

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



Effect of CO₂- curing on the microstructure and strength properties of cementitious boards reinforced with carbon or glass fibers

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
Master of Science in Building
Materials Engineering

Submitted by

Hussein Jerry Jassim.AL Nidawee
(B.Sc in Building and Construction Engineering)

Supervised by

Prof. Dr. Shakir A. Salih.

Asst. Prof. Dr. Maan Salman Hassan

February- 2016
Rabi Al Thane-1437

Abstract

Diffusion of carbon dioxide through the pores structure in the cementitious matrix promotes carbonation reaction with the calcium hydroxide $\text{Ca}(\text{OH})_2$ produced from the cement hydration. Such manufacturing procedure which accelerates the setting time may lead to break down the steel fiber passive film and then corrosion process to initiate. Therefore, the present work investigates the suitability of utilizing synthetic fibers (glass or carbon fibers) in manufacturing CO_2 cured fiber reinforced cementitious boards. Two types of synthetic fibers were implemented and evaluated: glass and carbon fibers with volume fractions up to 0.625%, following the **ASTM C 1185-03** standard procedures. Comparisons were made between the flexural strengths, stiffness and toughness of the produced boards, which fabricated with conventional curing and different concentrations of CO_2 -curing (i.e. 0%, 50%, and 100%) and various processing aspects.

Flexural performance results suggested the preferred fabrication conditions. In glass and carbon fibers boards, fiber content, fiber lengths and CO_2 concentration and duration have significant effects on the board's flexural performance. Higher volume fractions (i.e. 0.264% to 0.441% for glass fiber and 0.375 to 0.625 for carbon fiber) and shorter fiber lengths resulted better boards flexural strengths when compared with boards reinforced with fibers of lower contents or longer lengths, even at half the CO_2 concentration. Carbon fiber show more cooperative with the CO_2 -curing to improve the flexural strength better than the Glass fiber. The influences on flexural toughness were varied. 50% CO_2 concentration and 2 hours of vessel duration were seemed to have significant effects on the performance of the end products, particularly in higher fiber/matrix ratio.

X-ray diffraction indicated that CO_2 -curing led to increase CaCO_3 content. SEM images confirm the matrix densification effect due to CO_2 -curing.



BCEE2- 2015

The 2nd International Conference on Buildings, Construction and Environmental Engineering

Acceptance Letter

No.: *413-BCEE2*
Date: August 23, 2015

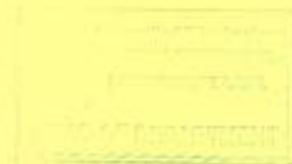
Dear Hussein Jerri Jasim, Prof. Dr. Shakir A. Salih and Asst. Prof. Dr. Maan S. Hassan ,

Your paper titled:

Strength characteristics of CO₂-cured synthetic fibers reinforced cementitious boards

has now been accepted for presentation in BEEC2 which will be held in Beirut, Lebanon in October 17 – 18, 2015.. The paper will be published in the conference proceedings.

Thank you very much for the submission.



Prof. Dr. Shakir A. Salih
Conference Scientific Committee
Chairman

Prof. Dr. Riyad H. Al-Anbari
Organizing Committee
Chairman

www.bcee2.org

Email: info@bcee2.org, secretary@bcee2.org

الخلاصة

يتضمن هذا العمل محاولة انتاج عجينة اسمنتية مستدامة وصديقة للبيئة باعادة استعمال ثاني اوكسيد الكربون الضار لانتاج الالواح الاسمنتية.

انتشار غاز ثاني اوكسيد الكربون داخل فجوات عجينة السمنت يطور تفاعل الكربنة مع هيدروكسيد الكالسيوم الناتج من عملية اماهة السمنت. حيث انه بعملية الانتاج يزيد من سرعة التصلب ويمكن ان ينعكس على زيادة قيمة الحامضية ويقلل من قاعدية العجينة السمنتية مؤديا الى تكسر طبقة الحماية الرقيقة للحديد وبالتالي يؤدي الى بداية حدوث الصدأ.

يبحث العمل الحالي امكانية استغلال الالياف الصناعية (الزجاجية او الكربونية) لتصنيع الواح اسمنتية معززة ومعالجة بثاني اوكسيد الكربون. نوعين من الالياف الصناعية بنسب حجمية تصل الى ٠,٦٢٥% وبلاستناد الى طريقة العمل للمواصفة الامريكية المرقمة ١١٨٥ لسنة ٢٠٠٣. عُملت مقارنة بين مقاومة الانثناء، الصلابة، وطاقة الكسر للالواح المنتجة، التي صنعت باستخدام طرق المعالجة التقليدية واختلاف تراكيز ثاني اوكسيد الكربون (التي هي صفر %، ٥٠% و ١٠٠%) وباختلاف طرق الكربنة.

اوجدت نتائج فحص الانثناء ظروف التصنيع المفضلة:

في الالواح المعززة بالياف الكربون او الزجاج ، ان طول الالياف وتركيز ثاني اوكسيد الكربون وفترة التعرض له تاتي بارز على اداء مقاومة الانثناء. التراكيز الحجمية العالية (٠,٢٦٤% و ٠,٤٤١%) للزجاج و (٠,٣٧٦% لغاية ٠,٦٢٥%) للياف الكربونية وكذلك الالياف القصيرة اعطت الواح جيدة بمقاومة الانثناء عند مقارنتها بالالواح المعززة بالياف ذات محتوى حجمي اقل او معززة بالالياف الطويلة.

حتى عند استخدام نصف تركيز ثاني اوكسيد الكربون. اظهرت الالياف الكربونية توافقا كبيرا مع المعالجة باستخدام ثاني اوكسيد الكربون لتطوير مقاومة الانثناء افضل من الالياف الزجاجية.

ان التأثير على طاقة الكسر كان مختلفا حيث ان تركيز ٥٠% ثاني اوكسيد الكربون خلال فترة تعرض ٢ ساعة في حاوية الكربنة اظهر تأثير واضح خلال فشل النموذج خصوصا عند استخدام النسب العالية من نسبة الالياف للعجينة .

اظهرت نتائج تشتيت اشعة السينية ان المعالجة باستخدام ثاني اوكسيد الكربون يؤدي الى زيادة في محتوى كاربونات الكالسيوم.

اظهرت صور الماسح الالكتروني تكثيف العجينة بسبب تأثير المعالجة باستخدام ثاني اوكسيد

الكربون



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

تأثير المعالجة بغاز ثاني اوكسيد الكربون في البنية المجهرية وخواص المقاومة لالواح الاسمنتية المعززة باللياف الكربون او الزجاج

هذه الدراسة مقدمة لقسم هندسة البناء والانشاءات في الجامعة التكنولوجية كجزء من
متطلبات لنيل شهادة الماجستير في علم هندسة مواد البناء

مقدمة بواسطة

حسين جري جاسم النداوي
(بكالوريوس هندسة بناء وانشاءات)

باشرف

الاستاذ الدكتور شاكر احمد صالح المشهداني الاستاذ المساعد الدكتور معن سلمان حسن

شباط - ٢٠١٦ م
ربيع الثاني - ١٤٣٧ هـ