

## บทที่ 5

### ผลการทดลอง

จากการทดลองที่แสดงไว้ในบทที่ 4 จะได้ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เช่นระยะเคลื่อนที่นอกกระนาบ ความเครียดที่ผิวหน้า ระยะขยุบตัวในแนวแรง ณ ค่าภาระต่าง ๆ ซึ่งสามารถนำมาหาค่าภาระการโก่งงอ จากกราฟพฤติกรรมแบบต่าง ๆ โดยบทนี้จะนำเสนอผลการวิเคราะห์หาค่าภาระการโก่งงอของชิ้นงาน ทดสอบด้วยวิธี 4 วิธีที่กล่าวไปและผลการคำนวณ โดยใช้ผลเฉลยแม่นยำตรง

#### 5.1 ค่าภาระการโก่งงอทางทฤษฎี

จากการทดสอบหาสมบัติทางกลของแผ่นอะลูมิเนียมที่ใช้ทดลองได้ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่น เท่ากับ 61.47 GPa สำหรับการทดลองครั้งที่ 1 และเท่ากับ 61.76 GPa สำหรับการทดลองครั้งที่ 2 และ อัตราส่วนปัวร์ซงมีค่าเท่ากับ 0.333 และ 0.338 สำหรับการทดลองครั้งที่ 1 และ 2 ตามลำดับ คุณสมบัติ เหล่านี้ใช้แทนค่าในผลเฉลยแม่นยำตรง

จากผลเฉลยแม่นยำตรงสำหรับค่าภาระการโก่งงอ ( สมการ 3.20 ) โดยค่าพารามิเตอร์ที่มีความ สำคัญได้แก่ ความหนา ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่น ค่าอัตราส่วนปัวร์ซง ซึ่งรวมอยู่ในตัวแปร  $D$  ขณะที่ ความกว้าง ความยาว รวมอยู่ในตัวแปร  $R$  วิทยานิพนธ์นี้เลือกใช้ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นกับค่าอัตรา ส่วนปัวร์ซงที่เฉลี่ยจากการทดลองทั้งสอง ดังนั้นค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นของแผ่นทดสอบมีค่าเท่ากับ 61.62 GPa และค่าอัตราส่วนปัวร์ซงมีค่าเท่ากับ 0.34

การหาค่าภาระการโก่งงอจากสมการดังกล่าวต้องแทนค่าพารามิเตอร์ของแผ่นทดสอบดังนี้ ความหนา โมดูลัสความยืดหยุ่น อัตราส่วนปัวร์ซง ความกว้าง ความยาว ค่าภาระซึ่งได้จากสมการจะ เป็นค่าภาระการโก่งงอที่ต่อเมื่อค่าภาระที่คำนวณออกมามีค่าน้อยที่สุดจากการลองแทนค่า  $m$  ตั้งแต่ 1, 2, 3,... ที่ค่า  $h$  เท่ากับหนึ่ง ค่าภาระการโก่งงอของแผ่นทดสอบมีค่าดังแสดงในตารางที่ 5.1 ซึ่งในตารางมี การเปลี่ยนหน่วยของค่าภาระการโก่งงอจาก kN/m ในช่องที่ 2 ไปเป็นค่าภาระการโก่งงอในหน่วย kN ในช่องที่ 3 โดยการคูณด้วยความกว้างจริงของแผ่นทดสอบ ซึ่งก็คือ 200 มม สำหรับแผ่นทดสอบที่มีความ กว้าง  $b$  เท่ากับ 180 มม และ 260 มม สำหรับแผ่นทดสอบที่มีความกว้าง  $b$  เท่ากับ 240 มม ทั้งนี้ เพื่อความสะดวกในการเปรียบเทียบกับค่าภาระที่อ่านได้จากอุปกรณ์การวัด

ตารางที่ 5.1 ค่าภาระการ โกงงอและ โหมคการ โกงงอทางทฤษฎีของแผ่นทดสอบขนาดต่าง ๆ

แผ่นทดสอบ ขนาด $a \times b$ ( มม <sup>2</sup> )	ภาระการ โกงงอ ( kN/m )	ภาระการ โกงงอ ( kN )	โหมคการ โกงงอ
480 x 240	33.78	8.78	2
360 x 240	36.66	9.53	2
240 x 240	33.78	8.78	1
360 x 180	60.06	12.01	2
270 x 180	65.17	13.03	2
180 x 180	60.06	12.01	1

## 5.2 ผลการทดลอง

ในการทดลองจะเก็บข้อมูลคือ 1) ระยะการเคลื่อนที่นอกกระนาบ 2) ความเครียดที่ผิวหน้าทั้ง 2 ด้านของแผ่นทดสอบและ 3 ) ระยะขยุบตัวในแนวแรงขณะมีภาระกระทำกับแผ่นทดสอบที่ภาระต่าง ๆ ผลการทดลองแสดงอยู่ในภาคผนวก ก และ ข วิธีการหาค่าภาระการ โกงงอจากกราฟพฤติกรรมทำในลักษณะเช่นเดียวกับที่กล่าวไว้ในบทที่ 3 หัวข้อการหาค่าภาระการ โกงงอโดยการทดลอง โดยในภาคผนวก ก แสดงผลของการทดลองแต่ละแผ่นทดสอบในลักษณะของกราฟความสัมพันธ์แบบต่าง ๆ เช่น กราฟระยะเคลื่อนที่นอกกระนาบ 360 x 180 A1 หมายถึง กราฟแสดงผลการทดลองในครั้งที่ 1 บนแผ่นทดสอบตัวอย่าง A โดยแผ่นทดสอบมีความยาว  $a$  เท่ากับ 360 มม และมีความกว้าง  $b$  เท่ากับ 180 มม และแผ่นทดสอบนี้หาค่าภาระการ โกงงอจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างภาระในแนวระนาบกับระยะเคลื่อนที่นอกกระนาบ กราฟซึ่งแสดงไว้ในภาคผนวกนั้นจะเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง 1. ภาระกับระยะเคลื่อนที่นอกกระนาบที่เรียกว่าวิธีระยะเคลื่อนที่นอกกระนาบ 2. ภาระกับระยะขยุบตัวในแนวแรงซึ่งเรียกว่าวิธี end-shortening 3. ภาระกับผลต่างของความเครียดที่ผิวหน้าเรียกว่าวิธีผลต่างความเครียด 4. อัตราส่วนระหว่างระยะเคลื่อนที่นอกกระนาบและภาระที่ชิ้นงานได้รับกับระยะเคลื่อนที่นอกกระนาบ เรียกว่าวิธี Southwell plot สำหรับภาคผนวก ข เป็นข้อมูลทั้งหมดที่ใช้ในการเขียนกราฟพฤติกรรมทั้ง 4 แบบ โดยแสดงในรูปของตารางข้อมูล แต่ละตารางแสดงค่าพารามิเตอร์จากการทดลองทั้ง 2 ครั้งของแต่ละแผ่นทดสอบ

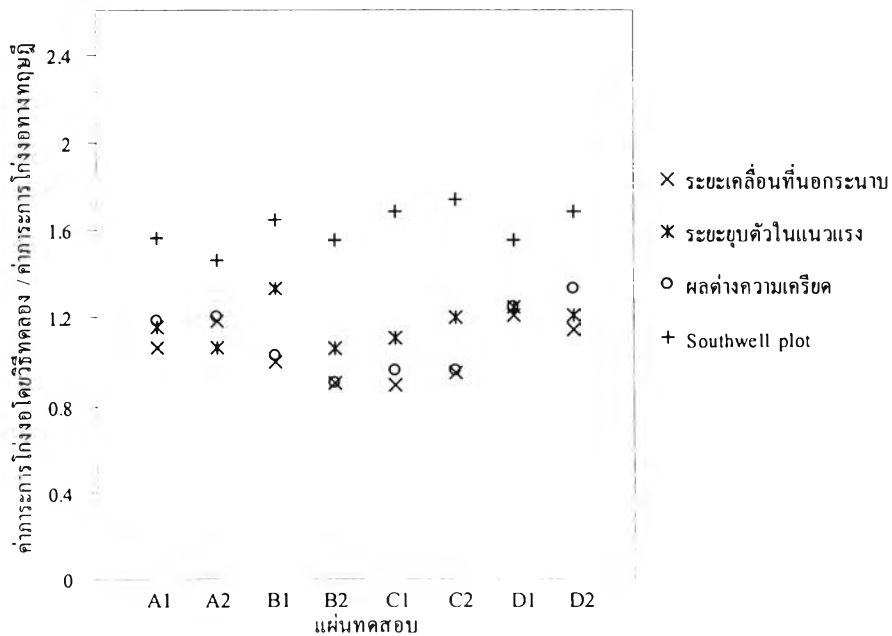
ชิ้นงานทดสอบแต่ละชิ้นจะถูกทดสอบ 2 ครั้ง ซึ่งค่าภาระการโก่งงอจากการทดลองทั้งหมดสามารถแสดงเป็นตารางและกราฟรวมทั้งแสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเมื่อเทียบกับค่าจากทางทฤษฎีในแต่ละแผ่นทดสอบ เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนหาได้จากสมการดังนี้

$$\text{Percentage error in measure} = \frac{N_x(\text{meas}) - N_x(\text{pre})}{N_x(\text{pre})} \times 100\% \quad (5.1)$$

ตารางที่ 5.2 แสดงค่าภาระการโก่งงอที่ได้จากวิธีการหาค่าภาระการโก่งงอทั้ง 4 วิธีของแผ่นทดสอบขนาด 480 x 240 มม<sup>2</sup> ในช่องแรกของตารางแสดงถึงแผ่นทดสอบขนาดเดียวกันทั้งหมดโดยมี 4 ตัวอย่างทดสอบคือ A , B , C และ D ในแต่ละตัวอย่างทำการทดลอง 2 ครั้งเช่นแผ่นทดสอบ A1 คือแผ่นตัวอย่าง A ทดลองครั้งที่ 1 ส่วนแผ่นทดสอบ A2 คือแผ่นตัวอย่าง A ทดลองครั้งที่ 2 ช่องต่อมาคือค่าภาระการโก่งงอทางทฤษฎีดังที่แสดงในตาราง 5.1 ส่วน 8 ช่องต่อมาก็คือค่าภาระการโก่งงอและเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของแต่ละวิธี โดยในตารางได้แสดงถึงค่าเฉลี่ยของค่าภาระการโก่งงอและเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนในแต่ละวิธีสำหรับแผ่นทดสอบขนาดนั้น ๆ จากตารางนี้แสดงให้เห็นว่าทุกแผ่นทดสอบสามารถหาค่าภาระการโก่งงอจากกราฟพฤติกรรมทั้ง 4 แบบ ค่าภาระการโก่งงอเฉลี่ยจากวิธีระยะเคลื่อนที่นอกระนาบให้ค่าใกล้เคียงกับทางทฤษฎีมากที่สุดคือ 9.2 kN เมื่อเทียบกับค่าทางทฤษฎีคือ 8.8 kN ค่าภาระการโก่งงอเฉลี่ยที่หาได้จากวิธี Southwell plot ให้ค่ามากที่สุดคือ 14.2 kN ค่าภาระการโก่งงอเฉลี่ยจากทั้ง 4 วิธีให้ค่าภาระการโก่งงอโดยเรียงจากน้อยไปหามากได้แก่ วิธีระยะเคลื่อนที่นอกระนาบ วิธีผลต่างความเครียด วิธี end-shortening วิธีสุดท้ายซึ่งให้ค่าภาระการโก่งงอสูงสุดคือวิธี Southwell plot ค่าภาระการโก่งงอจากวิธีระยะเคลื่อนที่นอกระนาบกับวิธีผลต่างความเครียดให้ค่าใกล้เคียงกัน นอกจากนี้แล้วยังแสดงให้เห็นว่าค่าภาระการโก่งงอของแผ่นทดสอบเดียวกันที่ได้จากทั้ง 4 วิธี ค่าภาระการโก่งงอจากการทดลองครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ให้ค่าใกล้เคียงกันเพียงระดับหนึ่งและไม่มีแนวโน้มชัดเจนว่าในการทดลองครั้งใดให้ค่ามากกว่ากัน ข้อมูลจากตารางที่ 5.2 สามารถแสดงเป็นกราฟของค่าภาระการโก่งงอจากการทดลองต่อค่าภาระการโก่งงอจากทฤษฎีได้ดังรูปที่ 5.1

ตารางที่ 5.2 ค่าภาระการโก่งงอของแผ่นทดสอบขนาดยาว 480 มม กว้าง 240 มม

แผ่นทดสอบ	ทางทฤษฎี (kN)	วิธี $P - w$		วิธี $P - \delta$		วิธี $P - \Delta \epsilon$		วิธี $w/P - w$	
		การทดลอง (kN)	% error	การทดลอง (kN)	% error	การทดลอง (kN)	% error	การทดลอง (kN)	% error
A1	8.8	9.4	6.8	10.2	15.9	10.4	18.2	13.8	56.8
A2		10.4	18.2	9.4	6.8	10.6	20.5	12.9	46.6
B1		8.8	0	11.7	33.0	9.0	2.3	14.5	64.8
B2		8.0	-9.1	9.4	6.8	8.0	-9.1	13.7	55.7
C1		7.9	-10.2	9.8	11.4	8.5	-3.4	14.8	68.2
C2		8.4	-4.5	10.6	20.5	8.5	-3.4	15.3	73.9
D1		10.7	21.6	11.0	25.0	11.0	25.0	13.7	55.7
D2		10.1	14.8	10.7	21.6	11.7	33.0	14.8	68.2
เฉลี่ย		9.2	4.7	10.4	17.6	9.7	10.4	14.2	61.2

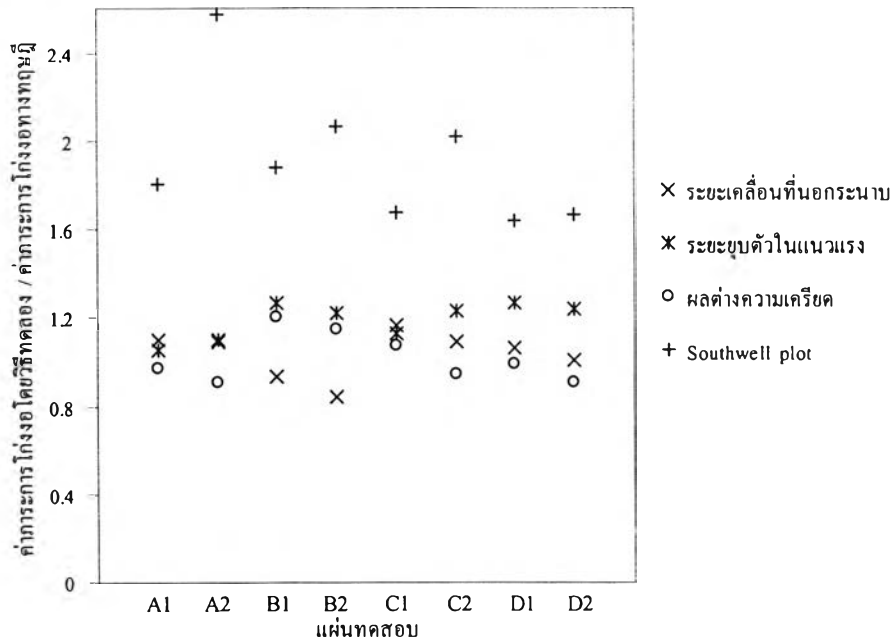


รูปที่ 5.1 กราฟแสดงค่าภาระการโก่งงอของแผ่นทดสอบขนาด 480 มม x 240 มม โดยวิธีต่าง ๆ

ตารางที่ 5.3 แสดงค่าภาระการโก่งงอของแผ่นทดสอบขนาด 360 x 240 มม<sup>2</sup> ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับตารางที่ 5.2 คือ ทุกแผ่นทดสอบสามารถหาค่าภาระการโก่งงอได้ ค่าภาระการโก่งงอเฉลี่ยจากทั้ง 4 วิธีโดยเรียงจากน้อยไปมากได้แก่ วิธีผลต่างความเครียด วิธีระยะเคลื่อนที่นอกกระนาบ วิธี end-shortening และวิธีสุดท้ายคือวิธี Southwell plot สำหรับการทดลองครั้งที่ 1 นั้นค่าภาระการโก่งงอจากวิธีระยะเคลื่อนที่นอกกระนาบและวิธีผลต่างความเครียดให้ค่าที่สูงกว่าค่าภาระการโก่งงอที่ได้ในการทดลองครั้งที่ 2 ซึ่งมีลักษณะตรงกันข้ามกับวิธี Southwell plot ค่าภาระการโก่งงอเฉลี่ยจากวิธีผลต่างความเครียดให้ค่าใกล้เคียงกับทางทฤษฎีมากที่สุดคือ 9.7 kN โดยค่าทางทฤษฎีคือ 9.5 kN ขณะที่ค่าภาระการโก่งงอเฉลี่ยจากวิธี Southwell plot มีค่ามากที่สุดคือ 18.2 kN เมื่อนำข้อมูลที่ทั้งหมดมาเขียนกราฟเปรียบเทียบจะได้ดังรูปที่ 5.2 โดยสังเกตได้ว่าการหาค่าภาระการโก่งงอจาก 2 วิธีแรกให้ค่าใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 5.3 ค่าภาระการโก่งงอของแผ่นทดสอบขนาดยาว 360 มม กว้าง 240 มม

แผ่นทดสอบ	ทางทฤษฎี (kN)	วิธี $P - w$		วิธี $P - \delta$		วิธี $P - \Delta \epsilon$		วิธี $w/P - w$	
		การทดลอง (kN)	% error	การทดลอง (kN)	% error	การทดลอง (kN)	% error	การทดลอง (kN)	% error
A1	9.5	10.5	10.5	10.0	5.3	9.2	-3.2	17.1	80.0
A2		10.4	9.5	10.5	10.5	8.6	-9.5	24.4	156.8
B1		8.9	-6.3	12.0	26.3	11.4	20.0	17.8	87.4
B2		8.0	-15.8	11.6	22.1	10.9	14.7	19.6	106.3
C1		11.1	16.8	10.7	12.6	10.2	7.4	15.9	67.4
C2		10.4	9.5	11.7	23.2	9.0	-5.3	19.2	102.1
D1		10.1	6.3	12.0	26.3	9.4	-1.1	15.6	64.2
D2		9.6	1.1	11.8	24.2	8.6	-9.5	15.8	66.3
เฉลี่ย		9.9	3.9	11.3	18.8	9.7	1.7	18.2	91.3

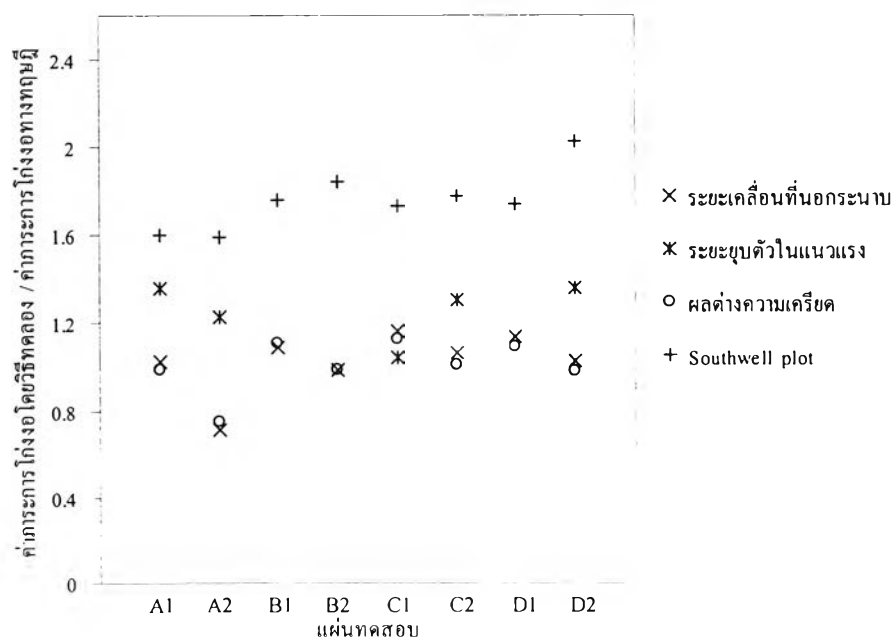


รูปที่ 5.2 กราฟแสดงค่าภาระการโก่งงอของแผ่นทดสอบขนาด 360 มม x 240 มม โดยวิธีต่าง ๆ

สำหรับแผ่นทดสอบขนาด 240 x 240 มม<sup>2</sup> มีการวิเคราะห์บางวิธีที่ไม่สามารถหาค่าภาระการโก่งงอได้จากผลการทดลองในตารางที่ 5.4 การวิเคราะห์โดยวิธี end-shortening มี 3 กรณีที่ไม่สามารถหาค่าภาระการโก่งงอได้ ค่าภาระการโก่งงอที่หาจากวิธีระยะเคลื่อนที่นอกระนาบและวิธีผลต่างความเครียดให้ค่าใกล้เคียงกันมาก นอกจากนี้แล้ววิธีระยะเคลื่อนที่นอกระนาบและวิธีผลต่างความเครียดหาค่าภาระการโก่งงอจากการทดลองครั้งที่ 1 ได้สูงกว่าการทดลองครั้งที่ 2 เสมอซึ่งตรงกันข้ามกับวิธี Southwell plot โดยสังเกตได้จากรูปที่ 5.3 ค่าภาระการโก่งงอเฉลี่ยจากวิธีผลต่างความเครียดให้ค่าใกล้เคียงกับค่าทางทฤษฎีมากที่สุดคือ 8.9 kN ขณะที่ค่าทางทฤษฎีคือ 8.8 kN ค่าภาระการโก่งงอเฉลี่ยจากวิธี Southwell plot ให้ค่ามากที่สุดคือ 15.5 kN โดยรวมแล้วค่าภาระการโก่งงอจากวิธีผลต่างความเครียดให้ค่าน้อยที่สุด ส่วนค่าภาระการโก่งงอโดยหาจากวิธีระยะเคลื่อนที่นอกระนาบ วิธี end-shortening และวิธี Southwell plot มีค่าสูงขึ้นตามลำดับ

ตารางที่ 5.4 ค่าภาระการโก่งงอของแผ่นทดสอบขนาดยาว 240 มม กว้าง 240 มม

แผ่นทดสอบ	ทางทฤษฎี (kN)	วิธี $P - w$		วิธี $P - \delta$		วิธี $P - \Delta \varepsilon$		วิธี $w/P - w$	
		การทดลอง (kN)	% error	การทดลอง (kN)	% error	การทดลอง (kN)	% error	การทดลอง (kN)	% error
A1	8.8	9.0	2.3	12.0	36.4	8.7	-1.1	14.1	60.2
A2		6.3	-28.4	10.8	22.7	6.6	-25.1	14.0	59.1
B1		9.6	9.1	N/A	N/A	9.8	11.4	15.5	76.1
B2		8.7	-1.1	N/A	N/A	8.7	-1.1	16.2	84.1
C1		10.3	17.0	9.2	4.5	9.9	12.5	15.2	72.7
C2		9.4	6.8	11.5	30.7	8.9	1.1	15.6	77.3
D1		10.0	13.6	N/A	N/A	9.6	9.1	15.3	73.9
D2		9.0	2.3	12	36.4	8.6	-2.3	17.8	102.3
เฉลี่ย		9.0	2.7	11.1	26.1	8.9	0.6	15.5	75.7



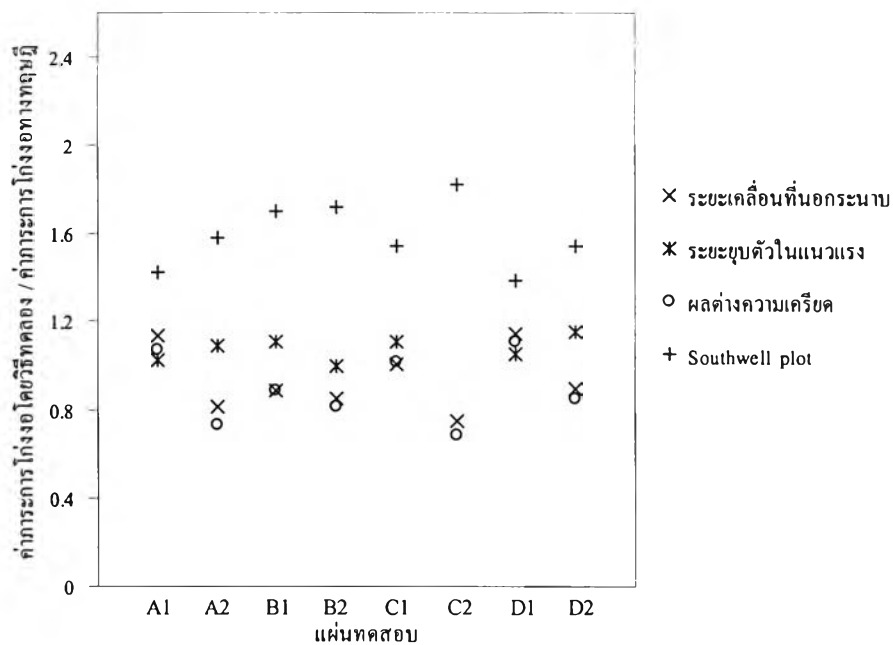
รูปที่ 5.3 กราฟแสดงค่าภาระการโก่งงอของแผ่นทดสอบขนาด 240 มม x 240 มม โดยวิธีต่าง ๆ

ตารางที่ 5.5 แสดงค่าภาระการโก่งงอของแผ่นทดสอบขนาด  $360 \times 180 \text{ มม}^2$  โดยมีหนึ่งการทดลองที่ไม่สามารถหาค่าภาระการโก่งงอจากกราฟพฤติกรรมได้เป็นการทดลองครั้งที่ 2 บนตัวอย่าง C โดยวิธี end-shortening การทดลองครั้งที่ 1 ค่าภาระการโก่งงอจากวิธีระยะเคลื่อนที่นอกระนาบ และวิธีผลต่างความเครียดให้ค่าที่สูงกว่าค่าภาระการโก่งงอจากครั้งที่ 2 โดยตรงข้ามกับวิธี Southwell plot แต่วิธี end-shortening หาค่าภาระการโก่งงอได้ใกล้เคียงกันในการทดลองครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 5.4 จากรูปจะเห็นว่าค่าภาระการโก่งงอซึ่งหาจากวิธีระยะเคลื่อนที่นอกระนาบ และวิธีผลต่างความเครียดมีค่าใกล้เคียงกัน ค่าภาระการโก่งงอเฉลี่ยจากวิธีระยะเคลื่อนที่นอกระนาบ ให้ค่าใกล้เคียงกับทางทฤษฎีมากที่สุดคือ  $11.3 \text{ kN}$  เมื่อค่าทางทฤษฎีคือ  $12.0 \text{ kN}$  โดยค่าภาระการโก่งงอเฉลี่ยจากวิธี Southwell plot ให้ค่ามากที่สุดคือ  $19.1 \text{ kN}$  ค่าภาระการโก่งงอเฉลี่ยโดยเรียงจากน้อยไปมากคือ วิธีผลต่างความเครียด วิธีระยะเคลื่อนที่นอกระนาบ วิธี end-shortening และสุดท้ายคือวิธี Southwell plot

ตารางที่ 5.5 ค่าภาระการโก่งงอของแผ่นทดสอบขนาดยาว 360 มม กว้าง 180 มม

แผ่นทดสอบ	ทางทฤษฎี (kN)	วิธี $P - w$		วิธี $P - \delta$		วิธี $P - \Delta \epsilon$		วิธี $w/P - w$	
		การทดลอง (kN)	% error	การทดลอง (kN)	% error	การทดลอง (kN)	% error	การทดลอง (kN)	% error
A1	12.0	13.7	14.2	12.3	2.5	12.9	7.5	17.1	42.5
A2		9.8	-18.3	13.1	9.2	8.8	-26.7	19.0	58.3
B1		10.7	-10.8	13.3	10.8	10.7	-10.8	20.4	70.0
B2		10.2	-15.0	12.0	0	9.8	-18.3	20.7	72.5
C1		12.1	0.8	13.3	10.8	12.2	1.7	18.5	54.2
C2		9.0	-25.0	N/A	N/A	8.2	-31.7	21.9	82.5
D1		13.8	15.0	12.7	5.8	13.3	10.8	16.7	39.2
D2		10.8	-10.0	13.9	15.8	10.2	-15.0	18.5	54.2
เฉลี่ย		11.3	-6.1	12.9	7.9	10.8	-10.3	19.1	59.2



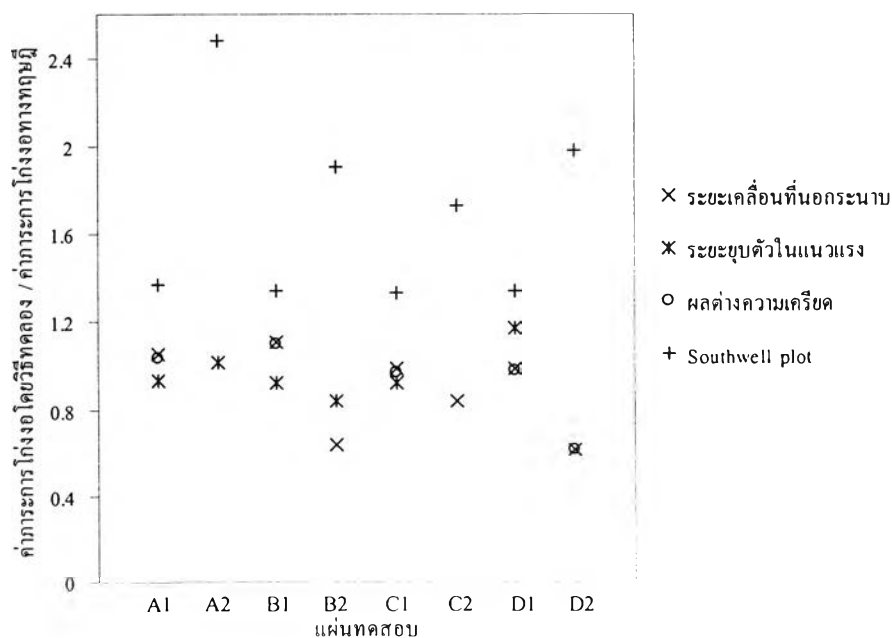


รูปที่ 5.4 กราฟแสดงค่าภาระการโก่งงอของแผ่นทดสอบขนาด 360 มม x 180 มม โดยวิธีต่าง ๆ

ตารางที่ 5.6 แสดงค่าภาระการโก่งงอของแผ่นทดสอบขนาด 270 x 180 มม<sup>2</sup> ซึ่งแผ่นทดสอบขนาดนี้เป็นขนาดที่ไม่สามารถหาค่าภาระการโก่งงอจากกราฟพฤติกรรมได้มากที่สุดคือมี 6 การทดลองที่ไม่สามารถหาค่าภาระการโก่งงอได้ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการทดลองในครั้งที่ 2 โดยเฉพาะวิธีผลต่างความเครียด เมื่อสังเกตค่าภาระการโก่งงอเฉลี่ยจากวิธี end-shortening ของแผ่นทดสอบขนาดนี้เทียบกับแผ่นทดสอบขนาดอื่นพบว่าให้ค่าที่ต่ำกว่าค่าทางทฤษฎีเป็นขนาดแรกและวิธีนี้ยังให้ค่าใกล้เคียงกับทางทฤษฎีมากที่สุดคือ 12.6 kN เมื่อเทียบกับค่าทางทฤษฎีคือ 13.0 kN ส่วนใหญ่การทดลองครั้งที่ 1 ค่าภาระการโก่งงอจากวิธี Southwell plot ให้ค่าที่ต่ำกว่าค่าภาระการโก่งงอจากการทดลองครั้งที่ 2 ดังแสดงในรูปที่ 5.5 ซึ่งเป็นลักษณะที่เหมือนกันกับแผ่นทดสอบทุกขนาด นอกจากนี้เมื่อสังเกตรูปที่ 5.5 สำหรับแผ่นทดสอบที่สามารถหาค่าภาระการโก่งงอได้นั้นค่าภาระการโก่งงอจากวิธีระยะเวลาเลื่อนที่นอกระนาบมีค่าใกล้เคียงกันมากกับค่าที่หาจากวิธีผลต่างความเครียด โดยที่ค่าภาระการโก่งงอเฉลี่ยจากวิธี Southwell plot ยังคงให้ค่าที่สูงเหมือนกรณีก่อน ๆ ค่าภาระการโก่งงอเฉลี่ยจาก 4 วิธีโดยเรียงจากน้อยไปมากได้แก่ วิธีระยะเวลาเลื่อนที่นอกระนาบ วิธีผลต่างความเครียด วิธี end-shortening และวิธี Southwell plot ตามลำดับ

ตารางที่ 5.6 ค่าภาระการโก่งงอของแผ่นทดสอบขนาดยาว 270 มม กว้าง 180 มม

แผ่นทดสอบ	ทางทดสอบ (kN)	วิธี $P - w$		วิธี $P - \delta$		วิธี $P - \Delta \varepsilon$		วิธี $w/P - w$	
		การทดลอง (kN)	% error	การทดลอง (kN)	% error	การทดลอง (kN)	% error	การทดลอง (kN)	% error
A1	13.0	13.7	5.4	12.2	-6.2	13.5	3.8	17.8	36.9
A2		N/A	N/A	13.2	1.5	N/A	N/A	32.2	147.7
B1		14.4	10.8	12.0	-7.7	14.3	10.0	17.5	34.6
B2		8.3	-36.2	10.9	-16.2	N/A	N/A	24.8	90.8
C1		12.9	-0.8	12.0	-7.7	12.6	-3.1	17.3	33.1
C2		11.0	-15.4	N/A	N/A	N/A	N/A	22.5	73.1
D1		12.9	-0.8	15.3	17.7	12.8	-1.5	17.4	33.8
D2		7.9	-39.2	N/A	N/A	7.9	-39.2	25.7	97.7
เฉลี่ย		11.6	-10.9	12.6	-3.1	12.2	-6.0	21.9	68.5

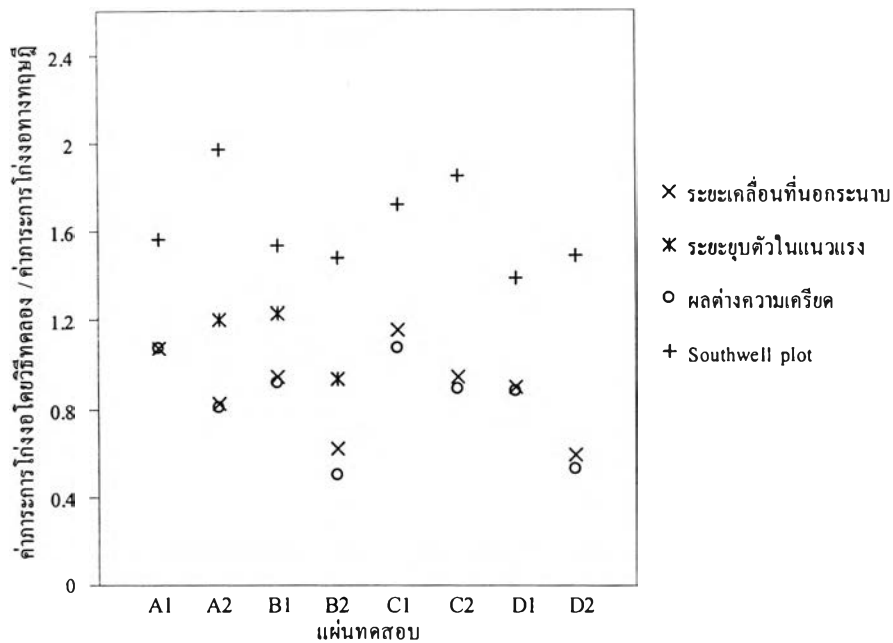


รูปที่ 5.5 กราฟแสดงค่าภาระการโก่งงอของแผ่นทดสอบขนาด 270 มม x 180 มม โดยวิธีต่างๆ

สำหรับตารางที่ 5.7 ค่าภาระการโก่งงอของแผ่นทดสอบขนาด 180 x 180 มม<sup>2</sup> ไม่สามารถหาได้ในบางการทดลองโดยเป็นการหาจากวิธี end-shortening ทั้งหมดและจากรูปที่ 5.6 ค่าภาระการโก่งงอจากวิธีระยะเคลื่อนที่นอกระนาบและวิธีผลต่างความเครียดในการทดลองครั้งที่ 1 ให้ค่าที่สูงกว่าค่าภาระการโก่งงอจากการทดลองครั้งที่ 2 อย่างชัดเจน นอกจากนี้ค่าภาระการโก่งงอโดยวิธีระยะเคลื่อนที่นอกระนาบและวิธีผลต่างความเครียดหาค่าภาระการโก่งงอได้ใกล้เคียงกันมาก ค่าภาระการโก่งงอเฉลี่ยจากวิธีระยะเคลื่อนที่นอกระนาบยังคงให้ค่าใกล้เคียงกับทางทฤษฎีมากที่สุด ค่าภาระการโก่งงอเฉลี่ยจากวิธี Southwell plot ให้ค่าที่คลาดเคลื่อนที่สุด ค่าภาระการโก่งงอเฉลี่ยโดยวิธีผลต่างความเครียดให้ค่าภาระการโก่งงอที่น้อยที่สุดคือประมาณ 10 kN โดยค่าภาระการโก่งงอจากวิธี Southwell plot ให้ค่ามากที่สุดคือ 19.5 kN

ตารางที่ 5.7 ค่าภาระการโก่งงอของแผ่นทดสอบขนาดยาว 180 มม กว้าง 180 มม

แผ่นทดสอบ	ทางทฤษฎี (kN)	วิธี $P - w$		วิธี $P - \delta$		วิธี $P - \Delta \epsilon$		วิธี $w/P - w$	
		การทดลอง (kN)	% error	การทดลอง (kN)	% error	การทดลอง (kN)	% error	การทดลอง (kN)	% error
A1	12.0	12.9	7.5	N/A	N/A	12.9	7.5	18.8	56.7
A2		9.9	-17.5	14.4	20.0	9.7	-19.2	23.6	96.7
B1		11.3	-5.8	14.8	23.3	11.0	-8.3	18.4	53.3
B2		7.4	-38.3	11.2	-6.7	6.0	-50.0	17.8	48.3
C1		13.9	15.8	N/A	N/A	12.9	7.5	20.6	71.7
C2		11.3	-5.8	N/A	N/A	10.7	-10.8	22.2	85.0
D1		10.8	-10.0	N/A	N/A	10.5	-12.5	16.6	38.3
D2		7.1	-40.8	N/A	N/A	6.3	-47.5	17.9	49.2
เฉลี่ย		10.6	-11.9	13.5	12.2	10.0	-16.7	19.5	62.4



รูปที่ 5.6 กราฟแสดงค่าภาระการโก่งงอของแผ่นทดสอบขนาด 180 มม x 180 มม โดยวิธีต่าง ๆ

จากข้อมูลในตารางที่ 5.2 ถึง 5.7 รวมทั้งรูปที่ 5.1 ถึง 5.6 เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของแผ่นทดสอบทุกขนาดตัวอย่างเช่นแผ่นทดสอบขนาด 180 มม x 180 มม ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการหาค่าภาระการโก่งงอโดยวิธีระยะเคลื่อนที่นอกระนาบ วิธี end-shortening วิธีผลต่างความเครียดและวิธี Southwell plot มีค่าเท่ากับ -11.9 % 12.2 % -16.7 % และ 62.4 % ตามลำดับเมื่อรวมแผ่นทดสอบขนาดอื่นๆ สรุปได้ว่าส่วนใหญ่ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยบนแผ่นทดสอบทุกขนาดโดยเรียงจากน้อยไปมากคือวิธีผลต่างความเครียด วิธีระยะเคลื่อนที่นอกระนาบ วิธี end-shortening และวิธี Southwell plot นอกจากนี้ยังสังเกตได้ว่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากวิธีระยะเคลื่อนที่นอกระนาบและวิธีผลต่างความเครียดบนแผ่นทดสอบที่มีความกว้าง 240 มม ส่วนใหญ่ให้ค่าเป็นบวกซึ่งหมายความว่าค่าภาระการโก่งงอที่หาจาก 2 วิธีนี้ให้ค่าภาระการโก่งงอมากกว่าค่าทางทฤษฎีเสมอ แต่แผ่นทดสอบที่มีความกว้าง 180 มม ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นมีค่าเป็นลบหมายความว่าค่าภาระการโก่งงอที่หาได้ให้ค่าที่ต่ำกว่าค่าจากทางทฤษฎี ส่วน 2 วิธีที่เหลือค่าภาระการโก่งงอที่หาได้มีค่าที่สูงกว่าค่าทางทฤษฎีเสมอ ทั้งนี้ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นขึ้นอยู่กับขีดความสามารถของชุดทดสอบการโก่งงอ