



การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตโครงสร้างกันแรงกระแทกของรถยนต์จากกากผักตบชวา

วรวิทย์ วรรณาวิน

พิเชษฐ์ บุญญาติ

ศุภชัย หลีกคำ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2557

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร



การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตโครงสร้างกันแรงกระแทกของรถยนต์จากกากผักตบชวา

วรวิทย์ วรรณาวิน

พิเชษฐ์ บุญญาติ

ศุภชัย หลีกคำ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2557

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อเรื่อง	:	การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตโครงสร้างกันแรงกระแทกของรถยนต์จากกากผักตบชวา
ผู้วิจัย	:	นายวรวิทย์ วรรณาวิน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มทร.พระนคร นายพิเชษฐ์ บุญญาลัย คณะวิศวกรรมศาสตร์ มทร.พระนคร นายศุภชัย หลักคำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มทร.พระนคร
พ.ศ.	:	2557

บทคัดย่อ

เนื่องจากปัจจุบันอุตสาหกรรมยานยนต์ได้มีการเติบโตและเข้ามามีบทบาทอย่างมากในประเทศไทย โครงสร้างกันแรงกระแทกเป็นอีกชิ้นส่วนหนึ่งที่สำคัญเป็นอย่างมากในด้านความปลอดภัย ส่งผลทำให้มีการออกแบบและผลิตจากวัสดุที่หลากหลาย และนำไปสู่ความพยายามในการนำวัสดุทางเลือกมาผลิตโครงสร้างกันแรงกระแทกที่สามารถรักษาคุณสมบัติด้านความปลอดภัยไว้ได้

ด้วยเหตุผลดังกล่าวคณะผู้จัดทำโครงการจึงมีแนวความคิดในการพัฒนาการออกแบบโครงสร้างกันแรงกระแทกแบบกล่องลูกฟูก ซึ่งมีความสามารถเชิงปริมาตรที่ดีกว่ารูปทรงอื่น โดยเลือกใช้วัสดุทางเลือก คือ อลูมิเนียม อลูมิเนียมเสริมโฟม เรซินเสริมไฟเบอร์กลาส และเรซินเสริมผักตบชวา และแลกเปลี่ยนโดยมุ่งเน้นไปที่การศึกษาพฤติกรรมการดูดซับพลังงานและการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของโครงสร้างเมื่อได้รับพลังงานในรูปสถิติศาสตร์จากการทดสอบและแบบพลศาสตร์จากการกระแทกด้านหน้าจากชุดลูกตุ้ม ซึ่งอาศัยสภาวะการทดสอบที่อ้างอิงจากมาตรฐาน US NCAP และ ECE R 29 บางส่วนมาประยุกต์ใช้ในการทดสอบ

จากผลการทดสอบโครงสร้างกันแรงกระแทกแบบสถิติทั้ง 4 แบบ พบว่าโครงสร้างกันแรงกระแทกแบบอลูมิเนียมเสริมโฟม มีค่าการดูดซับพลังงานต่อปริมาตรเท่ากับ 189 MJ/m^3 ซึ่งมากกว่าแบบเรซินเสริมผักตบชวาและแลกเปลี่ยน ที่มีค่า 1 MJ/m^3 ถึง 188 เท่า และเมื่อนำค่าเมื่อนำค่าการดูดซับพลังงานต่อปริมาตรของอลูมิเนียมเสริมโฟมมาเปรียบเทียบกับเหล็ก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 20 MJ/m^3 จะเห็นได้ว่าอลูมิเนียมเสริมโฟมมีคุณสมบัติที่ดีกว่าถึง 8.45 เท่า ในขณะที่การทดสอบแบบกระแทกด้านหน้าไม่ประสบความสำเร็จ เนื่องจากขนาดของโครงสร้างกันแรงกระแทกที่ทำจากวัสดุดังกล่าวไม่เหมาะสมกับขนาดพลังงานที่กำหนด และเกิดการแตกหักและฉีกขาด ทำให้ชุดลูกตุ้มกระแทกเข้ากับชุดโครงสร้าง จึงไม่สามารถนำผลการทดสอบมาประมวลผลได้

Title : A possibility of crash box produced from water hyacinth
Researcher : Mr. Vorawit Voranavin Faculty of Engineering, RMUTP
Mr. Pichest Boonyalai, Faculty of Engineering, RMUTP
Mr. Supachai Lakkam, Faculty of Engineering, RMUTP
Year : 2014

ABSTRACT

Nowadays, an automotive industry steadily has been growing and playing a major role on economy development for many years. The crash box is one of the most important parts for safety but it was found that the crash boxes manufactured domestically are not met international standard requirements. This is due to process and material limitation. This process for automotive safety test requires high budget and there is unclear approach for specific test. Therefore, a study of crash boxes referred to energy absorption project was conducted as the alternative materials for product.

Consequently, this project was aimed to design and test crash boxes which made from the diversity of the alternative materials such as aluminum, aluminum reinforced by foam, resin reinforced by fiberglass, resin reinforced by water hyacinth and resin reinforced by water hyacinth and husk. In addition, it was also emphasized in studying energy absorption behavior and physical deformation of crash boxes after dynamic and static energy being applied. The experimental works were applied for these tests in partly referenced to US NCAP and ECE R29 standard for automobile collision test.

Testing all types of crash boxes indicated that the aluminum reinforced by foam type was able to absorb energy at 189 MJ/m^3 . It is higher than resin reinforced by water hyacinth and husk at 1 MJ/m^3 as 188 times. Furthermore, the comparison of the energy absorption (per unit volume) between the aluminum reinforced by foam type and the steel type from the previous project equivalent 20 MJ/m^3 found that it is 8.45 times of difference. While the front impact test was not successful because the size of crash boxes was not suitable for the energy volume. It was a cause for non-available calculation of energy absorption value.

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จด้วยการสนับสนุนทุนการวิจัยจากงบประมาณประจำปีงบประมาณ 2557 ทางคณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณต่อคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ได้ให้การสนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้ ตลอดจนขอขอบคุณผู้ที่มีความร่วมมือและให้ความอนุเคราะห์ทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวไว้ในที่นี้

คณะผู้วิจัย



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 สมมติฐานและกรอบแนวคิดของการวิจัย	3
1.4 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (Information) ที่เกี่ยวข้อง	5
1.5 ขอบเขตของการวิจัย	6
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	7
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	8
2.1 วัสดุวิศวกรรม	8
2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบ	10
2.3 ทฤษฎีที่ใช้สำหรับการออกแบบเครื่องทดสอบ	12
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	17
3.1 การคำนวณหาค่าเบื้องต้นเพื่อใช้ในการศึกษาปัจจัยในการดูดซับพลังงาน	19
3.2 การออกแบบและการสร้างชุดทดสอบโครงสร้างกันแรงกระแทก	19
3.3 การออกแบบและการสร้างโครงสร้างกันแรงกระแทก	26
3.4 การทดสอบแบบสถิต	31
3.5 การทดสอบแบบการกระแทกด้านหน้า	34

บทที่ 4 ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ข้อมูล	40
4.1 ผลการทดสอบแบบสถิติ	40
4.2 ผลการทดสอบแบบการกระแทกด้านหน้า	44
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	46
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน	46
5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการทำโครงการ	46
5.3 ข้อเสนอแนะ	47
บรรณานุกรม	48
ภาคผนวก	50
ประวัติผู้วิจัย	55



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ค่าความปลอดภัย	15
4.1 คุณสมบัติวัสดุของการทดสอบแบบสถิต	40
4.2 การดูดซับพลังงานจากการทดสอบแบบสถิต	44
4.3 สภาวะการทดสอบแบบการกระแทกด้านหน้า	44
4.4 การดูดซับพลังงานจากการทดสอบแบบการกระแทกด้านหน้า	45



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 ตำแหน่งของโครงสร้างกันแรงกระแทกของรถยนต์	2
1.2 แบบจำลองโครงสร้างกันแรงกระแทก	3
1.3 การทดสอบแบบสถิต	4
1.4 แบบจำลองการทดสอบแบบการกระแทกด้านหน้า	5
2.1 ชนิดโลหะที่เป็นเหล็ก	8
2.2 ชนิดโลหะที่ไม่มีเหล็ก	9
2.3 การหางานจากพื้นที่ใต้กราฟกรณีแรงกระทำมีค่าไม่คงตัว	10
2.4 การเคลื่อนที่ของมวลก่อน และหลังการชน	12
2.5 ระบบการรองรับของคานแบบง่าย	12
26 แรงกระจายสม่ำเสมอ	13
2.7 Simply supported beam มีแรงแบบจุดกระทำตรงกลาง	13
2.8 มาตรฐานการชนแบบด้านหน้า ECE R 29	16
2.9 มาตรฐานการชนแบบด้านหน้า US NCAP	16
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน	18
3.2 แบบจำลองการทดสอบแบบการกระแทกด้านหน้า	20
3.3 แบบจำลองชุดทดสอบโครงสร้างกันแรงกระแทก	21
3.4 คานรองรับแผ่นถ่วงน้ำหนัก	22
3.5 การพิจารณาสมดุลของคาน	22
3.6 แผนภาพโมเมนต์ตัด	23
3.7 พื้นที่หน้าตัดของโครงสร้าง	26
3.8 ชุดทดสอบโครงสร้างกันแรงกระแทก	26
3.9 แบบจำลองชิ้นงานสำหรับทดสอบแบบสถิต	27
3.10 แบบจำลองชิ้นงานสำหรับทดสอบแบบการกระแทกด้านหน้า	27
3.11 การตัดและการอัดขึ้นรูปโครงสร้างกันแรงกระแทก	28
3.12 แบบโครงสร้างกันแรงกระแทก	28
3.13 รูปแบบที่ขึ้นรูปด้วยอลูมิเนียมเสริมโฟม	29
3.14 การขึ้นรูปด้วยชิ้นงานอลูมิเนียม	29
3.15 การขึ้นรูปเรซินเสริมไฟเบอร์กลาส	30

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า	
3.16	เรซินเสริมฝักตบขวาและแกลบ	30
3.17	การนำชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์	31
3.18	รูปแบบที่ขึ้นรูปด้วยเรซินเสริมฝักตบขวากับแกลบ	31
3.19	เครื่องทดสอบแรงกด	32
3.20	การชั่งน้ำหนักโครงสร้างกันแรงกระแทก	32
3.21	การติดตั้งโครงสร้างกันแรงกระแทกบนเครื่องทดสอบ	33
3.22	การยวบตัวของโครงสร้างกันแรงกระแทก	33
3.23	การติดตั้งชุดทดสอบโครงสร้างกันแรงกระแทก	34
3.24	การติดตั้งโครงสร้างกันแรงกระแทก	35
3.25	การติดตั้งอุปกรณ์วัดมุมแบบดิจิตอล	35
3.26	การติดตั้งชุดเลเซอร์บอกระยะ	36
3.27	การตั้งกลไกปลดล๊อคตุ้มน้ำหนัก	36
3.28	การคล้องตะขอเคเบิล	37
3.29	การยกลูกตุ้มด้วยรอกไฟฟ้า	37
3.30	การบันทึกวีดีโอการทดสอบ	38
3.31	การปลดล๊อคตุ้มน้ำหนัก	38
3.32	การวัดค่าการยวบตัวของโครงสร้างกันแรงกระแทก	39
3.33	มุมสะท้อนของลูกตุ้มหลังจากกระแทกกับโครงสร้างกันแรงกระแทก	39
4.1	พลังงานภายในต่อปริมาตรของโครงสร้างกันแรงกระแทกแบบอลูมิเนียม	40
4.2	พลังงานภายในต่อปริมาตรของโครงสร้างกันแรงกระแทกแบบอลูมิเนียมเสริมโฟม	41
4.3	พลังงานภายในต่อปริมาตรของโครงสร้างกันแรงกระแทกแบบเรซินเสริมฝักตบขวาและแกลบ	42
4.4	พลังงานภายในต่อปริมาตรของโครงสร้างกันแรงกระแทกแบบเรซินเสริมไฟเบอร์กลาส	43
4.5	การเปรียบเทียบผลการทดสอบแบบสถิติทั้ง 4 รูปแบบ	43

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากปัจจุบันอุตสาหกรรมยานยนต์ได้มีการเติบโตและเข้ามามีบทบาทอย่างมากต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจภายในประเทศไทย ดังนั้นจึงทำให้เกิดการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์และยานพาหนะอย่างต่อเนื่องเป็นจำนวนมาก ในขณะที่ซากชิ้นส่วนยานยนต์ที่เกิดขึ้นจากการเสื่อมสภาพและเสียหายก็เพิ่มจำนวนขึ้นตามไปด้วย ชิ้นส่วนกันชนและโครงสร้างกันแรงกระแทก ดังรูปที่ 1.1 เป็นอีกหนึ่งในชิ้นส่วนยานยนต์ที่มีปริมาณการเสื่อมสภาพและเสียหายจากการใช้งานเป็นอันดับต้นๆ จากการเกิดอุบัติเหตุและเสื่อมสภาพตามอายุการใช้งาน เนื่องจากชิ้นส่วนดังกล่าวเป็นชิ้นส่วนด้านความปลอดภัยที่มีความสำคัญและบทบาทในด้านความปลอดภัยต่อการใช้งานเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นการเลือกใช้วัสดุในการผลิตจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงคุณสมบัติทางกลขั้นพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัย อีกทั้งต้นทุนและความเป็นไปได้ในการผลิต



รูปที่ 1.1 ตำแหน่งของโครงสร้างกันแรงกระแทกของรถยนต์

จากปัญหาดังกล่าว จึงทำให้เกิดแนวคิดในการหาวัสดุชนิดใหม่เข้ามาทดแทนในการผลิตโครงสร้างกันแรงกระแทก ภายใต้กรอบคุณสมบัติทางกลขั้นพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัย โดยเบื้องต้นในการผลิต นอกจกเน้นไปที่การดูดซับพลังงานเป็นตัวชี้วัดถึงความสำเร็จแก่นี้สิ่งที่สำคัญในการเลือกใช้วัสดุที่ต้องคำนึงถึงคือ การเลือกวัสดุเหลือใช้ที่สามารถหาได้ง่ายภายในประเทศและมีจำนวนมากเพียงพอต่อการผลิตโครงสร้างกันแรงกระแทกในอุตสาหกรรมยานยนต์ และวัสดุดังกล่าวควรเป็น

วัสดุที่สามารถนำกลับไปใช้ใหม่ได้หรือมีการย่อยสลายได้ด้วยตัวเอง อีกทั้งยังต้องมีลักษณะโครงสร้าง ความแข็งแรงเทียบเท่าและน้ำหนักที่ใกล้เคียงหรือเบากว่า เพื่อตอบสนองยุทธศาสตร์การลดอัตราการ ใช้พลังงานของยานยนต์ในอนาคต

ด้วยแนวคิดดังกล่าว คณะผู้วิจัยได้เล็งเห็นผักตบชวา ซึ่งเป็นพืชที่ชื้ออยู่ในปัจจุบัน ภายในประเทศ และมีปริมาณมากเพียงพอต่ออุตสาหกรรมยานยนต์ ในการนำมาเป็นส่วนผสมในการ ผลิตโครงสร้างกันแรงกระแทกสำหรับรถยนต์ เพื่อลดปริมาณที่มีมากเกินไปจนสร้างปัญหาเกิดขวาง การจราจรทางน้ำ และเพื่อเป็นการช่วยเร่งปฏิบัติการย่อยสลายหรือการนำกลับมาใช้ใหม่ของ โครงสร้างกันแรงกระแทกของรถยนต์ ทั้งที่เกิดความเสียหายจากอุบัติเหตุและเสื่อมสภาพตามอายุ การใช้งาน นำมาสู่การตัดสินใจเลือกพืชผักตบชวามาทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำมา ประยุกต์ใช้เพื่อเป็นวัสดุทดแทนหรือผสมเป็นวัตถุดิบในการสร้างโครงสร้างกันแรงกระแทกสำหรับ รถยนต์ ซึ่งเป็นวัสดุภายในประเทศ และขีดความสามารถในการรับแรงกระแทกให้เทียบเท่าหรือ มากกว่าโครงสร้างกันแรงกระแทกที่มีชื้ออยู่ในปัจจุบัน โดยอาศัยหลักวิศวกรรมในการออกแบบและ พัฒนา อีกทั้งยังจะนำเอาหลักการทดสอบที่เป็นมาตรฐานสากลทางด้านวิศวกรรมยานยนต์มาใช้เป็น แนวทางและทำการปรับปรุงขั้นตอนการทดสอบให้มีความเหมาะสมและเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ

นอกจากนี้แล้วยังเป็นการสร้างทางเลือกสำหรับการหาวัสดุทดแทนในการผลิตโครงสร้างกัน แรงกระแทกสำหรับยานยนต์ และนำข้อมูลที่ได้ไปเป็นองค์ความรู้ในการพัฒนาการออกแบบ โครงสร้างกันแรงกระแทกของยานยนต์ให้มีความสามารถในการดูดซับพลังงาน และเกิดความ ปลอดภัยหลังเกิดอุบัติเหตุมากขึ้น ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้รับจากงานวิจัยนี้คือองค์ความรู้ที่ได้จากโครงสร้างกัน แรงกระแทกที่ผลิตจากผักตบชวา ที่สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้านการพัฒนาและการ ออกแบบยานยนต์ อีกทั้งยังช่วยส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมการออกแบบยานยนต์ให้กับ ประเทศ ซึ่งเป็นประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อมที่ประเทศไทยจะได้รับ

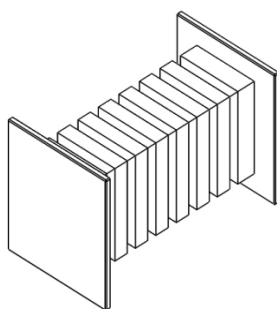
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำผักตบชวามาเป็นส่วนประกอบในการผลิตโครงสร้างกันแรง กระแทก
2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความสามารถในการรับแรงกระแทก
3. เพื่อสร้างชุดทดสอบโครงสร้างกันแรงกระแทกของยานยนต์ที่เทียบเท่ามาตรฐานสากล
4. เพื่อสร้างนักวิจัยหน้าใหม่ที่มีความรู้ความสามารถให้กับประเทศ

1.3 สมมติฐานและกรอบแนวคิดของการวิจัย

1.3.1 การออกแบบและการสร้างโครงสร้างกันแรงกระแทก

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างกันแรงกระแทกของรถยนต์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันทราบว่า โครงสร้างกันแรงกระแทกของรถยนต์แต่ละรุ่นนั้นมีลักษณะทางโครงสร้างที่คล้ายกัน แต่มีความแตกต่างกันเพียงวัสดุที่นำมาผลิตและความหนาของโครงสร้าง ดังนั้นจึงมีแนวคิดที่จะออกแบบโครงสร้างกันแรงกระแทกให้มีรูปทรงของโครงสร้างที่แตกต่างกัน เพื่อที่จะศึกษาการดูดซับพลังงานของโครงสร้างแต่ละรูปแบบ โดยกำหนดความยาวและความหนาของโครงสร้างแต่ละรูปแบบให้เท่ากันเป็นแนวทางในการออกแบบขั้นต้นโดยใช้โปรแกรม Solid Work สำหรับการออกแบบโครงสร้างกันแรงกระแทกและจำลองเชิงตัวเลข คาดว่าจะมีลักษณะทางกายภาพดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 แบบจำลองโครงสร้างกันแรงกระแทก

1.3.2 การจำลองเชิงตัวเลข (Simulation)

จากโครงสร้างกันแรงกระแทกที่ได้จากการออกแบบ ซึ่งจะถูกนำมาทำการจำลองโครงสร้างเพื่อหาแนวโน้มการยุบตัวของโครงสร้าง และหาความสอดคล้องกับพลังงานที่ใช้ในการทดสอบ โดยทำการจำลองด้วยการกำหนดแรงกิริยาที่ได้จากการคำนวณความแข็งแรงของโครงสร้างกันแรงกระแทก และหาแนวโน้มการยุบตัวของโครงสร้าง

1.3.3 การทดสอบแบบสถิต (Static tests)

เพื่อเปรียบเทียบและหาความสามารถในการดูดซับพลังงานจากโครงสร้างกันแรงกระแทกที่มีลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างกัน การทดสอบแบบสถิตจึงถูกนำมาใช้เป็นหนึ่งในกระบวนการวิจัยดังรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 การทดสอบแบบสถิต

เพื่อความสอดคล้องในการวิเคราะห์ผล จึงนำโครงสร้างกันแรงกระแทกที่สร้างขึ้นจากการออกแบบและมีคุณสมบัติวัสดุแบบเดียวกับการทดสอบด้วยวิธีการจำลองเชิงตัวเลข นอกจากนี้ยังสามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด ซึ่งสะท้อนให้เห็นพลังงานภายในของวัสดุที่สามารถรับได้ต่อปริมาตร ที่สามารถคำนวณได้จากการใช้ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขด้วยกฎสี่เหลี่ยมคางหมูแบบหลายช่วง(Dechaumphai P, 2003) โดยการประมาณใช้ช่วงจำนวนที่มีค่าระยะห่างทุกๆ วินาทีเท่ากันในการคำนวณ

อย่างไรก็ตาม การทดสอบแบบสถิตจะสะท้อนให้เห็นถึงแนวโน้มความสามารถการดูดซับพลังงานของโครงสร้างกันแรงกระแทกเท่านั้น แต่ไม่สามารถชี้บ่งถึงค่าพลังงานที่สามารถดูดซับได้ เนื่องจากการทดสอบดังกล่าวมีพลังงานที่เกิดขึ้นจากแรงในสภาวะสถิตเท่านั้น

1.3.4 การทดสอบแบบการกระแทกด้านหน้า (Dynamic tests)

การทดสอบด้วยวิธีนี้เป็น การทดสอบเพื่อหาความสามารถในการดูดซับพลังงานจากการกระแทกของโครงสร้างกันแรงกระแทก ที่สามารถจำลองสภาวะการกระแทกได้ใกล้เคียงการชนจริง เนื่องจากการทดสอบดังกล่าวมีพลังงานที่เกิดขึ้นจากแรงในสภาวะพลศาสตร์

ชุดทดสอบโครงสร้างกันแรงกระแทกด้านหน้าถูกออกแบบมาให้ใช้งานร่วมกับเครื่องทดสอบการกระแทกด้านหน้าโดยอ้างอิงจากมาตรฐาน ECE R 29 ซึ่งโครงสร้างกันแรงกระแทกแบบเดียวจากการทดสอบแบบสถิตจะถูกนำมาทำการทดสอบแบบการกระแทกด้านหน้า เพื่อหาความสามารถการดูดซับพลังงาน จากชุดทดสอบดังรูปที่ 1.4



รูปที่ 1.4 แบบจำลองการทดสอบแบบการกระแทกด้านหน้า

จากการทดสอบแบบการกระแทกด้านหน้าซึ่งอาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงพลังงานศักย์เป็นพลังงานจลน์ โดยใช้มุมยกลูกตุ้มเป็นตัวกำหนดพลังงานการกระแทก ซึ่งอาศัยมาตรฐาน US NCAP ในการกำหนดขนาดพลังงานที่สัดส่วนเดียวกันมาเป็นแนวทางการทดสอบ อีกทั้งยังอาศัยมุมสะท้อนกลับของชุดลูกตุ้มเป็นตัวชี้วัดความสามารถการดูดซับพลังงาน

1.4 การทบทวนวรรณกรรม สารสนเทศ/(Information) ที่เกี่ยวข้อง

จากผลการทบทวนวรรณกรรมพบว่ามีการศึกษาและวิจัยเพื่อทำการพัฒนาโครงสร้างกันแรงกระแทกด้วยหลากหลายวิธี โดย Yoshiaki N et al.,(2005) ได้ทำการพัฒนาโครงสร้างกันแรงกระแทกของรถยนต์ให้มีลักษณะเป็นรูปทรงแบบลูกฟูก เพื่อเพิ่มความสามารถในการรับพลังงานที่เกิดจากแรงกระแทกได้มากขึ้น โดยอาศัยวิธีการจำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Finite Element Analysis, FEA) เข้ามาช่วยในการออกแบบ

ในขณะที่รูปทรงลูกฟูกยังได้รับความสนใจจาก Ghasemnejad H et al.,(2008) โดยการออกแบบโครงสร้างกันแรงกระแทกของรถยนต์ให้มีความสามารถในการรับแรงกระแทกให้มากที่สุดภายใต้เงื่อนไขความบางของวัสดุ อีกทั้งยังทำการทดสอบกับวัสดุประเภทอลูมิเนียมหลายชนิด เพื่อทำการเปรียบเทียบความสามารถในการรับแรงกระแทก

มากไปกว่านั้นยังพบรูปทรงแบบรังผึ้งถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบ Satosa S et al.,(1998) ได้นำเอารูปทรงรังผึ้งมาปรับใช้ในการออกแบบโครงสร้างกันแรงกระแทกของรถยนต์ โดยการเปรียบเทียบระหว่างโครงสร้างที่ทำจากอลูมิเนียมแผ่นบางและโครงสร้างที่ทำจากโฟม ซึ่งวัสดุทั้ง

สองมีคุณสมบัติที่คล้ายกันคือน้ำหนักที่เบา ในขณะที่มีความสามารถสลายพลังงานจากการกระแทกได้ดี

นอกจากนี้ อลูมิเนียมก็เป็นวัสดุที่มองข้ามไม่ได้ทางวิศวกรรม Heung-Soo K, (2002) ได้ทำการศึกษารวบรวมรูปแบบของโครงสร้างกันแรงกระแทกของรถยนต์โดยใช้อลูมิเนียมเป็นวัสดุ ด้วยเหตุผลจากความต้องการเพิ่มความสามารถในการสลายพลังงานจากการกระแทกภายใต้เงื่อนไขน้ำหนักของโครงสร้างที่ถูกจำกัด การออกแบบพื้นที่หน้าตัดให้เป็นแบบมัลติเซลล์หลากหลายรูปแบบจึงถูกนำมาศึกษาด้วยวิธีการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์

ในขณะที่ Toksoy A K et al., (2010) ได้ใช้เทคนิคการบรรจุโฟมเข้าไปในโครงสร้างกันแรงกระแทกของรถยนต์เพื่อเพิ่มความสามารถในการรับแรงกระแทก โดยการจัดเรียงชั้นโฟมอย่างเป็นระเบียบ จากนั้นทำการทดสอบและจำลองทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งผลที่ได้รับคือโครงสร้างกันแรงกระแทกสามารถสลายพลังงานได้มากขึ้นในขณะที่มีน้ำหนักน้อย

ไม่เพียงแต่รูปทรงหรือลักษณะทางกายภาพที่ถูกศึกษา การค้นหาวัสดุที่นำมาใช้ทำเป็นโครงสร้างกันแรงกระแทกของรถยนต์ยังได้รับความสนใจจาก Hakim S, (2010) โดยมีแนวคิดที่จะนำเอาวัสดุผสมระหว่างไฟเบอร์กลาสและอีพอกซีมาขึ้นรูปเป็นลักษณะท่อเพื่อเพิ่มความสามารถในการรับแรง ซึ่งวัสดุที่ได้ทำการขึ้นรูปขึ้นมานั้นจะถูกทำการทดสอบด้วยการอัดทำลายโดยใช้เครื่องทดสอบการอัดตัว

นอกเหนือจากประเด็นที่กล่าวมาแล้ว เทคนิคการประกอบโครงสร้างกันแรงกระแทกของรถยนต์ยังถูกศึกษาโดย Lorenzo P, (2009) ซึ่งได้ทำการเปรียบเทียบเทคนิคการต่อชิ้นส่วนโครงสร้างที่ส่งผลกระทบต่อความสามารถในการสลายพลังงานจากการกระแทก โดยทำการทดสอบการกดชิ้นงานเพื่อวัดอัตราการสลายพลังงาน

มากไปกว่านั้นยังพบว่ามีการศึกษาผลกระทบของการเสียรูปแบบถาวรและสภาพแวดล้อมที่ประกอบไปด้วยการแพร่ผ่านคลื่นแบบยืดหยุ่นที่ส่งผลเสียหายต่อโครงสร้างกันแรงกระแทกของรถยนต์ โดย Rusinek A, (2008) ซึ่งใช้วิธีการศึกษาด้วยการจำลองทางคอมพิวเตอร์ และเปรียบเทียบความสามารถในการสลายพลังงาน ทั้งนี้เพื่อศึกษาอิทธิพลของอัตราความเครียดที่มีผลต่อความเสียหายของโครงสร้าง

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1. เปรียบเทียบความสามารถการดูดซับแรงกระแทกระหว่างโครงสร้างกันแรงกระแทกที่มีอยู่ในปัจจุบันและที่ผลิตจากผักตบชวา
2. ศึกษาโครงสร้างกันแรงกระแทกของยานยนต์ไม่ต่ำกว่า 3 รูปแบบ
3. ทดสอบโครงสร้างกันแรงกระแทกของยานยนต์ที่มีขนาด ต้นขึ้นไป 1
4. แนวทางการทดสอบอ้างอิงจากมาตรฐานสากล NCAP

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้โครงสร้างกันแรงกระแทกที่ผลิตจากผักตบชวาที่มีขีดความสามารถรับแรงกระแทก เทียบเท่าแบบปัจจุบัน
2. ได้โครงสร้างกันแรงกระแทกที่สามารถย่อยสลายได้ง่าย
3. ลดปริมาณวัชพืชที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
4. ลดต้นทุนด้านวัตถุดิบในการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์
5. ก่อให้เกิดความร่วมมือทางด้านงานวิจัยระหว่างหน่วยงานภาครัฐและเอกชน
6. ผลิตนักวิจัยรุ่นใหม่ และพัฒนานักวิจัยรุ่นเก่าให้กับหน่วยงาน



บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 วัสดุวิศวกรรม

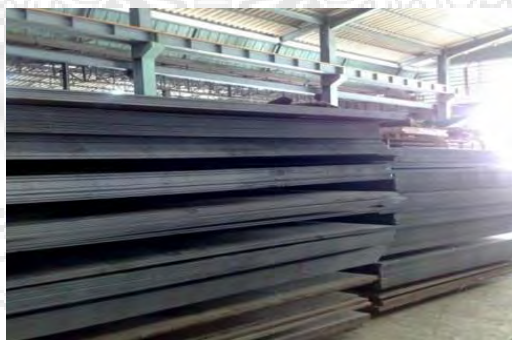
คือวัสดุที่นำไปใช้ในงานทางด้านวิศวกรรม ซึ่งทางคณะผู้จัดทำโครงการได้สร้างทางเลือกในการสร้างโครงสร้างกันแรงกระแทก เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของโครงการ

2.1.1 วัสดุประเภทโลหะ

วัสดุประเภทนี้ถือว่าเป็นสารอนินทรีย์ (Inorganic substances) ที่ประกอบด้วยธาตุที่เป็นโลหะชนิดเดียวหรือหลายชนิด บางครั้งอาจมีโลหะผสมอยู่โดยทั่วไปพวกโลหะจะมีสมบัติเฉพาะที่เปราะนำไฟฟ้า และความร้อนที่ดีมีความแข็งแรงสูง เหนียวอ่อนตัวได้เป็นต้น ถ้านำโลหะบริสุทธิ์ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปผสมกันจะได้โลหะผสม แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด

2.1.1.1 ชนิดโลหะที่เป็นเหล็ก (Ferrous metals) และโลหะผสม

ที่มีเหล็กเป็นองค์ประกอบหลัก เช่น เหล็กเหนียว เหล็กหล่อ เหล็กกล้า ฯลฯ เป็นวัสดุโลหะที่ใช้กันมากสุดในวงการอุตสาหกรรม เนื่องจากเป็นวัสดุที่มีความแข็งแรงสูงสามารถปรับปรุงคุณภาพ และเปลี่ยนแปลงรูปได้หลายวิธี เช่น การหล่อ การกลึง การอัด รีดขึ้นรูป เป็นต้น ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ชนิดโลหะที่เป็นเหล็ก

2.1.1.2 ชนิดโลหะที่ไม่มีเหล็ก (Non-ferrous metals) และโลหะผสมที่ไม่มีเหล็ก

องค์ประกอบมีเหล็กอยู่น้อย เช่น อะลูมิเนียม เป็นโลหะที่มีน้ำหนักเบา โลหะผสมของอะลูมิเนียมใช้กันมาก อะลูมิเนียมหนักเพียงหนึ่งในสามของเหล็ก และสามารถนำไฟฟ้าได้ดี ในผิวโลกมีอะลูมิเนียมมากกว่าโลหะอื่นๆ อะลูมิเนียมมีสีขาวเหมือนเงิน เนื้อเป็นมันวาวงดงามไม่หมองง่าย อาจถึงเป็นเส้นลวดขนาดเล็กยิ่งกว่าเส้นผม หรือ ดีแฉ่เป็นแผ่นบางๆ ที่บางมากราวกับกระดาษ อะลูมิเนียมไม่สึกกร่อนโดยง่าย และจะทำปฏิกิริยากับกรด และต่างบางชนิดเท่านั้น เมื่อผสมโลหะอื่นบางชนิดลงไป ในเนื้ออะลูมิเนียมจะได้โลหะผสมซึ่งแข็งแรง ทนทาน และเหนียวกว่าอะลูมิเนียมบริสุทธิ์มากดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ชนิดโลหะที่ไม่มีเหล็ก

2.1.2 วัสดุประเภทพลาสติกหรือพอลิเมอร์

วัสดุพวกนี้เป็นสารอินทรีย์ ส่วนใหญ่จะประกอบไปด้วยธาตุ C, H, N, Cl, F, S และ O เป็นต้น พอลิเมอร์เป็นสารที่มีโมเลกุลใหญ่ มีโครงสร้างที่ต่อกันยาวหรือเป็นโครงข่าย พอลิเมอร์เป็นสารที่ไม่มีรูปร่างผลึกเป็นส่วนใหญ่ แต่บางชนิดเป็นของผสมที่มีรูปร่างผลึก และไม่มีรูปร่างผลึกปนกัน จึงมีคุณสมบัติที่กว้างมาก มีทั้งแข็งแรง และอ่อน เป็นฉนวนไฟฟ้า มีจุดหลอมเหลวทั้งสูง และต่ำ โดยทั่วไปพอลิเมอร์มีความหนาแน่นต่ำ ส่วนพลาสติกเป็นพอลิเมอร์ชนิดหนึ่งมีอยู่ 2 ชนิด คือ เทอร์โมพลาสติก เป็นพลาสติกชนิดที่สามารถหลอมเหลวได้ด้วยความร้อนอีกชนิดหนึ่งคือ เทอร์โมเซตเป็นพลาสติกที่ไม่สามารถหลอมเหลวได้ เมื่อแข็งตัวแล้วเป็นพลาสติกที่แข็งแรงแต่เปราะ

2.1.3 วัสดุธรรมชาติ

เป็นวัสดุที่มีอยู่ในธรรมชาติ เช่น ดิน หิน แร่ธาตุ ต้นไม้ ขนสัตว์ เส้นใยพืช เป็นต้น การนำวัสดุธรรมชาติมาใช้ประโยชน์โดยตรงจะไม่ค่อยสะดวกในการใช้งาน

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง(สมพงษ์ ใจดี, 2539)

2.2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับแรง

แรงในที่นี้หมายถึงแรงปฏิกิริยาที่กระทำต่อวัตถุในรูปของแรงกดหรือแรงอัดเพื่อก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบทางกายภาพโดยแรงเป็นผลมาจากการใช้พลังงาน ซึ่งสามารถหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$F = mg \quad (2.1)$$

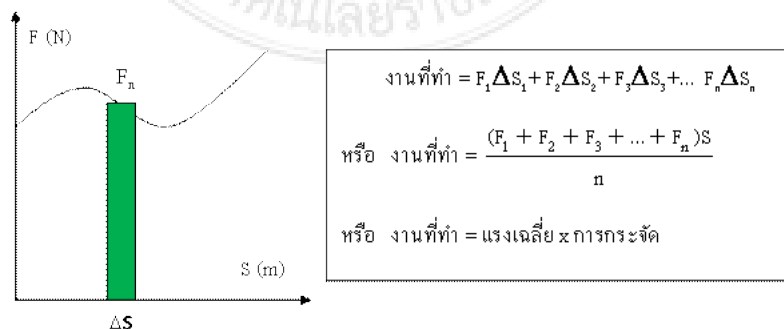
โดยที่ F คือ แรงกิริยา(N)
 m คือ มวล (kg)
 g คือ ความเร่งจากแรงดึงดูดโลก (9.81 m/s^2)

จากนั้นสามารถหางานจากพื้นที่ใต้กราฟของแรง และระยะทางเนื่องจากงานเป็นผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเคลื่อนที่ตามแนวแรง หางานด้วยวิธีคำนวณจากพื้นที่ใต้กราฟได้ดังนี้

$$W = FS \quad (2.2)$$

โดยที่ W คือ งาน(J)
 S คือ ระยะทาง (m)

ดังนั้น งานจะขึ้นอยู่กับแรง และระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ตามแนวแรงกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรง และการจัดจะบอกให้ทราบขนาดของงานที่ทำดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 การหางานจากพื้นที่ใต้กราฟกรณีแรงกระทำมีค่าไม่คงตัว

2.2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับงาน และพลังงาน

พลังงานหมายถึง ความสามารถในการเกิดงาน ซึ่งเป็นผลการทำงานของแรงทำให้วัตถุหรือสิ่งใดๆ เคลื่อนที่หรือทำให้สสารเกิดการเปลี่ยนแปลงได้เช่น ทำให้สสารร้อนขึ้นหรือเปลี่ยนสถานะ พลังงานนั้นสามารถจัดเก็บไว้ได้ และพลังงานไม่สามารถถูกทำลายได้แต่สามารถเปลี่ยนแปลงจากรูปหนึ่งไปเป็นอีกรูปหนึ่งได้เช่น พลังงานแสงไปเป็นพลังงานไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกลหรือพลังงานความร้อน เป็นต้น ในการทดสอบได้พลังงานดังต่อไปนี้

1) พลังงานศักย์ (Potential energy : E_p) คือ พลังงานที่สะสมอยู่ในตัววัตถุหรือสสารที่หยุดนิ่งอยู่กับที่ยังไม่เกิดการเคลื่อนที่ ถ้าวัตถุอยู่บนพื้นที่สูงจากระดับพื้นดินขึ้นไปพลังงานที่สะสมอยู่ในตัวของวัตถุนั้นจะเกิดจากแรงดึงดูดของโลกจึงเรียกว่า พลังงานศักย์โน้มถ่วง การคำนวณพลังงานศักย์โน้มถ่วงในกรณีการทดสอบแบบการกระแทกด้านหน้าใช้สมการดังต่อไปนี้

$$E_p = mgr - r\cos\alpha \quad (2.3)$$

โดยที่

E_p คือ พลังงานศักย์ (J)

r คือ ความยาวแขนลูกตุ้ม (m)

α คือ มุมยกลูกตุ้มเริ่มต้นก่อนกระแทก ($^\circ$)

2) พลังงานจลน์ (Kinetic energy : E_k) คือ พลังงานที่มีอยู่ในวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ เช่น พลังงานของรถยนต์ที่กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว สามารถคำนวณพลังงานจลน์โดยใช้สมการดังนี้

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 \quad (2.4)$$

โดยที่

E_k คือ พลังงานจลน์ (J)

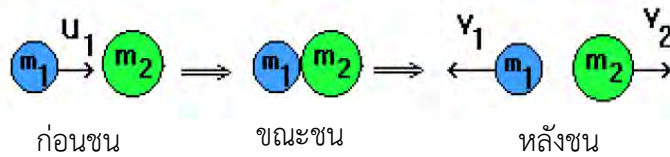
v คือ ความเร็วที่วัตถุเคลื่อนที่ (m/s)

2.2.3 ทฤษฎีการชน และโมเมนตัม

กรณีการทดสอบโครงสร้างกันแรงกระแทกจัดอยู่ในรูปแบบการชนในแนวตรง)1 มิติเป็น (การชนกันในแนวผ่านจุดศูนย์กลางมวล และเป็นการชนกันแบบไม่ยืดหยุ่น เมื่อชนกันแล้วเกิดการสูญเสียพลังงานจลน์ไปในรูปพลังงานความร้อน เสียง แสง แต่โมเมนตัมของระบบคงตัว (ถ้าไม่มีแรงภายนอกมากระทำ) สามารถหาพลังงานได้ดังนี้

$$E_k (\text{ที่สูญเสียไป}) = \sum E_k (\text{ก่อนชน}) - \sum E_k (\text{หลังชน}) \quad (2.5)$$

ในกรณีที่มวลก้อนเล็กวิ่งไปชนมวลก้อนใหญ่ ภายหลังจากการชนมวลก้อนเล็กจะกระเด็นกลับ ส่วนมวลก้อนใหญ่จะเคลื่อนที่ไปทิศเดียวกับมวลก้อนเล็กก่อนชน ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 การเคลื่อนที่ของมวลก่อน และหลังการชน

2.3 ทฤษฎีที่ใช้สำหรับการออกแบบเครื่องทดสอบ(รุ่งสุรีย์ ใจเขื่อนแก้ว, 2545)

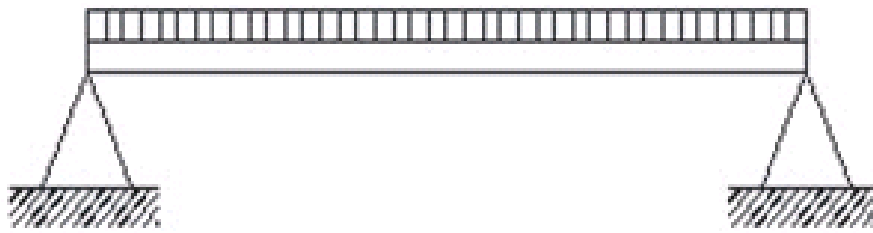
2.3.1 ทฤษฎีโมเมนต์ดัด และแรงเฉือนของคาน (Bending Moment and Shearing Force)

การพิจารณาท่อนโลหะ ซึ่งอยู่ภายใต้ความเค้นดัด ความเค้นอัด และความเค้นเฉือน ซึ่งมีค่าคงที่ตลอดภาคตัดโดยเฉพะอย่างยิ่งคานอยู่ภายใต้แรงที่กระทำในแนวตั้ง ความเค้นที่เกิดขึ้นจะมีทั้งความเค้นดัด ความเค้นอัด และความเค้นเฉือน แต่มีค่าไม่คงที่ตลอดภาคตัดอันหนึ่ง

การรองรับของคาน เป็นระบบการรองรับคานแบบง่าย (Simple supported beam) มีลักษณะการรองรับเป็นคมมีดหรือลูกกลิ้งรองรับอยู่ดังรูปที่ 2.5 และมีแรงกระจายดังรูปที่ 2.6

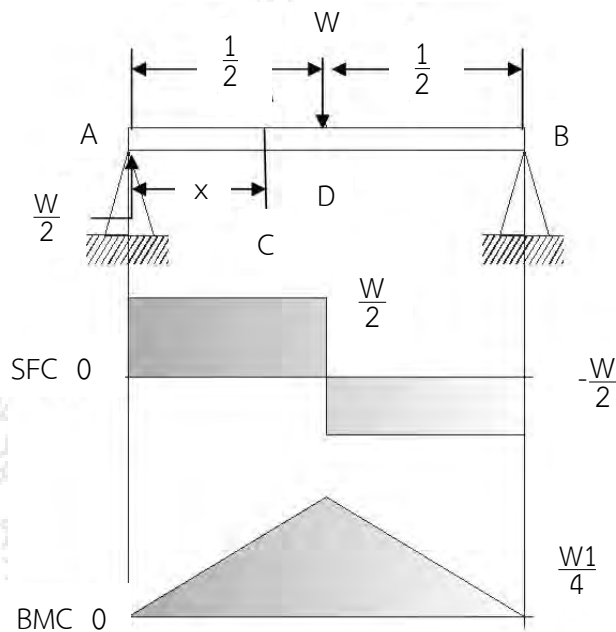


รูปที่ 2.5 ระบบการรองรับของคานแบบง่าย



รูปที่ 2.6 แรงกระจายสม่ำเสมอ

จากรูปที่ 2.6 สามารถพิจารณาให้อยู่ในรูปของแรงแบบจุดกระทำตรงกลาง (Simply supported beam) และเขียนเป็นแผนภาพโมเมนต์ตัดได้ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 Simply supported beam มีแรงแบบจุดกระทำตรงกลาง

การหาแรงเฉือน SF ก่อนอื่นต้องหาแรงปฏิกิริยาที่ A และ B เนื่องจากแรงกระทำตรงกลาง แรงปฏิกิริยามีค่าเท่ากันเท่ากับ $\frac{W}{2}$ และในช่วง AC จะได้ค่า

$$V = \frac{W}{2} \quad \text{ซึ่งเป็นค่าคงที่}$$

เมื่อผ่านจุด C

$$V = \frac{W}{2} - W$$

ถ้าคิดจากด้านขวามือ แรงเฉือนที่จุด B = $-\frac{W}{2}$ เพราะแรงปฏิกิริยาที่ B เหนือวัสดุทวนเข็มนาฬิกา

2.3.2 ความเค้นดัด และการเสียรูปในช่วงอีลาสติก

ชิ้นส่วนโครงสร้างที่รับโมเมนต์ซึ่งมีขนาดเท่ากัน และมีทิศทางตรงกันข้าม กระทำอยู่ในระนาบเดียวกันซึ่งเป็นระนาบในแนวความยาวนั้น เรียกว่าอยู่ในสภาพแรงดัดล้วน ซึ่งจะพบว่าถ้าตัดหน้าตัดผ่านชิ้นส่วน จะทำให้แรงเล็กๆที่กระทำบนชิ้นส่วนเทียบเท่ากับโมเมนต์ ดังนั้นแรงภายในหน้าตัดใดๆในชิ้นส่วนโครงสร้างที่รับแรงดัดล้วนจะเทียบเท่ากับโมเมนต์ดัดนั้นๆ โมเมนต์นี้เรียกว่า (Bending moment) สามารถหาโมเมนต์ดัดจากการพิจารณาสมดุลของคาน และคำนวณได้จาก

$$M = R \times x \quad (2.6)$$

และหาโมเมนต์สูงสุดได้จาก

$$M = V \times x \quad (2.7)$$

โดยที่

- M คือ โมเมนต์(N*mm)
- R คือ แรงปฏิกิริยา(N)
- V คือ แรงเฉือน(N)
- x คือ ระยะทางจากแรงไปยังจุดรองรับ(mm)

และสามารถพิจารณากรณีที่โมเมนต์ดัดทำให้เกิดความเค้นในแนวตั้งฉากซึ่งมีค่าไม่เกินกำลังคลากของวัสดุ นั้นหมายถึงความเค้นมีค่าต่ำกว่าขีดจำกัดความเป็นปฏิกิริยา (Proportional limit) และขีดจำกัดความยืดหยุ่น (Elastic limit) ด้วย ดังนั้นจะไม่มี การเสียรูปอย่างถาวรเกิดขึ้น และสามารถใช้กฎของฮุคได้ สมมติว่าวัสดุเป็นเนื้อเดียวกันในกรณีของแรงดัดล้วน แกนสะเทินจะผ่านจุดเซนทรอยด์ของหน้าตัด คือโมเมนต์อินเนอร์เซียหรือโมเมนต์ที่สองของหน้าตัด โดยเทียบกับแกนสะเทินซึ่งตั้งฉากกับระนาบของโมเมนต์ และเมื่อต้องการหาขนาดพื้นที่หน้าตัดของคานโดยคำนึงถึงความปลอดภัยสามารถหาได้จากสมการ

$$\frac{\sigma_y}{N_y} = \frac{Mc}{I} \quad (2.8)$$

โดยที่

- σ_y คือ ความเค้น(N/mm²)
- N_y คือ ค่าความปลอดภัย
- M คือ โมเมนต์ (N*mm)
- c คือ แกนสะเทิน (mm)
- I คือ โมเมนต์อินเนอร์เซีย (mm⁴)

2.3.3 ค่าความปลอดภัย

ค่าความปลอดภัยหมายถึง ตัวเลขที่นำไปหารค่าความต้านทานแรงดึงครากของวัสดุเพื่อให้ได้ความเค้นสำหรับใช้งาน(Working stress) ในชิ้นส่วนที่ต้องการออกแบบหรือเรียกว่าความเค้นออกแบบ (Design stress) จากตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ค่าความปลอดภัย

ชนิดของแรง	เหล็กเหนียว และโลหะเหนียว		เหล็กหล่อ และโลหะเปราะ
	N_y	N_u	N_u
แรงอยู่นิ่ง	2-1.5	4-3	6-5
แรงซ้ำทิศทางเดียว หรือแรงกระแทกเล็กน้อย	3	6	8-7
แรงซ้ำสองทิศทางหรือแรงกระแทกเล็กน้อย	4	8	12-10
แรงกระแทกอย่างหนัก	7-5	15-10	20-15

2.4 มาตรฐานในการทดสอบ

2.4.1 มาตรฐานการทดสอบ ECE R 29

เนื่องจากการทดสอบการกระแทกด้านหน้าของรถยนต์นั้น ใช้พลังงานในการกระแทกอ้างอิงบางส่วนมาจากมาตรฐาน ECE R 29 ที่มีข้อกำหนดในการกำหนดพลังงานที่ใช้ทำการทดสอบการกระแทกที่ 35,000 J สำหรับใช้ในการทดสอบรถโดยสารที่มีขนาดไม่เกิน 7 ตัน และที่ 45,000 J สำหรับใช้ในการทดสอบรถโดยสารที่มีขนาดมากกว่า 7 ตันขึ้นไปดังรูปที่ 2.8 โดยเครื่องทดสอบแบบกระแทกด้านหน้ามติดตั้งอยู่ที่ศูนย์ฝึกหัดขับรถโดยสาร กรมการขนส่งทางบก อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี



รูปที่ 2.8 มาตรฐานการชนแบบด้านหน้า ECE R 29

2.4.2 มาตรฐานการทดสอบ US NCAP

เนื่องจากการทดสอบการกระแทกด้านหน้าของรถยนต์นั้น ใช้พลังงานในการกระแทกอ้างอิงมาจากมาตรฐาน US NCAP ซึ่งได้กำหนดความเร็วในการทดสอบสำหรับรถยนต์ที่มีน้ำหนักไม่เกิน 1 ตันไว้ที่ 56 km เมื่อนำความเร็วที่อ้างอิงมาทำการหาพลังงานในการทดสอบและมูมัยกในการทดสอบได้ ดังรูปที่ 2.9



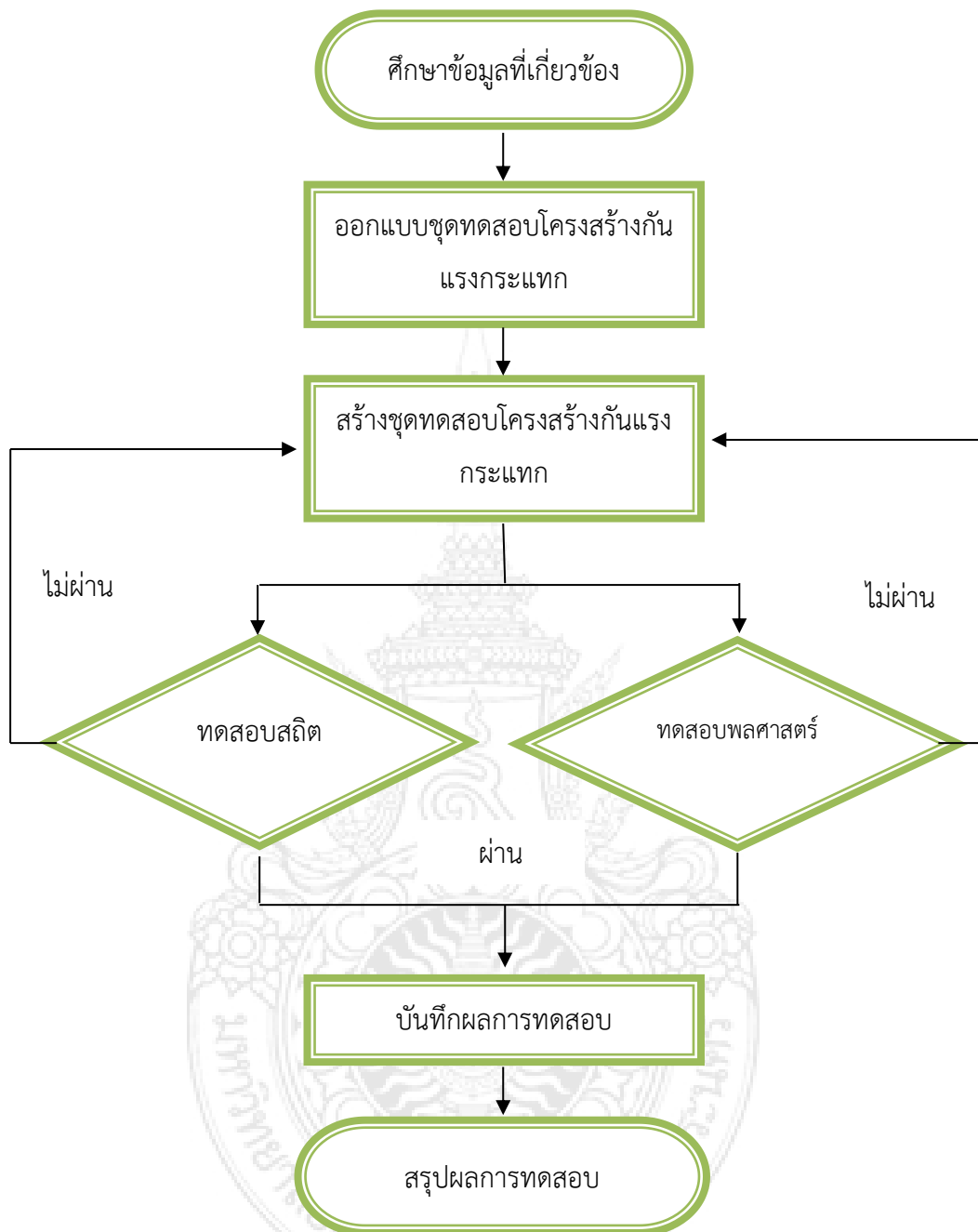
รูปที่ 2.9 มาตรฐานการชนแบบด้านหน้า US NCAP

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การจัดทำโครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบโครงสร้างกันแรงกระแทกของรถยนต์ด้วยวัสดุทดแทนที่ส่งผลต่อการดูดซับพลังงาน เพื่อทดสอบหาปัจจัยในการดูดซับพลังงานจากการกระแทก เพื่อให้โครงการสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และมีประสิทธิภาพนั้นจำเป็นต้องมีการศึกษาข้อมูลต่างๆ และทำการวิเคราะห์ก่อนการสร้างชิ้นงาน เพื่อเป็นการตรวจสอบว่ามีความเป็นไปได้หรือไม่ที่จะออกแบบและสร้างชุดทดสอบให้ได้ตามวัตถุประสงค์ของโครงการ ถ้าหากมีการคำนวณทางทฤษฎีแล้วมีความเป็นไปได้ จึงลงมือปฏิบัติ เพื่อป้องกันความเสียหายวัสดุ และอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการดำเนินการสร้างชุดทดสอบ โดยผู้จัดทำโครงการมีขั้นตอนการดำเนินการดังต่อไปนี้

- 1) ศึกษาทฤษฎี และข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
- 2) ออกแบบโครงสร้างกันแรงกระแทก
- 3) สร้างชุดทดสอบโครงสร้างกันแรงกระแทก
- 4) ทดสอบโครงสร้างกันแรงกระแทกแบบสถิตและแบบพลศาสตร์
- 5) บันทึกผลการทดสอบ
- 6) สรุปผลการทำโครงการ

จากขั้นตอนการดำเนินงาน และการสร้างชุดทดสอบโครงสร้างกันแรงกระแทกของรถยนต์ สามารถนำขั้นตอนการดำเนินงานมาเขียนแผนภูมิรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 การคำนวณหาค่าเบื้องต้นเพื่อใช้ในการศึกษาปัจจัยในการดูดซับพลังงาน

เนื่องจากการทดสอบการกระแทกด้านหน้าของรถยนต์นั้น ใช้พลังงานในการกระแทกอ้างอิงมาจากมาตรฐาน USA NCAP ซึ่งได้กำหนดความเร็วในการทดสอบสำหรับรถยนต์ที่มีน้ำหนักไม่เกิน 1 ตันไว้ที่ 56 km/hr ถ้าหากนำความเร็วและน้ำหนักตามมาตรฐาน USA NCAP มาคำนวณหาค่าพลังงานจะได้ดังนี้

จากสมการที่ (2.3)

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

แทนค่าหา E_k

$$E_k = \frac{1}{2}(1,000 \text{ kg})\left(56 \frac{\text{km}}{\text{hr}} \times \frac{1,000 \text{ m}}{3,600 \text{ s}}\right)^2$$

ดังนั้น

$$E_k = 120,987 \text{ J}$$

เนื่องจากน้ำหนักของโครงสร้างกันแรงกระแทกรวมชุดทดสอบมีน้ำหนักประมาณ 300 kg ซึ่งน้อยกว่าน้ำหนักของรถโดยสารส่วนบุคคลประมาณ 10 เท่า ดังนั้นพลังงานที่ใช้ทำการทดสอบแบบการกระแทกด้านหน้าจะต้องลดลง 10 เท่า จะได้พลังงานที่ใช้ทดสอบเป็น 11,800 J ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐาน ECE R 29 ที่มีข้อกำหนดในการกำหนดพลังงานที่ใช้ทำการทดสอบการกระแทกอยู่ที่ 35,000 J สำหรับใช้ในการทดสอบรถโดยสารที่มีขนาดไม่เกิน 7 ตัน และที่ 45,000 J สำหรับใช้ในการทดสอบรถโดยสารที่มีขนาดมากกว่า 7 ตันขึ้นไป จึงต้องทำการคำนวณหามุมยกลูกตุ้มเพื่อใช้ทดสอบแบบการกระแทกด้านหน้า โดยนำค่ามวลของลูกตุ้มที่มีขนาด 1,500 kg และความยาวแขนแกว่งของลูกตุ้ม 3.8 m มาคำนวณได้ดังนี้

จากสมการที่ (2.2)

$$E_p = mg(r - r \cos \alpha)$$

แทนค่าหา α

$$11,800 \text{ J} = (1,500 \text{ kg})(9.81 \text{ m/s}^2)(3.8 \text{ m} - 3.8 \text{ m} \cos \alpha)$$

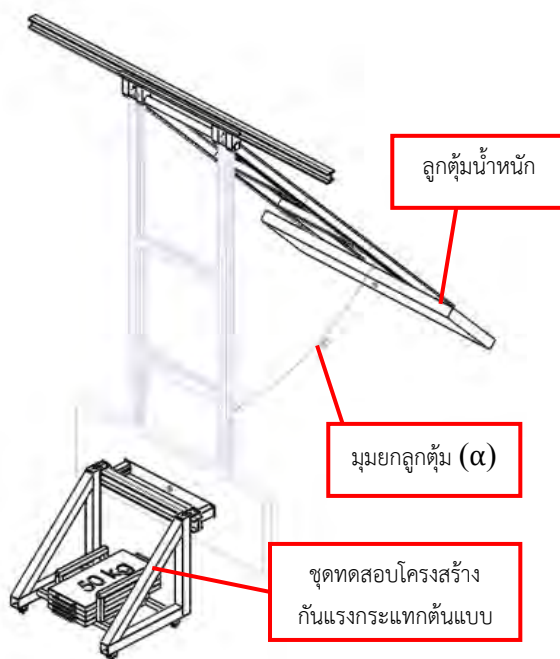
ดังนั้น

$$\alpha = 38^\circ$$

3.2 การออกแบบและการสร้างชุดทดสอบโครงสร้างกันแรงกระแทก

จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยต่างๆ ในการรับแรงกระแทกของรถยนต์ จึงเลือกใช้การทดสอบแบบการกระแทกด้านหน้ามาใช้ทำการทดสอบ โดยมีวัตถุประสงค์ของการทดสอบคือการวัดค่าพลังงานหลังจากการกระแทกขึ้นงานอย่างฉับพลันซึ่งสามารถหาได้จากการปล่อยลูกตุ้มที่

ทราบค่าน้ำหนัก ณ ตำแหน่งความสูงหรือมุมการยกลูกตุ้มที่ได้คำนวณไว้ลงกระทำกับโครงสร้างกันแรงกระแทก โดยมีฐานรองรับแรงกระทำดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แบบจำลองการทดสอบแบบการกระแทกด้านหน้า

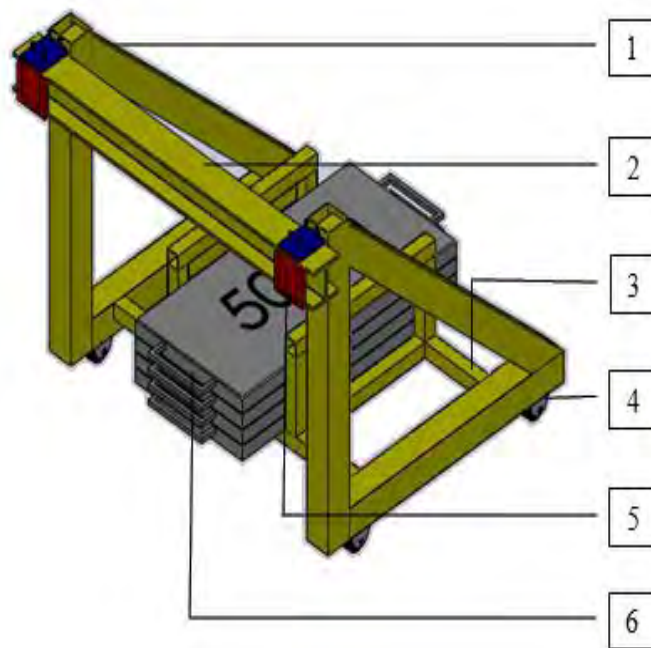
3.2.1 การออกแบบชุดทดสอบโครงสร้างกันแรงกระแทก

เนื่องจากต้องการทดสอบเพื่อหาความสามารถในการดูดซับพลังงานในการกระทำของโครงสร้างกันแรงกระแทกเพียงส่วนเดียว ดังนั้นโครงสร้างชุดทดสอบจึงต้องมีข้อกำหนดในการออกแบบดังต่อไปนี้

- 1) โครงสร้างไม่มีการเสียรูปเมื่อโดนแรงกระทำ
- 2) มีความสูงถึงจุดกึ่งกลางแผ่นน้ำหนักของเครื่องทดสอบ
- 3) มีความกว้างเท่ากับโครงสร้างด้านหน้าของรถยนต์
- 4) มีน้ำหนักโดยรวมไม่เกิน 300 kg
- 5) มีล้อเพื่อให้เคลื่อนที่ได้เหมือนรถยนต์
- 6) มีชุดจับยึดโครงสร้างกันแรงกระแทกแบบถอดเปลี่ยนได้

จากข้อกำหนดดังกล่าวทางคณะผู้จัดทำโครงการจึงได้มีการออกแบบเพื่อให้ชุดทดสอบนั้นสามารถใช้ในการทดสอบและสร้างชิ้นได้จริง จึงทำการออกแบบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยใช้

โปรแกรม Solid Work โดยคำนึงถึงขนาดและคุณสมบัติของวัสดุที่มีจำหน่ายอยู่ในประเทศจึงได้ผลสรุปในการออกแบบดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 แบบจำลองชุดทดสอบโครงสร้างกันแรงกระแทก

หมายเลข 1 โครงสร้างหลัก

หมายเลข 2 คานรับแรงกระแทกด้านหน้า

หมายเลข 3 คานรองรับแผ่นถ่วงน้ำหนัก

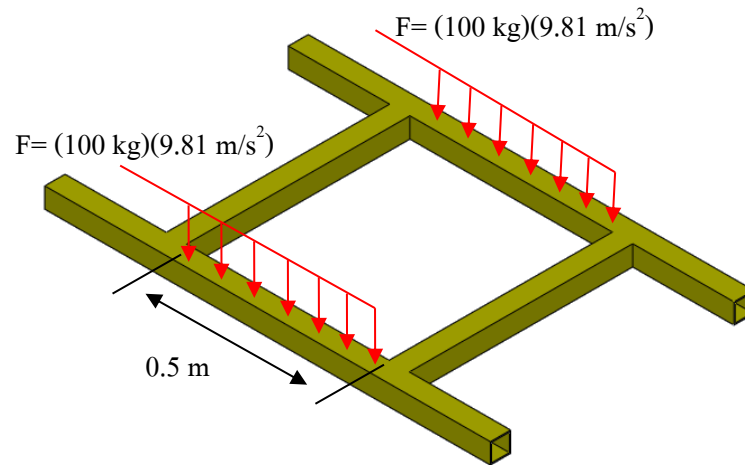
หมายเลข 4 ล้อ

หมายเลข 5 ชุดติดตั้งโครงสร้างกันแรงกระแทก

หมายเลข 6 แผ่นปูนถ่วงน้ำหนัก

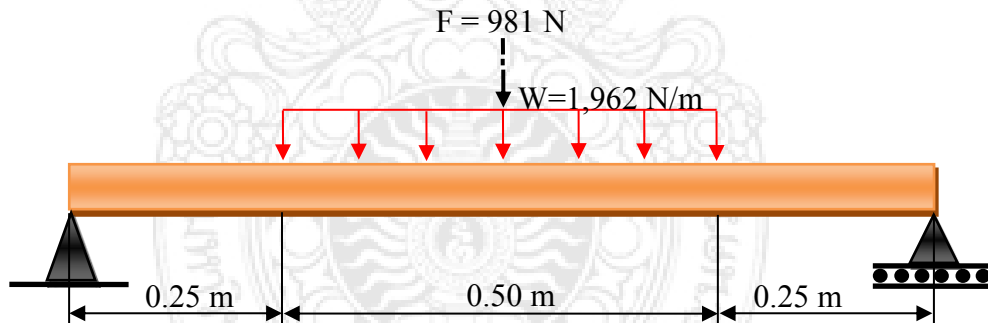
3.2.2 การคำนวณหาขนาดพื้นที่หน้าตัดของคานรองรับแผ่นปูนถ่วงน้ำหนัก

จากการออกแบบด้วยโปรแกรมSolid work สามารถวิเคราะห์น้ำหนักของตัวโครงสร้างได้ 100 kg โดยมีแผ่นถ่วงน้ำหนักที่วางอยู่บนโครงสร้างเท่ากับ 200 kg ทำให้เกิดแรงกระจายในช่วง 0.5 m กับคานทั้ง 2 ชั้น จึงต้องมีการคำนวณหาขนาดพื้นที่หน้าตัดของคานเพื่อใช้ในการเลือกวัสดุ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการใช้งาน สามารถพิจารณาแรงกระจายดังรูปที่ 3.4

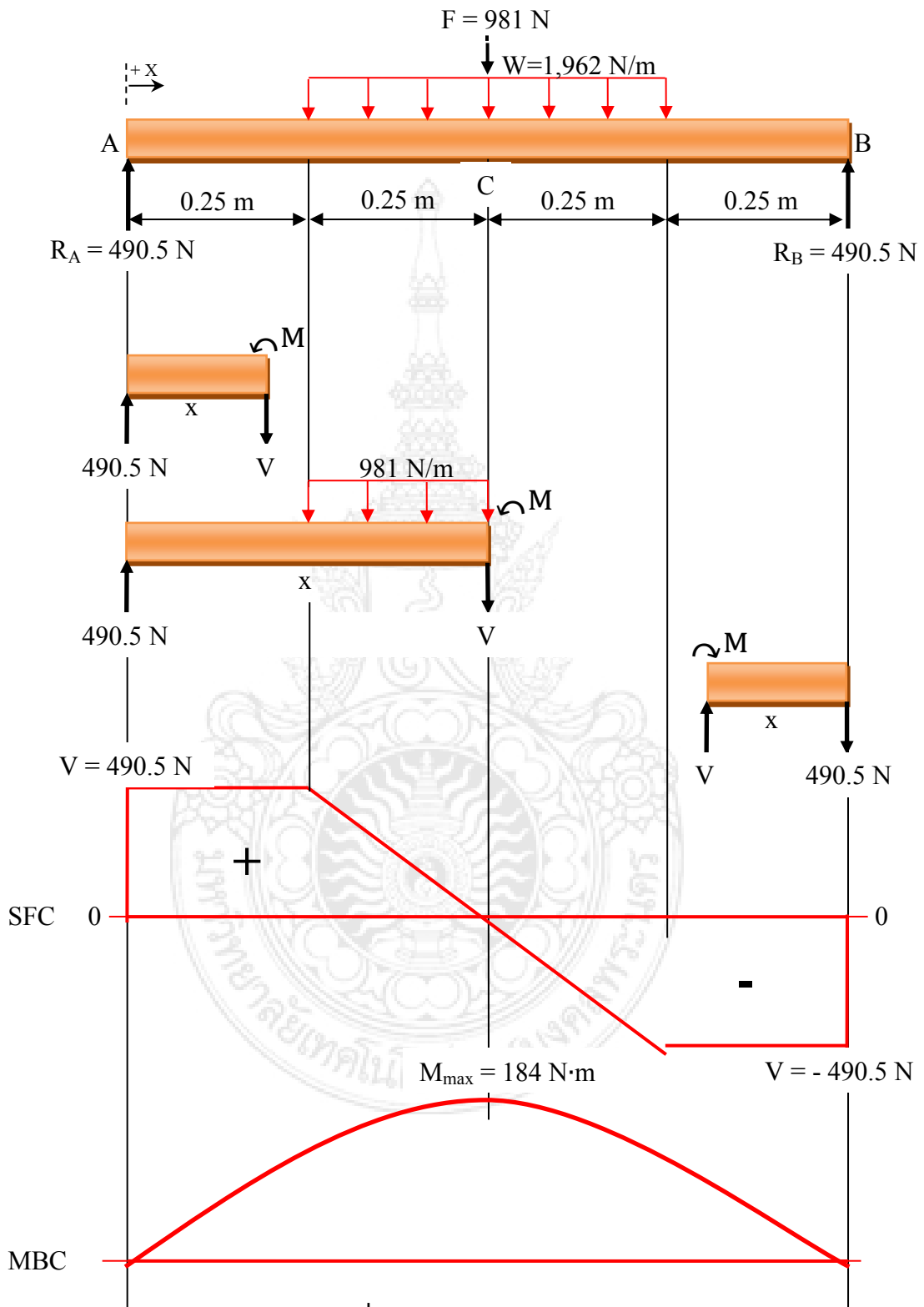


รูปที่ 3.4 คานรองรับแผ่นถ่วงน้ำหนัก

จากรูปที่ 3.4 สามารถคิดสมดุลของคานเพื่อหาแรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับ และคำนวณหาค่าโมเมนต์สูงสุดดังนี้



รูปที่ 3.5 การพิจารณาสมดุลของคาน



รูปที่ 3.6 แผนภาพโมเมนต์ตัด

จากแผนภาพโมเมนต์ตัดสามารถพิจารณาสมดุลของคานทั้งหมดและคำนวณหาแรงปฏิกิริยาที่จุด A และจุด B ได้ดังนี้

จากสมการที่(2.6) $M = R \times x$

ดังนั้น

$$+\curvearrowright \sum M_A = 0: R_B(1\text{m}) - (981\text{ N})(0.5\text{ m}) = 0$$

จะได้

$$R_B = 490.5\text{ N} \uparrow$$

และ

$$+\uparrow \sum F_y = 0: R_A - 981\text{ N} + 490.5\text{ N} = 0$$

จะได้

$$R_A = 490.5\text{ N} \uparrow$$

จากนั้นคำนวณพื้นที่ใต้แผนภาพของแรงเฉือนในแต่ละช่วง เนื่องจากพื้นที่ใต้แผนภาพของแรงเฉือนระหว่างจุด 2 จุดใดๆ จะมีค่าเท่ากับการเปลี่ยนแปลงของโมเมนต์ตัดระหว่างจุด 2 จุดนั้นๆ และสามารถหาค่าโมเมนต์สูงสุดดังนี้

จากสมการที่(2.7) $M_{\max} = \left(\frac{x}{2} + \frac{x}{4} \right) V$

แทนค่าหา M_{\max}

$$M_{\max} = \left(\frac{0.5}{2}\text{ m} + \frac{0.5}{4}\text{ m} \right) (490.5\text{ N})$$

ดังนั้น

$$M_{\max} = 184\text{ N} \cdot \text{m}$$

และ

$$M_A = M_B = 0$$

เนื่องจากต้องการเลือกใช้เหล็กกล่องสี่เหลี่ยมจัตุรัส จึงต้องมีการคำนวณหาโมเมนต์อินเนอร์เซีย เพื่อนำไปหาขนาดความกว้างของหน้าตัดโครงสร้าง

จากสมการ

$$I = \frac{[(b-2t)(h-2t)^3]}{12}$$

กำหนดให้ $b = h$

แก้สมการกำลังสามสมบูรณ์

$$I = \frac{b^4}{12} - \frac{1}{2}[(b-2t)(b-2t)^3]$$

$$I = \frac{b^4}{12} - \frac{1}{2}[(b-2t)(b^3 - 6b^2t + 12bt^2 - 8t^3)]$$

$$I = \frac{8b^3t - 24b^2t^2 + 32bt^3 - 16t^4}{12}$$

แทนค่า $t = 2 \text{ mm}$

$$I = \frac{8(2)b^3 - 24(2^2)b^2 + 32(2^3)b - 16(2)^4}{12}$$

ดังนั้น

$$I = 1.3b^3 - 8b^2 + 21.3b - 21.3$$

หาค่า b ได้จากสมการที่ (2.8)

$$\frac{\sigma_y}{N_y} = \frac{Mc}{I}$$

แทนค่า

$$\nabla = 36 \times 6.895 \text{ N/mm}^2$$

$$N_y = 7 \quad (\text{จากตารางที่ 2.1})$$

$$M = 184 \times 10^3 \text{ N}\cdot\text{mm} \quad (\text{จากการคำนวณ})$$

$$c = \frac{b}{2} \quad (\text{สี่เหลี่ยมจัตุรัส})$$

ดังนั้น

$$I = 2,600b$$

แทนค่า

$$I = 1.3b^3 - 8b^2 + 21.3b - 21.3$$

ดังนั้น

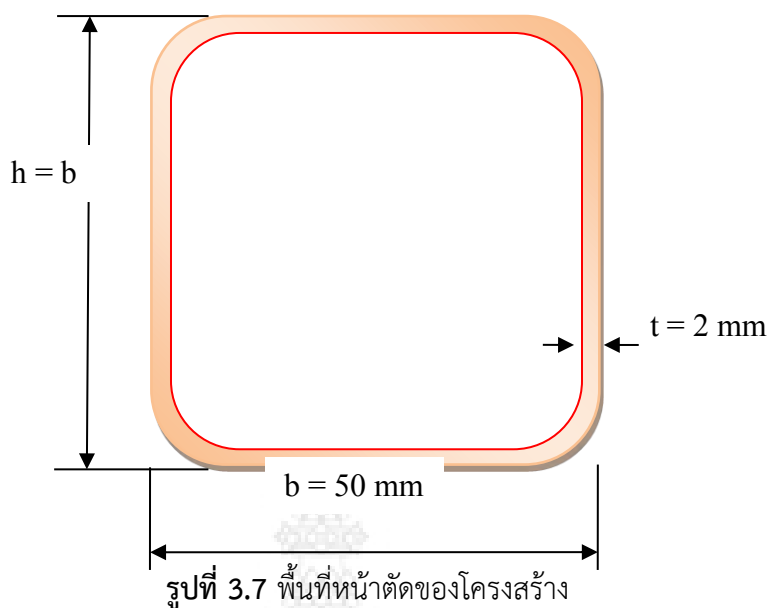
$$0 = 1.3b^3 - 8b^2 + 21.3b - 2,600b - 21.3b$$

$$0 = 1.3b^3 - 8b^2 - 2,578.7b - 21.3$$

ดังนั้น

$$b = 47.7 \text{ mm}$$

จากการคำนวณสามารถเลือกใช้วัสดุเหล็กกล่องสี่เหลี่ยมจัตุรัส



3.2.3 การสร้างชุดทดสอบโครงสร้างกันแรงกระแทก

จากรูปที่ 3.3 การออกแบบและการคำนวณหาขนาดวัสดุสามารถเลือกวัสดุเพื่อใช้ในการสร้างชุดทดสอบโดยทำการเชื่อมประกอบส่วนต่างๆ เข้าด้วยกันโดยการเชื่อมด้วยลวดเชื่อมไฟฟ้า และทำการทาสีเพื่อป้องกันสนิมกักร่อนจึงได้ชุดทดสอบโครงสร้างกันแรงกระแทกดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 ชุดทดสอบโครงสร้างกันแรงกระแทก

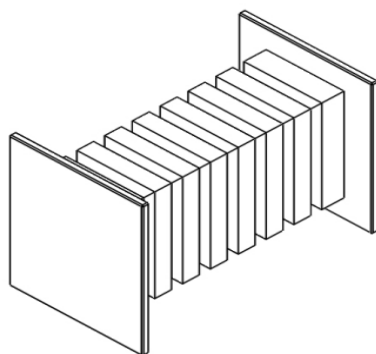
3.3 การออกแบบและการสร้างโครงสร้างกันแรงกระแทก

จากการศึกษาข้อมูลในงานวิจัยเรื่อง “โครงสร้างกันแรงกระแทกของรถยนต์ที่ส่งผลต่อการดูดซับพลังงาน” โดย วรวิทย์ วรรณาวิน และคณะ, (2556) พบว่าผลการทดสอบ โครงสร้างกันแรง

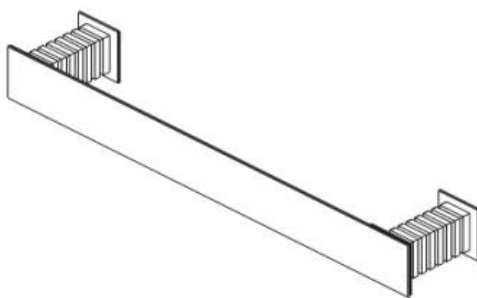
กระแทกต้นแบบที่จัดทำขึ้นจากเหล็กโดยทำการจำลองเชิงตัวเลขได้ผลการยุบตัวของโครงสร้างแบบกล่องลูกฟูก 43.65% แบบกล่องรังผึ้ง 42.25% และแบบกล่องสี่เหลี่ยม 40.03% ตามลำดับ ดังนั้นจึงมีแนวความคิดที่จะใช้วัสดุทดแทนจัดทำโครงสร้างกันแรงกระแทกแบบลูกฟูกที่มีเปอร์เซ็นต์การยุบตัวที่ดีกว่าแบบอื่นๆ

3.3.1 การออกแบบโครงสร้างกันแรงกระแทก

เนื่องจากการทำโครงการนี้ทางคณะผู้จัดทำโครงการได้เลือกใช้โครงสร้างกันแรงกระแทกแบบลูกฟูกที่มีการดูดซับพลังงานได้ดีกว่าในรูปแบบต่าง ๆ โดยเลือกใช้วัสดุทดแทนในการออกแบบโครงสร้างกันแรงกระแทกสำหรับใช้ในการทดสอบดังรูปที่ 3.9 และ 3.10



รูปที่ 3.9 แบบจำลองชิ้นงานสำหรับทดสอบแบบสถิติ



รูปที่ 3.10 แบบจำลองชิ้นงานสำหรับทดสอบแบบการกระแทกด้านหน้า

3.3.2 การสร้างโครงสร้างกันแรงกระแทก

เมื่อได้แบบที่ต้องการก็ทำการเลือกวัสดุทดแทนที่จะทำโครงสร้างกันแรงกระแทก ซึ่งทางคณะผู้จัดทำโครงการได้ออกแบบโครงสร้างกันแรงกระแทกแบบลูกฟูกโดยใช้วัสดุทดแทนทั้งหมด 4 รูปแบบคือ อลูมิเนียม อลูมิเนียมเสริมโฟม เรซินเสริมไฟเบอร์กลาส และเรซินเสริมผักตบชวา และ

แลกเปลี่ยนให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของโครงการ และสามารถนำมาทำการทดสอบหาความสามารถในการดูดซับพลังงานในการกระแทก โดยมีขั้นตอนในการทำดังนี้

3.3.2.1 รูปแบบที่ขึ้นรูปด้วยอลูมิเนียม

เมื่อได้ขนาดของอลูมิเนียมที่จะทำโครงสร้างกันแรงกระแทก จึงทำการตัด และอัดแผ่นอลูมิเนียมด้วยเครื่องตัดแบบมือโยกเพื่อให้เกิดรูปทรงของโครงสร้างตามทีออกแบบดังรูปที่ 3.11 และ 3.12



รูปที่ 3.11 การตัดและการอัดขึ้นรูปโครงสร้างกันแรงกระแทก



รูปที่ 3.12 แบบโครงสร้างกันแรงกระแทก

3.3.2.2 รูปแบบที่ขึ้นรูปด้วยอลูมิเนียมเสริมโฟม

การขึ้นรูปด้วยอลูมิเนียมเสริมโฟมจะมีขั้นตอนต่างจากการขึ้นรูปแบบอลูมิเนียมตรงที่มีการเสริมโฟมเข้าไปในชิ้นงานหลังจากการตัด และอัดแผ่นอลูมิเนียมดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 รูปแบบที่ขึ้นรูปด้วยอลูมิเนียมเสริมโพล

3.3.2.3 รูปแบบที่ขึ้นรูปด้วยเรซินเสริมไฟเบอร์กลาส

ขั้นตอนแรกนำชิ้นงานอลูมิเนียมมาทำแม่พิมพ์โดยช่างพารา และซิลิโคนในการหล่อแม่พิมพ์เพื่อให้ได้ตามรูปแบบดังรูปที่ 3.14 จากนั้นนำเรซินที่ผสมสำเร็จมาแล้วเทลงในแม่พิมพ์ที่เตรียมไว้แล้วเสริมด้วยไฟเบอร์กลาสเพื่อให้ได้ตามรูปแบบ ดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.14 การขึ้นรูปด้วยชิ้นงานอลูมิเนียม



รูปที่ 3.15 การขึ้นรูปเรซินเสริมไฟเบอร์กลาส

3.3.2.3 รูปแบบที่ขึ้นรูปด้วยเรซินเสริมผักตบชวาและแกลบ

ขั้นตอนแรกนำเรซินมาผสมผักตบชวา และแกลบตามสัดส่วน เรซิน, ผักตบ และแกลบ ร้อยละ 50, 40 และ 10 ตามลำดับ ดังรูปที่ 3.16 จากนั้นนำเรซินที่ผสมผักตบชวาและแกลบในสัดส่วนที่กำหนดไว้เทลงในแม่พิมพ์เพื่อให้ได้ตามรูปแบบดังรูปที่ 3.17 และ 3.18



รูปที่ 3.16 เรซินเสริมผักตบชวาและแกลบ



รูปที่ 3.17 การนำชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์



รูปที่ 3.18 รูปแบบที่ขึ้นรูปด้วยเรซินเสริมฝักตบชวากับกลบ

3.4 การทดสอบแบบสถิต

การทดสอบรูปแบบนี้เป็นการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบพลังงานที่ใช้กดโครงสร้างกันแรงกระแทกแต่ละชิ้น ทำการทดสอบด้วยเครื่องทดสอบแรงกดตั้งรูปที่ 3.19 โดยกำหนดความเร็วในการกดของเครื่องทดสอบที่ 10 mm/min และกำหนดระยะการยุบของชิ้นงานที่ 100 mm ขณะทำการกดเครื่องทดสอบจะประมวลผลผ่านคอมพิวเตอร์ออกมาเป็นค่าแรง ของแต่ละเอลิเมนต์โดยเปรียบเทียบ

กับระยะเวลาการยุบของชิ้นงาน แต่ละเอลิเมนต์ค่าที่ได้จะนำไปคำนวณหาค่าพลังงานศักย์มีขั้นตอนในการทดสอบดังนี้



รูปที่ 3.19 เครื่องทดสอบแรงกด

3.4.1 การเตรียมชิ้นงานสำหรับการทดสอบ

เมื่อทำการสร้างโครงสร้างกันแรงกระแทกเสร็จแล้ว ทำการชั่งน้ำหนัก และวัดความยาวของชิ้นงาน เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบกับผลจากการจำลองเชิงตัวเลข ของโครงสร้างกันแรงกระแทกแต่รูปแบบทำการตรวจสอบชิ้นงานดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 การชั่งน้ำหนักโครงสร้างกันแรงกระแทก

3.4.2 การติดตั้งโครงสร้างกันแรงกระแทกบนเครื่องทดสอบ

เมื่อเตรียมชิ้นงานเรียบร้อยแล้ว ให้นำชิ้นงานวางบนแท่นทดสอบของเครื่องทดสอบแรงกด และทำการปรับระยะของเครื่องกดให้อยู่ในตำแหน่งสัมพันธ์กับชิ้นงานดังรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 การติดตั้งโครงสร้างกันแรงกระแทกบนเครื่องทดสอบ

3.4.3 การตั้งค่าเครื่องทดสอบและการบันทึกค่าในการทดสอบ

เมื่อทำการติดตั้งชิ้นงานเสร็จก็เริ่มทำการทดสอบ โดยกำหนดความเร็วในการกดของเครื่องทดสอบไว้ที่ 10 mm/min และทำการกดชิ้นงานจนถึงระยะ 100 mm เมื่อถึงระยะก็ทำการหยุดเครื่องทดสอบ และนำชิ้นงานออกแต่ในระหว่างทำการทดสอบต้องทำการบันทึกวิดีโอไว้ เพื่อใช้ศึกษาการเปลี่ยนรูปทรงทางกายภาพของโครงสร้างแต่ละรูปแบบดังรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 การยุบตัวของโครงสร้างกันแรงกระแทก

3.5 การทดสอบแบบการกระแทกด้านหน้า

การทดสอบด้วยวิธีนี้เป็นการทดสอบเพื่อหาความสามารถในการดูดซับพลังงานจากการกระแทกของโครงสร้างกันแรงกระแทก เพื่อให้เกิดข้อผิดพลาดจากการทดสอบน้อยที่สุดจึงต้องทำการศึกษาข้อมูลของเครื่องทดสอบให้เข้าใจก่อนที่จะทำการทดสอบ เพื่อความปลอดภัยของผู้ทดสอบ และป้องกันความเสียหายของอุปกรณ์

3.5.1 การทดสอบโครงสร้างกันแรงกระแทกแบบด้านหน้า

เนื่องจากชุดทดสอบโครงสร้างกันแรงกระแทกต้องทำการทดสอบร่วมกับเครื่องทดสอบการกระแทกด้านหน้าอ้างอิงจากมาตรฐาน ECE R 29 จึงต้องทำการติดตั้งชุดทดสอบให้อยู่ตำแหน่งศูนย์กลางของลูกตุ้ม และวางแผ่นถ่วงน้ำหนักทั้ง 4 แผ่นให้อยู่ตำแหน่งกึ่งกลางของชุดทดสอบ ทำการติดตั้งดังรูปที่ 3.23



รูปที่ 3.23 การติดตั้งชุดทดสอบโครงสร้างกันแรงกระแทก

3.5.2 การติดตั้งโครงสร้างกันแรงกระแทกกับชุดทดสอบ

เมื่อติดตั้งชุดทดสอบเสร็จแล้วทำการติดตั้งโครงสร้างกันแรงกระแทกเข้ากับชุดทดสอบ และทำการล๊อคโครงสร้างกันแรงกระแทกดังรูปที่ 3.24



รูปที่ 3.24 การติดตั้งโครงสร้างกันแรงกระแทก

3.5.3 การติดตั้งอุปกรณ์สำหรับตรวจวัดมุมที่ได้จากการทดสอบ

เนื่องจากต้องมีอุปกรณ์ช่วยในการกำหนดมุมยกของลูกตุ้ม จึงเลือกใช้อุปกรณ์วัดมุมแบบดิจิตอลติดตั้งไว้กับลูกตุ้ม และทำการบันทึกตำแหน่งการสะท้อนของลูกตุ้มหลังจากกระแทกด้วยการติดตั้งเลเซอร์ไว้กับลูกตุ้มเพื่อบอกระยะการยกตัวของตุ้ม ตำแหน่งมุมยกของลูกตุ้มจะแสดงไปยังสเกลบนพื้น และทำการบันทึกด้วยกล้องถ่ายวิดีโอเพื่อนำไปใช้ในการคำนวณหาพลังงานที่โครงสร้างกันแรงกระแทกสามารถดูดซับไว้ได้ ทำการติดตั้งอุปกรณ์ดังรูปที่ 3.25 ถึง 3.26



รูปที่ 3.25 การติดตั้งอุปกรณ์วัดมุมแบบดิจิตอล



รูปที่ 3.26 การติดตั้งชุดเลเซอร์บอกระยะ

3.5.4 การติดตั้งชุดควบคุมการยกและปล่อยลูกตุ้มของเครื่องทดสอบ

ชุดควบคุมการยกทำหน้าที่ในการยกลูกตุ้มให้อยู่ในตำแหน่งความสูงหรือมุมที่ต้องการ เพื่อให้ได้พลังงานศักย์ในการทดสอบ และยังเป็นกลไกทำหน้าที่ในการปลดล็อคเพื่อปล่อยให้ลูกตุ้มลงมากระทบแท่งกับชุดทดสอบ ทำการติดตั้งชุดควบคุมการยกดังรูปที่ 3.27 ถึง 3.28



รูปที่ 3.27 การตั้งกลไกปลดล็อคตุ้มน้ำหนัก

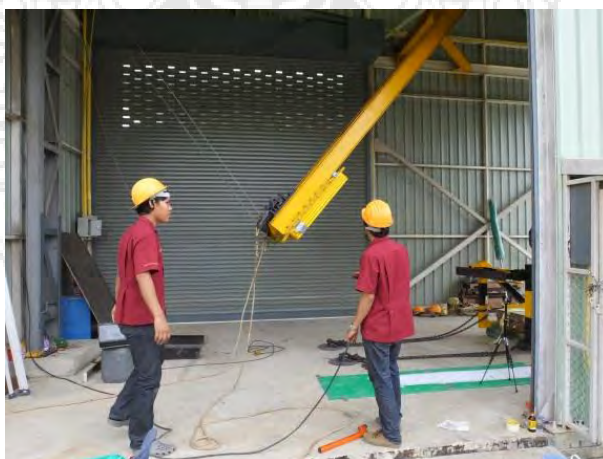


รูปที่ 3.28 การคล้องตะขอเคเบิล

3.5.5 ขั้นตอนการทดสอบโครงสร้างกันแรงกระแทก

เมื่อทำการติดตั้งอุปกรณ์ในการทดสอบเสร็จแล้วก็ทำการทดสอบโครงสร้างกันแรงกระแทกตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ยกลูกตุ้มไปที่ตำแหน่ง 38° ด้วยรอกไฟฟ้า และนำตะขอเคเบิลที่ใช้ในการปลดล๊อคไปเกี่ยวกับจุดยึดดังรูปที่ 3.29



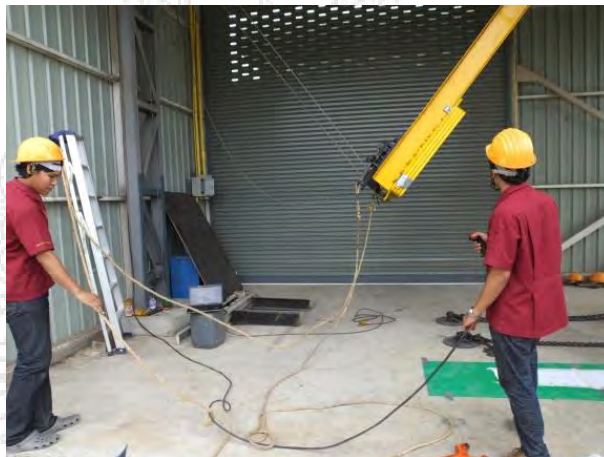
รูปที่ 3.29 การยกลูกตุ้มด้วยรอกไฟฟ้า

ขั้นตอนที่ 2 ทำการบันทึกวีดีโอไปที่เลเซอร์วัดมุมสะท้อนของลูกตุ้ม และโครงสร้างกันแรงกระแทกดังรูปที่ 3.30



รูปที่ 3.30 การบันทึกวิดีโอการทดสอบ

ขั้นตอนที่ 3 ทำการปลดล๊อคคอกโกลูกตุ้มด้วยเชือกเพื่อให้ลูกตุ้มเคลื่อนที่ไปกระทบกับโครงสร้างกันแรงกระแทก ดังรูปที่ 3.31



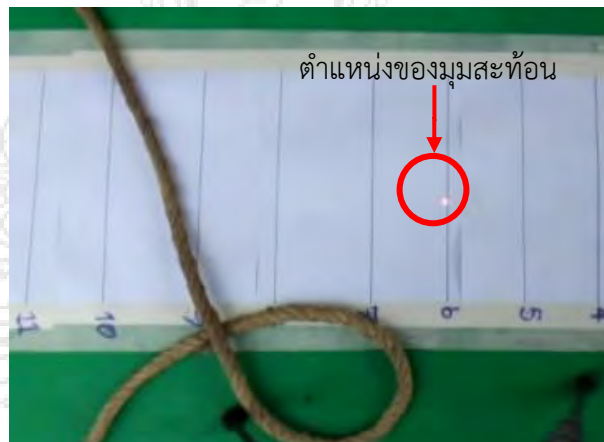
รูปที่ 3.31 การปลดล๊อคคอกน้ำหนัก

ขั้นตอนที่ 4 ทำการวัดระยะการยุบตัวของโครงสร้างกันแรงกระแทกดังรูปที่ 3.32



รูปที่ 3.32 การวัดค่าการยุบตัวของโครงสร้างกันแรงกระแทก

ขั้นตอนที่ 5 ทำการตรวจสอบมุมสะท้อนของลูกตุ้มหลังจากการกระทบกับโครงสร้างกันแรงกระแทกต้นแบบจากกล้องถ่ายวิดีโอเพื่อใช้ในการคำนวณหาพลังงานที่โครงสร้างกันแรงกระแทกต้นแบบสามารถดูดซับได้ดังรูปที่ 3.33



รูปที่ 3.33 มุมสะท้อนของลูกตุ้มหลังจากกระทบกับโครงสร้างกันแรงกระแทก

บทที่ 4

ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ผลการทดสอบแบบสถิต

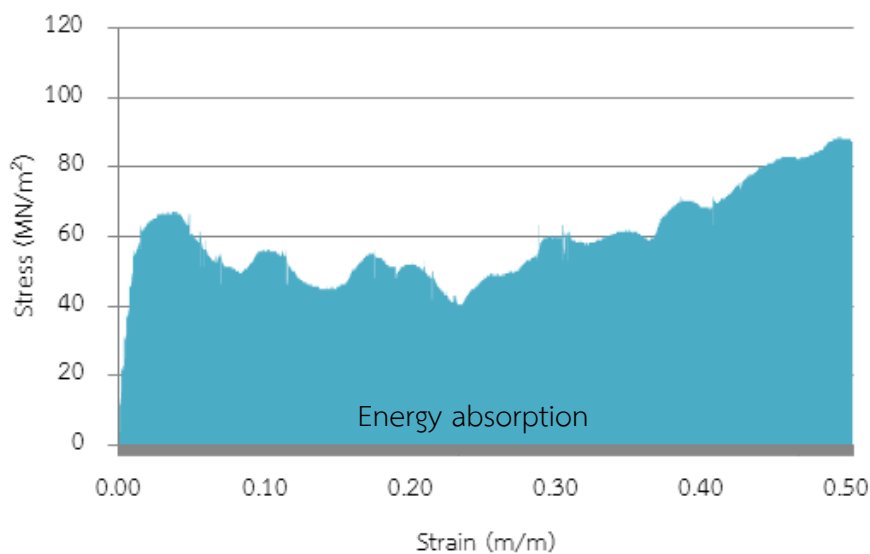
การทดสอบแบบสถิตเป็นการทดสอบเพื่อหาความสามารถในการดูดซับพลังงานจากโครงสร้างกันแรงกระแทกที่มีลักษณะทางกายภาพที่คล้ายกันในขณะที่เลือกใช้วัสดุแทนที่มีความเป็นได้ในการผลิตมาเป็นวัสดุ โดยวัสดุที่นำมาใช้ในการทดสอบและสภาวะการทดสอบมีรายละเอียดดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 คุณสมบัติวัสดุของการทดสอบแบบสถิต

วัสดุของโครงสร้างกันแรงกระแทก	ความเร็วในการทดสอบ v (mm/min)	ความยาวของโครงสร้าง l_0 (mm)	ระยะยุบ l (mm)
อลูมิเนียม	10	200	100
อลูมิเนียมเสริมโฟม			
เรซินเสริมไฟเบอร์กลาส			
เรซินเสริมฝักตบขวาและเกลบ			

4.1.1 ผลการทดสอบโครงสร้างกันแรงกระแทกแบบอลูมิเนียม

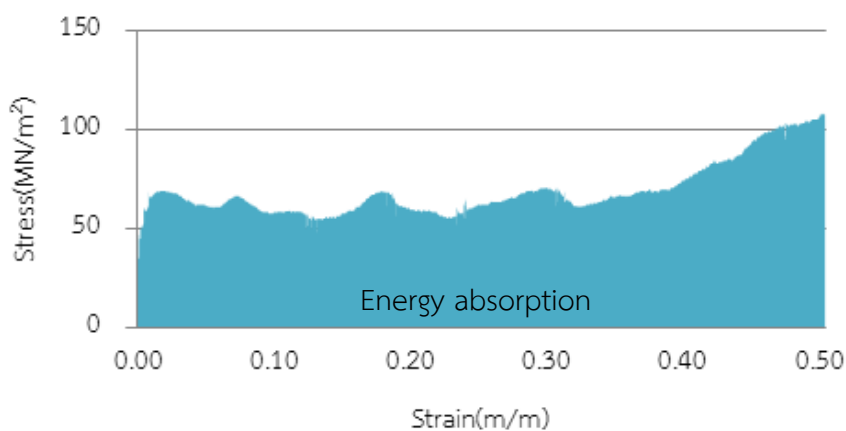
จากผลการทดสอบโครงสร้างกันแรงกระแทกที่ทำจากวัสดุอลูมิเนียมที่มีลักษณะแบบกล่องลูกฟูก พบว่าค่าความเค้นของวัสดุเพิ่มสูงขึ้นถึง $88,704,885 \text{ N/m}^2$ ที่บริเวณความเครียด 0.50 m/m โดยประมาณ และมีค่าความเค้นของวัสดุที่ค่อนข้างผันผวนระหว่าง 40 ถึง 90 N/m^2 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาความผันผวนของความเค้นในช่วงความเครียดระหว่าง 0.05 ถึง 0.40 m/m ซึ่งเป็นช่วงที่มีการดูดซับพลังงานได้อย่างเสถียรจะพบว่ามีความแตกต่างอยู่ที่ 20 MN/m^2 โดยประมาณ ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงเสถียรภาพของการดูดซับพลังงานที่มีไม่มากนัก ดังรูปที่ 4.1 จากพฤติกรรมดังกล่าวสามารถคำนวณพลังงานที่โครงสร้างดูดซับได้เท่ากับ $16,307,715 \text{ J/m}^3$



รูปที่ 4.1 พลังงานภายในต่อปริมาตรของโครงสร้างกันแรงกระแทกแบบอลูมิเนียม

4.1.2 ผลการทดสอบโครงสร้างกันแรงกระแทกแบบอลูมิเนียมเสริมโพร

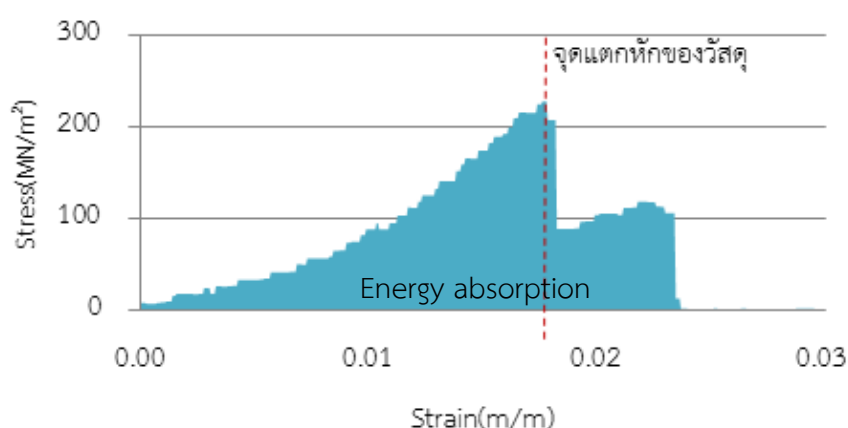
จากผลการทดสอบโครงสร้างกันแรงกระแทกแบบอลูมิเนียมเสริมโพรดังรูปที่ 4.2 มีความคล้ายคลึงกับแบบอลูมิเนียม แต่พบว่าค่าความเค้นของวัสดุเพิ่มขึ้นถึง $108,346,681 \text{ N/m}^2$ ที่บริเวณความเครียด 0.50 m/m โดยประมาณ เมื่อพิจารณาความผันผวนของความเค้นในช่วงความเครียดระหว่าง 0.05 ถึง 0.40 m/m ซึ่งเป็นช่วงที่มีการดูดซับพลังงานได้อย่างเสถียรจะพบว่ามีความแตกต่างอยู่ไม่เกิน 15 MN/m^2 โดยประมาณ ซึ่งถือว่ามีความผันผวนค่อนข้างน้อย ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงเสถียรภาพของการดูดซับพลังงานที่ดีกว่าเมื่อเทียบกับแบบอลูมิเนียม โดยพฤติกรรมดังกล่าวสามารถคำนวณพลังงานที่โครงสร้างดูดซับได้เท่ากับ $189,548,860 \text{ J/m}^3$



รูปที่ 4.2 พลังงานภายในต่อปริมาตรของโครงสร้างกันแรงกระแทกแบบอลูมิเนียมเสริมโพร

4.1.3 ผลการทดสอบโครงสร้างกันแรงกระแทกแบบเรซินเสริมฝักตบขวาและเกลบ

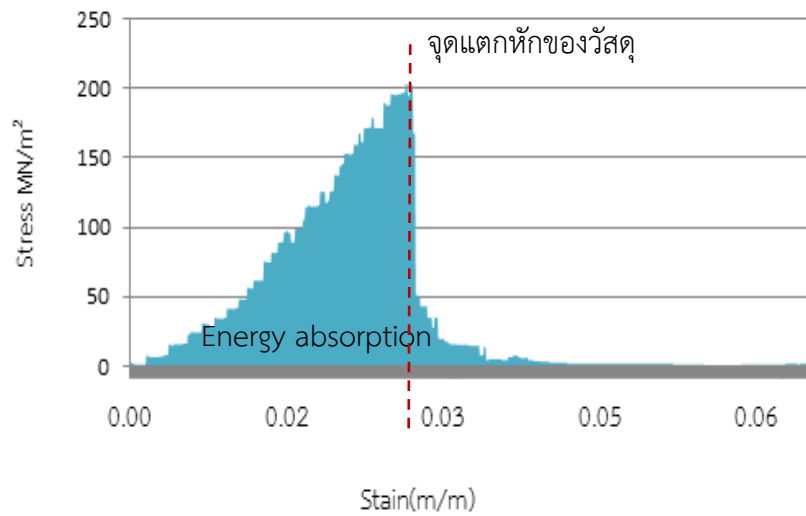
จากผลการทดสอบโครงสร้างกันแรงกระแทกแบบเรซินเสริมฝักตบขวาและเกลบตามรูปที่ 4.3 มีความแตกต่างกับโครงสร้างแบบอลูมิเนียม และแบบอลูมิเนียมเสริมโฟม โดยค่าความเค้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และมีค่าความเค้นสูงสุดที่ $228,098,276 \text{ N/m}^2$ บริเวณความเครียด 0.019 m/m โดยประมาณ หลังจากนั้นเกิดการแตกหักของโครงสร้าง จนเป็นสาเหตุให้ค่าความเค้นลดลงอย่างทันทีทันใด อย่างไรก็ตามโครงสร้างแบบเรซินเสริมฝักตบขวาและเกลบมีการดูดซับพลังงาน $1,166,403 \text{ J/m}^3$ ซึ่งน้อยมาก



รูปที่ 4.3 พลังงานภายในต่อปริมาตรของโครงสร้างกันแรงกระแทกแบบเรซินเสริมฝักตบขวาและเกลบ

4.1.4 ผลการทดสอบโครงสร้างกันแรงกระแทกแบบเรซินเสริมไฟเบอร์กลาส

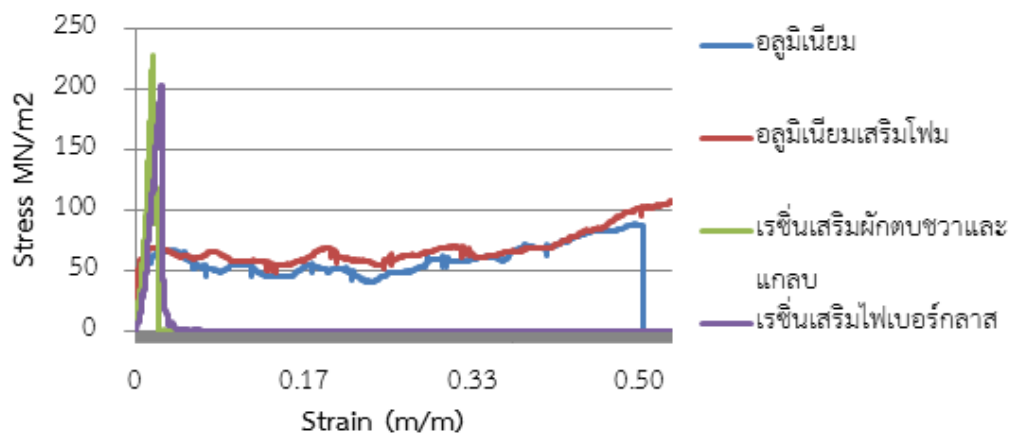
จากผลการทดสอบโครงสร้างกันแรงกระแทกแบบเรซินเสริมไฟเบอร์กลาส ดังรูปที่ 4.4 มีพฤติกรรมดูดซับพลังงานคล้ายกับแบบเรซินเสริมฝักตบขวาและเกลบ หากแต่แบบเรซินเสริมไฟเบอร์กลาสมีค่าความเค้นสูงสุดที่ $202,754,023 \text{ N/m}^2$ บริเวณความเครียด 0.029 m/m โดยประมาณ หลังจากนั้นโครงสร้างเกิดการแตกหักเช่นเดียวกับแบบเรซินเสริมฝักตบขวาและเกลบ จากพฤติกรรมดังกล่าวสามารถคำนวณพลังงานที่โครงสร้างดูดซับได้เท่ากับ $84,347,507 \text{ J/m}^3$



รูปที่ 4.4 พลังงานภายในต่อปริมาตรของโครงสร้างกันแรงกระแทกแบบเรซินเสริมไฟเบอร์กลาส

4.1.5 ผลการทดสอบแบบสถิติทั้ง 4 รูปแบบ

จากผลทดสอบแบบสถิติทั้ง 4 รูปแบบ สามารถอธิบายพฤติกรรมการดูดซับพลังงาน ดังรูปที่ 4.5 พบว่าการดูดซับพลังงานของอลูมิเนียมเสริมโพลีเมตที่ดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบอื่น ๆ ในขณะที่ เรซินเสริมไฟเบอร์กลาส และเรซินเสริมผักตบชวาและแกลบมีการดูดซับพลังงานได้ต่ำ เนื่องจากหลังการทดสอบพบว่าโครงสร้างทั้ง 2 รูปแบบเกิดการแตกหักเสียก่อนที่ระยะยุบตัวต่ำมาก เมื่อเปรียบเทียบกับอลูมิเนียม และอลูมิเนียมเสริมโพลีเมต



รูปที่ 4.5 การเปรียบเทียบผลการทดสอบแบบสถิติทั้ง 4 รูปแบบ

ตารางที่ 4.2 การดูดซับพลังงานจากการทดสอบแบบสถิต

วัสดุของโครงสร้าง กันแรงกระแทก	มวลของโครงสร้าง กันแรงกระแทก m (kg)	ความเค้นอัด สูงสุด σ_m (N/m ²)	พลังงานที่ดูดซับได้ จากการทดสอบ E_V (J/m ³)	หมายเหตุ
เหล็ก	2.096	118,602,381	20,600,000	อ้างอิง ¹
อลูมิเนียม	0.603	88,704,885	16,307,715	ทดสอบ ²
อลูมิเนียมเสริมโฟม	0.640	108,346,681	189,548,860	ทดสอบ ²
เรซินเสริมไฟเบอร์ กลาส	0.773	202,754,023	84,347,507	ทดสอบ ²
เรซินเสริมฝักตบขวา และเกลบ	0.746	228,098,276	1,166,403	ทดสอบ ²

หมายเหตุ : ¹ อ้างอิงจาก(วรวิทย์ วรรณวิน และคณะ, 2556)

² ค่าที่ได้ทำการทดสอบแบบกระแทกด้านหน้า

4.2 ผลการทดสอบแบบการกระแทกด้านหน้า

การทดสอบแบบการกระแทกด้านหน้า เพื่อหาความสามารถในการดูดซับพลังงานจากโครงสร้างกันแรงกระแทกที่มีวัสดุแตกต่างกัน โดยมีสภาวะการทดสอบดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 สภาวะการทดสอบแบบการกระแทกด้านหน้า

โครงสร้างกันแรงกระแทก	น้ำหนัก ของลูกตุ้ม m (kg)	มุมยกลูกตุ้ม α (°)	พลังงานที่ใช้ ทำการทดสอบ E_p (J)
อลูมิเนียม	1,500	38	11,800
อลูมิเนียมเสริมโฟม			
เรซิน			
เรซินเสริมฝักตบขวาและเกลบ			

การทดสอบโครงสร้างกันแรงกระแทก โดยการค่าการดูดซับพลังงานของโครงสร้างแต่ละชนิด ซึ่งถูกคำนวณจากมุมสะท้อนกลับของลูกตุ้มหลังจากกระแทกกับโครงสร้างกันแรงกระแทก และการตรวจวัดระยะยุบของโครงสร้างทั้ง 4 ชนิด เมื่อได้รับพลังงานจากการกระแทก พบว่าค่าที่ได้จากการทดสอบสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การดูดซับพลังงานจากการทดสอบแบบการกระแทกด้านหน้า

วัสดุของโครงสร้างกันแรงกระแทก	ระยะยุบตัวของโครงสร้าง l(mm)	ร้อยละการยุบตัว (%)	มุมสะท้อนกลับ $\beta(^{\circ})$	พลังงานที่ดูดซับได้ $E_p(J)$	ร้อยละการดูดซับพลังงาน (%)	หมายเหตุ
เหล็ก	88	44	9	7,011	59.4	อ้างอิง ¹
อลูมิเนียม	150	71.2	13.8	N/A	N/A	ทดสอบ ²
อลูมิเนียมเสริมโฟม	125	59.52	14.0	N/A	N/A	ทดสอบ ²
เรซินเสริมไฟเบอร์กลาส	N/A	N/A	9.0	N/A	N/A	ทดสอบ ²
เรซินเสริมฝักตบชวาและแกลบ	N/A	N/A	11.0	N/A	N/A	ทดสอบ ²

การดูดซับพลังงานจากการทดสอบแบบการกระแทกด้านหน้า ตามตารางที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่าระยะยุบตัวของโครงสร้างแบบอลูมิเนียมที่ค่าสูงสุดที่สุดคือ 150 mm และส่วนแบบอลูมิเนียมเสริมโฟมมีระยะยุบตัวต่ำกว่าที่ 125 mm ในขณะที่แบบเรซินเสริมไฟเบอร์กลาส และเรซินเสริมฝักตบชวาและแกลบไม่สามารถหาระยะยุบตัวของโครงสร้างได้ เนื่องจากหลังการทดสอบโครงสร้างดังกล่าวเกิดการแตกหักก่อนการยุบตัว จากผลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นอย่างชัดเจนว่าโครงสร้างที่ผลิตจากวัสดุประเภทเรซินไม่เหมาะสมในการนำมาใช้เป็นโครงสร้างกันแรงกระแทก

นอกจากนี้หากพิจารณามุมสะท้อนกลับหลังจากเกิดการกระแทกด้านหน้าของรูปแบบโครงสร้างทั้ง 4 แบบ พบว่ามุมสะท้อนกลับของโครงสร้างเรซินเสริมไฟเบอร์กลาส เรซินเสริมฝักตบชวาและแกลบ อลูมิเนียม และอลูมิเนียมเสริมโฟม มีค่าจากน้อยไปหามากตามลำดับ โดยมุมสะท้อนดังกล่าวชี้บ่งถึงความสามารถการดูดซับพลังงาน แต่เนื่องจากมุมสะท้อนกลับที่เกิดขึ้นกับวัสดุประเภทเรซิน ทั้ง 2 ชนิด ไม่สามารถชี้วัดความสามารถการดูดซับพลังงานได้ เนื่องจากเกิดการแตกหักก่อน ในขณะที่วัสดุอลูมิเนียม และอลูมิเนียมเสริมโฟม มีมุมสะท้อนกลับที่ใกล้เคียงกันมาก แต่ไม่สามารถนำมาคำนวณค่าการดูดซับพลังงานได้ เนื่องจากวัสดุมีการการอ่อนตัวสูงและยุบตัวมากเกินไปจนทำให้ลูกตุ้มที่ทำการทดสอบเคลื่อนที่เข้ากระแทกกับโครงสร้างชุดทดสอบ ดังนั้นมุมสะท้อนดังกล่าวจึงไม่สามารถชี้วัดความสามารถการดูดซับพลังงานได้ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากขนาดของโครงสร้างกันแรงกระแทกมีขนาดไม่เหมาะสมกับการรับขนาดพลังงานดังกล่าว

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

โครงการนี้ได้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาแนวทางการทดสอบโครงสร้างกันแรงกระแทกของรถยนต์ เพื่อใช้เป็นทางเลือกสำหรับการทดสอบในภาคอุตสาหกรรม อีกทั้งเพื่อศึกษาปัจจัยในการดูดซับพลังงานจากการกระแทก โดยอาศัยแนวทางการทดสอบอ้างอิงจากมาตรฐาน ECE R 29 และอาศัยสถานะการทดสอบตามมาตรฐาน US NCAP บางส่วนซึ่งเป็นมาตรฐานการทดสอบการชนของรถยนต์ มาประยุกต์ใช้กับการทดสอบความสามารถในการดูดซับพลังงานของโครงสร้างกันแรงกระแทก นอกจากนี้ยังมุ่งเน้นไปที่การศึกษาพฤติกรรมการดูดซับพลังงาน และการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของโครงสร้างเมื่อได้รับพลังงานในรูปแบบสถิตและแบบการกระแทกด้านหน้า

จากการดำเนินงานดังกล่าว นำไปสู่การออกแบบโครงสร้างกันแรงกระแทกจากวัสดุทางเลือก และศึกษาผลกระทบด้านการดูดซับพลังงานของโครงสร้างกันแรงกระแทกที่ทำจากวัสดุทางเลือก ซึ่งผลจากผลการทดสอบโครงสร้างกันแรงกระแทกแบบสถิตทั้ง แบบ พบว่าโครงสร้างกัน 4 แรงกระแทกแบบอลูมิเนียมเสริมโฟม มีค่าดูดซับพลังงานต่อปริมาตรเท่ากับ 189 MJ/m^3 ซึ่งมากกว่าแบบเรซินเสริมฝักตบชวา และกลบ ที่มีค่า 1 MJ/m^3 ถึง 188 เท่า ในขณะที่การทดสอบแบบกระแทกด้านหน้าของโครงสร้างทั้ง 4 แบบ สามารถอธิบายถึงพฤติกรรมการดูดซับพลังงานได้จากมุมสะท้อนกลับ โดยมุมสะท้อนกลับที่เกิดกับโครงสร้างเรซินเสริมไฟเบอร์กลาส เรซินเสริมกลบและฝักตบชวา อลูมิเนียม และอลูมิเนียมเสริมโฟม มีค่าต่ำสุดไปจนถึงสูงสุดตามลำดับ อย่างไรก็ตามค่าที่ได้มีความขัดแย้งกับผลการทดสอบแบบสถิต เนื่องจากขนาดของโครงสร้างกันแรงกระแทกที่ทำจากวัสดุดังกล่าวไม่เหมาะสมกับขนาดพลังงานที่กำหนด และเกิดการแตกหัก และฉีกขาด ทำให้ชุดลูกตุ้มกระแทกเข้ากับชุดโครงสร้าง จึงไม่สามารถนำผลการทดสอบมาประมวลผลได้

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการทำโครงการ

- 1) การสร้างโครงสร้างกันแรงกระแทกให้วัสดุเป็นเนื้อเดียวกันมีขั้นตอนการทำค่อนข้างยาก เนื่องจากไม่สามารถสร้างแม่พิมพ์เพื่อปั๊มขึ้นรูปโครงสร้างได้
- 2) การปล่อยลูกตุ้มไปกระแทกกับโครงสร้างกันแรงกระแทกทั้งสองข้างไม่เท่ากัน เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ทำการปลดล๊อคลูกตุ้มไม่ได้อยู่ตำแหน่งศูนย์กลาง ทำให้ลูกตุ้มแกว่งเมื่อทำการปล่อยลงไป

กระแทกกับโครงสร้างกันแรงกระแทก จึงส่งผลให้โครงสร้างกันแรงกระแทกทั้งสองข้างรับพลังงานจากการกระแทกได้ไม่เท่ากัน

5.3 ข้อเสนอแนะ

- 1) การสร้างโครงสร้างกันแรงกระแทกเพื่อใช้งานจริง ควรทำการสร้างด้วยวิธีการป้อนขึ้นรูปจากแม่พิมพ์โลหะ เพื่อให้ความเค้นและความเครียดที่เกิดขึ้นภายในวัสดุขณะทำการทดสอบมีความต่อเนื่องและลดความผิดพลาดในการวิเคราะห์ผลการทดสอบ
- 2) ควรทำการแก้ไขอุปกรณ์ที่ใช้ทำการปลดล๊อคลูกตุ้มให้อยู่ในตำแหน่งศูนย์กลาง เพื่อให้ลูกตุ้มไม่เกิดการแกว่งเมื่อทำการปล่อยลูกตุ้มลงไปกระแทกกับโครงสร้างกันแรงกระแทก
- 3) ในการทดสอบแบบสถิตวัสดุแบบที่เกิดการแตกหักหรือมีการยุบตัวไม่ถึง 1 ส่วน 4 ของโครงสร้างไม่ควรที่จะนำไปทดสอบแบบกระแทกด้านหน้าเพื่อไม่ให้เป็นการสิ้นเปลืองของวัสดุ



บรรณานุกรม

- รุ่งสุรีย์ ใจเขื่อนแก้ว. (2545). กลศาสตร์ของวัสดุ. สำนักพิมพ์ท็อป/แมคกรอฮิล
- วรวิทย์ วรรณาวิน, พิเชษฐ์ บุญญาติ และศุภชัย หลักคำ, (2556). การศึกษาโครงสร้างกันแรงกระแทกของรถยนต์ที่ส่งผลต่อการดูดซับพลังงาน. วารสารวิจัย มข. ปีที่18 ฉบับที่3 หน้า435-448
- สมพงษ์ ใจดี. (2539). ฟิสิกส์มหาวิทยาลัยเล่ม1. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- Dechaumphai P., (2003). Numerical Methods in Engineering. 4th ed. Chulalongkorn University Printing House: Bangkok
- Ghasemnejad H., Hadavinia H., Marchant D. and Aboutorabi A., (2008). Energy absorption of thin-walled corrugated crash box in axial crushing. Structural Durability & Health Monitoring, Vol.4 Issue 1, pp. 29-46.
- Heung-Soo K., (2002). New extruded multi-cell aluminum profile for maximum crash energy absorption and weight efficiency. Thin-Walled Structures 40(2002), pp. 311-327.
- Lorenzo P., Massimiliano A. and Giovanni B., (2009). Comparison of the energy absorption capability of crash boxes assembled by spot-weld and continuous joining techniques. International Journal of Impact Engineering, Vol.36, Issue 3, pp. 498-511.
- Rusinek A., Zaera R., Forquin P. and Klepaczko J.R., (2008). Effect of plastic deformation and boundary conditions combined with elastic wave propagation on the collapse site of a crash box. Thin-Walled Structures, Vol.46 Issue 10, pp. 1143-1163.
- Santosa S. and Wierzbicki T., (1998). Crash behavior of box columns filled with aluminum honeycomb or foam. Computers & Structures, Vol.68 Issue 4, pp. 343-367.
- Toksoy A.K. and Güden M., (2010). Partial Al foam filling of commercial 1050H14 Al crash boxes: The effect of box column thickness and foam relative density on energy absorption. Thin-Walled Structures, Vol. 48, Issue 7, pp. 482-494.

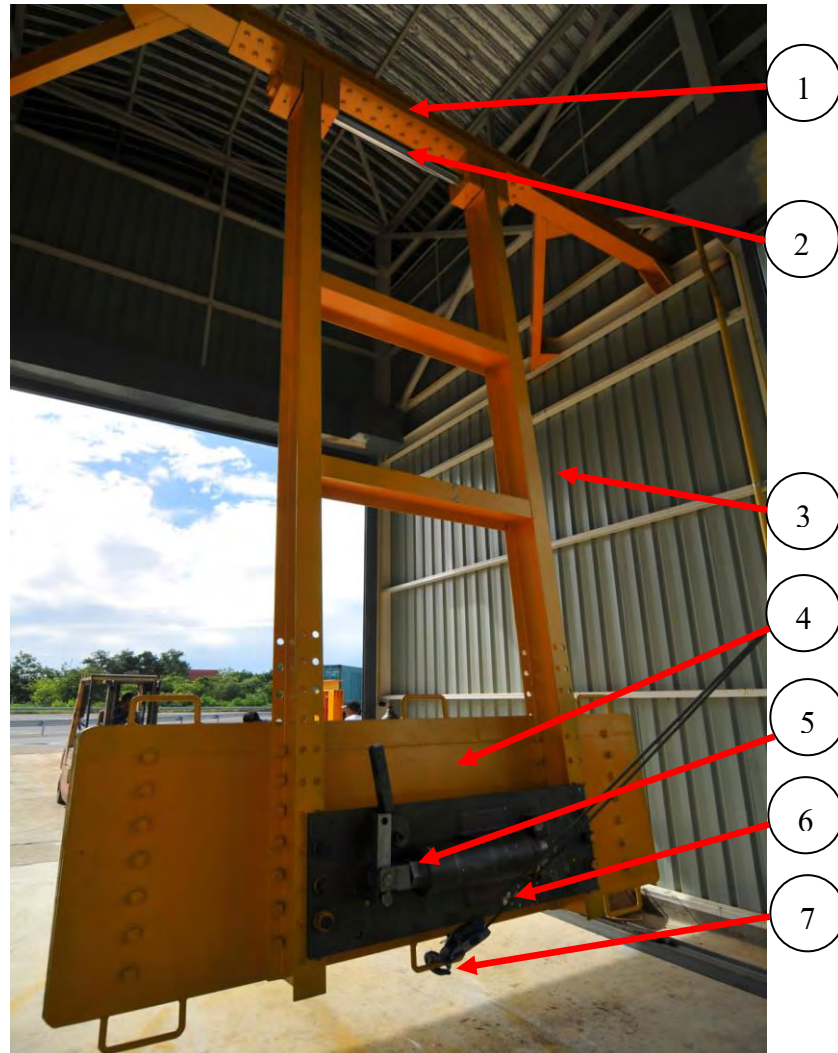
Yoshiaki N., Kenji T., Michitaka Y., Katsutoshi T. and Mitsutoshi K., (2005).
Development of crash-box for passenger car with high capability for energy
absorption. VII International Conference on Computational Plasticity,
Barcelona



ภาคผนวก
คู่มือการใช้งานเครื่องทดสอบการกระแทกด้านหน้า



ส่วนประกอบเครื่องทดสอบการกระแทกด้านหน้า



หมายเลข	ส่วนประกอบ
1	คานบน
2	เพลลา
3	แขนแกว่ง
4	ก้อนมวลกระแทก
5	กลไกปลดล๊อค
6	สายเคเบิล
7	ตะขอเคเบิล

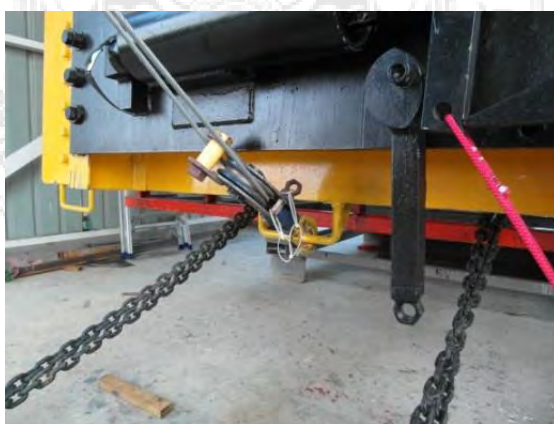
วิธีการทดสอบการกระแทกด้านหน้า

1. ตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์การทดสอบ
 - 1.1 ตรวจสอบแบตเตอรี่
 - 1.2 ตรวจสอบสภาพสายเคเบิลต่างๆ
 - 1.3 ตรวจสอบสภาพกลไก และอุปกรณ์ที่มีการเคลื่อนที่
2. เตรียมการทดสอบ
 - 2.1 นำโครงสร้างชุดทดสอบเข้าประจำจุดการทดสอบดังรูปที่ 1



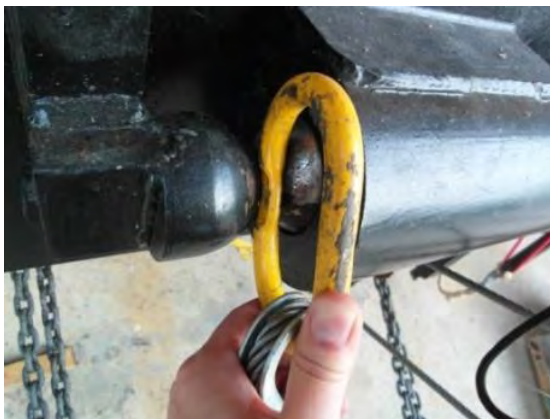
รูปที่ 2 จุดทำการทดสอบ

- 2.2 คล้องตะขอเคเบิลตัวที่ 1 ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ตะขอเคเบิลตัวที่ 1

2.3 คล้องตะขอเคเบิลตัวที่ 2 ดังรูปที่ 3



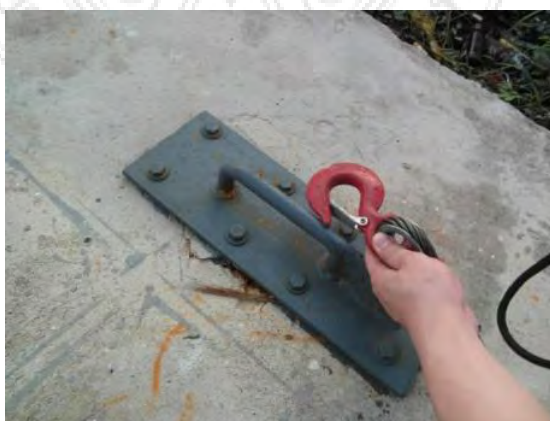
รูปที่ 3 ตะขอเคเบิลตัวที่ 2

2.4 กดสวิชท์เพื่อยกลูกตุ้มตามขนาดที่ได้กำหนดไว้ดังรูปที่ 4



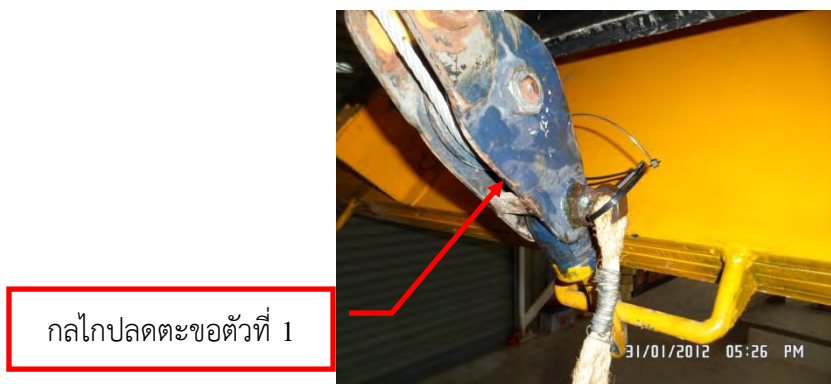
รูปที่ 4 ยกลูกตุ้มตามขนาดที่ได้กำหนดไว้

2.5 คล้องตะขออีกด้านหนึ่งของปลายเคเบิลตัวที่ 2 เพื่อทำการยึดตำแหน่งระดับความสูงของลูกตุ้มดังรูปที่ 5



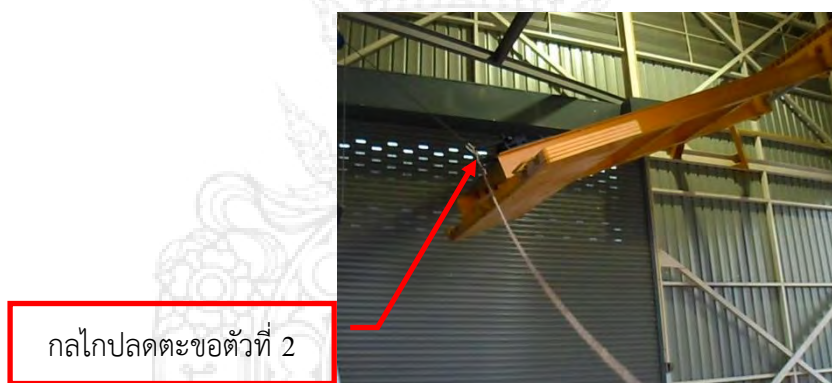
รูปที่ 5 คล้องตะขออีกด้านหนึ่งของปลายเคเบิลตัวที่ 2

2.6 ปลดตะขอเคเบิลตัวที่ 1 ออก ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ปลดตะขอตัวที่ 1

2.7 ปล่อยลุดคัมด้วยการกระตุกกลไกเพื่อปลดตะขอตัวที่ 2 ออก ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 การกระตุกกลไกเพื่อปลดตะขอตัวที่ 2

2.8 เมื่อชุดทดสอบหยุดการเคลื่อนที่แล้ว ให้ทำการตรวจสอบความเสียหายของโครงสร้าง ด้วยวิธีการวัดระยะยุบตัวต่างๆของโครงสร้าง

ประวัติผู้วิจัย



หัวหน้าโครงการ

1. ชื่อนามสกุล- (ภาษาไทย) ผศ.วรวิทย์ วรนาวิน
(ภาษาอังกฤษ) Asst.Prof.Vorawit Voranavin
2. หมายเลขประจำตัวประชาชน 3 1002 02319 32 0
3. ตำแหน่งบริหารวิชาการ ที่เป็นปัจจุบัน/
ตำแหน่งบริหาร -
ตำแหน่งวิชาการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์
4. หน่วยงานและสถานที่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
1381 ถ10800 พิบูลสงคราม แขวงบางซื่อ เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ.
โทรศัพท์:02-9132424 ต่อ 138
โทรสาร: 02-9132424 ต่อ 138
E-mail: vorawit_nbk@hotmail.com
5. ประวัติการศึกษา

ระดับ ปริญญา	อักษรย่อ ปริญญา	วิชาเอก	สถานศึกษา	ปีที่ สำเร็จ	ประเทศ
ปริญญาโท	วศ.ม.	วิศวกรรมการจัดการ อุตสาหกรรม	ม.พระจอมเกล้าพระนคร เหนือ	2551	ไทย
ปริญญาตรี	คอบ.	วิศวกรรมเครื่องกล	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ธัญบุรี	2540	ไทย

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
ความปลอดภัยในอุตสาหกรรม
เครื่องจักรการเกษตร
การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์
การอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุ
สถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัยหัวหน้าโครงการวิจัยหรือผู้ร่วมวิจัยใน
แต่ละข้อเสนอการวิจัย

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย :

- การพัฒนาวัสดุธรรมชาติเหลือใช้ภายในประเทศเพื่อผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ด้านความปลอดภัย

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย :

- การศึกษาปัจจัยของโครงสร้างกันแรงกระแทกของรถยนต์ที่ส่งผลต่อการดูดซับพลังงาน
- การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตโครงสร้างกันแรงกระแทกของรถยนต์จากกากผักตบชวา

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :

ผลงานวิจัย	ปีที่พิมพ์	การเผยแพร่	แหล่งทุน	ตำแหน่ง
.1.เครื่องกวนน้ำมะขามเปียก	2549	การประชุมวิชาการ เครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกล แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 20	ทุนงบประมาณแผ่นดิน ปี 2548	หัวหน้า โครงการ
2.The Specific Energy Consumption of Robusta Coffee Bean Separating	2553	การประชุมวิชาการ นานาชาติ ครั้งที่ 2 : Green Technology and Productivity	ม. เทคโนโลยีราชมงคล พระนคร	ผู้ร่วม วิจัย
3.เครื่องคัดขนาดเมล็ดสารกาแฟโรบัสต้า	2553	ระบบฐานข้อมูลงานวิจัย วช.	ทุนงบประมาณแผ่นดิน ปี 2553	ผู้ร่วม วิจัย
4. ลิขสิทธิ์วรรณกรรมเรื่องเครื่องคัดขนาดเมล็ดสารกาแฟโรบัสต้า	2554	กรมทรัพย์สินทางปัญญา	ส่วนตัว	ผู้ร่วมจัด ลิขสิทธิ์
5การวิเคราะห์ความเข้มของความเค้นที่เกิดขึ้นในหัวรีฟอร์มด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์	2554	วารสารวิชาการและวิจัย มท พระนคร และลิขสิทธิ์. ประเภทวรรณกรรม	ม. เทคโนโลยีราชมงคล พระนคร	ผู้ร่วม วิจัย
6. เครื่องบดเมล็ดถั่วเหลืองเป็นผงแป้งแบบจวนร่วมกับลูกกลิ้ง	2555	ลิขสิทธิ์ ประเภทวรรณกรรม	ม. เทคโนโลยีราชมงคล พระนคร	ผู้ร่วม วิจัย
7. เครื่องสีกะลาตากาแฟโรบัสต้ามลพิษต่ำ	2556	การประชุมวิชาการ มทร. ครั้งที่5(5 TH RMUTNC)	ม. เทคโนโลยีราชมงคล พระนคร	ผู้ร่วม วิจัย
8. การศึกษาโครงสร้างกันแรงกระแทกของรถยนต์ที่ส่งผลต่อการดูดซับพลังงาน	2556	วารสารวิจัย มช.	ม. เทคโนโลยีราชมงคล พระนคร	หัวหน้า โครงการ

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ: -

ผู้ร่วมโครงการ

1. ชื่อ – นามสกุล (ภาษาไทย) นายพิเชษฐ์ บุญญาลัย
(ภาษาอังกฤษ) Mr.Pichest Boonyalai
2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 3 1005 01696 87 7
3. ตำแหน่งบริหาร/วิชาการ ที่เป็นอยู่ปัจจุบัน
ตำแหน่งบริหาร -
ตำแหน่งวิชาการ อาจารย์ ระดับ -
4. หน่วยงานและสถานที่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
1381 ถ10800 พิบูลสงคราม แขวงบางซื่อ เขตบางซื่อกรุงเทพฯ.
โทรศัพท์:02-9132424 ต่อ 138
โทรสาร:02-9132424 ต่อ 138
E-mail: tiew_pichest@hotmail.com
5. ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญา	วิชาเอก	สถานศึกษา	ปีที่สำเร็จ	ประเทศ
ปริญญาตรี	อส.บ.	เทคโนโลยีเครื่องกล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	2550	ไทย
ปริญญาโท	วศ.ม.	การจัดการอุตสาหกรรม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	2554	ไทย

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญเป็นพิเศษ ระบุสาขาวิชาการ (ซึ่งอาจแตกต่างจากวุฒิการศึกษา)
 - เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม (Economics)
 - เทคโนโลยีและการจัดการด้านพลังงาน (Energy Technology and Management)
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัยหรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย
 - 7.1 หัวหน้าโครงการวิจัย : -
 - 7.2 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : -
 - 7.3 งานวิจัยที่กำลังทำ : -

ผู้ร่วมโครงการ

1. ชื่อ – นามสกุล(ภาษาไทย) นายศุภชัย หลีกคำ
(ภาษาอังกฤษ) Mr. Supachai Lakkam
2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 3 1201 01788 03 1
3. ตำแหน่งบริหาร/วิชาการ ที่เป็นอยู่ปัจจุบัน
ตำแหน่งบริหาร -
ตำแหน่งวิชาการ อาจารย์ ระดับ – (พนักงานมหาวิทยาลัย)
4. หน่วยงานและสถานที่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
1381 ถ10800 พิบูลสงคราม แขวงบางซื่อ เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ.
โทรศัพท์:02-9132424 ต่อ 138
โทรสาร:02-9132424 ต่อ 138
E-mail: supachai.l@rmutp.ac.th
5. ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญา	วิชาเอก	สถานศึกษา	ปีที่สำเร็จ	ประเทศ
ปริญญาโท	M.Sc.	Automotive Engineering	The SirindhornInternational Thai-German Graduate School of Engineering (TGGS) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	2552	ไทย
ปริญญาตรี	วศ.บ.	วิศวกรรมเครื่องกล (เกียรตินิยมอันดับสอง)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	2549	ไทย

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญเป็นพิเศษ ระบุสาขาวิชาการ (ซึ่งอาจแตกต่างจากวุฒิการศึกษา)
 - เทคนิคการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ (Computation and Simulation Techniques)
 - เทคโนโลยีและการจัดการด้านพลังงาน (Energy Technology and Management)
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัยหรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย
 - 7.1 ผู้อำนวยการวิจัย : -
 - 7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : -

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ดังตารางแสดงถัดไป

ผลงานวิจัย	ปีที่พิมพ์	การเผยแพร่	แหล่งทุน	ตำแหน่ง
1. ผลกระทบและประสิทธิภาพผ้าเบรกเชิงเสียงรบกวน และสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน	พ.ศ.2552	Industry Subcontracting Exhibition of Thailand 2009	บริษัท คอมแพ็ค อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด (1994)	นักวิจัย
2. Investigation of Brake Noise Parameters Using Single Dynamometer	Apr.2009	The 5 th International Conference on Automotive Engineering ICAE-5	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	นักวิจัย/ ผู้นำเสนอ
3. Econo Power Car	Jun.2010	The 2 nd RMUTP International Conference : Green Technology and Productivity	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	ผู้ร่วมวิจัย/ ผู้นำเสนอ
4. Analysis of Clutch Materials behaviour : Comparison between Coefficient of Friction Testing and Full Size Testing	Jun.2012	World Academe of Science, Engineering and Technology 66, 2012	EXEDY Friction Material Co. LTD	ผู้ช่วยวิจัย
5. Study and Trend of Development for Electric Railway and Related Industries in Thailand) Phase 2)		ร่อเผยแพร่	Industrial Technology Assistance Program	ผู้ร่วมวิจัย
6. โครงการศึกษาเครื่องยนต์แก๊สโซลีนและดีเซลขนาดเล็ก 1 สูบ เพื่อจัดทำร่างกฎกระทรวงเฉพาะด้านประสิทธิภาพพลังงาน ตาม พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2550	พ.ศ.2555	RMUTP Research Journal, Vol.6, No.2,	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน	ผู้ร่วมวิจัย
7. Design and Development of Bus structure for single and double deck		ร่อเผยแพร่	กรมขนส่งทางบก	ผู้ช่วยวิจัย
8. เครื่องทดสอบพฤติกรรมวัสดุความเสียดทาน	พ.ศ.2555	วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่2ฉบับที่ 22	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	หัวหน้าโครงการ
9. การทดสอบการอัดตัวของวัสดุผสมภายใต้สภาวะอุณหภูมิต่างๆ	พ.ศ.2556	KKU Research Journal Vol.18, No.2	มท.พระนคร	ผู้ร่วมวิจัย

10. การศึกษาโครงสร้างกันแรง กระแทกของรถยนต์ที่ส่งผลต่อการ ดูดซับพลังงาน	พ.ศ.2556	วารสารวิจัย มข.	ม. เทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	ผู้ร่วมวิจัย
11. การศึกษาลักษณะทางกายภาพ จานเบรกที่ส่งผลกระทบต่อ ความสามารถการเบรก	พ.ศ.2556	วารสารวิชาการพระจอมเกล้า พระนครเหนือ	ม. เทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	ผู้ร่วมวิจัย
12. Study of heat transfer on front- and back-vented brake discs	2013	Songklanakarin J. Sci. Technol. 35(6)	ม. เทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	ผู้ร่วมวิจัย

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : -

