

บทที่ 4

ข้อเสนอเกี่ยวกับกำลังต้านแรงเฉือน

จากการสอบทวนกำลังรับแรงเฉือนในบทที่ 3 พบว่ากำลังรับแรงเฉือนแบบแตกร้าวในแนวทแยงในข้อกำหนด ACI318-05 นั้นให้กำลังในเชิงที่ปลอดภัยจึงมีความเหมาะสมสำหรับใช้ในการออกแบบ และข้อกำหนดของกำลังรับแรงเฉือนจำกัดไว้ที่ $(5/6) A_{cv} \sqrt{f'_c}$ เพื่อป้องกันการวิบัติแบบอัดแตกในผนังสำหรับผนังช่วงเดี่ยวนั้นยังไม่เหมาะสม การศึกษานี้จึงได้เสนอวิธีวิเคราะห์หน้าตัดโดยคำนึงถึงความเครียดเฉือนซึ่งสามารถทำนายการวิบัติแบบการตัด และการวิบัติแบบอัดแตกในผนังได้

วิธีการวิเคราะห์หน้าตัดโดยคำนึงถึงความเครียดเฉือน

วิธีวิเคราะห์หน้าตัด (Section analysis) คือการหาการกระจายตัวของความเครียดตั้งฉาก (ϵ_y) กับหน้าตัด โดยใช้สมมติฐานระนาบหน้าตัดยังคงเป็นระนาบหลังจากรับแรง ที่ทำให้เกิดสมดุลของแรงตามแนวแกนและโมเมนต์ ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการศึกษาพฤติกรรมรับแรงดัดของชิ้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

วิธีวิเคราะห์หน้าตัดโดยคำนึงถึงความเครียดเฉือน เป็นวิธีที่เลือกใช้ในการศึกษานี้ซึ่งในชั้นแรกคอนกรีตและเหล็กเสริมจะถูกตัดแบ่งเป็นชั้นเล็กๆ ดังแสดงในภาพ 20 แต่เนื่องจากผนังกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็กที่รับแรงเฉือนมากๆ จะมีการวิบัติแบบการอัดแตกในส่วนของผนัง ใน การศึกษานี้จึงเพิ่มขั้นตอนของการวิเคราะห์โดยกำหนดให้มีการกระจายตัวของความเครียดเฉือนบนหน้าตัดและมีการตรวจสอบสมดุลของแรงเฉือน ซึ่งการกระจายตัวของความเครียดเฉือนได้สมมติฐานให้มีค่าคงที่เฉพาะในส่วนของผนัง การกำหนดเช่นนี้ได้แนวคิดจากการทดสอบที่มีวิธีการวัดและคำนวณการเคลื่อนตัวเฉือน (Shear deformation) เป็นค่าเฉลี่ยคงที่ในส่วน of ผนัง อย่างไรก็ตามการกระจายตัวของความเครียดเฉือนที่เหมาะสมจะต้องทำการศึกษาต่อไป และกำหนดให้ค่าความเครียดตามแกนขวาง (ในแกน x) มีค่าเป็นศูนย์เนื่องจากถูกบีบบังคับจากเสาขอบ (Mo and Rother, 1998) สำหรับขั้นตอนการวิเคราะห์หน้าตัดที่คำนึงถึงความเครียดเฉือนอธิบายได้ดังนี้

1. กำหนดค่าความเครียดอัดของคอนกรีตด้านนอกสุด (ϵ_c) และ ความเครียดเฉือน (γ_{xy}) บนหน้าตัดผนัง
2. เลือกความยาวของหน้าตัดด้านแรงอัด (c)

3. คำนวณค่าความโค้ง (ϕ) และค่าความเครียดตั้งฉากกับหน้าตัด ($\varepsilon_{y,i}$) ที่แต่ละตำแหน่งชั้นคอนกรีตและเหล็กเสริม (x_i) ตามสมการ (4.1) และสมการ (4.2) ตามลำดับ

$$\phi = -\varepsilon_c / c \quad (4.1)$$

$$\varepsilon_{y,i} = \varepsilon_c + \phi x_i \quad (4.2)$$

สำหรับชั้นคอนกรีตทำการคำนวณค่าความเครียดในแกนหลัก (Principal strain) สำหรับเหล็กเสริมทำการคำนวณค่าความเครียดในแนวแกนของเหล็กเสริมจากการแปลงความเครียดในแกน $x-y$

4. นำค่าความเครียดของชั้นคอนกรีตและเหล็กเสริมที่หมุนแกนในข้อที่ 3 มาคำนวณหน่วยแรงโดยใช้แบบจำลองวัสดุที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 และทำการแปลงหน่วยแรงกลับสู่แกน $x-y$ เพื่อนำไปคำนวณแรงตามแนวแกนและแรงเฉือน โดยการคูณหน่วยแรงกับพื้นที่ในแต่ละชั้นของคอนกรีตและเหล็กเสริม

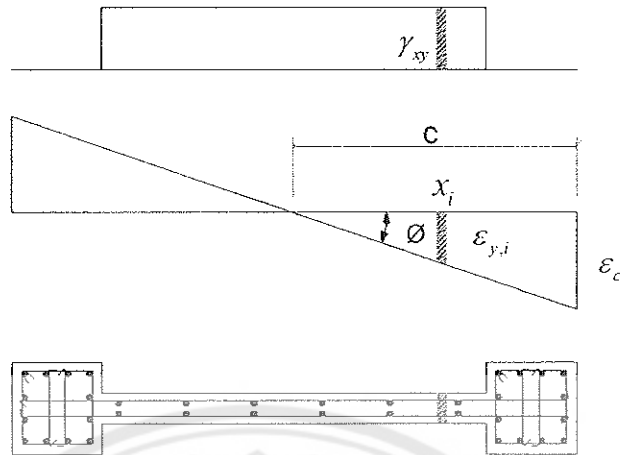
5. ผลรวมของแรงตามแนวแกน (แกน y) จะต้องสมดุลกับแรงตามแนวแกนที่กระทำบนหน้าตัด ถ้าไม่สมดุลจะต้องกลับไปขั้นตอนที่ 2 เพื่อสมมติค่า (c) ใหม่

6. คำนวณค่าโมเมนต์ (M) บนหน้าตัดเนื่องจากแรงตามแนวแกนในแต่ละชั้นคอนกรีตและเหล็กเสริม

7. คำนวณแรงเฉือนที่สอดคล้องกับค่าโมเมนต์บนหน้าตัดจากข้อที่ 8 ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของโครงสร้างและฐานรองรับ สำหรับกรณีที่เป็นผนังยึดแน่นที่ฐานและรับแรงด้านข้างที่ความสูง h แรงเฉือนจะคำนวณได้จากการนำค่าโมเมนต์หารด้วยความสูงของผนัง ($V = M / h$)

8. ผลรวมของแรงเฉือนจะต้องสมดุลกับค่าแรงเฉือนที่คำนวณได้ในขั้นตอนที่ 7 หากไม่สมดุลจะต้องกลับไปสมมติค่าความเครียดเฉือน (γ_{xy}) ใหม่ในขั้นตอนที่ 1

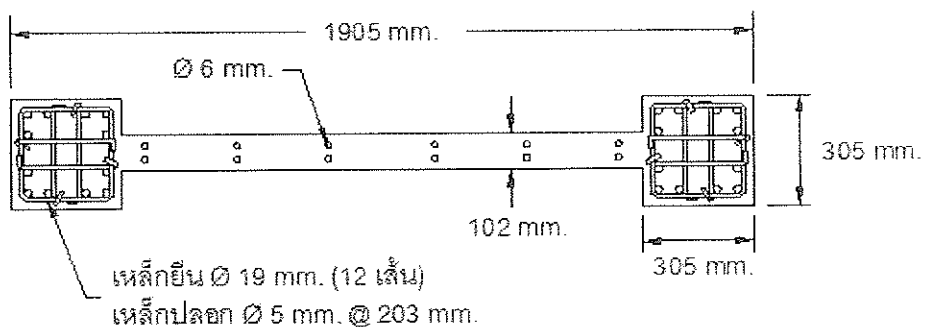
9. ตรวจสอบการวิบัติแบบการอัดแตกในส่วนของผนังโดยพิจารณาจากค่าความเครียดที่เกิดขึ้นในส่วนของผนังเกินจุดความเครียดที่ความเค้นสูงสุด ($\geq \beta \varepsilon_0$) และตรวจสอบการวิบัติแบบการตัดโดยพิจารณาความเครียดในเสาขอบที่ถูกโอบรัดเกินความเครียดที่จุดกำลังตก 50 เปอร์เซ็นต์ (ε_{c50}) หากการวิเคราะห์ยังไม่ถึงจุดวิบัติให้เพิ่มค่าของ (ε_c) และทำการวิเคราะห์ซ้ำต่อไป



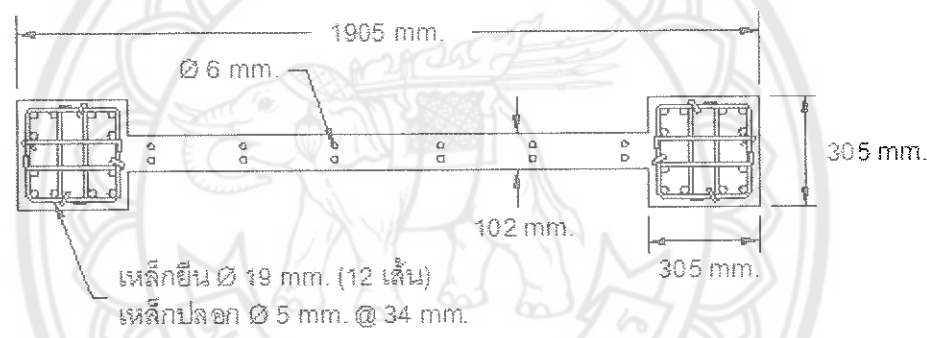
ภาพ 20 หน้าตัดผนังและการกระจายตัวของความเครียด

ตัวอย่างผนังกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็ก

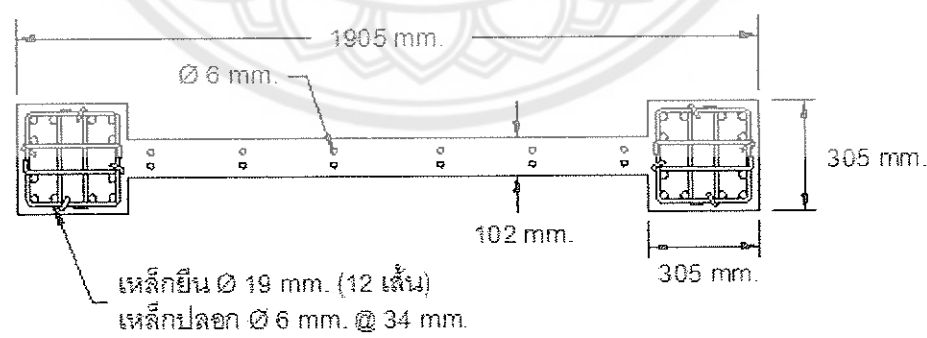
เพื่อศึกษากำลังรับแรงเฉือนโดยวิธีวิเคราะห์หน้าตัด พร้อมกับตรวจสอบความสามารถในการทำนายลักษณะการวิบัติของผนังกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็กที่รับแรงกระทำด้านข้าง การศึกษาครั้งนี้จึงเลือกผนังที่เกิดการวิบัติแบบอัดแตกในผนังมาจำนวน 9 ตัวอย่าง (Web crushing failure) และผนังที่เกิดการวิบัติแบบแรงดัด (Flexural failure) มาจำนวน 4 ตัวอย่าง ได้แก่ ผนัง B2, B4, B5 จากงานวิจัยของ Oesterle, et al. (1976) ผนัง B6, B7, B8, B9 จากงานวิจัยของ Oesterle, et al. (1979) ผนัง W1, W2 จากงานวิจัยของ Sittipunt, Lukkunaprasit and Pattararattanakul (2001) ผนัง WC150 จากงานวิจัยของ Shaingchin, Lukkunaprasit and Wood (2007) และผนัง LSW2, LSW3, MSW3 จากงานวิจัยของ Salonikios, et al. (1999) โดยผนังทั้งหมดเป็นผนังที่ไม่มีช่องเปิด และมีอัตราส่วนความสูงต่อความกว้าง (h_w / l_w) 1.0 – 2.4 มาทำการวิเคราะห์หน้าตัดโดยคำนึงถึงความเครียดเฉือนตามวิธีที่แสดงในหัวข้อที่ผ่านมา ส่วนรายละเอียดการเสริมเหล็กของผนังตัวอย่างแสดงดังภาพ 21 ถึงภาพ 28 ส่วนคุณสมบัติของวัสดุคอนกรีต วัสดุเหล็กเสริม และแรงอัดในแนวแกนของผนังตัวอย่างแสดงในตาราง 4, 5 และ 6



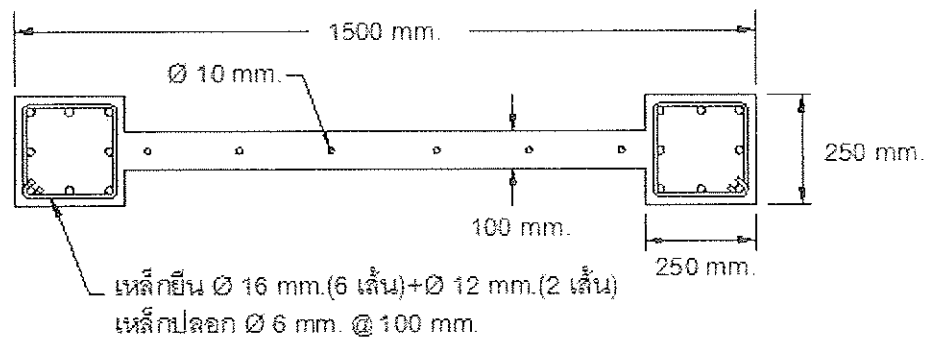
ภาพ 21 หน้าตัดผนังและรายละเอียดการเสริมเหล็กของผนังตัวอย่าง B2



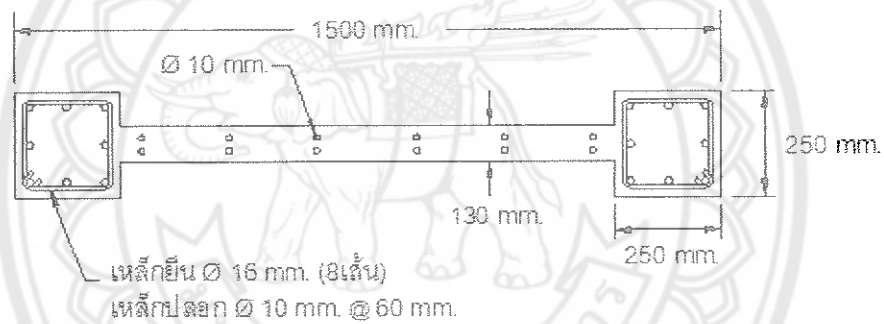
ภาพ 22 หน้าตัดผนังและรายละเอียดการเสริมเหล็กของผนังตัวอย่าง B6



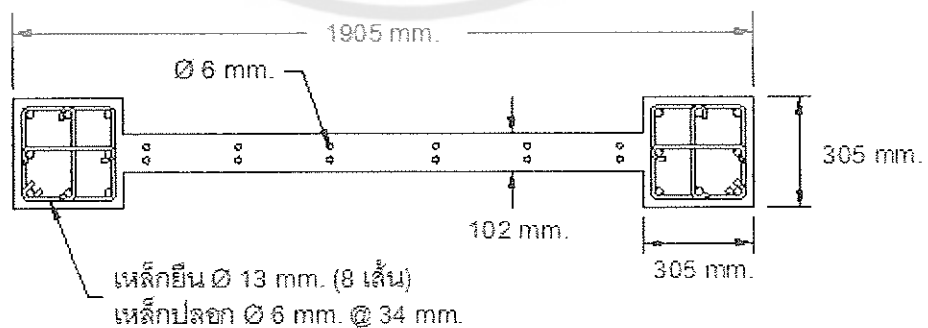
ภาพ 23 หน้าตัดผนังและรายละเอียดการเสริมเหล็กของผนังตัวอย่าง B5, B7, B8 และ B9



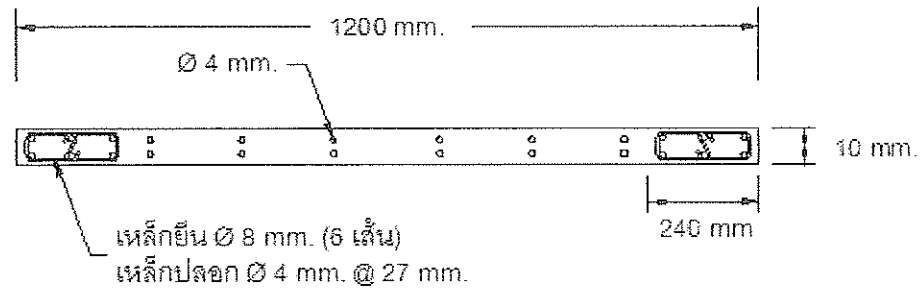
ภาพ 24 หน้าตัดผนังและรายละเอียดการเสริมเหล็กของผนังตัวอย่าง W1 และ W2



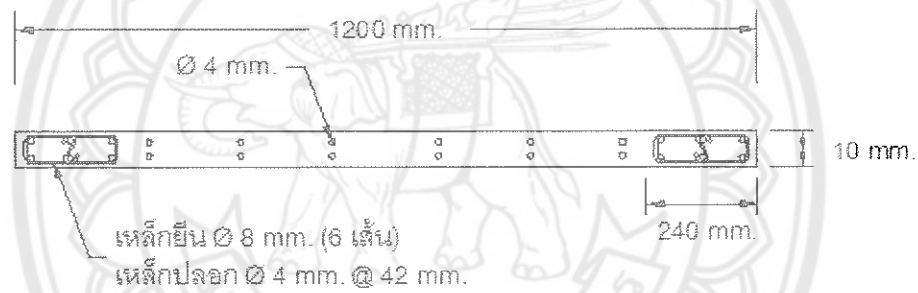
ภาพ 25 หน้าตัดผนังและรายละเอียดการเสริมเหล็กของผนังตัวอย่าง WC150



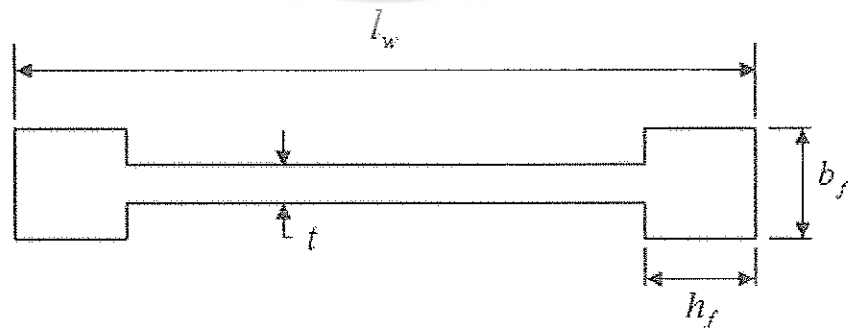
ภาพ 26 หน้าตัดผนังและรายละเอียดการเสริมเหล็กของผนังตัวอย่าง B4



ภาพ 27 หน้าตัดผนังและรายละเอียดการเสริมเหล็กของผนังตัวอย่าง LSW2 และ LSW3



ภาพ 28 หน้าตัดผนังและรายละเอียดการเสริมเหล็กของผนังตัวอย่าง MSW3



ภาพ 29 ตัวแปรที่ใช้กำหนดขนาดของผนังกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็ก

ตาราง 4 ขนาดของผนังตัวอย่างและคุณสมบัติของคอนกรีต

ลักษณะการวิจัยของ ผนังตัวอย่าง	ผู้วิจัย	ผนัง ตัวอย่าง	f'_c (MPa)	แรงอัดใน แนวแกน(MPa)	ขนาดของผนัง (mm)				
					b_f	h_f	l_w	t	h
วิธีแบบอัดแตกของ คอนกรีตในผนัง (Web crushing failure)	Oesterle, et al. (1976)	B2	53.57	-	305	305	1905	102	4572
		B5	45.27	-	305	305	1905	102	4572
		B6	21.81	2.93	305	305	1905	102	4572
		B7	49.30	3.76	305	305	1905	102	4572
		B8	41.93	3.76	305	305	1905	102	4572
		B9	44.06	3.76	305	305	1905	102	4572
วิธีแบบแรงดัด (Flexural failure)	Sittipunt, Lukkunaprasit and Pattarattanaku (2001)	W1	36.60	-	250	250	1500	100	2150
		W2	35.80	-	250	250	1500	100	2150
	Shaingchin, Lukkunaprasit and Wood (2007)	WC150	27.30	1.87	250	250	1500	130	2250
		B4	44.99	-	305	305	1905	102	4572
	Salonikios, et al. (1999)	LSW2	21.60	-	100	240	1200	100	1200
		LSW3	23.90	1.67	100	240	1200	100	1200
		MSW3	24.10	1.67	100	240	1200	100	1800

หมายเหตุ: สัญลักษณ์แสดงขนาดของผนังตัวอย่างในตาราง 4 มีรายละเอียดตามภาพ 29

ตาราง 5 รายละเอียดคุณสมบัติของเหล็กเสริมในผนังตัวอย่างที่วิธีแบบอัดแตกของคอนกรีตในผนัง

ผนังตัวอย่าง	เหล็กเสริมในเสา				เหล็กเสริมในผนัง			
	เหล็กยื่น		เหล็กปลอก		เหล็กตามยาว		เหล็กตามขวาง	
	ρ_f (%)	f_y (MPa)	ρ_s (%)	f_y (MPa)	ρ_v (%)	f_y (MPa)	ρ_n (%)	f_y (MPa)
B2	3.66	409.96	0.13	462.65	0.26	532.29	0.54	532.29
B5	3.66	443.72	1.09	501.96	0.26	501.96	0.54	501.96
B6	3.66	440.27	0.76	487.48	0.26	511.61	0.54	511.61
B7	3.66	457.50	1.09	489.55	0.26	489.55	0.54	489.55
B8	3.66	447.16	1.09	453.69	0.26	453.69	0.54	481.96
B9	3.66	429.25	1.09	461.28	0.26	461.28	0.54	461.28
W1	2.29	473.00(Ø16) 425.00(Ø12)	0.23	444.00	0.39	450.00	0.52	450.00
W2	2.29	473.00(Ø16) 425.00(Ø12)	0.23	444.00	0.55	450.00	0.79	450.00
WC150	2.57	574.70	1.05	451.30	0.85	451.30	0.81	451.30

ตาราง 6 รายละเอียดคุณสมบัติของเหล็กเสริมในผนังตัวอย่างทั่วไปแบบแรงดัด

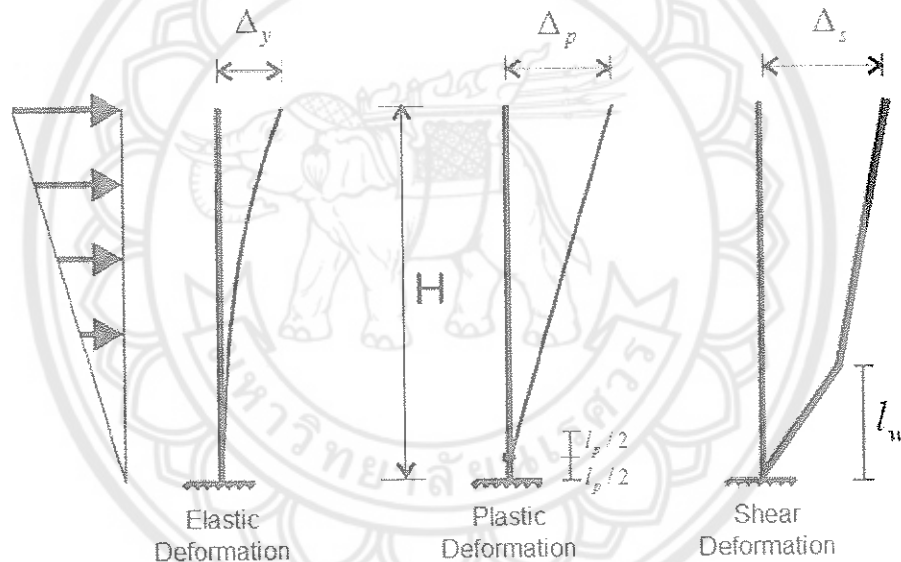
ผนังตัวอย่าง	เหล็กเสริมในเสา				เหล็กเสริมในผนัง			
	เหล็กยื่น		เหล็กปลอก		เหล็กตามยาว		เหล็กตามขวาง	
	ρ_f (%)	f_y (MPa)	ρ_s (%)	f_y (MPa)	ρ_v (%)	f_y (MPa)	ρ_h (%)	f_y (MPa)
B4	1.14	449.92	0.82	504.71	0.26	504.71	0.27	504.71
LSW2	1.26	585.00	0.93	610.00	0.24	610.00	0.25	610.00
LSW3	1.26	585.00	0.93	610.00	0.24	610.00	0.25	610.00
MSW3	1.26	585.00	0.60	610.00	0.24	610.00	0.25	610.00

โดยที่ ρ_f คือ อัตราส่วนของพื้นที่เหล็กยื่นต่อพื้นที่คอนกรีตตั้งฉากกับพื้นที่เหล็กเสริมในเสา
 ρ_s คือ อัตราส่วนของพื้นที่เหล็กปลอกต่อพื้นที่คอนกรีตตั้งฉากกับพื้นที่เหล็กเสริมในเสา
 ρ_v คือ อัตราส่วนของพื้นที่เหล็กเสริมตามยาวต่อพื้นที่คอนกรีตตั้งฉากกับพื้นที่เหล็กเสริมในผนัง
 ρ_h คือ อัตราส่วนของพื้นที่เหล็กเสริมตามขวางต่อพื้นที่คอนกรีตตั้งฉากกับพื้นที่เหล็กเสริมในผนัง

การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์กับการทดสอบ

เพื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์กับการทดสอบที่แสดงเป็นความสัมพันธ์ระหว่างแรงด้านข้างและการเคลื่อนตัวทางด้านข้าง ต้องแปลงค่าความโค้งและความเครียดเฉือนที่ได้จากการวิเคราะห์เป็นค่าการเคลื่อนตัวด้านข้าง (Δ) โดยผนังตัวอย่างจะถูกสมมติให้มีพฤติกรรมคล้ายคานยื่นดังภาพ 30 ค่าการเคลื่อนตัวด้านข้างของผนังจะขึ้นอยู่กับ การเคลื่อนตัวในช่วงยึดหยุ่น (Δ_y) การเคลื่อนตัวเนื่องจากจุดหมุนพลาสติก (Δ_p) และ การเคลื่อนตัวเนื่องจากแรงเฉือน (Δ_s) แสดงได้ดังสมการ

$$\Delta = \Delta_y + \Delta_p + \Delta_s \quad (4.3)$$



ภาพ 30 การเคลื่อนตัวแบบต่างๆ ของผนังกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็กเมื่อรับแรงด้านข้าง

โดยความสัมพันธ์ของการเคลื่อนตัวด้านข้างจะขึ้นอยู่กับความโค้งที่จุดคราก หากค่าความโค้งมีค่าน้อยกว่าค่าความโค้งที่จุดคราก การเคลื่อนตัวด้านข้างจะพิจารณาเฉพาะการเคลื่อนตัวในช่วงยึดหยุ่น (Δ_y) สำหรับการเคลื่อนตัวเนื่องจากจุดหมุนพลาสติก (Δ_p) จะนำมาพิจารณาก็ต่อเมื่อค่าความโค้งมีค่ามากกว่าค่าความโค้งที่จุดเริ่มครากของเหล็กยื่น นอกจากนี้เนื่องจากการศึกษาได้คำนวณความเครียดเฉือนที่เกิดขึ้น การเคลื่อนตัวด้านข้างเนื่องจากแรงเฉือน (Δ_s) จึง

สามารถประมาณได้ เมื่อแทนค่าการเคลื่อนตัวลงในสมการ (4.3) จะได้ความสัมพันธ์ของการเคลื่อนตัวดังสมการ (4.4)

$$\Delta = \begin{cases} \frac{\phi h_w^2}{3} + \gamma_{xy} l_p & ; \phi < \phi_y \\ \frac{\phi h_w^2}{3} + (\phi - \phi_y) l_p (h_w - 0.5 l_p) + \gamma_{xy} l_p & ; \phi > \phi_y \end{cases} \quad (4.4)$$

โดยที่

ϕ_y คือ ค่าความโค้งที่จุดเริ่มครากของเหล็กยื่น

h_w คือ ความสูงของผนัง

l_p คือ ความยาวของจุดหมุนพลาสติก โดย Sasaki and Kiureghian (2001) ได้

เสนอค่าความยาวของจุดหมุนพลาสติก (l_p) สำหรับผนังกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็กไว้ดังสมการ

$$l_p = 0.427d + 0.077 \frac{\sqrt{h_w}}{d} \quad (4.5)$$

โดยที่

d คือ ความลึกประสิทธิภาพของผนัง (ประมาณ $0.8l_w$)

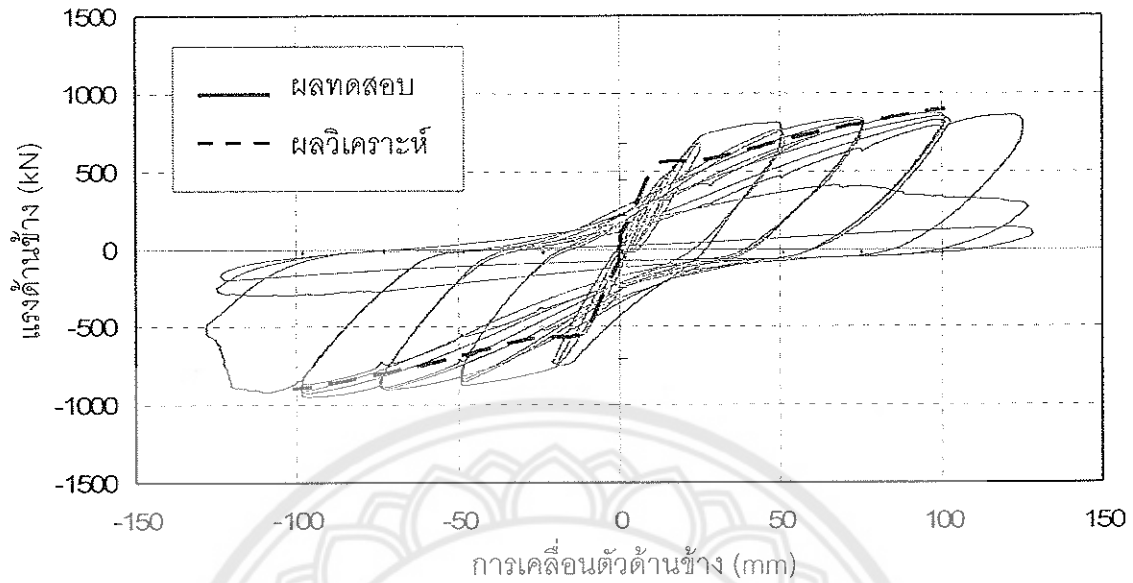
ตาราง 7 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์กับผลการทดสอบ

ผนังตัวอย่าง	แรงดัดข้างสูงสุด (kN)		การเคลื่อนตัวด้านข้างสูงสุด (mm)		ลักษณะการบิด			
	ทดสอบ	วิเคราะห์	ผลต่าง(%)	ทดสอบ	วิเคราะห์	ผลต่าง(%)	ทดสอบ	วิเคราะห์
B2	704	905	28	102	106	4	Web crushing	Web crushing
B5	762	939	23	127	103	-18	Web crushing	Web crushing
B6	825	788	-4	75	43	-42	Web crushing	Web crushing
B7	980	1162	18	125	105	-16	Web crushing	Web crushing
B8	978	1079	10	150	92	-38	Web crushing	Web crushing
B9	977	1096	12	127	99	-22	Web crushing	Web crushing
W1	491	508	3	38	35	-7	Web crushing	Web crushing
W2	608	515	-15	34	33	-3	Web crushing	Web crushing
WC150	870	813	-6	49	20	-59	Web crushing	Web crushing
B4	335	396	18	216	170	-21	Flexural	Flexural
LSW2	191	221	15	11	14	27	Flexural	Web crushing
LSW3	268	285	6	17	13	-23	Flexural	Web crushing
MSW3	176	198	12	26	32	23	Flexural	Flexural

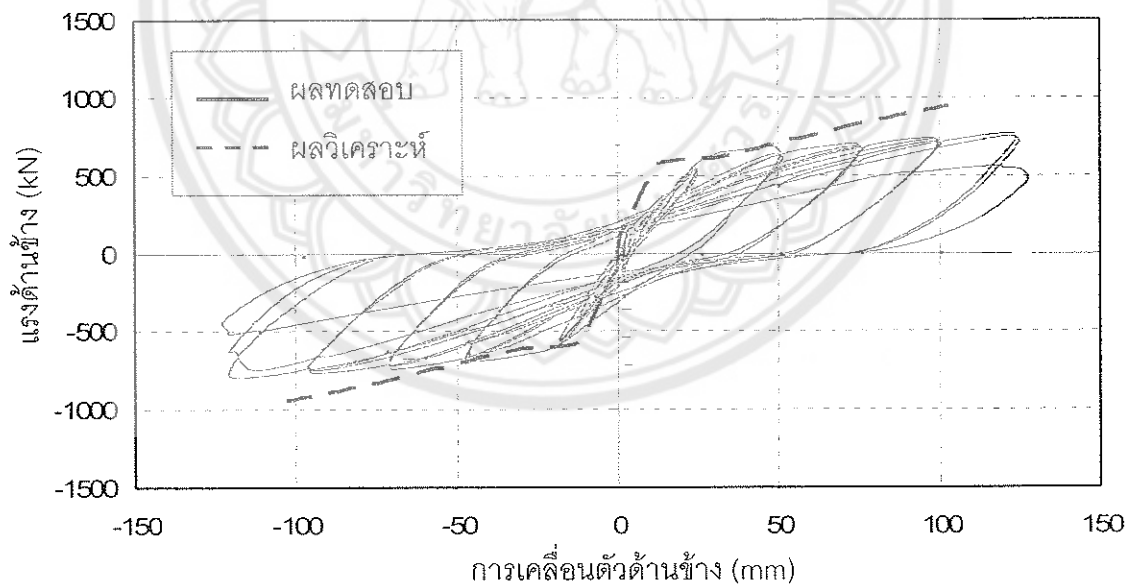
จากตาราง 7 แสดงแรงต้านข้างสูงสุด การเคลื่อนตัวด้านข้างสูงสุด และลักษณะการวิบัติของผนังตัวอย่างที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีหน้าตัดโดยคำนึงถึงความเครียดเฉือนเปรียบเทียบกับผลทดสอบ โดยผลการวิเคราะห์ผนังตัวอย่างสามารถอธิบายได้ดังนี้

การวิเคราะห์ของผนังตัวอย่างที่มีลักษณะการวิบัติแบบอัดแตกของคอนกรีตในผนังจำนวน 9 ตัวอย่างสามารถสรุปได้ว่า ค่าแรงต้านข้างสูงสุดจากการวิเคราะห์เมื่อเทียบกับผลการทดสอบมีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยประมาณ 13.2 เปอร์เซ็นต์ และระยะการเคลื่อนที่สูงสุดมีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยประมาณ 23.2 เปอร์เซ็นต์ โดยกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงต้านข้างและการเคลื่อนตัวที่ได้จากวิธีวิเคราะห์หน้าตัดเปรียบเทียบกับผลทดสอบของผนังตัวอย่าง แสดงในภาพ 31 – 39 สำหรับการทำนายลักษณะการวิบัติแบบอัดแตกของคอนกรีตในผนัง วิธีวิเคราะห์หน้าตัดสามารถทำนายได้อย่างแม่นยำ

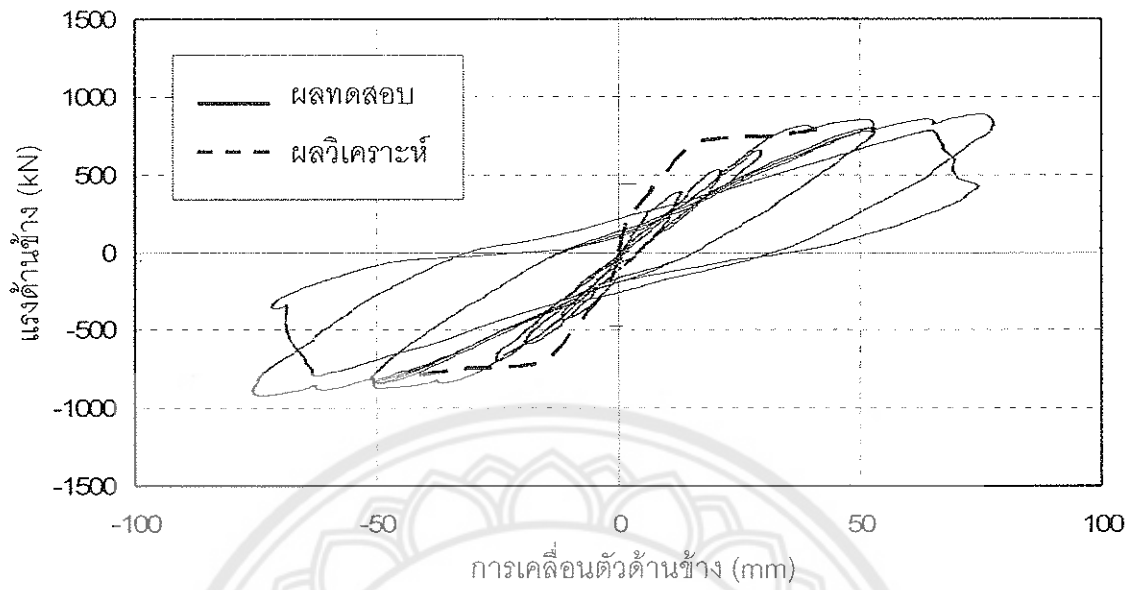
ส่วนการวิเคราะห์ของผนังตัวอย่างที่มีลักษณะการวิบัติแบบแรงดัด จำนวน 4 ตัวอย่างสามารถสรุปได้ว่า ค่าแรงต้านข้างสูงสุดจากการวิเคราะห์เมื่อเทียบกับผลการทดสอบมีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยประมาณ 12.7 เปอร์เซ็นต์ และระยะการเคลื่อนที่สูงสุดมีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยประมาณ 23.5 เปอร์เซ็นต์ โดยกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงต้านข้างและการเคลื่อนตัวที่ได้จากวิธีวิเคราะห์หน้าตัดเปรียบเทียบกับผลทดสอบของผนังตัวอย่าง แสดงในภาพ 40 – 43 สำหรับการทำนายลักษณะการวิบัติแบบแรงดัด วิธีวิเคราะห์หน้าตัดยังให้ความแม่นยำได้เพียง 50% ซึ่งอาจเป็นเพราะรูปร่างหน้าตัดของผนังที่ใช้วิเคราะห์มีลักษณะแตกต่างกัน



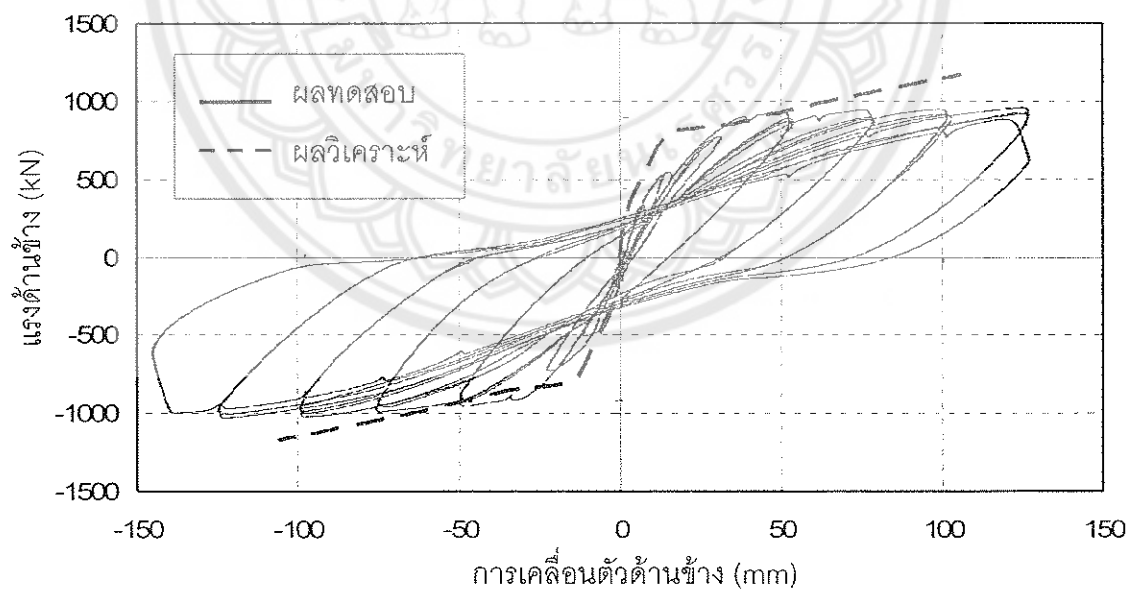
ภาพ 31 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดัดข้างและการเคลื่อนตัวด้านข้างของผนังตัวอย่าง B2



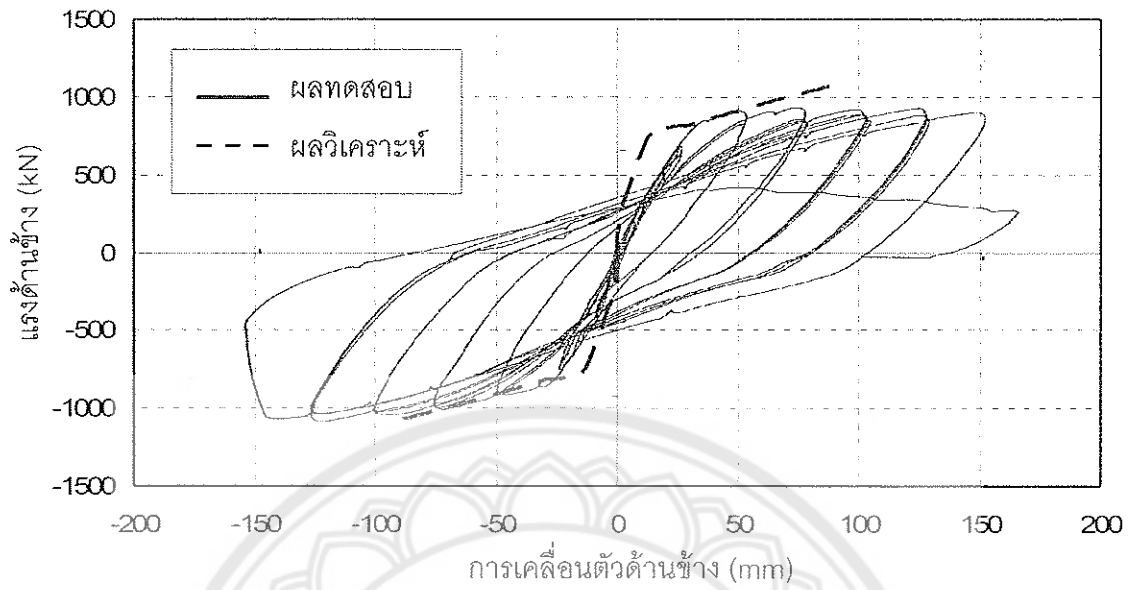
ภาพ 32 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดัดข้างและการเคลื่อนตัวด้านข้างของผนังตัวอย่าง B5



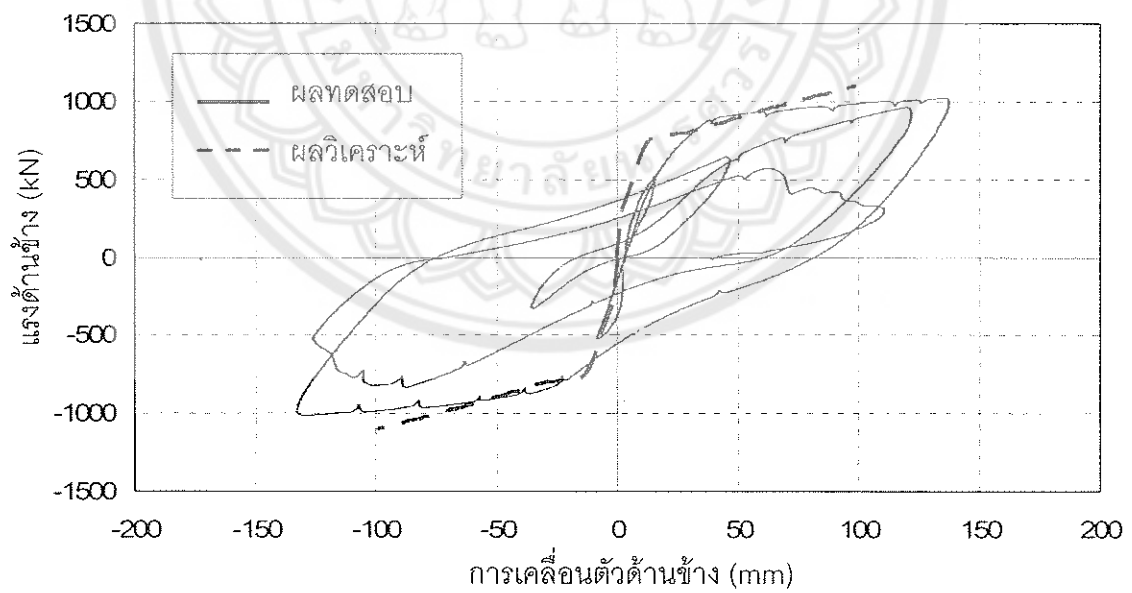
ภาพ 33 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงด้านข้างและการเคลื่อนตัวด้านข้างของผนัง ตัวอย่าง B6



ภาพ 34 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงด้านข้างและการเคลื่อนตัวด้านข้างของผนัง ตัวอย่าง B7



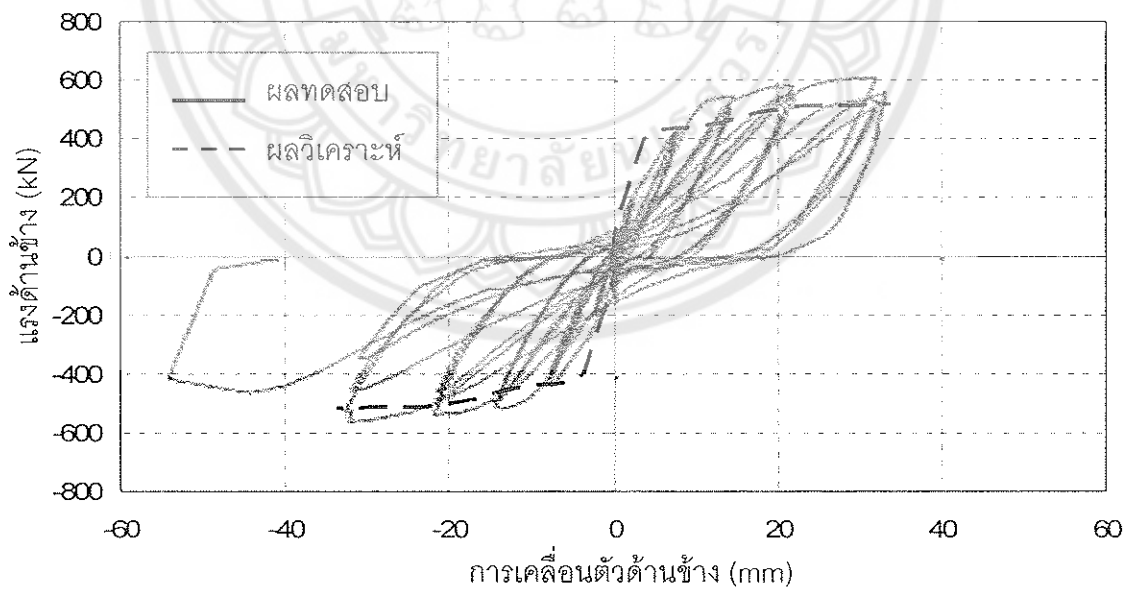
ภาพ 35 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงด้านข้างและการเคลื่อนตัวด้านข้างของผนัง
ตัวอย่าง B8



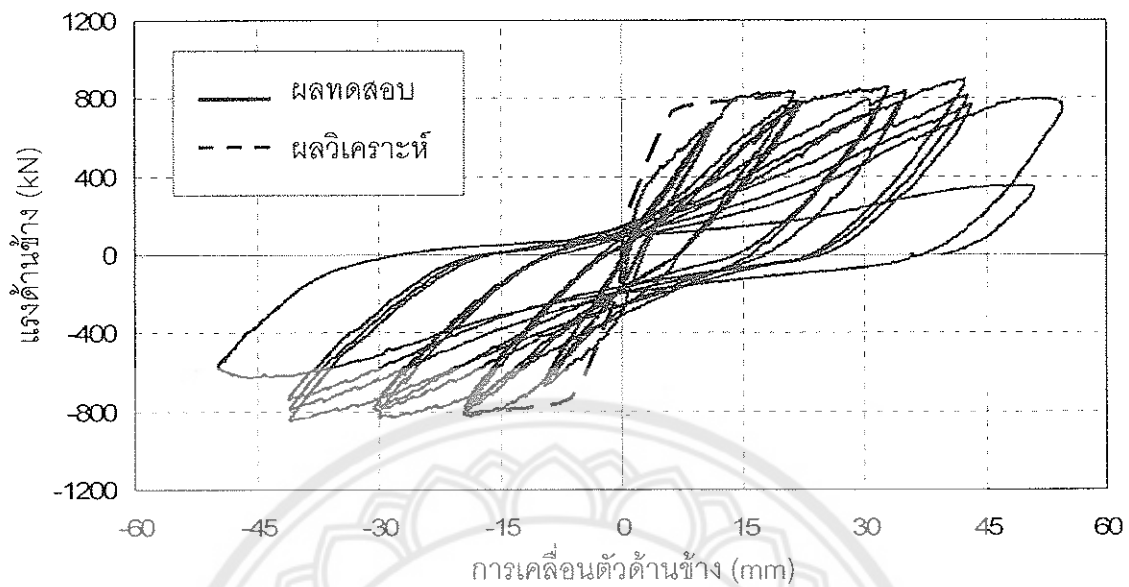
ภาพ 36 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงด้านข้างและการเคลื่อนตัวด้านข้างของผนัง
ตัวอย่าง B9



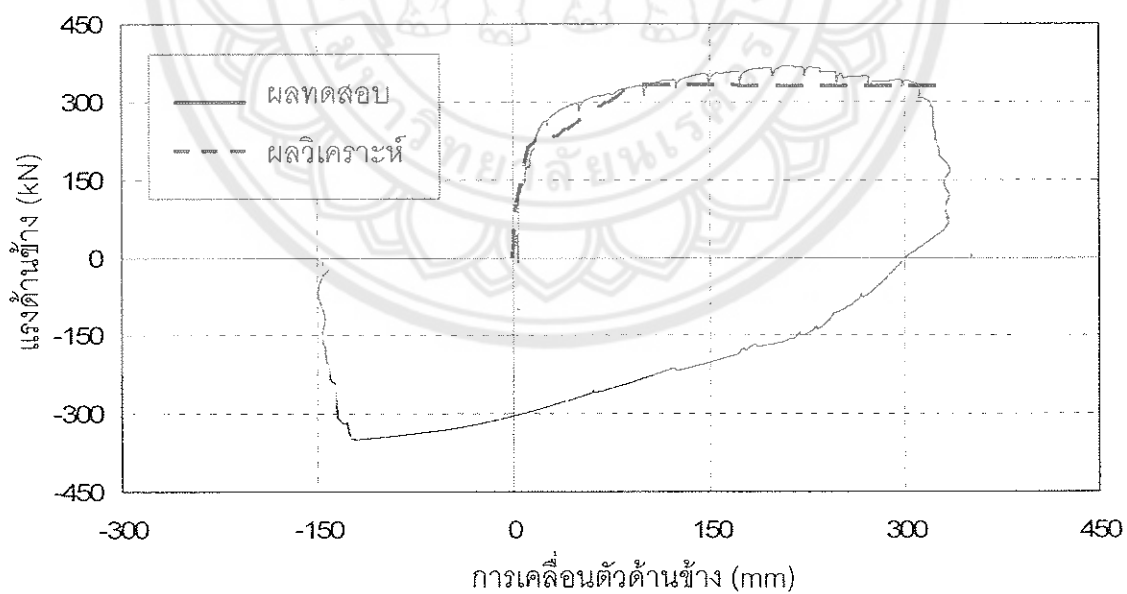
ภาพ 37 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดัดข้างและการเคลื่อนตัวด้านข้างของผนัง ตัวอย่าง W1



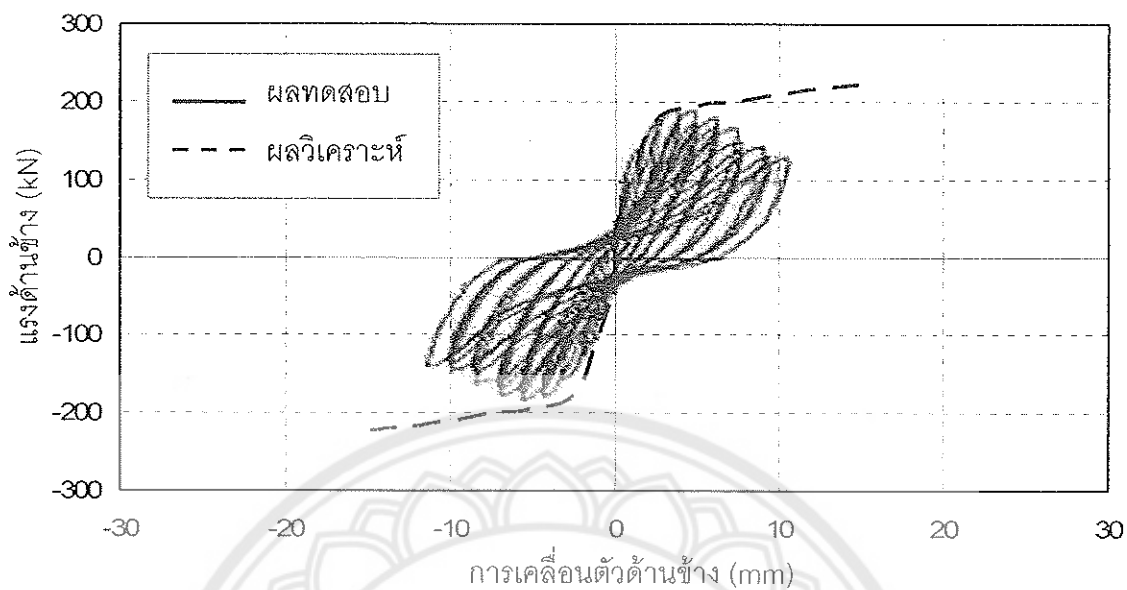
ภาพ 38 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดัดข้างและการเคลื่อนตัวด้านข้างของผนัง ตัวอย่าง W2



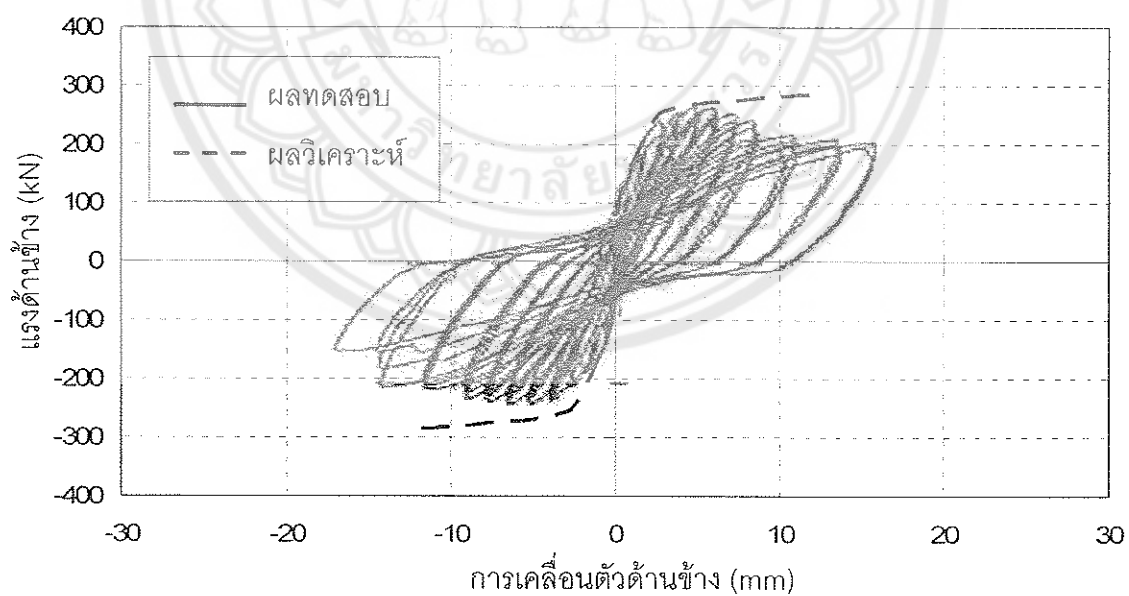
ภาพ 39 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดัดข้างและการเคลื่อนตัวด้านข้างของผนังตัวอย่าง WC150



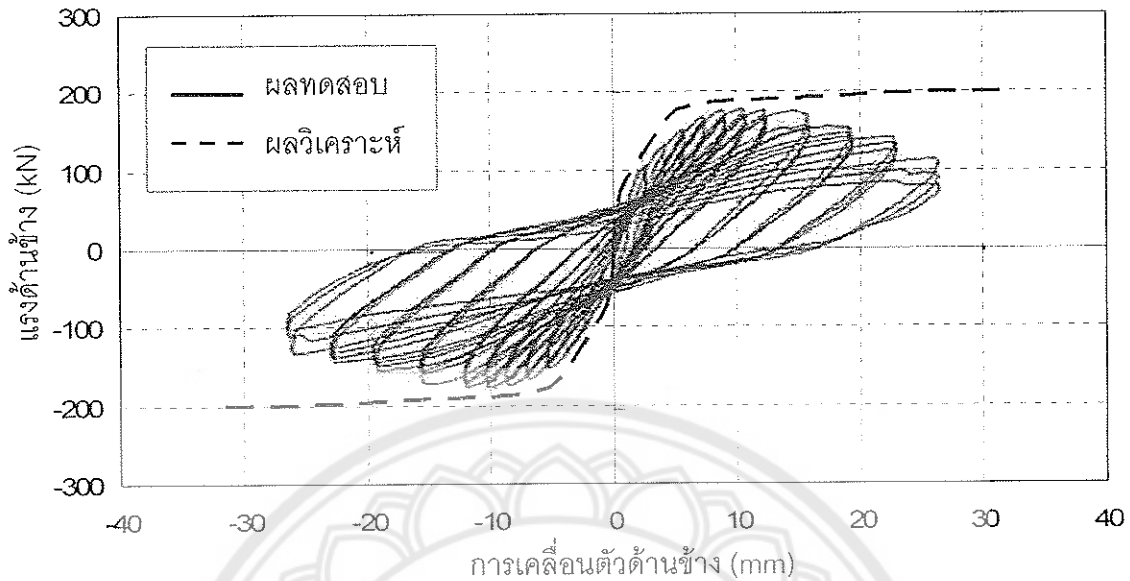
ภาพ 40 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดัดข้างและการเคลื่อนตัวด้านข้างของผนังตัวอย่าง B4



ภาพ 41 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดัดข้างและการเคลื่อนตัวด้านข้างของผนัง ตัวอย่าง LSW2



ภาพ 42 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดัดข้างและการเคลื่อนตัวด้านข้างของผนัง ตัวอย่าง LSW3



ภาพ 43 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงด้านข้างและการเคลื่อนตัวด้านข้างของผนัง ตัวอย่าง MSW3

และเมื่อพิจารณาผนังตัวอย่างทั้งหมดจะเห็นได้ว่าค่าแรงด้านข้างสูงสุดจากการวิเคราะห์มีค่าใกล้เคียงกับผลการทดสอบเฉลี่ยต่างกันประมาณ 13 เปอร์เซ็นต์ และระยะการเคลื่อนที่สูงสุดมีค่าเฉลี่ยต่างกันประมาณ 23 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งความคลาดเคลื่อนนี้มีผลจากการกำหนดให้ค่าความเครียดเฉือนเกิดขึ้นเฉพาะในส่วนของผนังเท่านั้น กล่าวคือให้ส่วนของผนังเป็นส่วนรับแรงเฉือนทั้งหมดจึงทำให้การวิเคราะห์ทำนายการวิบัติของผนังที่ค่าการเคลื่อนตัวน้อยกว่าผลการทดสอบ นอกจากนี้การคำนวณการเคลื่อนตัวเฉือนนั้นพิจารณาเฉพาะในบริเวณช่วงความยาวจุดหมุนพลาสติกแต่ในพฤติกรรมจริงที่รายงานในผลการทดสอบจะมีการเคลื่อนที่เฉือนในบริเวณที่สูงขึ้นไปอีกด้วย

ความสามารถในการทำนายลักษณะการวิบัติของวิธีวิเคราะห์หน้าตัดที่คำนึงถึงความเครียดเฉือน จากผลการวิเคราะห์พบว่าการวิบัติแบบอัดแตกของคอนกรีตในผนังวิธีวิเคราะห์หน้าตัดสามารถทำนายการวิบัติได้เป็นอย่างดี ส่วนการวิบัติแบบแรงดัดจากผลการวิเคราะห์พบว่าผนังตัวอย่างที่มีรูปร่างแบบหัวค้อน (barbell) นั้นให้ผลการทำนายลักษณะการวิบัติแม่นยำกว่าผนังตัวอย่างที่มีรูปร่างแบบสี่เหลี่ยม (rectangular)