บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

คอนกรีตเป็นองค์ประกอบสำคัญในการก่อสร้างอาคาร มีความแข็งแรงและสามารถรับน้ำหนักได้มาก คอนกรีตประกอบด้วย ซีเมนต์เพสต์ (Cement paste) และมวลรวม (Aggregate) ซึ่งซีเมนต์เพสต์เป็นส่วนผสมระหว่างปูนซีเมนต์กับน้ำ มีสถานะข้นเหลว ทำหน้าที่ผสานมวลรวมเข้าด้วยกัน เมื่อเวลาผ่านไป ซีเมนต์เพสจะค่อย ๆ เปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง ในระหว่างการเปลี่ยนสถานะเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชัน (Hydration) ซึ่งมีน้ำเป็นส่วนสำคัญ โดยน้ำเข้าไปทำปฏิกิริยากับปูนซีเมนต์แล้วเกิดสารใหม่ขึ้นคือแคลเซียมซิลิเกตไฮเดรต Calcium silicate hydrate (CSH) และการคายพลังงานความร้อน ซึ่งเป็นสารหลักที่ให้กำลังแก่คอนกรีต มีอยู่ปริมาณร้อยละ 50-70 โดยปริมาตร ปฏิกิริยาไฮเดรชันสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเมื่อมีน้ำทำปฏิกิริยา ยิ่งปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นมากคอนกรีตจะได้กำลังอัดที่ดีขึ้น การที่ปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์จึงต้องมีน้ำมาเป็นปัจจัยในการทำปฏิกิริยาอยู่ตลอดเวลา การบ่มคอนกรีตจึงเป็นวิธีหนึ่งในการรักษาความชื้นในคอนกรีตให้เหมาะสมอยู่เสมอ เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันอย่างสมบูรณ์ ซึ่งส่งผลให้ได้กำลังของคอนกรีตตามที่ต้องการ หากไม่มีการบ่มคอนกรีต คอนกรีตจะสูญเสียน้ำไปอย่างรวดเร็วในช่วงแรก จนไม่มีน้ำไปทำปฏิกิริยากับปูนซีเมนต์ ปฏิกิริยาเกิดไม่สมบูรณ์ สาร CSH เกิดขึ้นน้อยลงในช่วงหลัง ทำให้มีช่องว่างระหว่างซีเมนต์มาก จุดสัมผัสระหว่างซีเมนต์จะมีน้อย เมื่อคอนกรีตแข็งตัวแล้ว จะทำให้โครงสร้างคอนกรีตไม่มีความแข็งแรง เกิดการแตกร้าวได้ง่าย และรับกำลังได้น้อย นอกจากนี้คอนกรีตที่ไม่ได้รับการบ่มสารเคมีอันตรายต่าง ๆ จะสามารถซึมเข้าไปในเนื้อคอนกรีตได้ง่ายขึ้น จนทำให้เหล็กเสริมเป็นสนิม (ซีแพคอะคาดิมี, 2543 : 9-24) การบ่มคอนกรีตที่ต้องใช้เวลาหลายวัน ปูนซีเมนต์ทั่วไปสำหรับงานธรรมดา เช่น เสา คาน กำแพง ควรจะได้รับการบ่มอย่างน้อย 7 วัน สำหรับงานพิเศษต้องใช้เวลาในการบ่มมากกว่า เช่น แผ่นพื้นบาง ๆ จะต้องใช้ระยะเวลาในการบ่ม 14 วัน ซึ่งในการก่อนสร้างจริงอาจทำได้ไม่เป็นไปตามกำหนด เนื่องจากปัญหาเวลาในสัญญาการก่อสร้าง ดังนั้นความแข็งแรงของคอนกรีตจึงเป็นคุณสมบัติสำคัญหนึ่งที่ต้องได้รับการตรวจสอบ โดยใช้พารามิเตอร์กำลังอัด (Compressive strength) เป็นพารามิเตอร์ที่ใช้บ่งชี้ความแข็งแรงของคอนกรีต

วิธีการวัดกำลังอัดของคอนกรีตมีทั้งวิธีแบบทำลายและไม่ทำลาย การตรวจสอบอาคารโดยทั่วไปใช้การตรวจสอบแบบไม่ทำลายก่อน เมื่อพบจุดบกพร่องจึงเก็บตัวอย่างเพื่อทดสอบแบบทำลายอีกครั้ง ซึ่งเป็นวิธีที่แม่นยำมากกว่า การวัดกำลังอัดคอนกรีตแบบไม่ทำลายที่ใช้โดยทั่วไปคือค้อนกระแทกแบบสมิดท์ (Schmidt's rebound hammer) วัดค่ากำลังอัดแบบไม่ทำลาย ใช้เวลาน้อยในการทดสอบ และราคาค่อนข้างต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับการเจาะเก็บตัวอย่างเพื่อทำการทดสอบ แต่มีข้อจำกัดด้านผลกระทบจากแรงโน้มถ่วง ทำให้ค่าอ่านได้ไม่เท่ากันเมื่อวัดในทิศทางต่างกันสำหรับคอนกรีตชนิดเดียวกัน และต้องปรับให้ถูกต้องด้วยการคูณค่าสัมประสิทธิ์ หรืออ่านค่าจากตารางของแต่ละทิศทาง (กรมโยธาธิการและผังเมือง, 2551 : 20) จึงไม่สามารถแสดงผลได้ทันที และยังไม่สะท้อนความเป็นจริงของโครงสร้าง (Hannachi, 2012 : 16-21)

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเป็นการออกแบบและพัฒนาระบบเซนเซอร์สำหรับตรวจสอบระดับความแข็งของคอนกรีต เพื่อใช้สำหรับการตรวจสอบการก่อสร้างอาคาร แบบไม่ทำลาย และสามารถแสดงผลได้ทันที ทำงานด้วยหลักการวัดความแตกต่างของวัสดุจากคุณสมบัติไดอิเล็กตริก เนื่องจากคอนกรีตที่ผ่านการบ่มอย่างถูกต้องจะมีสาร CSH ในปริมาณที่สูงกว่า ซึ่งคุณสมบัติไดอิเล็กตริกส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของคลื่นสะท้อน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของคลื่นสะท้อนและอายุการบ่มคอนกรีตตั้งแต่ผสมเสร็จเป็นเวลา 7 วัน
2. เพื่อสร้างระบบเซนเซอร์สำหรับตรวจสอบระดับความแข็งของคอนกรีต

ขอบเขตของการวิจัย

คอนกรีตที่นำมาทดสอบใช้ส่วนผสมเหมือนกัน ที่ความแข็งแรงมี 2 ระดับ คือ คอนกรีตที่บ่มด้วยการรักษาระดับความชื้นเป็นเวลา 7 วัน และคอนกรีตที่แข็งตัวในอากาศปกติเป็นเวลา 7 วัน ดังนั้นระบบจึงตัดสินใจแสดงผลการวัด 2 ระดับ

1. ออกแบบและพัฒนาระบบเซนเซอร์สำหรับตรวจสอบระดับความแข็ง (กำลังอัด) ของคอนกรีต
2. จำลองการตรวจวัดคอนกรีตคุณภาพสูงและต่ำที่มีการบ่ม 10 – 120 วัน โดยอาศัยช่วงความถี่ 2.4 และ 2.5 กิกะเฮิรตซ์ เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติไดอิเล็กตริกของคอนกรีต

นิยามศัพท์เฉพาะ

คอนกรีตคุณภาพสูง หมายถึง คอนกรีตที่ผ่านการบ่มด้วยการหุ้มพลาสติกเป็นคอนกรีตที่จะให้ค่ากำลังอัดสูง

คอนกรีตคุณภาพต่ำ หมายถึง คอนกรีตไม่ปล่อยแห้งตามธรรมชาติจะมีค่ากำลังอัดต่ำ

กำลังอัดคอนกรีต หมายถึง ความสามารถของคอนกรีตในการต้านทานต่อหน่วยแรงอัดที่เกิดขึ้น โดยไม่เกิดการพังทลาย การพังทลายนี้ ได้แก่ รอยแตกร้าวที่ปรากฏ กำลังอัดของคอนกรีตขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญ 3 ประการ ได้แก่ กำลังของมอร์ตาร์ กำลัง ของมวลรวมหยาบ และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างมอร์ตาร์กับมวลรวมหยาบ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี