

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

#### สรุปผล

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพคอนกรีตด้วยคลื่นความถี่กว้างเพื่อจำแนกคอนกรีตคุณภาพสูงซึ่งคอนกรีตที่ผ่านการบ่มซึ่งเป็นคอนกรีตมีกำลังอัดสูง และคอนกรีตคุณภาพ คือ คอนกรีตที่ไม่ผ่านการบ่ม

1. การพัฒนาระบบเริ่มจากการจำลองสายอากาศแพทช์ให้ทำงานครอบคลุมในช่วงความถี่ 2.4 2.45 และ 2.5 กิกะเฮิรตซ์ และนำไปประยุกต์ใช้ในการจำลองระบบเซนเซอร์เพื่อวิเคราะห์ความสามารถในการแยกระดับความแข็งของคอนกรีต

2. คุณภาพของคอนกรีตในการจำลองถูกแทนคุณสมบัติไดอิเล็กทริกอย่างสอดคล้องกันระหว่างคอนกรีตคุณภาพสูงและต่ำ การจำลองแสดงให้เห็นว่าการบ่มคอนกรีตเริ่มต้นในช่วง 10 ถึง 34 ชั่วโมง ให้ค่าพารามิเตอร์  $|S_{11}|$  ของความถี่ 2.4 และ 2.5 ใกล้เคียงกัน มีความชัดเจนมากขึ้นอย่างเป็นเชิงเส้นที่เวลาการบ่มมากกว่า 54 ชั่วโมง ค่าพารามิเตอร์  $|S_{11}|$  ที่ความถี่ 2.45 กิกะเฮิรตซ์ ข้อมูลสถิติทางที่ชัดเจนจึงไม่ถูกนำมาใช้ในการตัดสินใจ

3. จากนั้นสายอากาศต้นแบบได้รับการพัฒนาตามโครงสร้างที่ได้จากการจำลองและทดสอบความถี่ทำงานของสายอากาศครอบคลุมในช่วงที่การทำงานของระบบต้นแบบ ให้ค่าพารามิเตอร์  $|S_{11}|$  ต่ำกว่า 10 เดซิเบล ในช่วงความถี่ 2.38 ถึง 2.51 กิกะเฮิรตซ์

4. ระบบตรวจวัดคอนกรีตต้นแบบแบ่งออกเป็นภาคส่งและรับ ภาคส่งทำหน้าที่สร้างความถี่ 2.4 และ 2.5 กิกะเฮิรตซ์ ด้วยวงจรกำเนิดความถี่ ส่งคลื่นความถี่ผ่านคัปเปอร์แบบมีทิศทางออกไปยังสายอากาศแพทช์ คลื่นความถี่แพร่กระจายไปยังคอนกรีตทดสอบ ส่วนของภาครับทำหน้าที่ตรวจจับกำลังงานความถี่ที่สะท้อนจากคอนกรีตด้วยคัปเปอร์แบบมีทิศทาง สัญญาณเชื่อมต่อถูกเปลี่ยนเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงและเปลี่ยนเป็นสัญญาณดิจิทัล 10 บิต ข้อมูลได้รับการประมวลผลด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์และแสดงผลด้วยหน้าจอแอลอีดี

5. ทดสอบการตรวจวัดคอนกรีตคุณภาพสูงและคุณภาพต่ำที่ 2 ความถี่ ในช่วงการบ่มคอนกรีตน้อยกว่า 43 ชั่วโมง แรงดันสัญญาณเชื่อมต่อระหว่างคอนกรีตคุณภาพสูงและต่ำไม่สามารถแยกกันได้อย่างชัดเจน เมื่อเวลาการบ่มมากกว่า 54 ชั่วโมง ระดับของแรงดันสัญญาณเชื่อมต่อแตกต่างกันค่อนข้างชัดเจนทั้ง 2 ความถี่ เพื่อความชัดเจนในการแบ่งคุณภาพของคอนกรีต แรงดันสัญญาณเชื่อมต่อของทั้ง 2 ความถี่ได้รับการเทียบอัตราส่วนแรงดันที่ความถี่ 2.4 ต่อแรงดันที่ความถี่ 2.5 กิกะเฮิรตซ์ จากนั้นอัตราส่วนของแรงดันสัญญาณเชื่อมต่อได้รับการเปรียบเทียบกับช่วงเวลาการบ่ม

6. ในช่วงการบ่มคอนกรีต 10 ถึง 37 ชั่วโมง การตรวจสอบคุณภาพคอนกรีตทำได้ยากเนื่องจากความแตกต่างไม่ชัดเจน เมื่อเวลาการบ่มเพิ่มขึ้นเป็น 38 ถึง 59 ชั่วโมง ความแตกต่างของอัตราส่วนแรงดันสัญญาณเชื่อมต่อในการแบ่งคุณภาพคอนกรีตเพิ่มขึ้นอยู่ที่  $\pm 0.014$  และช่วงระยะเวลาการบ่มคอนกรีตที่สามารถแยกคุณภาพได้ชัดเจน คือ 82 ถึง 120 ชั่วโมง เนื่องจากให้ค่าความแตกต่างอัตราส่วนของแรงดันสัญญาณเชื่อมต่อระหว่าง 2 ความถี่ได้ชัดเจนไม่น้อยกว่า  $\pm 0.031$

แสดงให้เห็นว่าระบบตรวจสอบคุณภาพคอนกรีตสามารถทำงานได้ดีที่ระยะเวลาการบ่มมากกว่า 81 ชั่วโมง และเหมาะสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้งาน

### อภิปรายผล

คอนกรีตที่อยู่ในกระบวนการบ่ม และคอนกรีตที่ปล่อยแห้งตามธรรมชาติให้มีลักษณะเหมือนกันในช่วงต้น ดังนั้นค่ากำลังงานของคลื่นสะท้อนจึงใกล้เคียงกัน แต่เมื่อระยะเวลาผ่านไปเกิน 38 ชั่วโมงปฏิกิริยาไฮเดรชันที่เกิดขึ้นมีความแตกต่างกัน ทำให้คุณสมบัติไดอิเล็กตริกของคอนกรีตลดลงส่งผลให้กำลังงานคลื่นสะท้อนกลับเพิ่มขึ้นขึ้น ซึ่งผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้า (Jamil et al., 2013 : 77–87) ที่ได้มีผู้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติไดอิเล็กตริกของคอนกรีตที่แต่ละระยะเวลาการบ่ม

### ข้อเสนอแนะ

ระบบที่ออกแบบ การวางแผนวางสายอากาศเพื่อส่งคลื่นความถี่และรับสัญญาณเชื่อมต่อที่สะท้อนกลับมาจากคอนกรีต และแนวของคอนกรีตต้องอยู่ในระนาบเดิมทุกครั้งของการวัดเพื่อให้ได้ค่าที่แม่นยำ และอุณหภูมิของคอนกรีตที่วัดอยู่ในระดับอุณหภูมิห้อง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี