การประยุกต์ใช้เถ้าลอยจากระบบเตาเผาน้ำกากส่าในการผลิตบล็อกประสานซีเมนต์ผสม

Application of Distillery Slop from Liquor Production to the Cement Mix for Interlocking Blocks

ปิยรัตน์ เปาเล้ง[1*], อิทธิพล มีผล[2] และ ศักดา กตเวทวารักษ์[3]

[1, 2, 3] ภาควิชาครุศาสตร์โยธา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จ.กรุงเทพมหานคร
**Corresponding author; E-mail address: piyarat.p@fte.kmutnb.ac.th*

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้เถ้าลอยจากระบบเตาเผาน้ำกากส่าในการผลิตบล็อกประสานซีเมนต์ผสมเพื่อประโยชน์ในการพัฒนาเป็นวิสาหกิจชุมชนและเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์จากของเสียจากระบบเตาเผาน้ำกากส่า โดยใช้ขนาดตัวอย่างของการผลิตบล็อกประสานซีเมนต์ผสมขนาด 12.2x25x10 ซม.^{3} อัตราส่วนระหว่างปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ต่อเถ้าลอยน้ำกากส่าและดินลูกรัง(C/B ratio) 1:6 โดยใช้อัตราส่วนการแทนที่ระหว่างเถ้าลอยน้ำกากส่าและดินลูกรังในอัตราร้อยละ 0 10 30 50 75 และ 100 และทำการบ่มชื้นตามอายุเวลาที่กำหนด 7 14 และ 28 วัน และดำเนินการทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.602/2547) ประกอบด้วย การทดสอบกำลังรับแรงอัด การทดสอบคุณสมบัติการดูดกลืนน้ำ ซึ่งจากผลการทดสอบสรุปได้ว่าที่อัตราส่วนที่มีเถ้าลอยจากน้ำกากส่าผสมอยู่ในอัตราร้อยละ 30 มีความเหมาะสมและผ่านตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนอิฐบล็อกประสาน มผช.602/2547 ชนิดไม่รับน้ำหนัก มีความเป็นไปได้ที่จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นวัสดุผสมในการทำบล็อกประสานและสร้างประโยชน์ให้แก่ชุมชนได้

คำสำคัญ: บล็อกประสานซีเมนต์ผสม, เถ้าลอย, น้ำกากส่า

Abstract

This article presents the application of distillery slop from liquor production to the cement mix for interlocking blocks for the benefit of community enterprise development and as a guideline for utilizing the waste from the distillery slop incinerator system. Using a sample size of 12.2x25x10 cm^3 cement-mixed interlocking block production, the ratio of Portland cement to distillery slop with laterite (C/B ratio) was 1:6. The ratio between distillery slop-to-laterite 0 10 30 50 75 and 100 and the age of curing 7, 14, and 28 days. The mechanical and physical properties were evaluated with the product standard TCPS.602/2547, which included compressive strength, moisture content. Based on the result obtained, it can be summarized that the optimum distillery slop-to-laterite ratio was found to be 30:70.

Keywords: Vinasse, concrete block, compressive strength

1. บทนำ (Introduction)

ปัจจุบันได้มีการส่งเสริมและพัฒนาบล็อกประสานจากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย(วว.)เพื่อส่งเสริมและพัฒนาวิสาหกิจชุมชนขนาดเล็ก โดยใช้การขึ้นรูปบล็อกประสานให้มีรูปแบบเดียวเพื่อความสะดวกในการก่อสร้างขนาด 12.2x25x10 เซนติเมตร ใช้ในการก่อสร้างบ้านในระบบผนังรับแรง วัสดุที่ใช้ได้แก่ดินลูกรังผสมกับปูนซีเมนต์ในอัตราส่วนที่เหมาะสม อาจผสมกับวัสดุอื่น ๆ เช่น หินฝุ่น ทราย และน้ำ กวนให้เข้ากัน จากนั้นเทลงในแม่พิมพ์ที่ออกแบบให้มีรู ร่อง และเดือย อัดเป็นก้อนและบ่มให้แข็งตัวเมื่ออายุครบ 7 14 หรือ 28 วันตามการออกแบบ ซึ่งจะรับกำลังอัดได้ไม่น้อยกว่า 70 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรจะได้คอนกรีตบล็อกที่มีความแข็งแกร่ง มีรูปลักษณะพิเศษ ที่สามารถใช้ในการก่อสร้างอาคารต่างๆ หรือ ก่อเป็นถังเก็บน้ำได้อย่างรวดเร็ว สวยงาม และประหยัดกว่างานก่อสร้างทั่วไป [1, 2]

ด้วยขั้นตอนการผลิตที่ไม่ซับซ้อน ต้นทุนการผลิตบล็อกประสานจึงแปรผันตามแหล่งดินและปูนซีเมนต์ แหล่งดินเป็นต้นทุนคงที่สำหรับพื้นที่การผลิตหนึ่ง ดังนั้น ตัวแปรต้นทุนที่สามารถปรับเปลี่ยนได้จึงเป็นเพียงปูนซีเมนต์ แนวทางหนึ่งที่สามารถลดปริมาณปูนซีเมนต์และยังคงทำให้กำลังอัดของวัสดุไม่เปลี่ยนแปลงคือการผสมวัสดุเหลือใช้ปอซโซลาน (Waste pozzolanic material) [3-5] วัสดุเหลือใช้ปอซโซลานที่นิยมนำมาใช้ในงานคอนกรีตคือเถ้าลอย (Fly ash) [6, 7] จากโรงงานผลิตไฟฟ้าแม่เมาะ จังหวัดลำปาง อย่างไรก็ดีวัสดุเหลือใช้เพื่อเพิ่มมูลค่าในตัวเลือกอื่นๆก็เป็นที่น่าสนใจรวมถึงทำให้มูลค่าของบล็อกประสานมีราคาต่ำลงภายใต้คุณสมบัติทั้งทางกลและกายภาพยังคงเดิม

น้ำกากส่าซึ่งเป็นน้ำที่เหลือจากการกลั่นสุราของโรงงานสุรา มีลักษณะเป็นสีน้ำตาล อุณหภูมิสูง ความเป็นกรดด่างสูง ค่าซีโอดีและค่าบีโอดีสูงซึ่งมีสารอินทรียวัตถุประกอบคือ ยีสต์ แอมโมเนีย ฟอสเฟต และกากน้ำตาลที่คงเหลืออยู่ แนวทางการจัดการน้ำกากส่าสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การ

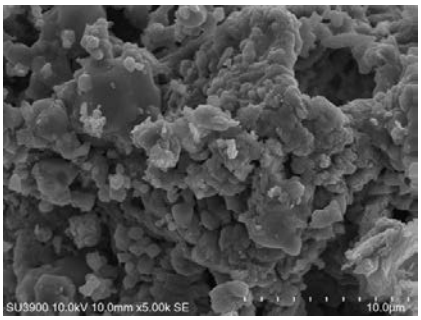
ระเหยและการเผาเป็นวิธีการเคี่ยวน้ำกากส่า ให้มีความเข้มข้นสูง สามารถนำมาทดแทนการใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิงในระบบการผลิตไอน้ำและสามารถใช้ในทางการเกษตรโดยตรง โดยการปล่อยน้ำกากส่าเข้านาข้าวไร่อ้อย ซึ่งจะใช้ใส่ในฤดูแล้งหรือขณะที่นาข้าวอยู่หลังการเก็บเกี่ยว [8] เพื่อเพิ่มคุณค่าสารอาหารโดยเฉพาะไนโตรเจนและโพแทสเซียมเหมาะที่จะใช้กับพืชล้มลุกหรือไม้ยืนต้น [9]

รูปที่ 1 บ่อน้ำกากส่า

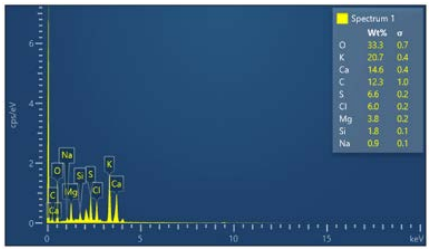
การใช้ประโยชน์น้ำกากส่าในรูปแบบต่างๆจะต้องขึ้นอยู่กับพื้นที่ตั้งของโรงงานสุรา ถ้าโรงงานสุราตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีการเกษตรกรรม การส่งเสริมให้เกษตรกรใช้ประโยชน์จากน้ำกากส่าเพื่อการเกษตร เช่น การใช้เป็นปุ๋ยโดยตรง การผลิตปุ๋ยหมักจึงเหมาะสมกับการจัดการน้ำกากสำของโรงงานสุราและยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการใช้ปุ๋ยเคมีในการเพาะปลูก ส่วนโรงงานสุราที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ชุมชนไม่มีการทำการเกษตร การกำจัดน้ำโดยวิธีการระเหยและเผาเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด [10]

กรรมวิธีการระเหยเมื่อน้ำกากส่าออกจากโรงกลั่นแล้วจะถูกทำให้ข้นขึ้นโดยส่งไปยัง Slop Evaporation Plant เพื่อระเหยน้ำออกและจึงส่งเข้าเตาเผาเพื่อผลิตไอน้ำเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการผลิตต่อไป และนอกจากนี้น้ำที่ระเหยได้จาก Slop Evaporation Plant สามรถนำกลับไปใช้ประโยชน์ในกระบวนการผลิตได้อีกด้วย เมื่อน้ำเสียถูกป้อนเข้าสู่เตาเผาแล้วสิ่งที่ได้หลังจากการเผาคือเถ้าลอยและเถ้าหนักที่ก้นเตาเผา หรือ"เถ้าลอยจากเตาเผาน้ำกากส่า" ซึ่งสามารถนำเถ้าทั้งสองประเภทไปขายได้เพื่อนำไปทำเป็นปุ๋ยในภาคการเกษตร

คุณสมบัติเถ้าลอยจากน้ำกากส่ามีความถ่วงจำเพาะของเถ้าลอยเท่ากับ 2.3 และ การทดสอบด้วยเครื่องทดสอบกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่มีกำลังขยาย 6 -1,000,000 เท่า ทำให้สามารถศึกษาโครงสร้างขนาดเล็กระดับนาโนเมตรถึงไมโครเมตรสามารถเห็นอนุภาคของเถ้าลอยน้ำกากส่า รวมถึงองค์ประกอบทางเคมีของเถ้าลอยน้ำกากส่า ดังรูปที่ 2 และรูปที่ 3 ซึ่งจากรูปจะพบว่าเถ้าลอยมีความพรุนค่อนข้างสูง น้ำหนักเบาและน่าจะสามารถผสมกับซีเมนต์ได้ดี ในขณะที่องค์ประกอบทางเคมี มีองค์ประกอบของออกซิเจน โพแทสเซียมและแคลเซียม ในอัตราร้อยละ 33.3 20.7 และ 14.6 ตามลำดับ



รูปที่ 2 เถ้าลอยจากน้ำกากส่ากำลังขยาย 1000 เท่า



รูปที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีของเถ้าลอยจากน้ำกากส่า

สำหรับงานวิจัยนี้เลือกใช้ซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ดินลูกรังจากจังหวัดกาญจนบุรีโดยคัดร่อนผ่านตะแกรงละเอียด เถ้าลอยจากน้ำกากส่า และดำเนินการทดสอบคุณสมบัติต่างๆตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมผช.602/2547 เรื่องอิฐบล็อกประสาน [11] เพื่อหาส่วนผสมที่เหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้งานต่อไป

2. วัตถุประสงค์ (Objectives)

2.1 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบอิทธิพลของกากส่าในการแทนที่ซีเมนต์สำหรับการผลิตบล็อกประสาน ต่อคุณสมบัติทางกายภาพ และทางกล

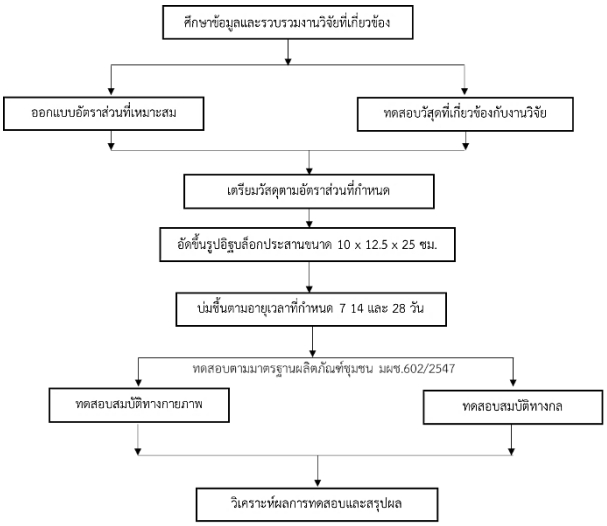
2.2 เพื่อให้ได้สัดส่วนปริมาณร้อยละเถ้าลอยจากระบบเตาเผาน้ำกากส่าที่เหมาะสมสามารถนำไปประยุกต์ใช้จริง

2.3 เพื่อเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์จากน้ำกากส่าในการผลิตบล็อกประสานผสมซีเมนต์

3. การดำเนินงานวิจัย (Methodology)

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยการประยุกต์ใช้เถ้าลอยจากระบบเตาเผาน้ำกากส่าในการผลิตบล็อกประสานซีเมนต์ผสมมีลำดับขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.2 *การจัดเตรียมวัสดุสำหรับการขึ้นรูปอิฐบล็อกประสาน*

ดินลูกรัง (บ่อดินอยู่ที่ จังหวัดกาญจนบุรี) จะต้องมีการคัดร่อนดินลูกรังเพื่อการคัดขนาดเม็ดดินเพื่อการผสมและผิวอิฐบล็อกประสานผิวเรียบเรียบเหมาะสำหรับการนำไปใช้งาน ดังแสดงในรูปที่ 5

เถ้าลอยจากน้ำกากส่า ได้จากกระบวนการเผาทำลายน้ำกากส่าจากการผลิตสุรา แล้วตกตะกอนเป็นเถ้าลอย ดังแสดงในรูปที่ 6

รูปที่ 5 ดินลูกรัง (บ่อดินอยู่ที่ จังหวัดกาญจนบุรี)

รูปที่ 6 เถ้าลอยจากน้ำกากส่า

3.3 *อัตราส่วนผสมและการขึ้นรูปอิฐบล็อกประสาน*

อัตราส่วนผสมโดยใช้น้ำหนักระหว่างปูนซีเมนต์ต่อเถ้าลอยน้ำกากส่าและดินลูกรัง 1:6 ส่วนโดยน้ำหนัก ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางแสดงอัตราส่วนผสมของการประยุกต์การใช้เถ้าลอยจากน้ำกากส่ามาเป็นส่วนผสมในการผลิตอิฐบล็อกประสาน 1:6 [11]

ชื่อสูตร	ระยะเวลาการบ่ม (วัน)	ร้อยละการแทนที่เถ้าลอย	น้ำหนักซีเมนต์ (kg)	น้ำหนักมวลรวม (kg)	น้ำหนักเถ้าลอยน้ำกากส่า (kg)	น้ำ (kg)
BC-XX-00	7, 14, 28	0	1.350	7.650	0.000	0.990
BC-XX-10	7, 14, 28	10	1.350	6.885	0.186	0.926
BC-XX-30	7, 14, 28	30	1.350	5.355	0.557	0.798
BC-XX-50	7, 14, 28	50	1.350	3.825	0.928	0.671
BC-XX-75	7, 14, 28	75	1.350	1.913	1.392	0.512
BC-XX-100	7, 14, 28	100	1.350	0.000	1.856	0.353

หมายเหตุ BC-XX-YY

BC = อิฐบล็อกประสาน

XX = ระยะเวลาการบ่มอิฐบล็อกประสาน (วัน)

YY = ร้อยละการแทนที่เถ้าลอยในมวลรวม

ใช้เครื่องอัดอิฐบล็อกประสานแบบไฮดรอลิคในการขึ้นรูปอิฐบล็อกประสานเถ้าลอยจากระบบเตาเผาน้ำกากส่าตามการออกแบบอัตราส่วนผสม

รูปที่ 7 เครื่องอัดอิฐบล็อกประสานแบบไฮดรอลิค

3.4 *การจัดเตรียมตัวอย่างการขึ้นรูปอิฐบล็อกประสาน*

เตรียมวัสดุโดยการร่อนดินลูกรัง ผ่านตะแกรงขนาด 4 มิลลิเมตร และร่อนเถ้าลอยจากน้ำกากส่า ผ่านตะแกรงขนาด 200 มิลลิเมตร จากนั้นทำการชั่งตวงวัสดุและผสมวัสดุให้เข้ากัน ตามอัตราส่วนที่ได้กำหนดไว้ โดยอัตราส่วนผสมระหว่างปูนซีเมนต์ต่อดินลูกรังใช้เท่ากับ 1:6 (โดยปริมาตร) นำดินลูกรังผสมในสัดส่วนร้อยละ 90 ผสมเถ้าลอยน้ำกากส่าร้อยละ 10 (ในกรณีใช้เถ้าลอยแทนที่ร้อยละ 10) และแทนที่เถ้าลอยน้ำกากส่าตามที่กำหนด และทำการผสมซีเมนต์ คลุกเคล้าให้เข้ากันจนเป็นเนื้อเดียวกันจะได้อัตราส่วน 1:6 ตามการออกแบบ และคลุกเคล้าให้เป็นเนื้อเดียวกัน (ใช้วิธีการแบบผสมแห้ง) ดังแสดงในรูปที่ 8

รูปที่ 8 การจัดเตรียมตัวอย่างการขึ้นรูปอิฐบล็อกประสาน

เมื่อขึ้นรูปแล้วเสร็จใส่น้ำในส่วนผสมที่ทำการคลุกเคล้าเป็นเนื้อเดียวกันในปริมาณร้อยละ 10 นำส่วนผสมเทลงในบล็อกเพื่ออัดขึ้นรูปโดยใช้เครื่องอัดอิฐบล็อกประสานแบบยกด้วยแรงไฮดรอริค และใช้กระสอบคลุมบล็อกประสานที่ขึ้นรูปแล้วเพื่อกันไม่ให้ความชื้นระเหยออกเพื่อทำการบ่มอิฐบล็อกประสานผสมเถ้าลอยจากระบบเตาเผาน้ำกากส่าที่อายุ 7 14 และ 28 วัน

3.5 การดำเนินการทดสอบบล็อกประสาน

การทดสอบอิฐบล็อกประสานดำเนินการตาม มอก.58-2533 หลักเกณฑ์เฉพาะในการตรวจสอบเพื่อการอนุญาตสำหรับผลิตภัณฑ์คอนกรีตบล็อคไม่รับน้ำหนัก และ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช. 602/2547 (มาตรฐานผลิตภัณฑ์เฉพาะอิฐบล็อกประสานที่มีดินลูกรังและปูนซีเมนต์เป็นส่วนประกอบหลัก) ประกอบด้วย ความต้านแรงอัด และ การดูดกลืนน้ำ โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.5.1 การทดสอบกำลังต้านทานแรงอัด

นำอิฐบล็อกประสานที่บ่มครบตามระยะเวลาที่ออกแบบ ทำการทดสอบหาค่ากำลังอัดของอิฐบล็อกประสานด้วยเครื่องทดสอบกำลังอัดโดยทำการเตรียมอิฐบล็อกประสานทำการปิดผิวด้านบนด้วยปูนปลาสเตอร์เพื่อให้ผิวหน้ามีความเรียบก่อนทำไปทดสอบ และคำนวณหาค่ากำลังต้านแรงอัดจากสมการที่ 1

$$f = \frac{P}{A}$$ สมการที่ 1

โดยที่

f = ความต้านแรงอัด (MPa ≈ 10.19 กก./ซม.^{2})

P = กำลังอัดจากเครื่องไฮดรอลิค (กก.)

A = พื้นที่หน้าตัดรับแรง (ซม.^{2})

3.5.2 การทดสอบการดูดกลืนน้ำ

การทดสอบการดูดกลืนน้ำโดยชั่งน้ำหนักบล็อกประสานก่อนดำเนินการทดสอบ หลังจากนั้นนำไปแช่ในน้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมงและนำบล็อกประสานขึ้นจากน้ำรอให้แห้งและชั่งน้ำหนักอีกรอบและคำนวณดังแสดงในสมการที่ 2

$$\%Wt = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100$$ สมการที่ 2

โดยที่

$\%Wt$ คือ ร้อยละการดูดซึมน้ำ เป็นเปอร์เซ็นต์

W_1 คือ น้ำหนักบล็อกประสานก่อนแช่น้ำ เป็นกรัมและ

W_2 คือ น้ำหนักบล็อกประสานภายหลังการแช่น้ำ 24 ชั่วโมง เป็นกรัม

4. ผลการวิจัย (Results)

4.1 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัด (Compression Test) ของก้อนบล็อกประสาน ตามมาตรฐาน มอก.109-2517

จากการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลด้านการต้านทานแรงอัดบล็อกประสาน ที่อายุบ่ม 7 14 และ 28 วันตามลำดับ ดังแสดงใน**ตารางที่ 2** ถึง **ตารางที่ 4** และนำค่าไปพล็อตกราฟตามแสดงในรูปที่ 9

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดที่อายุบ่ม 7 วัน

รหัสส่วนผสม	ความต้านแรงอัด (MPa)			ความต้านแรงอัดเฉลี่ย (MPa)
	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3	
BC-7-00	1.85	1.71	3.24	2.27
BC-7-10	1.55	2.9	1.7	2.05
BC-7-30	1.91	1.96	1.68	1.85
BC-7-50	1.5	1.84	1.85	1.73
BC-7-75	1.74	1.26	0.84	1.28
BC-7-100	0.24	0.51	0.64	0.46

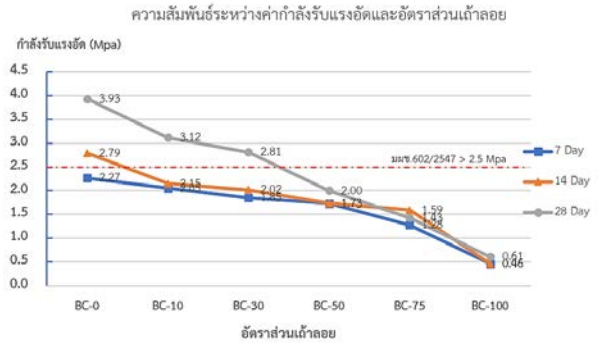
ตารางที่ 3 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดที่อายุบ่ม 14 วัน

รหัสส่วนผสม	ความต้านแรงอัด (MPa)			ความต้านแรงอัดเฉลี่ย (MPa)
	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3	
BC-14-00	2.93	2.94	2.5	2.79
BC-14-10	2.87	1.61	1.96	2.15
BC-14-30	2.54	2.17	1.37	2.02
BC-14-50	2.23	2.16	0.79	1.73
BC-14-75	2.91	1.01	0.85	1.59
BC-14-100	0.28	0.37	0.74	0.46

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดที่อายุบ่ม 28 วัน

รหัสส่วนผสม	ความต้านแรงอัด (MPa)			ความต้านแรงอัดเฉลี่ย (MPa)
	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3	
BC-28-00	4.27	4.3	3.21	3.93
BC-28-10	3.72	1.14	4.51	3.12
BC-28-30	3.33	2.73	2.37	2.81
BC-28-50	1.88	2.17	1.95	2.00
BC-28-75	1.81	0.83	1.66	1.43
BC-28-100	0.65	0.59	0.59	0.61

รหัสส่วนผสม (ID)	อัตราส่วนผสม			ร้อยละการดูดกลืนน้ำ (%wt)
	ปูนซีเมนต์ (kg)	มวลรวม (kg)	เถ้าลอยน้ำกากส่า (kg)	
BC-00	1.350	7.650	0.000	3.65
BC-10	1.350	6.885	0.186	4.61
BC-30	1.350	5.355	0.557	5.67
BC-50	1.350	3.825	0.928	8.12
BC-75	1.350	1.913	1.392	14.47
BC-100	1.350	0.000	1.856	27.88



รูปที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังรับแรงอัดและอัตราส่วนเถ้าลอยตามระยะเวลาการบ่ม

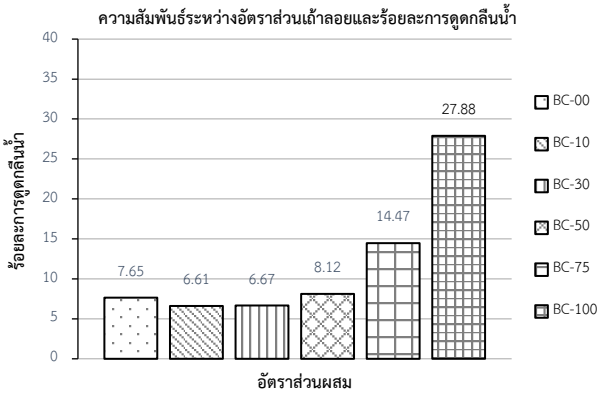
จากรูปที่ 9 พบว่าค่ารับกำลังอัดของก้อนบล็อกประสานที่ 7 14 และ 28 วัน มีค่าอยู่ที่ระหว่าง 2.7-0.46 2.79-2.46 และ 3.93-0.61 ตามลำดับ โดยค่ากำลังอัดจะแปรผันตรงกับระยะเวลาบ่มเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบที่ 7 14 และ 28 วันพบว่าค่ากำลังอัดแตกต่างกันที่ประมาณ 1.63 และค่ากำลังอัดแปรผันตรงกับอัตราส่วนการแทนที่ด้วยกากส่าที่ลดลง อย่างไรก็ดีเวลาบ่มตั้งแต่ 7 วันขึ้นไปค่ากำลังอัดที่อัตราส่วนการแทนที่มากกว่าร้อยละ 50 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

ทั้งนี้เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ มผช.602/2547 ความต้านแรงอัดชนิดไม่รับน้ำหนัก ค่าเฉลี่ยต้องไม่น้อยกว่า 2.5 เมกะพาสคัล พบว่าอัตราส่วนที่มีเถ้าลอยจากน้ำกากส่าผสมอยู่ร้อยละ 30 มีค่ากำลังอัดสูงสุด เท่ากับ 2.81 เมกะพาสคัล (≈28 กก./ซม2) ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานความต้านทานแรงอัดชนิดไม่รับน้ำหนัก

4.2 ผลการทดสอบการดูดกลืนน้ำของก้อนบล็อกประสาน ตามมาตรฐาน มอก.109-2517

ตัวอย่างสำหรับการทดสอบการดูดกลืนน้ำของก้อนบล็อกประสานตามมาตรฐาน มอก.109-2517 โดยใช้อัตราส่วนผสมละ 3 ตัวอย่างดังแสดงใน**ตารางที่ 5**

ตารางที่ 5 อัตราส่วนผสมและผลการทดสอบการดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสาน



รูปที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนเถ้าลอยและร้อยละการดูดกลืนน้ำ (Water Absorption)

จากรูปที่ 10 พบว่าร้อยละการดูดกลืนน้ำของทุกอัตราส่วนผสมอยู่ในระหว่างร้อยละ 6.61 ถึง 27.88 ทั้งนี้ในช่วงระหว่างอัตราส่วนผสมเถ้าลอยที่น้อยกว่าร้อยละ 50 ผลของอัตราร้อยละการดูดกลืนน้ำแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ แต่ที่อัตราส่วนผสมของเถ้าลอยในอัตราที่สูงกว่าร้อยละ 50 จะแปรผันตรงกับผลของการดูดกลืนน้ำโดยอัตราการดูดกลืนน้ำของเถ้าลอย BC-75 และ BC-100 สูงกว่าค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนเถ้าลอยที่ต่ำกว่า 50 ถึงร้อยละ 99 และ 283 ตามลำดับ (ประมาณ 2 และ 4 เท่าของอัตราส่วนผสมเถ้าลอยที่น้อยกว่าร้อยละ 50)

5. บทสรุป (Conclusion)

จากการทดสอบคุณสมบัติด้านการรับกำลังอัดและดูดกลืนน้ำของบล็อกประสานซีเมนต์ผสมเถ้าลอยจากระบบเตาเผาน้ำกากส่า ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.602/2547) ขนาด 12.5x25x10 เซนติเมตร อัตราส่วนผสมโดยใช้น้ำหนักระหว่างปูนซีเมนต์ต่อเถ้าลอยน้ำกากส่าผสมมวลรวม 1:6 โดยน้ำหนัก สรุปผลการทดสอบทางกลและกายภาพ ได้ดังนี้

5.1 การทดสอบกำลังรับแรงอัด (Compression Test) ของก้อนบล็อกประสาน ตามมาตรฐาน มอก.109-2517 พบว่า กำลังรับแรงอัดจะแปรผันตรงกับตามอัตราส่วนผสมเถ้าลอยจากระบบเตาเผาน้ำกากส่าที่ลดลง

อย่างไรก็ดีเวลาบ่มตั้งแต่ 7 วันขึ้นไปค่ากำลังอัดที่อัตราส่วนการแทนที่มากกว่าร้อยละ 50 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ทั้งนี้ผลการทดสอบอัตราส่วนที่มีเถ้าลอยจากน้ำกากส่าผสมอยู่ร้อยละ 30 มีค่ากำลังอัดสูงสุดเท่ากับ 2.81 เมกะพาสคัล (≈28 กก./ซม^2) ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานความต้านทานแรงอัดชนิดไม่รับน้ำหนัก

5.2 การทดสอบคุณสมบัติการดูดกลืนน้ำของก้อนบล็อกประสาน ตามมาตรฐาน มอก.109-2517 พบว่า การดูดกลืนน้ำแปรผันตรงกับอัตราส่วนผสมของเถ้าลอยจากระบบเตาเผาน้ำกากส่าที่เพิ่มขึ้น โดยอัตราส่วนผสมเถ้าลอยที่สูงกว่าร้อยละ 50 มีการดูดซึมน้ำสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (ประมาณ 2 ถึง 4 เท่า) อย่างไรก็ดีอัตราส่วนผสมที่ร้อยละ 30 มีการดูดซึมน้ำประมาณร้อยละ 5.67 (103.36 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานบล็อกประสาน

5.3 จากผลการศึกษาการประยุกต์ใช้ถ้าลอยจากระบบเตาเผาน้ำกากส่าในการผลิตบล็อกประสานซีเมนต์ผสมพบว่า ที่อัตราส่วนที่มีเถ้าลอยจากน้ำกากส่าผสมอยู่ 30 เปอร์เซ็นต์ เหมาะสมที่จะนำมาผลิตเป็นอิฐบล็อกประสาน ซึ่งผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม อิฐบล็อกประสาน มผช. 602/2547 มีความเป็นไปได้ที่จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นวัสดุผสมในการทำบล็อกประสานและสร้างประโยชน์ให้แก่ชุมชนได้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ภาควิชาครุศาสตร์โยธา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยและเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบสำหรับงานวิจัยนี้ รวมถึงนักศึกษาที่ดำเนินการภาคนิพนธ์จากภาควิชาวิศวกรรมโยธาและการศึกษาที่ช่วยกันดำเนินงานจนประสบความสำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

[1] นายสำเร็จ สารมาคม, การประยุกต์ใช้เถ้าลอยในการผลิตบล็อกประสาน, การบริหารงานก่อสร้างและสาธารณูปโภค สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์. 2556, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี: จังหวัดนครราชสีมา.

[2] สุบรรณ ตาคำวัน และ วิศรุต เรืองฤทธิ์, คุณสมบัติทางกลบล็อกประสานผสมเถ้ากะลามะพร้าว. การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 8, 26 พฤศจิกายน, กรุงเทพ. 2558

[3] Chindaprasirt, P., Jaturapitakkul, C., Sinsiri, T. (2007). “Effect of fly ash fineness on microstructure of blended cemented paste”, Construction and Building Materials, Vol.21, No.7, pp. 1534-1541.

[4] Homwuttiwong, S., Chindaprasirt, P., Jaturapitakkul. C. (2012) “Strength and water permeability of concrete containing various types of fly ashes and filter material” International Journal of Materials Research, Vol.103, No.8, pp.1058-1064.

[5] Sinsiri, T., Kroehong, W., Jaturapitakkul, C. Chindaprasirt, P (2012). “Assessing the effect of biomass ashes with different finenesses on the compressive strength of blended cement paste”, material and Design, Vol. 42, pp. 424-433.

[6] R. Somna, C. Jaturapitakkul, and A.M. Made, “Effect of ground fly ash and ground bagasse ash on the durability of recycled aggregate concrete”, Cement and Concrete Composite, 2012, 34, 848-854.

[7] T. Sinsiri, P. Chindaprasirt, and C. Jaturapitakkul, “Influence of fly ash fineness and shape on the porosity and permeability of blended cement pastes”, International Journal of Minerals Metallurgy and Materials 2010, 17(6), 683-690.

[8] ไพจิตรา กระแจหิน. (2552). การใช้ประโยชน์จากน้ำกากส่าเพื่อผลิตไฮโดรเจน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

[9] ทัศนีย์ ดิฐกมล และ สมบูรณ์ แก้วปิ่นทอง. (2547). ประโยชน์น้ำกากส่าสำหรับการผลิตข้าวจังหวัดขอนแก่น. วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 132-151.

[10] รัชฎา เลกุล และ วิสาขา ภู่จินดา. (2020). แนวทางการใช้ประโยชน์จากน้ำกากส่าจากการผลิตสุราสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม. วารสารวิจัยรำไพพรรณี, 14(1), หน้า 139-148.

[11] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, “มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มผช.602/2547 เรื่องอิฐบล็อกประสาน,” กรุงเทพฯ : กระทรวงอุตสาหกรรม, 2547.