การออกแบบป้ายเพื่อลดความเร็วจราจรก่อนถึงทางโค้ง

นายธวัชชัย แสงรัตน์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2552

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DESIGN OF SIGNS TO REDUCE TRAFFIC SPEEDS BEFORE ROAD CURVATURES

Mr. Thawatchai Saengrat

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering Program in Civil Engineering

Department of Civil Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2009

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบป้ายเพื่อลดความเร็วจราจรก่อนถึงทางโค้ง
โดย	นายธวัชชัย แสงรัตน์
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ ดร. จิตติชัย รุจนกนกนาฏ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. สรวิศ นฤปิติ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์ ดร. จิตติชัย รุจนกนกนาฏ)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ดร. พลเทพ เลิศวรวนิช)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ธวัชชัย แสงรัตน์: การออกแบบป้ายเพื่อลดความเร็วจราจรก่อนถึงทางโค้ง. (DESIGN OF SIGNS TO REDUCE SPEEDS BEFORE ROAD CURVATURES) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อ.ดร. จิตติชัย รุจนกนกนาฏ, 269 หน้า.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาพฤติกรรมการขับขี่จริงอันเนื่องมาจากป้ายจราจรและตำแหน่งการชะลอความเร็วของผู้ขับขี่เมื่อเข้าสู่ทางโค้งจากการเก็บข้อมูลภาคสนามในประเทศไทย เนื่องจากรูปแบบการออกแบบและติดตั้งป้ายจราจรที่ทางโค้งในประเทศไทยนั้นมักดำเนินการตามมาตรฐานสากล ซึ่งรายละเอียดและข้อกำหนดบางประการอาจไม่สอดคล้องกับพฤติกรรมของผู้ขับขี่ในประเทศไทย ระเบียบวิธีวิจัยในการศึกษานี้ประกอบด้วยสองส่วนคือ 1) การเก็บข้อมูลความเร็วของยานพาหนะที่เข้าสู่ทางโค้งสองช่องทางจราจรจากปืนตรวจจับความเร็ว โดยมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการติดตั้งป้ายจราจรเป็น 5 รูปแบบที่แตกต่างกัน เพื่อศึกษาพฤติกรรมของผู้ขับขี่และประเมินผลที่เกิดขึ้นจากการติดตั้งป้ายจราจรรูปแบบต่าง ๆ และ2) การเก็บข้อมูลจราจรจากกล้องวีดิทัศน์ของรถที่เข้าสู่ทางโค้งจากพื้นที่ศึกษาสามแห่งและวาดแสดงการเดินทางของยานพาหนะแต่ละคันบนแผนภาพเวลา-ระยะทาง จากนั้นจึงนำมาคำนวณหาจุดเริ่มต้นการชะลอความเร็ว ผลการศึกษาพบว่า การแจ้งเตือนที่ทางโค้งโดยป้ายจราจรที่แตกต่างกันมีผลต่อพฤติกรรมผู้ขับขี่ และในการเลือกรูปแบบป้ายเตือนที่ทางโค้งนั้นก็ควรจะพิจารณาปัจจัยหลายอย่างเข้าด้วยกัน และควรมีการปรับใช้ป้ายจราจรที่แตกต่างกันในทางโค้งแต่ละประเภท เช่น ที่ทางโค้งราบรัศมีกว้างควรใช้เพียงป้ายเตือนทางโค้งเท่านั้น ที่ทางโค้งดิ่งควรใช้ป้ายเตือนทางโค้งและป้ายจำกัดความเร็ว ที่ทางโค้งราบรัศมีแคบและทางโค้งกลับทิศควรใช้ป้ายเตือนทางโค้งร่วมกับป้ายจำกัดความเร็วและป้ายเตือนข้อความ ("โค้งอันตราย") นอกจากนั้น ยังพบว่า ระยะเริ่มต้นของการชะลอความเร็วก่อนถึงทางโค้งไม่ขึ้นอยู่กับความเร็วอิสระก่อนเข้าทางโค้งแต่ขึ้นกับลักษณะทางกายภาพของทางโค้งนั้น โดยสรุป การวิจัยนี้เสนอแนะว่า ในการพิจารณาออกแบบรูปแบบและการติดตั้งป้ายเตือนก่อนถึงทางโค้งนั้นควรทำการศึกษาอย่างละเอียดถึงลักษณะทางเรขาคณิตของทางโค้งและพฤติกรรมของผู้ขับขี่ เพื่อให้ป้ายเตือนนั้นมีประสิทธิภาพในการให้ผู้ขับขี่ลดความเร็วได้อย่างเหมาะสมและปลอดภัย

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา
สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา 2552

ลายมือชื่อนิสิต.....
ลายมือชื่อ อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

51703266211 : MAJOR CIVIL ENGINEERING

KEYWORDS: DRIVING BEHAVIORS / HIGHWAY DESIGN / TRAFFIC ENGINEERING / TRAFFIC SIGNS

THAWATCHAI SAENGRAT: DESIGN OF SIGNS TO REDUCE TRAFFIC SPEEDS BEFORE ROAD CURVATURES. THESIS ADVISOR: JITTICHAI RUDJANAKANOKNAD, Ph.D., 269 pp.

This thesis investigates actual driving behavior affected by traffic signs and the starting point of vehicle deceleration when approaching roadway curves. Since the form, design, and installation of traffic signs in Thailand usually follow international standards; therefore, some design details and specifications might not be suitable with Thai drivers. The methods used in study consist of two parts. First, the speed data were collected by speed guns upstream of the curves with five different traffic sign configurations. This was done to understand driver behaviors and evaluate the effects of different signage. Secondly, traffic data approaching curves were collected by video cameras at three study sites. Then, vehicle trajectories were plotted in the time-space diagram to analyze the locations where vehicles started to decelerate. The study results show that curve advanced warning using different traffic signs affected driving behavior. To select the appropriate traffic signs at each site, several factors should be considered together. Different curve types would require different traffic signs. For example, a warning sign would be sufficient for a large-radius horizontal curve; a warning sign with informed speed limit would be used at vertical curve; however, a warning sign with informed speed limit and a message sign (Dangerous Curve) should be installed at reverse curves and small-radius horizontal curves. In addition, the study found that the locations where vehicles started to decelerate are independent of vehicles' entering speeds but depends on only curves' physical characteristics. In summary, the research suggested that to design and install of curve warning signs, geometric designs as well as driving behaviors would be carefully studied such that the signs would be effective in slowing the driver properly and safely.

Department: Civil Engineering Student's Signature.....

Field of Study: Civil Engineering Advisor's Signature.....

Academic Year: 2009

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี โดยได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก อาจารย์ ดร. จิตติชัย รุจนกนกนาฏ อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ให้แนวคิด คำปรึกษา คำแนะนำ ตลอดจนการแก้ไขข้อบกพร่องในการทำวิทยานิพนธ์ตั้งแต่เริ่มต้นจนสำเร็จเสร็จสิ้น รวมทั้งให้โอกาสในการทำงานต่าง ๆ เพื่อเสริมสร้างประสบการณ์แก่ข้าพเจ้า ซึ่งข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในความเอาใจใส่ดูแลเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. สรวิศ นฤปิติ และดร. พลเทพ เลิศวรวนิช ที่กรุณาให้คำแนะนำ ให้ความรู้และสละเวลามาเป็นคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และขอขอบพระคุณคณาจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่งและการจราจร ภาควิชาวิศวกรรมโยธา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้อันเป็นประโยชน์ทั้งในการทำวิจัยและการประกอบอาชีพในอนาคตแก่ข้าพเจ้า

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่สำนักทางหลวงชนบทที่ 3 จังหวัดชลบุรี กรมทางหลวงชนบท สำหรับการอำนวยความสะดวกในการสำรวจสถานที่ และขอขอบคุณเพื่อนนิสิตปริญญาโทภาควิศวกรรมโยธาสำหรับการเก็บข้อมูลภาคสนามในการทดลองของงานวิจัยครั้งนี้ ซึ่งทำให้งานวิจัยนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณกรมทางหลวงที่อนุญาตให้ข้าพเจ้าลาศึกษาต่อและสนับสนุนทุนการศึกษาแก่ข้าพเจ้า สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดาและมารดาที่คอยอบรมสั่งสอน ดูแล และห่วงใย รวมทั้งน้องที่คอยเป็นกำลังใจและร่วมยินดีกับข้าพเจ้าเสมอมา ครอบครัวเป็นกำลังใจที่ดีและเป็นแรงผลักดันที่ทำให้ข้าพเจ้าสามารถประสบความสำเร็จได้ในวันนี้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฎ
สารบัญภาพ ..... ด
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย 3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
1.5 วิธีดำเนินการวิจัย 4
1.6 ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิจัย 5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 7
2.1 มาตรฐานการออกแบบและติดตั้งป้ายจราจรที่ทางโค้ง 7
2.1.1 มาตรฐานการออกแบบและติดตั้งป้ายจราจรที่ทางโค้งในประเทศไทย 7
2.1.2 มาตรฐานการออกแบบและติดตั้งป้ายจราจรที่ทางโค้งในต่างประเทศ 23
2.2 ลักษณะทางกายภาพของทางโค้งและการคำนวณที่เกี่ยวข้อง 35
2.2.1 ระยะมองเห็นปลอดภัยสำหรับการหยุดของผู้ขับขี่ 36
2.2.2 ระยะมองเห็นปลอดภัยบนทางโค้งราบ 36
2.2.3 การยกโค้งบนทางโค้งราบ 37
2.2.4 ระยะมองเห็นปลอดภัยบนทางโค้งดิ่ง 38
2.2.5 การคำนวณความเร็วปลอดภัยในการเข้าทางโค้ง 39
2.3 พฤติกรรมการขับขี่ที่ทางโค้งในการศึกษาที่ผ่านมา 42
2.3.1 พฤติกรรมการขับขี่ที่ทางโค้งในการศึกษาที่ผ่านมาในประเทศไทย 42
2.3.2 พฤติกรรมการขับขี่ที่ทางโค้งในการศึกษาที่ผ่านมาในต่างประเทศ 44
2.4 การศึกษาพฤติกรรมการขับขี่โดยการใช้แผนภาพเวลา-ระยะทาง 50
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 52

หน้า

3.1 การทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 52
3.2 แนวทางการคัดเลือกสถานที่เก็บข้อมูล 55
3.3 วิธีการเก็บข้อมูล 57
3.3.1 กลุ่มตัวอย่างที่ทำการวิจัย 57
3.3.2 การเก็บข้อมูลความเร็วเฉพาะจุด กรณีการทดลองรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็ว 58
3.3.3 การเก็บข้อมูลเวลาและระยะทาง กรณีการสำรวจหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วจากป้ายจำกัดความเร็ว 62
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล 63
3.4.1 การวิเคราะห์ข้อมูล กรณีการทดลองรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็ว 64
3.4.2 ตัวชี้วัดความมีประสิทธิภาพ กรณีการทดลองรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็ว 66
3.4.3 การวิเคราะห์ข้อมูล กรณีการสำรวจหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วจากป้ายจำกัดความเร็ว 69
บทที่ 4 ผลการศึกษาการทดลองรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็ว 74
4.1 ทางโค้งราบรัศมีกว้าง (ทางโค้งประเภทที่ 1) 77
4.1.1 ลักษณะทางกายภาพ กรณีทางโค้งราบรัศมีกว้าง 77
4.1.2 ข้อมูลที่เก็บได้จากภาคสนาม กรณีทางโค้งราบรัศมีกว้าง 77
4.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูล กรณีทางโค้งราบรัศมีกว้าง 78
4.2 ทางโค้งราบรัศมีแคบ (ทางโค้งประเภทที่ 2) 87
4.2.1 ลักษณะทางกายภาพ กรณีทางโค้งราบรัศมีแคบ 87
4.2.2 ข้อมูลที่เก็บได้จากภาคสนาม กรณีทางโค้งราบรัศมีแคบ 87
4.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล กรณีทางโค้งราบรัศมีแคบ 88
4.3 ทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง (ทางโค้งประเภทที่ 3) 97
4.3.1 ลักษณะทางกายภาพ กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง 97
4.3.2 ข้อมูลที่เก็บได้จากภาคสนาม กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง 97
4.3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง 98

หน้า

4.4 ทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ (ทางโค้งประเภทที่ 4) 105
4.4.1 ลักษณะทางกายภาพ กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ 105
4.4.2 ข้อมูลที่เก็บได้จากภาคสนาม กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ 106
4.4.3 การวิเคราะห์ข้อมูล กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ 107
4.5 ทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน (ทางโค้งประเภทที่ 5) 115
4.5.1 ลักษณะทางกายภาพ กรณีทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน 115
4.5.2 ข้อมูลที่เก็บได้จากภาคสนาม กรณีทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน 115
4.5.3 การวิเคราะห์ข้อมูล กรณีทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน 116
4.6 การคำนวณหาความเร็วปลอดภัยในการเข้าทางโค้ง 122
4.7 สรุปผลการทดลองรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็ว 123
4.7.1 ความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้ง 123
4.7.2 ร้อยละจำนวนรถยนต์ที่จุดเริ่มต้นทางโค้งซึ่งมีความเร็วน้อยกว่าความเร็วที่จำกัด 124
4.7.3 ความราบเรียบของความเร็ว 125
4.7.4 ร้อยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วที่ลดลง 126
4.7.5 ตัวอย่างการคำนวณหารูปแบบการติดตั้งป้ายที่เหมาะสมสำหรับทางโค้งประเภทต่าง ๆ 128
บทที่ 5 ผลการศึกษาการสำรวจหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วจากป้ายจำกัดความเร็ว 133
5.1 ทางโค้งข้ามทางแยกบริเวณชุมทางต่างระดับถนนบรมราชชนนี-ถนนราชพฤกษ์ ช่วงกม.5+516-กม.5+800 (พื้นที่ศึกษาที่ 1) 139
5.2 สะพานทางโค้งกลับทิศบริเวณทางแยกถนนบรมราชชนนี-ถนนพุทธมณฑลสาย 1 ช่วงกม.7+160-กม.7+360 (พื้นที่ศึกษาที่ 2) 146
5.3 สะพานทางโค้งกลับทิศบนถนนกาญจนาภิเษก ช่วงกม.26+810-กม.27+110 (พื้นที่ศึกษาที่ 3) 152
5.4 สรุปผลการสำรวจหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วจากป้ายจำกัดความเร็ว 158
บทที่ 6 สรุปผลการศึกษา 161
6.1 สรุปผลการศึกษา 161

หน้า

6.1.1 พฤติกรรมการขับขี่บนทางโค้งที่มีการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วรูปแบบต่าง ๆ กัน 161
6.1.2 ระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วจากป้ายจำกัดความเร็ว 163
6.1.3 รูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วที่เหมาะสมกับทางโค้งประเภทต่าง ๆ 164
6.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมการขับขี่ที่ทางโค้งในการศึกษาที่ผ่านมา 166
6.3 ความสอดคล้องกับรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วตามมาตรฐานกรมทางหลวง 167
6.4 ความสอดคล้องกับระยะการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วตามมาตรฐานกรมทางหลวงหรือ MUTCD 169
6.5 ข้อเสนอแนะต่อการศึกษาในอนาคต 170
รายการอ้างอิง 172
ภาคผนวก 174
ภาคผนวก ก ภาพแสดงการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วรูปแบบต่าง ๆ 175
ภาคผนวก ข ข้อมูลความเร็วรถยนต์ กรณีการทดลองรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็ว 189
ภาคผนวก ค หลักเกณฑ์การกำหนดคะแนนตัวชี้วัดความมีประสิทธิภาพกรณีการทดลองรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็ว 227
ภาคผนวก ง ข้อมูลเวลาและระยะทาง กรณีการสำรวจหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วจากป้ายจำกัดความเร็ว 231
ภาคผนวก จ ตัวอย่างการคำนวณหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วจากป้ายจำกัดความเร็วและผลลัพธ์การคำนวณที่ได้จากแต่ละพื้นที่ศึกษา 251
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 269

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 ลำดับขั้นตอนการวิจัย 6
2.1 ขนาดของป้ายจราจร 10
2.2 ระยะสำหรับติดตั้งป้ายจราจรเพื่อเตือนผู้ขับขี่ 13
2.3 ขนาดของป้ายและเงื่อนไขการใช้งาน 17
2.4 ระยะสำหรับติดตั้งป้ายจราจรแบ่งตามเงื่อนไขและความเร็ว 21
2.5 ป้ายเตือนในสถานการณ์ต่าง ๆ 21
2.6 ลำดับการติดตั้งเครื่องหมายจราจรที่ทางโค้ง 22
2.7 ลักษณะทางเรขาคณิตของป้ายบังคับ 24
2.8 ลักษณะสีของป้ายบังคับ 24
2.9 ลักษณะของป้ายบังคับ 25
2.10 ตัวอย่างประเภทของป้ายเตือน 28
2.11 ตัวอย่างขนาดของป้ายเตือน 29
2.12 ระยะติดตั้งป้ายเตือน 31
2.13 การเลือกใช้ป้ายเตือนทางโค้งราบ 32
2.14 การเปรียบเทียบคู่มือการออกแบบ 35
2.15 ความเร็วปลอดภัยในการเข้าทางโค้งที่ความเร็วต่างๆ 40
3.1 ความเร็วเฉลี่ยที่ระยะทางต่างๆ ของแต่ละรูปแบบการติดตั้ง 64
3.2 การเปรียบเทียบรูปแบบการติดตั้งป้าย 66
3.3 ข้อมูลเวลาและระยะทาง 70
3.4 การกระจายความถี่ของระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว 72
4.1 จำนวนตัวอย่างรถยนต์ที่เก็บได้ในภาคสนาม 75
4.2 วันและเวลาที่ทำการทดลองรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วในภาคสนาม 75
4.3 รายละเอียดจำนวนตัวอย่างรถยนต์ที่เก็บได้ในภาคสนาม กรณีทางโค้งราบรัศมีกว้าง 78
4.4 ร้อยละการเพิ่มลดของความเร็วเฉลี่ยระหว่างจุดวัดความเร็ว กรณีทางโค้งราบรัศมีกว้าง 81
4.5 การทดสอบผลต่างของค่าความเร็วเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์
กรณีทางโค้งราบรัศมีกว้าง 82

ตารางที่ หน้า

4.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์ กรณีทางโค้งราบรัศมีกว้าง 85
4.7 การเปรียบเทียบเชิงซ้อนความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์ กรณีทางโค้งราบรัศมีกว้าง 86
4.8 รายละเอียดจำนวนตัวอย่างรถยนต์ที่เก็บได้ในภาคสนาม กรณีทางโค้งรัศมีแคบ 88
4.9 ร้อยละการเพิ่มลดของความเร็วเฉลี่ยระหว่างจุดวัดความเร็ว กรณีทางโค้งราบรัศมีแคบ 91
4.10 การทดสอบผลต่างของค่าความเร็วเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์ กรณีทางโค้งราบรัศมีแคบ 92
4.11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์ กรณีทางโค้งราบรัศมีแคบ 95
4.12 การเปรียบเทียบเชิงซ้อนความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์ กรณีทางโค้งราบรัศมีแคบ 96
4.13 รายละเอียดจำนวนตัวอย่างรถยนต์ที่เก็บได้ในภาคสนาม กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง 98
4.14 ร้อยละการเพิ่มลดของความเร็วเฉลี่ยระหว่างจุดวัดความเร็ว กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง 102
4.15 การทดสอบผลต่างของค่าความเร็วเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์ กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง 102
4.16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์ กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง 105
4.17 รายละเอียดจำนวนตัวอย่างรถยนต์ที่เก็บได้ในภาคสนาม กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ 106
4.18 ร้อยละการเพิ่มลดของความเร็วเฉลี่ยระหว่างจุดวัดความเร็ว กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ 110
4.19 การทดสอบผลต่างของค่าความเร็วเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์ กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ 111
4.20 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์ กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ 113

ตารางที่ หน้า

4.21 การเปรียบเทียบเชิงซ้อนความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์ กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ 114
4.22 รายละเอียดจำนวนตัวอย่างรถยนต์ที่เก็บได้ในภาคสนาม กรณีทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน 116
4.23 ร้อยละการเพิ่มลดของความเร็วเฉลี่ยระหว่างจุดวัดความเร็ว กรณีทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน 119
4.24 การทดสอบผลต่างของค่าความเร็วเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์ กรณีทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน 120
4.25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์ กรณีทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน 122
4.26 ค่าความเร็วปลอดภัยในการเข้าทางโค้ง 123
4.27 ค่าความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้ง 124
4.28 ค่าร้อยละจำนวนรถยนต์ที่มีความเร็วน้อยกว่าความเร็วที่จำกัดที่จุดเริ่มต้นทางโค้ง 124
4.29 ค่าความราบเรียบของความเร็วเนื่องจากรูปแบบการติดตั้งป้าย 125
4.30 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในแต่ละรูปแบบการติดตั้งป้ายของทุกประเภททางโค้ง 127
4.31 ค่าร้อยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วที่ลดลง 128
4.32 การประเมินผลรูปแบบการติดตั้งป้ายด้วยตัวชี้วัดความมีประสิทธิภาพ กรณีทางโค้งราบรัศมีกว้าง 129
4.33 การประเมินผลรูปแบบการติดตั้งป้ายด้วยตัวชี้วัดความมีประสิทธิภาพ กรณีทางโค้งราบรัศมีแคบ 130
4.34 การประเมินผลรูปแบบการติดตั้งป้ายด้วยตัวชี้วัดความมีประสิทธิภาพ กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง 130
4.35 การประเมินผลรูปแบบการติดตั้งป้ายด้วยตัวชี้วัดความมีประสิทธิภาพ กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ 131
4.36 การประเมินผลรูปแบบการติดตั้งป้ายด้วยตัวชี้วัดความมีประสิทธิภาพ กรณีทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน 131
5.1 ตัวอย่างการคำนวณหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 1 142
5.2 ค่าระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วและค่าความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้ง กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 1 143
5.3 ลักษณะกลุ่มตัวอย่างโดยพิจารณาความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้ง กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 1 143

ตารางที่ หน้า

5.4 การทดสอบความแตกต่างของกลุ่มตัวอย่างโดยพิจารณาความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้ง ที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์ กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 1 144
5.5 ลักษณะกลุ่มตัวอย่างโดยพิจารณาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 1 144
5.6 การทดสอบความแตกต่างของกลุ่มตัวอย่างโดยพิจารณาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์ กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 1 145
5.7 ตัวอย่างการคำนวณหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 2 148
5.8 ค่าระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วและค่าความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้ง กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 2 149
5.9 ลักษณะกลุ่มตัวอย่างโดยพิจารณาความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้ง กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 2 149
5.10 การทดสอบความแตกต่างของกลุ่มตัวอย่างโดยพิจารณาความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้ง ที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์ กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 2 150
5.11 ลักษณะกลุ่มตัวอย่างโดยพิจารณาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 2 150
5.12 การทดสอบความแตกต่างของกลุ่มตัวอย่างโดยพิจารณาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว ที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์ กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 2 151
5.13 ตัวอย่างการคำนวณหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 3 154
5.14 ค่าระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วและค่าความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้ง กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 3 155
5.15 ลักษณะกลุ่มตัวอย่างโดยพิจารณาความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้ง กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 3 155
5.16 การทดสอบความแตกต่างของกลุ่มตัวอย่างโดยพิจารณาความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้ง ที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์ กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 3 156
5.17 ลักษณะกลุ่มตัวอย่างโดยพิจารณาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 3 156
5.18 การทดสอบความแตกต่างของกลุ่มตัวอย่างโดยพิจารณาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว ที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์ กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 3 157
6.1 การเปรียบเทียบรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วก่อนเข้าทางโค้ง 168
6.2 การเปรียบเทียบระยะติดตั้งป้ายเตือนทางโค้งบริเวณก่อนเข้าทางโค้ง 169
ข.1 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ A กรณีทางโค้งราบรัศมีกว้าง 191
ข.2 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ B กรณีทางโค้งราบรัศมีกว้าง 192
ข.3 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ C กรณีทางโค้งราบรัศมีกว้าง 194
ข.4 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ D กรณีทางโค้งราบรัศมีกว้าง 195
ข.5 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ E กรณีทางโค้งราบรัศมีกว้าง 196

ตารางที่ หน้า

ข.6 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ A กรณีทางโค้งราบรัศมีแคบ 198
ข.7 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ B กรณีทางโค้งราบรัศมีแคบ 199
ข.8 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ C กรณีทางโค้งราบรัศมีแคบ 200
ข.9 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ D กรณีทางโค้งราบรัศมีแคบ 201
ข.10 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ E กรณีทางโค้งราบรัศมีแคบ 203
ข.11 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ A กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง 204
ข.12 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ B กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง 206
ข.13 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ C กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง 208
ข.14 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ D กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง 209
ข.15 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ E กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง 211
ข.16 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ A กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ 212
ข.17 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ B กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ 214
ข.18 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ C กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ 215
ข.19 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ D กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ 216
ข.20 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ E กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ 218
ข.21 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ A กรณีทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน 219
ข.22 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ B กรณีทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน 221
ข.23 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ C กรณีทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน 222
ข.24 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ D กรณีทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน 224
ข.25 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ E กรณีทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน 225
ค.1 ค่าน้ำหนักคะแนนของแต่ละตัวชี้วัดความประสิทธิภาพ 228
ค.2 คะแนนตัวชี้วัดความมีประสิทธิภาพ กรณีความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้ง 229
ค.3 คะแนนตัวชี้วัดความมีประสิทธิภาพ กรณีร้อยละจำนวนรถยนต์ที่จุดเริ่มต้นทางโค้งซึ่งมีความเร็วน้อยกว่าความเร็วที่จำกัด 229
ค.4 คะแนนตัวชี้วัดความมีประสิทธิภาพ กรณีความราบเรียบของความเร็ว 229
ค.5 คะแนนตัวชี้วัดความมีประสิทธิภาพ กรณีร้อยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วที่ลดลง 230
ค.6 คะแนนตัวชี้วัดความมีประสิทธิภาพ กรณีต้นทุนการติดตั้งและดูแลรักษา 230

ตารางที่ หน้า

ง.1 ข้อมูลเวลาและระยะทางของรถยนต์ กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 1 232
ง.2 ข้อมูลเวลาและระยะทางของรถยนต์ กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 2 237
ง.3 ข้อมูลเวลาและระยะทางของรถยนต์ กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 3 242
จ.1 ระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 1 256
จ.2 ระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 2 258
จ.3 ระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 3 259
จ.4 ความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งและระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 1 262
จ.5 ความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งและระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 2 264
จ.6 ความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งและระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 3 266

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1.1 ตัวอย่างทางโค้งราบในพื้นที่ชนบท สายทาง ชบ.5010 2
1.2 ภาพรวมของการดำเนินการวิจัย 5
2.1 ตัวอย่างป้ายจำกัดความเร็วและป้ายเตือนความเร็ว 8
2.2 ตัวอย่างป้ายเตือนทางโค้งประเภทต่าง ๆ 9
2.3 แนวทางการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วบริเวณทางโค้งราบ 14
2.4 ตัวอย่างทางโค้งราบประเภทต่าง ๆ 16
2.5 ตัวอย่างงทางโค้งดิ่งนอกเมืองขึ้นเนิน 16
2.6 ระยะการติดตั้งป้ายบริเวณข้างทาง 18
2.7 ตัวอย่างแสดงป้ายจำกัดความเร็ว 26
2.8 ตัวอย่างความสูงและตำแหน่งด้านข้างของป้าย 27
2.9 ตัวอย่างป้ายเตือนแบบต่าง ๆ 29
2.10 ตัวอย่างป้ายจำกัดความเร็วที่ทางโค้ง 33
2.11 แนวทางการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วที่ทางโค้ง 34
2.12 ระยะมองเห็นปลอดภัยบนทางโค้ง 37
2.13 แรงต่าง ๆ ที่กระทำต่อยานพาหนะขณะวิ่งผ่านทางโค้ง 38
2.14 ลักษณะทางโค้งดิ่งคว่ำ 39
3.1 การติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วรูปแบบ A 58
3.2 การติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วรูปแบบ B 59
3.3 การติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วรูปแบบ C 59
3.4 การติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วรูปแบบ D 60
3.5 การติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วรูปแบบ E 61
3.6 ตัวอย่างการกำหนดตำแหน่งระยะทาง 63
3.7 ตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยและระยะทางของแต่ละรูปแบบการติดตั้ง 65
3.8 การคำนวณหาผลต่างระหว่างความเร็วที่เกิดขึ้นจริงและความเร็วที่คำนวณจากความหน่วงคงที่ที่ระยะทางต่าง ๆ 68
3.9 ตัวอย่างการหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว 71

ภาพที่ หน้า

3.10 ระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ 73
4.1 สายทางที่ทำการศึกษาตั้งอยู่ที่อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี 74
4.2 การใช้ปืนวัดความเร็ว (Speed Gun) ในการเก็บข้อมูลภาคสนาม 76
4.3 ตำแหน่งโดยประมาณของผู้วัดความเร็วและทิศทางการยิงปืนวัดความเร็ว 76
4.4 ทางโค้งราบรัศมีกว้าง สายทาง ชบ.1008 77
4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรถยนต์และรูปแบบการติดตั้ง แบ่งตามประเภทรถยนต์ กรณีทางโค้งราบรัศมีกว้าง 78
4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งและรูปแบบการติดตั้ง แบ่งตามประเภทรถยนต์ กรณีทางโค้งราบรัศมีกว้าง 79
4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรถยนต์และรูปแบบการติดตั้ง แบ่งตามทะเบียนรถยนต์ กรณีทางโค้งราบรัศมีกว้าง 80
4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งและรูปแบบการติดตั้ง แบ่งตามทะเบียนรถยนต์ กรณีทางโค้งราบรัศมีกว้าง 81
4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยและระยะทางสำหรับแต่ละรูปแบบการติดตั้ง กรณีทางโค้งราบรัศมีกว้าง 84
4.10 ทางโค้งราบรัศมีแคบ สายทาง ชบ.5010 87
4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรถยนต์และรูปแบบการติดตั้ง แบ่งตามประเภทรถยนต์ กรณีทางโค้งราบรัศมีแคบ 88
4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งและรูปแบบการติดตั้ง แบ่งตามประเภทรถยนต์ กรณีทางโค้งราบรัศมีแคบ 89
4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรถยนต์และรูปแบบการติดตั้ง แบ่งตามทะเบียนรถยนต์ กรณีทางโค้งราบรัศมีแคบ 90
4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งและรูปแบบการติดตั้ง แบ่งตามทะเบียนรถยนต์ กรณีทางโค้งราบรัศมีแคบ 90
4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยและระยะทางสำหรับแต่ละรูปแบบการติดตั้ง กรณีทางโค้งราบรัศมีแคบ 94
4.16 ทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง สายทาง ชบ.1008 97

ภาพที่ หน้า

4.17 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรถยนต์และรูปแบบการติดตั้ง แบ่งตามประเภทรถยนต์ กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง 98
4.18 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งและรูปแบบการติดตั้ง แบ่งตามประเภทรถยนต์ กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง 99
4.19 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรถยนต์และรูปแบบการติดตั้ง แบ่งตามทะเบียนรถยนต์ กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง 100
4.20 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งและรูปแบบการติดตั้ง แบ่งตามทะเบียนรถยนต์ กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง 101
4.21 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยและระยะทางสำหรับแต่ละรูปแบบการติดตั้ง กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง 104
4.22 ทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ สายทาง ชบ.5010 106
4.23 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรถยนต์และรูปแบบการติดตั้ง แบ่งตามประเภทรถยนต์ กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ 107
4.24 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งและรูปแบบการติดตั้ง แบ่งตามประเภทรถยนต์ กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ 108
4.25 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรถยนต์และรูปแบบการติดตั้ง แบ่งตามทะเบียนรถยนต์ กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ 109
4.26 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งและรูปแบบการติดตั้ง แบ่งตามทะเบียนรถยนต์ กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ 109
4.27 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยและระยะทางสำหรับแต่ละรูปแบบการติดตั้ง กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ 112
4.28 ทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน สายทาง ชบ.1003 115
4.29 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรถยนต์และรูปแบบการติดตั้ง แบ่งตามประเภทรถยนต์ กรณีทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน 116
4.30 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งและรูปแบบการติดตั้ง แบ่งตามประเภทรถยนต์ กรณีทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน 117
4.31 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรถยนต์และรูปแบบการติดตั้ง แบ่งตามทะเบียนรถยนต์ กรณีทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน 118

ภาพที่ หน้า

4.32 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งและรูปแบบการติดตั้ง แบ่งตามทะเบียนรถยนต์ กรณีทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน 118
4.33 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยและระยะทางสำหรับแต่ละรูปแบบการติดตั้ง กรณีทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน 121
5.1 ตำแหน่งที่ตั้งพื้นที่ศึกษา 133
5.2 ทางโค้งข้ามทางแยกบริเวณชุมทางต่างระดับถนนบรมราชชนนี-ถนนราชพฤกษ์ (พื้นที่ศึกษาที่ 1) 134
5.3 สะพานทางโค้งกลับทิศบริเวณทางแยกถนนบรมราชชนนี-ถนนพุทธมณฑลสาย 1 (พื้นที่ศึกษาที่ 2) 134
5.4 สะพานทางโค้งกลับทิศบนถนนกาญจนาภิเษก (พื้นที่ศึกษาที่ 3) 135
5.5 การเก็บข้อมูลด้วยกล้องวีดิทัศน์ กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 1 136
5.6 ตำแหน่งและระยะถ่ายภาพ กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 1 136
5.7 การเก็บข้อมูลด้วยกล้องวีดิทัศน์ กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 2 137
5.8 ตำแหน่งและระยะถ่ายภาพ กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 2 137
5.9 การเก็บข้อมูลด้วยกล้องวีดิทัศน์ กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 3 138
5.10 ตำแหน่งและระยะถ่ายภาพ กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 3 138
5.11 การถอดข้อมูลเวลาและระยะทางโดยการกำหนดระยะบนจอภาพ 139
5.12 ตัวอย่างแผนภาพเวลา-ระยะทาง กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 1 140
5.13 ตัวอย่างการคำนวณหาความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้ง กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 1 141
5.14 ตัวอย่างการคำนวณหาสมการกำลังสอง กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 1 142
5.15 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งและระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 1 145
5.16 ตัวอย่างแผนภาพเวลา-ระยะทาง กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 2 146
5.17 ตัวอย่างการคำนวณหาความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้ง กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 2 147
5.18 ตัวอย่างการคำนวณหาสมการกำลังสอง กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 2 148
5.19 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งและระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 2 151
5.20 ตัวอย่างแผนภาพเวลา-ระยะทาง กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 3 152

ภาพที่ หน้า

5.21 ตัวอย่างการคำนวณหาความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้ง กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 3 153
5.22 ตัวอย่างการคำนวณหาสมการกำลังสอง กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 3 154
5.23 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งและระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว พื้นที่ศึกษาที่ 3 157
5.24 การเปรียบเทียบตำแหน่งเริ่มต้นชะลอความเร็วในพื้นที่ศึกษาต่าง ๆ 158
6.1 การติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วรูปแบบ A 165
6.2 การติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วรูปแบบ B 166
6.3 การติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วรูปแบบ C 166
ก.1 การติดตั้งป้ายรูปแบบ A บนทางโค้งราบรัศมีกว้าง สายทาง ชบ.1008 176
ก.2 การติดตั้งป้ายรูปแบบ B บนทางโค้งราบรัศมีกว้าง สายทาง ชบ.1008 176
ก.3 การติดตั้งป้ายรูปแบบ C บนทางโค้งราบรัศมีกว้าง สายทาง ชบ.1008 177
ก.4 การติดตั้งป้ายรูปแบบ D บนทางโค้งราบรัศมีกว้าง สายทาง ชบ.1008 177
ก.5 การติดตั้งป้ายรูปแบบ E บนทางโค้งราบรัศมีกว้าง สายทาง ชบ.1008 178
ก.6 การติดตั้งป้ายรูปแบบ A บนทางโค้งราบรัศมีแคบ สายทาง ชบ.5010 178
ก.7 การติดตั้งป้ายรูปแบบ B บนทางโค้งราบรัศมีแคบ สายทาง ชบ.5010 179
ก.8 การติดตั้งป้ายรูปแบบ C บนทางโค้งราบรัศมีแคบ สายทาง ชบ.5010 179
ก.9 การติดตั้งป้ายรูปแบบ D บนทางโค้งราบรัศมีแคบ สายทาง ชบ.5010 180
ก.10 การติดตั้งป้ายรูปแบบ E บนทางโค้งราบรัศมีแคบ สายทาง ชบ.5010 180
ก.11 การติดตั้งป้ายรูปแบบ A บนทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง สายทาง ชบ.1008 181
ก.12 การติดตั้งป้ายรูปแบบ B บนทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง สายทาง ชบ.1008 181
ก.13 การติดตั้งป้ายรูปแบบ C บนทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง สายทาง ชบ.1008 182
ก.14 การติดตั้งป้ายรูปแบบ D บนทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง สายทาง ชบ.1008 182
ก.15 การติดตั้งป้ายรูปแบบ E บนทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง สายทาง ชบ.1008 183
ก.16 การติดตั้งป้ายรูปแบบ A บนทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ สายทาง ชบ.5010 183
ก.17 การติดตั้งป้ายรูปแบบ B บนทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ สายทาง ชบ.5010 184
ก.18 การติดตั้งป้ายรูปแบบ C บนทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ สายทาง ชบ.5010 184
ก.19 การติดตั้งป้ายรูปแบบ D บนทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ สายทาง ชบ.5010 185
ก.20 การติดตั้งป้ายรูปแบบ E บนทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ สายทาง ชบ.5010 185

ภาพที่ หน้า

ก.21 การติดตั้งป้ายรูปแบบ A บนทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน สายทาง ชบ.1003 186
ก.22 การติดตั้งป้ายรูปแบบ B บนทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน สายทาง ชบ.1003 186
ก.23 การติดตั้งป้ายรูปแบบ C บนทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน สายทาง ชบ.1003 187
ก.24 การติดตั้งป้ายรูปแบบ D บนทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน สายทาง ชบ.1003 187
ก.25 การติดตั้งป้ายรูปแบบ E บนทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน สายทาง ชบ.1003 188
จ.1 แผนภาพเวลา-ระยะทาง ของรถยนต์คันที่ 15 กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 1 253
จ.2 ความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งของรถยนต์คันที่ 15 กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 1 254
จ.3 สมการกำลังสองของรถยนต์คันที่ 15 กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 1 255

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

งานวิจัยนี้เป็นการหาแนวทางออกแบบป้ายเพื่อลดความเร็วจราจรก่อนถึงทางโค้ง โดยการศึกษาพฤติกรรมการขับขี่จริงที่มีต่อรูปแบบป้าย การจัดเรียงป้าย และตำแหน่งที่ตั้งป้าย ทั้งนี้จะเป็นการทดลองเปลี่ยนป้ายที่มีรูปแบบและการจัดเรียงแตกต่างกัน และเปรียบเทียบพฤติกรรมการขับขี่ที่เกิดขึ้นเพื่อให้แน่ใจว่างานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้ได้จริง ทั้งนี้ มาตรฐานหรือแนวทางการออกแบบและติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วที่มีใช้อยู่ในประเทศไทยทั้งหมดล้วนแต่เป็นการนำเอามาตรฐานของต่างประเทศมาใช้ ซึ่งได้จากการศึกษาพฤติกรรมการขับขี่ต่อป้ายจำกัดความเร็วของประเทศที่กำหนดมาตรฐานขึ้น ส่งผลให้รายละเอียดหรือข้อกำหนดบางประการอาจไม่สอดคล้องหรือไม่เหมาะสมกับการนำมาใช้ในประเทศไทย โดยงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาจำเพาะไปที่ทางโค้งบนถนนสองช่องจราจร (Two-lane Highway) ในเขตพื้นที่ชนบทหรือนอกเมืองเท่านั้น

ถนนสองช่องทางจราจรเป็นถนนที่พบมากที่สุดในเขตชนบท ดังแสดงในภาพที่ 1.1 ซึ่งส่วนใหญ่แล้วถนนสองช่องทางจราจรที่มีอยู่ในประเทศไทยนั้นไม่สามารถออกแบบให้มีความปลอดภัยตามมาตรฐานสากลได้ เนื่องจากข้อจำกัดทางกายภาพ ได้แก่ ปัญหาการเวนคืนที่ดิน สภาพภูมิประเทศ สิ่งกีดขวางบริเวณข้างทาง เป็นต้น ซึ่งล้วนแต่ส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุแก่ผู้ใช้ทางได้ เนื่องจากทัศนวิสัยในการขับขี่ที่ไม่เอื้อต่อการตัดสินใจ และความเร็วที่ใช้ในการขับขี่เข้าทางโค้งอาจจะสูงเกินกว่าความเร็วที่ปลอดภัยได้ จากสถิติข้อมูลอุบัติเหตุทางถนนระหว่างวันที่ 1 สิงหาคม พ.ศ.2551 ถึงวันที่ 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2552 (สำนักงานตำรวจแห่งชาติ, ตำรวจภูธรจังหวัดกำแพงเพชร, 2552) พบว่า บริเวณจุดเกิดเหตุทางตรงมีผู้เสียชีวิต 62 ราย คิดเป็นร้อยละ 73.80 บริเวณจุดเกิดเหตุทางโค้งมีผู้เสียชีวิต 18 ราย คิดเป็นร้อยละ 21.44 และบริเวณจุดเกิดเหตุทางแยกมีผู้เสียชีวิต 4 ราย คิดเป็นร้อยละ 4.76 นั่นแสดงให้เห็นว่า ทางโค้งเป็นจุดหนึ่งที่สำคัญที่ทำให้เกิดการสูญเสียชีวิตและทรัพย์สิน จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการศึกษาปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้มีการสูญเสียชีวิตและทรัพย์สินน้อยที่สุด

จากการทบทวนงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า ไม่มีการศึกษาในประเทศไทยเกี่ยวกับการทดลองปรับเปลี่ยนรูปแบบป้ายจราจรและการตรวจสอบพฤติกรรมการลดความเร็วของผู้ขับขี่ ส่งผลให้ไม่

สามารถตรวจสอบได้ว่า มาตรฐานการติดตั้งป้ายจราจรจำจัดความเร็วที่ทางโค้งที่ใช้ในปัจจุบันมีความเหมาะสมเพียงใดกับพฤติกรรมการขับขี่ของคนไทย นอกจากนี้แล้ว การศึกษาในทางประเทศส่วนใหญ่เป็นการศึกษาโดยการจำลองการขับขี่ในห้องปฏิบัติการ และมีเพียงเล็กน้อยเท่านั้นที่ทำการศึกษาในภาคสนามจริง ดังนั้น วิทยานิพนธ์เล่มนี้จะเป็นงานวิจัยที่ทำการตรวจสอบพฤติกรรมการขับขี่จริงที่มีต่อรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วแบบต่าง ๆ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะนำไปใช้ในทางปฏิบัติต่อไป

ภาพที่ 1.1 ตัวอย่างทางโค้งราบในพื้นที่ชนบท สายทาง ชบ.5010

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบพฤติกรรมการขับขี่บนทางโค้งที่มีการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วรูปแบบต่าง ๆ กัน

1.2.2 เพื่อหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วจากป้ายจำกัดความเร็วอันนำไปสู่การกำหนดระยะการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วที่เหมาะสมต่อไป

1.2.3 เพื่อหารูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วที่เหมาะสมกับทางโค้งอันนำไปสู่การจัดทำมาตรฐานการออกแบบและติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วต่อไป

1.2.4 เพื่อให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำผลการวิจัยที่ได้ไปใช้ในการแก้ไขปัญหาด้านความปลอดภัยบนท้องถนนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้จะเป็นการศึกษาพฤติกรรมการขับขี่ที่มีต่อป้ายจำกัดความเร็วที่ทางโค้งในรูปแบบต่าง ๆ กัน โดยกำหนดให้ถนนที่ทำการศึกษา คือ ทางหลวงชนบทในเขตพื้นที่จังหวัดชลบุรี ซึ่งอยู่ในความรับผิดชอบของสำนักทางหลวงชนบทที่ 3 ลักษณะถนนที่ทำการศึกษาเป็นถนนสองช่องทางจราจร มีลักษณะเป็นทางโค้งราบรูปแบบต่าง ๆ กัน และทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน โดยทั้งหมดไม่มีการกั้นช่องทางจราจร สำหรับทางโค้งดิ่งจะต้องมีความลาดไม่มากกว่าร้อยละ 7 ในงานวิจัยนี้ทำการศึกษาเฉพาะถนนสองช่องทางจราจร อันเนื่องจากถนนดังกล่าวมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการขับขี่เป็นอย่างมาก เช่น การแซง การเปลี่ยนช่องทางจราจร เป็นต้น นอกจากนี้ ทางหลวงชนบทส่วนใหญ่เป็นถนนสองช่องจราจร ซึ่งสะดวกต่อการวิจัย

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบถึงพฤติกรรมการขับขี่บนทางโค้งที่มีการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วรูปแบบต่าง ๆ กัน

1.4.2 ทราบระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วจากป้ายจำกัดความเร็วอันนำไปสู่การกำหนดระยะการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วที่เหมาะสมต่อไป

1.4.3 ได้รูปแบบป้ายและการติดตั้งที่สอดคล้องกับพฤติกรรมการขับขี่จริง และสามารถนำเสนอหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปใช้งานต่อไป

1.5 วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน ดังแสดงในภาพที่ 1.2 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.5.1 ศึกษามาตรฐานการออกแบบและติดตั้งป้ายที่ทางโค้งของหน่วยงานต่าง ๆ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ

1.5.2 สำรวจเส้นทางของหน่วยงานที่รับผิดชอบ โดยมีการเก็บข้อมูลเบื้องต้น เช่น รัศมีทางโค้ง ความกว้างของผิวทาง ความกว้างของไหล่ทาง ความยาวโค้ง ลักษณะข้างทาง เป็นต้น

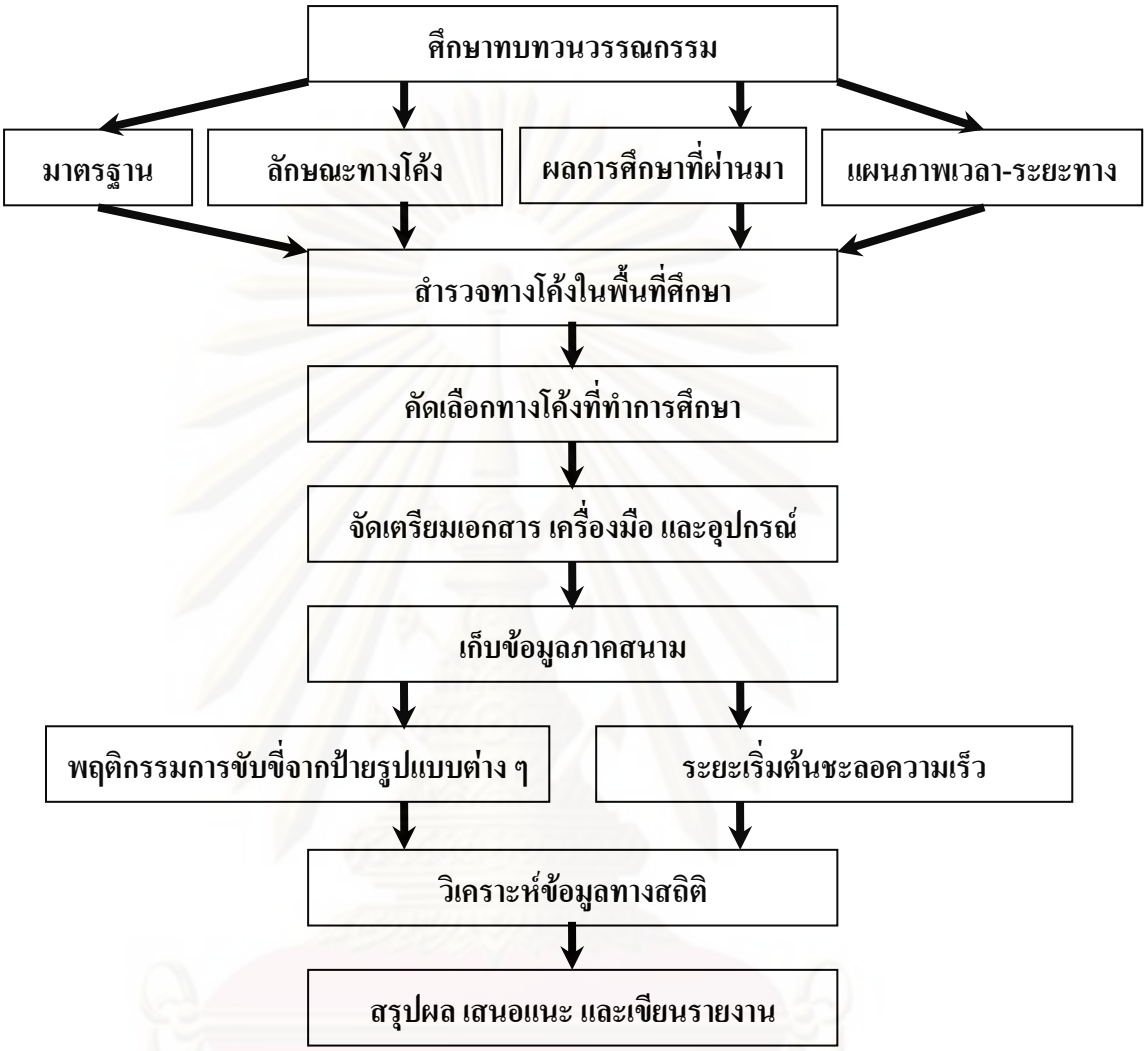
1.5.3 คัดเลือกทางโค้งตามเกณฑ์ที่กำหนด อันประกอบด้วย ทางโค้งราบรัศมีแคบ ทางโค้งราบรัศมีกว้าง ทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ ทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง และทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน อย่างละ 1 แห่ง

1.5.4 จัดเตรียมเอกสาร เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลภาคสนาม

1.5.5 เก็บข้อมูลภาคสนาม โดยเป็นข้อมูลพฤติกรรมการขับขี่ของรถยนต์ส่วนบุคคลก่อนเข้าทางโค้ง โดยใช้ปืนวัดความเร็วจำนวน 4 ตัว วัดความเร็วที่ตำแหน่งก่อนเข้าโค้งตามรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็ว 5 รูปแบบ ข้อมูลที่ได้เป็นชุดข้อมูลความเร็วของรถยนต์ โดยในหนึ่งรูปแบบการติดตั้งจะทำการเก็บข้อมูลรถยนต์ 30 คัน นอกจากนี้ ในกรณีการหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วจะใช้กล้องวีดีทัศน์ในการบันทึกภาพ จำนวน 2 ตัว โดยติดตั้งที่ตำแหน่งก่อนเข้าทางโค้ง ภาพเคลื่อนไหวที่บันทึกได้จะนำมาคำนวณหาสมการความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาและระยะทางเพื่อประกอบการหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว

1.5.6 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

1.5.7 สรุปผลการศึกษาและจัดทำข้อเสนอแนะพร้อมทั้งเขียนรายงาน



ภาพที่ 1.2 ภาพรวมของการดำเนินการวิจัย

1.6 ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิจัย

ระยะเวลาในการทำวิจัยรวมทั้งสิ้นประมาณ 10 เดือน ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2552 ถึงเดือนมีนาคม 2553 โดยมีแผนการวิจัย ดังแสดงในตารางที่ 1.1 ต่อไปนี้

ตารางที่ 1.1 ลำดับขั้นตอนการวิจัย

ขั้นตอนการวิจัย	มิ.ย. 52	ก.ค. 52	ส.ค. 52	ก.ย. 52	ต.ค. 52	พ.ย. 52	ธ.ค. 52	ม.ค. 53	ก.พ. 53	มี.ค. 53
1. ศึกษามาตรฐานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง										
2. สำรวจทางโค้งในพื้นที่ศึกษา										
3. คัดเลือกทางโค้งที่ทำการศึกษา										
4. จัดเตรียมเอกสาร เครื่องมือ และอุปกรณ์										
5. เก็บข้อมูลภาคสนาม										
6. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ										
7. สรุปผล เสนอแนะ และเขียนรายงาน										

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สิ่งสำคัญเบื้องต้นในการวิจัยนี้ คือ การศึกษามาตรฐานการออกแบบและติดตั้งป้ายที่ทางโค้งที่ใช้อยู่ในปัจจุบันทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ เพื่อใช้เป็นแนวทางเบื้องต้นในการออกแบบการศึกษา ประกอบกับการศึกษาลักษณะทางกายภาพของทางโค้งและพฤติกรรมการขับขี่ที่ทางโค้งในการศึกษาที่ผ่านมา ซึ่งจะทำให้สามารถออกแบบการศึกษาได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่ต้องการ นอกจากนี้ จะกล่าวถึงการใช้แผนภาพเวลา-ระยะทาง (Time-Space Diagram) อันเป็นเครื่องมือหนึ่งในการศึกษา โดยในบทนี้จะกล่าวถึงหัวข้อต่าง ๆ ตามลำดับดังนี้

2.1 มาตรฐานการออกแบบและติดตั้งป้ายจราจรที่ทางโค้ง

ปัจจุบันทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศได้มีองค์กรหรือหน่วยงานที่ทำหน้าที่รับผิดชอบในการกำหนดมาตรฐานการออกแบบและติดตั้งป้ายจราจรอยู่หลายหน่วยงาน ส่งผลให้มีมาตรฐานในการนำไปปฏิบัติใช้งานที่แตกต่างกัน ในการวิจัยนี้ได้ทำการศึกษามาตรฐานต่าง ๆ ที่มีใช้อยู่ทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศเพื่อตรวจสอบว่ามีข้อกำหนดหรือรายละเอียดในประเด็นต่าง ๆ แตกต่างกันอย่างไร โดยจะกล่าวมาตรฐานต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

2.1.1 มาตรฐานการออกแบบและติดตั้งป้ายจราจรที่ทางโค้งในประเทศไทย

2.1.1.1 กรมทางหลวง (ทล.)

กรมทางหลวงได้จัดทำคู่มือเครื่องหมายควบคุมการจราจร (กรมทางหลวง, สำนักงานวิศวกรรมจราจร, 2531) โดยคู่มือดังกล่าวเป็นมาตรฐานการออกแบบและติดตั้งป้ายจราจรที่กำหนดให้ทางหลวงทุกประเภทในความรับผิดชอบของกรมทางหลวงมีรูปแบบและการติดตั้งในแนวทางเดียวกัน โดยมีสาระสำคัญดังต่อไปนี้

ประเภทของป้ายจราจร

- ป้ายบังคับ คือ ป้ายซึ่งแสดงกฎจราจรเฉพาะที่นั้น ๆ ใช้เพื่อบังคับและควบคุมการจราจร โดยป้ายบังคับมีผลบังคับตามกฎหมาย
- ป้ายเตือน คือ ป้ายเพื่อใช้เตือนผู้ขับขี่ทราบถึงลักษณะ สภาพทางที่อาจเกิดอันตราย หรือมีการบังคับควบคุมการจราจรข้างหน้า ซึ่งผู้ใช้ทางควรระมัดระวัง
- ป้ายแนะนำ คือ ป้ายที่ใช้เพื่อแนะนำให้ผู้ใช้ทางสามารถเดินทางไปสู่จุดหมายปลายทางได้ถูกต้อง สะดวก และปลอดภัย

ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะป้ายบังคับและป้ายเตือนซึ่งเป็นป้ายที่ใช้ในการวิจัยเท่านั้น ดังแสดงในภาพที่ 2.1 และภาพที่ 2.2

ภาพที่ 2.1 ตัวอย่างป้ายจำกัดความเร็วและป้ายเตือนความเร็ว

ที่มา: คู่มือและมาตรฐานความปลอดภัยในการจัดการจราจรบนทางหลวงชนบท, กรมทางหลวงชนบท [ทช.] (2551)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างป้ายเตือนทางโค้งประเภทต่างๆ

ที่มา: คู่มือและมาตรฐานความปลอดภัยในการจัดการจราจรบนทางหลวงชนบท, ทช. (2551)

ลักษณะของป้ายจราจร

- ลักษณะทางเรขาคณิตของป้ายจราจร

  1. รูปกลม ใช้เฉพาะป้ายบังคับ
  2. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสตั้งมุมขึ้น ใช้เฉพาะป้ายเตือน
  3. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ใช้เฉพาะป้ายแนะนำและป้ายเตือนบางแบบ
  4. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ใช้เฉพาะป้ายแนะนำและป้ายเตือนความเร็ว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ลักษณะสีของป้ายจราจร

  1. ป้ายบังคับ โดยทั่วไปใช้สีขาวเป็นพื้น เส้นขอบป้ายและเส้นขีดกลางใช้สีแดง เครื่องหมายสัญลักษณ์ ตัวเลข และตัวอักษรบนป้ายใช้สีดำ

  2. ป้ายเตือน โดยทั่วไปใช้สีเหลืองเป็นพื้น เส้นขอบป้าย เครื่องหมายสัญลักษณ์ ตัวเลข และตัวอักษรบนป้ายใช้สีดำ

ขนาดของป้ายจราจรที่กำหนดใช้ในกรมทางหลวงขึ้นอยู่กับประเภททางหลวง โดยมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ขนาดของป้ายจราจร

ประเภททางหลวง	ขนาด
1.ทางหลวงจังหวัด	1
1.1 ทั่วไป (F_3 F_4 F_5 F_6)	
1.2 ทางที่มีปริมาณการจราจรสูงกว่า 3,000 คัน/วัน หรือมีความเร็วสำคัญ (Prevailing speed) เกินกว่า 80 กม./ชม. (F_D F_1 F_2)	2
2.ทางหลวงแผ่นดินสายรอง	
2.1 ทั่วไป (S_D S_1 S_2 S_3)	2
2.2 S_D ที่ออกแบบเป็นพิเศษให้ยวดยานใช้ความเร็วต่อเนื่องสูงมีทางขนานหรือมีการควบคุมทางเข้าออก	3
2.3 ทางขนานของข้อ 2.2	2
3.ทางหลวงแผ่นดินสายประธาน	
3.1 ทั่วไป (P_2 P_3)	2
3.2 P_D P_1	3
3.3 ทางขนานข้อ 3.2	2
4.ทางหลวงพิเศษ	
4.1 ทั่วไป	3
4.2 ทางขนานของข้อ 4.1	2

ที่มา: คู่มือเครื่องหมายควบคุมการจราจร, กรมทางหลวง [ทล.] (2531)

การติดตั้งป้ายจราจร

- การติดตั้งป้ายจราจร โดยปกติทางหลวง 2 ช่องจราจร จะติดตั้งป้ายจราจรทางด้านซ้ายของผิวจราจรหรือผิวทาง
- ป้ายจราจรทุกป้ายจะต้องติดตั้งเข้าหาทิศทางของยานพาหนะ โดยติดตั้งให้เอียงออกจากแนวตั้งฉากจราจรเล็กน้อยประมาณ 5 องศา เพื่อไม่ให้เกิดการสะท้อนแสงแบบกระจกเงาจากป้าย นอกจากนี้การติดตั้งป้ายตามทางโค้งจะต้องคำนึงถึงทิศทางการมองเห็นของผู้ขับขี่ด้วย
- ป้ายจราจรจะต้องติดตั้งให้อยู่ในแนวดิ่ง นอกจากในกรณีของทางขึ้นเขาหรือทางลงเขา แผ่นป้ายจราจรอาจจะติดตั้งทำมุมกับแนวดิ่งเล็กน้อย เพื่อช่วยให้ผู้ขับรถมองเห็นป้ายได้ชัดเจนยิ่งขึ้น
- เสาป้ายสำหรับการจราจรในทิศทางหนึ่ง ไม่ควรติดตั้งป้ายบังคับหรือป้ายเตือนเกิน 1 ป้าย ยกเว้น ป้ายเตือนความเร็วที่ใช้ติดตั้งร่วมกับป้ายเตือนอื่น ๆ การติดตั้งป้ายบังคับและป้ายเตือนร่วมกันจะต้องเป็นป้ายที่มีความหมายเสริมกัน

ความสูงของป้ายจราจร

ป้ายจราจรซึ่งติดตั้งข้างทางนอกเมือง จะต้องสูงอย่างน้อย 1.50 เมตร แต่ถ้าติดตั้งป้ายในแนวดิ่งเกิน 1 ป้าย บนเสาป้ายเดียวกัน ต้องให้ส่วนล่างของป้ายล่างสุด สูงจากขอบผิวจราจรไม่น้อยกว่า 1.20 เมตร

ระยะติดตั้งตามแนวขวางของป้ายจราจร

ป้ายจราจรข้างทางหลวงต้องติดตั้งป้ายห่างจากขอบไหล่ทาง สันขอบทาง หรือรางกั้น ไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร แต่ไม่ให้ห่างจากขอบผิวจราจรเกินกว่า 4.00 เมตร นอกจากไม่สามารถจะทำการติดตั้งได้เนื่องจากลักษณะของขอบทางหลวง

เสาป้ายจราจร

เสาป้ายจราจรจะต้องตอกหรือฝังลงในดิน ไม่โยกคลอนหรือบิดไปมาได้ ป้ายที่ติดตั้งถาวรควรเทคอนกรีตหรือยึดโคนเสาในระดับใต้ดินด้วย เสาป้ายจราจรสำหรับป้ายบังคับ ป้ายเตือน และป้ายหมายเลขทางหลวงให้ใช้เสาเดียว

ตำแหน่งการติดตั้งป้ายจราจร

บนทางหลวงนอกเมือง ป้ายจราจรสองป้ายที่มีวัตถุประสงค์แตกต่างกัน ไม่ควรจะติดตั้งห่างกันน้อยกว่า 60 เมตร ป้ายจราจรที่อยู่ใกล้กันเกินไปทำให้อ่านไม่ทัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งขณะที่รถวิ่งด้วยความเร็วสูง ป้ายเตือนโดยปกติติดตั้งไว้ล่วงหน้า ก่อนที่จะถึงจุดที่ต้องการเตือนผู้ขับรถ สำหรับการติดตั้งป้ายบังคับ ให้ติดในที่ซึ่งต้องการบังคับหรือห้ามกระทำนั้น เช่น ป้ายหยุด ให้ติดตั้งให้ใกล้จุดที่ต้องการให้รถหยุดเท่าที่จะทำได้ ป้ายบังคับบางป้าย ให้ติดตั้งซ้ำเป็นช่วง ๆ ตลอดระยะทางที่ต้องบังคับนั้น ๆ

ระยะทางที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2.2 เป็นผลรวมระหว่างระยะทางที่ใช้ในการลดความเร็วรถยนต์จนเหลือความเร็ว 40 กม./ชม. (โดยไม่ใช้ห้ามล้อ) และระยะทางที่ใช้ห้ามล้อจากความเร็ว 40 กม./ชม.จนถึงความเร็วที่ต้องการ และระยะทางรับรู้และปฏิบัติตาม กำหนดให้ช่วงเวลารับรู้และปฏิบัติตามเป็นเวลา 2.5 วินาที และระยะทางที่อ่านป้ายได้ 100 เมตร ที่ขนาดตัวอักษรสูง 20 ซม. ในที่นี้ระยะทางรับรู้และปฏิบัติตาม (เมตร) $= 0.287 \times V_{prevailing\ \ speed} \times 2.5$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.2 ระยะสำหรับติดตั้งป้ายจราจรเพื่อเตือนผู้ขับขี่

ความเร็ว สำคัญ กม./ชม.	ความเร็วที่ให้ใช้ตรงจุดที่กำหนด กม./ชม.							
	หยุด	20	30	40	50	60	70	80
	ระยะทางสำหรับเตือนล่วงหน้า เมตร							
100	400	375	375	350	300	250	175	125
90	325	325	300	275	250	150	125	125
80	275	250	250	200	175	150	125	-
70	175	175	175	150	125	125	-	-
60	150	125	125	125	125	-	-	-
50	125	125	125	125	-	-	-	-
40	100	100	100	-	-	-	-	-
30	100	100	-	-	-	-	-	-

ที่มา: คู่มือเครื่องหมายควบคุมการจราจร, ทล. (2531)

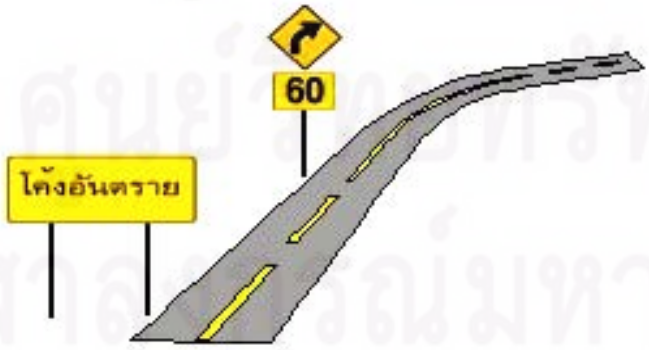
นอกจากนี้ เอกสารนโยบาย การศึกษาข้อมูล และวิธีการควบคุมความเร็ว (กรมทางหลวง, 2541) ได้กล่าวถึงการใช้เครื่องหมายจราจรที่ทางโค้งโดยมีสาระสำคัญดังต่อไปนี้

ความเร็วสำหรับบริเวณที่มีข้อจำกัดทางกายภาพ

องค์ประกอบสำคัญทางกายภาพของทางหลวงที่นำมาพิจารณาในการจำกัดความเร็ว คือ แนวทาง รูปตัด และบริเวณอันตรายต่าง ๆ โดยบริเวณทางหลวงที่มีข้อจำกัดทางกายภาพ เช่น ทางโค้ง ทางแคบ หรือบริเวณที่มีระยะการมองเห็นจำกัด ผู้ขับรถจะต้องใช้ความเร็วตามการออกแบบจึงจะปลอดภัย ความเร็วออกแบบสามารถศึกษาได้จากแบบก่อสร้าง (Asbuilt Plans) กรณีที่ไม่มีแบบก่อสร้าง (Asbuilt Plans) อาจจะตรวจสอบจากสนามได้ โดยวิธีการต่อไปนี้

- ความเร็วบนทางโค้งราบ ตรวจสอบโดยใช้เครื่องมือบอลแบงค์อินดิเคเตอร์ติดตั้งในรถยนต์แล้วทำการวิ่งผ่านทางโค้งราบนั้น
- ความเร็วบนทางโค้งตั้ง ให้ตรวจสอบระยะการมองเห็นสำหรับหยุดรถ (Stopping Sight Distance) ที่เพียงพอสำหรับความเร็วที่วิ่งผ่านทางโค้งตั้งนั้น

บริเวณก่อนเข้า (Approach Section) ทางโค้ง พบว่า ผู้ขับขี่ที่ไม่คุ้นเคยกับเส้นทางจะไม่สามารถลดความเร็วได้ทัน เช่น ทางโค้งรัศมีแคบที่ปลายทางตรงยาว หรือไม่สามารถมองเห็นได้ในระยะไกล จำเป็นต้องมีการจำกัดความเร็วโดยบ่งบอกก่อนเข้าโค้งเพื่อให้สามารถเข้าโค้งได้อย่างปลอดภัย ซึ่งอาจจะติดตั้งป้ายล่วงหน้าบังคับให้ลดหลั่นความเร็วลง ป้ายเตือนข้อความ “ทางโค้งอันตราย” หรือป้ายบังคับข้อความ “ลดความเร็ว” ในที่นี้มีการนำเสนอแนวทางการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วที่ทางโค้ง ดังภาพที่ 2.3

	กรณีที่ 1 ติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วให้มีการลดหลั่นความเร็วก่อนเข้าทางโค้ง เพราะความเร็วก่อนเข้าทางโค้งกับความเร็วปลอดภัยที่ทางโค้งมีค่าต่างกัน 30 กม./ชม.
	กรณีที่ 2 ทางโค้งข้างหน้ากับความเร็วก่อนถึงมีความแตกต่างกันมาก โดยผู้ขับขี่ไม่สามารถแยกแยะได้หรือไม่สามารถมองเห็นบริเวณอันตราย
	**กรณีที่ 3** ทางโค้งที่มีอันตราย หรือเกิดอุบัติเหตุบ่อยครั้ง ผู้ขับขี่ควรระมัดระวังเป็นพิเศษ แม้ว่าความเร็วก่อนเข้าจะไม่สูงกว่าความเร็วปลอดภัย

ภาพที่ 2.3 แนวทางการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วบริเวณทางโค้งราบ

ที่มา: เอกสารนโยบาย การศึกษาข้อมูล และวิธีการควบคุมความเร็ว, ทล. (2541)

แนวทางการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วบริเวณทางโค้งดังแสดงในภาพที่ 2.3 เป็นเพียงแนวทางในการติดตั้งเท่านั้น โดยยังไม่มีการวิจัยในประเทศไทย ซึ่งในการวิจัยนี้ได้ใช้แนวทางการติดตั้งดังกล่าวเป็นแนวทางในการออกแบบการศึกษา

2.1.1.2 สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.)

สนข.ได้จัดทำคู่มือการใช้เครื่องหมายจราจรบริเวณทางโค้ง เล่มที่ 4 (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร [สนข.], 2547) โดยเป็นมาตรฐานการออกแบบและติดตั้งป้ายจราจรเพื่อกำหนดให้หน่วยงานต่าง ๆ ภายในประเทศไทยมีแนวทางในการทำงานเดียวกัน ซึ่งมีสาระสำคัญดังต่อไปนี้

ลักษณะของทางโค้ง

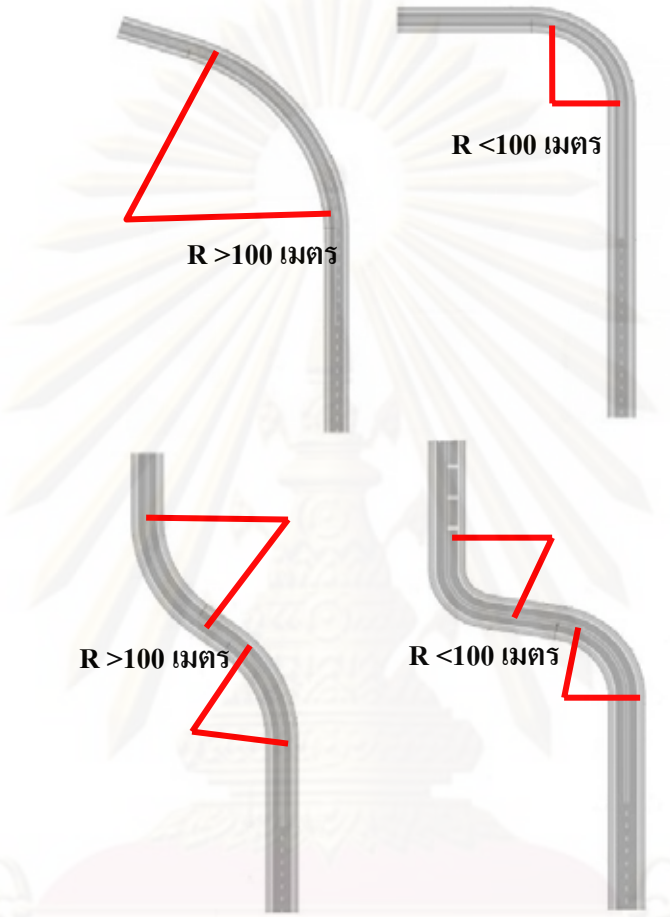
ทางโค้งที่จำเป็นต้องติดตั้งป้ายเตือนทางโค้ง คือ ทางโค้งที่มีรัศมีความโค้งน้อยกว่า 320 เมตร ซึ่งทางโค้งสามารถแบ่งประเภทได้โดยใช้รัศมีโค้งเป็นเกณฑ์ในการแบ่ง ดังนี้ คือ

- ทางโค้งรัศมีกว้าง คือ ทางโค้งที่มีรัศมีโค้งมากกว่า 100 เมตรขึ้นไป
- ทางโค้งรัศมีแคบ คือ ทางโค้งที่มีรัศมีโค้งน้อยกว่า 100 เมตร

นอกจากนี้อาจแบ่งประเภทของทางโค้งตามการออกแบบ ได้แก่

- ทางโค้งเดี่ยวปกติ
- ทางโค้งเดี่ยวพร้อมช่วงการเปลี่ยนแปลง
- ทางโค้งประกอบ
- ทางโค้งก้นหอย
- ทางโค้งกลับทิศ

ทางโค้งที่ใช้ในการศึกษานี้มีลักษณะทางกายภาพของทางโค้ง ดังแสดงในภาพที่ 2.4 และภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างทางโค้งราบประเภทต่างๆ

ที่มา: คู่มือการใช้เครื่องหมายจราจรบริเวณทางโค้ง เล่มที่ 4, สนข. (2547)

ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างทางโค้งดิ่งนอกเมืองขึ้นเนิน

ที่มา: คู่มือการใช้เครื่องหมายจราจรบริเวณทางโค้ง เล่มที่ 4, สนข. (2547)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ป้ายจราจร

- ป้ายบังคับ เช่น ป้ายห้ามแซง ป้ายจำกัดความเร็ว ป้ายลดความเร็ว เป็นต้น
- ป้ายเตือน เช่น ป้ายเตือนทางโค้งต่าง ๆ โดยป้ายเตือนทางโค้งต่างๆ หมายความว่า ทางข้างหน้าเป็นทางโค้งตามลักษณะลูกศรในป้ายผู้ขับขี่ควรขับขี่ให้ช้าลงและขับขี่ด้วยความระมัดระวัง ได้แก่ ป้ายเตือนทางโค้งรัศมีกว้างทางซ้ายหรือขวา ป้ายเตือนทางโค้งรัศมีแคบทางซ้ายหรือขวา ป้ายเตือนทางโค้งกลับทิศรัศมีกว้างทางซ้ายหรือขวา และป้ายเตือนทางโค้งกลับทิศรัศมีแคบทางซ้ายหรือขวา เป็นต้น

ขนาดของป้ายจราจรและเงื่อนไขการใช้งานที่กำหนดโดยสนข. ขึ้นอยู่กับประเภททางและความเร็วสำคัญ โดยมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ขนาดป้ายและเงื่อนไขการใช้งาน

ขนาด (ม.ม.)	**เงื่อนไขการกำหนดขนาดป้าย**	
	ประเภททาง	**ความเร็วสำคัญ (ก.ม./ชม.)**
$\leq$450 (เล็กที่สุด)	ทางหลวงชนบทขนาดเล็ก ตรอก ซอย หรือถนนในเมืองที่มีเขตทางจำกัด และการจราจรใช้ความเร็วต่ำ	$\leq$40
600 (เล็ก)	ทางหลวงแผ่นดินเขตเมือง ทางขนาน ทางหลวงชนบทชั้นที่ 2 และ 3 ทางหลวงเทศบาลชั้นที่1 ถึง4 และทางหลวงสุขาภิบาลชั้นที่ 1 ถึง 3	$\leq$60
750 (กลาง)	ทางหลวงแผ่นดินสายรอง ทางหลวงแผ่นดินสายรองระหว่างอำเภอ ทางหลวงชนบท ถนนในเมือง มาตรฐานทางที่มีจำนวนช่องจราจรไม่เกิน 4 ช่องจราจร	$\leq$80
900 (ใหญ่)	ทางหลวงแผ่นดินสายหลักและสายรอง ทางด่วนของการทางพิเศษ และถนนสายหลักในเมือง และทางอื่น ๆ มาตรฐานทางเป็นทางคู่ (Divided Highway) หรือทางหลายช่องจราจร ที่มีจำนวนช่อง ตั้งแต่ 4 ช่องจราจรขึ้นไป	$\leq$90

ที่มา: คู่มือและมาตรฐานป้ายจราจร เล่มที่1, สนข. (2547)

รูปแบบการติดตั้ง

การติดตั้งเครื่องหมายจราจรที่ทางโค้งในแต่ละกรณีมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ชนิดของถนน ลักษณะการออกแบบทางกายภาพของถนน รัศมีความโค้งแนวราบและรัศมีความโค้งแนวดิ่ง ระยะห่างจากทางแยก ทางแยกต่างระดับ ผู้ใช้รถใช้ถนน ปริมาณการจราจร ประเภทของยานพาหนะ และการจำกัดความเร็ว เป็นต้น โดยตำแหน่งการติดตั้งป้ายจราจรข้างทางแสดงในภาพที่ 2.6 ดังนี้

ภาพที่ 2.6 ระยะการติดตั้งป้ายบริเวณข้างทาง

ที่มา: คู่มือและมาตรฐานป้ายจราจร เล่มที่1, สนข. (2547)

นอกจากนี้ เอกสารการเรียนรู้ด้วยตนเองเกี่ยวกับเครื่องหมายจราจรบริเวณทางโค้ง เล่มที่ 4 (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, 2547) ได้กล่าวถึงการใช้เครื่องหมายจราจรที่ทางโค้ง โดยมีสาระสำคัญดังต่อไปนี้

หลักการวางแผนการจัดการจราจร

โดยทั่วไปการจัดการจราจรที่ทางโค้ง จะดำเนินการเพื่อชดเชยทางโค้งที่ไม่ได้มาตรฐานซึ่งปัญหาส่วนใหญ่ของทางโค้งเหล่านี้ คือ ปัญหาเรื่องความเร็วที่อาจทำให้เกิดความไม่ปลอดภัยแก่ผู้ขับขี่และการที่ผู้ขับขี่มีระยะการมองเห็นที่ไม่เพียงพอทำให้ไม่สามารถทำการตัดสินใจได้ทันท่วงที ซึ่งแผนการจราจรที่นำมาจัดการที่ทางโค้งประกอบด้วย

- **<u>การเตือนผู้ขับขี่ให้ทราบว่ามีทางโค้งอยู่ข้างหน้า</u>** ทำให้ผู้ขับขี่ทราบถึงลักษณะของถนนล่วงหน้ารวมถึงความรุนแรงของอันตรายที่อาจเกิดขึ้น ส่งผลให้ผู้ขับขี่ขับรถด้วยความระมัดระวังเป็นพิเศษ
- **<u>การจำกัดความเร็ว</u>** คือ การจำกัดความเร็วสูงสุดที่ผู้ขับขี่สามารถขับได้ขณะที่เข้าทางโค้งเพื่อหลีกเลี่ยงอุบัติเหตุจากการแหกโค้ง นอกจากนี้การที่ผู้ขับขี่ขับรถด้วยความเร็วไม่มากนักยังทำให้ระยะการมองเห็นของผู้ขับขี่ดีขึ้นอันเป็นผลให้ทัศนวิสัยของผู้ขับขี่ดีขึ้นด้วย
- **<u>การควบคุมการแซงที่ทางโค้ง</u>** โดยทั่วไปจะติดตั้งเครื่องหมายจราจรดังต่อไปนี้ คือ เส้นทึบห้ามแซง ป้ายห้ามแซง ป้ายเตือนห้ามแซง หรือเกาะกลาง

การติดตั้งป้ายจราจรที่ทางโค้ง

การติดตั้งเครื่องหมายจราจรที่ทางโค้งขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพของทางโค้งและความเร็วที่ใช้ในการเข้าโค้ง โดยทั่วไปแล้วเพื่อความปลอดภัยของผู้ขับขี่ขณะขับขี่เข้าทางโค้ง ระยะการติดตั้งเครื่องหมายจราจรจะต้องเป็นระยะที่เหมาะสม สามารถสังเกตเห็นได้ง่าย และมีระยะห่างจากทางโค้งที่เพียงพอที่จะให้ผู้ขับขี่สามารถลดความเร็วของยานพาหนะให้มีความเร็วที่เหมาะสมกับลักษณะทางกายภาพได้ทันก่อนที่รถจะเคลื่อนตัวเข้าสู่ทางโค้ง

หลักการติดตั้งป้ายจราจร

โดยทั่วไปป้ายจราจรที่ต้องอาศัยการตัดสินใจของผู้ขับขี่มากจะอยู่ห่างจากจุดที่บังคับใช้มากกว่าป้ายจราจรที่ต้องการเพียงให้ผู้ขับขี่ปฏิบัติตามโดยไม่ต้องอาศัยการตัดสินใจ สำหรับระยะ

ในการติดตั้งป้ายจราจรจะขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ใช้ในการรับรู้ข้อความหรือสัญลักษณ์และการปฏิบัติของผู้ขับขี่ ดังต่อไปนี้

- ระยะทางที่รถเคลื่อนที่ได้ในช่วงเวลาที่ผู้ขับขี่ทำการอ่านเครื่องหมายจราจร ซึ่งระยะทางนี้จะมากน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้

  1. ความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์
  2. ระยะห่างของป้ายจราจรจากขอบถนนหรือระยะห่างของป้ายจราจรเหนือถนน
  3. การสื่อความหมายของป้ายจราจร

- ระยะทางที่รถเคลื่อนที่ได้ในช่วงเวลาที่ผู้ขับขี่ทำการตัดสินใจและปฏิบัติตามข้อความที่สื่อบนป้ายจราจร ซึ่งระยะทางนี้จะแตกต่างกันไปตามความเร็วเฉลี่ยของรถและความซับซ้อนของการตัดสินใจและขั้นตอนในการปฏิบัติตามเครื่องหมายจราจร

การคำนวณหาระยะการติดตั้งป้ายจราจรนอกจากจะคำนึงถึงระยะทางที่รถเคลื่อนที่ได้ในช่วงเวลาที่ผู้ขับขี่ใช้ในการอ่านเครื่องหมายจราจรและตัดสินใจปฏิบัติตามเครื่องหมายจราจรแล้ว ยังจะต้องมีการพิจารณาถึงระยะเวลาที่การปฏิบัติตามข้อความที่สื่อบนเครื่องหมายจราจรสำเร็จผลด้วย โดยระยะสำหรับติดตั้งป้ายจราจรที่แนะนำมีรายละเอียด ดังแสดงในตารางที่ 2.4 และสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการพิจารณาตำแหน่งติดตั้งป้ายจราจรมีรายละเอียด ดังแสดงในตารางที่ 2.5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.4 ระยะสำหรับติดตั้งป้ายจราจรแบ่งตามเงื่อนไขและความเร็ว

ความเร็วสำคัญที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ (กม./ชม.)	ระยะติดตั้งล่วงหน้า								
	สถานการณ์ ก: ต้องใช้เวลามากในการตัดสินใจ	สถานการณ์ ข: เตือน มีแนวโน้มให้หยุด	สถานการณ์ ค: ลดความเร็วเท่ากับความเร็วที่แนะนำ						
			10	20	30	40	50	60	70	80
30	50	N/A	N/A	N/A	-	-	-	-	-	-
40	70	N/A	25	N/A	N/A	-	-	-	-	-
50	100	30	50	40	35	N/A	-	-	-	-
60	130	60	80	70	60	50	40	-	-	-
70	160	80	100	100	90	80	70	35	-	-
80	180	110	130	120	120	110	100	70	50	-
90	210	140	160	150	150	140	130	100	80	60
100	240	180	190	180	180	170	160	130	110	90
110	270	220	220	210	210	200	190	160	150	130
120	300	260	240	240	230	230	220	190	180	160
130	320	300	270	270	270	260	250	220	210	190

ที่มา: คู่มือและมาตรฐานป้ายจราจร เล่มที่1, สนข. (2547)

ตารางที่ 2.5 ป้ายเตือนในสถานการณ์ต่าง ๆ

สถานการณ์ ก: ต้องใช้เวลามากในการตัดสินใจ	ต.26 ต.27 ต.46 ต.47
สถานการณ์ ข: เตือนมีแนวโน้มให้หยุด	ต.21 ต.25 ต.28 ต.29 ต.31 ต.32 ต.41 ต.50 ต.51 ต.53 ต.54 ต.55 ต.56 ต.57 ต.58 ต.59 ต.60 ต.74
สถานการณ์ ค: ลดความเร็วลงเท่ากับความเร็วที่แนะนำ	ต.1 ต.2 ต.3 ต.4 ต.5 ต.6 ต.7 ต.8 ต.9 ต.10 ต.11 ต.12 ต.13 ต.14 ต.15 ต.16 ต.17 ต.18 ต.19 ต.20 ต.22 ต.23 ต.24 ต.30 ต.33 ต.34 ต.35 ต.36 ต.37 ต.38 ต.39 ต.40 ต.42 ต.43 ต.44 ต.45 ต.48 ต.49 ต.52

ที่มา: คู่มือและมาตรฐานป้ายจราจร เล่มที่1, สนข. (2547)

ลำดับการติดตั้งป้ายจราจรที่ทางโค้ง

วัตถุประสงค์ของการติดตั้งเครื่องหมายจราจรบนทางโค้งนั้น มีดังนี้

- เตือนให้ผู้ขับขี่ทราบว่า ทางข้างหน้าเป็นทางโค้ง
- เตือนให้ผู้ขับขี่สามารถลดความเร็วโดยใช้ความเร็วที่เหมาะสมในการเข้าโค้ง
- เตือนและแจ้งให้ผู้ขับขี่ทราบว่าบริเวณนี้เป็นเขตพื้นที่ห้ามแซง

ซึ่งลำดับในการติดตั้งเครื่องหมายจราจรบริเวณทางโค้งจะมีรายละเอียด ดังแสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.6 ลำดับการติดตั้งเครื่องหมายจราจรที่ทางโค้ง

พื้นที่	ป้ายจราจร	รหัส	ระยะการติดตั้ง	อุปกรณ์จราจรอื่น ๆ
ก่อนถึงทางโค้ง	ป้ายเตือนทางขึ้นลาดชัน หรือป้ายเตือนทางลงลาดชัน	ต.33 ต.34	ก่อนจุดเริ่มต้นทางลาดชัน	
	ป้ายเตือนทางโค้ง	ต.1-ต.10	ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง	
	ป้ายห้ามแซงหรือป้ายเตือนเขตห้ามแซง	บ.4 ต.61	ติดตั้งที่จุดเริ่มต้นของบริเวณห้ามแซง	
ทางโค้ง	ป้ายเตือนแนวทาง	ต.63 ต.66	ติดตั้งตลอดแนวโค้งด้านนอก	ราวกั้น แถบสีลดความเร็ว หลักนำทาง และกำแพงกั้น

ที่มา: เอกสารการเรียนรู้ด้วยตนเองเกี่ยวกับเครื่องหมายจราจรบริเวณทางโค้ง, สนข. (2547)

2.1.2 มาตรฐานการออกแบบและติดตั้งป้ายจราจรบริเวณทางโค้งในต่างประเทศ

2.1.2.1 Federal Highway Administration (FHWA)

Federal Highway Administration (FHWA) ได้จัดทำ Manual on Uniform Traffic Control Devices 2003 EDITION (MUTCD 2003 EDITION) โดยคู่มือดังกล่าวเป็นมาตรฐานกลางสำหรับออกแบบและติดตั้งป้ายจราจรของประเทศสหรัฐอเมริกา โดยมีสาระสำคัญดังต่อไปนี้

ป้ายบังคับ

การใช้บังคับ

ป้ายบังคับทำหน้าที่เพื่อบอกผู้ใช้ทางให้ทราบถึงกฎหรือระเบียบที่บังคับและบอกถึงความสามารถที่พึงกระทำได้ ป้ายบังคับจะติดตั้งตรงที่หรือใกล้กับตำแหน่งที่มีการบังคับ ป้ายบังคับจะต้องบอกถึงความต้องการอย่างชัดเจนและจะต้องสะท้อนแสงหรือถูกให้แสงสว่างเพื่อแสดงขนาดและสีแบบเดียวกัน ทั้งในกลางวันและกลางคืน

การออกแบบป้ายบังคับ

ป้ายบังคับส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมโดยมีขนาดแนวดิ่งสูงกว่าแนวราบ รูปร่างและสีของป้ายบังคับแสดงดังตารางที่ 2.7 และตารางที่ 2.8

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.7 ลักษณะทางเรขาคณิตของป้ายบังคับ

Shape	**Sign**
Octagon	Stop
Equilateral Triangle (1 point down)	Yield
Circle	Highway-Rail Grade Crossing (Advance Warning)
Pennant Shape/Isosceles Triangle (Longer axis horizontal)	No Passing
Pentagon (pointed up)	School Advance Warning Sign County Route Sign
Crossbuck (two rectangles in an “X” configuration)	Highway-Rail Grade Crossing
Diamond	Warning Series
Rectangle (including square)	Regulatory Series Guide Series Warning Series
Trapezoid	Recreational and Cultural Interest Area Series National Forest Route Sign

ที่มา: Manual on Uniform Traffic Control Devices 2003 EDITION [MUTCD 2003 EDITION], Federal Highway Administration [FHWA] (2003)

ตารางที่ 2.8 ลักษณะสีของป้ายบังคับ

Type of Sign	**Legend**						**Background**							
	Black	**Green**	**Red**	**White**	**Yellow**	**Black**	**Blue**	**Brown**	**Green**	**Orange**	**Red**	**White**	**Yellow**	**Fluorescent Yellow-Green**
Regulatory	X		X	X		X					X	X		
Prohibitive			X	X							X	X		
Permissive		X										X		
Warning	X												X	
Pedestrian	X												X	X
Bicycle	x												X	X

ที่มา: MUTCD 2003 EDITION, FHWA (2003)

ขนาดของป้ายบังคับ

ขนาดของป้ายบังคับแสดงดังตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 ลักษณะของป้ายบังคับ

Sign	MUTCD Code	Section	Conventional Road	Minimum	Oversized
Speed Limit	R2-1	2B.13	600x900	-	-
Truck Speed Limit	R2-2	2B.14	600x750	-	-
Night Speed Limit	R2-3	2B.15	600x750	-	-
Minimum Speed Limit	R2-4	2B.16	600x900	-	-
Combined Speed Limit	R2-5	2B.16	600x1350	-	-

ที่มา: MUTCD 2003 EDITION, FHWA (2003)

ป้ายขนาดเล็กอาจถูกนำมาใช้บนเส้นทางที่มีความเร็วการจราจรต่ำ ป้ายที่มีขนาดใหญ่พิเศษอาจถูกนำมาใช้สำหรับกรณีพิเศษที่เป็นผลจากความเร็ว ปริมาณการจราจร หรือปัจจัยอื่นๆ

ป้ายจำกัดความเร็ว

ป้ายจำกัดความเร็วจะเป็นป้ายที่มีการจำกัดสิทธิซึ่งออกโดยกฎหมายเทศบัญญัติ ระเบียบหรืออาจถูกดัดแปลงโดยหน่วยงานที่รับผิดชอบ การจำกัดความเร็วจะอยู่ในรูปของผลคูณ 10 กม./ชม. หรือ 5 ไมล์/ชม. โดยอย่างน้อย 1 ครั้งทุก ๆ 5 ปี รัฐหรือหน่วยงานท้องถิ่นควรตรวจสอบการจำกัดความเร็วที่บัญญัติไว้บนเส้นทางนั้น ๆ ซึ่งอาจได้รับผลจากการเปลี่ยนแปลงของลักษณะการจราจร การจำกัดความเร็วไม่ควรแสดงมากกว่า 3 ค่า บนป้ายจำกัดความเร็วใด ๆ

ปัจจัยอื่น ๆ ซึ่งอาจนำมาพิจารณาเมื่อมีการจำกัดความเร็ว มีดังนี้

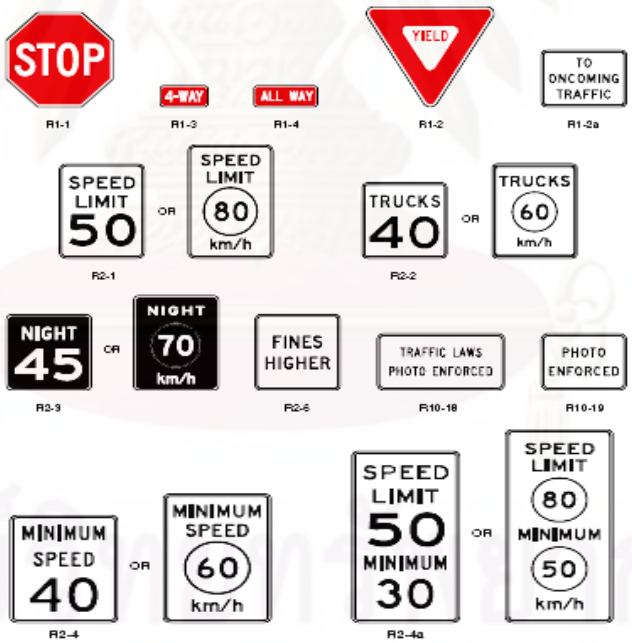
- ลักษณะจำเพาะของถนน เงื่อนไขไหล่ทาง ความชัน แนวทาง และระยะมองเห็น
- ความเร็วของการเดิน

- การพัฒนาและการเติบโตของกิจกรรมต่าง ๆ บนเส้นทางและสิ่งแวดล้อม
- การดำเนินการเกี่ยวกับการจอดรถและกิจกรรมคนเดินเท้า
- รายงานอุบัติเหตุการชนเป็นเวลาอย่างน้อย 12 เดือน

ในการใช้งาน ป้ายจำกัดความเร็วมี 2 รูปแบบ คือ

- เพื่อจำกัดความเร็วสำหรับรถยนต์ส่วนบุคคล
- เพื่อจำกัดความเร็วสำหรับรถบรรทุกหรือยานพาหนะอื่น ๆ

ป้ายจำกัดความเร็วที่กำหนดโดย FHWA มีลักษณะดังแสดงในภาพที่ 2.7

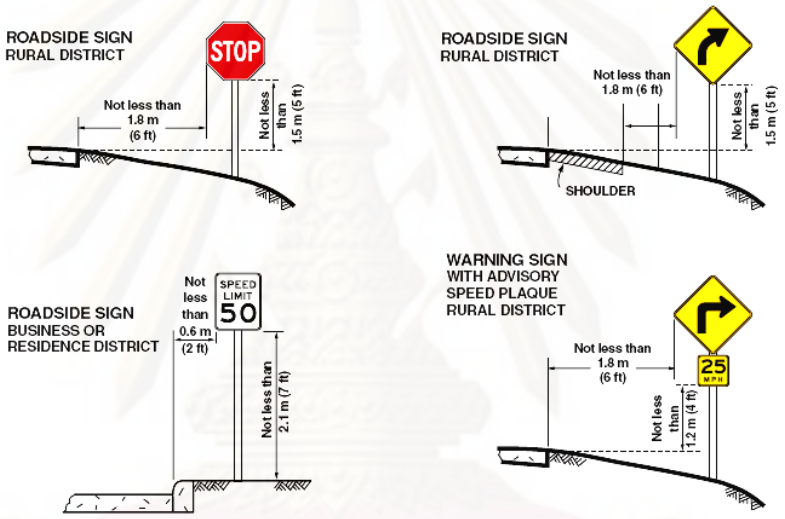


ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างแสดงป้ายจำกัดความเร็ว

ที่มา: MUTCD 2003 EDITION, FHWA (2003)

ตำแหน่งของป้ายจำกัดความเร็ว

ป้ายจำกัดความเร็วบอกถึงการจำกัดความเร็วซึ่งมีการบังคับใช้ตามกฎหมาย โดยจะมีการติดตั้งที่ตำแหน่งที่มีการเปลี่ยนแปลงจากการจำกัดความเร็วหนึ่งไปเป็นการจำกัดความเร็วอีกความเร็วหนึ่ง เช่น ตำแหน่งปลายสุดของเส้นทางที่การจำกัดความเร็วหนึ่งบังคับใช้ ป้ายจำกัดความเร็วถัดไปจะถูกทำการติดตั้ง โดยตำแหน่งการติดตั้งป้ายข้างทางมีรายละเอียด ดังแสดงในภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 ตัวอย่างความสูงและตำแหน่งด้านข้างของป้าย

ที่มา: MUTCD 2003 EDITION, FHWA (2003)

ป้ายเตือน

หน้าที่ของป้ายเตือน

ป้ายเตือนทำหน้าที่แจ้งผู้ใช้ทางให้ทราบถึงเหตุการณ์หรือสิ่งที่อยู่ข้างหน้าเพื่อให้ผู้ใช้ทางสามารถตัดสินใจกระทำการใด ๆ ได้ทันท่วงที ป้ายเตือนอาจแจ้งผู้ใช้ทางให้ทราบถึงสถานการณ์ที่ต้องการให้ลดความเร็ว การแจ้งเกี่ยวกับความปลอดภัย หรือการดำเนินการการจราจร เป็นต้น

การใช้ป้ายเตือน

การใช้ป้ายเตือนจะอยู่บนพื้นฐานการศึกษาทางวิศวกรรมหรือการพิจารณาทางวิศวกรรม การใช้ป้ายเตือนควรใช้ให้น้อยที่สุด เนื่องจากการใช้ป้ายเตือนที่ไม่มีความจำเป็นจะนำไปสู่การไม่ปฏิบัติตามต่อป้ายอื่น ๆ ด้วย บางสถานการณ์ซึ่งมีเงื่อนไขหรือกิจกรรมเป็นแบบฤดูกาลหรือชั่วคราว ป้ายเตือนนั้นควรถูกนำออกไปหรือปิดไว้เมื่อเงื่อนไขหรือกิจกรรมดังกล่าวไม่ปรากฏ ประเภทป้ายเตือนแสดงดังตารางที่ 2.10

ตารางที่ 2.10 ตัวอย่างประเภทของป้ายเตือน

Category	Group	Section	Signs	MUTCD Codes
Roadway Related	Changes in Horizontal Alignment	2C.06	Turn, Curve, Reverse Turn, Reverse Curve, Winding Road, Hairpin Curve, 270-Degree Curve	W1-1 through W1-5, W1-11, W1-15
		2C.07	Combination Horizontal Alignment/Advisory Speed	W1-1a, W1-2a
	Vertical Alignment	2C.12	Hill	W7-1, W7-1a, W7-1b
Traffic Related	Advance Traffic Control	2C.29-30	Stop Ahead, Yield Ahead, Signal Ahead, Be Prepared to Stop, Speed Reduction	W3-1, W3-2, W3-3, W3-4, W3-5, W3-5a
	Change in Speed	2C.36	Advisory Speed	W13-2, W13-3, W13-5

ที่มา: MUTCD 2003 EDITION, FHWA (2003)

การออกแบบป้ายเตือน

โดยทั่วไปป้ายเตือนมีลักษณะทางเรขาคณิตเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมตั้งซึ่งมีข้อความ สัญลักษณ์และขอบป้ายสีดำบนพื้นป้ายสีเหลือง ดังแสดงในภาพที่ 2.9

ภาพที่ 2.9 ตัวอย่างป้ายเตือนแบบต่าง ๆ

ที่มา: MUTCD 2003 EDITION, FHWA (2003)

ขนาดของป้ายเตือน

ขนาดของป้ายเตือนแสดงดังตารางที่ 2.11

ตารางที่ 2.11 ตัวอย่างขนาดของป้ายเตือน

Description		**Conventional Road**	**Minimum**	**Oversized**
Shape	**Sign Series**			
Diamond	W1, W2, W7, W8, W9, W11, W14, W15-1, W17-1	750x750	600x600	
	W1 Combination, W3, W4, W5, W6, W8-3, W10, W12	900x900	750x750	

ตารางที่ 2.11 ตัวอย่างขนาดของป้ายเตือน (ต่อ)

Description		Conventional Road	Minimum	Oversized
Shape	**Sign Series**			
Rectangular	W1-Arrows	1200x600	900x450	1500x750
	W1-Chevron	450x600	300x450	
	W7-4	1950x1200		
	W7-4b, 4c	1950x1500		
	W10-9, 10	600x450		
	W12-2p	2100x600		
	W13-2, 3, 5, W25	600x750	600x750	1200x1500

ที่มา: MUTCD 2003 EDITION, FHWA (2003)

การติดตั้งป้ายเตือน

การติดตั้งป้ายเตือนต้องคำนึงถึงเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการเข้าใจและตอบสนองต่อป้ายซึ่งเป็นผลรวมของเวลาสำหรับการรับรู้ การเข้าใจ การตัดสินใจ และการปฏิบัติ โดยเรียกว่าพีไออีวีไทม์ โดยทั่วไปพีไออีวีไทม์สามารถแปรเปลี่ยนจาก 2-3 วินาที ถึง 6 วินาที สำหรับป้ายเตือนทั่วไปหรือมากกว่านั้นสำหรับป้ายเตือนที่มีการใช้เวลาพิจารณาตัดสินใจยาวนานกว่า ตารางที่ 2.12 แสดงระยะติดตั้งป้ายเตือน ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.12 ระยะติดตั้งป้ายเตือน

Posted or 85th Percentile Speed (km/h)	Advance Placement Distance											
	Condition A: Speed Reduction and Lane Changing in Heavy Traffic	Condition B: Deceleration to the listed advisory speed (km/h) for the condition										
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
30	60	N/A	N/A	N/A	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	100	N/A	N/A	N/A	N/A	-	-	-	-	-	-	-	-
50	150	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	-	-	-	-	-	-	-
60	180	30	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	-	-	-	-	-	-
70	220	50	40	30	N/A	N/A	N/A	N/A	-	-	-	-	-
80	260	80	60	55	50	40	30	N/A	N/A	-	-	-	-
90	310	110	90	80	70	60	40	N/A	N/A	N/A	-	-	-
100	350	130	120	115	110	100	90	70	60	40	N/A	-	-
110	380	170	160	150	140	130	120	110	90	70	50	N/A	-
120	420	200	190	185	180	170	160	140	130	110	90	60	40
130	460	230	230	230	220	210	200	180	170	150	120	100	70

ที่มา: MUTCD 2003 EDITION, FHWA (2003)

ป้ายเตือนควรติดตั้งให้มีพีไออีวีไทม์ที่เพียงพอ ระยะติดตั้งที่แสดงในตารางที่ 2.12 เป็นระยะแนะนำเท่านั้นซึ่งควรมีการพิจารณาทางวิศวกรรมประกอบด้วย ป้ายเตือนไม่ควรติดตั้งไกลเกินไป เนื่องจากผู้ขับขี่อาจหลงลืมป้ายเตือนได้เนื่องจากมีสิ่งดึงดูดความสนใจในเส้นทางที่ทำการเดินทางโดยเฉพาะการขับขี่ในพื้นที่เมือง ระยะห่างต่ำสุดระหว่างป้ายเตือนที่มีข้อความแตกต่างกันควรอยู่บนพื้นฐานพีไออีวีไทม์ที่เหมาะสมกับป้ายเตือนอันถัดไป

ป้ายเตือนทางโค้งราบ

ป้ายเตือนทางโค้งราบ ป้ายเตือนทางโค้งราบกลับทิศ หรือป้ายเตือนทางโค้งคดเคี้ยวจะนำมาใช้ในสถานการณ์ที่แนวทางราบของถนนมีการเปลี่ยนแปลง ดังแสดงในตารางที่ 2.13

ตารางที่ 2.13 การเลือกใช้ป้ายเตือนทางโค้งราบ

Number of Alignment Changes	**Advisory Speed**	
	≤50km/h(≤30MPH)	**>50km/h (>30MPH)**
1	Turn(W1-1)	Curve(W1-2)
2	Reverse Turn(W1-3)	Reverse Curve(W1-4)
3 or more	Winding Road (W1-5)	

ที่มา: MUTCD 2003 EDITION, FHWA (2003)

ป้ายความเร็วแนะนำ จะนำมาใช้เพื่อบอกถึงความเร็วสำหรับแนวทางราบที่มีการเปลี่ยนแปลง ป้ายบอกระยะทาง (“NEXT XX Km.”) จะต้องติดตั้งต่ำกว่าป้ายเตือนทางโค้ง ป้ายเตือนทางโค้งราบประกอบกับความเร็วแนะนำหรือป้ายเตือนความเร็วบนทางโค้งอาจมีการนำมาใช้ด้วย โดยจะกล่าวในหัวข้อถัดไป

ป้ายเตือนทางโค้งราบประกอบกับความเร็วแนะนำ

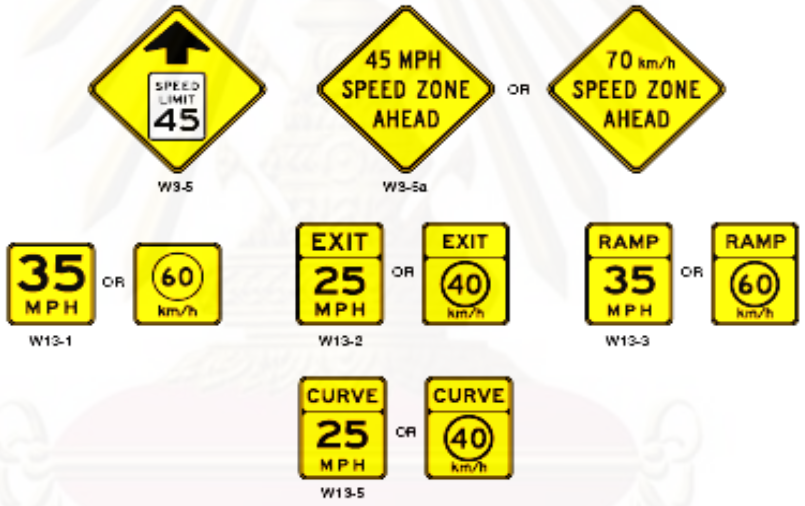
ป้ายเตือนทางโค้งราบสามารถนำมารวมกันกับป้ายความเร็วแนะนำ โดยจะติดตั้งที่จุดเริ่มต้นของทางโค้ง

ป้ายเตือนลดความเร็ว

ป้ายเตือนลดความเร็วใช้เพื่อแจ้งให้ผู้ขับขี่ทราบถึงพื้นที่ที่มีการกำหนดให้มีการลดความเร็ว ป้ายดังกล่าวจะตามมาด้วยป้ายจำกัดความเร็วซึ่งติดตั้งที่จุดเริ่มต้นของพื้นที่ที่มีการจำกัดความเร็ว ค่าความเร็วที่แสดงบนป้ายเตือนลดความเร็วจะมีค่าเช่นเดียวกับค่าความเร็วที่แสดงบนป้ายจำกัดความเร็วที่อยู่ถัดมา

ป้ายเตือนความเร็วบนทางโค้ง

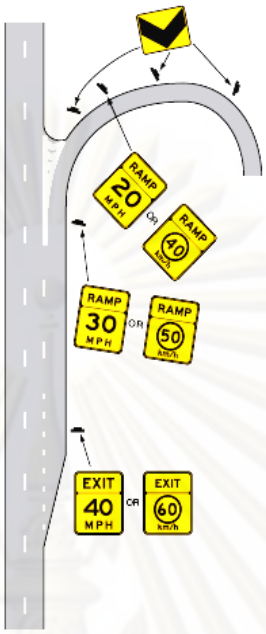
ป้ายเตือนความเร็วบนทางโค้งเป็นป้ายสี่เหลี่ยมผืนผ้าตั้ง ป้ายดังกล่าวจะใช้ในทางโค้งที่การพิจารณาทางวิศวกรรมบ่งบอกว่ามีความจำเป็นที่จะต้องแนะนำความเร็วแก่ผู้ขับขี่บนทางโค้ง ป้ายเตือนความเร็วบนทางโค้งจะติดตั้งที่จุดเริ่มต้นทางโค้งหรือถัดจากจุดเริ่มต้นทางโค้งที่มีการติดตั้งป้ายเตือนทางโค้งราบประกอบกับความเร็วแนะนำ หรือเพื่อต้องการเตือนสติผู้ขับขี่ หรือในทางโค้งที่ความเร็วแนะนำมีการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของทางโค้ง ป้ายเตือนความเร็วบนทางโค้งจะติดตั้งด้านในหรือด้านนอกของทางโค้งเพื่อเพิ่มความสามารถในการมองเห็นป้าย โดยป้ายเตือนความเร็วที่ทางโค้งและการติดตั้งแสดงในภาพที่ 2.10 และภาพที่ 2.11 ตามลำดับ



ภาพที่ 2.10 ตัวอย่างป้ายเตือนความเร็วที่ทางโค้ง

ที่มา: MUTCD 2003 EDITION, FHWA (2003)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 2.11 แนวทางการติดตั้งป้ายเตือนความเร็วที่ทางโค้ง
ที่มา: MUTCD 2003 EDITION, FHWA (2003)

จากการศึกษามาตรฐานการออกแบบและติดตั้งป้ายจราจรที่ทางโค้งในประเทศไทยและต่างประเทศ พบว่า มาตรฐานการออกแบบและติดตั้งป้ายจราจรที่ทางโค้งในประเทศไทยมี 2 หน่วยงาน เป็นผู้กำหนดมาตรฐาน คือ กรมทางหลวงและสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร เมื่อนำมาตรฐานของหน่วยงานทั้งสองมาเปรียบเทียบกัน พบว่า การออกแบบแผ่นป้ายจราจรที่ทางโค้งของหน่วยงานทั้งสองมีลักษณะใกล้เคียงกัน ตำแหน่งการติดตั้งป้ายข้างทางและความสูงของป้ายมีลักษณะใกล้เคียงกัน แต่ตำแหน่งการติดตั้งป้ายเตือนพบว่า มีการกำหนดเงื่อนไขหรือสถานการณ์ในการคำนวณหาตำแหน่งการติดตั้งป้ายเตือนที่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 2.2 และตารางที่ 2.4 โดยตารางที่ 2.4 ได้มีการกำหนดเงื่อนไขในการติดตั้งป้าย คือ สถานการณ์ ก ผู้ขับขี่ต้องใช้เวลามากในการตัดสินใจ สถานการณ์ ข เตือนผู้ขับขี่ว่ามีแนวโน้มให้หยุด และสถานการณ์ ค ให้ผู้ขับขี่ลดความเร็วลงเท่ากับความเร็วที่แนะนำ ในขณะที่ตารางที่ 2.2 ไม่มีการกำหนดสถานการณ์ใด ๆ ไว้ ซึ่งในการวิจัยนี้ได้ใช้มาตรฐานการติดตั้งป้ายของกรมทางหลวงเป็นแนวทางในการศึกษา

เมื่อทำการเปรียบเทียบมาตรฐานที่ใช้ในประเทศไทยกับ MUTCD ของ Federal Highway Administration พบว่า การออกแบบแผ่นป้ายบางประเภทมีลักษณะแตกต่างกัน เช่น ป้ายจำกัด

ความเร็ว โดยประเทศไทยจะใช้ป้ายลักษณะเป็นรูปวงกลม ในขณะที่ MUTCD จะใช้ป้ายลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยม สำหรับป้ายเตือนในประเทศไทยจะใช้ป้ายเตือนลักษณะทางกับป้ายเตือนความเร็วเป็นป้ายคนละแผ่นกัน ขณะที่ MUTCD จะใช้ป้ายเตือนที่มีการบอกลักษณะทางและความเร็วบนป้ายแผ่นเดียวกัน และป้ายเตือนบางประเภทของ MUTCD ไม่มีการประกาศใช้ในประเทศไทย เช่น ป้ายเตือนทางโค้งที่มีทางแยก เป็นต้น ในส่วนของตำแหน่งการติดตั้งป้ายบริเวณข้างทางและความสูงของป้ายมีลักษณะใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ พบว่า ตำแหน่งการติดตั้งป้ายเตือนมีการกำหนดเงื่อนไขหรือสถานการณ์ในการคำนวณหาตำแหน่งติดตั้งป้ายแตกต่างกัน โดยตารางที่ 2.12 ของ MUTCD แสดงถึงการกำหนดเงื่อนไขในการติดตั้งป้ายเตือน ซึ่งเงื่อนไข A มีการลดความเร็วและมีการเปลี่ยนช่องจราจรในขณะที่ปริมาณการจราจรหนาแน่น และเงื่อนไข B มีการลดความเร็วตามความเร็วแนะนำ โดยสามารถเปรียบเทียบลักษณะของป้ายตามคู่มือการออกแบบต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.14

ตารางที่ 2.14 การเปรียบเทียบคู่มือการออกแบบ

ประเด็นที่พิจารณา	กรมทางหลวง	สนข.	MUTCD
แผ่นป้ายบังคับ	รูปวงกลม	รูปวงกลม	รูปสี่เหลี่ยม
แผ่นป้ายเตือน	รูปสี่เหลี่ยม		
ตำแหน่งการติดตั้งป้ายข้างทางห่างจากขอบผิวจราจร (เมตร)	4.00	3.60	1.80
ความสูงป้าย	ขอบล่างสูงจากผิวจราจร 1.20 เมตร		
เงื่อนไขตำแหน่งการติดตั้งป้ายเตือน	ไม่มีการกำหนด	3 สถานการณ์	2 สถานการณ์

2.2 ลักษณะทางกายภาพของทางโค้งและการคำนวณที่เกี่ยวข้อง

ความปลอดภัยที่ทางโค้งมีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง คือ ความเร็วของยานพาหนะ สภาพทางเรขาคณิตของถนน ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของผิวถนน และสภาพแวดล้อมอื่น ๆ (American Association of State Highway and Transportation Officials [AASHTO], 2004) เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยด้านสภาพทางเรขาคณิตของถนน พบว่ามีปัจจัยย่อย ๆ คือ ค่ารัศมีความโค้ง ค่าการยกโค้ง และค่าความชัน โดยปัจจัยย่อย ๆ เหล่านี้ผนวกกับระยะมองเห็นปลอดภัยของผู้ขับขี่ (SSD) จะสามารถนำไปคำนวณหาความเร็วปลอดภัยในการเข้าทางโค้งได้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 ระยะมองเห็นปลอดภัยสำหรับการหยุดของผู้ขับขี่ (Stopping Sight Distance, SSD)

ความสามารถในการมองเห็นของผู้ขับขี่มีผลต่อความปลอดภัยและประสิทธิภาพในการขับขี่ โดยระยะมองเห็นที่เพียงพอจะทำให้ผู้ขับขี่สามารถหยุดก่อนถึงสิ่งกีดขวางต่าง ๆ เช่น รถ คนสัตว์ หรือสิ่งของ ได้อย่างปลอดภัย โดยระยะมองเห็นปลอดภัยสำหรับการหยุด จะต้องมีระยะมากกว่าระยะหยุดรถปลอดภัย ซึ่งระยะมองเห็นปลอดภัยสำหรับการหยุดประกอบด้วยระยะทางในการตัดสินใจของผู้ขับขี่เมื่อรับรู้ว่ามีสิ่งกีดขวาง และระยะทางที่ผู้ขับขี่เริ่มทำการชะลอความเร็วจนยานพาหนะหยุดนิ่ง โดยมีสูตรคำนวณหา ดังสมการที่ (2.1)

$$SSD = 0.278Vt + \frac{V^2}{254\left[\left(\frac{a}{9.81}\right) \pm G\right]} \qquad (2.1)$$

โดยที่

SSD คือ ระยะมองเห็นปลอดภัยสำหรับการหยุด (เมตร)

V คือ ความเร็วรถยนต์ (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

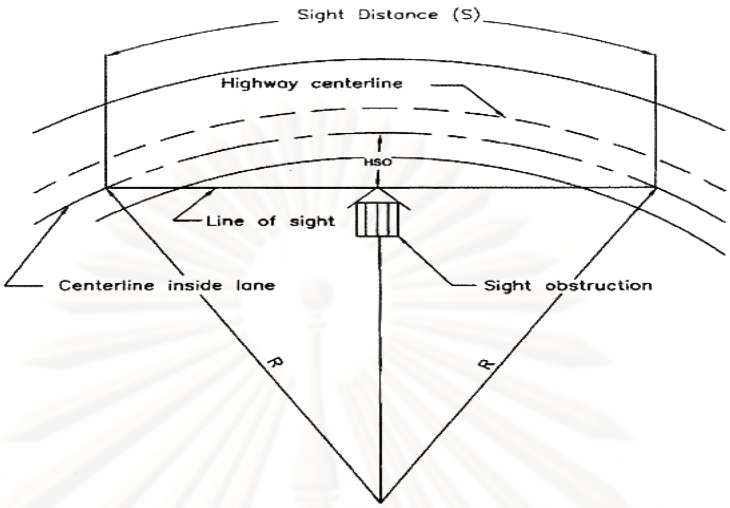
t คือ ระยะเวลาในการตัดสินใจ ประมาณ 2.5 วินาที

a คือ อัตราการชะลอความเร็ว (เมตร/วินาที^{2})

G คือ ร้อยละความชันของช่วงสายทาง

2.2.2 ระยะมองเห็นปลอดภัยบนทางโค้งราบ (Sight Distance on Horizontal Curves)

ในกรณีที่มีสิ่งก่อสร้างหรือแนวต้นไม้ตามแนวโค้งของถนนจะส่งผลให้การมองเห็นบนทางโค้งถูกจำกัด ดังแสดงในภาพที่ 2.12 โดยสามารถคำนวณหาระยะมองเห็นปลอดภัยบนทางโค้งราบสำหรับการหยุดรถ ดังสมการที่ (2.2)



ภาพที่ 2.12 ระยะมองเห็นปลอดภัยบนทางโค้ง

ที่มา: AASHTO, (2004)

$$SSD = \frac{\pi R_V}{90}\left[COS^{-1}\left(\frac{R_V - HSO}{R_V}\right)\right] \qquad (2.2)$$

โดยที่

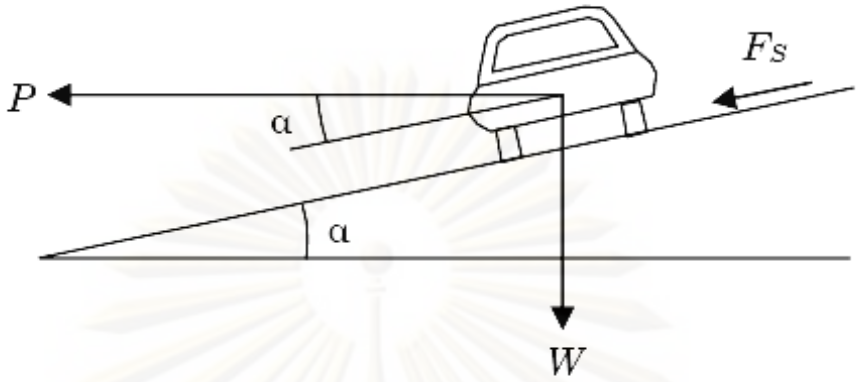
HSO คือ ระยะจากสิ่งกีดขวางถึงกึ่งกลางช่องทางจราจรด้านในของทางโค้งราบ (เมตร)

SSD คือ ระยะมองเห็นปลอดภัยบนทางโค้งราบ (เมตร)

R_V คือ รัศมีความโค้งถึงกึ่งกลางช่องทางจราจรด้านในของทางโค้งราบ (เมตร)

2.2.3 การยกโค้งบนทางโค้งราบ (Superelevation of Horizontal Curves)

ในกรณีที่ทางโค้งราบไม่สามารถออกแบบให้มีรัศมีความโค้งกว้างได้ เพื่อที่จะให้รถสามารถวิ่งผ่านทางโค้งได้ด้วยความเร็วสูง จำเป็นที่จะต้องมีการยกโค้ง เพื่อให้น้ำหนักของรถยนต์ช่วยต้านทานแรงหนีศูนย์กลางที่พยายามผลักรถยนต์ให้ออกจากทางโค้ง ดังแสดงในภาพที่ 2.13



ภาพที่ 2.13 แรงต่าง ๆ ที่กระทำต่อยานพาหนะขณะวิ่งผ่านทางโค้ง
ที่มา: AASHTO, (2004)

โดยค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของทางโค้งที่มีการยกโค้งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (2.3) ดังนี้

$$f = \frac{V^2}{127R} - 0.01e \qquad (2.3)$$

โดยที่

V คือ ความเร็วรถยนต์ (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

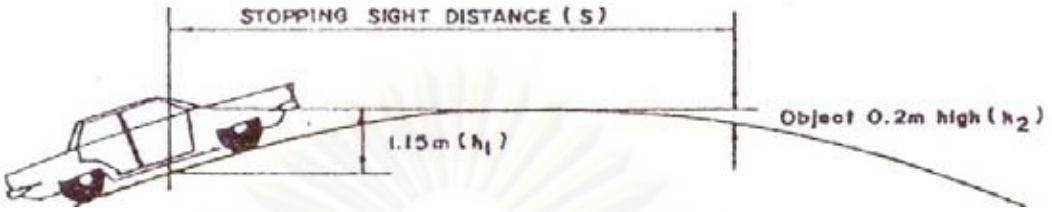
f คือ สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน (Side Friction)

R คือ รัศมีความโค้ง (เมตร)

e คือ อัตราการยกโค้ง (%)

2.2.4 ระยะมองเห็นปลอดภัยบนทางโค้งดิ่ง

ทางโค้งดิ่งคว่ำ (Crest Vertical Curve) มีลักษณะทางโค้งและตัวแปรในการออกแบบ ดังแสดงในภาพที่ 2.14



ภาพที่ 2.14 ลักษณะทางโค้งดิ่งคว่ำ

ที่มา: AASHTO, (2004)

โดยระยะมองเห็นปลอดภัยสำหรับการหยุดรถ สามารถหาได้จากสมการที่ (2.4) และสมการที่ (2.5) ดังนี้

$$S = \sqrt{404AL} \qquad \text{เมื่อ } S < L \text{ หรือ} \qquad (2.4)$$

$$S = \left(L + \frac{404}{A} \right) / 2 \qquad \text{เมื่อ } S > L \qquad (2.5)$$

โดยที่

L คือ ความยาวโค้ง (เมตร)

S คือ ระยะมองเห็นปลอดภัยบนทางโค้งดิ่ง (เมตร)

A คือ ผลต่างของระดับความลาดเอียง (%)

2.2.5 การคำนวณความเร็วปลอดภัยในการเข้าทางโค้ง (Safe Speed for Curves)

2.2.5.1 การคำนวณความเร็วปลอดภัยในการเข้าทางโค้งราบ

ความเร็วที่ปลอดภัยในการเข้าทางโค้งราบ จะถูกจำกัดโดยระยะมองเห็นปลอดภัยของผู้ขับขี่ (SSD) ซึ่งเกิดจากการที่มีสิ่งกีดขวางอยู่ในบริเวณทางโค้ง ดังภาพที่ 2.12 ในการคำนวณหาความเร็วปลอดภัยที่ระยะมองเห็นต่าง ๆ สามารถหาได้จากตารางที่ 2.15

ตารางที่ 2.15 ความเร็วปลอดภัยในการเข้าทางโค้งที่ความเร็วต่าง ๆ

ระยะมองเห็นปลอดภัย (เมตร)		ความเร็ว
ระยะขั้นต่ำ	ระยะออกแบบ	(km/h)
29.6	29.6	30
44.4	44.4	40
57.4	62.8	50
74.3	84. 6	60
94.1	110.8	70
112.8	139.4	80
131.2	168.7	90
157.0	205.0	100
197.5	246.4	110
202.9	285.6	120

ที่มา: AASHTO, (2004)

นอกจากนี้ ค่าความเร็วปลอดภัยในการเข้าทางโค้งราบ (V_1) เมื่อมีสิ่งกีดขวางบริเวณทางโค้งราบ สามารถหาได้จากสมการที่ (2.6) และสมการที่ (2.7) ดังนี้

$$V_1 = 7.8 \times \sqrt{SSD} - 12.436 \qquad (2.6)$$

$$V_1 = 7.8 \times \sqrt{\frac{\pi R_V}{90}\left[COS^{-1}\left(\frac{R_V - HSO}{R_V}\right)\right]} - 12.436 \qquad (2.7)$$

โดยที่

HSO คือ ระยะจากสิ่งกีดขวางถึงกึ่งกลางช่องทางจราจรด้านในของทางโค้งราบ (เมตร)

SSD คือ ระยะมองเห็นปลอดภัยบนทางโค้งราบ (เมตร)

R_V คือ รัศมีความโค้งถึงกึ่งกลางช่องทางจราจรด้านในของทางโค้งราบ (เมตร)

โดยสมการทั้งสองนี้ สามารถนำไปใช้ได้เมื่อความเร็วออกแบบอยู่ในช่วง 30 ถึง 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และค่าความฝืดของผิวทางอยู่ในช่วง 0.3 - 0.4

สำหรับทางโค้งราบที่มีการยกโค้ง ค่าความเร็วปลอดภัยในการเข้าทางโค้งราบ (V_2) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (2.8) ดังนี้

$$V_2 = \sqrt{127R(f + 0.01e)} \tag{2.8}$$

โดยที่

V_2 คือ ความเร็วรถยนต์ (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

f คือ สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน (Side Friction)

R คือ รัศมีความโค้ง (เมตร)

e คือ อัตราการยกโค้ง (%)

ดังนั้น ความเร็วที่ปลอดภัยในการเข้าทางโค้งราบ ($V_{safe\ speed}$) สามารถหาได้จากความเร็วที่มีค่าน้อยที่สุดระหว่างค่าความเร็วที่คำนวณได้จากสมการทั้งสอง ดังสมการที่ (2.9)

$$V_{safe\ speed} = Min\{V_1, V_2\} \tag{2.9}$$

2.2.5.2 การคำนวณความเร็วปลอดภัยในการเข้าทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน

ค่าความเร็วปลอดภัยในการเข้าทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน สามารถคำนวณได้จากระยะมองเห็นปลอดภัย ดังแสดงในสมการที่ (2.10) และสมการที่ (2.11) ดังนี้

$$V_{safe\ speed} = 7.8 \times \sqrt{404AL} - 12.463 \qquad \text{เมื่อ } S < L \text{ หรือ} \qquad (2.10)$$

$$V_{safe\ speed} = 7.8 \times \sqrt{\left(L + \frac{404}{A}\right)/2} - 12.463 \qquad \text{เมื่อ } S > L \qquad (2.11)$$

โดยที่

L คือ ความยาวทางโค้ง (เมตร)

S คือ ระยะมองเห็นปลอดภัยบนทางโค้งดิ่ง (เมตร)

A คือ ผลต่างของระดับความลาดเอียง (%)

2.3 พฤติกรรมการขับขี่ที่ทางโค้งในการศึกษาที่ผ่านมา

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงผลการศึกษาพฤติกรรมการขับขี่ที่ทางโค้งโดยใช้มาตรการลดความเร็วและวิธีการศึกษาต่างๆ กัน โดยจะมีทั้งการศึกษาในภาคสนามเพื่อสังเกตพฤติกรรมการขับขี่ที่เกิดขึ้นจริงและการศึกษาในห้องปฏิบัติการ โดยการใช้เครื่องจำลองการขับขี่เพื่อสังเกตพฤติกรรมการขับขี่ที่เกิดขึ้น ซึ่งการศึกษาที่ผ่านมาจะมีทั้งการศึกษาในประเทศไทยและการศึกษาในต่างประเทศ

2.3.1 พฤติกรรมการขับขี่ที่ทางโค้งในการศึกษาที่ผ่านมาในประเทศไทย

ธนัญชย์ นิ่งเจริญ และ วิโรจน์ ศรีสุรภานนท์ (2547) ได้ศึกษาแนวทางการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการจราจรและผลกระทบต่อการจราจร เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงระยะของการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างขวางการจราจร (Work Zone) ตามมาตรฐาน MUTCD (Manual of Uniform Traffic Control Devices) โดยมีพื้นที่ศึกษา คือ พื้นที่ที่มีการก่อสร้างบนถนนทางหลวงสาย รังสิต-นครนายก ช่วงกม.6+275-7+275 มีขนาด 2 ช่องทางจราจรต่อทิศทาง รวม 4 ช่องทางจราจร ทิศทางขาเข้าเมืองเป็นเส้นทางที่ศึกษา

การเก็บข้อมูลจะมีการติดตั้งป้ายควบคุมการจราจรรูปแบบต่าง ๆ กัน ในพื้นที่ศึกษา โดยมีทั้งหมด 8 รูปแบบการติดตั้ง แต่ละรูปแบบการติดตั้งจะมีการบันทึกข้อมูลโดยการบันทึกภาพด้วยกล้องวีดิทัศน์ จากนั้นนำภาพที่ได้มาทำการแปรข้อมูลเป็นข้อมูลทางการจราจร โดยใช้วิธีการทางอิมเมจโปรเซสชิงซึ่งใช้เครื่องออโตสโคปทำงานร่วมกับคอมพิวเตอร์ในการแปรข้อมูล

ผลการศึกษาพบว่า การปรับเปลี่ยนระยะการติดตั้งป้ายควบคุมหรือการลดระยะความยาวของทางลู่ (Taper Length) ไม่ได้ทำให้รูปแบบการเปลี่ยนแปลงความเร็วที่ตำแหน่งต่าง ๆ (Speed Profile Pattern) เปลี่ยนแปลงไป แต่จะมีผลทำให้ความเร็วที่ตำแหน่งต่าง ๆ ดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงไป และป้ายควบคุมการจราจรที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเร็ว นั่นคือ ป้ายควบคุมการจราจรป้ายที่ 3 (ป้ายสัญลักษณ์ทางแคบด้านขวา) ซึ่งติดตั้ง ณ ตำแหน่ง 150 เมตร จากจุดเริ่มต้นทางลู่ เมื่อปรับระยะการติดตั้งป้ายควบคุมป้ายที่ 3 เข้าใกล้พื้นที่ก่อสร้าง ค่าความเร็วที่ตำแหน่งต่าง ๆ จะมีค่าเพิ่มขึ้น

อย่างไรก็ตาม การศึกษาดังกล่าวนี้ไม่ได้พิจารณาถึงการปรับเปลี่ยนตัวแผ่นป้าย เช่น ขนาดการติดตั้งทั้งสองข้างทางหรือการมีอยู่หรือไม่มีอยู่ของป้ายบางตำแหน่ง โดยการศึกษานี้จะศึกษาเฉพาะการปรับเปลี่ยนระยะการติดตั้งป้ายเท่านั้น

วัชรงค์ ย่องบุตร (2549) ได้ทำการศึกษาพฤติกรรมของผู้ขับขี่ที่ทางโค้ง ลักษณะการเกิดอุบัติเหตุที่ทางโค้ง และความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดอุบัติเหตุกับรัศมีทางโค้ง โดยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลอุบัติเหตุและรายละเอียดเส้นทางจากหน่วยงานที่รับผิดชอบ และเก็บข้อมูลพฤติกรรมผู้ขับขี่ที่ทางโค้งในภาคสนาม สายทางที่ศึกษาจะเป็นถนน 2 ช่องทางจราจร ที่มีทางโค้งราบซึ่งไม่มีการกั้นช่องทางจราจร ทางโค้งที่ทำการศึกษา ประกอบด้วย 2 ทางโค้ง คือ ทางโค้งของถนนสาย 4135 ตอน แยกสาย 414 – ท่าอากาศยานหาดใหญ่ กม.5+019 – 5+563 และทางโค้งของถนนสาย 42 ตอน นาทวี – เทพา กม.40+437 – 40+700

ในการเก็บข้อมูลพฤติกรรมของผู้ขับขี่ในภาคสนามจะใช้กล้องวีดิทัศน์จำนวน 2 ตัว บันทึกภาพการขับขี่ โดยกล้องดังกล่าวจะติดตั้ง ณ ตำแหน่งจุดก่อนเข้าโค้งและออกจากโค้ง และจะใช้ปืนวัดความเร็ว (Radar Gun) ยิงไปยังรถเป้าหมายที่ต้องการวัดความเร็ว ผลการศึกษาพบว่าความเร็วก่อนเข้าโค้งมากกว่าความเร็วภายในโค้งทั้งสองเส้นทาง โดยที่ทางโค้งซึ่งมีรัศมีน้อย ๆ การลดลงของความเร็วจะต่างกันมาก ในขณะที่ทางโค้งซึ่งมีรัศมีมาก ๆ การลดลงของความเร็วจะไม่

แตกต่างกันมาก รถที่ใช้ความเร็วสูงสุด คือ รถเก๋ง เมื่อจำแนกตามลักษณะการใช้งานพบว่า รถยนต์รับจ้างขับด้วยความเร็วสูงกว่ารถยนต์ส่วนบุคคลบนทางโค้งที่มีรัศมีมาก ๆ ในขณะที่ทางโค้งที่มีรัศมีน้อย ๆ ความเร็วของรถทั้งสองประเภทจะใกล้เคียงกัน

ในการศึกษาดังกล่าวนี้ไม่ได้ทำการศึกษาพฤติกรรมการขับขี่ที่มีต่อป้ายจำกัดความเร็วใด ๆ และไม่ได้ทำการศึกษาพฤติกรรมการขับขี่บนทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน การศึกษาดังกล่าวมุ่งเน้นไปยังพฤติกรรมทั่วไปของผู้ขับขี่และความเร็วที่เกิดขึ้นที่ทางโค้ง โดยนำเสนอข้อมูลที่ได้โดยใช้สถิติพรรณนาเพื่อสรุปลักษณะของตัวอย่างในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งไม่มีการกล่าวถึงการใช้สถิติอนุมานเพื่อสรุปลักษณะของประชากร นอกจากนี้ ลักษณะของถนนที่ทำการศึกษาเป็นถนนของกรมทางหลวง ซึ่งอาจมีมาตรฐานทางที่แตกต่างจากทางหลวงชนบท

2.3.2 พฤติกรรมการขับขี่ที่ทางโค้งในการศึกษาที่ผ่านมาในต่างประเทศ

Houten และ Houten (1986) ได้ทำการศึกษาเพื่อตรวจสอบว่า ป้ายเตือนข้อความพิเศษ (“BEGIN SLOWING HERE”) มีผลต่อการลดความเร็วของรถยนต์หรือไม่ โดยพื้นที่ศึกษาจะเป็นทางหลวงแผ่นดินที่มุ่งไปสู่พื้นที่เมืองซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการจำกัดความเร็ว โดยเมืองดังกล่าว คือ เมืองดาร์ทเมาธ์ รัฐโนวาสโกเทีย ประเทศแคนาดา ซึ่งทางหลวงดังกล่าวจะมีการเปลี่ยนจำนวนช่องทางจราจรจาก 4 ช่องทางจราจร เป็น 2 ช่องทางจราจรที่ตำแหน่งจุดเริ่มต้นพื้นที่ที่มีการจำกัดความเร็ว โดยจะเป็นการจำกัดความเร็วจาก 80 กม./ชม. เป็น 50 กม./ชม. ที่ตำแหน่งจุดเริ่มต้นพื้นที่ที่มีการจำกัดความเร็ว

การศึกษาดังกล่าวนี้จะทำการติดตั้งป้ายเตือนข้อความพิเศษดังกล่าวถัดจากป้ายเตือนมาตรฐานทั่วไปเป็นระยะ 185 เมตร และติดตั้งป้ายเตือนข้อความพิเศษดังกล่าวก่อนป้ายจำกัดความเร็วเป็นระยะ 86 เมตร โดยจะมีการวัดความเร็วรถยนต์ด้วยปืนวัดความเร็ว ณ ตำแหน่งจุดเริ่มต้นของพื้นที่ที่มีการจำกัดความเร็ว ในการศึกษาได้มีการกำหนดเงื่อนไข 5 สถานการณ์ คือ สถานการณ์ที่หนึ่งไม่มีการติดตั้งป้ายเตือนข้อความพิเศษ สถานการณ์ที่สองมีการติดตั้งป้ายเตือนข้อความพิเศษ สถานการณ์ที่สามนำป้ายเตือนข้อความพิเศษออก สถานการณ์ที่สี่ติดตั้งป้ายเตือนข้อความพิเศษอีกครั้ง สถานการณ์ที่ห้าเฝ้าติดตามเก็บข้อมูลโดยเก็บข้อมูล 1 วัน ในแต่ละสัปดาห์อย่างสุ่ม ผลการศึกษาพบว่า ป้ายเตือนข้อความพิเศษมีผลทำให้จำนวนผู้ขับขี่ที่ใช้ความเร็วมากกว่าหรือเท่ากับ 60 กม./ชม. 65 กม./ชม. หรือ 70 กม./ชม. มีจำนวนลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

การศึกษาดังกล่าวนี้มีการกำหนดตำแหน่งจุดเริ่มต้นลดความเร็วอย่างชัดเจนทำให้ผู้ขับขี่ไม่ต้องพิจารณาตัดสินใจหาตำแหน่งเริ่มต้นลดความเร็ว แต่ป้ายลักษณะดังกล่าวไม่มีการกำหนดใช้ในประเทศไทย ในงานวิจัยดังกล่าวนี้จะเป็นการศึกษาเฉพาะข้อความบนป้ายเท่านั้นไม่ได้พิจารณาถึงขนาดที่ใหญ่เป็นพิเศษหรือการติดตั้งป้ายที่แตกต่างจากการดำเนินการโดยทั่วไป และไม่ได้กล่าวถึงความเร็วในการขับขี่เมื่อเห็นป้ายดังกล่าวแล้วมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

Milosevic และ Milic (1990) ได้ทำการศึกษาประเมินการรับรู้ความเร็วในการขับขี่บนทางโค้งของผู้ขับขี่ โดยให้ผู้ขับขี่จำนวน 206 คน ประเมินความเร็วของยานพาหนะในตำแหน่งจุดกึ่งกลางโค้งของทางโค้งราบรัศมีแคบทางซ้าย ซึ่งมีรัศมีโค้ง 75 เมตร มีการยกโค้ง 5.5% และมีการเปรียบเทียบค่าประมาณความเร็วเฉลี่ยซึ่งได้จากผู้ขับขี่หลังจากขับขี่ผ่านทางโค้งกับความเร็วที่เกิดขึ้นจริงซึ่งวัดได้ที่ตำแหน่งจุดกึ่งกลางทางโค้งโดยใช้ปืนวัดความเร็ว

การศึกษาดังกล่าวนี้มีการติดตั้งป้ายจราจรบริเวณก่อนเข้าทางโค้งจำนวน 3 ตำแหน่ง ป้ายตำแหน่งที่หนึ่งเป็นป้ายเตือนทางโค้งรัศมีแคบทางซ้าย ที่ระยะถัดไปอีก 30 เมตร เป็นป้ายตำแหน่งที่สองซึ่งเป็นป้ายจำกัดความเร็ว โดยระบุความเร็วเป็น 50 กม./ชม. และต่อมามีการเปลี่ยนเป็น 60 กม./ชม. ที่ระยะถัดไปอีก 120 เมตร เป็นป้ายตำแหน่งที่สามซึ่งเป็นป้ายเตือนข้อความบอกถึงการเปลี่ยนทิศทางกะทันหัน หลังจากขับขี่ผ่านทางโค้งจะมีการสอบถามผู้ขับขี่เกี่ยวกับความเร็วและรายละเอียดอื่น ๆ จากการศึกษาพบว่า ผู้ขับขี่ประเมินความเร็วของยานพาหนะต่ำไป การประมาณความเร็วจะมีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้นสำหรับผู้ขับขี่ที่เห็นป้ายเตือนและป้ายจำกัดความเร็ว โดยทั่วไปผู้ขับขี่ที่มีประสบการณ์และผู้ขับขี่วัยกลางคนจะประมาณค่าความเร็วได้ถูกต้องแม่นยำน้อยกว่าผู้ขับขี่วัยหนุ่มสาวที่มีประสบการณ์น้อย

การศึกษาดังกล่าวนี้ไม่ได้ระบุประเภทของตัวอย่างที่ทำการศึกษา ในการศึกษาดังกล่าวนี้มีการทดลองรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็ว 2 รูปแบบ โดยรูปแบบการติดตั้งดังกล่าวทั้งสองนั้นมีความแตกต่างกันตรงป้ายตำแหน่งที่สองซึ่งมีการระบุการจำกัดความเร็วที่ต่างกัน เพื่อเป็นการศึกษาว่า การจำกัดความเร็วที่ต่างกันในทางโค้งเดียวกันมีผลต่อการประเมินความเร็วของผู้ขับขี่อย่างไร ในการศึกษาดังกล่าวนี้ไม่ได้ศึกษาพฤติกรรมความเร็วของผู้ขับขี่ก่อนเข้าทางโค้ง แต่พิจารณาเฉพาะความเร็วที่จุดกึ่งกลางทางโค้งเท่านั้น การวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาดังกล่าวจะเป็น

การทดสอบสมมติฐานโดยการใช้สถิติทดสอบแบบที (*t*-test) เพื่อเปรียบเทียบความเร็วที่เกิดขึ้นจริงกับความเร็วที่ได้จากการประมาณว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่

Comte และ Jamson (2000) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบมาตรการลดความเร็วสำหรับทางโค้งราบ โดยการศึกษานี้ได้ทำการวิจัยที่มหาวิทยาลัยลีดส์ ประเทศอังกฤษ เมื่อปีคศ.1999 ซึ่งมาตรการลดความเร็วสำหรับทางโค้งราบที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย ป้ายข้อความแบบไดนามิค (Variable Message Sign) การแสดงผลภายในรถยนต์ (In-Car Display) เครื่องจำกัดความเร็ว (Speed Limiter) และ แถบขวาง (Transverse Bar) โดยจะทำการเปรียบเทียบมาตรการต่าง ๆ กับเงื่อนไขเริ่มต้น

กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย เพศชาย 15 คน อายุเฉลี่ย 32 ปี และเพศหญิง 15 คน อายุเฉลี่ย 30 ปี ทั้งหมดมีประสบการณ์การขับขี่มากกว่า 3 ปี และมีใบขับขี่ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง คือ เครื่องจำลองการขับขี่ (Driving Simulator) โดยอุปกรณ์ดังกล่าวมีสหสัมพันธ์สูงระหว่างความเร็วที่เกิดขึ้นบนถนนจริงและความเร็วที่เกิดขึ้นในเครื่องจำลอง

โครงข่ายถนนที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย ทางโค้งรัศมีแคบ (รัศมีโค้ง 100 เมตร ความยาวทางโค้ง 75 เมตร) และทางโค้งรัศมีกว้าง (รัศมีโค้ง 200 เมตร ความยาวทางโค้ง 150 เมตร) โดยมีจำนวนทางโค้งทั้งหมด 8 ทางโค้ง แต่ละทางโค้งประกอบด้วย ทางตรงก่อนเข้าโค้งระยะทาง 300 เมตร ทางโค้ง ทางตรงออกจากโค้ง 300 เมตร ทางโค้งทั้งหมดอยู่ในพื้นที่ชนบทซึ่งมีการจำกัดความเร็ว 100 กม./ชม. กำหนดให้มีการจราจรในทิศทางตรงข้ามเกิดขึ้นในถนนส่วนที่เป็นทางตรงเท่านั้น แต่ถนนส่วนที่เป็นทางโค้งไม่มีการจราจรในทิศทางตรงข้าม และไม่มีการจราจรในทิศทางเดียวกับผู้ขับขี่ ความเร็วที่เหมาะสมสำหรับทางโค้งกำหนดให้เป็น 48 กม./ชม. และ 64 กม./ชม.

โดยถนนส่วนที่เป็นทางตรงก่อนเข้าทางโค้งจะมีการเก็บข้อมูลความเร็ว ความเร่ง และตำแหน่งด้านข้าง และในขณะที่อยู่ภายในทางโค้งจะมีการเก็บข้อมูลความเร็วที่จุดเริ่มต้นโค้ง จุดกึ่งกลางโค้ง และจุดสิ้นสุดโค้ง และจะมีการเก็บความเร็วสูงสุด ความเร็วต่ำสุด และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วที่เกิดขึ้นในช่วงความยาวทางโค้ง ในการทดลองกลุ่มตัวอย่างผู้ขับขี่ต้องทำการขับขี่ 5 การทดลอง แต่ละการทดลองใช้เวลา 10 นาที ระหว่างการทดลองกลุ่มตัวอย่างจะต้องทำการห้ามล้อกะทันหัน เพื่อทำการตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับภาระงานเกี่ยวกับจิตใจ (Mental

Workload) หลังจากทำการทดลองเสร็จสิ้น กลุ่มตัวอย่างจะต้องทำการตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับความสามารถในการยอมรับได้

ผลการศึกษาพบว่า เครื่องจำกัดความเร็ว (Speed Limiter) เป็นมาตรการที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด แต่เมื่อพิจารณาในเรื่องความสามารถในการยอมรับได้ของผู้ขับขี่พบว่า มีความพึงพอใจน้อยที่สุด มาตรการอื่น ๆ สามารถลดความเร็วได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยประมาณ 6 กม./ชม.

การศึกษาดังกล่าวนี้เป็นการศึกษาโดยใช้เครื่องจำลองการขับขี่ซึ่งอาจจะทำให้ผู้ขับขี่มีความตั้งใจไม่เหมือนในสถานการณ์จริงได้ และในการศึกษาดังกล่าวไม่ได้ทำการศึกษาป้ายข้อความแบบถาวร (Fixed Message Sign) ว่ามีผลต่อการขับขี่อย่างไร

Vest และคณะ (2005) ได้ทำการศึกษาประเมินผลการใช้ป้ายเตือนและวิธีการเตือนในรูปแบบต่าง ๆ กัน เพื่อระบุว่า แบบใดมีผลกระทบต่อผู้ขับขี่มากที่สุดในการลดความเร็วของยานพาหนะขณะขับผ่านทางโค้งราบ ในการศึกษานี้ได้ทำการคัดเลือกสถานที่ทำการทดลอง 3 แห่ง คือ เมืองกรีนอัพ เมืองเฮนรี และเมืองลี ในรัฐเคนตักกี ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยรูปแบบการเตือนทางโค้งที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย ป้ายลูกศร ป้ายเชฟรอน ป้ายแนะนำความเร็วและป้ายเตือนทางโค้งแบบรวมกัน(ป้ายใหม่) ป้ายที่มีอยู่เดิมติดธง ป้ายที่มีอยู่เดิมติดไฟกระพริบ ป้ายที่มีอยู่เดิมและป้ายใหม่ติดไฟกระพริบ หลักนำทาง เส้นขวาง แถบชะลอความเร็ว และทุกรูปแบบรวมกัน โดยทุกรูปแบบที่ทำการศึกษาจะมีป้ายที่มีอยู่เดิม คือ ป้ายเตือนทางโค้งและป้ายแนะนำความเร็วแบบแยกกัน แต่ละรูปแบบจะทำการติดตั้งแล้วปล่อยทิ้งไว้เป็นเวลา 5 วัน หลังจากนั้นจึงดำเนินการวัดความเร็ว

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองนี้มีความหลากหลาย บางรูปแบบมีความสามารถในการลดความเร็วที่สอดคล้องกัน จากการทดลองพบว่า รูปแบบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด คือ เส้นขวาง ป้ายแนะนำความเร็วและป้ายเตือนทางโค้งแบบรวมกัน และป้ายที่มีอยู่เดิมและป้ายใหม่ติดไฟกระพริบ โดยทุกรูปแบบรวมกันสามารถลดความเร็วได้ทั้ง 3 พื้นที่ศึกษา ซึ่งกล่าวได้ว่า ผลกระทบที่เห็นได้ชัดเจนมากที่สุดเกิดขึ้นเมื่อรูปแบบการเตือนต่าง ๆ ถูกนำมาใช้ร่วมกัน โดยเฉพาะแถบชะลอความเร็วซึ่งสามารถกระตุ้นผู้ขับขี่ได้ทั้งทางกายภาพและเสียงอันมีผลต่อการลดความเร็ว โดยการลดลงของความเร็วเฉลี่ยสูงกว่าความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์บ่งบอกถึงรูปแบบโดยส่วนใหญ่มีผล

สำหรับการลดความเร็วต่อการขับขี่ที่ไม่ปลอดภัยมากที่สุดซึ่งมีการเดินทางสูงกว่าความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์

Bertini และคณะ (2006) ได้ทำการศึกษาประเมินผลการใช้ระบบการเตือนทางโค้งแบบไดนามิค (Dynamic Curve Warning System) ในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณทั้งก่อนและหลังการติดตั้งที่ทางโค้งบนทางหลวงระหว่างรัฐหมายเลข 5 ในเมืองเมอร์เทิลครีค รัฐโอเรกอน ประเทศสหรัฐอเมริกา ทั้งทิศทางการเดินทางไปทางทิศเหนือและทิศทางการเดินทางไปทางทิศใต้ โดยระบบดังกล่าวจะทำการแสดงข้อความบนป้ายแสดงข้อความแบบไดนามิคทั้งสองป้ายในสองทิศทางการเดินทางแก่ผู้ขับขี่จากความเร็วยานพาหนะที่ตรวจจับได้ขณะวิ่งผ่านทางโค้ง ในการประเมินผลการใช้ระบบการเตือนทางโค้งดังกล่าว จะใช้ตัวชี้วัดความมีประสิทธิภาพ 3 ตัวชี้วัด คือ 1. การเปลี่ยนแปลงของความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์ส่วนบุคคลและรถยนต์เชิงพาณิชย์ 2. การเปลี่ยนแปลงของการกระจายความเร็วของรถยนต์ส่วนบุคคลและรถยนต์เชิงพาณิชย์ และ 3. การตอบรับของสาธารณชนที่มีต่อป้ายข้อความแสดงผลแบบไดนามิค

ข้อมูลความเร็วของยานพาหนะสามารถวัดได้จากอุปกรณ์ตรวจจับเลเซอร์ซึ่งสามารถบันทึกข้อมูลได้ทั้งความเร็วและระยะทาง โดยการเก็บข้อมูลใช้เวลาทั้งสิ้น 7 วัน แบ่งเป็นช่วงเวลาก่อนการติดตั้ง 4 วัน และช่วงเวลาหลังการติดตั้ง 3 วัน การประเมินผลเชิงปริมาณพบว่า ระบบการเตือนทางโค้งขั้นสูงดังกล่าวมีประสิทธิภาพในการลดความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์ส่วนบุคคลและรถบรรทุกโดยประมาณ 3 ไมล์ต่อชั่วโมง สำหรับหรับการเดินทางไปทางทิศใต้ และประมาณ 2 ไมล์ต่อชั่วโมง สำหรับการเดินทางไปทางทิศเหนือ หลังการติดตั้งระบบดังกล่าวพบว่า การกระจายความเร็วของยานพาหนะมีความแตกต่างในทางสถิติ โดยจำนวนยานพาหนะที่อยู่ในช่วงความเร็วสูงมีค่าลดต่ำลง นอกจากนี้ การสำรวจความคิดเห็นของผู้ขับขี่ต่อการใช้ระบบดังกล่าวพบว่า การรับรู้ต่อระบบดังกล่าวเป็นที่ยอมรับได้ของสาธารณชน

Charlton (2006) ได้ทำการศึกษาตรวจสอบบทบาทของปัจจัยเกี่ยวกับตำแหน่งด้านข้าง ปัจจัยเกี่ยวกับการรับรู้ และปัจจัยเกี่ยวกับความตั้งใจที่มีต่อพฤติกรรมผู้ขับขี่ที่ทางโค้งโดยใช้รูปแบบการเตือนทางโค้งที่แตกต่างกัน การศึกษานี้ได้ทำการศึกษาที่มหาวิทยาลัยวาอิคาโต ประเทศนิวซีแลนด์ โดยมีการแบ่งรูปแบบการเตือนทางโค้งออกเป็น 2 กลุ่ม เพื่อใช้ในการทดลองกับเครื่องจำลองการขับขี่ รูปแบบการเตือนกลุ่มแรกประกอบด้วย ป้ายเตือน 4 รูปแบบ ที่ออกแบบเพื่อเตือนผู้ขับขี่ถึงการมีอยู่ของทางโค้งและสร้างการลดลงของความเร็วก่อนเข้าสู่ทางโค้ง รูปแบบการเตือน

กลุ่มที่สองประกอบด้วย เครื่องหมายบนผิวจราจรซึ่งมีหลายรูปแบบ โดยออกแบบเพื่อให้มีผลต่อความเร็วและตำแหน่งบนช่องจราจรของผู้ขับขี่ขณะที่ทำการขับขี่ผ่านทางโค้ง

ผลการศึกษาพบว่า ป้ายเตือนทางโค้งและป้ายแนะนำความเร็วไม่มีประสิทธิภาพในการลดความเร็วเท่ากับเมื่อนำไปใช้ร่วมกับป้ายเชฟรอน หรือป้ายเครื่องหมายลูกศรซ้ำ (Repeater Arrows) จากการทดลองเครื่องหมายบนผิวจราจรพบว่า แถบชะลอความเร็วเท่านั้นสร้างการลดลงของความเร็วที่สามารถสังเกตเห็นได้ชัดเจน โดยเครื่องหมายจราจรบนผิวจราจรรูปก้างปลาพบว่า มีผลต่อตำแหน่งยานพาหนะในช่องจราจรอย่างมีนัยสำคัญในขณะที่ทำการขับขี่ผ่านทางโค้งโดยทำให้มีความราบเรียบในเส้นทางการขับขี่ รูปแบบที่รวมเอาเครื่องหมายก้างปลา ป้ายเชฟรอน และป้ายเครื่องหมายลูกศรซ้ำ (Repeater Arrows) เข้าด้วยกันมีผลทำให้เกิดการลดลงของความเร็วที่สามารถเชื่อถือได้และทำให้ตำแหน่งของยานพาหนะบนช่องจราจรมีประสิทธิภาพดีขึ้น ผลลัพธ์ที่ได้นี้สามารถเป็นหลักฐานที่แสดงว่า รูปแบบที่มีการใช้สิ่งกระตุ้นเกี่ยวกับการรับรู้เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพที่สูงที่สุดในการลดความเร็วบนทางโค้งของผู้ขับขี่

การศึกษาดังกล่าวนี้เป็นการศึกษาโดยใช้เครื่องจำลองการขับขี่ (Driving Simulator) ซึ่งอาจจะทำให้ผู้ขับขี่มีความตั้งใจในการขับขี่ไม่เหมือนในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงได้

Mikolajotz และคณะ (2009) ได้ทำการศึกษาพฤติกรรมผู้ขับขี่บริเวณทางโค้งโดยใช้ฐานข้อมูลสมรรถนะผู้ขับขี่ โดยพื้นที่ศึกษาอยู่ที่เมืองโลว์เวอร์แซคโซนี ประเทศเยอรมนี ในการศึกษานี้ฐานข้อมูลสมรรถนะผู้ขับขี่จะทำหน้าที่บันทึกข้อมูลประเภทต่าง ๆ ที่สอดคล้องกัน เช่น ผู้ขับขี่ ยานพาหนะ และสิ่งแวดล้อม ตลอดเวลาขณะทำการทดลอง และข้อมูลที่เก็บได้เหล่านี้จะถูกนำไปใช้ในการประเมินทางสถิติและการวิเคราะห์ภายใต้สมมติฐานที่แตกต่างกัน การทดลองประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ เส้นทางอ้างอิงที่มีการกำหนดไว้ล่วงหน้า ยานพาหนะที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ และฐานข้อมูลคอมพิวเตอร์

รายละเอียดการเก็บข้อมูลประกอบด้วย การเก็บรายละเอียดของสายทาง เช่น อุปกรณ์อำนวยความปลอดภัยทั้งชนิดและที่ตั้งของอุปกรณ์โดยการใช้เครื่องจีพีเอส การเก็บข้อมูลการกระทำของผู้ขับขี่ เช่น การเริ่มชะลอความเร็ว การเริ่มต้นเร่งความเร็ว การหมุนพวงมาลัย พฤติกรรมการจ้องมอง การเก็บข้อมูลเกี่ยวกับสรีรศาสตร์ เช่น อัตราการเต้นของหัวใจ และการเก็บข้อมูลของ

ยานพาหนะ เช่น ความเร็วและความเร่ง โดยการใช้ตัวตรวจจับ นอกจากนี้ ยานพาหนะที่ใช้ในการทดลองดังกล่าวมีการติดตั้งระบบระบุตำแหน่งด้วย

จากผลการศึกษาพบว่า ความเร็วของแต่ละบุคคลเป็นฟังก์ชันของลักษณะจำเพาะของทางโค้งโดยมีระดับความเร็วที่เพิ่มขึ้นและลดลงในแนวทางที่สอดคล้องกัน และจากข้อมูลดังกล่าวที่เก็บได้สามารถทำนายหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วและระยะเริ่มต้นห้ามล้อจากจุดเริ่มต้นทางโค้งได้จากผลต่างความเร็วได้

2.4 การศึกษาพฤติกรรมการขับขี่โดยการใช้แผนภาพเวลา-ระยะทาง

แผนภาพเวลา-ระยะทาง (Time-Space Diagram) เป็นแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและตำแหน่งของยานพาหนะที่เคลื่อนที่ไปตามเส้นทาง โดยที่ระยะทาง (X) ซึ่งวัดจากจุดอ้างอิงจะเป็นฟังก์ชั่นของเวลา (t) (Daganzo, 1997) ในการประยุกต์ใช้แผนภาพเวลา-ระยะทาง จำเป็นที่จะต้องอาศัยองค์ความรู้เกี่ยวกับกลศาสตร์ของยานพาหนะและลักษณะของเส้นทาง เช่น น้ำหนักของยานพาหนะ แรงเสียดทาน กำลังเครื่องยนต์ เส้นแสดงความลาดชัน ตัวอย่างการประยุกต์ใช้แผนภาพเวลา-ระยะทาง เช่น การคำนวณหาเวลาการเดินทางที่น้อยที่สุดของรถไฟระหว่างสถานี เมื่อมีการกำหนดความเร็วสำหรับการดำเนินการสูงสุด น้ำหนักบรรทุกที่อนุญาตสูงสุด และระยะทางระหว่างสถานี การคำนวณหาความเร็วเริ่มต้นจากบริเวณที่มีการลื่นไถลและความเร็วชนปะทะ เมื่อมีการกำหนดสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของยานพาหนะและลักษณะทางเรขาคณิตของถนน การศึกษาความยาวทางวิ่งและตำแหน่งทางออกของทางขับ เมื่อมีการกำหนดความเร็วเริ่มต้นเพื่อใช้หาระยะทางในการที่จะทำความเร็วให้ได้ตามที่ต้องการและลักษณะการชะลอความเร็วของเครื่องบิน การศึกษาเกี่ยวกับความยาวช่องทางจราจรสำหรับเร่งความเร็วและชะลอความเร็วบนทางด่วน

ในการเก็บข้อมูลเพื่อนำมาเขียนเป็นแผนภาพเวลา-ระยะทาง สามารถใช้กล้องวีดิทัศน์บันทึกภาพแล้วทำการถอดข้อมูลตำแหน่งของยานพาหนะที่เวลาต่าง ๆ แล้ววาดเส้นกราฟเพื่อแสดงการเคลื่อนที่ของยานพาหนะดังกล่าว จากความรู้พื้นฐานวิชาแคลคูลัสสามารถแปลงสมการความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทางเป็นสมการความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและความเร็ว หรือ

สมการความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและความเร่ง โดยนิยามแล้ว อนุพันธ์อันดับหนึ่งของ $X(t)$ คือ ความเร็ว $v(t)=\frac{dX(t)}{dt}$ และอนุพันธ์อันดับสองของ $X(t)$ คือ ความเร่ง $a(t)=\frac{d^2X(t)}{dt^2}$

ในบทที่ 2 นี้ ทำให้ทราบถึงมาตรฐาน รายละเอียด และข้อกำหนดเกี่ยวกับป้ายจราจรที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน ตลอดจนวิธีการศึกษาและผลการศึกษาที่ผ่านมาเกี่ยวกับป้ายจราจรทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ อันนำไปสู่การวางแผนและออกแบบการศึกษาให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่ต้องการ ซึ่งจะกล่าวรายละเอียดในบทถัดไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการหาแนวทางการออกแบบป้ายเพื่อลดความเร็วจราจรก่อนถึงทางโค้ง โดยทำการศึกษาพฤติกรรมการขับขี่จริงที่มีต่อรูปแบบป้าย การจัดเรียงป้าย และตำแหน่งที่ตั้งป้าย ในบทนี้จะนำเสนอขั้นตอนการศึกษาโดยแบ่งเป็น 5 ส่วนคือ การทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แนวทางการคัดเลือกสถานที่เก็บข้อมูล วิธีการเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการสรุปผลการวิเคราะห์พร้อมข้อเสนอแนะ โดยในแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 การทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยได้มีการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ โดยมีการทบทวนในเรื่องมาตรฐานการออกแบบและติดตั้งป้ายจราจรที่ทางโค้ง ลักษณะทางกายภาพของทางโค้งและการคำนวณที่เกี่ยวข้อง พฤติกรรมการขับขี่ที่ทางโค้งในการศึกษาที่ผ่านมา และการประยุกต์ใช้แผนภาพเวลา-ระยะทาง (Time-Space Diagram) โดยมีหัวข้อย่อยในแต่ละเรื่องที่ทำการศึกษา ดังนี้

3.1.1 มาตรฐานการออกแบบและติดตั้งป้ายจราจรที่ทางโค้ง

- มาตรฐานการออกแบบและติดตั้งป้ายจราจรที่ทางโค้งในประเทศไทย
  - คู่มือเครื่องหมายควบคุมการจราจร (กรมทางหลวง, สำนักงานวิศวกรรมจราจร, 2531)
  - เอกสารนโยบาย การศึกษาข้อมูล และวิธีการควบคุมความเร็ว (กรมทางหลวง, 2541)
  - คู่มือการใช้เครื่องหมายจราจรบริเวณทางโค้ง เล่มที่ 4 (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร [สนข.], 2547)
  - เอกสารการเรียนรู้ด้วยตนเองเกี่ยวกับเครื่องหมายจราจรบริเวณทางโค้ง เล่มที่ 4 (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร [สนข.], 2547)

- มาตรฐานการออกแบบและติดตั้งป้ายจราจรที่ทางโค้งต่างประเทศ
  - Manual on Uniform Traffic Control Devices 2003 EDITION (U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration [FHWA], 2003)

3.1.2 ลักษณะของทางโค้งและการคำนวณที่เกี่ยวข้อง

โดยหนังสือ A Policy on Geometric Design of Highways and Streets 5th Edition (American Association of State Highway and Transportation Officials [AASHTO], 2004) ได้กล่าวถึงประเด็นที่เกี่ยวข้องดังนี้

- ระยะมองเห็นปลอดภัยของผู้ขับขี่ (Sight Distance) สามารถนำมาประยุกต์ใช้หาตำแหน่งการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วได้
- ระยะมองเห็นปลอดภัยบนทางโค้งราบ (Sight Distance on Horizontal Curves) สามารถนำมาประยุกต์ใช้หาความเร็วเข้าทางโค้งที่ปลอดภัยได้
- การยกโค้ง (Superelevation) สามารถนำมาประยุกต์ใช้หาความเร็วเข้าทางโค้งที่ปลอดภัยได้
- ระยะมองเห็นปลอดภัยบนทางโค้งดิ่ง (Sight Distance on Vertical Curves) สามารถนำมาประยุกต์ใช้หาความเร็วเข้าทางโค้งที่ปลอดภัยได้

3.1.3 พฤติกรรมการขับขี่ที่ทางโค้งในการศึกษาที่ผ่านมา

- พฤติกรรมการขับขี่ที่ทางโค้งในการศึกษาที่ผ่านมาในประเทศไทย
  - ธนัญชย์ นิ่งเจริญ และ วิโรจน์ ศรีสุรภานนท์ (2547) ได้ศึกษาแนวทางการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการจราจรและผลกระทบต่อการจราจร เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงระยะของการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างขวางการจราจรตามมาตรฐาน MUTCD

- วัชรงค์ ย่องบุตร (2549) ได้ทำการศึกษาพฤติกรรมของผู้ขับขี่ที่ทางโค้ง ลักษณะการเกิดอุบัติเหตุที่ทางโค้ง และความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดอุบัติเหตุกับรัศมีทางโค้ง

- พฤติกรรมการขับขี่ที่ทางโค้งในการศึกษาที่ผ่านมาในต่างประเทศ

  - Houten และ Houten (1986) ได้ทำการศึกษาเพื่อตรวจสอบว่า ป้ายเตือนข้อความแบบพิเศษ (“BEGIN SLOWING HERE”) มีผลต่อการลดความเร็วหรือไม่

  - Milosevic และ Milic (1990) ได้ทำการศึกษาประเมินการรับรู้ความเร็วในการขับขี่บนทางโค้งของผู้ขับขี่

  - Vest และคณะ (2005) ได้ทำการศึกษาผลของการใช้ป้ายเตือนรูปแบบต่าง ๆ กัน บนทางโค้งที่มีต่อความเร็วของรถยนต์ที่วิ่งผ่านทางโค้ง

  - Bertini และคณะ (2006) ได้ทำการศึกษาผลของการใช้ระบบการเตือนทางโค้งขั้นสูงที่เมืองเมอร์เทิลครีค ประเทศสหรัฐอเมริกา

  - Comte และJamson (2000) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบมาตรการลดความเร็วแบบต่าง ๆ โดยใช้เครื่องจำลองการขับขี่ (Driving Simulator)

  - Charlton (2006) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบการเตือนทางโค้งต่าง ๆ กัน โดยใช้เครื่องจำลองการขับขี่

  - Mikolajetz และคณะ (2009) ได้ทำการเก็บข้อมูลพฤติกรรมผู้ขับขี่โดยใช้อันนำไปสู่การวิเคราะห์หาค่าที่ต้องการ

3.1.4 การศึกษาพฤติกรรมการขับขี่โดยใช้แผนภาพเวลา-ระยะทาง

โดยหนังสือ Fundamentals of Transportation and Traffic Operations (Daganzo, 1997) ได้กล่าวถึงการประยุกต์ใช้แผนภาพเวลา-ระยะทาง เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทาง และการวิเคราะห์ตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ

จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทำให้ทราบถึงองค์ความรู้ที่ยังไม่สมบูรณ์ (Research Gap) ของงานวิจัยที่ผ่านมา ซึ่งจะนำไปสู่การกำหนดหัวข้องานวิจัยและแนวทางในการศึกษาต่อไป

3.2 แนวทางการคัดเลือกสถานที่เก็บข้อมูล

การศึกษานี้เป็นการศึกษาพฤติกรรมผู้ขับขี่ที่ทางโค้งที่เกิดขึ้นจริงในภาคสนาม โดยมีการทดลองรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วที่ทางโค้งและการสำรวจหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วจากป้ายจำกัดความเร็ว ในการศึกษามีการกำหนดหลักเกณฑ์สถานที่ศึกษาดังนี้

หลักเกณฑ์การคัดเลือกสายทาง กรณีการทดลองรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วที่ทางโค้ง ประกอบด้วย

- เป็นถนน 2 ช่องจราจร
- เป็นเส้นทางในแหล่งท่องเที่ยว
- สามารถติดตั้งป้ายจราจรได้
- เป็นถนนไม่มีการยกโค้ง
- สภาพการจราจรอยู่ในระดับการให้บริการ A

โดยสายทางที่ทำการศึกษาอยู่ในความรับผิดชอบของสำนักทางหลวงชนบทที่ 3 ชลบุรี และเป็นสายทางที่ประกอบด้วยทางโค้ง 5 ประเภท คือ

1. ทางโค้งราบรัศมีกว้าง (Simple Curve with Large Radius) คือ ทางโค้งเดี่ยวที่มีรัศมีโค้งมากกว่า 100 เมตร
2. ทางโค้งราบรัศมีแคบ (Simple Curve with Small Radius) คือ ทางโค้งเดี่ยวที่มีรัศมีโค้งน้อยกว่า 100 เมตร

3. ทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง (Reverse Curve with Two Large Radii) คือ ทางโค้งที่มีโค้งรัศมีกว้าง 2 โค้งต่อเนื่องกันในลักษณะที่จุดศูนย์กลางของโค้งอยู่ในทิศทางตรงข้ามกัน

4. ทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ (Reverse Curve with Two Small Radii) คือ ทางโค้งที่มีโค้งรัศมีแคบ 2 โค้งต่อเนื่องกันในลักษณะที่จุดศูนย์กลางของโค้งอยู่ในทิศทางตรงข้ามกัน

5. ทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน (Crest Vertical Curve) คือ ทางขึ้นเนินซึ่งควรมีความลาดชันไม่เกิน 7% โดยมีลักษณะเป็นโค้งคว่ำ

หลักเกณฑ์การคัดเลือกสายทาง กรณีการสำรวจหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วจากป้ายจำกัดความเร็วที่ทางโค้ง ประกอบด้วย

- เป็นถนน 1-2 ช่องจราจร
- มีป้ายจราจรจำกัดความเร็วติดตั้งอยู่
- สามารถบันทึกภาพด้วยกล้องวิดีทัศน์ได้
- เป็นถนนไม่มีการยกโค้ง
- สภาพการจราจรอยู่ในระดับการให้บริการ A

โดยสายทางที่ทำการศึกษาอยู่ในความรับผิดชอบของกรมทางหลวงและเป็นสายทางที่ประกอบด้วยทางโค้งที่มีลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง กล่าวคือ

- ทางโค้งราบรัศมีกว้าง (Simple Curve with Large Radius) คือ ทางโค้งเดี่ยวที่มีรัศมีโค้งมากกว่า 100 เมตร
- ทางโค้งราบรัศมีแคบ (Simple Curve with Small Radius) คือ ทางโค้งเดี่ยวที่มีรัศมีโค้งน้อยกว่า 100 เมตร

- ทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง (Reverse Curve with Two Large Radii) คือ ทางโค้งที่มีโค้งรัศมีกว้าง 2 โค้งต่อเนื่องกันในลักษณะที่จุดศูนย์กลางของโค้งอยู่ในทิศทางตรงข้ามกัน
- ทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ (Reverse Curve with Two Small Radii) คือ ทางโค้งที่มีโค้งรัศมีแคบ 2 โค้งต่อเนื่องกันในลักษณะที่จุดศูนย์กลางของโค้งอยู่ในทิศทางตรงข้ามกัน
- ทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน (Crest Vertical Curve) คือ ทางขึ้นเนินซึ่งควรมีความลาดชันไม่เกิน 7% โดยมีลักษณะเป็นโค้งคว่ำ

จากหลักเกณฑ์ดังกล่าวข้างต้น สามารถทำการคัดเลือกสายทางสำหรับการทดลองรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วและการสำรวจหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว โดยจะกล่าวรายละเอียดของแต่ละสายทางสำหรับแต่ละประเด็นการศึกษาในบทที่ 4 และบทที่ 5 ตามลำดับ

3.3 วิธีการเก็บข้อมูล

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาที่ต้องเก็บข้อมูลในภาคสนาม โดยมีการทดลองรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วและการสำรวจหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วของรถยนต์ โดยแต่ละการศึกษามีวิธีการเก็บข้อมูลที่แตกต่างกันเพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัยที่ต้องการและข้อมูลที่เก็บได้เป็นข้อมูลจราจรของยานพาหนะ โดยมีรายละเอียดของวิธีการเก็บข้อมูล ดังนี้

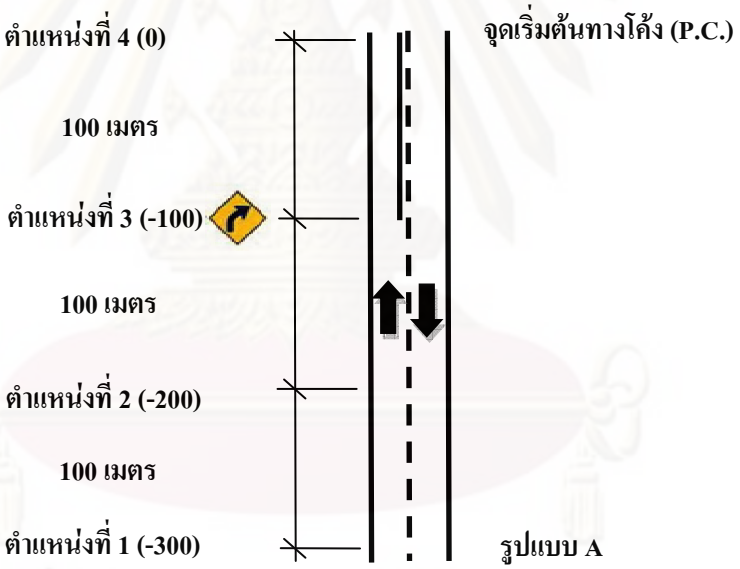
3.3.1 กลุ่มตัวอย่างที่ทำการวิจัย

ในงานวิจัยนี้มีประเด็นที่ทำการศึกษาอยู่ 2 เรื่อง คือ การทดลองรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วที่ทางโค้ง ซึ่งมีการเก็บข้อมูลความเร็วรถยนต์เป็นจำนวน 25 ชุดข้อมูล โดยชุดข้อมูลละ 30 ตัวอย่าง ซึ่งรวมเป็นจำนวนตัวอย่างทั้งสิ้น 750 ตัวอย่าง และการสำรวจหาตำแหน่งเริ่มต้นชะลอความเร็วของรถยนต์ ซึ่งมีการเก็บข้อมูลเวลาและระยะทางของรถยนต์เป็นจำนวนอย่างน้อย 150 ตัวอย่าง

3.3.2 การเก็บข้อมูลความเร็วเฉพาะจุด (Spot Speeds) กรณีการทดลองรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็ว

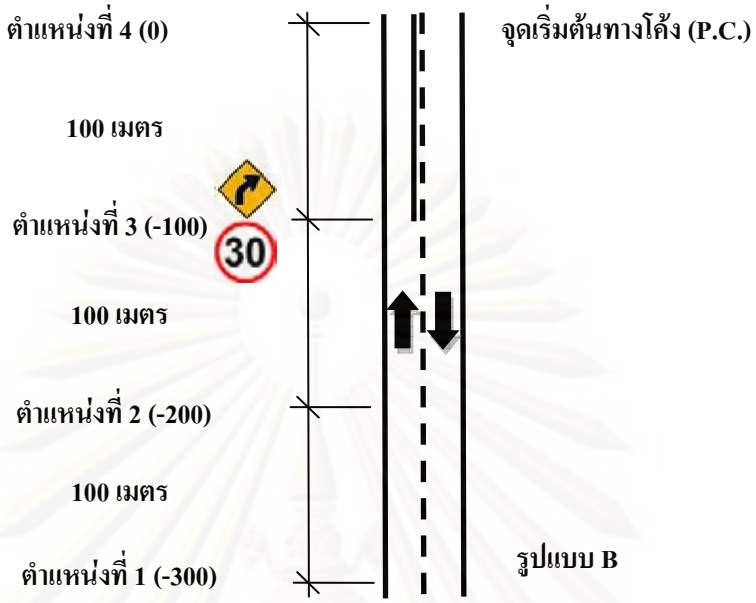
การทดลองนี้มีการกำหนดรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็ว 5 รูปแบบ โดยป้ายจราจรที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ป้ายเตือนทางโค้งประเภทต่าง ๆ ป้ายเตือนข้อความ และป้ายจำกัดความเร็ว ซึ่งป้ายจราจรทุกประเภทมีการออกแบบแผ่นป้ายตามมาตรฐานของสนข. โดยแต่ละรูปแบบมีรายละเอียดการติดตั้ง ดังนี้

รูปแบบ A ประกอบด้วย ป้ายเตือนทางโค้งขนาด 60 เซนติเมตร ซึ่งมีระยะห่างจากจุดเริ่มต้นทางโค้ง 100 เมตร ดังภาพที่ 3.1



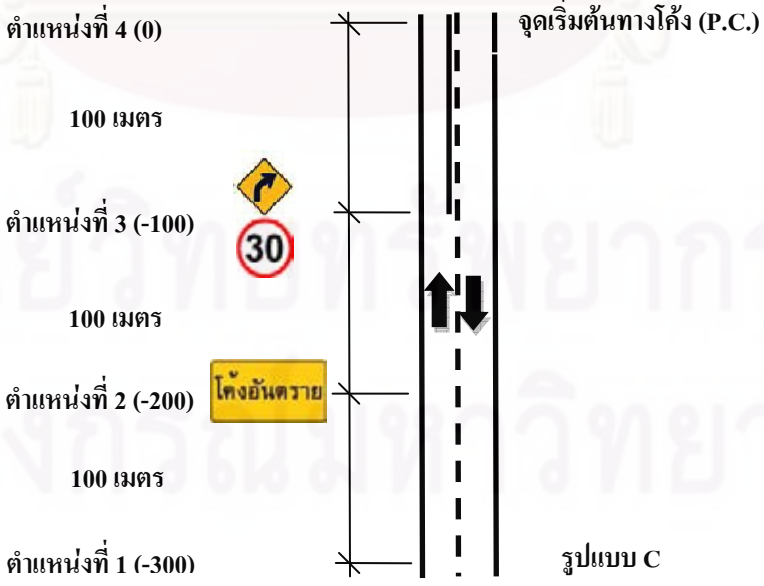
ภาพที่ 3.1 การติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วรูปแบบ A

รูปแบบ B ประกอบด้วย ป้ายเตือนทางโค้งติดตั้งร่วมกับป้ายจำกัดความเร็วขนาด 60 เซนติเมตร ซึ่งมีระยะห่างจากจุดเริ่มต้นทางโค้ง 100 เมตร ดังภาพที่ 3.2



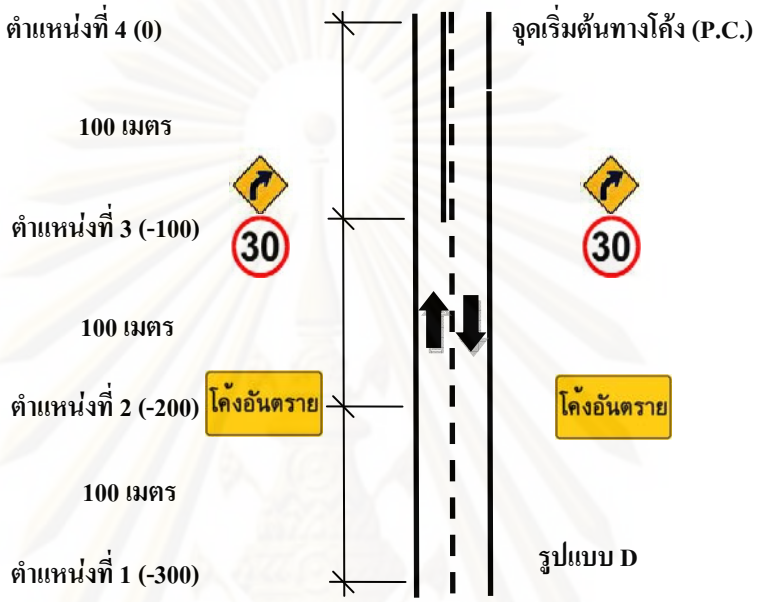
ภาพที่ 3.2 การติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วรูปแบบ B

รูปแบบ C ประกอบด้วย ป้ายเตือนข้อความ “โค้งอันตราย” เป็นป้ายตำแหน่งแรกและป้ายเตือนทางโค้งซึ่งติดตั้งร่วมกับป้ายจำกัดความเร็วเป็นป้ายตำแหน่งที่สอง โดยป้ายมีขนาด 60 เซนติเมตร ป้ายตำแหน่งแรกมีระยะห่างจากป้ายตำแหน่งที่สอง 100 เมตร และป้ายตำแหน่งที่สองมีระยะห่างจากจุดเริ่มต้นทางโค้ง 100 เมตร ดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 การติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วรูปแบบ C

รูปแบบ D การติดตั้งป้ายเหมือนกับรูปแบบ C แต่มีการติดตั้งป้ายรูปแบบเดียวกันอีกฝั่งหนึ่งของถนน ดังภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 การติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วรูปแบบ D

รูปแบบ E การติดตั้งป้ายเหมือนกับรูปแบบ C แต่ให้เพิ่มขนาดป้ายทั้งหมดอีกร้อยละ 25 ดังภาพที่ 3.5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 3.5 การติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วรูปแบบ E

การติดตั้งป้ายทั้ง 5 รูปแบบ จะติดตั้งที่ทางโค้งประเภทต่าง ๆ ซึ่งมีอยู่ 5 ประเภท ดังกล่าวข้างต้น โดยมีข้อความหรือสัญลักษณ์บนป้ายสอดคล้องกับลักษณะของทางโค้งประเภทนั้น ๆ เช่น ลักษณะของทางโค้งและความเร็วที่จำกัด

ข้อมูลที่ทำการเก็บในแต่ละทางโค้งเป็นข้อมูลความเร็วของรถยนต์ส่วนบุคคล ซึ่งใน 1 ตัวอย่าง จะทำการเก็บข้อมูลความเร็ว 4 ตำแหน่ง โดยทำการเก็บข้อมูลอย่างน้อย 30 ตัวอย่าง ต่อ 1 รูปแบบการติดตั้งป้าย ในที่นี้มีทางโค้ง 5 ประเภท แต่ละประเภทมีการติดตั้ง 5 รูปแบบ ดังนั้นมีการเก็บข้อมูลทั้งสิ้น 25 ชุดข้อมูล หรือ 750 ตัวอย่าง

การเก็บข้อมูลจะมีเจ้าหน้าที่เก็บข้อมูลทั้งหมด 5 คน โดยหัวหน้าทีมจะทำหน้าที่เป็นผู้กำหนดรถเป้าหมายที่ต้องการวัดความเร็วและเจ้าหน้าที่คนอื่นๆ จะทำหน้าที่วัดความเร็วรถยนต์ซึ่งเจ้าหน้าที่วัดความเร็วรถยนต์จะประจำการอยู่ที่ตำแหน่งที่ 1 ถึงตำแหน่งที่ 4 ตามรูปแสดงการติดตั้งป้ายข้างต้น โดยรถเป้าหมายมีลักษณะดังนี้ คือ เป็นรถยนต์ที่วิ่งด้วยความเร็วอิสระ หรือเป็นรถยนต์ที่วิ่งคันหน้าสุดของขบวนรถ เมื่อรถเป้าหมายวิ่งผ่านตำแหน่งต่าง ๆ เจ้าหน้าที่เก็บข้อมูลจะใช้ปืนวัดความเร็วยิงไปยังรถเป้าหมายแล้วบันทึกค่าที่ได้ ทั้งนี้ เจ้าหน้าที่ทุกคนจะต้องอำพรางตัวไม่ให้เป็นที่สังเกตของผู้ขับขี่ การเก็บข้อมูลจะดำเนินการในช่วงเวลา 8:00 – 16:00 น. โดยถนนมีสภาพแห้งเพื่อหลีกเลี่ยงการลดความเร็วเนื่องจากสภาพถนน

ข้อมูลที่ได้จะนำมาคำนวณหาขนาดตัวอย่างที่น้อยที่สุด โดยใช้สูตรคำนวณต่อไปนี้ คือ

$$N = \left(\frac{Z\sigma}{d} \right)^2 \qquad (3.1)$$

กำหนดให้

N คือ ขนาดตัวอย่างที่น้อยที่สุด

Z คือ จำนวนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่สอดคล้องกับความเชื่อมั่นที่ต้องการ

σ คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

d คือ ขีดจำกัดความผิดพลาดที่ยอมรับได้ในการประมาณความเร็วเฉลี่ย

ข้อมูลที่ได้ทั้งหมดจะนำไปทำการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาลักษณะของตัวอย่างและประชากรต่อไป

3.3.3 การเก็บข้อมูลเวลาและระยะทาง กรณีการสำรวจหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วจากป้ายจำกัดความเร็ว

เริ่มต้นด้วยการกำหนดตำแหน่งระยะทางบริเวณก่อนเข้าทางโค้ง โดยใช้เส้นแบ่งช่องจราจรเป็นตัวกำหนดตำแหน่งระยะทาง กำหนดให้แต่ละตำแหน่งมีระยะห่างกันประมาณ 5-25 เมตร และช่วงระยะทางที่ทำการวิจัยมีความยาวประมาณ 150-250 เมตร ดังตัวอย่างในภาพที่ 3.6

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 3.6 ตัวอย่างการกำหนดตำแหน่งระยะทาง

จากนั้นบันทึกภาพรถยนต์เป้าหมายด้วยกล้องวีดิทัศน์จำนวน 2 ตัว โดยบันทึกภาพจากสะพานคนเดินข้าม ซึ่งกล้องตัวที่ 1 จะบันทึกภาพในช่วงระยะทางก่อนถึงตำแหน่งป้ายจำกัดความเร็ว ขณะที่กล้องตัวที่ 2 จะบันทึกภาพในช่วงระยะทางหลังจากตำแหน่งป้ายจำกัดความเร็ว

ถัดไปนำไฟล์วีดิโอภาพที่บันทึกได้มาทำการถอดหาข้อมูลเวลาและระยะทางของรถยนต์เป้าหมาย โดยใช้โปรแกรม ProShow Gold จำนวนอย่างน้อย 15 คู่อันดับ ต่อรถยนต์เป้าหมาย 1 คัน ในการศึกษานี้จะทำการเก็บข้อมูลเวลาและระยะทางของรถยนต์จำนวนอย่างน้อย 50 ตัวอย่าง ต่อ 1 พื้นที่ศึกษา ในที่นี้มี 3 พื้นที่ศึกษา ดังนั้นจะมีจำนวนตัวอย่างที่ทำการศึกษาทั้งหมดอย่างน้อย 150 ตัวอย่าง ข้อมูลเวลาและระยะทางที่ได้จะนำไปใช้ในการคำนวณหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วและการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาลักษณะของตัวอย่างและประชากรต่อไป

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากข้อมูลภาคสนาม ทั้งในส่วนของการทดลองรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วและการสำรวจหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วจากป้ายจำกัดความเร็ว สามารถใช้สถิติเชิงพรรณนาเพื่อหาลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง และสามารถใช้สถิติเชิงอนุมานเพื่อหาลักษณะของประชากรได้ดังนี้

3.4.1 การวิเคราะห์ข้อมูล กรณีการทดลองรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็ว

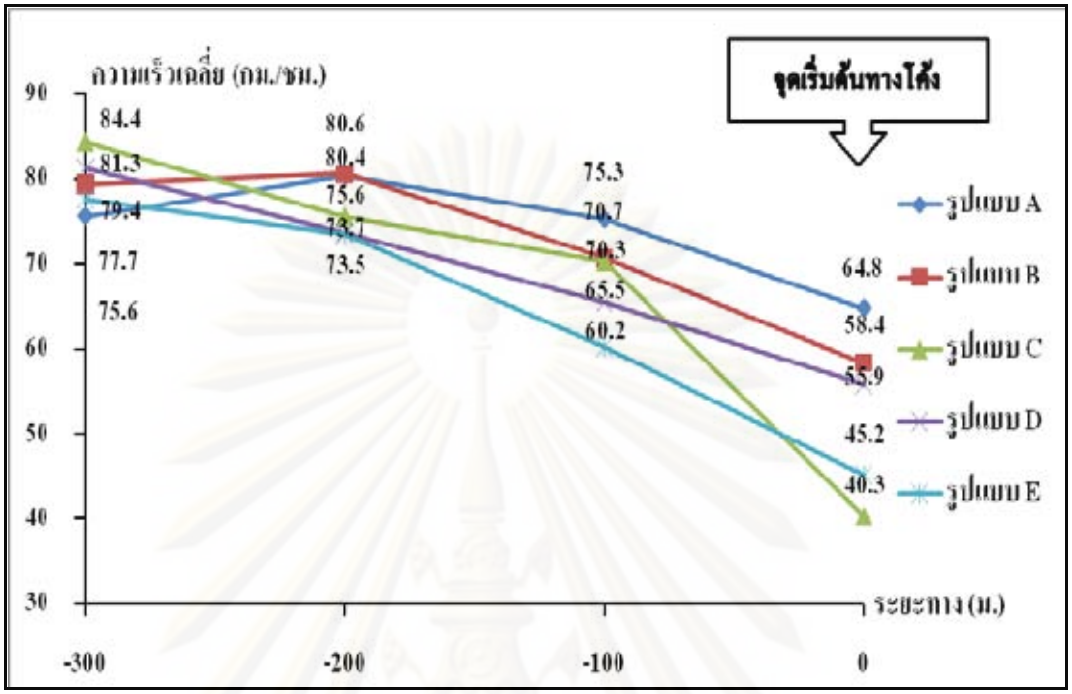
ในการทดลองนี้ข้อมูลที่เก็บได้เป็นข้อมูลเชิงปริมาณซึ่งสามารถใช้สถิติเชิงพรรณนา เช่น ค่ากลาง และค่าการกระจายมาอธิบายลักษณะกลุ่มตัวอย่างได้ และเนื่องจากมีการกำหนดให้ตัวแปรตามเป็นตัวแปรเชิงปริมาณซึ่งคือ ความเร็วของรถยนต์ และตัวแปรอิสระเป็นตัวแปรเชิงกลุ่มซึ่งมีกลุ่มย่อยมากกว่าหรือเท่ากับ 2 กลุ่ม ซึ่งคือ รูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็ว ดังนั้นสามารถใช้สถิติเชิงอนุมาน เช่น การสถิติทดสอบ F และสถิติทดสอบ *t* มาอธิบายความแตกต่างของประชากรได้

3.4.1.1 การวิเคราะห์ข้อมูลความเร็วโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา

เนื่องจากข้อมูลที่เก็บได้เป็นข้อมูลเชิงปริมาณ ดังนั้นสามารถใช้ค่าสถิติซึ่งแสดงค่ากลางและค่าการกระจายของข้อมูลเพื่อบอกลักษณะของกลุ่มตัวอย่างได้ โดยค่ากลางที่ใช้ในการบอกลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง คือ ค่าเฉลี่ย เพื่อดูความเร็วเฉลี่ยที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็ว และค่าการกระจายที่ใช้บอกลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อดูการกระจายของความเร็วที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็ว โดยค่าความเร็วเฉลี่ยที่ได้จะนำไปสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยและระยะทาง จากกราฟที่ได้สามารถนำไปใช้ในการเปรียบเทียบพฤติกรรมการขับขี่อันเกิดจากรูปแบบการติดตั้งป้ายที่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 3.1 และภาพที่ 3.7

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างความเร็วเฉลี่ยที่ระยะทางต่าง ๆ ของแต่ละรูปแบบการติดตั้ง

ระยะทาง (เมตร)	รูปแบบ A	รูปแบบ B	รูปแบบ C	รูปแบบ D	รูปแบบ E
-300	75.6	79.4	84.4	81.3	77.7
-200	80.4	80.6	75.6	73.7	73.5
-100	75.3	70.7	70.3	65.5	60.2
0	64.8	58.4	40.3	55.9	45.2



ภาพที่ 3.7 ตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยและระยะทางของแต่ละรูปแบบการติดตั้ง

3.4.1.2 การวิเคราะห์ข้อมูลความเร็วโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทิศทางเดียว (One-way ANOVA)

การวิเคราะห์ข้อมูลความเร็วโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทิศทางเดียวในโปรแกรม SPSS เป็นการตรวจสอบว่า ความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์ในขณะวิ่งเข้าทางโค้งขึ้นอยู่กับรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วหรือไม่ โดยทำการตรวจสอบที่จุดเริ่มต้นทางโค้ง หากพบว่าค่าเฉลี่ยของความเร็วมีค่าแตกต่างกัน ในขั้นต่อไปจะเป็นการเปรียบเทียบความเร็วเฉลี่ยเป็นคู่ๆ เพื่อดูว่าแต่ละคู่มีความแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร โดยการใช้สถิติทดสอบ *t* ดังจะกล่าวในหัวข้อถัดไป

3.4.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูลความเร็วโดยการใช้สถิติทดสอบ *t*

จากการวิเคราะห์ข้อมูลความเร็วโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทิศทางเดียวทำให้ทราบเบื้องต้นว่า รูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วมีผลต่อพฤติกรรมการขับขี่หรือไม่ หากพบว่า รูปแบบการติดตั้งป้ายมีผลต่อพฤติกรรมการขับขี่ ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการเปรียบเทียบความเร็วเฉลี่ยเป็นคู่ ๆ โดยการใช้สถิติทดสอบ *t* ในโปรแกรม SPSS ดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 การเปรียบเทียบรูปแบบการติดตั้งป้าย

คู่การเปรียบเทียบ			
รูปแบบ A กับ รูปแบบ B	รูปแบบ B กับ รูปแบบ C	รูปแบบ C กับ รูปแบบ D	รูปแบบ D กับ รูปแบบ E
รูปแบบ A กับ รูปแบบ C	รูปแบบ B กับ รูปแบบ D	รูปแบบ C กับ รูปแบบ E	
รูปแบบ A กับ รูปแบบ D	รูปแบบ B กับ รูปแบบ E		
รูปแบบ A กับ รูปแบบ E			

3.4.2 ตัวชี้วัดความมีประสิทธิภาพ กรณีการทดลองรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็ว

ในการทดสอบนี้ใช้ตัวชี้วัดความมีประสิทธิภาพจำนวน 4 ตัวชี้วัด คือ ความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้ง ร้อยละจำนวนรถยนต์ที่จุดเริ่มต้นทางโค้งซึ่งมีความเร็วน้อยกว่าความเร็วที่จำกัด ความราบเรียบของความเร็วเนื่องจากรูปแบบการติดตั้งป้าย และร้อยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วที่ลดลง เพื่อเป็นการเปรียบเทียบรูปแบบการติดตั้งป้ายว่ารูปแบบใดมีความเหมาะสมที่สุด โดยพิจารณาแต่ละตัวชี้วัด ดังต่อไปนี้

3.4.2.1 ความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้ง

ความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์ที่ตำแหน่งจุดเริ่มต้นทางโค้งเป็นความเร็วที่ชี้วัดประสิทธิภาพโดยรวมของรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็ว

3.4.2.2 ร้อยละจำนวนรถยนต์ที่จุดเริ่มต้นทางโค้งซึ่งมีความเร็วน้อยกว่าความเร็วที่จำกัด

เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพของรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วที่ละเอียดขึ้น สามารถใช้ร้อยละจำนวนรถยนต์ที่จุดเริ่มต้นทางโค้งซึ่งมีความเร็วน้อยกว่าความเร็วที่จำกัดบ่งบอกถึงการปฏิบัติตามป้ายจำกัดความเร็ว

3.4.2.3 ความราบเรียบของความเร็ว

ความราบเรียบของความเร็วสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดถึงประสิทธิภาพของรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วได้ โดยเป็นตัวบ่งบอกถึงพฤติกรรมการขับขี่ว่ามีความราบเรียบมากน้อยเพียงใด โดยกำหนดว่ารูปแบบการติดตั้งป้ายที่ดีจะทำให้รถยนต์วิ่งด้วยความหน่วงคงที่ซึ่งสามารถคำนวณได้จากผลต่างระหว่างความเร็วที่เกิดขึ้นจริงและความเร็วที่สมมติว่าความหน่วงคงที่ ดังแสดงในสมการที่ (3.2) และภาพที่ 3.8

$$D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} d_i^2}{n}} \qquad (3.2)$$

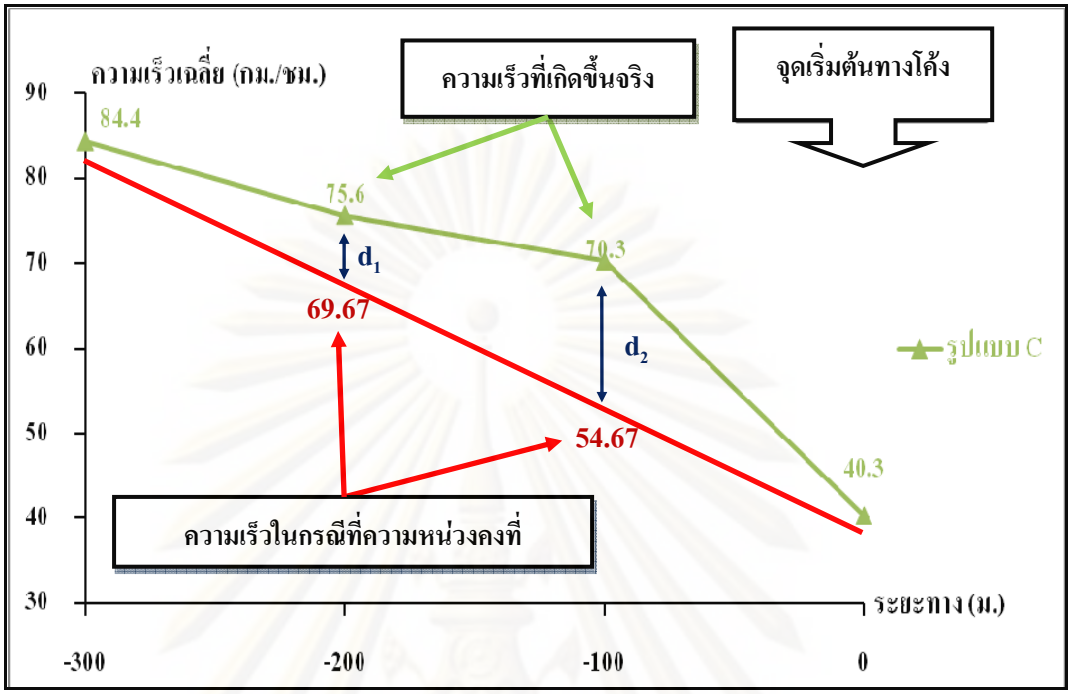
กำหนดให้

D คือ ความราบเรียบของความเร็วเนื่องจากรูปแบบการติดตั้งป้าย (กม./ชม.)

d_i คือ ผลต่างระหว่างความเร็วที่เกิดขึ้นจริงและความเร็วที่คำนวณจากความหน่วงคงที่ที่ตำแหน่งวัดความเร็วที่ i

n คือ จำนวนจุดข้อมูลที่อยู่ระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด (เท่ากับ 2 ในกรณีนี้)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 3.8 ตัวอย่างการคำนวณหาผลต่างระหว่างความเร็วที่เกิดขึ้นจริงและความเร็วที่คำนวณจากความหน่วงคงที่ที่ระยะทางต่างๆ

3.4.2.4 ร้อยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วที่ลดลง

ร้อยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วที่ลดลงเป็นตัวชี้วัดที่บ่งบอกถึงการกระจายความเร็วของยานพาหนะอันเกิดจากรูปแบบการติดตั้งป้าย ซึ่งการกระจายความเร็วที่ลดลงสามารถบ่งบอกประสิทธิภาพของรูปแบบการติดตั้งป้ายในการควบคุมความเร็วผู้ขับขี่ โดยสามารถหาได้จากสมการที่ (3.3) ดังนี้

$$\Delta_{SD} = \frac{SD_{-300} - SD_0}{SD_{-300}} \times 100\% \qquad (3.3)$$

กำหนดให้

Δ_{SD} คือ เปอร์เซ็นต์ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วที่ลดลง

SD_{-300} คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วที่ตำแหน่ง -300 เมตร

SD_0 คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วที่ตำแหน่ง 0 เมตร (จุดเริ่มต้นทางโค้ง)

3.4.3 การวิเคราะห์ข้อมูล กรณีการสำรวจหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วจากป้ายจำกัดความเร็ว

จากข้อมูลเวลาและระยะทางของรถยนต์เป้าหมายที่ได้จากโปรแกรม ProShow Gold นำข้อมูลที่ได้ดังกล่าวมาทำการวิเคราะห์โดยมีข้อสมมติฐานเบื้องต้น คือ

- ความเร็วของรถยนต์เป้าหมายมีค่าคงที่ก่อนมีการชะลอความเร็ว โดยกำหนดให้เป็นความเร็วเริ่มต้น (V_0)
- ความหน่วงขณะลดความเร็วมีค่าคงที่
- การเปลี่ยนแปลงความเร็วมีลักษณะเป็นพาราโบลาในแผนภาพเวลา-ระยะทาง

3.4.3.1 การหาสมการกำลังสองโดยใช้แผนภาพเวลา-ระยะทาง (Time-Space Diagram)

จากข้อมูลเวลาและระยะทางของหนึ่งตัวอย่าง ซึ่งมีอย่างน้อย 15 คู่อันดับ นำข้อมูลดังกล่าวไปหาความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งโดยใช้ความถดถอยเชิงเส้นของสมการเส้นตรงในโปรแกรม Microsoft Office Excel 2007 ดังแสดงในตารางที่ 3.3 และภาพที่ 3.9 ซึ่งจะได้ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทาง ดังสมการที่ (3.4)

$$S = at + b \tag{3.4}$$

และค่า R^2 จากนั้นทำการหาอนุพันธ์อันดับหนึ่งของสมการที่ (3.4) ซึ่งจะได้ค่าความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งหรือค่าความเร็วเริ่มต้น (V_0) คือ ค่า a ซึ่งเป็นสัมประสิทธิ์ของ t ในสมการที่ (3.4) ถัดไปทำการหาสมการกำลังสองโดยใช้ความถดถอยเชิงเส้นของสมการพาราโบลาในโปรแกรม Microsoft Office Excel 2007 ดังแสดงในตารางที่ 3.3 และภาพที่ 3.9 ซึ่งจะได้สมการความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทาง ดังสมการที่ (3.5)

$$S = at^2 + bt + c \tag{3.5}$$

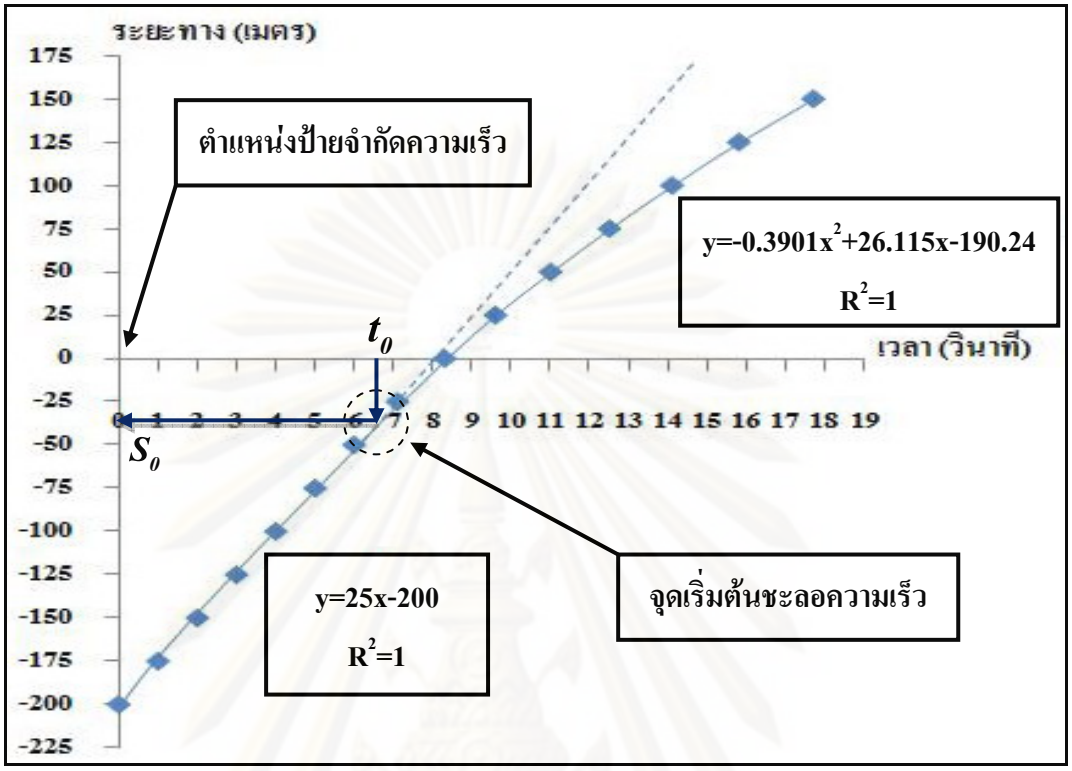
และค่า R^2 จากนั้นทำการหาอนุพันธ์อันดับหนึ่งของสมการที่ (3.5) ซึ่งจะได้สมการความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและความเร็ว ดังสมการที่ (3.6)

$$V = 2at + b \tag{3.6}$$

เนื่องจากทราบค่าความเร็วเริ่มต้น (V_0) จากสมการที่ (3.4) ดังนั้น สามารถที่จะคำนวณหาเวลาที่เริ่มต้นชะลอความเร็ว (t_0) ได้ โดยนำค่าความเร็วเริ่มต้น (V_0) ไปแทนในสมการที่ (3.6) จากนั้นนำค่าเวลาที่เริ่มต้นชะลอความเร็ว (t_0) ที่ได้ไปแทนค่าในสมการที่ (3.5) ซึ่งจะได้ผลลัพธ์ คือ ระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว (S_0) จากป้ายจำกัดความเร็วของรถยนต์เป้าหมาย นำค่าระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วจากป้ายจำกัดความเร็วของตัวอย่างทั้งหมดไปคำนวณหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วจากป้ายจำกัดความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์และระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วจากป้ายจำกัดความเร็วเฉลี่ยต่อไป

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างข้อมูลเวลาและระยะทาง

ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)
-200	0.00
-175	1.00
-150	2.00
-125	3.00
-100	4.00
-75	5.00
-50	6.00
-25	7.10
0	8.30
25	9.60
50	11.00
75	12.50
100	14.10
125	15.80
150	17.70



ภาพที่ 3.9 ตัวอย่างการหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว

3.4.3.2 การหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วจากป้ายจำกัดความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ และระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วเฉลี่ย

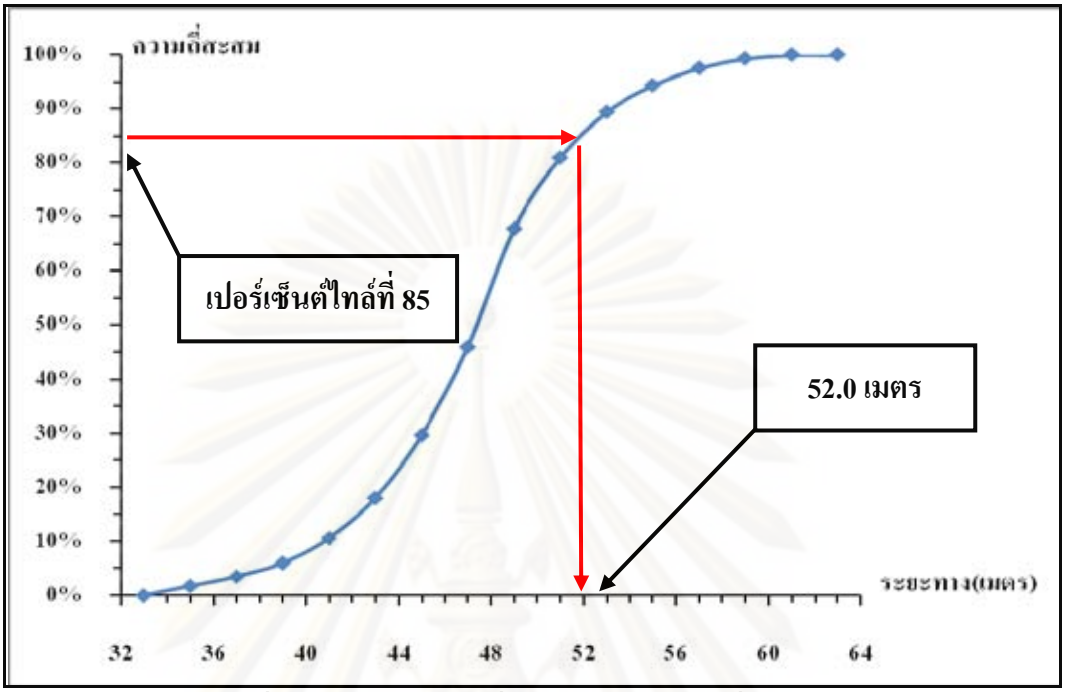
จากข้อมูลระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วจากป้ายจำกัดความเร็วของกลุ่มตัวอย่างที่คำนวณได้นำค่าที่ได้ดังกล่าวมาคำนวณหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วที่รถยนต์ส่วนใหญ่ตอบสนองต่อป้าย โดยใช้ระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วจากป้ายจำกัดความเร็วที่ 85 เปอร์เซนต์ไทล์ ดังตัวอย่างที่แสดงในตารางที่ 3.4 และภาพที่ 3.10

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.4 ตัวอย่างการกระจายความถี่ของระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว

กลุ่มระยะทาง		ระยะทางกลาง S (m.)	ความถี่ที่สังเกตได้ในกลุ่ม n	เปอร์เซ็นต์ความถี่ในกลุ่ม (%)	เปอร์เซ็นต์ความถี่สะสม (%)	nS	nS^2
ขีดจำกัดล่าง (เมตร)	ขีดจำกัดบน (เมตร)						
30	32	31	0	0.00%	0.00%	0	0
32	34	33	5	1.77%	1.77%	165	5,445
34	36	35	5	1.77%	3.53%	175	6,125
36	38	37	7	2.47%	6.01%	259	9,583
38	40	39	13	4.59%	10.60%	507	19,773
40	42	41	21	7.42%	18.02%	861	35,301
42	44	43	33	11.66%	29.68%	1,419	61,017
44	46	45	46	16.25%	45.94%	2,070	93,150
46	48	47	62	21.91%	67.84%	2,914	136,958
48	50	49	37	13.07%	80.92%	1,813	88,837
50	52	51	24	8.48%	89.40%	1,224	62,424
52	54	53	14	4.95%	94.35%	742	39,326
54	56	55	9	3.18%	97.53%	495	27,225
56	58	57	5	1.77%	99.29%	285	16,245
58	60	59	2	0.71%	100.00%	118	6,962
60	62	61	0	0.00%	100.00%	0	0
ผลรวม			**283**	**100.00%**		**13,047**	**608,371**

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 3.10 ตัวอย่างระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์

ขณะที่ระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วเฉลี่ยสามารถหาได้โดยใช้ผลรวมของระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วของรถยนต์แต่ละคันหารด้วยผลรวมจำนวนรถยนต์ทั้งหมด โดยนำค่าเฉลี่ยของแต่ละพื้นที่ศึกษามาทำการเปรียบเทียบกันเพื่อหาว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ หากแตกต่างกันเป็นเพราะสาเหตุอะไร

ในบทที่ 3 ทำให้ทราบถึงกระบวนการศึกษาในการทดลองรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วและการสำรวจหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วจากป้ายจำกัดความเร็ว โดยในบทที่ 4 และบทที่ 5 จะเป็นการกล่าวถึงผลการศึกษาที่ได้จากภาคสนามตลอดจนรายละเอียดในการวิเคราะห์ในประเด็นต่าง ๆ

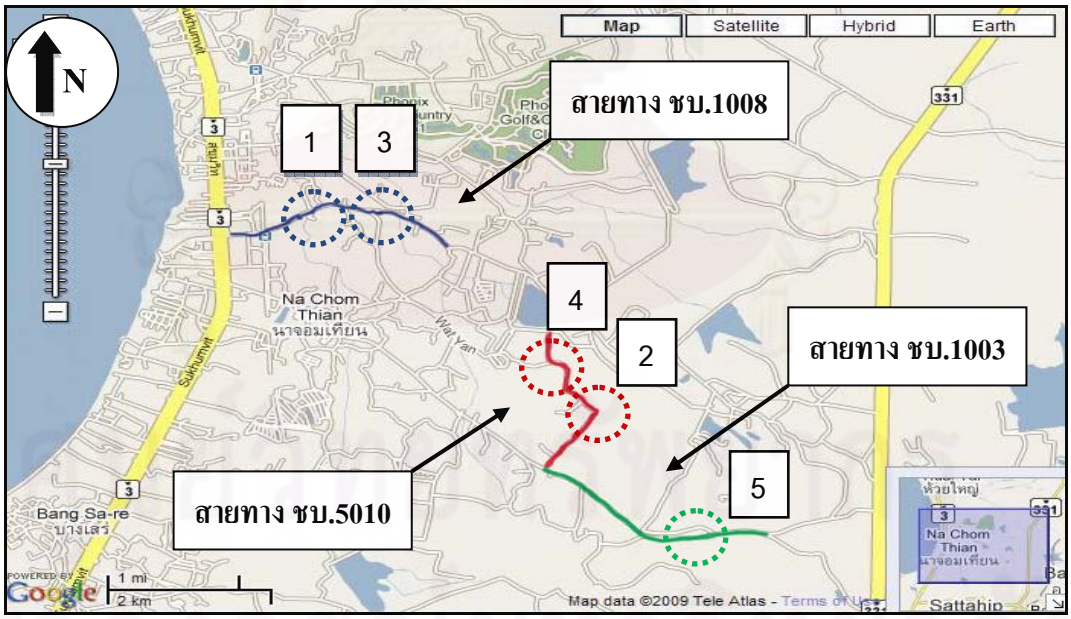
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการศึกษาการทดลองรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็ว

จากขั้นตอนการศึกษาในบทที่ 3 สามารถทำการทดลองรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วได้ โดยทำการเก็บข้อมูลความเร็วของรถยนต์นั่งส่วนบุคคล อันประกอบด้วย รถเก๋ง และรถกระบะ ที่เกิดขึ้นจากการปรับเปลี่ยนรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็ว ในการทดลองดังกล่าวจะมีการแบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็นทางโค้งประเภทที่ 1 (ทางโค้งราบรัศมีกว้าง) ทางโค้งประเภทที่ 2 (ทางโค้งราบรัศมีแคบ) ทางโค้งประเภทที่ 3 (ทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง) ทางโค้งประเภทที่ 4 (ทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ) และทางโค้งประเภทที่ 5 (ทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน)

จากหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกสายทางสำหรับการทดลองรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็ว สามารถทำการคัดเลือกสายทางที่ใช้ในการศึกษาได้ดังนี้ คือ ทางหลวงชนบท สายทาง ชบ.1003 ตอนแยกทางหลวงหมายเลข 3 (กม.161+200)-บ้านเขาชีจรรย์ ทางหลวงชนบท สายทาง ชบ.1008 ตอนแยกทางหลวงหมายเลข 3 (กม.160+500)-บ้านชากแง้ว และทางหลวงชนบท สายทาง ชบ.5010 ตอนวิหารเซียน-บ้านเขาชีจรรย์ โดยมีตำแหน่งที่ตั้ง ดังแสดงในภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 สายทางที่ทำการศึกษาตั้งอยู่ที่อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี

(ที่มา: http://www.google.co.th)

โดยมีจำนวนตัวอย่างรถยนต์ที่เก็บได้ในภาคสนามดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.1 วันและเวลาที่ทำการทดลองรูปแบบการติดตั้งป้ายในภาคสนามดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.2 และภาพการใช้ปืนวัดความเร็ว (Speed Gun) ในการเก็บข้อมูลภาคสนามและตำแหน่งผู้วัดความเร็วและทิศทางการยิงปืนวัดความเร็ว (Speed Gun) ดังแสดงในภาพที่ 4.2 และภาพที่ 4.3 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.1 จำนวนตัวอย่างรถยนต์ที่เก็บได้ในภาคสนาม

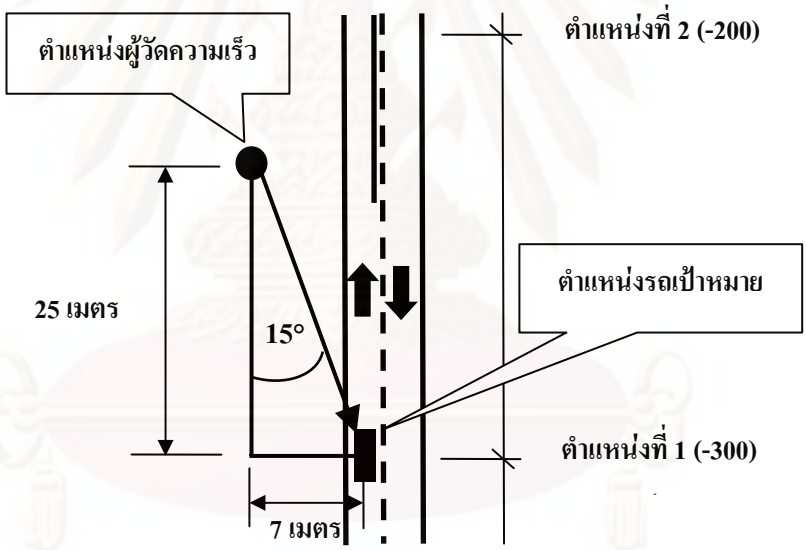
รูปแบบการติดตั้งป้าย	จำนวนตัวอย่างรถนั่งส่วนบุคคลที่สำรวจความเร็ว (คัน)					
	โค้งราบ รัศมีกว้าง	โค้งราบ รัศมีแคบ	โค้งราบกลับทิศ รัศมีกว้าง	โค้งราบกลับทิศ รัศมีแคบ	โค้งดิ่งขึ้นเนิน	รวม
A	41	30	39	35	40	185
B	39	30	46	35	40	190
C	38	30	38	35	40	181
D	34	30	39	35	40	178
E	40	30	37	35	40	182
รวม	**192**	**150**	**199**	**175**	**200**	**916**

ตารางที่ 4.2 วันและเวลาที่ทำการทดลองรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วในภาคสนาม

รูปแบบ	โค้งราบรัศมีกว้าง	โค้งราบรัศมีแคบ	โค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง	โค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ	โค้งดิ่งขึ้นเนิน
	21/8/52	**12/9/52**	**20/8/52**	**13/9/52**	**11/9/52**
1	11:48-12:49	9:13-11:05	12:42-13:41	10:10-11:10	11:15-12:00
2	13:17-14:13	11:10-12:10	14:13-15:16	11:15-11:55	12:11-13:15
3	15:55-17:10	12:20-13:50	16:14-17:02	12:10-13:05	13:25-14:05
4	14:58-15:50	14:05-15:30	17:24-18:21	13:10-14:00	14:40-15:25
5	17:22-18:29	15:55-17:30	9:25-10:40	14:05-15:05	15:50-16:30

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 4.2 การใช้ปืนวัดความเร็วในการเก็บข้อมูลภาคสนาม



ภาพที่ 4.3 ตำแหน่งโดยประมาณของผู้วัดความเร็วและทิศทางการยิงปืนวัดความเร็ว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1 ทางโค้งราบรัศมีกว้าง (ทางโค้งประเภทที่ 1)

4.1.1 ลักษณะทางกายภาพ กรณีทางโค้งราบรัศมีกว้าง

สายทางเป็นถนนสองช่องทางจราจร มีความกว้างช่องทางจราจร 3.50 เมตร ทางโค้งมีค่ารัศมีความโค้ง 100.12 ม. ค่าความยาวโค้ง 165.62 ม. ค่าการยกโค้ง 0.05 ม./ม. ค่าความเร็วออกแบบ 50 กม./ชม. ด้านขวาทางและด้านซ้ายทางเป็นย่านชุมชน ดังแสดงในภาพที่ 4.4

ภาพที่ 4.4 ทางโค้งราบรัศมีกว้าง สายทาง ชบ.1008

4.1.2 ข้อมูลที่เก็บได้จากภาคสนาม กรณีทางโค้งราบรัศมีกว้าง

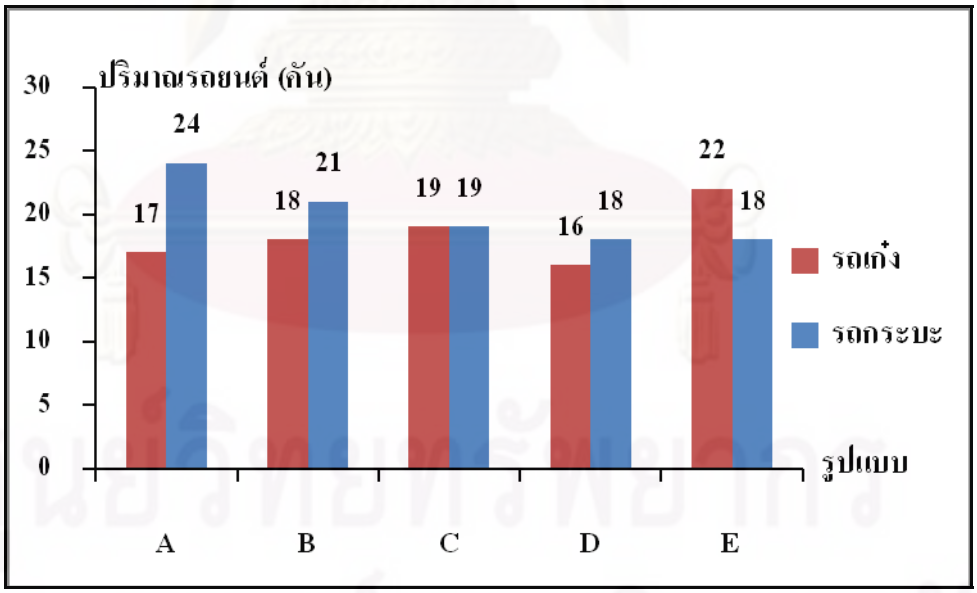
ผลการทดลองสำหรับทางโค้งราบรัศมีกว้าง ได้ตัวอย่างผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.3 โดยทำการเก็บข้อมูลในวันศุกร์ที่ 21 สิงหาคม พ.ศ.2552 ตั้งแต่เวลา 9:00 น. ถึงเวลา 17:00 น. ซึ่งมีสภาพอากาศร้อนและท้องฟ้าแจ่มใส

ตารางที่ 4.3 รายละเอียดจำนวนตัวอย่างรถยนต์ที่เก็บได้ในภาคสนาม กรณีทางโค้งรัศมีกว้าง

รูปแบบ	ขนาดตัวอย่าง (คัน)	แบ่งตามชนิดรถยนต์		แบ่งตามจังหวัด		ความเร็วเฉลี่ย (กม./ชม.)			
		รถเก๋ง	รถกระบะ	ชลบุรี	อื่น ๆ	-300	-200	-100	0
A	41	17	24	19	22	55.4	56.0	47.6	35.8
B	39	18	21	16	23	63.7	62.2	62.3	56.5
C	38	19	19	19	19	57.3	58.2	57.4	52.1
D	34	16	18	15	19	61.1	59.6	58.5	54.6
E	40	22	18	21	19	64.1	60.2	58.5	56.6

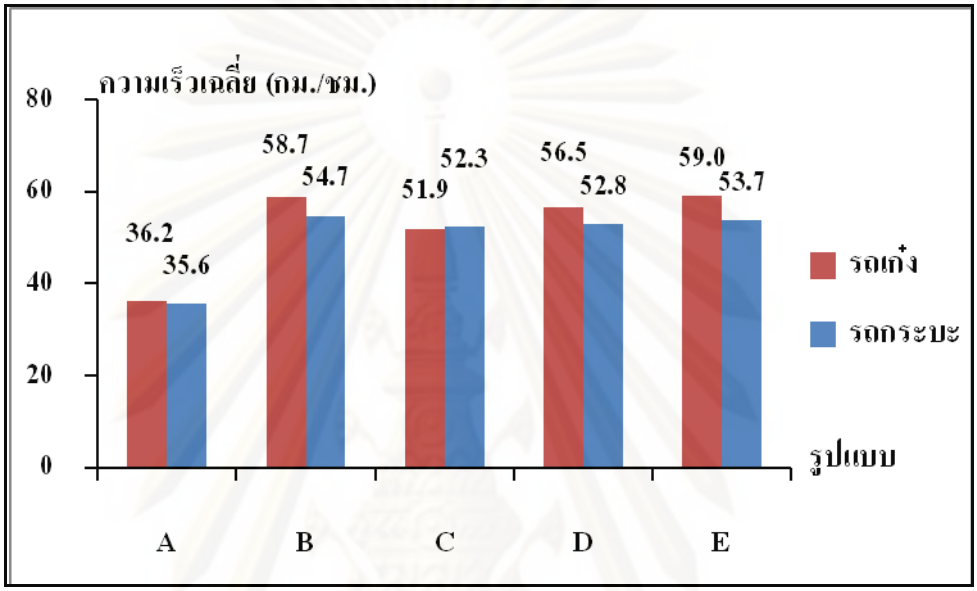
4.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูล กรณีทางโค้งราบรัศมีกว้าง

จากข้อมูลที่เก็บได้ในภาคสนาม สามารถนำมาทำการวิเคราะห์ทางสถิติเชิงพรรณนาได้ดังภาพที่ 4.5 ถึงภาพที่ 4.8



ภาพที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรถยนต์และรูปแบบการติดตั้ง แบ่งตามประเภทรถยนต์ กรณีทางโค้งราบรัศมีกว้าง

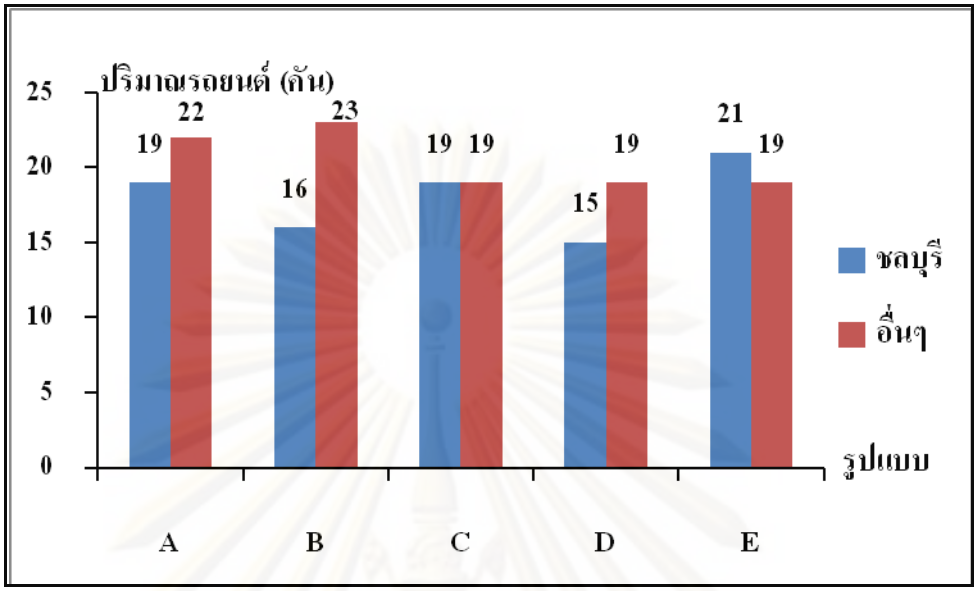
ภาพที่ 4.5 พบว่า ปริมาณรถเก๋งมีจำนวนมากกว่าปริมาณรถกระบะในรูปแบบ E เท่านั้น แต่ในรูปแบบ A รูปแบบ B และรูปแบบ D พบว่า ปริมาณรถกระบะมีจำนวนมากกว่าปริมาณรถเก๋ง ขณะที่รูปแบบ C ปริมาณรถเก๋งและปริมาณรถกระบะมีปริมาณเท่ากัน



ภาพที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งและรูปแบบการติดตั้ง แบ่งตามประเภทรถยนต์ กรณีทางโค้งราบรัศมีกว้าง

จากภาพที่ 4.6 พบว่า ความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถเก๋งมีค่ามากกว่าความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถกระบะในรูปแบบ B รูปแบบ D และรูปแบบ E ขณะที่รูปแบบ A และรูปแบบ C ความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถเก๋งมีค่าใกล้เคียงกับความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถกระบะ

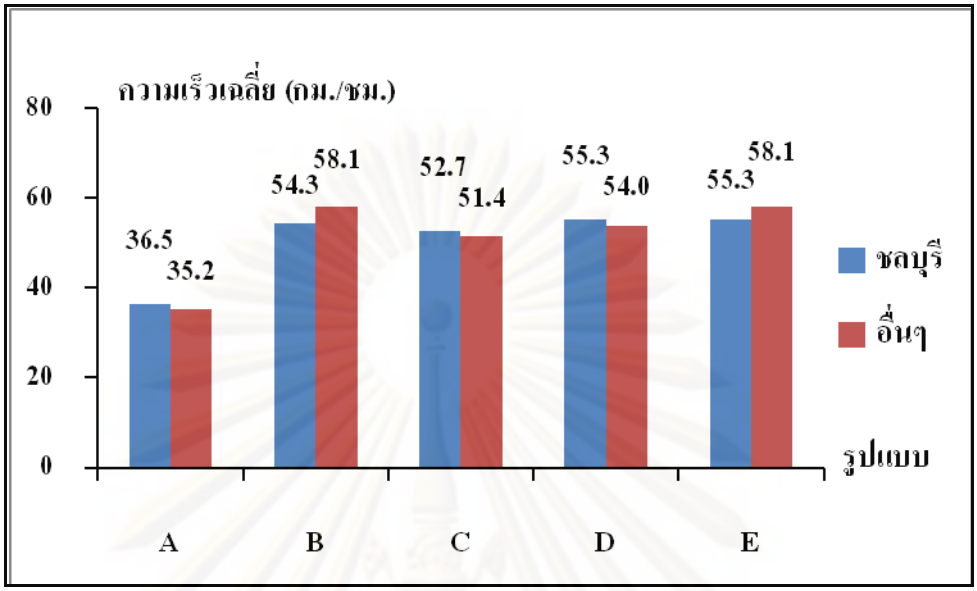
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรถยนต์และรูปแบบการติดตั้ง แบ่งตามทะเบียนรถยนต์ กรณีทางโค้งราบรัศมีกว้าง

จากภาพที่ 4.7 พบว่า ปริมาณรถยนต์ป้ายทะเบียนจังหวัดชลบุรีมีจำนวนมากกว่าปริมาณรถยนต์ป้ายทะเบียนจังหวัดอื่น ๆ ในรูปแบบ E เท่านั้น แต่ในรูปแบบ A รูปแบบ B และรูปแบบ D พบว่า ปริมาณรถยนต์ป้ายทะเบียนจังหวัดอื่น ๆ มีจำนวนมากกว่าปริมาณรถยนต์ป้ายทะเบียนจังหวัดชลบุรี ขณะที่รูปแบบ C ปริมาณรถยนต์ป้ายทะเบียนจังหวัดชลบุรีมีจำนวนเท่ากับปริมาณรถยนต์ป้ายทะเบียนจังหวัดอื่น ๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งและรูปแบบการติดตั้งแบ่งตามทะเบียนรถยนต์ กรณีทางโค้งราบรัศมีกว้าง

จากภาพที่ 4.8 พบว่า ความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถยนต์ป้ายทะเบียนจังหวัดชลบุรีมีค่าใกล้เคียงกับความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถยนต์ป้ายทะเบียนจังหวัดอื่น ๆ ในรูปแบบ A รูปแบบ C และรูปแบบ D ขณะที่รูปแบบ B และรูปแบบ E ความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถยนต์ป้ายทะเบียนจังหวัดอื่น ๆ มีค่ามากกว่าความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถยนต์ป้ายจังหวัดชลบุรี

จากข้อมูลที่ได้ดังกล่าวข้างต้น สามารถนำมาทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความเร็วได้ดังตารางที่ 4.4 และตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.4 ร้อยละการเพิ่มลดของความเร็วเฉลี่ยระหว่างจุดวัดความเร็ว กรณีทางโค้งราบรัศมีกว้าง

รูปแบบ	1→2	2→3	3→4
A	0.90%	-14.30%	-24.10%
B	-2.30%	0.00%	-9.10%
C	1.80%	-0.90%	-8.10%
D	-2.10%	-1.20%	-6.10%
E	-6.00%	-2.90%	-3.40%

ตารางที่ 4.5 การทดสอบผลต่างของค่าความเร็วเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์ กรณีทางโค้งราบรัศมีกว้าง

รูปแบบ	คู่เปรียบเทียบ	*t*	p-value
A	1 – 2	-0.770	0.445
	2 – 3	9.444	0.000*
	3 – 4	9.066	0.000*
B	1 – 2	3.306	0.002*
	2 – 3	-0.147	0.883
	3 – 4	7.340	0.000*
C	1 – 2	-2.185	0.035*
	2 – 3	0.744	0.461
	3 – 4	3.430	0.001*
D	1 – 2	1.817	0.078*
	2 – 3	1.376	0.177
	3 – 4	4.301	0.000*
E	1 – 2	6.363	0.000*
	2 – 3	3.180	0.002*
	3 – 4	4.820	0.000*

หมายเหตุ: *. ความแตกต่างเฉลี่ยมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.10

จากตารางที่ 4.4 และตารางที่ 4.5 พบว่า

รูปแบบ A ติดตั้งป้ายเตือนทางโค้งที่จุดวัดความเร็วที่ 3 ผู้ขับขี่มีการขับขี่ด้วยความเร็วค่อนข้างคงที่ก่อนเห็นป้าย แต่มีการลดความเร็วโดยเฉลี่ยร้อยละ 14 เมื่อเห็นป้ายเตือนทางโค้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีความเร็วลดลงมากโดยเฉลี่ยร้อยละ 24 ขณะก่อนเข้าโค้งในระยะ 100 เมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

รูปแบบ B ติดตั้งป้ายเตือนทางโค้งร่วมกับป้ายจำกัดความเร็วที่จุดวัดความเร็วที่ 3 ผู้ขับขี่ลดความเร็วโดยเฉลี่ยร้อยละ 2 ก่อนเห็นป้ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีการลดความเร็ว

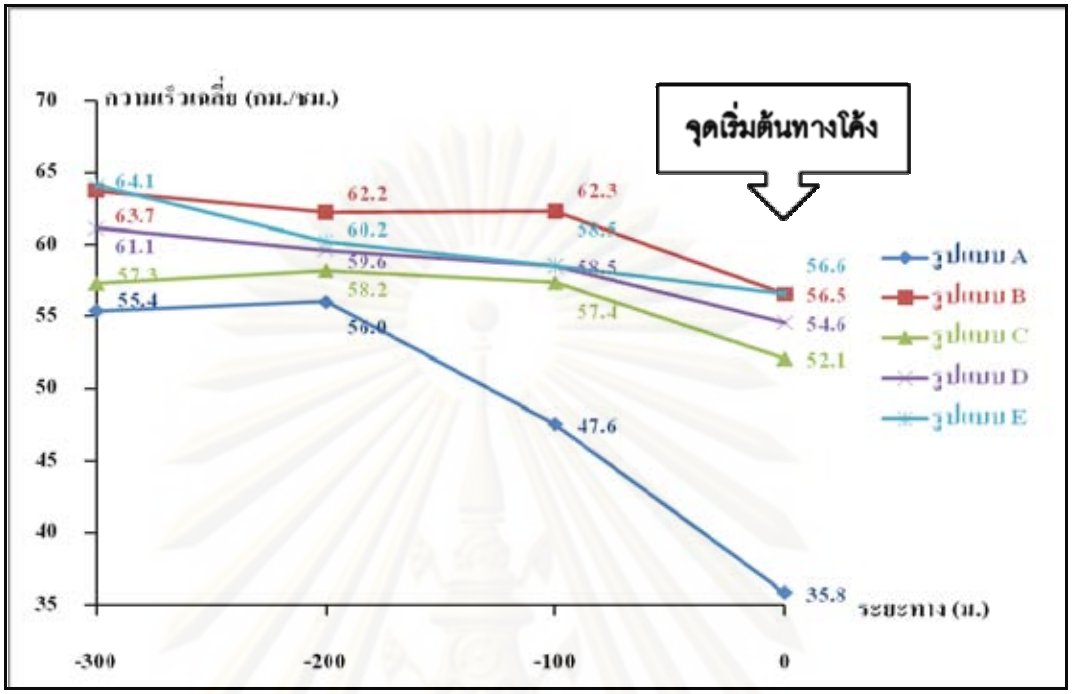
เมื่อเห็นป้าย ในระยะ 100 เมตร ก่อนเข้าโค้งผู้ขับขี่มีการลดความเร็วโดยเฉลี่ยร้อยละ 9 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

รูปแบบ C ติดตั้งป้ายเตือนข้อความที่จุดวัดความเร็วที่ 2 และมีการติดตั้งป้ายเตือนทางโค้งร่วมป้ายจำกัดความเร็วที่จุดวัดความเร็วที่ 3 ผู้ขับขี่ยังไม่ลดความเร็วเมื่อเห็นป้ายเตือนข้อความ แต่มีการลดความเร็วเพียงเล็กน้อยเมื่อเห็นป้ายจำกัดความเร็วและป้ายเตือนทางโค้ง ในระยะ 100 เมตร ก่อนเข้าโค้งผู้ขับขี่มีความเร็วลดลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

รูปแบบ D ติดตั้งป้ายเตือนข้อความที่จุดวัดความเร็วที่ 2 และมีการติดตั้งป้ายเตือนทางโค้งร่วมกับป้ายจำกัดความเร็วที่จุดวัดความเร็วที่ 3 ทั้งสองฝั่งของถนน ผู้ขับขี่มีการลดความเร็วเมื่อป้ายเตือนข้อความทั้งสองฝั่งของถนนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีการลดความเร็วเมื่อเห็นป้ายจำกัดความเร็วทั้งสองฝั่งของถนน ในระยะ 100 เมตร ก่อนเข้าโค้งผู้ขับขี่มีความเร็วลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน

รูปแบบ E ติดตั้งป้ายเตือนข้อความขนาดใหญ่ที่จุดวัดความเร็วที่ 2 และมีการติดตั้งป้ายเตือนทางโค้งร่วมป้ายจำกัดความเร็วขนาดใหญ่ที่จุดวัดความเร็วที่ 3 ผู้ขับขี่มีการลดความเร็วโดยเฉลี่ยร้อยละ 6 เมื่อเห็นป้ายเตือนข้อความขนาดใหญ่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีการลดความเร็วอีกเมื่อเห็นป้ายจำกัดความเร็วขนาดใหญ่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ก่อนเข้าโค้ง 100 เมตร ผู้ขับขี่มีการลดความเร็วอย่างนัยสำคัญทางสถิติด้วยเช่นกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยและระยะทางสำหรับแต่ละรูปแบบการติดตั้งกรณีทางโค้งราบรัศมีกว้าง

จากภาพที่ 4.9 พบว่า แนวโน้มการลดลงของความเร็วเฉลี่ยของ รูปแบบ B รูปแบบ C รูปแบบ D และรูปแบบ E มีแนวโน้มใกล้เคียงกัน ยกเว้นแนวโน้มการลดลงของความเร็วเฉลี่ยของรูปแบบ A ซึ่งแตกต่างจากรูปแบบอื่นอย่างมาก อันอาจเป็นเพราะรูปแบบ A ไม่มีการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วส่งผลให้ผู้ขับขี่เกิดความไม่มั่นใจในการใช้ความเร็วสูงขณะทำการเข้าโค้ง นอกจากนี้ป้ายจำกัดความเร็วกำหนดความเร็วที่ 40 กม./ชม. แต่ปรากฏว่า ความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งมีค่ามากกว่า 40 กม./ชม. ทุกรูปแบบการติดตั้งป้าย อันอาจเนื่องจากผู้ขับขี่บางคนเป็นคนในพื้นที่หรือเป็นผู้ที่ใช้เส้นทางดังกล่าวเป็นประจำ หรือมีความมั่นใจในการขับขี่เข้าโค้งด้วยความเร็วที่สูงกว่าความเร็วที่กำหนดไว้บนป้ายจำกัดความเร็ว

ตารางที่ 4.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์ กรณีทางโค้งราบรัศมีกว้าง

	ผลบวกกำลังสอง	องศาอิสระ	ค่าเฉลี่ยกำลังสอง	F	p-value
ระหว่างกลุ่ม	12359.674	4	3089.918	35.249	0.000*
ภายในกลุ่ม	16392.243	187	87.659		
ผลรวม	28751.917	191			

หมายเหตุ: *. ความแตกต่างเฉลี่ยมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.10

จากตารางที่ 4.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทิศทางเดียว (One-way ANOVA) ของความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งพบว่า มีรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วอย่างน้อย 2 รูปแบบที่มีความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งแตกต่างกัน ($F = 35.249$, p-value = 0.000) ฉะนั้นต้องทำการเปรียบเทียบเป็นคู่ ๆ เพื่อตรวจสอบว่ารูปแบบใดที่มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 4.7

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.7 การเปรียบเทียบเป็นคู่ ๆ ของความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์ กรณีทางโค้งราบรัศมีกว้าง

(I) รูปแบบ	(J) รูปแบบ	Mean Difference (I-J)	Std. Error	p-value	90% Confidence Interval	
					Upper Bound	Lower Bound
รูปแบบ A	รูปแบบ B	-20.709	2.094	0.000*	-24.171	-17.247
	รูปแบบ C	-16.249	2.108	0.000*	-19.734	-12.764
	รูปแบบ D	-18.729	2.171	0.000*	-22.319	-15.139
	รูปแบบ E	-20.770	2.080	0.000*	-24.210	-17.331
รูปแบบ B	รูปแบบ A	20.709	2.094	0.000*	17.247	24.171
	รูปแบบ C	4.459	2.134	0.038*	0.931	7.987
	รูปแบบ D	1.979	2.196	0.368	-1.651	5.611
	รูปแบบ E	-0.061	2.106	0.976	-3.544	3.421
รูปแบบ C	รูปแบบ A	16.249	2.108	0.000*	12.764	19.734
	รูปแบบ B	-4.459	2.134	0.038*	-7.987	-0.931
	รูปแบบ D	-2.479	2.210	0.263	-6.133	1.173
	รูปแบบ E	-4.521	2.120	0.034*	-8.027	-1.015
รูปแบบ D	รูปแบบ A	18.729	2.171	0.000*	15.139	22.319
	รูปแบบ B	-1.979	2.196	0.368	-5.611	1.651
	รูปแบบ C	2.479	2.210	0.263	-1.173	6.133
	รูปแบบ E	-2.041	2.183	0.351	-5.651	1.569
รูปแบบ E	รูปแบบ A	20.770	2.080	0.000*	17.331	24.210
	รูปแบบ B	0.061	2.106	0.976	-3.421	3.544
	รูปแบบ C	4.521	2.120	0.034*	1.015	8.027
	รูปแบบ D	2.041	2.183	0.351	-1.569	5.651

หมายเหตุ: *. ความแตกต่างเฉลี่ยมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.10

จากตารางที่ 4.7 การเปรียบเทียบเป็นคู่ ๆ พบว่า รูปแบบ A มีความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งแตกต่างจากทุกรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รูปแบบ B มีความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งแตกต่างจากรูปแบบ C อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value = 0.038) และรูปแบบ C มีความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งแตกต่างจากรูปแบบ E อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value = 0.034)

4.2 ทางโค้งราบรัศมีแคบ (ทางโค้งประเภทที่ 2)

4.2.1 ลักษณะทางกายภาพ กรณีทางโค้งราบรัศมีแคบ

สายทางเป็นถนน 2 ช่องทางจราจร มีความกว้างช่องทางจราจร 3.50 เมตร ตั้งอยู่ในช่วง กม.1+600-กม.1+900 บนทางหลวงชนบท สาย ชบ.5010 ตอนวิหารเซียน-บ้านเขาชีจรรย์ ทางโค้งมีค่ารัศมีความโค้ง 31.31 ม. ค่าความยาวโค้ง 45.74 ม. ค่าการยกโค้ง 0.03 ม./ม. ค่าความเร็วออกแบบ 15 กม./ชม. ด้านขวาทางเป็นป่าโปร่งและด้านซ้ายทางเป็นไร่ยูคาลิปตัส ดังแสดงในภาพที่ 4.10

ภาพที่ 4.10 ทางโค้งราบรัศมีแคบ สายทาง ชบ.5010

4.2.2 ข้อมูลที่เก็บได้จากภาคสนาม กรณีทางโค้งราบรัศมีแคบ

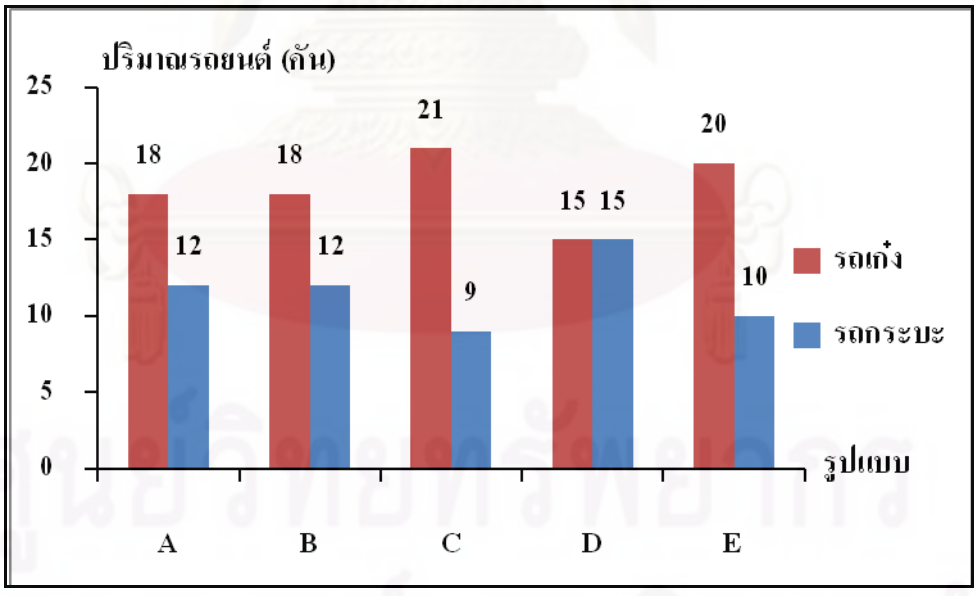
ผลการทดลองกรณีทางโค้งราบรัศมีแคบได้ข้อมูลภาคสนามดังแสดงในตารางที่ 4.8 โดยทำการเก็บข้อมูลในวันเสาร์ที่ 12 กันยายน พ.ศ.2552 ตั้งแต่เวลา 9:00 น. ถึงเวลา 17:00 น. ซึ่งมีสภาพอากาศร้อนและท้องฟ้าแจ่มใส

ตารางที่ 4.8 รายละเอียดจำนวนตัวอย่างรถยนต์ที่เก็บได้ในภาคสนาม กรณีทางโค้งรัศมีแคบ

รูปแบบ	ขนาดตัวอย่าง (คัน)	แบ่งตามชนิดรถยนต์		แบ่งตามจังหวัด		ความเร็วเฉลี่ย (กม./ชม.)			
		รถเก๋ง	รถกระบะ	ชลบุรี	อื่น ๆ	-300	-200	-100	0
A	30	18	12	4	26	55.8	57.4	49.4	48.9
B	30	18	12	10	20	60.2	63.1	56.0	50.8
C	30	21	9	8	22	55.3	57.9	50.5	46.2
D	30	15	15	12	18	61.4	62.9	55.3	48.4
E	30	20	10	9	21	57.9	60.1	51.9	44.7

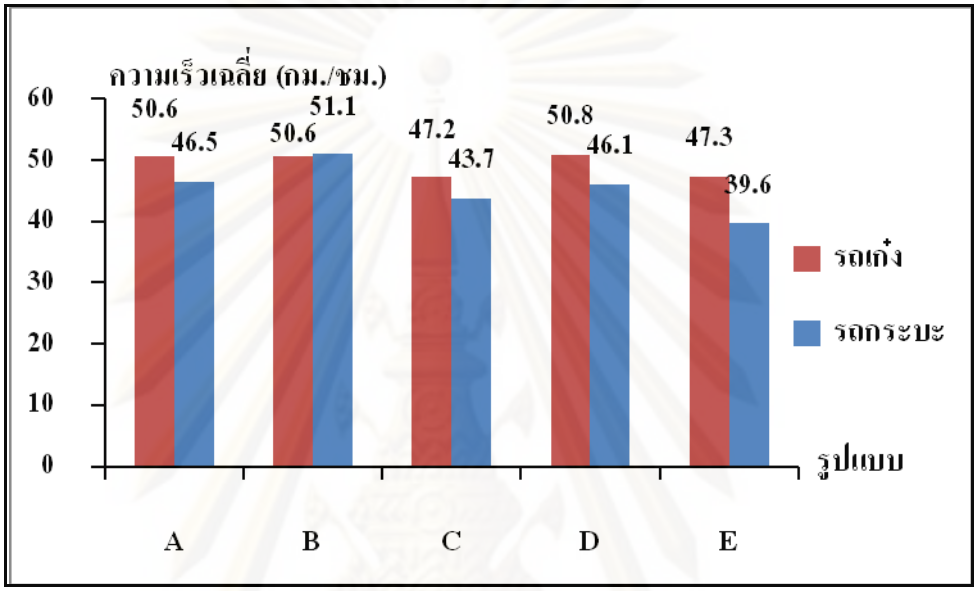
4.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล กรณีทางโค้งราบรัศมีแคบ

จากข้อมูลที่เก็บได้ในภาคสนาม สามารถนำมาทำการวิเคราะห์ทางสถิติเชิงพรรณนาได้ดังภาพที่ 4.11 ถึงภาพที่ 4.14



ภาพที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรถยนต์และรูปแบบการติดตั้ง แบ่งตามประเภทรถยนต์ กรณีทางโค้งราบรัศมีแคบ

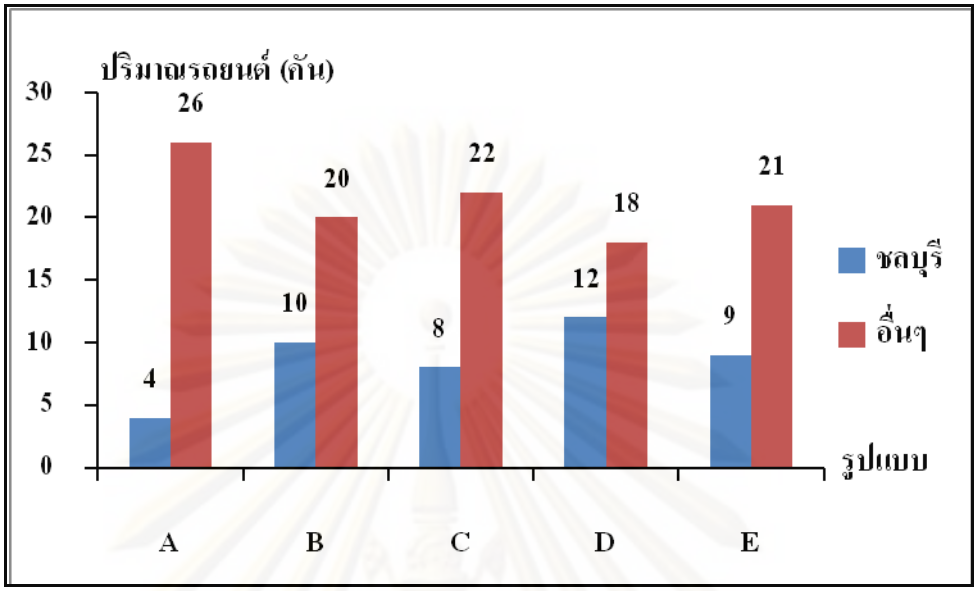
จากภาพที่ 4.11 พบว่า ปริมาณรถเก๋งมีจำนวนมากกว่าปริมาณรถกระบะในรูปแบบ A รูปแบบ B รูปแบบ C และรูปแบบ E ขณะที่รูปแบบ D ปริมาณรถเก๋งและปริมาณรถกระบะมีจำนวนเท่ากัน



ภาพที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งและรูปแบบการติดตั้งแบ่งตามประเภทรถยนต์ กรณีทางโค้งราบรัศมีแคบ

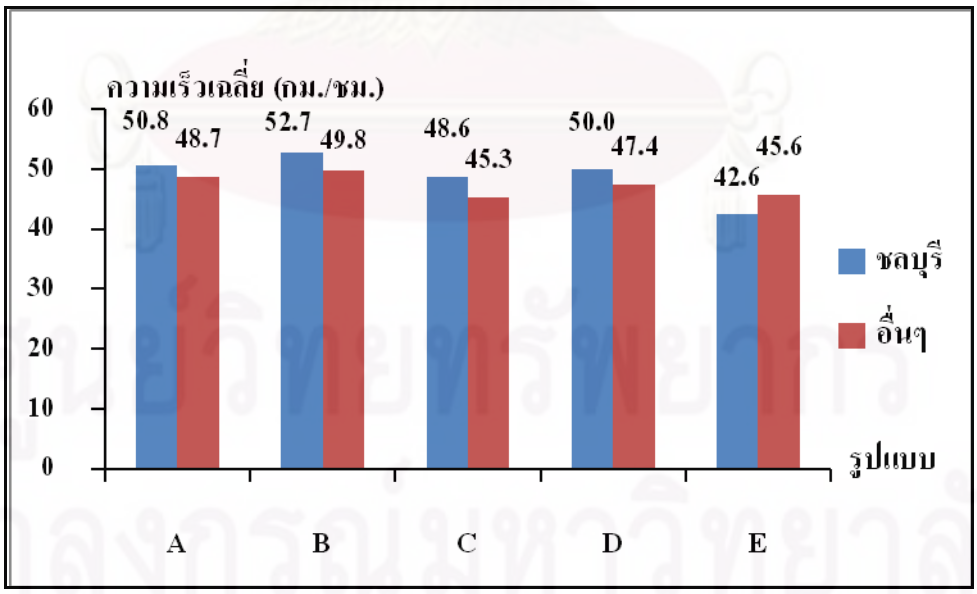
จากภาพที่ 4.12 พบว่า ความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถเก๋งมีค่ามากกว่าความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถกระบะในรูปแบบ A รูปแบบ C รูปแบบ D และรูปแบบ E ขณะที่รูปแบบ B ความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถเก๋งมีค่าใกล้เคียงกับความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถกระบะ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรถยนต์และรูปแบบการติดตั้ง แบ่งตามทะเบียนรถยนต์ กรณีทางโค้งราบรัศมีแคบ

จากภาพที่ 4.13 พบว่า ปริมาณรถยนต์ป้ายทะเบียนจังหวัดชลบุรีมีจำนวนน้อยกว่าปริมาณรถยนต์ป้ายทะเบียนจังหวัดอื่น ๆ ในทุกรูปแบบ



ภาพที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งและรูปแบบการติดตั้ง แบ่งตามทะเบียนรถยนต์ กรณีทางโค้งราบรัศมีแคบ

จากภาพที่ 4.14 พบว่า ความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถยนต์ป้ายทะเบียนจังหวัดชลบุรีมีค่ามากกว่าความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถยนต์ป้ายทะเบียนจังหวัดอื่นๆ ในรูปแบบ A รูปแบบ B รูปแบบ C และรูปแบบ D ขณะที่รูปแบบ E ความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถยนต์ป้ายทะเบียนจังหวัดอื่น ๆ มีค่ามากกว่าความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถยนต์ป้ายทะเบียนจังหวัดชลบุรี

จากข้อมูลที่ได้ดังกล่าวข้างต้น สามารถนำมาทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความเร็วได้ดังตารางที่ 4.9 และตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.9 ร้อยละการเพิ่มลดของความเร็วเฉลี่ยระหว่างจุดวัดความเร็ว กรณีทางโค้งรัศมีแคบ

รูปแบบ	**1 → 2**	**2 → 3**	**3 → 4**
A	2.82%	-13.32%	0.21%
B	5.15%	-11.00%	-7.87%
C	5.29%	-12.61%	-8.03%
D	2.72%	-12.08%	-11.32%
E	4.00%	-13.60%	-13.03%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.10 การทดสอบผลต่างของค่าเฉลี่ยความเร็วที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์ กรณีทางโค้งรัศมีแคบ

รูปแบบ	คู่เปรียบเทียบ	*t*	p-value
A	1 – 2	-2.461	0.020*
	2 – 3	6.604	0.000*
	3 – 4	0.500	0.620
B	1 – 2	-3.283	0.002*
	2 – 3	5.248	0.000*
	3 – 4	3.838	0.000*
C	1 – 2	-2.455	0.020*
	2 – 3	13.397	0.000*
	3 – 4	5.271	0.000*
D	1 – 2	-1.563	0.128
	2 – 3	9.973	0.000*
	3 – 4	5.664	0.000*
E	1 – 2	-2.704	0.011*
	2 – 3	10.743	0.000*
	3 – 4	7.485	0.000*

หมายเหตุ: *. ความแตกต่างเฉลี่ยมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.10

จากตารางที่ 4.9 และตารางที่ 4.10 พบว่า

รูปแบบ A ติดตั้งป้ายเตือนทางโค้งที่จุดวัดความเร็วที่ 3 ผู้ขับขี่มีการขับขี่ด้วยความเร็วเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยร้อยละ 2.82 ก่อนเห็นป้าย และมีการลดความเร็วลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 13.32 เมื่อเห็นป้ายเตือนทางโค้ง ขณะก่อนเข้าโค้งในระยะ 100 เมตร มีความเร็วคงที่

รูปแบบ B ติดตั้งป้ายเตือนทางโค้งร่วมกับป้ายจำกัดความเร็วที่จุดวัดความเร็วที่ 3 ผู้ขับขี่มีการขับขี่ด้วยความเร็วเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยร้อยละ 5.15 ก่อนเห็นป้าย และมีการลดความเร็วลงโดยเฉลี่ย

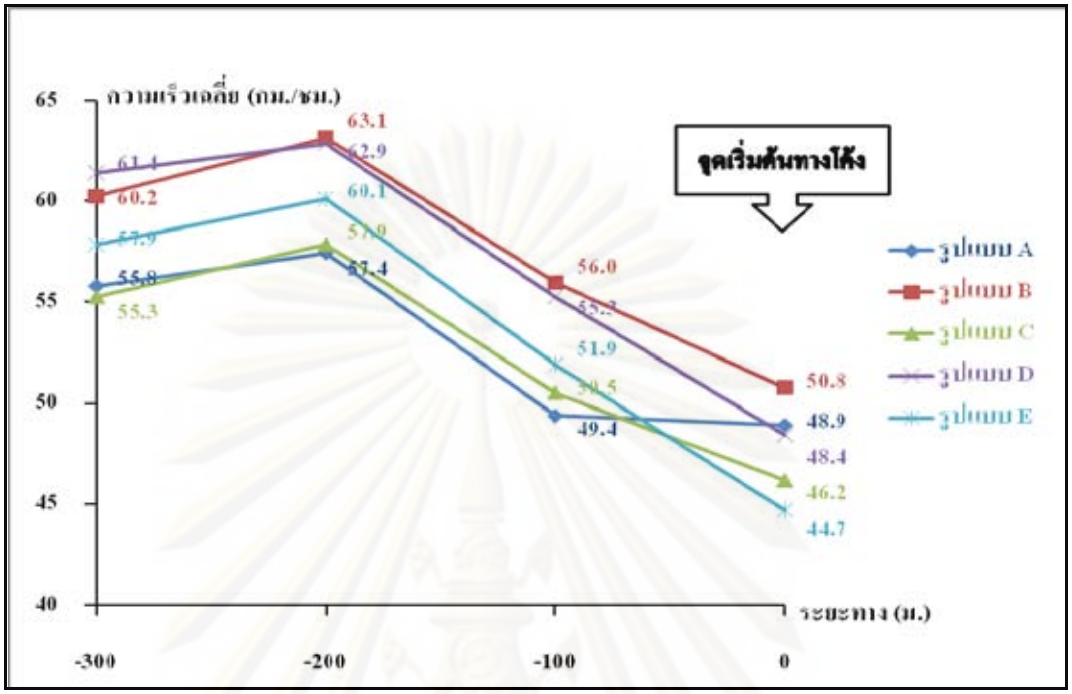
ร้อยละ 11.00 เมื่อเห็นป้าย ในระยะ 100 เมตร ก่อนเข้าโค้งผู้ขับขี่มีการลดความเร็วโดยเฉลี่ยร้อยละ 7.87

รูปแบบ C ติดตั้งป้ายเตือนข้อความที่จุดวัดความเร็วที่ 2 และมีการติดตั้งป้ายเตือนทางโค้งร่วมป้ายจำกัดความเร็วที่จุดวัดความเร็วที่ 3 ผู้ขับขี่มีการขับขี่ด้วยความเร็วเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยร้อยละ 5.15 เมื่อเห็นป้ายเตือนข้อความ และมีการลดความเร็วลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 12.61 เมื่อเห็นป้ายจำกัดความเร็วและป้ายเตือนทางโค้ง ในระยะ 100 เมตร ก่อนเข้าโค้งผู้ขับขี่มีความเร็วลดลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 8.03

รูปแบบ D ติดตั้งป้ายเตือนข้อความที่จุดวัดความเร็วที่ 2 และมีการติดตั้งป้ายเตือนทางโค้งร่วมกับป้ายจำกัดความเร็วที่จุดวัดความเร็วที่ 3 ทั้งสองฝั่งของถนน ผู้ขับขี่มีการเพิ่มความเร็วโดยเฉลี่ยร้อยละ 2.72 เมื่อเห็นป้ายเตือนข้อความทั้งสองฝั่งของถนน และมีการลดความเร็วลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 12.08 เมื่อเห็นป้ายจำกัดความเร็วทั้งสองฝั่งของถนน ในระยะ 100 เมตร ก่อนเข้าโค้งผู้ขับขี่มีความเร็วลดลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 11.32

รูปแบบ E ติดตั้งป้ายเตือนข้อความขนาดใหญ่ที่จุดวัดความเร็วที่ 2 และมีการติดตั้งป้ายเตือนทางโค้งร่วมป้ายจำกัดความเร็วขนาดใหญ่ที่จุดวัดความเร็วที่ 3 ผู้ขับขี่มีการเพิ่มความเร็วโดยเฉลี่ยร้อยละ 4.00 เมื่อเห็นป้ายเตือนข้อความขนาดใหญ่ และมีการลดความเร็วลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 13.60 เมื่อเห็นป้ายจำกัดความเร็วขนาดใหญ่ ก่อนเข้าโค้ง 100 เมตร มีการลดความเร็วโดยเฉลี่ยร้อยละ 13.03 เช่นเดียวกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยและระยะทางสำหรับแต่ละรูปแบบการติดตั้ง กรณีทางโค้งราบรัศมีแคบ

จากภาพที่ 4.15 พบว่า แนวโน้มการลดลงของความเร็วเฉลี่ยของ รูปแบบ B รูปแบบ C รูปแบบ D และรูปแบบ E มีแนวโน้มใกล้เคียงกัน ยกเว้นแนวโน้มการลดลงของความเร็วเฉลี่ยของรูปแบบ A ซึ่งแตกต่างจากรูปแบบอื่นในช่วงก่อนเข้าโค้งที่ระยะ 100 เมตร อาจเป็นเพราะรูปแบบ A ไม่มีป้ายจำกัดความเร็วส่งผลให้ผู้ขับขี่ไม่มีการชะลอความเร็วก่อนเข้าโค้ง นอกจากนี้ป้ายจำกัดความเร็วกำหนดความเร็วที่ 30 กม./ชม. แต่ปรากฏว่า ความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งมีค่ามากกว่า 30 กม./ชม. ทุกรูปแบบการติดตั้งป้าย อันอาจเนื่องจากผู้ขับขี่ส่วนใหญ่เป็นคนในพื้นที่หรือผู้ที่ใช้เส้นทางดังกล่าวเป็นประจำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์ กรณีทางโค้งราบรัศมีแคบ

	ผลบวกกำลังสอง	องศาอิสระ	ค่าเฉลี่ยกำลังสอง	F	p-value
ระหว่างกลุ่ม	682.933	4	170.733	3.036	0.019*
ภายในกลุ่ม	8153.067	145	56.228		
ผลรวม	8836.000	149			

หมายเหตุ: *. ความแตกต่างเฉลี่ยมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.10

จากตารางที่ 4.11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทิศทางเดียว (One-way ANOVA) ของความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งพบว่า มีรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วอย่างน้อย 2 รูปแบบที่มีความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งแตกต่างกัน ($F = 3.036$, p-value = 0.019) ฉะนั้นต้องทำการเปรียบเทียบเป็นคู่ ๆ เพื่อตรวจสอบว่ารูปแบบใดที่มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 4.12

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.12 การเปรียบเทียบเป็นคู่ ๆ ของความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์ กรณีทางโค้งราบรัศมีแคบ

(I) รูปแบบ	(J) รูปแบบ	Mean Difference (I-J)	Std. Error	p-value	90% Confidence Interval	
					Upper Bound	Lower Bound
รูปแบบ A	รูปแบบ B	-1.833	1.936	0.345	-5.038	1.371
	รูปแบบ C	2.766	1.936	0.155	-0.438	5.971
	รูปแบบ D	0.500	1.936	0.796	-2.705	3.705
	รูปแบบ E	4.233	1.936	0.030*	1.028	7.438
รูปแบบ B	รูปแบบ A	1.833	1.936	0.345	-1.371	5.038
	รูปแบบ C	4.600	1.936	0.018*	1.394	7.805
	รูปแบบ D	2.333	1.936	0.230	-0.871	5.538
	รูปแบบ E	6.066	1.936	0.002*	2.861	9.271
รูปแบบ C	รูปแบบ A	-2.766	1.936	0.155	-5.971	0.438
	รูปแบบ B	-4.600	1.936	0.018*	-7.805	-1.394
	รูปแบบ D	-2.266	1.936	0.243	-5.471	0.938
	รูปแบบ E	1.466	1.936	0.449	-1.738	4.671
รูปแบบ D	รูปแบบ A	-0.500	1.936	0.796	-3.705	2.705
	รูปแบบ B	-2.333	1.936	0.230	-5.538	0.871
	รูปแบบ C	2.266	1.936	0.243	-0.938	5.471
	รูปแบบ E	3.733	1.936	0.055*	0.528	6.938
รูปแบบ E	รูปแบบ A	-4.233	1.936	0.030*	-7.438	-1.028
	รูปแบบ B	-6.066	1.936	0.002*	-9.271	-2.861
	รูปแบบ C	-1.466	1.936	0.449	-4.671	1.738
	รูปแบบ D	-3.733	1.936	0.055*	-6.938	-0.528

หมายเหตุ: *. ความแตกต่างเฉลี่ยมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.10

จากตารางที่ 4.12 การเปรียบเทียบเป็นคู่ ๆ พบว่า รูปแบบ A มีความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งแตกต่างจากรูปแบบ E อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value = 0.030) รูปแบบ B มีความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งแตกต่างจากรูปแบบ C อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value = 0.018) รูปแบบ B มีความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งแตกต่างจากรูปแบบ E อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value = 0.002) และรูปแบบ D มีความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งแตกต่างจากรูปแบบ E อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value = 0.055)

4.3 ทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง (ทางโค้งประเภทที่ 3)

4.3.1 ลักษณะทางกายภาพ กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง

สายทางเป็นถนน 2 ช่องทางจราจร มีความกว้างช่องทางจราจร 3.50 เมตร ทางโค้งแรกมีค่ารัศมีความโค้ง 120.91 ม. ค่าความยาวโค้ง 158.40 ม. ค่าการยกโค้ง 0.05 ม./ม. ค่าความเร็วออกแบบ 50 กม./ชม. ทางโค้งที่สองมีค่ารัศมีความโค้ง 115.31 ม. ค่าความยาวโค้ง 160.86 ม. ค่าการยกโค้ง 0.01 ม./ม. ค่าความเร็วออกแบบ 50 กม./ชม. ด้านขวาทางเป็นไร่ยูคาลิปตัส และด้านซ้ายทางเป็นป่าโปร่ง ดังแสดงในภาพที่ 4.16

ภาพที่ 4.16 ทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง สายทาง ชบ.1008

4.3.2 ข้อมูลที่เก็บได้จากภาคสนาม กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง

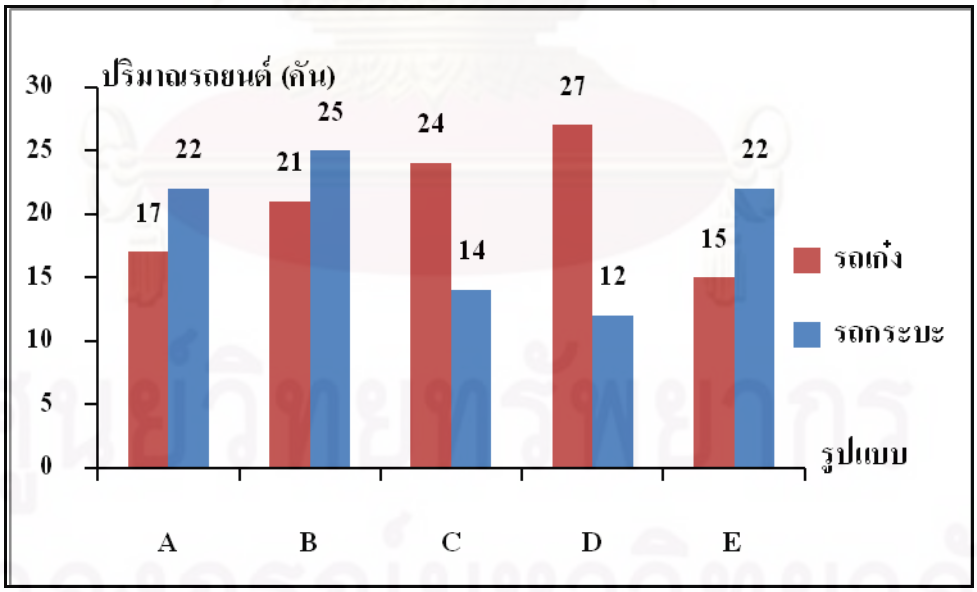
ผลการทดลองสำหรับทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง ได้ตัวอย่างผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.13 โดยทำการเก็บข้อมูลในวันพฤหัสบดีที่ 20 สิงหาคม พ.ศ.2552 ตั้งแต่เวลา 9:00 น. ถึงเวลา 17:00 น. ซึ่งมีสภาพอากาศร้อนและท้องฟ้าแจ่มใส

ตารางที่ 4.13 รายละเอียดจำนวนตัวอย่างรถยนต์ที่เก็บได้ในภาคสนาม กรณีทางโค้งกลับทิศรัศมีกว้าง

รูปแบบ	ขนาดตัวอย่าง (คัน)	แบ่งตามชนิดรถยนต์		แบ่งตามจังหวัด		ความเร็วเฉลี่ย (กม./ชม.)			
		รถเก๋ง	รถกระบะ	ชลบุรี	อื่น ๆ	-300	-200	-100	0
A	39	17	22	21	18	64.8	64.6	54.1	52.5
B	46	21	25	24	22	61.7	59.7	51.8	51.8
C	38	24	14	15	23	59.7	56.9	52.0	49.5
D	39	27	12	13	26	59.1	50.9	49.7	47.6
E	37	15	22	20	17	64.1	51.8	51.1	50.1

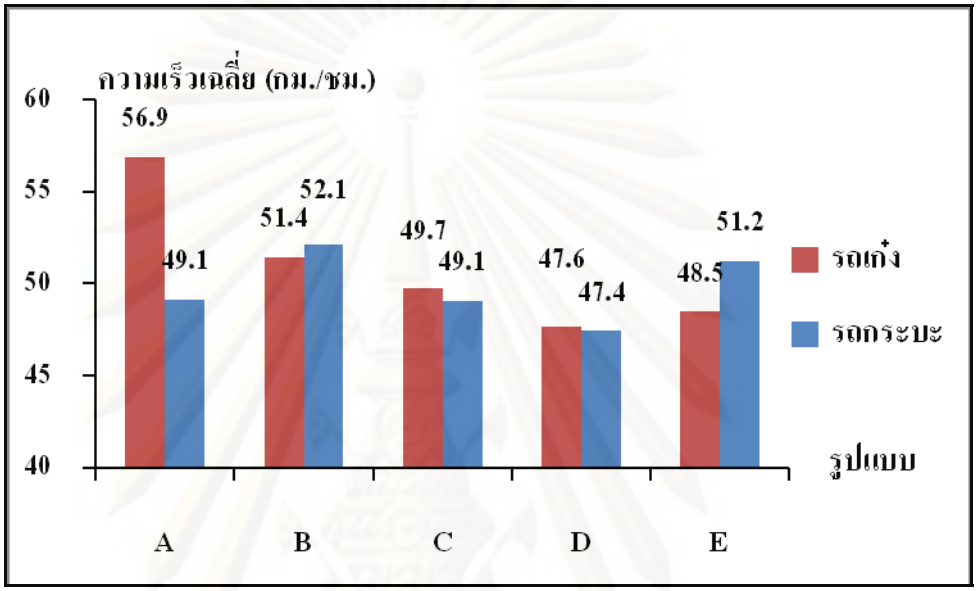
4.3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง

จากข้อมูลที่เก็บได้ในภาคสนาม สามารถนำมาทำการวิเคราะห์ทางสถิติเชิงพรรณนาได้ดังภาพที่ 4.17 ถึงภาพที่ 4.20



ภาพที่ 4.17 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรถยนต์และรูปแบบการติดตั้ง แบ่งตามประเภทรถยนต์ กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง

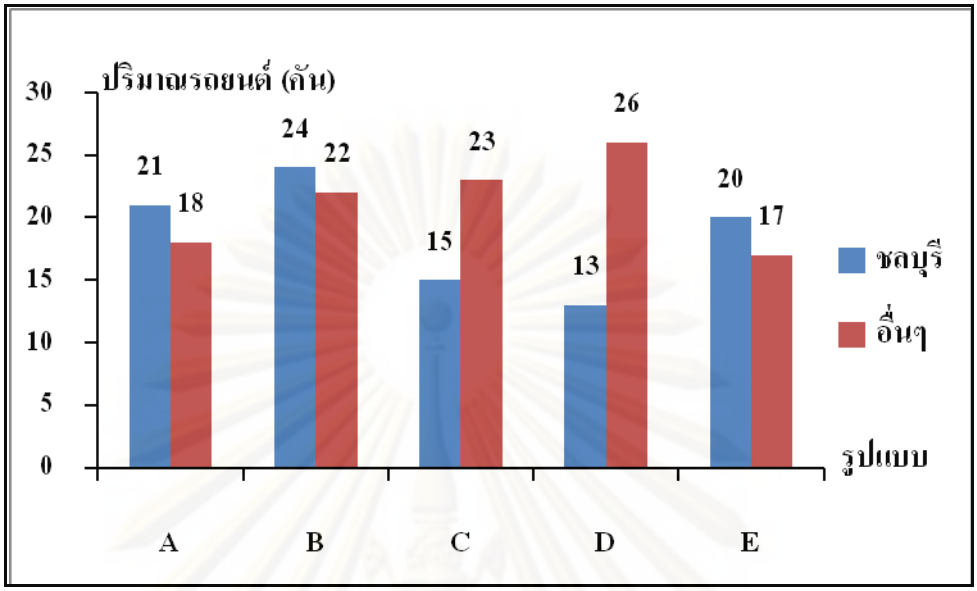
จากภาพที่ 4.17 พบว่า ปริมาณรถเก๋งมีจำนวนมากกว่าปริมาณรถกระบะในรูปแบบ C และรูปแบบ D ขณะที่รูปแบบ A รูปแบบ B และรูปแบบ E ปริมาณรถกระบะมีจำนวนมากกว่าปริมาณรถเก๋ง



ภาพที่ 4.18 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งและรูปแบบการติดตั้งแบ่งตามประเภทรถยนต์ กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง

จากภาพที่ 4.18 พบว่า ความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถเก๋งมีค่ามากกว่าความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถกระบะในรูปแบบ A เท่านั้น แต่ในรูปแบบ E พบว่า ความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถกระบะมีค่ามากกว่าความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถเก๋ง ขณะที่รูปแบบ B รูปแบบ C และรูปแบบ D ความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถเก๋งมีค่าใกล้เคียงกับความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถกระบะ

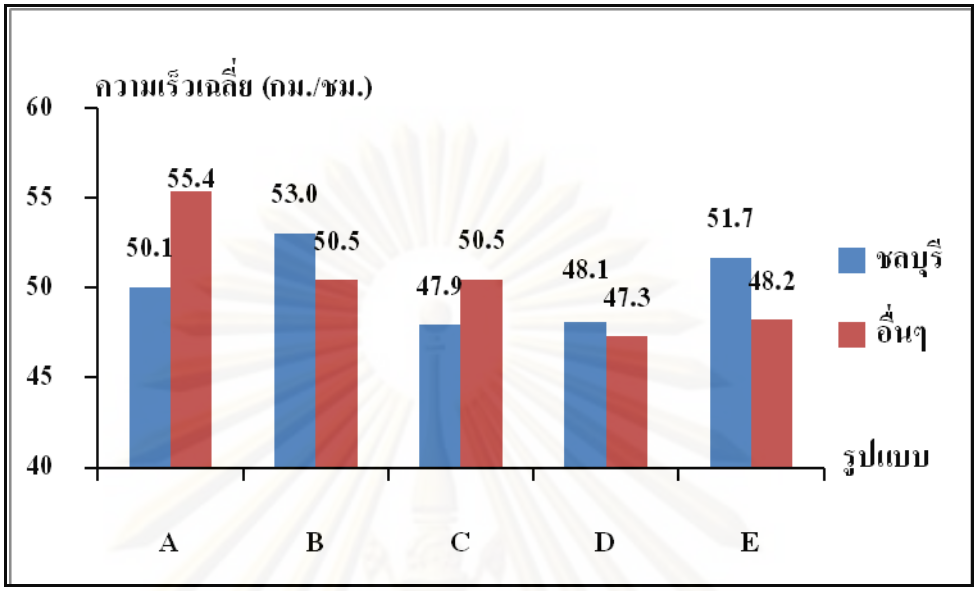
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.19 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรถยนต์และรูปแบบการติดตั้ง แบ่งตามทะเบียนรถยนต์ กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง

จากภาพที่ 4.19 พบว่า ปริมาณรถยนต์ป้ายทะเบียนจังหวัดชลบุรีมีจำนวนมากกว่าปริมาณรถยนต์ป้ายทะเบียนจังหวัดอื่น ๆ ในรูปแบบ A รูปแบบ B และรูปแบบ E ขณะที่รูปแบบ C และรูปแบบ D ปริมาณรถยนต์ป้ายทะเบียนจังหวัดอื่น ๆ มีจำนวนมากกว่าปริมาณรถยนต์ป้ายทะเบียนจังหวัดชลบุรี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.20 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งและรูปแบบการติดตั้ง แบ่งตามทะเบียนรถยนต์ กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง

จากภาพที่ 4.20 พบว่า ความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถยนต์ป้ายทะเบียนจังหวัดชลบุรีมีค่ามากกว่าความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถยนต์ป้ายทะเบียนจังหวัดอื่นๆ ในรูปแบบ B และรูปแบบ E แต่ในรูปแบบ A และรูปแบบ C พบว่า ความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถยนต์ป้ายทะเบียนจังหวัดอื่น ๆ มีค่ามากกว่าความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถยนต์ป้ายทะเบียนจังหวัดชลบุรี ขณะที่รูปแบบ D ความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถยนต์ป้ายทะเบียนจังหวัดชลบุรีมีค่าใกล้เคียงกับความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถยนต์ป้ายจังหวัดอื่น ๆ

จากข้อมูลที่ได้ดังกล่าวข้างต้นสามารถนำมาทำการวิเคราะห์ได้ดังตารางที่ 4.14 และตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.14 ร้อยละการเพิ่มลดของความเร็วเฉลี่ยระหว่างจุดวัดความเร็ว กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง

รูปแบบ	1→2	2→3	3→4
A	0.10%	-15.20%	1.70%
B	-2.90%	-12.00%	3.60%
C	-4.30%	-8.40%	-4.40%
D	-13.80%	-2.00%	-4.00%
E	-18.20%	-0.70%	0.00%

ตารางที่ 4.15 การทดสอบผลต่างของค่าเฉลี่ยความเร็วที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์ กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง

รูปแบบ	คู่เปรียบเทียบ	*t*	p-value
A	1 – 2	0.124	0.901
	2 – 3	6.029	0.000*
	3 – 4	0.982	0.331
B	1 – 2	2.275	0.027*
	2 – 3	4.584	0.000*
	3 – 4	0.499	0.619
C	1 – 2	3.425	0.001*
	2 – 3	4.744	0.000*
	3 – 4	3.415	0.001*
D	1 – 2	9.374	0.000*
	2 – 3	1.838	0.073*
	3 – 4	3.680	0.000*
E	1 – 2	8.389	0.000*
	2 – 3	0.416	0.679
	3 – 4	0.880	0.384

หมายเหตุ: *. ความแตกต่างเฉลี่ยมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.10

จากตารางที่ 4.14 และตารางที่ 4.15 พบว่า

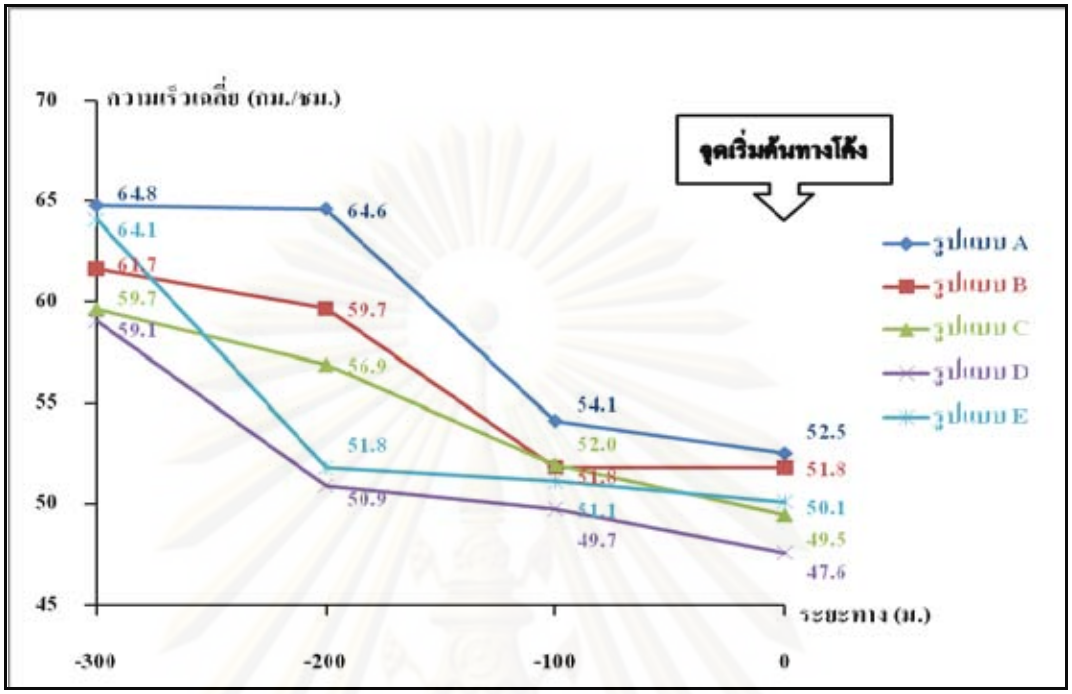
รูปแบบ A ติดตั้งป้ายเตือนทางโค้งที่จุดวัดความเร็วที่ 3 ผู้ขับขี่มีการขับขี่ด้วยความเร็วค่อนข้างคงที่ก่อนเห็นป้าย แต่มีการลดความเร็วโดยเฉลี่ยร้อยละ 15 เมื่อเห็นป้ายเตือนทางโค้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในระยะ 100 เมตร ก่อนเข้าโค้งผู้ขับขี่มีการเพิ่มความเร็วโดยเฉลี่ยร้อยละ 1.7

รูปแบบ B ติดตั้งป้ายเตือนทางโค้งร่วมกับป้ายจำกัดความเร็วที่จุดวัดความเร็วที่ 3 ผู้ขับขี่ลดความเร็วก่อนเห็นป้ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีการลดความเร็วโดยเฉลี่ยร้อยละ 12 เมื่อเห็นป้ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในระยะ 100 เมตร ก่อนเข้าโค้งผู้ขับขี่มีการเพิ่มความเร็วโดยเฉลี่ยร้อยละ 3.6

รูปแบบ C ติดตั้งป้ายเตือนข้อความที่จุดวัดความเร็วที่ 2 และมีการติดตั้งป้ายเตือนทางโค้งร่วมกับป้ายจำกัดความเร็วที่จุดวัดความเร็วที่ 3 ผู้ขับขี่ลดความเร็วเมื่อเห็นป้ายเตือนข้อความอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีการลดความเร็วโดยเฉลี่ยร้อยละ 8.4 เมื่อเห็นป้ายจำกัดความเร็วและป้ายเตือนทางโค้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในระยะ 100 เมตร ก่อนเข้าโค้งผู้ขับขี่มีความเร็วลดลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 4.4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วยเช่นกัน

รูปแบบ D ติดตั้งป้ายเตือนข้อความที่จุดวัดความเร็วที่ 2 และมีการติดตั้งป้ายเตือนทางโค้งร่วมกับป้ายจำกัดความเร็วที่จุดวัดความเร็วที่ 3 ทั้งสองฝั่งของถนน ผู้ขับขี่มีการลดความเร็วโดยเฉลี่ยร้อยละ 13.8 เมื่อป้ายเตือนข้อความทั้งสองฝั่งของถนนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีความเร็วลดลงเมื่อเห็นป้ายจำกัดความเร็วทั้งสองฝั่งของถนนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในระยะ 100 เมตร ก่อนเข้าโค้งผู้ขับขี่มีความเร็วลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วยเช่นกัน

รูปแบบ E ติดตั้งป้ายเตือนข้อความขนาดใหญ่ที่จุดวัดความเร็วที่ 2 และมีการติดตั้งป้ายเตือนทางโค้งร่วมกับป้ายจำกัดความเร็วขนาดใหญ่ที่จุดวัดความเร็วที่ 3 ผู้ขับขี่มีการลดความเร็วโดยเฉลี่ยร้อยละ 18 เมื่อเห็นป้ายเตือนข้อความขนาดใหญ่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีความเร็วค่อนข้างคงที่เมื่อเห็นป้ายจำกัดความเร็วขนาดใหญ่ ขณะที่ก่อนเข้าโค้ง 100 เมตร ไม่มีการลดความเร็ว



ภาพที่ 4.21 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยและระยะทางสำหรับแต่ละรูปแบบการติดตั้ง กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง

จากภาพที่ 4.21 พบว่า แนวโน้มการลดลงของความเร็วเฉลี่ยของ รูปแบบ A รูปแบบ B รูปแบบ C มีแนวโน้มใกล้เคียงกัน ยกเว้นแนวโน้มการลดลงของความเร็วเฉลี่ยของรูปแบบ D และรูปแบบ E ซึ่งแตกต่างจากรูปแบบอื่นอย่างมาก โดยในช่วงระหว่างจุดวัดความเร็วที่ 1 และจุดวัดความเร็วที่ 2 มีการลดลงของความเร็วเฉลี่ยเป็นอย่างมากอันอาจเนื่องจากป้ายที่มีขนาดใหญ่และมีการติดตั้งป้ายทั้งสองฝั่งถนน ในช่วงระหว่างจุดวัดความเร็วที่ 2 และจุดวัดความเร็วที่ 3 รูปแบบ A รูปแบบ B และรูปแบบ C มีการลดความเร็วเฉลี่ยอย่างรวดเร็ว ขณะที่รูปแบบ D และรูปแบบ E มีการลดความเร็วเฉลี่ยเพียงเล็กน้อย อันอาจเป็นเพราะก่อนหน้านี้ มีการลดความเร็วลงอย่างมากแล้ว ในขณะที่ช่วงก่อนเข้าทางโค้งระยะ 100 เมตร ทุกรูปแบบมีการลดความเร็วเฉลี่ยลักษณะใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ป้ายจำกัดความเร็วกำหนดความเร็วที่ 40 กม./ชม. แต่ปรากฏว่า ความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งมีค่ามากกว่า 40 กม./ชม. ทุกรูปแบบการติดตั้งป้าย อันอาจเนื่องจากผู้ขับขี่บางคนเป็นคนในพื้นที่ หรือเป็นผู้ที่ใช้เส้นทางดังกล่าวเป็นประจำ หรือมีความมั่นใจในการขับขี่เข้าโค้งด้วยความเร็วที่สูงกว่าความเร็วที่กำหนดไว้บนป้ายจำกัดความเร็ว

ตารางที่ 4.16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์ กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง

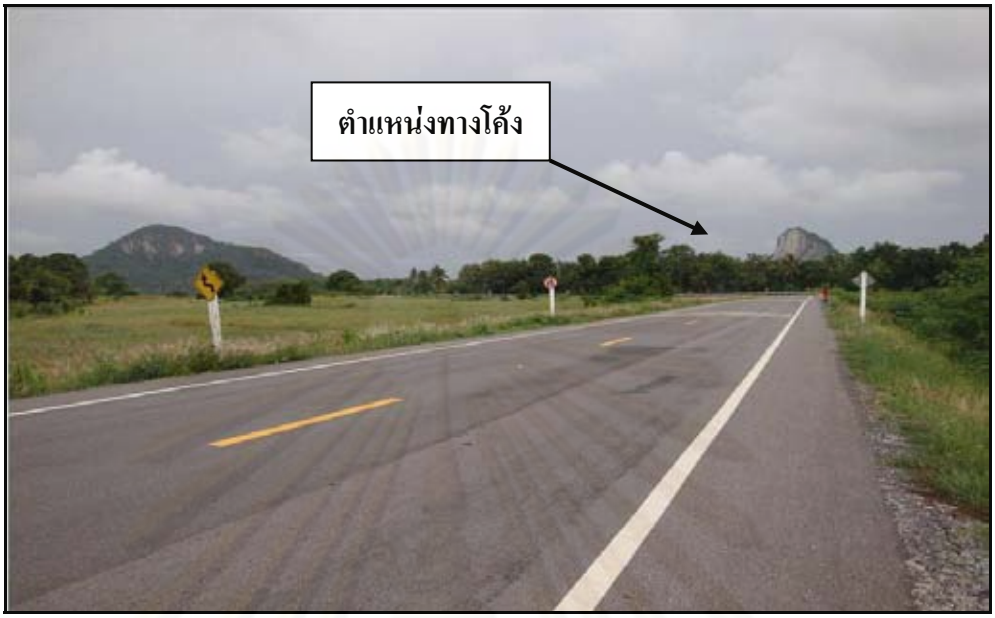
	ผลบวกกำลังสอง	องศาอิสระ	ค่าเฉลี่ยกำลังสอง	F	p-value
ระหว่างกลุ่ม	613.763	4	153.440	1.816	0.127
ภายในกลุ่ม	16391.614	194	84.492		
ผลรวม	17005.377	198			

จากตารางที่ 4.16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทิศทางเดียว (One-way ANOVA) ของความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งพบว่า ทุกรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วมีความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งไม่แตกต่างกัน (F = 1.816, p-value = 0.127) ฉะนั้นไม่ต้องทำการเปรียบเทียบเป็นคู่ ๆ เพื่อตรวจสอบว่ารูปแบบใดมีค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกัน

4.4 ทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ (ทางโค้งประเภทที่ 4)

4.4.1 ลักษณะทางกายภาพ กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ

สายทางเป็นถนน 2 ช่องทางจราจร มีความกว้างช่องทางจราจร 3.50 เมตร ตั้งอยู่ในช่วง กม.0+700-กม.1+000 บนทางหลวงชนบท สาย ชบ.5010 ตอนวิหารเซียน-บ้านเขาชีจรรย์ ทางโค้งแรกมีค่ารัศมีความโค้ง 20.91 ม. ค่าความยาวโค้ง 33.69 ม. ค่าการยกโค้ง 0.05 ม./ม. ค่าความเร็วออกแบบ 15 กม./ชม. ทางโค้งที่สองมีค่ารัศมีความโค้ง 60.31 ม. ค่าความยาวโค้ง 56.20 ม. ค่าการยกโค้ง 0.03 ม./ม. ค่าความเร็วออกแบบ 20 กม./ชม. ด้านขวาทางและด้านซ้ายทางเป็นไร่มันสำปะหลัง ดังแสดงในภาพที่ 4.22



ภาพที่ 4.22 ทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ สายทาง ชบ.5010

4.4.2 ข้อมูลที่เก็บได้จากภาคสนาม กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ

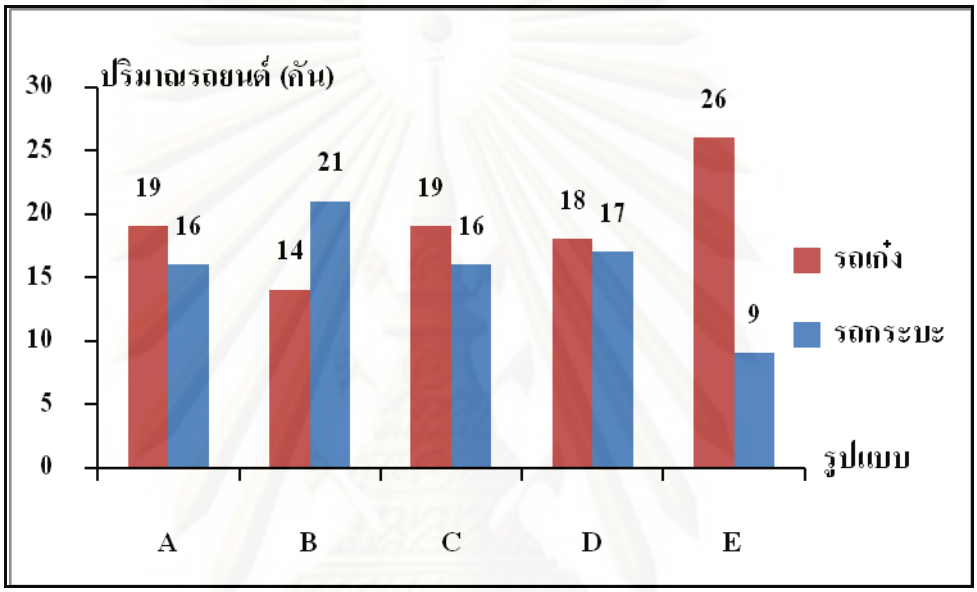
ผลการทดลองสำหรับทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ ได้ตัวอย่างผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.17 โดยทำการเก็บข้อมูลในวันอาทิตย์ที่ 13 กันยายน พ.ศ.2552 ตั้งแต่เวลา 9:00 น. ถึงเวลา 17:00 น. ซึ่งสภาพอากาศร้อนและท้องฟ้าแจ่มใส

ตารางที่ 4.17 รายละเอียดจำนวนตัวอย่างรถยนต์ที่เก็บได้ในภาคสนาม กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ

รูปแบบ	ขนาดตัวอย่าง (คัน)	แบ่งตามชนิดรถยนต์		แบ่งตามจังหวัด		ความเร็วเฉลี่ย (กม./ชม.)			
		รถเก๋ง	รถกระบะ	ชลบุรี	อื่น ๆ	-300	-200	-100	0
A	35	19	16	2	33	44.9	51.7	47.9	40.4
B	35	14	21	7	28	45.9	52.0	45.7	39.6
C	35	19	16	8	27	45.0	42.0	45.0	39.4
D	35	18	17	4	31	42.7	43.3	43.7	37.2
E	35	26	9	6	29	46.0	44.7	45.6	39.9

4.4.3 การวิเคราะห์ข้อมูล กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ

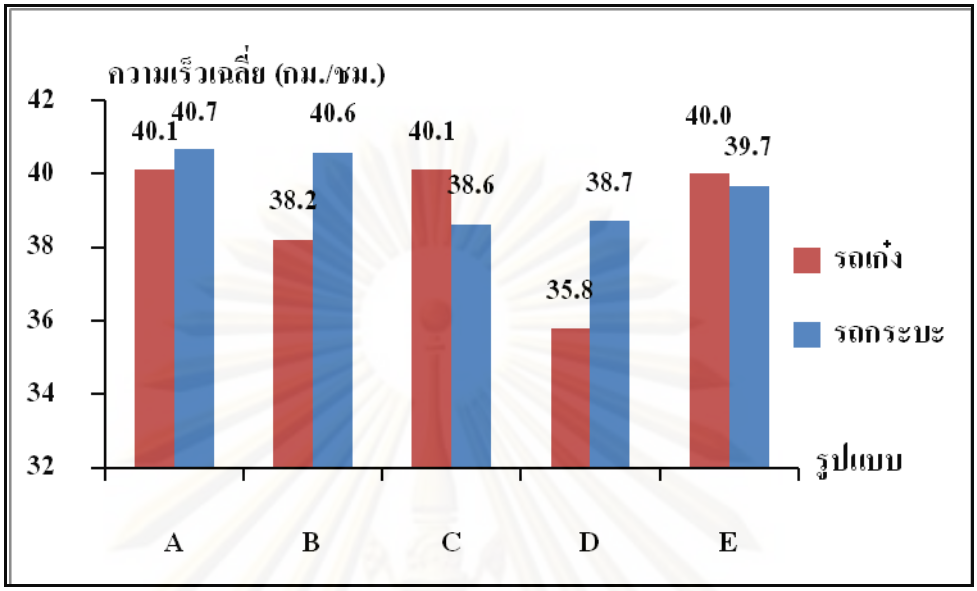
จากข้อมูลที่เก็บได้ในภาคสนาม สามารถนำมาทำการวิเคราะห์ทางสถิติเชิงพรรณนาได้ดังภาพที่ 4.23 ถึงภาพที่ 4.26



ภาพที่ 4.23 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรถยนต์และรูปแบบการติดตั้ง แบ่งตามประเภทรถยนต์ กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ

จากภาพที่ 4.23 พบว่า ปริมาณรถเก๋งมีจำนวนมากกว่าปริมาณรถกระบะในรูปแบบ A รูปแบบ C และรูปแบบ E แต่ในรูปแบบ B พบว่า ปริมาณรถกระบะมีจำนวนมากกว่าปริมาณรถเก๋ง ขณะที่รูปแบบ D ปริมาณรถเก๋งมีจำนวนใกล้เคียงกับปริมาณรถกระบะ

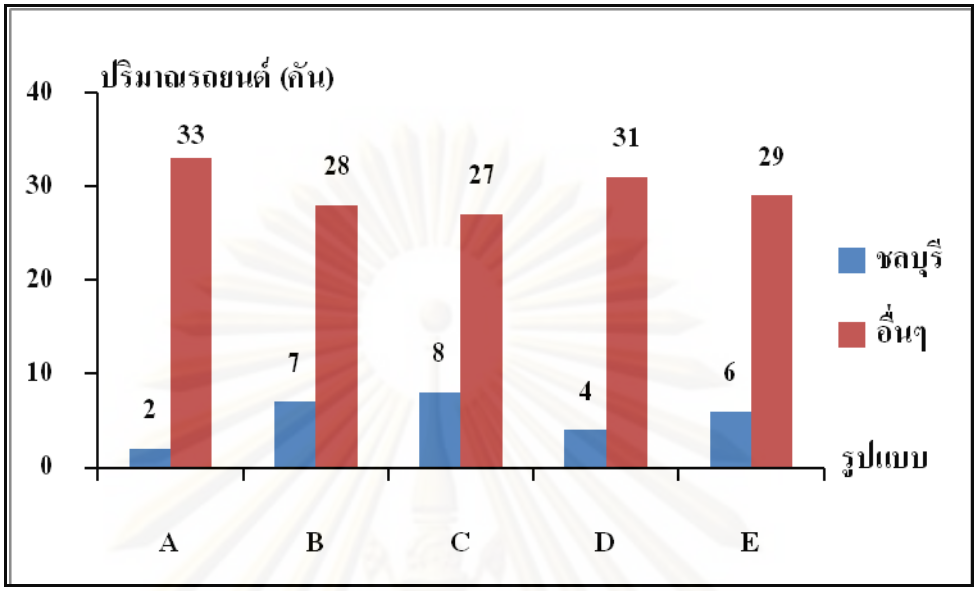
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.24 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งและรูปแบบการติดตั้ง แบ่งตามประเภทรถยนต์ กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ

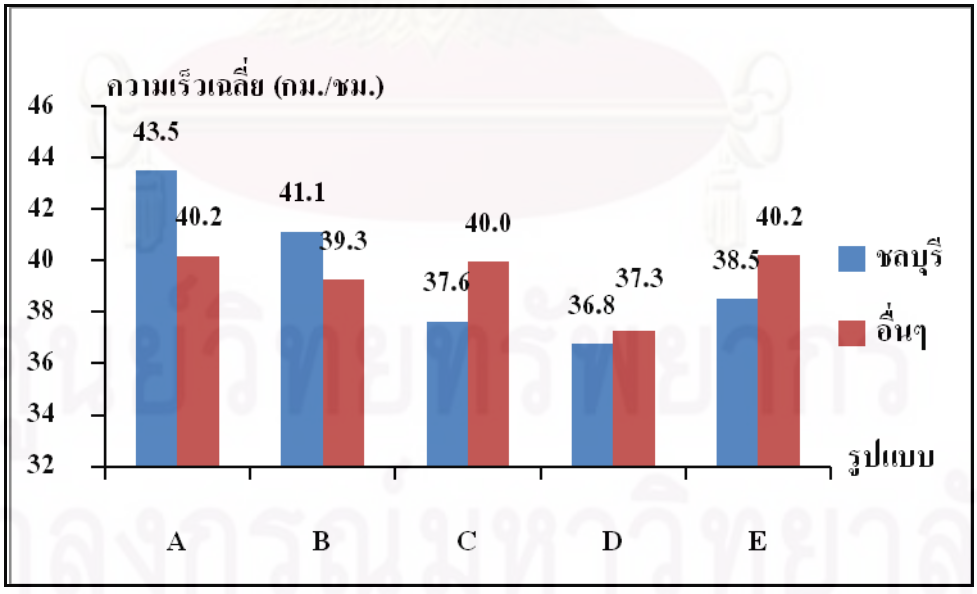
จากภาพที่ 4.24 พบว่า ความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถเก๋งมีค่ามากกว่าความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถกระบะในรูปแบบ C แต่ในรูปแบบ B และรูปแบบ D พบว่าความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถกระบะมีค่ามากกว่าความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถเก๋ง ขณะที่รูปแบบ A และรูปแบบ E ความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถเก๋งมีค่าใกล้เคียงกับความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถกระบะ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.25 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรถยนต์และรูปแบบการติดตั้ง แบ่งตามทะเบียนรถยนต์ กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ

จากภาพที่ 4.25 พบว่า ปริมาณรถยนต์ป้ายทะเบียนจังหวัดอื่นๆ มีจำนวนมากกว่าปริมาณรถยนต์ป้ายทะเบียนจังหวัดชลบุรีในทุกรูปแบบ



ภาพที่ 4.26 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งและรูปแบบการติดตั้ง แบ่งตามทะเบียนรถยนต์ กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ

จากภาพที่ 4.26 พบว่า ความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถยนต์ป้ายทะเบียนจังหวัดชลบุรีมีค่ามากกว่าความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถยนต์ป้ายทะเบียนจังหวัดอื่นๆ ในรูปแบบ A และรูปแบบ B แต่ในรูปแบบ C และรูปแบบ E พบว่า ความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถยนต์ป้ายทะเบียนจังหวัดอื่นๆ มีค่ามากกว่าความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถยนต์ป้ายทะเบียนจังหวัดชลบุรี ขณะที่รูปแบบ D ความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถยนต์ป้ายทะเบียนจังหวัดชลบุรีมีค่าใกล้เคียงกับความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถยนต์ป้ายทะเบียนจังหวัดอื่นๆ

จากข้อมูลที่ได้ดังกล่าวข้างต้นสามารถนำมาทำการวิเคราะห์ได้ดังตารางที่ 4.18 และตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.18 ร้อยละการเพิ่มลดของความเร็วเฉลี่ยระหว่างจุดวัดความเร็ว กรณีทางโค้งกลับทิศรัศมีแคบ

รูปแบบ	**1 → 2**	**2 → 3**	**3 → 4**
A	15.35%	-6.79%	-15.17%
B	13.59%	-12%	-11.88%
C	-6.39%	7.52%	-12.07%
D	1.94%	2.00%	-13.00%
E	-2.54%	2.18%	-12.00%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.19 การทดสอบผลต่างของค่าเฉลี่ยความเร็วที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์ กรณีทางโค้งกลับทิศรัศมีแคบ

รูปแบบ	คู่เปรียบเทียบ	*t*	p-value
A	1 – 2	-15.029	0.000*
	2 – 3	4.199	0.000*
	3 – 4	10.153	0.000*
B	1 – 2	-11.514	0.000*
	2 – 3	7.214	0.000*
	3 – 4	6.675	0.000*
C	1 – 2	5.608	0.000*
	2 – 3	-4.162	0.000*
	3 – 4	9.678	0.000*
D	1 – 2	-0.840	0.406
	2 – 3	-0.372	0.711
	3 – 4	4.571	0.000*
E	1 – 2	1.652	0.107
	2 – 3	-1.237	0.224
	3 – 4	6.223	0.000*

หมายเหตุ: *. ความแตกต่างเฉลี่ยมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.10

จากตารางที่ 4.18 และตารางที่ 4.19 พบว่า

รูปแบบ A ติดตั้งป้ายเตือนทางโค้งที่จุดวัดความเร็วที่ 3 ผู้ขับขี่มีการขับขี่ด้วยความเร็วเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยร้อยละ 15.35 ก่อนเห็นป้าย และมีการลดความเร็วโดยเฉลี่ยร้อยละ 6.79 เมื่อเห็นป้ายเตือนทางโค้ง ขณะก่อนเข้าโค้งในระยะ 100 เมตร มีความเร็วลดลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 15.17

รูปแบบ B ติดตั้งป้ายเตือนทางโค้งร่วมกับป้ายจำกัดความเร็วที่จุดวัดความเร็วที่ 3 ผู้ขับขี่มีการขับขี่ด้วยความเร็วเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยร้อยละ 13.59 ก่อนเห็นป้าย และมีการลดความเร็วลงโดย

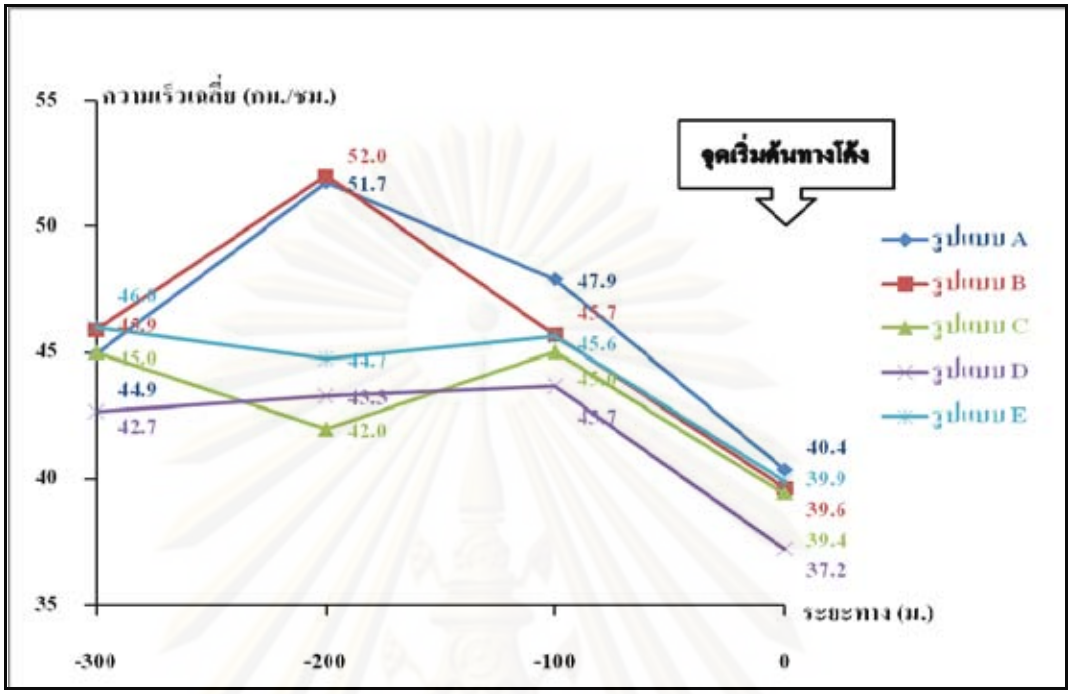
เฉลี่ยร้อยละ 12.00 เมื่อเห็นป้าย ในระยะ 100 เมตร ก่อนเข้าโค้งผู้ขับขี่มีการลดความเร็วโดยเฉลี่ยร้อยละ 11.88

รูปแบบ C ติดตั้งป้ายเตือนข้อความที่จุดวัดความเร็วที่ 2 และมีการติดตั้งป้ายเตือนทางโค้งร่วมป้ายจำกัดความเร็วที่จุดวัดความเร็วที่ 3 ผู้ขับขี่ลดความเร็วลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 6.39 เมื่อเห็นป้ายเตือนข้อความ และมีการเพิ่มความเร็วโดยเฉลี่ยร้อยละ 7.52 เมื่อเห็นป้ายจำกัดความเร็วและป้ายเตือนทางโค้ง ในระยะ 100 เมตร ก่อนเข้าโค้งผู้ขับขี่มีความเร็วลดลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 12.07

รูปแบบ D ติดตั้งป้ายเตือนข้อความที่จุดวัดความเร็วที่ 2 และมีการติดตั้งป้ายเตือนทางโค้งร่วมกับป้ายจำกัดความเร็วที่จุดวัดความเร็วที่ 3 ทั้งสองฝั่งของถนน ผู้ขับขี่มีเพิ่มความเร็วโดยเฉลี่ยร้อยละ 1.94 เมื่อป้ายเตือนข้อความทั้งสองฝั่งของถนน และมีการเพิ่มความเร็วโดยเฉลี่ยร้อยละ 2.00 เมื่อเห็นป้ายจำกัดความเร็วทั้งสองฝั่งของถนน ในระยะ 100 เมตร ก่อนเข้าโค้งผู้ขับขี่มีความเร็วลดลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 13.00

รูปแบบ E ติดตั้งป้ายเตือนข้อความขนาดใหญ่ที่จุดวัดความเร็วที่ 2 และมีการติดตั้งป้ายเตือนทางโค้งร่วมป้ายจำกัดความเร็วขนาดใหญ่ที่จุดวัดความเร็วที่ 3 ผู้ขับขี่มีการลดความเร็วโดยเฉลี่ยร้อยละ 2.54 เมื่อเห็นป้ายเตือนข้อความขนาดใหญ่ และมีการเพิ่มความเร็วโดยเฉลี่ยร้อยละ 2 เมื่อเห็นป้ายจำกัดความเร็วขนาดใหญ่ ก่อนเข้าโค้ง 100 เมตร ก็มีการลดความเร็วโดยเฉลี่ยร้อยละ 12.00

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.27 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยและระยะทางสำหรับแต่ละรูปแบบการติดตั้ง กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ

จากภาพที่ 4.27 พบว่า แนวโน้มการลดลงของความเร็วเฉลี่ยของ รูปแบบ C รูปแบบ D และรูปแบบ E มีแนวโน้มใกล้เคียงกัน ขณะที่รูปแบบ A และรูปแบบ B มีแนวโน้มการลดลงของความเร็วเฉลี่ยใกล้เคียงกัน อาจเป็นเพราะรูปแบบ A และรูปแบบ B ไม่มีป้ายเตือนข้อความ ส่งผลให้ผู้ขับขี่ไม่ชะลอความเร็ว นอกจากนี้ป้ายจำกัดความเร็วกำหนดความเร็วที่ 30 กม./ชม. แต่ปรากฏว่า ความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งมีค่ามากกว่า 30 กม./ชม. ทุกรูปแบบการติดตั้งป้าย อันอาจเนื่องจากผู้ขับขี่ส่วนใหญ่เป็นคนในพื้นที่หรือผู้ที่ใช้เส้นทางดังกล่าวเป็นประจำ

ตารางที่ 4.20 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์ กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ

	ผลบวกกำลังสอง	องศาอิสระ	ค่าเฉลี่ยกำลังสอง	F	p-value
ระหว่างกลุ่ม	212.080	4	53.020	2.048	0.089*
ภายในกลุ่ม	4399.257	170	25.877		
ผลรวม	4611.337	174			

หมายเหตุ: *. ความแตกต่างเฉลี่ยมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.10

จากตารางที่ 4.20 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทิศทางเดียว (One-way ANOVA) ของความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งพบว่า มีรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วอย่างน้อย 2 รูปแบบที่มีความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งแตกต่างกัน (F = 2.048, p-value = 0.089) ฉะนั้นต้องทำการเปรียบเทียบเป็นคู่ ๆ เพื่อตรวจสอบว่ารูปแบบใดที่มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.21 การเปรียบเทียบเป็นคู่ ๆ ของความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์ กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ

(I) รูปแบบ	(J) รูปแบบ	Mean Difference (I-J)	Std. Error	p-value	90% Confidence Interval	
					Upper Bound	Lower Bound
รูปแบบ A	รูปแบบ B	0.742	1.216	0.542	-1.268	2.754
	รูปแบบ C	0.942	1.216	0.439	-1.068	2.954
	รูปแบบ D	3.171	1.216	0.009*	1.160	5.182
	รูปแบบ E	0.457	1.216	0.707	-1.554	2.468
รูปแบบ B	รูปแบบ A	-0.742	1.216	0.542	-2.754	1.268
	รูปแบบ C	0.200	1.216	0.869	-1.811	2.211
	รูปแบบ D	2.428	1.216	0.047*	0.417	4.439
	รูปแบบ E	-0.285	1.216	0.814	-2.296	1.725
รูปแบบ C	รูปแบบ A	-0.942	1.216	0.439	-2.954	1.068
	รูปแบบ B	-0.200	1.216	0.869	-2.211	1.811
	รูปแบบ D	2.228	1.216	0.068*	0.217	4.239
	รูปแบบ E	-0.485	1.216	0.690	-2.496	1.525
รูปแบบ D	รูปแบบ A	-3.171	1.216	0.009*	-5.182	-1.160
	รูปแบบ B	-2.428	1.216	0.047*	-4.439	-0.417
	รูปแบบ C	-2.228	1.216	0.068*	-4.239	-0.217
	รูปแบบ E	-2.714	1.216	0.026*	-4.725	-0.703
รูปแบบ E	รูปแบบ A	-0.457	1.216	0.707	-2.468	1.554
	รูปแบบ B	0.285	1.216	0.814	-1.725	2.296
	รูปแบบ C	0.485	1.216	0.690	-1.525	2.496
	รูปแบบ D	2.714	1.216	0.026*	0.703	4.725

หมายเหตุ: *. ความแตกต่างเฉลี่ยมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.10

จากตารางที่ 4.21 การเปรียบเทียบเป็นคู่ ๆ พบว่า รูปแบบ D มีความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งแตกต่างจากทุกรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4.5 ทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน (ทางโค้งประเภทที่ 5)

4.5.1 ลักษณะทางกายภาพ กรณีของทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน

สายทางเป็นถนน 2 ช่องทางจราจร มีความกว้างช่องทางจราจร 3.50 เมตร ตั้งอยู่ในช่วง กม.7+950-กม.8+250 บนทางหลวงชนบท สาย ชบ.1003 ตอนแยกทางหลวงหมายเลข 3 (กม.161+200)-บ้านเขาชีจรรย์ ทางโค้งดิ่งขึ้นเนินมีค่าความชันขึ้นเนินร้อยละ 3.49 ด้านขวาทางเป็นป่าโปร่งและด้านซ้ายทางเป็นป่าทึบ ดังแสดงในภาพที่ 4.28

ภาพที่ 4.28 ทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน สายทาง ชบ.1003

4.5.2 ข้อมูลที่เก็บได้จากภาคสนาม กรณีทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน

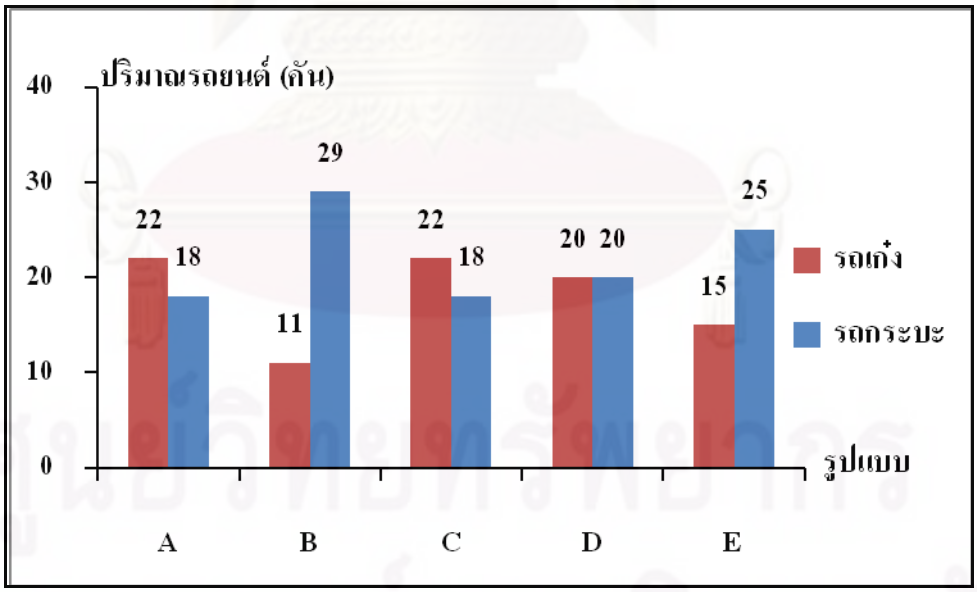
ผลการทดลองสำหรับทางโค้งดิ่งขึ้นเนินได้ตัวอย่างผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.22 โดยทำการเก็บข้อมูลในวันศุกร์ที่ 11 กันยายน พ.ศ.2552 ตั้งแต่เวลา 9:00 น. ถึงเวลา 17:00 น. ซึ่งมีสภาพอากาศร้อนและท้องฟ้าแจ่มใส

ตารางที่ 4.22 รายละเอียดจำนวนตัวอย่างรถยนต์ที่เก็บได้ในภาคสนาม กรณีทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน

รูปแบบ	ขนาดตัวอย่าง (คัน)	แบ่งตามชนิดรถยนต์		แบ่งตามจังหวัด		ความเร็วเฉลี่ย (กม./ชม.)			
		รถเก๋ง	รถกระบะ	ชลบุรี	อื่น ๆ	-300	-200	-100	0
A	40	22	18	19	21	64.3	66.6	63.6	64.5
B	40	11	29	14	26	64.6	66.6	61.3	63.1
C	40	22	18	11	29	64.7	69.6	62.0	64.7
D	40	20	20	13	27	65.8	69.4	65.4	68.3
E	40	15	25	17	23	63.4	67.3	60.1	63.8

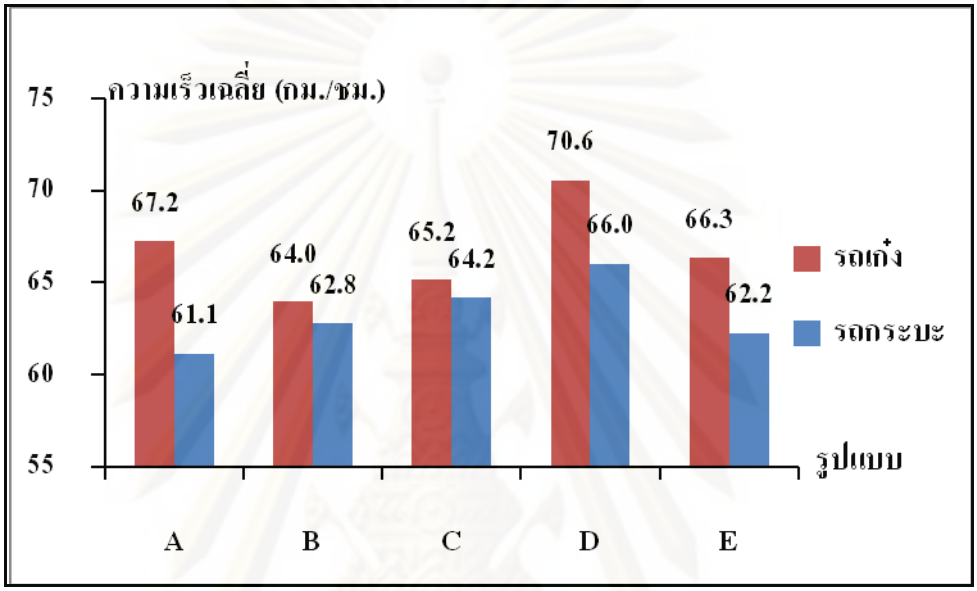
4.5.3 การวิเคราะห์ข้อมูล กรณีทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน

จากข้อมูลที่เก็บได้ในภาคสนาม สามารถนำมาทำการวิเคราะห์ทางสถิติเชิงพรรณนาได้ดังภาพที่ 4.29 ถึงภาพที่ 4.32



ภาพที่ 4.29 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรถยนต์และรูปแบบการติดตั้ง แบ่งตามประเภทรถยนต์ กรณีทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน

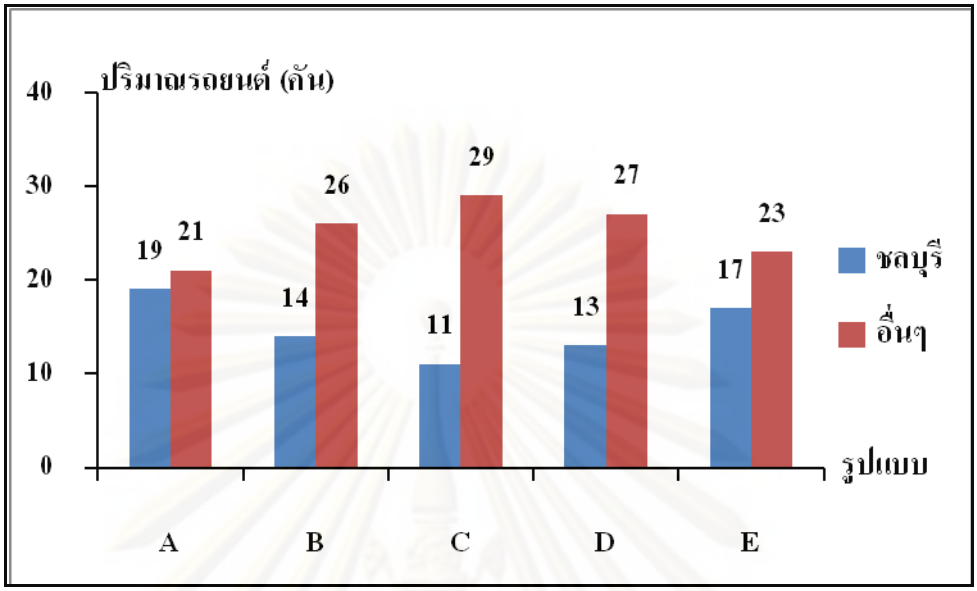
จากภาพที่ 4.29 พบว่า ปริมาณรถเก๋งมีจำนวนมากกว่าปริมาณรถกระบะในรูปแบบ A และรูปแบบ C แต่ในรูปแบบ B และรูปแบบ E ปริมาณรถกระบะมีจำนวนมากกว่าปริมาณรถเก๋ง ขณะที่รูปแบบ D ปริมาณรถเก๋งมีจำนวนเท่ากับปริมาณรถกระบะ



ภาพที่ 4.30 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งและรูปแบบการติดตั้งแบ่งตามประเภทรถยนต์ กรณีทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน

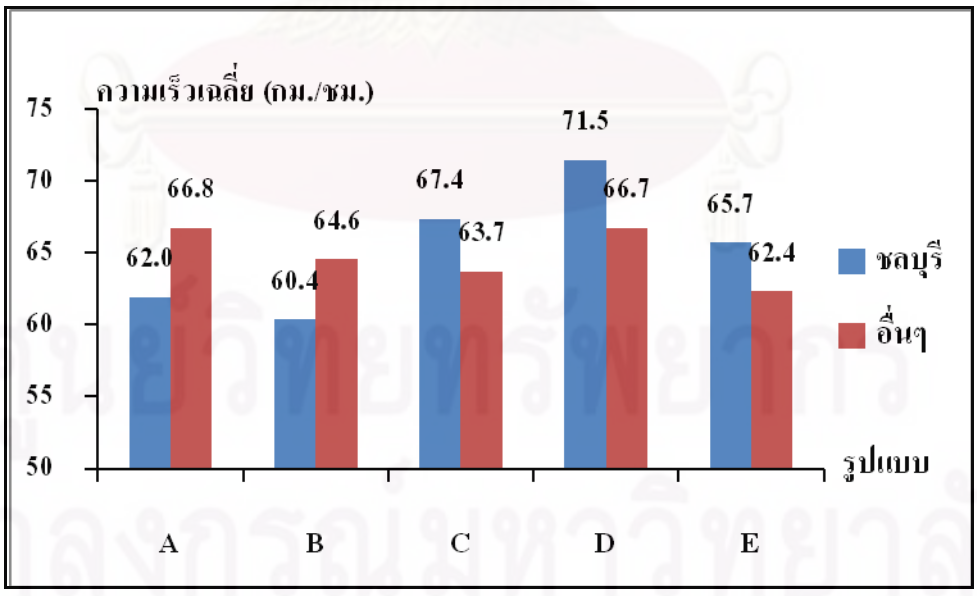
จากภาพที่ 4.30 พบว่า ความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถเก๋งมีค่ามากกว่าความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถกระบะในรูปแบบ A รูปแบบ D และรูปแบบ E ขณะที่รูปแบบ B และรูปแบบ C ความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถเก๋งมีค่าใกล้เคียงกับความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถกระบะ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.31 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรถยนต์และรูปแบบการติดตั้ง แบ่งตามทะเบียนรถยนต์ กรณีทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน

จากภาพที่ 4.31 พบว่า ปริมาณรถยนต์ป้ายทะเบียนจังหวัดอื่น ๆ มีจำนวนมากกว่าปริมาณรถยนต์ป้ายทะเบียนจังหวัดชลบุรีในทุกรูปแบบ



ภาพที่ 4.32 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งและรูปแบบการติดตั้ง แบ่งตามทะเบียนรถยนต์ กรณีทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน

จากภาพที่ 4.32 พบว่า ความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถยนต์ป้ายทะเบียนจังหวัดชลบุรีมีค่ามากกว่าความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถยนต์ป้ายทะเบียนจังหวัดอื่น ๆ ในรูปแบบ C รูปแบบ D และรูปแบบ E ขณะที่รูปแบบ A และรูปแบบ B ความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถยนต์ป้ายทะเบียนจังหวัดอื่น ๆ มีค่ามากกว่าความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งของรถยนต์ป้ายทะเบียนจังหวัดชลบุรี

จากข้อมูลที่ได้ดังกล่าวข้างต้นสามารถนำมาทำการวิเคราะห์ได้ดังตารางที่ 4.23 และตารางที่ 4.24

ตารางที่ 4.23 ร้อยละการเพิ่มลดของความเร็วเฉลี่ยระหว่างจุดวัดความเร็ว กรณีทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน

รูปแบบ	**1 → 2**	**2 → 3**	**3 → 4**
A	3.71%	-4.74%	1.36%
B	3.49%	-8.00%	3.08%
C	7.91%	-10.81%	4.49%
D	6.12%	-6.00%	5.00%
E	6.08%	-9.93%	6.00%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.24 การทดสอบผลต่างของค่าเฉลี่ยความเร็วที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์ กรณีทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน

รูปแบบ	คู่เปรียบเทียบ	*t*	p-value
A	1 – 2	-3.852	0.000*
	2 – 3	3.527	0.001*
	3 – 4	-2.153	0.037*
B	1 – 2	-1.290	0.204
	2 – 3	7.153	0.000*
	3 – 4	-3.451	0.001*
C	1 – 2	-5.836	0.000*
	2 – 3	8.208	0.000*
	3 – 4	-5.128	0.000*
D	1 – 2	-4.006	0.000*
	2 – 3	1.488	0.144
	3 – 4	-2.567	0.014*
E	1 – 2	-5.847	0.000*
	2 – 3	8.195	0.000*
	3 – 4	-6.086	0.000*

หมายเหตุ: *. ความแตกต่างเฉลี่ยมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.10

จากตารางที่ 4.23 และตารางที่ 4.24 พบว่า

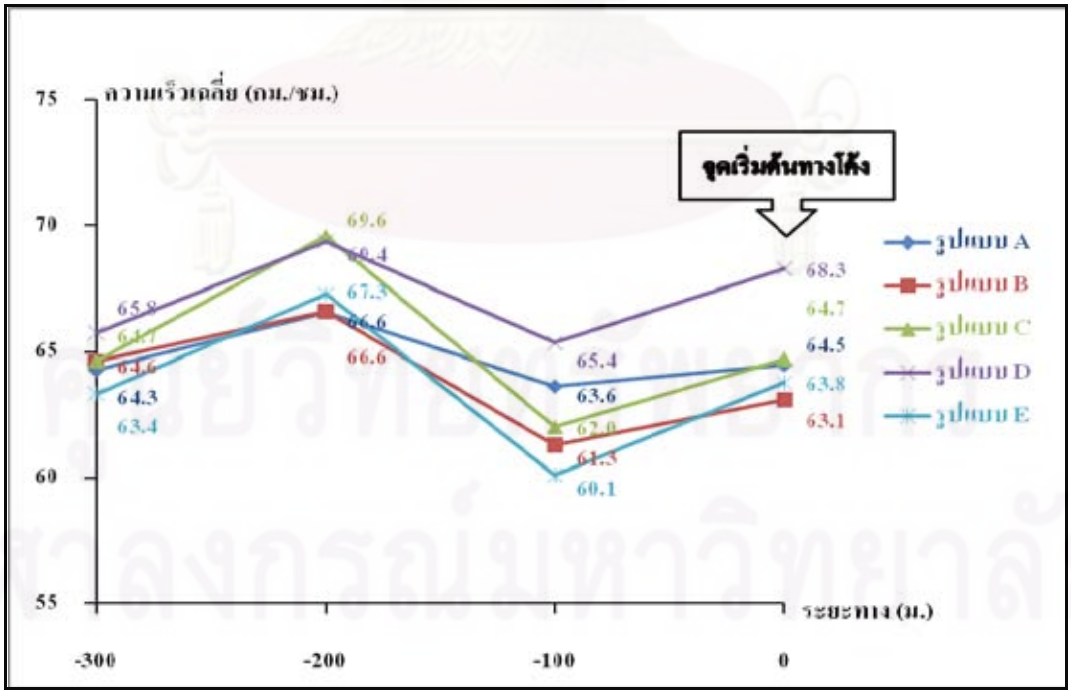
รูปแบบ A ติดตั้งป้ายเตือนทางโค้งที่จุดวัดความเร็วที่ 3 ผู้ขับขี่มีการขับขี่ด้วยความเร็วเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยร้อยละ 3.71 ก่อนเห็นป้าย และมีการลดความเร็วโดยเฉลี่ยร้อยละ 4.74 เมื่อเห็นป้ายเตือนทางโค้ง ขณะก่อนเข้าโค้งในระยะ 100 เมตร มีความเร็วเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยร้อยละ 1.36

รูปแบบ B ติดตั้งป้ายเตือนทางโค้งร่วมกับป้ายจำกัดความเร็วที่จุดวัดความเร็วที่ 3 ผู้ขับขี่เพิ่มความเร็วโดยเฉลี่ยร้อยละ 3.49 ก่อนเห็นป้าย และมีการลดความเร็วลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 8.00 เมื่อเห็นป้าย ในระยะ 100 เมตร ก่อนเข้าโค้งผู้ขับขี่มีการเพิ่มความเร็วโดยเฉลี่ยร้อยละ 3.08

รูปแบบ C ติดตั้งป้ายเตือนข้อความที่จุดวัดความเร็วที่ 2 และมีการติดตั้งป้ายเตือนทางโค้งร่วมป้ายจำกัดความเร็วที่จุดวัดความเร็วที่ 3 ผู้ขับขี่เพิ่มความเร็วโดยเฉลี่ยร้อยละ 7.94 เมื่อเห็นป้ายเตือนข้อความ และมีการลดความเร็วโดยเฉลี่ยร้อยละ 10.81 เมื่อเห็นป้ายจำกัดความเร็วและป้ายเตือนทางโค้ง ในระยะ 100 เมตร ก่อนเข้าโค้งผู้ขับขี่มีความเร็วเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยร้อยละ 4.49

รูปแบบ D ติดตั้งป้ายเตือนข้อความที่จุดวัดความเร็วที่ 2 และมีการติดตั้งป้ายเตือนทางโค้งร่วมกับป้ายจำกัดความเร็วที่จุดวัดความเร็วที่ 3 ทั้งสองฝั่งของถนน ผู้ขับขี่มีการเพิ่มความเร็วโดยเฉลี่ยร้อยละ 6.12 เมื่อป้ายเตือนข้อความทั้งสองฝั่งของถนน และมีการลดความเร็วโดยเฉลี่ยร้อยละ 6 เมื่อเห็นป้ายจำกัดความเร็วทั้งสองฝั่งของถนน ในระยะ 100 เมตร ก่อนเข้าโค้งผู้ขับขี่มีความเร็วเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยร้อยละ 5.00

รูปแบบ E ติดตั้งป้ายเตือนข้อความขนาดใหญ่ที่จุดวัดความเร็วที่ 2 และมีการติดตั้งป้ายเตือนทางโค้งร่วมป้ายจำกัดความเร็วขนาดใหญ่ที่จุดวัดความเร็วที่ 3 ผู้ขับขี่มีการเพิ่มความเร็วโดยเฉลี่ยร้อยละ 6.08 เมื่อเห็นป้ายเตือนข้อความขนาดใหญ่ และมีการลดความเร็วโดยเฉลี่ยร้อยละ 9.93 เมื่อเห็นป้ายจำกัดความเร็วขนาดใหญ่ ก่อนเข้าโค้ง 100 เมตร ก็มีการเพิ่มความเร็วโดยเฉลี่ยร้อยละ 6.00



ภาพที่ 4.33 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยและระยะทางสำหรับแต่ละรูปแบบการติดตั้งกรณีทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน

จากภาพที่ 4.33 พบว่า แนวโน้มการลดลงของความเร็วเฉลี่ยของ รูปแบบ A รูปแบบ B รูปแบบ C รูปแบบ D และรูปแบบ E มีแนวโน้มใกล้เคียงกัน โดยช่วงก่อนเข้าโค้ง 100 เมตร ทุกรูปแบบการติดตั้งผู้ขับขี่มีการเพิ่มความเร็ว อาจเป็นเพราะโค้งดิ่งมีความชันไม่สูงนัก นอกจากนี้ป้ายจำกัดความเร็วกำหนดความเร็วที่ 30 กม./ชม. แต่ปรากฏว่า ความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งมีค่ามากกว่า 30 กม./ชม. ทุกรูปแบบการติดตั้งป้าย อันอาจเนื่องจากผู้ขับขี่ส่วนใหญ่เป็นคนในพื้นที่หรือผู้ที่ใช้เส้นทางดังกล่าวเป็นประจำ

ตารางที่ 4.25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์ กรณีทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน

	ผลบวกกำลังสอง	**องศาอิสระ**	**ค่าเฉลี่ยกำลังสอง**	**F**	**p-value**
ระหว่างกลุ่ม	644.120	4	161.030	1.245	0.293
ภายในกลุ่ม	25212.500	195	129.294		
ผลรวม	25856.620	199			

จากตารางที่ 4.25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทิศทางเดียว (One-way ANOVA) ของความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งพบว่า ทุกรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วมีความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งไม่แตกต่างกัน ($F = 1.245$, p-value = 0.293) ฉะนั้นไม่ต้องทำการเปรียบเทียบเป็นคู่ ๆ เพื่อตรวจสอบว่ารูปแบบใดบ้างที่มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน

4.6 การคำนวณหาความเร็วปลอดภัยในการเข้าทางโค้ง (Safe Speed)

จากค่าสัมประสิทธ์ความฝืดผิวทาง (μ) ที่วัดได้จากภาคสนามและข้อมูลทางเรขาคณิตของสายทางจะทำให้สามารถคำนวณค่าความเร็วปลอดภัย (Safe Speed) ของผู้ขับขี่เมื่อขับยานพาหนะผ่านทางโค้ง โดยค่าความเร็วปลอดภัยสามารถคำนวณได้ 2 วิธี คือ

1) การคำนวณโดยใช้ค่าสัมประสิทธ์ความฝืดผิวทาง (μ) และ

2) การคำนวณโดยใช้ระยะการมองเห็นขณะขับขี่

จากการคำนวณทั้ง 2 ค่าดังกล่าวนั้นจะมีความแตกต่างกัน โดยเลือกค่าที่น้อยกว่าเป็นค่าความเร็วปลอดภัยในการขับขี่ยานพาหนะผ่านทางโค้ง ดังแสดงในตารางที่ 4.26

ตารางที่ 4.26 ค่าความเร็วปลอดภัยในการเข้าทางโค้ง

ประเภททางโค้ง	V_1	*HSO*	V_2	V_3	μ
ทางโค้งราบรัศมีกว้าง	79.88	10	60.92	40	0.523
ทางโค้งราบรัศมีแคบ	38.22	10	39.01	30	0.527
ทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง	68.49	10	55.75	40	0.518
ทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ	52.63	10	47.82	30	0.509
ทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน	52.88	-	-	30	0.509

จากตารางที่ 4.26 พบว่า ความเร็วปลอดภัยในการเข้าทางโค้งที่คำนวณได้จากค่าน้อยที่สุดระหว่าง V_1 และ V_2 นั้น จะมีค่ามากกว่าค่าความเร็วที่กำหนดไว้ในป้ายจำกัดความเร็ว หากนำค่าที่ได้จากการคำนวณดังกล่าวมาออกแบบการทดลองรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็ว อาจส่งผลให้ค่าที่ได้จากการทดลองมีผลที่แตกต่างจากผลการศึกษาข้างต้นได้ เหตุผลที่กำหนดให้ความเร็วที่จำกัดในการทดลอง (V_3) มีค่าน้อยกว่าค่าความเร็วปลอดภัยในการเข้าทางโค้งเพื่อต้องการให้เห็นถึงพฤติกรรมการขับขี่ที่มีการลดความเร็วที่สามารถสังเกตความแตกต่างได้ชัดเจน

4.7 สรุปผลการทดลองรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็ว

การศึกษานี้ใช้ตัวชี้วัดความมีประสิทธิภาพ 4 ตัวชี้วัด คือ ความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้ง ร้อยละจำนวนรถยนต์ที่จุดเริ่มต้นทางโค้งซึ่งมีความเร็วน้อยกว่าความเร็วที่จำกัด ความราบเรียบของความเร็ว และร้อยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วที่ลดลง เพื่อทำการเปรียบเทียบว่ารูปแบบการติดตั้งใดมีความเหมาะสมที่สุด โดยสามารถพิจารณาแต่ละตัวชี้วัดได้ ดังต่อไปนี้

4.7.1 ความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้ง

ความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์ที่ตำแหน่งจุดเริ่มต้นทางโค้งเป็นความเร็วที่ชี้วัดประสิทธิภาพโดยรวมของรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็ว โดยสามารถพิจารณาได้จากตารางที่ 4.27 ดังนี้

ตารางที่ 4.27 ค่าความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้ง

ประเภททางโค้ง	รูปแบบ A	รูปแบบ B	รูปแบบ C	รูปแบบ D	รูปแบบ E
ทางโค้งรัศมีกว้าง	35.8	56.5	52.0	54.5	56.6
ทางโค้งรัศมีแคบ	48.9	50.7	46.1	48.4	44.7
ทางโค้งกลับทิศรัศมีกว้าง	52.5	51.8	49.4	47.5	50.1
ทางโค้งกลับทิศรัศมีแคบ	40.3	39.6	39.4	37.2	39.9
ทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน	64.4	63.1	64.7	68.2	63.7

จากตารางที่ 4.27 ทางโค้งรัศมีกว้าง รูปแบบการติดตั้งป้ายแบบ A ให้ค่าความเร็วเฉลี่ยต่ำสุดที่จุดเริ่มต้นทางโค้ง คือ 35.8 กม./ชม. ทางโค้งรัศมีแคบ รูปแบบการติดตั้งป้ายแบบ E ให้ค่าความเร็วเฉลี่ยต่ำสุดที่จุดเริ่มต้นทางโค้ง คือ 44.7 กม./ชม. ทางโค้งกลับทิศรัศมีกว้าง รูปแบบการติดตั้งป้ายแบบ D ให้ค่าความเร็วเฉลี่ยต่ำสุดที่จุดเริ่มต้นทางโค้ง คือ 47.5 กม./ชม. ทางโค้งกลับทิศรัศมีแคบ รูปแบบการติดตั้งป้ายแบบ D ให้ค่าความเร็วเฉลี่ยต่ำสุดที่จุดเริ่มต้นทางโค้ง คือ 37.2 กม./ชม. และทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน รูปแบบการติดตั้งป้ายแบบ B ให้ค่าความเร็วเฉลี่ยต่ำสุดที่จุดเริ่มต้นทางโค้ง คือ 63.1 กม./ชม.

4.7.2 ร้อยละจำนวนรถยนต์ที่จุดเริ่มต้นทางโค้งซึ่งมีความเร็วน้อยกว่าความเร็วที่จำกัด

เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพของรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วที่ละเอียดขึ้น สามารถใช้ร้อยละจำนวนรถยนต์ที่จุดเริ่มต้นทางโค้งซึ่งมีความเร็วน้อยกว่าความเร็วที่จำกัดบ่งบอกถึงการปฏิบัติตามป้ายจำกัดความเร็ว โดยสามารถพิจารณาได้จากตารางที่ 4.28 ดังนี้

ตารางที่ 4.28 ค่าร้อยละจำนวนรถยนต์ที่จุดเริ่มต้นทางโค้งซึ่งมีความเร็วน้อยกว่าความเร็วที่จำกัด

ประเภททางโค้ง	รูปแบบ A	รูปแบบ B	รูปแบบ C	รูปแบบ D	รูปแบบ E
ทางโค้งรัศมีกว้าง	71%	5%	10%	7%	8%
ทางโค้งรัศมีแคบ	0%	0%	3%	3%	6%
ทางโค้งกลับทิศรัศมีกว้าง	4%	8%	12%	16%	12%
ทางโค้งกลับทิศรัศมีแคบ	5%	0%	5%	13%	0%
ทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน	0%	0%	0%	0%	0%

จากตารางที่ 4.28 ทางโค้งรัศมีกว้าง รูปแบบการติดตั้งป้ายแบบ A ให้ค่าร้อยละสูงสุด 71% ที่ความเร็วจำกัด 40 กม./ชม. ทางโค้งรัศมีแคบ รูปแบบการติดตั้งป้ายแบบ E ให้ค่าร้อยละสูงสุด 6% ที่ความเร็วจำกัด 30 กม./ชม. ทางโค้งกลับทิศรัศมีกว้าง รูปแบบการติดตั้งป้ายแบบ D ให้ค่าร้อยละสูงสุด 16% ที่ความเร็วจำกัด 40 กม./ชม. ทางโค้งกลับทิศรัศมีแคบ รูปแบบการติดตั้งป้ายแบบ D ให้ค่าร้อยละสูงสุด 13% ที่ความเร็วจำกัด 30 กม./ชม. และทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน ทุกรูปแบบการติดตั้งป้ายให้ค่าร้อยละสูงสุด 0% ที่ความเร็วจำกัด 30 กม./ชม. แต่เนื่องจากความเร็วจราจรโดยปกติจะพิจารณาที่ค่าร้อยละ 85% ซึ่งพบว่าทุกรูปแบบมีค่าร้อยละน้อยกว่า 85% โดยที่รูปแบบ A ของทางโค้งรัศมีกว้างที่มีค่าใกล้เคียงที่สุด นั่นแสดงว่าผู้ขับขี่ส่วนใหญ่ไม่ปฏิบัติตามความเร็วกำหนดไว้บนป้ายจำกัดความเร็ว

4.7.3 ความราบเรียบของความเร็ว

ความราบเรียบของความเร็วสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดถึงประสิทธิภาพของรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วได้ โดยเป็นตัวบ่งบอกถึงพฤติกรรมการขับขี่ว่ามีความราบเรียบมากน้อยเพียงใด โดยกำหนดว่ารูปแบบการติดตั้งป้ายที่ดีจะทำให้รถยนต์วิ่งด้วยความหน่วงคงที่ซึ่งสามารถคำนวณได้จากผลต่างระหว่างความเร็วที่เกิดขึ้นจริงและความเร็วที่สมมติว่าความหน่วงคงที่ ดังแสดงในสมการที่ (3.2) และภาพที่ 3.9 ซึ่งผลการคำนวณความราบเรียบของความเร็วแสดงดังตารางที่ 4.29

ตารางที่ 4.29 ค่าความราบเรียบของความเร็ว

ประเภททางโค้ง	รูปแบบ A	รูปแบบ B	รูปแบบ C	รูปแบบ D	รูปแบบ E
ทางโค้งรัศมีกว้าง	6.3	2.5	3.1	1.3	1.1
ทางโค้งรัศมีแคบ	3.1	4.5	4.1	4.5	5.1
ทางโค้งกลับทิศรัศมีกว้าง	3.3	2.5	0.8	3.3	6.0
ทางโค้งกลับทิศรัศมีแคบ	7.3	6.4	2.8	3.7	2.7
ทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน	1.7	2.4	3.9	2.5	3.7

จากตารางที่ 4.29 ทางโค้งรัศมีกว้าง รูปแบบการติดตั้งป้ายแบบ E ให้ค่าความราบเรียบของความเร็วต่ำสุด คือ 1.1 กม./ชม. ทางโค้งรัศมีแคบ รูปแบบการติดตั้งป้ายแบบ A ให้ค่าความราบเรียบของความเร็วต่ำสุด คือ 3.1 กม./ชม. ทางโค้งกลับทิศรัศมีกว้าง รูปแบบการติดตั้งป้ายแบบ

C ให้ค่าความราบเรียบของความเร็วต่ำสุด คือ 0.8 กม./ชม. ทางโค้งกลับทิศรัศมีแคบ รูปแบบการติดตั้งป้าย E ให้ค่าความราบเรียบของความเร็วต่ำสุด คือ 2.7 กม./ชม. และทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน รูปแบบการติดตั้งป้ายแบบ A ให้ค่าความราบเรียบของความเร็วต่ำสุด คือ 1.7 กม./ชม.

4.7.4 ร้อยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วที่ลดลง

ร้อยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วที่ลดลงเป็นตัวชี้วัดที่บ่งบอกถึงการกระจายความเร็วของยานพาหนะอันเกิดจากรูปแบบการติดตั้งป้าย ซึ่งการกระจายความเร็วที่ลดลงสามารถบ่งบอกประสิทธิภาพของป้ายในการควบคุมความเร็วผู้ขับขี่ได้ จากการทดลองสามารถคำนวณหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในแต่ละรูปแบบการติดตั้งป้ายของทุกประเภททางโค้งดังแสดงในตารางที่ 4.30

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.30 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในแต่ละรูปแบบการติดตั้งป้ายของทุกประเภททางโค้ง

ประเภททางโค้ง	รูปแบบ	-300	-200	-100	0
ทางโค้งราบรัศมีกว้าง	A	7.9	9.8	8.7	7.4
	B	8.2	8.4	8.8	8.9
	C	7.4	6.9	7.7	7.7
	D	15.4	14.1	12.3	10.5
	E	10.4	9.9	10.4	10.8
ทางโค้งราบรัศมีแคบ	A	9.5	10.7	8.6	9.6
	B	8.8	9.3	10.4	6.9
	C	8.7	9.3	8.4	6.7
	D	10.6	11.0	10.3	7.0
	E	10.4	11.3	10.5	8.1
ทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง	A	11.7	13.8	13.4	9.4
	B	11.1	12.0	14.0	9.5
	C	9.6	9.6	9.9	9.2
	D	9.1	9.4	9.0	8.4
	E	12.8	10.0	12.1	9.5
ทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ	A	7.7	8.8	7.6	5.8
	B	7.0	7.8	8.0	4.4
	C	5.4	4.6	5.8	4.8
	D	7.9	8.2	8.2	5.5
	E	5.1	6.3	7.0	4.7
ทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน	A	9.8	10.2	12.6	12.2
	B	10.1	13.0	12.1	12.3
	C	7.2	8.0	9.0	9.5
	D	11.3	11.3	12.2	11.8
	E	9.7	11.4	9.2	10.4

จากตารางที่ 4.30 สามารถทำการคำนวณหาค่าร้อยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วที่ลดลงโดยใช้สมการที่ (3.3) ซึ่งผลลัพธ์จากการคำนวณที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.31

ตารางที่ 4.31 ค่าร้อยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วที่ลดลง

ประเภททางโค้ง	รูปแบบ A	รูปแบบ B	รูปแบบ C	รูปแบบ D	รูปแบบ E
ทางโค้งรัศมีกว้าง	6%	-9%	-4%	31%	-3%
ทางโค้งรัศมีแคบ	-1%	21%	23%	34%	21%
ทางโค้งกลับทิศรัศมีกว้าง	20%	15%	5%	8%	26%
ทางโค้งกลับทิศรัศมีแคบ	25%	37%	10%	30%	7%
ทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน	-24%	-21%	-32%	-4%	-7%

หมายเหตุ: ค่าลบ หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วมากขึ้น
ค่าบวก หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วลดลง

จากตารางที่ 4.31 พบว่า ทางโค้งรัศมีกว้าง รูปแบบ D ให้ค่าร้อยละส่วนเบี่ยงมาตรฐานของความเร็วที่ลดลงมากที่สุด คือ 31% ทางโค้งรัศมีแคบ รูปแบบ D ให้ค่าร้อยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วที่ลดลงมากที่สุด คือ 34% ทางโค้งกลับทิศรัศมีกว้าง รูปแบบ E ให้ค่าร้อยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วที่ลดลงมากที่สุด คือ 26% ทางโค้งกลับทิศรัศมีแคบ รูปแบบ B ให้ค่าร้อยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วที่ลดลงมากที่สุด คือ 37% และทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน ทุกรูปแบบให้ค่าร้อยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วที่ลดลงเป็นค่าลบ นั่นแสดงว่า ทุกรูปแบบทำให้การกระจายความเร็วเพิ่มขึ้น

4.7.5 ตัวอย่างการคำนวณหารูปแบบการติดตั้งป้ายที่เหมาะสมสำหรับทางโค้งประเภทต่าง ๆ

ในการศึกษานี้ได้มีการกำหนดค่าน้ำหนักคะแนนของตัวชี้วัดความมีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงอิทธิพลต่อการตัดสินใจในการเลือกใช้รูปแบบการติดตั้งป้าย ซึ่งค่าน้ำหนักคะแนนที่กำหนดขึ้นมาในการทดลองนี้เป็นเพียงแนวทางในการคำนวณหารูปแบบการติดตั้งป้ายที่เหมาะสมของงานวิจัยนี้เท่านั้น ดังแสดงในตารางที่ ค.1 ในภาคผนวก ค.

จากตัวชี้วัดทั้งสี่ที่ได้พิจารณาข้างต้นและตัวชี้วัดเพิ่มเติม คือ ต้นทุนการติดตั้งและดูแลรักษา สามารถประเมินผลรูปแบบการติดตั้งป้ายที่เหมาะสมสำหรับทางโค้งต่าง ๆ โดยใช้หลักเกณฑ์การกำหนดคะแนนตัวชี้วัดความมีประสิทธิภาพจากตารางที่ ค.2 ถึงตารางที่ ค.6 ในภาคผนวก ค. ซึ่งผลลัพธ์การประเมินผลรูปแบบการติดตั้งทั้งหมดสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.32 ถึงตารางที่ 4.36

ตารางที่ 4.32 การประเมินผลรูปแบบการติดตั้งป้ายด้วยตัวชี้วัดความมีประสิทธิภาพ กรณีทางโค้งราบรัศมีกว้าง

ตัวชี้วัด	น้ำหนักคะแนน	คะแนน					คะแนนถ่วงน้ำหนัก				
		A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
ความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้ง	0.30	5	2	3	3	2	1.50	0.60	0.90	0.90	0.60
ร้อยละจำนวนรถยนต์ที่จุดเริ่มต้นทางโค้งซึ่งมีความเร็วน้อยกว่าความเร็วที่จำกัด	0.30	4	1	1	1	1	1.20	0.30	0.30	0.30	0.30
ความราบเรียบของความเร็ว	0.30	3	5	4	5	5	0.90	1.50	1.20	1.50	1.50
ร้อยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วที่ลดลง	0.05	5	0	0	2	0	0.25	0.00	0.00	0.10	0.00
ต้นทุนการติดตั้งและดูแลรักษา	0.05	5	5	4	2	3	0.25	0.25	0.20	0.10	0.15
ผลรวม	1.00						4.10	2.65	2.60	2.90	2.55

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.33 การประเมินผลรูปแบบการติดตั้งป้ายด้วยตัวชี้วัดความมีประสิทธิภาพ กรณีทางโค้งราบรัศมีแคบ

ตัวชี้วัด	น้ำหนักคะแนน	คะแนน					คะแนนถ่วงน้ำหนัก				
		A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
ความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้ง	0.30	2	1	2	2	3	0.60	0.30	0.60	0.60	0.90
ร้อยละจำนวนรถยนต์ที่จุดเริ่มต้นทางโค้งซึ่งมีความเร็วน้อยกว่าความเร็วที่จำกัด	0.30	1	1	1	1	1	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
ความราบเรียบของความเร็ว	0.30	4	4	4	4	3	1.20	1.20	1.20	1.20	0.90
ร้อยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วที่ลดลง	0.05	0	3	3	2	3	0.00	0.15	0.15	0.10	0.15
ต้นทุนการติดตั้งและดูแลรักษา	0.05	5	5	4	2	3	0.25	0.25	0.20	0.10	0.15
ผลรวม	1.00						2.35	2.20	2.45	2.30	2.40

ตารางที่ 4.34 การประเมินผลรูปแบบการติดตั้งป้ายด้วยตัวชี้วัดความมีประสิทธิภาพ กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง

ตัวชี้วัด	น้ำหนักคะแนน	คะแนน					คะแนนถ่วงน้ำหนัก				
		A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
ความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้ง	0.30	3	3	4	4	4	0.90	0.90	1.20	1.20	1.20
ร้อยละจำนวนรถยนต์ที่จุดเริ่มต้นทางโค้งซึ่งมีความเร็วน้อยกว่าความเร็วที่จำกัด	0.30	1	1	1	1	1	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
ความราบเรียบของความเร็ว	0.30	4	5	5	4	3	1.20	1.50	1.50	1.20	0.90
ร้อยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วที่ลดลง	0.05	4	4	5	5	3	0.20	0.20	0.25	0.25	0.15
ต้นทุนการติดตั้งและดูแลรักษา	0.05	5	5	4	2	3	0.25	0.25	0.20	0.10	0.15
ผลรวม	1.00						2.85	3.15	3.45	3.05	2.70

ตารางที่ 4.35 การประเมินผลรูปแบบการติดตั้งป้ายด้วยตัวชี้วัดความมีประสิทธิภาพ กรณีทางโค้งกลับทิศรัศมีแคบ

ตัวชี้วัด	น้ำหนักคะแนน	คะแนน					คะแนนถ่วงน้ำหนัก				
		A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
ความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้ง	0.30	4	4	4	4	4	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
ร้อยละจำนวนรถยนต์ที่จุดเริ่มต้นทางโค้งซึ่งมีความเร็วน้อยกว่าความเร็วที่จำกัด	0.30	1	1	1	1	1	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
ความราบเรียบของความเร็ว	0.30	2	3	4	4	4	0.60	0.90	1.20	1.20	1.20
ร้อยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วที่ลดลง	0.05	3	2	5	3	5	0.15	0.10	0.25	0.15	0.25
ต้นทุนการติดตั้งและดูแลรักษา	0.05	5	5	4	2	3	0.25	0.25	0.20	0.10	0.15
ผลรวม	1.0						2.50	2.75	3.15	2.95	3.10

ตารางที่ 4.36 การประเมินผลรูปแบบการติดตั้งป้ายด้วยตัวชี้วัดความมีประสิทธิภาพ กรณีทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน

ตัวชี้วัด	น้ำหนักคะแนน	คะแนน					คะแนนถ่วงน้ำหนัก				
		A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
ความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้ง	0.30	1	1	1	1	1	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
ร้อยละจำนวนรถยนต์ที่จุดเริ่มต้นทางโค้งซึ่งมีความเร็วน้อยกว่าความเร็วที่จำกัด	0.30	1	1	1	1	1	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
ความราบเรียบของความเร็ว	0.30	5	5	4	5	4	1.50	1.50	1.20	1.50	1.20
ร้อยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วที่ลดลง	0.05	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ต้นทุนการติดตั้งและดูแลรักษา	0.05	5	5	4	2	3	0.25	0.25	0.20	0.10	0.15
ผลรวม	1.0						2.35	2.35	2.00	2.20	1.95

จากตารางที่ 4.32 ถึง ตารางที่ 4.36 สามารถสรุปรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วที่เหมาะสมกับทางโค้งต่างๆ ได้ดังนี้

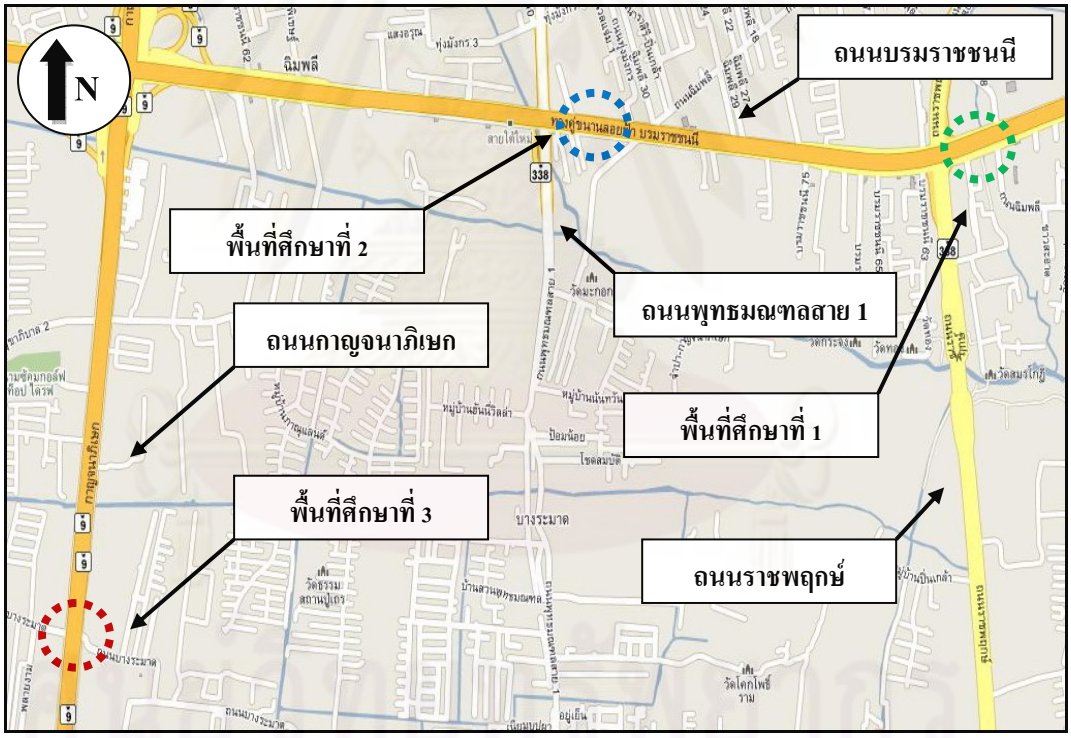
- ทางโค้งราบรัศมีกว้าง รูปแบบที่เหมาะสม คือ รูปแบบ A ป้ายเตือนทางโค้ง
- ทางโค้งราบรัศมีแคบ รูปแบบที่เหมาะสม คือ รูปแบบ C ป้ายตำแหน่งที่หนึ่งเป็นป้ายเตือนข้อความ (“โค้งอันตราย”) ป้ายตำแหน่งที่สองเป็นป้ายเตือนทางโค้งติดตั้งร่วมกับป้ายจำกัดความเร็ว
- ทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง รูปแบบที่เหมาะสม คือ รูปแบบ C ป้ายตำแหน่งที่หนึ่งเป็นป้ายเตือนข้อความ (“โค้งอันตราย”) ป้ายตำแหน่งที่สองเป็นป้ายเตือนทางโค้งติดตั้งร่วมกับป้ายจำกัดความเร็ว
- ทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ รูปแบบที่เหมาะสม คือ รูปแบบ C ป้ายตำแหน่งที่หนึ่งเป็นป้ายเตือนข้อความ (“โค้งอันตราย”) ป้ายตำแหน่งที่สองเป็นป้ายเตือนทางโค้งติดตั้งร่วมกับป้ายจำกัดความเร็ว
- ทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน รูปแบบที่เหมาะสม คือ รูปแบบ A ป้ายเตือนทางโค้ง และรูปแบบ B ป้ายเตือนทางโค้งติดตั้งร่วมกับป้ายจำกัดความเร็ว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

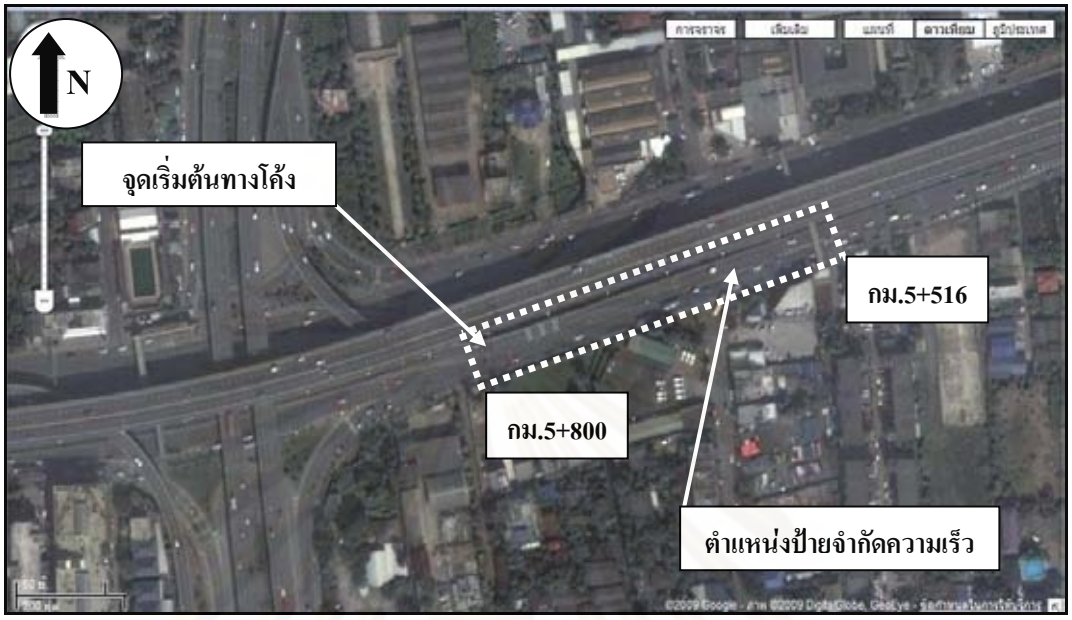
บทที่ 5

ผลการศึกษาการสำรวจหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วจากป้ายจำกัดความเร็ว

จากขั้นตอนการศึกษาในบทที่ 3 สามารถทำการสำรวจหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วได้โดยการเก็บข้อมูลเวลาและระยะทางของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลและรถกระบะขณะทำการขับขี่เข้าทางโค้ง ในการสำรวจหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วจะแบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็น 3 พื้นที่ศึกษา คือ พื้นที่ศึกษาที่ 1 (ทางโค้งข้ามทางแยกบริเวณชุมทางต่างระดับถนนบรมราชชนนี - ถนนราชพฤกษ์ ตั้งอยู่ในช่วงกม.5+516-กม.5+800) พื้นที่ศึกษาที่ 2 (สะพานทางโค้งกลับทิศบริเวณทางแยกถนนบรมราชชนนี - ถนนพุทธมณฑลสาย 1 ตั้งอยู่ในช่วงกม.7+160-กม.7+360) และพื้นที่ศึกษาที่ 3 (สะพานทางโค้งกลับทิศบนถนนกาญจนาภิเษก ตั้งอยู่ในช่วงกม.26+810-กม.27+110) ดังแสดงในภาพที่ 5.1 ถึงภาพที่ 5.4



ภาพที่ 5.1 ตำแหน่งที่ตั้งพื้นที่ศึกษา ที่มา: http://www.google.co.th



ภาพที่ 5.2 ทางโค้งข้ามทางแยกบริเวณชุมทางต่างระดับถนนบรมราชชนนี - ถนนราชพฤกษ์ (พื้นที่ศึกษาที่ 1) ที่มา: http://www.google.co.th

ภาพที่ 5.3 สะพานทางโค้งกลับทิศบริเวณทางแยกถนนบรมราชชนนี - ถนนพุทธมณฑลสาย 1 (พื้นที่ศึกษาที่ 2) ที่มา: http://www.google.co.th

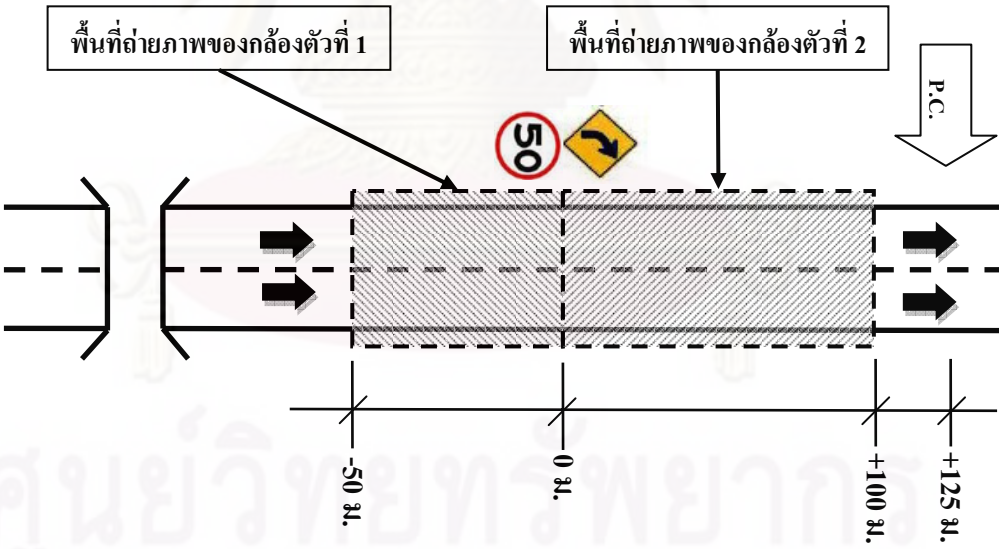
ภาพที่ 5.4 สะพานทางโค้งกลับทิศบนถนนกาญจนาภิเษก (พื้นที่ศึกษาที่ 3)

ที่มา: http://www.google.co.th

เมื่อได้พื้นที่ศึกษาที่ต้องการแล้วต่อไปจะเป็นการดำเนินการเก็บข้อมูลภาคสนามโดยการใช้กล้องวิดีทัศน์จำนวน 2 ตัว บันทึกภาพรถยนต์ที่แล่นผ่านทางโค้งที่คัดเลือกไว้ ภาพที่ทำการบันทึกจะประกอบด้วย 2 ตำแหน่ง คือ ภาพการแล่นของรถยนต์ก่อนถึงป้ายจำกัดความเร็วและภาพการแล่นของรถยนต์หลังจากเลยป้ายจำกัดความเร็วไป ดังแสดงในภาพที่ 5.5 ถึงภาพที่ 5.10

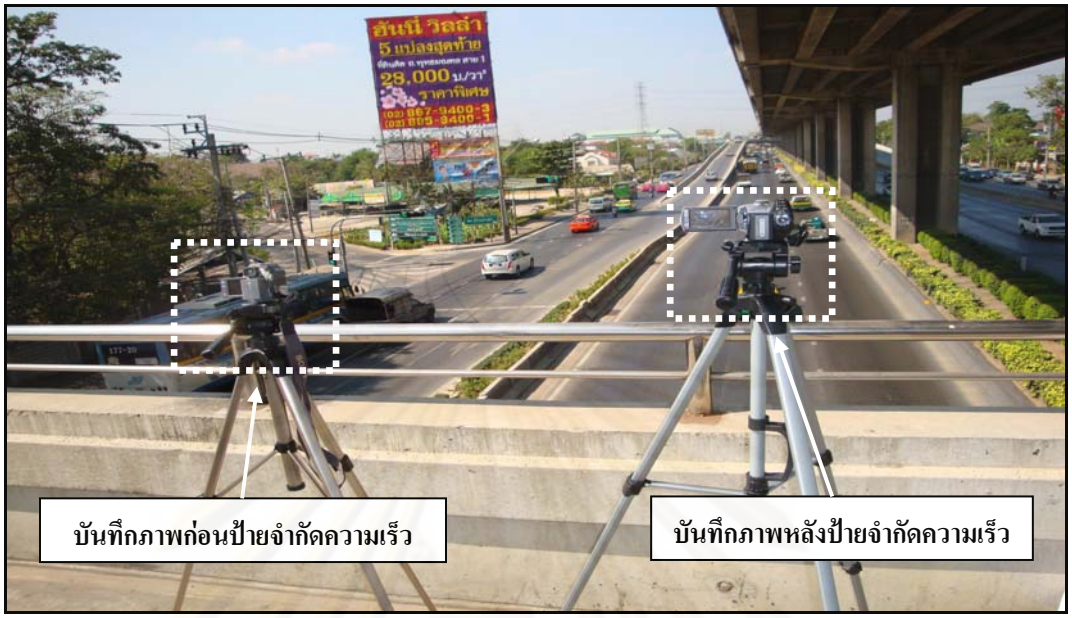
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 5.5 การเก็บข้อมูลด้วยกล้องวีดิทัศน์ กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 1

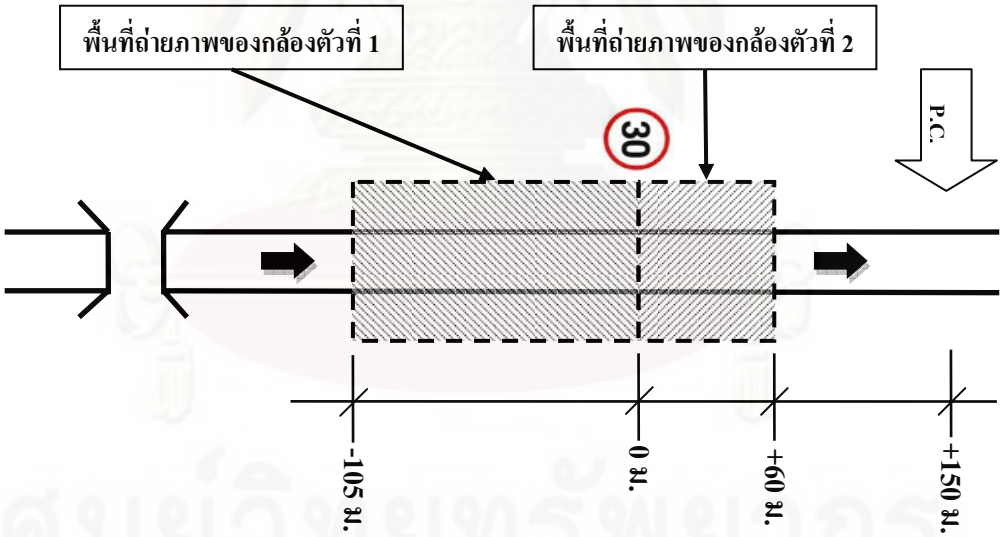


ภาพที่ 5.6 ตำแหน่งและระยะถ่ายภาพ กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



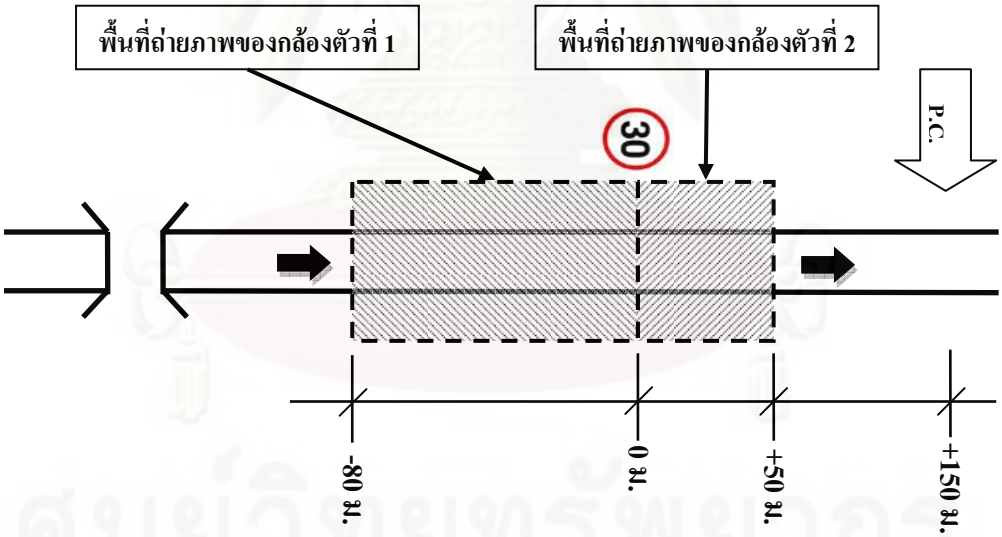
ภาพที่ 5.7 การเก็บข้อมูลด้วยกล้องวีดิทัศน์ กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 2



ภาพที่ 5.8 ตำแหน่งและระยะถ่ายภาพ กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 5.9 การเก็บข้อมูลด้วยกล้องวีดิทัศน์ กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 3



ภาพที่ 5.10 ตำแหน่งและระยะถ่ายภาพ กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 3

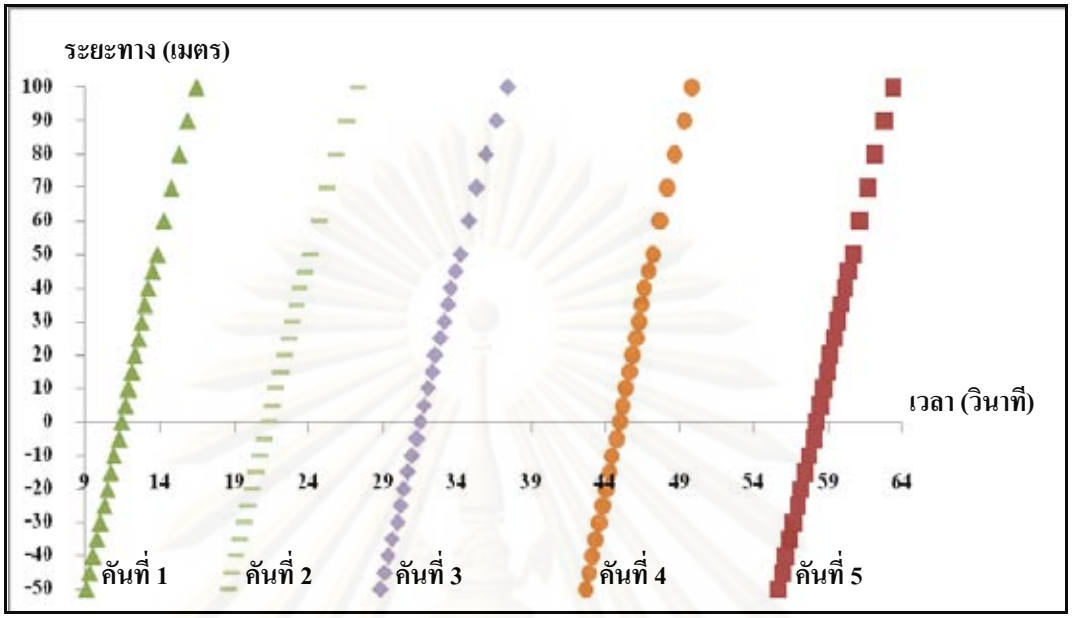
จากไฟล์ข้อมูลวิดีโอของรถยนต์ที่เก็บได้ในภาคสนาม สามารถถอดข้อมูลเวลาและระยะทางโดยใช้โปรแกรม ProShow Gold ดังแสดงในภาพที่ 5.11

ภาพที่ 5.11 การถอดข้อมูลเวลาและระยะทางโดยการกำหนดระยะบนจอภาพ

จากการถอดข้อมูลเวลาและระยะทางโดยการกำหนดระยะบนจอภาพ สามารถนำข้อมูลมาทำการวาดกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทางได้ จากกราฟที่ได้สามารถนำไปใช้คำนวณหาความเร็วคงที่ก่อนการขับขี่ผ่านทางโค้งและสมการกำลังสองในขณะที่รถยนต์กำลังชะลอความเร็วด้วยความหน่วงคงที่ โดยทั้งความเร็วคงที่และสมการกำลังสองที่ได้จะนำไปคำนวณหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วได้ โดยมีรายละเอียดการคำนวณสำหรับแต่ละพื้นที่ศึกษาดังต่อไปนี้

5.1 ทางโค้งข้ามทางแยกบริเวณชุมทางต่างระดับถนนบรมราชชนนี – ถนนราชพฤกษ์ (พื้นที่ศึกษาที่ 1)

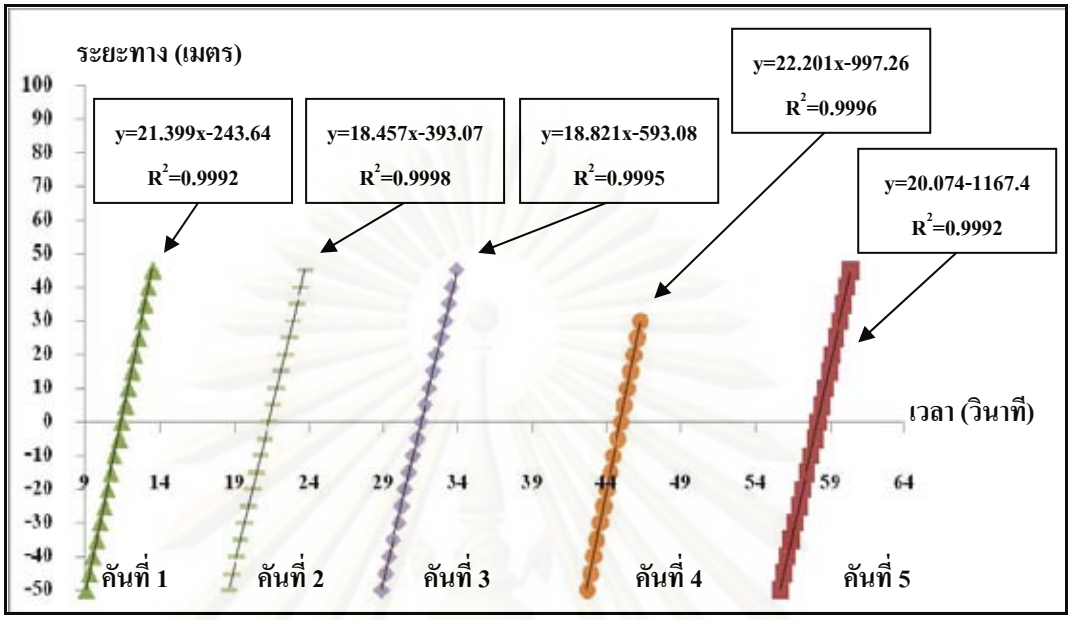
จากข้อมูลจำนวนตัวอย่างรถยนต์ทั้งสิ้น 50 คัน โดยแบ่งเป็นรถเก๋งจำนวน 32 คัน และรถกระบะจำนวน 18 คัน สามารถทำการถอดข้อมูลระยะทางและเวลา และสามารถสร้างแผนภาพเวลา-ระยะทาง ดังแสดงในภาพที่ 5.12



ภาพที่ 5.12 ตัวอย่างแผนภาพเวลา-ระยะทาง กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 1

จากแผนภาพเวลา-ระยะทาง ดังกล่าว สามารถหาความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งได้โดยการใช้การถดถอยเชิงเส้นของสมการเส้นตรงในโปรแกรม Microsoft Office Excel 2007 ซึ่งจำนวนจุดที่ใช้ในการหาความเร็วคงที่จะมีจำนวนไม่น้อยกว่า 4 จุด เนื่องจากสมการเส้นตรงมีสัมประสิทธิ์ 1 ค่า และค่าคงที่ 1 ค่า โดยทำการเพิ่มจุดแล้วพิจารณาดูว่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจหรือค่า R^2 มีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลง หากจุดที่เพิ่มเข้าไปนั้นทำให้ค่า R^2 ลดลงแสดงว่าจุดดังกล่าวเป็นไปได้ว่าอยู่บนเส้นโค้ง ผลการคำนวณหาค่าความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 5.13

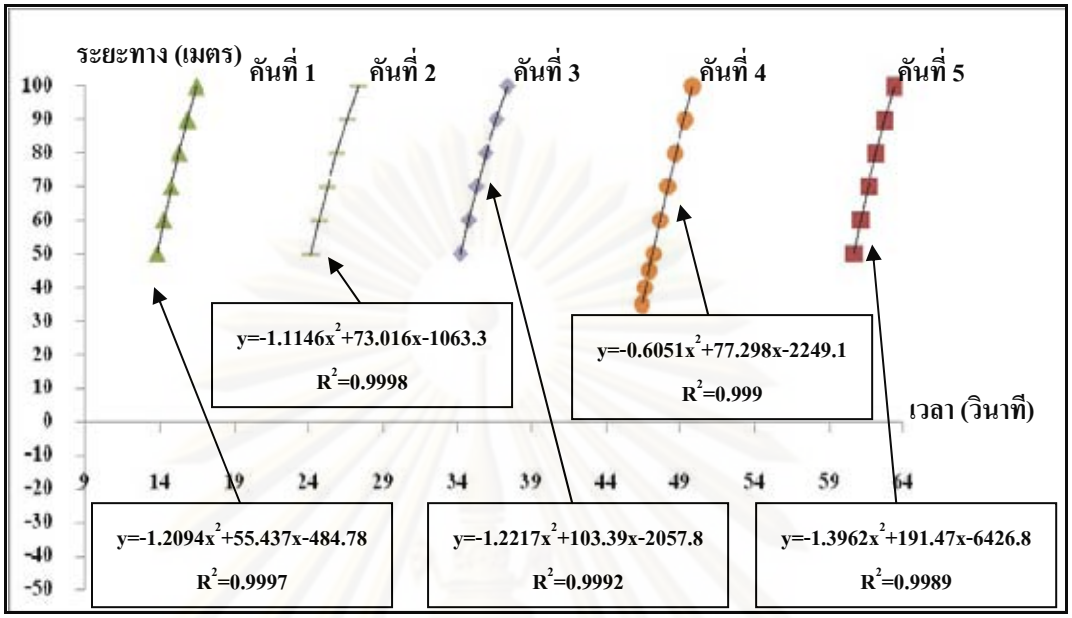
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 5.13 ตัวอย่างการคำนวณหาความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้ง กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 1

เมื่อคำนวณหาค่าความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งแล้ว จากนั้นจะเป็นการคำนวณหาสมการกำลังสองโดยการใช้การถดถอยเชิงเส้นของกราฟพาราโบลาในโปรแกรม Microsoft Office Excel 2007 ซึ่งจะทำการแทนค่าจุดที่อยู่ถัดจากจุดที่อยู่บนเส้นตรงอย่างน้อยจำนวน 6 จุด เนื่องจากมีสัมประสิทธิ์ 2 ค่า และค่าคงที่ 1 ค่า โดยจะทำการเพิ่มจุดแล้วพิจารณาว่าค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจหรือค่า R^2 เพิ่มขึ้นหรือลดลง หากจุดที่เพิ่มเข้าไปนั้นทำให้ค่า R^2 มีค่าลดลงแสดงว่าจุดดังกล่าวอาจไม่อยู่บนเส้นโค้งพาราโบลา ผลการคำนวณหาสมการกำลังสองสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 5.14

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 5.14 ตัวอย่างการคำนวณหาสมการกำลังสอง กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 1

จากผลการคำนวณหาค่าความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งและสมการกำลังสอง สามารถนำค่าที่ได้ดังกล่าวมาคำนวณหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วได้ ดังแสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ตัวอย่างการคำนวณหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 1

คันที่	*a*	*b*	*c*	V_0	t_0	S_0
1	-1.2	55.4	-484.8	21.4	14.1	55.8
2	-1.1	73.0	-1,063.3	18.5	24.5	56.1
3	-1.2	103.4	-2,057.8	18.8	34.6	57.1
4	-0.6	77.3	-2,249.1	22.2	45.5	15.9
5	-1.4	191.5	-6,426.8	20.1	61.4	65.4

หมายเหตุ: ***a, b*** และ ***c*** เป็นค่าที่ได้จากสมการกำลังสอง

V_0 คือ ความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้ง

t_0 คือ ตำแหน่งเวลาที่รถยนต์เริ่มต้นชะลอความเร็ว

S_0 คือ ตำแหน่งระยะทางที่รถยนต์เริ่มต้นชะลอความเร็ว

จากการคำนวณหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วและความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งในพื้นที่ศึกษาที่ 1 ผลลัพธ์ที่ได้แสดงดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 ค่าระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วและค่าความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้ง กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 1

ค่าที่พิจารณา	ค่าเฉลี่ย	ค่าที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว (ม.)	60.6	73.2	14.9
ความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้ง (กม./ชม.)	77.5	88.1	9.8

จากการตารางที่ 5.2 พบว่า ระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วเฉลี่ยเท่ากับ 60.6 เมตร ซึ่งมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 14.9 เมตร และระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์เท่ากับ 73.2 เมตร ขณะที่ความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งเฉลี่ยเท่ากับ 77.5 กม./ชม. และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9.8 กม./ชม. เมื่อพิจารณาประเภทของรถยนต์ สามารถทำการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังตารางที่ 5.3 ถึงตารางที่ 5.6

ตารางที่ 5.3 ลักษณะกลุ่มตัวอย่างโดยพิจารณาความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้ง กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 1

ประเภท	จำนวน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
รถเก๋ง	32	77.4	8.3
รถกระบะ	18	77.5	12.1

จากตารางที่ 5.3 พบว่า รถเก๋งมีจำนวน 32 คัน โดยมีความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งเฉลี่ย 77.4 กม./ชม. และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 8.3 กม./ชม. ขณะที่รถกระบะมีจำนวน 18 คัน โดยมีความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งเฉลี่ย 77.5 กม./ชม. และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 12.1 กม./ชม.

ตารางที่ 5.4 การทดสอบความแตกต่างของกลุ่มตัวอย่างโดยพิจารณาความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์ กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 1

Variance Types	Levene's Test for Equality of Variances		*t*-test for Equality of Means		
	F	p-value	*t*	df	p-value (2-tailed)
Equal variances assumed	1.238	0.271	-0.064	48	0.948
Equal variances not assumed			-0.058	26.213	0.954

จากตารางที่ 5.4 พบว่า ค่าความแปรปรวนของความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งของรถเก๋งและค่าความแปรปรวนของความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งของรถกระบะไม่แตกต่างกัน (F = 1.238, p-value = 0.271) ขณะที่ความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งเฉลี่ยของรถเก๋งและความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งเฉลี่ยของรถกระบะไม่แตกต่างกัน (*t* = -0.064, p-value = 0.948)

ตารางที่ 5.5 ลักษณะกลุ่มตัวอย่างโดยพิจารณาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 1

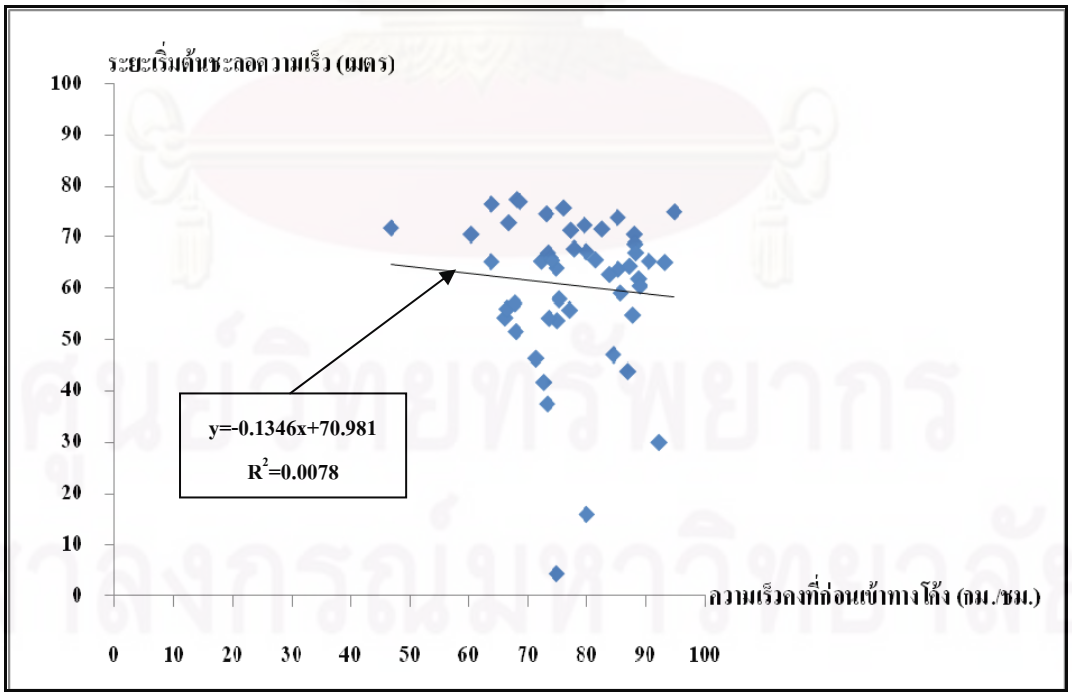
ประเภท	จำนวน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
รถเก๋ง	32	59.2	15.5
รถกระบะ	18	62.7	14.0

จากตารางที่ 5.5 พบว่า รถเก๋งมีจำนวน 32 คัน โดยมีระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วเฉลี่ย 59.2 เมตร และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 15.5 เมตร ขณะที่รถกระบะมีจำนวน 18 คัน โดยมีระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วเฉลี่ย 62.7 เมตร และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 14.0 เมตร

ตารางที่ 5.6 การทดสอบความแตกต่างของกลุ่มตัวอย่างโดยพิจารณาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์ กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 1

Variance Types	Levene's Test for Equality of Variances		*t*-test for Equality of Means		
	F	p-value	*t*	df	p-value (2-tailed)
Equal variances assumed	0.482	0.490	-0.794	48	0.430
Equal variances not assumed			-0.818	38.481	0.418

จากตารางที่ 5.6 พบว่า ค่าความแปรปรวนของระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วของรถเก๋งและค่าความแปรปรวนของระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วของรถกระบะไม่แตกต่างกัน (F = 0.482, p-value = 0.490) ขณะที่ระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วเฉลี่ยของรถเก๋งและระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วเฉลี่ยของรถกระบะไม่แตกต่างกัน (*t* = -0.794, p-value = 0.430)

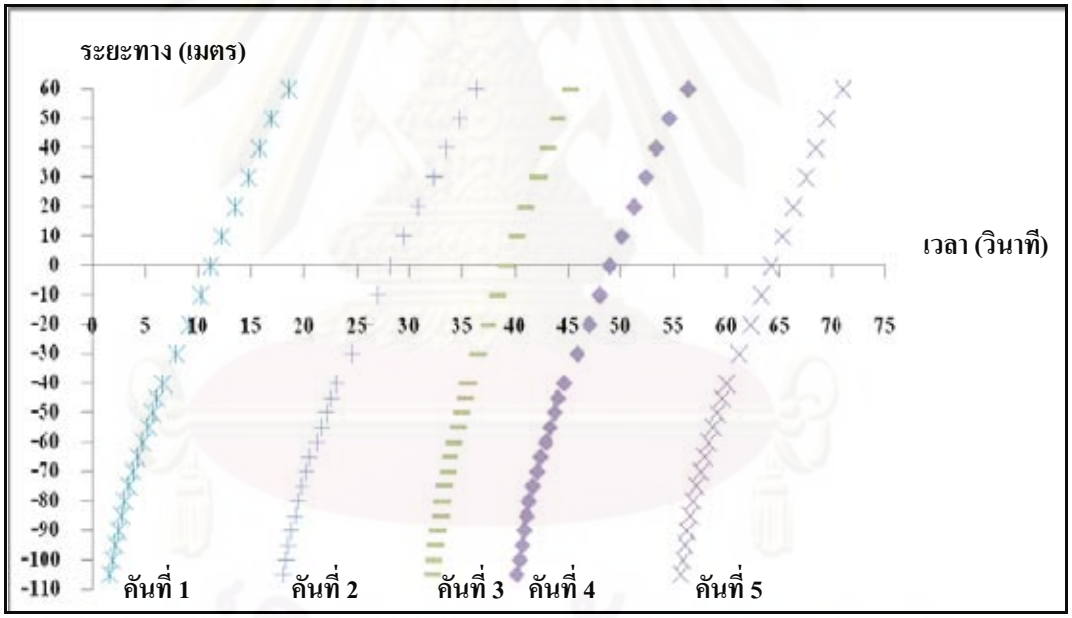


ภาพที่ 5.15 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งและระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 1

จากภาพที่ 5.15 พบว่า ความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งและระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วมีความสัมพันธ์กันน้อย เนื่องจากค่า R^2 มีค่าเท่ากับ 0.0078 นั่นคือ ระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วไม่ขึ้นอยู่กับความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้ง

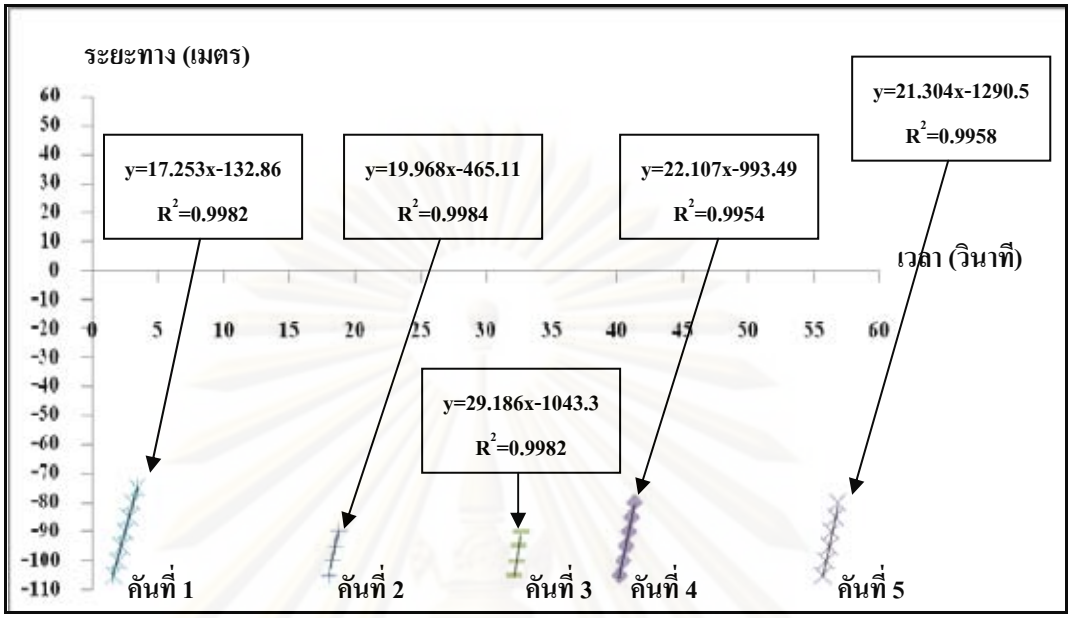
5.2 สะพานทางโค้งกลับทิศบริเวณทางแยกถนนบรมราชชนนี- ถนนพุทธมณฑลสาย 1 (พื้นที่ศึกษาที่ 2)

จากข้อมูลจำนวนตัวอย่างรถยนต์ทั้งสิ้น 44 คัน โดยแบ่งเป็นรถเก๋งจำนวน 34 คัน และรถกระบะจำนวน 10 คัน สามารถทำการถอดข้อมูลเวลาและระยะทาง และสามารถสร้างแผนภาพเวลา-ระยะทาง ดังภาพที่ 5.16 ได้ดังนี้



ภาพที่ 5.16 ตัวอย่างแผนภาพเวลา-ระยะทาง กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 2

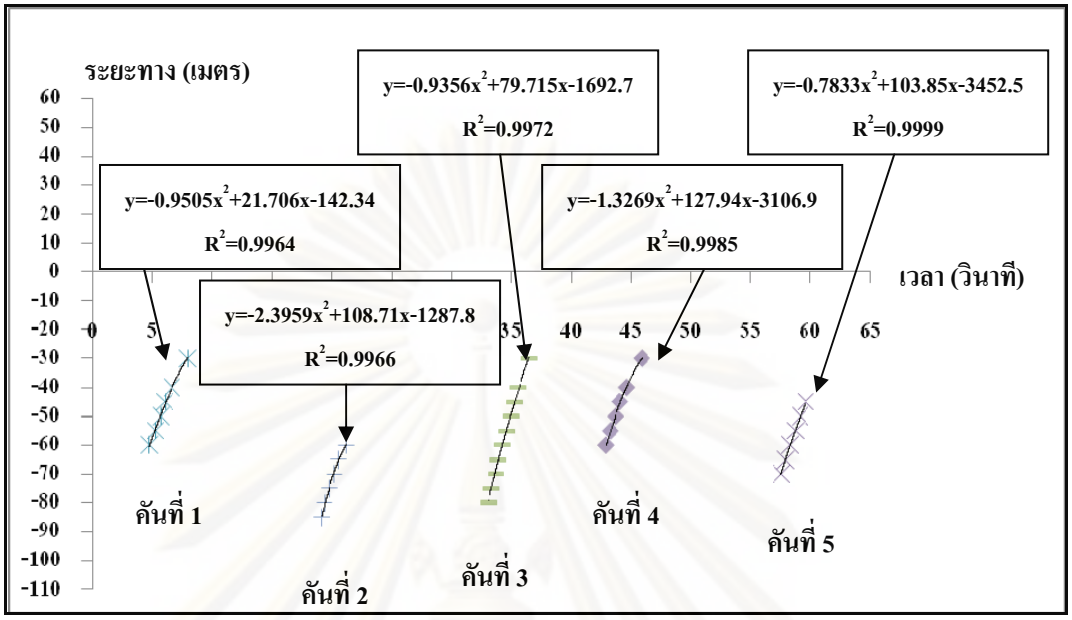
จากแผนภาพเวลา-ระยะทาง ดังกล่าว สามารถหาความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งได้โดยการใช้การถดถอยเชิงเส้นของสมการเส้นตรงในโปรแกรม Microsoft Office Excel 2007 ซึ่งจำนวนจุดที่ใช้ในการหาความเร็วคงที่จะมีจำนวนไม่น้อยกว่า 4 จุด เนื่องจากสมการเส้นตรงมีสัมประสิทธิ์ 1 ค่า และค่าคงที่ 1 ค่า โดยทำการเพิ่มจุดแล้วพิจารณาดูว่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจหรือค่า R^2 มีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลง หากจุดที่เพิ่มเข้าไปนั้นทำให้ค่า R^2 ลดลงแสดงว่าจุดดังกล่าวเป็นไปได้ว่าอยู่บนเส้นโค้ง ผลการคำนวณหาค่าความเร็วคงที่สามารถแสดงได้ในภาพที่ 5.17



ภาพที่ 5.17 ตัวอย่างการคำนวณหาความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้ง กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 2

เมื่อคำนวณหาค่าความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งแล้ว จากนั้นจะเป็นการคำนวณหาสมการกำลังสองโดยการใช้การถดถอยเชิงเส้นของกราฟพาราโบลาในโปรแกรม Microsoft Office Excel 2007 ซึ่งจะทำการแทนค่าจุดที่อยู่ถัดจากจุดที่อยู่บนเส้นตรงอย่างน้อยจำนวน 6 จุด เนื่องจากมีสัมประสิทธิ์ 2 ค่า และค่าคงที่ 1 ค่า โดยจะทำการเพิ่มจุดแล้วพิจารณาว่าค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจหรือค่า R^2 เพิ่มขึ้นหรือลดลง หากจุดที่เพิ่มเข้าไปนั้นทำให้ค่า R^2 มีค่าลดลงแสดงว่าจุดดังกล่าวอาจไม่อยู่บนเส้นโค้งพาราโบลา ผลการคำนวณหาสมการกำลังสองสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 5.18

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 5.18 ตัวอย่างการคำนวณหาสมการกำลังสอง กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 2

จากผลการคำนวณหาค่าความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งและสมการกำลังสอง สามารถนำค่าที่ได้ดังกล่าวมาคำนวณหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วได้ ดังแสดงในตารางที่ 5.6

ตารางที่ 5.7 ตัวอย่างการคำนวณหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 2

คันที่	*a*	*b*	*c*	V_0	t_0	S_0
1	-0.9	124.2	-4,233.2	17.6	58.3	-102.0
2	-0.5	31.4	-525.9	13.3	18.8	-106.2
3	-1.2	66.2	-960.3	17.0	21.0	-85.8
4	-0.8	33.4	-359.3	15.5	10.8	-95.3
5	-2.4	108.7	-1,287.8	20.0	18.5	-96.3

หมายเหตุ: ***a***, ***b*** และ ***c*** เป็นค่าที่ได้จากสมการกำลังสอง

V_0 คือ ความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้ง

t_0 คือ ตำแหน่งเวลาที่รถยนต์เริ่มต้นชะลอความเร็ว

S_0 คือ ตำแหน่งระยะทางที่รถยนต์เริ่มต้นชะลอความเร็ว

จากการคำนวณหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วและความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งในพื้นที่ศึกษาที่ 2 ผลลัพธ์ที่ได้แสดงดังตารางที่ 5.8

ตารางที่ 5.8 ค่าระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วและค่าความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้ง กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 2

ค่าที่พิจารณา	ค่าเฉลี่ย	ค่าที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว (ม.)	-97.1	-86.3	8.4
ความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้ง (กม./ชม.)	66.2	78.5	10.3

จากตารางที่ 5.8 พบว่า ระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วเฉลี่ยเท่ากับ -97.1 เมตร ซึ่งมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 8.4 เมตร และระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์เท่ากับ -86.3 เมตร ขณะที่ความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งเฉลี่ยเท่ากับ 66.2 กม./ชม. และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 10.3 กม./ชม. เมื่อพิจารณาประเภทของรถยนต์ สามารถทำการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังตารางที่ 5.9 ถึงตารางที่ 5.12

ตารางที่ 5.9 ลักษณะกลุ่มตัวอย่างโดยพิจารณาความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้ง กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 2

ประเภท	จำนวน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
รถเก๋ง	34	65.6	8.9
รถกระบะ	10	68.1	14.5

จากตารางที่ 5.9 พบว่า รถเก๋งมีจำนวน 34 คัน โดยมีความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งเฉลี่ย 65.6 กม./ชม. และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 8.9 กม./ชม. ขณะที่รถกระบะมีจำนวน 10 คัน โดยมีความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งเฉลี่ย 68.1 กม./ชม. และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 14.5 กม./ชม.

ตารางที่ 5.10 การทดสอบความแตกต่างของกลุ่มตัวอย่างโดยพิจารณาความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้ง ที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์ กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 2

Variance Types	Levene's Test for Equality of Variances		*t*-test for Equality of Means		
	F	p-value	*t*	df	p-value (2-tailed)
Equal variances assumed	4.712	0.035*	-0.646	42	0.521
Equal variances not assumed			-0.498	11.064	0.628

หมายเหตุ: *. ความแตกต่างเฉลี่ยมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.10

จากตารางที่ 5.10 พบว่า ค่าความแปรปรวนของความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งของรถเก๋ง และค่าความแปรปรวนของความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งของรถกระบะมีค่าไม่เท่ากัน (F = 4.712, p-value = 0.035) ขณะที่ความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งเฉลี่ยของรถเก๋งและความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งเฉลี่ยของรถกระบะไม่แตกต่างกัน (t = -0.498, p-value = 0.628)

ตารางที่ 5.11 ลักษณะกลุ่มตัวอย่างโดยพิจารณาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 2

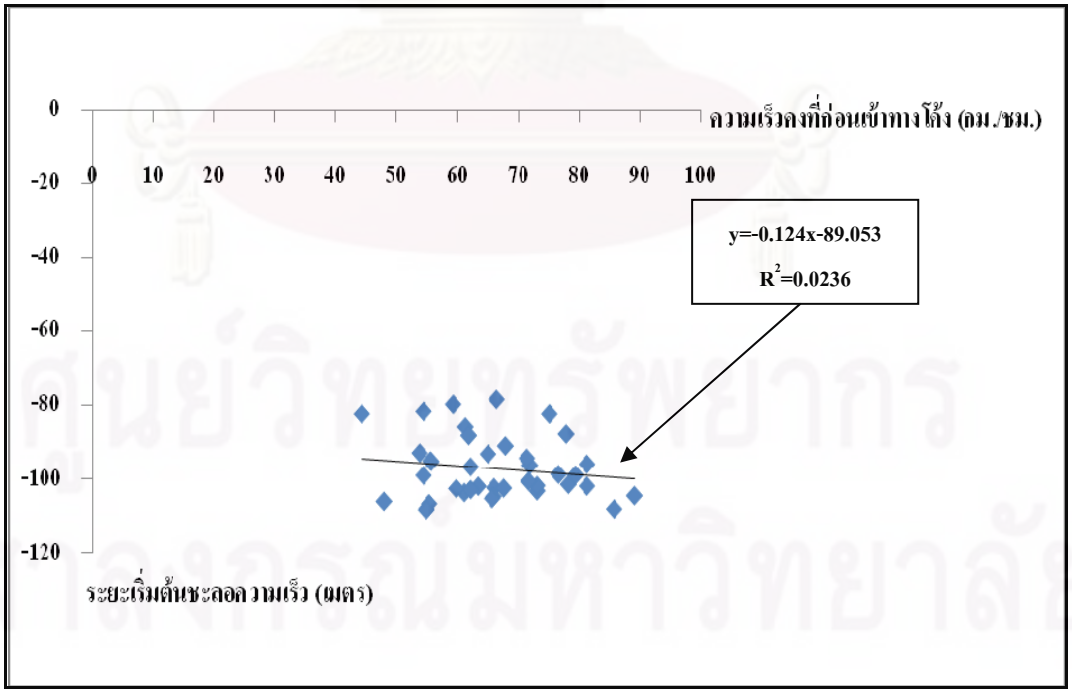
ประเภท	จำนวน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
รถเก๋ง	34	-96.5	8.0
รถกระบะ	10	-98.8	9.7

จากตารางที่ 5.11 พบว่า รถเก๋งมีจำนวน 34 คัน โดยมีระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วเฉลี่ย -96.5 เมตร และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 8.0 เมตร ขณะที่รถกระบะมีจำนวน 10 คัน โดยมีระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วเฉลี่ย -98.8 เมตร และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 9.7 เมตร

ตารางที่ 5.12 การทดสอบความแตกต่างของกลุ่มตัวอย่างโดยพิจารณาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์ กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 2

Variance Types	Levene's Test for Equality of Variances		*t*-test for Equality of Means		
	F	p-value	*t*	df	p-value (2-tailed)
Equal variances assumed	0.615	0.437	0.758	42	0.452
Equal variances not assumed			0.680	12.817	0.508

จากตารางที่ 5.12 พบว่า ค่าความแปรปรวนของระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วของรถเก๋งและค่าความแปรปรวนของระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วของรถกระบะไม่แตกต่างกัน (F = 0.615, p-value = 0.437) ขณะที่ระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วเฉลี่ยของรถเก๋งและระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วเฉลี่ยของรถกระบะไม่แตกต่างกัน (*t* = -0.758, p-value = 0.452)

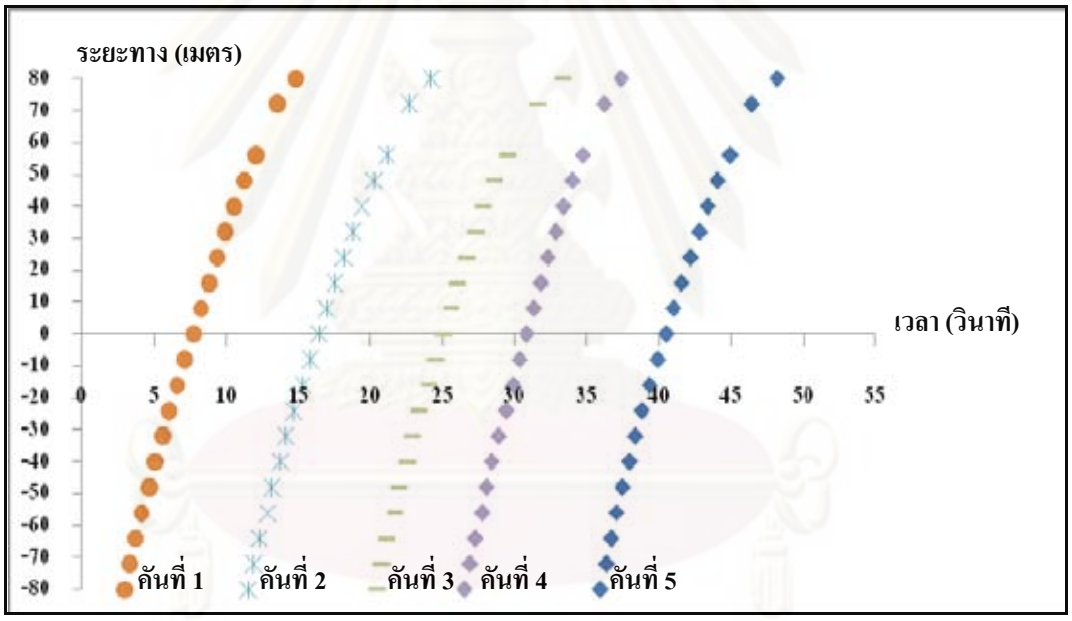


ภาพที่ 5.19 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งและระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 2

จากภาพที่ 5.19 พบว่า ความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งและระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วมีความสัมพันธ์กันน้อย เนื่องจากค่า R^2 มีค่าเท่ากับ 0.0236 นั่นคือ ระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วไม่ขึ้นอยู่กับความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้ง

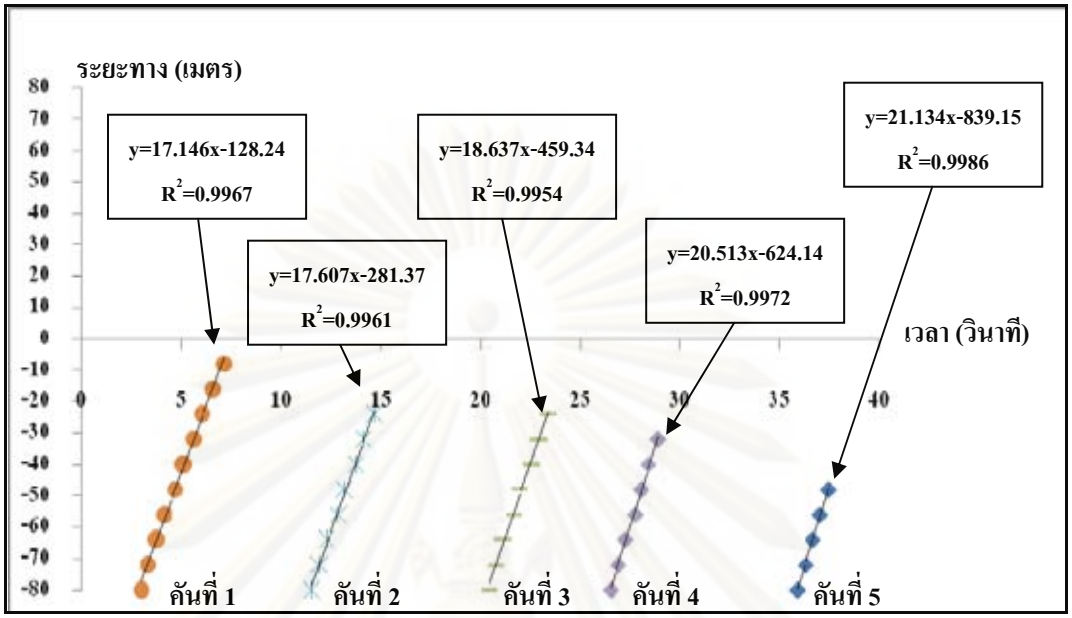
5.3 สะพานทางโค้งกลับทิศบนถนนกาญจนาภิเษก (พื้นที่ศึกษาที่ 3)

จากข้อมูลจำนวนตัวอย่างรถยนต์ทั้งสิ้น 80 คัน โดยแบ่งเป็นรถเก๋งจำนวน 48 คัน และรถกระบะจำนวน 32 คัน สามารถทำการถอดข้อมูลเวลาและระยะทาง และสามารถสร้างแผนภาพเวลา-ระยะทาง ดังภาพที่ 5.20



ภาพที่ 5.20 ตัวอย่างแผนภาพเวลา-ระยะทาง กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 3

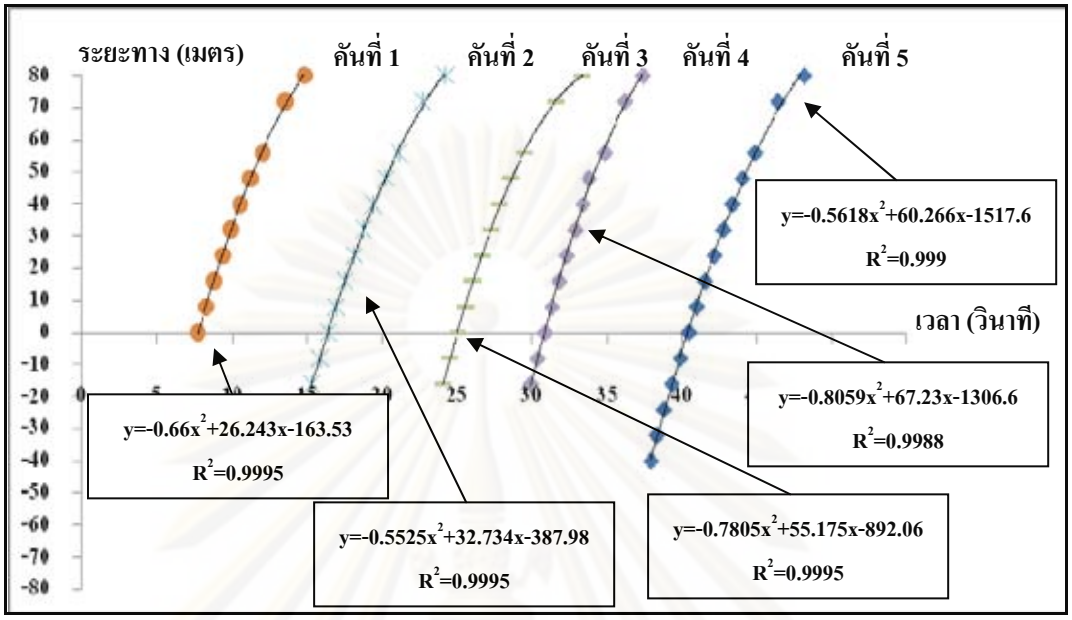
จากแผนภาพเวลา-ระยะทาง ดังกล่าว สามารถหาความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งได้โดยการใช้การถดถอยเชิงเส้นของสมการเส้นตรงในโปรแกรม Microsoft Office Excel 2007 ซึ่งจำนวนจุดที่ใช้ในการหาความเร็วคงที่จะมีจำนวนไม่น้อยกว่า 4 จุด เนื่องจากสมการเส้นตรงมีสัมประสิทธิ์ 1 ค่า และค่าคงที่ 1 ค่า โดยทำการเพิ่มจุดแล้วพิจารณาดูว่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจหรือค่า R^2 มีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลง หากจุดที่เพิ่มเข้าไปนั้นทำให้ค่า R^2 ลดลงแสดงว่าจุดดังกล่าวเป็นไปได้ว่าอยู่บนเส้นโค้ง ผลการคำนวณหาค่าความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 5.21



ภาพที่ 5.21 ตัวอย่างการคำนวณหาความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้ง กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 3

เมื่อคำนวณหาค่าความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งแล้ว จากนั้นจะเป็นการคำนวณหาสมการกำลังสองโดยการใช้การถดถอยเชิงเส้นของกราฟพาราโบลาในโปรแกรม Microsoft Office Excel 2007 ซึ่งจะทำการแทนค่าจุดที่อยู่ถัดจากจุดที่อยู่บนเส้นตรงอย่างน้อยจำนวน 6 จุด เนื่องจากมีสัมประสิทธิ์ 2 ค่า และค่าคงที่ 1 ค่า โดยจะทำการเพิ่มจุดแล้วพิจารณาว่าค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจหรือค่า R^2 เพิ่มขึ้นหรือลดลง หากจุดที่เพิ่มเข้าไปนั้นทำให้ค่า R^2 มีค่าลดลงแสดงว่าจุดดังกล่าวอาจไม่อยู่บนเส้นโค้งพาราโบลา ผลการคำนวณหาสมการกำลังสองสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 5.22

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 5.22 ตัวอย่างการคำนวณหาสมการกำลังสอง กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 3

จากผลการคำนวณหาค่าความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งและสมการกำลังสอง สามารถนำค่าที่ได้ดังกล่าวมาคำนวณหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วได้ ดังแสดงในตารางที่ 5.11

ตารางที่ 5.13 ตัวอย่างการคำนวณหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 3

คันที่	*a*	*b*	*c*	V_0	t_0	S_0
1	-0.7	26.2	-163.6	17.1	6.9	-14.1
2	-0.6	32.7	-388.0	17.6	13.7	-43.4
3	-0.8	55.2	-892.1	18.6	23.4	-28.2
4	-0.8	67.2	-1,306.6	20.2	29.2	-30.5
5	-0.6	60.3	-1,517.6	21.1	34.8	-100.1

หมายเหตุ: ***a, b*** และ ***c*** เป็นค่าที่ได้จากสมการกำลังสอง

V_0 คือ ความเร็วก่อนเข้าทางโค้ง

t_0 คือ ตำแหน่งเวลาที่รถยนต์เริ่มต้นชะลอความเร็ว

S_0 คือ ตำแหน่งระยะทางที่รถยนต์เริ่มต้นชะลอความเร็ว

จากการคำนวณหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วและความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งในพื้นที่ศึกษาที่ 3 ผลลัพธ์ที่ได้แสดงดังตารางที่ 5.14

ตารางที่ 5.14 ค่าระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วและค่าความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้ง

กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 3

ค่าที่พิจารณา	ค่าเฉลี่ย	ค่าที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว (ม.)	-24.7	-7.6	19.3
ความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้ง (กม./ชม.)	59.7	67.9	7.4

จากตารางที่ 5.14 พบว่า ระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วเฉลี่ยเท่ากับ -24.7 เมตร ซึ่งมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วเท่ากับ 19.3 เมตร และระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์เท่ากับ -7.6 เมตร ขณะที่ความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งเฉลี่ยเท่ากับ 59.7 กม./ชม. และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 7.4 กม./ชม. เมื่อพิจารณาประเภทของรถยนต์สามารถทำการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังตารางที่ 5.15 ถึงตารางที่ 5.18

ตารางที่ 5.15 ลักษณะกลุ่มตัวอย่างโดยพิจารณาความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้ง กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 3

ประเภท	จำนวน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
รถเก๋ง	48	59.9	6.3
รถกระบะ	32	59.6	8.8

จากตารางที่ 5.15 พบว่า รถเก๋งมีจำนวน 48 คัน โดยมีความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งเฉลี่ย 59.9 กม./ชม. และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 6.3 กม./ชม. ขณะที่รถกระบะมีจำนวน 32 คัน โดยมีความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งเฉลี่ย 59.6 กม./ชม. และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 8.8 กม./ชม.

ตารางที่ 5.16 การทดสอบความแตกต่างของกลุ่มตัวอย่างโดยพิจารณาความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์ กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 3

Variance Types	Levene's Test for Equality of Variances		*t*-test for Equality of Means		
	F	p-value	*t*	df	p-value (2-tailed)
Equal variances assumed	6.124	0.015*	0.173	78	0.862
Equal variances not assumed			0.162	51.77625	0.871

หมายเหตุ: *. ความแตกต่างเฉลี่ยมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.10

จากตารางที่ 5.16 พบว่า ค่าความแปรปรวนของความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งของรถเก๋ง และค่าความแปรปรวนของความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งของรถกระบะไม่เท่ากัน (F = 6.124, p-value = 0.015) ขณะที่ความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งเฉลี่ยของรถเก๋งและความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งเฉลี่ยของรถกระบะไม่แตกต่างกัน (*t* = -0.162, p-value = 0.871)

ตารางที่ 5.17 ลักษณะกลุ่มตัวอย่างโดยพิจารณาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 3

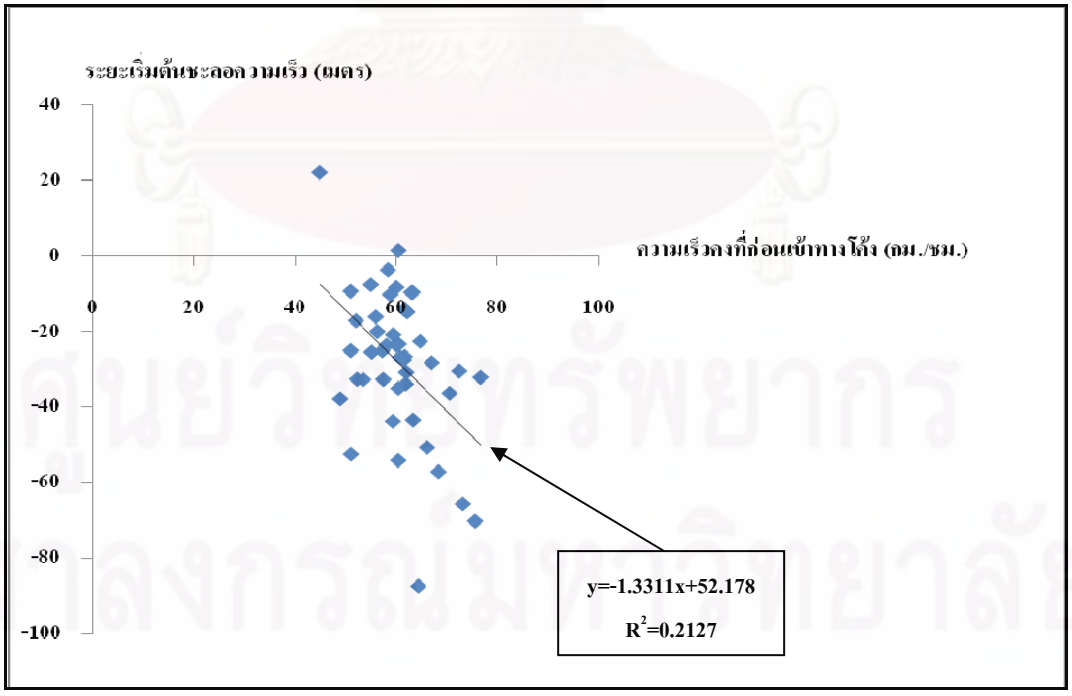
ประเภท	จำนวน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
รถเก๋ง	48	-22.4	17.1
รถกระบะ	32	-28.0	22.1

จากตารางที่ 5.17 พบว่า รถเก๋งมีจำนวน 48 คัน โดยมีระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วเฉลี่ย -22.4 เมตร และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 17.1 เมตร ขณะที่รถกระบะมีจำนวน 32 คัน โดยมีระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วเฉลี่ย -28.0 เมตร และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 22.1 เมตร

ตารางที่ 5.18 การทดสอบความแตกต่างของกลุ่มตัวอย่างโดยพิจารณาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์ กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 3

Variance Types	Levene's Test for Equality of Variances		*t*-test for Equality of Means		
	F	p-value	*t*	df	p-value (2-tailed)
Equal variances assumed	1.549	0.216	1.281	78	0.203
Equal variances not assumed			1.217	54.820	0.228

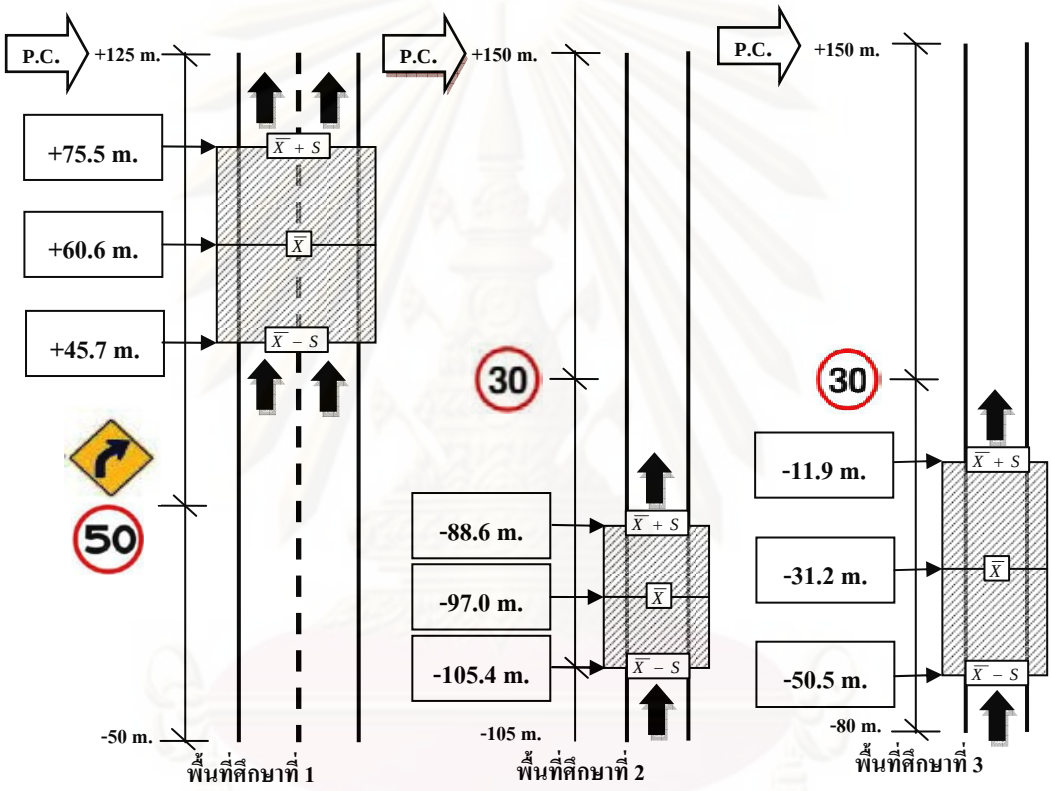
จากตารางที่ 5.18 พบว่า ค่าความแปรปรวนของระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วของรถเก๋งและค่าความแปรปรวนของระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วของรถกระบะไม่แตกต่างกัน (F = 1.549, p-value = 0.216) ขณะที่ระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วเฉลี่ยของรถเก๋งและระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วเฉลี่ยของรถกระบะไม่แตกต่างกัน (*t* = -1.281, p-value = 0.203)



ภาพที่ 5.23 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งและระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 3

จากภาพที่ 5.23 พบว่า ความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งและระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วมีความสัมพันธ์กันน้อย เนื่องจากค่า R^2 มีค่าเท่ากับ 0.2127 นั่นคือ ระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วไม่ขึ้นอยู่กับความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้ง

5.4 สรุปผลการสำรวจหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วจากป้ายจำกัดความเร็ว



ภาพที่ 5.24 การเปรียบเทียบตำแหน่งจุดเริ่มต้นชะลอความเร็วเฉลี่ยในพื้นที่ศึกษาต่างๆ

จากภาพที่ 5.24 สามารถสรุปได้ว่า ระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วสำหรับพื้นที่ศึกษาที่ 1 ซึ่งเป็นทางโค้งข้ามแยกรัศมีกว้าง ระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วเฉลี่ยจะอยู่ถัดจากป้ายจำกัดความเร็วไป 60.6 เมตร อาจเป็นเพราะทางโค้งดังกล่าวมีช่องจราจรจำนวน 2 ช่องจราจร และเป็นทางโค้งที่มีรัศมีกว้าง ทำให้ผู้ขับขี่มีความมั่นใจที่จะเริ่มต้นชะลอความเร็วในตำแหน่งห่างจากจุดเริ่มต้นทางโค้งไม่ไกลนัก ระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วสำหรับพื้นที่ศึกษาที่ 2 และพื้นที่ศึกษาที่ 3 ซึ่งเป็นสะพานทางโค้งกลับทิศมีลักษณะเป็นโค้งหักศอก โดยมีช่องทางจราจรเพียงช่องทางเดียว พบว่า พื้นที่ศึกษาที่ 2 ระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วเฉลี่ยจะอยู่ก่อนถึงป้ายจำกัดความเร็ว 97.0 เมตร และพื้นที่ศึกษาที่ 3 ระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วเฉลี่ยจะอยู่ก่อนถึงป้ายจำกัดความเร็ว 31.2 เมตร โดยที่ระยะเริ่มต้นชะลอ

ความเร็วเฉลี่ยของพื้นที่ศึกษาที่ 2 มีค่ามากกว่าระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วเฉลี่ยของพื้นที่ศึกษาที่ 3 อาจเป็นเพราะในพื้นที่ศึกษาที่ 2 มีถนนซอยและสัญญาณไฟจราจรก่อนจุดเริ่มต้นสะพานทางโค้งกลับทิศซึ่งทำให้ผู้ขับขี่มีความระมัดระวังในการใช้ความเร็วมากขึ้น หรือรัศมีทางโค้งของพื้นที่ศึกษาที่ 2 มีค่าน้อยกว่าพื้นที่ศึกษาที่ 3 ส่งผลให้ผู้ขับขี่เริ่มชะลอความเร็วในตำแหน่งที่ต่างกันมาก

เมื่อพิจารณาความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งพบว่า ในพื้นที่ศึกษาที่ 1 มีความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งเฉลี่ย 77.5 กม./ชม. โดยในพื้นที่ศึกษาดังกล่าวกำหนดให้จำกัดความเร็วที่ 50 กม./ชม. ซึ่งอาจส่งผลให้ผู้ขับขี่เกิดความมั่นใจในการใช้ความเร็วสูงเพราะคิดว่าทางโค้งดังกล่าวไม่อันตรายมากนัก จึงได้ทำการเริ่มต้นชะลอความเร็วที่ระยะ 60.6 เมตร หลังตำแหน่งป้ายจำกัดความเร็ว ขณะที่พื้นที่ศึกษาที่ 2 และพื้นที่ศึกษาที่ 3 มีความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งเฉลี่ย 66.2 กม./ชม. และ 59.7 กม./ชม. ตามลำดับ โดยทั้งสองพื้นที่ศึกษาดังกล่าวกำหนดให้จำกัดความเร็วที่ 30 กม./ชม. ซึ่งอาจส่งผลให้ผู้ขับขี่ไม่มีความมั่นใจในการใช้ความเร็วสูงเพราะคิดว่าทางโค้งดังกล่าวอันตราย จึงได้ทำการเริ่มต้นชะลอความเร็วที่ระยะ -97.0 เมตร และ -31.2 เมตร ตามลำดับ ก่อนตำแหน่งป้ายจำกัดความเร็ว เมื่อพิจารณาความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งเฉลี่ยพบว่า พื้นที่ศึกษาที่ 2 มีความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งเฉลี่ยมากกว่าพื้นที่ศึกษาที่ 3 อาจส่งผลให้ผู้ขับขี่ในพื้นที่ศึกษาที่ 2 เริ่มชะลอความเร็วโดยเฉลี่ยก่อนพื้นที่ศึกษาที่ 3

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งและระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วของพื้นที่ศึกษาทั้งสามจากสมการเส้นตรงพบว่ามีลักษณะเดียวกัน กล่าวคือ ความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งไม่ขึ้นอยู่กับระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว และเมื่อพิจารณาแต่ละพื้นที่ศึกษาโดยแบ่งประเภทรถยนต์ สามารถกล่าวสรุปผลของแต่ละพื้นที่ศึกษาได้ดังนี้

กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 1 พบว่า ความเร็วคงที่เฉลี่ยก่อนเข้าทางโค้งของรถเก๋งและรถกระบะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งของรถเก๋งและรถกระบะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ขณะที่ระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วเฉลี่ยของรถเก๋งและรถกระบะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วของรถเก๋งและรถกระบะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติด้วยเช่นกัน

กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 2 พบว่า ความเร็วคงที่เฉลี่ยก่อนเข้าทางโค้งของรถเก๋งและรถกระบะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ แต่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งของรถเก๋งและรถกระบะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ขณะที่ระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วเฉลี่ยของรถเก๋งและรถกระบะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วของรถเก๋งและรถกระบะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติด้วยเช่นกัน

กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 3 พบว่า ความเร็วคงที่เฉลี่ยก่อนเข้าทางโค้งของรถเก๋งและรถกระบะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ แต่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งของรถเก๋งและรถกระบะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ขณะที่ระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วเฉลี่ยของรถเก๋งและรถกระบะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วของรถเก๋งและรถกระบะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติด้วยเช่นกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

สรุปผลการศึกษา

6.1 สรุปผลการศึกษา

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบพฤติกรรมการขับขี่บนทางโค้งที่มีการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วรูปแบบต่าง ๆ กัน เพื่อหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วจากป้ายจำกัดความเร็วอันนำไปสู่การกำหนดระยะการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วที่เหมาะสมต่อไป และเพื่อหารูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วที่เหมาะสมกับทางโค้งอันนำไปสู่การจัดทำมาตรฐานการออกแบบและติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วต่อไป โดยได้ทำการศึกษารูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วสำหรับทางโค้ง 5 ประเภท ในพื้นที่จังหวัดชลบุรี และการสำรวจหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วก่อนเข้าทางโค้งในพื้นที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร

จากการศึกษาสามารถสรุปพฤติกรรมการขับขี่บนทางโค้งที่มีการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วรูปแบบต่าง ๆ กัน ระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว และรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วที่เหมาะสมกับทางโค้งประเภทต่าง ๆ ได้ดังต่อไปนี้

6.1.1 พฤติกรรมการขับขี่บนทางโค้งที่มีการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วรูปแบบต่าง ๆ กัน

จากการทดลองปรับเปลี่ยนรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วรูปแบบต่างๆ ในภาคสนามที่ทางโค้งประเภทต่าง ๆ สามารถสรุปผลพฤติกรรมการขับขี่ที่เกิดขึ้นได้ดังนี้

- ทางโค้งราบรัศมีกว้าง พบว่า แนวโน้มการลดลงของความเร็วเฉลี่ยของ รูปแบบ B รูปแบบ C รูปแบบ D และรูปแบบ E มีแนวโน้มใกล้เคียงกัน ยกเว้นแนวโน้มการลดลงของความเร็วเฉลี่ยของรูปแบบ A ซึ่งแตกต่างจากรูปแบบอื่นอย่างมาก อันอาจเป็นเพราะรูปแบบ A ไม่มีการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วส่งผลให้ผู้ขับขี่เกิดความไม่มั่นใจในการใช้ความเร็วสูงขณะทำการเข้าโค้ง นอกจากนี้ป้ายจำกัดความเร็วกำหนดความเร็วที่ 40 กม./ชม. แต่ปรากฏว่า ความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งมีค่ามากกว่า 40 กม./ชม. ทุกรูปแบบการติดตั้งป้าย อันอาจเนื่องจากผู้ขับขี่บางคนเป็นคนในพื้นที่ หรือเป็นผู้ที่ใช้เส้นทางดังกล่าวเป็นประจำ หรือมีความ

มั่นใจในการขับขี่เข้าโค้งด้วยความเร็วที่สูงกว่าความเร็วที่กำหนดไว้บนป้ายจำกัดความเร็ว

- ทางโค้งราบรัศมีแคบ พบว่า แนวโน้มการลดลงของความเร็วเฉลี่ยของ รูปแบบ B รูปแบบ C รูปแบบ D และรูปแบบ E มีแนวโน้มใกล้เคียงกัน ยกเว้นแนวโน้มการลดลงของความเร็วเฉลี่ยของรูปแบบ A ซึ่งแตกต่างจากรูปแบบอื่นในช่วงก่อนเข้าโค้งที่ระยะ 100 เมตร อาจเป็นเพราะรูปแบบ A ไม่มีป้ายจำกัดความเร็วส่งผลให้ผู้ขับขี่ไม่มีการชะลอความเร็วก่อนเข้าโค้ง นอกจากนี้ป้ายจำกัดความเร็วกำหนดความเร็วที่ 30 กม./ชม. แต่ปรากฏว่า ความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งมีค่ามากกว่า 30 กม./ชม. ทุกรูปแบบการติดตั้งป้าย อันอาจเนื่องจากผู้ขับขี่ส่วนใหญ่เป็นคนในพื้นที่หรือผู้ที่ใช้เส้นทางดังกล่าวเป็นประจำ
- ทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง พบว่า แนวโน้มการลดลงของความเร็วเฉลี่ยของรูปแบบ A รูปแบบ B รูปแบบ C มีแนวโน้มใกล้เคียงกัน ยกเว้นแนวโน้มการลดลงของความเร็วเฉลี่ยของรูปแบบ D และรูปแบบ E ซึ่งแตกต่างจากรูปแบบอื่นอย่างมาก โดยในช่วงระหว่างจุดวัดความเร็วที่ 1 และจุดวัดความเร็วที่ 2 มีการลดลงของความเร็วเฉลี่ยเป็นอย่างมากอันอาจเนื่องจากป้ายที่มีขนาดใหญ่และมีการติดตั้งป้ายทั้งสองฝั่งถนน ในช่วงระหว่างจุดวัดความเร็วที่ 2 และจุดวัดความเร็วที่ 3 รูปแบบที่ 1 รูปแบบ B และรูปแบบ C มีการลดความเร็วเฉลี่ยอย่างรวดเร็ว ขณะที่รูปแบบ D และรูปแบบ E มีการลดความเร็วเฉลี่ยเพียงเล็กน้อย อันอาจเป็นเพราะก่อนหน้านี้ มีการลดความเร็วลงอย่างมากแล้ว ในขณะที่ช่วงก่อนเข้าทางโค้งระยะ 100 เมตร ทุกรูปแบบมีการลดความเร็วเฉลี่ยลักษณะใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ป้ายจำกัดความเร็วกำหนดความเร็วที่ 40 กม./ชม. แต่ปรากฏว่า ความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งมีค่ามากกว่า 40 กม./ชม. ทุกรูปแบบการติดตั้งป้าย อันอาจเนื่องจากผู้ขับขี่บางคนเป็นคนในพื้นที่ หรือเป็นผู้ที่ใช้เส้นทางดังกล่าวเป็นประจำ หรือมีความมั่นใจในการขับขี่เข้าโค้งด้วยความเร็วที่สูงกว่าความเร็วที่กำหนดไว้บนป้ายจำกัดความเร็ว
- ทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ พบว่า แนวโน้มการลดลงของความเร็วเฉลี่ยของรูปแบบ C รูปแบบ D และรูปแบบ E มีแนวโน้มใกล้เคียงกัน ขณะที่รูปแบบ A และรูปแบบ B มีแนวโน้มการลดลงของความเร็วเฉลี่ยใกล้เคียงกัน อาจเป็นเพราะ

รูปแบบ A และรูปแบบ B ไม่มีป้ายเตือนข้อความ ส่งผลให้ผู้ขับขี่ไม่ชะลอความเร็ว นอกจากนี้ป้ายจำกัดความเร็วกำหนดความเร็วที่ 30 กม./ชม. แต่ปรากฏว่าความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งมีค่ามากกว่า 30 กม./ชม. ทุกรูปแบบการติดตั้งป้าย อันอาจเนื่องจากผู้ขับขี่ส่วนใหญ่เป็นคนในพื้นที่หรือผู้ที่ใช้เส้นทางดังกล่าวเป็นประจำ

- ทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน พบว่า แนวโน้มการลดลงของความเร็วเฉลี่ยของ รูปแบบ A รูปแบบ B รูปแบบ C รูปแบบ D และรูปแบบ E มีแนวโน้มใกล้เคียงกัน โดยช่วงก่อนเข้าโค้ง 100 เมตร ทุกรูปแบบการติดตั้งผู้ขับขี่มีการเพิ่มความเร็ว อาจเป็นเพราะโค้งดิ่งมีความชันไม่สูงนัก นอกจากนี้ป้ายจำกัดความเร็วกำหนดความเร็วที่ 30 กม./ชม. แต่ปรากฏว่าความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้งมีค่ามากกว่า 30 กม./ชม. ทุกรูปแบบการติดตั้งป้าย อันอาจเนื่องจากผู้ขับขี่ส่วนใหญ่เป็นคนในพื้นที่หรือผู้ที่ใช้เส้นทางดังกล่าวเป็นประจำ

6.1.2 ระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วจากป้ายจำกัดความเร็ว

ระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วสำหรับพื้นที่ศึกษาที่ 1 ซึ่งเป็นทางโค้งข้ามแยกรัศมีกว้าง ระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วเฉลี่ยจะอยู่ถัดจากป้ายจำกัดความเร็วไป 60.6 เมตร อาจเป็นเพราะทางโค้งดังกล่าวมีช่องจราจรจำนวน 2 ช่องจราจร และเป็นทางโค้งที่มีรัศมีกว้าง ทำให้ผู้ขับขี่มีความมั่นใจที่จะเริ่มต้นชะลอความเร็วในตำแหน่งห่างจากจุดเริ่มต้นทางโค้งไม่ไกลนัก ระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วสำหรับพื้นที่ศึกษาที่ 2 และพื้นที่ศึกษาที่ 3 ซึ่งเป็นสะพานทางโค้งกลับทิศมีลักษณะเป็นโค้งหักศอก โดยมีช่องทางจราจรเพียงช่องทางเดียว พบว่า พื้นที่ศึกษาที่ 2 ระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วเฉลี่ยจะอยู่ก่อนถึงป้ายจำกัดความเร็ว 97.0 เมตร และพื้นที่ศึกษาที่ 3 ระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วเฉลี่ยจะอยู่ก่อนถึงป้ายจำกัดความเร็ว 31.2 เมตร โดยที่ระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วเฉลี่ยของพื้นที่ศึกษาที่ 2 มีค่ามากกว่าระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วเฉลี่ยของพื้นที่ศึกษาที่ 3 อาจเป็นเพราะในพื้นที่ศึกษาที่ 2 มีถนนซอยและสัญญาณไฟจราจรก่อนจุดเริ่มต้นสะพานทางโค้งกลับทิศซึ่งทำให้ผู้ขับขี่มีความระมัดระวังในการใช้ความเร็วมากขึ้น หรือรัศมีทางโค้งของพื้นที่ศึกษาที่ 2 มีค่าน้อยกว่าพื้นที่ศึกษาที่ 3 ส่งผลให้ผู้ขับขี่เริ่มชะลอความเร็วในตำแหน่งที่ต่างกันมาก

เมื่อพิจารณาความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งพบว่า ในพื้นที่ศึกษาที่ 1 มีความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งเฉลี่ย 77.5 กม./ชม. โดยในพื้นที่ศึกษาดังกล่าวกำหนดให้จำกัดความเร็วที่ 50 กม./ชม. ซึ่งอาจส่งผลให้ผู้ขับขี่เกิดความมั่นใจในการใช้ความเร็วสูงเพราะคิดว่าทางโค้งดังกล่าวไม่อันตรายมากนัก จึงได้ทำการเริ่มต้นชะลอความเร็วเฉลี่ยที่ระยะ 60.6 เมตร หลังตำแหน่งป้ายจำกัดความเร็ว ขณะที่พื้นที่ศึกษาที่ 2 และพื้นที่ศึกษาที่ 3 มีความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งเฉลี่ย 66.2 กม./ชม. และ 59.7 กม./ชม. ตามลำดับ โดยทั้งสองพื้นที่ศึกษาดังกล่าวกำหนดให้จำกัดความเร็วที่ 30 กม./ชม. ซึ่งอาจส่งผลให้ผู้ขับขี่ไม่มีความมั่นใจในการใช้ความเร็วสูงเพราะคิดว่าทางโค้งดังกล่าวอันตราย จึงได้ทำการเริ่มต้นชะลอความเร็วเฉลี่ยที่ระยะ -97.0 เมตร และ -31.2 เมตร ตามลำดับ ก่อนตำแหน่งป้ายจำกัดความเร็ว เมื่อพิจารณาความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งเฉลี่ยพบว่า พื้นที่ศึกษาที่ 2 มีความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งเฉลี่ยมากกว่าพื้นที่ศึกษาที่ 3 อาจส่งผลให้ผู้ขับขี่ในพื้นที่ศึกษาที่ 2 เริ่มชะลอความเร็วโดยเฉลี่ยก่อนพื้นที่ศึกษาที่ 3

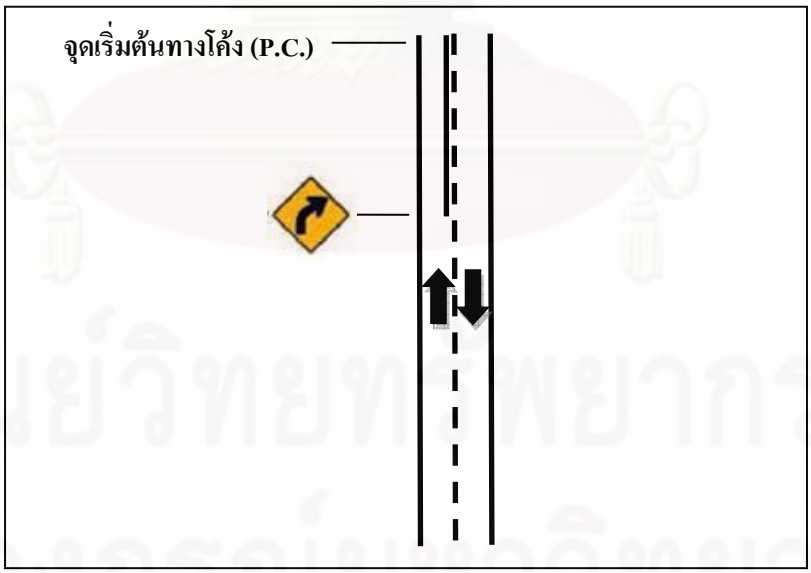
โดยสามารถกล่าวได้ว่า ระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วไม่ขึ้นอยู่กับความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้ง แต่ในทางโค้งประเภทเดียวกันระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วเฉลี่ยอาจมีความสัมพันธ์กับความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งเฉลี่ย และลักษณะทางกายภาพของทางโค้งจะมีอิทธิพลต่อการเริ่มต้นชะลอความเร็ว นอกจากนี้ความเร็วเฉลี่ยของรถเก๋งและรถกระบะและระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วเฉลี่ยของรถเก๋งและรถกระบะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ

อย่างไรก็ตาม ในการศึกษานี้กำหนดให้ความเร็วก่อนเข้าทางโค้งมีค่าคงที่โดยมีความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทางเป็นสมการเส้นตรง และมีการชะลอความเร็วด้วยความหน่วงคงที่ซึ่งมีความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทางเป็นสมการกำลังสอง ในความเป็นจริงนั้นทางโค้งที่ทำการศึกษาเป็นทางโค้งที่มีความชันเป็นไปได้ว่าความเร็วก่อนเข้าทางโค้งอาจมีความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทางเป็นสมการกำลังสองเนื่องจากความหน่วงอันเกิดจากน้ำหนักของยานพาหนะเอง และขณะที่ทำการชะลอความเร็วจะมีความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและระยะทางเป็นสมการกำลังสาม

6.1.3 รูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วที่เหมาะสมกับทางโค้งประเภทต่าง ๆ

จากตัวชี้วัดประสิทธิภาพในบทที่ 4 สามารถสรุปรูปแบบการติดตั้งป้ายที่เหมาะสมสำหรับทางโค้งประเภทต่าง ๆ ได้ดังต่อไปนี้

- ทางโค้งราบรัศมีกว้าง รูปแบบที่เหมาะสม คือ รูปแบบ A ป้ายเตือนทางโค้ง
- ทางโค้งราบรัศมีแคบ รูปแบบที่เหมาะสม คือ รูปแบบ C ป้ายตำแหน่งแรกเป็นป้ายเตือนข้อความ (“โค้งอันตราย”) ป้ายตำแหน่งที่สองเป็นป้ายเตือนทางโค้งติดตั้งร่วมกับป้ายจำกัดความเร็ว
- ทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง รูปแบบที่เหมาะสม คือ รูปแบบ C ป้ายตำแหน่งแรกเป็นป้ายเตือนข้อความ (“โค้งอันตราย”) ป้ายตำแหน่งที่สองเป็นป้ายเตือนทางโค้งติดตั้งร่วมกับป้ายจำกัดความเร็ว
- ทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ รูปแบบที่เหมาะสม คือ รูปแบบ C ป้ายตำแหน่งแรกเป็นป้ายเตือนข้อความ (“โค้งอันตราย”) ป้ายตำแหน่งที่สองเป็นป้ายเตือนทางโค้งติดตั้งร่วมกับป้ายจำกัดความเร็ว
- ทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน รูปแบบที่เหมาะสม คือ รูปแบบ A ป้ายเตือนทางโค้ง และรูปแบบ B ป้ายเตือนทางโค้งติดตั้งร่วมกับป้ายจำกัดความเร็ว



ภาพที่ 6.1 การติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วรูปแบบ A

ภาพที่ 6.2 การติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วรูปแบบ B

ภาพที่ 6.3 การติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วรูปแบบ C

6.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมการขับขี่ที่ทางโค้งในการศึกษาที่ผ่านมา

จากการวิเคราะห์ข้อมูลความเร็วของยานพาหนะที่เข้าสู่ทางโค้ง พบว่า ความเร็วของรถยนต์ก่อนเข้าทางโค้งจะมีค่าความเร็วมากกว่าความเร็วที่ตำแหน่งจุดเริ่มต้นทางโค้ง และรถยนต์นั่งส่วน

บุคคลจะขับด้วยความเร็วสูงกว่ารถกระบะในขณะทำการเข้าทางโค้งซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของวัชรงค์ ย่องบุตร (2549)

จากการวิเคราะห์รูปแบบการเปลี่ยนแปลงความเร็วที่ตำแหน่งต่าง ๆ (Speed Profile Pattern) ของทางโค้งประเภทต่าง ๆ พบว่า ทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้างและทางโค้งกลับทิศรัศมีแคบมีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงความเร็วที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของแต่ละรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วต่างกันซึ่งไม่สอดคล้องกับผลการศึกษาของธนัญชย์ นิ่งเจริญ และ วิโรจน์ ศรีสุรภานนท์ (2547) ที่พบว่า การปรับเปลี่ยนระยะการติดตั้งป้ายควบคุม หรือการลดระยะความยาวของทางลู่ (Taper Length) ไม่ได้ทำให้รูปแบบการเปลี่ยนแปลงความเร็ว ณ ตำแหน่งต่างๆ (Speed Profile Pattern) เปลี่ยนแปลงไป

จากการวิเคราะห์การกระจายความเร็วของยานพาหนะอันเนื่องจากการทดลองรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็ว พบว่า การเปลี่ยนรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วจะส่งผลต่อการกระจายความเร็วของยานพาหนะซึ่งสอดคล้องกันผลการศึกษาของ Bertini และคณะ (2006) ที่พบว่า หลังจากการติดตั้งระบบการเตือนทางโค้งแบบไดนามิค (Dynamic Curve Warning System) แทนที่รูปแบบการติดตั้งที่มีอยู่เดิม การกระจายความเร็วของยานพาหนะมีความแตกต่างในทางสถิติด้วยจำนวนยานพาหนะที่อยู่ในช่วงความเร็วสูงมีค่าลดต่ำลง

จากผลการศึกษาการสำรวจหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว พบว่า ลักษณะจำเพาะของทางโค้งมีผลต่อการเริ่มต้นชะลอความเร็วและตำแหน่งระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Mikolajotz และคณะ (2009) ที่พบว่า ความเร็วของรถยนต์เป็นฟังก์ชันของลักษณะจำเพาะของทางโค้งโดยมีระดับความเร็วที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงในแนวทางที่สอดคล้องกัน

6.3 ความสอดคล้องกับรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วตามมาตรฐานกรมทางหลวง

จากผลการทดลองปรับเปลี่ยนรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วรูปแบบต่าง ๆ ในภาคสนามที่ทางโค้งประเภทต่างๆ สามารถนำผลการศึกษาดังกล่าวมาเปรียบเทียบกับคู่มือเครื่องหมายควบคุมการจราจร (กรมทางหลวง, สำนักงานวิศวกรรมจราจร, 2531) โดยมีรายละเอียดการเปรียบเทียบแต่ละประเภททางโค้ง ดังแสดงในตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 การเปรียบเทียบรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วก่อนเข้าทางโค้ง

ประเภททางโค้ง	ป้ายจราจร		ตำแหน่งติดตั้งป้ายจราจร	
	มาตรฐานกรมทางหลวง	ผลการศึกษา	มาตรฐานกรมทางหลวง	ผลการศึกษา
ทางโค้งราบรัศมีกว้าง	ป้ายเตือนทางโค้ง+ป้ายเตือนความเร็ว	ป้ายเตือนทางโค้ง	ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง	ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง
ทางโค้งราบรัศมีแคบ	ป้ายเตือนทางโค้ง+ป้ายเตือนความเร็ว	ป้ายเตือนทางโค้ง	ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง	ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง
ทางโค้งกลับทิศรัศมีกว้าง	ป้ายเตือนทางโค้ง+ป้ายเตือนความเร็ว	ป้ายเตือนทางโค้ง+ป้ายจำกัดความเร็ว+ป้ายเตือนข้อความ "โค้งอันตราย"	ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง	ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง
ทางโค้งกลับทิศรัศมีแคบ	ป้ายเตือนทางโค้ง+ป้ายเตือนความเร็ว	ป้ายเตือนทางโค้ง+ป้ายจำกัดความเร็ว+ป้ายเตือนข้อความ "โค้งอันตราย"	ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง	ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง
ทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน	ป้ายเตือนทางขึ้นลาดชัน	ป้ายเตือนทางขึ้นลาดชัน	ก่อนจุดเริ่มต้นทางลาดชัน	ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน

จากตารางที่ 6.1 กรณีทางโค้งราบทุกประเภท มาตรฐานกรมทางหลวงกำหนดให้ติดตั้งป้ายเตือนทางโค้งก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง หากกรณีที่ความเร็วปลอดภัยบนทางโค้งมีค่าน้อยกว่าความเร็วสำคัญบนทางตรงเกิน 30 กม./ชม. ให้ติดตั้งป้ายเตือนความเร็วควบคู่ไปด้วย และกรณีทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน มาตรฐานกรมทางหลวงกำหนดให้ติดตั้งป้ายเตือนทางขึ้นลาดชันก่อนจุดเริ่มต้นทางลาดชัน ขณะที่ผลการทดลองรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วจะได้รูปแบบการติดตั้งที่เหมาะสมกับทางโค้งซึ่งจะมีลักษณะคล้ายกับมาตรฐานกรมทางหลวงในส่วนของทางโค้งรัศมีกว้าง ทางโค้งรัศมีแคบ และทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน แต่จะมีลักษณะที่แตกต่างกันในส่วนของทางโค้งกลับทิศรัศมีกว้างและทางโค้งกลับทิศรัศมีแคบ

6.4 ความสอดคล้องกับระยะการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วตามมาตรฐานกรมทางหลวงหรือ MUTCD

จากการทดลองปรับเปลี่ยนรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วรูปแบบต่าง ๆ ในภาคสนามที่ทางโค้งประเภทต่าง ๆ สามารถนำระยะการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วที่ใช้ในการทดลองมาเปรียบเทียบกับคู่มือเครื่องหมายควบคุมการจราจร (กรมทางหลวง, สำนักงานวิศวกรรมจราจร, 2531) และ Manual on Uniform Traffic Control Devices 2003 EDITION (U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration [FHWA], 2003) โดยมีรายละเอียดการเปรียบเทียบระยะติดตั้งป้ายเตือนทางโค้งบริเวณก่อนเข้าทางโค้ง ดังแสดงในตารางที่ 6.2

ตารางที่ 6.2 การเปรียบเทียบระยะติดตั้งป้ายเตือนทางโค้งบริเวณก่อนเข้าทางโค้ง

ประเภททางโค้ง	ระยะติดตั้งป้ายจราจร		
	มาตรฐานกรมทางหลวง	MUTCD	การศึกษา
ทางโค้งราบรัศมีกว้าง	200 ม. $\leq$ ระยะติดตั้ง $\leq$ 250 ม.	ไม่มีการระบุกำหนด	100 ม.
ทางโค้งราบรัศมีแคบ	200 ม. $\leq$ ระยะติดตั้ง $\leq$ 250 ม.	ไม่มีการระบุกำหนด	100 ม.
ทางโค้งกลับทิศรัศมีกว้าง	200 ม. $\leq$ ระยะติดตั้ง $\leq$ 250 ม.	ไม่มีการระบุกำหนด	100 ม.
ทางโค้งกลับทิศรัศมีแคบ	200 ม. $\leq$ ระยะติดตั้ง $\leq$ 250 ม.	ไม่มีการระบุกำหนด	100 ม.
ทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน	200 ม. $\leq$ ระยะติดตั้ง $\leq$ 250 ม.	ไม่มีการกล่าวถึง	100 ม.

จากตารางที่ 6.2 กรณีทางโค้งราบทุกประเภท มาตรฐานกรมทางหลวงกำหนดให้ติดตั้งป้ายเตือนทางโค้งก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้งเป็นระยะไม่น้อยกว่า 200 เมตร และไม่เกิน 250 เมตร ขณะที่ MUTCD กำหนดให้ติดตั้งป้ายเตือนทางโค้งก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง โดยพิจารณาจากความเร็วสำคัญและความเร็วปลอดภัย ซึ่งในการทดลองนี้ไม่มีการกำหนดระยะติดตั้งต่ำสุดตามสภาพเงื่อนไขของทางโค้งราบที่ใช้ในการทดลองโดยพิจารณาที่ความเร็วสำคัญเท่ากับ 70 กม./ชม. และความเร็วปลอดภัยเท่ากับ 30-40 กม./ชม. ในส่วนของการทดลองปรับเปลี่ยนรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วกำหนดให้ติดตั้งป้ายเตือนทางโค้งก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง 100 เมตร ซึ่งมีระยะการติดตั้งป้ายเตือนทางโค้งน้อยกว่ามาตรฐานกรมทางหลวง แต่อยู่ในช่วงระยะการติดตั้งป้ายเตือนทางโค้งของ MUTCD และกรณีทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน มาตรฐานกรมทางหลวงกำหนดให้ติดตั้งป้ายเตือนทางโค้งก่อนจุดเริ่มทางลาดชันเป็นระยะไม่น้อยกว่า 200 เมตร และไม่เกิน 250 เมตร ขณะที่ MUTCD

ไม่ได้กล่าวถึงการติดตั้งป้ายเตือนทางโค้งกรณีทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน ในส่วนของการทดลองปรับเปลี่ยนรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วกำหนดให้ติดตั้งป้ายเตือนทางโค้งก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้งดิ่ง 100 เมตร ซึ่งมีระยะการติดตั้งน้อยกว่ามาตรฐานกรมทางหลวง โดยพิจารณาที่ความเร็วสำคัญเท่ากับ 70 กม./ชม. และความเร็วปลอดภัยเท่ากับ 30 กม./ชม.

6.5 ข้อเสนอแนะต่อการศึกษาในอนาคต

จากผลการศึกษานี้ ทำให้สามารถทราบถึงวิธีการและแนวคิดเบื้องต้นในการศึกษาพฤติกรรมการขับขี่ที่มีต่อป้ายจราจรในประเทศไทย จากวิธีการและแนวคิดดังกล่าว สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาเพิ่มเติมในอนาคต อันมีประเด็นในการศึกษาเพิ่มเติมดังต่อไปนี้

- ประเภทสายทาง โดยอาจทำการศึกษากับทางหลวงแผ่นดินหรือทางพิเศษ เพื่อศึกษาว่าพฤติกรรมผู้ขับขี่มีความแตกต่างจากทางหลวงชนบทหรือไม่
- ลักษณะทางกายภาพของถนน โดยอาจทำการศึกษาทางหลวงที่มีจำนวนช่องทางจราจรในทิศทางเดียวกันตั้งแต่ 2 ช่องทางจราจร เพื่อศึกษาว่ามีความแตกต่างจากทางหลวงที่มีจำนวนช่องทางจราจรในหนึ่งทิศทางเพียง 1 ช่องทางจราจร หรือไม่
- ประเภทของยานพาหนะ โดยอาจทำการศึกษายานพาหนะประเภทอื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น รถจักรยานยนต์ รถบรรทุก หรือรถที่ใช้ในเชิงพาณิชย์ เพื่อศึกษาว่ามีความแตกต่างในด้านพฤติกรรมการขับขี่อย่างไร
- ควรมีการเก็บข้อมูลสถิติอุบัติเหตุหลังจากมีการนำมาตรการดังกล่าวนี้ไปใช้ในทางปฏิบัติ เพื่อประเมินประสิทธิภาพการใช้งานที่เกิดขึ้นจริง
- ควรมีการนำอุปกรณ์อำนวยความปลอดภัยอื่น ๆ เช่น เครื่องหมายจราจร ราวกั้นอันตราย หมุดสะท้อนแสง แถบสั่นสะเทือน หรือเสานำทาง มาร่วมใช้ด้วย เพื่อช่วยบอก เตือน หรือบังคับแก่ผู้ขับขี่ให้ทราบถึงอันตรายหรือข้อควรปฏิบัติในขณะทำการขับขี่เข้าทางโค้งให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
- นำวิธีการศึกษาในงานวิจัยนี้เป็นแนวทางในการศึกษาป้ายจราจรประเภทอื่น ๆ เช่น ป้ายเตือนประเภทอื่น ๆ หรือป้ายแนะนำทาง หรือป้ายที่ไม่เคยมีการนำมาใช้

ในประเทศไทยมาก่อน เป็นต้น

- ควรมีการทำแบบสอบถามผู้ขับขี่ในการทดลองรูปแบบการติดตั้งป้ายและการสำรวจหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว เพื่อเป็นการสนับสนุนผลการวิเคราะห์ที่ได้จากความเร็วของผู้ขับขี่และแผนภาพเวลา-ระยะทาง
- จากการประเมินประสิทธิภาพรูปแบบการติดตั้งป้ายจราจรโดยใช้ความราบเรียบของความเร็วเป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพ เส้นการลดความเร็วสมมติที่เหมาะสมอาจจะมีลักษณะเป็นเส้นโค้งซึ่งต่างจากการศึกษาที่กำหนดเป็นเส้นตรง และสูตรที่ใช้ในการหาความราบเรียบของความเร็วอาจทำให้เป็นผลลัพธ์ที่ไร้หน่วย โดยทำการหารผลต่างระหว่างความเร็วที่เกิดขึ้นจริงและความเร็วที่คำนวณจากความหน่วงสมมติด้วยความเร็วที่คำนวณจากความหน่วงสมมติ เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบรูปแบบการติดตั้งป้ายในทางโค้งต่างประเภทกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ตำรวจแห่งชาติ, สำนักงาน. ตำรวจภูธรจังหวัดกำแพงเพชร. 2552. สถิติอุบัติเหตุบนทางหลวงในจังหวัดกำแพงเพชร. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.kamphangphet.police.go.th/-words/365mon02-03-2009.ppt [2552, 1 มิถุนายน]

ทางหลวง, กรม. 2541. เอกสารนโยบาย การศึกษาข้อมูลและวิธีการควบคุมความเร็วบนทางหลวง.

ทางหลวง, กรม. กองวิศวกรรมจราจร. 2531. คู่มือเครื่องหมายควบคุมการจราจร.

ทางหลวง, กรม. สำนักอำนวยความปลอดภัย. 2552. ราคามาตรฐานงานอำนวยความปลอดภัย.

ธนัญชย์ นิ่งเจริญ และ วิโรจน์ ศรีสุรภานนท์. 2547. ผลของระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างบนทางหลวง. ใน เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ การขนส่งแห่งชาติ ครั้งที่ 1, หน้า 107-114. 15 ตุลาคม 2546 ณ ห้องมิ่งเมือง โรงแรมเดอะทวินทาวเวอร์ (โซลทวิน) กรุงเทพมหานคร.

นโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, สำนักงาน. 2547. คู่มือการใช้เครื่องหมายจราจรบริเวณทางโค้ง เล่มที่ 4.

นโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, สำนักงาน. 2547. เอกสารการเรียนรู้ด้วยตนเองเกี่ยวกับเครื่องหมายจราจรบริเวณทางโค้ง เล่มที่ 4.

วัชรงค์ ย่องบุตร. 2549. พฤติกรรมผู้ขับขี่บริเวณทางโค้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ภาษาอังกฤษ

AASHOTO. 2004. A Policy on Geometric Design of Highways and Streets (5th ed.). American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington D.C.

Bertini, R.L., Monsere, C.M., Nolan, C., Bosa, P. and El-Seoud, T.A. 2006. Field Evaluation of the Myrtle Creek Advanced Curve Warning System. Report No. FHWA-OR-RD-06-13, Research Unit, Oregon Department of Transportation, Oregon.

Charlton, S.G. 2006. The role of attention in horizontal curves: A comparison of advance warning, delineation, and road marking treatments. Accident Analysis & Prevention Vol. 39 (2007): 873-885.

Comte, S.L. and A.H. Jamson. 2000. Traditional and Innovative Speed-Reducing Measures for Curves: an Investigation of Driver Behaviour Using a Driving Simulator. Safety Science Vol. 36: 137-150.

Daganzo, C.F. 1997. Fundamental of Traffic and Transportation Operations. Elsevier, New York, pp. 1-4.

FHWA. 2003. Manual on Uniform Traffic Control Devices. Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation, Washington D.C.

Houten, R.V. and F.V. Houten. 1987. The Effects of a Specific Prompting Sign on Speed Reduction. Accid. Anal. & Prev. Vol. 19 No. 2: 115-117.

Milosevic, J. and J. Milic. 1990. Speed Perception in Road Curves. Journal of Safety Research Vol. 21: 19-23.

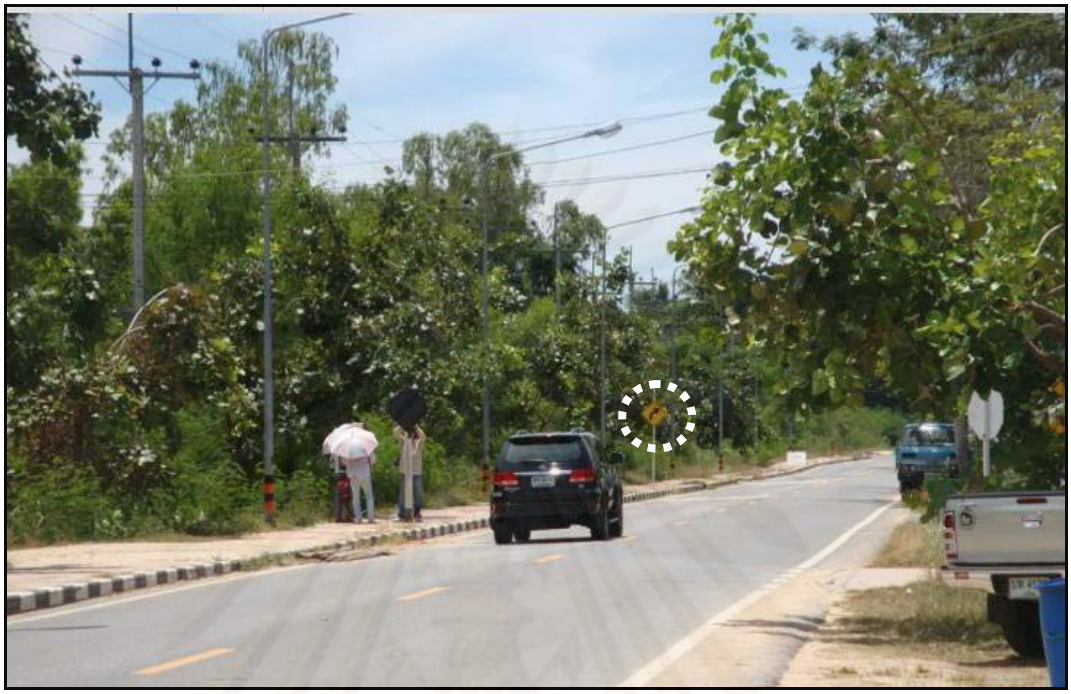
Vest, A., Stamatiadis, N., Clayton, A. and Pigman, J. 2005. Effect of Warning Signs on Curve Operating Speeds. Report No. KTC-05-20/SPR-259-03-1F, Kentucky Transportation Center, College of Engineering, University of Kentucky, Lexington, KY.

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.
ภาพแสดงการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วรูปแบบต่างๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ ก.1 การติดตั้งป้ายรูปแบบ A บนทางโค้งราบรัศมีกว้าง สายทาง ชบ.1008

ภาพที่ ก.2 การติดตั้งป้ายรูปแบบ B บนทางโค้งราบรัศมีกว้าง สายทาง ชบ.1008

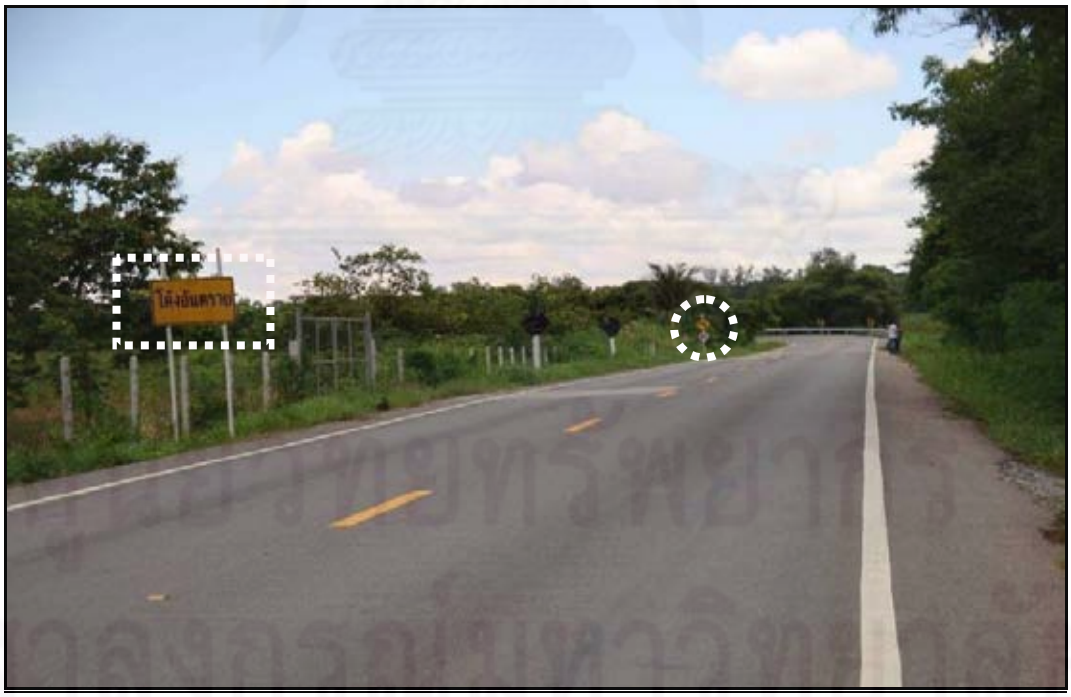
ภาพที่ ก.3 การติดตั้งป้ายรูปแบบ C บนทางโค้งราบรัศมีกว้าง สายทาง ชบ.1008

ภาพที่ ก.4 การติดตั้งป้ายรูปแบบ D บนทางโค้งราบรัศมีกว้าง สายทาง ชบ.1008

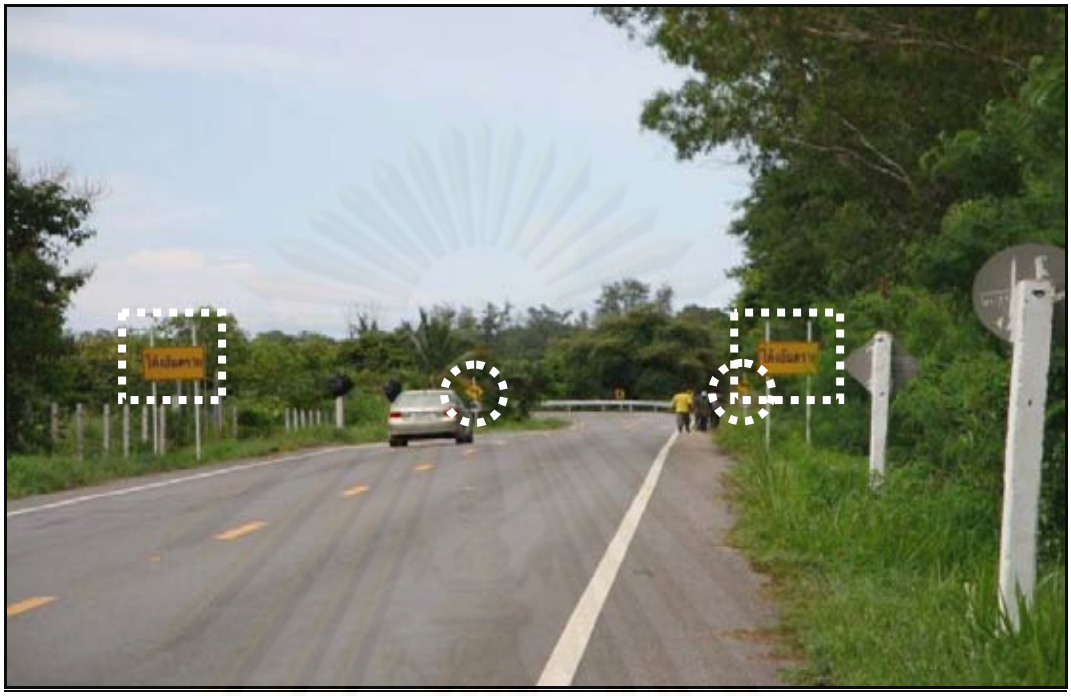
ภาพที่ ก.5 การติดตั้งป้ายรูปแบบ E บนทางโค้งราบรัศมีกว้าง สายทาง ชบ.1008

ภาพที่ ก.6 การติดตั้งป้ายรูปแบบ A บนทางโค้งราบรัศมีแคบ สายทาง ชบ.5010

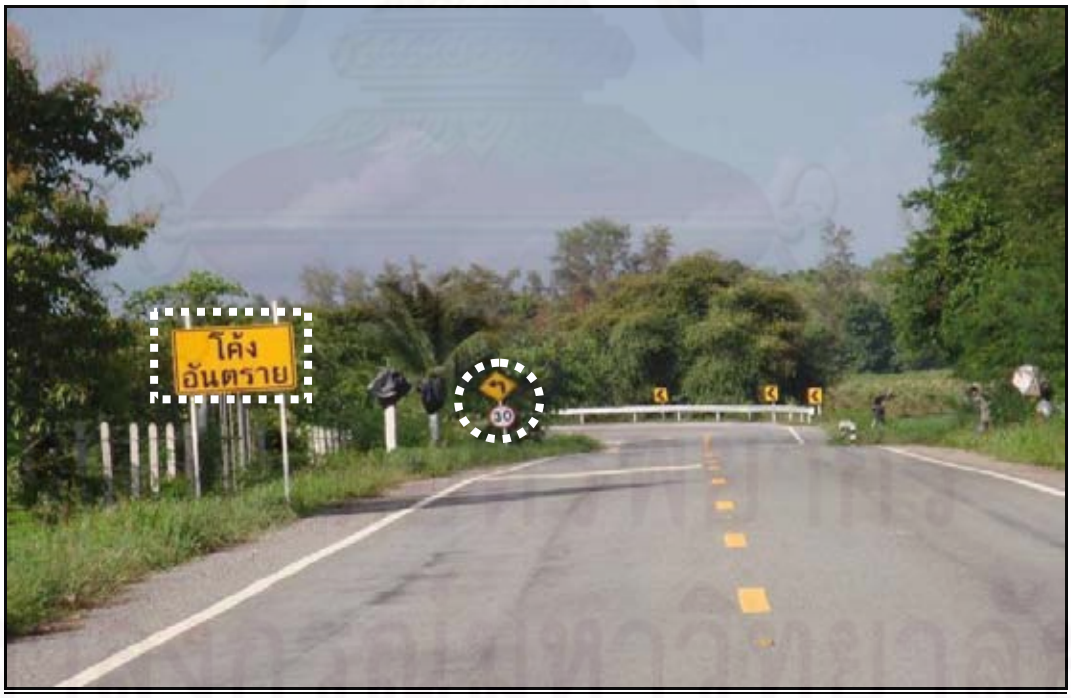
ภาพที่ ก.7 การติดตั้งป้ายรูปแบบ B บนทางโค้งราบรัศมีแคบ สายทาง ชบ.5010



ภาพที่ ก.8 การติดตั้งป้ายรูปแบบ C บนทางโค้งราบรัศมีแคบ สายทาง ชบ.5010

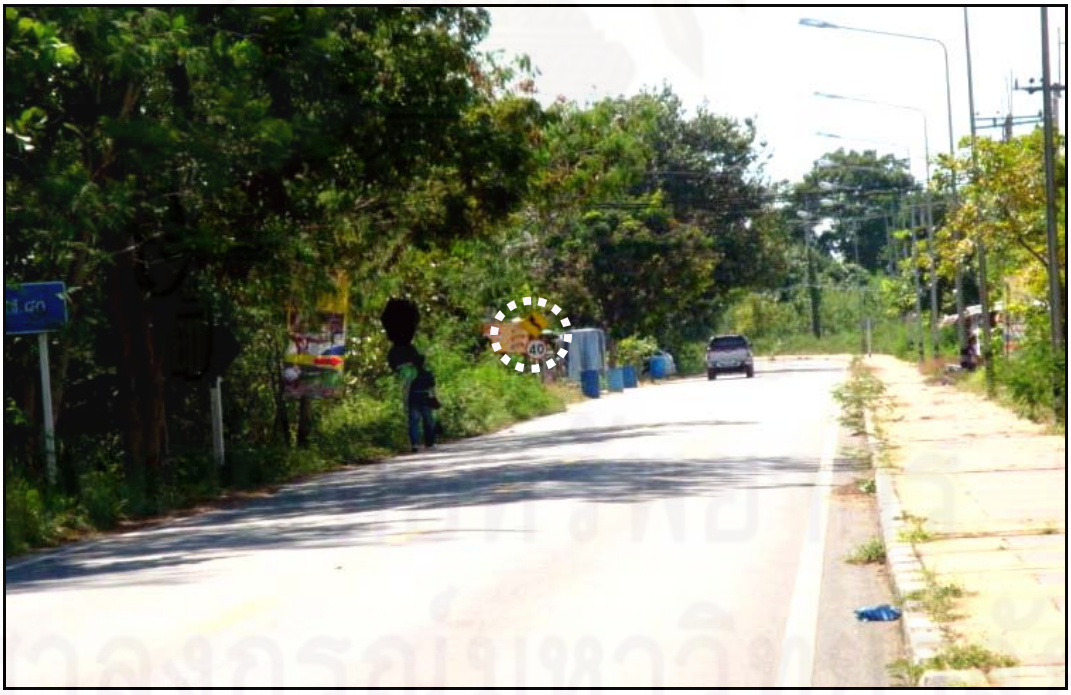


ภาพที่ ก.9 การติดตั้งป้ายรูปแบบ D บนทางโค้งราบรัศมีแคบ สายทาง ชบ.5010



ภาพที่ ก.10 การติดตั้งป้ายรูปแบบ E บนทางโค้งราบรัศมีแคบ สายทาง ชบ.5010

ภาพที่ ก.11 การติดตั้งป้ายรูปแบบ A บนทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง สายทาง ชบ.1008



ภาพที่ ก.12 การติดตั้งป้ายรูปแบบ B บนทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง สายทาง ชบ.1008

ภาพที่ ก.13 การติดตั้งป้ายรูปแบบ C บนทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง สายทาง ชบ.1008

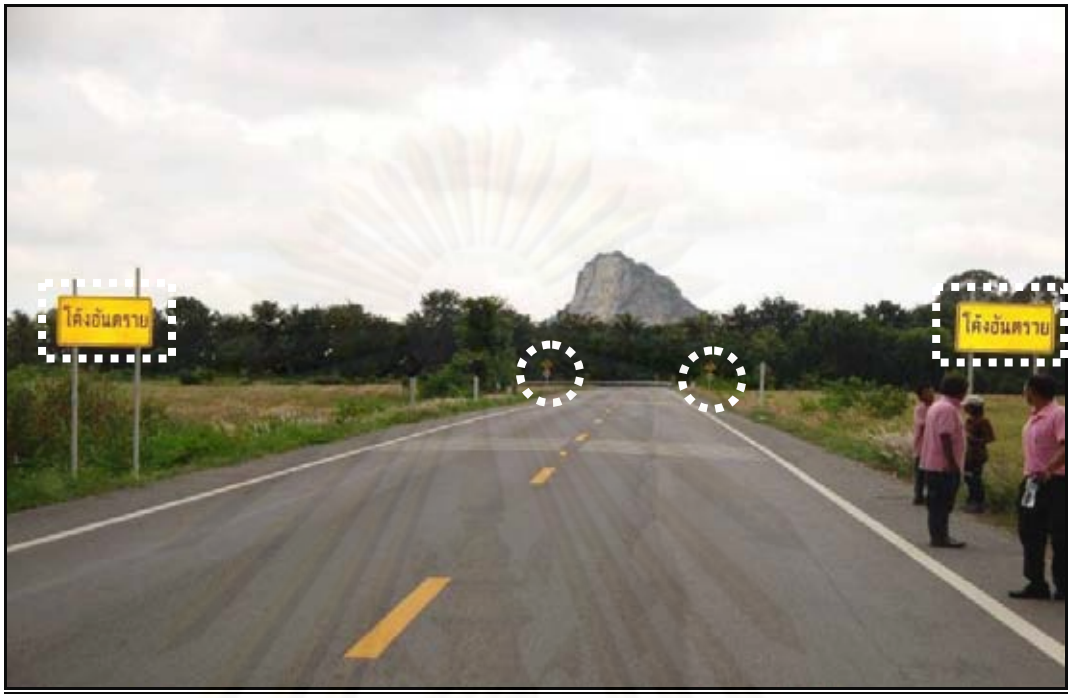
ภาพที่ ก.14 การติดตั้งป้ายรูปแบบ D บนทางโค้งกลับทิศรัศมีกว้าง สายทาง ชบ.1008

ภาพที่ ก.15 การติดตั้งป้ายรูปแบบ E บนทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง สายทาง ชบ.1008

ภาพที่ ก.16 การติดตั้งป้ายรูปแบบ A บนทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ สายทาง ชบ.5010

ภาพที่ ก.17 การติดตั้งป้ายรูปแบบ B บนทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ สายทาง ชบ.5010

ภาพที่ ก.18 การติดตั้งป้ายรูปแบบ C บนทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ สายทาง ชบ.5010

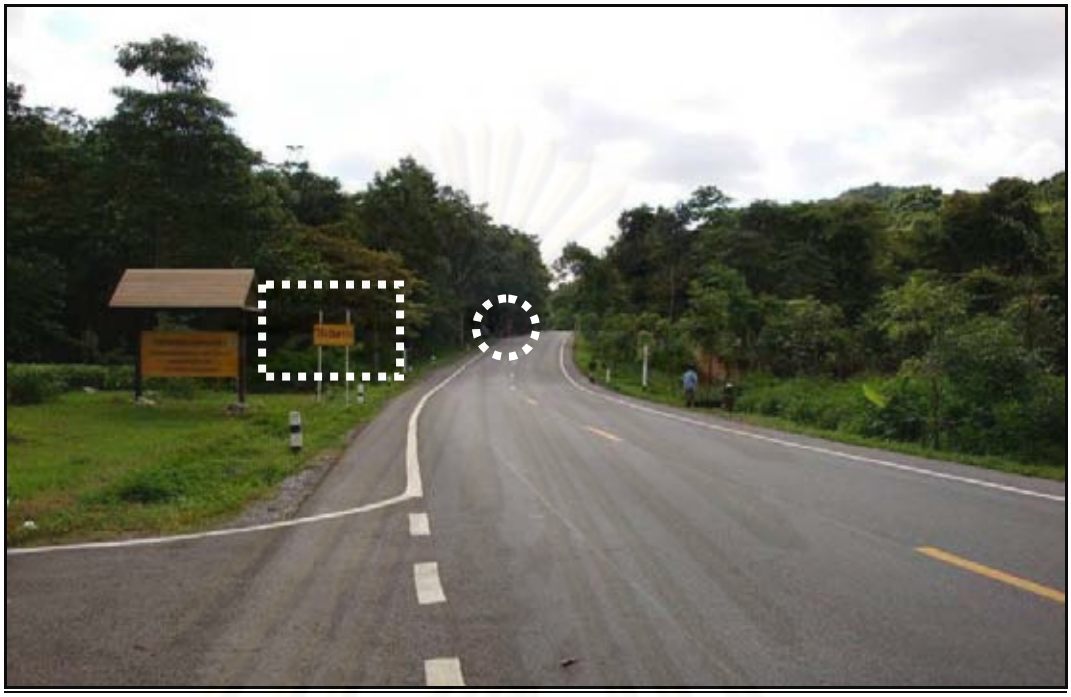


ภาพที่ ก.19 การติดตั้งป้ายรูปแบบ D บนทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ สายทาง ชบ.5010

ภาพที่ ก.20 การติดตั้งป้ายรูปแบบ E บนทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ สายทาง ชบ.5010

ภาพที่ ก.21 การติดตั้งป้ายรูปแบบ A บนทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน สายทาง ชบ.1003

ภาพที่ ก.22 การติดตั้งป้ายรูปแบบ B บนทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน สายทาง ชบ.1008

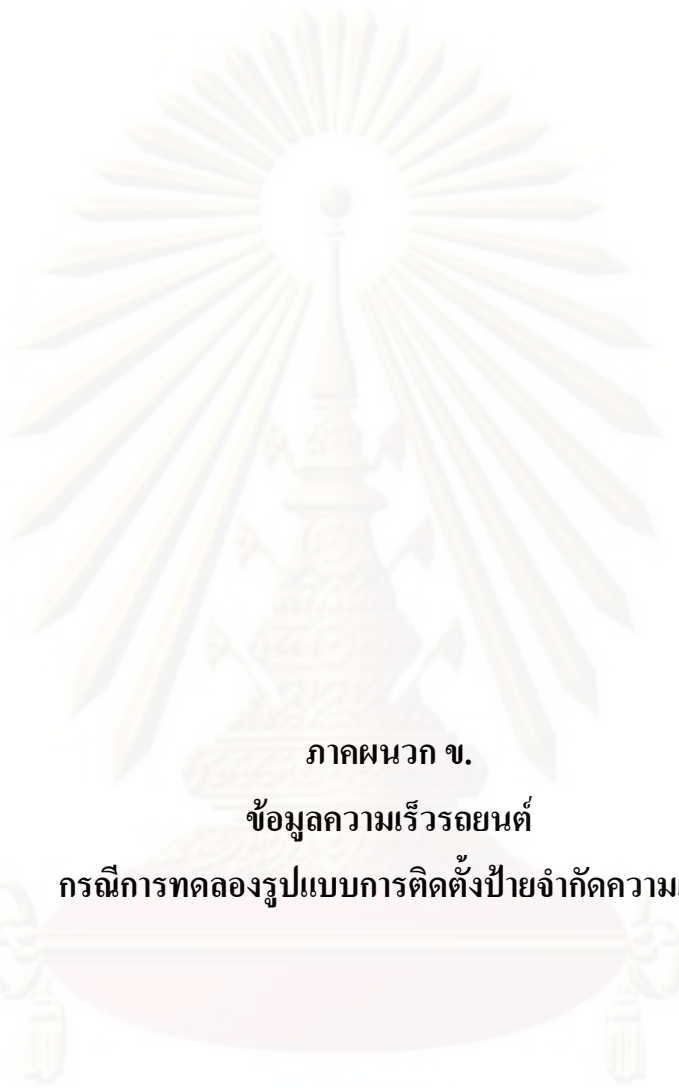


ภาพที่ ก.23 การติดตั้งป้ายรูปแบบ C บนทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน สายทาง ชบ.1003

ภาพที่ ก.24 การติดตั้งป้ายรูปแบบ D บนทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน สายทาง ชบ.1003

ภาพที่ ก.25 การติดตั้งป้ายรูปแบบ E บนทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน สายทาง ชบ.1003

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ข.

ข้อมูลความเร็วรถยนต์

กรณีการทดลองรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็ว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สัญลักษณ์

ลักษณะรถยนต์

- **ประเภท**

  1 หมายถึง รถเก๋ง

  2 หมายถึง รถกระบะ

- **จังหวัด**

  0 หมายถึง ป้ายทะเบียนรถยนต์จังหวัดชลบุรี

  1 หมายถึง ป้ายทะเบียนรถยนต์จังหวัดอื่นๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.1 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ A กรณีทางโค้งราบรัศมีกว้าง

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
1	2	0	68	75	66	53
2	2	0	44	39	41	32
3	2	0	47	45	42	38
4	1	0	51	49	43	43
5	2	0	55	57	45	28
6	1	1	45	47	40	27
7	2	1	49	53	50	30
8	1	1	52	50	48	42
9	2	0	47	44	42	40
10	1	1	61	66	59	60
11	2	0	48	41	37	34
12	2	1	53	51	45	50
13	2	0	53	53	42	42
14	1	1	69	69	51	31
15	2	0	58	59	57	37
16	1	1	39	35	30	29
17	2	1	55	51	43	25
18	1	0	56	51	47	33
19	1	1	62	59	49	32
20	2	1	50	54	43	41
21	2	0	51	58	49	55
22	1	0	52	53	35	27
23	1	0	57	51	50	48
24	2	1	57	64	42	37
25	2	0	63	65	57	39
26	1	1	72	75	63	45
27	2	0	55	56	52	33
28	2	1	68	68	55	37
29	1	1	60	62	52	34
30	2	1	65	69	57	34
31	1	1	57	76	50	30

ตารางที่ ข.1 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ A กรณีทางโค้งราบรัศมีกว้าง (ต่อ)

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
32	2	0	43	44	43	25
33	1	1	64	62	52	35
34	2	0	45	45	38	22
35	2	0	54	51	40	28
36	1	1	52	58	48	29
37	1	1	52	60	52	29
38	2	1	61	55	48	28
39	2	1	55	52	47	29
40	1	1	55	60	51	41
41	2	0	71	64	50	37
ค่าเฉลี่ย			**55.4**	**56.0**	**47.6**	**35.8**
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			**7.9**	**9.8**	**8.7**	**7.4**

ตารางที่ ข.2 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ B กรณีทางโค้งราบรัศมีกว้าง

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
1	2	1	58	57	56	54
2	2	0	67	62	61	63
3	2	0	72	66	68	70
4	1	1	76	79	78	76
5	2	1	50	51	52	48
6	2	1	63	68	68	58
7	1	1	78	75	73	67
8	1	1	71	67	67	65
9	2	0	60	60	63	51
10	1	0	71	69	70	70
11	2	0	59	58	59	51
12	2	1	52	48	50	48
13	2	0	63	59	60	56
14	2	0	66	61	60	55

ตารางที่ ข.2 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ B กรณีทางโค้งราบรัศมีกว้าง (ต่อ)

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
15	1	1	69	65	61	59
16	1	1	70	69	68	53
17	2	0	55	54	50	44
18	1	0	46	44	41	35
19	1	1	62	65	62	60
20	2	1	54	52	54	54
21	1	1	63	63	63	58
22	2	1	70	69	72	57
23	2	0	66	70	68	55
24	1	1	73	71	72	65
25	1	1	57	57	56	56
26	2	1	58	52	52	43
27	1	1	55	52	51	44
28	1	1	70	72	71	65
29	1	1	72	70	73	59
30	2	0	69	61	62	52
31	1	0	45	44	42	39
32	1	1	67	65	68	63
33	2	0	69	69	72	56
34	2	1	70	69	71	64
35	1	1	75	71	71	69
36	2	1	64	63	60	51
37	1	0	61	60	64	54
38	2	0	64	66	63	64
39	2	0	55	54	57	54
ค่าเฉลี่ย			**63.7**	**62.2**	**62.3**	**56.5**
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			**8.2**	**8.4**	**8.8**	**8.9**

ตารางที่ ข.3 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ C กรณีทางโค้งราบรัศมีกว้าง

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
1	2	0	62	61	59	55
2	2	1	64	63	63	60
3	1	1	68	66	67	58
4	2	0	44	45	48	45
5	1	1	51	53	51	40
6	2	1	72	69	72	66
7	1	1	54	54	55	49
8	2	0	66	69	45	66
9	2	0	63	59	67	61
10	2	0	56	57	59	50
11	2	1	42	44	46	39
12	1	1	51	54	56	51
13	1	0	67	69	70	60
14	2	1	47	52	48	49
15	2	0	50	53	46	48
16	1	0	55	59	54	56
17	1	0	62	61	57	56
18	2	0	60	61	62	46
19	2	1	59	59	61	56
20	2	0	48	50	54	51
21	1	1	62	63	59	61
22	2	0	72	70	62	54
23	1	0	51	49	56	49
24	1	0	62	61	53	52
25	2	1	55	56	52	51
26	1	0	68	67	67	52
27	2	0	51	50	73	30
28	1	0	53	51	51	56
29	1	1	55	55	49	49
30	1	1	51	49	50	54
31	1	1	55	55	59	40

ตารางที่ ข.3 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ C กรณีทางโค้งราบรัศมีกว้าง (ต่อ)

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
32	1	1	54	56	55	46
33	1	1	51	55	53	48
34	2	0	57	65	63	67
35	2	0	56	60	50	48
36	1	1	64	67	70	56
37	2	1	62	63	53	51
38	1	1	58	62	65	53
ค่าเฉลี่ย			**57.3**	**58.2**	**57.4**	**52.1**
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			**7.4**	**6.9**	**7.7**	**7.7**

ตารางที่ ข.4 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ D กรณีทางโค้งราบรัศมีกว้าง

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
1	2	0	39	39	38	37
2	1	0	54	53	50	55
3	1	1	56	57	51	47
4	1	1	58	58	57	50
5	1	1	56	57	58	45
6	2	1	62	65	70	61
7	2	1	88	87	88	70
8	2	0	60	69	63	61
9	2	0	47	47	48	46
10	1	1	63	56	55	55
11	2	1	81	80	78	61
12	1	0	62	56	60	54
13	2	0	69	55	55	55
14	2	1	52	56	60	56
15	2	1	67	66	62	50
16	1	0	115	99	85	81

ตารางที่ ข.4 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ D กรณีทางโค้งราบรัศมีกว้าง (ต่อ)

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
17	1	1	65	69	59	58
18	1	1	51	55	56	45
19	1	1	66	63	56	55
20	2	1	59	56	55	48
21	2	0	47	43	43	43
22	2	1	51	47	46	45
23	1	1	69	69	67	58
24	2	0	60	63	69	67
25	1	0	91	90	80	79
26	2	1	74	71	69	70
27	1	0	52	50	54	54
28	2	1	49	45	45	44
29	2	0	38	37	35	34
30	2	0	66	60	59	57
31	1	1	58	57	53	54
32	1	1	55	51	51	53
33	1	0	56	60	65	61
34	2	0	42	41	49	46
ค่าเฉลี่ย			**61.1**	**59.6**	**58.5**	**54.6**
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			**15.4**	**14.1**	**12.3**	**10.5**

ตารางที่ ข.5 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ E กรณีทางโค้งราบรัศมีกว้าง

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
1	1	1	72	67	69	69
2	2	0	67	64	64	64
3	2	1	57	57	56	53
4	2	0	57	57	51	51
5	1	1	60	50	54	61
6	2	0	56	55	58	56

ตารางที่ ข.5 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ E กรณีทางโค้งราบรัศมีกว้าง (ต่อ)

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
7	1	1	74	70	75	70
8	1	1	80	70	70	68
9	1	0	57	46	49	49
10	1	1	69	62	65	62
11	2	1	41	36	36	31
12	2	0	64	54	55	54
13	2	0	74	65	69	67
14	1	0	53	45	38	38
15	1	1	58	53	55	50
16	1	0	77	75	73	73
17	2	0	53	51	48	48
18	1	0	51	50	44	38
19	2	0	83	79	80	80
20	1	1	68	67	62	61
21	1	1	64	63	61	60
22	2	1	66	69	68	64
23	1	1	80	79	74	74
24	1	0	70	70	69	67
25	1	1	68	66	61	61
26	2	1	55	53	47	43
27	1	0	54	54	51	48
28	1	0	75	68	63	63
29	1	1	62	59	54	52
30	1	1	64	62	60	60
31	1	1	95	80	76	68
32	1	0	63	60	60	57
33	2	0	58	54	49	49
34	1	0	57	56	52	48
35	2	0	67	63	58	56
36	2	0	53	54	49	45
37	2	1	60	56	51	49

ตารางที่ ข.5 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ E กรณีทางโค้งราบรัศมีกว้าง (ต่อ)

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
38	2	0	57	55	55	50
39	2	1	56	48	48	47
40	2	0	68	66	64	60
ค่าเฉลี่ย			**64.1**	**60.2**	**58.5**	**56.6**
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			**10.4**	**9.9**	**10.4**	**10.8**

ตารางที่ ข.6 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ A กรณีทางโค้งราบรัศมีแคบ

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
1	2	0	38	42	34	35
2	2	1	54	63	41	45
3	1	1	67	72	57	57
4	1	0	58	64	60	57
5	2	1	67	65	51	49
6	2	1	60	67	50	50
7	2	1	48	49	37	36
8	1	1	63	65	53	59
9	1	1	50	52	39	46
10	2	1	58	51	30	47
11	2	0	57	60	58	56
12	2	0	58	58	51	55
13	2	1	52	53	46	46
14	1	1	61	65	58	60
15	1	1	65	64	55	51
16	1	1	77	79	60	61
17	1	1	56	58	50	39
18	1	1	48	47	47	40
19	1	1	43	42	45	45
20	1	1	55	50	41	39
21	2	1	47	53	49	44

ตารางที่ ข.6 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ A กรณีทางโค้งราบรัศมีแคบ (ต่อ)

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
22	2	1	60	62	56	53
23	2	1	48	46	45	42
24	1	1	36	34	39	35
25	1	1	49	52	49	47
26	1	1	58	64	63	57
27	1	1	45	44	36	41
28	1	1	61	60	56	54
29	1	1	62	63	53	53
30	1	1	73	79	73	69
ค่าเฉลี่ย			**55.8**	**57.4**	**49.4**	**48.9**
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			**9.5**	**10.7**	**8.6**	**9.6**

ตารางที่ ข.7 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ B กรณีทางโค้งราบรัศมีแคบ

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
1	1	1	64	71	67	60
2	1	1	55	59	56	50
3	1	1	62	64	56	50
4	1	1	61	69	60	56
5	1	0	64	62	53	54
6	1	1	68	67	35	42
7	2	0	55	49	47	45
8	1	1	59	61	55	47
9	2	0	69	69	60	55
10	2	1	60	62	55	51
11	2	1	53	55	52	53
12	1	1	72	75	70	60
13	1	1	62	62	53	55
14	2	1	58	67	57	51
15	1	1	67	64	55	55

ตารางที่ ข.7 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ B กรณีทางโค้งราบรัศมีแคบ (ต่อ)

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
16	1	1	57	63	58	45
17	2	1	50	61	50	49
18	1	1	67	77	68	55
19	2	0	43	52	52	48
20	1	1	54	62	53	47
21	1	1	55	50	42	40
22	2	0	60	52	43	49
23	1	0	54	61	50	45
24	2	0	87	90	81	71
25	2	0	65	69	58	56
26	1	1	62	62	81	47
27	2	0	41	43	43	44
28	1	1	56	58	48	42
29	1	0	68	71	67	60
30	2	1	59	67	54	41
ค่าเฉลี่ย			**60.2**	**63.1**	**56.0**	**50.8**
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			**8.8**	**9.3**	**10.4**	**6.9**

ตารางที่ ข.8 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ C กรณีทางโค้งราบรัศมีแคบ

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
1	1	1	56	61	54	45
2	2	1	35	42	36	30
3	1	1	68	76	60	50
4	1	1	64	69	58	51
5	1	0	49	52	50	52
6	1	1	75	83	75	64
7	1	1	59	58	51	51
8	2	1	69	51	42	38
9	1	0	55	62	54	46

ตารางที่ ข.8 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ C กรณีทางโค้งราบรัศมีแคบ (ต่อ)

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
10	1	0	62	67	61	50
11	1	1	54	51	47	44
12	2	0	53	56	47	45
13	2	1	44	49	44	40
14	1	0	39	50	40	38
15	2	1	46	49	45	46
16	1	1	45	42	39	42
17	1	0	51	62	58	54
18	1	1	54	60	54	46
19	2	0	56	57	50	48
20	2	1	54	58	52	44
21	1	1	58	58	46	49
22	2	1	55	49	42	46
23	1	1	53	51	46	42
24	1	1	52	49	43	44
25	1	1	50	59	49	44
26	1	1	63	67	60	53
27	1	1	55	59	48	45
28	1	1	57	57	46	34
29	1	1	63	63	57	48
30	2	0	64	69	62	56
ค่าเฉลี่ย			**55.3**	**57.9**	**50.5**	**46.2**
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			**8.7**	**9.3**	**8.4**	**6.7**

ตารางที่ ข.9 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ D กรณีทางโค้งราบรัศมีแคบ

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
1	2	0	55	53	51	41
2	2	0	49	52	50	44
3	1	1	67	74	59	52

ตารางที่ ข.9 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ D กรณีทางโค้งราบรัศมีแคบ (ต่อ)

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
4	1	1	74	74	65	57
5	2	1	71	70	65	55
6	2	1	48	49	42	41
7	1	1	69	54	54	50
8	2	0	83	86	70	59
9	1	0	66	68	59	53
10	2	1	39	39	30	30
11	1	1	48	57	51	46
12	2	0	64	60	58	59
13	2	0	55	60	45	45
14	2	1	58	66	54	52
15	2	1	49	53	45	41
16	2	0	72	73	60	51
17	1	1	64	63	60	53
18	2	1	60	53	44	40
19	1	1	62	61	54	49
20	2	1	52	55	48	46
21	1	0	54	54	49	46
22	2	1	56	63	57	41
23	1	1	65	60	54	45
24	1	0	77	79	77	64
25	1	0	82	90	81	46
26	1	1	58	63	51	48
27	1	0	60	60	51	46
28	2	0	55	59	52	46
29	1	1	72	71	60	52
30	1	1	58	67	62	55
ค่าเฉลี่ย			**61.4**	**62.9**	**55.3**	**48.4**
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			**10.6**	**11.0**	**10.3**	**7.0**

ตารางที่ ข.10 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ E กรณีทางโค้งราบรัศมีแคบ

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
1	1	1	65	68	59	52
2	1	1	66	59	47	45
3	2	0	46	48	43	39
4	1	1	64	70	58	47
5	2	1	48	53	48	41
6	1	0	66	68	51	48
7	1	0	59	62	58	53
8	2	0	52	49	31	30
9	1	1	71	75	69	50
10	1	0	74	76	67	58
11	2	1	54	59	57	51
12	2	0	61	66	57	49
13	2	0	30	34	32	30
14	1	1	76	81	68	51
15	1	1	52	50	44	38
16	1	0	41	40	36	36
17	1	1	61	65	57	47
18	1	1	55	53	46	31
19	2	1	63	66	52	40
20	1	1	65	67	59	55
21	1	1	55	63	55	51
22	2	0	48	49	41	40
23	1	1	54	61	51	35
24	1	1	71	65	55	50
25	1	1	54	53	48	45

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.10 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ E กรณีทางโค้งราบรัศมีแคบ (ต่อ)

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
26	1	1	54	60	49	42
27	1	1	73	77	66	51
28	2	1	51	44	36	36
29	2	1	53	54	50	40
30	1	1	54	68	67	60
ค่าเฉลี่ย			**57.9**	**60.1**	**51.9**	**44.7**
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			**10.4**	**11.3**	**10.5**	**8.1**

ตารางที่ ข.11 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ A กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
1	2	0	53	47	32	41
2	2	0	75	72	65	62
3	2	0	56	55	50	49
4	2	1	71	74	60	50
5	1	1	60	65	41	50
6	1	0	59	61	54	48
7	1	1	77	82	79	70
8	2	0	65	68	53	35
9	2	0	81	87	68	72
10	2	1	50	51	46	46
11	1	1	45	64	56	50
12	2	0	46	45	40	41
13	2	0	47	29	27	42
14	2	0	50	45	40	41
15	1	1	67	67	51	55
16	1	1	84	87	75	65
17	1	0	82	77	45	44
18	1	0	55	62	67	44
19	2	1	77	61	71	43

ตารางที่ ข.11 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ A กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง (ต่อ)

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
20	1	1	50	67	65	56
21	1	0	72	72	71	56
22	1	0	83	76	70	65
23	2	1	76	81	54	52
24	1	0	66	62	65	59
25	2	0	70	67	57	55
26	1	1	78	89	71	68
27	2	1	66	64	54	50
28	2	0	44	44	43	41
29	1	1	61	66	53	56
30	2	0	69	55	48	59
31	2	0	65	61	48	43
32	2	0	79	78	59	60
33	2	1	67	61	35	43
34	2	0	56	55	46	44
35	1	1	77	84	68	62
36	2	1	65	69	47	62
37	2	0	55	57	22	50
38	1	1	69	40	58	61
39	1	1	58	72	57	58
ค่าเฉลี่ย			**64.8**	**64.6**	**54.1**	**52.5**
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			**11.7**	**13.8**	**13.4**	**9.4**

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.12 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ B กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
1	2	0	55	50	45	43
2	1	1	63	57	41	47
3	2	0	48	51	42	40
4	1	1	67	64	53	52
5	2	0	58	60	50	53
6	2	1	60	51	25	25
7	2	1	59	57	39	46
8	2	0	37	38	39	49
9	1	0	51	54	44	49
10	1	0	66	73	47	49
11	1	0	63	65	44	59
12	1	1	69	78	49	59
13	2	0	62	48	46	44
14	1	0	54	57	35	56
15	1	1	55	55	38	50
16	1	1	57	59	24	50
17	2	0	79	86	69	60
18	2	1	76	80	68	49
19	2	0	53	55	56	50
20	1	1	67	65	50	58
21	2	0	62	57	53	51
22	2	1	67	57	53	51
23	1	0	53	51	48	42
24	2	0	57	53	33	47
25	2	0	67	66	76	60
26	1	1	55	53	56	51
27	1	1	65	54	64	52
28	2	0	41	49	50	41
29	2	1	53	48	48	49
30	1	1	71	57	69	55
31	1	1	51	56	55	52

ตารางที่ ข.12 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ B กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง (ต่อ)

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
32	1	0	63	54	51	48
33	1	1	45	39	31	34
34	1	1	45	41	37	47
35	2	0	86	95	83	80
36	2	0	65	65	66	56
37	2	0	82	71	69	63
38	1	0	58	60	61	63
39	1	0	63	61	58	51
40	2	1	61	57	57	40
41	2	1	81	72	79	75
42	2	0	63	60	56	53
43	2	1	77	72	72	62
44	2	0	85	83	81	66
45	2	1	53	51	47	50
46	1	1	68	61	59	56
ค่าเฉลี่ย			**61.7**	**59.7**	**51.8**	**51.8**
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			**11.1**	**12.0**	**14.0**	**9.5**

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.13 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ C กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
1	2	1	52	48	48	47
2	1	0	72	69	40	35
3	1	1	60	57	60	55
4	1	1	62	48	26	25
5	1	0	68	66	61	55
6	2	0	58	43	44	44
7	1	1	65	52	41	40
8	2	0	48	47	46	42
9	1	1	61	56	57	53
10	1	1	52	55	54	54
11	1	1	50	51	49	51
12	1	1	59	52	48	40
13	1	1	62	51	49	45
14	1	1	66	58	54	49
15	2	1	61	62	55	45
16	1	1	68	70	64	54
17	2	0	64	63	58	53
18	2	0	68	58	57	57
19	2	1	51	50	47	43
20	2	0	49	48	50	50
21	1	1	47	46	45	45
22	1	0	61	58	55	59
23	1	1	60	57	58	56
24	1	0	59	59	50	55
25	1	1	74	78	78	72
26	1	1	85	78	71	61
27	1	0	46	45	45	43
28	1	1	79	78	63	59
29	1	0	47	52	49	47
30	1	0	60	59	56	42

ตารางที่ ข.13 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ C กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง (ต่อ)

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
31	1	1	62	55	46	50
32	2	1	66	62	56	56
33	2	1	68	71	70	66
34	2	0	58	59	49	58
35	1	1	57	59	49	48
36	2	1	52	50	47	47
37	2	0	52	52	47	48
38	2	0	38	40	33	31
ค่าเฉลี่ย			**59.7**	**56.9**	**52.0**	**49.5**
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			**9.6**	**9.6**	**9.9**	**9.2**

ตารางที่ ข.14 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ D กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
1	1	1	65	62	62	53
2	1	0	51	42	41	42
3	1	0	49	30	31	32
4	1	1	69	57	52	51
5	1	1	59	45	54	51
6	1	0	64	55	57	55
7	1	0	61	42	43	44
8	1	1	66	52	51	43
9	1	1	69	51	48	51
10	1	1	69	61	60	50
11	2	1	38	33	28	30
12	1	1	66	59	57	58
13	2	1	64	58	65	65
14	1	1	61	49	50	49
15	2	1	63	57	55	53

ตารางที่ ข.14 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ D กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง (ต่อ)

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
16	1	0	59	51	52	51
17	2	1	65	56	52	49
18	1	1	58	48	42	37
19	1	1	72	58	51	49
20	1	1	45	41	41	37
21	1	1	51	46	45	45
22	1	0	71	72	72	62
23	1	1	65	67	53	47
24	2	0	68	54	55	58
25	2	1	45	44	44	42
26	2	1	70	67	60	58
27	1	1	63	58	58	61
28	1	1	41	31	30	30
29	1	1	55	54	53	44
30	1	1	63	54	50	52
31	2	1	47	41	44	41
32	1	0	54	46	45	48
33	2	1	48	43	47	41
34	1	0	52	49	50	46
35	1	0	56	55	55	55
36	2	0	60	51	52	47
37	1	1	73	54	48	43
38	2	0	55	48	47	46
39	2	0	54	45	40	39
ค่าเฉลี่ย			**59.1**	**50.9**	**49.7**	**47.6**
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			**9.1**	**9.4**	**9.0**	**8.4**

ตารางที่ ข.15 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ E กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
1	2	0	67	54	54	52
2	2	1	79	69	54	48
3	2	1	62	55	52	51
4	1	1	69	54	57	51
5	1	1	52	34	31	34
6	2	1	64	54	52	56
7	2	1	58	54	54	49
8	2	1	37	34	31	34
9	1	0	63	41	32	31
10	1	1	108	71	42	41
11	2	0	70	41	42	41
12	1	0	68	57	44	45
13	1	0	64	48	50	52
14	2	1	53	42	50	53
15	1	1	59	33	25	25
16	1	0	69	63	54	48
17	1	1	66	55	68	61
18	1	0	74	47	71	49
19	2	0	62	45	48	48
20	2	1	58	60	60	51
21	2	0	69	59	61	62
22	2	0	77	58	65	58
23	2	0	78	63	77	60
24	2	0	61	55	53	50
25	2	0	48	40	45	50
26	2	0	73	59	59	58
27	1	1	58	51	49	52
28	1	1	75	52	64	65
29	1	0	74	73	72	66
30	2	0	40	44	45	43

ตารางที่ ข.15 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ E กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีกว้าง (ต่อ)

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
31	2	0	47	45	45	45
32	2	0	69	52	56	58
33	2	0	72	61	62	67
34	1	1	64	48	41	56
35	2	1	56	47	49	46
36	2	1	43	41	46	47
37	1	0	65	58	32	51
ค่าเฉลี่ย			**64.1**	**51.8**	**51.1**	**50.1**
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			**12.8**	**10.0**	**12.1**	**9.5**

ตารางที่ ข.16 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ A กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
1	1	1	35	42	40	37
2	2	1	49	59	58	49
3	1	1	46	52	50	48
4	1	1	47	54	50	50
5	1	1	51	60	51	50
6	2	1	51	57	59	45
7	2	1	45	50	52	40
8	2	1	54	63	57	48
9	2	1	51	51	59	48
10	2	1	28	33	34	30
11	1	1	50	52	47	35
12	2	1	46	54	50	40
13	1	1	40	49	36	29
14	1	1	43	49	46	37
15	2	0	60	69	56	44
16	1	1	43	50	51	36
17	1	1	34	39	32	31

ตารางที่ ข.16 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ A กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ (ต่อ)

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
18	1	1	52	58	52	43
19	2	1	58	68	53	40
20	2	1	49	57	44	41
21	1	0	45	50	47	43
22	2	1	54	64	56	45
23	2	1	31	38	34	31
24	2	1	39	46	39	34
25	1	1	46	56	54	44
26	2	1	43	49	46	40
27	2	1	43	46	40	36
28	1	1	40	44	43	38
29	1	1	42	44	45	35
30	2	1	37	41	47	40
31	1	1	45	57	59	45
32	1	1	36	43	41	37
33	1	1	35	44	45	42
34	1	1	57	66	55	40
35	1	1	48	57	49	42
ค่าเฉลี่ย			**44.9**	**51.7**	**47.9**	**40.4**
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			**7.7**	**8.8**	**7.6**	**5.8**

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.17 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ B กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
1	1	1	41	50	54	42
2	2	0	43	49	42	40
3	1	1	42	46	34	40
4	2	1	48	56	42	37
5	1	1	44	52	49	41
6	2	0	64	74	64	45
7	2	1	40	43	32	37
8	2	1	55	68	62	50
9	1	1	42	51	39	33
10	2	1	42	48	52	44
11	2	1	48	52	49	44
12	2	1	52	56	50	45
13	2	1	37	45	50	44
14	2	1	31	34	33	34
15	1	1	44	46	42	37
16	2	1	51	55	47	42
17	1	1	44	50	43	40
18	2	1	40	50	45	37
19	2	1	38	50	45	36
20	2	1	43	56	44	45
21	2	0	45	47	49	43
22	2	1	42	45	34	36
23	1	1	42	44	40	36
24	1	1	53	59	47	40
25	1	1	54	60	46	38
26	2	0	60	66	57	45
27	2	0	50	54	40	38
28	1	1	44	46	34	31
29	1	1	39	45	40	32
30	1	1	55	59	55	45

ตารางที่ ข.17 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ B กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ (ต่อ)

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
31	1	1	44	52	47	40
32	2	1	38	44	37	33
33	2	0	45	52	47	39
34	1	1	55	57	55	40
35	2	0	51	59	53	38
ค่าเฉลี่ย			**45.9**	**52.0**	**45.7**	**39.6**
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			**7.0**	**7.8**	**8.0**	**4.4**

ตารางที่ ข.18 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ C กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
1	1	1	47	43	47	45
2	2	0	38	37	39	39
3	1	1	44	37	44	40
4	2	0	40	37	40	36
5	2	0	42	40	54	42
6	2	1	54	49	55	49
7	1	1	47	45	48	41
8	2	0	49	47	45	38
9	1	1	43	43	45	43
10	1	1	45	44	50	43
11	2	0	51	48	49	40
12	1	1	45	43	52	45
13	2	1	47	44	44	37
14	1	1	52	37	50	43
15	1	1	50	43	45	35
16	2	1	45	41	45	38
17	1	1	42	35	42	41
18	1	1	57	49	52	51
19	2	0	50	47	48	36

ตารางที่ ข.18 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ C กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ (ต่อ)

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
20	1	1	46	46	49	41
21	1	1	51	45	44	39
22	1	0	46	48	51	42
23	1	1	41	41	38	35
24	2	0	29	28	29	28
25	1	1	44	44	38	30
26	2	1	46	44	43	38
27	1	1	48	42	43	38
28	1	1	43	42	39	40
29	2	1	43	42	47	43
30	2	1	34	35	35	32
31	1	1	43	40	41	39
32	2	1	46	43	53	43
33	2	1	41	40	45	40
34	1	1	40	37	37	31
35	2	1	46	43	50	39
ค่าเฉลี่ย			**45.0**	**42.0**	**45.0**	**39.4**
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			**5.4**	**4.6**	**5.8**	**4.8**

ตารางที่ ข.19 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ D กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
1	1	1	52	54	47	47
2	1	1	44	44	48	35
3	1	1	33	37	32	27
4	1	1	34	29	30	29
5	2	1	51	51	49	35
6	2	1	34	37	30	54
7	1	1	51	52	60	41

ตารางที่ ข.19 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ D กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ (ต่อ)

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
8	1	1	42	40	43	33
9	2	1	41	41	43	44
10	1	1	48	44	43	40
11	2	1	44	42	47	40
12	1	1	44	43	40	36
13	1	1	64	66	52	40
14	2	0	56	61	58	41
15	1	1	39	37	44	38
16	1	1	39	39	37	35
17	1	1	43	40	60	40
18	2	0	50	48	42	39
19	2	1	41	40	42	38
20	1	1	35	38	37	39
21	2	1	38	45	52	34
22	1	1	30	28	35	40
23	1	1	44	45	45	35
24	2	1	52	50	57	45
25	2	1	51	50	43	39
26	2	0	46	49	47	38
27	2	1	39	45	37	34
28	1	1	29	29	34	28
29	2	1	49	43	41	38
30	2	1	42	43	48	38
31	2	1	31	49	48	37
32	1	1	37	38	37	31
33	2	1	33	33	39	35
34	1	1	46	47	51	30
35	2	0	42	38	31	29
ค่าเฉลี่ย			**42.7**	**43.3**	**43.7**	**37.2**
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			**7.9**	**8.2**	**8.2**	**5.5**

ตารางที่ ข.20 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ E กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
1	1	0	48	45	45	45
2	1	1	42	45	42	43
3	1	1	43	41	42	43
4	2	0	48	50	45	36
5	2	1	39	43	44	43
6	2	1	34	36	34	36
7	1	1	44	42	39	41
8	2	1	52	50	58	41
9	1	1	44	43	42	39
10	1	1	43	42	42	38
11	1	0	54	46	51	45
12	2	1	40	39	34	40
13	1	1	46	38	41	35
14	1	1	43	48	59	42
15	1	1	58	63	60	50
16	2	1	49	40	50	44
17	2	0	45	42	43	32
18	1	1	36	36	38	40
19	1	1	51	57	56	45
20	1	1	53	59	62	49
21	1	1	51	51	52	39
22	2	1	50	55	51	46
23	1	1	40	43	39	32
24	1	0	41	46	41	34
25	1	1	45	42	48	45
26	1	1	45	45	40	37
27	1	1	47	46	47	35
28	1	1	50	42	44	35
29	1	1	47	43	43	35
30	1	1	43	37	42	34

ตารางที่ ข.20 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ E กรณีทางโค้งราบกลับทิศรัศมีแคบ (ต่อ)

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
31	1	1	47	40	46	40
32	1	1	48	42	47	43
33	1	1	51	46	48	42
34	1	1	45	41	39	34
35	2	0	48	42	43	39
ค่าเฉลี่ย			**46.0**	**44.7**	**45.6**	**39.9**
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			**5.1**	**6.3**	**7.0**	**4.7**

ตารางที่ ข.21 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ A กรณีทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
1	2	0	63	64	60	58
2	1	1	83	89	86	88
3	1	1	60	58	60	62
4	2	0	55	58	51	54
5	1	1	87	89	86	93
6	2	1	68	71	61	63
7	2	0	53	64	49	50
8	2	0	62	73	75	70
9	2	0	67	65	62	61
10	1	1	66	66	66	68
11	2	0	45	48	43	40
12	1	0	62	68	65	68
13	1	0	69	73	69	67
14	2	0	84	84	90	91
15	2	0	59	59	60	60
16	2	1	66	70	69	71
17	2	1	70	69	64	70
18	2	1	42	46	38	41
19	1	1	54	53	53	52

ตารางที่ ข.21 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ A กรณีทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน (ต่อ)

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
20	1	1	66	68	64	64
21	1	0	74	75	68	71
22	2	0	48	47	40	42
23	2	1	69	76	77	78
24	1	1	68	64	66	65
25	1	1	62	66	61	62
26	1	0	71	74	71	74
27	1	1	69	71	62	59
28	2	1	63	72	67	66
29	1	1	69	73	71	71
30	1	1	70	78	72	74
31	1	0	71	64	79	80
32	1	1	53	55	56	59
33	2	0	65	68	64	64
34	1	0	48	50	37	36
35	2	0	64	66	69	66
36	1	1	56	57	58	60
37	2	0	61	60	52	55
38	1	1	66	69	64	67
39	1	0	69	70	68	70
40	1	1	74	72	72	69
ค่าเฉลี่ย			**64.3**	**66.6**	**63.6**	**64.5**
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			**9.8**	**10.2**	**12.6**	**12.2**

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.22 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ B กรณีทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
1	1	1	78	77	74	79
2	2	1	85	98	93	91
3	2	1	60	65	65	65
4	1	1	63	66	61	61
5	2	1	65	66	61	66
6	2	1	51	58	51	48
7	1	1	55	64	63	64
8	2	0	53	54	46	49
9	2	0	68	74	70	69
10	2	0	60	56	52	53
11	2	0	60	59	59	60
12	2	1	66	71	56	71
13	2	0	66	68	59	59
14	2	1	65	69	69	69
15	2	0	52	53	46	50
16	2	1	80	85	80	86
17	1	1	67	73	74	75
18	2	1	63	65	59	63
19	2	1	55	60	54	53
20	2	1	60	62	64	67
21	1	0	69	74	66	69
22	2	1	67	68	61	60
23	2	1	75	75	67	71
24	2	1	83	95	92	95
25	2	0	83	60	52	48
26	2	1	65	69	65	64
27	1	0	58	69	56	59
28	2	1	42	42	44	44
29	2	1	45	54	51	55
30	1	1	67	50	49	50

ตารางที่ ข.22 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ B กรณีทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน (ต่อ)

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
31	1	1	69	93	71	71
32	2	1	70	38	38	37
33	1	1	75	60	53	54
34	2	1	64	72	67	68
35	2	0	61	69	67	69
36	1	0	64	60	56	62
37	2	0	58	64	58	60
38	2	1	53	55	46	52
39	1	0	63	64	57	60
40	2	0	82	90	80	78
ค่าเฉลี่ย			**64.6**	**66.6**	**61.3**	**63.1**
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			**10.1**	**13.0**	**12.1**	**12.3**

ตารางที่ ข.23 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ C กรณีทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
1	2	0	66	60	61	60
2	2	1	67	72	67	71
3	1	0	71	75	62	60
4	2	1	80	83	69	73
5	1	1	63	64	51	62
6	2	1	68	76	72	71
7	1	1	65	68	62	68
8	2	0	77	74	71	74
9	1	0	61	78	57	60
10	2	1	59	62	55	58
11	1	1	64	61	57	63
12	1	1	71	76	68	72
13	2	1	58	58	52	62
14	1	1	65	68	54	54

ตารางที่ ข.23 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ C กรณีทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน (ต่อ)

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
15	1	1	65	66	60	61
16	1	1	62	63	54	59
17	1	0	56	68	52	61
18	2	1	61	68	65	65
19	1	1	53	59	46	50
20	2	1	66	67	61	64
21	1	1	58	76	70	70
22	1	1	55	59	58	59
23	1	0	63	71	75	83
24	2	0	56	61	51	50
25	1	1	73	81	79	83
26	1	1	71	72	69	71
27	2	0	74	80	78	85
28	2	1	58	68	54	54
29	1	1	67	79	73	76
30	1	0	65	70	54	54
31	1	0	79	88	84	85
32	1	1	56	60	55	60
33	2	1	69	71	67	70
34	2	0	75	75	66	69
35	2	1	61	80	56	52
36	2	1	61	64	59	61
37	2	1	48	52	50	50
38	1	1	68	69	64	67
39	2	1	69	75	67	66
40	1	1	62	66	56	56
ค่าเฉลี่ย			**64.7**	**69.6**	**62.0**	**64.7**
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			**7.2**	**8.0**	**9.0**	**9.5**

ตารางที่ ข.24 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ D กรณีทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
1	2	1	53	52	53	53
2	1	1	76	85	82	81
3	1	0	64	69	67	69
4	2	0	79	75	74	75
5	2	1	78	81	67	70
6	2	0	78	78	74	77
7	1	0	60	69	61	64
8	2	1	65	67	62	65
9	1	1	47	51	41	45
10	2	1	70	75	72	75
11	1	0	65	70	64	64
12	1	1	65	60	59	66
13	2	1	74	80	78	78
14	2	1	75	73	70	76
15	1	1	55	61	36	40
16	2	1	60	71	73	75
17	2	1	61	63	65	66
18	2	1	56	60	55	60
19	2	1	61	66	52	59
20	2	0	76	68	74	77
21	1	1	96	106	91	92
22	1	1	57	63	63	63
23	1	1	55	62	65	78
24	1	1	67	73	74	79
25	2	0	66	70	61	65
26	1	1	63	65	55	62
27	2	1	55	66	70	73
28	1	0	71	77	69	72
29	1	1	84	85	84	85
30	1	1	59	75	69	70

ตารางที่ ข.24 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ D กรณีทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน (ต่อ)

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
31	1	0	79	80	82	77
32	2	1	38	44	38	40
33	2	0	58	64	58	59
34	2	1	56	64	57	61
35	1	0	71	52	66	71
36	1	0	68	74	68	70
37	1	1	69	74	69	74
38	2	1	58	60	59	67
39	2	1	57	62	52	49
40	1	0	85	85	85	89
ค่าเฉลี่ย			**65.8**	**69.4**	**65.4**	**68.3**
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			**11.3**	**11.3**	**12.2**	**11.8**

ตารางที่ ข.25 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ E กรณีทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
1	2	1	63	61	56	56
2	2	0	63	64	61	70
3	2	1	59	62	53	59
4	2	0	57	60	55	60
5	1	1	63	68	62	66
6	1	0	76	83	78	85
7	1	1	68	73	69	75
8	2	0	55	59	49	55
9	2	1	60	69	59	63
10	1	1	61	56	62	68
11	2	0	78	83	74	81
12	1	1	72	79	76	77
13	1	1	70	79	66	66
14	1	1	75	76	73	79

ตารางที่ ข.25 ข้อมูลความเร็วรถยนต์ รูปแบบ E กรณีทางโค้งดิ่งขึ้นเนิน (ต่อ)

คันที่	ลักษณะรถยนต์		ความเร็วรถยนต์ (กม./ชม.) ที่ระยะ (ม.) ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง			
	ประเภท	จังหวัด	-300	-200	-100	0
15	2	1	75	80	69	78
16	2	1	69	74	60	60
17	2	0	56	62	57	62
18	1	0	66	71	64	71
19	2	1	45	48	40	44
20	1	1	60	67	61	68
21	1	1	54	56	55	58
22	1	0	51	56	54	53
23	2	0	41	42	47	46
24	2	0	78	80	72	75
25	2	1	51	57	55	49
26	2	1	54	62	48	47
27	1	1	60	69	65	64
28	2	0	73	72	60	63
29	2	1	67	73	64	66
30	2	1	73	75	59	58
31	1	0	48	35	40	50
32	2	0	59	63	57	58
33	2	1	67	70	60	56
34	2	0	63	72	58	65
35	2	0	74	81	73	79
36	1	1	51	57	53	54
37	2	0	69	74	59	65
38	2	0	79	89	74	79
39	2	1	70	70	56	62
40	1	1	61	64	51	61
ค่าเฉลี่ย			**63.4**	**67.3**	**60.1**	**63.8**
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			**9.7**	**11.4**	**9.2**	**10.4**

ภาคผนวก ค.
หลักเกณฑ์การกำหนดคะแนนตัวชี้วัดความมีประสิทธิภาพ กรณีการทดลองรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็ว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในการศึกษานี้ได้มีการกำหนดค่าน้ำหนักคะแนนของตัวชี้วัดความมีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงอิทธิพลต่อการตัดสินใจในการเลือกใช้รูปแบบการติดตั้งป้าย ซึ่งค่าน้ำหนักคะแนนที่กำหนดขึ้นมาในการทดลองนี้เป็นเพียงแนวทางในการคำนวณหารูปแบบการติดตั้งป้ายที่เหมาะสมของงานวิจัยนี้เท่านั้น ดังแสดงในตารางที่ ค.1 อย่างไรก็ตามในการตัดสินใจเลือกใช้รูปแบบการติดตั้งป้ายของแต่ละหน่วยงานอาจกำหนดความสำคัญสำหรับแต่ละตัวชี้วัดแตกต่างจากการทดลองนี้ได้

ตารางที่ ค.1 ค่าน้ำหนักคะแนนของแต่ละตัวชี้วัดความมีประสิทธิภาพ

ตัวชี้วัดความมีประสิทธิภาพ	น้ำหนักคะแนน
ความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้ง	0.30
ร้อยละจำนวนรถยนต์ที่จุดเริ่มต้นทางโค้งซึ่งมีความเร็วน้อยกว่าความเร็วที่จำกัด	0.30
ความราบเรียบของความเร็ว	0.30
ร้อยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ลดลง	0.05
ต้นทุนการติดตั้งและดูแลรักษา	0.05

ในรายละเอียดของหลักเกณฑ์การกำหนดคะแนนตัวชี้วัดความมีประสิทธิภาพได้มีการกำหนดคะแนนของตัวชี้วัดความมีประสิทธิภาพทุกตัวชี้วัด โดยถือเอาข้อมูลของแต่ละตัวชี้วัดที่ได้จากการทดลองเป็นเกณฑ์ในการกำหนดช่วงการให้คะแนน ดังตารางที่ ค.2 ถึงตารางที่ ค.6

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.2 คะแนนตัวชี้วัดความมีประสิทธิภาพ กรณีความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้ง

ช่วงค่าความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้ง สำหรับความเร็วจำกัดที่ 30 กม./ชม.	ช่วงค่าความเร็วเฉลี่ยที่จุดเริ่มต้นทางโค้ง สำหรับความเร็วจำกัดที่ 40 กม./ชม.	คะแนน
31-35	41-45	5
36-40	46-50	4
41-45	51-55	3
46-50	56-60	2
51-55	61-65	1

ตารางที่ ค.3 คะแนนตัวชี้วัดความมีประสิทธิภาพ กรณีร้อยละจำนวนรถยนต์ที่จุดเริ่มต้นทางโค้งซึ่งมีความเร็วน้อยกว่าความเร็วที่จำกัด

ช่วงค่าร้อยละจำนวนรถยนต์ที่จุดเริ่มต้นทางโค้งซึ่งมีความเร็วน้อยกว่าความเร็วที่จำกัด	คะแนน
0-20	1
21-40	2
41-60	3
61-80	4
81-100	5

ตารางที่ ค.4 คะแนนตัวชี้วัดความมีประสิทธิภาพ กรณีความราบเรียบของความเร็ว

ช่วงค่าความราบเรียบของความเร็ว	คะแนน
0-2	5
3-4	4
5-6	3
7-8	2
9-10	1

ตารางที่ ค.5 คะแนนตัวชี้วัดความมีประสิทธิภาพ กรณีร้อยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วที่ลดลง

ช่วงค่าร้อยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วที่ลดลง	คะแนน
0-10	5
11-20	4
21-30	3
31-40	2
41-50	1

ตารางที่ ค.6 คะแนนตัวชี้วัดความมีประสิทธิภาพ กรณีต้นทุนการติดตั้งและดูแลรักษา

ช่วงต้นทุนการติดตั้งและดูแลรักษา	คะแนน	รูปแบบ
1,001-5,000	5	A, B
5,001-10,000	4	C
10,001-15,000	3	E
15,001-20,000	2	D
20,001-25,000	1	

ที่มา: ราคามาตรฐานงานอำนวยความปลอดภัย, ทล. (2552)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง.

ข้อมูลเวลาและระยะทาง

กรณีการสำรวจหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วจากป้ายจำกัดความเร็ว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.1 ข้อมูลเวลาและระยะทางของรถยนต์ กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 1

ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)									
	คันที่ 1	คันที่ 2	คันที่ 3	คันที่ 4	คันที่ 5	คันที่ 6	คันที่ 7	คันที่ 8	คันที่ 9	คันที่ 10
100	55.70	63.39	16.45	23.81	37.13	49.80	57.51	21.03	27.35	37.38
90	55.06	62.76	15.85	23.17	36.52	49.31	56.85	20.51	26.59	36.65
80	54.36	62.12	15.30	22.44	35.92	48.65	56.18	19.94	25.87	35.93
70	53.94	61.67	14.76	21.81	35.37	48.13	55.63	19.51	25.26	35.29
60	53.36	61.09	14.24	21.29	34.83	47.65	55.12	19.06	24.71	34.81
50	52.97	60.67	13.82	20.78	34.40	47.19	54.63	18.60	24.14	34.23
45	52.64	60.36	13.51	20.44	34.07	46.89	54.30	18.33	23.74	33.90
40	52.30	60.09	13.21	20.20	33.83	46.61	54.03	18.15	23.41	33.56
35	52.09	59.85	12.97	19.99	33.55	46.43	53.82	17.91	23.20	33.38
30	51.88	59.64	12.76	19.69	33.37	46.25	53.63	17.76	22.93	33.14
25	51.67	59.39	12.57	19.44	33.19	46.04	53.42	17.57	22.68	32.87
20	51.36	59.12	12.30	19.14	32.83	45.80	53.09	17.33	22.38	32.53
15	51.15	58.94	12.09	18.93	32.64	45.61	52.94	17.21	22.14	32.35
10	50.91	58.67	11.85	18.66	32.43	45.37	52.70	17.00	21.81	32.05
5	50.67	58.45	11.67	18.38	32.19	45.16	52.45	16.82	21.56	31.78
0	50.42	58.21	11.42	18.11	31.95	44.95	52.21	16.63	21.32	31.53
-5	50.16	58.00	11.26	17.84	31.68	44.74	51.95	16.47	21.05	31.26
-10	49.89	57.68	10.89	17.53	31.42	44.42	51.68	16.21	20.74	30.95
-15	49.63	57.42	10.68	17.26	31.21	44.26	51.42	16.05	20.47	30.68
-20	49.42	57.16	10.47	17.00	30.95	44.00	51.21	15.84	20.21	30.42
-25	49.16	56.95	10.26	16.79	30.74	43.79	50.95	15.63	19.95	30.21
-30	48.89	56.63	9.95	16.42	30.47	43.58	50.74	15.42	19.68	30.00
-35	48.63	56.37	9.74	16.16	30.21	43.32	50.42	15.21	19.37	29.63
-40	48.37	56.11	9.47	15.89	29.95	43.11	50.21	15.00	19.11	29.37
-45	48.11	55.89	9.26	15.63	29.68	42.89	49.95	14.79	18.84	29.11
-50	47.84	55.63	9.05	15.37	29.47	42.68	49.74	14.63	18.63	28.84

หมายเหตุ: ระยะทางค่าบวกเป็นระยะทางหลังป้าย ระยะทางค่าลบเป็นระยะทางก่อนป้าย และ ระยะทางศูนย์เป็นตำแหน่งป้าย

ตารางที่ ง.1 ข้อมูลเวลาและระยะทางของรถยนต์ กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 1 (ต่อ)

ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)									
	คันที่ 11	คันที่ 12	คันที่ 13	คันที่ 14	คันที่ 15	คันที่ 16	คันที่ 17	คันที่ 18	คันที่ 19	คันที่ 20
100	45.97	58.42	67.08	12.87	42.64	66.29	15.86	34.29	23.48	28.43
90	45.33	57.85	66.47	12.29	42.10	65.75	15.40	33.62	22.75	27.83
80	44.82	57.30	65.81	11.71	41.55	65.29	14.77	33.11	22.12	27.28
70	44.33	56.76	65.23	11.17	41.10	64.81	14.19	32.62	21.57	26.77
60	43.97	56.39	64.78	10.74	40.64	64.41	13.77	32.23	21.15	26.37
50	43.51	56.03	64.29	10.23	40.25	64.02	13.31	31.81	20.66	25.92
45	43.27	55.73	63.99	9.96	39.95	63.78	12.98	31.56	20.39	25.67
40	43.03	55.51	63.65	9.62	39.74	63.59	12.71	31.29	20.09	25.46
35	42.85	55.33	63.44	9.41	39.55	63.38	12.46	31.05	19.85	25.25
30	42.70	55.15	63.26	9.23	39.34	63.26	12.31	30.87	19.69	25.10
25	42.45	54.97	63.02	9.02	39.19	63.02	12.10	30.65	19.45	24.92
20	42.21	54.70	62.71	8.68	39.01	62.78	11.80	30.38	19.15	24.67
15	42.03	54.54	62.50	8.44	38.80	62.66	11.64	30.20	18.94	24.49
10	41.82	54.39	62.26	8.26	38.55	62.41	11.40	29.93	18.69	24.25
5	41.60	54.18	62.02	7.99	38.34	62.23	11.16	29.68	18.45	24.10
0	41.42	54.00	61.74	7.74	38.16	62.11	10.95	29.47	18.21	23.89
-5	41.21	53.74	61.47	7.42	37.95	61.84	10.68	29.21	18.00	23.68
-10	40.95	53.47	61.11	7.11	37.74	61.63	10.42	29.00	17.68	23.42
-15	40.79	53.32	60.89	6.89	37.53	61.42	10.21	28.74	17.47	23.26
-20	40.58	53.11	60.63	6.63	37.32	61.26	10.00	28.53	17.21	23.05
-25	40.37	52.95	60.37	6.42	37.16	61.05	9.74	28.32	17.00	22.84
-30	40.11	52.74	60.05	6.11	36.95	60.79	9.42	28.00	16.74	22.63
-35	39.89	52.47	59.79	5.84	36.68	60.58	9.21	27.79	16.47	22.42
-40	39.68	52.26	59.53	5.58	36.47	60.37	8.95	27.53	16.21	22.21
-45	39.47	52.11	59.26	5.26	36.26	60.11	8.74	27.26	16.00	22.00
-50	39.26	51.89	58.95	5.05	36.05	59.95	8.47	27.05	15.79	21.79

หมายเหตุ: ระยะทางค่าบวกเป็นระยะทางหลังป้าย ระยะทางค่าลบเป็นระยะทางก่อนป้าย และ ระยะทางศูนย์เป็นตำแหน่งป้าย

ตารางที่ ง.1 ข้อมูลเวลาและระยะทางของรถยนต์ กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 1 (ต่อ)

ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)									
	คันที่ 21	คันที่ 22	คันที่ 23	คันที่ 24	คันที่ 25	คันที่ 26	คันที่ 27	คันที่ 28	คันที่ 29	คันที่ 30
100	34.12	44.24	59.41	64.54	12.85	20.41	28.17	59.65	11.46	28.53
90	33.54	43.54	58.87	64.03	12.21	19.59	27.65	59.11	10.95	27.99
80	33.00	42.72	58.26	63.39	11.57	18.90	27.14	58.59	10.49	27.41
70	32.45	42.15	57.68	62.94	11.03	18.26	26.68	58.14	10.10	26.96
60	32.09	41.66	57.32	62.51	10.54	17.74	26.35	57.68	9.67	26.59
50	31.66	41.09	56.93	62.06	10.03	17.17	25.96	57.29	9.34	26.23
45	31.36	40.82	56.71	61.76	9.72	16.80	25.71	57.05	9.04	25.96
40	31.12	40.51	56.41	61.48	9.42	16.53	25.53	56.81	8.79	25.71
35	30.88	40.27	56.23	61.30	9.27	16.26	25.38	56.65	8.64	25.56
30	30.72	40.03	56.02	61.12	9.03	16.02	25.17	56.44	8.52	25.41
25	30.51	39.78	55.81	60.88	8.82	15.74	25.02	56.29	8.34	25.26
20	30.24	39.48	55.56	60.63	8.54	15.38	24.77	56.05	8.10	24.96
15	30.06	39.21	55.41	60.45	8.36	15.20	24.59	55.87	7.98	24.80
10	29.85	38.94	55.17	60.21	8.12	14.87	24.41	55.65	7.76	24.59
5	29.63	38.66	54.96	60.00	7.91	14.59	24.20	55.44	7.58	24.44
0	29.42	38.42	54.74	59.79	7.63	14.32	24.05	55.26	7.37	24.26
-5	29.21	38.11	54.42	59.58	7.42	14.00	23.84	55.11	7.21	24.05
-10	28.95	37.84	54.21	59.26	7.11	13.63	23.58	54.84	6.95	23.79
-15	28.79	37.53	54.05	59.11	6.95	13.37	23.37	54.63	6.79	23.63
-20	28.58	37.26	53.79	58.84	6.68	13.05	23.21	54.42	6.58	23.42
-25	28.37	37.00	53.58	58.63	6.42	12.79	22.95	54.21	6.42	23.26
-30	28.11	36.63	53.37	58.37	6.21	12.42	22.74	54.00	6.21	23.00
-35	27.89	36.37	53.11	58.11	5.95	12.16	22.53	53.74	6.00	22.79
-40	27.68	36.11	52.89	57.89	5.68	11.79	22.32	53.53	5.79	22.63
-45	27.47	35.79	52.63	57.63	5.42	11.53	22.11	53.26	5.63	22.42
-50	27.26	35.58	52.42	57.42	5.21	11.32	21.95	53.11	5.47	22.21

หมายเหตุ: ระยะทางค่าบวกเป็นระยะทางหลังป้าย ระยะทางค่าลบเป็นระยะทางก่อนป้าย และ ระยะทางศูนย์เป็นตำแหน่งป้าย

ตารางที่ ง.1 ข้อมูลเวลาและระยะทางของรถยนต์ กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 1 (ต่อ)

ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)									
	คันที่ 31	คันที่ 32	คันที่ 33	คันที่ 34	คันที่ 35	คันที่ 36	คันที่ 37	คันที่ 38	คันที่ 39	คันที่ 40
100	47.41	19.14	35.80	13.12	52.39	19.12	44.07	51.14	58.41	24.36
90	46.93	18.65	34.77	12.45	51.88	18.57	43.43	50.59	57.78	23.60
80	46.35	18.11	33.87	11.73	51.30	18.00	42.77	49.96	57.32	23.00
70	45.93	17.68	32.96	11.21	50.73	17.54	42.22	49.38	56.84	22.42
60	45.47	17.29	32.29	10.76	50.24	17.21	41.80	48.96	56.47	22.03
50	45.14	16.87	31.71	10.30	49.82	16.82	41.46	48.50	56.14	21.51
45	44.93	16.65	31.32	9.94	49.54	16.54	41.10	48.20	55.84	21.24
40	44.65	16.38	30.84	9.70	49.27	16.27	40.80	47.93	55.59	20.97
35	44.44	16.17	30.53	9.45	49.00	16.09	40.55	47.74	55.38	20.75
30	44.29	15.99	30.20	9.24	48.85	15.85	40.34	47.56	55.29	20.57
25	44.08	15.81	29.90	9.03	48.60	15.66	40.13	47.32	55.11	20.33
20	43.81	15.56	29.44	8.73	48.33	15.42	39.83	47.05	54.87	20.06
15	43.65	15.38	29.11	8.54	48.15	15.27	39.64	46.90	54.65	19.91
10	43.44	15.14	28.74	8.27	47.85	15.03	39.37	46.59	54.44	19.66
5	43.26	14.93	28.41	8.06	47.66	14.85	39.13	46.35	54.23	19.39
0	43.05	14.68	28.05	7.79	47.42	14.63	38.89	46.11	54.05	19.21
-5	42.89	14.47	27.63	7.53	47.16	14.42	38.68	45.89	53.84	18.95
-10	42.63	14.21	27.26	7.26	46.89	14.16	38.37	45.63	53.63	18.63
-15	42.42	14.05	26.89	7.05	46.74	14.05	38.16	45.42	53.42	18.42
-20	42.21	13.79	26.53	6.79	46.53	13.84	37.95	45.11	53.21	18.21
-25	42.05	13.63	26.11	6.58	46.26	13.63	37.74	44.95	53.00	18.00
-30	41.79	13.37	25.68	6.26	45.95	13.42	37.37	44.63	52.79	17.74
-35	41.58	13.11	25.32	6.05	45.74	13.21	37.11	44.42	52.53	17.42
-40	41.37	12.95	24.89	5.79	45.42	13.00	36.89	44.21	52.37	17.16
-45	41.16	12.68	24.47	5.58	45.21	12.79	36.63	43.95	52.11	16.95
-50	40.95	12.53	24.11	5.37	44.95	12.58	36.37	43.68	51.89	16.68

หมายเหตุ: ระยะทางค่าบวกเป็นระยะทางหลังป้าย ระยะทางค่าลบเป็นระยะทางก่อนป้าย และ ระยะทางศูนย์เป็นตำแหน่งป้าย

ตารางที่ ง.1 ข้อมูลเวลาและระยะทางของรถยนต์ กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 1 (ต่อ)

ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)									
	คันที่ 41	คันที่ 42	คันที่ 43	คันที่ 44	คันที่ 45	คันที่ 46	คันที่ 47	คันที่ 48	คันที่ 49	คันที่ 50
100	23.06	46.16	63.72	29.03	60.52	7.25	14.63	32.00	52.03	9.18
90	22.27	45.55	62.97	28.54	59.92	6.80	14.09	31.39	51.30	8.63
80	21.57	44.98	62.45	28.09	59.31	6.16	13.48	30.79	50.66	7.97
70	21.09	44.49	61.91	27.66	58.89	5.64	13.03	30.30	49.91	7.45
60	20.54	44.13	61.42	27.33	58.46	5.25	12.60	29.85	49.36	6.91
50	20.12	43.77	61.03	27.06	58.01	4.83	12.24	29.48	48.88	6.45
45	19.78	43.49	60.72	26.82	57.73	4.58	11.94	29.18	48.54	6.15
40	19.45	43.28	60.48	26.63	57.49	4.34	11.72	28.94	48.21	5.88
35	19.24	43.07	60.18	26.45	57.31	4.19	11.45	28.70	47.97	5.60
30	19.00	42.89	59.97	26.27	57.13	3.98	11.27	28.48	47.76	5.42
25	18.78	42.67	59.75	26.15	56.92	3.80	11.09	28.30	47.51	5.18
20	18.42	42.43	59.42	25.91	56.61	3.52	10.79	28.06	47.18	4.85
15	18.24	42.22	59.21	25.75	56.43	3.37	10.63	27.88	46.94	4.70
10	17.97	42.07	58.97	25.54	56.22	3.16	10.33	27.63	46.70	4.45
5	17.72	41.86	58.69	25.36	55.98	2.95	10.21	27.42	46.45	4.21
0	17.39	41.67	58.42	25.18	55.79	2.73	9.94	27.21	46.18	4.00
-5	17.09	41.48	58.12	24.97	55.55	2.52	9.67	26.97	45.97	3.73
-10	16.82	41.33	57.88	24.76	55.33	2.33	9.42	26.79	45.70	3.48
-15	16.55	41.06	57.55	24.61	55.03	2.06	9.21	26.55	45.42	3.27
-20	16.27	40.88	57.33	24.45	54.82	1.85	9.00	26.33	45.15	2.97
-25	15.97	40.64	57.06	24.24	54.61	1.64	8.79	26.12	44.88	2.79
-30	15.70	40.45	56.82	24.03	54.33	1.45	8.55	25.88	44.58	2.48
-35	15.36	40.21	56.58	23.85	54.09	1.18	8.33	25.61	44.27	2.24
-40	15.06	40.00	56.33	23.64	53.85	1.00	8.12	25.39	43.97	1.97
-45	14.79	39.79	56.03	23.42	53.64	0.79	7.88	25.15	43.73	1.67
-50	14.58	39.58	55.73	23.27	53.42	0.61	7.64	24.97	43.48	1.45

หมายเหตุ: ระยะทางค่าบวกเป็นระยะทางหลังป้าย ระยะทางค่าลบเป็นระยะทางก่อนป้าย และ ระยะทางศูนย์เป็นตำแหน่งป้าย

ตารางที่ ง.2 ข้อมูลเวลาและระยะทางของรถยนต์ กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 2

ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)									
	คันที่ 1	คันที่ 2	คันที่ 3	คันที่ 4	คันที่ 5	คันที่ 6	คันที่ 7	คันที่ 8	คันที่ 9	คันที่ 10
60	29.83	41.58	18.58	36.30	74.48	36.15	40.91	48.04	37.74	31.25
50	27.95	39.45	16.92	34.76	72.82	33.18	38.60	46.34	35.67	28.16
40	26.04	37.85	15.77	33.48	71.82	31.36	37.00	44.89	34.46	26.92
30	24.16	36.67	14.80	32.36	70.82	29.82	35.54	43.46	33.25	25.61
20	22.52	35.36	13.49	30.79	69.61	27.94	34.15	42.01	32.10	23.92
10	20.42	33.88	12.24	29.45	68.58	26.21	32.24	40.46	30.70	22.58
0	19.07	32.55	11.19	28.12	67.42	24.76	30.97	38.95	29.49	21.25
-10	17.61	31.36	10.25	27.00	66.51	23.48	29.72	37.77	28.37	19.98
-20	16.19	30.30	9.13	25.88	65.45	22.33	28.45	36.58	27.31	18.73
-30	14.52	29.00	7.95	24.51	64.24	21.12	26.94	35.16	26.01	17.28
-40	12.58	27.73	6.61	23.09	62.94	19.88	25.21	33.61	24.58	15.58
-45	11.94	27.30	6.06	22.61	62.42	19.36	24.67	33.15	24.00	15.00
-50	11.33	26.82	5.73	22.12	62.00	19.00	24.00	32.64	23.55	14.52
-55	10.79	26.45	5.27	21.64	61.52	18.67	23.45	32.09	23.18	13.91
-60	10.15	26.06	4.76	21.21	61.09	18.33	22.82	31.55	22.70	13.48
-65	9.48	25.52	4.24	20.55	60.52	17.88	22.21	30.97	22.09	13.03
-70	8.79	25.06	3.79	20.21	60.18	17.45	21.70	30.48	21.73	12.52
-75	8.21	24.67	3.39	19.79	59.73	17.06	21.18	29.88	21.24	12.09
-80	7.73	24.27	3.03	19.39	59.33	16.82	20.73	29.52	20.94	11.64
-85	7.27	24.03	2.76	19.15	59.12	16.52	20.27	29.18	20.67	11.33
-90	6.94	23.82	2.48	18.79	58.73	16.27	19.97	28.85	20.33	10.97
-95	6.58	23.45	2.18	18.52	58.52	16.09	19.55	28.58	20.09	10.73
-100	6.21	23.24	1.94	18.30	58.33	15.79	19.18	28.27	19.76	10.33
-105	5.67	22.97	1.61	18.03	57.97	15.67	18.97	27.88	19.48	10.12

หมายเหตุ: ระยะทางค่าบวกเป็นระยะทางหลังป้าย ระยะทางค่าลบเป็นระยะทางก่อนป้าย และ ระยะทางศูนย์เป็นตำแหน่งป้าย

ตารางที่ ง.2 ข้อมูลเวลาและระยะทางของรถยนต์ กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 2 (ต่อ)

ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)									
	คันที่ 11	คันที่ 12	คันที่ 13	คันที่ 14	คันที่ 15	คันที่ 16	คันที่ 17	คันที่ 18	คันที่ 19	คันที่ 20
60	55.97	72.82	64.55	38.66	27.34	58.72	66.55	25.66	51.15	61.37
50	53.48	70.91	62.16	36.51	24.64	56.30	64.37	23.51	48.82	58.73
40	52.12	69.57	60.79	35.12	23.07	54.88	63.10	21.84	47.73	57.22
30	50.79	68.30	59.67	33.72	21.58	53.66	61.92	20.78	46.42	55.67
20	49.63	67.09	58.40	32.39	20.13	52.12	60.34	19.15	45.30	53.82
10	47.94	65.27	56.91	30.9	18.12	50.66	58.48	17.9	43.55	52.49
0	47.06	64.33	56.10	29.66	16.98	49.00	57.52	16.51	42.36	50.79
-10	46.00	63.18	55.10	28.63	15.70	47.66	56.25	15.36	41.33	49.52
-20	44.85	61.94	54.10	27.54	14.55	46.54	54.98	14.15	40.15	48.07
-30	43.60	60.57	52.98	26.33	13.13	45.42	53.49	12.81	38.88	46.55
-40	42.21	59.06	51.73	25.09	11.64	44.15	51.82	11.27	37.48	44.79
-45	41.67	58.58	51.27	24.64	11.15	43.82	51.27	10.85	37.12	44.18
-50	41.30	58.12	50.88	24.41	10.67	43.42	50.76	10.15	36.64	43.48
-55	40.85	57.64	50.48	23.79	10.27	43.06	50.12	9.70	36.27	43.00
-60	40.33	57.06	50.06	23.30	9.73	42.64	49.55	9.21	35.85	42.42
-65	39.91	56.39	49.55	22.82	9.12	42.12	48.97	8.70	35.42	41.79
-70	39.52	55.94	49.24	22.48	8.79	41.85	48.52	8.18	35.00	41.30
-75	39.18	55.42	48.91	22.09	8.36	41.45	48.06	7.85	34.64	40.82
-80	38.79	55.09	48.64	21.76	8.00	41.06	47.64	7.45	34.30	40.42
-85	38.55	54.79	48.27	21.55	7.67	40.82	47.27	7.03	34.06	40.03
-90	38.21	54.39	48.06	21.27	7.42	40.52	46.88	6.76	33.82	39.76
-95	38.00	54.21	47.82	21.06	7.18	40.24	46.64	6.42	33.58	39.42
-100	37.73	53.76	47.55	20.70	6.88	39.97	46.27	6.18	33.27	39.09
-105	37.42	53.39	47.33	20.42	6.61	39.73	46.00	5.85	33.06	38.79

หมายเหตุ: ระยะทางค่าบวกเป็นระยะทางหลังป้าย ระยะทางค่าลบเป็นระยะทางก่อนป้าย และ ระยะทางศูนย์เป็นตำแหน่งป้าย

ตารางที่ ง.2 ข้อมูลเวลาและระยะทางของรถยนต์ กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 2 (ต่อ)

ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)									
	คันที่ 21	คันที่ 22	คันที่ 23	คันที่ 24	คันที่ 25	คันที่ 26	คันที่ 27	คันที่ 28	คันที่ 29	คันที่ 30
60	31.36	39.45	44.57	65.91	37.39	49.46	35.97	69.54	24.49	41.07
50	28.39	37.69	42.79	64.12	34.69	47.01	33.82	67.21	22.10	37.88
40	26.21	36.36	41.69	63.09	33.48	45.22	32.64	66.03	21.01	36.40
30	24.54	35.15	40.51	61.94	32.51	43.79	31.67	64.91	20.04	35.16
20	22.82	33.94	39.42	60.84	31.45	42.67	30.52	63.45	18.55	33.67
10	21.27	32.57	38.03	59.57	29.97	41.43	29.34	61.88	16.97	32.25
0	20.30	31.39	37.24	58.45	29.30	40.22	28.13	61.03	16.25	30.82
-10	19.39	30.39	36.30	57.57	28.51	39.13	27.13	59.82	15.25	29.70
-20	18.39	29.30	35.39	56.60	27.60	38.01	26.13	58.69	14.25	28.58
-30	17.27	28.12	34.39	55.45	26.57	36.79	24.97	57.45	13.07	27.25
-40	16.12	26.91	33.24	54.15	25.42	35.52	23.58	56.03	11.79	25.94
-45	15.76	26.65	32.91	53.70	25.00	35.15	23.09	55.52	11.36	25.39
-50	15.39	26.06	32.52	53.33	24.70	34.70	22.67	55.03	10.91	25.03
-55	14.94	25.76	32.15	52.85	24.18	34.36	22.21	54.55	10.58	24.55
-60	14.45	25.24	31.79	52.33	23.79	33.91	21.67	54.12	10.09	24.06
-65	14.06	24.88	31.36	51.97	23.27	33.39	21.18	53.61	9.58	23.64
-70	13.73	24.42	31.09	51.64	22.94	32.88	20.85	53.15	9.21	23.15
-75	13.42	24.15	30.73	51.30	22.55	32.55	20.42	52.73	8.85	22.79
-80	13.06	23.85	30.52	50.97	22.21	32.18	20.12	52.21	8.52	22.42
-85	12.79	23.55	30.30	50.76	21.91	31.94	19.82	51.97	8.30	22.18
-90	12.52	23.3	30.06	50.48	21.61	31.55	19.52	51.61	8.06	22.00
-95	12.36	23.15	29.76	50.27	21.39	31.33	19.24	51.21	7.82	21.67
-100	12.09	22.91	29.64	50.06	21.12	31.06	18.91	50.88	7.55	21.42
-105	11.91	22.70	29.39	49.79	20.88	30.91	18.61	50.64	7.30	21.12

หมายเหตุ: ระยะทางค่าบวกเป็นระยะทางหลังป้าย ระยะทางค่าลบเป็นระยะทางก่อนป้าย และ ระยะทางศูนย์เป็นตำแหน่งป้าย

ตารางที่ ง.2 ข้อมูลเวลาและระยะทางของรถยนต์ กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 2 (ต่อ)

ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)									
	คันที่ 31	คันที่ 32	คันที่ 33	คันที่ 34	คันที่ 35	คันที่ 36	คันที่ 37	คันที่ 38	คันที่ 39	คันที่ 40
60	59.98	73.14	60.61	68.35	46.75	30.74	51.02	75.71	42.48	72.62
50	56.49	70.62	58.36	65.93	45.07	29.06	47.11	73.53	40.89	70.77
40	54.91	69.11	56.87	64.41	43.78	28.16	45.58	72.21	39.86	69.56
30	53.53	67.91	55.74	63.03	42.65	27.32	44.14	71.44	38.65	68.47
20	52.33	66.98	54.52	61.64	41.46	26.48	42.93	69.95	37.48	67.47
10	50.61	65.32	53.36	59.84	39.58	25.03	40.79	68.65	35.38	66.33
0	49.66	64.49	52.10	59.03	38.97	24.61	39.99	67.45	35.01	65.33
-10	48.62	63.56	51.13	57.86	37.94	23.80	38.85	66.50	34.01	64.45
-20	47.56	62.62	50.10	56.67	36.97	22.93	37.58	65.48	32.92	63.56
-30	46.30	61.53	48.94	55.22	35.72	21.97	36.17	64.30	31.77	62.56
-40	44.91	60.27	47.61	53.70	34.36	20.97	34.64	63.17	30.42	61.42
-45	44.52	59.97	47.21	53.12	33.91	20.55	34.12	62.61	30.01	61.06
-50	44.00	59.52	46.76	52.67	33.42	20.24	33.55	62.12	29.48	60.67
-55	43.55	59.15	46.39	52.15	33.03	19.88	33.20	61.85	29.18	60.30
-60	43.12	58.82	45.91	51.55	32.58	19.55	32.48	61.33	28.67	59.97
-65	42.52	58.27	45.45	51.03	32.09	19.15	31.85	60.82	28.15	59.52
-70	42.18	57.97	44.97	50.42	31.76	18.91	31.39	60.42	27.70	59.15
-75	41.76	57.64	44.58	50.15	31.45	18.55	30.94	60.06	27.33	58.91
-80	41.33	57.27	44.21	49.79	31.03	18.30	30.52	59.79	26.97	58.52
-85	41.06	57.06	44.01	49.39	30.76	18.09	30.30	59.55	26.79	58.33
-90	40.76	56.82	43.82	49.13	30.52	17.85	30.08	59.24	26.45	58.06
-95	40.55	56.61	43.48	48.76	30.33	17.76	29.61	59.05	26.12	58.00
-100	40.33	56.42	43.18	48.42	30.09	17.45	29.21	58.76	25.94	57.76
-105	39.91	56.21	42.91	48.24	29.70	17.18	28.97	58.55	25.67	57.42

หมายเหตุ: ระยะทางค่าบวกเป็นระยะทางหลังป้าย ระยะทางค่าลบเป็นระยะทางก่อนป้าย และ ระยะทางศูนย์เป็นตำแหน่งป้าย

ตารางที่ ง.2 ข้อมูลเวลาและระยะทางของรถยนต์ กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 2 (ต่อ)

ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)									
	คันที่ 41	คันที่ 42	คันที่ 43	คันที่ 44	คันที่ 45	คันที่ 46	คันที่ 47	คันที่ 48	คันที่ 49	คันที่ 50
60	47.74	50.68	59.09	67.18	-	-	-	-	-	-
50	45.65	48.03	57.27	64.62	-	-	-	-	-	-
40	44.65	46.77	56.15	63.41	-	-	-	-	-	-
30	43.53	45.53	55.06	62.29	-	-	-	-	-	-
20	42.32	44.12	53.91	60.88	-	-	-	-	-	-
10	41.29	42.94	51.74	59.68	-	-	-	-	-	-
0	40.15	41.71	51.65	58.35	-	-	-	-	-	-
-10	39.26	40.71	50.74	57.26	-	-	-	-	-	-
-20	38.29	39.41	49.74	56.23	-	-	-	-	-	-
-30	37.18	38.21	48.41	55.00	-	-	-	-	-	-
-40	35.91	36.82	47.15	53.70	-	-	-	-	-	-
-45	35.36	36.36	46.79	53.33	-	-	-	-	-	-
-50	35.00	35.79	46.30	52.85	-	-	-	-	-	-
-55	34.58	35.33	45.88	52.36	-	-	-	-	-	-
-60	34.09	35.00	45.42	51.97	-	-	-	-	-	-
-65	33.61	34.42	44.91	51.45	-	-	-	-	-	-
-70	33.18	34.00	44.42	51.09	-	-	-	-	-	-
-75	32.85	33.67	44.15	50.67	-	-	-	-	-	-
-80	32.48	33.27	43.85	50.33	-	-	-	-	-	-
-85	32.18	33.12	43.48	50.09	-	-	-	-	-	-
-90	31.94	32.67	43.27	49.73	-	-	-	-	-	-
-95	31.64	32.48	43.06	49.48	-	-	-	-	-	-
-100	31.33	32.27	42.76	49.24	-	-	-	-	-	-
-105	31.06	31.97	42.39	49.06	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ: ระยะทางค่าบวกเป็นระยะทางหลังป้าย ระยะทางค่าลบเป็นระยะทางก่อนป้าย และ ระยะทางศูนย์เป็นตำแหน่งป้าย

ตารางที่ ง.3 ข้อมูลเวลาและระยะทางของรถยนต์ กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 3

ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)									
	คันที่ 1	คันที่ 2	คันที่ 3	คันที่ 4	คันที่ 5	คันที่ 6	คันที่ 7	คันที่ 8	คันที่ 9	คันที่ 10
80	48.18	72.64	25.48	18.78	24.21	14.82	22.03	52.03	33.34	37.40
72	46.42	70.91	24.15	16.84	22.69	13.55	20.55	50.34	31.61	36.21
56	44.90	69.43	22.75	15.21	21.14	12.06	18.88	48.70	29.52	34.75
48	44.05	68.55	21.96	14.14	20.24	11.24	17.91	47.79	28.58	34.01
40	43.36	67.82	21.21	13.33	19.42	10.52	17.12	47.03	27.82	33.40
32	42.78	67.28	20.60	12.75	18.78	9.91	16.49	46.43	27.28	32.88
24	42.18	66.73	20.05	12.08	18.14	9.37	15.91	45.85	26.70	32.31
16	41.54	66.13	19.36	11.42	17.54	8.79	15.25	45.12	26.03	31.82
8	40.99	65.61	18.90	10.81	16.93	8.24	14.73	44.55	25.61	31.34
0	40.48	65.09	18.36	10.27	16.42	7.73	14.15	44.03	25.06	30.85
-8	39.91	64.48	17.79	9.73	15.85	7.12	13.15	43.45	24.52	30.36
-16	39.33	64.06	17.18	8.91	15.30	6.58	12.97	42.91	24.06	29.91
-24	38.79	63.09	16.52	8.36	14.67	6.03	12.24	42.30	23.39	29.42
-32	38.33	62.91	15.88	7.73	14.12	5.58	11.64	41.64	22.91	28.91
-40	37.94	62.42	15.45	7.24	13.76	5.06	11.15	41.18	22.55	28.42
-48	37.45	61.91	14.88	6.67	13.15	4.67	10.64	40.61	21.97	28.06
-56	37.03	61.58	14.48	6.18	12.85	4.12	10.18	40.18	21.70	27.76
-64	36.67	61.06	13.91	5.58	12.27	3.70	9.70	39.64	21.12	27.27
-72	36.33	60.67	13.42	5.18	11.88	3.30	9.24	39.33	20.76	26.91
-80	35.91	60.18	13.00	4.82	11.52	2.97	8.88	38.79	20.45	26.55

หมายเหตุ: ระยะทางค่าบวกเป็นระยะทางหลังป้าย ระยะทางค่าลบเป็นระยะทางก่อนป้าย และ ระยะทางศูนย์เป็นตำแหน่งป้าย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.3 ข้อมูลเวลาและระยะทางของรถยนต์ กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 3 (ต่อ)

ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)									
	คันที่ 11	คันที่ 12	คันที่ 13	คันที่ 14	คันที่ 15	คันที่ 16	คันที่ 17	คันที่ 18	คันที่ 19	คันที่ 20
80	47.91	58.14	22.73	55.09	72.24	31.00	35.06	16.61	22.18	50.84
72	46.73	56.75	21.28	53.76	70.94	29.58	34.06	15.22	21.00	49.57
56	45.43	55.08	19.88	52.46	69.46	28.27	33.06	13.49	19.55	48.14
48	44.64	54.14	19.06	51.49	68.55	27.34	32.34	12.52	18.73	47.27
40	43.85	53.39	18.40	50.85	67.88	26.64	31.73	11.58	17.97	46.42
32	43.25	52.72	17.82	50.31	67.28	25.97	31.24	10.85	17.37	45.81
24	42.64	52.18	17.28	49.73	66.73	25.40	30.85	10.12	16.88	45.14
16	42.03	51.42	16.61	49.22	66.12	24.82	30.30	9.40	16.18	44.42
8	41.52	50.96	16.09	48.76	65.64	24.34	29.94	8.76	15.70	43.87
0	41.12	50.42	15.61	48.18	65.15	23.79	29.52	8.15	15.21	43.33
-8	40.42	49.85	15.00	47.58	64.58	23.18	29.06	7.42	14.61	42.55
-16	39.85	49.30	14.39	47.12	64.03	22.70	28.55	6.76	14.09	41.88
-24	39.36	48.82	13.94	46.55	63.48	22.21	28.24	6.18	13.58	41.18
-32	38.91	48.15	13.33	46.06	63.03	21.55	27.76	5.52	13.09	40.39
-40	38.45	47.67	12.85	45.67	62.52	21.12	27.39	4.91	12.58	39.91
-48	37.97	47.21	12.39	45.00	62.00	20.61	26.97	4.39	12.09	39.24
-56	37.55	46.67	12.03	44.73	61.73	20.24	26.61	4.00	11.76	38.61
-64	37.06	46.18	11.52	44.24	61.21	19.79	26.21	3.33	11.24	37.97
-72	36.76	45.79	11.06	43.70	60.82	19.39	25.88	2.88	10.97	37.45
-80	36.45	45.42	10.67	43.39	60.45	19.06	25.52	2.55	10.55	36.82

หมายเหตุ: ระยะทางค่าบวกเป็นระยะทางหลังป้าย ระยะทางค่าลบเป็นระยะทางก่อนป้าย และ ระยะทางศูนย์เป็นตำแหน่งป้าย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.3 ข้อมูลเวลาและระยะทางของรถยนต์ กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 3 (ต่อ)

ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)									
	คันที่ 21	คันที่ 22	คันที่ 23	คันที่ 24	คันที่ 25	คันที่ 26	คันที่ 27	คันที่ 28	คันที่ 29	คันที่ 30
80	65.66	19.37	45.73	72.67	30.78	58.06	67.79	30.06	46.21	73.00
72	64.51	18.03	44.34	71.21	29.54	56.18	66.00	28.97	44.97	71.85
56	62.81	16.70	42.88	69.58	27.84	54.33	64.06	27.64	43.52	70.43
48	61.78	15.79	41.82	68.67	26.60	53.24	62.97	26.73	42.70	69.52
40	60.96	15.06	41.03	67.88	25.69	52.43	61.97	26.03	41.97	68.73
32	60.24	14.52	40.46	67.30	24.84	51.70	61.24	25.40	41.37	68.12
24	59.48	13.94	39.88	66.67	24.24	51.09	60.58	24.85	40.85	67.52
16	58.66	13.27	39.21	66.03	23.36	50.43	59.85	24.15	40.18	66.79
8	58.05	12.76	38.64	65.43	22.81	49.82	59.30	23.70	39.64	66.27
0	57.45	12.21	38.00	64.94	22.18	49.24	58.64	23.24	39.12	65.73
-8	56.79	11.61	37.30	64.21	21.30	48.42	58.00	22.64	38.52	65.09
-16	56.24	10.88	36.67	63.70	20.76	47.97	57.24	22.06	37.91	64.45
-24	55.82	10.39	36.15	63.18	20.06	47.42	56.61	21.67	37.45	63.79
-32	55.06	9.82	35.58	62.70	19.33	46.76	55.97	21.12	37.00	63.18
-40	54.55	9.39	35.03	62.15	18.73	46.33	55.45	20.64	36.42	62.73
-48	54.09	8.88	34.55	61.67	18.09	45.76	54.79	20.21	36.03	62.15
-56	53.76	8.42	34.09	61.27	17.55	45.33	54.30	19.91	35.76	61.64
-64	53.12	7.94	33.55	60.82	16.91	44.73	53.73	19.45	35.27	61.18
-72	52.85	7.39	33.09	60.30	16.36	44.30	53.33	19.03	34.94	60.67
-80	52.39	7.06	32.82	60.00	15.82	43.91	52.85	18.70	34.58	60.21

หมายเหตุ: ระยะทางค่าบวกเป็นระยะทางหลังป้าย ระยะทางค่าลบเป็นระยะทางก่อนป้าย และ ระยะทางศูนย์เป็นตำแหน่งป้าย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.3 ข้อมูลเวลาและระยะทางของรถยนต์ กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 3 (ต่อ)

ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)									
	คันที่ 31	คันที่ 32	คันที่ 33	คันที่ 34	คันที่ 35	คันที่ 36	คันที่ 37	คันที่ 38	คันที่ 39	คันที่ 40
80	24.52	32.94	41.06	57.12	22.09	53.03	71.21	22.12	43.09	50.91
72	23.36	31.91	39.88	55.55	20.94	52.03	69.70	20.67	42.09	49.79
56	21.79	30.61	38.52	53.73	19.52	50.64	68.24	19.21	40.91	48.55
48	20.76	29.88	37.61	52.55	18.55	49.79	67.06	18.18	40.18	47.58
40	20.00	29.03	37.00	51.67	17.82	49.15	66.24	17.46	39.45	46.91
32	19.27	28.43	36.39	50.73	17.15	48.55	65.61	16.73	38.88	46.27
24	18.67	27.88	35.88	50.03	16.55	48.06	64.88	16.12	38.42	45.76
16	18.03	27.27	35.33	49.24	15.94	47.45	64.21	15.49	37.76	45.09
8	17.49	26.70	34.79	48.55	15.43	47.09	63.67	14.85	37.24	44.64
0	17.00	26.27	34.33	47.94	14.97	46.55	63.12	14.27	36.91	44.18
-8	16.36	25.73	33.67	47.12	14.36	45.91	62.42	13.64	36.33	43.70
-16	15.70	25.03	33.18	46.48	13.85	45.30	61.85	13.03	35.85	43.12
-24	15.18	24.58	32.79	45.85	13.15	44.91	61.33	12.39	35.30	42.64
-32	14.70	23.97	32.24	45.06	12.58	44.30	60.70	11.85	34.85	42.21
-40	14.12	23.48	31.76	44.52	12.09	43.85	60.21	11.30	34.58	41.70
-48	13.70	23.00	31.33	43.79	11.55	43.27	59.70	10.76	34.06	41.18
-56	13.21	22.73	30.91	43.33	11.15	42.94	59.18	10.36	33.70	40.94
-64	12.70	22.15	30.52	42.73	10.55	42.45	58.73	9.76	33.24	40.48
-72	12.30	21.67	30.09	42.18	10.03	42.03	58.27	9.30	32.91	40.15
-80	11.97	21.30	29.73	41.73	9.73	41.70	57.88	8.97	32.61	39.79

หมายเหตุ: ระยะทางค่าบวกเป็นระยะทางหลังป้าย ระยะทางค่าลบเป็นระยะทางก่อนป้าย และ ระยะทางศูนย์เป็นตำแหน่งป้าย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.3 ข้อมูลเวลาและระยะทางของรถยนต์ กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 3 (ต่อ)

ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)									
	คันที่ 41	คันที่ 42	คันที่ 43	คันที่ 44	คันที่ 45	คันที่ 46	คันที่ 47	คันที่ 48	คันที่ 49	คันที่ 50
80	13.97	33.64	68.00	60.49	24.08	35.03	39.79	49.83	71.07	24.18
72	12.79	32.12	66.82	59.30	22.93	33.79	38.51	48.40	69.95	23.24
56	11.46	30.42	65.36	58.03	21.32	32.45	37.30	47.04	68.67	21.94
48	10.55	29.27	64.46	57.18	20.32	31.67	36.42	46.13	67.89	21.18
40	9.79	28.42	63.79	56.49	19.63	30.91	35.79	45.40	67.22	20.54
32	9.12	27.70	63.18	55.76	18.99	30.36	35.27	44.77	66.64	19.94
24	8.52	27.09	62.64	55.24	18.32	29.76	34.73	44.22	66.16	19.42
16	7.73	26.36	61.94	54.52	17.54	29.09	34.12	43.49	65.55	18.82
8	7.12	25.76	61.39	53.97	16.99	28.51	33.63	43.01	65.04	18.33
0	6.64	25.15	60.88	53.55	16.48	27.97	33.21	42.52	64.61	17.91
-8	6.00	24.45	60.30	53.03	15.79	27.36	32.70	41.91	63.88	17.39
-16	5.30	23.85	59.73	52.33	15.18	26.67	32.18	41.33	63.48	16.88
-24	4.79	23.21	59.27	51.85	14.58	26.12	31.73	40.85	62.91	16.33
-32	4.12	22.64	58.64	51.09	14.06	25.52	31.24	40.39	62.39	15.79
-40	3.58	22.03	58.12	50.64	13.64	25.00	30.76	39.88	61.91	15.33
-48	2.91	21.24	57.55	50.00	13.09	24.48	30.42	39.30	61.45	14.82
-56	2.58	20.97	57.06	49.58	12.58	24.00	30.03	38.91	61.00	14.52
-64	1.97	20.30	56.61	48.88	11.91	23.48	29.58	38.52	60.58	13.97
-72	1.55	19.88	56.12	48.52	11.55	22.97	29.27	38.00	60.24	13.64
-80	1.03	19.45	55.70	48.09	11.12	22.52	28.88	37.64	59.79	13.30

หมายเหตุ: ระยะทางค่าบวกเป็นระยะทางหลังป้าย ระยะทางค่าลบเป็นระยะทางก่อนป้าย และ ระยะทางศูนย์เป็นตำแหน่งป้าย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.3 ข้อมูลเวลาและระยะทางของรถยนต์ กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 3 (ต่อ)

ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)									
	คันที่ 51	คันที่ 52	คันที่ 53	คันที่ 54	คันที่ 55	คันที่ 56	คันที่ 57	คันที่ 58	คันที่ 59	คันที่ 60
80	41.45	59.88	73.10	44.09	71.06	54.03	20.91	28.45	37.63	67.45
72	40.27	58.48	71.65	42.70	69.79	52.54	19.54	27.27	36.76	66.12
56	38.94	57.09	69.98	41.24	68.39	51.18	18.45	26.12	35.51	64.64
48	38.06	56.27	68.86	40.24	67.51	50.15	17.73	25.33	34.85	63.64
40	37.39	55.48	67.95	39.42	66.73	49.24	17.09	24.63	34.24	62.85
32	36.85	54.94	67.22	38.85	66.21	48.51	16.51	24.06	33.79	62.30
24	36.36	54.39	66.58	38.24	65.61	47.88	16.09	23.51	33.36	61.70
16	35.73	53.82	65.74	37.64	65.03	47.12	15.54	22.88	32.85	61.09
8	35.27	53.33	65.22	37.03	64.45	46.51	15.06	22.33	32.39	60.61
0	34.73	52.85	64.52	36.52	63.88	46.00	14.67	21.91	32.06	60.06
-8	34.15	52.42	63.64	35.79	63.27	45.33	14.21	21.24	31.55	59.42
-16	33.52	51.82	63.06	35.24	62.70	44.64	13.70	20.76	31.12	58.94
-24	33.06	51.30	62.39	34.64	62.21	44.15	13.18	20.15	30.64	58.30
-32	32.55	50.85	61.64	34.03	61.61	43.48	12.70	19.70	30.12	57.85
-40	32.15	50.30	61.00	33.58	61.12	42.91	12.24	19.18	29.85	57.39
-48	31.61	49.91	60.39	32.97	60.61	42.27	11.85	18.79	29.33	56.94
-56	31.24	49.52	59.91	32.45	60.15	41.91	11.61	18.42	28.91	56.61
-64	30.70	49.06	59.18	31.88	59.64	41.30	11.03	17.97	28.55	56.06
-72	30.30	48.64	58.79	31.52	59.21	40.85	10.70	17.55	28.21	55.76
-80	29.79	48.36	58.39	31.06	58.76	40.58	10.39	17.18	27.88	55.42

หมายเหตุ: ระยะทางค่าบวกเป็นระยะทางหลังป้าย ระยะทางค่าลบเป็นระยะทางก่อนป้าย และ ระยะทางศูนย์เป็นตำแหน่งป้าย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.3 ข้อมูลเวลาและระยะทางของรถยนต์ กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 3 (ต่อ)

ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)									
	คันที่ 61	คันที่ 62	คันที่ 63	คันที่ 64	คันที่ 65	คันที่ 66	คันที่ 67	คันที่ 68	คันที่ 69	คันที่ 70
80	14.54	22.42	45.70	72.84	20.24	29.67	47.48	65.73	15.79	33.66
72	13.75	21.18	44.54	71.51	19.00	28.73	46.51	64.42	14.33	32.63
56	12.66	19.85	43.03	69.78	17.70	27.51	45.48	62.91	12.64	31.45
48	11.97	19.00	42.00	68.69	16.70	26.67	44.79	61.91	11.64	30.66
40	11.42	18.24	41.12	67.81	15.97	26.06	44.09	61.12	10.76	30.03
32	10.91	17.67	40.42	67.11	15.27	25.39	43.60	60.57	10.00	29.48
24	10.54	17.15	39.82	66.48	14.70	24.94	43.18	59.94	9.27	28.97
16	10.00	16.51	39.03	65.66	13.94	24.30	42.63	59.27	8.48	28.42
8	9.54	16.00	38.33	64.99	13.48	23.76	42.15	58.67	7.88	28.00
0	9.18	15.45	37.70	64.45	12.91	23.42	41.85	58.15	7.33	27.48
-8	8.55	14.79	36.94	63.85	12.18	22.79	41.39	57.61	6.55	26.94
-16	8.21	14.21	36.33	63.12	11.64	22.27	40.91	57.09	5.85	26.36
-24	7.70	13.58	35.67	62.61	11.00	21.88	40.52	56.48	5.27	25.76
-32	7.24	13.06	35.06	61.94	10.48	21.30	40.03	55.88	4.61	25.27
-40	6.88	12.61	34.55	61.42	9.91	20.88	39.67	55.39	4.06	24.79
-48	6.52	12.09	33.97	60.94	9.42	20.55	39.18	54.88	3.48	24.33
-56	6.21	11.52	33.58	60.36	9.00	20.15	39.03	54.42	2.97	23.91
-64	5.85	11.03	33.03	59.79	8.48	19.70	38.58	53.85	2.39	23.42
-72	5.39	10.64	32.64	59.42	8.00	19.30	38.27	53.55	1.91	23.06
-80	5.15	10.18	32.21	58.97	7.64	19.03	37.94	53.18	1.48	22.73

หมายเหตุ: ระยะทางค่าบวกเป็นระยะทางหลังป้าย ระยะทางค่าลบเป็นระยะทางก่อนป้าย และ ระยะทางศูนย์เป็นตำแหน่งป้าย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.3 ข้อมูลเวลาและระยะทางของรถยนต์ กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 3 (ต่อ)

ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)									
	คันที่ 71	คันที่ 72	คันที่ 73	คันที่ 74	คันที่ 75	คันที่ 76	คันที่ 77	คันที่ 78	คันที่ 79	คันที่ 80
80	65.03	18.39	38.83	32.64	40.91	55.66	20.51	69.42	40.63	58.06
72	64.06	16.70	37.71	31.27	39.18	54.33	19.09	67.73	39.57	56.88
56	62.97	14.91	36.64	29.76	37.60	52.97	17.70	66.09	38.27	55.42
48	62.24	13.67	35.80	28.61	36.63	52.12	16.79	65.09	37.45	54.42
40	61.60	12.76	35.10	27.88	35.85	51.48	15.97	64.27	36.78	53.73
32	61.15	11.91	34.55	27.15	35.18	50.97	15.30	63.64	36.27	53.06
24	60.72	11.21	34.01	26.54	34.60	50.39	14.70	62.97	35.78	52.39
16	60.15	10.36	33.40	25.73	33.97	49.85	14.03	62.30	35.18	51.67
8	59.79	9.73	32.89	25.06	33.39	49.39	13.48	61.70	34.75	51.09
0	59.39	9.06	32.52	24.42	32.88	48.88	12.97	61.09	34.30	50.48
-8	58.82	8.42	31.88	23.85	32.24	48.39	12.36	60.52	33.67	49.76
-16	58.36	7.64	31.27	23.27	31.76	47.85	11.73	59.73	33.24	49.03
-24	57.91	7.00	30.82	22.73	31.15	47.36	11.12	59.15	32.82	48.42
-32	57.45	6.27	30.24	22.09	30.73	46.88	10.55	58.58	32.33	47.82
-40	57.06	5.61	29.85	21.58	30.18	46.39	10.09	58.03	31.94	47.30
-48	56.73	4.91	29.42	21.03	29.73	46.06	9.42	57.45	31.39	46.70
-56	56.45	4.39	29.03	20.61	29.42	45.73	9.09	56.97	31.12	46.15
-64	55.94	3.85	28.61	20.00	28.97	45.21	8.55	56.30	30.55	45.42
-72	55.67	3.21	28.15	19.73	28.55	44.88	8.03	55.85	30.18	45.00
-80	55.27	2.82	27.88	19.27	28.15	44.55	7.67	55.33	29.88	44.58

หมายเหตุ: ระยะทางค่าบวกเป็นระยะทางหลังป้าย ระยะทางค่าลบเป็นระยะทางก่อนป้าย และ ระยะทางศูนย์เป็นตำแหน่งป้าย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.3 ข้อมูลเวลาและระยะทางของรถยนต์ กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 3 (ต่อ)

ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)									
	คันที่ 81	คันที่ 82	คันที่ 83	คันที่ 84	คันที่ 85	คันที่ 86	คันที่ 87	คันที่ 88	คันที่ 89	คันที่ 90
80	64.91	16.36	24.06	63.33	66.27	15.31	43.97	-	-	-
72	63.73	15.03	22.39	61.27	64.85	14.07	42.45	-	-	-
56	62.51	13.54	20.73	59.39	63.45	12.83	41.03	-	-	-
48	61.51	12.54	19.54	58.21	62.57	12.04	39.94	-	-	-
40	60.82	11.79	18.73	57.18	61.79	11.31	39.12	-	-	-
32	60.09	11.21	17.94	56.39	61.21	10.76	38.36	-	-	-
24	59.51	10.54	17.21	55.70	60.57	10.16	37.70	-	-	-
16	58.82	9.97	16.48	55.00	59.91	9.55	37.00	-	-	-
8	58.21	9.42	15.88	54.30	59.39	9.07	36.45	-	-	-
0	57.79	8.91	15.21	53.73	58.88	8.61	35.85	-	-	-
-8	57.12	8.33	14.55	53.06	58.30	8.03	35.18	-	-	-
-16	56.48	7.73	13.94	52.27	57.85	7.42	34.61	-	-	-
-24	56.09	7.21	13.30	51.70	57.24	7.00	33.97	-	-	-
-32	55.42	6.55	12.70	51.15	56.79	6.45	33.21	-	-	-
-40	54.97	6.09	12.09	50.64	56.30	5.97	32.73	-	-	-
-48	54.45	5.70	11.55	50.03	55.76	5.45	32.12	-	-	-
-56	53.97	5.15	11.00	49.52	55.42	5.00	31.76	-	-	-
-64	53.52	4.73	10.42	49.00	54.94	4.42	31.15	-	-	-
-72	53.00	4.18	10.03	48.52	54.55	4.06	30.70	-	-	-
-80	52.67	3.88	9.58	47.97	54.27	3.73	30.36	-	-	-

หมายเหตุ: ระยะทางค่าบวกเป็นระยะทางหลังป้าย ระยะทางค่าลบเป็นระยะทางก่อนป้าย และ ระยะทางศูนย์เป็นตำแหน่งป้าย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ.
ตัวอย่างการคำนวณหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วจากป้ายจำกัดความเร็ว และผลลัพธ์การคำนวณที่ได้จากแต่ละพื้นที่ศึกษา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สัญลักษณ์

a หมายถึง สัมประสิทธิ์ของ x^2 ในสมการกำลังสอง

b หมายถึง สัมประสิทธิ์ของ x ในสมการกำลังสอง

c หมายถึง ค่าคงที่ในสมการกำลังสอง

V_0 หมายถึง ความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้ง (เมตรต่อวินาที)

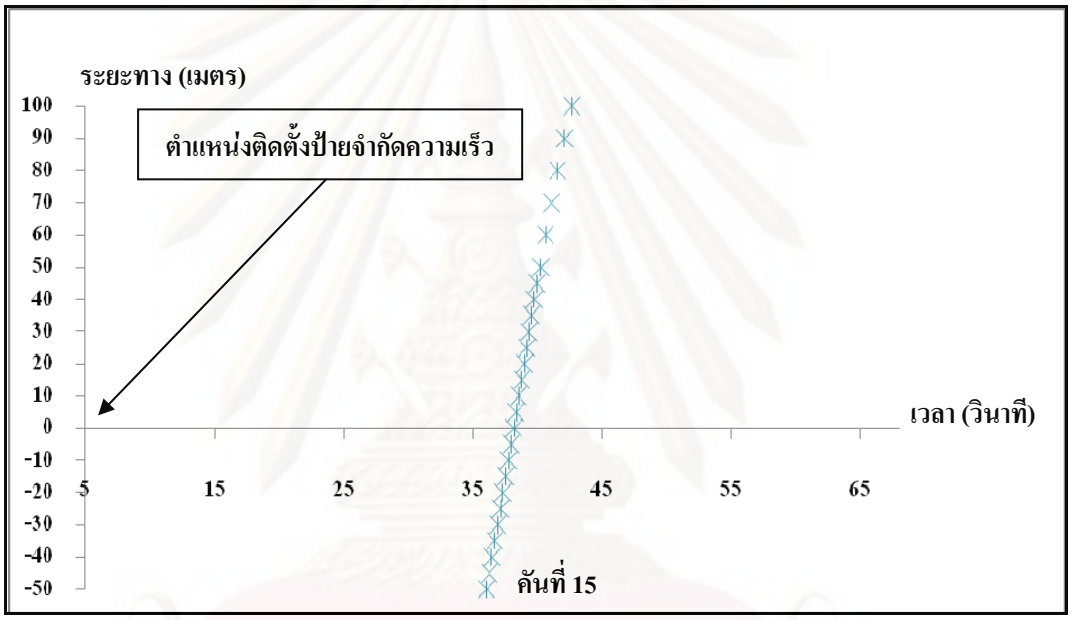
t_0 หมายถึง ตำแหน่งเวลาที่รถยนต์เริ่มต้นชะลอความเร็ว (วินาที)

S_0 หมายถึง ตำแหน่งระยะทางที่รถยนต์เริ่มต้นชะลอความเร็ว (เมตร)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

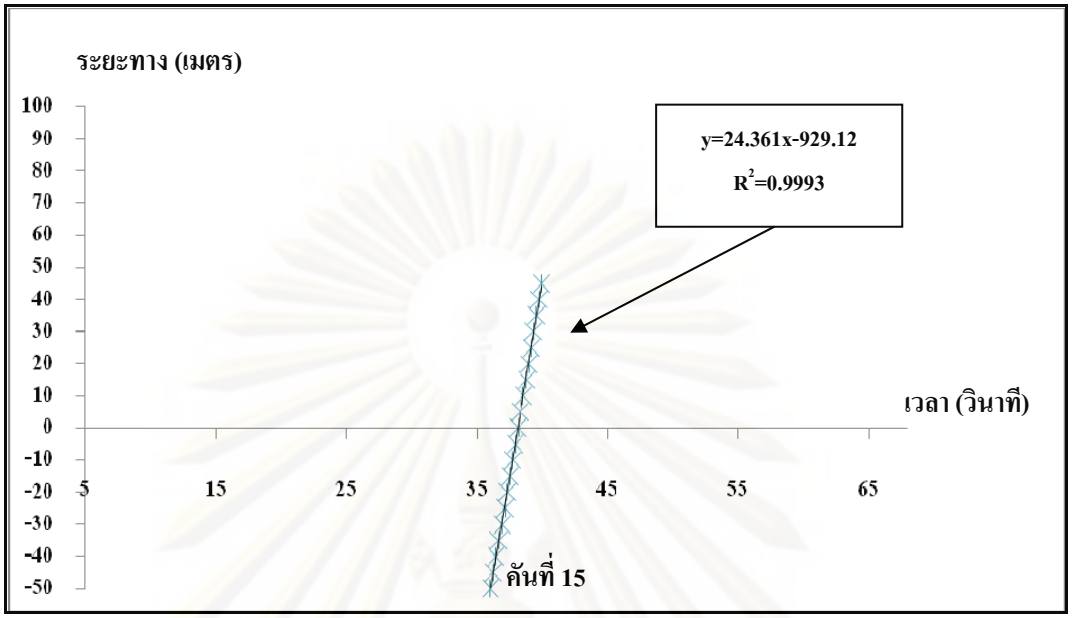
ตัวอย่างการคำนวณหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วจากป้ายจำกัดความเร็ว

จากข้อมูลเวลาและระยะทางของรถยนต์ที่ทำการถอดได้จากภาพเคลื่อนไหวที่ทำการบันทึกไว้ สามารถนำข้อมูลดังกล่าวมาทำการกำหนดคู่อันดับในแผนภาพเวลา-ระยะทาง ดังแสดงในภาพที่ จ.1 เพื่อทำการพิจารณาลักษณะคร่าว ๆ ของเส้นกราฟว่ามีลักษณะเป็นเส้นตรงและเส้นโค้งต่อเนื่องกันหรือไม่



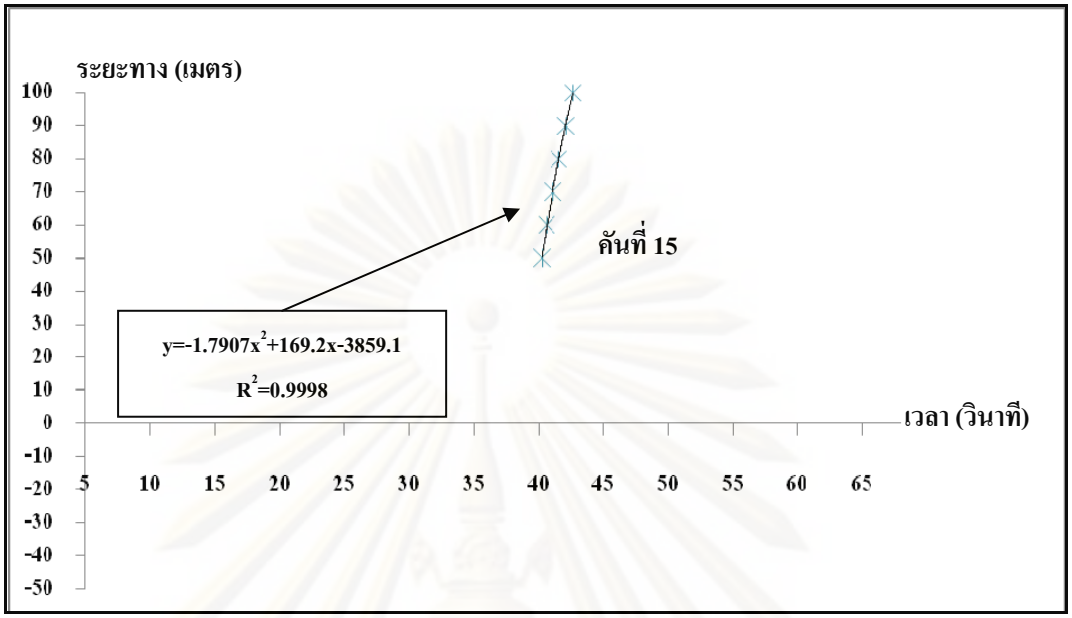
ภาพที่ จ.1 แผนภาพเวลา-ระยะทาง ของรถยนต์คันที่ 15 กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 1

จากนั้นทำการหาความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้ง โดยการใช้การถดถอยเชิงเส้นของสมการเส้นตรงในโปรแกรม Microsoft Office Excel 2007 ซึ่งจำนวนจุดที่ใช้ในการหาความเร็วคงที่จะมีจำนวนไม่น้อยกว่า 4 จุด เนื่องจากสมการเส้นตรงมีสัมประสิทธิ์ 1 ค่า และค่าคงที่ 1 ค่า โดยทำการเพิ่มจุดแล้วพิจารณาดูว่า สัมประสิทธิ์การตัดสินใจหรือค่า R^2 มีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลง หากจุดที่เพิ่มเข้าไปนั้นทำให้ค่า R^2 ลดลงแสดงว่า จุดดังกล่าวเป็นไปได้ว่าอยู่บนเส้นโค้ง ผลการคำนวณหาค่าความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งสามารถแสดงดังภาพที่ จ.2 จากสมการเส้นตรง $y = 24.361x - 929.12$ ทำให้ทราบว่า ความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้ง (V_0) คือ 24.361 เมตร/วินาที และค่า R^2 ที่ได้มีค่าเท่ากับ 0.9993 แสดงว่าสมการเส้นตรงนี้สามารถอธิบายการกระจายของ y ได้ 99.93 เปอร์เซ็นต์ หรือ x มีอิทธิพลต่อ y 99.93 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ จ.2 ความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งของรถยนต์คันที่ 15 กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 1

เมื่อคำนวณหาค่าความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งแล้ว จากนั้นจะเป็นการคำนวณหาสมการกำลังสองโดยการใช้การถดถอยเชิงเส้นของสมการพาราโบลาในโปรแกรม Microsoft Office Excel 2007 ซึ่งจะทำการแทนค่าจุดที่อยู่ถัดจากจุดที่อยู่บนเส้นตรงอย่างน้อยจำนวน 6 จุด เนื่องจากมีสัมประสิทธิ์ 2 ค่า และค่าคงที่ 1 ค่า โดยจะทำการเพิ่มจุดแล้วพิจารณาว่าค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจหรือค่า R^2 เพิ่มขึ้นหรือลดลง หากจุดที่เพิ่มเข้าไปนั้นทำให้ค่า R^2 มีค่าลดลงแสดงว่า จุดดังกล่าวอาจไม่อยู่บนเส้นโค้งพาราโบลา ผลการคำนวณหาสมการกำลังสองสามารถแสดงดังภาพที่ จ.3 จากสมการพาราโบลา $y = -1.7907x^2 + 169.2x - 3,859.1$ ทำให้ทราบค่า a คือ -1.7907 ค่า b คือ 169.2 และค่า c คือ -3,859.1 และค่า R^2 ที่ได้มีค่าเท่ากับ 0.9998 แสดงว่า สมการเส้นโค้งนี้สามารถอธิบายการกระจายของ y ได้ 99.98 เปอร์เซ็นต์ หรือ x มีอิทธิพลต่อ y 99.98 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ จ.3 สมการกำลังสองของรถยนต์คันที่ 15 กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 1

จากผลการคำนวณหาค่าความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งและสมการกำลังสอง สามารถนำค่าที่ได้ดังกล่าวมาคำนวณหาระยะเริ่มต้นชะลอความเร็วได้ โดยตำแหน่งเวลาที่รถยนต์เริ่มต้นชะลอความเร็ว $(t_0) = (V_0 - b)/2a$ และตำแหน่งระยะทางที่รถยนต์เริ่มต้นชะลอความเร็ว $(S_0) = at_0^2 + bt_0 + c$ ซึ่งเมื่อแทนค่าต่าง ๆ ลงในสมการดังกล่าวจะได้ตำแหน่งเวลาที่รถยนต์เริ่มต้นชะลอความเร็ว (t_0) = 40.4 วินาที และตำแหน่งระยะทางที่รถยนต์เริ่มต้นชะลอความเร็ว (S_0) = 54.9 เมตร ซึ่งเป็นค่าบวก นั่นคือ ตำแหน่งเริ่มต้นชะลอความเร็วอยู่หลังป้ายจำกัดความเร็ว 54.9 เมตร โดยผลลัพธ์ดังกล่าวนี้จะแสดงอยู่ในตารางที่ จ.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.1 ระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 1

คันที่	a	b	c	V_0	t_0	S_0
1	-0.6	86.5	-2,753.9	19.8	52.7	46.3
2	-1.4	191.5	-6,426.8	20.1	61.4	65.4
3	-1.2	55.4	-484.8	21.4	14.1	55.8
4	-0.8	53.9	-703.3	18.4	21.0	54.3
5	-0.6	61.1	-1,337.4	20.2	33.9	41.7
6	-0.6	77.3	-2,249.1	22.2	45.5	15.9
7	-0.8	105.4	-3,354.5	20.4	53.9	37.4
8	-1.2	69.4	-815.3	25.6	17.8	30.0
9	-1.1	73.0	-1,063.3	18.5	24.5	56.1
10	-1.2	103.4	-2,057.8	18.8	34.6	57.1
11	-2.3	228.1	-5,485.2	23.7	44.1	63.8
12	-2.8	339.0	-10,209.0	24.6	56.5	61.9
13	-1.5	210.4	-7,416.9	18.5	65.4	72.9
14	-1.1	45.5	-295.8	18.9	11.6	77.5
15	-1.8	169.2	-3,859.1	24.4	40.4	54.9
16	-1.9	268.6	-9,389.4	24.7	64.4	60.5
17	-0.3	26.6	-255.8	20.8	11.0	4.2
18	-2.6	193.6	-3,455.9	21.1	32.9	75.8
19	-2.1	109.3	-1,324.0	20.4	21.5	67.1
20	-1.4	97.6	-1,516.1	24.1	25.6	43.9
21	-2.2	162.9	-2,933.1	23.3	32.2	62.8
22	-1.3	125.6	-2,937.6	17.7	41.9	65.3
23	-2.4	296.1	-9,104.4	22.2	57.6	67.3
24	-1.7	234.4	-7,976.9	21.6	62.8	67.8
25	-1.3	46.4	-289.8	20.8	10.2	53.8
26	-1.3	64.2	-670.9	16.8	18.3	70.6
27	-2.8	175.3	-2,599.1	24.4	26.7	70.6
28	-1.7	215.5	-6,837.9	23.8	57.7	59.1
29	-2.4	72.4	-420.8	25.9	9.9	65.2
30	-3.2	194.6	-2,878.9	25.1	26.8	65.4
31	-2.2	228.8	-5,714.5	24.2	45.7	64.4
32	-1.8	87.7	-910.6	22.9	17.8	71.6

ตารางที่ จ.1 ระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 1 (ต่อ)

คันที่	a	b	c	V_0	t_0	S_0
33	-0.9	73.6	-1,365.2	13.0	33.2	71.8
34	-2.1	67.5	-419.3	20.5	11.0	66.1
35	-1.0	122.7	-3,544.7	20.9	50.2	58.0
36	-3.2	137.5	-1,350.4	24.5	17.5	68.8
37	-2.9	269.2	-6,074.4	20.3	42.5	74.7
38	-1.5	171.7	-4,663.3	20.8	49.1	64.1
39	-3.6	429.5	-12,846.0	23.7	57.0	73.9
40	-2.0	110.3	-1,389.5	20.6	22.2	65.6
41	-2.2	110.5	-1,296.3	17.7	21.4	76.6
42	-3.4	324.4	-7,677.6	24.5	44.4	67.1
43	-2.2	297.2	-9,768.3	19.1	62.3	77.1
44	-4.4	271.1	-4,070.3	26.3	27.9	75.0
45	-2.1	272.0	-8,575.8	21.5	58.9	71.4
46	-1.3	35.2	-89.6	23.5	4.7	47.1
47	-2.6	90.4	-666.5	22.1	13.1	72.4
48	-2.5	170.4	-2,840.7	22.6	30.1	65.7
49	-1.1	125.1	-3,472.0	18.9	48.9	51.6
50	-1.0	33.8	-125.8	20.4	6.6	54.2
ค่าเฉลี่ย						**60.6**
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน						**14.9**

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.2 ระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 2

คันที่	a	b	c	V_0	t_0	S_0
1	-0.6	22.6	-224.8	12.3	8.2	-82.3
2	-1.3	80.9	-1,296.4	18.8	24.2	-91.0
3	-1.0	21.7	-142.3	17.3	2.3	-96.7
4	-2.4	108.7	-1,287.8	20.0	18.5	-96.3
5	-0.9	124.2	-4,233.2	17.6	58.3	-102.0
6	-1.9	87.6	-1,011.0	20.9	17.1	-82.3
7	-0.5	31.4	-525.9	13.3	18.8	-106.2
8	-0.6	51.4	-1,041.3	15.4	28.0	-106.8
9	-1.2	66.2	-960.3	17.0	21.0	-85.8
10	-0.8	33.4	-359.3	15.5	10.8	-95.3
11	-1.2	110.4	-2,515.6	18.3	37.5	-102.4
12	-0.7	94.4	-3,076.8	14.9	54.6	-92.9
13	-1.2	138.8	-3,886.9	20.3	47.6	-103.3
14	-0.9	57.0	-874.6	18.3	20.4	-104.8
15	-1.6	39.6	-296.6	18.8	6.6	-102.5
16	-1.5	143.5	-3,443.8	18.4	41.6	-78.4
17	-0.8	86.1	-2,414.8	15.2	45.5	-108.2
18	-1.1	30.1	-242.2	17.0	5.9	-103.8
19	-1.4	114.4	-2,367.8	19.8	33.9	-94.3
20	-1.3	118.0	-2,718.9	15.4	39.3	-95.1
21	-1.9	68.1	-641.2	21.7	12.0	-101.5
22	-2.3	128.2	-1,817.1	23.8	22.5	-108.2
23	-1.5	113.8	-2,119.3	22.0	29.7	-98.9
24	-2.0	218.4	-6,093.7	21.3	50.0	-98.8
25	-1.9	99.0	-1,354.4	20.3	21.0	-101.9
26	-2.8	194.0	-3,468.6	22.6	31.1	-102.0
27	-0.8	46.2	-690.9	16.6	18.7	-102.7
28	-0.9	113.1	-3,449.5	15.1	52.5	-81.6
29	-1.8	46.3	-344.3	19.9	7.4	-100.7
30	-0.9	53.6	-853.9	17.3	21.2	-102.9
31	-1.0	95.8	-2,397.1	18.2	40.2	-105.4
32	-2.9	354.2	-10,740.0	24.7	56.1	-104.6

ตารางที่ จ.2 ระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 2 (ต่อ)

คันที่	*a*	*b*	*c*	V_0	t_0	S_0
33	-1.1	118.0	-3,079.7	16.5	44.6	-79.8
34	-0.6	74.3	-2,249.9	15.2	47.8	-108.5
35	-1.1	84.8	-1,655.6	17.2	30.7	-88.1
36	-1.7	81.4	-1,016.7	22.6	17.7	-96.0
37	-0.7	57.1	-1,164.3	15.1	29.5	-99.1
38	-3.7	458.2	-14,334.0	21.6	59.4	-87.7
39	-1.1	77.9	-1,368.7	18.1	26.6	-93.2
40	-1.7	214.5	-6,970.4	21.3	58.3	-90.8
41	-1.8	135.1	-2,526.0	16.9	32.1	-86.4
42	-1.1	86.1	-1,786.0	17.3	32.7	-93.1
43	-0.8	89.0	-2,371.0	17.6	42.5	-104.4
44	-2.4	256.0	-6,936.3	22.1	49.1	-103.7
ค่าเฉลี่ย						**-97.1**
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน						**8.4**

ตารางที่ จ.3 ระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 3

คันที่	*a*	*b*	*c*	V_0	t_0	S_0
1	-0.6	60.3	-1,517.6	21.1	34.8	-100.1
2	-0.8	119.7	-4,442.2	17.6	64.6	-9.6
3	-0.6	37.6	-488.3	16.4	17.7	-10.2
4	-0.6	27.2	-215.3	15.3	9.8	-7.6
5	-0.6	32.7	-388.0	17.6	13.7	-43.4
6	-0.7	26.2	-163.6	17.1	6.9	-14.1
7	-0.6	32.7	-338.4	17.1	12.5	-26.6
8	-0.6	67.5	-1,813.8	16.9	42.3	-26.8
9	-0.8	55.2	-892.1	18.6	23.4	-28.2
10	-0.8	67.2	-1,306.6	20.2	29.2	-30.5
11	-0.5	57.9	-1,498.0	18.4	38.0	-50.7
12	-0.6	72.2	-2,191.6	17.2	48.2	-33.9
13	-0.7	37.4	-418.8	18.0	14.3	-22.6

ตารางที่ จ.3 ระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 3 (ต่อ)

คันที่	*a*	*b*	*c*	V_0	t_0	S_0
14	-0.8	90.3	-2,585.0	16.8	48.3	1.5
15	-0.7	101.9	-3,832.3	16.2	64.8	-3.6
16	-0.6	42.1	-679.7	19.0	20.4	-57.1
17	-0.8	64.9	-1,232.5	21.3	27.8	-32.1
18	-0.4	18.9	-128.4	14.5	5.7	-32.6
19	-0.6	35.7	-394.0	16.7	14.7	-8.3
20	-0.4	50.8	-1,401.2	12.5	45.0	22.2
21	-0.3	51.1	-1,825.8	17.2	50.5	-102.9
22	-0.5	28.2	-263.7	16.5	10.9	-20.8
23	-0.5	54.8	-1,318.6	16.2	36.5	-23.6
24	-0.6	93.4	-3,520.4	16.8	63.5	-23.3
25	-0.3	25.2	-407.5	13.6	19.1	-37.9
26	-0.6	72.3	-2,131.4	15.6	48.2	-16.1
27	-0.5	70.9	-2,465.4	14.5	57.4	-17.1
28	-0.5	39.1	-628.7	19.9	18.6	-79.6
29	-0.6	61.2	-1,500.9	21.5	34.0	-95.5
30	-0.4	70.6	-2,783.4	16.0	63.5	-32.7
31	-0.5	32.2	-394.3	16.8	14.7	-35.0
32	-0.5	41.8	-794.4	17.9	23.7	-87.4
33	-0.7	66.1	-1,421.5	19.6	32.3	-36.3
34	-0.3	42.0	-1,281.6	14.2	43.8	-52.5
35	-0.3	23.3	-266.2	14.9	12.2	-32.7
36	-0.6	73.2	-2,075.3	17.3	45.5	-14.8
37	-0.5	71.0	-2,663.7	16.8	59.5	-54.1
38	-0.5	26.9	-290.7	16.5	11.4	-43.7
39	-0.6	57.7	-1,362.2	20.3	33.2	-65.6
40	-0.6	64.7	-1,770.1	23.3	37.2	-134.7
41	-0.3	17.0	-98.1	14.2	4.7	-25.0
42	-0.5	37.8	-645.5	14.2	24.5	-9.3
43	-0.5	81.2	-2,933.4	17.2	59.0	-30.8
44	-0.4	60.4	-2,003.0	15.7	52.1	-20.0
45	-0.4	28.2	-345.3	15.4	14.7	-25.4

ตารางที่ จ.3 ระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 3 (ต่อ)

คันที่	a	b	c	V_0	t_0	S_0
46	-0.4	38.6	-741.9	15.9	26.3	-25.1
47	-0.6	57.6	-1,224.2	21.0	29.4	-70.2
48	-0.6	63.4	-1,668.5	17.1	40.8	-27.4
49	-0.7	103.6	-3,886.5	17.5	64.0	-9.6
50	-0.5	31.4	-413.8	16.7	16.2	-23.5
51	-0.7	64.8	-1,416.0	17.2	34.3	-7.3
52	-0.7	89.0	-2,775.5	16.9	52.3	-8.2
53	-0.3	50.7	-2,006.1	12.4	63.3	-11.9
54	-0.6	57.5	-1,323.3	15.0	36.5	-0.1
55	-0.6	88.6	-3,321.5	16.8	62.7	-20.0
56	-0.3	40.2	-1,199.7	13.9	43.0	-35.0
57	-0.9	46.6	-480.6	18.0	15.1	8.6
58	-0.4	34.7	-544.4	18.9	17.7	-70.0
59	-0.8	69.7	-1,407.3	18.7	31.8	-1.3
60	-0.6	85.0	-3,002.1	19.2	56.5	-59.5
61	-0.8	33.8	-242.5	20.9	8.1	-21.0
62	-0.6	34.1	-384.8	16.3	15.0	-7.7
63	-0.2	30.2	-793.4	16.8	27.7	-142.8
64	-0.4	65.6	-2,529.0	15.2	61.7	-38.4
65	-0.5	25.8	-258.1	15.7	11.3	-24.0
66	-0.5	39.9	-649.9	20.6	18.7	-84.5
67	-0.7	75.1	-1,939.7	20.1	40.1	-30.8
68	-0.6	80.6	-2,778.9	15.4	57.8	-6.4
69	-0.4	18.4	-113.0	14.1	5.5	-24.1
70	-0.7	55.4	-998.9	18.2	26.8	-11.6
71	-0.9	129.6	-4,423.5	20.6	58.7	-12.3
72	-0.3	18.1	-135.0	12.3	8.3	-8.6
73	-0.5	51.2	-1,089.5	18.6	30.0	-41.6
74	-0.4	31.8	-549.0	15.0	21.9	-36.5
75	-0.6	57.8	-1,200.8	17.6	31.0	-30.3

ตารางที่ จ.3 ระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 3 (ต่อ)

คันที่	a	b	c	V_0	t_0	S_0
76	-0.8	98.8	-2,845.2	19.4	47.8	-20.8
77	-0.5	26.1	-258.1	14.6	12.3	-7.1
78	-0.5	78.2	-2,817.5	14.5	60.7	-5.7
79	-0.7	68.4	-1,469.3	18.1	33.7	-9.0
80	-0.4	51.5	-1,639.0	14.1	49.7	-11.3
81	-0.3	52.0	-1,884.8	16.0	53.8	-56.1
82	-0.5	24.0	-169.9	15.3	8.2	-8.8
83	-0.4	25.6	-291.8	14.3	13.5	-23.7
84	-0.5	62.7	-2,026.7	14.9	51.4	-31.5
85	-0.6	86.7	-3,008.0	16.6	58.0	-15.3
86	-0.6	27.6	-189.9	15.9	9.0	6.7
87	-0.4	38.4	-911.4	13.8	34.1	-19.9
ค่าเฉลี่ย						**-31.2**
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน						**29.6**

ตารางที่ จ.4 ความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งและระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 1

คันที่	ประเภท	ความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้ง (กม./ชม.)	จุดเริ่มต้นชะลอความเร็วห่างจากป้ายเตือนความเร็ว (ม.)	จุดเริ่มต้นชะลอความเร็วห่างจากจุดเริ่มต้นทางโค้ง (ม.)
1	รถเก๋ง	71.3	46.3	78.7
2	รถเก๋ง	72.3	65.4	59.6
3	รถกระบะ	77.0	55.8	69.2
4	รถเก๋ง	66.1	54.3	70.7
5	รถเก๋ง	72.6	41.7	83.3
6	รถกระบะ	79.9	15.9	109.1
7	รถเก๋ง	73.3	37.4	87.6
8	รถเก๋ง	92.2	30.0	95.0
9	รถกระบะ	66.4	56.1	68.9
10	รถเก๋ง	67.8	57.1	67.9
11	รถกระบะ	85.3	63.8	61.2
12	รถเก๋ง	88.7	61.9	63.1

ตารางที่ จ.4 ความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งและระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 1 (ต่อ)

คันที่	ประเภท	ความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้ง (กม./ชม.)	จุดเริ่มต้นชะลอความเร็วห่างจากป้ายเตือนความเร็ว (ม.)	จุดเริ่มต้นชะลอความเร็วห่างจากจุดเริ่มต้นทางโค้ง (ม.)
13	รถกระบะ	66.7	72.9	52.1
14	รถเก๋ง	68.1	77.5	47.5
15	รถเก๋ง	87.7	54.9	70.1
16	รถกระบะ	88.9	60.5	64.5
17	รถเก๋ง	74.9	4.2	120.8
18	รถกระบะ	76.0	75.8	49.2
19	รถกระบะ	73.4	67.1	57.9
20	รถเก๋ง	86.9	43.9	81.1
21	รถเก๋ง	83.7	62.8	62.2
22	รถเก๋ง	63.8	65.3	59.7
23	รถเก๋ง	79.9	67.3	57.7
24	รถเก๋ง	77.8	67.8	57.2
25	รถเก๋ง	75.0	53.8	71.2
26	รถกระบะ	60.4	70.6	54.4
27	รถกระบะ	88.0	70.6	54.4
28	รถเก๋ง	85.7	59.1	65.9
29	รถกระบะ	93.1	65.2	59.8
30	รถเก๋ง	90.5	65.4	59.6
31	รถเก๋ง	87.2	64.4	60.6
32	รถเก๋ง	82.5	71.6	53.4
33	รถกระบะ	46.8	71.8	53.2
34	รถเก๋ง	73.8	66.1	58.9
35	รถกระบะ	75.3	58.0	67.0
36	รถกระบะ	88.1	68.8	56.2
37	รถเก๋ง	73.1	74.7	50.3
38	รถกระบะ	74.8	64.1	60.9
39	รถเก๋ง	85.2	73.9	51.1
40	รถเก๋ง	74.1	65.6	59.4
41	รถเก๋ง	63.8	76.6	48.4
42	รถเก๋ง	88.2	67.1	57.9

ตารางที่ จ.4 ความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งและระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 1 (ต่อ)

คันที่	ประเภท	ความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้ง (กม./ชม.)	จุดเริ่มต้นชะลอความเร็วห่างจากป้ายเตือนความเร็ว (ม.)	จุดเริ่มต้นชะลอความเร็วห่างจากจุดเริ่มต้นทางโค้ง (ม.)
43	รถเก๋ง	68.6	77.1	47.9
44	รถกระบะ	94.8	75.0	50.0
45	รถกระบะ	77.2	71.4	53.6
46	รถกระบะ	84.4	47.1	77.9
47	รถเก๋ง	79.6	72.4	52.6
48	รถเก๋ง	81.4	65.7	59.3
49	รถเก๋ง	68.0	51.6	73.4
50	รถเก๋ง	73.5	54.2	70.8

ตารางที่ จ.5 ความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งและระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 2

คันที่	ประเภท	ความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้ง (กม./ชม.)	จุดเริ่มต้นชะลอความเร็วห่างจากป้ายเตือนความเร็ว (ม.)	จุดเริ่มต้นชะลอความเร็วห่างจากจุดเริ่มต้นทางโค้ง (ม.)
1	รถกระบะ	44.2	-82.3	232.3
2	รถเก๋ง	67.8	-91.0	241.0
3	รถเก๋ง	62.1	-96.7	246.7
4	รถเก๋ง	71.9	-96.3	246.3
5	รถเก๋ง	63.4	-102.0	252.0
6	รถกระบะ	75.1	-82.3	232.3
7	รถเก๋ง	47.8	-106.2	256.2
8	รถเก๋ง	55.3	-106.8	256.8
9	รถเก๋ง	61.3	-85.8	235.8
10	รถเก๋ง	55.7	-95.3	245.3
11	รถกระบะ	66.0	-102.4	252.4
12	รถเก๋ง	53.7	-92.9	242.9
13	รถเก๋ง	73.1	-103.3	253.3
14	รถกระบะ	65.9	-104.8	254.8
15	รถเก๋ง	67.6	-102.5	252.5

ตารางที่ จ.5 ความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งและระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 2 (ต่อ)

คันที่	ประเภท	ความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้ง (กม./ชม.)	จุดเริ่มต้นชะลอความเร็วห่างจากป้ายเตือนความเร็ว (ม.)	จุดเริ่มต้นชะลอความเร็วห่างจากจุดเริ่มต้นทางโค้ง (ม.)
16	รถเก๋ง	66.4	-78.4	228.4
17	รถกระบะ	54.8	-108.2	258.2
18	รถเก๋ง	61.1	-103.8	253.8
19	รถเก๋ง	71.4	-94.3	244.3
20	รถกระบะ	55.5	-95.1	245.1
21	รถเก๋ง	78.2	-101.5	251.5
22	รถกระบะ	85.8	-108.2	258.2
23	รถเก๋ง	79.4	-98.9	248.9
24	รถเก๋ง	76.6	-98.8	248.8
25	รถเก๋ง	73.1	-101.9	251.9
26	รถเก๋ง	81.3	-102.0	252.0
27	รถเก๋ง	59.8	-102.7	252.7
28	รถเก๋ง	54.4	-81.6	231.6
29	รถเก๋ง	71.7	-100.7	250.7
30	รถเก๋ง	62.1	-102.9	252.9
31	รถเก๋ง	65.6	-105.4	255.4
32	รถกระบะ	89.1	-104.6	254.6
33	รถเก๋ง	59.2	-79.8	229.8
34	รถเก๋ง	54.8	-108.5	258.5
35	รถเก๋ง	61.8	-88.1	238.1
36	รถกระบะ	81.3	-96.0	246.0
37	รถเก๋ง	54.4	-99.1	249.1
38	รถเก๋ง	77.8	-87.7	237.7
39	รถเก๋ง	65.0	-93.2	243.2
40	รถเก๋ง	76.8	-90.8	240.8
41	รถเก๋ง	61.0	-86.4	236.4
42	รถเก๋ง	62.3	-93.1	243.1
43	รถกระบะ	63.4	-104.4	254.4
44	รถเก๋ง	79.6	-103.7	253.7

ตารางที่ จ.6 ความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งและระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 3

คันที่	ประเภท	ความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้ง (กม./ชม.)	จุดเริ่มต้นชะลอความเร็วห่างจากป้ายเตือนความเร็ว (ม.)	จุดเริ่มต้นชะลอความเร็วห่างจากจุดเริ่มต้นทางโค้ง (ม.)
1	รถเก๋ง	63.3	-9.6	159.6
2	รถเก๋ง	58.9	-10.2	160.2
3	รถเก๋ง	55.1	-7.6	157.6
4	รถเก๋ง	63.4	-43.4	193.4
5	รถเก๋ง	61.7	-14.1	164.1
6	รถกระบะ	61.7	-26.6	176.6
7	รถเก๋ง	60.8	-26.8	176.8
8	รถเก๋ง	67.1	-28.2	178.2
9	รถกระบะ	72.6	-30.5	180.5
10	รถกระบะ	66.2	-50.7	200.7
11	รถเก๋ง	61.9	-33.9	183.9
12	รถเก๋ง	64.8	-22.6	172.6
13	รถเก๋ง	60.5	1.5	148.5
14	รถเก๋ง	58.5	-3.6	153.6
15	รถกระบะ	68.4	-57.1	207.1
16	รถเก๋ง	76.7	-32.1	182.1
17	รถเก๋ง	52.3	-32.6	182.6
18	รถเก๋ง	60.1	-8.3	158.3
19	รถกระบะ	44.9	22.2	127.8
20	รถเก๋ง	59.5	-20.8	170.8
21	รถเก๋ง	58.2	-23.6	173.6
22	รถเก๋ง	60.6	-23.3	173.3
23	รถเก๋ง	49.0	-37.9	187.9
24	รถเก๋ง	56.1	-16.1	166.1
25	รถเก๋ง	52.1	-17.1	167.1
26	รถเก๋ง	57.5	-32.7	182.7
27	รถกระบะ	60.5	-35.0	185.0
28	รถกระบะ	64.5	-87.4	237.4
29	รถเก๋ง	70.6	-36.3	186.3
30	รถกระบะ	51.1	-52.5	202.5

ตารางที่ จ.6 ความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งและระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 3 (ต่อ)

คันที่	ประเภท	ความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้ง (กม./ชม.)	จุดเริ่มต้นชะลอความเร็วห่างจากป้ายเตือนความเร็ว (ม.)	จุดเริ่มต้นชะลอความเร็วห่างจากจุดเริ่มต้นทางโค้ง (ม.)
31	รถกระบะ	53.6	-32.7	182.7
32	รถกระบะ	62.2	-14.8	164.8
33	รถกระบะ	60.5	-54.1	204.1
34	รถเก๋ง	59.4	-43.7	193.7
35	รถกระบะ	73.2	-65.6	215.6
36	รถกระบะ	51.1	-25.0	175.0
37	รถเก๋ง	51.0	-9.3	159.3
38	รถเก๋ง	62.0	-30.8	180.8
39	รถกระบะ	56.4	-20.0	170.0
40	รถเก๋ง	55.3	-25.4	175.4
41	รถเก๋ง	57.3	-25.1	175.1
42	รถเก๋ง	75.7	-70.2	220.2
43	รถเก๋ง	61.5	-27.4	177.4
44	รถกระบะ	63.0	-9.6	159.6
45	รถกระบะ	60.0	-23.5	173.5
46	รถเก๋ง	62.1	-7.3	157.3
47	รถเก๋ง	60.9	-8.2	158.2
48	รถกระบะ	44.6	-11.9	161.9
49	รถเก๋ง	54.0	-0.1	150.1
50	รถเก๋ง	60.4	-20.0	170.0
51	รถกระบะ	50.1	-35.0	185.0
52	รถกระบะ	64.7	8.6	141.4
53	รถเก๋ง	68.0	-70.0	220.0
54	รถเก๋ง	67.3	-1.3	151.3
55	รถเก๋ง	69.0	-59.5	209.5
56	รถกระบะ	75.1	-21.0	171.0
57	รถเก๋ง	58.6	-7.7	157.7
58	รถกระบะ	54.6	-38.4	188.4
59	รถกระบะ	56.5	-24.0	174.0
60	รถกระบะ	72.5	-30.8	180.8

ตารางที่ จ.6 ความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้งและระยะเริ่มต้นชะลอความเร็ว กรณีพื้นที่ศึกษาที่ 3 (ต่อ)

คันที่	ประเภท	ความเร็วคงที่ก่อนเข้าทางโค้ง (กม./ชม.)	จุดเริ่มต้นชะลอความเร็วห่างจากป้ายเตือนความเร็ว (ม.)	จุดเริ่มต้นชะลอความเร็วห่างจากจุดเริ่มต้นทางโค้ง (ม.)
61	รถเก๋ง	55.3	-6.4	156.4
62	รถกระบะ	50.9	-24.1	174.1
63	รถกระบะ	65.5	-11.6	161.6
64	รถกระบะ	74.0	-12.3	162.3
65	รถกระบะ	44.4	-8.6	158.6
66	รถเก๋ง	67.1	-41.6	191.6
67	รถเก๋ง	54.0	-36.5	186.5
68	รถเก๋ง	63.5	-30.3	180.3
69	รถเก๋ง	69.8	-20.8	170.8
70	รถกระบะ	52.5	-7.1	157.1
71	รถเก๋ง	52.1	-5.7	155.7
72	รถกระบะ	65.1	-9.0	159.0
73	รถเก๋ง	50.7	-11.3	161.3
74	รถกระบะ	57.7	-56.1	206.1
75	รถเก๋ง	55.0	-8.8	158.8
76	รถเก๋ง	51.4	-23.7	173.7
77	รถเก๋ง	53.7	-31.5	181.5
78	รถเก๋ง	59.6	-15.3	165.3
79	รถเก๋ง	57.1	6.7	143.3
80	รถกระบะ	49.7	-19.9	169.9

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นาย ธวัชชัย แสงรัตน์ เป็นบุตรของ นายชีพและนางนิสากร แสงรัตน์ มีพี่น้อง 3 คน เกิดเมื่อวันที่ 8 มีนาคม พ.ศ.2523 ณ โรงพยาบาลตรัง จังหวัดตรัง ได้สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากการศึกษานอกโรงเรียนจังหวัดตรัง และสำเร็จการศึกษาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการก่อสร้าง ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เมื่อปีการศึกษา 2543 จากนั้นได้เข้าทำงานที่ห้างหุ้นส่วนจำกัด ฉัตรชัยการโยธา จากนั้นได้เข้าทำงานที่องค์การบริหารส่วนตำบลหอมเกร็ด อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ต่อมาได้เข้าทำงานที่สำนักมาตรฐานและประเมินผล กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม และได้ลาศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่งและการจราจร ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2551

ขณะศึกษาอยู่ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย งานวิจัยส่วนหนึ่งของผู้เขียนวิทยานิพนธ์ได้ถูกตีพิมพ์ในเอกสารรวมการประชุมและนำเสนอในที่ประชุมวิชาการนานาชาติของสมาคมวิทยาการจราจรและขนส่งแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 1 (The First International of Thai Society of Transportation and Traffic Studies 2010: The Future of Human Mobility หรือ TSTS 2010) ซึ่งจัดที่จังหวัดภูเก็ต ระหว่างวันที่ 22-23 มกราคม พ.ศ. 2553 ดังนี้

Thawatchai SAENGRAT, Jittichai RUDJANAKANOKNAD. 2010. TRAFFIC SIGN EXPERIMENT UPSTREAM OF CURVES ON TWO-LANE HIGHWAYS. PROCEEDING OF The First TSTS International Conference “THE FUTURE OF HUMAN MOBILITY”. Phuket, Thailand.