

**Republic of Iraq
Ministry of Higher Education
and Scientific Research
University of Mosul/College of Engineering
Civil Engineering Department**



Evaluation of Internal Curing for the Performance of Concrete Containing Porous Aggregate

Zainab Imad Al-deen Ismaeel

MSc thesis

Civil Engineering / Structural Engineering

Supervised By

Asst.prof. Dr. Sufyan Y. Kashmola

Dr. Eman Kh. Jallo

Abstract

The effectiveness of internal curing (IC) to improve concrete properties and reduce plastic shrinkage cracking in lightweight aggregate concrete was evaluated using different states of the absorption of lightweight aggregate (0, 50, 100) % at different concrete ages (7, 28, and 56 days). Internal curing was obtained by using two types of pre-wetted porous aggregate (LWA), pumice and limestone, as a partial replacement of coarse aggregate. The evaluation was conducted on concrete mixtures containing fibers (600 gm/m^3) with and without silica fume (8% by weight of cement). Two values of water-to-cementitious materials (w/cm) ratio, 0.45 and 0.3, were used in the study. The following tests were conducted in this work: slump, plastic shrinkage, fresh density, compressive strength, splitting tensile strength, hardened density and ultra-sonic pulse velocity tests.

The results showed that the use of LWA as a source of IC can enhance the properties of plastic and hardened concrete at all ages especially when the low w/cm ratio was used.

For plastic concrete, all mixtures containing IC exhibited an enhancement in the durability of concrete by reducing plastic shrinkage cracking. This reduction is proportioning with the quantity of internal curing water supplied by the lightweight aggregate. The mixture containing 100% absorption and 0.3 w/cm ratio exhibited a reduction in plastic shrinkage cracking with about 75% compared with the plastic shrinkage cracking occurred in the mixture containing 0% absorption and 0.3 w/cm ratio.

For hardened concrete, all mixtures containing silica fume and fiber and have a full absorption (100%) of pumice or limestone exhibited the maximum compressive strength and splitting tensile strength at all ages, for both w/cm ratios. The increase in strength was more obvious at the later ages (56 days).

The enhancement that occurred in the mechanical properties of LWA concrete incorporated with using (silica fume and fiber) for the mixture containing 100% absorption and 0.3 w/cm ratio is presented by the increase in the compressive strength and splitting tensile strength with approximately 24 % and 33% for pumice, 20% and 18% for limestone, respectively, compared with the mixture containing 0% absorption and 0.3 w/cm ratio. While the mixture containing 100% absorption and 0.45 w/cm ratio exhibited the increase in compressive strength and splitting tensile strength with about 38% and 33%, for pumice, 10% and 12 % for limestone, respectively, compared with the mixture containing 0% absorption and 0.45 w/cm ratio.

All mixtures containing 100% absorption exhibited the most enhancement of the properties of plastic and hardened concrete; with one exception, when the mixture containing 100% absorption and high w/cm ratio (0.45) with no silica fume. Because this mixture containing high amount of water with no fine materials to consume water, an adverse effect is noticed on the mechanical properties of concrete. Based on all results, the full absorption LWA (100% absorption) is the optimum percentages to improve the mechanical properties of plastic and hardened concrete at all ages.

However, the mixtures containing fiber and a full absorption LWA (100% absorption) exhibited a reduction in the compressive strength and splitting tensile strength at all ages with about 45% and

50% for pumice, 10% and 20% for limestone, respectively, compared with the mixture containing fiber with no LWA. In addition, the mixtures containing fiber, silica fume and a 100% absorption exhibited a reduction in the compressive strength and splitting tensile strength at all ages with about 46% and 49%, for pumice, 5% and 2% for limestone, respectively, compared with the mixture containing fiber and silica fume with no LWA.

Further, the results of ultrasonic test ranged between (3.46 to 5.287) *km/sec* for both *w/cm* ratios; this means that the velocity of the waves passing through the specimens increases proportionally with increasing the concrete strength.



جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الموصل / كلية الهندسة
قسم الهندسة المدنية

تقييم المعالجة الداخلية لأداء الخرسانة الحاوية على الركام المسامي

زينب عماد الدين إسماعيل ياسين

رسالة ماجستير علوم
في الهندسة المدنية (انشاءات)

بإشراف

الدكتورة ايمان خالد إبراهيم

مدرس

الدكتور سفيان يونس احمد

استاذ مساعد

الخلاصة

تم تقييم فعالية المعالجة الداخلية في تحسين خصائص الخرسانة وتقليل تشققات الانكماش اللدن في الخرسانة التي تحتوي على الركام المسامي وبأستخدام حالات امتصاص مختلفة للركام (0، 50 و 100) % ولأعمار مختلفة للخرسانة (28,7 و 56) يوم. تم الحصول على المعالجة الداخلية بأستخدام نوعين من الركام الخفيف مسبق النقع (الحجر البركاني والحجر الجيري)، كبديل جزئي للركام الخشن. تم إجراء التقييم على الخلطات الخرسانية الحاوية على الألياف مع وبدون غبار السليكا. تم استخدام قيمتين لنسبة الماء الى المواد الأسمنتية (0.3، 0.45). تم إجراء الاختبارات التالية للنماذج الخرسانية في هذه الدراسة: فحص الهطول، الانكماش اللدن، الكثافة الرطبة، مقاومة الانضغاط، مقاومة الشد، الكثافة المتصلبة وفحص سرعة الموجات فوق الصوتية. أظهرت النتائج ان استخدام الركام خفيف الوزن كمصدر للمعالجة الداخلية يمكن ان يحسن خصائص الخرسانة ولجميع الاعمار، خاصة عند استخدام نسبة الماء الى المواد الاسمنتية بنسبة واطنة. بالنسبة للخرسانة البلاستيكية، أظهرت جميع الخلطات الحاوية على المعالجة الداخلية تحسن واضح في ديمومة الخرسانة من خلال انخفاض تشققات الخرسانة الناتجة عن الانكماش اللدن. يتناسب هذا الانخفاض في التشققات مع كمية ماء المعالجة الداخلية التي يوفرها الركام خفيف الوزن.

أظهرت الخلطة الحاوية على ركام خفيف الوزن ونسبة امتصاص 100% ونسبة الماء الى المواد الاسمنتية 0.3 انخفاضاً في تشققات الانكماش اللدن بحوالي 75% مقارنة بالانكماش اللدن الحاصل في الخلطة الحاوية على ركام خفيف الوزن بنسبة امتصاص 0% وبنفس نسبة الماء الى المواد الاسمنتية. بالنسبة للخرسانة الصلبة، أظهرت جميع الخلطات الحاوية على غبار السليكا والألياف ونسبة امتصاص الركام 100% لكلا النوعين (الحجر البركاني والحجر الجيري) مقاومة انضغاط ومقاومة شد اعلى للخرسانة ولكل الاعمار، ولكلا النسبتين للماء الى المواد الاسمنتية. كانت الزيادة أكثر وضوحاً بالنسبة للأعمار المتأخرة (56) يوم.

التحسن الحاصل بالخواص الميكانيكية للخرسانة خفيفة الوزن المدمجة بأستخدام (غبار السليكا والألياف) للخلطة الحاوية على نسبة امتصاص 100% ونسبة الماء للمواد الاسمنتية 0.3 بدا واضحاً من خلال زيادة مقاومة الانضغاط ومقاومة الشد وبجميع الاعمار بحوالي 24% و 33% للحجر البركاني، 20% و 18% للحجر الجيري، بالتتابع، مقارنة

بالخلطة الحاوية على ركام بنسبة امتصاص 0% ونسبة الماء للمواد الاسمنتية 0.3. بينما أظهرت الخلطة للخلطة الحاوية على نسبة امتصاص 100% ونسبة الماء للمواد الاسمنتية 0.45 زيادة بمقاومة الانضغاط ومقاومة الشد بحوالي 38% و 33% للحجر البركاني، 10% و 12% للحجر الجيري، بالتتابع، مقارنة بالخلطة الحاوية على ركام بنسبة امتصاص 0% ونسبة الماء للمواد الاسمنتية 0.45.

أظهرت جميع الخلطات الحاوية على ركام خفيف الوزن بنسبة امتصاص 100% تحسنا واضحا بالخصائص البلاستيكية والصلبة للخرسانة؛ باستثناء خلطة واحدة حاوية على ركام بنسبة امتصاص 100% ونسبة الماء للمواد الاسمنتية 0.45 بدون غبار السيليكا. والسبب هو احتواء هذه الخلطة على محتوى رطوبي عالي مع عدم وجود مواد ناعمة لاستهلاك الماء مما تسبب بتأثير سلبي على الخواص الميكانيكية للخرسانة.

بناءا على جميع النتائج، فإن حالة الامتصاص الكامل للركام خفيف الوزن (100%) هو النسبة المثلى لتحسين الخواص الميكانيكية للخرسانة البلاستيكية والصلبة ولجميع الاعمار. ومع ذلك فإن الخلطات الحاوية على الالياف وبنسبة امتصاص 100% أظهرت انخفاضاً في مقاومة الانضغاط ومقاومة الشد وبجميع الاعمار بنسبة 45% و 50% للحجر البركاني، 10% و 20% للحجر الجيري، بالتتابع، مقارنة بالخلطة الحاوية على الياف بدون الركام خفيف الوزن. بينما أظهرت الخلطة للخلطة الحاوية على الياف مع غبار السيليكا ونسبة امتصاص الركام 100% انخفاض بمقاومة الانضغاط ومقاومة الشد بحوالي 46% و 49% للحجر البركاني، 5% و 2% للحجر الجيري، بالتتابع، مقارنة بالخلطة الحاوية على الياف مع غبار السيليكا وبدون الركام خفيف الوزن. علاوة على ذلك، تراوحت نتائج اختبار الموجات فوق الصوتية بين (3.46-5.287) كم/ثانية؛ وهذا يدل على ان سرعة الموجات التي تمر خلال العينات تزداد بشكل متناسب مع زيادة مقاومة الخرسانة.