

การศึกษาผลกระทบของพอลิเมอร์ร่วมระหว่าง ไวนิลอะซิเตท/เอทิลีน และ สไตรีน/กรดอะคริลิก
ต่อคุณสมบัติปูนสำเร็จรูป

Study of the Effect of Copolymer between Vinyl Acetate/Ethylene and Styrene/Acrylic Acid to Dry
Mixed Mortar Properties

ปิยวัลย์ ชัยวิทยาอัมพร (Piyawan Chaiwitthayaamphorn)* ไพศาล กิตติสุภกร (Paisan Kittisupakorn)**

บทคัดย่อ

ปัจจุบันนี้ คอนกรีตที่ได้รับการซ่อมแซมจะพิจารณาถึงคุณสมบัติด้านกำลังของคอนกรีต โดยได้เติมพอลิเมอร์ลาเท็กซ์ในปูนสำเร็จรูป เพื่อเพิ่มคุณสมบัติด้านแรงยึดเกาะของคอนกรีตเก่ากับคอนกรีตใหม่เข้าด้วยกัน ซึ่งทำให้งานด้านการซ่อมแซมดังกล่าวมีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น งานวิจัยนี้มีการนำสารพอลิเมอร์ลาเท็กซ์สองชนิด คือ พอลิเมอร์ร่วมระหว่างไวนิลอะซิเตท/เอทิลีน หรือ พอลิเมอร์ร่วมระหว่างสไตรีน/กรดอะคริลิก ผสมลงในปูนสำเร็จรูปที่ปริมาณ และความชื้นต่างๆ กันของสารพอลิเมอร์เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติด้าน แรงอัด กำลังอัดและแรงยึดเกาะ ของคอนกรีต (LMC) ที่ระยะเวลา 28 วัน จากผลการวิจัยพบว่า เมื่อความชื้นของสารพอลิเมอร์เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อค่าแรงอัด ค่ากำลังอัดและค่าแรงยึดเกาะของคอนกรีต เนื่องมาจากสารพอลิเมอร์ลาเท็กซ์จับตัวกันเป็นก้อน ซึ่งส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยาการก่อตัวเป็นฟิล์ม ทำให้อนุภาคของสารพอลิเมอร์ไม่สามารถกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอปนอยู่ในเนื้อคอนกรีต จึงทำให้คุณสมบัติด้านกำลังลดลง

ABSTRACT

In present, the repaired concrete is highly considered of the strength property of concrete. The polymer latex is added to dry mixed mortar to increase the adhesive property between old and new concrete. This leads to the efficiency of repaired concrete. This research focuses on the addition of Vinyl Acetate/Ethylene Copolymer or Styrene/Acrylic acid Copolymer to dry mixed mortar varying the amount and moisture of polymer. Then, the latex modified concretes have been compared with respect to Flexural strength, Compressive strength and Adhesive strength at 28 days. The results show that when the moisture is higher, the Flexural strength, Compressive strength and Adhesive strength are lower. This is because of the particle size of polymer latex is agglomerate resulting in the film formation reaction; the particle of polymer cannot disperse in the concrete.

คำสำคัญ : ลาเท็กซ์พอลิเมอร์ ความชื้น

Key Words : Polymer latex, Moisture

* มหบัณฑิต หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

** รองศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทนำ

การก่อสร้างและการซ่อมแซมงานคอนกรีตในปัจจุบันได้มีการพัฒนาคอนกรีตให้มีคุณสมบัติเหมาะสมกับงานที่ใช้ โดยได้มีการเติมสารพอลิเมอร์เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของคอนกรีตให้ดีขึ้น โดยสารที่นิยมใช้ได้แก่ พอลิเมอร์ลาเท็กซ์ (Polymer Latex) ซึ่งในประเทศสหรัฐอเมริกา อังกฤษและญี่ปุ่น ได้มีการค้นคว้าและพัฒนาเกี่ยวกับลาเท็กซ์ (Latex) เป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะที่ญี่ปุ่น มีการใช้ลาเท็กซ์ในส่วนผสมของมอร์ตาร์ (Mortar) เป็นจำนวนมาก (ณัฐสม, 2546) พอลิเมอร์ลาเท็กซ์ เป็นสารพอลิเมอร์ประเภทหนึ่ง ที่เกิดจากมอนอเมอร์ (Monomer) จำนวนมากมาเชื่อมโยงติดกันด้วยปฏิกิริยาเคมีที่เรียกว่าพอลิเมอร์ไรเซชัน (Polymerization) (Fried, 2003) สามารถจำแนกประเภทตามพฤติกรรมทางด้านความร้อนได้เป็น 2 ประเภทคือ เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastics) มีลักษณะเป็นสายโซ่ต่อกันยาวเป็นเส้นตรงและขนานกัน อาจเปลี่ยนแปลงเมื่อถูกความร้อน แต่สามารถกลับไปอยู่ในรูปเดิมได้ และ เทอร์โมเซต (Thermosets) มีลักษณะเป็นสายโซ่ที่มีการจัดเรียงตัวอย่างไม่เป็นระเบียบ และพอลิเมอร์ประเภทนี้ไม่สามารถนำกลับมาขึ้นรูปใหม่ได้

พอลิเมอร์ลาเท็กซ์ที่ใช้ในงานร่วมกับคอนกรีตประกอบด้วย

1. Polymer Portland Cement Concrete (PPCC)

เกิดจากการผสมคอนกรีตสดกับพอลิเมอร์ที่อยู่ในรูปของเหลวหรือมอนอเมอร์ที่สามารถ พอลิเมอร์ไรเซชัน หน่วยงานก่อสร้างได้ โดยทั่วไปจะใช้รับเบอร์ ลาเท็กซ์ อะซิคลิก และไวนิลอะซิเตท ร่วมกัน และผสมด้วยจัดฟองอากาศเพิ่ม เพื่อให้เกิดปริมาณฟองอากาศน้อยที่สุด ข้อดีของ PPCC คือ มีความทนทานสูงและมีการยึดเกาะกันดี การต้านทานแรงกระแทกดีขึ้น แต่มีข้อด้อยคือ Creep จะมากกว่าปกติ

2. Latex Modified Concrete (LMC)

คอนกรีตที่ใส่พอลิเมอร์ลาเท็กซ์ ผสมลงไป ในขณะที่ผสมคอนกรีต การเกิดฟิล์มของพอลิเมอร์

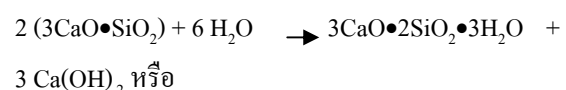
เริ่มต้นจากการที่มอนอเมอร์แขวนลอยอยู่ในน้ำ ซึ่งเป็นปฏิกิริยาช่วงต้นของการเกิด อิมัลชัน พอลิเมอร์ไรเซชัน โดยมอนอเมอร์จะต่อกันเป็นโมเลกุลที่มีสายโซ่ยาวขึ้น เกิดเป็นพอลิเมอร์ซึ่งเมื่อถูกทำให้แห้งแล้วจะเกิดเป็น ลาเท็กซ์ฟิล์มทำหน้าที่เป็นตัวยึดเกาะคอนกรีตพอลิเมอร์ลาเท็กซ์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปอย่างแพร่หลายได้แก่ เทอร์โมพลาสติก และ อีลาสโตเมอร์พอลิเมอร์คุณสมบัติของ LMC คือ แรงต้านทานการดึงดุดและแรงอัดสูงขึ้น ความทนทานมากขึ้น สามารถต้านทานกรด ด่างและสารละลายอินทรีย์ต่าง ๆ อัตราการซึมผ่านของน้ำลดลง (ชัชวาล, 2536)

ลาเท็กซ์ที่ใช้ใน LMC จะอยู่ในรูปของอิมัลชัน คือ อนุภาคของพอลิเมอร์จะแขวนลอยอยู่ใน ลาเท็กซ์ เมื่อเติมลาเท็กซ์ลงในส่วนผสมของมอร์ตาร์แล้วจะมีปฏิกิริยาเกิดขึ้นสองชนิด คือ ปฏิกิริยาไฮเดรชัน ซึ่งทำให้เกิดซีเมนต์เจล (ณัฐสม, 2546) ซึ่งในองค์ประกอบของปูนซีเมนต์ประกอบด้วยสารประกอบหลัก 4 ชนิด ดังนี้

1. ไตรแคลเซียมซิลิเกต (C_3S หรือ Alite) ใน

ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์จะมี C_3S อยู่ประมาณ 50-70%

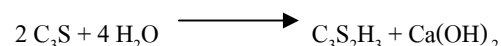
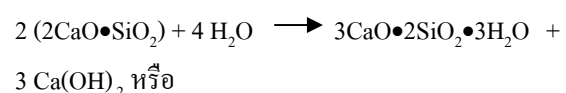
ปฏิกิริยาไฮเดรชันของ C_3S



2. ไดแคลเซียมซิลิเกต (C_2S หรือ Belite) ใน

ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์จะมี C_2S ประมาณ 15-30%

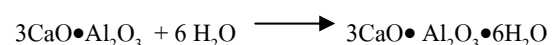
ปฏิกิริยาไฮเดรชันของ C_2S

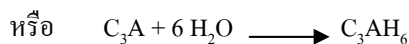


3. ไตรแคลเซียมอลูมินา (C_3A) ในปูนซีเมนต์

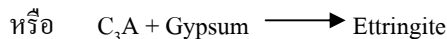
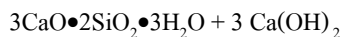
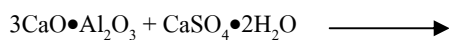
ปอร์ตแลนด์จะมี C_3A ประมาณ 5-10% พบว่า ถ้ามี C_3A ต่ำกว่า จะสามารถทนต่อซัลเฟตได้ดีกว่า

ปฏิกิริยาไฮเดรชันของ C_3A



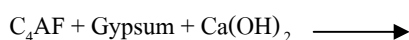
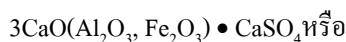


ปฏิกิริยาการเกิด Ettringite



4. เตตระคัลเซียมอลูมิโนเฟอร์ไรต์ (C_4AF หรือ Celite) ในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์จะมี C_4AF ประมาณ 5-15%

ปฏิกิริยาไฮเดรชันของ C_4AF



Sulphoaluminate และ Sulphoferrite (William, 1993)

(George, Harmer, Joe) และ ปฏิกิริยาการก่อตัวเป็นฟิล์ม (Latex Film Formation) เกิดจากอนุภาคของพอลิเมอร์มารวมตัวกัน ซึ่งจะเกิดหลังปฏิกิริยาไฮเดรชัน แต่ถ้าวัดการระเหยของน้ำเกิดขึ้นเร็วเกินไปปฏิกิริยาการก่อตัวเป็นฟิล์มจะเกิดขึ้นก่อน

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1. ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์
2. หินฟุ้งคัดขนาด
3. พอลิเมอร์ร่วมระหว่างไวโนลอะซิเตท/เอธิลีน
4. พอลิเมอร์ร่วมระหว่างสไตรีน/กรดอะไซคลิก
5. เครื่องทดสอบหาความชื้น
6. ตะแกรง เบอร์ 140
7. เครื่องทดสอบค่าแรงดัด
8. เครื่องทดสอบค่ากำลังอัด
9. เครื่องทดสอบค่าแรงยึดเกาะ

วิธีการวิจัยประกอบด้วย

1. ศึกษาระยะเวลาในการกองเก็บที่มีผลต่อความชื้นของพอลิเมอร์ร่วมระหว่างไวโนลอะซิเตท/เอธิลีน และ สไตรีน/กรดอะไซคลิก ทำได้โดยผสมปูนซีเมนต์กับหินฟุ้ง โดยตัวอย่างที่ 1- 9 เติมสารพอลิ

เมอร์ร่วมไวโนลอะซิเตท/เอธิลีน ที่อัตราส่วนต่างกัน ตั้งแต่ 0.5, 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก โดยมีระยะเวลาในการกองเก็บสารเคมีที่ 30, 60 และ 90 วัน ตามลำดับ ส่วนตัวอย่างที่ 10 - 18 เติมสาร พอลิเมอร์ร่วมสไตรีน/กรดอะไซคลิก ที่อัตราส่วนต่างกัน ตั้งแต่ 0.5, 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ที่ระยะเวลาในการกองเก็บสารเคมี 30, 60 และ 90 วัน

2. ศึกษาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของสารพอลิเมอร์ร่วมระหว่าง ไวโนลอะซิเตท/เอธิลีน และสไตรีน/กรดอะไซคลิก ที่มีผลต่อคุณสมบัติของปูนสำเร็จรูป ทำได้โดยผสมปูนซีเมนต์กับหินฟุ้ง ตัวอย่างที่ 1-9 เติมสารพอลิเมอร์ร่วมไวโนลอะซิเตท/เอธิลีน ที่อัตราส่วนต่างกัน ตั้งแต่ 0.5, 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักที่ความชื้น 0.5-1.0, 1.0-1.5 และ 1.5-2.0 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนตัวอย่างที่ 10 - 18 เติมสารพอลิเมอร์ร่วมสไตรีน/กรดอะไซคลิกที่อัตราส่วนต่างกันตั้งแต่ 0.5, 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ที่ความชื้น 0.5-1.0, 1.0-1.5 และ 1.5-2.0 เปอร์เซ็นต์ Sulphoferrite

3. ทดสอบตัวอย่างปูนสำเร็จรูปโดยประยุกต์จากมาตรฐาน EN 1015

3.1 ทดสอบสารพอลิเมอร์

- 3.1.1 ทดสอบหาความชื้น
- 3.1.2 ทดสอบหาขนาดที่ล้างบนตะแกรง

3.2 ทดสอบคุณภาพของคอนกรีต

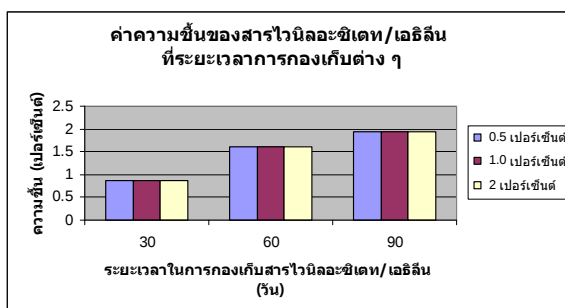
- 3.2.1 ทดสอบค่าแรงดัด
- 3.2.2 ทดสอบค่ากำลังอัด
- 3.2.3 ทดสอบค่าแรงยึดเกาะ

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

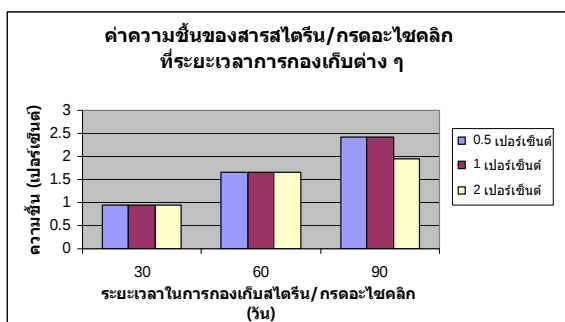
1. การศึกษาระยะเวลาการกองเก็บ

ผลการทดสอบสารพอลิเมอร์ จากรูปที่ 1 และ 2 แสดงค่าความชื้นของสารไวโนลอะซิเตท/เอธิลีน และ ความชื้นของสารสไตรีน/กรดอะไซคลิก ที่ระยะเวลาการกองเก็บสารเพิ่มขึ้นจาก 30 วัน เป็น 60 และ 90 วัน ตามลำดับ พบว่าเมื่อระยะเวลาการกองเก็บเพิ่มขึ้น

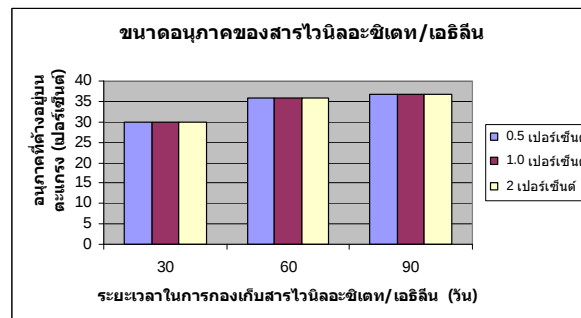
ความชื้นของสารพอลิเมอร์รวมทั้งสองชนิดมีค่าเพิ่มขึ้น โดยที่สารสไตรีน/กรดอะไซคลิกจะมีค่าความชื้นสูงกว่า ที่ทุกระยะเวลาการกองเก็บ ซึ่งความชื้นที่เพิ่มขึ้นนี้ ส่งผลต่อขนาดอนุภาคของสารพอลิเมอร์ทั้งสอง เนื่องจากจะเกิดการจับตัวของสารพอลิเมอร์จนมีขนาด ใหญ่ขึ้นและค้างอยู่บนตะแกรงเพิ่มมากขึ้น เมื่อ ระยะเวลาในการกองเก็บนานขึ้น ดังที่จะเห็นได้จากรูป ที่ 3 และ 4 ที่แสดงขนาดอนุภาคของสารพอลิเมอร์ที่ค้าง อยู่บนตะแกรง โดยที่สารสไตรีน/กรดอะไซคลิกที่ ระยะเวลาในการกองเก็บ 90 วัน มีอนุภาคค้างบน ตะแกรงสูงสุด



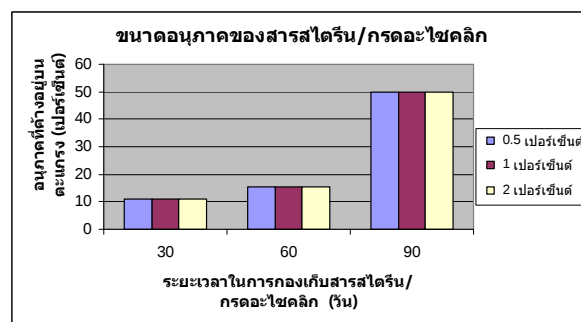
รูปที่ 1 แสดงค่าความชื้นของสารไวนิลอะซิเตท/เอธิลีน ที่ระยะเวลาการกองเก็บที่ 30, 60 และ 90 วัน



รูปที่ 2 แสดงค่าความชื้นของสารสไตรีน/กรดอะไซคลิก ที่ระยะเวลาการกองเก็บที่ 30, 60 และ 90 วัน



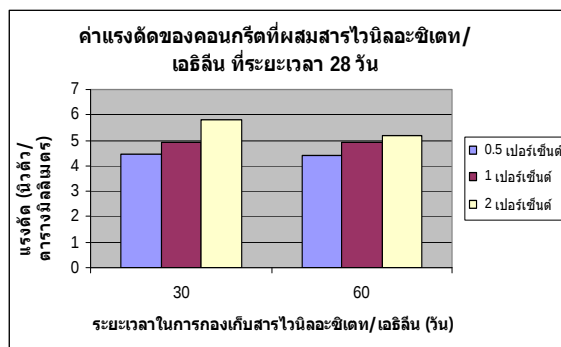
รูปที่ 3 แสดงขนาดอนุภาคของสารไวนิลอะซิเตท/เอธิลีนที่ระยะเวลาการกองเก็บที่ 30, 60 และ 90 วัน



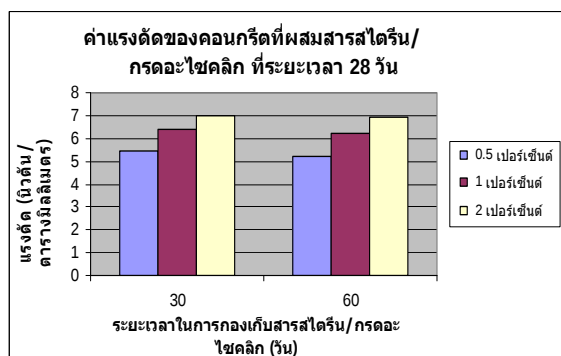
รูปที่ 4 แสดงขนาดอนุภาคของสารสไตรีน/กรดอะไซคลิกที่ระยะเวลาการกองเก็บที่ 30, 60 และ 90 วัน

ส่วนผลการทดสอบคุณภาพคอนกรีต ซึ่งได้ ทำการทดสอบค่าแรงอัด ค่ากำลังอัด ค่าแรงยึดเกาะ และ ทดสอบอุณหภูมิการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างแบบแก้ว โดยผลการทดสอบค่าแรงอัดที่ระยะเวลา 28 วันจากรูป ที่ 5 และ 6 พบว่าแรงอัดมีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาในการ กองเก็บสารเคมีเพิ่มขึ้นในทั้งสองชนิดของสารพอลิ เมอร์ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบค่าแรงอัดของคอนกรีตที่ผสม สารพอลิเมอร์ทั้งสองชนิด พบว่า คอนกรีตที่ผสม สารสไตรีน/กรดอะไซคลิกจะมีค่าแรงอัดมากกว่าค่า กำลังอัดที่ระยะเวลา 28 วัน ในรูปที่ 7 และ 8 พบว่ามีค่า ลดลงเมื่อระยะเวลาในการกองเก็บสารพอลิเมอร์เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบค่ากำลังอัดของคอนกรีตที่ผสมสารพอลิ เมอร์ทั้งสองชนิด พบว่าคอนกรีตกำลังอัดของคอนกรีต

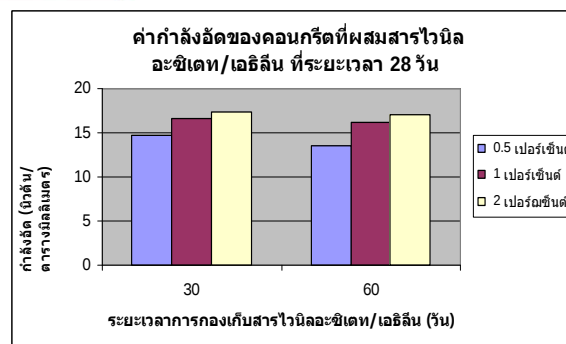
ที่ผสมสารสไตรีน/กรดอะไซคลิกมีค่ากำลังอัดสูงกว่า ส่วนค่าแรงยึดเกาะที่ระยะเวลา 28 วัน จากรูปที่ 9 และ 10 พบว่าค่าแรงยึดเกาะมีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาในการกองเก็บเพิ่มขึ้นคอนกรีตที่ผสมสารพอลิเมอร์ทั้งสองชนิด โดยที่เมื่อเปรียบเทียบค่าแรงยึดเกาะระหว่างคอนกรีตที่ผสมสารพอลิเมอร์ทั้งสองชนิด พบว่าคอนกรีตที่ผสมสารสไตรีน/กรดอะไซคลิกมีค่าแรงยึดเกาะที่สูงกว่า



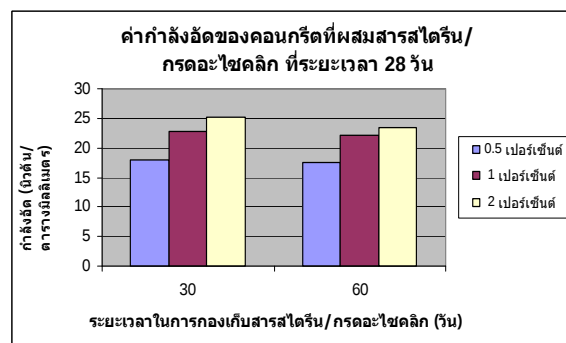
รูปที่ 5 แสดงค่าแรงอัดของคอนกรีตที่ผสมสารไวโนลอะซิเตท/เอธิลีน ที่ระยะเวลา 28 วัน



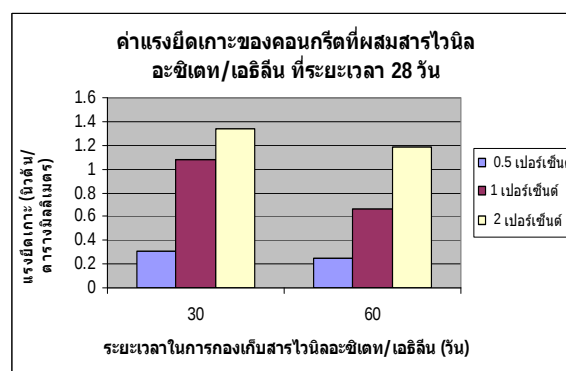
รูปที่ 6 แสดงค่าแรงอัดของคอนกรีตที่ผสมสารสไตรีน/กรดอะไซคลิก ที่ระยะเวลา 28 วัน



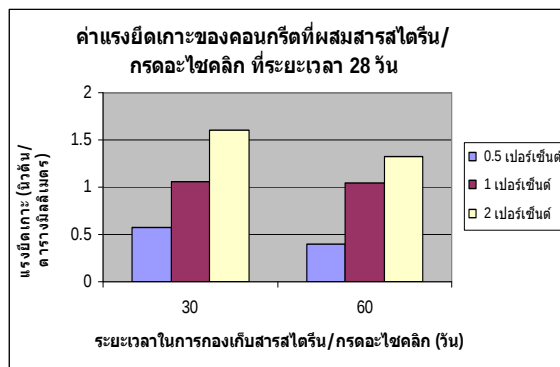
รูปที่ 7 แสดงค่ากำลังอัดของคอนกรีตที่ผสมสารไวโนลอะซิเตท/เอธิลีน ที่ระยะเวลา 28 วัน



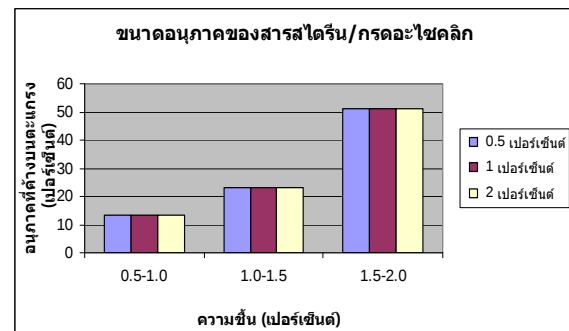
รูปที่ 8 แสดงค่ากำลังอัดของคอนกรีตที่ผสมสารสไตรีน/กรดอะไซคลิก ที่ระยะเวลา 28 วัน



รูปที่ 9 แสดงค่าแรงยึดเกาะของคอนกรีตที่ผสมสารไวโนลอะซิเตท/เอธิลีน ที่ระยะเวลา 28 วัน



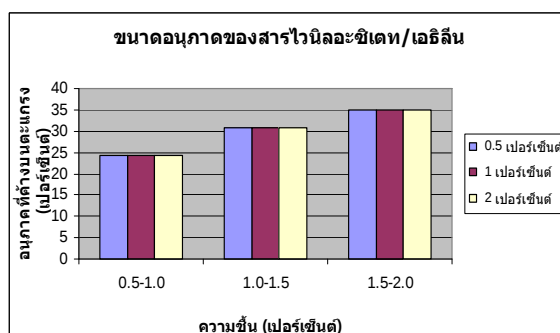
รูปที่ 10 แสดงค่าแรงยึดเกาะของคอนกรีตที่ผสมสารสไตรีน/กรดอะไซคลิก ที่ระยะเวลา 28 วัน



รูปที่ 12 แสดงขนาดอนุภาคของสารสไตรีน/กรดอะไซคลิก ที่ช่วงความชื้น 0.5-1.0, 1.0-1.5 และ 1.5-2.0 เปอร์เซ็นต์

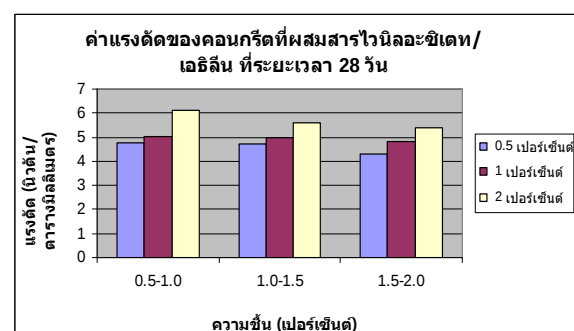
2. ศึกษาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของสารพอลิเมอร์

ผลการทดสอบสารพอลิเมอร์ จากรูปที่ 11 และ 12 พบว่าเมื่อความชื้นเพิ่มขึ้น ขนาดของอนุภาคที่ค้ำบนตะแกรงเพิ่มมากขึ้น เนื่องมาจากการจับตัวเป็นก้อนของสารพอลิเมอร์ทั้งสองชนิด

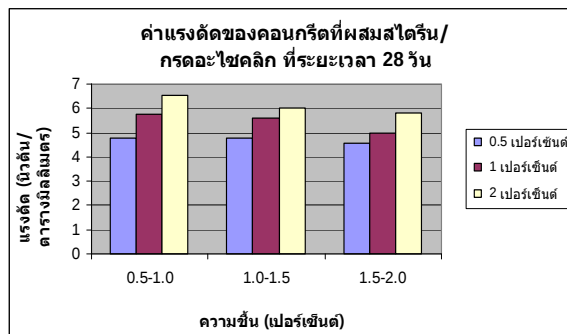


รูปที่ 11 แสดงขนาดอนุภาคของสารไวโนลอะซิเตท/เอธิลีน ที่ช่วงความชื้น 0.5-1.0, 1.0-1.5 และ 1.5-2.0 เปอร์เซ็นต์

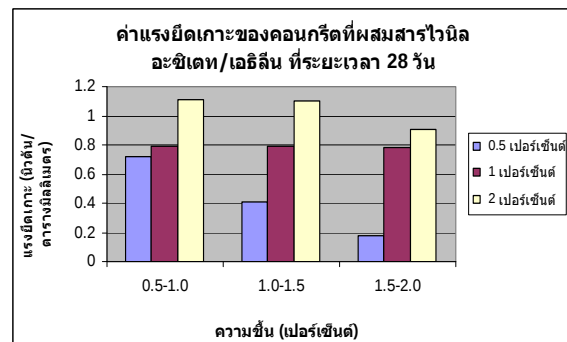
ผลการทดสอบคุณภาพคอนกรีต เพื่อทดสอบคุณสมบัติด้านกำลังของคอนกรีต ประกอบด้วยค่าแรงค้ำ ค่ากำลังอัดและค่าแรงยึดเกาะ ซึ่งผลที่ได้เป็นไปในทิศทางเดียวกันคือ เมื่อความชื้นเพิ่มขึ้น ค่าแรงค้ำที่ระยะเวลา 28 วัน จากรูปที่ 13 และ 14 มีค่าลดลง ค่ากำลังอัดที่ระยะเวลา 28 วัน จากรูปที่ 15 และ 16 มีค่าลดลง และ ค่าแรงยึดเกาะที่ระยะเวลา 28 วัน จากรูปที่ 17 และ 18 มีค่าลดลง เมื่อเปรียบเทียบค่าแรงค้ำ ค่ากำลังอัดและค่าแรงยึดเกาะของคอนกรีตที่ผสมสารพอลิเมอร์ทั้งสองชนิด พบว่าคอนกรีตที่ผสมสารสไตรีน/กรดอะไซคลิกมีคุณสมบัติด้านกำลังสูงกว่า



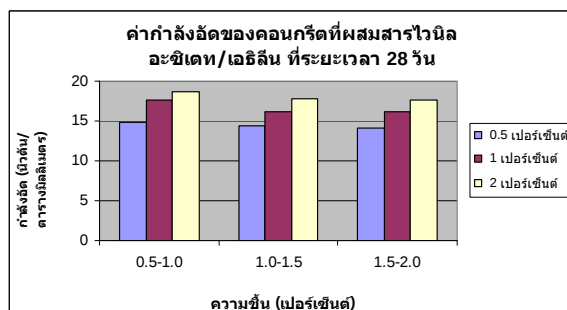
รูปที่ 13 แสดงค่าแรงค้ำของคอนกรีตที่ผสมสารไวโนลอะซิเตท/เอธิลีน ที่ระยะเวลา 28 วัน



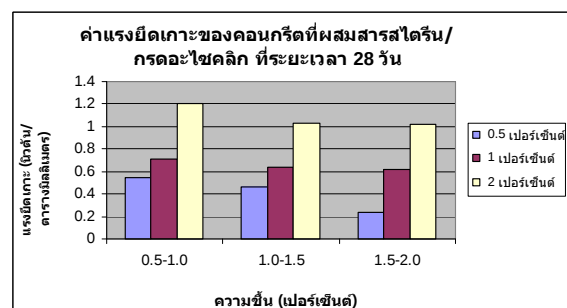
รูปที่ 14 แสดงค่าแรงดัดของคอนกรีตที่ผสมสารสไตรีน/กรดอะไซคลิก ที่ระยะเวลา 28 วัน



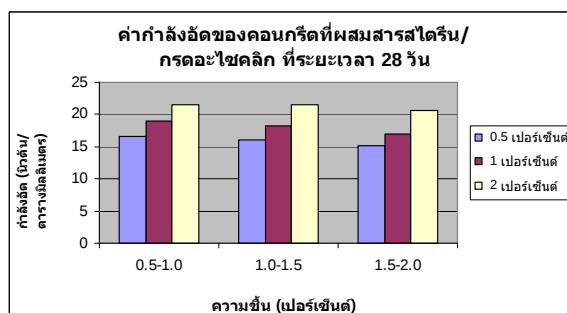
รูปที่ 17 แสดงค่าแรงยึดเหนี่ยวของคอนกรีตที่ผสมสารไวโนลอะซิเตท/เอธิลีน ที่ระยะเวลา 28 วัน



รูปที่ 15 แสดงค่ากำลังอัดของคอนกรีตที่ผสมสารไวโนลอะซิเตท/เอธิลีน ที่ระยะเวลา 28 วัน



รูปที่ 18 แสดงค่าแรงยึดเกาะของคอนกรีตที่ผสมสารสไตรีน/กรดอะไซคลิก ที่ระยะเวลา 28 วัน



รูปที่ 16 แสดงค่ากำลังอัดของคอนกรีตที่ผสมสารสไตรีน/กรดอะไซคลิก ที่ระยะเวลา 28 วัน

สรุปผลการวิจัย

ผลจากการวิจัยทำให้ทราบว่าเมื่อความชื้นของสารพอลิเมอร์เพิ่มขึ้นทำให้สารพอลิเมอร์เกิดการจับตัวเป็นก้อน ซึ่งจะเห็นได้จากจำนวนของอนุภาคที่ค้างอยู่บนตะแกรงเพิ่มมากขึ้น โดยสารสไตรีน/กรดอะไซคลิกจะมีค่าความชื้นสูงกว่าเมื่อระยะเวลาในการกองเก็บสารเพิ่มขึ้น และมีจำนวนอนุภาคที่ค้างอยู่บนตะแกรงมากขึ้นด้วย ส่วนผลคุณสมบัติด้านกำลังของคอนกรีตทำให้ทราบว่าเมื่อสารพอลิเมอร์มีความชื้นเพิ่มมากขึ้นจะส่งผลต่อคุณสมบัติด้านกำลัง ซึ่งประกอบด้วย ค่าแรงดัด ค่ากำลังอัดและค่าแรงยึดเหนี่ยว คือค่าดังกล่าวจะมีค่าลดลง เนื่องมาจากขนาดของอนุภาคของพอลิเมอร์ที่มีขนาดใหญ่ขึ้นไม่สามารถกระจายตัวเข้าไปอยู่ในเนื้อ

คอนกรีตได้อย่างสม่ำเสมอ ทำให้เกิดผลกระทบต่อ
ปฏิกิริยาการก่อตัวเป็นฟิล์มลดลง ซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่
ส่งผลต่อคุณสมบัติด้านกำลังของคอนกรีต

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากงานวิจัยนี้ ศึกษาผลทางด้านคุณสมบัติ
ด้านกำลัง ซึ่งผลที่ได้สามารถอธิบายได้จากปฏิกิริยา
ทั้งไฮเดรชันและปฏิกิริยาการก่อเกิดฟิล์ม ตามทฤษฎี
ซึ่งอาจจะมีปัจจัยบางอย่างที่ไม่สามารถอธิบายการ
เกิดปฏิกิริยาได้ทั้งหมด ดังนั้นจึงอาจจะต้องศึกษาผล
อย่างอื่นร่วมด้วย เช่น SEM เพื่อให้ทราบการเกิดกลไกที่
แท้จริง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยในครั้งนี้จะสำเร็จลุล่วงไม่ได้ถ้าไม่ได้รับ
คำแนะนำจาก รศ.ดร.ไพศาล กิตติสุขภกร ที่ช่วยให้
บทความนี้สมบูรณ์ขึ้น

เอกสารอ้างอิง

ณัฐสม สงวนวงษ์.2546.การวิเคราะห์และวิจัย

คุณสมบัติด้านกำลังของมอร์ตาร์และ

คอนกรีตที่ผสมด้วยสาร Polymer latex.

กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม

ชัชวาลย์ เศรษฐบุตร. 2536. คอนกรีตเทคโนโลยี.

บริษัทผลิตภัณฑ์และวัสดุก่อสร้าง

William F. Smith. 1993. Foundations of Materials

Science and Engineering. McGraw-Hill,

Inc.,New York

Joel R. Fried. 2003. Polymer Science & Technology,

second edition,. Personal education, Inc.

George Earl Troxell, Harmer E. Davi's, Joe W.

Kelly. Composition and Properties of

Concrete. McGraw-Hill book company