

النظم الإنشائية لسبق التجهيز

يمكن تقسيم نظم المباني سابقة التصنيع الخرسانية من الجانب الإنشائي إلى نظم رئيسية (General System) وتنقسم بدورها بمجموعة من النظم غير رئيسية (متداخلة-متدرجة-منبثقة) وتعتمد فكرة تصميمها على الأنواع الرئيسية وهذه النظم الرئيسية هي :

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

أولاً : الوحدات الطولية :

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 أساسيين :

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

1-وحدات إنشائية Structural Unit :

يحتاج المبنى إلى نوعين من الوحدات الإنشائية :

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



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

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



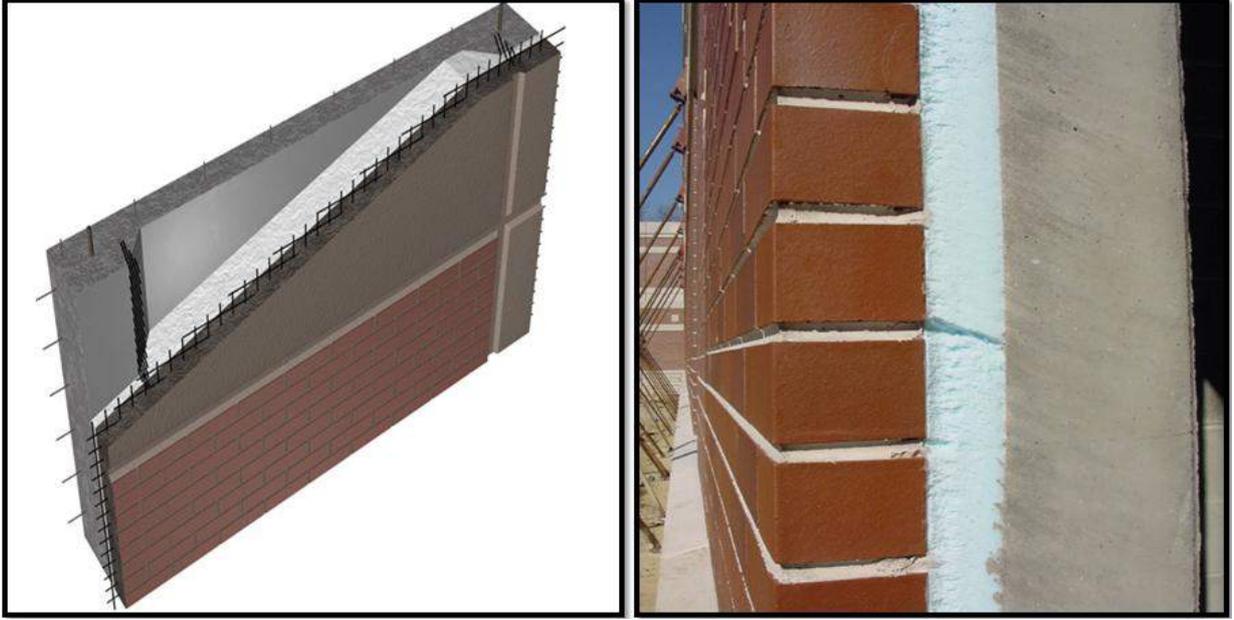
شكل (2) يوضح وحدات إنشائية أخرى لتفصيل الفراغات

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 (3) يوضح وحدات غير إنشائية



شكل (4) يوضح وحدات غير إنشائية

ثانياً : الوحدات المستوية :

الوحدات المستوية تعتبر من أكثر الطرق شيوعاً 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 .

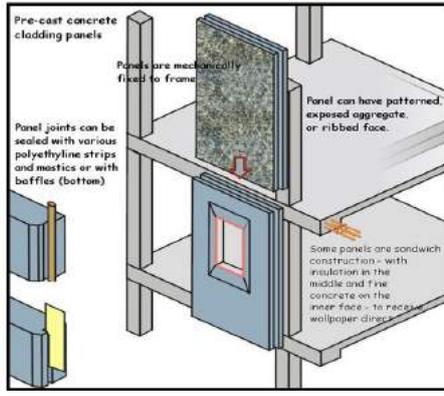
وتختلف أحجام الوحدات المستوية إلى :

وحدات صغيرة الحجم (Small Size Units) :

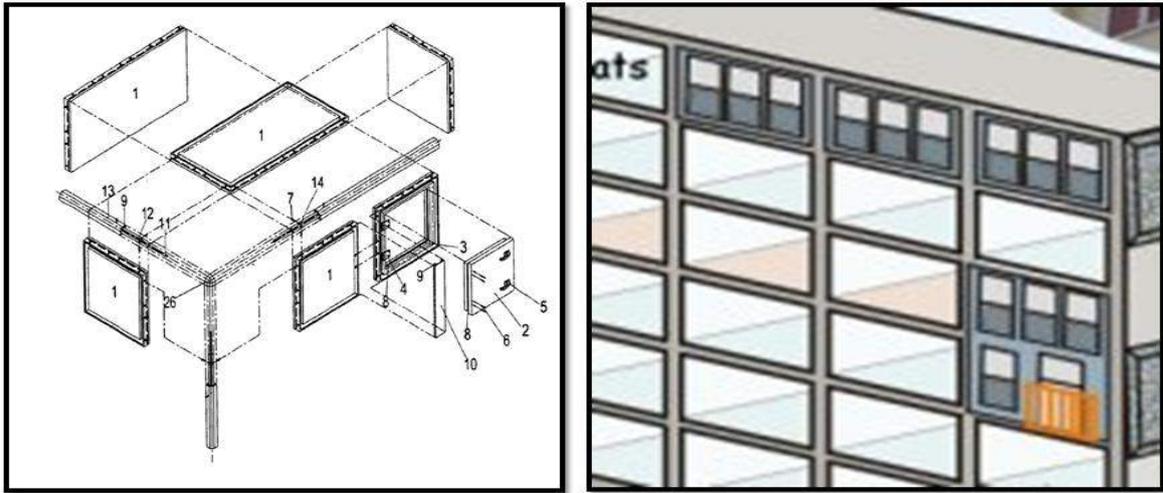
عبارة عن وحدات يتم تجميعها في الموقع لتكوين لفراغات المختلفة، ولا يقل عدد الوحدات المكون لحائط أو سقف غرفة عن 3 وحدات ويكون متوسط أبعاد الوحدة 4 * 2 م .

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 وحدات صغيرة الحجم

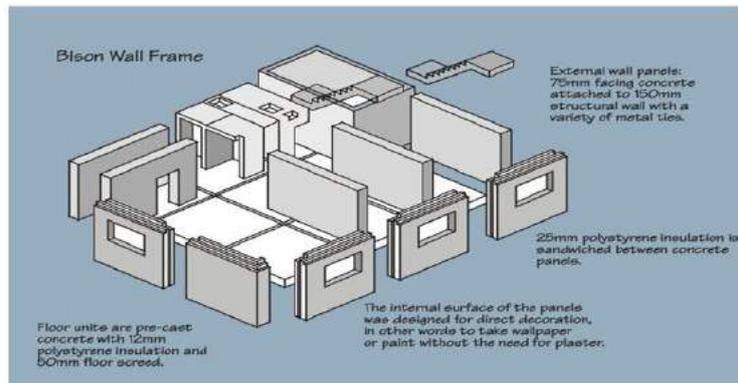


شكل (6) يوضح وحدات صغيرة الحجم

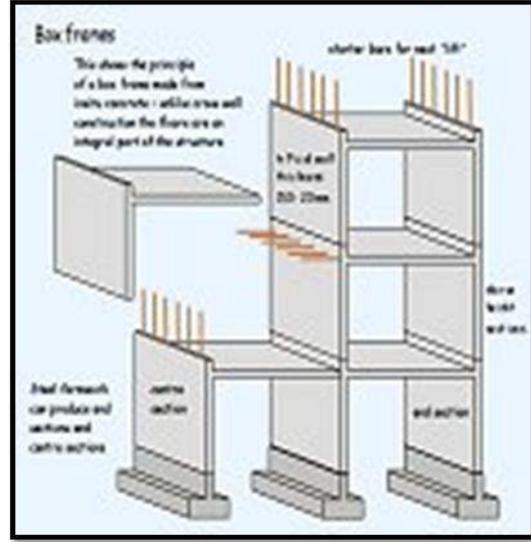
وحدات متوسطة الحجم (Medium Size Units):

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

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



شكل (7) يوضح وحدات متوسطة الحجم



شكل (8) يوضح وحدات متوسطة الحجم

وحدات كبيرة الحجم (Large Size Units) :

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

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

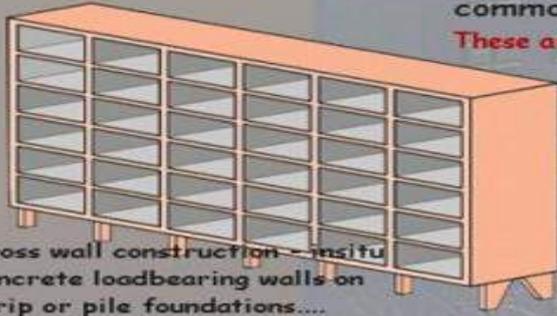
عيوبه : يحتاج إلى معدات ثقيلة في الموقع لتناسب مع أحجابه وأوزانه .



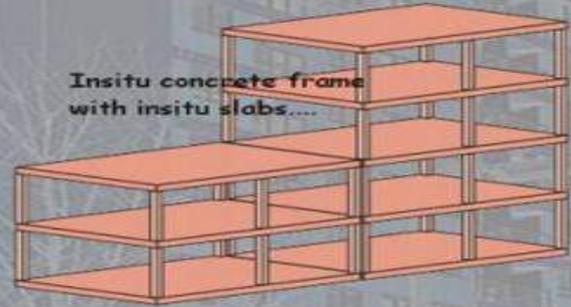
شكل (9) يوضح وحدات كبيره الحجم

Medium and High Rise Housing

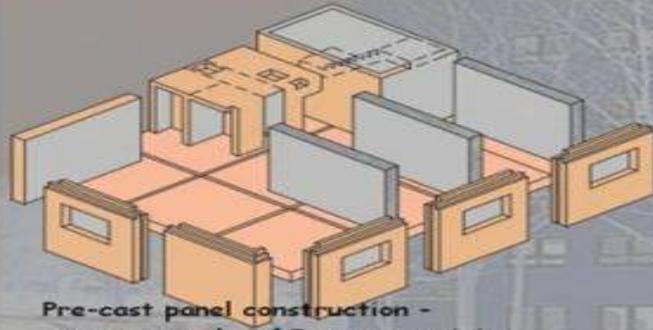
During the 1950s and 1960s there were four common methods of building blocks of flats. These are all concrete - steel frames were quite rare



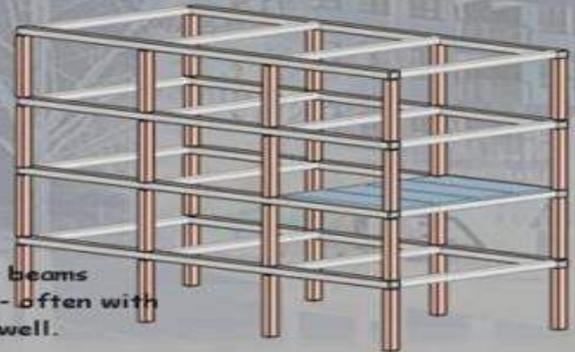
Cross wall construction - insitu concrete loadbearing walls on strip or pile foundations....



Insitu concrete frame with insitu slabs....



Pre-cast panel construction - systems mostly of European origin....



pre-cast columns and beams with pre-cast floors - often with pre-cast cladding as well.

شكل (10) يوضح وحدات كبيرة الحجم



شكل (11) يوضح وحدات كبيرة الحجم

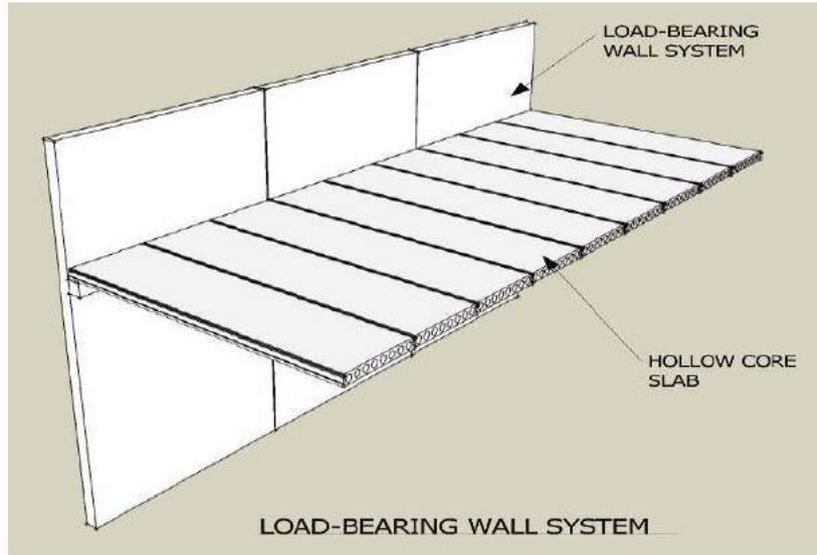
وهناك ثلاث أنواع من الوحدات من الناحية الإنشائية :

1- وحدات حوائط حاملة (إنشائية) Load Bearing Walls

وهي وحدات سابقة التجهيز، والتي تكون وظيفتها الأساسية وظيفة إنشائية، وتشبه الحوائط الحاملة في المباني التقليدية، أي إنها تقوم بنقل الأحمال الواقعة عليها بالإضافة إلى وزنها الأصلي، وهذا يدعو إلى الاختلاف في تصميمها طبقاً للأحمال التي سوف يقوم الحائط بنقلها.



شكل (12) يوضح وحدات حوائط حاملة إنشائية

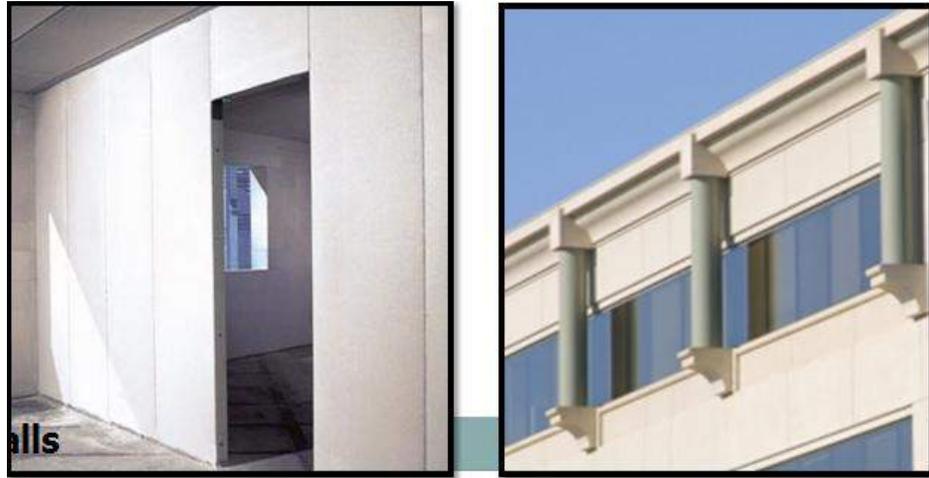


شكل (13) يوضح وحدات حوائط حاملة إنشائية

2- وحدات حوائط غير حاملة (غير إنشائية) Non Load Bearing Wall

(Panel & Partition Wall)

هي وحدات الغرض منها غير إنشائي، ويقتصر دورها في المبنى إما على فصل الفراغات المختلفة داخل المبنى، أو لتكوين حوائط خارجية حيث يمكن تصميمها بطريقة تمنع انتقال الحرارة والصوت (Insulation Walls) .
وما دامت تلك الوحدات غير إنشائية فيمكن تصنيعها من مواد خفيفة الوزن مثل البلاستيك ، الخشب ، الألومنيوم أو الجبس أو الخرسانة الخفيفة .
مميزاتها : إمكانية تصميمها بمقاسات موحدة بحيث تتحمل أوزانها فقط إضافة إلى القوى التي تتعرض لها أثناء النقل والرفع والتركيب .



شكل (14) يوضح وحدات حوائط غير حاملة غير إنشائية

3- وحدات الاسقف Slab Units:

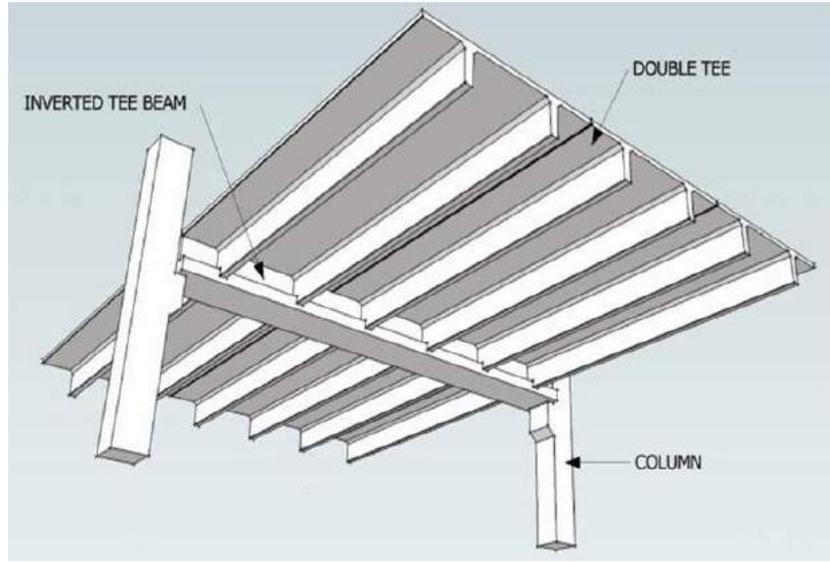
تقوم هذه الوحدات بوظيفة تغطية الفراغات المختلفة المتكونة بالحوائط السابقة . إضافة إلى أنها أيضا تستخدم كأرضية للأدوار التي تعلوها ، مما يتطلب تصميمها بطريقة تسمح بأداء تلك الوظائف ، وتحمل القوى التي تتعرض لها .
وتختلف أشكال وسماكات وحدات الأسقف طبقا للمسطح المراد تغطيته والوظيفة المطلوبة ، حيث توجد وحدات مصممة ذات كمرات ساقطة على شكل حرف (T) ووحدات مفرغة .
طرق توزيع الحوائط الإنشائية الحاملة :

أ- نظام الحوائط العرضية (العمودية على الواجهة) Cross wall System

ب- نظام الحوائط الطولية (موازي للواجهة) Long wall System

ت- نظام حوائط طولية وعرضية Tow Way Span System

ث- نظام الحوائط والأعمدة Columns & walls



شكل (15) يوضح column-Beam Floor System

أشكال الوحدات المستوية لبلاطات الاسقف :

ا-وحدات مصمتة :

وهي وحدات تصلح لان تكون بلاطات للاسقف أو وحدات للحوائط وان اختلف التصميم الإنشائي بعض الشيء وهذا الشكل المصمت الشائع الاستخدام ، من أهم عيوبه وزنه الكبير .



شكل (16) يوضح وحدات مستوية مصمتة



شكل (17) يوضح وحدات مستوية مصممة

ب. وحدات مفرغة (بلاطات مفرغة) : **Hollow Core**

وهي 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 الأدوار.



بلاطات خرسانية مفرغة

شكل (18) يوضح وحدات مفرغة (بلاطات مفرغة)



شكل (19) يوضح وحدات مفرغة (بلاطات مفرغة)

ج-وحدات صندوقية : Box Units

وهى وحدات غالبا ما تستخدم فى حالة استخدام الوحدات المستوية ذات الحجم الصغير .
فيتم تشكيل الأسقف بهذه الطريقة لسببين :

- 1- ليكون السطح الداخلى السفلى نظيفا بدون كمرات ظاهرة للكمرات .
- 2- تخفيف وزن السقف حيث تقوم جوانب الصندوق بدون الكمرات .



شكل (20) يوضح وحدات صندوقية- Box Units

د-وحدات مزدوجة على شكل حرف T:

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



شكل (21) يوضح وحدات مزدوجة على شكل حرف T

مميزات طريقه الوحدات المستويه :

- 1 - سرعة التنفيذ بالمقارنة بطريقة النظام الهيكلي .
- 2- يمكن أن تحضر الحوائط منتهية تماما من جميع التشطيبات والتركيبات سواء الكهربائية أو الصحية والقضارة 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- أقل مرونة من النظام الهيكلي (يصعب عمل فتحات جديدة أو إجراء أى تغيير فى المسقط الأفقى)
- 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 (22) يوضح الوحدات الصندوقية

حجم الوحدات الصندوقية: (Size Of Box Units)

تنقسم الوحدات الصندوقية من حيث الحجم إلى عدة مصاسات وهي كالتالي :

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

وهي 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 (23) يوضح الوحدات الصندوقية الصغيرة

مميزات الحجم الصغير من الوحدات الصندوقية :

- 1- مرونة كبيرة عالية في التصميم
- 2- تعطى مقاسات متعددة وتغطي معظم المقاسات المطلوبة
- 3- سهولة نقل الوحدات من المصنع إلى الموقع
- 4- سهولة التشغيل في الموقع مع استخدام أوناش ذات قوة رفع معقولة

عيوب الحجم الصغير من الوحدات الصندوقية :

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

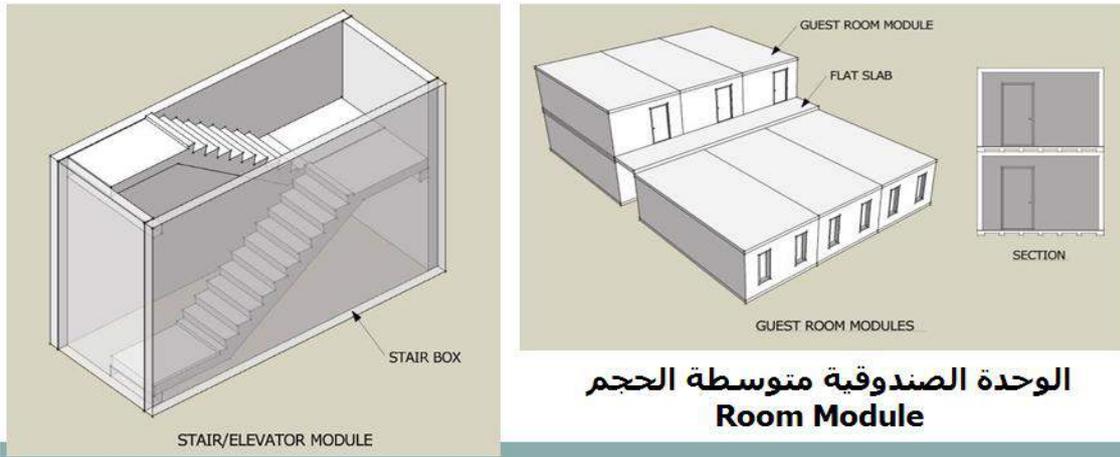
ب-الوحده الصندوقية متوسطة الحجم (حجم الغرفة): (Room Module)

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 (24) يوضح الوحده الصندوقية متوسطة الحجم



شكل (25) يوضح Room Module

مميزات الحجم المتوسط من الوحدات الصندوقية :

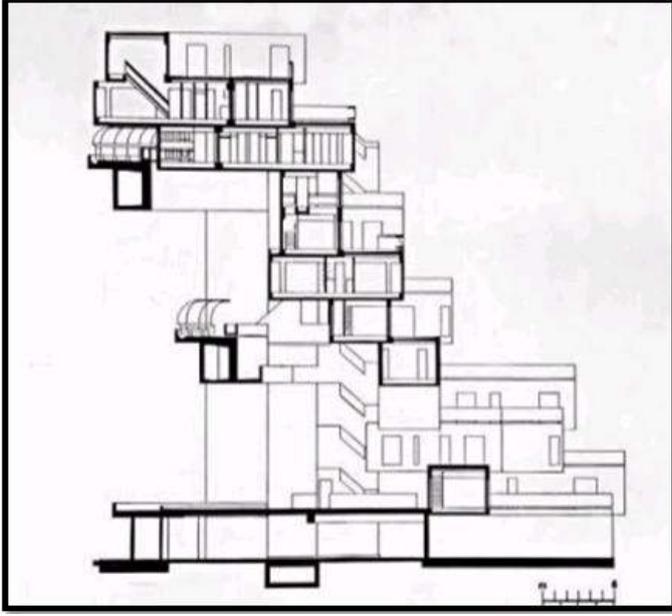
- 1- مرونة كبيرة عالية فى تجميع الوحدات .
- 2- سهولة نقل الوحدات من المصنع إلى الموقع
- 3- تحتاج إلى وقت أقل فى عملية الإنشاء من الحجم السابق

عيوب الحجم المتوسط من الوحدات الصندوقية :

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

ج-الوحده الصندوقية كبيرة الحجم : (Large Box System)

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



شكل (26) يوضح الوحدة الصندوقية كبيرة الحجم



شكل (27) يوضح الوحدة الصندوقية كبيرة الحجم



Large Units system

شكل (28) يوضح Large Units System

مميزات الحجم الكبير من الوحدات الصندوقية :

- 1- عدد قليل من الوصلات ، حيث أن الوصلات تتركز بين الوحدات وبعضها .
- 2- سرعة الإنشاء ، حيث تأتي 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- وحدات غير مرنة عند عملية الجمع من الخارج ، حيث تقتصر المرونة على الوحدة من الداخل فقط باستخدام القواطع الخفيفة لفصل الفراغات .

الأنواع الإنشائية للوحدات الصندوقية : (Structural Types Of Box Syste)

وتنقسم إلى نوعين وهما :

ا- الوحدة الصندوقية الغير إنشائية : (Dependent Box)

أى أن الموديول الصندوقى لا يحمل إلا نفسه – أى أنه محمول على إنشاء مستقل تكون مهمته نقل الأحمال إلى الأساس .

وهناك عدة طرق لهذا النوع من التصميم وهى :

ا-طريقه التعليق : Suspended Box

- التعليق المباشر (الملاصقة) .
- باستخدام كابلات أو أحبال من الحديد للتعليق .
- التثبيت فى الإنشاء المساعد .

ب-طريقة انزلاق الصندوق داخل الإنشاء : Plug-in Box

وهذا النظام يتكون من إنشاء هيكلى مصنوع من الحديد أو الخرسانة طبقا للتصميم الموضوع ، وبعد الإنتهاء من إقامته ترفع الوحدات الصندوقية بالروافع والاوناش الخاصة ويتم وضعها داخل الإنشاء بطريقة الانزلاق إلى الداخل .



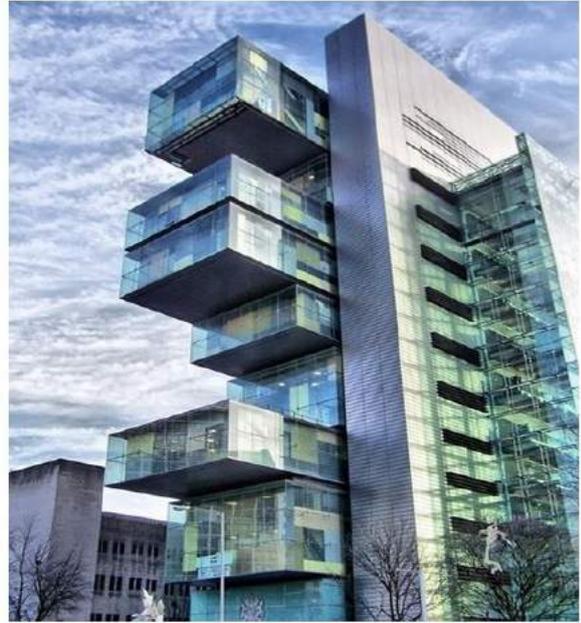
Plug-in Box System



شكل (30) يوضح Plug-in Box



Plug-in Box System



شكل (31) يوضح Plug-in Box

مميزات نظام الوحدات الصندوقية الغير إنشائية :

- الارتفاع بالمبنى إلى عدد كبير من الأدوار
- إمكانية التوحيد القياسي عن طريق إنتاج وحدة قياسية موديولية يمكن تكرارها
- نقل كل موديول لحملة الخاص فقط في الإنشاء المساعد
- إمكانية الإحلال والتبادل بين الوحدات دون التأثير على الشكل العام للمبنى

عيوب نظام الوحدات الصندوقية غير إنشائية :

- تكلفة كبيرة بسبب وجود نوعين من الإنشاء فى المبنى الواحد

2-الوحدات الصندوقية الإنشائية المستقلة (Independent Box(Monolithic Unit) :

وفى هذا النوع تتحول الوحدة الصندوقية إلى عنصر إنشائى ، أى أنها تنقل بالإضافة إلى وزنها وزن جميع الوحدات التى فوقها . (مثل الحوائط الحاملة).

وهناك أربع طرق لتجميع و رص الوحدات وهى :

- الرص المنتظم Stack on Regularly
- الطريقة التبادلية Stack on Alternately
- الطريقة الكابولية Stack on Cantilever
- الطريقة المركبة فى التجميع Stack on Mixed

مميزات نظام الوحدات الصندوقية الإنشائية :

- وضع الوحدات فوق بعضها مباشرة دون الحاجة إلى إنشاء مساعد
- إمكانية عمل تغييرات فى الواجهة والقطاع

عيوب نظام الوحدات الصندوقية الإنشائية :

- محدودية ارتفاع المبنى بسبب زيادة الأحمال
- صعوبة عملية الإحلال والتبديل الموديولى ، وذلك بسبب استحالة نقل لوحدات من وإلى المبنى لأنها وحدات حاملة إنشائيا .

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 .

وتتنقسم الوصلات إلى نوعين :

الوصلات المؤقتة :

وهى وصلات تستخدم بصغة 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 (33) يوضح الوصلات المؤقتة

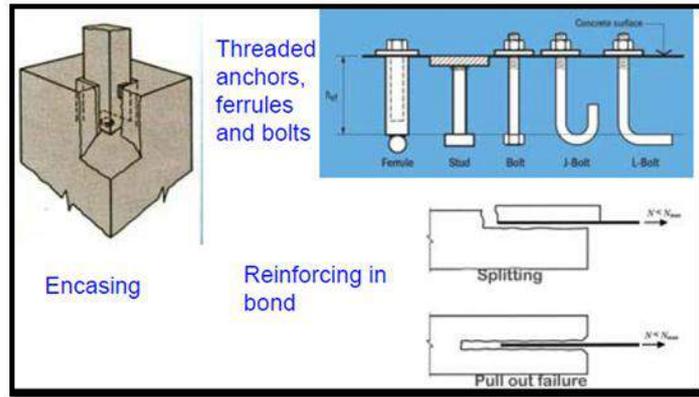
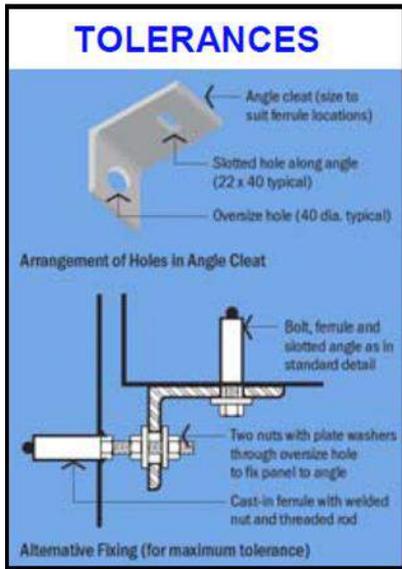


شكل (34) يوضح الوصلات المؤقتة

الوصلات الدائمة :

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

1-الوصلات الجافة Dry Joint



الوصلة الجافة - Dry Joint

شكل (35) يوضح الوصلة الجافة

DOWEL BARS

calculate shear capacity using Section 11.5 of Precast Concrete Handbook
 the ultimate shear capacity for the basic case is
 $V_u = 0.6(\lambda_s \lambda_c)^{1/3} c_1^{1.5} \sqrt{f_c} V_c$ Newtons

Butt Tube Connection

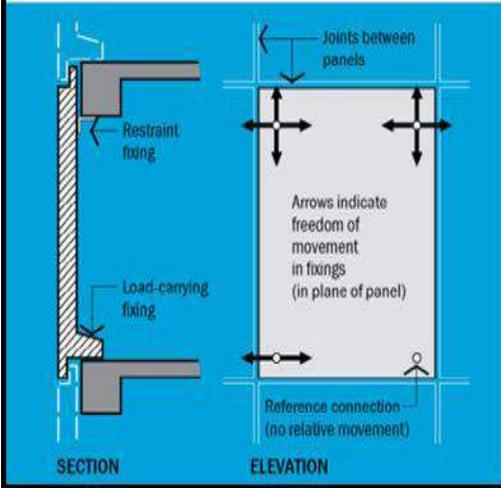
Welded connections

EXAMPLES OF CAST IN CONNECTIONS



شكل (36) يوضح الوصلة الجافة

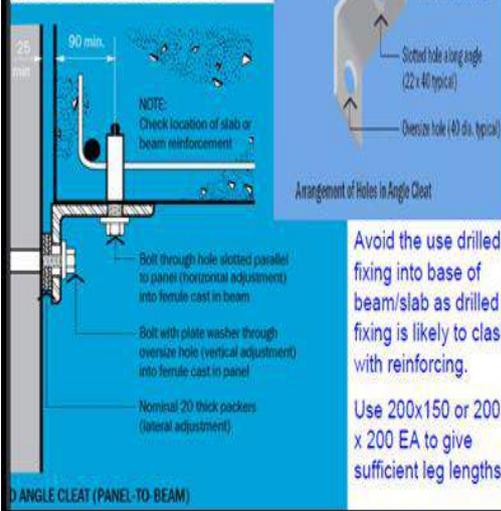
TYPICAL CLADDING PANEL FIXING



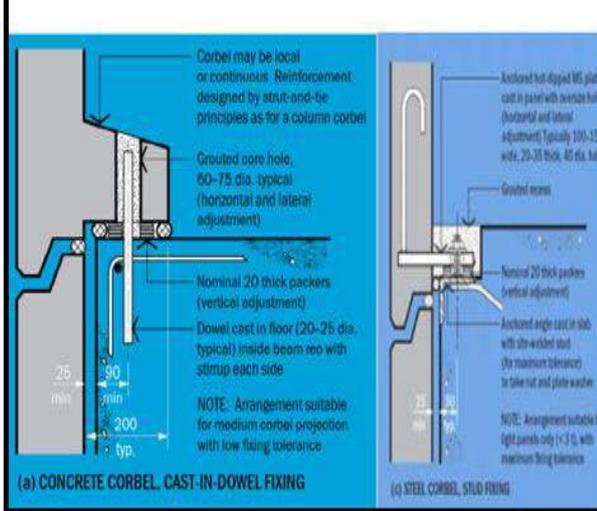
EXAMPLES OF CORBELS



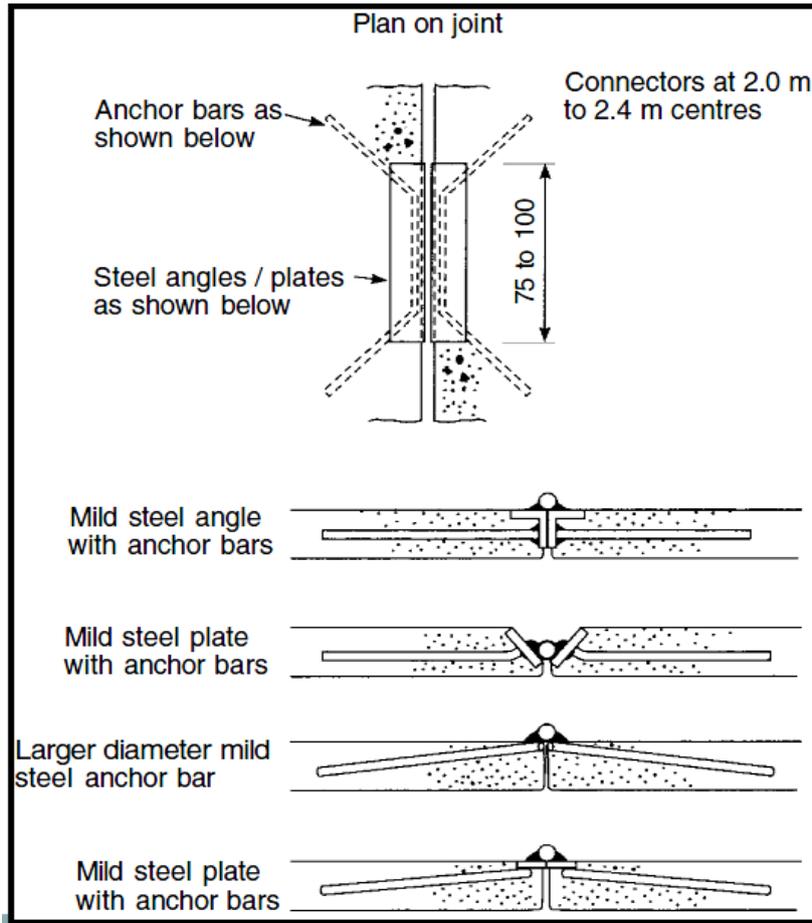
ANGLE CONNECTION



VERTICAL LOAD CARRYING CONNECTIONS

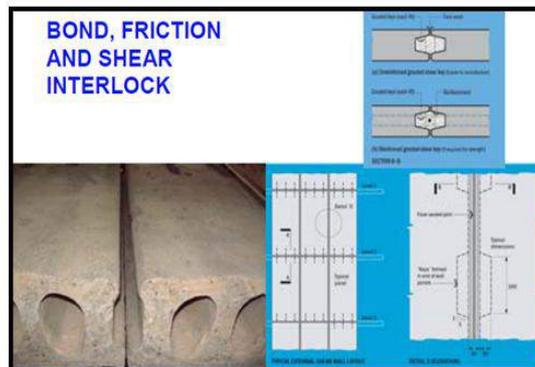
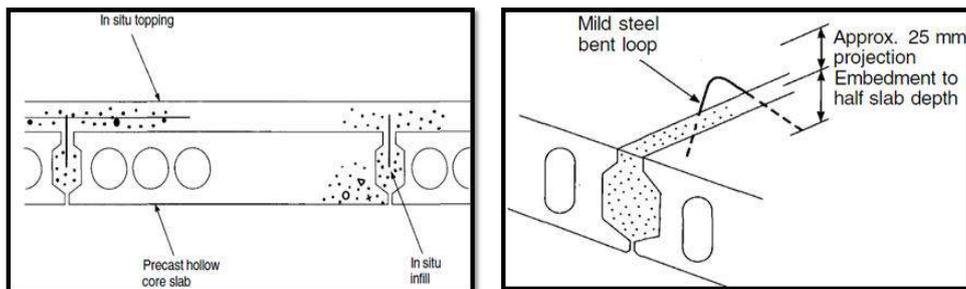


شكل (37) يوضح الوصلة الجافة

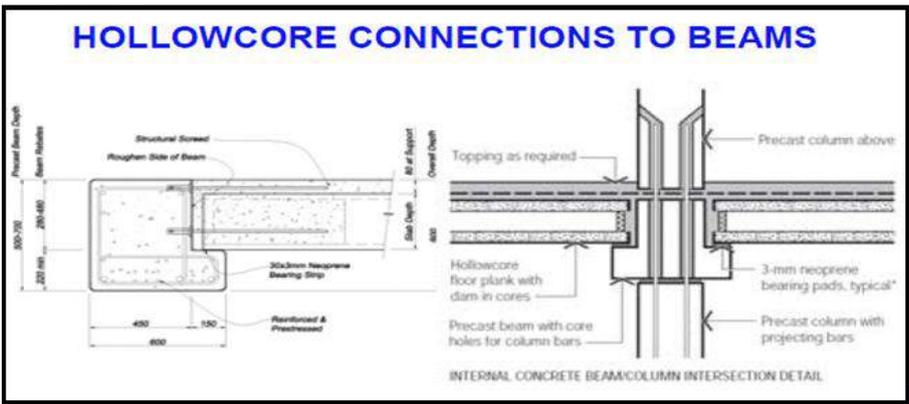
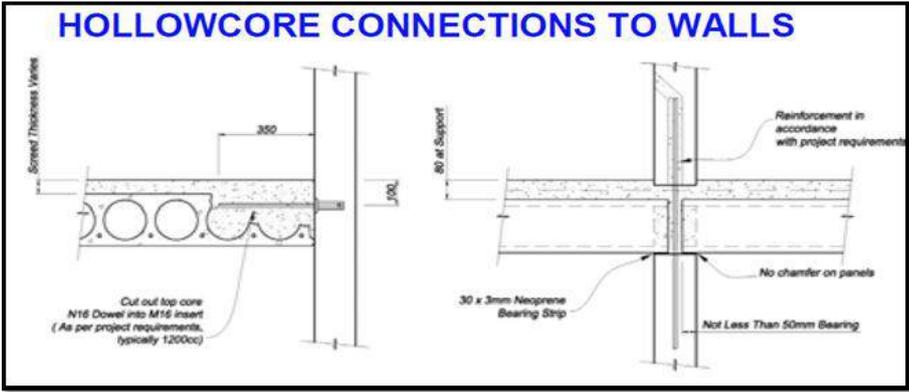


شكل (38) يوضح الوصلة الجافة

2-الوصلات الرطبة Wet Joint

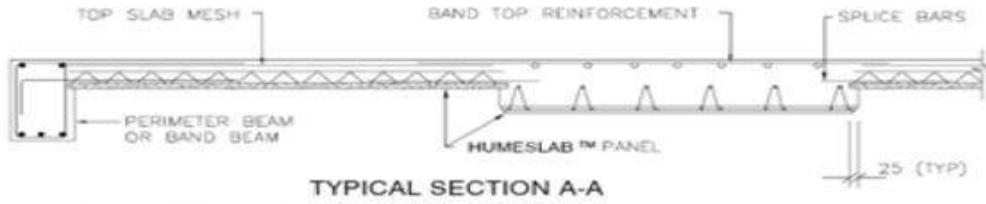


شكل (39) يوضح الوصلة الرطبة

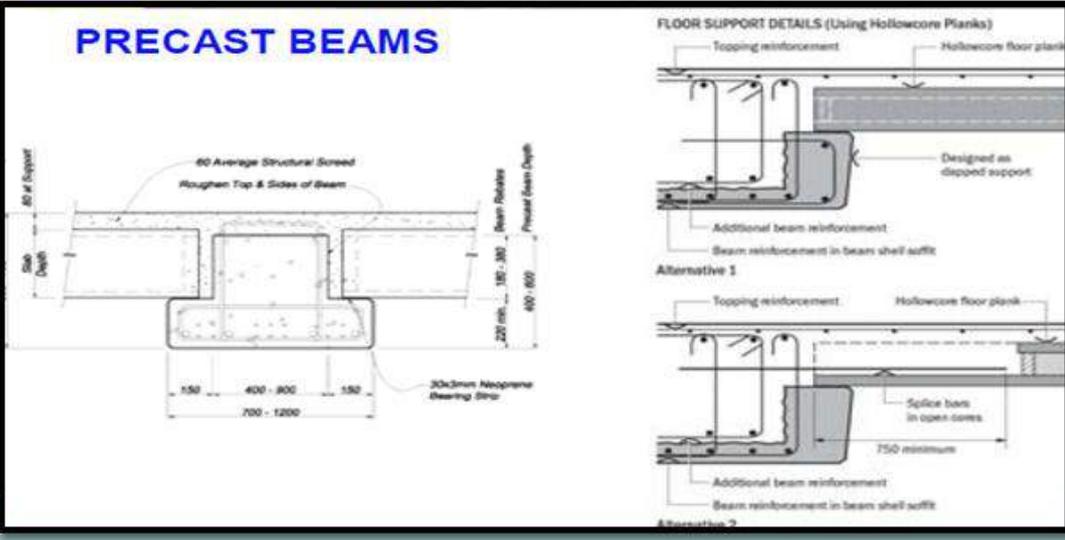


شكل (40) يوضح الوصلة الرطبة

HUMESLAB/TRANSFLOOR



PRECAST BEAMS



شكل (41) يوضح الوصلة الرطبة