



การศึกษากลไกการป้องกันการชนกันแบบเพื่อลดการบาดเจ็บคนเดินเท้าจากอุบัติเหตุ  
A STUDY OF THE LIFTED-UP HOOD PROTOTYPE FOR PEDESTRIAN PROTECTIONS



กุลยศ สุวันทโรจน์  
ศุภชัย หลีกคำ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณรายจ่าย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2560  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร



การศึกษากลไกฝากระโปรงรถยนต์ต้นแบบเพื่อลดการบาดเจ็บคนเดินเท้าจากอุบัติเหตุ  
A STUDY OF THE LIFTED-UP HOOD PROTOTYPE FOR PEDESTRIAN PROTECTIONS



กุลยศ สุวันทโรจน์  
ศุภชัย หลีกคำ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณรายจ่าย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2560  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อเรื่อง : การศึกษากลไกการปกป้องรถยนต์ต้นแบบเพื่อลดการบาดเจ็บคนเดินเท้าจากอุบัติเหตุ  
ผู้วิจัย : ผู้ช่วยศาสตราจารย์กุลยศ สุวันโทโรจน์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มทร.พระนคร  
นายศุภชัย หลักคำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มทร.พระนคร  
พ.ศ. : 2560

### บทคัดย่อ

ปัจจุบันรถยนต์ถือเป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญที่ใช้ในการเดินทางของมนุษย์ ในขณะที่การจราจรที่คับขันทำให้เกิดอุบัติเหตุระหว่างรถยนต์กับคนเดินเท้ามากขึ้น ซึ่งส่งผลกระทบต่อการสูญเสียทรัพยากรมนุษย์เป็นอย่างมาก จากปัญหาดังกล่าว คณะผู้วิจัยได้เล็งเห็นความสำคัญ จึงจัดทำโครงการการศึกษาการยกตัวของฝากระโปรงรถยนต์เพื่อความปลอดภัยของคนเดินเท้าเมื่อถูกชน เพื่อหาแนวโน้มนำที่ส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยของคนเดินเท้า โดยเพิ่มช่องว่างระหว่างขอบล่างฝากระโปรงกับขอบบนฝาครอบวาล์วเครื่องยนต์ขณะเกิดอุบัติเหตุระหว่างรถยนต์กับคนเดินเท้าเมื่อถูกชน การทดสอบได้แบ่งระดับการยกตัวของฝากระโปรงรถยนต์ออกเป็น 8 ระดับ และทำการทดสอบหาค่า (Head Injury Criterion; HIC) จากศีรษะจำลอง ซึ่งอ้างอิงการทดสอบตามมาตรฐาน Pedestrian Protection Test Procedures in EURO NCAP ผลการทดสอบพบว่า ค่าเกณฑ์การบาดเจ็บที่ศีรษะ การเพิ่มช่องว่างระหว่างขอบล่างฝากระโปรงกับขอบบนฝาครอบวาล์วเครื่องยนต์ส่งผลกระทบต่อแนวโน้มนำของค่า HIC ลดลง โดยที่ค่า HIC ต่ำ นั้นทำให้ความบาดเจ็บของคนเดินเท้าลดลง ซึ่งค่า HIC ต่ำสุดเกิดขึ้นกับระดับที่ 4 ที่ระยะช่องว่าง 18 cm. มีค่า  $HIC_{15}$  เท่ากับ 90.17 และค่า  $HIC_{35}$  เท่ากับ 208.06 ดังนั้นผลการทดสอบพบว่าช่องว่างระหว่างขอบล่างฝากระโปรงกับขอบฝาครอบวาล์วเครื่องยนต์มีผลอย่างยิ่งต่อค่า HIC ในขณะที่กลไกการยกตัวฝากระโปรงสามารถทำงานได้ตามที่คาดการณ์

Title : A study of the lifted-up hood prototype for pedestrian protections  
Researcher : Asst.Prof.Kullayot Suwantaroj, Faculty of Engineering, RMUTP  
Mr. Supachai Lakkam, Faculty of Engineering, RMUTP  
Year : 2017

### ABSTRACT

Nowadays, car is one of important factors for the human life whereas critical traffic dramatically effects on risk of accident between cars and pedestrians. Therefore, the road accident is the enormous loss of human resources. Regarding this problems, the lifted mechanism of vehicle hood was concerned and installed on the vehicle hood simulator to mitigate the severe accident in this project. To achieve this, the energy absorption was established to decrease the injury of pedestrians by the gap increase between the bottom edge of hood and the engine valve cover. This solution can increase the ability of energy absorption during an accident moment. There were 8 steps of hood gap in this study to in the experimental works indicated by Head Injury Criterion, HIC from head-form. The testing program was referred by Pedestrian Protection Test Procedures in EURO NCAP. From the experimental works, the increasing gap between the bottom edge of hood and the engine valve cover tends to decrease the values of HIC. By the lowest of HIC, the 4<sup>th</sup> gap is 18 cm of space representing 90.17 and 208.06 of HIC<sub>15</sub> and HIC<sub>35</sub> respectively. In consequence of experiment, the gap between the bottom edge of hood and the engine valve cover plays a role on the HIC value in which it can mitigate the severe injury of pedestrian on accidental way whereas the lifted up mechanism of hood are ability as conjecture.



### กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จด้วยการสนับสนุนทุนการวิจัยจากงบประมาณประจำปีงบประมาณ 2560 ทางคณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณต่อคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ได้ให้การสนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้ ตลอดจนขอขอบคุณผู้ที่ให้ความร่วมมือและให้ความอนุเคราะห์ทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวไว้ในที่นี้

คณะผู้วิจัย



## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2	6
2.1 รูปแบบการบาดเจ็บจากอุบัติเหตุจราจร [4]	6
2.2 มาตรฐาน EURO NCAP : Pedestrian Protection [3]	7
2.3 เกณฑ์การบาดเจ็บที่ศีรษะ (Head injury Criterion)	9
2.4 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (Information) ที่เกี่ยวข้อง	12
บทที่ 3	16
3.1 การออกแบบกลไกยกตัวฝากระโปรงของรถยนต์	17
3.2 การออกแบบและสร้างชุดทดสอบ	20
3.3 การเตรียมการและการทดสอบ	22
บทที่ 4	38
4.1 ผลการทดสอบ	38
4.2 สรุปผลการทดสอบ	47
บทที่ 5	48
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน	48

5.2 ปัญหาและอุปสรรค	48
5.3 ข้อเสนอแนะ	49
บรรณานุกรม	50
ประวัติผู้วิจัย	52



## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 2.1 สภาวะการทดสอบ.....	7
ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบครั้งที่ 1 ระยะช่องว่าง 12 cm.....	39
ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบครั้งที่ 2 ระยะช่องว่าง 14 cm.....	40
ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบครั้งที่ 3 ระยะช่องว่าง 16 cm.....	41
ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบครั้งที่ 4 ระยะช่องว่าง 18 cm.....	42
ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบครั้งที่ 5 ระยะช่องว่าง 19.5 cm.....	43
ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบครั้งที่ 6 ระยะช่องว่าง 21 cm.....	44
ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบครั้งที่ 7 ระยะช่องว่าง 22 cm.....	45
ตารางที่ 4.8 ผลการทดสอบครั้งที่ 8 ระยะช่องว่าง 23 cm.....	46



## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
รูปที่ 1.1 พฤติกรรมการเคลื่อนไหวของคนเดินเท้าขณะประสบอุบัติเหตุ .....	2
รูปที่ 1.2 สาเหตุการเสียชีวิตของอุบัติเหตุทางถนน .....	3
รูปที่ 2.1 ลักษณะการทดสอบการชนคนเดินเท้าตามมาตรฐาน EURO NCAP .....	8
รูปที่ 2.2 การทดสอบรูปแบบขาส่วนล่าง .....	8
รูปที่ 2.3 การทดสอบรูปแบบขาส่วนบน .....	8
รูปที่ 2.4 การทดสอบรูปแบบศีรษะ .....	9
รูปที่ 2.5 Wayne State Tolerance Curve .....	9
รูปที่ 2.6 การกำหนดช่วงระยะเวลาการเก็บข้อมูลและค่าเฉลี่ยความเร่ง .....	11
รูปที่ 2.7 ผลของค่า HIC จากจุดสูงสุดอันดับ 1 และ 2 ในช่วงระยะเวลาการเก็บข้อมูล 36 ms .....	12
รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน .....	16
รูปที่ 3.2 วงจรการทำงานของกลไก .....	17
รูปที่ 3.3 แบตเตอรี่รถยนต์ 12 V .....	18
รูปที่ 3.4 รีเลย์ห้าขา .....	18
รูปที่ 3.5 สวิตช์แบบปกติเปิด .....	18
รูปที่ 3.6 สวิตช์แบบ Type switch .....	19
รูปที่ 3.7 กลไก Active bonnet (Pedestrian Protection) .....	19
รูปที่ 3.8 โครงสร้างชุดฝากระโปรงรถยนต์ .....	20
รูปที่ 3.9 ชุดทดสอบ .....	21
รูปที่ 3.10 ศีรษะจำลอง .....	22
รูปที่ 3.11 การกำหนดตำแหน่งจุดทดสอบที่ฝากระโปรงรถยนต์ .....	22
รูปที่ 3.12 การติดตั้งฝากระโปรงรถยนต์เข้ากับชุดกลไก .....	23
รูปที่ 3.13 การวัดระยะช่องว่างระหว่างฝากระโปรงรถยนต์กับฝาครอบวาล์วเครื่องยนต์ .....	23
รูปที่ 3.14 การยัดระยะความสูงคาน .....	24
รูปที่ 3.15 การปรับเปลี่ยนองศาของโครงฝากระโปรงรถยนต์ .....	24
รูปที่ 3.16 อุปกรณ์วัดค่าการทดสอบ .....	25
รูปที่ 3.17 เซนเซอร์วัดความเร่ง .....	25
รูปที่ 3.18 สายเคเบิล EDX-11A Model .....	26
รูปที่ 3.19 สายเคเบิล USB .....	26
รูปที่ 3.20 การติดตั้งเซนเซอร์วัดความเร่ง .....	27
รูปที่ 3.21 การประกอบศีรษะจำลองเข้ากับชุดทดสอบ .....	27
รูปที่ 3.22 การต่อสาย EDX-11A Model กับสายเซนเซอร์วัดความเร่ง .....	28
รูปที่ 3.23 การต่อสายเข้าอุปกรณ์วัดค่าการทดสอบ .....	28
รูปที่ 3.24 การต่อสายเคเบิล USB เข้ากับคอมพิวเตอร์ .....	29

## สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 3.25 การเปิดโปรแกรม DCS100A .....	29
รูปที่ 3.26 การเปลี่ยนค่า Sampling Frequency .....	30
รูปที่ 3.27 การ Set CH Condition.....	30
รูปที่ 3.28 การเปลี่ยนหน่วยของ Data.....	31
รูปที่ 3.29 การเลือกหน่วยของ Data .....	31
รูปที่ 3.30 หน่วยของ Data ถูกเปลี่ยน .....	32
รูปที่ 3.31 การกำหนดตำแหน่งทดสอบระหว่างคีรีระจำลองกับฝากระโปรงรถยนต์.....	32
รูปที่ 3.32 การตั้งคีรีระจำลองให้ได้ระยะห่างตามที่ได้จากคำนวณ.....	33
รูปที่ 3.33 การเลือก MONITOR ค่าทดสอบ .....	33
รูปที่ 3.34 การเลือก Set zero ค่าความเร่งของคีรีระจำลอง .....	34
รูปที่ 3.35 การแสดงผล Set zero .....	34
รูปที่ 3.36 การบันทึกผลการทดสอบ.....	34
รูปที่ 3.37 การหยุดการบันทึกผลทดสอบ.....	35
รูปที่ 3.38 การเปิดข้อมูล Data .....	35
รูปที่ 3.39 การแปลงข้อมูล Data เป็นไฟล์ Excel.....	36
รูปที่ 3.40 การเลือก Set Conversion.....	36
รูปที่ 3.41 การเปลี่ยน File Format จาก Data File (*.ks2) เป็น XLSX Format File (*.XLSX)..	37
รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งกับช่วงระยะเวลา ระยะช่องว่าง 12 cm.....	39
รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งกับช่วงระยะเวลา ระยะช่องว่าง 14 cm.....	40
รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งกับช่วงระยะเวลา ระยะช่องว่าง 16 cm.....	41
รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งกับช่วงระยะเวลา ระยะช่องว่าง 18 cm.....	42
รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งกับช่วงระยะเวลา ระยะช่องว่าง 19.5 cm.....	43
รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งกับช่วงระยะเวลา ระยะช่องว่าง 21 cm.....	44
รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งกับช่วงระยะเวลา ระยะช่องว่าง 22 cm.....	45
รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งกับช่วงระยะเวลา ระยะช่องว่าง 23 cm.....	46
รูปที่ 4.9 ผลการทดสอบของกลไกการยกตัวของฝากระโปรงรถยนต์ 8 ระดับ .....	47

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากปัจจุบันอุตสาหกรรมยานยนต์ได้มีการเติบโตและเข้ามามีบทบาทอย่างมากต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจภายในประเทศไทย รถยนต์เป็นยานพาหนะที่จำเป็นในการดำรงชีวิตประจำวันของคนที่ย้ายมาอาศัยในเขตเมืองจนแทบกลายเป็นปัจจัยที่ห้าในขณะนี้ ในขณะที่การดำเนินชีวิตของคนในเมืองเป็นไปอย่างเร่งรีบควบคู่ไปกับอัตราการใช้รถยนต์บนท้องถนนที่เพิ่มมากขึ้น ความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุทางจราจรที่เกิดจากการขาดความระมัดระวังจึงยังมีเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย และนี่ถือเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุบนท้องถนน

จากข้อมูลของผู้แทนองค์การอนามัยโลก (World Health Organization) ประจำประเทศไทย ซึ่งได้เปิดเผยรายงานความปลอดภัยทางถนนของโลกปี พ.ศ.2556 พบว่าอัตราผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนของไทยเพิ่มสูงขึ้นเป็นอันดับ 3 ของโลก มีผู้เสียชีวิตถึง 38.1 คนต่อประชากร 1 แสนคน [1] และหากกล่าวถึงอุบัติเหตุทางถนน สถิติการเกิดอุบัติเหตุระหว่างรถยนต์กับคนเดินเท้าเป็นอุบัติเหตุทางถนนที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งและก่อให้เกิดการเสียชีวิตของประชากรจำนวนมาก ซึ่งเหยื่อจากอุบัติเหตุดังกล่าวส่วนใหญ่เป็นคนที่เดินตามท้องถนน

ปัญหาดังกล่าวไม่ใช่เพียงเกิดขึ้นในประเทศไทยเท่านั้น สำหรับประเทศในแถบทวีปยุโรปได้มีการตระหนักถึงปัญหาดังกล่าวจนก่อให้เกิดการจัดตั้งองค์กรอิสระซึ่งอยู่ในรูปแบบไม่แสวงหากำไรเพื่อยกระดับความปลอดภัยจากการใช้รถยนต์ขึ้นที่เรียกว่า Euro New Car Assessment Program, (Euro NCAP) ซึ่งต่อมาทั่วโลกต่างให้การยอมรับในเจตนารมดังกล่าว และมีการจัดตั้งองค์กรลักษณะดังกล่าวขึ้นตามภูมิภาคต่างๆโดยใช้ชื่อทวีปหรือภูมิภาคของตนนำหน้า โดยมี Global New Car Assessment Program, (Global NCAP) เป็นตัวกลางคอยควบคุมนโยบาย ซึ่งองค์กรดังกล่าวได้รับการสนับสนุนด้านการเงินจากสหประชาชาติ จากความเป็นมาดังกล่าวทำให้ผู้ผลิตรถยนต์ทั่วโลกได้ให้ความสำคัญกับนโยบายด้านความปลอดภัยของ Global NCAP เป็นอย่างมาก แม้จะมีใช้เป็นกฎหมายบังคับในภูมิภาคใดก็ตาม

ในขณะที่ภูมิภาคอาเซียนมี ASEAN NCAP เป็นผู้ดำเนินกิจกรรมการทดสอบด้านความปลอดภัยของยานยนต์ ซึ่งเพิ่งถูกก่อตั้งเมื่อปลายปี พ.ศ. 2555 ซึ่งเป็นช่วงเวลาเดียวกันที่ประเทศไทยกำลังนับถอยหน้ากับการเข้าสู่ประชาคมอาเซียน ดังนั้นจึงเป็นเหตุให้อุตสาหกรรมยานยนต์ไทยอาจได้รับภัยคุกคามจากการต้องอยู่ภายใต้นโยบายการประเมินความเสี่ยงของรถยนต์ที่จะผลิตหรือประกอบในประเทศ หากไม่มีมาตรฐานด้านความปลอดภัยที่เพียงพอ

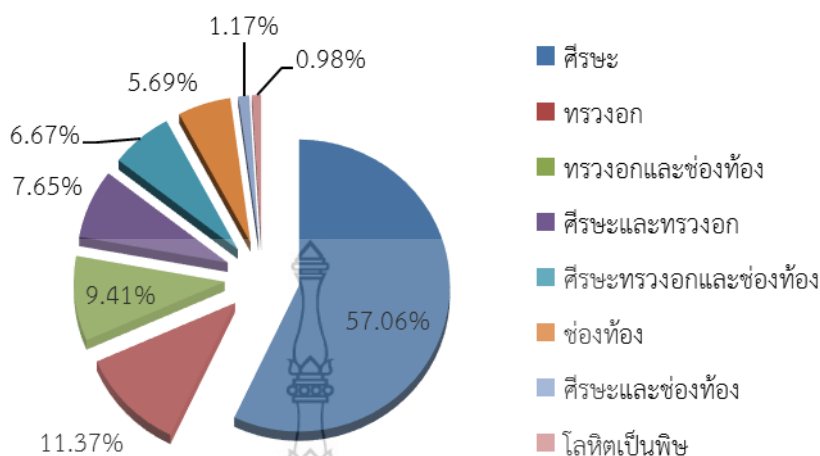
จากการสำรวจรูปแบบการบาดเจ็บจากอุบัติเหตุจราจร พฤติกรรมการเกิดอุบัติเหตุระหว่างรถยนต์กับคนเดินเท้าพบว่า พฤติกรรมเคลื่อนที่ของคนเดินเท้าหลังถูกกระแทกโดยกันชนบริเวณขาตอนล่างและหัวเข่าจะทำให้ศีรษะของคนเดินเท้าเคลื่อนที่เข้าปะทะกับชิ้นส่วนต่างๆ บริเวณด้านหน้ารถยนต์ ดังรูปที่ 1.1 ซึ่งก่อให้เกิดการบาดเจ็บที่ศีรษะของคนเดินเท้า และสามารถแบ่งการกระแทกออกได้เป็น 4 รูปแบบ ได้แก่ ศีรษะกระแทกกับฝากระโปรงรถยนต์, ศีรษะกระแทกกับคาน, ศีรษะกระแทกกับรอยต่อระหว่างฝากระโปรงและกระจก, และศีรษะกระแทกกับกระจกรถยนต์ จากรูปแบบที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ การเสียชีวิตของเหยื่อโดยส่วนใหญ่เกิดจากกรณีที่ศีรษะของคนเดินเท้ากระแทกกับฝากระโปรงรถยนต์ เพราะฝากระโปรงรถยนต์เป็นชิ้นส่วนที่อยู่ในตำแหน่งด้านหน้าของรถยนต์รองมาจากกันชนหน้ารถ ดังนั้นการกระแทกศีรษะกับฝากระโปรงรถยนต์จึงเป็นสาเหตุของการเสียชีวิตมากที่สุดถึงร้อยละ 57.06 ดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.1 พฤติกรรมการเคลื่อนไหวของคนเดินเท้าขณะประสบอุบัติเหตุ

ที่มา([http:// www. blogs.motortrend.com](http://www.blogs.motortrend.com))





รูปที่ 1.2 สาเหตุการเสียชีวิตของอุบัติเหตุทางถนน [2]

ด้วยสาเหตุดังกล่าว การลดความสูญเสียจากการเกิดอุบัติเหตุในกรณีชนคนเดินเท้าจึงไม่ใช่แค่เป็นปัญหาเฉพาะผู้ผลิตรถยนต์ที่จะต้องคำนึงถึงในการออกแบบเท่านั้น แต่ยังเป็นโจทย์ให้กลับหน่วยงานภาครัฐที่จะต้องคำนึงถึงในเชิงนโยบายอีกด้วย สำหรับในประเทศไทยนั้น ยังเกิดช่องว่างระหว่างระดับนโยบายและระดับปฏิบัติการ เนื่องจากยังไม่มีกฎหมายที่จะเข้ามาควบคุมเรื่องอุปกรณ์ความปลอดภัยที่ติดตั้งกับรถยนต์ บวกกับความไม่มีเสถียรภาพระยะยาวทางการเมืองของประเทศ อีกทั้งวัฒนธรรมคนในชาติที่ไม่เล็งเห็นความปลอดภัยจากการใช้ยานพาหนะบนท้องถนนเท่าที่ควร ซึ่งสวนทางกลับปริมาณการใช้รถยนต์บนท้องถนนที่คับคั่ง ก่อให้เกิดช่องว่างทำให้ผู้ผลิตรถยนต์ที่เป็นนายทุนจากต่างชาติได้เข้ามาแสวงหาผลประโยชน์จากการละเลยประเด็นด้านความปลอดภัยกับรถยนต์ที่มีจำหน่ายอยู่ในประเทศ ทั้งนี้เพื่อลดต้นทุนการผลิตและได้ผลกำไรสูงสุด

จากช่องว่างทางด้านกฎหมายด้านความปลอดภัยในประเทศ บวกกับการเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน ทำให้ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมยานยนต์ต้องตระหนักถึงอุปกรณ์ความปลอดภัยที่ต้องติดตั้งมาในยานยนต์ให้มากขึ้น จากการสำรวจข้อมูลในเบื้องต้นของคณะผู้วิจัยพบว่า ถึงแม้จะมีการค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับอุปกรณ์ความปลอดภัยสำหรับรถยนต์บ้างแล้วก็ตาม แต่จะเน้นหนักไปที่ความปลอดภัยของผู้โดยสารในรถยนต์ แต่ยังขาดความตระหนักถึงความปลอดภัยของคนเดินเท้าเป็นอย่างมาก ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้เล็งเห็นถึงจุดอ่อนทางการออกแบบอุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยของคนเดินเท้าที่จะต้องถูกติดตั้งในรถยนต์ เพื่อลดอัตราการเสียชีวิตและบาดเจ็บของคนเดินเท้าที่เกิดจากอุบัติเหตุบนท้องถนน และเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาดังกล่าวด้วยการออกแบบและสร้างกลไกการ

ยกตัวของฝากระโปรงรถยนต์เพื่อเพิ่มช่องว่างระหว่างขอบล่างฝากระโปรงกับขอบบนฝาครอบวาล์ว เครื่องยนต์ในขณะเกิดอุบัติเหตุ ซึ่งหลักการดังกล่าวตามหลักวิศวกรรมจะเป็นการลดค่าความแข็งแรงของวัสดุที่มีโอกาสกระแทกกับศีรษะของคนเดินเท้า ดังนั้นก็จะสามารถช่วยการลดระดับความรุนแรงของการบาดเจ็บจากอุบัติเหตุระหว่างรถยนต์กับคนเดินเท้าได้ ซึ่งนอกจากจะเป็นการสร้างความปลอดภัยด้านความปลอดภัยให้กับบริษัทผู้ผลิตรถยนต์และหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องแล้ว ยังเป็นโอกาสที่จะสร้างนวัตกรรมใหม่ที่ช่วยลดระดับการบาดเจ็บของคนเดินเท้า ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานการทดสอบของ ASEAN NCAP ที่จะเข้ามามีบทบาทในอุตสาหกรรมยานยนต์ในอนาคตอันใกล้อีกด้วย

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อออกแบบและสร้างกลไกการยกตัวของฝากระโปรงรถยนต์ต้นแบบ
- 2) เพื่อหาระยะยกตัวของฝากระโปรงรถยนต์ที่เหมาะสมกับการกระแทกขณะเกิดอุบัติเหตุ
- 3) เพื่อสร้างอุปกรณ์ลดระดับการบาดเจ็บของคนเดินเท้าจากกรณีการชนด้านหน้าของรถยนต์ เพื่อรองรับการทดสอบของ ASEAN NCAP

## 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

- 1) จำลองการเกิดอุบัติเหตุระหว่างศีรษะกระแทกกับบริเวณกึ่งกลางฝากระโปรงหน้ารถยนต์
- 2) ชุดจำลองฝากระโปรงรถยนต์ที่ใช้ศึกษาเป็นรถยนต์ที่หนึ่งส่วนบุคคลที่มีขนาดไม่เกิน 2 ตัน
- 3) สภาวะการทดสอบอ้างอิงตามมาตรฐาน Pedestrian Protection Test Procedures in EURO NCAP (Adult Headform) [3]

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ได้กลไกการยกตัวของฝากระโปรงรถยนต์ต้นแบบ
- 2) ทราบระยะการยกตัวของฝากระโปรงรถยนต์ที่เหมาะสม
- 3) ทราบแนวโน้มและปัจจัยที่ส่งผลต่อการลดความบาดเจ็บของศีรษะของคนเดินเท้า
- 4) แนวทางการออกแบบและผลิตอุปกรณ์ลดระดับการบาดเจ็บของคนเดินเท้าจากกรณีการชนด้านหน้าของรถยนต์ เพื่อรองรับการทดสอบของ ASEAN NCAP
- 5) ลดภัยคุกคามด้านการขาดองค์ความรู้และนวัตกรรมของอุตสาหกรรมยานยนต์จากการเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน

- 6) เกิดนักวิจัยรุ่นใหม่ด้านวิศวกรรมยานยนต์จากนักศึกษาในมหาวิทยาลัยฯ ที่พร้อมเข้าสู่ตลาด  
อุตสาหกรรมอาเซียน



## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 รูปแบบการบาดเจ็บจากอุบัติเหตุจราจร [4]

ความรุนแรงที่เกิดจากอุบัติเหตุจราจรแต่ละครั้งขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง ทั้งขนาด ความเร่ง จำนวน รวมถึงการใช้อุปกรณ์ป้องกัน โดยพื้นที่ที่วัตถุสองอย่างชนกัน พลังงานที่สะสมจะถูกถ่ายเทออกมาทำให้เกิดการบาดเจ็บแก่ฝ่ายที่รับพลังงานนี้ รูปแบบการบาดเจ็บจึงเป็นกุญแจสำคัญสำหรับแพทย์ในการช่วยวินิจฉัยและประเมินความรุนแรงของการบาดเจ็บของผู้ประสบอุบัติเหตุ นำไปสู่การรักษาที่ถูกต้องรวดเร็ว ช่วยลดอัตราการเสียชีวิตและความพิการลงได้ โดยปกติข้อมูลรูปแบบการบาดเจ็บจะได้มาจากการซักประวัติผู้ประสาบภัยหรือผู้ที่อยู่ในเหตุการณ์

รูปแบบการบาดเจ็บจากอุบัติเหตุจราจรสามารถแบ่งเป็น การกระแทกหรือการชน การแทง ทะลุ การระเบิด และความร้อน โดยทั่วไปพบว่ากลไกที่เกิดขึ้นบ่อยที่สุดเมื่อเกิดอุบัติเหตุจราจรคือการกระแทกหรือการชน นอกจากนี้ยังแบ่งกลุ่มผู้ประสบอุบัติเหตุออกเป็น 3 กลุ่มย่อย คือ กลุ่มผู้ขับขี่และผู้โดยสารภายในรถยนต์ (Occupants) กลุ่มผู้ขับขี่ และผู้โดยสารรถจักรยานและมอเตอร์ไซค์ (Cyclists and motorcyclists) และกลุ่มผู้เดินบนทางเท้า (Pedestrian)

กลุ่มผู้เดินบนทางเท้า (Pedestrian) เป็นกลุ่มใหญ่ที่เสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจร เพราะว่เมื่อถูกชนแล้วจะพบว่าอวัยวะส่วนใหญ่ที่ได้รับบาดเจ็บ คือ ศีรษะ ช่องอก และขา รูปแบบการบาดเจ็บของกลุ่มผู้เดินบนทางเท้าแบ่งเป็น 3 ระยะ ได้แก่

- ระยะที่ 1 เมื่อรถกระแทกโดยตรงกับผู้เดินอยู่บนทางเท้า จุดกระแทกขึ้นกับความสูงของรถและความสูงของผู้ถูกชน เช่น จุดกระแทกของผู้ใหญ่มักเป็นบริเวณขาและสะโพก ส่วนในเด็กมักเป็นบริเวณหน้าอก ชนิดของรถถ้าเป็นรถบรรทุกขนาดเล็กหรือรถยนต์ที่นั่งส่วนบุคคลจุดกระแทกมักจะต่ำ แต่ถ้าเป็นรถขนาดใหญ่เช่นรถทัวร์ รถบรรทุกขนาดใหญ่ ผู้ถูกชนอาจกระเด็นออกไปหรือถูกลากไปอยู่ใต้ท้องรถ

- ระยะที่ 2 หลังจากกระแทกโดยตรง ผู้ถูกชนจะถูกแรงเหวี่ยงลอยไปกระแทกที่ฝากระโปรงรถกระจกหน้ารถ หรือหลังคารถ ทำให้บาดเจ็บที่ศีรษะ ช่องอก หรือช่องท้อง

- ระยะที่ 3 เมื่อผู้ถูกชนตกกระแทกลงพื้น ทำให้ศีรษะและกระดูกต้นคอบาดเจ็บรุนแรง นอกจากนี้หากมีรถคันอื่นวิ่งทับซ้ำ หรือถูกลากไปกับพื้นถนน จะทำให้เสียชีวิตได้

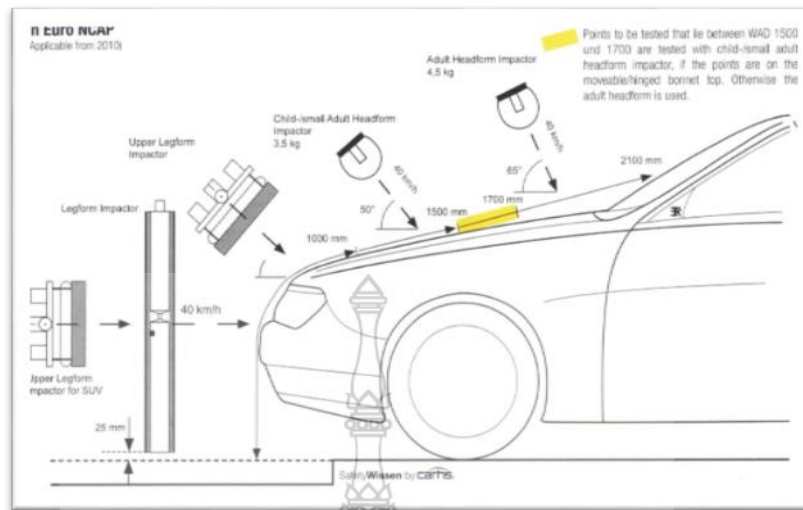
## 2.2 มาตรฐาน EURO NCAP : Pedestrian Protection [3]

รูปแบบของการทดสอบตามมาตรฐาน EURO NCAP นั้นดำเนินการทดสอบโดยจำลองการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับคนเดินเท้าซึ่งสภาวะของการทดสอบใช้แรงปะทะที่ 40 km/hr และแบ่งแยกวัยของคนเดินเท้าออกเป็นเด็กและผู้ใหญ่ ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 สภาวะการทดสอบ

รายการ	การจำลองการชน	
	เด็ก	ผู้ใหญ่
ความเร็วปะทะ (km/hr)	40	40
มุมปะทะจากแนวระนาบ (°)	50	65
มวลศีรษะจำลอง (kg)	3.5	4.5
ระยะตามแนวขอบรถยนต์ (mm)	1,000 ถึง 1,500	1,700 ถึง 2,100

ในการทดสอบเป็นไปได้ยากมากที่จะประเมินผลการป้องกันคนเดินเท้าโดยใช้หุ่นจำลองเต็มตัว เนื่องจากเมื่อเกิดการปะทะระหว่างหุ่นจำลองกับรถยนต์ซึ่งเมื่อเกิดการปะทะเป็นไปได้ที่จะควบคุมจุดของการปะทะของขาคนเดินเท้าที่ปะทะกับกันชน แต่เป็นไปได้ไม่ในการควบคุมทิศทางของลำตัวและศีรษะของหุ่นจำลองที่จะกระทบในภายหลัง ในการแก้ปัญหาทาง EURO NCAP จึงใช้การทดสอบโดยแยกชิ้นส่วนของร่างกายแทนที่ใช้หุ่นทดสอบเต็มตัว และสามารถแบ่งแยกการทดสอบตามชิ้นส่วนของร่างกายได้ดังนี้ การทดสอบรูปแบบขาจำลองส่วนล่าง การทดสอบรูปแบบขาจำลองส่วนบน และการทดสอบแบบศีรษะจำลองแสดงดังรูปที่ 2.1 โดยที่การทดสอบรูปแบบขาจำลองส่วนล่างประเมินความปลอดภัยของขาส่วนล่างจากการทดสอบที่บริเวณกันชนหน้าของรถยนต์แสดงดังรูปที่ 2.2 การทดสอบรูปแบบขาจำลองส่วนบนประเมินความปลอดภัยของขาส่วนบนจากการทดสอบที่บริเวณขอบด้านหน้าของฝากระโปรงรถยนต์แสดงดังรูปที่ 2.3 และการทดสอบรูปแบบศีรษะจำลองประเมินความปลอดภัยของศีรษะจากการทดสอบที่ส่วนด้านบนของฝากระโปรงรถยนต์แสดงดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.1 ลักษณะการทดสอบการชนคนเดินเท้าตามมาตรฐาน EURO NCAP [3]



รูปที่ 2.2 การทดสอบรูปแบบขาส่วนล่าง [3]

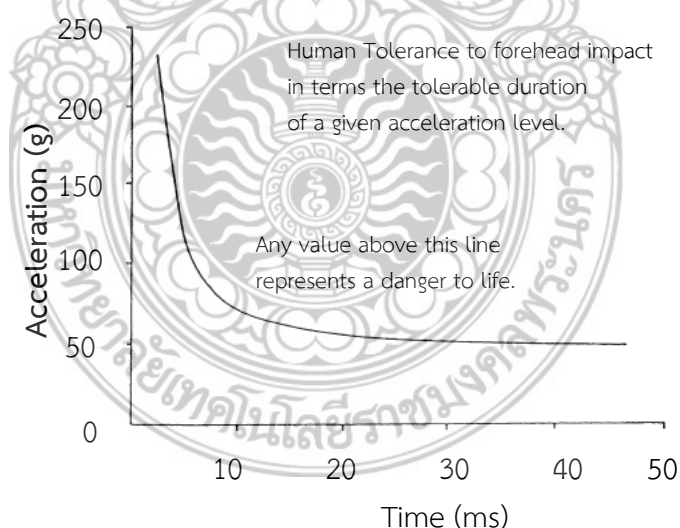
รูปที่ 2.3 การทดสอบรูปแบบขาส่วนบน [3]



รูปที่ 2.4 การทดสอบรูปแบบศีรษะ [3]

### 2.3 เกณฑ์การบาดเจ็บที่ศีรษะ (Head injury Criterion)

จากข้อมูลทางการทหาร [5] ที่ได้รับมาจากการชันสูตรซากศพมนุษย์ที่มีการบาดเจ็บที่ศีรษะ ซึ่งดังรูปที่ 2.5 (Wayne State Tolerance Curve) เป็นการชันสูตรหน้าผากของซากศพมนุษย์ที่ถูกกระแทกกับพื้นผิวที่แข็งทำให้ทราบว่าความเร่งโดยตรงของศีรษะนั้นเกี่ยวข้องกับแรงกระแทกและส่งผลให้เกิดการแตกหักของกระดูกด้านหน้าศีรษะ



รูปที่ 2.5 Wayne State Tolerance Curve [6]

การเก็บข้อมูลของช่วงระยะเวลา แบ่งออกเป็น 15 ms และ 35 ms โดยที่การเก็บช่วงระยะเวลา 15 ms เป็นช่วงระยะเวลาที่เกิดความเร่งสูงสุดลดลงมาถึงปลายของความเร่งสูงสุด และ

การเก็บช่วงระยะเวลา 35 ms เป็นช่วงระยะเวลาโดยรวมตั้งแต่เกิดความเร่งสูงสุดจนถึงความเร่งเริ่มจะไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งเมื่อเกิน 36 ms ขึ้นไป ความเร่งเริ่มที่จะไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อเทียบจากกราฟ ความชันของความเร่งแทบที่จะเป็นศูนย์ จึงทำให้การเก็บข้อมูลของช่วงระยะเวลาเกิน 36 ms นั้นไม่เป็นที่ยอมรับ

จากข้อมูลดังกล่าว เกณฑ์การบาดเจ็บที่ศีรษะขั้นแรกเริ่มได้รับการตีพิมพ์ในมาตรฐานของสหรัฐอเมริกาและได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้กับโครงสร้างจำลองรูปศีรษะของมนุษย์ เพื่อใช้ทำการทดสอบการเกิดอุบัติเหตุภายในห้องโดยสารของรถยนต์ โดยเกณฑ์การบาดเจ็บที่ศีรษะขั้นแรกเริ่มนี้ ถูกคำนวณจากค่าความหน่วงสูงสุดที่ 80 g ( $1 \text{ g} = 9.81 \text{ m/s}^2$ ) ซึ่งเกิดขึ้นภายในช่วงเวลา 3 ms ซึ่งถูกใช้ในนามดัชนีความรุนแรงของ Gadd [7] ต่อมาดัชนีดังกล่าวได้ถูกปรับเปลี่ยนเป็นเกณฑ์การบาดเจ็บที่ศีรษะ (Head Injury Criterion, HIC) [8] ซึ่งสามารถรองรับการวิเคราะห์การบาดเจ็บในช่วงคลื่นความเร่งที่มีความซับซ้อนสูงได้ ดังสมการที่ (1)

$$\text{HIC} = \max_{t_1, t_2} \left\{ (t_2 - t_1) \left[ \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} a(t) dt \right]^{2.5} \right\} \quad (1)$$

โดย	HIC	คือ	เกณฑ์การบาดเจ็บที่ศีรษะ
	$\max_{t_1, t_2}$	คือ	ค่าความเร่งสูงสุดในช่วงระยะเวลาของ $t_1$ และ $t_2$
	$a$	คือ	ความเร่ง (g)
	$t_1$	คือ	จุดเริ่มต้นของช่วงเวลา (ms)
	$t_2$	คือ	จุดสิ้นสุดของช่วงเวลา (ms)

อย่างไรก็ตาม การแปรผันของค่า HIC นั้นขึ้นอยู่กับ การเพิ่มขึ้นของช่วงเวลา นอกจากนี้มาตรฐานด้านความปลอดภัยในรถยนต์ของ Federal Motor Vehicle Safety standards ต้องการให้ค่า HIC มีค่าน้อยกว่า 1000 สำหรับทุกการเพิ่มขึ้นของช่วงเวลา และในบางมาตรฐานใช้ช่วงเวลาเท่ากับ 35 ms สำหรับการคำนวณค่า HIC ภายในระยะต่อมาได้มีการทบทวนและวิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่จากการทดสอบซากศพมนุษย์ และได้ผลสรุปว่า โอกาสในการเกิดการบาดเจ็บที่รุนแรงนั้นมีน้อยกว่า 20% สำหรับค่า HIC 1000 ซึ่งจะทำให้ค่าระบบการจัดระดับความรุนแรงของการบาดเจ็บในแต่ละส่วนของร่างกาย (Abbreviated Injury Score, AIS) มีค่าเท่ากับ AIS 3+ [7]

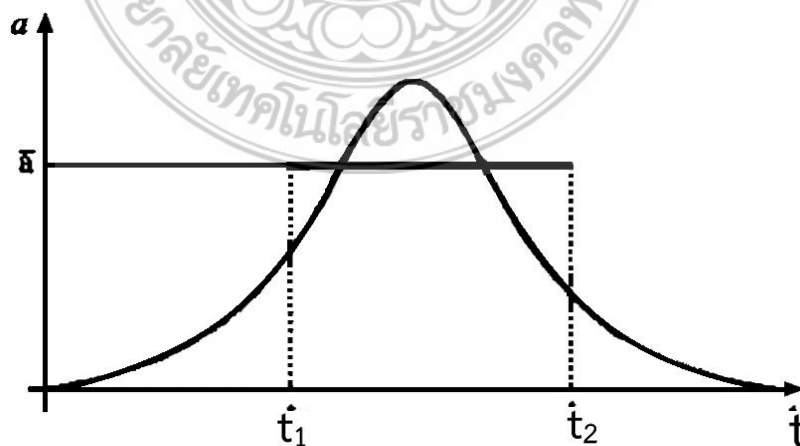


ต่อมาในทางการวิจัยทางชีวกลศาสตร์ได้ขอบเขตค่า HIC จากการแตกหักของกะโหลกศีรษะมนุษย์โดยปราศจากการบาดเจ็บทางสมอง อย่างไรก็ตามการบาดเจ็บทางสมองอาจเกิดขึ้นโดยปราศจากการแตกหักของกะโหลกศีรษะ และนอกจากนี้ค่า HIC ไม่รวมผลกระทบที่เป็นอันตรายจากการหมุนเหวี่ยงที่รุนแรงเนื่องจากก่อให้เกิดการบาดเจ็บที่สมองอย่างแน่นอน อย่างไรก็ตามมาตรฐานความปลอดภัยของสหรัฐอเมริกา (US safety standards) ไม่ยอมรับเกณฑ์การบาดเจ็บที่ศีรษะอื่น ๆ นอกจากเกณฑ์ที่ขอบเขตค่า HIC ตามที่กล่าวไว้ข้างต้น [7]

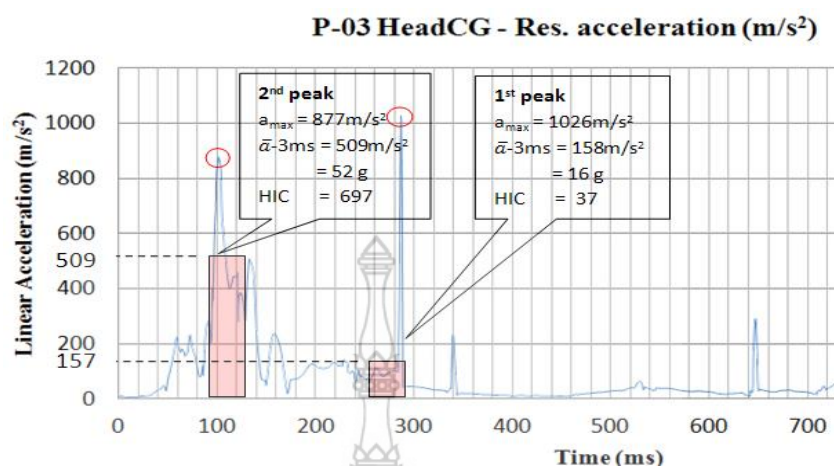
เกณฑ์การบาดเจ็บที่ศีรษะสามารถสันนิษฐานในทางปฏิบัติของช่วงระยะเวลาที่เก็บข้อมูล ( $\Delta t = t_2 - t_1 \leq 36 \text{ ms}$ ) ได้ดังนี้

- ช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลที่ยาวเกิน ( $\Delta t > 36 \text{ ms}$ ) คาดว่าผลการทดลองจะไม่เป็นที่ยอมรับ
- ช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลควรน้อยกว่า 3 ms เพราะเนื่องจากช่วงเวลาที่สั้นกว่า 3 ms นั้นไม่มีผลกระทบต่อสมอง

การคำนวณหาค่า HIC คือ การหาผลรวมพื้นที่ใต้กราฟระหว่างความเร่งกับช่วงระยะเวลาการเก็บข้อมูล ซึ่งภายใต้กราฟนี้ประกอบไปด้วยระยะเวลาการเก็บข้อมูลที่กว้างเกินกว่าที่จะคำนวณได้ จึงจำเป็นต้องที่จะกำหนดช่วงระยะเวลาในการเก็บข้อมูลให้แคบลงคือ 36 ms และในการคำนวณจำเป็นต้องที่หาค่าเฉลี่ยความเร่งในช่วงระยะเวลาการเก็บข้อมูล 36 ms ( $\Delta t = t_2 - t_1 = 36 \text{ ms}$ ) ดังรูปที่ 2.6 และผลของค่า HIC จากจุดสูงสุดอันดับ 1 และ 2 ในช่วงระยะเวลาการเก็บข้อมูล 36 ms ดังรูปที่ 2.7 ซึ่งเป็นการเลือกช่วงระยะเวลาในการเก็บข้อมูลที่เกิดความเร่งสูงสุดอันดับ 1 และ 2 [9]



รูปที่ 2.6 การกำหนดช่วงระยะเวลาการเก็บข้อมูลและค่าเฉลี่ยความเร่ง [9]



รูปที่ 2.7 ผลของค่า HIC จากจุดสูงสุดอันดับ 1 และ 2 ในช่วงระยะเวลาการเก็บข้อมูล 36 ms [9]

#### 2.4 การทบทวนวรรณกรรม สารสนเทศ/(Information) ที่เกี่ยวข้อง

จากการสำรวจวรรณกรรมพบว่าโดยทั่วไปมีการศึกษาจำนวนมากมุ่งเน้นไปที่มาตรการหลีกเลี่ยงการเกิดอุบัติเหตุในยานพาหนะ เช่น ระบบช่วยเบรก (ABS), ระบบควบคุมเสถียรภาพแบบอิเล็กทรอนิกส์ (ESC) และผู้ช่วยเบรก (BA) ระบบเหล่านี้ได้นำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพด้านความปลอดภัยอย่างมีนัยสำคัญในหลายปีที่ผ่านมา อย่างไรก็ตามสิ่งที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยยังเป็นสิ่งที่หาได้ยาก เพราะส่วนใหญ่งานวิจัยมักมุ่งเน้นไปที่ความปลอดภัยของผู้โดยสาร

อย่างไรก็ตาม พบว่าในต่างประเทศได้มีการให้ความสำคัญกับอุบัติเหตุบนท้องถนนสำหรับคนเดินเท้า โดย T Kozo และคณะ [10] ได้ศึกษาลักษณะความแตกต่างของรูปแบบการบาดเจ็บของคนเดินเท้าที่ได้รับอุบัติเหตุจากรถโดยสารขนาดเล็ก และรถโดยสารขนาดใหญ่ ซึ่งมีลักษณะทางกายภาพของยานพาหนะที่แตกต่างกัน โดยทำการตรวจสอบ 101 กรณีของคนเดินเท้าที่ได้รับอุบัติเหตุ จากการศึกษาดังกล่าวได้เปิดเผยข้อมูลให้เห็นถึงความถี่ของการบาดเจ็บที่หน้าอกจากการถูกชนด้านหน้ามากถึง 30.3% ซึ่งสูงกว่าจากการปะทะฝากระโปรงหน้า 11.8% และเหยื่อที่ประสบอุบัติเหตุกับรถโดยสารขนาดใหญ่มีแนวโน้มที่จะได้รับการบาดเจ็บที่รุนแรงมากกว่าแม้จะถูกระแทกด้วยความเร็วไม่มากก็ตาม

ในสหรัฐอเมริกา M Ballesteros และ คณะ [11] ได้มุ่งเน้นการศึกษาอิทธิพลของรูปแบบด้านนารลที่แตกต่างกันซึ่งส่งผลต่อการบาดเจ็บของร่างกายมนุษย์ จากการบันทึกสถิติพบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการได้รับบาดเจ็บที่เกิดจากรถยนต์ชนิดต่างๆ โดยยานพาหนะประเภท (SUVs) และรถปิคอัพสามารถก่อให้เกิดความเสี่ยงสูงต่อการรับบาดเจ็บอย่างร้ายแรงบริเวณทรวงอก

และช่องท้องของคนเดินเท้า อย่างไรก็ตาม นอกจากนี่ยังงานวิจัยของ F Fildes และคณะ [12] แสดงให้เห็นว่า 59% ของผู้เสียชีวิตได้รับการบาดเจ็บระดับ (AIS) 4+ ที่บริเวณลำตัวของคนเดินเท้า

นอกจาก D Longhitano และคณะ [13] ได้ใช้ฐานข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุที่เรียกว่า “Pedestrian Crash Data Study (PCDS)” ในการศึกษารูปแบบการบาดเจ็บของคนเดินเท้าที่ได้รับจากยานพาหนะที่มีลักษณะที่ต่างกัน โดยผลของการศึกษาได้สรุปว่ารูปแบบการบาดเจ็บที่ได้รับจากรถยนต์นั่งขนาดเล็กจะเกิดที่ทรวงอกบ่อยครั้ง และนอกจากนี้สาเหตุดังกล่าวเกิดจากการปะทะบริเวณกระจกหน้ารถและกันชน

สำหรับการตรวจสอบแบบย้อนรอยของอุบัติเหตุ การจำลองทางคอมพิวเตอร์เป็นอีกเครื่องมือหนึ่งทางวิศวกรรม โดยซอฟต์แวร์ MATHematical DYnamic MOdels (MADYMO) ซึ่งได้รับความนิยม ถูกนำมาใช้ศึกษาการเกิดอุบัติเหตุในช่วงความเร็วระหว่าง 20 และ 30km/hr และได้ถูกนำมาสร้างเป็นเมทริกซ์ ภายใต้โครงการ APOLLO WPII โดย F Feist และคณะ [14] ซึ่งโครงการดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า 69% ของการบาดเจ็บที่ศีรษะเกิดขึ้นขณะที่ศีรษะมีการหมุน และการบาดเจ็บที่ศีรษะอีก 21% และ 10% เกิดขึ้นจากการเคลื่อนที่แบบเส้นตรง และผสมกัน ตามลำดับ นอกจากนี้ ค่าการบาดเจ็บที่ศีรษะ (HIC) จะต่ำกว่า 1000 เมื่อเกิดความแตกต่างของความเร็วเชิงมุมและความเร่งเกิน 30rad/sec และ 10.0 Rad/sec<sup>2</sup>

ในทำนองเดียวกัน Chawla และคณะ [15] ใช้ซอฟต์แวร์ดังกล่าวจำลองเพื่อระบุปัจจัยที่สำคัญของ ช่วงความเร็ว 15 ถึง 45 km/hr ผลการศึกษาพบว่าการเปลี่ยนแปลงของรูปทรงเรขาคณิตของด้านหน้ารถยนต์มีอิทธิพลสูงมากต่อความเสี่ยงการบาดเจ็บที่ศีรษะของคนเดินเท้า นอกจากนี้คุณสมบัติความแข็งแรงต่ำของกันชนเป็นสิ่งที่ต้องการเมื่อปะทะกับคนเดินเท้า โดยที่ความเร็ว 35 km/hr จะทำให้กระดูกเชิงกรานของคนเดินเท้าได้รับแรงกระแทกสูงมากถึง 19.4 kN ในขณะที่ค่า HIC ถูกวัดได้ 755 และแรงกระแทกที่หน้าอกสูงถึง 60g อีกทั้งแรงกระแทกที่เกิดขึ้นบริเวณขาอยู่ในระดับสูงสุดที่ 17.4kN ดังนั้นการลดหรือเพิ่มความสูงของกันชนสามารถบรรเทาความเสี่ยงการบาดเจ็บของคนเดินเท้าได้อย่างมาก

นอกจากนี้ X Jun และคณะ [16] ได้พยายามที่จะสร้างรูปแบบวัสดุเพื่อรองรับการชนคนเดินเท้า การสร้างแบบจำลองของศีรษะคนเดินเท้าเพื่อกระแทกบนกระจกหน้ารถยนต์ถูกจำลองด้วยวิธีการเชิงตัวเลข การปรับเปลี่ยนเงื่อนไขและขอบเขตเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วปะทะของคนเดินเท้าและการโก่งตัวของกระจกหน้ารถยนต์ถูกนำมาเป็นประเด็นในการศึกษา

ในงานองเดียวกัน J Kajzer และคณะ [17] ได้ทำการตรวจสอบความเป็นไปได้ของการออกแบบยานพาหนะที่ปลอดภัยด้วยเทคนิคการจำลองเชิงตัวเลข กันชนที่มีลักษณะแผ่ขยายขนาด 160 มิลลิเมตรถูกนำมาใช้เป็นกันชนหน้าของรถบัส และทำการทดสอบการชนที่ความเร็ว 20km/h ผลการทดสอบพบอย่างชัดเจนว่าเกิดแรงกระแทกที่ต้นขาสูงถึง 10kN และที่ลำตัวท่อนบน 11kN ของคนเดินเท้า นอกจากนี้ที่ 35km/h ความเร่งที่ศีรษะลดลงถึง 33% และแรงกระแทกที่ลำตัวท่อนบน และขาดมาก 75% จึงสามารถสรุปได้ว่ามีความเป็นไปได้ในการออกแบบวัสดุดังกล่าวเพื่อรองรับการชนที่ความเร็ว 35km/h

นอกจากนี้ H Enomoto และคณะ [18] ได้อธิบายถึงคุณสมบัติของรถยนต์ของฮิโนโมเตอร์ที่มีแนวคิดเพื่อความปลอดภัย โดยนำเสนอระบบความปลอดภัยเชิงรับ โดยรวบรวมการเกิดอุบัติเหตุในญี่ปุ่นเกือบ 40% ของทั้งหมด มาทำการศึกษา โดยมุ่งเน้นไปที่การดูดซับพลังงานของโครงสร้างด้านหน้าโดยสร้างแบบจำลองการชนระหว่าง impactors และด้านหน้ารถยนต์โดยสารเพื่อที่จะพิสูจน์ว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรคนเดินเท้า

นอกจากนี้ ID Neilson [19] ได้แนะนำวิธีการต่างๆในการปรับปรุงระบบความปลอดภัยด้วยวิธีการติดตั้งถุงลมนิรภัยที่บริเวณโครงสร้างด้านหน้า ระบบเหล่านี้อาจถูกนำมาใช้เพื่อลดการบาดเจ็บจากการชนจากพฤติกรรมขับขี่ที่ไม่สุภาพของบุคคลบางกลุ่ม

ในแง่เดียวกันสำหรับรถโดยสารขนาดเล็ก R Fredriksson และคณะ [20] ทำการพัฒนา ระบบการป้องกันคนเดินเท้าโดยติดตั้งตัวตรวจจับสัญญาณที่บริเวณหน้ากันชน ซึ่งทำงานในช่วงความเร็วที่สูงกว่า 20 km/hr เพื่อแยกแยะวัตถุที่มีรูปคล้ายหรือแตกต่างกันกับขาของมนุษย์ด้วยรูปทรงเรขาคณิต และนำสัญญาณมาใช้กระตุ้นอุปกรณ์เพื่อยกส่วนด้านหลังของฝากระโปรงประมาณ 100 มิลลิเมตร ภายในระยะเวลา 60 ถึง 70 ms วิธีดังกล่าวถือได้ว่าเป็นแรงบันดาลใจจากหลักการลดความแข็งแรงวัตถุเพื่อสร้างความสามารถในการดูดซับพลังงาน และถูกนำมาใช้ทดสอบกับการชนที่ความเร็ว 50 km/hr อย่างไรก็ตามระบบดังกล่าวยังอยู่ในช่วงพัฒนาเพื่อให้ตอบสนองต่อสถานการณ์ได้ทัน่วงที

ถึงแม้จะมีการริเริ่มแนวคิดในการลดความแข็งแรงวัตถุเพื่อสร้างความสามารถในการดูดซับพลังงานกระนั้น จากกลไกการยกตัวของฝากระโปรงรถยนต์ แต่ก็ยังไม่ได้รับการตอบสนองเท่าที่ควร อีกทั้งยังขาดความชัดเจนในระดับการยกที่เหมาะสมที่จะสามารถลดระดับความเสี่ยงการบาดเจ็บที่ศีรษะของคนเดินเท้า ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้ตระหนักในหลักการดังกล่าวที่จะนำมาใช้ลดระดับความ

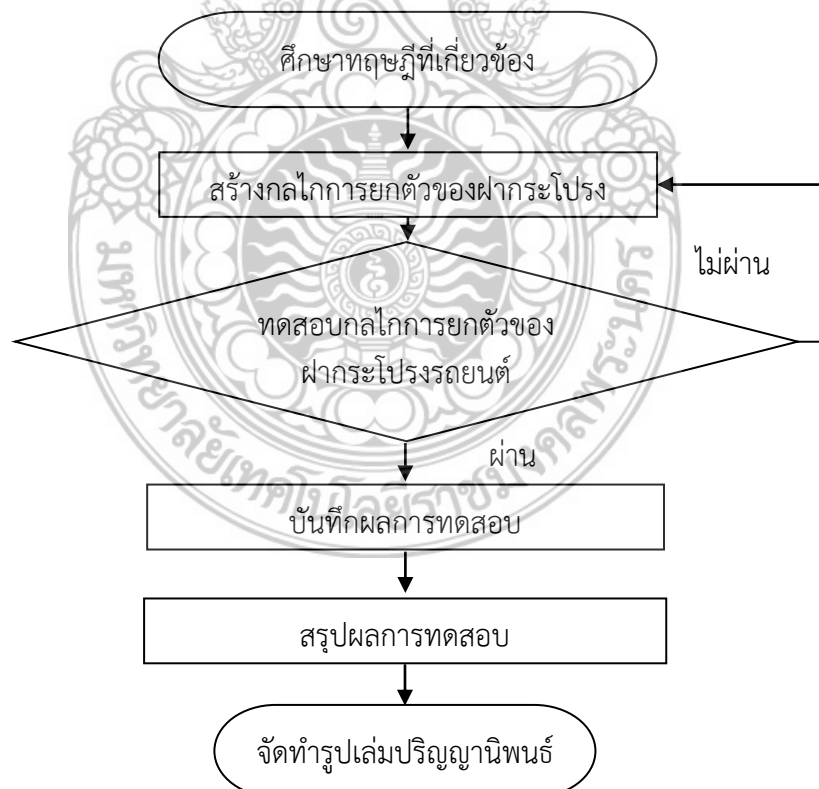
รุนแรงของการบาดเจ็บจากอุบัติเหตุระหว่างรถยนต์กับคนเดินเท้าให้เกิดเป็นรูปธรรมด้วยการสร้าง  
กลไกยกฝากระโปรงรถยนต์ต้นแบบ ซึ่งจะเป็นการสร้างความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยให้กับ  
บริษัทผู้ผลิตรถยนต์และหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องอีกด้วย



### บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

สำหรับขั้นตอนการดำเนินการศึกษาหาแนวโน้มที่ส่งผลต่อการลดความบาดเจ็บของคนเดินเท้าจากการยกระดับของฝาระโพรงรถยนต์ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1) ศึกษาทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 2) ออกแบบโครงสร้างและกลไกการยกตัวของฝาระโพรงรถยนต์
- 3) ปรับปรุงกลไกการยกตัวของฝาระโพรงรถยนต์
- 4) ทดสอบกลไกการยกตัวของฝาระโพรงรถยนต์
- 5) สรุปผลการทดสอบ
- 6) จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์

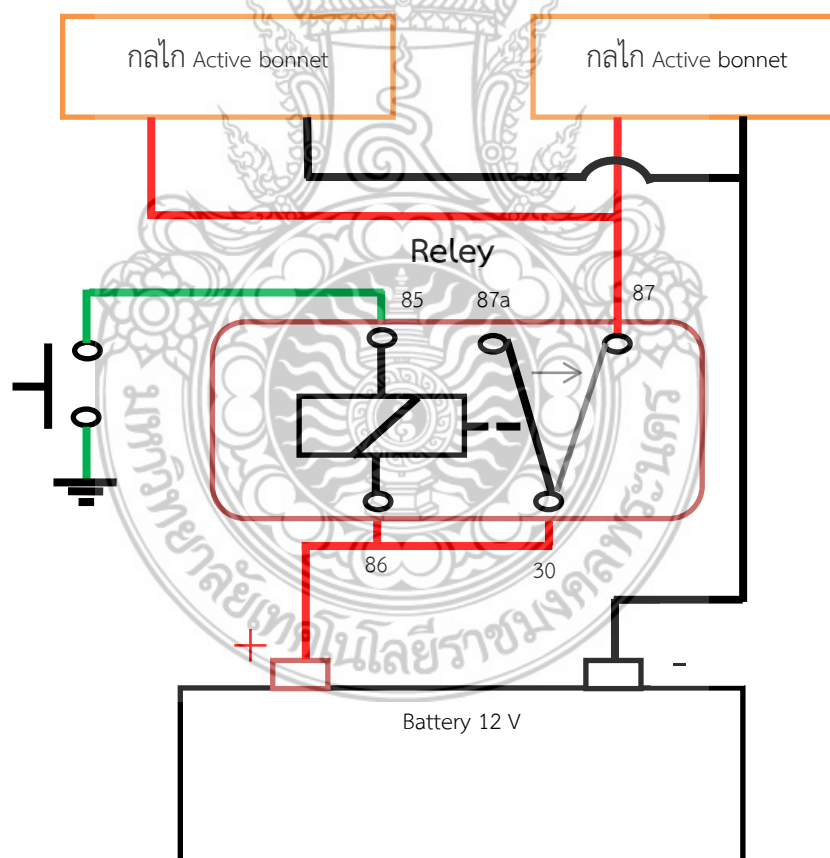


รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

### 3.1 การออกแบบกลไกยกตัวฝากระโปรงของรถยนต์

#### 3.1.1 การออกแบบวงจรกลไกยกตัวฝากระโปรงของรถยนต์

การออกแบบกลไกการยกตัวของฝากระโปรงรถยนต์เพื่อใช้ศึกษาแนวโน้มการลดระดับความรุนแรงและความบาดเจ็บของคนเดินเท้า จากระดับความสูงของฝากระโปรงรถยนต์ที่ยกตัวขึ้น โดยที่การทำงานของกลไกการยกตัวของฝากระโปรงรถยนต์ ดังรูปที่ 3.2 มีการจ่ายกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่รถยนต์ ดังรูปที่ 3.3 กระแสไฟฟ้าถูกกระตุ้นไหลเข้ารีเลย์ ดังรูปที่ 3.4 ในตำแหน่งที่ 86 และ 30 เมื่อสวิตช์แบบ Type switch ดังรูปที่ 3.5 หรือแบบปกติเปิด ดังรูปที่ 3.6 ทำงานครบวงจร ทำให้รีเลย์ทำงาน กระแสไฟฟ้าจากตำแหน่ง 30 ไหลผ่านก้านอาเมเจอร์ไปยังตำแหน่ง 87 และไหลกระตุ้นให้กลไก Active bonnet ดังรูปที่ 3.7 ทำงานครบวงจรก็จะทำให้กลไกฝากระโปรงรถยนต์มีการยกตัวขึ้น



รูปที่ 3.2 วงจรการทำงานของกลไก

- แบตเตอรี่ ทำหน้าที่จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับวงจร ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 แบตเตอรี่รถยนต์ 12 V

- รีเลย์ห้าขา ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ตัด-ต่อวงจร โดยใช้แม่เหล็กไฟฟ้า ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 รีเลย์ห้าขา [8]

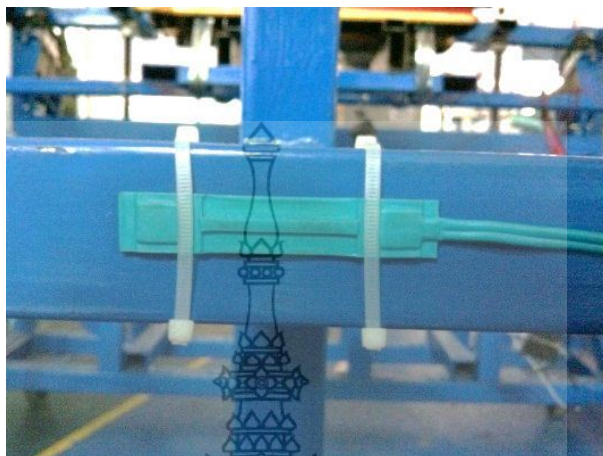
- สวิตช์แบบปกติเปิด ทำหน้าที่ตัดต่อวงจรไฟฟ้าเพื่อให้มีการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าวงจร ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 สวิตช์แบบปกติเปิด



- สวิตช์แบบ Type switch ทำหน้าที่ตัดต่อวงจรไฟฟ้าเพื่อให้มีการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าวงจร  
ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 สวิตช์แบบ Type switch

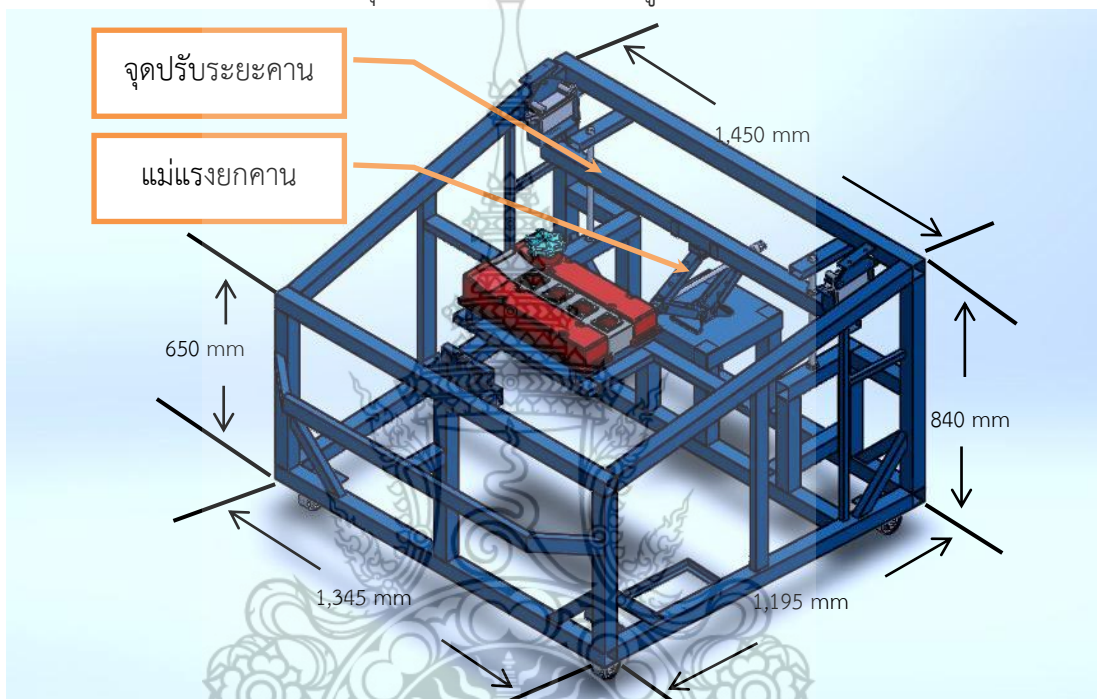
- กลไก Active bonnet (Pedestrian Protection) ทำหน้าที่เพิ่มระยะช่องว่างระหว่างฝาครอบโครงกับฝาครอบวาล์วเครื่องยนต์ ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 กลไก Active bonnet (Pedestrian Protection)

### 3.1.2 การออกแบบโครงสร้างชุดฝากระโปรงรถยนต์

การออกแบบโครงสร้างชุดฝากระโปรงรถยนต์เพื่อใช้ศึกษาแนวโน้มการลดระดับความรุนแรงและความบาดเจ็บของคนเดินเท้า โดยทำการปรับระยะความสูงของฝากระโปรงรถยนต์ได้ 8 ระดับ เริ่มจากระยะ 12 ถึง 23 cm. ซึ่งใช้กลไก Active bonnet ในการติดฝากระโปรงรถยนต์ขึ้น จึงได้ทำการออกแบบและสร้างโครงสร้างชุดฝากระโปรงรถยนต์ ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 โครงสร้างชุดฝากระโปรงรถยนต์

## 3.2 การออกแบบและสร้างชุดทดสอบ

### 3.2.1 โครงสร้างชุดทดสอบ

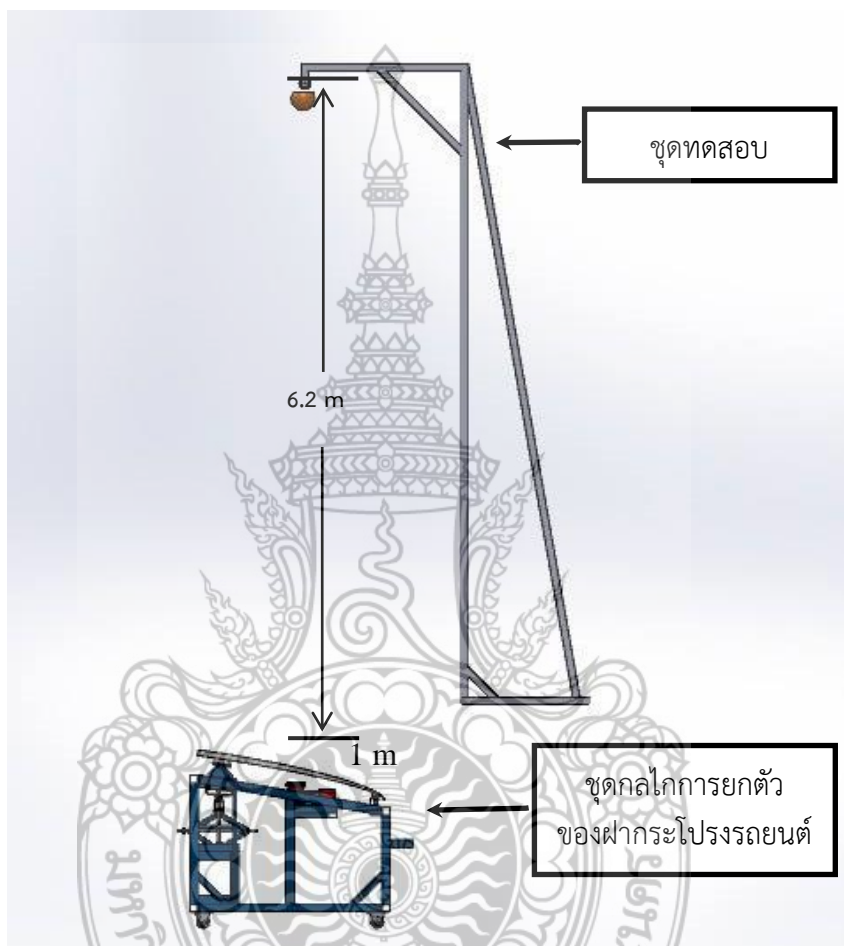
ในการออกแบบชุดทดสอบกลไกการยกตัวของฝากระโปรงรถยนต์ ได้ใช้การทดสอบแบบปล่อยมวลในแนวตั้ง จึงทำการออกแบบและสร้างโครงสร้างชุดทดสอบ ดังรูปที่ 3.9 ซึ่งกำหนดความเร็วที่ใช้ในการทดสอบคือ 40 km/hr หรือ 11.11m/s และคำนวณหาระยะห่างของศีรษะจำลองกับฝากระโปรงรถยนต์ในการปล่อยตกวัตถุได้จากสมการที่ (2.2)

$$v^2 = u^2 + 2as$$

$$\text{แทนค่า} \quad 11.11\text{m/s} = 0^2 + (2 \times (9.81\text{m/s}^2) \times s)$$

$$\begin{aligned}
 s &= \frac{(11.11 \text{ m/s})^2 - (0)^2}{2(9.81 \text{ m/s}^2)} \\
 &= 6.2 \text{ m}
 \end{aligned}$$

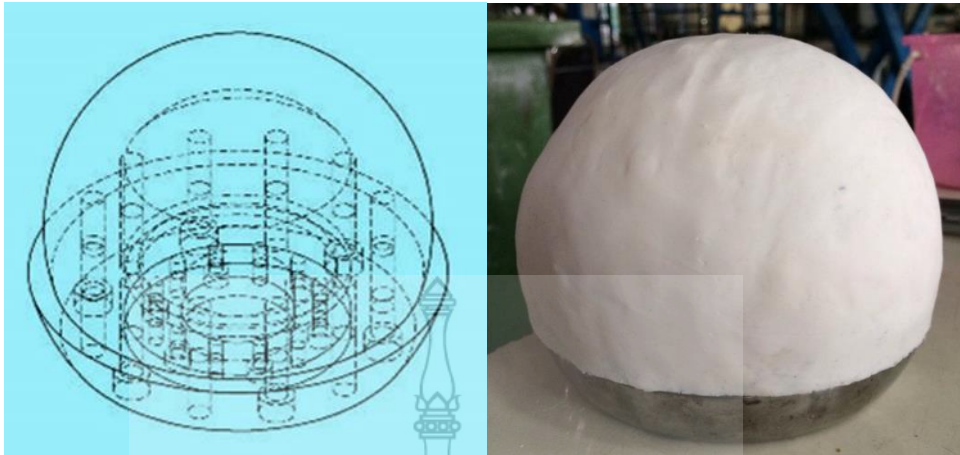
ดังนั้นระยะห่างของศีรษะจำลองกับฝากระโปรงรถยนต์ที่ต้องใช้ในการทดสอบ คือ 6.2 m



รูปที่ 3.9 ชุดทดสอบ

### 3.2.2 ศีรษะจำลอง [1]

เนื่องจากการทดสอบใช้อ้างอิงมาจากมาตรฐาน EURO NCAP ซึ่งได้กำหนดมวลของศีรษะจำลอง 4.5 kg ความเร็ว 40 km/h ดังรูปที่ 3.10

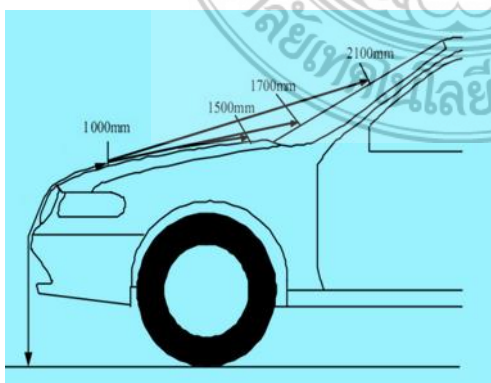


รูปที่ 3.10 ศีรษะจำลอง [1]

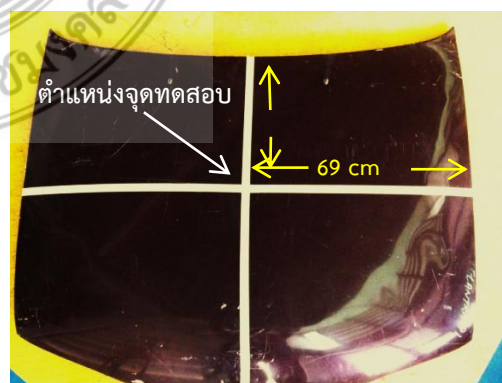
### 3.3 การเตรียมการและการทดสอบ

#### 3.3.1 การเตรียมการทดสอบ

1) การกำหนดตำแหน่งจุดทดสอบบนฝากระโปรงรถยนต์ ถูกกำหนดจากระยะความสูงจากพื้นถึงตำแหน่งจุดทดสอบบนฝากระโปรงรถยนต์ โดยใช้ความสูงเฉลี่ยของคนเดินเท้าในภูมิภาคเอเชีย เป็นเกณฑ์ในการพิจารณา ดังรูปที่ 3.11 (ก) อย่างไรก็ตามตำแหน่งความสูงที่บริเวณศีรษะที่มีโอกาสปะทะบริเวณคานเท่านั้น คือระยะ (1,500 mm) ตามรูป 3.11 (ก) รอยต่อระหว่างฝากระโปรงและกระจกอยู่ในช่วงระยะ (1,500 mm ถึง 1,700 mm) และบริเวณกระจก (2,100 mm) จะไม่ถูกนำมาพิจารณา เนื่องจากอยู่นอกเหนือวัตถุประสงค์ของโครงการ ดังนั้นจึงกำหนดตำแหน่งจุดทดสอบไว้บริเวณกึ่งกลางของฝากระโปรงรถยนต์ในช่วงระยะ (1,000 mm ถึง 1,500 mm) ซึ่งเป็นบริเวณเดียวกับที่มีโอกาสกระแทกกับฝาครอบวาล์วเมื่อเกิดอุบัติเหตุ ดังรูปที่ 3.11 (ข)



(ก) ระยะความสูงคนเดินเท้าเทียบกับส่วนหน้ารถยนต์ [4]



(ข) ตำแหน่งจุดทดสอบ

รูปที่ 3.11 การกำหนดตำแหน่งจุดทดสอบที่ฝากระโปรงรถยนต์

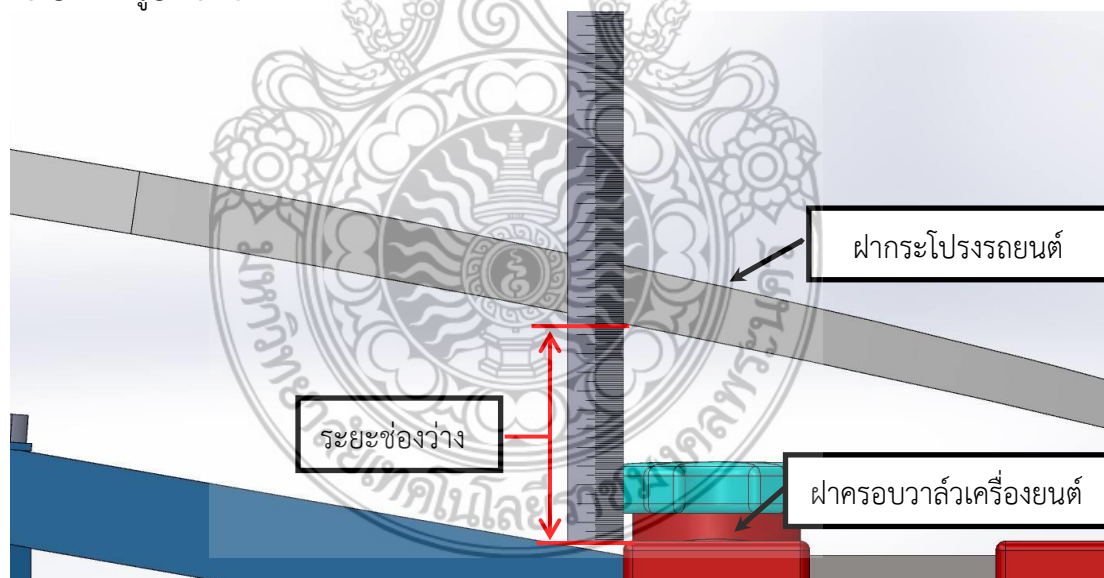


2) ทำการติดตั้งฝากระโปรงรถยนต์เข้ากับชุดกลไกยกตัวของฝากระโปรงรถยนต์ โดยยึดสกรูหัวหกเหลี่ยมจำนวน 2 ตัว ชั้นสกรูหกเหลี่ยมให้แน่นสนิท ดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 การติดตั้งฝากระโปรงรถยนต์เข้ากับชุดกลไก

3) ทำการวัดระยะช่องว่างระหว่างฝากระโปรงรถยนต์กับฝาครอบวาล์วเครื่องยนต์ โดยหมุนแม่แรงยกรถยนต์ตามการหมุนของเข็มนาฬิกาให้ได้ระยะช่องว่าง 12, 14, 16, 18, 19.5, 21, 22 และ 23 cm. ดังรูปที่ 3.13



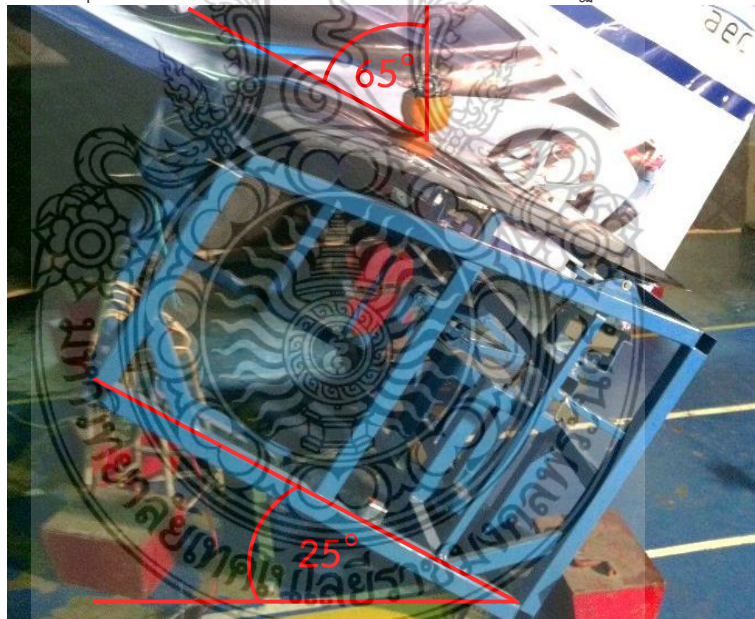
รูปที่ 3.13 การวัดระยะช่องว่างระหว่างฝากระโปรงรถยนต์กับฝาครอบวาล์วเครื่องยนต์

4) ทำการยึดน็อตหกเหลี่ยม 2 ตัว เข้ากับคานปรับระยะความสูงที่ด้านบนและด้านล่างให้แน่นสนิทเพื่อไม่ให้คานเคลื่อนที่ ดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 การยืดระยะความสูงคาน

5) ทำการปรับเปลี่ยนองศาของโครงฝากระโปรงรถยนต์จากแนวระนาบเป็นมุม 25 องศา เพื่อให้ศีรษะจำลองท่ามุม 65 องศา กับฝากระโปรงรถยนต์ตามมาตรฐานการทดสอบ ดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 การปรับเปลี่ยนองศาของโครงฝากระโปรงรถยนต์

6) อุปกรณ์วัดค่าการทดสอบ Strain Measuring Unit (EDX-10A) เครื่องมือการวัดที่สามารถแปลงสัญญาณไฟฟ้าเป็นข้อมูลทางคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 อุปกรณ์วัดค่าการทดสอบ

7) เซนเซอร์วัดความเร่ง (Acceleration transducer) [6] คือ เซนเซอร์ที่สามารถแปลงค่าความเร่งเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า ดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 เซนเซอร์วัดความเร่ง



8) สายเคเบิล EDX-11A Model ทำหน้าที่ส่งสัญญาณจากเซ็นเซอร์ไปยังอุปกรณ์วัดค่าการทดสอบ ดังรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 สายเคเบิล EDX-11A Model

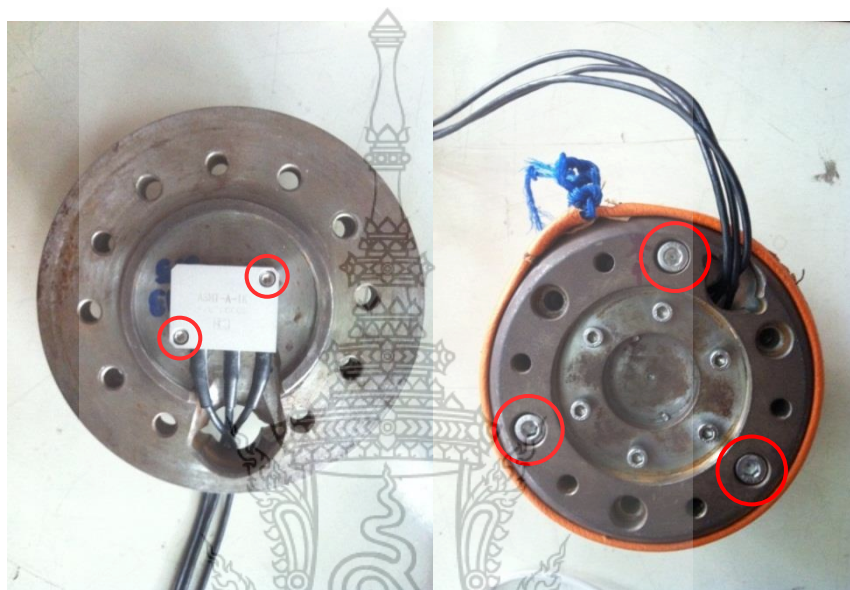
9) สายเคเบิล USB (Universal Serial Bus) ทำหน้าที่ส่งถ่ายข้อมูลจากอุปกรณ์วัดค่าการทดสอบไปสู่คอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 สายเคเบิล USB



10) ติดตั้งเซ็นเซอร์วัดความเร่งภายในศิระชะจำลอง นำเซ็นเซอร์วัดความเร่งมาทำการติดตั้งภายในศิระชะจำลองในตำแหน่งที่กำหนด จึงทำการขันสกรูหัวจมจำนวน 2 ตัว ให้แน่น และตรวจสอบว่าเซ็นเซอร์มีการเคลื่อนที่หรือไม่ จากนั้นประกอบศิระชะจำลองโดยการขันสกรูหัวจมจำนวน 3 ตัว ดังรูปที่ 3.20



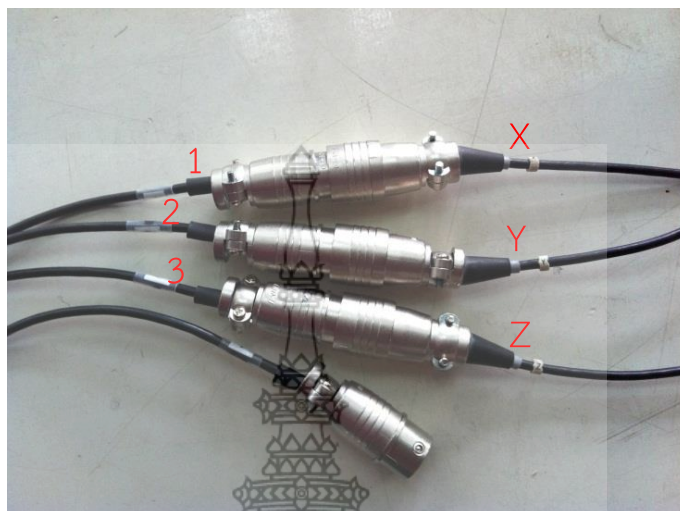
รูปที่ 3.20 การติดตั้งเซ็นเซอร์วัดความเร่ง

11) ติดตั้งศิระชะจำลองเข้ากับชุดทดสอบ โดยทำการยึดสกรูหัวหกเหลี่ยมจำนวน 3 ตัว ขันสกรูหัวหกเหลี่ยมให้แน่นสนิท ดังรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 การประกอบศิระชะจำลองเข้ากับชุดทดสอบ

12) ทำการต่อสายเซ็นเซอร์วัดความเร่งเข้ากับสายเคเบิล EDX-11A Model โดยต่อสาย Channel X, Y และ Z เข้ากับ Channel หมายเลข 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ดังรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 การต่อสาย EDX-11A Model กับสายเซ็นเซอร์วัดความเร่ง

13) นำสายเคเบิล EDX-11A Model สายเคเบิล USB และสาย Adaptor Charger ต่อเข้ากับอุปกรณ์วัดค่าการทดสอบ ดังรูปที่ 3.23



รูปที่ 3.23 การต่อสายเข้าอุปกรณ์วัดค่าการทดสอบ

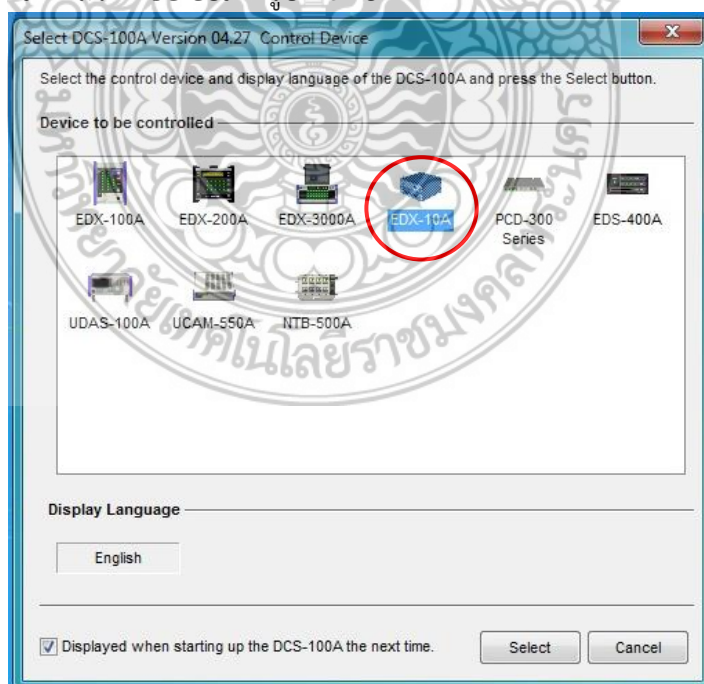
14) ทำการต่อสายเคเบิล USB เข้ากับคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 3.24



รูปที่ 3.24 การต่อสายเคเบิล USB เข้ากับคอมพิวเตอร์

15) ทำการตั้งค่าโปรแกรมบันทึกข้อมูล เพื่อ Set Condition สำหรับการทดลองมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

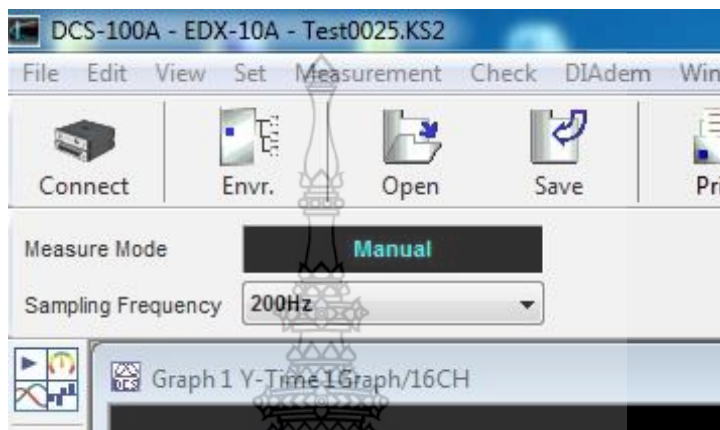
- เปิดโปรแกรม DCS100A จาก Desktop ในคอมพิวเตอร์ แล้วเลือกเซ็นเซอร์ที่ต้องการจะควบคุม คือ EDX-10A แล้วกด Select ดังรูปที่ 3.25



รูปที่ 3.25 การเปิดโปรแกรม DCS100A

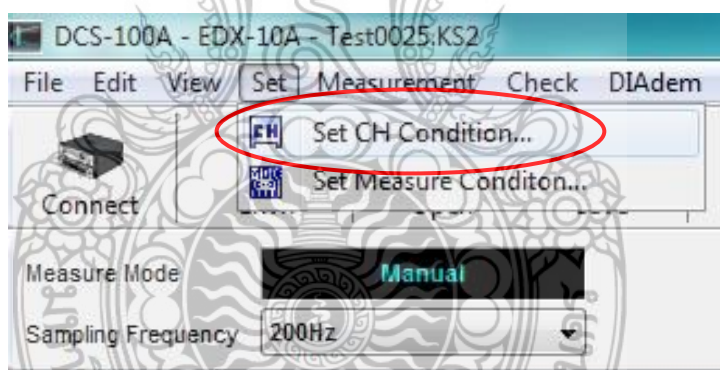


- ทำการเปลี่ยนค่า Sampling Frequency เป็น 200 Hz ดังรูปที่ 3.26 เนื่องจากค่า 200 Hz เท่ากับค่า 5 ms ซึ่งค่าดังกล่าวเป็นค่าที่เหมาะสมในการทดสอบ ซึ่งหากค่าต่ำกว่า 3 ms จะไม่ส่งผลกระทบต่อสมองมนุษย์



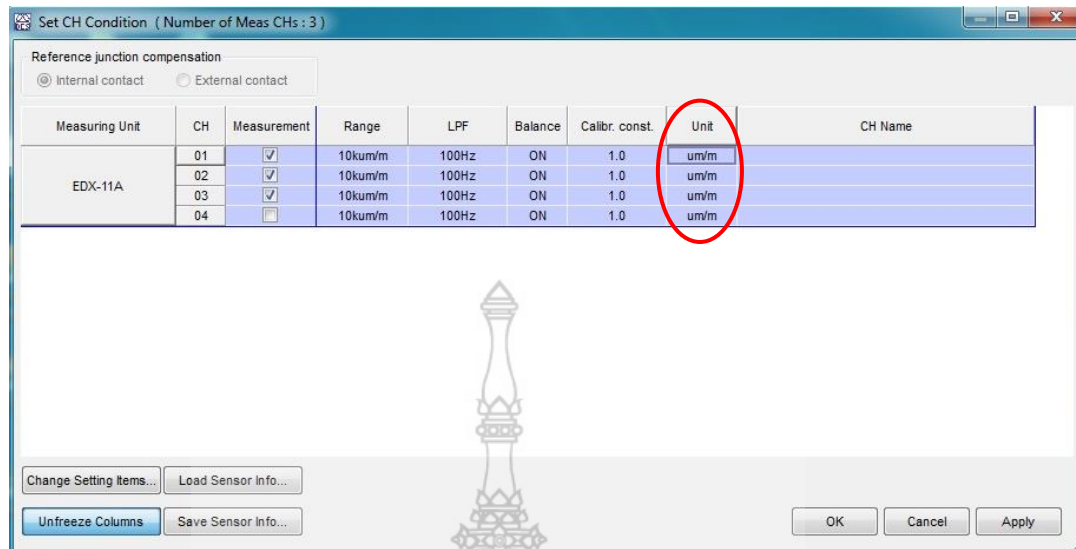
รูปที่ 3.26 การเปลี่ยนค่า Sampling Frequency

- จากนั้นเลือกหัวข้อ Set>Set CH Condition...ในแถบ Menu Bar ดังรูปที่ 3.27

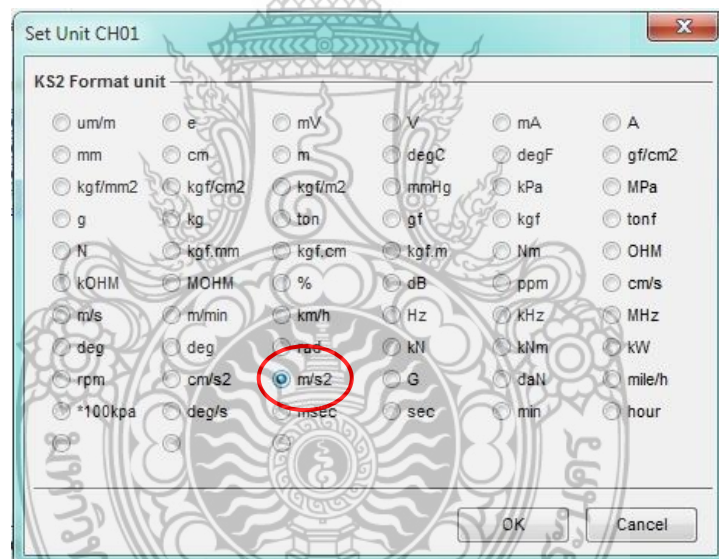


รูปที่ 3.27 การ Set CH Condition...

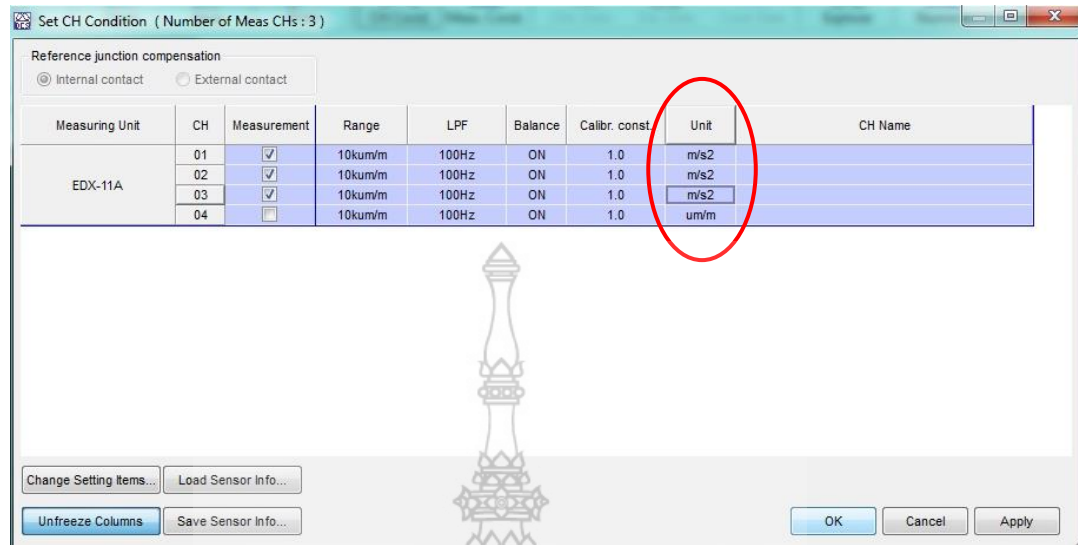
16) เปลี่ยนหน่วยของ Data ที่ต้องการเก็บจาก  $\mu\text{m}/\text{m}$  เป็น  $\text{m}/\text{s}^2$  โดยการดับเบิลคลิกเมาส์ซ้ายที่หน่วย  $\mu\text{m}/\text{m}$  ในคอลัมน์ Unit ของ CH 01, 02 และ 03 แล้วทำการเปลี่ยนจาก  $\mu\text{m}/\text{m}$  เป็น  $\text{m}/\text{s}^2$  จากนั้นทำการกด OK ดังรูปที่ 3.28 ถึง รูปที่ 3.30



รูปที่ 3.28 การเปลี่ยนหน่วยของ Data

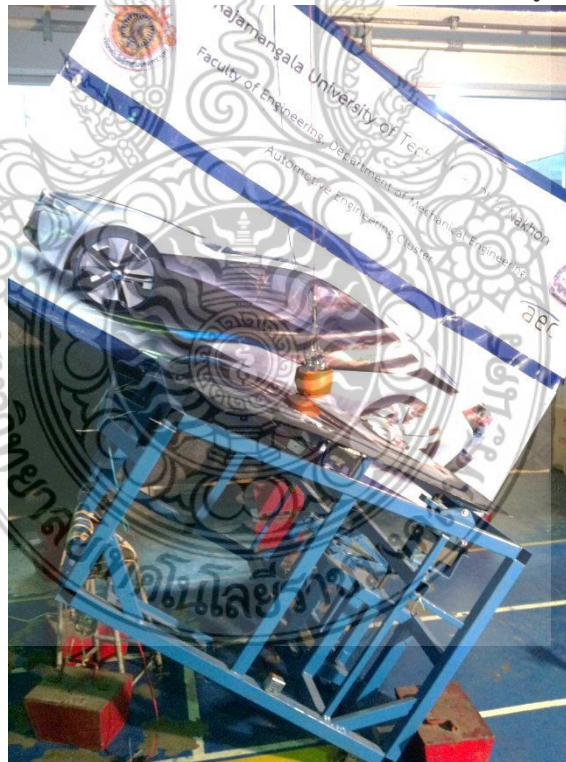


รูปที่ 3.29 การเลือกหน่วยของ Data



รูปที่ 3.30 หน่วยของ Data ถูกเปลี่ยน

17) กำหนดตำแหน่งทดสอบระหว่างศีรษะจำลองกับฝากระโปรงรถยนต์ โดยทำการเลื่อนโครงชุดฝากระโปรงรถยนต์ให้ฝากระโปรงรถยนต์ตรงกับศีรษะจำลอง ดังรูปที่ 3.31



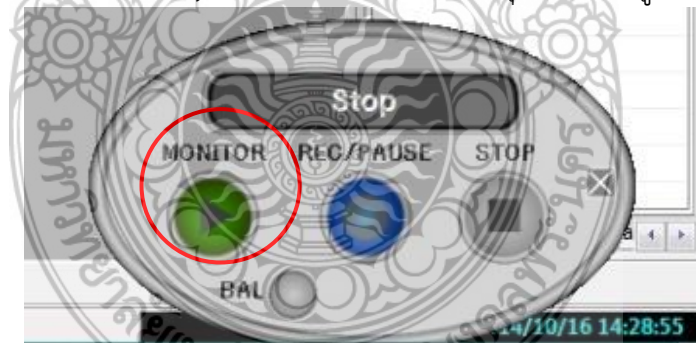
รูปที่ 3.31 การกำหนดตำแหน่งทดสอบระหว่างศีรษะจำลองกับฝากระโปรงรถยนต์

18) ใช้สลิงดึงคีรีชะจำลองให้ได้ระยะห่างของคีรีชะจำลองกับฝากระโปรงรถยนต์ตามที่ได้จากการคำนวณ ดังรูปที่ 3.32



รูปที่ 3.32 การดึงคีรีชะจำลองให้ได้ระยะห่างตามที่ได้จากการคำนวณ

19) ทำการคลิกเมาส์ซ้ายที่ MONITOR ในโปรแกรม DCS100A แล้วจึงคลิกเมาส์ซ้ายที่ BAL เพื่อ Set zero ค่าความเร่งแกน x, y และ z ของคีรีชะจำลองที่จุดปล่อย ดังรูปที่ 3.33 ถึง รูปที่ 3.35

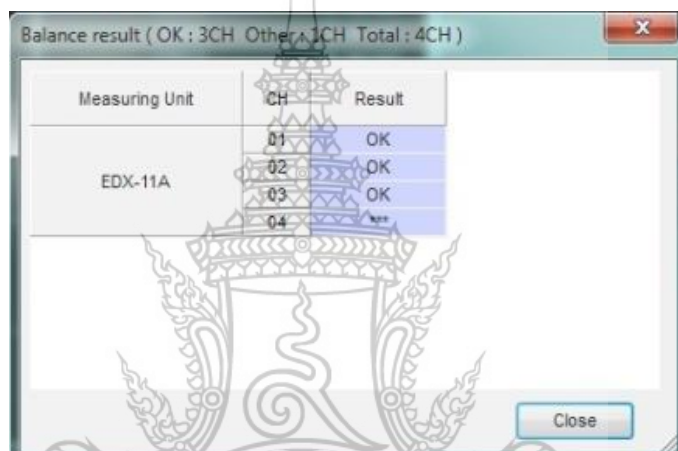


รูปที่ 3.33 การเลือก MONITOR ค่าทดสอบ





รูปที่ 3.34 การเลือก Set zero ค่าความเร่งของสี่ระยะจำลอง



รูปที่ 3.35 การแสดงผล Set zero

### 3.3.2 ขั้นตอนการทดสอบ มีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1) ทำการบันทึกผลการทดสอบโดยการคลิกเมาส์ซ้ายที่ REC/PAUSE ในโปรแกรม DCS100A ดังรูปที่ 3.36



รูปที่ 3.36 การบันทึกผลการทดสอบ



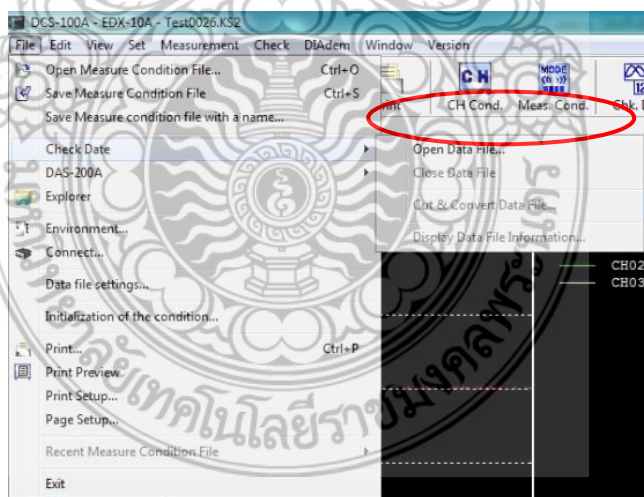
- 2) ทำการปล่อยสวิตช์ระจําลอง
- 3) บันทึกข้อมูลกับเครื่องคอมพิวเตอร์ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้
  - เมื่อทำการทดสอบเสร็จ ทำการคลิกเมาส์ซ้ายที่ STOP เพื่อหยุดการบันทึกผลทดสอบ ดัง

รูปที่ 3.37



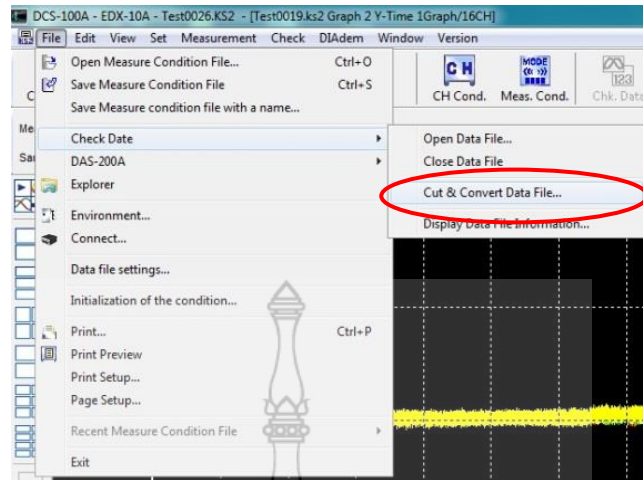
รูปที่ 3.37 การหยุดการบันทึกผลทดสอบ

- ทำการเปิดข้อมูล Data ที่ทำการทดสอบ โดยการเลือกหัวข้อ File>Check Date>Open Data File... ในแถบ Menu Bar แล้วเลือกไฟล์ Data ที่ทำการทดสอบล่าสุด ดังรูปที่ 3.38

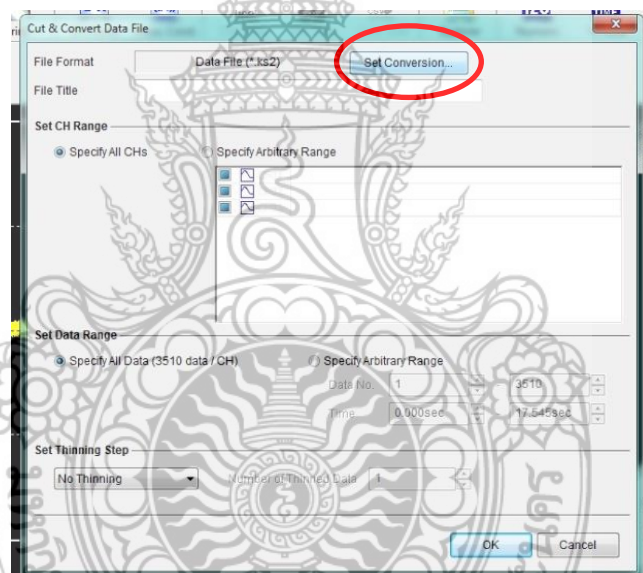


รูปที่ 3.38 การเปิดข้อมูล Data

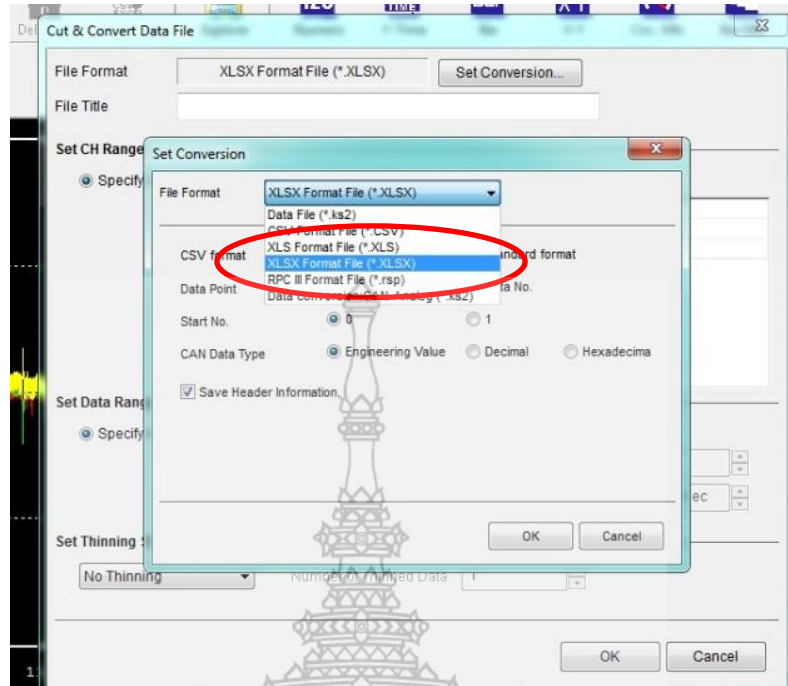
- ทำการแปลงข้อมูล Data เป็นไฟล์ Excel โดยการเลือกหัวข้อ File>Check Date>Cut and Convert Data File... ในแถบ Menu Bar จากนั้นทำการเปลี่ยน File Format จาก Data File (\*.ks2) เป็น XLSX Format File (\*.XLSX) โดยการคลิกเมาส์ซ้ายที่ Set Conversion... สุดท้ายทำการคลิกเมาส์ซ้ายที่ OK ดังรูปที่ 3.39 ถึง รูปที่ 3.41



รูปที่ 3.39 การแปลงข้อมูล Data เป็นไฟล์ Excel



รูปที่ 3.40 การเลือก Set Conversion...



รูปที่ 3.41 การเปลี่ยน File Format จาก Data File (\*.ks2) เป็น XLSX Format File (\*.XLSX)



## บทที่ 4

### ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ข้อมูล

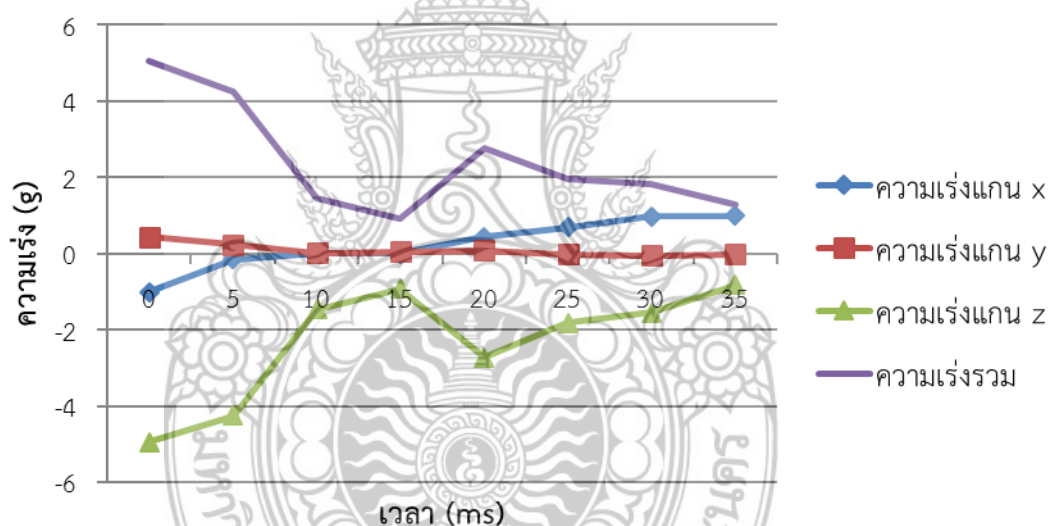
จากการดำเนินโครงการตามวัตถุประสงค์ดังกล่าว นำมาสู่ผลการทดสอบกลไกการยกตัวของฝากระโปรงรถยนต์ ซึ่งได้ทำการทดสอบโดยการเปลี่ยนแปลงระยะช่องว่างระหว่างขอบล่างฝากระโปรงรถยนต์กับขอบบนฝาครอบวาล์วเครื่องยนต์เป็น 8 ระดับ เพื่อหาค่าเกณฑ์การบาดเจ็บที่ศีรษะ (HIC) ซึ่งจะแบ่งออกเป็น HIC15 คือค่าเกณฑ์การบาดเจ็บที่ศีรษะที่ใช้ช่วงการเก็บข้อมูลของระยะเวลา 0 ถึง 15 ms และ HIC35 คือค่าเกณฑ์การบาดเจ็บที่ศีรษะที่ใช้ช่วงการเก็บข้อมูลของระยะเวลา 0 ถึง 35 ms โดยทำการทดสอบตามสภาวะมาตรฐาน EURO NCAP (Pedestrian Protection) ซึ่งจะพิจารณาความเร่งแกน x (แนวระนาบ) แกน y (แนวขวาง) และแกน z (แนวตั้ง)

#### 4.1 ผลการทดสอบ

จากการทดสอบตามสภาวะมาตรฐาน EURO NCAP ที่ความเร็ว 40 km/hr มุมปะทะจากแนวระนาบ  $65^\circ$  โดยมีการเปลี่ยนแปลงช่องว่างระหว่างระยะของขอบล่างฝากระโปรงกับขอบบนฝาครอบวาล์วเครื่องยนต์ 8 ระดับ เริ่มต้นจากระยะช่องว่างที่ 12, 14, 16, 18, 19.5, 21, 22 และ 23 cm. ตามลำดับ ซึ่งกำหนดระยะความสูงขั้นต้นจากการวัดขอบด้านบนฝากระโปรงรถยนต์กับโครงสร้างฝากระโปรงรถยนต์ แล้วทำการวัดระยะช่องว่างระหว่างระยะของขอบล่างฝากระโปรงกับขอบบนฝาครอบวาล์วเครื่องยนต์ และทำการทดสอบโดยมีผลการทดสอบดังตารางที่ 4.1 ถึง 4.8 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบครั้งที่ 1 ระยะช่องว่าง 12 cm.

เวลา (ms)	ความเร่ง (g)				HIC <sub>15</sub>	HIC <sub>35</sub>
	แกน x	แกน y	แกน z	รวม		
0	-1.015	0.444008	-4.94292	5.0655482	215.76	292.79
5	-0.15509	0.241008	-4.24873	4.258381		
10	0.004077	0.021989	-1.45988	1.4600519		
15	0.001747	0.051842	-0.92661	0.9280563		
20	0.439202	0.079365	-2.72564	2.761944		
25	0.691568	-0.01646	-1.82219	1.9490832		
30	0.984855	-0.05286	-1.54696	1.83462		
35	0.996068	-0.02024	-0.82525	1.2936773		

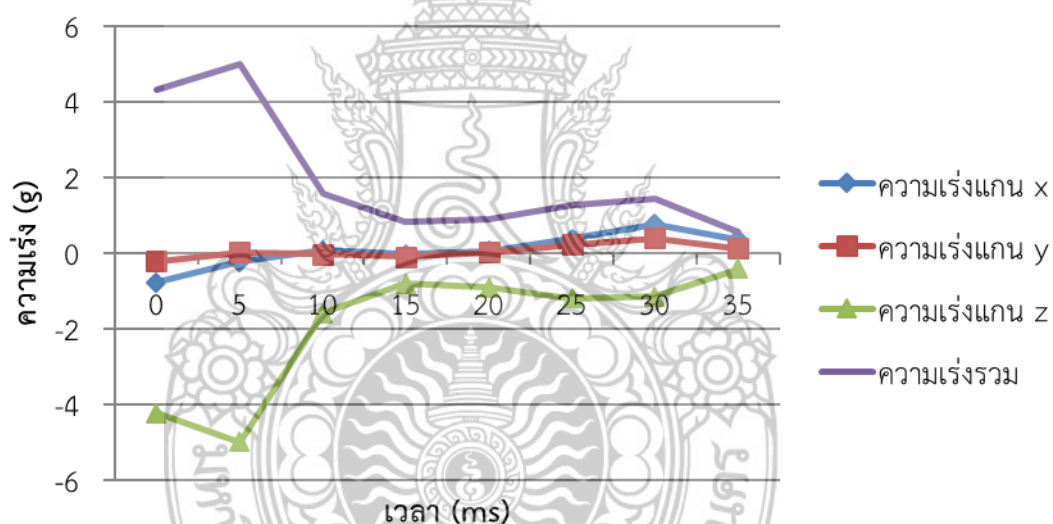


รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งกับช่วงระยะเวลา ระยะช่องว่าง 12 cm.

จากการทดสอบที่ระยะช่องว่าง 12 cm. พบว่าในช่วงระยะเวลา 0 ถึง 15 ms มีค่าความเร่งรวมสูงสุด เท่ากับ 5.0655482 g และในช่วงระยะเวลา 15 ถึง 35 ms มีค่าความเร่งรวมต่ำสุด เท่ากับ 0.9280563 g เมื่อนำผลการทดสอบมาคำนวณหาค่า HIC<sub>15</sub> และ HIC<sub>35</sub> พบว่าค่า HIC สูง ทำให้คนเดินเท้ายังมีโอกาสเสียชีวิตได้สูง

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบครั้งที่ 2 ระยะช่องว่าง 14 cm.

เวลา (ms)	ความเร่ง (g)				HIC <sub>15</sub>	HIC <sub>35</sub>
	แกน x	แกน y	แกน z	รวม		
0	-0.76875	-0.21873	-4.22528	4.3002105	243.12	179.01
5	-0.22965	0.020096	-4.98791	4.9932375		
10	0.080239	-0.03437	-1.58599	1.5883912		
15	-0.02985	-0.09771	-0.81302	0.8194136		
20	0.054027	0.026504	-0.89937	0.9013848		
25	0.382117	0.221931	-1.19761	1.2765348		
30	0.76671	0.39668	-1.14373	1.432941		
35	0.365662	0.129023	-0.4175	0.5697939		



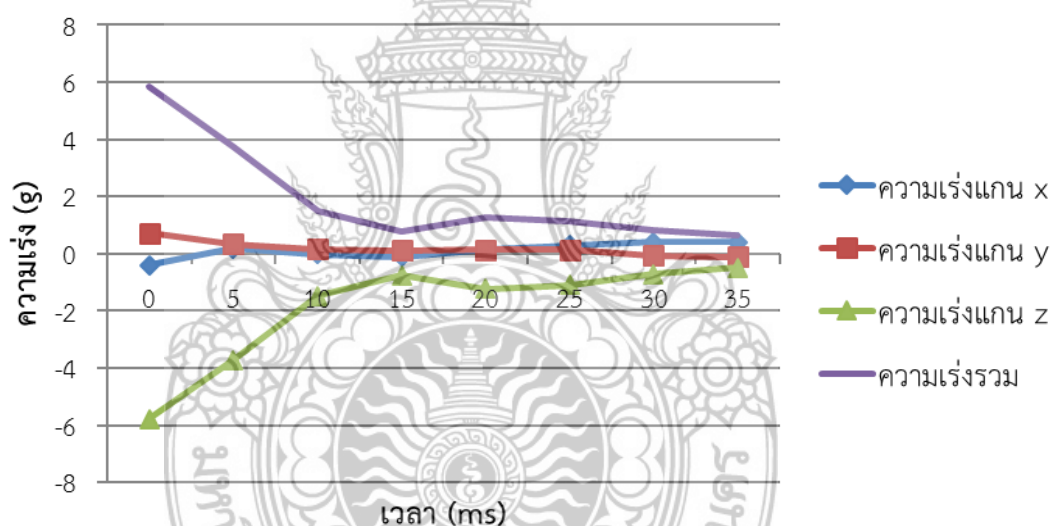
รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งกับช่วงระยะเวลา ระยะช่องว่าง 14 cm.

จากการทดสอบที่ระยะช่องว่าง 14 cm. พบว่าในช่วงระยะเวลา 0 ถึง 15 ms มีค่าความเร่งรวมสูงสุด เท่ากับ 4.9932375 g และในช่วงระยะเวลา 15 ถึง 35 ms มีค่าความเร่งรวมต่ำสุด เท่ากับ 0.5697939 g เมื่อนำผลการทดสอบมาคำนวณหาค่า HIC<sub>15</sub> และ HIC<sub>35</sub> พบว่าค่า HIC<sub>35</sub> ได้ลดลงเป็นอย่างมากจาก 292.79 เหลือ 179.01 ซึ่งทำให้ความบาดเจ็บของคนเดินเท้าลดลง แต่ยังเป็นความบาดเจ็บที่รุนแรงอยู่



ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบครั้งที่ 3 ระยะช่องว่าง 16 cm.

เวลา (ms)	ความเร่ง (g)				HIC <sub>15</sub>	HIC <sub>35</sub>
	แกน x	แกน y	แกน z	รวม		
0	-0.39843	0.726809	-5.77428	5.8334671	204.18	148.16
5	0.172128	0.339741	-3.71865	3.7381068		
10	-0.02446	0.157274	-1.47706	1.4856151		
15	-0.11956	0.122179	-0.74982	0.7690569		
20	0.142857	0.131498	-1.23839	1.2535155		
25	0.295325	0.126256	-1.10732	1.1529641		
30	0.404252	-0.06699	-0.72463	0.8324593		
35	0.39566	-0.11097	-0.48711	0.6372903		

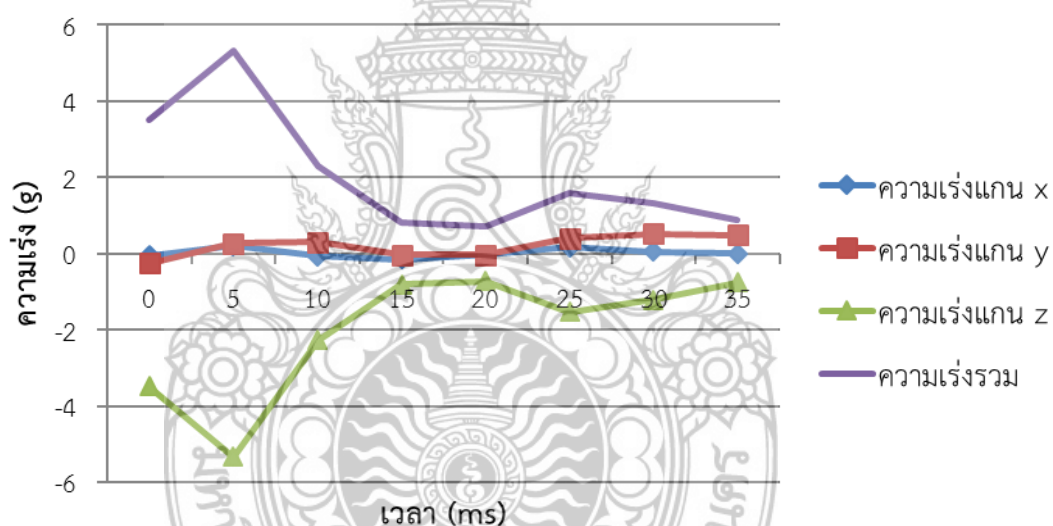


รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งกับช่วงระยะเวลา ระยะช่องว่าง 16 cm.

จากการทดสอบที่ระยะช่องว่าง 16 cm. พบว่าในช่วงระยะเวลา 0 ถึง 15 ms มีค่าความเร่งรวมสูงสุด เท่ากับ 5.8334671 g และในช่วงระยะเวลา 15 ถึง 35 ms มีค่าความเร่งรวมต่ำสุด เท่ากับ 0.6372903 g เมื่อนำผลการทดสอบมาคำนวณหาค่า HIC<sub>15</sub> และ HIC<sub>35</sub> พบว่าความบาดเจ็บของคนเดินเท้าลดลง แต่ยังเป็นความบาดเจ็บที่รุนแรงอยู่

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบครั้งที่ 4 ระยะช่องว่าง 18 cm.

เวลา (ms)	ความเร่ง (g)				HIC <sub>15</sub>	HIC <sub>35</sub>
	แกน x	แกน y	แกน z	รวม		
0	-0.05548	-0.2461	-3.48799	3.4970977	90.17	208.16
5	0.201398	0.263579	-5.33028	5.340587		
10	-0.0584	0.297655	-2.27217	2.2923287		
15	-0.15189	-0.02446	-0.81127	0.8257293		
20	-0.02971	-0.03291	-0.71734	0.7187126		
25	0.165866	0.410223	-1.52177	1.5847967		
30	0.053735	0.517402	-1.21261	1.3194764		
35	-0.00539	0.483763	-0.76016	0.901052		



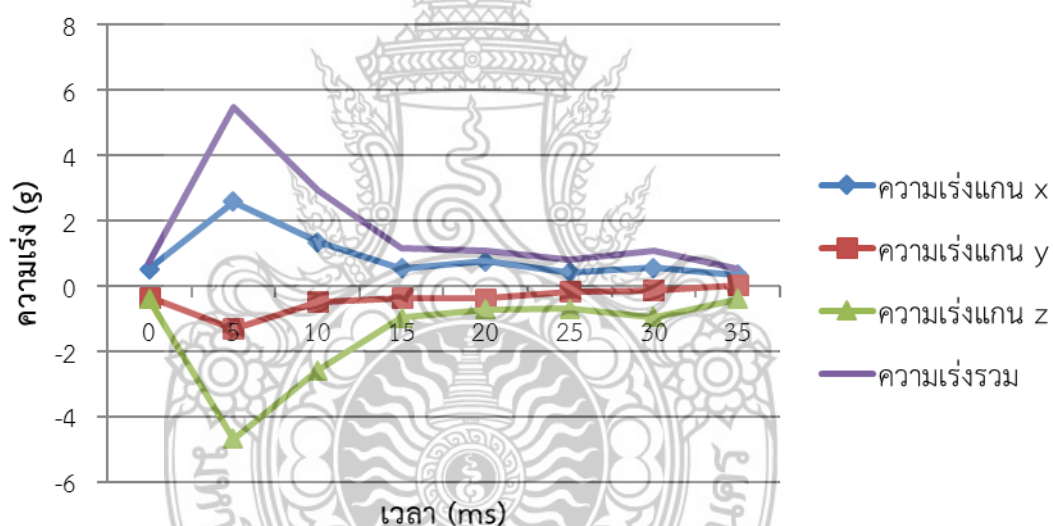
รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งกับช่วงระยะเวลา ระยะช่องว่าง 18 cm.

จากการทดสอบที่ระยะช่องว่าง 18 cm. พบว่าในช่วงระยะเวลา 0 ถึง 15 ms มีค่าความเร่งรวมสูงสุด เท่ากับ 5.340587 g และในช่วงระยะเวลา 15 ถึง 35 ms มีค่าความเร่งรวมต่ำสุด เท่ากับ 0.7187126 g เมื่อนำผลการทดสอบมาคำนวณหาค่า HIC<sub>15</sub> และ HIC<sub>35</sub> พบว่าค่า HIC<sub>35</sub> เพิ่มขึ้นถึงในระดับที่เกิดการบาดเจ็บที่สูง



ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบครั้งที่ 5 ระยะช่องว่าง 19.5 cm.

เวลา (ms)	ความเร่ง (g)				HIC <sub>15</sub>	HIC <sub>35</sub>
	แกน x	แกน y	แกน z	รวม		
0	0.529052	-0.33348	-0.38794	0.7359371	143.11	172.84
5	2.594	-1.30028	-4.66754	5.4959522		
10	1.348187	-0.47663	-2.5723	2.9430462		
15	0.549876	-0.3527	-0.95049	1.1533383		
20	0.761614	-0.3677	-0.70657	1.1020421		
25	0.436144	-0.15757	-0.68589	0.8279445		
30	0.57871	-0.10936	-0.93068	1.1013792		
35	0.358089	0.042085	-0.39697	0.5362697		

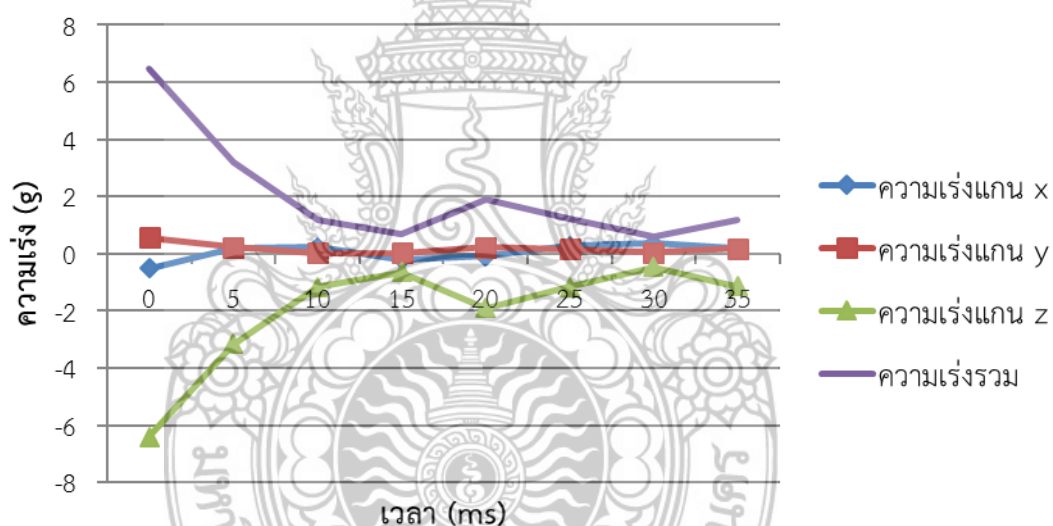


รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งกับช่วงระยะเวลา ระยะช่องว่าง 19.5 cm.

จากการทดสอบที่ระยะช่องว่าง 19.5 cm. พบว่าในช่วงระยะเวลา 0 ถึง 15 ms มีค่าความเร่งรวมสูงสุด เท่ากับ 5.4959522 g และในช่วงระยะเวลา 15 ถึง 35 ms มีค่าความเร่งรวมต่ำสุด เท่ากับ 0.5362697 g ผลการทดสอบครั้งนี้มีความแปรปรวนไปจากแนวโน้มการลดลงของค่า HIC โดยค่าความเร่งในแนวแกน x สูงผิดปกติ จึงส่งผลให้ค่าเกณฑ์การบาดเจ็บที่ศีรษะ (HIC<sub>15</sub>, HIC<sub>35</sub>) มีค่าสูงขึ้น

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบครั้งที่ 6 ระยะช่องว่าง 21 cm.

เวลา (ms)	ความเร่ง (g)				HIC <sub>15</sub>	HIC <sub>35</sub>
	แกน x	แกน y	แกน z	รวม		
0	-0.50357	0.560361	-6.40818	6.452318	170.72	151.59
5	0.198631	0.23096	-3.1682	3.1828071		
10	0.217417	0.025484	-1.16164	1.1820884		
15	-0.20839	0.028397	-0.65706	0.6898941		
20	-0.08723	0.232853	-1.9017	1.9178912		
25	0.267366	0.155381	-1.17067	1.2108257		
30	0.35474	0.041066	-0.46338	0.5850161		
35	0.175331	0.183195	-1.14664	1.1743477		

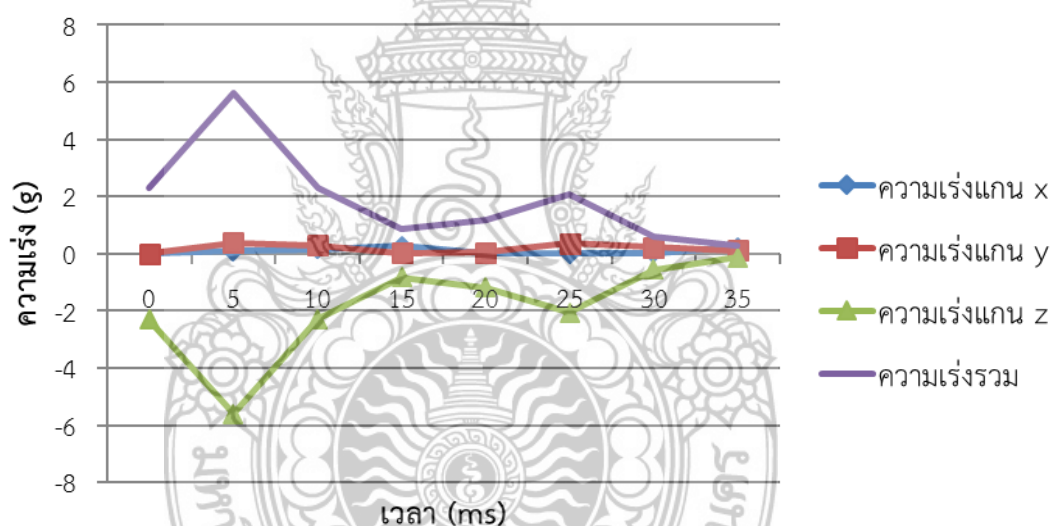


รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งกับช่วงระยะเวลา ระยะช่องว่าง 21 cm.

จากการทดสอบที่ระยะช่องว่าง 21 cm. พบว่าในช่วงระยะเวลา 0 ถึง 15 ms มีค่าความเร่งรวมสูงสุด เท่ากับ 6.452318 g และในช่วงระยะเวลา 15 ถึง 35 ms มีค่าความเร่งรวมต่ำสุด เท่ากับ 0.5850161 g ค่าความเร่งในแนวแกน z มีค่าสูงผิดปกติ จึงส่งผลให้ค่าเกณฑ์การบาดเจ็บที่ศีรษะ (HIC15, HIC35) มีค่าสูงขึ้น

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบครั้งที่ 7 ระยะช่องว่าง 22 cm.

เวลา (ms)	ความเร่ง (g)				HIC <sub>15</sub>	HIC <sub>35</sub>
	แกน x	แกน y	แกน z	รวม		
0	-0.00146	0.013834	-2.30188	2.3019206	106.62	196.77
5	0.098005	0.389107	-5.60405	5.6183954		
10	0.167176	0.305374	-2.28732	2.3136586		
15	0.264162	0.022717	-0.81724	0.8591751		
20	0.007281	0.055628	-1.18276	1.184088		
25	0.001456	0.354886	-2.06524	2.0955096		
30	0.032911	0.226445	-0.55934	0.6043375		
35	0.216689	0.115625	-0.13179	0.2787323		

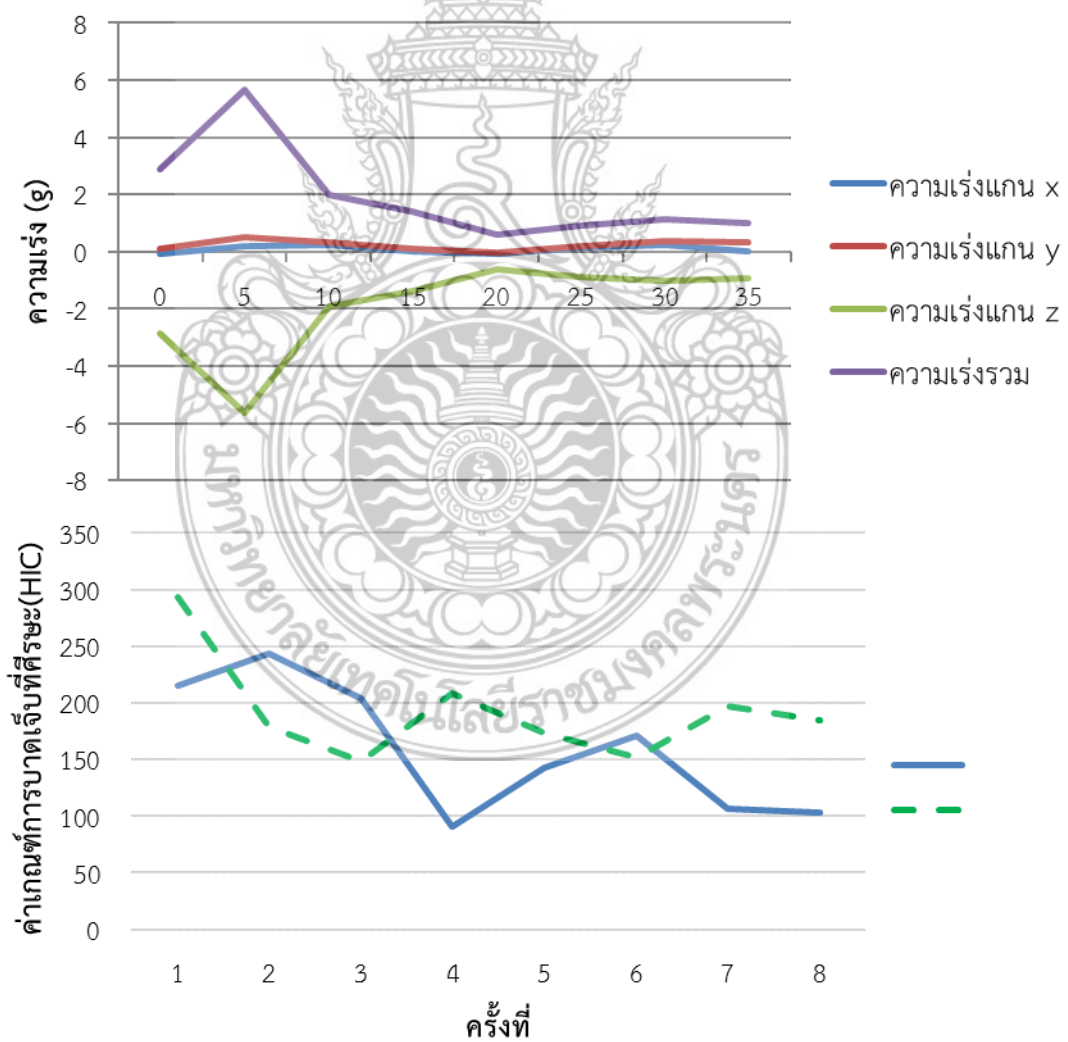


รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งกับช่วงระยะเวลา ระยะช่องว่าง 22 cm.

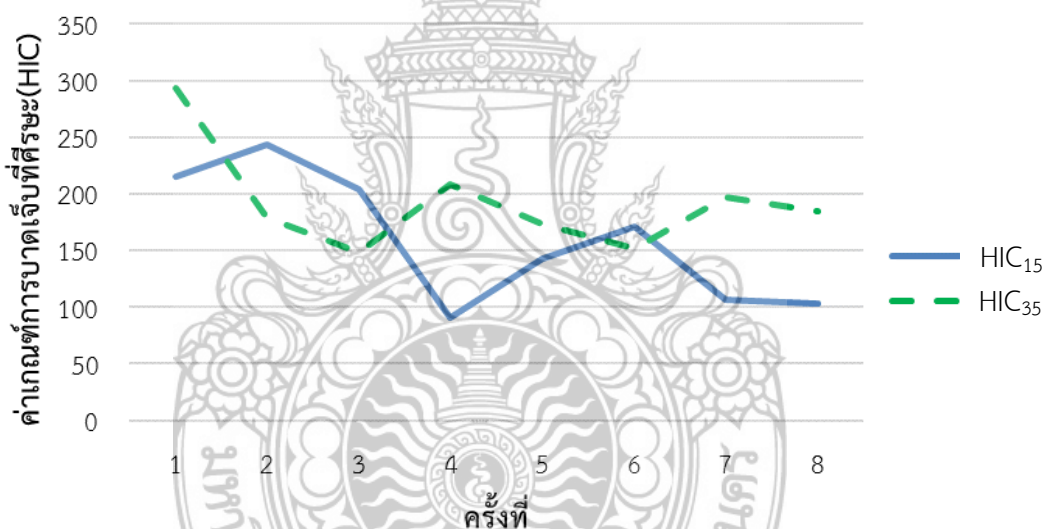
จากการทดสอบที่ระยะช่องว่าง 22 cm. พบว่าในช่วงระยะเวลา 0 ถึง 15 ms มีค่าความเร่งรวมสูงสุด เท่ากับ 5.6183954 g และในช่วงระยะเวลา 15 ถึง 35 ms มีค่าความเร่งรวมต่ำสุด เท่ากับ 0.2787323 g เมื่อนำผลการทดสอบมาคำนวณหาค่า HIC<sub>15</sub> และ HIC<sub>35</sub> พบว่าค่า HIC ได้ลดลงถึงในระดับที่เกิดระดับความรุนแรงของการบาดเจ็บน้อยลง

ตารางที่ 4.8 ผลการทดสอบครั้งที่ 8 ระยะช่องว่าง 23 cm.

เวลา (ms)	ความเร่ง (g)				HIC <sub>15</sub>	HIC <sub>35</sub>
	แกน x	แกน y	แกน z	รวม		
0	-0.07922	0.105869	-2.86515	2.8682017	103.46	184.23
5	0.177079	0.502403	-5.64599	5.6710622		
10	0.223533	0.347896	-1.92267	1.9666399		
15	-0.00408	0.097714	-1.38372	1.387171		
20	-0.09407	-0.01951	-0.60434	0.6119288		
25	0.133683	0.195282	-0.88408	0.91521		
30	0.230232	0.375273	-1.02345	1.1141261		
35	0.023009	0.34542	-0.94335	1.0048671		



รูปที่ 4.9 ทำให้เห็นว่าค่า HIC โดยรวมมีแนวโน้มลดลง อย่างไรก็ตามการทดสอบที่ 5 และ 6 กลับพบว่าผลการทดสอบมีความแปรปรวนไปจากแนวโน้ม โดยการทดสอบที่ 5 ค่าความเร่งในแนวแกน x สูงผิดปกติ เนื่องจากขณะทำการทดสอบ หัวทดสอบมีการหมุนจึงทำให้หัวทดสอบเอียงในขณะปะทะเข้ากับฝากระโปรงรถยนต์ จึงส่งผลให้ค่าเกณฑ์การบาดเจ็บที่ศีรษะมีค่าสูงขึ้น ในขณะที่ผลการทดสอบที่ 6 พบว่าค่าความเร่งในแนวแกน z มีค่าสูงผิดปกติ โดยอาจเกิดจากความแตกต่างทางวัสดุ เนื่องจากการทบทวนผลการทดสอบทางสถิติที่ค้นพบว่าการทดสอบที่ 6 ศีรษะจำลองมีการเคลื่อนที่สะท้อนกลับกลับหลังจากปะทะกับฝากระโปรงรถยนต์ด้วยความเร็วที่สูงกว่าการทดสอบอื่นๆ ซึ่งสามารถตั้งสมมุติฐานได้ว่าวัสดุที่เข้าปะทะนั้นมีค่าความยืดหยุ่นสูง เมื่อใช้ระยะทางในการเคลื่อนที่ก่อนปะทะที่เท่ากัน จึงส่งผลให้ค่าเกณฑ์การบาดเจ็บที่ศีรษะ (HIC15, HIC35) มีค่าสูงขึ้น



รูปที่ 4.9 ผลการทดสอบของกลไกการยกตัวของฝากระโปรงรถยนต์ 8 ระดับ

#### 4.2 สรุปผลการทดสอบ

จากการทดสอบเพื่อหาค่าเกณฑ์การบาดเจ็บที่ศีรษะ ผลการทดสอบนั้นมีแนวโน้มลดลงเมื่อความสูงของช่องว่างระหว่างขอบล่างฝากระโปรงและขอบบนฝากรอบวาล์วเครื่องยนต์เพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าโดยค่า HIC สูงสุดเกิดกับการทดสอบระดับที่ 1 ระยะช่องว่างที่ 12 cm. มีค่า HIC15 เท่ากับ 215.76 และค่า HIC35 เท่ากับ 292.79 ในขณะที่ค่า HIC ต่ำสุดเกิดขึ้นกับระดับที่ 4 ที่ระยะช่องว่าง 18 cm. มีค่า HIC15 เท่ากับ 90.17 และค่า HIC35 เท่ากับ 208.06 ซึ่งค่า HIC15 และ HIC35 มีความแตกต่างกันมากถึงร้อยละ 58.2 และ 28.93 ตามลำดับ ดังนั้นผลการทดสอบ

ดังกล่าวพบว่าช่องว่างระหว่างขอบล่างฝากระโปรงและขอบบนฝาครอบวาล์วเครื่องยนต์มีผลอย่างยิ่ง  
ต่อค่า HIC



## บทที่ 5

### สรุปผลและข้อเสนอแนะ

บทนี้จะกล่าวถึงการสรุปผลศึกษา การทดสอบ การจำลอง ปัญหาอุปสรรค และ ข้อเสนอแนะซึ่งจะสะท้อนให้เห็นถึงระดับผลสำเร็จของการดำเนินงาน ดังนี้

#### 5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากวัตถุประสงค์ของโครงการเพื่อออกแบบและสร้างกลไกการยกตัวของฝากระโปรงรถยนต์ต้นแบบ ได้ทำการสร้างเพื่อศึกษาหาแนวโน้มที่ส่งผลต่อการลดความบาดเจ็บของคนเดินเท้าจากการยกตัวของฝากระโปรงรถยนต์ ซึ่งกลไกสามารถทำงานได้ตามที่คาดการณ์ และได้ทำการทดสอบพร้อมทั้งหาค่าเกณฑ์การบาดเจ็บที่ศีรษะ (HIC) พบว่าในการทดสอบเพื่อหาค่าเกณฑ์การบาดเจ็บที่ศีรษะ การเพิ่มช่องว่างระหว่างขอบล่างฝากระโปรงกับขอบบนฝาครอบวาล์วเครื่องยนต์ส่งผลต่อแนวโน้มของค่า HIC ลดลง โดยที่ค่า HIC ต่ำ นั้นทำให้ความบาดเจ็บของคนเดินเท้าลดลง ซึ่งค่า HIC ต่ำสุดเกิดขึ้นกับระดับที่ 4 ที่ระยะช่องว่าง 18 cm. มีค่า HIC15 เท่ากับ 90.17 และค่า HIC35 เท่ากับ 208.06 ดังนั้นผลการทดสอบพบว่าช่องว่างระหว่างขอบล่างฝากระโปรงกับขอบบนฝาครอบวาล์วเครื่องยนต์มีผลอย่างยิ่งต่อค่า HIC

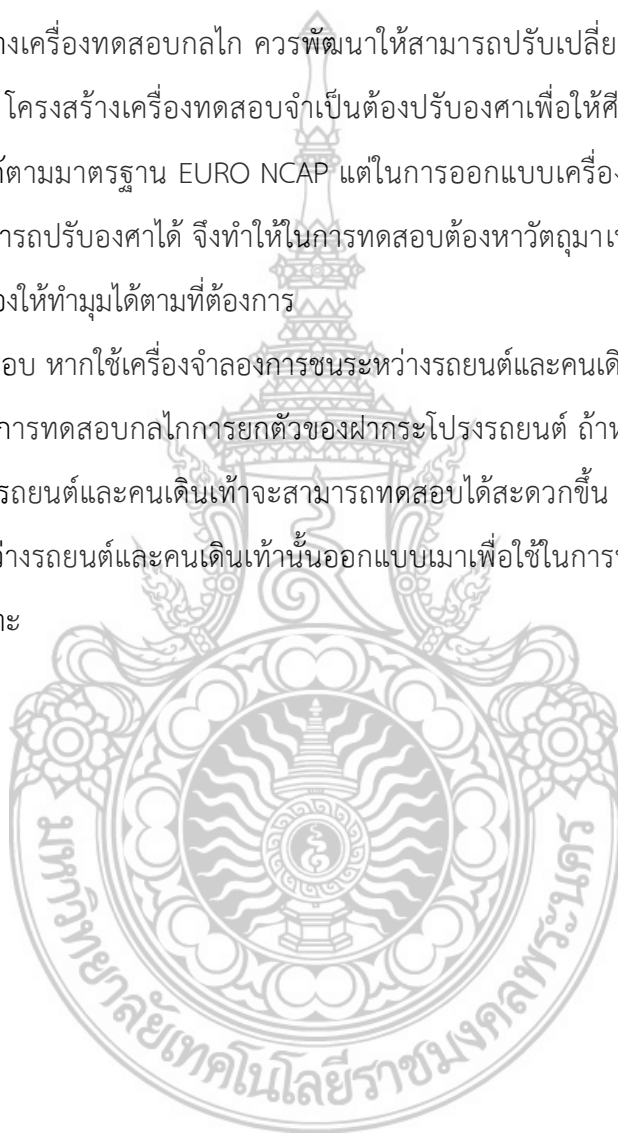
#### 5.2 ปัญหาและอุปสรรค

- 1) วัสดุชิ้นงานที่ทดสอบเป็นฝากระโปรงรถยนต์ มีข้อจำกัดทางงบประมาณ เนื่องจากฝากระโปรงรถยนต์ในการทดสอบไม่สามารถใช้ซ้ำได้ จึงทำให้ต้องเปลี่ยนฝากระโปรงรถยนต์ทุกครั้งในการทดสอบ
- 2) การควบคุมลักษณะการเคลื่อนตัวของศีรษะจำลอง ในการปล่อยศีรษะจำลองจากชุดทดสอบ ปล่อยมวลในแนวตั้ง มีปัญหาในการควบคุมลักษณะการเคลื่อนตัวของศีรษะจำลอง เนื่องจากศีรษะจำลองมีการหมุนและเอียงไม่สม่ำเสมอในขณะทดสอบ



### 5.3 ข้อเสนอแนะ

- 1) ชุดทดสอบปล่อยมลพิษในแนวดิ่ง ควรพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เนื่องจากปัญหาในการควบคุมลักษณะการเคลื่อนตัวของซีรุษะจำลอง จึงควรพัฒนาชุดทดสอบปล่อยมลพิษในแนวดิ่งให้สามารถปล่อยซีรุษะจำลองมีการเคลื่อนตัวอย่างเที่ยงตรงโดยไม่มีการหมุนหรือเอียงเกิดขึ้น
- 2) โครงสร้างเครื่องทดสอบกลไก ควรพัฒนาให้สามารถปรับเปลี่ยนองศาได้ เนื่องจากในการทดสอบ โครงสร้างเครื่องทดสอบจำเป็นต้องปรับองศาเพื่อให้ซีรุษะจำลองทำมุมองศากับเครื่องได้ตามมาตรฐาน EURO NCAP แต่ในการออกแบบเครื่องครั้งแรกไม่ได้ออกแบบมาเพื่อสามารถปรับองศาได้ จึงทำให้ในการทดสอบต้องหาวัสดุมาเพิ่มความสูงที่โครงสร้างด้านหน้าของเครื่องให้ทำมุมได้ตามที่ต้องการ
- 3) การทดสอบ หากใช้เครื่องจำลองการชนระหว่างรถยนต์และคนเดินเท้าจะสามารถทดสอบได้ง่ายขึ้น การทดสอบกลไกการยกตัวของฝากระโปรงรถยนต์ ถ้าหากใช้เครื่องจำลองการชนระหว่างรถยนต์และคนเดินเท้าจะสามารถทดสอบได้สะดวกขึ้น เนื่องจากเครื่องจำลองการชนระหว่างรถยนต์และคนเดินเท้าที่นั้นออกแบบมาเพื่อใช้ในการทดสอบแบบจำลองการชนโดยเฉพาะ





## บรรณานุกรม

- [1] <http://www.rsunews.net/index.php/news/detail/6944> “WHO พบคนเดินเท้าคนที่จักรยาน 27% ตายจากอุบัติเหตุ” [Online]. 17 สิงหาคม 2556
- [2] รัตพร สิริจิรัฐภูมิ., 2549, “ปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจร,” วิทยานิพนธ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, หน้าที่ 34.
- [3] Carhs., 2556, “Pedestrian Protection Test Procedures in EURO NCAP,” Safety Companion 2013, หน้าที่ 74.
- [4] <http://www.bangkokhealth.com/index.php/health/health-general/first-aid/2153-2012-12-26-01-55-42.html> “กลไกการบาดเจ็บจากอุบัติเหตุจราจร” [Online]. 6 สิงหาคม 2557
- [5] A Patel, and T Goswami, “Comparison of Intracranial Pressure by Lateral and Frontal Impacts – Validation of Computational Model”, Department of Biomedical, Industrial and Human Factors Engineering, Wright State University, Dayton, OH, USA , 2012. ISBN 978- 953-51-0690-6.
- [6] Methods of Test for Impact Absorbing Playground Surfaces. : British Standards Institution (BSI),BS 7188, 1989
- [7] Injury Measurements and Criteria. Digges, K. The George Washington University Ashburn, USA. : The National Crash Analysis Center, 1998.
- [8] J A Newman, “On the Use of the Head Injury Criterion (HIC) in Protective Headgear Evaluation”, San Diego, California : NINETEENTH STAPP CAR CRASH CONFERENCE, 1975.
- [9] H W HENN, “Crash Tests and the Head Injury Criterion, TEACHING MATHEMATICS AND ITS APPLICATIONS., 1998, Vol. 17. No. 4
- [10] T Kozo, K Mototsugu, O Noriyoshi, O Koshiro, A Kumi, O Haruna, Myo-Thaik-Oo4, H Katsuya, M Shogo, ‘Patterns and mechanisms of pedestrian injuries induced by vehicles with flat-front shape’, Legal Medicine (Legal Med) 2000 ; 2 : 68-74
- [11] M Ballesteros , P Dischinger , and P Langenberg, ,Pedestrian injuries and vehicle type in Maryland, 1995-1999’, Accid. Anal. Prev. 36, 2004, pp. 73-81.
- [12] B Fildes , H C Gabler, D Otte, A Linder, L Sparke, ‘Pedestrian impact priorities using real-world crash data and harm’. IRCOBI conference, Graz, 2004.
- [13] D Longhitano, B Henary, K Bhalla, J Ivarsson, J Crandall J, ‘Influence of Vehicle Body Type on Pedestrian Injury Distribution’, SAE World Congress, Detroit, 2005.

- [14] F Feist, J Gugler, C Arregui-Dalmases, E Del Pozo de Dios, F Lopez-Valdèz, C Deck, R Willinger, 'Pedestrian Collisions with Flat-Fronted Vehicles: Injury Patterns and Importance of Rotational Accelerations as A Predictor for Traumatic Brain Injury (TBI)', 21st International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV), 15-18 June 2009, Stuttgart, Germany.
- [15] A Chawla, V Sharma, D Mohan, J Kajzer, 'Safer Truck Front Designs for Pedestrian Impacts', IRCOBI conference, Göteborg, 1998.
- [16] X Jun, L Yibing, L Guangquan, Z Wei, 'Reconstruction model of vehicle impact speed in pedestrian-vehicle accident', International Journal of Impact Engineering, 2009 ; 36 :783-788
- [17] J Kajzer, J K Yang, D Mohan, 'Safer Bus Fronts for Pedestrian Impact Protection in Bus-Pedestrian Accidents', IRCOBI conference, Verona, 1992.
- [18] H Enomoto and K Akiyama, 'Development of Safety Concept Trucks: ASV Concept L and ASV Concept C', 19th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles, Washington, 2005.
- [19] I D Neilson, 'Pedestrian and cyclist protection on road vehicles with high or flat fronts', 17th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles, Amsterdam, 2001.
- [20] R Fredriksson, Y Haland, J Yang, 'Evaluation of New Pedestrian Head Injury Protection System with A Sensor in The Bumper and Lifting of The Bonnet's Rear Part', Proceedings of The 17 International Technical conference on The Enhanced Safety Vehicles, Amsterdam, The Natherlands, 4-7 June 2001. Washington, USA: Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA). (Paper available at <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/department/nrd-01/esv/esv.html>.)

ประวัติผู้วิจัย



### หัวหน้าโครงการ

1. ชื่อ – นามสกุล(ภาษาไทย) ผศ.กฤษฎศ สุวันทโรจน์  
(ภาษาอังกฤษ) Asst.Prof.Kullayot Suwantaraj
2. หมายเลขประจำตัวประชาชน 3 8101 00152 36 5
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ระดับ 7
4. หน่วยงานและสถานที่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail  
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร  
1381 ถ.พิบูลสงคราม แขวงบางซื่อ เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800  
โทรศัพท์: 02-9132424 ต่อ 138  
โทรสาร: 02-9132424 ต่อ 138  
E- mail : ellipse\_b@hotmail.com

### 5. ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญา	วิชาเอก	สถานศึกษา	ปีที่สำเร็จ	ประเทศ
ปริญญาโท	วศ.ม.	วิศวกรรมเครื่องกล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	2546	ไทย
ปริญญาตรี	วศ.บ.	วิศวกรรมเครื่องกล (เกียรตินิยมอันดับสอง)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	2541	ไทย

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ  
การเผาไหม้ขยะชุมชน  
การอนุรักษ์พลังงานในโรงงานและอาคาร  
การผลิตไบโอดีเซลชุมชน  
สิ่งประดิษฐ์ทางการเกษตร

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : -

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย :

- การออกแบบงานเบรกเชิงการสะสมความร้อนเพื่อความปลอดภัย
- การศึกษาลักษณะทางกายภาพของงานเบรกรถจักรยานยนต์ที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการเบรก
- การศึกษากลไกยกฝากระโปรงรถยนต์ต้นแบบเพื่อลดการบาดเจ็บคนเดินเท้าจากอุบัติเหตุ

## 7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :

ลำดับ	ผลงานวิจัย	ปีที่พิมพ์	การเผยแพร่	แหล่งทุน	ตำแหน่ง
1	ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสาน	พ.ศ.2549	การประชุมวิชาการ เครือข่ายวิศวกรรม เครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 2	ม. เทคโนโลยีราชมงคล พระนคร	ผู้วิจัย
2	เครื่องสับต้นข้าวโพด	พ.ศ.2551	การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยรังสิต	ม. เทคโนโลยีราชมงคล พระนคร	ผู้วิจัย
3	เครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ด		รอกการเผยแพร่	สกว	ผู้ร่วม วิจัย
4	เครื่องทดสอบพฤติกรรมวัสดุความเสียดทาน	พ.ศ.2555	วารสารวิชาการพระจอม เกล้าพระนครเหนือ ปีที่22 ฉบับที่2	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลพระนคร	ผู้ร่วม วิจัย
5	การศึกษาปัจจัยของโครงสร้างกันแรง กระแทกของรถยนต์ที่ส่งผลต่อการดูด ซับพลังงาน	พ.ศ.2556	วารสารวิจัย มช. ปีที่ 18 ฉบับที่ 3 ประจำเดือน พฤษภาคม - มิถุนายน 2556	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลพระนคร	ผู้ร่วม วิจัย
6	การออกแบบงานเบรกเชิงการสะสม ความร้อนเพื่อความปลอดภัย	2013	Songklanakarin J. Sci. Technol. 35 (6), 671- 681, Nov. - Dec. 2013	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลพระนคร	หัวหน้า โครงกา ร
7	การศึกษาลักษณะทางกายภาพของงาน เบรกรถจักรยานยนต์ที่มีผลกระทบต่อ ประสิทธิภาพการเบรก	พ.ศ.2556	วารสารวิชาการพระจอม เกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 23 ฉบับที่ 2 พ.ค. - ส.ค. 2556	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลพระนคร	หัวหน้า โครงกา ร
8	การศึกษาพฤติกรรมการถ่ายโอนความ ร้อน และการสิ้นสະเทือนของงานเบรก แบบตรง/แบบกลับที่ส่งผลกระทบต่อ ความสามารถการเบรก		รอกการเผยแพร่	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลพระนคร	ผู้ร่วม วิจัย
9	การศึกษากลไกยกฝากระโปรงรถยนต์ ต้นแบบเพื่อลดการบาดเจ็บคนเดินเท้า จากอุบัติเหตุ		รอกการเผยแพร่	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลพระนคร	หัวหน้า โครงกา ร

## 7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ :-

**ผู้ร่วมวิจัย**

1. ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นายศุภชัย หลักคำ  
(ภาษาอังกฤษ) Mr. Supachai Lakkam
2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 3 1201 01788 03 1
3. ตำแหน่งบริหาร/วิชาการ ที่เป็นปัจจุบัน  
ตำแหน่งบริหาร - ตำแหน่งวิชาการ อาจารย์ (พนักงานมหาวิทยาลัย)  
เงินเดือน 25,000.- เวลาการทำวิจัย 20ชม./สัปดาห์
4. หน่วยงานและสถานที่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail  
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร  
1381 ถ.พิบูลสงคราม แขวงบางซื่อ เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800  
โทรศัพท์:02-9132424 ต่อ 138  
โทรสาร:02-9132424 ต่อ 138  
E-mail: bus\_supachai@hotmail.com

## 5. ประวัติการศึกษา

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

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

## 7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :

ลำดับ	ผลงานวิจัย	ปีที่พิมพ์	การเผยแพร่	แหล่งทุน	ตำแหน่ง
1	ผลกระทบและประสิทธิภาพผ้าเบรกเชิงเสียรบกวน และสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน	พ.ศ.2552	Industry Subcontracting Exhibition of Thailand 2009	บริษัท คอมแพ็ค อินเทอร์เน็ต (1994) จำกัดและ Industrial Technology Assistance Program (iTAP)	นักวิจัย
2	Investigation of Brake Noise Parameters Using Single Dynamometer	Apr.2009	The 5 <sup>th</sup> International Conference on Automotive Engineering ICAE-5	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	นักวิจัย/ ผู้นำ เสนอ
3	Econo Power Car	Jun.2010	The 2 <sup>nd</sup> RMUTP International Conference : Green Technology and Productivity	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	ผู้ร่วม วิจัย/ ผู้นำ เสนอ
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	ผู้ช่วย วิจัย
5	Study and Trend of Development for Electric Railway and Related Industries in Thailand (Phase 2)		รอเผยแพร่	Industrial Technology Assistance Program (iTAP)	ผู้ร่วม วิจัย
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	ผู้ร่วม วิจัย
7	Design and Development of Bus structure for single and double deck		รอเผยแพร่	กรมขนส่งทางบก	ผู้ช่วย วิจัย
8	เครื่องทดสอบพฤติกรรมวัสดุความเสียดทาน	พ.ศ.2555	วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่22 ฉบับที่2	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	หัวหน้า โครงการ
9	การทดสอบการอัดตัวของวัสดุผสมภายใต้สภาวะอุณหภูมิต่างๆ	พ.ศ.2556	KKU Research Journal Vol.18, No.2	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	ผู้ร่วม วิจัย
10	การออกแบบงานเบรกเชิงการสะสมความร้อนเพื่อความปลอดภัย	2013	Songklanakarin J. Sci. Technol. 35 (6), 671-681,	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล	ผู้ร่วม วิจัย



			Nov. - Dec. 2013	พระนคร	
11	การศึกษาปัจจัยของโครงสร้างกันแรงกระแทกของรถยนต์ที่ส่งผลต่อการดูดซับพลังงาน	พ.ศ.2556	วารสารวิจัย มข. ปีที่ 18 ฉบับที่ 3 ประจำเดือน พฤษภาคม - มิถุนายน 2556	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	ผู้ร่วมวิจัย
12	การศึกษาลักษณะทางกายภาพของจานเบรกรถจักรยานยนต์ที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการเบรก	พ.ศ.2556	วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 23 ฉบับที่ 2 พ.ค. - ส.ค. 2556	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	ผู้ร่วมวิจัย
13	การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตโครงสร้างกันแรงกระแทกของรถยนต์จากกากผักตบชวา	พ.ศ.2557	วารสารวิจัย มทร.ตะวันออก ปีที่ 7 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2557	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	ผู้ร่วมวิจัย
14	การศึกษาปัจจัยการออกแบบท่อพักไอเสียเพื่อลดเสียงรบกวนและรักษาสมรรถนะของเครื่องยนต์	พ.ศ.2557	วารสารวิจัย มทร.อีสาน ปีที่ 8 ฉบับที่ 3 กันยายน - ธันวาคม 2557	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	หัวหน้าโครงการ
15	การศึกษาพฤติกรรมค่าการนำความร้อนแบบไม่เชิงเส้นของวัสดุความเสียดทาน	พ.ศ.2558	วารสารวิจัยและพัฒนา มจร. ปีที่ 38 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม - กันยายน 2558	ม. เทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	ผู้ร่วมวิจัย
16	การศึกษาเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการลดมลพิษและอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของหัวรถจักรเพื่อความคุ้มค่าต่อการลงทุน	พ.ศ.2559	วารสารวิจัย มทร.ตะวันออก ปีที่ 9 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2559	ม. เทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ประจำปีงบประมาณ 2558	ผู้ร่วมวิจัย
17	การศึกษาพฤติกรรมการถ่ายโอนความร้อน และการสันสเทือนของจานเบรกแบบตรง/แบบกลับที่ส่งผลกระทบต่อความสามารถการเบรก		รอกการเผยแพร่	ม. เทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	ผู้ร่วมวิจัย

#### 7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ :

ลำดับ	ชื่อข้อเสนอการวิจัย	แหล่งทุน	ตำแหน่ง	สถานภาพ
1	การศึกษาพฤติกรรมค่าความจุความร้อนของวัสดุความเสียดทาน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	ผู้ร่วมวิจัย	50%
2	การพัฒนาเครื่องทดสอบสัมประสิทธิ์ความเสียดทานยางล้อ	สกว.	ผู้ร่วมวิจัย	50%