สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ซ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	3
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย	3
1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย	4

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทนำ	5
2.2 ข้อต่อคาน-เสา (Beam-Column Joint)	6
2.3 พฤติกรรมข้อต่อคาน-เสาเมื่อรับแรงแผ่นดินไหว	7

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 17

บทที่ 3 การพัฒนาแบบจำลองไฟไนอิลิเมนต์

3.1 บทนำ 21

3.2 ชนิดของชิ้นส่วนย่อยวัสดุ 22

3.3 คุณสมบัติของวัสดุ 24

3.4 การวิเคราะห์ความถูกต้องของแบบจำลองไฟไนอิลิเมนต์คอนกรีตทรงลูกบากศ์ 31

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองไฟไนอิลิเมนต์คาน-เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก

4.1 แบบจำลองไฟไนอิลิเมนต์คาน-เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก 34

4.2 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองไฟไนอิลิเมนต์คาน-เสา CN1 CN2 CN3 และ CN4 42

4.3 การวิเคราะห์ความถูกต้องของแบบจำลองไฟไนอิลิเมนต์

เสาคอนกรีตเสริมเหล็กหน้าตัดสี่เหลี่ยมจัตุรัส 35

4.4 แบบจำลองไฟไนอิลิเมนต์คาน-เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก 39

บทที่ 5 สรุปผลการศึกษา 52

เอกสารอ้างอิง (References) 53

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 3.1	ค่าคุณสมบัติคอนกรีตที่ใช้กับแบบจำลองไฟไนอิลิเมนต์คอนกรีตทรงกระบอก	31
ตารางที่ 4.1	คุณสมบัติคอนกรีตที่ใช้กับแบบจำลองไฟไนอิลิเมนต์คาน-เสา (CN1, CN2, CN3, CN4)	35
ตารางที่ 4.2	เหล็กที่ใช้กับแบบจำลองไฟไนอิลิเมนต์คาน-เสา (CN1, CN2, CN3, CN4)	35
ตารางที่ 4.3	รายละเอียดบริเวณจุดต่อของแบบจำลองไฟไนต์อิลิเมนต์ CN1 CN2 CN3 และ CN4	41
ตารางที่ 4.4	ค่า drift ratio (%) ที่ใช้เปรียบเทียบความเครียดในเหล็กเสริมของแบบจำลอง	44

สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 1.1	ความเสียหายของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กจากแรงแผ่นดินไหว	1
รูปที่ 2.1	ประเภทของข้อต่อคาน-เสา	7
รูปที่ 2.2	พฤติกรรมของข้อต่อคาน-เสา เมื่อรับแรงแผ่นดินไหว	7
รูปที่ 2.3	ลักษณะของเสาและพฤติกรรมของข้อต่อ	8
รูปที่ 2.4	ลักษณะแรงเฉือนที่เกิดขึ้นในข้อต่อคาน-เสา	10
รูปที่ 2.5	แรงเสียดทานและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างผิวเหล็กกับคอนกรีต	12
รูปที่ 2.6	แรงที่เกิดขึ้นในคอนกรีตเมื่อเหล็กลื่นไถลออกจากคอนกรีต	12
รูปที่ 2.7	การสูญเสียแรงยึดเหนี่ยวของเหล็กงอปลายในข้อต่อคาน-เสา ภายนอกและเหล็กที่ฝังผ่านข้อต่อคาน-เสาภายใน	12
รูปที่ 2.8	รายละเอียดการเสริมเหล็กในเสา และ คาน คสล. ตามมาตรฐานข้อกำหนด ACI 318-99	16
รูปที่ 2.9	รายละเอียดของการเสริมเหล็กทั่วไป ที่ก่อสร้างในประเทศไทย	17
รูปที่ 2.10	การวิบัติของข้อต่อ	18
รูปที่ 3.1	แสดงแผนผังสรุปการวิเคราะห์ด้วยวิธีไฟไนอิลิเมนต์	22
รูปที่ 3.2	ชิ้นส่วนย่อยแบบกล่อง (SOLID65) - 3มิติ ที่ใช้สำหรับคอนกรีต	23
รูปที่ 3.3	ชิ้นส่วนย่อยแบบแท่ง (LINK8) - 3มิติ ที่ใช้สำหรับเหล็ก	24
รูปที่ 3.4	กราฟแสดงเส้นโค้งความเค้นและความเครียดทั่วไป สำหรับคอนกรีตที่น้ำหนักปกติ (Bangash 1989)	22 25
รูปที่ 3.5	หน่วยแรงอัด-ความเครียดอัดของคอนกรีต Desayi และ Krishnan (1964)	27

รูปที่ 3.6 รูปแสดงลักษณะการพังของคอนกรีตที่เป็นแบบสามมิติ (William และ Warnke 1975) 29

รูปที่ 3.7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น กับ ความเครียด ของเหล็กเสริม 30

รูปที่ 3.8 แบบจำลองไฟไนอิลิเมนต์คอนกรีตทรงลูกบาศก์ (BOX1) 32

รูปที่ 3.9 เปรียบเทียบแรงอัดและระยะหดตัวของคอนกรีตทรงลูกบาศก์ (BOX1) 33

รูปที่ 4.1 โครงข้อแข็งเมื่อมีการรับแรงแผ่นดินไหว 36

รูปที่ 4.2 ขนาดเสาและคาน ขนาดหน้าตัดและการเสริมเหล็กแบบจำลอง CN1 37

รูปที่ 4.3 ขนาดเสาและคาน ขนาดหน้าตัดและการเสริมเหล็กแบบจำลอง CN2 38

รูปที่ 4.4 ขนาดเสาและคาน ขนาดหน้าตัดและการเสริมเหล็กแบบจำลอง CN3 39

รูปที่ 4.5 ขนาดเสาและคาน ขนาดหน้าตัดและการเสริมเหล็กแบบจำลอง CN4 40

รูปที่ 4.6 ตำแหน่งรองรับในเสาและแรงกระทำที่ปลายคานของแบบจำลอง CN1 CN2 CN3 และ CN4 41

รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำที่ปลายคานและระยะเคลื่อนที่ปลายคานของแบบจำลอง CN1 CN2 CN3 และ CN4 42

รูปที่ 4.8 เหล็กเสริมในคานที่ใช้ในการอ่านค่าความเครียด 43

รูปที่ 4.9 ลักษณะการเสียรูปของแบบจำลองคาน-เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก 44

รูปที่ 4.10 สัดส่วนความเครียดต่อความเครียดที่จุดครากของเหล็กเสริมบนที่ 0.108% drift ratio 46

รูปที่ 4.11 สัดส่วนความเครียดต่อความเครียดที่จุดครากของเหล็กเสริมบนที่ 0.216% drift ratio 46

รูปที่ 4.12 สัดส่วนความเครียดต่อความเครียดที่จุดครากของเหล็กเสริมบน

ที่ 0.432% drift ratio 47

รูปที่ 4.13 สัดส่วนความเครียดต่อความเครียดที่จุดครากของเหล็กเสริมบน
ที่ 0.649% drift ratio 47

รูปที่ 4.14 สัดส่วนความเครียดต่อความเครียดที่จุดครากของเหล็กเสริมล่าง
ที่ 0.108% drift ratio 48

รูปที่ 4.15 สัดส่วนความเครียดต่อความเครียดที่จุดครากของเหล็กเสริมล่าง
ที่ 0.216% drift ratio 48

รูปที่ 4.16 สัดส่วนความเครียดต่อความเครียดที่จุดครากของเหล็กเสริมล่าง
ที่ 0.432% drift ratio 49

รูปที่ 4.17 สัดส่วนความเครียดต่อความเครียดที่จุดครากของเหล็กเสริมล่าง
ที่ 0.649% drift ratio 49

รูปที่ 4.18 การเสียรูปของแบบจำลอง CN1 CN2 CN3 และ CN4 50

รูปที่ 4.19 เส้นชั้นความชันของความเค้นอัดหลักสูงสุดที่เกิดขึ้นใน
แบบจำลอง CN1 CN2 CN3 และ CN4 51