สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญรูปภาพ	ฌ
สารบัญตาราง	ฎ
รายการสัญลักษณ์	ฐ
ประมวลคำศัพท์และคำย่อ	ฑ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.5 แผนการดำเนินงาน	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	6
2.2 ข้อมูลจำเพาะของรถยนต์โดยสารในประเทศไทย	11
2.3 มาตรฐานสากลในการทดสอบรถยนต์	20
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	22

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดสอบ

3.1 เครื่องทดสอบแบบ Quasi static Compressive & Tensile test Machine 37

3.2 ชิ้นงานที่ใช้ในการทดสอบ 38

3.3 รูปแบบของการทดสอบ 40

3.4 โปรแกรมวิเคราะห์เชิง Finite Element Analysis (FEA) 44

บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง

4.1 การศึกษาการชนในแนวแกน (Axial load) 50

4.2 การศึกษาการชนด้านข้างในลักษณะการดัด (Bending load) 52

4.3 การศึกษาการรับภาระในลักษณะการบิด (Twisting load) 56

บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและเสนอแนะแนวทางการแก้ไขศึกษา

5.1 สรุปผลการศึกษา 60

5.2 ปัญหาที่พบระหว่างทำการศึกษา 62

5.3 ข้อเสนอแนะแนวทางแก้ไขการศึกษา 62

เอกสารอ้างอิง (References) 63

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตัวอย่างการคำนวณตัวแปรต่างๆ ในรูปแบบการชนในแนวแกน (Axial load) 68

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างการแปลงภาระในแนวแกน (Axial load) เป็นแรงดัด (Moment) และตัวอย่างการแปลงระยะยุบตัว (Stroke) เป็นมุมบิด (Radian) ในรูปแบบการชนด้านข้าง (Bending load) 71

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างการแปลงจากภาระในแนวแกน (Axial load) เป็นแรงบิด (Torque) ในรูปแบบการรับภาระแบบบิด (Twisting load) 74

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1.1 แสดงโครงสร้างด้านข้างแบบต่อตรง 2

รูปที่ 1.2 แสดงโครงสร้างด้านข้างแบบต่อสลับฟันปลา 2

รูปที่ 1.3 แสดงโครงสร้างด้านข้างแบบต่อทแยงมุม 3

รูปที่ 1.4 แสดงชิ้นส่วนโครงสร้างด้านข้างของรถยนต์โดยสาร 3

รูปที่ 2.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงและระยะยุบตัว (Load - Displacement Curve) เมื่อเกิดการชนกระแทกและตัวแปรต่างๆ ที่สำคัญในการดูดซับพลังงานจากการกระแทกของโครงสร้าง 6

รูปที่ 2.2 แสดงระยะยุบตัวของชิ้นงานที่มีความหนาแตกต่างกันภายใต้สภาวะขอบเขตเดียวกัน 9

รูปที่ 2.3 แสดงเส้นกราฟของการยุบตัวภายใต้ภาระการชนกระแทก 10

รูปที่ 2.4 แสดงชิ้นส่วนโครงสร้างด้านข้างของรถยนต์โดยสารและขนาดของส่วนต่างๆ 14

รูปที่ 2.5 แสดงชิ้นส่วนโครงสร้างด้านข้างของรถยนต์โดยสารซึ่งต่อติดกับแชสซี 15

รูปที่ 2.6 แสดงบริเวณชิ้นส่วนโครงสร้างด้านข้างที่เสริมความแข็งแรงใต้กระจกด้านข้าง 15

รูปที่ 2.7 แสดงการเชื่อมต่อบริเวณชิ้นส่วนโครงสร้างด้านล่างเพื่อเสริมความแข็งแรง 15

รูปที่ 2.8 แสดงการต่อชิ้นส่วนของโครงสร้างด้านข้างแบบแรก 16

รูปที่ 2.9 แสดงการต่อชิ้นส่วนของโครงสร้างด้านข้างกับชิ้นส่วนโครงสร้างแนวตั้งหรือโครงสร้างเสา 16

รูปที่ 2.10 แสดงการต่อชิ้นส่วนของโครงสร้างด้านข้างกับชิ้นงานที่เสริมความแข็งแรงแบบที่สาม 17

รูปที่ 2.11แสดงการเชื่อมต่อชิ้นส่วนโครงสร้างด้านข้างลำตัวรถกับโครงสร้างหลังคา 18

รูปที่ 2.12 แสดงชิ้นส่วนโครงสร้างหลังคารถยนต์โดยสาร 19

รูปที่ 2.13 แสดงชิ้นส่วนโครงสร้างด้านหน้ารถยนต์โดยสาร 19

รูปที่ 2.14 แสดงชิ้นส่วนโครงสร้างด้านหลังรถยนต์โดยสาร 20

รูปที่ 2.15 แสดงมาตรฐานการทดสอบการชนด้านหน้าของการทดสอบ NCAP 21

รูปที่ 2.16 แสดงมาตรฐานการทดสอบการชนคนเดินเท้าของการทดสอบ NCAP 21

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 2.17 แสดงมาตรฐานการทดสอบการชนด้านข้างของการทดสอบ NCAP 22

รูปที่ 2.18 แสดงชิ้นส่วนด้านหน้ารถยนต์ที่ใช้ทดสอบการกระแทกด้วยโปรแกรม FEA 24

รูปที่ 2.19 ผลการจำลองทางคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม FEA 24

รูปที่ 2.20 แรงปฏิกิริยากับระยะทางเมื่อเกิดการชน 25

รูปที่ 2.21 ชิ้นส่วนที่พิจารณาจากโครงสร้างรถยนต์ 26

รูปที่ 2.22 แสดงรูปทรงต่างๆของร่องที่เซาะ 28

รูปที่ 2.23 (ก) แสดงภาพของหุ่นภายในห้องโดยสารขณะเกิดการชน (ข) ภาพการเคลื่อนที่ของหุ่นขณะเกิดการชน (ค) ภาพแสดงค่าขอบเขตอันตรายที่ยอมให้ได้เมื่อเกิดการชน 28

รูปที่ 2.24 แสดงเส้นรอยพับของชิ้นงานโลหะรูปสี่เหลี่ยมของ Kecman 29

รูปที่ 2.25 กราฟแสดงค่าความสามารถของร่างกายมนุษย์ในการรองรับแรงกระแทกที่อัตราเร่งต่างๆ กันเมื่อเกิดการกระแทก 30

รูปที่ 2.26 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วน (a/g) กับเวลาในการรับแรงกระแทก 31

รูปที่ 2.27 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการบาดเจ็บของศีรษะ (HIC) กับความเร็วในการชนกระแทก (V_2)และอัตราส่วนความเร่งกับแรงดึงดูดของโลก 33

รูปที่ 3.1 แสดงเครื่องทดสอบ Quasi static Compressive & Tensile test Machine 37

รูปที่ 3.2 แสดงขนาดของการต่อแบบตรง 39

รูปที่ 3.3 แสดงขนาดของการต่อแบบทแยงมุม 39

รูปที่ 3.4 แสดงขนาดของการต่อแบบสลับฟันปลา 39

รูปที่ 3.5 การออกแบบตัวจับยึดทดสอบให้รองรับกับชิ้นงานทดสอบ 40

รูปที่ 3.6 แสดงลักษณะการแสดงตัวเลขข้อมูลจากเครื่องทดสอบ EHS 41

รูปที่ 3.7 หัวทดสอบการดัด (Bending test Jig) ตัวเดิม 42

รูปที่ 3.8 หัวทดสอบการดัด (Bending test Jig) ที่ทำการปรับปรุงแล้ว 42

รูปที่ 3.9 แสดงภาพลักษณะของหัวทดสอบการบิด (Twisting test Jig) 43

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.10 ลักษณะชิ้นงานหมุนบิดเมื่อทำการทดสอบ 43
รูปที่ 3.11 แสดงโปรแกรม ABAQUS CAE 44
รูปที่ 3.12 แสดงตัวอย่าง Input File ที่ใช้วิเคราะห์ในโปรแกรม ABAQUS Command 45
รูปที่ 3.13 แสดงผลการวิเคราะห์ในโปรแกรม ABAQUS Viewer 46
รูปที่ 4.1 แสดงลักษณะการเสียหายการชนในแนวแกนของโครงสร้างแบบต่อตรง 48
รูปที่ 4.2 แสดงลักษณะการเสียหายการชนในแนวแกนของโครงสร้างแบบต่อทแยงมุม 49
รูปที่ 4.3 แสดงลักษณะการเสียหายการชนในแนวแกนของโครงสร้างแบบต่อสลับฟันปลา 50
รูปที่ 4.4 แสดงกราฟเปรียบเทียบการชนในแนวแกนของโครงสร้างแต่ละแบบ 50
รูปที่ 4.5 แสดงลักษณะการเสียหายการชนด้านข้างแบบดัดของโครงสร้างแบบต่อตรง 52
รูปที่ 4.6 แสดงลักษณะการเสียหายการชนด้านข้างแบบดัดของโครงสร้างแบบทแยงมุม 53
รูปที่ 4.7 แสดงลักษณะการเสียหายการชนด้านข้างแบบดัดของโครงสร้างแบบสลับฟันปลา 53
รูปที่ 4.8 แสดงกราฟเปรียบเทียบการชนด้านข้างแบบดัดของโครงสร้างแต่ละแบบ 54
รูปที่ 4.9 แสดงลักษณะเสียหายของโครงสร้างแบบต่อขนานในลักษณะการบิด 56
รูปที่ 4.10 แสดงลักษณะเสียหายของโครงสร้างแบบต่อทแยงมุมในลักษณะการบิด 56
รูปที่ 4.11 แสดงลักษณะเสียหายโครงสร้างแบบสลับฟันปลาในลักษณะการบิด 57
รูปที่ 4.12 แสดงกราฟเปรียบเทียบการเสียหายแบบบิดของโครงสร้างแต่ละแบบ 57

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 แสดงแผนการดำเนินงานเทอมที่ 1 4
ตารางที่ 1.2 แสดงแผนการดำเนินงานเทอมที่ 2 5
ตารางที่ 2.1 แสดงข้อมูลและรายละเอียดของรถยนต์โดยสารตามแต่ละมาตรฐาน 11
ตารางที่ 2.2 แสดงข้อมูลของขนาดรถยนต์โดยสาร 12
ตารางที่ 2.3 สถิติจำนวนรถจดทะเบียนใหม่ตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ และกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบกสำหรับรถยนต์โดยสารประเภทต่างๆ ปี 2534-2548 13
ตารางที่ 2.4 ความหนาของชิ้นส่วนหลักต่างๆในโครงสร้างด้านข้างของรถยนต์โดยสาร 14
ตารางที่ 2.5 แสดงค่ารัศมีส่วนโค้งของมุมชิ้นงานทดสอบที่ตำแหน่งต่างๆของกล่องอลูมิเนียม 26
ตารางที่ 2.6 แสดงระยะที่เซาะร่องและพลังงานที่ดูดซับได้เมื่อเปลี่ยนระยะการเซาะร่องชิ้นงาน 27
ตารางที่ 4.1 แสดงค่าที่ได้จากการศึกษาของโครงสร้างในแต่ละแบบของการชนในแนวแกน 51
ตารางที่ 4.2 แสดงค่าที่ได้จากการศึกษาของโครงสร้างในแต่ละแบบในรูปแบบการชนด้านข้าง 55
ตารางที่ 4.3 แสดงค่าจากการศึกษาของโครงสร้างในแต่ละแบบในรูปแบบการรับภาระแบบบิด 58
ตารางที่ 5.1 ตารางแสดงค่าพลังงานสูงสุดของการชนในแนวแกน 60
ตารางที่ 5.2 ตารางแสดงค่าพลังงานสูงสุดของการชนด้านข้างแบบดัด 61
ตารางที่ 5.3 ตารางแสดงค่าพลังงานสูงสุดในรูปแบบการรับภาระแบบบิด 61

รายการสัญลักษณ์

P_{cr}	=	ภาระวิกฤติ (Collapse load or Critical load)	[N],[N.m]
P_{min}	=	ภาระน้อยที่สุด (Minimum Load)	[N],[N.m]
P_{max}	=	ภาระสูงสุด (Maximum Load)	[N],[N.m]
P_{meam}	=	ภาระเฉลี่ย (Mean Crushing Load)	[N],[N.m]
P_e	=	ประสิทธิภาพเชิงภาระ (Load Efficiency)	[%]
E_{max}	=	พลังงานสูงสุด (Maximum Energy)	[N.m]
E_a	=	พลังงานดูดซับเฉลี่ย (Average Energy Absorption)	[N.m]
E_s	=	พลังงานดูดซับจำเพาะ (Specific Energy Absorption)	[N.m/kg]
E_e	=	ประสิทธิภาพเชิงพลังงาน (Energy Efficiency)	[%]
SE	=	ประสิทธิภาพการยุบตัว (Stroke Efficiency)	[%]
Rad	=	มุม (Radian)	
Stroke	=	ระยะยุบตัว (Displacement)	[mm]
V	=	ความเร็ว (Velocity)	[mm/minute],[mm/second]

ประมวลคำศัพท์และคำย่อ

FEA = การคำนวณทาง Finite Element Analysis (FEA)

FMVSS = มาตรฐานความปลอดภัยของสหพันธ์ยานยนต์ (Federal Motor Vehicle Safety Standard)

NCAP = มาตรฐานการประเมินและทดสอบรถยนต์ใหม่ (New Car Assessment Program)

IIHS = มาตรฐานความปลอดภัยบนทางด่วน (Insurance Institute for Highway Safety)

HIC = ค่าการบาดเจ็บของศรีษะ (Head Injury Criterion)

UTS = ความแข็งแรงสูงสุด (Ultimate Tensile Strength)

SP = โครงสร้างที่ต่อแบบขนาน (Parallel side wall)

SHT = โครงสร้างที่ต่อแบบสลับฟันปลา (Head to tail side wall)

SD = โครงสร้างที่ต่อแบบทแยงมุม (Diagonal side wall)