

การประยุกต์ใช้แถบเสียงสะท้อนไหล่ทางเพื่อเตือนผู้ขับขี่ที่หลับใน

A Practical Application of Shoulder Rumble Strip to Alert Drowsy Driver/Rider

กัมปนาท รัตวิวัฒน์¹ และ วิวัฒน์ สุทธิวิภากร²

¹ นักศึกษาปริญญาโท, ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, โทรศัพท์: 0 7428 7135, Email: rgampanat@gmail.com

² ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, โทรศัพท์: 0 7428 7125, Email: wiwat.s@psu.ac.th

บทคัดย่อ – การใช้แถบเสียงสะท้อนไหล่ทาง (ถสล.) เป็นอุปกรณ์ป้องกันการเกิดอุบัติเหตุบนทางหลวงที่มีสาเหตุเนื่องมาจากการเหม่อลอย หรือภาวะหลับในของผู้ขับขี่มีใช้กันอย่างแพร่หลายในหลายประเทศ สำหรับประเทศไทย การติดตั้ง ถสล.ยังพบเห็นได้น้อยมาก จนแทบเรียกได้ว่ายังไม่มี ทั้งที่อุบัติเหตุจำนวนมากมีสาเหตุมาจากการหลับใน โดยเฉพาะอย่างยิ่งบนทางที่มีช่วงถนนตรงและยาว ซึ่งมีจุดตัดหรือทางแยกจำนวนน้อย ที่จะช่วยดึงดูดความสนใจของผู้ขับขี่ ทำให้ผู้ขับขี่มีโอกาสที่ต้องเผชิญกับความล้มเหลวขึ้น บทความนี้เป็นการพิจารณารูปแบบ ถสล. มาประยุกต์ติดตั้ง โดยคำนึงถึงพฤติกรรมรถที่ขับขี่ ชนิดของอุปกรณ์ และวิธีการติดตั้ง จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการช่วยลดอุบัติเหตุ การใช้สีเทอร์โมพลาสติกเป็นวัสดุในการติดตั้งในการศึกษาครั้งนี้มีความเป็นไปได้อย่างมากในการนำไปใช้งานจริง เนื่องจากหาง่าย ราคาถูก สามารถดำเนินการติดตั้งได้สะดวก และไม่ทำลายสภาพถนนเดิม น่าจะเป็นรูปแบบและวิธีการที่มีประสิทธิภาพคุ้มค่า อันจะช่วยให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถบรรเทาและป้องกันความสูญเสียที่เกิดขึ้นกับชีวิตและทรัพย์สินบนทางหลวง

Abstract – Shoulder rumble strips (SRS) have been widely used overseas to alleviate and prevent accidents caused by drivers' drowsiness and inattention. In Thailand, SRS have virtually not been used at all; even though many accidents are caused by sideswipes, particularly on long and straight rural roads. On such roads, less interruption resulted from fewer crossroads and intersections usually entice inattentiveness to drivers, thus creating

more chances for drowsiness from uneventful drives. This paper describes the results of a research study into the practical application of various kinds and patterns of SRS that have been used overseas. Taking into consideration driving behaviors, types of equipment and installation methods, the results show potential of SRS in reducing road accidents as well as severity. The thermoplastic material used in making the SRS in this study is easy to procure, not expensive, can be easily applied and renders negligible damage to existing road surface. This cost-effective measure should assist related agencies in mitigating and preventing single-vehicle road crashes.

Keywords – Shoulder rumble strip, Vibra line, Sideswipe crash, Thermoplastic road marking

1. บทนำ

หลายประเทศในโลกที่มีระบบการเก็บข้อมูลอุบัติเหตุจราจรบนท้องถนนอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง พบว่าสัดส่วนอุบัติเหตุที่มีสาเหตุสืบเนื่องมาจากการหลับในมีปริมาณสูง การแก้ปัญหานี้กับตัวผู้ขับขี่เป็นทางหนึ่ง ด้วยการให้ความรู้ การให้การศึกษา การเตือน เช่น ให้นอนหลับพักผ่อนอย่างเพียงพอ ให้หาเพื่อนร่วมทางที่จะพูดคุยด้วย ให้จอดพักทุก 2 ชั่วโมงหรือทุกๆ 150 กิโลเมตร และไม่ไปซ้ำเติมความง่วงด้วยการดื่มแอลกอฮอล์ ฯลฯ นักวิจัยจำนวนมากน้อย จัดให้การหลับในขณะขับขี่ มีผลลัพธ์ร้ายแรงไม่น้อยกว่าการดื่มแอลกอฮอล์แล้วขับรถ ความง่วงทำให้เวลาปฏิกิริยาของผู้ขับขี่ช้า

ลง ทำให้ตัดสินใจไม่ดีหรือผิดพลาดได้มากขึ้นในลักษณะเดียวกับการดื่มแล้วขับ ทำให้ผู้ขับขี่มักไม่รู้ตัวว่าหลับไปแล้ว และหลายครั้งก็สายเกินไปกว่าจะรู้ตัว

แถบเสียงสะท้อนไหล่ทาง (Shoulder Rumble Strip; SRS) เป็นรูปแบบทางวิศวกรรมที่จัดให้มีการออกแบบและจัดการทางเรขาคณิตให้กับส่วนของถนน ที่ผู้ขับขี่หลับในมักขับออกนอกทางไปไหล่ทาง ให้ตื่นจากภวังค์และรีบแก้ไขสถานการณ์ให้รอดพ้นจากการตกถนนในที่สุด แถบเสียงสะท้อนไหล่ทางนี้จะทำให้เกิดทั้งเสียงและการสั่นสะเทือน ที่จะร่วมกันกระตุ้นให้ผู้ขับขี่กลับรู้สึกตัวขึ้น ในประเทศสหรัฐอเมริกาพบว่าแถบเสียงสะท้อนไหล่ทางสามารถลดอุบัติเหตุจากการตกถนนได้ 20% - 70% โดยมีค่าอัตราส่วนผลที่ได้รับต่อเงินลงทุน (Benefit/Cost Ratio; BCR) สูงมาก ทำให้มีการใช้งานแถบเสียงสะท้อนอย่างแพร่หลาย

เนื่องจากข้อมูลอุบัติเหตุในประเทศไทยยังไม่ได้บ่งบอกถึงความเสี่ยงจากปัญหาการหลับในของผู้ขับขี่ ข้อมูลที่มีการเก็บรวบรวมอยู่ในปัจจุบันยังมีความไม่สมบูรณ์อีกมาก ขัดแย้ง สับสน และยังไม่ค่อยมีรายละเอียดที่จะทำให้สามารถระบุสาเหตุหลักของอุบัติเหตุที่แท้จริงนัก อีกทั้ง ประเทศไทยก็เป็นประเทศที่ไม่เล็ก มีระยะทางสำหรับการขับขี่ที่ไม่สั้น และยังมีผู้ขับขี่ที่นิยมดื่มแอลกอฮอล์แล้วขับขี่ มีผู้ขับขี่ที่มีความจำเป็นที่ต้องทำงานหนักเพื่อหารายได้จากการขนส่งระยะไกล ฯลฯ จึงคาดได้ว่าน่าจะมีอันตรายจากสาเหตุนี้สูงมาก ดังเช่นที่เกิดขึ้นกับประเทศอื่นๆ ที่มีการรายงานเกี่ยวกับเรื่องนี้

ในการวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาโดยเน้นพิจารณาถึงรูปแบบของแถบเสียงสะท้อนไหล่ทางที่สามารถนำมาประยุกต์เพื่อติดตั้งบนทางหลวงในประเทศไทย โดยพิจารณาถึงระดับเสียงและระดับการสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นต่อยานพาหนะชนิดต่างๆ ที่ความเร็วต่างๆ กัน เพื่อศึกษาระดับเสียงและระดับการสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นว่าเพียงพอต่อระดับการเตือนสำหรับผู้ขับขี่หรือไม่

2. ความเป็นมาของแถบเสียงสะท้อนไหล่ทาง

สำหรับแถบเสียงสะท้อนไหล่ทางเกิดขึ้นครั้งแรกเมื่อปี 1955 ที่ New Jersey's Garden State Parkway โดยมีความยาวประมาณ 40 กิโลเมตรและได้รับการขนานนามว่า “ไหล่ทางร้องเพลง” โดยสร้างผ่านในเมือง Middlesex และ Monmouth มีลักษณะเป็นลอนคอนกรีต

ที่ทำให้เกิดเสียงเมื่อพาหนะเคลื่อนผ่านบนลอนดังกล่าว ต่อมาในปี 1965 แถบเสียงสะท้อนไหล่ทางก็ถูกทำให้เรียบดังเดิมเนื่องจากการสร้างผิวทางใหม่ (Resurfaced)

สำหรับแถบเสียงสะท้อน (Rumble Strip) ที่พบเห็นโดยทั่วไปมีอยู่ 3 ชนิด ได้แก่ แถบเสียงสะท้อนบนเส้นแบ่งช่องจราจร (Centerline Rumble Strip) แถบเสียงสะท้อนไหล่ทาง (Shoulder Rumble Strip) และแถบเสียงสะท้อนแบบพาดขวางช่องจราจร (Traverse Rumble Strip) โดยมีวัตถุประสงค์ในการติดตั้งแตกต่างกัน ดังนี้

แถบเสียงสะท้อนบนเส้นแบ่งช่องจราจรมีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันอุบัติเหตุจากการชนประสานงา (Head-on) และการเฉี่ยวชนด้านข้าง ดังแสดงในรูปที่ 1

แถบเสียงสะท้อนไหล่ทาง มีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันอุบัติเหตุจากการไถลตกจากถนน (Runoff Accident) ดังแสดงในรูปที่ 2

แถบเสียงสะท้อนแบบพาดขวางช่องจราจรมีวัตถุประสงค์เพื่อเตือนให้ผู้ขับขี่ลดระดับความเร็วก่อนเข้าเขตชุมชน จุดตัดทางรถไฟ ก่อนเข้าทางโค้ง หรือก่อนถึงจุดอันตราย ดังแสดงในรูปที่ 3

2.1 รูปแบบของแถบเสียงสะท้อนไหล่ทาง

ปัจจุบัน แถบเสียงสะท้อนไหล่ทางที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมีอยู่ 4 รูปแบบ ได้แก่ แบบเขาสระร่อง (Milled SRS) แบบกลิ้งทับ (Rolled SRS) แบบหล่อผิว (Formed SRS) และแบบยกสัน (Raised SRS) ซึ่งจากทั้ง 4 แบบนี้ มีที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายอยู่ 2 แบบ คือ แบบเขาสระร่องและแบบกลิ้งทับ สำหรับการเลือกใช้แถบเสียงสะท้อนไหล่ทาง



รูปที่ 1 แถบเสียงสะท้อนบนเส้นแบ่งช่องจราจร [4]



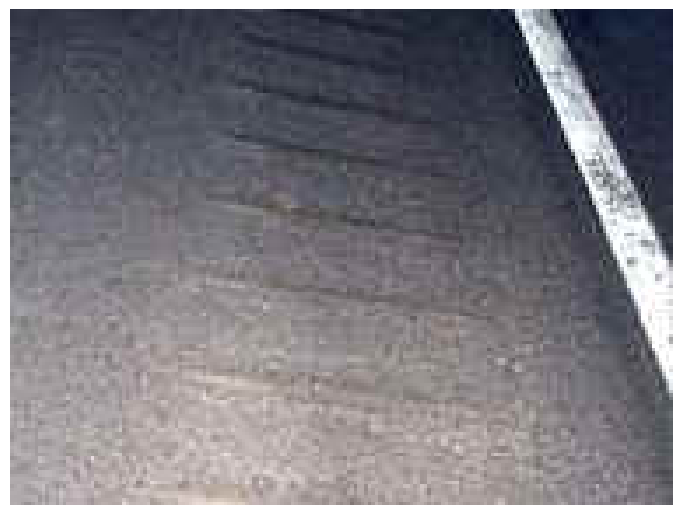
รูปที่ 2 แอบเสียงสะท้อนไหล่ทาง [16]



รูปที่ 4 แอบเสียงสะท้อนไหล่ทางแบบเจาะรู [8]



รูปที่ 3 แอบเสียงสะท้อนแบบพาดขวางช่องจราจร [16]



รูปที่ 5 แอบเสียงสะท้อนไหล่ทางแบบกลิ้งทับ [8]

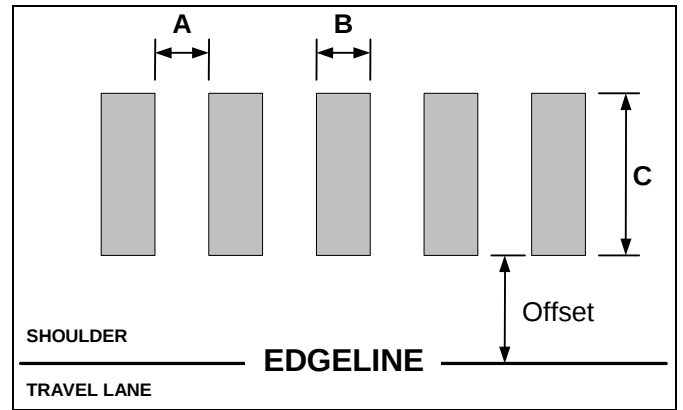
ชนิดใดนั้น ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในการติดตั้งและรูปร่างของแอบเสียงสะท้อนไหล่ทาง รวมทั้งความสามารถในการสร้างแรงสั่นสะเทือนและระดับความดังของเสียงที่เกิดขึ้น

- 1) แบบเจาะรู (Milled SRS) เหมาะสำหรับติดตั้งบนไหล่ทางใหม่หรือไหล่ทางเดิม เนื่องจากสามารถใช้เครื่องจักร (Rotomilling Machine) ทำการเจาะรูให้เรียบได้ง่าย ดังแสดงในรูปที่ 4
- 2) แบบกลิ้งทับ (Rolled SRS) ทำการติดตั้งโดยการกดผิวทางลาดยางใหม่ที่ยังคงร้อนอยู่ด้วยลูกกลิ้งซึ่งทำจากท่อเหล็กเชื่อมติดกับแกน ทำให้เกิดเป็นร่องครึ่งวงกลมหรือรูปตัววี ดังแสดงในรูปที่ 5

- 3) แบบหล่มนิว (Formed SRS) ทำการติดตั้งโดยการกดผิวคอนกรีตสดให้เป็นคลื่น หลังจากเทคอนกรีตและแต่งผิวเสร็จใหม่ๆ ดังแสดงในรูปที่ 6 โดยอาจทำเป็นรูปแบบต่อเนื่องหรือทำเป็นช่วงๆ ช่วงละ 5-7 ลอนมีระยะห่างระหว่างช่วงประมาณ 15 เมตร
- 4) แบบยกสัน (Raised SRS) สามารถทำได้จากวัสดุหลากหลายชนิดและมีวิธีการติดตั้งที่แตกต่างกัน ซึ่งวัสดุส่วนใหญ่ที่ใช้สร้างแอบเสียงสะท้อนไหล่ทางจะเป็นสีเทอร์โมพลาสติก (Raised Pavement Marking) หรือแบบที่สร้างด้วยแอสฟัลท์ (Raised Asphalt Bar) ดังแสดงในรูปที่ 7



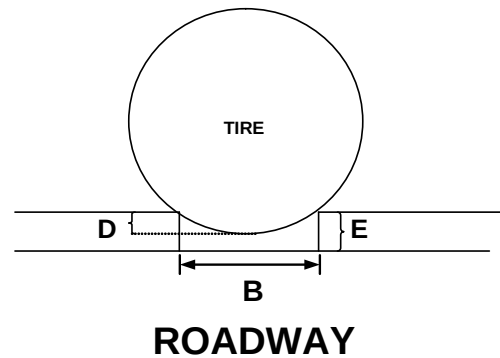
รูปที่ 6 แถบเสียงสะท้อนไหล่ทางแบบหล่มผิว [8]



รูปที่ 8 ขนาดมาตรฐานของแถบเสียงสะท้อนไหล่ทางแบบเซาะร่อง [8]



รูปที่ 7 แถบเสียงสะท้อนไหล่ทางแบบขกสัน [8]



รูปที่ 9 กลไกของแถบเสียงสะท้อนไหล่ทางแบบเซาะร่อง [8]

2.2 ลักษณะทางเรขาคณิตของแถบเสียงสะท้อนไหล่ทาง

แถบเสียงสะท้อนไหล่ทางโดยส่วนใหญ่มีขนาดและรูปร่างที่แตกต่างกัน โดยยังไม่มีมาตรฐานหรือการออกแบบที่ชัดเจน ซึ่งสามารถจำแนกลักษณะทางเรขาคณิตได้ดังนี้

- 1) ช่องว่างระหว่างแถบ (Repeat Pattern; A)
- 2) ความกว้างตามยาวถนน (Longitudinal Width; B)
- 3) ความกว้างตามขวางถนน (Transverse Width; C)
- 4) ความลึกหรือความสูงของแถบ (Depth or Height; E)
- 5) ระยะร่น (Offset)

3. การพิจารณาแถบเสียงสะท้อนไหล่ทาง

แถบเสียงสะท้อนไหล่ทางกระตุ้นเตือนผู้ขับขี่ที่หลับใหล โดยการใช้เสียงที่เกิดจากการสัมผัสกันระหว่างยางรถยนต์กับแถบเสียงสะท้อนไหล่ทางและการสั่นสะเทือน ดังนั้นในการพิจารณาจะต้องคำนึงถึงส่วนสำคัญทั้ง 2 ส่วน ได้แก่ ระดับเสียงที่เพียงพอในการกระตุ้นเตือนโดยต้องทำการพิจารณาระดับเสียงที่เกิดภายในห้องโดยสารเมื่อขับผ่านแถบเสียงสะท้อนและไม่ผ่านแถบเสียงสะท้อน

ส่วนที่สองที่ต้องพิจารณา คือ การสั่นสะเทือน โดยการสั่นสะเทือนเกิดจากการที่ยางรถยนต์กระทบกับแถบเสียงสะท้อน ระดับการสั่นสะเทือนจะมากเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับระยะหย่อนตัวของยาง และองค์ประกอบทางเรขาคณิตอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง สำหรับการพิจารณาการสั่นสะเทือนนั้น พบว่า ระดับการสั่นสะเทือนจะต้องมีค่า

มากพอสำหรับการกระตุ้นเดือนผู้ขับขี่ยานพาหนะขนาดใหญ่ ในขณะที่เดียวกันต้องไม่ทำให้ผู้ขับขี่ยานพาหนะขนาดเล็กได้รับอันตราย

3.1 การพิจารณาระดับเสียงที่ส่งผลต่อระดับการรับรู้ของมนุษย์

Outcalt, W. [19] ได้ทำการศึกษาเพื่อจำแนกระดับการรับรู้เสียงของมนุษย์ โดยใช้ความเข้มเสียงซึ่งกำหนดเป็นหน่วย dB(A) ผลการศึกษาของ Outcalt, W. ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 โดยพบว่าระดับเสียงที่ต่างกัน 3 dB(A) จะทำให้ผู้ขับขี่ยานพาหนะรู้สึกถึงความแตกต่าง แต่ถ้าหากระดับเสียงต่างกันถึง 6 dB(A) จะให้ทำให้ผู้ขับขี่ยานพาหนะมีความแตกต่างได้อย่างชัดเจน

จากผลการศึกษาของ Chen, C.S. [3] และ Khan, A. M. and Bacchus, A. [13] สามารถสรุปได้ว่าระดับเสียงที่เพิ่มขึ้น 4 dB(A) จากระดับเสียงปกติเหมาะสมจะนำมาใช้ในการทำอุปกรณ์เตือน ซึ่งข้อกำหนดนี้จะใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาระดับของเสียงที่ต้องการให้เกิดสำหรับแถบเสียงสะท้อนไหลทางเพื่อเตือนผู้ขับขี่ยานพาหนะในการพิจารณาระดับการสัมผัสสะท้อน

การสัมผัสสะท้อนจะเกิดขึ้นเมื่อล้อหน้าเริ่มเคลื่อนที่ผ่านแถบเสียงสะท้อนไหลทาง โดยความแรงในแนวดิ่งและแนวราบจากยางจะถูกส่งผ่านไปยังพวงมาลัย เบาะที่นั่งและช่วงล่างรถในรูปของการสัมผัสสะท้อน ในการวิเคราะห์ระดับการสัมผัสสะท้อนของแถบเสียงสะท้อนไหลทาง Chen, C. S. [3] ได้พัฒนาวิธีการวิเคราะห์การหย่อนตัวของยางเพื่อใช้ในการออกแบบแถบเสียงสะท้อนที่มีประสิทธิภาพ โดย Chen ได้สรุปว่าแถบเสียงสะท้อนที่มีประสิทธิภาพจะต้องมีความกว้างมากพอเพื่อให้เกิดการหย่อนตัวของยางเต็มล้อ ซึ่งจะก่อให้เกิดเสียงและการสัมผัสสะท้อนอย่างเพียงพอ การคำนวณการหย่อนตัวของยางเมื่อรถเคลื่อนที่ผ่านแถบเสียงสะท้อนสามารถคำนวณได้ดังนี้

ตารางที่ 1 ระดับการรับรู้เสียงของมนุษย์ [19]

การเปลี่ยนของระดับเสียง (dB(A))	ระดับความรู้สึกในความดังของเสียง
1	ไม่รู้สึกถึงความแตกต่าง
3	เริ่มรู้สึกถึงความแตกต่าง
6	รู้สึกถึงความแตกต่างอย่างชัดเจน
10	รู้สึกแตกต่างเป็นสองเท่า
20	รู้สึกแตกต่างเป็นสี่เท่า

$$Y = \sqrt{R^2 - (B/2)^2} \quad (1)$$

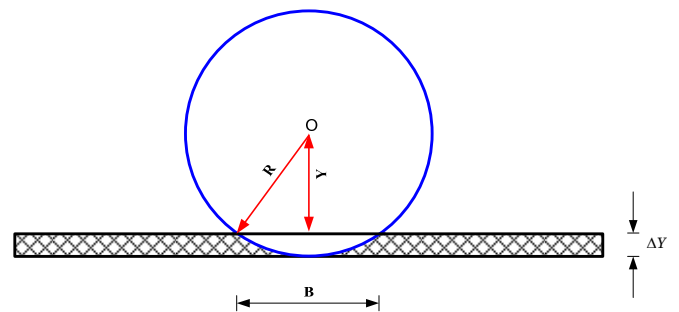
$$\Delta Y = R - Y \quad (2)$$

เมื่อ Y = ระยะจากจุดศูนย์กลางของล้อจนถึงผิวของถนน

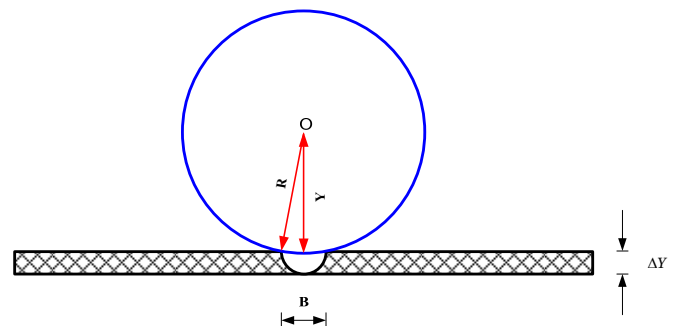
R = รัศมีของล้อ

B = ความกว้างตามยาวของแถบเสียงสะท้อน

ΔY = ระยะหย่อนตัวของล้อ



รูปที่ 10 การวิเคราะห์การหย่อนตัวของยางสำหรับแถบเสียงสะท้อนแบบเซาะร่อง [3]



รูปที่ 11 การวิเคราะห์การหย่อนตัวของยางสำหรับแถบเสียงสะท้อนแบบเซาะกลิ้งทับ [3]

4. การประยุกต์และคัดเลือกแถบเสียงสะท้อนไหลทาง

จากการพิจารณาข้อดี/ข้อเสียของแถบเสียงสะท้อนไหลทางทั้ง 4 รูปแบบ พบว่าแถบเสียงสะท้อนไหลทางที่น่าจะนำมาประยุกต์ใช้งานในประเทศไทย ได้แก่ แถบเสียงสะท้อนไหลทางแบบยกสัน (Raised SRS) เนื่องจากมีข้อได้เปรียบแถบเสียงสะท้อนไหลทางรูปแบบอื่นๆ หลายประการ ดังนี้

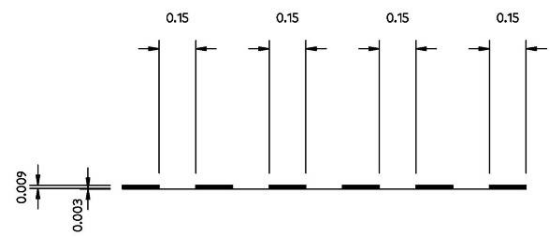
- 1) ทำให้เกิดระดับเสียงในการเตือนก่อนข้างสูงกว่าแถบเสียงสะท้อนไหล่ทางรูปแบบอื่นๆ
- 2) สามารถก่อสร้างได้ง่าย ราคาถูก และสามารถประยุกต์ใช้วัสดุที่มีในประเทศได้
- 3) การติดตั้งแถบเสียงสะท้อนไหล่ทางไม่ทำลายโครงสร้างชั้นผิวทาง
- 4) ไม่ทำให้เกิดน้ำขังภายในร่อง ทำให้แถบเสียงสะท้อนไหล่ทางมีความคงทนมากกว่าแบบอื่นๆ และเหมาะสมกับประเทศไทยมากกว่าเนื่องจากมีฝนตกอย่างสม่ำเสมอทั่วทุกภาค

เมื่อทำการรวบรวมข้อมูลรูปแบบแถบเสียงสะท้อนไหล่ทางแบบยกสันที่มีในต่างประเทศเพื่อนำมาดัดแปลงเป็นแนวทางเลือกในการตัดสินใจจำนวน 5 รูปแบบแล้ว จึงได้ทำการวิเคราะห์รูปแบบที่เหมาะสมที่จะดำเนินการติดตั้งจริง ด้วยวิธีตัดสินใจแบบหลายตัวแปร (Multi-criteria Decision Analysis; MCDA) ซึ่งตัวแปรในการตัดสินใจ ได้แก่ ความสามารถในการสร้างระดับเสียง (X_1) ความสามารถในการสร้างความสั่นสะท้อน (X_2) ความถี่ของพื้นผิว (X_3) และโอกาสในการเหยียบแถบเสียงสะท้อน (X_4) พบว่าแถบเสียงสะท้อนไหล่ทางที่มีช่องว่างระหว่างแถบ (Repeat Pattern) 15.0 ซม. มีความกว้างตามยาวถนน (Longitudinal Width) 15.0 ซม. และมีความกว้างตามขวางถนน (Transverse Width) 10.0 ซม. โดยมีความหนาของแถบเสียงสะท้อน 1.2 ซม. มีความเหมาะสมที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 12

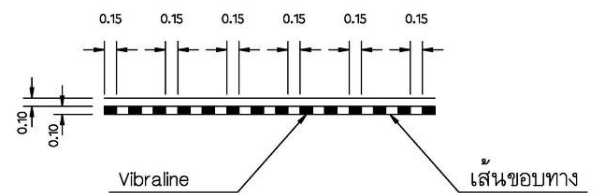
5. การติดตั้งและทดสอบแถบเสียงสะท้อนไหล่ทาง

ในการติดตั้งแถบเสียงสะท้อนไหล่ทางนี้ ได้ดำเนินการติดตั้งบนถนนสาย สข.3031 (วัดเนินไสล-บ้านนาหม่อม) ช่วง กม. 7+000 ถึง กม. 8+000 โดยติดตั้งแถบแรกด้านฝั่งซ้ายของถนน (แถบเก่า) และอีกแถบทางด้านฝั่งขวาของถนน (แถบใหม่) โดยทิ้งช่วงระยะเวลาในการติดตั้ง 2 ปี ดังแสดงในรูปที่ 13

สำหรับการทดสอบจะใช้ยานพาหนะในการทดสอบ 4 ชนิด ได้แก่ รถจักรยานยนต์, รถยนต์นั่งส่วนบุคคล, รถกระบะ และรถบรรทุก 6 ล้อ (ดังแสดงในรูปที่ 14) ขับผ่านแถบเสียงสะท้อนไหล่ทางและขับบนช่องจราจรปกติที่ความเร็ว 40, 60 และ 80 กม./



รูปตัดตามยาวแสดงลักษณะ Vibralline



รูปแบบแสดงลักษณะ Vibralline

รูปที่ 12 แถบเสียงสะท้อนไหล่ทางที่คัดเลือก



รูปที่ 13 แถบเสียงสะท้อนไหล่ทางที่ติดตั้ง

ชม. ตามลำดับ โดยขณะทดสอบจะวัดระดับเสียงภายในห้องโดยสารด้วยเครื่องมือวัดระดับเสียงยี่ห้อ Rion รุ่น NL-27/42 ดังแสดงในรูปที่ 15 และวัดระดับการสั่นสะท้อนด้วยเครื่องวัดการสั่นสะท้อนยี่ห้อ Rion รุ่น VM-83 ดังแสดงในรูปที่ 16 พร้อมทั้งวัดระดับเสียงภายนอกห้องโดยสารตามมาตรฐานของกรมทางหลวงสหรัฐ (The Federal Highway Administration) ด้วยเครื่องมือวัดระดับเสียงยี่ห้อ Rion รุ่น NL-04/14 ดังแสดงในรูปที่ 17



รูปที่ 14 ยานพาหนะทดสอบทั้ง 4 ชนิด



รูปที่ 15 การติดตั้งเครื่องมือวัดระดับเสียงภายในห้องโดยสาร



รูปที่ 16 การติดตั้งเครื่องมือวัดการสั่นสะเทือนภายในห้องโดยสาร



รูปที่ 17 การติดตั้งเครื่องมือวัดระดับเสียงภายนอกห้องโดยสาร

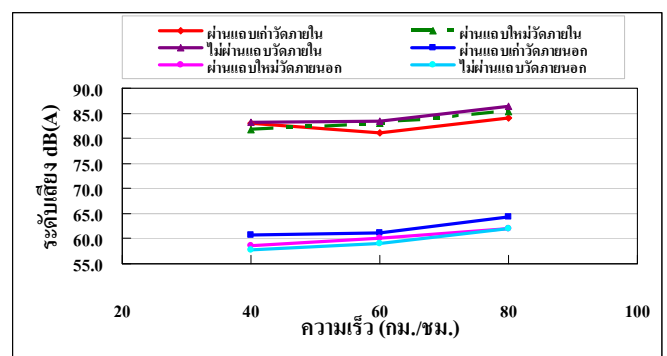
6. ผลการทดสอบแถบเสียงสะท้อนไหล่ทาง

6.1 ผลการทดสอบสำหรับรถจักรยานยนต์

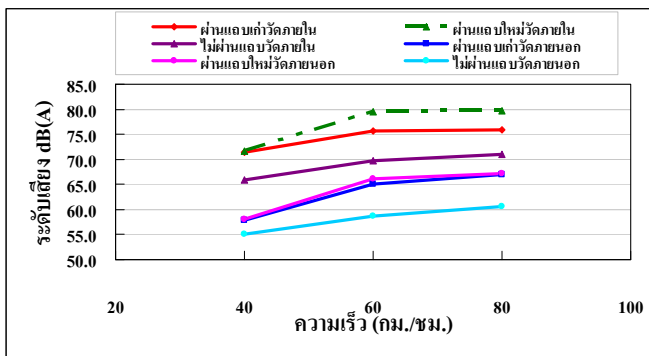
ผลการทดสอบพบว่าค่าความแตกต่างของระดับเสียงวัดที่หมวกนิรภัยเมื่อขับผ่านและไม่ขับผ่านแถบเสียงสะท้อนมีค่าน้อยกว่า 4 dB(A) ซึ่งระดับเสียงไม่เพียงพอที่จะกระตุ้นเตือนผู้ขับขี่ให้ตื่นจากภวังค์ได้ โดยมีผลเนื่องมาจากการวัดระดับเสียงเป็นการวัดเสียงลมที่ปะทะกับอุปกรณ์วัดระดับเสียงซึ่งติดกับหมวกนิรภัย การวัดเป็นการวัดโดยตรงใกล้กับแหล่งกำเนิดเสียง และไม่มีห้องโดยสารที่ปิดกั้นเสียงมิดชิด ดังแสดงในรูปที่ 18

6.2 ผลการทดสอบสำหรับรถยนต์นั่งส่วนบุคคล

ในส่วนของการยนต์นั่งส่วนบุคคลพบว่าค่าความต่างของระดับเสียงมีค่าเกินกว่า 4 dB(A) ในทุกความเร็วทดสอบ ซึ่งแสดงว่าระดับเสียงแตกต่างกันเพียงพอที่จะนำมาทำเป็นอุปกรณ์เตือนผู้ขับขี่ ดังแสดงในรูปที่ 19



รูปที่ 18 ระดับเสียงเมื่อขับผ่านและไม่ผ่านแถบเสียงสะท้อนไหล่ทางของรถจักรยานยนต์



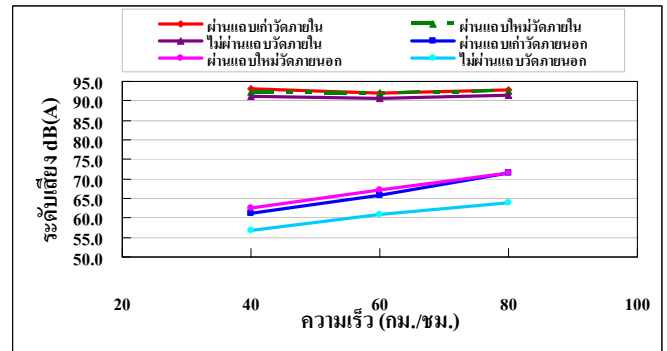
รูปที่ 19 ระดับเสียงเมื่อขับผ่านและไม่ผ่านแถบเสียงสะท้อนไหลทางของรถยนต์นั่งส่วนบุคคล

สำหรับผลการทดสอบการสั่นสะเทือนของรถยนต์นั่งส่วนบุคคล พบว่าค่าความแตกต่างของการสั่นสะเทือนที่วัดภายในห้องโดยสาร เมื่อผ่านแถบเสียงสะท้อนกับไม่ผ่านแถบเสียงสะท้อน มีค่าความแตกต่างลดลงเมื่อความเร็วเพิ่มขึ้นทั้งสองแถบ โดยค่าการสั่นสะเทือนที่เกิดจากแถบใหม่มีค่ามากกว่า แถบเก่า ดังแสดงในรูปที่ 20

6.3 ผลการทดสอบสำหรับรถกระบะ

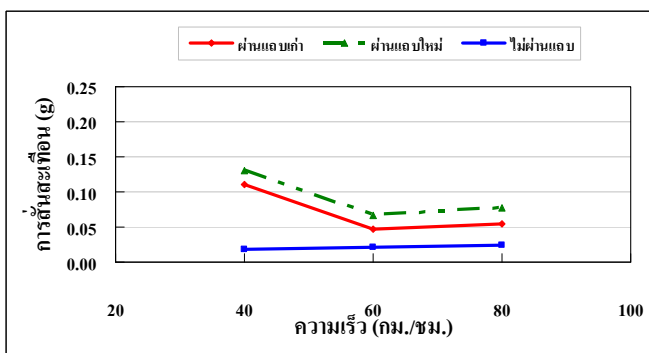
ผลการทดสอบรถกระบะพบว่าค่าความต่างของระดับเสียงที่วัดภายในเมื่อขับผ่านและไม่ขับผ่านแถบเสียงสะท้อนมีค่าน้อยกว่า 4 dB(A) ดังแสดงในรูปที่ 21 แต่เมื่อทำการวัดภายนอกห้องโดยสาร พบว่ามีค่าความแตกต่างของมากกว่า 4 dB(A) ซึ่งสาเหตุคงมาจากระดับเสียงเครื่องยนต์ของรถทดสอบ เนื่องจากรถยนต์ทดสอบเป็นรถเก่าที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 10 ปี ทำให้ต้องเร่งเครื่องยนต์เพื่อ

ทำความเร็วให้ได้ความเร็วทดสอบที่ต้องการ ซึ่งระดับเสียงก็จะดังมากจนเกิดคลอเคล้าเข้ามาภายในห้องโดยสารได้ ดังนั้นสำหรับรถบรรทุกกระบะจึงสรุปว่าแถบเสียงสะท้อนไหลทางไม่มีระดับเสียงแตกต่างกันเพียงพอเพื่อกระตุ้นเตือนผู้ขับขี่

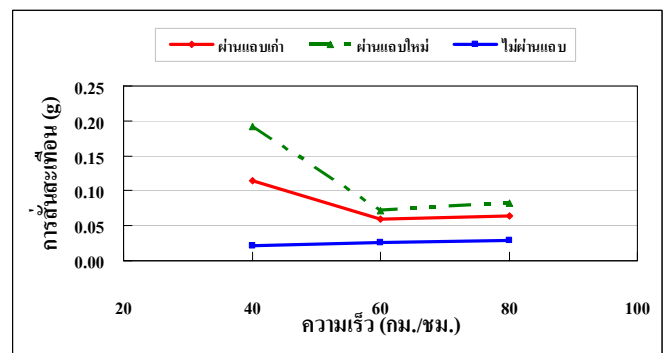


รูปที่ 21 ระดับเสียงเมื่อขับผ่านและไม่ผ่านแถบเสียงสะท้อนไหลทางของรถกระบะ

สำหรับผลทดสอบการสั่นสะเทือนของรถกระบะ นั้นพบว่าค่าความแตกต่างของการสั่นสะเทือนที่วัดภายในห้องโดยสารเมื่อผ่านแถบเสียงสะท้อนกับไม่ผ่านแถบเสียงสะท้อน มีค่าความแตกต่างลดลงเมื่อความเร็วเพิ่มขึ้นทั้งสองแถบ โดยค่าการสั่นสะเทือนที่เกิดจากแถบแถบใหม่มีค่ามากกว่าแถบเก่า ดังแสดงในรูปที่ 22



รูปที่ 20 ระดับการสั่นสะเทือนเมื่อขับผ่านและไม่ผ่านแถบเสียงสะท้อนไหลทางของรถยนต์นั่งส่วนบุคคล



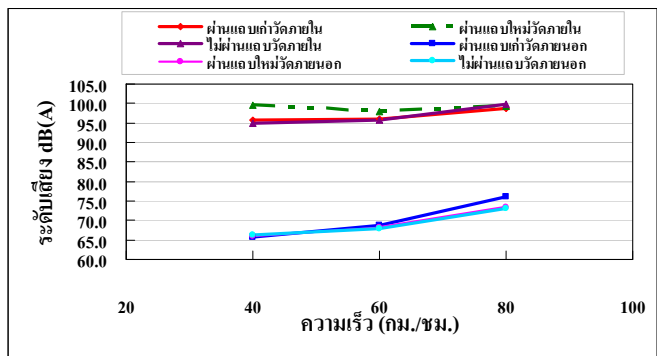
รูปที่ 22 ระดับการสั่นสะเทือนเมื่อขับผ่านและไม่ผ่านแถบเสียงสะท้อนไหลทางของรถกระบะ

6.4 ผลการทดสอบสำหรับรถบรรทุก 6 ล้อ

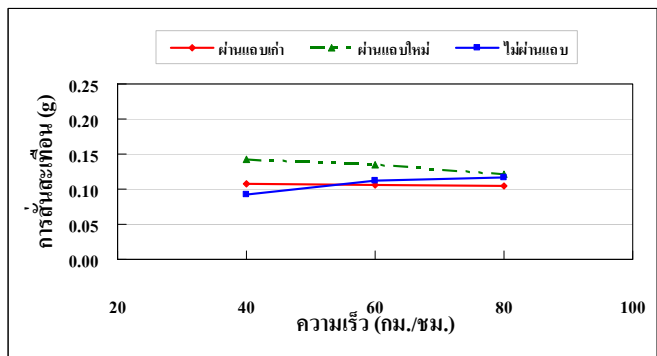
กรณีเมื่อทดสอบกับรถบรรทุก 6 ล้อ พบว่า ค่าความแตกต่างของระดับเสียงมีค่าแปรปรวนอันเนื่องมาจากรถบรรทุก 6 ล้อ ที่นำมาทดสอบค่อนข้างเก่า ทำให้ขณะเร่งความเร็วทดสอบเกิดเสียงดังมาก

จากเครื่องยนต์ส่งผลให้ระดับเสียงภายในห้องโดยสารเพิ่มมากขึ้นไปด้วย โดยค่าความแตกต่างของเสียงภายในเมื่อขับผ่านและไม่ขับผ่านแถบเสียงสะท้อนมีค่าน้อยกว่า 4 dB(A) ดังแสดงในรูปที่ 23 ซึ่งไม่เพียงพอในการกระตุ้นเตือนผู้ขับขี่

ในส่วนของการสั่นสะเทือนของรถบรรทุกขนาดกลางนั้น พบว่าค่าความแตกต่างของการสั่นสะเทือนที่วัดภายในห้องโดยสารเมื่อผ่านแถบเสียงสะท้อนกับไม่ผ่านแถบเสียงสะท้อน มีค่าความแตกต่างลดลงเมื่อความเร็วเพิ่มขึ้นทั้งสองแถบ โดยค่าการสั่นสะเทือนที่เกิดจากแถบใหม่มีค่ามากกว่าแถบเก่า ดังแสดงในรูปที่ 24



รูปที่ 23 ระดับเสียงเมื่อขับผ่านและไม่ผ่านแถบเสียงสะท้อนไหล่ทางของรถบรรทุก 6 ล้อ



รูปที่ 24 ระดับการสั่นสะเทือนเมื่อขับผ่านและไม่ผ่านแถบเสียงสะท้อนไหล่ทางของรถบรรทุก 6 ล้อ

7. สรุปและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

7.1 สรุปผลการทดสอบด้านระดับเสียง

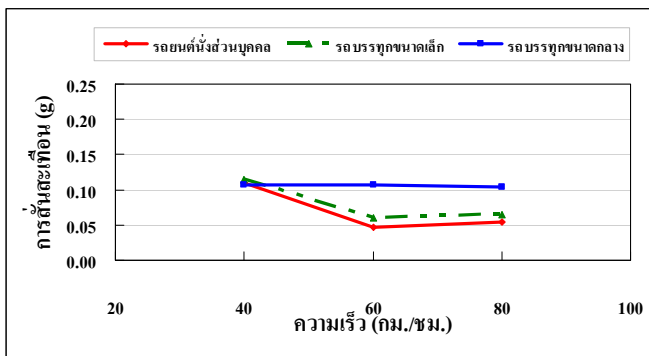
สำหรับการทดสอบของยานพาหนะทั้ง 4 ชนิด พบว่าการรบกวนของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลนั้น แถบเสียงสะท้อนไหล่ทางมีระดับเสียงเพียงพอสำหรับการกระตุ้นเตือน แต่ในส่วนของการรบกวนอื่นๆ พบว่าระดับเสียงไม่เพียงพอสำหรับการกระตุ้นเตือน เนื่องมาจากความผิดพลาดในการออกแบบวิธีการทดสอบ เช่น กรณีของรถจักรยานยนต์เสียงที่ตรวจวัดเป็นเสียงลมที่ปะทะเครื่องมือวัด หรือในกรณีอื่นๆ ที่เกิดจากฉนวนกันเสียงภายในห้องโดยสารเสื่อมสภาพ โดยเฉพาะกรณีรถบรรทุก 6 ล้อ ทำให้มีเสียงเครื่องยนต์แทรกเข้ามาเป็นต้น ดังนั้นจึงขอแนะนำให้ผู้ศึกษาต่อไปได้พิจารณาออกแบบรูปแบบการทดลองโดยคำนึงถึงผลกระทบดังกล่าวข้างต้นด้วย สำหรับผลการทดสอบนี้สามารถสรุปได้เพียงกรณีของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลเท่านั้น เนื่องจากไม่พบความผิดพลาดจากการตรวจวัด ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2 นอกจากนี้ยังพบว่ารถบรรทุก 6 ล้อให้ระดับเสียงวัดภายในห้องโดยสารเมื่อผ่านแถบเสียงสะท้อนไหล่ทางมากที่สุด รองลงมาเป็นรถกระบะ รถจักรยานยนต์ และรถยนต์นั่งส่วนบุคคล ตามลำดับ

7.2 สรุปผลการทดสอบด้านการสั่นสะเทือน

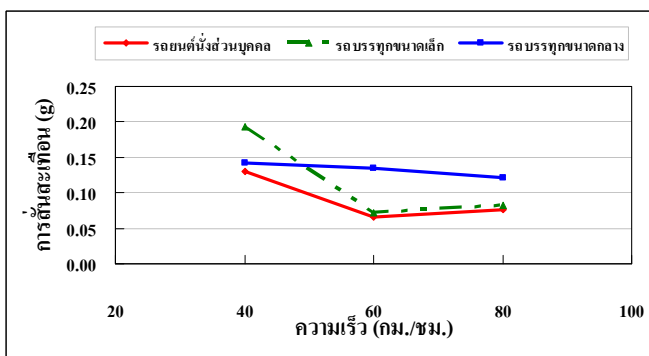
ในส่วนของการสั่นสะเทือนนั้น สามารถสรุปได้ว่าระดับการสั่นสะเทือนเมื่อขับผ่านแถบใหม่มีค่าการสั่นสะเทือนมากกว่าแถบเก่า สำหรับการขับผ่านแถบเสียงสะท้อนไหล่ทางทั้งสองแถบ นั้นพบว่ารถบรรทุก 6 ล้อให้ระดับการสั่นสะเทือนมากที่สุด รองลงมาเป็นรถกระบะและรถยนต์นั่งส่วนบุคคล ตามลำดับ ยกเว้นที่ความเร็ว 40 กม./ชม. เมื่อขับผ่านแถบใหม่ของรถบรรทุก 6 ล้อจะให้ระดับการสั่นสะเทือนมากที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 25 และ 26

ตารางที่ 2 สรุปผลของระดับเสียงเนื่องจากแถบเสียงสะท้อนไหล่ทางแยกตามชนิดรถ

ชนิดยานพาหนะ	ผลการประเมินความเหมาะสม
รถจักรยานยนต์	ระดับเสียงไม่เพียงพอสำหรับกระตุ้นเตือน
รถยนต์นั่งส่วนบุคคล	ระดับเสียงเพียงพอสำหรับกระตุ้นเตือน
รถกระบะ	ระดับเสียงไม่เพียงพอสำหรับกระตุ้นเตือน
รถบรรทุก 6 ล้อ	ระดับเสียงไม่เพียงพอสำหรับกระตุ้นเตือน



รูปที่ 25 ระดับการสั่นสะเทือนแยกตามชนิดรถเมื่อขับผ่านแถบเสียงสะท้อนไหล่ทาง (แถบเก่า)



รูปที่ 26 ระดับการสั่นสะเทือนแยกตามชนิดรถเมื่อขับผ่านแถบเสียงสะท้อนไหล่ทาง (แถบใหม่)

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] วิวัฒน์ สุทธิวิภากร. ข้อเสนอโครงการวิจัย : การใช้แถบสั่นสะเทือนไหล่ทาง (บนทางหลวงเพื่อเตือนผู้ขับขี่ที่หลับใหล). กรุงเทพฯ: คณะกรรมการกองทุนเพื่อความปลอดภัยในการใช้รถใช้ถนน กรมการขนส่งทางบก กระทรวงคมนาคม, 2548.
- [2] สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง. คู่มือวัดเสียงรบกวน. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2547.
- [3] Chen, C. S. A Study of Effectiveness of Various Shoulder Rumble Strips on Highway Safety. Virginia Department of Transportation. 1994.
- [4] Chen, C. S. and Cottrell, B. H. Guidelines for Using Centerline Rumble Strips in Virginia. Virginia Department of Transportation. 2005.
- [5] Cheng, E., Gonzalez, E. and Mack, O. Application and Evaluation of Rumble Strips on Highways. Utah Department of Transportation. 1993.
- [6] Elefteriadou, L., El-Gindy, M., Torbic, D., Garvey, P., Homan, A., Jiang, Z., Pecheux, B. and Tallon, R. Bicycle Tolerable Shoulder Rumble Strips. Pennsylvania Department of Transportation. 2000.
- [7] Eric Meyer and Scott Walton. Preformed Rumble Strips. Kansas Department of Transportation. 2002.
- [8] Federal Highway Administration (FHWA). Synthesis of Shoulder Rumble Strip Practices and Policies. 2001.
- [9] FHWA Safety; Rumble Strips Types. Online Posting: http://safety.fhwa.dot.gov/roadway_dept/pavement/rumble_strips/rumble_types/index.cfm. Accessed July 2009.
- [10] Franke, K. A. Evaluation of Rumble Strips. Virginia Highway & Transportation Research Council. 1974.
- [11] Higgins, J. and Barbel, W. Rumble Strip Noise. Transportation Research Record. No. 983, 27-36. 1984.
- [12] Isackson, C. Continuous Milled Shoulder Rumble Strips; Nationwide Survey. Minnesota Department of Transportation, February 2000.
- [13] Khan, A. and A. Bacchus. 1995. Economic Feasibility and Related Issues of Highway Shoulder Rumble Strips. In Transportation Research Record 1498, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1995, pp. 92-101. . Citing Watts, G. R. The Development of Rumble Areas As A Driver Alert Device. Transport and Road Research Laboratory, U.K., 1977.
- [14] League for the Hard of Hearing. Noise Levels in our Environment Fact Sheet. March 1999. Online Posting. <http://www.lhh.org/noise/facts/environment.html>. Accessed July 2009.
- [15] Ligon, C., Carter, E., Joost D. and Wolman W. Effects of Shoulder Textured Treatments on Safety. Federal Highway Administration, FHWA/RD-85/027. 1985.
- [16] Melisa D. Finley, Jeffrey D. Miles, and Paul J. Carlson. An Assessment of Various Rumble Strip Designs and Pavement Marking Applications for Crosswalks and Work Zones. Texas Transportation Institute, The Texas A&M University System College Station, Texas. 2005.
- [17] Moeur, R. Analysis of Gap Patterns in Longitudinal Rumble Strips to Accommodate Bicycle Travel. Transportation Research Record. No. 1705, 93-98. 2000.
- [18] Neal, E. and Wood, P.E. Shoulder Rumble Strips: A Method to Alert "Drifting Drivers. Pennsylvania Turnpike Commission. January 1994.
- [19] Outcalt, W. Bicycle-Friendly Rumble Strips. Report No. CDOT-DTD-R-2001-4. Colorado Department of Transportation, 2001.

9. เกี่ยวกับผู้เขียน



นายกำปนาท รติวัฒน์

- นักศึกษาปริญญาโท, ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- เกิดวันที่ 31 สิงหาคม 2524
- สัญชาติ/ศาสนา ไทย/พุทธ
- สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ภาควิชา
วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เมื่อปี 2544



นายวิวัฒน์ สุทธิวิภากร

- อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- เกิดวันที่ 18 กรกฎาคม 2493
- สัญชาติ/ศาสนา ไทย/พุทธ
- วุฒิการศึกษา

B.E. Civil Engineering, University of New
South Wales, Sydney, Australia

M. Sc. Traffic and Highway Engineering,
University of Strathclyde, Glasgow, Scotland,
U.K.