บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

ในงานวิทยานิพนธ์นี้ได้สร้างแทรนสดิวเซอร์ไลน์โฟกัส เพื่อการวิเคราะห์สมบัติของวัสดุโดยอาศัยข้อดีของฟิล์ม PVDF มาใช้เป็นวัสดุเพียสโซอิเล็กทริกของแทรนสดิวเซอร์ ก็คือ มีค่าอิมพีแดนซ์ อคูสติกต่ำใกล้เคียงกับน้ำ ทำให้มีประสิทธิภาพในการส่งคลื่นเสียงลงไปในน้ำ เกิดการสะท้อนกลับน้อย และฟิล์ม PVDF ยังมีความยืดหยุ่นสามารถโค้งงอเพื่อการโฟกัสลำของคลื่นเสียงแทนการใช้เลนส์อคูสติกที่จะทำให้เกิดการสะท้อนของคลื่นเสียงที่รอยต่อระหว่างวัสดุเพียสโซอิเล็กทริกและเลนส์อคูสติก ทำให้ประสิทธิภาพของแทรนสดิวเซอร์ลดลง

โครงสร้างของแทรนสดิวเซอร์ที่สร้างขึ้นนอกจากประกอบไปด้วยฟิล์ม PVDF ที่ทำหน้าที่กำเนิดและรับคลื่นเสียงแล้ว ยังต้องมีวัสดุหนุนรอง เพื่อทำหน้าที่ในการดูดกลืนพลังงาน ทำให้พัลส์คลื่นเสียงที่กำเนิดและรับโดยฟิล์ม PVDF มีความกว้างของพัลส์น้อย แทรนสดิวเซอร์ที่สร้างขึ้นจึงมีประสทธิภาพในการวัดช่วงเวลาที่คลื่นเสียงใช้เดินทางในวัสดุได้ละเอียดขึ้น ซึ่งวัสดุหนุนรองที่ใช้ในวิทยานิพนธ์นี้ ทำจากกาวอีพ็อกซีที่ผสมกับผงทังสเตนเพื่อเพิ่มค่าอิมพีแดนซ์อคูสติกให้ใกล้เคียงกับฟิล์ม PVDF

ในการทดสอบผลของค่าอิมพีแดนซ์อคูสติกและความหนาของวัสดุหนุนรอง ต่อประสิทธิภาพของแทรนสดิวเซอร์ ได้สร้างแทรนสดิวเซอร์ไลน์โฟกัสขึ้นมาทั้งหมด 5 ตัว โดยที่ตัวที่ 1 2 และ 3 มีความหนาของวัสดุหนุนรอง เท่ากับ 6 mm ทุกตัวแต่มีค่าอิมพีแดนซ์อคูสติก เท่ากับ 2.69 3.91 และ 7.37 Mrayl ตามลำดับ และตัวที่ 4 และ 5 มีค่าอิมพีแดนซ์อคูสติกเท่ากับ 3.91 Mrayl แต่มีความหนาของวัสดุหนุนรองเท่ากับ 9 mm และ 12 mm ตามลำดับ จากนั้นทดสอบการทำงานของแทรนสดิวเซอร์ไลน์โฟกัสทั้ง 5 ตัว โดยใช้วงจรพัลส์เซอร์รีซีฟเวอร์ที่สร้างขึ้นเอง ทำหน้าที่ส่งพัลส์แรงดันไฟฟ้าให้กับแทรนสดิวเซอร์ เพื่อให้แทรนสดิวเซอร์ส่งพัลส์คลื่นเสียงไปที่วัสดุ จากนั้นขยายแรงดันเมื่อแทรนสดิวเซอร์ได้รับพัลส์สะท้อนกลับจากวัสดุ แล้วจึงนำไปแสดงผลที่ออสซิลโลสโคป

เมื่อพิจารณาลักษณะพัลส์สะท้อนกลับของแทรนสดิวเซอร์แต่ละตัวพบว่า แทรนสดิวเซอร์ตัวที่ 5 ที่มีค่าอิมพีแดนซ์อคูสติกของวัสดุหนุนรอง ใกล้เคียงกับฟิล์ม PVDF ที่สุดและมีความหนาของวัสดุหนุนรองมากที่สุด สามารถส่งและรับพัลส์คลื่นเสียงที่มีความกว้างของพัลส์น้อยที่สุด ดังนั้นนั้นแทรนสดิวเซอร์ตัวนี้จึงเหมาะที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ

ในการวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ โดยใช้แทรนสดิวเซอร์ไลน์โฟกัสนั้น จะใช้วิธีดีโฟกัสซิงเทคนิคเพื่อวัดความเร็วของคลื่นตามยาว ความเร็วของคลื่นเรย์ลีและสัมประสิทธิ์การสูญเสียพลังงาน จากนั้นจะนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาค่ามอดูลัสของยัง มอดูลัสเฉือน มอดูลัสก้อนและค่าความหนาแน่นของวัสดุ 5 ชนิด ได้แก่ กระจกโซดาไลม์ อลูมินา อลูมิเนียม เหล็กและสเตนเลสสตีล แล้วเปรียบเทียบกับค่าในเอกสารอ้างอิง พบว่ามีความแตกต่างของค่ามอดูลัสของยังมากที่สุดไม่เกิน 12.5 เปอร์เซนต์ มีความแตกต่างของค่ามอดูลัสเฉือนมากที่สุดไม่เกิน 15.7 เปอร์เซนต์ มีความแตกต่างของค่ามอดูลัสก้อนมากที่สุดไม่เกิน7.62 เปอร์เซนต์และมีความแตกต่างของค่าความหนาแน่นมากที่สุดไม่เกิน 11.3 เปอร์เซนต์

5.2 ข้อเสนอแนะการทดลอง

5.2.1 ความถูกต้องในการวัด

ในการวัดค่าความเร็วเสียงของวัสดุในน้ำให้ถูกต้องนั้น จำเป็นต้องคำนึงถึงอุณหภูมิของน้ำด้วย เพราะว่าถ้าอุณหภูมิของน้ำเปลี่ยน ค่าความเร็วเสียงของวัสดุที่วัดได้ก็จะเปลี่ยนด้วย ดังนั้นระบบที่ทำการวัดควรมีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิของน้ำตลอดการวัดเพื่อความถูกต้องของค่าที่วัด

5.2.2 ข้อจำกัดของการวัด

ในการวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ โดยการวัดความเร็วของคลื่นเรย์ลีของวัสดุในน้ำนั้น จะต้องคำนึงถึงมุมวิกฤติ (θ_R) ที่จะทำให้เกิดคลื่นเรย์ลีขึ้นที่ผิวของวัสดุ ซึ่งมุม θ_R นี้เท่ากับ $\sin^{-1}\left(\frac{V_W}{V_R}\right)$ ส่วนในงานวิทยานิพนธ์นี้ $\theta_{\max}$ มีค่าประมาณ 34 ° ดังนั้นแทรนสดิวเซอร์จะไม่สามารถวัดความเร็วของคลื่นเรย์ลีของวัสดุที่มีค่าน้อยกว่า 2682 เมตรต่อวินาทีอย่างเช่นวัสดุที่เป็นพวกพลาสติกต่างๆได้ ถ้าจะทำให้แทรนสดิวเซอร์สามารถวัดความเร็วที่ต่ำกว่านี้ได้ ต้องมีการเพิ่มค่ามุม $\theta_{\max}$ หรือเปลี่ยนชนิดของของเหลวแทนที่การใช้น้ำ

5.3 งานวิจัยที่สามารถทำต่อได้ในอนาคต

5.3.1 นำแทรนสดิวเซอร์ไลน์โฟกัสที่สร้างขึ้น ไปประยุกต์ในการหาความบกพร่องของวัสดุในอุตสาหกรรมเช่น รอยแตกในบริเวณใกล้ ๆ ผิวของโลหะที่ไม่สามารถมองเห็นได้ หรือวัดขนาดของเหล็กเส้นที่อยู่ภายในเสาคอนกรีต เพื่อตรวจดูคุณภาพของงานก่อสร้าง

5.3.2 ปรับปรุงระบบการวัดให้สามารถหมุนแทรนสดิวเซอร์ เพื่อวัดอัตราเร็วของคลื่นเรย์ลีที่มุมต่าง ๆ ทำให้สามารถวิเคราะห์วัสดุที่มีคุณสมบัติแอนไอโซโทรปิก (anisotropic) ได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย