

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : TRG5780225

ชื่อโครงการ : การทดลองและการวิเคราะห์เชิงตัวเลขของการถ่ายเทความร้อนและมวลสารในคอนกรีตพรุนชนิดไม่อัดตัวและไม่เป็นเนื้อเดียวกันที่เกิดขึ้นภายในท่อนำคลื่นรูปทรงสี่เหลี่ยมภายใต้การแผ่รังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าโดยใช้ระบบไมโครเวฟร่วมกับระบบสุญญากาศ

ชื่อนักวิจัย : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐ มากุล มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

อีเมล : shinomomo7@gmail.com

ระยะเวลาโครงการ : 24 เดือน

การทำความร้อนด้วยพลังงานไมโครเวฟถือได้ว่าเป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพสูงสำหรับกระบวนการทางความร้อน ทั้งนี้ข้อได้เปรียบที่สำคัญของเทคนิคนี้เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีดั้งเดิมประกอบด้วยอัตราการทำงานร้อนที่เร็วและประหยัด มีกระบวนการสั้น การแทรกซึมของพลังงานสูง การควบคุมทางเทคนิคแม่นยำและรวดเร็ว กระบวนการที่สะอาดและไม่ก่อให้เกิดขยะในขั้นต่อไป กระบวนการทางไมโครเวฟสำหรับการทำความร้อนได้รับการพัฒนาทั้งทางการศึกษาในห้องปฏิบัติการและบางกรณีสามารถพัฒนาไปถึงระดับการค้าด้วย ในทางทฤษฎีแล้วพลังงานไมโครเวฟสามารถใช้ในกระบวนการทางด้านวัสดุซีเมนต์และคอนกรีต ด้วยเหตุที่วัสดุประเภทนี้สามารถแสดงสมบัติทางไดอิเล็กตริกได้เป็นอย่างดีซึ่งสามารถดูดซับพลังงานไมโครเวฟได้อย่างมีประสิทธิภาพและแปรรูปให้เป็นพลังงานความร้อนได้ดี

งานวิจัยนี้นำเสนอการศึกษาการถ่ายเทความร้อนและมวลสารในคอนกรีตพรุนชนิดไม่อัดตัวและไม่เป็นเนื้อเดียวกันที่เกิดขึ้นภายในท่อนำคลื่นรูปทรงสี่เหลี่ยมภายใต้การแผ่รังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าโดยใช้ระบบไมโครเวฟร่วมกับระบบสุญญากาศ โดยเริ่มจากการศึกษาหลักการเปลี่ยนแปลงของค่าไดอิเล็กตริกชนิดปรับค่าได้ของคอนกรีตและคอนกรีตที่มีเหล็กเสริมเพื่อใช้ในการทำนายค่าสมบัติไดอิเล็กตริกเมื่ออยู่ภายใต้การกระทำของพลังงานไมโครเวฟ ต่อจากนั้นจะได้ศึกษาเชิงโครงสร้างเฉพาะของคอนกรีตที่บ่มด้วยพลังงานไมโครเวฟ ท้ายที่สุดที่เป็นการจำลองทางคณิตศาสตร์ซึ่งชี้ถึงความสัมพันธ์ระหว่างการบ่มด้วยพลังงานไมโครเวฟและการเคลื่อนที่ของความร้อนและมวลของคอนกรีตเสริมเหล็ก ผลการทดสอบที่ได้แสดงให้เห็นว่าสมบัติไดอิเล็กตริกมีค่าสูงในช่วงต้นและคงที่ในช่วงดอร์แมนท์ (Dormant period) หลังจากปฏิกิริยาไฮเดรชันดำเนินไปสมบัติดังกล่าวลดลงอย่างรวดเร็ว นอกจากนั้นด้วยการใช้คลื่นไมโครเวฟในการทำความร้อนมีผลทำให้กำลังอัดในช่วง 7 วันแรก เพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามในช่วง 7 วันต่อมา ค่ากำลังอัดที่ได้มีค่าลดลงเล็กน้อยจนกระทั่งลดลงต่ำสุดที่อายุ 28 วัน สำหรับค่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นซึ่งวัดจากตำแหน่งกึ่งกลางของตัวอย่างระหว่างที่เกิดการทำความร้อนด้วยพลังงานไมโครเวฟมีความสอดคล้องเป็นอย่างดีกับค่าที่คำนวณได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น

คำหลัก : การเคลื่อนที่ของความร้อนและมวล; พลังงานไมโครเวฟ; สุญญากาศ; คอนกรีต

Abstract

Project Code : TRG5780225

Project Title : Experimental and numerical analysis of heat-mass transfer of unsaturated heterogeneous porous concrete in a rectangular waveguide when subjected to electromagnetic radiation using a combined microwave and vacuum system

Investigator : Assistant Professor 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 heat-mass transfer of unsaturated heterogeneous porous concrete in a rectangular waveguide when subjected to electromagnetic radiation using a combined microwave and vacuum system. 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 : Heat and mass transfer; Microwave energy; Vacuum; Concrete