

การศึกษาและปรับปรุงส่วนผสมคอนกรีตสำหรับงานอุตสาหกรรมโรงสีข้าว

ขจรศักดิ์ แยมสังข์

ผู้จัดการส่งเสริมคุณภาพ CPAC ภาคเหนือ 4

กิจการ CPAC ภาคเหนือ

บทคัดย่อ: การศึกษานี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาและปรับปรุงส่วนผสมคอนกรีตในอุตสาหกรรมโรงสีเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานรวมทั้งช่วยลดปัญหาและความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นได้ทั้งจากการใช้งานคอนกรีตและการทำงาน ทั้งนี้เป็นการสนับสนุนนโยบายของบริษัท ในการสร้างความแตกต่างที่เหนือกว่าคู่แข่ง

สำหรับโครงการโรงสีและลานตากข้าวในพื้นที่ จ.นครสวรรค์ จ.กำแพงเพชร จ.พิจิตรและ จ.อุทัยธานี ถึงแม้ว่ามีการขยายตัวมาตั้งแต่ปี 2546-2547 แต่ก็ยังคงมีการขยายตัวต่อเนื่องถึงปี 2548 ซึ่งเจ้าของงานและ/หรือผู้รับเหมาบางรายที่มีอำนาจในการตัดสินใจยังคงมีการใช้โมเล็กหรือรถโมในการผสมคอนกรีตซึ่งสาเหตุส่วนหนึ่งเนื่องมาจากความคุ้นเคยกับการใช้งานคอนกรีตในลักษณะดังกล่าว อาทิเช่น ลักษณะของเนื้อคอนกรีต ระยะเวลาในการสาดปูน ระยะเวลาในการขัดมัน ฯลฯ

สำหรับโครงการเรื่องนี้จะทำการศึกษาและปรับปรุงส่วนผสมงานพื้นคอนกรีตโดยจะคำนึงถึงความสัมพันธ์ของลักษณะทางกายภาพของอากาศในพื้นที่และระยะเวลาการก่อตัวของคอนกรีตโดยผลการทดสอบที่ได้จะนำไปทดสอบขั้นสุดท้ายกับพฤติกรรมการใช้งานจริงของลูกค้ำในพื้นที่ในลักษณะของ Blind Test

นอกจากนี้ในโครงการก่อสร้างโรงสีและลานตากข้าวโครงการหนึ่ง นอกจากจะมีการใช้งานคอนกรีตในงานพื้นประมาณ 60-70% แล้วยังมีการนำคอนกรีตไปใช้ในการเทพนังโกดังโรงสีอีกประมาณ 20-30% ดังนั้นเพื่อให้โครงการมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นจึงได้ทำการศึกษาและปรับปรุงส่วนผสมคอนกรีตสำหรับงานผนังโกดังโรงสีอีกส่วนหนึ่ง เนื่องจากแต่เดิมงานเทพนังคอนกรีตโรงสีที่ใช้ส่วนผสมคอนกรีตทั่วไปจะมีปัญหาในเรื่อง ความสามารถในการทำงานได้ (Workability) ซึ่งส่วนใหญ่คนงานจะแก้ไข้ปัญหาโดยการเติมน้ำที่หน้างาน ส่งผลทำให้คอนกรีตเกิดการแยกตัว (Segregation) และเกิดความเสียหายต่อโครงสร้างผนังโกดังโรงสีทั้งในรูปแบบรูโพรง (Honey Comb) และเป็นริ้วรอย ทำให้ความพึงพอใจของลูกค้าลดลง โดยในส่วนนี้มุ่งศึกษาสารเคมีผสมเพิ่ม (Chemical Admixture) ที่มีคุณสมบัติช่วยเพิ่มความสามารถในการทำงานได้และความสามารถในการไหล (Flowability) โดยไม่เกิดการแยกตัว

จากโครงการศึกษาและปรับปรุงส่วนผสมงานคอนกรีตในอุตสาหกรรมโรงสีนี้ทำให้ได้ส่วนผสมคอนกรีตที่เหมาะสมกับพฤติกรรมการทำงานของลูกค้ามากยิ่งขึ้นซึ่งเป็นไปตามนโยบายของผู้บริหารที่ต้องการเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้บริโภคที่ใช้คอนกรีตผสมมือหรือคอนกรีตโมเล็ก



รูปที่ 1 ตัวอย่างคอนกรีตแตกกระเทาะจากช่วงเวลาการลาดปูนขัดมันไม่เหมาะสม



รูปที่ 4 ตัวอย่างคอนกรีตเป็นรูโพรง (Honey Comb)



รูปที่ 2 ตัวอย่างคอนกรีตเป็นตามด



รูปที่ 3 ตัวอย่างคอนกรีตเป็นริ้วทราย

1. เข้าใจในนโยบายของผู้บริหาร

เนื่องจากการขยายตัวของอุตสาหกรรมโรงสีข้าวที่มีมาตั้งแต่ปี 2546 ต่อเนื่องมาจนกระทั่งปี 2548 เพื่อให้พื้นที่ จ.นครสวรรค์ จ.กำแพงเพชร จ.พิจิตรและ จ.อุทัยธานีบางส่วนเป็นศูนย์กลางค้าข้าวของประเทศ โดยกำหนดเป็นยุทธศาสตร์ของกลุ่มจังหวัดในการพัฒนาศักยภาพเพื่อความได้เปรียบในการแข่งขัน การขยายตัวดังกล่าวส่งผลต่อปริมาณการใช้งานคอนกรีตในพื้นที่แต่เนื่องมาจากความเคยชินในการใช้คอนกรีตผสมมือหรือคอนกรีตโมเล็ก กอปรกับปัจจัยทางด้านราคาทำให้มีลูกค้าจำนวนไม่น้อยที่ตัดสินใจเลือกใช้คอนกรีตโมเล็กในการทำงาน

ดังนั้นจากนโยบายของผู้บริหารที่ต้องการเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้บริโภคที่ใช้คอนกรีตผสมมือหรือคอนกรีตโมเล็กให้หันมาใช้คอนกรีตผสมเสร็จซีแพคจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการศึกษาและปรับปรุงส่วนผสมคอนกรีตที่จะใช้ในงานอุตสาหกรรมโรงสีข้าวให้เหมาะสมกับพฤติกรรมของลูกค้ายิ่งขึ้น

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาและปรับปรุงส่วนผสมคอนกรีตที่ใช้ในอุตสาหกรรมโรงสีข้าวให้เหมาะสมกับพฤติกรรมการใช้งานของลูกค้ายิ่งขึ้น

2.2 เพื่อลดปัญหาที่เกี่ยวข้องเนื่องจากการใช้งานคอนกรีตในอุตสาหกรรมโรงสีข้าว

3. กำหนดงานที่จะทำ

3.1 สืบรวจพฤติกรรมการทำงานและการใช้งานคอนกรีตในอุตสาหกรรมโรงสีข้าว พื้นที่ จ.นครสวรรค์ จ.กำแพงเพชร และ จ.พิจิตร

3.2 ศึกษาและปรับปรุงส่วนผสมคอนกรีตที่ใช้ในอุตสาหกรรมโรงสีข้าวให้เหมาะสมกับพฤติกรรมการใช้งานของลูกค้าในพื้นที่

4. พัฒนาวิธีการเพื่อปฏิบัติงาน

โครงการนี้ได้แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วนผสม คือ ส่วนผสมคอนกรีตสำหรับงานพื้นโรงสีและส่วนผสมคอนกรีตสำหรับงานผนังโรงสี

4.1 ส่วนผสมคอนกรีตสำหรับงานพื้นโรงสี

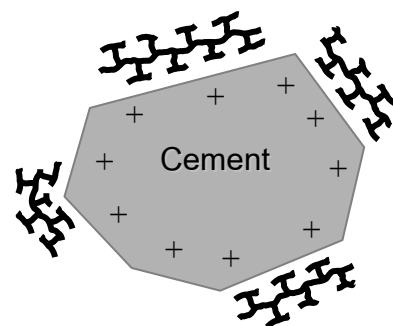
สำหรับส่วนผสมคอนกรีตสำหรับงานพื้นโรงสีมุ่งเน้นการศึกษาสารเคมีผสมคอนกรีต (Chemical Admixture) เพื่อทดแทนน้ำยาผสมคอนกรีตประเภท D ซึ่งเป็นน้ำยาลดน้ำและหน่วงเวลาการก่อตัว (Water Reducing and Retarded Agent) ซึ่งมีผลต่อคุณสมบัติระยะเวลาการก่อตัว (Setting Time) ของคอนกรีต โดยสารเคมีผสมคอนกรีตที่นำมาใช้ในการทดสอบคุณสมบัติ ได้แก่ น้ำยาผสมคอนกรีตประเภท A ซึ่งเป็นน้ำยาที่มีคุณสมบัติในการลดน้ำ (Water Reducing) เพียงอย่างเดียวหรือ Plasticizer และสำหรับการทดสอบครั้งนี้ได้เลือกน้ำยาผสมคอนกรีต WRDA[®] with HYCOL[®] ของ W.R.Grace

สำหรับน้ำยาผสมคอนกรีต WRDA[®] with HYCOL[®] ของ W.R.Grace ดังกล่าวเป็นน้ำยาลดน้ำที่

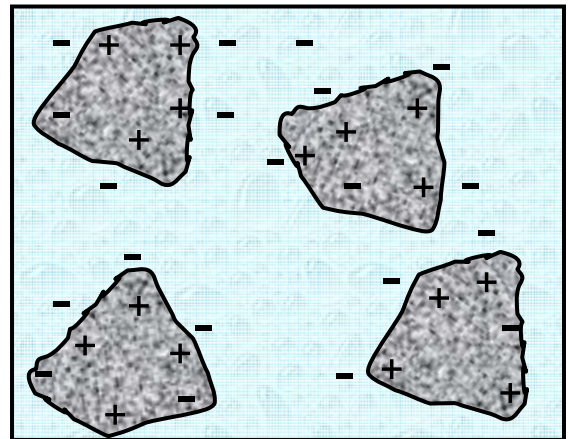
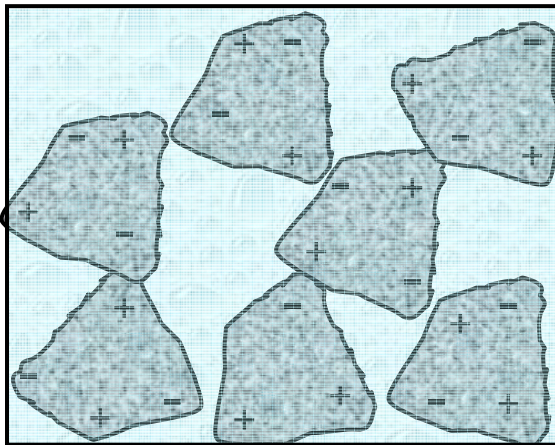
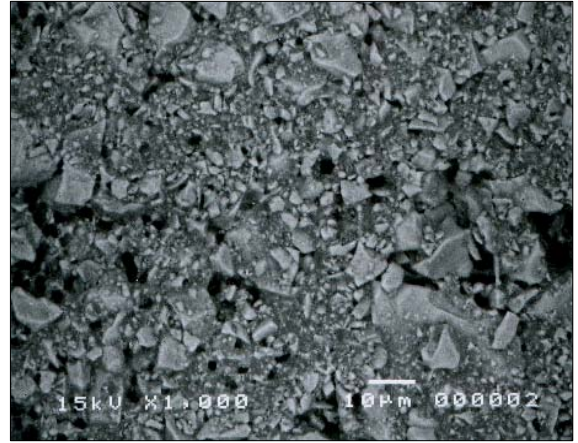
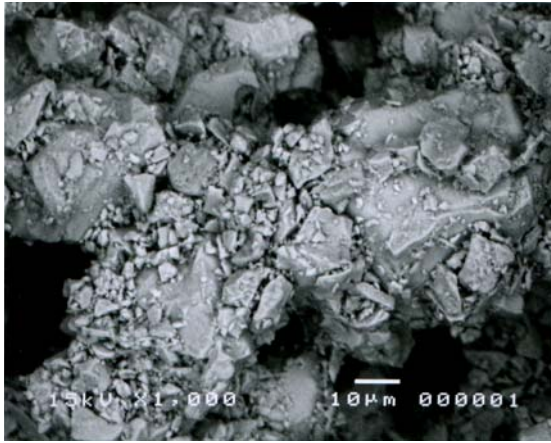
ผลิตจากสารประกอบที่เป็นสารอินทรีย์และไม่มีส่วนผสมคลอไรด์เป็นส่วนประกอบหลัก แต่สามารถควบคุมการก่อตัวได้ดีกว่า (มีผลในการขยายเวลาการก่อตัวเพียงเล็กน้อยเมื่ออัตราการใช้มีการเปลี่ยนแปลง) สำหรับการควบคุมปฏิกิริยาไฮเดรชัน HYCOL จะทำหน้าที่กระจายอนุภาคของซีเมนต์ โดยการลดแรงดึงดูดระหว่างอนุภาคซีเมนต์ที่เกิดขึ้นเมื่อผสมกับน้ำ ทำให้ลดการเกาะกันเป็นกลุ่มของซีเมนต์ ดังรูปที่ 1 ซึ่งส่งผลให้คอนกรีตมีความสามารถในการทำงานดีขึ้น เทง่ายและแต่งผิวได้ง่ายแม้คอนกรีตจะใช้น้ำในปริมาณที่น้อยลง การทำงานร่วมกันระหว่างการลดน้ำและการควบคุมปฏิกิริยาไฮเดรชันของ HYCOL ทำให้เกิด Gel ที่มีหน้าที่ประสานมวลรวมในอัตราที่เหมาะสม ซึ่งอัตราที่เหมาะสมนี้จะทำให้คอนกรีตสามารถกักน้ำได้ดีขึ้น และแรงยึดเหนี่ยวภายในมวลของคอนกรีตมีมากขึ้น อันเป็นผลทำให้การเยิ้ม (Bleeding) และการแยกตัว (Segregation) ของคอนกรีตลดน้อยลงขณะที่ความสามารถในการทำงาน การเทและการแต่งผิวของคอนกรีตดีขึ้น



Molecule with Anionic Polar Group in the Hydrocarbon Chain

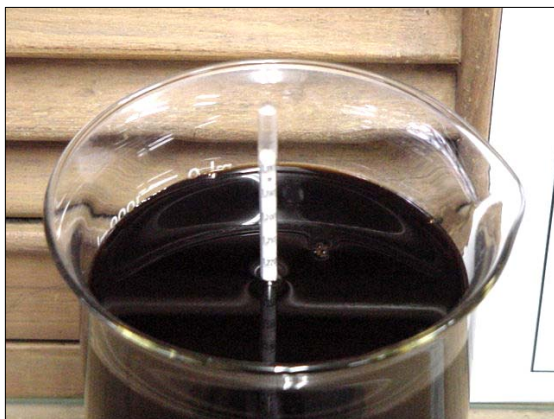


รูปที่ 5a ลักษณะการทำงานของน้ำยาลดน้ำ (Water Reducing Agent)



รูปที่ 5b ก่อนใส่น้ำยาเกิดการกระจุกตัวของอนุภาคซีเมนต์ (Flocculation)

รูปที่ 5c หลังใส่น้ำยาเกิดการกระจายตัวของอนุภาคซีเมนต์



คอนกรีต

อ อ บ ล น ล ค ก ก ก ก

WRDA® with HYCOL®

น้ำยาขมขี้ผึ้งและหน้ำสารก่อตัวคอนกรีต

รายละเอียด
WRDA® with HYCOL® เป็นน้ำยาขมขี้ผึ้งและหน้ำสารก่อตัวคอนกรีตที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดที่ผลิตขึ้นโดย W.R. Grace. WRDA with HYCOL® เป็นน้ำยาขมขี้ผึ้งและหน้ำสารก่อตัวคอนกรีตที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดที่ผลิตขึ้นโดย W.R. Grace. WRDA with HYCOL® เป็นน้ำยาขมขี้ผึ้งและหน้ำสารก่อตัวคอนกรีตที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดที่ผลิตขึ้นโดย W.R. Grace.

ประโยชน์ที่จะได้รับ
WRDA with HYCOL® ช่วยเพิ่มความสามารถในการผสมคอนกรีตที่มีส่วนผสมของทรายละเอียดสูง (เช่น คอนกรีตแบบพิเศษ) และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผสมคอนกรีตที่มีส่วนผสมของทรายละเอียดสูง (เช่น คอนกรีตแบบพิเศษ) และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผสมคอนกรีตที่มีส่วนผสมของทรายละเอียดสูง (เช่น คอนกรีตแบบพิเศษ).

คุณสมบัติ
WRDA with HYCOL® ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (เช่น การปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์) และปลอดภัยต่อสุขภาพของมนุษย์ (เช่น การสูดดม) และปลอดภัยต่อสุขภาพของมนุษย์ (เช่น การสูดดม) และปลอดภัยต่อสุขภาพของมนุษย์ (เช่น การสูดดม).

GRACE
Construction Products

Concrete

PRODUCT INFORMATION

Darex® AEA®

Air Entraining Admixture

Description
Darex® AEA® admixture is an aqueous solution of a complex mixture of organic acid salts. It contains a catalyst for more rapid and complete hydration of portland cement. Darex AEA is specially formulated for use as an air-entraining admixture for concrete and is manufactured under rigid control which provides uniform, predictable performance. It is supplied ready-to-use and does not require premixing with water. One litre weighs approximately 1.02kg.

Uses
Darex AEA is used in ready-mix, block and concrete products plants. It is also used on the job with job-site mixers, highway pavers ... wherever concrete is mixed and there is a need for purposeful air-entrapment.

Air Entraining Action
Air is entrained by the development of a semi-microscopic bubble system — introduced into the mix by agitation and stabilised by Darex AEA — in the mortar phase of the concrete.

Workability is Improved.
Millions of tiny air bubbles entrained with Darex AEA act as

flexible ball bearings, lubricating and plasticizing the concrete mix. This permits a reduction in mixing water with no loss in slump. Placeability is improved ... bleeding and segregation are minimized. Durability is increased. Darex AEA concrete is extremely durable, particularly when subjected to freezing and thawing, it has resistance to frost and de-icing salts, as well as to sulfate, sea and alkaline waters.

GRACE
Construction Products

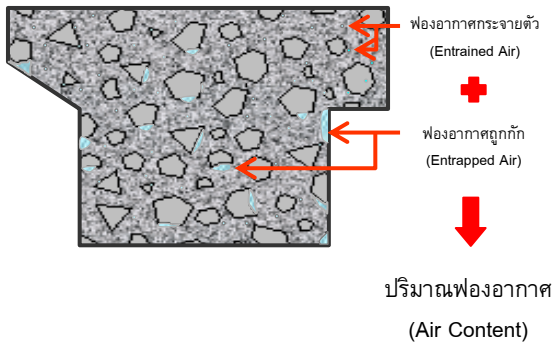
รูปที่ 6 ตัวอย่างน้ำยาลดหน้า WRDA® with HYCOL® ของ W.R.Grace

รูปที่ 7 ตัวอย่างน้ำยากักกระจายฟองอากาศ Darex® AEA® ของ W.R.Grace

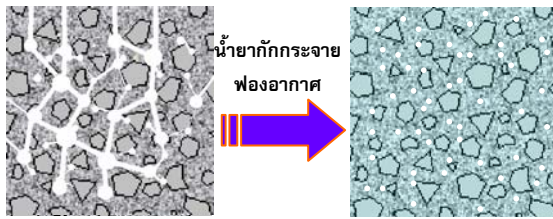
4.2 ส่วนผสมคอนกรีตสำหรับงานผนังโรงสี
ในส่วนผสมคอนกรีตสำหรับงานผนังโรงสีที่เช่นเดียวกันเป็นการศึกษาสารผสมเพิ่ม (Concrete Admixture) เพื่อเพิ่มความสามารถในการทำงานได้ (Workability) ของคอนกรีต โดยสารเคมีที่นำมาใช้ในการทดสอบคุณสมบัติ ได้แก่ สารกักกระจายฟองอากาศ (Air Entraining Agent) และสำหรับการทดสอบครั้งนี้ได้เลือกน้ำยากักกระจายฟองอากาศ Darex® AEA® ของ W.R.Grace

สารกักกระจายฟองอากาศเป็นสารอินทรีย์ที่ทำปฏิกิริยาบนผิว (Organic Surfactants) ประกอบด้วยตัวเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติบนผิวของอนุภาคซึ่งมักรวมกันอยู่ระหว่างผิวน้ำและอากาศ ทำให้อากาศในของน้ำลดลงก่อให้เกิดฟองอากาศในปริมาณที่สามารถควบคุมได้ในเนื้อคอนกรีต ฟองอากาศขนาดเล็กกระจายตัวอยู่สม่ำเสมอและจะคงตัว โดยทั่วไปจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.25-1.00 มิลลิเมตร ฟองอากาศที่เกิดขึ้น (Entrain Air) แตกต่างจากฟองอากาศ (Entrapped Air) ซึ่งมีขนาดใหญ่และจะเกิดในบางบริเวณอันเนื่องมาจากการจับยากคอนกรีตไม่ดีพอ ซึ่งมีคุณสมบัติในการก่อให้เกิดฟองอากาศขนาดเล็กมากกระจายอยู่อย่างสม่ำเสมอในเนื้อคอนกรีต





รูปที่ 8 ประเภทของฟองอากาศ



รูปที่ 9 กลไกการทำงานของน้ำยากักกระจายฟองอากาศ



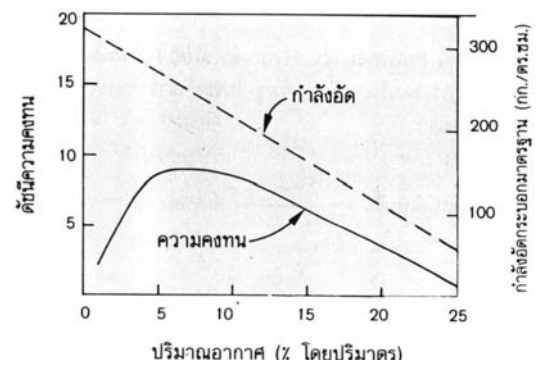
รูปที่ 10 ตัวอย่างคอนกรีตที่มีส่วนผสมของน้ำยากักกระจายฟองอากาศ

ปกติสารกักกระจายฟองอากาศจะนำมาใช้ลดอัตราการแตกร้าวเนื่องจากการเกิด Freezing and Thawing ในส่วนผสมคอนกรีตสำหรับงานห้องเย็น (Freezing Room Concrete) แต่การกักกระจายฟองอากาศยังมีผลดีต่อความสามารถในการทำงานและการเกาะตัวของคอนกรีตเหลว โดยลดการแยกตัวและการเยิ้ม ไม่ว่าจะมียุบตัวมากหรือน้อยก็ตาม ในคอนกรีตที่มีค่ายุบตัวเดียวกันคอนกรีตที่มีฟองอากาศจะใช้งานได้ดีกว่าคอนกรีตธรรมดาเพราะเทลงแบบและทำให้แน่นได้ง่ายกว่าหรือมีความสามารถในการเทได้

ดีกว่านั่นเอง ในส่วนผสมที่เหลวฟองอากาศจะช่วยลดการแยกตัวที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการขนส่งและใช้งาน

การเพิ่มปริมาณอากาศ 5% จะทำให้ค่ายุบตัวเพิ่มขึ้น 15-50 มิลลิเมตร โดยมีปริมาณเพสต์คองที่ ทั้งนี้เป็นเพราะฟองอากาศขนาดเล็กเหล่านี้ทำหน้าที่เสมือนเป็นมวลรวมละเอียดขนาดเล็กซึ่งยึดหยุ่นได้และมีแรงเสียดทานต่ำจึงช่วยลดแรงเสียดทานระหว่างของแข็งภายในเนื้อคอนกรีตเหลว คอนกรีตจึงมีลักษณะคล้ายกับว่ามีทรายมาก คุณสมบัตินี้ใช้ได้ผลดีสำหรับส่วนผสมที่ขาดอนุภาคขนาดเล็ก

การเพิ่มปริมาณอากาศ 5% สามารถทำให้ลดปริมาณน้ำลงได้ 20-30 ลิตร/ลูกบาศก์เมตร ส่งผลให้กำลังอัดสูงขึ้น และเป็นส่วนหนึ่งที่ทดแทนกำลังอัดของคอนกรีตที่ลดลงจากการเพิ่มปริมาณฟองอากาศภายในคอนกรีต ตามปกติคอนกรีตที่มีฟองอากาศกำลังอัดจะลดลง 5% จากการเพิ่มฟองอากาศ 1% แสดงผลดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 ผลของการกักกระจายฟองอากาศต่อกำลังและความคงทน

สารกักกระจายฟองอากาศจะมีผลกระทบต่อความสามารถเทได้ กำลังอัดและปริมาตรของคอนกรีต ดังนั้นจึงต้องคำนึงถึงปัจจัยที่มีผลกระทบของการกักกระจายฟองอากาศ ดังนี้

4.2.1 วัสดุผสมคอนกรีตและสัดส่วนผสม

- ส่วนละเอียด เช่น ทรายละเอียดหรือปริมาณซีเมนต์ที่เพิ่มขึ้นจะยับยั้งการเกิดฟองอากาศ
- ปริมาณฟองอากาศจะเพิ่มขึ้นโดยลดขนาดของหิน

- สัดส่วนของทรายมีความสำคัญต่อปริมาณฟองอากาศการเพิ่มทรายขนาด 300-600 ไมโครเมตร จะก่อให้เกิดปริมาณฟองอากาศมากขึ้นแต่ถ้ามีทรายที่ละเอียดมากโดยเฉพาะทรายที่ได้จากการบดหินจะยับยั้งการเกิดฟองอากาศ

- น้ำที่เหมาะสมสำหรับคอนกรีตไม่มีผลต่อปริมาณฟองอากาศที่เกิดขึ้นแต่น้ำกระด้างจะยับยั้งการเกิดฟองอากาศ ดังนั้นจึงต้องใส่สารกระจายกักฟองอากาศในปริมาณที่เพิ่มขึ้น การใช้สารผสมเพิ่มอื่นร่วมกับสารกักกระจายฟองอากาศจะต้องทำอย่างระมัดระวัง ในบางกรณีอาจยับยั้งการเกิดฟองอากาศหรือในบางกรณีอาจจะต้องใส่สารผสมเพิ่มอื่นหลังจากที่ฟองอากาศเกิดขึ้นก่อนแล้ว

4.2.2 การผสมและการจีเขย่า

- ปริมาณฟองอากาศจะถูกกระทบด้วย ชนิดอัตราและเวลาที่ใช้ในการผสม รวมทั้งปริมาณคอนกรีตที่ถูกผสม การยืดเวลาการผสมจะส่งผลให้ฟองอากาศลดลง

- คอนกรีตที่มีความสามารถเทได้ต่ำมากจะก่อให้เกิดฟองอากาศได้ยากมากและปริมาณฟองอากาศจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีความสามารถเทได้มากขึ้นตลอดช่วงค่ายุบตัว 25-150 มิลลิเมตร

- การจีเขย่าคอนกรีตมากเกินไปจะส่งผลให้ปริมาณฟองอากาศลดลง

4.2.3 สภาพแวดล้อม

- ปริมาณฟองอากาศในคอนกรีตจะเป็นปฏิภาคผกผันกับอุณหภูมิ กล่าวคือ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจาก 10°C เป็น 32°C ปริมาณฟองอากาศจะลดลงประมาณ 50%

5. วิธีการเพื่อให้งานสำเร็จ

ในส่วนของวิธีการเพื่อให้งานสำเร็จก็เช่นเดียวกัน ได้แบ่งวิธีการออกเป็น 2 ส่วนผสม คือ ส่วนผสมคอนกรีตสำหรับงานพื้นโรงสีและส่วนผสมคอนกรีตสำหรับงานผนังโรงสี

5.1 ส่วนผสมคอนกรีตสำหรับงานพื้นโรงสี

สำหรับส่วนผสมคอนกรีตสำหรับงานพื้นโรงสีได้ดำเนินการทดสอบคุณสมบัติของคอนกรีตที่ทดสอบได้แก่ การทดสอบหาระยะเวลาการก่อตัวของคอนกรีตตามมาตรฐาน ASTM C403 และการทดสอบการสูญเสียค่าการยุบตัว (Slump Loss) ของคอนกรีตตามมาตรฐาน ASTM C143 ส่วนคุณสมบัติของคอนกรีตเชิงตัวแล้วที่ทดสอบได้แก่ การทดสอบกำลังรับแรงอัด (Compressive Strength Test) ก้อนปูนตัวอย่างรูปทรงลูกบาศก์ตามมาตรฐาน BS 1881 ทำการทดสอบในเชิงเปรียบเทียบโดยปรับอัตราส่วนของน้ำยาผสมคอนกรีตประเภท A ที่นำมาทดแทนน้ำยาผสมคอนกรีตประเภท D ในสัดส่วน 1/3 , 2/3 และทดแทนทั้งหมด ส่วนผสมคอนกรีตที่ใช้ในการทดสอบดังตารางที่ 2 นอกจากนี้ยังทำการทดสอบในช่วงอุณหภูมิห้องที่แตกต่างกันเพื่อจำลองการทำงานคอนกรีตในช่วงเช้าและบ่ายซึ่งมีผลต่อระยะเวลาการก่อตัวของคอนกรีตเช่นเดียวกัน

MIX No.	ส่วนผสมคอนกรีต, กก./ลบ.ม.						
	ซีเมนต์	PFA	น้ำ	ทราย	หิน	A*, ซีซี	D**, ซีซี
NC	204	88	158	810	1,160	0	615
A100	204	88	158	810	1,160	205	410
A200	204	88	158	810	1,160	410	205
A300	204	88	158	810	1,160	615	0

* น้ำยาผสมคอนกรีตประเภท A ได้แก่ WRDA[®] with HYCOL[®] ของ W.R.Grace

** น้ำยาผสมคอนกรีตประเภท D ได้แก่ P50R ของ W.R.Grace

ตารางที่ 1 ส่วนผสมคอนกรีตสำหรับงานพื้นโรงสี

5.2 ส่วนผสมคอนกรีตสำหรับงานผนังโรงสี

ส่วนการทดสอบคุณสมบัติของส่วนผสมคอนกรีตสำหรับงานผนังโรงสีได้แก่ การทดสอบความสามารถในการทำงานได้ (Workability) โดยวิธีการทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีตตามมาตรฐาน ASTM C143 และการทดสอบกำลังรับแรงอัด (Compressive Strength Test) ตามมาตรฐาน BS 1881 เพื่อให้ได้อัตราส่วนของสารกักกระจายฟองอากาศที่ทำให้ได้คอนกรีตที่มีความสามารถในการทำงานได้ดีขึ้นในขณะที่มีกำลังอัดลดลงไม่มากนัก สำหรับอัตราส่วนของสารกักกระจายฟองอากาศ (Air Entraining Agent) ที่ทดสอบเท่ากับ 50 , 100 , 150 , 200 ซีซี/100 กิโลกรัม

ซีเมนต์เปรียบเทียบกับส่วนผสมคอนกรีตที่ไม่ได้เติมสารกักกระจายฟองอากาศ ส่วนผสมคอนกรีตที่ใช้ในการทดสอบ ดังตารางที่ 2

MIX No.	ส่วนผสมคอนกรีต, กก./ลบ.ม.						
	ซีเมนต์	PFA	น้ำ	ทราย	หิน	D ¹ , ซีซี	AEA ² , ซีซี
OPC	152	152	162	790	1,180	610	0
AEA50	152	152	162	790	1,180	610	155
AEA100	152	152	162	790	1,180	610	305
AEA150	152	152	162	790	1,180	610	455
AEA200	152	152	162	790	1,180	610	610

¹ น้ำยาผสมคอนกรีตประเภท D ได้แก่ P50R ของ W.R.Grace

² น้ำยากักกระจายฟองอากาศ ได้แก่ Darex[®] AEA[®] ของ W.R.Grace

ตารางที่ 3 ส่วนผสมคอนกรีตสำหรับงานผนังโรงสี

6. การปฏิบัติตามแผนงาน

6.1 ส่วนผสมคอนกรีตสำหรับงานพื้นโรงสี

การทดสอบคุณสมบัติของคอนกรีตสดที่ทดสอบได้แก่ การทดสอบหาระยะเวลาการก่อตัวของคอนกรีตตามมาตรฐาน ASTM C403 และการทดสอบการสูญเสียค่าการยุบตัว (Slump Loss) ของคอนกรีตตามมาตรฐาน ASTM C143



รูปที่ 12 การทดสอบหาระยะเวลาการก่อตัวของคอนกรีตตามมาตรฐาน ASTM C403



รูปที่ 13 การทดสอบการสูญเสียค่าการยุบตัว (Slump Loss) ของคอนกรีตตามมาตรฐาน ASTM C143

ส่วนคุณสมบัติของคอนกรีตแข็งตัวแล้วที่ทดสอบได้แก่ การทดสอบกำลังรับแรงอัด (Compressive Strength Test) ก่อนปูนตัวอย่างรูปทรงลูกบาศก์ตามมาตรฐาน BS 1881



รูปที่ 14 การทดสอบกำลังรับแรงอัด (Compressive Strength Test) ก่อนปูนตัวอย่างรูปทรงลูกบาศก์ตามมาตรฐาน BS 1881

6.2 ส่วนผสมคอนกรีตสำหรับงานผนังโรงสี

การทดสอบคุณสมบัติของส่วนผสมคอนกรีตสำหรับงานผนังโรงสี ได้แก่ การทดสอบความสามารถในการทำงานได้ (Workability) โดยวิธีการทดสอบหาการยุบตัวของคอนกรีตตามมาตรฐาน ASTM C143 และการทดสอบกำลังรับแรงอัด (Compressive Strength Test) ตามมาตรฐาน BS 1881



รูปที่ 15 การทดสอบการสูญเสียค่าการยุบตัว (Slump Loss) ของคอนกรีตตามมาตรฐาน ASTM C143



รูปที่ 16 เปรียบเทียบลักษณะของเนื้อคอนกรีต



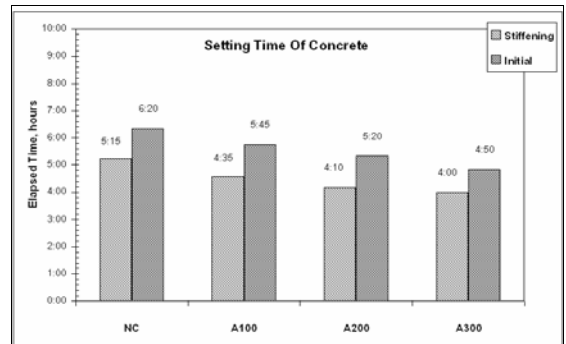
รูปที่ 17 การทดสอบกำลังรับแรงอัด (Compressive Strength Test) ก่อนปูนตัวอย่างรูปทรงลูกบาศก์ตามมาตรฐาน BS 1881

7. การตรวจสอบผล

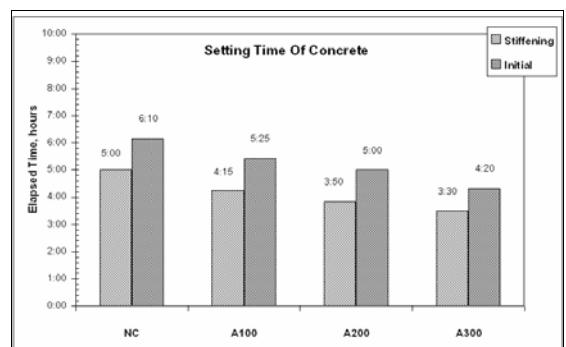
ผลการทดสอบคอนกรีต

7.1 ส่วนผสมคอนกรีตสำหรับงานพื้นโรงสี

- การทดสอบหาระยะเวลาการก่อตัวของคอนกรีตตามมาตรฐาน ASTM C403



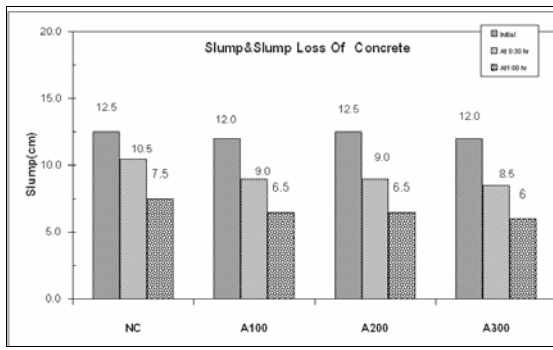
รูปที่ 18 ผลการทดสอบหาระยะเวลาการก่อตัวของคอนกรีต (ช่วงเช้า)



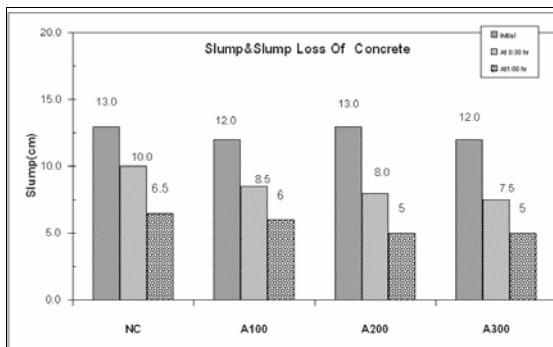
รูปที่ 19 ผลการทดสอบหาระยะเวลาการก่อตัวของคอนกรีต (ช่วงบ่าย)

จากผลการทดสอบหาระยะเวลาการก่อตัวของคอนกรีตพบว่า ระยะเวลาการก่อตัวของคอนกรีตยาวนานขึ้น เมื่อเพิ่มสัดส่วนการทดแทนน้ำยาผสมคอนกรีต Type D ด้วยน้ำยาผสมคอนกรีต Type A และระยะเวลาการก่อตัวของคอนกรีตจะสั้นลงเมื่ออุณหภูมิอากาศสูงขึ้น

- การทดสอบการสูญเสียค่าการยุบตัว (Slump Loss) ของคอนกรีตตามมาตรฐาน ASTM C143



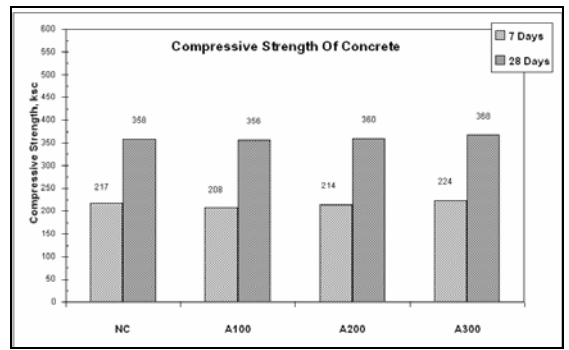
รูปที่ 20 ผลการทดสอบค่าการยุบตัว (Slump) และการสูญเสียค่าการยุบตัว (Slump Loss) ของคอนกรีต (ช่วงเช้า)



รูปที่ 21 ผลการทดสอบค่าการยุบตัว (Slump) และการสูญเสียค่าการยุบตัว (Slump Loss) ของคอนกรีต (ช่วงบ่าย)

จากผลการทดสอบการสูญเสียค่ายุบตัว (Slump Loss) พบว่า อัตราการสูญเสียค่ายุบตัวของคอนกรีตไม่แตกต่างกันเมื่อเปลี่ยนแปลงสัดส่วนการทดแทนน้ำยาผสมคอนกรีต Type D ด้วยน้ำยาผสมคอนกรีต Type A และอุณหภูมิอากาศ

- การทดสอบกำลังรับแรงอัด (Compressive Strength Test) ก้อนปูนตัวอย่างรูปทรงลูกบาศก์ตามมาตรฐาน BS 1881



รูปที่ 22 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัด (Compressive Strength Test) ก้อนปูนตัวอย่างรูปทรงลูกบาศก์

จากผลการทดสอบพบว่ากำลังรับแรงอัด (Compressive Strength Test) ของก้อนปูนตัวอย่างไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อเพิ่ม/ลดสัดส่วนการทดแทนน้ำยาผสมคอนกรีต Type D ด้วยน้ำยาผสมคอนกรีต Type A

- Blind Test

หน่วยงานที่ทดสอบ : โรงสีเฮียสุทธิชัย

ช่าง : ช่างอดด

ข้อมูลที่ได้รับ : “คอนกรีตปาดง่ายขึ้น ลื่นขึ้น ไม่ต้องรอขีดมันนาน”

หน่วยงานที่ทดสอบ : โรงสีศิริโสภณ แก้วเลี้ยว

ผู้รับเหมา : ธารสุวรรณ

ช่าง : ช่างจรัญ

ข้อมูลที่ได้รับ : “คอนกรีตลื่นปาดง่ายขึ้น เมื่อก่อนเวลาเทเสร็จตอนเย็น บางครั้งต้องรอถึงสี่ห้าทุ่มถึงจะขีดมันได้แต่ตอนนี้ไม่ต้องรอขีดมันนาน”

หน่วยงานที่ทดสอบ : โรงสีรุ่งเรืองธัญญะ

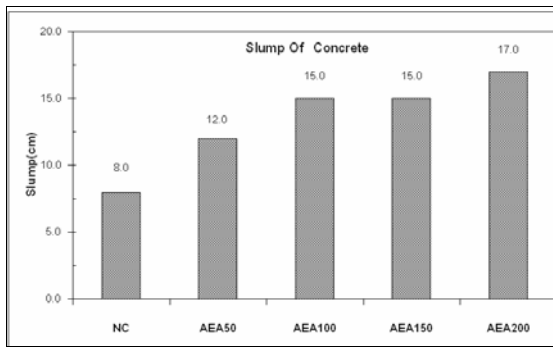
อุทัยธานี

ช่าง : ช่างทองดี

ข้อมูลที่ได้รับ : “ขีดมันได้เร็วดี เมื่อก่อนรอนานเพราะอยู่ใกล้โรงงาน (Plant) ด้วยมั้ง ”

7.2 ส่วนผสมคอนกรีตสำหรับงานผนังโรงสี

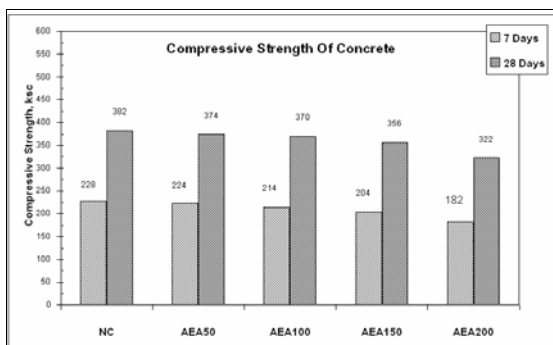
- การทดสอบการสูญเสียค่าการยุบตัว (Slump Loss) ของคอนกรีตตามมาตรฐาน ASTM C143



รูปที่ 23 ผลการทดสอบค่าการยุบตัว (Slump) ของคอนกรีต

จากผลการทดสอบพบว่า ค่าการยุบตัว (Slump) ของคอนกรีตเมื่อเพิ่มอัตราส่วนของน้ำยากักกระจายฟองอากาศขึ้น

- การทดสอบกำลังรับแรงอัด (Compressive Strength Test) ก้อนปูนตัวอย่างรูปทรงลูกบาศก์ตามมาตรฐาน BS 1881



รูปที่ 24 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัด (Compressive Strength Test) ก้อนปูนตัวอย่างรูปทรงลูกบาศก์

จากผลการทดสอบพบว่า กำลังรับแรงอัด (Compressive Strength Test) ของก้อนปูนตัวอย่างลดลงเมื่อเพิ่มอัตราส่วนของน้ำยากักกระจายฟองอากาศขึ้น

- Blind Test

หน่วยงานที่ทดสอบ : โรงสีบรรพตพิชผล นครสวรรค์

ช่าง : ช่างใหม่

ข้อมูลที่ได้รับ : “คอนกรีตดูเรียบขึ้นไม่มีรูโพรงเมื่อก่อนเทยากคนงานต้องเติมน้ำ”

หน่วยงานที่ทดสอบ : โรงสีพีชสุวรรณัญญกิจ

อุทัยธานี

ช่าง : ช่างใหม่

ข้อมูลที่ได้รับ : “เทง่ายขึ้น ถอดแบบออกแล้วเนียนมาก บางครั้งมีตามดินดินน้อย เถ้าแก่พอใจมาก”

8. การจัดการทำงานปกติ

8.1 ส่วนผสมคอนกรีตสำหรับงานพื้นโรงสี

จากผลการทดสอบสามารถปรับปรุงส่วนผสมคอนกรีตสำหรับงานพื้นโรงสีให้ตรงตามความต้องการของลูกค้าในเรื่องของระยะเวลาที่ใช้ในการรอขัดมัน โดยพิจารณาจากระยะเวลาการก่อตัวของคอนกรีต ดังนี้

ZBDM0T066A คอนกรีตสำหรับงานพื้น

ระยะเวลา ¹	ส่วนผสมคอนกรีต, กก./ลบ.ม.						
	ซีเมนต์	PFA	น้ำ	ทราย	หิน	A ² (ซีซี)	D ³ (ซีซี)
6:00	204	88	158	810	1,160	0	615
5:00	204	88	158	810	1,160	205	410
4:00	204	88	158	810	1,160	410	205
3:00	204	88	158	810	1,160	615	0

¹ ระยะเวลานับเริ่มตั้งแต่เวลาผสมคอนกรีตแล้วเสร็จจนกระทั่งเริ่มลาดปูนเพื่อขัดมัน

² น้ำยาผสมคอนกรีตประเภท A ได้แก่ WRDA[®] with HYCOL[®] ของ W.R.Grace

³ น้ำยาผสมคอนกรีตประเภท D ได้แก่ P50R ของ W.R.Grace

ตารางที่ 3 ส่วนผสมคอนกรีตสำหรับงานพื้นโรงสี

แต่ทั้งนี้จะต้องทำการทดลองส่วนผสมกับหน่วยงานที่มีการนำไปใช้จริงอีกครั้งหนึ่งเป็นกรณีไปเพื่อให้ได้สัดส่วนของน้ำยาจริง

8.2 ส่วนผสมคอนกรีตสำหรับงานผนังโรงสี

จากผลการทดสอบสามารถปรับปรุงส่วนผสมคอนกรีตสำหรับงานผนังโรงสีเพื่อลดปัญหาความเสียหายของโครงสร้างคอนกรีต โดยการเพิ่มความสามารถในการทำงานได้ (Workability) โดยไม่สูญเสียกำลังอัดต่ำกว่าที่รับรอง ดังนี้

ZBDM0T067A คอนกรีตสำหรับงานผนังโรงสี

ส่วนผสมคอนกรีต, กก./ลบ.ม.						
ซีเมนต์	PFA	น้ำ	ทราย	หิน	D ¹ (ซีซี)	AEA ² (ซีซี)
152	152	162	790	1,180	610	305

¹ น้ำยาผสมคอนกรีตประเภท D ได้แก่ P50R ของ W.R.Grace

² น้ำยากักกระจายฟองอากาศ ได้แก่ Darex[®] AEA[®] ของ W.R.Grace

ตารางที่ 4 ส่วนผสมคอนกรีตสำหรับงานผนังโรงสี

9. แผนงานในอนาคต

ส่วนผสมคอนกรีตสำหรับงานพื้นโรงสีสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานเทพื้นคอนกรีตทั่วไปและงานพื้นถนนที่ต้องการปรับส่วนผสมให้ตรงกับพฤติกรรมการทำงานของของลูกค้ำ สภาพภูมิอากาศของแต่ละพื้นที่ รวมทั้งฤดูกาลที่เปลี่ยนไปอันส่งผลต่อการก่อตัวของคอนกรีตซึ่งจำเป็นต้องทำการทดลองส่วนผสมเป็นกรณีไป

สำหรับส่วนผสมคอนกรีตสำหรับงานผนังโรงสีก็เช่นเดียวกันสามารถนำไปปรับปรุงใช้กับโครงสร้างผนังอื่นๆ ที่ต้องการความสามารถในการเทได้ที่สูงขึ้นและงานที่ต้องการความเรียบโดยไม่ต้องฉาบปูนทับอีกครึ่งหนึ่ง

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ตามวัตถุประสงค์ด้วยความช่วยเหลือจากกลุ่มบุคคลดังนี้ คือ

- คุณ รัชต์ชยุตม์ เกษมชัยศิริ หน่วยงานพัฒนาผลิตภัณฑ์ ที่เป็นที่ปรึกษาและให้คำแนะนำการดำเนินการโครงการนี้และพนักงานในหน่วยงานพัฒนาผลิตภัณฑ์ ในการให้ความช่วยเหลือในด้านข้อมูลทางเทคนิคและการทดลองส่วนผสม

- คุณ ถาวร ดอกไม้ ผู้จัดการภาคภาคเหนือ 4 ที่ได้ให้คำแนะนำและผลักดันโครงการนี้ รวมทั้งพนักงานในพื้นที่ที่ได้มีส่วนร่วมในการนำส่วนผสมคอนกรีตที่ได้รับการปรับปรุงไปใช้ในการปฏิบัติงานจริง

- คุณพงษ์เทพ สิริกุลประทุม จาก W.R.Grace ที่ได้คำปรึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติของสารผสมเพิ่ม

ตลอดจนเจ้าของหน่วยงานโรงสีและลานตากข้าวในพื้นที่ จ.นครสวรรค์ จ.กำแพงเพชร จ.พิจิตรและจ.อุทัยธานี ซึ่งไม่สามารถเอ่ยนามได้ทั้งหมดที่ให้โอกาสในการนำส่วนผสมคอนกรีตไปใช้งานจริงรวมทั้งผู้รับเหมาก่อสร้างที่ให้ความร่วมมือในการทดสอบด้วยวิธี Blind Test

เอกสารอ้างอิง

- ชัชวาลย์ เศรษฐบุตร: คอนกรีตเทคโนโลยี, พิมพ์ครั้งที่ 8, บริษัท ผลิตภัณฑ์และวัสดุก่อสร้าง จำกัด, 2543
- พงษ์เทพ สิริกุลประทุม, สารผสมเพิ่ม, เอกสารประกอบการสัมมนา เรื่อง เคมีภัณฑ์ในงานก่อสร้าง จัดโดยคณะกรรมการโครงการวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์และสมาคมคอนกรีตแห่งประเทศไทย, มกราคม 2548
- คอนกรีตเทคโนโลยี, ส่วน: วัสดุผสมคอนกรีต เอกสารประกอบหลักสูตรการฝึกอบรมคอนกรีตเทคโนโลยีแบบบูรณาการ สำหรับวิศวกร, บริษัท ผลิตภัณฑ์และวัสดุก่อสร้าง จำกัด, 2546