

الملخص

يهدف البحث الحالي إلى تقديم تحليل لا خطي ثلاثي الأبعاد باستخدام العناصر المحددة للعتبات الخرسانية المسلحة العميقة المحملة تحميلاً غير مباشر والتي تفشل بالقص باستخدام برنامجين FORTRAN و ANSYS 5.4 لمعرفة الحمل عند حصول التشقق المائل و الحمل المسبب للفشل و الانفعالات في الخرسانة و في حديد التسليح و هطول العتبات عند منتصف الفضاءات.

القيم المحسوبة لمساهمة الخرسانة في تحمل القص للعتبات باستخدام المدونة الأمريكية (ACI Code 318-05) كانت أقل من القيم الحقيقية .

تم تحليل العتبات في برنامج (FORTRAN P3DNFEA) باستخدام طريقة العناصر المحددة اللاخطية ثلاثية الأبعاد. مثلت الخرسانة باستخدام عناصر بشكل متوازي مستطيلات ذات عشرين عقدة ، أما حديد التسليح فقد تم تمثيله باستخدام عناصر محورية مطمورة في عناصر الخرسانة. أفترض وجود ترابط تام بين الخرسانة و حديد التسليح. تصرف الخرسانة المعرضة لاجهادات انضغاط تم تمثيله باستخدام نموذج مرن-لدن ذو تقوية انفعالية (Elasto-plastic strain-hardening model) و المتبوع بتصرف لدن تام (Perfect plastic). أعتبر تصرف الخرسانة تحت اجهادات الشد خطياً مرناً لغاية الفشل. تم تمثيل حديد التسليح باستخدام علاقة خطية مرنة متبوعة بتقوية انفعالية (Linear elastic strain hardening). استخدم نموذج التشقق المنتشر (Smeared crack model) و الذي يأخذ بنظر الاعتبار اجهادات الشد في الخرسانة الواقعة بين التشققات (Tension- stiffening) و قابلية الخرسانة المتشقة لتحمل القص (Shear retention). اجري التكامل العددي باستخدام طريقة (Gauss-Legendre) ذات 27 نقطة تكامل و حلت معادلات الاتزان اللاخطية باستخدام طريقة (Modified Newton- Raphson Method). لقد وجد ان معدل نسبة الاحمال المحسوبة الى الاحمال العملية القصوى مساوية الى 0.93 للعتبات المستطيلة المقطع و 0.90 لذات الشفاه المقطع . كما يمكن تقدير هطول هذه العتبات و الانفعالات الحاصلة فيها و نمط التشقق بشكل مقبول.

تم تحليل العتبات في برنامج ANSYS 5.4 باستخدام الطريقة المرنة والطريقة اللدنة حيث مثل الكونكريت باستخدام عناصر ثلاثية الأبعاد ذات شكل متوازي المستطيلات تحتوي على 8 عقد لها القابلية على التشقق في الشد والفشل في الضغط . اما حديد التسليح فلقد افترض انه مطمور داخل العناصر الثلاثية الأبعاد مع أفترض وجود ترابط تام بين الخرسانة و حديد التسليح. و حلت معادلات الاتزان اللاخطية باستخدام طريقة (Full Newton- Raphson Method). لقد وجد ان معدل نسب الاحمال المحسوبة الى الاحمال العملية مساوية الى 0.81 للعتبات المستطيلة المقطع و 0.45 لذات الشفاه المقطع باستخدام الطريقة المرنة Elastic و 0.46 للعتبات المستطيلة المقطع و 0.83 لذات الشفاه المقطع باستخدام الطريقة اللدنة plastic. لقد كانت معدلات الهطول قليلة لذلك فان كلا الطريقتين يمكن استخدامهما لايجاد الاحمال القصوى للعتبات المستطيلة المقطع فقط.

استنتاجاً لذلك تعتبر النتائج المستحصلة من برنامج FORTRAN هي الافضل من تلك المقدمة من قبل برنامج ANSYS 5.4.

Abstract

The present study is aimed to provide nonlinear three dimensional analysis of indirectly loaded reinforced concrete rectangular and flanged

deep beams using finite element method.

Two computer programs, P3DNFEA and ANSYS5.4, were used to estimate the ultimate shear strength, deflection, stresses, strains and crack pattern.

In P3DNFEA (FORTRAN) program, concrete was modeled by using isoparametric 20-noded brick elements, while the reinforcing bars were modeled as axial members embedded within the concrete brick elements. Perfect bond between concrete and the reinforcing bars was assumed. An elastic-work hardening-plastic model followed by a perfect plastic response simulated the behaviour of concrete in compression. Concrete under tension was assumed linear elastic until fracture. An elastic linear work-hardening model was used to represent the uniaxial stress-strain relationship of reinforcement. The smeared-crack model with fixed crack direction has been used. Tension stiffening, shear retention parameters were considered in the analysis. Numerical integration was carried out using 27-point Gauss-Legendre quadrature, and the nonlinear equilibrium equations were solved using the modified Newton-Raphson method. Only time-independent material nonlinearities were considered.

The ratios of predicted to experimental ultimate loads have average values of 0.93 and 0.90 for rectangular and flanged beams respectively. The predicted deflections, strains, and crack patterns are in a reasonable agreement with the test result.

In ANSYS 5.4 software, the beams have been analyzed using nonlinear elastic and plastic models. The reinforced concrete beams were modeled using Solid 65 three dimensional brick element. This element is capable of cracking in tension and crushing in compression. The reinforcing of this element is assumed as a smeared bar. Perfect bond between the reinforcing bars and the concrete was assumed. The full Newton-Raphson technique was implied.

In elastic analysis, the ratios of predicted to experimental ultimate loads have average values of 0.81 and 0.45 for beams with rectangular and flanged sections respectively.

In plastic models, these ratios have average values of 0.83 and 0.46 for rectangular and flanged beams.

The predicted deflections of the two models were very small. Therefore, it can be concluded that, both the elastic and plastic models can be

used to predict the ultimate strength of rectangular but they underestimated for flanged beams.

As a result, it can be concluded that the adopted finite element model in FORTRAN program gives more reasonable results than ANSYS 5.4 software.