

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 บทนำและที่มาของปัญหา	1
1.2 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง	2
1.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในโครงการวิจัย	4
1.3.1 ความกว้างประสิทธิผลในแผนพื้นที่	4
1.3.2 ทฤษฎีความไม่เป็นเชิงเส้น	7
1.3.3 ทฤษฎีและส่วนที่เกี่ยวกับกระบวนการทางไฟในดีอีลีเมนต์	9
1.4 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	20
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษาเชิงทฤษฎีและประยุกต์	20
1.6 ขอบเขตการศึกษา	20
บทที่ 2 วิธีการวิจัย	
2.1 การกำหนดคุณสมบัติให้กับวัสดุสำหรับใช้ในงานวิจัย	22
2.1.1 คุณสมบัติของคอนกรีต	22
2.1.2 คุณสมบัติของเหล็กเสริม	26

2.2 การสร้างแบบจำลองให้กับแผ่นพื้นไร้คานทอเรียบ	27
2.2.1 แบบจำลองสามมิติของแผ่นพื้นไร้คานทอเรียบ	27
2.2.2 แบบจำลองสองมิติของแผ่นพื้นไร้คานทอเรียบ	30
2.3 การหาค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผลของแผ่นพื้นจากแบบจำลองที่สร้างขึ้น	30

บทที่ 3 ผลการวิจัย

3.1 ผลกระทบของอัตราส่วนรูปร่างพื้นและอัตราส่วนของขนาดเสาเทียบกับพื้นที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผล	32
3.2 ผลกระทบของปริมาณการเสริมเหล็กที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผล	42

บทที่ 4 วิเคราะห์และวิจารณ์ผลการวิจัย

4.1 ค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผลของแผ่นพื้นเมื่อคุณสมบัติของวัสดุในแผ่นพื้นอยู่ในช่วงอีลาสติก	45
4.1.1 ผลของอัตราส่วนรูปร่างแผ่นพื้นต่อค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผล	45
4.1.2 ผลของอัตราส่วนสัมพัทธ์ของขนาดเสาเทียบกับพื้นที่ต่อค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผล	47
4.1.3 ผลกระทบของปริมาณเหล็กเสริม ต่อค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผล	47
4.2 ค่าสัมประสิทธิ์ ความกว้างประสิทธิผลของแผ่นพื้นเมื่อคุณสมบัติของวัสดุในแผ่นพื้นอยู่ในช่วงอินอีลาสติก	48
4.2.1 ผลกระทบของการแตกร้าวของคอนกรีตต่อค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผล	50
4.2.2 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการแตกร้าวของแผ่นพื้น	52

4.2.3 ผลกระทบของปริมาณเหล็กเสริม ต่อค่าสัมประสิทธิ์	
ความกว้างประสิทธิ์ผล	54
4.3 เปรียบเทียบผลงานวิจัยกับงานวิจัยที่มีอยู่เดิม	56
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลงานวิจัย	60
5.2 ข้อเสนอแนะ	61
บรรณานุกรม	62
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ข้อมูลแบบจำลองทางไฟไนต์อีลิเมนต์	64
ภาคผนวก ข รายละเอียดการคำนวณ	72
ภาคผนวก ค ข้อมูลการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิ์ผล	
ของแบบจำลองแผ่นพื้น	77
ภาคผนวก ง ภาพประกอบ	95
ประวัติผู้เขียน	121

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 รายละเอียดของแบบจำลองประเภท 1	28
2.2 รายละเอียดของแบบจำลองประเภท 2	29
3.1 สัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผล เมื่อคุณสมบัติของวัสดุอยู่ในช่วงยืดหยุ่นสำหรับพื้นที่มีขนาด $L1/L2=0.5$	34
3.2 อัตราส่วนของ M'/Mcr ที่ทำให้แผ่นพื้นเริ่มมีการแตกร้าวสำหรับพื้นที่มีขนาด $L1/L2=0.5$	34
3.3 สัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผล เมื่อคุณสมบัติของวัสดุอยู่ในช่วงยืดหยุ่นสำหรับพื้นที่มีขนาด $L1/L2=1.0$	36
3.4 อัตราส่วนของ M'/Mcr ที่ทำให้แผ่นพื้นเริ่มมีการแตกร้าวสำหรับพื้นที่มีขนาด $L1/L2=1.0$	37
3.5 สัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผล เมื่อคุณสมบัติของวัสดุอยู่ในช่วงยืดหยุ่นสำหรับพื้นที่มีขนาด $L1/L2=2.0$	39
3.6 อัตราส่วนของ M'/Mcr ที่ทำให้แผ่นพื้นเริ่มมีการแตกร้าวสำหรับพื้นที่มีขนาด $L1/L2=2.0$	39
3.7 ค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผลของแผ่นพื้น ในช่วงอิลาสติกที่สัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์การเสริมเหล็ก	44
4.1 เปอร์เซ็นต์การลดลงของค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผลของแบบจำลองประเภท 1	51
4.2 เปอร์เซ็นต์การลดลงของค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผลของแบบจำลองประเภท 2 ที่ปริมาณการเสริมเหล็กต่างกัน	54
4.3 ค่าอัตราส่วน M'/Mcr ที่แผ่นพื้นสามารถรับได้ก่อนที่จะเสียหายของแบบจำลองประเภท 2 ที่ปริมาณการเสริมเหล็กต่างๆ กัน	55

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
1.1 การเคลื่อนตัวในแนวระนาบของโครงสร้าง	4
1.2 การบิดตัวของพื้นปกติ	5
1.3 การบิดตัวของพื้นที่มีพฤติกรรมเสมือนคาน	5
1.4 เปรียบเทียบการบิดตัวของพื้นปกติกับพื้นแบบคานเทียบเท่า	6
1.5 พฤติกรรมแบบ Geometrical Non-Linearity ของคันทับ	8
1.6 ความสัมพันธ์ของความเค้นและความเครียดแบบ Nonlinear Elastic	8
1.7 3-D Reinforced Concrete Solid	9
1.8 การวางตัวของเหล็กเสริม	12
1.9 การแตกร้าวแบบปิดและการแตกร้าวแบบเปิด	15
1.10 ค่าความเค้นในสภาวะที่มีการแตกร้าวของคอนกรีต	16
2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียดของคอนกรีต ตามทฤษฎีของ Todeschini	23
2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียดของคอนกรีตที่ค่า กำลังต้านทานแรงอัดต่างๆตามทฤษฎีของ Todeschini	23
2.3 การประมาณค่าความเค้นและความเครียดของคอนกรีตให้เป็นแบบเส้นตรง	24
2.4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียดของคอนกรีตที่ $f_c' = 250$ กก./ ตร.ซม.	25
2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียดของเหล็กเสริม	26
2.6 แบบจำลองสามมิติของแผ่นพื้น	28
2.7 แบบจำลองสองมิติของแผ่นพื้น	30
3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผลเทียบกับอัตราส่วน โมเมนต์ต่อโมเมนต์การแตกร้าวที่อัตราส่วน $L1/L2 = 0.5$ และ $c2/L1 = 0.04$	32

3.15 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผลที่เปอร์เซ็นต์การเสริมเหล็กต่างๆ และที่อัตราส่วน $C1/L1=0.04$ และ $C2/L1=0.08$	42
3.16 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผลที่เปอร์เซ็นต์การเสริมเหล็กต่างๆและที่อัตราส่วน $C1/L1=0.08$ และ $C2/L1=0.08$	43
3.16 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผลที่เปอร์เซ็นต์การเสริมเหล็กต่างๆ และที่อัตราส่วน $C1/L1=0.12$ และ $C2/L1=0.08$	43
3.17 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การเสริมเหล็กกับค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผลเมื่อวัสดุมีคุณสมบัติอยู่ในช่วงยืดหยุ่นของแผ่นพื้นขนาด $C2/L1=0.08; L1/L2=1$	44
4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผลกับอัตราส่วนรูปร่างของแผ่นพื้นกรณีเสาที่เหลื่อมจัดรัส	46
4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผลกับอัตราส่วนรูปร่างของแผ่นพื้นกรณีเสาที่เหลื่อมคั่นผ้า	46
4.3 ค่าความเค้นในแนวแกนและความเค้นเฉือนของโหนดตรงมุมเสา (บนผิวที่เป็นแรงกด)	48
4.4 ค่าความเค้นในแนวแกนและความเค้นเฉือนของโหนดตรงมุมเสา (บนผิวที่เป็นแรงดึง)	49
4.5 ค่าความเค้นในแนวแกนและความเค้นเฉือนของโหนดบริเวณมุมเสา (บนผิวที่เป็นแรงกด)	49
4.6 ค่าความเค้นในแนวแกนและความเค้นเฉือนของโหนดบริเวณมุมเสา (บนผิวที่เป็นแรงดึง)	49
4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนโมเมนต์ M'/Mcr กับอัตราส่วนรูปร่างพื้น $L1/L2$ ที่เสาขนาดต่างๆกัน	53
4.8 เส้นแนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการเสริมเหล็กกับการลดลงของค่าสัมประสิทธิ์ก่อนที่แผ่นพื้นจะเสียหาย ในแผ่นพื้นที่มีขนาด $L1/L2=1$	55
4.9 เส้นแนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการเสริมเหล็กในแผ่นพื้นกับค่าอัตราส่วน M'/Mcr ที่แผ่นพื้นรับได้ก่อนที่จะเสียหาย	56

4.10 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิ์ผลกับงานวิจัยของ Pecknold(1975) ของแผ่นพื้น $L1/L2=0.5$	57
4.11 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิ์ผลกับงานวิจัยของ Pecknold(1975) ของแผ่นพื้น $L1/L2=1.0$	58
4.12 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิ์ผลกับงานวิจัยของ Pecknold(1975)ของแผ่นพื้น $L1/L2=2.0$	58