

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



***THE INFLUENCE OF HOT CLIMATE ON
THE PROPERTIES OF HIGH
PERFORMANCE LIGHTWEIGHT CONCRETE
UNDER DIFFERENT CURING METHODS***

A Thesis

*Submitted to the Department of Building and Construction Engineering
of the University of Technology in Partial Fulfillment of the
Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy in Building
Materials Engineering*

By

Nada Hadi Jumaa

*(M.Sc. Building and Construction Engineering, 2002)
University of Technology*

Supervised By

Prof. Dr. Hisham K. Ahmed

Prof. Dr. Wasan I. Khalil

April 2017

Rajab 1438

Abstract

The main aim of this investigation is to produce high performance lightweight aggregate concrete (HPLWAC) under actual hot dry weather conditions by using different curing methods, also study the combined effect of hot dry weather conditions on the properties of fresh concrete such as workability, setting time, fresh density, plastic shrinkage, and measuring temperature inside the specimen, and hardened concrete properties as air dry density, compressive, and splitting tensile strength, flexural strength, static and dynamic modulus of elasticity, pulse of velocity, and drying shrinkage.

The experimental program involve use of two mixes of constant proportions (1:1.33:0.84) of cement, sand, and coarse aggregate. Natural lightweight aggregates (pumice aggregates) was used as fine and coarse aggregate with different replacement ratios of normal aggregate, as well pozzolanic materials (silica fume) as additional ratio (10 % by weight of cement), and superplasticizer admixture of (1.5% of weight of cement) are used. Especially wooden molds were prepared for cast specimens in a typical Iraqi summer day (under actual conditions) at different times during the day. Different curing methods were employed, represented by water curing for 13 days, water based curing compound, and bitumen based curing compound, as well as curing specimens by burlap covering with sprinkling water 3 times a day after (5:00, 8:00, and 24:00) h from casting for 13 days, and air curing. The results of these mixes were compared with those of specimens prepared, cast and cured in shadow site and others in laboratory.

The results showed that rising placing temperatures more than the allowable concrete temperature that recommended in ACI 305 does not, as a rule, lead to lower strengths. With the use of lightweight aggregate (pumice) and combinations of cementitious materials and admixtures, the strength performance of concrete can remain unaffected by high placing temperatures. The average percentage increase in compressive strength, splitting tensile strength, and modulus of rupture at age (3, 7, 28, 90, and 180) days of specimens (M1, and M2) cast at 12:00pm. compared with that of specimens cast at (7:30 am., 9:30am., 3:00pm.) was (9.8, 3.0, and 6.5) % , (11.4, 4.4, and 9.0)%, and (8.4, 3.1, and 6.0) % respectively, as well as concrete mixed and cured under sun radiation shows higher strength than that in shadow site.

The best performance with regard to the strength at later ages was in specimens cured by applying water based curing compound followed by water curing, and then burlap covering with sprinkling water, and less order is bitumen based curing compound and in the decreasing order specimens of air curing. The results also show that there is a little decrease in dynamic modulus from 28 up to 180 days of all curing methods compared with reference specimens.

The role of the lightweight aggregate in decreasing the effect of hot dry weather on plastic shrinkage was obvious; the results show that the plastic shrinkage strain of HPLWAC specimens is about 36.7 % less than that of normal weight aggregate concrete specimens when cast at 12:00 pm. under actual hot weather conditions. While maximum drying shrinkage was 902×10^{-6} at age of 56 days for specimens cast at 12:00 pm.

الخلاصة

ان الهدف الرئيسي لهذه الدراسة هو انتاج خرسانة ذات ركام خفيف الوزن عالية الاداء تحت ظروف حقيقية للجو الحار والجاف باستخدام طرق معالجة مختلفة ، ايضاً دراسة التأثير المشترك لعوامل الجو الحار والجاف على خواص الخرسانة الطرية مثل قابلية التشغيل ، زمن التجمد ، الكثافة الطرية ، الانكماش اللدن وقياس درجة الحرارة في داخل النموذج ، وخواص الخرسانة المتصلبة مثل الكثافة الجافة بالهواء ، مقاومة الانضغاط ، مقاومة شد الانشطار ، مقاومة الانتشاء ، معامل المرونة الستاتيكي والديناميكي ، سرعة الموجات فوق الصوتية ، وانكماش الجفاف.

تضمن البرنامج العملي استخدام خلطتين ذاتا نسب ثابتة (1: 1,33 : 0.84) من السمنت والرمل والركام الخشن . استخدم الركام الطبيعي الخفيف الوزن (حجر الخفاف) بنسب استبدال مختلفة للركام الاعتيادي الناعم والخشن بالاضافة الى المواد البوزولانية (سليكا فيوم) كنسبة مضافة (10 % من وزن السمنت)، ومضاف الملدن المتفوق نسبة (1.5 % من وزن السمنت). تم تحضير قوالب خشبية خاصة لصب النماذج في فصل الصيف في اجواء العراق تحت ظروف واقعية وبأوقات مختلفة من اليوم . تم استخدام طرق معالجة مختلفة تمثلت بالاتي : المعالجة بالماء لمدة 13 يوم ، معالجة بالمركبات الكيماوية ذات الاساس المائي ، وأخرى ذات الاساس القيري ، معالجة بالتغطية بالجنفاص المرطب عن طريق الرش بالماء ثلاث مرات يومياً وذلك بعد 24 ساعة بالاضافة الى المعالجة المبكرة بعد 5 و 8 ساعات من وقت الصب لمدة 13 يوم ، كما تم ترك النماذج بالهواء بدون معالجة . قورنت نتائج هذه الخلطات مع نماذج اخرى تم تحضيرها وصبها ومعالجتها في الظل واخرى في المختبر .

اظهرت النتائج ايضاً ان ارتفاع درجة حرارة الصب فوق درجة الحرارة المسموح بها والمحددة وفقاً لمعهد الخرسانة الامريكي ACI 305 ليس من الضروري ان تؤدي الى انخفاض المقاومة ، اذ انه باستخدام الركام الخفيف الوزن (حجر الخفاف) ومزيج من المواد السمنتية والمضافات يمكن ان يبقى سلوك المقاومة للخرسانة غير متأثراً بدرجات حرارة الصب العالية . ان معدل الزيادة في مقاومة الانضغاط ، مقاومة شد الانشطار ومعامل التصدع عند عمر (3 ، 7 ، 28 ، 90 ، 180) يوم للخلطات (M1 و M2) التي تم صبها عند الساعة 12 ظهراً مقارنة مع الخلطات التي تم صبها عند (7:30 ص ، 9:30 ص ، 3:00 ب.ظ) كانت (9.8 ، 3.0 ، 6.5) % ، (11.4 ، 4.4 ، 9) % و (8.4 ، 3.1 ، 6) % على التوالي . كذلك الخرسانة التي مزجت وعولجت تحت اشعة الشمس ابدت مقاومة اعلى من تلك المنتجة في الظل.

ان افضل اداء للمقاومة بعمر 28 يوماً والاعمار المتأخرة كان للعينات التي تم معالجتها بطلائها بالمركبات الكيماوية ذات الاساس المائي ثم العينات التي تم معالجتها بغمرها بالماء لمدة 13 يوم ثم تلك المعالجة بتغطيتها بالجنفاص المرطب بالرش 3 مرات يومياً لمدة 13 يوم ، وبدرجة اقل تلك المعالجة بطلائها بالمركبات الكيماوية ذات الاساس القيري واقلها مقاومة كانت النماذج المعالجة بالهواء. كذلك اشارت النتائج الى ان هناك نقصان قليل في معامل المرونة

الديناميكي من عمر 28 الى 180 يوم لكل طرق المعالجة المستخدمة مقارنة مع النماذج المنتجة والمعالجة في المختبر.

كان دورالركام الخفيف الوزن في تقليل تأثير الجو الحار والجاف على الانكماش اللدن واضحاً، حيث اظهرت النتائج ان انفعال الانكماش اللدن لنماذج خرسانة الركام الخفيف الوزن عالية الاداء كان بمقدار 36.7 % اقل مما عليه للخرسانة المنتجة من الركام الاعتيادي والتي تم صبها عند الساعة 12 ظهرا ، بينما انكماش الجفاف الاقصى كان بمقدار (902×6^{-10}) بعمر 56 يوم للنماذج الخرسانية المنتجة عند الساعة 12 ظهرا .



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

تأثير الجو الحار على خواص الخرسانة الخفيفة الوزن عالية الأداء باستخدام طرق معالجة مختلفة

أطروحة مقدمة الى

قسم هندسة البناء والإنشاءات في الجامعة التكنولوجية

وهي جزء من متطلبات نيل شهادة الدكتوراه في هندسة مواد البناء

من قبل

ندى هادي جمعة

(ماجستير 2002 الجامعة التكنولوجية)

بإشراف

أ. د. وسن أسماعيل خليل

أ. د. هشام خالد احمد