهتمام بها لضمان عمل جميع الوحدات مع بعضها البعض كوحدة واحدة .

وتنقسم الوصلات إلى نوعين :

1. الوصلات المؤقتة :

وهى وصلات تستخدم بصفة مؤقتة لصلب وحدات الحوائط ، أو تثبيت الأسقف إلى أن يتم عمل الوصلات النهائية الدائمة ، وتكون أهميتها بالغة عند ضبط راسية وربط بلاطات الأسقف.

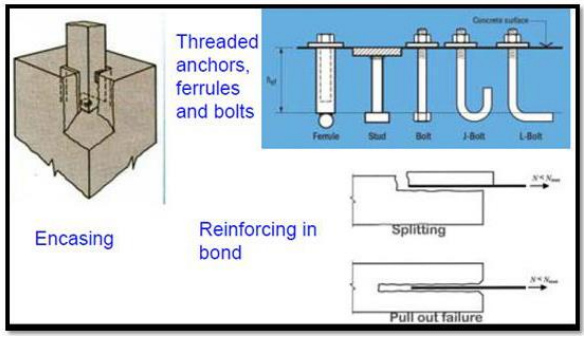
وصلات الحوائط المؤقتة : عبارة عن ركائز وصليات حديدية(شداد / شكال معدنى) ويجب أن يكون قوية بحيث لا تسمح للحائط بالتحرك إلى ان توضع الأسقف عليها ، ثم توضع بعد العمل الوصلات الدائمة بين الحوائط و الأسقف.

شكل (14) يوضح الوصلات المؤقتة

2. الوصلات الدائمة :

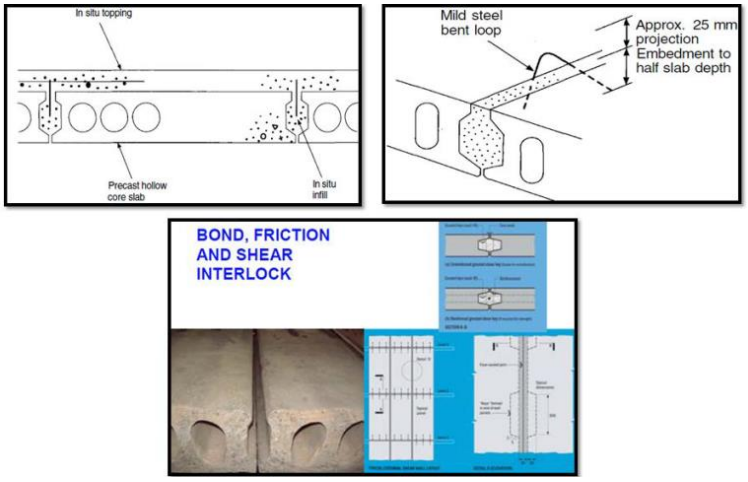
تختلف أنواع الوصلات الدائمة طبقا للتصميم ولأنواع القوى التى تؤثر على عمل هذه الوصلات وهناك طريقتان أساسيتان لعمل الوصلات :

أ- الوصلات الجافة (Dry Joint)



شكل (15) يوضح الوصلات الجافة

ب- الوصلات الرطبة (wet Joint)



شكل (16) يوضح الوصلات الرطبة