คุณสมบัติของคอนกรีตมวลเบาระบบเซลลูล่าผสมสารซุปเปอร์พลาสติไซเซอร์

PROPERTIES OF CELLULAR LIGHTWEIGHT CONCRETE WITH SUPERPLATICIZER

กฤษณ์ กิ่งโก้ (Krish Kingko)* ปริญญา จินดาประเสริฐ (Prinya Chindaprasirt)**

บทคัดย่อ

คอนกรีตมวลเบาระบบเซลลูล่าเป็นคอนกรีตที่ไม่มีส่วนผสมของมวลรวมหยาบ แต่ใช้ฟองอากาศหรือเนื้อโฟมเหลวที่ผลิตโดยวิธี Pre-Formed Foam เติมในส่วนผสมเพื่อลดความหนาแน่นของคอนกรีต งานวิจัยนี้ได้ศึกษาคุณสมบัติของคอนกรีตมวลเบาระบบเซลลูล่าผสมสารซุปเปอร์พลาสติไซเซอร์ที่มีความหนาแน่นระหว่าง 950 - 1,800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยทดสอบคุณสมบัติด้านกำลังรับแรงอัด กำลังต้านทานแรงดึงแยก กำลังต้านทานแรงดัด ปริมาณการดูดซึมน้ำ และการหดตัวแห้งของคอนกรีตมวลเบาระบบเซลลูล่า ผลการทดสอบพบว่า การผสมสารซุปเปอร์พลาสติไซเซอร์ในคอนกรีตมวลเบาระบบเซลลูล่าทำให้ส่วนผสมมีความสามารถทำงานได้ดีและส่งผลให้คุณสมบัติต่างๆดีขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากสารซุปเปอร์พลาสติไซเซอร์ช่วยกระจายอนุภาคของปูนซีเมนต์ทำให้มีน้ำอิสระเหลือมากขึ้นและส่วนผสมมีความสามารถทำงานได้ดีขึ้น เป็นผลให้ปฏิกิริยาไฮเดรชั่นเกิดได้ดีขึ้น ทำให้คุณสมบัติโดยรวมของคอนกรีตรวมทั้งกำลังรับแรงอัดดีขึ้นด้วย

ABSTRACT

Cellular lightweight concrete is a concrete without coarse aggregates. Air bubbles made from pre-formed foam is used to reduced the density of concrete. This research presented the study on the properties of cellular lightweight concrete incorporation of superplasticizer and densities between 950-1,800 kg/m³. The compressive strength, splitting tensile strength, water absorption and drying shrinkage of cellular lightweight concrete were tested. Test results revealed that the addition of superplasticizer enhanced the workability and the properties of the cellular lightweight concrete. This was due to the fact that superplasticizer help disperse the cement particle, increase the amount of free water and improve the workability of the mix. This resulted in improved hydration reaction and the properties of concrete including compressive strength.

คำสำคัญ : คอนกรีตมวลเบาระบบเซลลูล่า ฟองอากาศ สารซุปเปอร์พลาสติไซเซอร์

Key Words : Cellular Lightweight Concrete, Air void, Superplaticizer

---

* *มหาบัณฑิต หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*

** *ศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*

บทนำ

ปัจจุบันการก่อสร้างส่วนใหญ่ใช้โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กเป็นหลักทำให้โครงสร้างมีขนาดใหญ่ เพราะต้องรับน้ำหนักบรรทุกของอาคาร เพื่อที่จะลดน้ำหนักของโครง สร้างจึงได้นำเอาวัสดุก่อสร้างที่มีน้ำหนักเบาเข้ามาใช้ ทั้งในรูปแบบของบล็อกมวลเบาหรือหล่อผนังในที่โดยใช้คอนกรีตมวลเบาจนถึงใช้เป็นชิ้นส่วนโครงสร้าง เช่น พื้น เสา คาน ฐานราก เป็นต้น โดยมีวัตถุประสงค์ในการใช้งานโครงสร้างที่สำคัญ คือ ลดน้ำหนักของอาคาร และยังสามารถเป็นฉนวนกันความร้อนส่งผลให้เป็นการประหยัดต้นทุนโดยรวม

คอนกรีตมวลเบาระบบเซลลูล่า (Cellular Lightweight Concrete, CLC) คือ คอนกรีตที่ไม่มีส่วนผสมของมวลรวมหยาบ (นัฐวุฒิ, 2550) กล่าวคือเป็นการผลิตโดยใช้การผสมฟองอากาศ หรือเนื้อโฟมเหลวคงรูปที่มีลักษณะฟองอากาศแบบไม่ต่อเนื่องกันในส่วนผสมเพื่อให้คอนกรีตมีความหนาแน่นลดลง ซึ่งคุณสมบัติฟองอากาศนี้ต้องสามารถคงรูปอยู่ได้ระหว่างการผสม การเท จนกระทั่งสามารถถอดแบบได้ (ชยันต์, 2542) ซึ่งคุณสมบัติพื้นฐานของคอนกรีตมวลเบาระบบเซลลูล่า จะเปลี่ยนแปลงไปตามค่าความหนาแน่นหรือปริมาณฟองอากาศที่เติมเข้าไป (แก้วตา, 2550) คอนกรีตระบบเซลลูล่าจะมีกำลังรับแรงอัดต่ำกว่าคอนกรีตปกติ แต่มีความสามารถในการป้องกันความร้อน เสียง และทนไฟได้ดีกว่าคอนกรีตปกติ และสามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นวัสดุก่อสร้างหรืองานโครงสร้างอาคารทั้งภายในและภายนอก ซึ่งสามารถผลิตได้ในสถานที่ทำงานหรือกระบวนการผลิตแบบโรงงานด้วยเช่นกัน ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงนำสารผสมเพิ่ม คือ สารซุปเปอร์พลาสติไซเซอร์ชนิด FF (Superplasticizer, SP) มาใช้เพื่อเพิ่มกำลังรับแรงอัดและเร่งเวลาการถอดแบบ ศึกษาหาปริมาณสาร SP ที่เหมาะสม และทดสอบคุณสมบัติคอนกรีต ได้แก่ การทดสอบกำลังรับแรงอัด กำลังต้านทานแรงดึงแยก กำลังต้านทานแรงดัด การหดตัวแห้ง และทดสอบปริมาณการดูดซึมน้ำของคอนกรีตมวลเบาระบบเซลลูล่าผสมสาร SP

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาผลของการใช้ SP ในส่วนผสมของคอนกรีตมวลเบาระบบเซลลูล่า
2. ศึกษาคุณสมบัติด้านต่างๆคอนกรีตมวลเบาระบบเซลลูล่าเมื่อผสม SP

วัสดุและการทดสอบ

วัสดุ

ในส่วนผสมประกอบด้วย ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ทรายแม่น้ำมีค่าโมดูลัสความละเอียดเท่ากับ 1.1 ซึ่งทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C136-01 สารที่ทำให้เกิดฟองอากาศหรือโฟมเหลว น้ำสะอาดและสารซุปเปอร์พลาสติไซเซอร์ (Superplasticizer, SP)

เครื่องผลิตเนื้อโฟมเหลว

ประกอบด้วย เครื่องอัดอากาศหรือปั๊มลม ต่อเข้ากับเครื่องผลิตโฟมเหลวคงรูป ซึ่งสามารถตั้งความดันภายในถังได้ เป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญที่สุดในระบบเซลลูล่า ดังแสดงในภาพที่ 1

ภาพที่ 1 ชุดเครื่องผลิตโฟมเหลว

รายละเอียดการทดสอบ

1 .ทดสอบเบื้องต้นเพื่อหาปริมาณ SP ที่เหมาะสม

ทดสอบเบื้องต้นเพื่อหาปริมาณสาร SP ที่เหมาะสมในการนำมาใช้ โดยศึกษากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตเมื่อผสมสาร SP ในส่วนผสม โดยใช้แบบหล่อทรงจัตุรัสขนาด 5x5x5 ซม. ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C 109 เปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตระหว่างส่วนผสมที่ผสมสาร SP 4 ค่า โดยใช้ที่ 0.5, 1, 1.5 และ 2%โดยน้ำหนักปูนซีเมนต์กับส่วนผสมควบคุม (Control) ที่ไม่ผสมสาร SP ถอดแบบที่อายุ 24 ชม.ทดสอบที่อายุ 28 วัน หน่วยน้ำหนักคอนกรีตที่ทดสอบเท่ากับ 1,200 กก./ม.^{3} ใช้อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ 0.45 อัตราส่วนทรายต่อซีเมนต์เท่ากับ 1.5 ปริมาณโฟมเหลว 50 %โดยปริมาตรที่ออกแบบ และหน่วยน้ำหนักคอนกรีตที่ทดสอบเท่ากับ 1,600 กก./ม.^{3} ใช้อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ 0.45 และ0.5 อัตราส่วนทรายต่อซีเมนต์เท่ากับ 2.5 ปริมาณโฟมเหลว 30 %โดยปริมาตรที่ออกแบบ

ทดสอบคุณสมบัติด้านอื่นๆ ของคอนกรีตมวลเบา ที่เติมสาร SP ในส่วนผสม ตามปริมาณที่เหมาะสมจากการทดสอบเบื้องต้น ส่วนผสมที่ออกแบบ ดังแสดงในตารางที่ 1

2. ทดสอบกำลังรับแรงอัด

ทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบาผสมสาร SPโดยใช้แบบหล่อทรงจัตุรัสขนาด 10x10x10 ซม. ทดสอบตามมาตรฐาน BS EN 12390-3:2009 ถอดแบบที่อายุ 24 ชม. ทดสอบที่อายุ 7 และ 28 วัน หน่วยน้ำหนักคอนกรีตที่ทดสอบเท่ากับ 950, 1,200, 1,400, 1,600 และ1,800 กก./ม^3

3. ทดสอบกำลังต้านทานแรงดึงแยก

ทดสอบกำลังต้านทานแรงดึงแยกโดยใช้แบบหล่อทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 ซม. สูง 30 ซม.ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C 496 ถอดแบบที่อายุ 24 ชม. ทดสอบที่อายุ 28 วัน หน่วยน้ำหนักคอนกรีตที่ทดสอบเท่ากับ 950, 1,200, 1,400, 1,600 และ 1,800 กก./ม^3

4. ทดสอบกำลังต้านทานแรงดัด

ทดสอบกำลังต้านทานแรงดัดโดยใช้แบบหล่อขนาด 15x15x50 ซม. ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C 78 ถอดแบบที่อายุ 24 ชม. ทดสอบที่อายุ 28 วัน หน่วยน้ำหนักคอนกรีตที่ทดสอบเท่ากับ 950, 1,200, 1,400, 1,600 และ1,800 กก./ม^3

5. ทดสอบการหดตัวแห้ง

ทดสอบการหดตัวแห้งโดยใช้แบบหล่อขนาด 2.5x2.5x28.5 ซม. ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C 157-03 ถอดแบบที่อายุ 24 ชม. แล้วแช่น้ำ 48 ชม. แล้วจึงวัดค่าการหดตัวที่อายุ 3, 5 ,7 , 14, 28, 60 และ 120 วัน หน่วยน้ำหนักคอนกรีตที่ทดสอบเท่ากับ 950, 1,200, 1,400, 1,600 และ1,800 กก./ม^3

6. ทดสอบปริมาณการดูดซึมน้ำ

ทดสอบปริมาณการดูดซึมน้ำของคอนกรีตมวลเบาผสมสาร SP โดยใช้แบบหล่อทรงจัตุรัสขนาด 10x10x10 ซม. ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C 642 ถอดแบบที่อายุ 24 ชม. ทดสอบที่อายุ 28 วัน หน่วยน้ำหนักคอนกรีตที่ทดสอบเท่ากับ 950, 1,200, 1,400, 1,600 และ1,800 กก./ม^3

ตารางที่ 1 ส่วนผสมคอนกรีตมวลเบา

หน่วยน้ำหนัก (กก./ม.^{3})	อัตราส่วนน้ำ / ซีเมนต์	อัตราส่วนทราย / ซีเมนต์	โฟม (%)	SP (%)
950	0.4	1	55	1
1150	0.45	1.5	50	1
1400	0.5	2	40	1
1600	0.5	2.5	30	1
1800	0.5	2.5	20	1

ขั้นตอนการผสม

ก่อนการผสมคอนกรีตต้องเตรียมเครื่องผลิตโฟมเหลวซึ่งต่อเข้ากับปั๊มลมให้เรียบร้อย ผสมสารเพิ่มฟองกับน้ำในอัตราส่วน 1:40 (ตามผู้ผลิตแนะนำ) ผสมให้เข้ากันแล้วใส่ลงในถังของเครื่องผลิตโฟมเหลวและปรับแรงดันภายในถังให้คงที่ เท่ากับ 5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรทดสอบหน่วยน้ำหนักของโฟมเหลวก่อนใช้ทุกครั้ง (ลักษณะเนื้อโฟมเหลวแสดงดังภาพที่ 2) เริ่มต้นใส่ปูนซีเมนต์ น้ำ ลงในเครื่องผสมคอนกรีต เปิดเครื่องผสมให้ปูนซีเมนต์และน้ำ คลุกเคล้าเป็นเนื้อเดียวกันในเครื่องผสม แล้วจึงเติมทรายลงในเครื่องผสมคอนกรีตเดินเครื่องผสมให้ส่วนผสม ปูนซีเมนต์ ทรายและน้ำคลุกเคล้าเข้ากันในเครื่องผสม

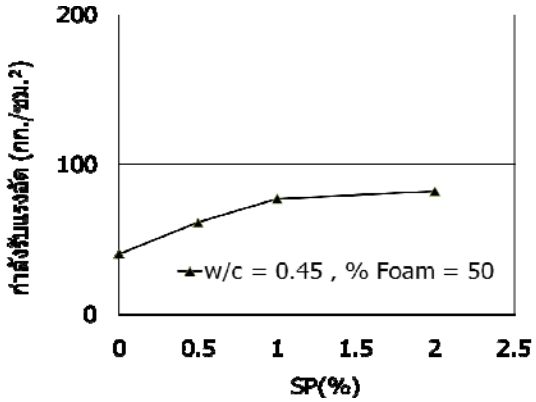
ภาพที่ 2 ลักษณะเนื้อโฟมเหลว

ขั้นตอนสุดท้าย ฉีดโฟมเหลวเข้าไปในเครื่องผสมคอนกรีต และทำการผสมให้มอร์ต้าร์และโฟมเหลวคลุกเคล้าให้เข้ากัน โดยใช้เวลาในการผสมให้น้อยที่สุดเพื่อป้องกันการเสียรูปของฟองอากาศ ซึ่งสามารถสังเกตได้จากสีของส่วนผสมเป็นเนื้อเดียวกันหรือไม่ เมื่อเข้ากันดีแล้ว จึงหยุดเดินเครื่องผสม โดยการผสมทั้งหมดไม่ควรเกินห้านาที

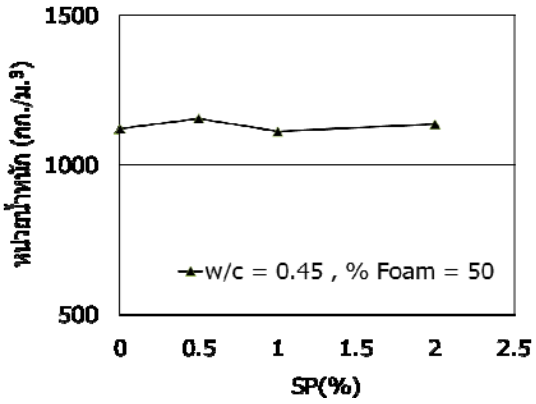
ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผล

1. ปริมาณ SP ที่เหมาะสม

ทดสอบหน่วยน้ำหนักคอนกรีตสองค่า คือ เท่ากับ 1,200 และ 1,600 กก./ม³ ผลกำลังอัดเบื้องต้นที่หน่วยน้ำหนักคอนกรีต 1,200 กก./ม.³ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดเบื้องต้นกับปริมาณ SP (%) ในภาพที่ 3 กำลังรับแรงอัดคอนกรีตมีค่าเท่ากับ 40, 60, 70 และ 80 กก./ซม.² ที่ปริมาณสาร SP เท่ากับ 0, 0.5, 1, และ 2% โดยน้ำหนักปูนซีเมนต์ตามลำดับ และความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยน้ำหนักกับปริมาณ SP (%) แสดงในภาพที่ 4 แสดงให้เห็นว่าการใช้ SP ทุกตัวอย่างในส่วนผสมไม่ส่งผลเสียต่อฟองอากาศที่ใช้ในส่วนผสม เนื่องจากหน่วยน้ำหนักไม่เปลี่ยนแปลง แต่ส่งผลให้กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตเพิ่มขึ้น

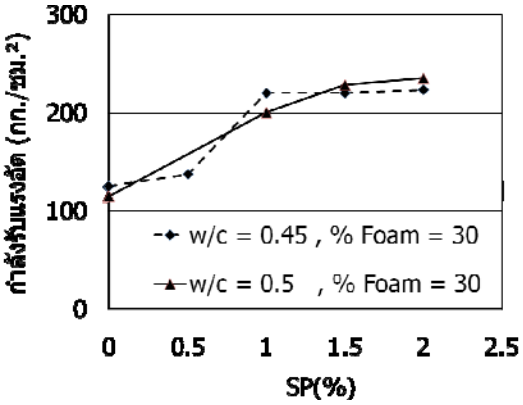


ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับปริมาณ SP (%) ที่หน่วยน้ำหนักคอนกรีต 1,200 กก./ม³



ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยน้ำหนักกับปริมาณ SP (%) ที่หน่วยน้ำหนักคอนกรีต 1,200 กก./ม³

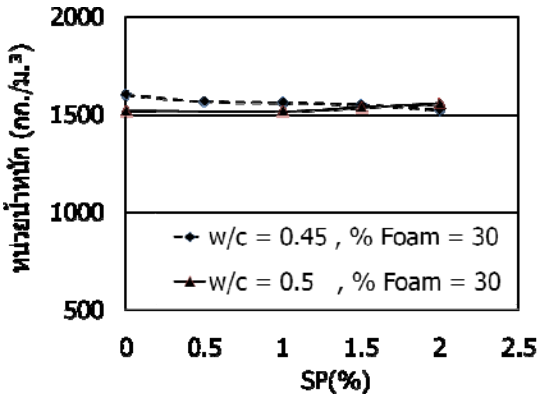
ผลกำลังอัดเบื้องต้นที่หน่วยน้ำหนักคอนกรีต 1,600 กก./ม³ จากกความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดเบื้องต้นกับปริมาณ SP (%) แสดงในภาพที่ 5 กำลังรับแรงอัดคอนกรีตมีค่าเท่ากับ 115, 200, 230 และ 235 กก./ซม.² ที่ปริมาณ SP เท่ากับ 0, 1, 1.5, และ 2 % โดยน้ำหนักปูนซีเมนต์ตามลำดับ และความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยน้ำหนักกับปริมาณ SP (%) ในภาพที่ 6 แสดงให้เห็นว่าการใช้ SP ทุกตัวอย่างในส่วนผสมไม่ส่งผลเสียต่อฟองอากาศที่ใช้ในส่วนผสม เช่นเดียวกันกับหน่วยน้ำหนัก 1,200 กก./ม.³



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับปริมาณ SP(%) ที่หน่วยน้ำหนักคอนกรีต 1,600 กก./ม.³

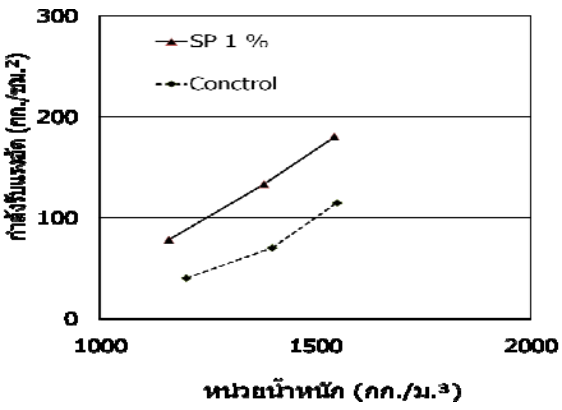
จากผลการทดสอบการใช้ SP ในส่วนผสม พบว่าการใช้ SP ระหว่าง 0.5-2% โดยน้ำหนักปูนซีเมนต์ สามารถเพิ่มกำลังรับแรงอัดได้และไม่มีผลเสียต่อฟองอากาศในส่วนผสม ดังนั้นเพื่อเป็นการลดต้นทุนและสะดวกต่อการใช้งานจึงกำหนดให้ใช้ SP เท่ากับ 1%โดยน้ำหนักปูนซีเมนต์ ในทุกส่วนผสมที่ใช้ในการทดสอบคุณสมบัติของคอนกรีต

ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดโดยเปรียบเทียบ กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ผสม SP 1% และไม่ผสม SP ที่หน่วยน้ำหนักคอนกรีต 1,200, 1,400 และ 1,600 กก./ม.³



ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยน้ำหนักกับปริมาณ SP (%) ที่หน่วยน้ำหนักคอนกรีต 1,600 กก./ม.³

จากความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับหน่วยน้ำหนักคอนกรีต ดังแสดงในภาพที่ 7 กรณีที่ไม่เติม SP (Control) คอนกรีตมีกำลังรับแรงอัดเท่ากับ 40, 70 และ 115 กก./ซม.² ที่หน่วยน้ำหนัก 1,200, 1,400 และ1,600 กก./ ม.³ ตามลำดับ และเมื่อผสมสาร SP 1% ในส่วนผสมคอนกรีต ส่งผลกำลังรับแรงอัดมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 77, 144 และ 185 กก./ซม.²



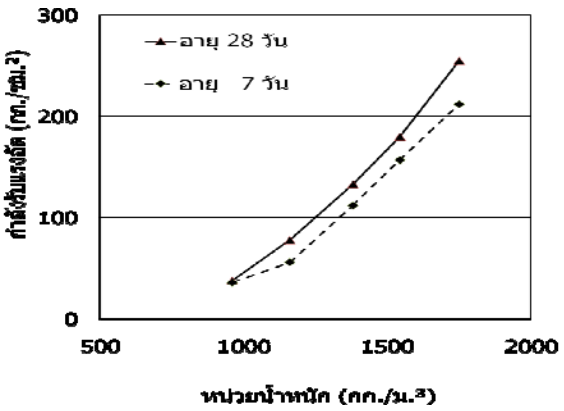
ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับหน่วยน้ำหนักคอนกรีต

แสดงให้เห็นชัดเจนว่า SP ส่งผลให้กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตสูงขึ้น เนื่องจากคุณสมบัติของ SP

ที่ได้ คือ ช่วยให้อนุภาคของเม็ดปูนซีเมนต์ที่เกาะกลุ่มกัน เกิดการกระจายตัวได้ดีขึ้น ทำให้มีน้ำสำหรับลดความหนืดของซีเมนต์เพสต์เพิ่มมากขึ้น เป็นผลให้คอนกรีตมีความสามารถในการทำงานได้สูงขึ้น และจากการกระจายตัวที่ดีขึ้น ยังช่วยให้การเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่นของปูนซีเมนต์เกิดได้ง่ายขึ้น ส่งผลให้กำลังรับแรงอัดทั้งในช่วงต้นและช่วงปลายของคอนกรีตสูงขึ้น (ปริญญา และชัย, 2549)

2. ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัด

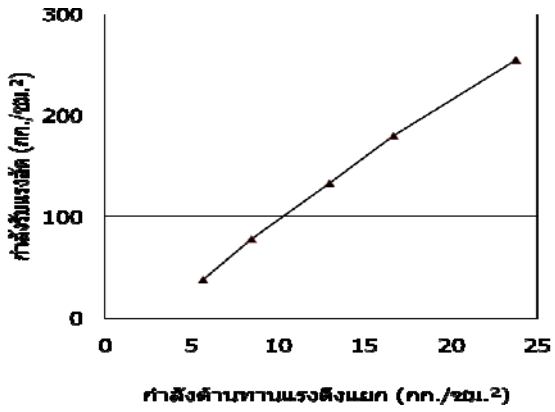
ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับหน่วยน้ำหนักคอนกรีต แสดงในภาพที่ 8 กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่อายุ 28 วันมีค่าเท่ากับ 40, 80, 135, 180 และ 250 กก./ซม.^{2} ที่หน่วยน้ำหนักคอนกรีต 950, 1,200, 1,400, 1,600 และ 1,800 กก./ ม.^{3} ตามลำดับ



ภาพที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับหน่วยน้ำหนักของคอนกรีต

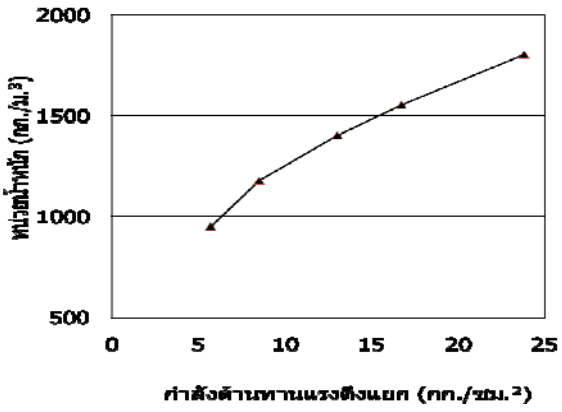
3. ผลการทดสอบกำลังต้านทานแรงดึงแยก

ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับกำลังต้านทานแรงดึงแยกของคอนกรีต แสดงในภาพที่ 9



ภาพที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัด กับกำลังต้านทานแรงดึงแยกของคอนกรีต

โดยการทดสอบกำลังรับแรงอัดใช้ตัวอย่างทรงจัตุรัส ขนาด 10x10x10 ซม.ส่วนการทดสอบกำลังต้านทานแรงดึงแยกใช้ตัวอย่างทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 ซม.สูง 30 ซม. และความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยน้ำหนักกับกำลังต้านทานแรงดึงแยกของคอนกรีต แสดงในภาพที่ 10



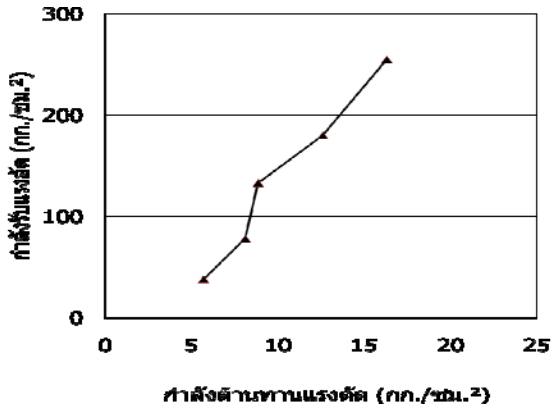
ภาพที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยน้ำหนักกับกำลังต้านทานแรงดึงแยกของคอนกรีต

กำลังต้านทานแรงดึงแยกมีค่าเท่ากับ 6, 9, 13, 17 และ 24 กก./ซม.^{2} ที่หน่วยน้ำหนักคอนกรีต 950, 1,200, 1,400, 1,600 และ 1,800 กก./ม.^{3} ตามลำดับ และ

เมื่อเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 15, 11, 10, 9 และ 9 % ของแรงอัดตามลำดับ

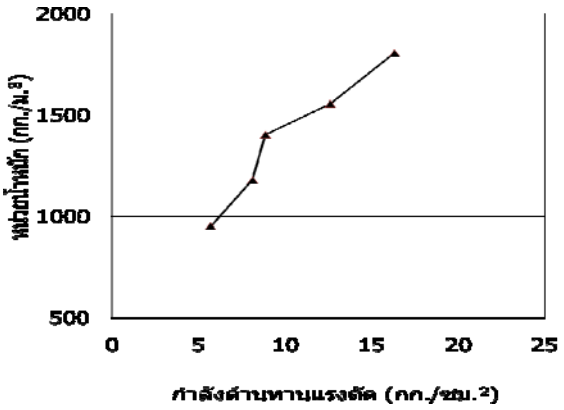
4. ผลการทดสอบกำลังต้านแรงดัด

ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับกำลังต้านทานแรงดัดของคอนกรีต แสดงในภาพที่ 11 โดยการทดสอบกำลังรับแรงอัดใช้ตัวอย่างทรงจัตุรัส ขนาด 10x10x10 ซม.



ภาพที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับกำลังต้านทานแรงดัดของคอนกรีต

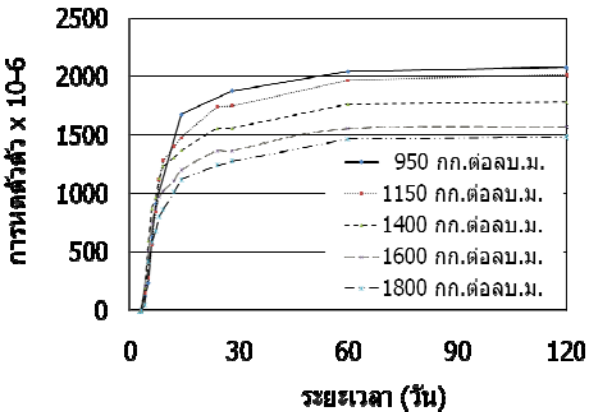
ส่วนการทดสอบกำลังต้านทานแรงดัดใช้ตัวอย่างขนาด 15x15x50 ซม.และความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยน้ำหนักกับกำลังต้านทานแรงดัดของคอนกรีต แสดงในภาพที่ 12 กำลังต้านทานแรงดัดมีค่าเท่ากับ 6, 8, 9, 13 และ 17 กก./ซม.² ที่หน่วยน้ำหนักคอนกรีต 950, 1,200, 1,400, 1,600 และ 1,800 กก./ ม.³ ตามลำดับ และเมื่อเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์มีค่าเท่ากับ 15, 10, 7, 7 และ 6 % ของแรงอัดตามลำดับ



ภาพที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกับกำลังต้านทานแรงดัดของคอนกรีต

5. ผลการทดสอบการหดตัวแห้ง

ความสัมพันธ์ระหว่างการหดตัวแห้งกับอายุของคอนกรีตมวลเบา แสดงในภาพที่ 13 ที่อายุ 120 วัน การหดตัวแห้งของคอนกรีตมีค่าเท่ากับ 2,080, 2,020, 1,780, 1,570 และ1,490 ไมโครสเตรน ที่หน่วยน้ำหนักคอนกรีต 950, 1,200, 1,400, 1,600 และ 1,800 กก./ม.³ ตามลำดับ



ภาพที่ 13 ความสัมพันธ์ระหว่างการหดตัวแห้งกับอายุของคอนกรีต

ตารางที่ 2 การหดตัวแห้งของคอนกรีตมวลเบา

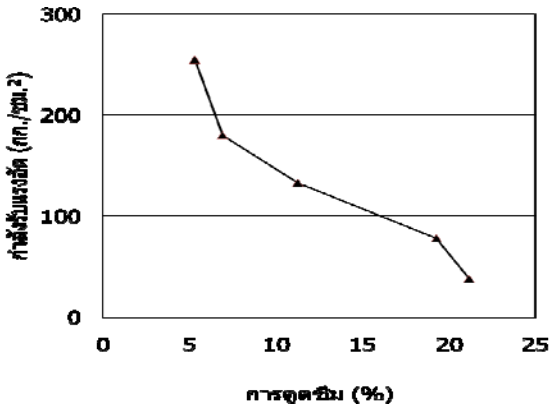
หน่วยน้ำหนัก (กก./ม.³)	การหดตัวแห้ง (ไมโครสเตรน) อายุ (วัน)					
	5	7	14	28	60	120
950	230	910	1680	1880	2050	2080
1200	280	840	1480	1750	1970	2020
1400	590	960	1370	1560	1760	1780
1600	510	860	1200	1360	1560	1570
1800	410	680	1120	1270	1460	1490

การหดตัวของคอนกรีตมวลเบาจะลดลงเมื่อหน่วยน้ำหนักของคอนกรีตเพิ่มขึ้น การหดตัวของคอนกรีตมวลเบานี้จะแปรผกผันกับหน่วยน้ำหนักของคอนกรีต คือ เมื่อหน่วยน้ำหนักของคอนกรีตเพิ่มขึ้น จะการหดตัวจะน้อยลง และการหดตัวจะมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากเมื่ออายุตัวอย่างมากกว่า 60 วัน

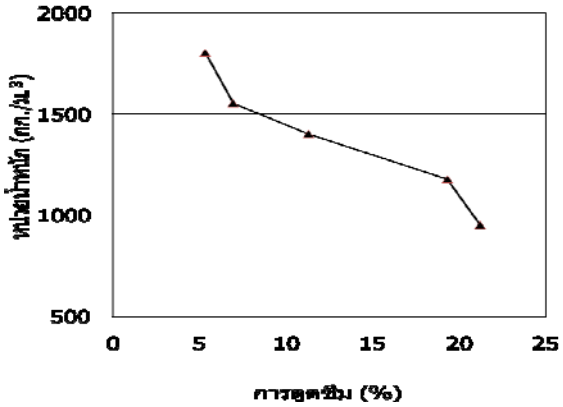
6. ผลการทดสอบปริมาณดูดซึมน้ำ

ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับเปอร์เซนต์การดูดน้ำของคอนกรีต ดังแสดงในภาพที่ 14 และ ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยน้ำหนักกับร้อยละการดูดซึม ดังแสดงในภาพที่ 15 การดูดซึมน้ำของคอนกรีตมีค่าเท่ากับ 21, 19, 11, 7 และ 5%โดยน้ำหนักที่หน่วยน้ำหนักคอนกรีต 950, 1,200, 1,400, 1,600 และ 1,800 กก./ม.³ ตามลำดับ

การดูดซึมน้ำของคอนกรีตมวลเบา จะมีปริมาณการดูดซึมน้ำที่มากกว่าคอนกรีตที่ใช้งานทั่วไป เนื่องจากช่องว่างที่เกิดจากฟองอากาศที่เติมเข้าไปในส่วนผสม ซึ่งช่องว่างที่เกิดขึ้นนี้ มีผลโดยตรงต่อความแข็งแรงทนทานของคอนกรีตมวลเบา ปริมาณการดูดซึมน้ำที่เปลี่ยนแปลงนี้เป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณฟองอากาศที่ใช้ ซึ่งส่วนผสมที่มีปริมาณโฟมเหลวหรือฟองอากาศมาก หน่วยน้ำหนักคอนกรีตจะลดลง และส่งผลต่อการดูดซึมที่เพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน



ภาพที่ 14 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของคอนกรีต



ภาพที่ 15 ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยน้ำหนักกับเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของคอนกรีต

สรุปผลการทดลอง

จากผลการศึกษาคุณสมบัติของคอนกรีตมวลเบาระบบเซลลูล่าผสมสารซุปเปอร์พลาสติไซเซอร์ ที่หน่วยน้ำหนักคอนกรีตระหว่าง 950-1,800 กก.ต่อลบ.ม. การผสมสารซุปเปอร์พลาสติไซเซอร์ในส่วนผสมคอนกรีตทุกปริมาณการตั้งแต่ 0.5-2%โดยน้ำหนักปูนซีเมนต์ มีผลให้ส่วนผสมมีความสามารถในการทำงานได้ดี กำลังรับแรงอัดเพิ่มขึ้น ไม่ส่งผลด้านลบต่อฟองอากาศที่ใช้ ทั้งยังส่งผลให้คุณสมบัติของคอนกรีตดีขึ้นเนื่องจากคุณสมบัติของ SP ที่ได้ คือ ช่วยให้

อนุภาคของเม็ดปูนซีเมนต์ที่เกาะกลุ่มกัน เกิดการกระจายตัวได้ดีขึ้น ทำให้มีน้ำสำหรับลดความหนืดของซีเมนต์เพสต์เพิ่มมากขึ้น เป็นผลให้คอนกรีตมีความสามารถในการทำงานได้สูงขึ้น และในกระบวนการผสมคอนกรีตควรใช้หน่วยน้ำหนักโฟมเหลวหรือฟองอากาศ อยู่ระหว่าง 45-50 กก./ม.^{3} เนื่องจากความหนาแน่น ขนาด ปริมาณของฟองอากาศในส่วนผสมส่งผลต่อคุณสมบัติคอนกรีตมวลเบาระบบเซลลูล่า (E.K. Kuhanandan, 2006) เมื่อหน่วยน้ำหนักของโฟมเหลวมากขึ้นคุณสมบัติของคอนกรีตมวลเบาที่ได้จะลดต่ำลง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างมูลฐานอย่างยั่งยืน และภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

แก้วตา ดียิ่ง.(2550) .**การทดสอบกำลังรับแรงดึงของคอนกรีตมวลเบาระบบเซลลูล่า** . การประชุมวิชาการคอนกรีต ประจำปี 2550.

ชชันต์ เจริญพร และคณะ.(2542). **การศึกษาคุณสมบัติของ Cellular Concrete เพื่อใช้เป็นวัสดุเบา** . กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม.

นัฐวุฒิ ทิพย์โยธา และคณะ.(2550). **กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูล่า**.การประชุมวิชาการคอนกรีต ประจำปี 2550.

ปริญญา จินดาประเสริฐและชัย จาตุรพิทักษ์กุล. (2549).**ปูนซีเมนต์ ปอซโซลานและคอนกรีต**. สมาคมคอนกรีตไทย (ส.ค.ท.) และบริษัทปูนซีเมนต์ไทยอุตสาหกรรม จำกัด.

E.K. Kuhanandan Nambiar , K. Ramamurthy . (2006). **Air void characterization of foam concrete**. Department of Civil Engineering. wIndian Institute of technology Madras, 2006.