คุณสมบัติทางกายภาพของดินเหนียวเผามวลเบาทำจากไดอะตอมไมต์ผสมโฟม

Physical properties of lightweight fired clay made from diatomite Earth mixed with foam

ณัฐพล ฐาตุจิรางค์กุล[1] และ คำภี จิตชัยภูมิ[2,*]

[1] สาขาวิชาช่างโยธา วิทยาลัยนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จ.นครราชสีมา

E-mail address: natrmuti1967@gmail.com

[2] สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จ.นครราชสีมา

**Corresponding author; E-mail address: khampeej@yahoo.com*

บทคัดย่อ

บทความนี้รายงานการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของดินเหนียวเผามวลเบาที่ทำจากไดอะตอมไมต์หรือดินเบาผสมโฟมชนิดเติมฟองอากาศในปริมาณร้อยละ 5 – 20 ของน้ำหนักดินแห้ง ดินเหนียวเผามวลเบาผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 12 ชั่วโมง นำไปทดสอบกำลังรับแรงอัด การดูดซึมน้ำ หน่วยน้ำหนักแห้ง และ โครงสร้างระดับจุลภาค ผลการศึกษาพบว่าหน่วยน้ำหนักแห้งของดินเหนียวเผามวลเบาอยู่ระหว่าง 900 – 1450 kg/m^3 ซึ่งลดลงตามปริมาณไดอะตอมไมต์ที่เพิ่มขึ้น กำลังรับแรงอัดของดินเหนียวเผามวลเบาลดลงตามระดับหน่วยน้ำหนักแห้งที่ลดลงโดยมีกำลังรับแรงอัดอยู่ระหว่าง 2.6 – 16.8 MPa ซึ่งค่ากำลังรับแรงอัดใกล้เคียงกับอิฐก่อสร้างสามัญท้องตลาด ส่วนค่าการดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้นตามระดับหน่วยน้ำหนักแห้งที่ลดลง โดยมีการดูดซึมน้ำอยู่ระหว่างร้อยละ 29 – 47 ซึ่งสูงกว่าอิฐก่อสร้างสามัญท้องตลาด อย่างไรก็ตามเป้าหมายหลักของงานวิจัยนี้เพื่อที่จะนำเอาไดอะตอมไมต์มาใช้เป็นวัสดุสำหรับผลิตอิฐก่อสร้างสามัญหรืออิฐมอญน้ำหนักเบาแต่แข็งแรงและเป็นการยกระดับคุณภาพของอิฐมอญให้สูงขึ้นสามารถแข่งขันในตลาดได้

คำสำคัญ: ดินเหนียวเผา, ไดอะตอมไมต์, มวลเบา, โฟม

Abstract

This article report was study of the physical properties of lightweight fired clay made from diatomaceous Earth mixed with PRE–FORMED FOAM in the amount of 5 – 20 % w/w of dry soil. The lightweight fired clay has been burnt at 800 °C for 12 hours. The compressive strength, water absorption, dry unit-weight and microstructure were tested. The results founded that the dry unit weight of lightweight fired clay was between 900 – 1450 kg/m^3 which decreased with increasing diatomite content. The compressive strength of lightweight fired clay decreases with the decreased of dry unit weight level. The compressive strengths were between of 2.6 – 16.8 MPa. Which the compressive strengths are similar to that of ordinary construction fired clay bricks. The water absorption increased with the decrease of the dry unit weight level. The water absorptions were between of 29 – 47 %, which are higher than the ordinary construction fired clay bricks. However, the main objective of this research is to use diatomite Earth as a material for the production of lightweight fired clay bricks, but strong and to enhance the quality of the fired clay bricks to be more competitive in the market.

Keywords: fired clay, diatomite Earth, lightweight, foam

1. บทนำ

อิฐมอญ หรือ อิฐแดง หรือ อิฐก่อสร้างสามัญ คือ อิฐดินเหนียวเผา (fire clay brick) เป็นวัสดุก่อสร้างใช้สำหรับก่อผนังเพื่อกั้นห้องหรือกำแพงสำหรับอาคารพักอาศัยทั่วไป อิฐดินเหนียวเผาทำจากวัสดุดินเหนียวเป็นหลัก แต่อาจมีวัสดุอื่นเจือปนบ้างเล็กน้อยเพื่อให้อิฐมอญมีคุณสมบัติตามที่ต้องการ เช่น การปั้นขึ้นรูปง่ายขึ้น ลดการหดตัว และ การเผาสุกเร็วขึ้น เป็นต้น วัสดุที่มักนำมาผสมเจือปนลงในดินเหนียว ได้แก่ แกลบเผาบด ดินทรายแป้ง เป็นต้น

การผลิตอิฐมอญทั่วไปทำได้โดย การนำเอาดินเหนียวมานวดเพื่อให้เนื้อดินมีความแน่นอย่างสม่ำเสมอ จากนั้นนำไปขึ้นรูปเป็นก้อนอิฐขนาดต่าง ๆ ได้แก่ ขนาดประมาณ 3 × 7 × 15 เซนติเมตร (มีรูตามแนวยาว จำนวน 2 รู) และ ขนาด 7 × 7 × 15 เซนติเมตร (มีรูตามแนวยาว จำนวน 4 รู) เป็นต้น การขึ้นรูปก้อนอิฐทำได้โดยการรีดดินเหนียวในสภาพพลาสติกที่มีน้ำเพียงเล็กน้อย ด้วยเครื่องรีดดิน หรือ การปั้นโดยใช้บล็อกที่เรียกว่าพิมพ์หรือโมลด์ (mold) จากนั้นปล่อยให้อิฐที่ปั้นแล้วแห้งโดยการผึ่งลมตามธรรมชาติ ขั้นตอนนี้ใช้เวลา 2 ถึง 3 วัน จากนั้นนำอิฐที่แห้งแล้วไปเผาไฟที่อุณหภูมิสูงประมาณ 700 – 900 องศาเซลเซียส จนอนุภาคดินหลอมตัวเข้าด้วยกัน จะได้อิฐที่มีความแข็งแรง สีของอิฐที่ผ่านการเผาแล้วจะเปลี่ยนสี จากสีของดินตามธรรมชาติ (สีเทา) กลายเป็นสีเหลืองอ่อนจนถึงสีน้ำตาล ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของดิน ขั้นตอนนี้ใช้เวลา 1 ถึง ๒ วัน จากนั้นปล่อยให้อิฐเย็นตัวลงเท่าอุณหภูมิอากาศ ขั้นตอนนี้ใช้เวลา 1 วัน อิฐที่ผ่านการเผาในอุณหภูมิเหมาะสมเป็นเวลานานจนอิฐสุกอย่างเพียงพอ

จะได้อิฐที่มีคุณสมบัติทางวิศวกรรมผ่านเกณฑ์มาตรฐานพร้อมวางจำหน่ายออกสู่ตลาด

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์อิฐดินเหนียวเผาพอได้รับความนิยมอยู่บ้างสำหรับตลาดกลุ่มเล็กเมื่อเทียบกับคอนกรีตบล็อกมวลเบา (lightweight concrete block) ซึ่งมีตลาดที่ใหญ่กว่า เนื่องจากคอนกรีตบล็อกมวลเบามีคุณสมบัติหรือจุดแข็ง (น้ำหนักเบา การนำความร้อนต่ำ มีขนาดก้อนที่ก้อนใหญ่และสม่ำเสมอ) มากกว่าอิฐมอญ จึงเป็นเหตุให้อิฐดินเหนียวเผาได้รับความนิยมลดลงอย่างต่อเนื่อง ถึงแม้ว่าอิฐดินเหนียวเผาจะมี ความแข็งแรง ความทนทานและราคาถูกกว่าก็ตาม

อิฐดินเหนียวเผาสามารถแก้ปัญหาจุดอ่อนในเรื่องหน่วยน้ำหนัก (unit weight) หรือ ความหนาแน่น (density) ที่มาก ทำได้โดยการเติมฟองอากาศแบบ PRE–FORMED METHOD ทำให้อิฐดินเหนียวเผามีคุณสมบัติเปลี่ยนไปในทางวิศวกรรม ได้แก่ ความพรุนที่เพิ่มขึ้น หน่วยน้ำหนักลดลง การนำความร้อนต่ำ การดูดซึมน้ำต่ำและการทนไฟที่นานขึ้นเช่นเดียวกับคอนกรีตบล็อกมวลเบา นอกจากนี้อิฐดินเหนียวเผายังมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าคอนกรีตบล็อกมวลเบาทั่วไปถึงร้อยละ 50 เนื่องจากอิฐดินเหนียวเผาทำจากวัสดุธรรมชาติที่หาง่ายในท้องถิ่นและขบวนการผลิตไม่ซับซ้อน สามารถใช้แรงงานในการผลิตที่มีทักษะไม่สูงมากนักได้ ส่วนการเผาอิฐนั้นจะมีการนำเอาเทคโนโลยีการเผาแบบไร้ควันมาแทนที่การเผาแบบดั้งเดิมที่ก่อให้เกิดควันไฟและมลพิษทางอากาศ

แน่นอนว่าการทำให้กับผลิตภัณฑ์อิฐดินเหนียวเผาแบบเก่ามีน้ำหนักเบา (ความหนาแน่นต่ำ) มีความแข็งแรง มีความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนได้เป็นอย่างดีได้นั้น ถ้านำไปประยุกต์ใช้งานก่อเป็นผนังอาคารจะทำให้อาคารได้รับประโยชน์ คือ โครงสร้างอาคารแบกรับน้ำหนักลดลง งานก่ออิฐเสร็จเร็วเพราะก้อนอิฐมีน้ำหนักเบาและมีขนาดก้อนที่ใหญ่ขึ้น การบริโภคพลังงานของเครื่องปรับอากาศลดลงเพราะอุณหภูมิภายในอาคารต่ำ [1] เช่นเดียวกับคอนกรีตบล็อกมวลเบา ซึ่งประเภทของคอนกรีตมวลเบาเซลลูล่า (cellular lightweight concrete) แบ่งออกเป็น 2 ระบบ ตามขบวนการผลิต [2] คือ 1) ระบบอบไอน้ำ (autoclaved aerated concrete, AAC) ทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (หรือใช้ปูนขาว) ทรายยิปซั่ม และ ผงอลูมิเนียม ซึ่งทำหน้าที่ขยายตัวกลายมาเป็นโฟมโดยอาศัยหลักการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี สำหรับขบวนการผลิตคอนกรีตมวลเบาเซลลูล่าระบบอบไอน้ำนั้น เริ่มจากการผสมส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากันดีและรอให้คอนกรีตฟูขึ้นจากการขยายตัวของก๊าซไฮโดรเจน (H_2) ที่เกิดจากปูนขาวทำปฏิกิริยากับผงอลูมิเนียม เมื่อคอนกรีตผ่านการก่อตัวระยะปลายแล้วจะถูกนำไปบ่มไอน้ำภายใต้แรงดันและอุณหภูมิสูงในถังออโตเคลป (autoclave) เป็นเวลา 8 – 10 ชั่วโมง เพื่อให้คอนกรีตตกผลึกเป็นการเร่งกำลังให้สามารถนำไปใช้งานได้เร็ว นอกจากนี้การอบไอน้ำยังมีผลดีทำให้ลดการหดตัวและลดความชื้นภายในลง 2) ระบบเติมฟองอากาศ (PRE–FORMED FOAM METHOD) หรือโฟมคอนกรีต ทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ทราย และ โฟมเหลว (liquid foam) สำหรับขบวนการผลิตโฟมคอนกรีตนั้นเริ่มจากการผสมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ทราย และ น้ำ ให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องผสม ก่อนที่โฟมเหลวซึ่งเป็นสารเพิ่มฟองเจือจางกับน้ำตามสัดส่วนที่กำหนดจะถูกทำให้เป็นฟองด้วยเครื่องกำเนิดโฟมโดยเตรียมไว้ก่อนแล้ว จากนั้นโฟมเหลวจะถูกฉีดผสมลงไปในคอนกรีตสดและผสมต่อไปอีกจนกระทั่งส่วนผสมทั้งหมดเข้ากันดี จากนั้นคอนกรีตสดจะถูกนำไปขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์โดยการเทเข้าแบบหล่อ หรือ ผ่านการตัดโฟมคอนกรีตจะผ่านการบ่มชื้นด้วยอากาศโดยใช้แผ่นพลาสติกคลุมไว้เป็นเวลาอย่างน้อย 2 สัปดาห์ คอนกรีตจึงจะมีความแข็งแรงพอที่จะนำไปใช้งาน

ไดอะตอมไมต์ (diatomite) หรือที่เรียกว่า ดินเบา ประกอบด้วยซากดึกดำบรรพ์ของไดอะตอม ซึ่งเป็นจำพวกหนึ่งของสาหร่ายเปลือกแข็งจัดเป็นพืชเซลล์เดียวชนิดหนึ่ง ในภาษาอังกฤษ มีคำศัพท์หลายคำที่ใช้เรียกดินเบานี้ ได้แก่ diatomaceous earth, diatomite, infusorial earth, siliceous earth และทับศัพท์ (เยอรมัน: Kieselguhr) เป็นต้น ไดอะตอมไมต์ มีความพรุนสูงคล้ายชอล์ก ไดอะตอมไมต์มีซิลิก้า (SiO_2) เป็นองค์ประกอบหลัก ลักษณะเนื้ออ่อนนุ่ม เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ขนาดเม็ดเล็กละเอียดสีขาว เม็ดน้อยกว่า 1 ไมครอน (micron, μm) จนถึงมากกว่า 1 มิลลิเมตร โดยปกติมีขนาดระหว่าง 10 - 200 μm องค์ประกอบด้วย ซิลิก้า 80 – 90 % อลูมิน่า (Al_2O_3) 2 – 4 % และ สารจำพวกเหล็กออกไซด์ 0.5 – 2 % [3]

ดินเหนียวเป็นดินที่เกิดจากตะกอนที่พัดพาทับถมกัน ธรรมชาติของดินเหนียวประกอบด้วยแร่เคโอลิไนต์ (kaolinite) เป็นส่วนใหญ่ โดยแร่เคโอลิไนต์ที่พบในดินเหนียวมักมีผลึกที่ไม่สมบูรณ์และมีขนาดเล็ก นอกจากนี้ยังพบแร่ดินชนิดอื่น ๆ อาทิ มอนมอริลโลไนต์ (montmorillonite) อิลไลต์ (illite) ควอร์ทซ (quartz) แร่ไมกา (mica) เหล็กออกไซด์ (iron oxide) รวมทั้งมีสารอินทรีย์ปะปนอยู่เสมอ ดินเหนียวมีสีต่าง ๆ เกิดจากการมีแร่ธาตุชนิดต่าง ๆ ในปริมาณที่แตกต่างกันอาทิ สีดำ สีเทา สีครีม และ สีน้ำตาล ดินเหนียวที่มีสีเทาหรือสีดำนั้นเพราะมีอินทรีย์วัตถุปนมาก ส่วนดินเหนียวสีครีมหรือสีน้ำตาลมาจากแร่เหล็กที่ปะปนอยู่ ดินเหนียวมีคุณสมบัติเด่นในการนำมาขึ้นรูป คือ มีความเหนียวและเมื่อแห้งแล้วจะมีความแข็งแรงสูง ทำให้ผลิตภัณฑ์หลังแห้งมีความแข็งแรง แต่อย่างไรก็ตามเมื่อแห้งแล้วดินเหนียวมักมีการหดตัวสูงซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีการแตกร้าวดังนั้นจึงไม่นิยมใช้เนื้อดินเหนียวล้วนในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์แต่จะมีการผสมวัสดุที่ไม่มีความเหนียว อาทิเช่น ดินทรายแป้งเพื่อลดการดึงตัวและหดตัวซึ่งช่วยลดปัญหาการแตกร้าว ดินเหนียวหลายชนิดมีช่วงอุณหภูมิเผาที่จะเปลี่ยนไปเป็นเนื้อแก้วมากขึ้น ซึ่งเป็นประโยชน์ช่วยปรับปรุงเนื้อผลิตภัณฑ์หลังการเผาให้แข็งแรงขึ้น

อิฐมอญหรืออิฐดินเหนียวเผาใช้สำหรับก่อผนังอาคาร ซึ่งนิยมใช้ในงานก่อสร้างกันอย่างแพร่หลาย อิฐมอญจึงจำเป็นต้องมีมาตรฐานเดียวกันเพราะว่าไม่สามารถตรวจสอบคุณสมบัติทางกลของอิฐมอญได้ด้วยตาเปล่าจึงมีความจำเป็นต้องใช้เครื่องมือในการทดสอบคุณสมบัติทางกลของอิฐมอญ โดยทั่วไปจะใช้มาตรฐานของ ASTM C 62–10 [4] และ มอก. 77–2545 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อิฐก่อสร้างสามัญ [5] ซึ่งเคยกำหนดบังคับขึ้นครั้งแรกในปี พ.ศ. 2517

อิฐมอญเป็นวัสดุก่อสร้างที่เก่าแก่ชนิดหนึ่ง ได้มาจากการเผาดินเหนียวที่มีความชื้นประมาณ 10 – 30 % ในเตาเผาอิฐ ซึ่งใช้อุณหภูมิสูงประมาณ 1,000 องศาเซลเซียส เป็นเวลานานประมาณ 40 – 150 ชั่วโมง จนกระทั่งเม็ดดินเหนียวเกิดการหลอมตัวติดกันและยึดติดกันอย่างแน่นหนา อิฐมอญแบ่งออกเป็นอิฐมอญตัน (solid brick) และอิฐมอญกลวง (hollow brick) โดยมาตรฐาน ASTM C 62–10 ได้นิยามอิฐมอญตันและอิฐมอญกลวงว่า “อิฐมอญตันเป็นอิฐที่มีพื้นที่หน้าตัดสุทธิในการรับแรงในทุก ๆ ระนาบที่ขนานกับพื้นที่รับแรงดังกล่าว ไม่น้อยกว่า 75 % ส่วนอิฐมอญกลวงต้องมีพื้นที่หน้าตัดดังกล่าว อยู่ระหว่าง 40 – 75 %” การที่อิฐมอญมักมีรูกลวงนั้นก็เพื่อที่จะทำให้อิฐถูกเผาได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งจะเป็นผลดีทำให้อิฐมีกำลังรับแรงต่าง ๆ ได้สูงขึ้น

ส่วนการก่ออิฐ (masonry brick) อาจจัดเรียงในรูปแบบต่าง ๆ และมีรอยต่อเป็นปูนก่อ (mortar) ซึ่งได้จากการผสมปูนซีเมนต์ ทราย และ น้ำ หรือได้จากการนำเอาปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ปูนขาว ทราย และ น้ำ ในอัตราส่วนที่พอเหมาะ เป็นตัวประสานให้ก้อนอิฐเข้าด้วยกัน ดังนั้นอิฐก่อในลักษณะนี้จะถูกออกแบบให้รับแรงกดอัดเท่านั้น เนื่องจากมีกำลังรับแรงดึงที่ต่ำมาก ถ้าอิฐก่อถูกเสริมด้วยเหล็กกล้าแล้วจะเรียกว่า อิฐเสริมเหล็ก ซึ่งจะมีความสามารถในการรับแรงอัดได้ดี การที่ อิฐมอญของแต่ละแหล่งมีคุณภาพแตกต่างกันนั้นขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ในการผลิต ซึ่งการตรวจสอบคุณภาพจะพิจารณาที่คุณสมบัติทางกายภาพ (ขนาด ความหนาแน่น และ อัตราการดูดซึมน้ำ) และ คุณสมบัติทางกล (กำลังรับแรงอัด)

ตามมาตรฐาน มอก. 77–2545 กำหนดไว้ว่าคุณสมบัติของอิฐมอญต้องทำด้วยเครื่องจักรหรือทำด้วยมืออย่างประณีต เผาสุกสม่ำเสมอตลอดทั้งแผ่น ด้วยความร้อนจาก 980 – 1205 °C มีความเหนียว ไม่แตกง่าย มีความแข็งแรงทนทาน รับน้ำหนักได้มาก มีรูปร่างเรียบร้อยดี ไม่แอ่นบิดหรือไม่มีขอบขรุขระมาก ทุก ๆ เหลี่ยมของอิฐจะต้องได้ฉากตลอด ขณะเผาให้ความร้อนค่อย ๆ เพิ่มขึ้นทีละน้อยตามลำดับจนถึง 980 – 1205 °C และถ้าเป็นเตาเผาฟืน จะเผาอยู่นาน 2 – 3 สัปดาห์ ขนาดเฉลี่ยเท่ากันทุกก้อน เมื่ออิฐหักออก จะมองเห็นเนื้อภายในคล้ายหินและแน่นมาก ไม่มีรูพรุน ไม่มีรอยแตกร้าว น้ำหนักและขนาดควรเฉลี่ยเท่ากันทุกก้อน มีสีสม่ำเสมอตลอดทุกก้อน ไม่ดูดซึมน้ำเกิน 10 % ของน้ำหนักอิฐภายหลังแช่น้ำไว้ 24 ชั่วโมง เมื่อเคาะเพื่อฟังเสียงดูต้องมีเสียงดังคล้ายเสียงเคาะโลหะ

.

การดูดซึมน้ำหรือดูดกลืนน้ำจะมากหรือน้อยเพียงใดเป็นสิ่งที่แสดงถึงคุณภาพของอิฐ เช่น อิฐที่ดีจะต้องดูดซึมน้ำประมาณ 10 - 17 % ของน้ำหนักอิฐ แต่สำหรับอิฐเคลือบนั้นต้องดูดซึมน้ำได้ประมาณ 7 % ของน้ำหนักอิฐเท่านั้น อิฐที่ผ่านการเผาไม่เพียงพอ จะดูดซึมน้ำประมาณ 20 - 25 % โดยน้ำหนัก นั้นแสดงว่ามีความพรุนของเนื้ออิฐมาก สำหรับงานก่อผนังหรือก่อกำแพงควรนำอิฐมาแช่ในน้ำจนอิฐอิ่มน้ำและปล่อยทิ้งไว้ให้ผิวแห้ง ถ้าชุ่มน้ำมากเกินไปจะทำให้ปูนก่อไหลหลุดออกมาขณะก่อผนังได้ ทำให้การก่อเป็นไปด้วยความยากลำบาก

บทความนี้ศึกษาความเป็นไปได้ในการทำอิฐบล็อกดินเหนียวเผาให้มีน้ำหนักเบาแต่ยังคงความแข็งแรง มีกระบวนการผลิตที่ง่าย ราคาประหยัด โดยทำการใช้ส่วนผสมของ ไดอะตอมไมต์ (diatomite, DA) ดินเหนียวด่านเกวียน (Dan Kwian clay, DC) และ สารเพิ่มฟอง (foaming agent, f) เพื่อเป็นแนวทางพื้นฐานในการพัฒนา “อิฐบล็อกดินเหนียวเผามวลเบา” สำหรับการนำไปใช้เป็นวัสดุก่อผนังอาคารในอนาคต

2. วัตถุประสงค์ของการศึกษา

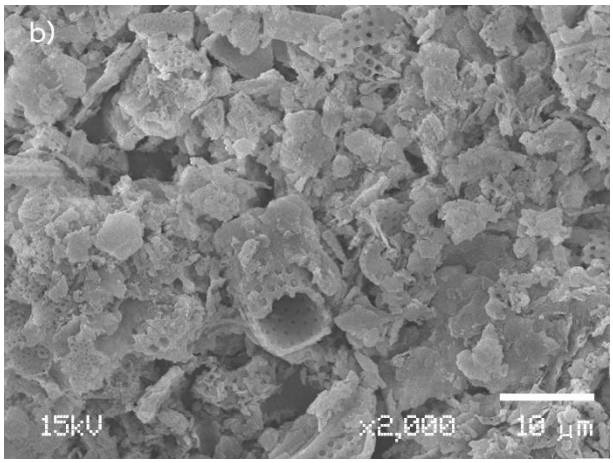
เพื่อศึกษากำลังรับแรงอัด การดูดซึมน้ำ และ หน่วยน้ำหนักแห้งของดินเหนียวเผามวลเบาที่ทำจาก ดินเหนียวด่านเกวียน ไดอะตอมไมต์ และ สารเพิ่มฟอง หน่วยน้ำหนักแห้งประมาณ 1000 kg/m^3 เผาที่อุณหภูมิ 800° C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับอิฐมอญท้องตลาดจากโรงอิฐในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

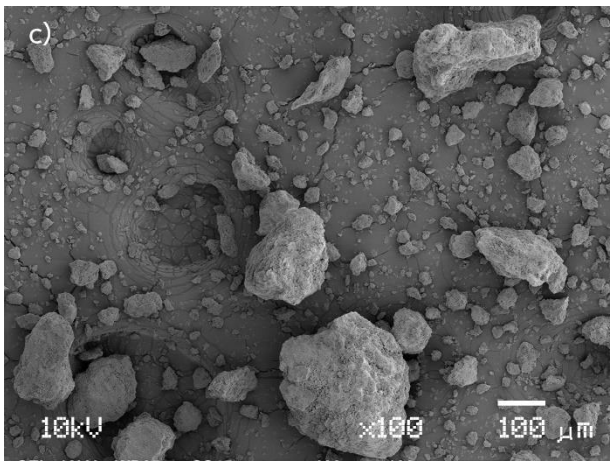
3. วิธีการศึกษา

3.1 วัสดุ

ไดอะตอมไมต์ (diatomite, DA) ที่ใช้ในการศึกษาได้มาจากแหล่งอำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ผ่านการบดละเอียดและอบแห้ง บรรจุในถุงสำเร็จรูป (ดังรูปที่ 1a) เนื้อดินมีลักษณะสีเหลืองอ่อน แร่งผ่านตะแกรงมาตรฐาน ASTM เบอร์ 100 อนุภาค DA มีรูปทรงแบน โค้ง เต็มไปด้วยรูจำนวนมาก คล้ายตะแกรง ดังรูปที่ 1b

ดินเหนียว (clay) ที่ใช้ในการศึกษาเป็นดินเหนียวด่านเกวียน (Dan Kwian clay, DC) ได้มาจากแหล่งในพื้นที่ ตำบลด่านเกวียน อำเภอโชคชัย จังหวัดนครราชสีมา โดยนำมาอบแห้ง จากนั้นก่อนผสมได้นำดินมาบดละเอียดให้มีขนาดผ่านตะแกรงมาตรฐาน ASTM เบอร์ 100 ลักษณะเนื้อดินเป็นสีน้ำตาลอ่อน อนุภาคดินมีรูปทรงที่ไม่แน่นอน ผิวขรุขระ ดังรูปที่ 1c





รูปที่ 1 อนุภาควัสดุผสม a) ไดอะตอมไมต์บดละเอียด b) ภาพถ่าย SEM ของไดอะตอมไมต์ c) ภาพถ่าย SEM ของดินเหนียวด่านเกวียน

รูปที่ 2 สารเพิ่มฟองที่ฉีดออกมาแล้ว

สารเพิ่มฟอง (f) ที่ใช้ในการศึกษา เป็นสารเพิ่มฟองสังเคราะห์ชนิดประจุลบ ภายหลังเจือจางน้ำ (w) และเมื่อฉีดออกจากปืนฉีดของเครื่องสร้างฟองจะขยายตัว ให้ฟองในปริมาณมาก ความหนาแน่นหรือหน่วยน้ำหนักเฉลี่ยของฟองเหลวเท่ากับ 65 kg/m^3 ลักษณะฟองเหลว ดังรูปที่ 2

3.2 ปฏิภาคส่วนผสม

ในการออกแบบส่วนผสมดินเหนียวเผามวลเบาได้กำหนดสัดส่วนผสมไดอะตอมไมต์ ดินเหนียว และ สารเพิ่มฟองที่เจือจางฉีดออกมาแล้ว โดยน้ำหนัก (ตารางที่ 1) อัตราส่วนของเหลวต่อดิน (w+f)/(DC+DA) อยู่ระหว่าง 0.30 ถึง 0.82 โดยส่วนผสมที่ใส่ทั้งดินเหนียวด่านเกวียนและไดอะตอมไมต์ใช้น้ำในปริมาณร้อยละ 30 ถึง ร้อยละ 37 ส่วนผสมที่ใส่ไดอะตอมไมต์ (D5) เพียงอย่างเดียวได้ใช้น้ำในปริมาณร้อยละ 82 ซึ่งสูงกว่าทุกส่วนผสม เนื่องจากไดอะตอมไมต์มีโพรงหรือช่องว่างเป็นจำนวนมาก จึงทำให้มีความต้องการน้ำในส่วนผสมสูง

ตารางที่ 1 ปฏิภาคส่วนผสมของดินเหนียวมวลเบาโดยน้ำหนัก

No.	ปริมาณวัสดุ (kg)				(w+f)/(DC+DA)
	DC	DA	f	w	
DC1	880	310	130	300	0.37
DC2	660	620	163	300	0.37
DC3	440	930	163	300	0.34
DC4	220	1,240	130	300	0.30
D5	1,100	-	100	800	0.82

หมายเหตุ : DC คือดินเหนียวด่านเกวียน, DA คือไดอะตอมไมต์, f คือโฟมเหลว , w คือน้ำ

3.3 การผลิตดินเหนียวเผามวลเบา

การผลิตดินเหนียวมวลเบาทำได้โดยเตรียมวัสดุผสม ไดอะตอมไมต์และดินเหนียวด่านเกวียนมาตวงหาปริมาตรแบบหลวม โดยแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรก นำไดอะตอมไมต์และดินเหนียวมาผสมกันในถุงพลาสติกให้วัสดุทั้งสองเข้ากัน พร้อมทั้งเตรียมน้ำไว้คอยผสม ส่วนที่สอง นำน้ำเจือจางสารเพิ่มฟองในอัตราส่วนน้ำต่อสารเพิ่มฟอง 1 : 40 โดยน้ำหนัก จากนั้นเทลงในถังสำหรับให้เครื่องสร้างฟองดูด

รูปที่ 3 การผสมดินเหนียว

เมื่อเตรียมส่วนผสมทั้งสองส่วนเสร็จแล้ว ลำดับต่อไปเป็นขั้นตอนการผสมดินเหนียวธรรมดาให้เป็นดินเหนียวมวลเบา เริ่มจากเทน้ำที่เตรียมไว้ลงไปในถังผสม จากนั้นเทดินเหนียวและไดอะตอมไมต์ลงไป ผสมต่อไปด้วยหัวปั่นสว่าน ดังรูปที่ 3 จนส่วนผสมเข้ากันดี จากนั้นฉีดฟองเหลวจากปืนฉีดของเครื่องสร้างฟองลงไปในถังผสม เมื่อส่วนผสมทั้งหมดเป็นเนื้อเดียวกัน จึงเทลงในแบบหล่อก้อนตัวอย่าง (mold) มาตรฐาน ขนาด 5 × 5 × 5 เซนติเมตร พร้อมทั้งเคาะเล็กน้อย จากนั้นปล่อยไว้ 24±2 ชั่วโมง จึงทำการแกะแบบออก นำไปอบแห้งในตู้อบ ที่อุณหภูมิ 50±5 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปเผาที่อุณหภูมิ 800 °C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง จากนั้นปล่อยให้เย็นตัวเท่าอุณหภูมิห้อง จึงนำไปทดสอบกำลัง การดูดซึมน้ำ และหน่วยน้ำหนักแห้ง ในลำดับต่อไป

3.4 การทดสอบ

3.4.1 การทดสอบกำลังรับแรงอัด

การทดสอบกำลังรับแรงอัด (compressive strength) ของดินเหนียวเผามวลเบา ทำได้โดยนำแท่งทดสอบขนาด 5 × 5 × 5 เซนติเมตร (รูปที่ 4) ที่ผ่านการเผาอุณหภูมิ 800 °C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง มากดทดสอบหากำลังด้วยเครื่องกด โดยมีอัตราการให้แรงกดบนแท่งทดสอบอยู่ระหว่าง 0.1 – 0.3 MPa/วินาที กำลังรับแรงอัด คือ แรงกดสูงสุด (ประลัย) หารด้วยพื้นที่หน้าตัดขวาง ตามสมการที่ 1 วิธีการทดสอบทำตามมาตรฐาน มอก. 77–2545

$$Compressive\ strength(MPa) = \frac{P}{A} \quad (1)$$

เมื่อ P คือ แรงกดสูงสุด (N), และ A คือ พื้นที่หน้าตัดขวาง (m^2)

รูปที่ 4 แท่งทดสอบดินเหนียวเผามวลเบา

3.4.2 การทดสอบการดูดซึมน้ำ

การทดสอบการดูดซึมน้ำ (water absorption) ของดินเหนียวเผามวลเบา ทำได้โดยเอาก้อนตัวอย่างขนาด 5 × 5 × 5 เซนติเมตร ที่ผ่านการเผาแล้ว จำนวน 3 ก้อน แช่ไว้ในน้ำเป็นเวลา 48 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดจึงเอาออกจากน้ำ จากนั้นใช้ผ้าซับน้ำส่วนเกินที่ผิว พร้อมทั้งชั่งน้ำหนักภายในเวลา 30 วินาที ซึ่งค่าที่ได้เป็นน้ำหนักของดินเหนียวเผามวลเบาและน้ำหนักของน้ำที่ซึมเข้าไป จากนั้นนำก้อนตัวอย่างอบที่อุณหภูมิ 110±5° C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดจะนำก้อนตัวอย่างออกจากเตาอบ ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้องจึงชั่งน้ำหนัก ค่าที่ได้เป็นน้ำหนักแห้ง จากนั้นนำค่าที่ได้คำนวณหาอัตราการดูดซึมน้ำ ในสมการที่ 2 การดูดซึมน้ำของแต่ละก้อนนำมาเฉลี่ยกันจำนวน 3 ก้อนตัวอย่าง วิธีการทดสอบทำตามมาตรฐาน มอก. 77–2545

$$Water\ absorption(\%) = \frac{(W_{sat} - W_{dry})}{W_{dry}} 100 \quad (2)$$

เมื่อ W_{sat} คือ น้ำหนักตัวอย่างอิ่มตัวด้วยน้ำชั่งในอากาศ, และ W_{dry} คือ น้ำหนักตัวอย่างอบแห้งชั่งในอากาศ

3.4.3 การทดสอบหน่วยน้ำหนักแห้ง

การทดสอบหน่วยน้ำหนักแห้ง (dry unitweight) หรือความหนาแน่นแห้ง (dry density) ทำได้โดยนำก้อนตัวอย่างขนาด 5 × 5 × 5 เซนติเมตร มาชั่งน้ำหนักมีหน่วยเป็นกิโลกรัมหารด้วยปริมาตรมีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรของก้อนตัวอย่าง หน่วยน้ำหนักแห้งมีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ดังสมการที่ 3

$$Dry\ density\ (kg/m^3) = \frac{M}{V} \quad (3)$$

เมื่อ M คือ น้ำหนักของก้อนตัวอย่างสภาพอบแห้ง (kg), V คือ ปริมาตรของก้อนตัวอย่าง (m^3)

3.4.4 การเผาดินเหนียวมวลเบา

การเผาอิฐดินเหนียวมวลเบาใช้อุณหภูมิเผาที่ 800 °C ขบวนการเผาเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการนำอิฐมาตั้งวางเรียงไว้ก่อนนำเข้าสู่เตาเผาและการเพิ่มอุณหภูมิของเตาเผา มี 2 ขั้นตอนดังนี้

1) การเผาดิบ (biscuit firing) ในขั้นตอนการเผาดิบมีเป้าหมายหลักคือต้องการให้อิฐที่เผาแล้วเกิดความเสียหายน้อยที่สุด เพื่อไล่ความชื้นหรือก๊าซออกจากดิน ขั้นตอนการเผาดิบใช้เวลา 2 วัน มีช่วงอุณหภูมิดังนี้

ช่วงแรก เมื่อเรียงอิฐเข้าสู่เตาเผาแล้วจะเริ่มเผาที่อุณหภูมิ 110 – 120 °C เพื่อให้น้ำและความชื้นที่อยู่ในอิฐระเหยออกไป เมื่ออิฐผ่านการเผาที่อุณหภูมิดังกล่าวอิฐจะแห้งสนิท

ช่วงที่สอง เป็นการเพิ่มอุณหภูมิเตาอย่างช้า ๆ ที่อุณหภูมิ 120 – 350 °C น้ำที่อยู่ในโครงสร้างของกลุ่มแร่ Clay จะสลายตัว ทำให้กลุ่มแร่ Clay เปลี่ยนเป็นสารประกอบอ๊อกไซด์ ในช่วงอุณหภูมิดังกล่าวอิฐจะขยายตัวประมาณร้อยละ 1 ถ้าอิฐมีความหนาไม่สม่ำเสมอ อิฐอาจปริแตกได้

ช่วงที่สาม เป็นการเพิ่มอุณหภูมิเตาเผาในช่วง 350 – 450 °C น้ำที่อยู่ในแร่ Clay จะสลายตัวออกจนหมด ช่วงอุณหภูมินี้มีความสำคัญมาก เพราะต้องควบคุมให้อุณหภูมิภายในเตาเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ที่เรียกว่า การเลี้ยงไฟ เพื่อทำให้อิฐหดตัวพร้อมกันโดยไม่แตกร้าว

ช่วงที่สี่ เป็นการเพิ่มอุณหภูมิภายในเตาเผาประมาณ 570 °C ช่วงนี้ซิลิก้า (SiO_2) ที่อยู่ในเนื้อดินจะมีการขยายตัว ถ้าควบคุมอุณหภูมิภายในเตาไม่สม่ำเสมอ อิฐจะแตกร้าวได้ง่าย

2) การเผาสุก เป็นการเผาที่อุณหภูมิสูงของการเผาครั้งสุดท้าย โดยให้ความร้อนต่อเนื่องจากการเผาดิบ เมื่ออุณหภูมิภายในเตาเผาสูงกว่าประมาณ 700 °C สารอินทรีย์และซัลเฟอร์ต่าง ๆ ที่อยู่ในเนื้อดิน จะเกิดการเผาไหม้ พอถึงอุณหภูมิที่ 800 °C วัสดุทั้งหมดจะหลอมจับตัวเข้าด้วยกัน ในกรณีที่ใช้เตาเผาแบบปกติ เช่น เตาเผาแบบอ๊อกซิเดชั่น (การอัดอากาศผ่านเข้าไปในเตาเผาให้มากพอที่จะทำให้เกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์) จะได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ ขั้นตอนนี้ใช้เวลา 1 วัน จากนั้นปล่อยให้อิฐเย็นตัวลงอย่างช้า ๆ ต่อไปอีกใช้เวลาประมาณ 1 วัน หรือจนกว่าอุณหภูมิอิฐจะเท่ากับอุณหภูมิของอากาศโดยรอบ

3.4.5 การทดสอบคุณสมบัติอิฐมอญท้องตลาด

ทำการทดสอบอิฐมอญในท้องตลาดเพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติระหว่างอิฐมอญทั่วไปและดินเหนียวเผามวลเบาที่ศึกษา โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างก้อนอิฐมอญจากโรงงานผลิตอิฐ ในพื้นที่ อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 3 โรง เป็นอิฐมอญชนิดตัน (ไม่กลวง) เก็บจำนวนก้อนตัวอย่างโรงงานละ 3 ก้อน คุณสมบัติที่ทดสอบ ได้แก่ กำลังรับแรงอัด การดูดซึมน้ำ และ หน่วยน้ำหนักแห้ง วิธีการทดสอบทำตามมาตรฐาน มอก. 77–2545

4. ผลการศึกษาและวิเคราะห์ผล

4.1 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัด

ตารางที่ 1 แสดงผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของดินเหนียวเผามวลเบาที่ผ่านการเผาอุณหภูมิ 800 °C พบว่าส่วนผสม DC1, DC2, DC3, DC4, และ D5 เท่ากับ 16.8, 13.7, 10.6, 5.2, และ 2.6 MPa ตามลำดับ ซึ่งกำลังรับแรงอัดเพิ่มขึ้นตามปริมาณการแทนที่ DA ด้วย DC ที่เพิ่มขึ้น โดยส่วนผสมที่ใช้ DC ในปริมาณมาก (DC1) ให้กำลังรับแรงอัดสูงสุดในทุกส่วนผสม นอกจากนี้ส่วนผสมที่ใช้ DA เพียงอย่างเดียวและใช้น้ำผสมมาก (D5) ให้กำลังรับแรงอัดต่ำสุดในทุกส่วนผสม

ตารางที่ 2 กำลังรับแรงอัดของดินเหนียวเผามวลเบา

No.	DC : DA : f : w (kg)	กำลังรับแรงอัด (MPa)
DC1	880 : 310 : 130 : 300	16.8
DC2	660 : 620 : 163 : 300	13.7
DC3	440 : 930 : 163 : 300	10.6
DC4	220 : 1240 : 130 : 300	5.2
D5	1100 : 0 : 100 : 800	2.6

4.2 ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำ

ตารางที่ 3 แสดงผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของดินเหนียวเผามวลเบา พบว่าการดูดซึมน้ำของส่วนผสม DC1, DC2, DC3, DC4, และ D5 เท่ากับ 18.8, 19.6, 22.4, 30.7, และ 49.5 % ตามลำดับ ซึ่งการดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้นตามปริมาณการแทนที่ DA ด้วย DC ที่ลดลง โดยส่วนผสมที่ใช้ DA ในปริมาณมาก (D5) ให้การดูดซึมน้ำสูงสุดในทุกส่วนผสม เนื่องจาก DA มีปริมาณมากส่งผลให้ความพรุนในดินเหนียวเผามีปริมาณมาก สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Pimraksa and Chindaprasirt (2009) ที่พบว่าการดูดซึมน้ำของอิฐมวลเบาเพิ่มขึ้นตามปริมาณการใส่ไดอะตอมไมต์ที่เพิ่มขึ้น [6]

ตารางที่ 3 การดูดซึมน้ำของดินเหนียวเผามวลเบา

No.	DC : DA : f : w (kg)	การดูดซึมน้ำ (%)
DC1	880 : 310 : 130 : 300	18.8
DC2	660 : 620 : 163 : 300	19.6
DC3	440 : 930 : 163 : 300	22.4
DC4	220 : 1240 : 130 : 300	30.7
D5	1100 : 0 : 100 : 800	49.5

เมื่อเปรียบเทียบการดูดซึมน้ำระหว่างดินเหนียวเผามวลเบาและอิฐดินเหนียวเผามาตรฐาน มอก. 77–2545 พบว่าส่วนผสม DC4 และ D5 สูงกว่ามาตรฐาน มอก. (ตามมาตรฐาน มอก. 77–2545 กำหนดค่าการดูดซึมน้ำของอิฐดินเหนียวเผาชั้นคุณภาพ ข ไม่ควรเกินร้อยละ 22)

4.3 ผลการทดสอบหน่วยน้ำหนักแห้ง

ตารางที่ 4 แสดงผลการทดสอบหน่วยน้ำหนักแห้งของดินเหนียวเผามวลเบา พบว่าหน่วยน้ำหนักแห้งของส่วนผสม DC1, DC2, DC3, DC4, และ D5 เท่ากับ 1452, 1398, 1346, 1296, และ 1203 kg/m^3 ตามลำดับ ซึ่งหน่วยน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นตามปริมาณการแทนที่ DA ด้วย DC ที่ลดลง โดยส่วนผสมที่ใช้ DA ในปริมาณมาก (D5) ให้หน่วยน้ำหนักแห้งต่ำสุดในทุกส่วนผสม เนื่องจากส่วนผสม D5 มีปริมาณน้ำผสมอย่างเพียงที่ทำให้สารเพิ่มฟองมีประสิทธิภาพทำงานอยู่ในเนื้อดินได้โดยสูญเสียฟองน้อยกว่าทุกส่วนผสม

ตารางที่ 4 หน่วยน้ำหนักแห้งของดินเหนียวเผามวลเบา

No.	DC : DA : f : w (kg)	หน่วยน้ำหนักแห้ง (kg/m^3)
DC1	880 : 310 : 130 : 300	1452
DC2	660 : 620 : 163 : 300	1398
DC3	440 : 930 : 163 : 300	1346
DC4	220 : 1240 : 130 : 300	1296
D5	1100 : 0 : 100 : 600	950

4.4 ผลการทดสอบคุณสมบัติอิฐมอญท้องตลาด

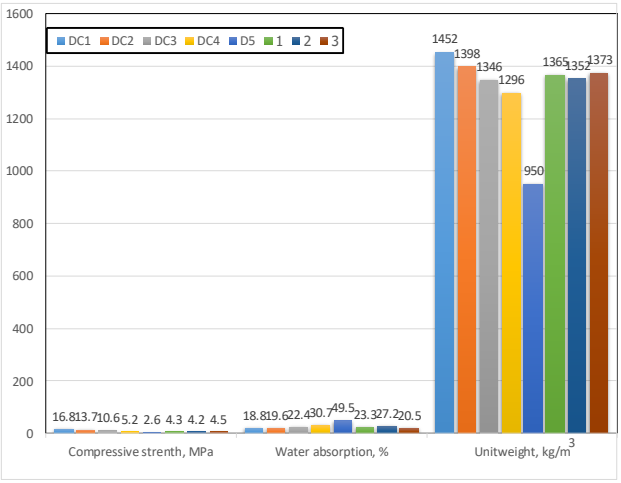
ตารางที่ 5 แสดงผลการทดสอบกำลังรับแรงอัด การดูดซึมน้ำ และหน่วยน้ำหนักแห้งของอิฐมอญท้องตลาดจากโรงอิฐในพื้นที่ อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา พบว่ามีกำลังรับแรงอัดเฉลี่ยเท่ากับ 4.3, 4.2, และ 4.5 MPa สำหรับโรงอิฐที่ 1, 2, และ 3 ตามลำดับ การดูดซึมน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 23.3, 27.2, และ 20.5 % สำหรับโรงอิฐที่ 1, 2, และ 3 ตามลำดับ ส่วนหน่วยน้ำหนักแห้งเท่ากับ 1365, 1352, และ 1373 kg/m^3 สำหรับโรงอิฐที่ 1, 2, และ 3 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อนำผลการทดสอบมาเปรียบเทียบระหว่างอิฐมอญท้องตลาดและอิฐดินเหนียวเผามวลเบาที่ศึกษา พบว่าดินเหนียวเผามวลเบาที่ศึกษานี้ให้กำลังรับแรงอัดสูงกว่าอิฐมอญท้องตลาด ในขณะที่

หน่วยน้ำหนักแห้งใกล้เคียงกัน (DC2 และ DC3) และหน่วยน้ำหนักแห้งของดินเหนียวเผามวลเบาที่ศึกษาต่ำกว่าอิฐมอญท้องตลาด ดังรูปที่ 5

ตารางที่ 5 คุณสมบัติของอิฐมอญตามท้องตลาด

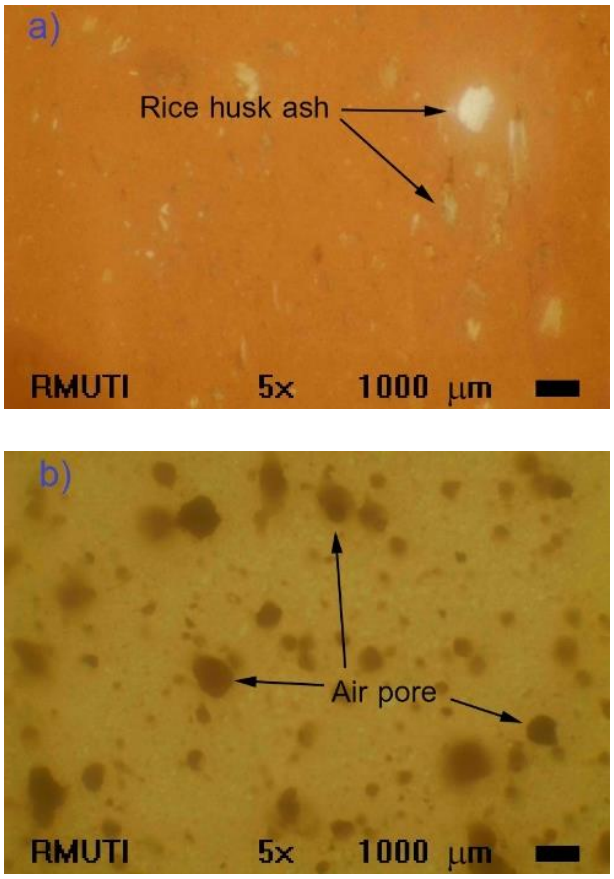
โรงอิฐที่	ขนาดก้อนอิฐ กว้าง×ยาว×หนา (cm)	กำลังรับแรงอัด (MPa)	การดูดซึมน้ำ (%)	หน่วยน้ำหนักแห้ง (kg/m^3)
1	6.0 × 14.0 × 3.5	4.3	23.3	1365
2	6.1 × 14.0 × 3.6	4.2	27.2	1352
3	6.2 × 15.0 × 3.7	4.5	20.5	1373

การลดลงของหน่วยน้ำหนักแห้งในดินเหนียวเผามวลเบานี้เป็นเพราะว่าเกิดจากการใส่สารเพิ่มฟองในส่วนผสมที่ช่วยทำให้หน่วยน้ำหนักของดินเหนียวลดลง ในขณะที่เนื้อดินเหนียวเผาของอิฐมอญทั่วไปเป็นแบบตัน ซึ่งการทำให้หน่วยน้ำหนักดินเหนียวเผาลดลงจึงนิยมผสมเถ้าแกลบเข้าไปเล็กน้อย เมื่อนำก้อนอิฐมอญทั่วไปมาผ่าออกและขยายภาพดูจึงปรากฏเถ้าแกลบแทรกอยู่ ดังรูปที่ 6a



รูปที่ 5 กำลังรับแรงอัด การดูดซึมน้ำและหน่วยน้ำหนักของอิฐ

ส่วนการดูดซึมน้ำของดินเหนียวเผามวลเบาศึกษา (DC4 และ D5) สูงกว่าอิฐมอญท้องตลาด เนื่องจากการใช้ DA และ สารเพิ่มฟองในดินเหนียวได้ส่งผลให้เนื้อดินเหนียวเผามวลเบามีความพรุน (porosity) หรือโพรงอากาศ (air pore) หรือ ช่องว่าง (void) ที่เพิ่มขึ้น ดังภาพถ่ายขยายด้วยกล้องจุลทรรศน์ (รูปที่ 6b) ซึ่งสอดคล้องกับผลการดูดซึมน้ำ (ตารางที่ 3) และ หน่วยน้ำหนักแห้ง (ตารางที่ 4)



รูปที่ 6 ภาพถ่ายพื้นผิว a) อิฐมอญท้องตลาด b) ดินเหนียวเผามวลเบาส่วนผสม D5

5. สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาดินเหนียวเผามวลเบาทำจากไดอะตอมไมต์ ดินเหนียวด่านเกวียน และ สารเพิ่มฟอง ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 800° C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง หน่วยน้ำหนักแห้งอยู่ระหว่าง 900 – 1450 kg/m^3 สรุปได้ดังนี้

1) กำลังรับแรงอัดของดินเหนียวเผามวลเบาสูงกว่าอิฐมอญท้องตลาดที่หน่วยน้ำหนักใกล้เคียงกัน

2) การดูดซึมน้ำของดินเหนียวเผามวลเบาใกล้เคียงกับอิฐมอญท้องตลาดที่หน่วยน้ำหนักใกล้เคียงกัน ส่วนดินเหนียวเผามวลเบาที่มีหน่วยน้ำหนักแห้งต่ำกว่าของอิฐมอญ ให้ค่าการดูดซึมน้ำสูงกว่าของอิฐมอญท้องตลาด ซึ่งการดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้นตามปริมาณไดอะตอมไมต์และจำนวนโพรงอากาศที่เพิ่มขึ้น

สิ่งที่ได้รับจากดินเหนียวเผามวลเบาผสมสารเพิ่มฟอง คือ อิฐมีความแข็งแรงแต่น้ำหนักเบา หากนำไปใช้งานจะได้รับประโยชน์ คือ สามารถทำก้อนอิฐให้มีขนาดใหญ่ได้ ผนังก่ออิฐอาจมีคุณสมบัติกันความร้อนและทนไฟได้นานขึ้น ทั้งนี้หน่วยน้ำหนักต่ำกว่าอิฐ มอก. 77–2545 อย่างไรก็ตามแนะนำว่าการใช้งานหรือการพัฒนาวิจัยดินเหนียวเผามวลเบา ควรมีการศึกษาคุณสมบัติเพิ่มเติม ได้แก่ การนำความร้อน อุณหภูมิเผา และความหนาของแท่งทดสอบต่อระยะเวลาในการทำให้ดินแห้ง

กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้ได้รับทุนอุดหนุนวิจัยจาก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ประเภทงบประมาณรายได้ประจำปี พ.ศ. 2563 สัญญาจ้างเลขที่ NKR2563INC042

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน 744 ถนนสุรนารายณ์ ตำบลในเมือง อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา ให้ความอนุเคราะห์สถานที่วิจัย

อำแดงเซรามิกส์ เลขที่ 34 หมู่ 4 ถนนราชสีมา–โชคชัย ตำบลด่านเกวียน อำเภอโชคชัย จังหวัดนครราชสีมา ให้ความอนุเคราะห์ดินเหนียวด่านเกวียน

เอกสารอ้างอิง

[1] ธนา จัดวัฒนกุล, "*คุณสมบัติของบล็อกคอนกรีตมวลเบา*" การประชุมวิชาการคอนกรีตประจำปี ครั้งที่ 1 โรงแรมระยองรีสอร์ท จังหวัดระยอง, 25-27 ตุลาคม 2548.

[2] Just, A., and Middendorf, B. (2009). Microstructure of high-strength foam concrete. *Materials Characterization*. 60(7): p. 741–748.

[3] Cummins, Arthur B., Diatomite, in Industrial Minerals and Rocks, 3rd ed. 1960, *American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers*, p. 303–319.

[4] ASTM C 62– 10 Standard Specification for Building Brick (Solid Masonry Units Made From Clay or Shale). *Annual Book of ASTM Standards. Philadelphia.*

[5] มอก. 77-2545 อิฐก่อสร้างสามัญ, สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.)

[6] Pimraksa, K. and Chindaprasirt, P. (2009), Lightweight bricks made of diatomaceous earth, lime and gypsum. *Ceramics International*, 35(1): p. 471-478.