

سلوك العتبات الخرسانية الحاوية على فتحات في منطقة القص تحت تأثير الأحمال التكرارية

أ.د. بيار جعفر السليفاني

فهد اكرم سعيد الحمداني

جامعة الموصل /كلية الهندسة/قسم المدني

الخلاصة

يهدف البحث إلى دراسة السلوك الإنشائي للعتبات الخرسانية المسلحة التي تحتوي على فتحات في وسط منطقة القص تحت تأثير الأحمال التكرارية. تضمن البرنامج العملي للدراسة الحالية فحص (7) عتبة خرسانية مسلحة بأبعاد (200*350*2400) mm ومن ضمنها عتبة سيطرة بدون فتحات عدد (1). وقسمت هذه العتبات على مجموعتين، (المجموعة الأولى) استخدمت لغرض معرفة تأثير شكل الفتحات في العتبات، أما المجموعة الثانية فقد استخدمت لمعرفة تأثير حجم الفتحات في العتبات الخرسانية المسلحة، المجموعة الأولى تتألف من ثلاث عتبات خرسانية ذات فتحات إما دائرية بقطر (150) mm أو مربعة بأبعاد (133*133) mm أو مستطيلة بأبعاد (200*88) mm وتكون في وسط منطقة القص، والمجموعة الثانية تتكون من ثلاث عتبات خرسانية مسلحة ذات فتحات دائرية متفاوتة بالحجم وذلك لمعرفة تأثير التغير بالحجم في العتبات الخرسانية وهذه العتبات بأقطار (100,125,150) mm على التوالي. وبعد تحليل النتائج لوحظ أن وجود الفتحات في العتبات الخرسانية قد سبب انحدارا في مقاومة العتبات الخرسانية بنسبة تتراوح بين (14-50)% وادى إلى الزيادة في مقدار الأود بالنسبة لعتبة السيطرة (بدون فتحات) بنسبة تتراوح بين (25.5-39.2) اعتمادا على شكل الفتحات وحجمها، وعند دراسة تأثير الشكل وجد أن العتبات ذات الفتحات المستطيلة لها قابلية تحمل أعلى من قابلية تحمل العتبات ذات الفتحات المربعة بنسبة (20.4%) والدائرية بنسبة (38.77%) ، ومن خلال استخدام ثلاث عتبات خرسانية ذات فتحات دائرية الشكل بأقطار (150,125,100) mm لدراسة تأثير الحجم وجد أن مقدار النقصان في مقاومة القص للعتبة الدائرية بقطر (150) mm هي (50.5%) في حين مقدار النقصان للمقاومة للعتبة الدائرية بقطر (125) mm و (100) هي (23%) و (14%) على التوالي.

Behavior Of Reinforced Concrete Beams with Openings in Shear Zone under Repeated Loading

Dr. B. J. Al-Sulayfani, Professor

F.A. Al-Hamdani

Abstract

The research aims at studying the structural behavior of R.C beams having openings (at the shear zone) under repeated loads. The experimental program includes testing 7 R.C beams of (200mm*350mm*2400mm). The beams were divided in to two groups, the 1st. group were used to find out the shape effect, while the 2nd. group was utilized to find out the effect of the opening size (two beams without openings, considered as a reference beams) group one consisted of three R.C beams either with circular openings (dia.150)mm or square opening (133*133)mm or rectangular opening (200*88)mm located in the middle of the shear zone. Group two, consisted of three R.C beams with variable sizes of circular openings ,that is , (100mm , 125mm , 150mm) diameter ..When the results were analyzed , it was noticed that the presence of openings in the beams caused a reduction in the R.C beams strength a mounting to a ratio between (14-50)%, and caused an increase in the deflection of (25.5-39.2)%(relative to the control beam without openings) depending on the shape and size of the opening. From the study of the shape effect, it was found that the beams with rectangular openings had a higher strength than the ones with square openings of (20.4)% and (38.77)% than those of circular openings. When testing three R.C beams with different circular openings , (100mm , 125mm , 150mm) diameter , the results indicated ,that the beam of 150mm diameter opening suffered a reduction in strength of (50.5)% while the reduction was (23%)and (14%) for the beams with (125mm)diameter and (100mm) diameter respectively .

المقدمة:-

يعتبر نظام البلاطات و العتبات من اكثر النظم المستخدمة في انشاء الارضيات و السقوف الخرسانية، وفي معظم هذه المنشآت تكون بلاطة الارضيات و السقوف جزءا متكاملًا (Integral Part) من العتبة الحاملة .

ان استحداث الفتحات في العتبات الخرسانية لغرض تسهيل مرور شبكة الأنابيب والقنوات اللازمة من خلالها أو استحداثها لأسباب اقتصادية، يؤدي وجود هذه الفتحات إلى تقليل مقاومة هذه العتبات،

في هذه الدراسة تم استخدام ثلاثة اشكال هندسية من الفتحات في وسط منطقة القص لمعرفة تأثير هذه الفتحات على سلوك العتبات الحاوية لها تحت تأثير الاحمال التكرارية

في عام (2009) قدم الباحث [1][Najim] دراسة نظرية وعملية حول تصرف الاعتاب الخرسانية المسلحة العميقة الحاوية على فتحات والمقواة بألياف الكربون البوليمرية، وأجريت الدراسة على ثمانية نماذج من الأعتاب الخرسانية ذات مقطع (100x750) ملم وبطول (1150) ملم وفحصت النماذج تحت تأثير أربع نقاط حمل، سبعة نماذج كانت تحتوي على فتحات مستطيلة ذات مقطع (100x200) ملم موزعة على شكل واحد في وسط منطقة القص ومتناظرة حول خط الوسط، النموذج الاول ترك بدون فتحات والثاني احتوى على فتحات واستخدم كمصدر لمقارنة النتائج. أما النماذج البقية فكانت حاوية على فتحات وتم تقويتها بألياف البوليمر. استنتج أن استخدام ألياف الكربون البوليمرية لتدعيم الاعتاب الخرسانية العميقة الحاوية على فتحات لها ايجابية على التصرف الكلي مثل قابلية التحمل القصوى، الشقوق والهطول. نسبة الزيادة في قابلية التحمل القصوى كانت تتراوح بين (190-100)% واستخدم الباحث ثلاثة اشكال للفتحات، المربعة، والمستطيلة، والدائرية، هذه الفتحات جميعها لها نفس الموقع ونفس المساحة انفسهما، واستنتج الباحث أن الفتحات الدائرية لها التأثير نفسه في المرحلة الأولى من تسليط الحمل بالمقارنة مع الأشكال الأخرى للفتحات (المربعة والمستطيلة)، واستنتج أيضاً أن مقدار التحمل للأعتاب ذات الفتحات الدائرية أعلى من مقدار التحمل للأعتاب ذات الفتحات المربعة والمستطيلة بنسبة 5.8% و 17.4% على التوالي

نشر الباحثان [2] [Aziz and Ajeel] في عام (2010) بحثاً تناول دراسة تأثير وجود الفتحات أو المفاصل (في منطقة الشفة) على سلوك القص في العتبات الخرسانية المسلحة ذات المقطع حرف (T)
أذ قام الباحثان بإجراء الفحوصات على ثماني عتبات خرسانية مسلحة ذات مقطع (T)، كانت العتبة الأولى بدون أية مفاصل أو فتحات (العتبة المرجعية)، أما البقية فكانت تحتوي على مفاصل إنشائية أو فتحات في مواقع مختلفة.
واستنتج الباحثان نقصان في مقاومة القص بحدود (32%-22%) في العتبات التي تحتوي على فتحة واحدة في الشفة، ونقصان بحدود (39%-17%) في العتبات التي تحتوي على فتحتين في الشفة.

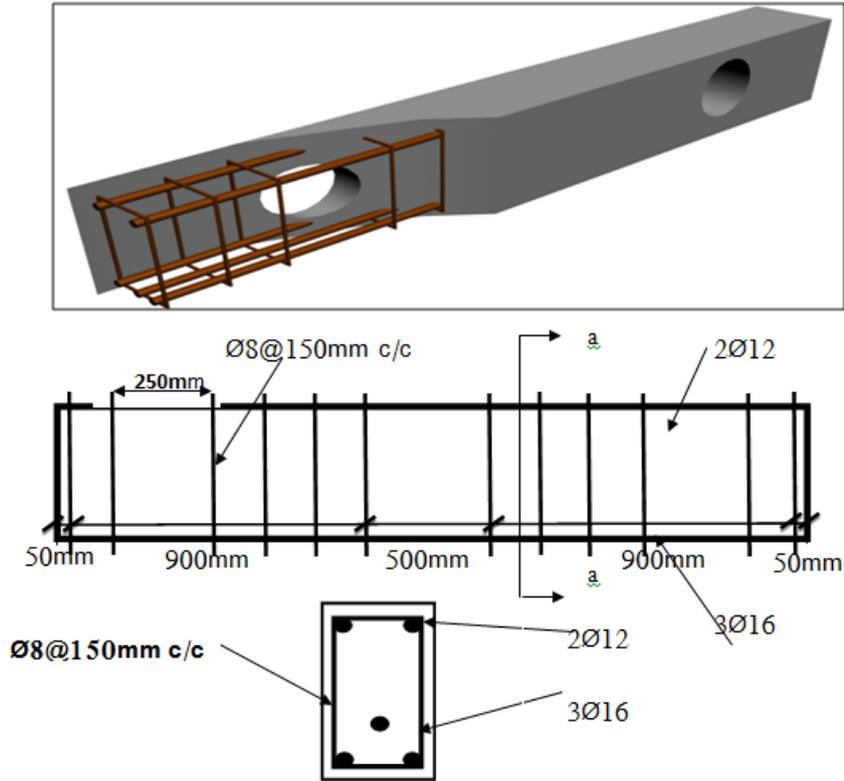
أما ما يخص العتبات التي تحتوي على مفاصل إنشائية، فقد أظهرت النتائج المخبرية نقصاناً في مقاومة القص بحدود (23%) عند مقارنتها مع العتبة المرجعية

الهدف من البحث:-

- 1- دراسة على تأثير وجود الفتحات فيا لعتبات الخرسانية المسلحة علمقاومة القص تحت تأثير الاحمال التكرارية
- 2- دراسة تأثير حجم الفتحات الموجودة في العتبات الخرسانية المسلحة علمقاومة القص وشكلا لفتحت تحت تأثير الاحمال التكرارية
- 3- دراسة تأثير شكلا لفتحات العتبات الخرسانية علمقاومة القص وشكلا لفتحل وحمل التشقق تحت تأثير الاحمال التكرارية

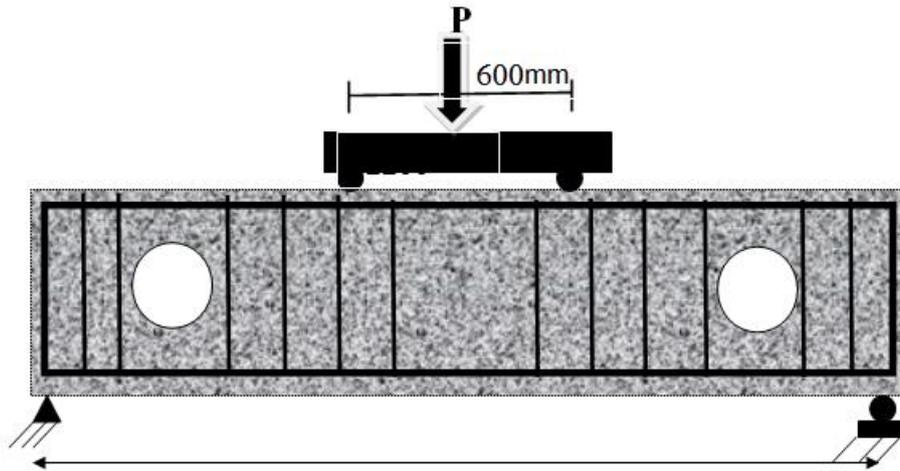
البرنامج العملي:-

جهزت (7) عتبات خرسانية بأبعاد (2400*350*200mm) سلحت هذه العتبات في منطقة الشد بثلاثة قضبان من حديد التسليح بقطر (16mm) من الاسفل وفي منطقة الانضغاط بقضيبين بقطر (12mm) من الاعلى وبحلقات بقطر (8mm) بمسافة بين منتصف حلقة واخرى (150mm) مع الغاء الحلقات التي تمر بالفتحات والشكل (1) يوضح تفاصيل حديد التسليح للعتبات المستخدمة في البحث



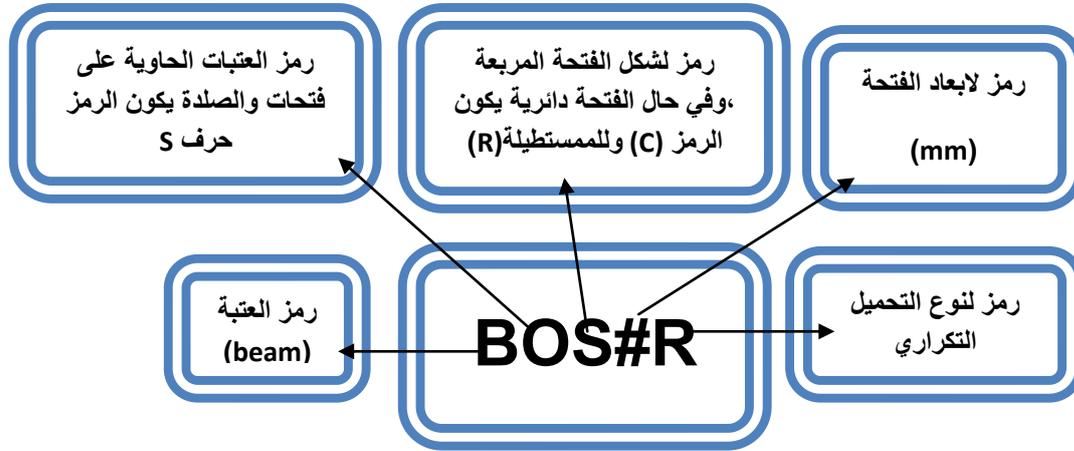
الشكل(1): تفاصيل حديد التسليح للعتبات المستخدمة في البحث

وتم فحص العتبات تحت اربعة احمال متركزة مستندة الى اربعة صفائح حديدية بابعاد (200*120*20mm) والشكل (2) يوضح ذلك



الشكل(2): مناطق استناد العتبة والاحمال

تم ترميز العتبات الخرسانية لتسهيل التعرف على العتبات كما موضح في الرسم الآتي للرموز المستخدمة.



خواص المواد المستخدمة في الدراسة الخلطة الخرسانية :

عبارة عن خليط غير متجانس يُصمم عادة من مزج نسب معينة من الإسمنت، الركام الناعم، الركام الخشن، الماء، وتخللها الفراغات وأحياناً مواد مضافة لإعطاء خواص معينة للخرسانة

الإسمنت :

الاسمنت المستخدم في الدراسة العملية هو إسمنت عراقي محلي الصنع مصنع في معمل اسمنت بادوش (بادوش/توسيع) في محافظة نينوى وحسب المواصفة العراقية القياسية (IQS No.5 1984) [3] ومطابق للإسمنت البورتلاندي الاعتيادي (O.P.C)، والجدول (1) يوضح خصائص الإسمنت الفيزيائية المستحصل عليها من معمل إسمنت بادوش والجدول (2) يوضح الخواص الكيماوية للإسمنت المستخدم .

الجدول(1): الخصائص الفيزيائية للإسمنت المستخدم.

حدود المواصفة (%) (IQS: 5/1984)	النتائج	الخصائص
لا تزيد عن 10%	3%	النعومة (نسبة المتبقي على منخل رقم 170)
		وقت التماسك
لا يقل عن 45 دقيقة	120	ابتدائي (دقيقة)
لا يزيد عن 600 دقيقة	225	نهائي (دقيقة)
		مقاومة الانضغاط (MPa)
لا تقل عن (16 MPa)	19.7	3 أيام
لا تقل عن (24 MPa)	24.8	7 أيام
		مقاومة الشد (MPa)
لا تقل عن (1.6 MPa)	1.77	3 أيام
لا تقل عن (2.4 MPa)	2.45	7 أيام

الجدول(2): التحليل الكيميائي للإسمنت المستخدم ومركباته [3]

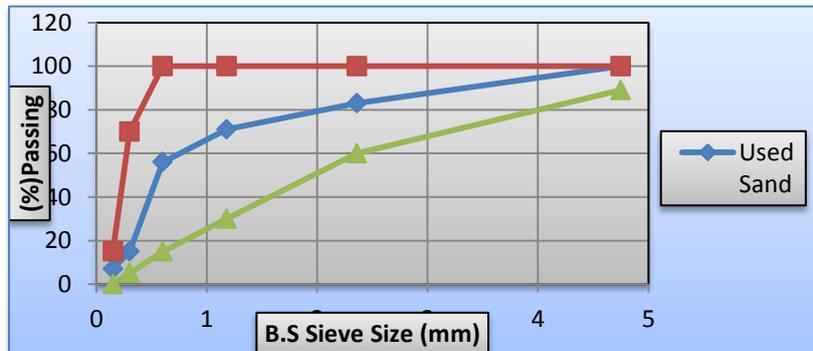
حدود المواصفة (%) (IQS: 5/1984)	النسبة النئوية (%)	أكاسيد عناصر الاسمنت
3.0 - 8.0	5.4	أكسيد الألمنيوم Al_2O_3
17.0 - 25.0	23.4	أكسيد السليكا SiO_2
0.5 - 6.0	3.25	أكسيد الحديد Fe_2O_3
60.0 - 67.0	61.8	أكسيد الكالسيوم CaO
لا يزيد عن 2.8 %	2.25	ثلاثي أكسيد الكبريت SO_3
لا يزيد عن 5.0 %	3.5	أكسيد المغنسيوم MgO
مركبات الاسمنت الرئيسية		
31.03 - 41.05	38.53	ثلاثي سيليكات الكالسيوم C_3S
28.61 - 37.90	33.45	ثنائي سيليكات الكالسيوم C_2S
11.96 - 12.30	11.99	ثلاثي الومينات الكالسيوم C_3A
7.72 - 8.02	7.92	رباعي الومينات الكالسيوم الحديدية C_4AF

الركام الناعم:

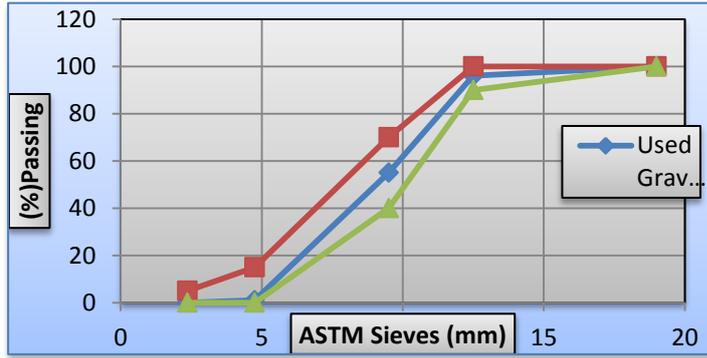
الرمال المستخدم في الدراسة هو رمل نهري من منطقة كنهش في محافظة نينوى، وتم اجراء التحليل المنخلي للرمال المستخدم ووجد أنه مطابق للمواصفات القياسية البريطانية (B.S 882:1992) [4] ووجد أنه رمل متوسط النعومة وبمعامل نعومة (2.68) ونسبة المواد الطينية (2%) وهي ضمن الحدود المسموح بها للمواد الطينية التي هي (3%)، ونتائج التحليل المنخلي للرمال المستخدم في الدراسة مبينة في الجدول (3) وموضحة في الشكل (3).

الجدول(3): التحليل المنخلي للرمال المستخدم مع النسب المئوية المارة القياسية للمواصفة البريطانية (B.S) [4] (882:1992)

النسبة المئوية المارة				الحدود الكلية	مقاس المنخل (mm)
حدود مناطق التدرج			النسب المارة للرمال المستخدم		
ناعم F	متوسط M	خشن C			
-	-	-	100	100-89	4.75
100-80	100-65	100-60	83	100-60	2.36
100-70	100-45	90-30	71	100-30	1.18
100-55	80-25	54-15	56	100-15	0.6
70-5	48-5	40-5	15	70-5	0.3
-	-	-	7	15-0	0.15



الشكل(3): التحليل المنخلي للركام الناعم



الركام الخشن (الحصي):

الحصي المستخدم في البحث هو حصي نهري مدرج ذو مقاس اقصى (M.A.S=12.5) وأجري التحليل المنخلي للركام الخشن (الحصي) ووجد أنه مطابق للمواصفات الأمريكية القياسية (ASTM C33-93) [5] كما مبين في الجدول (4) والشكل (4).

الشكل (4) : التحليل المنخلي للركام الخشن المستخدم

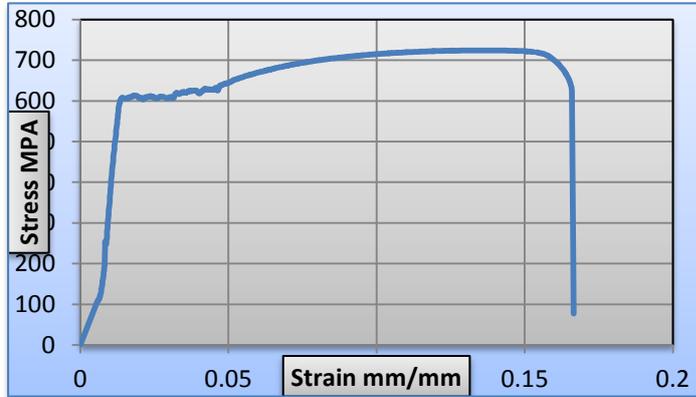
الجدول (4) التحليل المنخلي للحصي المستخدم مع السبب الماره العياسيه للمواصفه الامريحيه [5].

مقاس المنخل (mm)	% الحدود القياسية المارة	% النسبة المارة
19	100	100
12.5	90-100	96
9.5	40-70	55
4.75	0-15	1
2.36	0-5	0

الماء:

استُخدم ماء الشرب الاعتيادي لمدينة الموصل في خلط الخلطات الخرسانية المستخدمة في الدراسة ومعالجتها جميعاً.

حديد التسليح:



استُخدم في تسليح العتبات الخرسانية قضبان تسليح باقطار (8, 12, 16) ملم، واستخدم قضبان بقطر (8mm) على شكل حلقات مغلقة لتسليح فضاء القص وقضبان بقطر (16 mm) لتسليح العتبة في منطقة الشد، وقضبان بقطر (12mm) لتسليح العتبة في منطقة الأنضغاط، وتم فحص النماذج بجهاز فحص الشد العام، وتم رسم العلاقة بين (الانفعال- الاجهاد) لقضبان التسليح بقطر (8mm) كما مبينة في الشكل (5)، والجدول (5) يبين خصائص الحديد المستخدم في الدراسة

الشكل (5) منحنى (الاجهاد - الانفعال) لنموذج حديد تسليح قطر 8

الجدول (5): نتائج فحص حديد التسليح المستخدم في البحث.

مقاومة الشد القصوى (fu) (MPa)	إجهاد الخضوع (fy) (MPa)	حديد التسليح db (mm)
724	606	8
627	531	12
623	450	16

نسب الخلطة الخرسانية:

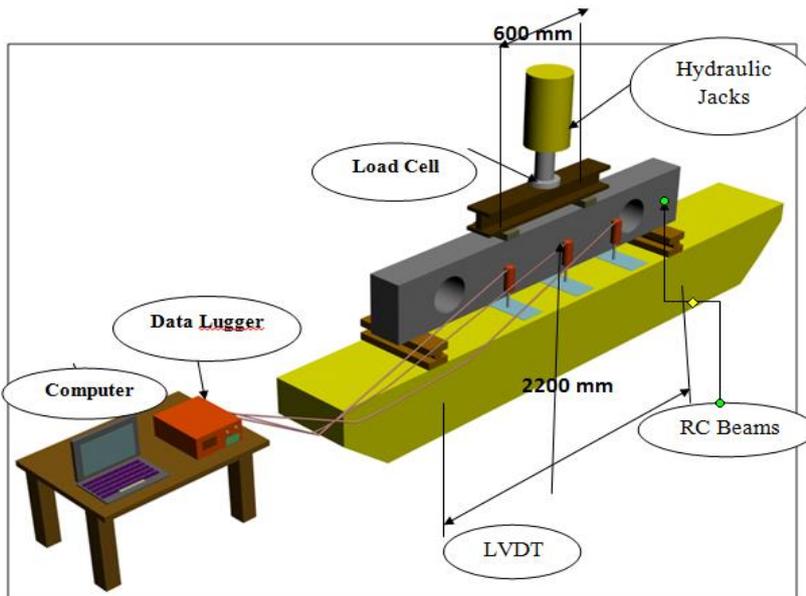
تم اختيار مقاومة الانضغاط التصميمية (40 MPa) بعمر (28) يوماً بعد صب عدة خلطات تجريبية بنسب خلط مختلفة و بهطول (100-75mm) وبعد فحص الاسطوانات القياسية وبأبعاد (300*150mm) وبموجب المواصفة الأمريكية (ASTM C39-04[7][6]) تم اختيار نسب المزج (1:2.8:3.1/0.48) وحُصل على معدل مقاومة الانضغاط بحدود (40MPa) بعمر (28) يوماً وبمعدل هطول (100mm)، ولإيجاد مقاومة الشد فقد تم فحص اسطوانات بأبعاد (200*100mm)[8]. وكانت قيمة مقاومة الشد (4.1MPa). عملية تهيئة النماذج للفحص:-

تتم هذه العملية بعد انتهاء عملية المعالجة للنماذج إذ يتم تحديد مناطق الاستناد للعتبة والحمل ومركز العتبة وتحديد المناطق التي سوف يتم قياس الأود فيها ويتم وضع العتبة على جهاز الفحص ويضبط منسوب الأنموذج باستخدام الوزن



الشكل (6) تهيئة العتبة للفحص

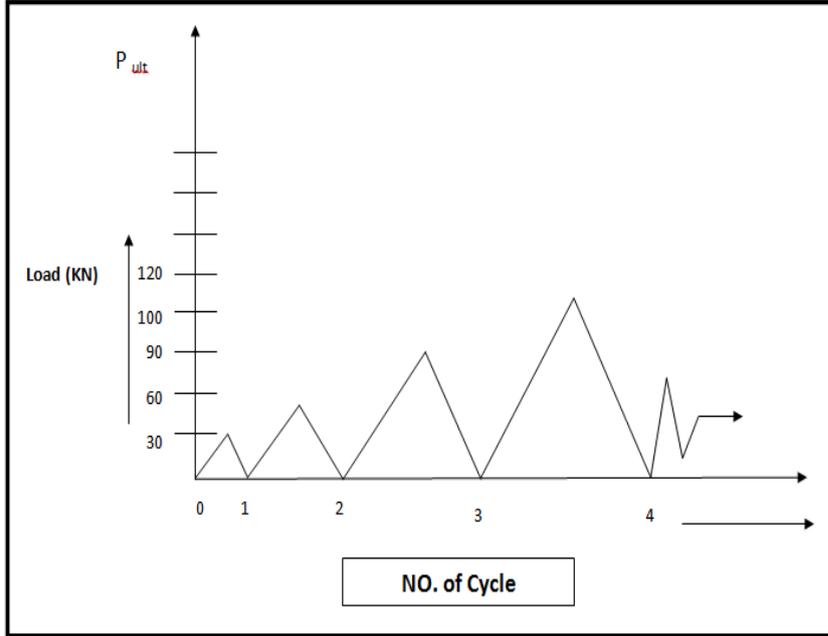
وضبط مركز العتبة مع مركز تسليط الحمل على العتبة باستخدام الشاقول لضمان توزيع الحمل أثناء الفحص على الأنموذج بصورة متجانسة وتوضع صفائح حديدية تحت مناطق الاستناد بأبعاد (200*50*20)mm لتجنب فشل السحق تحت الاحمال المسلطة والمسافة بين المساند (2200)mm والمسافة بين نقطتي تسليط الحمل (Two point load) (600)mm، وتم استخدام (transducer) لقياس الأود والدوران وهذه متصلة بجهاز (Data logger) وهذا النظام متصل بجهاز الحاسوب وهو يسجل الأود مع زيادة التحميل على النماذج وبعد انتهاء الفحص تخزن نتيجة الفحص إلى برنامج (Excel) والشكل (6) يوضح آلية تهيئة النماذج للفحص .



والشكل (7) يوضح تفاصيل عملية فحص النماذج .

الشكل(7): تفاصيل عملية فحص نماذج الأعتاب الخرسانية.

وصف آلية تسليط الأحمال المتكررة (Repeated Load):-



الشكل (8): آلية تسليط الحمل على العتبات الخرسانية المستخدمة في البحث.

تفحص العتبات الخرسانية المستخدمة في البحث تحت تأثير الأحمال التكرارية وهذه الأحمال تختلف عن الأحمال الساكنة في آلية تسليطها، والأحمال التكرارية هي أقرب إلى الأحمال المسلطة على المنشأ في الواقع، وتم فحص العتبات بزيادة الحمل (3) اطنان لكل دورة تحميل إلى فشل العتبة، وتم اختيار هذا المقدار للزيادة بعد فحص عتبة تحت تأثير أحمال ساكنة ومعرفة حمل الفشل للعتبة ويمكن الاستفادة من الأحمال المتكررة في معرفة مقدار الأود النهائي الذي اكتسبته العتبة من تأثير تسليط الأحمال التكرارية، والشكل (8) يوضح آلية تسليط الحمل على العتبات الخرسانية المستخدمة في البحث.

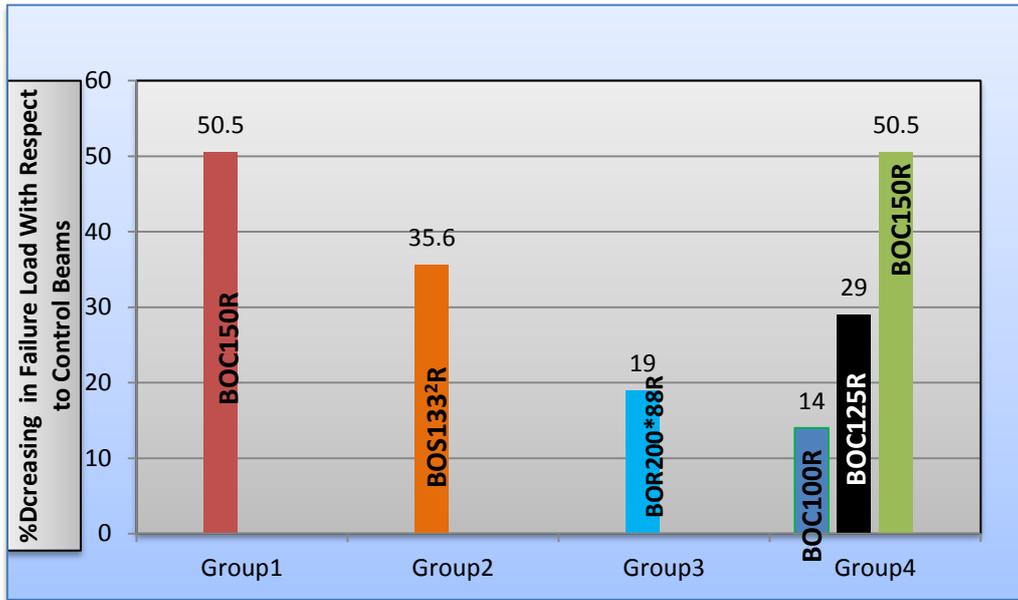
النتائج:

سلوك العتبات الخرسانية المسلحة الحاوية على فتحات في منطقة القص تحت تأثير الأحمال التكرارية :

تهدف الدراسة الحالية إلى معرفة تأثير وجود الفتحات في العتبات الخرسانية المسلحة، وأجريت الدراسة على (7) عتبات خرسانية مسلحة بأبعاد (2400*350*200)mm إحدى هذه العتبات استخدمت بوصفها نموذجاً للسيطرة (بدون فتحات). وبعد فحص العتبات درس كل من تأثير وجود الفتحات وحجمها وشكلها في العتبات الخرسانية المسلحة والجدول (6) يوضح نتائج الفحص للعتبات .

لجدول (6): النتائج المستحصلة من فحص عتبات الجزء الأول للدراسة العملية.

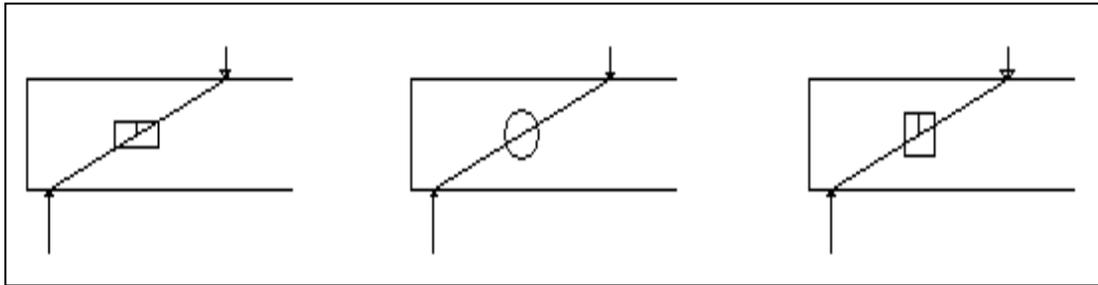
Group	Beams	Failure Load (kN)	%Dcreas in Failure Load With Respect to Control Beams	Mode of Failure
Control	BSR	303	Flexure
	BOC150R	150	50.5	Shear
	BOS133*133R	195	35.6	Shear
	BOR200*88R	245	19	Shear
Group4	BOC100R	260	14	Shear
	BOC125R	214	29	Shear
	BOC150R	150	50.5	Shear



الشكل (9): مقدار النقصان في حمل الفشل للعتبات الخرسانية ذات الفتحات.

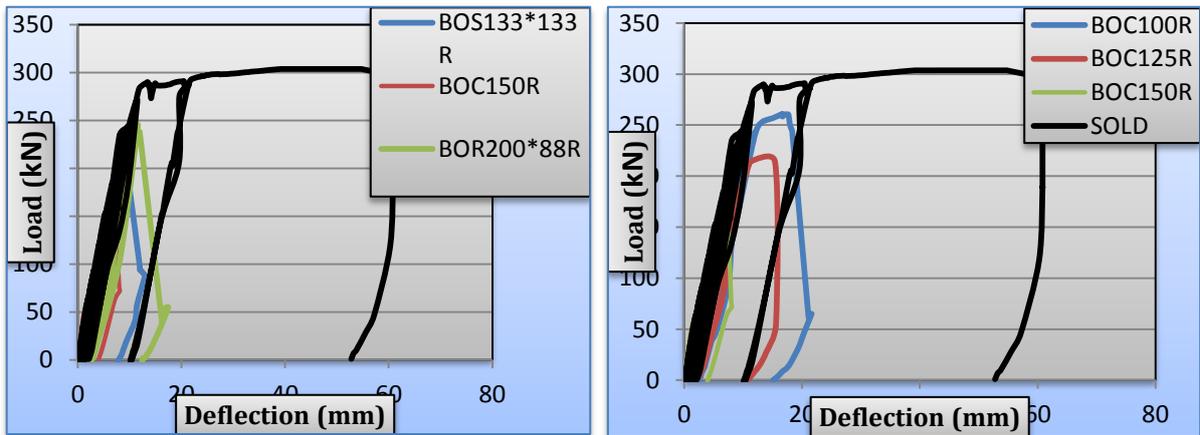
بعد فحص العتبات والحصول على النتائج كما موضح بالجدول (6) والشكل (9) أعلاه لوحظ أن وجود الفتحات في العتبات الخرسانية قد سبب انحداراً في مقاومة العتبات الخرسانية بنسبة تتراوح بين (14-50)% وفق شكل وحجم الفتحة المستخدمة في الأعتاب، وأن تأثير وجود الفتحات على مقاومة الأعتاب يعتمد على

خط انتقال الحمل من نقطة التحميل إلى المسند وتقاطع الفتحة معه كما في الشكل (10)

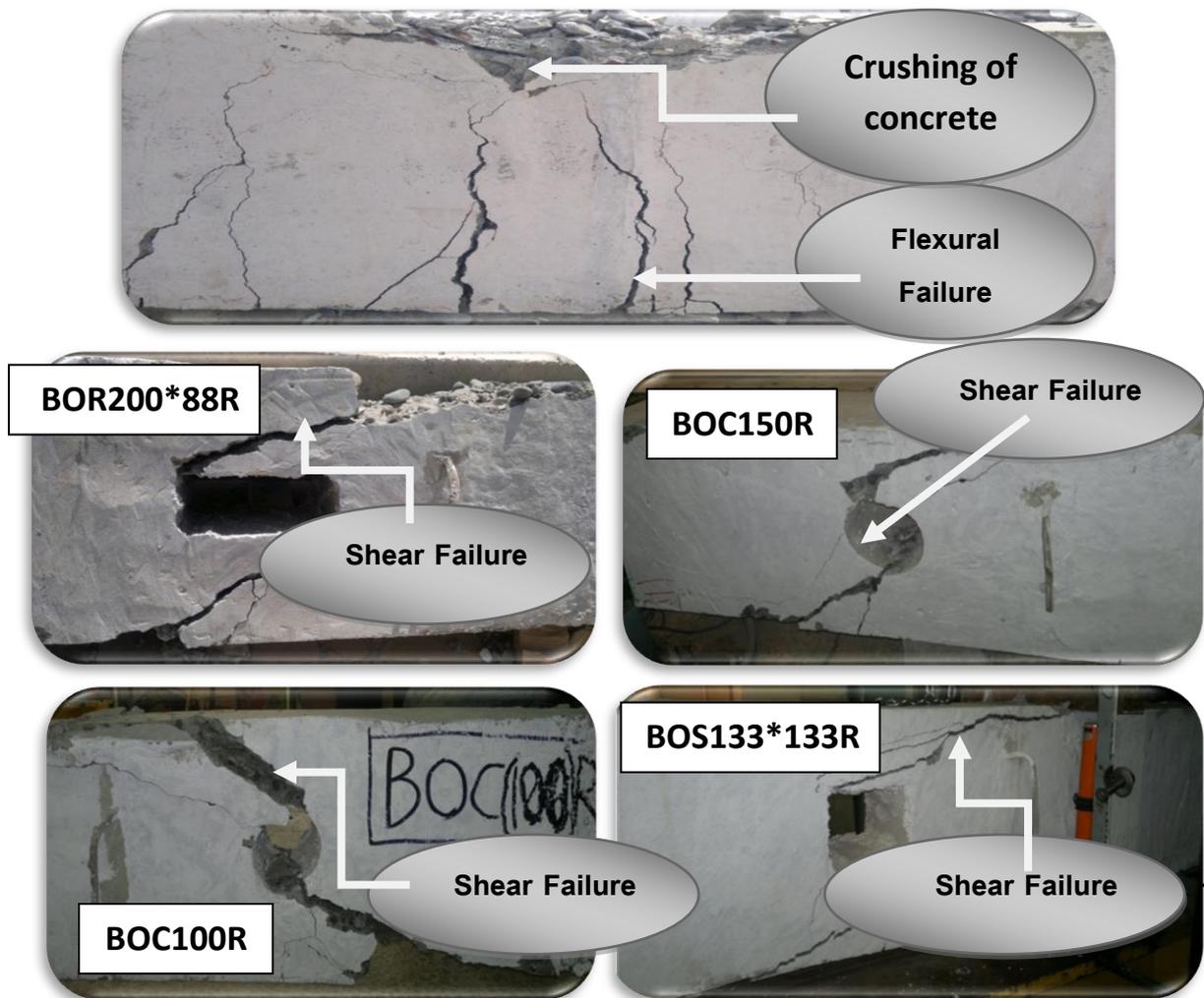


الشكل (10): خط انتقال الحمل من نقطة التحميل إلى المسند وتقاطع الفتحة.

ان سبب هذا الانحدار في مقدار المقاومة للعتبات هو حدوث تغير في مقطع العتبة في وسط منطقة القص إذ اصبح المقطع في هذه المنطقة أصغر لوجود الفتحات، وأدى ذلك إلى تركيز الإجهادات وزيادة قيمتها حول هذه المنطقة وهذا بدوره أدى إلى الفشل وادبالي الانحدار في مقاومة الأعتاب الخرسانية الحاوية على فتحات والشكل (12) يبين صور اشكال الفشل للعتبات بعد الفحص، ونسبة التفاوت في الانحدار في مقاومة العتبات اعتمدت على مساحة المقطع الباقية المقاومة للإجهادات المتمركزة وفق شكل الفتحات وحجمها، والشكل (11) يبين منحنى (الحمل-الأود) للعتبات الحاوية على فتحات مع عتبة السيطرة.



الشكل (11): منحنى (الحمل-الأود) للعتبات الحاوية على فتحات مع عتبة السيطرة.



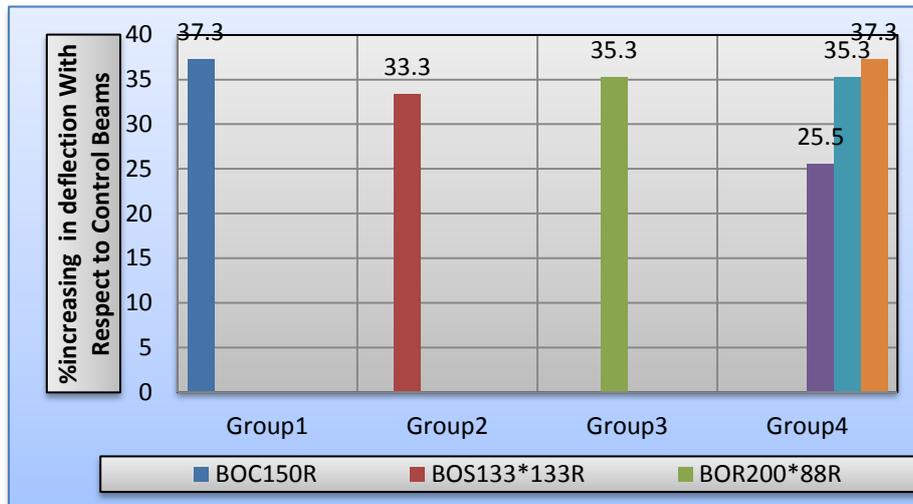
الشكل (12): صور أشكال الفشل للعتبات الخرسانية بعد الفحص

السليفاني: سلوك العتبات الخرسانية الحاوية على فتحات في منطقة القصر تحت تأثير الأحمال التكرارية

احتسب مقدار الزيادة في الأود للعتبات الحاوية على فتحات نسبة لعتبة السيطرة (بدون فتحات) عند الحمل (150kN)، ومن خلال الجدول (4-2) نلاحظ أن مقدار الزيادة في مقدار الأود بالنسبة لعتبة السيطرة (بدون فتحات) يتراوح بين (25.5%-37.3%) اعتماداً على شكل الفتحات وحجمها، ومن خلال الشكل (11) الذي يوضح منحني (الحمل-الأود) يتبين تأثير وجود الفتحات في العتبات الخرسانية على مقدار الأود ومتانة العتبات وجساءتها، وتكون أشكال هذه المنحنيات في بداية تسليط الحمل متقاربة وبعد ظهور التشققات الأولية والاستمرار بتسليط الأحمال تبدأ المنحنيات بالتباعد عن منحنى عتبة السيطرة حيث إن كل منحنى يأخذ شكله النهائي وفق نوع الفتحة وحجمها التي تحدد ذلك، إذ إن وجود الفتحات أدى إلى زيادة مقدار الأود وهذا بدوره أدى إلى نقصان في جساءة العتبات الخرسانية ومتانتها، والجدول (7) والشكل (13) يوضح نسبة الزيادة الحاصلة في مقدار الأود.

الجدول(7): مقدار الزيادة بالأود نتيجة وجود الفتحات

Group	Beams	Deflection at center at load 150 (KN) mm	%increas in deflection With Respect to Control Beams
Control	BSR1	5.1
	BSR2		
Group1	BOC150R	7	37.3
Group2	BOS133 ² R	6.8	33.3
Group3	BOR200*88R	6.9	35.3
Group4	BOC100R	6.4	25.5
	BOC125R	6.9	35.3
	BOC150R	7	37.3



الشكل(13): نسبة الزيادة الحاصلة في مقدار الأود نسبة لعتبة السيطرة

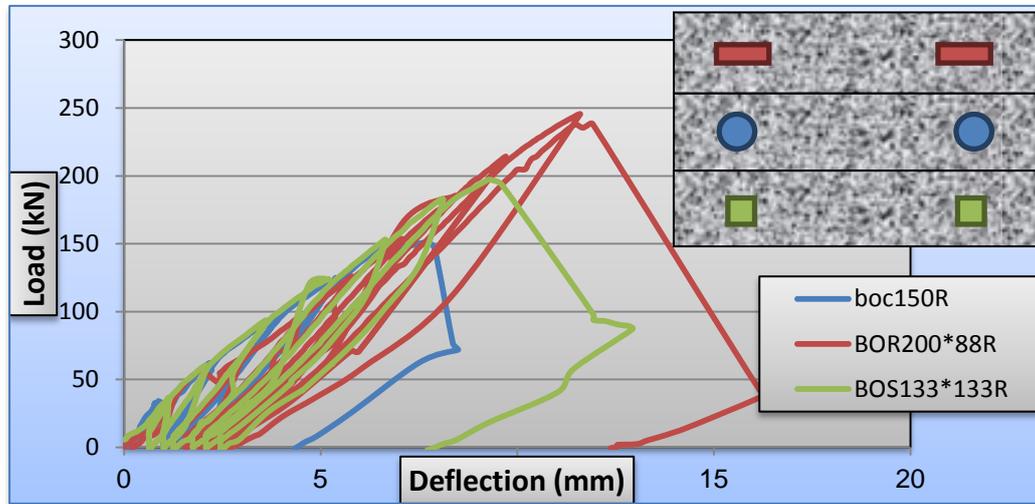
دراسة تأثير شكل الفتحات في العتبات الخرسانية ذات الفتحات:-

و لدراسة تأثير الشكل تم استخدام ثلاث عتبات خرسانية ذات أشكال متغايرة مع ثبوت حجم الفتحة إذ تم استخدام فتحات دائرية بقطر (150)mm وفتحات مربعة بأبعاد (133*133)mm وفتحات مستطيلة بأبعاد (200*88)mm، والجدول (8) يبين مقدار النقصان في المقاومة نتيجة التغير بالشكل نسبة لعتبة السيطرة، إذ كان مقدار النقصان يتراوح بين (19%-50.5%)، ومن ملاحظة الجدول (8) فإن هناك تفاوتاً في مقدار الانحدار في المقاومة إذ كان مقدار الانحدار بالمقاومة للعتبة ذات الفتحة الدائرية (50.5%) والنقصان بالمقاومة في العتبة ذات الفتحة المربعة (35.6%)، أما في العتبة ذات الفتحة المستطيلة فإن مقدار النقصان (19%)، حيث كانت أقل قيمة لانحدار المقاومة في العتبات ذات الفتحات المستطيلة علماً أن الفتحات جميعها في العتبات كانت لها المساحة نفسها، وأن سبب التفاوت في مقدار الانحدار بالمقاومة هو ارتفاع الفتحة إذ إن

العتبات ذات الفتحات الدائرية تكون ارتفاع الفتحة فيها أكبر من المربعة والمستطيلة وأن المساحة التي تتركز عليها الاجهادات أعلى الفتحة وأسفلها تكون أصغر مما في حالة الفتحة المربعة والمستطيلة، إذ إن مقدار التحمل للعتبات ذات الفتحات المستطيلة أكبر من مقدار التحمل للعتبات ذات الفتحات المربعة بنسبة (20.4%) والدائرية بنسبة (38.77%).

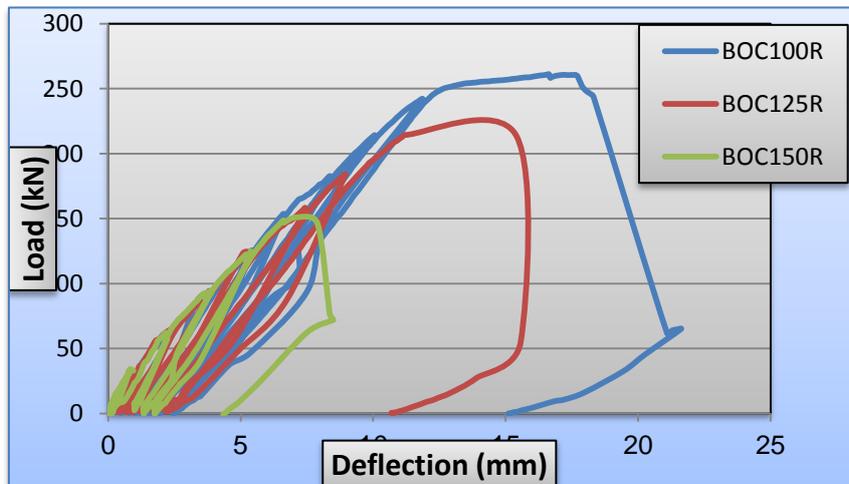
الجدول (8) مقدار النقصان في المقاومة نتيجة التغير بالشكل نسبة لعتبة السيطرة.

Group	Beams	Failure Load (kN)	%Dcreas in Failure Load With Respect to Control Beams
Control	BSR1	303
Group1	BOC150R	150	50.5
Group2	BOS133*133R	195	35.6
Group3	BOR200*88R	245	19



الشكل (14): منحنى (الحمل-الانحراف) للعتبات المتغايرة بالشكل

دراسة تأثير حجم الفتحات على العتبات الخرسانية:-



الشكل (15): سلوك الفشل للعتبات المتغايرة بالحجم تحت تأثير الأحمال التكرارية.

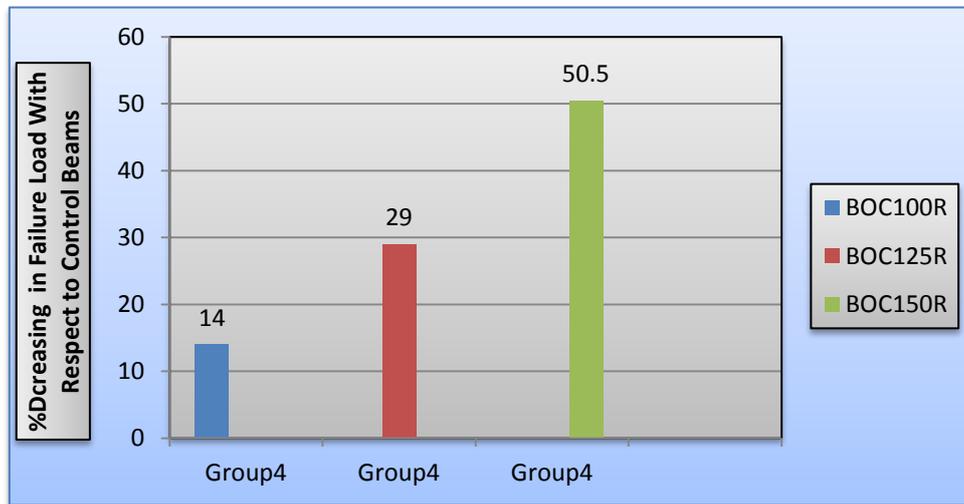
استخدمت ثلاث عتبات خرسانية لدراسة تأثير الحجم ذات فتحات دائرية الشكل بأقطار (150, 125, 100)mm، ومن خلال الجدول (9) الذي يبين النتائج المستحصلة من الفحص وجد أن مقدار النقصان في مقاومة القص للعتبة الدائرية بقطر (150)mm هي (50.5%) في حين مقدار النقصان للمقاومة للعتبة الدائرية بقطر (100) و (125)mm هي (23%) (14%) على التوالي، إذ كانت أكبر قيمة نقصان لمقاومة القص للفتحة الدائرية بقطر (150)mm، والسبب في

أسليفاني: سلوك العتبات الخرسانية الحاوية على فتحات في منطقة القص تحت تأثير الأحمال التكرارية

ذلك يعود إلى أن المساحة التي تتركز عليها الاجهادات أعلى الفتحة واسفلها تكون أصغر مما في حالة الفتحة الدائرية بقطر (100)(125)mm مما يجعلها أقل تحمل لاجهادات القص. والشكل (15) يبين سلوك العتبات المتغيرة بالحجم تحت تأثير الأحمال التكرارية.

الجدول (9): النتائج المستحصلة من الفحص للعتبات المتغيرة بالحجم.

Group	Beams	Failure Load (kN)	%Dcreas in Failure Load With Respect to Control Beams
Control	BSR1	303
	BSR2		
Group4	BOC100R	260	14
	BOC125R	214	29
	BOC150R	150	50.5



الشكل (16): نسب النقصان بمقاومة العتبات نتيجة التغير بالحجم نسبة لعتبة السيطرة

الاستنتاجات

من خلال الفحوصات المخبرية واستنادا إلى النتائج العملية والنظرية للدراسة، يمكن استخلاص الاستنتاجات الآتية:

- 1- أن استحداث الفتحات في العتبات الخرسانية في وسط منطقة القص له تأثير واضح في مقاومة إجهادات القص للعتبات إذ أدى وجود هذه الفتحات إلى نقصان في مقاومة القص للعتبات لإجهادات القص بنسب متفاوتة تتراوح بين (14%-50.5) اعتماداً على شكل الفتحات المستخدمة وحجمها، وكانت أكبر نسبة نقصان للعتبات ذات الفتحات الدائرية ومن ثم العتبات ذات الفتحات المربعة والمستطيلة على التوالي.
- 2- أدى وجود الفتحات في العتبات إلى زيادة مقدار الأود المقاس في منتصف العتبات وبنسب متفاوتة تتراوح بين (25.5%-39.2) اعتماداً على شكل الفتحات المستخدمة وحجمها وهذه الزيادة في مقدار الأود أدت إلى نقصان في جساءة العتبات ومنانتها.

References

المصادر

- 1.
2. Najim, W. N., "Experimental and Theoretical Investigation of the Behavior of R.C. Deep Beams with Openings Strengthened by CFRP Laminates", Msc Thesis, Civil Engineering Department, University of Babylon, 2009, 130 pp
3. Aziz , A., and Ajeel A. (2010) . EFFECT OF EXISTING FLANGE OPENINGS AND COLD JOINTS ON STRENGTH OF RC TBEAMS: Journal of Engineering, Baghdad, Volume 16 . No1, march 2010
4. المواصفات القياسية العراقية (رقم 5), "خصائص الأسمنتالبورتلاندي الاعتيادي"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، العراق 1984.
5. BS.882-1992, "Aggregates from Natural Source of Concrete ", British Standard Institution, 1992.
6. ASTM, Designation, C33-93, "Standard Specification for Concrete Aggregates", .
7. ASTM C39-04, "Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens", American Society for Testing and Materials.
8. ASTM C617-98, (Reapproved 2003), "Capping Cylindrical Concrete Specimens", American Society for Testing and Materials, 2003.
9. ASTM C496-04, "Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens", American Society for Testing and Materials.

تم اجراء البحث في كلية الهندسة = جامعة الموصل