หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

บทที่ 3

การทดลองหากลสมบัติของไม้ และสภาพการรับแรงของคาน

3.1 แนวทางการเตรียมการทดลอง

จากผลการทดลองในอดีตพบว่า ความแข็งแรงของคานไม้จะเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยสำหรับการที่มีพื้นที่หน้าตัดอยู่ในระหว่างขนาด 1 ซม. + 1 ซม. จนถึงขนาด 6 ซม. + 6 ซม.

ดังนั้นการกำหนดมาตรฐานในการทดลองคานไม้เพื่อหากลสมบัติต่าง ๆ จะใช้ขนาดของคานในช่วงนี้ เช่น มาตรฐานในเยอรมัน (DIN 52186) ได้กำหนดพื้นที่หน้าตัดของคานมาตรฐานที่ใช้ในการทดลองอยู่ในระหว่าง 2 ซม. + 2 ซม. ถึง 4 ซม. + 4 ซม. และเพื่อหลีกเลี่ยงผลเนื่องจากแรงเฉือนจึงกำหนดความยาวของช่วงคานไม่น้อยกว่า 15 เท่าของความลึกของคาน อัตราการเพิ่มภาระให้คงที่และอยู่ในระหว่าง 400 – 500 kp/ cm^2 ต่อนาที

มาตรฐานของชิ้นงานในสหรัฐอเมริกา (ASTM D 143-52) จะใช้ขนาดของชิ้นงานตัวอย่างเท่ากับ 2" + 2" ยาว 30" ความยาวช่วงคาน 28" กำหนดอัตราการเพิ่มระยะโก่งเท่ากับ 0.1" ต่อนาที

การทดลองหากลสมบัติของไม้โดยการทดสอบการดัดตามมาตรฐานดังกล่าวนี้ก็เพื่อที่จะหาค่าความเค้นดัดที่ขอบเขตของการได้สัดส่วน หาความเค้นดัดประลัย หาโมดูลัสในแนวขนานเสี้ยน และหาค่างานที่ทำให้ไม้เสียรูปในการดัด แต่การทดลองคานไม้ในการวิจัยครั้งนี้ก็เพื่อที่จะหาผลของแรงเฉือนที่มีต่อลักษณะของการโก่งงอของคาน และการทดสอบหาค่าโมดูลัสของแรงเฉือนในแนวคาน และโมดูลัสของความยืดหยุ่นในแนวเสี้ยน เพื่อนำผลไปใช้ในการคำนวนออกแบบคานไม้เสริมผิวด้วย ดังนั้น การทดสอบเพื่อหาค่าโมดูลัสของความยืดหยุ่นและโมดูลัสของแรงเฉือนของคานจึงต้องใช้ความยาวช่วงคานต่าง ๆ กัน เพราะผลของแรงเฉือนที่มีต่อการโก่งงอของคาน ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนความลึกกับความยาวช่างคาน

เนื่องจากค่ากลสมบัติของไม้จะ เปลี่ยนแปลงไปตามความชื้น อุณหภูมิ และลักษณะของ เนื้อไม้ ดังนั้นชิ้นงานที่เตรียมไว้สำหรับทดลองควรจะ เก็บไว้ในสภาพอุณหภูมิคงที่ และสภาพความชื้นไม่ เปลี่ยนแปลงมากนัก การทดลองก็กระทำที่ระดับอุณหภูมิ เดียวกันด้วย

3.2 วิธี เตรียมชิ้นงาน

ไม้ที่นำมาใช้ในการทดลองมี 3 ชนิด คือ ไม้ยาง (**Dislerocarpus sp.**) ไม้ตะ เคียนหิน (**Hopea ferrea Piere**) และไม้ตะ เคียนทอง (**Hopea odorata Roxb.**) ไม้ท่อนขนาด 5" + 2" แตกให้เป็นท่อน เล็กขนาด 1.1/2" + 1" แต่ละท่อนจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งใช้สำหรับนำไปทดสอบหากลสมบัติ ส่วนหนึ่งใช้สำหรับนำไปทดสอบหาสภาพการรับแรงของคาน ส่วนที่จะนำไปใช้ทดสอบหากลสมบัติจะแต่งผิวจน เหลือขนาด 18 มม. + 14 มม. และส่วนที่นำไปทำ เป็นคาน เมื่อแต่งผิวแล้วจะ เหลือขนาด 16 มม. + 10 มม. ก่อนที่จะแบ่งแยกส่วนไม้ที่จะนำไปทดลองหากลสมบัติและทดสอบสภาพการรับน้ำหนักของคาน ได้ทำการวัดขนาดเพื่อคำนวนหาปริมาตรและชั่งน้ำหนักบันทึกไว้ เพื่อนำ เข้า เตาอบไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 105 °c จนน้ำหนักอยู่ตัวซึ่งใช้ เวลาประมาณ 6 ชม. และนำออกมาชั่งน้ำหนักใหม่อีกครั้งหนึ่ง นำตัว เลขมาคำนวนหา เปอร์ เซนต์ความชื้นและความถ่วงจำ เพาะจากสูตร [18]

$$\text{เปอร์เซนต์ความชื้น} = \frac{W_c - W_d}{W_d} \times 100 \qquad (3.1)$$

$$\text{ถ.พ.} = \frac{W_c}{V_c} \qquad (3.2)$$

เมื่อ W_c = น้ำหนักก่อนอบ

W_d = น้ำหนักของไม้อบแห้งแล้ว

V_c = ปริมาตรก่อนอบ

โลหะแผ่นที่นำมาใช้ เป็นแผ่นประกบของคาน เสริมผิว คือแผ่นอลูมิ เนียม 2 ขนาด คือ 2.05 มม. และ 0.90 มม. ผิวที่ประกบติดกับไม้ทำผิวให้หยาบโดยการทำ **sand blast** แล้วทำความสะอาดและล้างด้วยโซดาไฟ ใช้กาวอีพอกซี่ **Escoweld 7205** ทาผิว

ไม้และอลูมิเนียมใช้ปากกาบีบทิ้งไว้ 24 ชม. เมื่อถอดออกแล้วทิ้งไว้ไม่ต่ำกว่า 5 วัน จึงเริ่มทำการทดลอง

3.3 การทดสอบการดัด

3.3.1 การทดสอบหากลสมบัติของไม้

ไม้ตัวอย่าง ใช้ขนาดหน้าตัดขวาง เท่ากับ 18 มม. + 14 มม. มีความผิดพลาดในขนาดอยู่ในระหว่าง 0.3 มม. ความลาดเอียงของเสี้ยนในแนวคานไม่เกิน 1 ใน 30 ไม้แต่ละชนิดหาค่ากลสมบัติโดยเฉลี่ยจากชิ้นงานตัวอย่าง 4 ชิ้น การยึดปลายคานเป็นแบบ **simple supports** ใช้แรงกดที่กึ่งกลางคานให้น้ำหนักโดยรักษาอัตราการเพิ่มความเครียดในคานให้คงที่และใกล้เคียงกับอัตราการเพิ่มความเครียดในการทดสอบคานมาตรฐาน แต่เนื่องจากขนาดของคานที่ใช้ทดสอบครั้งนี้ มีขนาดเล็กว่าขนาดของคานมาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบหากลสมบัติ และอัตราการเพิ่มความเครียดในคานจะเป็นอัตราส่วนตรงกับผลคูณของความยาวช่วงคานกับความลึกของคาน และระยะโก่งของคานจะเป็นอัตราส่วนตรงกับกำลังสามของอัตราส่วนความยาวช่วงคานกับความลึก ดังนั้น หลักจากปรับแต่งอัตราการโก่งงอที่ใช้ในการทดสอบตามมาตรฐานเพื่อนำมาใช้ทดสอบครั้งนี้จะให้มีอัตราการเพิ่มความเครียดในคานใกล้เคียงกันจึงต้องใช้อัตราการโก่งงอประมาณ 0.1 ชม. ต่อนาที

การให้น้ำหนักบรรทุกแก่คานใช้ **proving ring** ยี่ห้อ **Soiltest Serial No 10455** ขนาดแรงกดปลอดภัย 2,000 กก. **scale** เท่ากับ 0.001 นิ้ว ต่อ น้ำหนัก 35 กก. ใช้ **dial gauge** วัดระยะโก่งของคานโดยยึด **gauge** ติดกับฐานของคานด้วยแม่เหล็ก ความยาวช่วงคานใช้ 2 ระยะ คือ 14.8 ซม. กับ 40.5 ซม. ปลายคานยื่นออกไปจากจุดรองรับข้างละ 2 ซม. หัวกดคานใช้ไม้เนื้อแข็งมีผิวสัมผัสกับคานเป็นรูป **profile** ตามมาตรฐานของ **ASTM D 143-52**

3.3.2 การทดสอบสภาพการรับแรงของคาน

เนื่องจากผลของแรงเฉือนที่มีต่อระยะโก่งของคานจะมีมากที่สุดสำหรับ

คานแบบ both ends fixed, center load ดังนั้น การทดสอบชิ้นงานตัวอย่างจะใช้วิธียึดปลายคานแบบ clamped ทั้งสองข้างและใช้แรงกดที่กึ่งกลางคาน เพียงกรณีเดียว สำหรับการทดสอบระยะโก่งและความเค้นดัดในคานได้ทำการทดสอบโดยใช้ความยาวช่วงคาน 2 ระยะ คือ 14.8 ซม. กับ 24.5 ซม. บันทึกน้ำหนักบรรทุกและระยะโก่งที่จุดกึ่งกลางคานโดยเพิ่มแรงกดทำให้ระยะโก่งเพิ่มขึ้นในช่วงเวลา 1 นาทีไม่เกิน 0.1 มม. สำหรับความยาวช่วงคาน 14.8 ซม. และระยะโก่งเพิ่มขึ้นในช่วงเวลา 1 นาทีไม่เกิน 0.5 มม. สำหรับความยาวช่วงคาน 24.5 ซม. ทั้งนี้ก็เพื่อจะรักษาให้อัตราการเพิ่มความเครียดในคานใกล้เคียงกันเหมือนกับวิธีการในหัวข้อ 3.3.1

การหาความเครียดในคานใช้ resistant strain gauge ขนาด 5 มม. ต่อวงจร bridge เป็นอุปกรณ์ในการวัดสำหรับการยึดปลายคานแบบ both ends fixed, center load โดยการยึด strain gauge ที่ผิวส่วนรับแรงดึง ตรงจุดกึ่งกลางคาน สเตรนเกจที่ใช้เป็นยี่ห้อ KYOWA Type KFW S - CI - 100 ค่าเกจแฟคเตอร์เท่ากับ 2.08 ±1 เปอร์เซนต์ ความต้านทาน 120 ±0.3 โอห์ม การต่อวงจรบริดจ์ ความต้านทานทั้งสี่ตัวในวงจรใช้เป็นตัวสเตรนเกจทั้งหมด

เนื่องจากผลของตำแหน่งแกนสะเทินที่เลื่อนออกห่างจากแกนสมมาตรของไม้เพราะโมดูลัสของความยืดหยุ่นในทางดึงกับทางอัดไม่เท่ากันนั้นจะมีผลน้อยสำหรับการคำนวนหาค่าระยะโก่งของคานโดยกำหนดความแข็งเกร็งจากค่าโมดูลัสของความยืดหยุ่นที่ได้จากการทดสอบการดัดแต่ตำแหน่งของแกนสะเทินที่เลื่อนออกห่างจากแกนสมมาตรและอัตราการเพิ่มความเค้นเมื่อเปรียบเทียบกับระยะทางจากแกนสะเทินสำหรับความเค้นดึงจะสูงกว่าอัตราการเพิ่มความเค้นอัด สาเหตุทั้งสองกรณีนี้จะทำให้ความเค้นดึงที่ผิวนอกสุดของคานสูงกว่าความเค้นอัดที่ผิวนอกสุดของคาน ด้วยเหตุนี้จึงไม่สามารถใช้สเตรนเกจ R_1 และ R_2 มาคิดด้านบนและด้านล่างของคาน เพื่อที่จะนำค่า ΔR มาเฉลี่ยเพื่อหาค่า ΔR สำหรับด้านใดด้านหนึ่งได้ (19)

การให้น้ำหนักบรรทุกแก่คาน จะใช้อัตราการเพิ่มน้ำหนักบรรทุกแบบเดียวกับการทดสอบหาระยะโก่งของคาน แล้วอ่านค่า e_o จาก differential voltmeter ทุกระยะที่น้ำหนักบรรทุกเพิ่มขึ้น 5 กก. วิธีหาค่าความเครียดจากค่า e_o ที่อ่านได้จาก differential volt meter มีดังนี้

กำหนดให้กระแสที่ผ่านตัวสเตรนเกจเท่ากับ 30 มิลิแอมป์ ความต่างศักดิ์ที่ป้อนให้แก่วงจรบริดจ์

$$e = (120 + 120) + 0.030 = 7.2 \text{ โวลท์} \qquad (3.3)$$

เมื่อค่าความต้านทานของสเตรนเกจตัวที่นำไปใช้วัดความเครียดของคานเปลี่ยนไปเป็นจำนวน ΔR ดังนั้น

$$e_o(4R) = \Delta R(E) \qquad (3.4)$$

หรือ

$$\Delta R = 4e_oR/E \qquad (3.5)$$

ดังนั้นความเครียดที่ได้คือ

$$\text{ความเครียด} = \frac{\Delta R}{R + \text{เกจแฟคเตอร์}} \qquad (3.6)$$

3.4 การทดสอบหาแรงวิกฤติที่จะทำให้เกิดการยุบตัวของแผ่นประกบส่วนรับแรงอัด

เนื่องจากผลของการทดลองการรับแรงดัดของคานไม้เสริมผิวที่ใช้ไม้เนื้อแข็งและเนื้อปานกลางไม่ปรากฏผลการยุบตัวของแผ่นประกบ ทั้งนี้ก็เพราะโอกาสที่คานไม้เสริมผิวจะเกิดการยุบตัวของผิวส่วน ณ รับแรงอัดก็เฉพาะในกรณีที่คานได้รับน้ำหนักบรรทุกแล้วเกิดการบิดตัวของพื้นที่หน้าตัดเนื่องจากแรงเฉือนมีน้อย และค่าโมดูลัสของความยืดหยุ่นในแนวตั้งฉากกับเสี้ยนมีค่าต่ำกว่าโมดูลัสของความยืดหยุ่นของแผ่นประกบหลายเท่า ดังนั้นชิ้นงานตัวอย่างที่ใช้ทดสอบการเกิดการย่นตัวของแผ่นประกบได้จัดทำเป็นพิเศษโดยเลือกใช้ไม้สมพงซึ่งเป็นไม้เนื้ออ่อนมีค่าโมดูลัสของความยืดหยุ่นต่ำ

การทดสอบคานเพื่อหารอยย่นนี้เป็นการทดสอบแบบ both ends fixed, center load ความยาวช่วงคาน 24.5 ซม. ความกว้างของคาน 1.6 ซม. ความลึกของคาน

ส่วนที่เป็นไม้เท่ากับ 0.88 ซม. ความหนาของแผ่นประกบเท่ากับ 0.09 ซม. ใช้ชิ้นงานตัวอย่าง 2 ชิ้น ผลการทดสอบไม่ปรากฏเกิดการย่นตัวของแผ่นประกบจนกระทั่งไม้เกิดการแตกเนื่องจากแรงเฉือนเหมือนกันทั้งสองชิ้น

เปรียบเทียบกับผลที่ได้ตามทฤษฎีมีดังนี้

จากสมการ 2.95 หาค่า R ได้เท่ากับ 0.75 เมื่อได้ค่า R แล้วนำไปหาค่า λ จากรูปที่ ข – 10 ได้เท่ากับ 0.68

แทนค่า λ ในสมการ 2.96 ได้ 6^{o}_{cr} = 11210 กก/ซม.^{2}

แทนค่า 6^{o}_{cr} ในสมการ 2.98 ได้ 6_{cr} = 12490 กก/ซม.^{2}

ซึ่งจะเห็นว่าค่าความเค้นวิกฤตที่จะทำให้เกิดรอยย่นสูงเกินค่าความแข็งแรงของคาน จึงไม่ปรากฏรอยย่นเกิดขึ้นบนแผ่นประกบ ถึงแม้ว่าจะใช้ไม้เนื้ออ่อนแล้วก็ตาม