

การวิเคราะห์โดยประมาณของโครงระนาบที่ประกอบด้วยโครงข้อแข็ง  
และผนังด้านแรงเฉือนเมื่อรับแรงกระทำด้านข้าง



นายเฉลิมเกียรติ อิศรางกูร ณ อยุธยา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2530

ISBN 974-567-326-9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

AN APPROXIMATE ANALYSIS OF PLANE FRAME-SHEARWALL  
STRUCTURES SUBJECTED TO LATERAL LOADS

Mr.Chalermkiat Issarangkura

A Thesis Submitted in Partial Fullfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Civil Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1987

ISBN 974-567-326-9

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การวิเคราะห์โดยประมาณของโครงระนาบที่ประกอบด้วยโครงข้อแข็ง และผนังต้านแรงเฉือนเมื่อรับแรงกระทำด้านข้าง

โดย นายเฉลิมเกียรติ อิศรางกูร ณ อยุธยา

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรียงเดชา รัชตโพธิ์



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของ การศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

[Signature] คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
( ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชรากัย )

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

[Signature] ประธานกรรมการ  
( ศาสตราจารย์ ดร.เอกสิทธิ์ ลิ้มสุวรรณ )

[Signature] กรรมการ  
( ศาสตราจารย์ ดร.ทักษิณ เทพชาตรี )

[Signature] กรรมการ  
( รองศาสตราจารย์ ดร.การุญ จันทราราศุ )

[Signature] กรรมการ  
( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรียงเดชา รัชตโพธิ์ )



หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวิเคราะห์โดยประมาณของโครงระนาบที่ประกอบด้วยโครงข้อแข็ง และผนังด้านแรงเฉือนเมื่อรับแรงกระทำด้านข้าง
ชื่อนิสิต	นาย เฉลิมเกียรติ อิศรางกูร ณ อยุธยา
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เรืองเดชา รัชตโพธิ์
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา	2529



บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาถึง การวิเคราะห์อย่างประมาณของโครงสร้างชนิดโครงระนาบที่ประกอบด้วยโครงข้อแข็งและผนังด้านแรงเฉือนเมื่อรับแรงกระทำด้านข้าง โดยใช้วิธีการทำซ้ำ (Iteration Method) เพื่อหาค่าการหมุนและการโก่งตัวของอาคารสูง โดยนำมาประยุกต์กับเครื่องมือโครคอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยให้การวิเคราะห์สามารถกระทำได้อย่างรวดเร็วและลดความผิดพลาดในการคำนวณ การศึกษาพบว่า การวิเคราะห์การรับแรงกระทำด้านข้างของอาคารสูงสามารถทำได้โดยแยกวิเคราะห์โครงข้อแข็งและผนังด้านแรงเฉือนให้อิสระจากกัน โดยที่โครงสร้างทั้งสองจะต้องสอดคล้องเงื่อนไขความสมดุลย์ของแรง และเงื่อนไขของความประสานเข้ากันได้ ที่ตำแหน่งต่าง ๆ ที่โครงสร้างทั้งสองเชื่อมต่อกันตลอดความสูง จากตัวอย่างการวิเคราะห์พบว่าในแต่ละรอบของการทำซ้ำ เมื่อใช้ค่าแตกต่างของค่าการหมุนและค่าแตกต่างของการโก่งตัวในแนวราบ 1 เปอร์เซ็นต์ จะให้คำตอบที่เชื่อถือได้ ซึ่งเพียงพอสำหรับการออกแบบ หลังจากที่ได้ค่าการหมุน และการโก่งตัวของโครงสร้างแล้ว ก็สามารถหาแรงภายในแต่ละชิ้นส่วนของโครงสร้างอันได้แก่แรงเฉือนและแรงดัดโดยอาศัยสมการมุมและการโก่ง (Slope-Deflection Equation)

Thesis Title     An Approximate Analysis of Plane Frame-Shearwall  
                     Structures Subjected to Lateral Loads  
Name             Chalermkiat Issarangkura  
Thesis Advisor   Assistant Professor Roengdeja Rajatabhothi  
Department       Civil Engineering  
Academic Year    1986



#### ABSTRACT

This research presents an approximate analysis of plane frame-shearwall structures subjected to lateral loads by using an iteration method. This method is applicable for use on a micro-computer which helps in speeding up the analysis and reduces errors during calculations. It is found that the deformations of high-rise structures can be determined by separating the structures into two distinct systems, namely, frames and shearwalls. The two systems must satisfy the equilibrium and compatibility conditions at the joints of connections along the height of the structures. It has been shown that good results can be achieved by using 1 percent for the tolerance of termination. Once the deformations on each member have been established, the internal forces such as shear forces and bending moments in each member may be derived from the slope-deflection equations.



### กิตติกรรมประกาศ

ในการทำวิทยานิพนธ์นี้ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เริงเดชา รัชตโพธิ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้ความรู้และคำปรึกษาแนะนำต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างมากในการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนได้ให้ความกรุณาตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ จนสำเร็จเรียบร้อย

ท้ายนี้ ผู้เขียนใคร่ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อันประกอบด้วย ศาสตราจารย์ ดร.เอกสิทธิ์ ลิ้มสุวรรณ ศาสตราจารย์ ดร.ทักษิณ เทพชาติ และ รองศาสตราจารย์ ดร.ภาณุ จันทรางศู ที่ได้กรุณาตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จด้วยดี

สารบัญ



	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญ .....	ช
รายการตารางประกอบ .....	ฅ
รายการรูปประกอบ .....	ญ
สัญลักษณ์ .....	ฎ
<b>บทที่</b>	
1    บทนำ .....	1
1.1   ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
1.2   ภูมิหลังงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	2
1.3   วัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัย .....	4
2    หลักการในการแก้ปัญหา .....	5
2.1   ความน่า .....	5
2.2   ข้อสมมติฐาน .....	5
2.3   การกำหนดชื่อเพื่อเรียกจุดต่อและชิ้นส่วนต่างๆของโครงข้อแข็ง .....	7
2.4   วิธีทำซ้ำกับสมการมุมและการโก่ง .....	9
2.5   แผนภูมิขั้นตอนการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ .....	25
3    ตัวอย่างและการวิเคราะห์ .....	28
3.1   ความน่า .....	28
3.2   การจำลองโครงสร้างให้เป็นโครงสร้างชนิดโครงระนาบ .....	28
3.3   ตัวอย่างที่ 1 .....	29
3.4   ตัวอย่างที่ 2 .....	29
3.5   ตัวอย่างที่ 3 .....	42



บทที่	หน้า
3.6 ตัวอย่างที่ 4 .....	42
4 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ .....	46
4.1 สรุปผลการวิจัย .....	46
4.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป .....	47
บรรณานุกรม .....	48
ภาคผนวก .....	49
ภาคผนวก ก วิธีการป้อนข้อมูลและแสดงตัวอย่างข้อมูล .....	50
ภาคผนวก ข รายละเอียดของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ .....	87
ประวัติ .....	123



รายการตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
2.1	แสดงแผนภูมิการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ .....	26
3.1	เปรียบเทียบค่าการโก่งตัวในแนวราบและโมเมนต์ดัดของตัวอย่างที่ 1 ...	34
3.2	เปรียบเทียบค่าการโก่งตัวในแนวราบและโมเมนต์ดัดของตัวอย่างที่ 2 ...	41
3.3	เปรียบเทียบค่าการโก่งตัวในแนวราบของตัวอย่างที่ 4 .....	43
3.4	แสดงเวลาที่ใช้ในการประมวลผลของคอมพิวเตอร์ .....	44

รายการรูปประกอบ

รูปที่		หน้า
2.1	แสดงการโก่งตัวของโครงข้อแข็งเมื่อถูกแรงกระทำ .....	6
2.2	แสดงการโก่งตัวของผนังด้านแรงเฉือนเมื่อถูกแรงกระทำ .....	6
2.3	แสดงการโก่งตัวของโครงสร้างทั้งสองชนิดเมื่อรับแรงกระทำ ด้านข้างร่วมกัน .....	6
2.4	แสดงการกำหนดข้อจุดต่อและชิ้นส่วนต่าง ๆ .....	8
2.5	แสดงการโก่งตัวและการหมุนของผนังด้านแรงเฉือน .....	11
2.6	แสดงการหมุนของจุดต่อที่ติดกับคาน เชื่อมที่มีปลายทั้งสองหมุนได้ .....	14
2.7	แสดงการหมุนของจุดต่อที่ติดกับคาน เชื่อมที่มีปลายทั้งสองยึดแน่น .....	14
2.8	แสดงการหมุนของจุดต่อที่ติดกับคาน เชื่อมที่มีปลายข้างหนึ่งยึดแน่น อีกข้างหนึ่งหมุนได้ .....	17
2.9	แสดงการหมุนของจุดต่อที่ไม่เชื่อมต่อกับคาน เชื่อม .....	17
2.10	แสดงโมเมนต์ดัดและแรงเฉือนที่เกิดขึ้นในเสา $i, j$ .....	22
2.11	แสดงแรงกระทำร่วมที่กระทำผ่านคาน เชื่อมชนิดที่ปลายทั้งสองหมุนได้ อิสระ .....	22
2.12	แสดงแรงกระทำร่วมที่กระทำผ่านคาน เชื่อมชนิดที่ปลายทั้งสองยึดแน่น .....	24
2.13	แสดงแรงกระทำร่วมที่กระทำผ่านคาน เชื่อมชนิดที่ปลายข้างหนึ่งยึดแน่น อีกข้างหนึ่งหมุนได้อิสระ .....	24
3.1	แสดงรูปแปลงของโครงข้อแข็งและผนังด้านแรงเฉือนของตัวอย่างที่ 1 .....	30
3.2	แสดงโครงสร้างจำลองของตัวอย่างที่ 1 .....	30
3.3	เปรียบเทียบการโก่งตัวในแนวราบของผนังด้านแรงเฉือนของตัวอย่างที่ 1 .	31
3.4	เปรียบเทียบแรงเฉือนในผนังด้านแรงเฉือนของตัวอย่างที่ 1 .....	32
3.5	เปรียบเทียบแรงดัดในผนังด้านแรงเฉือนของตัวอย่างที่ 1 .....	33
3.6	แสดงรูปแปลงของโครงข้อแข็งและผนังด้านแรงเฉือนของตัวอย่างที่ 2 .....	36
3.7 ก.	แสดงโครงสร้างจำลองของตัวอย่างที่ 2 .....	36

3.7 ข.	แสดงโครงสร้างจำลองของตัวอย่างที่ 2 เมื่อวิเคราะห์โดยโปรแกรม MICROFEAP .....	37
3.8	เปรียบเทียบการโก่งตัวในแนวราบของผนังด้านแรงเฉือนของตัวอย่างที่ 2 .	38
3.9	เปรียบเทียบแรงเฉือนในผนังด้านแรงเฉือนของตัวอย่างที่ 2 .....	39
3.10	เปรียบเทียบแรงดัดในผนังด้านแรงเฉือนของตัวอย่างที่ 2 .....	40
3.11	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรอบของการทำซ้ำกับอัตราส่วนของโมเมนต์อินเนอร์เซียของผนังด้านแรงเฉือนเทียบกับเสาชั้นล่างของตัวอย่างที่ 3 ...	44



### สัญลักษณ์

$E$	=	โมดูลัสยืดหยุ่นของชิ้นส่วนย่อยในโครงข้อแข็ง
$ESW$	=	โมดูลัสยืดหยุ่นของผนังด้านแรงเฉือน
$H(i)$	=	ความสูงของชั้นที่ $i$
$IP(i)$	=	แรงกระทำร่วมที่เป็นแรงในแนวราบที่กระทำต่อผนังด้านแรงเฉือนชั้นที่ $i$
$IM(i)$	=	แรงกระทำร่วมที่เป็นแรงดัดที่กระทำต่อผนังด้านแรงเฉือนชั้นที่ $i$
$IV(i)$	=	แรงกระทำร่วมที่เป็นแรงในแนวตั้งที่กระทำต่อผนังด้านแรงเฉือนชั้นที่ $i$
$K_b(i, j)$	=	สติฟเนสของคาน $i, j$
$K_c(i, j)$	=	สติฟเนสของเสา $i, j$
$K_s(j)$	=	สติฟเนสของการหมุนที่ฐานของเสาที่ $j$
$L(j)$	=	ความยาวของช่วงคานช่วงที่ $j$
$L$	=	ระยะจากแกนสะเทินของผนังด้านแรงเฉือนถึงจุดที่ยึดต่อกับคานเชื่อม
$M_b(i, j)$	=	แรงดัดที่ด้านล่างของจุดต่อ $i, j$
$M_l(i, j)$	=	แรงดัดที่ด้านซ้ายของจุดต่อ $i, j$
$M_r(i, j)$	=	แรงดัดที่ด้านขวาของจุดต่อ $i, j$
$M_t(i, j)$	=	แรงดัดที่ด้านบนของจุดต่อ $i, j$
$NB$	=	จำนวนช่วงคานทั้งหมดของโครงข้อแข็ง
$NC$	=	จำนวนแนวเสาทั้งหมดของโครงข้อแข็ง
$NS$	=	จำนวนชั้นทั้งหมด
$P(i)$	=	แรงกระทำด้านข้างที่กระทำที่ระดับพื้นชั้นที่ $i$
$V(i)$	=	ผลรวมของแรงเฉือนทั้งหมดที่เกิดขึ้นในเสาของชั้นที่ $i$ ของโครงข้อแข็ง
$V(i, j)$	=	แรงเฉือนที่เสา $i, j$
$\theta(i, j)$	=	ค่าการหมุนที่จุดต่อ $i, j$
$\theta(i)$	=	ค่าการหมุนของผนังด้านแรงเฉือนในชั้นที่ $i$
$\Delta(i)$	=	ค่าการโก่งตัวในแนวราบของชั้นที่ $i$
$\Delta_v(i)$	=	ค่าการโก่งตัวในแนวตั้งของผนังด้านแรงเฉือนที่จุดต่อกับคานเชื่อม



$\psi (i)$  = อัตราส่วนของการโค้งตัวในแนวราบเทียบกับความสูงของชั้นที่  $i$

$\infty (i)$  = อัตราส่วนของการโค้งตัวในแนวตั้งที่จุดต่อเทียบกับความยาวของคาน  
เชื่อมในชั้นที่  $i$