

Abstract

Reinforced concrete deep beams are structural members that are subjected to a relatively high shear besides bending. Deep beams appear in many structures such as tall building foundations, transfer girders, pile caps, water tanks and bunkers. The principal objective of the work described in this thesis is to investigate and to get more information and better understanding of the behavior of partially prestressed concrete deep beams by using a numerical analysis technique based on nonlinear finite element method.

The thesis presents a three-dimensional nonlinear finite element model suitable for the analysis of partially prestressed concrete deep beams. Concrete is modeled by using the 20-node brick elements, while the prestressing steel and ordinary reinforcement bars are modeled as axial members embedded within the concrete element. Perfect bond was assumed to occur between the concrete and the steel. The behavior of concrete in compression is simulated by an elastic-plastic work-hardening model followed by perfectly plastic response. This response is terminated at the onset of crushing. In tension, a fixed smeared crack model 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 of rigidity due to cracking.

The nonlinear equations of equilibrium have been solved by using incremental-iterative technique based on the modified Newton-Raphson method. The convergence of the solution was controlled by a load convergence criterion. The numerical integrations have been carried out by using 27-Gaussian point integrations rule.

Different types of partially prestressed concrete deep beams have been analyzed and the finite element solutions were compared with the available experimental results. Effect of some important numerical property and material parameters have been investigated to study their influence on the predicted load deflection curves. In general, good agreement between the finite element solution and the experimental results has been obtained.

خلاصة البحث

العتبات الخرسانية المسلحة العميقة هي عبارة عن أعضاء إنشائية لها القابلية على تحمل قوة قص عالية. وغالبا ما تستخدم كأعضاء إنشائية في العديد من المنشآت الخرسانية مثل البنايات العالية والجسور الرئيسية وأغطية الركائز والأسس والخزانات المائية. إن الهدف الرئيسي في هذا البحث هو التحري والحصول على بعض المعلومات التي تساعد في معرفة سلوك العتبات الخرسانية العميقة المسبقة الجهد جزئيا باستخدام التحليل اللاخطي.

تصف هذه الدراسة نمودجا للتحليل غير الخطي ثلاثي الأبعاد بطريقة العناصر المحددة حيث مثلت الخرسانة باستخدام العناصر الطابوقية ذات العشرين عقدة، أما حديد التسليح الاعتيادي والمجهد فتم تمثيلهم باستخدام عناصر محورية مطبورة داخل العناصر الطابوقية وافترض وجود ترابط تام بين الخرسانة وحديد التسليح. تم تمثيل تصرف الخرسانة تحت اجهادات الانضغاط باستخدام النموذج المرن اللدن ذي التصلد الانفعالي (Elasto-Plastic Strain-Hardening) والمتبوع بتصرف لدن تام (Perfectly Plastic) يستمر لغاية أقصى انفعال أنضغاط تنهشم عنده الخرسانة، أما تحت تأثير أجهادات الشد فقد تم تبني النموذج التشقق المنتشر (Smeared Crack Model) كما تم الاستعانة بنموذج لتخفيض قيمة معامل القص (Shear Modulus of Rigidity) بعد حصول التشقق.

تم تحليل أنواع مختلفة من العتبات الخرسانية العميقة المسبقة الجهد جزئيا وتمت مقارنة النتائج المستحصلة من طريقة العناصر المحدودة مع النتائج المختبرية المتوفرة وتم تقصي تأثير مجموعة من المتغيرات الخاصة بالمادة على تصرف منحنيات الحمل والمطول. بشكل عام تم الحصول على توافق بين النتائج المستحصلة من طريقة العناصر المحدودة والنتائج المختبرية.

بالإضافة إلى ذلك تم تحليل (150) عتبة عميقة بسيطة الإسناد تحت تأثير حمل مركز حيث تمت دراسة تأثير مقاومة الانضغاط للخرسانة وتأثير نسبة الطول الصافي إلى العمق الفعال وتأثير نسبة التسليح الطولي والإجهاد الفعال ونسبة الإجهاد الجزئي.

لقد وجد بان قيم التحمل الأقصى تزداد بمقدار (8.418%) عندما تزداد مقاومة الانضغاط للخرسانة من (68.7MPa) إلى (100MPa) وقيم الحمل الأقصى أيضا تزداد بمقدار (22.32%) عندما تزداد نسبة الحديد الطولي من (0.00337) إلى (0.0086). وكذلك وجد إن قيم الحمل الأقصى تقل بمقدار (51.3%) عند زيادة نسبة الفضاء الصافي إلى العمق الفعال من (1.43) إلى (4.0) وبالإضافة إلى ذلك وجد بان قيم التحمل الأقصى تقل بمقدار (6.12%) عند زيادة نسبة الإجهاد الجزئي من (0.333) إلى (1.0) وان قيم التحمل الأقصى لا تتأثر بزيادة الإجهاد الفعال بثبوت كمية حديد التسليح.