

การวิเคราะห์โครงสร้างโดยประมาณของโครงระนาบที่ประกอบด้วย  
โครงข้อแข็งและผนังต้านแรงเฉือนเมื่อรับแรงกระทำด้านข้าง



นายประจักษ์ เลิศมิ่งคลชัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2533

ISBN 974-577-280-1

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

016362

๖103๐7254

An Approximate Structural Analysis of Plane Frame -  
Shear Wall Structures Subjected to Lateral Loads



Mr. Pranote Lertmemongkolchai

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering

Department of Civil Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1990

ISBN 974-577-280-1



หัวข้อวิทยานิพนธ์

การวิเคราะห์โครงสร้างโดยประมาณของ โครงระนาบที่ประกอบด้วย  
โครงข้อแข็งและผนังต้านแรงเฉือนเมื่อรับแรงกระทำด้านข้าง

โดย

นายประณต เลิศมิ่งคลชัย

ภาควิชา

วิศวกรรมโยธา

อาจารย์ที่ปรึกษา

ศาสตราจารย์ ดร.ทักษิณ เทพชาตรี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทมหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
( ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชรภักย์ )

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

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

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

..... กรรมการ  
( รองศาสตราจารย์ ดร.การุญ จันทรางศุ )

..... กรรมการ  
( รองศาสตราจารย์ อำนวย พานิชกุล )

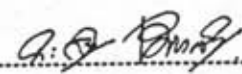
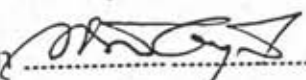


ประพนธ์ เลิศมีมงคลชัย : การวิเคราะห์โครงสร้างโดยประมาณของโครงสร้างที่ประกอบด้วย  
โครงข้อแข็งและผนังต้านแรงเฉือนเมื่อรับแรงกระทำด้านข้าง (AN APPROXIMATE  
STRUCTURAL ANALYSIS OF PLANE FRAME - SHEAR WALL STRUCTURES SUBJECTED  
TO LATERAL LOAD) อ.ที่ปรึกษา : ศ.ดร.ทักษิณ เทพชาตรี, 80 หน้า.  
ISBN 974-577-280-1

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาถึงวิธีวิเคราะห์โครงสร้างอย่างประมาณของโครงสร้างที่ประกอบด้วย  
โครงข้อแข็ง ผนังต้านแรงเฉือนคู่ และผนังต้านแรงเฉือนเดี่ยว รับแรงกระทำทางด้านข้างร่วมกัน การ  
วิเคราะห์ใช้วิธีทำซ้ำโดยอาศัยสมการมุมและการโก่งประกอบกับสมการสมดุลของแรงรอบจุดค้ำต่าง ๆ  
ในโครงสร้าง หาค่าการโก่งตัวและมุมหมุนเพื่อใช้ในการหาค่าแรงภายใน การศึกษาพบว่า การวิเคราะห์  
การรับแรงกระทำทางด้านข้างของอาคารสูงสามารถทำได้โดยแยกวิเคราะห์โครงข้อแข็ง ผนังต้านแรง  
เฉือนคู่ และผนังต้านแรงเฉือนเดี่ยวให้อิสระจากกัน โดยที่โครงสร้างแต่ละประเภทจะต้องสอดคล้องกับ  
เงื่อนไขการสอดคล้อง และเงื่อนไขการสมดุลของแรงที่ตำแหน่งค้ำต่าง ๆ ที่โครงสร้างเชื่อมต่อกันตลอด  
ความสูง การวิเคราะห์ได้จำลองผนังต้านแรงเฉือนคู่เป็นโครงข้อแข็งที่มีช่วงปลายยึดแน่น จากตัวอย่าง  
การวิเคราะห์พบว่าวิธีวิเคราะห์ที่เสนอ สามารถให้ผลลัพธ์ที่รวดเร็วและเชื่อถือได้ โดยมีค่าความ  
แตกต่างของค่าการโก่งตัวในแนวราบและแรงภายในประมาณ 10-20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับ  
ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม MICROFEAP ซึ่งสามารถนำผลลัพธ์ดังกล่าวไปใช้ในการออกแบบขั้นต้นได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา ..... วิศวกรรมโยธา  
สาขาวิชา ..... วิศวกรรมโยธา  
ปีการศึกษา ..... 2532

ลายมือชื่อนิสิต .....   
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ..... 



PRANOTE LERTMEMONGKOLCHAI : AN APPROXIMATE STRUCTURAL ANALYSIS OF  
PLANE FRAME - SHEAR WALL STRUCTURES SUBJECTED TO LATERAL LOAD. THESIS  
ADVISOR : PROF. THAKSIN THEPCHATRI, Ph.D., 80 PP. ISBN 974-577-280-1

This research presents an approximate analysis for structures consisting of frame, couple shear wall and single shear wall subjected to lateral loads. An iterative method is employed in this analysis. By using slope-deflection equations and joint equilibriums, horizontal deflections and joint rotations are obtained. Internal forces can then be calculated. The analysis can be separated into frame, couple shear wall and single shear wall which must satisfy the compatibility and equilibrium conditions at any link points throughout the height of structures. Couple shear wall is idealized as frame with rigid end zones. It has been shown that the proposed method can give satisfactory results. Horizontal deflections and internal forces obtained have discrepancy about 10-20 percent compared with those obtained from program MICROFEAP. The results thus obtained are satisfactory for preliminary design.

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา ..... วิศวกรรมโยธา  
สาขาวิชา ..... วิศวกรรมโยธา  
ปีการศึกษา ..... 2532

ลายมือชื่อนิสิต ..... A. P. Prunot  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ..... Thaksin Thepchatr



### กิตติกรรมประกาศ

ในการทำวิทยานิพนธ์นี้ ผู้เขียนใคร่ขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร. ทักษิณ เทพชาติศรี ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาได้ให้ความรู้และคำแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์อย่างมากในระหว่างการทำวิทยานิพนธ์ รวมทั้งได้ให้ความกรุณาตรวจสอบและแก้ไขวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงไปอย่างสมบูรณ์ และขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์อันประกอบด้วย ศาสตราจารย์ ดร.เอกสิทธิ์ ลิ้มสุวรรณ รองศาสตราจารย์ ดร.การุญ จันทรางศุ และ รองศาสตราจารย์ อำนาจ พานิชกุล ซึ่งได้กรุณาให้คำแนะนำ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ มารดา พี่ชาย และพี่สาว ซึ่งได้ให้โอกาสในการศึกษาเล่าเรียนและกำลังใจตลอดการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และท้ายสุดนี้ผู้เขียนขอแสดงความรำลึกถึงพระคุณของบิดาผู้ล่วงลับที่ได้เลี้ยงดูให้โอกาสและสนับสนุนการศึกษาเล่าเรียนแก่ผู้เขียนตลอดมา ณ ที่นี้

ศูนย์วิทยพัชร์พยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญ .....	ช
สารบัญตาราง .....	ญ
สารบัญรูป .....	ฎ
สัญลักษณ์ .....	ฏ
บทที่	
1. บทนำ .....	1
1.1 ความนำ .....	1
1.2 งานวิจัยที่ผ่านมา .....	2
1.3 วัตถุประสงค์ .....	4
1.4 ขอบข่ายงานวิจัย .....	4
1.5 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานวิจัย .....	4
2. วิธีวิเคราะห์ .....	5
2.1 ความนำ .....	5
2.2 ข้อสมมุติฐาน .....	5
2.3 การกำหนดชื่อจุดต่อและชิ้นส่วนในโครงสร้าง .....	6
2.4 พฤติกรรมในการรับแรงกระทำด้านข้างของโครงสร้าง .....	7

	หน้า
2.5 ทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์ .....	8
2.5.1 สมการมุมและการโค้ง .....	9
2.5.2 การวิเคราะห์หาค่าการโค้งตัวของ ผนังต้านแรงเฉือนเดี่ยว .....	11
2.5.3 การวิเคราะห์หาค่าการหมุนที่จุดต่อต่างๆในโครงข้อแข็ง ที่สอดคล้องกับการโค้งตัวของผนังต้านแรงเฉือนเดี่ยว..	12
2.5.4 การวิเคราะห์หาค่าการหมุนที่จุดต่อต่างๆในผนังต้านแรง เฉือนคู่ที่สอดคล้องกับการโค้งตัวของผนังต้านแรงเฉือน เดี่ยว .....	17
2.5.5 การหาค่าแรงกระทำในคานเชื่อม .....	20
2.5.6 การเปรียบเทียบค่าการโค้งตัวของผนังต้านแรงเฉือน เดี่ยว .....	23
2.6 ขั้นตอนในการวิเคราะห์ .....	23
2.7 แผนภูมิและขั้นตอนการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ .....	24
3. ตัวอย่างและผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบ .....	25
3.1 ความนำ .....	25
3.2 ตัวอย่างที่ 1 .....	25
3.3 ตัวอย่างที่ 2 .....	27
4. สรุปผลการวิจัย และ ข้อเสนอแนะ .....	28
4.1 สรุปผลการวิจัย .....	28
4.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป .....	29
เอกสารอ้างอิง .....	30
ภาคผนวก ก. รายการตารางประกอบ .....	32
ภาคผนวก ข. รายการรูปประกอบ .....	48



	หน้า
ภาคผนวก ค. สมการมุมและการโก่ง .....	72
ค.1 สมการมุมและการโก่งสำหรับโครงข้อแข็ง .....	73
ค.2 สมการมุมและการโก่งสำหรับผนังต้านแรงเฉือนคู่ .....	74
ประวัติผู้เขียน .....	80



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงแผนภูมิขั้นตอนการคำนวณ .....	33
ตารางที่ 3.1 เปรียบเทียบค่าการโก่งตัวในแนวราบของตัวอย่างที่ 1 เมื่อช่วงปลายยึดแน่นเท่ากับ 0.00 , 0.50 และ 1.00 เมตร .....	34
ตารางที่ 3.2 เปรียบเทียบค่าโมเมนต์ดัดของตัวอย่างที่ 1 เมื่อช่วงปลายยึดแน่นเท่ากับ 0.00 เมตร .....	35
ตารางที่ 3.3 เปรียบเทียบค่าโมเมนต์ดัดของตัวอย่างที่ 1 เมื่อช่วงปลายยึดแน่นเท่ากับ 0.50 เมตร .....	36
ตารางที่ 3.4 เปรียบเทียบค่าโมเมนต์ดัดของตัวอย่างที่ 1 เมื่อช่วงปลายยึดแน่นเท่ากับ 1.00 เมตร .....	37
ตารางที่ 3.5 เปรียบเทียบค่าโมเมนต์ดัดในผนังด้านแรงเฉือนเดี่ยวของตัวอย่างที่ 1 เมื่อช่วงปลายยึดแน่นต่างๆ .....	38
ตารางที่ 3.6 เปรียบเทียบค่าโมเมนต์ดัดในผนังด้านแรงเฉือนคู่ของตัวอย่างที่ 1 เมื่อช่วงปลายยึดแน่นต่างๆ .....	39
ตารางที่ 3.7 เปรียบเทียบค่าโมเมนต์ดัดในคานเชื่อมระหว่างผนังด้านแรงเฉือนเดี่ยวคู่ของตัวอย่างที่ 1 .....	40
ตารางที่ 3.8 เปรียบเทียบค่าแรงเฉือนของตัวอย่างที่ 1 เมื่อช่วงปลายยึดแน่นเท่ากับ 0.00 เมตร .....	41
ตารางที่ 3.9 เปรียบเทียบค่าแรงเฉือนของตัวอย่างที่ 1 เมื่อช่วงปลายยึดแน่นเท่ากับ 0.50 เมตร .....	42
ตารางที่ 3.10 เปรียบเทียบค่าแรงเฉือนของตัวอย่างที่ 1 เมื่อช่วงปลายยึดแน่นเท่ากับ 1.00 เมตร .....	43

	หน้า
ตารางที่ 3.11	เปรียบเทียบค่าการโค้งตัวในแนวราบและค่าโมเมนต์ตัด ในผนังต้านแรงเฉือนเดี่ยวของตัวอย่างที่ 2 ..... 44
ตารางที่ 3.12	เปรียบเทียบค่าโมเมนต์ตัดในผนังต้านแรงเฉือนคู่และค่าโมเมนต์ตัด ในคานเชื่อมของตัวอย่างที่ 2 ..... 45
ตารางที่ 3.13	เปรียบเทียบค่าโมเมนต์ตัดในโครงข้อแข็งของตัวอย่างที่ 2 ..... 46
ตารางที่ 3.14	เปรียบเทียบค่าแรงเฉือนของตัวอย่างที่ 2 ..... 47



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดง โครงสร้างจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์.....	49
รูปที่ 2.2 แสดงการกำหนดชื่อจุดต่อของโครงสร้าง .....	49
รูปที่ 2.3 แสดงการกำหนดชื่อชิ้นส่วนของโครงสร้าง .....	49
รูปที่ 2.4 แสดงการ โถงตัวของ โครงข้อแข็งเมื่อถูกแรงกระทำ .....	50
รูปที่ 2.5 แสดงการ โถงตัวของผนังด้านแรงเฉือนเดียวเมื่อถูกแรงกระทำ .....	50
รูปที่ 2.6 แสดงการ โถงตัวของผนังด้านแรงเฉือนคู่เมื่อถูกแรงกระทำ .....	50
รูปที่ 2.7 แสดงการ โถงตัวของ โครงสร้างรวมเมื่อรับแรงกระทำร่วมกัน.....	51
รูปที่ 2.8 แสดง โครงระนาบที่ประกอบด้วย โครงข้อแข็ง ผนังด้านแรงเฉือนเดียว และผนังด้านแรงเฉือนคู่.....	52
รูปที่ 2.9 แสดง โครงสร้างจำลองของผนังด้านแรงเฉือนคู่.....	52
รูปที่ 2.10 แสดง โครงระนาบที่ประกอบด้วย โครงข้อแข็ง ผนังด้านแรงเฉือนเดียว และผนังด้านแรงเฉือนคู่ที่มีคานเชื่อมยึดแน่นที่ โครงข้อแข็ง .....	53
รูปที่ 2.11 แสดงชิ้นส่วนคานเมื่อรับแรงคด .....	54
รูปที่ 2.12 แสดงชิ้นส่วนคานที่มีช่วงปลายยึดแน่นเมื่อรับแรงคด .....	54
รูปที่ 2.13 แสดงการ โถงตัวของผนังด้านแรงเฉือนเดียว .....	55
รูปที่ 2.14 แสดงการหมุนของจุดต่อที่ติดกับคานเชื่อมที่มีปลายหมุนได้ทั้งสองข้าง ....	56
รูปที่ 2.15 แสดงการหมุนของจุดต่อที่ติดกับคานเชื่อมที่มีปลายข้างหนึ่งยึดแน่น อีกข้าง หมุนได้ทั้งสองข้าง .....	56
รูปที่ 2.16 แสดงการหมุนของจุดต่อที่ไม่ติดกับคานเชื่อม.....	57
รูปที่ 2.17 แสดงการหมุนของจุดต่อที่ติดกับคานเชื่อมระหว่าง ผนังด้านแรงเฉือนเดียว และผนังด้านแรงเฉือนคู่.....	57
รูปที่ 2.18 แสดง โมเมนต์คดและแรงเฉือนที่เกิดขึ้นในคาน $i, j$ .....	58

	หน้า
รูปที่ 2.19 แสดงแรงกระทำที่ผ่านคานเชื่อม .....	58
รูปที่ 3.1 แสดงรูปผนังต้านแรงเฉือนเดี่ยวและผนังต้านแรงคู่ของตัวอย่างที่ 1 .....	59
รูปที่ 3.2 แสดงรูปจำลองของตัวอย่างที่ 1 .....	59
รูปที่ 3.3 แสดงโครงสร้างที่มีช่วงปลายยึดแน่นเท่ากับศูนย์ของตัวอย่างที่ 1 .....	59
รูปที่ 3.4 แสดงรูปแปลนของตัวอย่างที่ 2 .....	60
รูปที่ 3.5 แสดงรูปจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์ของตัวอย่างที่ 2 .....	60
รูปที่ 3.6 เปรียบเทียบค่าการโก่งตัวในแนวราบของตัวอย่างที่ 1	
ก. เมื่อช่วงปลายยึดแน่นเท่ากับ 0.00 เมตร .....	61
ข. เมื่อช่วงปลายยึดแน่นเท่ากับ 0.50 เมตร .....	62
ค. เมื่อช่วงปลายยึดแน่นเท่ากับ 1.00 เมตร .....	63
ง. เมื่อช่วงปลายยึดแน่นต่างๆ .....	64
รูปที่ 3.7 เปรียบเทียบค่าโมเมนต์ดัดของตัวอย่างที่ 1	
ก. เมื่อช่วงปลายยึดแน่นเท่ากับ 0.00 เมตร .....	65
ข. เมื่อช่วงปลายยึดแน่นเท่ากับ 0.50 เมตร .....	66
ค. เมื่อช่วงปลายยึดแน่นเท่ากับ 1.00 เมตร .....	67
ง. เมื่อช่วงปลายยึดแน่นต่างๆ .....	68
จ. ที่คานเชื่อมในผนังต้านแรงเฉือนคู่เมื่อช่วงปลายยึดแน่นต่างๆ .....	69
รูปที่ 3.8 เปรียบเทียบค่าการโก่งตัวในแนวราบของตัวอย่างที่ 2 .....	70
รูปที่ 3.9 เปรียบเทียบค่าโมเมนต์ดัดของตัวอย่างที่ 2 .....	71



### สัญลักษณ์

$E$	=	โมดูลัสยืดหยุ่นของ โครงข้อแข็ง
$ECW$	=	โมดูลัสยืดหยุ่นของผนังด้านแรงเฉือนคู่
$ESW$	=	โมดูลัสยืดหยุ่นของผนังด้านแรงเฉือนเดี่ยว
$H(i)$	=	ความสูงชั้นที่ $i$
$IP(i)$	=	แรงกระทำร่วมในคาน เชื่อมที่เชื่อมระหว่างผนังด้านแรงเฉือนคู่กับผนังด้านแรงเฉือนเดี่ยว
$IP'(i)$	=	แรงกระทำร่วมในคาน เชื่อมที่เชื่อมระหว่างโครงข้อแข็งและผนังด้านแรงเฉือนคู่
$K_b(i, j)$	=	สติฟเนสของคาน $i, j$
$K_c(i, j)$	=	สติฟเนสของเสา $i, j$
$K_w(i, j)$	=	สติฟเนสของผนังด้านแรงเฉือน $i, j$
$K_{w_c}(j)$	=	สติฟเนสของการหมุนที่ฐานของเสาที่ $j$
$K_{w_w}(j)$	=	สติฟเนสของการหมุนที่ฐานของผนัง $j$
$L(j)$	=	ช่วงระยะระหว่างเสา
$L$	=	ช่วงระยะระหว่างผนังด้านแรงเฉือนคู่
$m$	=	ช่วงปลายยึดแน่นด้านซ้ายของคาน เชื่อมระหว่างผนังด้านแรงเฉือนคู่
$M_b(i, j)$	=	โมเมนต์ดัดที่ด้านล่างของจุด $i, j$
$M_1(i, j)$	=	โมเมนต์ดัดที่ด้านซ้ายของจุด $i, j$
$M_r(i, j)$	=	โมเมนต์ดัดที่ด้านขวาของจุด $i, j$
$M_c(i, j)$	=	โมเมนต์ดัดที่ด้านบนของจุด $i, j$
$NB$	=	จำนวนช่วงคานทั้งหมดของโครงข้อแข็ง

$n$	=	ช่วงปลายยึดแน่นด้านขวาของคานเชื่อมระหว่างผนังด้านแรง เฉือนคู่
$NC$	=	จำนวนเสาทั้งหมดของโครงข้อแข็ง
$NS$	=	จำนวนชั้นทั้งหมด
$P(i)$	=	แรงกระทำด้านข้างที่กระทำที่ระดับพื้นชั้นที่ $i$
$V(i)$	=	ผลรวมของแรงเฉือนในเสาชั้นที่ $i$ ของโครงข้อแข็ง
$v(i,j)$	=	แรงเฉือนที่เสา $i,j$
$V_u(i)$	=	ผลรวมของแรงเฉือนในผนังด้านแรงเฉือนคู่ที่ชั้นที่ $j$
$v_u(i,j)$	=	แรงเฉือนที่ผนัง $i,j$
$\theta(i,j)$	=	ค่าการหมุนที่จุดต่อ $i,j$ ในโครงข้อแข็ง
$\theta_u(i,R)$	=	ค่าการหมุนที่จุดต่อชั้นที่ $i$ ในผนังด้านแรงเฉือนขวา
$\theta_u(i,L)$	=	ค่าการหมุนที่จุดต่อชั้นที่ $i$ ในผนังด้านแรงเฉือนซ้าย
$\Delta(i)$	=	ค่าการโก่งตัวในแนวราบที่ชั้น $i$
$\Delta_u(i)$	=	ค่าการโก่งตัวในแนวตั้งของผนังด้านแรงเฉือนที่ติดกับคานเชื่อม
$\phi(i)$	=	ค่าอัตราส่วนการโก่งตัวในแนวราบเทียบกับความสูงชั้นที่ $i$
$\alpha(i)$	=	ค่าอัตราส่วนการโก่งตัวในแนวตั้งเทียบกับความยาวของ คานเชื่อมชั้นที่ $i$
$G$	=	โมดูลัสการเฉือนของโครงข้อแข็ง
$GS$	=	โมดูลัสการเฉือนของผนังด้านแรงเฉือน