

ความแข็งแรงของผนังก่ออิฐต่อการรับแรงค้ำข้าง

นายเอนก ฆมวงษ์

007637

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษิตตามหลักสูตร ปรินญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2525

ISBN 974 - 561 - 067 - 4

i 18346601

STRENGTH OF BRICKWALL SUBJECTED TO LATERAL LOAD



Mr. Anake Chomvong

A Thesis Submitted In Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Civil Engineering

Graduate School


Chulalongkorn University

1982

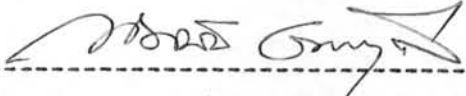
หัวข้อวิทยานิพนธ์ ความแข็งแรงของผนังกออิฐต่อการรับแรงค้ำข้าง
 โดย นาย เอนก ชมวงษ์
 ภาควิชา วิศวกรรมโยธา
 อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เอกสิทธิ์ ลิ้มสุวรรณ

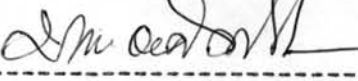


บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่ง
 ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารบัณฑิต

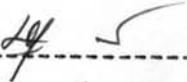

 ----- คณบดี บัณฑิตวิทยาลัย
 (รองศาสตราจารย์ ดร. สุประสิทธิ์ บุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


 ----- ประธานกรรมการ
 (รองศาสตราจารย์ ดร. ทักษิณ เวทชาครี)


 ----- กรรมการ
 (รองศาสตราจารย์ มานะ วงศ์พิวัฒน์)


 ----- กรรมการ
 (รองศาสตราจารย์ ดร. การุญ จันทรางศุ)


 ----- กรรมการ
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เอกสิทธิ์ ลิ้มสุวรรณ)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ความแข็งแรงของผนังกออิฐต่อการรับแรงค้ำข้าง
 ชื่อนิสิต นายเชนก ชมวงษ์
 อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ผศ.ดร. เอกสิทธิ์ ลัมสุวรรณ
 ภาควิชา วิศวกรรมโยธา
 ปีการศึกษา 2524



บทคัดย่อ

ผนังกออิฐสามารถนำมาใช้เป็นโครงสร้างรับแรงค้ำข้างได้ แต่ยังคงขาดข้อมูลเพื่อการคำนวณออกแบบ จึงต้องมีการศึกษาพฤติกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในตลอดจนกำลังรับแรงค้ำข้าง ซึ่งเป็นสิ่งที่น่าสนใจมาก แรงค้ำข้างซึ่งถ่ายจากโครงข้อแข็งไปยังผนังกออิฐในงานวิจัยนี้ สมมุติให้เป็นแรงรูปสามเหลี่ยม และถูกแทนค่าด้วยแรงเสมือนแบบจุด ผนังกออิฐมีทั้งหมด 5 แฉก มีแนวกออิฐเป็นแบบกออิฐครึ่งแฉก ก่อสร้างด้วยอิฐมอญและอิฐชลบุรี โยมีมีความสูง 1.50 เมตร และใช้สัดส่วนความยาวต่อความสูงค่าต่าง ๆ กันตั้งแต่ 1 ถึง 2 ความหนาของผนังกออิฐมีค่าเป็น 6.7 เซนติเมตร เมื่อก่อด้วยอิฐมอญ และมีค่า 7.0 เซนติเมตร เมื่อก่อด้วยอิฐชลบุรี ผลการทดสอบผนังกออิฐพบว่า มีลักษณะแตกร้าวในแนวทแยงเป็นแบบขั้นบันได เกิดขึ้นเนื่องมาจากหน่วยแรงค้ำข้างของอิฐก่อถึงจุดวิกฤติ จากการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบกำลังของผนังกออิฐ พบว่ากำลังของผนังกออิฐขึ้นอยู่กับกำลังค้ำข้างของอิฐก่อ การคาดคะเนกำลังของผนังกออิฐสามารถคำนวณได้ด้วยทฤษฎีกำลังของวัสดุ (Strength of Material) หรือการวิเคราะห์โดยประมาณด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ (Finite Element Method)

กำลังรับแรงค้ำข้างของผนังกออิฐขึ้นอยู่กับกำลังค้ำข้างของอิฐก่อ และสัดส่วนความยาวต่อความสูงของผนังกออิฐด้วย ในการศึกษานี้ สมการที่สร้างขึ้นมาโดยอาศัยการวิเคราะห์ด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ จะช่วยให้การคาดคะเนได้ถูกต้องเฉพาะในกรณีของอิฐมอญเท่านั้น

Thesis Title Strength of Brickwalls Subjected to Lateral Load
 Name Mr. Anake Chomvong
 Thesis Advisor Assistant Professor Ekasit Limsuwan, Ph.D.
 Department Civil Engineering
 Academic Year 1981



ABSTRACT

Brickwall can be utilized as a structural member to resist lateral load, however, no information is available for design, the behaviour and strength of brickwall subjected to lateral load are very interesting. This research study, the lateral load is assumed to transfer from frame into brick infill as triangular load which can be substituted by equivalent concentrated load. Five brickwalls were built in running bond with Mon brick and Cholburi brick, the wall height was kept constant at 1.50 m, when the ratio of length to height varied from 1 to 2, the walls thickness were 6.7 cm. for Mon brick and 7.0 cm. for Cholburi brick. The tests result shows that crack propagation was along stepwise diagonal line when tensile stress of brick masonry is critical. An analysis to check the strength of brickwall and it is found that the strength was limited by tensile strength of brick masonry. Such strength prediction can be calculated by ordinary strength of material or by approximately finite element method

The brickwall subjected to lateral load indicated to be effected by brick tensile strength and length to height ratio of the panel. The equation originated in this study by mean of finite element approach gives quite reasonable prediction for Mon brick.

กิติกรรมประกาศ

ในการทำวิทยานิพนธ์นี้ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เอกสิทธิ์ สิมสุวรรณ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้ความรู้และคำแนะนำต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างมากในขณะทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนได้กรุณาแก้ไขและตรวจวิทยานิพนธ์จนสำเร็จเรียบร้อย ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. ทักษิณ เทพชาตรี รองศาสตราจารย์ มานะ วงศ์พิวัฒน์ และรองศาสตราจารย์ ดร. การุญ จันทรางศุ ซึ่งเป็นคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาตรวจและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ ซึ่งทำให้วิทยานิพนธ์นี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. การุญ จันทรางศุ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำในการใช้โปรแกรมไฟไนต์อีลีเมนต์

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ บัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้กรุณาให้เงินอุดหนุนการวิจัยนี้จนกระทั่งงานวิจัยเสร็จสมบูรณ์

เอนก ฆมวงษ์



บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
ทศกรรมประกาศ	ฉ
รายการตารางประกอบ	ฉ
รายการรูปประกอบ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 บทนำทั่วไป	1
1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2
1.3 วัตถุประสงค์และขอบข่ายของการวิจัย	5
บทที่ 2 ทฤษฎี	7
2.1 ทฤษฎีเมมเบรน กออิฐ รับแรงเฉือน	7
2.2 การวิเคราะห์เมมเบรน กออิฐ ด้วยวิธีไฟไนต์ เอลิเมนต์	12
2.3 การพิจารณาความมั่นคงของเมมเบรน กออิฐ	14
2.4 ความแข็งแรงของเมมเบรน กออิฐ ในการรับแรงค้ำข้างที่พัฒนาในวิทยานิพนธ์นี้	15
บทที่ 3 วัสดุและการทดสอบ	18
3.1 วัสดุที่ใช้ในการทดสอบ	18
3.2 การทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานของเมมเบรน กออิฐ	19
3.3 การทดสอบเมมเบรน กออิฐ รับแรงค้ำข้าง	24
บทที่ 4 การวิเคราะห์ผลการทดสอบ	28
4.1 กำลังของวัสดุ	28
4.2 การกระจายของหน่วยแรง	30



4.3 สติเฟโนสทาง้านข้าง	31
4.4 ความแข็งแรงของผนังท่ออิฐในการรับแรงด้านข้าง	33
4.5 การโก่งบิดตัวของผนังท่ออิฐ	34
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	36
สรุปผลการวิจัย	36
บรรณานุกรม	38
ภาคผนวก	96
ประวัติการศึกษา	101

รายการตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
2.1	ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนความยาวต่อความสูงของผนัง ก่ออิฐและค้ำคองที่	42
3.1	คุณสมบัติการดูดซึมของอิฐ	48
3.2	คุณสมบัติเชิงกลของอิฐ	48
3.3	คุณสมบัติของปูนก่อ	49
3.4	คุณสมบัติเชิงกลของอิฐก่อ	49
4.1	คุณสมบัติเชิงกลของวัสดุจากตัวอย่างที่ตัดออกมาจากผนังก่ออิฐ ...	64
4.2	การโก่งตัวที่ปลายบนของผนังก่ออิฐ เปรียบเทียบผลการทดสอบ และคำนวณ	65
4.3	สถิติเบนสทางค้ำข้างของผนังก่ออิฐ	66
4.4	แสดงการ เปรียบเทียบการคำนวณแรงค้ำข้าง	67
4.5	สัดส่วนของผนังก่ออิฐและการโก่งบิดตัว	68
4.6	แสดงจำนวน เอลลิเมนต์และจำนวนจุดที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้วยวิธี ไฟไนต์ เอลลิเมนต์	69
4.7	ผลการคำนวณหน่วยแรงและการเคลื่อนที่ของจุดภายในผนังก่ออิฐ ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์	70

รายการรูปประกอบ

รูปที่		หน้า
2.1	ผนัง ก่ออิฐ รับแรงค้ำข้างซึ่งถ่ายมาจากโครงข้อแข็ง	43
2.2	การวิบัติ เนื่องจากแรงค้ำในผนัง ก่ออิฐ	44
2.3	หน่วยแรงที่จุดกึ่งกลางของผนัง ก่ออิฐ	44
2.4	ขั้นตอนการคำนวณสำหรับ โปรแกรม P L S T R	45
2.5	ความสัมพันธ์ระหว่าง $\frac{\sigma_x}{\tau_{xy}}$ และ $\frac{L}{H}$	46
2.6	แกนสัมพันธ์ระหว่าง $\frac{\sigma_x}{\sigma_y}$ และ $\frac{L}{H}$	47
3.1	สัดส่วนลดละกันของทราย	50
3.2	กำลังยึดเหนี่ยวของอิฐ ก่อ	51
3.3	การหาโมดูลัสยืดหยุ่นของอิฐ	52
3.4	การหาโมดูลัสยืดหยุ่นของอิฐ ก่อที่ก่อด้วยอิฐมอดู	54
3.5	การหาโมดูลัสยืดหยุ่นของอิฐ ก่อที่ก่อด้วยอิฐชลบุรี	55
3.6	เฟรมสำหรับทดสอบการรับแรงค้ำข้างของผนัง ก่ออิฐ	56
3.7	ตัวอย่างอิฐ ก่อสำหรับทดสอบคุณสมบัติเชิงกล	56
3.8	เฟรมสำหรับผูกตัวอย่างอิฐ ก่อ ขณะดำเนินการ ก่ออิฐ	57
3.9	การทดสอบกำลังอัดของอิฐ ก่อ	57

รูปที่		หน้า
3.10	การทดสอบกำลัง เจริญของอิฐก่อ	58
3.11	แสดงตำแหน่ง การติดตั้ง ใค้อัด เกรของผนัง ก่ออิฐ	60
3.12	แสดง รอยแตก ร้าวของผนัง ก่ออิฐ ภายหลัง การวิบัติ	61
4.1	แสดงตำแหน่ง ของ จุดและการแบ่ง เอลลิเมนต์	80
4.2	การกระจายของ หน่วยแรงหลัก	82
4.3	การกระจายของ หน่วยแรงที่ แถบกลางของผนัง ก่ออิฐ	85
4.4	ปฏิสัมพันธ์ของ หน่วยแรง เจริญและหน่วยแรงอัด	87
4.5	ความสัมพันธ์ระหว่าง แรงคานข้างและค่าการ โกงตัวของผนัง ก่ออิฐ	88
4.6	ความสัมพันธ์ระหว่าง สติฟเนสคานข้างและ สักส่วนความยาวต่อ ความสูงของผนัง ก่ออิฐ	93
4.7	ความสัมพันธ์ระหว่าง $\frac{P}{E t \Delta}$ และ $\frac{L}{H}$	94
4.8	สักส่วนของผนัง ก่ออิฐและการ โกงบิดตัว	95