

บทที่ 7

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องแบบจำลองความเร็วขั้วชี้ เพื่อการตรวจสอบความสอดคล้องของแนวเส้นทางราบสำหรับทางหลวงสองช่องจราจรนอกเมือง มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบจำลองความเร็วขั้วชี้ของรถยนต์กับทางหลวงสองช่องจราจรนอกเมืองในประเทศ และพัฒนาโปรแกรมให้วิศวกรผู้ออกแบบหรือวางแผน สามารถนำไปใช้ตรวจสอบประเมินการออกแบบถนน และปรับปรุงแนวเส้นทาง ขั้นตอนหลักของการวิจัยประกอบไปด้วย การรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์หาตัวแปรลักษณะทางเรขาคณิต การสร้างแบบจำลอง การพัฒนาโปรแกรมตรวจสอบ Consistency และการประยุกต์ใช้แบบจำลอง สามารถสรุปได้ดังนี้

7.1 การรวบรวมข้อมูล

7.1.1 ข้อมูลความเร็วขั้วชี้ภาคสนามของทางหลวง 2 ช่องจราจรสายนอกเมือง คือทางหลวงหมายเลข 106 จังหวัดลำพูน ช่วง ก.ม. 104+793 ถึง ก.ม. 71+021 (อ.บ้านโฮ้ง - อ.ลี้) มีจำนวนทางโค้ง 3 โค้ง จำนวนช่วงทางตรง 14 ช่วง รวมทั้งหมดจำนวน 17 ตอน ทางหลวงหมายเลข 107 จังหวัดเชียงใหม่ ช่วง ก.ม. 78+129 ถึง ก.ม. 101+000 (อ.เชียงดาว - อ.ไชยปราการ) มีจำนวนทางโค้ง 30 โค้ง จำนวนช่วงทางตรง 17 ช่วง รวมทั้งหมดจำนวน 47 ตอน

7.1.2 วัดความเร็วขั้วชี้จากถนนทั้งหมด 64 ตอน โดยเครื่องวัดความเร็ว Laser Meter ส่วนข้อมูลลักษณะถนน ได้แก่ ความกว้างผิวทาง ความกว้างไหล่ทางความเร็วออกแบบ องศาโค้งราบ เปอร์เซ็นต์ความลาดชันตามแนวยาว และระยะการมองเห็น อ่านจากแบบแปลนแล้วทำการตรวจวัดอีกครั้งในภาคสนาม

7.2 ตัวแปรลักษณะทางเรขาคณิตที่มีอิทธิพลต่อความเร็วขั้วชี้

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเพียร์สัน การพิจารณานัยสำคัญของตัวแปร การประมาณค่าพารามิเตอร์ และการตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องหมายบวกลบของพารามิเตอร์ ทำให้ได้ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความเร็วขั้วชี้ดังนี้

(1) ช่วงทางตรง ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความเร็วขั้วชี้มากที่สุด คือความเร็วขั้วชี้ขาออกจากทางโค้ง รองลงมาคือ ความยาวของช่วงทางตรง และสุดท้าย คือระยะการมองเห็น

2) ช่วงทางโค้ง ตัวแปรที่มีค่านัยสำคัญที่มีเพียงตัวเดียว และมีอิทธิพลต่อความเร็วขยับขึ้นมากที่สุด คืออัตราการเปลี่ยนแปลงความโค้ง (Curvature Change Rate, CCR)

7.3 ผลจากการสร้างแบบจำลองความเร็วขยับขึ้นมีดังนี้

แบบจำลองในช่วงทางโค้ง ใช้ข้อมูลในการสร้างแบบจำลอง 26 โค้ง คิดเป็น 78.8 เปอร์เซ็นต์ ของข้อมูลทั้งหมด ได้แบบจำลอง

$$V_{85} = 100.623 \times 0.99922^{CCR}$$

แบบจำลองในช่วงทางตรง ใช้ข้อมูลในการสร้างแบบจำลอง 25 ช่วง คิดเป็น 80.6 เปอร์เซ็นต์ ของข้อมูลทั้งหมด (แบบจำลองที่ใช้ได้กับทุกลักษณะเรขาคณิต) ได้แบบจำลอง

$$V_{85} = 47.213 + 0.509 V_{85c} + 0.01 SD - 1019.932 / TL$$

เมื่อ V_{85c} = ความเร็วขยับขึ้นในทางโค้งที่แทนค่า CCR ด้วยค่า CCR_{avg} ระหว่างโค้งที่เข้าสู่และออกจากช่วงทางตรง

CCR = อัตราการเปลี่ยนแปลงความโค้งของโค้งที่พิจารณา (Deg./km.)

SD = ระยะการมองเห็นโดยปลอดภัย (m.)

TL = ระยะความยาวของช่วงทางตรงระหว่างโค้ง (m.)

CCR_{avg} = อัตราการเปลี่ยนแปลงความโค้งเฉลี่ย ระหว่างโค้งที่เข้าสู่และออกจากช่วงทางตรง (Deg./km.)

ในส่วนของการสร้างแบบจำลองในช่วงทางตรง แบบแบ่งกลุ่มลักษณะเรขาคณิตใช้ข้อมูลในการสร้าง 100 เปอร์เซ็นต์ ได้แบบจำลองแบบแบ่งตามลักษณะเรขาคณิต 4 รูปแบบด้วยกัน แต่ละรูปแบบได้ตัวแปรที่มีนัยสำคัญแตกต่างกันออกไปตามลักษณะภูมิประเทศ การนำแบบจำลองมาใช้จึงอาจทำให้เกิดความผิดพลาดได้ง่าย เพื่อความสะดวกต่อการทำนายความเร็วขยับขึ้นแบบจำลองในช่วงทางตรงที่เหมาะสมที่สุดจึงเป็นแบบจำลองที่ใช้ได้กับทุกลักษณะเรขาคณิตซึ่งง่ายต่อการนำไปใช้ และให้ผลการทำนายความเร็วไม่ต่างกับแบบจำลองแบบแบ่งตามลักษณะเรขาคณิต

7.4. การพัฒนาโปรแกรมตรวจสอบ Consistency

ผลการพัฒนาโปรแกรมการตรวจสอบ Consistency บน AutoCAD โดยใช้ Visual Basic Application ได้โปรแกรมตรวจสอบที่มีความสามารถดังนี้

(1) สามารถตรวจสอบแนวเส้นทาง (Alignment) ตามองค์ประกอบทางหลวง Single Element และ Successive Element ได้

(2) การป้อนข้อมูลได้จากการเลือกลักษณะเรขาคณิตจากแนวเส้นทางที่ได้จากการเขียนแบบด้วยคำสั่ง Line และ Arc

(3) สามารถเลือกแบบจำลองที่ได้จากงานวิจัยนี้ หรือจากงานวิจัยของ Lamm. และ FHWA

(4) โปรแกรมจะคำนวณความเร็วขั้วจากแบบจำลอง ตามเงื่อนไขการตรวจสอบความปลอดภัยด้วยความเร็วตามงานศึกษาของ Lamm.

(5) แสดงผลการคำนวณตรวจสอบ Consistency ในรูปของ Dialog Box และให้ผู้ตรวจสอบสามารถ Mark ตำแหน่ง เพื่อแสดงผลการตรวจสอบลงในแบบแปลนในรูปของสัญลักษณ์และข้อความได้

7.5 สรุปการประยุกต์ใช้แบบจำลองความเร็วขั้ว

ได้เลือกตัวอย่างโครงการทางหลวงหมายเลข 1169 ตอน บ้านท่าล้อถึงบ้านน้ำยาว ลักษณะเป็นทางหลวง 2 ช่องจราจร กม.4+900 ถึง กม.7+000 รวมระยะทาง 2.1 กิโลเมตร ใช้หาความเร็วขั้ว และตรวจสอบความสอดคล้องของแนวเส้นทาง

ผลจากการประยุกต์ใช้แบบจำลอง พบว่าความเร็วขั้วที่ได้จากแบบจำลองความเร็วขั้วในทางโค้ง และในช่วงทางตรงของงานวิจัยนี้ มีค่าต่ำกว่าค่าที่ได้จากแบบจำลองของ Lamm. ประมาณ 0.1 – 13.0 เปอร์เซ็นต์ และต่ำกว่าของ FHWA. ประมาณ 10.0 – 38.9 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นถึงการนำแบบจำลองความเร็วขั้วของต่างประเทศมาใช้จะทำให้เกิดความผิดพลาดในการประมาณค่าความเร็วขั้ว อีกทั้งการนำแบบจำลองดังกล่าวมาใช้นั้นต้องพิจารณาถึงเงื่อนไขข้อจำกัดการนำไปใช้ด้วย

ดังนั้นแบบจำลองความเร็วขั้วที่ได้จากงานวิจัยครั้งนี้จึงสามารถนำไปใช้ในการประเมินความสอดคล้องของแนวเส้นทาง กับงานด้านการออกแบบแนวเส้นทางในประเทศไทยได้ นอกจากนั้นยังสามารถนำไปใช้ในการวางแผนเพื่อเลือกแนวเส้นทางที่จะก่อสร้าง ปรับปรุงแนวเส้นทาง หรือเพิ่มมาตรการในการลดความเร็วขั้วของผู้ใช้ทาง อีกทั้งช่วยให้วิศวกรผู้ออกแบบสามารถทราบถึงจุดบกพร่องของแนวเส้นทางได้อย่างรวดเร็ว

7.6 ข้อเสนอแนะเพื่อการทำวิจัยในครั้งต่อไป

(1) ในการหาแบบจำลองความเร็วขั้วของทางหลวง 2 ช่องจราจร ควรขยายการศึกษาให้ครอบคลุมทางที่มีความลาดชันมากกว่า ± 4 เปอร์เซ็นต์ โดยเฉพาะความลาดชันที่มากกว่า 4 เปอร์เซ็นต์อยู่ติดกับช่วงความลาดชันที่ต่ำกว่า 4 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากการตรวจวัดความเร็วใน

ภาคสนามของพบว่า ลักษณะทางเรขาคณิตที่เข้าเงื่อนไขความลาดชันน้อยกว่า ± 4 เปอร์เซ็นต์อยู่ติดกับช่วงทางหลวงที่มีความลาดชันมากกว่า ± 4 เปอร์เซ็นต์ ความเร็วขี้นที่วัดได้จะลดลงเมื่อได้ทางลาดชัน(upgrade) และรักษาความเร็วเมื่อลงทางลาดชัน(downgrade) เมื่อเทียบกับช่วงถนนที่มีรัศมีใกล้เคียงกันแต่ความลาดชันคงที่ความเร็วขี้นจะมีค่าต่างกัน อีกทั้งช่วงของความลาดชันดังกล่าวส่วนใหญ่แล้วเป็นช่วงของโค้งอันตรายเกิดอุบัติเหตุบ่อยครั้ง ถึงแม้จะมีการปรับแก้แนวเส้นทางแล้วก็ตาม

(2) ในแนวเส้นทางตรง ควรมีการศึกษาระยะการมองเห็นช่วงทางตรงให้ละเอียดมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะเมื่อในช่วงทางตรงโค้งดิ่ง เนื่องจากการเก็บข้อมูลในภาคสนามพบว่า หากเก็บข้อมูลเฉพาะในช่วงกึ่งกลางทางตรงเพียงอย่างเดียวความเร็วขี้นก่อนเข้าสู่โค้ง อาจไม่ใช้ความเร็วก่อนเข้าสู่โค้งที่แท้จริง โดยเฉพาะช่วงทางตรงยาวที่มีความยาวมาก (มากกว่า 1000 เมตร) จากการสังเกตการณ์ในภาคสนามพบว่าผู้ขับขี่จะเร่งความเร็วเมื่อระยะทางในการมองเห็นยาว และจะรักษาความเร็วขี้นหรือลดความเร็วเมื่อระยะการมองเห็นสั้น

(3) การศึกษาควรมีการพัฒนาแบบจำลองที่มากกว่า 2 ช่องจราจรเพิ่มขึ้นโดยใช้วิธีพัฒนาแบบจำลองตามงานศึกษาในงานวิจัย เพื่อให้ทราบถึงพฤติกรรมการขับขี่ของผู้ใช้ทางสามารถนำแบบจำลองความเร็วไปใช้ในการตรวจสอบความสอดคล้อง หรือประเมินถึงระดับความรุนแรงในการเกิดอุบัติเหตุของยานพาหนะบนถนนที่มีช่องจราจรเกินกว่า 2 ช่องจราจรได้นอกจากนั้นแล้วควรมีการพัฒนาแบบจำลองความเร็วขี้นในลักษณะเป็นโปรแกรม 3 มิติ เพื่อให้ผู้ออกแบบทราบถึงระยะการมองเห็น และความเหมาะสมต่อการใช้ความเร็วขี้นให้สอดคล้องกับแนวเส้นทาง

