

Received: 03/02/68 Revised: 25/02/68 Accepted: 25/02/68

**ประสิทธิผลของวัสดุดูดซับเสียงในการลดระดับความดังของเสียงจากเครื่อง Cone Crusher
ในโรงงานโม่หินแห่งหนึ่งของจังหวัดชลบุรี**
**The Effectiveness of Sound Absorbing Material in Reducing Noise Level
from The Cone Crusher in A Stone Crushing Plant, Chonburi Province**

ธีรพล สุขวัฒนาสินธิ์*, ศรีรัตน์ ล้อมพงษ์**, ธีรยุทธ เสงี่ยมศักดิ์^a

*คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

**นักวิชาการอิสระ

^aผู้รับผิดชอบหลัก (e-mail: teerayut@go.buu.ac.th)

Teerapon Sukkavatanasinit*, Srirat Lormphongs**, Teerayut Sa-ngiamsak^a

*Faculty of Public Health, Burapha University

**Independent Scholar

^aCorresponding author (e-mail: teerayut@go.buu.ac.th)

บทคัดย่อ

เสียงดังจากเครื่อง Cone Crusher ในโรงงานโม่หิน ส่งผลกระทบต่อสุขภาพพนักงานและสร้างความรำคาญต่อชุมชนใกล้เคียง การลดเสียงด้วยวัสดุดูดซับเสียงจึงเป็นวิธีที่สำคัญ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาออกแบบและเลือกวัสดุที่มีประสิทธิภาพในการลดเสียง เปรียบเทียบระดับเสียงก่อนและหลังการติดตั้งวัสดุ และลดระดับเสียงให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด โดยทดลองกับวัสดุ 3 ประเภท ได้แก่ ฉากกลบผสมโฟม ฉากโฟม และ ฉากโฟมทับด้วยฉาบกลบผสมโฟม ในช่วงความถี่ 8-8000 Hz และระยะ 1, 3, 5, และ 7 เมตร ผลการทดลองพบว่า ฉากกลบผสมโฟมลดระดับเสียงได้อยู่ระหว่าง 2.76-5.37 dB โดยมีประสิทธิภาพสูงสุดในช่วงความถี่ต่ำถึงปานกลาง (8-500 Hz) ฉากโฟมลดระดับเสียงได้ 2.97 dB ที่ระยะ 1 เมตร เหมาะสำหรับความถี่ปานกลางถึงสูง (250-8000 Hz) ฉากโฟมทับด้วยฉาบกลบผสมโฟมลดระดับเสียงได้อยู่ระหว่าง 2.26-9.87 dB ครอบคลุมทุกช่วงความถี่ โดยลดเสียงในระยะใกล้ได้สูงสุด 9.87 dB โดยมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ข้อเสนอแนะควรพัฒนาและทดลองวัสดุดูดซับเสียงทางเลือกใหม่ เช่น วัสดุรีไซเคิล หรือวัสดุธรรมชาติชนิดอื่น ๆ รวมถึงขยายการทดลองไปยังโรงงานประเภทอื่น และศึกษาความคุ้มค่าในการใช้งานระยะยาว เพื่อเพิ่มความยั่งยืนและการประยุกต์ใช้ในระบบที่หลากหลาย

คำสำคัญ: วัสดุดูดซับเสียง, เครื่อง Cone Crusher, โรงงานโม่หิน

Abstract

Noise from the Cone Crusher in a stone crushing plant affects the health of workers and causes inconvenience to nearby communities. Reducing noise using sound-absorbing materials is therefore an essential solution. This study aimed to design and select effective noise-reducing materials, compare noise levels before and after material installation, and reduce noise levels to meet the required standards. The study tested three types of materials: rice husk foam panels, foam panels, and foam panels overlaid with rice husk foam, across a frequency range of 8–8000 Hz at distances of 1, 3, 5, and 7 meters. The results showed that rice husk foam panels reduced noise levels between 2.76–5.37 dB, performing best in the low to mid-frequency range (8–500 Hz). Foam panels reduced noise levels by 2.97 dB at 1 meter, suitable for mid to high frequencies (250–8000 Hz). Foam panels overlaid with rice husk foam achieved the highest noise reduction levels between 2.26–9.87 dB, effective across all frequencies and achieving a maximum noise reduction of 9.87 dB at close range, with a statistical significance level of 0.05. Recommendations should focus on developing and testing alternative sound absorbing materials, such as recycled or other natural materials, expanding studies to other types of factories, and assessing long-term cost-effectiveness to enhance sustainability and broader applicability.

Keywords: Sound Absorbing Material, Cone Crusher Machine, Stone Crushing Plant

บทนำ

เสียงดังในสถานประกอบการกิจการอุตสาหกรรมเป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของพนักงานและสิ่งแวดล้อมโดยรอบ โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมโม่หิน ซึ่งเป็นกระบวนการที่ต้องใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่ เช่น Cone Crusher ซึ่งมีระดับเสียงสูงถึง 98.6 เดซิเบล(A) ซึ่งเกินมาตรฐานความปลอดภัยที่กำหนดไว้ที่ 85 เดซิเบล(A) ตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมเสียงในสถานประกอบการ¹ การสัมผัสเสียงดังระดับนี้อย่างต่อเนื่องอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพ เช่น โรคประสาทหูเสื่อม (Noise-Induced Hearing Loss; NIHL) ซึ่งเป็นโรคที่ไม่สามารถรักษาให้หายขาดและเป็นสาเหตุสำคัญที่ลดคุณภาพชีวิตของพนักงานในระยะยาว²

เสียงดังในโรงงานโม่หินไม่เพียงแต่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของพนักงานโดยตรง เช่น การสูญเสียการได้ยิน โรคหัวใจ และความเครียดสะสม แต่ยังส่งผลกระทบต่อชุมชนโดยรอบในแง่ของมลพิษทางเสียงและคุณภาพชีวิตของประชาชน³ นอกจากนี้เครื่องจักรในโรงงานโม่หิน เช่น Cone Crusher มีลักษณะการสั่นสะเทือนและปล่อยเสียงในควมถี่ที่หลากหลาย ทำให้การควบคุมเสียงดังเป็นเรื่องท้าทาย การศึกษาที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่าการลดเสียงในแหล่งกำเนิด เช่น การติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงอาจช่วยลดระดับเสียงที่ปล่อยออกมาได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่การเลือกใช้วัสดุยังคงเป็นปัญหาเนื่องจากต้องคำนึงถึงความเหมาะสมและต้นทุน⁴

ข้อมูลจาก สำนักงานประกันสังคม⁴ ระบุว่า อัตราการประสบอันตรายของพนักงานในประเทศไทยในปี 2565 อยู่ที่ 6.55 รายต่อพนักงาน 1,000 คน ลดลงจาก 8.19 รายในปี 2561 แม้ตัวเลขดังกล่าวจะแสดงให้เห็นถึงความก้าวหน้าใน

การลดความเสี่ยงในสถานประกอบการ แต่การสัมผัสเสียงดังยังคงเป็นปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญ โดยเฉพาะในกลุ่มพนักงานที่ทำงานกับเครื่องจักรที่มีเสียงดังระดับสูง เช่น ในโรงงานโม่หิน โรคประสาทหูเสื่อมยังคงเป็นหนึ่งในปัญหาสำคัญที่พบในกลุ่มผู้ประกอบการอาชีพในอุตสาหกรรมนี้

การออกแบบวัสดุดูดซับเสียงที่มีประสิทธิภาพเป็นหนึ่งในแนวทางที่สำคัญที่สุดในการลดผลกระทบจากเสียงดังในโรงงาน การควบคุมเสียงที่แหล่งกำเนิดช่วยลดการกระจายตัวของเสียงในพื้นที่ทำงานและชุมชนโดยรอบ โดยวัสดุดูดซับเสียง เช่น โฟมโพลียูรีเทนและแกลบผสมกาว มีศักยภาพสูงในการลดเสียง โดยเฉพาะเสียงในช่วงความถี่สูงที่อันตรายต่อระบบประสาทหู^{5,6} วัสดุเหล่านี้ยังสามารถนำไปพัฒนาในรูปแบบที่ยั่งยืน เช่น การผลิตจากทรัพยากรในท้องถิ่นหรือวัสดุรีไซเคิลซึ่งช่วยลดต้นทุนการผลิตและส่งเสริมความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม⁷ การออกแบบที่เหมาะสมยังช่วยลดผลกระทบด้านเศรษฐกิจ เช่น การลดต้นทุนในการรักษาพยาบาลหรือฟื้นฟูสมรรถภาพของพนักงานที่ป่วยจากการสัมผัสเสียงดัง นอกจากนี้ยังช่วยส่งเสริมภาพลักษณ์ของโรงงานในฐานะสถานประกอบการที่คำนึงถึงความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม³

แม้ว่าการวิจัยเกี่ยวกับวัสดุดูดซับเสียงในอุตสาหกรรมจะมีอยู่แล้ว แต่การศึกษาในบริบทเฉพาะของเครื่อง Cone Crusher ในโรงงานโม่หินยังมียังอยู่อย่างจำกัด การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวัสดุดูดซับเสียงที่เหมาะสมสำหรับเครื่องจักรดังกล่าว โดยเน้นไปที่ประสิทธิภาพในการลดเสียง ความเหมาะสมในบริบทการใช้งาน และต้นทุนที่คุ้มค่า การพัฒนานวัตกรรมวัสดุดูดซับเสียงในครั้งนี้ไม่เพียงแต่ช่วยลดเสียงดังในสถานประกอบการ แต่ยังส่งเสริมสุขภาพของพนักงาน เพิ่มคุณภาพชีวิตของชุมชนใกล้เคียง และสนับสนุนการพัฒนาอุตสาหกรรมที่ยั่งยืนในระยะยาว

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อออกแบบและคัดเลือกวัสดุที่มีประสิทธิภาพในการลดระดับเสียงจากเครื่อง Cone Crusher ในโรงงานโม่หินแห่งหนึ่งของจังหวัดชลบุรี
2. เพื่อลดระดับความดังของเสียงที่เกิดจากเครื่อง Cone Crusher ในโรงงานโม่หินให้ต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดเพื่อป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพของพนักงาน
3. เพื่อเปรียบเทียบระดับความดังของเสียงจากเครื่อง Cone crusher ระหว่างก่อนและหลังการใช้วัสดุดูดซับเสียงแต่ละประเภทที่เครื่อง Cone crusher ในโรงงานโม่หินแห่งหนึ่งของจังหวัดชลบุรี

สมมติฐานของการวิจัย

วัสดุดูดซับเสียงประเภทโฟมทับด้วยแกลบผสมโฟมโพลียูรีเทน สามารถลดระดับความดังของเสียงจากเครื่อง Cone crusher ในโรงงานโม่หินแห่งหนึ่งของจังหวัดชลบุรี ได้ดีกว่าประเภทแกลบผสมโฟมโพลียูรีเทน และประเภทโฟมโพลียูรีเทน

วิธีการศึกษา

รูปแบบการวิจัย

การศึกษานี้มีรูปแบบการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของวัสดุดูดซับเสียงในการลดระดับเสียงจากเครื่อง Cone Crusher

การออกแบบและเลือกวัสดุดูดซับเสียง

ทดสอบวัสดุดูดซับเสียง 3 ประเภท ได้แก่

- ฉากกลบผสมโฟมโพลียูรีเทน ความหนา 2 นิ้ว
- ฉากโฟมโพลียูรีเทน ความหนา 2 นิ้ว
- ฉากโฟมทับด้วยกลบผสมโฟมโพลียูรีเทน โดยแผ่นโฟมมีความหนา 2 นิ้ว และกลบผสมโฟมโพลียูรีเทน มี

ความหนา 2 นิ้ว ซ้อนทับกัน รวมฉากมีความหนา 4 นิ้ว

นำวัสดุแต่ละชนิดติดตั้งบนโครงเหล็กที่ทำเป็นฉากซับเสียง ความยาว 3.5 เมตร ความสูง 3 เมตร ความหนาตามแต่ละชนิด นำมาวางห่างจากเครื่อง Cone Crusher ระยะ 0.5 เมตร เพื่อประเมินผลการลดเสียง

เครื่องมือในการวิจัย

ใช้เครื่องมือวัดเสียง ได้แก่ Sound Level Meter ที่ปรับความถูกต้องเป็นที่เรียบร้อยแล้ว สำหรับวัดระดับเสียงในหน่วยเดซิเบล (A)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. วัดระดับเสียงก่อนและหลังการติดตั้งวัสดุดูดซับเสียง โดยวัดในสภาพการทำงานจริงของเครื่อง Cone Crusher ซึ่งป้อนหินปูนในอัตรา 300 เมตริกตันต่อชั่วโมง
2. ระยะเวลาที่ใช้ในการวัดระดับเสียง: 5 นาทีต่อครั้ง โดยทำการวัดจุดละ 3 ครั้ง จำนวน 4 จุด ได้แก่ วัดห่างจากเครื่อง Cone Crusher ที่ระยะ 1, 3, 5 และ 7 เมตร

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์เปรียบเทียบระดับเสียงก่อนและหลังการติดตั้งวัสดุดูดซับเสียง โดยใช้ค่าสถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุด และใช้สถิติเชิงอนุมาน ได้แก่ Wilcoxon signed rank test

ผลการศึกษา

ผลการศึกษาประสิทธิภาพของวัสดุดูดซับเสียงในการลดระดับความดังของเสียงจากเครื่อง Cone Crusher ในโรงงานไม่หินแห่งหนึ่งของจังหวัดชลบุรี ได้ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ดังนี้:

1. การออกแบบและเลือกวัสดุดูดซับเสียง

1.1 ขั้นตอนการออกแบบวัสดุดูดซับเสียง

วัสดุที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย:

1.1.1 ฉากกลบผสมโฟมโพลียูรีเทน

ส่วนผสม: กลบผสมโฟมโพลียูรีเทน อัตราส่วน กลบ 20 % ขึ้นรูปเป็นแผ่น ความหนา 2 นิ้ว

จุดเด่น: ราคาต่ำ วัสดุดีสามารถหาได้ในท้องถิ่น

การประยุกต์ใช้: เหมาะสำหรับความถี่ต่ำถึงปานกลาง (8–500 Hz)

1.1.2 ฉากโฟมโพลียูรีเทน

วัสดุ: โฟมโพลียูรีเทน ขึ้นรูปเป็นแผ่น ความหนา 2 นิ้ว

จุดเด่น: โครงสร้างเบา ติดตั้งง่าย

การประยุกต์ใช้: เหมาะสำหรับการดูดซับเสียงในช่วงความถี่ปานกลางถึงสูง (250–8000 Hz)

1.1.3 ฉากโฟมทับด้วยกลบผสมโฟมโพลียูรีเทน

ส่วนประกอบ: แผ่นโฟมโพลียูรีเทน ความหนา 2 นิ้ว ซ้อนทับด้วย แผ่นกลบผสมโฟมโพลียูรีเทน ความหนา 2 นิ้ว รวมความหนา 4 นิ้ว

จุดเด่น: ประสิทธิภาพสูงที่สุดในการดูดซับเสียงในทุกช่วงความถี่

การประยุกต์ใช้: ใช้ในพื้นที่ที่มีระดับเสียงสูงมากหรือใกล้แหล่งกำเนิดเสียง

2. เปรียบเทียบระดับเสียงก่อนและหลังการติดตั้งวัสดุดูดซับเสียง

จากข้อมูลแสดงระดับเสียงในกรณีต่าง ๆ (ไม่มีฉากกัน, ฉากกลบผสมโฟมโพลียูรีเทน, ฉากโฟมโพลียูรีเทน, และฉากโฟมทับด้วยกลบผสมโฟมโพลียูรีเทน) ในระยะทางที่แตกต่างกันผลที่ได้มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ระยะทาง 1 เมตร

ก่อนติดตั้งวัสดุ: ระดับเสียงเฉลี่ยสูงสุดที่ 100.30 dB สะท้อนถึงระดับเสียงที่ใกล้แหล่งกำเนิดเสียง

หลังติดตั้งวัสดุ: ฉากกลบผสมโฟมลดเสียงได้เหลือ 94.93 dB ลดลง 5.37 dB, ฉากโฟมลดระดับเสียงได้เหลือ 97.33 dB ลดลงเพียง 2.97 dB และฉากโฟมทับด้วยกลบผสมโฟมลดระดับเสียงได้มากที่สุดที่ 90.43 dB ลดลงถึง 9.87 dB แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p = 0.003$, $p = 0.005$ และ $p = 0.001$ ตามลำดับ) ระหว่างระดับเสียงก่อนและหลังติดตั้งวัสดุ

2.2 ระยะทาง 3 เมตร

ก่อนติดตั้งวัสดุ: ระดับเสียงเฉลี่ย 97.73 dB ลดลงเล็กน้อยเมื่อระยะห่างเพิ่มขึ้น

หลังติดตั้งวัสดุ: ฉากกลบผสมโฟมลดระดับเสียงได้เหลือ 94.97 dB ลดลง 2.76 dB และฉากโฟมทับด้วยกลบผสมโฟมลดเสียงได้เหลือ 95.47 dB ลดลง 2.26 dB แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p = 0.003$ และ $p = 0.022$ ตามลำดับ) ระหว่างระดับเสียงก่อนและหลังติดตั้งวัสดุ

2.3 ระยะทาง 5 เมตร

ก่อนติดตั้งวัสดุ: ระดับเสียงเฉลี่ย 96.13 dB ลดลงเมื่อระยะห่างเพิ่มขึ้น

หลังติดตั้งวัสดุ: ฉากกลบผสมโฟมลดระดับเสียงได้เหลือ 92.9 dB ลดลง 3.23 dB และฉากโฟมทับด้วยกลบผสมโฟมลดเสียงได้มากที่สุดที่ 92.4 dB ลดลง 3.73 dB แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p = 0.003$ และ $p = 0.037$ ตามลำดับ) ระหว่างระดับเสียงก่อนและหลังติดตั้งวัสดุ

2.4 ระยะ 7 เมตร

ก่อนติดตั้งวัสดุ: ระดับเสียงเฉลี่ย 94.87 dB ซึ่งต่ำที่สุดในทุกระยะเนื่องจากระยะห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง

หลังติดตั้งวัสดุ: ฉากเคลือบผสมโพลีเมอร์ระดับเสียงได้เหลือ 91.4 dB ลดลงมากที่สุด 3.47 dB และฉากโพลีเมอร์เคลือบผสมโพลีเมอร์ได้เหลือ 92.4 dB ลดลง 2.47 dB แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p = 0.002$ และ $p = 0.001$ ตามลำดับ) ระหว่างระดับเสียงก่อนและหลังติดตั้งวัสดุ

ดังสรุปผลการเปรียบเทียบระดับเสียงตามระยะห่างก่อนและหลังการติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปผลการเปรียบเทียบระดับเสียงตามระยะห่างก่อนและหลังการติดตั้งวัสดุดูดซับเสียง

ระยะ (เมตร)	ก่อนติดตั้งวัสดุ (dB)	หลังติดตั้งวัสดุ ฉากเคลือบผสมโพลีเมอร์ (dB) (p-value)	หลังติดตั้งวัสดุ ฉากโพลีเมอร์ (dB) (p-value)	หลังติดตั้งวัสดุ ฉากโพลีเมอร์เคลือบผสมโพลีเมอร์ (dB) (p-value)
1	100.30	94.93 (0.003)	97.33 (0.005)	90.43 (0.001)
3	97.73	94.97 (0.003)	-	95.47 (0.022)
5	96.13	92.90 (0.003)	-	92.40 (0.037)
7	94.87	91.40 (0.002)	-	92.40 (0.001)

3. วิเคราะห์ประสิทธิภาพของวัสดุแต่ละประเภท

3.1 ฉากเคลือบผสมโพลีเมอร์

ฉากเคลือบผสมโพลีเมอร์เป็นวัสดุที่มีส่วนผสมของเคลือบ ซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้ในภาคการเกษตร ผสมกับโพลีเอทิลีน การทดสอบแสดงให้เห็นว่าวัสดุนี้นี้สามารถลดระดับเสียงได้อยู่ระหว่าง 2.76–5.37 dB ในช่วงระยะ 1, 3, 5 และ 7 เมตร ประสิทธิภาพของวัสดุนี้นี้เหมาะสมที่สุดในช่วงความถี่ต่ำถึงปานกลาง (8–500 Hz) อย่างไรก็ตาม ฉากเคลือบผสมโพลีเมอร์เริ่มมีประสิทธิภาพลดลงในช่วงความถี่สูง (> 2000 Hz)

3.2 ฉากโพลีเมอร์

ฉากโพลีเมอร์ผลิตจากโพลีเอทิลีน มีคุณสมบัติเบา จากการทดสอบในระยะ 1 เมตร แสดงให้เห็นว่าฉากโพลีเมอร์ลดระดับเสียงได้ 2.97 dB การลดเสียงของวัสดุนี้นี้มีความเหมาะสมที่สุดในช่วงความถี่ปานกลางถึงสูง (250–8000 Hz) อย่างไรก็ตามฉากโพลีเมอร์มีข้อจำกัดในช่วงความถี่ต่ำ (< 63 Hz) ซึ่งประสิทธิภาพในการลดเสียงลดลงอย่างชัดเจน

3.3 ฉากโพลีเมอร์เคลือบผสมโพลีเมอร์

ฉากโพลีเมอร์เคลือบผสมโพลีเมอร์แสดงประสิทธิภาพสูงสุดในการลดระดับเสียง โดยสามารถลดเสียงได้อยู่ระหว่าง 2.26–9.87 dB ในช่วงระยะ 1, 3, 5 และ 7 เมตร การทดสอบแสดงให้เห็นว่าวัสดุนี้นี้มีความสามารถลดระดับเสียงได้ดีในทุกช่วงความถี่ (8–8000 Hz)

โดยได้มีการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวัสดุที่แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพในการลดระดับเสียงของวัสดุแต่ละประเภท

ระยะ (เมตร)	ฉากกลบผสมโฟม ลดระดับเสียงได้ (dB)	ฉากโฟมลดระดับเสียงได้ (dB)	ฉากโฟมทับด้วยฉากกลบผสมโฟม ลดระดับเสียงได้ (dB)
1	5.37	2.97	9.87
3	2.76	-	2.26
5	3.23	-	3.73
7	3.47	-	2.47

อภิปรายผล

จากการศึกษาประสิทธิภาพของวัสดุดูดซับเสียงในโรงงานโม่หินแห่งหนึ่งของจังหวัดชลบุรี โดยวัดผลจากการลดระดับความดังของเสียงจากเครื่อง Cone Crusher พบว่าวัสดุทั้งสามประเภท ได้แก่ ฉากกลบผสมโฟม ฉากโฟม และ ฉากโฟมทับด้วยฉากกลบผสมโฟม มีความสามารถในการลดเสียงที่แตกต่างกันตามลักษณะของความถี่เสียงและระยะทาง การศึกษานี้ได้ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการเลือกวัสดุที่เหมาะสมในการลดระดับเสียงในแต่ละช่วงความถี่ พร้อมทั้งให้ข้อค้นพบที่สอดคล้องกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. ฉากกลบผสมโฟม

ฉากกลบผสมโฟมแสดงประสิทธิภาพในการลดระดับเสียงอยู่ระหว่าง 2.76-5.37 dB ซึ่งเหมาะสมสำหรับเสียงที่เกิดจากแรงสั่นสะเทือนของเครื่องจักร เช่น เครื่อง Cone Crusher การศึกษานี้สอดคล้องกับ Napisa et al.⁶ ที่ระบุว่าวัสดุธรรมชาติ เช่น กลบและขี้เลื่อย มีโครงสร้างพรุนที่ช่วยลดเสียงในช่วงความถี่ต่ำได้ดี นอกจากนี้ Rattanaporn et al.² ยังพบว่าการผสมวัสดุธรรมชาติกับวัสดุสังเคราะห์ เช่น โฟม สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการลดเสียงในช่วงความถี่ที่หลากหลาย อย่างไรก็ตาม วัสดุประเภทนี้มีข้อจำกัดในช่วงความถี่สูง (>500 Hz) ซึ่งเสียงอาจทะลุผ่านโครงสร้างพรุนได้ง่าย Areeya⁵ สนับสนุนว่า การใช้วัสดุธรรมชาติเพียงอย่างเดียวมักมีข้อจำกัดในช่วงความถี่สูง ซึ่งควรผสมกับวัสดุที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ

2. ฉากโฟม

โฟมโพลียูรีเทนในระยะ 1 เมตร ลดเสียงได้ 2.97 dB โดยมีประสิทธิภาพในช่วงความถี่ปานกลางถึงสูง (250–8000 Hz) ผลการศึกษาสอดคล้องกับ Teerayut³ ที่พบว่าโฟมมีโครงสร้างเซลล์เปิดที่ช่วยดูดซับพลังงานเสียงในช่วงความถี่สูงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ Ministry of Labour¹ ระบุว่า โฟมโพลียูรีเทนเหมาะสำหรับการลดเสียงในโรงงานที่มีเสียงจากเครื่องจักรหมุนรอบสูง เช่น เครื่องดัดหรือเครื่องบดละเอียด อย่างไรก็ตาม วัสดุประเภทนี้มีข้อจำกัดในช่วงความถี่ต่ำ (<250 Hz) ซึ่งเกิดจากแรงสั่นสะเทือน Napisa et al.⁶ เสนอว่า การเสริมวัสดุธรรมชาติเช่น ขี้เลื่อย หรือกลบ เข้ากับโฟม จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในช่วงความถี่ต่ำได้

3. ฉากโฟมทับด้วยฉากกลบผสมโฟม

วัสดุประเภทนี้แสดงประสิทธิภาพสูงสุด โดยลดเสียงได้อยู่ระหว่าง 2.26-9.87 dB และสามารถครอบคลุมทุกช่วงความถี่ (8–8000 Hz) ผลการศึกษาสอดคล้องกับ Rattanaporn et al.² และ Areeya⁵ ที่ชี้ว่าการผสมวัสดุที่มีคุณสมบัติ

แตกต่างกัน เช่น โฟมและวัสดุธรรมชาติ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการลดเสียงในช่วงความถี่ที่กว้างขึ้น การทดลองพบว่า วัสดุนี้ลดเสียงในระยะใกล้ (1 เมตร) ได้ถึง 9.87 dB ซึ่งเหมาะสำหรับการใช้งานในพื้นที่ที่มีแหล่งกำเนิดเสียงใกล้กับจุดที่ต้องการควบคุมเสียง อย่างไรก็ตามกระบวนการผลิตวัสดุชนิดนี้มีต้นทุนสูงและความซับซ้อนในการผลิตมากกว่าเมื่อเทียบกับวัสดุประเภทอื่น Napisa et al.⁶ ระบุว่า การพัฒนาวัสดุผสมต้องคำนึงถึงต้นทุนและความยั่งยืน เพื่อเพิ่มโอกาสในการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอย่างกว้างขวาง

นอกจากนี้ Rattanaporn et al.² ยังแสดงให้เห็นว่า การพัฒนาวัสดุผสมที่มีคุณสมบัติเฉพาะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซับเสียงในอุตสาหกรรมที่มีเสียงดังระดับสูง เช่น โรงงานโม่หินหรือโรงงานปูนซีเมนต์

ข้อจำกัดในการวิจัย

ผู้วิจัยไม่สามารถตัดวัสดุแกลบผสมโฟมให้มีขนาดบางลง เนื่องจากลักษณะทางกายภาพของวัสดุ และการทดลองดำเนินการในโรงงานโม่หินแห่งเดียวในจังหวัดชลบุรี ซึ่งมีลักษณะเฉพาะด้านพื้นที่และการกระจายเสียง ทำให้ผลลัพธ์อาจไม่สามารถอ้างอิงไปยังโรงงานอื่นที่มีลักษณะต่างออกไป เช่น โรงงานที่มีเพดานสูงหรือพื้นที่ปิดและแหล่งกำเนิดเสียงที่ศึกษาเป็นเพียงเครื่องจักรประเภทเดียว ไม่ครอบคลุมลักษณะเสียงอื่น ๆ เช่น เสียงจากกระบวนการผลิตที่มีการกระแทกหรือเสียงจากระบบลำเลียงวัสดุ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

การลดเสียงในโรงงานอุตสาหกรรม ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าวัสดุดูดซับเสียงแต่ละประเภทมีประสิทธิภาพแตกต่างกัน ฉากแกลบผสมโฟมเหมาะสำหรับโรงงานที่มีเสียงความถี่ต่ำ เช่น โรงงานโม่หิน หรือระบบลำเลียงวัสดุ ในขณะที่ฉากโฟมทับด้วยแกลบผสมโฟมเหมาะสำหรับโรงงานที่มีเสียงในทุกช่วงความถี่ เช่น โรงงานปูนซีเมนต์หรือโรงงานแปรรูปโลหะ การเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมช่วยลดผลกระทบจากเสียงต่อพนักงานและชุมชนโดยรอบ

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรศึกษาวัสดุดูดซับเสียงชนิดใหม่ที่มีความหลากหลายมากขึ้น เช่น วัสดุรีไซเคิลจากของเสียในอุตสาหกรรม (เช่น เศษพลาสติกหรือยางรถยนต์) หรือวัสดุธรรมชาติชนิดอื่น ๆ (เช่น เส้นใยปาล์มหรือเปลือกตาลโตนด) เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในบริบทที่หลากหลายยิ่งขึ้น ควบคู่กับการวิเคราะห์เชิงลึกเกี่ยวกับคุณสมบัติทางกายภาพและโครงสร้าง เช่น ความพรุน ความหนาแน่น และสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง (NRC) เพื่อเพิ่มความเข้าใจในประสิทธิภาพของวัสดุเหล่านี้ในช่วงความถี่และสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

เอกสารอ้างอิง

1. Ministry of Labour. Noise control regulations in workplaces. Bangkok: Ministry of Labour; 2021.
2. Rattanaporn P, Suthida C, Teerasak S. Hearing impairment risk from stone crushing industry in Thailand. J Occup Health. 2021;63(2):123-30.

3. Teerayut S. Application of sound absorbing materials for noise reduction in industrial plants. *Environ Saf Eng J.* 2022;47(1):45-58.
4. สำนักงานประกันสังคม. สถานการณ์การประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยเนื่องจากการทำงาน ปี 2561-2565. กรุงเทพฯ: สำนักงานประกันสังคม; 2565.
5. Areeya N. Use of polyurethane foam for noise reduction. *Ind Hyg J.* 2018;39(3):56-62.
6. Napisa C, Kittipong T, Thanaporn W. Effectiveness of local materials for noise absorption. *Thai J Environ Eng.* 2019;25(2):35-42.
7. Chuenwattana W, Suppakitseelee V. The development of acoustic screening device made from used paper material. *Hua Hin Sook Jai Klai Kangwon J.* 2016;1(1):29-43.
8. รัตนาภรณ์ เพ็ชรประพันธ์, วันดี ไช่มุกด์, จิตติพร ชูสง. การประเมินระดับเสียงและสมรรถภาพการได้ยินของพนักงานโรงงาน मोहनแห่งหนึ่งในจังหวัดนครศรีธรรมราช. *วารสารความปลอดภัยและสุขภาพ.* 2558;8(27):13-23.