



**AIN SHAMS UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING
Structural Engineering department**

**The effect of Nano-Clay Material on Concrete Resistance to High
Temperatures**

A Thesis submitted in partial fulfillment of the requirements of the degree of
Master of Science in Civil Engineering
(Structural Engineering)

By

Eng. OLA BAKR ABDELAZIZ HUSSEIN SHALBY

Bachelor of Science in Civil Engineering
(Structural Engineering)
Faculty of Engineering, 6 October, 2000

Under The Supervision of

**Prof. Dr. El-Sayed Abdel Raouf
Abdel Kader Nasr**

Professor of Properties and
Testing of Materials
Structural Engineering Department
Ain Shams University

**Prof. Dr. Hala Mohamed Gamal El
Din Elkady**

Professor of Strength of Materials
Head of Engineering Division
Civil Engineering Department
National Research Centre

Dr. Mohamed Kohail M. Fayez

Assistant Professor
Structural Engineering Department
Ain Shams University

Cairo, 2020

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

(وَقَالَ فِرْعَوْنُ يَا أَيُّهَا الْمَلَأُ مَا عَلِمْتُ لَكُمْ مِنْ إِلَهٍ غَيْرِي
قَوِّضْ لِي يَا هَامَانَ عَلَى الطِّينِ فَاجْعَلْ لِي صَرْحًا لَعَلِّي أَطْلُعُ
إِلَى إِلَهِ مُوسَى وَإِنِّي لأظنُّهُ مِنَ الْكَاذِبِينَ)

صدق الله العظيم

(القصص:38)

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



**AIN SHAMS UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING**

**The effect of Nano-Clay Material on Concrete Resistance to High
Temperatures**

by

Eng. OLA BAKR ABDELAZIZ HUSSEIN SHALBY

B.Sc.in Civil Engineering

Faculty of Engineering - 6 October University

Examining Committee

Name	Signature
Prof. Dr. Osama Abdel-Ghafour Hodhod	
Prof. Dr. Mohamed Abdel Moaty Khalaf	
Prof. Dr. El-Sayed Abdel Raouf Abdel Kader Nasr	

Date: / / 2020



**AIN SHAMS UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING**

**The effect of Nano-Clay Material on Concrete Resistance to High
Temperatures**

by

Eng. OLA BAKR ABDELAZIZ HUSSEIN SHALBY

B.Sc.in Civil Engineering

Faculty of Engineering - 6 October University

Supervised by

Name	Signature
Prof. Dr. El-Sayed Abdel Raouf Abdel Kader Nasr	
Prof. Dr. Hala Mohamed Gamal El Din Elkady	
Prof. Dr. Mohamed Kohail M. Fayez	

Cairo
(October-2020)

STATEMENT

This thesis is submitted as a partial fulfillment of M. Sc. degree in Civil Engineering, Faculty of Engineering, Ain Shams University.

The author carried out the work included in this thesis, and no part of it has been submitted for a degree or a qualification at any other scientific entity.

Signature

OLA BAKR ABD EL-AZIZ HUSSEIN SHALBY

Research Data

Name : OLA BAKR ABDELAZIZ HUSSEIN SHALBY
Date of birth : 1/2/1977
Place of birth : Egypt
Academic degree : Bachelor of Science in Civil Engineering
Field of specialization : Structural Engineering
University issued the degree : Faculty of Engineering, 6 October
Date of issued degree : July 2000
Current job : Structural Design Engineer

AIN SHAMS UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING
STRUCTURAL DEPARTMENT

Abstract of the M.Sc. Thesis Submitted by

Eng: OLA BAKR ABDELAZIZ HUSSEIN SHALBY

ABSTRACT

Nano-Clay (NC) is reported as a candidate partial replacement for cement, due to its abundance and relatively low cost - beside reported promotion of different concrete properties. On the other hand, Steel Fibres (SF) has proven to have a positive effect on post fire exposure residual strength of concrete. This study presents the outcomes of a comprehensive research program assessing a hybrid mix between NC and SF in concrete mixtures (NCSF-CRETE). Physical chemical and physical characterization of NC is performed using different tools as XRF spectrometer, and TEM micrograph. Fresh concrete properties of NCSF-CRETE as slump and air content are investigated. Enhancement in permeability using NCSF is verified by comparing its resistance to the penetration of chlorides resistance with regular concrete mix. Besides, the proposed NCSF-CRETE compressive strength is evaluated compared to mixes with NC and SF each used separately at different curing ages. Besides, NCSF and compared mixes are exposed to an indirect fire testing program-two hours exposure- for: 300, 450, and 600°C. Degradation in compressive strength was investigated after exposure to different temperatures, and percent of residual strength is reported. Finally, results indicated an improved performance of NCSF - CRETE of about 40% compared to regular concrete in compressive strength at normal conditions. This improvement extended to its behavior when subjected to indirect fire exposure NCSF also maintained 40% more strength than the residual in regular concrete mix-which suffered severe damage -

after two hours exposure to 600 °C. This means a more possibility to retrofit the structure after exposure to such drastic conditions.

Keywords: Nano-Clay, Steel fibres, Fire resistance, Concrete, Fresh concrete Properties, Hardened Concrete Properties

Acknowledgement

First and foremost, I thank Allah through whom all things are possible.

I wish to thank to my supervisor, Prof. El-Sayed Abdel Raouf, for his support throughout this research project.

I would like to express my deepest feeling of gratitude to Prof. Hala Mohamed Gamal El Din Elkady, Professor of Strength of Materials, Civil Engineering Department, Head of Engineering Division, National Research Centre, for the great scientific help, continuous guide and meticulous observations which lead to emergence of this work in its current form.

I would like to express my deepest gratitude and appreciation to my supervisor, Dr. Mohamed Kohail M. Fayez, for his invaluable help, guidance, technical and moral support, and encouragement throughout all the phases of this research project.

I think this research would have not been completed without the continuous support from my family.

I would like to express my deepest thanks and appreciation to all my professors at Ain Shams University for learning the materials within the walls of the university, which I am honored to be a holder of a certificate of them.

I am also thankful for all technicians; for their hard efforts in my experimental work.

الملخص العربي

تهدف هذه الرسالة إلى إجراء اختبارات معملية لدراسة أداء الخرسانة عالية المقاومة التي تحتوي على Nano Clay (NC) كبديل جزئي للإسمنت صديق للبيئة ، نظرًا لوفرنه وتكلفته المنخفضة نسبيًا . وكذلك دراسة تقوية التحمل الإيجابي للخرسانة بعد التعرض للنار بأضافة Steel Fibers (SF). وكذلك تقييم مزيًا هجيًا بين NC و SF في الخلطات الخرسانية (NCSF-CRETE). وهذا وقد شملت الدراسة إجراء التوصيف الفيزيائي والكيميائي الفيزيائي لـ NC باستخدام أدوات مختلفة مثل مطياف XRF و Micrograph TEM . وتم فحص خصائص الخرسانة الطازجة من NCSF-CRETE من ناحية نسبة احتوائها من الهواء. تم التحقق من التحسن في النفاذية باستخدام NCSF من خلال مقارنة مقاومته لاختراق مقاومة الكلوريد بمزيج الخرسانة العادي. بالإضافة إلى ذلك ، تم تقييم قوة الضغط NCSF-CRETE المقترحة مقارنة بالخلطات مع كل من NC و SF المستخدمة بشكل منفصل في مختلف مراحل المعالجة. علاوة على ذلك ، تعريض NCSF و خلطات المقارنة إلى برنامج غير مباشر لاختبار الحريق – تعرض فيها لمدة ساعتين: ٣٠٠ و ٤٥٠ و ٦٠٠ درجة مئوية. وتم ملاحظة تدهور قوة الضغط بعد التعرض لدرجات حرارة مختلفة ، وتم تسجيل النسبة المئوية من القوة المتبقية. أخيرًا ، أشارت النتائج إلى تحسن أداء NCSF -CRETE بحوالي ٤٠٪ مقارنة بالخرسانة العادية في قوة الضغط في الظروف العادية. امتد هذا التحسن إلى سلوكه عند تعرضه للحريق غير المباشر ، كما حافظ NCSF على قوة أكبر بنسبة ٤٠٪ من البقايا في الخلطة الخرسانية المعتادة - التي عانت من أضرار جسيمة - بعد التعرض لمدة ساعتين إلى ٦٠٠ درجة مئوية. نتائج هذه الدراسة توفر نظرة ثاقبة على تأثير الأيجابي لـ NC خاصة بعد أضافة SF على الخرسانة عالية المقاومة عند التعرض لدرجات الحرارة المرتفعة.

كلمات المفتاح

الطين النانوي ، الألياف الفولاذية ، مقاومة الحريق ، الخرسانة ، خصائص الخرسانة الطازجة ، خصائص الخرسانة المتصلدة.

تعريف بمقدم الرسالة

الاسم	: علا بكر عبد العزيز حسين شلبي
تاريخ الميلاد	: ١٩٧٧/٢/١
محل الميلاد	: مصر
الدرجة الجامعية	: بكالوريوس العلوم في الهندسة المدنية (الهندسة الإنشائية)
الجهة المانحة	: كلية الهندسة، جامعة ٦ أكتوبر
تاريخ المنح	: يوليو ٢٠٠٠
الوظيفة الحالية	: مهندس مكتب فني انشائي



كلية الهندسة
قسم الهندسة الإنشائية

رسالة الماجستير:

اسم الطالب : علا بكر عبد العزيز حسين شلبي
عنوان الرسالة : تأثير مواد النانوكلای على مقاومة الخرسانة لدرجات الحرارة العالية
اسم الدرجة : ماجستير العلوم في الهندسة

لجنة الإشراف:

- ١- أ.د. السيد عبدالرؤوف عبدالقادر نصر
أستاذ خواص وإختبار المواد بقسم الهندسة الإنشائية - كلية الهندسة - جامعة عين شمس
- ٢- أ.د. هالة محمد جمال الدين القاضي
أستاذ ورئيس شعبة الهندسة المدنية - المركز القومى للبحوث
- ٣- د. محمد كحيل محمد فايز
أستاذ مساعد خواص وإختبار المواد بقسم الهندسة الإنشائية - كلية الهندسة - جامعة عين شمس

تاريخ البحث :/...../.....

الدراسات العليا:

ختم الاجازة: اجيزت الرسالة بتاريخ : ٢٠٢٠/...../.....

موافقة مجلس الجامعة

٢٠٢٠ /...../.....

موافقة مجلس الكلية

٢٠٢٠ /...../.....

القاهرة- (٢٠٢٠)

الموافقة على المنح

كلية الهندسة
قسم الهندسة الإنشائية

تأثير مواد النانوكلاى على مقاومة الخرسانة لدرجات الحرارة العالية

إعداد
علا بكر عبد العزيز حسين شلبي

لجنة الحكم

التوقيع

الاسم

.....

أ.د/ أسامة عبدالغفار هدهود

.....

أ.د/ محمد عبد المعطى خلف محمد

.....

أ.د/ السيد عبدالرؤوف عبدالقادر نصر

...../...../.....



كلية الهندسة
قسم الهندسة الإنشائية

تأثير مواد النانوكلاى على مقاومة الخرسانة لدرجات الحرارة العالية

رسالة مقدمة للحصول على درجة ماجستير
فى الهندسة المدنية
التخصص : الهندسة الإنشائية

إعداد

علا بكر عبد العزيز حسين شلبي
حاصلة علي بكالوريوس العلوم فى الهندسة المدنية
كلية الهندسة، جامعة ٦-أكتوبر، ٢٠٠٠

المشرفون

- ١- أ.د. السيد عبدالرؤوف عبدالقادر نصر
أستاذ خواص وإختبار المواد بقسم الهندسة الإنشائية - كلية الهندسة - جامعة عين شمس
- ٢- أ.د. هالة محمد جمال الدين القاضي
أستاذ ورئيس شعبة الهندسة المدنية - المركز القومى للبحوث
- ٣- د. محمد كحيل محمد فايز
أستاذ مساعد خواص وإختبار المواد بقسم الهندسة الإنشائية - كلية الهندسة - جامعة عين شمس

القاهرة

٢٠٢٠

Table of contents

	Page
Statement	
Abstract	
Acknowledgement	
Table of Contents	I
List of Figures	IV
List of Tables	VII
Chapter 1 Introduction	1
1.1 Background	1
1.2 Research objectives	2
1.3 Thesis Organization	2
Chapter 2 Background and Literature Review	4
2.1 Introduction	4
2.2 Nanotechnology sustainability and green building	4
2.3 Nano-Clay	5
2.4 Influence of Nano-Clay Addition on Mechanical Properties and Microstructure	10
2.4.1 Concrete	10
2.4.2 Nano-Clay, Concrete and Geopolymer	12
2.5 Shrinkage in Nano-Clay	13
2.6 Influence of Nano-Clay Addition on Physical Properties of Concrete	14
2.7 Influence of Nano-Clay Addition on Fire Resistance of Concrete	15
2.8 Steel Fibres in Concrete	17
2.9 Cost	21