University of Mosul

College of Engineering

INVESTIGATING THE MECHANICAL PROPERTIES AND DYNAMIC RESPONSE OF OIL REFINERY REINFORCED CONCRETE STRUCTURES USING NANO – CONCRETE

Mohammad Sulaiman Mohammad Ali

Ph. D Thesis
In
Civil Engineering \Structures

Supervised by

Prof. Dr. Bayar Jaafar Al-Sulaiyany

Prof. Dr. Mohammed Najim Mahmood

2023 A.D. **1445 A.H.**

Abstract

Nanotechnologies has significant effects across various scientific and industrial domains. The primary catalyst for the proliferation of nanotechnology is its capacity to enhance product reliability, broaden application possibilities beyond traditional functions, reduced costs, diminish size, and lower power consumption. Furthermore, the integration of nanotechnology into materials science bolsters material durability, yielding high-performance materials that make efficient use of natural resources while attaining desired material properties with minimal resource consumption.

This research included experimental studies of the extent effect of adding nanomaterial (3% Nano silica (mix S), 2.5% Nano Titanium (mix T) and 1% Carbon Nanotube CNT (mix C) as replacement of the cement weight) to the concrete to improve its resistance ability to Incremental, Cyclic and Impact loads and compared with normal concrete under same loading cases.

The mechanical properties of nano concrete were studied in terms of splitting strength, compressive strength and unit weight.

Comparing the results with a normal concrete sample revealed that adding Nano Titanium in mix (T) led to a highest compressive strength and splitting strength.

Microstructural testing, using Scanning Electron Microscopy (SEM) and X-ray diffraction (XRD) and comparison with normal concrete in order to show the extent of the effect of adding nanomaterials on the behavior of concrete.

Observing the X-ray diffraction (XRD) test results showed that the addition of Nano Titanium Tio_2 in mixture (T) had a significant impact on the crystal structure of the cement components in the concrete through the appearance of strong diffraction patterns from the beginning of the diffraction at 2theta (10) to its end 2theta (76). After casting twelve models of reinforced concrete structures, each set of four models were tested under one of the loading types, three of each made by nano concrete and other made by normal concrete.

The first group of reinforced concrete samples made by using Nano titanium (T), Nano Silica (S) and Carbon Nanotube (CNT) was tested under the effect of loading applied incrementally with load rating of (1kN/sec). The recorded results were compared with the sample made of normal concrete and it was found that the addition of Nano Titanium in mix (T) and Nano Silica in mix (S), caused a higher first cracking load and more ductile behavior than other structures.

Furthermore, it was observed that standard concrete in mix (N) and the concrete containing carbon nanotube (CNT) in mix (C) exhibited similar or close resistance to deflection. This suggests that incorporating 1% carbon Nanotube (CNT) into mix (C) did not yield a beneficial effect on the concrete and resulted in the lowest initial cracking load among the tested samples.

The second set of reinforced concrete specimens included adding Nano Titanium (T), Nano Silica (S), and Carbon Nanotube CNT, tested under cyclic loading condition. Comparing the results with a standard concrete sample revealed that the addition of Nano Titanium in mix (T) led to a higher initial cracking load than the other mixtures and it was observed that the addition of Carbon Nanotube (CNT) in mix (C) displayed the lowest initial cracking load among the tested samples.

On the other hand, it was observed that the addition of Nano Silica (S) in mix (S) gave the lowest value of deflection compared with the other specimens.

When comparing the impact of Cyclic and Incremental loads, it was found that the same model with added nano Titanium (T), was more durable to cyclic loads than to incremental loads by 20% percent.

When examining the last group of reinforced concrete structures to which nanomaterials were added under the impact load and comparing the results with the model made of normal concrete, the highest values of vibration to which the model was exposed under the influence of the impact load was recorded in the model with Nano Titanium (T).

The strain in the reinforcing steel for the columns has greater values for all mixtures than that in the reinforcing steel of the slab this is due to the lateral impact loads which led to develop tension forces in the columns.

The experimental results with incremental and cyclic loading cases were compared with the expected results incoming from ANSYS computer program models for Nano-concrete structures.

According to experimental work and numerical simulations using finite element analysis, the initial cracking load values for specimens under cyclic loading are generally consistent. When the load deflection curves from finite element analysis were compared to the curves from the experimental works at the slab center under incremental loading, the experimental curve revealed fluctuating behavior. Nonetheless, the average experimental response reveals an acceptable match, especially in the early phases of loading.

جامعة الموصل
كلية الهندسة

تحري الخواص الميكانيكية والاستجابة الديناميكية للهياكل الخرسانية المسلحة في مصافي تكرير النفط باستخدام الخرسانة النانوية

اطروحة مقدمة من قبل

محمد سليمان محمد العلي الجبوري

ماجستير هندسة مدنية

مقدمة الى :

مجلس كلية الهندسة في جامعة الموصل

كجزء من متطلبات نيل شهادة الدكتوراه فلسفة

في الهندسة المدنية – انشاءات

بإشراف

الاستاذ الدكتور بيار جعفر محمد السليفاني

الاستاذ الدكتور محمد نجم محمود

1445هجري **2023 ميلادي**

الخلاصة

استخدام تقنيات النانو لها آثار كبيرة في مختلف المجالات العلمية والصناعية. المحفز الأساسي لانتشار تقنية النانو هو قدرتها على تعزيز موثوقية المنتج ، وتوسيع إمكانيات التطبيق بما يتجاوز الوظائف التقليدية ، وخفض التكاليف ، وتقليل الحجم ، وانخفاض استهلاك الطاقة. علاوة على ذلك ، فإن دمج تقنية النانو في علم المواد يعزز متانة المواد ، مما ينتج عنه مواد عالية الأداء تستخدم الموارد الطبيعية بكفاءة مع تحقيق خصائص المواد المرغوبة بأقل استهلاك للموارد.

تضمن هذا البحث دراسات تجريبية لمدى تأثير إضافة المواد النانوية (3 ٪ نانو سيليكا ، 2.5 ٪ نانو تيتانيوم و 1 ٪ أنابيب الكاربون النانوية كبديل لوزن الأسمنت) إلى الخرسانة لتحسين قدرتها على المقاومة للأحمال التدريجية والدورية والصدمية ومقارنة مع الخرسانة العادية تحت نفس حالات التحميل.

تمت دراسة الخواص الميكانيكية للخرسانة النانوية من حيث قوة الانضغاط وقوة الشد (الانقسام) , ووحدة الوزن .

كشفت مقارنة النتائج بعينة خرسانية قياسية أن إضافة التيتانيوم النانوي في الخطلة (T) أدى إلى أعلى مقاومة انضغاط ومقاومة الشد (الانقسام).

اختبار البنية المجهرية ، وذلك باستخدام المسح المجهري الإلكتروني (SEM) وحيود الأشعة السينية (XRD) والمقارنة مع الخرسانة العادية من أجل إظهار مدى تأثير إضافة المواد النانوية على سلوك الخرسانة.

أظهرت نتائج اختبار حيود الأشعة السينية أن إضافة نانو تيتانيوم في الخليط (T) كان له تأثير كبير على التركيب البلوري لمكونات السمنت في الخرسانة من خلال ظهور أنماط حيود قوية من بداية الحيود عند (2θ)(10) إلى نهايته (θ2)(76).

بعد صب اثني عشر نموذجا من الهياكل الخرسانية المسلحة ، تم اختبار كل مجموعة من أربعة نماذج تحت أحد أنواع التحميل ، ثلاثة من كل منها مصنوع من الخرسانة النانوية والاخير من الخرسانة العادية.

تم اختبار المجموعة الأولى من عينات الخرسانة المسلحة المصنوعة باستخدام نانو تيتانيوم (T) ، نانو السيليكا (S) والأنابيب الكاربون النانوية (C) تحت تأثير التحميل التدريجي (التصاعدي) مع سرعة الحمل (1 كيلو نيوتن/ثانية). تمت مقارنة النتائج المسجلة بالعينة المصنوعة من الخرسانة العادية ووجد أن إضافة التيتانيوم النانوي في المزيج (T) والسيليكا النانوية في المزيج (S) ، تسبب في تحسين مقاومة الخرسانة للكسر وسلوك أكثر مرونة من الهياكل الأخرى.

وعلاوة على ذلك ، لوحظ أن الخرسانة القياسية في مزيج (N) والخرسانة التي تحتوي على أنابيب الكربون النانوية في مزيج (C) أظهرت مقاومة مماثلة أو قريبة للانحراف. يشير هذا إلى أن دمج 1 ٪ من الأنابيب الكاربون النانوية في المزيج (C) لم يؤد إلى تأثير مفيد على الخرسانة وأدى إلى أدنى حمل تكسير أولي بين العينات المختبرة.

تضمنت المجموعة الثانية من عينات الخرسانة المسلحة إضافة تيتانيوم نانوي ، ونانو سيليكا ، وانابيب الكاربون النانوية ، تم اختباره تحت حالة التحميل الدوري. كشفت مقارنة النتائج بعينة خرسانية قياسية أن إضافة التيتانيوم النانوي في المزيج (T) أدى إلى حمل تشقق أولي أعلى من الخلطات الأخرى ولوحظ أن إضافة انابيب الكاربون النانوية في المزيج (C) أظهرت أدنى حمل تشقق أولي بين العينات المختبرة.

من ناحية أخرى ، لوحظ أن إضافة السيليكا النانوية في المزيج (S) أعطت أقل قيمة للهطول مقارنة بالعينات الأخرى.

عند مقارنة تأثير الأحمال الدورية والتزايدية ، وجد أن نفس النموذج مع إضافة نانو تيتانيوم (T) ، كان أكثر تحملا مع الأحمال الدورية من الأحمال المتزايدة بنسبة 20٪.

عند فحص المجموعة الأخيرة من الهياكل الخرسانية المسلحة التي أضيفت إليها المواد النانوية تحت حمل الصدمات ومقارنة النتائج بالنموذج المصنوع من الخرسانة العادية ، تم تسجيل أعلى قيم الاهتزاز التي تعرض لها النموذج تحت تأثير حمل الصدمات في النموذج باستخدام نانو تيتانيوم (T).

الاجهاد في حديد التسليح للأعمدة اعطى قيم أكبر لجميع الخلائط من تلك الموجودة في حديد التسليح للسقف ويرجع ذلك إلى أحمال الصدمات الجانبية التي أدت إلى زيادة الشد في الاعمدة.

تم مقارنة النتائج المتوقعة من نماذج العناصر المحدودة المعتمدة لجميع الهياكل الخرسانية النانوية المطورة بالنتائج التجريبية في حالة التحميل التزايدي والدوري.

وفقا للعمل التجريبي والمحاكاة العددية باستخدام تحليل العناصر المحددة ، فإن قيم حمل التكسير الأولية للعينات تحت التحميل الدوري متسقة بشكل عام. أظهرت المقارنات بين منحنيات انحراف الحمل الناتجة عن التجارب وتحليل العناصر المحددة في مركز البلاطة تحت التحميل المتزايد سلوكا متقلبا في المنحنى التجريبي. ومع ذلك; يظهر متوسط الاستجابة التجريبية مطابقة مقبولة خاصة في المراحل الأولى من التحميل.