Engng.J.CMU.(2010) 17 (3), 43-49

วารสารวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Engineering Journal
Chiang Mai University

การประเมินความสามารถในการดูดซับพลังงานของแผงบังกันชนด้านหน้ารถบรรทุกเล็ก

Evaluation of Energy Absorption Capability of Light Truck's Front Nudge Bar

ภคมน ธรรมมิตรสกุล* และ อนุชา พรมวังขวา
Paccamon Thammitsakun* and Anucha Promwangkwa
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
239 ถ. ห้วยแก้ว อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200
E-mail: ae_nawa@hotmail.com*

บทคัดย่อ

ในการศึกษานี้ต้องการหาความสามารถในการดูดซับพลังงานของแผงบังกันชนหน้ารถบรรทุกเล็กโดยวิธีการไฟไนต์เอลิเมนต์แบบไม่เป็นเชิงเส้นด้วยการสร้างแบบจำลองการชนโดยตรงจากด้านหน้ากับกำแพงแกร่งของแผงบังกันชนที่ผลิตจากวัสดุเหล็กไร้สนิมเกรด 304 โดยการศึกษาจะเปรียบเทียบผลจากตัวแปรรูปร่างจำนวน 4 รูปแบบ, ความหนาของวัสดุแผงบังกันชน 3 ความหนา และความเร็วเริ่มต้นของการชนระหว่าง 4 ถึง 56 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ผลการศึกษาพบว่าความเร็วเริ่มต้นของการชนเป็นปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการดูดซับพลังงานของแผงบังกันชนมากที่สุด นั่นคือที่ความเร็วของการชนต่ำไม่เกิน 18.5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง แผงบังกันชนยังคงสามารถดูดซับพลังงานจากการชนไว้ได้เกือบทั้งหมดหรือมีค่าเฉลี่ยเกินกว่าร้อยละ 98 ของพลังงานจลน์เริ่มต้น แต่สำหรับการชนด้วยความเร็วเริ่มต้นสูงขึ้นที่ 30 และ 56 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ความสามารถในการดูดซับพลังงานของแผงบังกันชนจะลดลงเหลือเพียงร้อยละ 64.4 และร้อยละ 23.33 ตามลำดับ รูปร่างของแผงบังกันชนที่ซับซ้อนและความหนาของวัสดุมีผลต่อความสามารถในการดูดซับพลังงานของแผงบังกันชนค่อนข้างน้อย การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความเร่งสูงสุดของแผนกันชนในขณะที่ชนพบว่าขึ้นอยู่กับความเร็วเริ่มต้นของการชนอย่างมาก และที่ความเร็วการชนสูงขึ้นจะทำให้การเปลี่ยนแปลงความเร่งสูงสุดมีค่าเพิ่มสูงขึ้น

ABSTRACT

A light truck's front nudge bar is an optional structure which be chosen by customer satisfier and plays a great role to protect vulnerable car parts. The bar may not design to protect passengers from impact. In order to evaluate the energy absorbing capabilities of front nudge bar during the frontal crash into rigid wall, this study uses non-linear finite element analysis to simulate the crash and to compare the effects of three main factors: bar shape, thickness of bar material and crash velocity. The simulation results showed that crash velocity is the most important factor in energy absorption. Front nudge bars can absorb most of energy if vehicle velocity is less than 18.5 km/h. At higher vehicle speed, percentage of energy absorbing capability decreases. Deformation energies of nudge bars at 30 and 56 km/h are 64.4% and 23.33% of vehicle kinetic energy before impact, respectively. The study of bar shapes and thickness of bar material show less significant to energy absorbing values. Analysis of maximum acceleration during impact shows mainly depends on crash speed.

ลิขสิทธิ์คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Faculty of Engineering Chiang Mai University All Rights Reserved

1. บทนำ

สำหรับรถบรรทุกเล็กหรือรถกระบะ (Light truck or pick up) นอกจากจะมีกันชนที่ติดตั้งมาจากผู้ประกอบการแล้ว เจ้าของรถบางคันได้เพิ่มการติดตั้งแผงบังกันชนด้านหน้าที่ผลิตมาจากเหล็กไร้สนิม (Stainless steel) เหตุผลส่วนใหญ่ที่ผู้ขับขี่เลือกที่จะติดตั้งแผงบังกันชนนี้คือเพื่อความสวยงาม เพื่อเพิ่มการป้องกันโครงสร้างส่วนหน้าของรถ และเพื่อเพิ่มความมั่นใจด้านความปลอดภัย แต่ทั้งนี้แผงบังกันชนหน้ารถบรรทุกเล็กเป็นเพียงผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นภายในประเทศ จึงไม่ได้มีการทดสอบหรือการศึกษาทางวิศวกรรมที่ยืนยันได้ว่าแผงบังกันชนหน้ารถบรรทุกเล็กนี้จะสามารถช่วยเพิ่มศักยภาพด้านความปลอดภัยของผู้โดยสารได้อย่างแท้จริง

เนื่องจากโครงสร้างรถบรรทุกเล็กเป็นโครงสร้างที่มีความซับซ้อนจึงยากที่จะทำการทดสอบจริง ซึ่งมีต้นทุนสูงมากเมื่อเทียบกับการจำลองสภาพด้วยซอฟท์แวร์คอมพิวเตอร์ ดังนั้นการศึกษานี้จึงเลือกวิธีการประเมินความสามารถในการดูดซับพลังงานจากการกระแทกและความเสียหายของแผงบังกันชนหน้ารถบรรทุกเล็กโดยใช้วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์แบบไม่เป็นเชิงเส้น (Non-linear finite element method) ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะกับการสร้างแบบจำลองการชนที่มีระยะเวลาสั้นๆ วัสดุมีความซับซ้อนและรูปร่างชิ้นงานไม่เป็นเชิงเส้น

การใช้วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ในซอฟท์แวร์การคำนวณสำเร็จรูปเป็นวิธีการที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายเนื่องจากให้ผลการวิเคราะห์ใกล้เคียงกับความเป็นจริง ทำให้ทราบถึงแนวโน้มของผลที่จะเกิดขึ้นและช่วยลดเวลาและค่าใช้จ่ายในการศึกษาได้เป็นอย่างดี โดยมีผลงานวิจัยต่างๆ เป็นสิ่งยืนยันได้ว่าการนำซอฟท์แวร์สำเร็จรูปมาช่วยในการวิเคราะห์ปัญหาการชนกระแทกเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป ทั้งการจำลองสภาพการชนด้านหน้าโดยมีแบบจำลองผู้โดยสารอยู่ภายในห้องโดยสาร [1] และการวิเคราะห์แบบจำลองการชนเพื่อเปรียบเทียบผลกับการทดสอบจริงตามมาตรฐานการทดสอบการชนนานาชาติ CMVDR 294 [2] การจำลองสภาพการชนด้านหน้าและด้านหลังระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะ [3] หรือการชนระหว่างยานพาหนะกับสิ่งกีดขวางบนท้องถนน เช่น การวิเคราะห์การชนด้านหน้าของรถบรรทุกเล็กกับกำแพงแกร่งและการชนในทิศทางทำมุม 25 องศากับเครื่องกั้นถนนคอนกรีต [4] การวิเคราะห์โครงสร้างด้านหน้าของรถยนต์นั่ง 4 ประตูจากการชนด้านหน้ากับกำแพงแกร่ง [5] และการศึกษาศักยภาพของเครื่องกั้นถนนคอนกรีต (Concrete median barriers: CMB) จากการชนของรถบรรทุกตามวิธีการทดสอบของ NCHRP (National Cooperative Highway Research Program) [6] นอกจากนี้ยังมีการใช้ซอฟท์แวร์สำเร็จรูปเพื่อออกแบบและพัฒนาชิ้นส่วนกันชนหน้ารถยนต์ให้มีความสามารถในการดูดซับพลังงานจากการกระแทกมากขึ้น ทั้งโดยวิธีการเปลี่ยนแปลงวัสดุที่ใช้ผลิต [7] และการปรับปรุงโครงสร้างของกันชนหน้ารถยนต์ [8,9]

การศึกษาวิจัยทั้งหลายนี้ล้วนมีจุดมุ่งหมายเพื่อลดความเสียหายและเพื่อเพิ่มความปลอดภัยให้กับผู้โดยสาร แต่ยังไม่พบว่ามีการศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพของแผงบังกันชนหน้ารถบรรทุกเล็กในแง่ของความปลอดภัย ในการศึกษานี้จึงต้องการศึกษาความสามารถในการดูดซับพลังงานของแผงบังกันชนหน้ารถบรรทุกเล็กจากการชนกับกำแพงแกร่ง ผลจากการศึกษานี้จะช่วยเพิ่มความเชื่อมั่นด้านความปลอดภัยให้กับผู้ขับขี่และเป็นการสร้างมาตรฐานการผลิตและการออกแบบแผงบังกันชนด้านหน้ารถบรรทุกเล็กเพื่อพัฒนาคุณภาพในอุตสาหกรรมด้านนี้ต่อไป

2. การศึกษาโครงสร้างภายใต้แรงกระแทก (Structural crashworthiness)

เป็นการศึกษาความเสียหายของโครงสร้างจากการกระแทกและการดูดซับพลังงานจากการชน ซึ่งการดูดซับพลังงานจากการชนที่ดีหมายถึงความสามารถของโครงสร้างในการยุบตัวที่เหมาะสมเมื่อเกิดการกระแทก โดยการยุบตัวของโครงสร้างควรจะดูดซับแรงกระแทกได้ในปริมาณมากเมื่อเทียบกับน้ำหนักของโครงสร้างและการ

ลิขสิทธิ์คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Faculty of Engineering Chiang Mai University All Rights Reserved

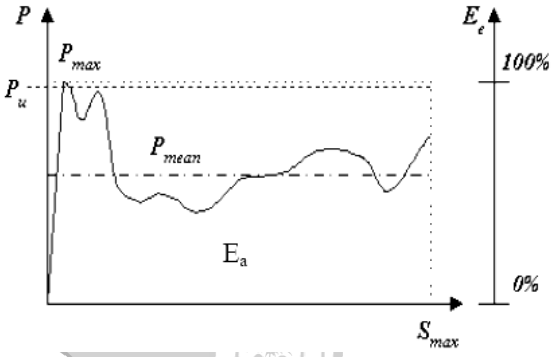
ดูดซับแรงกระแทกไม่ควรก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความเร็ว (Deceleration) ของโครงสร้างมากจนเกินไป เนื่องจากอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกายมนุษย์ได้

การศึกษาด้านความเสียหายของโครงสร้างภายใต้การชน มักจะศึกษาจากกราฟของภาระและการยุบตัวของโครงสร้าง ดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งมีตัวแปรที่สำคัญคือ ภาระวิกฤติ (Critical load, P_{cr}) หมายถึงภาระแรกที่ทำให้ชิ้นงานเกิดการเสียหายอย่างสังเกตเห็นได้ ภาระเฉลี่ย (Mean crushing load, P_{mean}) หมายถึงภาระเฉลี่ยตลอดการเสียรูปของโครงสร้างภายใต้แรงกระแทกจนสิ้นสุดกระบวนการยุบตัว ภาระสูงสุด (Maximum load, P_{max}) หมายถึงภาระสูงสุดที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการยุบตัวจากเริ่มต้นจนสิ้นสุด พลังงานที่ดูดซับได้ (Energy absorption, E_a) หมายถึงพลังงานที่โครงสร้างสามารถดูดซับได้ตลอดช่วงเวลาการกระแทก และค่าพลังงานดูดซับจำเพาะ (Specific energy absorption, E_s) หมายถึงพลังงานที่ดูดซับได้เมื่อเทียบกับมวลของโครงสร้าง โดยงานวิจัยนี้จะมุ่งศึกษาค่าพลังงานที่ดูดซับได้ซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญที่บอกถึงความสามารถในการดูดซับพลังงานจากการชนของโครงสร้าง ในการหาค่าพลังงานดูดซับนั้นสามารถหาได้จากพื้นที่ใต้กราฟของภาระและระยะการยุบตัวของโครงสร้างเมื่อเกิดการชน สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังสมการ (1)

$$E_a = \int P dS \approx P_{mean}.S \qquad (1)$$

$$E_s = \frac{\int P dS}{mass} \approx \frac{P_{mean}.S}{mass} \qquad (2)$$

เมื่อนำค่าพลังงานดูดซับตามสมการ (1) มาหารด้วยมวลของโครงสร้างจะสามารถหาค่าพลังงานดูดซับจำเพาะได้ดังสมการ (2)



รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างภาระและการยุบตัวของโครงสร้าง

3. การวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์แบบไม่เป็นเชิงเส้น (Non linear finite element analysis)

เนื่องด้วยปัญหาการกระแทก-สัมผัสโดยเฉพาะในกรณีวิเคราะห์การชนกระแทกของยานพาหนะจะพบว่าทั้งคุณสมบัติของวัสดุ การเสียรูป และการตอบสนองของตัวแปรที่สนใจในช่วงเวลาต่างๆ เหล่านี้ทำให้ปัญหามีลักษณะไม่เป็นเชิงเส้น ซึ่งสาเหตุที่ทำให้ปัญหามีลักษณะไม่เป็นเชิงเส้นสามารถแยกได้เป็น 3 สาเหตุ คือ คุณสมบัติวัสดุไม่เป็นเชิงเส้น (Material nonlinearity) รูปร่างไม่เป็นเชิงเส้น (Geometric nonlinearity) และ ภาระไม่เป็นเชิงเส้น (Force nonlinearity) การวิเคราะห์ปัญหาในลักษณะนี้ด้วยสมการทางคณิตศาสตร์มีความซับซ้อนเป็นอันมากหรือแทบจะเป็นไปไม่ได้เลย แต่ด้วยรูปแบบการวิเคราะห์ของระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์สามารถแก้ปัญหาที่มีลักษณะดังกล่าวข้างต้นได้เป็นอย่างดี จึงทำให้ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์มีความเหมาะสมและได้รับความนิยมต่อการนำไปใช้วิเคราะห์การชนกระแทกของพาหนะในรูปแบบต่างๆ

การวิเคราะห์ปัญหาด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์นั้นแบบจำลองของชิ้นส่วนหรือวัตถุที่สนใจจะถูกแบ่งเป็นเอลิเมนต์ย่อยด้วยจำนวนที่นับได้ เอลิเมนต์เหล่านี้จะถูกกำหนดขึ้นมาด้วยจุดต่อ (Node) และจุดต่อจะถูกกำหนดด้วยพิกัดในปริภูมิ (Space) ที่พิจารณา สำหรับชิ้นส่วนของยานพาหนะส่วนใหญ่จะมีลักษณะทางกายภาพเป็น

ลิขสิทธิ์คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Faculty of Engineering Chiang Mai University All Rights Reserved

ผนังบาง จึงสร้างด้วยเอลิเมนต์แบบเปลือก (Shell element) และเลือกใช้เอลิเมนต์แบบเปลือก 4 จุดต่อในการวิเคราะห์ปัญหา สำหรับปัญหาแบบไม่เป็นเชิงเส้นนั้นจะพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ มีลักษณะที่ไม่เป็นเส้นตรง เช่น กรณีที่ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น-ความเครียดของวัสดุเป็นแบบเส้นโค้ง ซึ่งการแก้ปัญหาแบบไม่เป็นเชิงเส้นสามารถกระทำได้หลายวิธี อาทิเช่น วิธีทดแทนโดยตรง (Direct substitution) วิธีของนิวตัน-ลาฟสัน (Newton-Rapson) และวิธีสัดส่วนเพิ่ม (Incremental method)

4. ลักษณะของปัญหา

เป็นการศึกษาการชนด้านหน้าโดยตรงกับกำแพงแกร่งของแผงบังกันชนรถบรรทุกเล็กที่ผลิตจากวัสดุเหล็กไร้สนิมเกรด 304 ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นวัสดุ Elastic-plastic มีคุณสมบัติเชิงกลในช่วงยืดหยุ่น คือความหนาแน่น 8,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าโมดูลัสของยัง 193 กิ๊กกะปาสคาล สัดส่วนปัวร์ซอง 0.28 ความเค้นคลาก 205 เมกกะปาสคาล และคุณสมบัติในช่วงการเสียรูปถาวรเป็นความสัมพันธ์ของความเค้น-ความเครียดดังแสดงในรูปที่ 2 และลักษณะของแบบจำลองการชนมีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 3 ในการศึกษานี้มีตัวแปรที่ต้องการศึกษา ได้แก่

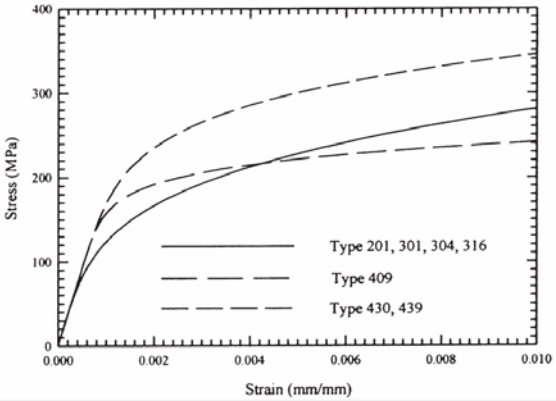
- รูปร่างของแผงบังกันชนรถบรรทุกเล็กที่มีความซับซ้อนแตกต่างกัน 4 รูปร่าง ดังแสดงในรูปที่ 4
- ความหนาของแผงบังกันชนที่แตกต่างกัน 3 ค่า คือ 1.4, 1.5 และ 1.6 มิลลิเมตร
- ความเร็วเริ่มต้นของการชนที่แตกต่างกัน 5 ระดับ คือ 4, 10, 15, 30 และ 56 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

5. วิธีการดำเนินการ

เมื่อกำหนดรูปแบบของแผงบังกันชนและข้อมูลต่างๆ เพื่อกำหนดเงื่อนไขการชนที่ต้องการศึกษาเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จึงนำข้อมูลเหล่านั้นไปใช้ในการสร้างแบบจำลองสภาพการชนเพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากการวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปในการประมวลผลและแสดงผลลัพท์ออกมา ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ผลโดยอาศัยกระบวนการทางคณิตศาสตร์และโปรแกรมสำเร็จรูปที่นำมาใช้คือ LS-DYNA v960 และอุปกรณ์ที่นำมาช่วยคือเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลความถี่ 2.91 จิกกะเฮิร์ต หน่วยความจำ 1.93 จิกกะไบต์ และใช้ระบบปฏิบัติการเป็น ไมโครซอฟท์วินโดว์ เอกซ์พี (Microsoft Windows XP) ในการประมวลผลของแบบจำลองจะกำหนดให้โปรแกรมคำนวณผลทุกๆ $1x10^{-4}$ วินาที

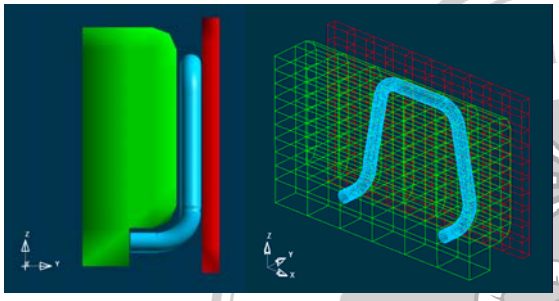
ตารางที่ 1 ชนิดและจำนวนเอลิเมนต์

ชิ้นส่วน	ชนิดของเอลิเมนต์	จำนวน
รูปร่างที่ 1	เอลิเมนต์แบบเปลือก 4 จุดต่อ (Shell element 4 nodes)	3,900
รูปร่างที่ 2		4,740
รูปร่างที่ 3		5,450
รูปร่างที่ 4		4,620
มวลรถบรรทุกเล็ก	เอลิเมนต์แบบวัตถุแข็ง 8 จุดต่อ (Brick element 8 nodes)	168
กำแพงแกร่ง		100

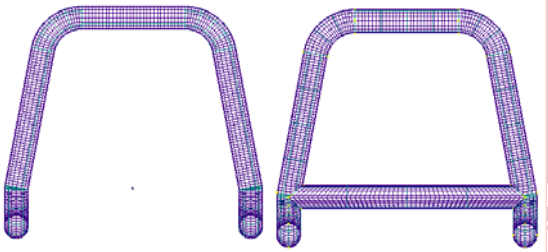


รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ความเค้น-ความเครียดของเหล็กไร้สนิมเกรด 304 จากการทดสอบ ASCE [10]

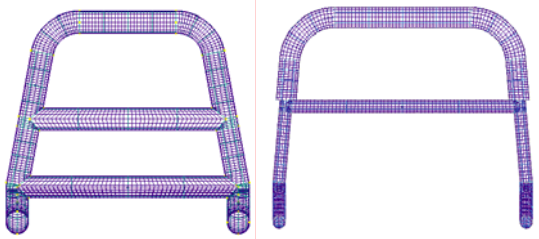
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Faculty of Engineering Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 3 แบบจำลองการชนของแผงบังกันชน



รูปร่างที่ 1 รูปร่างที่ 2



รูปร่างที่ 3 รูปร่างที่ 4

รูปที่ 4 รูปร่างของแผงบังกันชนรถบรรทุกเล็ก

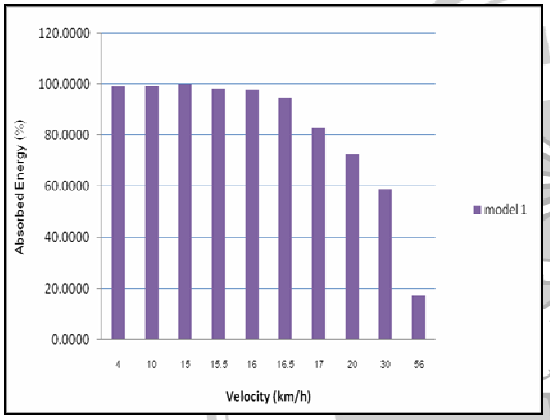
6. ผลและการวิจารณ์

การศึกษาความสามารถในการดูดซับพลังงานของแผงบังกันชนในแบบจำลองการชนเป็นการวิเคราะห์ค่าของพลังงานที่เกิดขึ้นในระบบ โดยพิจารณาจากพลังงานที่เกิดขึ้นในขณะเริ่มต้นและพลังงานที่คงเหลืออยู่ขณะสิ้นสุดกระบวนการ

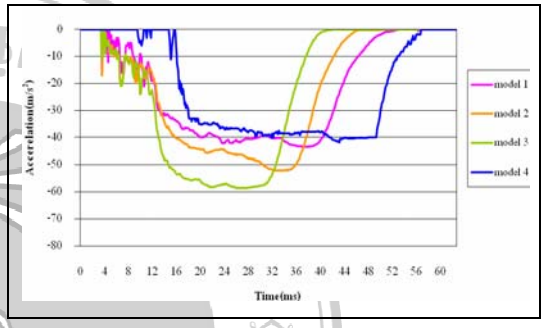
ตารางที่ 2 แสดงความสามารถในการดูดซับพลังงานของแผงบังกันชนเป็นค่าร้อยละของพลังงานที่แผงบังกันชนดูดซับไว้เทียบกับพลังงานจลน์เริ่มต้นของแบบจำลอง จะเห็นว่าสำหรับความเร็วเริ่มต้น 4,10 และ 15 กิโลเมตรต่อชั่วโมง แผงบังกันชนทุกรูปร่างและทุกความหนายังคงสามารถดูดซับพลังงานจากการชนไว้ได้เกือบทั้งหมด แต่สำหรับการชนด้วยความเร็วเริ่มต้น 30 และ 56 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ร้อยละการดูดซับพลังงานจะมีค่าเฉลี่ยลดลง คือร้อยละ 64.60 และร้อยละ 23.33 ตามลำดับ ผลของร้อยละการดูดซับพลังงานนี้ ทำให้ทราบว่าแผงบังกันชนแต่ละลักษณะจะมีความเร็วเริ่มต้นค่าหนึ่งที่เหมาะสม ซึ่งจะทำให้แผงบังกันชนนั้นยังคงสามารถดูดซับพลังงานไว้ได้มากที่สุด ในรูปที่ 5 ซึ่งแสดงตัวอย่างการหาความสามารถในการดูดซับพลังงานจากการชนของแผงบังกันชนรูปร่างที่ 1 ที่มีความหนา 1.4 มิลลิเมตร จะเห็นว่าความเร็วเริ่มต้นสูงสุดที่ทำให้แผงบังกันชนสามารถดูดซับพลังงานจากการชนไว้ได้เกือบทั้งหมดหรือเกินกว่าร้อยละ 98 ของพลังงานจลน์เริ่มต้นคือ 15.5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และค่าความเร็วเริ่มต้นสูงสุดที่ทำให้แผงบังกันชนสามารถดูดซับพลังงานจากการชนไว้ได้เกือบทั้งหมดสำหรับแผงบังกันชนแต่ละลักษณะได้แสดงไว้ในตารางที่ 3

เมื่อพิจารณาผลเนื่องจากความแตกต่างของรูปร่างและความหนาของแผงบังกันชน พบว่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะของแผงบังกันชนมีผลต่อความสามารถในการดูดซับพลังงานของแผงบังกันชนน้อยมากสำหรับทุกๆ ค่าความเร็วเริ่มต้น แต่อย่างไรก็ตาม ในกรณีที่เกิดการชนด้วยความเร็วต่ำ 4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง รูปร่างและความหนาของแผงบังกันชนจะมีผลต่อความเร่งของการชนอย่างชัดเจน ดังแสดงในรูปที่ 6 และ 7 จะเห็นว่า แผงบังกันชนรูปร่างที่ 3 ซึ่งมีพื้นที่สัมผัสกับกำแพงแกร่งมากที่สุด จะให้ค่าความเร่งสูงสุด และแผงบังกันชนที่หนา 1.6 มิลลิเมตร ซึ่งมีปริมาตรสูงสุด จะทำให้เกิดความเร่งสูงสุด ซึ่งโดยหลักการแล้วความเร่งยิ่งสูง ยิ่งจะก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้โดยสารได้ สำหรับการชนด้วยความเร็วที่สูงขึ้นไป ผลของรูปร่างและความหนาของแผงบังกันชนแทบจะไม่มีผลต่อความเร่งหรือการดูดซับพลังงานเลย

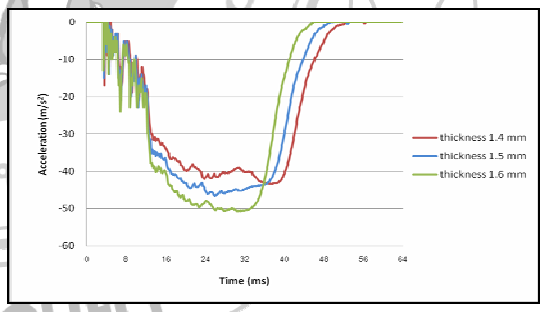
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Copyright© by Faculty of Engineering Chiang Mai University All Rights Reserved



รูปที่ 5 ร้อยละของการดูดซับพลังงานของแผงบังกันชน รูปร่างที่ 1 ที่มีความหนา 1.4 มิลลิเมตร



รูปที่ 6 ความเร่งของแบบจำลองทั้ง 4 รูปร่าง เมื่อเกิดการชนด้วยความเร็ว 4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



รูปที่ 7 ความเร่งของแบบจำลองทั้ง 3 ความหนา เมื่อเกิดการชนด้วยความเร็ว 4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ลิขสิทธิ์คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ตารางที่ 2 การดูดซับพลังงานของแผงบังกันเมื่อเกิดการชนในแต่ละกรณี

คุณลักษณะของแผงบังกันชน		ร้อยละการดูดซับพลังงานที่ค่าความเร็วเริ่มต้นต่างๆ (%)				
		4 km/h	10 km/h	15 km/h	30 km/h	56 km/h
ความหนา 1.4 mm	รูปร่างที่ 1	97.57	97.75	98.43	57.94	17.12
	รูปร่างที่ 2	97.42	97.73	98.07	57.09	18.79
	รูปร่างที่ 3	97.41	97.41	98.37	65.12	27.93
	รูปร่างที่ 4	100.11	100.07	100.67	69.15	20.67
ความหนา 1.5 mm	รูปร่างที่ 1	97.65	97.66	98.01	56.54	19.06
	รูปร่างที่ 2	97.45	97.79	99.02	59.99	24.64
	รูปร่างที่ 3	97.43	98.06	98.26	69.38	28.20
	รูปร่างที่ 4	99.94	99.07	101.10	71.29	23.13
ความหนา 1.6 mm	รูปร่างที่ 1	97.66	97.84	99.09	55.11	19.81
	รูปร่างที่ 2	97.24	97.83	98.58	62.79	23.91
	รูปร่างที่ 3	97.37	98.20	97.93	74.59	31.33
	รูปร่างที่ 4	98.38	100.49	100.87	76.22	25.32
ค่าเฉลี่ย		97.97	98.33	99.03	64.60	23.33

Copyright©by
Faculty of Engineering
Chiang Mai University
All Rights Reserved

ตารางที่ 3 ความเร็วเริ่มต้นสูงสุดที่ทำให้แผงบังกันชนสามารถดูดซับพลังงานจากการชนไว้ได้เกินกว่าร้อยละ 98 ของพลังงานจลน์เริ่มต้น

คุณลักษณะของแผงบังกันชน		ความเร็วเริ่มต้น (km/h)
ความหนา 1.4 mm	รูปร่างที่ 1	15.50
	รูปร่างที่ 2	17.50
	รูปร่างที่ 3	19.00
	รูปร่างที่ 4	18.50
ความหนา 1.5 mm	รูปร่างที่ 1	18.50
	รูปร่างที่ 2	19.50
	รูปร่างที่ 3	18.50
	รูปร่างที่ 4	19.00
ความหนา 1.6 mm	รูปร่างที่ 1	19.00
	รูปร่างที่ 2	18.50
	รูปร่างที่ 3	19.00
	รูปร่างที่ 4	19.50
ค่าเฉลี่ย		18.50

7. สรุปผลการดำเนินการ

ปัจจัยหลักที่มีผลต่อความสามารถในการดูดซับพลังงานของแผงบังกันชนคือ ความเร็วเริ่มต้นของการชน แผงบังกันชนแต่ละลักษณะจะมีความเร็วเริ่มต้นค่าหนึ่งที่เหมาะสมซึ่งจะทำให้แผงบังกันชนนั้นยังคงสามารถดูดซับพลังงานไว้ได้มากที่สุด และความเร็วสูงสุดที่ยังคงทำให้แผงบังกันชนสามารถดูดซับพลังงานไว้ได้เกือบทั้งหมดจะมีค่าแตกต่างกันเล็กน้อยในกรณีที่รูปร่างและความหนาของแผงบังกันชนแตกต่างกัน โดยมีความเร็วเฉลี่ย 18.5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง สำหรับการชนด้วยความเร็วที่สูงขึ้นไปจะทำให้ความสามารถในการดูดซับพลังงานของแผงบังกันชนลดลงสำหรับตัวแปรรูปร่างและความหนาของแผงบังกันชนมีผลต่อความสามารถในการดูดซับพลังงานจากการชนน้อยมาก

เอกสารอ้างอิง

[1] John C. Brewer. (2001). Effects of Angles and Offsets In Crash Simulations of Automobiles with Light Trucks. *Volpe National Transportation System Center*, United States, Paper No. 308.

[2] Wenguo Qi, X.L. Jin, X.Y. Zang. (2006). Improvement of Energy Absorbing Structures of a Commercial Vehicle for Crashworthiness Using Finite Element Method. *Int. J. Adv. Manuf. Technol*., 30 : p.1001-1009.

[3] M. Avery, A.M. Weekes. (2006). The Development of a New Low-speed Impact Test to Improve Bumper Performance and Compatibility. *IJCrash*., 11 No.6 : p.573-581.

[4] A.K. Zaouk, N.E. Bebewi, C.D. Kan, Marzougui D. (1996). Validation of a Nonlinear Finite Element Vehicle Model Using Multiple Impact Data. *FHWA/NHTSA National Crash Analysis Center*, George Washington University.

[5]Ying Yang, Guangyao Z., Jianwei Di. (2006). Analysis of Vehicle's Frontal Crash Based on Structures' Section Forces. *7th International Conference on Computer-Aided Industrial Design and Conceptual Design*. November 17-19 : p.1-4.

[6] Elham S. Esfahani, D. Marzougui, Kenneth S. Opiela. (2008). Safety Performance of Concrete Median Barriers under Updated Crashworthiness Criteria. *The National Crash Analysis Center*, USA, NCAC 2008-W-002.

[7] Ramin H, Mahmood M.S., Larry B.L. (2005). Parameter Study of Automotive Composite Bumper Beams Subjected to Low-velocity Impacts. *Compos. Struct.*, 68 : p.419-427.

[8] Shokri El Houssini (2003). Front Bumper Crashworthiness Optimization. *9th International LS-DYNA Users Conference* : p.11.57-11.61.

[9] Kwon-Hee Lee, Il-Kwon Bang. (2006). Robust Design of an Automobile Front Bumper Using Design of Experiments. *Proc. IMechE*., 220 : p.1199-1207.

[10] American Society of Civil Engineers (1991). Specification for the design of cold-formed stainless steel structural member. ANSI/ASCE-8-90

ลิขสิทธิ์กองบริการวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by
Faculty of Engineering
Chiang Mai University
All rights reserved