MODELING OF SHEAR BEHAVIOR OF PRECAST PRESTRESSED CONCRETE SEGMENTAL BEAM JOINTS

By

Mahmoud Abdelaal Mabrouk Ibrahium

A Thesis Submitted to the
Faculty of engineering at Cairo University
in Partial Fulfillment of the
Requirements for the Degree of
MASTER OF SCIENCE
in
Structural Engineering

FACULTY OF ENGINEERING, CAIRO UNIVERSITY
GIZA, EGYPT
2017

MODELING OF SHEAR BEHAVIOR OF PRECAST PRESTRESSED CONCRETE SEGMENTAL BEAM JOINTS

By

Mahmoud Abdelaal Mabrouk Ibrahium

A Thesis Submitted to the
Faculty of engineering at Cairo University
in Partial Fulfillment of the
Requirements for the Degree of
MASTER OF SCIENCE
in
Structural Engineering

Under the supervision of

Prof. Dr. Mourad M. Bakhoum

Professor of Structure Analysis and Mechanics
Structural Engineering Department
Faculty of Engineering, Cairo University

Prof. Dr. Hatem Mostafa M.

Professor of Concrete Structure
Structural Engineering Department
Faculty of Engineering, Cairo University

FACULTY OF ENGINEERING, CAIRO UNIVERSITY
GIZA, EGYPT
2017

MODELING OF SHEAR BEHAVIOR OF PRECAST PRESTRESSED CONCRETE SEGMENTAL BEAM JOINTS

By

Mahmoud Abdelaal Mabrouk Ibrahium

A Thesis Submitted to the
Faculty of engineering at Cairo University
in Partial Fulfillment of the
Requirements for the Degree of
MASTER OF SCIENCE
in
Structural Engineering

Approved by the
Examining Committee

Prof. Dr. Mourad Michel Bakhoum, Thesis Advisor

Prof. Dr. Hatem Mostafa Mohamed, Thesis Advisor

Prof. Dr. Hamed Mohamed Hadhoud, Internal Examiner

Prof. Dr. Mohamed Nour Eldin Saad, External Examiner
Structural Engineering Department, Faculty of Engineering, Ain Shams University

FACULTY OF ENGINEERING, CAIRO UNIVERSITY
GIZA, EGYPT
2017

Engineer's Name: Mahmoud Abdelaal Mabrouk Ibrahium
Date of Birth: 01/09/ 1988
Nationality: Egyptian
E-mail: Engmam88@hotmail.com
Phone: 00201008114568
Address: Edwa,ElFayoum city, ElFayoum, Egypt

Registration Date: 01/10/2010
Awarding Date: …./…./ 2017
Degree: Master of Science
Department: Structural Engineering

Supervisors:

Prof. Dr. Mourad Michel Bakhoum
Prof. Dr. Hatem Mostafa Mohamed

Examiners:

Prof. Mohamed Nour Eldin Saad (External Examiner)
Structural Engineering Department
Faculty of Engineering, Ain Shams University
Prof. Hamed Mohamed Hadhoud (Internal Examiner)
Prof. Mourad Michel Bakhoum (Thesis Advisor)
Prof. Hatem Mostafa Mohamed (Thesis Advisor)

Title of Thesis:

" Modeling of Shear Behavior of Precast Prestressed Concrete Segmental Beam Joints''

Key Words:
Segmental Beam; Precast Prestressed Concrete; Shear Keyed; keyed Joints; Shear Strength

Summary:

The shear strength of joints is a very important issue in the design of prestressed concrete segmental systems. In this research, finite element models of these joints under different parameters have been studied. The parameters considered in the Thesis include: (i) types of joints, (ii) number of shear keys, (iii) confining pressure, (iv) concrete strength, (v) shear transfer coefficient for dry joints, and (vi) friction coefficient. Three types of joints were used: dry joints with shear keys and without any filling materials, epoxy joints having a thin layer of epoxy between segments, and monolithic joints with full bond. Single keyed, two keyed, and three keyed joints were considered in this study subjected to three levels of confining pressure (1, 2, and 3 MPa), Concrete strength of 40, 50, and 60 MPa, with six values of friction coefficient for dry joints ranging from 0.1 to 1.0, and eight models with a variable shear transfer coefficient at single keyed joints. The FEM model was first calibrated and validated with the experimental results for single-keyed joints described in the literature. Then, Nonlinear Materials analysis was carried out for different combinations of the above mentioned parameters. In total thirty five FEM models were developed.

The results show shear behavior, shear capacity, crack patterns, and how the loads are transferred from one segment to the other. Among the main conclusions: The shear capacity increases with the increase of either the confining pressure or the concrete strength. The shear capacity of joints increase as the number of keys increase. Coefficient of friction between two segments plays role in increasing the capacity of the shear keys.

...استمارة معلومات الرسائل التى تمت مناقشتها

الكليـة/المعهد: كلية الهندسة **القسم:** الهندسة الانشائية

١- الدرجة العلمية : ماجستير ☐

٢- بيانات الرسالة:

عنوان الرسالة باللغة العربيـة :

تمثيل سلوك القص فى فواصل الكمرات سابقة الصب وسابقة الاجهاد والمنفذة على مراحل

عنوان الرسالة باللغة الأجنبية:

Modeling of Shear Behavior of Precast Prestressed Concrete Segmental Beam Joints

التخصص الدقيق : الخرسانه

تاريخ المناقشة: ٢٠١٧

٣- بيانات الطالب:

الاسم :محمود عبدالعال مبروك ابراهيم الجنسيـة: مصرى النـوع : ذكر

العنوان :قرية العدوة - مركز الفيوم-الفيوم رقم التليفون:٠٠٢٠١٠٠٨١١٤٥٦٨

جهـة العمـل:مهندس مدنى حر رقم الفاكس: لا يوجد

البريد الإلكتروني: Engmam88@hotmail.com

٤- المشرفون على الرسالة:

الاسم	القسم	الكلية	الجامعة
١- أ.د. مراد ميشيل باخوم	هندسة انشائية	الهندسة	القاهرة
٢- أ.د.حاتم مصفى محمد	هندسة انشائية	الهندسة	القاهرة

٥- مستخلص الرسالة (Abstract)

٥-١ باللغة العربية :

الهدف من هذا البحث هو دراسه سلوك القص فى فواصل الكمرات سابقة الصب وسابقة الاجهاد والمنفذة على مراحل. تم استخدام المتغيرات (نوع الفاصل سواء ان كان جاف او ابوكسى او عينة متصلة)، دراسة تأثير شكل الفاصل وعدد روابط الاتصال (عدد مفاتيح القص)، دراسة تأثير اجهاد الخرسانة، دراسة تأثير قوى الضغط، دراسة تأثير معامل الاحتكاك بين القطع، دراسة معامل انتقال القص). تم دراسة تأثير حمل الكسر وشكل الكسر بداية من التحميل حتى الانهيار والعلاقة بين الانفعال والاجهاد. اظهرت نتائج البحث ان بزيادة قوى الضغط الجانبى ودرجة مقاومة الخرسانة و عدد روابط الاتصال (مفاتيح القص) يزداد حمل الكسر فى القص. وان معامل الاحتكاك فى الفاصل الجاف يؤثر على حمل الكسر.

الكلمات الدالة:

(الكمرات سابقة الصب، سابقة الاجهاد، كمرات منفذة على مراحل، الفواصل، سلوك القص)

٥-٢ باللغة الأجنبية :

The shear strength of joints is a very important issue in the design of prestressed concrete segmental systems. In this research, finite element models of these joints under different parameters have been studied. The parameters considered in the Thesis include: (i) types of joints, (ii) number of shear keys, (iii) confining pressure, (iv) concrete strength, (v) shear transfer coefficient for dry joints, and (vi) friction coefficient. The results show shear behavior, shear capacity, crack patterns, and how the loads are transferred from one segment to the other

(Key Words):

Segmental Beam; Precast Prestressed Concrete; keyed Joints; Shear Strength

٦- <u>أهم النتائج التطبيقية التى تم التوصل إليها:</u>

٦-١ بزيادة روابط الاتصال (مفاتيح القص) يزداد حمل الكسر .

٦-٢ زيادة قوى الضغط الجانبى نيابة عن الكابلات سابقة الاجهاد وبزيادة درجة مقاومة الخرسانة يزداد حمل الكسر للعنصر.

٦-٣ معامل الاحتكاك فى الفاصل يؤثر على حمل الكسر فى الفواصل الجافة.

٦-٤ حمل الكسر للعينة المتصلة اعلى من حمل الكسر باستخدام الفاصل الجاف والفاصل الايبوكسى

٧- ما هى الجهات التى يمكن أن تستفيد من هذا البحث:

١-٧
يمكن للمهندسين الاستفاده من البحث اثناء التنفيذ و ذلك عن طريق المعرفة بطرق تنفيذ الكبارى المنفذة على مراحل- كما ان البحث يوفر معلومات قد تساعد فى اختيار نوع الفاصل المستخدم فى الكبارى المنفذة على مراحل.

٢-٧
يمكن للباحثين من الاسترشاد بهذا البحث اثناء دراسة الكمرات سابقة الاجهاد وسابقة الصب والمنفذة على مراحل و اكمال دراساتهم علي بعض المتغيرات التي لم تدرس في هذا البحث.

٣-٧
يمكن اخذ نتائج هذا البحث في الاعتبار اثناء اعداد الكود لدراسه الكبارى المنفذة على مراحل.

٨- <u>هل توجد علاقة قائمة بإحدى هذه الجهات :</u> **نعم** ☐ **لا** ☐
في حالة نعم اذكر هذه الجهات :
١-٨

٢-٨

٣-٨

ما هي طبيعة العلاقة :
مشـــروع بحثـــي ☐

تعاون أكاديمي ☐

مشروع ممول من جهة ثالثة ☐ (اذكر ما هي :)

أخري ☐ (تذكر)

٩-هل توافق على التعاون مع جهات مستفيدة من خلال الجامعة :

لا ☐ **(لماذا**)

نعم ☐

(أ) لتطبيق البحث : ☐

(ب) لاستكمال البحث: ☐

(ج) أخري : ☐ **(تذكر**)

١٠- هل تم نشر بحوث مستخرجة من الرسالة فى مجلات أو مؤتمرات علمية
(تذكر مع جهة النشر و المكان و التاريخ)

١-١٠

٢-١٠

٣-١٠

١١- هل سبق التقدم لتسجيل براءات اختراع (تذكر مع الجهة و المكان و التاريخ)

١٢- هل توافق على إعطاء البيانات المذكورة فى هذه الاستمارة لجهات أخري

نعم ☐ **لا** ☐

توقيع الطالب: توقيع المشرفين:
-
-
-
-

وكيل الكلية(المعهد) للدراسات العليا و البحوث : التاريخ :

Acknowledgments

First of all, thanks to ALLAH who guided and helped me to finish this work in this proper shape.

The support my family cannot be praised enough; to them this thesis is dedicated.

I would like to appreciate and gratitude to Prof. Dr. Ehab Khalil for my help to determine the research point and support in the Masters.

I would like to appreciate and gratitude to Dr. Tarek Thabet for his valuable guidance and time for reviewing and modifying the research data and for his guidance for presenting the research output in a better format.

I would like to appreciate and gratitude to Dr. Ahmed Mohammed Youssef Mohammed, assistant professor of structural engineering department, Cairo University for his valuable guidance and time for reviewing and modifying the research data and also for his guidance for presenting the research output in a better format.

I would like to appreciate and gratitude to Eng. Mohamed Gamel for his valuable guidance and time for preparing the models by ANSYS program.

I wish also to record my special appreciation and gratitude to my advisor, Prof. Dr. Hatem Mostafa M., for his valuable guidance, helpful suggestion and continuous support during the research program.

I wish also to express my sincere gratitude to my research supervisor, Prof. Dr. Mourad M. Bakhoum., for his valuable advice, comments and his efforts in reviewing the manuscript.

Finally, I would like to thank my friends and colleagues who helped me in the completion of this work, especially Prof. Dr. Ehab Khalil, Dr. Mohamed Anwar, Dr. Mostafa Abd Elmohsen, Eng. Ezz E. Kamel, and Eng. Ayman M. Aboraya.

Table of Contents