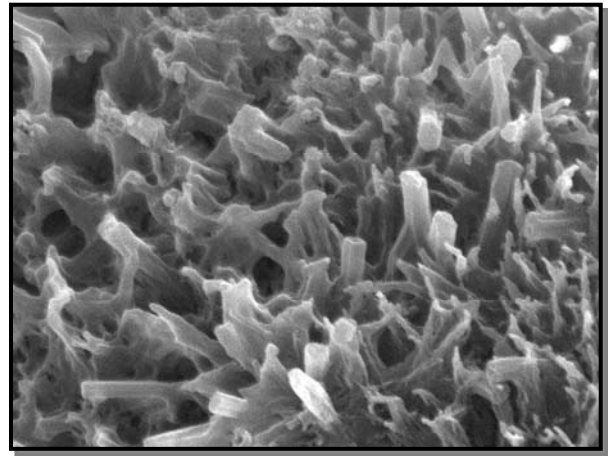
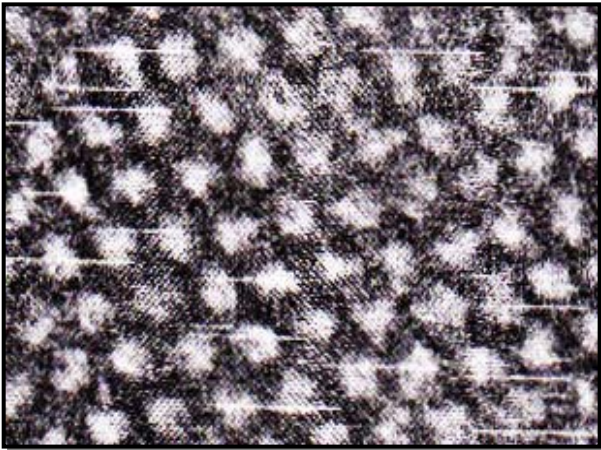




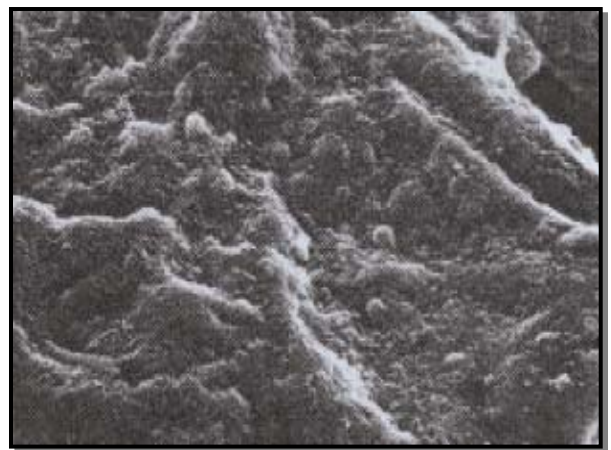
จุดโครงสร้างของ Portland Ultra



จุดโครงสร้างของ Portland Fluidifier



จุดโครงสร้างของ Portland Honey Comb



จุดโครงสร้างของ Portland Polymer

PORTLAND

ชำระค่าไปรษณียากรแล้ว
ใบอนุญาตเลขที่ 120 / 2547
ศฝ.หัวลำโพง 10331

นาโนคอนกรีตในงานก่อสร้าง

บริษัท ปอร์ตแลนด์ จำกัด 299-305 อ.มหาพฤฒาราม บางรัก กรุงเทพฯ 10500 www.portlandchemical.com

Technical Call Center: 089-117-8300 โทร. (662)236-3206-7 แฟกซ์ (662)233 - 3465 E-Mail: portland@portlandchemical.com

วันที่ 30 ตุลาคม 2553

เรื่อง นาโนคอนกรีตในงานก่อสร้าง

เรียน ท่านผู้เกี่ยวข้องกับงานก่อสร้าง

- สิ่งที่ส่งมาด้วย
1. เอกสาร Portland Ultra หัวเชื่อมานาโนคอนกรีตทำคอนกรีตพลังช้าง
 2. เอกสาร Portland Fluidifier หัวเชื่อมานาโนคอนกรีตเทพื้นปรับระดับเอง
 3. เอกสาร Portland Honey Comb หัวเชื่อมานาโนคอนกรีตมวลเบากันน้ำ
 4. รายการผลิตภัณฑ์

ด้วยความก้าวหน้าทางนาโนคอนกรีตเทคโนโลยีทำให้คอนกรีตที่ใช้ในการก่อสร้างสามารถมีคุณสมบัติเกินขีดจำกัดที่เคยเป็นอยู่ในทุกๆด้านได้ ซึ่งต่อไปนี้เป็นตัวอย่างของหัวเชื่อมานาโนคอนกรีต 3 ชนิดดังนี้

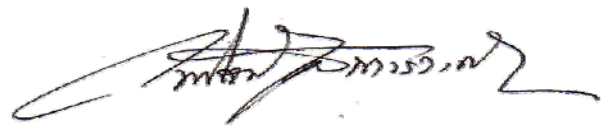
1. งานโครงสร้างรับกำลังที่สามารถออกแบบส่วนผสมคอนกรีตให้รับกำลังอัดและกำลังบิดสูงเกินกว่าขีดจำกัดเดิมที่เคยเป็น ผู้ระดับ Ultra High Performance Concretes โดยเป็น Polymer Concrete ที่ทนทะเล เช่น ทนน้ำ ทนกรด ทนด่าง ทนเกลือ ทน Carbonation เป็นต้น โดยใช้ หัวเชื่อมานาโนคอนกรีต Portland Ultra
2. งานเทพื้นเรียบปรับระดับเอง (Self Leveling) เป็นพื้นที่รองรับการยึดหดตัวของอุณหภูมิตั้งแต่แสงแดด (Seamless Floor) จึงไม่ต้องตัด Expansion Joints เป็น Polymer Concrete กันกัดกร่อน ใช้เป็น Topping โดยไม่ต้องปูพื้นอื่นอีก รวมทั้งเป็นคอนกรีตประสานคอนกรีตเก่าและคอนกรีตสด โดยใช้หัวเชื่อมานาโนคอนกรีต Portland Fluidifier
3. งานหล่อผนังมวลเบากันน้ำ (Close Cell Foam) โครงสร้างเป็น รูปรังผึ้งที่เป็น Space Frame ที่คงทนกำลังอัด กำลังบิดสูง เป็น Flexible Concrete ที่มีค่า Elasticity และ Elongation to Break สูง ประหยัดค่าฉาบ กันร้อน กันแผ่นดินไหว ประหยัดพลังงานโดยผสมด้วยไมโครซิลิกา สามารถผสมเองที่หน่วยงานได้ โดยใช้หัวเชื่อมานาโนคอนกรีต Portland Honey Comb ซึ่งสามารถผสมร่วมกับเส้นใยแทนเหล็ก Portland Fiber ได้เพื่อเพิ่ม Tensile Strength

หากท่านต้องการความรู้ของนาโนคอนกรีตเทคโนโลยีสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้ใน WebSite:

www.portlandchemical.com และสอบถามรายละเอียดด้านเทคนิคได้ที่ 089-117-8300

ฉะนั้นจึงเรียนมาเพื่อทราบ

ขอแสดงความนับถือ



ไพโรจน์ สถาวรวงศ์

กรรมการ ผู้จัดการ

คอนกรีตพลังช้างกำลังสูงสุดเกินขีดจำกัดทุก ๆ ช่วงเวลา

ปอร์ตแลนด์ อุลตรา เป็นผงสารเคมีผสมเพิ่มชนิดนาโนคอนกรีตเทคโนโลยีที่เข้าไปเปลี่ยนโครงสร้างจุลผลึกของซีเมนต์ จากมุกกวา Cement Paste เป็นรูปตะกั่วทรงกลม Spherical Clag ทำให้เกิดการไหลมากกว่าสารลดน้ำ (High Range Water Reducer or Superplasticiser) ที่มีอยู่แล้วน้ำปูนที่เหลือ (Slurry) ก่อเกิดเป็นเส้นใย Ettringite ($3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot 32H_2O$) ที่มีขนาด 100 ถึง 150 ไมครอนมาเป็นจุลผลึกที่มีเส้นใยประสานที่มีค่าความคงทนกำลังอัดและกำลังบิดรวมทั้งค่า Elasticity สูงเกินขีดจำกัดปกติของคอนกรีตรวมทั้ง เปลี่ยนโพรงน้ำเป็นโพรงใยเพื่อเปลี่ยนเป็นคอนกรีตประสิทธิภาพสูงยิ่ง (Ultra High Performance Concretes) แล้วหุ้มด้วย Polymer ชนิดที่มีคุณสมบัติเปลี่ยน ซิลิเกต (Silicates) เป็น ซิเลน (Silanes) ที่ฉวยยึดเกาะ เพื่อสร้างเปลือกหุ้มเกราะยึดติดกันน้ำ ปกป้องการกัดกร่อนของกรด ต่าง เกลือ Carbonation ของบรรยากาศทะเล ทำให้สามารถใช้ทำคอนกรีตพลังช้างที่มีส่วนผสมคอนกรีตเกินกว่าขีดจำกัดปกติของคอนกรีตที่ใช้สารลดน้ำทั่วไปได้

คุณสมบัติเฉพาะ

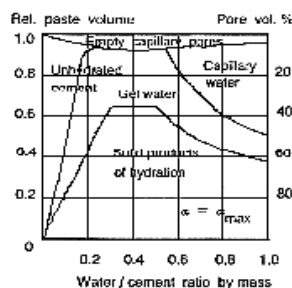
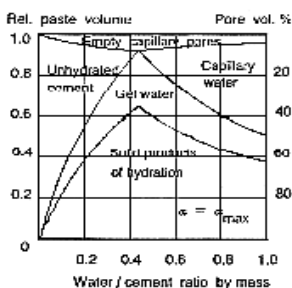
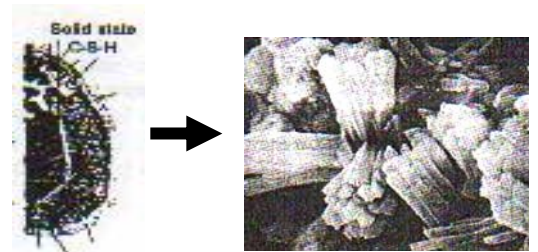
1. เป็นคอนกรีตประสิทธิภาพสูงยิ่ง (Ultra High Strength Concretes) เกินขีดจำกัดของคอนกรีตทั่วไปด้วยการเปลี่ยนจุลโครงสร้างผลึกด้วยนาโนคอนกรีตเทคโนโลยี
2. Flow สูงกว่า Superplasticiser ทั่วไปจึงทำให้ออกแบบ Mixed Design ของ Compacting Concretes ได้ง่าย
3. การรับกำลังอัด กำลังบิด Bending Moment และ Elasticity มากกว่า สารเคมีผสมเพิ่มตาม ASTM C494 Type F ทั่วไปในทุกช่วงเวลา
4. เป็น High Early Strength ที่เร่งการแข็งตัวเสมือน ASTM C 494 Type C และ E เหมาะกับคอนกรีตหล่อที่ตัดลวดและถอดแบบเร็ว
5. เป็น Performance Concrete ที่ไม่ต้องบ่ม (Water Retain Self Curing) น้ำไม่รีด (Breeding) ไม่แยกชั้น (Segregation) ไม่แตกจาก PLASTIC Shrinkage Cracks ไม่เกิด Drying Shrinkage Cracks เป่าฟันทันเป็น Pumping Aid และไม่เกิดการร้าว (Creeps)
6. เป็น Polymer Concrete ที่กันน้ำ, กันการกัดกร่อนของกรด, ต่าง, เกลือ, ไขมัน, จุลชีพและ Carbonation ในบรรยากาศทะเล

ปริมาณการใช้ : ร้อยละ 1 ของวัสดุประสาน

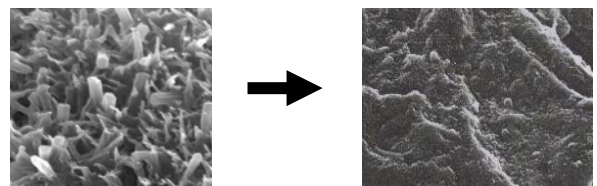
การบรรจุ : 1 ของ 500 กรัม 1 ถึง 40 ของ 20 กก.

หมายเหตุ **ปอร์ตแลนด์ อุลตรา** เป็นผงเคมีผสมเพิ่มจากนาโนคอนกรีตเทคโนโลยี มี 3 ส่วนดังนี้

1. ส่วนแรก เปลี่ยนซีเมนต์จากมุกกวาไปเป็นจุลโครงสร้างรูปเข็มของ Chabasite ($2CaO \cdot 2Al_2O_3 \cdot 8SiO_2 \cdot 12H_2O$) ห่อหุ้มแท่งเหลี่ยมของ Ettringite ($3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot 32H_2O$) โดยก้ำยึดด้วยการเปลี่ยนมุกของ Silicates มาเป็นมุกของ Silanes ที่แข็งแรงกว่า ทำให้ได้ผลึกคล้ายลูกธนูรวมตัวกันเป็นกำๆ มีความคงทนกำลังอัด กำลังบิด Bending Moments และ Elasticity สูงเหนือขีดจำกัดของคอนกรีตทั่วไป (รูปที่ 1)



2. ส่วนที่ 2 ใส่ Hydra Scoop Polymer เปลี่ยนโพรงน้ำให้กลายเป็นโพรงใยเพื่อเปลี่ยนคอนกรีตความแข็งแรงสูงมาเป็นคอนกรีตที่มีประสิทธิภาพสูงด้วยเพราะไม่เกิด Breeding ไม่เกิด Segregate ไม่เกิด Plastic Shrinkage Cracks ไม่เกิด Drying Shrinkage Cracks ไม่เกิด Creeps เป่าฟันทันไม่อุดตัน อดน้ำไม่ต้องบ่มคอนกรีตอีก (รูปที่ 2)



3. ส่วนที่ 3 เพิ่มสาร Re-emulsifier Polymers โดยจะ Co-Polymerize กัน และ Grafted กับ Hydro Scoop Polymer ไปห่อหุ้มกลุ่มจุลโครงสร้างภายในในลักษณะ Co Center Matrix และเปลี่ยน Silicates เป็น Silanes เพื่อการกันน้ำ และเพิ่มความคงทนต่อการกัดกร่อนจากกรดต่าง เกลือ ไขมัน (รูปที่ 3)

ทำพื้นไร้รอยตะเข็บปรับระดับเอง

พอร์ตแลนด์ ฟลูอิดิฟลายเออร์ เป็นสารเคมีผสมเพิ่ม สำหรับการทำพื้นปรับระดับต่อเนื่องโดยไร้ตะเข็บที่ ผสมสารเมลามีนและอคริลิก โคลิโพลิเมอร์ทนน้ำ ทนบรรยากาศทะเล ทนสารเคมี ทนเชื้อรา ผสมสี Pigment ปัดเงาเป็นหินอ่อนหรือแกรนิตเทียมได้

ผลิตตามมาตรฐาน

ASTM C 937 Standard Specification for Grout Fluidities for Preplaced- Aggregate Concrete

ASTM C 1384 Standard Specification for Modifier for Masonry Mortars (Workability Enhancer Bond Enhancer)

ASTM C 1017 Standard Specification for Chemical Admixtures for Set Retarder & water Repellant

ASTM C 494 Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete (Type B,D & G)

ตัวอย่างการใช้งาน

งานปรับระดับ ปูกระเบื้องเซรามิก ปูปากแก็และวีเนียร์ ปูหินอ่อนแกรนิต ปูกระเบื้องยางไวเนล ปูไม้อัดไม้กระดาน วัสดุประาเรียบ
 งานปรับระดับผิว พื้นอาคาร พื้นโรงงาน ลานจอดรถ คลังสินค้า ห้างสรรพสินค้า สนามกีฬา
 งานดัดแปลงใช้ พื้นเงาขาวหรือสี** ดาดฟ้าไร้น้ำขัง*** ห้องน้ำไร้มุมลาด*** หล่อหินอ่อนเทียม** ปรับแทนเครื่องจักร อัดอุดร่องตึก
 งานคอนกรีต คอนกรีตอัดเอง คอนกรีตแข็งยวดยิ่ง คอนกรีตแทนเจาะ คอนกรีตยิงเป่าพื้น คอนกรีตเปลือกบาง คอนกรีตไหลสูง

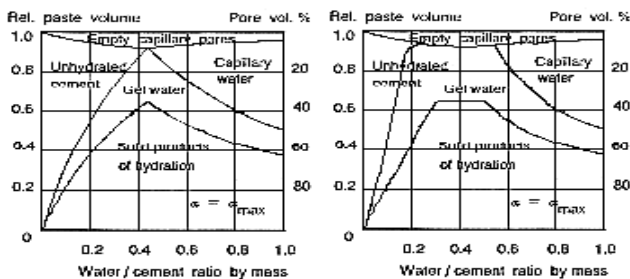
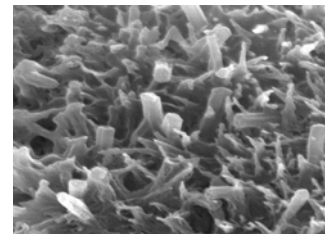


ปริมาณการใช้ 1 ของ 500 กรัม ต่อปูนซีเมนต์ 1 ถุง 50 กิโลกรัม **บรรจุ** 1 ถัง 40 ของหนัก 20 กิโลกรัม

ลำดับการผสม 1. น้ำ 2. พอร์ตแลนด์ฟลูอิดิฟลายเออร์ 3. สີฝุ่น(ถ้าใช้) 4. Pozzolan (ถ้าใช้) 5. ซีเมนต์ 6. ทราย 7. ให้เสร็จภายใน 2 นาที

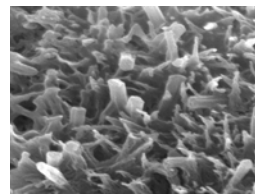
พอร์ตแลนด์ ฟลูอิดิฟลายเออร์ เป็นผงเคมีผสมเพิ่มจากนาโนคอนกรีตเทคโนโลยี มี 3 ส่วนดังนี้

1. ส่วนแรก เปลี่ยนซีเมนต์จากมุกขาวไปเป็นจุดโครงสร้างทรงกลมคล้ายตะกร้อทำให้เกิดการไหลสูงกว่า Superplasticisers ทุกชนิดและน้ำปูนที่เหลือจะสร้างเส้นใยประสานรูปเข็มแทงเหลี่ยมทำให้ได้โครงสร้างที่ไหลสูงยิ่ง Flow Slump ที่ซีเมนต์ต่อทราย 1:3 น้ำต่อซีเมนต์ 0.6 ได้ถึง 90 ซม. และทนกำลังอัด และกำลังบดเหนือขีดจำกัดของคอนกรีตเทคโนโลยีแบบดั้งเดิมมาก (รูปที่ 1)



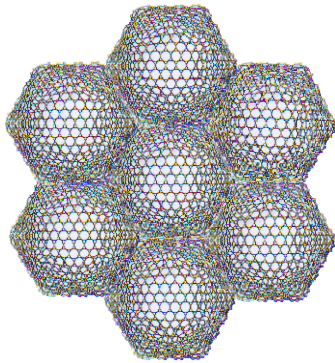
2. ส่วนที่ 2 ใช้ Hydra Scoop Polymer เปลี่ยนโพรงน้ำให้กลายเป็นโพรงฟูนเพื่อเปลี่ยนคอนกรีตความแข็งแรงสูงมาเป็นคอนกรีตที่มีประสิทธิภาพสูงด้วยเพราะไม่เกิด Breeding ไม่เกิด Segregate ไม่เกิด Plastic Shrinkage Cracks ไม่เกิด Drying Shrinkage Cracks ไม่เกิด Creeps เป่าพื้นไม่อุดตัน อดน้ำไม่ต้องบ่มคอนกรีตอีก (รูปที่ 2)

3. ส่วนที่ 3 เพิ่มสาร Poly Melamine และ Poly Acryl ate Re-emulsifier Polymers โดยจะ Co-Polymerize กัน และ Grafted กับ Hydro Scoop Polymer ไปห่อหุ้มคลุมจุดโครงสร้างภายในในลักษณะ Co Center Matrix เพื่อการกันน้ำและเพิ่มความคงทนต่อการกัดกร่อนจากกรด ด่าง เกลือ ไขมัน (รูปที่ 3)



คอนกรีตมวลเบาของตัวแบบรังผึ้ง

ปอร์ตแลนด์ ฮันนี่โคม เป็นนวัตกรรมใหม่ของคอนกรีตมวลเบาในยุคที่ 3 โดยใช้สารเคมีผสมเพิ่มที่อาศัยการทำปฏิกิริยากับอนุภาคซีเมนต์ของ CaO , Al_2O_3 , SiO_2 ในปูนซีเมนต์เช่น Hydraulic Cement, Portland Cement, Blended Cement White Cement เป็นต้น รวมตัวกับน้ำจนกลายเป็นจุลโครงสร้างที่ฟองตัวด้วยก๊าซในสารละลายโพลิเมอร์ปฐพีเหลว (Geo-Polymer Slurry) ออกโดยอาศัยนาโนคอนกรีตเทคโนโลยี ทำให้เกิดจุลโครงสร้างทางวิศวกรรม (Space Frame Engineering Trust) แบบรังผึ้งสามมิติ ซึ่งเป็นรูปแบบโครงสร้างทางวิศวกรรมที่ดำรงความแข็งแรงสูงโดยที่มีน้ำหนักต่อหน่วยปริมาตรที่ต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับโครงสร้างทางวิศวกรรมรูปแบบอื่นใด ดังนั้นความคงทนกำลังอัดจึงไม่แตกต่างจากคอนกรีตมวลหนักที่ไม่ได้ผสมมวลผสมเพิ่ม (หิน ทราย) เท่าใดนัก ดังนั้น คอนกรีตมวลเบาแบบรังผึ้งนี้จึงมีความแข็งแรงเพียงพอที่สามารถใช้งานโครงสร้างได้หลายชนิด ในกรณีที่ต้องการโครงสร้างทนแรงดึงสูงเป็นพิเศษ สามารถผสมเส้นใยทนแรงดึง เช่น ปอร์ตแลนด์ ไฟเบอร์ (ใส่ในประมาณ 0.1-0.2 % โดยน้ำหนัก) มาแทนแรงดึงของลวดเหล็ก หรือตาข่ายเหล็ก ซึ่งเป็นเส้นใยทนแรงดึงสูงถึง 920 MPa โดยมีค่าการยืดจนขาด (Elongation to Break) เพียง 1.7% สอดคล้องกับค่าการยืดตัวจนขาดของของคอนกรีตมวลเบาแบบรังผึ้งนี้ ดังนั้นจึงสามารถสร้างคอนกรีตเส้นใยประสานที่มีความต้านทานการแตกหัก (Resistance to Cracks) สูงยิ่ง ทำให้ได้คอนกรีตยืดหยุ่น (Flexible Concrete) ซึ่งอาจใช้กับบ้านกันแผ่นดินไหวได้ นอกเหนือจากคุณสมบัติดั้งเดิมที่เบา เป็นฉนวนความร้อน ฉนวนกันเสียง ซึ่งใช้เป็นบ้านเย็นประหยัดพลังงานอยู่เดิม



คอนกรีตมวลเบาของตัว จุลโครงสร้างรูปร่างรังผึ้ง
แบบ Xerogel Closed Cell Foam

คอนกรีตยืดหยุ่น (Flexible Concrete)



เพิ่มความต้านทานความแตกหัก (Resistant to cracks)
น้ำหนักเบา ฉนวนกันความร้อน กันเสียง กันน้ำ



Higher
but
Lighter
ตึกระฟ้าจะสร้างได้สูงขึ้น หรือฐานรากเบาลง

การใช้การผสมปอร์ตแลนด์ ฮันนี่โคมเข้ากับปูนซีเมนต์และน้ำเป็นการผสมธรรมดาจึงไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องจักรพิเศษ โดยไม่ผสมคอนกรีตธรรมดา หรือลดคอนกรีตผสมเสร็จที่ผสมผงเข้าด้วยกันแล้วเติมน้ำผสมเมื่อจะเทใช้งาน และอุปกรณ์เทแบบและปรับแต่งก็เป็นแบบที่ใช้ในงานก่อสร้างทั่วไป ข้อแตกต่างก็เพียงมวลเบาแบบของตัวของปอร์ตแลนด์ ฮันนี่โคมไม่ใส่หินใส่ทรายแต่ จะใช้การสร้างฟองก๊าซและการขยายตัวของโครงสร้างจุลผลึกขึ้นมาทดแทนปริมาตร มวลผสมเพิ่มเหล่านี้ โดยสามารถปรับระดับความหนาแน่น(น้ำหนักต่อหน่วยปริมาตร)และปรับระดับการรับกำลังอัดที่ต้องการด้วยการปรับ สัดส่วนน้ำหนักน้ำต่อน้ำหนักปูนซีเมนต์ (Water/Cement Ratio) และเลือกชนิดคุณภาพของปูนซีเมนต์ที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ตามข้อกำหนดมาตรฐานการใช้งานตามที่ต้องการ

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคอนกรีตมวลเบาทั่วไปในยุคที่ 1 ที่ใช้หม้อหนึ่งความดันและอุณหภูมิสูง และยุคที่ 2 ที่ใช้เครื่องอัดอากาศ ซึ่งจุดโครงสร้างจะถูกฉีกขาดออกเป็นเซลล์เปิด (Open Cell Foam) คล้ายฟองน้ำที่แข็งแรงต่ำและดูดซึมน้ำดังฟองน้ำ แต่คอนกรีตฟองตัวแบบรังผึ้งเป็นการฟองตัวของก๊าซและขยายตัวของจุดโครงสร้างใน สารละลายพอลิเมอร์เหลว (Geo-Polymer's Slurry) ที่ยึดหยุ่น ดังนั้นจุดโครงสร้างจึงไม่ถูกฉีกขาดกลายเป็นเซลล์ปิด (Xerogel Closed Cell Foam) คล้ายฉนวนหุ้มท่อเครื่องทำความเย็นที่แข็งแรงและไม่ดูดซึมน้ำ ดังนั้นคอนกรีตมวลเบาฟองตัวแบบรังผึ้ง จึงเป็นฉนวนกันทั้งความร้อน ฉนวนกันเสียงและฉนวนกันน้ำ โดยมีความแข็งแรงจนถึงระดับการใช้งาน โครงสร้างทางวิศวกรรม สามารถสร้างบ้านกันแผ่นดินไหว และบ้านเย็นประหยัดพลังงาน

คุณสมบัติที่เป็นจุดเด่นพิเศษของคอนกรีตมวลเบาฟองตัวแบบรังผึ้งได้แก่การสร้างพื้นของอาคารสูงหรือตึก ระบายไฟเพื่อให้ได้จำนวนชั้นสูงขึ้น ได้พื้นที่การพาณิชย์เพิ่มขึ้น หรืออาจเป็นการลดกำลังฐานรากเดิมก็ได้ เช่นเทพื้นเบาบนแผ่นคอนกรีตสำเร็จ หรือ เทบนแผ่น Corrugated Metal Sheet โดยสามารถรับกำลังอัดให้เป็นไปตาม มาตรฐาน ASTM F 2471-05 Standard Practice for Installation of Thick Poured Lightweight Cellular Concrete Underlayments and Preparation of Surface to Receive Resilient Flooring ที่ต้องผ่านการทดสอบกำลังอัดไม่ต่ำกว่า 3000 psi (20.7 MPa) นอกจากนั้นยังสามารถทำ ผนังหล่อเบา หลังคา คาดฟ้า โดม โครงสร้างเปลือกบาง แม้แต่งานประติมากรรม เพื่อเพิ่มผลตอบแทนการลงทุนและได้คุณสมบัติเพิ่มขึ้น

คุณสมบัติอื่นๆ นอกเหนือจากนี้ประกอบด้วย

1. เป็นคอนกรีตอัดแน่นเอง (Self Compacting Concrete)
2. เป็นคอนกรีตบ่มเอง (Self Curing Concrete)
3. เป็นคอนกรีตไร้ตะเข็บ (Seamless Concrete)
4. เป็นคอนกรีตเป่าพ่นได้ (Pump-able & Shot-able Concrete)
5. เป็นคอนกรีตกึ่งยึดหยุ่น (Semi Rigid & Resilience Concrete)

ค่าความหนาแน่นเปียกและความหนาแน่นแห้ง ตามสัดส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์

น้ำต่อปูนซีเมนต์	0.40		0.45		0.50		0.55		0.60	
	เปียก	แห้ง	เปียก	แห้ง	เปียก	แห้ง	เปียก	แห้ง	เปียก	แห้ง
ปูนซีเมนต์หล่อ	1.74	1.54	1.66	1.42	1.62	1.34	1.60	1.28	1.56	1.31
ปูนซีเมนต์ก่อ	1.72	1.53	1.65	1.41	1.61	1.33	1.60	1.26	1.55	1.20

ปริมาณการใช้ 1 ห่อ (500 กรัม) ต่อปูนซีเมนต์ 1 ถุง (50 กิโลกรัม) หรือ 1% โดยน้ำหนักปูนซีเมนต์

วิธีผสม เตินครื่องผสมผง 3 นาที (ปูนซีเมนต์ ฮันนี่ โคม และเส้นใย) ผสมน้ำ 1 นาทีแล้วเท น้ำหนักน้ำต่อปูนซีเมนต์ 0.30 สำหรับความหนาแน่นสูง ไปจนถึง 0.60 สำหรับความหนาแน่นต่ำ

ขนาดบรรจุ 1 ถึง 40 ห่อ น้ำหนักสุทธิ 20 กก. ใช้กับปูนซีเมนต์ 40 ถุง หรือ 2 ตัน

ราคาจำหน่าย 3,900 บาท/ถัง (ราคานี้ไม่รวม VAT)

คำเตือน โครงสร้างรับแรงควรทดสอบกำลังอัดในห้องปฏิบัติการคอนกรีตก่อน