بسم الله الرحمن الرحيم

∞∞∞∞

تم رفع هذه الرسالة بواسطة /صفاء محمود عبد الشافى

بقسم التوثيق الإلكتروني بمركز الشبكات وتكنولوجيا المعلومات دون أدنى مسئولية عن محتوى هذه الرسالة.

ملاحظات: لايوجد

Cairo University

FLEXURAL BEHAVIOR OF 3D SANDWICH COMPOSITE PANELS

By:
RAMY ABD EL RAHEM ALI MOHAMED

A Thesis Submitted to the
Faculty of Engineering at Cairo University
In Partial Fulfillment of the
Requirements for the Degree of
DOCTOR OF PHILOSOPHY
In
STRUCTURAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, CAIRO UNIVERSITY
GIZA, EGYPT
2022

Cairo University

FLEXURAL BEHAVIOR OF 3D SANDWICH COMPOSITE PANELS

By:
RAMY ABD EL RAHEM ALI MOHAMED

A Thesis Submitted to the
Faculty of Engineering at Cairo University
In Partial Fulfillment of the
Requirements for the Degree of
DOCTOR OF PHILOSOPHY
In
STRUCTURAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, CAIRO UNIVERSITY
GIZA, EGYPT
2022

FLEXURAL BEHAVIOR OF 3D SANDWICH COMPOSITE PANELS

By:
RAMY ABD EL RAHEM ALI MOHAMED

A Thesis Submitted to the
Faculty of Engineering at Cairo University
In Partial Fulfillment of the
Requirements for the Degree of
DOCTOR OF PHILOSOPHY
In
STRUCTURAL ENGINEERING

Under the Supervision of

Prof. Dr.
AHMED RAGAII ANIS
Professor of Reinforced Concrete Structures
Structural Engineering Department
Faculty of Engineering
Cairo University

Dr.
MOHAMED FATHY ABDULAZIZ
Lecturer
Construction Engineering Department
College of Engineering
Misr University for Science and Technology

FACULTY OF ENGINEERING, CAIRO UNIVERSITY
GIZA, EGYPT
2022

FLEXURAL BEHAVIOR OF 3D SANDWICH COMPOSITE PANELS

By:
RAMY ABD EL RAHEM ALI MOHAMED

A Thesis Submitted to the
Faculty of Engineering at Cairo University
In Partial Fulfillment of the
Requirements for the Degree of
DOCTOR OF PHILOSOPHY
In
STRUCTURAL ENGNEERING

Approved by
the Examining Committee:

Prof. Dr. Ahmed Ragaii Anis -Thesis Main Advisor
Professor of Reinforced Concrete Structures, Cairo University

---

Dr. Mohamed Abdulaziz - Advisor
Lecturer, Misr University for Science and Technology

Prof. Dr. Mohamed Elsaid Essa - Internal Examiner
Professor of Reinforced Concrete Structures, Cairo University

---

Prof. Dr. Gouda Mohamed Ghaniem - External Examiner
Professor of Reinforced Concrete Structures, Helwan University

---

FACULTY OF ENGINEERING, CAIRO UNIVERSITY
GIZA, EGYPT
2022

سلوك الألواح المركبة ثلاثية الأبعاد تحت تأثير العزوم

إعداد

رامى عبد الرحيم على محمد

رسالة مقدمة إلى كلية الهندسة ، جامعة القاهرة

كجزء من متطلبات الحصول علي درجة

دكتوراة الفلسفة

في

الهندسة الإنشائية

كلية الهندسة ، جامعة القاهرة

الجيزة ، جمهورية مصر العربية

٢٠٢٢

سلوك الألواح المركبة ثلاثية الأبعاد تحت تأثير العزوم

إعداد

رامى عبد الرحيم على محمد

رسالة مقدمة إلى كلية الهندسة ، جامعة القاهرة

كجزء من متطلبات الحصول علي درجة

دكتوراة الفلسفة

في

الهندسة الإنشائية

كلية الهندسة ، جامعة القاهرة

الجيزة ، جمهورية مصر العربية

٢٠٢٢

سلوك الألواح المركبة ثلاثية الأبعاد تحت تأثير العزوم

إعداد

رامى عبد الرحيم على محمد

رسالة مقدمة إلى كلية الهندسة ، جامعة القاهرة

كجزء من متطلبات الحصول علي درجة

دكتوراة الفلسفة

في

الهندسة الإنشائية

تحت إشراف

أستاذ دكتور

أحمد رجائى أنيس

أستاذ المنشآت الخرسانية

قسم الهندسة الإنشائية

كلية الهندسة–جامعة القاهرة

دكتور

محمد فتحي عبد العزيز

مدرس

قسم هندسة التشييد

كلية الهندسة–جامعة مصر للعلوم و التكنولوجيا

كلية الهندسة ، جامعة القاهرة

الجيزة ، جمهورية مصر العربية

٢٠٢٢

سلوك الألواح المركبة ثلاثية الأبعاد تحت تأثير العزوم

إعداد

رامى عبد الرحيم على محمد

رسالة مقدمة إلى كلية الهندسة ، جامعة القاهرة

كجزء من متطلبات الحصول علي درجة

دكتوراة الفلسفة

في

الهندسة الإنشائية

يعتمد من

لجنة الممتحنين:

الأستاذ الدكتور/ أحمد رجائي أنيس – المشرف الرئيسي

أستاذ المنشآت الخرسانية – قسم الهندسة الإنشائية –جامعة القاهرة

دكتور/ محمد فتحي عبد العزيز – المشرف

مدرس – قسم هندسة التشييد–جامعة مصر للعلوم و التكنولوجيا

الأستاذ الدكتور/ محمد السعيد عيسى – الممتحن الداخلي

أستاذ المنشآت الخرسانية – قسم الهندسة الإنشائية – جامعة القاهرة

الأستاذ الدكتور/ جودة محمد غانم – الممتحن الخارجي

أستاذ المنشآت الخرسانية – قسم الهندسة الإنشائية – جامعة حلوان

كلية الهندسة ، جامعة القاهرة

الجيزة ، جمهورية مصر العربية

٢٠٢٢

Engineer's Name: Ramy Abdel Rahem Ali Mohamed
Date of Birth: 01/10/ 1983
Nationality: Egyptian
E-mail: ramy_rahem@yahoo.com
Phone: 01100083561
Address: 100A Hadayk Alahram, Giza

Registration Date: 01 / 03 / 2012
Awarding Date: - / - / 2022
Degree: Doctor of Philosophy
Department: Structural Engineering
Supervisors: Prof. Dr. Ahmed Ragaii Anis - Thesis Main Advisor
Dr. Mohamed Fathy Abdelaziz - Advisor
Lecturer, Misr University for Science and Technology
Examiners: Prof. Dr. Ahmed Ragaii Anis - Thesis Main Advisor
Dr. Mohamed Fathy Abdelaziz - Advisor
Lecturer, Misr University for Science and Technology
Prof. Dr. Mohamed Elsaid Essa - Internal Examiner
Prof. Dr. Gouda Mohamed Ghaniem – External Examiner
Professor of Reinforced Concrete Structures, Helwan University

Title of Thesis:

"FLEXURAL BEHAVIOR OF 3D SANDWICH COMPOSITE PANELS"

Key Words: 3D Composite sandwich panels, precast sandwich panels, Insulated panels, Floor panels, Shear connectors.

Summary:

Analysis of behavior of 3D Sandwich Composite Panel (3DSCP) subjected to flexure is carried out using Finite Element software ABAQUS. Results are compared to experimental results. Effect of shear connectors on behavior of 3DSCP is studied. Volumetric ratio of shear connectors is increased by increasing Shear connectors diameter or by reducing spacing among them. Improvements are analyzed via strain distribution, load bearing capacity and deflection.
A simplified analysis method of 3DSCP subjected to flexure is studied. Behavior of solid concrete slabs that has thickness equals to sum of both concrete layers of 3DSCP are studied using ABAQUS. At the same load and having the same length, Deflection ratio is considered stiffness ratio that correlates behavior of both samples. Stiffness ratio is proposed to be used as stiffness modifier for the shell element to yield the same behavior of 3D sandwich composite panel. Value for the stiffness modifier is proposed.

مهنـــــــدس: رامي عبد الرحيم علي محمد صلّي

تاريـخ الميـلاد: ١٩٨٣/١٠/٠١

الجنسيـــــة: مصري

تاريخ التسجيل: ٢٠١٢/٠٣/٠١

تـــاريخ المنـــح: --/--/٢٠٢٢

القســـــــم: الهندسة الإنشائية

الدرجـــــــة: دكتوراة الفلسفة

المشرفون : أ.د. أحمد رجائي حسن أنيس – المشرف الرئيسي

د. محمد فتحي عبد العزيز – مشرف

مدرس ، جامعة مصر للعلوم و التكنولوجيا

الممتحنـــون : أ.د أحمد رجائي أنيس – المشرف الرئيسي

د. محمد فتحي عبد العزيز – مشرف

مدرس – جامعة مصر للعلوم و التكنولوجيا

أ.د محمد السعيد عيسى – الممتحن الداخلي

أ.د جودة محمد غانم – الممتحن الخارجي

أستاذ الخرسانة المسلحة – جامعة حلوان

عنـــوان الرسالـة :

" سلوك الألواح المركبة ثلاثية الأبعاد تحت تأثير العزوم "

الكلمات الدالة: الألواح المركبة ، الألواح سابقة الصب ، موصلات القص ، طريقة العناصر المحدودة ، بلاطات الألواح المركبة

ملخـص البحـث :

تم تحليل سلوك الألواح المركبة ثلاثية الأبعاد تحت تاثير العزوم بإستخدام طريقة العناصر المحدودة ببرنامج التحليل ABAQUS و تمت مقارنة نتائجها مع نتائج الإختبارات المعملية. تمت دراسة تأثير موصلات القص على سلوك الألواح عن طريق زيادة النسبة الحجمية لموصلات القص في كل من مجموعتين من النماذج. المجموعة الأولى تمت الزيادة عن طريق زيادة أقطار موصلات القص و المجموعة الثانية عن طريق تقليل المسافات البينية لهم. تم تحليل التحسينات الحادثة على سلوك الألواح عن طريق دراسة توزيع الإنفعالات على سمك القطاع و تحسن قيم الحمل الأقصى و الهبوط. و تم تقديم توصيات متعلقة بالطريقة الفعالة لزيادة الحمل الأقصى و لتقليل الهبوط. أيضاً تمت دراسة طريقة مبسطة لتحليل بلاطات الألواح عن طريق تمثيلها كبلاطة مصمتة مكافئة. عند نفس الحمل و بما إن البلاطتين لهم نفس الطول ، تعتبر النسبة بين هبوط البلاطتين كنسبة كزازة البلاطتين التي يمكن إستخدامها كمعاملات تغيير يتم إدخالهم في برامج التحليل لمعايرة سلوك البلاطة المصمتة.

Disclaimer

I hereby declare that this thesis is my own original work and that no part of it has been submitted for a degree qualification at any other university or institute.

I further declare that I have appropriately acknowledged all sources used and have cited them in the references section.

Name: Ramy Abdel Rahem Ali Mohamed Date: 30/03/2022

Signature:

Dedication

I would like to express my deep and sincere gratitude to my supervisors **Prof. Ahmed Anis** and **Dr. Mohamed Abdulaziz** for their continuous support, Patience and guidance.
Many thanks to my friends, colleagues at Misr University for Science & Technology (MUSTians); you are like my big family.
My Mother: your tenderness and warmth are always supporting me.
My Sister: your sincere heartily wishes are pushing me forward.
My Wife: “A journey well shared is a journey well enjoyed”. Thank you, my pleasant companion.
My Daughter: you came to light up my life. I thank Allah every morning for you.
My beloved Father, you still my source of inspiration. I can feel your soul surrounding me.

TABLE OF CONTENT

Disclaimer XI
Dedication XII
TABLE OF CONTENT I
LIST OF FIGURES IV
LIST OF TABLES VI
LIST OF SYMBOLS VII
LIST OF ABBRIVIATIONS VIII
LIST OF APPENDICES IX
ABSTRACT X
1. INTRODUCTION 1
1.1. General: 1
1.2. Statement of the problem: 1
1.3. Scope and Objectives: 1
1.3.1. Scope of Works : 1
1.3.2. Research Objectives : 2
1.4. Organization of the Thesis: 2
2. 3D SANDWISH COMPOSITE PANELS SYSTEM DESCRIPTION 4
2.1. INTRODUCTION : 4
2.2. System COMPONENTS : 4
2.3. System ERECTION : 5
2.3.1. Erection Method (1): Complete cast in-situ process: 5
2.3.2. Erection Method (2): Precast panels construction process: 6
3. BACKGROUND TO ANALYSIS OF 3D SANDWICH COMPOSITE PANELS 7
3.1. INTRODUCTION: 7
3.2. rEVIEW OF STRUCTURAL BEHAVIOR OF 3D SANDWICH COMPOSITE PANELS: 7
4. ANALYSIS OF 3D SANDWICH COMPOSITE PANELS SUBJECTED TO FLEXURE 26
4.1. INTRODUCTION: 26
4.2. MODELING OF 3D SANDWICH COMPOSITE PANELS SUBJECTED TO FLEXURE: 26
4.2.1. Modeling of 3DSCP using ABAQUS: 26
4.2.1.1. Model Parts: 27
4.2.1.2. Material properties: 29

4.2.1.3. Assembly 32
4.2.1.4. Analysis Steps: 33
4.2.1.5. Units System: 33
4.3. Modeling of Panels tested by Benayoune, A.A. Abdul Samad, D.N. TRIKHA, A.A. Abang ALI, S.H.M. Ellinna: 34
4.3.1. Model Description: 34
4.3.2. Model Verification: 37
4.4. EFFECT OF SHEAR CONNECTORS ON BEHAVIOR OF 3D SANDWICH COMPOSITE PANELS SUBJECTED TO FLEXURE: 38
4.4.1. Analysis Program: 38
4.4.2. Material Quantities: 41
4.4.3. Analysis Models Description: 41
4.4.2. Analysis Models Results: 44
4.4.2.1. Strain Distribution and Composite Action: 44
4.4.2.2. Deflection: 47
4.4.2.3. Load Bearing Capacity: 50
4.4.2.4. Load-Displacement Relationship: 52
4.4.2.5. Slenderness Ratio Effect: 54
5. SIMPLIFIED ANALYSIS METHOD OF 3D SANDWICH COMPOSITE PANELS SUBJECTED TO FLEXURE 56
5.1. INTRODUCTION: 56
5.2. SIMPLIFIED ANALYSIS METHOD OF 3D SANDWICH COMPOSITE PANELS SUBJECTED TO FLEXURE: 56
5.2.1. 3DSCP Samples: 57
5.2.2. Solid Sections Samples: 58
5.2.3. Models Description: 58
5.2.4. Analysis Models Results: 59
5.2.5. Results Discussion: 62
6. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS 64
6.1. SUMMARY 64
6.2. CONCLUSIONS: 65
6.3. RECOMMENATIONS FOR FUTURE RESEARCH: 66
REFERENCES 67
A.1. Model Parts: 70
A.2. Model ASSEMBLY: 71
A.3. materials input: 72
A.4. Model Constraints: 77
A.5. Model Loading: 78
A.6. Model boundaries conditions: 79
A.7. Model analysis steps: 79