

**MECHANICAL BEHAVIORS OF HIGH-DENSITY  
POLYETHYLENE (HDPE) FIBER REINFORCED CEMENT  
MORTAR**



**TRITHOS KAMSUWAN**

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENTS FOR  
THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY  
(MATERIAL SCIENCE AND ENGINEERING)  
FACULTY OF GRADUATE STUDIES  
MAHIDOL UNIVERSITY**

Copyright by Mahidol University

**COPY RIGHT OF MAHIDOL UNIVERSITY**

**MECHANICAL BEHAVIORS OF HIGH-DENSITY POLYETHYLENE (HDPE) FIBER REINFORCED CEMENT MORTAR**

TRITHOS KAMSUWAN 5137663 SCME/D

Ph.D. (MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING)

THESIS ADVISORY COMMITTEE : TOEMSAK SRIKHIRIN, Ph.D.,  
TAWEECHAI AMORNSAKCHAI, Ph.D., TANAKORN OSOTCHAN, Ph.D.**ABSTRACT**

In material science, advanced composites and the fundamental understanding of mechanical behavior is a rapidly expanding branch within the field of science and engineering materials. Fiber-reinforced cement composites have played a dominant role for a long time in a variety of applications for their high specific strength and modulus. Fiber reinforced cement composites has so far been successfully used in many applications such as slabs on grade, shotcrete, architectural panels, precast products, offshore structures, structures in seismic regions, thin and thick repairs, crash barriers, footings, hydraulic structures. Polyethylene has very high potential for producing high modulus and high strength fibers. Polyethylene fiber produced by melt spinning is commercially available and has been around for quite some time. To produce stronger fibers, polyethylene needs to be drawn to very high draw ratio exceeding that used in conventional fiber production. This research evaluates the effect of melt spinning ultra-draw HDPE fiber using as the reinforced material in cement mortar. A whole set of experimental data were created reference to the efficiency of using HDPE fiber reinforced on the tensile, flexural and toughness properties of cement mortar with different high drawn ratio of HDPE fibers. The fiber with the different drawn ratio 10x (d10 with E xx), 25x (d25 with E xx), and 35x (d35 with E xx) fiber volume fraction (0.5%, 1.0%, 1.5%) and fiber length (5 mm., 10 mm., 15 mm., 20 mm.) were used and the stress – strain displacement relationship behavior of HDPE short fiber reinforced cement mortar were investigated. It was found that the high drawn ratio of HDPE fiber show more improvement in tensile strength and toughness than the low drawn ratio of HDPE fiber when reinforced in cement mortar. In this research, consideration the efficiency HDPE fiber reinforced cement mortar, HDPE fiber D25 is suitable for fiber volume fraction v1.5% and fiber length 20 mm. The HDPE fiber D35 is suitable for fiber volume fraction v1.0% and fiber length 15 mm.

**KEY WORDS: BEHAVIORS / MECHANICAL / FIBER / REINFORCED / CEMENT MORTAR**

พฤติกรรมด้านกำลังของซีเมนต์มอร์ต้าที่เสริมแรงด้วยเส้นใย โพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง  
MECHANICAL BEHAVIORS OF HIGH-DENSITY POLYETHYLENE (HDPE) FIBER REINFORCED  
CEMENT MORTAR

ไทรทศ ขำสุวรรณ 5137663 SCME/D

ปร.ด. (วิทยาศาสตร์และวิศวกรรมวัสดุ)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : เดิมศักดิ์ ศรีศิริพันธ์, Ph.D. (POLYMER SCIENCE), ทวีชัย อมรศักดิ์ชัย,  
Ph.D. (POLYMER PHYSICS), ธนกร โอสดจันท์, Ph.D. (PHYSICS)

บทคัดย่อ

ในความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของวัสดุเชิงประกอบ และพื้นฐานในความเข้าใจของพฤติกรรมทางกลสมบัติของวัสดุ ได้ถูกพัฒนาขยายตัวในด้านวิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมทางวัสดุอย่างต่อเนื่อง ปัจจุบันด้านความกำลังแรงดึงและโมดูลัสยืดหยุ่นที่สูง มีความโดดเด่นต่อการประยุกต์ใช้เส้นใยเสริมแรงในวัสดุซีเมนต์ผสม ในหลายลักษณะ ได้แก่ งานพื้นทางลาด, ชั้นส่วนงานสถาปัตยกรรม, ชั้นส่วนอัดแรง, โครงสร้างส่วนแผ่นดินไหว, งานซ่อมที่มีความหนาบาง, แผ่นกันกันกระแทก, งานฐานราก และโครงสร้างชลประทาน เป็นต้น ด้วยศักยภาพที่ดีของพอลิเมอร์โพลีเอทิลีนที่สามารถเพิ่มโมดูลัสและแรงดึงสูงในการทำเส้นใย จากกรรมวิธีการหลอมเม็ดพลาสติกและปั่นด้ายเส้นใยจากเม็ดพอลิเมอร์โพลีเอทิลีน โดยเพิ่มความเร็วรอบจากการดึงเส้นใย เพื่อให้ได้กำลังของเส้นใยที่สูงเพิ่มขึ้น การวิจัยนี้เป็นการศึกษาและประเมินประสิทธิภาพของการใช้เทคนิคการดึงผลิตเส้นใย HDPE ด้วยอัตรารอบแรงดึงที่สูงต่างกัน เพื่อใช้เป็นเส้นใยเสริมแรงในวัสดุซีเมนต์มอร์ต้า โดยตัวอย่างการทดลองและการทดสอบทั้งหมดอ้างอิงในด้านประสิทธิภาพการเสริมรับแรงดึง, แรงดัด, และค่าคุณสมบัติความเหนียว ในวัสดุเชิงประกอบเส้นใยเสริมซีเมนต์มอร์ต้า ด้วยอัตรารอบแรงดึงในตัวเส้นใย HDPE ที่ต่างกัน สำหรับความแตกต่างในอัตรารอบแรงดึง 10 เท่า ใช้สัญลักษณ์แทน d10, อัตรารอบแรงดึง 25 เท่า ใช้สัญลักษณ์แทน d25, และอัตรารอบแรงดึง 35 เท่า ใช้สัญลักษณ์แทน d35 สำหรับค่าปริมาณสัดส่วนผสมเพิ่มของเส้นใยที่อัตราส่วน 0.5%, 1.0%, 1.5% สำหรับค่าความยาวของเส้นใยที่ขนาด 5 มม., 10 มม., 15 มม., 20 มม., ซึ่งศึกษาพฤติกรรมการรับแรงของเส้นใย HDPE เสริมแรง โดยอาศัยเส้นความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าความเค้นกับความเครียดหรือการเปลี่ยนรูป ในการศึกษาวิจัยนี้พบว่า การใช้เส้นใย HDPE ที่มีอัตรารอบแรงดึงในเส้นใยสูง จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของคุณสมบัติการรับแรงดึง และค่าคุณสมบัติความเหนียวของการเสริมแรงใช้วัสดุซีเมนต์มอร์ต้าได้ดีกว่า เส้นใย HDPE ที่มีอัตรารอบแรงดึงที่ต่ำกว่าที่เป็นเส้นใยที่ใช้โดยทั่วไปในปัจจุบัน ในการศึกษาวิจัยนี้ ประสิทธิภาพของการใช้เส้นใย HDPE เสริมแรงในซีเมนต์มอร์ต้า พบว่า เส้นใย HDPE ชนิด D25 เหมาะสมกับปริมาณสัดส่วนผสมที่ 1.5% ขนาดความยาวเส้นใย 20 มม. และเส้นใย HDPE ชนิด D35 เหมาะสมกับปริมาณสัดส่วนผสมที่ 1.0% ขนาดความยาวเส้นใย 15 มม.