University of Mosul
College of Engineering

Comparison between the Flexural Behavior of Concrete Beams Reinforced by steel and GFRP Bars

Ahmed Thyiab Mohammed Thyiab

Master Degree in The Science of Civil Engineering/ Structural Engineering

Supervised By

Assist. Prof. Dr. Oday Asal Salih

2024 A.D 1445 A.H

Abstract

This study encompasses a comprehensive investigation into reinforced concrete beam behavior, utilizing a combination of experimental testing, numerical simulations via ANSYS, and a comparative analysis with American Concrete Institute (ACI) standards for eight beams with dimensions (2400*250*200)mm in two gropes, four for each group; the first grope has a concrete compressive strength of 22 MPa and the other 45 MPa; the type of loading test is a two-point load test there were two beams reinforced with steel (2Ø 10 mm); and the other samples were reinforced with an equivalent reinforcement area for GFRP bars using different bar diameters (8, 10 and 12mm).

The research explores load-carrying capacity, cracking loads, deformation behavior, and ductility across diverse beam configurations, illuminating the performance disparities between traditional steel reinforcement and Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP) reinforcement.

In the experimental phase, various beam specimens are incrementally loaded until failure, yielding load-deflection responses, critical data on cracking loads, failure modes, and deflection behavior. Concurrently, ANSYS simulations provide a computational platform to model and analyze beam behavior under same conditions, offering insights into structural performance factors.

Comparative analysis with ACI standards serves as a benchmark, evaluating the alignment of experimental and ANSYS results with industry guidelines. Findings reveal significant variations across different beam configurations, driven by concrete compressive strength, reinforcement type, and diameter. These factors collectively influence load-carrying capacity, cracking loads, and deformation behavior.

In conclusion, this research underscores that this reinforcement replacement changes the beam failure behavior from yielding of bars to crushing of concrete in GFRP reinforcement, and the effect of the change f'c (22 to 45 MPa) is negligible on the type of behavior, the pivotal role of concrete compressive strength in load-carrying capacity, favoring higher-strength concrete. GFRP-reinforced beams exhibit competitive load ratios with variations in cracking loads and deformation behavior. The ANSYS results as compared with experimental results showing a behavior that could be considered as similar which means a good simulation for samples. Material choice significantly impacts failure modes, with steel beams experiencing reinforcement rupture and GFRP-reinforced beams leaning towards concrete crushing. Ductility indices vary, with GFRP beams displaying competitive ductility means to be with high flexibility and loading capacity in against with beams with steel to be less flexible (brittle) and less loading capacity.

جامعة الموصل

كلية الهندسة

مقارنة سلوك الانحناء للعتبات الخرسانية المسلحة بقضبان الحديد وقضبان الياف البوليمر الزجاجية

احمد ذياب محمد ذياب

الى

مجلس كلية الهندسة في جامعة الموصل كجزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير علوم في الهندسة المدنية الانشاءات

بأشراف

أ.م. د. عدي عسل صالح

١٤٤٥ هـ ٢٠٢٤ م

الخلاصة

تشمل هذه الدراسة تحقيقًا شاملًا في سلوك العتبات الخرسانية المسلحة ، باستخدام مزيج من الاختبار التجريبي والنمذجة العددية من خلال برنامج ANSYS ، وتحليل مقارن مع معايير معهد الخرسانة الأمريكي لثمانية نماذج بأبعاد (٢٤٠٠ × ٢٥٠ × ٢٠٠) مم في مجموعتين من أربعة لكل مجموعة ، حيث كانت المجموعة الأولى بمقاومة انضغاط للخرسانة تبلغ ٢٢ ميجا باسكال والمجموعة الأخرى ٤٥ ميجا باسكال. نوع الاختبار للنماذج هوتسليط الحمل تحت نقطتين ، حيث تم تسليح نموجين بقضبان حديد بقطر (2ø10)ملم (وكانت العينات الأخرى مسلحة بمساحة تسليح مكافئة بأستخدام قضبان بنوعية الياف الزجاج المقواة بالبوليمرات وبأقطار مختلفة (٨ و ١٠ و ١٢ ملم). تستهدف دراسة البحث قدرة تحمل الأحمال وحمل الكسر وسلوك التشوه والمرونة ، مسلطًا الضوء على اختلافات الأداء بين تسليح الصلب التقليدي وتسليح الألياف الزجاجية المقواة بالبوليمر .(GFRP)

تناول الجانب العملي تحميل النماذج المختلفة تدريجياً حتى الفشل ، مما أسفر عن استجابات الحمل–الانحناء ، وبيانات حمل الكسر ، وأنواع الفشل ، وسلوك الانحناء. وايضا النمذجة باستخدام ANSYS ، مما يعطي مقارنة بينها وبين نموذج المحاكاة في أداء النماذج.

كما اظهرت نتائج التحليل للنماذج ومقارنتها مع معايير (معهد المواصفات الامريكية) كمرجع وكذلك تقييم النتائج التجريبية ونتائج برنامج ANSYS مع مواصفات التصميم. حيث كشفت النتائج عن تقارب في النتائج من حيث التصرف، والتي تتحكم فيها قوة انضغاط الخرسانة ونوع التسليح والقطر. هذه العوامل تؤثر بشكل ملحوظ على قدرة تحمل الأحمال المسلطة وحمل الكسر وسلوك التشوه.

كما يمكن استنتاج ، ان هذا التغير في نوعية التسليح يغير سلوك فشل العتبات من انحناء القضبان إلى سحق الخرسانة في النماذج المسلحة من نوع GFRP ، وأن تأثير التغيير في قوة الخرسانة (من ٢٢ إلى ٤٥ ميجا باسكال) يكون تأثيره ضئيلًا على نوع الفشل والتصرف، و يفضل استخدام الخرسانة ذات مقاومة انضغاط عالية حيث يظهر نتائج النماذج المسلحة بنوع GFRP انها ذات قابلية حمل اعلى مع اختلافات في حمل الكسر وسلوك التشوه وقطر التسليح المستخدم. كما ان نوعية التسليح المستخدم تؤثر بشكل كبير على نوع الفشل ، حيث يصل التسليح من نوع الحديد الى اقصى اجهاد له ويؤدي لانكسار التسليح بينما يودي النموذج المسلح بالألياف الزجاجية المقواة نحو سحق الخرسانة. وتتفاوت مؤشرات المرونة ، حيث تعطي النماذج المسلحة بنوع GFRP مرونة اعلى وقابلية تحمل للاحمال اعلى من النماذج الاخرى. وانه استخدام العناصلر المحددة في النمذجة يعطي نتائج مقاربة لما هو في البرنامج العملي وهذا دليل على ان استخدام برنامج ANSYS يعطي تمثيل ونمذجة يمكن اعتبارها مثالية او جيدة في هذه الدراسة

توصي الدراسة باجراء مزيد من الاختبارات ولنماذج بمقاومة انضغاط عالية لفهم التصرف عند تلك المقاومات وكذلك استخدام الانواع الاخرى من الالياف المقواة لتحسين أداء العتبات المسلحة. وكذلك يُقترح إجراء مزيد من التحسينات لأساليب النمذجة واختيار بدائل تحسن من قابلية التشوه وتعزيز المواصفات لكي تتوافق مع معايير التصميم. لما لها كثير الإسهامات الفوائد التصميمية والاقتصادية الكبيرة بالنسبة للمهندسين والمصممين في قطاعات البناء والهندسة.