

การวิเคราะห์โดยประมาณสำหรับอาคารสูงภายใต้แรงกระทำด้านข้าง



นายวิเชียร ปังประเสริฐ

ศูนย์วิจัยทรัพยากร

วิทยานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2533

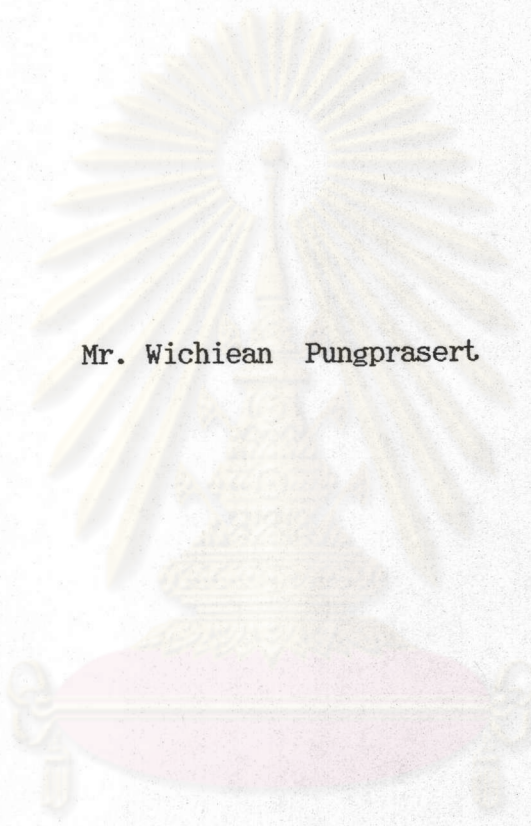
ISBN 974 - 577 - 113 - 9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

016284

I 10305291

APPROXIMATE ANALYSIS OF TALL BUILDINGS UNDER LATERAL LOADS



Mr. Wichiean Pungprasert

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fullfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Civil Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1990

ISBN 974 - 577 - 113 - 9

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การวิเคราะห์โดยประมาณสำหรับอาคารสูงภายใต้แรงกระทำด้านข้าง

โดย

นายวิเชียร ینگประเสริฐ

ภาควิชา

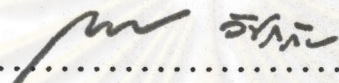
วิศวกรรมโยธา

อาจารย์ที่ปรึกษา


ศาสตราจารย์ ดร. ทักษิณ เทพชาตรี

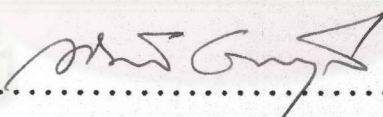


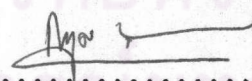
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้มหาวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของ
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต


.....  คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. อวรว วัชรวิทย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....  ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร. เอกสิทธิ์ ลิ้มสุวรรณ)

.....  อาจารย์ที่ปรึกษา
(ศาสตราจารย์ ดร. ทักษิณ เทพชาตรี)

.....  กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. การุญ จันทราราศ)

.....  กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เรืองเตชา รัชตโนทัย)

ลิขสิทธ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



พิมพ์ที่สถาบันเทคโนโลยีการศึกษามหาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร

วิเชียร ปิงประเสริฐ : การวิเคราะห์โดยประมาณสำหรับอาคารสูงภายใต้แรงกระทำ
ด้านข้าง (APPROXIMATE ANALYSIS OF TALL BUILDINGS UNDER LATERAL LOADS)

อ.ที่ปรึกษา : ศ.ดร. ทักษิณ เทพชาตรี, 64 หน้า. ISBN 974 - 577 - 113 - 9

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาวิธีการวิเคราะห์โดยประมาณ เพื่อหาค่าการเคลื่อนที่ และค่าแรงภายใน
ต่างๆที่ใช้ในการออกแบบขั้นต้นของโครงสร้างอาคารสูง ที่มีลักษณะสมมาตรหรือไม่สมมาตรภายใต้แรงกระทำ
ด้านข้าง โดยการสมมติให้แรงที่แบ่งไปในโครงสร้างแต่ละตัวแทนด้วยแรงเดี่ยวกระทำเป็นจุดที่ชั้นยอดสุด
รวมกับแรงกระจายในรูปอนุกรมพหุนามอันดับต่างๆ ตลอดความสูง จากนั้นอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างแรงและ
การเคลื่อนที่ในแต่ละโครงสร้างและโดยอาศัยความสมดุลและสมการความต่อเนื่องที่ระดับอ้างอิงใดๆ ที่กำ
หนดไว้ จะได้สมการเมตริกซ์ซึ่งใช้หาค่าการกระจายแรง และแรงภายในในแต่ละโครงสร้างได้

ผลลัพธ์ของวิธีการนี้ให้ค่าที่น่าพอใจ เมื่อเปรียบเทียบกับโปรแกรมวิเคราะห์ ETABS โดยมีความคลาดเคลื่อนสำหรับระยะเอนทางด้านข้างในช่วง 1 ถึง 5 เปอร์เซ็นต์ แรงดัดในผนังต้านแรงเฉือน
1.5 ถึง 10 เปอร์เซ็นต์ และแรงเฉือนในโครงข้อแข็ง 3 ถึง 15 เปอร์เซ็นต์ โดยการใช้ค่าระดับอ้างอิง
ไม่เกิน 10 ระดับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา
สาขาวิชา วิศวกรรมโครงสร้าง
ปีการศึกษา 2532

ลายมือชื่อนิติ วิเชียร ปิงประเสริฐ
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา



พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อ วิทยานิพนธ์ภาควิชาวิศวกรรมโยธาในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงฉบับเดียว

WICHLEAN PUNGPRASERT : APPROXIMATE ANALYSIS OF TALL BUILDINGS UNDER LATERAL LOADS. THESIS ADVISOR : PROF. THAKSIN THEPCHATRI, Ph.D. 64 pp.

This research presents an approximate analysis of symmetrical or unsymmetrical high-rise buildings subjected to lateral loading. The load distribution is composed of a concentrated load at the top of each assembly, together with a linear combination of distributed loads expressed as polynomials in the height coordinate. A set of flexibility influence coefficients, relating the deflection at any reference level to any particular load component, is established for each assembly. By making use of the equilibrium and compatibility equations at any desired set of reference levels, equations are found in matrix form and the results for each assembly may be determined.

The results of this method are satisfactory and agree fairly well with program ETABS. By using a maximum of 10 reference levels, errors ranged from 1 to 5 percent for deflection, 1.5 to 10 percent for moments in shear walls and 3 to 15 percent for shear forces in the frames.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา
สาขาวิชา วิศวกรรมโครงสร้าง
ปีการศึกษา2532.....

ลายมือชื่อนิสิต วิไลพร ชัยปวงศรี
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของศาสตราจารย์ ดร. ทักษิณ เทพชาตรี ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ความรู้ ตลอดจนข้อคิดเห็นต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างมากในการทำวิทยานิพนธ์ รวมทั้งได้ให้ความกรุณาตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนสำเร็จเรียบร้อย

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อันประกอบด้วย ศาสตราจารย์ ดร. เอกสิทธิ์ ลิ้มสุวรรณ รองศาสตราจารย์ ดร. การุณ จันทรางศุ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เรืองเดช่า รัชตโพธิ์ ที่ได้กรุณาแก้ไขวิทยานิพนธ์จนสำเร็จเรียบร้อย


ทำยนี้ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ บิดา - มารดา ที่ได้สนับสนุนในด้านการเงิน และให้กำลังใจแก่ผู้เขียนเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
รายการรูปภาพประกอบ	ณ
รายการตารางประกอบ	ญ
รายการสัญลักษณ์	ฎ
รายการภาคผนวก	ฏ
บทที่ 1. บทนำ	1
1.1 บทนำทั่วไป	1
1.2 การสำรวจวิจัยในอดีต	1
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	4
2. วิธีการวิเคราะห์	5
2.1 แนวความคิดที่ใช้	5
2.2 สมมติฐาน	5
2.3 ทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัย	6
3. ตัวอย่างและผลการวิเคราะห์	12
3.1 โครงสร้างที่สมมาตร ประกอบด้วย โครงข้อแข็ง และผนังด้านแรงเฉือนเดี่ยว	12
3.2 โครงสร้างที่ไม่สมมาตร ประกอบด้วย โครงข้อแข็ง และผนังด้านแรงเฉือนเดี่ยว	13
3.3 โครงสร้างที่สมมาตร ประกอบด้วย โครงข้อแข็ง ผนังด้านแรงเฉือนเดี่ยว และผนังด้านแรงเฉือนคู่	15

	หน้า
4. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	16
4.1 สรุปผลการวิจัย	16
4.2 ข้อเสนอแนะ	17
เอกสารอ้างอิง	18
รูปภาพประกอบ	20
ตารางประกอบ	37
ภาคผนวก	50



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการรูปภาพประกอบ

รูปที่	หน้า	
2.1	ผังโครงอาคารทั่วไปที่ใช้พิจารณา	21
2.2	ลักษณะการเคลื่อนที่ของโครงอาคาร	21
2.3	การแทนแรงกระทำด้านข้าง $p(x)$ ด้วยแรงกระทำเป็นจุด และแรงกระจายในรูปอนุกรมพหุนามอันดับต่างๆ	22
2.4	การแทนแรงบิดรอบแกน x $t(x)$ ด้วยแรงบิดกระทำเป็นจุด และแรงบิดกระจายในรูปอนุกรมพหุนามอันดับต่างๆ	22
2.5	ตำแหน่งระดับอ้างอิงสำหรับการวิเคราะห์	23
3.1	ผังโครงสร้างและรูปตั้งโครงอาคาร (ตัวอย่างที่ 1)	24
3.2	เปรียบเทียบค่าแรงเฉือนในโครงข้อแข็ง (ตัวอย่างที่ 1)	25
3.3	เปรียบเทียบค่าโมเมนต์ในผนังต้านแรงเฉือนเดี่ยว (ตัวอย่างที่ 1)	26
3.4	ผังพื้นที่ทั่วไป (ตัวอย่างที่ 2)	27
3.5	ระยะเอนของโครงข้อแข็งและผนังต้านแรงเฉือนเดี่ยว (ตัวอย่างที่ 2)	28
3.6	เปรียบเทียบค่าโมเมนต์ในผนังต้านแรงเฉือนเดี่ยว 2 (ตัวอย่างที่ 2)	29
3.7	ผังพื้นที่ทั่วไป (ตัวอย่างที่ 3)	27
3.8	รูปตั้งของโครงอาคาร (ตัวอย่างที่ 3)	30
3.9	เปรียบเทียบระยะเอนของโครงอาคาร (ตัวอย่างที่ 3) ...	31
3.10	เปรียบเทียบแรงเฉือนในโครงข้อแข็ง 1 (ตัวอย่างที่ 3) ..	32
3.11	เปรียบเทียบแรงเฉือนในโครงข้อแข็ง 2 (ตัวอย่างที่ 3) ..	33
3.12	เปรียบเทียบแรงบิดในผนังต้านแรงเฉือนเดี่ยว (ตัวอย่างที่ 3)	34

รูปที่	หน้า
3.13 เปรียบเทียบแรงบิดในผนังด้านแรงเฉือนคู่ (ตัวอย่างที่ 3)	35
ก.1 ขึ้นส่วนคานและระดับขึ้นความเร็ว	36
ก.2 ขึ้นส่วนเสาและระดับขึ้นความเร็ว	36
ก.3 แรงยึดรั้งที่ปลายเนื่องจากแรงกระจาย พหุนาม	36

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการตารางประกอบ


ตารางที่	หน้า
2.1 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการคำนวณ	38
3.1 คุณสมบัติชิ้นส่วนของโครงข้อแข็ง (ตัวอย่างที่ 1)	39
3.2 เปรียบเทียบค่าระยะเอนที่จุดยอดสุด และค่าแรงดัดพื้นฐาน ของผนังต้านแรงเฉือนเดี่ยว (ตัวอย่างที่ 1)	39
3.3 เปรียบเทียบค่าแรงเฉือน (ต้น) ในโครงข้อแข็ง (ตัวอย่างที่ 1)	40
3.4 เปรียบเทียบค่าแรงดัด (ต้น-เมตร) ในผนังต้าน แรงเฉือนเดี่ยว (ตัวอย่างที่ 1)	41
3.5 เปรียบเทียบค่าระยะเอนคงที่ และค่าการหมุนของพื้นใน ระนาบราบที่จุดยอดสุดของโครงอาคาร (ตัวอย่างที่ 2) ...	41
3.6 เปรียบเทียบค่าระยะเอนที่จุดยอดสุดของโครงข้อแข็งและ ผนังต้านแรงเฉือนเดี่ยว (ตัวอย่างที่ 2)	42
3.7 เปรียบเทียบค่าแรงดัด (ต้น-เมตร) ในผนังต้าน แรงเฉือนเดี่ยว 2 (ตัวอย่างที่ 2)	43
3.8 คุณสมบัติชิ้นส่วนขององค์อาคาร (ตัวอย่างที่ 3)	44
3.9 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ (ตัวอย่างที่ 3)	45
3.10 เปรียบเทียบค่าแรงเฉือน (ต้น) ในโครงข้อแข็งชุดที่ 1 (ตัวอย่างที่ 3)	46
3.11 เปรียบเทียบค่าแรงเฉือน (ต้น) ในโครงข้อแข็งชุดที่ 2 (ตัวอย่างที่ 3)	47
3.12 เปรียบเทียบค่าแรงดัด (ต้น-เมตร) ในผนังต้าน แรงเฉือนเดี่ยว (ตัวอย่างที่ 3)	48
3.13 เปรียบเทียบค่าแรงดัด (ต้น-เมตร) ในผนังต้าน แรงเฉือนคู่ (ตัวอย่างที่ 3)	49



รายการสัญลักษณ์

E	=	โมดูลัสยืดหยุ่นของชิ้นส่วน
F	=	เมตริกซ์การยืดหยุ่นของ โครงอาคาร
H	=	ความสูงทั้งหมดของ โครงอาคาร
h	=	ความสูงระหว่างชั้น
j	=	ดรรชนีชี้ค่า โครงอาคารตัวที่ j
J	=	จำนวนโครงอาคารทั้งหมดที่ประกอบเป็น โครงสร้าง
m	=	จำนวนเต็มใดๆ ที่แสดงค่าอันดับสูงสุดของพหุนาม
N	=	จำนวนระดับอ้างอิง
M_T	=	แรงบิดเนื่องจากแรงภายนอก
\tilde{M}_T	=	เวกเตอร์ของแรงบิดเนื่องจากแรงภายนอก
O	=	ตำแหน่งจุดอ้างอิงในโครงสร้าง
P	=	เวกเตอร์ของแรงกระทำผ่านศูนย์กลาง
P_0	=	แรงกระทำผ่านศูนย์กลางเป็นจุด ที่จุดยอดสุดในโครงอาคาร
p_i	=	แรงกระทำผ่านศูนย์กลางในรูปอนุกรมพหุนามอันดับต่างๆ ($i = 0, 1, 2, \dots$)
Q	=	แรงเฉือนที่เกิดขึ้นใน โครงอาคาร
\tilde{Q}	=	เวกเตอร์ของแรงเฉือนที่เกิดขึ้นใน โครงอาคาร
S	=	เมตริกซ์ซึ่งประกอบด้วยค่าคงที่
T	=	เวกเตอร์ของแรงบิดกระทำผ่านศูนย์กลาง
T_0	=	แรงบิดเป็นจุด ที่จุดยอดสุดใน โครงอาคาร
t_i	=	แรงบิด ในรูปอนุกรมพหุนามอันดับต่างๆ ($i = 0, 1, 2, \dots$)
W_L	=	แรงเฉือนเนื่องจากแรงภายนอก
\tilde{W}_L	=	เวกเตอร์ของแรงเฉือนเนื่องจากแรงภายนอก
x, y, z	=	ระบบพิกัดฉาก

- X = ระยะในแนวตั้งจากจุดสูงสุดในโครงอาคาร
- \tilde{y} = เวกเตอร์ของระยะเออนในทิศทางของแรงกระทำผ่านศูนย์กลาง
- z_j = ระยะของโครงอาคารจากจุดพิกัดเริ่มต้น
- ν = อัตราส่วนระหว่างความเครียดด้านข้างต่อความเครียดในแนวแกน
(Poisson's Ratio)
- c = มุมบิดในระนาบราบ
- f = พารามิเตอร์ = z/H



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการภาคผนวก

ภาคผนวก	หน้า
ก. ค่าต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์	51
ข. ตัวอย่างข้อมูลและผลลัพธ์การวิเคราะห์	55



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย