การเพิ่มความปลอดภัยบนสะพานกลับรถเกือกม้าสำหรับผู้ขับขี่จักรยานยนต์

Enhancing Safety on U-Turn Bridges for Motorcyclists

วาริท ชูเกษ[1*] และ พลเทพ เลิศวรวนิช[2]

[1,2] สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง กรมทางหลวง จ.กรุงเทพมหานคร

**Corresponding author; E-mail address: manam.warit@gmail.com*

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันอุบัติเหตุของผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ที่ตกจากสะพานกลับรถเกือกม้า ซึ่งมีสาเหตุหลักมาจากการชนราวสะพาน (ราวสูง 0.95-1.10 เมตรจากผิวจราจร) ส่งผลให้ผู้ขับขี่พุ่งข้ามราวสะพานและตกลงด้านล่าง จากการรวบรวมข้อมูลอุบัติเหตุระหว่างปี 2559–2568 จากระบบสารสนเทศอุบัติเหตุบนทางหลวง (HAIMS) พบว่ามีผู้เสียชีวิตประมาณ 3 คนต่อปี ผลการศึกษานำไปสู่การออกแบบมาตรการป้องกันอุบัติเหตุบริเวณสะพานกลับรถเกือกม้า ดังนี้ 1.การติดตั้งรั้วกันตกที่ด้านบนของราวสะพาน 2.การทำสัญลักษณ์ลดความเร็ว (Speed Reduction Marking OSB) 3.การติดตั้งป้ายบังคับและป้ายเตือนแนวทาง 4.การทำเครื่องหมายบนผิวจราจร ได้แก่ สัญลักษณ์จุดกลับรถ, สัญลักษณ์จำกัดความเร็ว และสัญลักษณ์บังคับเลี้ยว 5.การทาสีบน Concrete Barrier (Curb Marking) มาตรการเหล่านี้มีเป้าหมายเพื่อเพิ่มความปลอดภัยให้กับผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ และลดความเสี่ยงของอุบัติเหตุในบริเวณดังกล่าว หลังจากดำเนินการติดตั้งพบว่าช่วยทำให้อัตราการเกิดอุบัติเหตุลดลง

คำสำคัญ: อุบัติเหตุ, จักรยานยนต์, สะพานกลับรถเกือกม้า, ความปลอดภัยทางถนน

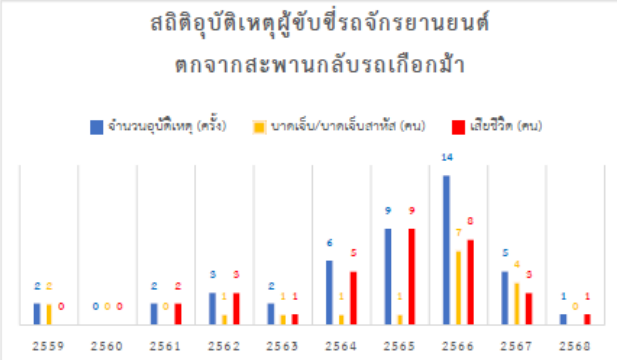
Abstract

This study aims to prevent motorcycle accidents involving riders falling from U-turn bridges. The primary cause of these accidents is collisions with bridge railings, which are 0.95-1.10 meters high from the road surface. Such collisions can cause riders to be ejected over the railing and fall below. An analysis of accident data from 2016 to 2025, obtained from the Highway Accident Information Management System (HAIMS), indicates an average of three fatalities per year. The findings led to the development of safety measures for U-turn bridges, including: 1. Installing guardrails on top of the bridge railings 2. Implementing speed reduction markings (Speed Reduction Marking OSB) 3. Installing regulatory and warning signs 4. Incorporating road markings, including U-turn signs, speed limit signs, and directional arrows. 5. Painting concrete barriers (Curb Marking) These measures aim to enhance the safety of motorcyclists and reduce the risk of accidents in the area. Following their implementation, a decrease in accident rates was observed.

Keywords: Accident, Motorcycle, U-turn bridge, Road Safety

1. คำนำ

ปัจจุบันกรมทางหลวงมีสะพานในความรับผิดชอบ จำนวนกว่า 17,000 สะพาน แบ่งเป็นสะพานกลับรถ (เกือกม้า) ประมาณ 120 สะพาน โดยหากพิจารณา อุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับสะพานกลับรถ (เกือกม้า) พบว่าอุบัติเหตุของผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ที่ตกจากสะพานกลับรถเกือกม้า ทำให้เกิดความรุนแรงสูง จากการรวบรวมข้อมูลอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น มีอุบัติเหตุทั้งหมด 44 ครั้ง ผู้บาดเจ็บ/บาดเจ็บสาหัส 17 ราย ผู้เสียชีวิต 32 ราย ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 สถิติอุบัติเหตุ ผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ตกจากสะพานกลับรถเกือกม้า ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2559 ถึง ปี พ.ศ. 2568

ซึ่งอุบัติเหตุ ผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ตกจากสะพานกลับรถเกือกม้ามีสาเหตุหลักมาจากการชนราวสะพาน (Concrete Barrier) ส่งผลให้ผู้ขับขี่พุ่งข้ามราวสะพานและตกลงด้านล่างดังแสดงในรูปที่ 2 โครงสร้างราวสะพานในปัจจุบัน กรมทางหลวงอ้างอิงตามมาตรฐาน AASHTO LRFD Bridge Design Specifications [1] ซึ่งคำนึงถึงลักษณะของถนน และพาหนะที่สัญจร ยังไม่มีข้อกำหนดที่คำนึงถึงผลกระทบจากอุบัติเหตุ เมื่อเกิดอุบัติเหตุบนสะพานกลับรถเกือกม้า ราวสะพานไม่สามารถป้องกันการตกหล่นของสิ่งของ และผู้ใช้งานได้



รูปที่ 2 อุบัติเหตุรถจักรยานยนต์พุ่งไปชนกับราวสะพานกลับรถเกือกม้า
วันที่ 27 ธันวาคม พ.ศ.2565 ทางหลวงหมายเลข 2 กม.153+386 จ.นครราชสีมา

การศึกษานี้จึงมีแนวคิด ในการปรับปรุงออกแบบมาตรการป้องกันอุบัติเหตุบริเวณสะพานกลับรถเกือกม้า โดยการเสริมอุปกรณ์ความปลอดภัย ป้ายเตือน ป้ายบังคับ เส้นสัญลักษณ์บนถนน และแนวป้องกันที่ด้านบนของราวสะพาน (Concrete Barrier)

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 รูปแบบของอุบัติเหตุของผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ที่ตกจากสะพานกลับรถเกือกม้า

โดยทั่วไปอุบัติเหตุทางถนนเกิดขึ้นได้จาก 3 ปัจจัยหลักได้แก่ คน (Human) ยานพาหนะ (Vehicle) และถนน/สิ่งแวดล้อม (Road/Environment) เมื่อพิจารณา ปัจจัยด้านคน อุบัติเหตุเมื่อวันที่ 27 ธันวาคม พ.ศ.2565 ทางหลวงหมายเลข 2 กม.153+386 จ.นครราชสีมา พบว่าลักษณะที่เกิดขึ้น ยานพาหนะ และถนน/สิ่งแวดล้อม จากวิดีโอขณะเกิดเหตุไม่พบสิ่งผิดปกติของยานพาหนะ ไม่มีไฟสัญญาณการเบรก ไม่มีการชะลอความเร็ว ไม่พบลักษณะการลื่นไถล ไม่มีการเฉี่ยวชนกับพาหนะอื่น รวมถึงสภาพสะพานกลับรถเกือกม้าปกติ ไม่มีโครงสร้างชำรุด มีสีทาบนราวสะพาน (Curb Marking) ช่วงโค้ง มองเห็นได้ชัดเจน จากอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นส่งผลให้ผู้ขับขี่พุ่งข้ามราวสะพานและตกลงด้านล่าง หากสามารถป้องกันไม่ให้ผู้ขับขี่ พุ่งข้ามราวสะพานได้ จะสามารถลดความรุนแรงที่เกิดขึ้นของอุบัติเหตุได้

ผู้เขียนขอให้ข้อสังเกตเพิ่มเติมคือ ในกรณีผู้ขับขี่พุ่งข้ามราวสะพานและตกลงด้านล่าง ที่บาดเจ็บ/บาดเจ็บสาหัส มักจะเกิดในกรณีที่ผู้ขับขี่ตกลงมาในบริเวณที่เป็นเกาะกลาง คูน้ำ พื้นผิวมีลักษณะอ่อนนุ่ม ไม่แข็งเกร็งเหมือนพื้นผิวถนน เช่น 1)อุบัติเหตุเมื่อวันที่ 19 มกราคม พ.ศ.2559 ทางหลวงหมายเลข 34 กม.50+284 จ.ฉะเชิงเทรา ผู้ขับขี่พุ่งตกบริเวณคูน้ำ ได้รับบาดเจ็บดังแสดงในรูปที่ 3 2)อุบัติเหตุเมื่อวันที่ 3 มกราคม พ.ศ.2567 ทางหลวงหมายเลข 35 กม.63+000 จ.สมุทรสงคราม ผู้ขับขี่พุ่งตกบริเวณเกาะกลาง ได้รับบาดเจ็บ ดังแสดงในรูปที่ 4 และ 3)อุบัติเหตุเมื่อวันที่ 30 พฤศจิกายน พ.ศ.2567 ทางหลวงหมายเลข 32 กม.11+810 จ.อยุธยา ผู้ขับขี่พุ่งตกบริเวณพงหญ้าระหว่างช่องทางหลักกับช่องทางคู่ขนาน บาดเจ็บสาหัส ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 3 อุบัติเหตุผู้ขับขี่ตกสะพานกลับรถเกือกม้า
วันที่ 19 มกราคม พ.ศ.2559 ทางหลวงหมายเลข 34 กม.50+284 จ.ฉะเชิงเทรา



รูปที่ 4 อุบัติเหตุผู้ขับขี่ตกสะพานกลับรถเกือกม้า
วันที่ 3 มกราคม พ.ศ.2567 ทางหลวงหมายเลข 35 กม.63+000 จ.สมุทรสงคราม



รูปที่ 5 อุบัติเหตุผู้ขับขี่ตกสะพานกลับรถเกือกม้า
วันที่ 30 พฤศจิกายน พ.ศ.2567 ทางหลวงหมายเลข 32 กม.11+810 จ.อยุธยา

ซึ่งมีงานศึกษาของ Chiara และคณะ [2] ได้ออกแบบและประเมินระบบป้องกันผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ เมื่อเกิดการชนเข้ากับ Concrete Barrier ริมถนน ระบบนี้มีเป้าหมายเพื่อป้องกันไม่ให้ผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์กระเด็นข้าม Concrete Barrier รวมทั้งลดระดับการบาดเจ็บของผู้ขับขี่ในระหว่างเกิดอุบัติเหตุด้วย

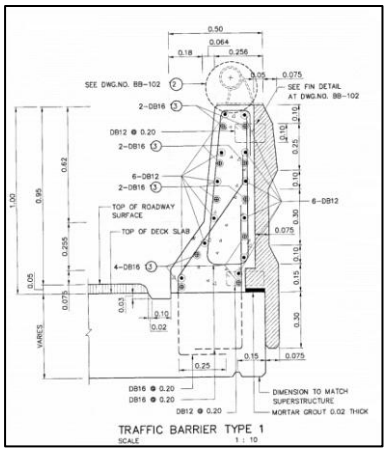
2.2 รูปแบบของราวสะพาน (Concrete Barrier) ในปัจจุบัน

2.1.1 กำแพงกันชนคอนกรีต (Concrete Barrier) แบบแข็งเกร็ง (Rigid Type)

กำแพงกันชนคอนกรีต (Concrete Barrier) เป็นอุปกรณ์กั้นเพื่อความปลอดภัยทางถนน ที่ถูกติดตั้งไว้ข้างทาง เพื่อป้องกันไม่ให้ยานพาหนะที่เสียหลัก หลุดออกจากแนวถนนไปชนวัตถุอันตรายอื่นๆ หลังแนว*กำแพงกันชน*คอนกรีต ที่ชนแล้วจะเป็นอันตราย ซึ่งในการศึกษานี้ คือราวสะพาน ที่ป้องกันไม่ให้ยานพาหนะตกจากสะพาน ซึ่งหน้าที่ของราวสะพานนั้น เมื่อมียานพาหนะเสียหลักชนกับราวสะพาน จะเกิดการชนด้านข้างกับตัวราวสะพาน ราวสะพานต้องสามารถทำให้ยานพาหนะกลับเข้ามาสู่แนวถนนปกติได้ ในปัจจุบันราวสะพานของกรมทางหลวง ตามแบบมาตรฐานกรมทางหลวง ฉบับแก้ไข กุมภาพันธ์ 2564 (STANDARD DRAWING FOR HIGHWAY AND CONSTRUCTION EDITION 2018) [3] แรงที่เกิดจากการชนของยานพาหนะกระทำต่อ BARRIER ออกแบบที่ TEST LEVEL 5 (TL -

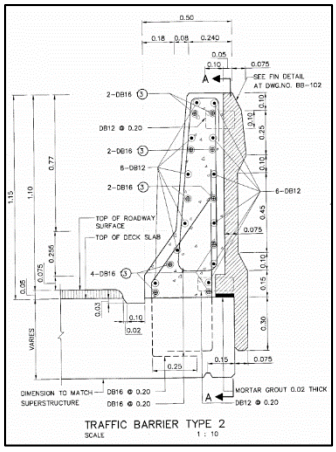
5) ซึ่งประเภทของราวสะพานหากไม่พิจารณาทางเท้า จะมีอยู่ 2 ลักษณะ ดังนี้

1.TRAFFIC BARRIER TYPE 1 เลือกใช้ในกรณีทั่วๆไป โดยสูงจากผิวจราจร 1.00 ม. ในกรณีที่ไม่ปูยางมะตอย (ASPHALT) และสูงจากผิวจราจร 0.95 ม. ในกรณีที่ปูยางมะตอย (ASPHALT) ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 TRAFFIC BARRIER แบบที่ 1 (DWG NO. BR-101)

2.TRAFFIC BARRIER TYPE 2 เลือกใช้ในกรณีที่สะพานมีรัศมีโค้ง มาก หรือต่ำแหน่งที่ต้องการความปลอดภัยสูง (SITE – SPECIFIC SAFETY CONCERNS) โดยสูงจากผิวจราจร 1.15 ม. ในกรณีไม่ปูยางมะตอย (ASPHALT) และสูง 1.10 ม. ในกรณีที่ปูยางมะตอย (ASPHALT) ดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7 TRAFFIC BARRIER แบบที่ 2 (DWG NO. BR-101)

ซึ่งในบางสะพานกลับรถเกือกม้ารูปแบบของราวสะพาน (Concrete Barrier) ยังเป็นแบบรุ่นเก่า ที่ไม่มีในมาตรฐาน มีจำนวน 4 สะพาน บนทางหลวงหมายเลข 302 ตอนควบคุม 201 ชื่อตอน แยกพงษ์เพชร – สะพานพระนั่งเกล้า กม.7+795 กม.7+800 กม.10+025 และ กม.10+075 กม. ตัวอย่างดังแสดงในรูปที่ 8-9



รูปที่ 8 ราวสะพานรุ่นเก่า สะพานกลับรถเกือกม้า ทางหลวงหมายเลข 302 กม.7+795 จ.นนทบุรี



รูปที่ 9 ราวสะพานรุ่นเก่า สะพานกลับรถเกือกม้า ทางหลวงหมายเลข 302 กม.10+025 จ.นนทบุรี

ซึ่งราวสะพาน (Concrete Barrier) ในคู่มือแนวทางการออกแบบริมทาง (Roadside Design Guide) [1] ที่กรมทางหลวงอ้างอิงแม้ว่าจะมีการให้คำแนะนำเกี่ยวกับการติดตั้ง Concrete Barrier แต่ก็ไม่ได้กล่าวถึง Concrete Barrier ที่ออกแบบมาสำหรับรถจักรยานยนต์โดยตรงนอกจากนี้ คู่มือการประเมินอุปกรณ์ความปลอดภัย Manual for Assessing Safety Hardware (MASH) [4] ก็มีแนวทางการทดสอบและเกณฑ์การประเมินเฉพาะสำหรับอุปกรณ์ความปลอดภัย Concrete Barrier ที่ถูกชนโดยยานพาหนะทั่วไปเท่านั้น แต่ไม่ได้มีแนวทางในการทดสอบผลกระทบต่อรถจักรยานยนต์แต่อย่างใด

2.3 แนวคิดในการออกแบบมาตรการป้องกันอุบัติเหตุบริเวณสะพานกลับรถเกือกม้า (แนวป้องกันที่ด้านบนของราวสะพาน)

จากงานศึกษาของ Chiara และคณะ [2] และข้อมูลการรวบรวมแนวทางการออกแบบแบริเออร์เพื่อความปลอดภัยของผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ (Synthesis on Barrier Design for Motorcyclist Safety) [5] พบว่า เมื่อเกิดการชนของรถจักรยานยนต์กับ Concrete Barrier อุบัติเหตุดังกล่าวมักจะมีความรุนแรงสูงกว่าการชนของรถยนต์หรือยานพาหนะชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญ สาเหตุหลักเป็นเพราะ Concrete Barrier โดยทั่วไปไม่ได้รับการออกแบบโดยคำนึงถึงลักษณะพิเศษของผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์

ดังนั้น จึงเกิดความจำเป็นที่จะต้องคำนึงความปลอดภัยของผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ โดยเฉพาะในกรณีที่ผู้ขับขี่ชนเข้ากับ Concrete Barrier ริมถนนที่มีลักษณะโค้ง อุบัติเหตุในกรณีนี้อาจจะส่งผลทำให้ผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์กระเด็นข้าม Concrete Barrier ดังแสดงในรูปที่ 10



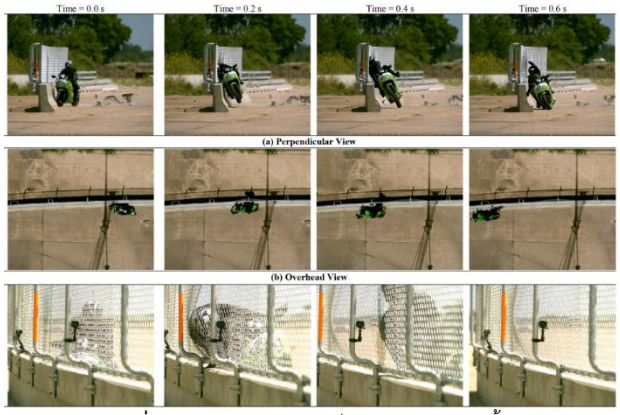
รูปที่ 10 จำลองผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์กระเด็นข้าม Concrete Barrier

ในงานศึกษานี้ พิจารณาระบบรั้วตาข่ายที่ได้รับการติดตั้งเสาและราวเหล็กเป็นหลัก โดยเลือกรั้วตาข่ายโซ่ (Chain link fence) เพราะมีต้นทุนที่ต่ำ หาซื้อได้ง่าย ติดตั้งสะดวก และบำรุงรักษาง่าย โดยเลือกใช้ลักษณะของโครงสร้างเสาเหล็กรูปตัว U เพื่อลดโอกาสการชนเสาที่เป็นโครงสร้างแข็งเกร็ง ดังแสดงในรูปที่ 11



รูปที่ 11 โครงสร้างเสาเหล็กรูปตัว U

โดยมีการจำลองชนเต็มรูปแบบ ด้วยหุ่นจำลอง และยานพาหนะ ที่ความเร็ว 35 ไมล์/ชม. และมุมกระแทก 18 องศา รวมถึงการทดสอบการชนเต็มรูปแบบของระบบรั้ว ที่ความเร็ว 34.6 ไมล์ต่อชั่วโมง และมุมชน 18 องศา ผลการทดสอบพบว่าระบบรั้วตาข่าย สามารถป้องกันไม่ให้ผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์กระเด็นข้ามและเปลี่ยนทิศทางผู้ขับขี่ได้ โดยไม่มีการชนเสาโดยตรง ดังแสดงในรูปที่ 12



รูปที่ 12 การทดสอบการชนเต็มรูปแบบของระบบรั้ว

2.4 เครื่องหมายจราจรบนผิวทาง และสิ่งอำนวยความปลอดภัย

เครื่องหมายจราจรบนผิวทาง และสิ่งอำนวยความปลอดภัย ถือเป็นสิ่งที่มีความสำคัญในการควบคุมการจราจรบนทางหลวง ใช้สื่อความหมายให้ผู้ขับขี่ยานพาหนะ ทราบทิศทางการจราจร ช่องจราจร และเพิ่มทัศนวิสัยการมองเห็นของผู้ขับขี่ยานพาหนะ ในการศึกษานี้ ได้พิจารณาเครื่องหมายและสิ่งอำนวยความปลอดภัยดังต่อไปนี้

2.4.1 ป้ายจราจร

ป้ายจราจรเป็นอุปกรณ์สำหรับควบคุม บังคับ เตือน แนะนำ และให้ข่าวสารการเดินทางแก่ผู้ขับขี่ เพื่อให้ยวดยานพาหนะสามารถเคลื่อนที่ไปถึงจุดหมายได้ถูกต้อง รวดเร็ว และปลอดภัย โดยมีข้อความ สัญลักษณ์ และลูกศรเป็นสื่อในการถ่ายทอดข้อมูลให้กับผู้ขับขี่ [6] ในการศึกษานี้ เสนอให้ติดตั้งป้ายบังคับ บ.32 ป้ายเตือน ต.4 และต.64

2.4.1.1 ป้ายบังคับ มีวัตถุประสงค์เพื่อแจ้งให้ผู้ใช้ทางปฏิบัติตามข้อบังคับที่ได้แสดงไว้ตามข้อความ เครื่องหมาย หรือสัญลักษณ์ที่ปรากฏบนแผ่นป้ายอย่างเคร่งครัด หากผู้ใดฝ่าฝืนย่อมมีความผิดตามกฎหมาย ดังนั้น การติดตั้งป้ายบังคับนี้จึงจำเป็นต้องพิจารณาอย่างรอบคอบ และติดตั้งเฉพาะที่จำเป็นเท่านั้น

ป้ายจำกัดความเร็ว (บ.32) มีความหมายว่า ห้ามผู้ขับขี่ใช้ความเร็วเกินกว่าตัวเลขที่กำหนดในป้ายเป็น “กิโลเมตรต่อชั่วโมง” เข้าไปในทางที่ติดตั้งป้าย มีลักษณะเป็นรูปกลม พื้นป้ายสีขาว เส้นขอบป้ายสีแดง บรรจุตัวเลขสีดำแสดงความเร็วเป็น กม./ชม. ไว้ภายในตัวอย่างดังแสดงในรูปที่ 13



รูปที่ 13 ตัวอย่างป้ายจำกัดความเร็ว (บ.32)

2.4.1.2 ป้ายเตือน มีวัตถุประสงค์เพื่อเตือนให้ผู้ขับขี่ทราบล่วงหน้าถึงสภาพทางว่าจะมีการเปลี่ยนแปลง หรืออาจก่อให้เกิดอันตรายได้ หรือจะมีการบังคับใช้อุปกรณ์ควบคุมการจราจรบางประเภท ทำให้ผู้ขับขี่ต้องเพิ่มความระมัดระวังและหรือต้องลดความเร็วในการเคลื่อนที่ผ่านบริเวณนั้น

ป้ายเตือนทางโค้งรัศมีแคบเลี้ยวขวา (ต.4) มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสตั้งมุมขึ้น พื้นป้ายสีเหลือง เส้นขอบป้ายสีดำ ภายในบรรจุเครื่องหมายลูกศรสีดำหักเป็นมุมฉากขวา (ต.4) ตัวอย่างดังแสดงในรูปที่ 14



รูปที่ 14 ป้ายเตือนจุดกลับรถขวา (ต.4)

ป้ายเตือนแนวทาง (ต.64) มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าตามแนวนอน พื้นป้ายสีเหลืองไม่มีเส้นขอบ ภายในบรรจุแถบสีดำเป็นรูปบั้งหลายอันเรียงกันชี้ไปด้านขวาใช้เตือนการเปลี่ยนแนวในทางราบบนทางหลวงหรือถนนที่ทางโค้งหรือทางแยก ตัวอย่างดังแสดงในรูปที่ 15



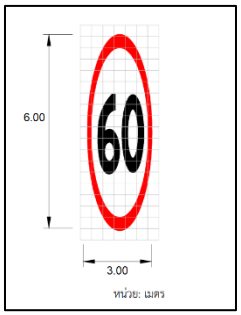
รูปที่ 15 ป้ายเตือนแนวทาง (ต.64)

2.4.2 สีทาพื้นถนน สีโคลด์พลาสติก (Cold Plastic)

วัสดุโคลด์พลาสติกสำหรับทำเครื่องหมายบนผิวทาง (cold plastics for road marking materials) มีคุณสมบัติเป็นไปตาม มอก. 2611-2556 [7] เป็นสีที่ช้ำเครื่องหมายบนผิวจราจรหรือสัญลักษณ์ และจะสะท้อนแสงได้โดยการผสมหรือโรยลูกแก้ว [8] แบ่งตามสีเป็น 6 สี คือ สีขาว สีเหลือง สีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน และสีดำ อีกทั้งยังช่วยให้ผู้ใช้รถใช้ถนนเพิ่มความ

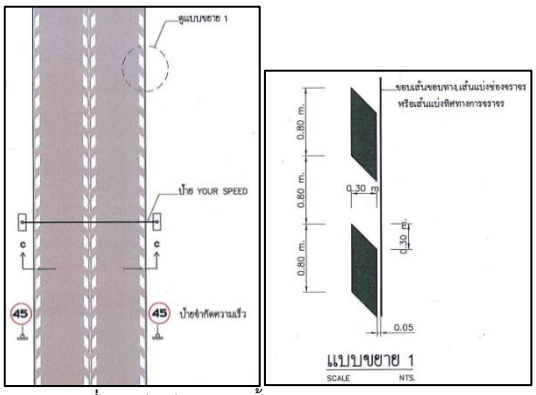
ระมัดระวัง เหมาะสำหรับนำไปใช้ในงานการทำเครื่องหมายผิวจราจร ลูกศร หรือสัญลักษณ์ต่างๆ บนพื้นผิวถนน

ส่วนรูปแบบในการทำสัญลักษณ์ หรือเครื่องหมายจราจร [9] ในการศึกษานี้ จึงเสนอให้ทำเครื่องหมายจราจรบนผิวทาง สัญลักษณ์จำกัดความเร็ว ขนาด 2.00 x 6.00 เมตร ตัวอย่างตามมาตรฐานดังแสดงในรูปที่ 16



รูปที่ 16 ตัวอย่างสัญลักษณ์ป้ายจำกัดความเร็ว (บ.32) บนผิวทาง

และเสนอทำเส้นลดความเร็ว (Speed Reduction Marking) หรือ Optical Speed Bar (OSB) เครื่องหมายจราจรบนผิวทางตามแนวขวางที่ติดตั้งบริเวณขอบด้านในทั้งสองข้างของแต่ละช่องจราจรในลักษณะที่มีการลดระยะห่างระหว่างเครื่องหมายอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ผู้ขับขี่รู้สึกว่าขับขี่ด้วยความเร็วที่สูงขึ้น ติดตั้งไว้ล่วงหน้าบริเวณก่อนถึงจุดเสี่ยง เช่น ทางโค้งราบ หรือโค้งดิ่งที่มีการเปลี่ยนแปลงแนวถนนแบบฉับพลันเกินความคาดหมาย โดยความยาวของระยะการตีเส้นลดความเร็ว จะขึ้นอยู่กับความเร็วต้นที่วิ่งเข้าสู่จุดเสี่ยงและความเร็วปลายซึ่งเป็นความเร็วเป้าหมายที่ต้องการให้ผู้ขับขี่ลดความเร็วลงมาก่อนจะเข้าสู่จุดเสี่ยง ตัวอย่างดังแสดงในรูปที่ 17



รูปที่ 17 ตัวอย่างการติดตั้ง Optical Speed Bar (OSB)

2.5 แนวคิดในการพิจารณาแรงเฉี่ยวชนสำหรับใช้ในการออกแบบแนวป้องกันที่ด้านบนของราวสะพาน

คำนวณแรงกระแทกที่กระทำโดยใช้หลักการพลังงาน

การคำนวณแรงกระแทกเมื่อเกิดการปะทะกับแนวป้องกันที่ด้านบนของราวสะพาน(ราวกันตก) ตามมาตรฐานการออกแบบราวกันตกในอาคารจอดรถยนต์ (มยผ.1321-61) [10] เมื่อยานพาหนะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วจะทำให้เกิดพลังงานจลน์ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสูตรดังแสดงในสมการที่ (1)

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

เมื่อ m คือ มวลของรถยนต์ และ v คือ ความเร็วของรถยนต์ในขณะเคลื่อนที่เข้าชนราวกันตกพลังงานจลน์ดังกล่าวจะสลายไปจากการยุบตัวของรถยนต์และจากการยุบตัวของราวกันตกทั้งนี้ จากกฎการอนุรักษ์พลังงาน (Energy Conservation Law) สามารถคำนวณแรงกระแทกที่กระทำต่อราวกันตกในแนวนอน (F) มีหน่วยเป็นนิวตัน (N) ซึ่งเป็นแรงกระแทกที่สม่ำเสมอปรกติ ดังแสดงในสมการที่ (2)

$$F = \frac{0.5mv^2}{\delta_c + \delta_b} \quad (2)$$

เมื่อ F คือ แรงกระแทกที่กระทำต่อราวกันตกในแนวนอน มีหน่วยเป็นนิวตัน

m คือ มวลของของรถยนต์ มีหน่วยเป็น กิโลกรัม

v คือ ความเร็วของของรถยนต์ในขณะเคลื่อนที่เข้าชนราวกันตก มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที

δ_c คือ ค่าการยุบตัวของรถยนต์ มีหน่วยเป็น เมตร

δ_b คือ ค่าการยุบตัวของราวกันตกเมื่อมีการชนกระแทก มีหน่วยเป็นเมตร

การเสียรูปของราวกันตกเมื่อถูกยานพาหนะปะทะ ขณะเกิดการชนกระแทก พลังงานจลน์ได้ถ่ายไปยังราวกันตก ขึ้นอยู่กับประเภทของราวกันตก ในบางโครงสร้างราวกันตก อาจมีพลังงานที่ถูกซึมซับในลักษณะอิลาสติก (elastic) ถ่ายไปยังโครงสร้าง ในบางโครงสร้างราวกันตกอาจเกิดการคราก (yield) จนปริมาณพลังงานจะถูกซึมซับพร้อมกับการเสียรูปของโครงสร้าง

การเสียรูปสำหรับโครงสร้างกันตกประเภทยืดหยุ่น เป็นรูปแบบโครงสร้างที่จะเกิดการเสียรูป หรือ มีค่าการยุบตัวมาก จึงต้องพิจารณาจากค่าการเสียรูปของวัสดุที่นำมาใช้ทำโครงสร้างนั้น ซึ่งสมการในการคำนวณค่าการยุบตัวของราวกันตก (δ_b) ดังแสดงในสมการที่ 3

$$\delta_b = \frac{F}{K_b} \quad (3)$$

ในการคำนวณสมการที่ (3) ตัวแปร k_b คือ สติฟเนส (stiffness) ของราวกันตก มีหน่วยเป็นนิวตันต่อเมตร ดังนั้น ในสมการที่ (2) เมื่อนำค่าการยุบตัวของราวกันตก (δ_b) ไปแทนค่าจะได้แรงกระแทกที่กระทำต่อราวกันตกในแนวนอน (F) มีหน่วยเป็น นิวตัน (N) สามารถคำนวณดังแสดงในสมการที่ 4

$$F = 0.5K_b\left(-\frac{\sqrt{v}}{6.6} + \sqrt{\frac{2mv^2}{K_b} + \frac{v}{43.56}}\right) \quad (4)$$

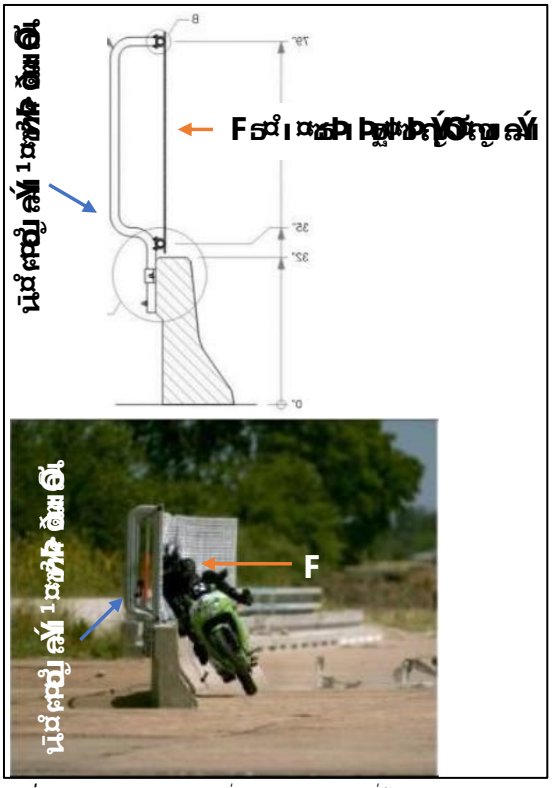
เมื่อ F คือ แรงกระแทกที่กระทำต่อราวกันตกในแนวนอน มีหน่วยเป็นนิวตัน

m คือ มวลของของยานพาหนะ มีหน่วยเป็น กิโลกรัม

v คือ ความเร็วของของยานพาหนะในขณะเคลื่อนที่เข้าชนราวกันตก มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที

k_b คือ ค่าสติฟเนส (Stiffness) ของราวกันตก มีหน่วยเป็น นิวตันต่อเมตร

จากหลักการของพลังงานข้างต้น คำนวณมวลของบุคคลและยานพาหนะเฉี่ยวชนกระทำต่อแนวป้องกันที่ด้านบนของราวสะพาน โดยให้แนวป้องกันที่ด้านบนของราวสะพานเป็นโครงสร้างกันตกประเภทยืดหยุ่น ดังแสดงในรูปที่ 18



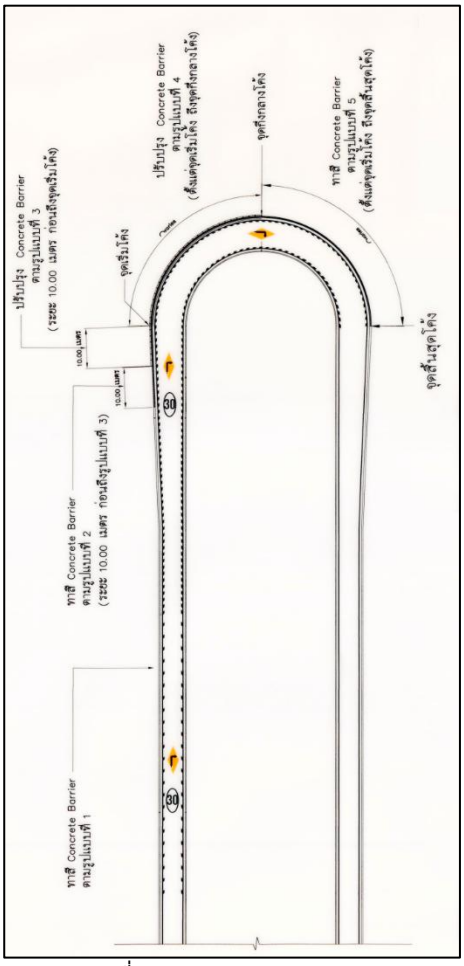
รูปที่ 18 จำลองลักษณะการเฉี่ยวชนแนวป้องกันที่ด้านบนของราวสะพาน

ตารางที่ 1 สรุปค่าจากการคำนวณของตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

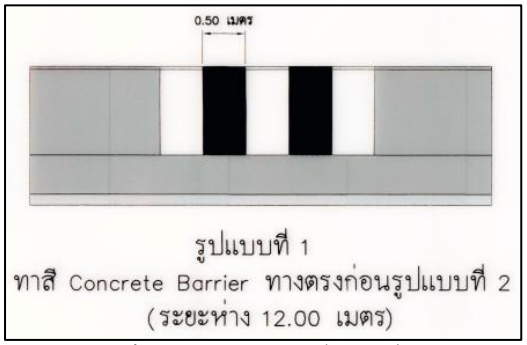
ตัวแปร	ความหมาย	จำนวน	หน่วย	หมายเหตุ
m	มวลของของยานพาหนะ	280	กิโลกรัม	น้ำหนักคนและจักรยานยนต์
v	ความเร็วของของ*ยานพาหนะ*	22.22	เมตร*ต่อ*วินาที	80กิโลเมตรต่อชั่วโมง
k_b	ค่าสติฟเนส (Stiffness)	315,466	นิวตัน*ต่อ*เมตร	Steel Grade A325 ความยาว1.5 เมตร
F	แรงกระแทกที่กระทำต่อราวกันตก	73,079	นิวตัน	

3. มาตรการป้องกันอุบัติเหตุบริเวณสะพานกลับรถเกือกม้า

จากผลการศึกษาข้างต้น นำไปสู่การออกแบบมาตรการป้องกันอุบัติเหตุบริเวณสะพานกลับรถเกือกม้า 1.การติดตั้งรั้วกันตกที่ด้านบนของราวสะพาน 2.การทำสัญลักษณ์ลดความเร็ว (Speed Reduction Marking OSB) 3.การติดตั้งป้ายจำกัดความเร็ว (บ.32) ป้ายเตือนทางโค้ง (ต.4) และป้ายเตือนจุดกลับรถ (ต.50) 4.การทำเครื่องหมายบนผิวจราจร ได้แก่ สัญลักษณ์เตือนจุดกลับรถ (ต.50), สัญลักษณ์จำกัดความเร็ว (บ32) และสัญลักษณ์เตือนทางโค้ง (ต.4) 5.การทาสีบน Concrete Barrier (Curb Marking) ตามระยะต่างๆ และได้จัดทำเป็นแบบแนะนำ การปรับปรุงราวสะพานกลับรถ เพื่อป้องกันอุบัติเหตุรถจักรยานยนต์ชนราวสะพาน ผังของสะพานกลับรถและรูปแบบของราวสะพาน ดังแสดงในรูปที่ *19-24*



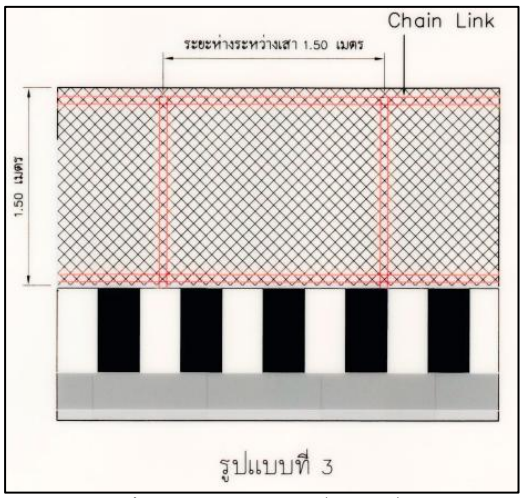
รูปที่ 19 U-TURN LAYOUT PLAN



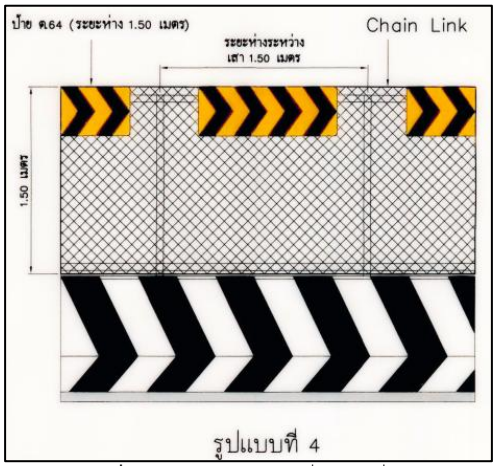
รูปที่ 20 ราวสะพานรูปแบบที่ 1 (ช่วงที่ 1)



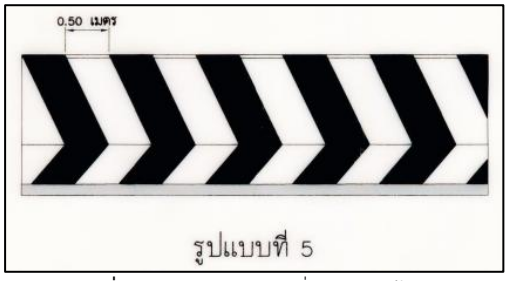
รูปที่ 21 ราวสะพานรูปแบบที่ 2 (ช่วงที่ 2)



รูปที่ 22 ราวสะพานรูปแบบที่ 3 (ช่วงที่ 3)

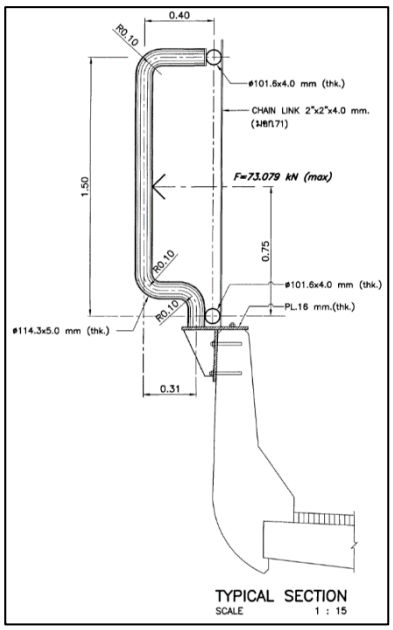


รูปที่ 23 ราวสะพานรูปแบบที่ 4 (ช่วงที่ 4)

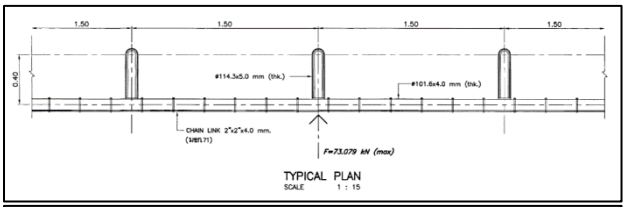


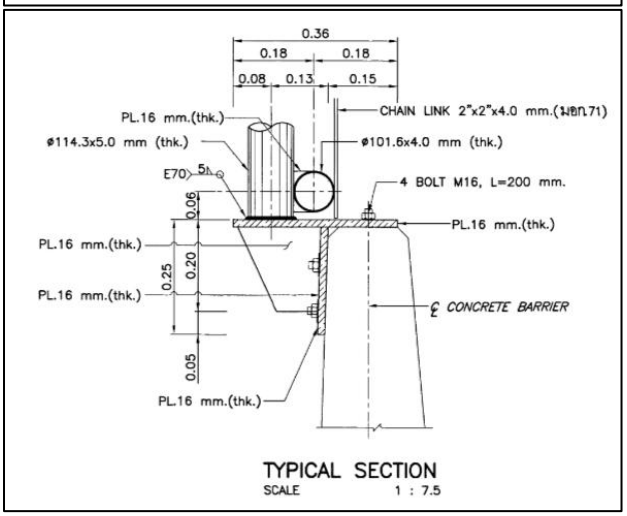
รูปที่ 24 ราวสะพานรูปแบบที่ 5 (ช่วงสุดท้าย)

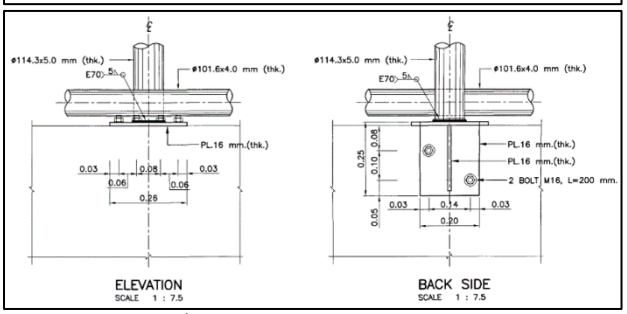
รายละเอียด และลักษณะการติดตั้งรั้วกันตกที่ด้านบนของราวสะพาน ดังแสดงในรูปที่ *25-26*



รูปที่ 25 TYPICAL SECTION

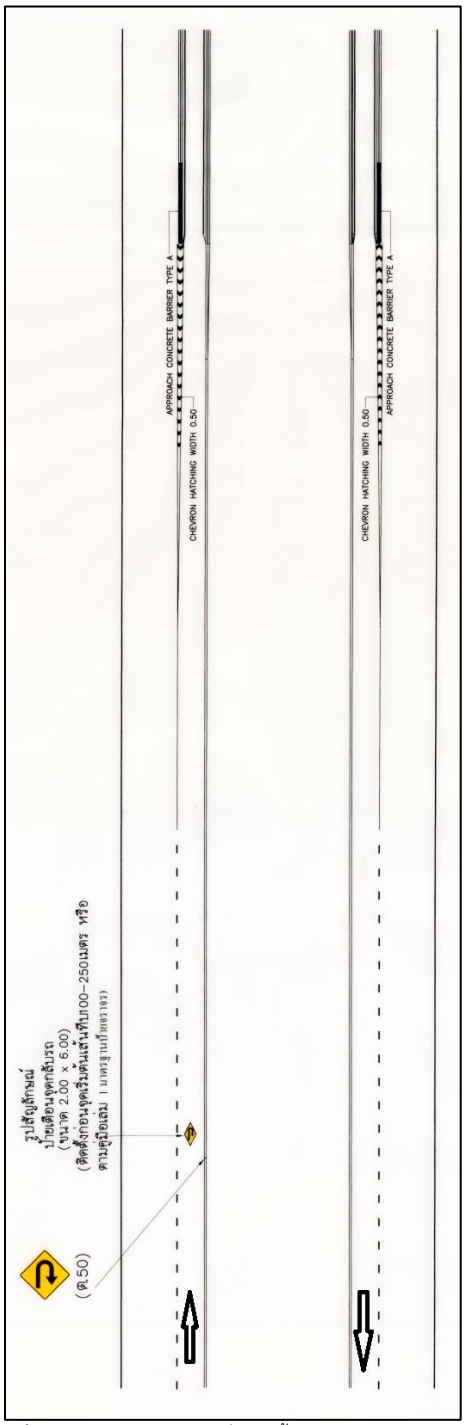




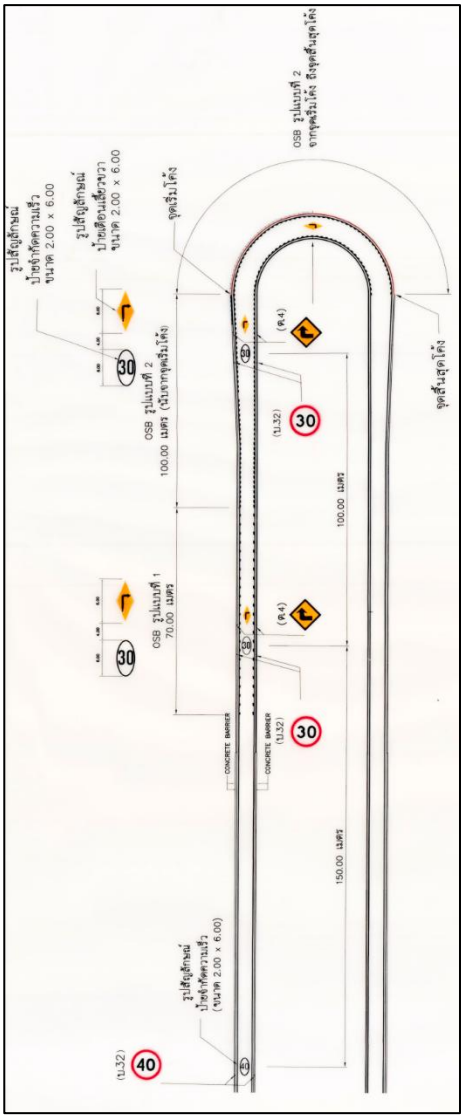


รูปที่ 26 TYPICAL PLAN AND SECTION

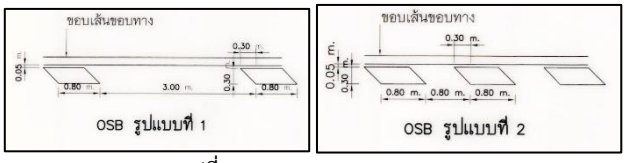
เครื่องหมายจราจรบนผิวทาง ป้ายเตือน ป้ายบังคับ และสัญลักษณ์ลดความเร็ว (OSB) ดังแสดงในรูปที่ *27-29*



รูปที่ 27 LAYOUT PLAN จุดเริ่มทางขึ้นสะพานกลับรถเกือกม้า



รูปที่ 28 LAYOUT PLAN สะพานกลับรถเกือกม้า



รูปที่ 29 ขนาดและระยะของ OSB

4. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้มีเป้าหมายเพื่อเพิ่มความปลอดภัยให้กับผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ ลดความเสี่ยง และความรุนแรงของอุบัติเหตุในกรณีรถจักรยานยนต์ชนราวสะพานกลับรถเกือกม้า ผลลัพธ์จากการศึกษา ได้จัดทำเป็นแบบแนะนำการปรับปรุงราวสะพานกลับรถเพื่อป้องกันอุบัติเหตุรถจักรยานยนต์ชนราวสะพาน และได้มีการใช้เพื่อปรับปรุงราวสะพานกลับรถเกือกม้าที่เคยเกิดเหตุในลักษณะดังกล่าว สะพานกลับรถเกือกม้าในพื้นที่แขวงทางหลวงนครราชสีมาที่ 1 แสดงในรูปที่ 30-31



รูปที่ 30 การปรับปรุงราวสะพานกลับรถเกือกม้าที่เคยเกิดเหตุ ทางหลวงหมายเลข 2 กม.38+000 จ.นครราชสีมา



รูปที่ 31 การปรับปรุงราวสะพานกลับรถเกือกม้าที่เคยเกิดเหตุ ทางหลวงหมายเลข 2 กม.38+000 จ.นครราชสีมา

จากการรวบรวมข้อมูล สะพานกลับรถเกือกม้าในพื้นที่แขวงทางหลวงนครราชสีมาที่ 1 ที่ได้ปรับปรุงตามแบบแนะนำการปรับปรุงราวสะพานกลับรถเพื่อป้องกันอุบัติเหตุรถจักรยานยนต์ชนราวสะพาน ตัวที่ 1 เมื่อวันที่ 2 กรกฎาคม 2567 และตัวที่ 2 เมื่อวันที่ 1 สิงหาคม พ.ศ.2567 การเก็บข้อมูลอุบัติเหตุจากสะพานทั้ง 2 ตัว จนถึง 31 เดือนมีนาคม พ.ศ.2568 พบว่า ยังไม่มีอุบัติเหตุในลักษณะดังกล่าวเกิดขึ้นซ้ำ และไม่มีรายงานอุบัติชนราวสะพาน

อย่างไรก็ดี รั้วกันตกที่ด้านบนของราวสะพาน ควรจะมีการพัฒนามาตรฐานการทดสอบการชนและได้รับการทดสอบการชนอย่างเป็นระบบตามสภาพลักษณะสะพานกลับรถเกือกม้าของประเทศไทย กรณีที่ถูกชนโดยรถจักรยานยนต์ เพื่อจะได้สร้างความมั่นใจ และจะได้พัฒนาอุปกรณ์อำนวยความปลอดภัย ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณคณะทำงานปรับปรุงความปลอดภัยราวสะพาน กรมทางหลวง และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะ และคำปรึกษา ที่เป็นประโยชน์อย่างมากต่อการศึกษาในครั้งนี้ และขอขอบคุณทีมเลขาคณะทำงานฯ ที่คอยช่วยเหลือในการค้นคว้าข้อมูล เตรียมข้อมูล จนการศึกษานี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

เอกสารอ้างอิง

[1] AASHTO. (2012). ROADSIDE DESIGN GUIDE. American Associationof State Highway and Transportation Officials, Washington, D.C.

[2] Chiara Silvestri Dobrovolny, Shengyi Shi, James Kovar, and Roger P. Bligh (2019). Development and Evaluation of Concrete Barrier Containment Options for Errant Motorcycle Riders, Transportation Research Record 2019, Vol. 2673(10) 14–24

[3] Kingdom of Thailand Ministry of Transport and Department of Highways. (2015). STANDARD DRAWING FOR HIGHWAY AND CONSTRUCTION EDITION 2018, สำนักสำรวจและออกแบบ , กรมทางหลวง, กระทรวงคมนาคม, กรุงเทพฯ.

[4] AASHTO. (2016). Manual for Assessing Safety Hardware. American Associationof State Highway and Transportation Officials, Washington, D.C.

[5] Chiara Silvestri-Dobrovolny, Georgene Geary, Karen Dixon, Michael Manser, Jayveersinh Chauhan (2021). Addressing the Motorcyclist Advisory Council Recommendations : Synthesis on Barrier Design for Motorcyclists Safety, U.S. Department of Transportation.

[6] กรมทางหลวง (2561). คู่มือมาตรฐานป้ายจราจร, สำนักอำนวยความปลอดภัย, กรมทางหลวง, กระทรวงคมนาคม, กรุงเทพฯ.

[7] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2556). มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วัสดุโคลด์พลาสติกสำหรับทำเครื่องหมายบนผิวทาง (มอก. 2611- 2556), สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, กระทรวงอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ.

[8] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2550). มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ลูกแก้วที่ใช้กับวัสดุทำเครื่องหมายบนผิวทาง (มอก. 543- 2556), สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, กระทรวงอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ.

[9] กรมทางหลวง (2551). รายละเอียดและข้อกำหนดการจัดทำเครื่องหมายจราจรบนผิวทาง (การตีเส้น ลูกศร ขีดเขียนข้อความ) Specification for Road Marking, กรมทางหลวง, กระทรวงคมนาคม, กรุงเทพฯ.

[10] กรมโยธาธิการและผังเมืองกระทรวงมหาดไทย (2561). มาตรฐานการออกแบบราวกันตกในอาคารจอดรถยนต์, มยผ.1321-61, ครั้งที่ 1,กรุงเทพฯ, หน้า 2-8