شبكة المعلومات الجامعية

بسم الله الرحمن الرحيم

شبكة المعلومات الجامعية

شبكة المعلومات الجامعية

التوثيق الالكتروني والميكروفيلم

شبكة المعلومات الجامعية

جامعة عين شمس

التوثيق الإلكتروني والميكروفيلم

قسم

نقسم بالله العظيم أن المادة التي تم توثيقها وتسجيلها علي هذه الأقراص المدمجة قد أعدت دون أية تغيرات

يجب أن

تحفظ هذه الأقراص المدمجة بعيدا عن الغبار

شبكة المعلومات الجامعية

بعض الوثائق الأصلية تالفة

بالرسالة صفحات لم ترد بالأصل

إعادة تأهيل الإطارات الخرسانية ذات صلب التسليح الصدئ

إعداد

أحمد عبد الحليم عبد الرحمن الجابرى

رسالة مقدمة إلى كلية الهندسة، جامعة القاهرة

كجزء من متطلبات الحصول على درجة الدكتوراه

فى

الهندسة الإنشائية

كلية الهندسة، جامعة القاهرة

الجيزة، جمهورية مصر العربية

مايو ٢٠٠٦

إعادة تأهيل الإطارات الخرسانية ذات صلب التسليح الصدئ

إعداد

أحمد عبد الحليم عبد الرحمن الجابرى

رسالة مقدمة إلى كلية الهندسة، جامعة القاهرة

كجزء من متطلبات الحصول على درجة الدكتوراه

فى

الهندسة الإنشائية

تحت إشراف

أ.د. محمد سامح محمد هلال

أستاذ مقاومة وتكنولوجيا المواد

قسم الهندسة الإنشائية

كلية الهندسة – جامعة القاهرة

أ.د. هبة حامد بهنساوى

أستاذ مقاومة المواد

رئيس قسم مقاومة المواد

المركز القومى لبحوث الإسكان والبناء

د. محمد محسن العطار

أستاذ مساعد بقسم الهندسة الإنشائية

كلية الهندسة – جامعة القاهرة

كلية الهندسة، جامعة القاهرة

الجيزة، جمهورية مصر العربية

مايو ٢٠٠٦

إعادة تأهيل الإطارات الخرسانية ذات صلب التسليح الصدئ

إعداد

أحمد عبد الحليم عبد الرحمن الجابرى

رسالة مقدمة إلى كلية الهندسة، جامعة القاهرة

كجزء من متطلبات الحصول على درجة الدكتوراه

فى

الهندسة الإنشائية

يعتمد من لجنة الممتحنين:

أ.د وائل محمد الدجوى

أ.د أحمد موسى عبد الرحمن

أ.د محمد سامح محمد هلال (مشرف على الرسالة)

أ.د هبه حامد بهنساوى (مشرف على الرسالة)

كلية الهندسة، جامعة القاهرة

الجيزة، جمهورية مصر العربية

مايو ٢٠٠٦

شكر وتقدير

فى هذه الكلمات القليلة التى أعجز فيها عن التعبير عن مشاعرى وتقديرى لأساتذتى،

أتقدم بخالص الشكر والتقدير **للأستاذ الدكتور محمد سامح هلال**؛ أستاذ مقاومة وتكنولوجيا المواد، قسم الهندسة الإنشائية، جامعة القاهرة، على المجهود الذى بذله من خلال إشرافه على هذا البحث متمثلا فى فكره وتقديمه الدعم المستمر للتغلب على كل المشاكل التى اعترضت هذا البحث. وكذلك إصراره على كتابة الرسالة باللغة العربية والمجهود الكبير الذى بذله فى مراجعة الرسالة لتخرج بلغة عربية تقنية سليمة.

كما أتقدم بخالص الشكر والتقدير **للسيدة الأستاذ الدكتور هبه حامد بهنساوى**؛ أستاذ مقاومة المواد ورئيس قسم المواد بالمركز القومى لبحوث الإسكان والبناء على مجهودها الكبير من خلال إشرافها ومتابعتها المستمرة ونصائحها ودعمها القوى بتسهيل استخدامى لكل الإمكانات الفنية والبشرية بالمركز.

كل الشكر والتقدير **للدكتور محمد محسن العطار**؛ المدرس بقسم الهندسة الإنشائية، جامعة القاهرة على اهتمامه الكبير من خلال إشرافه ومتابعته المتواصلة للبحث ونصائحه المستمرة ودعمه فى إعداد هذا البحث.

كل الشكر والتقدير والاحترام **للأستاذ الدكتور أحمد موسى**؛ أستاذ الخرسانة، بهندسة المطرية، جامعة حلوان، على المجهود الوفير الذى بذله والوقت الذى أنفقه ببرنامج الحاسب الخاص به عن العناصر المحددة ليساهم فى إثراء الجزء النظرى بالبحث.

شكر وتقدير خاص للعاملين بمعملى مقاومة المواد والخرسانة المسلحة بالمركز القومى لبحوث الإسكان والبناء، واللذان تم فيهما صب واختبار الإطارات، وأخص بالشكر **الدكتور يحيى عبد المجيد** لمساعدته الكبيرة فى إعداد أسلوب الاختبار لعينات هذا البحث.

موجز الرسالة

تعانى المنشآت الخرسانية أحيانا من التصدع وحدوث بعض الانهيارات بها، ويعتبر صدأ صلب التسليح واحدا من أهم الآليات الواضحة التى تتسبب فى تصدع المنشآت الخرسانية المسلحة وانهيارها مبكرا. لذلك كان لزاما أن يكون إعادة تأهيل المنشآت الخرسانية المتصدعة بسبب صدأ صلب تسليحها شاغلا للباحثين.

اهتم هذا البحث بإعادة التأهيل لعنصر من أهم العناصر الإنشائية، ألا وهو الإطار الخرسانى. والبحث عبارة عن دراسة معملية ونظرية لسلوك الإطارات الخرسانية المسلحة بعد تعرض صلب تسليحها للصدأ.تم تنفيذ ٤ إطارات مسلحة بصلب تسليح أملس صدئ مستخرج من بعض المبانى السكنية القديمة مع تنفيذ إطار من نفس الصلب بدون صدأ؛ كما تم تنفيذ ٨ إطارات مسلحة بصلب تسليح عالى المقاومة. عُرضت ٧ إطارات منها لصدأ تسليحها باستخدام أسلوب الصدأ المعجل – ٤ إطارات تعرض تسليحها للصدأ من الخارج والداخل – ٣ إطارات تعرض تسليحها للصدأ من الخارج فقط. يهدف البحث إلى دراسة سلوك هذه الإطارات والتى تم إعادة تأهيلها باستخدام الطريقة الحديثة والطريقة التقليدية وتقييم كلا الطريقتين. وتتمثل الطريقة الحديثة فى لصق طبقة أو طبقتين من البوليمرات المسلحة بألياف الكربون(CFRP) خارجيا على سطح الخرسانة باستخدام أشكال مختلفة. وتتمثل الطريقة التقليدية فى إضافة صلب التسليح مع استخدام كانات مقترحة لضمان الفعل المركب(Composite action) بين التسليح المضاف والتسليح الأصلى. فى كلا الطريقتين تم استخدام مبدأ إعادة توزيع العزوم فى علاج الإطارات. يهدف البحث أيضا إلى: أ- إنشاء برنامج حاسب آلى لتقدير مقاومة الانحناء القصوى المتبقية للقطاعات الحرجة وكذلك مقاومة الحمل القصوى المتبقية للإطارات التى تعرض صلب تسليحها للصدأ- تقدير مساحة البوليمرات المسلحة بالألياف(FRP) أو الصلب المطلوبة للوصول إلى مقاومة الانحناء القصوى للقطاعات الحرجة وكذلك مقاومة الحمل القصوى للإطارات قبل تعرض صلب تسليحها للصدأ- توقع سلوك القطاعات عند مراحل التحميل المختلفة. ب- استخدام نموذج نظرى يعتمد على التحليل اللاخطى بطريقة العناصر المحددة لوصف سلوك الإطارات الخرسانية التى تعرض صلب تسليحها للصدأ أو التى لم تتعرض للصدأ أو التى تم إعادة تأهيلها. ج- مقارنة نتائج الدراسة المعملية بالدراسة النظرية.

تم اختبار الإطارات تحت تأثير حملين مركزين متساويين فى الثلث الأوسط لكمرة الإطار.

أوضحت نتائج الدراسة أن صدأ صلب التسليح يؤثر بدرجة كبيرة على سلوك الإطارات الخرسانية المسلحة متمثلا هذا التأثير فى زيادة الترخيم ونقص المقاومة القصوى والممطولية والكزازة، ويكون هذا التأثير بالغ الخطورة إذا حدث نخر (Pitting) لصلب التسليح فى أماكن القطاعات الحرجة. أوضحت الدراسة أيضا إمكانية إعادة تأهيل الإطارات الخرسانية ذات صلب التسليح الصدئ سواء باستخدام الطريقة الحديثة أو التقليدية- يمكن الاعتماد على مبدأ إعادة توزيع العزوم لإعطاء إمكانية أكبر فى طريقة العلاج- استخدام نسبة كبيرة من البوليمرات المسلحة بالألياف يقلل بدرجة كبيرة من ممطولية الإطارات. حدثت إعادة لتوزيع العزوم بمقدار ٢٧% مع عدم زيادة فى الترخيم أو الشروخ عند أحمال التشغيل. كما أوضحت نتائج الدراسة النظرية توافقا جيدا مع النتائج المعملية.

المحتويات

	الصفحة
شكر وتقدير	أ
موجز الرسالة	ب
المحتويات	ث
قائمة الجداول	ز
قائمة الأشكال	ص
قائمة الصور	أأ
الباب الأول	
مقدمة	١
١-١عام	١
١-٢ صدأ صلب التسليح	١
١-٢-١ تفاعل الكربنة	٢
١-٢-٢مداهمة أملاح الكلوريدات	٣
١-٣ آلية صدأ صلب التسليح	٤
١-٤ المشاكل المترتبة على صدأ صلب التسليح	٥
١-٥ أهداف البحث	٥
١-٦ مكونات الرسالة	٦
الباب الثانى	
طرق تدعيم وإعادة تأهيل العناصر الخرسانية المسلحة	١٢
٢-١ مقدمة	١٢
٢-٢ طرق التدعيم	١٢
٢-٢-١ الطريقة التقليدية	١٢
٢-٢-٢ الطريقة الحديثة	١٣
٢-٢-٢-١ الراتنجات لأنظمة البوليمرات المسلحة بالألياف	١٣
٢-٢-٢-٢ ألياف التسليح للبوليمرات المسلحة بالألياف	١٤
٢-٢-٢-٣ الخواص الميكانيكية للألياف	١٥
٢-٢-٢-٤ مميزات نظام البوليمرات المسلحة بالألياف	١٥

٢-٢-٢-٥ عيوب نظام البوليمرات المسلحة بالألياف ١٥
٢-٢-٢-٦ أشكال الانهيار للبوليمرات المسلحة بالألياف(FRP) ١٦
٢-٢-٢-٧ البحوث والدراسات السابقة لتحسين شكل الانهيار ١٧
٢-٢-٢-٨ ممطولية العناصر المدعمة بالبوليمرات المسلحة بالألياف ١٩
٢-٢-٢-٩ تأثير الظروف والعوامل الجوية على كفاءة ومقاومة البوليمرات المسلحة بالألياف (FRP) ٢٠

الباب الثالث

البحوث والدراسات السابقة ٢٤
٣-١ عـــــام ٢٤
٣-٢ تقييم التصدعات بالخرسانة المسلحة ٢٤
٣-٢-١ الفحص البصرى ٢٤
٣-٢-٢ قياسات فرق جهد نصف الخلية ٢٤
٣-٢-٣ المقاومة الكهربائية ٢٥
٣-٣-٤ الموجات فوق الصوتية ٢٥
٣-٢-٥ عمق التسليح ٢٥
٣-٢-٦ عمق الكربنه ٢٥
٣-٢-٧ الومضات الجلفوستاتيكية ٢٦
٣-٢-٨ مقاومة الاستقطاب ٢٦
٣-٢-٩ اختبار محتوى الكلوريدات ٢٦
٣-٣ طرق حماية صلب التسليح من الصدأ ٢٦
٣-٣-١ مثبطات التآكل ٢٧
٣-٣-٢ طبقة التغطية ٢٨
٣-٣-٣ ملء الشروخ ٢٨
٣-٣-٤ طريقة الحماية المهبطية ٢٨
٣-٣-٥ استخلاص أملاح الكلوريدات ٢٩
٣-٣-٦ طريقة إعادة القلوية ٢٩
٣-٤ البحوث والدراسات السابقة عن الصدأ فى العناصر الخرسانية المسلحة ٢٩
٣-٥ البحوث والدراسات السابقة فى تدعيم العناصر الخرسانية المسلحة (Strengthening) ٣٥

٣-٥-١ التدعيم باستخدام الطريقة الحديثة ٣٥
٣-٥-١-١ تدعيم البلاطات الخرسانية المسلحة ٣٥
٣-٥-١-٢ تدعيم الكمرات الخرسانية المسلحة (بسيطة الارتكاز) ٣٦
٣-٥-١-٣ تدعيم الكمرات الخرسانية تحت تأثير الأحمال ٤٠
٣-٥-١-٤ تدعيم الكمرات الخرسانية المسلحة (المستمرة) ٤١
٣-٥-١-٥ تدعيم الأعمدة وأماكن الوصلات للعناصر الخرسانية المسلحة ٤٣
٣-٥-١-٦ تدعيم الإطارات الخرسانية المسلحة ٤٣
٣-٥-٢ التدعيم باستخدام الطرق التقليدية ٤٤
٣ - ٦ البحوث والدراسات السابقة فى إعادة تأهيل العناصر الخرسانية المسلحة ٤٥
٣-٦-١ إعادة التأهيل باستخدام الطريقة الحديثة ٤٥
٣-٦-١-١ إعادة تأهيل الكمرات الخرسانية ذات صلب التسليح الصدئ ٤٦
٣-٦-١-٢ إعادة تأهيل الأعمدة الخرسانية ذات صلب التسليح الصدئ ٤٩
٣-٦-٢ إعادة تأهيل الكمرات الخرسانية ذات صلب التسليح الصدئ باستخدام الطريقة التقليدية ٥١

الباب الرابع

إعادة توزيع العزوم ٥٩
٤-١ عام ٥٩
٤-٢ العوامل التى تؤثر على عملية إعادة توزيع العزوم ٥٩
٤-٢-١ سعة الدوران (Rotational capacity) ٥٩
٤-٢-٢ خواص المواد المستخدمة ٦٠
٤-٢-٣ متطلبات الدوران (Rotation Requirements) ٦٠
٤-٣ متطلبات الأكواد ٦٢
٤-٣-١ إعادة توزيع العزوم طبقاً للكود المصرى لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية ٦٢
٤-٣-٢ إعادة توزيع العزوم السالبة في عناصر الانحناء المستمرة طبقاً للكود الأمريكى (ACI 318R-99) ٦٣
٤-٣-٣ إعادة توزيع العزوم السالبة في عناصر الانحناء المستمرة طبقاً للكود الأمريكى (ACI 318R-02) ٦٣
٤-٣-٤ إعادة توزيع العزوم طبقاً للكود البريطانى (BS 8110) ٦٤

٤-٤ البحوث والدراسات السابقة فى إعادة توزيع العزوم ٦٤

الباب الخامس

البرنامج المعملى ٦٨

٥-١عام ٦٨

٥-٢ مراحل البرنامج المعملى ٦٩

٥-٢-١ المرحلة الأولى ٦٩

٥-٢-٢ المرحلة الثانية ٧٠

٥-٣ إعداد عينات الإطارات المختبرة ٧١

٥-٣-١ المواد ٧١

٥-٣-١-١ الخلطات الخرسانية ٧١

٥-٣-١-١-١ الخلطة الخرسانية المستخدمة فى صب الإطارات ٧١

٥-٣-١-١-٢ الخلطة الخرسانية المستخدمة فى إعادة التأهيل ٧١

٥-٣-١-١-٣ صلب التسليح ٧٢

٥-٣-١-١-٤ كانات العلاج ٧٢

٥-٣-١-١-٥ البوليمرات المسلحة بألياف الكربون ٧٢

٥-٤ صب عينات الإطارات ٧٤

٥-٥ أسلوب تعجيل الصدأ ٧٤

٥-٦ قياسات نصف الخلية ٧٥

٥-٧ اختبار التماسك ٧٥

٥-٨ اختبار الاقتلاع ٧٥

٥-٩ طرق إعادة تأهيل الإطارات الخرسانية ذات صلب التسليح الصدئ ٧٦

٥-٩-١الطريقة الحديثة لإعادة تأهيل الإطارات الخرسانية ذات صلب التسليح الصدئ ٧٧

٥-٩-٢ الطريقة التقليدية لإعادة تأهيل الإطارات الخرسانية ذات صلب التسليح الصدئ ٧٨

٥-١٠ أسلوب الاختبار ٧٩

٥-١٠-١ أسلوب الاختبار لعينات المرحلة الأولى ٧٩

٥-١٠-٢ اسلوب الاختبار لعينات المرحلة الثانية ٨٠

٥-١١-٣ أجهزة القياس المستخدمة ٨١