

Republic of Iraq
Ministry of Higher Education
and Scientific Research
University of Technology
Building and Construction
Engineering Department



Studying the Utilization of Polymeric Wastes to Produce Sustainable Concrete

A Thesis Submitted to the Building and Construction
Engineering Department of the University of Technology in a
Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master
of Science in Building Materials Engineering

By
Khalaf Jumaa Khalaf
(B.Sc. Civil Engineering, 2013)
University of Mustansiriya

Supervised By
Prof. Dr. Wasan Ismail Khalil

October 2015

Dhu Al-Hijjah 1436

273

50-M-2015

Abstract

Significant amounts of non-biodegradable solid plastic waste as a by-product of industrial activities and that's found on waste disposal areas in Iraq. All these wastes lead to environmental pollution. The present study covers the use of polyvinyl chloride (PVC) plastic and polyethylene terephthalate (PET) as a volumetric replacement to natural coarse aggregates to produce sustainable concrete. Four different percentages (25, 50 75 and 100%) of coarse PVC plastic waste, while two percentages (25 and 50%) of fine PVC plastic waste aggregate were used as a volumetric replacement to natural aggregate in concrete. Concrete mixes containing different percentages (10, 20, 30, 40 and 50%) of coarse PET plastic waste aggregate as a volumetric replacement to natural coarse aggregate were also prepared. Styrene butadiene rubber latex (SBR) was used 10% addition by weight of cement with three selected concrete mixes, concrete mix containing only natural aggregate, concrete mix with 100% coarse PVC plastic waste aggregate and concrete mix with 40% coarse PET plastic waste aggregate. The properties of these concrete mixes includes, workability, fresh density, water absorption, dry density, ultrasonic pulse velocity, compressive strength, splitting tensile and flexural strengths, total flexural energy, static modulus of elasticity, impact resistance, drying shrinkage, abrasion resistance. Also thermal conductivity was investigated. Two geometries of load bearing concrete masonry units were prepared from three selected concrete mixes, concrete mix containing 75% coarse PVC plastic waste aggregate, concrete mix containing 30% coarse PET plastic waste aggregate and concrete containing 40% coarse PET plastic waste aggregate as a volumetric replacement to natural coarse aggregate. The studied properties of these units were, water absorption, density and compressive strength. Generally, the results show that the inclusion of plastic waste aggregate causes a reduction in compressive strength, splitting tensile strength, flexural strength, static modulus of elasticity, density and thermal conductivity. The percentage reduction in compressive strength for concrete containing 25, 50, 75 and 100% coarse PVC

plastic waste aggregate 44.4%, 54.25%, 57.15% and 59.3 respectively. Meanwhile, for concrete containing 25 and 50% fine PVC plastic waste aggregate the percentage reduction in compressive strength were 35.8% and 47.2, while for concrete containing 10, 20, 30, 40 and 50% coarse PET plastic waste aggregate the percentage reduction in compressive strength is 33.06%, 41.39%, 68.47%, 79.61% and 84.4% respectively compared with reference mix. Despite of some drawbacks like decrease in compressive, splitting tensile and flexural strength, the use of plastic waste aggregate presents various advantages. One of these advantages is that the use of plastic aggregates results in producing lightweight concrete depends on the percentage of plastic waste used. For concrete containing higher percentage of PET plastic waste of 40% and 50% as a volumetric replacement to natural coarse aggregate, the dry density was 1910 and 1850 kg/m³ respectively, while for concrete with high percentage of PVC plastic waste of 100% as a volumetric replacement to natural coarse aggregate the dry density was 1900 kg/m³. This concrete is structural lightweight concrete except the concrete mix containing 40% PET may be lightweight concrete. Also thermal conductivity of concrete is reduced from 2.02-1.05 W/m.K and 2.02-0.7 W/m.K for concrete containing 100% PVC and 50% PET plastic waste aggregate respectively. The result shows that the mechanical properties of concrete containing SBR have improved especially for concrete mixes containing plastic waste aggregate. The inclusion of SBR increases the compressive, splitting tensile and flexural strength by about 16.9%, 33.33% and 36.9% for concrete containing 100% coarse PVC plastic waste aggregate and 44.3%, 43.47% and 23.9% for concrete containing 40% coarse PET plastic waste aggregate respectively, in comparison with mixes without SBR. The experimental tests show that concrete masonry units containing plastic waste aggregate conform to the Iraqi standard No.1077/1987 for load bearing concrete masonry units with moderate weight to lightweight units according to its density.

الخلاصة

توجد كميات كبيرة من المخلفات البلاستيكية الصلبة غير القابلة للتحلل مثل النواتج العرضية من الأنشطة الصناعية وكذلك الموجوده في مناطق رمي المخلفات البلاستيكية في العراق، جميع هذه المخلفات تؤدي الى تلوث البيئة. تتضمن هذه الدراسة استخدام مخلفات البلاستيك بولي فينيل كلورايد PVC ومخلفات البلاستيك بولي اثيلين تيريفثاليت PET كتعويض حتمي عن الركام الطبيعي لغرض انتاج خرسانة صديقة للبيئة. تم استخدام نسب مختلف (25%، 50%، 75% و 100%) من مخلفات بلاستيك PVC الخشن في حين استخدمت نسبتي (25% و 50%) من مخلفات بلاستيك PVC الناعم كتعويض حتمي عن الركام الطبيعي في الخرسانة. كذلك تم أنتاج خرسانة حاوية على نسب مختلفة (10%، 20%، 30%، 40% و 50%) في مخلفات البلاستيك PET الخشن كتعويض حتمي عن الركام الطبيعي الخشن.

كذلك تم استخدام اليوليمر من نوع مطاط الستايرين-بيونادين SBR حيث تم اضافة 10% من وزن الاسمنت مع ثلاث خلطات خرسانية تم اختيارها وهي، خلطة خرسانية تحوي على ركام طبيعي فقط، خلطة خرسانية تحتوي على 100% ركام مخلفات بلاستيك PVC الخشن و خلطة خرسانية تحوي على 40% ركام مخلفات بلاستيك PET الخشن. تم التحري عن الخواص لهذه الخلطات الخرسانية والتي تشمل قابلية التشغيل، الكثافة الطرية، الكثافة الجافة، الامتصاص، مقاومة الانضغاط، فحص الامواج فوق الصوتية، مقاومة الشد الانشطاري، مقاومة الانثناء، طاقة الانشطار الكلية، معامل المرونة الساكن، مقاومة الصدم، الانكماش الجاف، كذلك مقاومة البري ومعامل الموصيلية الحرارية. تم انتاج شكلين مختلفين من وحدات البناء الخرسانية الحاملة للثقاق من ثلاث خلطات خرسانية مختارة وهي خلطة خرسانية حاوية على 75% مخلفات بلاستيك PVC الخشن، خلطة حاوية على 30% من مخلفات بلاستيك PET الخشن و خلطة خرسانية حاوية على 40% من مخلفات بلاستيك PET الخشن كتعويض حتمي عن الركام الطبيعي الخشن وتمت دراسة الخواص لهذه الوحدات والتي تشمل، الامتصاص للماء، الكثافة و مقاومة الانضغاط.

بصورة عامة اظهرت النتائج بأن استخدام ركام مخلفات البلاستيك يسبب نقصان في مقاومة الانضغاط، مقاومة الشد الانشطاري، مقاومة الانثناء، معامل المرونة الساكن، الكثافة ومعامل الموصيلية الحراري. للخرسانة الحاوية على 25%، 50%، 75% و 100% ركام مخلفات بلاستيك PVC الخشن كانت نسبة الانخفاض في مقاومة الانضغاط بمقدار 44.4%، 54.25%، 57.15% و 59.3% كذلك الخرسانة الحاوية على 25% و 50% ركام مخلفات بلاستيك PVC الناعم نسبة الانخفاض كانت 35.8% و 47.2% وفي حين الحاوية على 10%، 20%، 30%، 40% و 50% من مخلفات PET البلاستيكية كانت نسبة الانخفاض في مقاومة الانضغاط بمقدار 33.06%، 41.39%، 68.47%، 79.61% و 84.4% على التوالي.

على الرغم من بعض السلبيات مثل انخفاض مقاومة الانضغاط ومقاومة الشد الانشطاري و الانثناء، لكن استخدام مخلفات البلاستيك يظهر مزايا عديدة. واحدة من هذه المزايا هو ان استخدام ركام مخلفات البلاستيك يساهم في أنتاج الخرسانة خفيفة الوزن اعتماد على نسبة المخلفات البلاستيكية المستخدمة. الخرسانة الحاوية على نسبة عالية من مخلفات بلاستيك PET بمقدار 40% و 50% كتعويض حتمي عن الركام الطبيعي الخشن كانت الكثافة الجافة لها 1850 و 1910 كغم/م³ على التوالي يمكن اعتبارها خرسانة خفيفة الوزن، في حين الخرسانة الحاوية على نسبة عالية من مخلفات البلاستيك PVC فان الكثافة الجافة لها كانت 1900 كغم/م³ حيث تعتبر خرسانة أنشائية خفيفة الوزن. كذلك فان معامل الموصيلية الحرارية للخرسانة ينخفض باستخدام المخلفات

البلاستيكية من 2.02 - 1.05 واط|متر.كلفن و 0.7-2.02 واط|متر.كلفن للخرسانة الحاوية على 100% مخلفات بلاستيك PVC و50% مخلفات بلاستيك PET على التوالي. أظهرت النتائج ان الخواص الميكانيكية للخرسانة الحاوية على SBR تتحسن وخاصة في الخلطات الخرسانية الحاوية على ركام المخلفات البلاستيكية. ان استخدام ال SBR يزيد مقاومة الانضغاط، الشد الانشطاري والانشاء بحدود 16.9 %، 33.33% و 36.9% للخرسانة الحاوية على 100% ركام مخلفات بلاستيك PVC الخشن ويحدود 44.3%، 43.47% و 23.9% للخرسانة الحاوية على 40% ركام مخلفات بلاستيك PET الخشن على التوالي، بالمقارنة مع الخلطات الخرسانية غير الحاوية على SBR. أظهرت الفحوصات المختبرية ان الوحدات البنائية الحاوية على ركام المخلفات البلاستيكية مطابقة للمواصفات العراقية الخاصة بوحدات البناء الخرسانية الحاملة للاثقال.



جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة التكنولوجية
قسم هندسة البناء والنشاءات

دراسة الاستفادة من النفايات البوليمرية لإنتاج خرسانة مستدامة

رسالة مقدمة الى
قسم هندسة البناء والانشاءات
في الجامعة التكنولوجية وهي جزء من متطلبات نيل درجة
ماجستير علوم في
هندسة مواد البناء

أعداد

خلف جمعه خلف البهادلي
(بكلوريوس هندسة مدنية الجامعة المستنصرية 2013)

بإشراف

أ.د. وسن اسماعيل خليل

تشرين الاول 2015

1436 ذو الحجة