

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญ	๗
สารบัญตารางประกอบ	ฉ
สารบัญภาพประกอบ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 บทนำและที่มาของปัญหา	1
1.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในโครงการวิจัย	2
1.2.1 ทฤษฎีการวัดของปริซึมโดยใช้ทฤษฎีออสติก	2
1.2.2 รูปแบบการวัดของกำแพง	9
1.2.3 กำลังของกำแพงรับน้ำหนักแผ่กระจายลงที่	11
1.2.4 กำแพงรับน้ำหนักกระทำเป็นจุด	12
1.3 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง	28
1.4 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	28
1.5 ขอบเขตและแนวคิดของการศึกษา	28
1.6 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการศึกษาเชิงประยุกต์	28
บทที่ 2 วิธีการวิจัย	
2.1 การเตรียมตัวอย่างกำแพงที่ใช้ทดสอบ	29
2.1.1 แผนการทดสอบ	29
2.1.2 การวิเคราะห์พฤติกรรมของกำแพงจากชุดทดสอบ	31
2.1.3 การก่อกำแพง	32
2.1.4 การติดตั้งอุปกรณ์ทดสอบ	33

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.1.5 การให้น้ำหนักและการบันทึกผล	35
2.2 วัสดุและการทดสอบคุณสมบัติวัสดุที่ใช้ในงานวิจัย	35
2.2.1 วัสดุที่ใช้ในงานวิจัย	35
2.2.2 การทดสอบคุณสมบัติวัสดุที่ใช้ในงานวิจัย	37
บทที่ 3 ผลการวิจัย	
3.1 คุณสมบัติของทรายที่ใช้ในงานวิจัย	40
3.2 คุณสมบัติของปูนซีเมนต์ที่ใช้ในงานวิจัย	40
3.2.1 ค่าความชื้นเหลือปกติ	40
3.2.2 ระยะเวลาการก่อตัว	40
3.3 คุณสมบัติการรับแรงดึงของเหล็ก	41
3.4 คุณสมบัติการรับแรงอัดของปูนก่อ	41
3.5 คุณสมบัติการรับแรงอัดของปูนกรอก	41
3.6 คุณสมบัติของคอนกรีตบล็อกที่นำมาใช้ในงานวิจัย	42
3.6.1 คุณสมบัติการต้านทานแรงอัดและการดูดซึมน้ำของคอนกรีตบล็อกก้อนเดียว	42
3.6.2 รูปแบบการวิบัติของคอนกรีตบล็อกก้อนเดียว	42
3.6.3 คุณสมบัติการต้านทานแรงอัดแบบปริซึม	42
3.6.4 รูปแบบการวิบัติของปริซึมคอนกรีตบล็อก	42
3.7 คุณสมบัติเชิงกลของกำแพงคอนกรีตบล็อก	43
3.7.1 กำลังรับแรงอัดของกำแพง	43
3.7.2 โมดูลัสยืดหยุ่นของกำแพง	43
3.7.3 หน่วยแรงที่ทำให้เริ่มเกิดรอยร้าวจากการสังเกต	43
3.7.4 เปอร์เซ็นต์ที่รับน้ำหนักได้เพิ่มขึ้นจากการกรอกปูนกรอก	45

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.8 รูปแบบการแตกตัวของกำแพงคอนกรีตบล็อก	
3.8.1 ชุดควบคุม A	45
3.8.2 ชุดควบคุม AG	45
3.8.3 ชุดควบคุม B	46
3.8.4 ชุดทดสอบ BG	46
บทที่ 4 วิเคราะห์และวิจารณ์ผลการวิจัย	
4.1 ผลกระทบของอัตราส่วนความชะลุดของกำแพง	71
4.1.1 ผลกระทบของอัตราส่วนความชะลุดต่อกำลังรับน้ำหนักกระทำเป็นจุด	71
4.1.2 ผลกระทบของอัตราส่วนความชะลุดต่อพฤติกรรมของรอยแตกร้าว	71
4.2 ผลกระทบของปูนกรอก	73
4.2.1 ผลกระทบของปูนกรอกต่อพฤติกรรมการแตกร้าว	73
4.2.2 ผลกระทบของปูนกรอกต่อกำลังรับน้ำหนักกระทำเป็นจุด	74
4.3 เปรียบเทียบน้ำหนักที่ทำให้เริ่มเกิดรอยร้าว	75
4.4 เปรียบเทียบกำลังกับผลการทดลองของ Page and Hendry (1988) และ Page and Shrive (1990)	77
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	83
5.2 ข้อเสนอแนะ	83
บรรณานุกรม	84
ภาคผนวก ก. ตารางประกอบ	87
ภาคผนวก ข. ภาพประกอบ	98
ภาคผนวก ค. รายละเอียดการคำนวณ	107
ประวัติผู้เขียน	112

สารบัญตารางประกอบ

ตาราง	หน้า
2.1 รายการทดสอบกำแพงและตัวแปรที่เกี่ยวข้อง	31
2.2 สัดส่วนโดยปริมาตรและคุณสมบัติของปูนก่อมาตรฐาน ASTM C270	38
2.3 สัดส่วนโดยปริมาตรของปูนกรอกตามมาตรฐาน ASTM C 476	39
3.1 กำลังรับแรงอัดเฉลี่ยของปูนทรายที่ใช้ในงานวิจัย	41
3.2 คุณสมบัติทั่วไปของกำแพงคอนกรีตบล็อก	44
4.1 เปรียบเทียบกำลังเมื่อเริ่มเห็นรอยร้าวรอยแรก	76
4.2 เปรียบเทียบสูตรที่ใช้คำนวณกับผลการทดลอง	78
ก-1 ขนาดผลของของทรายที่ใช้ในงานวิจัย	88
ก-2 ค่าความชื้นเหลวปกติของปูนซีเมนต์ที่ใช้ในงานวิจัย	89
ก-3 ระยะเวลาการก่อตัวของปูนซีเมนต์ที่ใช้ในงานวิจัย	89
ก-4 ทดสอบแรงดึงของเหล็กข้ออ้อยขนาด 12 มม.	90
ก-5 กำลังรับแรงอัดของปูนก่อ	91
ก-6 กำลังรับแรงอัดของปูนกรอกขนาด 10x20 ซม.	92
ก-7 กำลังรับแรงอัดของปูนกรอกขนาด 5x5x5 ซม.	93
ก-8 กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตบล็อกที่ใช้ในงานวิจัย	94
ก-9 การดูดกลืนน้ำของคอนกรีตบล็อก	95
ก-10 พื้นที่หน้าตัดสุทธิของคอนกรีตบล็อก	96
ก-11 คุณสมบัติทั่วไปจากการทดสอบปริซึมคอนกรีตบล็อก	97
ก-12 โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีตบล็อกก้อนเดียว	97

สารบัญภาพประกอบ

รูป	หน้า
1.1 กำแพงรับน้ำหนักกระทำเป็นจุดจากการถ่ายแรงจาก โครงหลังคา	2
1.2 แบบจำลองอิฐก่อในการวิเคราะห์ของ Hilsdodf (1967)	3
1.3 แบบจำลองอิฐก่อในการวิเคราะห์ปริซึมอิฐ	4
1.4 กราฟแสดงขอบเขตการวิบัติของอิฐในการรับแรงกด-แรงดึงตามแนวแกนสมมุติ	6
1.5 กราฟแสดงผลกระทบของความหนาของปูนก่อของอิฐรับแรงกด	7
1.6 ลักษณะของแรงที่กระทำต่อปริซึมคอนกรีตบล็อกแบบกลวง	7
1.7 ลักษณะการปริแยกของอิฐและแนวปูนก่อในแนวตั้ง	10
1.8 ลักษณะการรูดของแนวปูนก่อในแนวราบและการปริแยกของแนวปูนก่อในแนวตั้ง	10
1.9 ลักษณะการแยกตัวกลางระนาบของกำแพง	11
1.10 การกระจายของความเค้นของกำแพงอิฐภายใต้น้ำหนักกระทำเป็นจุด	13
1.11 พฤติกรรมการวิบัติของกำแพงอิฐรับน้ำหนักกระทำเป็นจุด	13
1.12 อธิบายเทอมต่าง ๆ ของกำแพงรับน้ำหนักกระทำเป็นจุด	14
1.13 ปัจจัยที่มีผลต่อกำลังของกำแพงรับน้ำหนักกระทำเป็นจุดกระทำที่ศูนย์กลางของกำแพง	15
1.14 ปัจจัยที่มีผลต่อกำลังของกำแพงรับน้ำหนักกระทำเป็นจุดกระทำที่ปลายสุดของกำแพง	16
1.15 การหาความยาวประสิทธิภาพตามสมมุติฐานของ Page and Hendry	17
1.16 สมมุติฐานที่ใช้ในการออกแบบกำแพงรับน้ำหนักกระทำเป็นจุดผ่านคานถ่ายแรง	17
1.17 การหาพื้นที่ประสิทธิภาพเมื่อมีน้ำหนักกระทำเป็นจุดสองอันวางใกล้กัน	18
1.18 แสดงการกระจายของแรงภายใต้น้ำหนักกระทำเป็นจุดบนกำแพง	18
1.19 กำแพงรอกปูนที่ทำหน้าที่คล้ายเสาและกำแพงในเวลาเดียวกัน	20
1.20 แสดงรูปแบบการวิบัติจากผลการทดลองและแบบจำลองเมื่ออัตราส่วน ความยาวคานถ่ายแรงต่อความยาวผนังเท่ากับ 0.1	22
1.21 รูปแบบการวิบัติของกำแพงคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักกระทำเป็นจุด ซึ่งไม่สามารถมองเห็นจากภายนอกได้	23

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

รูป	หน้า
1.22 การแผ่กระจายของน้ำหนักที่กดจากแผ่นเหล็กถ่ายแรง	23
1.23 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีผลต่อกำลังแบกทานของกำแพงคอนกรีตบล็อก และอัตราส่วนความยาวแผ่นเหล็กถ่ายแรงกับความยาวของกำแพง	24
1.24 พฤติกรรมรอยแยกในแนวดิ่งในระนาบตั้งฉากกับผิวสัมผัสของกำแพงบล็อกกลวงทำจากดินเหนียว	25
1.25 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแผ่นเหล็กถ่ายแรงกับน้ำหนักประลัย	25
2.1 ลักษณะตัวอย่างทดสอบ ชุดทดสอบ A	29
2.2 ลักษณะตัวอย่างทดสอบ ชุดทดสอบ AG	30
2.3 ลักษณะตัวอย่างทดสอบ ชุดทดสอบ B	30
2.4 ลักษณะตัวอย่างทดสอบ ชุดทดสอบ BG	31
2.5 แสดงการก่อกำแพงในชุด AG ซึ่งมีการกรอกปูนในช่องกึ่งกลางกำแพง	33
2.6 แสดงตำแหน่งการก่อกำแพงในห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมโยธา	33
2.7 การติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการทดสอบ	34
2.8 ลักษณะของคอนกรีตบล็อกชนิดกลวง	36
2.9 ลักษณะของคอนกรีตบล็อกชนิดราง	36
2.10 ลักษณะของคอนกรีตบล็อกชนิดครึ่งก้อน	36
3.1 ลักษณะการแตกร้าวของกำแพง A1	47
3.2 ลักษณะการแตกร้าวของกำแพง A2	48
3.3 ลักษณะการแตกร้าวของกำแพง A3	49
3.4 ลักษณะการแตกร้าวของกำแพง AG1	50
3.5 ลักษณะการแตกร้าวของกำแพง AG2	51
3.6 ลักษณะการแตกร้าวของกำแพง AG3	52
3.7 ลักษณะการแตกร้าวของกำแพง B1	53
3.8 ลักษณะการแตกร้าวของกำแพง B2	54

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

รูป	หน้า
3.9 ลักษณะการแตกร้าวของกำแพง B3	55
3.10 ลักษณะการแตกร้าวของกำแพง BG1	56
3.11 ลักษณะการแตกร้าวของกำแพง BG2	57
3.12 ลักษณะการแตกร้าวของกำแพง BG3	58
3.13 พฤติกรรมของกำแพง A1	59
3.14 พฤติกรรมของกำแพง A2	60
3.15 พฤติกรรมของกำแพง A3	61
3.16 พฤติกรรมของกำแพง AG1	62
3.17 พฤติกรรมของกำแพง AG2	63
3.18 พฤติกรรมของกำแพง AG3	64
3.19 พฤติกรรมของกำแพง B1	65
3.20 พฤติกรรมของกำแพง B2	66
3.21 พฤติกรรมของกำแพง B3	67
3.22 พฤติกรรมของกำแพง BG1	68
3.23 พฤติกรรมของกำแพง BG2	69
3.24 พฤติกรรมของกำแพง BG3	70
4.1 การกระจายของแรงกระทำเป็นจุดผ่านคานเอ็น ตามสมมุติฐานของ Page and Shrive (1990)	72
4.2 ก. กำแพงชุด A และ B ซึ่งไม่มีปูนกรอกตรงกลาง ข. กำแพงชุด AG และ BG มีปูนกรอกตรงกลาง	73
4.3 พื้นที่กระจายของแรงกระทำจากแผ่นเหล็กถ่ายแรงสู่กำแพง	74
4.4 เปรียบเทียบผลการทดลองโดยใช้สูตรของ Parson (1931) เป็นฐาน	79
4.5 เปรียบเทียบผลการทดลองโดยใช้สูตรของ Rostampour (1973) เป็นฐาน	80

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

รูป	หน้า
4.6 เปรียบเทียบผลการทดลองโดยใช้ Hamid and Drysdale (1979) กรณีไม่มีปูนกรอกเป็นฐาน	81
4.7 เปรียบเทียบผลการทดลองโดยใช้ Hamid and Drysdale (1979) กรณีมีปูนกรอกเป็นฐาน	82
ข-1 ความสัมพันธ์ระหว่าง stress และ strain ของปรีซึมคอนกรีตบล็อก	99
ข-2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นกับความเครียดของคอนกรีตบล็อกก้อนเดียว	102
ข-3 กำแพงทั้ง 12 แผงที่ใช้ทดสอบในงานวิจัย	104
ข-4 ภาพถ่ายการจัดตั้งเครื่องมือในการทดสอบกำแพงชุด A และ AG (รูปซ้าย) และกำแพงชุด B และ BG (รูปขวา)	104
ข-5 ภาพถ่ายการวิบัติของกำแพง	105