

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	สมบัติเชิงกลและสมบัติการยับยั้งจุลชีพของวัสดุที่มีซีเมนต์เป็นฐานที่เติมด้วยสารเติมแต่งขนาดนาโน	
ผู้เขียน	นายทองศักดิ์ โนไชยา	
ปริญญา	วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (วัสดุศาสตร์)	
คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร. อานนท์ ชัยพานิช รศ.ดร. จีระพงษ์ ตันตระกูล รศ.ดร. พิศยัฐ สิงห์ใจ	อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
บทคัดย่อ		

การใช้งานวัสดุนาโนร่วมกับวัสดุก่อสร้างเป็นทางเลือกใหม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความพยายามที่จะใส่อนุภาคขนาดนาโนเข้าไปในซีเมนต์เพสต์เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของวัสดุก่อสร้าง ซึ่งในงานวิจัยนี้ผงฝุ่นซิลิกา (Silica fume: SF) ถูกนำมาใช้ทดแทนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก ส่วนท่อนาโนคาร์บอน (CNTs) อนุภาคนาโนไททาเนียมไดออกไซด์ (TiO₂) และอนุภาคนาโนสังกะสีออกไซด์ (ZnO) ถูกนำมาใช้เป็นสารเติมแต่งโดยใช้ในปริมาณมากที่สุดร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก การทดสอบเริ่มจากการหาผลกระทบของวัสดุนาโนต่อการความชื้นเหลวปกติ (Normal consistency) และการก่อตัว (Setting time) ของปูนซีเมนต์ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้เตรียมชิ้นงานปูนซีเมนต์ออกเป็นสองลักษณะตามวิธีการทดสอบ ได้แก่ ชิ้นงานแบบซีเมนต์เพสต์ (โดยใช้อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 0.5) จะใช้สำหรับวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงและโครงสร้างทางจุลภาค ด้วยเทคนิคการเปลี่ยนแปลงทางความร้อน (TGA) และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ตามลำดับ สำหรับระบบที่ใส่ท่อนาโนคาร์บอนนั้นจะทำการทดสอบหารูพรุนด้วยเทคนิค Mercury intrusion porosimetry (MIP) ส่วนลักษณะที่สอง คือชิ้นงานแบบมอร์ตาร์ ใช้สำหรับการทดสอบกำลังอัด (Compressive strength) การรับแรงดัดงอ (Flexural strength) ความหนาแน่น (Density) และการดูดซึมน้ำ (Water absorption) โดยใช้อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ (w/c) เท่ากับ 0.5 และใช้อัตราส่วนทรายต่อปูนซีเมนต์ (s/c) เท่ากับ 2.5 นอกจากนี้ชิ้นงานมอร์ตาร์ยังใช้ในการทดสอบสมบัติการยับยั้งจุลชีพ (สำหรับย) บนผิวของชิ้นงานอีกด้วย

จากผลการศึกษาพบว่าอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์มีผลต่อการก่อตัวของปูนซีเมนต์ในทิศทางที่ใช้เวลาในการก่อตัวเพิ่มขึ้น และสารเติมแต่งทุกชนิดจะมีผลทำให้ค่าความหนาแน่นของมอร์ตาร์เพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าการดูดซึมน้ำของมอร์ตาร์ที่เติมด้วยสารเติมแต่งขนาดนาโนพบว่ามอร์ตาร์ที่มีค่าต่ำกว่าชุดตัวอย่างควบคุมซึ่งเป็นผลมาจากการลดลงของรูพรุนในชิ้นงาน ในส่วนผลของความแข็งแรงพบว่าปูนซีเมนต์ที่ผสม CNTs และ TiO_2 จะมีค่ากำลังอัดและการรับแรงดัดงอที่ดีขึ้น ส่วนปูนซีเมนต์ที่ผสม ZnO จะพบว่าค่ากำลังอัดในช่วงต้น (3 วัน และ 7 วัน) จะลดลงเมื่อเติมปริมาณ ZnO เพิ่มขึ้นและค่ากำลังอัดที่ได้มีค่าน้อยกว่าปูนซีเมนต์ล้วน อย่างไรก็ตามค่ากำลังอัดนี้จะพัฒนาสูงกว่าปูนซีเมนต์ล้วนเมื่อระยะเวลาในการบ่มมากกว่า 28 วัน นอกจากนี้จากผลการทดสอบพฤติกรรมทางความร้อนด้วยเทคนิค TGA พบว่าสารเติมแต่ง CNTs และ TiO_2 ไม่ทำปฏิกิริยากับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์และผลิตภัณฑ์ไฮเดรชัน (Hydration products) ส่วน ZnO จะหน่วงปฏิกิริยาไฮเดรชันของปูนซีเมนต์โดยเฉพาะระยะเวลาการบ่มก่อน 7 วัน ยิ่งไปกว่านั้นผลจากการทดสอบการยับยั้งจุลชีพพบว่าการเติบโตของสาหร่ายบนผิวชิ้นงานจะลดลงเมื่อเติมสารเติมแต่งเพิ่มขึ้น ดังนั้นการเติมนาโนวัสดุผสมเข้าไปกับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์จะช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทั้งทางด้านเชิงกลและการยับยั้งจุลชีพของวัสดุก่อสร้างได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved

Thesis Title	Mechanical and Antimicrobial Properties of Cement-Based Materials with Nano-Sized Additives	
Author	Mr. Thanongsak Nochaiya	
Degree	Doctor of Philosophy (Materials Science)	
Thesis Advisory Committee		
	Asst. Prof. Dr. Arnon Chaipanich	Advisor
	Assoc. Prof. Dr. Jerapong Tontrakoon	Co-advisor
	Assoc. Prof. Dr. Pisith Singjai	Co-advisor

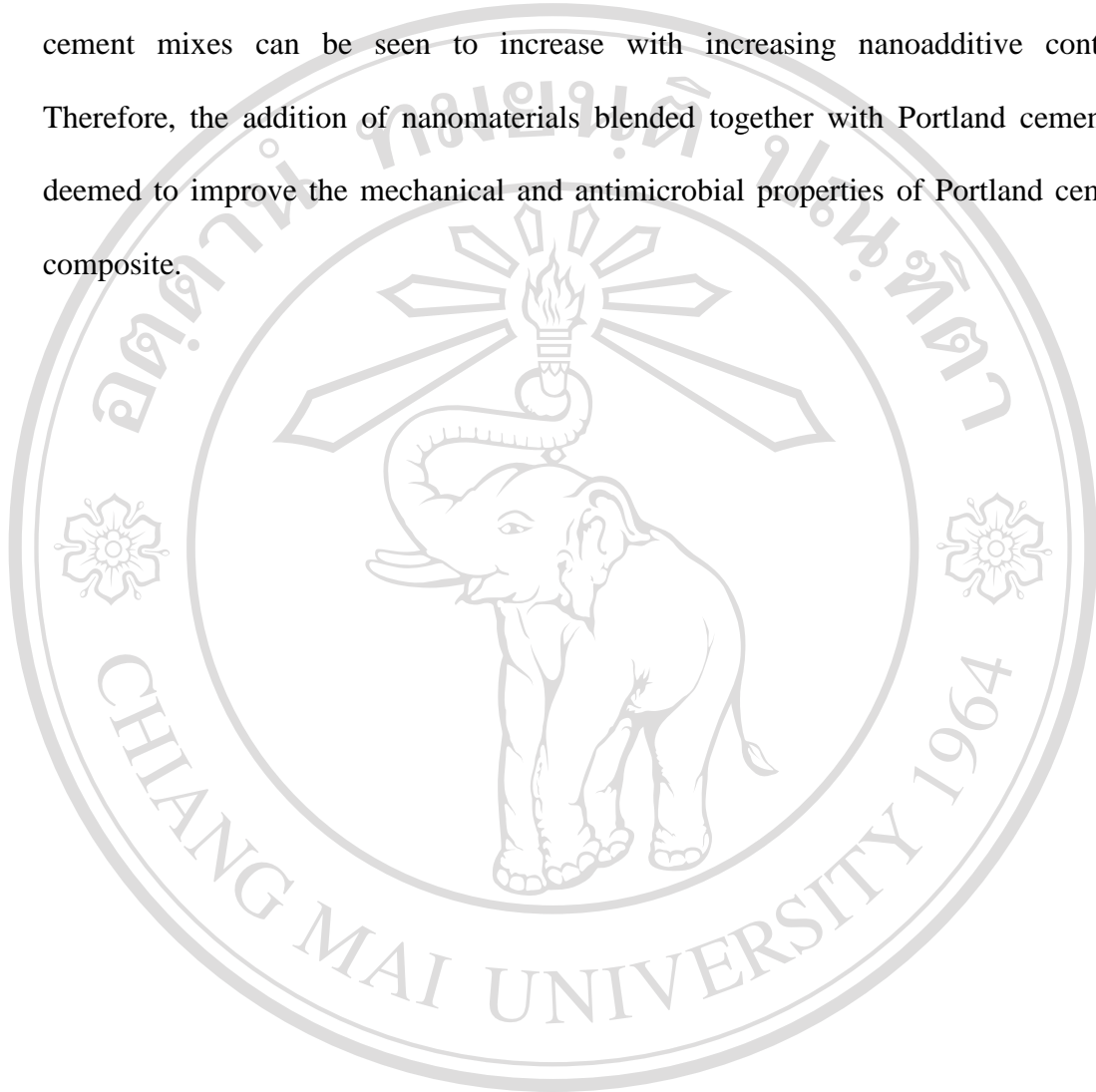
ABSTRACT

Nanomaterials when used together with existing construction and building materials can be seen as a novel approach, a lot of effort has been carried out to introduce nanoparticles into cement pastes in order to improve their properties. In this research work, silica fume (SF) was used as cementitious materials at 10 wt% by direct weight replacement of Portland cement, and additional materials such as multi-walled carbon nanotubes (CNTs), titanium dioxide nanoparticles (TiO₂) and zinc oxide nanoparticles (ZnO), were used at up to 5 wt% to produce nanocomposites in the form of cement pastes and mortars. The effects of these additives on normal

consistency and setting time were firstly studied. Paste samples were prepared using a water to cement (w/c) ratio of 0.5 for phase transformation and microstructure analyses. Thermalgravimetric analysis (TGA) and scanning electron microscope (SEM) were used to study these characteristics, respectively. Furthermore, porosity property of pastes with CNTs is characterized using mercury intrusion porosimetry (MIP) technique. For physical and mechanical properties investigation, mortar samples were used. The w/c and sand to cement ratios (s/c) used are 0.5 and 2.5, respectively. Density, water absorption, flexural strength and compressive strength were investigated. In addition, the antimicrobial effect (algae) of the mortars determined by chlorophyll contents on the surface of the samples was also investigated.

The results showed that setting time of Portland cement pastes with TiO_2 was similar to the control mix while the time of setting of the mixes with ZnO was found to be longer. For density results, the mortar mixes was found to increase with increasing nanoadditives content while water absorption of Portland cement with nano-sized additives was found to be lower than that of PC control resulting from the reduction of the porosity. The strength results show that increasing additional nanoadditives (CNTs and TiO_2) content, an increase in both flexural strength and the compressive strength were observed. For ZnO composites, it can be seen that the compressive strength at the early ages (3 days and 7 days) was decreased with increasing ZnO content and was lower than that of the control mix. However, after 28 days, the compressive strength of ZnO mixes was found to be higher than that of control mix. From TGA results, it was found that CNTs and TiO_2 did not react with Portland cement and other hydration products while the hydration products are

noticeably less for ZnO mixes since the hydration reaction was retarded by ZnO especially at the early age of 7 days. In addition, antimicrobial effect of Portland cement mixes can be seen to increase with increasing nanoadditive content. Therefore, the addition of nanomaterials blended together with Portland cement is deemed to improve the mechanical and antimicrobial properties of Portland cement composite.



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved