

การผลักดันคอนกรีตงานชายฝั่งทะเล โดยประยุกต์การใช้งานให้หลากหลาย

ชัยวัฒน์ เทพจันทร์

ผู้จัดการส่งเสริมคุณภาพ CPAC ภาคใต้ 2

บริษัทคอนกรีตผสมเสร็จซีแพค (ภาคใต้) จำกัด

บทคัดย่อ : จากนโยบายของผู้บริหารในการผลักดันสินค้าพิเศษเพื่อสร้างความแตกต่างจากคู่แข่ง โดยมียุทธศาสตร์พื้นที่ภาคใต้ ไปที่สินค้าคอนกรีตสำหรับชายฝั่งทะเล (Marine Concrete) จากข้อมูลการดำเนินงานที่ผ่านมาคอนกรีตสำหรับงานชายฝั่งทะเลยังมียอดขายยังไม่สูงและมียอดใช้ส่วนใหญ่ในงานโครงการ โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาช่องทางเพิ่มการขายคอนกรีตงานชายฝั่งทะเล โดยเพิ่มโครงสร้างการใช้งานของคอนกรีตงานชายฝั่งทะเล ซึ่งจะทำให้สินค้าในกลุ่มนี้ เป็นที่รู้จักมากขึ้น

การศึกษาเพื่อการประยุกต์ใช้งานที่หลากหลาย (Application-Based Design) ของ คอนกรีตซีแพคงานชายฝั่งทะเล (CPAC Marine Concrete) มุ่งความสนใจไปในกลุ่มโครงสร้างดังต่อไปนี้

1. โครงสร้างงานสะพาน, ถนน และ ตลิ่งป้องกันชายฝั่ง ซึ่งต้องมีความสามารถด้านการขัดสี (Abrasion Resistance)
2. โครงสร้างงานเสาเข็มเจาะ จะใช้ประโยชน์ด้านการทนต่อซัลเฟต SO_4^{2-} เนื่องจากในระดับผิวดินที่ลึกลงไป คลอไรด์ Cl^- จะไม่ทำให้เหล็กเสริมเป็นสนิมเนื่องจากไม่มีออกซิเจน
3. โครงสร้างที่ต้องการรับกำลังอัดเร็ว โดยสามารถใช้ในงานต่าง ๆ ได้คือ Post-tension, งานที่ต้องถอดแบบเร็ว และ คอนกรีตสำหรับ Concrete Product เช่น เสาเข็ม และแผ่นพื้น

โครงการนี้จะศึกษาเพื่อกำหนดขอบเขตเพื่อการออกแบบในแต่ละกลุ่มโครงสร้าง และต้องทดสอบมาตรฐานในห้องปฏิบัติการให้มีข้อมูลที่แสดงถึงความแตกต่างของคุณสมบัติที่เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน, แล้วนำไปทดลองใช้งานจริงกับหน่วยงานตัวอย่าง และ จัดทำคู่มือการทำงานและคู่มือที่ใช้สำหรับการขายในแต่ละกลุ่มโครงสร้างเพื่อเป็นมาตรฐานและ ขยายผลต่อไป

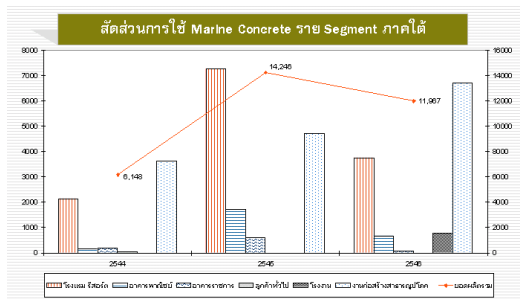
1. เข้าใจในนโยบายของผู้บริหาร

จากนโยบายในการเพิ่มยอดขายและ การสร้างความแตกต่างด้านภาพลักษณ์ของบริษัทที่แสดงความเป็นผู้นำทางด้านคอนกรีตเทคโนโลยี โดยการใช้นวัตกรรมพิเศษเป็นผู้นำ ซึ่งผลที่จะตามมาคือ

- 1) เพื่อสร้างความเป็นผู้นำทางด้านคอนกรีตเทคโนโลยี เหนือคู่แข่ง ทำให้ลูกค้าเกิดความภาคภูมิใจในใช้คอนกรีตจากซีแพค

- 2) การใช้นวัตกรรมพิเศษเป็นผู้นำในการขาย จะสร้างความเชื่อมั่นให้เจ้าของโครงการ และ การขายสินค้าพิเศษต้องมีการรับส่งข้อมูลระหว่างกันอย่างใกล้ชิด ทำให้เกิดความสัมพันธ์กับลูกค้าอย่างลึกซึ้ง และสามารถ Log in การใช้งานของลูกค้าได้ในระยะยาวได้

สำรวจสภาพปัจจุบัน



รูปที่ 1 แสดงสัดส่วนการใช้คอนกรีตชายฝั่งทะเลใน แต่ละกลุ่มงานในพื้นที่ภาคใต้ ตั้งแต่ ปี 2544-2546

โครงการประเภทหลักที่ใช้งานคือ โรงแรม และงานก่อสร้างสาธารณูปโภค (เขื่อนป้องกันคลื่น, สะพาน, ท่าเทียบเรือ) และ เริ่มรุกเข้าไปในโรงงานอุตสาหกรรมที่ใกล้ทะเล (ห้องเย็น, โรงงานแปรรูปอาหาร) หากพิจารณาการใช้งานของลูกค้ำทั่วไปมีสัดส่วนที่ค่อนข้างต่ำ เนื่องจากลูกค้ำขนาดเล็กยังไม่มี ความรู้คอนกรีตงานชายฝั่งทะเล และผลเสียหายหาก ใช้คอนกรีตผิดประเภท ซึ่งจะต่างจากคอนกรีตกัน

ซีม ซึ่งลูกค้ำทั่วไปมีความเข้าใจในผลกระทบต่อโครงสร้างและเห็นได้เด่นชัด จึงสามารถอธิบายให้ลูกค้ำเข้าใจ และสร้างยอดขายในกลุ่มนี้ได้อย่างมาก ดังนั้น ภาคใต้จึงมีแผนผลักดันสินค้างานชายฝั่งทะเล ซึ่ง จะดำเนินการควบคู่กันทั้งด้านการตลาดและ การพัฒนา สินค้า คือ

1. การให้ความรู้ชุมชนเพื่อให้ตระหนักในการเลือกใช้คอนกรีตให้เหมาะสมกับพื้นที่
2. เพิ่มสินค้าให้ครอบคลุมการใช้งานให้หลากหลาย ซึ่งสามารถสร้างยอดขายให้สินค้าคอนกรีตชายฝั่งทะเลในโครงสร้างกลุ่มใหม่ โดยที่ให้ความ สนใจคือ
 - คอนกรีตงานเข้มเจาะ
 - คอนกรีตป้องกันตลิ่งชายฝั่งทะเล
 - คอนกรีตงานถนนและสะพานชายฝั่งทะเล
 - คอนกรีตงาน Post-tension
 - คอนกรีตรับกำลังเร็วงานชายฝั่งทะเล

การสำรวจความต้องการลูกค้ำและคุณสมบัติที่เหมาะสมของคอนกรีตในแต่ละกลุ่มโดยมีรายละเอียดดังนี้

ชนิดคอนกรีต	หัวข้อพิจารณา
คอนกรีตงานเข้มเจาะ	<ol style="list-style-type: none"> 1. คอนกรีตมีเวลาในการทำงานเพียงพอ 2. สามารถต่อต้านการทำลายของซัลเฟตได้ดี
คอนกรีตสำหรับงานถนนและสะพานชายฝั่งทะเล	<ol style="list-style-type: none"> 1. คอนกรีตมีความสามารถต้านทานการกัดสีเทียบเคียงกับมาตรฐานงานถนนราชการ 2. ไม่เกิดการหดตัวแบบพลาสติก (Plastic Shrinkage) ที่เป็นปัญหาหลักของการทำถนน
คอนกรีตตลิ่งป้องกันคลื่นชายฝั่งทะเล	<ol style="list-style-type: none"> 1. มีความสามารถต้านทานการกัดสี 2. ลดการหดตัวแบบแห้ง (Drying Shrinkage) ซึ่งจะเกิดกับลักษณะโครงสร้างที่ยาวและ ไม่มีการตัดรอยต่อ
คอนกรีตงาน Post-Tension	<ol style="list-style-type: none"> 1. พัฒนากำลังอัดได้เร็ว โดยคงคุณสมบัติการทำงานชายฝั่งทะเล 2. มีระยะเวลาทำงานที่เหมาะสม Post-Tension ที่ 2 ชม., คอนกรีตรับกำลังเร็วงานชายฝั่งทะเล ที่ 1 ชม.
คอนกรีตรับกำลังเร็วงานชายฝั่งทะเล	

การตั้งเป้าหมาย

จากการที่สำรวจเพื่อทราบความต้องการในแต่ละกลุ่มงานแล้ว เราจึงกำหนดเป้าหมายเบื้องต้นที่ศึกษาเพื่อให้ได้ส่วนผสมและแนวปฏิบัติ คือ

1. คอนกรีตงานถนนและสะพานชายฝั่งทะเล
2. คอนกรีตรับกำลังเร็วงานชายฝั่งทะเล

2. กำหนดงานที่จะทำ

ความต้องการลูกค้า/พฤติกรรม	กำหนดงานที่ทำ (Tasks)
1. คอนกรีตเหมาะสำหรับงานชายฝั่งทะเลในแต่ละกลุ่ม (กำลังอัด, เวลาการใช้งาน, ค่ายุบตัว คอนกรีต, ต้นทุนเหมาะสม)	คอนกรีตสำหรับงานถนนและสะพาน → ใช้ผลทดสอบคุณสมบัติการหดตัวของแต่ละส่วนผสมที่ออกแบบจากแนวทางเลือก และเทียบกับคอนกรีตมาตรฐานกรมทางสำหรับผิวถนน
	คอนกรีตรับกำลังอัดเร็วที่กำลังอัด 240 ksc 1 วัน และ 3 วัน → พัฒนาทดลองส่วนผสมที่เหมาะสมจากแนวทางเลือกต่าง ๆ เพื่อกำหนดเป็นส่วนผสมมาตรฐานต่อไป

3. พัฒนารูปแบบให้งานสำเร็จ

งานที่จะทำ	เลือกวิธีการ	หัวข้อพิจารณา	วิธีการที่เลือกพัฒนา
1. ออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับงานชายฝั่งทะเลที่สามารถรับกำลังอัดที่ 1,3 วัน	Cement I + PFA โดยลดสัดส่วนการทดแทน PFA Cement I + PFA โดยเพิ่มปริมาณ Binder เพิ่ม Micro Silica ในสัดส่วนที่เหมาะสม ใช้น้ำยา Type C เพื่อเร่งการก่อตัวของคอนกรีต (CaCl ₂) ใช้ซีเมนต์ชนิดพิเศษที่ให้กำลังอัดเร็ว Cement I + GGBFS Cement V + PFA/GGBFS	กำลังอัด ต้นทุน ความสามารถในการเท คุณสมบัติต้านทาน Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ เวลาการทำงาน ขั้นตอนการผลิต	เพิ่ม Binder ลดสัดส่วนการทดแทน PFA ใช้น้ำยา Type F
2. ออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับงานถนนและสะพานงานชายฝั่งทะเล	Cement I + PFA โดยลดสัดส่วนการทดแทน PFA Cement I + PFA โดยเพิ่มปริมาณ Binder	กำลังอัด ความสามารถในการหดตัว	เพิ่ม Binder และลดสัดส่วนการใช้ PFA

4. วิธีทำงานเพื่อให้งานสำเร็จ

TASK	ปัญหาและอุปสรรค	แนวทางการขจัดปัญหา
งานที่ 1 : ส่วนผสมขยฝ่งทะเลที่สามารถรับกำลังอัดที่ 1,3 วัน	<ol style="list-style-type: none"> การใช้ปริมาณน้ำในส่วนผสมต่ำเพื่อลด W/B มีผลให้เกิด Slump Loss ในอัตราสูง การนํ้ายา Type F ในปริมาณที่สูงจะทำให้คอนกรีต Bleeding ง่ายขึ้น การใช้ Micro Silica มีผล Initial Slump ต่ำและเกิด Slump Loss ในอัตราที่สูง 	<ol style="list-style-type: none"> ออกแบบให้มีปริมาณน้ำและนํ้ายาที่สัมพันธ์กัน โดยกำหนดให้คอนกรีตมีอายุการทำงานที่ 1 ชม. ออกแบบปริมาณน้ำ และนํ้ายา Type F ที่เหมาะสม และเพิ่มเวลาในการผสมคอนกรีต ใช้สัดส่วน Micro Silica ไม่เกิน 8%
งานที่ 2 : ส่วนผสมถนนและสะพานขยฝ่งทะเล	<ol style="list-style-type: none"> คอนกรีตไม่สามารถรับการขัดสีหากเกิดการ Bleeding Initial Setting ของคอนกรีตที่มี PFA จะนานทำให้มีโอกาสเสี่ยงในการเกิด Plastic Shrinkage 	<ol style="list-style-type: none"> ทดสอบการขัดสีในแต่ละช่วง Slump เพื่อศึกษาผลกระทบ และใช้ในการออกแบบต่อไป ควบคุมปริมาณน้ำ และนํ้ายา Type D ที่ไม่ให้สูงมากโดยกำหนดเวลาการใช้งานที่ 2 ชม.

5. การปฏิบัติตามแผนงาน

TASK	Detail Activities	Responsibility	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.
งานที่ 1 : ส่วนผสมขยฝ่งทะเลที่สามารถรับกำลังอัดที่ 1,3 วัน	<ol style="list-style-type: none"> สอบถามและสำรวจสภาพการทำงานและความต้องการของตลาด ออกแบบผลิตภัณฑ์และทดสอบเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ ทดสอบผลิตภัณฑ์กับ หน่วยงานจริง กำหนดมาตรฐานการใช้งานของสินค้า จัดทำคู่มือการขาย และประกาศขายสินค้า 	<p>ผจก.สค. ,ผจก.กต</p> <p>ผจก.สค.</p> <p>ผจก.ผ,ผจก.สค</p> <p>ผจก.สค</p> <p>ผจก.สค. ,ผจก.กต</p>						
งานที่ 2 : ส่วนผสมถนนและสะพานขยฝ่งทะเล	<ol style="list-style-type: none"> สอบถามและสำรวจสภาพการทำงานและความต้องการของตลาด ทดสอบมาตรฐานคอนกรีตงานถนนกรมทางเทียบกับสินค้า Marine Concrete ออกแบบผลิตภัณฑ์และทดสอบเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ ทดสอบผลิตภัณฑ์กับ หน่วยงานจริง กำหนดมาตรฐานการใช้งานของสินค้า ทำคู่มือการขาย และประกาศขายสินค้า 	<p>ผจก.สค. ,ผจก.กต</p> <p>ผจก.สค.</p> <p>ผจก.สค.</p> <p>ผจก.ผ,ผจก.สค</p> <p>ผจก.สค</p> <p>ผจก.สค. ,ผจก.กต</p>						

6. การตรวจสอบผล

6.1 ผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการคอนกรีตงาน

ชายฝั่งทะเลที่สามารถรับกำลังอัดที่ 1,3 วัน

เลือกแนวทางพัฒนาโดยการเพิ่มปริมาณ Binder และการลดสัดส่วนการใช้ PFA ควบคู่กัน โดยการทดลองกำหนดตัวควบคุม คือ

1. ใช้น้ำ 150 ลิตร เพื่อช่วยลดการ Bleeding ของคอนกรีตและ ช่วยลด Initial Setting Time ซึ่งมีผลให้การพัฒนากำลังอัดของคอนกรีตในช่วงแรกเร็วขึ้น

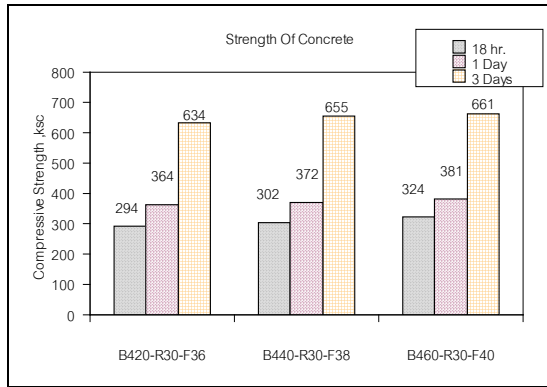
2. ส่วนผสมควบคุมคือ คอนกรีตสำหรับงาน ไร้เหล็ก รับรองกำลังอัดทรงลูกบาศก์ 280 ksc ที่ 1 วัน และนำเอา Micro Silica ซึ่งเป็น Highly Reactive Pozzolan มาใช้ในการทดลองด้วย ซึ่งมีส่วนผสมดังนี้

ส่วนผสมคอนกรีตชุดที่ 1

Code	Cement (kg.)	PFA (kg.)	Micro Silica (kg.)	Water (kg.)	Rock (kg.)	Sand (kg.)	Admix F (cc)	Remark
B400-R0-F40	400	-	-	150	1140	820	4000	ส่วนผสมควบคุม
B400-R50-F36	200	200	-	150	1080	780	3600	Binder 400kg Replace PFA 50%
B400-R40-F36	240	160	-	150	1080	800	3600	Binder 400kg Replace PFA 40%
B400-R30-F36	280	120	-	150	1100	800	3600	Binder 400kg Replace PFA 30%
B420-R50-F38	210	210	-	150	1060	780	3800	Binder 420kg Replace PFA 50%
B440-R50-F40	220	220	-	150	1060	760	4000	Binder 440kg Replace PFA 50%
B460-R50-F42	230	230	-	150	1050	740	4200	Binder 460kg Replace PFA 50%
B400-R50-F36-MS5	200	200	20	150	1080	780	3600	Binder 400kg Replace PFA 50% MS 5%
B400-R50-F36-MS7	200	200	30	150	1080	780	3600	Binder 400kg Replace PFA 50% Ms 7%

ส่วนผสมคอนกรีตชุดที่ 2

Code	Cement (kg.)	PFA (kg.)	Micro Silica (kg.)	Water (kg.)	Rock (kg.)	Sand (kg.)	Admix F (cc)	Remark
B420-R30-F36	290	130	-	140	1090	800	3600	Binder 420kg Replace PFA 30%
B440-R30-F38	310	130	-	140	1080	790	3800	Binder 440kg Replace PFA 30%
B460-R30-F40	320	140	-	140	1080	770	4000	Binder 460kg Replace PFA 30%



รูปที่ 7 แสดงค่า Setting Time ของส่วนผสมคอนกรีตชุดที่ 2

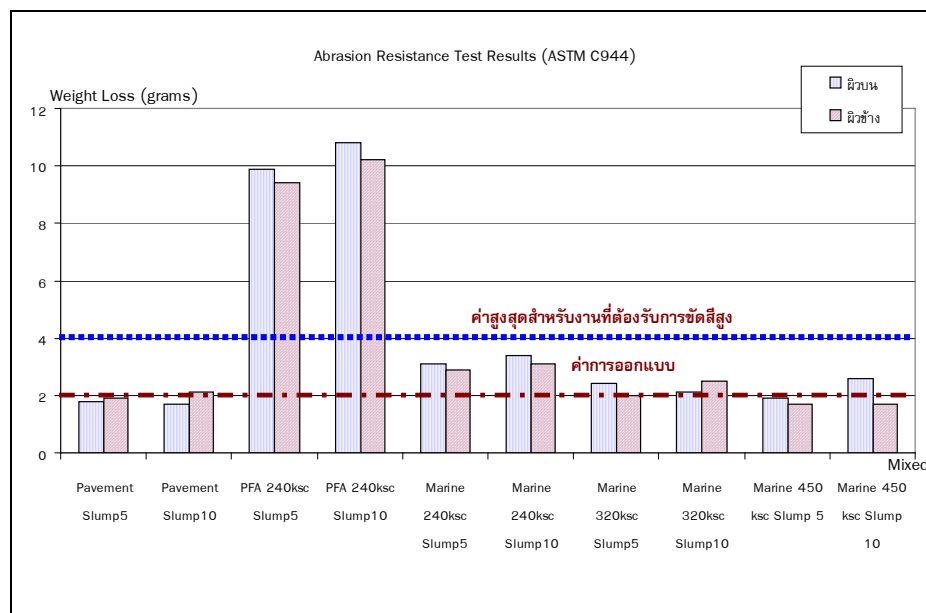
1. ส่วนผสมที่ใช้หน้ายา Type F สูงกว่า 3,800 cc. มีค่า Initial Slump สูงคือ 20 ซม.
2. Slump Loss ทุกส่วนผสมอยู่ในอัตราที่สามารถทำงานได้ที่อายุ 1 ชม.

3. ค่า Slump Loss มีอัตราสูง ทั้งที่ค่า Initial Slump สูงเนื่องจากใช้ปริมาณน้ำต่ำ
4. ไม่มีการ Bleeding ในทุกส่วนผสม
5. Initial Setting Time โดยเฉลี่ยที่ 4:30 ชม. ซึ่งจะใกล้เคียงกับส่วนผสมควบคุมคอนกรีตงานโรงหล่อคือ 4:10 ชม. ซึ่งส่วนผสมที่มี Initial Setting Time เร็วจะสามารถพัฒนากำลังอัดในช่วงแรกได้เร็วขึ้น
6. ผลกำลังอัดที่ 1 วันของมีค่าใกล้เคียงกับส่วนผสมควบคุมคอนกรีตงานโรงหล่อ ซึ่งหาพิจารณาในการใช้และต้นทุนสินค้าแล้ว สามารถนำส่วนผสม B420-R30-F36 มาพัฒนาสินค้าต่อไป

6.2 ผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการคอนกรีตงานชายฝั่งทะเลงานถนนและสะพาน

ส่วนผสมคอนกรีตชุดที่ 1

Code	Cement (kg.)	PFA (kg.)	Water (kg.)	Rock (kg.)	Sand (kg.)	Admix D (cc)	Admix F (cc)	Remark
Pavement	350	-	173	1130	780	440	-	ส่วนผสมควบคุม
PFA 240ksc	208	90	158	1160	810	840	-	Binder 298 kg Replace PFA 30%
Marine 240ksc	194	194	147	1170	770	780	-	Binder 388 kg Replace PFA 50%
Marine 320ksc	200	200	147	1170	690	800	-	Binder 400kg Replace PFA 50%
Marine 450ksc	230	230	147	1130	690	-	3,000	Binder 460kg Replace PFA 50%



รูปที่ 8 แสดงผลทดสอบ Abrasion Resistance ของส่วนผสมตัวอย่าง

ผลจากการทดลองพบว่า

1. คอนกรีตตามมาตรฐานงานถนน ปูนซีเมนต์ 360 กก. มีความสามารถในการขัดสีเปรียบเทียบกับที่ค่ายู่บตัวที่ 5 และ 10 ซม. พบว่าไม่ต่างกันมีนัยสำคัญมากและอยู่ที่ค่าอยู่ในช่วง 1.8-2.0 g.
2. ส่วนผสมคอนกรีตที่มี PFA ในส่วนผสมมีค่าต้านทานในการขัดสีต่ำกว่าแม้ว่ามี Binder สูงกว่า
3. การใช้น้ำยา Type F และปริมาณ Binder ที่เหมาะสมสามารถช่วยเพิ่มความสามารถในการต้านทานการขัดสีได้ แต่หากไม่สามารถควบคุมปริมาณน้ำ และน้ำยาอย่างมีประสิทธิภาพจะทำให้เกิด Bleeding ได้ง่ายมีผลกระทบให้ความต้านทานในการขัดสีลดลง ดังนั้นการนำเอาน้ำยา Type F มาใช้งานทำให้การควบคุมคุณภาพได้ยากกว่าใช้น้ำยา Type D

สำหรับงานที่ต้องการความสามารถต้านทานการขัดสีสูงนั้น มาตรฐานจะกำหนดให้มีค่า Abrasion Resistance ไม่เกิน 4.0 g. แต่สำหรับการออกแบบครั้งนี้จะใช้ค่า Abrasion Resistance ที่ไม่เกิน 2.0 g. จากผลการทดลองค่า Binder ที่ควรใช้ในการออกแบบต้องสูงกว่า 400 กก. ต่อ ลบ.ม.

7. การจัดสู่การทำงานปกติ

ผลจากการศึกษาและทดลองพบว่าได้ส่วนผสมที่ใช้ในงานกลุ่มต่าง ๆ โดยมีมาตรฐานดังนี้

- งานคอนกรีตชายฝั่งทะเลรับกำลังอัดเร็วที่ 1 วัน

หัวข้อ	ค่าที่ศึกษาได้
ปริมาณ Binder (กก.)	>420
ปริมาณน้ำ (กก.)	140 กก.
สัดส่วนทดแทน PFA	30%
ปริมาณน้ำยา Type F (ซีซี)	9 เท่าของ Binder
ค่ายู่บตัวที่โรงงาน (ซม.)	12 ซม.
กำลังอัดรับรองที่ 24 ซม.	240 ksc (Cube)
เวลาการทำงาน	60 นาที

- งานคอนกรีตชายฝั่งทะเลรับกำลังอัดเร็วที่ 3 วัน

หัวข้อ	ค่าที่ศึกษาได้
ปริมาณ Binder (กก.)	>400
ปริมาณน้ำ (กก.)	150
สัดส่วนทดแทน PFA	40%
ปริมาณน้ำยา Type F (ซีซี)	9 เท่าของ Binder
ค่ายู่บตัวที่โรงงาน (ซม.)	20 ซม.
กำลังอัดรับรองที่ 36 ซม.	240 ksc (Cube)
เวลาการทำงาน	120 นาที

- งานคอนกรีตชายฝั่งทะเลงานถนนและสะพาน

หัวข้อ	ค่าที่ศึกษาได้
ปริมาณ Binder (กก.)	>400
ปริมาณน้ำ (กก.)	147
สัดส่วนทดแทน PFA	30-50%
ปริมาณน้ำยา Type D(ซีซี)	4 เท่าของ ซีเมนต์
ค่ายู่บตัวที่โรงงาน (ซม.)	10 ซม.
ผลทดสอบการขัดสี (g)	< 4.0 g
เวลาการทำงาน	120 นาที

8. แผนงานในอนาคต

การศึกษาในครั้งนี้ได้จุดเรียนรู้เบื้องต้นเพื่อใช้เป็นข้อพิจารณาในการออกส่วนผสมให้เหมาะสม ซึ่งสามารถไปกำหนดเป็นมาตรฐานต่อไป

การทดสอบครั้งนี้เป็นเพียงการนำเสนอแนวทางและแนวคิดในการเพิ่มมูลค่าให้สินค้า CPAC Marine Concrete เพื่อรองรับงานในหลากหลายรูปแบบ ซึ่งสามารถนำองค์ความรู้ในแต่ละแห่งมารวบรวมเพื่อจัดทำชุดสินค้า CPAC Marine Concrete ที่รองรับงานทุกโครงสร้างที่ตั้งอยู่ชายฝั่งทะเล

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ตามวัตถุประสงค์ได้ด้วยความช่วยเหลือจากกลุ่มบุคคลดังนี้ คือ

คุณบุญรอด คุปติทัฬหี และ คุณนฤชา เกษมสำราญ
หน่วยงานคอนกรีตเทคโนโลยี ที่เป็นพี่เลี้ยง และให้คำแนะนำการดำเนินการโครงการนี้ และ พนักงานใน
หน่วยงานพัฒนาผลิตภัณฑ์ ในความช่วยเหลือในการ
ทำการทดสอบ และข้อมูลทางเทคนิค และ คุณธิตีพงศ์
หล่อโลหการ บริษัท ชีก้า (ประเทศไทย) ที่ได้ให้คำ
แนะนำเกี่ยวกับข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินการ

เอกสารอ้างอิง

- เอกสารประกอบหลักสูตรการฝึกอบรม
คอนกรีต เทคโนโลยีแบบบูรณาการ สำหรับ
วิศวกร เรื่อง การออกแบบส่วนผสม
คอนกรีต, เทคนิคการผลิตและการควบคุม
คุณภาพ, สารผสมเพิ่ม, คุณสมบัติของ
คอนกรีตสด