

บทที่ 3

ผลการทดลอง

3.1 คุณสมบัติของทรายที่ใช้ในงานวิจัย

เมื่อนำทรายไปหาขนาดกะดั่งตาราง ก-1 พบว่าเป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐาน ASTM C 144 และ ASTM C 404 ถึงแม้ว่าในตะแกรงเบอร์ 4 และเบอร์ 8 จะมีเปอร์เซ็นต์ผ่านสะสมน้อยกว่าข้อกำหนดแต่ก้อนุโลมให้ผ่านได้ คือในตะแกรงเบอร์ 4 ได้เปอร์เซ็นต์ผ่านสะสมในครั้งที่ 1 และ 2 เท่ากับ 98.87 และ 98.68 ซึ่งข้อกำหนดกำหนดให้เปอร์เซ็นต์ผ่านสะสมเท่ากับ 100 และในตะแกรงเบอร์ 8 ได้เปอร์เซ็นต์ผ่านสะสมในครั้งที่ 1 และ 2 เท่ากับ 94.31 และ 93.81 ซึ่งข้อกำหนดกำหนดให้เปอร์เซ็นต์ผ่านสะสมเท่ากับ 95 ถึง 100 ส่วนโมดูลัสความละเอียดของทรายที่ใช้ในงานวิจัยนี้มีค่าเท่ากับ 2.47

3.2 คุณสมบัติของปูนซีเมนต์ที่ใช้ในงานวิจัย

3.2.1 ค่าความชื้นเหลวปกติ

จากผลการทดสอบดังตาราง ก-2 พบว่าค่าความชื้นเหลวปกติของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ชนิดที่ 1 (ตราช้าง) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 27.6 เปอร์เซ็นต์

3.2.2 ระยะเวลาการก่อตัว

จากผลการทดสอบดังตาราง ก-3 พบว่าระยะเวลาการก่อตัวของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ชนิดที่ 1 (ตราช้าง) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 126 นาที

คุณสมบัติของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ดังกล่าว เป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ มอก.15-2514 และมาตรฐานอเมริกัน ASTM C 150 Type I

3.3 คุณสมบัติการรับแรงดึงของเหล็ก

จากการทดลองเหล็กเส้นขนาด 12 มม. SD30 พบว่ากำลังรับแรงดึงของเหล็กที่จุดคานามีค่าเท่ากับ 4017 กก./ชม.² (ตาราง ก-4) ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐาน มอก.24-2516

3.4 คุณสมบัติการรับแรงอัดของปูนก่อ

กำลังรับแรงอัดของปูนก่อขนาดทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 ซม. สูง 20 ซม. มีค่าเท่ากับ 167 กก./ชม.² มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 49 กก./ชม.² (ตาราง 3.1) เมื่อเทียบเป็นขนาดลูกบาศก์ 5x5x5 ซม. มีค่าเท่ากับ 160 กก./ชม.² และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 47 กก./ชม.² (รายละเอียดของข้อมูลการทดลองในตาราง ก-5) ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM C 109 ที่ต้องมีกำลังอัดมากกว่า 127 กก./ชม.² โดยอัตราส่วนของน้ำต่อปูนซีเมนต์ที่ใช้ในการทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.55 โดยน้ำหนัก

3.5 คุณสมบัติการรับแรงอัดของปูนกรอก

กำลังรับแรงอัดของปูนกรอกขนาดทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 ซม. สูง 20 ซม. มีค่าเท่ากับ 220 กก./ชม.² มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 39 กก./ชม.² (ตาราง 3.1) และกำลังรับแรงอัดของปูนกรอกขนาดลูกบาศก์ 5x5x5 ซม. มีค่าเท่ากับ 211 กก./ชม.² มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 94 กก./ชม.² (รายละเอียดของข้อมูลการทดลองในตาราง ก-6 และ ก-7) ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM C 476 ที่ต้องมีกำลังอัดมากกว่า 140 กก./ชม.² โดยอัตราส่วนของน้ำต่อปูนซีเมนต์ที่ใช้ในการทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.65 โดยน้ำหนัก

ตาราง 3.1 กำลังรับแรงอัดเฉลี่ยของปูนทรายที่ใช้ในงานวิจัย

ชนิดปูนทราย	ทรงกระบอก ขนาด 10x20 ซม.		ลูกบาศก์ 5x5x5 ซม.	
	กำลังรับแรงอัด (กก./ชม. ²)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (กก./ชม. ²)	กำลังรับแรงอัด (กก./ชม. ²)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (กก./ชม. ²)
ปูนก่อ	167	49	160	47
ปูนกรอก	220	39	211	94

3.6 คุณสมบัติของคอนกรีตบล็อกที่นำมาใช้ในงานวิจัย

3.6.1 คุณสมบัติการต้านทานแรงอัดและการดูดซึมน้ำของคอนกรีตบล็อกก้อนเดียว

คอนกรีตบล็อกก้อนเดียวที่ใช้มีน้ำหนักเฉลี่ย 7211 กรัม มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนัก 152 กรัม (ตาราง ก-8) มีพื้นที่หน้าตัดสุทธิ 240 ซม.² มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพื้นที่ 3 ซม.² จากผลการทดสอบดังตาราง ก-8 พบว่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตบล็อกก้อนเดียวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 171 กก./ซม.² มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกำลังอัด 15 กก./ซม.² เมื่อคิดจากพื้นที่หน้าตัดสุทธิ หรือเท่ากับ 94 กก./ซม.² มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 9 กก./ซม.² เมื่อคิดจากพื้นที่หน้าตัดรวม และการดูดกลืนน้ำของคอนกรีตบล็อกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 129.37 กก./ม.³ มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานการดูดกลืน 9.44 กก./ม.³ (ตาราง ก-9) เมื่อนำคุณสมบัติทั้งสองเปรียบเทียบกับมาตรฐาน มอก. 57-2530 พบว่าจัดเป็นคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักประเภท ก

3.6.2 รูปแบบการวิบัติของคอนกรีตบล็อกก้อนเดียว

จากการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตบล็อกก้อนเดียวจนกระทั่งวิบัติ พบว่ามีรอยร้าวในแนวตั้งในด้านหน้าของบล็อกเป็นส่วนใหญ่ และรอยร้าวในด้านยาวนั้นมักจะเกิดบริเวณริมของบล็อกไม่เกิดตรงกลางบล็อกและรอยร้าวจะเชื่อมไปถึงด้านหน้าด้วย มีลักษณะของการอัดบี้ (Crushing) ของบล็อกในบางก้อน บางก้อนจะหลุดเป็น 2 ส่วนเป็นส่วนบนและส่วนล่างเมื่อยกก้อนคอนกรีตบล็อกขึ้น

3.6.3 คุณสมบัติการต้านทานแรงอัดแบบปริซึม

จากการทดสอบกำลังรับแรงอัดของปริซึมตามมาตรฐาน ASTM E 447 พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 61 กก./ซม.² เมื่อคิดจากพื้นที่หน้าตัดรวม (ตาราง ก-11) และมีโมดูลัสยืดหยุ่นจากการ Fit Curve โดยวิธี Linear Least Square Approximation (รูปที่ ข-1) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14000 กก./ซม.² (ตาราง ก-11)

3.6.4 รูปแบบการวิบัติของปริซึมคอนกรีตบล็อก

จากการทดสอบกำลังรับแรงอัดของปริซึมจนกระทั่งวิบัติ พบว่ามีรอยร้าวในแนวตั้งจากด้านบนสู่ด้านล่างทางด้านหน้า ส่วนในด้านยาวนั้นจะมีตรงริมของบล็อกและมีการอัดบี้ของบล็อกจนหลุดออกเช่นเดียวกับแบบก้อนเดียว

3.7 คุณสมบัติเชิงกลของกำแพงคอนกรีตบล็อก

3.7.1 กำลังรับแรงอัดของกำแพง

จากผลการทดลองดังตาราง 3.2 กำแพงคอนกรีตบล็อกชุดควบคุม A มีกำลังรับแรงอัดเฉลี่ยเท่ากับ 233 กก./ชม.² ชุดทดสอบ AG มีกำลังรับแรงอัดเฉลี่ยเท่ากับ 254 กก./ชม.² ซึ่งในที่นี้ไม่นำกำลังรับแรงอัดของชุดทดสอบ AG1 มาคำนวณกำลังรับแรงอัดเฉลี่ยของชุดทดสอบ AG เนื่องจากกำแพง AG1 มีพฤติกรรมที่แตกต่างจากกำแพงชุดเดียวกันมากทั้งกำลังรับแรงอัดที่ต่ำกว่าและพฤติกรรมการยุบตัว (รูปที่ 3.16) ชุดควบคุม B มีกำลังรับแรงอัดเฉลี่ยเท่ากับ 206 กก./ชม.² ชุดทดสอบ BG มีกำลังรับแรงอัดเท่ากับ 239 กก./ชม.² เมื่อคำนวณกำลังรับแรงอัดจากพื้นที่หน้าตัดของแผ่นเหล็กถ่ายแรง 15x15 ซม.

3.7.2 โมดูลัสยืดหยุ่นของกำแพง

จากผลการทดลองดังตาราง 3.2 โมดูลัสยืดหยุ่นของกำแพงคอนกรีตบล็อกชุดควบคุม A มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 205,000 กก./ชม.² ชุดทดสอบ AG มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 187,000 กก./ชม.² ในที่นี้ไม่นำค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของกำแพง AG1 มาคำนวณด้วยเนื่องจากมีพฤติกรรมแตกต่างจากในชุดเดียวกัน ชุดควบคุม B มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 220,000 กก./ชม.² ชุดทดสอบ BG มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 234,000 กก./ชม.² ในที่นี้ไม่นำค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของกำแพง BG3 มาคำนวณด้วยเนื่องจากมีค่าที่สูงมากเมื่อเทียบกับในชุดเดียวกัน อีกทั้งยังมีพฤติกรรมการยุบตัวที่แตกต่างจากในชุดเดียวกัน (รูปที่ 3.24) การคำนวณโมดูลัสยืดหยุ่นของกำแพงนี้คำนวณโดยใช้พื้นที่หน้าตัดของแผ่นเหล็กถ่ายแรง 15 x 15 ซม.

3.7.3 หน่วยแรงที่ทำให้เริ่มเกิดรอยร้าวจากการสังเกต

จากผลการทดลองดังตาราง 3.2 หน่วยแรงที่ทำให้เริ่มเกิดรอยร้าวของกำแพงคอนกรีตบล็อกชุดควบคุม A มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 204 กก./ชม.² ชุดทดสอบ AG มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 231 กก./ชม.² ในที่นี้ไม่ได้นำค่าหน่วยแรงที่ทำให้เริ่มเกิดรอยร้าวของกำแพง AG1 มาคำนวณ เนื่องจากมีพฤติกรรมแตกต่างจากในชุดทดสอบเดียวกัน ชุดควบคุม B มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 180 กก./ชม.² ชุดทดสอบ BG มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 202 กก./ชม.² เมื่อใช้พื้นที่หน้าตัดของแผ่นเหล็กถ่ายแรงในการคำนวณหน่วยแรง

ตาราง 3.2 คุณสมบัติทั่วไปของกำแพงคอนกรีตบล็อก

ชุดทดสอบ	ความสูง (ซม.)	การก่อปูนตรงกลาง	น้ำหนักขณะเริ่มมีรอยร้าว (ตัน) *	น้ำหนักประลัย (ตัน)	กำลังขณะเริ่มมีรอยร้าว (กก./ซม. ²)	กำลังขณะเริ่มมีรอยร้าวเฉลี่ย (กก./ซม. ²)	กำลังประลัยเฉลี่ย (กก./ซม. ²)	การก่อปูนรับน้ำหนักเพิ่มขึ้น (%)	โมดูลัสยืดหยุ่น (กก./ซม. ²)	โมดูลัสยืดหยุ่นเฉลี่ย (กก./ซม. ²)
A1	89	ไม่	45.5	53.3	202		237		181,000	
A2	89	ไม่	43.0	52.0	191	204	231	-	243,000	205,000
A3	89	ไม่	49.0	52.0	218		231		191,000	
AG1**	89	กรอก	39.1	40.4	174		180		109,000	
AG2	89	กรอก	49.4	54.6	220	231	243	9	213,000	187,000
AG3	89	กรอก	54.6	59.8	243		266		161,000	
B1	149	ไม่	37.8	40.4	168		180		200,000	
B2	149	ไม่	40.8	50.7	181	180	225	-	244,000	220,000
B3	149	ไม่	43.0	48.1	191		214		216,000	
BG1	149	กรอก	45.5	53.3	202		237		233,000	
BG2	149	กรอก	44.3	59.8	197	202	266	16	234,000	234,000
BG3***	149	กรอก	46.8	48.1	208		214		591,000	

หมายเหตุ : * น้ำหนักขณะเริ่มมีรอยร้าว ได้จากการสังเกตรอยร้าวในระนาบตั้งฉากกับผิวสัมผัสของกำแพง

** โมดูลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยของชุดทดสอบ BG3 ไม่นำมาคำนวณด้วย

*** กำลังขณะเริ่มมีรอยร้าวเฉลี่ย กำลังประลัยเฉลี่ยและโมดูลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยของชุดทดสอบ AG1 ไม่นำมาคำนวณด้วย

3.7.4 เปอร์เซ็นต์ที่รับน้ำหนักได้เพิ่มขึ้นจากการกรอกปูนกรอก

จากผลการทดลองดังตาราง 3.2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่รับได้เพิ่มขึ้นจากการกรอกปูนกรอกโดยเปรียบเทียบระหว่างชุดทดสอบ AG กับชุดควบคุม A มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9 เปอร์เซ็นต์ และเปรียบเทียบระหว่างชุดทดสอบ BG กับชุดทดสอบ B มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16 เปอร์เซ็นต์

3.8 รูปแบบการแตกร้าวของกำแพงคอนกรีตบล็อก

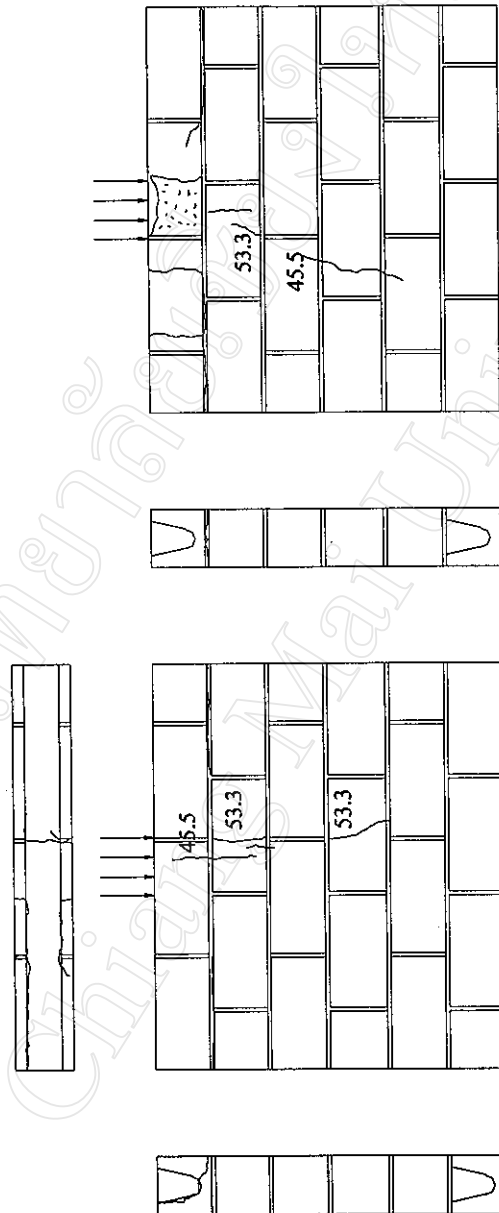
3.8.1 ชุดควบคุม A จะมีรอยร้าวเกิดขึ้นในระนาบตั้งฉากกับผิวสัมผัสของกำแพงก่อน (รูปที่ 3.1-3.3) โดยเริ่มจากบริเวณกึ่งกลางของความยาวที่บริเวณภายใต้แผ่นเหล็กถ่ายแรงก่อน แล้วจึงขยายลงไปด้านล่าง เป็นลักษณะเกือบเป็นเส้นตรงดังลงมา รอยร้าวที่เกิดขึ้นก่อนจะเกิดในคอนกรีตบล็อกแถวที่สองนับจากด้านบนของกำแพงและเกิดในคานเอ็นด้วย รอยร้าวอื่น ๆ ที่ตามมานั้นจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วทันทีที่เพิ่มน้ำหนักแก่กำแพงเป็นรอยแยกเฉียงทำมุมประมาณ 30 องศา กับแนวดิ่ง อีกทั้งยังมีการหลุดกระเทาะออกของคอนกรีตบล็อกที่คานเอ็นใต้แผ่นเหล็กถ่ายแรง ส่วนคานเอ็นที่ปลายทั้งสองข้างจะยกขึ้นเล็กน้อย ส่วนของเนื้อปูนกรอกในคานเอ็นนั้นจะติดกันและจะแยกตัวออกจากคอนกรีตบล็อกในบริเวณส่วนบนของคานเอ็น ส่วนในด้านหน้ามีรอยแตกในส่วนที่คานเอ็นยกขึ้นเท่านั้น รูปแบบการวิบัติจากภายนอกจะเป็นรูปแบบการปริแยกของบล็อก (Splitting of Block) การขยายตัวด้านหน้าในกำแพงแถวบนซึ่งเป็นคานเอ็นจะมีค่ามากที่สุด รองลงมาเป็นแถวที่สอง และสามตามลำดับ (รูปที่ 3.13-3.15)

3.8.2 ชุดควบคุม AG จะมีรอยร้าวเกิดขึ้นในระนาบตั้งฉากกับผิวสัมผัสของกำแพงก่อน แต่จะไม่มีการปริแยกของบล็อกเลยในบล็อกที่อยู่ตรงกลางเหมือนชุดควบคุม A เพราะมีการกรอกปูนกรอกไว้ (รูปที่ 3.4-3.6) แต่จะมีการปริแยกของคอนกรีตบล็อกที่อยู่ด้านข้างแทน โดยจะปริแยกจากด้านบนสู่ด้านล่างในแนวเฉียงทำมุมกับแนวดิ่งประมาณ 20 องศา ในคานเอ็นจะมีการปริแยกของบล็อกภายใต้แผ่นเหล็กถ่ายแรงและมีการหลุดกระเทาะออกข้างของคอนกรีตบล็อก และมีการยกตัวขึ้นทั้งสองข้างของคานเอ็น ยกเว้นในกำแพง AG1 จะยกตัวข้างเดียว ซึ่งการยกตัวของคานเอ็นทำให้คอนกรีตบล็อกมีการปริแยกจากรอยต่อจากด้านล่างขึ้นไปด้านบนโดยทำมุมประมาณ 45 องศา ซึ่งเหมือนกับพฤติกรรมรอยแตกในคานคอนกรีตเสริมเหล็กธรรมดา รูปแบบการวิบัติจากภายนอกจะเป็นการปริแยกของบล็อก และมีการปริแยกของแนวปูนก่อ (Splitting of Head Joint) ในคานเอ็นร่วมด้วย การขยายตัว

ด้านหน้าในกำแพงแถวบนซึ่งเป็นคานเอ็นจะมีค่ามากที่สุด รองลงมาแถวที่สองและสามตามลำดับ (รูปที่ 3.16-3.18)

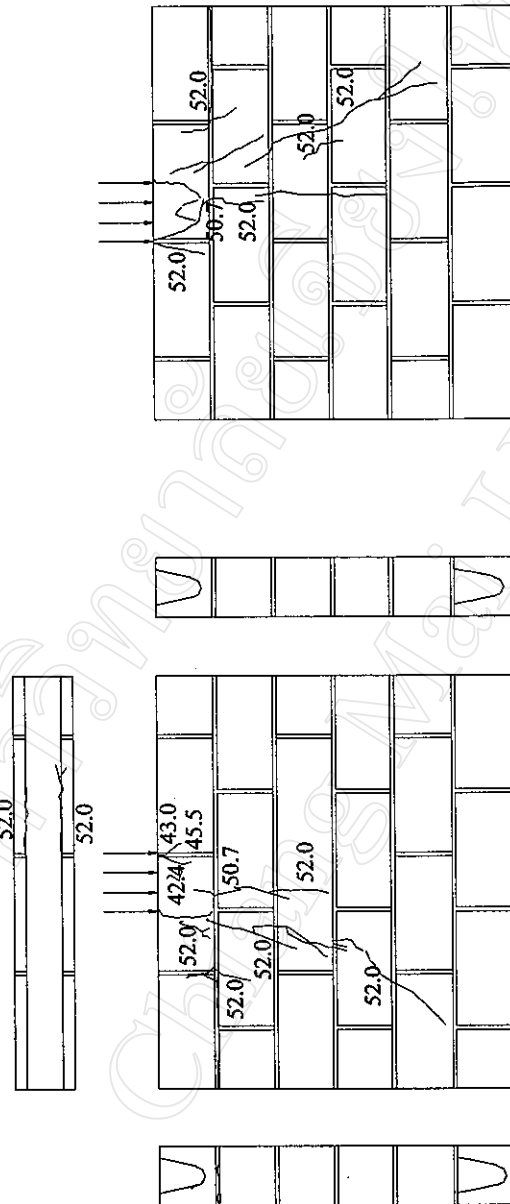
3.8.3 ชุดควบคุม B จะมีรอยร้าวเกิดขึ้นในระนาบตั้งฉากกับผิวสัมผัสของกำแพงก่อนโดยเริ่มจากบริเวณกึ่งกลางความยาวของของกำแพงในคอนกรีตบล็อกในแถวที่สองของกำแพงนับจากด้านบนและในคานเอ็นก่อน (รูปที่ 3.7-3.9) แล้วจึงขยายลงไปด้านล่างในลักษณะเฉียงออกทำมุมประมาณ 20 องศา กับแนวตั้งรอยร้าวที่เฉียงจะเป็นแนวยาวออกในข้างใดข้างหนึ่งของกำแพงมากกว่าอีกข้าง จะไม่มีการเฉียงออกพร้อมกันสองข้าง ยกเว้นกำแพง B2 จะเกิดรอยร้าวในลักษณะเกือบเป็นเส้นตรงยาวลงมาและมีรอยร้าวที่เฉียงออกพร้อมกันทั้งสองข้างความยาวใกล้เคียงกัน ส่วนปลายของกำแพงทั้งสองข้างจะมีการยกขึ้นเช่นเดียวกับชุด A และ AG แต่จะยกในรอยต่อทั้งสองข้างไม่เหมือนกันในคอนกรีตบล็อกแถวที่สองข้างหนึ่งและแถวที่หนึ่งข้างหนึ่ง ยกเว้นกำแพง B1 จะยกในแถวที่สองเหมือนกันทั้งสองข้าง การหลุดกระเทาะออกของคอนกรีตบล็อกที่คานเอ็นได้แผ่นเหล็กถ่ายแรงก็ยังมียู่ และการแยกของปูนกรอกและคอนกรีตบล็อกตัว U ก็เกิดเช่นเดียวกับชุด A และ AG รูปแบบการวิบัติจากภายนอกจะเป็นการปริแยกของบล็อกและการปริแยกของแนวปูนก่อเกิดร่วมด้วย การยกตัวของคานเอ็นทำให้คอนกรีตบล็อกทั้งสองข้างมีการปริแยกจากรอยต่อจากด้านล่างขึ้นด้านบนโดยทำมุมประมาณ 45 องศา เช่นเดียวกับชุด A และ AG

3.8.4 ชุดทดสอบ BG จะมีรอยร้าวเกิดขึ้นในระนาบตั้งฉากกับผิวสัมผัสของกำแพงในส่วนบนของกำแพงก่อนเช่นเดียวกับชุด B แต่จะไม่มี การปริแยกของบล็อกที่อยู่ตรงกลางซึ่งมีการกรอกปูนกรอกไว้ หรือมีก็เป็นเพียงรอยร้าวที่สั้นและเกิดขึ้นสุดในบล็อกแถวที่สอง (รูปที่ 3.10-3.12) การปริแยกจะคล้ายกับชุด AG คือมีการปริแยกของคอนกรีตบล็อกที่อยู่ด้านข้างแทนโดยจะปริแยกจากด้านบนสู่ด้านล่างในแนวเฉียงทำมุมกับแนวตั้งประมาณ 20 องศา ถึง 30 องศา การยกตัวของปลายทั้งสองข้างจะเกิดในคอนกรีตบล็อกแถวที่สาม สองและหนึ่งจากด้านบน รูปแบบการวิบัติจากภายนอกเป็นการปริแยกของบล็อก แต่ใน BG1 จะเกิดการปริแยกของแนวปูนก่ออย่างชัดเจน



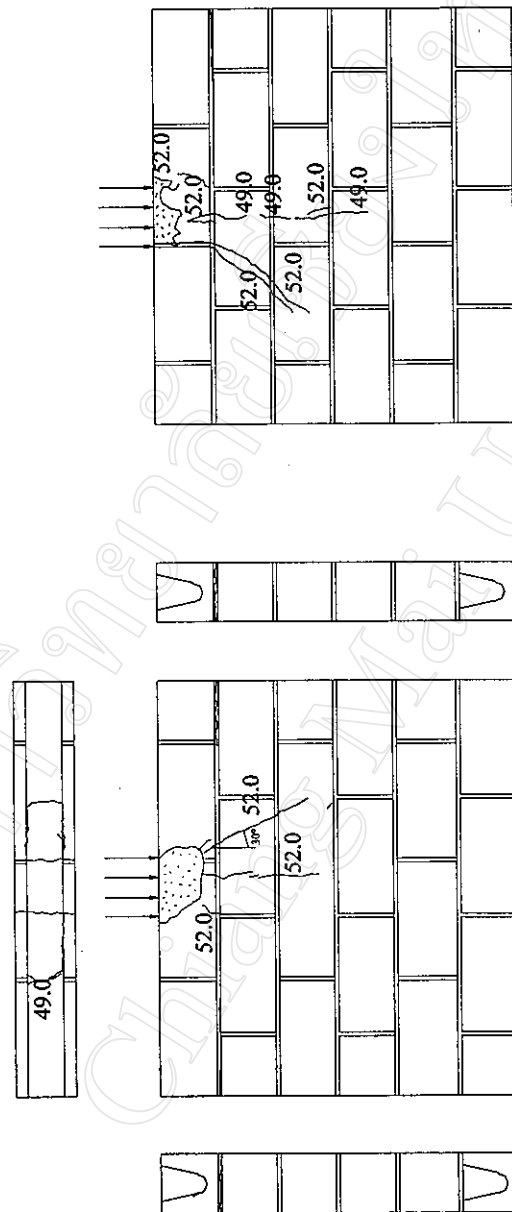
รูปที่ 3.1 ลักษณะการแตกร้าวของกำแพง A1

หมายเหตุ : ค่าที่ปรากฏ ณ ตำแหน่งของรอยร้าวคือค่าแรงที่กระทำต่อกำแพง ขณะเกิดรอยร้าวนั้นมีหน่วยเป็น ตัน



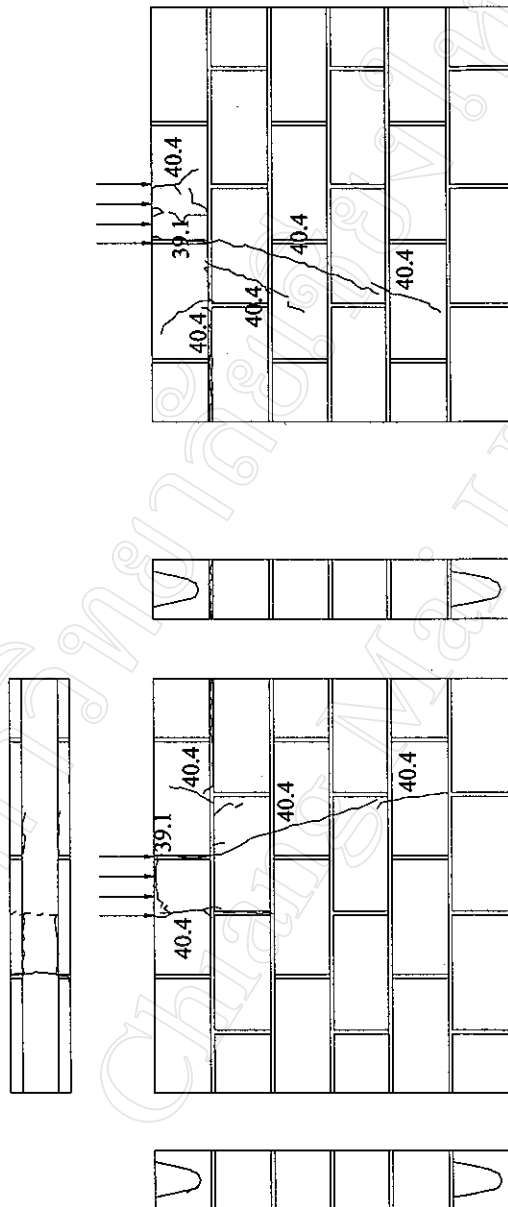
รูปที่ 3.2 ลักษณะการเติกร้าวของกำแพง A2

หมายเหตุ : ค่าที่ปรากฏ ณ ตำแหน่งของรอยร้าวคือค่าแรงที่กระทำต่อกำแพง ขณะเกิดรอยร้าว ณ นั้นมีหน่วยเป็น ตัน



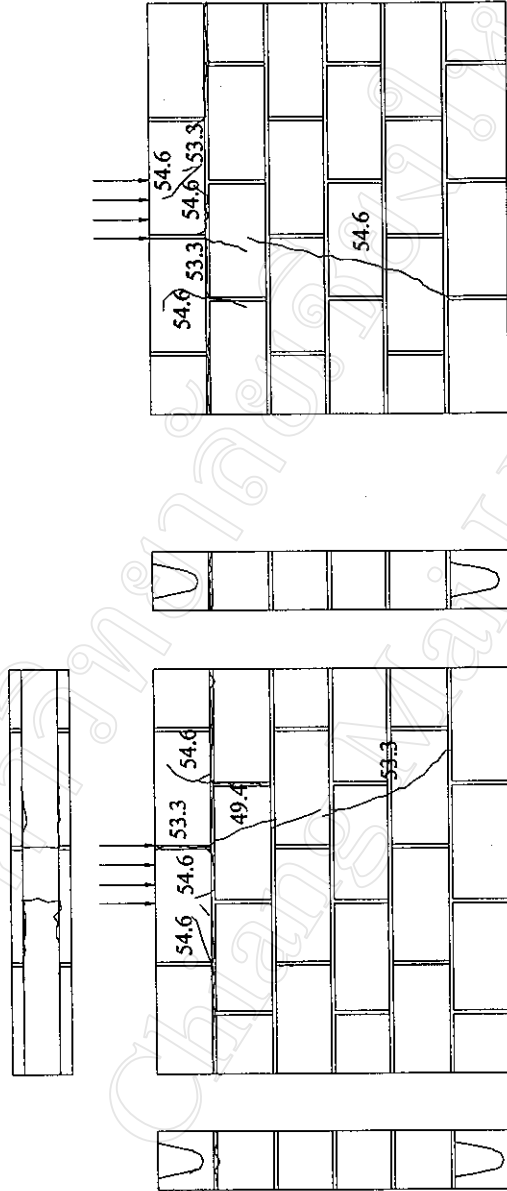
รูปที่ 3.3 ลักษณะการแตกร้าวของกำแพง A3

หมายเหตุ : ค่าที่ปรากฏ ณ ตำแหน่งของรอยร้าวคือค่าแรงที่กระทำต่อกำแพง ขณะเกิดรอยร้าวนี้มีหน่วยเป็น ตัน



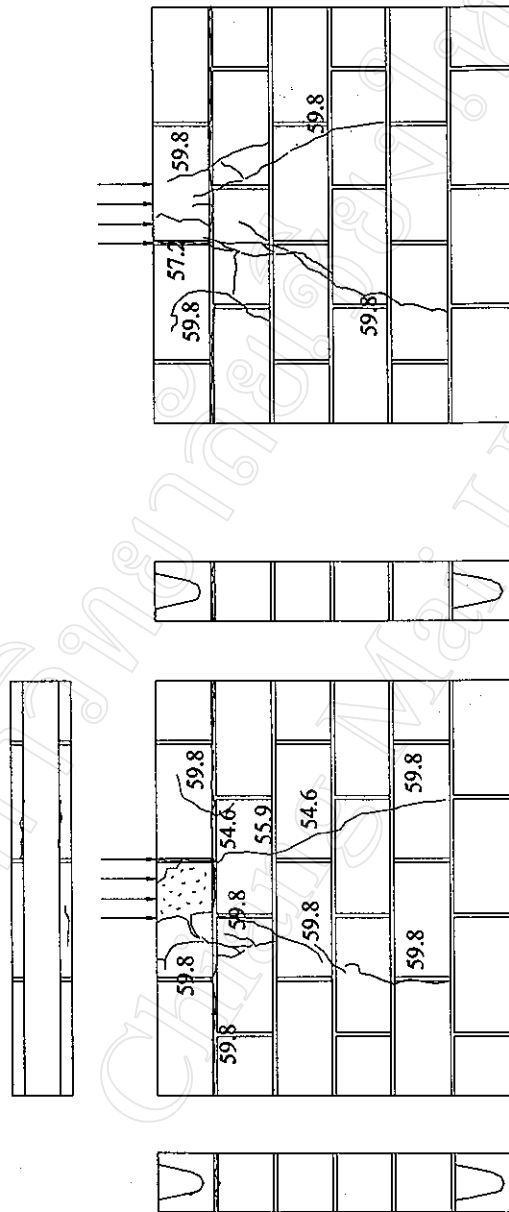
รูปที่ 3.4 ลักษณะการแตกร้าวของก้ำแกง AG1

หมายเหตุ : ค่าที่ปรากฏ ณ ตำแหน่งของรอยร้าวคือค่าแรงที่กระทำต่อก้ำแกง ขณะเกิดรอยร้าวนี้มีหน่วยเป็น ตัน



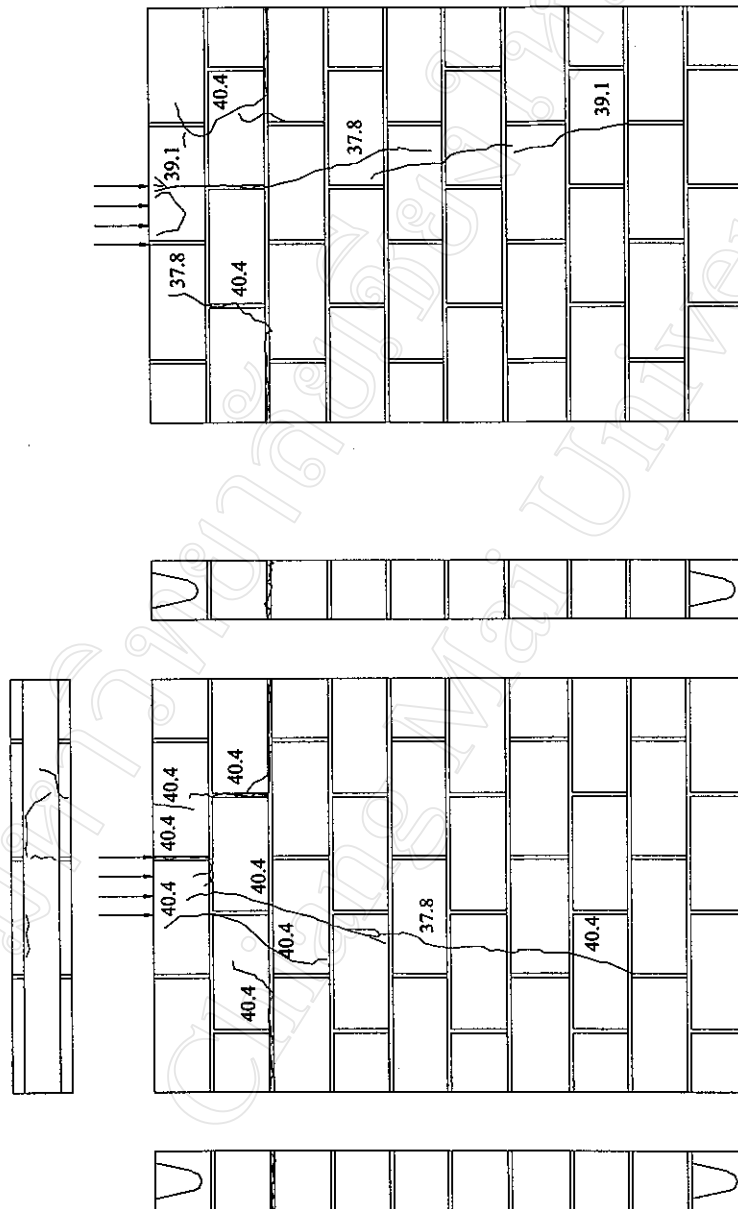
รูปที่ 3.5 ลักษณะการแตกร้าวของกำแพง AG2

หมายเหตุ : ค่าที่ปรากฏ ณ ตำแหน่งของรอยร้าวคือค่าแรงที่กระทำต่อกำแพง ขณะเกิดรอยร้าวนั้นมีหน่วยเป็น ตัน



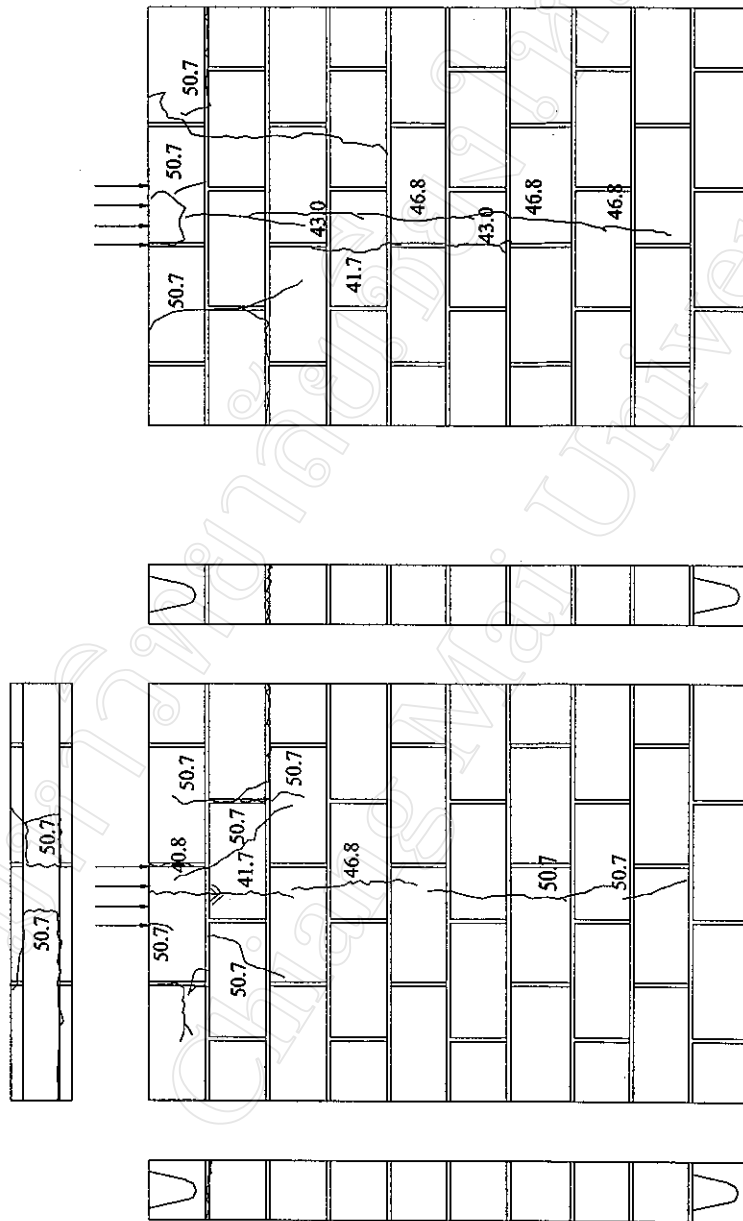
รูปที่ 3.6 ลักษณะการแตกร้าวของกำแพง AG3

หมายเหตุ : ค่าที่ปรากฏ ณ ตำแหน่งของรอยร้าวคือค่าแรงที่กระทำต่อกำแพง ขณะเกิดรอยร้าวนั้นมีหน่วยเป็น ตัน



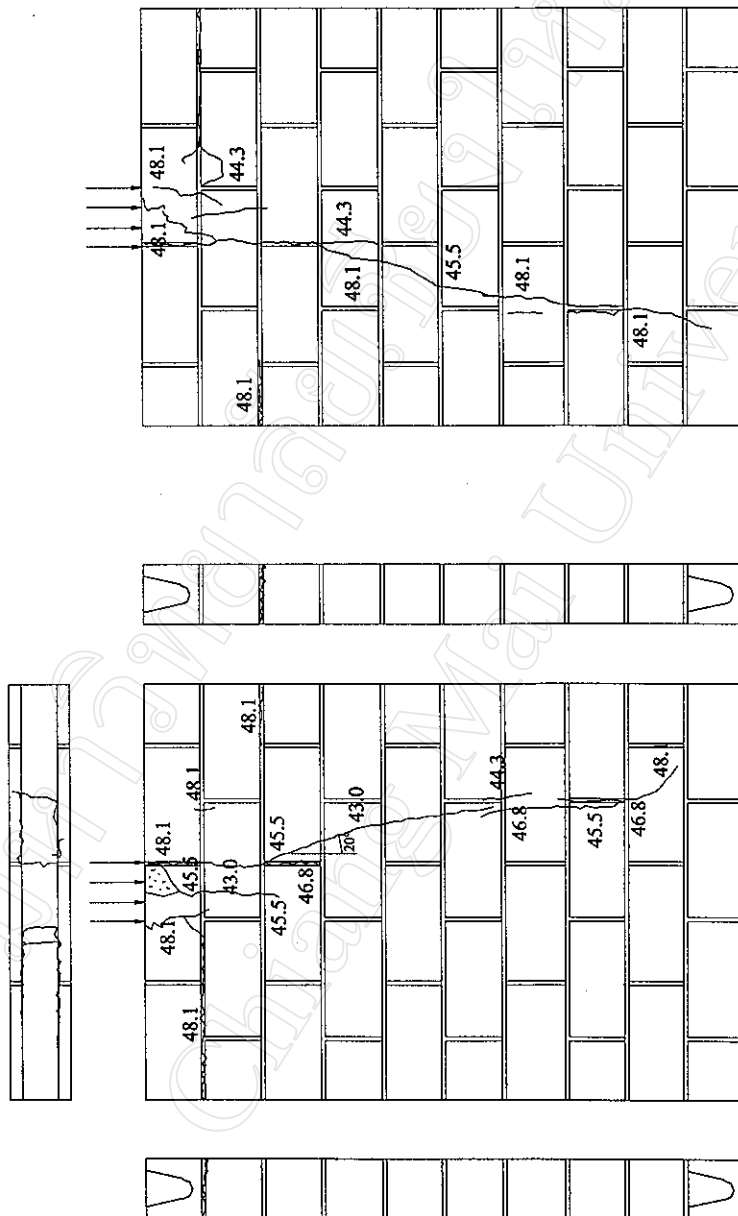
รูปที่ 3.7 ลักษณะการแตกตัวของกำแพง B1

หมายเหตุ : ค่าที่ปรากฏ ณ ตำแหน่งของรอยร้าวคือค่าแรงที่กระทำต่อกำแพง ขณะเกิดรอยร้าวนั้นมีหน่วยเป็น ตัน



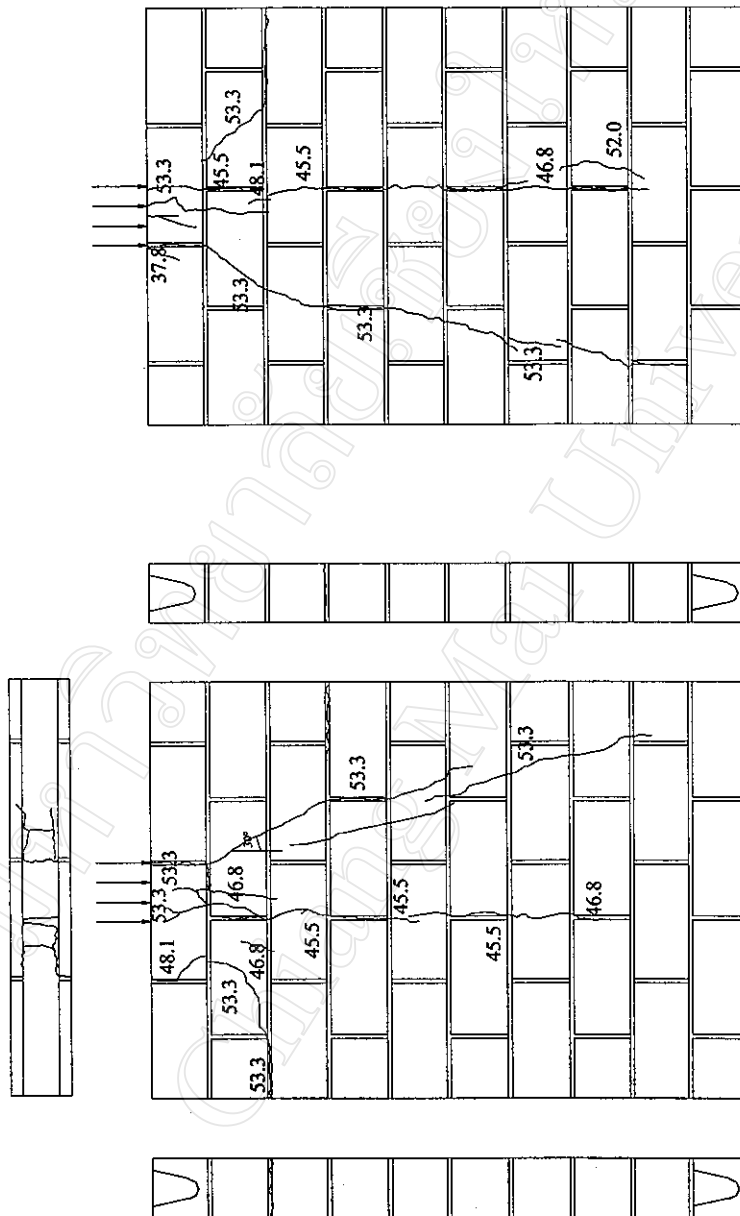
รูปที่ 3.8 ลักษณะการแตกร้าวของกำแพง B2

หมายเหตุ : ค่าที่ปรากฏ ณ ตำแหน่งของรอยร้าวคือค่าแรงที่กระทำต่อกำแพง ขณะเกิดรอยร้าวนั้นมีหน่วยเป็น ตัน



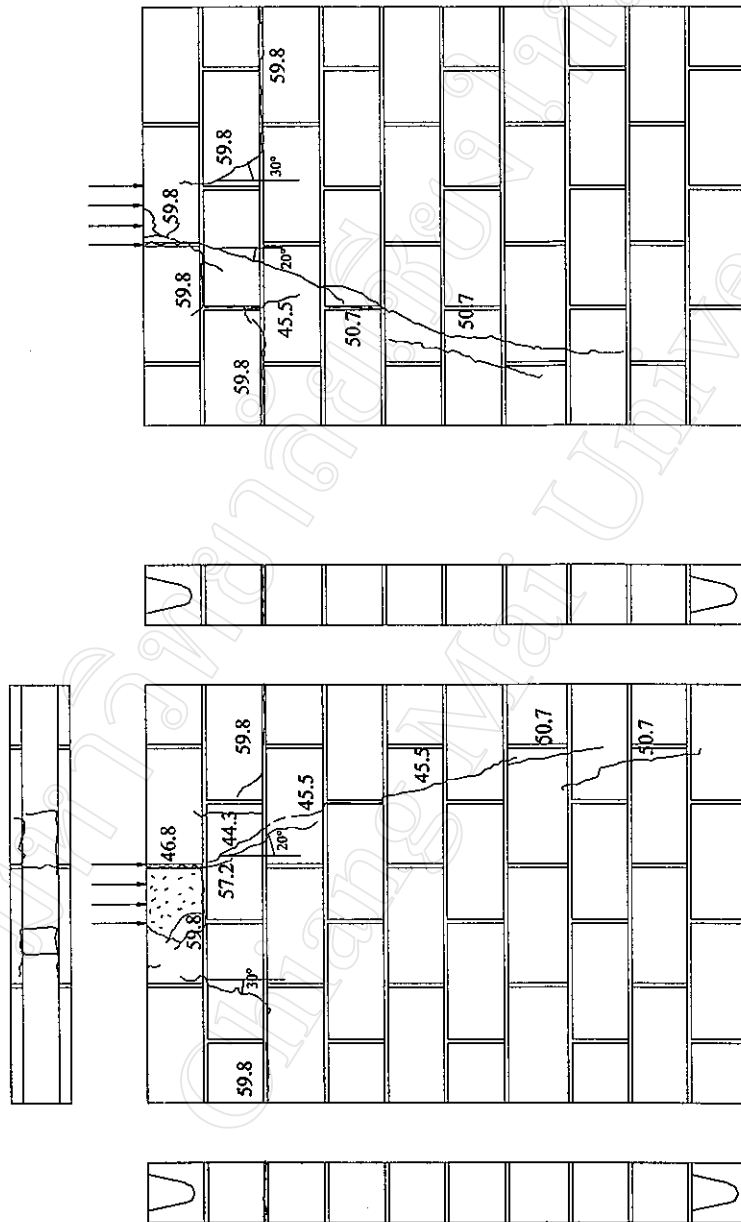
รูปที่ 3.9 ลักษณะการแตกร้าวของกำแพง B3

หมายเหตุ : ค่าที่ปรากฏ ณ ตำแหน่งของรอยร้าวคือค่าแรงที่กระทำต่อกำแพง ขณะเกิดรอยร้าว ณ ตำแหน่งเป็นต้น



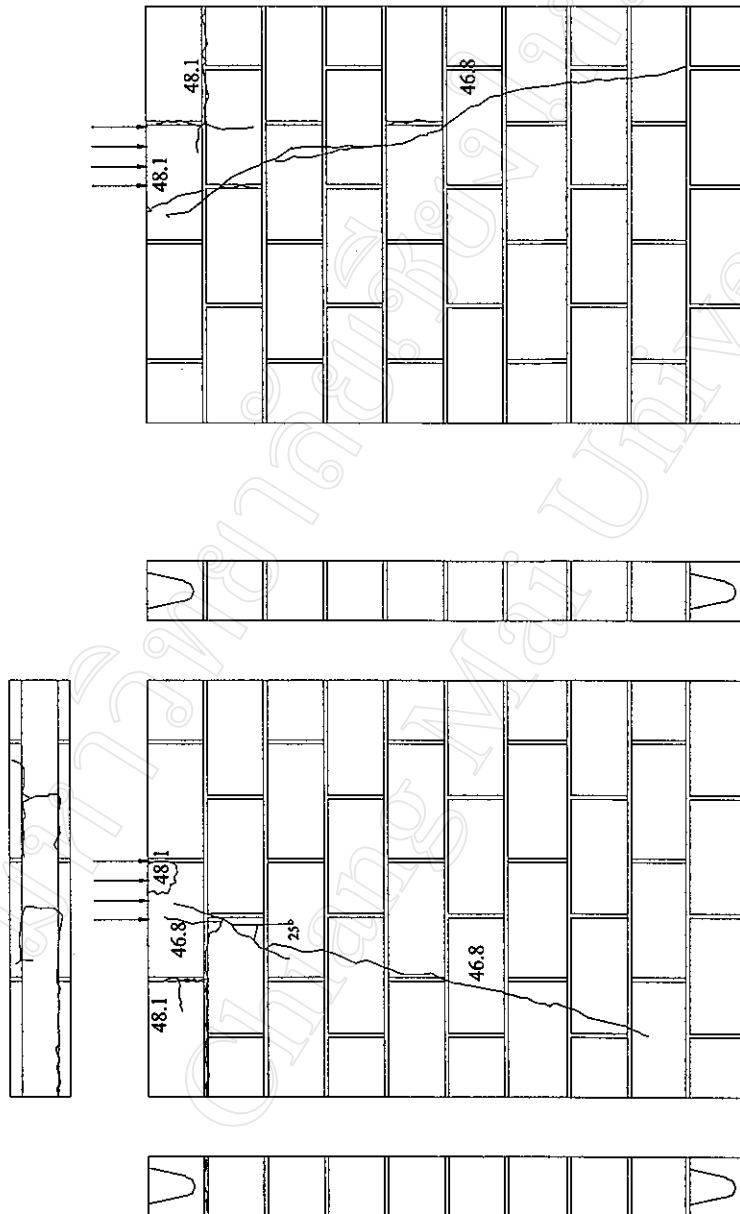
รูปที่ 3.10 ลักษณะการแตกร้าวของกำแพง BG1

หมายเหตุ : ค่าที่ปรากฏ ณ ตำแหน่งของรอยร้าวคือค่าแรงที่กระทำต่อกำแพง ขณะเกิดรอยร้าวนี้มีหน่วยเป็น ตัน



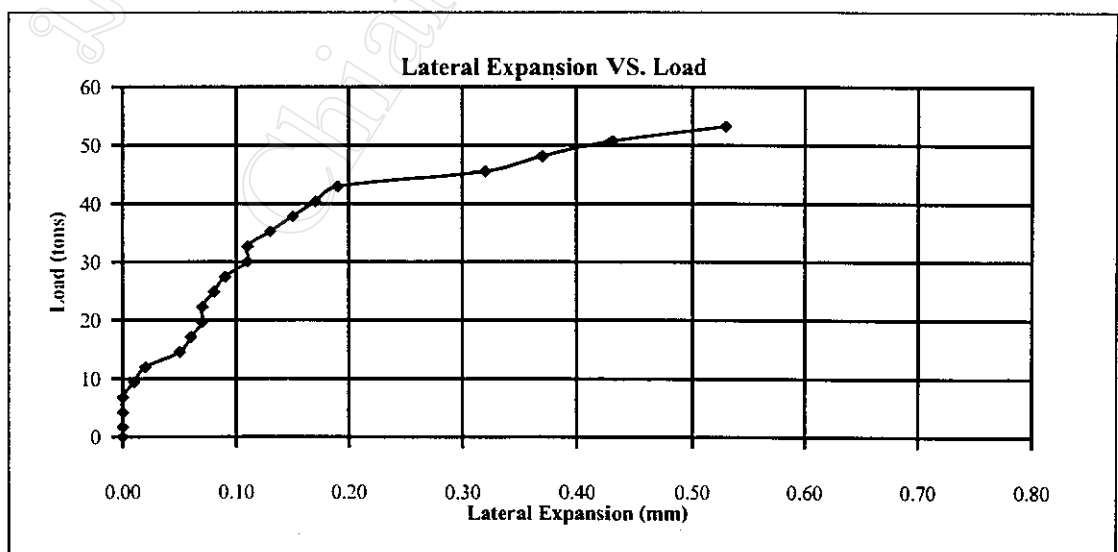
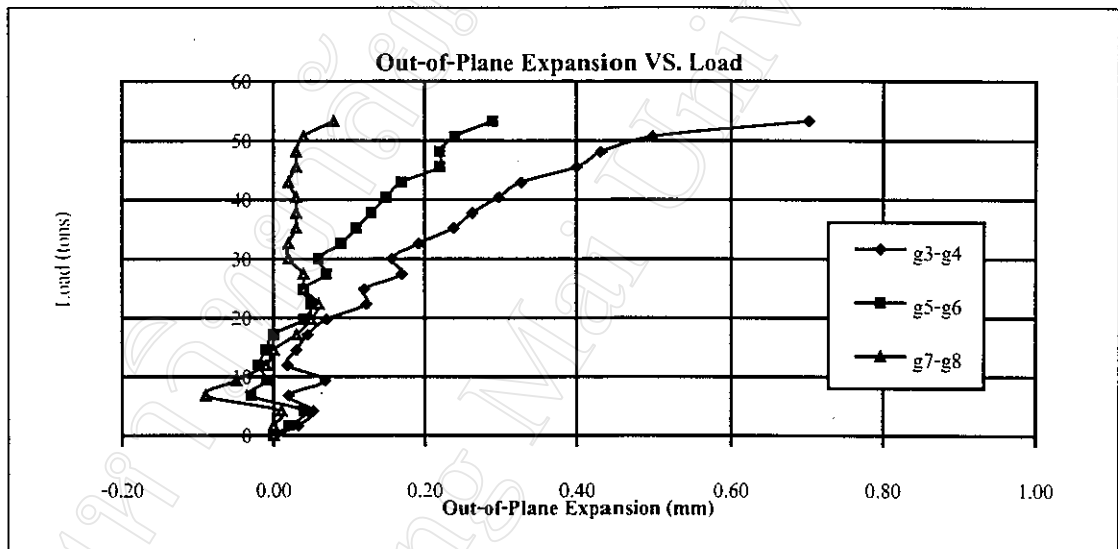
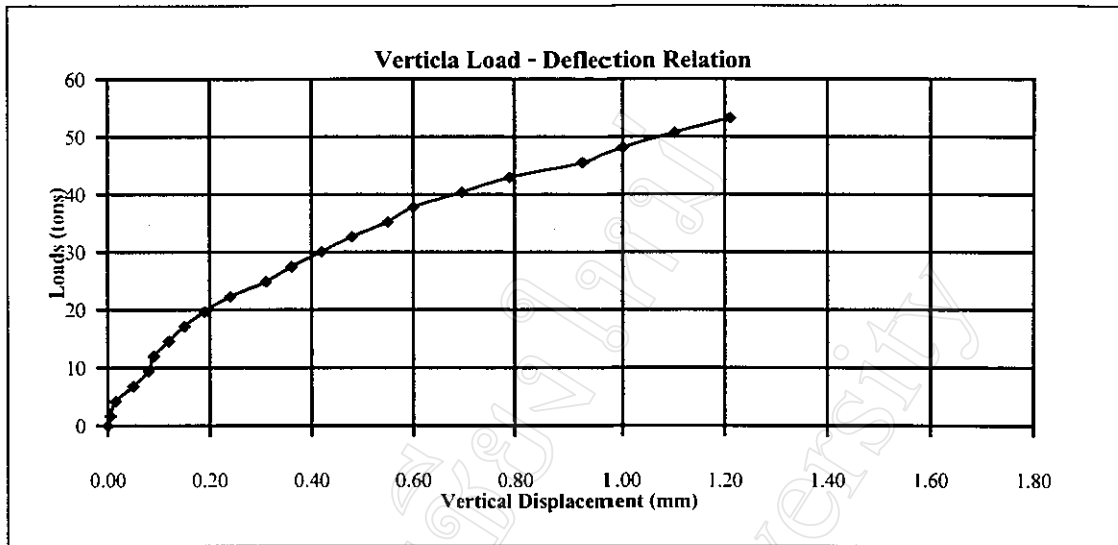
รูปที่ 3.11 ลักษณะการแตกร้าวของกำแพง BG2

หมายเหตุ : ค่าที่ปรากฏ ณ ตำแหน่งของรอยร้าวคือค่าแรงที่กระทำต่อกำแพง ขณะเกิดรอยร้าวนี้จะมีหน่วยเป็น ตัน

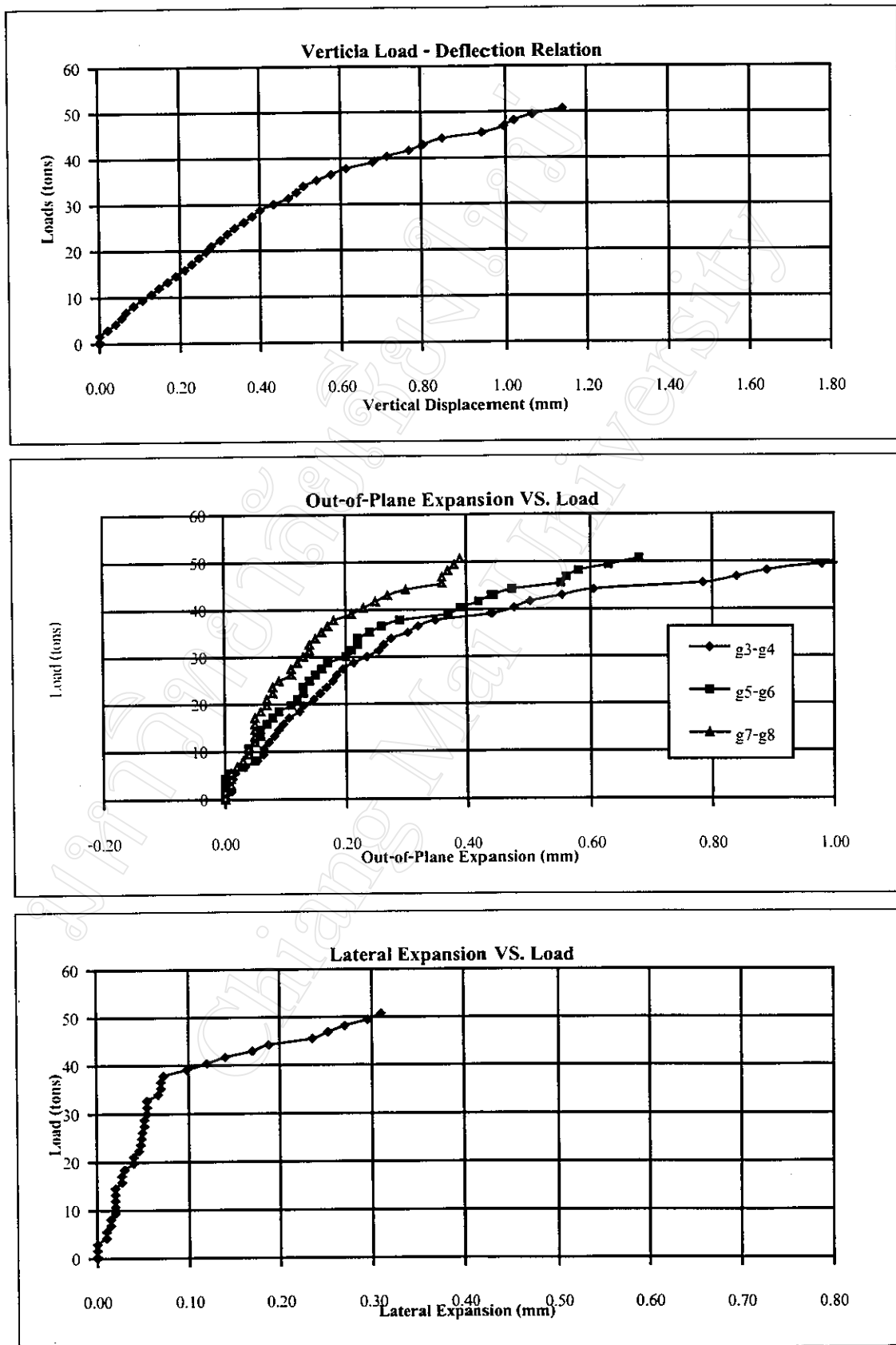


รูปที่ 3.12 ลักษณะการแตกร้าวของกำแพง BG3

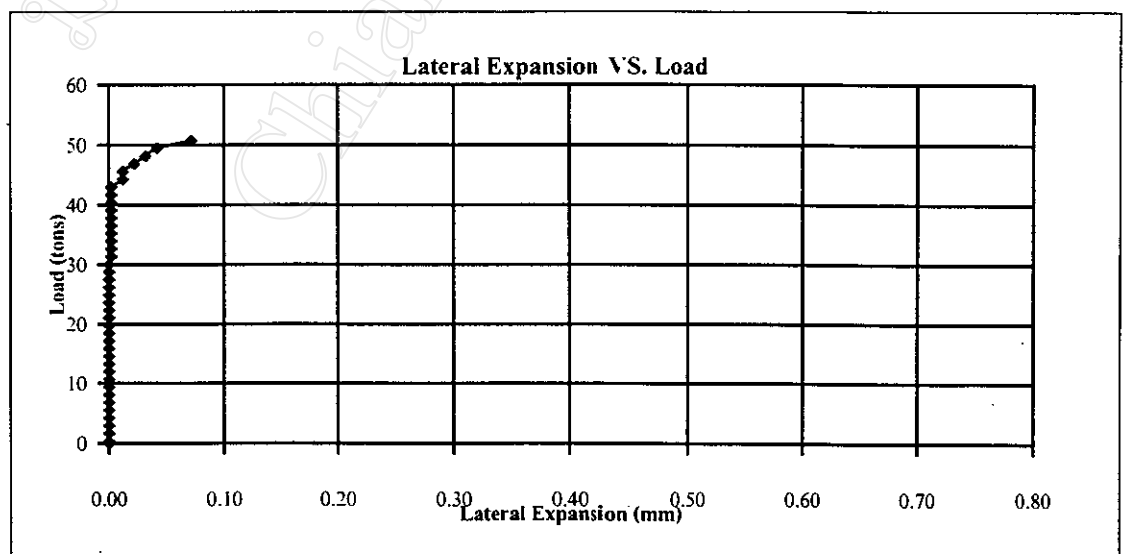
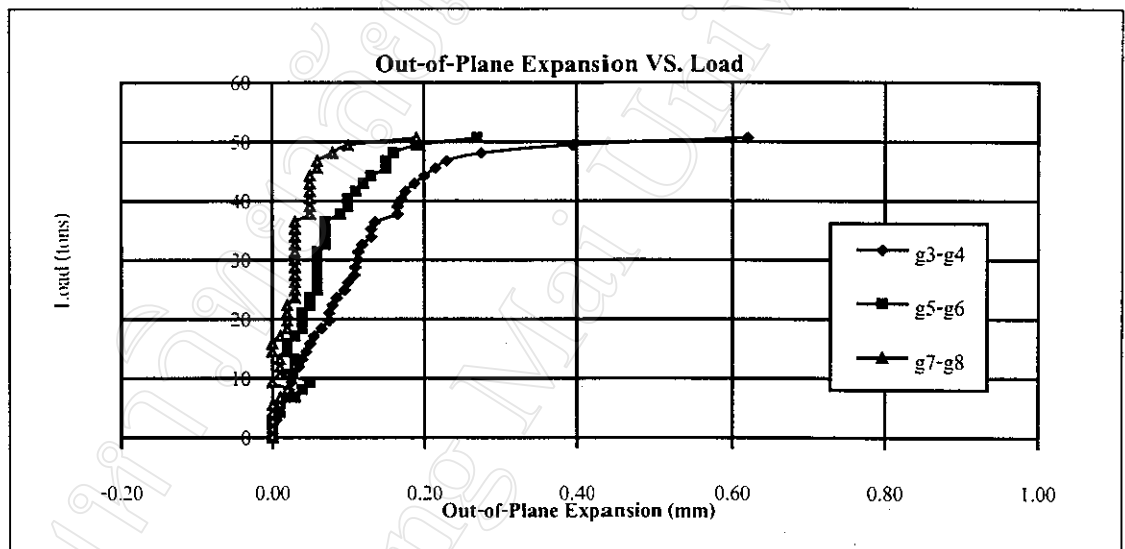
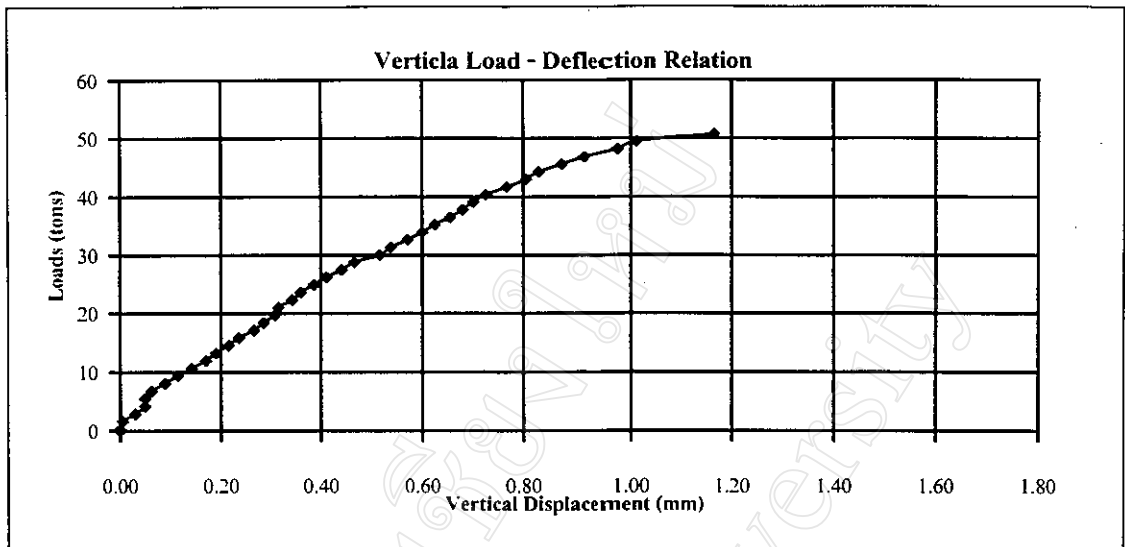
หมายเหตุ : ค่าที่ปรากฏ ณ ตำแหน่งของรอยร้าวคือค่าแรงที่กระทำต่อกำแพง ขณะเกิดรอยร้าวนั้นมีหน่วยเป็น ตัน



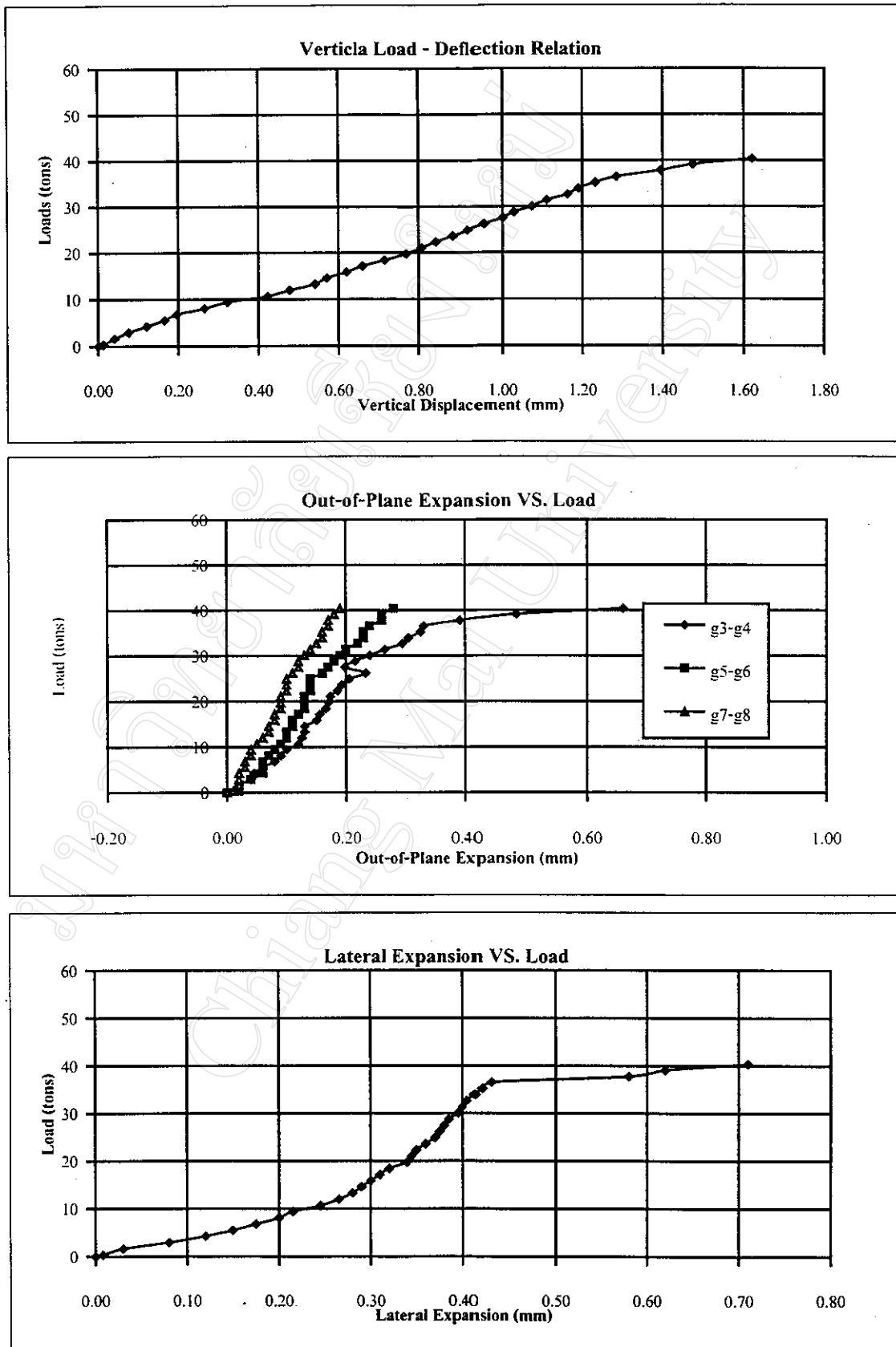
รูปที่ 3.13 พฤติกรรมของกำแพง A1



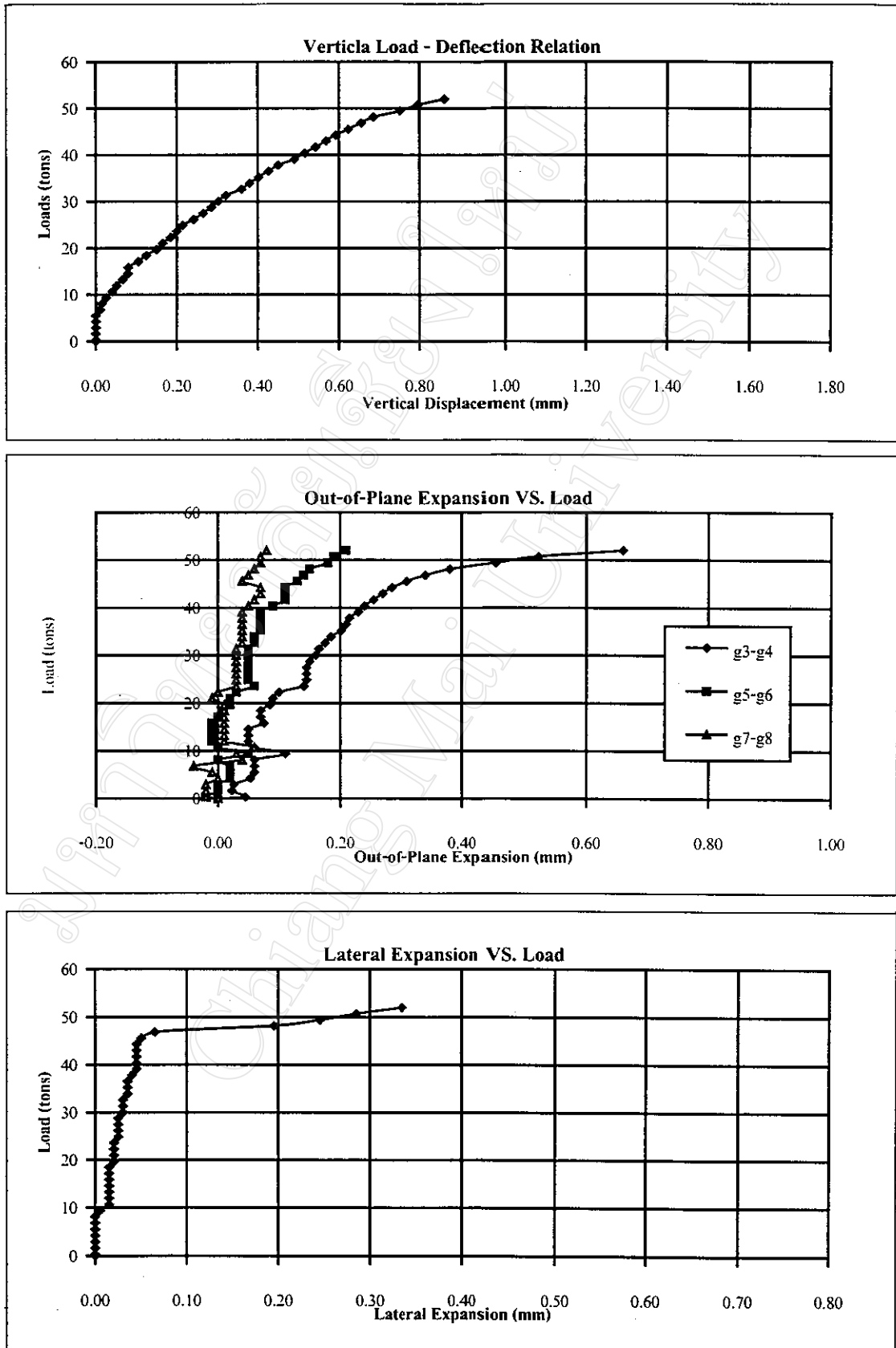
รูปที่ 3.14 พฤติกรรมของกำแพง A2



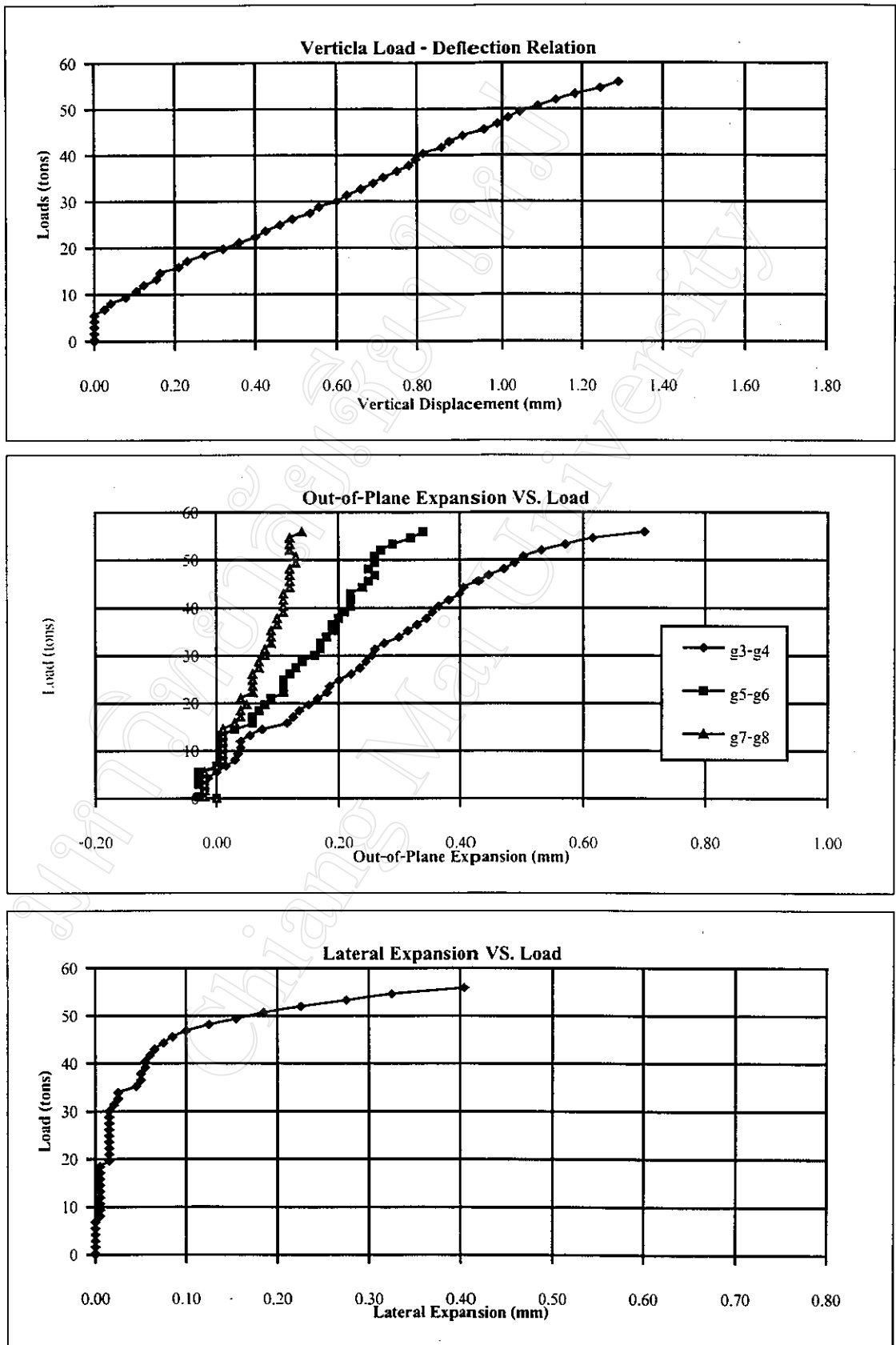
รูปที่ 3.15 พฤติกรรมของกำแพง A3



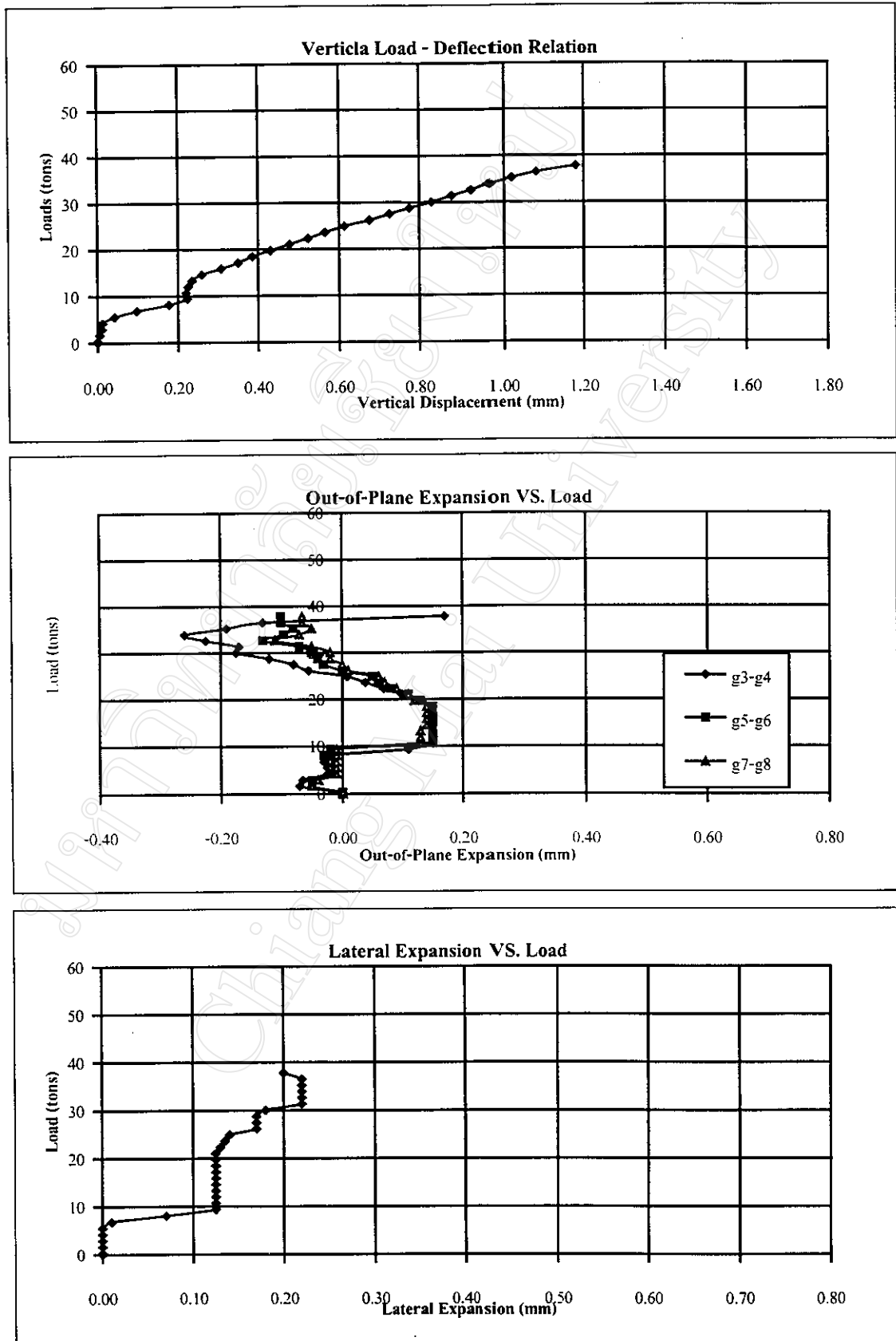
รูปที่ 3.16 พฤติกรรมของกำแพง AG1



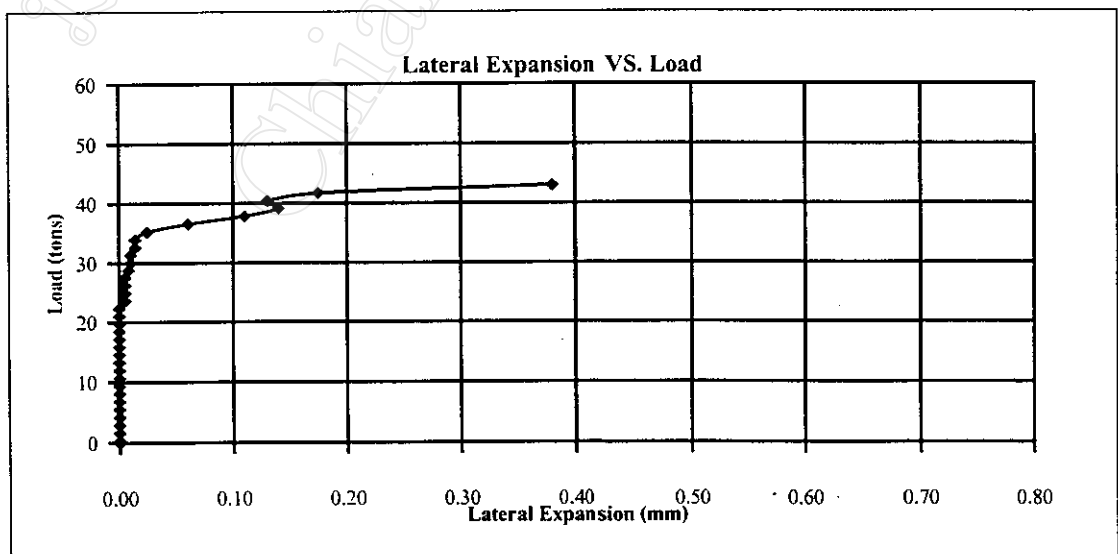
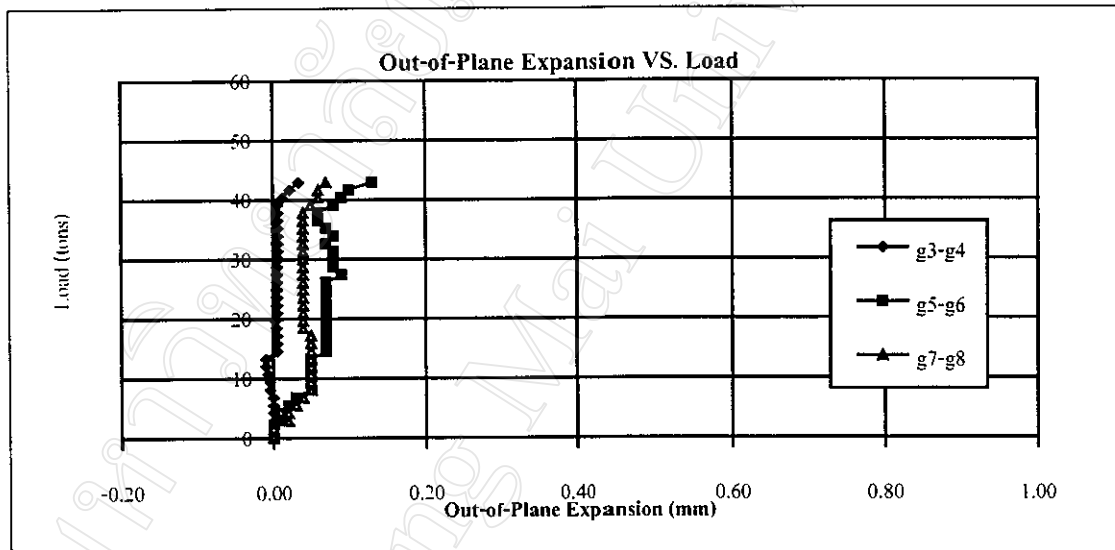
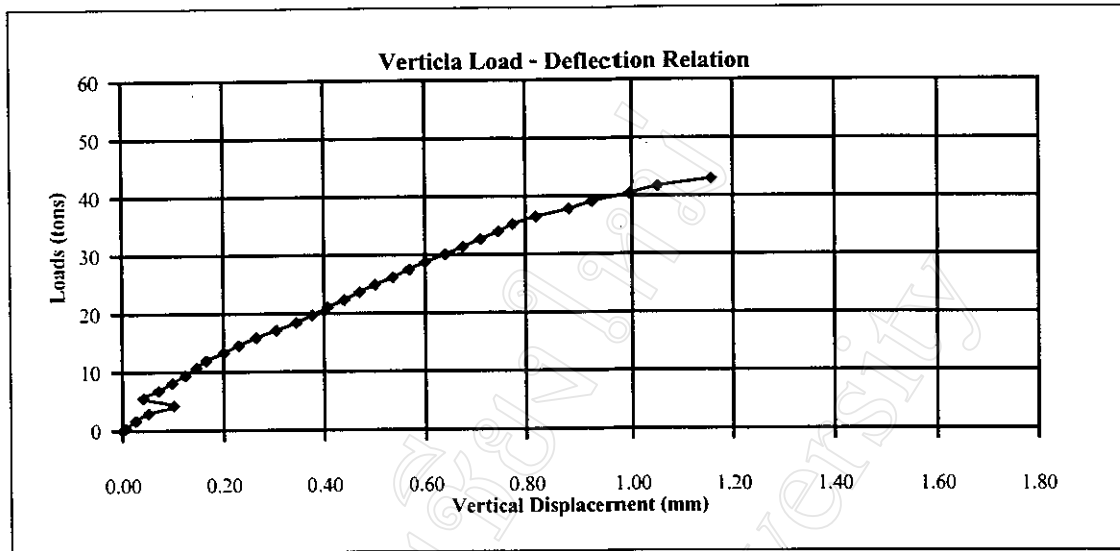
รูปที่ 3.17 พฤติกรรมของกำแพง AG2



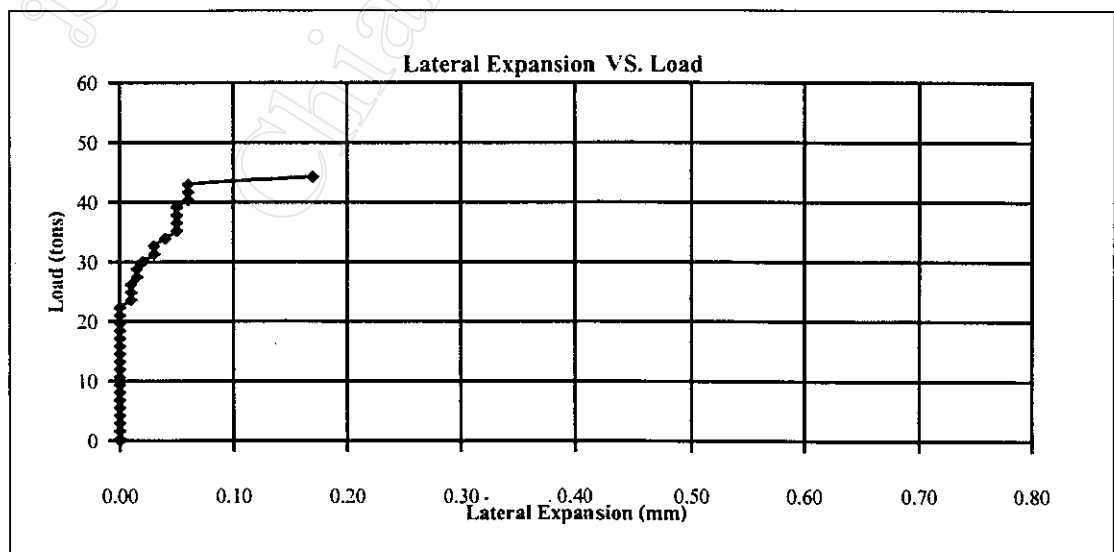
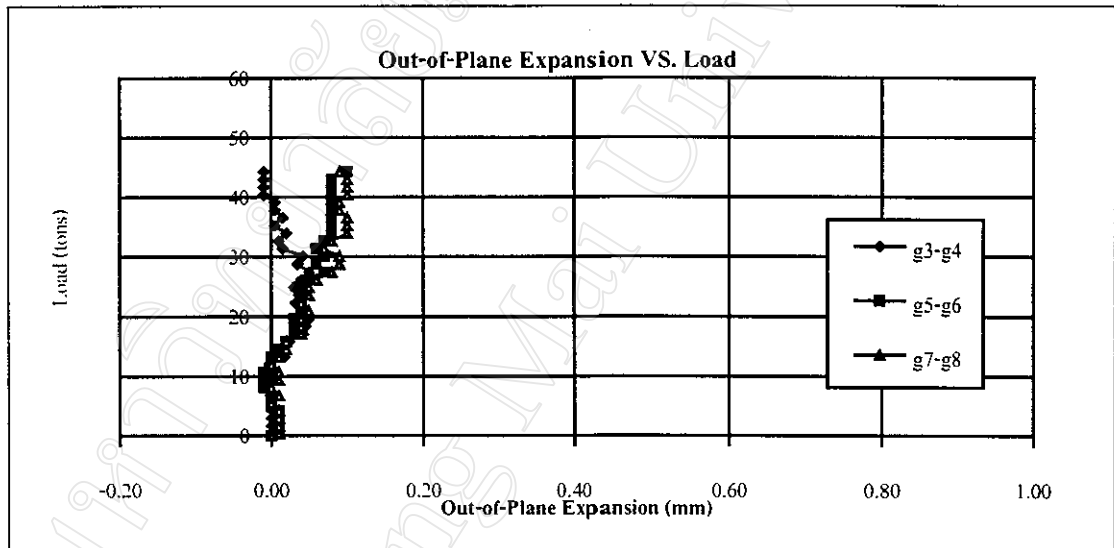
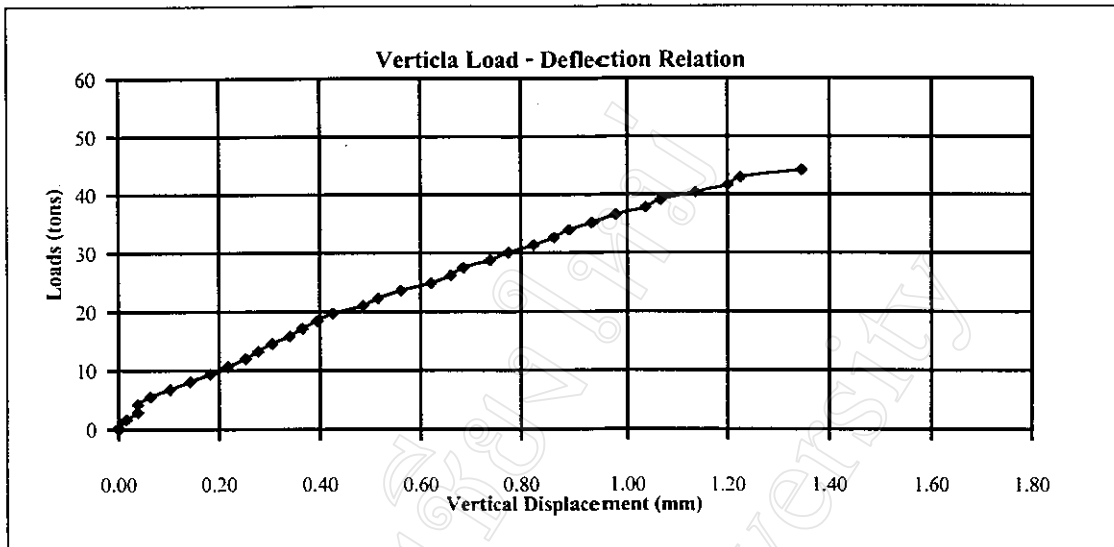
รูปที่ 3.18 พฤติกรรมของกำแพง AG3



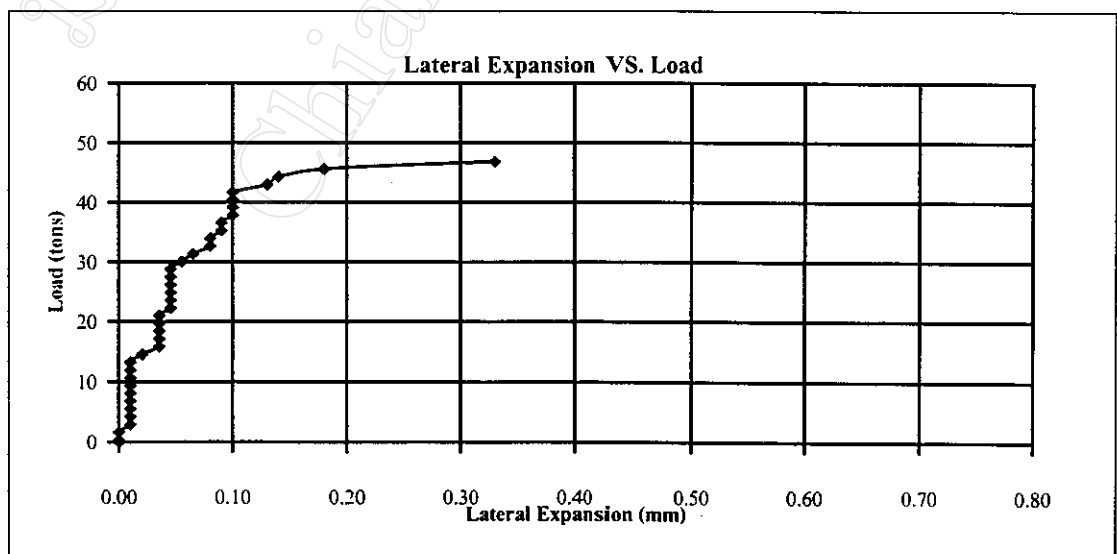
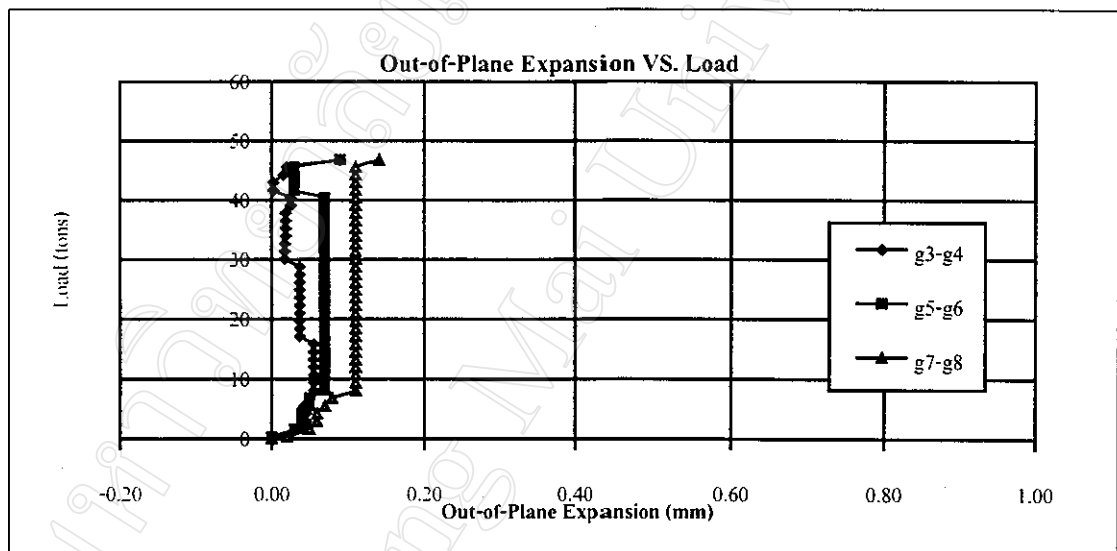
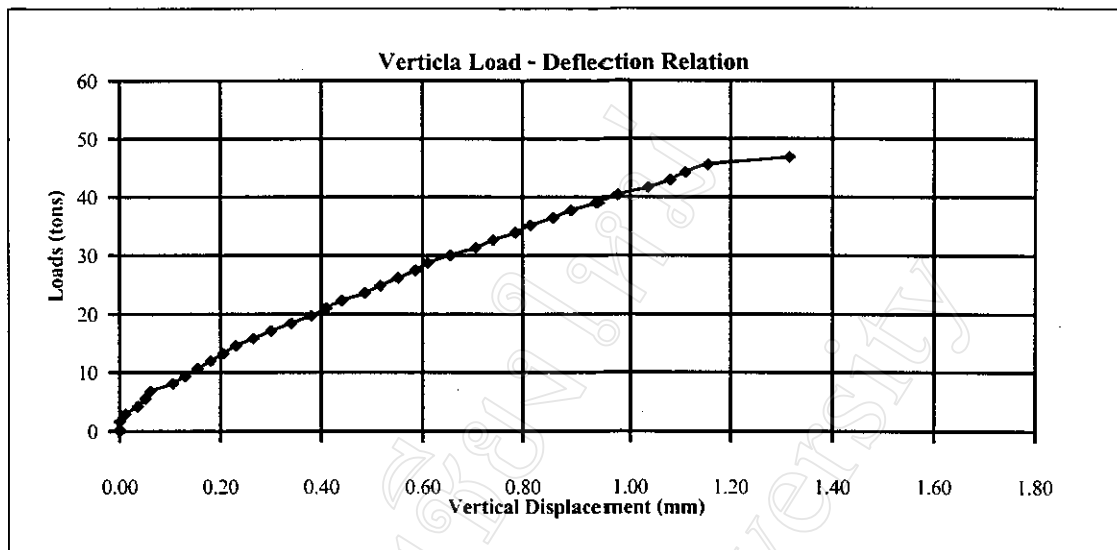
รูปที่ 3.19 พฤติกรรมของกำแพง B1



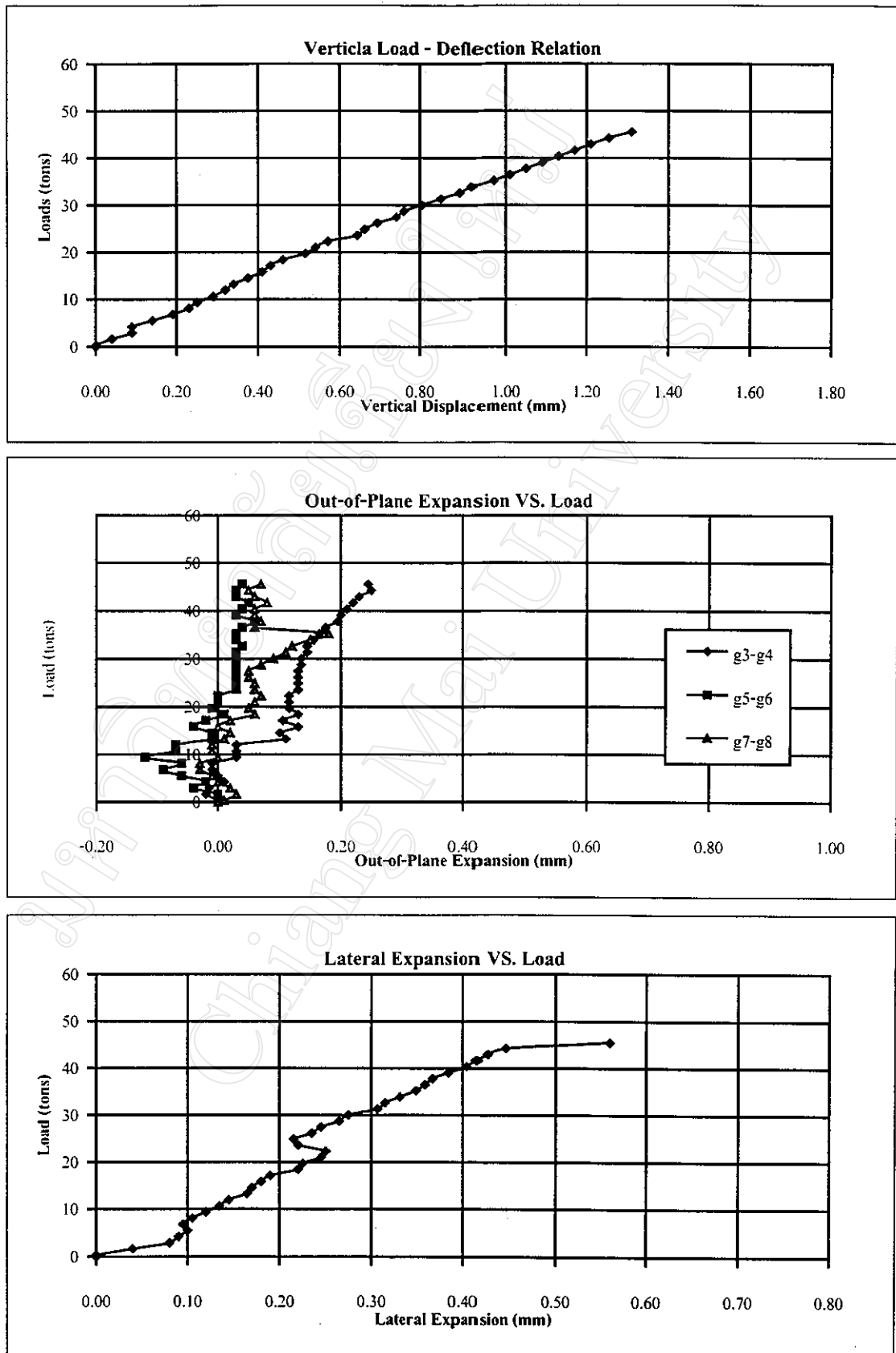
รูปที่ 3.20 พฤติกรรมของกำแพง B2



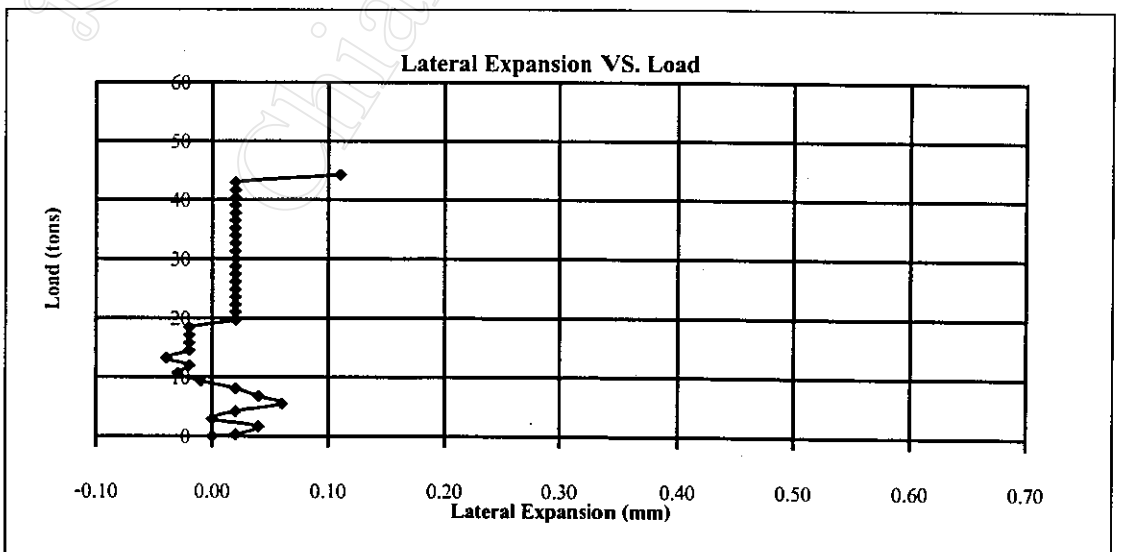
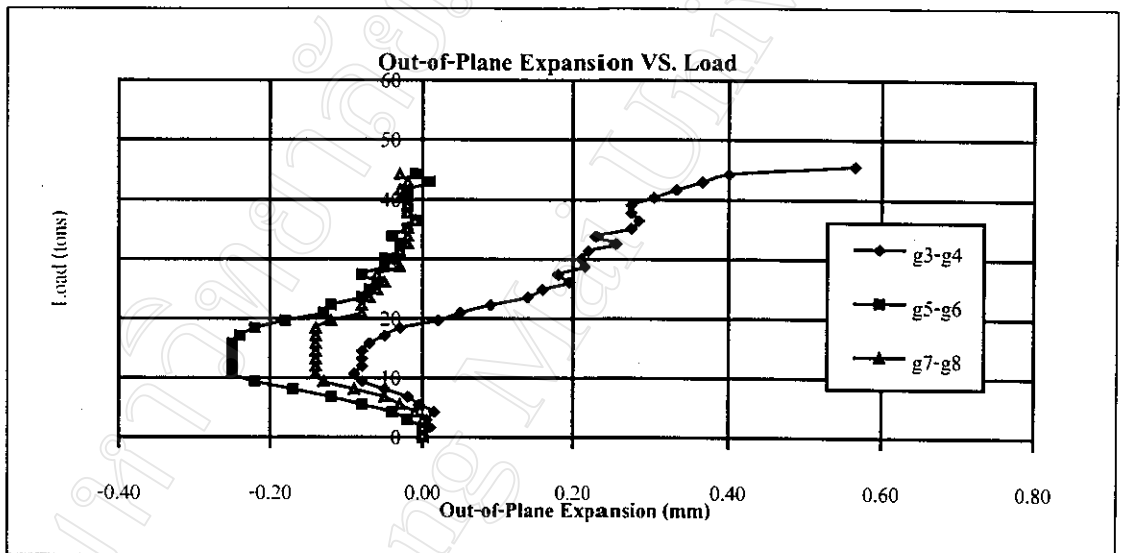
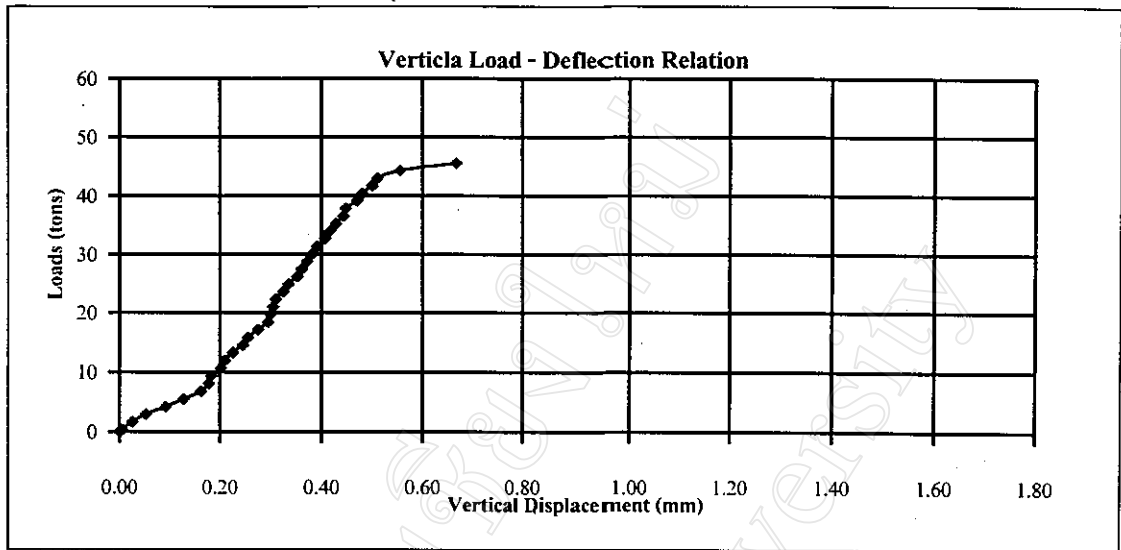
รูปที่ 3.21 พฤติกรรมของกำแพง B3



รูปที่ 3.22 พฤติกรรมของกำแพง BG1



รูปที่ 3.23 พฤติกรรมของกำแพง BG2



รูปที่ 3.24 พฤติกรรมของกำแพง BG3