تاثير الالياف الفولاذية على مقاومة القص بالخرم للبلاطات الخرسانة المستوية ذاتية الرص

جنان رشيد الفيل / أستاذ **أسمهان محمود سلطان** / طالبة دراسات عليا
قسم الهندسة المدنية / جامعة الموصل

الخلاصة

البلاطات المستوية هي بلاطات بدون أعتاب لذلك توفر ارتفاع للطابق، إن اجهادات القص بالخرم تسبب فشلا في المنطقة المحيطة بالأعمدة لهذه البلاطات تحت تأثير الأحمال على الأعمدة، ولتقليل حالة الفشل بالقص بالخرم يستعمل حديد تسليح القص ولكن لصعوبة وضعه عمليا وخاصة عندما يكون عمق البلاطة قليل لذلك تستخدم الألياف الفولاذية في الخلطة الخرسانية لزيادة مقاومة القص. يتضمن البحث دراسة اجهادات القص بالخرم للبلاطات الخرسانية ذاتية الرص لزيادة الاهتمام بهذا النوع من الخرسانة لأنها صديقة للبيئة وسهلة الصب ، وان اهم المتغيرات التي تم دراستها هي حديد التسليح حيث أخذت نسبتين مع تغيير النسبة الحجمية للالياف الفولاذية%(0,0.4,0.8,1.2).أهم النتائج التي تم الحصول عليها، ان مقاومة القص بالخرم تزداد بزيادة نسبة الألياف وحديد التسليح ،حيث زادت مقاومة القص بالخرم 27.95% و 21.4% للبلاطات ذات التسليح ρ = 1.4% و ρ = 1.8% على التوالي لنسبة الألياف 1.2% مقارنة مع البلاطات بدون ألياف. إن امتصاص الطاقة للبلاطات التي تحتوي على ألياف زادت 107% لنسبة ألياف 1.2% ونسبة تسليح ρ = 1.8% مقارنة مع بلاطات بدون ألياف كما أظهرت النتائج زيادة ملحوظة في المستمطلية بزيادة نسبة الألياف، أما محيط منطقة الفشل للبلاطات التي تحوي ألياف فيكون على شكل دائري تقريبا ومنطقة الفشل متماسكة ويزداد المحيط بزيادة نسبة الألياف.

Influence of steel fibres on punching shear strength of flat slabs self compacting concrete

Janan Rasheed Al-Feel / Professor **Asmahan Mahmood Sultan**
Civil Engineering Department / University of Mosul

Abstract

Flat slabs are the slab without beam so it save level of the floor. The punching shear caused failure around the column area under applied load on the column, to reduce this failure shear reinforcement were used but it is not easy practically especially for low slab thickness, it can be used steel fibres in the concrete mix to increase the punching shear strength. The aim of the research to study the punching shear of flat slab of self compacting concrete ,this type of concrete used widely because it is environmental friendly. The main parameters are the reinforcement of the slab, two percent were taken with different volume percent of steel fibre (0,0.4,0.8,1.2)%.The main results obtained that the punching shear strength increased with the volume percent of fiber and steel reinforcement, it increased about 27.95% , 21.4% for slabs with reinforcement ratio ρ =1.4%,ρ=1.8% respectively for 1.2% fibre, and the energy absorption increased about 107% for slab with 1.2% fibre and ρ=1.8% compared with slab without fibre. The results show also increased in ductility as the fibre content increase and the failure perimeter of the slabs is approximately circular shape and the failure perimeter increase as the fibre content increased.

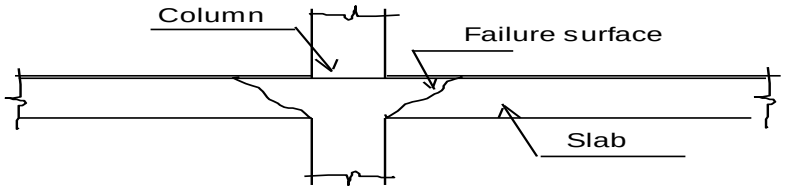
أستلم: 28 – 6 - 2013 قبل: 13 – 10 - 2013

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

المقدمة :-

البلاطات الخرسانية المستوية هي بلاطات ذات عمق متجانس لانها من دون اعتاب وانها اقتصادية لقلة الايدي العاملة لان القالب الخشبي يكون بسيط ومستوي وكذلك يوفر ارتفاع للطابق لعدم وجود اعتاب التي تؤثر على الارتفاع.

تسبب اجهادات القص بالخرم فشلا في المنطقة المحيطة بالاعمدة للبلاطات الخرسانية المسلحة المستوية تحت تأثير الاحمال المسلطة على العمود مما يؤدي الى خرم البلاطة حول العمود كما موضح بالشكل رقم (1) . لذلك يجب الانتباه في تصميم هذا النوع من البلاطات لمنع حدوث الفشل الذي يكون فجائي.



الشكل **(1)** سطح الفشل بالخرم في البلاطة المستوية

ان المنطقة الحرجة التي يحدث بها الفشل حسب المدونة البريطانية B.S. Code CP 8110 [1] والمدونة الاوربية [2]هي على بعد (1.5) من عمق البلاطة ومقاسة من وجه العمود .اما المدونة الامريكية ACI Code [3] والمدونة الألمانية DIN [4] فقد حددت منطقة الفشل حول العمود على مسافة لاتقل عن نصف عمق البلاطة مقاسة من وجه العمود يستعمل حديد القص لزيادة مقاومة القص بالخرم للبلاطات المستوية والتي يكون استعمالها ووضعها عمليا بصعوبة وخاصة عندما يكون عمق البلاطة قليل، لذلك يفضل استخدام الالياف الفولاذية في الخلطة الخرسانية لزيادة مقاومة القص للبلاطة.
ان المحددات والمعادلات المتوفرة في المدونات هي للبلاطات المستوية للخرسانة الاعتيادية اما في حالة استخدام الخرسانة ذاتية الرص فأن البحوث عن اجهادات القص بالخرم للبلاطات المستوية فمحدودة.
الخرسانة ذاتية الرص هي نوع من أنواع الخرسانة التي لا تحتاج الى رص عند وضعها في القالب وترص بتأثير وزنها فقط ولها القابلية على الجريان والانتشار لذلك تستعمل في الأعضاء ذات التسليح الكثيف والضيقة .
يتضمن البحث دراسة اجهادات القص بالخرم للبلاطات الخرسانية ذاتية الرص المستوية المعززة بالالياف الفولاذية وتأثير الالياف الفولاذية على قابلية تحمل البلاطات لقوة القص بالخرم وعلى الاود في المنتصف وكذلك على نوع الفشل النهائي الذي يحصل، وتقييم استعمال الخرسانة ذاتية الرص والمعززة في البلاطات المستوية ومقارنة النتائج من الدراسة مع النتائج المتوفرة للبلاطة المستوية للخرسانة الاعتيادية الليفية من البحوث السابقة.
أجريت عدة دراسات على البلاطات المستوية لمعرفة المتغيرات التي تؤثر على اجهادات القص حيث أجرى الباحثان [5] Swamy and Ali دراسة عن تاثير الالياف الفولاذية على البلاطات المستوية للخرسانة الاعتيادية واستنتج ان اضافة 1% من الالياف الفولاذية والتى اعتبرت النسبة المثالية تسبب زيادة في المستمطلية 100% وقابلية امتصاص الطاقة تزيد حوالي 300% . كما اجرى الباحث Ngo [6] دراسة عن مقاومة اجهادات القص بالخرم للبلاطات الخرسانية عالية المقاومة واستنتج ان استخدام الخرسانة عالية المقاومة تحسن من مقاومة اجهادات القص بالخرم للبلاطة تحت تاثير قوى عالية، ومن النتائج العملية التي حصل عليها ومن نتائج لاربعة بحوث سابقة استنتج ان المعادلات المقترحة من قبل المدونة الاسترالية AS3600 [7] ممكن تطبيقها لمقاومة الخرسانة تصل الى MPa (100).
في حين اجرى الباحث Ali [8] بحثا عمليا عن اجهاد القص بالخرم للبلاطات الخرسانية المسلحة عالية المقاومة ،واجريت الدراسة على (12) بلاطة ذات اسناد بسيط من الجهات الاربعة وسلطت الاحمال على عمود في وسطها . والمتغيرات الاساسية التي درست هي مقاومة الانضغاط MPa(62, 40.1) ، نسبة التسليح %(0.7,1,1.3) ، ابعاد العمود mm(70,100,150) ، شكل العمود (مربع ، دائري ، مستطيل) واخيرا مساحة تسليح القص mm^2(44,88,132) .لقد اظهرت النتائج ان استعمال خرسانة عالية المقاومة تحسن من مقاومة القص بالخرم للبلاطات الخرسانية ،حيث ان مقاومة القص بالخرم تزداد بمقدار 25.64% عند زيادة المقاومة للخرسانة من MPa(40.1) الى MPa(62.0) و بمقدار 49.63% عند زيادة نسبة التسليح من %(0.7) الى %(1.3) وبمقدار 11.32% عند زيادة تسليح القص من mm^2(44) الى mm^2(132) ، وان استعمال عمود مربع الشكل هو انسب حل لمقاومة القص بالخرم مقارنة مع عمود مستطيل او دائري بنفس مساحة المقطع .بينما اجرى الباحثان Tan and Paramasivam [9] دراسة لمعرفة سلوك اجهادات القص بالخرم على (14) بلاطة خرسانية مسلحة ومعززة بالالياف الفولاذية . حيث تم تثبيت البلاطة على مساند بسيطة من الجهات الاربعة وتم تسليط الاحمال مركزياً على مساحة مربعة بمركز البلاطة واستمر تسليط الاحمال الى حد الفشل واهم المتغيرات هي النسبة الحجمية للألياف الفولاذية (V_f) وسمك البلاطة (h) ومقاومة الخرسانة (fc') ، وكانت نتائج الفحص بان اي زيادة في قيمة النسبة الحجمية للالياف الفولاذية (V_f) وسمك البلاطة (h) تؤدي الى زيادة كلاً من اجهادات القص

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

بالخرم ومستمطيلية البلاطة والقيمة القصوى لاجهادات القص بالخرم للبلاطة تم مقارنتها مع المعادلات الموجودة في المدونة البريطانية CP 8110 وكانت النتائج جيدة .

كما اجرى الباحثان Aziz and Fadhil [10] دراسة عن تحليل مقاومة القص بالخرم ومقاومة الانثناء للبلاطات المستوية الخرسانية ذاتية الرص ذات الاشكال غير المستطيلة حيث تم اجراء الدراسة العملية على البلاطات الخرسانية ذاتية الرص ذات الشكل شبه المنحرف والشكل المثلثي وتم تقسيم البلاطات الى اربعة مجاميع (اعتمادا على الشكل) تضم كل مجموعة ثلاثة بلاطات متشابهة في الشكل ومختلفة في التسليح ومقاومة الانضغاط للخرسانة وتم فحص هذه المجاميع من خلال تسليط حمل مركز في مركز كل بلاطة المسندة اسنادا بسيطا من جميع الاتجاهات ، واظهرت النتائج ان استخدام الخرسانة ذاتية الرص قد حسن من مقاومة الانثناء وازدادت مقاومة المقطع من حوالي (7%) الى (20%) بالنسبة للبلاطات المصممة للفشل بالقص ومن حوالي (16%) الى (58%) بالنسبة للبلاطات المصممة للفشل بالانثناء وذلك عند تغير شكل البلاطة من الشكل المثلثي الى الشكل شبه المنحرف.كما اظهرت النتائج ان حمل التشقق يعتمد بصورة رئيسية على مقاومة الخرسانة المستخدمة بينما الحمل الاقصى يعتمد على شكل البلاطة و مقاومة الخرسانة المستخدمة.في حين قام الباحث Minh واخرون [11] بدراسة تأثير الألياف الفولاذية على مقاومة القص بالخرم للبلاطات المستوية للخرسانة الاعتيادية وذلك بصب (12) بلاطة صغيرة ، تسعة منها استخدم الالياف الفولاذية وثلاثة من دون الياف . وقد استنتج الباحثون ان وجود الالياف في الخرسانة تعمل على زيادة اجهادات القص بالخرم وكذلك يقلل من التشققات بالاضافة الى زيادة قوة الربط بين البلاطة والعمود مقارنة بالبلاطات التي لاتحتوي على الياف . ان البلاطات التي لاتحوي على الالياف يكون الفشل بها فجائي اما البلاطات التي تحوي الياف فولاذية يكون الفشل بها مستمطل . وتم قياس عرض الشقوق وكانت (70.8%) للبلاطات التي تحتوي على الالياف مقارنة مع البلاطات التي لاتحتوي على الالياف .

واجرى الباحث Ragab واخرون [12] دراسة لتحسين مقاومة اجهادات القص بالخرم في مواقع ارتباط البلاطة مع العمود باستخدام الخرسانة ذاتية الرص عالية المقاومة مع الالياف الفولاذية، في هذه الدراسة تم استخدام الالياف الفولاذية من نوع معقوفة النهاية وبنسب مختلفة لأنواع من الخرسانة مثل الخرسانة الاعتيادية، الخرسانة ذاتية الرص والخرسانة ذاتية الرص عالية المقاومة . وتم التحري عن تأثيرات الالياف و سلوك ومقاومة البلاطات الخرسانية ذاتية الرص المعززة بالالياف ضد التشققات لاجهادات القص بالخرم واظهرت النتائج زيادة ملحوظة في مقاومة اجهادات القص بالخرم وتحسن كبير في عدم ظهور التشققات وسلامة جيدة في مواقع ارتباط العمود بالبلاطة للبلاطات الخرسانية ذاتية الرص مع الالياف .اما البلاطات بدون الالياف الفولاذية كان الفشل فيها فجائي وقصفي بينما البلاطات ذات التسليح بالالياف كان الفشل بها مستمطل.

ان استخدام الخرسانة ذاتية الرص بدا يزداد في العالم لانها سهلة الصب وصديقة للبيئة لذلك هي اخذت اهتمام كثير من الباحثين بدراسة انواع مختلفة من المواد لانتاج هذا النوع من الخرسانة كرماد الفحم وغبار السليكا ومسحوق الحجر الجيري والمواد المدورة [13,14,15] وكذلك دراسة تاثير اضافة الالياف على خواصها [16,17] .

البرنامج العملي :-

تم تسليط البلاطات المستوية بالاعتماد على المعادلات في المدونة الامريكية (ACI) [3] وتم صب ثمانية بلاطات بأبعاد (900*900)mm وسمك (70)mm والعمق الفعال هو (47)mm وابعاد العمود في الوسط (100*100)mm ومن اهم المتغيرات التي اخذت بنظر الاعتبار هي تسليح البلاطات حيث تم استخدام نسبتين من التسليح كما تم استخدام عدة نسب حجمية من الالياف الفولاذية كما استخدم خلطة رئيسية للخرسانة ذاتية الرص لجميع النماذج مع تغيير نسبة الملدن عند الحاجة عند إضافة الألياف، وتم صب اسطوانات لمقاومة الانضغاط ولمقاومة الانشطار. جدول رقم (1) الذي يوضح اهم المتغيرات للبلاطات وكذلك ترميز البلاطات .

جدول (1) ترميز البلاطات والمتغيرات

Specimen No.	ρ%	V_f%	h (mm)	d (mm)
S1	1.4	0	70	47
S2	1.4	0.4	70	47
S3	1.4	0.8	70	47
S4	1.4	1.2	70	47
S5	1.8	0	70	47
S6	1.8	0.4	70	47
S7	1.8	0.8	70	47
S8	1.8	1.2	70	47

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

المواد المستخدمة :-

السمنت : تم استخدام السمنت التركي البورتلندي الاعتيادي (اورغني) .كما تم استخدام الرمل النهري وقد تم تحليله منخليا ومطابق للمواصفات البريطانية B.S.882:1992 [18] ومعامل النعومة للرمل(3.1)،وتم استخدام الحصى النهري المدور وغيرالمكسر ذو مقاس اقصى (10)mm ، وتم استخدام السليكا الناعمة جدا بنسبة 10% من وزن السمنت والمساحة السطحية للسليكا (20000m^2/kg) والجدول رقم (3) يوضح التحليل الكيميائي للسليكا، و تم استخدام الملدن من نوع (Structure 504E) والجدول رقم (4) يوضح الخصائص الفيزيائية والكيميائية للملدن المستخدم . وتم استخدام الالياف الفولاذية نوع (Harex) وبطول (32)mm وقطر مكافئ (0.87)mm ونسبة باعية (l/d = 36.8).

الجدول (3) الخصائص الكيميائية لغبار السليكا

Oxides	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	L.O.I
Content (%)	95.95	0.02	1.10	1.21	0.10	0.22	2.50
ASTM C1240-03	≥ 85					≤4	≤ 6

الجدول (4) الخصائص الفيزيائية والكيميائية للملدن المستخدم

plastizier	**Structure 504E**
Color	Light Brown
Physical state	Liquid
S.G. @ 25 C	1.05
PH Value	6.5
Dose	0.2 to 3.0 liters/100 kg of cementitious material.
Chloride content	Nil
Alkali content	less than 1.5 gm Na2Oequivalent per liter of admixture

الخلطة الخرسانية :-

تم استخدام الخلطة الخرسانية ذات النسب الوزنية (1.0:1.9:2.4:0.1/0.40/1.85%) (سمنت : رمل: حصى: سليكا /نسبة ماء الى السمنت / ملدن) (نسبة الملدن من وزن السمنت) كما موضح في الجدول رقم (5) وتغيير نسبة الملدن عند الحاجة عند زيادة نسبة الالياف الفولاذية، وللتأكد ان الخرسانة ذاتية الرص تم قياس الخصائص الطرية للخرسانة ذاتية الرص بأستخدام فحص المنضدة وفحص الحلقة علما ان الملدن نسبة من السمنت كما موضح في الجدول رقم (5).

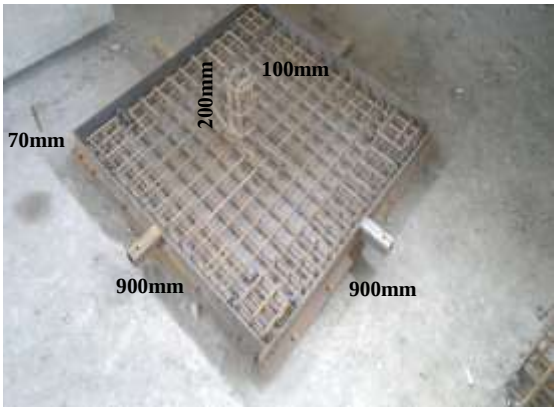
الجدول (5) نسب الخلطات المستخدمة و النسب الحجمية للألياف

Mix No.	**Mix proportion** cement:sand;gravel:silica\w\c	**Percentage of superplastizier**	**Volume percent of fibre**
M1	1.0:1.9:2.4:0.1/0.40	1.85	0
M2	1.0:1.9:2.4:0.1/0.40	2.25	0.4
M3	1.0:1.9:2.4:0.1/0.40	2.25	0.8
M4	1.0:1.9:2.4:0.1/0.40	2.25	1.2

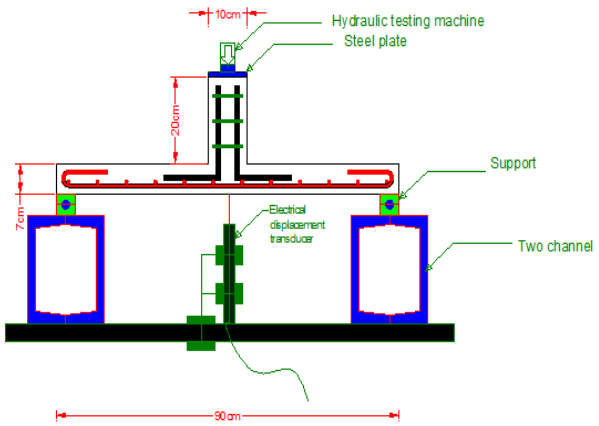
صب النماذج :-

تم تسليح البلاطات بحديد تسليح قطر (8)mm وبنسبتين مختلفتين للتسليح هما %(1.4,1.8) وبالاتجاهين (العمودي والافقي) وتم وضع حديد التسليح في منطقة الشد فقط ، كما تم تسليح العمود بحديد تسليح قطر (12)mm وحلقات بقطر (8)mm وبمسافة (100)mm كما موضح في الشكل رقم (2) .وتم فحص حديد التسليح المستعمل للحصول على مقاومة الخضوع والمقاومة القصوى و الجدول رقم (6) يوضح نتائج الفحص .

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



الشكل (2) تسليح البلاطة داخل القالب الحديدي



الشكل (3) تفاصيل البلاطة والمساند وطريقة قياس الأود

تم خلط المواد المستخدمة وهي جافة في خباطة أفقية ثم تم إضافة الماء تدريجيا والملدن مع الاستمرار في دوران الخباطة وفي حالة النماذج التي تحتوي على الألياف الفولاذية تم إضافة الألياف تدريجيا بعد الانتهاء من عملية الخلط النهائية والخلط مستمر لكي يكون هناك تجانس في انتشار الألياف في الخلطة ثم بعد ذلك تم صب الخلطة في القالب الحديدي الموضح في الشكل رقم (2) الذي تم تهيئته وبعد الانتهاء من الصب يترك النموذج لمدة (24) ساعة وبعدها تم فتح القالب وإخراج النموذج وتغطيته بالجنفاص الرطب وتركه في المختبر لمدة (28) يوما مع الاستمرار في الترطيب.

الجدول (6) مواصفات حديد التسليح المستخدم

Diameter of bars	Yield strength (MPa)	Tensile strength (MPa)	Elongation
8mm	614	710	10.5%
12mm	591	691	11.05%

طريقة الفحص :-

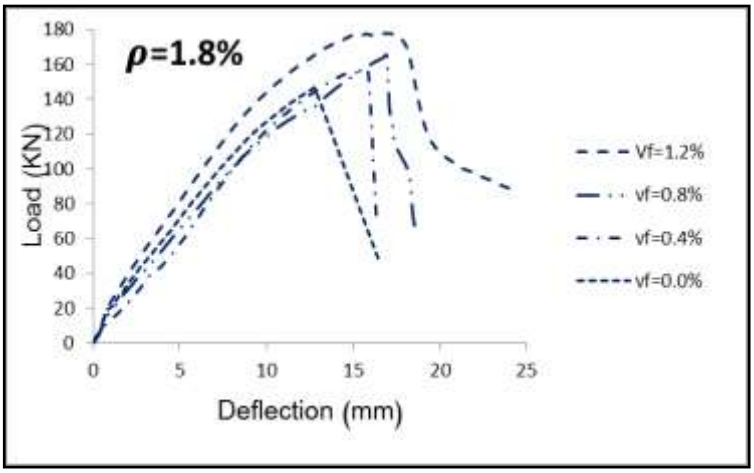
تم وضع البلاطة على مساند من الجهات الأربعة كما موضح في الشكل رقم (3) وتم قياس الاود بالمنتصف وتم تسليط الاحمال تدريجيا على العمود في الوسط بواسطةجهاز هيدروليكي لحد الفشل وقد تم تسجيل الاحمال بعد ظهور الشق الاولي وتأشير ظهور الشقوق عند زيادة الأحمال، والشكل (4) يوضح البلاطة في جهاز الفحص .

الشكل (4) البلاطة فى جهاز الفحص

النتائج ومناقشتها :-

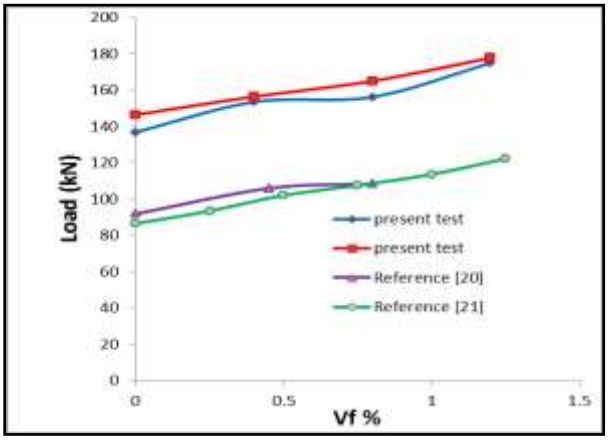
تم قياس خصائص الخرسانة الطرية للخلطات الاربعة والجدول (7) يوضح نتائج الفحص فقد تم فحص قابلية الانتشار
باستخدام المنضدة وقابلية الاجتياز باستخدام الحلقة وجميع الفحوصات كانت مطابقة للمواصفات. الجدول رقم (8) يظهر نتائج الفحوصات لمقاومة الانضغاط للاسطوانات ، مقاومة الشد الانشطاري ومقاومة القص بالخرم للبلاطات . ويلاحظ ان مقاومة الانضغاط لا تعطي زيادة بزيادة نسبة الألياف بينما مقاومة الشد الانشطاري تعطي زيادة ملحوظة بزيادة نسبة الالياف حيث بلغت اعلى زيادة 56% مما يدل على ان الألياف تحسن مقاومة الشد للخرسانة لان الالياف تعمل على منع امتداد الشقوق. اما بالنسبة لمقاومة القص بالخرم للبلاطات حيث زادت مقاومة القص 27.95% و21.4% للبلاطات التى تحوي نسبة تسليح 1.8% , 1.4%على التوالي لنسبة الالياف 1.2% مقارنة مع البلاطات بدون الياف. الشكل (5) و الشكل (6) يوضحان العلاقة بين مقاومة القص بالخرم والاود في المنتصف للبلاطات التى تحتوي نسبة

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

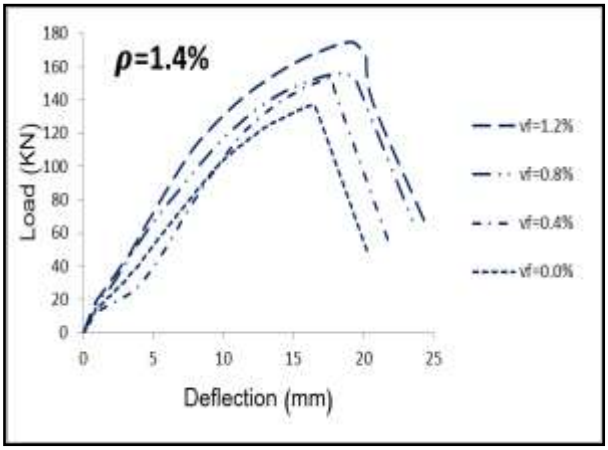


الشكل (5) العلاقة بين الحمل المسلط والأود للبلاطات بنسب ألياف

تسليح تساوي 1.4% ونسبة تسليح 1.8% ولمختلف النسب من الالياف الفولاذية .والشكل (7) يوضح مقارنة للنتائج التى تم الحصول عليها من الدراسة الحالية مع نتائج لبحوث سابقة [20,21] للخرسانة الاعتيادية والتي تحتوي على ألياف فولاذية أيضا. علما بان البلاطات للبحوث السابقة لها تقريبا نفس العمق للبلاطة ونفس مقاومة الانضغاط للخرسانة، يظهر من المقارنة بان مقاومة القص بالخرم للبلاطات للخرسانة ذاتية الرص اعلى قيمة من مقاومة القص للبلاطات للخرسانة الاعتيادية وهذا الاستنتاج مهم ليعطي امكانية استخدام خرسانة ذاتية الرص في البلاطات المستوية كما تستخدم في كثير من الاعضاء الانشائية لسهولة الصب وتقليل الضوضاء من استخدام الهزازات



الشكل (7) مقارنة مقاومة القص العملية مع مقاومة القص



الشكل (6) العلاقة بين الحمل المسلط والأود

جدول (7) نتائج فحص الخرسانة ذاتية الرص الطرية

Mix No.	Flow table test				J-Ring blocking step	
	T_{500} (sec)	Limits [19] T_{500}	D_{max} (mm)	Limits [19] D_{max}	(Bj) (mm)	Limits [19] Bj
M1	2.3	(2-5 sec)	710	(650-800 mm)	3.5	< 20 mm
M2	2.3		700		4.0	
M3	2.5		700		8.5	
M4	3.2		660		8.2	

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

جدول (8) خواص الخرسانة المتصلبة ومقاومة القص بالخرم للبلاطات المفحوصة

Specimen No.	ρ%	V_f %	Strength at 28 days (MPa)		Ultimate Punching load (kN)
			$f_c^{'}$	f_{sp}	
S1	1.4	0	49.6	4.1	136.8
S2	1.4	0.4	50.8	4.6	153.5
S3	1.4	0.8	58.5	5.7	156.2
S4	1.4	1.2	55.2	6.4	174.9
S5	1.8	0	50.6	4.4	146.4
S6	1.8	0.4	57.3	4.7	156.4
S7	1.8	0.8	59.8	6.2	165.0
S8	1.8	1.2	59	6.8	177.8

ولحساب قابلية البلاطات لامتصاص الطاقة فقد تم حساب المساحة تحت منحني الاود ومقاومة القص لجميع البلاطات عند الحمل 50% من أقصى حمل لكل بلاطة، كما تم حساب المستمطلية بحساب النسبة بين الاود عند الحمل 50% من أقصى حمل لكل بلاطة (Δ_2) والأود عند الحمل لظهور أول شق(Δ_1)، والجدول(9) يوضح قيم مقدار امتصاص الطاقة والمستمطلية للبلاطات. ويظهر النتائج زيادة مقدار امتصاص للطاقة عند زيادة محتوى الالياف وقد بلغت اعلى نسبة للزيادة%(107) للبلاطة S8، كما تظهر النتائج زيادة في المستمطلية بزيادة نسبة الالياف الفولاذية حيث بلغت اعلى نسبة للزيادة في المستمطلية %(79) للبلاطة S4.

جدول (9) امتصاص الطاقة والمستمطلية للبلاطات المفحوصة

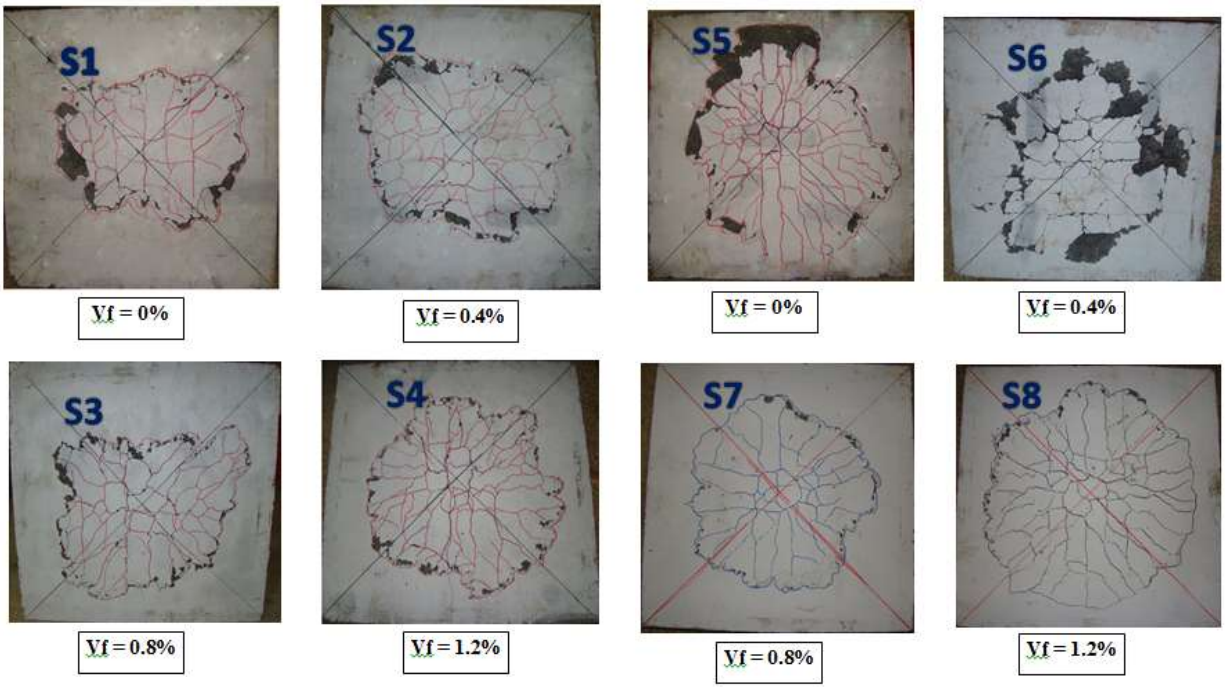
Slab Number	Punching Load ((kN)	Deflection (mm)		Ductility (Δ_2/Δ_1)	Increase in ductility %	Energy absorption capacity (kN. mm)	Increase in Energy absorption capacity%
		At first crack Δ_1	At 50% maximum load Δ_2				
S1	136.8	0.3	19.50	65.00	0	1402.2	0
S2	153.5	0.3	21.00	70.00	8	1906.4	36
S3	156.3	0.3	23.00	76.67	18	2374.5	69
S4	174.9	0.2	23.30	116.5	79	2619.2	87
S5	146.4	0.3	15.50	51.67	0	1365.8	0
S6	156.4	0.3	16.25	54.16	5	1439.0	5
S7	165.0	0.3	18.40	61.33	19	1486.0	9
S8	177.8	0.3	24.00	80.00	55	2833.4	107

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

شكل الفشل :-

الشكلان (8,9) يظهران شكل فشل البلاطات للسطح الذي يتعرض الى قوة شد (من الأسفل) التي تحتوي نسبة تسليح (1.4,1.8)% على التوالي ويلاحظ من الأشكال للفشل أن جميع البلاطات كان الفشل بالقص بالخرم كما لوحظ عدم ظهور الشقوق في الوجه الذي يتعرض للانضغاط ماعدا في منطقة حول العمود، في حالة النماذج بدون ألياف كان الفشل فجائي ومحيط الفشل قليل وتقريبا مستطيل الشكل.

أما للبلاطات التي تحوي ألياف فان الفشل كان تدريجيا وان محيط منطقة الفشل الذى يكون تقريبا دائريا يكبر بزيادة نسبة الالياف وتبقى منطقة الفشل متماسكة ولا تنفصل عن البلاطة لان الالياف تعمل على ربط الأجزاء مع بعضها في حالة الفشل وهذا يدل أن البلاطات ذات الألياف أكثر صلادة من البلاطات بدون ألياف.



الشكل (9) أشكال الفشل للبلاطات
بنسب ألياف مختلفة (ρ = % 1.8)

الشكل (8) أشكال الفشل للبلاطات
بنسب ألياف مختلفة (ρ = 1.4%)

الاستنتاجات

1- زادت مقاومة القص بالخرم للبلاطات بنسبة 27.95% و21.4% للبلاطات التي تحوي نسبة تسليح 1.8% , 1.4% على التوالي لنسبة الألياف 1.2% مقارنة مع البلاطات بدون ألياف
2- إن وجود الألياف يؤدي إلى انخفاض قيمة الأود عند نفس الأحمال للبلاطات،
3- ان تأثير زيادة نسبة حديد التسليح على مقاومة القص قليل مقارنة مع الزيادة لمقاومة القص بالخرم عند زيادة نسبة الألياف.
4- تظهر النتائج زيادة في مقدار امتصاص للطاقة (تمثل المساحة تحت منحني الاود – وقوة القص) عند زيادة محتوى الألياف وقد بلغت أعلى نسبة للزيادة%(107) للبلاطة ذات التسليح 1.8%ونسبة ألياف 1.2%، كما تظهر النتائج زيادة في المستمطلية بزيادة نسبة الألياف الفولاذية حيث بلغت أعلى نسبة الزيادة في المستمطلية %(79) للبلاطة ذات التسليح 1.4 %ونسبة ألياف 1.2%.
5 - كان الفشل تدريجيا في البلاطات التي تحوي ألياف وان محيط منطقة الفشل الذي يكون تقريبا دائريا يكبر بزيادة نسبة الألياف وتبقى منطقة الفشل متماسكة ولا تنفصل عن البلاطة وهذا يدل أن البلاطات ذات الألياف أكثر صلادة .

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

المصادر

1. British Standards Institution, "CP 8110: Structural Use of Concrete", British Standards, 1985.
2. EN 1992-1-1:2004 Euro code 2 Design of Concrete Structures, Part 1-1: General Rules and Rules for Buildings,2004.
3. ACI Committee (318-11), "Building Code Requirements for Structural Concrete ", American Concrete Institute, Farmington Hills.MI.,2011.
4. DIN 1045-1, " Reinforced Concrete and Prestressed Concrete Structures ", Deutsches Institute fur Normung, Berlin, August,2008.
5. Swamy,R.N. and Ali,S.A.R ."Punching Shear Behaviour of one Reinforce Slab-Column connections made of Steel Fibre Concrete",J.ACI Journal,V79,N5,sep-oct 1982, pp. 394- 406.
6. Ngo, D. T. "Punching Shear Resistance of High-Strength Concrete Slabs", Journal of Structural Engineering.1.9.2001.
7. Australian Standard AS 3600,Published by the Standards Association of Australia Standard House, 1988,80 Arthur ST, North Sydney, N.S.W.
8. Ali, B. A., " Punching Shear Strength of High Strength Reinforced Concrete Slabs" MSc. Thesis, University of Salahadin-Hawlar,2005
9. Tan, K. H., and Paramasivam. P., "Punching Shear Strength of Steel Reinforced Concrete Slabs", Journal of Materials in Civil Engineering", Vol.6,Issue 2, 24 March 2006.
10. Aziz, A. H. and Fadhil, L. H.,"Punching Shear and Flexural Strength of Self- Compacting Concrete non-Rectangular Shaped Flate Slabs", Diyala Journal of Engineering Science Vol.1,No.01,June 2011,pp95-107.
11. Minh, L. N., Rovnak, M., Tran-quoc,T.,"Punching Shear Capacity of Interior SFRC Column Connection using High Strength Self-Compacting Concrete with Steel Fibre", 8th International Conference; Concrete in Low Carbon Era, 9-11 July 2012,Dundee, UK.
13. AL-Feel, J. R. and AL-Harbi, M., "Fresh and Hardened Properties of Self- Compacting Concrete", World Engineering Congress, Kuching, Sarawak, Malaysia, 2-5 August 2010.
14. Bouzoubaa, N., and Lachemi, M., "Self- Compacting Concrete Incorporating High Volumes of Class F Fly Ash: Preliminary Results", Cement and Concrete Research, Vol. 31, No. 3, March 2001. pp. 413-420
15. Felekoglu, B., Turkel, S., and Baradan, B., Effect of water/cement ratio on the fresh and hardened properties of self-compacting concrete, Building and Environment, Vol. 42, Jan. 2007, pp. 1795-1802.
16. Al-Ta'an, S. A. and Al-Neemie, Z. S., "Fresh and Hardened Properties of Steel Fibres Reinforced Self- Compacted Concrete", International Jour. of Applied Engineering Research, Vol. 6, No. 13, 2011, pp. 1565-1578.
17. Miao, B., Chern, J. C., and Yang, C. A., "Influences of Fibre Content on Properties of Self-Compacting Steel Fiber Reinforced Concrete", Jour. of the Chinese Institute of Engineers, Vol. 6, No. 4, 2003, pp. 523-530.
18. British Standard institution 882(1992), Aggregates from Natural Source of Concrete.
19. ASTM C1611 "Standard Test Method for Self-Compacting Concrete", Philadelphia, Pennsylvania.
20. Harajila, M. H. ,Maalouf, D. and Khatib. H., "Effect of fibres on the punching Shear Strength of Slab-Column Connections", Cement Concrete Composite, 17(2),1995, pp. 161-170.
21. Narayanan, R. Darwish, I. Y. S., "Punching Shear Test on Steel-Fibre-Reinforced micro-Concrete Slabs", Mag. Of Concrete Res,39,138,1987,pp42-50.

The work was carried out at the college of Engineering. University of Mosul

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com