

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
Abstract	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูปภาพ	ฉ
บทที่	
1. บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบข่ายของโครงการ	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานของโครงการ	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.6 งบประมาณการดำเนินงาน	3
2. หลักการและทฤษฎี	
2.1 ความเค้น	4
2.2 ความเครียด	7
2.3 พฤติกรรมยืดหยุ่นและพลาสติก	8
2.4 กฎของฮุก	9
2.5 อัตราส่วนปัวซอง	10
2.6 แผนภาพของความเค้นกับความเครียด	11
2.7 ความเค้นใช้งาน	15
2.8 ความเค้นหนาแน่น	16
2.9 ตัวประกอบความเค้นหนาแน่น	17
2.10 พลังงานความเครียด	19
2.11 การรวมจุดความเค้นกับโหนดคงที่	21

2.12 การวิเคราะห์ด้วยไฟไนต์เอลิเมนต์	22
2.12.1 หลักการของไฟไนต์เอลิเมนต์	24
2.12.2 การใช้งานจริง	27
2.12.3 การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการวิเคราะห์ FEA	30
3. วิธีการดำเนินโครงการและการทดลอง	33
4. ผลการทดลอง	37
5. วิเคราะห์ผลการทดลองและสรุปผล	48
5.1 ลำดับขั้นตอนการวิเคราะห์	48
5.2 ลำดับขั้นตอนการสรุป	48
5.3 การวิเคราะห์การยึดตัวของชิ้นงานที่ 0.2 % Proof stress	49
5.4 การวิเคราะห์ผลของมุมและขนาดความลึกของรอยบากต่อค่า 0.2 % Proof stress	52
5.5 การวิเคราะห์ผลของมุมและขนาดความลึกของรอยบากต่อค่า Ultimate strength	52
5.6 การวิเคราะห์ความเค้นและความเครียดจากโปรแกรม ANSYS 5.4	53
5.7 การวิเคราะห์แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่าง Maximum stress และมุมของรอยบาก	91
5.8 การวิเคราะห์แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่าง Maximum strain และมุมของรอยบาก	91
5.9 การวิเคราะห์แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่าง Minimum stress และมุมของรอยบาก	91
5.10 การวิเคราะห์แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่าง Minimum strain และมุมของรอยบาก	92
5.11 การวิเคราะห์แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่าง Stress ratio และมุมของรอยบาก	97
5.12 การวิเคราะห์แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่าง Strain energy และมุมของรอยบาก	97
5.13 การวิเคราะห์แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่าง Stress ratio factor และมุมของรอยบาก	98
5.14 อิทธิพลของคอคอดต่อความแข็งแรงของวัสดุ	99
5.15 สรุปผลการทดลอง	100
6. ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนาโครงการการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเค้นและความเครียดบนชิ้นงานเหล็กเหนียวที่มีรอยบาก	101
6.1 การออกแบบชิ้นงานที่ใช้ในการทดลอง	101
6.2 การเตรียมชิ้นงาน	101
6.3 การพิจารณาจุดสุดท้ายของการใช้งาน	101
6.4 การติดอุปกรณ์ Extensometer	102
6.5 การกำหนดวัสดุที่ใช้ในการทดลอง	102
บรรณานุกรม	103
ภาคผนวก ก	104
ภาคผนวก ข	105

ภาคผนวก ค
ประวัตินักศึกษา

112

113

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 1 ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 1	37
ตารางที่ 2 ตารางบันทึกค่า 0.2 % Proof stress ที่ขนาดความลึกของรอยบากขนาด = 3 mm	38
ตารางที่ 3 ตารางบันทึกค่า 0.2 % Proof stress ที่ขนาดความลึกของรอยบากขนาด = 5 mm	39
ตารางที่ 4 ตารางบันทึกค่า 0.2 % Proof stress ที่ขนาดความลึกของรอยบากขนาด = 7 mm	40
ตารางที่ 5 ตารางบันทึกค่า 0.2 % Proof stress ที่ขนาดความลึกของรอยบากขนาด = 9 mm	41
ตารางที่ 6 ตารางบันทึกค่า Ultimate strength ที่ขนาดความลึกของรอยบากขนาด = 3 mm	42
ตารางที่ 7 ตารางบันทึกค่า Ultimate strength ที่ขนาดความลึกของรอยบากขนาด = 5 mm	43
ตารางที่ 8 ตารางบันทึกค่า Ultimate strength ที่ขนาดความลึกของรอยบากขนาด = 7 mm	44
ตารางที่ 9 ตารางบันทึกค่า Ultimate strength ที่ขนาดความลึกของรอยบากขนาด = 9 mm	45
ตารางที่ 10 ตารางบันทึกผลการยืดตัวของชิ้นงานรอยบากขนาด 3 mm	46
ตารางที่ 11 ตารางบันทึกผลการยืดตัวของชิ้นงานรอยบากขนาด 5 mm	46
ตารางที่ 12 ตารางบันทึกผลการยืดตัวของชิ้นงานรอยบากขนาด 7 mm	47
ตารางที่ 13 ตารางบันทึกผลการยืดตัวของชิ้นงานรอยบากขนาด 9 mm	47
ตารางที่ 14 ตารางบันทึกผลการวิเคราะห์ค่า Maximum Stress จากโปรแกรม ANSYS 5.4	85
ตารางที่ 15 ตารางบันทึกผลการวิเคราะห์ค่า Minimum Stress จากโปรแกรม ANSYS 5.4	85
ตารางที่ 16 ตารางบันทึกผลการวิเคราะห์ค่า Maximum Strain จากโปรแกรม ANSYS 5.4	86
ตารางที่ 17 ตารางบันทึกผลการวิเคราะห์ค่า Minimum Strain จากโปรแกรม ANSYS 5.4	86
ตารางที่ 18 ตารางผลการคำนวณสัดส่วนความเค้น	93
ตารางที่ 19 ตารางผลการคำนวณผลต่าง Strain energy	93

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
รูปที่ 1 ความเค้นในท่อนวัตถุ	4
รูปที่ 2 ลำดับการวิเคราะห์ความเค้นในท่อนวัตถุ	5
รูปที่ 3 แรง P ที่กระทำจุดใดๆ	6
รูปที่ 4 ความเครียดฉาก	7
รูปที่ 5 พฤติกรรมยืดหยุ่น	8
รูปที่ 6 พฤติกรรมพลาสติก	8
รูปที่ 7 แสดงอัตราส่วนปัวซอง	10
รูปที่ 8 ลักษณะของชั้นทดสอบภาคตัดขวางรูปทรงกลม	12
รูปที่ 9 แผนภาพของความเค้นกับความเครียดของเหล็กกล้าเปอร์เซ็นต์คาร์บอนต่ำ	12
รูปที่ 10 คอคอดในชั้นทดสอบ	13
รูปที่ 11 การหาความเค้นพิสูจน์	14
รูปที่ 12 ชนิดของวัสดุ	15
รูปที่ 13 แสดงค่าจำกัดความของความเค้นหนาแน่น	17
รูปที่ 14 แสดง Stress concentration Factor	17
รูปที่ 15 แสดงค่าการวิเคราะห์ Stress concentration Factor	18
รูปที่ 16 แสดง 2 วิธี ที่สามารถลดความเค้นหนาแน่น	18
รูปที่ 17 แสดงการเกิดพลังงานความเครียด	19
รูปที่ 18 แผนภาพการทดสอบแรงดึง	20
รูปที่ 19 แผนภาพการทดสอบแรงดึงค้ำน้ำหนักเหล็ก	20
รูปที่ 20 การกระจายความเค้นรอบรูวงกลมในแผ่นราบวัสดุเหนียว	21
รูปที่ 21 ตัวอย่างการใช้ FEA ในการวิเคราะห์สภาพวัสดุที่ตกจากที่สูง	22
รูปที่ 22 ลักษณะของ Finite Element	23
รูปที่ 23 Finite Element Mesh	23
รูปที่ 24 ตัวอย่างของการวิเคราะห์ด้วย FEA	24
รูปที่ 25 แท่งวัตถุบางเบาถูกกระทำในจุดต่างๆ	25
รูปที่ 26 แท่งวัตถุต่อกับ 2 ท่อน โดยมีแรงกระทำที่ Node ทั้ง 3	26
รูปที่ 27 Element ซึ่งประกอบด้วย 3 Node แต่ละ Node มี 2 Degree of Freedom	28
รูปที่ 28 รูปประกอบด้วย Element ย่อยๆซึ่งให้ค่า Stiffness Matrix ขนาด 16x16	28

รูปที่ 29 Element ชนิดต่างๆ	29
รูปที่ 30 ขั้นตอนของโปรแกรม FEA	30
รูปที่ 31 ขั้นตอนการทำ Pre – processing	31
รูปที่ 32 ข้อมูลจากระบบ CAD ถูกนำมาสร้าง Mesh	31
รูปที่ 33 ขั้นตอน Post- processing	32
รูปที่ 34 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า 0.2 %Proof Stress และมุมของรอยบาก	50
รูปที่ 35 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Ultimate strength และมุมของรอยบาก	51
รูปที่ 36 ผลการวิเคราะห์ความเค้นของรอยบาก 3 mm มุม 60 องศา	53
รูปที่ 37 ผลการวิเคราะห์ความเค้นของรอยบาก 3 mm มุม 90 องศา	54
รูปที่ 38 ผลการวิเคราะห์ความเค้นของรอยบาก 3 mm มุม 120 องศา	55
รูปที่ 39 ผลการวิเคราะห์ความเค้นของรอยบาก 3 mm มุม 150 องศา	56
รูปที่ 40 ผลการวิเคราะห์ความเค้นของรอยบาก 5 mm มุม 60 องศา	57
รูปที่ 41 ผลการวิเคราะห์ความเค้นของรอยบาก 5 mm มุม 90 องศา	58
รูปที่ 42 ผลการวิเคราะห์ความเค้นของรอยบาก 5 mm มุม 120 องศา	59
รูปที่ 43 ผลการวิเคราะห์ความเค้นของรอยบาก 5 mm มุม 150 องศา	60
รูปที่ 44 ผลการวิเคราะห์ความเค้นของรอยบาก 7 mm มุม 60 องศา	61
รูปที่ 45 ผลการวิเคราะห์ความเค้นของรอยบาก 7 mm มุม 90 องศา	62
รูปที่ 46 ผลการวิเคราะห์ความเค้นของรอยบาก 7 mm มุม 120 องศา	63
รูปที่ 47 ผลการวิเคราะห์ความเค้นของรอยบาก 7 mm มุม 150 องศา	64
รูปที่ 48 ผลการวิเคราะห์ความเค้นของรอยบาก 9 mm มุม 60 องศา	65
รูปที่ 49 ผลการวิเคราะห์ความเค้นของรอยบาก 9 mm มุม 90 องศา	66
รูปที่ 50 ผลการวิเคราะห์ความเค้นของรอยบาก 9 mm มุม 120 องศา	67
รูปที่ 51 ผลการวิเคราะห์ความเค้นของรอยบาก 9 mm มุม 150 องศา	68
รูปที่ 52 ผลการวิเคราะห์ความเครียดของรอยบาก 3 mm มุม 60 องศา	69
รูปที่ 53 ผลการวิเคราะห์ความเครียดของรอยบาก 3 mm มุม 90 องศา	70
รูปที่ 54 ผลการวิเคราะห์ความเครียดของรอยบาก 3 mm มุม 120 องศา	71
รูปที่ 55 ผลการวิเคราะห์ความเครียดของรอยบาก 3 mm มุม 150 องศา	72
รูปที่ 56 ผลการวิเคราะห์ความเครียดของรอยบาก 5 mm มุม 60 องศา	73
รูปที่ 57 ผลการวิเคราะห์ความเครียดของรอยบาก 5 mm มุม 90 องศา	74
รูปที่ 58 ผลการวิเคราะห์ความเครียดของรอยบาก 5 mm มุม 120 องศา	75
รูปที่ 59 ผลการวิเคราะห์ความเครียดของรอยบาก 5 mm มุม 150 องศา	76

รูปที่ 60 ผลการวิเคราะห์ความเครียดของรอยบาก 7 mm มุม 60 องศา	77
รูปที่ 61 ผลการวิเคราะห์ความเครียดของรอยบาก 7 mm มุม 90 องศา	78
รูปที่ 62 ผลการวิเคราะห์ความเครียดของรอยบาก 7 mm มุม 120 องศา	79
รูปที่ 63 ผลการวิเคราะห์ความเครียดของรอยบาก 7 mm มุม 150 องศา	80
รูปที่ 64 ผลการวิเคราะห์ความเครียดของรอยบาก 9 mm มุม 60 องศา	81
รูปที่ 65 ผลการวิเคราะห์ความเครียดของรอยบาก 9 mm มุม 90 องศา	82
รูปที่ 66 ผลการวิเคราะห์ความเครียดของรอยบาก 9 mm มุม 120 องศา	83
รูปที่ 67 ผลการวิเคราะห์ความเครียดของรอยบาก 9 mm มุม 150 องศา	84
รูปที่ 68 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่าง Maximum stress และมุมของรอยบากจากการวิเคราะห์ ด้วย ANSYS 5.4	87
รูปที่ 69 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่าง Maximum strain และมุมของรอยบากจากการวิเคราะห์ ด้วย ANSYS 5.4	88
รูปที่ 70 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่าง Minimum stress และมุมของรอยบากจากการวิเคราะห์ ด้วย ANSYS 5.4	89
รูปที่ 71 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่าง Minimum strain และมุมของรอยบากจากการวิเคราะห์ ด้วย ANSYS 5.4	90
รูปที่ 72 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่าง Stress ratio และมุมของรอยบาก	94
รูปที่ 73 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างผลต่าง Strain energy และมุมของรอยบาก	95
รูปที่ 74 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่าง Stress ratio factor และอัตราส่วน x/h	96
รูปที่ 75 แสดงนิยามของอัตราส่วน x/h	98
รูปที่ 76 ชิ้นงานที่ยึดตัวได้มาตรฐาน	100
รูปที่ 77 การวางตัวในแนวยาวของ Extensometer	101
รูปที่ 78 ชิ้นงานทดสอบเหล็กแผ่นบางตามมาตรฐาน ASTM	111