บทที่ 3

การทดลองหากลสมบัติ

3.1 การเตรียมวัสดุและตัวอย่างที่จะทำการทดลอง

ไผ่รวกหรือชื่อทางวิทยาศาสตร์เรียกว่า Thyrsostachys Oliveri Gamble มีมากทั่วทุกภาคในประเทศไทย หาได้ง่ายและมีราคาถูก มีผิวสีเขียวแกมเหลือง ความยาวปล้อง, เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกและความหนาของลำไม้ไผ่ที่ใช้ในการทดลองอยู่ระหว่าง 28.3 ซม. ถึง 36.6 ซม., 2.5 ซม. ถึง 4.1 ซม. และ 0.5 ซม. ถึง 0.9 ซม. ตามลำดับ อายุของไม้ไผ่ประมาณ 2 ปี และตากให้แห้งเป็นเวลา 4 ถึง 6 อาทิตย์ก่อนนำมาทดลอง มีสีออกน้ำตาลแกมเหลือง ไม้ไผ่ที่ใช้ในการทดลองได้คัดเลือกไม้ที่ไม่มีตำหนิหรือรอยผุ และแช่น้ำให้อิ่มตัวไม่น้อยกว่า 3 วัน ก่อนทำการทดลอง

ส่วนผสมคอนกรีตใช้ 1:2.5:3 โดยปริมาตร อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ 0.75 ใช้portland cement ชนิดแข็งตัวเร็ว (ชนิด III) ทรายหยาบมีส่วนขนาดคละดังแสดงในตารางที่ (9) หินใช้ขนาดมวลใหญ่สุด $\frac{1}{2}$"

3.2 การทดลองหาแรงดึงของไม้ไผ่

ในการทดลองหาแรงดึงของไม้ไผ่ ได้เตรียมตัวอย่างไม้ไผ่ที่จะทดลองหาแรงดึงขึ้น 8 อัน มีลักษณะและขนาดตามรูปที่ (68) ตัวอย่าง 3 อันไม่มีข้อไม้ไผ่ ส่วนอีก 5 อันมีข้อไม้ไผ่ตรงกลาง ปลายทั้งสองข้างของไม้ไผ่ตัวอย่างใช้ตะไบถูผิวโดยรอบให้หยาบเพื่อกันลื่นในขณะที่ยึดจับเมื่อทดลองแรงดึงใช้ Demec Gage

ขนาด 5.0 ซม. ยึดติดกับส่วนกลางของไม้ไผ่ตัวอย่าง อ่านค่าส่วนยืดของไม้ไผ่ที่ทุกช่วงแรงดึงที่เพิ่มขึ้น 50 กก. จนกระทั่งไม้ไผ่ใกล้จะขาดจึงถอด Demec Gage ออก แล้วดึงไม้ไผ่ตัวอย่างต่อจนขาดจากกัน จากนั้นจึงนำไม้ไผ่ที่ขาดจากกันมาต่อให้รอยขาดเข้ากันสนิท แล้ววัดส่วนยืดของไม้ไผ่ระหว่างจุดที่ติด Demec Gage ผลการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ (4) และความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและหน่วยการยืดตัวของไม้ไผ่แสดงไว้ในรูปที่ (78) ส่วนรูปที่ (69) เป็นรูปขณะทดลองหาแรงดึงของไม้ไผ่

จากผลการทดลองไม้ไผ่ตัวอย่างที่ 1, 2, 5 และ 8 ขาดใกล้ที่ยึดไม้ไผ่ตัวอย่างที่ 4, 6 และ 7 ขาดที่ข้อไม้ไผ่ตรงกลาง ส่วนตัวอย่างที่ 3 แตกตรงบริเวณที่ยึดในขณะที่เริ่มทำการทดลอง จึงไม่สามารถหาค่าแรงดึงได้ ค่าเฉลี่ยแรงดึงประลัยของไม้ไผ่มีค่าเท่ากับ 1,704 กก./ซม.^{2} และค่าเฉลี่ยโมดูลัสแห่งความยืดหยุ่นของไม้ไผ่ หาค่าได้เท่ากับ 2.29×10^5 กก./ซม.^{2}

3.3 การทดลองหาแรงอัดของลำไม้ไผ่

เตรียมไม้ไผ่ตัวอย่างที่จะใช้งานขึ้น 8 อัน มีความยาวอยู่ระหว่าง 16 ซม. ถึง 21 ซม. มีลักษณะและขนาดตามรูปที่ (68) ตัวอย่าง 3 อันไม่มีข้อไม้ไผ่ ส่วนอีก 5 อันมีข้อไม้ไผ่อยู่ตรงกลาง ตัวอย่างเหล่านี้ได้ตัดด้วยความระมัดระวังโดยพยายามให้หน้าตัดหัวท้ายตั้งได้ฉากกับแกนตามยาว แล้วใช้กระดาษทรายขัดรอยตัดหัวท้ายให้เรียบเสมอ วัดเส้นผ่าศูนย์กลางทั้งนอกและในของลำไม้ไผ่ตัวอย่างที่ปลายทั้งสองข้าง ข้างละสามครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ยและคำนวณเป็นพื้นที่หน้าตัด อัตราส่วนความชะลูด (l/r) ของไม้ไผ่ตัวอย่างอยู่ระหว่าง 28 ถึง 35 โดยประมาณ ใช้ Demec Gage ขนาด 5.0 ซม. ยึดติดกับส่วนกลางของลำไม้ไผ่ตัวอย่าง อ่านค่าส่วนหดตัวของไม้ไผ่ที่ทุกช่วงแรงกดที่เพิ่มขึ้น 100 กก. ไปจนกระทั่งไม้ไผ่

เริ่มที่จะโก่งเดาะจึงถอด Demec Gage ออกแล้วกดต่อไปจนไม้ไผ่โก่งเดาะพิบัติ ผลการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ (5) และความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและหน่วยการหดตัวของไม้ไผ่แสดงไว้ในรูปที่ (79) ส่วนรูปที่ (71) เป็นรูปขณะทดลองหาแรงอัดของไม้ไผ่

ผลการทดลองตัวอย่างที่ 4 ติด Demec Gage ไว้ไม่แน่นพอ เลื่อนหลุดในขณะที่กำลังทดลองจึงไม่สามารถวัดค่าส่วนหดตัวได้ ค่าเฉลี่ยหน่วยแรงอัดประลัยของไม้ไผ่มีค่าเท่ากับ 260 กก./ซม.^{2} และค่าเฉลี่ยโมดูลัสแห่งความยืดหยุ่นมีค่าเท่ากับ 1.74×10^5 กก./ซม.^{2}

3.4 การทดลองหาแรงยึดเหนี่ยวระหว่างคอนกรีตกับไม้ไผ่

แรงยึดเหนี่ยวระหว่างคอนกรีตกับไม้ไผ่ หาโดยวิธี Pull-out tests เตรียมไม้ไผ่ ตัวอย่างตามรูปที่ (68) ขึ้น 8 อัน ตัวอย่าง 3 อันไม่มีข้อไม้ไผ่ ส่วนอีก 5 อันมีข้อไม้ไผ่ เตรียมแบบที่จะหล่อคอนกรีตลูกบาศก์ขนาด 20 x 20 x 20 ซม. ขึ้น 8 ชุด เจาะรูขนาดพอเหมาะที่ตรงกลางของแบบด้านข้างเพื่อที่จะสอดปลายข้างเล็กของไม้ไผ่ตัวอย่างให้โผล่เกือบถึงผนังด้านตรงข้ามของแบบ ความยาวฝังลึกของไม้ไผ่จะอยู่ระหว่าง 16.60 ซม. ถึง 19.90 ซม. จากนั้นจึงผสมคอนกรีตเทลงในแบบ ใช้อัตราส่วนผสม 1:2.5:3 โดยปริมาตรอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ 0.75 ใช้ปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ชนิดแข็งตัวเร็ว (ชนิด III) ถอดแบบแล้วบ่มในน้ำเมื่อครบ 7 วัน จึงนำมาทดลอง วางคอนกรีตลูกบาศก์บนแท่นด้านบนของเครื่อง ให้ไม้ไผ่ชี้ลงล่างและยึดจับปลายไม้ไผ่ให้แน่น แล้วดึงจนกระทั่งไม้ไผ่หลุดจากคอนกรีตไม่สามารถรับแรงดึงได้อีก ผลการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ (6) และรูปขณะทำการทดลองคือรูปที่ (73) จากผลการทดลองส่วนที่เป็นข้อไม้ไผ่จะยึดเหนี่ยวกับคอนกรีตได้ดีกว่าส่วนที่เป็นปล้องไม้ไผ่ ค่าเฉลี่ยหน่วยแรงยึดเหนี่ยวระหว่างคอนกรีตกับไม้ไผ่มีค่าเท่ากับ 6.31 กก./ซม.^{2}

3.5 การทดลองหาแรงอัดประลัยของคอนกรีตทรงกระบอก

แรงอัดประลัยของคอนกรีตทรงกระบอกและโมดูลัสแห่งความยืดหยุ่นของคอนกรีตหาจากคอนกรีตทรงกระบอกขนาด ϕ 15 ซม. x 30 ซม. จำนวน 6 ลูก ใช้ปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ชนิดแข็งตัวเร็ว (ชนิด III) ใช้ทรายหยาบมีส่วนขนาดคละดังแสดงไว้ในตารางที่ (9) ตลอดการวิจัยนี้ ส่วนผสมคอนกรีตใช้อัตราส่วน 1:2.5:3 โดยปริมาตร อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ 0.75 คอนกรีตหล่อและถอดแบบเมื่อครบ 24 ช.ม. แล้วบ่มในแท้งค์น้ำต่อ เมื่อครบ 7 วันหลังจากการหล่อ จึงนำคอนกรีตทรงกระบอกมาชั่งและเททับหัวท้ายด้วย Capping Compound จากนั้นจึงใช้ Compressometer ยึดติดกับคอนกรีตทรงกระบอกและใช้ Dial Gage ติดกับ Compressometer เพื่อวัดการหดตัวของคอนกรีต หลังจากวางคอนกรีตทรงกระบอกบนเครื่องทดลองเรียบร้อยแล้ว ก็กดน้ำหนักเล็กน้อยลงบนคอนกรีตแล้วตั้ง Dial Gage ให้อ่านที่ค่าศูนย์ เพิ่มน้ำหนักกดอย่างสม่ำเสมอช้า ๆ อ่านค่าส่วนหดตัวของคอนกรีตที่ทุกช่วงน้ำหนักกดที่เพิ่มขึ้น 2000 กก. เมื่อคอนกรีตเริ่มแตกต้องรีบถอด Compressometer ออกด้วยความระมัดระวัง แล้วเพิ่มน้ำหนักกดต่อไปจนถึงค่าสูงสุดที่คอนกรีตไม่สามารถรับแรงกดได้อีก ผลการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ (7) และความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและหน่วยการหดตัวของคอนกรีตแสดงไว้ในรูปที่ (79) หน่วยแรงอัดประลัยและค่าแทนเจ้นท์โมดูลัสแห่งความยืดหยุ่นของคอนกรีตคำนวณจากความสัมพันธ์อันนี้ รูปที่ (74) เป็นรูปขณะทดลองหาแรงอัดประลัยของคอนกรีตทรงกระบอก

ผลการทดลองได้ค่าเฉลี่ยหน่วยแรงอัดประลัยของคอนกรีตมีค่าเท่ากับ 167 กก./ซม.^{2} และค่าเฉลี่ยโมดูลัสแห่งความยืดหยุ่นมีค่าเท่ากับ 1.48×10^5 กก./ซม.^{2}

3.6 การทดลองหาแรงดัดของผนังคอนกรีตเสริมไม้ไผ่

ได้เตรียมตัวอย่างคอนกรีตเสริมไม้ไผ่ขึ้น 3 แผ่น มีขนาด 225 x 56 x 5 ซม. ส่วนผสมคอนกรีตใช้อัตราส่วน 1:2.5:3 โดยปริมาตร อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ 0.75 ใช้ปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ชนิดแข็งตัวเร็ว (ชนิด III) ทรายมีส่วนขนาดคละดังแสดงไว้ในตารางที่ (9) ไม้ไผ่เสริมมีขนาดหน้าตัดเฉลี่ย 1.00 x 0.50 ซม. วางห่างกันระยะ 5.0 ซม. ศูนย์กลางถึงศูนย์กลางทั้งสองทิศทาง ผูกติดกันด้วยลวดผูกเหล็ก แล้วจึงยกแผงไม้ไผ่นี้วางลงในแบบไม้ที่เตรียมไว้ จากนั้นจึงผสมคอนกรีตเทลงในแบบ เมื่อคอนกรีตแข็งตัวแล้วจึงใช้ทรายโรยทับหน้าคอนกรีตให้หนาพอประมาณแล้วราดน้ำให้คอนกรีตชุ่มตลอดเวลา เมื่อครบ 10 วันหลังจากการหล่อจึงนำแผ่นคอนกรีตนี้มาทดลองโดยชั่งน้ำหนักแล้ววางบนที่รองรับซึ่งมีช่วงห่าง 2.10 ม. ติด Dial Gages 2 ตัวที่ริมขอบในแนวกึ่งกลางของแผ่นคอนกรีต เพื่อวัดการโก่งตัวเมื่อแผ่นตัวอย่างรับน้ำหนักกด ใช้ไฮโดรลิคแจ็คกดที่แนวเสบหนึ่งส่วนสามของความยาวช่วงที่รองรับ (Thrid point loading) ดังแสดงไว้ในรูปที่ (75)-(77) อ่านค่าการโก่งตัวของแผ่นตัวอย่างที่ทุกช่วงน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น 91 กก. (200 ปอนด์) เพิ่มน้ำหนักกดไปเรื่อย ๆ จนถึงค่าสูงสุดที่แผ่นคอนกรีตไม่สามารถรับน้ำหนักเพิ่มขึ้นได้อีก จึงถอด Dial Gage ออก แผ่นคอนกรีตจะโก่งมากขึ้นจนคอนกรีตด้านรับแรงอัดแตกในขณะที่ไม้ไผ่เสริมรับแรงดึงยังไม่ขาด ซึ่งแสดงถึงการพิบัติแบบแรงอัดเป็นหลัก (Compression failure) ผลการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ (8) ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างแรงดัดและการโก่งตัวของแผ่นคอนกรีตแสดงไว้ในรูปที่ (81)

จากผลการทดลองเมื่อแผ่นคอนกรีตตัวอย่างมีขนาด 225 x 56 x 5 ซม. รับแรงดัดประลัยเฉลี่ย 455 กก.-ม./ม.