วิธีการอย่างง่ายสำหรับการวิเคราะห์โครงสร้างอาคารหลายชั้น

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

นายเอกเชาว์ จันทรโชติ

006720

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

แผนกวิชาวิศวกรรมโยธา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2521

i 183454 51

A SIMPLIFIED METHOD FOR THE ANALYSIS OF MULTISTORY STRUCTURES

Mr. Aykachao Chantarachote

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Civil Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1978

หัวข้อวิทยานิพนธ์	วิธีการอย่างง่ายสำหรับการวิเคราะห์โครงสร้างอาคารหลายชั้น
โดย	นายเอกเชาว์ จันทรโชติ
แผนกวิชา	วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุธรรม สุริยะมงคล

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

รักษาการในตำแหน่ง

..............................คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุประดิษฐ์ บุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..............................ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร. นิวัตต์ ดารานันท์)

..............................กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุธรรม สุริยะมงคล)

..............................กรรมการ

(ศาสตราจารย์ สนั่น เจริญเผ่า)

..............................กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. การุณ จันทรางศุ)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ วิธีการอย่างง่ายสำหรับการวิเคราะห์โครงสร้างอาคารหลายชั้น

ชื่อนิสิต นาย เอกเชาว์ จันทรโชติ

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธรรม สุริยะมงคล

แผนกวิชา วิศวกรรมโยธา

ปีการศึกษา 2521

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เพื่อศึกษาหาวิธีการอย่างง่ายสำหรับการวิเคราะห์โครงสร้างอาคารหลายชั้น ที่ประกอบด้วย โครงข้อแข็ง ผนังรับแรงเฉือนเดี่ยว และผนังรับแรงเฉือนคู่ โดยอาศัยหลักการของคอนตินั่ม สามารถที่จะแทนโครงข้อแข็ง และผนังรับแรงเฉือนคู่ด้วยผนังที่ต่อเนื่องตลอดความสูงของอาคาร และสามารถเขียนความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับระยะเอนในรูปของสัญญลักษณ์ทางแคลคูลัสได้ อาศัยข้อสมมุติฐานที่ว่า เมื่อมีแรงด้านข้างมากระทำโครงสร้างทั้งสามประเภทที่มาประกอบกันเข้าเป็นโครงอาคารหลายชั้นนั้น มีค่าระยะเอนเท่ากันที่ตำแหน่งความสูงเดียวกัน แล้วสามารถที่จะเขียนสมการการสมดุลย์ของแรงด้านข้างได้ ซึ่งปรากฏอยู่ในรูปของสมการดิฟเฟอเรนเชียล อันดับ 5 จากนั้นก็แก้สมการนี้หาคำตอบสำหรับกรณีที่แรงกระทำด้านข้าง กระจายสม่ำเสมอ กระจายเป็นรูปสามเหลี่ยม และแรงกระทำเป็นจุดที่จุดยอดของอาคาร

หากไม่คำนึงถึงผลของโครงสร้างใดโครงสร้างหนึ่งในสามประเภทก็อาจหาคำตอบสำหรับโครงสร้างเพียงสองประเภทที่เหลือได้เช่นกัน

ผลการวิเคราะห์ที่ได้จากวิธีนี้ เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์ของผู้อื่นที่ได้กระทำไว้ในอดีต ปรากฏว่า ให้ผลที่ใกล้เคียงกัน

นอกจากนี้ยังได้ทำการคำนวณหาค่าระยะเอน ตลอดจนแรงต่าง ๆ ที่เปลี่ยนไปเมื่อมีการเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ และยังได้แสดงความสัมพันธ์เหล่านี้ไว้ในรูปของกราฟ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการศึกษา ถึงวิธีการวิเคราะห์และออกแบบโครงอาคารประเภทนี้

Thesis Title	A Simplified Method for the Analysis of Multistory Structures.
Name	Mr. Aykachao Chantarachote
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Suthum Suriyamonkol
Department	Civil Engineering
Academic Year	1978

ABSTRACT

A simplified method for the analysis of multistory buildings, composed of frames and simple, coupled shear walls, is studied. By the use of the continuum technique, the frame and the coupled shear walls are treated as continuous structural elements throughout the height of the building. This enables the force and displacement relations due to lateral forces, to be written in the form of calculus notations. Given the assumption that the three structural systems undergo the same lateral displacement, the equilibrium equation of the lateral forces can be formulated in the form of a linear differential equation of the fifth order. The governing equation is then solved to get close form solutions for a uniformly distributed load, a triangular load, as well as a concentrated load acting at the top of the building.

By deleting one of the three structural systems, solutions for the remaining combinations can also be obtained.

The results of this method agree fairly well with previous research of other authors.

Deflections and stress resultants are calculated for various parameters and presented in the form of curves. This should provide further information for the analysis and design of this type of multistory building.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอแสดงความขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธรรม สุริยะมงคล ในฐานะอาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และความช่วยเหลือในการเขียนวิทยานิพนธ์นี้ ขอแสดงความขอบคุณต่อศาสตราจารย์ ดร.นิวัตต์ ดารานันท์ ในฐานะหัวหน้าแผนกวิชาวิศวกรรมโยธา และในฐานะกรรมการสอบ ศาสตราจารย์สนั่น เจริญเผ่า และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. การุณ จันทรางศุ ในฐานะกรรมการสอบ ที่ได้กรุณาให้โอกาสผู้เขียนในการสอบวิทยานิพนธ์นี้ และขอขอบคุณต่อบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้โอกาสผู้เขียนทั้งในด้านการศึกษา และการเขียนวิทยานิพนธ์นี้

นอกจากนี้ ผู้เขียนขอขอบคุณต่ออาจารย์ ดร.ศรีสง่า กรรณสูต ผู้อำนวยการโรงเรียนสารพัดช่างสี่พระยา ที่ได้กรุณาอำนวยความสะดวก และจัดการด้านการพิมพ์วิทยานิพนธ์นี้ให้สำเร็จลงด้วยดี และยังมีบุคคลอีกหลายท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือด้านการเขียนรูป ซึ่งผู้เขียนไม่สามารถกล่าวนามทั้งหมดในที่นี้ได้ แต่ก็ขอขอบคุณทุก ๆ ท่านที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือ จนกระทั่งวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จ.

สารบาญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิติกรรมประกาศ	ช
รายการตารางประกอบ	ญ
รายการรูปประกอบ	ฎ
รายการสัญลักษณ์	ฑ
บทที่	
1. บทนำ	1
การสำรวจผลงานในอดีต	2
ขอบข่ายการวิจัย	6
2. วิธีวิเคราะห์	7
สมมุติฐาน	7
ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับระยะเอนของโครงข้อแข็ง . .	8
ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับระยะเอนของผนังรับแรงเฉือนเดี่ยว	13
ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับระยะเอนของผนังรับแรงเฉือนคู่	15
สมการควบคุมและสภาพขอบ	20

บทที่ หน้า

3. ผลการวิเคราะห์ 26

คำตอบสำหรับผนังรับแรงเฉือนคู่ ผนังรับแรงเฉือนเดี่ยว

และโครงข้อแข็ง 26

คำตอบสำหรับผนังรับแรงเฉือนเดี่ยวและโครงข้อแข็ง. . . 39

คำตอบสำหรับผนังรับแรงเฉือนคู่และผนังรับแรง

เฉือนเดี่ยว 43

ตัวอย่างการคำนวณ 50

4. การวิจารณ์ สรุปผล และข้อเสนอแนะ 60

การวิจารณ์ 60

สรุปผล 62

ข้อเสนอแนะ 63

บรรณานุกรม 64

ภาคผนวก 66

ประวัติการศึกษา 88

รายการตารางประกอบ

ตารางที่ | หน้า

1. เปรียบเทียบผลการคำนวณตัวอย่างที่ 1 52

2. เปรียบเทียบผลการคำนวณตัวอย่างที่ 2 56

3. ผลการคำนวณตัวอย่างที่ 3 59

รายการรูปประกอบ

รูปที่		หน้า
1.	ก. ลักษณะการเอนของโครงข้อแข็งเมื่อมีแรงกระทำด้านข้าง . . .	9
	ข. ลักษณะการเอนของหน่วยโครงข้อแข็ง	10
2.	ลักษณะการเอนของผนังรับแรงเฉือนเดี่ยวเมื่อมีแรงกระทำด้านข้าง	12
3.	ผนังรับแรงเฉือนคู่และแรงในทิศทางบวก	14
4.	ลักษณะการโก่งและแรงในคานเชื่อม	17
5.	ตัวอย่างผังโครงอาคารที่ประกอบด้วยผนังรับแรงเฉือนคู่ ผนังรับแรงเฉือนเดี่ยวและโครงข้อแข็ง	21
6.	ตัวแบบโครงอาคารสำหรับการวิเคราะห์	21
7.	ผังและโครงอาคารในตัวอย่างที่ 1	51
8.	หน้าตัดของผนังรับแรงเฉือนคู่ในตัวอย่างที่ 2	54
9.	ผังของอาคารในตัวอย่างที่ 3	54
10.	ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเอนกับความสูง (α_fH=0)	69
11.	ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเอนกับความสูง (α_fH=1)	70
12.	ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเอนกับความสูง (α_fH=3)	71
13.	ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเอนกับความสูง (α_fH=5)	72
14.	ความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนต์ดัดทั้งหมดในผนังรับแรงเฉือนกับความสูง (α_fH=0)	73

รูปที่ หน้า

15. ความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนต์ดัดทั้งหมดในผนังรับแรงเฉือนกับความสูง (α_fH=1) 74
16. ความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนต์ดัดทั้งหมดในผนังรับแรงเฉือนกับความสูง (α_fH=3) 75
17. ความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนต์ดัดทั้งหมดในผนังรับแรงเฉือนกับความสูง (α_fH=5) 76
18. ความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนในโครงข้อแข็งกับความสูง (α_fH=1) 77
19. ความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนในโครงข้อแข็งกับความสูง (α_fH=3) 78
20. ความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนในโครงข้อแข็งกับความสูง (α_fH=5) 79
21. ความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนในคานเชื่อมกับความสูง (α_fH=0) 80
22. ความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนในคานเชื่อมกับความสูง (α_fH=1) 81
23. ความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนในคานเชื่อมกับความสูง (α_fH=3) 82
24. ความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนในคานเชื่อมกับความสูง (α_fH=5) 83

หอสมุดกลาง

รูปที่ หน้า

25. ความสัมพันธ์ระหว่างแรงในแนวแกนของผนังรับแรงเฉือนคู่กับความสูง ($\alpha_f H=0$) 84

26. ความสัมพันธ์ระหว่างแรงในแนวแกนของผนังรับแรงเฉือนคู่กับความสูง ($\alpha_f H=1$) 85

27. ความสัมพันธ์ระหว่างแรงในแนวแกนของผนังรับแรงเฉือนคู่กับความสูง ($\alpha_f H=3$) 86

28. ความสัมพันธ์ระหว่างแรงในแนวแกนของผนังรับแรงเฉือนคู่กับความสูง ($\alpha_f H=5$) 87

รายการสัญลักษณ์

a	= ระยะระหว่างจุดกลางผนังของผนังรับแรงเฉือนคู่
a_i	= ระยะจากเสาถึงเสาของช่วงคาน i
A_{cw1}, A_{cw2}	= พื้นที่หน้าตัดของผนังรับแรงเฉือนคู่
A_{cw}	= $A_{cw1} + A_{cw2}$
c	= ช่วงว่างระหว่างผนังของผนังรับแรงเฉือนคู่
c_i	= ช่วงว่างระหว่างเสา
d	= ความลึกของคาน
E	= โมดูลัสยืดหยุ่น
F_{cw}	= แรงในแนวแกนของผนังรับแรงเฉือนคู่
h	= ความสูงของช่วงชั้น
H	= ความสูงของอาคาร
I_b	= โมเมนต์อินเนอเชียของคานเชื่อม
I_{bi}	= โมเมนต์อินเนอเชียของคาน ในโครงข้อแข็ง
I_{ci}	= โมเมนต์อินเนอเชียของเสา ในโครงข้อแข็ง
I_w	= โมเมนต์อินเนอเชียของผนังรับแรงเฉือนเดี่ยว
I_{cw1}, I_{cw2}	= โมเมนต์อินเนอเชียของผนังรับแรงเฉือนคู่
I_{cw}	= $I_{cw1} + I_{cw2}$
I	= $I_w + I_{cw}$
K_f	= สติฟเนสเฉือนของโครงข้อแข็ง
M_w	= โมเมนต์ดัดในผนังรับแรงเฉือนเดี่ยว
M_{cw}	= โมเมนต์ดัดในผนังรับแรงเฉือนคู่
P	= แรงกระทำเป็นจุดที่จุดยอดของอาคาร
$q(X)$	= แรงกระทำด้านข้าง
q	= ขนาดของแรงกระจายสม่ำเสมอ

Q_f = แรงเฉือนในโครงข้อแข็ง

Q_w = แรงเฉือนในผนังรับแรงเฉือนเดี่ยว

Q_{cw} = แรงเฉือนในผนังรับแรงเฉือนคู่

Q_b = แรงเฉือนในคานเชื่อม

W = ขนาดสูงสุดของแรงกระจายรูปสามเหลี่ยม

X = แกนความสูง

Y = ระยะเอนของอาคาร

$$\alpha_f = \sqrt{\frac{K_f}{EI}}$$

$$\alpha_c = \sqrt{\frac{12\ I_b a^2}{Ih\ c^3}}$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{12\ I_b a^2}{Ih\ c^3}\left(1 + \frac{A_{cw} I}{a^2\ A_{cw1}\ A_{cw2}}\right)}$$

$$\alpha_1 = \left[\frac{\beta_2 + \sqrt{\beta_2^2 - 4\beta_1\beta_3}}{2\beta_1}\right]^{1/2}$$

$$\alpha_2 = \left[\frac{\beta_2 - \sqrt{\beta_2^2 - 4\beta_1\beta_3}}{2\beta_1}\right]^{1/2}$$

$$\beta_1 = EI$$

$$\beta_2 = \frac{12\ EI_b a^2}{h\ c^3}\left(1 + \frac{A_{cw} I}{a^2\ A_{cw1}\ A_{cw2}}\right) + K_f$$

$$\beta_3 = \frac{12\ EI_b a^2}{h\ c^3} \quad \frac{A_{cw}\ K_f}{a^2\ A_{cw1}\ A_{cw2} E}$$

$$\mu = 1 + \frac{A_{cw} I}{a^2\ A_{cw1}\ A_{cw2}}$$