

ศึกษาคุณสมบัติของคอนกรีตมวลเบาที่มีผงอะลูมิเนียมเป็นส่วนผสม

The study of properties of lightweight concrete containing aluminum powder

ณรงค์ศักดิ์ เย็นประเสริฐ^{1*} และ อาทิตา ดวงจันทร์¹

Narongsak Yenprasert^{1*} and Artima Duangchan¹

บทคัดย่อ

การศึกษานี้วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติของคอนกรีตที่มีผงอะลูมิเนียมเป็นส่วนผสม วัสดุใช้ผงอะลูมิเนียมแทนที่ทรายเพื่อผลิตคอนกรีตมวลเบาในอัตราส่วนการแทนที่ของผงอะลูมิเนียมในทรายโดยน้ำหนักที่ร้อยละ 0-20 และ อัตราส่วนผสมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ต่อมวลรวมละเอียดต่อมวลรวมหยาบเท่ากับ 1 : 2 : 4 ซิลิกาฟูมร้อยละ 10 โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 0.40 วิธีการศึกษานำหินปูนร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 3/4" และมวลรวมละเอียดผ่านตะแกรงเบอร์ 15 ส่วนผงอะลูมิเนียมผ่านตะแกรงเบอร์ 10 นำวัสดุทุกชนิดแต่ละขนาดผสมคอนกรีตตามอัตราส่วนที่กำหนด ทำการผสมและเทในแบบตัวอย่างขนาด 10×10×10 เซนติเมตร ซึ่งน้ำหนักและนำไปมในน้ำ 7, 14 และ 28 วัน ผลการศึกษาพบว่า คอนกรีตที่มีผงอะลูมิเนียมเป็นส่วนผสมจะทำให้เกิดฟองอากาศหรือช่องว่างในเนื้อคอนกรีต สาเหตุเนื่องจากคอนกรีตที่มีผงอะลูมิเนียมเป็นส่วนผสมจะเข้าไปทำปฏิกิริยากับน้ำ ทำให้เกิดการผลิตก๊าซไฮโดรเจนขึ้น ซึ่งสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ค่ากำลังต้านทานแรงอัดของคอนกรีตที่มีผงอะลูมิเนียมเป็นส่วนผสม ในอัตราส่วนร้อยละ 5 จะมีกำลังต้านทานแรงอัดได้สูงที่สุด เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก มอก. 57-2533 (ชั้นคุณภาพ ก) ค่ากำลังอัดมีค่าไม่น้อยกว่า 14 เมกะปาสคาล หรือประมาณ 140 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร พบว่าตัวอย่างทดสอบที่ผ่านคือคอนกรีตที่มีส่วนผสมผงอะลูมิเนียม ร้อยละ 5 (สูตร A-2) ผลทดสอบเท่ากับ 218.02 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ดังนั้นคอนกรีตที่มีผงอะลูมิเนียมเป็นส่วนผสมในการแทนที่ทรายโดยน้ำหนักที่มีความเหมาะสมและนำมาใช้งานได้ ค่าอัตราส่วนผสมของคอนกรีตที่มีผงอะลูมิเนียมผสมร้อยละ 5

คำสำคัญ: ผงอะลูมิเนียม คอนกรีตมวลเบา วัสดุในการก่อสร้าง

Abstract

The objective of this research was to study the properties of concrete containing aluminum powder instead of sand to produce lightweight concrete in the ratio of aluminum powder to replace sand, 0 to 20% by weight. The mixture ratio of Portland cement to fine aggregate to coarse aggregate was 1: 2: 4 and 10% of silica fume by weight of cement. The ratio of water to cement was 0.40. Study method, the limestone was sifted through a sieve No.3/4" and fine aggregate was sifted through a No. 15 sieve, aluminum powder was sifted through a No. 10 sieve. All ingredients, each size, were mixed with the concrete according to the specified ratio. The samplers were poured in a square shape mold size 10×10×10 cm, weighed and incubated in water for 7, 14 and 28 days. The results showed that concrete with aluminum

¹ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

¹ Faculty of Engineering and Architecture, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi

* Corresponding author. E-mail: narongsak.y@rmutsb.ac.th

powder produced air bubbles or voids in the concrete. This was caused by concrete containing aluminum powder reacted with water resulting in hydrogen gas production, which can be seen by the naked eyes. Compressive strength of concrete containing 5% aluminum powder had the highest compressive strength compared with the standard concrete block, Thai industrial standard TIS.57-1990 (Class A). The compressive strength was not less than 14 MPa or approximately 140 kg/cm^2 was used to test. It was found that the samples of concrete with 5% aluminum powder (formula A-2) passed the test with the result of 218.02 kg/cm^2 . Therefore, concrete with aluminum powder can be used as a substitute for sand. The suitable and usable weight of mixture ratio is concrete containing 5% aluminum powder.

Keywords: aluminum powder, lightweight concrete, construction materials

บทนำ

คอนกรีตมวลรวมเบา สามารถจำแนกเป็น คอนกรีตบล็อกมวลเบา (lightweight concrete block) และคอนกรีตมวลเบาในงานโครงสร้าง (structural lightweight concrete) คอนกรีตมวลรวมเบาสามารถลดน้ำหนักบรรทุกทุกตายตัว ซึ่งเป็นเหตุผลสำคัญสำหรับการพิจารณาการใช้คอนกรีตมวลรวมเบาในงานก่อสร้าง ส่วนในเรื่องของศักยภาพในการทำงานนั้นจะขึ้นอยู่กับ การเอาใจใส่ดูแลอย่างถูกต้องและเหมาะสม ปัจจุบันมีการพัฒนาและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนา คอนกรีตมวลรวมเบา มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม บริษัทปูนซีเมนต์ไทย จำกัด (Thai Industrial Standards SCG, 2010) กำหนดค่ามาตรฐานคอนกรีตบล็อกรับ น้ำหนัก ชั้นคุณภาพ ก กำหนดให้ค่ากำลังอัดมีค่าไม่น้อยกว่า 14 เมกะปาสคาล หรือประมาณ 140 กิโลกรัม ต่อตารางเซนติเมตร ต่อมา Chatveera (2007) ได้ ศึกษาการใช้หินฝุ่นแอนดิไซด์ (andesite-dusty rock: ADR) ในการผลิตคอนกรีตมวลเบา หินฝุ่นดังกล่าวถูกใช้แทนที่บางส่วนในทรายแม่น้ำและใช้เป็นมวลรวม ละเอียดผลทดสอบพบว่า หินฝุ่นแอนดิไซด์ มีซิลิคอน ไดออกไซด์ (SiO_2) เป็นองค์ประกอบหลักอนุภาคมี ลักษณะเป็นเหลี่ยมมุมผิวเรียบและขรุขระ ในขณะที่มี

ขนาดคละในรูปของร้อยละผ่านตะแกรงมีค่าใกล้เคียงกับ ขอบเขตล่างตามมาตรฐาน ASTM C33 Kamput (2007) ศึกษาค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของคอนกรีต มวลเบาแบบมีฟองอากาศอบไอน้ำโดยใช้น้ำยางพารา ปรับปรุงคุณสมบัติด้านการรับกำลัง ผลการศึกษาพบว่า ความหนาแน่นแปรผกผันกับอายุของคอนกรีตมวลเบา โดยที่เริ่มแรก จะมีส่วนผสมทั้งปูนซีเมนต์ มวลรวม ละเอียด ปูนขาว ยิปซัม ผงอะลูมิเนียม น้ำยางพารา และน้ำ เป็นส่วนผสมหลัก ซึ่งเมื่อผสมกันแล้วจะมีปฏิกิริยาเกิดขึ้นหลายอย่างทั้งการตกผลึกก่อตัว เป็นชั้นๆ ฟิซึมของอนุภาคน้ำยางพาราการที่ปริมาณ น้ำส่วนหนึ่งถูกนำไปทำปฏิกิริยากับผงอะลูมิเนียม แล้วได้ฟองอากาศในเนื้อคอนกรีต Youngyam, Srimuang, Chawpateep, & Noppharat (2011) ศึกษา ผลกระทบของซิลิกาฟุ้งต่อกำลังอัดมอร์ตาร์ สำหรับ ผลิตคอนกรีตกำลังสูงใน 24 ชั่วโมง Isarangkun Na Ayutthaya, Chantawong, & Ungkoo (2007) ศึกษา ทดสอบคุณสมบัติทางวิศวกรรมของคอนกรีตมวลเบา อบไอน้ำแบบส่วนผสมของเส้นใยของลำต้นผักตบชวา โดยเปรียบเทียบที่ส่วนผสมร้อยละ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1 เพื่อศึกษาการรับแรงอัด แรงดัด ความหนาแน่น และอัตราการดูดกลืนน้ำ พบว่าคอนกรีตมวลเบา

อบไอน้ำที่มีส่วนผสมของเส้นใยของลำต้นผักตบชวา ร้อยละ 0.75 มีค่าแรงอัดสูงกว่าส่วนผสมของเส้นใยผักตบชวาในอัตราส่วนอื่นๆ Piyapanuwat, & Ruyruy (2012) ศึกษาความเป็นไปได้ในการแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 (OPC) ด้วยปูนขาวผสมเถ้าลอยในการผลิตคอนกรีตมวลเบาที่ผสมฝุ่นอะลูมิเนียมจากโรงหล่อหลอมอะลูมิเนียม ผลการศึกษาพบว่าคอนกรีตมวลเบาที่มีการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยปูนขาวผสมเถ้าลอยในปริมาณร้อยละ 75 ที่มีการเติมอะลูมิเนียมบริสุทธิ์มีค่ากำลังอัดและความหนาแน่นเท่ากับ 51.20 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และ 785 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และเมื่อมีการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยปูนดิบพบว่าค่ากำลังอัด และความหนาแน่นมีค่าลดลง โดยมีค่าเท่ากับ 37.40 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และ 733 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีค่าการนำความร้อนเท่ากับ 0.21 วัตต์ต่อเมตร-เคลวิน

ปัญหาวัสดุในการก่อสร้างด้านวิศวกรรมโครงสร้างที่เกิดขึ้นคือ การลดขนาดพื้นที่หน้าตัดลดปริมาณการใช้เหล็กเสริม ราคาแพง และไม่เหมาะสมเป็นเหตุผลสำคัญในการพิจารณาเลือกวัสดุ ปัจจุบันคอนกรีตมวลรวมเบา เป็นวัสดุที่นิยมใช้ในงานก่อสร้าง คอนกรีตมวลรวมเบาสามารถลดน้ำหนักบรรทุกตายตัว สามารถลดต้นทุนในงานก่อสร้างได้

ในการศึกษานี้เลือกผงอะลูมิเนียมเป็นส่วนผสม เนื่องจากต้องการนำผงอะลูมิเนียมที่เหลือทิ้งในโรงงานอุตสาหกรรมมาใช้ให้เกิดประโยชน์ วัตถุประสงค์การศึกษา ต้องการรู้ถึงอัตราส่วนผสมของคอนกรีตที่มีผงอะลูมิเนียมผสมอย่างเหมาะสมที่จะนำไปใช้งานและผลกำลังอัดของคอนกรีตที่มีผงอะลูมิเนียมมาเป็นวัสดุทดแทนมวลรวมละเอียด

ผู้วิจัยตั้งสมมุติฐานของการวิจัยคือ ผงอะลูมิเนียมที่เหลือทิ้งในโรงงานอุตสาหกรรมสามารถนำมาเป็นส่วนผสมในคอนกรีตมวลเบาได้โดยที่ผลกำลังอัดของคอนกรีตมวลเบาไม่ต่ำกว่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เลขที่ มอก. 57-2533 (TIS. 57-1990)

วิธีการศึกษา

สถานที่ทำการการศึกษานี้ใช้ห้องปฏิบัติการคอนกรีต สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี เริ่มการทดลองโดยนำหินปูนร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 3/4" และมวลรวมละเอียดผ่านตะแกรงเบอร์ 15 ส่วนผงอะลูมิเนียมผ่านตะแกรงเบอร์ 10 จากนั้นนำวัสดุทุกชนิดแต่ละขนาดผสมคอนกรีตตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้ลงในเครื่องผสมคอนกรีต แสดงดัง (Figure 1) เป็นเวลา 5 นาที นำคอนกรีตสดที่ได้จากการผสมเทลงในแบบหล่อเหล็กทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 10×10×10 เซนติเมตร แสดงดัง (Figure 2) โดยการตักเนื้อคอนกรีตสดใส่ลงในแบบหล่อในแต่ละแบบหล่อจำนวน 3 ครั้ง โดยไม่มีการตัก กระทั่ง เคาะ จี้ หรือการทำให้เนื้อคอนกรีตในแบบหล่อแน่นโดยวิธีดังกล่าว แล้วทำการปาดเนื้อคอนกรีตสดให้มีหน้าตัดที่เท่ากันสม่ำเสมอ จากนั้นนำกระจกใสขนาด 15×15 เซนติเมตร มาวางทาบบนแบบหล่อคอนกรีตแล้วใช้อุปกรณ์ยึดติดหนีบกระจกและแบบหล่อเข้าไว้ด้วยกัน เก็บตัวอย่างคอนกรีตไว้ในห้องปฏิบัติการเป็นเวลา 24 ชั่วโมง นับตั้งแต่การผสมคอนกรีตนำก้อนคอนกรีตตัวอย่างถอดออกจากแบบหล่อ แล้วทำการวัดและชั่งน้ำหนักก้อนตัวอย่างด้วยเครื่องชั่งน้ำหนัก ความละเอียด 0.01 กรัม นำไปปม

ในน้ำเป็นเวลา 7, 14 และ 28 วัน ทดสอบกำลังรับแรงอัดของตัวอย่างคอนกรีตทุกส่วนผสมที่อายุ 7, 14 และ 28 วัน ทำการทดสอบตัวอย่าง จำนวน 4 ตัวอย่าง

ต่ออัตราส่วนผสม ด้วยเครื่องทดสอบกำลังอัดขนาด 300 ตัน แสดงดัง (Figure 3) โดยที่กำหนดค่าอัตราส่วนผสมของตัวอย่างคอนกรีต ดัง (Table 1)

Table 1 The ratios of mixing concrete samplers.

mixtures*	Portland cement (g)	coarse aggregate (g)	fine aggregate (g)	aluminum powder (g)	silica fum (g)	water (g)	super plasticizer (g)
A-1	6,300	25,200	12,600	-	630	2,520	126
A-2	6,300	25,200	11,970	630	630	2,520	126
A-3	6,300	25,200	11,340	1,260	630	2,520	126
A-4	6,300	25,200	10,710	1,890	630	2,520	126
A-5	6,300	25,200	10,080	2,520	630	2,520	126

*A-1 means concrete without aluminum powder.

A-2 means concrete with 5% aluminum powder as a substitute for sand by weight.

A-3 means concrete with 10% aluminum powder as a substitute for sand by weight.

A-4 means concrete with 15% aluminum powder as a substitute for sand by weight.

A-5 means concrete with 20% aluminum powder as a substitute for sand by weight.



Figure 1 Mixing concrete machine.



Figure 2 Steel square shape mold
size 10×10×10 cm.



Figure 3 The compression testing
machine.

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

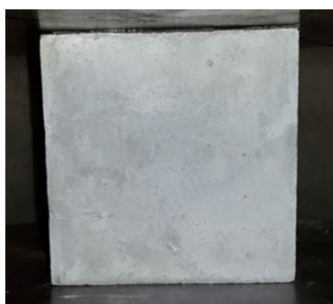
1. ผลการพิจารณาเปรียบเทียบด้วยตาเปล่าทางกายภาพก่อนตัวอย่างคอนกรีตที่ไม่มีและมีส่วนอะลูมิเนียมเป็นส่วนผสม

จากสมมุติฐานของการวิจัยคือ ผงอะลูมิเนียมที่เหลือทิ้งในโรงงานอุตสาหกรรมสามารถนำมาเป็นส่วนผสมในคอนกรีตมวลเบาได้โดยที่ผลกำลังอัดของคอนกรีตมวลเบาไม่ค่าน้อยกว่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เลขที่ มอก. 57-2533 (TIS. 57-1990)

พิจารณาเปรียบเทียบด้วยตาเปล่าทางกายภาพก่อนตัวอย่างคอนกรีต พบว่า เนื้อคอนกรีตที่ไม่มีผงอะลูมิเนียมเป็นส่วนผสม ดัง (Figure 4a) จะมีผิวคอนกรีตที่มีความสม่ำเสมอไม่มีรูพรุนภายในเนื้อของคอนกรีต จำนวนโพรงอากาศภายในเนื้อคอนกรีตในจำนวนที่น้อย จึงมีความหนาแน่นของเนื้อคอนกรีตมาก ซึ่งจะแตกต่างจากเนื้อคอนกรีตที่มีผงอะลูมิเนียมเป็นส่วนผสม ดัง (Figure 4b) จะเห็นได้ว่าผิวของคอนกรีตจะมีรูพรุนมาก ซึ่งสามารถที่จะมองเห็นได้

ด้วยตาเปล่า ทำให้มีโพรงอากาศภายในเนื้อคอนกรีตเป็นจำนวนมาก สาเหตุเนื่องมาจากผงอะลูมิเนียมที่ผสมจะเข้าไปทำปฏิกิริยากับน้ำ ทำให้เกิดการผลิตก๊าซไฮโดรเจนขึ้น (hydration reaction) ส่งผลทำให้เกิดโพรงอากาศขนาดเล็กเป็นจำนวนมาก ที่ไม่มีความ

ต่อเนื่องกันกระจายอยู่ทั่วภายในเนื้อของก้อนตัวอย่าง และโพรงอากาศก๊าซไฮโดรเจนขนาดเล็กจำนวนมาก เหล่านี้จะทำให้ความหนาแน่นของก้อนตัวอย่างคอนกรีตลดลง



(a) The sampler without aluminum powder



(b) The sampler with aluminum powder

Figure 4 The concrete samplers.

2. ผลการทดสอบค่าหน่วยน้ำหนักของคอนกรีตที่มีผงอะลูมิเนียมเป็นส่วนผสม

การทดสอบค่าความต้านทานกำลังอัดและหน่วยน้ำหนักของคอนกรีตที่มีผงอะลูมิเนียมเป็นส่วนผสมในอัตราผสมของผงอะลูมิเนียม ร้อยละ 0-20

โดยน้ำหนักของมวลรวมละเอียด ได้ทำการทดสอบที่อายุ 7, 14 และ 28 วัน จำนวน 4 ตัวอย่างต่ออัตราส่วนผสม ได้ผลการทดสอบดังแสดงใน (Table 2) โดยทุกส่วนผสมใช้แบบหล่อตัวอย่างคอนกรีตทรงลูกบาศก์ขนาด 10×10×10 เซนติเมตร

Table 2 The average of unit weight of samplers and the results of compressive strength test for 7, 14 and 28 days of incubation.

mixtures	average of unit weight (kg/m ³)	compressive strength (kg/cm ²)		
		7 day	14 day	28 day
A-1	2,475.33	665.79	746.44	767.89
A-2	2,018.55	164.78	208.40	218.02
A-3	1,955.55	66.87	86.42	117.54
A-4	1,904.55	60.91	74.59	92.71
A-5	1,834.55	48.34	57.34	64.83

จาก (Table 2) พิจารณาค่าหน่วยน้ำหนักเฉลี่ย (average of unit weight) พบว่าหน่วยน้ำหนักเฉลี่ยของคอนกรีตที่ไม่มีผงอะลูมิเนียมผสมอยู่ เท่ากับ 2475.33 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนหน่วยน้ำหนักเฉลี่ยของคอนกรีตที่มีผงอะลูมิเนียมเป็นส่วนผสมที่อัตราผสมของผงอะลูมิเนียม ร้อยละ 20 โดยน้ำหนักของมวลรวมละเอียด เท่ากับ 1834.55 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งมีค่าหน่วยน้ำหนักเฉลี่ยลดลงจากหน่วยน้ำหนักเฉลี่ยของคอนกรีตที่ไม่มีผงอะลูมิเนียมผสมอยู่ประมาณร้อยละ 26 และมีค่าหน่วยน้ำหนักเฉลี่ยของคอนกรีตที่มีอัตราส่วนผสมของผงอะลูมิเนียม ร้อยละ 5, 10 และ 15 โดยน้ำหนักของมวลรวมละเอียด มีค่าหน่วยน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 2018.55, 1955.55 และ 1904.55 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

จะเห็นได้ว่าหน่วยน้ำหนักของคอนกรีตที่มีผงอะลูมิเนียมเป็นส่วนผสมในอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้น จะมีผลทำให้หน่วยน้ำหนักของคอนกรีตลดลงประมาณร้อยละ 18, 21, และ 23 ตามลำดับ สำหรับการผสมผงอะลูมิเนียมทดแทนมวลรวมละเอียดในปริมาณที่เพิ่มขึ้นที่อัตราส่วนร้อยละ 5, 10 และ 15 โดยน้ำหนักของมวลรวมละเอียด ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับคอนกรีตที่ไม่มีผงอะลูมิเนียมผสมอยู่ สังเกตได้ว่าเมื่อปริมาณการใช้ผงอะลูมิเนียมทดแทนมวลรวมละเอียดเพิ่มขึ้นซึ่งจะมีผลกระทบทำให้หน่วยน้ำหนักของคอนกรีตมีค่าลดลงตามปริมาณผงอะลูมิเนียมที่ได้ทำการผสมลงไป ดัง (Figure 5) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยน้ำหนักเฉลี่ยและอัตราส่วนผสมของคอนกรีตผสมผงอะลูมิเนียม

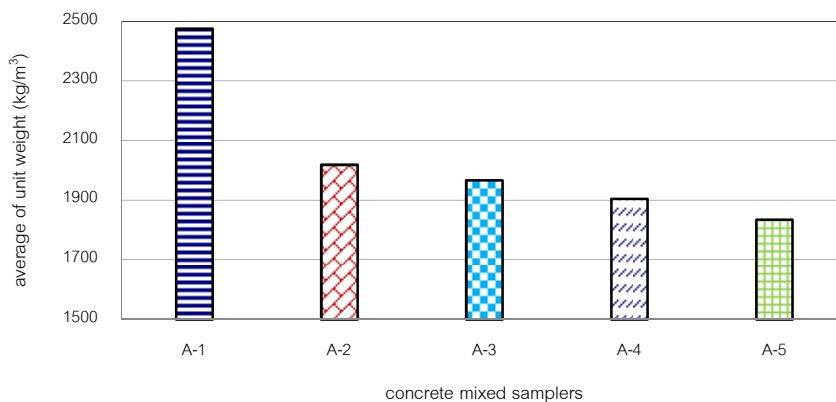


Figure 5 The average of unit weight for concrete mixed samplers from 5 different groups.

จาก (Figure 5) จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าเมื่อปริมาณผงอะลูมิเนียมทดแทนมวลรวมละเอียดมีปริมาณที่เพิ่มขึ้น จะส่งผลทำให้หน่วยน้ำหนักของคอนกรีตลดลงจากคอนกรีตที่ไม่มีผงอะลูมิเนียมเป็นส่วนผสม

พิจารณา (Table 2) นำค่าความต้านทานกำลังอัดของคอนกรีต (compressive strength) ที่มีผงอะลูมิเนียมเป็นส่วนผสม มาเขียนเป็นความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดคอนกรีตผสม

ผงอะลูมิเนียมและอายุการทดสอบที่ 7, 14 และ 28 วัน ดัง (Figure 6)

ที่อายุทดสอบ 7 วัน จะมีค่ากำลังรับแรงอัดเท่ากับ 555.79, 154.78, 55.87, 50.91 และ 48.34 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ที่ปริมาณการทดแทนมวลรวมละเอียดด้วยผงอะลูมิเนียม ที่อัตราส่วนร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 โดยน้ำหนักของมวลรวมละเอียดตามลำดับ ผลการทดสอบพบว่าเมื่อปริมาณการทดแทนมวลละเอียดด้วยผงอะลูมิเนียมในอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้น จะทำให้คอนกรีตมีค่ากำลังรับแรงอัดมีค่ากำลังที่ลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างคอนกรีตที่ทดแทนมวลรวมละเอียดด้วยผงอะลูมิเนียมในอัตราส่วนร้อยละ 0-20 ซึ่งกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่มีผงอะลูมิเนียมเป็นส่วนผสม ในอัตราส่วนร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 โดยน้ำหนักของมวลรวมละเอียด คิดเป็นร้อยละ 75, 90, 91 และ 93 ตามลำดับ ของกำลังรับแรงอัดคอนกรีตที่ไม่มีผงอะลูมิเนียมเป็นส่วนผสมซึ่งมีค่ากำลังรับแรงอัดอยู่ที่ 555.79 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ที่อายุทดสอบ 14 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่มีผงอะลูมิเนียมเป็นส่วนผสมพบว่าเมื่อปริมาณผงอะลูมิเนียมทดแทนมวลรวมละเอียดมีปริมาณที่เพิ่มขึ้น กำลังต้านทานแรงอัดของตัวอย่างคอนกรีตที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ มีกำลังรับแรงอัดลดลง สำหรับคอนกรีตที่มีผงอะลูมิเนียมเป็นส่วนผสมอัตราส่วนร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 โดยน้ำหนักของมวลรวมละเอียด ซึ่งมีค่ากำลังรับแรงอัด เท่ากับ 746.44 , 208.40, 85.42, 74.59 และ 57.34 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ โดยที่ กำลังรับแรงอัดลดลงประมาณร้อยละ 72, 88, 90

และ 92 ของกำลังรับแรงอัดคอนกรีตที่ไม่มีผงอะลูมิเนียมเป็นส่วนผสม

ที่อายุทดสอบ 28 วัน มีค่ากำลังรับแรงอัดเท่ากับ 757.89, 218.02, 117.54, 92.71 และ 54.83 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร สำหรับคอนกรีตที่มีผงอะลูมิเนียมทดแทนมวลรวมละเอียด ที่อัตราส่วนร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 โดยน้ำหนักของมวลรวมละเอียด ตามลำดับ ซึ่งมีผลเป็นไปในแนวทางเดียวกันกับผลการทดสอบที่อายุทดสอบ 7 และ 14 วัน คือกำลังต้านทานแรงอัดของคอนกรีตจะลดลง เมื่อใช้ปริมาณการทดแทนมวลรวมละเอียดด้วยผงอะลูมิเนียมเพิ่มมากขึ้นนั่นเอง

จาก (Figure 6) สรุปได้อย่างชัดเจนว่ากำลังต้านทานแรงอัดของคอนกรีตที่มีผงอะลูมิเนียมเป็นส่วนผสมในอัตราส่วนร้อยละ 5 โดยน้ำหนักของมวลรวมละเอียด ทุกอายุการทดสอบจะมีกำลังต้านทานแรงอัดได้สูงที่สุด เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก มอก. 57-2533 กำหนดค่ามาตรฐานคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก ชั้นคุณภาพ ก กำหนดให้ค่ากำลังอัดมีค่าไม่น้อยกว่า 14 เมกะปาสคาล หรือประมาณ 140 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร พบว่าส่วนกำลังต้านทานแรงอัดของคอนกรีตที่มีผงอะลูมิเนียมเป็นส่วนผสม ที่อายุ 28 วัน ที่ผ่านมาตรฐาน มอก. 57-2533 คือคอนกรีตที่มีส่วนผสมผงอะลูมิเนียมร้อยละ 5 (สูตร A-2) ผลการรับแรงอัดของอิฐบล็อก เท่ากับ 218.02 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ดังนั้น คอนกรีตที่มีผงอะลูมิเนียมเป็นส่วนผสมที่มีความเหมาะสมและนำมาใช้งานได้ ค่าอัตราส่วนผสมของคอนกรีตที่มีผงอะลูมิเนียมผสมร้อยละ 5

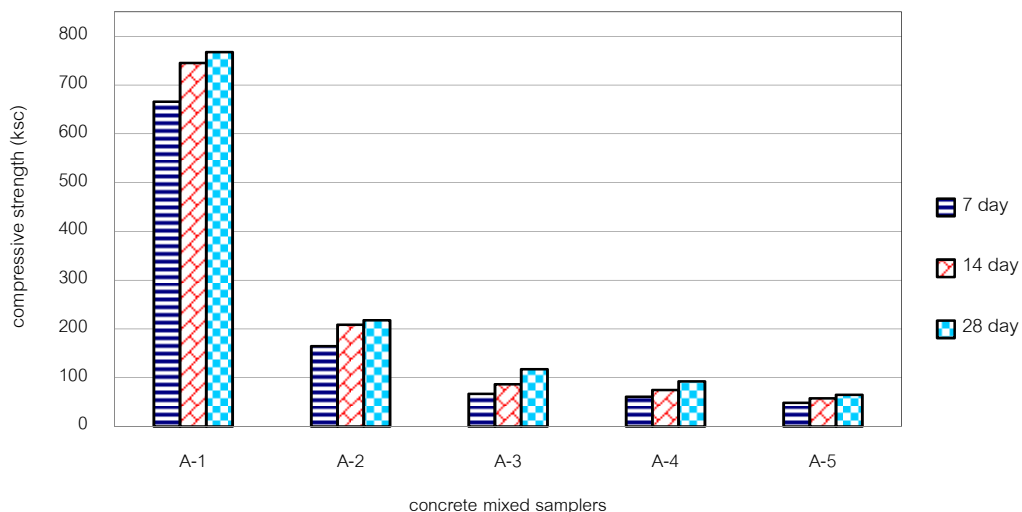


Figure 6 The relation between compressive strength and concrete mixed samplers at 7, 14 and 28 days of incubation.

จากผลการศึกษาจะสอดคล้องกับ Piyapanuwat, & Ruyruy (2012) ที่พบว่าคอนกรีตมวลเบาแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ด้วยปูนขาวผสมเถ้าลอย ผุ่นอะลูมิเนียมและผงอะลูมิเนียมบริสุทธิ์เมื่อมีการเติมผงอะลูมิเนียมบริสุทธิ์ พบว่าสามารถลดความหนาแน่นของคอนกรีตมวลเบาที่ใช้ปูนซีเมนต์เพียงอย่างเดียว และยังพบว่าโดยคอนกรีตมวลเบาที่มีการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยปูนขาวผสมเถ้าลอยในปริมาณร้อยละ 75 ที่มีการเติมอะลูมิเนียมบริสุทธิ์มีค่ากำลังอัดที่ 28 วันและความหนาแน่น ผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 1505-2541: ขึ้นส่วนคอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศอบไอน้ำ ชั้นคุณภาพ 4 ซึ่งในงานวิจัยศึกษาคุณสมบัติของคอนกรีตมวลเบาที่มีผงอะลูมิเนียมเป็นส่วนผสมนี้ ก็พบว่าคอนกรีตที่มีผงอะลูมิเนียมเป็นส่วนผสมนี้มีค่าหน่วยน้ำหนักลดลงประมาณร้อยละ 18-25 และลดลงตามปริมาณของ

ผงอะลูมิเนียมที่เพิ่มขึ้น นอกจากนั้นค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่มีผงอะลูมิเนียมเป็นส่วนผสมจะลดลงตามปริมาณของผงอะลูมิเนียมที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน

สรุป

จากผลทดสอบการศึกษาคูณสมบัติของคอนกรีตที่มีผงอะลูมิเนียมเป็นส่วนผสมที่ร้อยละ 5-20 และกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่อายุ 7, 14 และ 28 วัน สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. คอนกรีตที่มีผงอะลูมิเนียมทดแทนมวลรวมละเอียด อายุทดสอบ 28 วัน มีค่ากำลังแรงอัดที่เหมาะสม เท่ากับ 218.02 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ที่อัตราส่วนร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก ผ่านมาตรฐาน มอก. 57-2533
2. คอนกรีตที่มีผงอะลูมิเนียมเป็นส่วนผสม จะทำให้เกิดฟองอากาศหรือช่องว่างในเนื้อคอนกรีต

3. ผลการศึกษาหน่วยน้ำหนักของคอนกรีตที่มีผงอะลูมิเนียมเป็นส่วนผสมมีค่าหน่วยน้ำหนักลดลงประมาณร้อยละ 18-25 และลดลงตามปริมาณของผงอะลูมิเนียมที่เพิ่มขึ้น

4. ผลการศึกษาค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่มีผงอะลูมิเนียมเป็นส่วนผสมค่ากำลังอัดจะลดลงตามปริมาณของผงอะลูมิเนียมที่เพิ่มขึ้น

การวิจัยนี้ที่นำผงอะลูมิเนียมที่เหลือทิ้งในโรงงานอุตสาหกรรมมาใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยการนำเอาผงอะลูมิเนียมมาแทนที่ทรายเพื่อหาปริมาณความเหมาะสมของผงอะลูมิเนียมในคอนกรีต การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้รู้ถึงอัตราส่วนผสมของคอนกรีตที่มีผงอะลูมิเนียมผสมอย่างเหมาะสมที่จะนำไปใช้งานสรุปได้อย่างชัดเจนว่ากำลังต้านทานแรงอัดของคอนกรีตที่มีผงอะลูมิเนียมเป็นส่วนผสม ในอัตราส่วนร้อยละ 5 โดยน้ำหนักของมวลรวมละเอียดที่อายุ 28 วัน (สูตร A-2) ผ่านมาตรฐาน มอก. 57-2533 ดังนั้นคอนกรีตที่มีผงอะลูมิเนียมเป็นส่วนผสมที่มีความเหมาะสมและนำมาใช้งานได้ แต่ผงอะลูมิเนียมเมื่อสัมผัสกับน้ำจะทำให้เกิดฟองอากาศในเนื้อคอนกรีตผิวของคอนกรีตจะมีรูพรุนมาก ซึ่งสามารถที่จะมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ทำให้มีโพรงอากาศภายในเนื้อคอนกรีตเป็นจำนวนมาก สาเหตุเนื่องมาจากผงอะลูมิเนียมที่ผสมจะเข้าไปทำปฏิกิริยากับน้ำ ทำให้เกิดการผลึกก๊าซไฮโดรเจนขึ้น (hydration reaction) ฟองอากาศก๊าซไฮโดรเจนขนาดเล็กจำนวนมากเหล่านี้จะทำให้ความหนาแน่นของก้อนตัวอย่างคอนกรีตลดลง แต่มีโพรงอากาศภายในเพิ่มขึ้นซึ่งเหมาะสมกับการทำเป็นคอนกรีตบล็อกสำหรับ

กำแพงรั้วและใช้เป็นวัสดุทนไฟ ดังนั้นควรศึกษาเพิ่มเติมในกรณีด้านฉนวนทนไฟ

เอกสารอ้างอิง

- Chatveera, B. (2007). *Study on the use of stone dust andiside* (Bachelor's thesis). Thammasat University, Pathum Thani. (in Thai)
- Isarangkun Na Ayutthaya, B., Chantawong, P., & Ungkoo, Y. (2007). *Study of mechanical properties of lightweight concrete steam mix with hyacinth fibers* (Master's thesis). King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok. (in Thai)
- Kamput, P. (2007). *The Use of latex improve the tensile and thermal insulation properties of lightweight concrete steam* (Master's thesis). Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathum Thani. (in Thai)
- Piyapanuwat, R., & Ruyruy, A. (2012). *The use of lime mix fly ash instead of cement for the production of light weight from aluminum dust and pure aluminum powder* (Master's thesis). King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok. (in Thai)
- Thai Industrial Standards SCG. (2010). *TIS for cement and applications* (6th ed.). Bangkok: Ministry of Industry. (in Thai)
- Youngyam, C., Srimuang, N., Chawpateep, P., & Noppharat, S. (2011). *Effect of silica fume on the compression mortar for produce highstrength concrete in 24 hours* (Bachelor's thesis). Rajamangala University of Technology Suvamabhum, Nonthaburi. (in Thai)