

الخلاصة

في هذا البحث تم دراسة الجانب العملي والنظري من العتبات الخرسانية المعززة بالألياف الحديدية. الجانب العملي من الدراسة يمكن تقسيمه إلى جزئين . الجزء الأول يتكون من صب وفحص اثنا عشر عتبة عميقة صلدة (بدون فتحات) من اجل ملاحظة تأثير زيادة النسبة الحجمية للألياف الحديدية على تصرف هذه العتبات و الحمل الأقصى و حمل التشقق و الهطول وانفعال الخرسانة مع متغيرات عديدة وهي نسبة فضاء القص إلى العمق (a/d) [تغيير clear shear span] وزيادة الارتفاع الكلي للمقطع (h) للعتبات العميقة [تغيير نسبة (h/b)]. من جهة أخرى ، تم توضيح تأثير هذه المتغيرات عند تثبيت النسبة الحجمية لألياف الحديد عن طريق ثلاث مجاميع للعتبات وهي A , B , C تبعاً للنسبة الحجمية لألياف الحديد 0.0% , 0.5% , و 1.0% على التوالي.

الجزء الثاني يتضمن صب وفحص ستة عتبات عميقة تحتوي على فتحات في الجذع (web) لدراسة تأثير زيادة حجم ألياف الحديد على الحمل الأقصى للعتبات العميقة ذات الفتحات و حمل التشقق والهطول وانفعال الخرسانة ، كذلك تمت دراسة تأثير وجود الفتحات في العتبات العميقة لهذه المتغيرات بالمقارنة مع العتبات العميقة الصلدة (بدون فتحات) لمختلف نسب فضاء القص إلى العمق (a/d) (عند تثبيت النسبة الحجمية لألياف الحديد) لثلاث مجاميع من العتبات هي A , B , C التي تحتوي على نسب حجمية لألياف الحديد 0.0% , 0.5% , و 1.0% على التوالي.

النتائج العملية المستحصلة من البحث [للعتبات العميقة الصلدة (solid) والعتبات العميقة ذات الفتحات] أظهرت انه عند زيادة النسبة الحجمية لألياف الحديد يزداد الحمل الأقصى وحمل التشقق . و إن تأثير وجود ألياف الحديد يزداد بنقصان نسبة فضاء القص إلى العمق (a/d) [للعتبات الخرسانية العميقة ذات نسبة (h/b) = 3 ، كانت النسبة المئوية للزيادات في الحمل الأقصى 14% ، 26.3% لنسبة (a/d) = 0.7 و 23.2% ، 32.3% لنسبة (a/d) = 0.6] عندما يزداد محتوى الألياف الحديدية من 0.0% إلى 0.5% و 1.0% على التوالي]. للعتبات الخرسانية الصلدة (بدون فتحات) ، وجد ان تأثير ألياف الحديد يزداد بزيادة الارتفاع الكلي للمقطع (h) [زيادة نسبة (h/b)]. أظهرت التجارب العملية للعتبات العميقة الصلدة (بدون فتحات) انه عند تثبيت النسبة الحجمية لألياف الحديد فان الحمل الأقصى وحمل التشقق يزداد بنقصان نسبة فضاء القص إلى العمق (a/d) ومن جهة أخرى هذه نسبة الزيادة تزداد بزيادة النسبة الحجمية لألياف الحديد من 0.0% إلى 0.5% و 1.0% . تأثير نقصان نسبة فضاء القص إلى العمق (a/d) على الحمل الأقصى [نقصان clear shear span] يزداد بزيادة الارتفاع الكلي للمقطع من 240 mm إلى 320 mm زيادة نسبة (h/b) من 3 إلى 4 ، لكن تأثير نقصان نسبة فضاء القص إلى العمق (a/d) تقريبا على الحمل الأقصى وحمل التشقق للعتبات الخرسانية ذات الفتحات تكون معدومة . تأثير زيادة الارتفاع الكلي للمقطع من 240 mm إلى 320 mm على الحمل

ان تأثير وجود الفتحات في جذع العتبة على الحمل الأقصى وحمل التشقق يعتمد على درجة تقاطع بين الخط الواصل بين نقطة التحميل ونقطة الإسناد. لجميع العتبات الخرسانية العميقة ، تم قياس الانفعال للخرسانة على طول ارتفاع العتبة ، هذا الانفعال يتناقص بزيادة النسبة الحجمية لألياف الحديد . في هذا البحث تم دراسة تصرف العتبات الخرسانية العميقة [العتبات العميقة الصلدة (solid) والعتبات العميقة ذات الفتحات] باستخدام التحليل غير الخطي ثلاثي الأبعاد باستخدام طريقة العناصر المحددة لمختلف مراحل التحميل قبل وبعد التشقق وإلى حد الحمل الأقصى . تم استخدام العنصر الطابوقي ذو العشرين عقدة لتمثيل الخرسانة إما حديد التسليح فقد مثل بعناصر محورية مطمورة داخل العنصر الطابوقي مع افتراض وجود ترابط تام بين الخرسانة وحديد التسليح .

اعتبر تصرف الخرسانة في الانضغاط تصرفاً مرناً يتبعه تصرف لدن مرناً ينتهي عند تهشم الخرسانة . ولتمثيل سلوك الخرسانة تحت تأثير إجهادات الشد فقد تم تبني نموذج التشقق المنتشر (Smeared Crack Model) واستعمل نموذج تصلب الشد (Tension Stiffening Model) لاحتساب إجهادات الشد في الخرسانة المتشققة وتم تبني نموذج احتساب القص (Shear Retention Model) والذي يقوم بتخفيض قيمة معامل القص المتبقي في مرحلة ما بعد التشقق .

تم حل معادلات التوازن اللاخطية باستخدام الطريقة التزايدية التكرارية (Iterative – Incremental) كما تم تبني طريقة نيوتن – رافسن المعدلة لتحقيق ذلك . أجريت التكاملات العددية باستخدام قواعد التكامل ذات 27 نقطة تكامل .

أظهرت النتائج بشكل عام حصول توافق جيد بين نتائج طريقه العناصر المحدودة مع النتائج المختبرية من ناحية التصرف و الحمل الأقصى للعتبات

تم إجراء دراسة تحليلية على العتبات العميقة (العتبات الصلدة و العتبات ذات الفتحات) من أجل معرفة تأثير زيادة الارتفاع الكلي للمقطع (h) ، تغير عرض المقطع (b) بالإضافة إلى كمية حديد التسليح الطولي على التصرف والمقاومة القصوى للنسبتين الحجميتين لألياف الحديد 0.0 % و 1.0% وقد وجد إن تأثير هذه المتغيرات يصبح ملحوظاً عند زيادة النسبة الحجمية لألياف الحديد. إن تأثير هذه المتغيرات على الحمل الأقصى للعتبات العميقة ذات الفتحات تكون أقل من العتبات العميقة الصلدة كذلك تمت إجراء دراسة تحليلية على العتبات العميقة ذات الفتحات من أجل معرفه تأثير أنواع مختلفة من الفتحات من حيث الأبعاد والموقع على التصرف والحمل الأقصى للنسب ألياف الحديد الحجمية 0.0 % و 1.0% من هذه الدراسة وجد ان نسبة نقصان الحمل الأقصى يعتمد على درجة تقاطع مسار الأحمال (load bath) مع الفتحة وكذلك إن هذه النسبة تزداد مع نقصان النسبة الحجمية لألياف الحديد.

Abstract

This study investigates experimentally and theoretically the strengthening of reinforced concrete deep beams using steel fibers. The experimental work could be divided in two parts, the first part consists of casting and testing twelve solid deep beams to show the effect of volume of steel fibers on the behavior of the solid deep beams, ultimate load, cracking load, deflection, and concrete strain, with various parameters. The parameters are the shear span to depth (a/d) ratio [variable of clear shear span], and the total depth (h) of the deep beams [variable (h/b) ratio]. On the other hand, the effects of these parameters on the behavior and capability of solid deep beams with constant steel fiber -volume fraction are obtained by using three groups of beams having steel fiber-volume fractions of 0.0%, 0.5%, 1.0%.

The second part consists of casting and testing six deep beams with web openings to study the effect of the presence of steel fibers in deep beams with web openings on ultimate load, cracking load, strain of concrete and deflection. As well as studying the effect of opening in the web of deep beams on these parameters in comparison with deep beams with solid web in different (a/d) ratios [with constant fiber content] in three groups A, B, and C, which have a steel fiber -volume fraction of 0.0%, 0.5% and 1.0% respectively.

The results obtained from the experimental work [solid deep beams and deep beam with web openings], demonstrates that when the steel fiber volume- fraction is increased, the ultimate and the cracking loads are also increased. The effect of steel fibers increases as the (a/d) ratio is decreased [for beam with (h/b)=3, the percentage of increases in ultimate load 14%, 26.3% for (a/d)=0.7 and 23.2%, 32.3% for (a/d)=0.6 when increasing fiber content from 0.0% to 0.5% and 1.0% respectively]. For solid deep beams, the effect of the steel fibers is increased when the total depth (h) is increased [increasing the (h/b) ratio]. In addition, the experimental work on solid deep beams showed that when the steel fiber volume-fraction is kept constant, the ultimate and cracking loads are increased as the (a/d) ratio is decreased. On the other hand, the percentage of increase in cracking and ultimate loads become higher as the steel fiber volume- fraction is increased from 0.0% to 0.5% and 1.0%. The effect of decreasing the (a/d) ratio on the ultimate load [decreasing the Shear span(a) from 196 to 168 mm] become significant when the total depth (h) is increased from 240 mm to 320 mm [increasing (h/b)ratio from 3 to 4]. However, the effect of decreasing the (a/d) ratio on the ultimate and cracking loads of the deep beams with web openings was not significant. The effect of increasing the total depth (h) from 240mm to 320mm [increasing (h/b) ratio from 3 to 4] on the ultimate and cracking loads become higher when steel fiber volume-fraction is increased from 0.0% to 0.5% and 1.0%.

The effect of web opening on ultimate and cracking loads of deep beams depends on the degree of interruption of the natural load path joining the loading and support reaction point. For all deep beams under testing, the concrete strain at mid -span section of the tested deep beams is measured over the depth of each

In the present theoretical research work an attempt has been made to analyze reinforced concrete deep beams [solid deep beams and deep beams with web openings] using a three-dimensional nonlinear finite element model in the pre and post cracking levels and up to the ultimate load. The 20-node isoparametric brick element has been used to model the concrete, while the reinforcing bars are modeled as axial members embedded within the concrete brick element. Perfect bond between the concrete and the reinforcing bars was assumed to occur. The behavior of concrete in compression is simulated by an elasto-plastic work hardening model followed by a perfectly plastic response that is terminated at the onset of crushing. In tension, a fixed smeared crack representation has been used with a tension-stiffening model to represent the retained post-cracking tensile stresses and a shear retention model that modifies the shear modulus after cracking.

The nonlinear equations of the equilibrium have been solved using an incremental-iterative technique operating under load control. The solution algorithms used were the modified Newton-Raphson methods. The numerical integration has been conducted using the 27-point Gauss-quadrature integration rule. The convergence of the solution was controlled by a force convergence criterion. In general, good agreement between the predicted finite element load-deflection curves and the ultimate load capacity and experimental results have been obtained.

Numerical studies have been carried out on reinforced concrete deep beams [solid deep beams and deep beams with web openings] to investigate the influence of increasing total depth (h), changing the width of the web (b), and amount of the longitudinal reinforcement on the predicted response and ultimate load capacity with two steel fiber volume- fraction [0.0% and 1.0%]. It was found that the effect of these parameters becomes more significant when the steel fiber volume- fraction is increased. The effect of these parameters on ultimate load of deep beams with web openings is smaller than that of solid deep beams. In addition, a numerical investigation has been carried out on reinforced concrete deep beams with web openings to study the influence of the variation in size and location of the web opening on load-deflection response and the ultimate load with two steel fiber volume- fraction values [0.0% and 1.0%]. This study revealed that the percentage of decrease in the ultimate load depends on the intersection of the load path with the opening, besides, this percentage increases with the decrease in steel fiber volume- fraction.