

## บทที่ 2

## กำลังในการรับแรงเฉือนของรอยต่อถาวร



## 2.1 การดำเนินงาน

การทดลองครั้งนี้เป็นการทดลองเพื่อจะหาค่าความแข็งแรงในการรับแรงเฉือนขนานกับเส้นของรอยต่อถาวรระหว่างเนื้อไม้ ทั้งนี้เนื่องจากแรงเฉือนขนานกับเส้นของไม้มีค่าต่ำ ดังนั้นในงานก่อสร้างคานไม้ประกับจึงต้องมีการตรวจสอบความแข็งแรงในการรับแรงเฉือนของรอยต่อถาวรไว้ให้

การทดสอบครั้งนี้ประกอบด้วย

1. การทดสอบแรงเฉือนของรอยต่อถาวรระหว่างไม้ยางกับไม้ยาง
2. การทดสอบแรงเฉือนของรอยต่อถาวรระหว่างไม้แดงกับไม้แดง
3. การทดสอบแรงเฉือนของรอยต่อถาวรระหว่างไม้แดงกับไม้ยาง

## 2.2 คุณสมบัติของถาวรและการเลือกชนิดถาวร

มีถาวรหลายชนิดที่ใช้ในงานก่อสร้างทั่วไป ถาวรบางชนิดให้ความแข็งแรงในการรับแรงเฉือนน้อย ซึ่งเหมาะสมในงานก่อสร้างขนาดเล็ก เช่น ใช้ในงานเฟอร์นิเจอร์ และถาวรบางชนิดก็ให้ความแข็งแรงในการรับแรงเฉือนมาก ซึ่งเหมาะสมในงานก่อสร้างขนาดใหญ่ เช่น การทำคานไม้ประกับในงานก่อสร้างที่พักอาศัยและอื่น ๆ อันได้แก่ถาวรยูเรีย ฟอรั่มัลดีไฮด์ (Urea formaldehyde) ทางด้านความทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศ ถาวรบางชนิดก็มีความทนทานสูง เช่น ถาวรอีพ็อกซีเรซิน

ฟอร์มาลดีไฮด์ (Resorcinol formaldehyde), กาวฟีนอล ฟอร์มาลดีไฮด์ (Phenol formaldehyde) ซึ่งเหมาะกับการก่อสร้างภายนอก

กาวที่มีคุณภาพดีสามารถรับแรงเค้นได้มากและทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศได้ดี จะมีราคาแพงมาก เนื่องจากความยุ่งยากในการสังเคราะห์ ในทำนองเดียวกัน กาวที่มีคุณภาพต่ำ ก็จะมีราคาถูก ดังนั้นในการเลือกใช้กาวสำหรับงานก่อสร้างต่าง ๆ จึงต้องคำนึงถึงความแข็งแรงในการรับแรงเค้น, ความทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศ และความประหยัด สำหรับงานก่อสร้างนั้น ๆ

คุณสมบัติของกาวที่เหมาะสมสำหรับไม้มีดังนี้

1. กาวควรจะแข็งตัวในระยะเวลาไม่นานนัก โดยไม่ต้องใช้ความร้อนจากภายนอกเข้าช่วย
2. ความแข็งแรงของกาวในการรับแรงเค้นควรมีค่าสูง ซึ่งอาจมีค่าเท่ากับหรือสูงกว่าแรงเค้นของเนื้อไม้
3. ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อได้รับความร้อนของกาว ควรจะมีค่าใกล้เคียงกับไม้
4. เป็นกาวที่ไม่ต้องการกรรมวิธีในการจัดผิวไม้ให้เรียบและความสะอาดมากนัก
5. ความแข็งแรงในการรับแรงเค้นของกาว ควรจะเปลี่ยนแปลงน้อยมากต่ออุณหภูมิ, การดูดซึมน้ำ และสภาพความชื้นของอากาศ ภายในระยะเวลานาน

### 2.3 การใช้อูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ (Urea formaldehyde)

กาวยูเรียที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ คือ กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ เนื่องจากเป็นกาวยูเรียที่ให้ความแข็งแรงในการรับแรงเฉือนโค้งสูงพอควร และมีราคาถูกสามารถแข็งตัวได้เร็วในอุณหภูมิของห้อง

กาวยูเรีย เป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างก๊าซ 2 ชนิด คือ ก๊าซแอมโมเนียกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จะเกิดการรวมตัวทางเคมี (Condensation) กับ Polymerization กลายเป็นกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ ซึ่งสารนี้จะแข็งตัวได้สองทางคือ ในสภาพที่เป็นกรกและโดยการใช้ความร้อน สารที่ใช้เป็นตัวเร่งให้กาวยูเรียแข็งตัวเร็วเข้า ได้แก่ พวกเกลือของแอมโมเนีย ชนิดต่าง ๆ ซึ่งเกลือดังกล่าวจะทำปฏิกิริยาอย่างช้า ๆ กับสารพวกฟอร์มัลดีไฮด์ และจะปลดปล่อยโมเลกุลของกรกชนิดต่าง ๆ หรือกรกอน ๆ เช่น กรกแอซิดิก และฟอร์มิก ออกมาเป็นผลพลอยได้

กาวยูเรียปรากฏให้เห็นในแบบต่าง ๆ หลายแบบด้วยกัน ทั้งชนิดผง และของเหลว กาวยูเรียสามารถแข็งตัวที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ ตั้งแต่ที่อุณหภูมิห้อง จนถึงที่อุณหภูมิ 93° เซนติเกรด สารที่ใช้เติมเพื่อปรับปรุงคุณภาพของกาวยูเรีย ได้แก่ แป้งสาลี, ซีลีออยบคอย่างละเอียด, กระจก และกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์

อายุของกาวยูเรียที่ผสมแล้วจะนานเท่าใด ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิขณะผสมกาวยูเรียและสารที่ใช้เป็นตัวทำให้กาวยูเรียแข็งตัว (Hardener) โดยปกติแล้วอายุของกาวยูเรียที่ผสมแล้ว จะอยู่ระหว่าง 3 ถึง 9 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 15° เซนติเกรด สำหรับกาวยูเรียที่แข็งตัวที่อุณหภูมิห้อง ความชื้นของไม้ที่ใช้อัดควรอยู่ระหว่าง 7 ถึง 15 เปอร์เซ็นต์

และเพื่อที่จะให้รอยต่อกาวมีกำลังยึดเหนี่ยวของกาวที่ดีแล้ว ความชื้นในไม้แผ่นบาง ควรอยู่ระหว่าง 7 ถึง 12.5 เปอร์เซ็นต์ หากความชื้นของไม้ต่ำกว่า 7 % แล้ว ความแข็งแรงของกาวจะลดลงอย่างรวดเร็ว แต่ถ้าความชื้นเกิน 12 เปอร์เซ็นต์ ความแข็งแรงจะลดลงเล็กน้อย

กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ ที่ใช้ผลิตโดยบริษัทไทยเคมิคัล จำกัด ประกอบด้วย กวญเนื้อกาวยูเรียสีขาวข้น สารที่ทำให้กาวแข็งตัวเร็วขึ้น (Hardener B) ไดแกแอมโมเนียมคลอไรด์ และสารพวกแป้งข้าวสาลี (Hardener A) ซึ่งทำให้กาวมีคุณภาพดีขึ้น

การเตรียมกาวชนิดอัดเย็น ( D - 750 )

สารประกอบ	ส่วนผสมโดยน้ำหนัก
กาวยูเรีย	100
Hardener A	20
น้ำ	10
Hardener B	1

#### 2.4 สาเหตุที่มีผลต่อกำลังของรอยต่อกาว

ความแข็งแรงของรอยต่อกาวของไม้ขึ้นอยู่กับชนิดของไม้ และความแข็งแรงในการยึดเกาะของกาวที่มีต่อเนื้อไม้ และขึ้นอยู่กับสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้คือ

1. ความเรียบของผิวหน้าไม้ ปริมาณความชื้น และบรรยากาศของผิวไม้
2. ปริมาณและความหนาของเนื้อกาวที่ใช้

3. ความสม่ำเสมอของเนื้อกาที่ติดอยู่บนเนื้อไม้
4. ความสม่ำเสมอในการใช้แรงสำหรับอัดไม้
5. ปริมาณความชื้นและอุณหภูมิในขณะทำการอัดไม้
6. ขนาดแรงอัดและระยะเวลาที่ใช้ในการอัดไม้
7. ส่วนผสมทางเคมีของกา



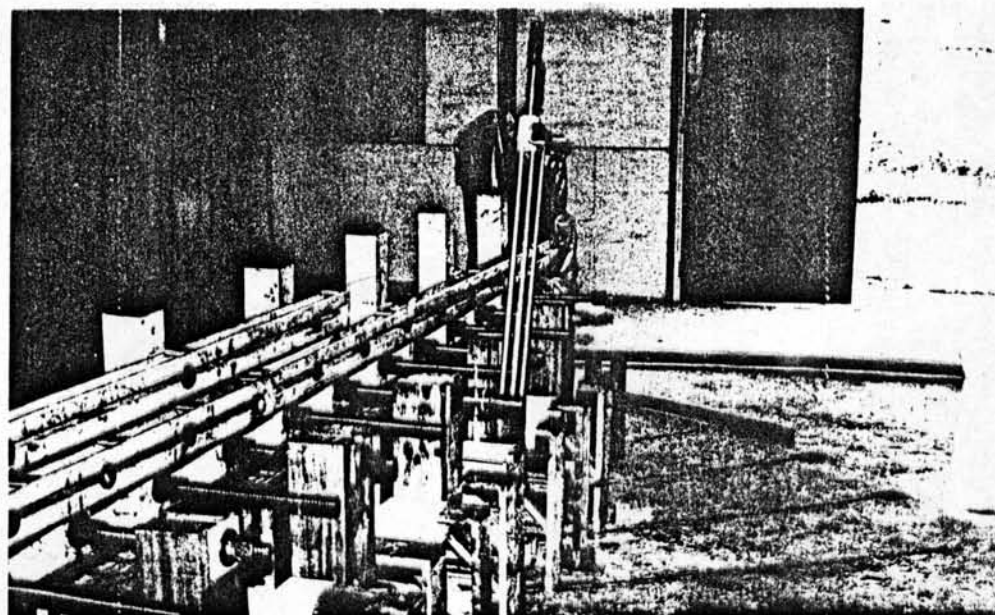
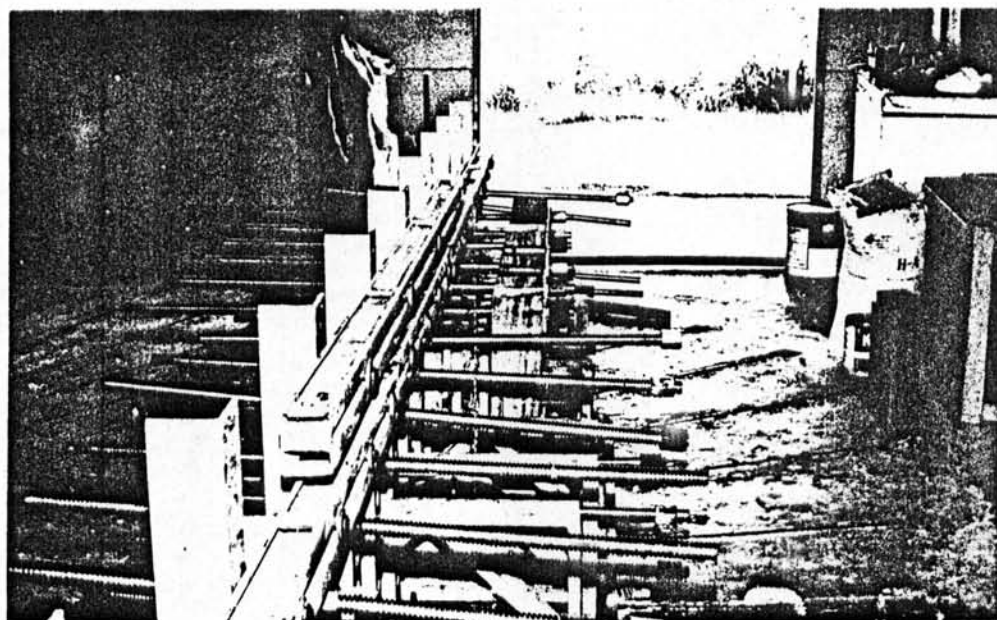
## 2.5 การเตรียมชิ้นตัวอย่างในการทดสอบแรงเฉือน

ชิ้นตัวอย่างทั้งหมดจะขอยมาจากไม้แผ่นของไม้แดงและไม้ยางที่อบและไสให้เรียบ ปริมาณความชื้นของไม้เฉลี่ยแล้วประมาณ 12 เปอร์เซ็นต์ ชิ้นตัวอย่างที่ใช้ทดสอบแรงเฉือนของรอยต่อกาจะคัดเลือกมาจากไม้แผ่นที่ปราศจากตำหนิ เช่น คาน้ำ รอยแตก และมีผิวเรียบ โดยนำไม้แผ่นขนาด  $\frac{3}{4}$ " x 7" x 10" มาทำการอัดด้วยเครื่องมือ ในรูปที่ 1 แล้วนำไปตัดเป็นชิ้นตัวอย่างให้ไดขนาดดังแสดงในรูปที่ 2

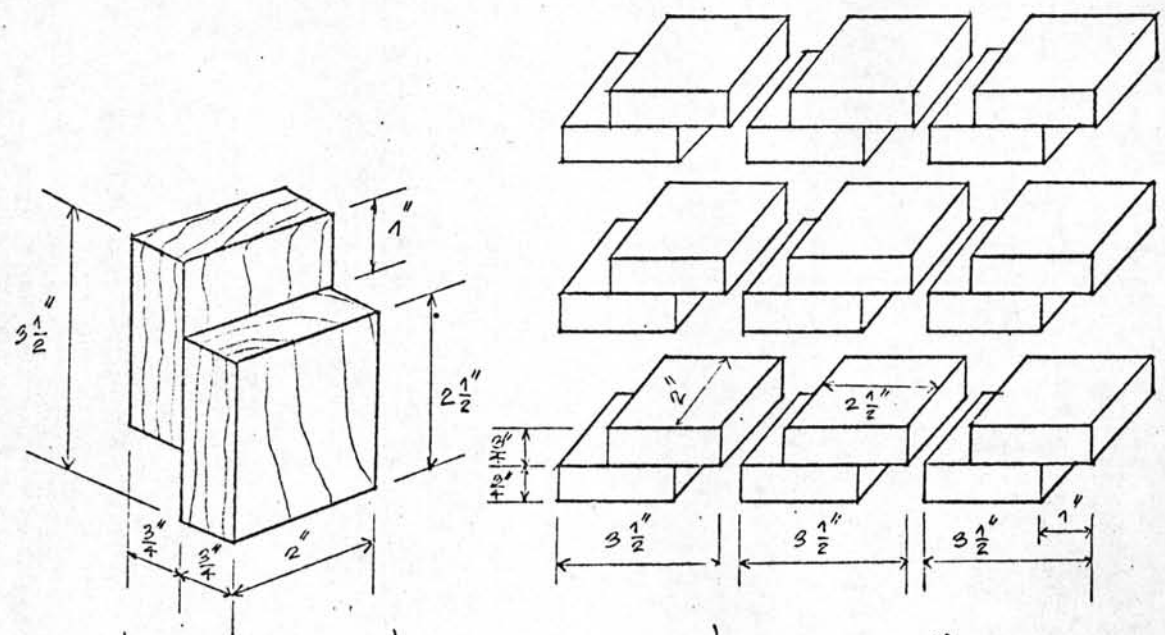
การผสมกาจะเรียกให้ใช้ส่วนผสมตามหัวข้อที่ 2.3 คนกาและส่วนผสมให้เข้ากันดีแล้ว นำไปทาไม้แผ่นที่เตรียมไว้แล้วขนาด  $\frac{3}{4}$ " x 7" x 10" โดยทาผิวไม้หน้าที่จะประกบติดกัน ให้มีปริมาณกาคืออยู่กับผิวหน้าไม้ประมาณ 300 กรัม ต่อตารางเมตร แล้วนำไปอัดโดยเครื่องมือดังแสดงในรูปที่ 1 โดยใช้เวลาในการอัด 1 วัน ที่อุณหภูมิของห้องประมาณ 20° เซ็นติเกรด

เนื่องจากความแข็งแรงในการรับแรงเฉือนของรอยต่อกาขึ้นอยู่กับแรงดันที่ใช้ในการอัดไม้ ดังนั้น จึงต้องทำการอัดไม้ด้วยแรงดันขนาดต่าง ๆ กัน เพื่อจะหาแรงดันที่จะให้ค่าแรงเฉือนสูงสุด ในการทดลองครั้งนี้ได้ใช้แรงดันหกค่า มีค่าตั้งแต่ 50 ถึง 300 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เมื่ออัดเสร็จแล้วนำไปตัดเป็นชิ้นตัวอย่างตามรูปที่ 2 โดยตัดตามแบบที่ใดแสดงในรูปที่ 3



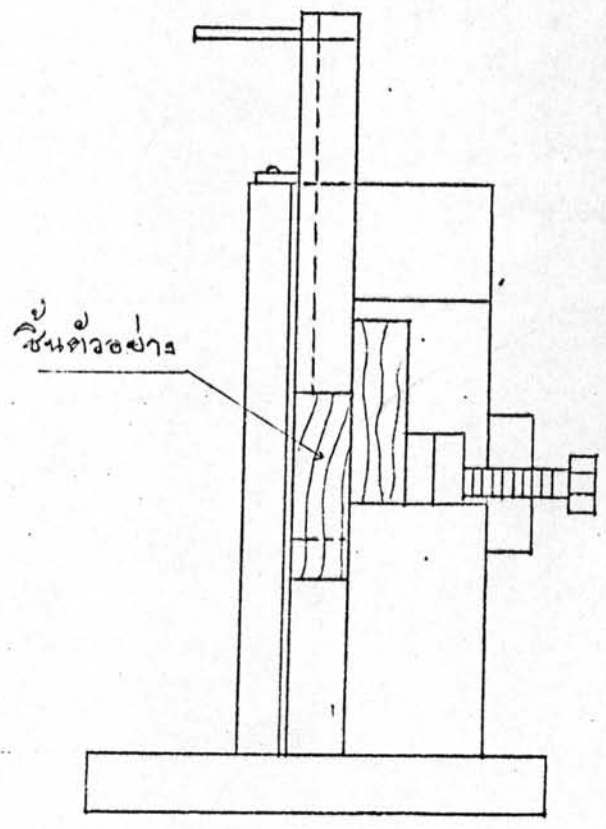
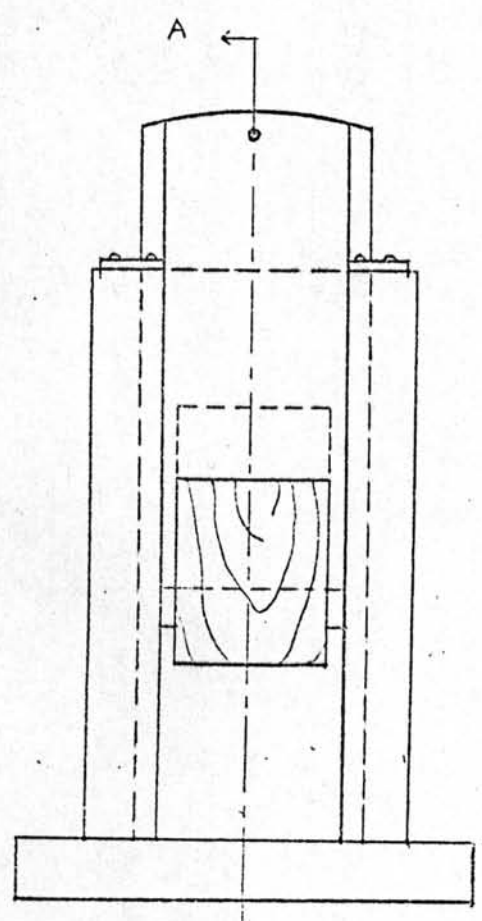


รูปที่ 1 เครื่องกลัดไม้ขึ้นตัวอย่างสำหรับทดลองแรงเฉือน



รูปที่ 2 ขนาดของชิ้นตัวอย่าง  
สำหรับทดสอบแรงเฉือน

รูปที่ 3 วิธีร้อยชิ้นตัวอย่าง  
สำหรับทดสอบแรงเฉือน



รูปที่ 4

อุปกรณ์ทดสอบแรงเฉือน

## 2.6 วิธีการทดลอง

นำไม้ชิ้นตัวอย่างไปทดสอบการรับแรงเฉือน โดยเครื่องมือดังแสดงในรูปที่ 4 และที่ 5 โดยมีอัตราการเพิ่มน้ำหนักบรรทุกทุกประมาณ 6 มิลลิเมตรค่อนาทีของแป้นเครื่องทดลอง และบันทึกน้ำหนักบรรทุกประลัยและเปอร์เซ็นต์รอยฉีกของเนื้อไม้

## 2.7 ผลการทดลอง

รายละเอียดผลการทดลองทั้งหมดแสดงไว้ในตารางที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ

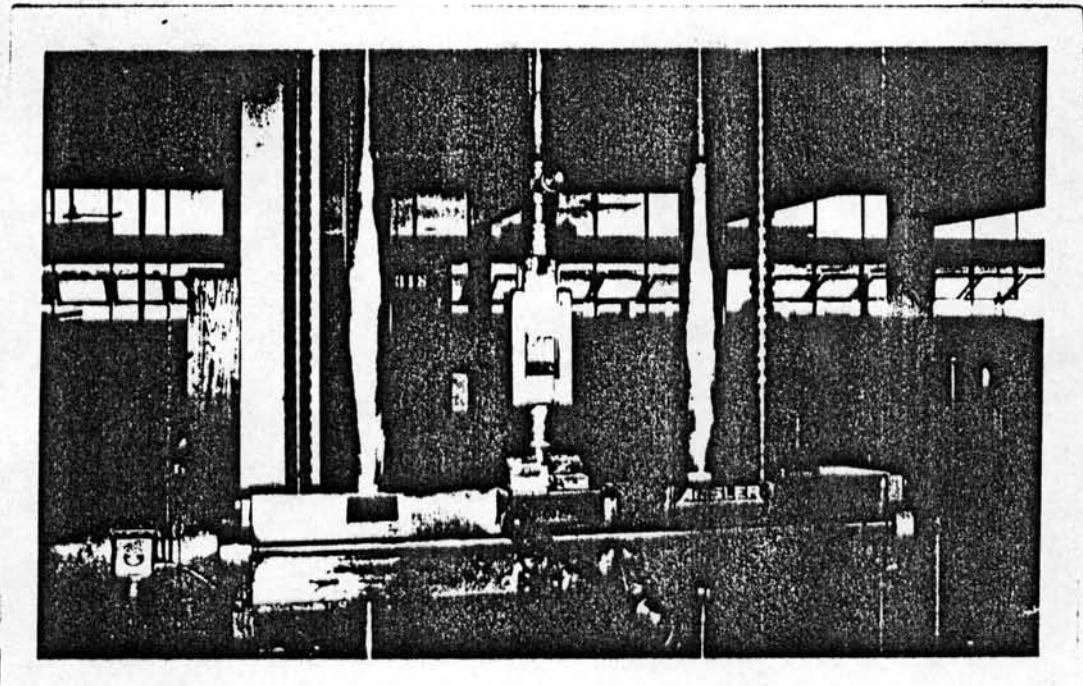
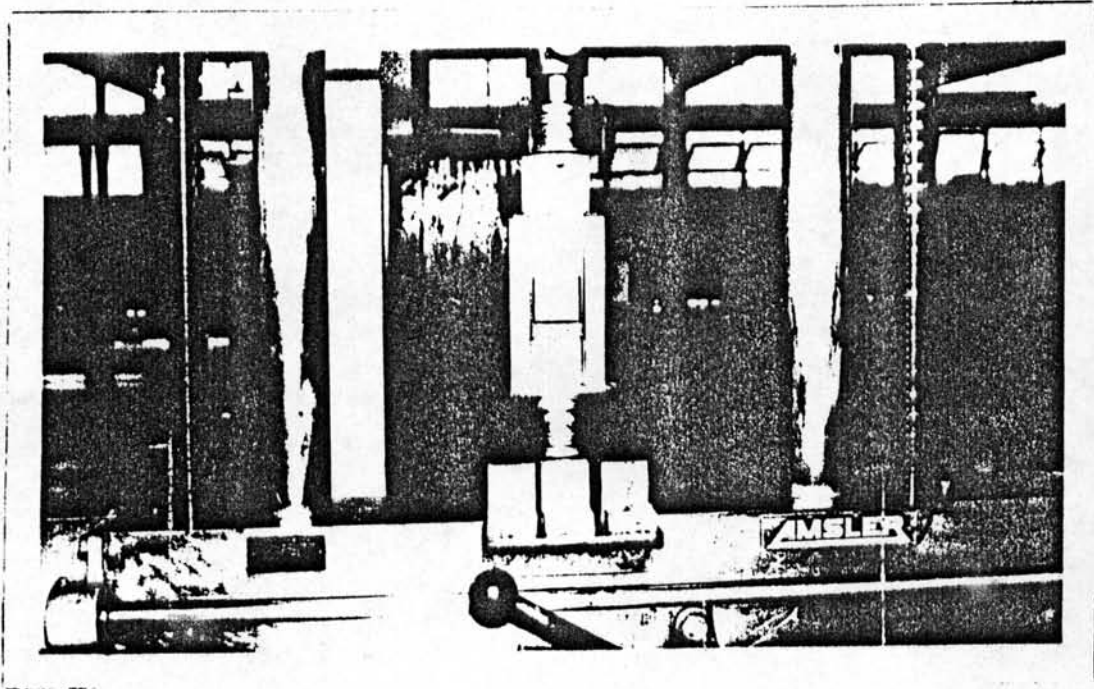
## 2.8 วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

จากกราฟในรูปที่ 6 แสดงค่าเฉลี่ยความแข็งแรงในการรับแรงเฉือนกับแรงคั้นที่ใช้ในการอัดไม้ ซึ่งให้เห็นว่ารอยตอกยาวของไม้ยางกับไม้ยางให้ค่าแรงเฉือนสูงสุด ถัดลงมาได้แก่ไม้แดงกับไม้ยาง และที่ต่ำสุดก็คือไม้แดงกับไม้แดง ทั้งนี้เนื่องจากไม้ยางมีคุณสมบัติในการดูดซึมน้ำได้ดี ส่วนไม้แดงมีผิวมันและเนื้อไม้ละเอียดกว่าไม้ยาง ดังนั้น จึงบีบคั้นน้ำไหลออกจากเนื้อไม้ไปเป็นส่วนมาก จึงทำให้มีปริมาณน้ำสำหรับยึดเกาะเนื้อไม้อยู่น้อย ซึ่งทำให้ความแข็งแรงในการรับแรงเฉือนของรอยตอกยาวของไม้แดงกับไม้แดงมีค่าน้อยกว่า

จากผลการทดลองปรากฏว่าแรงคั้นที่ให้ค่าแรงเฉือนสูงสุด จากชิ้นตัวอย่างทั้งสามชนิด ได้แก่ แรงคั้นที่ 250 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว โดยให้ค่าหน่วยแรงเฉือนสูงสุด ดังนี้

ไม้ยางกับไม้ยาง	=	108.27	ก.ก/ซ.ม <sup>2</sup>
ไม้แดงกับไม้ยาง	=	104.56	ก.ก/ซ.ม <sup>2</sup>
ไม้แดงกับไม้แดง	=	99.53	ก.ก/ซ.ม <sup>2</sup>





รูปที่ 5 เครื่องมือทดสอบแรงเฉือน

ตารางที่ 1 ค่าหน่วยแรงเดือนของรอยตอกวาระหว่างไม้ยางกับไม้ยาง

แรงอัด (ปอนด์/นิ้ว <sup>2</sup> )	หมายเลข	พื้นที่ หน้าตัด (ซ.ม <sup>2</sup> )	แรงเดือน สูงสุด (ก.ก.)	หน่วย แรงเดือน (กก/ซ.ม <sup>2</sup> )	ค่าเฉลี่ย หน่วยแรงเดือน (กก/ซ.ม <sup>2</sup> )	รอยฉีกเนื้อไม้ %	
							ค่าเฉลี่ย
50	1	19.35	1250	64.60	71.49	30	26.67
	2	"	1550	80.10		40	
	3	"	1280	66.15		20	
	4	"	1660	85.79		30	
	5	"	1340	69.25		20	
	6	"	1220	63.05		20	
100	1	19.35	1730	89.41	89.15	30	38.33
	2	"	1600	82.69		30	
	3	"	1650	85.27		40	
	4	"	1810	93.54		40	
	5	"	1860	96.12		50	
	6	"	1700	87.86		40	
150	1	19.35	1800	93.02	95.44	50	48.33
	2	"	1870	96.64		60	
	3	"	1760	90.96		30	
	4	"	1900	98.19		50	
	5	"	1820	94.06		40	
	6	"	1930	99.74		60	
200	1	19.35	1875	96.90	99.96	60	56.66
	2	"	1960	101.90		40	
	3	"	1880	97.16		50	
	4	"	1950	100.78		60	
	5	"	1980	102.33		60	
	6	"	1960	101.29		70	
250	1	19.35	1980	102.33	108.27	80	66.67
	2	"	2110	109.44		60	
	3	"	2290	118.35		80	
	4	"	2020	104.39		70	
	5	"	2010	103.88		50	
	6	"	2160	111.63		60	
300	1	19.35	1810	93.54	94.75	60	46.67
	2	"	1880	97.16		50	
	3	"	1760	90.96		30	
	4	"	1900	98.19		40	
	5	"	1820	94.06		50	
	6	"	1830	94.57		50	

ตารางที่ 2 ค่าหน่วยแรงเดือนของรอยตอกวาระหว่างไม้แดงกับไม้ยาง

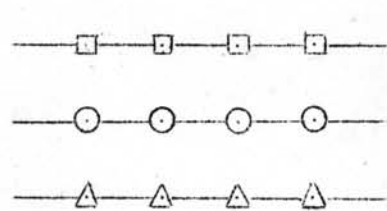
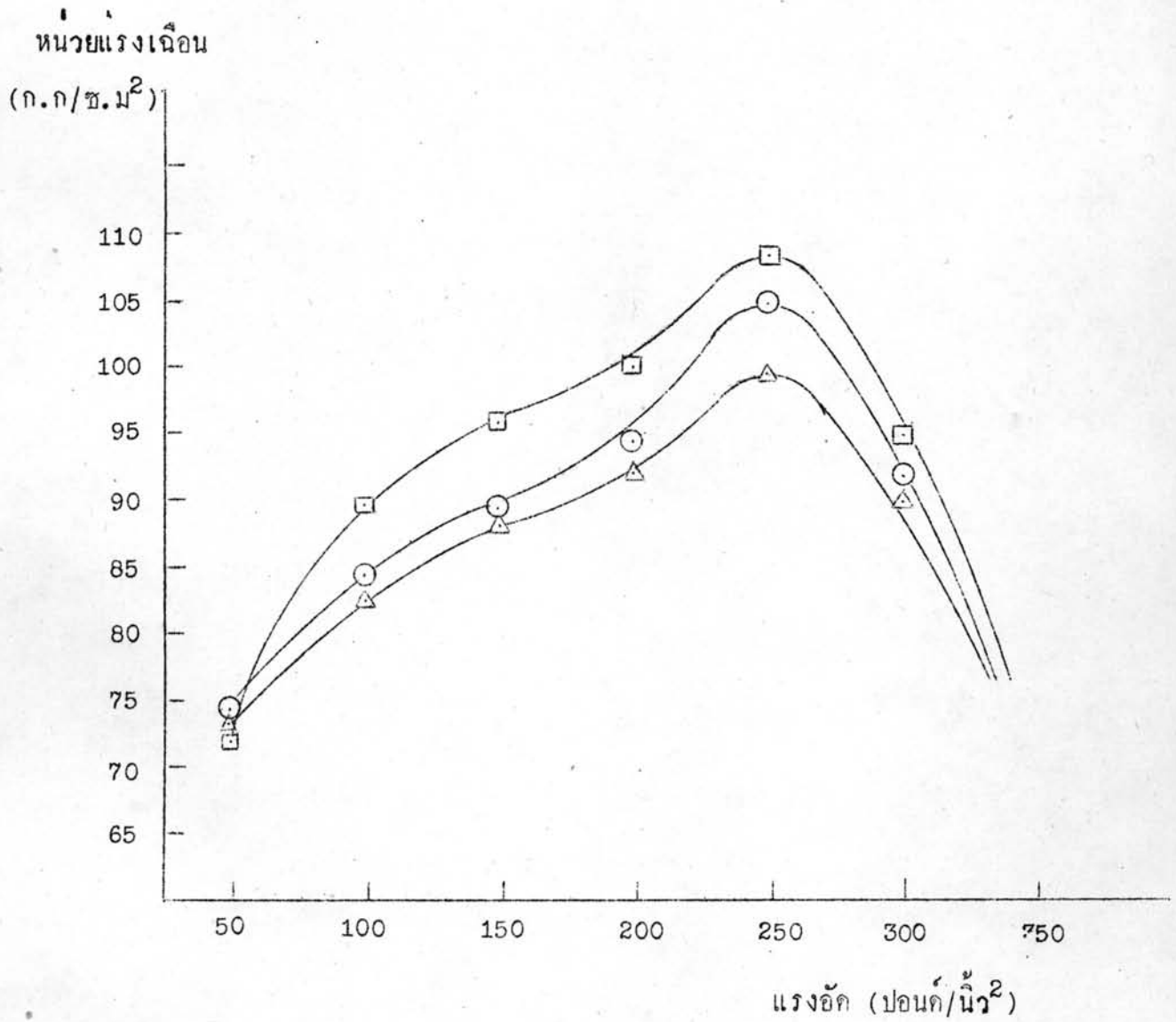
แรงอัด (ปอนด์/นิ้ว <sup>2</sup> )	หมายเลข	พื้นที่ หน้าตัด (ซ.ม. <sup>2</sup> )	แรงเดือน สูงสุด (ก.ก.)	หน่วย แรงเดือน (กก/ซ.ม. <sup>2</sup> )	ค่าเฉลี่ย หน่วยแรงเดือน (กก/ซ.ม. <sup>2</sup> )	รอยฉีกเนื้อไม้ %	
							ค่าเฉลี่ย
50	1	19.35	1380	71.32	74.16	30	35.00
	2	"	1240	64.08		40	
	3	"	1480	76.49		50	
	4	"	1630	84.24		40	
	5	"	1560	80.62		30	
	6	"	1320	68.22		20	
100	1	19.35	1390	71.83	84.24	30	30.00
	2	"	1670	86.30		30	
	3	"	1590	82.17		20	
	4	"	1680	86.82		20	
	5	"	1630	84.24		30	
	6	"	1820	24.06		50	
150	1	19.35	1420	73.39	88.97	40	35.00
	2	"	1650	85.27		30	
	3	"	1610	83.20		30	
	4	"	1900	96.19		40	
	5	"	1860	96.12		30	
	6	"	1890	97.67		40	
200	1	19.35	1700	87.86	93.97	30	41.67
	2	"	1930	99.74		40	
	3	"	2010	103.87		60	
	4	"	1690	87.34		30	
	5	"	1760	90.96		40	
	6	"	1820	94.06		50	
250	1	19.35	2020	104.39	104.56	50	70.00
	2	"	2010	103.87		80	
	3	"	1980	102.33		50	
	4	"	2070	106.97		50	
	5	"	2050	105.94		60	
	6	"	2010	103.88		80	
300	1	19.35	1850	95.61	91.30	50	41.67
	2	"	1690	87.34		40	
	3	"	1760	90.96		50	
	4	"	1820	94.06		40	
	5	"	1620	83.72		30	
	6	"	1860	96.12		40	

ตารางที่ 3 ค่าหน่วยแรงเดือนของรอยคอกาหว่างไม้แคงกับไม้แคง

แรงอัด (ปอนด์/นิ้ว <sup>2</sup> )	หมายเลข	พื้นที่ หน้าตัด (ซ.ม. <sup>2</sup> )	แรงเดือน สูงสุด (ก.ก)	หน่วย แรงเดือน (กก/ซ.ม. <sup>2</sup> )	ค่าเฉลี่ย หน่วยแรงเดือน (กก/ซ.ม. <sup>2</sup> )	รอยฉีกเนื้อไม้	
						%	ค่าเฉลี่ย
50	1	19.35	1540	79.59	73.82	30	28.33
	2	"	1280	66.15		20	
	3	"	1420	73.39		30	
	4	"	1220	63.05		20	
	5	"	1600	82.69		40	
	6	"	1510	78.04		30	
100	1	19.35	1682	86.82	83.63	40	31.67
	2	"	1520	78.55		30	
	3	"	1620	83.72		30	
	4	"	1840	95.09		40	
	5	"	1360	70.28		20	
	6	"	1690	87.34		30	
150	1	19.35	1660	85.79	89.06	30	36.67
	2	"	1890	97.67		40	
	3	"	1580	81.65		30	
	4	"	1680	86.82		40	
	5	"	1910	98.71		50	
	6	"	1620	83.72		50	
200	1	19.35	1780	91.99	92.16	40	40.00
	2	"	1930	99.74		50	
	3	"	1720	88.89		50	
	4	"	1840	95.09		30	
	5	"	1690	87.34		30	
	6	"	1740	89.92		40	
250	1	19.35	1925	99.48	99.53	40	43.33
	2	"	2010	103.87		30	
	3	"	1940	100.26		50	
	4	"	1970	101.81		50	
	5	"	1820	94.06		50	
	6	"	1890	97.67		40	
300	1	19.35	1630	84.24	90.18	40	35.00
	2	"	1820	94.06		30	
	3	"	1680	86.82		30	
	4	"	1780	91.99		40	
	5	"	1840	95.09		50	
	6	"	1720	88.89		20	



กราฟแสดงค่าแรงอัดกับหน่วยแรงเฉือน



ไม้ยาง - ยาง

ไม้แดง - ยาง

ไม้แดง - แดง

รูปที่ 6



กราฟเปรียบเทียบแรงอัดของไม้ประกับกับแรงบิดของกุญแจปอนด์

