

การใช้วิธีนาวดาร์อันเกิดร่วมเคราะห์แผ่นรูปเหลี่ยมไว้คาน



ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

นักศึกษาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2535

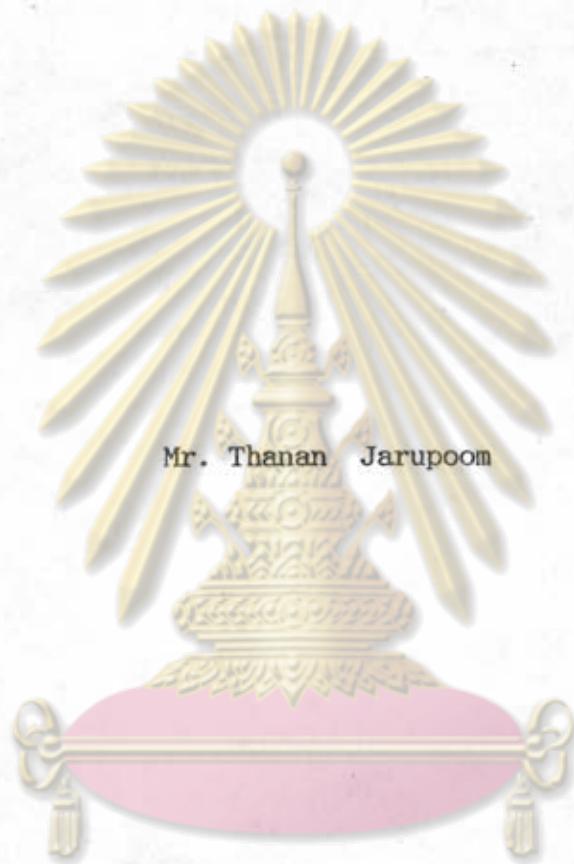
ISBN 974-581-324-9

ลิขสิทธิ์ของนักศึกษาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

018501

1471 6 000 9 1 8

BOUNDARY INTEGRAL METHOD APPLIED TO
RECTILINEAR FLAT PLATES



ศุนย์วิทยบรังษย
A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Department of Civil Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1992

ISBN 974-581-324-9

Thesis Title Boundary Integral Method Applied to Rectilinear Flat
Plates

By Mr. Thanan Jarupoom

Department Civil Engineering

Thesis Advisor Professor Thaksin Thepchatri, Ph.D.

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in
Partial Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree.

Thavorn Vajrabhaya

..... Dean of Graduate School
(Professor Thavorn Vajrabhaya, Ph.D.)

Thesis Committee

Ekasit Limsuwan Chairman
(Professor Ekasit Limsuwan, Ph.D.)

Thaksin Thepchatri Thesis Advisor

(Professor Thaksin Thepchatri, Ph.D.)

Sutham Suriyamongkol Member
(Associate Professor Sutham Suriyamongkol, D.Eng.)

Roengdeja Rajatabhothi Member

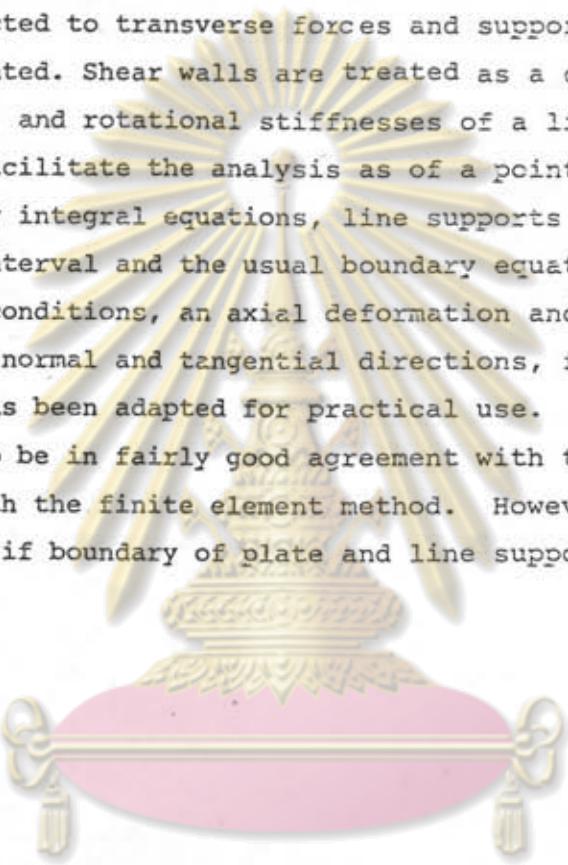
(Assistant Professor Roengdeja Rajatabhothi, Ph.D.)

C015395 : MAJOR CIVIL ENGINEERING

KEY WORD : BOUNDARY INTEGRAL METHOD/RECTILINEAR FLATE PLATES/LINE SUPPORT

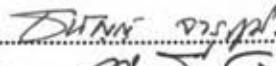
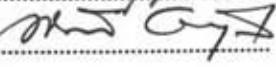
THANAN JARUPOOM : BOUNDARY INTEGRAL METHOD APPLIED TO RECTILINEAR
FLAT PLATES. THESIS ADVISOR : PROF.THAKSIN THEPCHATRI, Ph.D., 82 PP.
ISBN 974-581-324-9

The analysis of rectilinear thin isotropic elastic plates of arbitrary shapes on plan subjected to transverse forces and supported on columns and shear walls is presented. Shear walls are treated as a combination of linear line supports. Axial and rotational stiffnesses of a line support are included herein to facilitate the analysis as of a point support. In the formation of boundary integral equations, line supports are discretized into a finite number of interval and the usual boundary equations are supplemented by three additional conditions, an axial deformation and two rotational deformations in both normal and tangential directions, for each elements. A computer program has been adapted for practical use. The numerical results obtained are found to be in fairly good agreement with those of other investigators and with the finite element method. However, inconsistencies of results may occur if boundary of plate and line support are subdivided into too many intervals.



ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา
สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา 2534

ลายมือชื่อนิสิต 
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา 
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม



อันญุ้ย จากรูปมิ : การใช้วิธีการวิเคราะห์แบบที่กั่นรูปเหลี่ยมไว้คาน (BOUNDARY INTEGRAL METHODS APPLIED TO RECTILINEAR FLAT PLATES) อ.พีริกษา : ส.คร.
กักเมือง เทพชาตรี, 82 หน้า. ISBN 974-581-324-9

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาเพิ่มเติมการประยุกต์วิธีบานาวารีอินทิเกรชันกับกราฟิกกันของเบ็ดดิ เทือ
วิเคราะห์โครงสร้างแผ่นกั่นรูปเหลี่ยมไว้คานที่มีสภาพขอบอิสระ ภายใต้แรงกระทำในแบบใด ๆ โดยมี
ที่รองรับซึ่งอยู่ภายใต้แรงที่มีลักษณะเป็นจุดของรับเท่านั้น เพื่อให้สามารถวิเคราะห์โครงสร้างแผ่นกั่นนี้
ในการพิมพ์ที่รองรับเป็นแบบเด็นตรงอยู่ภายใต้แรงที่ต้องการ ขั้นตอนนี้สามารถทำให้มีได้ทั้งผลิตภัณฑ์และ
ผลิตภัณฑ์ทางการค้า เช่นเดียวกับที่รองรับแบบอุด นอกจากนี้ยังได้ปรับปรุงโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ให้สามารถ
คำนวณหาค่าตอบที่มีความละเอียดเทียบเท่าของล่าหารับใช้ในทางปฏิบัติได้ ผลลัพธ์จากการศึกษานี้ ได้
เปรียบเทียบกับผลของผู้วิจัยอื่นและผลจากวิธีในที่เอกสารเคมน์ที่พบว่า ให้ค่าที่สอดคล้องกันเป็นอย่างดี
อย่างไรก็หากแม่ข้อมูลของผู้วิจัยอื่นและที่รองรับแบบเด็นตรงของรูปแบบเดียวกันนั้นที่มากเกินไป อาจเกิดสภาพ
ผันแปรของผลลัพธ์ขึ้นได้



ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา
สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา 2534

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ACKNOWLEDGEMENTS

The author wishes to express his great appreciation to his advisor, Professor Dr. Thaksin Thepchatri, for his helpful suggestions and careful supervision throughout this study. Acknowledgement is also due to the author's thesis committee, Professor Dr. Ekasit Limsuwan, Associate Professor Dr. Sutham Suriyamongkol and Assistant Professor Dr. Roengdeja Rajatabhothi. Special thanks are extended to everyone who had involved directly and indirectly to the preparation of this thesis.

Finally, the author would like to express his gratitude and indebtedness to his parents for their supports and encouragements.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TABLE OF CONTENTS

Title Page in Thai	i
Title Page in English	ii
Thesis Approval	iii
Abstract in English	iv
Abstract in Thai	v
Acknowledgements	vi
Table of Contents	vii
List of Figures	ix
List of Symbols	x
CHAPTER	
I INTRODUCTION	1
1.1 Background	1
1.2 Scope of Study	2
II FUNDAMENTAL CONSIDERATION	4
2.1 Theory of Thin, Isotropic Elastic Plates	4
2.2 Betti's Reciprocal Theorem	7
2.3 Method of Analysis	7
III NUMERICAL SCHEME	20
3.1 Discretization of Boundary and Line Support	20
3.2 Evaluation of Domain Integrals	30
3.3 Treatment of Singularities	30
3.4 Domain Solution	31
IV EXAMPLES AND CONCLUSION	33
REFERENCES	38

APPENDICES	55
APPENDIX A Transformation of Co-ordinates	56
APPENDIX B Influence Functions	59
APPENDIX C Coefficient Matrix Components	61
APPENDIX D Evaluation of the Domain Integrals	63
APPENDIX E Treatment of Singularities	65
APPENDIX F User's Guide, Input Data and Output Results	70
VITA	82



ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LIST OF FIGURES

Figure	Title	Page
1	Element of plate	40
2	Sign convention of stress resultants	40
3	Normal co-ordinates	41
4	Representation of corner forces	41
5	Force and displacement systems in Betti's theorem	42
6	Subdivision of boundary and line support	43
7	Force system of the free-body circular sector element	44
8	Simply supported square plate , Example 1	45
9	Deflection along line of symmetry and diagonal	46
10	Normal bending moment along line of symmetry and diagonal	47
11	Square plate with four line supports, Example 2	48
12	Deflection along the line of symmetry and diagonal	49
13	Normal bending moment and twisting moment along horizontal line ($y = 0.5$)	50
14	Normal bending moment along the diagonal	51
15	Flate plate, Example 3	52
16	Deflection along x -axis, y -axis and line $y = 4.0$, $x = 4.0$	53
17	Normal bending moment along line $y = 0.5$, $x = 0.5$ and line $y = 2.5$ and $x = 4.5$	54

LIST OF SYMBOLS

A	cross-sectional area
D	flexural rigidity of plate
E	modulus of elasticity
f	influence function
h	plate thickness
I	moment of inertia , domain integrals
i,j,k,l,m,t	running indices
K	number of side of plate
K_a	axial stiffness of interior support
K_r	rotational stiffness of interior support
L	number of column supports inside the plate domain, length of member
M	number of line supports inside the plate domain
M_n	normal bending moment per unit length of sections perpendicular to n-axis
M_{nt}	twisting momenet per unit length of sections perpendicular to n-axis
M_x	normal bending moment per unit length of sections perpendicular to x-axis
M_y	normal bending moment per unit length of sections perpendicular to y-axis
M_{xy}	twisting momenet per unit length of sections perpendicular to x-axis
N	number of divided intervals of boundary

(n, t)	normal co-ordinates
P	magnitude of singular load
Q_n	shear force per unit length of sections of plate perpendicular to n-axis
Q_x	shear force per unit length of sections of plate perpendicular to x-axis
Q_y	shear force per unit length of sections of plate perpendicular to y-axis
q	intensity of distributed load
R	corner force
S	number of divided intervals of line support
T	number of loading strips
V_n	supplemented shear force per unit length of sections of plate perpendicular to n-axis
V_x	supplemented shear force per unit length of sections of plate perpendicular to x-axis
V_y	supplemented shear force per unit length of sections of plate perpendicular to y-axis
w	deflection function
(x, y)	Cartesian co-ordinates
(r, θ)	Polar co-ordinates
α	angle
β	angle
Γ	boundary of plate
Ψ	range of line supports
Δ	radius of semi-circular element of plate
δ	Dirac delta function

ϵ	radius of circular sector element of plate
θ	angle
ν	Poisson's ratio
(ξ, η)	co-ordinates
ϕ	included angle at plate boundary or corner
Ω	domain of plate



ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย