

Republic of Iraq

Ministry of Higher Education and Scientific Research

University of Technology

Building & Construction Engineering Department



Structural Behavior of Reinforced Fly Ash Based Geopolymer Concrete T-beams

A Thesis

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

By

Mazin A. Muslim Alhifadhi

*(Higher Diploma/BSc. Structural Eng. / University of
Technology/1999)*

Supervisors

Prof. Dr. Tareq S. Al-Attar

Asst. Prof. Dr. Qais A. Hasan

October. 2015

Moharam.1437

Abstract

Global warming is a consequence of high amount of carbon dioxide (CO₂). Portland cement industry releases high amounts of CO₂. Efforts have been made for alternative binders.

Geopolymers are one of the highlighted alternative binders. Geopolymers can be obtained from the reaction of any aluminosilicate material with alkaline solution. Aluminosilicate material can be found in byproduct materials such as Fly Ash. Fly Ash Geopolymer concrete is one of the promising environmentally friendly concrete.

The aim of this thesis is to study the structural behavior of a new kind of reinforced concrete namely Fly Ash Geopolymer Concrete to discover the applicability of the new concrete in the precast concrete industry. Nine reinforced Fly Ash based Geopolymer concrete T-beams of 1.75 m length were tested, with one more reinforced T-beam made of normal traditional concrete for comparison purpose. The studied parameters were three different compressive strengths of 20, 30 and 40 MPa with three varied tensile reinforcement areas of 226, 402 and 509 mm². These parameters were chosen along to achieve at least one of the three classification zone of ACI318M-14 conventional provisions, which are tension-controlled, transition and compression-controlled sections.

A new mix proportions design was created and called **Ratios of Resulting Geopolymer Binder Method** and successfully used to achieve the desired compressive strength. 7th and 28th day different control specimens were manufactured to measure the compressive strength, tensile splitting strength, modulus of rupture.

A new portable or mobile dry oven was manufactured in order to heat-cure large and small specimens, which is one of the important processes needed for the new concrete to achieve the desired strength.

The T-beams were simply supported and loaded with two equal concentrated loads symmetrically placed over a span of 1600 mm divided to three equal distances. First crack load, midspan strains, deflection at midspan, failure loads, crack patterns and failure modes were collected. These experimental data are discussed and compared with the theoretical results.

The Fly Ash Geopolymer concrete shows very good compressive strength at high workability with excellent tensile strength and modulus of rupture in comparison with normal concrete.

The test result of T-beams shows the necessity of using the ultimate compressive strain of 0.0025 for new concrete in flexural analyses and design instead of 0.003 which was proposed by the ACI318M-14 conventional provisions for Portland cement concrete.

Ratios of the experimental to calculated results based on ACI318M-14 conventional provisions show good correlations of 1.113 regarding load capacity. These ratios of 2.215 and 1.721 were conservative in cracking moment and service deflection respectively.

الخلاصة

أن ظاهرة الاحتباس الحراري في الغلاف الجوي هي نتيجة للكميات العالية من غاز ثاني أوكسيد الكربون. وكذلك فإن صناعة السمنت البورتلاندي تطلق كميات عالية من غاز CO₂. وعليه تم بذل جهود لايجاد مواد رابطة بديلة صديقة للبيئة.

الجيوبوليمر هو واحد من المواد الرابطة البديلة للسمنت والبارزة. يمكن الحصول على الجيوبوليمر من تفاعل أي مادة ألومينوسيليكية مع محلول قلوي. توجد المواد الألومينوسيليكية في مواد النواتج العرضية مثل الرماد المتطاير. تعتبر الخرسانة الجيوبوليمرية المنتجة من الرماد المتطاير احدى انواع الخرسانة الواعدة و الصديقة للبيئة.

الهدف من هذه الرسالة هو دراسة التصرف الانشائي لنوع جديد من الخرسانة المسلحة وهي خرسانة الرماد المتطاير المسلحة لاكتشاف مدى ملائمة الخرسانة الجديدة لصناعة الخرسانة المسبقة الصب. وقد تم صب وفحص تسعة عتبات ذات مقطع T بطول ١,٧٥ متر، و بأبعاد ٢٠٠ ملم للشفة العلوية وعمق كلي مقداره ٢٢٥ ملم وعرض وتره مقداره ١٠٠ ملم مع عتبة واحدة اضافية ذات نفس المقطع المصنوعة من الخرسانة المسلحة التقليدية العادية لاغراض المقارنة. وكانت المتغيرات هي ثلاث مقاومات انضغاط متغيرة مع ثلاثة مساحات متغيرة لحديد تسليح منطقة الشد. وتم اختيار المتغيرات بحيث تحقق واحد على الأقل من تصانيف المدونة الامريكية لأحكام مقاطع العتبات الخرسانية المسلحة، والتي هي مقطع ذو تحكم بالشد ،و مقطع ذو تحكم بالضغط ومقطع في المنطقة الانتقالية بين الشد والضغط.

في المراحل الأولى من هذا البحث، و خلال مرحلة الخلطات التجريبية تم تحقيق مقاومة انضغاط لا تحقق الهدف المنشود منها باستخدام طريقة لتصميم الخلطات الخرسانة الجيوبوليمرية مأخوذة من الدراسات السابقة. ونتيجة لذلك، تم ابتكار طريقة جديدة لتصميم الخلطات الجيوبوليمرية سميت بطريقة نسب نواتج الجيوبوليمر الرابط تم استخدامها بنجاح لتحقيق مقاومة الأنضغاط المطلوبة.و تم تصنيع عينات السيطرة المختلفة بأعمار ٧ و ٢٨ يوم لقياس مقاومة الانضغاط و مقاومة اجهاد الشد و معامل الكسر.

تم صنع فرن جاف جديد متنقل ويمكن حمله من أجل المعالجة الحرارية للعينات الكبيرة والصغيرة، والتي هي واحدة من العمليات الهامة اللازمة للخرسانة الجديدة لتحقيق المقاومة المطلوبة.

تم اسناد العتبات اسنادا بسيطا على مسافة ١٦٠٠ ملم بين المسندين مقسمة إلى ثلاث مسافات متساوية وبتحميل ثنائي مركز متناظر. البيانات التي تم تسجيلها هي الحمل عند اول تشقق ، حمل الفشل، نمط التشقق، نوع الفشل ، الانفعال وسط العتبة ، والانحراف وسط العتبة ، وتم مناقشتها ومقارنتها مع النتائج النظرية في هذه الأطروحة.

حققت الخرسانة الجيوبوليمرية المنتجة من الرماد المتطاير نتائج جيدة في مقاومة الانضغاط وبقابلية تشغيل عالية وحققت نتائج ممتازة في مقاومة اجهاد الشد ومعامل الكسر.

نسب النتائج التجريبية إلى النتائج المحسوبة باستخدام الأحكام التقليدية للمدونة الأمريكية اظهرت تقارب جيد فيما يتعلق بالسعة الاستيعابية للحمل ولكنها كانت متحفظة من ناحية عزم التشقق و الانحراف نتيجة الحمل الخدمي.



جمهورية العراق

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

الجامعة التكنولوجية

قسم هندسة البناء والإنشاءات

مقدمة خريجة المسلك T

رسالة

مقدمه إلى قسم هندسة البناء والإنشاءات في الجامعة التكنولوجية
كجزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير في الهندسة الإنشائية

من قبل

مازن عبد الكاظم مسلم الحفاظي

دبلوم عالي هندسة إنشائية ١٩٩٩

بإشراف

الأستاذ الدكتور طارق صالح العطار

الأستاذ المساعد الدكتور قيس عبد المجيد