

การศึกษาสัดส่วนของเถ้าชานอ้อยที่มีผลต่อกำลังรับแรงอัดในคอนกรีต

สุทธิชัย ตันเจริญ และ อภิเสกฐ์ สุวรรณสะอาด*

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

* ผู้ประสานงานเผยแพร่ (Corresponding Author), E-mail: apised.suw@rmutr.ac.th

วันที่รับบทความ: 29 ตุลาคม 2564; วันที่ทบทวนบทความ: 5 พฤศจิกายน 2564; วันที่ตอบรับบทความ: 7 มกราคม 2565

วันที่เผยแพร่ออนไลน์: 17 มีนาคม 2565

บทคัดย่อ: งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกลของคอนกรีตผสมเถ้าชานอ้อยที่เหลือใช้จากกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม การศึกษานี้เป็นการศึกษาสัดส่วนเถ้าชานอ้อยที่มีผลต่อแรงอัดในคอนกรีต โดยนำเถ้าชานอ้อยที่ผ่านการบดอัดละเอียดด้วยเครื่อง Los Angeles Abrasion Machine เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำไปแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1 อัตราส่วนการผสม 1:2:4 กำลังอัดคอนกรีตที่อายุ 28 วัน ตามมาตรฐานการออกแบบ เท่ากับ 180 กก./ cm^2 จำนวนชุดตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบหากำลังอัดแบ่งออกเป็น 4 ชุด คือแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1 ร้อยละ 0, 10, 20 และ 30 โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ ทำการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของคอนกรีตที่มีส่วนผสมของเถ้าชานอ้อยที่ อายุ 1, 3, 5, 7, 14 และ 28 วัน โดยเปรียบเทียบกำลังอัดคอนกรีตที่อายุ 28 วัน ตามมาตรฐานการทดสอบ ผลการทดสอบพบว่าค่ากำลังอัดจากการแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1 ในสัดส่วนร้อยละ 0 เท่ากับ 205 กก./ cm^2 ร้อยละ 10 เท่ากับ 215 กก./ cm^2 ร้อยละ 20 เท่ากับ 238 กก./ cm^2 และร้อยละ 30 เท่ากับ 193 กก./ cm^2 ซึ่งค่ากำลังอัดของคอนกรีตผสมเถ้าชานอ้อยแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1 อัตราส่วนร้อยละ 20 มีค่ากำลังอัดมากกว่าคอนกรีตมาตรฐาน และมีค่ากำลังอัดสูงสุดของการทดสอบ

คำสำคัญ: เถ้าชานอ้อย; คอนกรีต; วัสดุปอชโซลาน; กำลังอัด

The Study of Proportion of Bagasse Ash Affecting to Compressive Strength of Concrete

Sutthichai Tancharoen and Apised Suwansaard*

Faculty of Engineering Rajamangala University of Technology Rattanakosin

* Corresponding author, E-mail: apised.suw@rmutr.ac.th

Received: 29 October 2021; Revised: 5 November 2021; Accepted: 7 January 2022

Online Published: 17 March 2022

Abstract: The objective of this research is to study the mechanical properties of concrete mixed with bagasse ash residues from industrial production processes. The process of experiment on bagasse ash ratio effected to concrete compressive strength by the Los Angeles Abrasion Machine for 24 hours, replaced to Portland cement type 1 at ratio 1:2:4 at curing ages 28 days, the compressive strength was 180 kg/cm². The sample used in the compressive strength test was divided into 4 sets, which were to replace 0, 10, 20 and 30 percent of Portland cement types by weight. The tests were determined the effectiveness of concrete containing bagasse ash at 1, 3, 5, 7, 14 and 28 days, comparing the compressive strength of concrete at 28 days according to test standards. The test results showed the compressive strength from the replacement of Portland cement type 1 at 0% was 205 kg/cm², 10% was 215 kg/cm², 20% was 238 kg/cm² and 30% equals to 193 kg/cm². The compressive strength of concrete mixed with bagasse ash replaced to Portland cement type 1 at 20% was highest compressive than the reference standard.

Keywords: Cane Bagasse Ash; Concrete; Pozzolan Materials; Compressive Strength



1. บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม มีพืชเศรษฐกิจหลายชนิด ได้แก่ ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง ถั่วเหลือง ยางพารา เป็นต้น โดยเฉพาะอ้อยเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตน้ำตาลทราย อ้อยมีการส่งออกเป็นอันดับต้นๆ ของโลก [1] ปริมาณอ้อยที่นำส่งเข้ากระบวนการผลิตน้ำตาล 1 ตัน จะเหลือกากหรือชานอ้อยออกมาประมาณ 290 กิโลกรัม ในปี 2555 ไทยผลิตอ้อยทั้งหมด 98.4 ล้านตัน เมื่อนำไปผลิตน้ำตาลจะเหลือเป็นชานอ้อย 28.54 ล้านตันต่อปี และถ้าหากนำชานอ้อยเหล่านี้มาเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อป้อนให้กับโรงงานผลิตน้ำตาลจะเหลือกากชานอ้อยประมาณ 1 ล้านตัน มีการนำไปใช้ประโยชน์ทำปุ๋ย และส่วนใหญ่ใช้ถมที่และกองทิ้งรกร้างอยู่ [2]

จากการศึกษาขององค์ประกอบทางเคมีของกากชานอ้อย พบว่ามีธาตุซิลิกาเป็นหลัก ซึ่งเป็นองค์ประกอบของสารปอซโซลาน เมื่อนำไปบดละเอียดสามารถใช้เป็นสารปอซโซลานผลิตคอนกรีตได้ [3]

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกลของคอนกรีตโดยการนำกากชานอ้อยที่เหลือใช้จากกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรมกลับมาใช้ประโยชน์ และศึกษาสัดส่วนกากชานอ้อยที่มีผลต่อแรงอัดในคอนกรีต โดยนำกากชานอ้อยที่ผ่านการบดอัดละเอียดโดยใช้ระยะเวลา 24 ชั่วโมง แทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1 อัตราส่วนการผสม 1:2:4 กำลังอัดคอนกรีตที่อายุ 28 วัน เท่ากับ 180 กก./ซม² สัดส่วนกากชานอ้อยที่ใช้แบ่งเป็น 4 ชุด คือร้อยละ 0, 10, 20 และร้อยละ 30 ทำการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของคอนกรีตที่มีส่วนผสมของกากชานอ้อยที่อายุการบ่ม 1, 3, 5, 7, 14 และ 28 วัน

ประชุม คำพุ่มและคณะวิจัย [4] ได้ศึกษาสมบัติของมอร์ต้าตามวลเบาโดยใช้วัสดุจากธรรมชาติเป็นส่วนผสมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ในการทดลองใช้เส้นใยจากขยะเปลือกทุเรียนเป็นวัสดุผสมใช้การร่อนค้ำตะแกรงเบอร์ 200 เท่ากับ 1 ต่อ 2.75 โดยน้ำหนัก กำหนดอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ในสัดส่วนที่ 0.83 อัตราส่วนการใช้เส้นใยเปลือกทุเรียนแทนที่ปูนซีเมนต์เท่ากับร้อยละ 0, 0.04, 0.06, 0.08, 0.10 และ 0.12 โดยน้ำหนัก แล้วนำไปหล่อก้อนตัวอย่างที่จะใช้ทดสอบกำลังอัดขนาด 5 × 5 × 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร และหล่อก้อนตัวอย่างที่จะใช้ทดสอบกำลังอัดขนาด 4 × 4 × 16 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วนำก้อนตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมาทำการดูดซึมน้ำและความหนาแน่นของมอร์ต้าที่อายุมอร์ต้า 7, 14 และ 28 วัน ผลการทดสอบพบว่าเมื่อผสมเส้นใยเปลือกทุเรียนแทนที่ปูนซีเมนต์ในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้กำลังอัดและการดูดซึมน้ำสูงขึ้น ส่วนกำลังอัดและความหนาแน่นต่ำลง สามารถนำผลการทดสอบไปใช้งานจริงในเชิงปฏิบัติได้

ในการศึกษาพฤติกรรมของซีเมนต์เฟสผสมวัสดุปอซโซลานประยุกต์ใช้กับพลังงานไมโครเวฟที่มีการศึกษาพฤติกรรมของซีเมนต์เฟสผสมวัสดุปอซโซลานจำพวกแก้วลอยและแก้วกลมในรูปแบบการทดสอบด้วยพลังงานไมโครเวฟ [5] ได้ศึกษาถึงอุณหภูมิที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาไฮเดรชัน ค่าไดอิเล็กตริกและค่าความจุความร้อนจำเพาะ โดยใช้อัตราส่วนการแทนที่ของแก้วลอยและแก้วกลมในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 โดยน้ำหนักเท่ากับร้อยละ 0, 10 และ 20 และอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุผงเท่ากับ 0.38 และ 0.45 จากผลการศึกษาพบว่าอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุผง (W/B)



เท่ากับ 0.38 จะมีอุณหภูมิที่เกิดจากปฏิกิริยาไฮเดรชันสูงกว่าที่อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุผงเท่ากับ 0.45 ในส่วนการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยวัสดุประกอบโซลันที่มากขึ้นจะทำให้อุณหภูมิในการเกิดปฏิกิริยาลดลงและอุณหภูมิที่เกิดจากปฏิกิริยาไฮเดรชันของแฉะลอมจะมีค่าสูงกว่าของแฉะกลบ ในส่วนของค่าไดอิเล็กตริกควรเลือกค่าในช่วงระยะเวลาการก่อตัวเริ่มต้นและเมื่อปมได้ระยะเวลาหนึ่งแล้วควรปรับพลังงานให้มีค่าลดลงเพราะค่าไดอิเล็กตริกจะลดลงตามเวลาไม่เช่นนั้นจะทำให้ความชื้นในวัสดุทดสอบลดลงจนแห้ง ส่งผลให้การพัฒนากำลังอัดตอนปลายลดลงได้สำหรับค่าความจุความร้อนจำเพาะพบว่าที่อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุผงใดๆ ของร้อยละการแทนที่เท่ากันทั้งแฉะลอมและแฉะกลบที่มีความละเอียด 4,000 ตร.ซม./ก. จะมีค่าการคายความร้อนที่น้อยกว่าของแฉะลอมและแฉะกลบที่มีความละเอียด 5,000 ตร.ซม./ก. ทั้งนี้เนื่องจากที่ความละเอียด 5,000 ตร.ซม./ก. วัสดุจะมีพื้นที่ผิวในการดูดซึมน้ำมากกว่าที่ความละเอียด 4,000 ตร.ซม./ก. ทำให้หน้าที่ไม่ได้ใช้ในการทำปฏิกิริยา (Free Water) ลดน้อยลง ส่งผลให้อุณหภูมิและพลังงานในการคายความร้อนลดลงตามไปด้วย [5]

นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาโครงสร้างจุลภาคของซีเมนต์เพสต์ผสมแฉะปาล์มน้ำมันที่เป็นการศึกษาโครงสร้างจุลภาคของซีเมนต์เพสต์ผสมแฉะปาล์มน้ำมันโดยนำแฉะปาล์มน้ำมันมาบดให้มีความละเอียดแตกต่างกัน 2 ขนาดคือขนาดอนุภาคใกล้เคียงปูนซีเมนต์และขนาดอนุภาคเล็กกว่าปูนซีเมนต์ โดยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ผสมแฉะปาล์มน้ำมันในอัตราส่วนร้อยละ 0, 20 และ 40 โดยน้ำหนักของวัสดุประสาน อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานเท่ากับ 0.35

ทดสอบความไม่เป็นผลึกของแฉะปาล์มน้ำมันโดยวิธีเรียกเวลด์ กำลังอัดของเพสต์การทดสอบเพสต์โดยใช้เทคนิคทางความร้อนการทดสอบกระจายขนาดโพรงของเพสต์ผลการทดสอบพบว่าแฉะปาล์มน้ำมันเป็นวัสดุซิลิกาที่ไม่เป็นผลึก กำลังอัดของเพสต์ผสมด้วยแฉะปาล์มน้ำมันขนาดหยาบมีค่าต่ำกว่าซีเมนต์เพสต์ OPC ขณะที่เพสต์ผสมแฉะปาล์มน้ำมันที่มีความละเอียดมีกำลังอัดสูงกว่าการแทนที่แฉะปาล์มน้ำมันที่มีขนาดหยาบ เพสต์ที่ผสมแฉะปาล์มน้ำมันที่มีความละเอียดร้อยละ 20 มีปริมาตรโพรงทั้งหมดต่ำที่สุด ปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ของเพสต์ผสมแฉะปาล์มน้ำมันลดลงด้วยการแทนที่เพิ่มขึ้นของแฉะปาล์มน้ำมันและมีปริมาณที่ต่ำกว่าซีเมนต์เพสต์ OPC นอกจากนี้ขนาดโพรงวิกฤตของซีเมนต์เพสต์ผสมแฉะปาล์มน้ำมันมีค่าต่ำกว่าซีเมนต์เพสต์ OPC เพสต์ผสมแฉะปาล์มน้ำมันที่มีความละเอียดช่วยลดขนาดโพรงวิกฤตมากกว่าเพสต์ผสมแฉะปาล์มน้ำมันที่มีขนาดหยาบ [6]

จิรวุฒน์ ชาลีวรรณและ วีระ หอสกุลไท [7] ได้ศึกษาถึงระยะเวลาก่อตัวของเพสต์และกำลังรับแรงอัดของมอร์ตาร์ผสมแฉะชานอ้อย-แฉะกลบ-ไม้บด เป็นการศึกษาผลกระทบของอัตราการแทนที่และความละเอียดของแฉะชานอ้อย-แฉะกลบ-ไม้บดต่อระยะเวลาก่อตัวของเพสต์ และกำลังรับแรงอัดของมอร์ตาร์ โดยนำ แฉะชานอ้อย-แฉะกลบ-ไม้จากโรงไฟฟ้าชีวมวลของโรงงานน้ำ ตาลมาบดให้มีความละเอียด 3 ขนาด คือ บดหยาบ บดปานกลาง และบดละเอียดโดยมีขนาดอนุภาคต่างตะแกรงเบอร์ 325 ร้อยละ 30, 10, และ 0 ตามลำดับ [8] แทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ในอัตรา ร้อยละ 0, 20, และ 40 โดยน้ำหนักของสารซีเมนต์



ผลิตมอร์ตาร์โดยควบคุมค่าการไหลแผ่ร้อยละ 110 ± 5 โดยการปรับปริมาณน้ำ และเติมสารลดน้ำพิเศษ ผลการทดสอบพบว่าระยะเวลาก่อตัวต้นและก่อตัวปลายจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณการแทนที่และความละเอียดของเถ้าซันอ้อย-แกลบ-ไม้บดที่เพิ่มขึ้น [9] กำลังรับแรงอัดจะแปรผกผันกับปริมาณเถ้าซันอ้อยที่ผสมมอร์ตาร์ผสมเถ้าซันอ้อย-แกลบ-ไม้บดละเอียดร้อยละ 20 มีกำลังรับแรงอัดสูงที่สุด โดยที่อายุ 28 และ 90 วัน กรณีปรับปริมาณน้ำมีกำลังรับแรงอัดคิดเป็นร้อยละ 98 และ 97 ของมอร์ตาร์ควบคุม ตามลำดับ กรณีเติมสารลดน้ำพิเศษ มอร์ตาร์ผสมเถ้าซันอ้อย-แกลบ-ไม้บดละเอียดร้อยละ 20 มีกำลังรับแรงอัดสูงที่สุดคิดเป็นร้อยละ 131 และ 126 ของมอร์ตาร์ควบคุม ตามลำดับ [10-11]

2. การออกแบบปฏิภาคส่วนผสมคอนกรีต

2.1 วิธีทดลองผสม

การหาปฏิภาคส่วนผสม ทำได้โดยวิธีทดลองส่วนผสม (Trial Mix Method) [12] เพื่อรักษาอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ หรือให้ได้กำลังตามต้องการ ขนาดรูปร่าง ลักษณะ ผิวและสัดส่วนขนาดละเอียดของวัสดุ เป็นตัวประกอบสำคัญในการหาสัดส่วนที่จะให้การทำงานที่ต้องการและค่าใช้จ่ายต่ำ

เริ่มจากการเลือกอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ที่ต้องใช้ เทปูนซีเมนต์ตามปริมาณที่ชั่งไว้ลงในถาดผสมและเติมปริมาณน้ำที่เตรียมไว้ผสมด้วยมือ จะได้ซีเมนต์เพสต์ซึ่งมีอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ตามต้องการ ชั่งหินและทรายซึ่งอยู่ในสภาวะผิวแห้งและอิมตัว แล้วเติมหินและทรายลงสู่ซีเมนต์เพสต์ ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน และวัดค่าการยุบตัว ถ้าค่าการยุบตัวมากเกินไป

ให้เติมหินและทรายลงไปอีก แต่ถ้าค่ายุบตัวน้อยไป ให้เติมน้ำและซีเมนต์เพิ่มขึ้น โดยยังคงรักษาอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ไว้คงที่ [13]

ส่วนผสมที่ดีที่สุด คือส่วนผสมที่ใช้ปริมาณของซีเมนต์เพสต์น้อยที่สุด ส่วนผสมคอนกรีตที่มีซีเมนต์เพสต์ และทรายไม่เพียงพอสำหรับไปอุดในระหว่างช่องว่างระหว่างหินจะทำงานได้ยาก และเป็นผลให้มีผิวหยาบ และเป็นรังผึ้ง แต่ถ้ามีซีเมนต์เพสต์และทรายมากเกินไป จะได้ปริมาณคอนกรีตน้อยและคอนกรีตมักจะพรุน ต้องพยายามใช้หินมากที่สุดเท่าที่จะมากได้ โดยมีทรายในปริมาณที่พอเหมาะเพื่อให้ได้ความชื้นเหลวตามต้องการ เมื่อได้ส่วนผสมที่ดีที่สุดแล้วจึงปรับอัตราส่วนผสมตามปริมาณความชื้นในวัสดุผสมเพื่อนำไปใช้ในงาน

2.2 วิธีการคำนวณหาปฏิภาคส่วนผสม (ACI)

การคำนวณหาปฏิภาคส่วนผสมสำหรับงานคอนกรีตทั่วไป สามารถดำเนินการตามวิธีการซึ่งเสนอโดยสถาบันคอนกรีตของอเมริกา (ACI 211.1-70) ซึ่งให้ผลค่อนข้างแน่นอนไม่เปลี่ยนแปลง และถูกต้อง ทั้งนี้ จะต้องทราบคุณสมบัติต่างๆ ของวัสดุที่ใช้ทำคอนกรีตเสียก่อนเช่น ความถ่วงจำเพาะ หน่วยน้ำหนัก โมดูลัสความละเอียด และเปอร์เซ็นต์การดูดซึม อีกทั้งวัสดุผสมต้องมีส่วนขนาดละเอียดอยู่ในพิสัยที่กำหนดด้วย [14]

2.3 วิธีการดำเนินงาน

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงการทดลอง เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกลของคอนกรีต โดยทำการแทนที่เถ้าซันอ้อยร้อยละ 0, 10, 20 และ 30 โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1

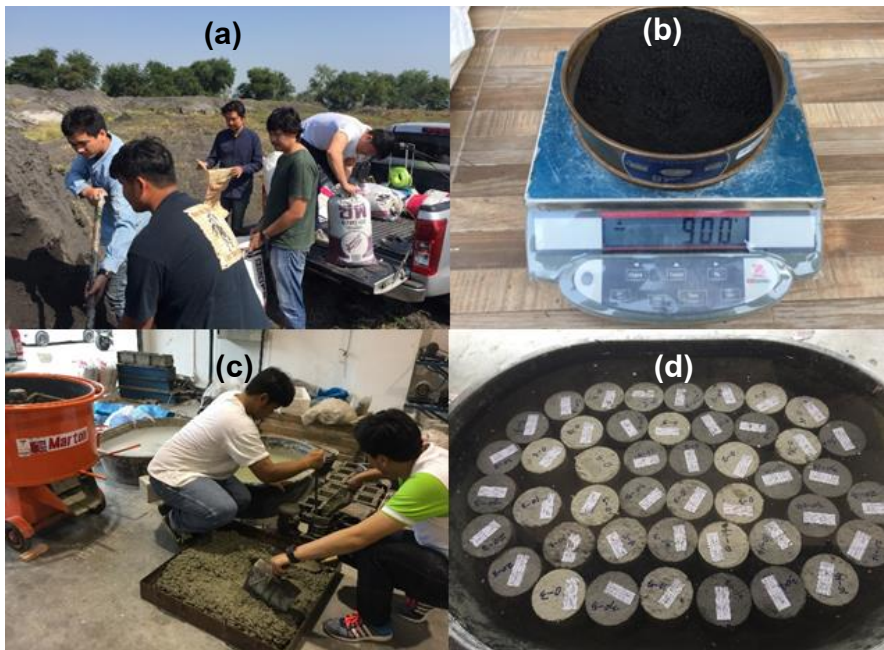


2.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

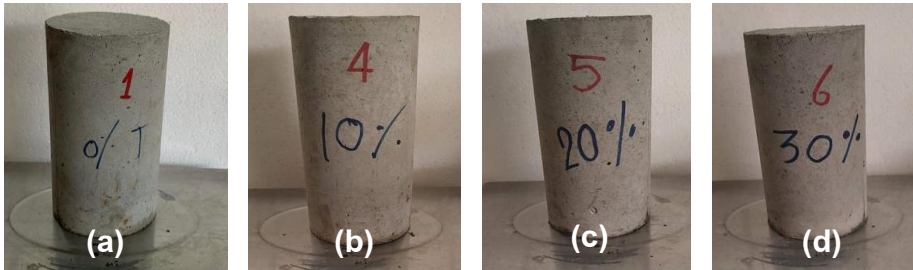
รายละเอียดวิธีและขั้นตอนการดำเนินงาน ดังแสดงในรูปที่ 1 - 3

1. เตรียมถ้ำซันอ้อยจากโรงงานผลิตน้ำตาลอำเภออุทอง จังหวัดสุพรรณบุรี (รูปที่ 1 (a))
2. นำถ้ำซันอ้อยมาร่อนผ่านตะแกรง เบอร์ 4, เบอร์ 10 ค้างเบอร์ 20
3. นำถ้ำซันอ้อยที่ค้างบนตะแกรงเบอร์ 20 มาชั่งน้ำหนักและบันทึกค่า (รูปที่ 1 (b))
4. อบถ้ำซันอ้อยที่ค้างบนตะแกรง เบอร์ 20 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำมาบดละเอียดด้วยเครื่อง Los Angeles Abrasion Machine ที่เวลา 24 ชั่วโมง

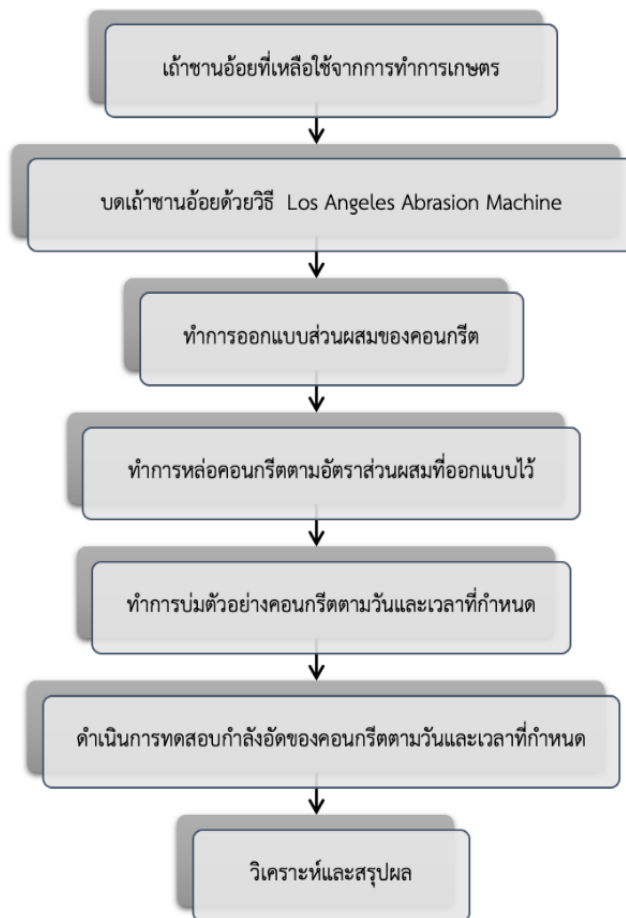
5. นำถ้ำซันอ้อยบดละเอียดผสมกับคอนกรีตด้วยวิธีผสม ACI (รูปที่ 1 (c)) โดยผสมให้คอนกรีตรับแรงกำลังอัดที่ 180 กก./ cm^2 อัตราส่วนผสมคอนกรีต 1:2:4 ใช้ถ้ำซันอ้อยร้อยละ 0, 10, 20 และ 30 โดยน้ำหนักแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1 โดยใช้อัตราส่วนน้ำ โดยการทดสอบ Slump Test เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM C143 [15] ดังรูปที่ 1 (d) และรูปที่ 2
6. แกะแบบหล่อคอนกรีตเมื่อครบ 24 ชั่วโมง และบ่มคอนกรีตเป็นเวลา 1, 3, 5, 7, 14 และ 28 วัน [16]
7. ทดสอบกำลังอัดคอนกรีต (Cylinder) ตามอายุการบ่มที่ 1, 3, 5, 7, 14 และ 28 วัน ตามมาตรฐาน ASTM C 39



รูปที่ 1 วิธีการดำเนินงาน: (a) การเตรียมถ้ำซันอ้อยจากโรงงาน (b) การชั่งน้ำหนักถ้ำซันอ้อยบดละเอียด (c) การผสมคอนกรีตกับถ้ำซันอ้อย และ (d) ลักษณะแท่งคอนกรีตผสมถ้ำซันอ้อย



รูปที่ 2 ลักษณะอัตราส่วนผสมคอนกรีต 1:2:4 โดยน้ำหนักแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1: เถ้าขานอ้อยแทนที่ปูนซีเมนต์ (a) ร้อยละ 0 (b) ร้อยละ 10 (c) ร้อยละ 20 และ (d) ร้อยละ 30



รูปที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน



3. ผลการศึกษาและการวิเคราะห์ผล

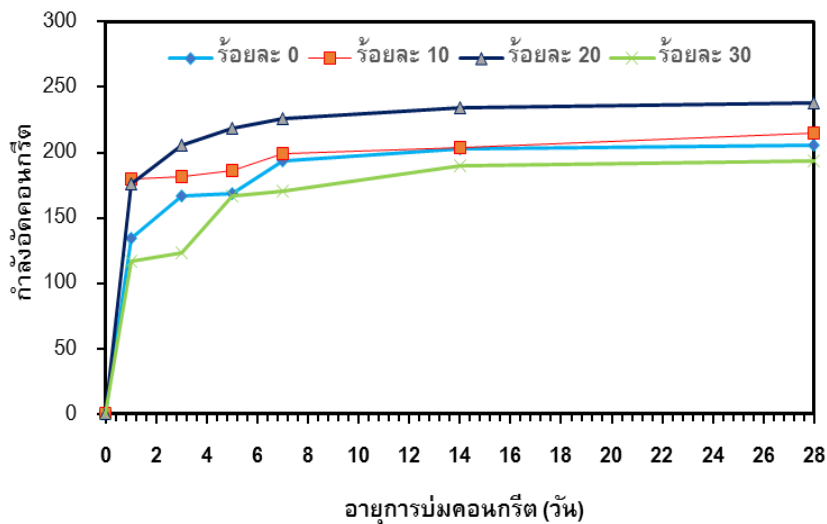
ผลการทดสอบกำลังอัดของคอนกรีต ผสมเถ้าชานอ้อยบดละเอียดที่ 24 ชั่วโมง โดยแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ร้อยละ 0, 10, 20 และ 30 โดยน้ำหนัก ตามตารางที่ 1 และแสดงผลเปรียบเทียบดังรูปที่ 4

จากผลการเปรียบเทียบกำลังอัดคอนกรีต ทั้ง 4 อัตราส่วนผสม [17] โดยมีอัตราส่วน 1:2:4 ประกอบด้วยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 เถ้าชานอ้อย ทราบ หิน และน้ำ เพื่อลดปูนซีเมนต์ โดยนำเถ้าชานอ้อยทดแทนในอัตราส่วน 0%, 10%,

20%, 30% นั้น [18] ปรากฏว่า แทนที่เถ้าชานอ้อยที่ 0% เป็นสัดส่วนที่ไม่มีการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าชานอ้อยค่ากำลังอัดเป็นไปตามมาตรฐานอายุการทดสอบที่ 28 วัน [19] มีค่า 205.79 กก./ชม² แทนที่สัดส่วนของเถ้าชานอ้อยที่ 10% อายุการทดสอบที่ 28 วันมีค่าสูงกว่ามาตรฐานเท่ากับ 215.20 กก./ชม² สัดส่วนของเถ้าชานอ้อยที่ 20% อายุการทดสอบที่ 28 วันมีค่าสูงกว่ามาตรฐานเท่ากับ 238.03 กก./ชม² และสัดส่วนของเถ้าชานอ้อยที่ 30% อายุการทดสอบที่ 28 วันมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานเท่ากับ 193.64 กก./ชม²

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบกำลังอัดคอนกรีตแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ร้อยละ 0, 10, 20 และ 30 โดยน้ำหนัก

ขนาดก้อนตัวอย่าง (ซม.)	สัดส่วนเถ้าชานอ้อย (ร้อยละ)	กำลังอัดเฉลี่ย (กก./ชม ²)					
		1 วัน	3 วัน	5 วัน	7 วัน	14 วัน	28 วัน
Ø 10 x 30 ซม.	0	134.32	166.61	168.75	193.44	202.90	205.79
Ø 10 x 30 ซม.	10	179.68	181.53	186.03	199.52	203.27	215.20
Ø 10 x 30 ซม.	20	175.78	205.22	218.16	225.47	234.39	238.03
Ø 10 x 30 ซม.	30	116.74	123.58	166.60	170.65	189.88	193.64



รูปที่ 4 ผลการเปรียบเทียบการทดสอบกำลังอัดของคอนกรีต



4. บทสรุป

การศึกษาสัดส่วนของเถาขานอ้อยที่มีผลต่อแรงอัดในคอนกรีต เมื่อทำการวิเคราะห์ผลการศึกษาและเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและทางกลของตัวอย่างทดสอบกำลังอัดคอนกรีต ทั้ง 4 อัตราส่วนผสมโดยมีอัตราส่วน 1 : 2 : 4 ประกอบด้วยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 เถาขานอ้อย ทราย หิน และน้ำ โดยการวิจัยมีจุดประสงค์เพื่อลดปูนซีเมนต์และน้ำเถาขานอ้อยทดแทนในอัตราส่วนร้อยละ 0, 10, 20, และร้อยละ 30 สามารถสรุปผลการศึกษาวิจัยได้ดังนี้

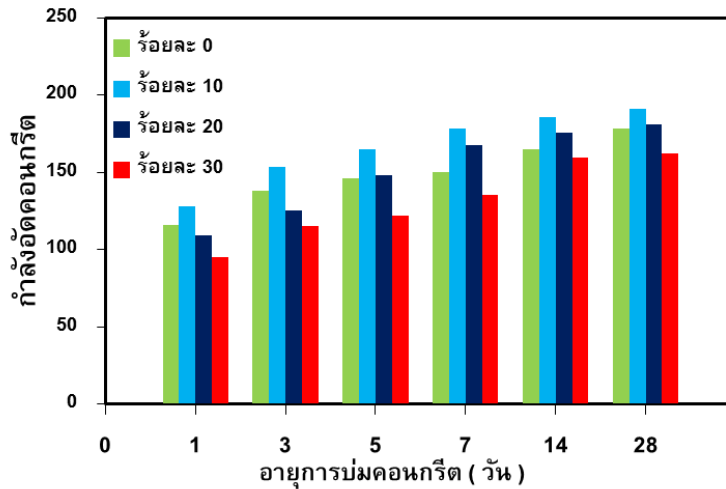
จากการทดสอบแรงอัดของคอนกรีต ในส่วนผสมสัดส่วนของเถาขานอ้อยที่อัตราส่วนร้อยละ 0 ผสมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ทราย หิน และน้ำ ตามอัตราส่วน 1:2:4 ที่ อายุ 28 วัน มีค่ากำลังอัดคอนกรีตที่ 205.79 กก./ซม² ซึ่งเป็นค่ากำลังอัดในคอนกรีตตามมาตรฐานทั่วไปไปก่อนเปรียบเทียบกับอัตราส่วนอื่นที่แทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถาขานอ้อยตามสัดส่วนร้อยละโดยน้ำหนัก

การทดสอบกำลังอัดคอนกรีตของสัดส่วนเถาขานอ้อยร้อยละ 10 โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ผสม ทราย หิน และน้ำ ตามอัตราส่วน อายุการทดสอบที่ 28 วัน จะได้ค่ากำลังอัดคอนกรีต 215.2 กก./ซม² พบว่าค่ากำลังอัดคอนกรีตผสมเถาขานอ้อยแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ร้อยละ 10 เพิ่มขึ้นกว่าสัดส่วนการผสมเถาขานอ้อยที่ร้อยละ 0

การทดสอบสัดส่วนของเถาขานอ้อยที่ร้อยละ 20 โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ผสม ทราย หิน และน้ำ ตามอัตราส่วน ที่อายุ 28 วัน

มีค่ากำลังอัดในคอนกรีต 238.03 กก./ซม² ค่ากำลังอัดในคอนกรีตอัตราส่วนเถาขานอ้อยที่ผสมแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ร้อยละ 20 มีค่ากำลังอัดเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตาม พบว่าการทดสอบกำลังอัดคอนกรีต ของตัวอย่างสัดส่วนผสมของเถาขานอ้อยแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ที่เพิ่มขึ้น กล่าวคือ ส่วนผสมที่ร้อยละ 30 ผสม ทราย หิน และน้ำ ที่อายุการทดสอบ 28 วัน มีค่ากำลังอัดในคอนกรีต 193.64 กก./ซม² ซึ่งแสดงให้เห็นว่าค่ากำลังอัดในคอนกรีตอัตราส่วนเถาขานอ้อยที่ผสมแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ร้อยละ 30 มีค่ากำลังอัดลดลง การนำเถาขานอ้อยไปแทนที่ปูนซีเมนต์มีผลต่อกำลังอัดของคอนกรีต ทำให้กำลังอัดของตัวอย่างทดสอบลดลงและต้องใช้เวลาการบ่มนานขึ้นเพื่อให้ตัวอย่างทดสอบมีกำลังต้านทานแรงอัดเพิ่มขึ้น เนื่องจากตัวอย่างทดสอบมีปริมาณ เถาขาน อ้อย ที่ มาก เกิน ไป ทำให้ความสามารถในการต้านทานแรงอัดได้ไม่ดี รายละเอียดแสดงการเปรียบเทียบในรูปที่ 5

การวิจัยครั้งนี้จึงเป็นการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและทางกลของตัวอย่างทดสอบสามารถสรุปอัตราส่วนที่เหมาะสม คือ อัตราส่วนร้อยละ 10 และ 20 ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานจริงและเพการลดปริมาณปูนซีเมนต์ให้มากที่สุดอัตราส่วนที่แนะนำคือ 20 เปอร์เซ็นต์ แต่ต้องใช้เวลาในการบ่มถึง 28 วัน จึงจะสามารถได้ส่วนผสมของคอนกรีตที่มีกำลังอัดเหมาะสมกับการนำไปใช้งานโครงสร้างในลักษณะของโครงสร้างแบบทั่วไป ประเภทบ้านพักอาศัย



รูปที่ 5 การพัฒนาก้ำลังอัดคอนกรีตที่ 180 กก./ซม² ใช้เถ้าขานอ้อยบดละเอียด 24 ชั่วโมง โดยแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ร้อยละ 0, 10, 20, 30

5. ข้อเสนอแนะ

1. การพัฒนาก้ำลังอัดของคอนกรีต ด้วยการผสมสัดส่วนของเถ้าขานอ้อยแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 ตามสัดส่วนที่กำหนดด้วยระยะเวลาการบ่มที่นานขึ้น จะส่งผลต่อก้ำลังอัดคอนกรีตที่เพิ่มขึ้น สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่ไม่ต้องอาศัยการรับน้ำหนักที่สูงมากได้ ซึ่งก้ำลังอัดที่ได้จากการทดลองดังกล่าวจำเป็นต้องให้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.409-2525 ของกระทรวงอุตสาหกรรมโดยพิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้อง คือ การเพิ่มปริมาณปูนซีเมนต์ในส่วนผสม อายุการบ่ม ขนาดคละ และขั้นตอนการดำเนินงาน

2. การผสมสัดส่วนของเถ้าขานอ้อยในส่วนผสมของคอนกรีต สามารถนำมาใช้ทดแทนวัสดุผสมในปูนซีเมนต์เพียงทางเลือกหนึ่งเท่านั้น ยังคงจำเป็นที่

จะต้องมีการศึกษาต่อยอดเชิงลึกต่อไป เพื่อให้สามารถต่อยอดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในเชิงโครงสร้างได้อย่างมีความแม่นยำและเกิดเป็นวัสดุผสมที่มีเกณฑ์กำหนดคุณภาพอย่างเป็นระบบ และต่อยอดความรู้ในการคิดค้นวัสดุทดแทนชนิดอื่น ๆ เพื่อพัฒนาก้ำลังอัดให้ใช้งานได้จริง เพื่อเป็นการลดมลภาวะเรื่องของขยะเหลือใช้ทางการเกษตร

3. การวิจัยครั้งนี้เป็นการทดสอบคุณสมบัติของคอนกรีตภายในห้องปฏิบัติการและได้ผลการทดสอบเทียบกับมาตรฐาน แต่ควรมีการต่อยอดประยุกต์ใช้จริง และศึกษาประสิทธิภาพการใช้งานจริง

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ที่สนับสนุนการดำเนินการวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ในการสนับสนุนสถานที่เครื่องมือและอุปกรณ์ในการดำเนินการวิจัย



7. เอกสารอ้างอิง

- [1] T. Panchangchaiyasit, P. Sriwilas, S. Supavech, A. Aobpat, The processing and monitoring drought in-season economic crop by normalized difference vegetation index anomaly analysis tool, 2020, The 25th National Convention on Civil Engineering, Proceeding, 2020, SGI19, 1- 7.
- [2] <https://www.tcijthai.com/news/2018/28/scoop/8620> (Accessed on 18 April 2021)
- [3] P. Inpalad and S. Homwuttiwong, Factors affecting compressive strength of geopolymer concrete from bagasse ash mixed with aluminum dust, Naresuan University Engineering Journal, 2020, 15(2), 65-74. ((in Thai)
- [4] P. Khamput, K. Suweero and S. Deeboonno, Utilization of fiber from durian rind as admixture in lightweight mortars, Thai Environmental Engineering Journal, 2009, 23(2), 79-88. (in Thai)
- [5] B. Chatveera and W. Homsriprasert, Behavior of cement paste blended pozzolanic material in the application of microwave energy, KMUTT Research and Development Journal, 2011, 34(3), 299-315. (in Thai)
- [6] W. Klerhong, N. Damrongwiriyanupap, T. Sinsiri, C. Jaturapitakkul, A study microstructure of blended cement paste containing palm oil fuel ash, KMUTT Research and Development Journal, 2012, 35(2), 187-200.
- [7] J. Chaleewan and V. Horsakulthai, Setting time of paste and compressive strength of mortar containing ground bagasse-rice husk-wood ash, KKU Res J(GS), 2012, 12(1), 13-23.
- [8] W. Chowichian, Concrete technology, 8th Ed., Bangkok, Thailand, 1990.
- [9] http://subsites.dpt.go.th/edocument/images/pdf/sd_work/63/standard-101163-2.pdf (Accessed on 5 May 2021)
- [10] S. Leungkamchon, Geopolymer material. concrete journal, 2008, The Engineering Institute of Thailand Under HM The King's Patronage.
- [11] Department of Public Works and Town and Country Planning, Reinforcement concrete, The Ministry of Interior, Thailand, 1990.
- [12] Standard methods for testing aggregate and concrete, The Concrete Products and Aggregate Co., Ltd., 2000.



- [13] A. Kamplod, T. Tepumong, A. Buakla, T. Chompurat, Equations controlling compressive strength ratio of soft bangkok clay stabilize with cement under unconfined compression test, 2021, The 26th National Convention on Civil Engineering, Proceeding, GTE25, 1-7.
- [14] U. Teephung, N. Aiamno and S. Kedparkhong, The milling machine for remaining concrete from construction industry, Industrial Technology and Engineering Pibulsongkram Rajabhat University Journal, 2019, 1(3), 99-106.
- [15] S. Soireungsri, P. Wongyutthagrai, O. Sukwhan, The relationship among reinforced steel edge of reinforced rapped and admixture concrete in reinforcement concrete with compressive strength by test hammer method, Journal of Industrial Education, 2007, 1(1), 67-76. (in Thai)
- [16] C. Sujiworakul and K. Chaiworawitkul, Effect of the compressive strength of concrete and the size of tested specimens on the compressive strength of concrete obtained from non-destructive test using rebound hammer, Vocational Education Innovation and Research Journal, 2017, 1(1), 62-69. (in Thai)
- [17] T. Thapprom, The study of compressive strength of concrete by using silt stone instead of sand for fine aggregate, A case study on silt stone from narathiwat stone mine, Princess of Naradhiwas University Journal, 2009, 1(2), 28-41. (in Thai)
- [18] Colin R. Gagg, Cement and concrete as an engineering material: An historic appraisal and case study analysis, Engineering Failure Analysis, 2014, 40, 114-140.
- [19] J. Smithers, Review of sugarcane trash recovery systems for energy cogeneration in South Africa, Renewable and Sustainable, 2014, 32, 915-925.