التصدعات في المباني الخرسانية

بحث و تحليل ومعالجات

المهندس المدني
أسماعيل أحمد محمد

مقدمة عن تصدعات المباني

لم تكن كلمة تصدع المباني معروفة ومشهورة بهذا التوسع والانتشار إلا في عصرنا الحاضر ولا شك في ان ذلك له ارتباط وثيق بالمادة الرئيسية للبناء في هذا الزمان الا وهي الخرسانة ، فقبل معرفة الانسان بهذه المادة كانت معظم المباني تشيد من مواد خفيفة كالطين والطمي بانواعهما المختلفة اوالثقيلة كالحجارة ومنذ ان عرف الانسان مادة الخرسانة واستطاع ان يربط بينها وبين حديد التسليح في اشكال تصميمهما وتنفيذهما المختلفة توسعت المباني والمنشآت في انماط اشكالها وارتفاعاتها وسعتها بشكل لم يشهده عصر من العصور السابقة كما تطورت وتعقدت نظريات التصميم وشروط التنفيذ ومواصفات البناء وكثرت التصدعات وازدادت الانهيارات ومنذ ان ظهرت الخرسانة عرفت على انها لاتتحمل الا القليل من العزوم او القص او الفتل وانها ما ان تتعرض الى حالة من هذه الحالات في ادنى صورها الا وتظهر عليها التشققات والتصدعات ، فقد ولدت الخرسانة وولدت معها تصدعاتها وتشققاتها الذاتية التي تحدث من جراء تعرضها لاي جو حار او بيئة غير مناسبة او وضع غير سليم ، ولهذا فقد انطلقت بعض مواصفات وشروط التصميم على اعتبار ان مقطع الخرسانة في منطقة الشد متصدع فلا غرابة اذا ان تتصدع الخرسانة اذا تعرضت للاجواء القاسية منذ اول يوم لصبها واذا كانت البيئة التي حولها تعمل على الفتك بها واذا حملت مالا تستطيع ان تتحمله او لم تلق الرعاية والصيانة التي تحافظ عليها من اي مشكلة او خطر قد تتعرض له .

فالمباني الاثرية والقديمة تكاد تتشابه في بلادنا من حيث المواد التى بنيت منها . فهي اما ان تكون من الطمي والطين او من الحجارة ، وهذه المباني عمر معظمها دهرا طويلا وان اصابتها بعض التصدعات والتآكل والتدهور الا ان اصلاحها لايحتاج الى تقنيات حديثة او صعبة او مكلفة وخاصة الطينية منها ، ومازال كثير من هذه المباني يستعمل في السكن مع ان بعضها متصدع بشكل كبير الا ان طريقة انشائها وخاصة المبنية من الحجارة الضخمة والثقيلة تجعلها تتحمل كل العيوب التي بها دون ان تشكل خطرا كبيرا على ساكنيها الا في حالات الهزات الارضية والكوارث الطبيعية .

من الواضح أنه يندر وجود مبان متوسطة العمر او حديثة العمر غير خرسانية ، بينما قد تتوفر مبان حديثة ومتوسطة العمر تعتمد على جدران حاملة من الحجارة اما الاساسات والاسقف فهي من الخرسانة المسلحة ، كذلك قد يوجد في النادر بعض المباني التي تقام على جدران حاملة من الحجر بانواعه المختلفة وبقية الهيكل من الخرسانة المسلحة اما النوع الاخر من المباني الحديثة غير الخرسانية فهو البناء من الفولاذ الصلب وقد نجد عدداً لاباس به من هذه المباني في بعض العواصم والمدن الهامة .

أما المباني الخرسانية في العالم الصغيرة منها والكبيرة لها النظام الانشائي نفسه وهو عبارة عن هيكل من الاعمدة والجسور والسقوف التي تستند في الغالب على رقاب للاعمدة وجسور ارضية تنتهي الى الاساسات المنفردة او المستمرة او الحصائر وتستخدم الاوتاد في بعض الابنية التي تتطلب تربتها مثل هذا النوع من الاساسات .

بداية لابد من التنويه الى حقيقة أنه يفتقر العراق الى قاعدة للبيانات في المجالات المختلفة تحتوي على التجارب والابحاث والخبرات التي توفر للباحث المعلومات الضرورية التي يحتاجها في هذا البحث او ذاك وتساعد على التنسيق وتفادي الازدواجية لذلك فمن الصعب جدا على المرء ان يعمم تجارب مدينة او منطقة على قطر لاختلاف أساليب و خصوصيات البناء عند هذة المدينة أو تلك , وستبقى هذه المشكلة حتى توجد مثل هذه القاعدة العامة للمعلومات التي يمكن الاستعانة بها ,

تصنيف التصدعات واسباب حدوثها :

١. سوء التنفيذ
٢. العوامل الجوية والظروف البيئية المحيطة
٣. ميكانيكا التربة و هندسة الاساسات
٤. صدأ التسليح
٥. مواد كيمياوية مضافة
٦. قصور في التصميم
٧. كوارث طبيعية

جدول تصنيف التصدعات واسبابها طبقا للابحاث المقدمة في ندوة تصدعات المباني في العالم العربي يظهر الجدول ان التصدعات الانشائية بسبب سوء التنفيذ تاتي في المرتبة الاولى يلي ذلك التصدعات التي تحدث بفعل العوامل الجوية والظروف البيئية المحيطة مثل تصدعات الانكماش والحرارة والتشققات الذاتية و اضافة احمال جديدة فوق السقوف او الجسور او الاعمدة دون مراعاة لما تتطلبه من حلول انشائية صحيحة و اهمال التصريف الصحيح لمياه الامطار وسوء تنفيذ الميول والصرف الصحى وعدم العزل الجيد للانابيب و اهمال انظمة ضبط الجودة ومراقبته في المصنع والموقع و عدم اختيار جهاز الاشراف الجيد والمقاولين الكف ء القادرين على استدراك الاخطاء وحل مشكلات التنفيذ و سوء اختيار اماكن الفواصل وتنفيذ بعضها واهمال الاخر و زيادة تحميل الاعضاء الخرسانية في عمرها الاول عما تتحمله مقاومتها كتخزين مواد

الانشاء ومعدات التشييد و قطع حديد التسليح وايجاد فتحات في الخرسانة لم تؤخذ في التصميم الانشائي و فقدان الاهتمام والعناية بنقل ورفع وتركيب وتثبيت الوحدات مسبقة الصنع .

وفي المرتبة الثالثة تأتي التصدعات التي تنشأ بسبب مشكلة في ميكانيكا التربة وهندسة الاساسات وكثير منها يتعلق بارتفاع المياه الجوفية ، ويبين الجدول التالي بعض الاسباب التي تؤدي الى تصدعات في مجال ميكانيكا التربة وهندسة الاساسات و اسباب تتعلق بميكانيا التربة وهندسة الاساسات ١. تربة انتفاخية ٢. تربة انهيارية

ودراسات ناقصة وغير متكاملة عن احوال التربة او تخمين خاطئ لتحملها ، واهمال تقارير خبراء التربة و عدم تجانس التربة في المواقع و هبوط التربة مع الزمن و هبوط التربة تحت تأثير التأسيس لمباني مجاورة و ارتفاع منسوب المياه الجوفية او تأثير الامطار والمجاري والزراعة والتسربات و رد ميات غير مناسبة ودمك غير جيد تغير خواص التربة بتغير نسبة الرطوبة وارتفاع المياه الجوفية وزيادة الاحمال على الاساسات والقطع الصخري ومشكلات التأسيس عليه و نسبة املاح او كلوريدات وكبريتات عالية و اهمال عزل و اهمال عزل القواعد والمنشات التحتية بالشكل المناسب .

اما النوع الذي ياتي في المرتبة الرابعة فهو صدا التسليح والذي يتركز عادة في المدن الساحلية والقريبة من البحار والانهار ، اهم الاسباب المؤدية الى صدا التسليح مثل توفر الكلور في اشكاله المختلفة بكميات كبيرة قريبا من الاسطح .

وفي المرتبة الخامسة يأتي تدهور الخرسانة بسبب صدأ التسليح بفعل المواد الكيميائية الاضافية التي في المصانع ونحوها .

وفي المرتبتين الاخيرتين قصور التصميم والكوارث الطبيعية .

اسباب تتعلق بسوء التنفيذ :

١. كاستعمال مواد اولية رديئة لا تتطابق مع المواصفات .

٢. خرسانة فقيرة وضعيفة ومقاومتها اقل بكثير من المطلوب في المواصفات .

٣. تقليل كمية التسليح وتقليل عرض القطعات وسمكها .

٤. عدم مراعاة الظروف المناخية والبيئية المؤثرة وعدم اخذ الاحتياطات لفروق درجات الحرارة بين الخرسانة والجو الخارجي وخاصة عند صب كميات ضخمة من الخرسانة .

٥. اهمال الدعم الجيد للقوالب الخشبية وعدم مراعاة اصول الصناعة والمواصفات في كيفية تثبيتها وخاصة عند انشاء الاذرعة ، وفي بعض الحالات ازالة القوالب قبل حصول الخرسانة على المقاومة المطلوبة .

٦. اهمال استعمال العوازل المختلفة التي تمنع او تحد من تسرب الكلوريدات والرطوبة والهواء الى داخل الخرسانة .

٧. زيادة نسبة الكلوريدات في الهواء او الوسط من حول الخرسانة .

٨. تخزين المواد الكيميائية التي تعمل على صدا التسليح .

٩. اهمال وقصور في تصميم وتنفيذ الغطاء الخرساني المطلوب .

١٠. ضعف الخرسانة .

١١. زيادة نسبة الماء / الاسمنت .

١٢. اهمال احتياطات الجو الحار والظروف البيئية الاخرى واثر الحرارة على تعجيل التفاعلات الكهروكيميائية .

١٣. رشوحات وتسربات التمديدات الصحية وغيرها .

١٤. مياه الامطار والمياه الجوفية ومياه الري والزراعة وغيرها .

١٥ . المد والجزر .

١٦. احتواء الحصويات وماء الخلطة على نسبة عالية من الكلوريدات .

١٧. انخفاض نسبة الاسمنت عن الحد الادنى لها .

١٨. تطبيق المواصفات الاجنبية دون النظر الى الظروف البيئية المختلفة .

١٩. اهمال ضبط الجودة ومراقبتها بالنسبة للخرسانة وموادها .

٢٠. اهمال واغفال الحدل والهز المناسب .

٢١. ترك العناية بالمعالجة للاسطح الخرسانية المختلفة مما يساعد على وجود الانكماش والتشققات الحرارية التي تساعد على تسرب الاملاح والرطوبة والهواء الى داخل الخرسانة.

٢٢. الكربنة

٢٣. استعمال الاسمنت المقاوم للكبريتات في البنية التحتية .

أسباب تتعلق بقصور في التصميم :

١. عدم شمول المخططات والمواصفات للتفاصيل الضرورية واللازمة لحسن التنفيذ .

٢ . الاعتماد على مواصفات عالمية او اجنبية قد لاتتناسب مع ظروف البلد وكفاءة العمال وطريقة التنفيذ .

٣. اختيار مخططات نموذجية للعمارات او للبيوت السكنية وتنفيذها في مناطق مختلفة دون مراعاة ظروف كل موقع .

٤. اختيار مواد غير مناسبة او صعبة التنفيذ مع توفر المواد التي تعطي امكانات اكبر وكذلك استخدام المواد في غيرموضعها كاستخدام التسليح عالي المقاومة مع خرسانة ضعيفة.

٥. اغفال حساب بعض القوى الافقية التي تنشأ من اشكال المباني .

٦. اهمال توفير التسليح اللازم لمقاومة الانكماش والاجهادات الحرارية .

٧. عدم تصميم الغطاء الخرساني بما يتناسب وظروف المنشأ والبيئة المحيطة .

٨. عدم اختيار الاستشاري او المهندس الكفء للقيام بعملية التصميم .

٩. النقص في مقاسات العناصر الانشائية وتسليحها لمقاومة الاحمال والعزوم والقص .

. **اسباب تتعلق بسوء استعمال المباني** :

١. زيادة الطوابق في المباني او دورالسكن القديمة .

٢. تغطية الفرق في اختلاف المناسيب بكميات من الرمل لها اوزان كبيرة .

٣. زيادة الاحمال نتيجة لاعمال الترميم كزيادة سمك السقف والطبقة العازلة لتفادي تسرب المياه والتخزين السيء لمواد الترميم فوق المبنى .

٤. تغيير الغرض الذي انشأ من اجله المبنى مثل ان يتحول مبنى سكني الى مدرسة .

٥. فقدان الصيانة الدورية والوقائية والعلاجية .

٦. الصيانة والاصلاحات الخاطئة .

٧. الصيانة المتأخرة بعد فوات الاوان واستفحال الاضرار .

المصدر : منتدى المهندس كوم – كلية الهندسة

الشروخ الخرسانية اسبابها وعلاجها

تصنيف الشروخ :

صيانة وترميم الشروخ في المنشآت :

معالجة الشروخ وترميم المنشأ :

الحد من سعة الشروخ :

تحدث الشروخ الخرسانية لاسباب عديدة ومختلفة وقد تكون هذه الشروخ على درجة من الخطورة قد تؤثر في عمر المبنى وفيما يلي تصنيف الشروخ حسب مسبباتها تصنيفا يسري على كل منشآت التي تصب في المواقع او مسبقة الصب .

تصنيف الشروخ :

١- شروخ غير انشائية لاسباب غير انشائية ونميز منها :

شروخ الانكماش الحراري :

يتولد اثناء عملية التصلب المبكرة حرارة ناتجة من التفاعل الكيميائي بين الماء والاسمنت وغالبا ما تعالج العناصر المسبقة الصنع بالبخار steam curing وهذه المعالجة الحرارية تولد كمية كبيرة من الحرارة خلال الخرسانة وعندما تبرد الخرسانة ونتمكش تبدأ الاجتهادات الحرارية في الظهور والنمو خاصة اذا كان التبريد غير منتظم خلال العنصر وقد يحدث اجتهاد الشد الحراري شروخا دقيقة جدا يقدر ان يكون لها اهمية انشائيا ولكن ذلك يوجد اسطحا ضعيفة داخل الخرسانة ، كما ان انكماش الجفاف العادي يؤدي الى توسيع هذه الشروخ بعد ربط العناصر مسبقة الصنع .

شروخ الانكماش اللدن :

تحدث نتيجة التبخر السريع للماء من سطح الخرسانة وهي لدنة أي مرنة اثناء تصلدها وهذا التبخر السريع يتوقف على عوامل كثيرة اهمها درجة الحرارة وسرعة التجفيف المباشرة تجعل معدل التبخر اعلى من معدل طفو الماء على سطح الخرسانة .

وتكون شروخ الانكماش اللدن عادة قصيرة وسطحية وتظهر في اتجاهين عكسيين في ان واحد وفي حالة عناصر المنشآت مسبقة الصب التي تصنع في اماكن مغلقة وتعالج جيدا فلا يخشى من خطورة شروخ الانكماش اللدن لصغرها .

شروخ انكماش الجفاف Drying shrinkage cracking

يحدث هذا النوع من الشروخ عندما تقابل العناصر القصيرة ذات التسليح القليل حواجز تعيقها كما في حالة اتصال أرصفة ذات سماكة صغيرة بسقف شرفة ذات سماكة كبيرة وفي الجسور مسبقة الصنع فان خرسانة الاطراف المفصلية تصب في مجاري ومن وصلات متصلدة مسبقة الصنع كقالب ونظرا لضيق هذا المجاري نسبيا لتسهيل عملية الصب ، وتحدث في الفواصل الراسية غالبا شروخ دقيقة نتيجة الانكماش .

فروق الاجهاد الحرارية : Defferential therml strains

ان اسلوب الانشاء في المنشآت مسبقة الصب يساعد على التأثر باختلاف درجة الحرارة لاختلاف الطقس الطبيعي او نتيجة التسخين Steam curig ولذا تظهر الشروخ في البحور Spans المحصورة عندما مايكون اتصال وجهيها بالمنشأ متينا كما ان الحرارة المفاجئة لها تأثير اخر حيث يولد الارتفاع المفاجئ في درجة الحرارة سلسلة من الشروخ ايضا اذا حدث اختلاف كبير في درجة الحرارة بين وجهي سقف أو جسر 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 ساخنا او باردا جدا كما تحدث اجهادات بالمنشأ نتيجة اختلاف درجة الحرارة بين اجزائه المختلفة فإن اطراف الواجهة مثلا تتعرض لاشعة الشمس المباشرة فتتمدد ، بينما تظل درجة حرارة باقي المنشأ منخفضة ، فينتج عن ذلك ظهور شروخ قطرية من الزوايا في ارضيات المنشآت الطويلة جدا او المتينة جدا وهناك انواع اخرى من الشروخ قد تحدث تحت هذا التأثير وبخاصة مع حدوث الضوضاء والاهتزازات وتقلل الشروخ الناتجة من انكماش وفروق درجات الحرارة من متانة المنشأ وهذا يعني ان الاجتهادات لاتتزايد بعد حدوث الشروخ .

شروخ نتيجة التآكل

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

تاكل حديدالتسليح :

ينمو الصدأ ويتزايد حول حديد التسليح منتجا مشروخا بامتداد طولها وقد يؤدي ذلك الى سقوط الخرسانة كاشفة حديد التسليح وتساعد كلوريدات الكالسيوم االموجودة في الخرسانة على ظهور هذا العيب ، كما تساعد على ذلك الرطوبة المشبعة بالاملاح في المناطق الساحلية ، وبالتالي فإن خطورة تاكل الحديد تصبح كبيرة في هذه الحالة ، ان شروخ تاكل الحديد خطيرة على عمر المنشأ وتحمله حيث تقلل مساحة الحديد في القطاع الخرساني ، وهذه الظاهرة خطيرة بصفة خاصة في الخرسانة مسبقة الاجهاد .

نحر أو تهتك الخرسانة

هناك تفاعلات كيميائية تؤدي الى تهتك الخرسانة والحالة الاكثر شيوعا هي تكوين ال Ettringit نتيجة اتحاد الكبريت مع الومينات الاسمنت في وجود الماء . والملح الناتج ذو حجم اكبر من العناصر المكونة له ، والتمدد الناتج يؤدي الى تفجر الشروخ وسقوط اجزاء الخرسانة المتهتكة وقد يظهر خلل كيميائي نتيجة اختيار حبيبات حصي غير ملائمة فان النتوءات والحفر التي تظهر على السطح الخرساني تعني ان الحبيبات المعزولة قد تفتتت .

٢. **الشروخ الانشائية :**

تتعرض الخرسانة المسلحة لاجتهادات الشد عند تحميل المنشأ ولذلك تحدث شروخ في الجسور وهذا طبيعي في الجانب المعرض للشد تحت تأثير عزم الانحناء .

فاذا كان التسليح المستخدم موزعا بالشكل الملائم وكانت الخرسانة جيدة النوعية فان هذه الشروخ تكون دقيقة بالقدر الكافي لتجنيب تآكل الحديد وعموما فان هذه الشروخ مقبولة اذا كان سمكها ٠,٢ مم وقد اثبت التجارب ان التآكل والصدأ يتزايدان بسرعة فقط عندما يزيد سمك الشرخ عن ٠,٤ مم .

وقد تظهر بعض الشروخ نتيجة اجتهادات القص ، وان كانت نادرة ، وتكون شروخا قطرية مائلة في اتجاه قضيب التسليح , وتحدث بسبب عيوب في ترابط اسياخ الحديد ذات القطر الكبير مع الخرسانة ، خاصة اذا كان غطاء الحديد قليل السمك ، او اذا كان ربط الاسياخ قصيرة مما يؤدي الى ضعف الربط بين اسياخ الحديد والخرسانة او اذا كانت هذه الشروخ معقولة في الحدود المسموح بها وتشير الى سلوك طبيعي للمنشأ فلا خطر منها .

ولكن في بعض الحالات تكون هذه الشروخ ظاهرة بدرجة تشكل خطرا مثل :

شروخ عزوم الانحاء او القص التي يزداد اتساعها بصفة مستمرة :

شروخ تحدث في اجزاء الخرسانة المعرضة للضغط وهذا ينبه الى ان هناك سلوكا غير عادي يحدث في المنشأ , تفتت الخرسانة في مناطق الضغط (الاعمدة او الجسور او السقوف) في الجانب المعرض للضغط وهذه الحالة من اقصى درجات الخطورة على المنشأ.

عند حدوث مثل هذه الانواع من الشروخ فقد يكون من الضروري تدعيم المنشأ وازالة الاحمال فورا وبعد ذلك يدرس اساس ومصدر الخلل في المنشأ . ونبدأ في حل مشكلة تقوية المنشأ وكيفية معالجة الشروخ وقد يكون سبب الخلل زيادة في الاحمال على المنشأ ، او ان التسليح غير كاف ، او ان نوعية الخرسانة رديئة او ان هناك هبوطا في التربة ..... الخ .

صيانة وترميم الشروخ في المنشآت :

مراقبة الشروخ :

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

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

ويجب قياس تشوه او انحناء عناصر المنشأ التي تحدث فيها الشروخ الانشائية باستخدام نقط المناسيب المعروفة كمرجع للقياس و من الضروري معرفة الهبوط النهائي للاساسات وسوف تقودنا الملاحظة واخذ القراءات المختلفة الى معرفة الشروخ من حيث اسبابها وغالبا ماتؤثر عدة اسباب في وقت واحد .

من الممكن عند ذلك اقتراح طريقة للعلاج (الترميم) والتقوية للمنشأ مثلا او حقن الشروخ وما الى ذلك .

معالجة الشروخ وترميم المنشأ :

الشروخ الشعرية غير الانشائية الناتجة عن اسباب غير انشائية :

من المفروض في هذه الحالة ان الخرسانة جيدة النوعية وان الشروخ دقيقة ولاتمثل خطورة على استمرارية تحمل التسليح فاذا تمت معاينة الشروخ ، وكانت ناتجة عن سلوك طبيعي للمبنى كما في حالة الوصلات بين الوحدات مسبقة الصب فعلى المصمم ان ياخذ هذه الشروخ في الحساب وخاصة الوصلات الرأسية والافقية بوجة المبنى ، والتي يجب معالجتها بعناية لتجنب الاضرار التي تنجم عن هذه الشروخ مثل تسرب المياه خلالها .

وبالتالي يجب ان نتوقع ذلك في اكتساء الجدران الداخلية وعادة يتم اجراء اختبارات معملية على وصلات مشروخة لنحصل على القوة الحقيقية للوصلات في حالة الاستخدام الفعلي لها ، ويجب ان يتم تصميم حديد التسليح واختيار توزيعه بطريقة تجعل اتساع

الشروخ غير خطير وغالبا مايكون وضع الحديد الاضافي غير المحسوب انشائياً ضروريا مثل حديد التسليح القطري المكسح ويكون عموديا على اتجاه الشروخ المتوقعة في زوايا المبنى .

وعموما فان التصميم الجيد والتنفيذ الجيد يعطينا افضل تحكم في الشروخ وتعالج الشروخ الشعرية غير الانشائية مثل شروخ الانكماش اللدن بتنظيف السطح بالفرشاة المعدنية ثم تدمن الشروخ على طبقات من شربت حقن اسمنتيه لاصقة ؟ وعندما تكون الشروخ الشعرية عميقة وعمودية على اتجاه قوى الضغط في المنشا فمن الضروري حقن هذه الشروخ بعناية باستخدام المنتجات التي تتصلب حراريا ومن الضروري اختيار منتج منخفض اللزوجة .

الشروخ العريضة

عندما يكون عرض الشرخ كبيرا وعميقا داخل الخرسانة بحيث يصل الى التسليح فيجب معالجته لتجنب تاكل الحديد اما اذا حدث هذا التاكل في الحديد فعلا فيجب ازالة الغطاء الخرساني المغلف للحديد ، و تنظف اسياخ الحديد ، ويستبدل الغطاء المزال بخرسانة جيدة كغطاء للحديد ومن المهم في هذه الحالة استخدام الرتنجات الغروية اللاصقة والترميم بخرسانة عالية المقاومة بالدفع بالهواء باستخدام مدفع الاسمنت Gun tnemec وغالبا ما تتميز الشروخ الناتجة عن تمدد الخرسانة باحتوائها على نسبة كبريتات عالية وقد يكون من الضروري في هذه الحالة ازالة الخرسانة التالفة وتغييرها واذا كانت الشروخ ناتجة عن اسباب ميكانيكية مثل زيادة الاحمال او نقص في التسليح او استخدام خرسانة ردئية او هبوط التربة , فيجب ان نتاكد من السيطرة على هذه الاسباب قبل البدء في ترميم المبنى خاصة اذا كانت هذه الشروخ مستمرة في الزيادة .

وقد يكون من الضروري ازالة وتغيير الخرسانة المعابة واضافة طبقة من الخرسانة الجديدة مثلا نحصل على ربط الخرسانة القديمة بالخرسانة الجديدة باستخدام طبقة دهان خاصة من مادة غروية مطاطية او باستخدام لاصق Epixyde Glue وقد يكون من الضروري وضع اسياخ حديد تسليح اضافي في مجاري او ثقوب محفورة لها في الخرسانة القديمة يزرع الحديد باستخدام مونة ايبو كسية لاصقة وعندما نقرر حقن

الشروخ فيجب العناية باختيار المنتج اللزج الذي سنستخدمه وفقا لترتيب الشروخ وتوزيعها ، ووفقا لنتائج عملية الحقن .

اذ كانت الشروخ نشطة ويتغير عرضها نتيجة التأثيرات الحرارية فلا بد من ان نتاكد من عدم ظهور تأثير اجهادات الشد وشروخ جديدة بعد ملء الشروخ .

علاج الشروخ باستخدام المواد المرنة :

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

المواد المستخدمة :

تستخدم البوليمرات العضوية والاسمنت في علاج الشروخ وسوف نشير اليها بالروابط واكثر البوليمرات العضوية استخداما في الترميمات الانشائية هي الروابط الايبوكسية وهي عبارة عن مركب اساسي راتنجي Epoxy Binders او مصلد او معجل للتصلب حيث يجب خلطها بالنسب المحددة وللروابط الايبوكسية خاصية الالتصاق بالخامات كالخرسانة والحديد وقلة الانكماش كما انها ذات قوة شد وضغط عاليتين ويعيب البوليمرات العضوية ضعف مقاومتها للحريق ودرجات الحرارة المرتفعة والروابط الايبوكسية تنتمي الى فصيلة البوليمرات حرارية التصلد وهي تشمل ضمن تركيبها البوليرثان مجهزا على هيئة مركبين تتم خلطهما عند الاستخدام ويعد البوليستر من نفس الفصيلة وهو يتكون عادة من ثلاث مركبات اساس راتنجي ، وسيط مساعد ، ومعجل تصلب .

هناك فصيلة اخرى من الروابط العضوية تتكون من البوليمرات البلاستيكية Thermoplastic polymers او الروابط الاكريليكية Acrylamid biner وهي سريعة التصلب ولا تلتصق بالخرسانة ،وهي ذات انكماش عال في الماء . والاسمنت المستخدم هنا هو الاسمنت البورتلاندي العادي ، كما ان الاسمنت قليل الانكماش والاسمنت سريع التصلب يمكن خلطهما بالبوليمرات العضوية .

اختيار الخامات

يستخدم اسمنت الحقن اللباني لملء التعشيشات والفراغات الهامة ، كما يستخدم الاسمنت السريع التصلب في بعض حالات ملء الشروخ وتستخدم البوليمرات البلاستيكية (الراتنجات الاكليريكية) بصفة رئيسية لملء الشروخ تحت ضغط الماء لايقاف نفاذ الماء كما يستخدم ايضا البوليمرات حرارية التصلد .

الحد من سعة الشروخ :

يمكن تلافي وصول الشروخ في عناصر الخرسانة المسلحة الى الحد غير المسموح به باتخاذ مايلي :

استعمال الخرسانة الكثيفة ماامكن .

و تأمين طبقة كافية من الخرسانة لحماية حديد التسليح ضد عوامل التآكل بما لاتقل عن ٢ سم في السقوف المعرضة للتأثيرات الجوية ، و ٢,٥ سم للجسور والاعمدة ، على ان لاتقل سماكة هذه الطبقة عن اكبر قطر لحديد التسليح المستعمل .

المرجع : اختصار وبتصرف من مجلة المهندس العدد ٤ ربيع الاول ١٤١٧ ه .

المصدر : موقع مركز المدينة للعلم والهندسة.

انواع التشققات في المباني – اسبابها وعلاجها :

تظهر في المباني تشققات معيبة احيانا وخطرة احياناً اخرى وكنوع من التبسيط سنشير الى اهم حالات التشقق في المباني وماهي الملاحظات الواجب التأكد منها لضمان السلامة الانشائية للمبنى .

١ – التشققات الافقية في العناصر الافقية :

يحدث هذا التشقق في مناطق الالتقاء بين الجسور والجدران و سبب التشقق هو التمدد والتقلص وفرق عامل المرونة بين المادتين وهي تشققات تظهر على جانبي الغرفة و هي غير خطرة لكنها معيبة .

٢ – التشققات الشاقولية في العناصر الشاقولية :

يحدث في مناطق التقاء الاعمدة بالجدران وهي تشققات معيبة لكنها غير خطرة ايضا .

الخلاصة :

التشققات الافقية في العناصر الافقية والتشققات الشاقولية في العناصر االشاقولية تظهر على جانبي الغرفة وهي تشققات ضيقة (١ – ٢ مم) معيبة وغير خطرة ... تجري معالجتها بنزع طبقة البياض أو اللبخ ووضع طبقة من حديد تسليح BRC أو (شبك دجاج) و اعادة تنفيذ طينة مسلحة .

٣ – تشققات مائلة بزاوية ٤٥ :

وهي تشققات خطرة غالبا ولها اشكال كثيرة :

أ– تشققات مائلة بجانب فتحات الابواب العليا : قصيرة (٢٥ –٣٠ سم) ضيقة (١ – ٢ مم) .. هذه التشققات سببها نقص طول النجفة العلوية للباب Lintels او انها غير موجودة اصلا .... مما يؤدي الى تشقق الطينة والجدار احيانا تحت ضربات الباب المتلاحقة وهي تشققات غير خطرة .

يعالج هذه التشققات بتنفيذ جسر مسلح فوق الباب وتنفيذ تسليح شبك دجاج للطينة .

ب – تشققات مائلة بجانب الفتحات السفلية للنوافذ :

تشققات خطرة سببها وجود هبوط تفاضلي في احدى قواعد المبنى او اكثر ....هذا التشقق يطلب فيه استشارة مهندس مختص وخبير خصوصا اذا كان طول الشق كبيرآ .

ج– تشققين مائلين ينطلقان من زاوية العمود العلوية الى منتصف الجسر السفلي بزاوية ٤٥ من طرفي الجدار : تشقق خطر للغاية سببه وجود ضعف في الجسر السفلي او الجسر الرابط الارضي وغالبآ مايكون الجسر مكسورآ .وعندها تتم عملية دراسة كاملة لتدعيم المبنى

د – تشققين مائلين ينطلقان من زاوية العمود السفلية الى منتصف الجسر العلوي :

يتم بسبب وجود هبوط تفاضلي في احدى القواعد (مكان التشقق) ويترافق عادة مع تشققات في اطراف النوافذ السفلية .

٤ – تشققات افقية في الاعمدة :

تشقق خطير جدا سببه انهيار القاعدة تماما مما ادى الى سحب العمود نحو الاسفل يجري تدعيم العمود بواسطة اساور معدنية او طرق اخرى .

٥ – تشققات شاقولية في الجسور :

يحدث اما في الطرف وهو خطير سببه تجاوز قوي القص Shear forces للقيمة المسموحة او في الوسط وهو اكثر خطورة سببه تجاوز العزم Bending moments للقيم المسموحة لها : هذا التشقق يبدأ من الاسفل على شكل شعر يتزايد باطراد حتى يتجاوز منتصف ارتفاع الجسر ...لا يمكن تجاهله ابدا ويطلب استشارة مهندس مختص.

ملاحظات عامة :

الانهيارات المفاجئة في المباني تحدث نتيجة ضعف قيمة الكونكريت .

اما نقص كميات الحديد فتحدث انذارات كثيرة قبل الانهيار بسبب قابلية الحديد للاستطالة قبل الانقطاع بينما ينهار البيتون تحت الضغط دون استطالة و دون اي انذار مبكر .

تحدث انهيارات كثيرة بسبب الكهوف او وجود طبقات من الكلس الحي تحت المباني والتي تتأثر بكثرة بالمياه الجوفية ... وهذه الانهيارات لاعلاقة لها بصلابة المبنى فان كانت التربة ضعيفة يجب تدعيمها وتسليحها او استخدام طرق تأسيس مثل الحصائر او الاوتاد العميقة .

اسباب اخرى لانهيار المباني :

لايخفى على احد ان نقص الكميات من اسمنت او حديد يؤدي الى ضعف عام في المبنى ولكن هذا الضعف وحده لا يؤدي عادة الى الانهيار .

الاسوأ من ذلك ان هناك قطعات تقوم بوضع الكميات المطلوبة ولكن في المكان غير الصحيح .

فيتم توزيع الحديد بشكل عشوائي وفي مناطق غير مرغوبة .... وقد جهل هؤلاء ان مايزيد عن الحد ينقلب الى الضد .

تتعرض الجسور الى قوى عزم في المنتصف تجعل الجسر مشدودآ من الاسفل ومضغوطا من الاعلى :

مثال حاول ان تثبت قلم رصاص في يدك وتضغط عليه في المنتصف كيف يتم الانكسار . يبدأ الانكسار في منطقة الشد اسفل القلم ويزداد تدريجيا باتجاه الاعلى كلما زادت القوة ويحافظ القلم على تماسكه في الوجه العلوي حتى اخر لحظة قبل الانهيار .

اذا يجب ان نقوي اسفل القلم (الجسر) لنمنع التشقق قبل ان يبدأ وذلك بوضع الحديد في الاسفل .

تجري دراسة جميع الجسور على اساس ان مركز الثقل يقع تحت خط النصف ولهذا يكون الحديد السفلي اكثف من الحديد العلوي فوظيفة الحديد هي مقاومة الشد والذي يحصل تحت خط مركز الثقل بينما يقوم الكونكريت بمقاومة الضغط الموجود في الاعلى .

ساهمت (في مثالنا السابق (زيادة الحديد في الاعلى في نقل مركز ثقل الجسر من تحت خط المنتصف وهو غير مرغوب لانه يؤدي الى انقاص الارتفاع الفعال وهو الطول الواقع فوق مركز الثقل .

انهيارات ناجمة عن الاستثمار الخاطئ :

هنا لب المشاكل ، فحتى عندما يكون المبنى مدروسا و منفذا بشكل صحيح تؤدي بعض علمليات الاستثمار الى مخاطر ....

١ – مثلا : فقد قام صاحب الفيلا بازالة احد الاعمدة بحجة انها تتحمل لكنها لم تتحمل وبدأ المبنى بالتصدع .

٢ – اعمال اخرى مثل تنفيذ حفريات عميقة بجانب المباني تؤدي الى هروب التربة المضغوطة من تحت اساسات المبنى وهنا يتوجب وضع جدران استنادية فورا في القسم المحفور من التربة .

٣ – احياناً تستخدم المباني السكنية كمخازن ... وهي غير مصممة لتحمل هذه الحمولات الكبيرة.

طلب الي شخص تبيان اسباب التشقق في جدران سرداب بيته وتبين ان صاحب البيت فوقه يقوم بتخزين كميات من اكياس الحمص وحتى منسوب السقف في الطابق الارضي تحته سرداب بلغت حمولة المتر المربع (١٢٠٠ كغ / م ٢) بينما تتم التصميم عادة لتحمل (٣٠٠ كغ / سم ٢) فقط و قد ساعدت عوامل الامان للكونكريت والحديد في ابقاء المبنى متماسكا مع وجود مؤشرات خطيرة على زيادة التحميل .

٤ – احياناً يقوم البعض بفتح باب او شباك في جدار استنادي حامل فيتم بموجبه خلخلة المبنى بالكامل حيث يقرر صاحب المبنى فتح بعض الشبابيك دون الرجوع الى الجهة المصممة وهذا يؤدي الى حدوث تشققات .

الانهيارات الناجمة عن اخطاء في التصميم :

يعتقد الكثير من الناس ان الاسباب الرئيسية لانهيار المباني هو نقص الحديد او ضعف الا سمنت ولا شك ان هذه العوامل تسهم بشكل مافي الانهيارات لكنها ليست غالبا السبب الحقيقي .

ولنشرح الاسباب الحقيقية لانهيار المباني لابد ان نبين عوامل الامان التي تتخذ عند التصميم الانشائي للمباني السكنية العادية :

١ – ان أول ما يفعله المهندس المصمم هو تقدير الحمولات الطابقية بدقة ، وبما ان حمولات الوزن الذاتي ووزن السقف و قواطع الجدران (الحمولات الميتة) تحسب بدقة فليس هنا ك مشكلة فيها .

اما حمولات الاثاث والاشخاص فتختلف حسب طبيعة استثمار المبنى (سكني – مكتبة – مخزن .. الخ) وهنا تقدر الحمولات بموجب جداول يحصل فيها المبنى السكني العادي على (٣٠٠ كغ / م ٢) اي ان غرفة واحدة بمساحة ١٦ م ٢ ستتحمل (٤٨٠٠ كغ ..) (ليس هذا فقط بل ان المصمم يعتبر ان جميع الغرفة والممرات في كل طابق تحمل هذه الحمولة (٣٠٠ كغ / م ٢) بل انه يعتبر ان جميع الطوابق ملاى بالناس وهي حالة نادرة جدا .

٢ – بعد الانتهاء من تحليل الحمولات (الميتة والحية) يحسب التصميم على اساس مقاومة الكونكريت التي تبلغ عادة حوالي (١٨٠ كغ / سم ٢) ومقاومة الحديد التي تبلغ عادة (٤٢٠٠ كغ / سم٢) لكن المصمم يأخذ عوامل أمان على هذه القيم ويتابع تصميمه بعد ان يضرب مقاومة الكونكريت برقم) (٠,٤) ويكون الناتج (٧٢ كغ / سم ٢) بدلا من ١٨٠ في الواقع .

ويضرب قيمة مقاومة الحديد برقم (٠,٥٥) لتصبح المقاومة التصميمية (٢٣١٠ كغ / سم ٢) بدلا من ٤٢٠٠ وهكذا تتضاعف عوامل الامان في المباني من حيث تقدير حمولات مثالية عالية القيمة وتخفيض قيمة المقاومة للكونكريت والحديد بنسب (٠,٤ – ٠,٥٥)

اذا لماذا تنهار المباني ...؟

لاشك ان المبنى المنفذ وفق التصميم يكون اكثر امانآ من المبنى الذي ستنفذ فيه المنفذ خيارات الامان فالقيام بتعديل اقطار الحديد وخفض نسبة الاسمنت في الخرسانة اضعف القيمة الاجمالية لمقاومة المبنى .

لكن هذا نادرا مايكون سببآ للانهيار المفاجئ .

للجواب عن هذا يمكن تبسيط المسالة وشرحها كالاتى :

تحصل الانهيارات المفاجئة نتيجة عدم الدراسة الوافية للتربة ونتيجة جهل المصمم لما تحت الارض ... فهناك وسائل كثيرة لمعرفة باطن الارض وهناك علم كامل يسمى علم الجيوتكنيك مختص بدراسة التربة قبل التنفيذ وتحديد مقاومة التربة .

لكن هذه التجارب تتطلب معدات لاخذ النماذج اللازمة كما تتطلب معدات لكشف تحليل نوع التربة وايجاد طريقة التأسيس المناسبة – (اساسات منفردة – مشتركة – حصائر – اوتاد ... الخ) .

تكلف فحوصات تحمل التربة عادة قيمة لابأس بها من كلفة البناء لذلك يعتمد كثير من المهندسين على الحدس في تقدير مقاومة التربة او ياخذون عيناتهم من السطح اومن أعماق قريبة و غالبا ماتكون هذه العينات مقبولة الا اذا وجدت كهف تحت البناء او طبقة من الكلس الحي قابلة للانحلال بالماء ... وهنا تبدأ المشاكل .

قبل البدء بالتفصيل انوه أننا نعتمد (الكود الامريكي لدراسة وتصميم الخرسانة المسلحة) وهو النظام المعتمد لدينا لتصميم المنشآت .

يعتمد الكود في تصميمه للمنشآت على احدى طريقتين رئيسيتين :

الطريقة المرنة : وهي تعتمد على اخذ عوامل الامان للمواد المستنخدمة (٠,٤ للكونكريت) و (٠,٥٥ للحديد) .

الطريقة الحدية : وهي تعتمد على اخذ عوامل الامان على الحمولات بحيث نقوم بتصعيد الحمولات الميتة بنسبة (١٥٠ ٪) والحمولات الحية بنسبة (١٨٠ ٪) والحمولات الدينا ميكية (١١٠ ٪) بحيث تصبح معادلة التصميم على الحمولات كالاتي :

الحمولة الكلية = الحمولة الحية * ١,٨ * الحمولة الميتة × ١,٥ + الحمولات الديناميكية × ١,١

ولكن ماهي هذه الحمولات ؟؟؟

الحمولات الميتة : هي مجموع الوزن الذاتي للمنشأ + اوزان حمولات الاكساء الثابت (كاشي – رخام – قواطع بلوك .... الخ) .

الحمولات الحية : هي مجموع الاوزان المتوقعة للافراد و الاثاث ... الخ .

الحمولات الديناميكية : وهي حمولات الرياح – الزلازل – التمدد والتقلص – الارتجاج والدق في المعامل – الحرارة و حمولات الحريق ... الخ .

التشققات في الخرسانة

تعتبر التشققات في الخرسانة من اهم العناصر التي تعطي مؤشراً واضحا عن حالة المنشأ فهي تتباين تبعاً لخطورتها وتأثيراتها على المنشأت ومدة ظهورها كما تتباين من حيث اتساعها وعمقها ودرجة تأثيرها على المنشأ .

لذلك ، فقد قام العلماء بتقسيم التشققات وفقا لعدة معايير منها :

- **أ . حسب نوع التشققات وتأثيرها على المنشأ :**

١- التشققات البسيطة.

٢- التشققات الخطرة .

- **ب . او حسب طبيعتها :**

١- تشققات ذاتية : ناتجة عن الانكماش اللدن او الهبوط او التقلص المبكر او الجفاف

٢- تشققات خارجية : ناتجة عن زيادة الحمولات او سوء استخدام المبنى او سوء التنفيذ او سوء التصميم او عدم استعمال مواد مطابقة للمواصفات .

- **ج . او حسب اسباب التشققات :**

١- تشققات غير انشائية .

٢- تشققات انشائية .

- **د . او حسب تصلب الخرسانة :**

١- تشققات قبل التصلد .

٢- تشققات بعد التصلد .

وغير ذلك من المعايير التي تتفق جميعها على ان ظاهرة التشقق في الخرسانة هي ظاهرة خطيرة يجب دراستها فور مشاهدتها او الوقاية ما امكن من حدوثها ثم معالجة ماظهر، وذلك لتلافي المشكلات قبل حدوثها .

اسباب التشققات :

١- تشققات الانكماش اللدن :

سبب الجفاف السريع نتيجة تعرض الاسطح لتيارات هوائية شديدة مما يؤدي الى تبخر الماء بدرجة اعلى من معدل خروج مياه النزف في الخرسانة وينتج عن ذلك اجهادات شد تؤدي الى التشققات .

٢- تشققات الهبوط اللدن :

تحدث عندما تكون هناك نسبة عالية من النزف والهبوط وذلك بعد انتهاء عمليات الصب والحدل والانهاء حيث تستمر زيادة كثافة الخرسانة ذاتيا طالما انها في الحالة اللدنة وعندما تعاق هذه الحركة او تكون مقيدة بواسطة التسليح او الكوفرات او غير ذلك تؤدي الى حدوث تشققات مجاورة للعناصر المعيقة للحركة حيث تظهر التشققات فوق قضبان التسليح الثابتة وعلى شكل التسليح وتظهر بشكل تقوس عند التقاء العمود بالجسور والسقوف .

٣- تشققات التقلص الحراري المبكر :

تتولد اثناء عملية التصلب المبكر حرارة ناتجة عن التفاعل الكيميائي بين الاسمنت والماء وغالبا ما تتولد كمية كبيرة من الحرارة وترتفع درجة حرارة الخرسانة اكثر بكثير عن درجة حرارة الجو المحيط وخاصة في العناصر الضخمة ، وبعد ايام قليلة لاتزيد عن / ١٠ / ايام يهبط معدل تولد الحرارة الى اقل من معدل فقدانها (لانخفاض درجة التفاعل) فتنخفض درجة حرارة الخرسانة الى درجة حرارة الجو المحيط ، وخلال هذه التغيرات التي تطرأ على درجة حرارة الخرسانة تعاق حركة التقلص الناتجة عن انخفاض درجة حرارتها .

وتتولد نتيجة لذلك اجهادات شد تسبب التشققات . وتتناسب هذه الاجهادات مع مقدار التغيير في درجة الحرارة ومعامل التمدد الحراري ومعامل المرونة ودرجة اعاقة الحركة .

٤- تشققات الانكماش الناتج عن الجفاف :

تظهر عندما يتعرض تقلص العناصر الانشائية ذات التسليح الصغير الى منع هذا التقلص عن طريق بعض التثبيت الانشائي .

٥ - التشققات الشبكية (التشققات السرطانية) :

تنتج عن اجهادات الشد التي يتعرض لها السطح وذلك نتيجة الفروق الواضحة في كمية الماء السطحية عن ذلك المتوفرة في الطبقة الادنى منها (الداخلية) وهي لاترتبط بالزمن وانما بالظروف المناخية القاسية كانخفاض الرطوبة النسبية ، وبنوع الكوفر ، وكمية الاسمنت في الخلطة ، وطريقة الهز للخرسانة مما يؤدي احيانا الى طبقة سطحية ناعمة وغنية بالماء .

٦ - التشققات بسبب تآكل التسليح :

وهي تنتج عن تأكسد حديد التسليح بسبب رطوبة الجو المحيط او تسرب المياه من مواسير المياه او زيادة نسبة الكلوريدات بالخلطة او التحول الكربونى للخرسانة الخارجية او حدوث تشققات نتيجة اسباب اخرى غير الصدأ مما يسهل وصول الرطوبة الى التسليح ويبدأ الصدأ .

٧ - التشققات بسبب التفاعل القلوي للحصويات :

وهي تنتج عن تفاعل القلويات مع السليكات التي تظهر عند تماسك وتصلب الاسمنت ومصدر هذه القلويات هو اما املاح معدنية في الاسمنت او في الاضافات او استخدام مياه جوفية او مياه البحر او مواد اكساء تحتوي عليها .

٨ - التشققات الناتجة بسبب تفاعل الخرسانة مع الكبريتات :

تنتج عن استخدام مياه تحتوي على كبريتات قابلة للذوبان او من تربة تحتوي على كبريتات ،وعندما تتسرب هذه المواد الى الخرسانة وتتفاعل مع الومينات الكالسيوم المائية تتفاعل معها مكونة الومينات الكالسيوم الكبريتية ويصاحب ذلك زيادة كبيرة في الحجم تؤدي الى اجهادات شد موضعية عالية تسبب تآكل الخرسانة وتصدعها مع الزمن .

٩ – التشققات الانشائية :

تشققات بسبب اخطاء في التصميم :

تنتج هذه الاخطاء لبعض الاسباب التالية او جميعها :

١– عدم اتباع اشتراطات المواصفات القياسية والقواعدالتطبيقية لتصميم وتنفيذ الخرسانة المسلحة (مثل تصميم الخلطات الخرسانية)

٢ – اختيار جملة انشائية غير مناسبة .

٣ –الاخطاء الحسابية .

٤– استعمال تسليح غير كافي .

٥ – اهمال تأثير الاجهادات الحرارية .

٦ – اهمال تأثير القيود على حركة الاعضاء المعرضة لتغيرات حجمية .

٧ – اهمال تفاصيل حديد التسليح واماكن توقفها وتوزيعها والاختلاف في اقطارها وعدم الاهتمام بتفاصيل حديد التسليح وحديد الوصل بين العناصر والحديد الافقي واستعمال حديد مختلف في نفس العنصر .

٨ – نقص البيانات او عدم توضيح اماكن فواصل التمدد والتقلص وقيمة الغطاء الخرساني وعدم تحديد اماكن فواصل الهبوط وعدم تحديد اماكن فواصل الصب .

٩ – اخطاء ناتجة عن افتراض خاطئ للاحمال وحركة الاوزان على المنشأ او عدم الاخذ بالاعتبار بعض الاحمال مثل الرياح والزلازل .

١٠ – عدم اخذ تأثير تركيز الاجهادات في الاعتبار وبالاخص عند الاركان الداخلية .

١١ – سوء اختيار الاساسات المناسبة للتربة الحاملة للمنشأ .

١٢ – عدم حساب الهبوط الكلي المتوقع تحت الاساسات ومقارنته بالحدود المسموح به لنوعية التربة .

١٣ – عدم الاهتمام بتصميم الجسور القوية الرابطة للاساسات وخصوصا للاساسات التي تقع بجوار المنشأت القائمة .

١٤ – اهمال الظروف المحيطة بالموقع والتى قد تؤثر على التصميم مثل منسوب و نوعية اساسات المباني المجاورة والتغيير المنتظر في منسوب المياه الجوفية .

تشققات بسبب اخطاء في التنفيذ :

١-عدم الاهتمام بالتفاصيل المعطاة بالمخططات واعتماد المهندس المنفذ على خبرته الخاصة والشخصية .

٢ - عدم العناية بقراءة الملاحظات والتحذيرات الموجودة على المخططات .

٣-عدم الاتصال بالمنهدس المصمم لاستيضاح بعض النواحي الفنية الغير واضحة على المخططات .

٤ - عدم تتبع التعديلات المتتالية والمراحل الخاصة بالتصميم وتعديلاته .

٥ - عدم دراية والمام المهندس المنفذ بالمواصفات والشروط الفنية الخاصة بالمنشأ موضوع التنفيذ .

٦ - التخزين غير المناسب للمواد سواء الاسمنت او البحص او الرمل او الاضافات .

٧ - عدم فحص المواد المكونة للخرسانة وذلك لبيان مدى تطابقها مع المواصفات القياسية .

٨ - استخدام حديد تسليح صدأ اوعليه شحوم وزيوت او طين او مكونات اخرى تؤدي لعدم تماسكه مع الخرسانة بعد الصب .

٩ - استخدام حصويات غير متدرجة وغير متطابقة مع نسب تصميم الخلطة او تحتوي على شوائب مثل الاملاح او المواد العضوية او مواد ناعمة كثيرة .

١٠ - استخدام اسمنت منتهي المدة او اسمنت لا يتلاءم وطبيعة الظروف الجوية المحيطة بالمنشأ او لايتلاءم و نوعية الاملاح الموجودة بالتربة والملاصقة مباشرة للاساسات .

١١ - استخدام مياه غير مناسبة للخلط مثل مياه البحر او مياه جوفية تحتوي على املاح او احماض ضارة او استخدام مياه زائدة عن الحد المسموح به.

١٢ - وجود عيوب في القوالب من حيث قوته واتزانه وابعاده وعدم نفاذيته ومنسوبه مما يؤدي الى حدوث هبوط اثناء وبعد صب الخرسانة .

١٣ – عدم المعايرة الصحيحة للمواد المستخدمة .

١٤ – عيوب في طريقة الصب من ناحية الخلط او من النقل او الهز او المعالجة او استخدام كميات زائدة من الماء او المبالغة في اعمال الهز وعدم اتخاذ الحماية اللازمة للخرسانة في ظروف الحرارة الشديدة الجفاف والرياح الشديدة او التجمد او الفك المبكر للقوالب قبل وصول الخرسانة الى المقاومة المناسبة لتحميلها وغير ذلك .

١٥ – اهمال القيام بتنفيذ الاختبارات المعملية اللازمة للتأكد من جودة الخرسانة مثل تعيين مقاومة الضغط ودرجة الامتصاص او نسبة الحدل او قابلية التشغيل .

١٦ – اخطاء تعديل حديد التسليح من حيث انواع او اقطار الحديد وعدم وضعه في اماكنه الصحيحة والمسافات المحددة بالمخططات وبالتشكيل واالاطوال والامتداد المناسب مع التثبيت الجيد للحديد.

١٧ – هز الحديد بعد تصلب الخرسانة ابتدائيا وبالاخص هز حديد الاعمدة مما يؤدي الى سقوط القفائص وتراكمها في اسفل العمود او تباعدها عن الحدود المقررة مما يؤثر على كفاءة العمود .

١٨ – عدم ترك مسافة كافية بين حديد التسليح والقوالب الخشبية للحصول على تغطية مناسبة طبقا لنوع العنصر والمواصفات الخاصة به .

١٩ – عدم وضع كراسي تحت حديد تسليح مما يؤدي الى سقوط الحديد العلوي اثناء الصب الى الاسفل وعدم وجود حديد في مناطق الشد .

٢٠ – عدم وضع وصلات الحديد في الاماكن المناسبة وبالاطوال المحددة والعدد الكافي للحديد وبنفس القطر .

٢١ – عدم الاهتمام بتنفيذ فواصل الصب في الاماكن الغير معرضة لقوى واجهادات عالية وعدم تخشين سطحها من اجل التماسك عند متابعة الصب .

٢٢ – عدم الاهتمام بتنفيذ فواصل التمدد والهبوط في المنشأة او العناصر الانشائية بشكل جيد وعدم العناية بنظافتها ومعالجتها وفق الاصول مما يعني انها ستصبح منطقة ضعيفة لتسرب الرطوبة والمياه الجوفية التي تؤثر على المدى البعيد في حدوث صدأ في التسليح ثم تشقق الخرسانة .

٢٣ – عدم استقامة الاعمدة وخاصة رقاب الاعمدة .

٢٤ – عدم نزح المياه من المناطق المجاورة للاساسات .

٢٥ – الصب على تربة غير صالحة تحتوى على مواد عضوية او طين .

٢٦ – عدم الاهتمام بمواد الاملائيات بين الاساسات واستخدام تربة تحتوى على مواد كبريتية او عضوية تعمل على تآكل حديد التسليح .

٢٧ – عدم عزل الاساسات في حالة ارتتفاع منسوب المياه الجوفية عن منسوب الاساسات

٢٨ – الخطأ في تطبيق اساليب التنفيذ والخلط بينها مثل تنفيذ النواة المركزية وبارتفاعات كبيرة باستخدام طريقة القوالب المنزلقة مثلا وانشاء المبنى بالطريقة التقليدية (قوالب عادية) مما يؤدي الى هبوط نسبي غير محسوب .

٢٩ – الخطأ في تنفيذ اعمال الاكساء التي تؤدي الى حدوث التشققات والعيوب في البناء مثل عدم الاهتمام بالتمديدات الصحية مما يؤدي الى تسرب المياه الاسنة الى الجدران والاساسات وتفاعلها مع حديد التسليح .

٣٠ – كسر او فتح ثقوب كبيرة في الجسور الرابطة لتمرير التمديدات الصحية الارضية في اماكن خطرة .

٣١ – عدم تنفيذ طبقات العزل للرطوبة او الماء خصوصا بالاسقف الاخيرة للمنشا او بالاقبية او تنفيذ ذلك بطريقة سيئة غير مطابقة للمواصفات الفنية او استخدام مواد عازلة غير سليمة .

٣٢ – عدم الاهتمام برص التربة في الاقبية بشكل جيد قبل التبليط مما يؤدي الى تكسير هذه الارضيات وتسرب المياه الى تربة التأسيس , الامرالذي يؤدي الى هبوط تلك الاساسات بشكل متفاوت يؤدي الى حصول تشققات خطيرة بالمنشأ .

٣٣ – القيام بصب الخرسانة من ارتفاعات عالية مما يؤدي الى فصل مكوناته وبالتالي حصول فجوات فيه مم يعرف بعملية (Segrigation).

٣٤ – التحفير الغير سليم من قبل عمال التمديدات الكهربائية والصحية وخصوصا في الاعمدة .

التشققات نتيجة هبوط التربة وفروق الهبوط النسبية للاساسات :

١- بسبب انكماش وانتفاخ التربة بسبب تسرب المياه نتيجة الامطار او كسر انبوب مياه فان التربة تنتفخ ويزداد حجمها وهذه الحركة اكثر وضوحا في التربة المتماسكة الطينية ثم بعد ازالة الاسباب تنكمش التربة مما يؤدي الى تصدعات في المباني الطويلة قليلة الارتفاع .

٢ – بسبب التضاغط نتيجة استثمار المبنى فان الاحمال تؤدي الى ضغط يسبب هبوط في التربة يكون كبيرا وسريعا في حالة التربة الرملية واذا انقصت الاحمال نتيجة الحفر مثلا فان عملية التضاغط ستنعكس مما سيؤدي الى تصدعات وتشققات .

٣ – في حال تباين مساحات الاساسات المنفردة نتيجة تباين احمال الاعمدة تباينآ كبيرا فان الهبوطات تتناسب طرديا مع مساحة القاعدة مما يؤدي الى فرق هبوط بين الاساسات الكبيرة والصغيرة .

٤ – الهبوط نتيجة عدم الاتزان الناجم عن عوامل جيولوجية او اصطناعية او الاثنين معآ فمثلاً في التربة الطينية ذات الميول من المتوقع ان تتحرك الاساسات هابطة مع الميل ببطء اذا زادت درجة الميل عن ١ / ١٠ ويحدث هبوط اشد في حالة تساقط الجليد او وجود جرف قريب .

والخلاصة ، يجب الا يتجاوز قيم اقصى هبوط كلي للاساسات السطحية عن القيم التالية : Settlement

أ – في الاساسات المنفردة المتماسكة فى الترب (الطينية) فان أقصى هبوط كلي للاساسات السطحية يجب ان لا تتجاوز (٧٠) ملليمترا .

ب – في الاساسات المنفردة المتماسكة فى الترب (الرملية) فان أقصى هبوط كلي للاساسات السطحية يجب ان لا تتجاوز (٥٠) ملليمترا .

ج – في الاساسات الحصيرية المتماسكة Raft foundation فان أقصى هبوط كلي للاساسات السطحية يجب ان لا تتجاوز (١٥٠) ملليمترا .

د – في الاساسات الحصيرية الغير متماسكة Non combined foundation فان أقصى هبوط كلي للاساسات السطحية يجب ان لا تتجاوز (١٠٠) ملليمترا .

ولقد وجد علميا ان هناك علاقة بين قيمة الهبوط الكلي والهبوط النسبي الذي قد يلحق اضرارا بالمنشأ وعموما فان عدم تجاوز قيم الهبوط الكلي المذكورة في الجدول السابق من شانه ان يكون كافياً لان يتحمل المنشأ الهبوط النسبي بدون اضرار .

التشققات الناتجة عن زيادة الحمولات الغير متوقعة او نتيجة الحوادث اوالكوارث الطبيعية او نتيجة تغيير استخدام وماهية المبنى :

١ – تعرض الاعضاء الخرسانية اثناء التنفيذ لاحمال اكبر كثيراً من تلك الواقعة عليها اثناء استعمال المبنى .

٢ – فك القوالب بعد ثلاثة اواربعة ايام حيث مقاومة الخرسانة ضعيفة ثم وضع القوالب للسقف الذي يعلوه و صبه مباشرة .

٣ – تخزين مواد البناء والمعدات الثقيلة فوق العناصر الخرسانية وبالاخص الكانتلفرات

٤ – تغيير مكان ومواضع الحمولات التي توضع على العنصر الخرساني عن تلك المبينة في المخططات مما يسبب حمولات زائدة عن المصمم عليها العنصر .

٥ – تعرض العناصر الخرسانية الى صدمات فجائية غير متوقعة من احمال متحركة .

٦ – استخدام المنشأ في غير الاغراض التي خصص لها ،كأن يستخدم العقار السكني كمشفى او مبنى اداري او مخزن ، مما يزيد الى اكثر من ثلاثة اضعاف الحمل التصميمي الاصلي للمنشأ وهذا ما يؤدي الى حدوث تشققات في عناصر المبنى المختلفة واجهاد الخرسانة لقيم اكثر من المسموح بها .

٧ – اضافة طوابق على المنشأ غير محسوبة مما يؤدي الى زيادة الحمولات على الاعمدة و الاساسات .

٨ – عدم اخذ الكوارث الطبيعية الغير متوقعة في الحسبان مثل الزلازل والسيول والرياح والحرائق والتي تؤدي الى تولد اجهادات اضافية لم تؤخذ بالاعتبار .

التشققات نتيجة لعدم وجود صيانة وحماية للمنشآت :

١- غياب وجود حماية للمنشآت وخاصة الاساسات وبقية العناصر الانشائية المكونة للمنشآت مثل العزل وعمل الاحتياطات اللازمة لمنع التشقق وحماية شطح الخرسانة لبعض المنشآت الخاصة مثل المنشآت الساحلية ومصانع الكيمياويات والصباغة والحلويات والورق والانفاق والطرق وغير ذلك .

٢ – ضرورة حماية المنشأ ضد الحرائق الناتجة عن عيوب التوصيلات الكهربائية او توصيلات الغاز او المواد القابلة للاشتعال .

٣ – عدم توفير الصيانة اللازمة للمنشآت تؤدي على المدى الطويل الى حدوث تدهور للخرسانة وبالتالي عيوب في العناصر الانشائية المختلفة بالاضافة الى عدم سلامة العناصر والوصلات واعمال الصرف الصحي ومياه الامطار ونظام التغذية بالمياه والتوصيلات الكهربائية والغاز واجهزة التبريد والتسخين .

تقويم التشققات : تشمل عملية تقويم التشققات على تحديد مواقعها ومداها واسباب حدوثها ومدى الاحتياج للترميم وقد يضطر المهندس الذي يقوم بهذه العملية الى اعادة دراسة المخططات ودراسة المذكرة الحسابية واعادة الحسابات ومراجعة المواصفات ومطابقة ذلك كله مع ماتم تنفيذه وتدوين اي تعارض او تباين ومن ثم اعطاء الرأي حول الترميم او الاصلاح او الحلول المناسبة .

وتتم عملية تقويم التشققات وفق منهجية واضحة حسب الخطوات التالية :

١. الفحص البصري :

يستعان بمخطط الوضع الراهن للمبنى حيث يحتوى على شبكة المحاور التي صمم على اساسها وذلك لتحديد المواقع المختلفة والمريضة بدقة ومن ثم تدوين الملاحظات التالية عليه :

- اماكن الشقوق وابعادها .
- المواقع التي تصدعت فيها حواف الخرسانة .
- اماكن التسليح الظاهر وبقع الصدأ ان وجدت .
- مدى تآكل الخرسانة .
- اية اضرار اخرى ظاهرة في سطح الخرسانة مثل التعشيش .
- ومن المفضل ان ترفق هذه الملاحظات بصور فوتوغرافية توضح حالة المنشأ وشكل الشقوق وتساعد في مناقشة ودراسة الحالة مع عدد من الخبراء في مختلف الاختصاصات .

٢ – الفحص الآلى :

يمكن الطرق على السطح بواسطة مطرقة لاكتشاف التشققات القريبة من السطح بدلالة التطبيل الذي يدل على وجود نقاط ضعف او تشققات تحت السطح كما يمكن استخدام ميكروسكوب صغير مزود بتدرج على عدسته الخارجية لقياس عرض الشقوق كما يمكن استخدام اجهزة الموجات فوق الصوتية التي تعطي قيمة مكتوبة لزمن عبور الموجات وبالتالي تدل على وجود شقوق او تجاويف وهناك اجهزة اشعة سينية واشعة جاما لاستكشاف مستويات التشقق الموازية لاتجاه الاشعة وهناك اجهزة لتحديد اماكن التسليح وعمقها وقياس الحديد .

٣ – الفحص المخبري :

- الاختبارات الغير متلفة للخرسانة
- الاختبارات المتلفة للخرسانة

ويعتبر من اهم الاعمال اخذ الكور Cores الخرساني التي تستخرج من اماكن مختارة في المنشأ وذلك لبيان نوعية الخرسانة بواسطة اختبارات الضغط واختبار التفاعلات الكيمياوية او اية مواد ضارة .

٤ – مراجعة المخططات :

يجب مراجعة التصميم الانشائي ومخططات التسليح التنفيذية حتى يمكن التعرف على اماكن الضعف او المراحل التي يمكن ان تظهر عندها التشققات ويمكن مراجعة الحسابات للتأكد من ان التسليح كان كافيا لتحمل ماتعرض له المنشأ من احمال .

٥ – الحكم على الشقوق :

من الصعب وضع حدود حول عرض الشقوق المقبولة لذلك فان الكودات العالمية وضعت بعض الحدود التي تؤخذ بالاعتبار عند تصميم المنشآت الخرسانية :

- الكود البريطاني : يقبل حدآ يصل الى ٠,٢ مم .
- الكود الامريكي : يقبل شقوقا حتى ٠,٤١ مم في الاجزاء الداخلية ، و ٠,٣٣ في الاجزاء الخارجية .

طرق اصلاح التشققات :

يتم تحديد اسلوب الاصلاح على التقويم الدقيق عن اسباب التشققات ومداها ويتم اختيار الاسلوب المناسب تبعآ لما نرغب في تحقيقه من الاهداف التالية :

١- استعادة المقاومة او زيادتها .

٢- استعادة الصلابة او زيادتها .

٣- تحسين الاداء الوظيفي للمبنى .

٤- اكساب الخرسانة خاصية عدم النفاذية للماء .

٥- تحسين المظهر الخارجي لسطح الخرسانة .

٦- تحسين متانة الخرسانة.

٧- منع وصول المواد التي تساعد على تآكل الخرسانة او صدأ حديد التسليح .

خطوات الاصلاح والعلاج :

١- التشخيص السليم .

٢- تحديد تقويم مدى جدوى الاصلاح والعلاج من عدمه .

٣- وضع خطة العمل وتحديد اولويات العمل .

٤- اختيار وتحديد طريقة الاصلاح .

٥- اعداد العضو الانشائي للاصلاح .

٦- التنفيذ السليم لطريقة الاصلاح ويجب مراعاة الامور التالية :

أ- ضرورة ازالة الاسباب الاصلية التي ادت الى ظهور العيوب او التدهور .

ب – ضرورة اعداد العضو المراد اصلاحه اعدادآ جيدآ لتلقي الاصلاح .

ج – ضرورة اختيار الطريقة السليمة للاصلاح وكذلك المواد التي تستخدم في الاصلاح

د – ضرورة التطبيق الجيد لطريقة الاصلاح مصحوبة بمعالجة المنطقة اوالعضو المسلح لمدة كافية .

كيف تتم معالجة الخرسانة القديمة وما عملية ربط الجديدة

مقدمة :

من الاشياء الحديثة الهامة ترميم العناصر الانشائية ونظرا للتقدم الملحوظ في المواد الكيميائية التي تستخدم في عملية الترميم و كثرة انواعها و اختلافها فنجد ان هناك اكثر من شركة تنتج هذه المواد لاصلاح الشروخ والتصدعات في المنشآت القديمة او المنشات التي تأثرت بالزلازل او العوامل الخارجية , لذا يجب الاهتمام بهذا العلم الحديث والدراسة الجيدة والاهتمام باكتشاف مواد تنفيذ عملية الاصلاح في المستقبل .

هي عملية الغرض منها ارجاع المنشأ أو العضو الذي به عيب الى الحالة التي تم التصميم عليه لكي يقوم بالاداء الوظيفي الذي صمم من أجله وحتى لا يؤدى هذا العيب الى الخلل بباقي أعضاء المنشأ.

خطوات الاصلاح :

التشخيص

تقييم جدوى الاصلاح

الاصلاح

تحديد الاولوية لعملية الاصلاح

خطوات الاصلاح

التنفيذ السليم

التشخيص : قبل الشروع في اية اصلاحات من الضروري الوقوف على اسباب التدهور وهذا مايسمى بالتشخيص والقيام باعمال الاصلاح دون ازالة الاسباب الاصلية التي ادت الى التدهور مضيعة للجهد والمال لان العيوب ستظهر مرة اخرى , فلابد من ازالتها اولا .

تقييم جدوى الاصلاح : هذا التقيم يتطلب الاجابة على ثلاثة اسئلة :

اولها : هل الامر يستدعي عمل أصلاح ام ان التدهور غير مؤثر ؟

ثانيا : هل من الممكن عمل اصلاح فعال ؟

ثالثاً : هل الامر يستحق عمل هذا الاصلاح ؟ فقد يكون التدهور وصل الى الحد الذي لايمكن اصلاحه بتكلفة معقولة او ان الاصلاح لن يدوم فتصبح الازالة والاستبدال هو الحل الاصوب والاقل في التكلفة .

واغراض الاصلاح يمكن تقسيمها الى:

١- استرجاع او زيادة المقاومة .

٢- استرجاع او زيادة مدة الاندثار الوظيفي.

٣- تحسين القدرة على التحمل مع الزمن .

٤- تحسين الاداء الوظيفي او المظهر الجمالي .

٥- تحسين العزل للخرسانة ضد الماء .

٦- حماية حديد التسليح من الصدأ عن طريق منع وصول مسببات الصدأ اليه .

انواع الاصلاح

تقسم الاصلاحات الى قسمين هما :

١- الاصلاحات الانشائية :

وهي التي تخدم اغراض استرجاع او زيادة المقاومة للمنشأ أو هي التي تزيد من قدرة العضو على تحمل الاحمال .

٢ -الاصلاحات الغير انشائية :

و هي الاصلاحات التي لا تؤدي الى زيادة قدرة العضوالخرساني على تحمل الاحمال .

وتشمل الاتي :

- التمليح و ازالة التبقيع.
- اصلاح تساقط وتعشيش الخرسانة
- سد الشروخ وملئها وتشمل :

دهان الشروخ الشعرية - العلاج بالبخار - الملأ اليدوي - الثقب والحشو .

الحقن بالايبوكسي – الحقن بالمونة – التشرب بالبوليمرات – الالتئام الذاتي – التغطية بمادة مطاطة – اصلاح صدأ الحديد الذي لاتتعدى النسبة ٢٥ ٪ من قطر السيخ – وقف تقدم الشروخ عن طريق : التزرير – التثبيت .

المواد المستخدمة في المعالجة :

Adebond ٦٥ : أديبوند لاصق متعدد الاغراض اساسة لاتكس البوتادين سيرين يضاف الى الخرسانة والمونة الاسمنتية لتحسين خواصها .

مجال الاستعمال : تستعمل للحام الخرسانة القديمة بالخرسانة الجديدة ولحام مونة البياض الاسمنتى على الاسطح الخرسانية الناعمة و لحام الارضيات الخرسانية .

كما يستعمل لاعمال الترميم وملء اماكن التعشيش في الخرسانة ولاعمال البياض المعرض لعوامل واجهادات غير عادية .

Kemseal : كيم سيل منتج جبسي غير قابل للانكماش ويملأ مسام اسطح البياض يتم استخدامه على الاسطح الجافة والرطبة وهو مقاوم لتأثير العوامل الجوية .

طريقة الاستعمال :

– يجب تنظيف الاسطح من الاتربة والزيوت والشحوم وازالة الاجزاء الضعيفة المفككة .

– يجب توسيع الاسطح قبل ملئها بكيم سيل ويفضل اضافة الياف الكتان اوالفيبر جلاس .

– تستخدم مونة كيم سيل في سد الفجوات في الاسقف والحوائط واستعدال الاسطح .

conface ٢ : كونفيس ٢ هي منتج اسمنتى غير قابل للانكماش لمعالجة وترميم وملء مسام الاسطح الخرسانية .

مجال الاستعمال : ترميم الشروخ وملء الفراغات والتعشيش في الحوائط المبنية من الطوب ومناسبة بوجه خاص لمعالجة الشروخ بين الجدران الحجرية والهيكل الخرساني وبين

الجدران الحجرية وحلوق الابواب والشبابيك وترميم الاعمدة والسلالم وغيرها من الوحدات الخرسانية و اصلاح جوانب فواصل التمدد والانكماش

(Kemapoxy١٠١) : دهان ابيوكسي تحضيري (برايمر) ودهان مقوي للاسطح ويدهن وجه واحد او وجهين باستخدام (الفرشاة – المسدس الرش – الرولة) ويجب ان يكون السطح خالي من الاتربة والشوائب .

(Kemapoxy١٠١ W) : دهان ابيوكسي تحضيري (برايمر) ودهان مقوي للاسطح الحاوية للماء

(Kemapoxy١٠٣) : مركب ايبوكسي لحقن وترميم ولحام الخرسانة ويضمن امكانية تسرب كبير الى اعمق وادق اجزاء الشروخ والتصدعات .

(Kemapoxy١٠٤) : ايبوكسي لاحم للخرسانة القديمة بالجديدة و في حالة استخدامه باماكن مغلقة فيجب تهويتها اثناء التشغيل .

(Kemapoxy١١٠) : دهان ايبوكسي معدل بالقار للحديد والخرسانة ذو مقاومة فائقة للكيماويات والاحتكاك والتآكل كما يستخدم في دهان الخزانات والمواسير تحت الارض او تحت الماء .

كيفية استخدام المواد السابقة

في حالة استخدام هذه المواد كمادة لحامة تستخدم مباشرة كما في طريقة الاستخدام والتي غالبا ماتتواجد مكتوبة على العبوة .

أما في حالة استخدامها كمونة :

تتم اضافة الرمل الى الاسمنت بنسبة ١:١

المزج تتم اضافة الكماويات : الماء بنسبة ٤:١ ويتم المزج جيدا ويتم استخدامها فوق الطبقة التى نريد معالجتها .

المعالجة والترميم وتقوية المنشآت :

في هذه النقطة سيتم التحدث بشيء من التفصيل عن ثلاثة نقاط اساسية وهي :

معالجة الشروخ

معالجة صدأ الحديد

تقوية العناصر الانشائية

معالجة الشروخ : وقد يحتاج وهي من اهم الخطوات اللازمة لاعادة المبنى الى حالته الاصلية الى خطوات اخرى لتلافي حدوث الشروخ مرة اخرى ويتوقف ذلك على الدراسة الانشائية وتحديد اسباب الشرخ وبالتالي خطوات العلاج اللازمة ولعلاج اي مشكلة يجب ان يتم اولا ايقاف المصدر الاساسي الذي تسبب في وجود هذه المشكلة سواء كان ذلك متعلقا بالشروخ او الصدأ او الرطوبة .

علاج شروخ المباني في الجدران الحاملة :

١- الشروخ الرأسية :

الشروخ الرأسية تحدث غالبا نتيجة اختلاف الاحمال والاجهادات بين جزئين من المبنى الواحد او عند عمل امتداد لمنشأ قديم . اي تحدث هذه الشروخ في المباني ذات الاحمال المختلفة والارتفاعات المتباينة .

علاج هذه الشروخ : بتزرير قوالب حجر افقية و عمودية على الشرخ ويتم تقفيلها بمونة الجراوت او يتم ذلك بفتح دروز افقية وتوضع اسياخ حديد تسليح بعدد واقطار مناسبة ثم يتم ملئ الدروز بمونة الجراوت .

الشروخ الافقية :

ويعتبر هذا النوع من الشروخ اقل الانواع خطورة حيث تحدث هذه الشروخ نتيجة عيوب في طريقة البناء وعدم اتباع اصول الصناعة من حيث رص الحجر أو البلوكات الخرسانية أو

طابوق بشكل فنى و هندسي سليم أو نتيجة عدم الاهتمام بنسب المون او استخدام حجر أو طابوق غير متساوي او ذواجهادات كسر ضعيفة .

علاج هذه الشروخ : بتوسعته بعمق وعرض مناسبين ثم اتمام النظافة التامة ثم يملئ بمونة الجراوت .

الشروخ المائلة :

تعتبر من اخطر انواع الشروخ حيث تكون غالبا نتيجة حدوث هبوط غير متكافئ differential settllement وذلك من أختلاف توزيع التحميل على التربة .

علاج هذه الشروخ : بتوسعته بعمق وعرض مناسبين ثم اتمام النظافة الكاملة بالكومبريسر الهوائي يلي ذلك عمل تزرير بقوالب طوب عمودية على الشرخ والتقفيل بمونة الجراوت او المونة الغير منكمشة حديد تسليح او يتم ذلك بفتح دروز أو فتحات عمودية على الشرخ ووضع اسياخ حديد تسليح بعدد واقطار مناسبة ثم يتم ملئها بمونة الجراوت .

علاج شروخ المباني في المنشآت الهيكلية : شروخ المباني في المنشات الهيكلية تعتبر من اشهر انواع الشروخ و ليس من اخطرها وتحدث بين الجسور الخرسانية و المباني أو بين الاعمدة والمباني او بين اي اجزاء خرسانية والمباني المجاورة وتكون هذه الشروخ واضحة في الادوار العلوية وفي الواجهات خاصة . تحدث هذه الشروخ نتيجة عاملين أساسيين هما

- تعرض المنشأ للحرارة مع أختلاف معامل التمدد الحراري للخرسانة والطوب .
- وسوء كفاءة النجار كعدم التشحيط الجيد للمداميك اللاصقة للجسورالخرسانية وعند التقاء المباني بالاعمدة .

علاج هذه الشروخ : يتم فتح الشروخ وازالة وتكسير جميع المناطق الضعيفة ثم التنظيف الجيد ثم الرش والشربت بالمونة المضاف اليها المواد البولمرية الرابطة ثم الملئ بالمونة الغير منكمشة او بمونة الجراوت مع ضرورة التأكد من وصول هذه المونة الى عمق الشرخ .

علاج شروخ الجدران الخرسانية الجاهزة والجدران الخرسانية الحاملة :

تحدث الشروخ في هذه الانواع من الخرسانة بسبب :

- **عيوب تصميمية**
- **عيوب تنفيذية**
- **حدوث هبوط غير متكافئ**

علاج هذه الشروخ : يتم فتح الشروخ بعمق وعرض مناسبن ثم عمل النظافة التامة بالكمبريسر الهوائي ويتم دهان وجه برايمر ايبوكسي أما بالحقن او بالمونة الايبوكسية مباشرة مع اتباع جميع التعليمات الخاصة باستخدام الايبوكسي .

علاج وترميم شروخ الاساسات :

تعتبر شروخ الاساسات من اخطر الشروخ ايا كانت نوع هذه الشروخ ويجب علاجها فورآ و حتى في حالة زيادة قطاع الاساسات أو تقويتها يجب ان تتم المعالجة أولا .

تتعرض الاساسات للشروخ بسبب :

- **صدا حديد التسليح نتيجة المياه الجوفية أو المهاجمات الكيميائية .**
- **نتيجة زيادة الاحمال او خلخلة التربة بسبب سحب المياه الجوفية**
- **نتيجة حفر مبنى مجاور او نتيجة حدوث هبوط غير متكافئ .**
-

علاج هذه الشروخ : يتم ازالة الاجزاء الضعيفة ثم تتم النظافة التامة بالكومبريسر الطرطشة بمونة مضاف اليها مواد رابطة ثم يملئ بمونة الجراوت أو مونة غير قابلة للانكماش كما يتم معالجة صدا الحديد بصنفرته ودهانه بمادة ايبوكسية .

معالجة صدأ الحديد :

حيث يعتبر علاج صدأ الحديد في العنصرالخرساني من الخطوات الهامة في عملية الترميم لأنه يعتبر العنصر الاساسي في الخرسانة المسلحةالذي يحمل قوى الشد والعزوم والذي لاتتحمله الخرسانة العادية فبمعالجة صدأ الحديد وبمنع اسباب الصدأ عنه يتم اطالة عمر المنشأ والمحافظة على كيانه الانشائي ومظهره الجمالي .

معالجة شروخ السقوف الخرسانية :

يتم ترميم السقوف والخرسانة تبعا لنسبة صدأ حديد التسلييح فيها :

١ – اذا قلت نسبة صدأ الحديد عن ٢٠ ٪ :

تتم عملية الترميم للسقوف الخرسانية كما يلي : صلب السقوف الخرسانية وصلب العناصر الانشائية التي تتأثر بها وازالة البياض والغطاء الخرساني من الاسفل و تنظيف سطح الحديد جيدا حتى يبرق باستخدام فرشة سلك او برش رمل لازالة الصدا وجعل الحديد نظيف جدا. و دهان سطح حديد التسليح بمادة مانعة للصدا مادة كيمابوكسي ١٣١ دهان السطح السفلي للخرسانة بمادة كيمابوكسي ١٠٤ قبل جفاف مادة كيمابوكسي ١٠٤ يتم الرش والشربت بمونة الاديبوند ٦٥ والتي تحتوى على رمل واسمنت بحص ناعم والتي تزيد من قوى تماسك الخرسانة بالحديد .

– اذا زادت نسبة صدأ الحديد عن ٢٠ ٪ :

تتم عملية الترميم للبلاطات الخرسانية كما يلي : صلب السقوف الخرسانية وصلب العناصر الانشائية التي تتأثر بها وازالة البياض والغطاء الخرساني من الاسفل و تنظيف حديد القديم جيدا من الصدأ ودهانه بمادة كيمابوكسي (١٣١) المانعة للصدا .

يتم زرع أوتاد أو مسامير بعمق (٥ سم) وعلى مسافة من ٢٥ – ٥٠ سم في الاتجاهين داخل السقف ثم تتم تثبيت شبكة حديد التسليح المستجدة عن طريق لحام الشبكة او ربطها بسلك برباط في الاوتاد المزروعة في السقف ثم يدهن كامل سطح السقف من اسفل بمادة كيمابوكسي ١٠٤ , قبل جفاف مادة كيما بوكس ١٠٤ يتم طرطشة السقف من الاسفل باستعمال مونة الاديبوند ٦٥

الاحتياطيات والتوصيات الواجب اتباعها عند عملية الترميم :

- اتخاذ جميع الاحتياطات اللازمة لحماية المبنى والممتلكات والافراد اثناء تنفيذ عملية الاصلاح والترميم .

- تنظيم العمل بحيث يتم توزيع الاحمال المنفذة على الاعضاء الانشائية دون حدوث اي خلل في النظام للمبنى وعدم حدوث انهيار او هبوط .

- عمل الشدات والقوالب اللازمة لتحمل الحمل الاضافي الناتج عن نقص الاعضاء الانشائية اثناء الترميم .

- لايتم ترميم المبنى كله مرة واحدة وعمل جدول للترميم اي ترميم المبنى على اجزاء بحيث نبدا الترميم من الادوار العلوية وحتى السفلية بطريقة لاتؤثر على العناصر الانشائية المجاورة .

ترميم الجسور :

١- صدا حديد التسليح اقل من ٢٠ ٪ :

تتم عملية الترميم للجسور في هذه الحالة كما يلي : صلب الجسور عن طريق صلب السقوف , تزال طبقة الغطاء الخرساني اعلى حديد التسليح الذي تعرض للصدأ ينظف حديد التسليح جيدا من الصدا باستعمال فرشة سلك أو مدفع الرمل تدهن الاجزاء الخرسانية اسفل الغطاء الخرساني المراد بمادة كيمابوكسي ١٠٤ ويراعي اعادة الغطاء الخرساني قبل تمام جفاف مادة كيمابوكسي ١٠٤ أي في حدود ساعة بعد دهانها يدهن حديد التسليح بمادة كيمابوكسي ١٣١ المانع للصدا يعاد الغطاء الخرساني اعلى القفائص باستخدام مونة اديبوند ٦٥

يتم صب الغطاء الخرساني اسفل الحديد الرئيسي باستعمال مونة خاصة .

٢- صدا حديد التسليح أكثر من ٢٠ ٪ :

تتم عملية الترميم للجسور في هذه الحالة كما يلي : صلب الجسور عن طريق صلب السقوف و ازالة طبقة الغطاء الخرساني اعلى حديد التسليح الذي تعرض للصدا .

ينظف حديد التسليح جيدا باستخدام فرشة السلك و تركب أوتاد الحديد الرئيسي بنفس العدد والقطر عن طريق عمل ثقوب في الاعمدة بقطر يزيد عن قطر السيخ من (٢-٤ مم) وبعمق (٥ – ٧ مم) قطر الحديد وتملأ الثقوب بمادة كيمابوكسي ١٦٥ التي تعمل على تماسك الخرسانة بالسيخ و يركب الحديد الرئيسي المستجد في هذه الاوتاد.

و تركب القفائص الجديدة عن طريق تثبيت الاوتاد في السقف ويراعي عمل فتحات في جوانب الجسور لوضع القفائص الجديدة .

و تدهن الاجزاء الخرسانية في اماكن الغطاء الخرساني المزال وكذا في الفتحات المعدة لوضع القفائص الجديدة بمادة كيمابوكسي ١٠٤

ترميم الاعمدة :

١ – نسبة صدأ حديد التسليح اقل من ٢٠ ٪ :

تتم عملية الترميم للاعمدة في هذه الحالة كما يلي :

- **ازالة البياض والغطاء الخرساني في اماكن الاحزمة للاعمدة .**
- **تركيب الاحزمة للاعمدة كل من (٥٠ – ٧٥ سم)**
- **ازالة البياض والغطاء الخرساني في في الاماكن بين الاحزمة .**
- **ينظف حديد التسليح من الصدأ .**
- **يدهن حديد التسليح بمادة كيمابوكسي ١٣١ المانع للصدا .**
- **تنظيف السطح الخرساني والتأكد من عدم تاكله ودهانه بمادة كيمابوكسي ١٦٥ لزيادة التماسك .**
- **قبل جفاف مادة التماسك يتم طرطشة سطح العمود بالمونة الخاصة .**

٢ – نسبة صدأ حديد التسليح أكثر من ٢٠ ٪ :

كما يلي تتم عملية الترميم للاعمدة في هذه الحالة كما يلي :

- **ازالة البياض والغطاء الخرساني في اماكن الاحزمة للاعمدة .**
- **تركيب الاحزمة للاعمدة كل من (٥٠ –٧٥) سم .**
- **ازالة البياض والغطاء الخرساني في في الاماكن بين الاحزمة .**
- **زرع الاوتاد لربط القفائص الجديدة للقميص في الاتجاهين على مسافة(٢٥– ٥٠ سم) ونستخدم مونة ايبوكسي لعملية الزرع .**
- **زرع الاوتاد للحديد الرئيسي بنفس العدد والقطر المتسعمل في حديد التسليح الرئيسي للعامود .**
- **تركيب الحديد الرئيسي الجديد و القفائص الجديدة عن طريق لحامها بالاوتاد.**
- **تتم دهان سطح العامود بمادة كيمابوكسي ١٠٤ لربط الخرسانة القديمة بالجديدة ويراعي ان تتم الدهان خلال فترة ساعة واحدة قبل صب خرسانة القميص .**
- **قبل جفاف مادة التماسك تتم رش و شربت سطح العمود بمونة اديبوند ٦٥**
- **يتم صب خرسانة القميص اما عن طريق الشدات الخشبية أو عن طريق مدفع الخرسانة .**

ترميم الجدران الخرسانية :

١ – نسبة صدأ حديد التسليح اقل من ٢٠ ٪ : تتم عملية الترميم لهذه الحالة حسب الخطوات التالية :

- **ازالة البياض والغطاء الخرساني للجدار حتى يظهر حديد التسليح .**
- **تنظيف سطح حديد التسليح باستخدام فرشة سلك او باستخدام مدفع الرمل .**
- **يدهن حديد التسليح بمادة كيمابوكسي ١٣١**
- **يدهن سطح الخرسانة بمادة كيابوكسي ١٠٤ التي تعمل على الالتصاق .**
- **تتم رش سطح الجدار بمونة خاصة اديبوند (٦٥) قبل جفاف مادة الالتصاق .**

٢ – **نسبة صدأ حديد التسليح أكثر من ٢٠ ٪ :** وتتم عملية الترميم لهذه الحالة حسب الخطوات التالية :

- ازالة البياض والغطاء الخرساني للجدار حتى يظهر حديد التسليح .
- يتم زنبرة السطح الخارجي بكامل المساحة .
- تزرع الاوتاد لكل السطح على مسافات (٢٥ – ٣٠ سم) في الاتجاهين وتكون الاوتاد بقطر اكبر من قطر الحديد المستجد ب (٢ – ٤) ملم وتدخل داخل السقف .
- تزرع الاوتاد في الاساسات بنفس العدد والقطر لحديد التسليح الرئيسي
- تركب شبكة حديد التسليح ويتم تربيطها بسلك رباط مع الاوتاد الراسية والافقية .
- يدهن سطح الجدران بالكامل بمادة كيمابوكس ١٠٤ التي تساعد على الالتصاق .
- تصب خرسانة القميص باستعمال خرسانة خاصة اديبوند ١٦٥

ترميم الاساسات :

وتتم عملية الترميم للاساسات في الخطوات التالية :

- الحفر حول القواعد حتى منسوب القواعد العادية السفلي .
- حدل التربة للقواعد العادية وبالعرض المطلوب اضافة للقواعد القديمة .
- تنظيف الاسطح الجانبية للقواعد الخرسانية العادية جيدا .
- زرع الاوتاد في جميع القواعد العادية وعلى مسافات ٣٠ سم بين كل وتد.
- دهان سطح القواعد الخرسانية العادية بمادة كيمابوكس ١٠٤ التي تزيد قوى التماسك بين الخرسانة والحديد .
- قبل جفاف مادة التماسك يتم صب الزيادة في القاعدة الجديدة بمونة اديبوند ٦٥
- تنظيف الاسطح الجانبية للقواعد الخرسانية العادية جيدا .
- زرع الاوتاد للحديد المضاف بقطر ١٢ ملم للسيخ وعلى مسافات ٣٠ سم بين كل وتد .
- تركيب حديد التسليح الجديد للقاعدة المسلحة بنفس العدد والقطر للقاعدة المسلحة القديمة .
- دهان السطح بمادة كيما بوكسي ١٠٤ وصب الخرسانة الجديدة بمونة اديبود قبل جفافها
- ترك الاوتاد في القواعد المسلحة لعمل قميص الاعمدة الجديدة .

ترميم المباني من الجدران الحاملة والحجرية :

يتم عمل تقوية العناصر الانشائية وذلك في حالة :

- ضعف القطاعات الاصلية للمنشا من سوء في التنفيذ اوخطا في التصميم .
- عمل تعلية للمنشأ أى أضافة طوابق أخرى للمنشأ أى زيادة في الاحمال التي لم تكن في الحسبان .
- حدوث انهيار لاحد العناصر الانشائية مما يتطلب التعويض او التقوية لهذا العنصر.

تقوية السقوف :

ويتم ذلك حسب التقرير الفني الذي يقوم بتحديد احدى الطرق الاتية :

- اضافة طبقة خرسانة بحديد تسليح وتكون من اعلى السقف .
- اضافة طبقة خرسانة بحديد تسليح وتكون من اسفل السقف .
- اضافة تسليح شد .
- اضافة جسور خرسانية .
- بناء جدران حاملة .

١. **تقوية السقوف باضافة طبقة خرسانية علوية** : تعتبر هذه الطريقة من اسهل واسرع الطرق لعلاج السقوف وعليه فانه يجب دراسة وحساب الاحمال الاضافية الناتجة عن ذلك .

خطوات العمل :

- يتم ازالة طبقات الاملائيات او الكاشى او الشتايكرات فوق السطح الخرساني .
- بالكمبريسر يتم ازالة الغطاء الخرساني الضعيف مع النظافة التامة بالكمبريسر.
- يتم صنفرة الحديد بفرشاة سلك عادية او بالكوسرة .
- يتم دهان حديد التسليح بالايبوكسي المحتوي على زنك او بدهان يحتوي على كروميد الزنك لوقف صدا الحديد ووقف امتداده .

- يتم زرع بعض الاوتاد الراسية او بدهان يحتوي على قطر ١٠ مم او ١٢ مم كل مسافات مناسبة من ٧٥ – ١٢٥ سم وتثبيتها بالمونة الايبوكسيية او بالجراوت .
- يتم اضافة شبكة حديد مناسبة لحالة الصدأ اذا كان حديد التسليح به صدأ فيكتفي بشبكة حديد تسليح خفيف لمنع الانكماش اما في حالة صدأ الحديد المؤثر فيتم وضع فرش وغطاء مناسبة لتعويض كمية الحديد المفقودة والتي تمكن السقف من اداء وظيفتها .
- يتم صب الخرسانة بالنسب المناسبة مع استخدام اضافات زيادة المقاومة مع اضافة مواد بوليمرية رابطة للحام الخرسانة القديمة والجديدة ويفضل أيضا اضافة مواد منع نفاذية المياه خاصة في الاسقف الاخيرة وفي الحمامات والمطابخ .
- يتم الكشف عن الغطاء الخرساني السفلي وازالته في حالة وجود تطبيل او ضعف ثم علاج اي صدا بحديد التسليح بصنفرته بفرشاة سلك او بمدفع الرمل sand plast
- ثم دهان الحديد بالايبوكسي محتوى على زنك .
-

٢. تقوية السقوف باضافة طبقة خرسانية سفلية :

- **خطوات العمل :**
- يتم ازالة الغطاء الخرساني وصنفرة الحديد و وزرع الاوتاد وعمل فتحات في الجسور ولحام الحديد القديم بالحديد الجديد وكذلك لحام الخرسانة القديمة بالخرسانة الحديثة.
- يتم الصب عن طريق استخدام مدفع الخرسانة shout concrete وهو عبارة عن خزان توضع به الخرسانة مع الاضافات اللازمة .

٣. تقوية السقوف عن طريق لحام الواح من الصلب اسفل السقوف – تسليح الشد

– ويكون ذلك عند الرغبة في العلاج وتقوية السقف دون زيادة السمك .

– حيث تتم تقوية السقف بزيادة تسليح الشد.

– يتم تثبيت او لحام الواح صلب عن طريق المونة الايبوكسية او تزرع اوتاد في السقوف لتلحم بها هذه الالواح .

– يجب دهان الالواح بالدهانات الايبوكسية لحمايتها من الصدأ .

٤. تقوية السقوف باضافة جسور خرسانية أو معدنية :

والهدف من هذا العلاج هو تقليل بحر Span البلاطة حيث ستقوم الجسور بتقسيم السقف الى عدة سقوف حتى تصبح الجسر من نوع One way slab

ويتم ايضآ علاج صدأ الحديد والشروخ والتشققات كما سبق بينما في الكمرات الحديدية يتم عمل الاتي :

- **يتم عمل فتحات في الجسور الخرسانية في البحر الصغير .**
- **ويتم تنظيف الفتحات جيدا من الاتربة .**
- **يتم تجهيز الجسر بقطاع مناسب C او U او I ويتم وضع هذه الجسور بعدد مناسب على ابعاد مناسبة حسب حالة السقف حيث يجب ان تكون الجسر ملاصق تماما لسطح السقف .**
- **ويفضل لحامها بالمونة الايبوكسية لزيادة قوة الالتصاق بين السقف والجسر الحديدي .**
-

٥. تقوية السقوف باضافة ووضع جدار تحت السقف :

ويكون ذلك لنفس الغرض السابق حيث يتم تقسيم السقف الى عدة سقوف و يتم رفع السقف وازالة الخرسانة وتعرية الحديد واظهارها جيدا ثم يتم تسليح في الجزء العلوي فوق الحائط لمقاومة عزم الانحناء ثم يتم بناء الجدار الحامل تحتها .

تقوية الجسور :

تتم تقوية الجسور عند الرغبة في زيادة قدرتها على تحمل الاحمال الموجودة او الجديدة او تأثر الخرسانة بصدأ الحديد . ويتم ذلك حسب التقرير الفني الذي يقوم بتحديد احدى الطرق الاتية :

- **بزيادة القطاع**
- **بعمل شرائح حديدية**
- **بتقليل البحرSpans**
- **باضافة جسور حديدية**

- **١. تقوية الجسور بزيادة القطاع :**

- **– خطوات العمل : يتم الصلب وازالة الغطاء الخرساني وتنظيف حديد التسليح وتزريع الاوتاد وتثبيتها .**
- **يتم تربيط القفائص ولحامها بالاوتاد السابق زرعها ثم يربط الحديد السفلي بالقفائص جيدا او يتم لحامه .**
- **يتم دهان الحديد بالدهانات الايبوكسة**
- **– يتم رش – شربت– بمونة بنسبة اسمنت عالية مع مواد بوليمرية رابطة .**
- **يتم عمل قوالب خشبية او حديدية ويتم تجهيز خرسانة ناعمة واضافات زيادة مقاومة الانضغاط وزيادة السيولة** workblity
- **ويتم الصب من اعلى القالب او عن طريق عمل فتحات من اعلى السقف وهذا طريق افضل لامكانية الصب وزيادة التماسك .**

- **٢. تقوية الجسور بعمل شرائح حديدية :**

- **يتم استخدام شرائح الحديد في الحالات الاتية :**
- **زيادة القص** shear strength **عند قلة عدد القفائص او ضعف او قلة الحديد .**
- **عند وجود شروخ كبيرة نافذة**
- **خطوات العمل :**
- **يتم علاج شروخ وتشققات الجسور اولا ثم تنظيف الاماكن المحددة لتثبيت الشرائح الحديدية** – steel plates
- **يتم عمل فتحات في الشرائح الحديدية ثم تثبت بالمونة الايبوكسية .**
- **ثم يتم عمل مسامير فيشر خلال الفتحات للتثبيت الجيد .**
- **يتم تغطية الحديد بالمونة الايبوكسية .**

- ٣. **تقوية الجسور بتقليل البحر :**

- **وفيها يتم تقليل بحر الجسر Spans لزيادة كفاءتها بتقليل العزم الواقع عليها ويكون ذلك بزيادة عرض الركيزة عن طريق زرع الاوتاد وعمل قفائص بالطرق السابقة**
- **ثم عمل قوالب خشبية او حديدية .**
- **ثم صب الخرسانة باستخدام بحص ناعم واضافات زيادة السيولة وقوة الخرسانة .**

- ٤. **تقوية الجسور باضافة جسور حديدية :**

تعتبر من الطرق السريعة والتي اثبتت والحديدية كفائتها ففي هذه الحالة تكون الاحمال محملة على الجسور الخرسانية والحديدية .ويتم حسب هذة الخطوات :

- **يتم تثبيت جسور حديدية حرف U او I اوC بقطاع مناسب لبحر الجسر .**
- **يتم عمل فتحات في الاعمدة وتزرع هذه الجسور بالمونة الايبوكسية او الجراوت او بالمونة البوليمرية .**
- **يجب التثبيت الجيد بين الجسور الحديدية والخرسانية وذلك بمونة ايبوكسية لضمان الالتصاق الجيد .**

- تقوية الاعمدة :

يتم اللجوء لتقوية الاعمدة الخرسانية في الحالات التالية :

- **عند الرغبة في زيادة حمل العمود سواء بسبب زيادة عدد الادوار او بسبب الخطأ في التصميم .**
- **اكتشاف ان مقاومة الانضغاط لخرسانة العمود او نسبة ونوعية حديد التسليح اقل من المنصوص عليه في المواصفات القياسية .**
- **وجود ميل في الاعمدة اكبر من المسموح به في المواصفات القياسية .**
- **حدوث هبوط في الاساسات .**

- **وتتم تقوية الاعمدة عن طريق :**

- **١.طريقة عمل القمصان الخرسانية المسلحة للاعمدة :**

يعتبر القميص الخرساني من الطرق الناجحة لزيادة قطاع المنشآت الخرسانية سواء كان هذا المنشا عمود خرساني او جدار خرساني او جسور او اساسات حيث يعمل القميص على تزويد القطاع الخرساني المسلح وبالتالي زيادة قدرة العمود على تحمل الاحمال الواقعة عليه .

خطوات العمل :

- **يتم صلب مناطق التقاء وتلامس السقوف حول العمود المراد عمل قميص خرساني له.**
- **يتم ازالة الغطاء الخرساني لهذا العمود بحرص وحذر شديدين ويفضل ان يتم ذلك يدويا لمنع حدوث اهتزازات بالعمود .**
- **يتم تنظيف السطح الخرساني جيدا .**
- **يتم تنظيف حديد التسليح جيدا بفرشاة سلك او بمدفع الرمل sand plast ثم يتم دهانه بالايبوكسي .**
- **يتم عمل فتحتين او اكثر بطول العامود كل مسافة من ٥٠–٧٥ سم على ان تكون الفتحة بقطر ١٠ سم ثم تزرع مسامير الحديد بقطر ١٠مم –١٢ مم وذلك بالمونة الايبوكسية او بمونة الجراوت , وهذه المسامير لتربيط القفائص بها بنظام الزرجينة .**
- **يتم زرع مسمارين بهذه الفتحات بقطر ١٠ مم او ١٢ مم .**
- **يتم تربيط القفائص في المسامير الافقية التي تم زرعها .**
- **يتم رش العامود بمونة بنسبة اسمنت عالية مع اضافة مواد رابطة بوليمرية .**
- **يتم تجهيز مونة صب الخرسانة حسب طريقة الصب على ان يتم عمل خلطة تصميمية لذلك design mix و يتم توفير حصو ناعم او بحص ٥ مم الى ١,٢ سم مع اضافة مواد زيادة سيولة الخرسانة وزيادة الاجهادات .**

- تتم صب القميص من خرسانة غير منكمشة تتكون من الحصو الناعم والرمل والاسمنت بنسبة لاتقل عن ٤٠٠ كجم / م ٣ والاضافات المانعة للانكماش مثل اديكريت Bvs و اديكريت Bvf بنسبة لاتقل عن ٦ كج / م ٣ .

- ٢. تقوية الاعمدة بطريقة عمل قمصان حديدية:

تستعمل القمصان الحديدية في حالة الحاجة الى ترميم العمود وزيادة احماله بدون زيادة الابعاد الخرسانية .

خطوات العمل : تعمل احزمة كل ٥٠ – ٧٥ سم بكامل طول العمود عن طريق ازالة الغطاء الخرساني بعرض ٥ سم في اماكن الاحزمة , وتنظيف حديد التسليح جيدا من الصدا ودهانه بمادة كيمابوكسي ١٣١ ثم ربط العمود في اماكن الاحزمة بقفائص حديد قطر ٨–١٠ مم ويتم تقفيل الاحزمة على سطح العمود باستعمال الزرجينة .

وفي حالة الاعمدة ذات القطاعات الكبيرة يمكن تثبيت الاحزمة في العمود عن طريق اوتاد تزرع في اسطح العمود ثم تملأ اماكن الاحزمة بمونة اديبوند ٦٥ او كونفيس ٢ اف او كيمابوكسي ١٦٥ , ثم يزال الغطاء الخرساني في الاماكن بين الاعمدة , ثم ينظف حديد التسليح من الصدا ويدهن بمادة كيمابوكسي ١٣١ المانعة للصدا .

بعد ذلك يركب القميص الحديدي بالابعاد والسمك المطلوب في التصميم الانشائي .

ويمكن ان يكون القميص من الواح الصلب تغطي كامل سطح العمود اومن قطاعات صلب الانشاء مثل الخوص والزوايا وغيرها .

ثم تملأ الفراغات بين القميص والعمود الخرساني باستعمال مونة كيمابوكسي١٦٥

وفي حالة القمصان المغلقة التي تتكون من الواح من الصلب يترك فتحات في جوانب القمصان لصب مونة كيمابوكسي ١٦٥ اللاصقة على ان يبدا الصب من الاسفل الى الاعلى .

تقوية الاساسات :

تعتبر تقوية وعلاج الاساسات من اهم مراحل علاج المنشأ لما يقع عليها الاحمال الكاملة لهذا المنشأ من عبء شديد وعليه يجب ان تتم عمليتي التقوية والعلاج باتقان .

وتوجد العديد من الطرق لاجراء عملية التقوية منها :

- زيادة ابعاد القواعد العادية والمسلحة .
- تحويل القواعد العادية اوالمسلحة المنفصلة الى قواعد مسلحة متصلة.
- زيادة سمك القواعد المتصلة المسلحة .
- تقوية الاساسات الخازوقية بالقمصان واضافة خوازيق جديدة .
- ونظرا للتفاعل بين التربة والاساسات نلجا لتقوية التربة عن طريق الحقن .

١. تقوية الاساسات بزيادة القطاع الخرساني :

نحتاج الى تقوية الاساسات بزيادة القطاع في الحالات الاتية :

- ظهور عيوب حدثت بالاساسات من الناحية التصميمية .
- ظهور عيوب حدثت بالاساسات من الناحية التنفيذية .
- تعرض الاساسات الى هجوم كيماوي .
- وصول صدأ الحديد بالاساسات الى مرحلة خطيرة .
- عند الرغبة في اضافة احمال جديدة الى المنشا .
- عند الرغبة في تغير الغرض من استخدام المنشا .

خطوات العمل :

- يتم الحفر للوصول الى القواعد العادية والمسلحة .
- يتم حدل جيد للتربة حول القواعد .
- يتم تنظيف القواعد العادية جيدا .
- يتم زرع اوتاد حديد قطر ١٢ او ١٦ مم في جميع جوانب القواعد العادية .
- يتم عمل فتحات بقطر وعمق مناسب وعلى مسافات من ٥٠ – ٧٥ سم في الاتجاهين .
- ثم التنظيف وزرع الاوتاد بالمونة الايبوكسية .
- ويتم رش و عمل شربت القواعد العادية بمونة نسبة الاسمنت فيها ٤٠٠ كج / م ٣ مع اضافة مواد رابطة بوليمرية .

- يمكن عمل تسليح خفيف بين القواعد العادية ثم يتم الصب .
- بعد ذلك عمل اوتاد في القواعد المسلحة كماسبق ذكره .

٢. تقوية الاساسات بتحويل القواعد المنفصلة الى قواعد متصلة :

يجب اتباع الخطوات السابقة والخاصة بعلاج صدأ الحديد وعلاج الشروخ والتشققات الموجودة بالاساسات مع عمل الحماية اللازمة .

خطوات العمل :

- يتم الحفر حتى الوصول الى الخرسانة العادية ذات القواعد المنفصلة واتباع الخطوات السابقة لتحويل هذه القواعد الى قواعد متصلة .
- يتم فرش جديد لتسليح حديد باقطار ١٢ او ١٦ مم وربطه او لحامه في الاوتاد .
- يتم دهان الخرسانة بالايبوكسي والرش بمونة الاسمنت فيها ٤٠٠ كج / م ٣ مع اضافات تقليل الانكماش ومنع النفاذية وزيادة مقاومة الانضغاط .

٣. تقوية الاساسات المتصلة بزيادة السمك :

خطوات العمل :

- يتم عمل فتحات باقطار مناسبة وعلى مسافات في حدود ٧٥ – ١٠٠ سم ويزرع حديد بقطر ١٢ – ١٦ مم واللحام بالايبوكسي .
- يتم تركيب الحديد الاضافي وربطه او لحامه بالاوتاد المزروعة .
- يتم دهان الخرسانة بالايبوكسي اللاحم للخرسانة القديمة بالجديدة .
- يتم صب الخرسانة مع استعمال اضافات تقليل الانكماش وزيادة مقاومة الانضغاط .

٤. حقن التربة :

ويتم حقن التربة لزيادة اجهاداتها ومقاومتها للاحمال الواقعة عليها , ونلجأ الى حقن التربة في حالة تعلية المنشأ أي أضافة طوابق اخرى عليها أو تغيير استخدامه مع زيادة قطاعات الاعمدة والجسور ومن أشهر المواد التى تستخدم فى حقن التربة لهذه الاغراض هي مادة البنتونيت .

مراجع البحث :

١- الحكم على سلامة المنشآت الخرسانية د. م حبيب زين العابدين

٢- دليل المهندس الانشائي لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية

الجزء الرابع (عيوب وفحص وترميم وتقوية المنشآت الخرسانية أ . د . م عبدالرحمن مجاهد .

٣-تصدع المنشآت الخرسانية وطرق اصلاحها أ . د شريف ابو المجد – أ . د عمر وسلامة .

٤ – اسباب انهيارات المباني د . م خليل واكد .

٥- امراض المباني د . م زكي حواس .

٦-اساليب المعاينات واسباب الانهيارات أ . د . شريف ابو المجد .

٧-تصدع المنشآت (الاسباب –طرق المعالج والتدعيم) الدكتور المهندس شريف برقاوي .

٨ – التشققات في العناصر البيتونية المهندس عماد درويش .

٩ – الشروخ والترميمات المهندس حسين محمد جمعة .

الفهرست

المواضيع	الصفحة
مقدمة عن التصدعات	١
تصنيف التصدعات	٣
الشقوق الخرسانية	٥
أنواع التشققات في المباني	١٦
تقسيمات التشققات الخرسانية	٢٣
أسباب التشققات	٢٤
معالجة الخرسانة القديمة	٣٦
ترميم الجسور	٤٤
ترميم الاعمدة	٤٥
ترميم الجدران الخرسانية	٤٦
ترميم الاساسات	٤٧
تقوية السقوف	٤٨
تقوية الجسور	٥١
تقوية الاعمدة	٥٢
تقوية الاساسات	٥٥
مراجع البحث	٥٨
الفهرست	٥٩