تأثير استخدام المواد المضافة عندما تستخدم سويا في الخرسانة

علي ناصر حسين

كلية الهندسة –جامعة بابل

الخلاصة

يهدف البحث الى دراسة تاثير المضافات مثل SBR,SP33,FS70على الخرسانةعندما تضاف تلك المضافات سويا الى الخرسانة.تم في هذا البحث دراسة فحص الهطول ومقاومة الانضغاط وفحص الشد على ستة مجاميع من النماذج الخرسانية.المجموعة الاولى تمثل الخلطة المرجعية.المجموعة الثانية والثالثة والرابعة تمثل الخلطات الخرسانية التي تم استخدام المضافات فيها SP33,FS70,SBR .المجموعة الخامسة من النماذج تمثل الخلطة التي تم اضافة مادتي FS70, SBR فيها.اما المجموعة الاخيرة من النماذج تم فيها اضافة مادتي SBR, SP33 .تشير النتائج التي تم الحصول عليها الى ان فعالية كل من المواد FS70, SP33 تنخفض في حالة استخدام مادة ال SBR معهما .حيث كانت نسبة الزيادة في مقاومة الانضغاط هي حوالي 40% في نماذج الكونكريت الحاوية على مادة SP33 وانخفضت النسبة لتكون 23% عند اشراك مادة SBR مع SP33 في الكونكريت

Abstract

The aims of this research are investigating the effect of admixture of concrete such as SBR,FS70,SP33 on concrete when this admixtures add together .The slump test ,compressive strength and splitting tensile strength where studied on six groups on specimens. First group is reference .second, third and fourth group used SBR,FS70,SP33 respectively in the mixing .Fifth group used FS70 and SBR together in mixing. The last group content from SP33 and SBR in mixing. The result indicated to reduce in activity of SP33 and FS70 when they use with SBR .The increase in compressive strength specimens that content to SP33 about 40% this ratio decreases to be about 23% when SP33 and SBR used together in concrete.

المقدمة

للحصول على خواص جيدة للخرسانة الطرية ولتحسين خاصية أو أكثر من خواص الخرسانة المنتجة في حالتها الطرية والمتصلبة أو لتغيير مرحلة التصلد تستخدم المواد المضافة والتي تكون خلاف مكونات الخلطة الخرسانية أي إن المادة تضاف إلى ماء الخلط قبل أو بعد الخلط لإعطائها خواص مطلوبة في ظروف العمل علما" بان هناك مواد تضاف بعد مدة من الزمن حسب الحاجة إليها سواء للتشققات الخرسانية أو غيرها من المشاكل الخرسانية . **ACI, (2010).**

لقد أصبح استخدام المضافات في الخرسانة أساسيا" وذلك لما يقوم به من تحسين خواص الخرسانة لإكسابها ميزات جديدة تتناسب مع الأغراض والمتطلبات سواء كان تجهيزها بواسطة محطات الخلط المركزية أو مصانع الخرسانة المسبقة الإجهاد .

من خلال مراجعة البحوث السابقة والدراسات المقدمة ضمن موضوع الخرسانة وجد أن غالبية تلك البحوث قد تركز اهتمامها حول تأثير المضافات حيث اكد الباحث **(Paul Gray ,1987)** إن بالإمكان إنتاج خرسانة خفيفة الوزن بدون استخدام الركام خفيف الوزن وذلك بعمل فقاعات هوائية داخل الخرسانة لتكون خرسانة ذات قابلية تشغيل عالية كما إن الفقاعات سوف تقلل من مقاومة الانضغاط لاجل ذلك تمكن الباحث من معالجة ذلك باستخدام ألمواد المبطئة وكذلك المواد المقللة للماء (الملدنات الفائقة) . كما استخدم الباحث **(Hewayde .et al ,1987)** وجماعتة بعض المواد المضافة لتحسين مقاومة الخرسانة للاملاح الكبريتية فوجد ان استخدام الميتاكاؤلين في الخلطة الخرسانية قد خفض نسبة الفقدان في الكتلة الخرسانية الى حوالي 33% مقارنة في الخرسانة المرجعية وذلك عندما تغمر الخرسانة في محلول حامض الهيدروكلوريك كما وجدوا ان استخدام مادة غبار السيليكا في الخرسانة يحسن من مقاومة الانضغاط وكذلك يقلل من المسامية.

كما استخدم الباحث**(Kagaya et al,1999)** وجماعته المواد المقللة للماء في انتاج الخرسانة(Roller-Compacted Concrete) حيث تم استخدام نوعان من المضافات وهي الملدنات وكذلك مضافات الهواء المقصود فوجدوا ان استخدام تلك المواد يقلل من الانعزال وكذلك يقلل من الانكماش الجاف وكذلك يحسن قوة الكسر للخرسانة.

كما درس الباحثان **Kinoshita and Saito , (2006)** امكانية تحسين خواص الخرسانة عالية المقاومة حيث ان استخدام مواد سمنتية بنسبة عالية تسبب في حدوث التشققات في الاعمار الابتدائية وكذلك استخدام الملدنات سوف يجعل من الخرسانة لزجة نسبيا مما يعيق ضخ الخرسانة وصبها .فركب الباحثون نوع هجين من المواد المضافة يمكنه التقليل من المضار المذكورة.

المضافات

هي عبارة عن مواد او تراكيب من عدة مواد تضاف الى الخرسانه اوعجينه السمنت خلال عملية الخلط لتحسين خاصية او اكثر من خواص الخلط الخرسانيه عندماتكون بحالتها الطريه اوخلال مرحلة تجمدها (Setting) او معالجتها (Curing).**(ACI, 2010)**

ان المواد التي تضاف الى الخرسانه مختلفه عن تلك التي تضاف اثناء صناعة السمنت اما لتساعد على زيادة الانتاج كالمضافات المساعدة على الطحن او لانتاج سمنت ذو مواصفات خاصة مثل الاسمنت المانع للرطوبه وغيره من الاضافات**(2005 ,عرفة).**

اهم انواع المضافات (2002 ,امام)

1–مضافت تخفسيض الماء والتحكم في زمن التجمد 2–مضافات الهواء المحبوس

3–مضافات لمنع نفاذ الماء من الخرسانة 4– مضافات لمنع اجتراف السمنت بفعل الماء

5–مضافات لتلوين الخرسانة 6–مضافات اخرى متنوعة

وسوف نركز في بحثنا هذا على المضافات المقللة للماء والتحكم في زمن التجمد نضرا لاهميتها من حيث كثرة الاستخدام وتقسم الى سبع انواع حسب المواصفات الامريكية **(ASTM C 494,1989)** حيث تميز بالحروف من Aالى Gوهي:

1–مضافات تقليل ماء الخلط A 2–المضافات المؤخرة للتصلب B

3–المضافات المعجلة للتصلب C 4–المضافات المقللة للماء والمؤخرة E

4–المضافات المقللة للماء والمعجلة F 5-المضافات المقللة للماء بدرجة عالية والمؤخرة G

الجانب العملي

المواد المستعملة

الاسمنت

السمنت المستخدم هو السمنت المقاوم للاملاح والمصنوع في دولة الكويت ، والجدول ادناه يبين التحليل الكيميائي والخصائص الفيزيائية للسمنت .

جدول 1 مواصفات السمنت

CHEMICAL ANALYSIS (According IQS No. 5,1984)

Oxide	Test Result	Limits According to IQS	Conformed to IQS
CaO %	63.58	----------	
SiO_2 %	21.60	----------	
Al_2O_3 %	3.80	----------	
Fe_2O_3 %	5.12	----------	OK
MgO %	1.87	< = 5%	
K_2O%		----------	
Na_2O%		----------	
SO_3 %	2.23	< = 2.5% if C3 A< 5% < = 2.8%if C3A< 5%	OK
Free Lime %	0.95	< = 4 %	
Loss On Ignition %	1.31	< = 4%	OK
Insoluble Resdue %	0.72	< = 1.5 %	OK
L . S . F	0.89	0.66 – 1.02	OK
M . S	2.42	----------	
M . A	0.75	----------	
TOTAL	**99.51**		
C_3S %	51.60	----------	
C_2S%	23.0	----------	
C_3A%	1.40	<= 3.5 %	OK
C_4AF %	15.58	----------	

PHYSICAL TEST (According to IQS No.5,1984)

Setting Time , min , Initial Final	1 10 2 20	> = 45 min < = 600 min	OK
Fineness (Blaine) , in m^2/kg	3 08	> = 250	OK
Compressive Strength , MN/m^2 , at 3 days 7 days	2 0.6 2 9.1	> = 15 > = 23	OK OK
Soundness (Auto Clave) , %	-	< = 0.8	------

الحصى :-

عند اجراء التحليل المنخلي للحصى كانت النتائج مطابقة للمواصفة القياسية رقم (45) لسنة 1984 وكما مبينة بالجدول ادناه :-

جدول 2 مواصفات الحصى

مقاس المنخل العام	النسبة المئوية العابرة	حدود المواصفة القياسية العراقية لسنة 1984
75	-	-
63	-	-
37.5	100	100
20	95	100 – 95
14	-	-
10	35.7	60 – 30
5	1	10 – 0
2.36	-	-

الرمل :-

عند اجراء التحليل المنخلي للرمل المستخدم كانت النتائج مطابقة للمواصفة القياسية العراقية رقم (45) لسنة 1984 ، وكما مبين بالجدول ادناه :-

جدول 3 مواصفات الرمل

مقاس المنخل (m m)	النسبة المئوية للمادة	حدود المواصفة القياسية 30 لسنة 1984((منطقة التدرج رقم – 2 –))
10	100	100
4.75	92	100 – 40
2.36	82	100 – 75
1.18	71	90 – 55
0.6	55	59 – 35
0.3	25	30 – 8
0.15	4	10 – 0

معامل النعومة = 2.72

المضافات التي استخدمت في البحث

المادة الأولى : Flocrete SP_{33}

وهو مادة ملدنة ويحسن ، وكذلك يقوم بتخفيض نسبة محتوى الماء / السمنت وزيادة قابلية تحمل الخلطة .

تطبيقاته :-

يقلل محتوى السمنت مع مقاومة عالية للخرسانة .يعجل المقاومة المبكرة للخرسانة .ينتج نوعية من الخرسانة ذات ديمومة عالية مع محتوى ماء اقل .

الجرعة :-

استخدام Flocrete SP_{33} من نسبة 0.8 الى 2.8 لتر لكل 100 kg من السمنت .

الخواص :-

اللون : لونه بني, درجة الانجماد $2\ C^5$ – ,الكثافة الوزنية 1.18 عند $2SC^5$,محتوى الهواء لا يقل عن 2% للجرعة الطبيعية ,محتوى كلوريد لا يوجد تأثير استخدام الملدن بنسبة اكثر من الجرعة الطبيعية تؤدي الى زيادة قابلية التشغيل للخرسانة . ابطاء زمن التصلب لعجينة السمنت

المادة الثانية *SBR* (Styrene-Butadiene-Rubber)

هي مادة مقاومة للماء وتخلط مع الخلطات الاسمنتية وتتكون هذه المادة بشكل رئيسي من سائل وهو يتحلل بالماء ويتكون بنسبة 45 % من مادة البوليمر ومواد صلبة بنسبة 10 % ويتم تصنيعه بشكل خاص وذلك من اجل اغراض البناء . ان هذه المادة مهمة ومفيدة بشكل كبير لمعالجة الكونكريت فرش الارضيات ، البلوك الكونكريتي ومن اجل اصلاح التخسفات التي تحدث في الكاشي .

تطبيقاته : معالجة الضغط الحاصل على البناء,يحسن من مستوى الترابط والالتحام بين مواد البناء,مضاد للماء وبخار الماء , يقلل الانكماش . يحسن من نوعية العمل .

الجرعة :-

استخدام الملدن SBR بكمية 5 لتر لكل 50 كغم من السمنت .

الخواص :-

اللون : ابيض .الكثافة الوزنية : 5 % عند $2.5C^5$

المادة الثالثة FADOSET FS70

هي مادة مقللة للماء مسرعة ومقوية للخلطة الكونكريتية وهذه المادة سائلة ذات لون مصفر وتحتوي على عدد من المركبات الكيميائية العضوية وتستخدم من اجل تقوية الخلطة وسرعة تمازجها وعندما لايكون هناك وقت كاف لتماسك الخلطة تتفاعل هذه المادة مع C4AF الموجود في الاسمنت من اجل تعريضها لتفاعلات السيليكات .

إن FADOSET FS70 يتكون بشكل رئيسي من الماء وهو غير قابل للاشتعال وان هذه المادة لاتتآكل وخالية من الكلورايد ولاتعتبر من المواد السامة والخطرة ولكن ينصح باستخدام القفازات أثناء التعامل مع المادة .

تطبيقاتة : التحكم بالوقت اللازم لتكوين الخلطة الكونكريتية , زيادة قوة وتماسك الخلطة ,تعمل بكميات قليلة . يمكن خلطها مع باقي الخلطات .

الخصائص : سائل اصفر اللون ,الكثافة 20 @1.25 , المحتوى الكلوريدي لايوج, نقطة الانجماد : c 4-, نقطة الوميض : لايوجد.

إن الجرعة الطبيعية المستخدمة هي بمعدل 0.05 إلى 0.3 لتر لكل 100 كغم من الإسمنت لذلك فان الكمية التي استخدمناها هي 0.2 لتر لكل 100 كغم .

مواصفات الخلطة

تم تصميم الخلطة وفق المواصفات الامريكية لتعطي مقاومة انضغاط(25MP a)

. علما انة تم تخفيض W/C في الخلطات التي تم اضافة المادة الملدنة فيها لتكون 0.35, وذلك للحفاظ على نسبة الهطول**(1984, مؤيد نوري الخلف)**

جدول 4 مواصفات الخلطة الخرسانية

المادة	النسبة المستخدمة الخلطة الاعتيادية
الاسمنت	364 kg / m
الرمل	664.5 kg /m
الحصى	1216 kg / m
W / C	0.48
الماء	175 kg
الهطول	10−8cm

طريقة العمل

للخلطات المختلفة تم الاعتماد على الترميز التالي

A = خلطة اعتيادية .

B = خلطة من مادة مقاومة للماء (SBR) بنسبة 5لتر لكل 100 كغم من السمنت.

C = خلطة من مادة مسرعة ومقوية للخلطة الكونكريتية (FADOSET FS70)بنسبة 0.2لتر لكل 100 كغم من السمنت

D=خلطة من مادة ملدنة (SP33) بنسبة 1 لتر 100 كغم من سمنت

E= خلطة من مادة SBR بنسبة 5 لتر لكل100 كغم من السمنت و FS70 بنسبة 0.2 لتر لكل 100 كغم من السمنت

F =خلطة من مادة بنسبة 5 لتر لكل100 كغم من السمنت SBRوsp33 بنسبة 1 لتر لكل 100 كغم من السمنت بعد فتح القوالب توضع النماذج في احواض مائية لمدة (7 ايام) و (28 يوم) لحين الفحص حيث يستمر الانضاج لمدة 28 يوم . .

فحص الهطول :−

تم الفحص بموجب الواصفة الامريكيه**(ASTM C143-89a,1989)**.

فحص مقاومة الانضغاط للخرسانة :−

تم الفحص باستخدام جهاز مقاومة الانضغاط وبمعدل تحميل من 0.2 الى 0.4 Mpa في الثانية .تم الفحص بموجب المواصفة البريطانية**(BS 1881: part 116,1983)**

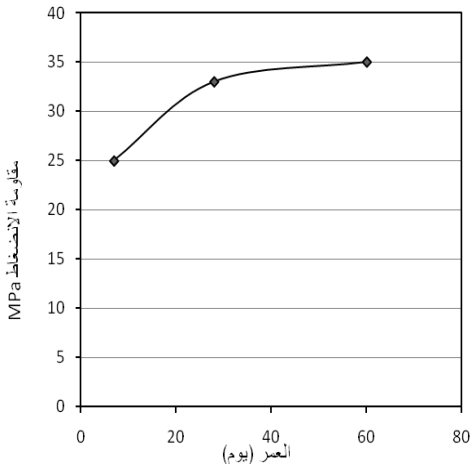
فحص مقاومة الشد :−

باستخدام المواصفة الامريكية**(ASTM C 496 ,1989)** تم استحدام نفس جهاز مقاومة الانضغاط لهذا الغرض وتحسب مقاومة الانشطار .

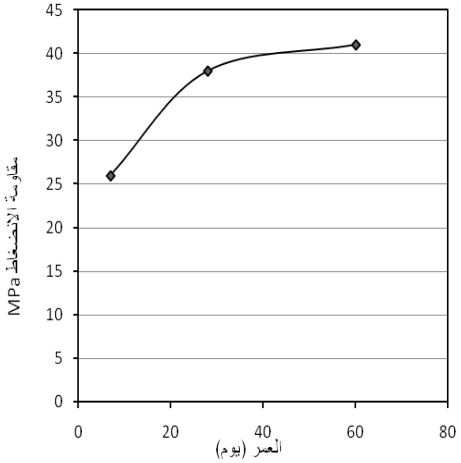
النتائج والمناقشة

يمكن بيان نتائج مقاومة الانضغاط من خلال الجدول والرسومات البيانية التالية

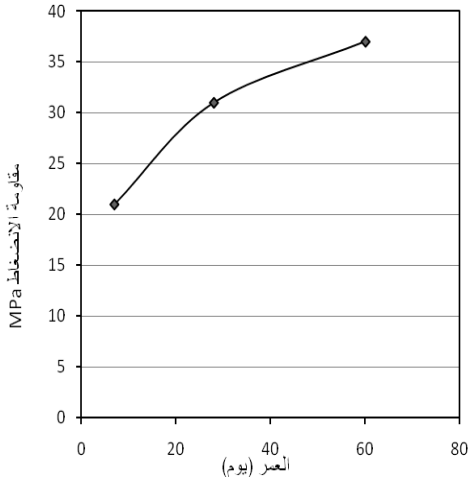
(جدول 6) معدل قيم مقاومة الانضغاط للأعمار الثلاثة



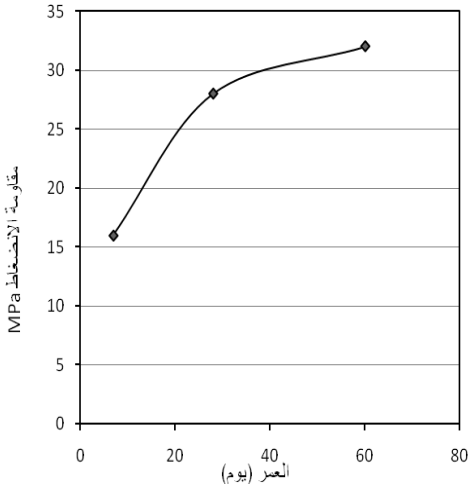
تطور مقاومة الانضغاط مع العمر للخلطة الحاوية على (FS70)



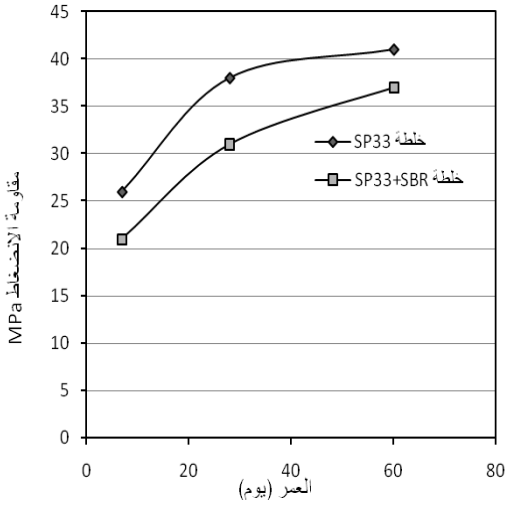
تطور مقاومة الانضغاط مع العمر للخلطة الحاوية على (SP33)



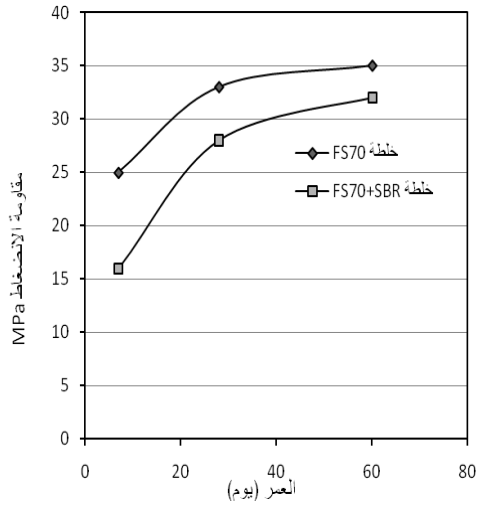
تطور مقاومة الانضغاط مع العمر للخلطة الحاوية على (SBR, SP33)



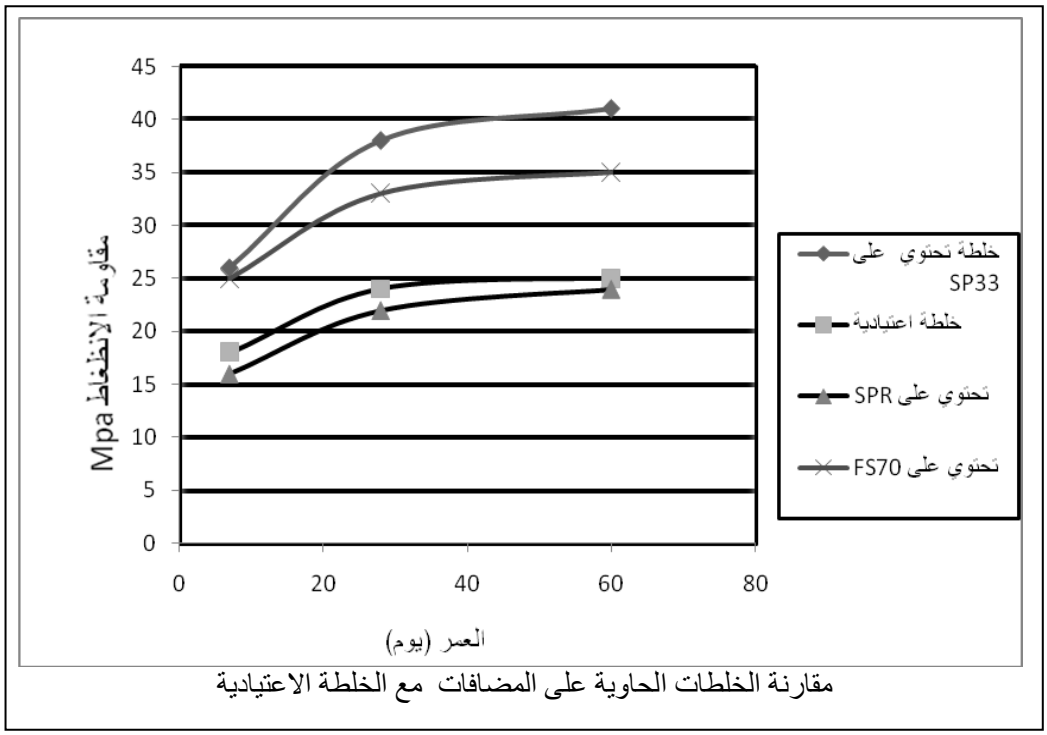
تطور مقاومة الانضغاط مع العمر للخلطة الحاوية على (SBR, FS70)



مقاومة الانضغاط للخلطات الحاوية على مادةSP33



مقاومة الانضغاط للخلطات الحاوية على مادة FS70

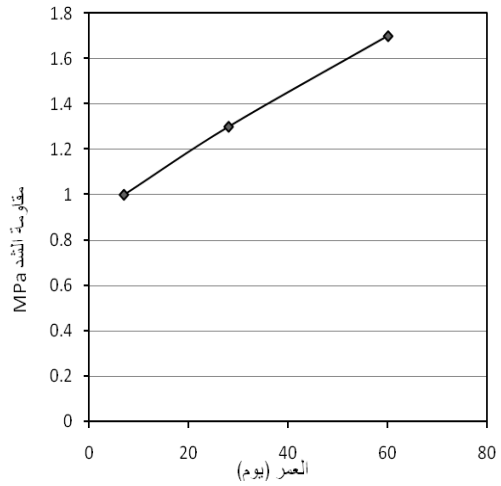


مقارنة الخلطات الحاوية على المضافات مع الخلطة الاعتيادية

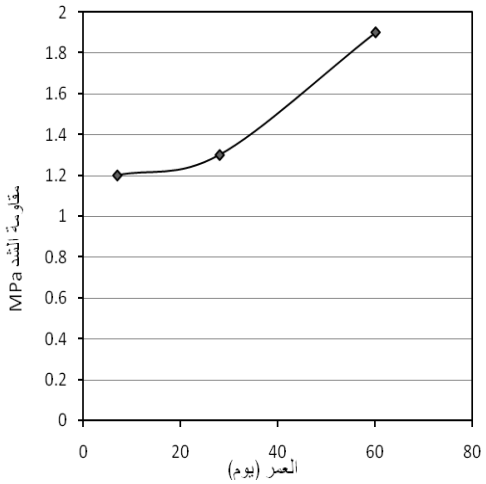
. مقاومة الشد

(جدول7) معدل قيم مقاومة الشد للأعمار الثلاثة

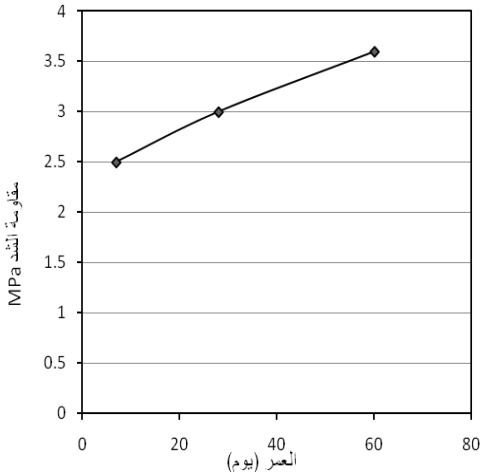
العمر		7 يوم	28 يوم	60 يوم
مقاومة الشد(MPa)	النموذج A	1.235	1.34	1.9
	النموذج B	1.025	1.3	1.735
	النموذج C	2.355	2.94	3.05
	النموذج D	2.5	3.1	3.6
	النموذج E	1.9	2.3	2.8
	النموذج F	2.1	2.7	3



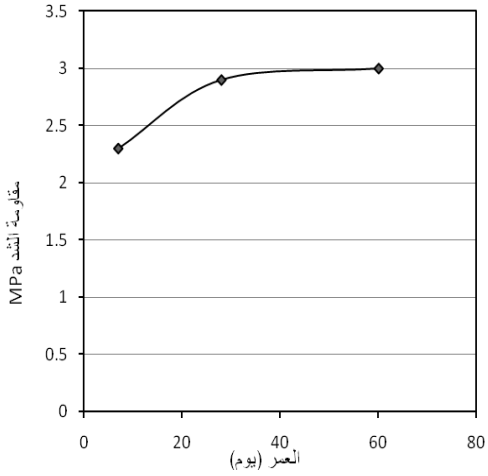
تطور مقاومة الشد مع العمر للخلطة الحاوية على (SBR)



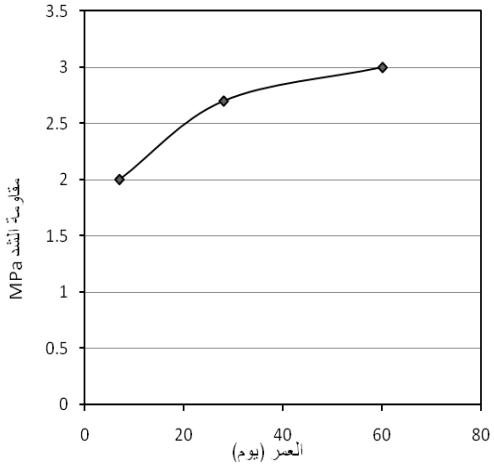
تطور مقاومة الشد مع العمر للخلطة المرجعية



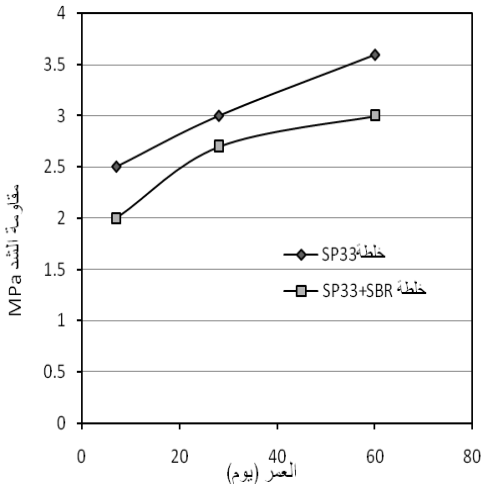
تطور مقاومة الشد مع العمر للخلطة الحاوية على (SP33)



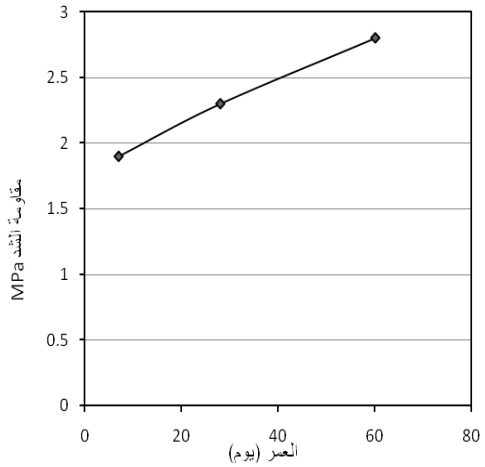
تطور مقاومة الشد مع العمر للخلطة الحاوية على (FS70)

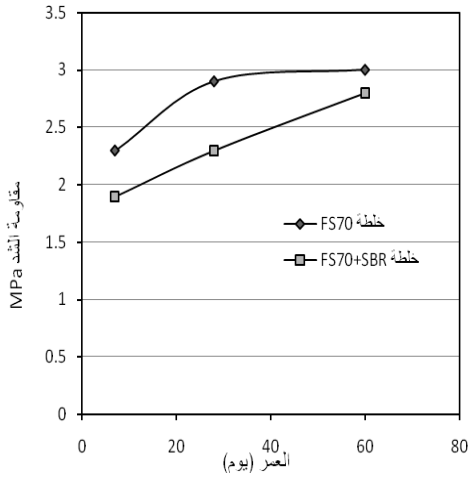


تطور مقاومة الشد مع العمر للخلطة الحاوية على

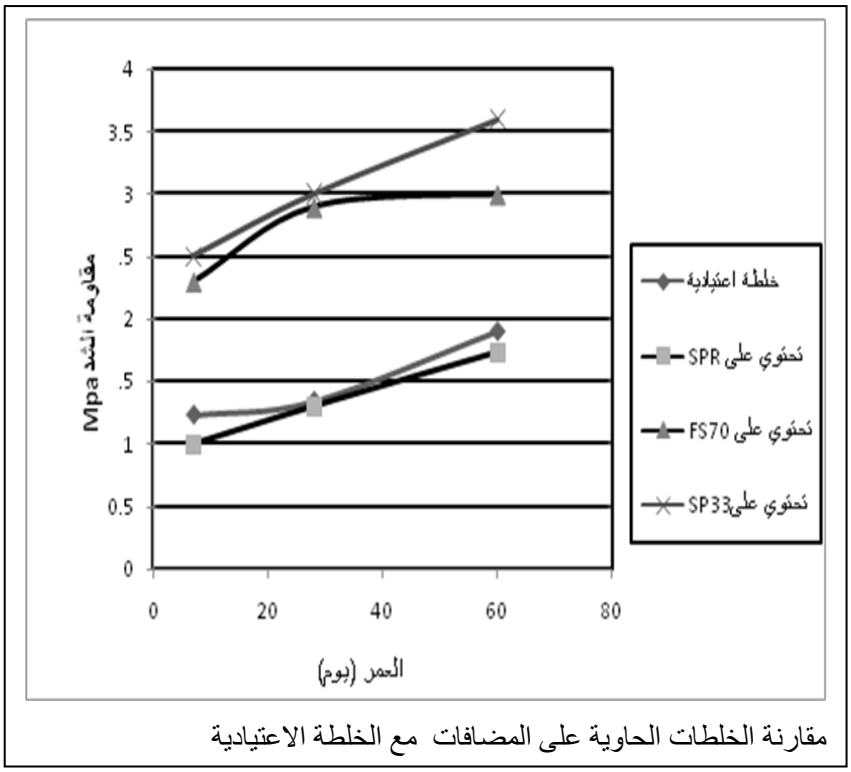


مقاومة الشد للخلطات الحاوية على مادةSP33





مقاومة الشد للخلطات الحاوية على مادة FS70



مقارنة الخلطات الحاوية على المضافات مع الخلطة الاعتيادية

من خلال الجدول رقم 6و7 ومن ملاحظة نتائج مقاومة الانضغاط لعمر 28 يوم نجد انخفاض بنسبة 14% لكن تتناقص هذة النسبة لتصل الى حوالي 7% في العمر 60 يوم في الخلطة الحاوية على مادة ال SBR بالمقارنة مع الخلطة المرجعية في حين نجد زيادة مقاومة الانضغاط بنسبة(28, 47)% في في عمر 28 يوم وتزيد هذة النسبة لتصل الى (34, 57)% في عمر 60 يوم وذلك للخلطات الحاوية على الFS70, SP33 على التوالي في حين نجد تناقص في هذة الزيادة لتصل الى 10 ,21% في للخلطات FS70 مع SBR, SP33 مع SBR وذلك في عمر 28 يوم في حين تتطور في عمر 60 يوم لتكون(23, 42)% لنفس الخلطات.

ان الزيادة الحاصلة في المقاومة ترجع للدور الفعال لتلك المضافات اذ تحمل شحنه كهربائيه غير متوازنه وعند وضعها في الماء تميل للانتقال الى السطح مع بقاء النهاية المشحونه كهربائيا او الفعالية مغموره في الماء بينما يستقر الذيل خارجا في الهواء .

ان الاسمنت البورتلاندي بحالته الجافة يكون بهيئة تجمع من الحبيبات الصلبة يتضمنها كل منها عددا من هذه الحبيبات مربوطة مع بعضها بقوى مختلفة تتراوح بين روابط ضعيفة جدا الى روابط كيمياوية قوية . وخلال عملية الخلط تتفكك هذه التجمعات لمدى معين الى اجزاء اصغر وتتم عملية الاماهة على سطوح هذه الاجزاء حيث تتشابك مع بعضها ومع حبيبات الركام الناعم والخشن لانتاج خرسانة ذات مقاومة عالية ونفاذية واطئة. ان نشر حبيبات الاسمنت الى اجزاء صغيرة جدا او الى حبيبات صغيرة يقلل من احتمالية احتجاز الماء بينهما ونتيجة لذلك تكون الحاجة الى كمية اقل من الماء بغية الحصول على قابلية تشغيل معينة او لمحتوى ماء معين يمكن الحصول به على خرسانة ذات قابلية تشغيل اعلى. باستخدام هذه المضافات تنتشر تجمعات حبيبات الاسمنت الى حبيبات تبعد الواحدة عن الاخرى مسافات منتظمة ولذلك باستمرار الاماهة يكون هناك احتمال اكثر لتشابك نتائج الاماهة مع سطوح حبيبات الركام الناعم والخشن لانتاج كتلة متينة ومتراصة وذات مقاومة عالية وهذا واضح من خلال المخططات المذكوره.

اما في ما يخص مقاومة الشد فنجد ان الخلطات قد سلكت نفس سلوك مقاومة الانظغاط حيث كان تاثير المواد المضافة متشابة تقريبا على مقاومة الشد والانضغاط فنجد انخفاض طفيف في مقاومة الشد ليصل حوالي 3% في

خلطة ال SBR عن الخلطة المرجعية لعمر 28 يوم .بينما نجد زيادة واضحة في مقاومة الشد بالنسبة للخلطات الحاوية على FS70 او SP33 .اما فيما يخص الخلطات الحاوية على مادة ال SBR م مادة اخرى (FS70 SP33,) ايضا نجد زيادة ملحوضة في مقاومة الشد ولكن بنسبة اقل فيما لو استخدم مادتي FS70 او SP33 بدون استخدام SBR حيث تصل نسبة انخفاض مقاومة الشد الى حوالي 25% للخلطة التي تحوي على مادتين سويا مع نضيرتها الحاوية على مادة واحدة من المضافات وهذا مانجدة واضحا في المخططات المبينة .

الاستنتاجات

1–تاثر مادة ال SBR سلبا على مقاومة الشد والانظغاط لكنها مفيده في استعمالات اخرى.

2– فعالية مادة SP33 اكثر من مادة ال FS70على مقاومة الشد والانضغاط

3–عند مزج مادة ال SBRمع المواد (SP33,FS70) يكون تاثير هاتان المادتان اقل فيما لو كانتا منفردتان

4–ان المواد المضافة تعتبر من المحسنات للخرسانة وهي متوفرة محليا وبأسعار جيدة نسبيا

5––يحصل نقصان نسبي لمقاومة الشد عند استخدام مادة SBR في الاعمار البتدائية ويبدا بالتضائل في الاعمار المتاخرة.

المصادر

مؤيد نوري الخلف وهناء عبد يوسف ,1984, "تنلوجيا الخرسانة",الجامعة التكنلوجية.

محمود امام , .2002. ,"الخرسانة",قسم الهندسة الانشائية,كلية الهندسة ,جامعة المنصورةص 7–21.

نيفل ,بيروكس, ترجمة عبد الرحيم عرفة, 2005, "تقنية الخرسانة ",جامعة الملك سعود ,ص 197–213.

ACI committee 212,2010," Report on Chemical Admixtures for Concrete", ACI 212.3R-10, ACI Manual of Concrete Practice, .

Paillere A.M.,1995"applixcation of Addmixtures ofConcrete",Cahpman&Hall,London.

American Society for Testing and Materials, C143-89a ,1989 ,*"Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete"*, Annual Book of ASTM Standards, V.04.02, pp.85-86.

American Society for Testing and Materials, C494 / C44M - 10a ,1989,"Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete", Annual Book of ASTM Standards, v04.02.

American Society for Testing and Materials, C496 / C496M - 04e11989, "Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens", Annual Book of ASTM Standards, v04.02.

British Standard Institution, 1983,*"Method for Determination of Compressive Strength of Concrete Cubes"*, B.S. 1881: Part 116: 3 pp.

Hewayde E. PhD, PEng,. Nehdi M. L PhD, PEng, Allouche E. PhD, PEng and Nakhla G. PhD, PEng,2007,"Using Concrete Admixtures for Sulfuric Acid Resistance", Proceedings of the Institution ofCivil Engineers Construction Materials 160, Issue CM1, Pages 25–35.

Iraqi Organization of Standards, *IOS No.5:1984, for Portland Cement.*

Iraqi Organization of Standards, *IOS No.45:1984; for Aggregate*.

Kagaya M., Tokuda H., and Inaba Y., 1999" Oller-Compacted Concrete Incorperating Superplastisizer and Viscous Agent For Pavements", aci jornal,volume 186 , ,page 149-160.

Kinoshita M. and Saito K.,2006," An Advanced Hybrid Admixture for High PerformanceConcrete",aci journal, volume 235,page 69-88.

Paul and Gray,1987," Using preformed foam as a concrete admixture" , Consulting Engineer, The Aberdeen Group Plasentia, California.