

Republic of Iraq  
Ministry of Higher  
Education and Scientific Research  
University of Technology  
Building and Construction Engineering Department



# *Investigating The Compatibility Between Repair Materials and Damaged Substrate Concrete*

A Thesis Submitted to the  
Building and Construction Engineering Department  
University of Technology  
In Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science in  
Building Materials Engineering

*By*

*Tahseen Diwan Saadoon*

(B.Sc. Building and Construction Engineering 2009)

*Supervised By*

*Assist. Prof. Dr. Kais J. Frieih      Dr. Maan S. Hassan*

**January 2012**

**Safar 1433**

## *Abstract*

A wide variety of repair materials are available for use with repairs on concrete. These materials possess a broad range of physical and mechanical properties. Previous investigations on the durability of repairs indicate that among the principal reasons for premature failures of concrete repairs is the improper selection of repair materials, based on repair materials properties without investigating the compatibility between the repair material and the substrate concrete. Composite section of repair materials and substrate concrete are considered to be compatible only in case of withstanding all stresses induced by applied load under different environments over a designed period of time.

In this study, the compatibility of five different types of repair material (conventional mortar, polymer-modified mortar, silica fume mortar, and two commercial mortars (EUCOGROUT and HSXtra mortar)) with two types of substrate concrete (C<sub>25</sub> and C<sub>50</sub>) is investigated in three stages. First, individual properties such as flow, compressive strength, flexural strength, bond strength, drying shrinkage, porosity, and chloride ingress of the repair materials are measured. Second, the compatibility is evaluated, using a flexure test on a composite beam under third point loading. Third, the correlations between the individual properties of repair materials and the performance of the composite beam under flexural loading are explored to predict the durability of the repaired concrete. Total number of (337) specimens are cast, cured, and evaluated, using standard test procedures.

Results show that these mechanical and physical properties of repair material are significantly varied from each other. Low water cement ratio causes decrease in drying shrinkage and reduces the risk of cracking. Through the regression analysis on the experimental data collected, power relation with coefficient of determination ( $R^2$ ) of 0.766 is obtained between compressive and flexural strength.

Compatibility stage results indicate that the shape of the edge of the area being repaired has a significant effect on flexural strength and the failure mode observed in the composite prisms. It is also observed that no significant correlation of individual repair materials exists with the compatibility. However, bond strength and drying shrinkage have the highest correlation coefficient (Average  $R^2=0.8193$  and  $0.8168$  respectively), while porosity and chloride ingress have lowest correlation coefficient (Average  $R^2=0.3797$  and  $0.2470$  respectively) with the composite beam.



جمهورية العراق  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
الجامعة التكنولوجية  
قسم هندسة البناء والانشاءات

# تحري التوافق بين مواد الأصلاح و الخرسانة المتضررة

رسالة مقدمة الى قسم هندسة البناء والانشاءات في الجامعة التكنولوجية  
وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في هندسة مواد البناء

من قبل

**تحسين ديوان سعدون**

(بكالوريوس هندسة بناء وانشاءات، ٢٠٠٩)

بإشراف

**د. معن سلمان حسن**

**أ.م. د. قيس جواد فديح**

صفر ١٤٣٣

كانون الثاني ٢٠١٢

## الخلاصة

تتوفر انواع مختلفة من مواد الاصلاح الخرسانية والتي لها مدى واسع من الخواص الميكانيكية والفيزيائية. اشارت الدراسات السابقة التي اجريت حول ديمومة مواد الاصلاح الخرسانية الا ان احد الاسباب الرئيسية للفشل المبكر لنظام الاصلاح هو الاختيار غير الملائم لتلك المواد, حيث يعتمد هذا الاختيار على خاصية منفردة لتلك المواد دون التحري عن مدى التوافق بين خواص مادة الاصلاح و جسم الخرسانة المطلوب اصلاحه. يوصف المقطع المكون من مادة الاصلاح و جسم الخرسانة بانه متوافق عندما يستطيع تحمل الاجهادات المتوقعة (الناتجة عن الاحمال المسلطة او الظروف البيئية المختلفة) خلال عمر المنشأ التصميمي .

تم التحري، في هذه الدراسة، عن التوافق لخمس انواع مختلفة من مواد الاصلاح ( المونة التقليدية، المونة المطورة بالبوليمر، مونة السليكا المكثفة، ومواد اصلاح تجارية (مسماة تجاريا (EUCOGROUT , HSXtra)) مع نوعين من الخرسانة وعلى ثلاث مراحل.

اشتملت الاولى على قياس صفات محددة مثل: الانسياب، مقاومة الانضغاط، مقاومة الانثناء، قوة الربط، انكماش الجفاف، المسامية، واختراق الكلوريد. وفي الثانية تم تقييم التوافق عن طريق فحص الانثناء لعتبة خرسانية مركبة باستخدام طريقة التحميل بنقطتين. المرحلة الثالثة، تضمنت التحري عن الصفات المؤثرة على ديمومة الاصلاح من خلال تقييم مدى ترابط الخواص لمواد الاصلاح مع الاداء للعتبة الخرسانية المركبة اثناء فحص الانثناء. تضمن العمل صب و

معالجة و فحص عدد كلي من النماذج يساوي ( 337 ) نموذج باستخدام طرق فحص قياسية. اشارت النتائج الى وجود تباين كبير في الخواص الميكانيكية و الفيزيائية لمواد الاصلاح. ادى انخفاض نسبة الماء الى السمنت الى تقليل انكماش الجفاف وبالتالي تقليل مخاطر التشقق. كما تم الحصول على علاقة اسية بمعامل ارتباط (0,766) بين مقاومتي الانضغاط والانثناء باستخدام طريقة تحليل الانحدار.

بينت نتائج التوافق بان شكل الحافة لمنطقة الاصلاح لها تاثير كبير على مقاومة الانتشاء ونمط  
الفشل للعتبة الخرسانية المركبة. كما بينت النتائج عدم وجود ترابط مهم (موثر) بين خواص مواد الاصلاح  
بشكل منفرد مع التوافق, مع ذلك كان لقوة الربط وانكماش الجفاف معامل الترابط الاعلى (  $R^2$  كمعدل =  
0,8193 و 0,8168 على التوالي), بينما كان معامل الارتباط لصفتي المسامية والاختراق للكوريد الاقل  
(  $R^2$  كمعدل = 0,3797 و 0,247 بشكل متتالي).