جامعـــــة عين شمس
كليـــــة الهندســـــة
قســـــم الهندســـــة الانشائيـــــة

سلـوك القطاعـات ذات الخرسانة المسلحـة الخفيفـة تحت تاثير الاحمـال اللامركـزيـة .

بحث مقدم من

المهندس/احمد سعيد مصطفي عيد
بكالريوس هندسة مدنية (انشاءات) ٢٠٠٦
كلية الهندسة- جامعة ٦ اكتوبر

للحصول على

درجة الماجيستير فى الهندسة المدنية (انشاءات)

تحت اشراف

أ.د./ عمر على موسى النواوى
استاذ مادة الخرسانة المسلحة
قسم الهندسة الانشائية
كلية الهندسة- جامعة عين شمس

ا.م.د. /عمرو حسين عبد العظيم زاهر
أستاذ مساعد بقسم الهندسة الإنشائية
كلية الهندسة - جامعة عين شمس

د./ امجد احمد طلعت
مدرس بقسم الهندسة الإنشائية
كلية الهندسة - جامعة عين شمس

القاهرة - 2014

جامعة عين شمس
كلية الهندسة
قسم الهندسة المدنية- (انشاءات)

اســم الطالــب: **احمد سعيــد مصطفي عيـــد**

عنوان الرسالـة: **سلـوك القطاعـات ذات الخرسانة المسلحـة الخفيفـة تحت تاثير الاحمـال اللامركـزيـة**

اســم الدرجــة: ماجيستير فى الهندسة المدنية- (انشاءات)

لجنة السادة الممتحنين **التوقيـــع**

أ.د./ محمد السعيد عيسي
استاذ مادة الخرسانة المسلحة - كلية الهندسة – جامعة القاهرة .....

أ.د./ اسامة حمدي عبد الواحد
أستاذ مادة الخرسانة المسلحة – كلية الهندسة – جامعة عين شمس .....

أ.د./ عمر على موسى النواوى
استاذ مادة الخرسانة المسلحة - كلية الهندسة – جامعة عين شمس .....

أ.م.د./ عمرو حسين عبد العظيم زاهر
استاذ مساعد مادة الخرسانة المسلحة - كلية الهندسة – جامعة عين شمس .....

تاريخ البحث / /

الدراسات العليا

ختم الاجازة أجيزت الرسالة بتاريخ: / /

موافقة مجلس الكلية موافقة مجلس الجامعة

/ / 2014 / / 2014

تعريف بمقدم الرسالة

الاسم: احمد سعيد مصطفي عيد

تاريخ الميلاد: 25 نوفمبر 1983

الدراسات الجامعية الاولى: بكالريوس – تخصص انشاءات

الجهة المانحة للدرجة العلمية الاولى: كلية الهندسة – جامعة ٦ اكتوبر

تاريخ المنح: يونيو 2006

التقدير التراكمى: امتياز مع مرتبة الشرف

الوظيفة الحالية: معيد بكلية الهندسة - جامعة ٦ اكتوبر

اقرار

هـذه الرسـالة مقدمـة الـى جامعـة عـين شـمس للحصـول علـى درجـة الماجيسـتير فـى الهندسـة المدنيـة (انشـاءات). ان العمـل الـذى تحتويـه الرسـالة تـم اجـراؤه بمعرفـة الباحـث فـى الهندسـة المدنيـة (انشـاءات) بجامعـة عـين شـمس فـى الفتـرة مـن 2008- 2014. هـذا ولـم يـتم تقـديم اى جـزء مـن البحـث لنيـل اى درجـة علميـة لأى معهد علمى أخر.

وهذا اقرار منـى بذلك

التوقيع:

الاسم: احمـد سعيـد مصطفي عيـد

التاريخ:

جامعة عين شمس
كلية الهندسة
قسم الهندسة المدنية- (انشاءات)

ملخص رسالة الماجستير مقدمة من :

مهندس / احمـــد سعيـــد مصطفي عيـــد

عنوان الرسالة :

"سلـوك القطاعـات ذات الخرسانة المسلحـة الخفيفـة تحت تاثير الاحمـال اللامركـزيـة "

السادة المشرفون

أ.د./ عمر على موسى النواوى

ا.م.د. /عمرو حسين عبد العظيم زاهر **د./ امجد احمد طلعت**

تحتوى هذه الرسالة على دراسة عملية و نظرية للاعمدة القصيرة المكونة من الخرسانة المسلحة الخفيفة و قد تم تعريض جميع الاعمدة الي احمال ضغط لا محورية حتي الانهيار .

تم عمل ستة عينات بابعاد (150 x 250) مم و ارتفاع 1200 مم منتهية بكابولي و تم اختبارها تحت تاثير الاحمال الامحورية من (صفر الي 26.4 سم).

وتم عمل كمرة بابعاد (150 x 250) و طول 1200 مم و تم اختبارها تحت تاثير حملين مركزين لجعل الاجهادات المؤثرة علي منطقة الوسط اجهادات انحاء فقط .

نسبة الحديد المستخدمة في القطاعات ثابتة و تساوي 0.8 % من مساحة القطاع الخرساني .

تناولت الدراسة شكل الشروخ و الانحناء و الانفعال في كل من حديد التسليح و الخرسانة

تم تحليل النتائج و مقارنتها مع دراسات اخري للخروج بعدة توصيات تفيد في تصميم و تنفيذ الاعمدة الخرسانية عالية المقاومة.

وتحتوي الرسالة علي تسعة ابواب و هم كالتالي :

الباب الأول : المقدمة

يحتوي هذا الباب علي مقدمة البحث واهداف هذا البحث مع تلخيص لكل أبواب الرسالة.

الباب الثاني : مراجعة عامة للدراسات السابقة

يقدم هذا الباب بنبذة تاريخية عن الخرسانة الخفيفة و تعريف الخرسانة الخفيفة كذلك مراجعة للابحاث السابقة حول مواصفات الخرسانة الخفيفة المستخدمة في البرنامج العملي . كما يحتوي علي بعض الابحاث السابقة التي أجريت علي الخرسانة الخفيفة كما يحتوي علي أهم الخواص و السلوك للخرسانة الخفيفة.

الباب الثالث : البرنامج العملي

يحتوي هذا الباب علي شرح البرنامج العملي من هذه الرسالة الذي تم تنفيذه بما فيها من الاعداد و التجهيز ويحتوع علي سبعة عينات . وقد تم تقسيم العينات الي ثلاثة مجموعات رئيسية . و كذلك تحديد مواقع قياس الانحناء و الانفعال للخرسانة و حديد التسلح.

الباب الرابع : النتائج العملية وتحليلها

يتضمن هذا الباب النتائج العملية لكل العينات التي تم اختبارها . وتشمل النتائج الترخيم وشكل الشروخ وشكل الانهيار وحمل الانهيار . كما يتضمن هذا الباب علي عرض العلاقة ما بين الحمل المؤثر والترخيم المقاس في عدة نقاط علي العينات . كذلك تم عرض العلاقة بين الحمل المؤثروالانفعالات المقاسة علي حديد التسليح الطولي .كما تم عرض العلاقة بين الحمل المؤثر والانفعالات المقاسة من علي سطح الخرسانة.

الباب الخامس : الدراسة النظرية

يحتوي هذا الباب علي دراسة العينات التي اختبرت معملياً بطريقة العناصر المحددة من خلال برنامج Ansys 14.0. و قد اخذ في الاعتبار عدم خطية منحني الاجهاد و الانفعال لكل من الحديد و الخرسانة و قد تم شرح هذا البرنامج و الاسس النظرية القائم عليها و البيان الانشائي له.

الباب السادس : تحليل نتائج الدراسة النظرية

يحتوي هذا الباب علي تحليل النتائج بطريقة العناصر المحددة في مختلف مراحل التحميل وحتي النهيار.

الباب السابع : مقارنة النتائج العملية و النظرية

يحتوي هذا الباب علي مقارنة بين النتائج العملية و النتائج النظرية لجميع العينات .

الباب الثامن : مقارنة من الدراسات السابقة

يحتوي هذا الباب علي مقارنة بين الخرسانة الخفيفة و الخرسانة عادية المقاومة .

الباب التاسع : الاستنتاجات

يتضمن هذا الباب ملخص النتائج المختلفة للرسالة و الاستنتاجات التي تم استنباطها و يحتوي هذا الباب ايضآ علي الاقتراحات للدرسات المستقبلية في هذا الموضوع.

شكـــر

اشكر الله الذي وفقني لانجاز هذا العمل بالشكل المطلوب . كما اشـــكر اســـاتذتي الـــذين تفضـــلوا بالاشراف علي الرسالة ، وذلك بالمســـاعدات و الارشـــادات الجليلـــة التـــي قاموا بتقديمها لي ، و هم :-

أ.د./ عمر على موسى النواوى

استاذ مادة الخرسانة المسلحة - كلية الهندسة – جامعة عين شمس

ا.م.د. /عمرو حسين عبد العظيم زاهر

أستاذ مساعد بقسم الهندسة الإنشائية - كلية الهندسة – جامعة عين شمس

د./ امجد احمد طلعت

مدرس بقسم الهندسة الإنشائية - كلية الهندسة – جامعة عين شمس

كما اني اتوجه بالشكـــر ايضا للعاملين بمعمل الخرسانة المسلحة بالكلية لمساعداتهم اثناء البرنامج العملي للرسالة.

كما اني اتوجه بوافر الشكر لوالدي و لوالدتي الحبيبة و لاخواتي علي دعمهم و تشجيعهم المستمر لي من أجل اتمام هذه الرسالة.

CHAPTER ONE

INTRODUCTION

1.1 GENERAL

Most of the current concrete research focuses on high performance concrete, by which is meant a cost effective material that satisfies demanding performance requirements, including durability. Lightweight concrete (LWC) is very important to the construction industry due to its cost effective and highly advantageous. The primary advantage of LWC is to reduce the dead load of a concrete structure, which then allows the structural designer to reduce the size of columns, footings and other load bearing elements. Furthermore, the reduced mass will reduce the lateral load that will be imposed on the structure during earthquakes, hence simplifying and reducing the lateral load carrying system. Structural lightweight concrete mixtures can be designed to achieve similar strengths as normal weight concrete. The same is true for other mechanical and durability performance requirements. Structural lightweight concrete provides a more efficient strength- to- weight ratio in structural elements. In most cases, the marginally higher cost of lightweight concrete is offset by size reduction of structural elements, less reinforcing steel and reduced volume of concrete, resulting in lower overall cost.

Lightweight concrete is a new kind of lightweight concrete, which combines the advantages of normal density concrete, cellular concrete and self-compacting concrete through partially replacing the normal weight aggregates with polystyrene foam, hence, leading to concrete's units weight reduction while maintaining adequate strength. The latter material can therefore be produced using standard methods familiar to the construction industry with a dry unit weight of 18.5 KN/m^3, which in turn leads to dead load reduction by 15-20 % and the associated decrease in the structure's overall cost, hence, providing a feasible challenge to normal density concrete (NDC).

1.2 PURPOSE OF THE STUDY:

The objective of this research is to study and investigate the behavior of Lightweight foamed concrete subjected to eccentric loads and comparing the results with experimental and theoretical work is conducted in the current research work to have a better understanding of the following items:

1. Studying the effect of changing the eccentricity on the behavior of lightweight concrete columns.

2. Develop an interaction diagram for lightweight columns and make a comparison with the same curve for normal reinforced concrete.

3. Developing an integrated computer program based on nonlinear finite element formulation, and capable of analyzing plane stress reinforced concrete structures in general, and concrete elements subjected to eccentric force in particular, with special attention paid to the behavior of lightweight concrete.

1.3 SCOPE AND CONTENTS:

The present thesis consists of nine chapters as follows:

Chapter 1: This chapter presents the main objectives of the research.

Chapter 2: It contains a review of previous researches on the properties and behavior of lightweight concrete.

Chapter 3: This chapter presents the experimental phase of this study. It consists of testing seven medium scales, indirect models of R.C columns under eccentric concentrated loads. All specimens have the same reinforcement in both the transverse and the longitudinal directions. All the specimens were of length 1.20 m. The studied cross section dimensions were 0.15 x 0.25 m. All the experimental items including preparing, constructing and testing of the seven models and standard control test results as well as the locations of measuring both the concrete and the steel strains, are presented in this chapter.

Chapter 4: It concerns with analyzing and discussing the results of experimental work carried out to study the behavior of lightweight concrete columns.

Chapter 5: This chapter presents the bases for an integrated microcomputer program developed for analyzing plane stress reinforced concrete structures based on nonlinear finite element formulation. The basic aim for developing this program was to be used for analyzing lightweight concrete models. The proposed finite element model for this purpose accounted for the material nonlinearities due to cracking, non linear stress-strain relations and biaxial orthotropic behavior of plain and lightweight concrete, and yielding of the steel reinforcement. The tension stiffening effect and the interface between steel reinforcement and concrete were also considered.

Chapter 6: It present the numerical analysis results obtaining by applying the proposed finite element model on the tested columns. These results were analyzed and discussed in this chapter.

Chapter 7: It presents a comparison between the results of the experimental study and those obtained from the numerical analysis.

Chapter 8: It presents a comparison between light-weight concrete and normal strength concrete.

Chapter 9: It summarizes the work done in this investigation and presents the main conclusion to be drawn. Also, some suggestions and recommendations for future studies are reported at the end of this chapter.

CHAPTER TWO

LITERATURE REVIEW

2.1 INTRODUCTION: -

Structural light-weight aggregate concrete is an important and versatile material in modern construction. It has many and varied applications including multistory building frames and floors, bridges and offshore oil platforms. Many architects, engineers, and contractors recognize the inherent economies and advantages offered by this material, as evidenced by the many impressive light-weight concrete structures found today throughout the world [1]. Structural lightweight aggregate concrete solves weight and durability problems in buildings and exposed structures. Light-weight concrete has strengths comparable to normal weight concrete, yet is typically 25% to 35% lighter. Structural lightweight concrete offers design flexibility and substantial cost savings by providing: less dead load, improved seismic structural response, longer spans, better fire ratings, thinner sections, decreased story height, smaller size structural members, less reinforcing steel, and lower foundation costs. Light-weight concrete precast elements offer reduced transportation and placement costs [2].

There are many types of aggregates available that are classed as light-weight, and their properties cover wide ranges. Elastic properties, compressive and tensile strength, time dependent properties, durability, fire resistance, and other properties of structural lightweight aggregate concrete are dependent on the type of lightweight aggregate utilized in the concrete [1]. Structural light-weight aggregate concrete is defined as concrete which: (a) is made with light-weight aggregates conforming to ASTM C 330, (b) has a compressive strength in excess of 2,500 psi (17.25 MPa) at 28 days of age when tested in accordance with methods stated in ASTM C 330, and (c) has an air dry density not exceeding 115 pcf (1,840 kg/m3) as determined by ASTM C 567 [3]. Job specifications often allow unit weights up to 120 pcf (1,920 kg/m3) or more. High performance light-weight concretes are typically produced using rotary kiln expanded clay, shale or slate. These lightweight aggregates are relatively “light” in weight (density) due to the cellular structure of the individual aggregate particles. This cellular structure within the particles is formed at high temperatures, generally 2,000° F

(1,100° C) or higher, by the rotary kiln process. This thesis focuses on the unique physical characteristics of rotary kiln expanded slate aggregate and the structural light-weight concrete that it can be used to produce.

Strength is the most widely used acceptance criteria for concrete therefore it has been natural to classify concrete by its strength level.

Light-weight concrete has an in-place density on the order of 90 to 115 Ib/ft3 (1440 to 1840 Kg/m^3) compared to normalweigth concrete with a density in the range of 140 to 150 Ib/ft3 (2240 to 2400 Kg/m^3). For structural applications the concrete strength should be greater 2500 psi (17.0 Mpa). The concrete mixture is made with light-weight aggregates. In some cases a portion or the entire fine aggregate may be a light-weight product. Light-weight aggregates used in structural lightweight concrete are typically expanded shale, clay or slate materials that have been fired in a rotary kiln to develop a porous structure. Other products such as air-cooled blast furnace slag are used. There are other classes of non-structural lightweight concrete with lower density made with other aggregate materials and higher air voids in the cement paste matrix, such as in cellular concrete. These are typically used for their insulation properties.

The primary use of structural light-weight concrete is to reduce the dead load of a concrete structure, which then allows the structural designer to reduce the size of columns, footings and other load bearing elements , Structural lightweight concrete mixtures can be designed to achieve similar strength as normal-weight concrete . The same is true for other mechanical and durability performance requirements. Structural lightweight concrete provides a more efficient strength to weight ratio in structural elements.

In most cases, the marginally higher cost of the light-weight concrete is offset by size reduction of structural elements, less reinforcing steel and reduced volume of concrete, resulting in lower overall cost.

In buildings, structural light-weight concrete provides a higher fire-rated concrete structure. Structural lightweight concrete also benefits from energy conservation considerations as it provides higher R-values of wall elements for

improved insulation properties. The porosity of light-weight aggregate provides a source of water for internal curing of the concrete that provides continued enhancement of concrete strength and durability. This does not preclude the need for external curing.

Structural light-weight concrete has been used for bridge decks, piers and beams , slabs and wall elements in steel and concrete frame buildings, parking structures , tilt-up walls topping slabs and composite slabs on metal deck.

Light-weight concrete can be manufactured with a combination of fine and coarse lightweight aggregate or coarse light-weight aggregate and normal weight fine aggregate. Complete replacement of normal weight fine aggregate with a lightweight aggregate will decrease the concrete density by approximately 160 Kg/m3.

Designers recognize that structural light-weight concrete will not typically serve in an oven-dry environment. Therefore, structural design generally relies on an equilibrium density (sometimes referred to as air-dry density), the condition in which some moisture is retained within the light-weight concrete. Equilibrium density is a standardized value intended to represent the approximate density of the in-place concrete when it is in service. Project specifications should indicate the required equilibrium density of the light-weight concrete. Equilibrium density is defined in ASTM C 567, and can be calculated from the concrete mixture proportions. Field acceptance is based with ASTM C 138. Equilibrium density will be approximately 50 to 130 Kg/m3 less than the fresh density and a correlation should be agreed upon prior to delivery of concrete. The tolerance for acceptance on fresh density is typically +50 Kg/m3 from the target value.

Light-weight aggregates must comply with the requirements of ASTM Specification C 330. Due to the cellular nature of light-weight aggregate particles absorption typically is in the range of 5% to 20% by weight of dry aggregate. Light-weight aggregates generally require wetting prior to use to achieve a high degree of saturation. Some concrete producers may not have the capability of prewetting light-weight aggregate in cold weather if temperature storage is not available. Some light-weight aggregate suppliers furnish vacuum saturated aggregate. With the exception of