

## การทดสอบที่ 2 แรงเฉือนตรงของเหล็ก (Direct Shear of Steel)

### วัตถุประสงค์

เพื่อพฤติกรรมและสมบัติของเหล็กภายใต้แรงเฉือนตรง

### มาตรฐานอ้างอิง

The Testing and Inspection of Engineering Materials

### เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบ

1. เครื่องทดสอบแบบ Universal Testing Machine, UTM ขนาด 200 ตัน ยี่ห้อ Mark IV



2. ชุดทดสอบแรงเฉือน



3. ตลับเมตร
4. เลื่อยตัดเหล็ก

### ตัวอย่างทดสอบ

1. เหล็กกลม ยาว 15 cm เส้นผ่านศูนย์กลางและจำนวนตามที่กำหนด
2. เหล็กข้ออ้อย ยาว 20 cm เส้นผ่านศูนย์กลางและจำนวนตามที่กำหนด

### วิธีการทดสอบ

1. วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของตัวอย่างทดสอบ
2. ติดตั้งตัวอย่างทดสอบเข้ากับชุดทดสอบแรงเฉือน แล้วนำตัวอย่างติดตั้งบนเครื่อง

### ทดสอบ UTM

3. ให้นำหนักที่เครื่องทดสอบเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งตัวอย่างทดสอบนั้นขาดออกจากกัน
4. บันทึกค่าแรงสูงสุดที่ทำให้เหล็กขาด พร้อมทั้งสังเกตสภาพการขาดของตัวอย่างทดสอบ
5. คำนวณค่ากำลังเฉือน โดย

$$\text{กำลังเฉือน (Shearing Strength)} = \frac{\text{แรงสูงสุด (Peak Load)}}{\text{พื้นที่หน้าตัดรับแรงเฉือนของเหล็ก}}$$

ผลการทดสอบ

Sample No.	Diameter	Area	Peak Load	Shearing Stress	Remark

สเก็ทซ์ภาพการขาดของตัวอย่างทดสอบ

รายการคำนวณ

## ทฤษฎี

การทดสอบโดยการเฉือนเป็นวิธีทดสอบที่แตกต่างจากการทดสอบโดยการดึงและการอัด คือการเฉือนของแรงที่กระทำตรงกันข้ามมีทิศทางตั้งฉากกับพื้นที่หน้าตัดที่ขาดหรือแตก และการทดสอบโดยการเฉือนนี้ ทำเพื่อหาคุณสมบัติความต้านทานการเฉือนของวัสดุซึ่งจะต้องนำไปใช้ในการทำชิ้นส่วนเครื่องกลที่ต้องรับแรงเฉือน เช่น หมุดย้ำ สลักเกลียวและสลัก เป็นต้น นอกจากนั้นยังจะนำไปใช้ประโยชน์ในงานอัดชนิดต่างๆของโลหะ เช่น งานเจาะ (piercing) งานตัด (blanking and punching) เป็นต้น

### หน่วยแรงเฉือน (Shearing Stress)

หน่วยแรงเฉือนเป็นหน่วยแรงที่กระทำตั้งฉากกับแนวระนาบของหน่วยแรงดึงและหน่วยแรงอัด นำหนักบรรทุกที่กระทำจะทำให้เกิดหน่วยแรงเฉือนของวัตถุ จากการศึกษาผลจากการทดลองในวัสดุ มีสิ่งสำคัญที่น่าสนใจดังต่อไปนี้

1. ผลของแรงจะกระทำขนานกัน แต่ทิศทางตรงข้ามกันซึ่งจะต้องผ่านจุดศูนย์กลางของหน้าตัด หน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้นบนหน้าตัดจะเป็นแนวเดียวกันตลอดและมีค่าเดียวกัน ซึ่งอาจจะเข้าใจผิดความเป็นจริง แต่ไม่เป็นเช่นนั้น กรณีของหมุดย้ำ แรงเฉือนที่เกิดขึ้นเป็นค่าที่ใกล้เคียงกันมาก

2. ถ้ามีแรงมากระทำในแนวระนาบ จะต้องตั้งฉากกับแนวแกนของวัสดุ เมื่อมีแรงมากระทำเพิ่มขึ้นจะทำให้หน่วยแรงเฉือนตัดเพิ่มขึ้นด้วย ในกรณีของคานรูปหน้าตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีน้ำหนักมากระทำในแนวหน้าตัดขวางแรงเฉือนที่เกิดขึ้นจะต้องตรงกันข้ามกับพื้นที่หน้าตัดจะมีค่าเปลี่ยนแปลงจากศูนย์แล้วสูงขึ้นเรื่อยๆต่ำสุดที่ผิวของคานและสูงสุดที่แกนกลางของวัสดุ

3. แรงขนานที่กระทำตรงกันข้ามแต่ไม่ได้อยู่ในแนวเดียวกัน กระทำกับวัสดุไปตามแนวยาว แรงคู่ควบที่เกิดขึ้นจะทำให้บิดตามแนวแกนราบ การบิดนี้จะกระทำต่อเมื่อพื้นที่มีอย่างต่อเนื่องเต็มหน้าตัดซึ่งเรียกว่าแรงบิด

### พฤติกรรมของวัสดุภายใต้แรงเฉือน

เมื่อวัสดุหรือชิ้นส่วนเครื่องกลได้รับแรงเฉือนมากกระทำ ก็จะเกิดหน่วยแรงเฉือนทั่วพื้นที่หน้าตัด ซึ่งจะพยายามเฉือนวัสดุให้ขาดออกจากกัน โดยแรงเฉือนที่มากระทำนั้นจะขนานกับพื้นที่ที่รับแรงเฉือน และแรงเฉือนที่ได้รับความสนใจมากในการทดสอบวัสดุจะมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ

1. แรงเฉือนตรง (direct shear)
2. แรงเฉือนบิด (torsional shear)

### แรงเฉือนตรง (Direct Shear)

แรงเฉือนตรงหมายถึงผลรวมของแรงขนานที่มีทิศทางตรงกันข้ามกระทำผ่านจุดศูนย์กลางของพื้นที่ซึ่งมีขนาดเล็กและอาจจะเป็นไปได้ว่าเมื่อวัสดุได้รับแรงเฉือนก็จะเปิดหน่วยแรงเฉือนที่สม่ำเสมอทั่วทั้งพื้นที่หน้าตัด ซึ่งในความเป็นจริงแล้ว วัสดุที่รับแรงเฉือนตรงโดยทั่วไปมักจะมีแรงคด โค้งและแรงเสียดทานเกิดขึ้นพร้อมด้วยเสมอจึงสรุปได้ว่า ในทางปฏิบัติวัสดุไม่มีโอกาสที่จะรับแรงเฉือนตรงเพียงอย่างเดียวได้ สำหรับตัวอย่างของลักษณะเฉือนตรงได้แก่ การคดเหล็กและแรงเฉือนที่กระทำแก่หมุดย้ำ สลัก เป็นต้น

แรงเฉือนตรงอาจแบ่งออกได้ตามพื้นที่ของการรับแรงเฉือนดังนี้

1. แรงเฉือนเดี่ยว (Single Shear) หมายถึงแรงเฉือนที่กระทำบนวัสดุ โดยมีพื้นที่ของวัสดุในการรับแรงอยู่บนระนาบเพียงระนาบเดียว
2. แรงเฉือนคู่ (Double Shear) หมายถึงแรงเฉือนที่กระทำบนวัสดุ โดยมีพื้นที่ของวัสดุในการรับแรงอยู่ระนาบสองระนาบ

### หน่วยแรงเฉือนที่ยอมให้

พ.ร.บ. ควบคุมอาคาร ได้กำหนดค่าของหน่วยแรงเฉือนที่ยอมให้ (allowable shearing stress) โดยใช้ค่าส่วนปลอดภัยไม่เกิน 1 ใน 4 ของหน่วยแรงเฉือนประลัยดังแสดงในตาราง หน่วยแรงเฉือนที่ยอมให้ (allowable shearing stress) ของเหล็กชนิดต่างๆ

ชนิดเหล็ก	หน่วยแรงดึงที่ยอมให้ (kg/cm <sup>2</sup> )	หน่วยแรงอัดที่ยอมให้ (kg/cm <sup>2</sup> )	หน่วยแรงเฉือนที่ยอมให้ (kg/cm <sup>2</sup> )
เหล็กหล่อ	200	200	200
เหล็กอ่อน	700	700	600
เหล็กถ่วงอ่อน	1,000	1,000	800
เหล็กเสริมคอนกรีต	1,200	1,200	850

มาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (ว.ส.ท.) ได้กำหนดค่าของหน่วยแรงที่ยอมให้ (allowable stress) สำหรับหมุดย้ำและสลักเกลียวไว้ดังนี้

หน่วยแรงที่ยอมให้สำหรับหมุดย้ำ

ชนิดของหมุดย้ำ	หน่วยแรง ดึงที่ยอมให้ (Ft) (kg/cm <sup>2</sup> )	หน่วยแรงเฉือนที่ยอมให้ (Fv) (kg/cm <sup>2</sup> )				
		รอยต่อแบบเลื่อนวิกฤต				รอยต่อ แบบรับแรง แบกทาน
		รูเจาะ มาตรฐาน	รูเจาะแบบ ใหญ่กว่า มาตรฐาน และ รูเจาะแบบ ร่องสั้น	รูเจาะแบบร่องยาว		
น้ำหนักร กระทำตั้ง ฉาก	น้ำหนักร กระทำใน แนวขนาน					
A502 G1 ย้ำร้อน	1,600	-	-	-	-	1,225
A502 G2 G3 ย้ำร้อน	2,030	-	-	-	-	1,540

หมายเหตุ

รอยต่อแบบแรงแบกทาน (bearing type connection) รอยต่ออาจมีการขยับหรือเคลื่อนที่ได้ (slip)

รอยต่อแบบเลื่อนวิกฤต (slip critical connections) เป็นการต่อโดยการขันสลักเกลียวให้แน่นจนมี

แรงดึงเกิดขึ้นในสลักเกลียวไม่น้อยกว่า 70 ของกำลังดึงประลัยของสลักเกลียว รอยต่อไม่มีการขยับหรือเรียกว่ารอยต่อแบบมีแรงฝืด (friction type)

หน่วยแรงที่ยอมรับให้สำหรับสลักเกลียว

ชนิดของหมุดยึด	หน่วยแรงดึงที่ยอมรับให้ (Ft) (kg/cm <sup>2</sup> )	หน่วยแรงเฉือนที่ยอมรับให้ (Fv) (kg/cm <sup>2</sup> )				
		รอยต่อแบบเลื่อนวิกฤต				รอยต่อแบบรับแรงแบกทาน
		รูเจาะมาตรฐาน	รูเจาะแบบใหญ่กว่ามาตรฐาน และรูเจาะแบบร่องสั้น	รูเจาะแบบร่องยาว		
น้ำหนักระทำตั้งฉาก	น้ำหนักระทำในแนวขนาน					
ชนิด A307	1400	-	-	-	-	700
ชนิด A325 (เมื่อเกลียวอยู่ในระนาบของแรงเฉือน)	3,080	1,190	1,050	840	700	1,470
ชนิด A325 (เมื่อเกลียวไม่อยู่ในระนาบของแรงเฉือน)	3,080	1,190	1,050	840	700	2,100
ชนิด A490 (เมื่อเกลียวอยู่ในระนาบของแรงเฉือน)	3,780	1,470	1,260	1,050	910	1,960
ชนิด A490 (เมื่อเกลียวไม่อยู่ในระนาบของแรงเฉือน)	3,780	1,470	1,260	1,050	910	2,800