บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : MRG5580041

ชื่อโครงการ : การศึกษาอันตรกิริยาระหว่างคอนกรีตเสริมเหล็กและพลังงานไมโครเวฟโดยใช้ท่อนำคลื่นทรงสี่เหลี่ยมชนิดโหมดเดี่ยว: ทฤษฎีและการทดลอง

ชื่อนักวิจัย : ดร.ณัฏฐ์ มากุล มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

อีเมล์ : shinomomo7@gmail.com

ระยะเวลาโครงการ : 24 เดือน

การทำความร้อนด้วยพลังงานไมโครเวฟถือได้ว่าเป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพสูงสำหรับกระบวนการทางความร้อน ทั้งนี้ข้อได้เปรียบที่สำคัญของเทคนิคนี้เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีดั้งเดิมประกอบด้วยอัตราการทำงานร้อนที่เร็วและประหยัด มีกระบวนการสั้น การแทรกซึมของพลังงานสูง การควบคุมทางเทคนิคแม่นยำและรวดเร็ว กระบวนการที่สะอาดและไม่ก่อให้เกิดขยะในขั้นต่อไป กระบวนการทางไมโครเวฟสำหรับการทำความร้อนได้รับการพัฒนาทั้งทางการศึกษาในห้องปฏิบัติการและบางกรณีสามารถพัฒนาไปถึงระดับการค้าด้วย ในทางทฤษฎีแล้วพลังงานไมโครเวฟสามารถใช้ในกระบวนการทางด้านวัสดุซีเมนต์และคอนกรีต ด้วยเหตุที่วัสดุประเภทนี้สามารถแสดงสมบัติทางไดอิเล็คทริกได้เป็นอย่างดีซึ่งสามารถดูดซับพลังงานไมโครเวฟได้อย่างมีประสิทธิภาพและแปรรูปให้เป็นพลังงานความร้อนได้ดี

งานวิจัยนี้นำเสนอการศึกษาอันตรกิริยาระหว่างคอนกรีตเสริมเหล็กและพลังงานไมโครเวฟโดยใช้ท่อนำคลื่นทรงสี่เหลี่ยมชนิดโหมดเดี่ยว โดยเริ่มจากการศึกษากลไกการเปลี่ยนแปลงของค่าไดอิเล็กตริกชนิดปรับค่าได้ของคอนกรีตและคอนกรีตที่มีเหล็กเสริมเพื่อใช้ในการทำนายค่าสมบัติไดอิเล็กตริกเมื่ออยู่ภายใต้การกระทำของพลังงานไมโครเวฟ ต่อจากนั้นจะได้ศึกษาเชิงโครงสร้างเฉพาะของคอนกรีตที่บ่มด้วยพลังงานไมโครเวฟ ท้ายที่สุดที่เป็นการจำลองทางคณิตศาสตร์ซึ่งชี้บ่งความสัมพันธ์ระหว่างการบ่มด้วยพลังงานไมโครเวฟและการเคลื่อนที่ของความร้อนและมวลของคอนกรีตเสริมเหล็ก ผลการทดสอบที่ได้แสดงให้เห็นว่าสมบัติไดอิเล็กตริกมีค่าสูงในช่วงต้นและคงที่ในช่วงดอร์แมนท์ (Dormant period) หลังจากปฏิกิริยาไฮเดรชั่นดำเนินไปสมบัติดังกล่าวลดลงอย่างรวดเร็ว นอกจากนั้นด้วยการใช้คลื่นไมโครเวฟในการทำความร้อนมีผลทำให้กำลังอัดในช่วง 7 วันแรก เพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามในช่วง 7 วันต่อมา ค่ากำลังอัดที่ได้มีค่าลดลงเล็กน้อยจนกระทั่งลดลงต่ำสุดที่อายุ 28 วัน สำหรับค่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นซึ่งวัดจากตำแหน่งกึ่งกลางของตัวอย่างระหว่างที่เกิดการทำความร้อนด้วยพลังงานไมโครเวฟมีความสอดคล้องเป็นอย่างดีกับค่าที่คำนวณได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น

คำหลัก : อันตรกิริยา; การเคลื่อนที่ของความร้อนและมวล; พลังงานไมโครเวฟ; ท่อนำคลื่นทรงสี่เหลี่ยม; คอนกรีตเสริมเหล็ก

Abstract

Project Code : MRG5580041

Project Title : A study of the interaction between steel-reinforced concrete and microwave energy using a single-mode rectangular waveguide: Theory and experiment

Investigator : Dr. Natt Makul Phranakhon Rajabhat University

E-mail Address : shinomomo7@gmail.com

Project Period : 24 Months

Microwave heating is a highly efficient technique for various thermal processes. Advantages of microwave heating compared to conventional processing methods include energy-saving rapid heating rates and short processing times, deep penetration of the microwave energy, instantaneous and precise electronic control, clean heating processes, and no generation of secondary waste. Microwave energy processes for heating have been developed for numerous laboratory-scale investigations and, in some cases, have been commercialized. Microwave energy use should theoretically be advantageous in the processing of cement and concrete materials. These materials exhibit excellent dielectric properties and, therefore, should be able to absorb microwave energy very efficiently and instantaneously convert it into heat.

This research presents a comprehensive study on the interaction between steel-reinforced concrete and microwave energy using a single-mode rectangular waveguide. We begin by investigating the mechanisms of changes in the adaptive dielectric properties of concretes and reinforced concretes to predict how these properties are altered when microwave energy is applied. Next, the structural characteristics of microwave-cured concrete will be identified. Finally, we will formulate mathematical models to describe the relationship between microwave curing and mass transfer for steel-reinforced concrete. The obtained results show that dielectric properties are relatively high and remain constant during the dormant period. After this period, the hydration reaction resumes and dielectric properties decrease rapidly. Further with the use of microwave heating, early-age strength increases during the first 7 days; however, during the next 7 days, early-age strength decreases slightly, until it reaches its lowest at the 28-day mark. The temperature rise as actually recorded at the centre of the sample during microwave heating in our experiment consistently agreed with figures calculated by a mathematical model.

Keywords : Interaction; Heat and mass transfer; Microwave energy; Rectangular waveguide; Steel-reinforced concretes