جامعة الموصل

كلية الهندسة

التحليل العددي غير الخطِّي للعتبات الخرسانيَّة المسلَّحة العميقة المعرضة للأحمال غير المركزيَّة

بشَّار عبد العظيم محمود المشهداني

رسالة ماجستير علوم

في الهندسة المدنية / إنشاءات

بإشراف

الدكتور

خلف إبراهيم محمد

1440 هـ

2019 م

الخلاصة

تعدّ ألعتبات الخرسانية المسلحة العميقة من الأَجزاء الإنشائية المهمة، و أنّ سلوك هذه العتبات يعتمد على عوامل عديدة، ومن هذه العوامل موقع الحمل المسلط، هل هو حمل مركزي أم غير مركزي. ولكن في الواقع العملي (في الأَبنية) لايمكن ضمان مركزية الحمل. ونظرا لقلة الدراسات على هذه ألعتبات تحت تأثير الأَحمال غير المركزية كان ذلك حافزاً لدراسة تصرف ألعتبات وسلوكها تحت تأثير الاحمال غير المركزية.

ونظراً للتطور الكبير في طريقة العناصر المحددة في تحليل المنشئات الخرسانية، واعتماد الباحثين على هذه الطريقة بشكل واسع في حل الكثير من المسائل المعقدة، وانتشار البرامج الجاهزه التي تعتمد هذه الطريقة في التحليل، ومن هذه البرامج برنامج (ANSYS)، الذي اثبت كفاءة جيدة في تحليل المنشئات الخرسانية، كان ذلك دافعا لاستخدام هذه الطريقة في دراستنا الحالية.

قورنت نتائج مختبرية مدروسة من قبل باحثين سابقين لعتبات عميقة تحت أَحمال غير مركزية مع النتائج العددية للعناصر المحددة باستخدام برنامج (ANSYS) لمعرفة مدى تطابق النتائج، واختبار كفاءة الأنموذج العددي في تمثيل ألعتبات العميقة تحت تأثير الأَحمال غير المركزية. وبعد اعتماد الأنموذج العددي اجريت الدراسة على نتائج مختبرية لعتبات خرسانية مسلحة عميقة وبمتغيرات تضمنت تغيير مركزية الحمل، وتاثير ارتفاع العتب، ونسبة حديد التسليح العمودي، ومقاومة انضغاط الخرسانة، وإجهاد الخضوع لحديد التسليح العمودي.

سلّطت احمال على مسافات مختلفة عن مركز العتبات. بعد ذلك زيد ارتفاع العتبات بصورة تدريجية وصولاً إلى ارتفاع يساوي ضعف ارتفاع العتبات مع تغير موقع تسليط الحمل لكل زيادة في الارتفاع عن مركز العتب، وزيدت نسبة حديد التسليح العمودي أيضاً للعتبات بحدود (2–2.25) من نسبة الحديد العمودي للأنموذج المختبري وحملت العتبات على مسافات مختلفة من مركز العتبات. وغيّرت أيضاً مقاومة انضغاط الخرسانة، وحملت بأحمال مركزية وغير مركزية، وزيدت نسبة حديد التسليح العمودي للعتب ذي مقاومة الانضغاط العالية إلى (75,50,25) % على التوالي وأيضاً عرض إلى أحمال مركزية وغير مركزية، وتضمنت الدراسة تأثير مقاومة إجهاد الخضوع لحديد التسليح العمودي على تصرف وسلوك وحمل الفشل للعتب.

أظهرت نتائج التحليل العددي للعتبات الخرسانية المسلحة العميقة تطابق شبه تام مع النتائج العملية. التحليل العددي للعتبات تحت تأثير الأحمال غير المركزية تظهر بأنّ سعة حمل الفشل تعتمد بصورة رئيسة على موقع تسليط الحمل بالنسبة لمركز العتبات، و المعيار الحاكم للفشل هو مقاومة انضاط الخرسانة بلامركزية قدرها 50 ملم. بازدياد ارتفاع العتب، و مع تسليط الأحمال بصورة غير مركزية على العتبات يقل حمل الفشل تدريجيّاً مع زيادة لامركزية الأحمال حتى يصير حمل الفشل متساوٍ لجميع العتبات التي تملك ارتفاعات مختلفة. عند زيادة نسبة حديد التسليح العمودي للعتبات من 0.011 الى 0.015 وتحتَ أحمال غير مركزية لوحظ أنّ ليس هنالك تأثير يذكر على حمل الفشل، وحينما زيدت مقاومة انضغاط الخرسانة أَظهرت نتائج التحليل العددي أنّ هنالك زيادة ملحوظة في حمل الفشل تحت التحميل المركزي وغير المركزي، وأمّا فيما يخص زيادة نسبة حديد التسليح العمودي للعتبات ذوات مقاومة الانضغاط العالية بنسب (25%، 50%، 75%) فقد لوحظ أيضاً أنَّ ليس هنالك تأثير ملحوظ على حمل الفشل، وبزيادة إجهاد الخضوع لحديد التسليح العمودي للعتب، وزيادة نسبة حديد التسليح العمودي إلى 75%، يحدث زيادة في حمل الفشل بلامركزية قدرها 50 ملم، بينما بلامركزية قدرها 15 ملم و 30 ملم لايوجد تأثير يذكر على حمل الفشل.

Abstract

Reinforced concrete deep beam is considered as one of the most important constructional parts, and the behavior of the reinforced concrete depends on several factors; one of these factors is**:** location of the applied load and whether it is centric or eccentric. But in practice as in the case of building, the centrality of load is not guaranteed. Due to limited studies on these parts of buildings under the influence of eccentric loads were considered here as an incentive factor to choose and accomplished the present study.

The significant development in the method of finite elements in the analysis of concrete structures, adoption of researchers in this way widely in solving many complex issues and the abundance of software which adopts this method in analysis, one of these software is ANSYS, which proved good efficiency in the analysis of concrete structures, this was a motivation to use this method in our current study.

Experimental results for deep beams under eccentric loads were compared with results of computation work of ANSYS program to check the validity of the numerical model in representing deep beams under eccentric loads. After the numerical model was adopted, the computation work was carried out using laboratory results of deep concrete beam with variable factors such as load eccentricity, height of deep beam, ratio of vertical web reinforcement, concrete compressive strength and yield strength of vertical web reinforcement.

Loads are applied at different distances from center of the deep beams. The height of deep beams was gradually increased to reach a height equal to twice the height of the experimental deep beams with applied eccentric load for each increment in height. The ratio of vertical web reinforcement was also increased for (2-2.25) times of the vertical reinforcement ratio of the laboratory model and also exposure to eccentric load. The compressive strength of deep beams was changed and subjected to centric and eccentric loads. The vertical web reinforcement ratio of high-strength concrete deep beam was increased to (25%, 50%, 75%) respectively and subjected to centric and eccentric loads. The study included the effect of yield strength of vertical reinforcement on the behavior and failure load of the beam.

The results of the numerical analysis with the practical results showed a good match between them. Numerical analysis of the deep beams under eccentric loads shows that its failure loads depends mainly on the position of the load from center and the failure rule is the compressive strength of concrete when the eccentricity equal to 50 mm. As the height of the beam increased under eccentric load the failure load decreases gradually with increasing load eccentricity till the

failure load become equal for the all beams that possess different heights. When the ratio of vertical web reinforcement for beams was increased from 0.011 to 0.015 under eccentric loads it was noted that there was no significant effect on the failure load. When the compressive strength of concrete was increased, the results of numerical analysis showed that there was a significant increase in the failure load under centric and eccentric load. As for the increase of the ratio of vertical web reinforcement with ratios 25%, 50% and 75% it was observed that there was no significant effect on the failure load. When the yield strength and the ratio of vertical web reinforcement was increased an increase in load failure occur only at 50 mm eccentricity, eccentricity of 15 mm and 30 mm has no significant effect on the failure load.

University of Mosul

College of Engineering

Nonlinear Numerical Analysis of Reinforced Concrete Deep Beams under Eccentric Loads

Bashar Abdul-Adheem Mahmood Al-Mashhadani

M.Sc. Thesis

Civil Engineering / Structural Engineering

Supervised by

Dr. Khalaf Ibrahem Mohammad

2019 A.D. **1440 A.H.**