كليــة الهندســة

تدعيم العناصر الصلب الأنبوبية المعرضة لضغط بواسطة مركبات البوليمر المقوى بالألياف

رسالة مقدمة من

مهندسة/ يمنى أحمد محمد السيد

للحصول على

درجة الماجستير فى العلوم الهندسيه - الهندسة المدنية

(هندسة إنشائية)

قسم الهندسة المدنية

كلية الهندسة

جامعة الفيوم

٢٠١٨

تدعيم العناصر الصلب الأنبوبية المعرضة لضغط بواسطة مركبات البوليمر المقوى بالألياف

رسالة مقدمة من

مهندسة/ يمنى أحمد محمد السيد

للحصول على

درجة الماجستير فى العلوم الهندسيه - الهندسة المدنية

(هندسة إنشائية)

لجنة الإشراف العلمي:

أ.د./ أيمن احمد شاهين

أستاذ المنشأت الخرسانية المسلحة

قسم الهندسة المدنية

كلية الهندسة-جامعة الفيوم

أ.د./ شريف أحمد مراد

أستاذ المنشأت المعدنية والكباري

قسم الهندسة الإنشائية

كلية الهندسة-جامعة القاهرة

د./ أحمد مصطفى الخولى

مدرس الهندسة الانشائية

قسم الهندسة المدنية

كلية الهندسة-جامعة الفيوم

الفيوم

٢٠١٨

تدعيم العناصر الصلب الأنبوبية المعرضة لضغط بواسطة مركبات البوليمر المقوى بالألياف

رسالة مقدمة من

مهندسة/ يمنى أحمد محمد السيد

للحصول على

درجة الماجستير فى العلوم الهندسيه - الهندسة المدنية

(هندسة إنشائية)

يعتمد من لجنة الممتحنين

أ.د./ أيمن أحمد شاهين **المشرف الرئيسي ورئيس اللجنة**

أستاذ المنشآت الخرسانية المسلحة المتفرغ والعميد الأسبق لكلية الهندسة- جامعة الفيوم

أ.د./ شريف أحمد مراد **مشرف مشارك وعضو**

أستاذ الكباري والمنشآت المعدنية والعميد السابق لكلية الهندسة- جامعة القاهرة

أ.د./ عبد الرحيم خليل دسوقي **عضو**

أستاذ الكباري والمنشآت المعدنية - كلية الهندسة- جامعة عين شمس

أ.د./ حازم مصطفى رمضان **عضو**

أستاذ الكباري والمنشآت المعدنية- كلية الهندسة- جامعة القاهرة

تاريخ الموافقة : ٤ /٩ /٢٠١٨

قسم الهندسة المدنية

كلية الهندسة

جامعة الفيوم

٢٠١٨

ملخص البحث

الهدف الرئيسي لهذه الدراسة هو اكتشاف أداء القطاعات الصلب الأنبوبية والمدعمة بمركبات البوليمر المقوى بالألياف تحت تأثير قوى ضغط. ويهدف أيضًا لدراسة تأثير التدعيم بمركبات البوليمر المقوى للألياف على مقاومة القطاع للانبعاج الناتج عن وجود عيوب صناعة. وقد تم دراسة نوعين من الانبعاج هما انبعاج قدم الفيل والانبعاج الكلي.

تعتبر القطاعات الصلب الأنبوبية هي الشكل الأكثر فعالية لتطبيقات البناء الحديث حيث إنها تمنح المبنى مقاومة تحمل عالية مقارنةً بوزنه كما أنها تعطي للمبنى شكلا معماريًا مميزًا. ولكن من عيوب هذه القطاعات حدوث انبعاج لها نتيجة تعرضها لقوى ضغط محوري سواء انبعاج جزئي موضعي والذي يطلق عليه انبعاج قدم الفيل أو انبعاج كلي مبدئى على امتداد الأسطوانة (نتيجة لعدم استقامة محور الأسطوانة). على الرغم من الإستخدام المنتشر لمركبات البوليمر المقوى بالألياف في تدعيم المنشآت الخرسانية فإنها تستخدم في تطبيقات قليلة في المنشآت المعدنية وخصوصًا في القطاعات الأنبوبية. وفي الآونة الأخيرة ظهرت مجموعة من الأبحاث تهدف إلى دراسة أهمية إضافة ألواح مركبات البوليمر المقوي بالألياف على السطح الخارجي للقطاعات (عن طريق استخدام مواد لاصقة) لتدعيم القطاعات الأسطوانية الصلب المعرضة لضغط من خلال بيانات التجارب المعملية من أبحاث سابقة.

قيم هذا البحث تحليلاً عدديًا غير خطي ثلاثي الأبعاد بواسطة برنامج الـ ANSYS لدراسة السلوك الإنشائي للعناصر الصلب الأنبوبية والمدعمة بمركبات البوليمر المقوى بالألياف تحت تأثير قوى ضغط محوري. تم أخذ كلٍّ من الخواص اللاخطية للحديد (السلوك الغير مرن للحديد) والخواص اللاخطية الهندسية للأسطوانة (وجود عيوب صناعة مثل إزاحة مبدئية في أي موضع بالأسطوانة) في الإعتبار. تم تغذية النموذج العددي ببعض هذه العيوب لتمثيل عيوب الصناعة من انبعاج جزئي متغير على إمتداد طول و قطر الأسطوانة أو انبعاج كلي مبدئيلتمثيل نمطَيْ الانبعاج المدروسين في هذا البحث. تم إدخال عيب الصناعة كنصف موجة في منحنى جيب التمام لمحاكاة نوع الانبعاج الأول (انبعاج قدم الفيل) وبإزاحة مبدئية في منتصف العنصر لمحاكاة نوع الانبعاج الثاني (الانبعاج الكلي). تم تقييم نتائج نماذج التحليل العددي من خلال مقارنتها بنتائج معملية في بحوث معملية سابقة.وكشفت النتائج العددية توافقًا كبيرًا بينها وبين القياسات التجريبية.

تم عمل دراسة بارامترية بعد التحقق من مدى صلاحية النموذج العددي لدراسة تأثير مجموعة من المتغيرات على القطاعات الصلب الأنبوبية والمعرضة لقوى ضغط. تتكون الدراسة البارامترية من ٣٥ محاكاة عددية لعناصر صلب أسطوانية تحت تأثير ضغط محوري. وقد تم التحقق من نمط

انبعاج قدم الفيل من خلال ١٧ نموذجًا والباقي للتحقق من نمط الانبعاج الكلي. وقد تم دراسة عدة متغيرات خلال الدراسة مثل مساحة المقطع، والطول، ونسبة النحافة، ونوع الألياف، وإتجاهها، وعدد طبقاتها للتحقق من تأثيرها في سلوك الانبعاج الإنشائي الغير مرن للقطاعات الصلب الدائرية المفرغة. تم مقارنة الحمل الأقصى الناتج من هذه النماذج مع الحمل الأقصى النظري، والأحمال التصميمية المحسوبة طبقا للكود المصري والأمريكي للصلب (طريقة تصميم الإجهاد المسموح "Allowable Stress Design; ASD"، وطريقة تصميم بمعامل الحمل والمقاومة "Load and Resistance Factor Design; LRFD"). أظهرت النتائج أن تدعيم العناصر الصلب الأنبوبية المعرضة لقوى ضغط محوري باستخدام مركبات البوليمر المقوى بالألياف يوفر زيادة كبيرة في المقاومة والصلابة والمرونة. بالنسبة للنماذج التي درست انبعاج قدم الفيل فإن الألياف الزجاجية عززت المرونة مع تحسن طفيف في الصلابة وتقليل الانبعاج الخارجي لقدم الفيل. أما بالنسبة للنماذج التي درست الانبعاج الكلي فإن الألياف الكربونية عملت على تحسين صلابة الأنبوب دون زيادة ملحوظة في مرونته.

محتويات الرسالة

تحتوي هذه الرسالة على سبعة أبواب على النحو التالي:

الباب اللأول: يتضمن وصفًا لموضوع البحث، وأهداف البحث، والمنهج البحثي المستخدم لإنجاز أهداف الدراسة. كما يتضمن عرضًا تفصيليًا لأجزاء الدراسة المختلفة.

الباب الثاني: يستعرض سريعًا مجموعة من الأبحاث السابقة المتعلقة بموضوع البحث. فهو يتضمن سردًا لأنواع مركبات البوليمر المقوى بالألياف، وخصائصها، وتطبيقاتها في مجال الهندسة الإنشائية، وتاريخ إستخدام القطاعات الصلب المفرغة، والطرق المختلفة لتصنيعها، وخصائصها. ويشمل أيضًا إنهيار القطاعات الأنبوبية وخصوصا الإنهيار من خلال انبعاج قدم الفيل والانبعاج الكلي وكيف تعامل الباحثين مع هذه الأنواع من الانهيارات من خلال التدعيم بواسطة مركبات البوليمر المقوى بالألياف.

الباب الثالث: يعرض تفصيليًا بحثين لتجربتين معمليتين لدراسة نوعي الانبعاج المشمولين في هذه الدراسة (انبعاج قدم الفيل والانبعاج الكلي)؛ حيث تم ذكر نوع الصلب ونوع الألياف المستخدمة، وخصائص كل منهم، وخطوات تجهيز العينات والأجهزة المستخدمة. كما تم ذكر ما توصلت إليه التجربتين من نتائج ليتم

إستخدامها في تقييم نماذج التحليل العددي والتي تم إعدادها بواسطة برنامج ANSYSفي الباب الرابع.

الباب الرابع: يشرح تفصيليًا كيفية إعداد نموذجي التحليل العددي لدراسة نوعي الانبعاج المشمولين في هذه الدراسة لقطاعات صلب دائرية مفرغة تحت تأثير قوى ضغط. تم ذكر خصائص المواد والعناصر المستخدمة في تمثيل هذه النماذج. كما تم أيضًا شرح طريقة تمثيل عيوب الصناعة في هذه النماذج.

الباب الخامس: يهدف إلى التحقق من صحة نماذج التحليل العددي وتقييمها من خلال مقارنة نتائجها بنتائج التجارب المعملية الموضحة في الباب الثالث.

الباب السادس: يقدم شرحًا تفصيليًا للدراسة البارامترية للوصول إلى مدى تأثير مجموعة من العوامل على سلوك الانبعاج للقطاعات الصلب الأنبوبية والمعرضة لقوى ضغط. تم تقسيم النماذج المختارة إلى ثلاث مجموعات طبقا لأبعادها و استخداماتها المحتملة حيث كانت المجموعة الأولى معرضة لانبعاج قدم الفيل أما المجموعة الثانية والثالثة كانتا معرضتين للانبعاج الكلي. تم عرض نتائج الدراسة وتحليلها ومناقشتها.

الباب السابع: يستعرض ملخص لهذه الدراسة، والنتائج التي تم التوصل إليها بالإضافة إلى بعض المقترحات المستقبلية لإستكمال الهدف من هذه الدراسة.