جامعة الفيوم
Fayoum University
كليــة الهندســة

طريقة تقوية مبتكرة للأعمدة الخرسانية النحيفة بإستخدام البوليمرات المسلحة بالألياف (محاكاة بإستخدام نظرية العناصر المحددة)

رسالة مقدمة من

مهندس/ أحمد عثمان عثمان محمد

للحصول على

درجة الماجستير فى العلوم الهندسية - الهندسة المدنية

(هندسة إنشائية)

قسم الهندسة المدنية

كلية الهندسة

جامعة الفيوم

2020

ملخص البحث

الهدف الرئيسى لهذه الدراسة هو تكوين صورة كاملة عن السلوك الإنشائى للأعمدة الخرسانية النحيفة والمقواة بواسطة البوليمرات المدعمة بالألياف تحت تأثير قوة الضغط المحورى.

شاع فى الآونه الأخيرة، إستخدام الأعمدة الخرسانية النحيفة وذلك نتيجة لمتطلبات العمارة الحديثه. كما يلاحظ أنه فى الدول العتيقة مثل مصر، تخصص الحكومة ميزانيات ضخمة لتدعيم المنشآت القديمة مثل المبانى الإدارية والمدارس والمستشفيات....إلخ. كما أن زيادة أحمال المبنى نتيجة تغير الإستعمال (زيادة الحمل الحى) او نتيجة اضافة أدوار لم تؤخذ فى التصميم، هى من أهم اسباب الإحتياج الملُح للتدعيم. أصبح تدعيم أو تقوية الأعمدة الخرسانية النحيفة بإستخدام البوليمرات المقواة بالألياف ذو أهمية كبيرة لدى الباحثين فى الآونة الاخيرة. معظم الباحثون قاموا بدراسة السلوك الانشائى للأعمدة الخرسانية القصيرة المدعمة بالبوليمرات المقواة بالألياف تحت تأثير القوة المختلفة، بينما عدد قليل هم من قاموا بدراسة السلوك الإنشائى للأعمدة الخرسانية النحيفة المقواة بالبوليمرات المدعمة بالألياف. الهدف من هذه الرسالة هو تقديم تصور دقيق عن تدعيم او تقوية الأعمدة الخرسانية النحيفة باستخدام البوليمرات المدعمة بالألياف.

تم التحقق من النموذج العددى ثلاثى الأبعاد المقترح بواسطة برنامج التحليل العددى للعناصر المحددة ANSYS وذلك عن طريق عمل محاكاة لبحث معملى يقوم بدراسة السلوك الإنشائى للأعمدة الخرسانية النحيفة المقواة بألياف الكربون CFRP تحت تأثير قوة الضغط الغير محورية. تم تقييم نتائج نماذج التحليل العددى من خلال مقارنتها بالنتائج المعملية بالبحث المقرر. وقد كشفت النتائج العددية عن توافق كبير بينها وبين القياسات التجريبية.

تم عمل دراسة للمتغيرات بعد التحقق من مدى صلاحية النموذج العددى لدراسة تأثير عدد من المتغيرات على السلوك الإنشائى للأعمدة الخرسانية النحيفة المقواة. تتكون الدراسة المتغيراتية من ثمانيه وخمسين (58) نموذج محاكاة عددية للأعمدة الخرسانية النحيفة المقواة بالبوليمرات المدعمة بالألياف وذلك تحت تأثير حمل ضغط محورى على كل الأعمدة. تم دراسة تأثير عدد كبير من المتغيرات على السلوك الإنشائى لهذه الأعمدة وهى (قطاع العمود الخرسانى- معامل النحافة- نوع الألياف المستخدمة فى التدعيم- سمك طبقة التدعيم- عدد طبقات التدعيم- إتجاه طبقات التدعيم- طول التدعيم المطلوب كنسبة من إرتفاع العمود). تم تقسيم هذه النماذج العددية الى مجموعتين طبقاً لقطاع العمود (مربع- مستطيل). كل مجموعة مكونة من (29) نموذج عددى وبداخل كل مجموعة ثلاثة أقسام

فرعية طبقاً لمعامل النحافة لكل منهما. القسم (أ) معامل نحافته 15 ومكون من 11 نموذج عددى، و القسم (ب) معامل نحافته 22 ومكون من (9) نماذج رقمية و القسم (ج) معمل نحافته 35 ومكون من (9) نماذج رقمية. حيث من أهم مميزات النمذجه الرقمية هو إختبار الأعمدة بالقطاعات الفعلية كما هى بالموقع ودراسة بعض التغيرات التى يصعب دراستها بالمعمل. تم مقارنة الحمل الأقصى لكل عمود والتى تم الحصول عليه من برنامج ANSYS بالمعادلات الرياضية طبقا للكود المصرى.

نظراً لكثرة عدد المتغيرات فى هذا البحث والتى أدت لزيادة عدد النماذج الرقمية، فقد تطلبت هذه الدراسة الكثير من الوقت والمجهود وكذلك إمكانيات متقدمة فى خصائص الحاسب الالى ليقوم بتحليل كل هذه النماذج الرقمية.

أوضحت النتائج ان استخدام البوليمرات المدعمة بالألياف يمكن إستخدامهما بنجاح فى تقوية الأعمدة الخرسانية النحيفة، حيث أنها تعمل على تحسين السلوك الإنشائى لهذه الأعمدة من زيادة جساءته وزيادة ممطوليته وكذلك زيادة قدرة تحمل العمود والتى قد تصل إلى 33% زيادة فى حالة التدعيم بأربع طبقات من CFRP فى الإتجاه الطولى. أيضا كانت نسب زيادة قدرة تحمل الأعمدة فى حالة القطاع المربع أكبر من نسب الزيادة فى حالة القطاع المستطيل بمقدار 20%. كما أن تأثير تقوية الأعمدة بإستخدام البوليمرات يقل مع زيادة نسبة النحافة للأعمدة. أظهر البحث أن أفضل أنظمة التقوية من حيث نتائج التحسين فى السلوك الانشائى هى إستخدام طبقات من CFRP فى الإتجاه الطولى للعمود (8,40 % زيادة للطبقة الواحدة فى حالة الأعمدة المربعة و7 % زيادة للطبقة الواحدة فى حالة الأعمدة المستطيلة) وذلك لتقليل عزم الإنحناء مما يزيد من قدرة تحمل العمود على عكس التدعيم بطبقات CFRP فى الإتجاه العرضى للأعمدة والتى أعطت زيادة مقدارها 1% للطبقة الواحدة، مما أثبت عدم فعاليته فى التدعيم. تم إستنباط معادلة لحساب قوة تحمل الأعمدة المدعمة بالأنظمة المختلفة من خلال النتائج السابقة.

محتويات الرسالة

تحتوى هذه الرسالة على ستة أبواب على النحو التالى:

الباب الأول: يتضمن وصفاً لموضوع البحث، وأهداف البحث، والمنهج البحثى المستخدم لإنجاز أهداف الدراسة. كما يتضمن عرضاً تفصيلياً لأجزاء الدراسة المختلفة.

الباب الثانى: يستعرض سريعاً مجموعة من الأبحاث السابقة المتعلقة بموضوع البحث. فهو يتضمن سرداً لأنواع مركبات البوليمرات المقواة بالألياف، وخصائصها وتطبيقاتها فى مجال الهندسة الإنشائية وتطور إستخدامها فى مصر. كما يتضمن

ما تناوله الباحثون من حيث أساليب التدعيم المتطورة مثل (التدعيم بإستخدام الشبك المقوى Ferrocement jacket – التدعيم بإستخدام القميص الحديدى Steel jacket - التدعيم بإستخدام البوليمرات المسلحة بالألياف FRP jacket) حيث تم سرد ملخص نتائج هذه الأبحاث ومدى تحسن السلوك الإنشائى للأعمدة المقواة مع التركيز على تقوية الأعمدة الخرسانية النحيفة بالبوليمرات المسلحة بألياف الكربون او الألياف الزجاجية.

الباب الثالث: يعرض تفصيلياً البحث المعملى المستخدم فى التأكد من صحة نماذج التحليل العددى والتى تم إعدادها بواسطة برنامج ANSYS . حيث تم ذكر خواص المواد المستخدمة، وطريقة تحضير العينات، والأجهزة المستخدمة، وكذلك طريقة التحميل. حيث تم إختبار الأعمدة الخرسانية النحيفة المدعمة بألياف الكربون تحت تأثير حمل ضغط لا مركزى للتأكد من سلوكه الإنشائى. كما يشمل أيضا هذا الباب 4 نماذج رقمية لتمثيل هذا الإختبار المعملى على برنامج ANSYS لتحديد أفضل نمذجه لإستخدامها فى الدراسة المتغيراتيه. تم مقارنة النتائج المعملية بالنماذج الرقمية والتأكد من صحتها. ويقدم هذا الباب شرحاً تفصيلياً لعمل النمذجه على برنامج ANSYS .

الباب الرابع: يستعرض خطة البحث وعدد النماذج العددية المقترحة وكذلك المتغيرات التى تم دراستها لتكوين الصورة الكاملة عن السلوك الإنشائى للأعمدة الخرسانية النحيفة المقواة. حيث تتكون الدراسة المتغيراتية من ثمانية وخمسين نموذج محاكاة للأعمدة الخرسانية النحيفة المقواة بالبوليمرات المدعمة بالألياف وذلك تحت تأثير حمل ضغط محورى. تم دراسة تأثير عدد كبير من المتغيرات على السلوك الإنشائى لهذه الأعمدة وهى (قطاع العمود الخرسانى- معامل النحافة- نوع الألياف المستخدمة فى التدعيم- سمك طبقة التدعيم- عدد طبقات التدعيم- إتجاه طبقات التدعيم- طول التدعيم المطلوب). كما تم أيضا تقسيم هذه النماذج العددية إلى مجموعتين طبقا لقطاع العمود (مربع- مستطيل).

الباب الخامس: يستعرض نتائج الدراسة المتغيراتية التى تم إجراؤها. حيث يتناول نتائج كل مجموعة من المجموعتين على حدة. تم دراسة السلوك الإنشائى للأعمدة الخرسانية النحيفة المقواة بالبوليمرات المسلحة بالألياف فى عدة نقاط (قدرة تحمل العمود- الإزاحة الرأسية- الإزاحة الجانبية- الإنفعال الرأسى- الممطولية- إمتصاص الطاقة- الشروخ). حيث تم دراسة سلوك كل الأعمدة وتحليلها

ومناقشتها. كذلك تم إستنباط معادلة رياضية لحساب قدرة تحمل الأعمدة النحيفة المقواة بالألياف طبقا للنتائج السابقة.

الباب السادس: يستعرض ملخص لهذه الدراسة، والنتائج التى تم التوصل إليها بالإضافة الى بعض المقترحات المستقبلية لإستكمال الهدف من هذه الدراسة.