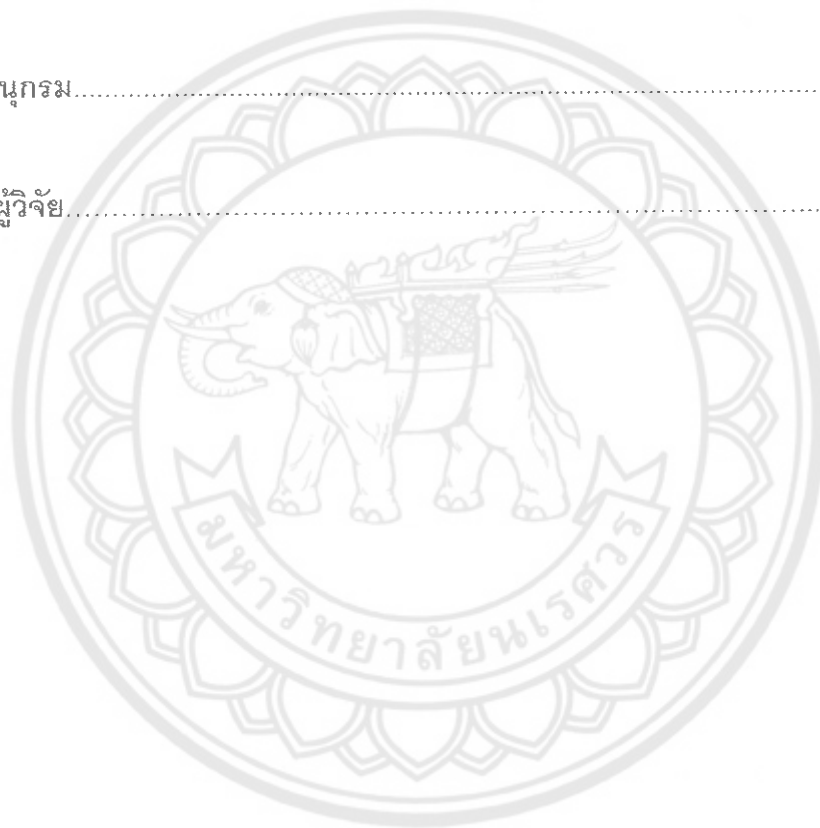


สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาของปัญหา.....	1
จุดมุ่งหมายของการวิจัย.....	2
ขอบเขตของการวิจัย.....	2
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
พฤติกรรมทั่วไปของผนังกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็ก.....	4
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
แบบจำลองวัสดุคอนกรีต.....	10
แบบจำลองวัสดุเหล็กเสริม.....	18
3 การสอบทวนข้อกำหนดกำลังต้านแรงเฉือน.....	23
ข้อกำหนดเกี่ยวกับกำลังต้านแรงเฉือนทั่วไป.....	23
ข้อกำหนดเกี่ยวกับกำลังต้านทานแรงเฉือนจากแรงแผ่นดินไหว.....	25
การสอบทวนข้อกำหนดกำลังต้านแรงเฉือนแบบแตกร้าวในแนวทแยง.....	26
การสอบทวนข้อกำหนดกำลังต้านแรงเฉือนแบบอัดแตกของคอนกรีตในส่วน ผนัง.....	41
4 ข้อเสนอเกี่ยวกับกำลังต้านแรงเฉือน.....	44
วิธีการวิเคราะห์หน้าตัดโดยคำนึงถึงความเครียดเฉือน.....	44
ตัวอย่างผนังกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็ก.....	46
การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์กับผลการทดสอบ.....	53

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 บทสรุป.....	64
สรุปผลการวิจัย.....	64
ข้อเสนอแนะ.....	65
บรรณานุกรม.....	66
ประวัติผู้วิจัย.....	70



สารบัญญัตราง

ตาราง	หน้า
1 ค่าสถิติเ็นสของเหล็กเสริมตามขวางที่ต้องการสำหรับแบบการโค้งเดาะต่างๆ.....	22
2 คุณสมบัติของวัสดุและกำลังต้านแรงเฉือนของผนัง B7.....	32
3 การเปรียบเทียบแรงต้านข้างสูงสุดที่ได้จากการทดสอบผนังกับกำลังรับแรงเฉือน จำกัดที่ให้ไว้ในมาตรฐาน ACI318-05.....	42
4 ขนาดของผนังตัวอย่างและคุณสมบัติของคอนกรีต.....	50
5 รายละเอียดคุณสมบัติของเหล็กเสริมในผนังตัวอย่างที่วิบัติแบบอัดแตกของ คอนกรีตในผนัง.....	51
6 รายละเอียดคุณสมบัติของเหล็กเสริมในผนังตัวอย่างที่วิบัติแบบแรงดัด.....	52
7 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์กับผลการทดสอบ.....	55



สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 การวิบัติแบบการดัด.....	5
2 การวิบัติแบบการเลื่อนไถล.....	6
3 การวิบัติแบบแตกร้าวในแนวทแยง.....	6
4 การวิบัติแบบอัดแตกของคอนกรีตในส่วนผนัง.....	7
5 การวิบัติแบบเสถียรภาพการรับแรงอัด.....	8
6 การอ่อนค่าลงของกำลังอัดคอนกรีตในแนวแกนเนื่องจากความเครียดดึงตาม ขวาง.....	12
7 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียดของคอนกรีต.....	13
8 ประสิทธิภาพการโอบรัดคอนกรีตของเหล็กเสริมตามขวาง.....	15
9 แบบจำลองเหล็กเสริมเมื่อรับแรงดึง.....	19
10 แบบจำลองเหล็กเสริมเมื่อรับแรงอัดที่พิจารณาการโก่งเดาะ.....	19
11 ตัวอย่างการหาค่าของ n_b , n_t และ I_c ที่รูปแบบการจัดเรียงเหล็กเสริมต่างๆ กัน.....	21
12 ขนาดและรายละเอียดการเสริมเหล็กของผนังตัวอย่าง B7.....	31
13 แบบจำลองชิ้นส่วนคอนกรีต.....	33
14 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดัดข้างและการเคลื่อนตัวดัดข้างของผนัง B7.....	33
15 ผลเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างแรงดัดข้างและการเคลื่อนตัวดัดข้างของ ผนังตัวอย่าง.....	34
16 ความเค้นในชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็ก.....	35
17 การกระจายตัวของขนาดมุมของแกนความเครียดเทียบกับแกนพิกัดฉาก.....	37
18 ความเค้นเฉือนที่แบกรับโดยคอนกรีตของผนังตัวอย่าง.....	39
19 ความเค้นในเหล็กเสริมรับแรงเฉือนของผนังตัวอย่าง.....	40
20 หน้าตัดผนังและการกระจายตัวของความเครียด.....	46
21 หน้าตัดผนังและรายละเอียดการเสริมเหล็กของผนังตัวอย่าง B2.....	47
22 หน้าตัดผนังและรายละเอียดการเสริมเหล็กของผนังตัวอย่าง B6.....	47

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
23 หน้าตัดผนังและรายละเอียดการเสริมเหล็กของผนังตัวอย่าง B5, B7, B8 และ B9.....	47
24 หน้าตัดผนังและรายละเอียดการเสริมเหล็กของผนังตัวอย่าง W1 และ W2.....	48
25 หน้าตัดผนังและรายละเอียดการเสริมเหล็กของผนังตัวอย่าง WC150.....	48
26 หน้าตัดผนังและรายละเอียดการเสริมเหล็กของผนังตัวอย่าง B4.....	48
27 หน้าตัดผนังและรายละเอียดการเสริมเหล็กของผนังตัวอย่าง LSW2 และ LSW3.....	49
28 หน้าตัดผนังและรายละเอียดการเสริมเหล็กของผนังตัวอย่าง MSW3.....	49
29 ตัวแปรที่ใช้กำหนดขนาดของผนังกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็ก.....	49
30 การเคลื่อนตัวแบบต่างๆ ของผนังกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็กเมื่อรับแรงด้านข้าง..	53
31 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงด้านข้างและการเคลื่อนตัวด้านข้างของผนังตัวอย่าง B2.....	57
32 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงด้านข้างและการเคลื่อนตัวด้านข้างของผนังตัวอย่าง B5.....	57
33 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงด้านข้างและการเคลื่อนตัวด้านข้างของผนังตัวอย่าง B6.....	58
34 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงด้านข้างและการเคลื่อนตัวด้านข้างของผนังตัวอย่าง B7.....	58
35 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงด้านข้างและการเคลื่อนตัวด้านข้างของผนังตัวอย่าง B8.....	59
36 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงด้านข้างและการเคลื่อนตัวด้านข้างของผนังตัวอย่าง B9.....	59
37 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงด้านข้างและการเคลื่อนตัวด้านข้างของผนังตัวอย่าง W1.....	60

อักษรย่อ

A_{cv}	=	พื้นที่หน้าตัดของผนังกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็ก
A_t	=	พื้นที่หน้าตัดของเหล็กเสริมตามขวาง
$\mathbf{B}^{(m)}$	=	เมตริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่างความเครียดและการเคลื่อนที่
$\mathbf{C}^{(m)}$	=	เมตริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด
c	=	ความยาวของหน้าตัดด้านแรงอัด
c_x	=	ความกว้างของแกนคอนกรีตที่ถูกโอบรัดในเส้นสี่เหลี่ยมด้าน x
c_y	=	ความกว้างของแกนคอนกรีตที่ถูกโอบรัดในเส้นสี่เหลี่ยมด้าน y
D	=	เส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเสริมที่โค้งเคาะ
d	=	ความลึกประสิทธิภาพของผนัง (ประมาณ $0.8l_w$)
E_c	=	โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีตเมื่อรับแรงดึง หาได้จากสมการ $E_c = 3900 \sqrt{f'_c} \text{ (MPa)}$
E_{ct}	=	โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีตที่ไม่ถูกโอบรัด
E_s	=	ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริมที่รับแรงดึง
E_{sh}	=	โมดูลัสของเหล็กเสริมในช่วงเพิ่มกำลัง
E_t	=	โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริมตามขวาง
f_c	=	กำลังอัดของคอนกรีต
f'_c	=	กำลังอัดสูงสุดของคอนกรีต
f_{cc}	=	กำลังอัดของคอนกรีตที่ถูกโอบรัด
f'_{cc}	=	กำลังอัดสูงสุดของคอนกรีตที่ถูกโอบรัด
f_{cr}	=	ความเค้นแตกร้าว หาได้จากสมการ $f_{cr} = 0.31 \sqrt{f'_c} \text{ (MPa)}$
f_h	=	กำลังครากของเหล็กเสริมตามขวางที่โอบรัดแกนคอนกรีต
f'_h	=	ความเค้นของเหล็กเสริมตามขวางที่ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของกำลังอัดของคอนกรีตที่ถูกโอบรัด
f'_{le}	=	แรงดันโอบรัดประสิทธิภาพที่กระทำในแกนคอนกรีตจากเหล็กเสริมตามขวาง
f_s	=	ความเค้นดึงของเหล็กเสริม
f_u	=	กำลังดึงสูงสุดของเหล็กเสริม

อักษรย่อ (ต่อ)

f_y	=	กำลังครากของเหล็กเสริม
f_b, f_s, F_i	=	แรงกระทำเชิงปริมาตร, แรงกระทำเชิงพื้นผิว และ แรงกระทำเป็นจุด
$H^{(m)}$	=	เมตริกซ์ประมาณค่าการเคลื่อนที่สำหรับชั้นส่วน m
h, h_w	=	ความสูงของผนัง
I'_e	=	ดัชนีการโอบรัดประสิทธิภาพ
I_{e50}	=	ค่าดัชนีการโอบรัดประสิทธิภาพสำหรับประมาณค่า ϵ_{cc50}
K	=	เมตริกซ์สติฟเนสเมื่อรวมทุกชั้นส่วนเข้าด้วยกัน
K_c	=	สัมประสิทธิ์ที่มีอิทธิพลต่อความเครียดดึงตามขวาง ซึ่งมีค่าได้ไม่เกิน 1.0 หากมากกว่า ให้เท่ากับ 1.0
K_f	=	สัมประสิทธิ์ที่มีอิทธิพลต่อความแข็งแรงของคอนกรีต ซึ่งมีค่าได้ไม่เกิน 1.0 หากมากกว่า ให้เท่ากับ 1.0
K_e	=	ค่าประสิทธิภาพการโอบรัดแกนคอนกรีตของเหล็กเสริมตามขวาง
k, k_1, k_2	=	พารามิเตอร์ความคมรูปร่างของกราฟความสัมพันธ์ความเค้นและความเครียดของคอนกรีตที่ถูกโอบรัด
k_{eq}	=	สติฟเนสของเหล็กเสริมตามขวางที่ต้องการ (หารด้วย $\pi^4 EI/s^3$ เพื่อให้ไร้หน่วย)
k_n	=	สติฟเนสของเหล็กเสริมตามขวางที่ต้องการ
k_t	=	สติฟเนสของเหล็กเสริมตามขวางจริง
L	=	ความยาวช่วงการโก่งเดาะของเหล็กเสริม
l_e	=	ระยะห่างประสิทธิภาพของเหล็กเสริมตามขวาง
l_p	=	ความยาวของจุดหมุนพลาสติก
l_w	=	ความกว้างของผนัง
M	=	โมเมนต์ดัด
N	=	แรงตามแนวแกน
n	=	แบบการโก่งเดาะ
n_t	=	จำนวนของเหล็กเสริมตามขวางตามทิศทางโก่งตัว
n_b	=	จำนวนของเหล็กเสริมตามยาวที่มีแนวโน้มจะเกิดการโก่งตัว

อักษรย่อ (ต่อ)

R	=	เวกเตอร์ของแรงกระทำ
R_B	=	ค่าของแรงที่จุดต่อเทียบเท่าเนื่องจากแรงเชิงปริมาตร
R_C	=	เวกเตอร์ของแรงกระทำเป็นจุด
R_S	=	ค่าของแรงที่จุดต่อเทียบเท่าเนื่องจากแรงเชิงพื้นผิว
s	=	ระยะห่างระหว่างเหล็กเสริมตามขวาง
s'	=	ระยะช่องว่างระหว่างเหล็กเสริมตามขวาง
U	=	เวกเตอร์ขององค์ประกอบของค่าการเคลื่อนที่ที่จุดต่อของชิ้นส่วน m
$u^{(m)}$	=	ค่าการเคลื่อนที่สำหรับชิ้นส่วน m
V	=	กำลังรับแรงเฉือน
v_c	=	ความเค้นเฉือนระบุแบกรับโดยคอนกรีต
v_{max}	=	ความเค้นเฉือนมากที่สุด
V_n	=	กำลังรับแรงเฉือนระบุของผนังกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็ก
w_i	=	ระยะช่องว่างระหว่างเหล็กเสริมตามยาวในหน้าตัดสี่เหลี่ยม
x_i	=	ตำแหน่งชั้นของคอนกรีต และเหล็กเสริม
α_c	=	ค่าสัมประสิทธิ์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1/4 สำหรับ $h_w/l_w \leq 1.5$, เท่ากับ 1/6 สำหรับ $h_w/l_w \geq 2.0$ และจะผันแปรเชิงเส้นระหว่าง 1/4 ถึง 1/6 สำหรับ h_w/l_w ระหว่าง 1.5 ถึง 2.0
β	=	ตัวแปรการชอนกำลังลงของกำลังอัดคอนกรีตในแนวแกนเนื่องจากความเครียดดึงตามขวาง
θ	=	มุมของแกนความเครียดเทียบกับแกนพิกัดฉาก
γ_{xy}	=	ความเค้นเฉือนในแกนพิกัดฉาก
δu	=	ระยะการเคลื่อนที่สัมมติ
$\delta \varepsilon$	=	ความเครียดสัมมติ
$\delta u_B, \delta u_S, \delta u_i$	=	ระยะการเคลื่อนที่สัมมติที่สัมพันธ์กับแรง f_B, f_S, F_i ตามลำดับ
ε_c	=	ความเครียดอัดของคอนกรีต
ε'_c	=	ความเครียดที่ความเค้นอัดสูงสุดของคอนกรีต
ε_{cc}	=	ความเครียดอัดของคอนกรีตที่ถูกโอบรัด

อักษรย่อ (ต่อ)

ε'_{cc}	=	ความเครียดที่กำลังอัดสูงสุดของคอนกรีตที่ถูกต้องโอบรัด
ε_{cr}	=	ความเครียดแตกร้าว (มีค่าประมาณ 0.00008)
ε_{c50}	=	ความเครียดอัดในแนวแกนหลังจากค่าสูงสุดของคอนกรีตที่ไม่ถูกโอบรัดเมื่อปริมาณลดลง 50% (มีค่าประมาณ 0.004)
ε_{cc50}	=	ความเครียดอัดที่กำลังตกลง 50 เปอร์เซ็นต์
$\varepsilon^{(m)}$	=	ความเครียดในชั้นส่วน m
ε_0	=	ความเครียดที่ความเค้นอัดสูงสุด (มีค่าประมาณ 0.002)
$\varepsilon_r, \varepsilon_d$	=	ความเครียดตั้งในแกนความเครียดหลัก ทิศทาง r - d
ε_s	=	ความเครียดของเหล็กเสริม
ε_{sh}	=	ความเครียดที่จุดกำลังเพิ่มขึ้น
ε_y	=	ความเครียดของเหล็กเสริมที่จุดคราก
$\varepsilon_{y,i}$	=	ความเครียดตั้งฉากกับหน้าตัด
ε^*, σ^*	=	ความเครียดและความเค้น ณ จุดกลาง
σ	=	ความเค้นที่สัมพันธ์กับความเครียดที่เกิดขึ้นจริง
σ_l	=	ความเค้นของเหล็กเสริมเมื่อรับแรงดึง ณ ตำแหน่งความเครียดเท่ากับ ε_s
σ_l^*	=	ความเค้นของเหล็กเสริมเมื่อรับแรงดึง ณ ตำแหน่งความเครียดเท่ากับ ε^*
$\sigma^{(m)}$	=	ความเค้นในชั้นส่วน m
σ_r, σ_d	=	ความเค้นในแกนความเครียดหลัก (แกน r - d)
σ_x, σ_y	=	ความเค้นในแกนพิกัดฉาก (แกน x - y)
Δ	=	การเคลื่อนตัวด้านข้าง
ΔF_i	=	เวกเตอร์ของแรงกระทำที่จุดต่อที่เพิ่มขึ้นซึ่งสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของหน่วยแรง
Δ_p	=	การเคลื่อนตัวเนื่องจากจุดหมุนพลาสติก
Δ_s	=	การเคลื่อนตัวเนื่องจากแรงเฉือน
Δ_y	=	การเคลื่อนตัวในช่วงยึดหย่อน

ลักษณะย่อ (ต่อ)

ΔU_{i+1}	=	การกระจัดที่เพิ่มขึ้น
ρ_c	=	อัตราส่วนพื้นที่หน้าตัดของเหล็กเสริมตามยาวต่อพื้นที่หน้าตัดของแกนคอนกรีตที่ถูกโอบรัด
ρ_f	=	อัตราส่วนของพื้นที่เหล็กตามยาวต่อพื้นที่คอนกรีตตั้งฉากกับพื้นที่เหล็กเสริมยื่นเหล็กตามยาวในเสา
ρ_{min}	=	อัตราส่วนพื้นที่หน้าตัดของเหล็กเสริมรับแรงเฉือนต่อพื้นที่หน้าตัดคอนกรีตต่ำสุด
ρ_h, ρ_n	=	อัตราส่วนของพื้นที่เหล็กเสริมตามขวางต่อพื้นที่คอนกรีตตั้งฉากกับพื้นที่เหล็กเสริมตามขวางในผนัง
ρ_s	=	อัตราส่วนของพื้นที่เหล็กเสริมตามขวางต่อพื้นที่คอนกรีตตั้งฉากกับพื้นที่เหล็กเสริมตามขวางในเสา
ρ_{se}	=	อัตราส่วนพื้นที่หน้าตัดประสิทธิภาพของเหล็กเสริมตามขวาง
ρ_v	=	อัตราส่วนของพื้นที่เหล็กเสริมตามยาวต่อพื้นที่คอนกรีตตั้งฉากกับพื้นที่เหล็กเสริมในผนัง
ϕ	=	ค่าความโค้ง
ϕ_y	=	ค่าความโค้งที่จุดเริ่มครากของเหล็กยื่น
κ	=	ตัวแปรที่ใช้พิจารณาการครากของเหล็กเสริมตามขวาง ที่ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของกำลังอัดของคอนกรีต และประสิทธิภาพการโอบรัด