



การศึกษาสมบัติในการสะท้อนกลับและความแข็งแรงของผนังดูดซับเสียงจากชีววัสดุ

A study on the sound reflection and the tension force of sound proof tile from bio-material

ประสันต์ ชุ่มใจหาญ^{1*}, พัทชรพฤกษ์ ผาโพธิ์¹, พุทธิพงษ์ วงษ์บัณฑิตย์¹, วัชร น้อยมาลา¹

Prasan Choomjaihan^{1*}, Phatcharaphuek Phapho¹, Puttipong Wondbadith¹, Watchara Noimala¹

¹ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ, 10520

¹Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, 10520, Thailand

*Corresponding author: Tel: +66-2-329-8337-8, Fax: +66-23-298-336, E-mail: prasan.ch@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

การทำวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติการสะท้อนกลับของเสียงและความสามารถในการรับแรงดึงของผนังดูดซับเสียงจากชีววัสดุ โดยชีววัสดุที่เลือกใช้คือผักตบชวา ผักตบชวาที่ใช้ถูกทำให้เส้นใยอ่อนนุ่มลงจากกระบวนการผ่านความร้อนโดยการต้มในสารละลายด่างที่มีอุณหภูมิ 90C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำมาขึ้นรูปเป็นแผ่นบางที่มีความหนาต่างกันโดยใช้ปูนซีเมนต์เป็นตัวเชื่อมประสานเพื่อให้เกิดการเกาะตัวกันของวัสดุ การทดสอบผนังดูดซับเสียงแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ สมบัติการสะท้อนของเสียงและความสามารถในการรับแรงดึง จากการศึกษาพบว่าผนังดูดซับเสียงที่ระดับความหนา 1.0cm มีสมบัติการสะท้อนของเสียงใกล้เคียงกับโฟมที่ผลิตเพื่อลดการสะท้อนเสียงของห้องอัดเสียง โดยมีความสามารถในการรับแรงดึงผนังดูดซับเสียงที่ระดับความหนามีค่าเท่ากับ 58.21 N.

คำสำคัญ: ผนังดูดซับเสียง, ชีววัสดุ, ผักตบชวา

Abstract

The Objectives of this research were to study on the sound reflection and the capability of tension force of the sound proof tile from bio-material. The water hyacinth was selected as the raw material for producing the sound proof tile. The water hyacinth was soaked in 90C alkaline solution for 3 h. The fibre of water hyacinth was, then, formed in the mold by mixing with the mortar for allowing the well binding of the water hyacinth fibre. The sound proof tile was performed the sound reflection test and the capability of receiving tension force. The result showed that the sound reflection test of sound proof tile with 1.0 cm gave similar result as the acoustic foam for sound recording room and provided the tension of 58.12 N.

Keywords : sound absorption board, bio-material, water hyacinth

1 บทนำ

ปัจจุบันการสื่อสารถือว่าเป็นส่วนสำคัญในการติดต่อและอธิบายความต่อ การของผู้ส่งสารไปยังผู้รับสาร จากเดิมองค์ประกอบหลักของการสื่อสารมี 3 ส่วนคือ ผู้ส่งสาร ผู้รับสาร และตัวสาร สำหรับวิธีการส่งสารจากผู้ส่งสารไปยังผู้รับสารนั้นมิได้หลากหลายวิธี เช่น ท่าทาง ข้อเขียน และคำพูดที่ผู้ส่งสารแสดงออกมา ดังนั้นผู้รับสารจำเป็นต้องใช้ทักษะการมองเห็น การอ่าน การฟัง และการตีความเป็นการรับ และทำความเข้าใจตัวข้อความหรือตัวสารนั้นๆ ดังนั้นการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพจึงจำเป็นต้องตอบสนองหรือทำให้องค์ประกอบหลักของการสื่อสารมีประสิทธิภาพที่ดีที่สุด แต่อย่างไรก็ตามการสื่อสารในปัจจุบันให้มี

ประสิทธิภาพนั้นยังมีองค์ประกอบอื่นอีก เช่น ระดับความเข้าใจที่ใกล้เคียงกันของผู้ส่งสารและผู้รับสาร ประสิทธิภาพพื้นฐานของผู้รับสารต่อตัวสาร ความสามารถในการวิเคราะห์สารของผู้รับสาร และความสามารถในการส่งสารของผู้ส่งสาร เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามจากทั้งหมดแล้วนั้น เป็นสิ่งที่ต้องมีการพัฒนาเพิ่มเติมในส่วนของการสื่อสาร (ผู้ส่งสาร และผู้รับสารเป็นสำคัญ) นอกจากนี้สภาพของพื้นที่การส่งสารยังมีผลกระทบต่อ การส่งสารด้วยเช่นกัน ตัวอย่างเช่นการบรรยายในห้องประชุมที่เสียงรบกวนไม่ว่าจะเกิดจากภายในหรือภายนอกห้องประชุม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในห้องเรียน สภาพห้องเรียนโดยทั่วไปถือว่าการส่งสารระหว่างผู้สอน ไปยังนักเรียน สำหรับห้องเรียนส่วนใหญ่ในระดับอุดมศึกษาจะมีขนาดห้องที่เหมาะสมสำหรับผู้ฟังประมาณ 100 – 200 คน ซึ่งโดยปกติห้องเรียนที่มีความจุประมาณ 100-

200 คนนั้น จะมีขนาดไม่ต่ำกว่า 400 ตารางเมตร และส่วนมาก จะมีความยาวหรือความกว้าง ด้านใดด้านหนึ่งไม่ต่ำกว่า 15 เมตร ซึ่งขนาดห้องแบบนี้จะเกิดทั้งเสียงในรูปแบบเสียงก้อง(Reverb) และเสียงสะท้อน(Echo) แต่สำหรับห้องประชุมขนาดใหญ่ได้ออกแบบลักษณะห้องทางสถาปัตยกรรม และทางวิศวกรรมไว้สำหรับป้องกันเสียงก้อง และการสะท้อนกลับของเสียงแล้ว (การออกแบบห้อง และการติดตั้งลำโพงขนาดเล็กหลายตำแหน่ง) หรือแม้แต่บางยังเสริมด้วยอุปกรณ์ป้องกันเสียงสะท้อน (ฉากกั้นเสียง, หรือผนังดูดซับเสียง) สำหรับห้องเรียนส่วนใหญ่จะเป็นห้องสี่เหลี่ยมโถง ไม่ได้ออกแบบ หรือติดตั้งระบบที่ป้องกันเสียงก้องและการสะท้อนกลับของเสียง นอกจากนี้ห้องเรียนมีแหล่งกำเนิดเสียงเพียง 1 หรือ 2 ชุดอยู่ด้านหน้าห้องเรียนเพื่อกระจายเสียงไปยังท้ายห้อง จึงเป็นเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดลักษณะของเสียงที่เรียกว่า เสียงห้อง และเสียงสะท้อนได้ ส่งผลให้เป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนภายในห้องเรียนนั้นๆ การออกแบบทางวิศวกรรมเกี่ยวกับโครงสร้างเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวต้องอาศัยต้นทุนค่อนข้างสูง หรือแม้แต่การติดตั้งผนังดูดซับเสียงเพื่อป้องกันเสียงก้อง หรือเสียงสะท้อนมีราคาที่ไม่แน่นอนเช่นกัน ดังนั้นแนวทางหนึ่งคือการสร้างและผลิตผนังดูดซับเสียงจากวัสดุดิบจากธรรมชาติจึงน่าสนใจ ปัจจุบันได้มีการนำวัสดุธรรมชาติหลายชนิดมาผลิตเป็นวัสดุดูดซับเสียงได้แก่ เส้นใยชานอ้อย วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ฟางข้าว เส้นใยมะพร้าว เส้นใยปาล์ม และวัสดุเส้นใยอื่นๆ (กิตติศักดิ์ บัวศรี และ วรธรรม อุ่นจิตติชัย, 2550; นิตยา พัดเกาะ, 2558; ภูษิต เลิศพัฒนารักษ์ และ กนกวรรณ มะสุวรรณ, 2558, Ng, C. F. and Zheng, H., 1997; Yang, H., Kim, D. and Kim, H., 2003)

ผักตบชวา (water hyacinth) ถือได้ว่าเป็นหนึ่งในวัสดุดิบจากธรรมชาติที่น่าสนใจ เพราะผักตบชวาเป็นพืชที่เจริญเติบโตสูง มีการขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว ส่งผลทำให้สร้างปัญหาอย่างมากในแหล่งน้ำสาธารณะต่างๆ ด้วยการแพร่ระบาดอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดปัญหาและส่งผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม เช่น การขนส่งและการสัญจรทางน้ำ น้ำเน่าเสีย ทางเดินน้ำหรือแหล่งกักเก็บน้ำตื้นเขิน กีดขวางการไหลระบายของแม่น้ำลำคลองในฤดูน้ำหลาก ก่อให้เกิดปัญหาน้ำล้นตลิ่งสร้างความเดือดร้อนให้แก่ประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ ทำให้ภาครัฐและเอกชนจึงพยายามหาแนวทางในการกำจัดและจัดการผักตบชวาหนึ่งในแนวทางนั้นคือการนำผักตบชวามาใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ เช่น นำมาเป็นอุปกรณ์จักสาน, ใช้ในการบำบัดน้ำเสีย, หรือแม้แต่การนำมาเป็นวัสดุปลูกทดแทน (พุทธิพันธ์ จารุวัฒน์ และคณะ 2558) ดังนั้นการนำผักตบชวามีเป็นวัสดุหลักในการผลิตผนังดูดซับเสียงจึงเป็นหัวข้อที่น่าสนใจนอกจากจะเป็นการได้ผลิตภัณฑ์ใหม่แล้ว ยังเป็นการช่วยลดปัญหาต่างๆ ตามที่กล่าวมาข้างต้นได้ ดังนั้นงานวิจัยฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาการประสิทธิภาพในดูดซับเสียงของขอบผนังดูดซับ และศึกษาความสามารถทนต่อแรงดึงของผนังดูดซับเสียง

2 อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 การเตรียมตัวอย่างผักตบชวา

นำผักตบชวาสดมาผ่านการลดขนาดด้วยเครื่องย่อยลดขนาดให้มีขนาดเฉลี่ย 2.5cm แล้วนำไปแช่ในสารละลายต่าง อุณหภูมิ 90 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำผักตบชวาล้างน้ำให้สะอาดแล้วนำไปขึ้นรูปในแบบพิมพ์สี่เหลี่ยม ที่ระดับความหนาต่างๆกัน หลังจากนั้นไปผ่านการทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 65 °C เป็นเวลา 24h

2.2 การทดสอบสมบัติการสะท้อนกลับของเสียง

อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบมีลักษณะดัง Figure 1 กล่องลำเสียงเสียงรูปทรงสี่เหลี่ยมจำนวน 2 กล่อง แต่ละกล่องมีขนาด 30x30x122 cm ภายในกล่องติดตั้งฉนวนกันเสียงตลอดความยาวของกล่อง ทั้งสองกล่องเชื่อมต่อกันด้วยบานพับซึ่งทำให้ทั้งสองกล่องติดตั้งทำมุมแตกต่างกันได้ ทางปากกล่องด้านนอกติดตั้งอุปกรณ์กำเนิดเสียง และอุปกรณ์รับสัญญาณเสียง ส่วนปลายด้านนอกของอีกกล่องติดตั้งอุปกรณ์รับสัญญาณเสียง ณ ตำแหน่งที่กล่องทั้งสองเชื่อมต่อกันเป็นพื้นที่ในการติดตั้งตัวอย่างผนังดูดซับเสียงชนิดต่างๆ

2.3 การทดสอบ

ตัวอย่างผนังกันเสียงที่ใช้ในการทดสอบประกอบไปด้วย แผ่นโฟมดูดซับเสียง (Acoustic foam, AF) ถาดบรรจุไข่ (Egg tray, ET) แผ่นไม้อัด (Plywood, PW) วัสดุดูดซับเสียงจากผักตบชวา (Water hyacinth board, WH) โดยที่วัสดุดูดซับเสียงที่ผลิตจากผักตบชวานั้นมีความหนาแตกต่างกัน 4 ค่า คือ 0.25 0.50 1.0 และ 1.5 cm นำติดตั้งตัวอย่างผนังกันเสียงในตำแหน่งที่เตรียมไว้แสดงใน Figure 1

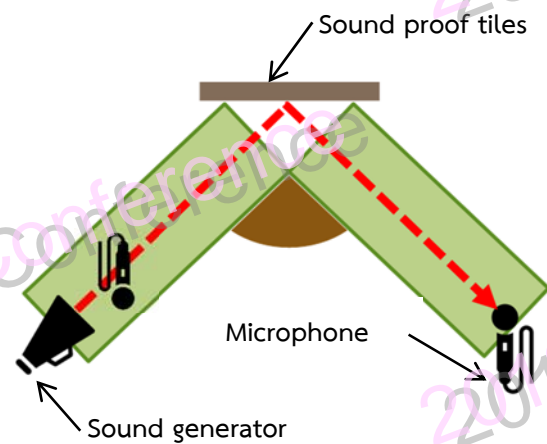


Figure 1 Sound reflection measuring installation

กำหนดให้อุปกรณ์กำเนิดเสียงส่งสัญญาณเสียงที่ความถี่ตั้งแต่ 200Hz ถึง 6300Hz โดยทำการควบคุมการส่งสัญญาณเสียงที่ความถี่ต่างๆกันด้วยโปรแกรม Daqart เมื่อเสียงผ่านการกระทบกับวัสดุดูดซับเสียงที่ติดตั้งไว้จะสะท้อนมายังอุปกรณ์รับ

สัญญาณเสียง แล้วในโปรแกรม Smaat ในการแปลงค่าสัญญาณเสียงให้อยู่ในรูปแบบของความดังในหน่วย decibel (dB) โดยวัสดุดูดซับเสียงแต่ละประเภทได้ทำการทดสอบที่มุมของกล่องลำเลียงเสียงแตกต่างกัน 3 ค่าคือ มุม 30 45 และ 60 องศา

นำวัสดุดูดซับเสียงที่ผลิตขึ้นมาทดสอบแรงดึงเพื่อดูความแข็งแรงของวัสดุ โดยนำวัสดุดูดซับเสียงที่ผลิตขึ้นมาตัดให้ได้ขนาด 2.5×10 cm แล้วนำมาทดสอบด้วยเครื่อง Texture Analyzer บริเวณด้านปลาย 3 cm ทั้งสองข้างของตัวอย่างวัสดุดูดซับเสียงมีไว้เพื่อใช้ในการติดตั้งกับเครื่อง Texture Analyzer โดยลักษณะตัวอย่างวัสดุดูดซับเสียงที่ใช้ในการทดสอบและลักษณะการติดตั้งกับเครื่อง Texture Analyzer แสดงดัง Figure 2

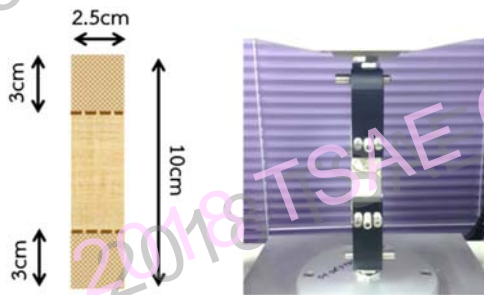


Figure 2 The WH dimensions for tensile test (left) and the installation of the WH on the Texture Analyzer (right).

2.4 การวิเคราะห์ผลการสะท้อนกลับของเสียง

นำผลความดังในหน่วย dB ที่ได้จากอุปกรณ์รับสัญญาณเสียง มาหักลบออกจากความดังของสัญญาณเสียงที่ออกจากอุปกรณ์ โดยใช้สมการ (1) และ (2) สำหรับวัสดุดูดซับทุกชนิด และโฟมดูดซับเสียง (AF) ตามลำดับ หลังจากนั้นนำค่าที่ได้จากสมการที่ (1) และ (2) มาคำนวณหาค่าความดังของวัสดุเมื่อเทียบกับ AF

$$E_{\text{material}} = E_{\text{out,material}} - E_{\text{in,material}} \quad (1)$$

$$E_{\text{AF}} = E_{\text{out,AF}} - E_{\text{in,AF}} \quad (2)$$

$$E_{\text{normalized of material}} = E_{\text{material}} / E_{\text{AF}} \quad (3)$$

3 ผลและวิจารณ์

ผลการทดสอบแสดงในแผนภาพแบบเรดาร์ โดยตามมุมต่างๆ แสดงระดับความถี่ที่ใช้ในการทดลอง (200-6800Hz) และตามแนวรัศมีคือค่าระดับการสะท้อนของเสียงเมื่อเทียบกับวัสดุดูดซับเสียง AF โดยที่ในวงกลมที่รัศมีเท่ากับ 1 คือ ค่าระดับการสะท้อนของเสียงของวัสดุดูดซับเสียง AF หากค่าการสะท้อนกลับของเสียงของวัสดุใดๆ มีค่าที่เข้าใกล้ 1 ในทางบวก แสดงว่าวัสดุนั้นๆ มีแนวโน้มในการสะท้อนกลับของเสียงได้ดีกว่าวัสดุที่มีค่าการสะท้อนกลับของเสียงห่างจาก 1 ออกไปในทางบวก แต่อย่างไรก็ตาม หากค่าการสะท้อนวัสดุมีค่าน้อยกว่า 1 แสดงว่าวัสดุชนิดนั้นๆ มีค่าการสะท้อนกลับของเสียงในความถี่นั้นๆ ดีกว่าวัสดุดูดซับเสียง AF แต่ถ้าหากค่าการสะท้อนกลับของเสียงมีค่าต่ำกว่า 0 แสดงว่าวัสดุดูดซับเสียง มีพฤติกรรมการสั่นกระพือของวัสดุที่การดูดซับเสียงที่ความถี่นั้นๆ

จากผลการทดลองแสดงใน Figure 3 พบว่าการสะท้อนกลับของเสียงจากวัสดุดูดซับเสียง ET ที่มุมต่างๆกัน มีค่าการสะท้อนกลับของเสียงที่ใกล้เคียงกับวัสดุ AF แต่ยังคงมีการสะท้อนกลับของเสียงที่สูงกว่าวัสดุดูดซับเสียง AF ที่ช่วงความถี่ต่ำ 600-2800Hz โดยเฉพาะที่ 800 และ 2000 Hz จะเห็นค่าการสะท้อนกลับของเสียงสูงกว่าวัสดุดูดซับเสียง AF อย่างชัดเจน แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงมุมตกกระทบที่เพิ่มขึ้นมากขึ้น มีผลทำให้เสียงมีค่าการสะท้อนเข้าใกล้วัสดุ AF มากขึ้น หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือเมื่อเสียงกระทบกับวัตถุที่มีลักษณะชันมากขึ้น (เข้าใกล้การตั้งฉากกับวัสดุดูดซับเสียง) ส่งผลให้มีการสะท้อนกลับของเสียงมากขึ้น

เมื่อพิจารณาถึงวัสดุที่ทำผนังห้องแผ่นไม้อัด PW พบว่า PW มีการสะท้อนกลับของเสียงที่สูงกว่าวัสดุดูดซับเสียง AF มาก และผลการทดลองค่อนข้างสอดคล้องกับวัสดุดูดซับเสียง ET กล่าวคือเมื่อมุมตกกระทบของเสียงที่มากขึ้นมีแนวโน้มในการสะท้อนกลับของเสียงได้ดีกว่าที่มุมตกกระทบของเสียงน้อยกว่า แต่มีบางช่วงความถี่ที่สามารถสะท้อนกลับของเสียงได้ใกล้เคียงกับวัสดุดูดซับเสียง AF คือช่วงความถี่ 1200-1600Hz, 3200-3600Hz และ 6200-6600Hz นอกเหนือจากนั้นมีการสะท้อนกลับของเสียงที่สูงกว่า โดยเฉพาะที่ความถี่ 800 และ 5600Hz อย่างไรก็ตาม มีบางความถี่ที่ให้ผลการทดลองเป็นที่สังเกตที่ไม่คาดคิดกล่าวคือที่ความถี่ดังกล่าวมีค่าการสะท้อนกลับของเสียงมีค่าเป็นลบ ทั้งนี้จากการอธิบายเบื้องต้นแล้วว่า หากค่าสะท้อนกลับของเสียงมีค่าเป็นลบ แสดงถึงวัสดุดูดซับเสียงที่ใช้ตอบสนองต่อความถี่นั้นๆ ด้วยการสั่นสะท้อนซึ่งอาจทำให้เกิดการแทรกสอดของเสียงที่ความถี่อื่นๆ เพิ่มเติมขึ้นมา จากผลการทดลองสังเกตได้ว่าเกิดเหตุการณ์ดังกล่าวที่ความถี่ 600 Hz และ 200-2400Hz

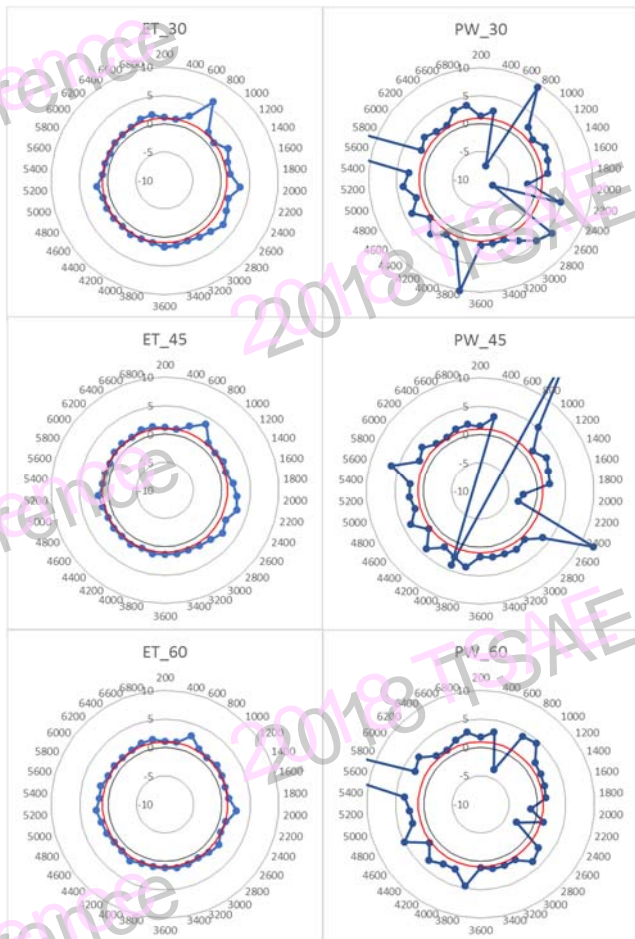


Figure 3 Sound reflection of ET (left) and PW (right) material on different angle incident and reflected rays (30, 45 and 60 degree)

สำหรับวัสดุดูดซับเสียง WH ที่ผลิตขึ้นมาที่มีความหนาแน่นเฉลี่ยต่อแผ่นประมาณ $0.29 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ที่ทุกระดับความหนา ส่วนผลการทดลองการสะท้อนกลับของเสียงของวัสดุดูดซับเสียง WH ที่มีระดับความหนา 0.25 0.50 1.0 และ 1.5cm (W0.25, W0.50, W1.0 และ W1.5 ตามลำดับ) และที่มุมการสะท้อนของเสียงต่างกันคือที่ 30 45 และ 60 องศา แสดงดัง Figure 4 มีพฤติกรรมการสะท้อนกลับของเสียงที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน กล่าวคือเมื่อความหนาเพิ่มมากขึ้นนั้นมึลักษณะการสะท้อนกลับของเสียงที่ใกล้เคียงกับวัสดุดูดซับเสียง AF มากขึ้น โดยสังเกตจากลักษณะของการกระจายตัวของการสะท้อนกลับของเสียงที่มีความหนาของวัสดุ และมุมของการสะท้อนต่างๆกัน เมื่อพิจารณาที่ความหนาของวัสดุดูดซับเสียง WH พบว่าเมื่อความหนาของวัสดุดูดซับหนาขึ้นการสะท้อนกลับของเสียงมีแนวโน้มเข้าใกล้ 1 มากขึ้น ซึ่งหมายความว่ามีความหนาแน่นที่ประสิทธิภาพของวัสดุดูดซับเสียง WH มีค่าใกล้เคียงกับวัสดุดูดซับเสียง AF มากขึ้น ยกเว้นที่ระดับความถี่ (800-6800 Hz และ 800Hz) จะมีประสิทธิภาพการสะท้อนกลับของเสียงไม่ดีเท่าวัสดุดูดซับเสียง AF เมื่อมุมตกกระทบและมุมสะท้อนของเสียงมีค่ามากขึ้นส่งผลทำให้ค่าการสะท้อนของเสียงยังเข้าใกล้วัสดุดูดซับเสียง AF มากขึ้นเช่นกัน

หลังจากนั้นวัสดุดูดซับเสียง WH ที่ระดับความหนาต่างๆกัน ได้ถูกนำมาทดสอบความสามารถในการรับแรงดึง โดยผลการทดลองแสดงดัง Figure 5 เมื่อความหนาของวัสดุมีค่ามากขึ้น ส่งผลให้ความสามารถในการรับแรงดึงมีค่าสูงขึ้นเช่นเดียวกัน โดยวัสดุดูดซับเสียง WH0.25 WH0.50 WH1.00 และ WH1.50 มีความสามารถในการรับแรงดึงเท่ากับ 13.59 26.74 58.21 และ 81.03 N ตามลำดับ จากผลการทดลองทั้งหมดจึงสามารถบอกได้ว่าวัสดุดูดซับเสียง WH ที่มีความหนา 1.5cm เหมาะสมกับการนำมาใช้ทดแทนวัสดุดูดซับเสียง AF ได้ แต่อย่างไรก็ตามวัสดุดูดซับเสียงที่มีความหนา 1.5cm นั้นจะมีความยากลำบากในการขึ้นรูป กล่าวคือในระหว่างกระบวนการทำแท่งนั้น วัสดุจะเกิดการงอตัวจนผิดรูปบริเวณขอบของแม่พิมพ์ ดังนั้นจึงมีแค่วัสดุดูดซับ WH1.5 ที่บริเวณตรงกลางเท่านั้นที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ ทำให้การผลิตด้วยเหตุนี้จึงทำให้เกิดการสิ้นเปลืองในด้านพลังงาน และวัสดุในการการผลิต ดังนั้นจึงแนะนำว่าความหนาที่เหมาะสมสำหรับการผลิตวัสดุดูดซับเสียงจากผักตบชวาขึ้นควรมีความหนาเท่ากับ 1.0 cm



Figure 4 Sound reflection of WH with incident and reflected angle of 30, 45 and 60 degree (left, middle and right respectively) of four different thickness of WH of 0.25, 0.50, 1.0 and 1.5 cm respectively.

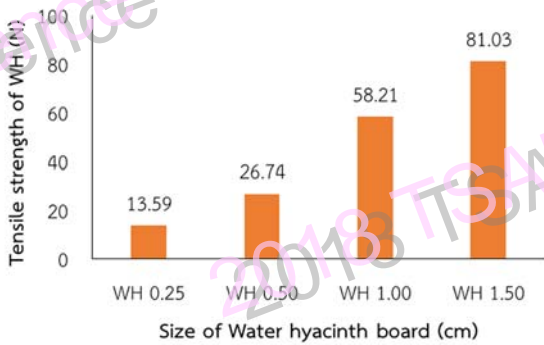


Figure 5 The tensile strength of the WH with difference of thickness

4 สรุป

จากผลการทดลองพบว่า สรุปได้ว่าแผ่นวัสดุดูดซับเสียงมีความหนาแน่นเฉลี่ย $0.29 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ วัสดุดูดซับเสียง WH ที่ระดับความหนา 1.0cm เหมาะสมกับการนำมาผลิตเป็นวัสดุดูดซับมากที่สุดเนื่องจากมีพฤติกรรมการสะท้อนกลับของเสียงใกล้เคียงกับวัสดุดูดซับเสียง AF และมีความสามารถในการรับแรงดึงที่ดี และสะดวกต่อการขึ้นรูป

5 กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังสำหรับอุปกรณ์และเครื่องมือวัด

6 เอกสารอ้างอิง

กิตติศักดิ์ บัวศรี, วรธรรม อุ๋นจิตติชัย, 2550 .การพัฒนาแผ่นฉนวนความร้อนจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ร่วมกับสำนักวิจัยและพัฒนาการอาชีวศึกษา.

นิตยา พัดเกาะ, 2558. การผลิตและศึกษาคุณสมบัติแผ่นฉนวนผนังเบาจากเส้นใยชานอ้อยเพื่อใช้ในงานสถาปัตยกรรม.วารสารวิศวกรรม ราชชมงคลธัญบุรี ปีที่ 13 ฉบับที่ 2

พุทธินันท์ จารุวัฒน์, บัณฑิต จิตรจำนงค์, สรวุฒิ ปานทน, นกุล อ่อนนิ่ม และพีรพงษ์ เชาวนพงษ์. 2558. การวิจัยและพัฒนาเครื่องอัดก้อนวัสดุปลูกกล้วยไม้ทดแทนกระบะกาบมะพร้าวที่สามารถใช้ได้เชิงพาณิชย์. รายงานโครงการวิจัย, กรมวิชาการเกษตร.

ภูษิต เลิศวัฒนารักษ์ และ กนกวรรณ มะสุวรรณ. 2558. การศึกษาสมบัติในการกันเสียงของแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ผสมเส้นใยธรรมชาติ. วารสารวิจัยและพัฒนา มจร. ปีที่ 38 ฉบับที่ 1 มกราคม-มีนาคม.

Fouladi, M., Nor, M., Ayub, M. and Leman,Z.. 2010. Utilization of Coir Fiber in Multilayer Acoustic

Absorption Panel. Applied Acoustics, Vol. 71(3), pp. 241-249.

Ng, C. F. and Zheng, H.. 1997. Sound Transmission through Double-leaf Corrugated Panel, Applied Acoustics, Vol. 53 (1-3), pp. 15-34.

Yang, H., Kim, D. and Kim, H., 2003. Rice Straw-Wood Particle Composite for Sound Absorbing Wooden Construction Materials. Bioresource Technology, Vol. 86(2), pp. 117-121.