การวิเคราะห์การโค้งงอของแผ่นรูปหกเหลี่ยมด้านเท่ารองรับที่มุม

ห้องสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นาย ประสงค์ อิงสุวรรณ

004085

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. ๒๕๒๔

I16411298

BENDING ANALYSIS OF CORNER SUPPORTED HEXAGONAL PLATES

Mr. Prasong Ingsuwan

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

For the Degree of Master of Engineering

Department of Mechanical Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1981

Thesis Title	Bending Analysis of Corner Supported Hexagonal Plates
By	Mr. Prasong Ingsuwan
Department	Mechanical Engineering
Thesis Advisor	Associate Professor Variddhi Ungbhakorn, Ph.D.

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in partial fulfillment of the requirements for the master's degree

S. Bunnag .... Dean of Graduate School

(Associate Professor Supradit Bunnag, Ph.D.)

Thesis Committee

I. Pan-ngum .... Chairman

(Associate Professor Ittiphol Pan-Ngum, Ph.D.)

Variddhi Ungbhakorn .... Member

(Associate Professor Variddhi Ungbhakorn, Ph.D.)

Suthum Suriyamongkol .... Member

(Assistant Professor Suthum Suriyamongkol, D.Eng.)

Kaukert Boonchukosol .... Member

(Assistant Professor Kaukert Boonchukosol, Ph.D.)

Copyright of the Graduate School, Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวิเคราะห์การโค้งงอของแผ่นรูปหกเหลี่ยมด้านเท่ารองรับที่มุม
ชื่อนิสิต	นายประสงค์ อิงสุวรรณ.
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.วริทธิ์ อึ๊งภากรณ์
ภาควิชา	วิศวกรรมเครื่องกล
ปีการศึกษา	๒๕๒๔

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้เกี่ยวกับ การวิเคราะห์ปัญหาโครงสร้างแผ่นแบนรูปหกเหลี่ยมด้านเท่ารองรับที่มุม และได้รับแรงแบบแผ่กระจาย และแรงแบบเป็นจุดกระทำที่จุดศูนย์กลาง การประมาณสมการในรูปของ Polynomial เพื่อให้ได้ค่าใกล้เคียงโดยมิต้องใช้คอมพิวเตอร์เข้าช่วย จึงเปลี่ยนสมการเงื่อนไขจากโมเมนต์ และ Effective Transverse Shear Force ที่ขอบใด ๆ มีค่าเป็นศูนย์ เป็นผลรวมของโมเมนต์ และผลรวมของ Effective Transverse Shear Force เป็นศูนย์ จากนั้นเปรียบเทียบผลที่ได้จากการทดลอง และการวิเคราะห์

ในกรณีของแรงแบบแผ่กระจาย ผลของดีเฟลคชั่น มีค่าใกล้เคียงมาก ส่วนค่าโมเมนต์แตกต่างไปบ้างเล็กน้อย ในกรณีของแรงแบบเป็นจุดกระทำที่จุดศูนย์กลาง การวิเคราะห์ค่าของดีเฟลคชั่นมีค่าใกล้เคียงมาก ส่วนค่าโมเมนต์จากทฤษฎีบางจุดมีค่าแตกต่างออกไปบ้าง เหตุผลอาจจะมาจากสมการเงื่อนไขข้างบน และการเลือกฟังค์ชั่นของดีเฟลคชั่น

Thesis Title Bending Analysis of Corner Supported Hexagonal Plates

Name Mr. Prasong Ingsuwan

Thesis Adviser Associate Professor Variddhi Ungbhakorn, Ph.D.

Department Mechanical Engineering

Academic Year 1981

ABSTRACT

The analysis of the problem of a hexagonal plate supported at the corners and acted by a uniformly distributed load and a concentrated load at center is the objective of this study. The proposed approximate solution is in a polynomial form. In order to obtain a closed form solution without resorting to the use of a computer, the boundary conditions have been modified from the vanishing of moments and shear forces at the edges to the vanishing of total bending moments and effective transverse shear forces along the edges of the plate. The analytical results predicted by the proposed solution are compared with measurements taken on a steel plate model.

In the case of uniformly distributed load, analytical and experimental values of the deflection are in satisfactory agreement. However, moment resultants do not give very good results. In the case of concentrated load at the center, analytical values of deflection yield reasonable agreement

with the experimental values. The values of bending moments obtained from experiment scatter at some points. The reasons are probably due to the above boundary conditions and the selected deflection functions.

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ACKNOWLEDGEMENT

The author wishes to express his deep gratitude to his advisor, Associate Professor Dr. Variddhi Ungbhakorn, for his valuable assistance, encouragement and suggestions. Thanks are also due to Assistant Professor Dr. Piyawat Boon-Long and Mr. Surasuk Poonchainavaskuen for their suggestions, Mr. Manu Poopanichchareonkun for technical assistance, and Miss Suree Teeya-preechaya, Mrs. Siriporn Kammongkol, for typing the manuscripts.

CONTENTS

Page

Thesis Approval i

Abstract iii

Acknowledgements v

Contents . . . . vi.

List of Tables viii

List of Figures ix

Notation xi

Chapter

I INTRODUCTION 1

II METHOD OF SOLUTION 3

2.1 Proposed Deflection Function for Case 1 . 3

2.2 Solution for Case 1 6

2.3 Proposed Deflection Function for Case 2. 9

2.4 Solution for Case 2 11

III EXPERIMENTAL INVESTIGATION 15

IV THEORETICAL AND EXPERIMENTAL RISULTS 17

V CONCLUSION AND DISCUSSIONS 19

Page

BIBLIOGRAPHY 21

APPENDIX I 22

APPENDIX II 24

FIGURES 36

VITA 65

LIST OF TABLES

TABLE		PAGE
1.	Measured points	25
2.	Theoretical values of deflection for Case 1	26
3.	Experimental deflections for Case 1	27
4.	Theoretical values of moment for Case 1	28
5.	Experimental strains for Case 1	29
6.	Experimental moments for Case 1	30
7.	Theoretical values of deflection for Case 2	31
8.	Experimental deflections for Case 2	32
9.	Theoretical values of moment for Case 2	33
10.	Experimental strains for Case 2	34
11.	Experimental moments for Case 2	35

LIST OF FIGURES

FIGURE PAGE

1. Hexagonal Plate 36
2. Schematic diagram of supports and instrumentation . . . 37
3. Set up for the experimentation. Case 1. 38
4. Set up for the experimentation. Case 2. 39
5. Theoretical deflection v.s. x/a, $y/a = 0$. Case 1. . 40
6. Theoretical deflection v.s. η/a, $\xi/a = 0$. Case 1. . 41
7. Theoretical moment v.s. x/a, $y/a = 0$. Case 1. . . . 42
8. Theoretical moment v.s. η/a, $\xi/a = 0$. Case 1. . . . 43
9. Theoretical deflection v.s. x/a, $y/a = 0$. Case 2. 44
10. Theoretical deflection v.s. η/a, $\xi/a = 0$. Case 2. 45
11. Theoretical moment v.s. x/a, $y/a = 0$. Case 2. . . . 46
12. Theoretical moment v.s. η/a, $\xi/a = 0$. Case 2. . . . 47
13. Experimental deflection v.s. x, $y = 0$. Case 1. . . 48
14. Experimental deflection v.s. η, $\xi = 0$. Case 1. . . 49
15. Experimental moment (M_x) v.s. x, $y = 0$, Case 1. . . 50
16. Experimental moment (M_y) v.s. x, $y = 0$. Case 1. . 51
17. Experimental moment (M_η) v.s. η, $\xi = 0$. Case 1. . 52
18. Experimental moment (M_ξ) v.s. η, $\xi = 0$. Case 1. . 53

FIGURE PAGE

19. Experimental deflection v.s. x, y = 0. Case 2.... 54

20. Experimental deflection v.s. η, ξ = 0. Case 2.... 55

21. Experimental moment (M_x) v.s. x,y = 0. Case 2.... 56

22. Experimental moment (M_y) v.s. x,y = 0. Case 2.... 57

23. Experimental moment (M_η) v.s. η,ξ = 0. Case 2.... 58

24. Experimental moment (M_ξ) v.s. η,ξ = 0. Case 2.... 59

25. Theoretical moment (M_x) v.s. y/a, x/a = 1.Case 1. 60

26. Theoretical moment (M_x) v.s. y/a, x/a = 1.Case 2. 61

27. Theoretical shear force (V_x) v.s. y/a, x/a = 1.Case 1. 62

28. Theoretical shear force (V_x) v.s. y/a, x/a = 1.Case 2. 63

29. Wheatstone bridge circuit 64

NOTATION

a	Half of width of hexagonal plate
D	Flexural rigidity
E	Modulus of elasticity
h	Thickness of plate
I	Total energy of the system
ln	Natural logarithm
M_x, M_y	Bending moments per unit length of sections of a plate perpendicular to x and y axes, respectively
M_{xy}	Twisting moment per unit length of section of a plate perpendicular to x axis
M_ξ, M_η	Bending moments per unit length of sections of a plate perpendicular to ξ and η axes, respectively
P	Concentrated load
Q_x, Q_y	Shearing forces parallel to z axis per unit length of sections of a plate perpendicular to x and y axes, respectively
q	Uniformly distributed load
V	Strain Energy
V_x	Effective transverse shear force
w	Displacement of plate
x, y, z,	Rectangular co-ordinates

r, θ	Polar co-ordinates
ξ, η	Rotated co-ordinate axes
ν	Poisson's ratio
$\varepsilon_x, \varepsilon_y$	Unit elongation in x and y directions