สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญรูปภาพ	ซ
สารบัญตาราง	ฎ
รายการสัญลักษณ์	ฏ
บทที่1 บทนำ	**1**
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินการ	3
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	**5**
2.1 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.2 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาการรับแรงกระแทก	11
2.3 ความเค้นและความเครียดของวัสดุ	14
บทที่3 วิธีการทดลอง	**19**
3.1 การวิเคราะห์เชิง Finite Element Analysis (FEA)	19
3.2 การสอบเทียบโปรแกรม (Verification)	27
3.3 รายละเอียดของโปรแกรม	28

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่4 การวิเคราะห์ผลการทดลองทางคอมพิวเตอร์	**31**
4.1 ข้อมูลเกี่ยวกับการทดลองและผลการทดลอง	31
4.2 การวิเคราะห์ผลการทดลองทางคอมพิวเตอร์	34
บทที่5 สรุปผลการศึกษา	**45**
5.1 ผลสรุปของการศึกษาการรับแรงกดของโครงสร้างรูปหมวกปิด	45
5.2 ข้อเสนอแนะ	46
บทที่6 ปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะ	**49**
6.1 ปัญหาและอุปสรรค	49
6.2 แนวทางการแก้ไขปัญหา	50
6.3 ข้อเสนอแนะ	50
บรรณานุกรม	**51**
ภาคผนวก	**53**

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่2.1 แสดงรูปแบบการยุบตัวของโครงสร้างรูปหมวกปิดกรณีที่มีขนาด f = 10 มิลลิเมตร L = 500, 333, 250 และ 166 มิลลิเมตร ตามลำดับ 9

รูปที่2.2 แสดงรูปแบบการยุบตัวของโครงสร้างรูปหมวกปิดกรณีที่มีขนาด f = 25 มิลลิเมตร L = 500, 333, 250 และ 166 มิลลิเมตรตามลำดับ 10

รูปที่2.3 แสดงรูปแบบการยุบตัวของโครงสร้างรูปหมวกปิดกรณีที่มีขนาด f = 15 มิลลิเมตร L = 500, 333, 250 และ 166 มิลลิเมตร ตามลำดับ 10

รูปที่2.4 แสดงรูปแบบการยุบตัวของโครงสร้างรูปหมวกปิดกรณีที่มีขนาด f = 20 มิลลิเมตร L = 500, 333, 250 และ 166 มิลลิเมตร ตามลำดับ 11

รูปที่2.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงและระยะยุบตัว (Load - Displacement Curve) เมื่อชิ้นส่วนเกิดการชนกระแทก 12

รูปที่2.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียดทางวิศวกรรม 15

รูปที่2.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียดจริง 17

รูปที่3.1 แสดงหน้าจอตัวอย่างโปรแกรม ABAQUS 19

รูปที่3.2 แสดงลักษณะชิ้นงานในการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม ABSQUS 20

รูปที่3.3 แสดงตัวอย่างภาพที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 24

รูปที่3.4 กราฟแสดงผลการทำ Mesh Independent ในโปรแกรม ABAQUS 25

รูปที่ 3.5 แสดงตัวอย่างชิ้นงานที่ใช้ทดสอบหาคุณสมบัติของวัสดุ 26

รูปที่ 3.6 แสดงคุณสมบัติของชิ้นงานที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 26

รูปที่3.7 แสดงลักษณะของชิ้นงานที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมABAQUS 29

รูปที่4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าภาระและระยะยุบตัว 32

รูปที่4.2 แสดงการเปรียบเทียบค่าพลังงานดูดซับกับระยะห่างระหว่างรอยเชื่อม ที่ความหนา 1.2 มิลิเมตร 35

รูปที่4.3 แสดงการเปรียบเทียบค่าพลังงานดูดซับกับระยะห่างระหว่างรอยเชื่อม ที่ความหนา 1.6 มิลิเมตร 36

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

หน้า

รูปที่4.4 แสดงการเปรียบเทียบค่าพลังงานดูดซับกับระยะห่างระหว่างรอยเชื่อม ที่ความหนา 2.0 มิลิเมตร 37

รูปที่4.5 แสดงค่าพลังงานกับขนาดชิ้นงานที่ระยะห่างระหว่างรอยเชื่อมเท่ากัน (24=60x40 มิลิเมตร x มิลิเมตร, 36=60x60 มิลิเมตร x มิลิเมตร, 28=70x40 มิลิเมตร x มิลิเมตร และ 42=70x60 มิลิเมตร x มิลิเมตร) ที่ความหนา 1.2 มิลิเมตร 38

รูปที่4.6 แสดงค่าพลังงานกับขนาดชิ้นงานที่ระยะห่างระหว่างรอยเชื่อมเท่ากัน (24=60x40 มิลิเมตร x มิลิเมตร, 36=60x60 มิลิเมตร x มิลิเมตร, 28=70x40 มิลิเมตร x มิลิเมตร และ 42=70x60 มิลิเมตร x มิลิเมตร) ที่ความหนา 1.6 มิลิเมตร 38

รูปที่ 4.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนากับค่าพลังงานดูดซับที่ขนาด ชิ้นงาน 60x40 มิลลิเมตร x มิลลิเมตร 39

รูปที่4.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนากับค่าพลังงานดูดซับที่ขนาด ชิ้นงาน 60x60 มิลลิเมตร x มิลลิเมตร 40

รูปที่4.9 แสดงค่าพลังงานดูดซับจำเพาะกับประเภทชิ้นงานที่ระยะห่างรอยเชื่อมเดียวกัน (24=60x40 มิลิเมตร x มิลิเมตร, 36=60x60 มิลิเมตร x มิลิเมตร, 28=70x40 มิลิเมตรx มิลิเมตร และ 42=70x60 มิลิเมตร x มิลิเมตร) ที่ความหนา 1.2 มิลิเมตร 41

รูปที่4.10 แสดงค่าพลังงานดูดซับจำเพาะกับประเภทชิ้นงานที่ระยะห่างรอยเชื่อมเดียวกัน (24=60x40 มิลิเมตร x มิลิเมตร, 36=60x60 มิลิเมตร x มิลิเมตร, 28=70x40 มิลิเมตร x มิลิเมตร และ 42=70x60 มิลิเมตร x มิลิเมตร) ที่ความหนา 1.6 มิลิเมตร 42

รูปที่4.11 แสดงค่าพลังงานดูดซับจำเพาะกับประเภทชิ้นงานที่ระยะห่างรอยเชื่อมเดียวกัน (24=60x40 มิลิเมตร x มิลิเมตร, 36=60x60 มิลิเมตร x มิลิเมตร, 28=70x40 มิลิเมตร x มิลิเมตร และ 4=70x60 มิลิเมตร x มิลิเมตร) ที่ความหนา 2.0 มิลิเมตร 43

รูปที่4.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนากับค่าพลังงานดูดซับจำเพาะที่ขนาด ชิ้นงาน 60x40 (มิลลิเมตร x มิลลิเมตร) 44

รูปที่5.1 แสดงรูปการยุบตัวแบบราบเรียบ ((Regular Progressive Collapse mode) ของชิ้นงานC76-55 46

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

หน้า

รูปที่5.2 แสดงการยุบตัวแบบกึ่งราบเรียบ (Irregular progressive collapse mode ของชิ้นงาน B66-70 47

รูปที่5.3 แสดงการยุบด้วยการโก่งตัว (An Euler-type global bending mode) ของชิ้นงาน C64-85 48

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่1.1 แสดงขั้นตอนการดำเนินงาน ภาคเรียนที่ 1 3
ตารางที่1.2 แสดงขั้นตอนการดำเนินงาน ภาคเรียนที่ 2 3
ตารางที่2.1 แสดงผลการทดลองของ While และ Jones 8
ตารางที่3.1 แสดงข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 24
ตารางที่3.2 แสดงการหา Mesh size 27
ตารางที่3.3 แสดงการหา Velocity 28
ตารางที่3.4 แสดงระยะห่างและจำนวนรอยเชื่อมที่ความยาว 240 มิลิเมตร 30
ตารางที่4.1 ผลการทดลองโครงสร้างรูปหมวกปิดความหนา 1.2 มิลิเมตร 32
ตารางที่4.2 ผลการทดลองโครงสร้างรูปหมวกปิดความหนา 1.6 มิลิเมตร 33
ตารางที่4.3 ผลการทดลองโครงสร้างรูปหมวกปิดความหนา 2.0 มิลิเมตร 34
ตารางที่ 4.4 แสดงน้ำหนักของชิ้นงาน 41

รายการสัญลักษณ์

A	=	พื้นที่หน้าตัด	[mm^2]
a	=	ความกว้างของโครงสร้างรูปหมวกปิด	[mm]
b	=	ความสูงของโครงสร้างรูปหมวกปิด	[mm]
d	=	ระยะห่างระหว่างรอยเชื่อม	[mm]
E_a	=	ค่าพลังงานดูดซับ (Energy absorption)	[J]
E_S	=	ค่าพลังงานดูดซับจำเพาะ (Specific Energy absorption)	[J/kg]
E	=	ค่าความยืดหยุ่นของวัสดุ (Elastic Modulus)	[Pa]
f	=	ค่าความกว้างของขอบโครงสร้างรูปหมวกปิด	[mm]
L	=	ค่าความยาวของชิ้นงานทดสอบ	[mm]
P_m	=	ค่าภาระเฉลี่ย (Mean Load)	[N]
t	=	ความหนาของชิ้นงาน	[mm]
ε^{pl}	=	Plastic Strain	
ε^{t}	=	True Stain	