

ลดขยะ สร้างคุณค่าในผลิตภัณฑ์ก่อสร้างผสมซีเมนต์ที่ไม่รับกำลัง

โดย ธเนศ ทองเดชศรี

อาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

ในต่างประเทศการนำสิ่งซึ่งเรียกว่าขยะหรือของเหลือทิ้งกลับมาทำให้เกิดประโยชน์เป็นแนวทางที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยมุ่งความสำคัญไปยังเรื่องการแก้ไขปัญหาสถานะโลกร้อน ถึงแม้ว่าในประเทศไทยจะเริ่ม มีแนวทางการนำของเสียมาใช้ให้เกิดประโยชน์ล้ำหลังกว่าต่างประเทศอยู่หลายปีก็ตาม แต่ก็มิได้เป็นอุปสรรคในการดำเนินการตามแนวทางนั้นแต่อย่างใด ในทางกลับกันได้มีผู้พยายามศึกษาค้นคว้าอย่างมากมาย และหนึ่งในหลายๆความพยายามดังกล่าวที่ชัดเจน คือ การนำของเหลือทิ้งที่เกิดจากกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งมีปริมาณมหาศาล ดังตัวอย่างในรูปที่ 1 แสดงถึงกองเศษหินฝุ่นเหลือทิ้งที่เกิดจากอุตสาหกรรมโรงโม่หิน และรูปที่ 1 ข แสดงถึงกองฝุ่นหินอ่อนเหลือทิ้งที่เกิดจากอุตสาหกรรมหินอ่อน หากวัสดุเหล่านี้มิได้ถูกนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ จะกลายเป็นขยะอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ จึงมีผู้คิดค้นและนำมาเป็นส่วนผสมของวัสดุก่อสร้าง โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ก่อสร้างผสมซีเมนต์ที่ไม่รับกำลัง ได้แก่ คอนกรีตบล็อก อิฐบล็อกประสาน อิฐทางเดิน เป็นต้น ซึ่งล้วนเป็นส่วนประกอบของสิ่งก่อสร้างที่มีความต้องการใช้งานเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ดังรายงานการสำรวจการประกอบอุตสาหกรรมก่อสร้างทั่วราชอาณาจักร พ.ศ. 2557 ซึ่งสำรวจเป็นประจำทุก 5 ปี โดยสำนักงานสถิติแห่งชาติ (2559) พบว่า มูลค่าการก่อสร้างหรือรายรับในการดำเนินกิจการของปี 2556 มีมูลค่าเพิ่มส่วนใหญ่มาจากการก่อสร้างอาคารมากถึง 86,256.26 ล้านบาท หรือคิดเป็นร้อยละ 59.1 ของมูลค่าเพิ่มจากการก่อสร้างทั้งหมดทั่วประเทศ ส่งผลให้ความต้องการใช้งานวัสดุก่อสร้างเป็นไปอย่างแพร่หลายและมีความสำคัญต่อแวดวงของอุตสาหกรรมก่อสร้างอย่างมาก ปัจจุบันนักวิจัยและองค์กรธุรกิจได้เล็งเห็นประโยชน์ของนำของเสียมาใช้ใหม่ จึงพยายามศึกษาสมบัติของวัสดุเหลือทิ้งหรือของเสียจากอุตสาหกรรมที่กระจายตัวอยู่ตามพื้นที่ต่าง ๆ ในประเทศไทย เพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาการผลิตวัสดุก่อสร้าง ให้มีสมบัติทั้งทางกายภาพและสมบัติทางวิศวกรรมที่เหมาะสม โดยสามารถแบ่งรูปแบบตามวัตถุประสงค์การใช้งานวัสดุ เช่น ใช้เป็นวัสดุประสาน หรือใช้เพื่อเป็นวัสดุทดแทนมวลรวม เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 2

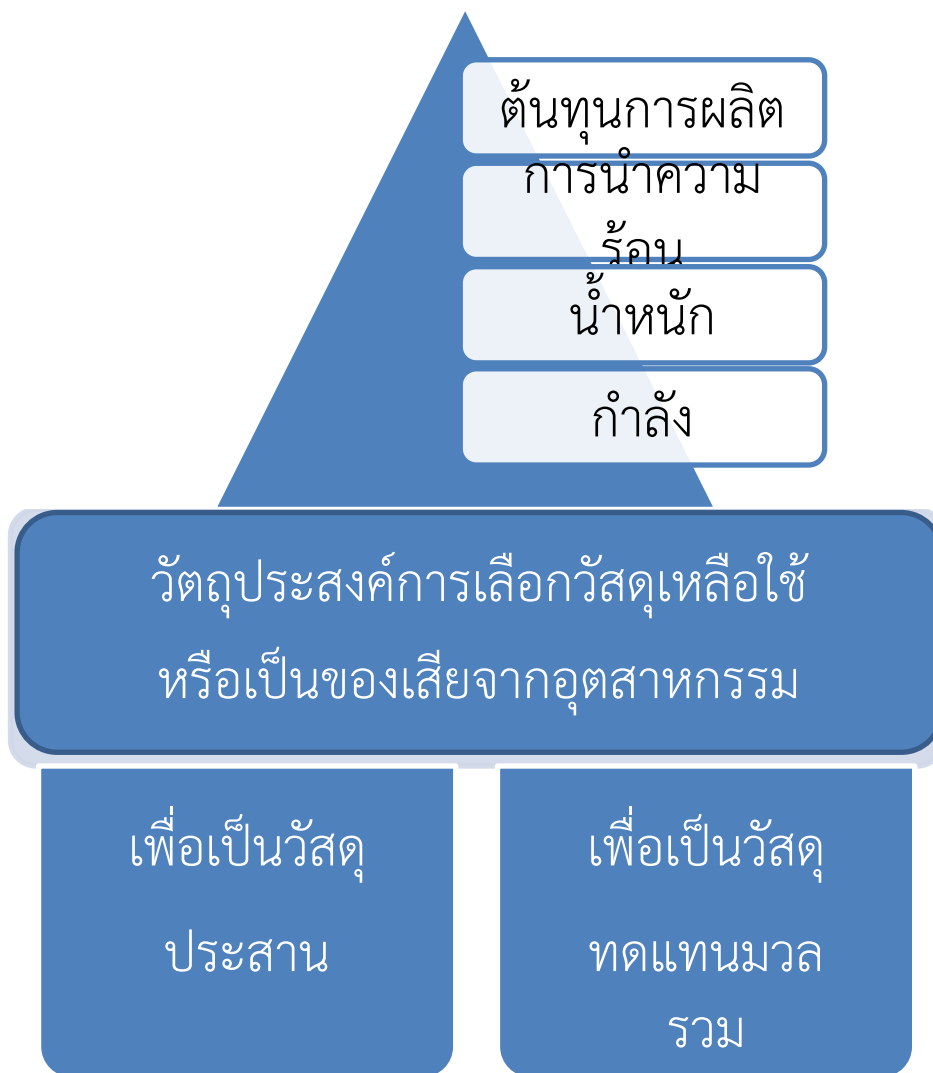
อย่างไรก็ตาม ความสำคัญของการใช้วัสดุเหลือทิ้งในผลิตภัณฑ์ก่อสร้างผสมซีเมนต์ คือ การลดปริมาณของเสีย จึงถือว่าเป็นการรักษาสิ่งแวดล้อมไปด้วย ดังนั้น การเลือกและการศึกษาพฤติกรรมของวัสดุ แต่ละชนิดอย่างเหมาะสม จะช่วยทำให้เกิดนวัตกรรมใหม่เพื่อตอบสนองความต้องการใช้งานก่อสร้างอย่างมีประสิทธิภาพและส่งเสริมการรักษาโลกอย่างควบคู่กัน



ก

ข

รูปที่ 1 ก. กองเศษหินฝุ่นเหลือทิ้งที่เกิดจากอุตสาหกรรมโรงโม่หินในจังหวัดพะเยา
ข. กองฝุ่นหินอ่อนเหลือทิ้งที่เกิดจากอุตสาหกรรมหินอ่อนในจังหวัดกำแพงเพชร



รูปที่ 2 การเลือกวัสดุเหลือใช้หรือของเสียจากอุตสาหกรรมเป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ก่อสร้างผสมซีเมนต์
วัสดุเหลือทิ้งสามารถจำแนกตามประเภทการใช้งานได้ ดังนี้

วัตถุประสงค์เพื่อเป็นวัสดุประสาน

จากการศึกษาในอดีตที่ผ่านมา พบว่า เถ้าลอยและเถ้าชีวมวลที่ได้จากโรงงานไฟฟ้าขนาดเล็กมีสมบัติที่ดีเพียงพอที่จะใช้เป็นวัสดุประสานสำหรับงานคอนกรีต ทั้งยังสามารถประยุกต์มาใช้ในการคอนกรีตบล็อก และบล็อกประสาน ซึ่งเป็นการลดการใช้ซีเมนต์ในส่วนผสมโดยที่สมบัติเชิงกลยังคงเดิม นอกจากนี้จะการนำวัสดุประสานบางชนิดซึ่งหาได้ง่ายและมีราคาถูกที่ได้จากปลายทางของอุตสาหกรรมในท้องถิ่น ดังแสดงรูปที่ 3 มาใช้ให้เกิดประโยชน์ ยกตัวอย่างเช่น จรูญ (2557) ได้นำเถ้าปาล์มน้ำมันมาแทนที่ปูนซีเมนต์บางส่วน และนำกะลาปาล์มน้ำมันมาแทนที่ดินลูกรังบางส่วน เพื่อผลิตเป็นอิฐบล็อกประสานผสมเถ้าและกะลาปาล์ม พบว่าสามารถได้ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 602/2547 ชนิดไม่รับน้ำหนัก แต่การเพิ่มปริมาณของเถ้าปาล์มและกะลาปาล์มส่งผลให้อิฐบล็อกประสานมีอัตราการดูดกลืนน้ำเพิ่มขึ้น และมีความสามารถในการรับแรงอัดลดลง

วัสดุประสานอีกชนิดที่มีความน่าสนใจ คือ กากแคลเซียมคาร์ไบด์ ซึ่งเป็นวัสดุที่เหลือใช้จากกระบวนการผลิตก๊าซเซทีลีน เมื่อนำมาผสมกับเถ้าลอย ซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าจากการศึกษาของวรากร (2554) พบว่า สามารถผลิตคอนกรีตบล็อกโดยที่ไม่ใช้ปูนซีเมนต์ การใช้กากแคลเซียมคาร์ไบด์ผสมกับเถ้าลอยในอัตราส่วนผสม 40:60 และมีอัตราส่วนผสมระหว่างน้ำกับวัสดุเชื่อมประสานที่ 0.75 โดยน้ำหนัก ช่วยทำให้คอนกรีตบล็อกมีกำลังอัดเป็นไปตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.58/2533 คือมีกำลังอัดไม่น้อยกว่า 20 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ต่อก้อน และไม่ต่ำกว่า 25 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เมื่อเฉลี่ยจากตัวอย่าง 5 ก้อน

นอกจากนี้ พงษ์ธร (2557) ได้นำฝุ่นหินอ่อนและเถ้าลอยมาใช้ทดแทนซีเมนต์เพื่อผลิตคอนกรีตบล็อก โดยฝุ่นหินอ่อนเป็นของเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมหินอ่อนในแถบพื้นที่จังหวัดกำแพงเพชร มีแคลเซียมออกไซด์เป็นองค์ประกอบหลักเมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำจะได้แคลเซียมไฮดรอกไซด์ และสารผลิตภัณฑ์นี้จะไปทำปฏิกิริยากับซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) และอะลูมิเนียมออกไซด์ (Al_2O_3) ในเถ้าชานอ้อย เกิดเป็นสารผลิตภัณฑ์ใหม่ ที่ช่วยในการรับกำลังของคอนกรีตบล็อกเพิ่มสูงขึ้น อัตราส่วนที่สามารถรับกำลังอัดได้ดีที่สุด คือ ใช้ซีเมนต์ต่อฝุ่นหินอ่อนต่อเถ้าลอยในอัตราส่วน 70:15:15 และปริมาณน้ำที่เหมาะสมเท่ากับร้อยละ 29.846



รูปที่ 3 วัสดุประสานชนิดต่างๆที่นำมาทดลองผสมในคอนกรีตบล็อก

วัตถุประสงค์เพื่อเป็นวัสดุทดแทนมวลรวม

มีรายงานวิจัยที่แสดงถึงความพยายามนำวัสดุที่เหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตจากพื้นที่ต่าง ๆ ดังรูปที่ 4 มาใช้เป็นส่วนผสมในการปรับปรุงสมบัติของวัสดุก่อสร้าง เช่น บล็อกปูพื้น บล็อกประสาน บล็อกคอนกรีต ซึ่งส่วนใหญ่เป็นวัสดุในการก่อสร้างชนิดไม่รับน้ำหนักซึ่งมีส่วนผสมของปูนซีเมนต์



รูปที่ 4 วัสดุทดแทนมวลรวมจากพื้นที่ต่าง ๆ ที่นำมาทดลองผสมในคอนกรีตบล็อก

อรุณเดช (2554) ได้ศึกษาบล็อกปูพื้นที่ผลิตจากทรายกรองประปาที่ใช้แล้วจากระบบประปาชุมชนขององค์การบริหารส่วนตำบลบ้านหนอง จังหวัดแพร่ โดยใช้เป็นมวลรวมผสมกับซีเมนต์ พบว่า มีอัตราการพัฒนากำลังเพิ่มขึ้นตามอายุการบ่ม และการเพิ่มค่าอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์จะส่งผลให้กำลังรับแรงอัดลดลง มากกว่าปัจจัยการเพิ่มของทรายกรอง ทั้งนี้ ในการออกแบบส่วนผสมบล็อกคอนกรีตปูพื้นด้วยทรายกรองประปาที่ใช้แล้ว ควรต้องพิจารณาทั้งสมบัติทางด้านกำลังความสามารถในการขึ้นรูปควบคู่กันไป เช่นเดียวกับวชิระ (2555) ได้เล็งเห็นประโยชน์ของเยื่อกระดาษเหลือทิ้ง ซึ่งเป็นวัสดุอีกชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพสามารถพัฒนาเป็นบล็อกประสานที่มีน้ำหนักเบาได้เช่นกัน และบล็อกประสานนี้มีสมบัติพิเศษอีกอย่าง คือ มีความสามารถในการนำความร้อนที่ต่ำ จึงสามารถนำไปตกแต่งภายนอกอาคารได้ โดยผู้วิจัยได้ทดลองนำเยื่อกระดาษเหลือทิ้งจากโรงงานผลิตกระดาษลูกฟูกผสมกับปูนซีเมนต์และดินลูกรัง พบว่า สามารถช่วยลดน้ำหนักและความหนาแน่นลงร้อยละ 22.5 และสามารถลดการนำความร้อนลงถึงร้อยละ 34 เมื่อเทียบกับบล็อกประสานทั่วไป

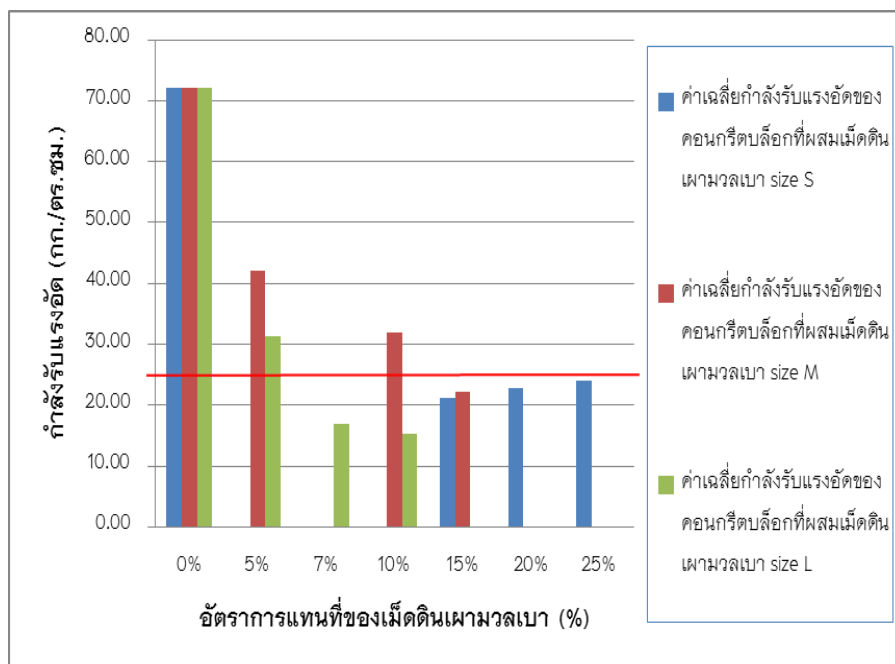
นอกจากนี้ สุวิทย์ (2555) ศักสิทธิ์ และคณะ (2550) และสมคณ (2556) ได้นำวัสดุจากธรรมชาติ เช่น ผักตบชวา เส้นใยมะพร้าว และเศษใบไม้ ซึ่งเป็นวัสดุประเภทอินทรีย์วัตถุ แต่ก็เป็วัสดุที่ไม่ได้ถูกมองข้าม จึงได้มีความพยายามนำมาพัฒนาเป็นส่วนผสมของคอนกรีตบล็อกเช่นกัน โดยพบว่า สามารถขึ้นรูปและผ่านมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.58/2533 ทั้งในด้านแรงอัดและปริมาณความชื้น ทั้งนี้ คอนกรีตบล็อกที่มีส่วนผสมของผักตบชวาสามารถนำความร้อนลดลงประมาณร้อยละ 10 เมื่อเทียบกับบล็อกคอนกรีตทั่วไป ซึ่งทำให้มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k Value) ต่ำสุดอยู่ที่ 0.111 วัตต์ต่อเมตร-เคลวิน แต่คอนกรีตบล็อกที่มีส่วนผสมของใยมะพร้าวมีค่านำความร้อนที่สูงกว่าคอนกรีตบล็อกทั่วไป อย่างไรก็ตาม มีข้อเสนอแนะไม่ให้นำเศษใบไม้มาเป็นส่วนผสมในคอนกรีตบล็อกเนื่องจากจะทำให้มีปริมาณการดูดซึมน้ำที่มากเกินไปเกินมาตรฐาน

นิวัฒน์และคณะ (2558) ทดลองนำหินฝุ่นที่เหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมโรงโม่หินในจังหวัดพะเยาและเม็ดดินเผามวลเบาที่มีสมบัติความหนาแน่นต่ำ ดังรูปที่ 5 มาใช้เป็นส่วนผสมของคอนกรีตบล็อก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการให้คอนกรีตบล็อกมีสมบัติที่เบาลง แต่ยังคงความสามารถในการรับกำลังและดูดซึมน้ำเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ผลการทดสอบพบว่า สามารถผลิตคอนกรีตบล็อกที่มีส่วนผสมของเม็ดดินเผามวลเบา โดยใช้อัตราส่วนผสมระหว่างปูนซีเมนต์ต่อหินฝุ่น 1:7 โดยน้ำหนัก และมีอัตราส่วนผสมระหว่างน้ำกับวัสดุเชื่อมประสานที่ 0.90 โดยน้ำหนัก สามารถผ่านการทดสอบตามมาตรฐานของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของคอนกรีตบล็อกแบบไม่รับน้ำหนัก และมีความหนาแน่นน้อยกว่าคอนกรีตบล็อกทั่วไปประมาณร้อยละ 25 โดยมีความหนาแน่นอยู่ระหว่าง 1,355 – 1,896 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งเป็นค่าความหนาแน่นที่ใกล้เคียงกับนิยามของคอนกรีตมวลเบาตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกมวลเบาแบบเติมฟองอากาศ (มอก.2061-2556) ที่กำหนดไว้เท่ากับ 501 - 1,600 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยรูปที่ 6 แสดงถึงผลทดสอบสมบัติของคอนกรีตบล็อกที่ผสมเม็ดดินเผาขนาดต่าง ๆ ผลการทดสอบคอนกรีตบล็อกตามสัดส่วนของเม็ดดินเผาขนาด M5% L5% และ M10% เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานคอนกรีตบล็อกแบบไม่รับน้ำหนัก คือ มีกำลังรับแรงอัดมากกว่า 25 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร มีร้อยละของการดูดซึมน้ำต่ำกว่าร้อยละ 25 แต่คอนกรีต

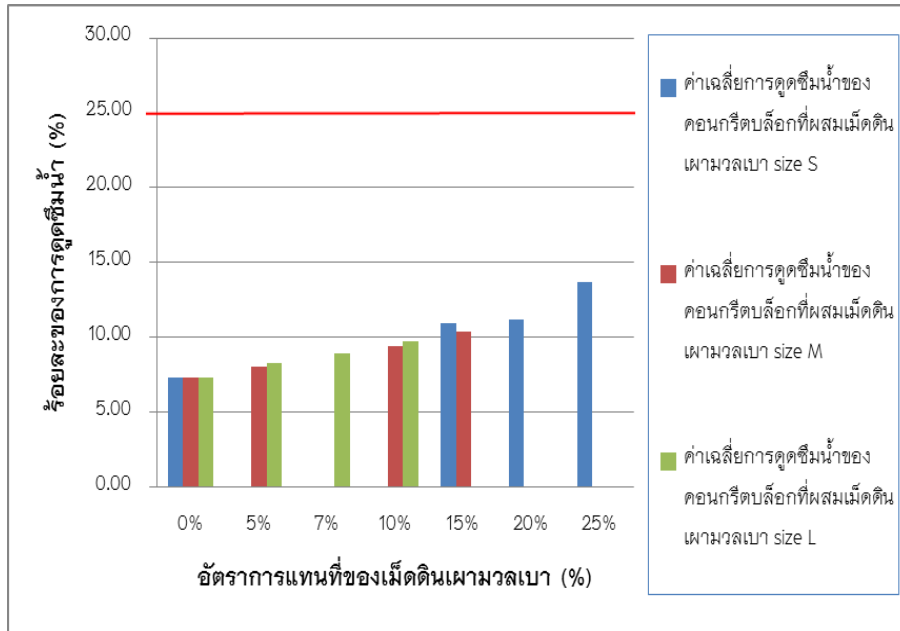
คอนกรีตบล็อกที่มีส่วนผสมของเม็ดดินเผามวลเบาที่มีศักยภาพสามารถใช้เป็นคอนกรีตบล็อกมวลเบา คือ คอนกรีตบล็อกที่มีส่วนผสมของเม็ดดินเผามวลเบาขนาด M15% S20% และ S25% ซึ่งมีความหนาแน่นต่ำกว่า 1,600 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร



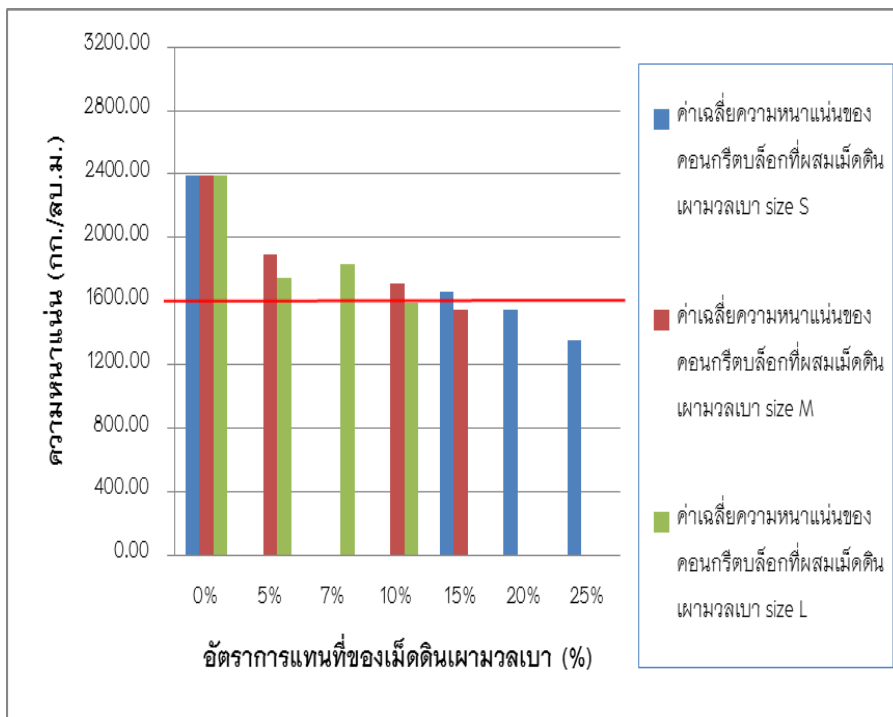
รูปที่ 5 คอนกรีตบล็อกผสมกับเม็ดดินเผามวลเบา:ผลิตภัณฑ์ก่อสร้างผสมซีเมนต์ที่ไม่รับกำลัง



ก.



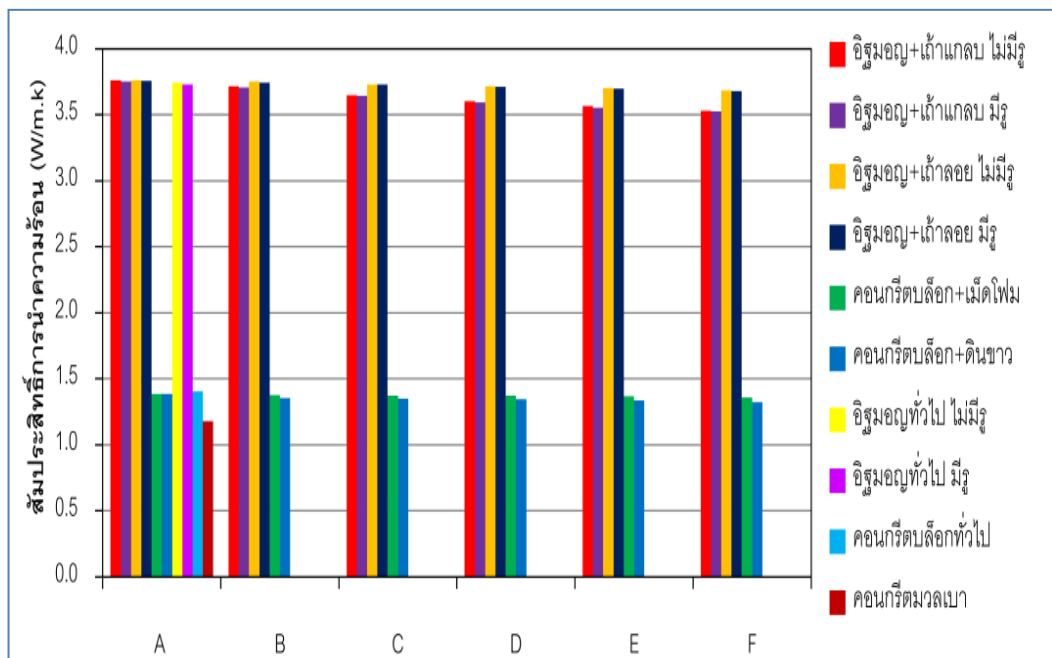
ข.



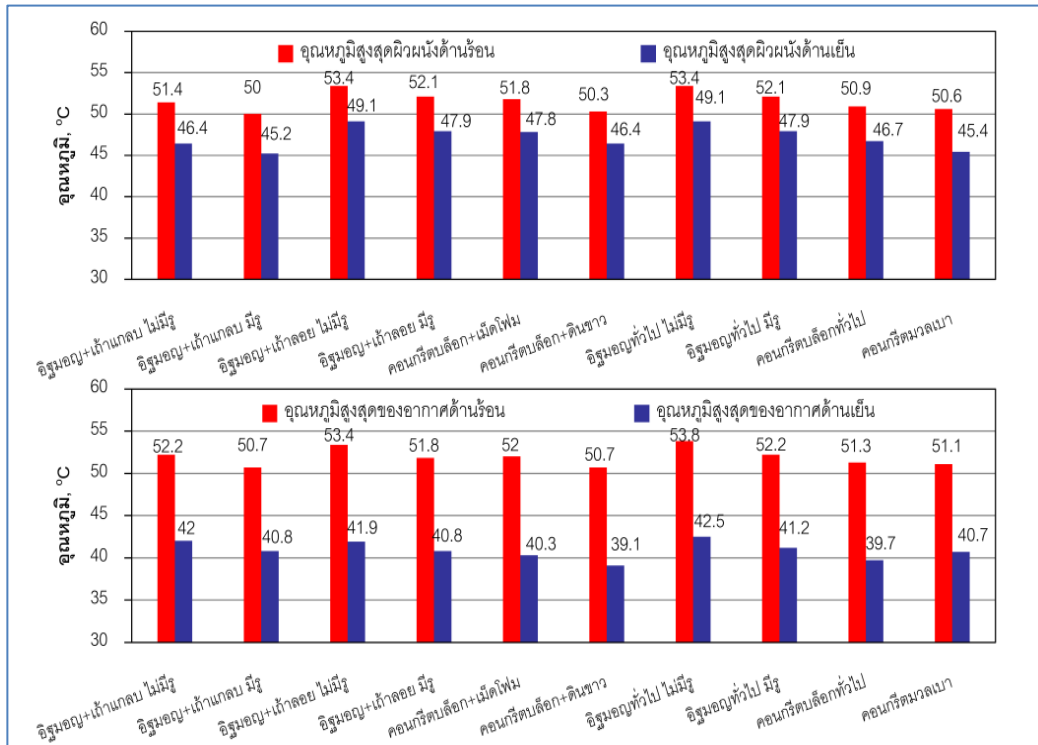
ค.

รูปที่ 6 ผลการทดสอบสมบัติของคอนกรีตบล็อกกับอัตราการแทนที่ของเม็ดดินเฝามวลเบาขนาดต่างๆ ได้แก่ ก. กำลัง ข. การดูดซึมน้ำ ค. ความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อก

นอกจากการศึกษาสมบัติของวัสดุผสมซีเมนต์ในทางวิศวกรรมแล้ว ยังมีการศึกษาสมบัติด้านการสะสมความร้อน และการประหยัดพลังงาน ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายและแนวทางการประหยัดพลังงานที่กำลังเป็นกระแสนิยมในปัจจุบัน โดยผลิตภัณฑ์ก่อสร้างผสมซีเมนต์จะพัฒนาส่วนผสมตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน ที่มีความแตกต่างกัน เช่น หากต้องการนำวัสดุไปเป็นผนังคอนกรีตบล็อกของโรงเก็บพืชผลทางการเกษตร ซึ่งต้องการสมบัติการสะสมความร้อนเพื่อให้พืชผลมีความชื้นลดลง อันจะเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มของสินค้าทางด้านการเกษตรกรรม จากการศึกษาของธรรมมา (2558) ได้ใช้หินแกรนิตสีดำ พาราฟิน เกลือ และผงไฟเบอร์กลาสเป็นส่วนผสมของคอนกรีตบล็อก สามารถช่วยเพิ่มสมบัติการสะสมความร้อนกว่าร้อยละ 25 ในทางกลับกันหากต้องการผนังคอนกรีตบล็อกสำหรับอาคารประหยัดพลังงาน ปฏิพัทธ์และกอปร (2555) ได้นำ เถ้าแกลบ เถ้าลอย เม็ดโฟม และดินขาวเป็นส่วนผสมของคอนกรีตบล็อก พบว่า การผสมเม็ดโฟมเป็นส่วนผสมของคอนกรีตบล็อกสามารถให้ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิทั้งสองด้านสูงสุดถึง 11.7 องศาเซลเซียส ดังรูปที่ 7 และการใช้เถ้าลอยในส่วนผสมของอิฐมวลยูนิตไม่มีรู สามารถลดอัตราการคายความร้อนได้ดีที่สุดถึง ร้อยละ 26.8 ดังรูปที่ 8 ดังนั้น จะเห็นได้ว่าวัสดุที่เลือกใช้และไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ในปลายทางของบางอุตสาหกรรม อาจมีศักยภาพและก่อให้เกิดประโยชน์ต่อผลิตภัณฑ์ก่อสร้างผสมซีเมนต์ได้อย่างมหาศาลในหลากหลายรูปแบบตามแต่วัตถุประสงค์การใช้งานที่ต้องการ



รูปที่ 7 สัมประสิทธิ์การนำความร้อนคอนกรีตบล็อกที่มีส่วนผสมของวัสดุต่างๆ



รูปที่ 8 พฤติกรรมทางความร้อนของผนังที่มีส่วนผสมของของวัสดุต่างๆ

การคัดเลือกวัสดุเหลือใช้หรือของเสียจากอุตสาหกรรมมาใช้ในผลิตภัณฑ์ก่อสร้างผสมซีเมนต์

ปัจจุบันการใช้เถ้าปาล์ม น้ำมัน เถ้าชานอ้อย เถ้าแกลบเปลือกไม้ เถ้าไม้ยางพารา เถ้าลอย กำลังเป็นที่นิยมสำหรับการผลิตวัสดุก่อสร้างผสมซีเมนต์มากขึ้น นอกจากนี้วัสดุประเภท เยื่อกระดาษ ตะกอนน้ำประปา เซรามิก เปลือกไม้ ตะกรันทองแดง ทราयरองน้ำประปา ผักตบชวา เส้นใยมะพร้าว ฟุนหินอ่อน ฯลฯ ก็ยังเป็นวัสดุที่เป็นของเสียจากอุตสาหกรรมในพื้นที่ต่าง ๆ ที่มีความพยายาม ในการศึกษาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียหรือนำของที่ไร้ประโยชน์กลับมาทำให้เกิดคุณค่าเช่นกัน

หากเกิดคำถามที่ว่า การเลือกใช้วัสดุเหลือทิ้ง ควรจะเลือกวัสดุใด หรือมีสมบัติอย่างไร คำตอบ คือ ต้องย้อนกลับไปพิจารณาสมบัติเบื้องต้นของวัสดุว่ามีศักยภาพและความเป็นไปได้ที่จะนำไปเป็นวัสดุผสมประเภทใด เช่น ใช้เป็นวัสดุประสานเนื่องจากสามารถทำปฏิกิริยาทางเคมีได้ หรือใช้เป็นมวลรวมเนื่องจากไม่สามารถทำปฏิกิริยาทางเคมีได้ เป็นต้น จากนั้นจึงศึกษาและทดลองเพื่อหาความเป็นไปได้และสัดส่วนที่เหมาะสมที่จะใช้ผลิต โดยพิจารณาสมบัติที่จำเป็น ได้แก่ มิติ กำลัง การดูดซึมน้ำ การหดตัว น้ำหนัก ความหนาแน่น และการนำความร้อน ฯลฯ ซึ่งอาจต้องเทียบกับมาตรฐานต่าง ๆ เพื่อใช้ในการอ้างอิง รวมไปถึงความต้องการใช้งานของตลาด และปัจจัยที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งที่จะต้องคำนึง คือ ต้นทุนการผลิต ทั้งนี้เพื่อให้ผู้ผลิตสามารถแข่งขันกับผู้ผลิตรายอื่นได้ นอกจากนี้ ภาครัฐและนักวิชาการมีความพยายามผลักดันข้อกำหนดเกี่ยวกับการใช้เถ้าชีวมวลในคอนกรีต

เพื่อเป็นมาตรฐานสำหรับอ้างอิงในการผลิตและสร้างความเชื่อมั่นให้แก่ผู้บริโภคในการเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของเถ้าชีวมวล จึงถือเป็นสัญญาณที่ดีที่แสดงถึงการให้ความสำคัญและความใส่ใจในการผลิตและการใช้ผลิตภัณฑ์ก่อสร้างผสมซีเมนต์ที่มีส่วนผสมของวัสดุที่เหลือใช้ให้มีมาตรฐานอย่างเป็นรูปธรรม อันจะเป็นประโยชน์กับทุกฝ่ายในอนาคต

บทสรุป

บทความวิชาการนี้จึงมีความมุ่งหวังว่า เมื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างมีความต้องการใช้วัสดุก่อสร้างที่มีส่วนผสมของซีเมนต์เป็นจำนวนมาก ประกอบกับทั้งหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชนมีนโยบายส่งเสริมการจัดขยะให้มีปริมาณน้อยที่สุด จนไม่มีขยะเหลือเป็นมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม (Zero Waste) โดยผลักดันไปสู่วาระหรือนโยบายเร่งด่วนระดับชาติ ควบคู่กับการส่งเสริมให้เกิดอุตสาหกรรมขนาดย่อมในระดับท้องถิ่นเพื่อยกระดับความสามารถด้านการผลิตให้เกิดเป็นนวัตกรรมใหม่ ทำให้เกิดโอกาสในการกำจัดของเสียที่มีปริมาณมหาศาล โดยอาจนำไปเป็นส่วนผสมของดินถมสำหรับทำถนนหรือฐานรากของสิ่งก่อสร้าง แต่สิ่งที่เป็นการเพิ่มมูลค่าและลดต้นทุนของงานก่อสร้างที่น่าสนใจอีกอย่าง คือ การนำวัสดุเหล่านี้ไปเป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ก่อสร้างผสมซีเมนต์ที่ไม่รับกำลัง อันจะเป็นการลดปริมาณของเหลือใช้ให้แปรสภาพกลับมาในรูปแบบที่เป็นประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อมและอุตสาหกรรมก่อสร้างเองทั้งสองฝ่าย อย่างไรก็ตามในปัจจุบันความท้าทายจากการพัฒนาเทคโนโลยีผลิตวัสดุก่อสร้างมีไม่เพียงแต่มีความแข็งแรงและคงทนเท่านั้น การพัฒนาสมบัติอื่น เช่น น้ำหนักเบา การนำความร้อนต่ำ และที่สำคัญคือการลดต้นทุน ยังคงเป็นอีกปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้เกิดความพยายามในการพัฒนาวัสดุก่อสร้างผสมซีเมนต์ให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้นเพียงพอที่จะสามารถแข่งขันกับผู้ผลิตรายใหญ่ได้ ทั้งนี้นโยบายการก้าวเข้าสู่ Thailand 4.0 ถือเป็นโอกาสที่ดีสำหรับนักคิด นักวิจัย และภาคอุตสาหกรรมผลิต ที่จะอาศัยแรงสนับสนุนจากนโยบายนี้ เพื่อพัฒนาและต่อยอดการผลิตวัสดุการก่อสร้าง โดยอาศัยวัสดุเหลือใช้ที่กระจายอยู่ในแต่ละพื้นที่มาใช้ให้เกิดประโยชน์ ผ่านกระบวนการคิดและการพัฒนาต่อยอดให้เกิดนวัตกรรมที่เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ก่อสร้างผสมซีเมนต์ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น อันจะเป็นการลดปริมาณของเสียและลดต้นทุนของการผลิตไปพร้อม ๆ กัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกองบรรณาธิการและผู้ผลิตแหล่งข้อมูลอ้างอิงทุกท่าน ที่ทำให้บทความนี้สมบูรณ์ นอกจากนี้ ขอขอบคุณเป็นพิเศษสำหรับคณาจารย์ประจำสาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ได้แก่ ผศ.ปิยพงษ์ สุวรรณมณีโชติ ผศ.ดร.ธนกร ชมภูรัตน์ และ ผศ.ดร.ปรีดา ไชยมหาวัน ที่ช่วยหาคำแนะนำและอำนวยความสะดวกจนบทความนี้สำเร็จลุล่วง

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2559, การสำรวจอุตสาหกรรมก่อสร้าง พ.ศ. 2557, สำนักสถิติเศรษฐกิจและสังคม, สำนักงานสถิติแห่งชาติ, กรุงเทพฯ, หน้า 8.
- [2] จริญญา เจริญเนตรกุล, 2557, อิฐบล็อกประสานที่มีส่วนผสมเถ้าและกะลาปาล์มน้ำมัน, วารสารการพัฒนาชุมชนและคุณภาพชีวิต 2(1), หน้า 103-112.
- [3] วรากร หมั่นสระเกษ, 2554, การพัฒนากำลังอัดของบล็อกคอนกรีตที่ผลิตจากกากแคลเซียมคาร์ไบด์และเถ้าลอย, โครงการงานของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต การบริหารงานก่อสร้างและสาธารณูปโภค สาขาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- [4] พงษ์ธร จุฬพันธ์ทอง, 2557, การพัฒนาวัสดุผสมฝุ่นหินอ่อน-เถ้าขานอ้อยเพื่อเป็นวัสดุซีเมนต์สำหรับอุตสาหกรรมการผลิตคอนกรีตบล็อก, โครงการวิจัย สาขาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- [5] อรุณเดช บุญสูง, 2554, กำลังกลับแรงอัดของบล็อกที่ผลิตจากทรายกรองประปาใช้แล้ว, วิศวกรรมลาดกระบัง, ปีที่ 28, ฉบับที่ 4, ธันวาคม 2554, หน้า 25-30.
- [6] วชิระ แสงรัศมี, 2555, การพัฒนาบล็อกประสานน้ำหนักเบาจากเยื่อกระดาษเหลือทิ้ง, ประชุมวิชาการประจำปี 2555 (Built Environment Research Associates' Conference; BERAC 3, 2012), 25 พฤษภาคม 2555, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, หน้า 12-20.
- [7] สุวัฒน์ชัย ปลื้มฤทัย, 2555, การพัฒนาคอนกรีตบล็อกจากผักตบชวา, วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- [8] ศักดิ์สิทธิ์ ศรีแสง, อุปวิทย์ สุวคันธกุล และสุดใจ เหง้าสีไพร, 2550, การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของวัสดุผสม สำหรับคอนกรีตบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนักที่มีส่วนผสมของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ทรายและเส้นใยมะพร้าว, วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา, ปีที่ 1, ฉบับที่ 1, มกราคม-มิถุนายน 2550, หน้า 77-87
- [9] สมคณ เกียรติก้อง, 2556, ความหนาแน่น กำลังรับแรงอัด และการดูดซึมน้ำของบล็อกคอนกรีตที่ทำจากปูนซีเมนต์ผสมกับดินเซรามิกและเศษใบไม้, วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ปีที่ 21, ฉบับที่ 3, กรกฎาคม-กันยายน 2556, หน้า 212-217.
- [10] นิวัฒน์ กันทะขู้, เกษม ยินดี, อมรเทพ พักทอง และศิริพร สติราษฎร์, 2558, การศึกษาคุณสมบัติทางด้านคุณภาพและด้านวิศวกรรมของคอนกรีตบล็อกผสมเม็ดดินเผามวลเบา, โครงการงานทางวิศวกรรมโยธา ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา.
- [11] ธรรมมา เจียรธรวานิช, 2558, การพัฒนาระบบสะสมความร้อนของคอนกรีตบล็อก, วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, ปีที่ 25, ฉบับที่ 1, มกราคม-เมษายน 2558, หน้า 1-10.
- [12] ปฏิพัทธ์ ตันมิ่ง และกอบร ศรีนาวิน, 2555, การพัฒนาอิฐมอญและคอนกรีตบล็อกเพื่อการประหยัดพลังงาน, ไปสเตอร์นำเสนอผลงานวิจัย ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.