University of Mosul

College of Engineering

Non Linear Finite Element Analysis of High Strength Fibrous Reinforced Concrete Deep Beams

A Thesis Submitted

By

Qadria Saef Adden Younis

To

The council of the College of Engineering

University of Mosul

In partial Fulfillment of the Requirements

For the Degree of Master of Science

In

Civil Engineering / Structures

Supervised by

Assistant Professor

Dr. Ayad Amjad Abdul-Razzak

2021 A.D. 1443 A.H.

ABSTRACT

A nonlinear finite element method analysis has been used in simulating of high strength steel fiber reinforced concrete deep beams (HSSFRC) under vertical load. The results of many the recent experimental researches have been used and the new material constitutive relationships suggested by conducting regression analysis of these results using the statistical programme (SPSS).

The deep beam is considered in a plane stress state and eight node isoperimetric elements have been employed to represent the concrete and embedded bar representation is implemented for steel reinforcement. In the method of (Embedded bar), assuming that there is perfect bonding between concrete and reinforcing bar.

The behavior of fibrous concrete in state of compression is represented as elastic perfect plastic and work hardening, however the yield condition is formulated in terms of the first two stress invariants.

A smeared fixed crack approach is used to model the behavior of the cracked concrete, coupled with a tensile strength criterion to predict crack initiation. The tension stiffening effect has been considered using two models of tensile stress degradation. Shear resistance after crack was also considered using five models and comparing them to reduce the shear coefficient in the cracked area.

In high strength steel fiber reinforced concrete deep beams, the first tension stiffening model (TS_1) with cracked shear modulus model ($\bar{G}_5$) and the second tension stiffening model (TS_2) with model ($\bar{G}_5$) give good agreement with experimental result. But first tension stiffening (TS_1) showed greater compatibility with experimental result than the second tension stiffening in (HSSFRC) and (UHSSFRC).

The results obtained from the load-deflection curve showed good compatibility with the experimental published results.

The analytical results obtained by the finite element method indicated that increasing of the compressive strength of concrete from (60) to (140) MPa leads to increase ultimate load by about (11.72)%.

Effect of fiber volume fraction on the ultimate load for deep beam of high strength steel fibrous reinforced concrete, indicates that the addition of fiber (0.50)%, (1.0)%, (1.5)%, (2.0)% result in an increase in ultimate

load for deep beams by about (8.264)%, (24.793)%, (30.99)%, (34.342)% respectively.

Also, the numerical results show that the shear span to depth ratio (a/d) has a significant effect on the ultimate load capacity of HSSFRC deep beams. The results show that as (a/d) ratio was increased, the ultimate load capacity was decreased. Compared to deep beam with (a/d) ratio equal to (0.428), the ultimate load decreased by about (4.409)%, (20.28)% for (a/d) of (0.79), (0.96).

الخلاصة

لإجراء عملية التحليل الغير خطي للأعتاب العميقة الخرسانية الليفية المسلحة عالية المقاومة والمعرضة لأحمال عمودية تم استخدام طريقة العناصر المحددة ذات اجهاد مستوي. تم استخدام نتائج العديد من البحوث العلمية المنشورة واقتراح العلاقات التكوينية بإجراء عملية التحليل التراجعي لهذه النتائج باستخدام البرنامج الإحصائي (SPSS).

مُثلت الخرسانية الليفية بالعناصر موحدة المتغيرات ذات أبعاد ثنائية وذات ثماني عُقد. أما حديد التسليح فتم تمثيله بعناصر محورية مطمورة في العناصر الخرسانية.

سلوك الخرسانة الليفية في حالة الانضغاط مُثل بوصفها مادة مرنة تامة اللدونة أو كماده مرنة مع انفعالات لدنة متصلدة بعد الخضوع، شروط الخضوع تم توضيحها بدلالة اول متغيرين للإجهاد.

لتمثيل سلوك الخرسانة المتشققة تم استخدام اسلوب الشق الثابت مع شرط الشد لتحسس حدوث التشقق، تأثير صلابة الشد أُخذ بنظر الاعتبار وذلك عن طريق استخدام نموذجين لإجهاد الشد المتناقص، مقاومة القص بعد التشقق أُخذت أيضاً بنظر الاعتبار وذلك باستخدام خمس دوال والمقارنة فيما بينهم لتقليل معامل القص في مناطق التشقق.

الأعتاب العميقة الخرسانية الليفية المسلحة عالية المقاومة، أظهر نموذج صلابة الشد (TS_1) مع نموذج معامل القص للخرسانة المتشققة ($\bar{G}_5$) توافقاً جيداً مع النماذج العملية وذلك في (HSSFRC) والـ (UHSSFRC).

النتائج التي تم الحصول عليها من علاقة (الحِمل–اللود) أظهرت توافقاً جيداً مع النتائج العملية المنشورة.

النتائج التحليلية التي تم الحصول عليها بطريقة العناصر المحددة تشير إلى أنَّ زيادة مقاومة الانضغاط للخرسانة من (٦٠) إلى (١٤٠) ميكا باسكال تؤدي إلى زيادة الحمل الأقصى بنسبة (١١.٧٢)%.

تأثير محتوى الألياف على الحمل الأقصى للأعتاب العميقة الخرسانية الليفية المسلحة عالية المقاومة، يشير إلى أنَّ إضافة النسب الحجمية للألياف (٠.٥)%، (١.٠)% ، (١.٥)% ، (٢.٠)% ينتج عنه زيادة في الحمل الأقصى للأعتاب العميقة بمقدار (٨.٢٦٤)% ، (٢٤.٧٩٣)% ، (٣٠.٩٩)% ، (٣٤.٣٩٢)%.

وكدلك اشارت النتائج التحليلية بطريقة العناصر المحددة إن زيادة نسبة فضاء القص إلى العمق للأعتاب العميقة يؤدي إلى نقصان قيمة الحمل الأقصى، لقد بينت هده الدراسة بأن الحمل الاقصى للأعتاب العميقة الخرسانية الليفية المسلحة عالية المقاومة سيقل بنسبة(٤.٤٠٩)% ، (٢٠.٢٨) لنسب فضاء القص إلى العمق (٠.٧١)، (٠.٩٦) مقارنة مع نسبة فضاء القص الى العمق (٠.٤٢٨).

جامعة الموصل

كلية الهندسة

التحليل غير الخطي باستخدام العناصر المحددة للعتبات العميقة الخرسانية الليفية المسلحة عالية المقاومة

رسالة تقدم بها

قادرية سيف الدين يونس

الى

مجلس كلية الهندسة في جامعة الموصل

كجزء من متطلبات نيل شهادة

الماجستير

في

الهندسة المدنية/ أنشاءات

بأشراف الاستاذ المساعد الدكتور

اياد امجد عبد الرزاق

1443 هـ

2021 م