



KKU Engineering Journal

<http://www.en.kku.ac.th/enjournal/th/>

ประสิทธิภาพในการควบคุมความเร็วของรถจักรยานยนต์ด้วยเนินชะลอความเร็ว

Effectiveness of Motorcycle speed controlled by speed hump

พรศิริ อูระภา¹⁾ จินดาพร จำรัสเลิศลักษณ์¹⁾ สหलग หอมวุฒิวัง¹⁾ และ วิชุดา เสถียรนาม^{*2)}

Pornsiri Urapa,¹⁾ Jindaporn Jamradloedluk,¹⁾ Sahalap Homvutivong¹⁾ and Wichuda Satiennam^{*2)}

¹⁾ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม 44150

Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Maha Sarakham, Thailand, 44150.

²⁾ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002

Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand, 40002.

Received December 2013

Accepted May 2014

บทคัดย่อ

เนินชะลอความเร็วเป็นมาตรการการลดการจราจร บนถนนสายท้องถิ่นที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในต่างประเทศ มาตรฐานเนินชะลอความเร็วที่ใช้อยู่ในปัจจุบันออกแบบสำหรับควบคุมความเร็วของรถยนต์นั่งส่วนบุคคล ดังนั้น การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเนินชะลอความเร็วในการควบคุมความเร็วของรถจักรยานยนต์ ซึ่งเป็นยานพาหนะหลักในประเทศไทย การศึกษานี้สังเกตความเร็วอิสระของรถจักรยานยนต์ในช่วงก่อนและในช่วงขับขึ้นเนินชะลอความเร็วและเนินกระแทกทั้งสิ้น 20 ตำแหน่ง ซึ่งมีความกว้าง 0.3-14.8 เมตร และความสูง 5 - 18 เซนติเมตร จากการศึกษาพบว่า ผู้ขับขี่ลดความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ ในช่วงระหว่าง 15-69% เมื่อผ่านเนิน การศึกษานี้สร้างแบบจำลองเพื่อทำนายความเร็วเฉลี่ยและความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ จากความกว้างและความสูงของเนิน ผลจากแบบจำลองพบว่า เนินชะลอความเร็วขนาดมาตรฐานซึ่งแนะนำโดย ITE สามารถควบคุมความเร็วของรถจักรยานยนต์ได้ โดยควบคุมความเร็วให้อยู่ในช่วงระหว่าง 25-30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งเป็นความเร็วที่เหมาะสมสำหรับการสัญจรในถนนสายย่อย

คำสำคัญ : เนินชะลอความเร็ว เนินกระแทก รถจักรยานยนต์ การควบคุมความเร็ว

Abstract

Speed humps are one of the traffic calming measures widely accepted to control vehicle speed in the local road. Humps standards from the western countries are designed mainly for the passenger car. This study, therefore, aims to reveal the effectiveness of speed hump to control the motorcycle speed. This study observes the free-flow speed of the riders at the total of 20 speed bumps and humps. They are 0.3-14.8 meter in width and 5-18 centimeter in height. The results reveal that the 85th percentile speeds reduce 15-65 percent when crossing the speed bumps and speed humps. Besides, this study develops the speed model to predict the motorcycle mean speed and 85th percentile speed. It is found that speed humps follow the ITE standard can control motorcycle crossing speeds to be 25-30 Kph which are suitable to travel on the local road.

Keywords : Speed hump, Speed bump, Motorcycle, Speed control

*Corresponding author. Tel.: +66-4320-2847 ext. 126 ; +66-4320-2847 Ext. 102

Email address: k.wichuda@gmail.com

1. บทนำ

อุบัติเหตุด้านการจราจร ถือว่าเป็นประเด็นปัญหาที่มีความสำคัญค่อนข้างสูง เนื่องจากการเกิดอุบัติเหตุในแต่ละครั้งได้ส่งผลกระทบต่อในหลายๆด้าน ไม่ว่าจะเป็นด้านคุณภาพของการดำรงชีวิต การบาดเจ็บ การรักษาพยาบาล มูลค่าทรัพย์สินที่ต้องสูญเสีย ความเร็ว คือสาเหตุที่สำคัญในการก่อให้เกิดอุบัติเหตุด้านการจราจรเพียงลดความเร็วเฉลี่ยลง 1-2 % จะสามารถลดความเสี่ยงด้านการเสียชีวิตและการบาดเจ็บได้เป็นอย่างมาก [1]

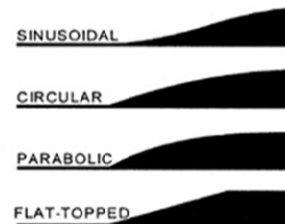
ในปัจจุบัน การสงบการจราจร (traffic calming) คือ มาตรการสำคัญที่ใช้ในการลดความเร็วของยานพาหนะ เนินชะลอความเร็วนับว่าเป็นเครื่องมือการสงบการจราจรบนทางถนนสายท้องถิ่นที่มีการใช้อย่างแพร่หลายในต่างประเทศ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาถึงเนินชะลอความเร็วที่ใช้ทั่วไปในประเทศไทย พบว่ามีการก่อสร้างหลายรูปแบบ โดยมีขนาดตั้งแต่เนินขนาดเล็ก ไปจนถึงเนินขนาดใหญ่ ทั้งแบบเนินชะลอความเร็วและเนินกระแทก ขึ้นอยู่กับหน่วยงานที่ทำการก่อสร้างและงบประมาณ ซึ่งในแง่ของการใช้งาน เนินชะลอความเร็วมีขนาดเล็กและเตี้ยเกินไปอาจไม่สามารถลดความเร็วของยานพาหนะได้ในขณะที่หากเนินชะลอความเร็วมีความสูงชันมากเกินไป อาจก่อความเสียหายให้แก่ยานพาหนะและสร้างความลำบากเกินจำเป็นแก่ผู้ใช้รถใช้ถนน

ในต่างประเทศ มีงานวิจัยถึงรูปแบบของเนินชะลอความเร็วที่เหมาะสม [2,3] โดยเนินชะลอความเร็วที่ได้รับคามนิยมอย่างแพร่หลายคือ รูปแบบเนินชะลอความเร็วของวัดต์ [4] ซึ่งมีขนาดความกว้าง 3.7 เมตร สูงประมาณ 7.5-10 เซนติเมตร รถทั่วไปสามารถวิ่งข้ามเนินด้วยความเร็วประมาณ 25-30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เนินชะลอความเร็วดังกล่าว พัฒนามาบนพื้นฐานของสังคมตะวันตก ซึ่งมีรถยนต์นั่งส่วนบุคคลเป็นพาหนะหลักในการเดินทาง ดังนั้น ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงความเหมาะสมในการนำมาใช้งานในประเทศไทย ซึ่งมีรถจักรยานยนต์เป็นพาหนะหลักในการเดินทางบนถนนสายย่อย

ดังนั้น งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเนินชะลอความเร็วขนาดต่างๆ ในการควบคุมความเร็วของรถจักรยานยนต์ เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการแนะนำขนาดเนินชะลอความเร็วที่เหมาะสมแก่ผู้ขับที่รถจักรยานยนต์ในประเทศไทย

2. ทฤษฎีและวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนินชะลอความเร็ว (Speed hump) คือเครื่องมือการยับยั้งการจราจรในกลุ่มการเบี่ยงแนวทางตั้ง มีลักษณะเป็นพื้นที่ผิวจราจรที่ยกสูง นิยมติดตั้งบนถนนสายย่อย แบ่งรูปแบบของเนินชะลอความเร็วออกเป็น 4 ลักษณะ [5] ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ประเภทของเนินชะลอความเร็ว [5]

ลักษณะแนวทางตั้ง (ความสูงและความชัน) ของเนินชะลอความเร็ว เป็นปัจจัยกำหนดความเร็วในการขับที่ยิ่งเนินมีความสูงชันมากขึ้น รถจะยิ่งเคลื่อนตัวผ่านช้าลง ดังนั้น ในการออกแบบเนินชะลอความเร็ว ความสูงและความชันของเนิน (vertical curvature) จะถูกออกแบบให้เหมาะสมกับความเร็วสูงสุดในท้องถิ่นนั้นๆ โดยจะออกแบบให้ขับผ่านเนินด้วยความเร็วที่ต่ำกว่าความเร็วสูงสุด เพื่อให้การเคลื่อนที่ของรถระหว่างจุดชะลอความเร็วจุดแรกและจุดถัดไปรถจะยังเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่ำกว่าความเร็วสูงสุดที่กำหนดได้ [6]

ในประเทศอังกฤษ ขนาดของเนินชะลอความเร็วถูกกำหนด โดย TRL [7] และในสหรัฐอเมริกา ITE [6] แนะนำเนินชะลอความเร็วรูปแบบต่างๆ ดังนี้

- 12-foot hump รูปร่างของเนินเป็นแบบโค้งพาราโบลา ความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทม์ของรถที่เคลื่อนที่ผ่านมีค่าประมาณ 18-23 ไมล์ต่อชั่วโมง ความสูงที่เป็นที่นิยม คือ 3 - 4 นิ้ว

- 14-foot hump เนินรูปโค้งพาราโบลามีความสูงเท่ากับแบบ 12-foot hump แต่ยาวกว่า ดังนั้นความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทม์ของรถที่เคลื่อนที่ผ่าน 14-foot hump สูงกว่ากว่าเนินแบบ 12-foot hump ประมาณ 3 ไมล์ต่อชั่วโมง

- 22-foot table ทางลาดขึ้นและลงมีรูปร่างแบบโค้งพาราโบลาเหมือนกับ 12-foot hump โดยมีช่วงกลางแบนราบยาว 10 ฟุต ความเร็วที่เปอร์เซ็นต์ไทม์ที่ 85 ของรถที่เคลื่อนที่ผ่าน มีค่าประมาณ 22-28 ไมล์ต่อชั่วโมง

นอกจากนั้น อุปกรณ์ชะลอความเร็วบนถนนส่วนบุคคล บริเวณลานจอดรถ หรือบริเวณที่ต้องการให้รถใช้ความเร็วต่ำมาก คือ เนินกระแทก (speed bump) ซึ่งมีขนาดความสูงประมาณ 7.5-15 เซนติเมตร และมีความกว้าง 0.3-1 เมตร [8] ความเร็วของรถวิ่งผ่านน้อยกว่า 5 ไมล์ต่อชั่วโมง โดยในปัจจุบัน มีการผลิตยางชะลอความเร็ว (Rubber speed) ซึ่งมีขนาดสูงประมาณ 5 เซนติเมตร และกว้างประมาณ 0.3 – 0.35 เมตรขายในท้องตลาด ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากสะดวกการติดตั้งและรื้อถอน แต่ยังไม่มียานวิจัยรายงานถึงประสิทธิภาพของเนินประเภทดังกล่าว

งานวิจัยในหลายประเทศพบความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและลักษณะทางเลขาณิตของเนินชะลอความเร็ว โดยการศึกษาในประเทศอินเดีย พบว่าอัตราส่วนพื้นที่หน้าตัดต่อความกว้างของเนินชะลอความเร็ว (A/W) มีผลต่อความเร็วอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังแสดงในสมการ (1) และ (2) [3] เมื่อ V85 (Two wheelers) คือ ความเร็วของรถ 2 ล้อที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทม์ มีค่าสหสัมพันธ์ (R^2) เท่ากับ 0.555 และ V85 (cars) คือ ความเร็วของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทม์ ซึ่งมีค่าสหสัมพันธ์ (R^2) เท่ากับ 0.600

$$V_{85}(\text{Two wheelers}) = 24.365 - 121.951(A/W) \quad (1)$$

$$V_{85}(\text{Cars}) = 16.649 - 66.225(A/W) \quad (2)$$

การศึกษาในประเทศสิงคโปร์ พบว่าอัตราส่วนพื้นที่หน้าตัดต่อความกว้างของเนินชะลอความเร็ว มีความสัมพันธ์กับความเร็วที่รถยนต์ส่วนบุคคลใช้ขณะผ่านเนินชะลอความเร็ว [2] โดยค่าที่เหมาะสมในการออกแบบเนินชะลอความเร็วสำหรับความเร็วเฉลี่ย (V_M) มีค่าดังสมการ (3) และความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทม์ (V_{85}) มีค่าดังสมการ (4)

$$1/V_M = 0.0298 + 0.468(A/W) \quad R^2 = 0.631 \quad (3)$$

$$1/V_{85} = 0.0212 + 0.407(A/W) \quad R^2 = 0.699 \quad (4)$$

ในประเทศไทย มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเนินชะลอความเร็วอย่างจำกัด [8, 9] อย่างไรก็ตาม มีข้อค้นพบที่ตรงกันคือ เนินชะลอความเร็วที่มีตำแหน่งติดตั้ง ขนาด

และรูปทรงที่ไม่เหมาะสม ไม่สามารถควบคุมความเร็วของยานพาหนะให้เกิดความปลอดภัย ซึ่งผิดไปจากวัตถุประสงค์ของการติดตั้งเนินชะลอความเร็ว

โดยสรุป จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมา พบว่าความรู้เกี่ยวกับเนินชะลอความเร็วและรถจักรยานยนต์มีอยู่อย่างจำกัดมาก ในขณะที่ปัญหาความเร็วเป็นประเด็นสำคัญในการลดอุบัติเหตุทางถนนในประเทศไทย

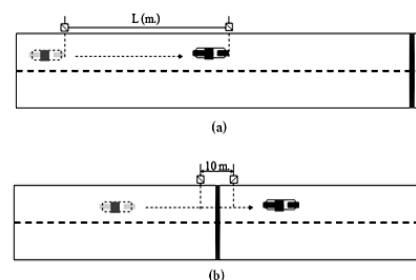
3. วิธีการดำเนินงาน

3.1 พื้นที่ศึกษา

ศึกษาความเร็วของรถจักรยานยนต์บริเวณเนินชะลอความเร็วและเนินกระแทกขนาดต่างๆ จำนวน 20 ตำแหน่ง โดยเลือกเฉพาะเนินที่ติดตั้งอยู่เดี่ยวๆ (Isolated speed bump/hump) หรือติดตั้งเป็นเนินแรกของกลุ่มเนิน ซึ่งผู้ขับจะสามารถเลือกใช้ความเร็วก่อนผ่านเนินและขณะผ่านเนินได้อย่างอิสระ

3.2 สำนวจลักษณะทางกายภาพ

สำวจลักษณะทางเรขาคณิตของเนินชะลอความเร็วด้วยกล้องระดับ เก็บข้อมูล 3 ชุด บริเวณหัว ท้ายและกึ่งกลางเนินวัดค่าความสูงทุกช่วง 10 เซนติเมตรตลอดแนวความกว้างของเนิน ดังรูปที่ 2 พร้อมทั้งเขียนผังบริเวณตำแหน่งที่ตั้ง และเก็บข้อมูลซึ่งสะท้อนลักษณะช่วงถนนที่ติดตั้งเนิน เช่น จำนวนช่องจราจรความกว้างช่องจราจร และไหล่ทาง ลักษณะถนน ปริมาณจราจร เป็นต้น

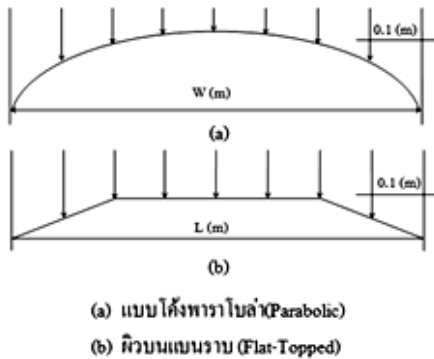


รูปที่ 2 การสำวจลักษณะทางกายภาพ

3.3 สำนวจความเร็ว

แต่ละตำแหน่ง สำนวจความเร็ว 2 บริเวณ ได้แก่ ช่วงทางตรงก่อนผ่านเนินชะลอความเร็ว และช่วงคร่อมเนิน โดยเลือกสำวจรถจักรยานยนต์คันแรกของกลุ่ม เพื่อให้ได้

ความเร็วที่ผู้ขับขี่ใช้ในสภาพอิสระ สำนักรวจความเร็วเป็นเวลา 2 ชั่วโมงนอกช่วงเวลาเร่งด่วน ด้วยการจับเวลาและใช้อุปกรณ์ส่องฉากเป็นอุปกรณ์ช่วยในการมองเห็น จับเวลาที่รถสัญจรบนถนนระยะทางประมาณ 20-30 เมตร ดังแสดงใน รูปที่ 3 (a) และช่วงคร่อมเนินยาวประมาณ 10 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 3 (b)



รูปที่ 3 การสำรวจความเร็ว

ในแต่ละชุดข้อมูล ตรวจสอบและจัดข้อมูลที่เกิดขึ้นนั้นคือ มีค่าสูงมากหรือต่ำมากเมื่อเทียบกับค่าอื่นๆ ในชุดข้อมูลเดียวกัน ด้วยวิธี Boxplot [11]

4. ผลการศึกษา

4.1 ลักษณะทางกายภาพ

แบ่งนำเสนอผลการศึกษาดังออกเป็นของ 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มยางชะลอความเร็ว กลุ่มเนินที่มีขนาดของความกว้างน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 เมตร และ กลุ่มเนินที่มีขนาดมากกว่าหรือเท่ากับ 1 เมตร

กลุ่มยางชะลอความเร็ว มีขนาดของความกว้างประมาณ 0.3-0.35 เมตร และความสูงประมาณ 5 เซนติเมตร

กลุ่มเนินที่มีขนาดของความกว้างน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 เมตร ซึ่งมีความสูงประมาณ 5 เซนติเมตร และกว้าง 0.8-1 เมตร เมื่อพิจารณาตามขนาดของความกว้างเนินในต่างประเทศพบว่าเนินที่มีความกว้างอยู่ที่ 0.3-1 เมตร จัดอยู่ในกลุ่มของเนินกระแทก แต่จากการสำรวจพบว่าเนินกลุ่มดังกล่าวมีความสูงที่ต่ำกว่าเนินกระแทกในต่างประเทศซึ่งมีความสูงอยู่ที่ 7.5-15 เซนติเมตร

กลุ่มเนินที่มีขนาดมากกว่าหรือเท่ากับ 1 เมตร จากผลการสำรวจเนิน มีขนาดความกว้าง 1.3-14.8 เมตร สูง 5-18 เซนติเมตรเมื่อพิจารณาขนาดความกว้างของเนิน ใน

ต่างประเทศพบว่า อยู่ในกลุ่มของเนินชะลอความเร็ว แต่จากการสำรวจพบว่าเนินที่สำรวจได้มีขนาดสูงที่มากกว่ามาตรฐานในต่างประเทศ 4.2 ความเร็วของรถจักรยานยนต์

ในกลุ่มยางชะลอความเร็ว พบว่าผู้ขับขี่สามารถสัญจรผ่านยางชะลอความเร็ว ด้วยความเร็วเฉลี่ย 11-16 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ 15-22 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยยางชะลอความเร็วสามารถลดความเร็วเฉลี่ยและความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ ลงได้ถึง 44 -71 และ 32- 69 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ในกลุ่มเนินที่มีขนาดของความกว้างน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 เมตร พบว่าผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์สามารถสัญจรผ่านเนินกระแทกด้วยความเร็วเฉลี่ย 12-15 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ 14-19 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และสามารถลดความเร็วเฉลี่ยได้ 37-61 เปอร์เซ็นต์ และ 34-60 เปอร์เซ็นต์สำหรับความเร็ว ที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์

ในกลุ่มเนินที่มีขนาดมากกว่าหรือเท่ากับ 1 เมตร พบว่า ผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ข้ามเนินด้วยความเร็วเฉลี่ย 12-34 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ 13-41 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยสามารถลดความเร็วเฉลี่ยในการขับขึ้นลง 16-64 และ 15-69 เปอร์เซ็นต์ สำหรับความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์

จากการสำรวจความเร็วขณะที่รถจักรยานยนต์สัญจรผ่านเนินพบว่าผู้ขับขี่มีการใช้ความเร็วในการสัญจรผ่านเนินแตกต่างกันค่อนข้างสูง แม้จะเป็นเนินในกลุ่มเดียวกัน ขนาดใกล้เคียงกัน เช่น เนินในกลุ่มของยางชะลอความเร็ว ที่มีการใช้ความเร็วในช่วงที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ ต่างกันค่อนข้างสูง และเมื่อพิจารณาเนิน ในลำดับที่ 6 MSU^{ศึกษาที่ 2} ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มของเนินชะลอความเร็ว และมีขนาดใกล้เคียงเนินลำดับที่ 7-8 ซึ่งมีความเร็วที่แตกต่างกันค่อนข้างสูงอาจเนื่องมาจากสภาพแวดล้อม เช่น ลักษณะของการแบ่งทิศทาง จำนวนช่องจราจรต่อจำนวนทิศทาง ลักษณะเนินชะลอความเร็ว

เมื่อพิจารณาความเร็วที่แตกต่างจากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล พบว่า ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วบริเวณเนินชะลอความเร็วเกือบทุกตำแหน่ง มีค่าน้อยกว่าค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วบนช่วงถนนปกติ นั่นคือ เนินชะลอความเร็วสามารถควบคุมความเร็วของรถจักรยานยนต์ให้มีค่าใกล้เคียงกันในขณะที่สัญจรผ่านเนินชะลอความเร็ว จากการสังเกตจะพบว่าความเร็วที่ได้จากการสำรวจในช่วง

ก่อนผ่านเนินชะลอความเร็วพบว่า กลุ่มของความเร็วที่มี ผ่านเนิน ทั้งนี้อาจจะมีผลมาจากสภาพแวดล้อม และ การใช้ความเร็วที่ค่อนข้างสูงจะมีแนวโน้มการใช้ความเร็ว ตำแหน่งในการติดตั้งของเนินชะลอความเร็ว ชนิดสัณฐานผ่านเนินชะลอความเร็วที่ค่อนข้างสูงเช่นกันเมื่อ

ตารางที่ 1 ลักษณะทางกายภาพของจุดชะลอความเร็วและช่วงถนนที่ติดตั้ง

ลำดับ	สถานที่ตั้งเนิน	ลักษณะเนิน	จุดชะลอความเร็ว					ช่วงถนน			
			สูง H (cm)	กว้าง W (m)	พื้นที่หน้าตัด A(m ²)	ความลาดชัน H:W	จำนวนช่องจราจรทิศทาง	ความกว้าง(เมตร)/ช่องจราจร	ความกว้างไหล่ทาง(m)/ทิศทาง	ลักษณะการแบ่งแยกทิศทาง	ปริมาณจราจร (ADT)
กลุ่มยางชะลอความเร็ว											
1	^B MSU แยกวัดคูแฉะ	Rubber Speed	5	0.30	0.009	1:3	2	3.5	1.5	เกาะกลาง	1,000-2,000
2	^B MSU สาธารณะ	Rubber Speed	5	0.35	0.009	1:4	1	3	1	เส้นแบ่งทิศทาง	1,000-2,000
กลุ่มเนินที่มีขนาดของความกว้างน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 เมตร											
3	^B RMU เข้านอนกีฬา	Parabolic	5	0.80	0.027	1:8	1	3.5	2	เส้นแบ่งทิศทาง	1,000-2,000
4	^B MSU บ้านดอนนา	Parabolic	5	0.85	0.02	1:9	1	2.75	-	เส้นแบ่งทิศทาง	300-1000
5	^B RMU สนามกีฬา	Parabolic	5	1.00	0.025	1:10	1	3.5	2	เส้นแบ่งทิศทาง	1,000-2,000
กลุ่มเนินที่มีขนาดของความกว้างมากกว่า 1 เมตร											
6	^B MSU ตึกวัดระ 2	Sinusoidal	6	1.30	0.039	1:11	2	3.5	-	-	2,000-4,000
7	^B บ้านท่าขอนยาง 7-11	Parabolic	5	1.40	0.045	1:14	1	3	-	เส้นแบ่งทิศทาง	300-1,000
8	^B MSU ตึกบัญชา	Parabolic	6	1.40	0.059	1:12	2	3	1.5	เกาะกลาง	1,000-2,000
9	^B MSU หอเกียรติ	Parabolic	7	1.50	0.062	1:11	2	3	1.5	เกาะกลาง	1,000-2,000
10	^B RMU วัยศุกรศาสตร์	Flat-topped	8	4.10	0.213	1:16	1	3.5	-	เส้นแบ่งทิศทาง	1,000-2,000
11	^B RMU หน้าตึกสุรศาสตร์	Flat-topped	8	4.15	0.217	1:16	1	3	-	เส้นแบ่งทิศทาง	1,000-2,000
12	^A KKU อนุบาลสาธิต	Circular	13	5.30	0.365	1:20	1	3	1.8	เส้นแบ่งทิศทาง	>8,000
13	^B KKU หน้าตึกพิณ	Circular	9	6.40	0.337	1:36	1	3.5	2.5	เส้นแบ่งทิศทาง	2,000-4,000
14	^A KKU ตึกเกษตร	Circular	9	6.60	0.372	1:37	1	3.5	1	เส้นแบ่งทิศทาง	4,000-8,000
15	^A KKU หอพักพยาบาล	Circular	12	6.60	0.547	1:28	1	3.5	1.5	เส้นแบ่งทิศทาง	4,000-8,000
16	^A KKU แปลงเกษตร	Circular	13	7.50	0.546	1:29	1	3	1	เส้นแบ่งทิศทาง	>8,000
17	^A KKU ตึกอธิการ	Sinusoidal	18	10.30	1.111	1:29	1	3	2	เส้นแบ่งทิศทาง	>8,000
18	^A KKU จากคอมพิวเตอร์	Flat-topped	8	11.00	0.752	1:20	1	4.5	1.5	เกาะกลาง	>8,000
19	^A KKU ศูนย์ศิลปะ	Flat-topped	10	11.10	0.895	1:17	1	4.5	1.5	เกาะกลาง	2,000-4,000
20	^A KKU ป้ายฝั่งเข้า	Flat-topped	10	14.80	1.022	1:19	1	4.5	1.5	เกาะกลาง	>8,000

ตำแหน่งการติดตั้ง: ^A ถนนสายรอง, ^B ถนนท้องถิ่น

ตารางที่ 2 ความเร็วของรถจักรยานยนต์

ลำดับ	สถานที่ตั้งเนิน	ก่อนผ่านเนิน(km./hr.)				ขณะผ่านเนิน(km./hr.)				ผลต่าง (Δ)		
		จำนวนข้อมูล (n)	ความเร็วเฉลี่ย	ความเร็วที่ 85 th	S.D.	จำนวนข้อมูล (n)	ความเร็วเฉลี่ย	ความเร็วที่ 85 th	S.D.	Mean speed	85 th speed	S.D.
กลุ่มยางล้อความเร็ว												
1	^B MSUแยกวัดแก้ว	268	42	50	8.2	139	12	15	3.3	71	70	4.9
2	^B MSUสาธารณะ	129	28	33	4.6	128	16	22	5.0	45	33	-0.5
กลุ่มเนินที่มีขนาดของความกว้างน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 เมตร												
3	^B RMUเข้าสนามกีฬา	273	30	36	5.4	147	12	14	2.6	62	60	2.7
4	^B MSUบ้านดอนนา	227	28	36	7.2	119	15	19	4.2	48	47	3.0
5	^B RMUสนามกีฬา	126	23	27	4.1	98	14	17	3.3	38	35	0.8
กลุ่มเนินที่มีขนาดของความกว้างมากกว่า 1 เมตร												
6	^B MSU ตึกวัดระ 2	244	38	45	6.0	207	23	28	5.2	40	38	0.9
7	^B บ้านพารวยยาง 7-11	84	33	44	9.5	104	12	13	2.1	65	69	7.4
8	^B MSU ตึกบัญชี	129	32	38	6.4	142	14	18	3.1	54	52	3.3
9	^B MSU หอเก็บพร	258	34	45	10.9	142	15	19	3.9	56	58	7.0
10	^B RMU วัยศุกรศาสตร์	148	32	41	7.8	184	16	20	3.3	50	51	4.6
11	^B RMU หน้าตึกศุภศาสตร์	181	31	39	7.1	189	18	22	3.5	42	43	3.6
12	^A KKU อเนกประสงค์	122	47	57	9.3	130	34	41	7.3	28	27	1.9
13	^B KKU หน้าตึกพิมพ์	117	54	63	11.3	150	23	28	4.5	58	56	6.8
14	^A KKU ตึกเภสัช	220	57	68	10.8	198	26	31	4.8	54	54	6.1
15	^A KKU หอพักพยาบาล	206	51	62	9.3	174	26	30	4.4	50	51	4.9
16	^A KKU แปลงเกษตร	161	49	58	9.6	133	30	36	5.8	39	38	3.9
17	^A KKU ตึกอธิการ	105	42	51	8.7	113	32	41	7.5	24	21	1.2
18	^A KKU จากคอมพิวเตอร์	184	54	68	12.7	220	29	34	5.8	46	49	6.9
19	^A KKU ศูนย์ศิลปะ	157	30	37	5.6	172	25	31	4.8	17	16	0.8
20	^A KKU บ้ายฝั่งเขา	108	63	72	11.5	166	29	34	5.3	53	53	6.1
ตำแหน่งการติดตั้ง: ^A ถนนสายรอง, ^B ถนนท้องถิ่น												

ตำแหน่งการติดตั้ง: ^A ถนนสายรอง, ^B ถนนท้องถิ่น

4.2 แบบจำลองความเร็วของรถจักรยานยนต์

เมื่อใช้วิธีการถดถอยแบบเชิงเส้นวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและขนาดของเนิน สามารถสร้างแบบจำลองความเร็วของรถจักรยานยนต์ขณะขับขึ้นเนินได้ ดังแสดงในสมการ (5) และ (6)

$$V_{\text{mean}} = 7.71 + 119H + 0.701W \quad (5)$$

R-Sq = 80.4%

$$V_{85\text{th}} = 9.56 + 153H + 0.701W \quad (6)$$

R-Sq = 78.6%

เมื่อ :
 V_{Mean} = ความเร็วเฉลี่ยขณะข้ามเนิน (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

$V_{85\text{th}}$ = ความเร็วที่ 85 เปอร์เซนต์ไทล์ ขณะข้ามเนิน (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

H = ความสูง (เมตร)

W = ความกว้าง (เมตร)

สมการที่พัฒนาขึ้น สามารถทำนายความเร็วของรถจักรยานยนต์ขณะสัญจรผ่านเนินและขนาดความสูงและความกว้างที่เหมาะสมได้

4.3 เปรียบเทียบกับมาตรฐานต่างประเทศ

เมื่อใช้ขนาดเนินชะลอความเร็วขนาดมาตรฐานในประเทศสหรัฐอเมริกา[6] ดังแสดงในตารางที่ 3 ทำนายความเร็วของรถจักรยานยนต์ตามแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นในหัวข้อ 4.3 พบว่า รถจักรยานยนต์จะข้ามเนินมาตรฐานแบบ 12-foot hump, 14-foot hump และเนินแบบ 22-foot

table ด้วยความเร็วเฉลี่ยในช่วง 19-22 กิโลเมตรต่อชั่วโมง 21-24 กิโลเมตรต่อชั่วโมงและ 20-22 กิโลเมตรต่อชั่วโมงตามลำดับ และใช้ความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทม์ในช่วง 24-27 กิโลเมตรต่อชั่วโมง 25-27 กิโลเมตรต่อชั่วโมงและ 28-30 กิโลเมตรต่อชั่วโมงตามลำดับ จะเห็นได้ว่าเนินชะลอความเร็วขนาดมาตรฐาน สามารถควบคุมความเร็วของรถจักรยานยนต์ให้อยู่ในช่วงระหว่าง 25-30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งเป็นความเร็วที่เหมาะสมสำหรับการสัญจรในถนนสายย่อย

เมื่อเปรียบเทียบความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทม์ของรถจักรยานยนต์กับความเร็วตามขนาดเนินมาตรฐานพบว่า รถจักรยานยนต์จะใช้ความเร็วในการข้ามเนินต่ำกว่าความเร็วตามมาตรฐานต่างประเทศ ในช่วง 17-27%, 37-42%, 20-33% ตามลำดับ ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ผู้ขับขีรถจักรยานยนต์ใช้ความเร็วขณะผ่านเนินชะลอความเร็วต่ำกว่าความเร็วของยานยนต์ในต่างประเทศ ซึ่งโดยมาก เป็นความเร็วที่พิจารณาจากยานพาหนะประเภทรถยนต์นั่งส่วนบุคคล

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบความเร็วของรถจักรยานยนต์และความเร็วของเนินมาตรฐานในประเทศสหรัฐอเมริกา

รูปแบบเนิน ชะลอความเร็ว	ขนาดเนินมาตรฐาน		ความเร็วเฉลี่ย (Kph) MC _{สมการ(5)}	ความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทม์		
	H (cm)	W (m)		ITE	MC _{สมการ(6)}	ΔV
12-foot hump	8 -10	3.6	19-22	29-37	24-27	17-27%
14-foot hump	8 -10	4.2	20-22	40-48	25-27	37-42%
22-foot table	8 -10	6.6	21-24	35-45	28-30	20-33%

ดังนั้นขนาดของเนินชะลอความเร็วที่ติดตั้งเพื่อชะลอความเร็วสำหรับรถยนต์นั่งส่วนบุคคลจากมาตรฐานของสหรัฐอเมริกาซึ่งแนะนำโดย ITE จึงมีความเหมาะสมสำหรับการติดตั้งเพื่อชะลอความเร็วของยานพาหนะในประเทศไทยในแง่การควบคุมความเร็ว เนื่องจากสามารถควบคุมความเร็วของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลและรถจักรยานยนต์ อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างของความเร็วของรถทั้งสองชนิด อาจนำมาสู่อุบัติเหตุในรูปแบบต่างๆ ซึ่งเป็นประเด็นที่ควรต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมในอนาคต

5. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาความเร็วอิสระของรถจักรยานยนต์เมื่อผ่านเนินชะลอความเร็วและเนินกระแทก 20 ตำแหน่งซึ่งมีความกว้างระหว่าง 0.3 -14.80 เมตร ความสูงระหว่าง 5.00 - 18.00 เซนติเมตร พบว่า

- การเบี่ยงเบนแนวทางตั้ง สามารถลดความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทม์ของรถจักรยานยนต์ได้ 15-69%
- การเบี่ยงเบนแนวทางตั้ง สามารถควบคุมความเร็วของรถจักรยานยนต์ให้มีค่าใกล้เคียงกัน

มากขึ้นกว่าในช่วงถนนปกติเมื่อพิจารณาจากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็ว

- สามารถสร้างแบบจำลองเพื่อหาค่าความเร็วเฉลี่ยและความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทม์ของรถจักรยานยนต์ขณะขับผ่านเนินชะลอความเร็วจากขนาดความกว้างและความสูงของเนินชะลอความเร็ว
- ขนาดเนินชะลอความเร็วตามมาตรฐานในประเทศสหรัฐอเมริกา สามารถควบคุมความเร็วของรถจักรยานยนต์ให้อยู่ในช่วง 25-30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งเป็นความเร็วที่เหมาะสมสำหรับใช้สัญจรในถนนสายย่อยและถนนสายท้องถิ่นในประเทศไทย

ดังนั้นขนาดของเนินที่ติดตั้งเพื่อชะลอความเร็วของยานพาหนะที่สัญจรบนท้องถนน สามารถใช้ขนาดตามมาตรฐาน ที่มีการติดตั้งในถนนสายย่อยหรือถนนสายท้องถิ่น ในต่างประเทศได้

อย่างไรก็ตาม พบว่ารถจักรยานยนต์ใช้ความเร็วต่ำกว่ารถยนต์นั้น ความแตกต่างของความเร็วของรถยนต์นั้นและรถจักรยานยนต์ขณะข้ามเนินชะลอความเร็วอาจนำมาสู่อุบัติเหตุในรูปแบบต่างๆ ซึ่งเป็นประเด็นที่ควรต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมในอนาคต

6. กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลงด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ศูนย์วิชาการเพื่อความปลอดภัยทางถนน (ศวปถ.) มูลนิธิสาธารณสุขแห่งชาติ (มสช.) และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.) ผู้ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้ ภายใต้โครงการ การศึกษาและพัฒนาชุดความรู้ในด้านวิศวกรรมจราจรเพื่อความปลอดภัยทางถนน ในชุมชน ชนบท ระยะที่ 1 และขอขอบ พระคุณท่านอาจารย์ จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม และท่านอาจารย์จากภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ช่วยให้คำปรึกษาแนะนำในงานวิจัย

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Allan P, inventor; Austroads Inc. assignee. Guide to Road Safety Part 3: Speed Limits and Speed Management. Australia. 2008 Feb.
- [2] T.F.Fwa. Geometric Characterization of Road Humps for Speed-Control Design. J Transp Eng. 1992; 118(4):593-598.
- [3] P.K. Sahoo. Geometric Design of Speed Control Humps in Bhubaneswar City. IJATCE. 2009;1(1):70-73.
- [4] Philip AW, John PB. Towards a North American Geometric Design Standard for Speed Humps. ITE JOURNAL. 2000;70(1): 30-34.
- [5] McLean J, Croft P, Elazar N, Roper P. inventor; Austroads Ltd., assignee. Safe Intersection Approach Treatments and Safer Speeds Through Intersections: Final Report, Phase 1. Australia. 2010.
- [6] Institute of Transportation Engineers. Traffic Calming: State of the Practice. ITE/FHWA [serial online] 1999 Aug . Available from :URL: <http://www.ite.org/traffic/tcstate.asp>.
- [7] Webster DC, inventor; Institute of Transportation Engineers Inc., assignee. Road humps for controlling vehicle speeds. Washington D.C. 1993 Sep 21.
- [8] Margaret P, Sooklall R, Bahar G. inventor; Institute of Transportation Engineers Inc., assignee. Updated Guidelines for the Design and Application of Speed Humps. Washington D.C. 2012 Jan 31.
- [9] Sulikflee M. Evaluation of Effectiveness of Flat Top Hump in Hat Yai City, Songkla Thailand [M.Eng thesis], Songkla: Prince of Songkla University; 2008. (In Thai).
- [10] Boonsap W, Sanya M, Varit T, Sarunyapong I. Traffic Calming at Crossroads Using Speed Bumps/Speed Humps A Case Study in Thammasat University, Rangsit Campus. TIJSAT. 2012;19(1):60-71. (In Thai).
- [11] Kanlaya V. Statistical data analysis using Excel Method. 3th ed. St. Thailand: Bangkok; 2011.