บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้

3.1.1 ตัวอย่างไม้

ในการทดลองนี้ ใช้ไม้ยางพาราซึ่งมีขนาดต่าง ๆ กันดังนี้คือ ขนาด 2 x 2 x 2 เซนติเมตร ขนาด 2 x 2 x 6 เซนติเมตร และขนาด 2 x 2 x 30 เซนติเมตร ซึ่งอยู่ในสภาพไม้แห้งในอากาศ (มีความชื้นในไม้ประมาณ 13 เปอร์เซนต์) และในสภาพไม้อบแห้งไม่มีความชื้นอยู่เลย ทำโดยการเอาตัวอย่างไม้ไปอบที่ประมาณ 105 องศาเซนติเมตร จนกระทั่งน้ำหนักของตัวอย่างไม้คงที่

3.1.2 น้ำยาโมโนเมอร์

ในการทดลองนี้ น้ำยาโมโนเมอร์ที่ใช้ศึกษาคือ เมธิลเมตาไครเลท มีความบริสุทธิ์ขนาดที่ใช้ในห้องทดลอง ส่วนใหญ่ทางบริษัทที่ขายมักจะใส่สารที่เป็นตัวป้องกันไม่ให้โมโนเมอร์แข็งตัวขณะเก็บรักษา ดังนั้นก่อนใช้จึงจำเป็นต้องสกัดสารจำพวกนี้ออกเสียก่อน วิธีการสกัดสารพวกนี้ออกทำตามกรรมวิธีของ Masao Gotoda ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ [1]

นำเอาน้ำยาโมโนเมอร์มาสกัดด้วยด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide) ซึ่งมีความเข้มข้นประมาณ 5 เปอร์เซนต์ ทำประมาณ 2 ครั้ง จากนั้นก็ล้างด้วยน้ำ จนกระทั่งไม่มีฤทธิ์ของด่างเหลืออยู่ ดูดน้ำที่ปนออกโดยใช้แคลเซียมคลอไรด์ (calcium chloride) จากนั้นก็สามารถนำโมโนเมอร์ไปใช้ได้เลย แต่ในกรณีของโมโนเมอร์ที่เคยใช้มาแล้วก็นำมาผ่านกรรมวิธีอย่างเดียวกันดังกล่าวมาข้างต้น แล้วนำมากลั่นโดยการ

---

1 M. Gotoda "Emulsion graft-polymerization in wood by means of gamma irradiation" Impregnated Fibrous Materials (International Atomic Energy Agency Vienna,1968)p.107

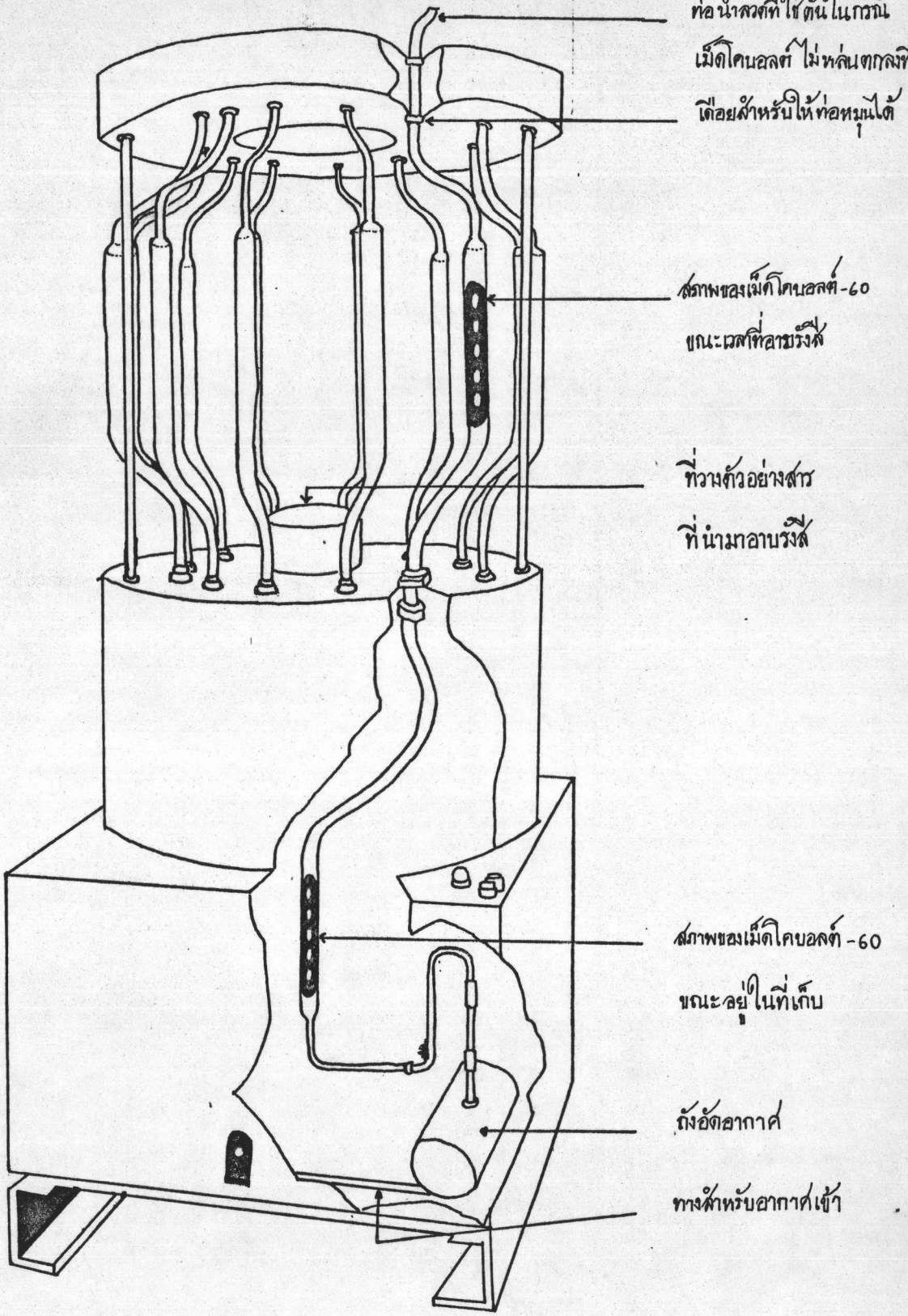
ลดความดันก็สามารถนำไปใช้ได้อีก การเก็บโมโนเมอร์ที่ทำการสกัดแล้วต้องเก็บไว้ในที่ ๆ มีอุณหภูมิต่ำเพื่อกันไม่ให้โมโนเมอร์เกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชั่นแข็งตัวเสียก่อน

3.1.3 แหล่งกำเนิดรังสีแกมม่า

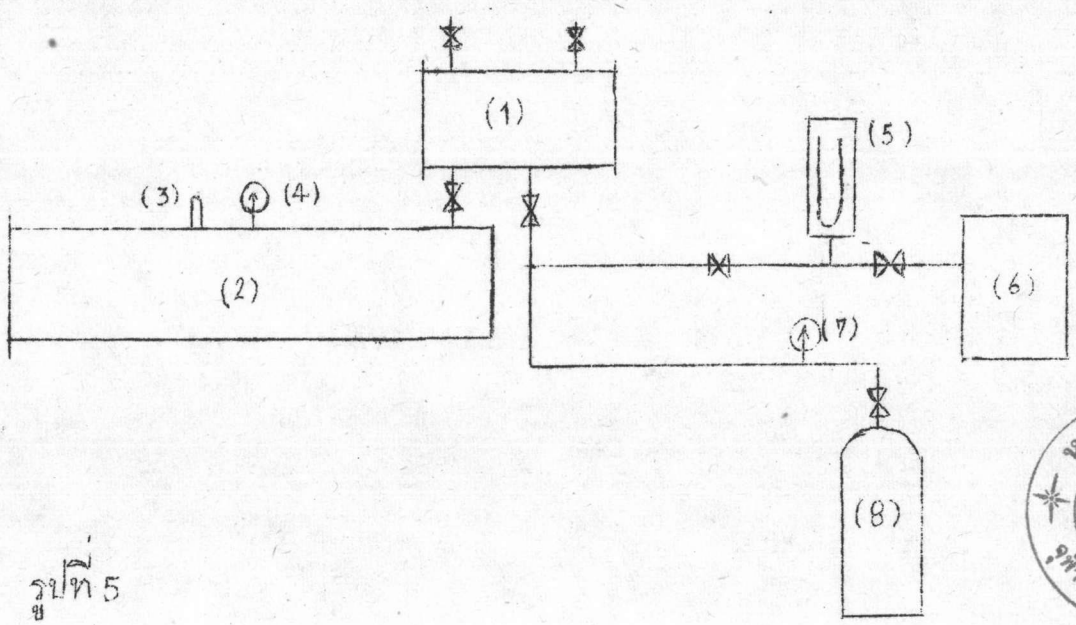
ในการทดลองนี้ ใช้รังสีแกมม่าที่ได้จากสารรังสีคือโคบอลท์-60 ซึ่งให้รังสีแกมม่าที่มีพลังงาน 1.17 เมกาอีเลกตรอนโวลท์กับ1.33 เมกาอีเลกตรอน-โวลท์ มีความแรงขณะปัจจุบันที่ใช้ประมาณ 17,500 คูรี แหล่งกำเนิดรังสีแกมม่าที่ใช้มีลักษณะดังแสดงไว้ในรูปที่ 4 เป็นเครื่องแบบ Gamma Beam 650, Type IR 31 ของ Atomic Energy of Canada ใช้โคบอลท์-60 มีลักษณะเป็นเม็ดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 มิลิเมตร ยาว 1 มิลิเมตรทั้งหมด จำนวน 60 เม็ด เฉลี่ยจะบรรจุอยู่ใน 12 ท่อ ๆ ละ 5 เม็ดท่อเหล่านี้ท่อนล่างฝังอยู่ในถังกำบัง รังสีส่วนท่อนบนซึ่งมีลักษณะโค้งอยู่ในอากาศ โดยวางเรียงกันเป็นวงกลม และสามารถปรับความยาวของเส้นผ่าศูนย์กลางได้ตามความต้องการ ตั้งแต่ 11.43 เซนติเมตร ถึง 82.55 เซนติเมตร สารตัวอย่างที่นำมาอาบรังสี อาจจะวางไว้ตรงศูนย์กลางระหว่างท่อนหรือบริเวณนอกครั้งนี้แล้วแต่ความเหมาะสมและระดับของรังสีที่ต้องการ โดยปรกติเม็ดโคบอลท์-60 จะอยู่ท่อท่อนล่าง เมื่อต้องการอาบรังสีก็เปิดเครื่องอัดอากาศให้อากาศดันเม็ดโคบอลท์-60 ขึ้นมาลอยอยู่ในท่อท่อนบนตลอดเวลาอาบรังสี เมื่อเลิกใช้ก็ดับเครื่องอัดอากาศเม็ดโคบอลท์-60 ก็จะตกลงสู่ที่เก็บเอง

3.1.4 เครื่องอัดน้ำยาเข้าไปในไม้

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองอัดน้ำยาโมโนเมอร์เข้าไปในไม้นี้ ได้ดัดแปลงมาจากแบบของ J.A. Kent et.al. ดังแสดงเป็นไดอะแกรมรูปที่ 5 ประกอบด้วย



รูปที่ 4 เครื่องอาบรังสีแกมม่า



รูปที่ 5

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

(1) ถังเก็บน้ำยาโมโนเมอร์ก่อนที่จะนำไปอัดเข้าในไม้ เป็นถังรูปทรงกระบอกปลายทั้งสองข้างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 14 เซนติเมตร และยาว 30 เซนติเมตร ทำด้วยเหล็กสะแตนเลส (stainless steel) หนา 0.65 เซนติเมตร มีท่อนำแกสไนโตรเจนต่อไว้ด้านล่างเพื่อจะเป็นที่นำแกสไนโตรเจนผ่านไปยังถังอัดน้ำยาและยังเป็นการไล่ออกซิเจนในน้ำยาโมโนเมอร์ออกอีกด้วย

(2) ถังอาบน้ำยาโมโนเมอร์เข้าไปในไม้ เป็นถังรูปทรงกระบอก มีข้างหนึ่งปิด ส่วนอีกด้านหนึ่งสามารถปิดเปิดได้ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร ยาว 10 เซนติเมตร และหนา 0.65 เซนติเมตร ทำด้วยเหล็กสะแตนเลส มีท่อเชื่อมระหว่างถังทั้ง 2 นี้ด้วย เพื่อเป็นทางให้น้ำยาและแกสไนโตรเจนเข้าไปในถังอัดน้ำยา

(3) เป็นท่อลดความดันซึ่งกำหนดไว้ให้ใช้กับความดันภายในถังไม่เกิน 80 ปอนด์ต่อ 1 ตารางนิ้ว

(4) เป็นเครื่องวัดความดันในถังอัดน้ำยา วัดได้สูงสุด 100 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

002375

(5) เป็นมาโนมิเตอร์ (manometer) ใช้วัดความดันและทำเป็นสูญญากาศ

(6) เป็นเครื่องดูดอากาศ

(7) เป็นเครื่องวัดความดันของแกสภายในถังแกสไนโตรเจน

(8) เป็นถังแกสไนโตรเจน

3.2 วิธีการดำเนินการทดลอง

การให้น้ำยาโมโนเมอร์เข้าไปในไม้

3.2.1 ในการทดลองนี้วิธีการให้น้ำยาโมโนเมอร์เข้าไปในไม้นั้นมีอยู่ 2 วิธีคือ

(ก) วิธีไม่ใช้ความดัน มีขั้นตอนในการทำดังนี้

1 นำตัวอย่างไม้ซึ่งได้บันทึกขนาดและน้ำหนักแล้ว ใส่ในถังอัดน้ำยาจากนั้นก็ทำให้ภายในถังเป็นสูญญากาศที่ประมาณ 1-2 มิลิเมตรของปรอทเป็นเวลา 30 นาที

2 เปิดน้ำยาโมโนเมอร์จากถังที่เก็บให้ลงมาในถังอัดน้ำยา กะประมาณพอให้ท่วมตัวอย่างไม้สักเล็กน้อย

3 เพิ่มความดันภายในถังให้เท่ากับความดันบรรยากาศภายนอกโดยใช้แกสไนโตรเจน ตัวอย่างไม้แช่ทิ้งไว้ในเวลาต่าง ๆ กันคือ 30 นาที 1 ชั่วโมง 2 ชั่วโมง 3 ชั่วโมง 5 ชั่วโมง และ 18 ชั่วโมง

4 เมื่อถึงเวลาตามที่กำหนด ก็นำตัวอย่างไม้ออกมาห่อด้วยแผ่นอาลูมิเนียมเพื่อป้องกันโมโนเมอร์ระเหย แล้วนำไปชั่งหาน้ำหนักของน้ำยาโมโนเมอร์ที่เข้าไปได้ ซึ่งทำให้สามารถคำนวณหาค่าโมโนโลดดิง ค่าโลดดิงสูงสุดตามทฤษฎีและค่าร้อยละของโลดดิงสูงสุดตามทฤษฎี

(ข) วิธีใช้ความดัน มีขั้นตอนในการทำเหมือนกับวิธีแรกเพียงแต่ว่าหลังจากการเติมโมโนเมอร์จนท่วมตัวอย่างไม้แล้วก็เพิ่มความดันภายในถังให้มีความดันประมาณ 60 ปอนด์ต่อตารางนิ้วโดยใช้แกสไนโตรเจน

3.2.2 การอาบรังสี

(ก) การอาบรังสีโมโนเมอร์ในหลอดทดลอง

เอาโมโนเมอร์ (เมธิลเมตาไครเลท)ที่บริสุทธิ์แล้วใส่ลงในหลอดทดลองประมาณ 10 มิลลิลิตร เอาแกสไนโตรเจนไล่อากาศภายในหลอดทดลองออกแล้ว ปิดด้วยแผ่นอาลูมิเนียม นำไปชั่งแล้วบันทึกไว้จากนั้นก็นำไปอาบรังสีแกมม่าจากโคบอลท์-60 โดยวางหลอดทดลองไว้ที่ศูนย์กลางระหว่างท่อ ปรับความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อให้มีขนาดต่าง ๆ กันในแต่ละการทดลอง ดังนี้คือ 82.55 เซนติเมตร 60 เซนติเมตร 41 เซนติเมตร และ 23 เซนติเมตร ซึ่งทำให้มีระดับรังสีหนือโดสเรทมีค่าต่าง ๆ กันคือ 8.82×10^4 แรดต่อชั่วโมง 1.98×10^5 แรดต่อชั่วโมง 4.37×10^5 แรดต่อชั่วโมง และ 7.97×10^5 แรดต่อชั่วโมงตามลำดับ ซึ่งวัดได้โดยการใช้ Fricke dosimetry ในแต่ระดับรังสีนั้นเราใช้เวลาในการอาบรังสีต่าง ๆ กันเพื่อที่จะให้ได้ปริมาณรังสีที่แตกต่างกัน ทั้งนี้เพื่อศึกษาหาปริมาณของโพลีเมอร์ที่เกิดขึ้นในแต่ละปริมาณรังสี หาได้จากการชั่งหลอดทดลองภายหลังการอาบรังสีและไล่โมโนเมอร์ที่เหลือออกหมดแล้ว โดยการทำให้เป็นสูญญากาศ จนกระทั่งไม่มีกลิ่นของโมโนเมอร์เหลืออยู่

(ข) การอาบรังสีไม้อัดโมโนเมอร์

นำตัวอย่างไม้ที่อัดน้ำยาโมโนเมอร์เข้าไปแล้วห่อด้วยแผ่นอะลูมิเนียม เพื่อกันโมโนเมอร์ระเหยขณะที่อาบรังสี จากนั้นนำไปอาบรังสีแกมม่าตามวิธีการแบบเดียวกับการอาบรังสีโมโนเมอร์ในหลอดแก้วทุกประการ ภายหลังจากการอาบรังสีแล้วนำไปชั่งแล้วบันทึกปริมาณของโพลีเมอร์ที่เกิดขึ้นได้

3.2.3 การเตรียมตัวอย่างไม้อัดพลาสติกเพื่อใช้ในการทดสอบหาค่าทางกลและสกายสมบัติของไม้

เอาตัวอย่างไม้ขนาดต่างๆ ตามที่ต้องการจะนำทดสอบซึ่งอยู่ในสภาพแห้งในอากาศมาอัดน้ำยาโมโนเมอร์ตามวิธีใช้ใช้ความดันดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น แช่ไม้ทิ้งไว้ประมาณ 3 ชั่วโมง จากนั้นนำไม้ขึ้นมาห่อด้วยแผ่นอะลูมิเนียม แล้วนำอาบรังสีแกมม่าที่โดสเรทเท่ากับ 4.37×10^5 แรดต่อชั่วโมงให้ได้ปริมาณรังสีประมาณ 0.8, 1.1, 1.4 และ 2.0 เมกาแรดจะทำให้ปริมาณโพลีเมอร์ในไม้ประมาณร้อยละ 15, 30, 40 และ 50 ตามลำดับหลังจากการอาบรังสีแล้วนำตัวอย่างไม้มาไล่โมโนเมอร์ที่เหลือออก จากนั้นก็สามารถนำสารตัวอย่างไม้ไปทดสอบหากลและสกายสมบัติของไม้

3.2.4 วิธีการทดลองหาค่าทางกลและสกายสมบัติของไม้

การทดลองหาค่าทางกลและสกายสมบัติของไม้คือปฏิบัติตามวิธีที่ปฏิบัติในกองวิจัยผลิตผลป่าไม้ของกรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์[1] ดังมีรายละเอียดดังนี้

(ก) สกายสมบัติ สกายสมบัติที่ทำการทดลองประกอบควบคู่ไปกับกลสมบัติมี 2 ค่าคือ ปริมาณความชื้นและความถ่วงจำเพาะ

ตัวอย่าง ใช้ตัวอย่างไม้ที่มีขนาด 2 x 2 x 6 เซนติเมตร มีปริมาณพลาสติกในไม้ต่าง ๆ กันคือ 0,15, 30, 40, 50 เปอร์เซนต์ตามลำดับ

---

1. พงศ์ โสโน, สายัณห์ จารุคม, สุชาติ ไทยเพชร, สมหมาย เอื้อเจริญ "กลสมบัติของไม้ไทย" เอกสารของกรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เลขที่ ร. 144 2516 หน้า 121

วิธีการ ก่อนการทดลองทางกลสมบัติทำการวัดขนาดเพื่อคำนวณหาปริมาณและชั่งน้ำหนักบันทึกไว้ ครั้งเมื่อทดลองนำเข้าเตาอบที่ 105 องศาเซนติเกรดอบจนกระทั่งน้ำหนักอยู่ตัวแล้ว จึงชั่งน้ำหนักอีกครั้งหนึ่งปริมาตรและน้ำหนักที่วัดและชั่งได้นำมาคำนวณหาค่าต่าง ๆ ได้ตามสูตรที่เขียนไว้ในบทที่ 1 แล้ว

(ข) กลสมบัติ กลสมบัติที่ทำการทดลองมีวิธีการทดลองดังนี้

1. การดัด (Static Bending)

ตัวอย่าง ใช้ไม้ขนาด 2 x 2 x 30 เซนติเมตร มีปริมาณพลาสติกต่าง ๆ กันคือ 0, 15, 50 เปอร์เซนต์ตามลำดับ

วิธีการ วางไม้ตัวอย่างบนฐานรองซึ่งอยู่ห่างกัน 28 เซนติเมตร ในด้านรัศมีของตัวอย่างรับน้ำหนัก ให้น้ำหนักโดยให้มีอัตราการเสียรูป 0.254 เซนติเมตรต่อนาที บันทึกความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและการเสียรูปไว้เป็นระยะ ๆ จนกระทั่งไม้หักและเสียกำลังลง เหลือน้ำหนักถึง 10 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักสูงสุด หรือเสียรูปถึง 3 เท่าความหนาของตัวอย่าง จึงเสร็จสิ้นการทดลอง

ข้อมูลที่ได้นำมาเขียนโค้งน้ำหนักการเสียรูป แล้วหาน้ำหนักที่เขตของการได้สัดส่วนรวมทั้งการเสียรูป และวัดพื้นที่ใต้โค้งไว้สำหรับคำนวณตามสมการต่อไปนี้

$$r = \frac{1.5\ P'l}{bd^2} \qquad (1)$$

$$R = \frac{1.5\ P'l}{bd^2} \qquad (2)$$

$$E = \frac{P'l^3}{4\ Dbd^3} \qquad (3)$$

ทั้งนี้เมื่อ r = ความเค้นที่เขตของการได้สัดส่วน (กก./ซม.^{2})

R = สัมประสิทธิ์ของการหัก (กก./ซม.^{2})

E = สัมประสิทธิ์ของการยืดหยุ่น (กก./ซม.^{2})

P' = น้ำหนักที่เขตของการได้สัดส่วน (กก.)

P = น้ำหนักสูงสุด (กก.)

bdl = กว้าง หนา และช่วงฐาน (ซม.)

D = การเสียรูปที่เขตของการได้สักส่วน (ซม.)

2. การบีบขนานเลี้ยน (Compression parallel to grain)

ตัวอย่างใช้ไม้ขนาด 2 x 2 x 6 เซนติเมตร มีปริมาณอยู่ประมาณ 50 เปอร์เซนต์

วิธีการ วางตัวอย่างไม้เข้าในเครื่องบีบตามแนวขนานเลี้ยน แล้วให้น้ำหนักโดยให้มีอัตราการการเสียรูป 0.061 เซนติเมตรต่อนาที บันทึกความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและการเสียรูปไว้จนกระทั่งถึงจุดที่ไม้แตกหัก จากนั้นก็สามารถคำนวณหาค่า C ได้

$$C = \frac{P}{bd}$$

C = ความแข็งแรงสูงสุด (กก./ซม.^{2})

P = น้ำหนักสูงสุด (กก.)

bd = ความกว้าง และหนาของตัวอย่างไม้ (ซม.)

3. การเชือดตามแนวเลี้ยน (Shear along the grain)

ตัวอย่างไม้ ใช้ขนาด 2 x 2 x 2 เซนติเมตร มีปริมาณอยู่ประมาณ 50 เปอร์เซนต์

วิธีการ สอดตัวอย่างไม้เข้าไปในเครื่องทดลอง การเชือดให้แนวเลี้ยนของไม้อยู่ในแนวเดียวกับน้ำหนักที่กด เพิ่มน้ำหนักให้มีอัตราการเสียรูปในไม้ในอัตรา 0.061 เซนติเมตรต่อนาที จนกระทั่งไม้หรากออกจากกัน ค่าน้ำหนักสูงสุดที่ได้นำไปคำนวณหาค่าความแข็งแรงในการเชือดตามสมการ

$$S = \frac{P}{A}$$

ทั้งนี้เมื่อ S = ความแข็งแรงในการเชือด มีหน่วยเป็น กก./ซม.^{2}

P = น้ำหนักสูงสุด (กก.)

A = พื้นที่ที่รับแรงเชือด (ซม.^{2})

4. ความแข็ง (Hardness)

ตัวอย่าง ใช้ขนาด 2 x 2 เซนติเมตรไม้จำกัดความยาว ปกติใช้ร่วมกับการคัดภายหลังจากการทดลองในการคัดแล้ว

วิธีการ นำตัวอย่างไม้เข้าที่จับกันไม้แตก แล้วกดด้วยลูกปืนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 11.20 มม. จนกระทั่งลูกปืนจมลงไปในไม้ครึ่งลูกพอดี น้ำหนักที่ต้องใช้ในการกดลูกปืนลงไปจนได้ที่ดังกล่าว บันทึกไว้เป็นค่าของความแข็งมีหน่วยเป็น กก.

<u>หมายเหตุ</u>

สำหรับการทดลองหาค่าสภายสมบัติของไม้นั้นได้ศึกษาเกี่ยวกับความซึมซาบของน้ำในไม้อัดพลาสติกที่มีปริมาณพลาสติกอยู่ประมาณ 50 เปรอ์เซนต์เทียบกับไม้ที่ไม่ได้อัดพลาสติก ทำโดยการแช่ตัวอย่างไม้ในน้ำทิ้งไว้เป็นเวลาต่าง ๆ กัน แล้วชั่งหาน้ำหนักของน้ำที่เข้าไป