

บทที่ 4

วิเคราะห์และวิจารณ์ผลการวิจัย

4.1 ผลของคานเอ็นต่อการขยายตัวทางด้านข้างของกำแพง

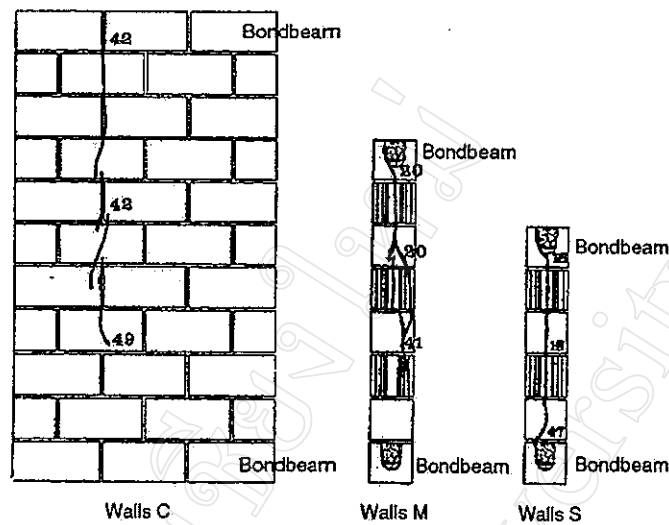
จากผลการขยายตัวทางด้านข้างของกำแพงดังรูป 3.14 ถึงรูป 3.25 พบว่ากำแพงส่วนใหญ่มีการขยายตัวในส่วนบนมากกว่าส่วนอื่นๆ ซึ่งผลการทดลองนี้ใกล้เคียงกับผลการทดสอบกำแพงอิฐรับแรงในแนวดิ่งของ Department of Scientific and Industrial Research (1974) ซึ่งวัดการขยายตัวของกำแพงในด้านหนา พบว่าส่วนบนของกำแพงมีการขยายตัวมากกว่าส่วนกลางและส่วนล่างเช่นเดียวกัน ลักษณะเช่นนี้พบเห็นได้ในกำแพงโดยทั่วไปเนื่องจากแรงเสียดทานในส่วนล่างของกำแพงซึ่งวางติดกับพื้น มีสูงกว่าส่วนบน ในงานวิจัยนี้ถึงแม้จะมีพลาสติกปูรองพื้นของกำแพง แต่ในทางปฏิบัติเมื่อกำแพงรับน้ำหนักความหยาบของปูนทรายในส่วนล่างบางส่วนก็สามารถกักตะกั่วพลาสติกปูพื้นไปสู่พื้นคอนกรีตได้ทำให้แรงเสียดทานด้านล่างสูงกว่าด้านบน ซึ่งเรียบเพราะฉาบด้วยปูนปลาสเตอร์ การยึดรั้งของคานเอ็นมิได้ทำให้การขยายตัวในส่วนบนน้อยกว่าส่วนกลางแต่อย่างใด แสดงให้เห็นว่า คานเอ็นช่วยลดการขยายตัวทางด้านข้างของกำแพงได้น้อยมากเมื่อเทียบกับแรงเสียดทาน

4.2 ผลของคานเอ็นต่อรูปแบบการแตกร้าว

4.2.1 การเริ่มเกิดขึ้นของรอยร้าว

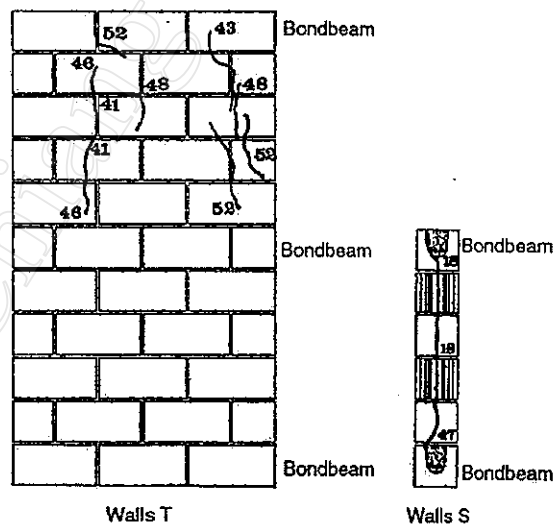
จากผลการทดลองพบว่า ลักษณะการเกิดขึ้นของรอยร้าวในตอนต้นและการขยายผลไปสู่การวิบัตินั้นแตกต่างกัน ซึ่งสามารถแยกพิจารณาได้ดังนี้

ก. การเริ่มเกิดขึ้นของรอยร้าว เมื่อ อัตราส่วน H/w และ h/w แตกต่างกัน พิจารณาจากชุดทดสอบ C M และ S ดังรูป 4.1 พบว่า การเริ่มเกิดขึ้นของรอยร้าวในกำแพงที่มี อัตราส่วน H/w และ h/w สูง จะเกิดขึ้นทางด้านกว้างของกำแพง เมื่ออัตราส่วน H/w และ h/w มีค่าลดลงรอยร้าวจะเริ่มเกิดขึ้นทางด้านหนาของกำแพงแทน แสดงให้เห็นว่า อิทธิพลของแรงเสียดทาน(จากค่า H/w) และแรงยึดเหนี่ยวของคานเอ็น(จากค่า h/w) ที่มีมากขึ้นเมื่อ H/w และ h/w มีค่าลดลง ทำให้กำแพงเกิดการแตกร้าวทางด้านหนาได้ง่ายขึ้น



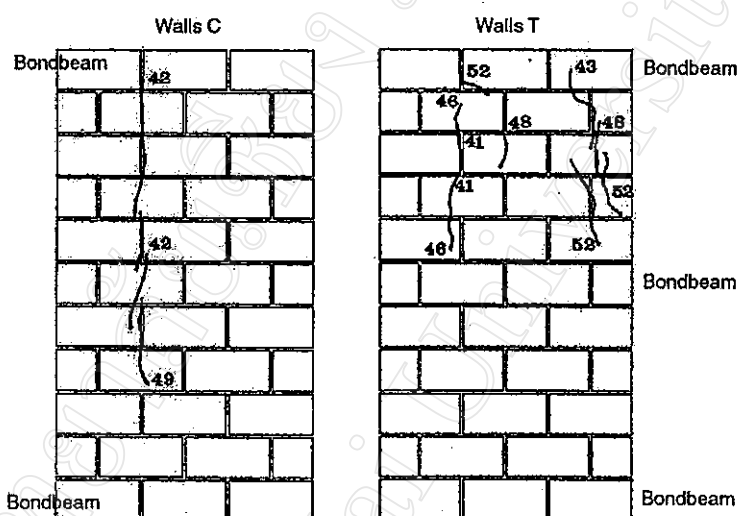
รูป 4.1 ตำแหน่งที่เริ่มเกิดรอยร้าวในชุดทดสอบ CM และ S

ข. การเริ่มเกิดขึ้นของรอยร้าว เมื่อ อัตราส่วน H/w ต่างกัน แต่อัตราส่วน h/w เท่ากัน พิจารณาจากชุดทดสอบ T และ S ดังรูป 4.2 พบว่า การเริ่มเกิดขึ้นของรอยร้าวในกำแพงที่มี อัตราส่วน H/w สูง จะเกิดขึ้นทางด้านกว้างของกำแพง ในขณะที่กำแพงที่มีอัตราส่วน H/w ต่ำ รอยร้าวจะเริ่มเกิดขึ้นทางด้านหนาของกำแพงแทน แสดงให้เห็นว่า อิทธิพลของแรงยึดเหนี่ยวจากคานเอ็น (จากค่า h/w) ในข้อ ก มีน้อยกว่าอิทธิพลของแรงเสียดทาน(จากค่า H/w)



รูป 4.2 ตำแหน่งที่เริ่มเกิดรอยร้าวในชุดทดสอบ T และ S

ค. การเริ่มเกิดขึ้นของรอยร้าว เมื่อ อัตราส่วน H/w เท่ากัน แต่อัตราส่วน h/w แตกต่าง กัน พิจารณาจากชุดทดสอบ C และ T ดังรูป 4.3 พบว่า การเริ่มเกิดขึ้นของรอยร้าวในกำแพงจะเกิดขึ้นทางด้านกว้างของกำแพงเหมือนกัน ซึ่งเป็นการยืนยันว่าอิทธิพลของคานเอ็นมีน้อยเมื่อเทียบกับแรงเฉียดทาน นอกจากนี้ยังพบว่า เมื่อมีคานเอ็นเสริมเข้ามารอยร้าวทางด้านกว้างจะถูกจำกัดให้เกิดขึ้นในส่วนบนเท่านั้น แสดงให้เห็นว่า คานเอ็นสามารถยับยั้งการขยายตัวของรอยร้าวได้



รูป 4.3 ตำแหน่งที่เริ่มเกิดรอยร้าวในชุดทดสอบ C และ T

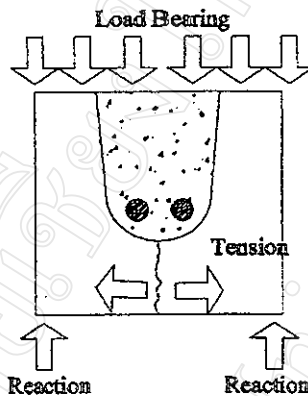
ดังนั้นเมื่อพิจารณา การเกิดขึ้นและการขยายตัวของรอยร้าวข้างต้น สามารถกล่าวได้ว่า คานเอ็นช่วยจำกัดการแตกร้าวทางด้านกว้างมิให้ขยายตัว แต่ทำให้กำแพงเกิดการแตกร้าวทางด้านหนาได้ง่ายขึ้น อย่างไรก็ตามอิทธิพลของคานเอ็นดังกล่าว มีน้อยมากเมื่อเทียบกับแรงเฉียดทาน

4.2.2 รูปแบบการแตกร้าวเมื่อกำแพงบิด

จากผลการทดลอง พบว่า ท้ายที่สุดกำแพงตัวอย่างทั้งหมดได้บิดเนื่องจากการแยกตัวกลางระนาบของกำแพง (Middle Plane Spalling) ซึ่งปกติการบิดในรูปแบบนี้จะให้กำลังของกำแพงสูงกว่าการแตกร้าวทางด้านกว้างสำหรับบล็อกที่เป็นแท่งตันตามทฤษฎีของ Andreus (1990) แต่ในกรณีที่ทำกรวิจัยบล็อกที่ใช้เป็นบล็อกกลวงซึ่งวางปูนก่อเฉพาะเปลือกหน้าของบล็อกเท่านั้น จากลักษณะดังกล่าวทำให้เกิดพฤติกรรมต่างๆ ดังนี้

ก. เกิดพฤติกรรม Double Deep Beam Action เนื่องจากแรงที่กระทำกับกำแพงจะกระทำผ่านเปลือกของบล็อกเท่านั้น ดังรูป 1.8 ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าว ทำให้เกิดแรงดึงแยกในส่วนเอวของบล็อก (Shrive, 1982) ทำให้กำแพงเกิดการแยกตัวกลางระนาบในที่สุด

ข. เกิดการแยกตัวของคานเอ็นส่วนบน จากการทดลองพบว่ารอยร้าวทางด้านหน้าจะเริ่มจากส่วนบนของกำแพงก่อนเสมอ ทั้งนี้เนื่องจากคานเอ็นในส่วนบนเมื่อได้รับแรงกระทำจะมีลักษณะเหมือนคานสั้นๆและปูนกรอกในคานเอ็นก็มีพฤติกรรมคล้ายลิ่ม เมื่อรับแรงทำให้เกิดแรงดึงที่ผิวล่างของคานเอ็นที่อยู่บนสุดของกำแพง ดังรูป 4.4 พฤติกรรมดังกล่าวทำให้กำแพงวิบัติได้ง่ายขึ้น



รูป 4.4 พฤติกรรมของคานเอ็นที่อยู่บนสุดของกำแพง

4.3 อิทธิพลของคานเอ็นต่อกำลังของกำแพงคอนกรีตบล็อก

4.3.1 กำลังของกำแพงคอนกรีตบล็อกเมื่อไม่มีคานเอ็น

เมื่อพิจารณากำลังรับแรงอัดของกำแพงคอนกรีตบล็อกที่ไม่มีคานเอ็นจากสูตรต่างๆ โดยใช้ กำลังอัดเฉลี่ยของปูนก่อเท่ากับ 156 กก./ชม.² และกำลังอัดเฉลี่ยของบล็อกเท่ากับ 82 กก./ชม.² เมื่อคิดจากหน้าตัดรวม หรือ 144 กก./ชม.² เมื่อคิดจากหน้าตัดสุทธิ เปรียบเทียบกับ กำลังของกำแพงคอนกรีตบล็อกในชุดทดสอบ C ซึ่งมีอิทธิพลของคานเอ็นน้อยที่สุด ดังตาราง 4.1 พบว่า สูตรของ Parsons (1931) และ Eurocode6 (1995) ให้กำลังที่ใกล้เคียงกับชุดทดสอบ C และอยู่ในช่วงที่ปลอดภัย

ตาราง 4.1 กำลังของกำแพงคอนกรีตบล็อกจากสูตรต่างๆ เทียบกับ ชุดทดสอบ C

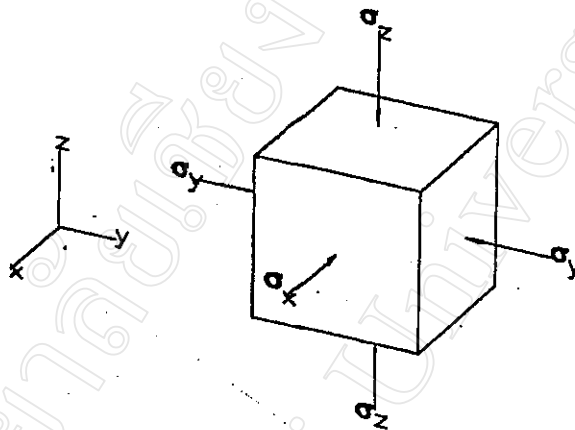
กำลังของกำแพงคอนกรีตบล็อก (กก./ชม. ²)			
ชุดทดสอบ C	Eurocode6	Parsons (1931)	Hamid (1979)
59.8	52.2	57.3	76.5

หมายเหตุ : รายละเอียดการคำนวณจาก ภาคผนวก ค

ดังนั้น การคำนวณค่ากำลังรับแรงอัดของกำแพงทั่วไป ที่มีอิทธิพลของคานเอ็นน้อย สามารถใช้สูตรของ Parsons (1931) และ Euro Code6 (1995) ในการประเมินกำลังได้

4.3.2 กำลังของกำแพงคอนกรีตบล็อกเมื่อมีคานเอ็น

จากผลการทดสอบกำลังของกำแพง พบว่ากำลังเฉลี่ยของชุดทดสอบ T, M และ S มีค่าประมาณ 92%, 84%, และ 83% เทียบกับชุดทดสอบ C ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากแรงกระทำที่กระทำต่อกำแพงทางด้านข้างแตกต่างกัน พิจารณาแรงด้านข้างที่กระทำกับวัตถุดังรูป 4.5



รูป 4.5 ลักษณะของแรงด้านข้างที่กระทำกับวัตถุ

จากรูป สมมติให้ ε_x คือการขยายตัวทางด้านหน้าของกำแพง ε_y คือการขยายตัวทางด้านกว้างของกำแพง และกำแพงจะบีบตัวเมื่อ ε_x หรือ ε_y เท่ากับ ε_u โดยที่ ε_u คือ ค่า Strain ที่ทำให้วัสดุบีบตัว(Ultimate Strain) จะได้ว่า

$$\varepsilon_x = \frac{1}{E}(\sigma_x - \nu(\sigma_z + \sigma_y)) \quad \dots\dots\dots (4.1a)$$

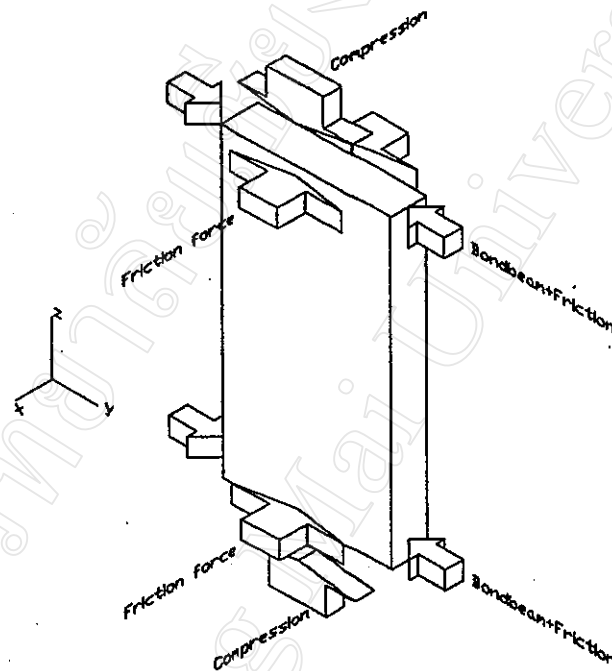
$$\varepsilon_y = \frac{1}{E}(\sigma_y - \nu(\sigma_z + \sigma_x)) \quad \dots\dots\dots (4.1b)$$

เมื่อเปรียบเทียบกับแรงที่กระทำกับกำแพง ดังรูป 4.6 จะได้ว่า σ_x กับ σ_y ก็คือแรงกระทำอันเนื่องมาจากแรงเสียดทานและการยึดรั้งของคานเอ็น เมื่อพิจารณาลักษณะการรับแรงของกำแพงทางด้านหน้าดังรูป 4.7 พบว่ามีเพียงแรงเสียดทานเท่านั้นที่ช่วยยึดรั้ง ไม่ให้เกิดการแยกตัวทางด้านข้างและถือได้ว่าแรงนี้มีค่าน้อยและมีอิทธิพลน้อยมากที่ระยะห่างจากปลาย ทำให้กำแพงสามารถแยกตัวทางด้านข้างได้อย่างอิสระ หรือ $\sigma_x = 0$ ดังนั้นจะได้ว่า

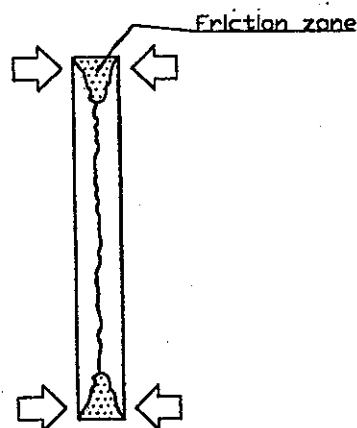
$$\varepsilon_x = -\frac{\nu\sigma_z}{E} - \frac{\nu\sigma_y}{E} \dots\dots\dots(4.2a)$$

$$\varepsilon_y = -\frac{\nu\sigma_z}{E} + \frac{\sigma_y}{E} \dots\dots\dots(4.2b)$$

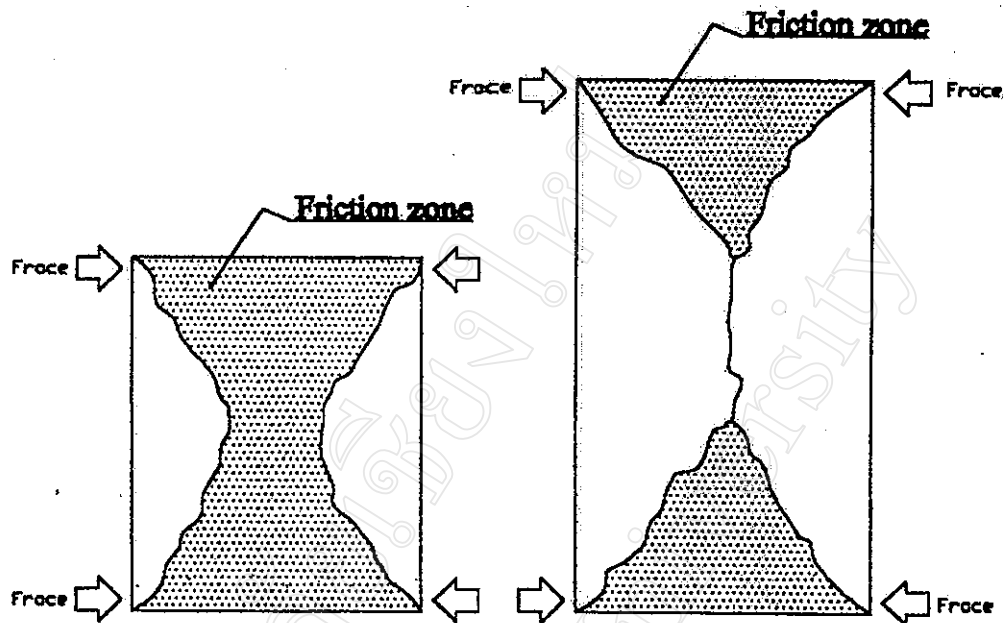
เมื่อกำแพงมีความสูงลดลง อิทธิพลของคานเอินและแรงเสียดทานก็จะมากขึ้น ดังรูป 4.8 σ_y จะมีค่าสูงขึ้น จากสมการ 4.2a และ 4.2b จะเห็นได้ว่า σ_y ทำให้ ε_x มีค่าเป็น Tensile สูงกว่า ε_y ดังนั้น ε_x จึงมีโอกาสเพิ่มถึงค่า ε_u ก่อน ε_y และกำแพงจะแตกในคานหนา ก่อนคานกว้าง



รูป 4.6 ลักษณะแรงที่กระทำกับกำแพง



รูป 4.7 ลักษณะการรับแรงของกำแพงทางคานหนา



รูป 4.8 ลักษณะการรับแรงของกำแพงทางด้านกว้างและอิทธิพลของการยึดรั้งต่อความสูง

ดังนั้น จากผลการทดสอบที่ได้ ชุดทดสอบ T ให้กำลังเพียง 92% ของชุดทดสอบ C เนื่องจาก คานเอ็นของชุดทดสอบ T ไปเพิ่มค่า σ , ให้กับกำแพง เมื่อเปรียบเทียบชุดทดสอบ C ชุดทดสอบ M และ ชุดทดสอบ S พบว่า ชุดทดสอบ M และ ชุดทดสอบ S ให้กำลังแบกทานประมาณ 84% และ 83% ของชุดทดสอบ C เนื่องจากแรงเสียดทานและการยึดรั้งของชุดทดสอบ C มีอิทธิพลต่อการเพิ่มของ σ , ต่ำกว่า และเมื่อเปรียบเทียบชุดทดสอบ T และชุดทดสอบ S พบว่า ชุดทดสอบ T ให้กำลังแบกทานสูงกว่าเนื่องจาก อิทธิพลของแรงเสียดทานมีสูงกว่าการยึดรั้งของคานเอ็นนั่นเอง ด้วยเหตุนี้ จึงสามารถกล่าวได้ว่าคานเอ็นทำให้กำลังของกำแพงลดลงเล็กน้อย เนื่องจากไปเร่งการแตกร้าวในระนาบของกำแพง