سلوك العتبات المصنعة من الخرسانة المحورة بالبوليمروالخالية من الركام الناعم

د. عبد القادر إسماعيل الحديثي* مـــــدرس

خـــالد بتـــال نجـــم* مـــــدرس

طـــارق علي ذاكـــر* مدرس مساعد

* جامـعـــة الانـــبار / كلـــية الهـندســـة

Abstract:

This research includes a study of the behavior of beams made from No-fine concrete using 10 maximum size of aggregate and improved by SBR polymer. From test results, the effect of addition of polymer to concrete leads to improved compressive and flexural strengths, The beams improved by polymer failed under loads more than the beams which were made from reference concrete. The percentage increases in compressive strength for No-fines polymer concrete compared with reference concrete were (41%, 58, 38%) for ages (3,7,28) days respectively.

الخلاصة:

يتضمن هذا البحث دراسة سلوك العتبات المصنعة من الخرسانة الخالية من الركام االناعم والمستخدمة للركام الخشن الذي لا يزيد مقاسه الأقصى عن 10 ملم والمطورة بالبوليمر (SBR). من خلال نتائج الفحص تبين إن تأثير إضافة البوليمر واضح في تحسن مقاومة الانضغاط ومقاومة الانثناء ومن ثم في سلوك العتبات الحاوية على البوليمر ،حيث فشلت عند أحمال أعلى من مثيلاتها غير الحاوية على البوليمر. ان نسبة الزيادة في مقاومة الانضغاط للخرسانة الخالية من الركام الناعم المطورة بالبوليمر مقارنة بالخرسانة غير الحاوية على البوليمر كانت (41%، 58%، 38%) للأعمار (28,7.3) يوم على التوالي.

Created by Neevia Personal Converter trial version http://www.neevia.com

1. المقدمة:

نظراً لامتلاك الخرسانة للعديد من المواصفات الجيدة كقلة الكلفة وتوفر المواد الأولية وسهولة الاستعمال وتحملها ومقاومتها للظروف الجوية أصبحت أكثر المواد استخداما في مجال الصناعة الإنشائية لذا كان لابد من الاستمرار في إجراء البحوث والدراسات الهادفة إلى تطوير هذه المادة الإنشائية وتحسين خواصها.

ان تقليل كثافة الخرسانة ذو فوائد كثيرة مما حدا بالمختصين في مجال الخرسانة بالعمل على انتاج خرسانة اخف وزناً (اقل كثافة) من الخرسانة الاعتيادية ، ومن هذه الفوائد ما يلي[1]:-

- تقليل الوزن الذاتي للمنشأ مما يعني تقليل الحمل الكلي المؤثر على المنشأ وبالتالي استعمال مقاطع اصغر وبالمقابل تقليل الأحمال المسلطة على الأسس مما يؤدي بالنتيجة إلى تقليل مقاس الأسس وأبعادها.
- زيادة الإنتاجية والسبب يعود إلى إن القوالب سوف تتعرض إلى ضغط اقل مما هو علية في حالة الخرسانة الاعتيادية، والوزن الكلي للمواد المستعملة بالمناولة سيكون اقل.
- توفير عزل حراري وصوتي أفضل من الخرسانة الاعتيادية بسبب احتوائها على الفجوات المملوءة بالهواء.
- لها متانة مرضية ولكن مقاومتها للتآكل غير عالية بصورة عامة.
- إن ايجابيات الخرسانة خفيفة الوزن ترجح لأغراض عديدة على سلبياتها وان هنالك ميلاً عالمياً واسعاً ومستمراً باتجاه استعمالات أكثر لهذه الخرسانة في الأبنية العالية الارتفاع والخرسانة المسبقة الجهد وحتى في السقوف القشرية.

2. الخرسانة الخالية من الركام الناعم:

تعد الخرسانة الخالية من الرمل (الركام الناعم) احد أنواع الخرسانة الخفيفة الوزن[2] . فمكوناتها الأساسية من الركام الخشن والسمنت والماء وعدم احتوائها على الركام الناعم جعل كتلتها ذات فراغات كثيرة، تلك الفراغات تلعب دوراً كبيراً في تحديد خواص الخرسانة لكونها مادة إنشائية، إن عدم استعمال الركام الناعم سيخفف الكثير من الاختناقات التي تجابه المهندس اليوم من جراء احتواء تلك المادة على نسبة عالية من الأملاح الكبريتية وخاصة معظم المقالع للمنطقة الوسطى والجنوبية من العراق[3] .

إن الخرسانة الخالية من الرمل هي أكثر أنواع الخرسانة الخفيفة الوزن استعمالا في قطرنا وذلك لعدم توفر الركام الخفيف الوزن الطبيعي أو الصناعي إلا بصورة محدودة وكذلك لعدم توافر المضافات المصنعة محلياً لإنتاج الخرسانة المهواة [4] .

تعد الخرسانة الخالية من الرمل مادة صناعية جيدة لصناعة القطع الجاهزة نظراً لخفة وزنها وخاصية العزل الحراري والصوتي الجيدين لها، وللسيطرة الجيدة التي يمكن توافرها في مصانع القطع الجاهزة من حيث النسب والخلط وإنتاج القطع. كما تستخدم الخرسانة الخالية من الرمل كجدران حاملة وغير حاملة للأثقال، كما

Created by Neevia Personal Converter trial version http://www.neevia.com

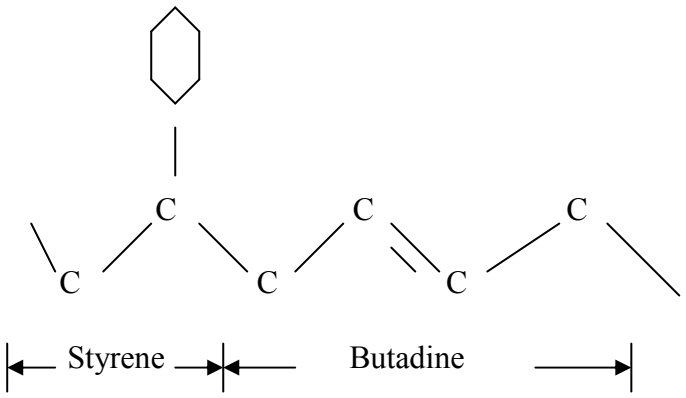
تستخدم في المنشاءات الوقتية وذلك لكلفتها الأولية القليلة ولسهولة هدمها وإعادة استعمال موادها الأولية وكذلك يمكن استخدامها كجدران ساندة صغيرة.

إن حذف الركام الناعم من هذا النوع من الخرسانة (مكوناتها الأساسية هي الركام الخشن والسمنت والماء) جعل كتلتها ذات فراغات كثيرة، وتلك الفراغات تلعب دوراً كبيراً في تحديد خواص الخرسانة كونها مادة إنشائية، حيث إن الفراغات المنتشرة داخل هيكل هذا النوع من الخرسانة تعد مناطق ضعف تسبب قلة مقاومة انضغاط هذه الخرسانة هذا اذا ما قورنت بالخرسانة الاعتيادية .

3. الخرسانة المحورة بالبوليمر:

منذ 40 عام أو يزيد بدأ تطوير الملاط ألسمنتي والخرسانة بواسطة البوليمر، ونتيجة لذلك أصبح في عام 1970 م الملاط المطور بالبوليمر والخرسانة المطورة بالبوليمر من مواد الصناعة الإنشائية سائدة الاستعمال في اليابان وأوربا، وكذلك الحال للولايات المتحدة الأمريكية عام 1980 م، أما اليوم فالملاط ألسمنتي المطور بالبوليمر والخرسانة المطورة بالبوليمر تعتبر من المواد شائعة الاستخدام في مجال البناء والإنشاءات [5].

تعد كوبوليمرات (copolymer) الستايرين- بيوتادين المعروفة تجارياً تحت اسم (SBR) من أهم أنواع البوليمرات المرنة في العالم من حيث الطاقة الاستخدامية لها، ويبين الشكل (1) التركيب الكيميائي لها:



الشكل (1): التركيب الكيميائي للـ Styrene Butadine Rubber (SBR)

ان استخدام البوليمر مثل (SBR) في الخرسانة أدى إلى تحسينات تكنولوجية للخرسانة، وهذا النوع من البوليمر يتميز بإمكانية استخدامة في العديد من التطبيقات في الخرسانة والفوائد الأساسية لإضافة هذا النوع من البوليمر للخرسانة هي[6]:-

Created by Neevia Personal Converter trial version http://www.neevia.com

- تحسين المقاومة والمرونة.
- يعطي قوة ترابط أقوى مع الخرسانة القديمة وحديد التسليح.
- يقلل من تشققات الانكماش.
- يزيد من مقاومة الحك.
- يقلل من نسبة الماء / السمنت ويزيد الديمومة.
- يزيد من مقاومة الخرسانة للكيمياويات بصورة عامة.
- سهل الاستخدام وكلفتة معقولة.
- يمكن استخدامة بتوافق مع العديد من انواع السمنت.

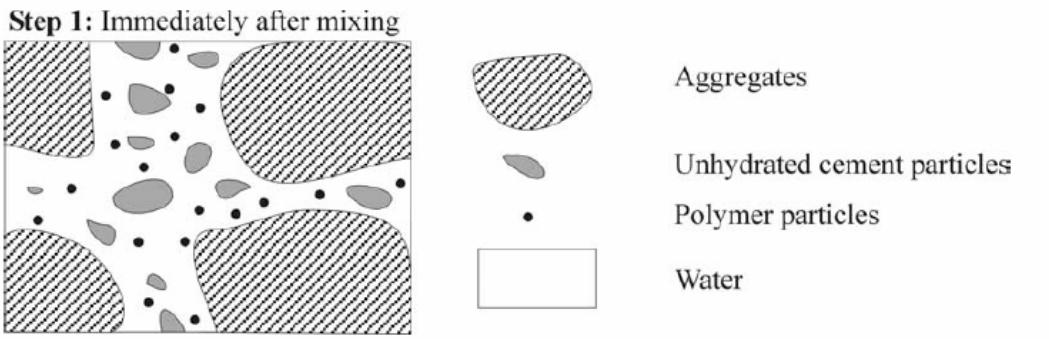
4. آلية عمل البوليمر:

لقد وصف Ohama[7] مباديء تطورات (تحورات) شبكيات البوليمر Modification with (polymer latexes) في الملاط السمنتي والكونكريت وأوضح أنها تُحكم بواسطة كل من عملية إماهة السمنت وتكون الغشاء البوليميري (polymer film) المستمر عن طريق التفاف نواتج عملية البلمرة . إن عملية إماهة السمنت تسبق عادة تكون غشاء البوليمر والذي يتكون عن طريق التحام أو إندماج جزيئات (دقائق) البوليمر ، إن نتيجة العمليتين سابقتي الذكر هي تكون طور مزدوج (co-matrix) وحسب الشكل (2).

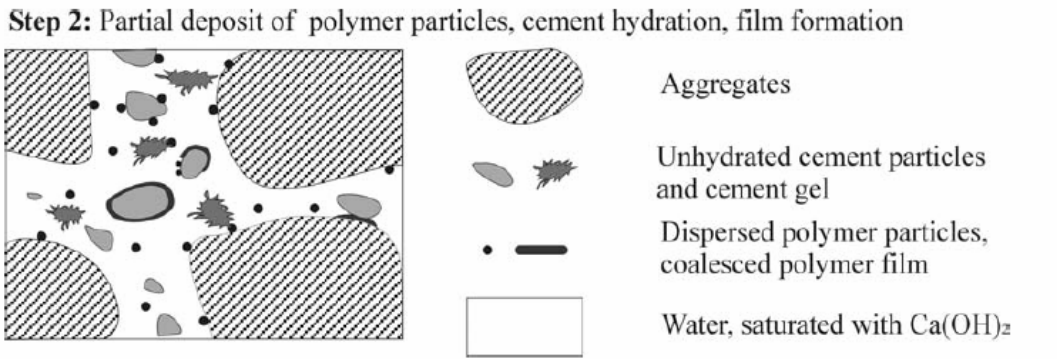
لقد صنف Ohama المضافات البوليميرية ، وشرح تأثير هذه المضافات على خواص الخرسانة أو الملاط المطور بها ، ومن ضمنها شبكيات الـ SBR.

من ضمن الخواص التي تتأثر باضافة البوليمر هي مقاومة الخرسانة ، فقد أوضح أن هنالك تطوراً ملحوظاً في مقاومة الانثناء والشد ولكن لا يوجد تحسن ملحوظ في مقاومة الانضغاط بالمقارنة مع الخرسانة الاعتيادية . كما عَدَّ أن أفضل اسلوب لمعالجة الخرسانة المطورة بالبوليمر هو (يومين من المعالجة الرطبة تعقبها خمسة أيام معالجة بالضباب تعقبها واحد وعشرون يوماً معالجة جافة). وأوضح أن إمتصاص هذه الخرسانة للماء يكون قليلاً جداً نظراً لملء المسامات وسدها بغشاء البوليمر مما يؤدي الى انخفاض نفاذية هذا النوع من الخرسانة [7].

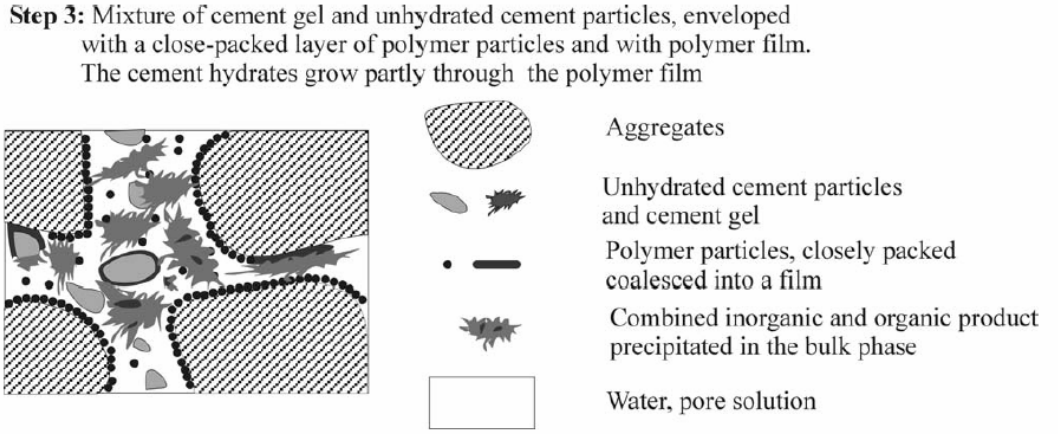
Created by Neevia Personal Converter trial version http://www.neevia.com



(a) Immediately after mixing[8]



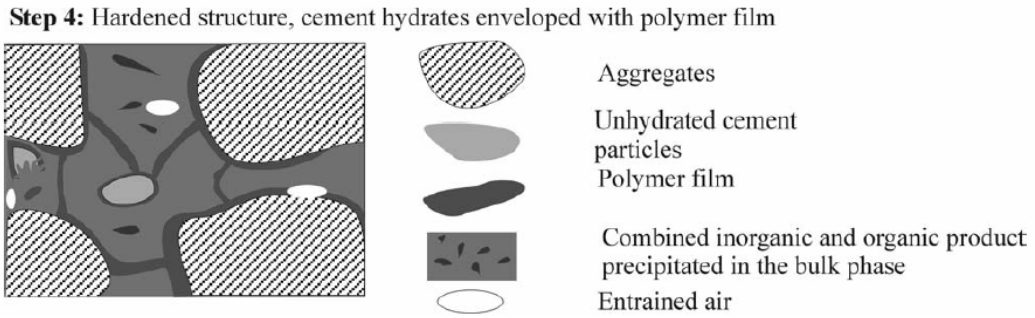
(b) Partial deposit of polymer particles, cement hydration, film formation



(c) Cement hydration proceeds, polymer film formation starts on specific spots

Fig. (2) a, b, & c [8]

Created by Neevia Personal Converter trial version http://www.neevia.com



(d) Cement hydration continuous, the polymer particles coalesce into a continuous film

Fig. (2) d [8]

الشكل (2):نموذج مبسط لمراحل تكوين طور السمنت-البوليمر المزدوج [8].

قام كل من النعمان والحسن [9] بدراسة سلوك مقاومة الانثناء لبلاطات خرسانة محورة بالبوليمر وبلاطات خرسانية مسلحة بالألياف ومحورة بالبوليمر.

تم استخدام أربعة مجاميع من البلاطات وبأبعاد (450×450×30) ملم لأغراض الفحص وكل منها مكون من ثلاثة بلاطات متساوية الأبعاد ولكنها مختلفة بالمواصفات الأخرى.كل هذه البلاطات كانت بسيطة الإسناد من أطرافها الأربعة.لقد كان هناك بلاطات خرسانية غير مسلحة مصنعة من خرسانة محورة بالبوليمر (SBR) بنسبة 5%، بلاطات خرسانية غير مسلحة مصنعة من خرسانة مضافاً إليها ملدن متفوق عالي الأداء بنسبة (1%)، بلاطات خرسانية محورة بالبوليمر ومسلحة بالألياف بنسبة حجمية (1%) وبلاطات مصنعة من الخرسانة المرجعية.

أظهرت نتائج الفحوصات تأثيرات ايجابية ملحوظة للبلاطات المحورة بالبوليمر الحاوية وغير الحاوية على الألياف الحديدية على سلوك تلك البلاطات.

4. خواص المواد المستعملة وطرق الفحص:

4-1 المواد المستعملة:

4-1-1 السمنت:

استعمل السمنت البورتلاندي الاعتيادي (النوع الاول- ASTM Type I) ، وهو مطابق للمواصفة العراقية القياسية الخاصة بالسمنت البوريلاندي م.ق.ع. 1984/5[10].

4-1-2 الركام:

استعمل ركام خشن ذو مقاس اقصى (10) ملم وتم ايجاد تدرجه والوزن النوعي وحسب المواصفة العراقية رقم (45)[11]وكما موضح في جدول رقم (1).

Created by Neevia Personal Converter trial version http://www.neevia.com

جدول رقم (1): التحليل المنخلي والوزن النوعي للركام.

مقاس المنخل (ملم)		المار %
20		100
10		94.09
5		14.01
2.36		1.31
الوزن النوعي	2.79	

3-1-4 الماء:
استعمل ماء الشرب الاعتيادي في جميع الخلطات.

4-1-4 البوليمر:
استعملت المادة المعروفة تجارياً (Solo Core) والتي لها تركيب كيمياوي موضح في الجدول رقم (2).
جدول رقم (2): خواص مادة (Solo Core)

Infra-Red (I.R)Test	pH	Water Content	Solid Content
Styrene Butadiene Rubber	9.59	50.97	49.02%

2-4 خلط الخرسانة ورصها:

تم استخدام خلاطة حوضية سعة ($0.1\ m^3$) وكانت عملية الخلط تتم بوضع كمية من الركام الخشن ثم كمية من السمنت ثم تضاف الكمية المتبقية من الركام الخشن وبعدها تضاف الكمية المتبقية من السمنت ثم تتم عملية الخلط الجاف مع إضافة كمية من البوليمر أثناء عملية الخلط إلى إن تتم ملابسة الخلطة بالكامل مع البوليمر ثم تتم عملية إضافة الماء إلى الخليط الناتج مع استمرار الخلط بالخلاطة ألحوضيه لحين الحصول على الخليط المتجانس، ومن ثم تتم عملية صب الخرسانة في القوالب على شكل ثلاث طبقات حيث تم رص كل طبقة بواسطة هزازة كهربائية لمدة لا تزيد عن 10 ثوان، وبعد إتمام صب الطبقات الثلاثة ورصها تمت معالجة سطح النماذج بالمالج لغرض الحصول على سطح مستو.

3-4 الانضاج واسلوب المعالجة:

بعد إكمال عملية صب النماذج الخرسانية تم تركها في جو المختبر لمدة 24 ساعة ثم تم فتح القوالب الحديدية وإخراج النماذج الخرسانية وتغطيسها في الماء لحين مواعيد إجراء الفحوصات.

Created by Neevia Personal Converter trial version http://www.neevia.com

4-4 نسب الخلط المستخدم:

استخدمت نسبة خلط سمنت: ركام (6:1) ونسبة بوليمر:سمنت (7,5%).

5-4 القوالب المستخدمة:

تم استخدام قوالب حديدية بأبعاد (100 ×100× 100) ملم، هيئت للحصول على نماذج خرسانية استخدمت في فحوصات مقاومة الانضغاط أما فيما يخص نماذج السلوك الإنشائي فقد تم استخدام قوالب حديدية بأبعاد (800×200×200) ملم حيث تم تقطيعها من الداخل بقواطع من الخشب للحصول على نماذج خرسانية مسلحة بأبعاد (800×200× 98) ملم.

6-4 الفحوصات:

1-6-4 فحص مقاومة الانضغاط:

تم إجراء الفحص طبقاً للمواصفة (B.S.1881.Part(5):1983)[12]. وكانت أعمار الفحص (28,7,3) يوماً، حيث تم فحص ثلاث مكعبات لكل عمر واخذ المعدل.

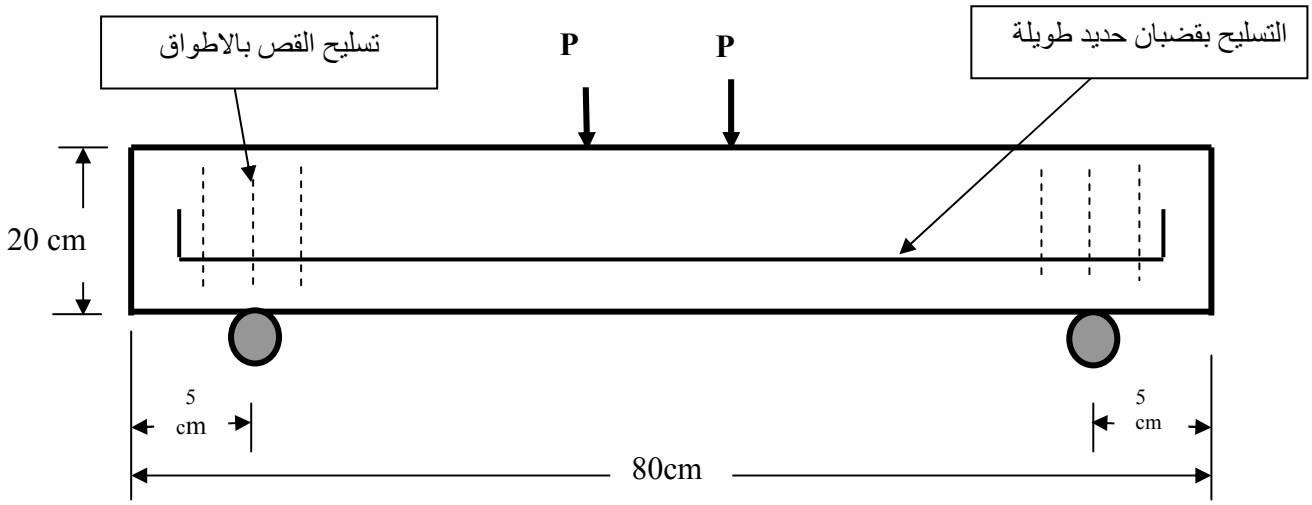
2-6-4 فحص السلوك الإنشائي:

تم صب ثلاث عتبات خرسانية مسلحة لفحص الانحناء غير حاوية على بوليمر وتم صب ثلاث عتبات خرسانية مسلحة لفحص الانحناء حاوية على بوليمر وتم فحص هذه العتبات بتسليط الأحمال بصورة تدريجية حتى الوصول إلى حالة الفشل وتم وضع (Dial Gage) في منتصف العتبة وقياس الأود تحت تأثير زيادة الأحمال في المراحل المختلفة من التحميل وتفاصيل هذه العتبات مبينة في الجدول رقم (3) وتسليح هذه العتبات موضح في الشكل (3).تم استخدام أطواق من الحديد بقطر 8 ملم لتسليح القص في منطقة أعظم قص عند المساند وحسب متطلبات الفقرة 12.5.4 في ACI-318[13]

جدول رقم (3): تفاصيل العتبات المستخدمة

رقم العتبة	إبعاد النموذج	التسليح	أسلوب الفحص	نوع الخرسانة الخالية من الركام الناعم
1	800 ×200×98	2Ø 8mm	نقطتا تحميل	(سمنت: ركام) نسبة (6:1)
2	800 ×200×98	Ø10, Ø8 mm	نقطتا تحميل	
3	800 ×200×98	2Ø 10 mm	نقطتا تحميل	
4	800 ×200×98	2Ø 8mm	نقطتا تحميل	(سمنت: ركام) نسبة (6:1) (بوليمر:سمنت)=7,5 %
5	800 ×200×98	Ø10, Ø8 mm	نقطتا تحميل	
6	800 ×200×98	2Ø 10 mm	نقطتا تحميل	

Created by Neevia Personal Converter trial version http://www.neevia.com



الشكل(3): مقطع طولي للعتبات التي فحصت بأسلوب نقطتي التحميل

5- النتائج ومناقشتها:

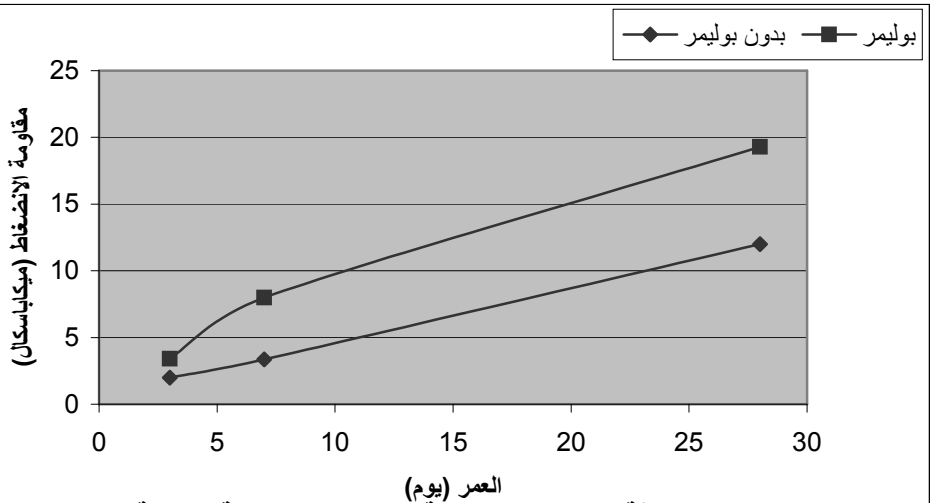
1-5 مقاومة الانضغاط:

إن مقاومة الانضغاط للخرسانة الخالية من الركام الناعم والمطورة بالبوليمر قد زادت عن مثيلاتها الغير حاوية على البوليمر وأبدت زيادة في جميع الأعمار التي اجري فيها الفحص شكل (4).ومن الممكن أن تعزى هذه الزيادة إلى حقيقة إن استخدام البوليمر يؤدي إلى تكون شبكة ثلاثية الأبعاد من نواتج البلمرة [15,14,7] مكونة غشاء يزيد من نظام الربط نتيجة للمواصفات الجيدة لهذا النوع من البوليمر، كما إن مادة البوليمر سوف تسهم في عملية ملء جزئية للفراغات ضمن هيكل الخرسانة الخالية من الركام الناعم، وان مادة البوليمر تعمل عمل المادة المزيتة وهو بذلك مشابه إلى عمل المضافات الملدنة التي تقلل من الاحتكاك بين حبيبات الركام مؤدياً بذلك إلى زيادة الكثافة وتحسين مقاومة الانضغاط، وهذا يتفق مع ما توصل اليه Folic and Randonjanin [16] في تجارب على الخرسانة الاعتيادية. إن إضافة البوليمر حول الخرسانة الخالية من الركام الناعم إلى خرسانة إنشائية، حيث انه سبب ارتفاعاً في مقاومة الانضغاط الى مستوى مقاومة الخرسانة الإنشائية (الخفيفة الوزن)

جدول رقم (4):مقاومة الانضغاط لجميع انواع الخرسانة المستخدمة

العمر (يوم)	(بوليمر:سمنت)%	ركام: سمنت	مقاومة الانضغاط للخرسانة غير الحاوية على البوليمر	مقاومة الانضغاط للخرسانة الحاوية على البوليمر	نسبة الزيادة في مقاومة الانضغاط
3	7.5 %	1:6	2	3.4	41 %
7	7.5 %	1:6	3.36	8	58 %
28	7.5 %	1:6	12	19.3	38 %

Created by Neevia Personal Converter trial version http://www.neevia.com



الشكل (٤): العلاقة بين العمر ومقاومة الانضغاط للخرسانة الحاوية وغير الحاوية على البوليمر

2-5 العلاقة بين الحمل-الأود:

يبين الجدول رقم (5) مواصفات العتبات وقيم الحمل والأود القصوى للعتبات المفحوصة. توضح الأشكال (7,6,5) علاقة الحمل-الأود في منتصف العتبات بنسب حديد تسليح مختلفة.

إن تأثير إضافة البوليمر واضح في تحسين مقاومة الانضغاط ومقاومة الانثناء ومن ثم في سلوك العتبات الخرسانية المسلحة والمطورة بالبوليمر، حيث فشلت هذه العتبات عند أحمال أعلى من مثيلاتها غير الحاوية على بوليمر. اضافة الى تأثير عملية الاماهه في عملية ربط مكونات الخرسانة فأن شبكة البوليمر تقوم بعملية ربط اضافية لمكونات الخرسانة من خلال تغليف هذه المكونات بغشاء رقيق يقوم بتجسير الفجوات والشقوق داخل البنية المجهرية للخرسانة مما يزيد من مقاومتها للانثناء تحت تاثير الاحمال المتزايدة وهذا ما اكدته نتائج هذا البحث حيث ان العتبات الحاوية على البوليمر كانت أكثر مطيلية من العتبات غير الحاوية على البوليمر. لقد كان الفشل لجميع العتبات المفحوصة على شكل شقوق مائلة تمتد من الجهة العليا إلى المساند.

في مرحلة ما قبل التشقق فان الأود يزداد خطياً مع التحميل، إن هذا السلوك متوقع مادامت الانفعالات في حديد التسليح والخرسانة قليلة نسبياً وان كلا المادتين مازالت ضمن المدى المرن elastic range)) ويظهر من الأشكال انفة الذكر ان العتبات ذات نسب التسليح الأعلى لديها استجابات أكثر صلابة (Stiffer) للتحميل في مرحلة ما قبل التشقق بسبب عزم القصور الذاتي العالي في هذه المرحلة. عند مقارنة العتبات الحاوية على البوليمر من حيث نسب حديد التسليح نلاحظ أن العتبات التي تحتوي على نسب تسليح عالية تعطي صلابة عالية وهذا يعزى بصورة رئيسية لقيمة عزم القصور الذاتي الفعال التي تكون أعلى عند النسب الأعلى لحديد التسليح.

Created by Neevia Personal Converter trial version http://www.neevia.com

في مرحلة ما بعد التشقق يظهر تغير في ميل منحني الحمل-الأود بسبب التشقق الذي يتسبب في تدهور عزم القصور الذاتي بعد التشقق، تبدأ الاودات بالزيادة خطياً مع زيادة في التحميل إلى نقطة تقع بموقع قريب جداً من خضوع حديد التسليح، إن النتائج تدل على إن استجابات هذه المرحلة تعتمد على نسبة حديد التسليح وعلى مقاومة انضغاط الخرسانة والتي كان لإضافة البوليمر دور ايجابي في تحسينها.

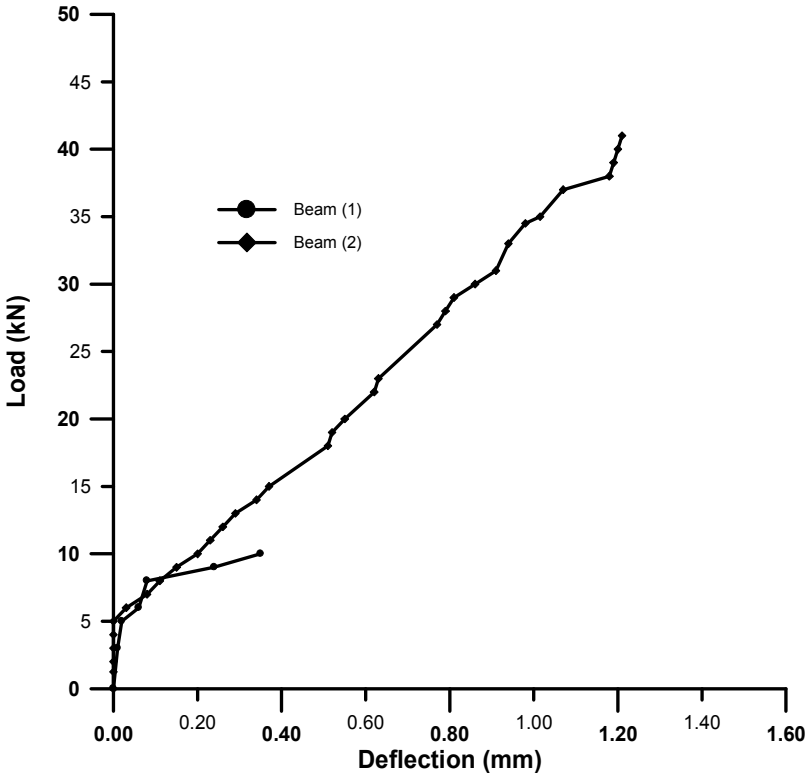
وفي مرحلة ما بعد الخضوع فان عمق محور التوازن (Neutral axis) يقل بشكل كبير وبذلك ازداد التقوس (curvature) والأود مباشرة بعد الخضوع. لقد أبدت العتبات سلوكاً عند الفشل مختلفاً معتمداً على نسب حديد التسليح، فعند النسب العالية لحديد التسليح أبدت العتبات تشوهات أقل مما هو عند العتبات ذات النسب الاقل لحديد التسليح.

ومن خلال نتائج الفحص تبين أيضا ان العتبات الغير حاوية على بوليمر تمتلك مقاومة للأود قليلة مقارنة مع مقاومة العتبات الحاوية على بوليمر حيث إنها تفشل تقريباً عند ثلث الأحمال التي تفشل عندها العتبات الحاوية على بوليمر مع إن لها نفس نسبة الخلط بالنسبة للسمنت والركام ونفس نسب حديد التسليح.

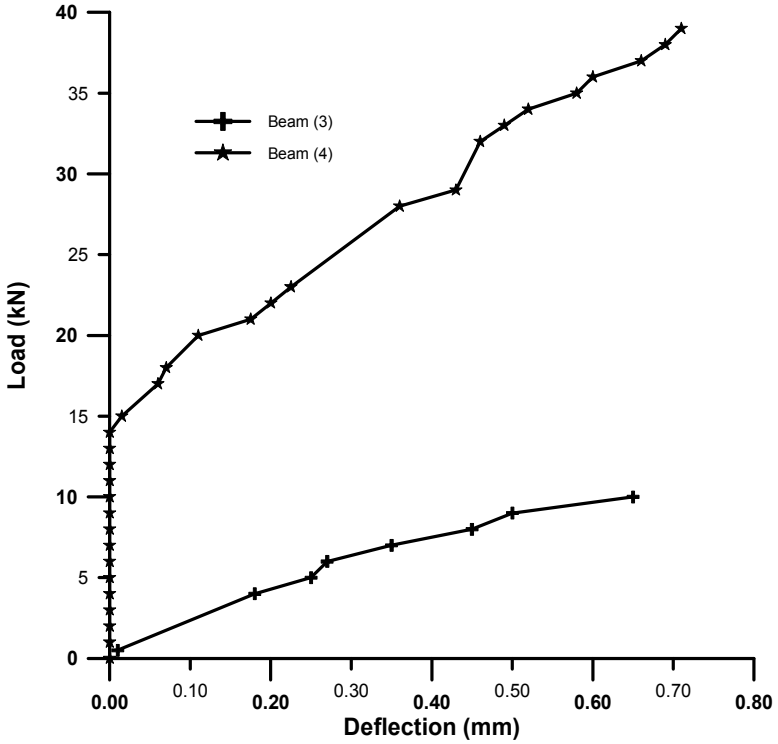
جدول رقم (5):نسب التسليح ، الاحمال القصوى والاود الاقصى للعتبات المفحوصة

Beam No.	ρ	ρ max	ρ/ρ max	Max. Load (kN)	Max. Def. (mm)
1	0.00520	0.013	0.410	10	0.35
2	0.00813	0.013	0.625	10	0.65
3	0.00670	0.013	0.515	14	0.66
4	0.00520	0.021	0.247	41	1.21
5	0.00813	0.021	0.387	39	0.71
6	0.00670	0.021	0.320	35	0.69

Created by Neevia Personal Converter trial version http://www.neevia.com

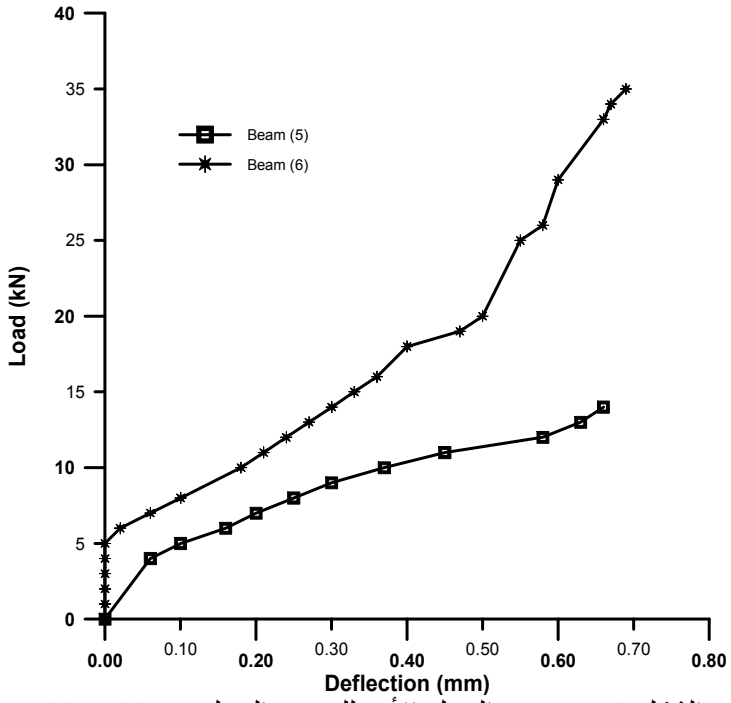


الشكل (5): منحني الحمل-الأود للعتبتين المسلحتين (1) و (2).

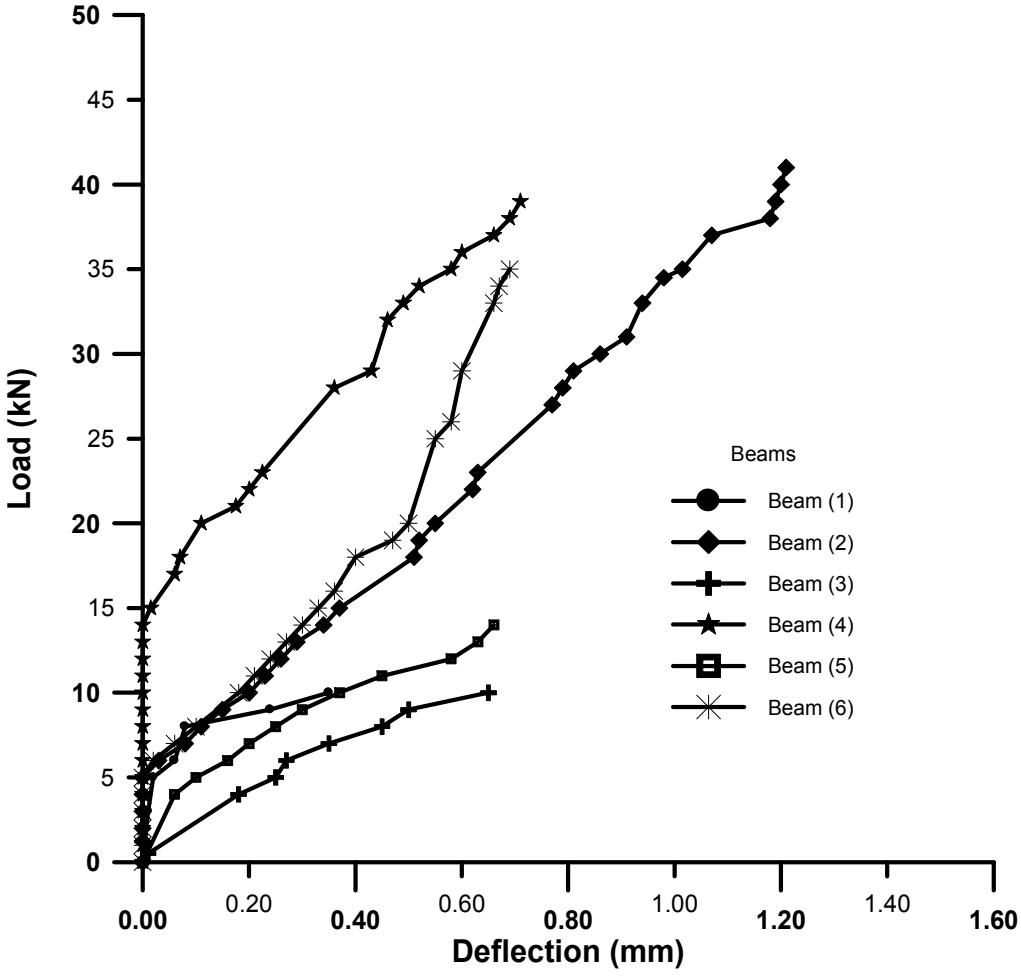


الشكل (6): منحني الحمل-الأود للعتبتين المسلحتين (3) و (4).

Created by Neevia Personal Converter trial version http://www.neevia.com



الشكل (7): منحني الحمل-الأود للعتبتين المسلحتين (5) و (6).



الشكل (8): منحني الحمل-الأود لجميع العتبات المسلحة.

Created by Neevia Personal Converter trial version http://www.neevia.com

6.الاستنتاجات:

اعتماداً على نتائج الفحوصات التي تم إجرائها في هذه الدراسة والخاصة بالخرسانة البوليمرية الخالية من الركام الناعم يمكن استنتاج ما يلي:

1. إن قيم مقاومة الانضغاط للخرسانة الحاوية على البوليمر بعمر (28) يـــوم كانـــت (19.3) ميكا باسكال وللخرسانة غير الحاوية على بوليمر (12) ميكا باسكال مما يعني إن هنالك تحسناً في مقاومة الانضغاط نتيجة لإضافة بوليمر مطاط الستايرين-بيوتادين (SBR).

2. تزداد مقاومة الانضغاط للخرسانة البوليمرية الخالية من الركام الناعم بصورة طردية وضمن حدود زمن فحوصات مقاومة الانضغاط لهذا البحث حيث إن أقصى عمر تم فيه فحص مقاومة الانضغاط هو (28) يوم.

3. يمكن استخدام هذا النوع من الخرسانة (الخرسانة الحاوية على بوليمر) كخرسانة إنشائية مسلحة حيث أظهرت سلوكاً مقارباً لسلوك الخرسانة الاعتيادية.

7. المصادر:

1. ليفون، آرتين و ساكو، زهير. "انشاء المباني ". مطابع التعليم العالي في جامعة الموصل. 1990.
2. الخلف، مؤيد نوري و يوسف، هناء عبد ، " تكنولوجيا الخرسانة ". مركز التعريب والنشر، الجامعة التكنولوجية. 1984.
3. السامرائي، مفيد عبد الوهاب و عبود، عبد المحسن. " استعمال الخرسانة الخالية من الرمل في الاعمال الانشائية" وزارة الاسكان والتعمير. المركز القومي للمختبرات الانشائية. 1983: 1-18.
4. جميل، نزار نور الدين أحمد، " استقرارية الخرسانة الخالية من الرمل بأستعمال الملدن المتفوق " رسالة ماجستير ، البناء والانشاءات. الجامعة التكنولوجية. 1988.
5. Ohama . Y. “Recent Progress in Concrete-Polymer Comosites”. Advn Cem Bas Mat. New York,1997:31-40.
6. Al-Omer, B. O.” Structural Behavior of Reinforced Polymer Modified Concrete Beams”. M.Sc. thesis, University of Anbar, 2005,104pp.
7. Ohama , Y. “ Polymer-based Admixtures”. Cement and Concrete Composites J. 1998, 20:189-212.
8. Beeldens, A. ; Germert,D. V. ; Ohama,Y. and Czarnecki, L. ; "From Microstructure to Macrostructure: an Integrated Model of Structure Formation in Polymer Modified Concrete", 4th Asia Symposium of Polymers in Concrete, Korea, May 1-3, 2003. (Internet report).

Created by Neevia Personal Converter trial version http://www.neevia.com

9. Al-Numan, Bayan S. and Hassan, F. Hassan, "Flexural Behaviour strength of Polymer-Modified and Fiber-Reinforced Polymer-Modified Concrete Slabs, to be published.

10. المواصفات العراقية / 5 ، " السمنت البورتلاندي " ، الجهاز المركزي للتقييس و السيطرة النوعية، بغداد 1999 ، صفحة 8 .

11. المواصفة القياسية العراقية رقم 45 ، "ركام المصادر الطبيعية المستعمل في الخرسانة والبناء"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، مجلس التخطيط ، بغداد ، 1999.

12. British Standards Institution BSI, B.S.1881: Part 116:1983, "Method for Determination of Compressive Strength of Concrete Cubes".

13. ACI Committee 318,"Building Code Requirements for Structural Concrete",(ACI 318M-02) and Commentary (ACI 318 RM-02), American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2002, 443 pp.

14. Letif Alaa, A. , " A Study on the Properties of Polymer-Modified Concrete". M.Sc. thesis. Civil Eng. Department, University of Basrah. 1998.

15. اليونس، وفاء كاظم عيسى. "دراسة بعض خصائص تركيبات السمنت والكونكريت المحورة باستخدام راتنج البولي استر غير المشبع". رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة البصرة، حزيران 1999.

16. Folic, R.J. and Randonjanin, V.S. "Experimental Research on Polymer-Modified Concrete". ACI Materials J., May-June., 1998:463-469.

Created by Neevia Personal Converter trial version http://www.neevia.com