تدوير مخلفات مصانع االبلاستيك
في عمل ألواح تغليف الجدران والسقوف عازلة للرطوبة والحرارة

دعد محمد داوود
أستاذ مساعد
قسم تقنية هندسة البناء والإنشاءات
الكلية التقنية في الموصل

د. نادية سالم إسماعيل
أستاذ مساعد
قسم تقنية هندسة البناء والإنشاءات
الكلية التقنية في الموصل

الخلاصة :

يتضمن العمل صنع ألواح (قطع خرسانية) تغليف الجدران من الداخل والسقوف الكاذبة " 200 × 200 × 30 " ملم باستعمال فضلات معامل البلاستيك العراقية وذلك بمزجها بالإسمنت والرمل والماء وإضافة مادة بوليميرية بولي فاينال كلوريد مع الاستيت Polyvinyl chloride and acetate وذلك لإعطاء مقاومة عالية للتآكل والرطوبة والاحتكاك وقد استعملت نسبتان من الخلط ، الأولى (أ) 1 إسمنت : 1 رمل : 2 فضلات بلاستيكية حجماً أما الخلطة الثانية (ب) فقد كانت بنسبة 1 إسمنت : 2 رمل : 3 فضلات بلاستيكية حجماً أما المادة المضافة "بولي فاينال كلوريد مع الاستيت" فقد جربت عدة نسب في إضافتها وقد كانت أفضل نسبة من هذه المادة إلى وزن الإسمنت هي 0.3 % . وقد امتازت هذه القطع بقوة تحملها العالية فقد كانت قوة تحمل الضغط للخلطة (أ) 13 ميكاباسكال وللخلطة (ب) 8 ميكاباسكال وكان التحمل المستعرض ((معاير الكسر)) جيد فقد كان للخلطة (أ) 2.92 ميكاباسكال وللخلطة (ب) 2.08 ميكاباسكال بالإضافة إلى مقاومتها الجيدة للرطوبة حيث كانت نسبة الامتصاص للخلطة (أ) 2% وللخلطة (ب) 3% وكان العزل الحراري للخلطة (أ) 0.322 واط /م.مْ وللخلطة (ب) 0.375 واط /م.مْ وهذا جيد جداً مقارنة بقطع التغليف المستعملة . إن الفائدة الأخرى المتوخاة من إنتاج مثل هذه القطع هو استغلال فضلات معامل البلاستيك المختلفة الأنواع والتي تشكل مصدراً هاماً في تلوث البيئة . كما إن كلفة إنتاج مثل هذه القطع تكون اقتصادية .

Abstract

*The work includes making concrete boards or panels used to cover walls from inside and false ceiling with dimension 200 * 200 * 30 mm , using Iraqi plastic factories wastes , by mixing it with cement , sand and water , using Polyvinyl Chloride and Acetate (PVC) to give panels high resistance for erosion , moisture and friction . Two mixes were used , first mixture (A)is 1 cement : 1 sand : 2 plastic wastes by size , the second mixture (B)is 1 cement : 2 sand : 3 plastic wastes by size . For the added material Polyvinyl Chloride and Acetate , many ratio were tried , the best ratio of this material to the weight of cement is 0.3 % . These boards were characterized by their high compressive strength ; for mixture (A) is 13 MPa and for mixture (B) is 8 MPa . The flexural strength for mix (A)is 2.92 MPa while for mix (B) is 2.08 MPa , in addition to their good resistance for moisture , the percentage of absorption for mix (A)is 2 % and for mix (B) is 3 % . Thermal insulation for mix (A) is 0.322 w/m^2 c and for mix (B)is 0.375 w/m^2 c , this is very good as compared with other materials used for coating . The other expected function from the production of these boards is the exploitation of various plastic factories wastes , which form an important source of environmental pollution . The cost of production of these boards is low.*

المقدمة

يتجه البناء الحديث إلى استعمال مواد بنائية جديدة لها صفات مميزة عن المواد التقليدية وحسب الطلب إلى استعمالها ، وقد اختلف أسلوب الإنهاء للأبنية بشكل كبير عن السابق مما أدى إلى الحاجة إلى استخدام أساليب مطورة في علمية الإنهاء من الداخل بإستخدام مواد لها ديمومة ومقاومة للتشقق والاحتكاك بالإضافة إلى سرعة الانجاز والعزل الحراري والعزل الصوتي ومقاومة الرطوبة . مما حدا بنا إلى محاولة إيجاد بدائل محلية يمكن استعمالها في تصنيع قطع تغليف للجدران والسقوف من الداخل وذات كلفة اقتصادية معقولة [1] .

يهدف هذا العمل إلى الاستفادة من فضلات معامل البلاستيك العراقية المختلفة الأنواع ولأول مرة بمزجها مع الإسمنت والرمل وقليل من مادة Polyvinyl chloride and acetate لعمل قطع تغليف للجدران والسقوف تمتاز بخفة الوزن ومقاومة للتشقق والاحتكاك ومقاومة الرطوبة وبوجه صقيل سهل التنظيف وبكلفة اقتصادية مناسبة [2] .

تشكل مخلفات معامل البلاستيك عبئاً كبيراً على البيئة حيث تؤدي إلى التلوث وعلى المدى البعيد حيث أن تراكم هذه الفضلات يزداد وخاصة إن هذه المواد لا تتحلل، وهناك عدد كبير من هذه المعامل في العراق . إن الفضلات المستخدمة هي لمعامل بلاستيك مختلفة [Thermoplastic Materials(linear polymers)] منها ما يستعمل مادة البوليثيلين Polyethylene بنوعيه High Density Particle و Low Density Particle وتستخدم كمادة أولية في صناعة اللدائن وهناك معامل تستعمل [Polyvinyl Cloride (PVC)] كمادة أولية، إن الفرق في الصناعة بالنسبة للنوعين يكمن في درجة الانصهار المطلوبة عند التصنيع.
إن الغرض هو تخفيف التلوث بهذه المواد وبنفس الوقت الاستفادة منها في صنع مواد بنائية جيدة رخيصة الثمن وهذا يقع ضمن التوجه العصري الحديث في تدوير المخلفات البيئية . استخدمت مواد بوليميرية متعددة للخلط مع الخرسانة وذلك لغرض لصق الكتلة الخرسانية أو لجعل الخرسانة مانعة الرطوبة مقاومة للتآكل والمواد الكيمياوية من هذه المواد قد استعملت مادة كلوريد البولي فاينال مع الاستيت Polyvinyl chloride and acetate في عمل مونه تستعمل لغرض لصق الكتل الخرسانية في ما بينها أو لإملاء الشقوق والفطور او لطلاء الوجوه [3] .

الجزء العملي

أ.المواد المستخدمة

1. استخدم إسمنت بورتلاند الاعتيادي مطابق للمواصفات القياسية العراقية رقم (5) لسنة 1984 ، جدول (1) يبين التحليل الكيميائي للإسمنت المستخدم وجدول (2) يوضح الخصائص الفيزياوية، [4] .
2. الركام (الرمل) رمل نهري اعتيادي حسب المواصفات القياسية العراقية رقم (45)، وضمن منطقة تدرج 4 وجدول (3) يبين فحوصات الرمل المستخدمة .
3. مخلفات المعامل البلاستيكية والتي هي عبارة عن قطع بلاستيكية ناعمة شكلها غير متجانس (كروي، مفلطح، عصوي)، سطحها غير منتظم ومتباين الخشونة وهذه المخلفات تملك نفس التركيب الكيميائي لمادة البلاستك (Thermoplastic Materials) بنوعيه Polyethylene و PVC . إن التدرج الحبيبي لها يقع بين (2.36 – 6) ملم والوزن النوعي لهذه الفضلات (1.1 – 1.2) وقابلية الامتصاص 0.2 % وكثافتها تتراوح بين (0.68 – 0.78) غم/سم^3 ، [5 , 6] .
4. البولي فاينال كلوريد مع الاستيت Polyvinyl chloride and acetate ، إن مادة البولي فاينال كلوريد أستيت هي مادة واحدة مركبة من مادتين هما البولي فاينال كلوريد ومادة الأستيت . إن مسحوق بولي فاينال كلوريد أستيت يعتبر مادة صمغية لزجة تساعد في زيادة تماسك جسيمات قطع البلاستيك مع الخرسانة مما يزيد من قوة تحملها للقص والكسر وتقليل مساماتها وقلة نفاذيتها للماء مما يعطيها مقاومة جيدة .
5. الماء الصالح للشرب .

ب. الخلطات الخرسانية ونماذج الصب

بعد تحضير الخلطات الخرسانية استعملت قوالب بأبعاد (100 x 100 x 100) ملم لفحص تحمل الضغط واستعملت قوالب حديدية بأبعاد (30 x 200 x 200) ملم لفحص التحمل المستعرض (معاير الكسر) واستعملت خلطتين خرسانية مع نسب ماء وإسمنت مناسبة والتي تعطي قابلية تشغيل جيدة Workability (70-100) ملم وذلك بتجربة الهابط Slump test ، وكانت الخلطات كالآتي :

1. الخلطة (أ) : تم استعمال نسبة مزج 1 : 1 : 2 عن طريق الحجم أي حجم واحد إسمنت وحجم واحد رمل مع حجمين من المواد البلاستيكية وتم إضافة 0.3 من وزن الإسمنت من مادة Polyvinyl chloride and acetate وبنسبة ماء الإسمنت w/c = 0.4 .
2. الخلطة (ب) : تم استخدام نسبة مزج 1 : 2 : 3 أي حجم واحد إسمنت مع حجمين رمل وثلاثة حجوم من المخلفات البلاستيكية وبإضافة 0.3 من وزن الإسمنت من مادة Polyvinyl chloride and acetate وبنسبة ماء الإسمنت w/c = 0.45 .

ج. طرق العمل والمعالجة

1. تم صب القوالب (200 × 200 × 30) ملم وكبسها تحت ضغط يتراوح بين 100 – 120 كغم/سم^2 باستخدام المكابس الخاصة في صناعة الكاشي . وتم معالجة النماذج بوضعها في درجة حرارة (23 مْ) والمحافظة على الرطوبة النسبية 90 % وحسب المواصفات الأمريكية ASTM.
2. تم الحصول على قطع صقيلة الوجه وبألوان زاهية حيث أنها تمتلك ألوان القطع البلاستيكية ، وعند الرغبة بالحصول على وجه خشن (مثقب) يعطي جمالية معينة وكذلك يساعد في العزل الصوتي يتم تعريض وجه القطع الى لهب خفيف (Flame) لتذوب القطع البلاستيكية من الوجه مع العلم أن درجة ذوبان هذه القطع يتراوح بين 100 - 120 مْ.

د. الفحوصات المختبرية

تم إجراء الفحوصات التالية على النماذج المصبوبة وحسب المواصفات القياسية العالمية ASTM C-39 ، ASTM Part 14 (C-567) [8,7] :

1. فحص الكثافة بعمر 28 يوم .
2. فحص تحمل الضغط بعمر 28 يوم .
3. فحص التحمل المستعرض بعمر 28 يوم .
4. فحص الامتصاص بعد 24 ساعة .
5. فحص العزل الحراري .

المناقشة

يعتبر أسلوب تدوير المخلفات الصناعية من الأساليب الحديثة في الحفاظ على البيئة من التلوث. يتضمن هذا البحث محاولة ابتكار طريقة جديدة في الاستفادة من فضلات معامل البلاستيك العراقية المختلفة (سواء تستخدم مادة البولي اثيلين واطئة أو عالية الكثافة في الصنع أو تستخدم مادة PVC) في تصنيع ألواح تغليف للجدران والسقوف عازلة للرطوبة والحرارة .

استعملت نسبتين من خلط الفضلات البلاستيكية مع الإسمنت والرمل الأولى بنسبة (1 إسمنت : 1 رمل : 2 فضلات معامل البلاستيك حجماً) ، أما الخلطة الثانية فكانت (1 إسمنت : 2 رمل : 3 فضلات معامل البلاستيك) وتم صب مكعبات لفحص تحمل الضغط وقطع لفحص معاير الكسر، وتم استعمال نسب مختلفة من مادة (بولي فاينال كلوريد مع الاستيت) لإضافتها إلى الخلطة وكانت النسب 0.4 ، 0.3 ، 0.2 ، 0.1 % من وزن الإسمنت وكانت أفضل النتائج 0.3 – 0.2 % من وزن الإسمنت فتم تثبيت نسبة 0.3 من المادة المضافة إلى المزجة الخرسانية للخلطتين (أ،ب) . أما نتائج فحص مكعبات تحمل الضغط وألواح التحمل المستعرض (معاير الكسر) فكانت جيدة جداً (جدول 5) وقد أعطتنا الخلطة (أ) نتائج أفضل من الخلطة (ب) حيث كان تحمل الضغط للخلطة (أ) 13 ميكاباسكال والخلطة (ب) 8 ميكاباسكال ، أما التحمل المستعرض فكان 2.92 للخلطة (أ) و2.08 للخلطة (ب) وبهذا يمكن استعماله كقطع تغليف للجدران والسقوف من الداخل خاصة وان وجهه صقيل وتبرز ألوان الفضلات البلاستيكية عليه بشكل جميل وان مقاومته للاحتكاك والتآكل والرطوبة عالية جداً خاصة وان قابلية الامتصاص للخلطة (أ) كانت 2 % وللخلطة (ب) 3 % وهي جيدة جداً (جدول 6) .

إن النقطة الهامة الأخرى في ميزات هذه القطع هي أنها خفيفة الوزن (جدول 4) وبذلك يسهل حملها وتثبيتها بالإضافة إلى كونها عازلة للحرارة حيث بلغ معامل التوصيل الحراري للخلطة (أ) 0.322 واط/م.مْ وللخلطة (ب) 0.375 واط/م.مْ مما يعني إن عزلها للحرارة جيدة جداً وهذا يلائم أجواء العراق ، كذلك من الممكن عند استخدامها كقطع تغليف للسقوف عمل وجه القطعة خشن بتعريضه إلى لهب مما يضفي جمالية على القطع [9] .

أما بالنسبة للانكماش (Shrinkage)، لا يوجد حاجة لقياس الانكماش في مثل هذه الحالة عند إنتاج قطع التغليف الخرسانية كما تشير المصادر [10] علماً بأنه تم مراقبة النماذج بعد صبها وخلال فترة الإنضاج ولم يلاحظ أي بوادر انكماش تستدعي قياسها .

لغرض معرفة مدى مقاومة هذه القطع لدرجات الحرارة المختلفة ولظروف الاستعمال وللتأكد من نجاحها تم تعريضها إلى الاستعمال المباشر وبظروف مختلفة من حيث درجة الحرارة والرطوبة ولمدة تسعة أشهر، وقد كان التباين ما بين درجات الحرارة والرطوبة النسبية وحسب الظروف المناخية المحلية العراقية (4 – 25) مْ وبرطوبة نسبية (60 – 80) % وبدرجات حرارة (25 – 40) مْ وبرطوبة نسبية (30 50) % وقد أظهرت مقاومة جيدة للعوامل المختلفة كما انه لم تظهر عليها أية تشققات حيث أن استعمال المادة البوليميرية (بولي فاينال كلوريد مع الاستيت) في الخلطة أعطاها مقاومة للرطوبة وقلل المسامية بشكل كبير بالإضافة إلى أن القطع نفسها عازلة للحرارة (معامل انتقال الحرارة لها قليل) .

ومن مزايا هذه القطع أن الطرق المستخدمة في تثبيتها في السقوف مشابه للطرق المستخدمة في عمل السقوف الكاذبة للمواد التقليدية، أما في الجدران فيتم تثبيتها بعدة أساليب منها تثبيتها على هيكل خشبي يثبت على الجدران، أو بواسطة كلاليب ومونة الإسمنت أو حسب الطرق الحديثة باستعمال مواد لاصقة Adhesive Materials [11 , 12] .

ان الكلفة الاقتصادية لهذه القطع واطئة وذلك لكون المادة الأولية الرئيسية المستخدمة فيها هي فضلات معامل البلاستيك وبذلك يمكن اعتبارها أحد عوامل الحفاظ على البيئة من التلوث .

جدول (1) التحليل الكيميائي للإسمنت المستخدم .

الأكاسيد	النسبة المئوية (%)	حدود المواصفة IQS:5/1984 نسبة مئوية
أوكسيد الكالسيوم CaO	60.60	
أوكسيد السيليكا SiO_2	22.00	
أوكسيد الألمنيوم Al_2O_3	5.83	
أوكسيد المغنسيوم MgO	3.30	5 حد أعلى
أوكسيد الحديد Fe_2O_3	2.76	
ثالث أوكسيد الكبريت SO_3	2.70	2.8 حد أعلى
الفقدان بالحرق	1.20	4 حد أعلى
المواد غير القابلة للذوبان	0.41	1.5 حد أعلى
النورة الطليقة	1.20	

جدول (2) الخصائص الفيزيائية للإسمنت المستخدم .

الخصائص	النتائج	حدود المواصفة IQS:5/1984
النعومة بطريقة بلين (كغم/م^3)	263	لا تقل عن (230 كغم/م^3)
القوام القياسي %	24.5	
زمن التصلب :		
أبتدائي (دقيقة)	132	لا يقل عن 45 دقيقة
نهائي (دقيقة) : (ساعة)	3.45	لايزيد عن 10 ساعة
معدل مقاومة الإنضغاط :		
3 أيام (MPa)	18.5	لا يقل عن (15 MPa)
7 أيام (MPa)	29.5	لا يقل عن (23 MPa)
التمدد بطريقة المحمم % (Autoclave)	0.25	لا يزيد عن 0.8 %

جدول (3) الخصائص الفيزيائية للرمل المستخدم .

الخصائص	نتائج الفحص	حدود المواصفة IQS:4/1984 نسبة مئوية
الوزن النوعي	2.56	-
محتوى الأملاح الكبريتية	% 0.09	% 0.5
الامتصاص	% 2.2	-

جدول (4) يبين الكثافة وحسب نسب المزج .

نوع المزج	نسبة المزج	الكثافة كغم/م^3
1. الخلطة (أ)	2:1:1 عن طريق الحجم 0.3 % of Polyvinyl chloride with acetate	1100
2. الخلطة (ب)	3:2:1 عن طريق الحجم 0.3 % of Polyvinyl chloride with acetate	1240

جدول (5) قوة تحمل الضغط والتحمل المستعرض لأنواع القطع المنتجة بعمر 28 يوم.

نوع المزج	تحمل الضغط (ميكاباسكال)	التحمل المستعرض (ميكاباسكال)
1.الخلطة (أ)	13	2.92
2. الخلطة (ب)	8	2.08

جدول (6) يوضح قابلية الامتصاص ومعامل التوصيل الحراري لأنواع القطع المنتجة .

نوع الخرسانة	نسبة الامتصاص	معامل التوصيل الحراري k واط/م.مْ
1. الخلطة (أ)	% 2	0.322
2.الخلطة (ب)	% 3	0.375

الاستنتاجات :

إن تدوير المخلفات الصناعية يعتبر من أنجح الأساليب في الإدارة البيئية الجيدة ونحاول في هذا البحث أن نجد أنجع الأساليب الممكن تطبيقها للتخلص مما يعتبر الآن من أخطر الملوثات البيئية وقد وفقنا في إيجاد طريقة لا تحتاج إلى تقنية عالية وذات كلفة معقولة ومن الممكن تطبيقها في الدول النامية وهي استخدام فضلات معامل البلاستيك في إنتاج قطع خرسانية وذلك عن طريق مزجها مع الاسمنت والرمل وقليل من مادة البولي فينول كلورايد استيت تستخدم في تغليف الجدران والسقوف ومن مزاياها :

1. امتازت هذه القطع بقابلية تحمل ضغط جيدة وكذلك التحمل المستعرض (معاير الكسر) .
2. تمتاز هذه القطع بكونها لها ديمومة ومقاومة للتشقق والاحتكاك والرطوبة حيث تم تعريضها للاستعمال المباشر وبدرجات حرارة ورطوبة مختلفة كما أنها عازلة للحرارة .
3. إمكانية استخدام فضلات معامل البلاستيك وبمختلف أنواعها (سواء تستعمل البولي اثيلين الواطئ أو العالي الكثافة أو مادة PVC) .

المصادر :

1. ACI Manual of Concrete Practice, part 5, Masonary precast Concrete Special Processes, American Concrete Institute, U.S.A. 1985 .
2. Consideration in Recycling of Wood – Plastic composites, J.E, Windandy, N,mstark , C. M. clemons. Fifth global wood and natural fiber compsites symposium , April 27-28 , 2004 in Kassel/ Germany
3. Sprinkel, Polymer Concrete Bridge Overlays, Transportation Research Record, 1993 ,No. 1392 .
4. المواصفات القياسية العراقية 1042 ، 1043 ، لعام 1984.
5. R. Norris Shreve, Joseph A. Brink, Jr. , Chemical Process Industries, Fourth edition, 1985 .
6. John D. Roberts & Marjorie C. Caserio, W.A. Benjamin, Basic Principles of Organic Chemistry, 1987 .
7. Annual Book of ASTM Standards, C – 39 Compressive strength of concrete, 1978 .
8. Annual Book of ASTM Standards, Part 14, C – 567, Concrete & Mineral Aggregate, American Society for Testing and Materials.1979 .
9. A. M. Neville, Properties of Concrete, Pitman publishing limited, London 2000 .
10. W.H Taylor, Concrete Technology and practice, Fourth edition MC, Graw- Hill Book company, Australia 1977 .
11. د. لؤي باقر حسين .أياد كامل الجنـابي (جدوى استخدام البولي ستايرين كمـادة صـمغية بـديل للاستخدامات العامـة) مجلة الهندسة والتكنولوجيا ، ملحق العدد الثاني المجلد الحادي عشر 1992 .
12. ACI Manual of Concrete Practice, Part 1, Guide for use of Admixtures in Concrete, American Concrete Institute, U.S.A 1985.