

ملخص البحث

العتبات الخرسانية المركبة هي منشآت واسعة الاستعمال في الهندسة المدنية في تشييد كلا من الجسور والأبنية. بعض المنشآت الخرسانية المركبة تنشأ عن الدمج بين الوتر المسبق الصب وبلاطة تصب موقعا. روابط القص بين الوتر والبلاطة يجب أن تربط العنصرين معا بكفاءة بحيث يعملون كوحدة واحدة.

في هذه الدراسة تم استعمال طريقة العناصر المحددة ثلاثية الأبعاد لاختبار سلوك العتبات الخرسانية المقوسة المركبة بالاستفادة من برنامج ANSYS (صيغة 9).

تم استخدام عناصر طابوقية ثلاثية الأبعاد ذات ثمانية عقد في برنامج ANSYS لتمثيل الخرسانة. تم تمثيل حديد التسليح كعناصر محورية مطمورة داخل العناصر الطابوقية مع افتراض وجود ترابط تام بين الخرسانة و حديد التسليح. المفصل الذي تلتقي فيه شفة العتبة مع الساق فقد تم تمثيله باستخدام عناصر بينية و التي تتكون من عناصر أحادية البعد بعقدتين ترتبط مسع العناصر الطابوقية في المنطقة البينية. كما ان حديد التسليح المار خلال المنطقة البينية تم تمثيله باستخدام عناصر محورية التي ترتبط مع العناصر الطابوقية على طرفي المفصل بشكل عمودي على سطح المنطقة البينية. و لإدخال تأثير مقاومة القص لحديد التسليح الذي يمر خلال المنطقة البينية و الذي يشارك في مقاومة قوى القص المتولدة في تلك المنطقة فقد تم استعمال عناصر نابضة لاختبار السلوك و التي يتم ربطها أيضا مع العناصر الطابوقية في المنطقة البينية و لكن باتجاه موازي لسطح تلك المنطقة. اللاخطية المادية الناتجة من تشقق و تحشم الخرسانة و خضوع الحديد و العلاقة اللاخطية بين الإجهاد و الانفعال للخرسانة و الحديد و تغير حالة السطح البيني كلها أدرجت في الدراسة. تم اعتبار تصرف الخرسانة تحت تأثير إجهادات الانضغاط تصرفا مرنا يتبعه تصرف لدن تام ينتهي عند بداية تحشم الخرسانة. استخدم النموذج الشق المنتشر لتمثيل تصرف الخرسانة تحت تأثير إجهادات الشد مع اعتماد نموذج تصلب الشد (tension-stiffening model) للخرسانة بين الشقوق و انتقال القص بطريقة تداخل الركاب و فعل الوتر (dowel action). تم حل معادلات التوازن اللاخطية باستخدام طريقة تزايدية-تكرارية اعتمادا على الطريقة الشاملة لنيوتن-رافسن. و لقد أجريت التكاملات العددية باستخدام قاعدة كاوس ذات ثمان نقاط. و قد تم تحليل أنواع مختلفة من العتبات الخرسانية المسلحة ذات نتائج عملية متوفرة لتقويم النماذج و الطريقة المستخدمة في هذه الدراسة أعطت المقارنة توافق جيد للنتائج المستحصلة من العناصر المحددة و من

التحارب. أكثر فرق في التحمل الأقصى للعتبات جاءت 12%. تمت دراسة تأثير نسبة L/R في العتبات الخرسانية المركبة

على السلوك و الحمل الأقصى لهذه العتبات, كما تمت دراسة تأثيرات خواص المادة المهمة و بعض العوامل المستخدمة في التحليل على كل من السلوك و التحليل الإلحطي لتلك العتبات والتي تتضمن سمك السقف, مقاومة الانضغاط, طبيعة الإسناد و تأثير كمية الحديد الذي يمر خلال المنطقة البينية.

و لدراسة تأثير الحالات السابقة, تم تحليل عتبة واحدة. لقد أظهرت نتائج التحليل إن نسبة (L/R) تأثير كبير على التحمل الأقصى للعتبات (نسبة الانخفاض جاءت من صفر% إلى 41% للعتبات بعد تكبير L/R من صفر إلى 0.2). كذلك, زيادة مقاومة الانضغاط إلى 35 ميجا باسكال من 30 ميجا باسكال تسبب زيادة في التحمل الأقصى بمقدار 10.3% و النقصان في مقاومة الانضغاط إلى 25 ميجا باسكال تسبب نقصان في التحمل الأقصى بمقدار 16.8%. تقبيد النهايات له تأثير هام. حيث إن تغيير حالة الإسناد من (hinge-roller) إلى (fixed-roller) و إلى (fixed end) أدى إلى زيادة في التحمل الأقصى بمقدار 5.2% و 61% على التوالي.

ABSTRACT

Concrete composite beams are widely used structures in civil engineering, both in bridges and building construction. Some of composite concrete structures result from the combination of precast concrete stem and cast-in-place slab. The shear connectors or crossing stirrups between the stem and the slab should tie the two components together well enough so that they act as one unit.

In this study, a nonlinear three dimensional finite element analysis has been used to conduct an analytical investigation on the overall behavior of curved in plane composite concrete beam. ANSYS (version 9) computer program is utilized.

The 8-node isoparametric brick elements in ANSYS are used to represent the concrete, the steel bars are modeled as axial members embedded within the concrete brick elements by assuming perfect bond between the concrete and steel. The interface between the stem and the slab is modeled by using three dimensional point-to-point interface (contact) elements in connection with brick element nodes. The reinforcing bars crossing the interface are modeled by using truss (bar) elements, these are joined with the brick element nodes throughout the interface in the direction normal to the interface plane. The dowel action (shear strength of the steel bars crossing the interface) is modeled by using nonlinear spring elements, which are connected also with the brick element nodes but in the direction parallel to the joint plane.

Materials nonlinearity due to cracking and crushing of concrete, yielding of steel, nonlinear stress-strain response of concrete and steel and the interface changing status are included in the study. The behavior of concrete in compression is simulated by an elastic-perfectly plastic model, which is terminated at the onset of concrete crushing. In tension, a smeared crack model is used with tension stiffening of the concrete between cracks and with post-cracking shear transfer by the aggregate interlock and dowel action. The

Abstract

nonlinear equations of equilibrium are solved by an incremental-iterative technique. The full Newton-Raphson method is used as a nonlinear solution algorithm with a force criterion to monitor convergence. The numerical integration has been conducted by using the 8-point Gaussian rule.

Various types of beams, with available experimental results are chosen to check the validity and the accuracy of the adopted models. In general good agreement is obtained between the finite element and the experimental results. The maximum percentage difference in ultimate load-carrying capacity is 12%. Parametric studies are carried out to study the influence of L/R ratio on the behavior of composite concrete beams and the load-carrying capacity (L=length and R= radius of curved beam). Also, some important material and solution parameters that affect the structure behavior are studied. These include the slab thickness, support condition, compressive strength of concrete and the percentage of steel across the interface.

One beam is proposed to investigate the above situations. The result of the analysis has shown that L/R ratio has major effect on the overall behavior and load-carrying capacity of such beam (the percentage of reduction in ultimate load capacity is in range of 0% - 41% when L/R ratio increased from 0 to 0.2). Also, the increase in (f'_c) to 35 MPa from 30 MPa caused an increase in ultimate load 10.3% and the decrease to $f'_c = 25$ MPa caused a decrease in ultimate load 16.8%. The effect of restraint of ends has significant effect. Changing the support condition from (hinge-roller) support to (fixed-roller) support and (fixed ends) support causes an increase in the ultimate load capacity about (5.2%) and (61%) respectively.