

การพัฒนากำแพงป้องกันเสียงรบกวนจากการจราจร ด้วยขยะรีไซเคิลผสมมอร์ตาร์

Development of Traffic Noise Barrier by Recycle Waste with Mortar

Received : July 6, 2022
Revised : October 6, 2022
Accepted : October 7, 2022

ประยงค์ กীরติอุไร, วศ.ด. (Prayong Keeratiurai, D. Eng.)^{1*}

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการป้องกันเสียงและความสามารถในการรับแรงอัด แรงดัด และแรงดึงแยก ของแผ่นกำแพงป้องกันเสียงรบกวนจากการจราจร ด้วยขยะรีไซเคิลผสมมอร์ตาร์

วิธีการวิจัย: แผ่นกำแพงป้องกันเสียงรบกวนจากการจราจรด้วยขยะรีไซเคิลมีขนาดความกว้าง 1 เมตร ยาว 1 เมตร และหนา 15 เซนติเมตร โดยขยะรีไซเคิลที่ใช้ในการศึกษานี้ ได้แก่ กล่องโฟมใส่อาหารและแผงไข่ กระดาษ ซึ่งทำการผสมวัสดุกันเสียงจากขยะรีไซเคิลที่ละชนิด ที่สัดส่วนผสมคือ ร้อยละ 0, 10, 25 และ 50 โดยน้ำหนัก และใช้ปูนกาวซีเมนต์สำเร็จรูป ในอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ที่ 0.7 เป็นสารเชื่อมประสาน

ผลการวิจัย: พบว่าเมื่อขยะรีไซเคิลที่ผสมในแผ่นกำแพงป้องกันเสียงมีปริมาณสูงขึ้น จะทำให้แผ่นกำแพงป้องกันเสียงมีประสิทธิภาพการป้องกันเสียงสูงขึ้นตามไปด้วย และแผ่นกำแพงป้องกันเสียงที่ผสมขยะรีไซเคิลชนิดกล่องโฟมใส่อาหารมีประสิทธิภาพในการป้องกันเสียงสูงกว่าชนิดแผงไข่กระดาษ นอกจากนี้แผ่นกำแพงป้องกันเสียงที่ผสมขยะรีไซเคิลชนิดกล่องโฟมใส่อาหารที่สัดส่วนร้อยละ 50 มีประสิทธิภาพในการป้องกันเสียงสูงกว่าแผ่นกำแพงมอร์ตาร์ที่ไม่ผสมขยะรีไซเคิล และผลการศึกษเกี่ยวกับความสามารถในการรับแรงพบว่า แผ่นกำแพงป้องกันเสียงที่ผสมวัสดุรีไซเคิลชนิดกล่องโฟมใส่อาหารที่สัดส่วนร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก จะมีกำลังรับแรงอัดต่ำสุด แรงดัดต่ำสุด และแรงดึงแยกต่ำสุด เท่ากับ 27.267 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร 11.410 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร และ 2.526 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ โดยค่ากำลังรับแรงที่กล่าวมาทั้งหมดของแผ่นกำแพงป้องกันเสียงรบกวนจากการจราจร ด้วยขยะรีไซเคิลผสมมอร์ตาร์จะมีค่ามากกว่าค่ากำหนดในมาตรฐานของกรมทางหลวง แต่ต้องมีการเสริมเหล็กรับแรงดัดและแรงดึงในกำแพงป้องกันเสียงด้วย เพื่อป้องกันการฉีกขาดที่แตกและร่วนหล่น อาจก่อให้เกิดความเสียหายและอันตรายกับผู้ใช้ทางได้

คำสำคัญ: กำแพงป้องกันเสียงรบกวนจากการจราจร, ขยะรีไซเคิล, กำแพงมอร์ตาร์

¹อาจารย์ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล จังหวัดนครราชสีมา

(Lecturer at the Faculty of Engineering, Vongchavalitkul University, Nakhon Ratchasima Province)

*ผู้เขียนหลัก (Corresponding author)

E-mail: prayong_kee@vu.ac.th

Abstract

Objectives: This research aimed to study the efficiency of soundproofing and the compressive strength, flexural strength and tensile strength of the traffic noise barrier by recycle waste with mortar.

Methods: The traffic noise barriers by recycle waste were 1 meter wide, 1 meter long and 15 centimeters thick. Recycled wastes were used in the study that were styrofoam food packaging and paper egg cartons. They were mixed as the each of soundproofing materials at the mixing percentages were 0, 10, 25 and 50 by weight. Tile adhesive cement was the bonding agent in w/c ratio as 0.7.

Results: The higher the amount of recycled waste in the noise barrier, the soundproof performance of the noise barrier plates were also higher. The noise barrier plates were mixed with the recycled waste as styrofoam food packaging. They were more efficiency in the soundproofing than paper egg cartons. In addition, the noise barrier plates mixed with 50% of recycled waste as styrofoam food packaging had higher soundproofing efficiency than the soundproof mortar wall plates. They hadn't the recycled wastes. And the results of the studies on the compressive strength, flexural strength and tensile strength of the noise barrier plates that were mixed with soundproofing materials from recycled wastes. They were the noise barrier plates mixed with 50% by weight of recycled waste as styrofoam food packaging would have the minimum compressive strength, the minimum flexural strength and the minimum tensile strength were 27.267 kg/cm², 11.410 kg/cm² and 2.526 kg/cm², respectively. That the compressive strength, the flexural strength and the tensile strength of the traffic noise barrier by recycle wastes with mortar were higher than the highway department standards. But there must also be reinforcement of the bending steel and the tensile steel in the soundproof mortar walls. In order to prevent accident cases that they were cause of the mortar wall plate to break and fall. And they have made to damage and danger with the road users.

Keywords: traffic noise barrier, recycled waste, mortar wall

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) ในยุทธศาสตร์ที่ 7 การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและระบบโลจิสติกส์ ได้มีแผนพัฒนาการขนส่ง เช่น การขยายเส้นทางรถไฟเพื่อขนส่งคนเมือง รถไฟความเร็วสูง รถไฟรางคู่ สนามบิน ทางด่วน มอเตอร์เวย์ เป็นต้น ปริมาณการใช้รถยนต์ รถไฟ และเครื่องบินที่เพิ่มขึ้นนี้ ทำให้เกิดปัญหามลพิษทางเสียง รบกวนการดำรงชีวิตของคนในสังคมโดยเฉพาะกับชุมชนเมืองที่มีคนอยู่อาศัย ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องหาวิธีในการลดระดับความดังของเสียงจากระบบโลจิสติกส์ดังกล่าว เพื่อความปลอดภัยของคนหรือชุมชนที่อยู่ใกล้เคียง โดยมาตรการหนึ่งที่ได้รับค่านิยม ได้แก่ การใช้วัสดุป้องกันเสียงที่มีความหนาแน่นสูงเช่น วัสดุซีเมนต์ผสมเส้นใยแก้ว ซึ่งมีค่าความหนาแน่น 2,400 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร แต่มีราคาสูงประมาณ 10,000 บาทต่อตารางเมตร และนอกจากนี้ประเทศไทยยังกำลังเผชิญกับปัญหาทางสิ่งแวดล้อมอีกประเภทหนึ่ง ได้แก่ ปัญหาการจัดการขยะ ซึ่งมีปริมาณของขยะเข้าสู่กระบวนการกำจัดเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ในขณะที่การนำขยะกลับมาใช้ประโยชน์ยังสามารถทำได้เพียงบางส่วนและบางชนิดเท่านั้น จากการศึกษาข้อมูลในเบื้องต้นพบว่า ขยะรีไซเคิลประเภทโฟมและกระดาษ มีปริมาณประมาณ 1.3 ล้านตัน/ปี เฉลี่ยวันละ 3,704 ตัน/วัน (กรมควบคุมมลพิษ, 2562) ในขณะที่แผงโซลาร์ที่ทำจากกระดาษ เมื่อชำรุดไม่สามารถนำมาใช้งานหรือบรรจุไฟได้ ก็จะกลายเป็นขยะ อีกทั้งแผงโซลาร์กระดาษมีลักษณะเป็นเส้นใยหยาบ ซึ่งย่อยสลายได้ยากตามธรรมชาติ จึงสร้างปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมอีกทางหนึ่ง และต้องมีการเฝ้าระวังในการกำจัดเช่นกัน ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำขยะเหล่านี้มาใช้เป็น

วัสดุกันเสียง โดยอาศัยปูนซีเมนต์มอร์ตาร์เป็นวัสดุเชื่อมประสาน ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งในการลดปัญหาล้างแวล้อมที่เกิดจากปริมาณขยะ

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาความสามารถในการรับแรงอัด แรงดัด และแรงดึงแยก ของกำแพงป้องกันเสียงรบกวนจากการจราจร ด้วยขยะรีไซเคิลผสมมอร์ตาร์

2.2 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการป้องกันเสียงของแผ่นกำแพงป้องกันเสียงรบกวนจากการจราจร ด้วยขยะรีไซเคิลผสมมอร์ตาร์

3. ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 ผลกระทบจากมลภาวะทางเสียง

การพักอาศัยหรือทำงานอยู่ใกล้แหล่งกำเนิดเสียงเป็นเวลานานย่อมส่งผลเสียต่อสุขภาพโดยระดับของความรุนแรงขึ้นอยู่กับสภาพลักษณะของเสียงและระดับความดังของเสียงที่บุคคลสัมผัส ประกอบกับระยะเวลาในการสัมผัสเสียงนั้น (Cowan, 1994) ซึ่งอันตรายของเสียงแบ่งได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ

3.1.1 อันตรายของเสียงต่อระบบการได้ยิน ส่วนใหญ่เป็นอันตรายที่เกิดขึ้นกับหูชั้นในที่อวัยวะรับเสียง ทำให้เกิดอาการหูตึงหรือหูหนวกได้ (เกษม จันทรแก้ว, 2541)

3.1.2 อันตรายของเสียงต่อสุขภาพทั่วไป อาจทำให้เกิดอาการดังกล่าวคือ ความดันโลหิตสูง โรคกระเพาะอาหาร เกิดแผลในกระเพาะอาหาร โรคหัวใจ มีความเครียดสูง เป็นต้น (ประธาน อารีพล, 2541) ดังมีรายงานผลการศึกษาดูสุขภาพคนงานในโรงงาน ซึ่งมีเสียงความถี่ 250 - 4000 Hz ระดับ 82 - 89 dB และคนงานในโรงงาน

ที่มีระดับเสียง 92 - 99 dB พบว่ามีความผิดปกติในการทำงานของระบบประสาท กล่าวคือ ทำให้เกิดการอ่อนเพลีย กินอาหารไม่ได้ ไม่ค่อยรู้สึกตัว โดยกลุ่มแรกมีจำนวน 29.4% และกลุ่มหลังมีจำนวน 43% (Welch, 1970)

3.1.3 ผลกระทบของเสียงทางด้านอื่นๆ เช่น รบกวนการนอนหลับ สร้างความรำคาญ (Annoyance) รบกวนการทำงาน และลดประสิทธิภาพของการทำงาน รบกวนการติดต่อสื่อสารและอื่นๆ ดังรายงานผลของเสียงรบกวนที่มีต่อการทำงาน เช่น เสียงที่มีระดับตั้งแต่ 90 dBA ขึ้นไป จะมีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานเป็นต้น (Harmelink, 1970)

3.2 ชนิดของกำแพงป้องกันเสียงที่ใช้ในปัจจุบัน

ผลกระทบจากมลภาวะทางเสียงและอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้น จึงได้มีการนำกำแพงป้องกันเสียงเข้ามาใช้ในการแก้ปัญหาดังกล่าว โดยกำแพงป้องกันเสียงที่มีใช้กันอยู่ในปัจจุบันจะมีด้วยกัน 3 ชนิด ประกอบด้วย

3.2.1 ชนิดกระจายเสียง (Dispersive Type) เป็นแผ่นทึบเสียงที่มีการสะท้อนเสียงแบบแพร่กระจายตามทิศทางมุมของกำแพงที่ออกแบบไว้

3.2.2 ชนิดสะท้อนเสียง (Reflective Type) เป็นแผ่นทึบเสียงที่มีการสะท้อนของเสียงในทิศทางตรงข้ามกับแผ่นกั้นเสียง

3.2.3 ชนิดดูดซับเสียง (Absorptive Type) เป็นชนิดที่นิยมใช้มากที่สุด เนื่องจากเป็นแผ่นทึบเสียงที่ประกอบด้วยวัสดุดูดซับเสียงจะไม่มี การสะท้อนเสียงออกมา ทำให้บริเวณที่อยู่ตรงข้าม ไม่ได้รับผลกระทบจากเสียงดัง (Lewis and Douglas, 1994) โดยสาเหตุที่วัสดุสามารถดูดซับเสียงได้เนื่องจากเมื่อเสียงตกกระทบวัตถุใดๆ ก็ตาม เสียงส่วนหนึ่งจะเกิดการสะท้อนอีกส่วนหนึ่งจะถูก

ดูดกลืนและส่งผ่านเข้าไปในเนื้อของวัตถุ ทำให้พลังงานลดลงเนื่องจากถูกเปลี่ยนไปเป็นพลังงานความร้อน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับคุณสมบัติและลักษณะของวัตถุอันนั้น ด้วยเหตุนี้งานวิจัยนี้จึงได้มีการทดลองนำวัสดุป้องกันเสียงชนิดและสัดส่วนต่างๆ ได้แก่ แผงไข่ กระดาษและกล่องโฟมใส่อาหาร ซึ่งเป็นขยะจากครัวเรือน มาใช้เป็นวัสดุในการป้องกันเสียง

3.3 การส่งผ่านเสียง (Sound Transmission)

เมื่อคลื่นเสียงตกกระทบวัสดุกั้นเสียง วัสดุนั้นจะเกิดการสั่นตัว เช่น กำแพงหรือผนัง ซึ่งการสั่นตัวในลักษณะนี้เป็นสาเหตุให้อากาศที่อยู่ใกล้เคียงวัสดุดังกล่าวทั้งสองด้านมีการสั่นตัวตามไปด้วย ส่งผลให้วัสดุที่คลื่นเสียงตกกระทบนั้น ประพฤติตัวเหมือนแหล่งกำเนิดเสียงอันใหม่ ซึ่งสนามเสียงใหม่อันเกิดจากวัสดุนี้ จะมีพลังงานน้อยกว่าพลังงานเสียงตอนแรก ทั้งนี้เนื่องจากพลังงานของคลื่นเสียงที่ตกกระทบวัสดุกั้นเสียง ถูกใช้ไปสำหรับทำให้วัสดุนั้นเกิดการสั่นตัว โดยลักษณะสมบัติของวัสดุกั้นเสียงนั้น สามารถบ่งบอกได้ด้วย ค่าการสูญเสียพลังงานเสียงขณะส่งผ่าน (Transmission Loss, TL) (American Society for Testing and Materials, E90, 1998) ซึ่งค่านี้เป็นคุณสมบัติเฉพาะตัวของวัสดุแต่ละชนิด (Thumann and Miller, 1986)

3.4 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิโรจน์ เชาว์จิพันธ์ (2537) เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดความดังเสียงของ โยมะพร้าว ไยแก้วและซีบก มีความหนาแน่นของวัสดุเฉลี่ย 8 ปอนด์/ลูกบาศก์ฟุต แล้วทำการวัดระดับเสียงที่ระยะห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง (noise source) 0, 0.5 และ 1.0 เมตร พบว่า การใส่โยมะพร้าวสามารถลดระดับความดังเสียงได้

23.87% ไยแก้ว 21.57% และซีบกบ 21.01% ที่ระยะ 0 เมตร และที่ระยะ 1 เมตร สามารถลดระดับความดังเสียงได้ 20.92% 17.01% และ 16.43% ตามลำดับ

ศักดิ์ชัย อมรศักดิ์ชัย (2541) การนำวัสดุดูดซับเสียงไปใช้ในการป้องกันเสียงรบกวนที่เกิดจากการจราจร เสียงรบกวนภายในอาคาร และเสียงเครื่องจักรกล จำเป็นที่จะต้องนำวัสดุดูดซับเสียงผสมกับสารเชื่อมประสาน เพื่อความแข็งแรงและความสะดวกในการติดตั้ง รายงานผลการศึกษาประสิทธิภาพในการลดเสียงของวัสดุเหลือใช้ เมื่อใช้ซีเมนต์เป็นสารเชื่อมประสาน โดยการผสมของปูนซีเมนต์ แก้วลอยลิ้นใต้และวัสดุเหลือใช้ 3 ชนิด คือ แกลบล ขี้เลื่อย และขุยมะพร้าว ที่อัตราส่วนผสมแตกต่างกัน 6 อัตราส่วน และมีความหนาของแผ่นวัสดุดูดซับเสียง 5 ระดับ คือ 1, 2, 3, 4 และ 5 เซนติเมตร พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การลดเสียงดังของตัวอย่างวัสดุดูดซับเสียงที่ทำจากวัสดุเหลือใช้แต่ละชนิดมีค่าใกล้เคียงกัน คือ แผ่นตัวอย่างวัสดุดูดซับเสียงที่ใช้แกลบลเป็นวัสดุผสม มีค่าสัมประสิทธิ์การลดระดับเสียงระหว่าง 0.59 ถึง 0.74 ส่วนแผ่นตัวอย่างวัสดุดูดซับเสียงที่ใช้ขี้เลื่อยและขุยมะพร้าวเป็นวัสดุผสม มีค่าสัมประสิทธิ์การลดระดับเสียงระหว่าง 0.67 ถึง 0.71 และ 0.68 ถึง 0.74 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.69 และ 0.71 ตามลำดับ

บุรฉัตร วิริยะ (2544) ได้มีการทดลองศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับเสียงของวัสดุพีชแห้ง (กาบมะพร้าว ขานอ้อย) และเส้นใยแก้ว โดยใช้ซีเมนต์เป็นสารเชื่อมประสานที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อซีเมนต์ (W/C ratio) 0.5, 0.6, 0.7 และ 0.8 ขนาดพื้นที่ 1 ตารางเมตร ที่ความหนา 5, 7.5 และ 10 เซนติเมตร ภายในห้องทดลองการดูดซับเสียงและห้องทดลองการสูญเสียพลังงานเสียงขณะส่งผ่าน ซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกับ

มาตรฐาน ASTM C423-90a และ ASTM E90-97 ขนาด 40 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็นอัตราส่วน 1:2 ของขนาดห้องมาตรฐาน โดยผลการศึกษาพบว่า วัสดุ กาบมะพร้าวผสมซีเมนต์ และวัสดุเส้นใยแก้วผสมซีเมนต์ (5% โดยน้ำหนัก) ที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ 0.7 และ 0.8 มีค่าสัมประสิทธิ์การลดลงของเสียงใกล้เคียงกันโดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.4-0.7 ซึ่งเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติในการดูดซับเสียงได้ดี ในขณะที่แผ่นวัสดุขานอ้อยผสมซีเมนต์ มีค่าสัมประสิทธิ์การลดลงของเสียง อยู่ในช่วง 0.03-0.09 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.2 จึงสามารถสรุปได้ว่าเป็นวัสดุสะท้อนเสียง โดยอัตราส่วนผสมน้ำต่อซีเมนต์ (W/C ratio) และชนิดของเส้นใยมีผลต่อรูปแบบกลไกในการดูดซับเสียง โดยเป็นตัวกำหนดว่าวัสดุดูดซับเสียงจะมีกลไกในการดูดซับเสียง เป็นแบบเมมเบรน (membrane absorber) หรือแบบรูพรุน (porous absorber) ค่าการสูญเสียพลังงานเสียงขณะส่งผ่านของวัสดุผสมเส้นใยแต่ละชนิดมีค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจากมีกลไกในการสะท้อนเสียงเป็นกลไกหลักที่ทำให้สูญเสียพลังงานเสียงขณะส่งผ่านเหมือนกัน โดยเมื่อความหนาเพิ่มขึ้นค่าการสูญเสียพลังงานเสียงขณะส่งผ่านจะเพิ่มขึ้นด้วย

บุรฉัตร วิริยะ (2551) ได้มีการศึกษาประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง และค่าการสูญเสียพลังงานเสียงขณะส่งผ่าน ของวัสดุป้องกันเสียงรบกวนจากการจราจรซึ่งผลิตจากของเสียอุตสาหกรรม ประกอบด้วย เศษธนบัตรหลังผ่านกระบวนการย่อยทำลายจากโรงพิมพ์ธนบัตรธนาคารแห่งประเทศไทย วัสดุแก้วลอยโรงงานน้ำตาล และวัสดุแก้วลอยโรงไฟฟ้าถ่านหิน โดยมีวัสดุพิทูเมนเป็นสารเชื่อมประสาน จากผลการทดสอบค่าการสูญเสียพลังงานเสียงขณะส่งผ่าน (TL) พบว่า วัสดุเศษธนบัตรผสมพิทูเมน วัสดุแก้วลอยโรงงานน้ำตาลผสมพิทูเมน และวัสดุแก้วลอย

โรงไฟฟ้าถ่านหินผสมบิทูเมน ความหนา 2.5 เซนติเมตร มีค่าการสูญเสียพลังงานเสียงขณะส่งผ่านในช่วง 19.6-27.7 dBA, 19.2-27.7 dBA และ 19.7-26.8 dBA ตามลำดับ ในขณะที่วัสดุเศษชนบัตรผสมบิทูเมน วัสดุถั่วลอมองโรงงานน้ำตาลผสมบิทูเมน และวัสดุถั่วลอมองโรงไฟฟ้าถ่านหินผสมบิทูเมน ความหนา 5.0 เซนติเมตร มีค่าการสูญเสียพลังงานเสียงขณะส่งผ่าน ในช่วง 22.1-30.6 dBA, 20.9-31.5 dBA และ 22.6-30.6 dBA ตามลำดับ โดยวัสดุเศษชนบัตรผสมบิทูเมน มีกลไกการดูดซับเสียงในขณะที่วัสดุถั่วลอมองโรงงานน้ำตาลผสมบิทูเมน และวัสดุถั่วลอมองโรงไฟฟ้าถ่านหินผสมบิทูเมน มีกลไกการสะท้อนเสียงเป็นกลไกหลักที่ก่อให้เกิดการสูญเสียพลังงานเสียงขณะส่งผ่าน โดยเมื่อทำการเปรียบเทียบกับวัสดุซีเมนต์ผสมเส้นใยแก้วซึ่งนิยมใช้ในปัจจุบันพบว่ามีการสูญเสียพลังงานเสียงขณะส่งผ่านอยู่ในช่วง 30-35 dBA โดยมีกลไกการดูดซับเสียงแบบเมมเบรนเป็นกลไกหลักซึ่งก่อให้เกิดการสูญเสียพลังงานเสียงขณะส่งผ่านเช่นเดียวกับวัสดุเศษชนบัตรผสมบิทูเมน

พิพัฒน์ ละอองศรี (2556) กำแพงกันเสียงช่วยลดซับเสียงและบังคับทิศทางการสะท้อนของเสียงไม่ให้ไปสร้างความเดือดร้อนรำคาญแก่ชุมชนบริเวณโดยรอบทางด่วน ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของกำแพงกันเสียงมีหลายประการ ได้แก่ ชนิดของวัสดุ รูปร่างของกำแพงกันเสียง ความยาวและความสูงของกำแพงกันเสียง เป็นต้น ผลการศึกษาพบว่า ความสูงของกำแพงมีผลต่อประสิทธิภาพของกำแพงกันเสียงมากกว่าความยาวของกำแพง

4. ขอบเขตการวิจัย

4.1 ขยะรีไซเคิลที่ใช้ในการสร้างแผ่นตัวอย่างกำแพงป้องกันเสียงรบกวนจากการจราจร ด้วยขยะรีไซเคิลผสมมอร์ตาร์ เป็นขยะครัวเรือนมี 2 ชนิด คือ กล่องโฟมใส่อาหารและแผงไข่กระดาษ

4.2 การสร้างแผ่นตัวอย่างกำแพงป้องกันเสียงรบกวนจากการจราจร ด้วยขยะรีไซเคิลผสมมอร์ตาร์ จะมี 3 ประเภท โดยประเภทที่ 1 คือแผ่นตัวอย่างกำแพงป้องกันเสียงจากขยะรีไซเคิลที่เป็นกล่องโฟมใส่อาหาร, ประเภทที่ 2 คือแผ่นตัวอย่างกำแพงป้องกันเสียงจากขยะรีไซเคิลที่เป็นแผงไข่กระดาษ และประเภทที่ 3 คือแผ่นตัวอย่างกำแพงมอร์ตาร์กันเสียงที่ไม่ผสมขยะรีไซเคิล

4.3 การสร้างแผ่นตัวอย่างกำแพงป้องกันเสียงรบกวนจากการจราจร ด้วยขยะรีไซเคิลผสมมอร์ตาร์ที่ใช้ในการศึกษาวิจัยนี้ มีขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 1 เมตร และมีความหนา 15 เซนติเมตร เพื่อความสะดวกในการทดสอบคุณสมบัติของกำแพงป้องกันเสียงที่ทำการศึกษา โดยคำนึงถึงความสามารถของเครื่องจักรกลหรือรถยก รวมทั้งแรงงานคนสามารถยกและประกอบแผ่นกำแพงป้องกันเสียงต่อกันในแนวตั้งให้สูง 2 ชั้น หรือ 2 เมตรได้ เพื่อให้การทดสอบใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงของการใช้งานมากที่สุด ประกอบกับพิพัฒน์ ละอองศรี (2556) ได้ทำการศึกษาพบว่าความสูงของกำแพงมีผลต่อประสิทธิภาพของกำแพงกันเสียงมากกว่าความยาวของกำแพง

นอกจากนี้การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ความหนาของแผ่นกำแพงป้องกันเสียงที่ 15 เซนติเมตร ซึ่งเป็นความหนาที่เกินกว่าความหนาปกติของกำแพงป้องกันเสียงที่ใช้ภายนอก เช่นป้องกันเสียงจากการจราจรหนาไม่เกิน 10 เซนติเมตร เพื่อต้องการศึกษาการป้องกันเสียงของแผ่นกำแพงที่มีต้นทุนต่ำ โดยการเพิ่มความหนาให้มากกว่าปกติ 5 เซนติเมตร แต่ไม่ต้องการเสริมเส้นใยแก้ว หรือเส้นใยไฟเบอร์ ซึ่งมีราคาแพง โดยแผ่นตัวอย่างกำแพงป้องกันเสียงจากขยะรีไซเคิลที่ทำการศึกษานี้ จะทำการผสมขยะรีไซเคิล ได้แก่ กล่องโฟมใส่อาหารและแผงไข่กระดาษ ซึ่งเป็นขยะครัวเรือนที่ละชนิด

4.4 สารเชื่อมประสานขยะรีไซเคิลที่ใช้ในการสร้างแผ่นตัวอย่างกำแพงป้องกันเสียง จะอาศัยปูนซีเมนต์สำเร็จรูปแบบก่อ ในอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ (w/c ratio) ที่ 0.7

4.5 ขยะรีไซเคิลที่ผสมในแผ่นตัวอย่างกำแพงป้องกันเสียงประเภทที่ 1 และ 2 เพื่อใช้เป็นวัสดุในการป้องกันเสียงและสามารถกำจัดหรือลดขยะครัวเรือน จะถูกตัดให้เป็นชิ้นเล็กๆ ขนาดประมาณ 2.5×2.5 ตารางเซนติเมตร แล้วจึงนำมาผสมในสัดส่วนต่างๆ คือ 0%, 10%, 25% และ 50% โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ในลักษณะเดียวกันเพื่อสร้างแผ่นตัวอย่างกำแพงป้องกันเสียงทั้ง 2 ประเภท เพื่อให้ได้ผลการศึกษาที่สามารถแปลผลด้วยกราฟแสดงถึงแนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการผสมขยะรีไซเคิลกับความสามารถในการรับแรงต่างๆ และประสิทธิภาพในการป้องกันเสียงของแผ่นกำแพงป้องกันเสียง และอาศัยปูนซีเมนต์สำเร็จรูปแบบก่อเป็นสารเชื่อมประสานขยะรีไซเคิลและขึ้นรูปใช้งานแผ่นกำแพงป้องกันเสียงจากขยะรีไซเคิล

4.6 งานวิจัยนี้จะทำการทดสอบตัวอย่างกำแพงป้องกันเสียงรบกวนจากการจราจร ด้วยขยะรีไซเคิลผสมมอร์ตาร์ทั้ง 3 ประเภทที่สร้าง

ขึ้นมาใน 2 ลักษณะ โดยที่ ลักษณะที่ 1 คือการทดสอบแบบทำลาย เพื่อแสดงถึงความสามารถในการรับแรงอัด แรงดัด และแรงดึงแยก ของตัวอย่างกำแพงป้องกันเสียงจากขยะรีไซเคิลทั้ง 2 ชนิดที่สัดส่วนผสมต่างๆ เทียบกับตัวอย่างกำแพงมอร์ตาร์กันเสียงประเภทที่ไม่ผสมขยะรีไซเคิล ด้วยวิธีมาตรฐาน ASTM C39, ASTM C78 และ ASTM C496 ในห้องปฏิบัติการ ตามลำดับ และลักษณะที่ 2 คือการศึกษาประสิทธิภาพในการป้องกันเสียงของแผ่นกำแพงป้องกันเสียงจากขยะรีไซเคิลทั้ง 2 ชนิดที่สัดส่วนผสมต่างๆ เช่นเดียวกันกับการทดสอบในลักษณะแรก เปรียบเทียบกับตัวอย่างแผ่นกำแพงมอร์ตาร์ที่ไม่ผสมขยะรีไซเคิล ด้วยวิธีมาตรฐาน ASTM E336-97 โดยการจำลองให้มีสถานการณ์ของการทดสอบเหมือนกับที่จะเกิดขึ้นจริง

4.7 การศึกษาประสิทธิภาพในการป้องกันเสียงของแผ่นกำแพงป้องกันเสียงรบกวนจากการจราจร ด้วยขยะรีไซเคิลผสมมอร์ตาร์ทั้ง 3 ประเภทนั้น จะต้องทำการติดตั้งแผ่นกำแพงป้องกันเสียง สูงซ้อนกัน 2 แผ่น ในลักษณะของกำแพงสูง 2 เมตร กว้าง 1 เมตร หนา 15 เซนติเมตร โดยกำหนดให้ด้านหน้าของแผ่นตัวอย่างกำแพงป้องกันเสียงทั้ง 3 ประเภท เป็นห้องติดตั้งแหล่งกำเนิดเสียงเรียกว่า source room ในขณะที่ด้านหลังของแผ่นตัวอย่างกำแพงป้องกันเสียงทั้ง 3 ประเภท ใช้ทำการวัดระดับความดังของเสียงด้วยเครื่องวัดระดับเสียง เรียกว่า receiving room

4.8 เสียงจะทำการสังเคราะห์ขึ้นมาจากแหล่งกำเนิดเสียงประเภทรถยนต์บรรทุก 10 ล้อ โดยจะใช้ไมโครโฟนบันทึกเสียง และติดตั้งลำโพงเพื่อปล่อยเสียงออกมาด้วยความดังของระดับเสียงมากกว่า 85 dBA โดยควบคุมระดับเสียงให้มีความดังที่ ซึ่งกรมควบคุมมลพิษ (2558) แนะนำว่า เครื่องมือสำหรับตรวจวัดระดับเสียงต้องมี

คุณสมบัติทางเทคนิคไม่ต่ำกว่า class 2 ตามมาตรฐานคณะกรรมการระหว่างประเทศว่าด้วยเทคนิคไฟฟ้า (IEC) หมายเลข IEC 61672-1 หรือ IEC 60804 หรือ 60651 เครื่องมือที่ใช้ต้องได้รับการสอบเทียบในช่วงระยะเวลา 2 ปี โดยห้องปฏิบัติการที่ได้การรับรองคุณภาพ ISO/IEC 17025 และสามารถสอบย้อนกลับได้ไปยังสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ และเครื่องมือวัดระดับเสียงส่งสอบเทียบพร้อมกับ ไมโครโฟน และสายสัญญาณที่ใช้คู่กันขณะที่ทำการวัด และผลการสอบเทียบอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด IEC 61672 part 1 ซึ่งเครื่องกำเนิดเสียงเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 60942 หรือเครื่องกำเนิดเสียงมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

5. วิธีการดำเนินการวิจัย

ทำการสร้างแผ่นกำแพงป้องกันเสียงรบกวนจากการจราจร ด้วยขยะรีไซเคิลผสมมอร์ตาร์ที่มีขนาด 1.0×1.0 ตารางเมตร หน้า 0.15 เมตร 3 ประเภท โดยประเภทที่ 1 คือแผ่นตัวอย่างกำแพงป้องกันเสียงจากขยะรีไซเคิลที่เป็นกล่องโฟมใส่อาหารที่นิยมใช้กันทั่วไปและเป็นขยะครัวเรือน, ประเภทที่ 2 คือแผ่นตัวอย่างกำแพงป้องกันเสียงจากขยะรีไซเคิลที่เป็นแผงไข่กระดาษ และประเภทที่ 3 คือแผ่นตัวอย่างกำแพงมอร์ตาร์กันเสียงที่ไม่ผสมขยะรีไซเคิล โดยขยะรีไซเคิลที่ผสมในแผ่นตัวอย่างกำแพงป้องกันเสียงประเภทที่ 1 และ 2 เพื่อใช้เป็นวัสดุในการป้องกันเสียงและสามารถกำจัดหรือลดขยะครัวเรือน จะถูกตัดให้เป็นชิ้นเล็กๆ ขนาดประมาณ 2.5×2.5 ตารางเซนติเมตร แล้วจึงนำมาผสมในสัดส่วนต่างๆ คือ 0%, 10%, 25% และ 50% โดยน้ำหนัก ตามลำดับในลักษณะเดียวกันเพื่อสร้างแผ่นตัวอย่างกำแพงป้องกันเสียงทั้ง 2 ประเภท โดยมีอัตราส่วนน้ำต่อ

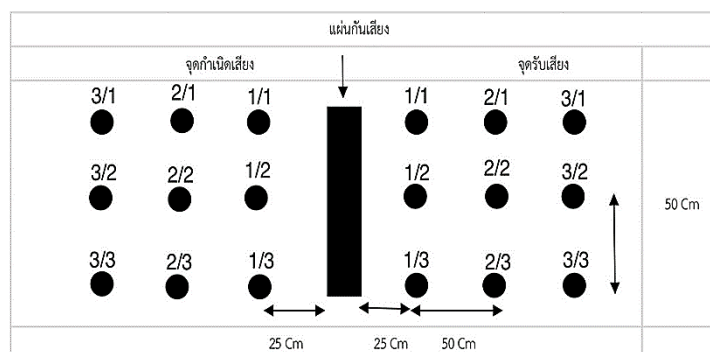
ซีเมนต์ (W/C ratio) 0.7 และทำการศึกษาประสิทธิภาพในการป้องกันเสียงของแผ่นกำแพงป้องกันเสียงรบกวนจากการจราจร จากขยะรีไซเคิลผสมมอร์ตาร์ หลังจากนั้นจึงทำการศึกษาประเมินความสามารถในการรับแรงอัด แรงดัด และแรงดัดแยก ของกำแพงป้องกันเสียงรบกวนจากการจราจร ด้วยขยะรีไซเคิลผสมมอร์ตาร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1 การศึกษาความสามารถในการรับแรงอัด แรงดัด และแรงดัดแยก ของแผ่นกำแพงป้องกันเสียงรบกวนจากการจราจร ด้วยขยะรีไซเคิลผสมมอร์ตาร์ ทำการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและทางกล ได้แก่ น้ำหนักต่อแผ่น ความหนาแน่น และทดสอบกำลังรับแรงอัด ทดสอบกำลังรับแรงดัด และทดสอบกำลังรับแรงดัดแยก ในลักษณะการทดสอบแบบทำลาย โดยใช้วิธีการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C39, ASTM C78 และ ASTM C496 ตามลำดับ ในห้องปฏิบัติการวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล และวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการรับแรงอัด แรงดัด และแรงดัดแยก ของกำแพงป้องกันเสียงจากขยะรีไซเคิลกับกำแพงมอร์ตาร์กันเสียงประเภทที่ไม่ผสมขยะรีไซเคิล

5.2 การศึกษาประสิทธิภาพการป้องกันเสียงของแผ่นกำแพงป้องกันเสียงรบกวนจากการจราจร ด้วยขยะรีไซเคิลผสมมอร์ตาร์ การศึกษาประสิทธิภาพในการป้องกันเสียงของแผ่นกำแพงป้องกันเสียงรบกวนจากการจราจร ด้วยขยะรีไซเคิลผสมมอร์ตาร์ ทั้ง 2 ชนิดที่สัดส่วนผสมต่างๆ เปรียบเทียบกับแผ่นตัวอย่างกำแพงมอร์ตาร์ที่ไม่ผสมขยะรีไซเคิล ด้วยวิธีมาตรฐาน ASTM E336-97 การศึกษานี้ใช้ปริมาตรของห้องผู้รับเสียง 40 ลูกบาศก์เมตร และปริมาตรของห้องกำเนิดเสียง

40 ลูกบาศก์เมตร โดยการจำลองให้มีสถานการณ์ของการทดสอบเหมือนกับที่จะเกิดขึ้นจริง ซึ่งจะต้องทำการติดตั้งแผ่นกำแพงป้องกันเสียงรบกวนจากการจราจร ด้วยขีปนาวุธเคลือบสีผสมมอร์ตาร์ สูงชันกัน 2 แผ่น ในลักษณะของกำแพงสูง 2 เมตร กว้าง 1 เมตร หนา 15 เซนติเมตร วิธีการศึกษาประสิทธิภาพการป้องกันเสียงของแผ่นตัวอย่างกำแพงป้องกันเสียง ก่อนเริ่มการทดสอบได้ทำการสอบเทียบเครื่องมือที่ใช้และกำหนดตำแหน่งของลำโพงกำเนิดเสียงจำนวน 9 ตำแหน่ง ในลักษณะ 3 แถวตอน และ 3 แถวหน้ากระดาน ที่ด้านหน้าของแผ่นตัวอย่างกำแพงป้องกันเสียงทั้ง 3 ประเภท (source room) โดยตำแหน่งของการติดตั้งลำโพงกำเนิดเสียงทั้ง 9 ตำแหน่ง จะห่างกัน 0.5 เมตร ทั้งแถวตอนและแถวหน้ากระดาน การปล่อยเสียงออกมาจากลำโพงจะควบคุมระดับเสียงให้มีค่าคงที่โดยมีความดังของระดับเสียงมากกว่า 85 dBA จากนั้นใช้เครื่องวัดระดับเสียง ทำการวัดระดับความดังของเสียงจำนวน 9 ตำแหน่งเช่นเดียวกัน (3 แถวตอน และ 3 แถวหน้ากระดาน) ที่ด้านหลังของแผ่นตัวอย่างกำแพงป้องกันเสียงทั้ง 3 ประเภท (receiving room) โดยตำแหน่งของการติดตั้งเครื่องวัดระดับเสียงทั้ง 9 ตำแหน่ง จะห่างกัน 0.5 เมตร

ทั้งแถวตอนและแถวหน้ากระดาน โดยทุกตำแหน่งของลำโพงกำเนิดเสียงในห้อง source room จะทำการวัดระดับความดังของเสียงจำนวน 9 ตำแหน่งในห้อง receiving room ดังรูปที่ 1 และทำการวัดค่าทดสอบไปจนครบ 9 ตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียง ตามมาตรฐาน ASTM E336-97 การหาค่าประสิทธิภาพของการป้องกันเสียง (Sound Transmission Class: STC) จะอาศัยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระดับเสียงที่ลดลง (TL) กับความถี่เสียง (Hz) และใช้เส้น STC contour กราฟมาตรฐาน และทำการขยับกราฟมาตรฐานขึ้นลงในแนวดิ่ง เปรียบเทียบกับค่า TL ที่ได้จากการวัด โดยการขยับจะถูกทำซ้ำแล้วซ้ำเล่าจนเข้าเงื่อนไขต่อไปนี้คือ เมื่อรวมค่าผลต่างระหว่างค่าบน STC contour กับค่า TL ที่ได้จากการวัดจะต้องมีค่าไม่เกิน 32 dB และค่าผลต่างสูงสุดของแต่ละจุด จะต้องไม่เกิน 8 dB แล้วจึงนำค่าของเส้นกราฟมาตรฐานที่ 500 Hz มารายงานเป็นค่า STC ซึ่งมาตรฐาน ASTM จะคิดค่า STC ที่ 125 – 4000 Hz แล้วจึงวิเคราะห์ผลการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการป้องกันเสียงของแผ่นกำแพงป้องกันเสียงจากขีปนาวุธเคลือบสีกับแผ่นกำแพงมอร์ตาร์ที่ไม่ผสมขีปนาวุธเคลือบสี



รูปที่ 1 การวางตำแหน่งในการศึกษาประสิทธิภาพในการป้องกันเสียงของแผ่นกำแพงป้องกันเสียง
โดยประยุกต์จาก ASTM E336-97 (American Institute of Physics and Acoustical Society of America, 1997)

6. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

6.1 คุณสมบัติทางกายภาพของแผ่นกำแพงบ่อกันเสียงรบกวนจากการจราจร ด้วยขยะรีไซเคิลผสมมอร์ตาร์

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาเบื้องต้นถึงคุณสมบัติทางกายภาพของแผ่นกำแพงบ่อกันเสียงผสมขยะรีไซเคิล ขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 1 เมตร และหนา 0.15 เมตร คือน้ำหนักต่อแผ่น (กิโลกรัม) และความหนาแน่น (กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร) พบว่าน้ำหนักและความหนาแน่นของแผ่นกำแพงบ่อกันเสียงซึ่งผสมด้วยขยะรีไซเคิลประเภทกล่องโฟมใส่อาหารที่สัดส่วน 50% จะมีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 215 กิโลกรัม/แผ่น และ 1433.33 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

6.2 ความสามารถในการรับแรงอัด แรงดัด และแรงดึงแยก ของแผ่นกำแพงบ่อกันเสียงรบกวนจากการจราจร ด้วยขยะรีไซเคิลผสมมอร์ตาร์

การศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการรับแรงของแผ่นกำแพงบ่อกันเสียงผสมวัสดุกันเสียงด้วยขยะรีไซเคิลจะพิจารณาเกี่ยวกับความสามารถในการรับแรง 3 อย่าง ได้แก่ ความสามารถในการรับแรงอัด แรงดัด และแรงดึงแยกของแผ่นกำแพงบ่อกันเสียงที่ผสมวัสดุกันเสียงด้วยขยะรีไซเคิล เปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่ได้ผสมขยะรีไซเคิลเพื่อกันเสียงพบว่า ปริมาณขยะที่ผสมในแผ่นกำแพงบ่อกันเสียงมากขึ้นจะทำให้ความสามารถในการรับกำลังต่างๆ ของแผ่นกำแพงบ่อกันเสียงลดลง โดยแผ่นกำแพงบ่อกันเสียงที่มีการผสมขยะชนิดกล่องโฟมใส่อาหาร 50% โดยน้ำหนัก จะทำให้ค่ากำลังรับแรงต่างๆ ลดลงมากที่สุดดังนี้ กำลังรับแรงอัดลดลงถึง 88.28% กำลังรับแรงดัดลดลงถึง 87.81% และกำลังรับแรงดึงแยกลดลงถึง 87.60% จึงสรุปได้ว่าตัวอย่างที่มี

สัดส่วนของขยะรีไซเคิลผสมมากขึ้น กำลังรับแรงต่างๆ ก็ยังลดลงไปด้วย เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างขยะชนิดกล่องโฟมใส่อาหารกับแผงโซพบว่า กำแพงบ่อกันเสียงที่ผสมขยะรีไซเคิลชนิดกล่องโฟมใส่อาหารมีผลต่อความสามารถในการรับแรงลดลงมากกว่าแผงโซ ดังรูปที่ 2-4

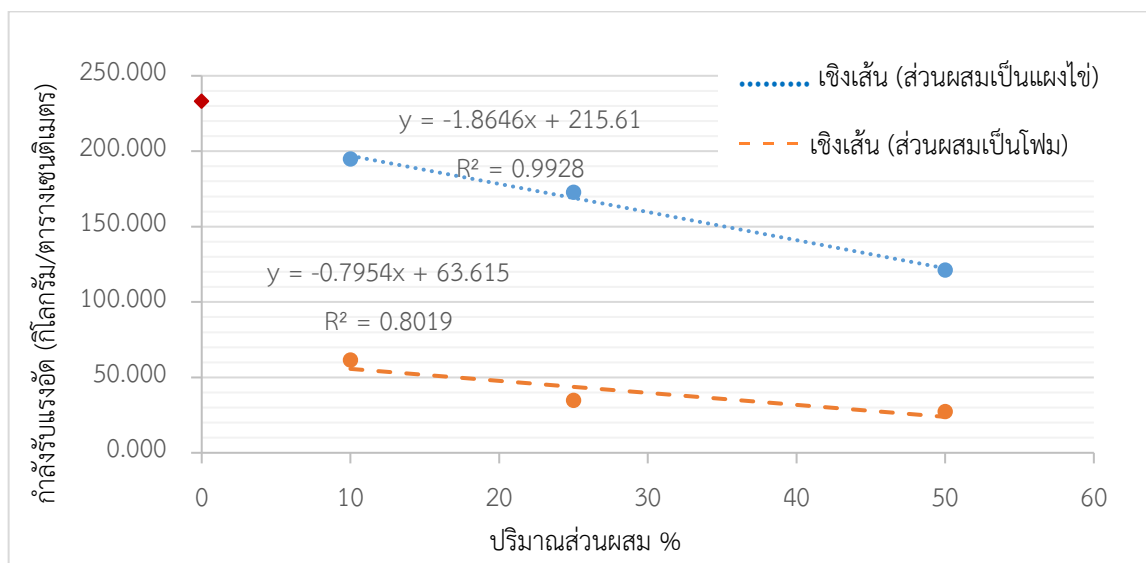
รูปที่ 2 พบว่ากำแพงบ่อกันเสียงที่ผสมขยะรีไซเคิลชนิดกล่องโฟมใส่อาหารที่มีสัดส่วนการผสม 50% ทำให้กำลังอัดลดลงมากถึง 205.4 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร เมื่อเทียบกับกำแพงบอร์ตาร์ไม่ผสมขยะ (0%) และเมื่อเปรียบเทียบที่สัดส่วนการผสม 50% เหมือนกันระหว่างแผงโซกระดาดและกล่องโฟมใส่อาหารพบว่ากล่องโฟมใส่อาหารจะทำให้กำแพงบ่อกันเสียงมีกำลังอัดลดลงมากกว่าแผงโซกระดาด 93.73 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร นอกจากนี้ยังสามารถอภิปรายผลได้อีกว่าแผ่นกำแพงบ่อกันเสียงที่ผสมวัสดุรีไซเคิลชนิดกล่องโฟมใส่อาหารที่สัดส่วน 50% โดยน้ำหนัก จะมีกำลังรับแรงอัดต่ำสุด 27.267 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ซึ่งมีค่ากำลังรับแรงอัดมากกว่าที่กำหนดในมาตรฐานของกรมทางหลวงอีกด้วย (กรมทางหลวง, 2558)

ส่วนรูปที่ 3 พบว่ากำแพงบ่อกันเสียงที่ผสมขยะรีไซเคิลชนิดกล่องโฟมใส่อาหารที่มีสัดส่วนการผสม 50% ทำให้กำลังรับแรงดัดลดลงมากถึง 82.223 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร เมื่อเทียบกับกำแพงบอร์ตาร์ไม่ผสมขยะ (0%) และเมื่อเปรียบเทียบที่สัดส่วนการผสม 50% เหมือนกันระหว่างแผงโซกระดาดและกล่องโฟมใส่อาหารพบว่ากล่องโฟมใส่อาหารจะทำให้กำแพงบ่อกันเสียงมีกำลังดัดลดลงมากกว่าแผงโซกระดาด 30.297 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร นอกจากนี้ยังสามารถอภิปรายผลได้อีกว่าแผ่นกำแพงบ่อกันเสียง

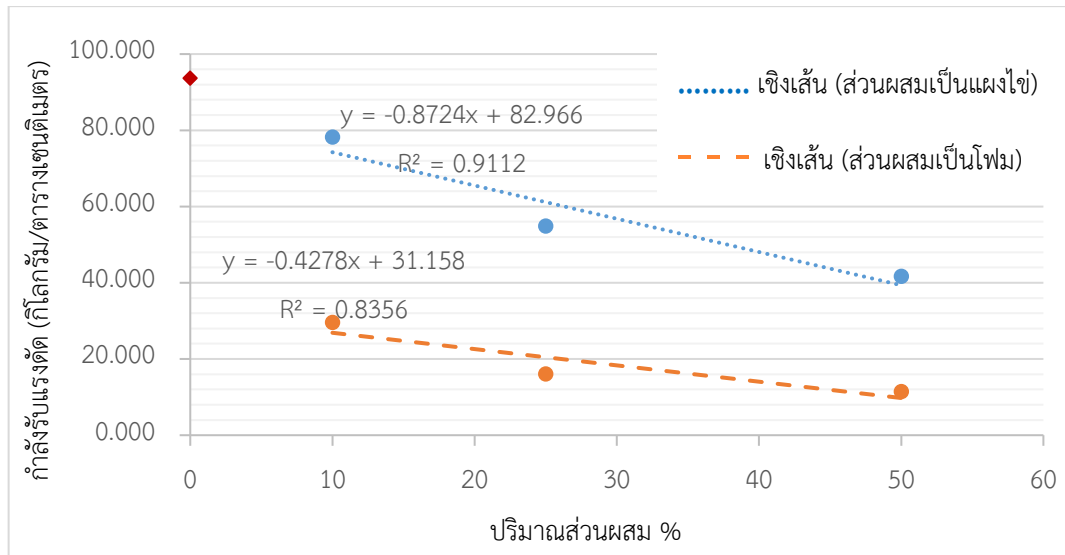
ที่ผสมวัสดุรีไซเคิลชนิดกล่องโฟมใส่อาหารที่สัดส่วน 50% โดยน้ำหนัก จะมีกำลังรับแรงดัดต่ำสุด 11.410 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ซึ่งมีค่ากำลังรับแรงดัดมากกว่าที่กำหนดในมาตรฐานของกรมทางหลวง (กรมทางหลวง, 2558) แต่ถึงอย่างไรก็ตามอาจมีประเด็นจากกรณีอุบัติเหตุที่ทำให้แผ่นแตกและร่วงหล่น ก่อให้เกิดความเสียหายและอันตรายกับผู้ใช้งานข้างล่างเกิดขึ้น ซึ่งวัสดุในงานวิจัยนี้เป็นวัสดุที่ไม่มีการเสริมวัสดุรับแรงดัด แม้ว่าจะมีการเพิ่มความหนาให้มากกว่าปกติ 5 เซนติเมตร แล้วก็ตาม ซึ่งโดยปกติคอนกรีตหรือปูนมอร์ตาร์มีความสามารถในการรับแรงดัดต่ำ ดังนั้นจึงต้องมีการเสริมเหล็กรับแรงดัดในกำแพงป้องกันเสียงด้วย

นอกจากนี้เมื่อพิจารณารูปที่ 2 และ 3 จะสามารถพบได้ว่า ขยะประเภทแผงโซลาร์เซลล์มีผลกระทบมากกว่ากล่องโฟมใส่อาหาร โดยสังเกตได้จากเส้นแนวโน้มของความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดและแรงดัด กับสัดส่วนปริมาณขยะที่ผสมในกำแพงมอร์ตาร์

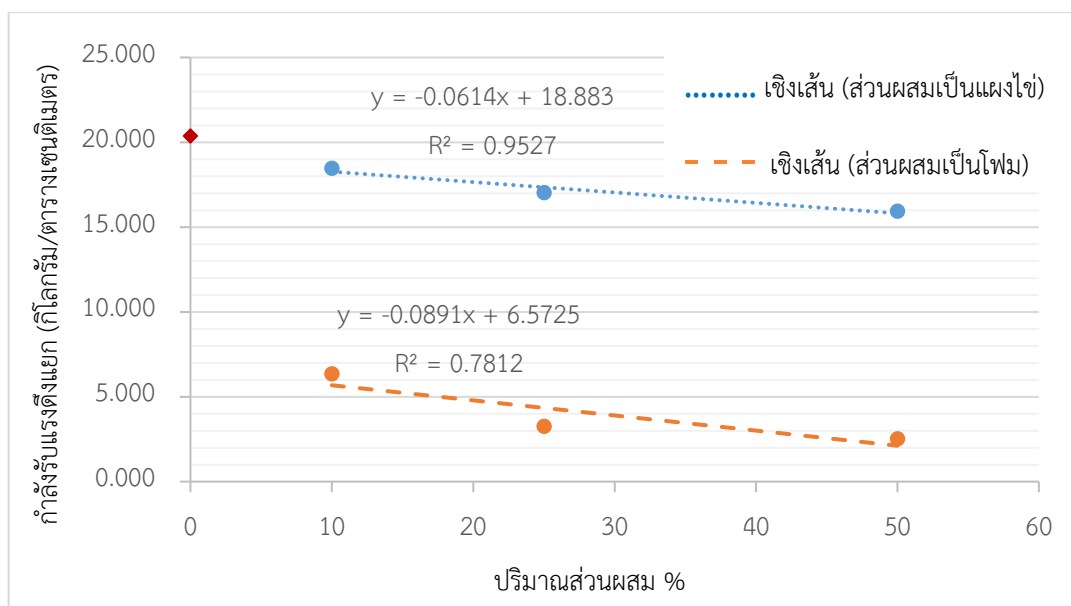
ในขณะที่รูปที่ 4 พบว่ากำแพงป้องกันเสียงที่ผสมขยะรีไซเคิลชนิดกล่องโฟมใส่อาหารที่มีสัดส่วนการผสม 50% ทำให้กำลังรับแรงดัดแยกลดลงสูงถึง 17.841 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร เมื่อเทียบกับกำแพงมอร์ตาร์ไม่ผสมขยะ (0%) และเมื่อเปรียบเทียบที่สัดส่วนการผสม 50% เหมือนกันระหว่างแผงโซลาร์เซลล์และกล่องโฟมใส่อาหาร พบว่ากล่องโฟมใส่อาหารจะทำให้กำแพงป้องกันเสียงมีกำลังรับแรงดัดแยกลดลงมากกว่าแผงโซลาร์เซลล์ 13.407 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร และยังสามารถอภิปรายผลได้อีกว่าแผ่นกำแพงกันเสียงที่ผสมวัสดุรีไซเคิลชนิดกล่องโฟมใส่อาหารที่สัดส่วน 50% โดยน้ำหนักจะมีกำลังรับแรงดัดต่ำสุด 2.526 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ซึ่งมีค่ากำลังรับแรงดัดแยกลดลงมากกว่าที่กำหนดในมาตรฐานของกรมทางหลวง (กรมทางหลวง, 2558) ถึงอย่างไรก็ตามก็ต้องมีการเสริมเหล็กรับแรงดัดในกำแพงป้องกันเสียงด้วย เพื่อป้องกันประเด็นจากกรณีอุบัติเหตุที่ทำให้แผ่นแตกและร่วงหล่น ก่อให้เกิดความเสียหายและอันตรายกับผู้ใช้งานข้างล่างเกิดขึ้นได้



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดของกำแพงป้องกันเสียงรบกวนจากการจราจร ด้วยขยะรีไซเคิลผสมมอร์ตาร์ที่ผสมขยะรีไซเคิลชนิดแผงโซลาร์เซลล์และกล่องโฟมใส่อาหาร ในปริมาณสัดส่วนผสมต่างๆ



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของกำแพงป้องกันเสียงรบกวนจากการจราจร ด้วยขยะรีไซเคิลผสมมอร์ตาร์ ที่ผสมขยะรีไซเคิลชนิดฟองน้ำและกลองโฟมใส่อาหาร ในปริมาณสัดส่วนผสมต่างๆ



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของกำแพงป้องกันเสียงรบกวนจากการจราจร ด้วยขยะรีไซเคิลผสมมอร์ตาร์ ที่ผสมขยะรีไซเคิลชนิดฟองน้ำและกลองโฟมใส่อาหาร ในปริมาณสัดส่วนผสมต่างๆ

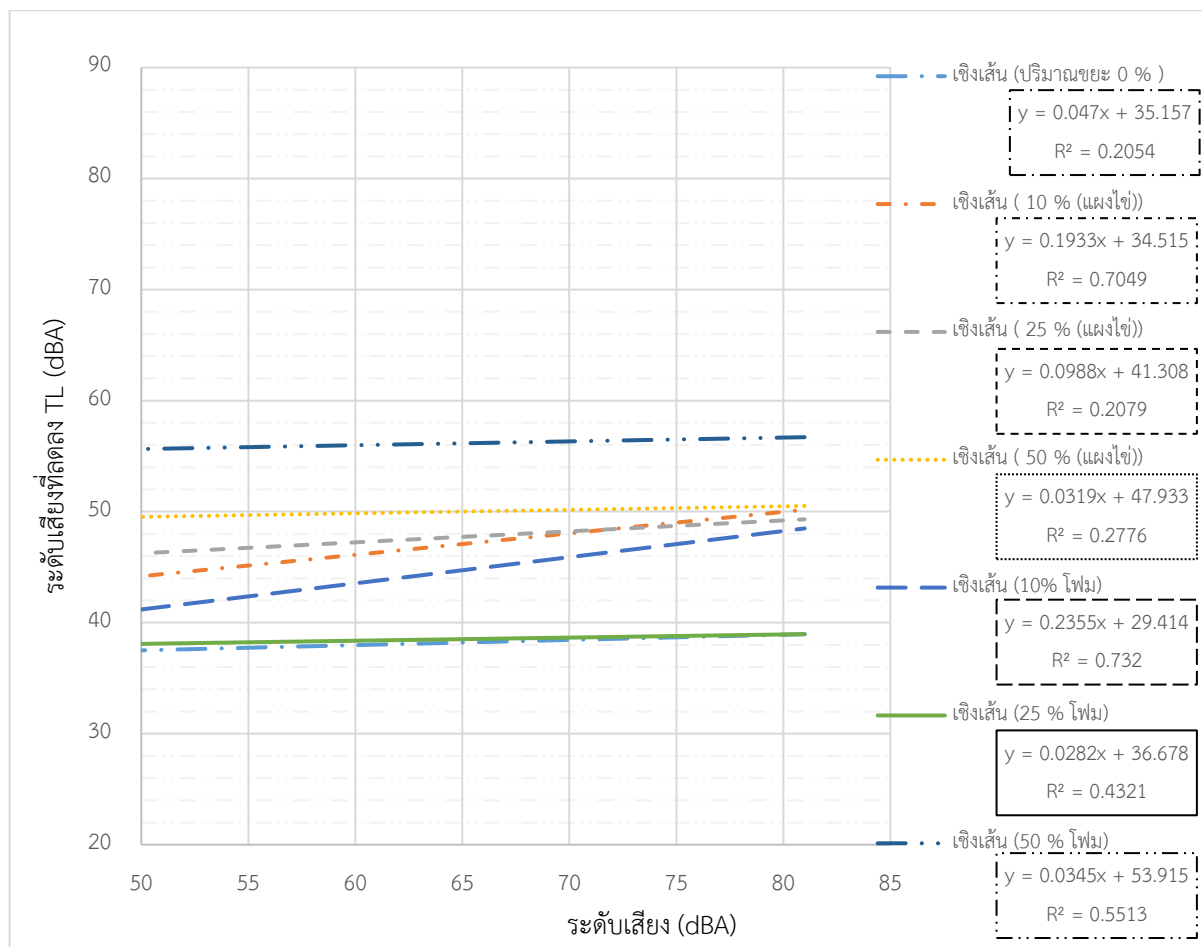
6.3 ประสิทธิภาพการป้องกันเสียงของ แผ่นกำแพงป้องกันเสียงรบกวนจากการจราจร ด้วยขยะรีไซเคิลผสมมอร์ตาร์

6.3.1 ค่าการสูญเสียการส่งผ่านเสียง (Sound Transmission Loss , TL)

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์
ระหว่างระดับเสียงที่ลดลงกับระดับเสียงจาก
แหล่งกำเนิดที่วัดได้ ของแผ่นกำแพงป้องกันเสียง
รบกวนจากการจราจร ด้วยขยะรีไซเคิลผสมมอร์ตาร์

ทั้ง 2 ชนิดที่สัดส่วนต่างๆ โดยเทียบกับแผ่นตัวอย่างกำแพงบ่กกันเสียงรบกวนจากการจราจรประเภทที่ไม่ผสมขะรีไซเคิล เพื่อประเมินประสิทธิภาพการบ่กกันเสียงของแผ่นตัวอย่างกำแพงบ่กกันเสียงรบกวนจากการจราจร ด้วยขะรีไซเคิลผสมม่อตาร์ดั่งรูปที่ 5 พบว่า แผ่นกำแพงบ่กกันเสียงที่มีความหนา 15 เซนติเมตรเมื่อมีปริมาณขะรีไซเคิลผสมเพิ่มมากขึ้น จะทำให้ค่า Transmission Loss (TL) มีค่ามากขึ้นตามไปด้วย และจากกราฟจะพบว่า แผ่นกำแพงบ่กกันเสียงที่มีปริมาณขะรีไซเคิลผสมเป็นกล่องโม่ใส่อาหาร

สัดส่วน 50% มีค่า Transmission Loss (TL) สูงสุด ในขณะที่แผ่นกำแพงบ่กกันเสียงที่ไม่มีการผสมขะรีไซเคิลชนิดใดเลยมีค่า Transmission Loss (TL) น้อยที่สุด นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียง (dBA) กับค่า Transmission Loss (TL) ว่าเมื่อมีเสียงดังมากขึ้นหรือมีระดับเสียง (dBA) ดังมากขึ้นจะทำให้ค่า Transmission Loss (TL) ของเสียงที่ผ่านกำแพงบ่กกันเสียงมีค่ามากขึ้นตามไปด้วย ทุกประเภทของกำแพงบ่กกันเสียงที่ทำการศึกษา โดยจะสามารถสังเกตได้จากสมการทุกสมการในรูปที่ 5 มีค่าความชันเป็นบวก



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระดับเสียงที่ลดลง (TL) กับระดับเสียงที่วัดได้ (dBA) ของแผ่นกำแพงบ่กกันเสียงหนา 15 เซนติเมตร ผสมปริมาณขะรี 0% 10% 25% และ 50% (แฉงไข่กระดาศ และกล่องโม่ใส่อาหาร)

6.3.2 ค่า STC (Sound

Transmission Class) และประสิทธิภาพของกำแพงป้องกันเสียงรบกวนจากการจราจร ด้วยขยะรีไซเคิลผสมมอร์ตาร์

การหาค่า STC (Sound Transmission Class) และประสิทธิภาพของกำแพงป้องกันเสียงรบกวนจากการจราจร ด้วยขยะรีไซเคิลผสมมอร์ตาร์ จะอาศัยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระดับเสียงที่ลดลง (TL) กับ ความถี่เสียง (Hz) ASTM E336-97 (American

Institute of Physics and Acoustical Society of America, 1997 และ ธรรมธร ไกรก่อกิจ, 2562) ของแผ่นกำแพงป้องกันเสียงหนา 15 เซนติเมตร ผสมปริมาณขยะรีไซเคิลที่สัดส่วน 0% 10% 25% และ 50% ทั้งแผงไข่กระดาดและกล่องโฟมใส่อาหาร ได้ผลการศึกษาค่า STC และประสิทธิภาพของกำแพงป้องกันเสียงที่ผสมขยะรีไซเคิลทั้ง 2 ชนิดตามสัดส่วนต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่า STC (Sound Transmission Class) และประสิทธิภาพของกำแพงป้องกันเสียงรบกวนจากการจราจร ด้วยขยะรีไซเคิลผสมมอร์ตาร์

ชนิดของกำแพง ป้องกันเสียง ผสมขยะรีไซเคิล	ปริมาณ ขยะ รีไซเคิล	ค่า STC**	ประสิทธิภาพของ กำแพงป้องกันเสียง	ค่า STC** มากกว่าหรือเทียบเท่า กับชนิดของผนังที่มีอยู่ในตลาด ปัจจุบัน*
มอร์ตาร์	0%	STC 39	สามารถเริ่มป้องกันเสียงได้ บางส่วน แต่เข้าใจเนื้อหาที่ สนทนา	ผนังคอนกรีตมวลเบาฉาบปูน 2 ด้าน (STC 38)
แผงไข่กระดาด	10%	STC 41	สามารถเริ่มป้องกันเสียงได้ดี ไม่เข้าใจเนื้อหาที่สนทนา	ผนังคอนกรีตมวลเบาฉาบปูน 2 ด้าน (STC 38)
	25%	STC 44	สามารถเริ่มป้องกันเสียง ไม่เข้าใจเนื้อหาที่สนทนา	ผนังสมาร์ทบอร์ด+โครงกลวงในซ์ กว้าง 75 มม. (STC 43) หรือผนัง ก่ออิฐมวลเบาฉาบปูน 2 ด้าน (STC 44)
	50%	STC 47	สามารถเริ่มป้องกันเสียง แต่ไม่เข้าใจเนื้อหาที่สนทนา	ผนังก่ออิฐมวลเบาฉาบปูน 2 ด้าน (STC 44)
กล่องโฟม ใส่อาหาร	10%	STC 41	สามารถเริ่มป้องกันเสียงได้ บางส่วน แต่ไม่เข้าใจเนื้อหา ที่สนทนา	ผนังคอนกรีตมวลเบาฉาบปูน 2 ด้าน (STC 38)
	25%	STC 44	สามารถเริ่มป้องกันเสียง ไม่เข้าใจเนื้อหาที่สนทนา	ผนังก่ออิฐมวลเบาฉาบปูน 2 ด้าน (STC 44)
	50%	STC 57	สามารถเริ่มป้องกันเสียงได้ดี เสียงตะโกนก็แทบไม่ได้ยิน	ผนังก่ออิฐมวลเบาฉาบปูน 2 ด้าน (STC 44)

หมายเหตุ: *ที่มา ธรรมธร ไกรก่อกิจ. (2562).

**ค่า STC ย่อมาจาก Sound Transmission Class

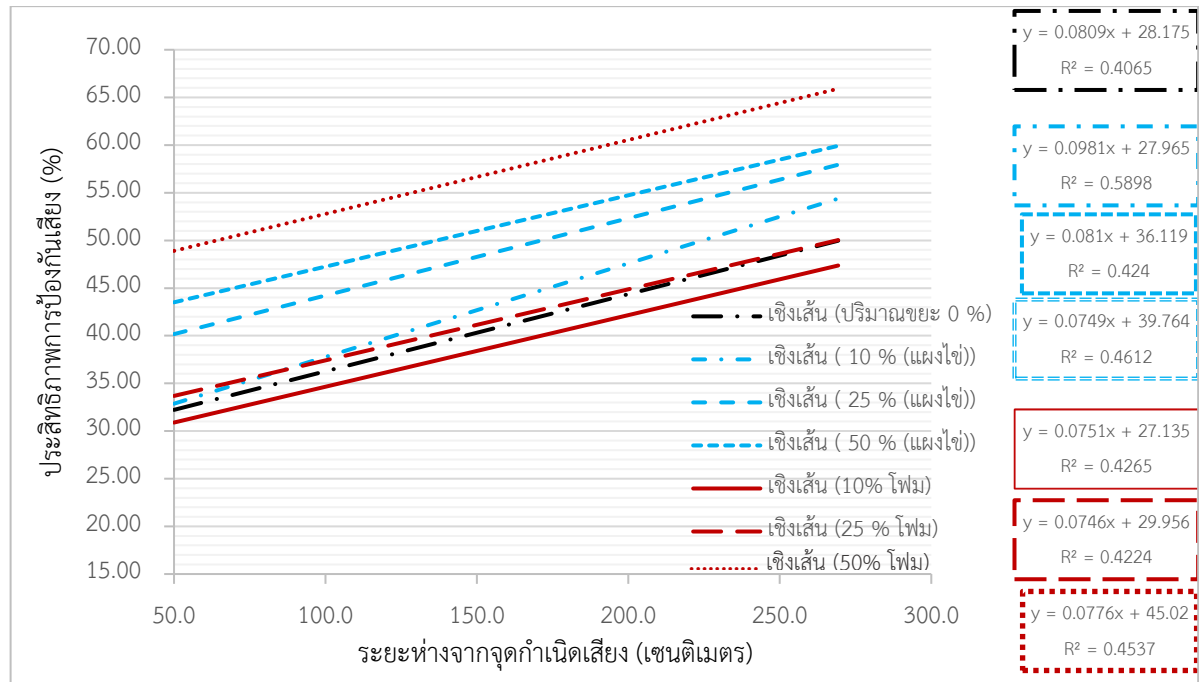
จากผลการศึกษาดังตารางที่ 1 พบว่า กำแพงป้องกันเสียงรบกวนจากการจราจร ด้วยขยะรีไซเคิลผสมมอร์ตาร์หนา 15 เซนติเมตร ที่ผสมขยะรีไซเคิลชนิดผงไข่กระต่ายและกล่อ่งโฟมใส่อาหาร ตั้งแต่ 25% โดยน้ำหนักขึ้นไปจะมีค่า STC มากกว่าหรือเท่ากับ 44 ซึ่งเทียบเท่ากับค่า STC ของผนังก่ออิฐมวลเบาปูน 2 ด้าน ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างขยะรีไซเคิลทั้ง 2 ชนิดที่สัดส่วนผสม 50% จะพบว่กำแพงป้องกันเสียงหนา 15 เซนติเมตร ที่ผสมขยะรีไซเคิลชนิดกล่อ่งโฟมใส่อาหารมีค่า STC สูงกว่าชนิดผงไข่กระต่าย ซึ่งสามารถเริ่มป้องกันเสียงได้ดี เสียงตะโกนก็แทบไม่ได้ยิน

6.3.3 ประสิทธิภาพการป้องกันเสียง กับระยะห่างจากจุดกำเนิดเสียง

การศึกษาประสิทธิภาพการป้องกันเสียงของกำแพงป้องกันเสียงหนา 15 เซนติเมตร ผสมขยะรีไซเคิลชนิดและสัดส่วนผสมต่างๆ กับระยะห่างจากจุดกำเนิดเสียงพบว่า ค่าระดับเสียงจะลดลงตามระยะห่างจากจุดกำเนิดเสียงที่เพิ่มขึ้น โดยขยะรีไซเคิลประเภทกล่อ่งโฟมใส่

อาหารที่ปริมาณ 50% จะทำให้มีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการป้องกันเสียงสูงสุด ดังรูปที่ 6 ทั้งนี้ควรวางลำโพงและเครื่องวัดเสียงที่ตำแหน่งแถวแรก 1/1, 1/2 และ 1/3 ตามรูปที่ 1 ให้ห่างจากแผ่นกำแพงป้องกันเสียงประมาณ 1-1.5 เมตร ทั้งสองฟาก เพื่อลดผลกระทบจากเสียงที่กระแทกกับกำแพงโดยตรง

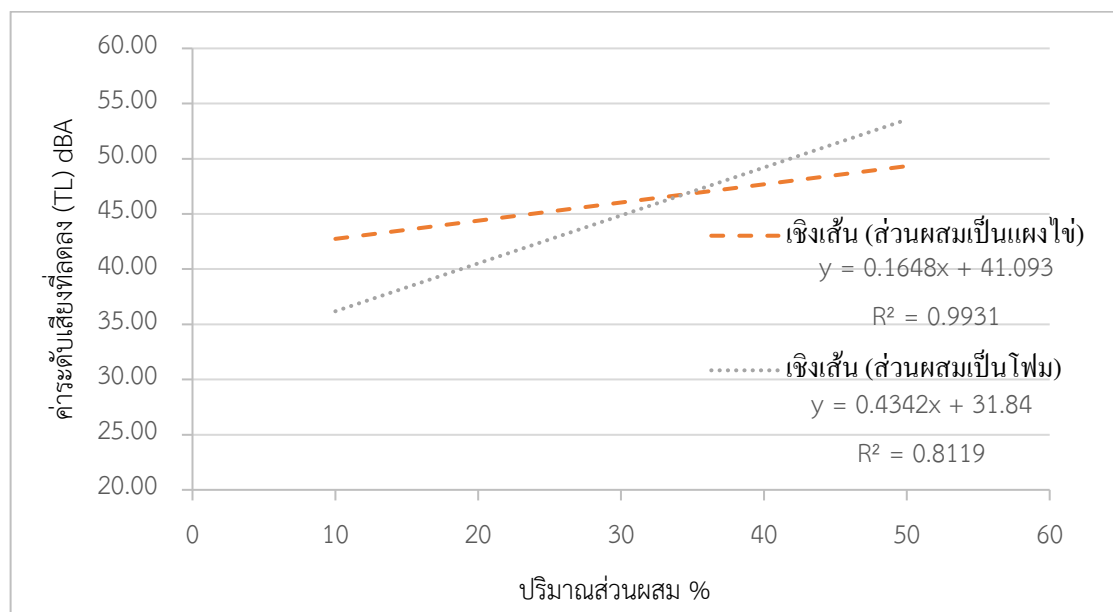
ผลการศึกษาดังรูปที่ 6 พบว่าค่าความชันของเส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการป้องกันเสียงกับระยะห่างจากจุดกำเนิดเสียงของแผ่นกำแพงป้องกันเสียงหนา 15 เซนติเมตร มีค่าเป็นบวกแสดงว่า ยิ่งระยะห่างของจุดรับเสียงกับจุดกำเนิดเสียงมากขึ้นจะทำให้มีประสิทธิภาพการป้องกันเสียงมากขึ้น โดยประสิทธิภาพการป้องกันเสียงสูงสุดคือกำแพงป้องกันเสียงที่มีส่วนผสมจากขยะรีไซเคิลชนิดกล่อ่งโฟมใส่อาหารที่ 50% รองลงมาคือกำแพงป้องกันเสียงที่มีส่วนผสมจากขยะรีไซเคิลชนิดผงไข่กระต่ายที่สัดส่วน 50% ซึ่งที่ระยะห่างจุดกำเนิดเสียง 250 เซนติเมตร ขึ้นไปมีประสิทธิภาพการป้องกันเสียงมากกว่า 60%



รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการป้องกันเสียงกับระยะห่างจากจุดกำเนิดเสียงของแผ่นกำแพงป้องกันเสียงรบกวนจากการจราจร ด้วยขยะรีไซเคิลผสมมอร์ตาร์หนา 15 เซนติเมตร

6.3.4 ค่าระดับเสียงที่ลดลงของแผ่นกำแพงป้องกันเสียงผสมวัสดุกันเสียงที่ชนิดและสัดส่วนผสมของขยะรีไซเคิลต่างๆ การศึกษาความสามารถในการป้องกันเสียงของกำแพงป้องกันเสียงผสมขยะรีไซเคิล ชนิดและสัดส่วนผสมต่างๆ

ความหนา 15 เซนติเมตร พบว่ามีค่าระดับเสียงที่ลดลงตามสัดส่วนปริมาณการผสมขยะรีไซเคิลที่เพิ่มขึ้น โดยขยะรีไซเคิลประเภทกล่องโฟมใส่อาหารที่ปริมาณ 50% จะทำให้มีค่าเฉลี่ยระดับเสียงลดลงสูงสุด ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่าง Transmission Loss เกลี่ย กับ ส่วนผสมขยะรีไซเคิลชนิดต่างๆ ของแผ่นกำแพงป้องกันเสียงรบกวนจากการจราจร ด้วยขยะรีไซเคิลผสมมอร์ตาร์หนา 15 เซนติเมตร

จากรูปที่ 7 พบว่าที่ปริมาณส่วนผสม 10% แผงไข่กระต่ายมีค่าเฉลี่ยระดับเสียงลดลง 42.74 dBA ในขณะที่กล่องโฟมใส่อาหาร 10% มีค่าเฉลี่ยระดับเสียงลดลง 36.18 dBA ดังนั้น กำแพงป้องกันเสียงที่มีส่วนผสมของแผงไข่กระต่าย 10 % มีความสามารถในการป้องกันเสียงดีกว่ากำแพงป้องกันเสียงที่มีส่วนผสมของกล่องโฟมใส่อาหาร และที่ปริมาณส่วนผสม 25% แผงไข่กระต่าย มีค่าเฉลี่ยระดับเสียงลดลง 45.21 dBA ในขณะที่กล่องโฟมใส่อาหารมีค่าเฉลี่ยระดับเสียงลดลง 42.70 dBA ดังนั้นกำแพงป้องกันเสียงที่มีส่วนผสมของแผงไข่กระต่าย 10% และ 25% จึงมีความสามารถในการป้องกันเสียงดีกว่ากำแพงป้องกันเสียงที่มีส่วนผสมของกล่องโฟมใส่อาหาร แต่ที่ปริมาณส่วนผสม 50% ค่าเฉลี่ยระดับเสียงที่ลดลงของแผงไข่กระต่ายเท่ากับ 49.33 dBA ในขณะที่ของกล่องโฟมใส่อาหารมีค่าเฉลี่ยระดับเสียงที่ลดลงเท่ากับ 53.55 dBA ดังนั้นที่อัตราส่วนผสมนี้ กำแพงป้องกันเสียงที่มีส่วนผสมของกล่องโฟมใส่อาหารจะมีความสามารถในการป้องกันเสียงดีกว่ากำแพงป้องกันเสียงที่มีส่วนผสมของแผงไข่กระต่าย

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาที่เส้นความชันของความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยระดับเสียงที่ลดลง (Transmission Loss: TL) กับสัดส่วนผสมของขยะรีไซเคิลชนิดต่างๆ จะพบได้ว่าปริมาณขยะรีไซเคิลที่ผสมในแผ่นกำแพงป้องกันเสียงมีปริมาณสูงขึ้นจะทำให้แผ่นกำแพงป้องกันเสียงมีประสิทธิภาพการป้องกันเสียงสูงขึ้นตามไปด้วย โดยเมื่อเปรียบเทียบระหว่างขยะรีไซเคิลทั้ง 2 ชนิดที่ทำการศึกษาซึ่งผสมในแผ่นกำแพงป้องกันเสียงพบว่า กล่องโฟมใส่อาหารซึ่งแนวโน้มของเส้นกราฟมีค่าความชัน

เท่ากับ 0.4342 จะทำให้ประสิทธิภาพการป้องกันเสียงสูงขึ้นมากกว่าแผงไข่กระต่ายซึ่งมีค่าความชัน 0.1648 ดังนั้นจากกราฟจะเห็นว่ากำแพงป้องกันเสียงที่สัดส่วนปริมาณขยะรีไซเคิล 50% ชนิดกล่องโฟมใส่อาหารควรนำไปใช้งานมากที่สุด เนื่องจากมีแนวโน้มในการป้องกันเสียงสูงสุดและมีค่าเฉลี่ยระดับเสียงที่ลดลงสูงสุดด้วย

7. สรุปและข้อเสนอแนะ

7.1 สรุปผลการวิจัย

ปริมาณขยะรีไซเคิลที่ผสมในแผ่นกำแพงป้องกันเสียงมีปริมาณสูงขึ้น จะทำให้แผ่นกำแพงป้องกันเสียงมีประสิทธิภาพการป้องกันเสียงสูงขึ้นตามไปด้วย โดยจากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าขยะรีไซเคิลทั้งชนิดที่เป็นกล่องโฟมใส่อาหาร และแผงไข่กระต่ายที่สัดส่วนผสม 50 % โดยน้ำหนักจะมีประสิทธิภาพการป้องกันเสียงสูงสุด และแผ่นกำแพงป้องกันเสียงที่ผสมขยะรีไซเคิลชนิดกล่องโฟมใส่อาหารมีประสิทธิภาพในการป้องกันเสียงสูงกว่าชนิดแผงไข่กระต่าย นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการป้องกันเสียงระหว่างแผ่นกำแพงป้องกันเสียงที่ผสมขยะรีไซเคิลชนิดกล่องโฟมใส่อาหารที่สัดส่วน 50% กับแผ่นกำแพงมอร์ตาร์ที่ไม่ผสมขยะรีไซเคิลพบว่า แผ่นกำแพงป้องกันเสียงที่ผสมขยะรีไซเคิลชนิดกล่องโฟมใส่อาหารที่สัดส่วน 50% มีประสิทธิภาพในการป้องกันเสียงสูงกว่าด้วย

ผลการศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการรับแรงพบว่าแผ่นกำแพงป้องกันเสียงที่ผสมวัสดุขยะรีไซเคิลชนิดกล่องโฟมใส่อาหารจะทำให้ความสามารถในการรับแรงต่างๆ ลดลงมากกว่าแผ่นกำแพงป้องกันเสียงที่ผสมวัสดุขยะรีไซเคิล

ชนิดแผงโซลาร์เซลล์ โดยแผ่นกำแพงบ่กกันเสียงที่ผสมขยะรีไซเคิลชนิดกล่องโม่ใส่อาหารที่ส่ดส่วน 50% โดยน้้าหนัก จะมีกำล้งรับแรงอัดต่ำสุด แรงดัดต่ำสุด และแรงดั่งแยกต่ำสุด เท่กับ 27.267 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร 11.410 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร และ 2.526 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ตามล่ดับ ซึ่งม้ว่าแผ่นกำแพงบ่กกันเสียงที่ผสมขยะรีไซเคิลชนิดกล่องโม่ใส่อาหารที่ส่ดส่วน 50% โดยน้้าหนัก จะมีค่าความสามารถในการรับแรงต่งๆ ต่ำสุดก็ตาม แต่ก็ยังมีค่ามากกว่าค่ากำหนดในมาตรฐานของกรมทงหลวง (กรมทงหลวง, 2558)

ด่งนั้นจากผลการศึกษาจึงสามารถสรุปได้ว่แผ่นกำแพงบ่กกันเสียงที่ผสมวัสดุขยะรีไซเคิลชนิดกล่องโม่ใส่อาหารที่ส่ดส่วน 50% โดยน้้าหนัก เป็นแผ่นกำแพงบ่กกันเสียงที่ผสมขยะรีไซเคิลชนิดที่มีความเหมาะสมมากที่สุด ในด่ำนประสิทธิภาพการบ่กกันเสียง และความสามารถในการรับแรง

7.2 อภิปรายผล

ผลการศึกษาถึงความสามารถในการรับแรงอัด แรงดัด และแรงดั่งแยกของแผ่นกำแพงบ่กกันเสียงที่ผสมวัสดุบ่กกันเสียงจากขยะรีไซเคิลเปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่ได้ผสมขยะรีไซเคิลเพื่อกันเสียงพบว่า ปริมาณขยะรีไซเคิลในแผ่นกำแพงบ่กกันเสียงมากขึ้นจะทำให้ความสามารถในการรับกำล้งต่งๆ ของแผ่นกำแพงบ่กกันเสียงลดลง และยังพบอีกว่แผ่นกำแพงบ่กกันเสียงที่ผสมวัสดุขยะรีไซเคิลชนิดกล่องโม่ใส่อาหารจะทำให้ความสามารถในการรับแรงต่งๆ ลดลงมากกว่าแผ่นกำแพงบ่กกันเสียงที่ผสมวัสดุขยะรีไซเคิลชนิดแผงโซลาร์เซลล์ ด่งนั้นผู้วิจัยจึงสนใจอภิปรายผลของแผ่นกำแพงบ่กกันเสียงจากขยะรีไซเคิลผสมมอร์ตาร์ที่มีความสามารถในการรับแรงต่งๆ

ได้น้อยที่สุด เพื่อบ่กกันความเป็นไปได้ในการนำไปใช้งานจริง โดยค่ากำล้งรับแรงอัดต่ำสุด แรงดัดต่ำสุด และแรงดั่งแยกต่ำสุดของแผ่นกำแพงบ่กกันเสียงรบกวนจากการจรรยา ด้วยขยะรีไซเคิลผสมมอร์ตาร์ชนิดกล่องโม่ใส่อาหารที่ส่ดส่วน 50% โดยน้้าหนัก เท่กับ 27.267 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร 11.410 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร และ 2.526 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ตามล่ดับ ซึ่งมีค่ามากกว่าค่ากำหนดในมาตรฐานของกรมทงหลวง (กรมทงหลวง, 2558) ด่งนั้นแผ่นกำแพงบ่กกันเสียงที่ผสมวัสดุขยะรีไซเคิลชนิดกล่องโม่ใส่อาหารที่ส่ดส่วน 50% จึงสามารถนำไปใช้งานได้ ในประเด็นด่ำนความสามารถในการรับแรงอัด แรงดัด และแรงดั่งแยก แต่ถึงอย่ไรก็ตามอาจมีประเด็นจากกรณีอุบัติเหตุที่ทำให้แผ่นแตกและร่วงหล่น ก่อให้เกิดความเสียหายและอันตรายกับผู้ใช้ทงเกิดขึ้น ซึ่งวัสดุในงานวิจัยนี้เป็นวัสดุที่ไม่มีการเสริมวัสดุรับแรงดัดและแรงดั่งแยก ม้ว่าจะมีการเพิ่มความหนาให้มากกว่าปกติ 5 เซนติเมตร แล้วก็ตาม เพื่อบ่กกันการที่ต้องเสริมเส้นใยแก้วหรือเส้นใยไฟเบอร์ ที่มีราคาค่อนข้างสูง (วิโรจน์ เชาวจิพันธุ์, 2537, บุรฉัตร วิริยะ, 2544 และกรมทงหลวง, 2558) ซึ่งโดยปกติคอนกรีตหรือปูนมอร์ตาร์มีความสามารถในการรับแรงอัดได้สูง แต่สามารถรับแรงดัดและแรงดั่งได้ต่ำ ด่งนั้นจึงต้องมีการเสริมเหล็กรับแรงดัดและแรงดั่งในกำแพงบ่กกันเสียงด้วย

ผลการศึกษายังสามารถอภิปรายได้อีกว่ปริมาณขยะรีไซเคิลที่ผสมในแผ่นกำแพงบ่กกันเสียงมีปริมาณสูงขึ้น จะทำให้แผ่นกำแพงบ่กกันเสียงมีประสิทธิภาพการบ่กกันเสียงสูงขึ้นตามไปด้วย และเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการบ่กกันเสียงจากขยะรีไซเคิลท่งชนิดที่เป็นกล่องโม่ใส่อาหารและแผงโซลาร์เซลล์ที่ส่ดส่วน

ผสม 50% โดยน้ำหนัก จะมีประสิทธิภาพการป้องกันเสียงสูงสุด และแผ่นกำแพงป้องกันเสียงที่ผสมขยะรีไซเคิลชนิดกล่องโฟมใส่อาหารมีประสิทธิภาพในการป้องกันเสียงสูงกว่าชนิดแผ่นไข่กระดาษ นอกจากนี้ยังสามารถอภิปรายผลการศึกษาได้อีกว่า แผ่นกำแพงป้องกันเสียงที่ผสมขยะรีไซเคิลชนิดกล่องโฟมใส่อาหารที่สัดส่วน 50% มีค่า STC เท่ากับ 57 ซึ่งมีค่า STC มากกว่าผนังก่ออิฐฉาบปูน 2 ด้าน ซึ่งมีค่า STC อยู่ที่ 44 (ธรรมธร ไกรกิจ, 2562) ดังนั้นจากค่า STC ที่มากกว่าจึงทำให้แผ่นกำแพงป้องกันเสียงที่ผสมขยะรีไซเคิลชนิดกล่องโฟมใส่อาหารที่สัดส่วน 50% สามารถป้องกันเสียงได้ดีกว่าเมื่อเทียบกับผนังก่ออิฐฉาบปูน 2 ด้าน ซึ่งใช้กันมากในการก่อสร้างอาคารในปัจจุบัน โดยมีต้นทุนราคาก่อสร้างที่ใกล้เคียงกันที่ 400 บาทต่อตารางเมตร

การศึกษานี้จึงสามารถช่วยลดปัญหาของเสียจากขยะครัวเรือน โดยเป็นการนำขยะรีไซเคิลประเภทกล่องโฟมใส่อาหารหรือแผ่นไข่กระดาษมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์และลดปริมาณขยะที่จะเข้าสู่ระบบกำจัดขยะได้

7.3 ข้อเสนอแนะ

ผลของการศึกษานี้โดยเฉพาะในประเด็นเกี่ยวกับความสามารถในการรับแรงอัดแรงดัด และแรงดึงแยก ของกำแพงป้องกันเสียงรบกวนจากการจราจร ด้วยขยะรีไซเคิลผสมมอร์ตาร์ รวมทั้งประสิทธิภาพในการป้องกันเสียง จึงมีความเป็นไปได้ที่จะสามารถนำแผ่นกำแพงป้องกันเสียงที่ผสมวัสดุขยะรีไซเคิลชนิดกล่องโฟมใส่อาหารที่สัดส่วน 50% โดยน้ำหนัก ไปใช้งานจริงได้กับชุมชนที่อยู่อาศัยตามแนวทิวทัศน์ต่างๆ และชุมชนที่อยู่อาศัยใกล้กับสถานีรถไฟ รวมทั้งชุมชนที่อยู่อาศัยตามแนวรถไฟฟ้า และควรมีการศึกษาถึงอายุการใช้งานของกำแพงป้องกันเสียงรบกวน ด้วย

ขยะรีไซเคิลผสมมอร์ตาร์เพิ่มเติม ซึ่งนอกจากจะเป็นแนวทางหนึ่งในการช่วยลดปัญหาจากมลภาวะทางเสียงที่รบกวนการใช้ชีวิตของคนในชุมชนแล้วยังเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการนำขยะมาใช้ประโยชน์ รวมทั้งสามารถช่วยลดปริมาณขยะปลายทางที่จะต้องนำไปกำจัดอีกด้วย

8. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (กสว.) : งบประมาณด้านวิจัยและนวัตกรรม ประเภท Fundamental Fund ประจำปีงบประมาณ 2565 รวมทั้งได้รับการสนับสนุนเครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำวิจัย จากห้องปฏิบัติการสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล นอกจากนี้ผู้วิจัยต้องขอขอบคุณนายอรรถพล ทองภักดี และนายพงศกร สมศรีนวล เป็นอย่างสูงที่ช่วยงาน และสนับสนุนเครื่องจักรกล อุปกรณ์ และแรงงานต่างๆ เพื่อให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และด้วยความกรุณาจากรองอธิการบดีฝ่ายวิจัยและบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล ที่ได้ให้คำแนะนำ และแนวคิด ตลอดจนให้การสนับสนุนมาโดยตลอด จนงานวิจัยฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ นักวิจัยจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

9. เอกสารอ้างอิง

1. กรมทางหลวง. (2558). *STANDARD DRAWING FOR HIGHWAY DESIGN AND CONSTRUCTION*. กระทรวงคมนาคม.
2. กรมควบคุมมลพิษ. (2558). *คู่มือการตรวจวัดระดับเสียงของรถยนต์. ส่วนมลพิษทางเสียงและความสั่นสะเทือน สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรุงเทพมหานคร. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม*.
3. กรมควบคุมมลพิษ. (2562). *รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2561*. กรุงเทพมหานคร. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
4. เกษม จันทรแก้ว. (2541). *เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม. โครงการสหวิทยาการบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*.
5. ธรรมธร ไกรก่อกิจ. (2562). *ค่า STC คืออะไร*. สืบค้นเมื่อ 17 กุมภาพันธ์ 2565, จากเว็บไซต์: <https://www.zen-acoustic.com/what-is-stc.html>
6. บุรฉัตร วิริยะ. (2544). *การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับเสียงของวัสดุพืชมั่งและเส้นใยแก้ว*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
7. บุรฉัตร วิริยะ. (2551). *การศึกษาและพัฒนาวัสดุป้องกันเสียงที่ผลิตจากของเสียอุตสาหกรรมที่มีสารพิษเป็นองค์ประกอบเพื่อลดระดับเสียงรบกวนจากการจราจร*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
8. ประธาน อาธิพล. (2541). *การจัดการมลพิษทางเสียง และความสั่นสะเทือน*. อ้างถึงใน พวงแก้ว กิจกรรม และคณะ, 2538. *พราณี ขวลิขิตกุลชัย และคณะ, 2527. นนทบุรี: บริษัท เอ็นไวร์ คอนเซ็ปต์ จำกัด*.
9. พิพัฒน์ ละอองศรี. (2556). *การประเมินประสิทธิภาพของกำแพงกันเสียงตามแนวทางหลวงพิเศษ หมายเลข 9 ตามสภาพปัจจุบัน*. โครงการปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต การบริหารงานก่อสร้างและสาธารณูปโภค. สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
10. วิโรจน์ เชาว์จิพันธุ์. (2537). *การศึกษาประสิทธิภาพของอุปกรณ์ลดเสียงในเครื่องจักรนิวแมติกโดยใช้วัสดุป้องกันเสียงที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย มหาวิทยาลัยมหิดล.

11. ศักดิ์ชัย อมรศักดิ์ชัย. (2541). *การศึกษาประสิทธิภาพในการลดเสียงของวัสดุเหลือใช้ เมื่อใช้ซีเมนต์เป็นสารเชื่อมประสาน*. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหิดล.
12. American Institute of Physics and Acoustical Society of America. (1997). *Standard Test Method for Measurement of Airborne Sound Insulation in Buildings*. ASTM E336-97. USA.
13. American Society for Testing and Materials. (1998). *Annual Book of ASTM Standards: Sound Absorption and Sound Absorption Coefficients by the Reverberation Room Method: C423-90a*. Volume 4.06. New York: Clearance Center.
14. American Society for Testing and Materials. (1998). *Annual Book of ASTM Standards. Laboratory Measurement of Airborne Sound Transmission Loss of Building Partitions and Elements: E90-97*. Volume 4.02. New York: Clearance Center.
15. American Society for Testing and Materials. (2011). *Annual Book of ASTM Standards*. ASTM C78 Standard test method for flexural strength of concrete (using simple beam with third-point loading). Volume 4.02. West Conshohocken, PA, USA: ASTM International.
16. American Society for Testing and Materials. (2017). *Annual Book of ASTM Standards*. ASTM C496 Test method for splitting tensile strength of cylindrical concrete specimens. West Conshohocken, PA, USA: ASTM International.
17. American Society for Testing and Materials. (2018). *Annual Book of ASTM Standards*. ASTM C39 Test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens. West Conshohocken, PA, USA: ASTM International.
18. Cowan, J. P. (1994). *Handbook of Environmental Acoustics*. Van Nostrand Reinhold: International Thomson Publishing Company.
19. Harmelink, M. D. (1970). *Noise and Vibration Control for Transportation System*. D.H.O. Report No. RR 168, Canada: Ontario Department of Highways.

20. Lewis, H. Bell and Douglas, H. Bell.
(1994). *Industrial Noise Control*.
2nd ed. New York. Marcel Dekker,
Inc.
21. Thumann, A. and Miller, RM. (1986).
*Fundamental of noise control
engineering*. Georgia: Fairmont
Press.
22. Welch, B. L. (1970). *Physiological
Effects of Noise*. New York-
London: Plenum Press.