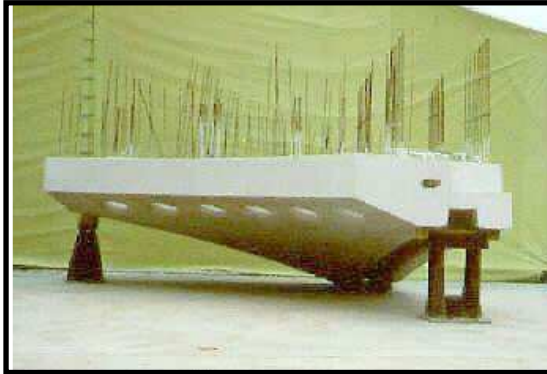


# الخرسانة سابقة الصب Precast Concrete

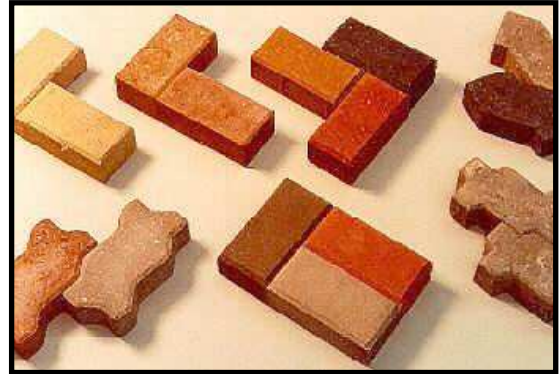
## مقدمه :-

الخرسانة سابقة الصب تصنع في المصنع تحت ظروف من التحكم في الجودة وطرق وتكنولوجيا التصنيع ولا تنقل إلى الموقع إلا بعد تصلدها التام ووصولها إلى المقاومة المطلوبة ويوجد العديد من المنشآت المصنوعة من الخرسانة سابقة الصب حيث يتكون المنشأ من العديد من الأجزاء المنفصلة المصبوبة بعيداً عن الموقع ثم يتم نقلها إلى الموقع وتجميعها وتشبيدها هناك والخرسانة سابقة الصب مثل الخرسانة التقليدية فيوجد منها الخرسانة العادية المسلحة وسابقة الإجهاد.

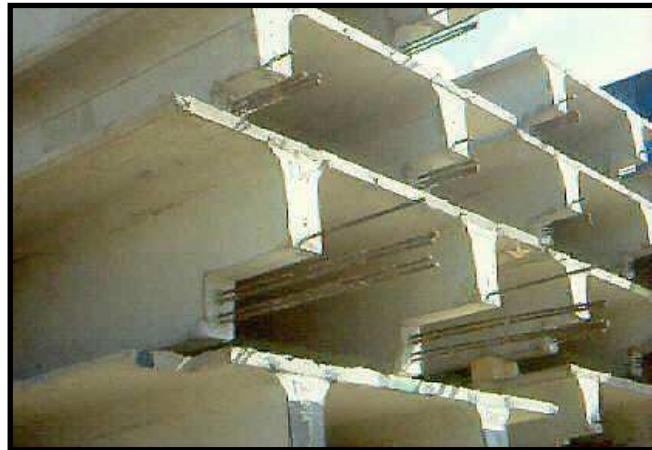
إن الغرض من هذا الجزء هو إعطاء فكرة عن الخرسانة سابقة الصب وخاصة استخدامها في المنشآت المختلفة وكيفية تنفيذها وأنواع الوصلات و التركيبات فيها وليس الغرض هو معرفة التصميم الإنشائي للوحدات المختلفة فهذا له مجال آخر.



خرسانة مسلحة سابقة الصب



خرسانة عادية سابقة الصب



خرسانة سابقة الإجهاد سابقة الصب

**والسؤال الآن :-**

هل كل وحدات الخرسانة سابقة الصب يتم صبها في المصنع !!!

**والإجابة :-**

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



*خرسانة سابقة الصب في الموقع Site Precast*

**مراحل تصنيع الخرسانه سابقة الصب :-**

يمكن تلخيص المراحل التي يتم فيها تصنيع الخرسانه سابقة الصب في المراحل الآتية :-

(١) عمل التفقيصه الحديديه والوصلات.... يوجد في كل مصنع فنيين متخصصين في عمل القفص الحديدي والوصلات آخذين في الاعتبار طريقة تقفيل القوالب وعلاقة ذلك بحديد التسليح.



*تجهيز حديد التسليح لبلاطة سابقة الصب*



*تجهيز القفص الحديدي لكمره سابقة الصب*

(٢) تجهيز القوالب وتجميعها ..... بعد وضع الحديد يتم تجميع باقي أجزاء القوالب وتقفيلها بإحكام.



تجميع القوالب لكمرة من الخرسانة سابقة الصب

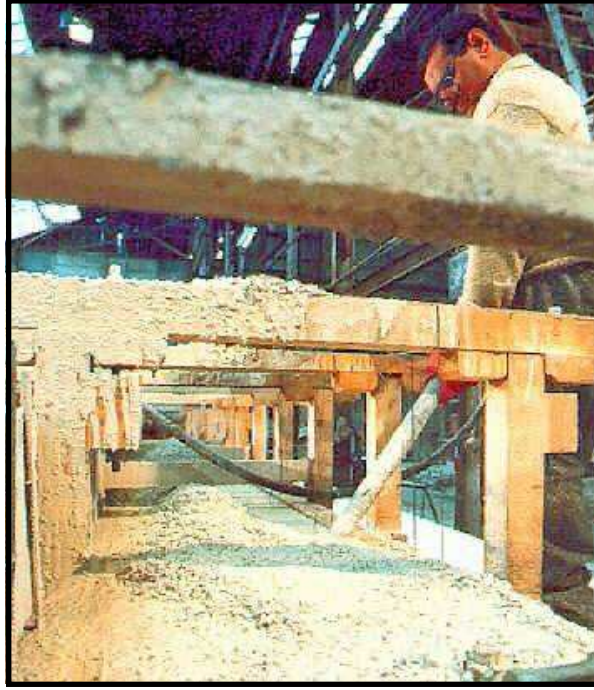
(٣) صب الخرسانة .... حيث يتم تصميم الخلطة بدقة وعناية ومعظم مصانع الخرسانة بها محطات خلط مزودة بأجهزة كمبيوتر وبرامج لتصميم الخلطات.



صب الخرسانة فى القوالب ميكانيكياً.



٤) دمك الخرسانة .... تستخدم هزازات ميكانيكية خارجية ذات ترددات عالية للتأكد من الوصول لأقصى كثافة وأفضل مقاومة.



دمك الخرسانة ميكانيكياً بعناية ودقة

٥) نقل الوحدات المصبوبة ..... بعد التأكد من وصول الخرسانة إلى المقاومة المطلوبة يتم نقل الوحدات إلى عابرات التخزين بالمصنع والتي من الممكن أن تتم بعد عدة ساعات من الصب وذلك لتعجيل دورات الإنتاج.



نقل الوحدات المصبوبة إلى عابرات التخزين

(٦) تخزين الوحدات الخرسانية ..... الوحدات التي تم نقلها يتم تخزينها بوضعها على عوارض خشبية أو وسائد بلاستيكية مع مراعاة وضع العوارض الخشبية فوق بعضها مباشرة وبدقة.



تخزين الوحدات الخرسانية التي تم صبها و تصلدها بطريقة فنية

(٧) نقل الوحدات الخرسانية إلى الموقع ..... يتم بعد ذلك نقل الوحدات إلى الموقع بالكيفية والترتيب المحدد سلفاً بحيث نضمن أن الأجزاء الموردة يتم تركيبها مباشرة بدون عوائق أو تأخير أو بدون انتظار وحدات أخرى يجب تركيبها أولاً.



نقل الوحدات الخرسانية سابقة الصب على لواري خاصة

٨) تركيب الوحدات فى صورة المنشأ المطلوب ..... وذلك بعد رفعها من على ظهر اللوري مباشرة دون الحاجة إلى تخزين فى الموقع وهذا يؤدي إلى معدل أفضل فى التشييد مع توفير الأنشطة الموقعية.



تركيب الوحدات الخرسانية الجاهزة فى مكانها مباشرة

٩) تشطيب المبنى ..... حيث من الممكن أن يظل الهيكل الإنشائي ظاهر أو مختفي حسب الرغبة المعمارية.



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





أحد الفنادق المشيدة من الخرسانة سابقة الصب



مبنى إداري من الخرسانة سابقة الصب



مبنى إداري من ١١ طابق من الخرسانة سابقة الصب (برمنجهام - إنجلترا)



صالة مسرح من الخرسانة سابقة الصب



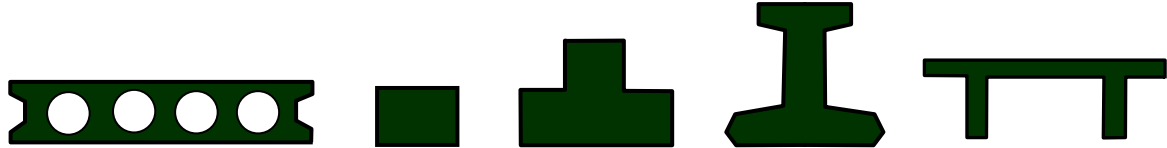
## أسباب استخدام الخرسانة سابقة الصب

### Why Precast Concrete ?

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

#### جودة عالية High Quality

- فهي تتشكل بشكل القالب وتأخذ أي شكل مطلوب مثلها في ذلك مثل الخرسانة المصبوبة في الموقع فيمكن صب القطاع المستطيل البسيط أو أي شكل آخر يكون أكثر كفاءة من الناحية الإنشائية عن المستطيل كما بالشكل الموضح ومن الخرسانة سابقة الصب يمكن تصنيع الآتي:
- وحدات صغيرة وبسيطة للمباني والأعتاب والتي تكون من الصغر بحيث يصعب تصميمها.
- وحدات كبيرة مثل البلاطات طويلة الأبحر الخاصة بأرضية الكباري والتي يصعب تصميمها.
- وحدات تكسية تشتمل على فتحات وتفصيلات وديكورات دقيقة.



بعض أشكال القطاعات من الخرسانة سابقة الصب



وحدات صغيرة من الخرسانة سابقة الصب

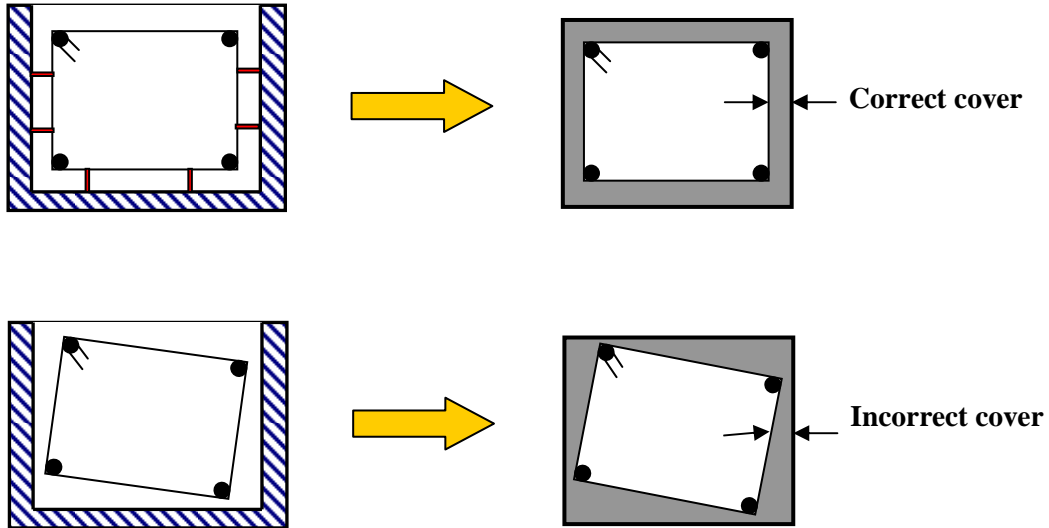


بلاطة كوبري كبيرة من الخرسانة سابقة الصب



وحدات ديكور من الخرسانة سابقة الصب

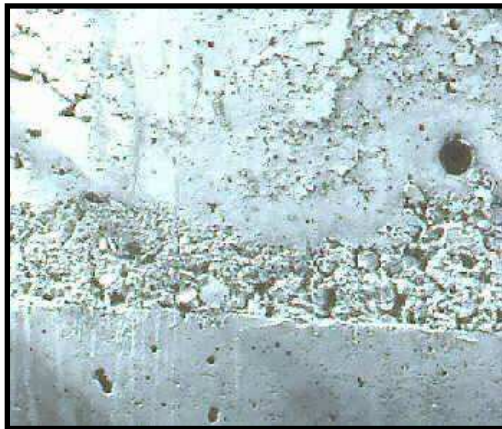
- وللخرسانة سابقة الصب معمرية عالية حيث يمكن التحكم فى دمك الخرسانة فى القوالب دمكاً منتظماً باستخدام هزازات خاصة. والتحكم فى درجة وتوزيع الدمك يؤدي إلى تجنب حدوث انفصال حبيبي وتجنب حدوث مناطق معششة وبالتالي نحصل على خرسانة ذات درجة عالية من المعمرية والمقاومة.
- كما أن للخرسانة سابقة الصب مقاومة عالية للحريق حيث يمكن التحكم فى سمك الغطاء الخرساني بدقة ومن جميع جوانب القطاع وذلك يؤدي إلى عدم وجود نقاط ضعف من حيث المعمرية أو مقاومة الحريق.



التحكم فى الغطاء الخرساني فى الخرسانة سابقة الصب

### سمات خاصة بالخرسانة سابقة الصب

- لها سطح نهائي أملس جيد خالي من المناطق المعششة أو رديئة النهو نتيجة أن قوالب الصب فى المصنع تظل بحالة جيدة ويمكن التحكم فى جودتها.



خرسانة مصبوبة فى الموقع رديئة التشطيب



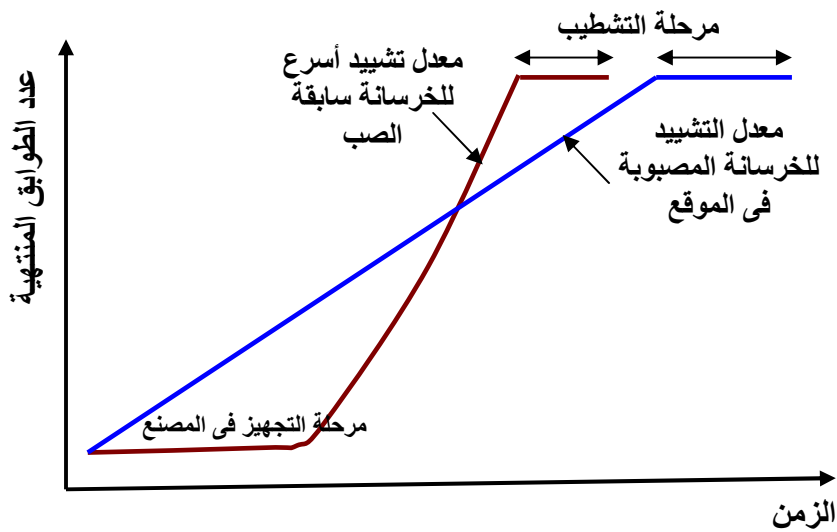
خرسانة سابقة الصب جيدة التشطيب والنهو

- تؤدي إلى عدم الحاجة إلى أماكن تشوينات أو أماكن تصنيع بالموقع حيث تأتي الوحدات الخرسانية جاهزة وترفع من على ظهر اللوري إلى مكان تواجدها في المنشأ.



تركيب الوحدات الخرسانية مباشرة بعد نقلها من اللوري

- معدل تشييد سريع بالمقارنة بالخرسانة المصبوبة في الموقع حيث أن الخرسانة المصبوبة في الموقع تتم جميع تجهيزاتها بالموقع وبالتالي فإن معدل تشييدها يكون ثابت مع الزمن أما الخرسانة سابقة الصب ففيها يتم التجهيز في المصنع لفترة زمنية يكون الموقع خالي من أي عمل وبمجرد البدء في التشييد أو التنفيذ فيتم ذلك بمعدل سريع نسبياً.



معدل التشييد سريع نسبياً في الخرسانة سابقة الصب

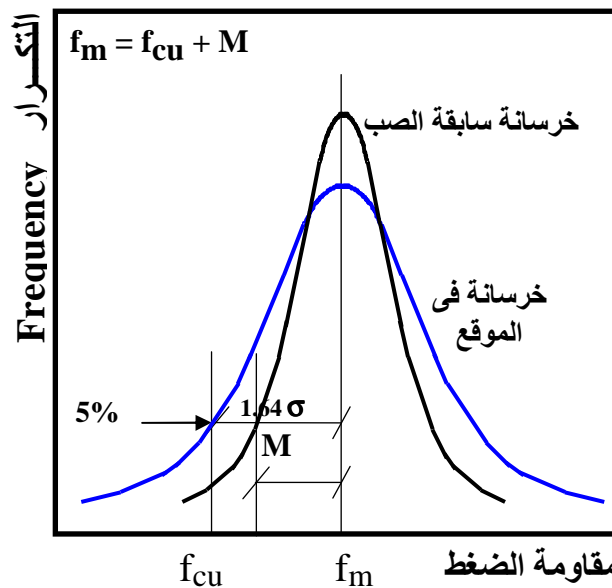


### التحكم فى الجودة

التحكم فى نسب الخلطات يتم آلياً ومحطات الخلط فى مصانع الخرسانة الجاهزة تكون مبرمجة ومزودة بأجهزة الكمبيوتر الخاصة. كما يوجد ضبط جودة للخرسانة الطازجة والذي يعطي مؤشر لانتظامية الخلطة. أما ضبط الجودة الإحصائي من خلال نتائج الخرسانة المتصلدة فيكون فيه هامش أمان تصميم الخلطة أقل كثيراً بالمقارنة بالخرسانة المصبوبة فى الموقع. فمثلاً نجد أن هامش أمان تصميم الخلطة فى مصانع الخرسانة سابقة الصب يكون حوالي ٢٠ كج/سم<sup>٢</sup> فقط أو ٥% من القيمة المتوسطة للمقاومة (هامش الأمان فى الخرسانة المصبوبة فى الموقع يكون من ٦٠ إلى ١٢٠ كج/سم<sup>٢</sup>) وهذا يحقق خرسانة أكثر انتظامية ومنتج أكثر اقتصادية وله درجة ثقة عالية.



وحدة كمبيوتر مركزية للتحكم فى تصميم الخلطات الخرسانية

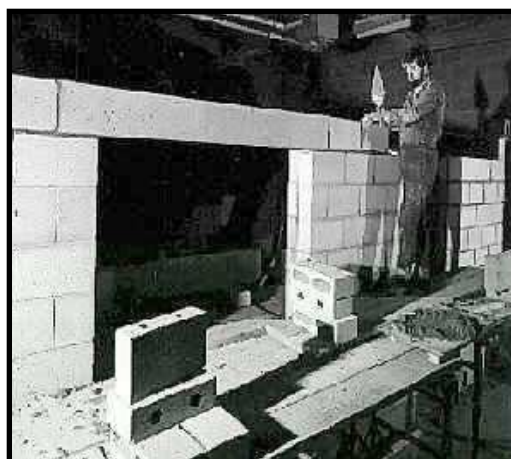


هامش أمان تصميم الخلطة فى الخرسانة سابقة الصب

## استخدامات عديدة ومتنوعة

تتميز الخرسانة سابقة الصب بأن لها العديد من الاستخدامات التي تتراوح بين الوحدات الصغيرة البسيطة مثل البلوكات والأعتاب Lintels التي تزن عدة كيلوجرامات مروراً بالوحدات متوسطة الحجم مثل الحوائط الساندة Retaining Walls ووصولاً إلى الوحدات الكبيرة التي تزن عدة أطنان مثل وحدات مجاري المياه وكمرات الكباري العملاقة. وتختلف الوحدات المنتجة من الخرسانة سابقة الصب من حيث الحجم وتعقيدات التصميم إلى العديد من المنتجات التي يمكن تلخيصها في الجدول الآتي:

حجم كبير	حجم متوسط	حجم صغير	
وحدات صرف المياه	حوائط ساندة	بلوكات مباني وأعتاب	تصميم بسيط
كمرات الكباري العملاقة	تكسيات بها فتحات وتفصيلات عديدة	بلاطات وحدات مفرغة	تصميم معقد



بلوكات مباني وأعتاب من الخرسانة سابقة الصب



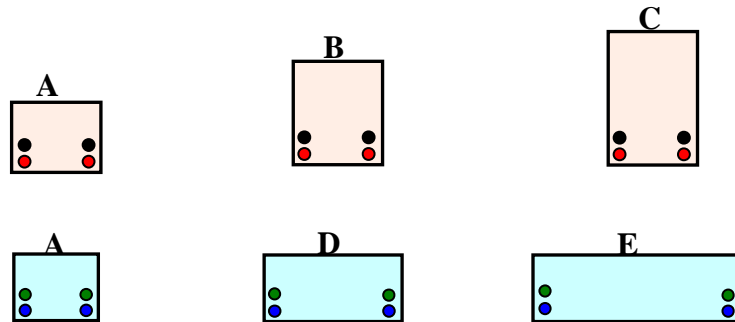
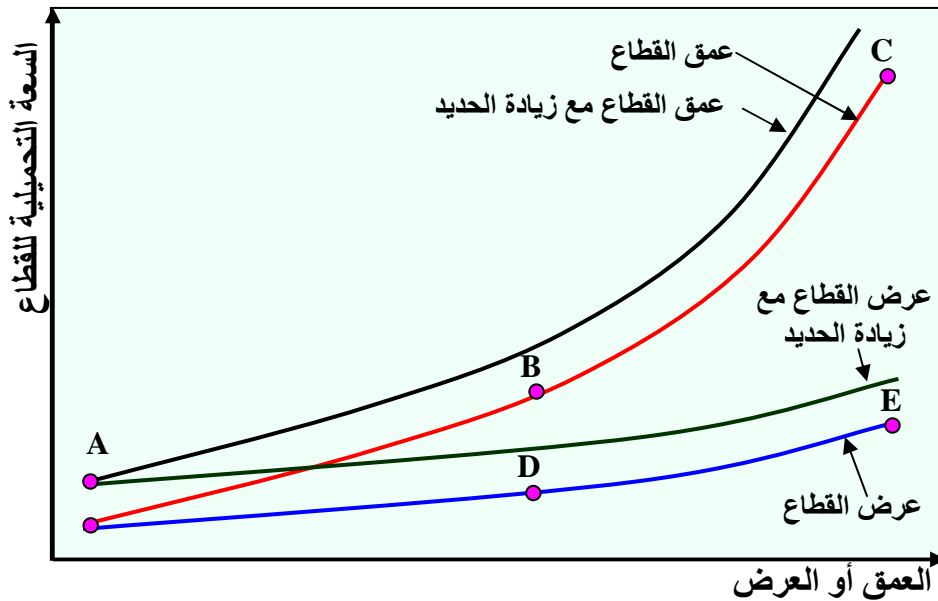
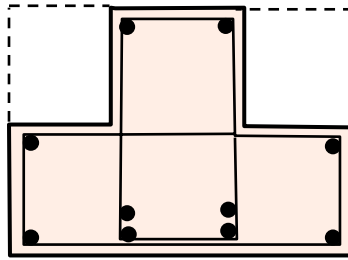
وحدات صرف المياه



حوائط ساندة من الخرسانة سابقة الصب

### منتج قياسي موحد

تتميز الخرسانة سابقة الصب بأن لها قوالب ذات أشكال قياسية موحدة وعدد محدد من أسياخ التسليح وبالتحكم فى مقاسات وارتفاعات القوالب وكذلك فى نوع صلب التسليح يمكن الحصول على مجال واسع من الأبحر  $Span$  والسعة التحميلية المطلوبة  $Load\ Carrying\ Capacity$ . مقاومة القطاع تكون أقصى ما يمكن فى القطاعات المستطيلة وتزيد بمعدل كبير مع زيادة عمق القطاع. بزيادة نسبة حديد التسليح فى نفس القطاعات المستطيلة فإن المقاومة تزيد عند نفس العمق. أما فى حالة زيادة عرض القطاع فإن المقاومة تزيد ولكن بمعدل أقل. وبزيادة نسبة حديد التسليح فى نفس القطاعات العريضة فإن المقاومة تزيد أيضاً عند نفس العمق.



التحكم فى مقاومة القطاع فى الخرسانة سابقة الصب



### الاستخدامات الإنشائية

الخرسانة سابقة الصب تستخدم بصفة رئيسية فى العناصر الإنشائية الآتية:

#### ١- الهيكل الإنشائي:

حيث يوجد نوعين رئيسيين من المباني الهيكلية. النوع الأول يتكون من أعمدة وكمرات وبلاطات ويستخدم غالباً فى المباني الإدارية والجراجات والمكاتب والنوع الثانى يتكون من أرضيات وحوائط ويستخدم غالباً فى الفنادق والمدارس والمستشفيات.



هيكل من الحوائط والأرضيات



هيكل من الأعمدة والكمات والبلاطات

#### ٢- الأرضيات والأسطح:

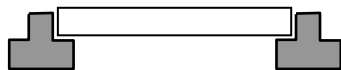
البلاطات والأرضيات هي أكثر العناصر الإنشائية إنتاجاً من الخرسانة سابقة الصب ويوجد العديد من الأشكال كما هو موضح فى الشكل ويرجع السبب فى نجاح هذا الإنتاج من البلاطات والتغطيات إلى سرعة التركيب واقتصادية الإنتاج ووجود مقاطع قياسية موحدة ومنتج ذو سطح أملس ناعم كما أن نسبة المقاومة إلى الوزن عالية.



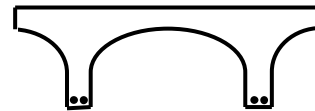
Plank



Hollow Core



Beam and Block



Double Tee

### بعض أشكال التغطيات الشائعة من الخرسانة سابقة الصب

#### ٣- التكسيات:

التكسيات من الخرسانة سابقة الصب يمكن أن تستخدم كعناصر إنشائية أو فى معظم الأحوال تستخدم لغرض الزينة ولا تكون عناصر إنشائية حاملة. وفى هذه النوعية تستخدم أنواع خاصة من الأسمنت ويمكن وضع ألوان معينة كما يتم عمل ديكورات وفتحات خاصة بها.

\*\*\*\*\*

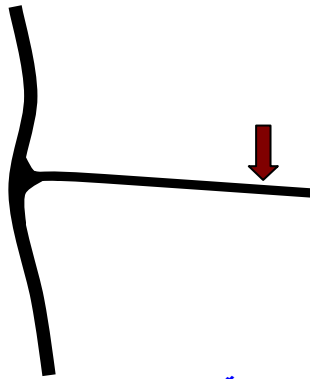
## الوصلات فى الخرسانة سابقة الصب

## Connections and Joints in Precast Concrete

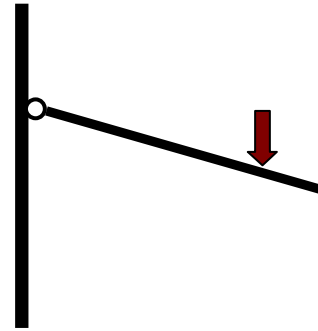
عندما يتم تركيب وحدتين من الخرسانة الجاهزة ببعضهما فإن الاتصال بينهما يكون من خلال عدة وصلات تكون معرضة لواحد أو أكثر من القوى الآتية:

Compression	* ضغط
Tension	* شد
Shear	* قص
Bending	* انحناء
Torsion	* التواء

والوصلات الشائعة هي وصلات ضغط أو شد أو قص أو انحناء والإلتواء فيمكن تحليلهما إلى الأنواع الرئيسية الثلاثة السابقة. وعموماً فإن الوصلات فى الخرسانة سابقة الصب تكون إما وصلات مفصلية Pinned joint وهي التي تنقل قوى محورية و/أو قص فقط وصلات عزوم Moment joint وهي التي تنقل بجانب عزوم انحناء بالإضافة للقوى المحورية وقوى القص أيضاً وكلاً من النوعين ممكن أن يكون فى المنشأ الواحد ويعتمد ذلك على التصميم وطريقة التثبيت.



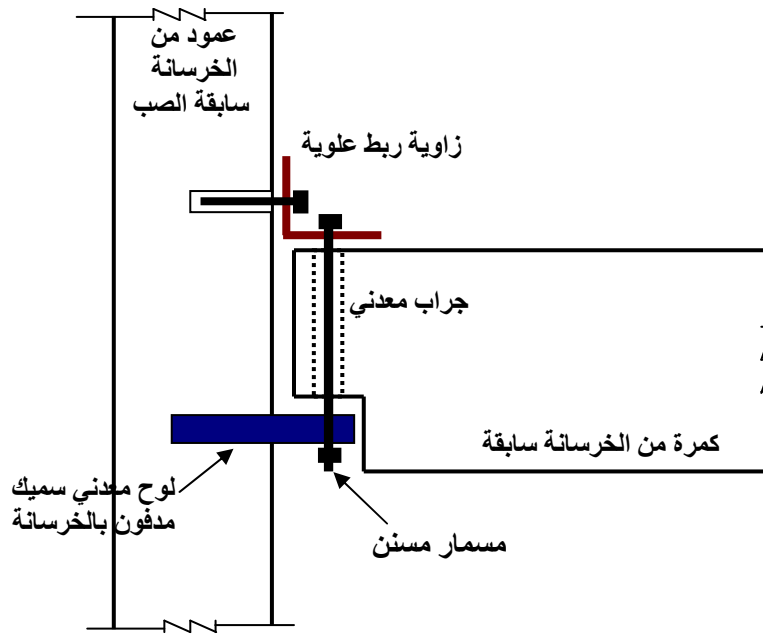
وصلة عزوم



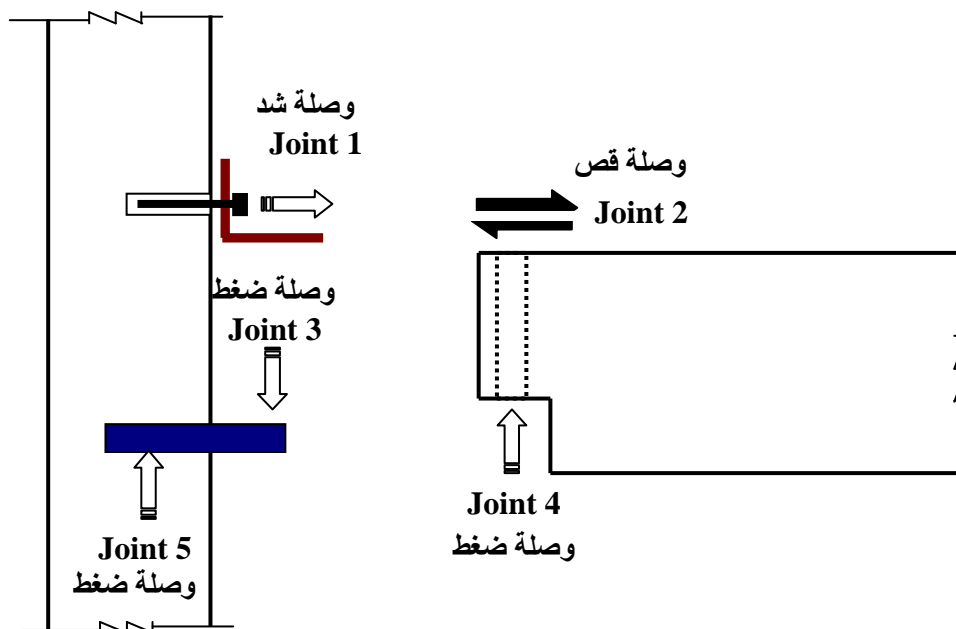
وصلة مفصلية

فى الخرسانة سابقة الصب فإننا نحاول أن تكون نقاط الاتصال عبارة عن وصلات مفصلية ماعدا نقاط الاتصال مع الأساسات فإنها تكون مثبتة تثبيتاً كاملاً. وذلك لأن الوصلات المفصلية تكون دائماً أسهل فى التنفيذ وآمن فى نقل الحمل حيث أنها تنقل قوى ضغط و/أو قص فقط. فمنطقة الاتصال بين عمود وكمره مثلاً تتكون من خمس وصلات كما بالشكل وهي مثال للوصلات المفصلية ففي هذه الوصلة فإن المطلوب عبارة عن عمليتين بسيطتين فقط هما:

- 1- يتم ربط المسمار المسنن الموجود بالكمرة بالجزء المعدني المدفون بالعمود. وتعتمد قوة الوصلة أو مقاومتها على سعة القص التحميلية للجزء المعدني المدفون فى العمود.
  - 2- زاوية علوية لضمان أن المسمار لا يتحرك من مكانه ولمنع أي حركة أفقية يمكن أن تتعرض لها الكمره. والزاوية المعدنية لا تمثل أي شيء فى قوة أو مقاومة الوصلة.
- وهكذا فقد تكونت وصلة مفصلية Pinned joint تسمح بحدوث دوران Rotation للكمرة فى حدود ١,٥ درجة فقط.



وصلة مفصلية بين العمود والكمرة



تفاصيل الوصلة بين العمود والكمرة



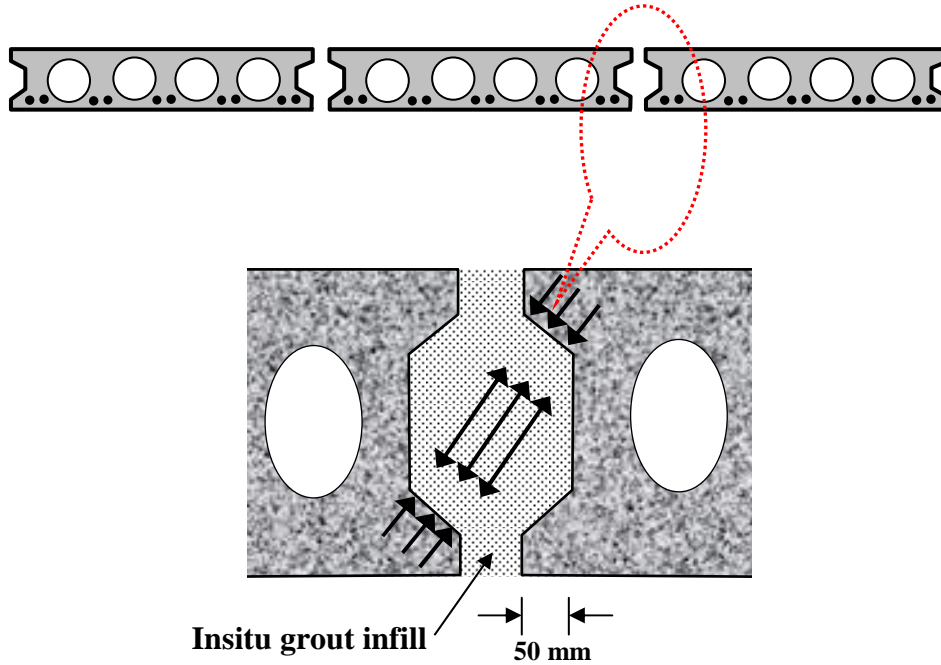
ميكانيكية انتقال القوى فى الوصلات الثلاث:

### أولاً: ميكانيكية انتقال القوى فى وصلات القص Force Transfer Mechanism in Shear Joint

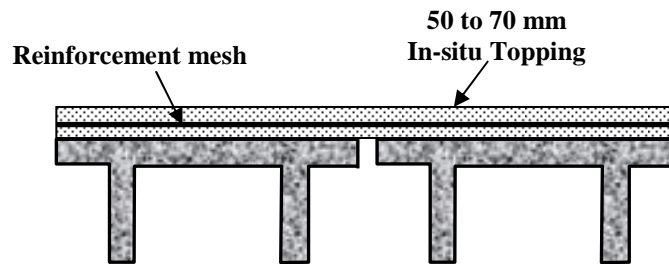
تنتقل القوى فى وصلات القص بأربع طرق هي:

- Shear Friction قص الاحتكاك
- Shear Wedging القص الوتدي
- Dowel Action عمل الأشرير
- Welding Joint وصلة لحام

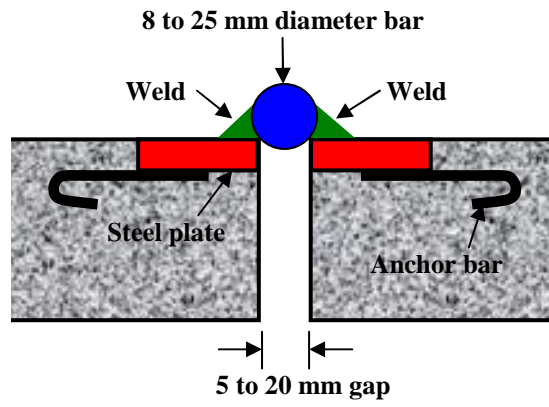
Hollowcore Floor Slabs ويمكن ملاحظة النوعين الأولين فى البلاطات ذات الفجوات المفرغة  
Double Tee Floor Slabs أما النوعين الآخرين فيمكن ملاحظتهما فى البلاطات حرف T المزدوجة



انتقال القوى فى البلاطات المفرغة



انتقال القوى فى البلاطات شكل TT

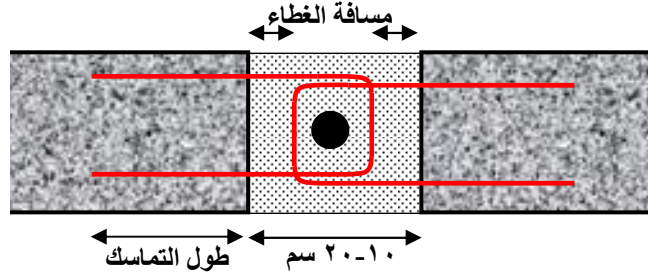


وصلة لحام لنقل قوى القص

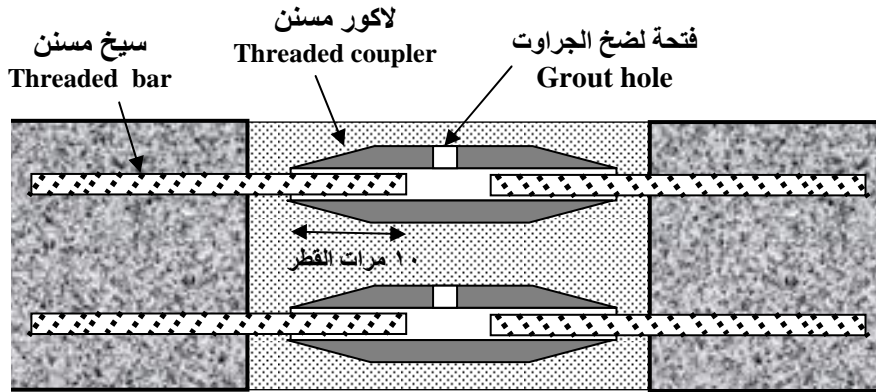
## ثانياً: ميكانيكية انتقال القوى في وصلات الشد Force Transfer Mechanism in Tension Joint

تنتقل القوى في وصلات الشد بأربع طرق هي:

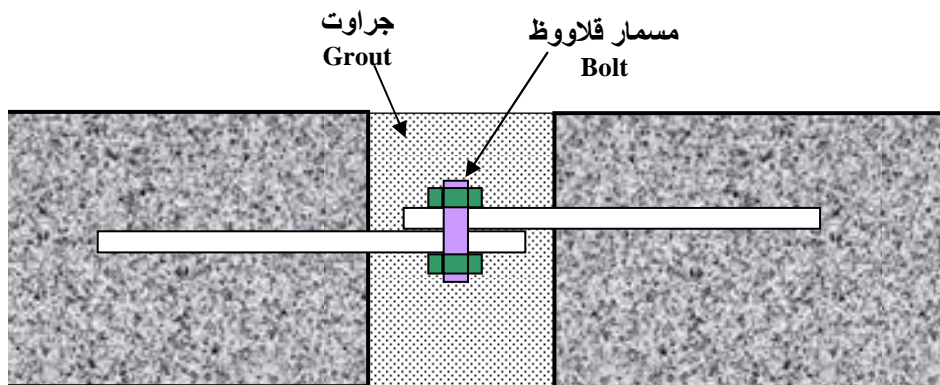
- Lapping Reinforcement تراكب أو تداخل حديد التسليح
- Couplers وصلة لأكور
- Bolting Joint وصلة مسمار مسنن
- Welding Joint وصلة لحام



وصلة شد عن طريق تراكب حديد التسليح



وصلة لأكور لنقل قوى الشد



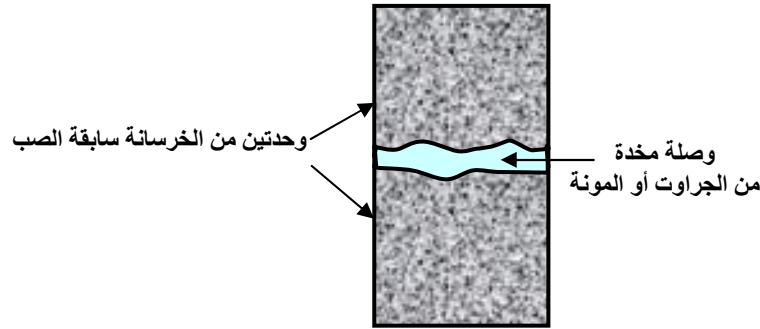
وصلة مسمار أو لحام لنقل قوى الشد



### ثالثاً: ميكانيكية انتقال القوى فى وصلات الضغط

#### Force Transfer Mechanism in Compression Joint

عندما ترتكز وحدتين من الخرسانة سابقة الصب فوق بعضهما فإن سطح الاتصال بينهما غالباً ما يكون غير منتظم تماماً نتيجة ظروف التصنيع وبالتالي فإنه لابد من عمل مخدة من المونة القوية أو الجراوت بينهما. وعموماً فإن مقاومة الضغط عند نقطة الارتكاز تعتمد على النسبة بين مقاومة الجراوت ومقاومة الخرسانة سابقة الصب وسمك طبقة الجراوت وعرض طبقة الجراوت ومدى انتشارها على السطح الفاصل.



وصلة مخدة من الجراوت لنقل قوى الضغط

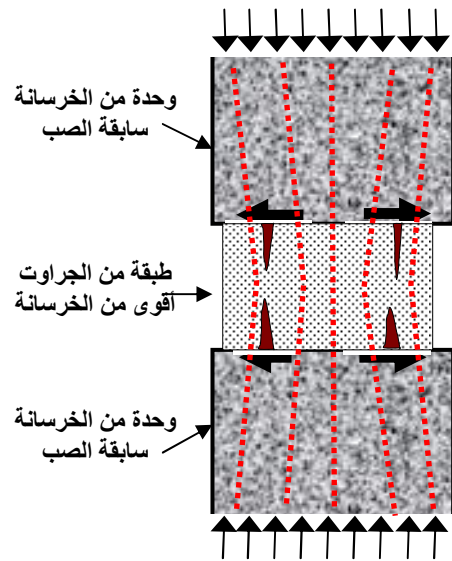
بالنسبة للمقاومة النسبية بين الجراوت والخرسانة فلدينا ثلاث حالات:

**الحالة الأولى: مقاومة الجراوت مساوية لمقاومة الخرسانة .....** فى هذه الحالة فقط فإن القوى تنتقل بانتظام على شكل مجموعة من الخطوط المتوازية وتكون التشكلات الجانبية والرأسية فى المادتين متساوية لأن كلا من معايير المرونة ونسبة بواسون تكون متساوية لكل من الخرسانة و الجراوت.

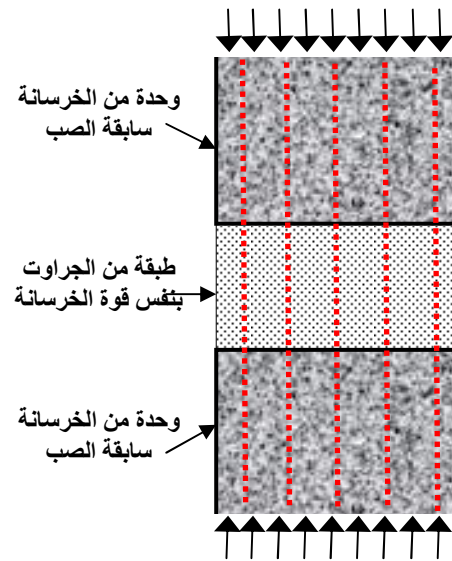
**الحالة الثانية: مقاومة الجراوت أقل من مقاومة الخرسانة .....** فى هذه الحالة فإن الإزاحة الجانبية Lateral displacement فى طبقة الجراوت تكون أكبر منها فى الخرسانة نتيجة أن معايير المرونة فى الجراوت أقل ، مما يؤدي إلى إجهادات انفلاق Splitting stresses على الخرسانة مما يسبب شروخ فى الخرسانة عند سطح الاتصال وغالباً ما يؤدي ذلك إلى نقص مقاومة الخرسانة سابقة الصب حوالي ١٠ إلى ٢٠% من مقاومتها القصوى. ولتجنب حدوث ذلك يتم تكثيف حديد الكانات عند منطقة ارتكاز الخرسانة سابقة الصب ولمسافة تساوى عرض القطاع.

**الحالة الثالثة: مقاومة الجراوت أكبر من مقاومة الخرسانة .....** فى هذه الحالة يحدث عكس ما حدث فى النقطة السابقة حيث تسبب الخرسانة إجهادات شد إنفلاقي فى طبقة الجراوت لأن الجراوت ليس به حديد تسليح ومن الصعب عملياً وضع حديد تسليح به.

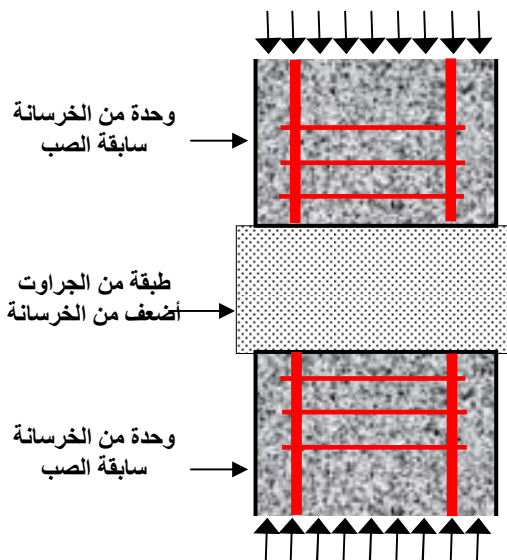
وعليه فإن مقاومة طبقة الجراوت يجب أن تكون مساوية لمقاومة الخرسانة سابقة الصب وإذا كان ذلك غير ممكن فيجب أن تكون مقاومة الجراوت على الأقل ٨٠% من مقاومة الخرسانة.



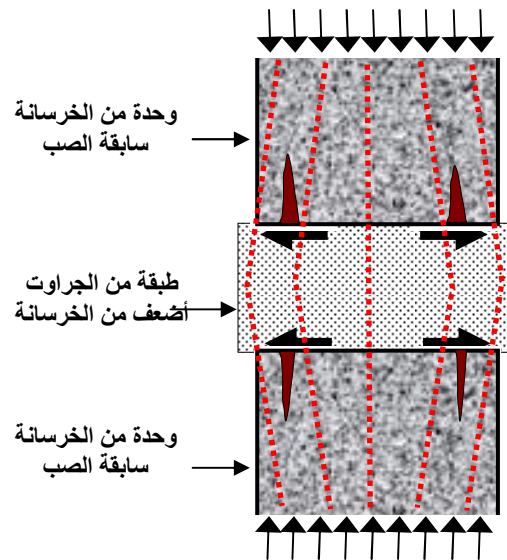
انتقال القوى في الضغط  
(مقاومة الجراوت أقوى من مقاومة الخرسانة)



انتقال القوى في الضغط  
(مقاومة الجراوت مساوية لمقاومة الخرسانة)

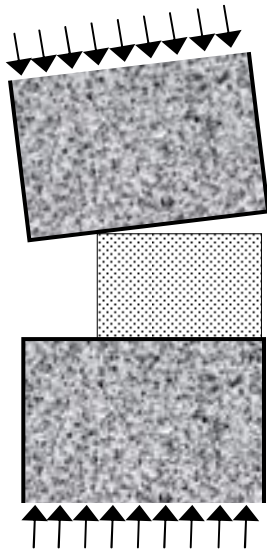


الاحتياطات المطلوبة لمنع تشريح الخرسانة  
(مقاومة الجراوت أضعف من مقاومة الخرسانة)

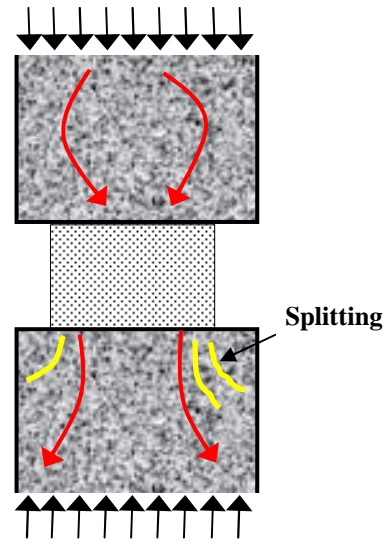


انتقال القوى في الضغط  
(مقاومة الجراوت أقل من مقاومة الخرسانة)

**تأثير ارتفاع طبقة الجراوت وعرضها .....** يجب أن لا يزيد ارتفاع طبقة الجراوت عن مرة ونصف عرض طبقة الارتكاز حتى نتجنب حدوث شروخ انفلاق في الجراوت. كما يجب أن تكون طبقة الجراوت مفرودة بانتظام على كامل سطح الارتكاز وذلك لتجنب حدوث شروخ انفلاق في الخرسانة سابقة الصب وكذلك لتجنب حدوث ميل في الوحدة.



حدوث ميل في الخرسانة سابقة الصب  
نتيجة أن عرض طبقة الجراوت أقل من الخرسانة

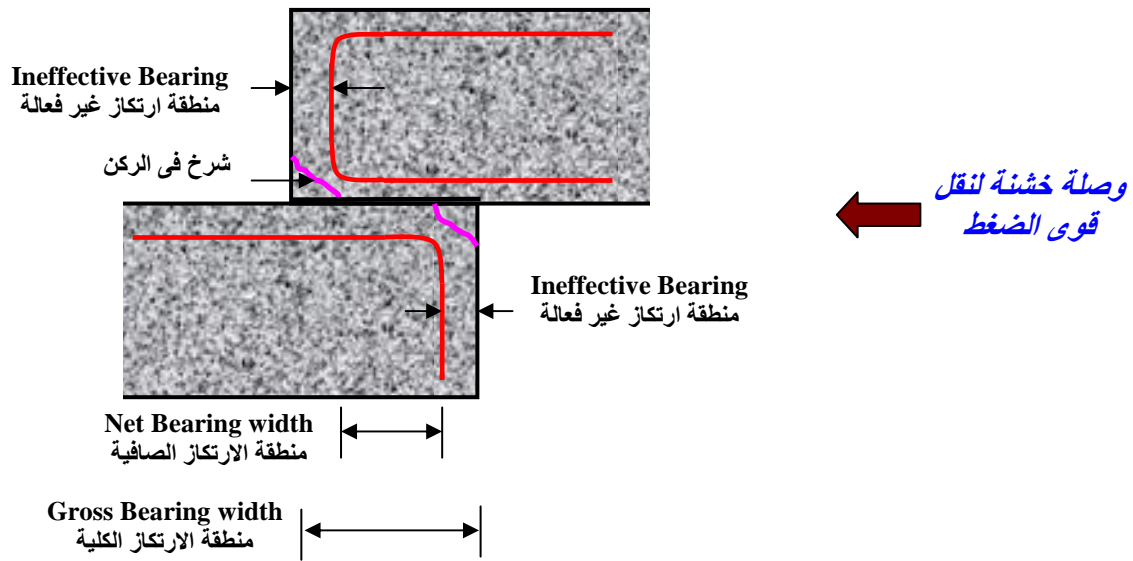


حدوث شروخ في الخرسانة سابقة الصب  
في حالة أن عرض طبقة الجراوت أقل من الخرسانة

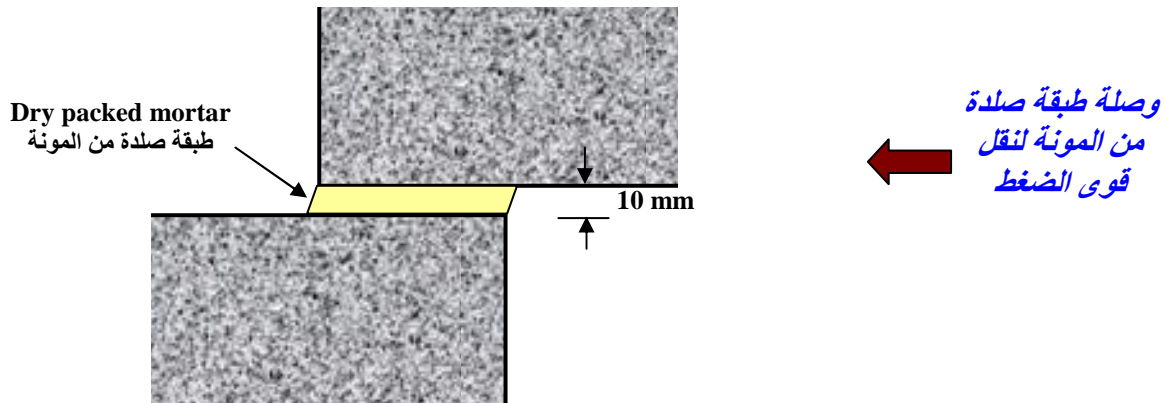
وعموماً يوجد ست أنواع من وصلات الارتكاز في الضغط هي:

- Dry joint وصلة خشنة
- Dry packed طبقة صلدة
- Bedded Joint وصلة وسادة طرية
- Elastomeric وصلة مرنة
- Extended joint وصلة متسعة
- Steel joint وصلة حديد

١- وصلة خشنة Dry Joint وتستخدم عندما يكون سطحي الارتكاز مستويين ومتوازيين وفيها يتم الارتكاز بين الوحدتين مباشرة بدون أي وسائل مساعدة ويمكن إيجاد مساحة الارتكاز بقسمة الحمل على إجهاد التحميل الذي يؤخذ مساوياً  $0.4f_{cu}$  مع الأخذ في الاعتبار أن طول الارتكاز يقل بمقدار ضعف طبقة الغطاء الخرساني نتيجة أن الأركان معرضة للتفتت أو التكسير.

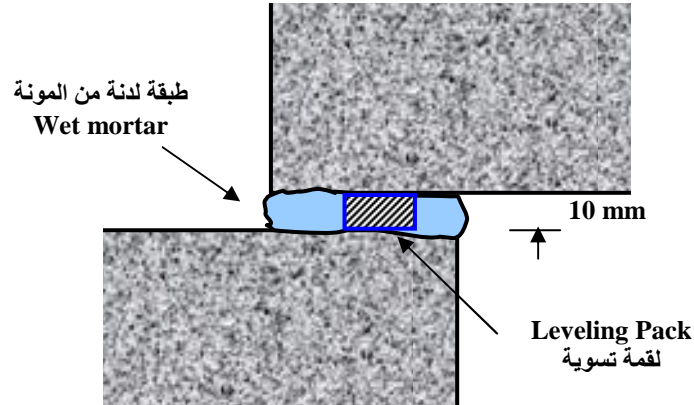


٢- وصلة طبقة صلدة من المونة Dry Packed Mortar وتستخدم عندما يكون سطحي الارتكاز مستويين ومتوازيين وأيضاً غير مستويين وفيها يتم عمل طبقة من المونة القوية أو الجراوت سمك ٥ إلى ١٠ مم ويمكن إيجاد مساحة الارتكاز بقسمة الحمل على إجهاد التحميل الذي يؤخذ مساوياً  $0.4f_{cu}$  مع الأخذ في الاعتبار أن طول الارتكاز يقل نتيجة أن الأركان معرضة للتفتت أو التكسير.



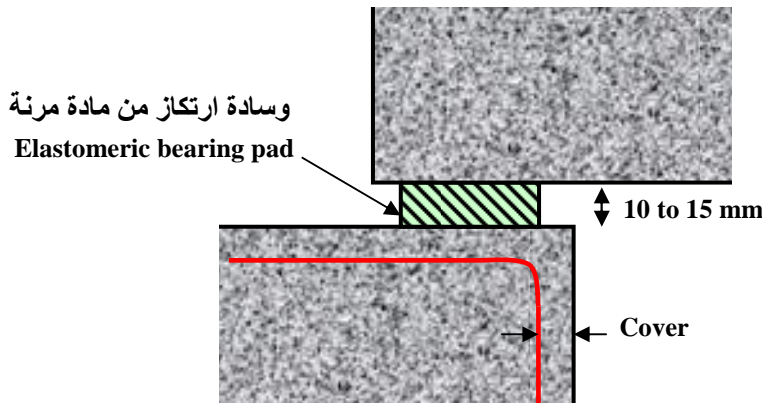


٣- وصلة وسادة طرية **Bedded Joint** وتستخدم عندما يكون سطحي الارتكاز غير مستويين أو متوازيين يتم عمل طبقة لدنة من المونة القوية أو الجراوت الذي يأخذ شكل الأسطح غير المستوية ويتطبع عليها ويمكن إيجاد مساحة الارتكاز بقسمة الحمل على إجهاد التحميل الذي يؤخذ مساوياً  $0.4f_{cu}$  كما بالشكل.



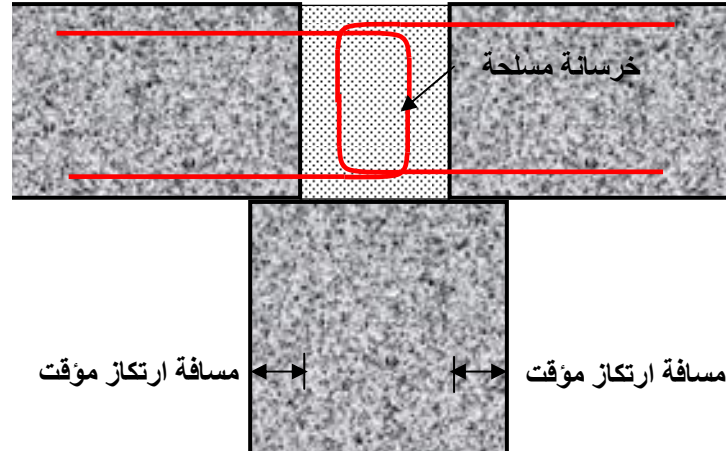
وصلة وسادة طرية لنقل قوى الضغط

٤- وصلة مرنة **Elastomeric Joint** من مادة مطاطية مقواة وتستخدم عندما يكون متوقع حدوث إزاحة أو تشكل بدرجة عالية بين سطحي الارتكاز ويكون سمك طبقة الارتكاز حوالي ١,٥ سم ويمكن إيجاد مساحة الارتكاز بقسمة الحمل على إجهاد التحميل الذي يؤخذ مساوياً  $0.5f_{cu}$  مع الأخذ في الاعتبار أن يكون مكان الارتكاز بعيداً عن الأركان المعرضة للتفتت أو التكسير.



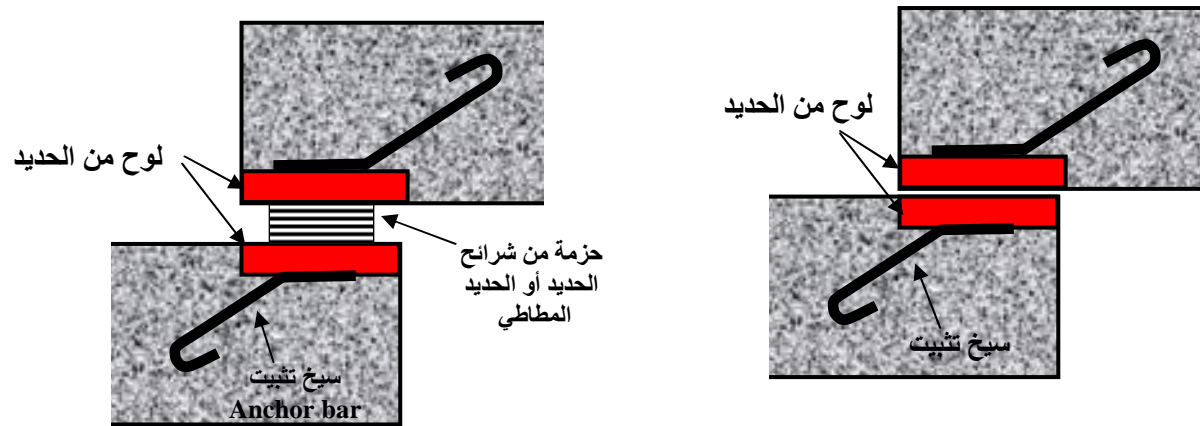
وصلة مرنة لنقل قوى الضغط

٥- وصلة متسعة Extended Joint وتستخدم عندما يكون مطلوب مسافة خلوص كبيرة عند منطقة الاتصال حيث يمكن أن يتصل بهذه المنطقة وحدات أخرى في الاتجاه العمودي وتصب هذه المنطقة في الموقع بالخرسانة المسلحة. ويمكن إيجاد مساحة الارتكاز بقسمة الحمل على إجهاد التحميل الذي يؤخذ مساوياً  $0.4f_{cu}$  مع الأخذ في الاعتبار أن مناطق الارتكاز المؤقت لا تؤخذ في الاعتبار كما بالشكل.



وصلة متسعة لنقل قوى الضغط

٦- وصلة حديد Steel Joint وتستخدم عندما تكون مساحة سطح الارتكاز المتاحة صغيرة ، حيث أن إجهاد التحميل يؤخذ مساوياً  $0.8f_{cu}$  . ويستخدم فيها لوح من الحديد الذي يجب أن يكون مثبت بإحكام داخل الخرسانة. ويمكن أن يتم الارتكاز مباشرة بين لוחي الحديد. وفي حالة أن يكون مطلوب مسافة خلوص نظروف التنفيذ في الموقع فيتم وضع حزمة من شرائح الحديد أو الحديد المطاوي بين لוחي الحديد. كما بالشكل.



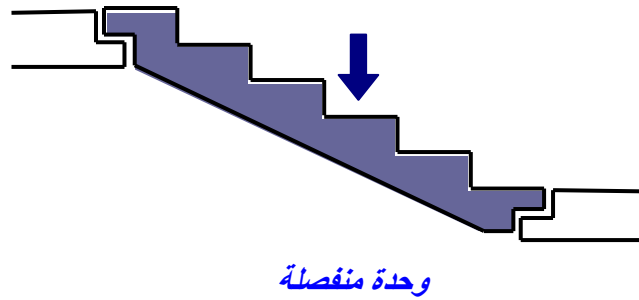
ارتكاز غير مباشر بين لוחي الحديد

ارتكاز مباشر بين لוחي الحديد

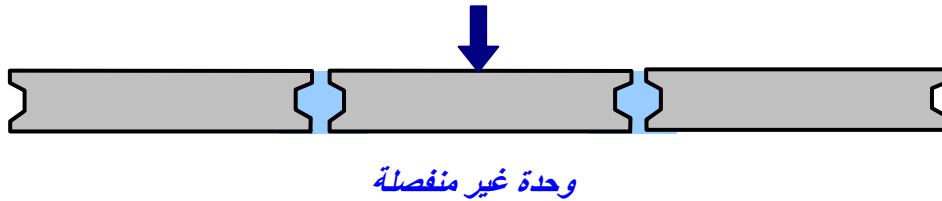
## الوحدات المنفصلة وغير المنفصلة Isolated and Non-Isolated Units

في الخرسانة سابقة الصب يجب أن نفرق بين حالتين من حالات الارتكاز:

في الحالة الأولى تكون الوحدة مرتكزة على الركائز مباشرة وبدون أي وسائط وهنا ينتقل الحمل مباشرة من الوحدة إلى الركائز وأمان الوحدة يعتمد كلياً على أمان الركائز مثل حالة قلبة السلم التي ترتكز على الصدفتين الطرفيتين. فلو حدث انهيار في أحد هذه الركائز فإن قلبة السلم يحدث لها انهيار كذلك. وتسمى قلبة السلم هنا وحدة منفصلة. Isolated unit.



لحالة الثانية وفيها تنتقل القوى من الوحدات الخرسانية سابقة الصب إلى الركائز عن طريق وسائط بينية مثل حالة البلاطات المفرغة Hollowcore slab والتي تنتقل القوى فيها من وحدة إلى أخرى عن طريق قص الاحتكاك Shear friction الناشئ من المادة المالئة بين البلاطات وبعضها. وتسمى هذه البلاطات هنا وحدات غير منفصلة. Non-Isolated units.



## أنواع الوصلات Connection Types

يوجد عدة مناطق رئيسية للاتصال بين الوحدات المصنوعة من الوحدات المصنوعة من الخرسانة سابقة الصب هي:

١ - اتصال بلاطة السقف مع الكمرة

\* بلاطات مفرغة Hollowcore floor slab

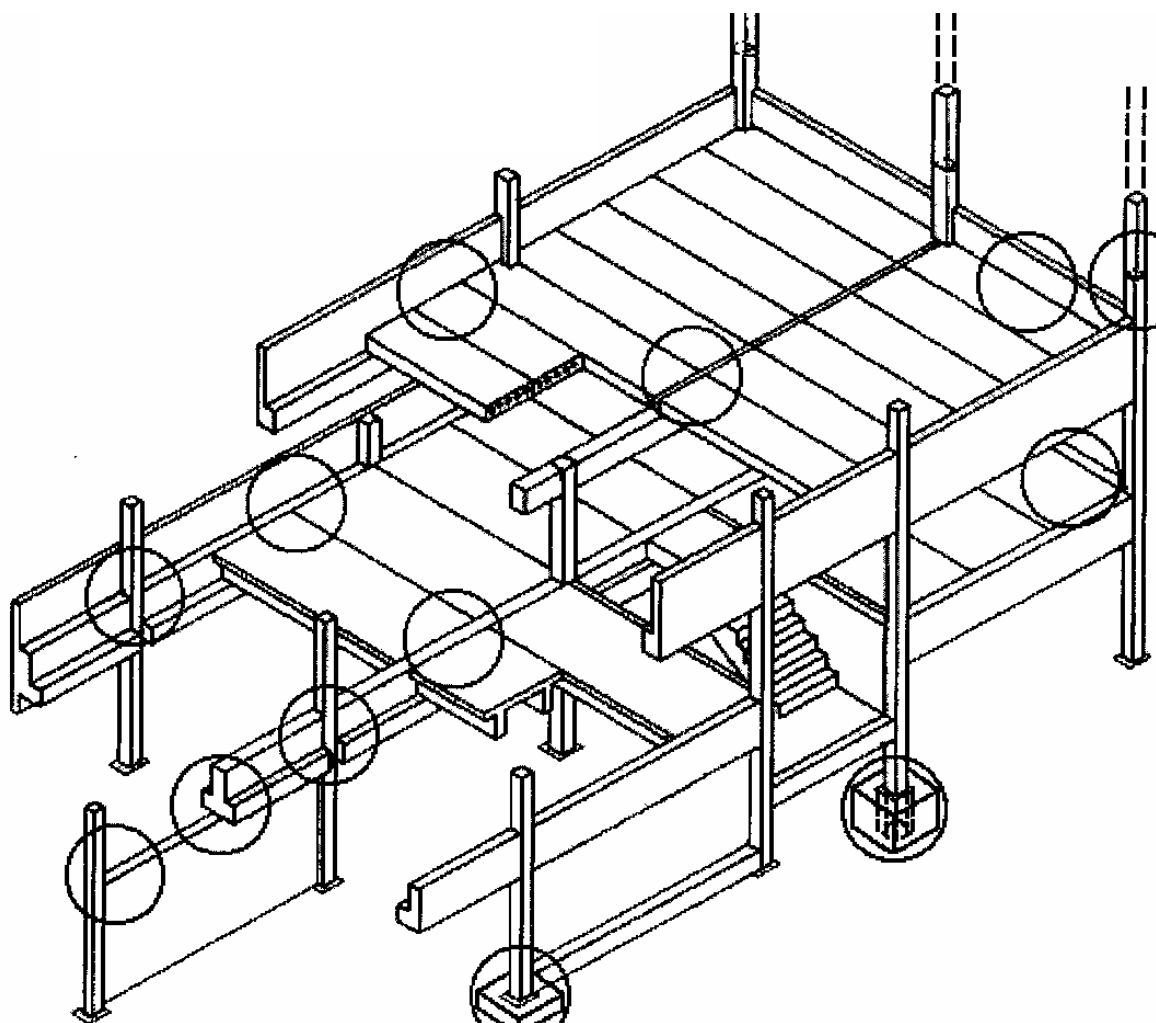
\* بلاطات شكل  $\Pi$  Double T floor slab

٢ - اتصال الكمرة مع العمود أو الحائط

٣ - اتصال عمود مع عمود

٤ - اتصال عمود أو حائط مع الأساسات

والشكل الآتي يجمع أنواع الوصلات الرئيسية.

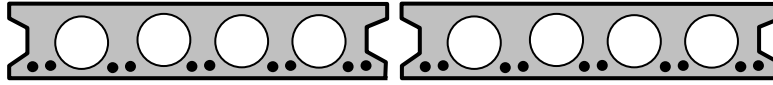


أنواع الوصلات الرئيسية موضحة في هذا الشكل

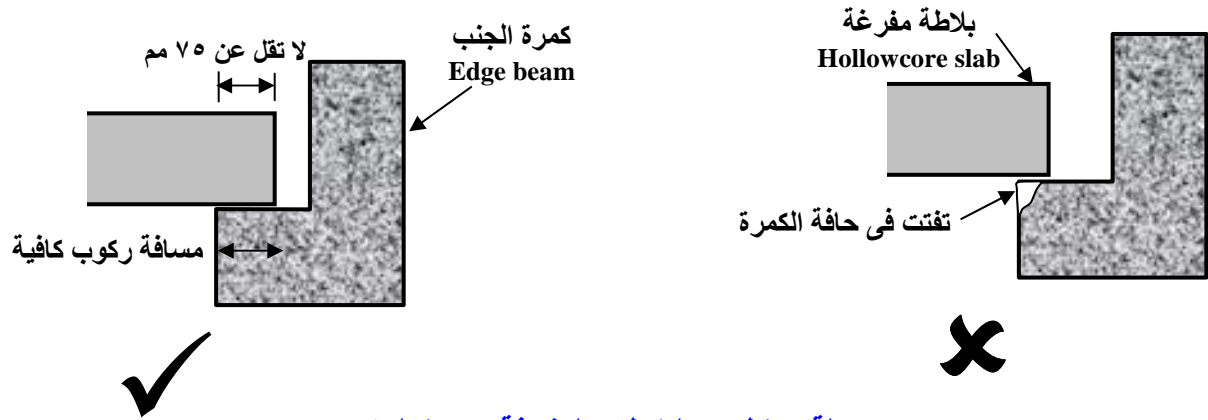


## أولاً : اتصال بلاطة السقف مع الكمرة

## أ- البلاطات المفرغة Hollowcore floor slab



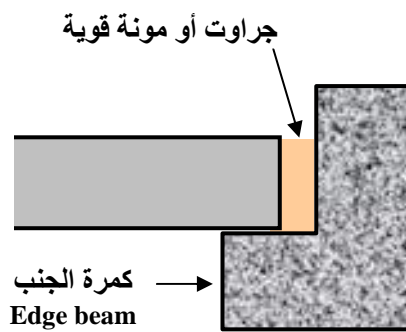
من المعروف أن هذا النوع من التغطيات يتصل ببعضه عن طريق احتكاك القص Shear friction والقص الوتدي Shear wedging نتيجة وجود خرسانة مالئة تصب في الموقع بين البلاطات وبعضها. واتصال هذا النوع مع كمرة الجنب Edge beam يكون عبارة عن وصلة ضغط عند سطح الارتكاز ومن الضروري أن تكون مسافة الارتكاز كافية (لا تقل عن ٧٥ مم) حتى لا يحدث تفتت وانهيار في حافة الكمرة.



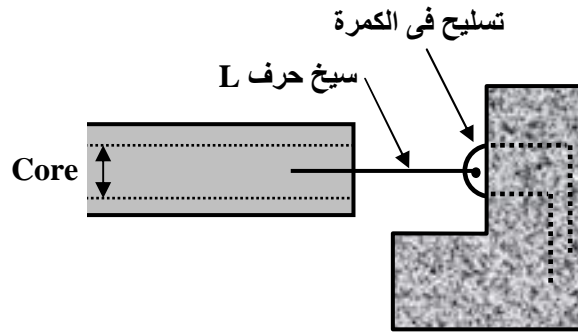
## وصلة ضغط بين البلاطات المفرغة وكمرة الجنب

ولتجنب حدوث حركة أو إزاحة في البلاطات أثناء التنفيذ فمن الضروري أن يتم ربطها مع الكمرة بحديد تسليح. ونظراً لأن هذا النوع من البلاطات لا يكون فيه حديد بارز فيتم الربط مع الكمرة بالكيفية الآتية:

- ١- يتم كشف وإزالة الجزء العلوي من بعض الفراغات في البلاطات المفرغة.
- ٢- يتم وضع أسياخ على شكل L بفتحات البلاطات وتربط من الجهة الأخرى مع الحديد البارز من الكمرة. كما بالأشكال التوضيحية.
- ٣- يتم في النهاية ملء الفراغ بين البلاطة وحافة الكمرة بالموونة القوية أو الجراوت.



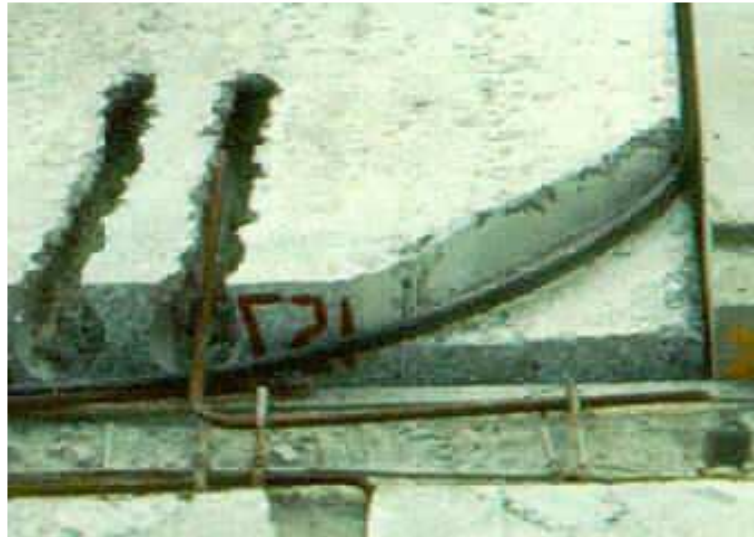
الشكل النهائي للوصلة بين  
كمرة الجنب والبلاطات المفرغة



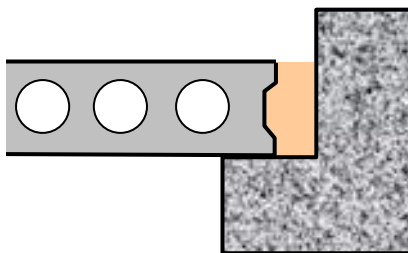
الشكل التفصيلي للوصلة بين  
كمرة الجنب والبلاطات المفرغة



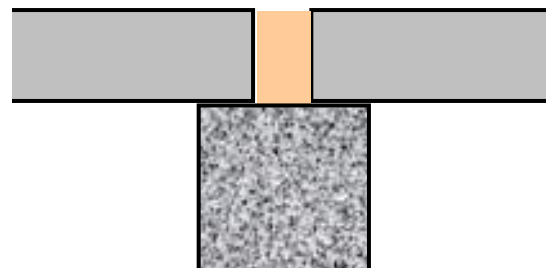
كشف وإزالة الجزء العلوي من بعض الفراغات في البلاطات المفرغة



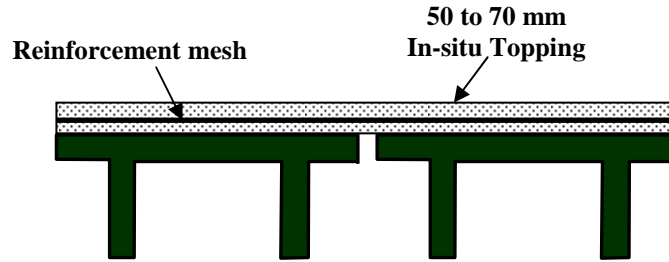
وضع أسياخ على شكل L بفتحات البلاطات وتربيطها مع حديد الكمرة



الشكل النهائي للوصلة بين البلاطات المفرغة  
وكمرة الحدود الطرفية *Gable beam*.

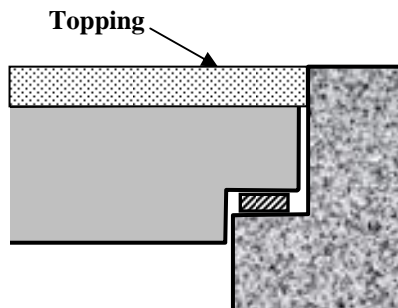
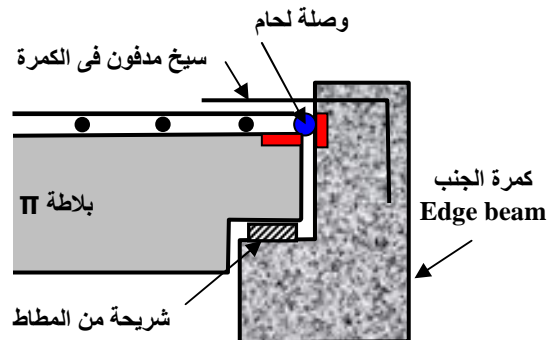


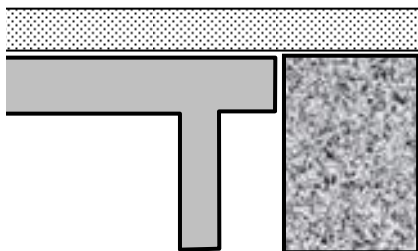
الشكل النهائي للوصلة بين البلاطات المفرغة  
وكمرة العصب الوسطى *Spine beam*.

ب- البلاطات شكل  $\Pi$  - Double T floor slabسقف من البلاطات شكل  $\Pi$  والكمرات سابقة الصب

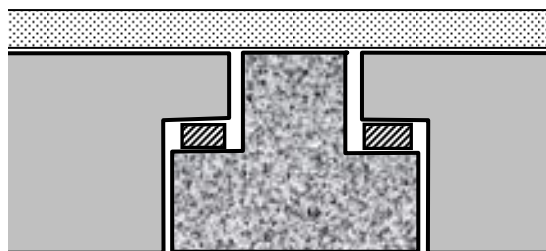
في البلاطات على شكل  $\Pi$  يتم عمل طبقة تغطية Topping من الخرسانة المسلحة سمك ٧:٥ سم فوقها. ومع ذلك فيلزم ربط البلاطات مع الكمرة بصفة مؤقتة عن طريق وصلة لحام حتى لا تتحرك أثناء صب طبقة التغطية Topping في الموقع ويتم ذلك كما يلي:

- ١- يتم وضع قطعة من المطاط عند منطقة الارتكاز.
- ٢- عند التأكد من الوضع السليم والصحيح للبلاطات يتم عمل وصلة اللحام عن طريق لحام سيخ من الحديد بين لوحي الحديد المزروعين في البلاطات والكمرة.
- ٣- بعد ذلك يتم وضع شبكة حديد التسليح الخاصة بطبقة التغطية أعلى البلاطات والتي تتداخل مع الأسياخ البارزة من الكمرة ثم يتم صب خرسانة التغطية.

الشكل النهائي للوصلة بين  
كمرة الجنب والبلاطات شكل  $\Pi$ الشكل التفصيلي للوصلة بين  
كمرة الجنب والبلاطات شكل  $\Pi$



الشكل النهائي للوصلة بين البلاطات شكل II  
وكمرة الحدود الطرفية *Gable beam*.



الشكل النهائي للوصلة بين البلاطات شكل II  
وكمرة العصب الوسطى *Spine beam*.



## ثانياً : اتصال كمرّة مع عمود Beam-Column Connection

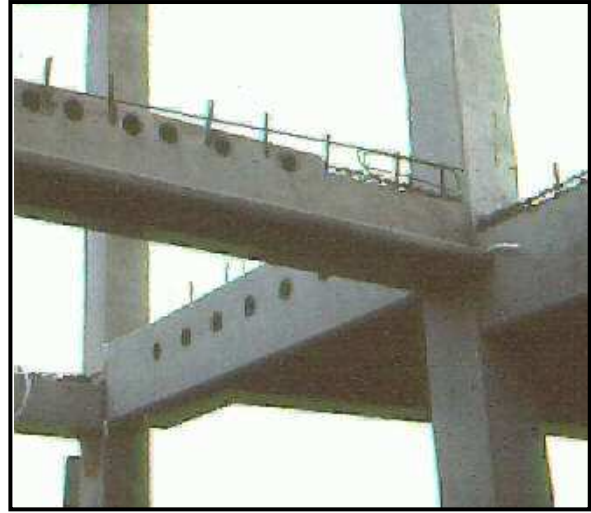
اتصال الكمرّة مع العمود يمكن أن يقسم إلى قسمين رئيسيين من حيث الشكل الظاهري:

وصلات مخفية Hidden Connection ووصلات ظاهرة Visible Connection.

حيث يتم في الوصلات المخفية إزالة جزء من الكمرّة يسمح بدخول الكابولي البارز من العمود Column Insert بالدخول فيها وبالتالي لا يظهر الكابولي البارز من العمود كما بالصور الموضحة.

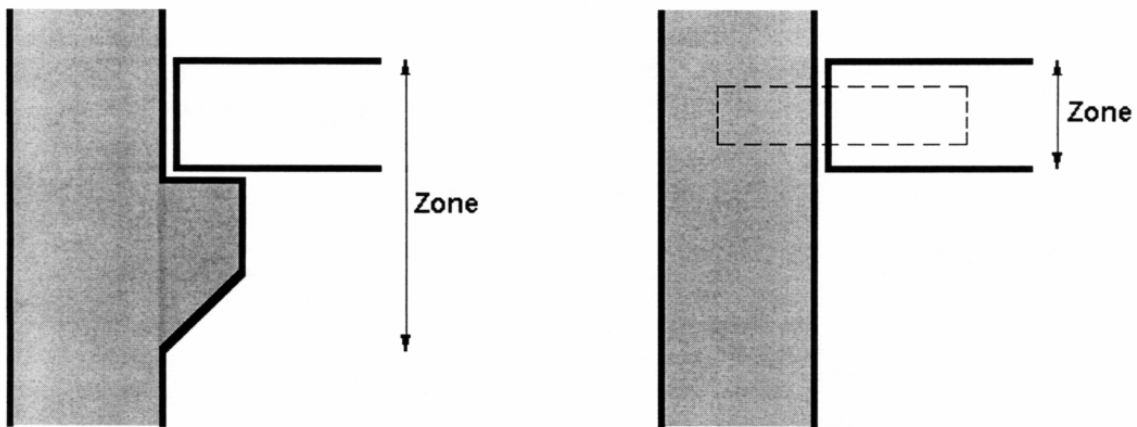


وصلات ظاهرة بين العمود والكمرّة



وصلات مخفية بين العمود والكمرّة

وعلى الرغم من أن الوصلة المخفية تكون أكثر في التكاليف عن الوصلة الظاهرة إلا أنها تحقق مميزات عديدة منها مثلاً أنها توفر في ارتفاع الأدوار مسافة حوالي ٢٠ سم كل دور وذلك نتيجة أن ارتفاع الجزء الخاص بالكابولي يقل كما بالشكل الموضح.

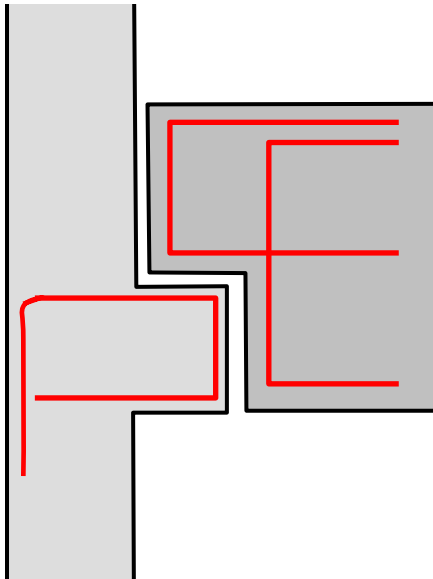


ارتفاع منطقة القص في الوصلات المخفية يكون أقل من حالة الوصلات الظاهرة

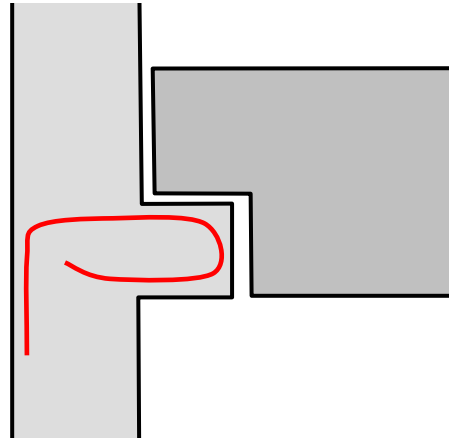
فى الوصلات المختلفة Hidden connections يوجد نوعين من الجزء البارز من العمود الذي سوف ترتكز عليه الكمره Column insert:

- النوع الأول عبارة عن جزء معدني Steel insert يتم تثبيت جزء منه داخل العمود أثناء صب الخرسانة والجزء الآخر يعمل كابولي قصير خارج العمود.
- النوع الثاني عبارة عن كابولي قصير من الخرسانة المسلحة Corbel يتم تسليحه وصبه أثناء صب العمود.

واختيار أحد النوعين السابقين يعتمد على السعة التحميلية المطلوبة فى القص وكذلك على عمق الكمره المسموح به. فلو تصورنا مثلاً أن عمق الكمره هو ٣٠ سم فقط فإن ارتفاع الجزء البارز من العمود Corbel وكذلك ارتفاع الجزء المتبقي من الكمره يكون فى حدود ١٠ : ١٥ سم فقط وهذا الارتفاع يكون غير كاف لوضع حديد التسليح بالكمية والكيفية الصحيحة (إلا إذا كانت قوة القص فى الكمره صغيرة جداً) وبناء عليه يكون استخدام جزء معدني بارز Steel insert هو المناسب هنا. أما استخدام Corbel من الخرسانة المسلحة فيتطلب أن يكون عمق الكمره كبير وكاف لوضع حديد التسليح سواء داخل الكمره نفسها أو داخل الـ Corbel كما بالشكل الموضح.

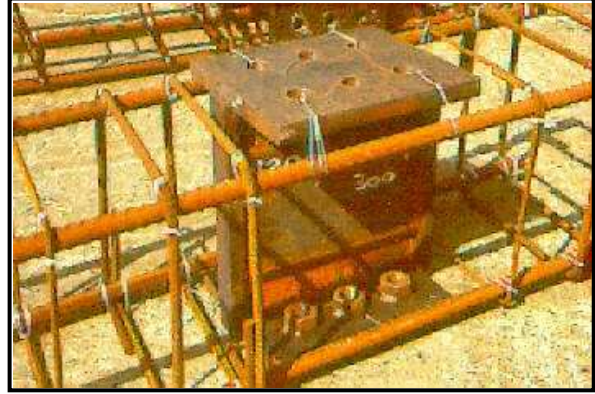
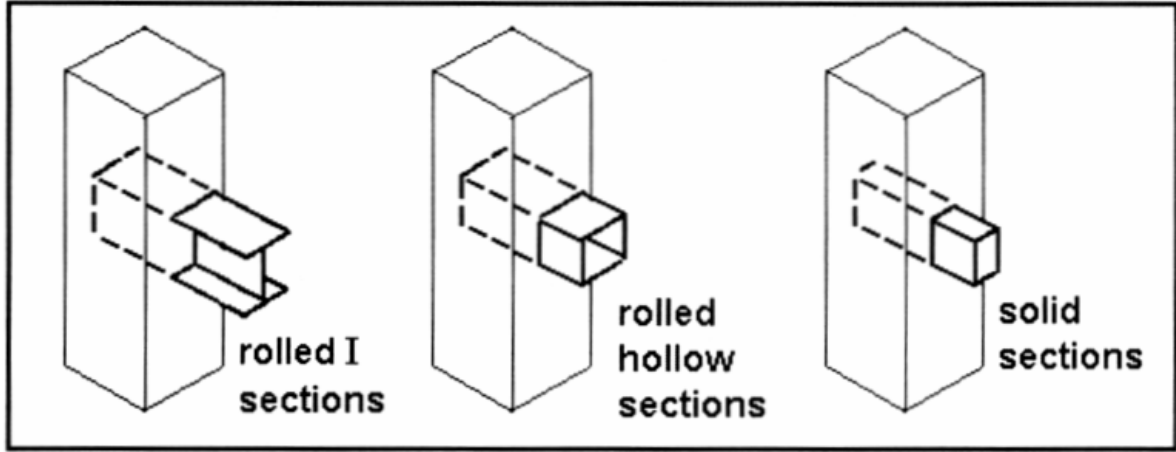


عمق الكمره يسمح بعمل Corbel  
من الخرسانة المسلحة



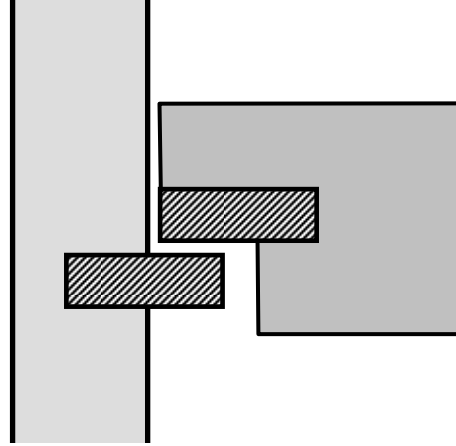
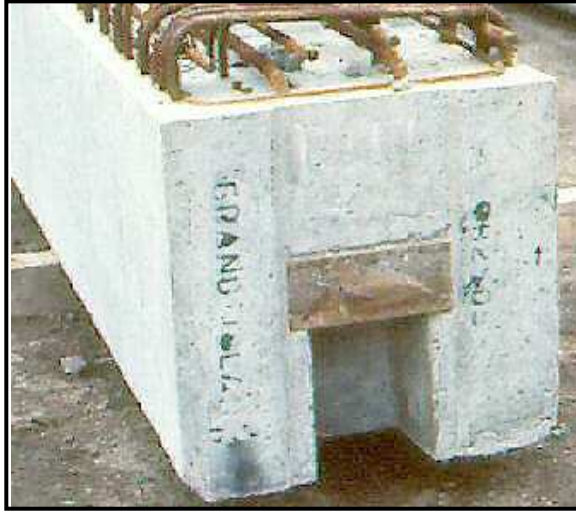
عمق الكمره صغير لا يصلح لعمل Corbel  
من الخرسانة المسلحة

وفى حالة استخدام الجزء المعدني البارز **Steel insert** فإنه من الضروري حمايته ضد الصدأ والحريق. ويوجد العديد من القطاعات المستخدمة فى ذلك الغرض مثل قطاعات الحديد شكل I أو قطاع مستطيل مصمت **Solid section** أو قطاع مستطيل مفرغ **Hollow section** حيث يتم تثبيته بدقة داخل العمود فى الوضع الصحيح أثناء عمل القفص الحديدي للعمود قبل صب الخرسانة كما بالأشكال والصور الموضحة.



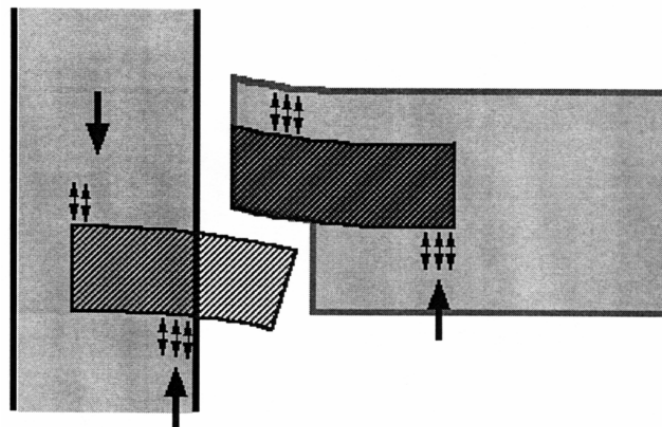
تجهيز الجزء المعدني البارز **Steel insert** داخل القفص الحديدي للعمود قبل صبه.

و بالمثل يتم وضع جزء معدني داخل الكمرة لزيادة السعة التحميلية في القص. وهذا الجزء يمكن أن يكون من القطاعات الموضحة بالشكل:



يتم وضع *Steel insert* في كل من العمود والكمرة لزيادة مقاومة الكمرة في القص.

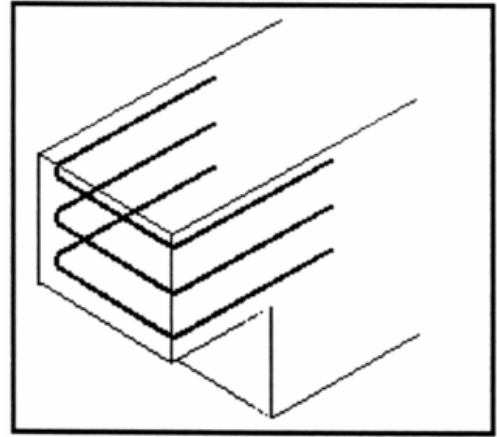
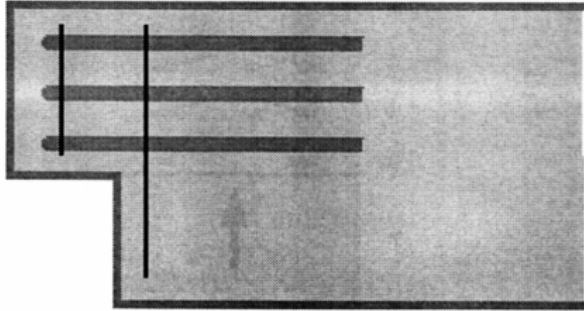
وعندما يتم ارتكاز الكمرة على العمود (ارتكاز الجزأين المعدنيين فوق بعضهما) ويتم تحميل الكمرة فيتولد إجهادات في الجزأين المعدنيين وتنتقل هذه الإجهادات إلى الكمرة والعمود على شكل عمود ضغط *Struts* كما بالشكل الموضح.



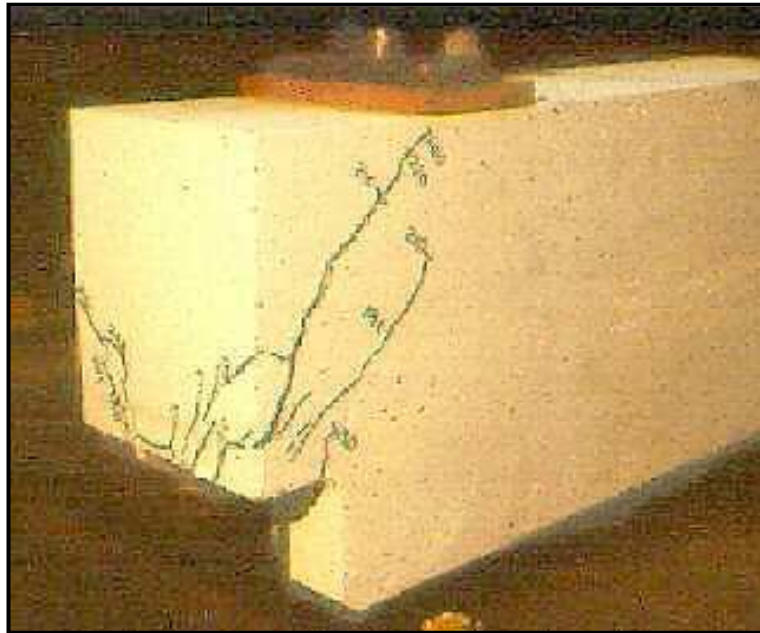
انتقال الإجهادات من الكمرة إلى العمود على شكل عمود ضغط.



ويجب الاعتناء بتسليح الجزء الطرفي من الكمرة والذي سيرتكز على العمود حيث يتم إحاطته بأحزمة أفقية من حديد التسليح فوق منطقة الارتكاز وذلك لمقاومة تشريح الخرسانة في هذه المنطقة نتيجة تركيز الإجهادات العالية في هذه المنطقة بعد الارتكاز والتحميل. وغالباً يتم وضع أحزمة على شكل L في الجزء الطرفي فوق الفجوة مع ملاحظة تحقيق طول التماسك داخل الخرسانة كما بالشكل الموضح. كما ينبغي ربط هذه الأحزمة أو لحامها جيداً بكانات رأسية حتى لا تتحرك من مكانها أثناء صب الخرسانة. وفي حالة عدم وضع هذه الأحزمة من حديد التسليح فإن الخرسانة تشرخ بشكل كبير كما بالصورة الموضحة مما يؤدي إلى تقليل السعة التحميلية في القص للكمرة.

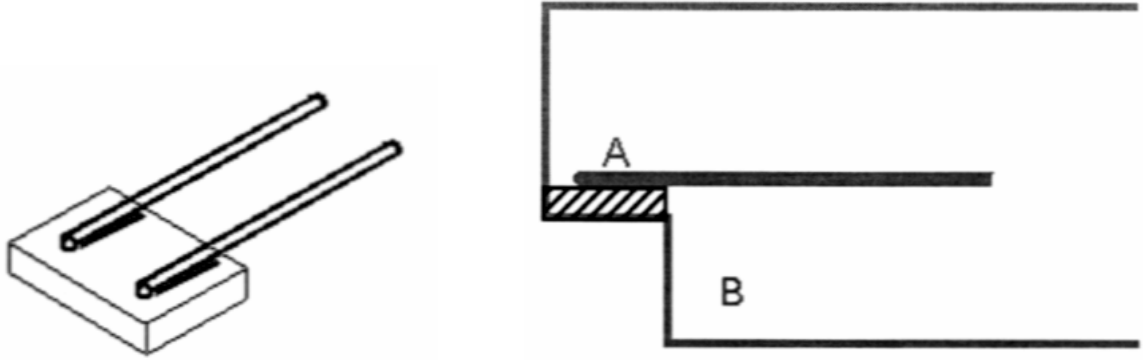


الاعتناء بتسليح جزء الكمرة البارز فوق الفجوة.



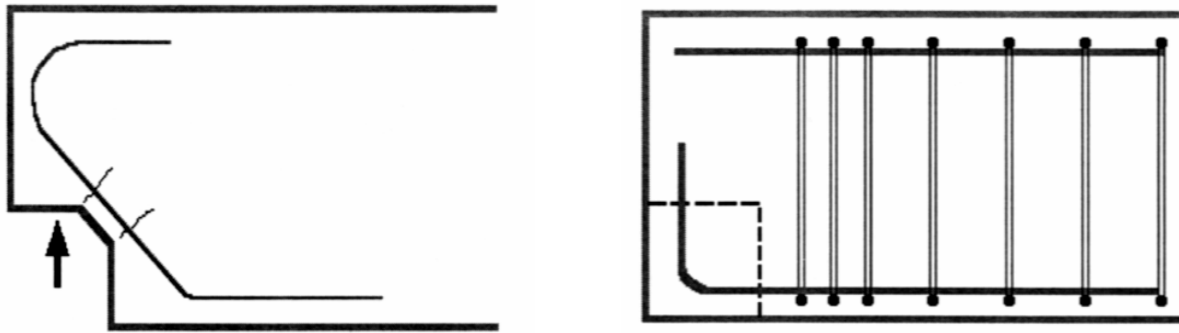
تشريح الخرسانة في جزء الكمرة البارز في حالة عدم تسليحه.

بالنسبة للحديد الرئيسي بالكمرة Tensile Reinforcement فإنه ينبغي الاعتناء بطول التماسك داخل الخرسانة في أطراف الكمرة وإذا كان ارتفاع الكمرة لا يسمح بذلك وخاصة عند منطقة الفجوة الطرفية فإنه يمكن لحام الأسياخ في لوح الارتكاز الحديدي الموجود بطرف الكمرة كما بالشكل.



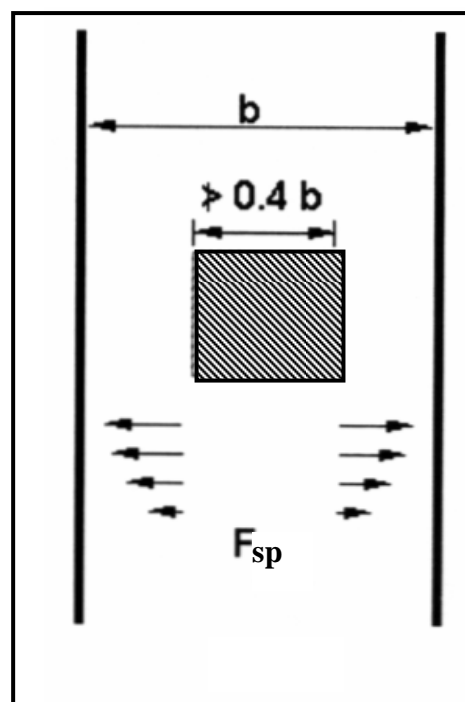
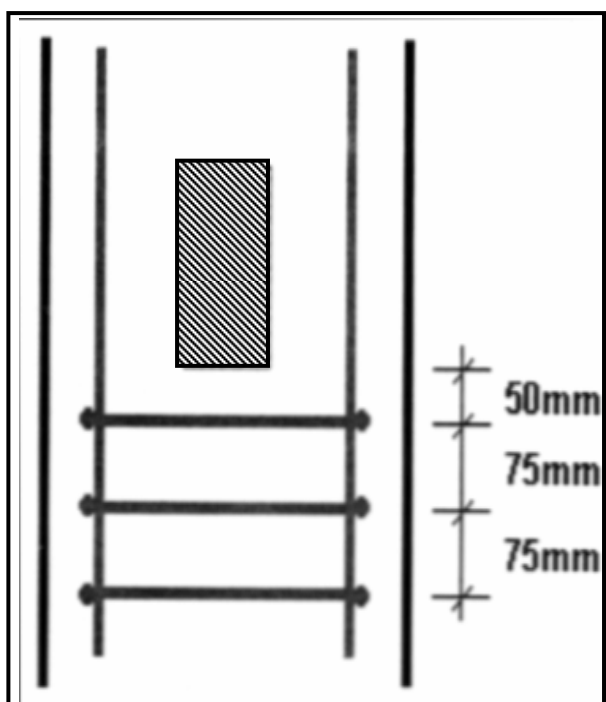
تحقيق طول التماسك مع الخرسانة باللحام في لوح الارتكاز

كما ينبغي تكثيف الكانات في الجزء المجاور للفجوة وذلك لمسافة نصف متر من بداية الفجوة. كما يتم وضع سيخ قطري عند الشطف لمنع حدوث شروخ في منطقة الركن.



احتياطات منع التشريح في الجزء الطرفي من الكمرة.

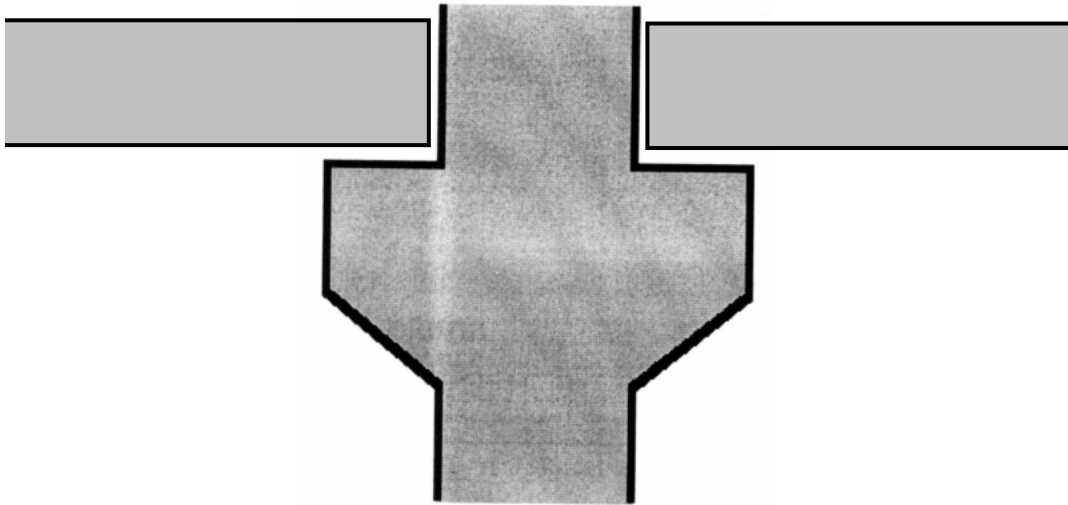
أما بالنسبة للعمود فيجب تجنب حدوث شروخ وتشققات في الخرسانة أسفل الجزء المعدني البارز Corbel وذلك بوضع كانات أفقية لتحمل قوى التشقق الناتجة ( $F_{sp}$ ) والتي تعتمد قيمتها على عرض الارتكاز (b) وغالباً تؤخذ هذه القوة مساوية لخمس القوة الرأسية المؤثرة (V):  $\{ F_{sp} = 0.2 V \}$  ومن قيمة هذه القوة يتم حساب مساحة مقطع حديد الكانات  $A_{link} = F_{sp}/f_y$ . ويستخدم حديد قطر ٨ أو ١٠ أو ١٢ مم ويوزع بالقرب من الـ Corbel كما بالشكل.



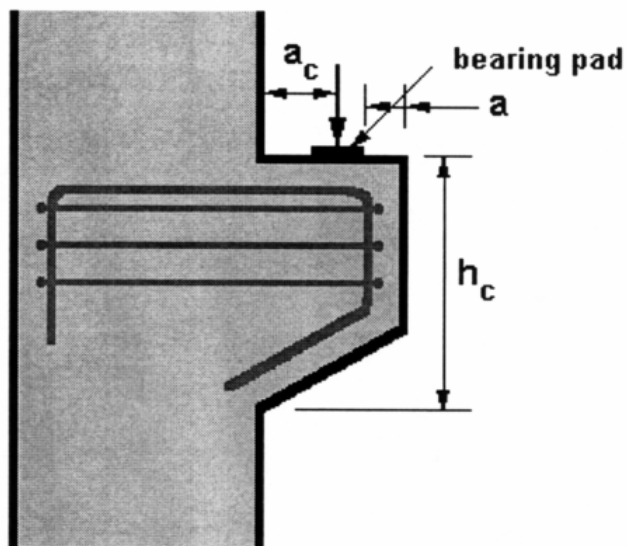
قوة الانفلاق الناشئة وتسليح العمود أسفل الجزء البارز Corbel

فى حالة عدم استخدام Steel insert فى العمود فيمكن استخدام كابولي من الخرسانة المسلحة Corbel والذي يكون ظاهراً أسفل الكمره كما فى الشكل الموضح. وفى هذه الحالة فإن هناك احتياطات يجب أن تؤخذ فى الاعتبار مثل:

- مسافة ذراع العزم ( $a_c$ ) يجب أن تكون فى المدى  $\{ h_c : 0.4h_c \}$  حيث  $h_c$  هي الارتفاع الكامل للكابولي الخرسانى كما بالشكل.
- المسافة بين حافة الكابولي وبداية لوح الارتكاز يجب أن لا تقل عن قطر السيخ + الغطاء الخرسانى.
- يتم وضع كانات أفقية أو أحزمة من حديد التسليح فى الجزء العلوي من الكابولي.



كابولي من الخرسانة المسلحة ظاهر من الناحيتين *Concrete Corbel*.

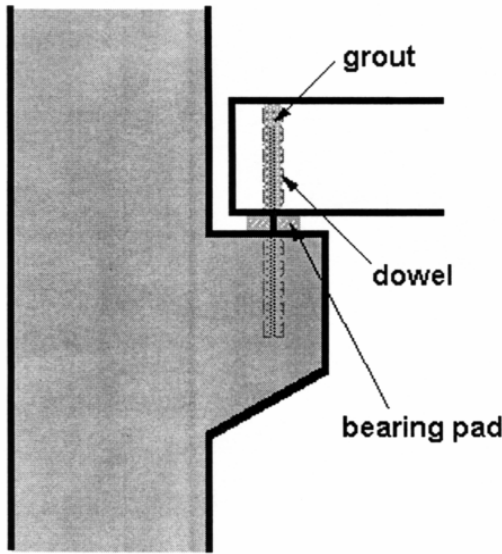


احتياطات الكابولي الخرساني *Concrete Corbel*

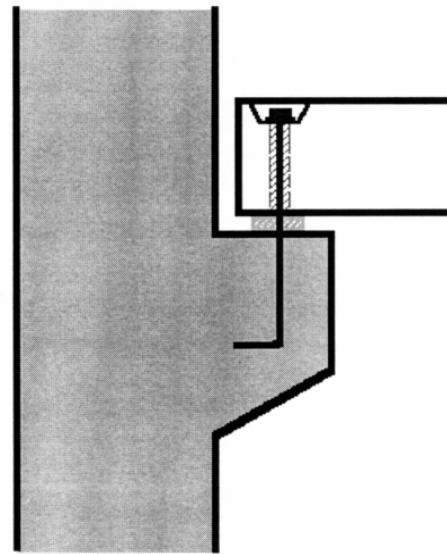
## كيفية ربط الكمرات بالعمود عند الوصلة

فى الوصلة الظاهرة بين العمود والكمرة يتم ربط الكمرات بالكابولي الخرسانى البارز وذلك بإحدى طريقتين:

- إما بوضع أشاير رابطة فى الموقع فى فتحة ممتدة بين العمود والكمرة ثم يتم حقنها بالجرات.
- أو بوضع سيخ مسنن داخل الكابولي البارز من العمود ويتم ربطه بصامولة فى فجوة خاصة بالكمرة.



وصل الكمرات بالعمود باستخدام الجرات

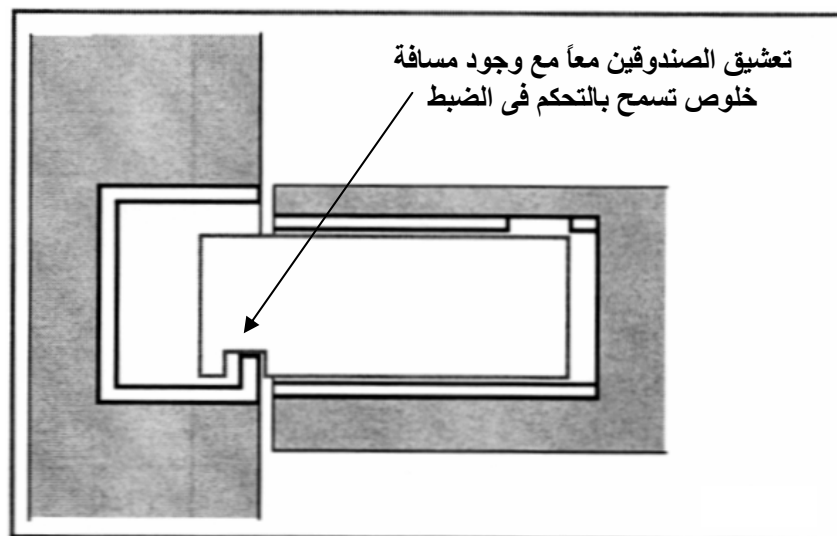
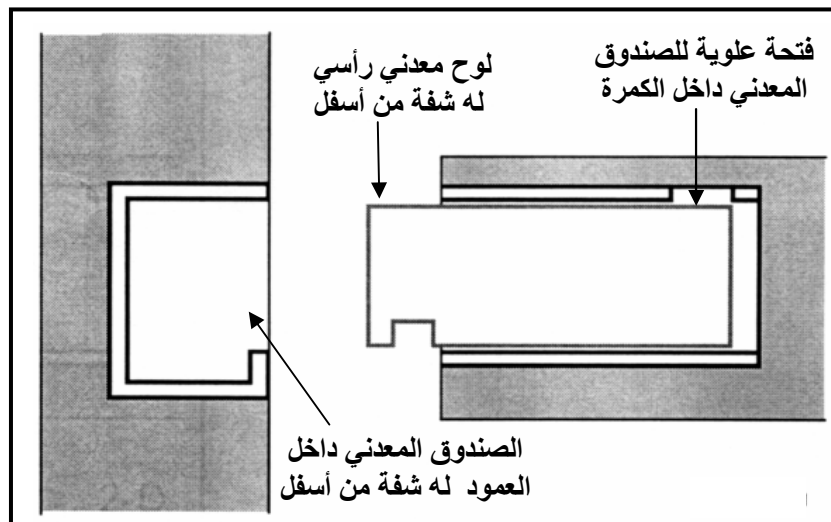
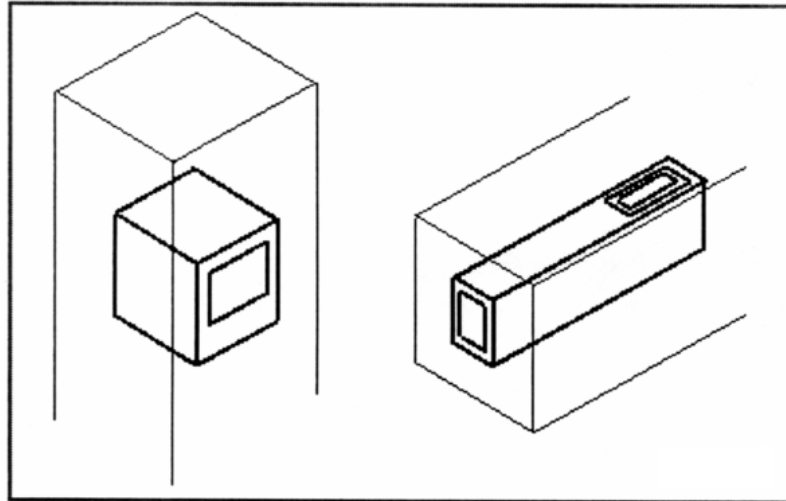


وصل الكمرات بالعمود باستخدام سيخ مسنن

أما فى حالة الوصلة المختفية Steel insert فيوجد أنواع عديدة من طريقة الربط فى هذه الوصلات وقد سبق شرح وتفصيل أحد هذه الوصلات. وفيما يلي تفصيلات طريقة أخرى من طرق التثبيت بين الكمرات والعمود:

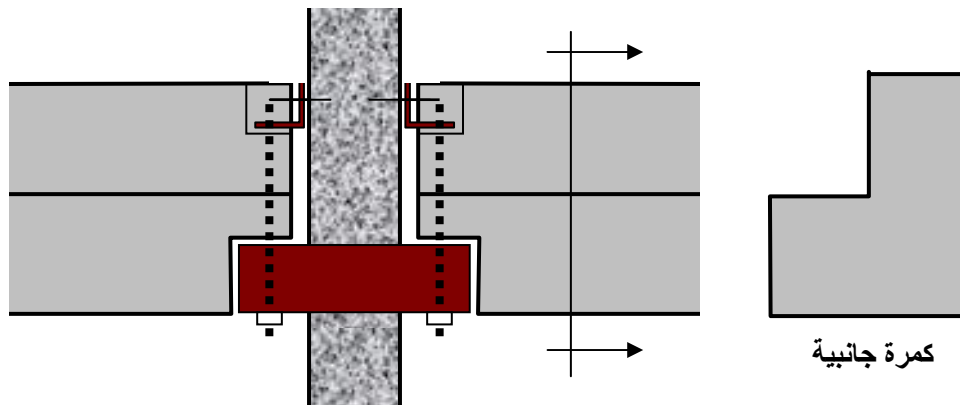
- ١- الجزء المعدني المصبوب فى العمود عبارة عن صندوق معدني مفتوح وله شفة طرفية من أسفل.
- ٢- الجزء المعدني المصبوب مع الكمرات عبارة عن صندوق معدني أضيق والصندوق مفتوح من الناحيتين وله فتحة علوية فى الطرف الداخلى.
- ٣- لوح معدني به شفة فى أحد الأطراف يوضع رأسى داخل الصندوق المعدني المصبوب بالكمرة.
- ٤- يتم تشييق الشفة الموجودة باللوح المعدني فى الشفة الموجودة بالصندوق المصبوب مع العمود ويتم وضع الكمرات حيث أن هذه الوصلة تسمح بمسافة خلوص كافية للتحكم فى ضبط موضع الكمرات.
- ٥- يتم بعد ذلك حقن الصندوق داخل الكمرات بالجرات من الفتحة العلوية بالصندوق.



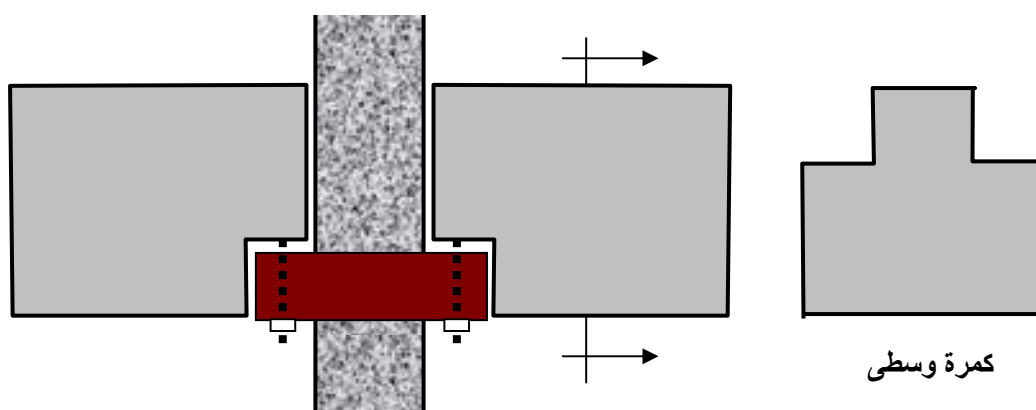


تفاصيل الوصلة المختلفة بين العمود والكمره

رسم تخطيطي يوضح منطقة اتصال عمود مع كمره جانبية Edge beam وأيضاً مع كمره العصب الوسطي Spine beam وذلك في وصلة مخفية Hidden connection عن طريق جزء معدني بارز من الناحيتين .Steel insert

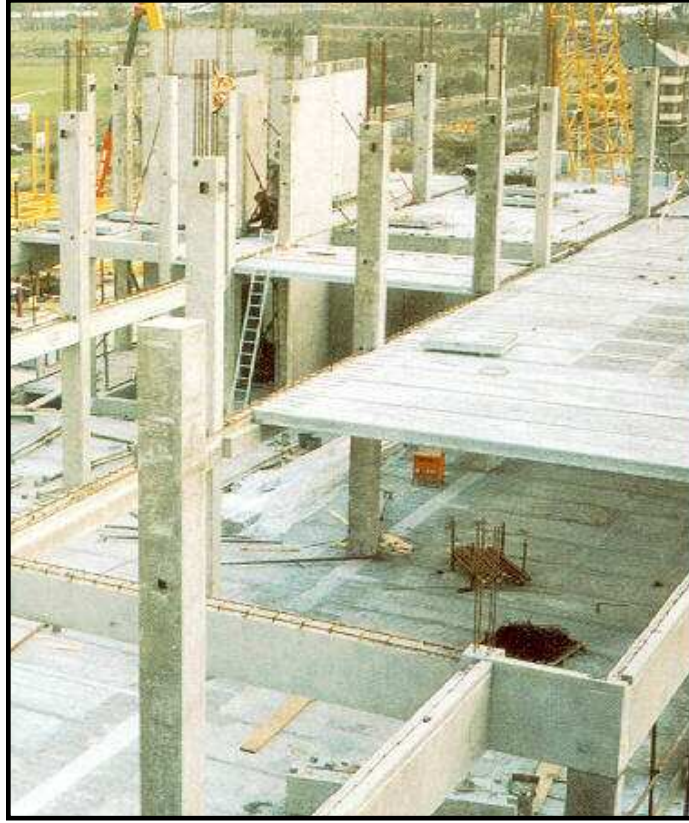


تفاصيل وصلة مخفية بين العمود وكمره جانبية



تفاصيل وصلة مخفية بين العمود وكمره وسطى

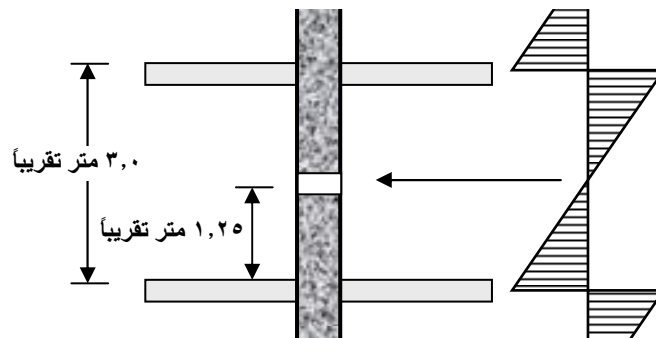
## ثالثاً : وصلات الأعمدة Column Splices Column-Column Connection



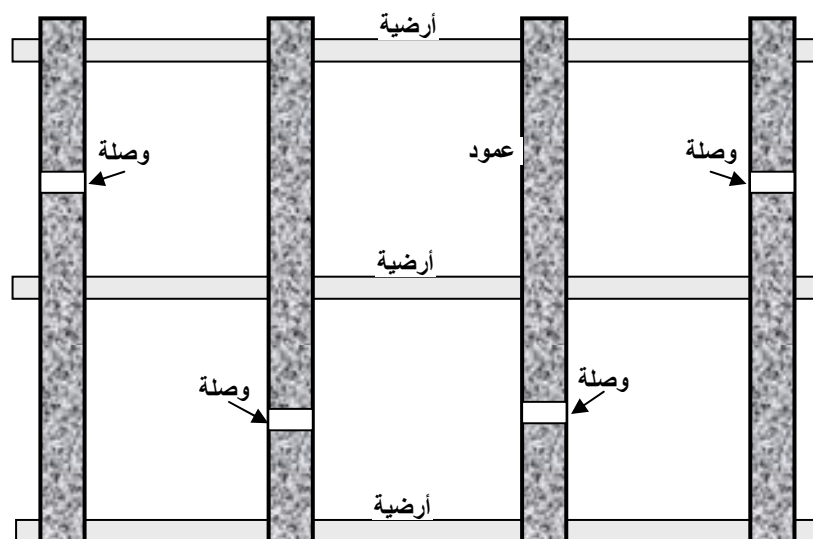
صورة موقع عام وتظهر به الأعمدة وباقي العناصر الإنشائية من الخرسانة سابقة الصب.

فى الأحوال التى لا يمكن تنفيذ عمود واحد بكامل ارتفاع المنشأ فإنه يتم عمل العمود من أجزاء ثم يتم وصلها ببعضها فى الموقع وغالباً فإن ارتفاع الأعمدة سابقة الصب يكون فى حدود ١٠ إلى ١٥ متر ويتراوح وزنها بين ٢ إلى ٤ طن ومن الضروري تحديد المواضع التى يتم وصل الأعمدة بها بعناية فمثلاً يجب مراعاة الآتى عند تحديد مواضع الأعمدة :-

١. أن يتم وصل الأعمدة فى المناطق التى بها أقل عزم انحناء ( غالباً فى المباني الهيكلية فإن أقل عزم انحناء يكون فى منطقة منتصف الدور).
٢. أن يكون مكان الوصلات فى مستوى مناسب للعمل والعمال (حوالى ١,٢٥ متر من منسوب الأرضية). كما بالشكل.
٣. أن تكون الوصلات ليست فى منسوب واحد حتى لا يتكون عندنا مستوى ضعف أفقى فى المبنى ولا يتم وصل أكثر من نصف الأعمدة فى نفس المنسوب كما بالشكل.
٤. أن تحقق الوصلات اتزان للعمود و إلا يتم سند العمود بدعامات خارجية كما بالشكل.



تكون الوصلات في المنطقة التي بها أقل عزوم انحناء كلما أمكن ذلك.



موضع الوصلات لا يكون في مستوى أفقي واحد



سند العمود بدعامات خارجية مؤقتة

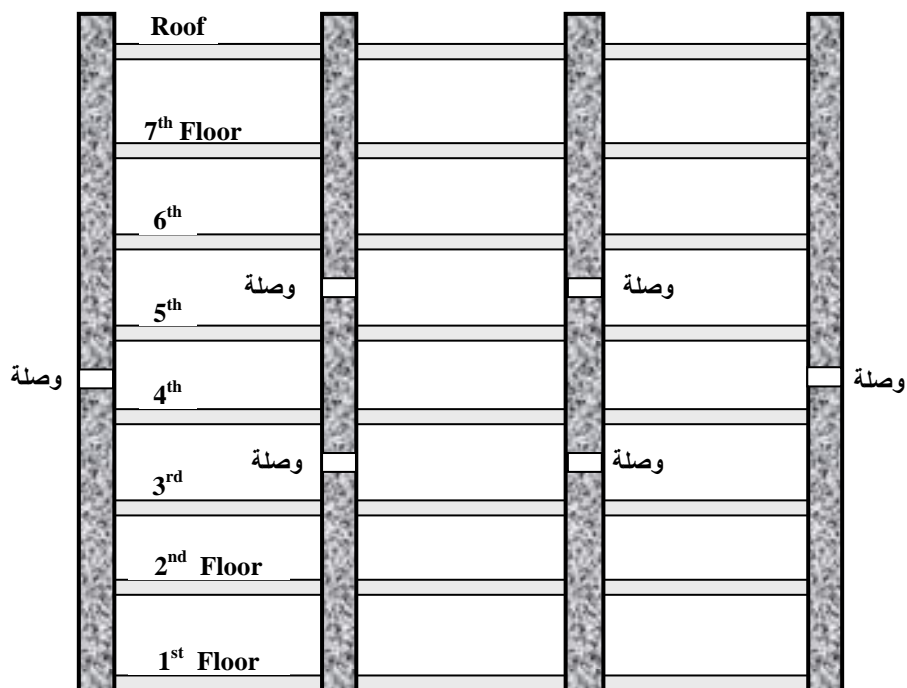
### مثال :-

مبنى يتكون من سبعة طوابق فما هو اقتراحك لأماكن وصلات الأعمدة؟

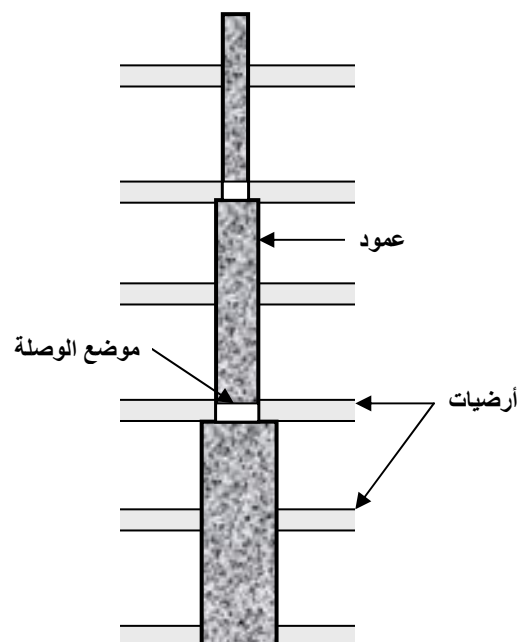
١. يتم عمل وصلات لنصف الأعمدة تقريباً ولتكن الأعمدة الخارجية عند ارتفاع ٣,٥ دور والنصف الآخر وليكن الأعمدة الداخلية عند ارتفاع ٢,٥ دور وذلك لتحقيق الاختلاف في مستوى الوصلات حتى لا يتكون مستوى ضعف عند منسوب أفقي معين وكذلك حتى يتحقق تكافؤ نسبى بين أوزان الأعمدة نظراً لأن الأعمدة الداخلية يكون قطاعها أكبر من الأعمدة الخارجية.
٢. عندما يتم الانتهاء من تركيب السقف الأول والسقف الثانى يمكن عمل الوصلات الأولى فى الأعمدة الداخلية لتصل إلى ارتفاع ٤,٥ دور.
٣. عندما يتم الانتهاء من تركيب السقف الثالث يمكن عمل الوصلات فى الأعمدة الخارجية لتصل إلى سطح المبنى أى إلى ارتفاع سبعة أدوار.
٤. يتم تركيب السقف الرابع وبعد ذلك يمكن عمل الوصلات الثانية فى الأعمدة الداخلية لتصل إلى نهاية المبنى.

فى أحيان كثيرة يكون مقطع العمود متغير نتيجة نقص الأحمال فى الأدوار العليا ففي هذه الحالة يكون موضع الوصلات فى العمود ليس فى منتصف الدور وإنما عند منسوب الأرضيات ولكن من الضروري تصميم هذه الوصلات لتحمل العزوم.





أماكن وصلات الأعمدة في مبنى من سبعة طوابق



موضع الوصلات عندما يتغير قطاع العمود.

## أنواع وصلات الأعمدة

يوجد نوعين رئيسيين من وصلات الأعمدة Column splice

١. وصلة اللوح المعدني المربوط بالمسامير Bolted plate splice

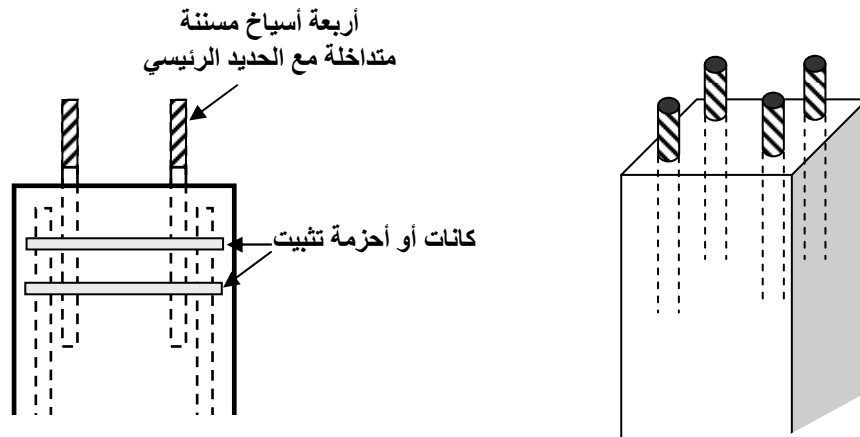
٢. وصلة الجلبة المحقونة Grouted sleeve splice

### أولا وصلة اللوح المربوط بالمسامير

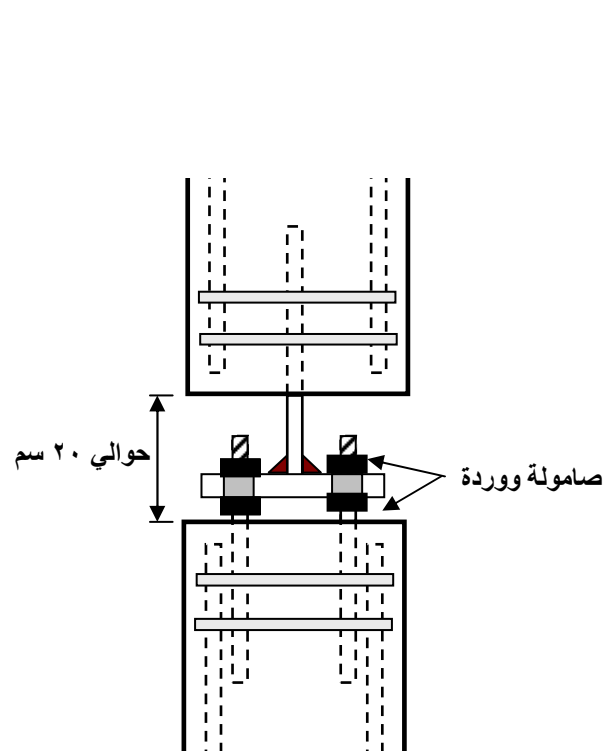
#### Bolted Plate Splice

#### وصف الوصلة

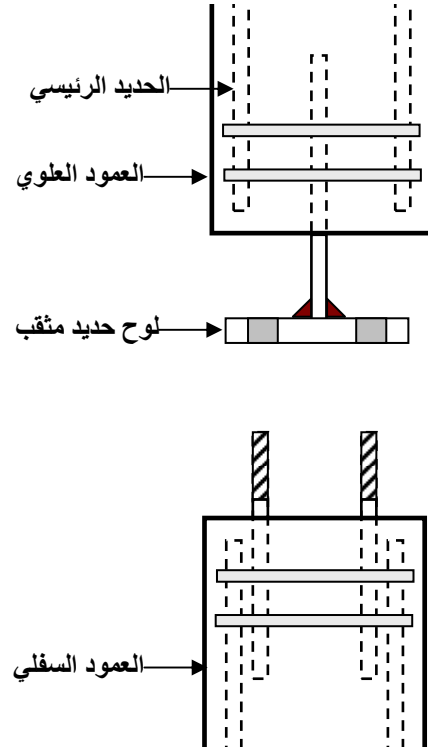
- العمود السفلى يوجد به أربعة أسياخ مسننة بارزة ومثبتة جيداً بالخرسانة.
  - يتم تصنيع لوح من الحديد به أربع فتحات مناسبة ويتم تثبيته بإحكام أسفل العمود العلوي وربطه جيداً بكانات قوية ملحومة مع الحديد الرئيسي.
  - فى الموقع يتم ضبط الأسياخ المسننة البارزة من الجزء السفلى لتدخل فى الفتحات الأربعة للوح المعدني فى مسافة حوالى ٢٠ سم بين جزئي العمود.
  - يتم ربط الأسياخ جيداً بالصواميل والورد المعدنية.
  - يتم بعد ذلك ملء الفجوة (٢٠سم) بين جزئي العمود بالجرأوت أو الخرسانة التى لها نفس مقاومة خرسانة العمود.
- وعلى الرغم من أن هذا النوع من الوصلات يحقق تثبيت تام وسريع للعمود فى الموقع إلا أنه يفضل تثبيته من الخارج بدعامات سائدة مؤقتة.



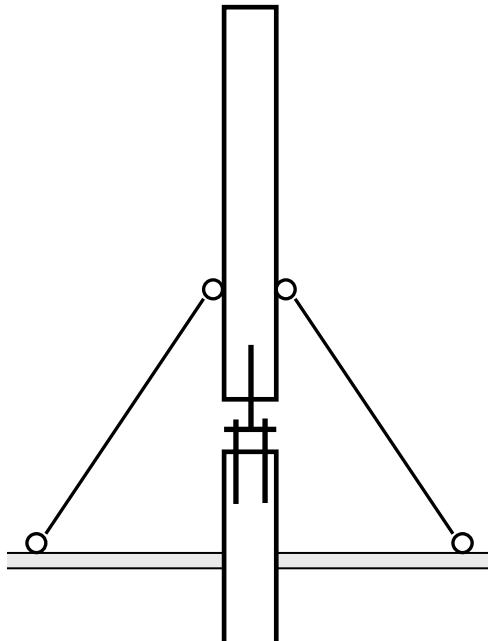
أربعة أسياخ مسننة بارزة بالعمود السفلي



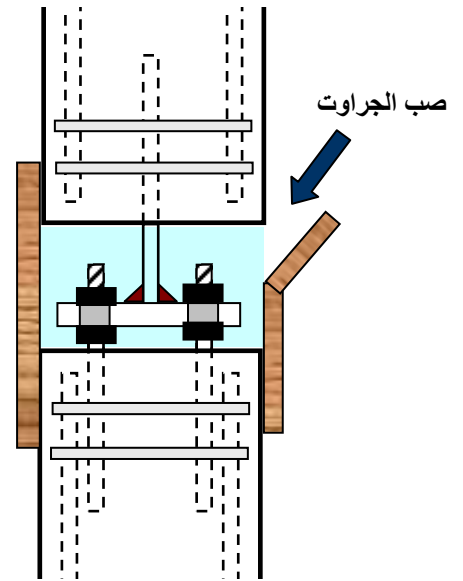
يتم تثبيت العمودين جيداً باستخدام الصواميل.



لوحة حديد يثبت جيداً بالعمود العلوي.



سند العمود العلوي بدعامات مؤقتة.



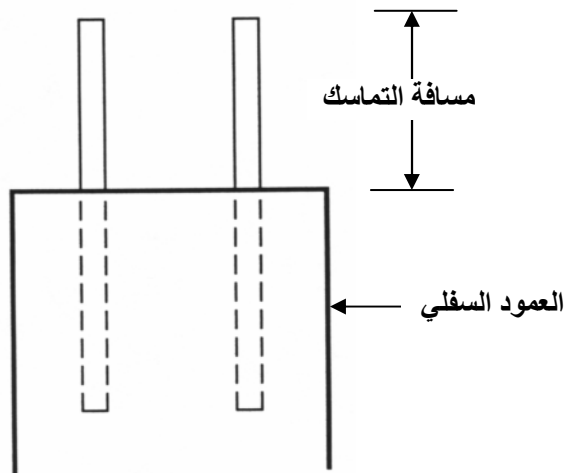
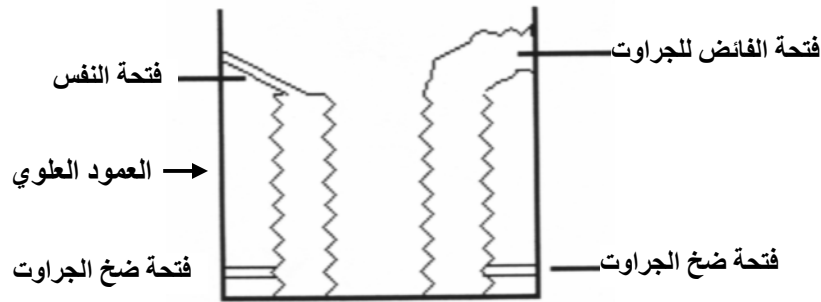
يتم ملء المسافة بين العمودين بالجراوت.

## ثانياً وصلة الجلبة المحقونة Grouted Sleeve Splice

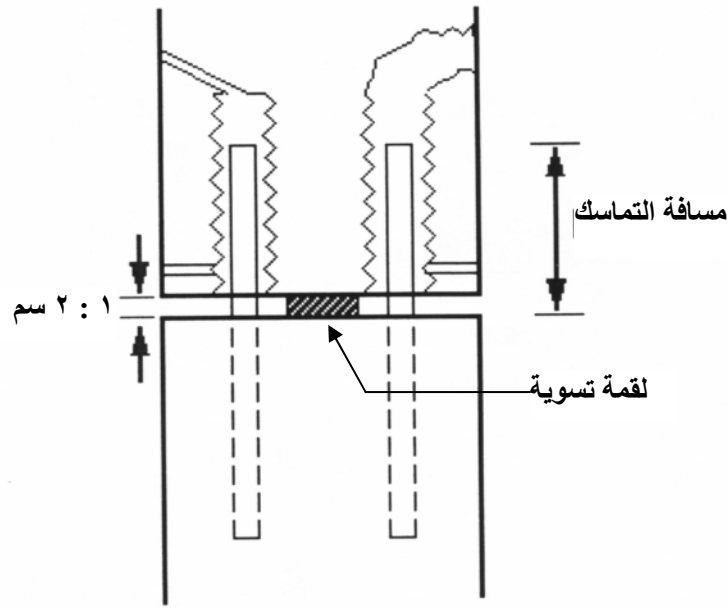
هذا النوع من الوصلات فكرته أرخص وتنفيذه أبسط وأسهل بالمقارنة بالطريقة الأولى إلا أنه يتطلب اهتمام ودقة أكثر في التنفيذ في الموقع.

### وصف الوصلة

- يتم وضع أنابيب معرجة في أسفل العمود العلوي كما بالشكل.
- يتم وضع أسياخ الاتصال بارزة بالعمود السفلي مع تحقيق مسافة التماسك مع الخرسانة سواء للجزء المدفون أو الجزء الخارجي البارز.
- في الموقع يتم وضع لقمة تسوية صغيرة بارتفاع حوالي ٢ سم أعلى قمة العمود السفلي ويتم ضبط وضع الأسياخ داخل الأنابيب المعرجة.
- يتم بعد ذلك حقن الجراوت أو الإيبوكسي من فتحة الحقن تحت تأثير ضغط مناسب حتى يتم التأكد من ملء كافة الفتحات وكذلك الفجوة الحلقية بين العمودين وحول جلبة التسوية.
- يتم في النهاية تسوية حواف المنطقة بين العمودين بالجراوت الجاف.

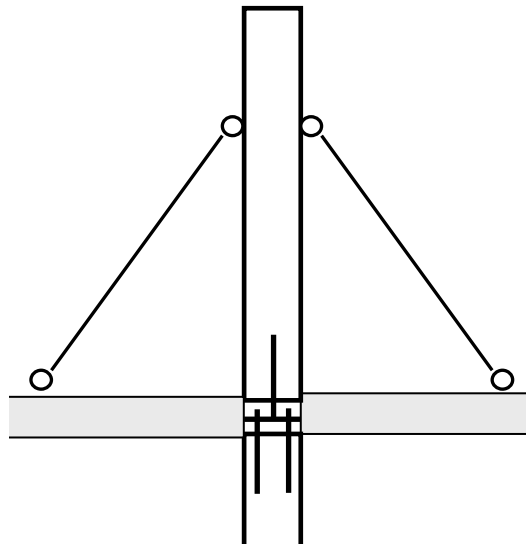


تفاصيل وصلة الجلبة المحقونة.



الشكل النهائي لوصلة الجلبة المحقونة بين عمودين

وهذا النوع من الوصلات لا بد من سنده بدعامات مؤقتة حتى يتصلب الجراوت أو مواد الحقن وتكتسب مقاومتها. وكنتيجة لذلك فإنه من المحتمل تولد قوة أفقية عند هذه الوصلة نتيجة أي ميل أو حركة أفقية بالعمود العلوي ولهذه الأسباب فإن موضع هذا النوع من الوصلات يفضل أن يكون ليس في منسوب منتصف الدور وإنما في منسوب الأرضيات حيث تعمل الأرضيات كدعامات سائدة للوصلات.



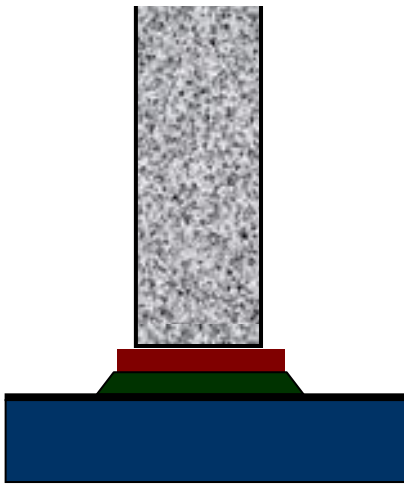
وصلة الجلبة المحقونة تكون أحيانا في منسوب الدور



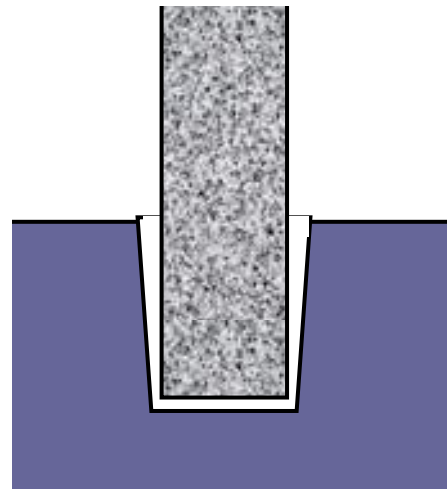
## رابعاً : الوصلات فى الأساسات Foundation Connections

عندما تصل الأعمدة سابقة الصب إلى الموقع فإن أهم أولويات العمل حينئذ تكون سرعة تركيب هذه الأعمدة فوق الأساسات مع توفير قد كاف من الأمان المطلوب وذلك نظراً لأن ارتفاع العمود الواحد يكون فى حدود ١٢ متر كما أن وزنه يكون فى حدود ٤ طن كما ذكرنا ذلك سابقاً. وعموماً يوجد نوعان من وصلات الأعمدة مع الأساسات:

- وصلة جيب Pocket Connection
- وصلة اللوح الحديد Steel Base Plate



وصلة اللوح الحديدي Steel base plate

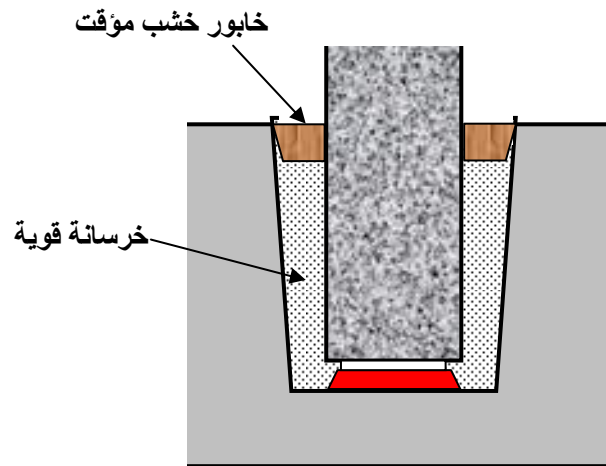
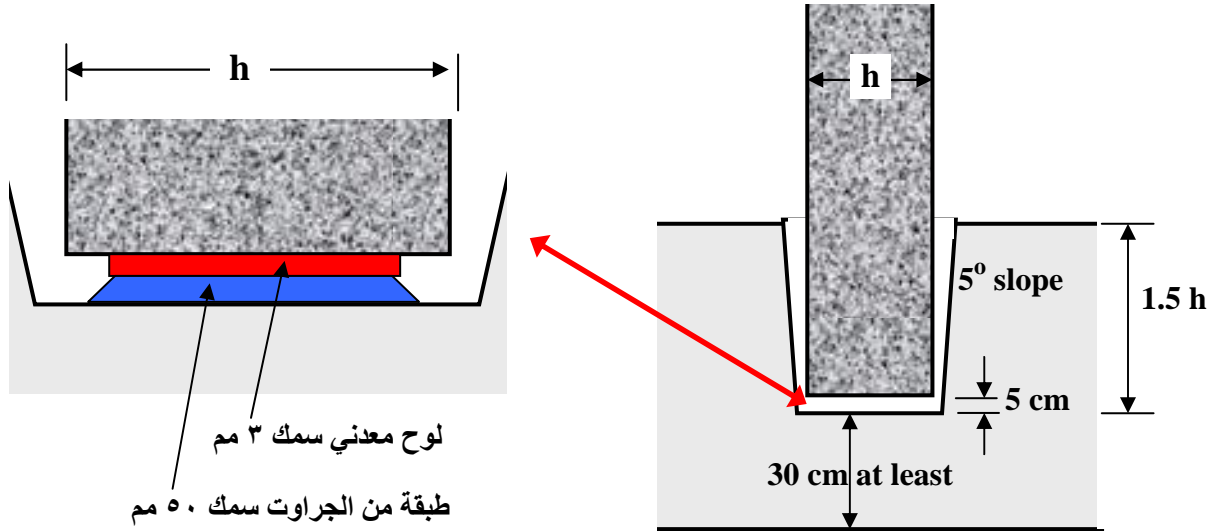


وصلة جيب Pocket connection

### أولاً: وصلة الجيب Pocket Connection

#### وصف الوصلة

- يتم تشكيل فجوة (جيب) فى القاعدة كما بالشكل. عمق الجيب فى حدود مرة ونصف عرض العمود والجوانب تميل بزاوية مقدارها خمس درجات.
- يوضع لوح معدني سمك ٣ مم لضبط الأفقية فوق طبقة صغيرة من الجراوت.
- يتم إنزال العمود فوق اللوح المعدني بدقة ورفق.
- تسند جوانب العمود بخوابير زنق خشبية من أعلى الفجوة.
- تملأ الفجوة بعد ذلك بخرسانة قوية (٤٠٠ كج/سم<sup>٣</sup>).
- عندما يتم ملء الفجوة بالخرسانة تسحب الخوابير الخشبية ويتم إكمال صب الخرسانة مع تسوية السطح جيداً.



تفاصيل وصلة الجيب بين العمود والاساسات.

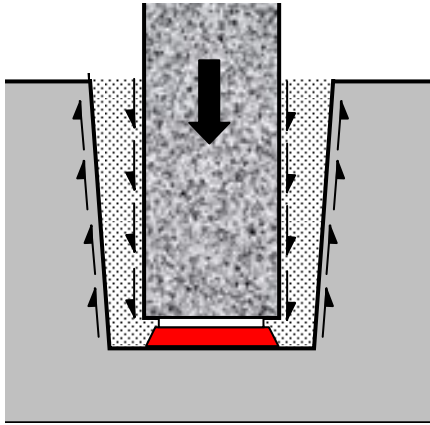
### كيفية انتقال القوة من العمود إلى القاعدة

يتم انتقال القوة المحورية من العمود إلى الأساسات عن طريق:

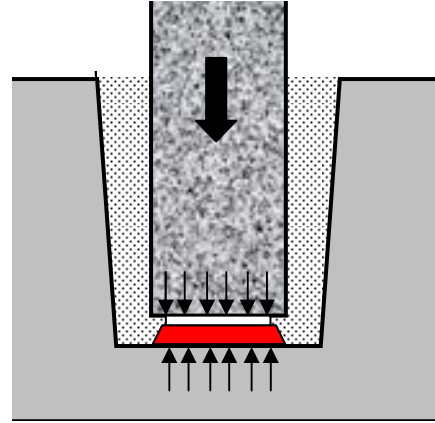
١- الارتكاز End Bearing

٢- الاحتكاك السطحي Skin Friction

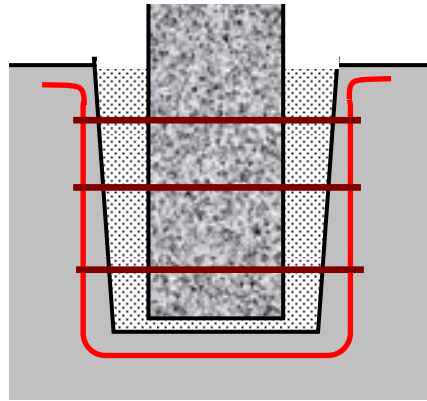
ونتيجة لذلك يجب تسليح الفجوة (الجيب) جيداً حتى لا يحدث بها تشققات و شروخ. فيتم وضع ثلاث كانات أفقية قطر ١٠ أو ١٢ مم مع ربطهم جيداً بكانة رأسية مفتوحة.



انتقال قوة العمود عن طريق الاحتكاك السطحي



انتقال قوة العمود عن طريق الارتكاز



تسليح الفجوة بثلاث كانات أفقية

وفي حالة وجود عزوم انحناء على العمود فإنها تنتقل إلى الأساسات عن طريق جوانب الفجوة ومن أجل ذلك يجب الاعتناء بعمق الفجوة الذي يجب أن لا يقل عن مرة ونصف عرض العمود ، وكذلك فإن سمك طبقة الخرسانة التي يرتكز عليها العمود في قاع الفجوة يجب أن لا يقل عن ٣٠ سم. لذلك نجد أن هذا النوع من الوصلات يتطلب قاعدة لا يقل عمقها عن ٨٠ سم. ويمكن تلخيص مميزات وعيوب هذا النوع من الوصلات فيما يلي:

- المميزات:**
- ١- لا يتطلب عمل أي تجهيزات إضافية سابقة في العمود.
  - ٢- سهولة تنفيذ الفجوة (الجيب) في الموقع.
  - ٣- لا يتطلب تكاليف إضافية عالية.

- العيوب:**
- ١- لا يحقق اتزان وثبات فوري للعمود عقب تركيبه.
  - ٢- عمق الأساسات يكون كبير نسبياً.

## ثانياً: وصلة لوح الحديد

Steel Base Plateوصف الوصلة

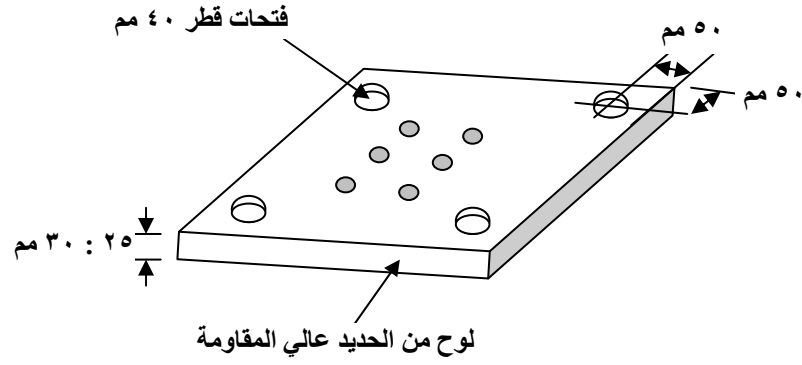
- يتم تجهيز لوح حديد سمك ٢,٥ : ٣ سم به أربع فتحات فى الأركان قطر الفتحة حوالي ٤ سم وذلك لربط اللوح الحديدي بالقاعدة كما بالشكل.
  - اللوح الحديدي يكون ملحوم به عدد ٤ أو ٦ أسياخ رباط مع العمود بحيث أن طولهم يحقق طول التماسك مع الخرسانة كما بالشكل.
  - يتم تثبيت اللوح الحديدي بإحكام بالقالب الخاص بالعمود فى أسفل العمود ثم يتم صب خرسانة العمود وبه اللوح الحديدي.
  - يتم تجهيز القاعدة الخرسانية بالموقع وبها عدد ٤ : ٨ مسمار قطر ٢٤ مم وبروز ١٥ سم فوق القاعدة. وهذه المسمار مثبتة فى القاعدة قبل صب الخرسانة. ولزيادة تماسك المسمار مع الخرسانة يتم تثبيت لوح حديدي مقاس ٨٠×٨٠×٨ مم بنهاية المسمار كما بالشكل.
  - يتم ضبط الأفقية فوق القاعدة بعمل لوح صغير أسفله طبقة من الجراوت ثم يتم إنزال العمود عليه وربطه بالقاعدة بإحكام وذلك باستخدام الوردة والصامولة.
  - فى النهاية يتم استخدام الجراوت لملء الفراغات أو أي فجوات موجودة.
- إن مقاومة هذا النوع من الوصلات يعتمد بصفة رئيسية على عنصرين:
- ١- سمك اللوح الحديدي حيث يجب التحقق من أمان القص والانحناء به عند المقاطع الحرجة كما بالشكل.
  - ٢- السعة التحميلية لمسامير التثبيت نتيجة قوى الشد الناتجة عن العزوم المؤثرة على القاعدة والتي منها يمكن حساب العدد المطلوب من المسمار.



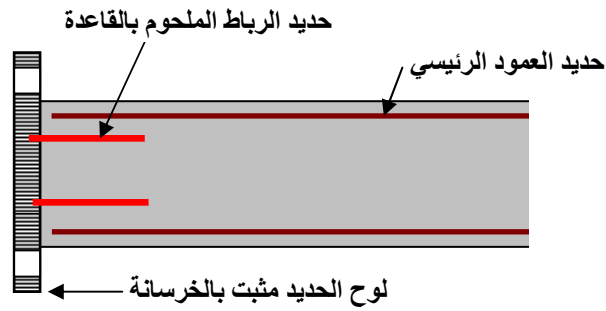
اللوح الحديدي مثبت مع الأعمدة.



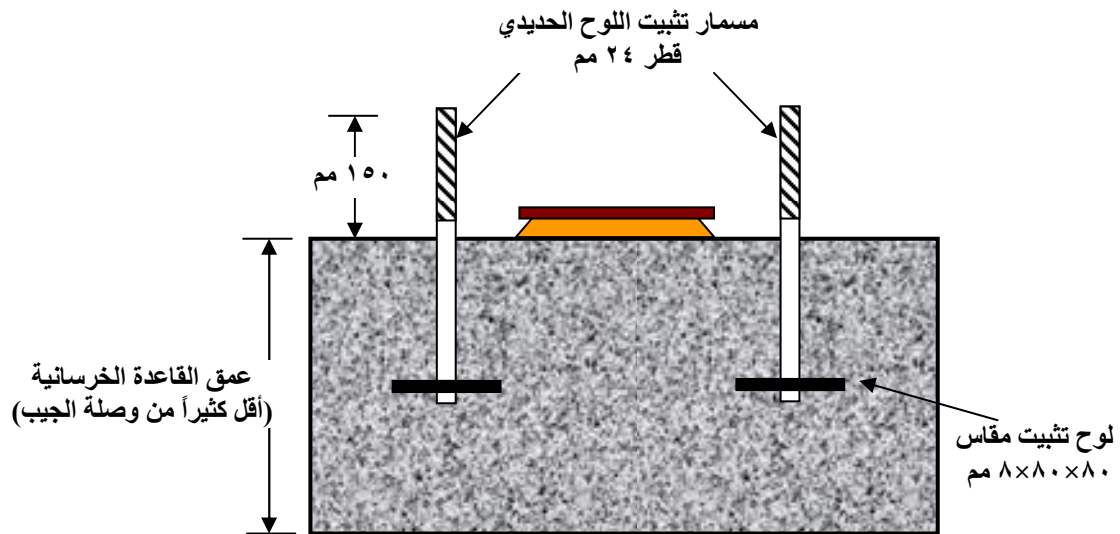
شكل لوح القاعدة الحديدي.



تخطيط يوضح تفاصيل اللوح الحديدي



شكل اللوح الحديدي بعد صب العمود



القاعدة الخرسانية مجهزة لاستقبال العمود ذو اللوح الحديدي



