اولا تعريف الخرسانه

تستخدم الخرسانه من الوف السنين فى اعمال البناء المختلفه حيث تتميز بسهولة تشكلها وسهولة الاستخدام وقدرتها العاليه على تحمل الاحمال الخارجيه .

الخرسانه تعتبر خليط من الركام الكبير والرمل والاسمنت والماء وبعض الاضافات المعدنية المختلفة .

الخرسانه بعد ان تصل الى مرحلة الشك النهائى تكون شدية الصلادة وعندها تكون قادرة على تحمل احمال ضغط عالية جدا ولكنها يعيبها انها ضعيفه فى الشد لذلك يضاف الحديد الى جانب الشد لتحمل احمال الشد .

مميزات الخرسانة وعيوبها

المميزات

1- لا تحتاج صيانة مستمره .
2- مقاومة حريق عالية جدا.
3- سهولة تشكل الخرسانة.
4- تكلفة قليلة نسبيا بالنسبة لباقى المنشات.
5- مقاومة عالية جدا فى الضغط .

العيوب

1- ضعيفة فى الشد .
2- صعوبة التحكم فى الخلطه.
3- اخطاء الخرسانة المسلحة خطيرة وكبيره.

عوده للفهرس

ثانيا انواع الخرسانه

خرسانه طازجه

- خرسانه طازجه

وهي خرسانة تتميز بلدونتها واحيانا تكون كالسائل وتكون قبل مرحلة الشك
.

خرسانه خضراء

- خرسانة خضراء

هى خرسانة من لحظة شكها الابتدائى وحتى قبل التصلد

خرسانه متصلده

- خرسانة متصلدة

وهي خرسانة تصلدت واكتبست مقاومه وبعدها تستطيع تحمل الاحمال الخارجيه

عوده للفهرس

ثالثا نسبة الخلط

مفتاح الحصول على خرسانة قوية ومتينة يقبع في نسب الخلط وطريقة الخلط للخليط المشكل للخرسانة ، يتم اختيار نسب هذه المواد في الخلطة الخرسانية حسب نوع العمل المطلوب والمواد المتوفرة.
ومع خلط هذه المواد مع بعضها يتم الحصول على الخرسانه التي تبدأ بالتصلب التدريجي مع الوقت حتى تصبح صلبة وقوية ، وتتفاوت قوتها حسب المكونات الأساسية وكذلك حسب طريقة الرج أثناء الصب ونوعية المعالجة.

تحتوي الخلطة الخرسانية عادة على (10-15) % أسمنت و (60-75) % ركام ناعم وخشن و (15 - 20) % ماء بالاضافة الى نسبة (5 - 8) % هواء محبوس بداخل الخرسانة.(هذه النسب هي نسب المكونات الى الحجم الكلي للخرسانة).

عوده للفهرس

رابعا خصائص الخرسانة

خصائص الخرسانة الطازجه تتشكل فى تشغيلية وانفصال ونزيف الخرسانه .

التشغيليه : هى الخاصيه التى تعبر عن سهولة خلط ونقل وصب الخرسانه بدون حدوث انفصال او نزيف فيها
الانفصال : وهو زيادة تركيز الركام الكبير فى جهة من جهات العضو الخرسانى ويحدث ذلك نتيجة اخطاء فى الصب او فى تصميم الخلطة الخرسانيه
النزيف : هو خروج الاسمنت من الخليط نتيجة الزيادة فى هز الخرسانه .

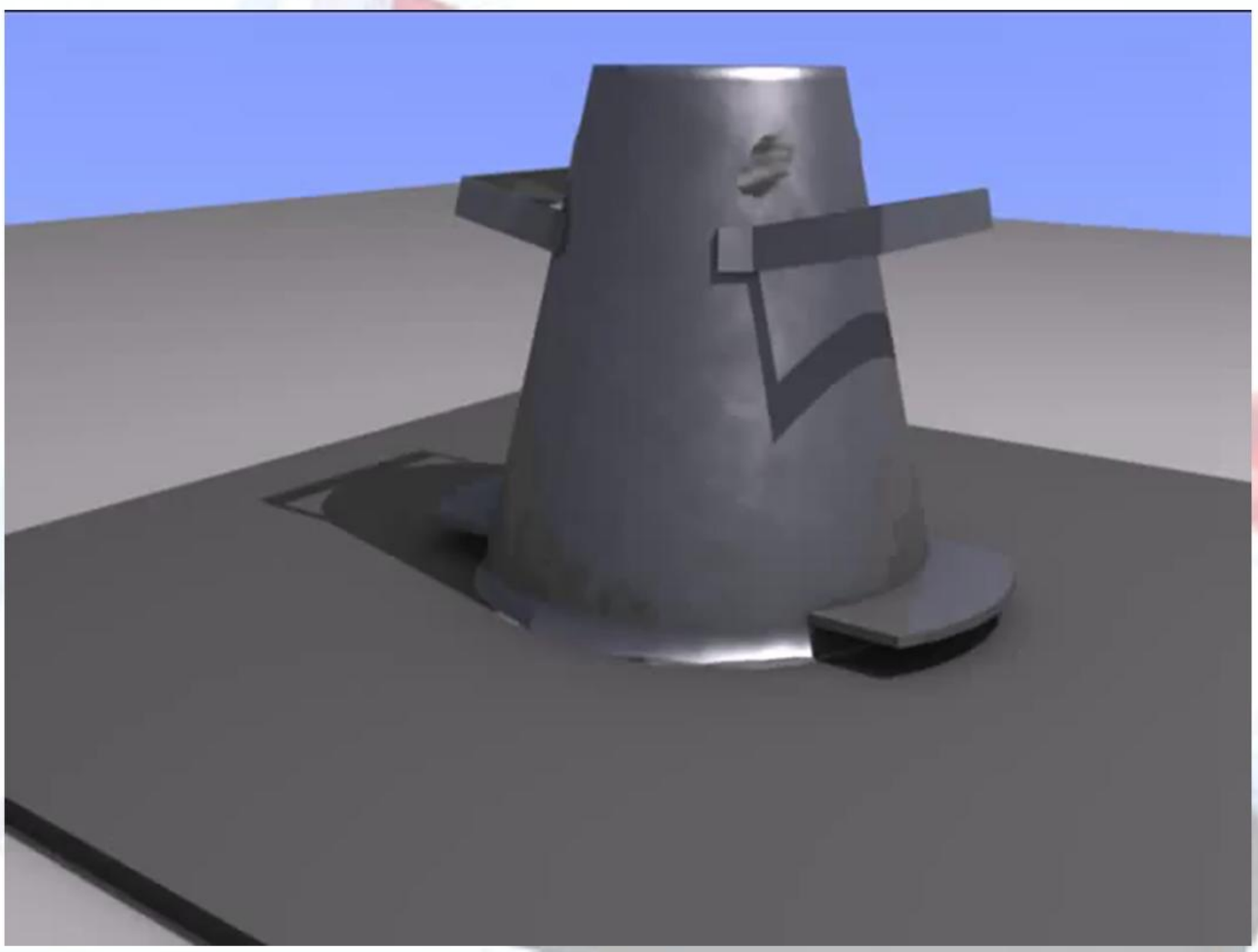
اختبارات الخرسانة الطازجه

اختبار مخروط الهابط :

وتوضع الخرسانة فى المخروط بعد تنظيفه بالزيت على ثلاث طبقات مع الدمك كل طبقه .
يمكن تحديد نوع الخرسانة عن طريق ارتفاع الهابط و يصنف القوام على اساس انه صلب او جاف او لدن او مبلل او مائى ولكل قوام استخداماته وعيوبه

التـــالي

فكره الاختبار بالجرافيك



التـــالي

التـــالي

اختبار الانسياب

يستخدم لتحديد مدى انفصال الخرسانه
يتم ملء المخروط على طبقتين مع الدمك لكل طبقه ويسوى السطح ثم يعرض المخروط ل 15 رجه فى 15 ثانيه ويتم حساب قطر الانتشار على هذا الاساس
متوسط الاقطار = مجموع الاقطار / عددهم
ومنها يتم حساب النسبة المئويه للانتشار

التـــالي

التـــالي

خصائص الخرسانة الخضراء

- فى هذه المرحلة تكون الخرسانة ضعيفة جدا وغير قادرة على تحمل اى اجهادات وخصائصها تتمثل فى الانكماش.
الانكماش : خروج الماء من الخرسانة نتيجة الظروف الجويه المحيطه مما يؤدى الى حدوث شروخ بها .

خصائص الخرسانة المتصلدة

- مقاومة الضغط : وهى مقاومة مكعب خرسانى ابعادة 15 سم * 15 سم * 15 سم يتم الاختبار بعد عمر 28 يوم من الصب مع المنشا ويختبر بطرق قياسية .
التحملية : هى الخاصية التى تعبر عن تحمل الخرسانة للظروف الكيميائيه (ماء البحر - الكبريتات) او الفيزيائيه (البلل والجفاف) او التعرض للحريق وتقاس بتحمل المنشا لتلك الظروف بعد فترة زمنيه معينة .

عوده للفهرس

خامسا صناعه الخرسانه

- اختيار الخامات
- الخرسانه هي خليط من الماء و الاسمنت و الرمل والركام الكبير و اضافات اخرى .

الاسمنت : يتم اختياره على اساس نوع المنشأ وطريقة تشييده والظروف الجويه المحيطه ويمكن ان تكون الخرسانه غنيه او فقيره .

ويتم اختيار الركام الكبير والصغير و الماء والاضافات الاخرى سواء سوبر بلاستايزر التى يتم تحديدها على اساس نوع المنتج .

التـــالي

تجهيز الشدات

- تصنع من الخشب او البلاستيك او المعدن .

التـــالي

خلط الخرسانة

خلط يدوى

خلاطات حجميه

الخلاطة النحله

الخلاطة الحجمية ذات المنصة

خلاطة حجمية ذات قادوس

خلاطات وزنية

وهى فى المشاريع الكبيره وتتكون من غرفة التحكم و الخلاطه و صوامع الاسمنت و عربات النقل واجهزة الاستشعار الخاصه بقياس رطوبة الرمل .

التـــالي

اشكال للخلاطات

التـــالي

وهذا فيديو يوضح كيفيه خلط الخرسانه بالموقع

التـــالي

فيديو يوضح كيفيه اخذ عينه من الموقع

التـــالي

اختبارات ضغط الخرسانه

التـــالي

التـــالي

التـــالي

عوده للفهرس

سادسا نقل الخرسانة

امثله لادوات نقل الخرسانه :-

- **العربات الصغيره**
- تتميز تلك العربات بسهولة المناوره.

- **العربات الميكانيكية الصغيره**
- لا يجب استعمالها على الاسقف حتى لا تسبب انهيارها وانتجايتها عاليه ورخيصة الثمن .

- **العربات الدواره**
- وهى عربه مزودة بازرع داخليه لتقليب الخرسانه داخلها طبقا للمواصفات وهذه العربات تنتج كميات كبيره ولا يجب انت تزيد مسافة النقل عن ساعه

- **عربات رجاجه**
- وهى نوع رخيص من النقل

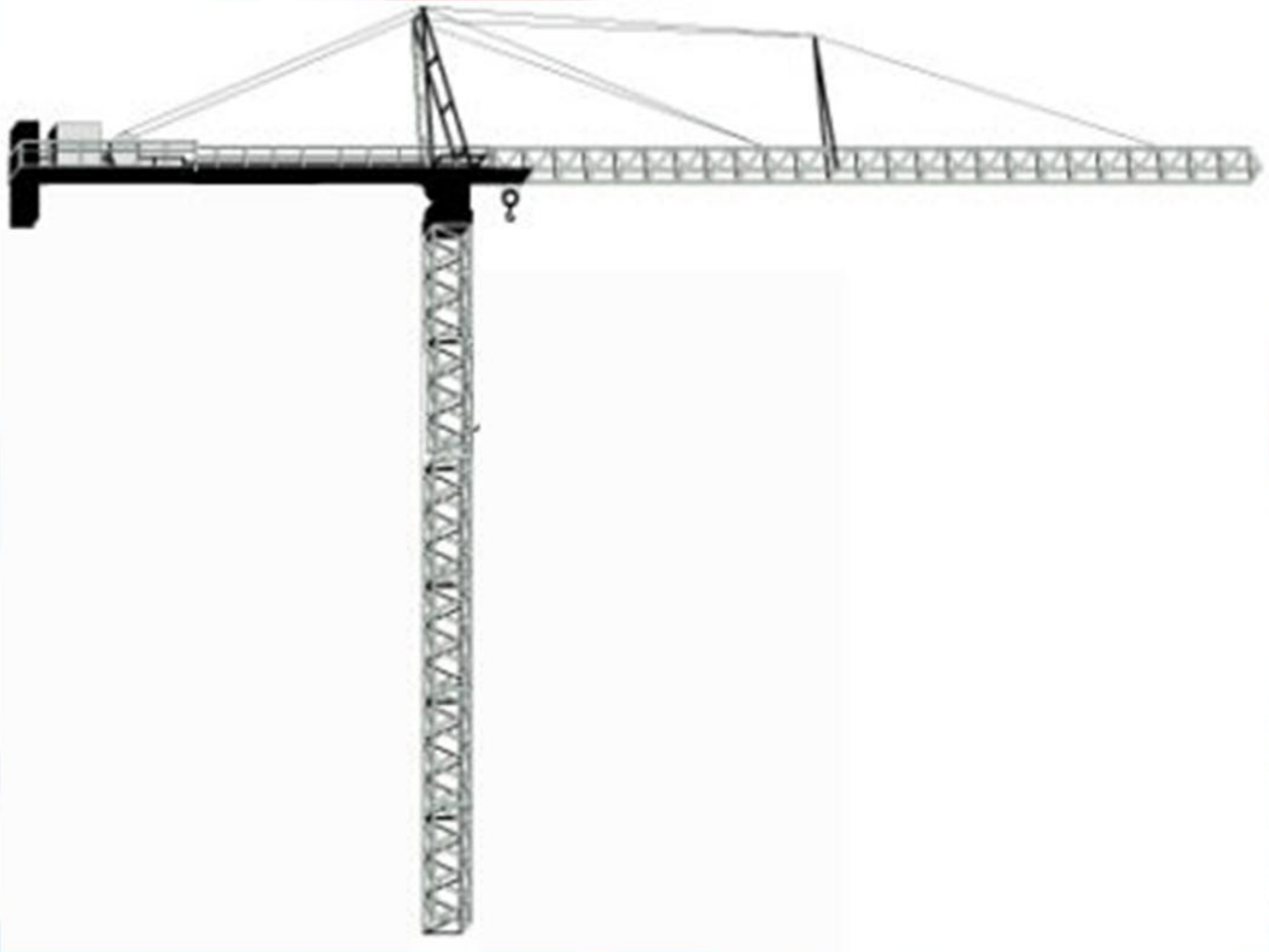
- **المصعد**
- ينقل الخرسانه راسيا من اسفل الى اعلى

التـــالي

شكل العربات الدواره

التـــالي

شكل الاوناش



التـــالي

- **الاوناش**
- انتاجيته عاليه جدا وتكلفته عاليا

- **القواديس**
- وهى اناء من حجره او حجرتين يملا بالخرسانه ويحفظ التشغيليه والقوام والانتاجيه عاليه .

- **المضخات**
- تستخدم فى نقل الخرسانه افقيا او راسيا لاعلى او لاسف.

- **المزراب**
- لا تصلح ال للاساسات تحت الارض.

- **السيور الناقله**

- **قاذف الخرسانة**
- يستخدم فى اعمال ترميم المبانى

عوده للفهرس

سابعا صب الخرسانة

- يتم الصب على طبقات ويجب الا يتم صب الطبقه الثانيه قبل ان يتم شك الطبقه الاولى ولكن اذا شكت الطبقه الاولى وتصلبت يتم استخدام اشاير من صلب التسليح ويمكن الصب على اجزاء مع استعمال مواد مؤجلة للشك

- صب الخرسانة تحت الماء
- يجب العناية بالخرسانة التى تصب تحت الماء عناية فائقة لما تتعرض له من مهاجمات

التـــالي

يتم استخدام احدى الطرق التاليه لصب الخرسانة تحت الماء

- ماسورة تريميو
- ولا يمكن استخدامها فى اعماق اكثر من 30 م بسبب ظاهرة التعويم

والخرسانة المستخدمه يجب انت تكون غنيه

- الشكاير الخرسانية
- وتستخدم فى عمل السدود وترميم الارصفة

- حقن الركام الرصوص
- ويستخدم فى ترميم المنشات الخرسانية

مادة الحقن : اسمنت - رمل - ماء قليل

التـــالي

صب الخرسانه بالات حديثه

صب الخرسانه تحت الماء

التـــالي

ثامنا دمك الخرسانة

يتم التاثير بطاقه خارجيه على الخرسانه الطازجه حتى يتم خروجها باقل نسبة فراغات , وخروج الهواء منها
و يجب مراعاة ان يتم الدمك قبل ان تجف الخرسانة.

و يجب مراعاة ان يتم الدمك قبل ان تجف الخرسانة.
وبالتالى نحصل على خرسانه كثيفه وتخفيض ماء الخلط و السماح بتقليل محتوى الاسمنت ومحتوى الرمل ويجب مراعاة عدم حدوث نزيف للخرسانه وايقاف الهزاز فورا عند بدء ظهور الماء اعلى الخلطه

التـــالي

جهاز دمك الخرسانه " الهزاز "

جهاز الدمك (الهزاز)

عوده للفهرس

تاسعا اسباب حدوث العيوب في المنشآت الخرسانية

1- قصور التصميم الإنشائى وإهمال التفاصيل الإنشائية

يعتبر القصور فى التصميم الإنشائى وأعمال التفاصيل الإنشائية من أهم أسباب حدث العيوب بالعناصر الإنشائية للمنشآت الخراسانية وتختلف درجة التأثير ابتداء من انتشار الشروخ الشعرية الى الشروح المتوسطة والكبيرة ونهاية بالانهيار الكامل.

ويرجع القصور فى التصميم إلى أحد السباب التالية:

- عدم إتباع اشتراطات المواصفات القياسية والقواعد التطبيقية لتصميم وتنفيذ الخرسانة المسلحة الخاصة فى حساب الأحمال المعرض لها المبنى والاجهادات الناتجة عن هذه الأحمال والاجهادات المفروض أن تتحملها القطاعات الخراسانية بأمام كاف.
- الخطأ فى الحسابات الإنشائية.

الخطأ فى الحسابات الإنشائية.

- إهمال عمل جسات بعدد كافى لتحديد خواص التربة ونوعية الأساسات المناسبة لها الخواص قبل البدء فى أختيار نظام الأساسات المقترح.

التـــالي

- إهمال بعض الأحمال التى قد يتعرض لها المبنى مثل تأثير الرياح والزلازل وغيرها من العوامل الطبيعية.
- · الإهمال فى تصميم فواصل التمدد والانكماش والهبوط والفواصل الإنشائية.
- · إهمال الظروف المحيطة بالموقع والتى قد تؤثر على التصميم مثل منسوب ونوعية أساسات المبانى المجاورة والتغير المنتظر فى منسوب المياه الجوفية.
- · إهمال عمل لوحات كافية للتفاصيل الإنشائية وجداول لتفريغ حديد التسليح.
- عدم الاهتمام بتصميم ميدات قوية رابطة للأساسات وخاصة الميدات الرابطة لقواعد الجار.
- · استعمال نسب منخفضة فى حديد التسليح تؤدى إلى ضعف اجهادات القطاعات الخراسانية أو استعمال نسب عالية إلى صعوبة صب الخرسانة ووجود فراغات داخلها (ظاهرة التعشيش).

التـــالي

2- القصور فى طريقة التنفيذ

- . عدم الاهتمام بعمل تصميم معملى للخلطات الخراسانية باستعمال نفس المواد المستعملة فى الموقع.
- . إهمال اختبارات الجودة للخرسانة مثل تحديد درجة سيولة الخرسانة وتحديد مقاومة الانضغاط لمكعبات القياسية.
- . عدم الاهتمام باختبارات ضغط للمواد المستعملة فى الخرسانة مثل:
- . التحليل الكيميائى لمياه الخلط.
- . اختبار صلاحية الأسمنت.
- . اختبار التدرج الحبيبى ومحتوى المواد الناعمة للركام.

التـــالي

- اختبار محتوى الأملاح ومقاومة الانضغاط للركام.
- اختبار الشد والمرونة لحديد التسليح.
- · عدم استعمال المعدات الحديثة فى خلط وصب ودمك الخرسانة.
- قلة كفاءة الشدات الخشبية للخرسانة مما يسبب عدم تحملها لأحمال الخرسانة والإعمال أثناء عملية الصب مما يضعف مقاومة الخرسانة.
- · اختبار أمكانية غير مناسبة لفواصل الصب وعدم الاهتمام بمعالجة فواصل الصب بالطريق الصحية.
- · تنفيذ الغطاء الخرسانى بسمك أقل أو أكثر من اللازم.

التـــالي

3- عيوب مكونات الخرسانة

- · استعمال ركام يحتوى على مواد لها قابلية التفاعل مع الأسمنت مثل استعمال الركام الذى يحتوى على مواد من السيلكا النشطة أو الكربونات أو الكبريتات.
- · استعمال ركام غير مدرج أو يحتوى على مواد ناعمة أكثر من النسبة المسموح بها مما يسبب فى ضعف مقاومة الخرسانة.
- · إهمال غسيل وهز الركام للتخلص من الأملاح التى تؤثر على سلامة حديد التسليح والتخلص من المواد الناعمة التى تؤثر على مقاومة الخرسانة.
- · استعمال أسمنت غير مطابق للمواصفات مثل أنواع الأسمنت التى تحتوى على نسب أعلى من المسموح بها من الجير الحى أو اختلاف زمن الشك أو مقاومة الانضغاط عن ما جاء فى المواصفات القياسية.

التـــالي

- استعمال أسمنت غير معلوم المصدر أو تاريخ الإنتاج أو طريقة التخزين مما يؤدى إلى ضعف مقاومة الخرسانة نتيجة لسوء التخزين أو انتهاء مدة الصلاحية.
- · استعمال أنواع غير مناسبة من الأسمنت كاستعمال الأسمنت الحديدة فى أعمال الخراسانية المسلحة واستعمال الأسمنت سريع الشك فى الأجواء الحارة.
- · استعمال مياه غير مناسبة لخلط الخرسانة مثل المياه الراكدة ومياه البحر والمياه التى تحتوى على مواد كيميائية مثل الكبريتات.
- · استعمال نوعيات من حديد التسليح الغير مطابق للمواصفات وعادة ينتج مثل هذه النوعيات من حديد النوعيات من حديد التسليح من بواقى الحديد الخردة فى مصانع غير معتمدة.

التـــالي

4- إهمال العزل المائى والحرارى

- · يؤدى إهمال العزل المائى للأسطح النهائية ودورات المياه الأساسية خاصة فى حالة ارتفاع منسوب المياه الجوفية واحتوائها على نسب عالية من الأملاح الضارة إلى تسرب المياه داخل الخرسانة ووصولها إلى حديد التسليح مما يسبب صدأ الحديد وتآكله بالكامل وسقوط الغطاء الخرسانى وفى النهاية قد يؤدى إلى انهيار العنصر الخرسانى بالكامل لذلك يجب الاهتمام بالعزل كأحد المسببات الرئيسية لمعظم العيوب التى تحدث فى المنشآت الخراسانية.
- · كذلك يؤدى عدم وجود عزل حرارى مناسب للأسطح النهائية إلى زيادة تمدد وانكماش العناصر الخراسانية للأسقف مما يسبب حدوث اجهادات زائدة لهذه العناصر تؤدى فى النهاية إلى حدوث الشرخ والانفصال بين الحوائط والهيكل الخرسانى.

التـــالي

5- تعرض المنشأة لعوامل لم تؤخذ فى الاعتبار عند التصميم

- تآكل الخرسانة وصدأ حديد التسليح من الغازات الضارة المتوفرة فى الأجهزة الصناعية.
- تعرض الأسطح الخراسانية للاحتكاك والصدم الناتج عن استعمال المعدات الميكانيكية خاصة فى أرضيات المصانع والجراجات.
- تآكل الأرضيات الخراسانية بالمواد الكيميائية المستعملة فى مصانع الأسمدة والمواد السكرية المستعملة فى مصانع الأغذية.
- تعرض المنشأة للزلازل والهزات الأرضية.
- التغير فى استعمال المنشأة الخرسانى مما يغير فى الأحمال التصميمية للمنشأة.
- زيادة ارتفاع المبانى عن الارتفاع المحدد أثناء التصميم.
- استخدام أنواع الأساسات فى المبانى المجاورة تأثر على سلامة المبنى.

التـــالي

صدأ حديد التسليح بكمرة وبلاطة السلم مع سقوط الغلاف الخرساني

التـــالي

صدأ حديد التسليح في بلاطة السقف مع سقوط الغلاف الخرساني

التـــالي

انـهيار كامل للكمرة نتيجة زيادة الاحمال ويظهر في الشكل شكل الانـهيار القصي

التـــالي

صدأ حديد التسليح في عمود خرساني

عوده للفهرس

عاشرا حديد تسليح الخرسانه

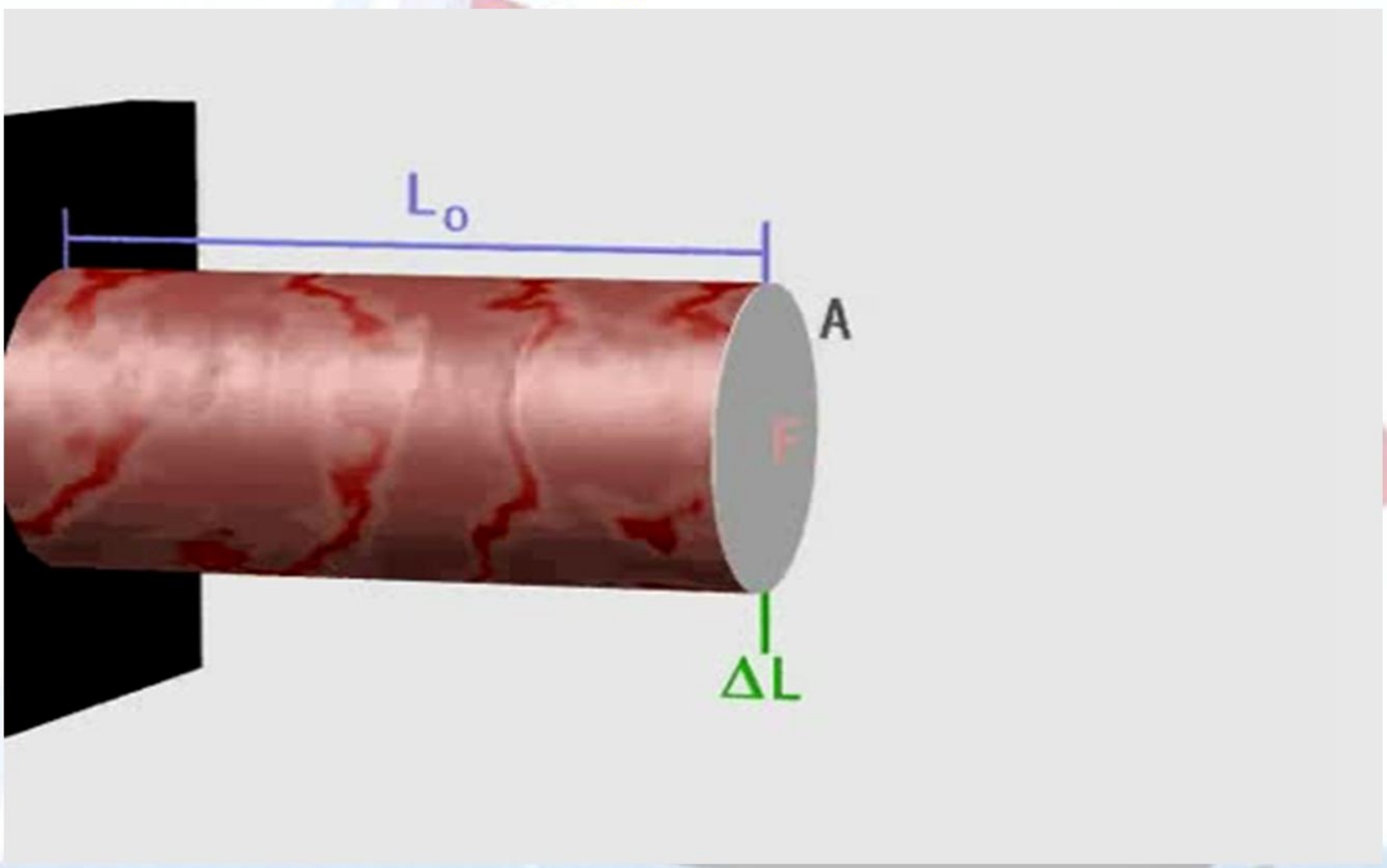
- الحديد يوجد على شكل اسياخ او شبكات .
- اقطار الحديد تتراوح بين 15 مم الى 40 مم.
- طولة 12 متر وهو الطول القياسى ويمكن زيادة الطول فى المنشات ذات البحور الكبيره كالكبارى
- يتوفر باجهادات خضوع 240 / 280 / 360/ 400 نيوتن / مم2
- الاسياخ المشرشرة هي الاكثر شيوعا .
- كلما زاد اجهاد الخضوع اصبح الحديد افضل .

التـــالي

اختبار الشد فى سيخ الحديد

التـــالي

تصوير لمقدار الاستطاله في سيخ الحديد بالجرافيك



التـــالي

مميزات وعيوب حديد التسليح

- مميزات حديد التسليح
قدرة عالية جدا على تحمل اجهادات الشد لذلك يوضع فى جانب الشد.

- عيوب حديد التسليح
الصدا : حيث يؤدى الى تمدد الحديد مما يؤدى الى حدوث شروخ فى الخرسانة نتيجة لذلك يجب الاهتمام بتقليل الفراغات فى الخرسانة والاهتمام بسمك الغطاء الخرسانى حتى لا يصل اليه الاكسجين فيصدا .

عوده للفهرس

الاحد عشر ما هو صدأ الحديد ...؟؟!!!!

- هو تآكل سطح الحديد نتيجة حدوث أكسدة للحديد مما يسبب تآكل أسياخ حديد التسليح.
- وتنتج ماده جديدة عديمة الفائدة حجمها أكبر من حجم الحديد نفسه 3 مرات مما يسبب حدوث إجهادات داخلية على الخرسانة وتنتج الشروخ وتكون شروخ ظاهره وكبيرة نسبيا.
- ويعرف التأكل بعدة أشكل هي إنحلال المعدن بسبب تفاعله مع الوسط الذي يتعرض له أو فشل المعدن بأي سبب غير السبب الميكانيكي أو يعرف أحياناً بأنه العملية العكسية لإستخلاص المعدن من خاماته والتآكل فشل يصيب سطح المعدن ينتج بسبب عوامل كيميائية أو بسبب عوامل كيميائية تساعدها عوامل ميكانيكية متوفرة في الوسط الذي يعمل فيه المعدن.

التـــالي

كيف يحدث التآكل؟

ان المسبب الاساسى للتآكل هو تكون خلايا للتآكل Corrosion Cells تنتج عن وجود فرق جهد كهربائي بين المناطق المختلفة للسطح المعدني حيث تتآكل السطوح الحديدية للهياكل المعدنية والانابيب والمعدات الحديدية عموما عند تماس سطوحها بالتربة او الماء نتيجة لحدوث تفاعلات كيمياوية مصحوبة بسريان الالكترونات (اي سريان للتيار الكهربائي) لذا يمكن القول بأن عملية التآكل هي عملية كهروكيميائية تؤدي إلى فقدان اجزاء من معدن الحديد وبالتالي تآكل السطح المعرض للتربة او الماء او حتى المعرض للجو الرطب حيث تتكون خلية جلفانية.

التـــالي

وصف عملية التآكل

يكون سريان الالكترونات من المنطقة الكاثودية Cathodic Area إلى المنطقة الانودية Anodic Area من خلال التربة او الماء الحيط بالهيكل المعدني, ان اتجاه التيار الكهربائي يكون من المنطقة الانودية إلى المنطقة الكاثودية خلال التربة او المحيط المائي (المحلول).

الالكترونات التي تتولد نتيجة فقدان ذرات الحديد للاكترنات وتحويلها إلى ايون الحديد الموجب.

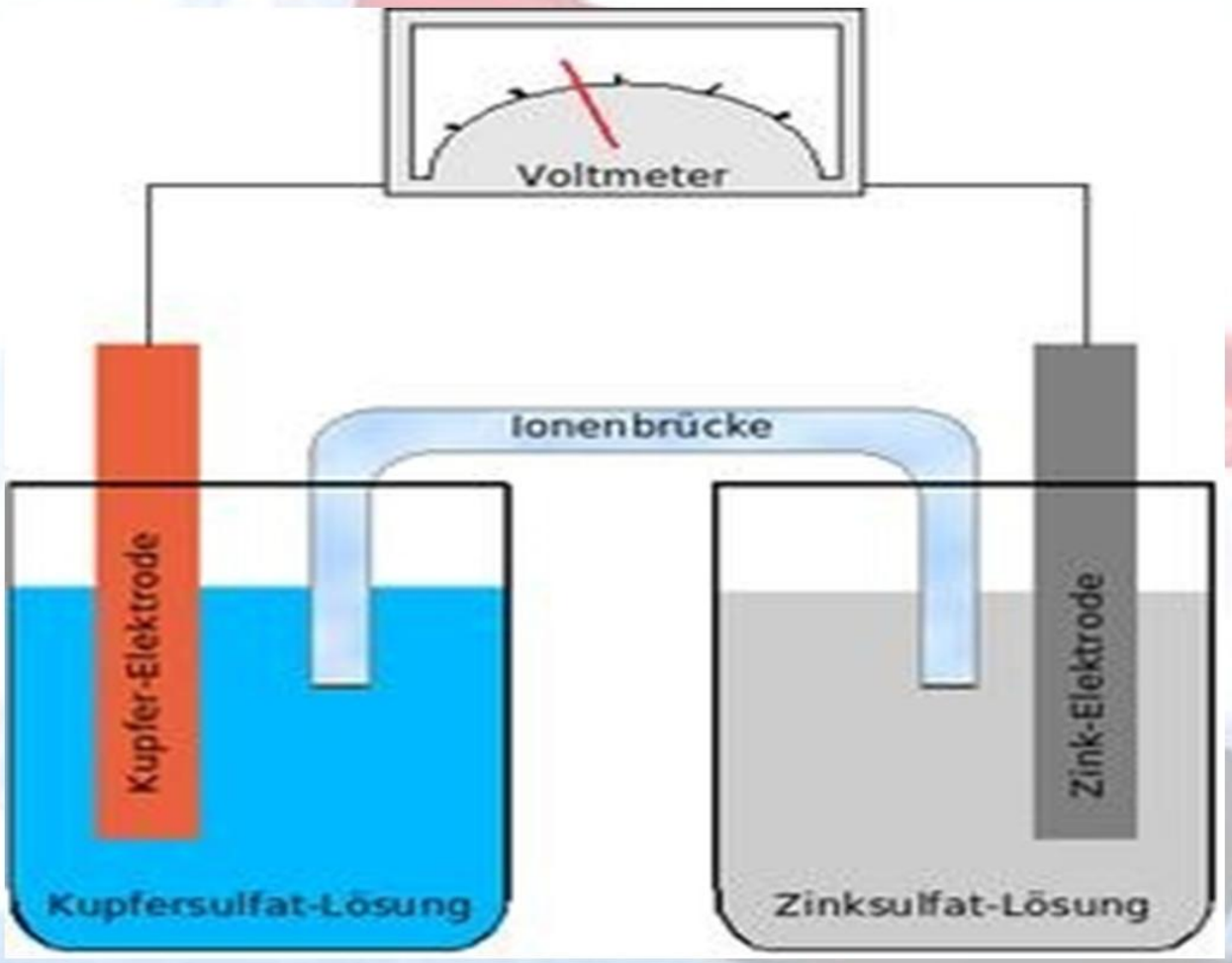
تتحد ايونات الحديد مع ايونات OH لينتج Ferric Hydroxide $Fe(OH)_3$ وهو الصدأ الاعتيادي Rust.

الاللكترونات الواصلة عبر المعدن إلى الكاثود تتحد مع آيونات الهيدروجين الذي يتحرر عند الكاثود.

يلاحظ ان الحديد يتم فقدانه من سطح الانود حيث يتحول باستمرار إلى صدأ بينما ولايحدث ذلك على سطح الكاثود.

التـــالي

الخلية الجلفانية



التـــالي

- لو قمنا بغمس قطبين من معدنين مختلفين مثل الزنك و النحاس مثلا في محلول موصل للكهرباء وربطنا بينهما بسلك فأنه يتولد عن ذلك تيار كهربائي يسري من الزنك إلى النحاس داخل المحلول ويكمل دورته خلال السلك الواصل بينهما.

- تعرف هذه الخلية الكهربائية باسم خلية جلفاني نسبة إلى مكتشفها العالم الإيطالي جلفاني ويسمى القطب الذي يخرج منه التيار إلى المحلول "أنود"، ويسمى القطب الذي يستقبل التيار "كاثود"، ويترتب على سريان التيار في الخلية حدوث تأكل على الأنود بينما يبقى الكاثود سليما ويترسب على سطحه طبقة خفيفة من الهيدروجين لو بقيت على سطحه لأحدثت استقطابا في الخلية تتلاشى معه شدة التيار في الخلية ومن ثم تتوقف عملية التآكل ولكن تحدث عند الكاثود تفاعلات كيمياوية تمنع مثل هذا الاستقطاب فيستمر سريان التيار في الخلية وتستمر عملية تآكل الانود وتتوقف عملية التآكل على الأنود على ثلاثة عوامل:
- نوع مادة الأنود.
- شدة التيار.
- المدة التي يستمر فيها سريان التيار.
- مثلا – يتآكل الحديد بمعدل (9) كيلو جرام إذا سرى منه أمبير واحد لمدة عام.

التـــالي

التكلفة الاقتصادية للصدأ

- يتحمل اقتصاد العالم اكثر من 5 بليون دولار سنويا لإصلاح وإعادة تقويم حديد التسليح لمنشاءات تضررت بصدأ حديد التسليح وهو ما نشاهد يومياً كمهندسين في الكباري والمنشآت بأنواعها سواء أكانت مبانى عامة أو مبانى مخصصة للإسكان وغيرها من المنشاءات الخرسانية.

التـــالي

طرق مكافحة التآكل

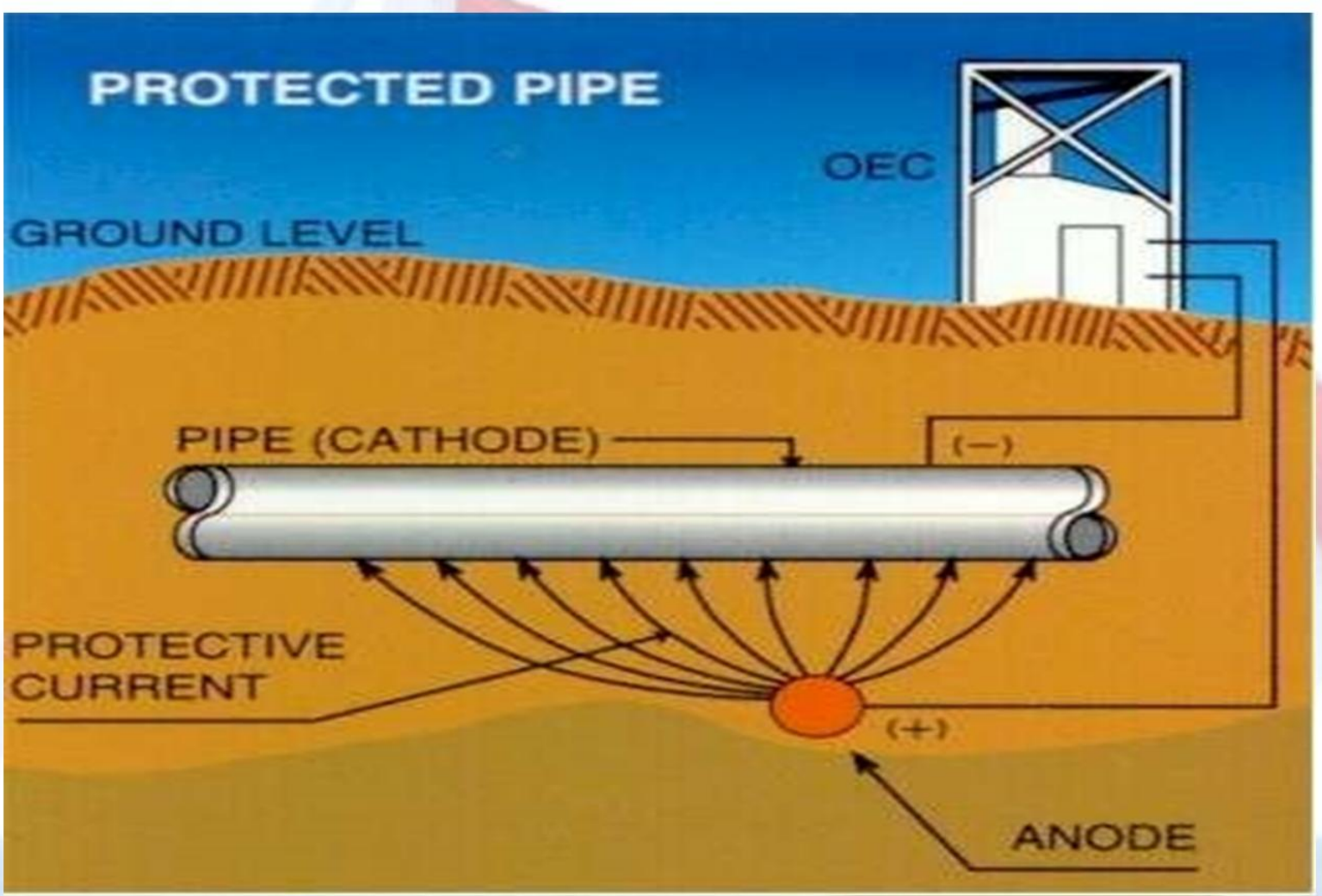
- كل طرق مكافحة التآكل ترتكز على منع تسرب التيار الكهربائي من المنشآت إلى ما يحيط بها من تربة أو ماء وفيما يلي الأساليب المتبعة لتحقيق ذلك:
- استخدام التغليف الجيد وتشمل الدهان وهو عبارة عن عازل كهربائي يفصل بين المعدن و البيئة من حوله ومن الخصائص الأساسية التي يجب أن تتوفر في التغليف الجيد هو أن يكون متواصلا وذو مقاومة عالية وجيد الالتصاق بالمعدن ولا يتأثر بالحرارة وأن تبلغ نفاذيته إلى الدرجة التي لا تسمح بعبور الرطوبة من خلاله وقد يكون على شكل أشرطة لاصقة أو بي في سي ملبس في المصنع وتتميز بفاعلية عالية.
- استخدام مانع للتفاعل الكيمياوي (Inhibitor) وهي مادة كيمياوية تضاف إلى السوائل فتمنع التآكل على جدار الوعاء الذي يحتويها لأنها تحول دون حدوث التفاعلات الكيمياوية عند الأنود أو الكاثود أو كليهما وتوقف بالتالي مفعول خلايا التآكل كما أنها تترك طبقة خفيفة عازلة على جدار الوعاء. يضاف مانع التفاعل الكيمياوي إلى السوائل بتركيز معين دوريا ويمكن استعمال هذا الأسلوب في آبار الحفر و المراجل ومنظومات المياه.
- استخدام مواد مقاومة للتآكل يعني ذلك اختيار المادة التي تقاوم التآكل في بيئة معينة على أن تكون ملائمة للظروف التشغيلية ومن المواد التي تستعمل لهذا الغرض هي الكروم والنيكل و والرصاص والقصدير والبلاستك و المطاط والسيراميك والخرسانة العادية بدون تسليح والألياف الزجاجية.

التـــالي

- معالجة المحيط (Environment Treatment) يقصد بهذا إحداث تغيرات في تركيب المحيط الملاصق للمعادن تمنع أو تقلل من التآكل عليها وهى تشبه كثيراً مانع التفاعل ،فوجود بيكاربونات الكالسيوم في الماء يرسب على جدار الوعاء الذي يحتويه طبقة من كربونات الكالسيوم تفصل بين الوعاء والماء فتحميه من التآكل ولكن بيكاربونات الكالسيوم لا تصنف في عداد مانعات التآكل ومن الوسائل التي تستخدم في معالجة المحيط هو التخلص من الأكسجين والرطوبة والأملاح المذابة والتحكم في درجة تركيز أيونات الهيدروجين.
- اعتماد التصميم الجيد وهو ما يتحاشى أو يقلل من احتمال حدوث خلايا تآكل ويسهل تطبيق وسائل مكافحة التآكل على المنشآت أو الكشف عليها ومن الأمور التي يجب الحرص عليها تجنب الاتصال المباشر بين معدنين مختلفين وعدم وجود مصائد لتجمع الماء أو الغازات أو الهواء والتقليل ما أمكن من وجود الأجزاء المضغوطة.
- استخدام الحماية الكاثودية حيث أن التآكل في المعادن يقع في المنطقة الأنودية نتيجة تفريغ التيار الكهربائي منها إلى البيئة من حولها مع بقاء المنطقة الكاثودية سليمة وخالية من التآكل ومن الواضح آذن أن عملية التآكل تتوقف إذا أصبحت جميع أجزاء المعدن كاثودية ويمكن تحقيق ذلك باستخدام تيار كهربائي من مصدر خارجي يسري باتجاه مضاد لتيار خلايا التآكل وبكثافة كافية لتجعل من سطح المعدن بأكمله كاثوداً يستقبل التيار الكهربائي من البيئة التي حوله بدلا من أن يفرغه إليها ومن هنا جاء اصطلاح الحماية الكاثودية.

التـــالي

الحماية الكاثودية "CATHODIC PROTECTION"



الحماية الكاثودية تستخدم أيضا لحماية المواسير المعدنية

التـــالي

هذه الطريقة اسمها " CATHODIC PROTECTION "

- وهي عبارة عن تشبيع الحديد بالطاقة الكهربائية حيث أن الحديد يتفاعل مع الهواء الذى يحتوي على الأكسجين فيحدث التفاعل وبالتالي يحدث الصدأ نتيجة هذا التفاعل .
- وعند ايصال أسياخ حديد التسليح بالتيار الكهربائي - وهو بالطبع تيارا خفيفا وغالباً يتم ايصاله عن طريق خلايا شمسية - يتم تشبيع شحنات الحديد بالكهرباء .

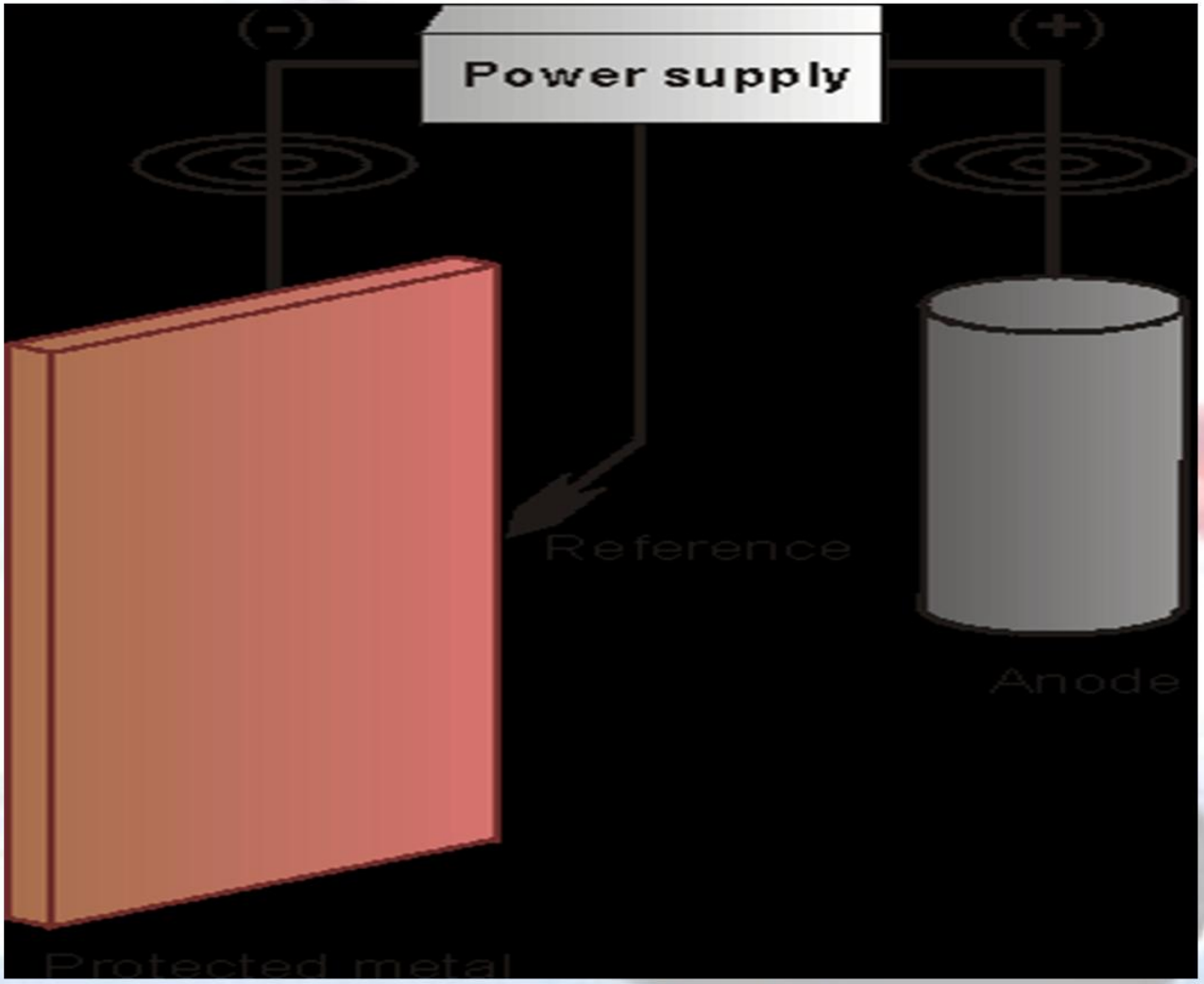
التـــالي

كيف يُمنعَ التآكل

- يمكن منع حدوث التآكل ان جعلنا سطح العدن بكامله كاثوداً بالنسبة لمحيطه ومن هنا جاءت تسمية الحماية الكاثودية لحديد التسليح.
- **والحماية الكاثودية** أيضا إجراء يتم اتباعه لحماية الهياكل المعدنية الحديدية والأنابيب من التآكل جراء تعرض سطوحها إلى تماس مع التربة او مع الماء.
- وفي هذا المجال هناك العديد من اعتبارات السلامة الصحية مثل تلوث ماء الشرب بسبب تآكل الأنابيب أو خزانات المياه وكذلك يلعب التآكل دوراً مهماً ورئيسياً في اختيار نوع المواد المعدنية التي تصنع منها الأجزاء المعدنية التي تستخدم داخل جسم الإنسان مثل مفاصل الورك (Hip Joints) والصفائح الطبية وصمامات القلب وغير ذلك .
- أما عن تكلفتها فهي لا تقارن مع ما يمكن تفاديه على المدى الطويل من مشاكل قد تؤدي الى عمل اصلاحات وصيانة في المستقبل وهذا ما يسمى بزيادة العمر الافتراضى للمشروع في علوم إدارة المشاريع الحديثة .
- أما عن تاريخ هذه الطريقة فتعود الى عام 1824 حيث إبتكرها عالم يدعى همفرى دافي
  Sir Humphrey Davy " " فى مدينة لندن .

التـــالي

وتستخدم هذه الطريقة حاليا فى المنشآت الخطيرة والتى يصبح من الصعب عمل صيانة عليها بعد إنشائها.



مثال توضيحى لاستخدام الحماية الكاثودية للحديد

التـــالي

منظومات الحماية الكاثودية

- يمكن تصنيف منظومات الحماية الكاثودية من حيث اسلوب عملها إلى نوعين رئيسين:
-

أ- منظومات الحماية باستخدام أقطاب التضحية Sacrificial Anodes

- يعتمد هذا الأسلوب على الفاعلية الجلفانية Galvanic Action بين المعدن المراد حمايته وأقطاب التضحية المستخدمة حيث تستخدم أقطاب تضحية من معادن تأتي في مقدمة السلسلة الكهروكيميائية مقارنة بالمعدن المراد حمايته أي أنها ذات جهد طبيعي أكثر سلبا More Negative مقارنة بجهد المعدن المراد حمايته فعلى سبيل المثال يمكن حماية الحديد باستخدام أي من المغنيسيوم Mg أو الألمنيوم Al أو الزنك Zn.

- وهنا لابد أن نذكر أن الحديد Fe واستناد إلى نفس المبدأ سوف يتعرض إلى التآكل في حالة ربطه إلى النحاس بدون استخدام منظومة حماية كاثودية كما هو الحال عند استخدام شبكات الاتصال الأرضي للتيار الكهربى من النحاس.

التـــالي

- يستخدم هذا النوع من المنظومات في حالة الحاجة لحماية جيدة لأنابيب ذات مساحة سطحية محدودة أو لغرض الحماية من تأثيرات التداخل عند وجود هياكل معدنية قريبة من السطوح المراد حمايتها أو في حالة توفر مصدر للطاقة الكهربائية أو في حالة الحماية الوقتية خلال مرحلة التشييد وكذلك في بعض حالات حماية الأسطح الداخلية للخزانات و الأوعية إلا أن من سلبيات هذا الأسلوب من الحماية هو محدودية عمرها التشغيلي مما يتطلب استبدال الأقطاب في فترات متقاربة أضافه إلى صعوبة السيطرة على مستوى الحماية لذلك لا ننصح به فى حالة حماية حديد التسليح.

أنودات التضحية :

مادة الأنود	فرق الجهد القياسي عند درجة 25 ْم
المغنيسيوم (Mg)	2.37-
الألمنيوم (Al)	1.66-
الزنك (Zn)	0.763-
الحديد (Fe)	0.44-
النحاس (Cu)	0.34+

التـــالي

ب- منظومات الحماية باستخدام التيار القسري Impressed Current

- تأتي التسمية من كون تيار الحماية مسلط من مصدر خارجي وتتكون المنظومة عادة من الأجزاء التالية: -
- - مصدر تيار مستمر Dc Source
- - أقطاب تضحية (أنودات)
- - كابلات وأسلاك للربط مع ملحقاتها
- يستخدم عادة مصدر تيار مستمر من نوع محولة/معدلة Transformer/Rectifier عند توفر مصدر قريب للتغذية بالطاقة الكهربائية وهو المفضل لهذا الأسلوب من الحماية لأسباب تشغيلية واقتصادية وفي حالة عدم توفر ذلك يمكن استخدام مولدات كهرباء حرارية Thermo generators عند توفر غاز كوقود لتشغيلها أو استخدام منظومات تعمل بالطاقة الشمسية Solar Powered Systems كما يمكن استخدام مولدات تعمل بطاقة الرياح أو استخدام مولدات كهربائية (ديزل).

التـــالي

- الرياح أو استخدام مولدات كهربائية (ديزل).
- أما أقطاب التضحية فهي عادة تكون من حديد – سليكون FeSi أو الجرافيت. يتطلب استخدام الحماية الكاثودية من النوع القسري في حالة الحاجة لحماية حديد التسليح وخطوط الأنابيب وقواعد الخزانات ذات الأسطح الكبيرة والتي تتطلب تيار حماية عالي ولفترات طويلة تمتد على مدى عمر المنشآت التي تعود إليها (20 سنة فأكثر). تتوفر في هذه المنظومات إمكانية السيطرة على الحماية ومراقبتها المستمرة.

التـــالي

اعتبارات تصميميه لمنظومة الحماية

- عند تصميم منظومة حماية كاثودية يتطلب الأخذ بنظر الاعتبار النقاط الرئيسية التالية:

- نوع المنشأ والمعدن المطلوب حمايته.

- المساحة السطحية للمنشأ المطلوب حمايته من التآكل.

- نوع التغليف المستخدم في تغطية السطح المطلوب حمايته "هنا نحن نتحدث عن الخرسانة".

- المقاومة النوعية للتربة أو المحيط الذي يشكل وسط التآكل.
- العوامل أعلاه مجتمعة سوف تؤدي للتوصل إلى نتائج أولية لتقديرات كثافة تيار الحماية المطلوب (أمبير/ متر2) وبالتالي إلى تقديرات التيار الكلية.

التـــالي

الحوض الأرضي لمنظومة الحماية من نوع ذات التيار القسري

- تحوي الأحواض الأرضية على الأنودات ومن الانودات الشائعة الاستخدام هي أنودات حديد/سليكون FeSi والذي يبلغ معدل استهلاكه من 0.1 لغاية 0.5 كجم/أمبير/سنة وهناك كذلك انودات من نوع الجرافيت والتي يبلغ استهلاكها من 0.1 لغاية 2 كجم/أمبير/سنة.

- بعد تحديد كثافة التيار المطلوب لتوفير الحماية وبمعرفة المساحة السطحية للمعدن المراد حمايته وعمر المنظومة المفترض بالسنوات يمكن حساب الوزن الكلي للانودات التي يتطلب استخدامها وبالتالي احتساب أعدادها حسب وزن الأنود الواحد.
- تدفن الانودات عادة في مسحوق من الفحم الحجري لتقليل مقاومة التماس بين الانودات والتربة وبالتالي تقليل جهد الدائرة الكهربائية لدفع تيار الحماية وتقليل استهلاك الانودات وطريقة دفن الانودات تعتمد على طبيعة المنطقة والمقاومة النوعية للتربة فأن كانت المقاومة النوعية ضعيفة ومستوى المياه عالي يمكن استخدام أحواض أرضية سطحية Shallow Ground Beds وتدفن الأنودات أفقيا على أعماق قليلة 2-3 متر بينما يتطلب دفن الأنودات عموديا على أعماق أكبر Vertical Ground Beds بهدف الوصول إلى طبقات التربة ضعيفة المقاومة.
- أما في المناطق ذات المقاومة النوعية المرتفعة جدا والتي تكون أكثر من 50 اوم.متر ولغرض الوصول إلى الطبقات السفلى ذات المقاومة النوعية الضعيفة يتطلب الامر حفر أحواض أرضية عميقة Deep Wells حيث يمكن أن يكون العمق 30 متر فاكثر وتوصل الانودات بسلك كهربائي إلي مصدر الطاقة الكهربائية (مصدر التيار) بينما توصل كافة الانودات فيما بينها على التوازي.

عوده للفهرس

الثاني عشر الشروخ الخرسانية أسبابها وعلاجها

تحدث الشروخ الخرسانية لأسباب عديدة ومختلفة . وقد تكون هذه الشروخ على درجة من الخطورة قد تؤثر في عمر المبنى . وفيما يلي تصنيف الشروخ حسب مسبباتها تصنيفاً يسري على كل المنشآت التي تصب في المواقع أو مسبقة الصب

تصنيف الشروخ

- 1)شروخ غير إنشائية (لأسباب غير إنشائية) ونميز منها

لانكماش الحراري :

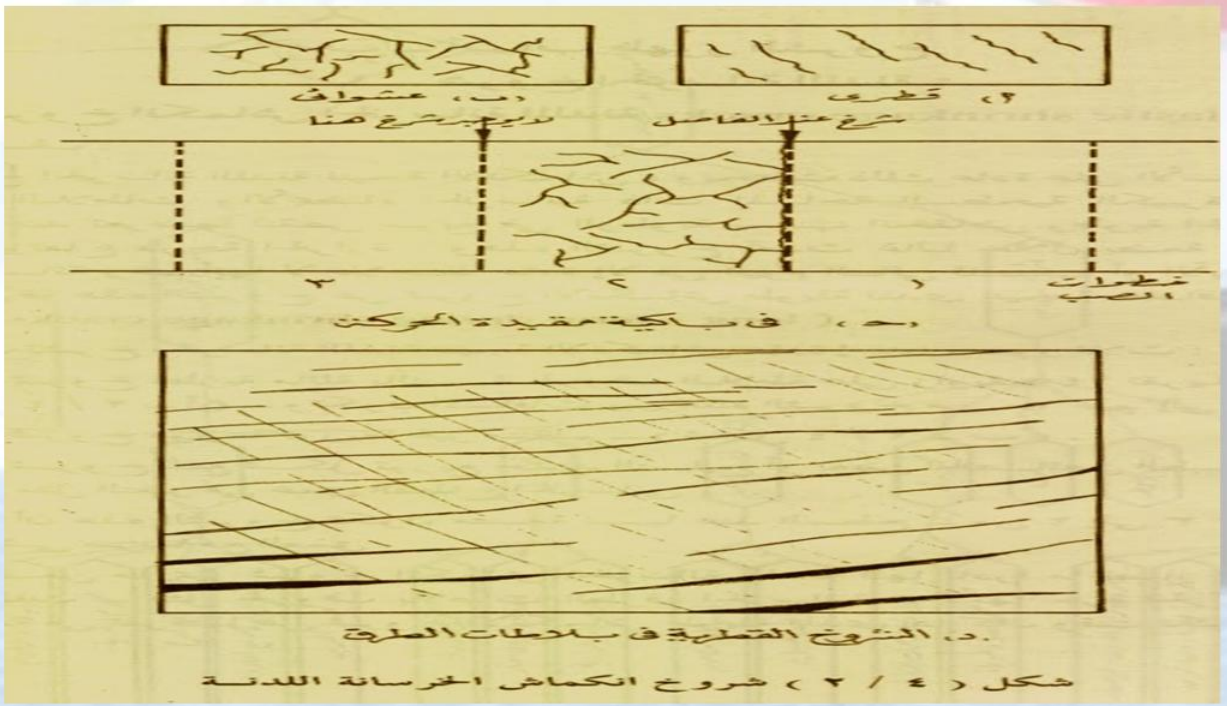
- يتولد أثناء عملية التصلب المبكرة حرارة ناتجة من التفاعل الكيميائي بين الماء والإسمنت . وغالباً ما تعالج العناصر المسبة الصنع بالبخارSTEAM CURING وهذه المعالجة الحرارية تولد كمية كبيرة من الحرارة خلال الخرسانة . وعند ما تبرد الخرسانة وتنكمش تبدأ الاجتهادات الحرارية في الظهور والنمو خاصة إذا كان التبريد غير منتظم خلال العنصر . وقد يحدث اجتهاد الشد الحراري شروخاً دقيقة جداً يقدر أن يكون لها أهمية إنشائياً. ولكن ذلك يوجد أسطحاً ضعيفة داخل الخرسانة ، كما أن انكماش الجفاف العادي يؤدي إلى توسيع هذه الشروخ بعد ربط العناصر مسبقة الصنع .

التـــالي

شروخ الانكماش اللدن :

تحدث نتيجة التبخر السريع للماء من سطح الخرسانة وهي لدنه أثناء تصلدها . وهذا التبخر السريع يتوقف على عوامل كثيرة أهمها درجة الحرارة وسرعة الشمس المباشرة تجعل معدل التبخر أعلى من معدل طفو الماء على سطح الخرسانة .

وتكون شروخ الانكماش اللدن عادة قصيرة وسطحية وتظهر في اتجاهين عكسيين في آن واحد . وفي حالة عناصر المنشآت سابقة الصب التي تصنع في أماكن مغلقة وتعالج جيداً فلا يخشى من خطورة شروخ الانكماش اللدن لصغرها .



التـــالي

شروخ انكماش الجفاف DRYING SHRINKAGE CRACKING

- يحدث هذا النوع من الشروخ عندما تقابل العناصر القصيرة ذات التسليح القليل حواجز تعيقها (كما في حالة اتصال كورنيشية ذات ثخانة صغيرة ببلاطة شرفة ذات ثخانة كبيرة).وفي الكمرات مسبقة الصنع فإن خرسانة الأطراف المفصلية تصب في مجاري من وصلات متصلدة مسبقة الصنع (كقالب) . ونظراً لضيق هذه المجاري نسبياً لتسهيل عملية الصب ، وتحدث في الفواصل الرأسية غالباً شروخ دقيقة نتيجة الانكماش

التـــالي

فروق الإجهاد الحراريةDEFFERENTIAL THERMAL STRAINS

- إن أسلوب الإنشاء في المنشآت مسبقة الصب يساعد على التأثر باختلاف درجة الحرارة لاختلاف الطقس الطبيعي أو نتيجة التسخينSTEAM CURIG . ولذا تظهر الشروخ في البحور المحصورة عند ما يكون اتصال وجهيها بالمنشأ متيناً . كما أن الحرارة المفاجئة لها تأثير آخر حيث يولد الارتفاع المفاجئ في درجة الحرارة سلسلة من الشروخ أيضاً إذا حدث اختلاف كبير في درجة الحرارة بين وجهي بلاطة أو كمرة . وهذا التأثير نادر الحدوث في المنشآت السكنية . ولكن قد يحدث في منشآت معينة ، مثل حوائط الخزانات وفي حالات خاصة عندما يكون السائل المخزون داخل الخزان ساخناً أو بارداً جداً . كما تحدث إجهادات بالمنشأ نتيجة اختلاف درجة الحرارة بين أجزئه المختلفة ، فإن أطراف الواجهة مثلاً تتعرض لأشعة الشمس المباشرة فتتمدد ، بينما تظل درجة حرارة باقي المنشأ منخفضة ، فينتج عن ذلك ظهور شروخ قطرية من الزوايا في أرضيات المنشآت الطويلة جداً أو المتينة جداً . وهناك أنواع أخرى من الشروخ قد تحدث تحت هذا التأثير وبخاصة مع حدوث الضوضاء والاهتزازات ، وتقلل الشروخ الناتجة من الانكماش وفروق درجات الحرارة من متانة المنشأ وهذا يعني أن الاجتهادات لا تتزايد بعد حدوث الشروخ .

التـــالي

نتيجة التآكل :

هناك نوعان رئيسان من العيوب يساعدان على تزايد تأثير عوامل التعرية على المنشأ الخرساني ، وهما :

تآكل حديد التسليح :

ينمو الصدأ ويتزايد حول حديد التسليح منتجاً شروخاً بامتداد طولها . وقد يؤدي ذلك إلى سقوط الخرسانة كاشفة حديد التسليح وتساعد كلوريدات الكالسيوم الموجدة في الخرسانة على ظهور هذا العيب ، كما تساعد على ذلك الرطوبة المشبعة بالأملاح في المناطق الساحلية تحمل كلوريد الكالسيوم ، وبالتالي فإن خطورة تآكل الحديد تصبح كبيرة في هذه الحالة . إن شروخ تآكل الحديد خطيرة على عمر المنشأ وتحمله حيث تقلل مساحة الحديد في القطاع الخرساني ، وهذه الظاهرة خطيرة بصفة خاصة في الخرسانة مسبقة الإجهاد

التـــالي

نحر الخرسانة:

هناك تفاعلات كيميائية تؤدي إلى تهتك الخرسانة والحالة الأكثر شيوعاً هي تكوين ألـ ETTRINGIT نتيجة اتحاد الكبريت مع ألومينات الإسمنت في وجود الماء . والملح الناتج ذو حجم أكبر من العناصر المكونة له ، والتمدد الناتج يؤدي إلى تفجر الشروخ وسقوط أجزاء الخرسانة المتهتكة .

- وقد يظهر خلل كيميائي نتيجة اختيار حبيبات (حصى) غير ملائمة ، فإن النتوءات والحفر التي تظهر على السطح الخرساني تعني أن الحبيبات المعزولة قد تفتتت .

التـــالي

2)الشروخ الإنشائية :

تتعرض الخرسانة المسلحة لاجتهادات الشد عند تحميل المنشأ ، ولذلك تحدث شروخ في الكمرات (وهذا طبيعي) في الجانب المعرض للشد تحت تأثير عزم الانحناء .
فإذا كان التسلح المستخدم موزعاً بالشكل الملائم (تفريد الحديد) وكانت الخرسانة جيدة النوعية فإن هذه الشروخ تكون دقيقة بالقدر الكافي لتجنب تآكل الحديد . وعموماً فإن هذه الشروخ مقبولة إذا كان سمكها 0.2مم وقد أثبتت التجارب أن التآكل والصدأ يتزايدان بسرعة فقط عندما يزيد سمك الشرخ عن 0.4مم.

وقد تظهر بعض الشروخ نتيجة اجتهادات القص ، وإن كانت نادرة ، وتكون شروخاً قطرية (مائلة)في اتجاه أسياخ التسليح (التكسيح) وتحدث بسبب عيوب في ترابط أسياخ الحديد ذات القطر الكبير مع الخرسانة ، خاصة إذا كان غطاء الحديد قليل السمك ، أو إذا كان جنش الأسياخ قصيرة مما يؤدي إلى ضعف الربط بين أسياخ الحديد والخرسانة أو إذا كانت هذه الشروخ معقولة في الحدود المسموح بها وتشير إلى سلوك طبيعي للمنشأ فلا خطر منها ولكن في بعض الحالات تكون هذه الشروخ ظاهرة بدرجة تشكل خطراً

- مثل :

شروخ عزوم الانحناء أو القص التي يزداد اتساعها بصفة مستمرة .
شروخ تحدث في أجزاء الخرسانة المعروضة للضغط وهذا ينبه إلى أن هناك سلوكاً غير عادي يحدث في المنشأ .
تفتت الخرسانة في مناطق الضغط (الأعمدة أو الكمرات أو البلاطات في الجانب المعرض للضغط) وهذه الحالة من أقصى درجات الخطورة على المنشأ.
عند حدوث مثل هذه الأنواع من الشروخ فقد يكون من الضروري تدعيم المنشأ وتُزال الأحمال فوراً ،وبعد ذلك يدرس أساس ومصدر الخلل في المنشأ ، ونبدأ في حل مشكلة تقوية المنشأ وكيفية معالجة الشروخ .

وقد يكون سبب الخلل زيادة في الأحمال على المنشأ ، أو أن التسليح غير

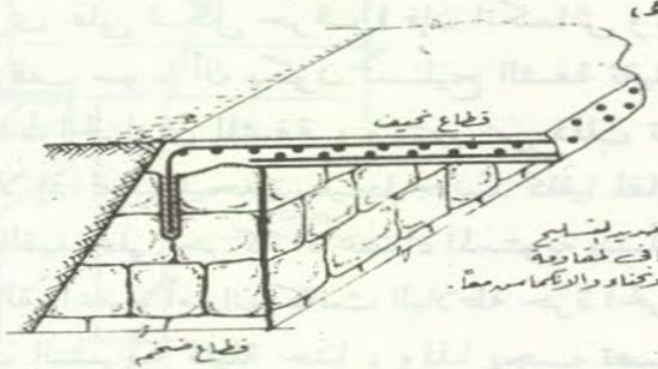
- كاف ، أو أن نوعية الخرسانة رديئة أو أن هناك هبوطاً في التربة ..... الخ .

التـــالي

الصَّـــوَاب

الإنكماش الغير منتظم

(هـ)

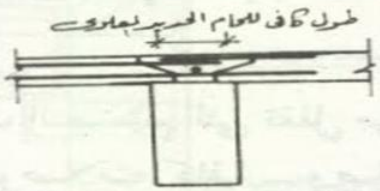


تسليح كافى لمقاومة الانحناء والانكماسه معاً.

(و)

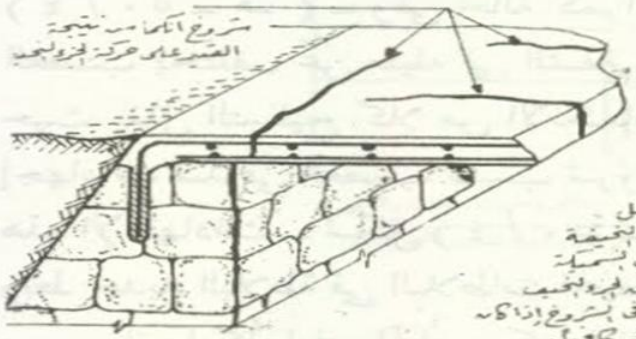
تسليح كافى لمقاومة فرومه الانكماسه سبيه الشقة والعصب

(ز) **الوصلات** (الخرسانة الجاهزة)



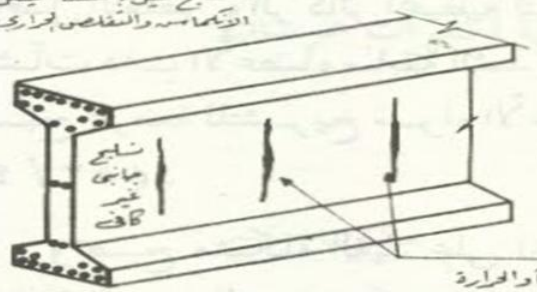
طول كافى للاحام الحديد بعارضه

الخطأ والعيوب التى يمكن أن تحدث



شروخ انكماسه نتيجة العنصر على حركة الجزء المجاور

عندما تتصل القطاعات النحيفة بالقطاعات السميكة فإن انكماسه الجزء النحيف سيتسبب فى شروخ إذا كانه التسليح غير كافياً.

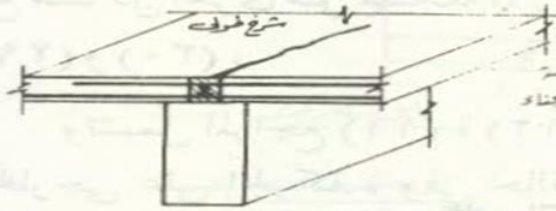


تسليح تقليل الشقة يقلل الانكماسه والتقلص الحرارى

تسليح جانبى غير كافى

وجود تسليح تقليل الشقة يزيد من فروقه انكماسه الجزء النحيف (العصب) والجزء السميك (الشقة)

شروخ بالعصب نتيجة تقلص انكماسه أو الحرارة



شرخ طولى

شروخ نتيجة إنحناء البلاطات الجاهزة وعدم تجويز لوصلة لمقاومة ضد الإنحناء

أخطاء التصميم المسببة للشروخ

التـــالي

ب)صيانة وترميم الشروخ في المنشآت :

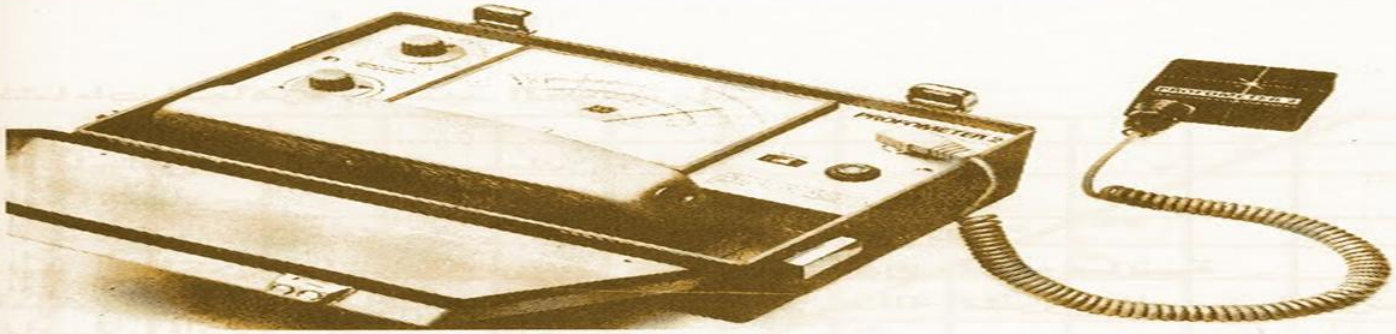
مراقبة الشروخ
يجب ملاحظة الشروخ عندما تظهر في المنشأ الخرساني وعند ظهورها يجب اختبار سمك الشرخ وطوله وعمقه .

ومن المهم ملاحظة ما إذا كان الشرخ يتسع بمرور الوقت أم لا . وهناك طرق كثيرة تستخدم الدراسة ذلك (مثل استخدام بقع الجبس فوق الشروخ ومتابعة حدوث الشروخ في الجبس ، أو باستخدام جهاز يقيس العرض بين كرتين من الحديد مثبتتين على جانبي الشرخ .(

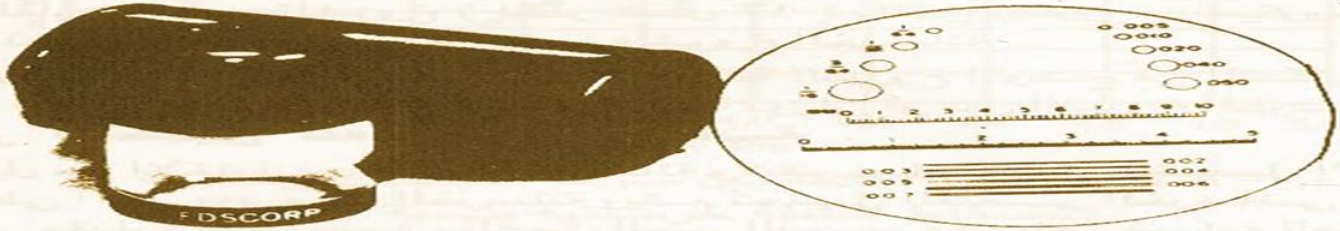
ويجب قياس تشوه أو انحناء عناصر المنشأ التي تحدث فيها الشروخ الإنشائية باستخدام نقط المناسيب المعروفة كمرجع للقياس (من الضروري معرفة الهبوط النهائي للأساسات) وسوف تقودنا الملاحظة وأخذ القراءات المختلفة إلى معرفة نوع الشروخ من حيث أسبابها . وغالباً ما تؤثر عدة أسباب في وقت واحد .

من الممكن الآن اقتراح طريقة للعلاج (الترميم) التقوية المنشأ مثلا أو حقن الشروخ .....وما إلى ذلك .

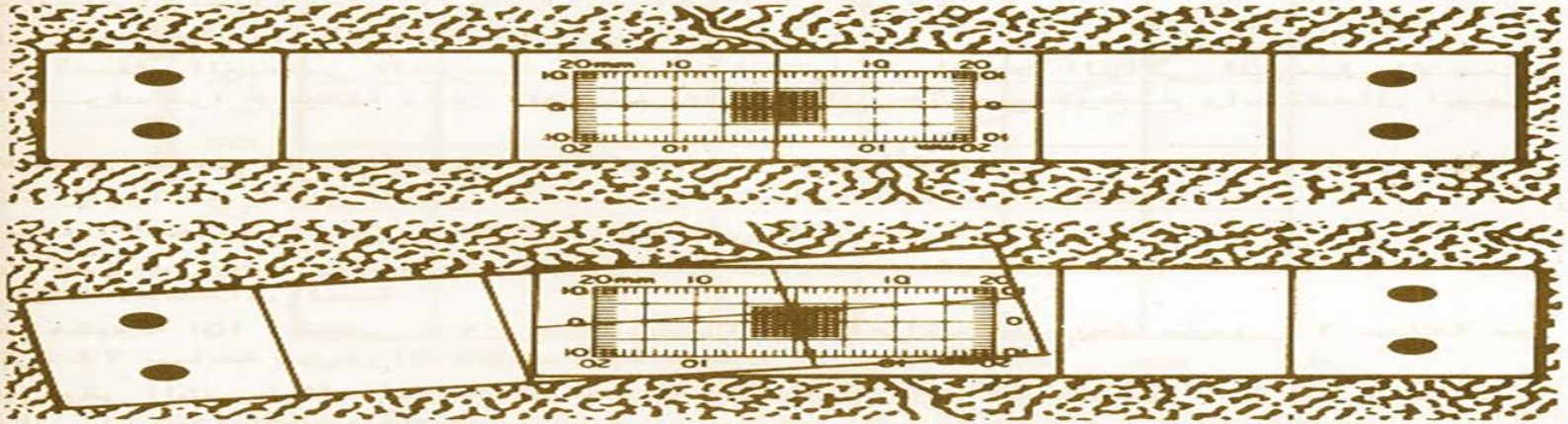
التـــالي



جهاز البرفوميتر لتحديد أقطار وأبعاد حديد الت



عدسة قياس أبعاد شروخ الخرسانة



وسيلة قياس أبعاد وحركة شروخ الخرسانة

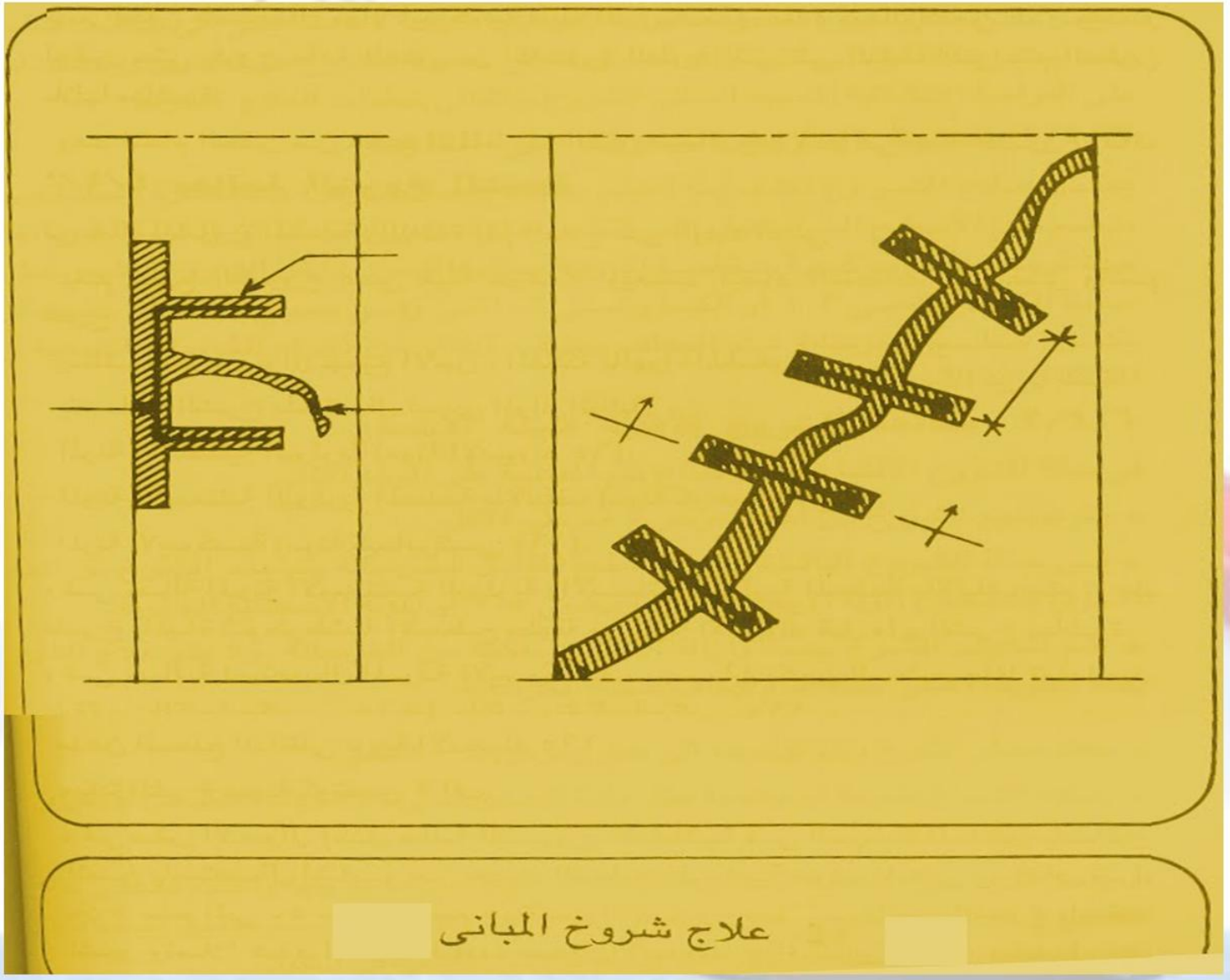
التـــالي

ج)معالجة الشروخ وترميم المنشأ :

الشروخ الشعرية غير الإنشائية (الناتجة عن أسباب غير إنشائية)
من المفروض في هذه الحالة أن الخرسانة جيدة النوعية ، وأن الشروخ دقيقة ولتمثل خطورة على استمرارية تحمل التسلح . فإذا تمت معاينة الشروخ ، وكانت ناتجة عن سلوك طبيعي للمبنى كما في حالة الوصلات بين الوحدات مسبقة الصب ، فعلى المصمم أن يأخذ هذه الشروخ في الحساب وخاصة الوصلات الرأسية والأفقية بوجه المبنى ، والتي يجب معالجتها بعناية لتجنب الأضرار التي تنجم عن هذه الشروخ (مثل تسرب المياه خلال لها) . وبالتالي يجب أن نتوقع ذلك في اكتساء الجدران الداخلية . وعادة يتم إجراء اختبارات معملية على وصلات مشروخة لنحصل على القوة الحقيقية للوصلات في حالة الاستخدام الفعلي لها ، ويجب أن يصمم حديد التسليح ويختار تفرده بطريقة تجعل اتساع الشروخ غير خطير . وغالباً ما يكون وضع الحديد الإضافي غير المحسوب إنشائياً ضرورياً (مثل حديد التسليح القطري المكسح) ويكون عمودياً على اتجاه الشروخ المتوقعة في زوايا المبنى .

وعموماً فإن التصميم الجيد والتنفيذ الجيد يعطينا أفضل تحكم في الشروخ . وتعالج الشروخ الشعرية غير الإنشائية (مثل شروخ الانكماش اللدن) بتنظيف السطح بالفرشاة المعدنية ، ثم تدمن الشروخ على طبقات من روبة حقن إسمنتية لاصقة ؟. وعندما تكون الشروخ الشعرية عميقة وعمودية على اتجاه قوى الضغط في المنشأ فمن الضروري حقن هذه الشروخ بعناية باستخدام المنتجات التي تتصلب حرارياً . ومن الضروري اختيار منج منخفض اللزوجة

التـــالي



علاج شروخ المبانى

التـــالي

علاج الشروخ باستخدام المواد المرنة

سوف نتاول هنا حلول ومشاكل ملء شروخ الخرسانة مع متابعة الترميمات الأخرى الضرورية .

المواد المستخدمة :

تستخدم البوليمرات العضوية والإسمنت في علاج الشروخ وسوف نشير إليها بالروابط . وأكثر البوليمرات العضوية استخدما في الترميمات الإنشائية هي الروابط الإيبوكسية . وهي عبارة عن مركب أساسي راتنجيEPOXY BINDERS أو مصلد أو معجل للتصلب ، حيث يجب خلطها بالنسب المحددة . وللروابط الإيبوكسية خاصية الاتصاق بالخامات كالخرسانة والحديد وقلة الانكماش ، كما أنها ذات قوة شد وضغط عاليتين . ويعيب البوليمرات العضوية ضعف مقاومتها للحريق ودرجات الحرارة المرتفعة . والروابط الإيبوكسية تنتمي إلى فصيلة البوليمرات حرارية التصلد وهي تشمل ضمن تركيبها البوليرثان مجهزاً على هيئة مركبين خلطهما عند الاستخدام ويعد البوليستر من نفس الفصيلة . وهو يتكون عادة من ثلاث مركبات

- (أساس راتنجي ، وسيط مساعد ، ومعجل تصلب) .

وهناك فصيلة أخرى من الروابط العضوية تتكون من البوليمرات البلاستيكية THERMOPLASTIC POLYMERS أو الروابط الاكريليكية ACRYLAMID BINDER وهي سريعة التصلب ولا تلتصق بالخرسانة ، وهي ذات انكماش عال في الظروف الجافة ولذا فإن استخدامها الرئيسي يكون في سد الشروخ في حالات الرطوبة والتشبع لمقاومة تسرب الماء والإسمنت المستخدم هنا هو الإسمنت البورتلاندي العادي ، كما أن الإسمنت قليل الانكماش والإسمنت سريع التصلب يمكن خلطهما بالبوليمرات العضوية .

التـــالي

اختيار الخامات

يستخدم إسمنت الحقن (اللباني) لملء التعشيشات والفراغات الهامة ، كما يستخدم الإسمنت السريع التصلب في بعض حالات ملء الشروخ وتستخدم البوليمؤات البلاستيكية (الراتنجات الاكليريكية) بصفة رئيسية لملء الشروخ تحت ضغط الماء لإيقاف نفاذا الماء . كما تستخدم أيضاًالبوليمرات حرارية التصلد

الحد من سعة الشروخ :

يمكن تلافي وصول الشروخ في عناصر الخرسانة المسلحة إلى الحد غير المسموح به باتخاذ

مايلى:

استعمال الخرسانة الكثيفة ما أمكن .

تأمين طبقة كافية من الخرسانة لحماية حديد التسليح ضد عوامل التآكل بما لا قل عن 2 سم في البلاطات المعروضة لتأثيرات جوية ، و 2.5سم للكمرات والأعمدة ، على أن لا تقل سماكة هذه الطبقة عن أكبر قطر لحديد التسليح المستعمل .

التـــالي