

การปรากฏพิคของทอง (Au) จากการเปลี่ยนแปลงระดับโมเลกุล ในคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำแบบผสมตะกอนน้ำตา Appearance of Gold (Au) Peak in Derived from Molecular Dynamics in Autoclaved Aerated Concrete Using Sugar Sediment Mixture

โยธิน อึ้งกุล

สาขาการจัดการอุตสาหกรรม และเทคโนโลยี ภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา อีเมล : yothinu@yahoo.com

วันวิสาข เจดีย์ภัทรนาท

ศูนย์วิจัยและพัฒนา บริษัทซูเปอร์บล็อก จำกัด(มหาชน) จังหวัดสิงห์บุรี

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้ได้ศึกษาลักษณะโครงสร้างและคุณสมบัติทางกลของคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำแบบผสมกากตะกอนน้ำตา (AAC - SS) ซึ่งได้แก่ ความต้านทานแรงอัด ความต้านทานแรงดัด ความหนาแน่น และอัตราการดูดกลืนน้ำของคอนกรีตมวลเบา โดยมีตะกอนน้ำตาซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้มาเป็นส่วนผสมเพื่อแทนที่ทรายที่ผ่านการบดความละเอียด ซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำ ผลการศึกษาค้นพบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมของตะกอนน้ำตามีส่วนช่วยให้ความต้านทานแรงอัดเพิ่มมากขึ้นแต่มีค่าความหนาแน่นลดลง ผลการทดสอบกับค่าตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.1505-2541 สัดส่วนผสมแทนที่ทราย 10% 15%, 20% และ 30% ผ่านเกณฑ์ โดยจัดอยู่ในชั้นคุณภาพ 4 ชนิด 0.6 และจากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระดับโมเลกุลในคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำแบบผสมตะกอนน้ำตายังพบว่าที่สัดส่วนผสมตะกอนน้ำตาแทนที่ทรายที่ 10%, 15%, 20% และ 30% เมื่อนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องอิเล็กตรอนดิฟแฟรกชัน (EDS) พบการปรากฏพิคของทองคำขึ้น ซึ่งไม่ปรากฏการพบพิคของทองคำไม่มีการแทนที่ทรายด้วยตะกอนน้ำตา

คำสำคัญ : คอนกรีตมวลเบาแบบผสมตะกอนน้ำตาแบบอบไอน้ำ (AAC - SS), การปรากฏพิคทอง, กากตะกอนน้ำตา

Abstract

This research related to the investigation of mechanical properties of Autoclaved Aerated Concrete Containing Sugar Sediments (AAC-SS), i.e. compressive strength, density, water absorption and flexural strength. The specimens use sugar sediments application instead of sand application in Autoclaved Aerated Concrete (AAC) production. The results show that, using sugar sediments in same quantity of sand yeild higher compressive strength and flexural strength, but decreases density. Properties of

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Autoclaved Aerated Concrete (AAC) Containing Sugar Sediments. Based on the Thai Industrial Standard 1505-1998, the specimens in the proportion 10, 15, 20 and 30 percent were classified in AAC class 4 type 0.6 and discovered gold (Au) which derived from molecular dynamics in Autoclaved Aerated Concrete using four levels of sugar sediment mixture substituted of sand at 10%, 15%, 20% and 30% that determined by electron diffraction spectrometer gold (Au) peak was appeared but it was disappear in non-substituted by sugar sediment.

Keywords : Autoclaved Aerated Concrete Containing Sugar Sediments (AAC), Appearance of Gold (Au), Sugar Sediments.

1. บทนำ

การพัฒนาคุณสมบัติเชิงกลของคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำเกิดขึ้นได้ด้วยการศึกษาคุณสมบัติและองค์ประกอบทางเคมีของคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำ ดังรายงานของ Ungkoon และคณะ [1] ว่าลักษณะการจัดเรียงตัวของผลึก Tobermerite ที่สมบูรณ์ มีส่วนช่วยให้ค่าการรับแรงอัดสูงขึ้น ต่อมาได้มีการนำวัสดุทดแทนต่างๆ มาทำการศึกษาเพื่อเสริมคุณสมบัติในด้านเคมีเรื่องการจัดเรียงโมเลกุลของคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำ ดังเช่น บวร อิศรางกูร ณ อยุธยา และคณะ [2] ได้นำเพอร์ไลต์มาแทนที่ทรายเพื่อช่วยเสริมคุณสมบัติในการดูดกลืนน้ำให้ต่ำลงและมีค่าการรับแรงดัดมากขึ้นเนื่องจากเกิดผลึกของ Analcime มาเสริมคุณสมบัติดังกล่าว จากนั้น โยธิน อึ้งกุล [3] ได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์ลักษณะโครงสร้างและคุณสมบัติทางกลของชิ้นส่วนคอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศอบไอน้ำแบบผสมตะกอนน้ำตาล ซึ่งเป็นกากของเสียจากอุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาล จึงนำมาประยุกต์ใช้เป็นส่วนผสมเพื่อแทนที่ทรายโดยการลดความละเอียด ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์หลักในการผลิตคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำ เพื่อลดกากของเสียจากอุตสาหกรรมและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

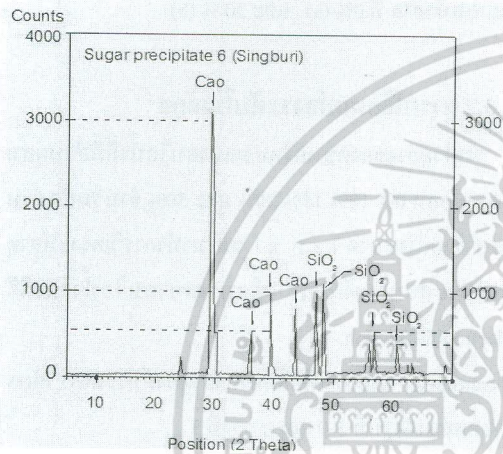
สำหรับงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยพัฒนาต่อเนื่องของ โยธิน อึ้งกุล [3] และ Ungkoon และคณะ [4]-[5] วัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางวิศวกรรมของคอนกรีตมวลเบาผสมตะกอนน้ำตาลแบบอบไอน้ำ สัดส่วนที่เหมาะสมเปรียบเทียบกับมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.1505-2541 [5]

และศึกษาองค์ประกอบทางเคมีจากการเปลี่ยนแปลงระดับโมเลกุลในคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำแบบผสมตะกอนน้ำตาล ซึ่งมีธาตุองค์ประกอบในคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำด้วยวิธีการ EDS จึงปรากฏทิศของทองขึ้น ซึ่งการศึกษาที่ผ่านมา การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำและคอนกรีตชนิดต่างๆ ยังไม่มีรายงานเกี่ยวกับตรวจพบทิศของทองปรากฏขึ้น ซึ่งคาดว่าจะงานวิจัยนี้จะเป็นแนวทางให้แก่ผู้ที่สนใจศึกษาต่อไปในอนาคต

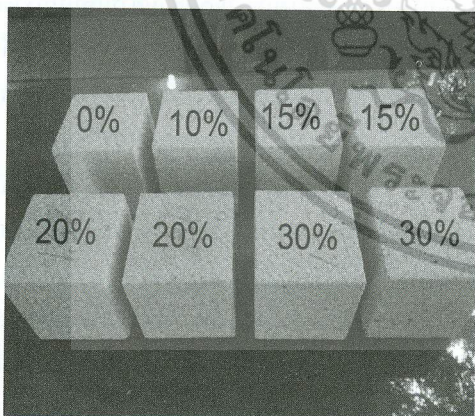
2. วัสดุ อุปกรณ์ และการทดลอง

การผลิตคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำทั่วไปและคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำแบบผสมตะกอนน้ำตาล จะมีกระบวนการผลิตในลักษณะเดียวกัน ที่แรงดัน 12 บาร์ อุณหภูมิ 180-190 °C โดยจะนำวัตถุดิบตะกอนน้ำตาลที่ได้ทำการวิเคราะห์ผลโดยวิธี X-ray Diffraction spectrometer หรือ XRD พบว่ามีองค์ประกอบของ Calcite (ผลึกของปูนขาว) โดย Peak แสดงคุณสมบัติของ CaO และ Peak ที่แสดงคุณสมบัติของ SiO₂ ดังรูปที่ 1 โดยจะมีองค์ประกอบหลักคือ Calcite ส่วน Calcium carbonate จะมีปะปนบ้างเหมือนอนุพันธ์ของ Silicate ซึ่งสอดคล้องกับคุณสมบัติทางเคมีของวัตถุดิบในการผลิตคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำ ดังแสดงในตารางที่ 1 ประกอบด้วยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 ปูนขาว แร่แอนไฮดราย ทรายบดละเอียดขนาด 63 – 90 ไมครอน มากกว่า 85% และตะกอนน้ำตาลนำมาแทนที่ทรายบดละเอียดเปรียบเทียบส่วนผสมของวัตถุดิบได้

ตามตารางที่ 2 การเตรียมชิ้นงานเพื่อทดสอบทางกลตามมาตรฐานขนาด แม่พิมพ์ 20x20x100cm. นำไปอบด้วยไอน้ำที่แรงดันสูง และตัดเป็นชิ้นงานขนาด 7.5x7.5x7.5cm. จะมีอัตราส่วนผสมแทนที่ทรายที่ 0%, 10%, 15% 20% และ 30% ของตะกอนน้ำตลโดยน้ำหนักตามลำดับ ตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองในแต่ละสัดส่วนมี 3 ชุดการทดสอบชุดละ 3 ตัวอย่างรวมทั้งหมด 9 ตัวอย่างโดยผลที่แสดงเป็นผลจากการเฉลี่ยในแต่ละชุดการทดสอบ



รูปที่ 1 XRD ของตะกอนน้ำตล



รูปที่ 2 คอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำแบบผสมตะกอนน้ำตล

ตารางที่ 1. คุณสมบัติทางเคมีของวัตถุดิบในการผลิต

ชนิด (%)	ซีเมนต์	ปูนขาว	ทรายบด	ตะกอนน้ำตล
SiO ₂	21.02	-	85	69.2
Al ₂ O ₃	5.21	0.5	6.1	7.08
Fe ₂ O ₃	3.17	0.5	1.2	0.92
CaO	65.46	80	0.36	12.95
MgO	3.14	1	0.85	0.12
Na ₂ O	0.14	0.2	1	0.9
K ₂ O	0.83	0.42	1	1.2

ตารางที่ 2 ส่วนผสมของวัตถุดิบในการผลิต (%โดยน้ำหนัก)

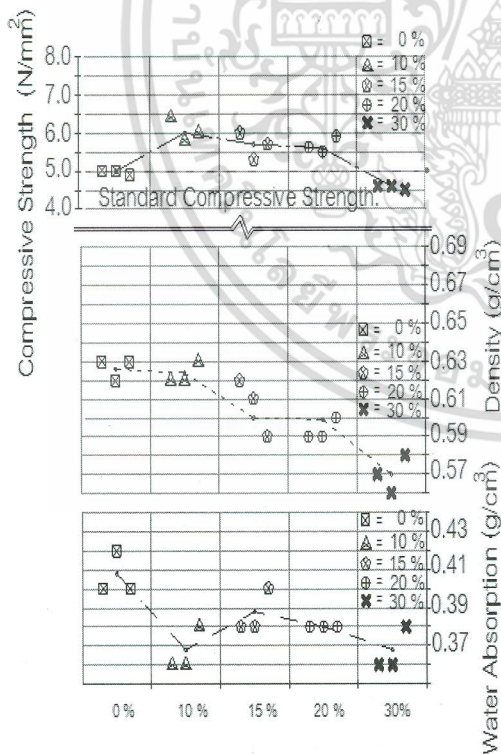
ชนิด (%)	ซีเมนต์	ปูนขาว	ทรายบด	ตะกอนน้ำตล
AAC 00	17	15	67	0.00
AAC 10	17	15	57	10
AAC 15	17	15	52	15
AAC 20	17	15	47	20
AAC 30	17	15	37	30

3. ผลการทดลอง

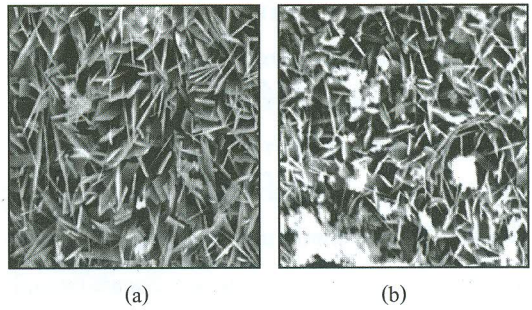
3.1 คุณสมบัติทางวิศวกรรม

ผลการศึกษา อัตราการดูดกลืนน้ำในทุกสัดส่วนมีค่าใกล้เคียงกันโดยที่สัดส่วน 10% จะมีอัตราการดูดกลืนน้ำต่ำกว่าสัดส่วนอื่นๆ เนื่องจากที่ส่วนผสม 10% ซึ่งขนาดของตะกอนน้ำตลที่เล็กจึงเกิดช่องว่างระหว่างผลึกน้อยที่สุด จึงทำให้การดูดซึมน้ำได้น้อยลง จากผลการทดสอบ สัดส่วน 10%, 15% 20% และ 30% มีอัตราการดูดกลืนน้ำต่ำกว่า สัดส่วน 0% เนื่องจากคอนกรีตมวลเบาที่มีความหนาแน่นสูงจะมีตะกอนน้ำตลกระจายตัวได้ทั่วถึงเนื่องจากฟองอากาศมีขนาดเล็ก ในขณะที่คอนกรีตมวลเบาที่มีความหนาแน่นของผลึกต่ำกว่า จะมีฟองอากาศใหญ่ จึงทำให้ตะกอนน้ำตลกระจายตัวได้ไม่ทั่วถึง อัตราการดูดซึมน้ำจึงมีเพิ่มมากขึ้น สำหรับค่าความหนาแน่นของกร

แทนที่ทรายด้วยตะกอนน้ำตลที่ 10%, 15%, 20% และ 30% จากรูปที่ 3 มีความหนาแน่นต่ำกว่า 0%, ในทุกสัดส่วนเนื่องจากตะกอนน้ำตลมีน้ำหนักเบาว่าทราย เมื่อมีการแทนที่ที่ทรายมากขึ้นความหนาแน่นจึงลดลง ในลักษณะแปรผกผันกับปริมาณตะกอนที่เพิ่มขึ้น ผลการศึกษาพบว่าคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำที่มีส่วนผสมตะกอนน้ำตล 10% 15%, 20% และ 30% มีความต้านทานแรงอัดสูงกว่า 0%, เนื่องจากมีสัดส่วนของแคลเซียมต่อซิลิกอน มีค่าสูงขึ้นเนื่องจากปริมาณ แคลเซียมมากขึ้นแต่ค่าซิลิกอนลดลงซึ่งเป็นผลมาจากองค์ประกอบทางเคมีของตะกอนน้ำตลที่มีแคลเซียมออกไซด์เจือปนอยู่ ทำให้ค่า Ca/Si ratio สูงขึ้น การเกิดผลึกมีความสมบูรณ์มากกว่าคือ 11Å-tobermorite จะกลายเป็น 9Å-tobermorite [6] ทำให้โครงสร้างผลึกมีความละเอียดสูงดังรูปที่ 4 มีการถักทอเป็นเส้นใยค่อนข้างหนาแน่น จึงให้ผลต่อการรับกำลังอัดได้ดี



รูปที่ 3 ค่าการรับแรงอัด ความหนาแน่น และอัตราการดูดกลืนน้ำ ของ 0% 10% 15% 20% และ 30%

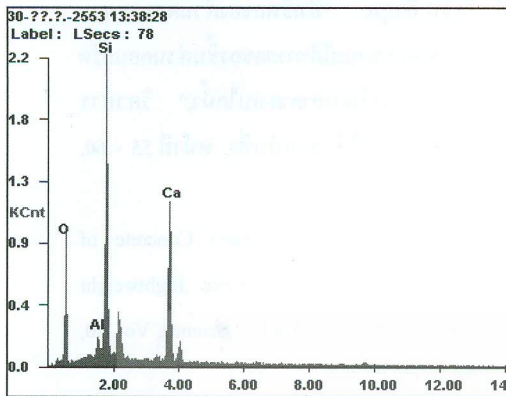


รูปที่ 4 SEM ขนาด 3500 เท่า ของการแทนที่ทรายด้วยตะกอนน้ำตลที่ 0% (a) และ 20 % (b)

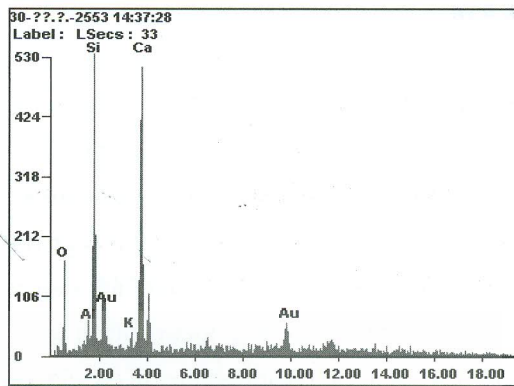
3.2 การเปลี่ยนแปลงระดับโมเลกุล

นำตัวอย่างของคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำที่มีส่วนผสมของตะกอน 0% 10% 15% 20% และ 30% จำนวนสัดส่วนละ 3 ตัวอย่างขนาด 1 x 1 x 1 ซม. มาทำการวิเคราะห์ธาตุองค์ประกอบในเนื้อคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำโดยวิธี Electron diffraction spectrometer (EDS) เพื่อศึกษาหาธาตุองค์ประกอบ ได้ผลการทดลองดังรูปที่ 5-9 และตารางที่ 3

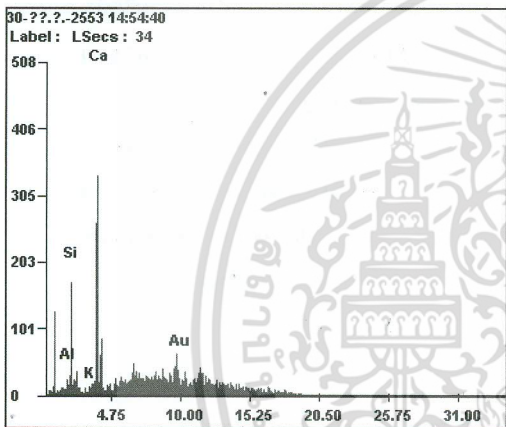
จากผลการวิเคราะห์ที่ได้พบว่าเมื่อมีการแทนที่ทรายด้วยตะกอนน้ำตลที่สัดส่วนต่างๆมี peak ของทองปรากฏอยู่ในปริมาณที่แตกต่างกันตามสัดส่วนการแทนที่ทรายคือที่ 0% จะไม่พบ peak ของทอง แต่การแทนที่ทรายด้วยตะกอนน้ำตลที่ 10% 15% 20% และ 30% พบ peak ของทอง โดยปรากฏ peak เป็น % attention เท่ากับ 11.61, 5.59 , 9.01 และ 3.23 ตามลำดับ ซึ่งการปรากฏ peak ของทองในคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำคาดว่าเกิดมาจากปฏิกิริยาไฮดรอลิซอร์มอล (Hydrothermal reaction) หลายครั้งของสารประกอบซิลิกาในตะกอนน้ำตลซึ่งมีลักษณะคล้ายการเกิดทองคำตามธรรมชาติคือสายแร่ซิลิกาในชั้นหินเกิดปฏิกิริยาไฮดรอลิซอร์มอลในชั้นหินใต้ผิวโลก [7] ซึ่งปริมาณที่แทรกอยู่ยังไม่ได้ทำการวิเคราะห์ในเชิงปริมาณที่แน่นอน



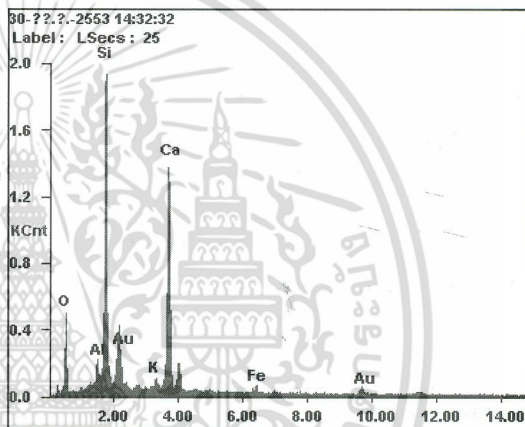
รูปที่ 5 EDS ของของ AAC-SS ที่ 0%,



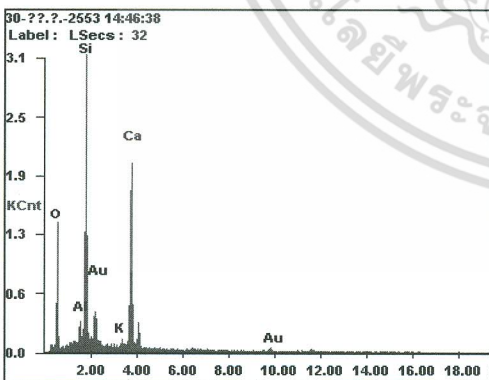
รูปที่ 8 EDS ของของ AAC-SS 20%



รูปที่ 6 EDS ของของ AAC-SS 10%



รูปที่ 9 EDS ของของ AAC-SS 30%



รูปที่ 7 EDS ของ AAC-SS 15%

ตารางที่ 3 แสดง At% ของ ส่วนผสมของตะกอน 0% 10% 15% 20% และ 30%

Element	At%				
	0%	10%	15%	20%	30%
O	64.60	50.59	43.81	48.74	48.80
Al	1.47	1.76	0.98	1.57	2.57
Si	21.42	8.09	18.88	16.84	24.35
K	/	0.96	1.53	1.02	1.06
Ca	12.51	27.00	27.88	22.83	18.82
Fe	/	/	1.32	/	1.17
Au	/	11.61	5.59	9.01	3.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สรุป

ผลการศึกษา พบว่าคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำที่มี ส่วนผสมตะกอนน้ำตาล 10%, 15%, 20% และ 30% มีความต้านทานแรงอัดสูงกว่า 0% โดยมีค่า Ca/Si ratio สูงกว่า การเกิดผลึกจึงมีความสมบูรณ์มากกว่า คือ 11Å-tobermorite จะกลายเป็น 9Å-tobermorite ทำให้โครงสร้างผลึกมีความละเอียดสูง จึงให้ผลต่อการรับกำลังอัดได้ดี ผลการทดสอบมีคุณสมบัติตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 1505-2541 ผ่านเกณฑ์ จัดอยู่ในชั้นคุณภาพ G4 ชนิด 0.6 และจากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระดับโมเลกุล พบว่าที่ ส่วนผสมการแทนที่ทรายที่ 10% 15%, 20% และ 30% พบฟลักของทอง (Au) ปรากฏขึ้นในผลการวิเคราะห์ด้วย EDS ซึ่งไม่ปรากฏการพบโมเลกุลทองหากไม่มีการแทนที่ด้วยตะกอนน้ำตาล ซึ่งการพบฟลักของทองนี้เป็น แนวทางการศึกษาคุณสมบัติเชิงกลที่เกี่ยวข้องกับคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำและเชิงปริมาณของทองที่แทรกอยู่ในคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำที่มีการแทนที่ด้วยตะกอนต่อไปในอนาคต

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] Y. Ungkoon, C. Sittipunt, P. Namprakai, W. Jetipattaranat, K. S. Kim, and T. Charinpanitkul, "Analysis of Microstructure and Property of Autoclave Aerated Concrete Wall Construction Material," *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, Vol.13, No.7., pp. 1103 –1108, Dec., 2007.
- [2] บวร อิศรางกูร ณ อยุธยา, วันวิสาข์ เจริญภัทร นาท และ โยธิน อึ้งกุล, "การศึกษาคุณสมบัติทางกลของชิ้นส่วนคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำแบบผสมเพอร์ไลต์," การประชุมวิชาการคอนกรีตครั้งที่ 5, ตุลาคม, 2552.

- [3] โยธิน อึ้งกุล, "อิทธิพลของส่วนผสมตะกอนน้ำตาลต่อคุณสมบัติทางกลของชิ้นส่วนคอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศ-อบไอน้ำ," *วิศวกรรมลาดกระบัง*, ปีที่ 28, ฉบับที่ 3, หน้าที่ 55 - 60, กันยายน, 2554.
- [4] Y. Ungkoon, "Study Nano Concrete of Autoclave Aerated Reinforce Lightweight Panels," *Journal of Applied Science*, Vol. 10, No.1., pp. 95-105, Jan., 2011.
- [5] มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมชิ้นส่วนคอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศ-อบไอน้ำ, มอก.1505-2541. สำนักงาน มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
- [6] J. S. Dolado, M. Griebel, J. Hamaekers, "A Molecular Dynamics Study of Cementitious Calcium Silicate Hydrate (C-S-H) Gels," 2007. (online)
- [7] "การเกิดของทองคำ" online