

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ฎ
สารบัญภาพ	ฏ
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	<b>1</b>
1.1 ปัญหาและที่มาของโครงการ	1
1.2 ความเสี่ยงภัยจากแผ่นดินไหวในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่	3
1.3 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
1.4 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	15
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษา	15
1.6 ขอบเขตงานวิจัย	15
<b>บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย</b>	<b>17</b>
2.1 ชนิดของระบบชั้นส่วนสำเร็จรูป	17
2.2 จุดต่อของโครงสร้างชั้นส่วนคาน-เสาสำเร็จรูป	21
2.3 ชนิดจุดต่อตามมาตรฐาน Euro code 3	29
2.4 คุณสมบัติของจุดต่อ	30
2.5 กลไกการรับแรงจุดต่อระหว่างคาน-เสาในโครงสร้างคอนกรีตชั้นเดียว	32
2.6 ความเหนียว (Ductility)	35
2.7 การสลายพลังงาน (Energy Dissipation)	37
2.8 การเสื่อมถอยของค่าความแข็งแรง (Stiffness Degradation)	38
2.9 ระยะเวลาเลื่อนที่สัมพันธ์ (Drift ratio)	39

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
<b>บทที่ 3 วิธีการวิจัย</b>	40
3.1 ตัวอย่างทดสอบ	41
3.1.1 รายละเอียดของเหล็กเสริม	43
3.2 การเตรียมตัวอย่างและประกอบตัวอย่าง	50
3.2.1 การเตรียมตัวอย่าง	50
3.2.2 การประกอบตัวอย่าง	54
3.3 การติดตั้งและวิธีการทดสอบ	56
3.3.1 การติดตั้งตัวอย่างทดสอบ	56
3.3.2 การติดตั้งเครื่องมือวัดค่า	57
3.4 วิธีการทดสอบ	60
<b>บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิเคราะห์ผลการวิจัย</b>	62
4.1 คุณสมบัติวัสดุ	62
4.1.1 คอนกรีต	62
4.1.2 เหล็กเสริม	63
4.2 พัฒนาการของการเกิดรอยร้าวและการวิบัติ	65
4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำด้านข้างและระยะเคลื่อนที่สัมพัทธ์	87
4.3.1 เปรียบเทียบกำลัง	94
4.4 การสลายพลังงาน (Energy dissipation)	95
4.5 ค่าความแข็งเกร็ง (Stiffness)	97
4.5.1 ค่าความแข็งเกร็ง	97
4.5.2 การเสื่อมถอยของค่าความแข็งเกร็ง	98
4.6 การเสียรูปเนื่องจากแรงเฉือน	100
4.7 ค่ามุมหมุนเกร็งและมุมหมุนดัดที่คาน (Rocking angle and Flexural rotation)	106

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.8 ความเหนียว (Ductility)	113
4.9 ความเครียดในเหล็กเสริม (Strain )	115
4.10 การวิเคราะห์การเสีรูปร่างของตัวอย่างทดสอบ	131
4.11 เปรียบเทียบปริมาณการเสีรูปร่างของตัวอย่างทดสอบ	139
<b>บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการวิจัย</b>	<b>145</b>
5.1 การวิบัติของตัวอย่างทดสอบ	145
5.2 พฤติกรรมการรับแรงแบบวิบัติ	146
5.3 คุณสมบัติของจุดต่อในการใช้งานในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย	148
<b>บรรณานุกรม</b>	<b>150</b>
<b>ภาคผนวก</b>	<b>152</b>
<b>ประวัติผู้เขียน</b>	<b>160</b>

## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
3.1 ปริมาณเหล็กเสริมในตัวอย่างทดสอบ	42
3.2 กำลังที่ออกแบบ	43
4.1 ผลการทดสอบกำลังอัดประลัยของคอนกรีตในตัวอย่างแบบหล่อในที่	62
4.2 ผลการทดสอบกำลังอัดประลัยของตัวอย่างแบบขึ้นส่วนสำเร็จรูป	63
4.3 ผลการทดสอบคุณสมบัติของเหล็กเสริมที่ใช้ในการศึกษา	64
4.4 พัฒนาการของรอยร้าวของตัวอย่าง M1	65
4.5 พัฒนาการของรอยร้าวของตัวอย่าง M2	71
4.6 พัฒนาการของรอยร้าวของตัวอย่าง P1	77
4.7 พัฒนาการของรอยร้าวของตัวอย่าง P2	82
4.8 ค่า Story shear สูงสุดของตัวอย่างทดสอบ	95
4.9 ค่าความเหนียวของตัวอย่างทดสอบ	115

## สารบัญภาพ

รูป	หน้า
1.1 อาคารที่มีรูปร่างปกติทั้งแนวตั้ง และ แนวราบ	2
1.2 แรงและโมเมนต์ในโครงเฟรมรับแรงด้านข้างและแรงแนวตั้ง	3
1.3 แผนที่แสดงระดับอัตราเร่งพื้นดินสูงสุด (ในหน่วยเทียบกับความเร่งแรงโน้มถ่วงของโลก) ที่มีโอกาสเกิดในระดับที่รุนแรงมากกว่าได้ร้อยละ 10 ในช่วงคาบเวลา 50 ปี และ โชนพื้นที่เพื่อการออกแบบ	4
1.4 แผนที่ความเสี่ยงภัยแผ่นดินไหวของประเทศไทย	5
1.5 ตัวอย่างทดสอบเพื่อศึกษาพฤติกรรมการรับแรงและลักษณะการวิบัติ	6
1.6 รูปแบบความเสียหายของจุดต่อที่ออกแบบตาม ACI318	7
1.7 รูปแบบความเสียหายของจุดต่อที่มีการเสริมกำลัง	7
1.8 การวิบัติของจุดต่อที่มีการเสริมกำลังบริเวณจุดต่อ	8
1.9 รายละเอียดเหล็กเสริม ในจุดต่อของตัวอย่างทดสอบ	9
1.10 ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับตัวอย่าง	9
1.11 ตัวอย่างทดสอบที่มีการแปรผันจำนวนเหล็กปลอกและความลึกคาน	10
1.12 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงและระยะการเคลื่อนที่	11
1.13 ตัวอย่างทดสอบ	12
1.14 รูปแบบการเสริมเหล็กเสริมระดับกลาง	14
1.15 การวิบัติด้วยแรงเฉือนบริเวณจุดต่อ	14
1.16 การเกิดจุดหมุนพลาสติกอย่างสมบูรณ์ที่คาน	15
2.1 การก่อสร้างอาคาร โดยระบบ Large - panel systems	18
2.2 ชั้นส่วนแผ่นกว้างสำเร็จรูปแบบมีเหล็กเดือยและร่องสำหรับเชื่อมต่อ	18
2.3 ชั้นส่วนประกอบของโครงสร้างระบบโครงเฟรม	19
2.4 ชั้นส่วนเฟรมสำเร็จรูปแบบแท่งยาว และ ชั้นส่วนคานเสาซึ่งต่อแบบรูปแบบไม้กางเขน	20
2.5 ชั้นส่วนแผ่นพื้นสำเร็จรูป	21

## สารบัญภาพ (ต่อ)

รูป	หน้า
2.6 จุดเชื่อมต่อกาน-เสาที่ใช้ระบบ equivalent monolithic	21
2.7 อาคาร Paramount และรูปแบบจุดต่อที่ใช้	23
2.8 จุดต่อชิ้นส่วนสำเร็จแบบมีความเหนียวโดยวิธี equivalent monolithic systems	24
2.9 การเชื่อมต่อเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก	25
2.10 การเชื่อมต่อคานคอนกรีตเสริมเหล็ก	26
2.11 การเชื่อมต่อโดยวิธี equivalent monolithic systems ชนิดดึงเหล็กที่หลัง	27
2.12 ระบบคาน pretensioned ที่ทำการดึงลวดผ่านเสาด้วยระบบ debond	28
2.13 รายละเอียดการเสริมเหล็กของจุดต่อระบบผสม	28
2.14 การแบ่งแยกชนิดจุดต่อตาม Euro Code 3	30
2.15 คานคอนกรีตสำเร็จรูปปรับโมเมนต์	31
2.16 ความสัมพันธ์ระหว่างมุมหมุน ( $\Phi$ ) และ โมเมนต์ (M)	31
2.17 แรงและโมเมนต์ที่กระทำกับโครงสร้างคาน – เสา	32
2.18 กลไกการรับแรงเฉือนของจุดต่อกาน – เสา	33
2.19 หน่วยแรงยึดเหนี่ยว (Bond stress) ที่เกิดกับเหล็กเสริมของคานภายในจุดต่อ	34
2.20 กลไกการการเกิดเสียหายที่ต่างกันของจุดต่อรูปตัว T	35
2.21 วิธีการประเมินค่าความเหนียวโดย Sheikh และ Khoury	36
2.22 วิธีการประเมินค่าความเหนียวโดย Legeron และ Paultre	36
2.23 วิธีคำนวณค่าความเหนียวที่เสนอโดย Park	37
2.24 การคำนวณค่าอัตราส่วนการหน่วงเทียบเท่า	38
2.25 การวัดอัตราส่วนการเคลื่อนตัวสัมพัทธ์ระหว่างชั้น	39
3.1 โมเมนต์ที่เกิดในโครงสร้างเมื่อมีแรงกระทำด้านข้าง	40
3.2 รายละเอียดการเสริมเหล็กของตัวอย่าง M1	45
3.3 รายละเอียดการเสริมเหล็กของตัวอย่าง M2	46
3.4 เหล็ก plate สำหรับเชื่อมต่อกับชิ้นส่วนเสาท่อนล่าง	47
3.5 เหล็กหน้าตัดรูปตัว T	47

## สารบัญภาพ (ต่อ)

รูป	หน้า
3.6 รายละเอียดการเสริมเหล็กของตัวอย่าง P1	48
3.7 รายละเอียดการเสริมเหล็กของตัวอย่าง P2	49
3.8 การมัดเหล็กของตัวอย่างแบบเทในที่	50
3.9 การแต่งผิวเหล็กให้เรียบ	50
3.10 การติด strain gauge	51
3.11 การพันเทปปิด strain gauge และทาทับด้วยขี้ผึ้ง	51
3.12 การเสริมเหล็กเสริมของเสาท่อนบน	52
3.13 เหล็กเสริมของเสาท่อนล่าง	53
3.14 การเตรียมเหล็กเสริมของชิ้นส่วนคาน	53
3.15 การเชื่อมต่อชิ้นส่วนคานสำเร็จรูปตัวอย่าง P2	54
3.16 การประกอบตัวอย่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป	55
3.17 การปรับชิ้นส่วนให้ตั้งฉากกัน	55
3.18 เทปูนเกร้าที่ปิดจุดเชื่อมตัวอย่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป	55
3.19 การออกแบบการติดตั้งตัวอย่างทดสอบ	56
3.20 การติดตั้งตัวอย่างทดสอบในโรงปฏิบัติการ	57
3.21 หลักการวัดมุมคดเนื่องจากแรงเฉือน	58
3.22 การติดตั้งเครื่องมือวัดค่ามุมคดเนื่องจากแรงเฉือน	58
3.23 หลักการวัดค่า rocking angle	59
3.24 การวัดค่ามุมคดเนื่องจากแรงคดที่คาน	59
3.25 การติดตั้งเครื่องมือวัดค่าการเสยรูปในการทดสอบจริง	60
3.26 การกำหนดขอบของการเคลื่อนที่ของตัวอย่างทดสอบโดย ACI T1.1 (2001)	61
3.27 การติดตั้งเครื่องมืออ่านค่าแรงและระยะเคลื่อนที่สัมพัทธ์	61
4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นดึงกับความเครียดของเหล็กเสริมที่ใช้ในการศึกษา	64
4.2 การพัฒนาของรอยร้าวในตัวอย่าง M1	70
4.3 การวิบัติของตัวอย่าง M1	70

## สารบัญภาพ (ต่อ)

รูป	หน้า
4.4 การพัฒนาของรอยร้าวในตัวอย่าง M2	76
4.5 การวิบัติของตัวอย่าง M2	76
4.6 การพัฒนาของรอยร้าวในตัวอย่าง P1	81
4.7 การวิบัติของตัวอย่าง P1	82
4.8 การพัฒนาของรอยร้าวในตัวอย่าง P2	87
4.9 การวิบัติของตัวอย่าง P2	87
4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำด้านข้างและการเคลื่อนตัวสัมพัทธ์ระหว่างชั้น ตัวอย่าง M1	89
4.11 การลดลงของกำลังเทียบกับรอบแรกในตัวอย่าง M1	89
4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำด้านข้างและระยะการเคลื่อนตัวสัมพัทธ์ระหว่างชั้น ตัวอย่าง M2	90
4.13 การลดลงของกำลังเทียบกับรอบแรกในตัวอย่าง M2	91
4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำด้านข้างและระยะการเคลื่อนตัวสัมพัทธ์ระหว่างชั้น ตัวอย่าง P1	92
4.15 การลดลงของกำลังเทียบกับรอบแรกในตัวอย่าง P1	92
4.16 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำด้านข้างและระยะการเคลื่อนตัวสัมพัทธ์ระหว่างชั้น ตัวอย่าง P2	93
4.17 การลดลงของกำลังเทียบกับรอบแรกในตัวอย่าง P2	94
4.18 ค่ากำลังจากเส้น โครงขอบนอก (envelope curve)	95
4.19 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าหน่วยหนืดเทียบกับค่าระยะการเคลื่อนตัวสัมพัทธ์ระหว่างชั้น	97
4.20 อัตราส่วนค่าความแข็งเกร็งเทียบกับตัวอย่างอ้างอิง	98
4.21 การเสื่อมถอยของค่าความแข็งเกร็ง	99
4.22 ตำแหน่งที่วัดการเสียรูปเนื่องจากแรงเฉือน	100
4.23 ค่าการเสียรูปเนื่องจากแรงเฉือนที่ตำแหน่ง J ตัวอย่าง M1	101
4.24 ค่าการเสียรูปเนื่องจากแรงเฉือนที่ตำแหน่ง B1 ตัวอย่าง M1	101

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูป	หน้า
4.25 ค่าการเสียรูปเนื่องจากแรงเฉือนที่ตำแหน่ง B2 ตัวอย่าง M1	101
4.26 ค่าการเสียรูปเนื่องจากแรงเฉือนที่ตำแหน่ง J ตัวอย่าง M2	102
4.27 ค่าการเสียรูปเนื่องจากแรงเฉือนที่ตำแหน่ง B1 ตัวอย่าง M2	102
4.28 ค่าการเสียรูปเนื่องจากแรงเฉือนที่ตำแหน่ง B2 ตัวอย่าง M2	103
4.29 ค่าการเสียรูปเนื่องจากแรงเฉือนที่ตำแหน่ง J ตัวอย่าง P1	103
4.30 ค่าการเสียรูปเนื่องจากแรงเฉือนที่ตำแหน่ง B1 ตัวอย่าง P1	104
4.31 ค่าการเสียรูปเนื่องจากแรงเฉือนที่ตำแหน่ง B2 ตัวอย่าง P1	104
4.32 ค่าการเสียรูปเนื่องจากแรงเฉือนที่ตำแหน่ง J ตัวอย่าง P2	105
4.33 ค่าการเสียรูปเนื่องจากแรงเฉือนที่ตำแหน่ง B1 ตัวอย่าง P2	105
4.34 ค่าการเสียรูปเนื่องจากแรงเฉือนที่ตำแหน่ง B2 ตัวอย่าง P2	105
4.35 ค่ามุมหมุนที่คาน	106
4.36 ค่ามุมหมุนเกร็งที่หน้าเสาต้านซ้าย ตัวอย่าง M1	107
4.37 ค่ามุมหมุนเกร็งที่หน้าเสาต้านขวา ตัวอย่าง M1	107
4.38 ค่ามุมหมุนคดที่คานต้านซ้าย ตัวอย่าง M1	107
4.39 ค่ามุมหมุนคดที่คานต้านขวา ตัวอย่าง M1	108
4.40 ค่ามุมหมุนเกร็งที่หน้าเสาต้านซ้าย ตัวอย่าง M2	108
4.41 ค่ามุมหมุนเกร็งที่หน้าเสาต้านขวา ตัวอย่าง M2	109
4.42 ค่ามุมหมุนคดที่คานต้านซ้าย ตัวอย่าง M2	109
4.43 ค่ามุมหมุนคดที่คานต้านขวา ตัวอย่าง M2	109
4.44 ค่ามุมหมุนเกร็งที่หน้าเสาต้านซ้าย ตัวอย่าง P1	110
4.45 ค่ามุมหมุนเกร็งที่หน้าเสาต้านขวา ตัวอย่าง P1	110
4.46 ค่ามุมหมุนคดที่คานต้านซ้าย ตัวอย่าง P1	111
4.47 ค่ามุมหมุนคดที่คานต้านขวา ตัวอย่าง P1	111
4.48 ค่ามุมหมุนเกร็งที่หน้าเสาต้านซ้าย ตัวอย่าง P2	112
4.49 ค่ามุมหมุนเกร็งที่หน้าเสาต้านขวา ตัวอย่าง P2	112

## สารบัญภาพ (ต่อ)

รูป	หน้า
4.50 ค่ามุมหมุนคัตที่คานด้านซ้าย ตัวอย่าง P2	112
4.51 ค่ามุมหมุนคัตที่คานด้านขวา ตัวอย่าง P2	113
4.52 การหาค่าความเหนียวในตัวอย่าง P1	114
4.53 ตำแหน่งที่ติดตั้ง Strain gauge ตัวอย่าง M1	116
4.54 ค่าความเครียดในเหล็กเสริมบนของคานที่ drift ratio ต่างๆ (เคลื่อนที่ในทิศบวก)	117
4.55 ค่าความเครียดในเหล็กเสริมบนของคานที่ drift ratio ต่างๆ (เคลื่อนที่ในทิศลบ)	117
4.56 ค่าความเครียดในเหล็กเสริมล่างของคานที่ drift ratio ต่างๆ (เคลื่อนที่ในทิศบวก)	118
4.57 ค่าความเครียดในเหล็กเสริมล่างของคานที่ drift ratio ต่างๆ (เคลื่อนที่ในทิศลบ)	118
4.58 ตำแหน่งที่ติดตั้ง Strain gauge ตัวอย่าง M2	119
4.59 ค่าความเครียดในเหล็กเสริมบนของคานที่ drift ratio ต่างๆ (เคลื่อนที่ในทิศบวก)	120
4.60 ค่าความเครียดในเหล็กเสริมบนของคานที่ drift ratio ต่างๆ (เคลื่อนที่ในทิศลบ)	120
4.61 ค่าความเครียดในเหล็กเสริมระดับกลางที่ drift ratio ต่างๆ (เคลื่อนที่ในทิศบวก)	121
4.62 ค่าความเครียดในเหล็กเสริมระดับกลางที่ drift ratio ต่างๆ (เคลื่อนที่ในทิศลบ)	122
4.63 ตำแหน่งที่ติดตั้ง Strain gauge ตัวอย่าง P1	122
4.64 ค่าความเครียดในเหล็กเสริมบนของคานที่ drift ratio ต่างๆ (เคลื่อนที่ในทิศบวก)	123
4.65 ค่าความเครียดในเหล็กเสริมบนของคานที่ drift ratio ต่างๆ (เคลื่อนที่ในทิศลบ)	124
4.66 ค่าความเครียดในเหล็กเสริมล่างของคานที่ drift ratio ต่างๆ (เคลื่อนที่ในทิศบวก)	125
4.67 ค่าความเครียดในเหล็กเสริมล่างของคานที่ drift ratio ต่างๆ (เคลื่อนที่ในทิศลบ)	125
4.68 ตำแหน่ง strain gauge หมายเลข 15 และ 17	126
4.69 การติด strain gauge ที่แกนสะเทินของเหล็กหน้าตัดตัว T	126
4.70 ตำแหน่งที่ติดตั้ง Strain gauge ตัวอย่าง P2	127
4.71 ค่าความเครียดในเหล็กเสริมบนของคานที่ drift ratio ต่างๆ (เคลื่อนที่ในทิศบวก)	127
4.72 ค่าความเครียดในเหล็กเสริมบนของคานที่ drift ratio ต่างๆ (เคลื่อนที่ในทิศลบ)	128
4.73 ค่าความเครียดในเหล็กเสริมแนวทแยงที่ drift ratio ต่างๆ (เคลื่อนที่ในทิศบวก)	128
4.74 ค่าความเครียดในเหล็กเสริมแนวทแยงที่ drift ratio ต่างๆ (เคลื่อนที่ในทิศลบ)	129

## สารบัญภาพ (ต่อ)

รูป	หน้า
4.75 ค่าความเครียดในเหล็กเสริมล่างของคานที่ drift ratio ต่างๆ (เคลื่อนที่ในทิศบวก)	130
4.76 ค่าความเครียดในเหล็กเสริมล่างของคานที่ drift ratio ต่างๆ (เคลื่อนที่ในทิศลบ)	130
4.77 การวัดการเสยรูปเนื่องจากแรงเฉือน	131
4.78 การวัดการเสยรูปเนื่องจากแรงดัด	132
4.79 เปรียบเทียบการเสยรูปเนื่องจากแรงเฉือนที่ตำแหน่งต่างๆของตัวอย่าง M1	133
4.80 เปรียบเทียบการเสยรูปเนื่องจากแรงดัดที่ตำแหน่งต่างๆของตัวอย่าง M1	133
4.81 เปรียบเทียบการเสยรูปเนื่องจากแรงเฉือนที่ตำแหน่งต่างๆของตัวอย่าง M2	134
4.82 เปรียบเทียบการเสยรูปเนื่องจากแรงดัดที่ตำแหน่งต่างๆของตัวอย่าง M2	135
4.83 เปรียบเทียบการเสยรูปเนื่องจากแรงเฉือนที่ตำแหน่งต่างๆของตัวอย่าง P1	136
4.84 เปรียบเทียบการเสยรูปเนื่องจากแรงดัดที่ตำแหน่งต่างๆของตัวอย่าง P1	136
4.85 เปรียบเทียบการเสยรูปเนื่องจากแรงเฉือนที่ตำแหน่งต่างๆของตัวอย่าง P2	138
4.86 เปรียบเทียบการเสยรูปเนื่องจากแรงดัดที่ตำแหน่งต่างๆของตัวอย่าง P2	138
4.87 ความเสียหายที่เกิดขึ้นที่ปลายคานด้านขวาที่ระยะการเคลื่อนตัวสัมพัทธ์ระหว่างชั้น 1.40 %	139
4.88 ความสัมพันธ์ระหว่างการเสยรูปเนื่องจากแรงเฉือนบริเวณจุดต่อและระยะการเคลื่อนตัวสัมพัทธ์ระหว่างชั้น	141
4.89 ความสัมพันธ์ระหว่างการเสยรูปเนื่องจากแรงเฉือนบริเวณจุดต่อและแรงเฉือนระหว่างชั้น	141
4.90 ความสัมพันธ์ระหว่างการเสยรูปเนื่องจากแรงเฉือนบริเวณปลายคานและระยะการเคลื่อนตัวสัมพัทธ์ระหว่างชั้น	142
4.91 ความสัมพันธ์ระหว่างการเสยรูปเนื่องจากแรงเฉือนบริเวณปลายคานและแรงเฉือนระหว่างชั้น	142
4.92 ความสัมพันธ์ระหว่างการเสยรูปเนื่องจากแรงดัดบริเวณหน้าเสาและระยะการเคลื่อนตัวสัมพัทธ์ระหว่างชั้น	143

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูป	หน้า
4.93 ความสัมพันธ์ระหว่างการเสียรูปเนื่องจากแรงดัดบริเวณหน้าเสาและแรงเฉือนระหว่างชั้น	143
4.94 ความสัมพันธ์ระหว่างการเสียรูปเนื่องจากแรงดัดภายในคานและระยะการเคลื่อนตัวสัมพันธ์ระหว่างชั้น	144
4.95 ความสัมพันธ์ระหว่างการเสียรูปเนื่องจากแรงดัดภายในคานและแรงเฉือนระหว่างชั้น	144