

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาวัสดุผสมฉลาดแบบใหม่สำหรับการประยุกต์ใช้งานเป็นตัวตรวจจับ (sensor) และ ตัวขับเคลื่อน (actuator) ในงานด้านวิศวกรรมโยธา ในขั้นตอนแรกได้ทำการผลิตเซรามิกเพียโซอิเล็กทริกที่มีสารตะกั่วเป็นองค์ประกอบ คือ เซรามิกเลดเซอร์โคเนตไทเทเนต (PZT) โดยมีนิเกิลออกไซด์(NiO) เป็นตัวเติม (PZT-xNiO เมื่อ $x = 0.02-0.10$) และเซรามิกเลดแมกนีเซียมไนโอเบตไทเทเนต (PMNT, 0.67PMN-0.33PT) จากการตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์เพียโซอิเล็กทริกพบว่า มีค่า 298 pC/N และ 527 pC/N ตามลำดับ ขั้นตอนที่สองได้ทำการผสมเซรามิกเลดแมกนีเซียมไนโอเบตไทเทเนต (PMNT) และ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (PC) ในระบบเชื่อมโยงแบบ 0-3 ที่อัตราส่วนร้อยละ 50 โดยปริมาตรของ PMNT โดยมีพอลิไวนิลิดีนฟลูออไรด์ (PVDF) เป็นตัวเติมในอัตราส่วนร้อยละ 1-10 โดยปริมาตรของพอลิไวนิลิดีนฟลูออไรด์ และทำการตรวจสอบลักษณะโครงสร้างจุลภาคของวัสดุผสม PC-PMNT-PVDF ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) และกล้องจุลทรรศน์แบบใช้สัญญาณเพียโซอิเล็กทริก (PFM) และตรวจสอบสมบัติเพียโซอิเล็กทริกและค่าคงที่ไดอิเล็กทริกของวัสดุผสม

ผลการทดลองการเติมเฟสที่สามลงไปวัสดุผสม PC-PMNT พบว่า PVDF ช่วยเพิ่มค่าโพลาไรเซชันคงค้าง (P_r) และค่าคงที่ไดอิเล็กทริกให้สูงขึ้นที่อัตราส่วน ร้อยละ 2 โดยปริมาตรของพอลิไวนิลิดีนฟลูออไรด์ ในขณะที่ค่าการสูญเสียเชิงไดอิเล็กทริกจะลดลงตามปริมาณของพอลิไวนิลิดีนฟลูออไรด์ที่เพิ่มขึ้น จากการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคพบว่าพอลิไวนิลิดีนฟลูออไรด์ยังช่วยแก้ปัญหาการรบกวนของวัสดุผสมระบบนี้ โดยจะช่วยให้การเชื่อมต่อภายในเนื้อวัสดุผสมด้วยการหลอมและเข้าไปแทรกในรอยต่อระหว่างเฟสของซีเมนต์และเฟสเซรามิก ดังนั้น จากผลการทดลองในส่วนนี้การใช้พอลิไวนิลิดีนฟลูออไรด์เป็นเฟสที่สามซึ่งเป็นฉนวนนั้นจะช่วยลดการสูญเสียพลังงานและลดการรบกวนในรอยต่อระหว่างเฟส อีกทั้งยังช่วยให้สมบัติไฟฟ้าของวัสดุผสมผสมดีขึ้นนั่นคือวัสดุผสมใหม่ที่เตรียมได้จากงานวิจัยนี้เหมาะสมที่จะนำไปพัฒนาและประยุกต์ใช้เป็นตัวตรวจจับ (sensor) ได้

คำหลัก: เลดแมกนีเซียมไนโอเบตไทเทเนต, ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์, พอลิไวนิลิดีนฟลูออไรด์, วัสดุผสม

Abstract

This research project aims to study new smart composites for the sensing and actuation applications in civil engineering. Firstly, piezoelectric ceramic materials include Pb-based compounds, lead zirconate titanate with nickel oxide addition (PZT-xNiO when $x= 0.02-0.10$) and lead magnesium niobate titanate (PMNT, 0.67PMN-0.33PT) were fabricated. The results of piezoelectric coefficient value is 298 pC/N and 527 pC/N respectively. Secondly, lead magnesium niobate titanate (PMNT) and Portland cement (PC) composites of 0-3 were produced for 50%PMNT by volume content with polyvinylidene fluoride(PVDF) addition for 1-10%by volume. Microstructure of PC-PMNT-PVDF composites were investigated by using scanning electron microscope (SEM) and piezoresponse force microscope (PFM). The ferroelectric and dielectric properties were also investigated. The dielectric constant and instantaneous remnant polarization (P_{ir}) of PC-PMNT composite with the third phase (PVDF) addition was found maximum values at the composition of 2 volume % of PVDF while the dielectric loss was found to decrease due to the increase in insulative PVDF addition. Also, the PVDF addition in the composite can solve the problem relating to the porosity and show good connectivity by filling the pores at the interface region between the piezoelectric ceramic phase and the cement phase. Thus, the use of PVDF as a third phase and as an insulator can be seen to evidently reduce the loss and noticeably improve the electrical properties of the composites. Therefore, this novel composite is deemed suitable for sensor application.

Keywords: lead magnesium niobate titanate, Portland cement, polyvinylidene fluoride, composites