

บทที่ 3

ผลการทดลอง

3.1 คุณสมบัติเชิงกลของกำแพงคอนกรีตบล็อก

3.1.1 กำลังรับแรงอัดของกำแพง

จากผลการทดลองดังตาราง 3.1 กำลังอัดของกำแพงคอนกรีตบล็อกชุดทดสอบ C มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 59.8 กก./ชม.² ชุดทดสอบ T มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 54.9 กก./ชม.² ชุดทดสอบ M มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 50.3 กก./ชม.² ชุดทดสอบ S มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 49.6 กก./ชม.² เมื่อคำนวณโดยใช้พื้นที่หน้าตัดรวม

3.1.2 โมดูลัสยืดหยุ่นของกำแพง

จากผลการทดลองดังตาราง 3.1 โมดูลัสยืดหยุ่นของกำแพงคอนกรีตบล็อกชุดทดสอบ C มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 40600 กก./ชม.² ชุดทดสอบ T มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 47300 กก./ชม.² ชุดทดสอบ M มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 50100 กก./ชม.² ชุดทดสอบ S มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31600 กก./ชม.² เมื่อคำนวณโดยใช้พื้นที่หน้าตัดรวม

3.1.3 หน่วยแรงที่ทำให้เริ่มเกิดรอยร้าว

จากผลการทดลองดังตาราง 3.1 หน่วยแรงที่ทำให้เริ่มเกิดรอยร้าวของกำแพงคอนกรีตบล็อกชุดทดสอบ C มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 40.9 กก./ชม.² ชุดทดสอบ T มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 41.8 กก./ชม.² ชุดทดสอบ M มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 36.2 กก./ชม.² ชุดทดสอบ S มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.2 กก./ชม.² เมื่อคำนวณโดยใช้พื้นที่หน้าตัดรวม

ตาราง 3.1 คุณสมบัติทั่วไปของกำแพงคอนกรีตบล็อก

ประเภท	รหัสตัวอย่าง	กำลัง (ksc.)	กำลังเฉลี่ย (ksc.)	โมดูลัสยืดหยุ่น (ksc.)	โมดูลัสยืดหยุ่นเฉลี่ย (ksc.)	Stress at First Crack (ksc.)	Average Stress at First Crack (ksc.)
ชุดทดสอบ C	C1	60.7		56700		48.6	
	C2	58.8	59.8	31400	40600	41.8	40.92
	C3	59.8		33900		32.4	
ชุดทดสอบ T	T1	54.6		51600		40.8	
	T2	54.6	54.9	47300	47300	44.8	41.82
	T3	55.6		43100		39.9	
ชุดทดสอบ M	M1	49.6		63900		36.9	
	M2	48.6	50.3	31600	50100	20.1	36.23
	M3	52.6		54900		51.6	
ชุดทดสอบ S	S1	48.6		31100		18.2	
	S2	47.6	49.6	22100	31600	19.2	18.23
	S3	52.6		41700		17.3	

3.2 รูปแบบการแตกร้าวของกำแพงคอนกรีตบล็อก

รูปแบบการแตกร้าวของกำแพงคอนกรีตบล็อกแต่ละแผงตั้งแต่เริ่มให้น้ำหนัก จนกระทั่งพังทลายมีลักษณะต่าง ๆ กันดังนี้

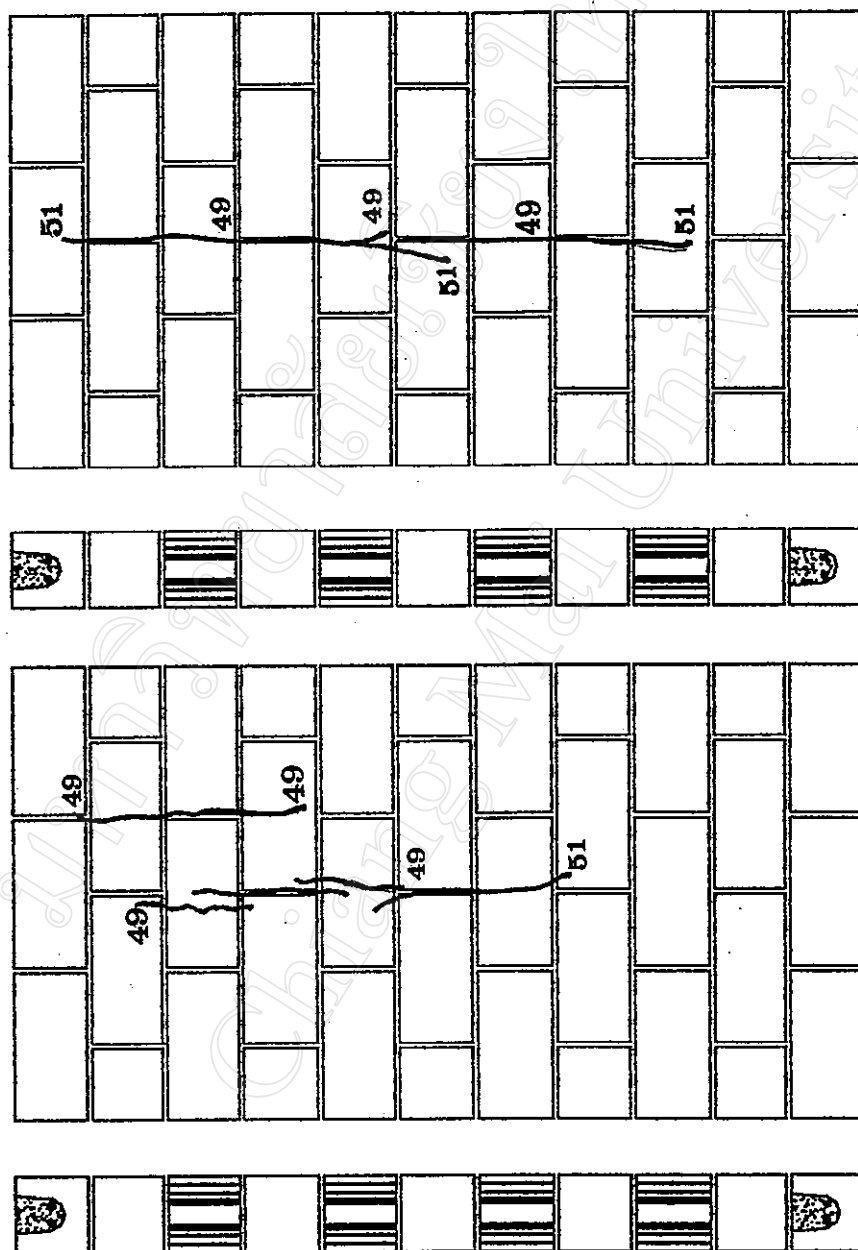
ชุดทดสอบ C หรือชุดควบคุม จะมีรอยร้าวเกิดขึ้นทางด้านกว้างของกำแพงก่อน โดยเริ่มจากบริเวณกึ่งกลางของความกว้างในตอนบนก่อน แล้วจึงขยายลงไปด้านล่าง แต่ก็มีส่วนที่มีการขยายตัวขึ้นสู่ด้านบนด้วย ดังรูป 3.2 ถึงรูป 3.4 ในด้านหนาของกำแพงนั้นมีรอยร้าวเกิดขึ้นเล็กน้อย และเกิดขึ้นหลังจากที่รอยร้าวทางด้านกว้างขยายตัวไประยะหนึ่งแล้ว ในตัวอย่างกำแพง C1 ไม่พบรอยร้าวทางด้านหนาเลย แต่เมื่อกำแพงพังทลายลงมาก็พบว่า ลักษณะการวิบัติเป็นแบบ Middle Plane Spalling เช่นเดียวกับกำแพง C2 และ C3 เมื่อพิจารณาการขยายตัวทางด้านข้างของกำแพง จากรูป 3.14 ถึงรูป 3.16 พบว่าส่วนมากกำแพงจะมีการขยายตัวในส่วนบนสูงกว่าส่วนกลางและส่วนล่าง ถึงแม้ว่าในกำแพงตัวอย่าง C2 การขยายตัวของส่วนกลางและส่วนล่างสูงกว่าส่วนบนเล็กน้อย แต่ในช่วงหลังของการให้น้ำหนัก อัตราการขยายตัวของส่วนบนและส่วนกลางเพิ่มขึ้น ในขณะที่อัตราการขยายตัวของส่วนล่างยังเท่าเดิม ทำให้การขยายตัวในส่วนบนและกลางมีแนวโน้มที่จะขยายตัวสูงเท่าส่วนล่างเมื่อให้น้ำหนักมากขึ้น เมื่อนำการขยายตัวที่วัดได้ มาคำนวณหาหน่วยแรงที่เกิดขึ้นในเหล็กพบว่าที่น้ำหนักประมาณ 72% ของน้ำหนักประลัย (จากตัวอย่าง C1 และ C2) เหล็กเสริมในคานเอ็นส่วนบนเกิดหน่วยแรงดึงเฉลี่ย 516 กก./ซม.² และเหล็กเสริมในคานเอ็นส่วนล่างเกิดหน่วยแรงดึงเฉลี่ย 118 กก./ซม.²

ชุดทดสอบ T รอยร้าวเริ่มเกิดขึ้นทางด้านกว้างของกำแพงในส่วนบน แต่ละรอยไม่ต่อเนื่องถึงกันหรือจะมีส่วนที่ต่อเนื่องก็เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ดังรูป 3.5 ถึง 3.7 รอยร้าวในส่วนที่ใกล้ขอบมีแนวโน้มที่จะขยายตัวออกทางด้านข้างของกำแพง ในกำแพงตัวอย่าง T3 มีรอยร้าวในส่วนล่างต่ำกว่าคานเอ็นเล็กน้อย รอยร้าวดังกล่าวไม่ต่อเนื่องกับส่วนบนแต่อยู่ในแนวเดียวกันและมีแนวโน้มที่จะเชื่อมต่อกันได้ สำหรับด้านหนาของกำแพง รอยร้าวเริ่มเกิดขึ้นหลังจากรอยร้าวทางด้านกว้างเกิดขึ้นได้ระยะหนึ่ง รอยร้าวเริ่มจากด้านบนแล้วขยายลงมาสู่ด้านล่างและไม่มีการขยายตัวผ่านคานเอ็นตรงกึ่งกลางความสูงของกำแพง อย่างไรก็ตามการพังทลายของกำแพงในตอนสุดท้ายมีรูปแบบการวิบัติแบบ Middle Plane Spalling อย่างชัดเจน เมื่อพิจารณาการขยายตัวทางด้านข้างของกำแพง จากรูป 3.17 ถึง รูป 3.19 พบว่าการขยายตัวในส่วนบนและส่วนกลางสูงกว่าส่วนล่าง แต่สำหรับกำแพงตัวอย่าง T2 พบว่าการขยายตัวของกำแพงแทบจะไม่มีเปลี่ยนแปลงเลย เมื่อนำค่าการขยายตัวที่วัดได้มาคำนวณหาหน่วยแรงซึ่งเกิดขึ้นในเหล็กพบว่าที่น้ำหนักประมาณ 73 % ของน้ำหนักประลัย เหล็กเสริมในคานเอ็นส่วนบนเกิดหน่วยแรงดึงเฉลี่ยเท่ากับ 806 กก./ซม.² เหล็ก

เสริมในคานเอ็นส่วนกลางเท่ากับ 536 กก./ชม.² และเหล็กเสริมในคานเอ็นส่วนล่างเกิดหน่วยแรงดึงเฉลี่ยเท่ากับ 137 กก./ชม.²

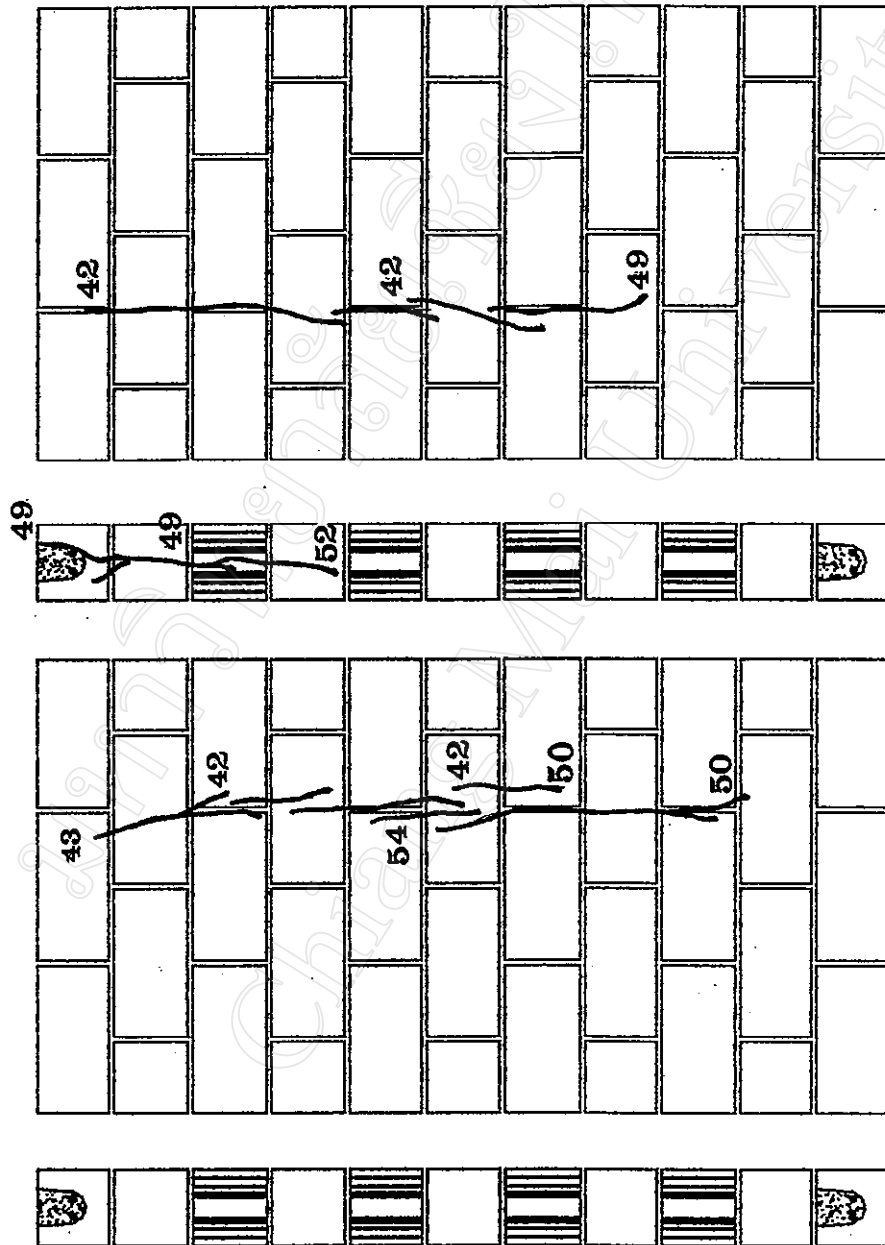
ชุดทดสอบ M รอยร้าวของกำแพงเริ่มเกิดขึ้นทางด้านหน้าคานบน (แตกต่างกับชุดทดสอบ C และ T ที่รอยร้าวจะเริ่มทางด้านกว้าง) แล้วจะขยายตัวลงมาทางด้านล่าง ในด้านกว้างของกำแพงมีรอยร้าวไม่มากนัก ส่วนใหญ่รอยร้าวทางด้านกว้างจะเกิดขึ้นบริเวณขอบของกำแพง ดังรูป 3.8 ถึงรูป 3.10 รูปแบบการพังทลายของกำแพงเป็นแบบ Middle Plane Spalling เมื่อพิจารณาการขยายตัวทางด้านข้างของกำแพง จากรูป 3.20 ถึงรูป 3.22 พบว่าส่วนบนของกำแพงมีการขยายตัวสูงกว่าส่วนกลางและส่วนล่าง ถึงแม้ว่าในตัวอย่างกำแพง M2 ช่วงแรกการขยายตัวของส่วนกลางมากกว่าส่วนบน แต่เมื่อเพิ่มน้ำหนักไปอีกระยะหนึ่ง พบว่าอัตราการขยายตัวของกำแพงส่วนบนจะสูงขึ้นและมีแนวโน้มว่าส่วนบนจะมีการขยายตัวต่อไปมากกว่าส่วนกลาง เมื่อนำค่าการขยายตัวของกำแพงมาคำนวณหาหน่วยแรงดึงที่เกิดขึ้นในเหล็กพบว่า เหล็กเสริมในคานเอ็นส่วนบนเกิดหน่วยแรงดึงเฉลี่ยเท่ากับ 416 กก./ชม.² และเหล็กเสริมในคานเอ็นส่วนล่างเกิดหน่วยแรงดึงเฉลี่ยเท่ากับ 40 กก./ชม.² ที่น้ำหนักบรรทุกประมาณ 74% ของน้ำหนักประลัย

ชุดทดสอบ S รอยร้าวเริ่มเกิดขึ้นทางด้านหน้าของกำแพง เช่นเดียวกับชุดทดสอบ M ทางด้านกว้างของกำแพงมีรอยร้าวเกิดขึ้นน้อย ยกเว้นตัวอย่างกำแพง S3 ที่เกิดรอยร้าวทางด้านกว้างตามาก่อนข้างมากและยังมีลักษณะของการ Crushing ปรากฏให้เห็นอีกด้วย ดังรูป 3.11 ถึงรูป 3.13 รอยร้าวทางด้านหน้าของกำแพงจะขยายตัวอย่างต่อเนื่องตลอดความสูงของกำแพงจนทำให้กำแพงพังทลายในลักษณะ Middle Plane Spalling ในที่สุด เมื่อพิจารณาการขยายตัวทางด้านข้างของกำแพง ดังรูป 3.23 ถึง รูป 3.25 พบว่าเมื่อเกิดรอยร้าวครั้งแรกกำแพงจะมีการขยายตัวทางด้านกว้างส่วนบนและการบีบอัดตัวในแนวตั้งสูงขึ้นทันที ในขณะที่กำแพง S3 จะมีการหดตัวของกำแพงทางด้านกว้างในส่วนบนเล็กน้อย ก่อนที่จะมีการขยายตัวตามมา เมื่อพิจารณาหน่วยแรงดึงที่เกิดขึ้นในเหล็กเสริมพบว่าที่น้ำหนักบรรทุกประมาณ 40% ของน้ำหนักประลัย(จากตัวอย่าง S2 และ S3) เหล็กเสริมในคานเอ็นส่วนบนเกิดหน่วยแรงดึงเท่ากับ 1245 กก./ชม.² และเหล็กเสริมในคานเอ็นส่วนล่างเกิดหน่วยแรงดึงเท่ากับ 99 กก./ชม.²



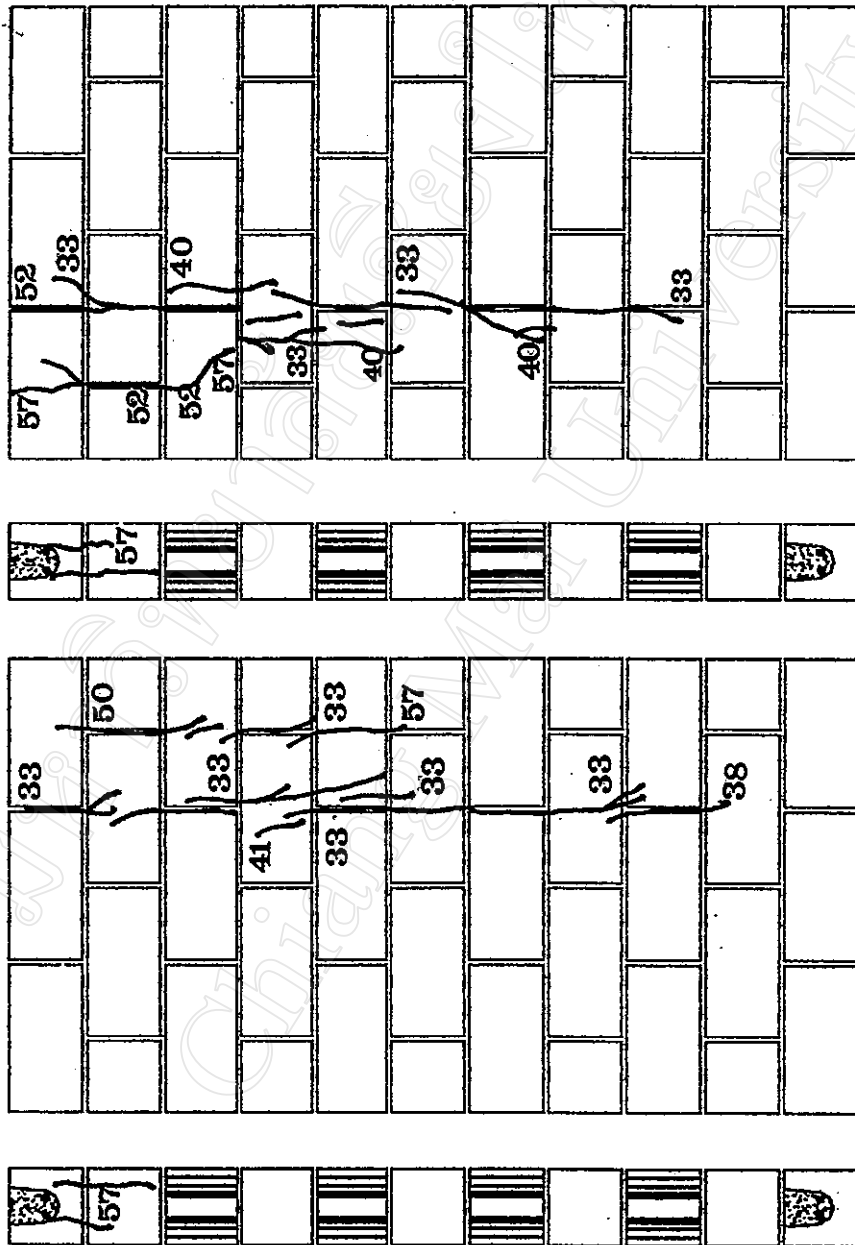
รูป 3.1 ลักษณะการแตกร้าวของกำแพง C1

หมายเหตุ : ค่าที่ปรากฏ ณ ตำแหน่งของรอยร้าว คือค่าหน่วยแรงที่กระทำต่อกำแพง ขณะเกิดรอยร้าวนี้ มีหน่วยเป็น กก./ซม.²



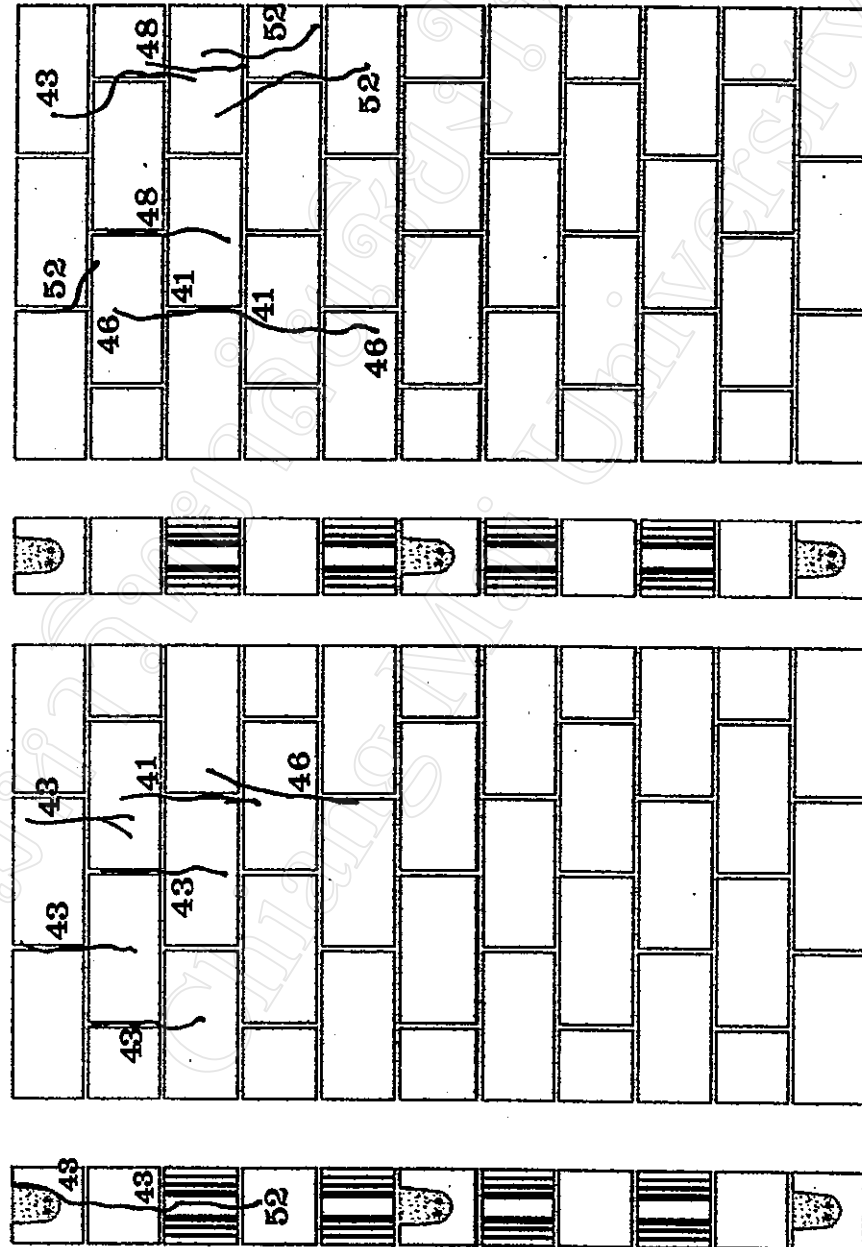
รูป 3.2 ลักษณะการตกแต่งอิฐของกำแพง C2

หมายเหตุ : ค่าที่ปรากฏ ณ ตำแหน่งของรอยร้าว คือค่าความยาวแรงที่กระทำต่อกำแพง ขณะเกิดรอยร้าว นั้น มีหน่วยเป็น กก./ซม.²



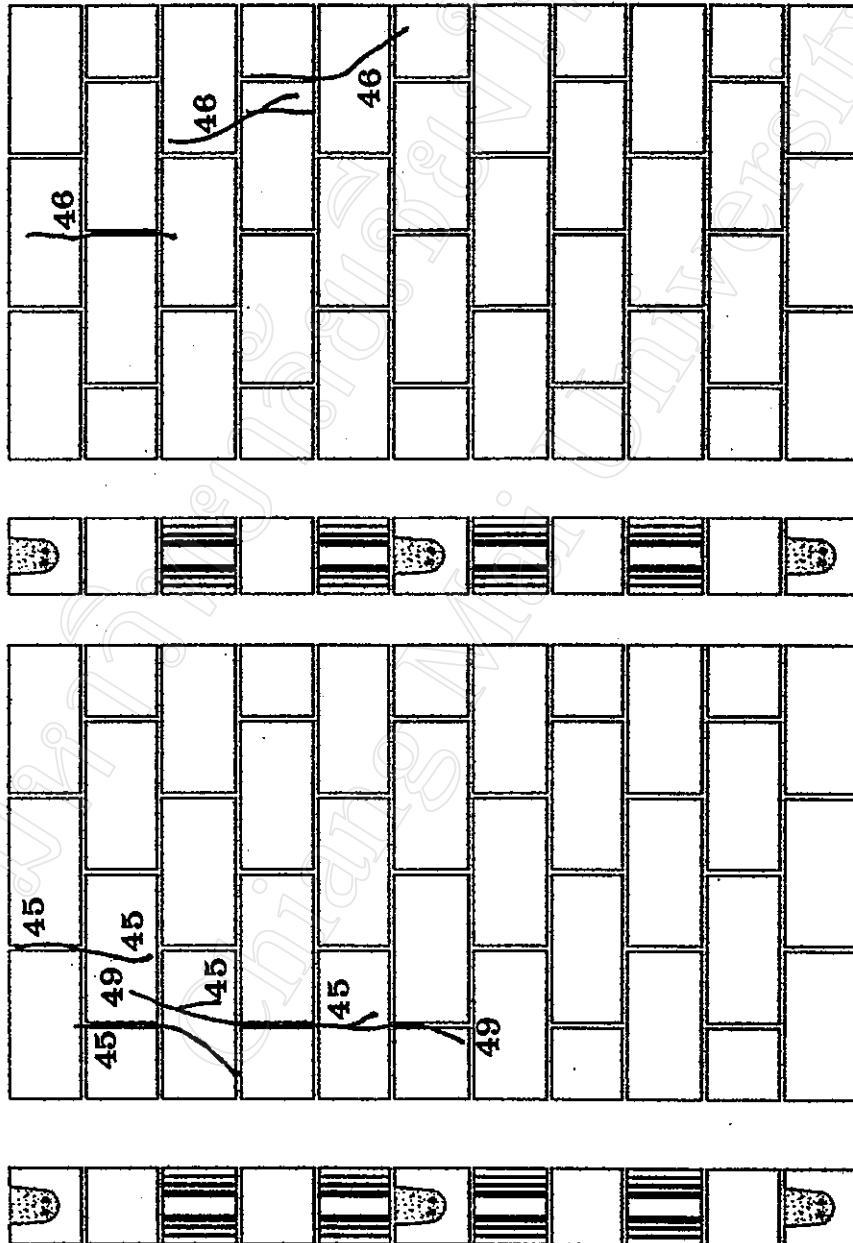
รูป 3.3 ลักษณะการแตกตัวของกำแพง C3

หมายเหตุ : ค่าที่ปรากฏ ณ ตำแหน่งของรอยร้าว คือค่าหน่วยแรงที่กระทำต่อกำแพง ขณะเกิดรอยร้าว² มีหน่วยเป็น กก./ซม.²



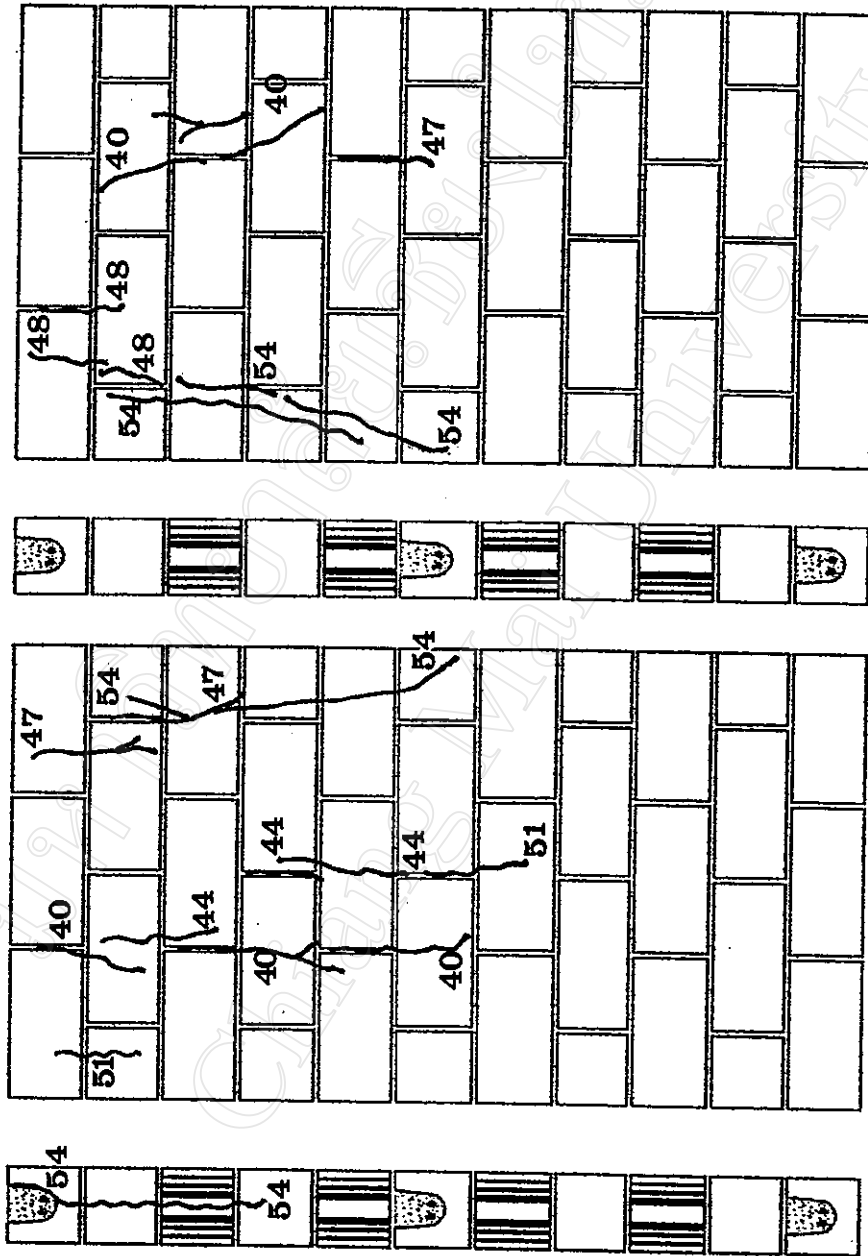
รูป 3.4 ลักษณะการแตกร้าวของกำแพง T1

หมายเหตุ : ค่าที่ปรากฏ ณ ตำแหน่งของรอยร้าว คือค่าหน่วยแรงที่กระทำต่อกำแพง ขณะเกิดรอยร้าวนี้ มีหน่วยเป็น กก./ซม.²



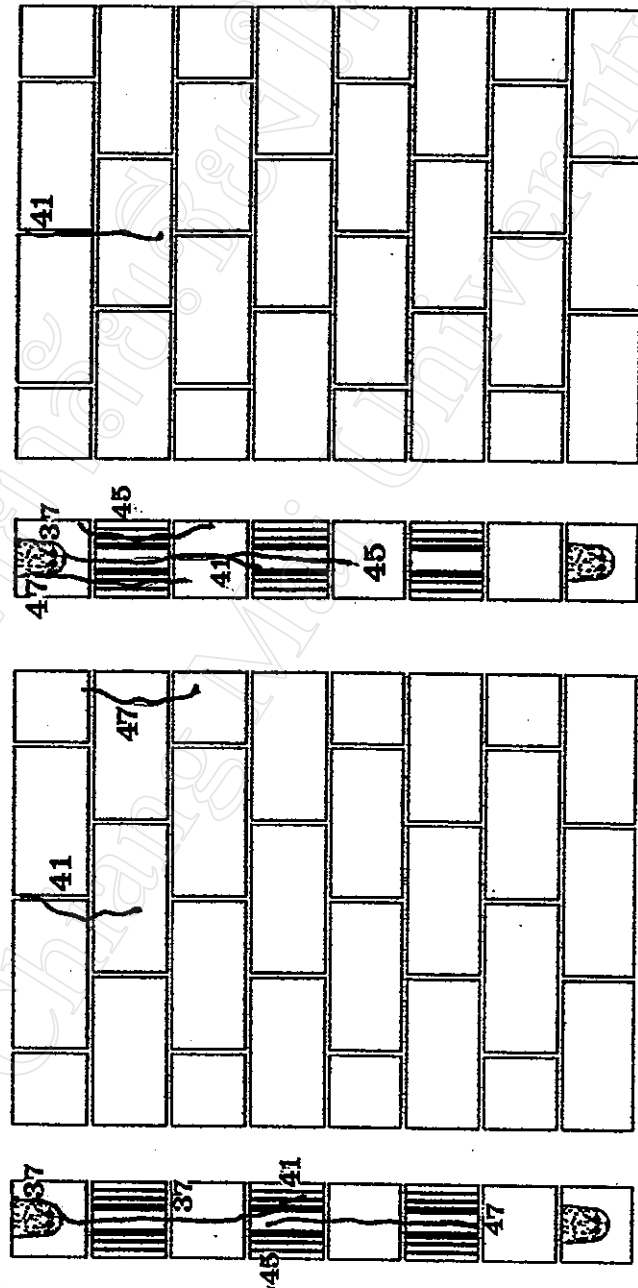
รูป 3.5 ลักษณะการเสริมเหล็กของกำแพง T2

หมายเหตุ : ค่าที่ปรากฏ ณ ตำแหน่งของรอยร้าว คือค่าหน่วยแรงที่กระทำต่อกำแพง ขณะเกิดรอยร้าว^๒ มีหน่วยเป็น กก./ซม.



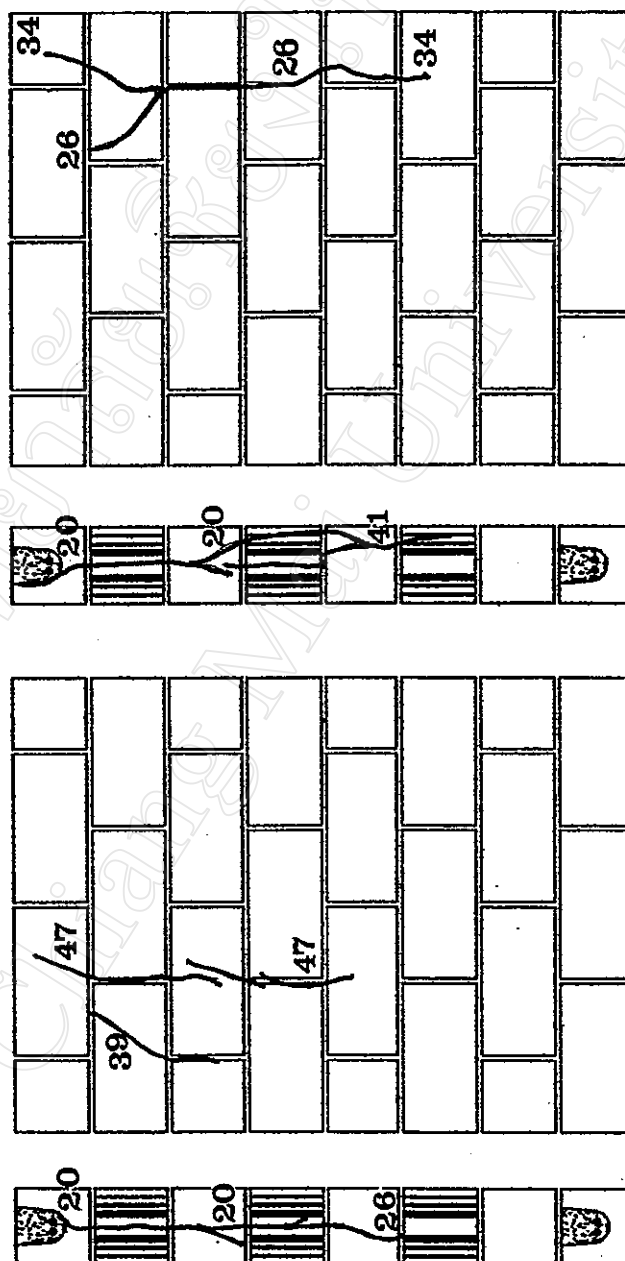
รูป 3.6 ลักษณะการแตกร้าวของกำแพง T3.

หมายเหตุ : ค่าที่ปรากฏ ณ ตำแหน่งของรอยร้าว คือค่าหน่วยแรงที่กระทำต่อกำแพง ขณะเกิดรอยร้าว นั้น มีหน่วยเป็น กก./ซม.²



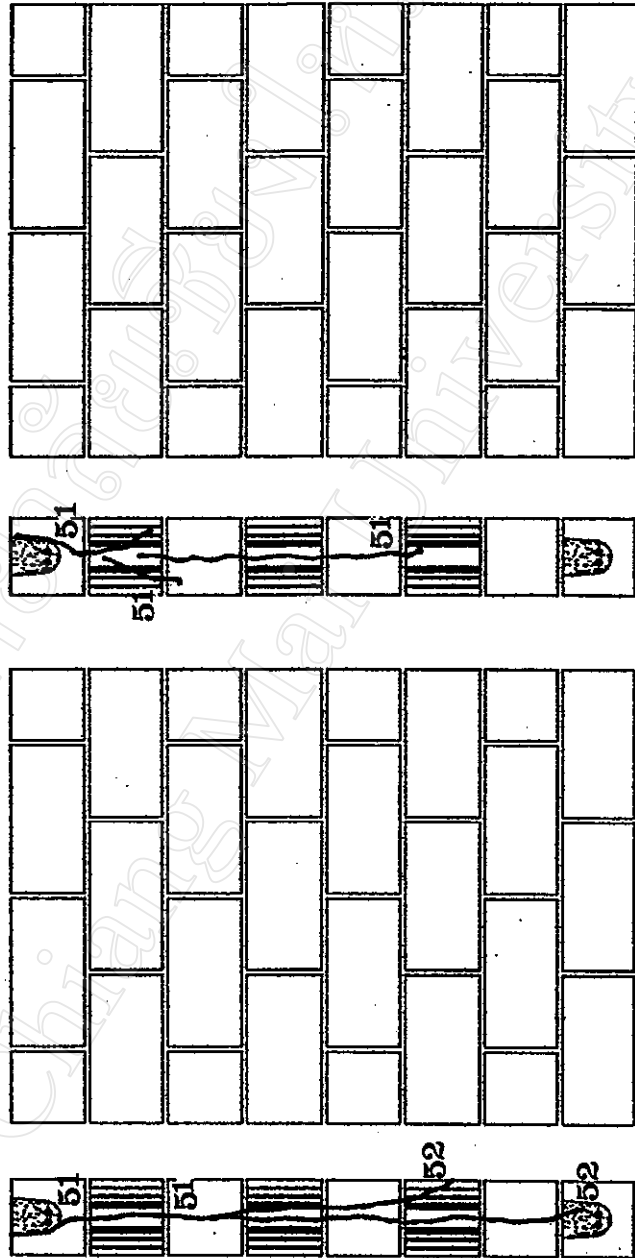
รูป 3.7 ลักษณะการแตกตัวของกำแพง M1

หมายเหตุ : ค่าที่ปรากฏ ณ ตำแหน่งของรอยร้าว คือค่าหน่วยแรงที่กระทำต่อกำแพง ขณะเกิดรอยร้าว^๒ มีหน่วยเป็น กก./ซม.^๒



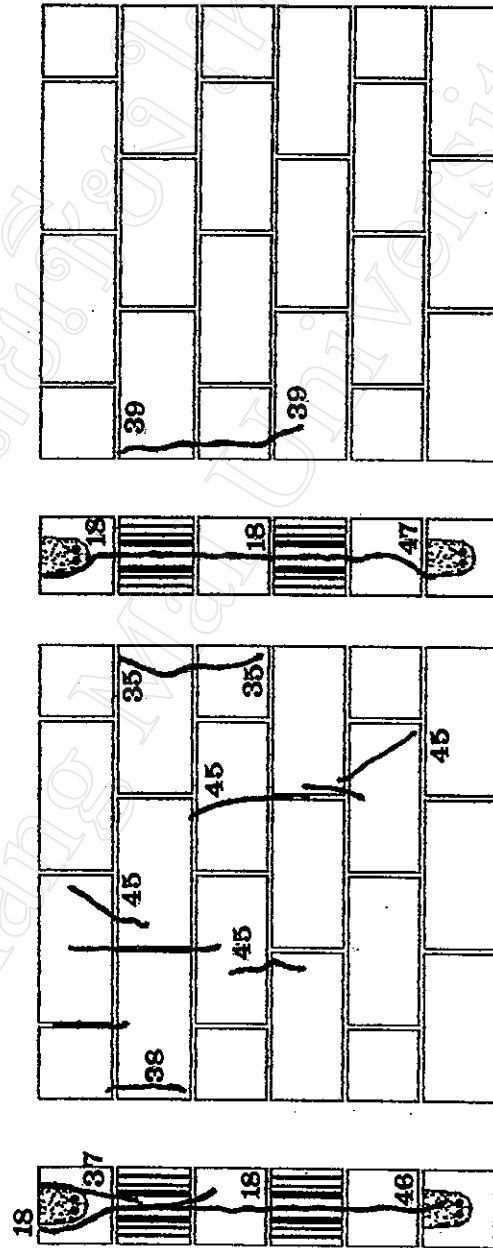
รูป 3.8 ลักษณะการแตกตัวของกำแพง M2

หมายเหตุ : ค่าที่ปรากฏ ณ ตำแหน่งของรอยร้าว คือค่าหน่วยแรงที่กระทำต่อกำแพง ขณะเกิดรอยร้าวนี้ มีหน่วยเป็น กก./ซม.²



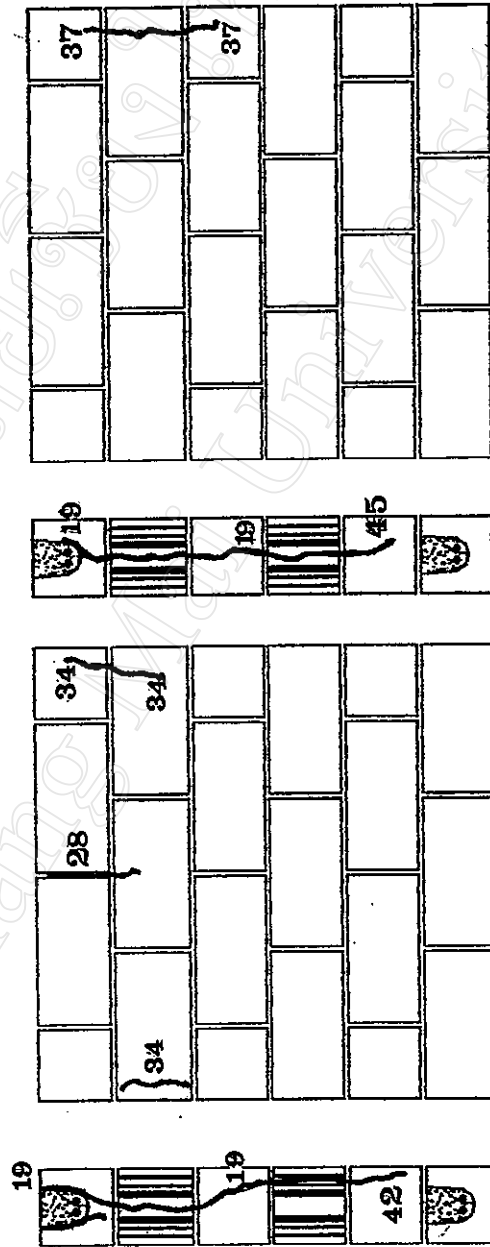
รูป 3.9 ลักษณะการแตกตัวของกำแพง M3

หมายเหตุ : ค่าที่ปรากฏ ณ ตำแหน่งของรอยร้าว คือค่าหน่วยแรงที่กระทำต่อกำแพง ขณะเกิดรอยร้าว นั้น มีหน่วยเป็น กก./ซม.²



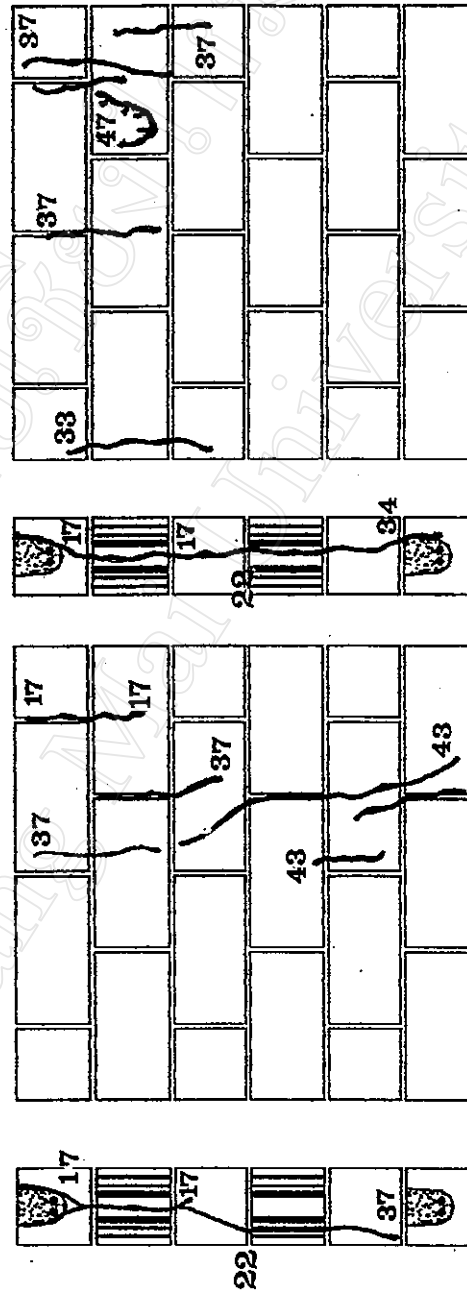
รูป 3.10 ลักษณะการแตกร้าวของกำแพง S1

หมายเหตุ : ค่าที่ปรากฏ ณ ตำแหน่งของรอยร้าว คือค่าหน่วยแรงที่กระทำต่อกำแพง ขณะเกิดรอยร้าว^๒ มีหน่วยเป็น กก./ซม.^๒



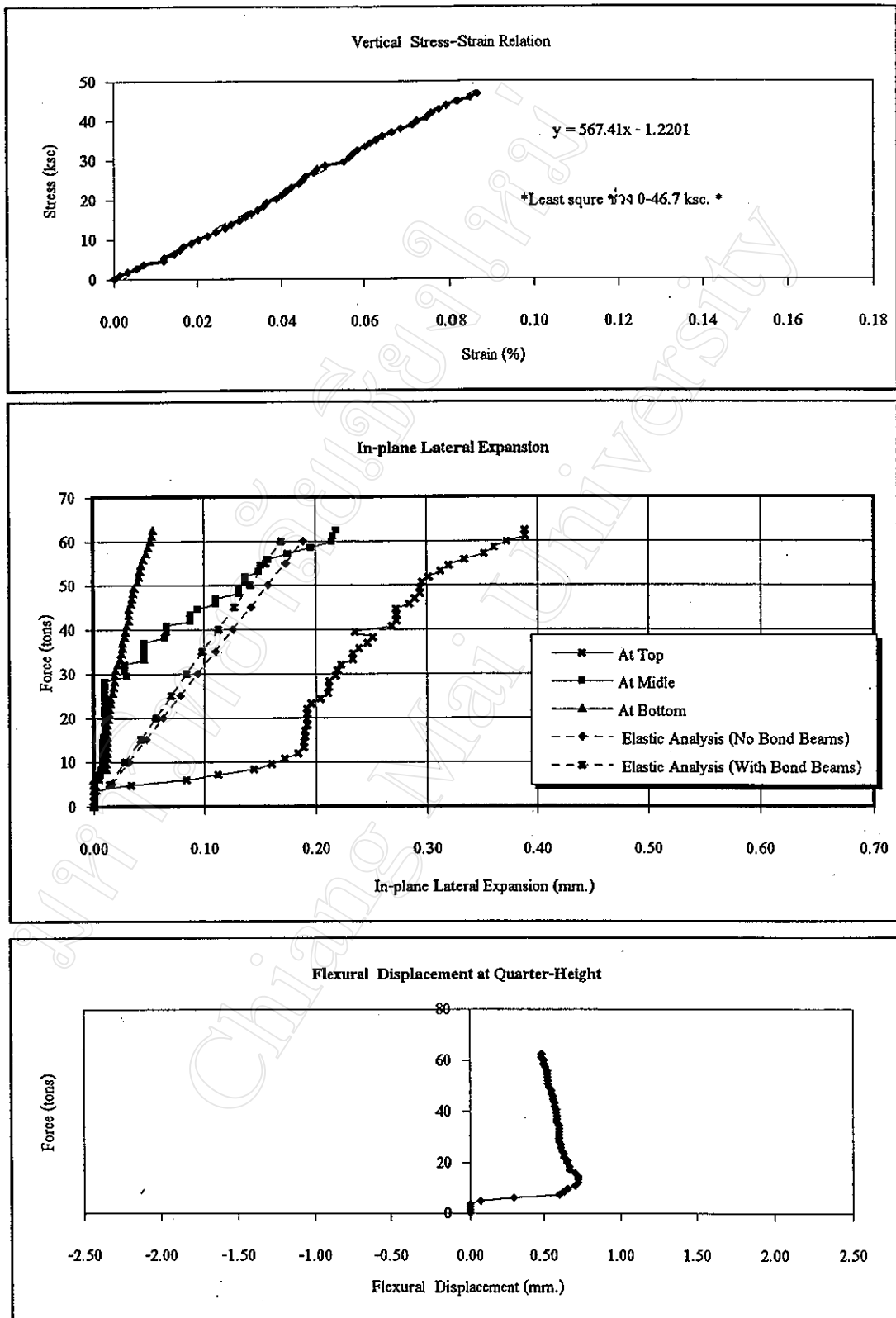
รูป 3.11 ลักษณะการแตกร้าวของกำแพง S2

หมายเหตุ : ค่าที่ปรากฏ ณ ตำแหน่งของรอยร้าว คือค่าหน่วยแรงที่กระทำต่อกำแพง ขณะเกิดรอยร้าว² มีหน่วยเป็น กก./ซม.²



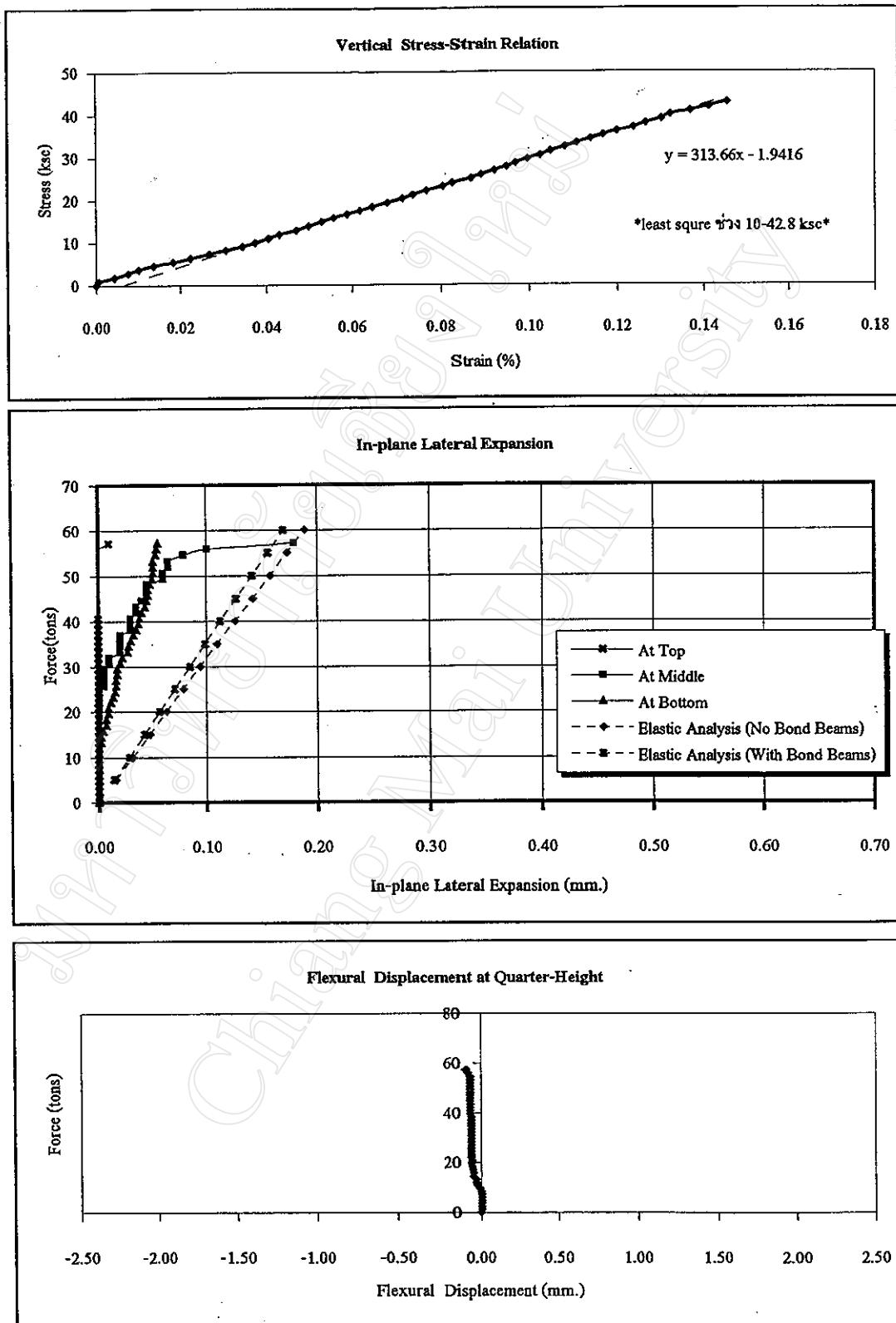
รูป 3.12 ลักษณะการแตกตัวของกำแพง S3

หมายเหตุ : ค่าที่ปรากฏ ณ ตำแหน่งของรอยร้าว คือค่าหน่วยแรงที่กระทำต่อกำแพง ขณะเกิดรอยร้าว นั้น มีหน่วยเป็น กก./ซม.²



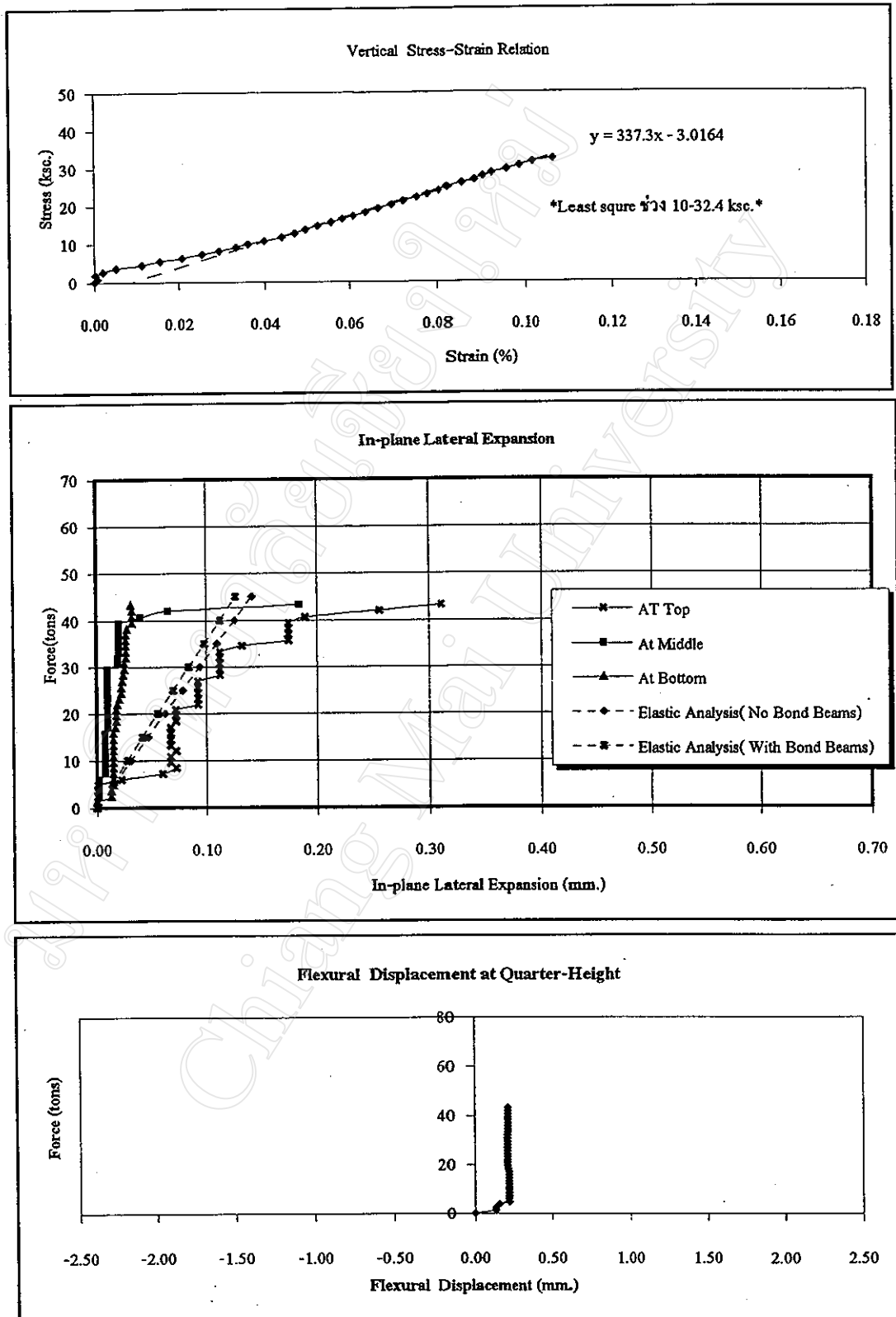
รูป 3.13 พฤติกรรมของกำแพง C1

หมายเหตุ : การวิเคราะห์แบบ Elastic ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค



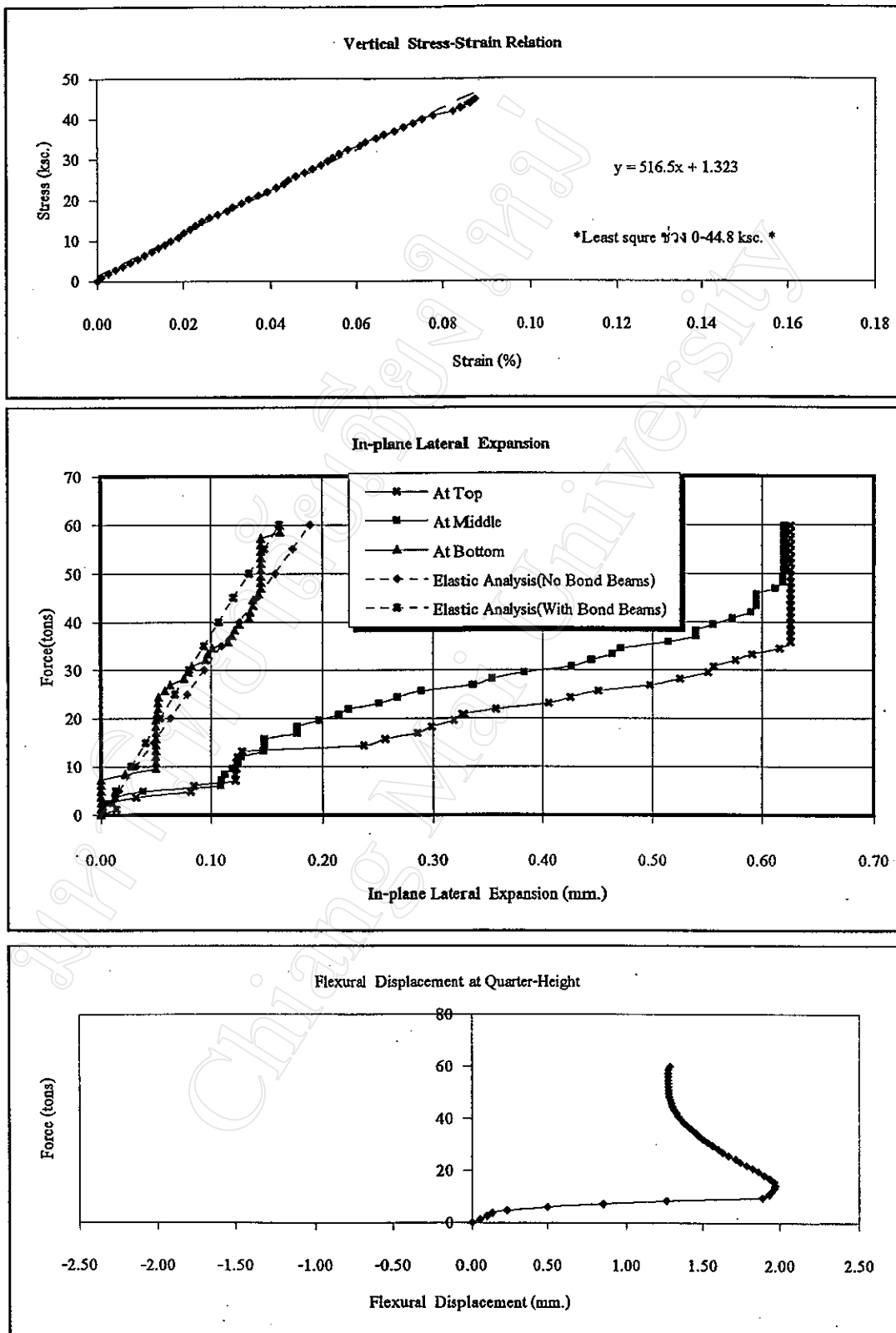
รูป 3.14 พฤติกรรมของกำแพง C2

หมายเหตุ : การวิเคราะห์แบบ Elastic ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก



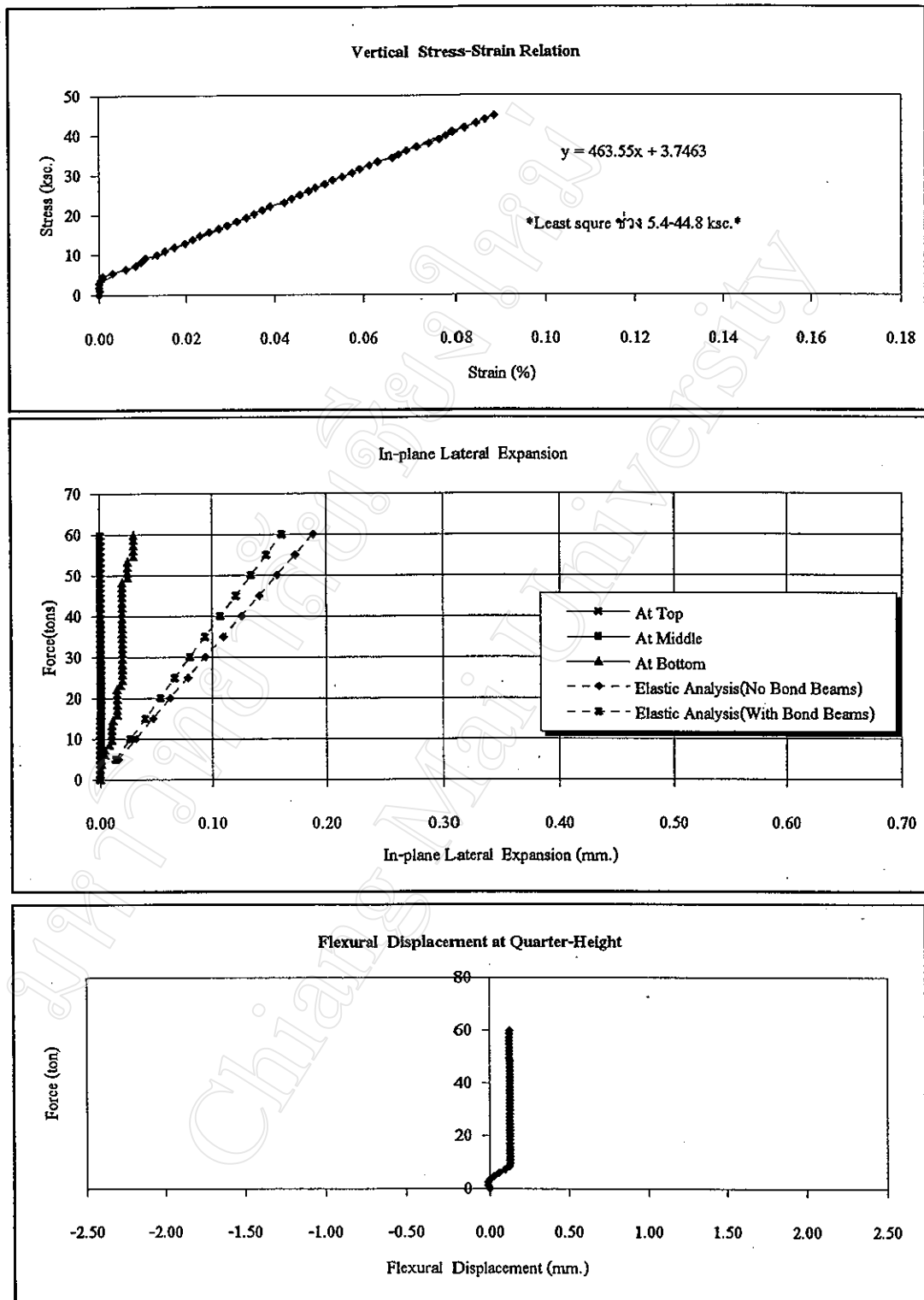
รูป 3.15 พฤติกรรมของกำแพง C3

หมายเหตุ : การวิเคราะห์แบบ Elastic ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค



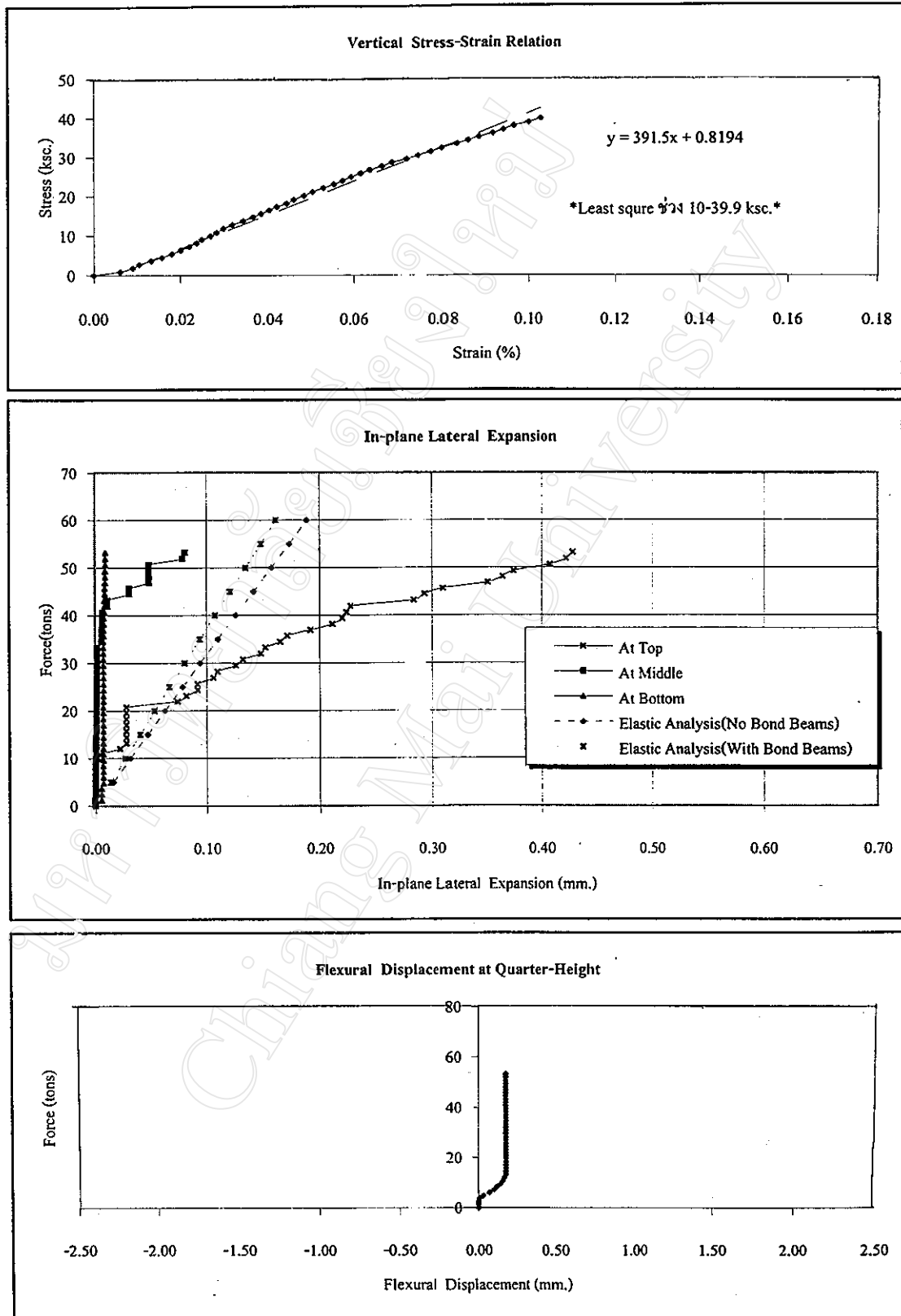
รูป 3.16 พฤติกรรมของกำแพง T1

หมายเหตุ : การวิเคราะห์แบบ Elastic ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค



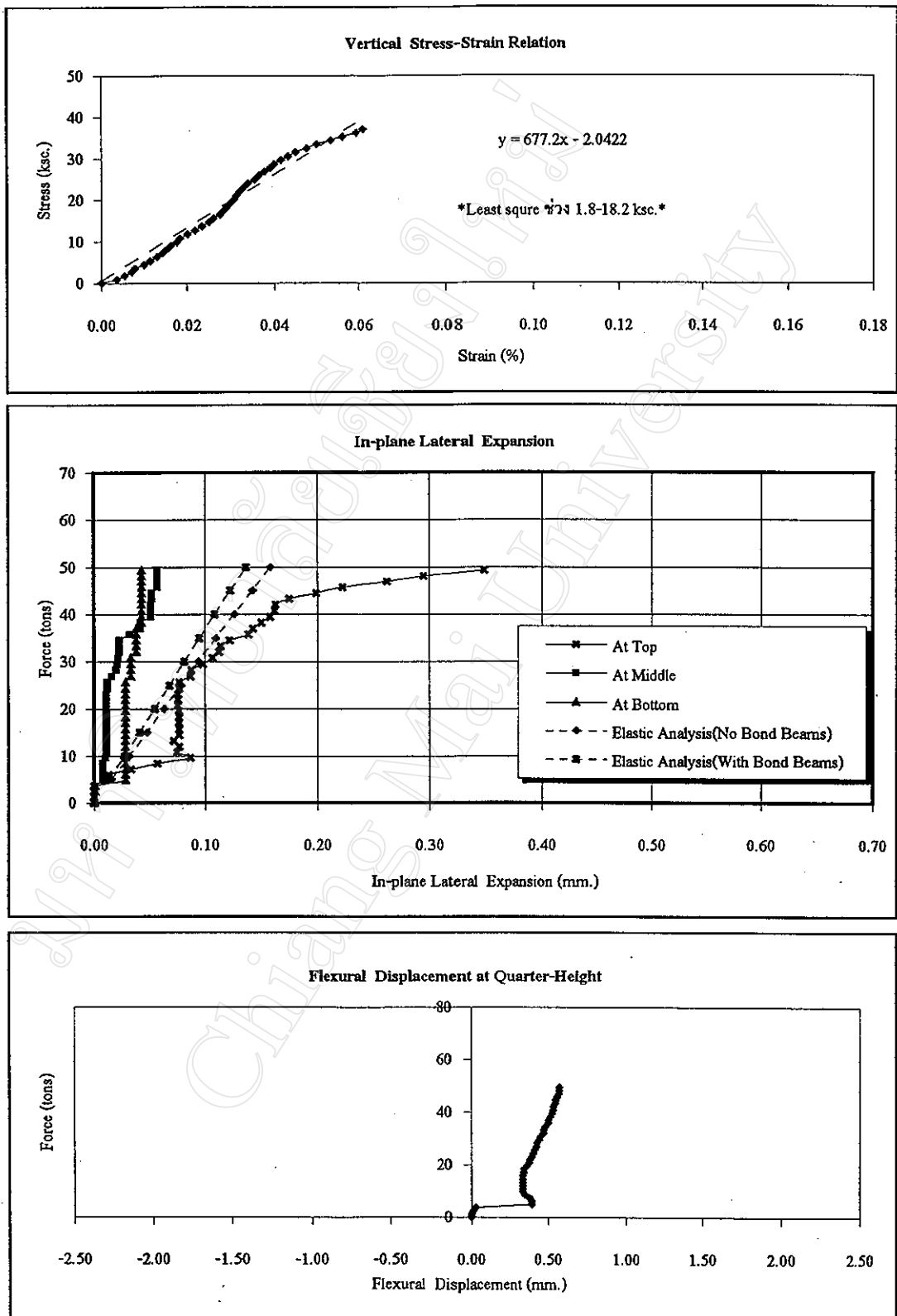
รูป 3.17 พฤติกรรมของกำแพง T2

หมายเหตุ : การวิเคราะห์แบบ Elastic ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก



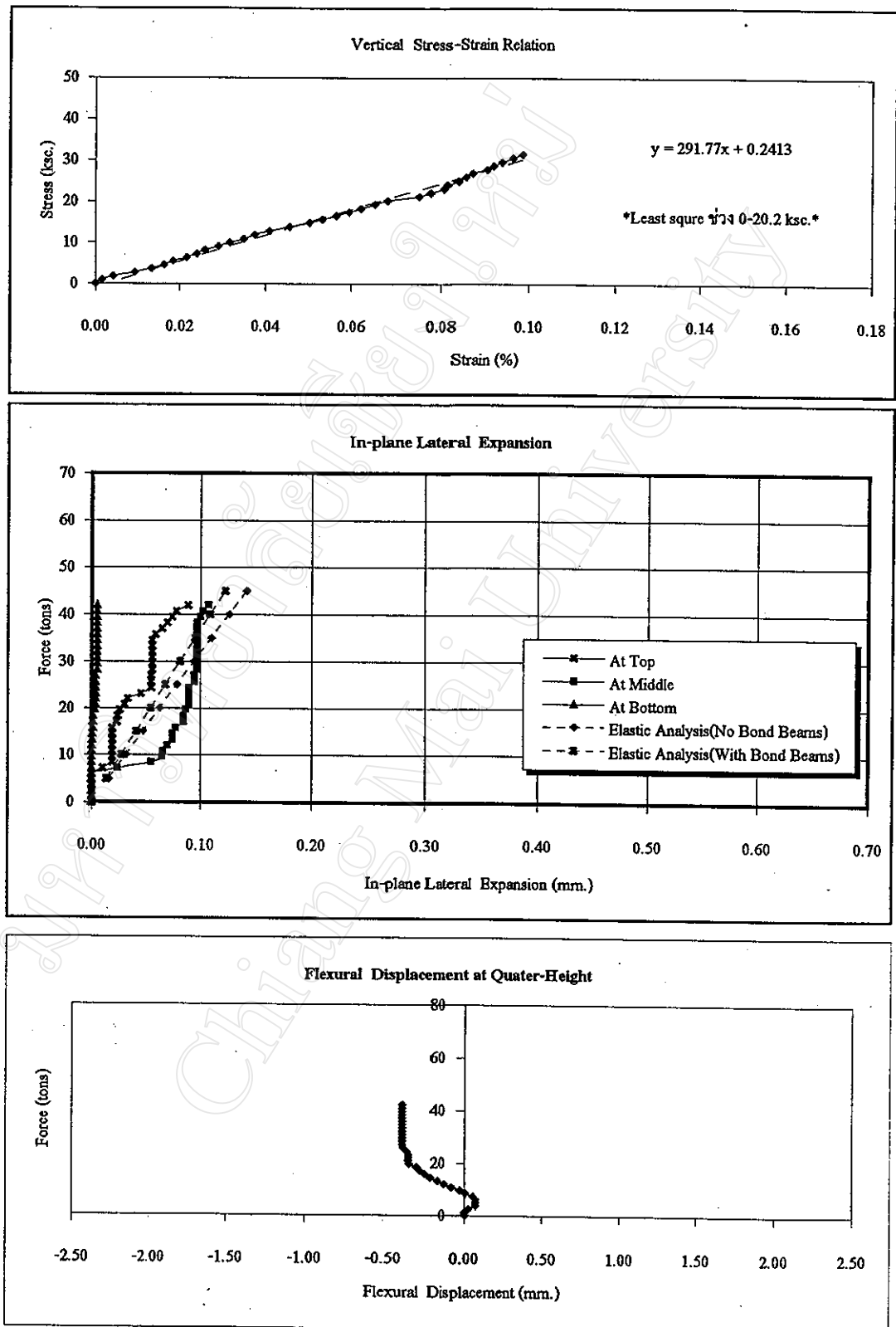
รูป 3.18 พฤติกรรมของกำแพง T3

หมายเหตุ : การวิเคราะห์แบบ Elastic ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค



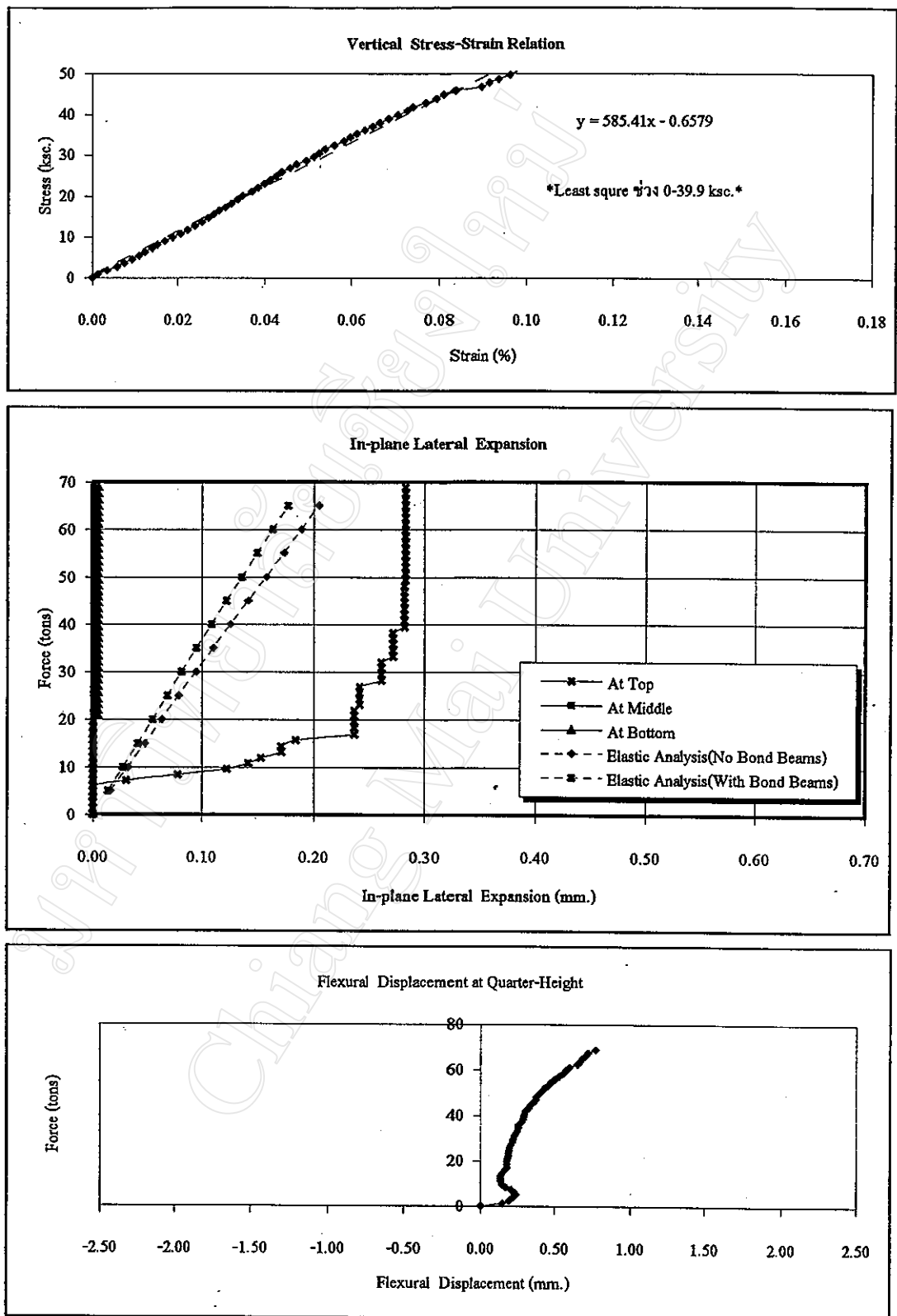
รูป 3.19 พฤติกรรมของกำแพง M1

หมายเหตุ : การวิเคราะห์แบบ Elastic ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค



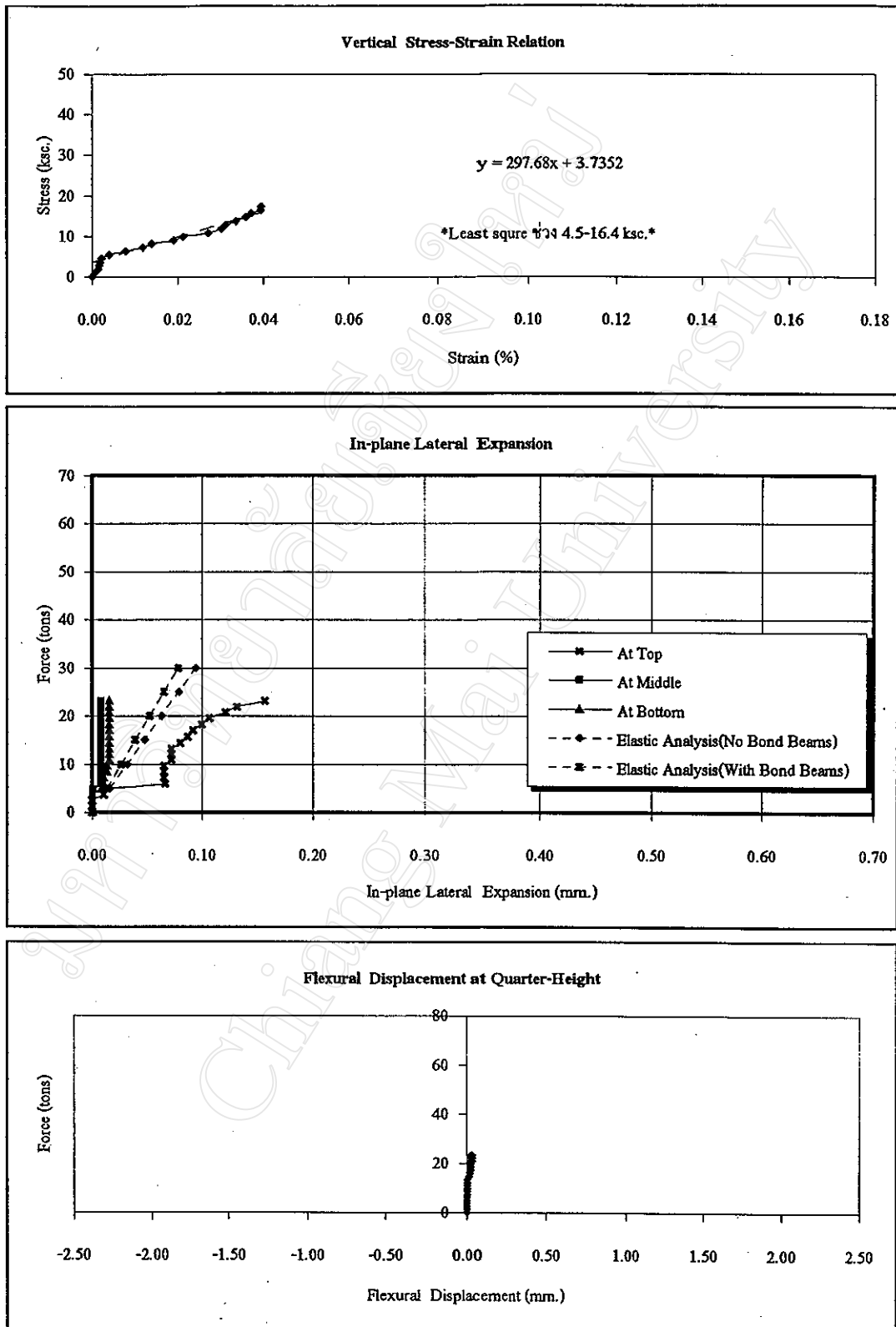
รูป 3.20 พฤติกรรมของกำแพง M2

หมายเหตุ : การวิเคราะห์แบบ Elastic ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค



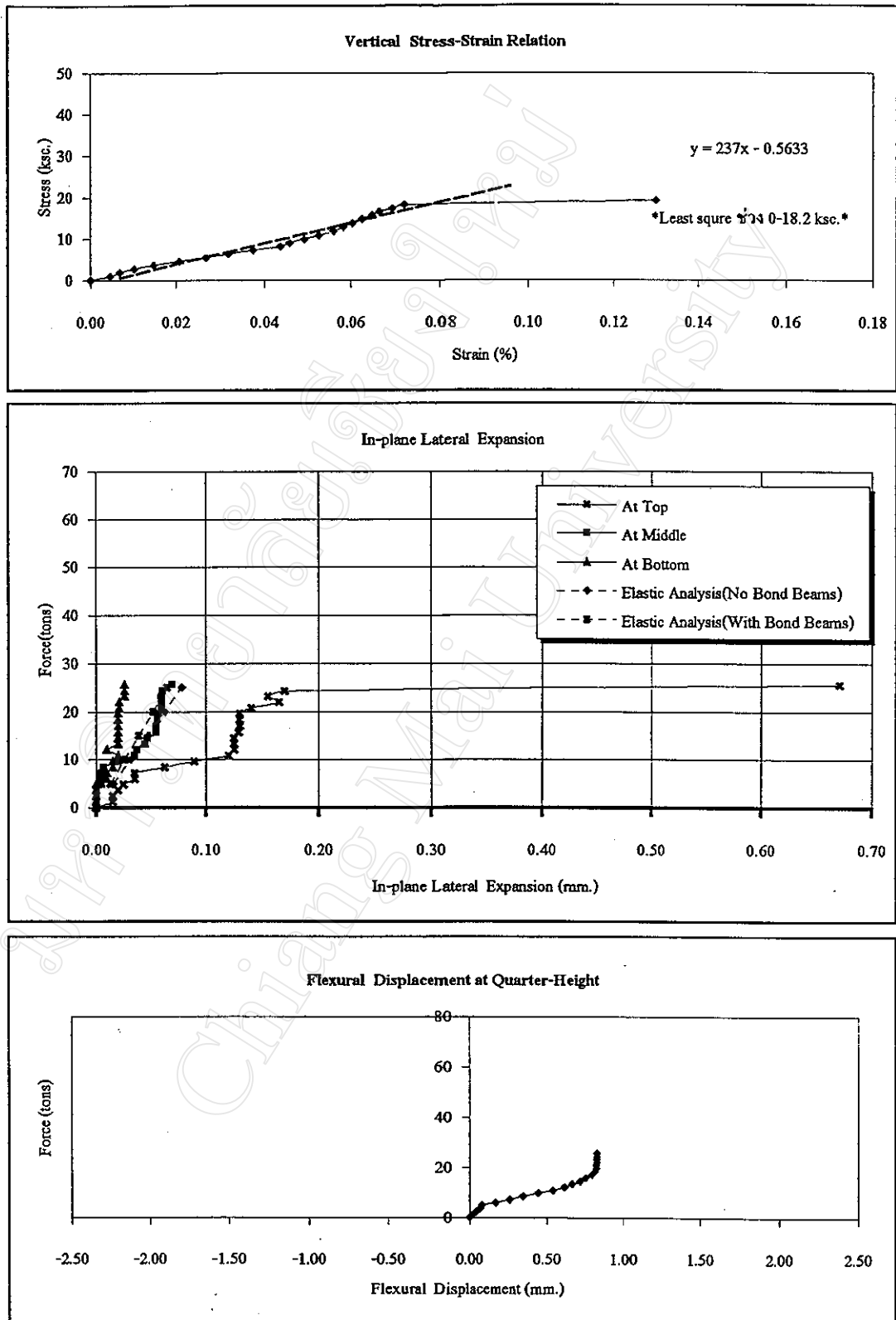
รูป 3.21 พฤติกรรมของกำแพง M3

หมายเหตุ : การวิเคราะห์แบบ Elastic ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก



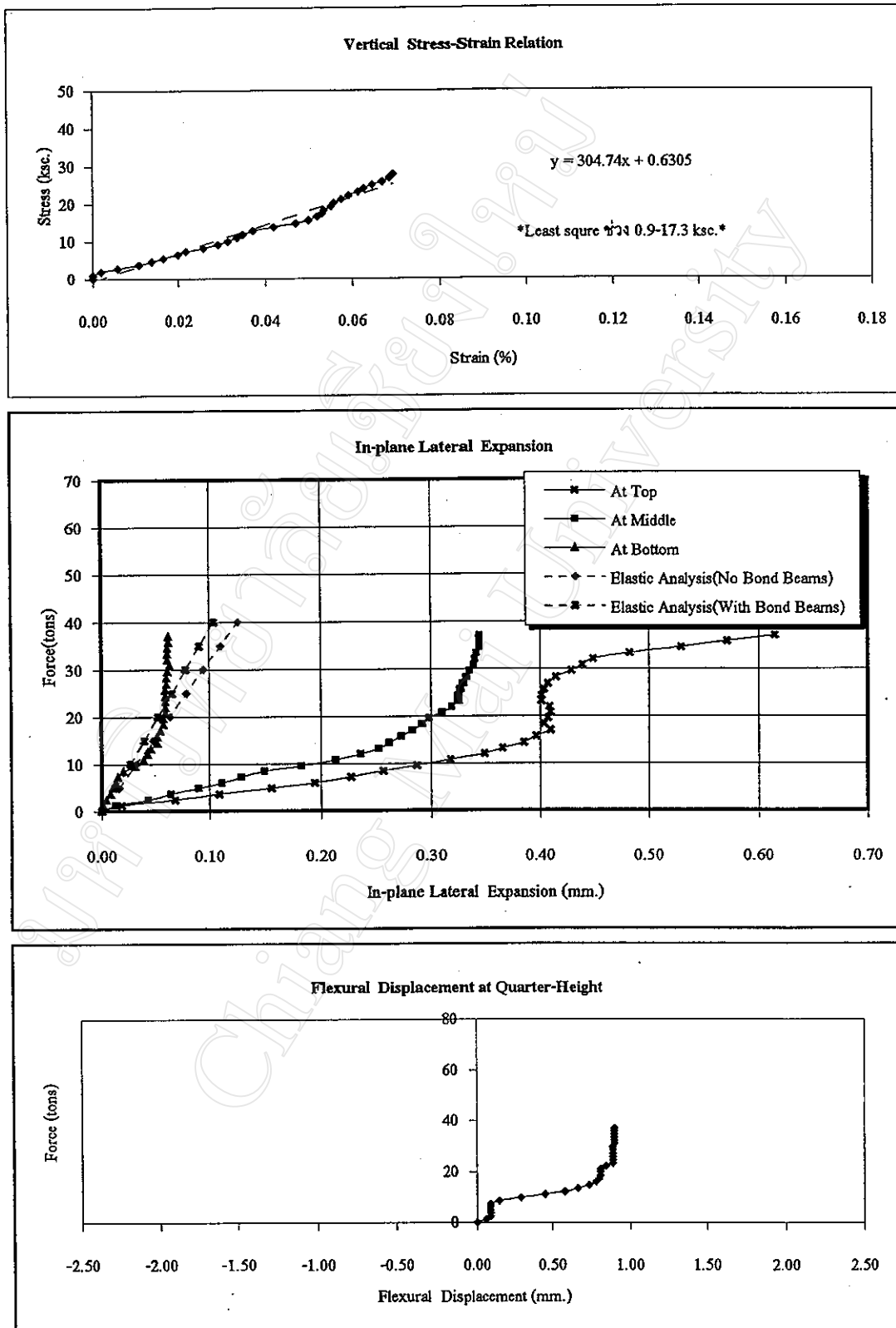
รูป 3.22 พฤติกรรมของกำแพง S1

หมายเหตุ : การวิเคราะห์แบบ Elastic ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก



รูป 3.23 พฤติกรรมของกำแพง S2

หมายเหตุ : การวิเคราะห์แบบ Elastic ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค



รูป 3.24 พฤติกรรมของกำแพง S3

หมายเหตุ : การวิเคราะห์แบบ Elastic ตูรายละเอียดในภาคผนวก ค